

大學  
教本

工程  
畫

French 著  
葉慶桐 譯

龍

5(3)5

732/3425

K

同

# 工 程 畫



版權所有 翻印必究

著 者

T. E. FRENCH

譯 者

葉 慶 桐



幼 芝

發 行 者

北 京 路 二 〇 弄 二 號  
三 〇 二 七 七

龍 門 聯 合 書 局

上 海 河 南 中 路 二 一 〇 號  
電 話 一 七 六 七 四

靜 安 寺 支 店

上 海 愚 園 路 二 三 一 號  
電 話 三 二 六 八 六

分 售 處

龍 門 聯 合 書 局 各 地 分 局

北 京 分 局 東 安 門 大 街 82 號

北 京 南 城 支 店 琉 璃 廠 103 號

北 京 西 城 支 店 西 單 福 壽 商 場 6 號

南 京 分 局 太 平 路 267 號

重 慶 分 局 中 山 一 路 318 號

廣 州 分 局 漢 口 路 204 號

路 3 號

40 號

308 號

281 號

102 號

大 街 36 號

台 灣 分 銷 處 北 街 陽 路 12 號

基 本 定 價 肆 拾 元 正 外 埠 酌 加 郵 運 費

一 九 四 九 年 二 月 初 版

一 九 五 〇 年 九 月 四 版

## 譯 例

- 一、本書譯名大多依照前教育部歷年公佈之各科名詞，所用者計有“機械工程名詞”、“數學名詞”、“電機工程名詞——電力部及電訊部”、“化學工程名詞”、“化學命名原則”、“統計學名詞”、“天文學名詞”等等。劉仙洲氏之“機械工程名詞”亦時加參考，以補前列“名詞”之不足；兩者如有不同，則審度原名含義而決定之。若為各“名詞”所闕，則由譯者自行撰用。人名除常見者外不譯。
- 二、譯名附英文原名，較生僻者則往往數度徵引。苟名詞之應用在前，而其定義在後，則一見一引，直至定義為止。
- 三、一部分插圖之說明一仍其舊，未加翻譯。如第二十六章“建築畫要義”之圖大都未動，意在保存其風格；第十二章“機械畫之寸法”中亦有數圖，則因已有性質相同者譯之於前，為求讀者對原圖註字方式有所接觸起見，故存其本來面目。
- 四、插圖內所註說明，除未加翻譯者外，原書用印刷體者，譯本用老宋體；手寫者則用做宋體。
- 五、原書第三十一章“有關各科之書籍目錄”併入附錄。書末之“電影補充教材”已予刪去。附錄中另增“做宋體漢字”及“新美國標準佈線符號”。
- 六、凡原文依字母次序排列之各款，均依中文筆劃多寡重排之。惟“有關各科之書籍目錄”則按學科之性質，依本書各章之次序排列。
- 七、“製圖員用工場術語辭彙”及“製圖員用結構名詞辭彙”均併入附錄，並各於其末附英漢名詞對照。讀者若已知英文名稱，則可先於對照表中查中文譯名，從此再查閱其說明。

## 第七版原序

本書歷次校訂，刪其陳腐，修其古舊，於正文及習題中增加新材料，目的在求其能與近代工程方法並駕齊驅，本版亦復如此。誠如第一版序言所云：製圖教程之價值在於材料之選擇，表達之方法，以及習題與所指定研習之課文間之銜接。本版保留第六版中爲人喜愛之題目，另加甚多足以代表新設計者。若干新題循序排列；老題則頗多重排先後，俾其抉擇可較富彈性。

自第六版問世以後，有注重寫生畫之趨勢，寸法新標準新方式之採用亦復不少。故特增“潤飾”一章，將“透視圖”完全重寫，並擴展“寸法”爲二章，想爲讀者所喜。此外並益以若干新投影方法及說明。校者希望課文材料之增添與附錄之擴充重編，將使此書不僅成爲更佳之教本，且爲工程師更具價值之參考書。(下略)

本人及其襄助校訂事宜之同仁均深深感謝賜予助力之數十製圖教師及工程師(其中不少友人)，或貢獻意見，或獎勉有加。對於工程畫部門其他同仁之關注及幫助，與夫 A. J. Philby 及 F. E. Watkins 二氏之圖畫，亦均此誌謝。

C. J. V. 於俄亥俄州哥倫布

一九四七年七月

## 第一版原序

工程畫之教授法因人而殊：有令學生照抄圖樣者；有以全部時間從事實驗室工作者；亦有以問答及家課爲主者。以投影幾何之理論作始者有之；擯棄理論而以作機械詳圖開端者亦有之。至於應否使用模型一問題，亦分贊成及反對兩派。由是觀之，技專及大學中之課程，較其更形紛歧者鮮矣。

不同之方式自有其不同之目的，此地無意加以批評；然若能了解圖樣實爲一種文字，其教學應與其他文字相同，則教授法或有稍趨一致之可能。基此觀念，可見照抄圖樣除練習儀器之執持使用及表示某種作圖標準之外，其於學習如何表達思想之貢獻，適與初習外文時照抄數段文章一般無二。

於學習一種新文字時，苟語句之構造尙未充分了解，則不能開始作文；是故在投影之理論尙未說明之前，不宜考慮“工作圖”。

“字法”及“正投影法”等技術問題既有所知，卽應將全部精力用以訓練創造性之想像，是卽於腦海中迅速構成一種清晰準確之立體形狀。設計人員須將其思想表於紙上，此種能力實屬不可或缺者。培養之道，應先以立體爲對象，次及點線，已屬毋庸異議。

圖樣爲一種工業世界通用之圖解文字，有其文法格式及各種表達方法，本書之編著卽基此方針。本書非純學理之講述，而係一教本，附有相類之習題甚多，俾可從之選作焉。

機件最能說明原則，故廣爲應用，然本書仍適用於一切工程學生。又鑒於各業之息息相關，任一工程師須能閱讀建築畫及地圖，並從之工作，故特闢兩章論之。

教授時，每週至少須有一點鐘供講解、問答及黑板工作之用；此時可指定應行準備之功課，並分發其圖題，俾於課後用鉛筆作之，在下節繳卷。製圖實

習時，由講師指定各圖規範，在其謹慎之督視下工作，鉛筆圖作成後須經其核准，有時再須上墨及作描圖。

模型之審慎應用對作技術草圖及比例圖均大有裨益，而尤以後者為然；因其可助學生感得圖樣與物體間之比例，故於讀圖時，不僅能於腦海中浮現所示物體之形狀，或且能得尺寸之大概也。

始習作圖不宜用大紙。有一組商業製圖室圖紙尺寸係將 36"×48" 之紙分成 24"×36"，18"×24"，12"×18" 及 9"×12"。第一年工作用 12"×18" 足矣，開首之幾張用 9"×12" 亦並不太小。

感謝俄亥俄洲立大學工程畫部門 Robert Meiklejohn, O. E. Williams, A. C. Harper, Cree Sheets, F. W. Ives, W. D. Turnbull, 及 W. J. Norris 諸先生，為我準備插圖，對正文方面亦有所建議。其他教授曾予以有益之批評，一併誌謝。

本書之目的在求適合近代工程方法；對製圖員之實際需要亦嘗三致意，冀其在學生之個人圖書室中有永久之參考價值。

著者願竭其愚忱，與採用是書作課本之教授合作。

T. E. F. 於俄亥俄洲哥倫布

一九一一年六月六日

## 譯 序

“工程畫”原著自一九一一年問世以來，將達三十八載，國內專科以上學校競相採用，幾有獨佔機械畫教本領域之概。若為其他書籍，必早有譯本；此書則以插圖過多（約千餘幅），竟付闕如。年來出版界沉寂欲死，稍具規模之著作已不多觀，科學技術書籍多附插圖表格，其更見消沉也固宜。而數十年來未得迄譯之“工程畫”，何幸獨於此時殺青，亦大快事已。

事之可紀念者尚不僅此。憶是書之迄譯，早在前歲仲春。主譯事者為交通大學彭固山君等四人，由陳近朱教授校閱，慶桐不過綜其成而已。屬稿既成，排版亦且竟其四之三，而原著忽有增訂第七版之訊，遂暫停進行。俟新版抵滬，與第六版相較，變動頗多。蓋機械技術隨時代而多所革新，製圖室與工場原屬息息相關者，若非大事更張，難期適應；且校訂者已非原著作人 French，而為俄亥俄州立大學工程畫教授 Vierck 氏，其修訂範圍自內容之增刪至文句之正誤，謹嚴精密，鉅細不遺。前此譯文不復能用，乃不得不全部毀棄，由慶桐重譯。計自前春着手至今日出而問世，已歷二寒暑，其間浪擲心血及資力不知凡幾，信乎出版科學技術書籍之不易也。

慶桐深感我國學生大都不喜用譯本，用者亦僅視為原著之參攷。若夫專用譯本者，則異日設有參攷英美書籍之需，難免感扞格陌生之苦。前一風氣之蔚成，固有種種因素，但譯作不盡不實，甚或印刷錯誤百出，又豈能辭其咎。後一現象亦非不可補救之缺憾；如名詞多附原文，少數插圖留存其真面目等等（詳見譯例）。於無損明暗性之原則下，儘量採用原本之方式及特點。冀其一卷在手，有兼讀譯本及原本之利。此則為區區從事譯作時之目標，所媿心餘力拙，然要不失為一種嘗試耳。

附錄文字係由錢曉舟先生翻譯，並蒙其詳校索引；剪貼工作繁瑣異常，全

函顧錦梗君任之，均此誌謝。

本書方面廣泛，以譯者之孤陋寡聞，雖勉力從事，疏漏必多，明達君子，幸垂教焉。

葉慶桐 於龍門編譯室

一九四九年一月二十二日

### 譯本第二、三版序

本書再版，曾就個人所見，略加改善補充，計十餘處。譯者竭誠希望各地專家、教授、製圖人員及同學源源賜教，匡其謬誤，則豈僅譯者一人之幸已。

葉慶桐

一九四九年十一月十日

一九五〇年五月十五日



## 目 錄

譯序	i
譯例	iii
第七版原序	iv
第一版原序	v
第一章 引言	1
第二章 儀器之選擇	3
第三章 儀器之用法	13
第四章 字法	38
第五章 應用幾何	63
第六章 投影圖之原理	90
第七章 正投影	95
第八章 輔視圖	141
第九章 剖面與習例	165
第十章 圖與工場	186
第十一章 寸法與註解	201
第十二章 機械畫之寸法	231
第十三章 螺栓、螺釘、鍵、鉚釘、及彈簧	256
第十四章 管系圖	298
第十五章 工作圖	309
第十六章 焊接圖	384
第十七章 齒輪及凸輪	401
第十八章 鑽模及夾頭	416

---

第十九章 技術草圖	432
第二十章 展開及交線	441
第二十一章 寫生畫法	466
第二十二章 透視圖	490
第二十三章 寫生草圖	509
第二十四章 潤飾	515
第二十五章 航空工程圖	535
第二十六章 建築畫要義	547
第二十七章 構造圖要義	572
第二十八章 地圖及地形圖	586
第二十九章 圖表、圖、及線圖	605
第三十章 商業製圖實踐摘錄	620
附錄	628
索引	685

# 工程畫

## 第一章 引言

1.1 工程畫 (Engineering Drawing) 為工程師及設計者用於工業界之圖解文字 (Graphic Language)，所以表達及記錄製造機器及結構所必需之觀念與資料。

工程畫非藝術家所作之畫：前者為描寫性之圖解文字，後者則為美感之表達。藝術家以其面前之模型風景或創造之想像，努力製作各種畫圖，使觀者能得儼然如見原物或藝術家所幻想景物之印象。彼所藉以提示其意旨者在彩色畫中為顏料，在明暗畫中為層次，在黑白畫中則為線條之組合；進而賴乎觀畫者之想像，以獲得透視縮畫 (Perspective Foreshortening) 之效果，並補足圖上缺少之細節。

工程製圖者之任務更為苛求：其所憑藉者，惟有輪廓線 (描陰法, "Shading", 除潤飾圖外不常用)；而所作之畫，非為提示意旨，實須對於所想像之機器或構造物每一詳細情形作正確而明晰之報導。是以工程畫實為一種完備之圖解文字。其於工程設計者之價值，非一般風景畫所可比擬。由於此種文字之幫助，遂能精密描述每種必需之過程；並能有一部完善之工作記錄，以供再製及修理時之參考。

藉一組相關之視圖，錯綜複雜之形狀得以明晰表示；精確之細節得以顯露無遺；各部分於裝配時得以辨認而置於機械上正確之工作地位。此外描述性之註解及規範，則說明其材料、加工 (Finish)，及製造與裝配所需之指示。

藝術家所作之圖任何人都能領略其大概。製圖者所造作，則以其似與完成後之物體外形並不相符，故惟有受過圖解文字之訓練者方能閱圖與瞭解。

工程畫既為一切設計及製造所依據之基礎，是以在工科學校中，除數學外，為最重要之一科。每一工程學生，均須知如何作圖，如何閱圖；以其為各式工程實踐之主要部分，而製圖室常為進入工業界之大門也。吾人縱或無需自己作圖，要亦須能解釋其意義，及審核其是否正確。凡為工程師者，若缺乏圖解文字之應用知識，則在工程方面仍屬文盲。

1.2 求其對於此種圖解文字能寫得流利而正確，則需有畫圖儀器為之助。其所作出者稱為“儀器畫”(Mechanical Drawing) (註)或“用器畫”(Instrument Drawing)。若不用任何儀器或器具，僅憑徒手畫成者，則謂之“憑手畫”(Freehand Drawing)或“技術草圖”(Technical Sketching)。工程師於學習時，此兩種方法之訓練均屬必需：前者可發展其精確性與手指之技巧；後者可訓練廣泛之觀察，且精通圖之形式與比例，而能加以控制。

是以吾人學習圖解文字之目的，期能以此表達意義，使內行人一目了然，並能理解他人之作品。欲達到此目的，必須知其基本理論與組織，而於其採用之慣例及縮寫亦應熟悉。此文字之原則，舉世一致，故為全球性者；凡曾受一國之作圖訓練者，必極易適合他國之作圖法。

此種新文字完全用圖解表達，故不能誦讀，必須將圖上物件在心目中解釋。是以學習者在此方面之成就，不僅在其手法之技巧，而在具有一種能力，藉以描繪心中之印象，並能在空間幻想目的物之形狀。

此不僅為幾個以製圖為職業者所當學習之一種文字；凡與工業技術有聯繫或關心者均應瞭解，已如前述。既經學習，自能獲得一種迅速準確之觀察力，以及悟知圖形之能力。此非門外漢所能玩味者也。

於學習時，吾人必先熟悉表現的技術，因儀器為精細工作之所需，則更要有正確運用儀器之本領。一旦練習純熟，則使用儀器時，自覺輕便異常，對於表現方法，亦可毋庸煩心。所謂技術，包括字法 (Lettering) 之研習，是乃工程畫課程之第一步工作也。

---

譯者註。“Mechanical Drawing”中之“Mechanical”一字係指儀器而言，故該詞泛用於藉儀器作圖之各種工業圖。“Machine Drawing”(機械畫)中之“Machine”則專指機械。其實 Mechanical Drawing 一名詞頗不佳，惟沿用已久耳。

## 第二章 儀器之選擇

2.1 選擇畫圖儀器及材料，其唯一要訣，品質務求精良。若期其工作能適合職業之需要，則選購劣質之儀器，尤為莫大之失策。初學者往往試購廉價儀器以資練習，預備將來再購較佳者，實則一副上等儀器，若加以合理保管，可受用一世。購買劣品，則一經使用，已覺礙手，不久之後或已損壞，殊不值得。劣質儀器之式樣與上等者相仿，苟非專家，誠難區別。是以在購置時，宜多方徵求可靠之指導。

本章將敘述一些通常畫圖所需儀器之性質，至於不常用而特別適宜於幾種特殊工作者，留待第三十章敘述之。

### 2.2 儀器及材料名稱表

1. 成套之畫圖儀器 至少應具有：6"圓規一隻，其一脚為固定之針，另一腳為可移動之鉛筆、鋼筆及延伸桿；6"細彈簧分規一隻；直線筆二枝；3½"弓形鉛筆、弓形鋼筆、及弓形分規；鉛一盒。
2. 畫圖板。
3. 丁字尺。
4. 45°及30°-60°三角板一副。
5. 三支機械工程師用之平型比例尺，或一支相當之三稜尺。
6. 字法儀器或三角板。
7. 曲線板。
8. 畫圖鉛筆：6H、4H、2H、H、及F。
9. 小刀或捲筆劍（用以削鉛筆）。
10. 鉛筆磨尖物（砂紙或細縫刀）。
11. 擦鉛筆之橡皮。
12. 清潔用橡皮。
13. 鋼筆桿、寫字鋼筆及鋼筆拭具。
14. 墨水瓶及瓶架。
15. 圖畫釘或製圖帶（Scotch Drafting Tape）。
16. 尺寸適宜之畫圖紙。
17. 描圖紙或布。
18. 拂塵布或刷。

#### 附加幾種偶用儀器：

19. 土木工程師比例尺。
20. 量角器。
21. 拭橡皮用之掩蔽盾。
22. 計算尺。
23. 2'摺尺或6'捲尺。
24. 草稿簿。
25. 礦油石。
26. 肥皂石。

學習者購得儀器並經認可後，須即在其儀器或材料上標明其縮寫姓名或

全名。

2-3 儀器關節。新式上等儀器具有某種形式之聯樞 (Pivot Joint) 此在 1850 及 1871 年時, 由 Theodore Alteneder 廠專利製銷。老式圓規及某種便宜新貨是用舌樺與貫穿鉚釘(或針)聯接者 經相當時間之使用, 舌與針即因磨擦而鬆動, 以致不適於再用。聯樞式之儀器中, 則有可調整之圓錐面或球面承受其磨擦。Alteneder 式及其幾種變形, 如圖 2-1 所示。

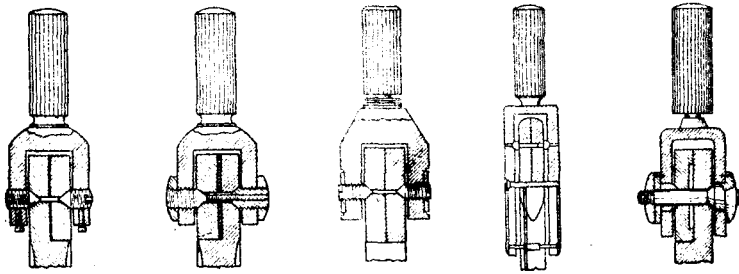


圖 2-1 聯樞式圓規之剖面 (Sections of Pivot Joints).

連於軛上之柄, 雖對於關節之工作並無重要性, 但其覺便利。然有柄之儀器非必為聯樞式。亦有設置一種使柄永遠保持直立之裝置者, 惟有幾種並不高明, 因柄上之壓力可改變儀器之原位也。

2-4 儀器式樣。新式儀器, 大都依照下列三種模型或式樣所製造, 如圖 2-2 所示。(A) 斜式或美國式, (B) 圓式, 及 (C) 平式。選擇式樣, 全視個人之愛好而定。用慣某種式樣者, 往往不願改用他式。

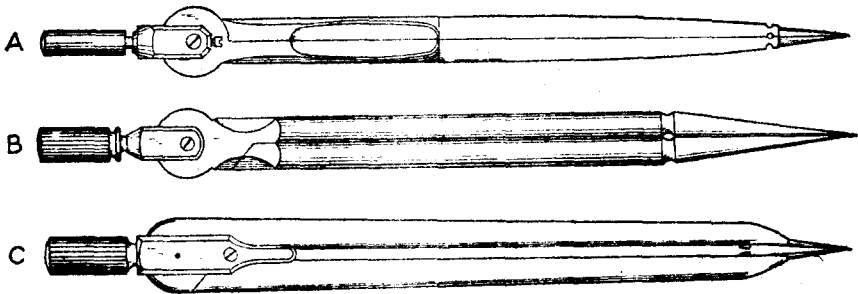


圖 2-2 三種式樣。

2-5 圓規。通常樂用之圓規為組台式, 長 6 吋, 有固定之針腳, 可移動之鋼筆, 鉛筆腳, 及延伸桿。圖 2-3。亦有一種 4 吋的附加圓規, 為某些製圖者。

所喜用，其鉛筆腳固定，另一種則具固定之鋼筆腳。試驗圓規之正確與否，可彎動其肘形節，將兩個尖頭合攏，如圖 2.4 所示，若兩個尖頭不齊，則不能採用。

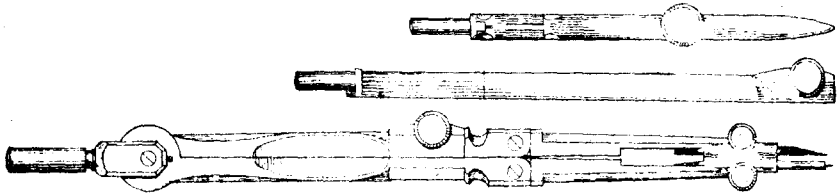


圖 2.3 大圓規。

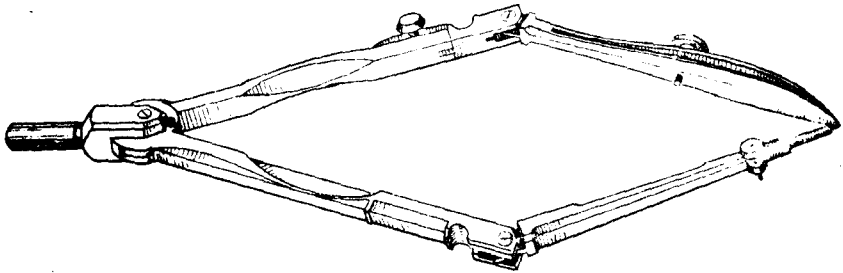


圖 2.4 檢驗兩端是否相齊。

2.6 分規。分規之簡單者如圖 2.2 所示，或具有細彈簧者如圖 2.5 所

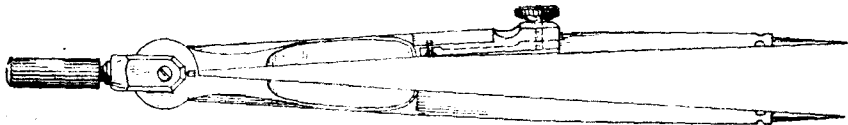


圖 2.5 細彈簧分規 (Hairspring Dividers)。

示。後者可利用小螺釘作輕微之調節，有時似較方便適用。圓規上裝針之腳亦可附裝細彈簧。

2.7 彈簧弓形儀器。圓規及分規之小型者有弓形小分規 (Bow Points or Spacers)，弓形鉛筆，及弓形鋼筆。其設計及大小有數種。圖 2.6 中之 A, B, C, 及 E 為標準者，其鋼彈簧為腳之一部分，整個結構大致為一體。D 則為一種鉤式或即環形彈簧式，有時稱為“Richter”弓形圓規。標準式及“Richter”式均可裝以邊螺釘，如 A, B, C, D；或裝中心螺釘，如 E 所示之中心螺釘弓形鋼筆。兩式在製圖者間同樣流行。弓形儀器之彈簧，其足以張開之限度須與螺釘之長度相等，惟不能過分堅硬，致使合攏時感到費力。

2.8 直線筆。直線筆種類甚多，如圖 2.7 所示。其中最普通兩種是 (一)彈簧刀口 (Spring Blade)，如 (A)，能盡量張開，以便清除墨漬；(二)活輔刀口 (Jackknife)，如 (E)，於去墨漬時毋庸變動原來之裝配。B, C, 及 D

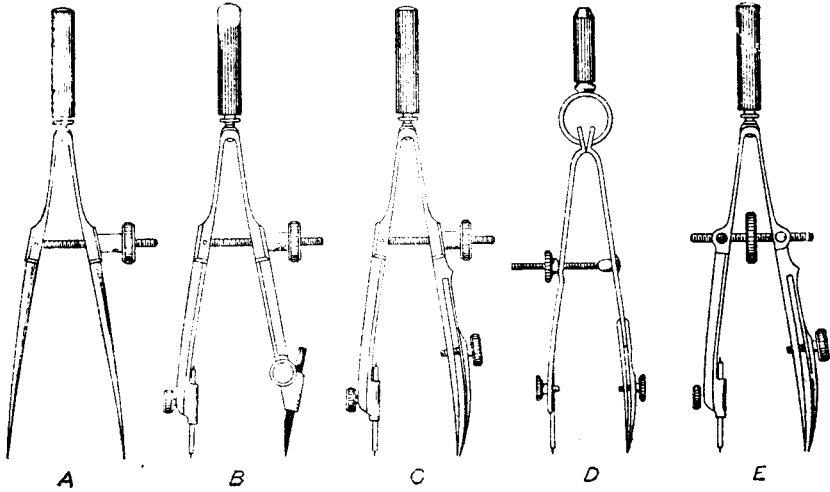


圖 2.6 彈簧弓形儀器 (Spring Bow Instruments),

各型有特別設備，可使直線筆張開以去墨漬。在 (F) 中所示之式樣，稱為“特號筆” (Detail Pen) 或“瑞典筆” (Swede Pen)，適於畫大圓及長線。凡直

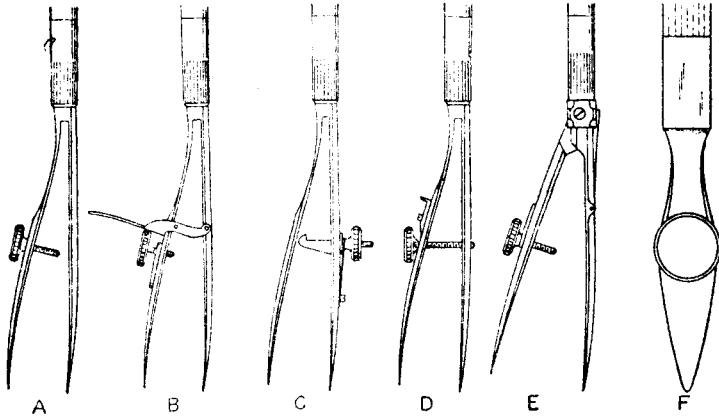


圖 2.7 直線筆，開口以便去污。

線筆鳥嘴之形狀應如圖 3.21 所示。有時廠中之出品其鳥嘴亦不甚佳，則必須依照 3.15 節中所述之方法先行整理一番，然後使用。



2.9 詳圖用之儀器。一套較新之儀器，如圖 2.8 中所示者，常為人所樂用，尤以在自動機工業界中為然。其中包含既大且強之弓形儀器，有時更備有可以互相換用之鉛筆，鋼筆，及針頭 (Spacer Point)，以及畫大圓用之管形梁規 (Tubular Beam Compass)。將圓規筆插入手柄，則可以之為直線筆。

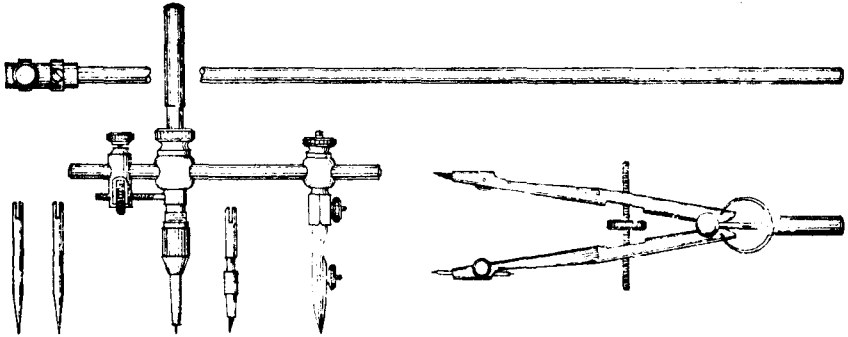


圖 2.8 詳圖用之儀器 (Detailer's Set)。

2.10 畫圖板。用以作圖之面或為台面本身或為另備之板，應選用潔白之松木，且須防止其彎曲。在常用一邊上，尤宜以鋼直尺，校正其直度。有於板或台面上裝硬木邊或鑲鋼條者，自較經用。

2.11 丁字尺。圖 2.9 A 之定頭丁字尺，為普通工作時所常用者，必須以硬木製成。其尺身必須非常平直，若於其上鑲嵌透明邊緣則更佳。製圖者

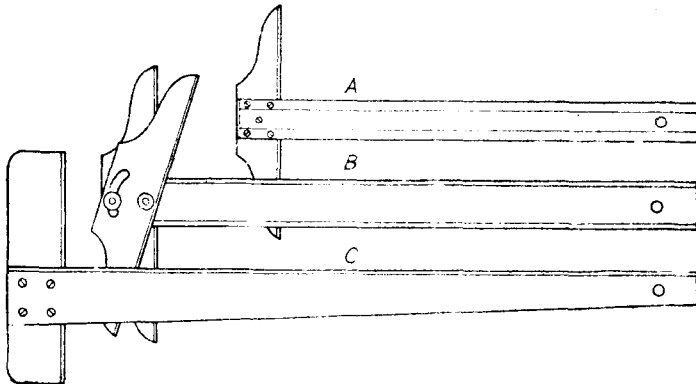


圖 2.9 定頭、活頭，及英國式之丁字尺。

應備有數枝長短不同之定頭丁字尺，及一枝活頭丁字尺如 (B)，以備不時之需。(C) 之式樣為英國式，具有漸次變狹之尺身，及傾斜之邊緣。其優點為

畫長線時可使丁字尺容易平衡而穩固。然亦有其缺點，蓋其下邊傾斜，易於引起製圖者之錯覺，認為其所畫之垂線並不垂直。丁字尺之尺身平直與否，可如圖 2.10 所示之法檢定之。其法為先用丁字尺之一邊，經過二點畫一極細之直線，然後將丁字尺反過一面，以原用一邊經過原來二點再畫一直線，以為比較。若二直線不完全疊合，則該尺身自屬不直矣。

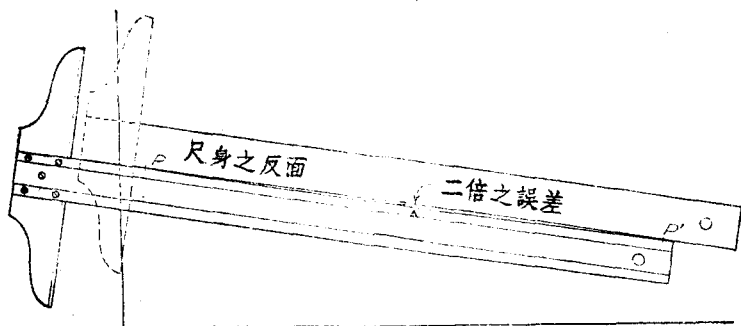


圖 2.10 檢驗丁字尺尺身之直度。

2.12 三角板。透明之膠質三角板較木質者為佳。惟以其內部之變形，有時易使三角板成為不正確。故每過一時期必須檢驗其是否正確，先畫一垂線，將三角板翻身，再畫一垂線，如圖 2.11 所示。

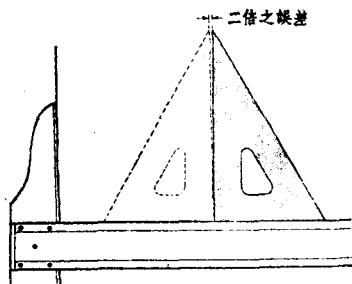


圖 2.11 三角板之檢驗。

通常作畫，用 6 吋或 8 吋之  $45^\circ$  三角板，及 10 吋之  $60^\circ$  三角板最為適宜。三角板亦應隨時保持平正以免撓曲。

2.13 比例尺。普通尺度有兩種：(1) 機械工程師或建築師比例尺，其上所刻之長度以 12, 6, 3,  $1\frac{1}{2}$  ... 吋等於一呎，見圖 2.12；(2) 土木工程師比例尺為十分法者，每吋分為 10, 20, 30, 40, 50, 及 60 呎，

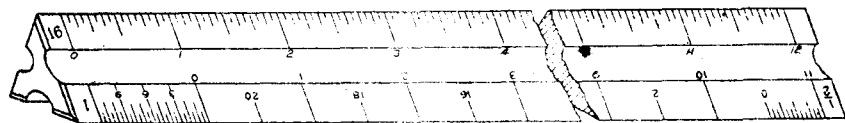


圖 2.12 機械工程師或建築師比例尺。

見圖 2.13。商人名第一種尺度為“建築師比例尺”(Architect's Scale)，第二種為“工程師比例尺”(Engineer's Scale)，極易使初學者淆惑不清。實則第

一種比例尺，非僅建築師，其他一切工程師——如機械，電機，工業，化學，鑄冶，及土木工程師，亦均以之作一切機器及結構之圖樣；第二種比例尺，則惟有土木工程師以之為畫地圖及圖解各種習題之用。

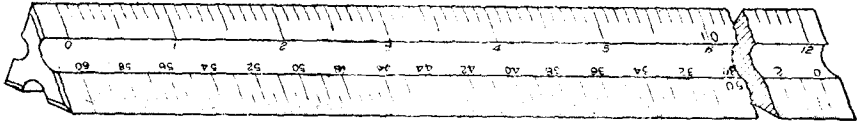


圖 2.13 土木工程師比例尺。

比例尺常用黃楊木製成，有時亦有用金屬，塑膠 (Plastic)，或紙質製造。

圖 2.14 所示之 A 及 B 兩種三稜式為最普通者。其唯一優點為可在木條上刻較多尺度，其缺點則為尋求所需之尺度，大費時間。三支二邊刻度之平尺，相當於一支三稜尺。

“單斜比例尺” C 及“雙斜比例尺” D 為平尺之普通形式。“相反傾斜比例尺” E 及“兩面傾斜比例尺” F。較正規之尺 C 及 D 易於拿取。許多職業製圖者所用之尺度，每以六種或八種尺度成爲一套，於每種尺度上僅劃分一種

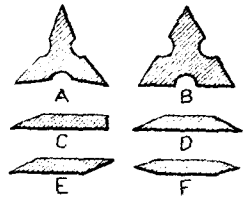


圖 2.14 比例尺橫斷面。

比例。更有一種尺度在機器製圖者間極爲流行，係一種相反傾斜“詳細分格”(Full-Divided)之扁平尺，其一邊上刻有全尺寸 (Full Size)，另一邊刻有半尺寸 (Half Size) 如圖 2.15 所示；此外尚有刻  $\frac{1}{4}$  尺寸及  $\frac{1}{8}$  尺寸者。

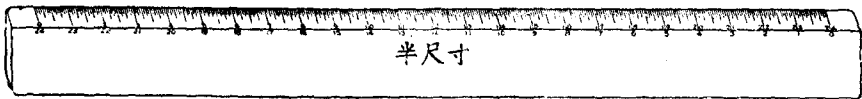


圖 2.15 全尺寸及半尺寸之比例尺。

2.14 字法器具。圖 4.3 及 4.2 之 Ames 字法儀器及 Braddock-Rowe 三角板為作字法導線之便利工具。

2.15 曲線板。曲線板稱爲“不規則曲線板”或“法蘭西曲線板”(French Curve)，可用以畫曲線，但不能以之畫圓弧。其曲線式樣，乃依據橢圓形，螺旋形，或其他數學上曲線之一部分，以各種不同之組合聯接而成。學者能具備普通形式之橢圓曲線板一塊，如圖 2.16 之 A 或 D，及螺旋形曲線板一塊，如 B 之對數螺旋或如圖 3.34 中所示者，則已足敷應用。C 為有用之小曲線板。

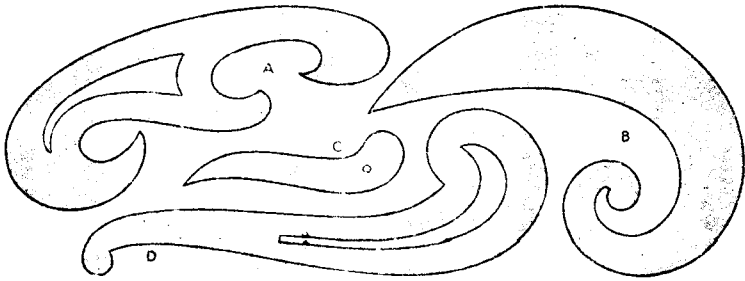


圖 2-16 不規則曲線板。

**2-16 畫圖鉛筆。** 製造商將鉛筆分為 6B (極軟而黑), 5B, 4B, 3B, 2B, B, HB, F (中級); H, 2H, 3H, 4H, 5H, 6H, 以至 9H (極端硬) 各等級。軟鉛(B)大都用以繪草圖及普通圖, 硬鉛(H)則繪用器畫。間有製圖者, 喜以大小適合標準之畫鉛, 裝入活動鉛筆內使用之。

**2-17 鉛筆磨尖物。** 用小刀或捲筆削削去普通鉛筆之木頭後, 必須將鉛心形成細長之錐尖。長約六吋之錐可作此用, 亦有用標準之砂紙板者。

**2-18 橡皮。** 大型而兩頭傾斜之 Ruby 擦鉛筆橡皮為標準者。以之擦鉛筆既甚迅速, 擦墨漬又遠較所謂墨水橡皮為佳, 因其能將墨漬全部移去, 而不太損壞紙布之面也。用良好之金屬掩蔽盾可使擦拭處較為光潔。

如欲清除紙面污垢及指印, 則以軟橡皮或清潔用橡皮為宜。

**2-19 鋼筆桿及鋼筆。** 鋼筆桿之粗細須適中, 過粗則不易插入瓶口, 過小則使用時手指易起痠癢。總以較筆尖直徑稍大者為佳。鋼筆頭之大小, 可參攷第四章所列之字體以為選擇之標準。於寫字或畫線時, 須備有揩鋼筆用之棉布或薄而軟之麂皮。

**2-20 畫圖墨汁。** 是用極細墨炭加天然或人造膠調合而成, 使不透水。無防止透水性能之墨水, 寫字時固屬流利, 但極易浸污。加蒸溜水沖淡之畫圖墨汁, 及用中國墨磨出之墨汁, 宜用於水彩畫及畫極細線條。

瓶架為防止墨水瓶傾倒, 污及圖畫桌椅及地板之用。形式甚多, 圖 2-17 所示之式樣為其中之一種。如將墨水紙盒之下半部, 以圖畫釘定於桌上; 或用紙片, 或用布片, 挖一洞與瓶頸同其大小, 使瓶頭露出紙面, 然後釘件紙片或布片之兩端, 以免傾覆亦可。

2.21 圖畫釘。最好者其頭上有一薄片，片下旋以鋼針。較便宜之圖畫釘由壓製而成。應擇針之直徑小而尖削者。勿用平頭（常有顏色）之地圖釘，因其頭太厚，針太粗也。

2.22 製圖帶。用“製圖帶”(Scotch Drafting Tape)定畫圖紙於板上者甚多。以帶黏住圖紙之每角或全邊均可。製圖帶與“蔽面帶”(Masking Tape)(為同一公司所製者)兩者中，蔽面帶之黏皮較重，故將帶取下時，圖畫紙不能如用製圖帶者之潔淨。

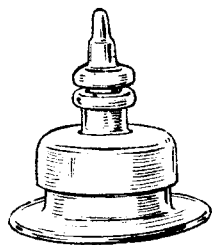


圖 2.17 瓶架。

2.23 畫圖紙。質料有多種，價亦不一，論張及論捲出售者均有。畫地圖、圖表及照相翻印圖之紙，必須用白色，經久或曝曬均不致褪成黃色者。鉛筆初稿圖及工作圖則用奶油色或牛皮黃色，以看圖時較白紙為舒適且污損較慢也。通常言之，畫圖紙必須有相當紙紋，以免鉛筆滑動；必須不耀目；且紙質必須堅韌，庶使鉛筆畫過不易起槽且耐揩擦。是以選購時，當多費金錢，取其質料精良者，即畫圖時亦可舒適不少。

2.24 描圖紙。為薄紙，或經透明處理或不。將其罩於圖上，用鉛筆或鋼筆描出原圖，藉以晒藍圖或複印。許多製圖室中，其所作原始圖，常用鉛筆描繪於描圖紙上，藍圖可直接從原始圖印晒而成，此種方式因紙及印晒之改良而日益成功。描圖紙之顏色，厚薄，及表面大有不同，故所用之鉛筆及技術亦應隨之而異，以求合適。配合適宜，則往往能得良好之複印品。

2.25 描圖布。細織之布其上覆以特製澱粉或塑膠，可用以作鉛筆圖及墨筆圖。標準之描圖布用以作墨線描圖，特製之鉛筆布則可作鉛筆圖或描圖。布較紙經久耐用，是其優點。至於描圖及複印之方法，當於第十五章敘述之。

2.26 計算尺(Slide Rule)。計算尺雖非畫圖儀器，但在工程師之儀器中甚屬重要。每一近代製圖室中之工作者均需熟練計算尺運用之方法。於開始學習計算尺之運用時，與製圖課程緊密聯繫，實為惟一良策。以其計算鑄件之體積與重量甚為便捷，而此種計算實為閱圖之助，將來且為製圖工作中之主要部分。在幾種不同計算尺中，值得介紹與未來工程師者為“Polyphase Duplex”(註)或“Log Log Duplex”(註)其大小均為 10 吋。

註。註冊商標。

2.27 附加儀器。本章所述之各種儀器及材料，均為平時實用所必需者；除紙張、鉛筆、墨水、橡皮等等不計外，通常均為製圖者隨身帶入作圖室中之物。

尚有其他許多儀器及設備，雖非平時工作所必需，但製圖者必須熟悉其用法，以其有時便於某種特殊工作，故往往成為製圖室設備之一部分。

## 第三章 儀器之用法

3·1 在開始使用儀器時，須特別注意其正確使用方法。以下之指示，宜慎加研究；即屬微末之技巧，亦須嚴加審察。

繼續不斷，勤加練習，自易使手法純熟；惟於開始學習時，即宜養成良好之姿態。如緊握筆管，縱然亦能寫出一手好字，但其姿態終屬不雅。此種不雅之姿態，並非罕見，要皆由於開始學習時缺乏知識與注意之故，一旦習慣養成，則矯正為難矣。

凡作機械畫時，吾人固可隨時實地練習儀器之使用；然初學者宜先畫幾張專練用器之圖以資熟習。既經熟習，則於畫圖時，無不致因誤用儀器而耽誤時間。正確之手法與技巧，於焉養成。

凡屬營業性之工作，正確與迅速，為必需之條件，二者缺一不可。首先須注意鉛筆線是否正確。鉛筆畫非經十分熟練，絕不可輕易嘗試以墨汁作畫。優良之指導者，必知接受初學者錯誤與疏忽之作品，實為不當之舉措。蓋入手時如能合乎標準，則自能終身不渝。初學者尤應知畫精美圖樣與畫潦草圖樣固同其速率。多用橡皮實為浪費，應極力避免。如任憑學生於作畫時漫不經心，勢將使彼等視橡皮為不可缺少之恩物。雖製圖者難免不有偶爾之錯誤，必須乞靈於橡皮；且錯誤之改正法亦應講授；但在初學者應竭力使其圖畫無斑痕與不正確之處。

3·2 製圖之準備。製圖桌應安放於適當之處所，使光線從左邊射入。其高度應合乎 36 至 40 吋之標準，以便坐於標準繪圖椅或直立作圖。作圖時，立比坐較為如意，尤以作大圖為然。着手之前，須以抹布將桌板與各項用具揩拭乾淨。

3·3 鉛筆。鉛筆之軟硬須視用紙之表面及畫線之性質慎加選擇。在細結畫圖紙上作圖稿時，以選用 5H 或 6H 之硬鉛為宜；在同種紙上作完成之鉛

筆圖時，則用 2H, 3H, 或 4H 之鉛筆可得較濃之線。在描圖紙及描圖布上作完成之鉛筆圖或描圖，則可用 H 至 3H 之較軟鉛筆，以得可印之線條。F 鉛筆多用於技術草圖，H 用於寫字。不過所選鉛筆無論如何必須有相當硬度，以免所作之畫易於模糊或污損，惟不能過硬，致使紙面在普通壓力下即成凹槽。

削尖鉛筆，須先用小刀將無字一端削去木皮，如圖 3·1 A。再將露出之鉛在沙紙板或銼上磨尖，如 B。磨時手之動作宜長而穩，並隨時轉動鉛筆。

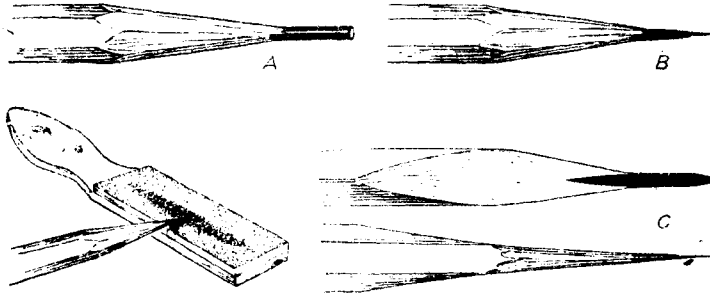


圖 3·1 削鉛筆法。

若磨成扁頭或楔形頭，則耗損較緩，故有些製圖者喜用以畫直線。C 所示者為長楔頭，其削法可先削去筆端木皮如 A，再於相對二邊削成楔形，然後在沙紙上磨尖，使楔形筆尖小於原鉛之直徑。

沙紙板須常在手頭，俾便隨時磨尖鉛筆。更有人常掛沙紙板及細銼於製圖桌旁者。專門製圖者則每隔幾分鐘必磨鉛筆，使之尖銳。磨尖後在應用之前須將石墨屑揩去。磨鉛筆須養成習慣，正若吾人插鋼筆於墨水瓶中然。凡商業機關及大學製圖室中，大都備有捲筆刀或其他削筆用具，藉以節省時間。

作鉛筆圖及供藍印之描圖時，非僅鉛筆線須尖銳而明晰，尤須使各線絕對均勻，確切而烏黑。是以鉛筆之選擇及應用，務須十分審慎。用過分堅硬之鉛筆作濃線，易使紙面形成凹槽。鉛筆須握得堅定惟仍須儘量使其運用如意。

加於鉛筆上之壓力應平穩不變。用圓錐形之筆尖時應隨時轉動鉛筆，庶幾線條與鉛筆同保尖細。偶或用刷子或軟布以拂去圖上過多之石墨屑。

關於鉛筆畫之必須清潔，細心與正確，叮囑不嫌其煩。吾人萬勿以為拙劣之鉛筆圖可於描圖時加以改正。



3.4 安放圖紙。因丁字尺之尺身近乎尺頭部分較為固定，是以畫圖紙之尺寸若遠較畫板為小，必須將紙儘靠板之左邊安放，約離板之邊緣一吋許。至其下邊則可離開板之底邊數吋。於是

以丁字尺尺頭吻合畫板之左邊緣，使紙之上邊與尺身平行。乃將尺身下移而於紙之上二角用圖畫釘定住。撤實釘頭，使紙不動。方將尺壓平畫紙往下拖移，再釘住紙之下緣兩角。製圖帶可代圖畫釘。

3.5 丁字尺之用法。用丁字尺時須將其尺頭安放於圖畫板之左面。丁字尺顯然為畫水平線之用具。其用法如下：緊握尺頭如圖 3.2 A 所示，將尺沿圖畫板之邊緣滑動，使接近所需之位置。作精確之調整時，調換握尺之方法如 B 所示，大拇指置於尺頭上，其餘手指均在畫板之下用力揪住。或如 C 所示，將大拇指按於畫板之上，其餘手指按於尺面，通常用此法者較多。

圖 3.3 示畫水平線時手及鉛筆之位置。請注意鉛筆傾斜於畫線之方向，即向右；並向身外略側，俾筆尖得盡量靠近丁字尺尺身。

畫線時，應特別留心，使所畫之線與丁字尺之邊緣確切平行。不離尺邊，輕輕着筆，絕不使角度有絲毫變動。畫時須自左向右。

3.6 三角板之用法。鉛直線以三角板緊靠丁字尺之尺身畫成。三角板之直角邊對丁字尺尺頭，俾便迎光作畫，見圖 3.4。畫鉛直線時自下而上。

畫鉛直線時，丁字尺緊吻畫板之左邊，用左手之大拇指與小指揪住丁字尺

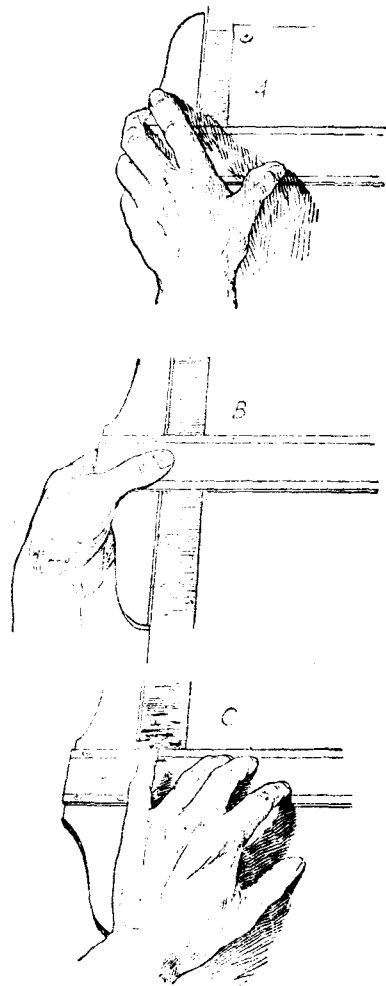


圖 3.2 運用丁字尺。

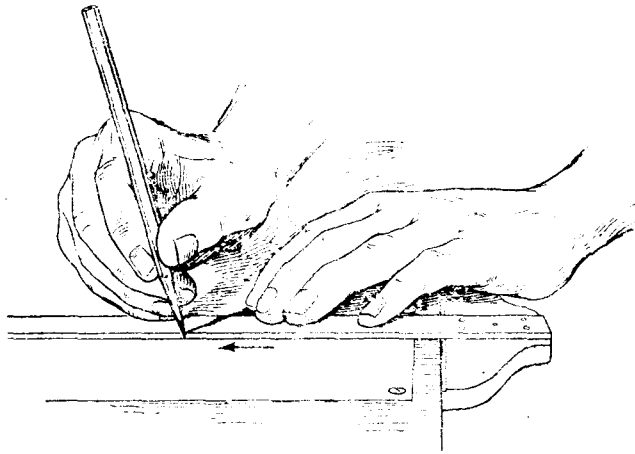


圖 3-3 畫水平線。

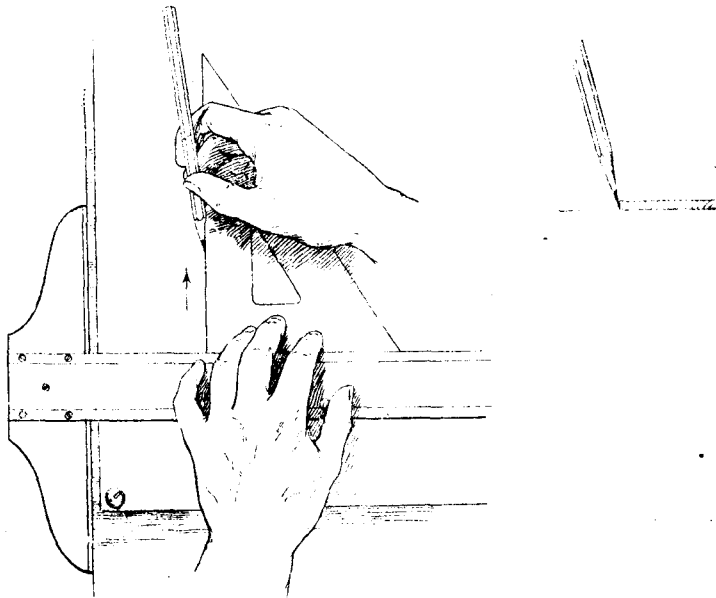


圖 3-4 畫鉛直線。

之尺身，以其餘手指調整三角板。當丁字尺與圖畫板接近時，聞得滴搭一響，即足確定兩者已經接觸；此時祇需將拇指及小指向右輕壓，即能保持其位置。畫線時，五指施於板上之壓力已能確保丁字尺及三角板之位置矣。

畫鉛直線時須使線與尺之導邊平行，與前述畫水平線同，請注意圖 3.4 中鉛筆之位置。

不論用鉛筆或墨汁作畫，均須將三角板緊吻直尺。為保持正確起見，三角板之角端往往避而不用。將丁字尺放於垂直線下端之下，則可免除從角端畫起之弊病。

將丁字尺緊吻畫板之邊緣，則可用標準之  $45^\circ$  三角板作  $45^\circ$  直線；用  $30^\circ$ ~ $60^\circ$  三角板畫  $30^\circ$  及  $60^\circ$  直線，如圖 3.5 所示者。傾斜為  $45^\circ$  倍數之線（包括

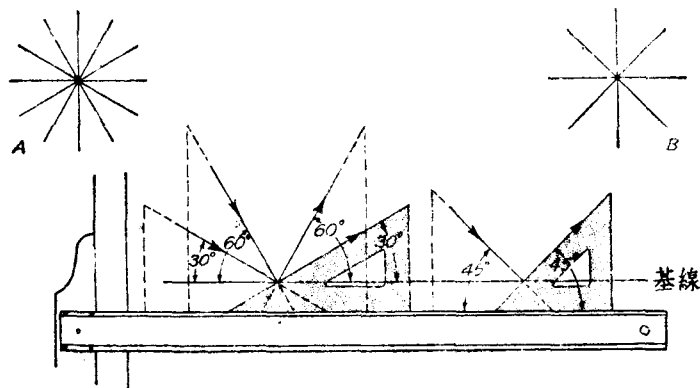


圖 3.5 畫  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  角。

垂直線及水平線) 可用  $45^\circ$  三角板作之，如圖 3.5 之 B；傾斜為  $30^\circ$  倍數之線，可用  $30$ ~ $60^\circ$  三角板作之，如 A。二塊三角板連合使用，則可作  $15^\circ$ 、 $75^\circ$ 、 $105^\circ$  等角，如圖 3.6 所示。故任何  $15^\circ$  之倍數，均可直接畫成。一個圓，可以  $45^\circ$

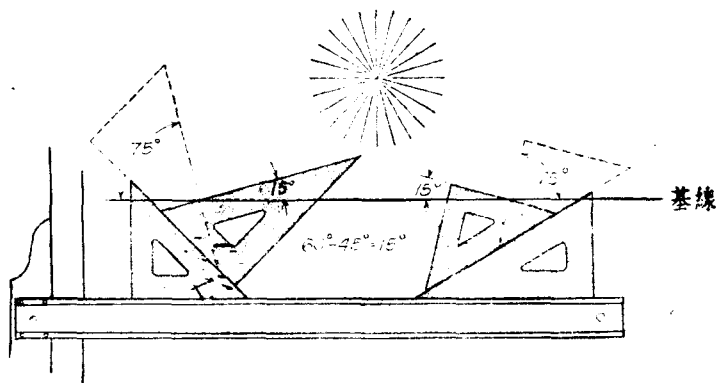


圖 3.6 畫  $15^\circ$  及  $75^\circ$  角。

之三角板分成四等分或八等分，以  $60^\circ$  之三角板分成六等分或 12 等分。如  $45^\circ$  及  $60^\circ$  之三角板同時並用，則可將圓分成二十四等分。

畫一線與另一線平行，如圖 3-7 所示者，應使三角板緊吻直尺（丁字尺或三角板），經調整與原線疊合，乃將三角板沿直尺移動至所需之地位。

作任何直線之垂線時，將三角板之一直角邊緊吻直尺（丁字尺或另一三角板），移動兩者，使斜邊對準此直線；丁字尺保持原位不動，乃轉動三角板，使另一直角邊緊吻丁字尺。則其斜邊必與原來之直線垂直。移動此三角板至所需之位置，即可畫成垂線如圖 3-8 A 所示。另有較為便捷之方法：則用三角板

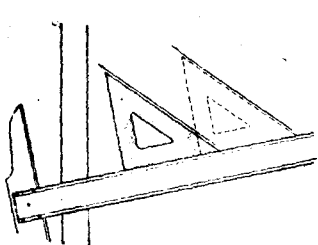


圖 3-7 畫平行線法。

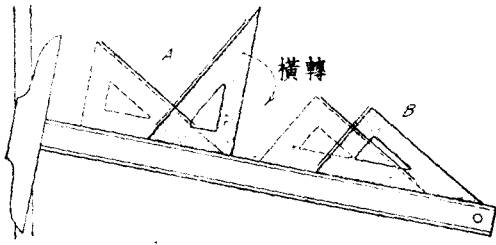


圖 3-8 畫垂直線法。

之斜邊緊吻丁字尺上，先將三角板之一邊對準此直線，然後將三角板沿丁字尺移動至所需之位置，在三角板之另一邊畫一直線，則此二線必互相垂直。如圖 3-8 B。

切勿以三角板之一直角邊緊吻原有之線，在另一直角邊上畫垂直線，以圖簡捷。

**3-7 用左手之製圖員。** 於其使用丁字尺及三角板時，僅需將正規之右手位置以左易右即可。丁字尺之頭置於圖畫板之右邊。水平線從右畫至左。三角板之垂直邊向右，而線則從下畫起。安放畫圖桌，使光線從右來。

**3-8 比例尺之用法。** 畫線之前，必先用尺定其相對之位置。用尺量度之速率於製圖時間大有影響。

量度方法由各圖所需之準確度與速率決定。備工人量度之準確展開圖等非仔細繪畫不可，速率減低在所不惜。反之，註有尺寸之圖則不必如此仔細，速率遂得加快矣。

量度時，將比例尺置於圖上欲量距離之處，並對準量度之方向，乃用尖銳

鉛筆在適當之刻度處作一輕輕短劃，見圖 3.9。在需絕對準確之圖上，可用裝於柔木柄之針尖在紙上鑿一小孔而不用鉛筆作記號。

勿以分規在尺上量距離，再移於紙上，因其既耗時間，又未見格外準確也。在同一線上作連續之量度應儘可能勿移動刻度尺為之，以免累積誤差。

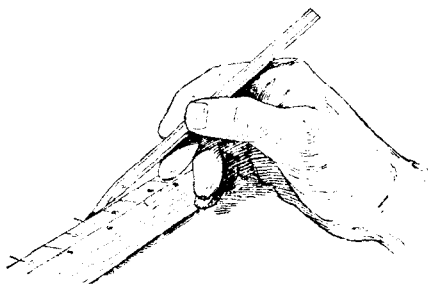


圖 3.9 量度法。

3.9 比例畫。凡物體之體積過大，吾人不能將其原來形態（即原尺寸）畫出時，則必須以某種適當比例畫出之。因此，機械工程師或建築師之比例尺常被採用。最簡便之縮法，通常稱之為“半尺寸”（Half Size），較正確言之，即以六吋之長度代表一呎。此種比例常用以畫工作圖，即使目的物比可畫之全尺寸稍大，亦不用全尺寸而用半尺寸。若製圖者無半尺寸之比例尺（見圖 2.15），則用全尺寸之尺，以尺上之六吋代表一呎。如此，則每半吋成爲一吋，而每半吋等分爲八格。

若如此縮法，仍覺所縮比畫紙爲大時，則可用三吋代表一呎之比例尺。通常名之爲“ $\frac{1}{4}$  尺寸”（Quarter Size）。即在紙上所量之三吋，代表目的物之一呎。此爲普通三稜比例尺中之第一種減縮比例，在每三吋距離間等分成十二格，每格再等分成八小格。吾人對於此段距離，切勿視之爲三吋，應視之爲一呎，而在此一呎之上已分成吋與  $\frac{1}{8}$  吋矣。注意此種分法於尺內之零開始。分吋之部，自零向左量；祇分呎而無吋之部，則自零向右。故可直接讀出幾呎幾吋。例如  $1'-0\frac{1}{2}"$ ，見圖 3-10。尺之另一端有  $1\frac{1}{2}" = 1'-0"$  之比例，即爲  $\frac{1}{8}$  尺寸。以  $1\frac{1}{2}$  吋之距離，在零之右者，分成十二等分，每等分再分成  $\frac{1}{4}"$  格子；在零之左者，分成一尺一吋，則其所分之尺度與三吋比例尺之尺度疊合。

若  $1\frac{1}{2}"$  之比例尺度對於目的物仍屬太大時，則可用  $1" = 1'-0"$ 。自此以

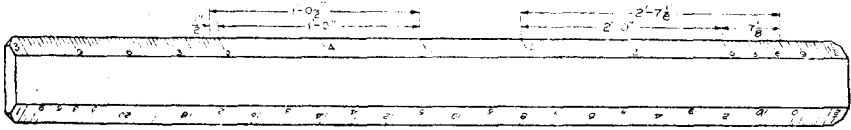


圖 3-10 比例尺之讀法。

下之比例，均見下表。

### 比例尺度

24" = 1' - 0" (雙倍尺寸)	$\frac{3}{4}$ " = 1' - 0" ( $\frac{1}{16}$ 尺寸)
12" = 1' - 0" (全尺寸)	$\frac{1}{2}$ " = 1' - 0" ( $\frac{1}{24}$ 尺寸)
6" = 1' - 0" ( $\frac{1}{2}$ 尺寸)	$\frac{3}{8}$ " = 1' - 0" ( $\frac{3}{32}$ 尺寸)
4" = 1' - 0" ( $\frac{1}{3}$ 尺寸) 極少用	$\frac{1}{4}$ " = 1' - 0" ( $\frac{1}{48}$ 尺寸)
3" = 1' - 0" ( $\frac{1}{4}$ 尺寸)	$\frac{3}{16}$ " = 1' - 0" ( $\frac{1}{64}$ 尺寸)
2" = 1' - 0" ( $\frac{1}{6}$ 尺寸) 極少用	$\frac{1}{8}$ " = 1' - 0" ( $\frac{1}{96}$ 尺寸)
$1\frac{1}{2}$ " = 1' - 0" ( $\frac{1}{8}$ 尺寸)	$\frac{3}{32}$ " = 1' - 0" ( $\frac{1}{288}$ 尺寸)
1" = 1' - 0" ( $\frac{1}{12}$ 尺寸)	

記述比例尺度時，應將圖上之尺寸列於前，目的物之實際尺寸列於後。

例如“3" = 1' - 0" 比例”，其意即為圖上之三吋等於目的物之一呎也。

奇特之比例，如 9" = 1' - 0"，4" = 1' - 0" 等等，均屬不常應用；欲使工人不易用普通尺度量出時始用之。

$\frac{1}{4}$ " = 1' - 0" 之比例尺度，常用於建築房屋之圖樣上，即建築師所稱之“瓜脫比例”(Quarter Scale)。“瓜脫比例”絕不能與“ $\frac{1}{4}$  尺寸”(Quarter Size)相混淆，因前者是  $\frac{1}{4}$ " 代表 1 呎，後者則  $\frac{1}{4}$ " 表示一吋也。

圓之大小，常以其直徑定之。然畫圓時，則須有半徑。若畫半尺寸之圓，則可在  $\frac{1}{4}$  尺寸之比例尺上求出直徑之長度。即以之為圓之半徑。

畫小件常用“雙倍尺寸”(Double Size)。如為極小機構，例如錶之零件，則常用特別放大之尺度，放大其尺寸，如 10 比 1，20 比 1，40 比 1，以及 50 比 1。

畫地圖及作地形圖時，用土木工程師之十進位尺度，此尺將一吋分為 10，20，30，40，50，60 及 80 格。此種尺度不能用於機器或結構工作，惟可用於某種飛機圖。

於用比例尺作圖時，有所設想，有所討論，均應以其全尺寸為依據，絕不可以紙上已縮小或放大之尺寸為準則，實為至要。

**3-10 畫圖紙之區劃。** 畫圖紙常切成較所需尺寸稍大。完工時再照規定尺寸剪裁之。假設所需尺寸為  $11'' \times 17''$ ，而具有  $1/2''$  內邊緣，則先在畫圖紙之下邊用尺量出 17 吋長，以鉛筆記明其距離。同時在兩端各向裏量出  $1/2$  吋，俾作邊線。用鉛筆標記距離時，須就尺上分線作一短劃，切勿以鉛筆尖鑽成小洞。再在紙之左邊量出 11 吋長及  $1/2$  吋內邊緣，用鉛筆作四標記。於是用丁字尺依左邊所定四點畫成水平線，再用三角板緊靠丁字尺在紙之下邊經所定之點作鉛直線。

**3-11 分規之用法。** 分規用以轉量長度及分直線成數等分。運用分規，最宜熟練，必須既能迅速，又能操縱自如。用分規時應以一手之大拇指與中指緊捺其凹槽而分開之。再用大拇指與食指置於分規兩腳之外，中指與無名指置於兩腳之內，藉以調節成正確之位置。分規頭恰在食指之第二節上，如圖 3-11。如此則可以大拇指與食指合攏分規，而以其餘兩指分開之，操縱自如矣。此種動作以能調節分規至極小分度為合格。當調節分規至極小分度時，中指與無名指必須漸次從規腳間抽出，以免阻礙。至於小指，則毫無用處。

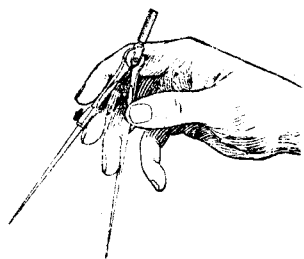


圖 3-11 分規執持法。

**3-12 線之試分法。** 平分一直線時，可將分規分開，約及直線一半之長度。用大拇指與食指執分規短柄在直線上量度其距離。假使所分開之距離太短，則將分規一脚固定紙上，而憑目力擴張另一腳至所短距離之半，如圖 3-12 所示，將線重新量度。若分成之兩線段並不正確，則如法重分。稍具經驗者，定可以極快速率平分一直線。照樣，吾人可以等分任何直線或曲線至任意等分，例如五等分，則先估定長約  $1/5$  距離之一段以為準則，依次量度，如末段超過長度，則將分規擴張至所超長度  $1/5$ ，若末段不足

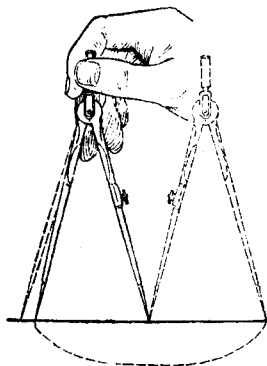


圖 3-12 線之平分法。

1/5, 則將分規縮小至不足之數之 1/5, 重新量度。如覺以手調整分規至極小分度難期正確, 則可改用細彈簧分規。若以弓形小分規代替分規作極小或許多等分, 尤為適宜。畫圖紙上須避免有不雅觀之針孔。於必需保留小孔則可以鉛筆於孔之周圍作一圓圈, 以為標記。在此種等分工作未熟練前, 最好如第 5.2 節所述以刻度尺等分之。

有時用圖 30.2 所示之比例分規分直線與圓。

3.13 圓規之用法。圓規之形式與分規相仿, 其運用方法亦相類。首應

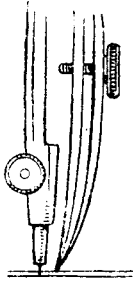


圖 3.13 調節針尖。

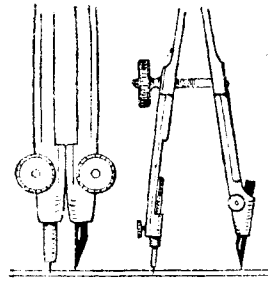


圖 3.14 調節鉛心。

調節其針頭, 而後永不變動之, 其法如下: 先將一脚之鉛筆拆下, 代以鋼筆頭, 於是旋出針頭使其稍長於鋼筆頭, 如圖 3.13 所示。調入鉛筆頭, 將鉛心削成長斜形, 如圖 3.14, 再調整其長度, 使與針尖相適應。

畫圓時, 置圓規於尺上, 調節至所需之半徑; 將針頭指於圖上圓心(用左手抵住圓規針頭以為指引), 如圖 3.15 所示。乃提升手指以執圓規之柄, 旋轉

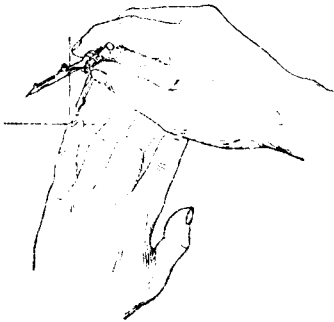


圖 3.15 指引針尖。

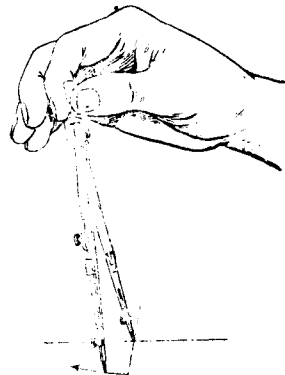


圖 3.16 開始畫圓。



一圈 於旋轉時，祇需以大拇指與食指轉動其柄，並使圓規微向畫線方向傾斜，如圖3-16。

轉過一圈後手指之位置有如圖3-17所示。若欲使鉛筆線更爲明顯，則可多畫幾圈。畫直徑約三吋之圓，可用直腳圓規。若畫較大尺寸之圓，則鉛筆或銅筆與針腳，均須於其肘形節處彎曲，使兩腳均與畫圖紙垂直，如圖3-18所示。六吋圓規可按此法畫直徑約十吋之圓，更大者則宜用延伸桿 (Lengthening Bar)，如圖3-19所示，或用管形梁規 (Beam Compasses) 如圖2-8所示者。畫若干同心圓，則必先畫最小圓，俾不受圓心孔擴大之影響。

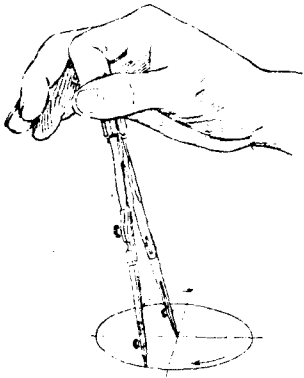


圖 3-17 畫成一圓。

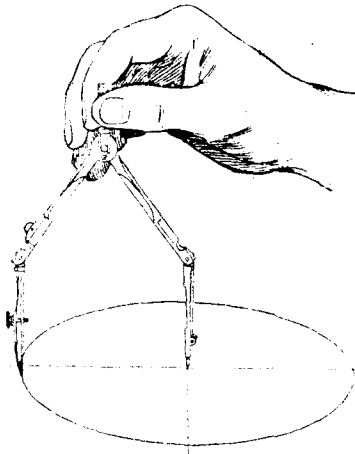


圖 3-18 畫大圓。

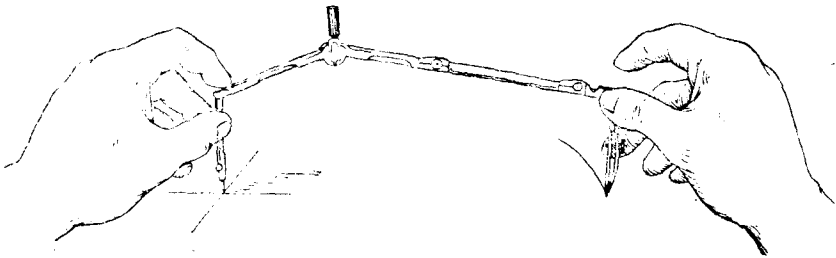


圖 3-19 延伸桿之用法。

弓形圓規常用以畫小圓，尤其適宜於畫若干同直徑之小圓。爲避免邊螺釘儀器因彈簧之壓力而有磨損，可於調節兩腳間之距離時，用左手撤住其兩腳之尖頭，再向裏或向外旋轉其螺母。如稍作調節，則應以一手爲之，其針頭一

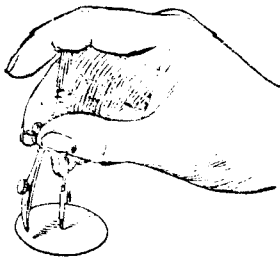


圖 3-20 調節弓形圓規。

腳仍定紙上不動，如圖 3-20 所示。

若作幾個同心圓，則用尺於紙上量下各半徑，再用圓規在每記號上作圓，以省時間。

亦有製圖者喜在圖上量註半徑，而不直接置圓規於尺上。設若半徑大於尺之長度，當非用此法不可矣。

若極需準確，則調整圓規作輕圓之後，再將直徑與尺校核。設尺寸有所不合，則重新調整圓規，以至獲得所需尺寸為度。

3.14 直線筆。直線筆是用以畫上墨直線及各種曲線(除圓外)之工具。在圖 2.7 中已顯示其數種式樣。筆頭之尖葉為其重要部分。在筆葉之間，須

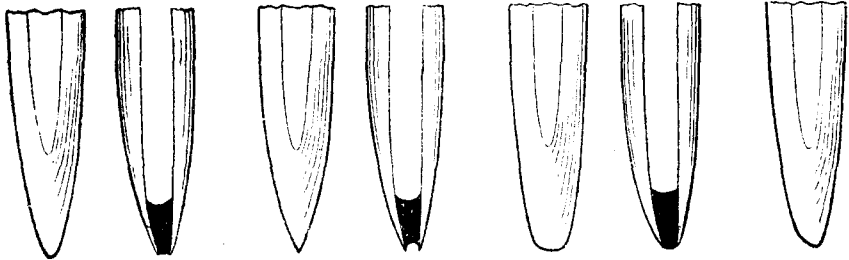


圖 3-21

正確之直線筆筆尖

圖 3-22

圖 3-22 至 3-24 不正確之直線筆筆尖。

圖 3-23

圖 3-24

有一設計精良之空間，藉以含蓄墨水。兩葉之尖端，圓度須相同(實際上為橢圓形)，如圖 3-21 所示。若尖端太銳，如圖 3-22 所示，則其所含蓄之墨水必向上拱起，致開始作畫時，不易流出。太鈍，如圖 3-23 所示，則墨水流得太快，將使線之末端成球形或延展。直線筆用久之後，頭必變鈍，如圖 3-24 所示。欲查察筆尖之鈍否，可將筆在手中轉動，視其筆尖有無反光。若隨處均見筆尖之反光，則表示此筆已屬過鈍。不好之筆令人生厭，精良之筆人所樂用。製圖者須能保持其筆常在良好狀態之中。

高級之筆在出廠時已經磨得甚好，價廉者則常須於應用前自行磨尖。

3.15 鋼筆之磨尖法。最好之磨石為亞肯薩斯磨刀石(Arkansas Knife Piece)。新石在使用前，應浸於油中數日。普通木匠所用之油石(Oilstone)，若用以磨製圖儀器，似嫌太粗。

直線筆之鳥嘴，應先使其具有正確之式樣，如圖 3-21 所示。將螺釘旋緊，使二片相接。乃執住筆桿若畫線然，在油石上往來磨之：先使筆與石面成 $30^\circ$ 或小於 $30^\circ$ 之角度，於筆尖前進時，緩緩升其角度至與石面垂直，再使筆桿越過 $90^\circ$ 角。如此可使鳥嘴兩葉之式樣完全一致而且同其長度。再將鳥嘴微開，分別磨其筆葉之表面，直至筆尖之反光不見為止。於是依照圖 3-25 所示，執筆桿與石面成極小之角度，往來搖盪，將鳥嘴磨成正確形式。三四吋長之油石，握於左手以磨鳥嘴，實比置諸桌上，易於控制。用一小放大鏡檢視筆尖，頗有助益。筆葉不能過分銳利，致割畫紙，可不蘸墨水先在畫紙上畫一條條以為試驗。若覺過銳，則仍須合攏兩葉，在油石上輕輕如前磨擦，以求適度。當用墨水試畫時，必須能畫出清晰之細線，設所畫之細線有中斷或不光滑之處，足見筆尖仍未磨好。如尖葉並不發現毛口，則無須觸及其內面。毛口之形成，大率由於筆葉之金屬太軟或磨時所用之油石太粗，更或磨時壓力太重。欲消除此項毛口，可用畫圖紙片在兩葉間拉磨，或張開筆葉，將其內面平置油石之上輕輕磨擦即可。

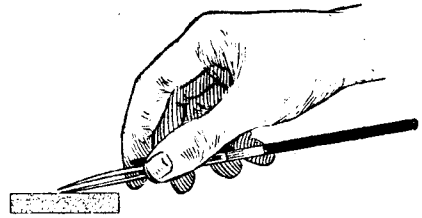


圖 3-25 磨尖直線筆法。

3-16 直線筆之用法。用直線筆作畫時，必須有所憑藉——如丁字尺，三角板，直尺或曲線板之類。丁字尺及三角板之執法，與作鉛筆畫時同。

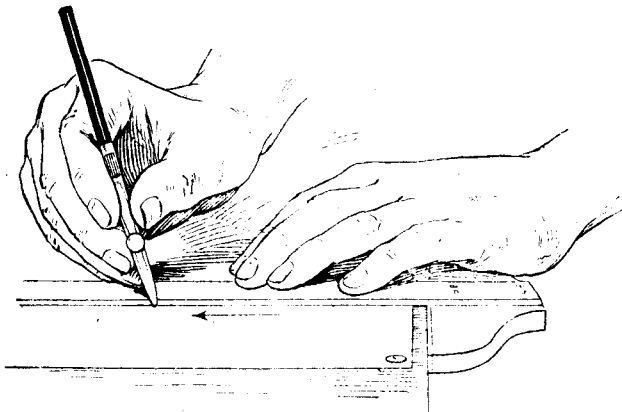


圖 3-26 直線筆之正確執法。

直線筆加墨水時，應以羽筆蘸墨水加於鳥嘴之內，絕不能使鳥嘴之外着墨。鳥嘴中所含之墨水不能長過  $\frac{1}{4}$ 。至  $\frac{1}{4}$  吋，以防下滴。應用手指之尖端執直線筆，如圖 3-26 所示，大拇指與中指抵住鳥嘴之二邊，筆桿則倚着於食指。請仔細觀察握法，因通常之趨勢為將中指彎曲，如執鋼筆或鉛筆時然。圖中所示之位置可使筆之角度適宜，鳥嘴與直邊對齊也。

直線筆須依傍直邊，筆葉與直邊平行，以具有螺釘之一面向外，筆桿微向右傾，在通過直線垂直紙面之平面內。故筆為尺之上邊所引導，如圖 3-27 所示。若筆尖偏出於垂直平面之外，則將着力於一片筆葉，致使所畫之線必有一邊粗糙。若筆尖緊靠尺邊，則易使墨水浸潤於直尺之下，而留污點於紙上。

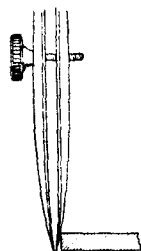


圖 3-27

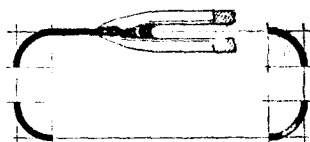


圖 3-28 鉛筆線之上墨法。

以穩定之全臂運動畫線，而以無名指與小指尖端抵於尺上，並沿尺滑動，使傾斜角不變。在線將畫到末端時，抵尺導行之兩指即須停住，筆則繼續前進，而以手指之運動完成全線。如畫短線，則不須運動全臂，僅用手指足矣。當線畫到末端時，須立即提筆，尺之直邊亦須移離此線。加於紙上之壓力宜鬆，惟須足以使所畫之線清晰而勻整。壓力之大小，概視紙質之好壞及筆尖之銳利程度而定。至依傍丁字尺所用之力，僅需能保持畫線之方向而已。

設墨水不易流出，或因墨汁在筆尖中乾結而起。可輕捏筆葉或將筆尖輕觸手指；如仍不能畫出，則須立刻拭去筆內原有之墨水，另蘸新墨。直線筆用過後，宜揩拭乾淨。

在紙上或布上加墨時，所畫之墨線必粗於鉛筆線，是以初學畫圖時，務宜十分留意，使墨線之中心適蓋於鉛筆線上。如圖 3-28 所示。

運用直線筆應注意之各點，亦適用於圓規。圓規之執持亦應微向畫線之方向傾斜。其鳥嘴之兩尖端均應同時着紙，若有需要，可彎曲肘形節。

上墨時有一普遍規則，必先圓及圓弧而後直線。蓋以直線連接圓弧較以圓弧連接直線為易也。

3.17 切線。兩線相切者，非是二線互相接觸，而是二線之中心線相切，此須特加注意；因此，切點處線之寬度，恰為單線之寬度，如圖 3.29 所示。

在切線上墨前，應先用鉛筆標明其切

點。一圓弧與一直線相切時，其切點必在通過圓弧圓心且垂直該直線之線上。

兩圓弧相切時，切點必在兩圓心之連接線上。可參考第 5.21 至 5.27 節。

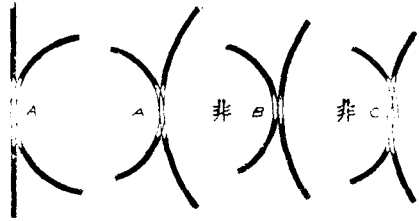


圖 3.29 正確與不正確之相切。

鉛筆初稿圖

完成之鉛筆圖或描圖

上墨之圖或描圖

	顯露之外線(實線)	
	隱藏之外線(虛線)	
	中心線	
	尺寸線	
	延伸線	
	鄰近部分線或位置轉變線	
	剖面線	
	“同前”線或破裂線	
	短折線	
	長斷線	
	剖面線	

圖 3.30 線之規格

3-18 線之規格 (The Alphabet of Lines)：‘線之規格’者，一組慣用符號，藉以代表各種不同用處之線條者也。圖 3-30 所示之規格，即為美國標準

### 製圖者應用之線規

用以量度工程圖上各線之寬度

260 分之一吋 (.004)
200 分之一吋 (.005)
150 分之一吋 (.0067)
100 分之一吋 (.010)
80 分之一吋 (.0125)
60 分之一吋 (.0167)
50 分之一吋 (.020)
40 分之一吋 (.025)
30 分之一吋 (.033)
20 分之一吋 (.050)
16 分之一吋 (.0625)

圖 3-31 Mann 氏線規。

學會 (American Standards Association, 簡稱 ASA) 所規定者。應用於：

1. 畫圖紙上之鉛筆初稿以備用描圖紙或描圖布描下者。
2. 用鉛筆描於或直接畫於描圖紙上或鉛畫布 (Pencil Cloth) 上，以便晒藍圖或用其他方法複製者。
3. 用墨水描繪於描圖紙或描圖布者；及用墨水繪於白紙上，以備展覽及照相者。

美國標準學會定出重，中性，輕，三種重量，用於完成之圖，使其“明晰美觀”。如欲迅速，可簡化之分成二種：即中性線，用於畫外線，隱線，剖面線，短折線，隣近部分線，位置轉變線；及輕線，用於畫剖面線，中心線，延伸線，尺寸線，長斷線，“同前”（或複製）線。此三種重量不同之線，在通常畫圖中，其實際寬度，應如圖 3-30 所示。一種便利線規 (Line Gage)，如圖 3-31 所示者，為 Mann 博士所設計。若應用於圖 3-30 中，則此種線規，

可表示出墨水畫之重線其寬度約在 1/40 及 1/50 吋之間，中性線約 1/80 吋，細線約為 1/200 吋。至圖 3-32，則表示線之規格之應用。

3-19 畫線之練習。初學者既經閱讀以上各節，最好取一白紙，試畫各種直線及圓，實線，虛線等，如圖 3-30 所示者。並練習其開始與停止之手法，特別注意切線與轉角。

作鉛筆線時，使所有之線粗細及濃淡一律（不論其為何種線條）。圓弧及直線應在切點處準確配合。

作墨線與鉛筆線相同，惟須特別注意線之重量，及虛線及中心線之間隔。

墨線如有缺點，應立即查究其原因。可能為直線筆，墨水，紙張所造成。惟大多數錯誤，均由製圖者疏忽所致。

圖 3-33 表示各種有缺陷之線，其校正方法不言自明。

3-20 曲線板之用法。曲線板為作非圓形曲線之規尺，已於第 2-15 節

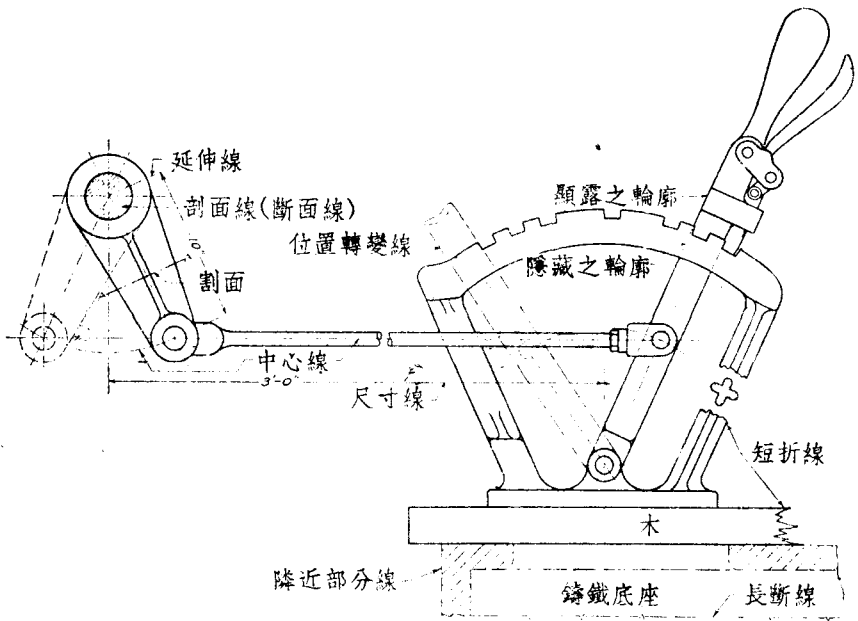


圖 3.32 線規格應用之例。

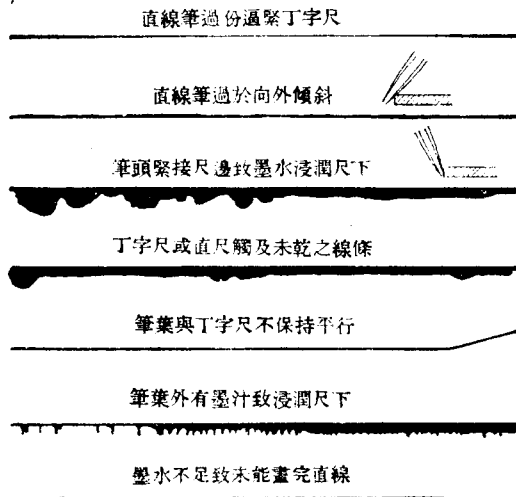


圖 3.33 有缺點之線

中言及。曲線上既經定出充分之點，最好以鉛筆徒手輕輕將各點連成整齊，光滑，連續，而且悅目之曲線。乃選擇曲線板適合之一段，惟須使曲線板上曲率增加之方向確合於線之曲率增加之方向，參攷圖 3·34；畫出兩相疊合之一段，而留一小段之距離不畫。畫成此段後，再移置曲線板與線之後面一段相合。在移置曲線板時，必須顧及曲線之連續是否光滑，以避免斷裂或尖角諸弊病。欲曲線連續圓滑，必使曲線板與前一段地位之曲線疊合一小段。若是則各連接處之切線必互相疊合。

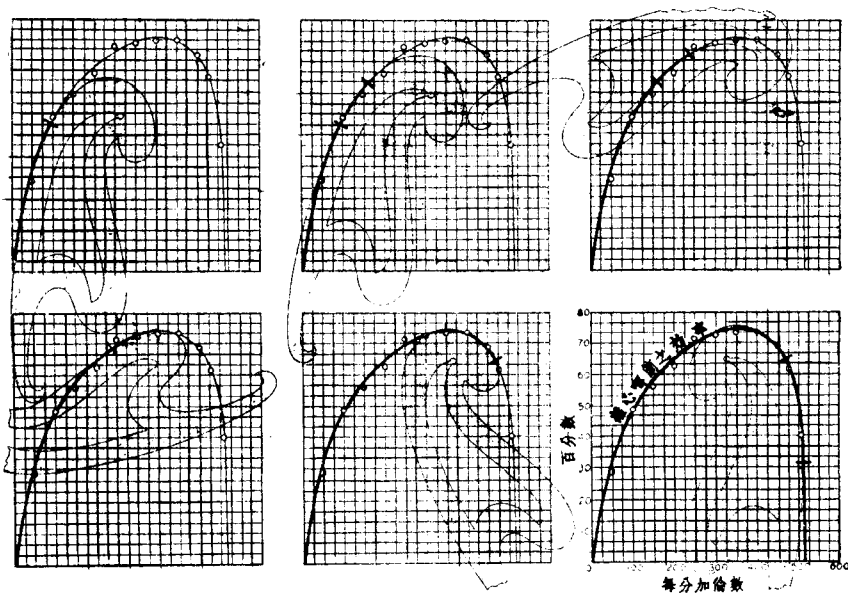


圖 3·34 曲線板之用法。

若曲線與一軸對稱，則先準確配合曲線之一邊，將軸之地位用鉛筆記於曲線板上；然後反轉曲線板，即可畫成另一邊之曲線。惟須避免二邊曲線連接處成隆起狀。故兩邊在尚未畫至對稱軸時，應即停止。其空缺處以曲線板配合補畫之。

用曲線板上墨線時，直線筆之執持必須垂直於紙面，其筆葉亦須與曲線板之邊緣平行。曲線之上墨，實為優良之技巧。

有時可將曲線板及圓規聯合應用，此尤以曲線之旋轉至為峻急時為然。例如一長狹之橢圓，其尖銳處之曲線上墨時，可於其長軸上試選一圓心。試畫



可與橢圓尖端疊合之圓弧，再用曲線板完成橢圓。有經驗之製圖者，有時能變動其筆尖與曲線板邊緣之距離，將不能與板緣真正配合之曲線上墨。

**3-21 橡皮之擦法。** 擦去鉛筆線及鋼筆線之技巧，為必須學習之項目。落筆甚輕之設計者要更改圖上細節時，常用軟橡皮擦去筆跡，以免損及紙面。較重之線可以 Ruby 擦鉛筆橡皮移去之。如紙上發現有鉛筆畫成之凹槽，則可以磨棒磨平，或利用大拇指之指甲壓光之。擦墨線時，宜緊壓紙張，用 Ruby 擦鉛筆橡皮依線方向，先縱後橫，耐心輕擦；直至墨線不見為止。最好用三角板墊於紙或布下，以期擦時更為平坦。若欲擦之線逼近他線，則可以掩蔽盾 (Erasing Shield) 鎮壓於逼近之線，使欲擦之線露於一適當之孔外，然後用橡皮擦去。惟須注意板之兩面均為潔淨。擦過後，須將線上之碎屑用揩布或毛刷拭拂乾淨。切忌用小刀或刀片刮去線條或污點；擦墨水之橡皮不可用，用亦不宜多。有技巧之製圖者，有時能用刀片修整污點或過長之線端。如須擦去較大之筆跡，則以電擦機最為相宜，此種機器在市場上已有多種形式可以購得。

**3-22 特殊儀器。** 各種特殊儀器，如製圖機，平行機，伸縮器 (Pantograph)，字法機，比例分規等等，普通製圖者無須備置，惟營業性之製圖室中常須應用。其中數種將於第三十章中敘述之。

**3-23 運用儀器之練習。** 以下為用器之練習，作完成之鉛筆畫或用鉛筆畫成以備上墨均可。所畫之線，須依據圖 3-30 所示之規格。畫圖紙之區劃，應照美國標準尺寸，此項標準尺寸，可查閱附錄。

第五章之習題，為練習鉛筆使用法最良好之附加練習。

(1) 練習用丁字尺，三角板及刻度尺——圖 3-35。經過此方位之中心作一水平線及一垂直線，依此作成每邊 4" 之正方形。沿下邊及左上半邊用刻度尺分量  $\frac{1}{8}$ " 之間隔。於是用丁字尺畫所有之水平線，再用丁字尺與三角板畫所有之垂直線。

(2) 作一交織圖——圖 3-36。練習用丁字尺，三角板及分規。畫一 4" 方塊。於左邊及下邊，用分規分成七等分。經過各分點，畫垂直線及水平線，將不需要之部份擦去。

(3) 作一街道鋪砌圖——圖 3-37。用 45° 三角板及刻度尺，練習短線之

起筆停筆，先畫成4"之方塊，用45°三角板作二對角線，從其交點沿對角線用尺量出 $\frac{1}{2}$ "之間隔，分四象限用45°三角板逐個完成之。

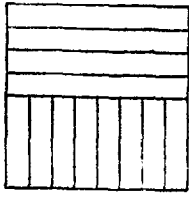


圖 3-35.

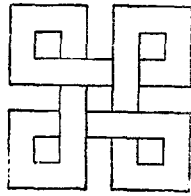


圖 3-36.

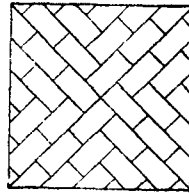


圖 3-37.

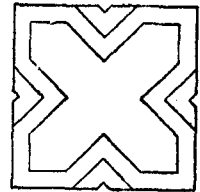


圖 3-38.

(4) 作一方形圖案——圖 3-38。練習用45°三角板，分規及刻度尺。畫一4"方塊。用分規將各邊分成三等分。再用45°三角板畫出各相對點之連接線。在對角線之兩邊各量出 $\frac{3}{8}$ "。於是完成圖案，如圖所示。

(5) 作一五片式(Five Cards)——圖 3-39。作顯線與隱線。安排 $1\frac{3}{4}$ " $\times$ 3"大小之五片，成一4"方塊。即將底片置於中心，其他各片互相重疊而成。隱線表示疊住之片邊。

(6) 作同心圓——圖 3-40。實習圓規(直腳)及刻度尺之用法。經過中心點畫一水平線，在此線上每 $\frac{1}{4}$ "間隔，作一標記以為半徑，作八個同心圓。畫同心圓須先畫最小者。

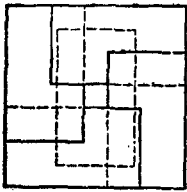


圖 3-39.

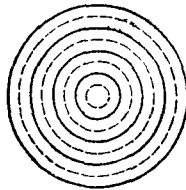


圖 3-40.

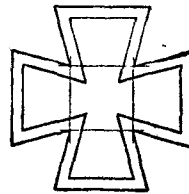


圖 3-41.

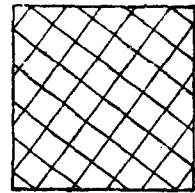


圖 3-42.

(7) 作一摩爾太式十字架圖 (Maltese Cross)——圖 3-41。習用丁字尺，小分規及一副三角板。畫一4"方塊，及一 $1\frac{3}{8}$ "方塊。從內方塊之角上，用二塊三角板配合成15°及75°之角度，作線與外方塊相連。於是用小分規在十字架外邊之內 $\frac{1}{4}$ "處作標記，再用一副三角板配合完成全圖。

(8) 作一篩圖——圖 3-42。作二組平行線互相垂直。畫一4"方塊。

在離左下角右邊  $\frac{1}{2}$ " 處定出一點，再在離右上角左邊  $\frac{1}{2}$ " 處定出另一點。連結此二點。用分規平分此線，再以圖 3.8 之法作一垂直平分線。在此二條線上每隔  $\frac{5}{8}$ " 作一標點。經過各點畫出兩組平行線即成（丁字尺不動）。

(9) 作一六角星圖——圖 3.43。練習用圓規及  $30^\circ-60^\circ$  三角板。畫一 4" 直徑之圓，用丁字尺及  $30-60^\circ$  三角板在圓內畫成六角星，祇需連續調換三角板之位置四次即成。

(10) 作三葉飾圖 (Trefoil)——圖 3.44。練習用圓規， $30^\circ-60^\circ$  三角板及刻度尺。畫一 4" 之圓，用  $30^\circ-60^\circ$  三角板於互隔  $120^\circ$  之處畫三條半徑。以每條半徑之中心點為圓心，畫小圓與 4" 圓相切。再以同樣之圓心畫小圓切於其他二 2" 圓。於是連結三個中心，藉以割去三葉之中部。再於其邊緣畫出等寬之條紋以完成之。

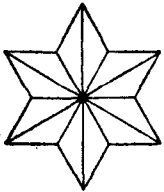


圖 3.43.

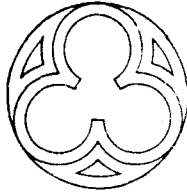


圖 3.44.

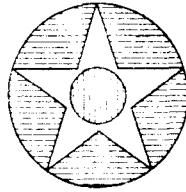


圖 3.45.

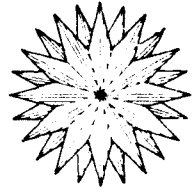


圖 3.46.

(11) 作航空標幟圖——圖 3.45。此種式樣是藍底上畫以紅心及白星。先畫 4" 圓，再畫  $1\frac{1}{4}$ " 同心圓。以分規將大圓分成五等分，照圖中所示將各點交相連接成星形。於是用垂直線代表紅心，水平線代表藍底。各平行線間

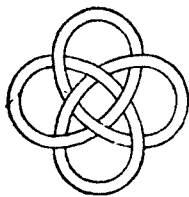


圖 3.47.

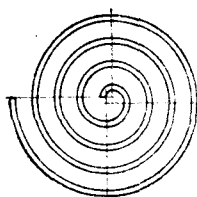


圖 3.48.

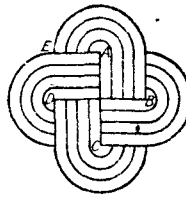


圖 3.49.

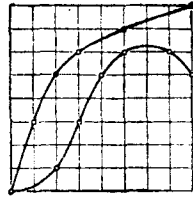


圖 3.50.

之距離以目估計近乎  $\frac{1}{16}$ "。

(12) 作一二十四角星圖——圖 3.46。實習丁字尺及三角板之合用。在 4" 圓內，用丁字尺與三角板作互隔  $15^\circ$  之十二條直徑。再合用丁字尺與三角

板完成之，如上圖所示。

(13) 作一四葉飾結 (Quatrefoil Knot)——圖 3·47。練習運用圓規之精確。在水平與垂直之中心線上畫 2" 之方塊，於方塊每邊之中心，畫直徑為 2" 及  $1\frac{1}{2}$ " 之半圓，再以方塊之角為中心畫四分之一圓完成之。

(14) 作四心螺線 (Four-centred Spiral)——圖 3·48。練習準確相切法。畫一  $\frac{1}{8}$ " 方塊，延長其四邊如圖。以其右上角為圓心，以  $\frac{1}{8}$ " 及  $\frac{1}{4}$ " 為半徑，畫二個四分之一圓。繼續在每角上依次如法畫四分之一圓以相銜接。如此畫四圈即成。

(15) 作繩環花飾 (Loop Ornament)——圖 3·49。練習用弓形圓規。在一空位之中心，畫一 2" 方塊。以刻度尺分 AE 成  $\frac{1}{4}$ " 長四段。以 A, B, C, D 為圓心， $\frac{1}{4}$ " 為半徑，用弓形圓規 (鉛筆) 畫四個半圓；增長半徑，畫其餘半圓。乃畫各圓之水平及垂直切線即成。

(16) 作直角坐標圖 (Rectilinear Chart)——圖 3·50。練習用曲線板。在 4" 範圍內分成  $\frac{1}{2}$ " 坐標格，記出圖中所示各交點。經過各交點用鉛筆輕輕描成圓滑之曲線，而於每點上畫一  $\frac{1}{16}$ " 小圓。然後利用曲線板畫成圓滑線條。

(17) 用比例尺之練習——圖 3·51。

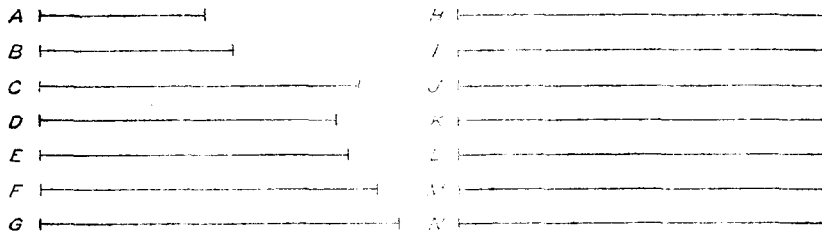


圖 3·51。

a). 量度 A 至 G 各線之長度，各線之比例如下：A, 全尺寸；B, 半尺寸；C,  $3'' = 1'-0''$ ；D,  $1'' = 1'-0''$ ；E,  $\frac{3}{4}'' = 1'-0''$ ；F,  $\frac{1}{4}'' = 1'-0''$ ；G,  $\frac{3}{16}'' = 1'-0''$ 。

b). 照下舉比例在 H 至 N 各線上劃出其距離：H,  $3\frac{3}{16}''$ ，全尺寸；I, 7"，半尺寸；J, 2'-6"，比例為  $1\frac{1}{2}'' = 1'-0''$ ；K, 7'-5 $\frac{1}{2}$ "，比例為  $\frac{1}{2}'' = 1'-0''$ ；L, 10'-11"，比例為  $\frac{3}{8}'' = 1'-0''$ ；M, 28'-4"，比例為  $\frac{1}{8}'' = 1'-0''$ ；N, 40'-10"，比例為  $\frac{3}{16}'' = 1'-0''$ 。

c). 練習用工程師比例尺——在H至N各線上，照下舉比例畫出各線段：  
 H, 3.2", 全尺寸；I, 27'-0", 比例為 1" = 10'-0"；J, 66'-0", 比例為 1" = 20'-0"；  
 K, 105'-0", 比例為 1" = 30'-0"；L, 156'-0", 比例為 1" = 40'-0"；M, 183'-0",  
 比例為 1" = 50'-0"；N, 214'-0", 比例為 1" = 60'-0"。

(18) 作馬達繫片圖樣 (Motor-lamination Stamping)——圖 3-52。外圓之直徑為 5"；兩  $\frac{1}{4}$ " 孔之中心距離為 4"；內圓之直徑為  $2\frac{1}{2}$ "；兩槽中心之距離為  $3\frac{1}{16}$ "，槽之寬為  $\frac{3}{16}$ "。用鉛筆註明切點。

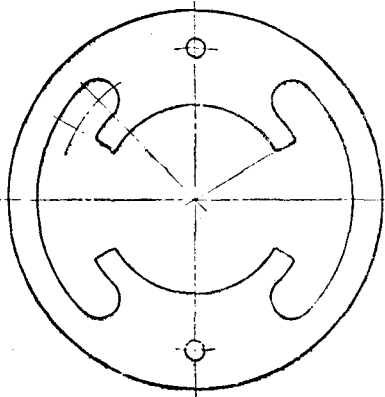


圖 3-52 馬達繫片。

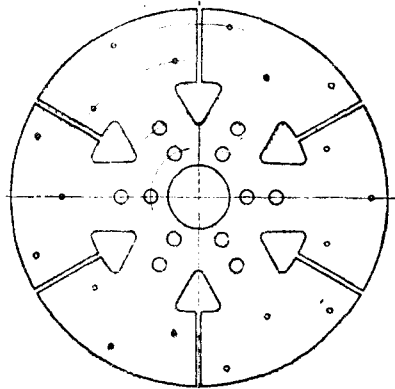


圖 3-53 離合器板。

(19) 作一離合器板 (Clutch Plate) 圖——圖 3-53。外圓直徑為  $10\frac{3}{4}$ "；圓孔口徑為  $1\frac{3}{4}$ "；面板厚度為  $2\frac{1}{8}$ "。臂之延長線與中心所畫之 2" 圓相切，其與面之內圓直徑相交處之寬度為  $1\frac{1}{2}$ "。內圓角之半徑為  $\frac{1}{4}$ "。槽之寬為  $\frac{1}{8}$ "。外鉚圓之直徑為  $9\frac{3}{4}$ "，內鉚圓之直徑為  $7\frac{3}{4}$ "，各有九個  $\frac{1}{8}$ " 孔平均分佈。在  $4\frac{3}{8}$ " 及  $2\frac{3}{4}$ " 之圓上，各分佈六個  $\frac{3}{16}$ " 之孔。用鉛筆註明切點。

(20) 作電話面板 (Telephone Dial Plate) 圖——圖 3-54。照所示尺寸加一倍畫出。

(21) 作玫瑰紋章 (Heraldic Rose) 圖——圖 3-55。照全尺寸畫出。

(22) 作軟片捲筒圖樣——圖 3-56。照全尺寸畫出。

(23) 作軟片捲筒圖樣——圖 3-57。照  $6'' = 1'-0''$  之比例畫出。

(24) 作盒蓋圖——畫  $3'' \times 4''$  長方形之一個視圖 (View)，其圓角之半徑為  $\frac{1}{8}$ "。每一角上有一  $\frac{3}{16}$ " 直徑之圓孔，以備穿帶。圓心與圓心間之距離為

3" 及 2"。 中心有  $\frac{3}{8}$ "  $\times$  1" 之長方洞，其 1" 邊與 4" 邊平行。 二條長縫均為  $\frac{1}{4}$ " 寬，2" 長，其二端均為半圓形；位於中心與 4" 邊之中間，其 2" 邊與 4" 邊平行。 長縫之位置對於二 3" 外邊對稱。

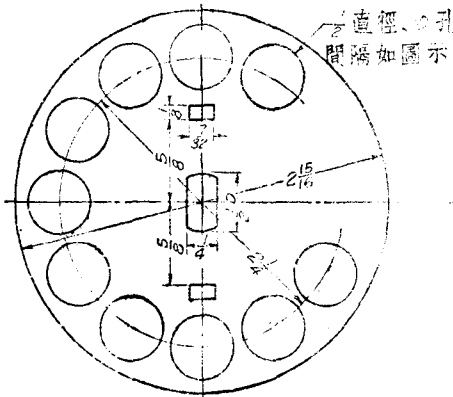


圖 3-54 電話面板。

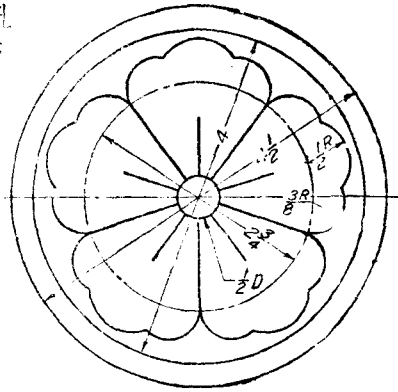


圖 3-55 玫瑰紋章。

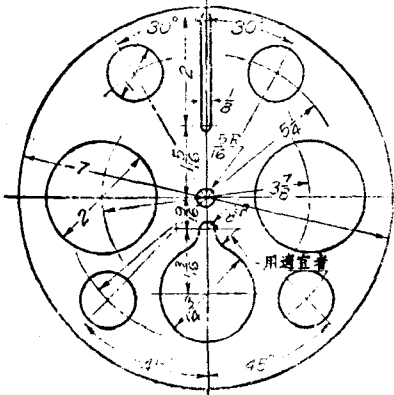


圖 3-56 軟片捲筒圖樣。

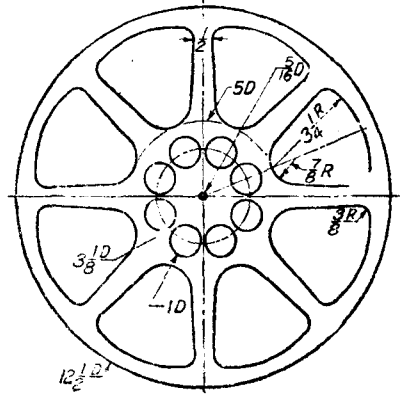


圖 3-57 軟片捲筒圖樣。

(25) 隔離器(Spacer)圖——畫 4" 外徑，2" 內徑之盤片之一視圖。六個  $\frac{1}{4}$ " 直徑之圓孔平均分佈在 3" 直徑之圓上，二圓孔在鉛直中心線上。二個半圓形凹口相隔 180°，其半圓之半徑為  $\frac{3}{8}$ "，以水平中心線與 4" 外圓之交點為中心。

(26) 輪之坯料 (Blank) 圖——畫 5" 外圓之盤片之一視圖，中心孔之直徑為  $\frac{1}{2}$ "；八條車輻，均為  $\frac{3}{8}$ " 寬，連接  $1\frac{1}{2}$ " 直徑之中心部份與  $\frac{1}{2}$ " 之輪緣。

八個直徑 $\frac{1}{4}$ "孔，以八輻之中心線與 $4\frac{1}{2}$ "圓之交點為圓心。所有尖銳處均畫成 $\frac{1}{16}$ "之圓角。

## 戒 條

- 勿以三稜尺為畫直線之規尺。
- 勿以丁字尺之下邊畫水平線。
- 勿用丁字尺之下邊作為三角板之水平導邊。
- 勿用刀靠着丁字尺邊緣裁紙。
- 勿將丁字尺作錘擊物。
- 勿將鉛筆之任何一頭放入口內。
- 勿用鈍頭之鉛筆畫圖。
- 勿在畫圖板上削鉛筆。
- 勿將分規刺在畫圖板上。
- 勿在圓規之關節處加油。
- 勿以分規為整孔鑽或鑼子或刺戳器。
- 勿用吸水紙吸乾墨線。
- 勿在筆嘴已相接觸時再旋緊其螺絲。
- 勿讓墨水瓶蓋開着。
- 勿在圖紙上面將直線筆加墨。
- 勿將在普通墨水瓶中浸過之鋼筆浸入畫圖墨水瓶中。
- 勿以畫圖板或畫圖紙上之同一釘孔作第二次釘住畫圖紙之用。
- 勿將已完成之圖全部用橡皮擦拭，以免縮短線條之經久性。
- 勿在未經拭刷之桌上開始工作，勿用未經拭刷之儀器。
- 勿將未經清除之儀器擱置一旁。此點對於直線筆尤為重要。
- 勿將彈簧未鬆之弓形儀器擱置一旁。
- 勿在亂堆無用儀器或設備之桌上工作。
- 勿摺疊圖樣或描圖。

## 第四章 字法<sup>(註)</sup>

*To give all the information necessary for the complete construction of a machine or structure there must be added to the "graphical language" of lines describing its shape, the figured dimensions, notes on material and finish, and a descriptive title, all of which must be lettered, freehand, in a style that is perfectly legible, uniform and capable of rapid execution. So far as its appearance is concerned there is no part of a drawing so important as the lettering. A good drawing may be ruined, not only in appearance but in usefulness, by lettering done ignorantly or carelessly, as illegible figures are very apt to cause mistakes in the work.*

4.1 上段論及字法在工程畫中之用途。廣義言之，字法乃設計之一支。對此或有研習興趣者，大別有二：其一為用字以表達所畫之涵義者，其二為應用字法於實用設計中者（例如藝術學生，藝術家及技工）。前者講求清楚與敏捷，後者則須顧及組合與形式之美觀。建築師則兩者同時兼顧。以其不僅須寫字於工作圖上，且須設計碑銘與匾額之格式以便鐫刻文字於石板與古銅上。

學工程者，應以字法為製圖之第一件工作，且應於學習製圖之過程中，不斷練習，期其愈益技巧而熟練。

以言字法之技術，則有各種形式不同之字母，每種形式適用於每種特殊目的。所有式樣皆源於古羅馬銘刻上之“古羅馬體”。此種美觀之字母，為建築師與藝術家之基本標準，然彼等偶亦取用其他形式，如中世紀之哥德式（Gothic），其中一種即為人所熟知之“舊式英文”“Old English。”一種

譯者註：做宋體漢字示例見第 671 頁。



變形字，稱為“新羅馬”者，土木工程師常用之於完成之地圖或地形圖。而工作圖幾無不應用稱為“商業哥德式”之簡式字母。

字法有二類：即畫成或構成之字，及寫成或單劃之字。羅馬字通常先畫其輪廓，然後填滿；商業哥德式則除其較大之字式外皆用單劃寫成。

字法並非儀器畫。字之大型需精心結構者，通常固用儀器畫成；但有些作機械畫者，則偏用所謂“幾何式字體”(Geometrical Letter)“木塊字”(Block Letter)等等，此種字體係以丁字尺及三角板畫直線而成，亟應禁用。

4.2 普通比例。字體比例之標準非僅一種。然結構上有某種基本特點，許多單字亦有其特質，在以之組成字句之前，須先作充分之個別研究與觀察，以資熟習。蓋不僅自最狹之 *I*，以至最闊之 *W*，每個字母之寬度不同，即不同式樣之每一個字母亦不同其寬度。寬與高比例極狹之字體，稱為“狹體字”“COMPRESSED LETTERS”，常用於地位不夠之處。比普通字較闊之字體稱為“擴體字”“EXTENDED LETTERS.”

字母筆劃之厚度與高度之比例，有極大之差異。其範圍在  $\frac{1}{8}$  至  $\frac{1}{2}$  之間。字劃重者稱為粗體字或黑體字“boldface or blackface”。字劃細者稱為細體字“LIGHTFACE”。

4.3 平衡法則。因視覺之虛幻，致橫貫長方形中間之水平線儼若低於其中線；此於書寫字母時應預為之防。期其字形平衡，則字母中之 *BEKSXZ* 及數字中之 3 與 8，必使其頂部比底部為小。為明瞭此種幻覺起見，可倒置已印成之字頁，注意以上所舉之幾個字母，自能了然。

4.4 單筆字 (Single-stroke Lettering)。圖樣上之字，大都採取垂直式或傾斜式以迅速之單筆寫成。每一工程師對此類字體，須能絕對操縱自如。寫字之技能，可由繼續認真練習而得。果能認真勤敏加以練習，使其手法純熟，且不嫌煩瑣，以細心觀察字之形狀，筆劃次序，以及組合法則；則任何手指肌肉正常之人均能寫得好字；無需普通書法中之藝術天才，或手法技巧。許多製圖者寫尋常之字，非常拙劣，而寫工程字，則美不可言，是其例證。

所謂“單筆”或“一劃”，非一筆寫成之謂，乃指筆劃之粗細與鉛筆或鋼筆之粗細相等而言也。

4.5 導線 (Guide Line)。在字母之頂邊與底邊，均應用尖鉛筆輕畫導

線。圖 4.1 示數行間隔相等之字之導線畫法。先畫一條底邊，在底邊之上方作出字母所需高度之標記，然後用弓形分規量出底邊與底邊間之距離向前步去，如此則可畫成所需之底邊。即用此儀器，以原底邊上方所作之標記為起點步下，即得每行字母之頂邊。

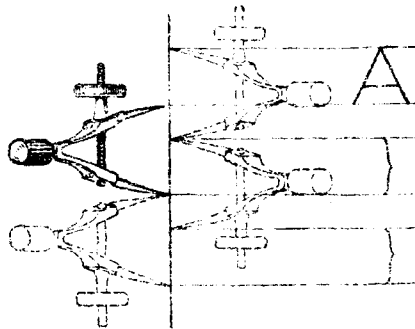


圖 4.1 字母間隔距離之定法。

Braddock-Rowe 三角板(如圖 4.2 所示)及 Ames 字法儀器(如圖 4.3 所示)是便於劃定每行字母間距線之工具。將此儀器緊靠丁字尺尺身，用尖鉛筆插入適當之一列孔中來回畫去即可。其上分列用以寫大寫字及小寫字之孔，所註之號碼，表示大寫字之高度，以  $\frac{1}{32}$  吋為單位，例如 6 號間隔，意即大寫字之高為  $\frac{6}{32}$  吋或  $\frac{3}{8}$  吋。

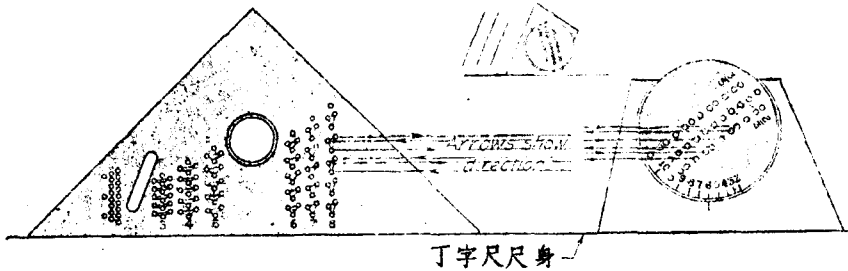


圖 4.2 Braddock-Rowe 三角板。

圖 4.3 Ames 字法儀器。

4.6 鉛筆字法。圖樣上鉛筆工作之必須精美，前章中曾再三言及。此種需要，在字法中亦同樣正確。因實際上，不論為俾再製印之完成圖或準備上墨之鉛筆畫，所有之字均用鉛筆寫成。惟前者之鉛筆線必須清楚，堅實，不透明；後者之鉛筆線可稍淡耳。選用寫字鉛筆，必須先在紙上試寫一番。在某

種情形下，可選與畫圖時所用者同等級之鉛筆；在另一種情形下，最好用較軟一二級者。將筆尖先削成長圓錐形，然後輕輕修整鉛尖使成圓點，如此則筆尖不致如畫圖時之尖銳。

字法之最要條件是執鉛筆或鋼筆之正確方法。圖 4·4 即表示執鉛筆之安詳樣式，置大拇指，食指，及中指於筆之三面，無名指及小指則放在紙上。垂直劃，斜劃及曲線劃均有賴乎穩固，均勻之手指活動；作水平劃時與之相似，惟須以手腕為樞軸而旋轉，如圖 4·5 所示。用力須堅定而均勻，但不可過重，致使

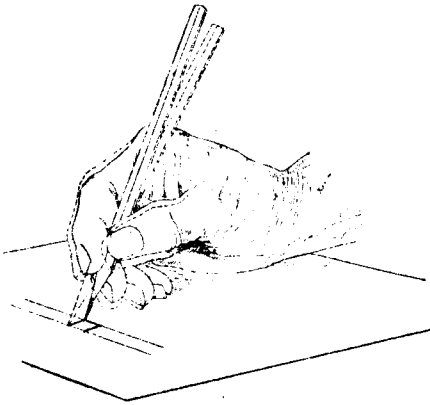


圖 4·4 垂直劃法。

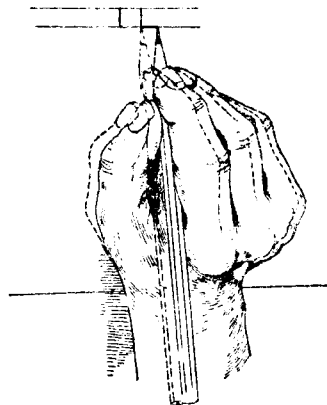


圖 4·5 水平。

紙上成凹槽。欲保持筆尖之圓混，須養成每畫數筆即旋轉鉛頭之習慣。

4·7 字法用之鋼筆。字法用之筆頭甚多，有原為普通筆頭而亦適於字法之用者，有專為字法之用而製造者。其中數種較為通用者之筆劃粗細，在圖 4·6 中以全尺寸顯示之。有數種特製鋼筆，依其大小等第合成一套者，乃專供

LEONARDT 516 F: 506 F  
 HUNT 512: ESTERBROOK 968  
 Esterbrook 1000      Spencerian No. 1  
 Gillott 404 · Gillott 303      For very fine lines Gillott 170 and 290  
    or Esterbrook 356 and 355

圖 4·6 鋼筆寫，全尺寸。

寫單筆字之用。其中數種，如圖 4·7 所示者，專用於寫較大之字。圖 4·8 中

所示之亨利槽筆頭 (Henry Tank Pen), 具有儲墨裝置, 足以助線劃之重量均勻。如用銅釘上取下之薄片, 或煨過之小彈簧, 或從鑿隙之銅片上割下一

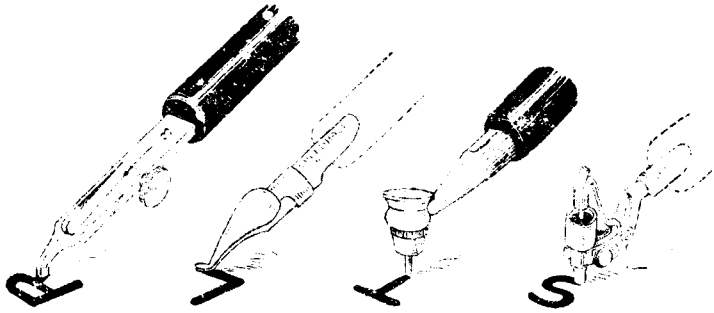


圖 4-7 Barch-Payzant, Speedball, Edco 及 Leroy 鋼筆。



圖 4-8 亨利槽筆頭。



圖 4-9 自製槽筆頭。

段, 變成圖 4-9 所示之形式, 嵌入筆桿, 使其彎曲之一端恰與筆尖相接觸, 亦可製成相似之裝置。墨水寫出之速度可因片端移近筆尖而增加。

新筆頭未用前, 須先浸溼, 全部擦拭, 以去其表面之油膜。間有製圖者使用新筆頭時, 必將其在火柴上薰灼二三秒鐘。一支使用純熟之字法鋼筆, 實較新者更為有價值。故須小心保存, 切勿出借。已蘸過普通墨水之墨筆, 不可再蘸製圖墨水。使用鋼筆時, 須常以揩筆布將筆頭揩淨。寫憑手字 (Freehand Lettering) 時勿用直線筆。

4-8 鋼筆之用法。有軟木捏手之小筆桿最為適用。筆頭須插得穩固。

E H M N W T Z

圖 4-10 墨水蘸得太多。

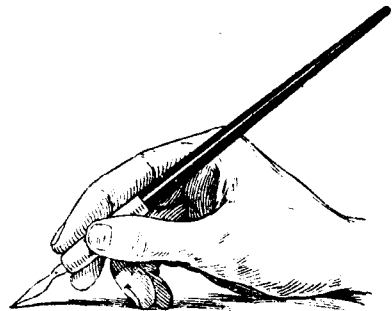


圖 4-11 鋼筆執持法。

有人喜用羽莖之勺將墨水蘸入筆尖, 而不將筆尖浸入墨水瓶中。若用筆尖蘸

墨水，則須略搖筆桿或將筆頭輕觸墨水瓶頸，使多餘墨水回入瓶中。若墨水蘸得太多，則寫字時，必形成圖 4-10 所示之結果。

筆桿之執持須如圖 4-11 所示，手指握持應堅定，惟勿太緊。字之筆畫必須用穩定而均勻之動作書寫，加於紙上之壓力宜輕而均勻，以不致將筆尖擴開為度。

**4.9 單劃垂直大寫字母。** 垂直單劃之商業哥德式字母為寫標題及參攷字等之標準字體。其寬度與高度之比例，大概字愈小，寬度應愈擴大。寬度稍大之字，較狹體字清楚易讀而雅觀。

寫字之基本條件是在研究每一個字之形式及特點。許多人却以為字法祇是一種初級所學之幼稚式“描摹”，實屬不當。字法亦常如普通書法之有其各人之個性，然開始時必須仔細顧到基本之字形。

**4.10 筆劃之次序。** 在下列圖中，將較為擴展之垂直大寫字母，依其性質列為各組。每一字母之形狀，及其施筆之方向與次序，均須仔細研究，重複練習，務必熟習其形式及結構。研習時應先用鉛筆寫較大尺寸者，其高度約為  $\frac{3}{8}$ "，繼而寫尺寸較小者，最後方直接用墨水寫字。

為明瞭字之寬度與高度之比例，與研求字形之精巧性，此處將字顯示於每邊六等分之方形背圖上。所應注意者，字母中如 A, T, 等，其寬度與高度相等，故恰好填滿在方格中。此外如 H, D, 等字母，則其寬為 5 格，與高之比为 5 比 6。此類比例須憑視力研習純熟，俾能毫無猶豫以正確之比例寫出不同高度之字母。

**IHT 組。** 圖 4-12. I 為基本筆劃，使其字幹垂直，實非易事。不妨畫 1 時間隔之輕微指示線以為眼力之助。H 近乎方形 ( $\frac{5}{6}$ )，根據平衡法則，中間之橫劃，應略高於中心。T 之頂劃應佔滿全方格，其字幹則恰從頂劃之中點下垂。



圖 4-12.



圖 4-13.

**LEF 組。** 圖 4-13. L 用二筆畫成。E 之開始二劃應與 L 同，其頂劃較下劃略短，最後一劃則略高於中心，長度為底劃  $\frac{2}{3}$ 。F 各劃之比例，與 E 同。

**NZXY 組。** 圖 4-14. *N* 之兩平行邊，通常均係先劃，但亦有喜依其連續之筆劃為次序者。*Z* 及 *X*，其頂點開始時，均在方塊之內，其下端則與方塊之寬相等。故 *X* 之交點略高於中心。*Y* 之接連點則適在中心。



圖 4-14.

圖 4-15

**VAK 組。** 圖 4-15. *V* 與 *A* 等寬，其寬度應滿格。*A* 之橫劃之高度為離底邊  $\frac{1}{3}$ 。*K* 之第二劃，在離底邊  $\frac{1}{3}$  高處與垂直幹相接，第三劃則自第二劃遙對幹劃頂端劃下。

**MW 組。** 圖 4-16. 此為最闊之字。*M* 可依其連續之筆劃寫出，或如 *N* 之先寫垂直二劃。*W* 是由兩狹 *V* 結合而成，每一 *V* 字之寬度，等於方形底邊  $\frac{1}{2}$ 。應注意者凡有尖角之字母，其結合點之寬度即為筆劃之寬度。



圖 4-16.

圖 4-17.

**OQCG 組。** 圖 4-17. 在擴張之字母中，所有屬於 *O* 組之字，均為全圓所構成。*O* 字是由二筆畫成。左邊圓弧較右邊為長，以右邊較為難畫故也。*Q* 之一小劃畫為直線。寫大尺寸之 *C* 與 *G*，為期正確計，可在其頂上增加一筆；較小之字，則可一筆畫成。參閱圖 4-25。*G* 之橫劃正居方塊之中，且並不越過其垂直線。

**DUJ 組。** 圖 4-18. *D* 之頂劃及底劃必須水平。初學者每易忽視此點。*U* 之較大者，以二平行劃再加一底劃組成；較小者則可以二劃，在底邊彎合而成。*J* 與 *U* 之結構相同，惟省去第一劃耳。

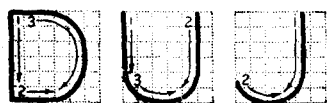


圖 4-18.



圖 4-19.

**PRB 組。** 圖 4-19. *P*, *R*, 及 *B* 之筆劃多寡依字母大小而定。較大者，

先畫水平線，再以曲線相連而成。較小者，則每一圓葉祇須一筆畫成。P及R之中劃適在方格之中心線上；B之中劃，則依據字之平衡法則應略高於中心。

S83組。圖4-20。S, 8與3，在形式上異常相關，且均須仔細遵照平衡法則。大S，可用三筆構成，較小者為二筆，極小者則一筆足矣。8字可如S，用三筆構成，或將“頭及身”用四筆構成。寫得完善之3字應可改成8字，時或見3之頂畫成扁平者，此則不宜倣效，以其易與5字相混也。



圖4-20.

圖4-21.

069組。圖4-21。數字之0為橢圓，其寬度為字母O之 $\frac{1}{2}$ 。6與9之脊劃曲線與0之曲線相同。惟其圓葉應為字高 $\frac{1}{2}$ 。

257&組。圖4-22。寫2字之祕訣為其曲線之反曲處須經過方格之中心。2字之底劃，及5與7字之頂劃應為水平直線。7之第二劃到底處，適在



圖4-22.

頂劃之中心下。在此劃下端微加彎曲，則不見其生硬。較大之&字以三筆構成，較小者可以二筆構成，最須注意其平衡。

分數組。圖4-23。分數恆有水平劃。帶分數之整數與大寫字母等高。

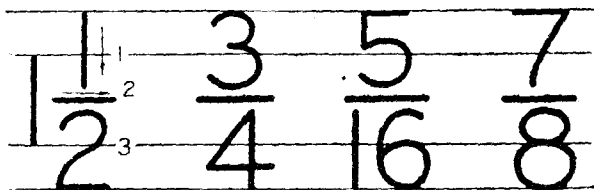


圖4-23.

整個分數之高為整數字高之二倍。分子分母均約為整數高度之四分之三。務使平劃上下皆有分明空隙。分數之導線極易用字法儀器上一組間隔相等之洞作出，或將整數字之高度在水平劃之上下畫出亦可。

4.11 垂直小寫字母。單劃垂直小寫字母不常用於機械畫，而廣用於地圖中。而在政府之地形高低圖上則更以之為標準字體。字幹之高等於大寫



圖 4.24.

字母  $\frac{2}{3}$ ，出頭部份向上伸展至頂線 (Cap Line)，向下伸展至底線 (Drop Line) 為止。字體之主要形狀即為圓與直線組合而成，如圖 4.24 所示。

小寫字母，某幾個小寫字母之變體，及大寫字母均

依次序示於圖 4.25 中。



圖 4.25 單劃垂直式大寫及小寫字母。

4.12 單劃斜體大寫字母。許多製圖員均認為與其用直體字當願用斜體字。斜體字筆劃之次序與方向均與直體字同。

畫好導線，須再在紙上畫傾斜方向線作視線之助，以期斜度一律。畫斜線時可用特製之書法三角板，其斜度約為  $67\frac{1}{2}^\circ$ 。或在水平線上作二單位長，在垂直線上作五單位長，然後利用三角板及丁字尺，依圖 4.26 中之法畫成 2 比 5 之斜度。Braddock-Rowe 三角板及 Ames 儀器均可用以畫斜線，見圖



4.2 及 4.3. 在斜格中寫圓體字時，可如圖 4.27 所示，其曲線在右上角及左下角處較尖，在其餘二角處較平。具有斜邊之字母如 A, V, 及 W, 須特加注意。畫其斜邊，使在通過其交點之斜導線兩側平衡，如圖 4.28 所示。全體字母見圖 4.29。仔細研究每字母之形狀。

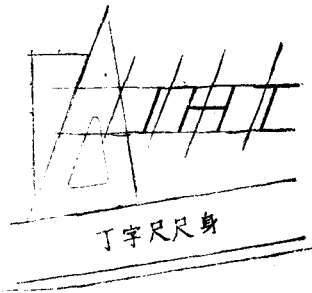


圖 4.26 傾斜導線。

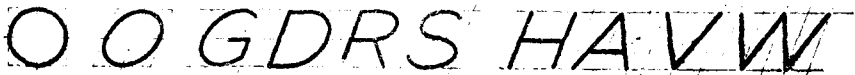


圖 4.27.

圖 4.28.

者，因具有三種條件：第一，斜度一律，第二，字體滿格，形式完美，第三，字母緊密。初學者每易寫成字母狹縮而間隔過遠。



圖 4.29 單斜斜體大寫及小寫字母。

4.13 單斜斜體小寫字母。圖 4.29 之斜體小寫字母其字幹為大寫字母高  $\frac{2}{3}$ ，出頭部份可向上伸展至頂線，向下伸展至底線，上下伸展之距離相等。

凡工程師之前輩，尤其是土木工程師，均知其為 Reinhardt 字體，以紀念首先組成此種字體之 Charles W. Reinhardt。此字體筆跡清楚而有力，若精於轉



圖 4.30 直線字母。

換筆勢，則書寫甚為便捷。小寫字母適用於圖畫中之註解或敘述，理由有二：第一，較全用大寫字母者易讀，蓋吾人讀字僅看外形，並不注意拼法也；第二，較其他字體書寫迅速。



圖 4.31 環狀字母。

所有 Reinhardt 字母之構成均基於二個要素——直線與橢圓；而無不必要之彎曲或附屬之筆劃。全部字母可分成四組，如圖 4.30 至圖 4.33 所示。i 及 j 上之一點，與 t 之頂劃，均在“t 線”上，即在腰線(Waistline)與頂線之正中。環狀字母是由長軸傾斜 45° 之橢圓及一直線組合而成。迅筆疾書，則此橢圓易於寫成南瓜子式，應預為之防。



圖 4.32 橢圓字母。

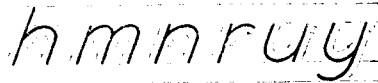


圖 4.33 曲鈎字母。

c, e, 及 o 是基於大寫字母之橢圓寫成，不宜如環狀字母之橢圓過分傾斜。當以快速度寫較小之 o 時，為一筆構成者，c, v, w 亦同。s 與大寫字母相似，

*COMPRESSED LETTERS ARE USED  
when space is limited. Either vertical  
or inclined styles may be compressed*

**EXTENDED LETTERS OF A  
given height are more legible**

圖 4.34 狹體字及橫體字。

惟在低於 $\frac{1}{8}$ 吋時，係屬一筆寫成。曲鈎字母中，宜特別注意曲鈎之形狀。

單劃字於必要時可寫得非常緊湊，而仍清楚易讀，如圖 4.34 所示。有時亦用擠體字。

4.14 **左手執筆者。** 以上所述字母筆畫之次序與方向，全適用於右手寫字之人。左手執筆者常覺作書困難，其主要原因，蓋以右手執筆寫字時係自身前掠過，向外前進；若以左手執筆，則自外向身前進，遂使筆與手遮去已寫之字，致筆劃聯接不易，而書寫不易均勻也。斜體字法亦復如此，其傾斜之方向乃向身之左方空處劃去，非如用右手時之對視線方向劃來。致使此類字體更為難寫，是以左手執筆者宜專寫直體字。



圖 4.35 左手寫字時之筆劃。

天生以左手執筆者，除左右相反外，其書寫之位置與用右手者無異。一經改變少數字母之筆畫次序後，則可免除因視線障礙而發生之困難。圖 4.35 所示，即為既經分析其結構之字母，其中數字母附有變體。E 先寫其上畫，M 從左向右順次畫出，以免已寫之筆劃為用筆所遮蔽。水平之曲線自右向左較易，故 O、Q、C、G 及 U 等字母之起點，異於右手之標準筆劃。用左手寫 S 最便，極易以平滑之單筆寫成。寫 6 及 9 較難，應多加練習。小寫字母之 a、d、g 及 q 雖其間距難定，仍以先寫直筆為宜。

樛腕之左手執筆者，書寫自上而下甚感不便，寫直體字時較天生之左手執

筆者為難。圖 4-35 中指出幾個字母二種不同之筆畫，彎腕左手執筆者或覺其中第二個字之筆畫較第一個字為易。亦間有畫直劃時從底向頂，畫平劃時從右向左，將所有筆劃完全顛倒者。

許多左手執筆之製圖員，所寫之字甚為美觀，實足為左手寫字者之鼓勵。

4.15 組合法。字法中之組合，與字體之選擇，字母之大小，及其排列間隔等問題有關。工程畫中字體之選擇僅限於用直體與斜體之單劃字，故此處之所謂組合，乃指將字母排列成悅目易讀之形式。每一字母之形狀及筆劃均



圖 4.36 背影面積。

經研習後，則應着力於字與句之組成。蓋字與字間適當之間隔，在整個字法之觀瞻上，較單一字母本身之形狀更為重要。構成一字之各字母，其間隔

不必一律；然須使其空白之面積（即字母間不規則之背影）近乎相等，便可顯出字母與字母相互之間隔，似若一律。圖 4.36 即表示此種背影之形狀。每個字母之間隔，必視其本身之形狀及其前面一字母之形狀而定，故以直邊相鄰接之二字母，其間隔必較曲邊者為大。有時字母之組合，如 LT 或 AV 甚至互相重疊，並無間隔可言。是以字母之間隔，並無一定規則，要繫於製圖者之判斷及設計能力而已。圖 4.37 表示字之組合。在某種情形下，用如何大小之字，如能輕描草稿，必較僅憑導線漫定為佳。一行寫成之字母似較二導線間之地

COMPOSITION IN LETTERING  
REQUIRES CAREFUL SPACING, NOT ONLY  
OF LETTERS BUT OF WORDS AND LINES

圖 4.37 字之組合。

位為大。寫小字不能用粗劣之筆，寫大字亦不可用細小之筆。當大寫字母分大小時，則小字母應為大字母高度之 $\frac{1}{2}$ 。

WORDS SPACED BY SKETCHING AN I BETWEEN  
WORDS SPACED BY SKETCHING AN I BETWEEN

圖 4.38 字之間隔。

定字與字間相隔之距離，其最佳之法可假設一“*I*”字母居於其間，使兩字因而連成一字，如圖 4.38 所示。然間隔之距離決不能超過字母之高度。

線與線間之空隙，可在字之高度  $\frac{1}{2}$  至  $1\frac{1}{2}$  之間。但為美觀計，其距離不能與字之高度完全相等。以圖 4.2 及圖 4.3 所示之儀器可畫出等於字母  $\frac{1}{2}$  高之間隔。每段開首應有空格以資顯示。

4.16 標題。工程製圖員在字法組合中所遇到之最重要問題，乃為標題之設計。每一圖畫必具一標題用以敘述有關該圖所涵之一切。此種標題可全用手寫，或填入於印就之表格中。其所敘述因圖之種類而各自不同（可參攷 15.12 節中工作圖之標題，26.22 節中建築畫之標題，圖 27.7 中構造圖之標題，28.16 節中地圖之標題）。

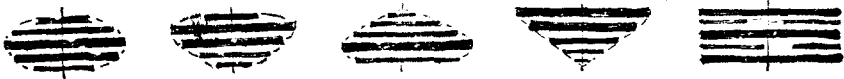


圖 4.39 對稱組合之形式。

標題常用之形式為對稱式，畫成橢圓或蛋形，平衡或相稱於其垂直中心線；有時亦成稜錐形或倒稜錐形（袋形）。圖 4.39 即表示標題可能組合之數種形式。依據既往慣例，於畫圖時，均將右下角留出，為標題之地位，以其便於編訂故也。至於所留地位之大小，概視圖之尺寸及要旨而定。如 11"×17" 之工作圖上即可寫三吋長之標題。

4.17 標題畫法。當欲寫之字既經決定後，可先依次寫於另一紙片上，（能用打字更佳），如圖 4.40 所示。先計算每行之字母（其中包括字之間隔），

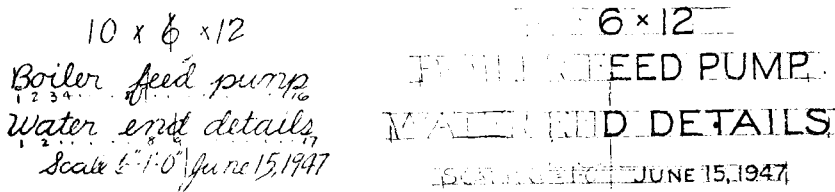


圖 4.40 標題之組合。

於每行中間之字母或空隙處作一標記。然後揣度用圖者之觀點，依重要性定每行之顯著程度。標題字均應大寫。先畫出標題中最重要一行之基線，並將所需之近似長度作一標記。將此長度除以字母數，即得寬度，於是可畫出其頂線。從一行字之中線開始，先輕輕描出後半部字母，每字不必寫全，僅須藉以定其實際所佔之地位。乃將右半部之長移至左面，寫左半部之字（順寫或

反寫均可)。當此行之字之大小及間距已覺滿意時，其餘幾行，均可照此法畫成。於必要時得移動其字母或行列，藉以增進效果，最後以鉛筆完成之。標點只用於簡寫。

**4.18 用草稿紙法。** 用一定高度之導線將標題之每一行分別描在草稿紙上。求出每一行字之中點，沿字母之底線將紙摺疊使中點對準圖之中心線，即在其下將確定之字母描於圖上。或以草稿紙之一邊作為上導線或下導線，畫出字母。或將標題之字母寫在草稿紙上，然後將其剪下，調整至滿意地位時再描之。

**4.19 比例法。** 因羅馬字母之寬度不一，故在已定之長度中計其字母之數以分配其字或行之間隔，甚感困難。

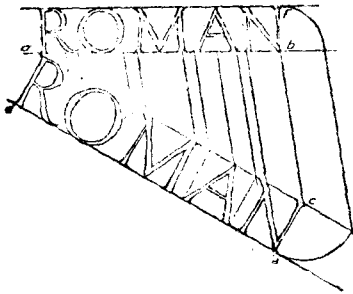


圖 4.41 比例法。

圖 4.41 為應用相似三角形原理所示之間隔法。假設需將“ROMAN”一字寫在  $ab$  長度之直線上，則可在  $a$  點以任意角度（假定為  $30^\circ$ ）作一直線  $ac$ ，再作第二條直線  $de$ ，使與  $ac$  平行。於是將此字寫於二平行線間，自  $a$  開始，由前一字母之形狀定相鄰二字母之間隔，如此達

於任意長度。將最後一字之終點  $c$ ，與  $b$  連接，再從每一字母上作線與  $cb$  平行，如此便將  $ab$  分成合乎字母比例之空格。再從  $ce$  求得其高度  $bf$  如圖所示。乃將字描於確定之位置上。

**4.20 商業哥德式填墨大字。** 以前所述之“哥德式”字母祇是一種單畫字母。然較大之尺寸（例如  $\frac{1}{8}$  吋以上者），或粗體字，則必須先畫其外線，作成空心字，然後再將空心填滿而成。就各種字體而論，若字之大小相同，則於較遠距離視之，以此種字體較為顯豁。故凡需筆跡明顯之處，均宜採用之。其字幹筆畫之寬可為其高度  $\frac{1}{4}$ 。至  $\frac{1}{3}$ 。於練習時，須小心謹慎，使字之每一處均保持一律之寬度。鉛筆外線上墨時，須使墨線之外邊恰在鉛筆線上，如圖 4.42 所示。否則將粗於所需之字幹。



圖 4.42。

用鉛筆寫商業哥德式大字字母時，次序及方向與單畫字相似，惟以二畫代

表一畫耳。圖 4.43 所示者即其典型字例。C, G 及 S 一類字之末端均與字幹垂直。此種字體，若不加修飾，殊嫌生硬，可將其筆畫末端略加尖距以資補



圖 4.43 商業哥德式大字之典型結構。

救，如圖 4.44 所示。圖 4.45 表示全部字母之外線，其字幹筆畫之寬度為其高度  $\frac{1}{6}$ 。此比例亦可應用於字體較細之字母 (Lighter Face Letter)。圖 4.44 中所示者乃縮至普通寬度  $\frac{2}{3}$  之商業哥德式字母。在此圖中，字幹之粗，等於字高之  $\frac{1}{6}$ ，但其尺度仍為六等分，與圖 4.45 同。



圖 4.44 縮小商業哥德式。

4.21 羅馬字母。前已言及羅馬字為現時流行各式字體之本源。其變化雖多，可概分為三種普通形式：(1) 初期式或古典式，(2) 文藝復興時代式，(3) 新式。第一、二兩種，效用頗相似，通稱之為“古羅馬”字。

羅馬字有二種粗細筆劃，相當於寬大之蘆葦筆之上劃 (Upstroke) 及下劃 (Downstroke)，以初期寫字全憑此筆故也。若將羅馬字之筆劃粗細描錯，是一種不可寬恕之過失。

描畫之規則。所有平劃均較輕。除 M, N 及 U 外，所有直畫均較重。有斜邊之字母，欲決定其何筆重畫，可將該字自左向右描，以一劃畫成，其向下



圖 4·45 商業哥德式大写字母結構。





圖 4-46 古羅馬大寫字母。

畫之筆劃，皆用重劃。圖 4·46 卽爲一種古羅馬字母，其字幹之重劃，爲其高之  $\frac{1}{4}$ ，輕劃則微寬於重劃之  $\frac{1}{4}$ 。題詞或標題，普通全用大寫字母，間亦需用小寫者，如圖 4·47 所示。此圖中之腰線等於高度  $\frac{1}{6}$ ，其幹寬爲頂線高  $\frac{1}{2}$ 。

古羅馬字爲建築師所通用。其修正之單劃式，如圖 4·48 所示者，普通用於建築圖中。

4·22 新羅馬字母。土木工程師尤須熟諳羅馬新式字母。以其爲書寫地圖標題及行政區域名稱之標準字體也。寫法相當繁雜，唯有從細處注意方能精熟。其重劃爲其高度  $\frac{1}{6}$  至  $\frac{1}{8}$ 。在圖 4·49 所示者，則爲其高度  $\frac{1}{4}$ 。寫

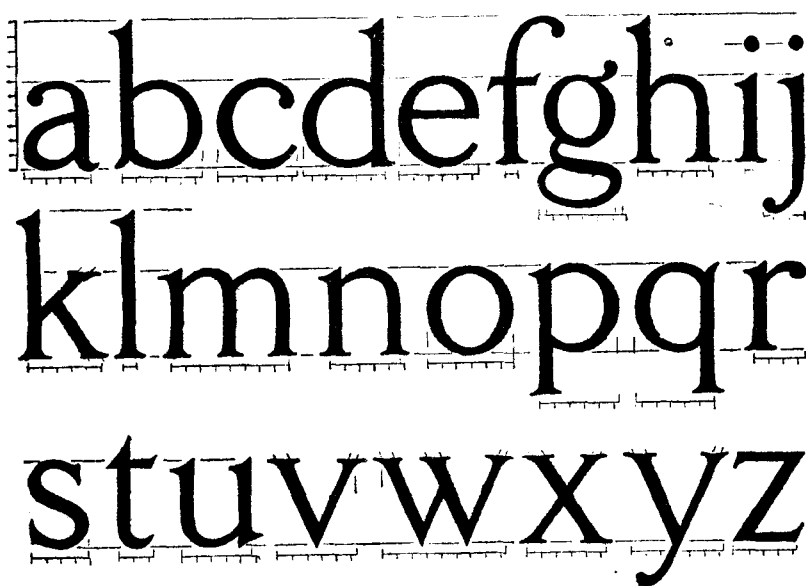


圖 4·47 古羅馬小寫字母。

字時可將字之高度分爲七等分，製成紙尺，以爲之助。圖 4·50 中之新羅馬小寫字母，常用於寫地圖上城村之名稱。在圖 4·50 及 4·47 中，須注意其末端細橫線 (Serif) 之區別。

新羅馬字母畫製之次序及方向，於圖 4·51 中，設數例以爲示範。筆劃末端之細線，在兩邊各伸出一小格，再用一小彎線與正劃連接。圖 4·52 例示羅馬字母之標題。

A B C D E F G H I J K L M N  
 O P Q R S T U V W X Y Z &  
 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z  
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

SINGLE STROKE ROMAN *for*  
 ARCHITECTURAL DRAWINGS

A B C D E F G H I J K L M M N O P Q R S T U V  
 W X Y Z & 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0  
 COMPRESSED FORM *for* LIMITED SPACE

INCISED

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S  
 T U V W X Y Z & 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0  
 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

Notes on drawings are easier to read when they are done in lower-case letters than when lettered in all capital letters.

*SINGLE STROKE ITALIC may be much compressed when restricted space makes it necessary. This example is drawn at an angle of 75 degrees.*

圖 4-48 單劃羅馬及斜體字母。



圖 4-48 新羅馬大寫字母。

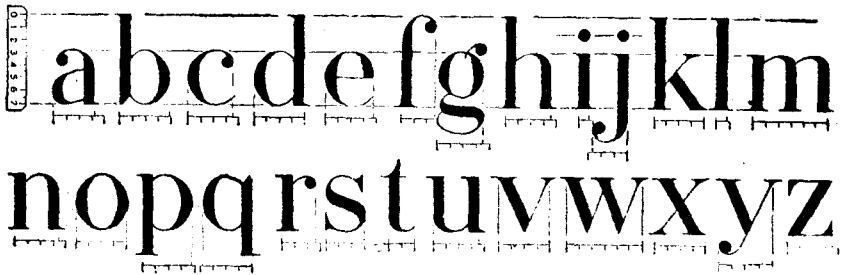


圖 4-49 新羅馬小寫字母。

羅馬字亦可寫成擴體或狹體，如圖 4-53 所示。可製一較普通尺稍長或稍短之尺以量字之寬度。例如該圖中之狹體字，係用  $\frac{9}{16}$  高度之尺（分成七格）寫成。

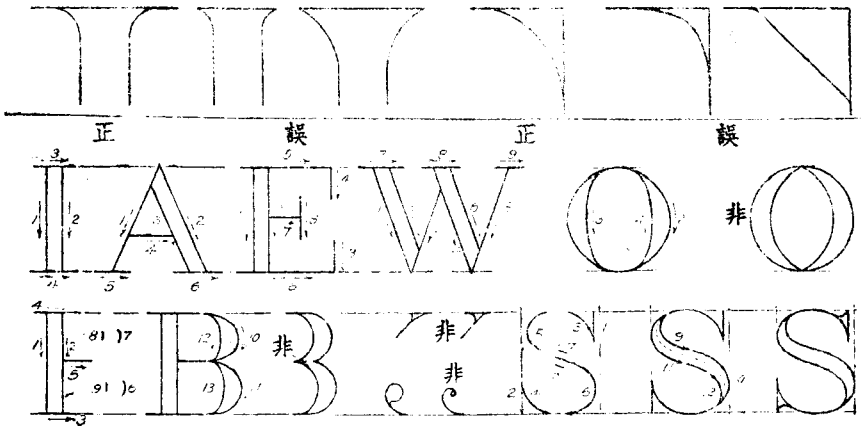


圖 4-51 新羅馬字母之結構

MAP SHOWING  
**IRON ORE DEPOSITS**  
 IN THE  
**WESTERN STATES**

SCALE-MILES

圖 4-52 以羅馬字母寫成之標題。

**EXTENDED ROMAN**  
**BCGHJKLPQSUVW**

---

**COMPRESSED ROMAN-BHKTWG**

圖 4-53 擴體及狹體新羅馬字母。

4-23 斜體羅馬字母。斜體字用於地圖中有水部分之名稱。圖 4-54 所示之字體，其構成之比例，與圖 4-49 之直體字同。其斜度可自 65° 至 75°。圖上所示之字母，其斜度為 2 比 5。圖中之小寫字母稱為餘枝式 (Stump Letter)。小型字母可用較細軟之筆尖一筆寫成，但大型字母則務須先描輪廓再予填



圖 4-54 斜體羅馬及餘枝式字母。

### 練 習

以下之練習，為 5"×7" 之地位而設。字法訓練應在一極短之時間作專心之研習。

第一組。單劃垂直大寫字母。

1. 用鉛筆寫大型字母，藉以細心研習每個字母之形式。從頂邊  $\frac{1}{8}$ " 處開始，向下畫出導線藉以寫五行  $\frac{3}{8}$ " 高之字。單以鉛筆寫下列諸直線字母四次：IHTLEFNZYVAMWX。仔細參攷圖 4-12 至 4-16。圖 4-55 即為此練

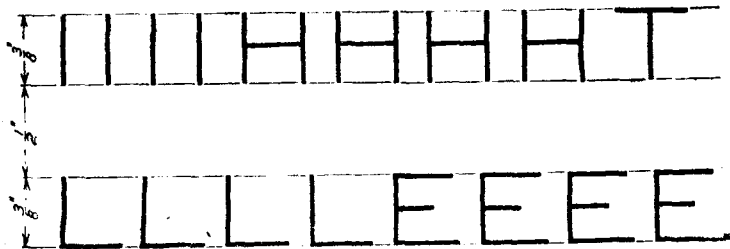


圖 4-55

習之一角(全尺寸)。

2. 與第一練習同法，寫曲線字母 OQCGDUJBPRS。參攷圖 4·17 至 4·20。

3. 與第一練習同法，寫 3, 8, 6, 9, 2, 5,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{7}{16}$ ,  $\frac{9}{32}$ 。參攷圖 4·21 至 4·23。

4. 組合法。其區劃與第一練習同。先將組合法一節閱讀一過，然後用鉛筆寫出下列五行字：(1) WORD COMPOSITION, (2) TOPOGRAPHIC SURVEY, (3) TOOLS AND EQUIPMENT, (4) BRONZE BUSHING, (5) JACK-RAFTER DETAIL。

5. 用鉛筆及鋼筆寫  $\frac{1}{4}$  吋之垂直字母。先自離頂邊  $\frac{1}{4}$  吋處向下畫導線，以備寫九行  $\frac{1}{4}$  吋字母。然後依照以前之分組，將每一字母，先用鉛筆寫四次，再選用鋼筆寫四次，如圖 4·56 所示。

6. 組合法。將 Benjamin Lamme 之引句，寫於 Lamme 勳章上，設計寫成三行。“THE ENGINEER VIEWS HOPEFULLY THE HITHER-TO UNATTAINABLE.”

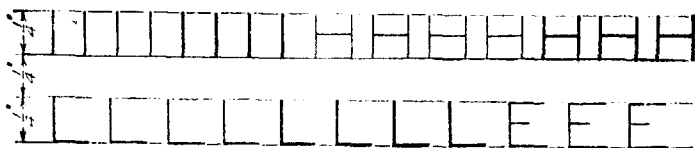


圖 4·56。

7.  $\frac{1}{8}$  吋垂直字母。離頂邊  $\frac{1}{8}$  吋處開始，畫妥寫十八行  $\frac{1}{8}$  吋字之導線。用鋼筆將每一字母及數字寫八次，其餘下之數行，任抄一段英文可也。

8. 組合法。寫出下列定義。“Engineering is the art and science of directing and controlling the forces and utilizing the materials of nature for the benefit of man. All engineering involves the organization of human effort to attain these ends. It also involves an appraisal of the social and economic benefits of these activities.”

第二組。單劃斜體大寫字母。

自 9 至 16。其間隔及內容皆與第一組中 1 至 8 各練習相同。唯用斜體

字母。參攷第 4·12 節及圖 4·26 至 4·29。

### 第三組。單劃斜體小寫字母。

17. 用鉛筆寫小寫字母以與  $\frac{3}{8}$ " 大寫字母並用。字之本體為  $\frac{1}{4}$ "，向上伸畫  $\frac{1}{8}$ "，向下伸畫  $\frac{1}{8}$ "。離頂邊  $\frac{3}{8}$ " 處開始，畫妥寫七行字母之導線。畫導線最佳之法，為自離頂邊  $\frac{3}{8}$ " 處開始，均勻量得  $\frac{1}{8}$ " 細格，標出每行之頂線及基線 (Base Line)。乃用鉛筆將各字母寫四次。參攷圖 4·29 至圖 4·33。

18. 與  $\frac{3}{4}$ " 大寫字母並用之小寫字母。離頂邊  $\frac{1}{2}$ " 處開始，畫出十三行字母之頂線，腰線及基線 (用 Braddock 或 Ames 六號間隔)。每一字母先用鉛筆寫六次，再用鋼筆寫六次。

19. 組合法。其間隔與第 18 題同。寫本章開始之一節。

20. 寫任何西書之開頭十行。

### 第四組。標題。

21. 設計後軸組合圖 (Assembly Drawing of a Rear Axle) 之標題。該圖用  $6'' = 1$  呎之比例。為雪佛蘭汽車公司所繪 (Chevrolet Motor Co., Detroit)。圖之編號為 C82746。地位限於  $3'' \times 5''$ 。

22. 設計發電所正面圖 (Front Elevation of a Powerhouse) 之標題。該圖之比例為  $\frac{1}{4}'' = 1'-0''$ 。製圖者為 Citizens Power and Light Company of Punxsutawney, Pennsylvania 之建築師 Burton Grant, Architect。



## 第五章 應用幾何

5.1 如有圓規及直尺之助，則所有純粹幾何問題均可迎刃而解。幾何原理常應用於機械畫中，惟在多種情形之下，製圖員用以解答及作圖之方法，與幾何上所用者頗有不同。此種幾何方法，縱以其可憑藉儀器而簡捷準確，要皆非在此處論列範圍之內。雖然，當在地板上用全尺寸之金屬薄片模型，或作飛機曲面翻樣圖 (Aircraft Lofting Drawing) 時，則通常畫圖儀器失其效用，非應用幾何方法不可。本書之編訂，乃先假定讀者已熟悉平面幾何原理，且能運用自如。即對於某種特殊問題之解法容或遺忘，亦儘有標準手冊足資參照。惟有數種作圖法，為作圖者所應熟習，以其於日常工作中常須應用，故於本章述之；同時讀者得實習儀器之使用，達於純熟而正確之地步。

圖 5.69，詳列各種幾何圖形，見於本章之末，足資複習。

5.2 線之分段——幾何法。圖 5.1。欲等分  $AB$  線為(假定)五段，可先畫一不定長度之線  $BC$ ；以合適之長度作五等分，將其末端  $C$  與  $A$  連接；然後

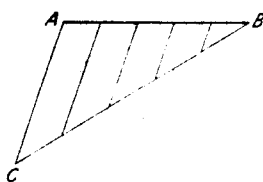


圖 5.1

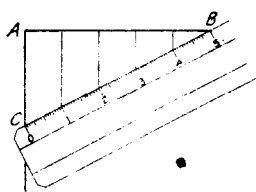


圖 5.2

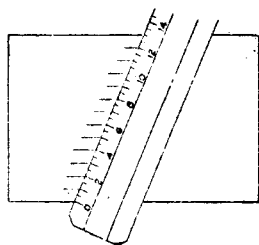


圖 5.3

圖 5.1 至 5.3 線之分段。

用三角板及直尺，如圖 3.7 所示，通過各點作線與  $CA$  平行，與  $AB$  相交即得。

刻度尺法。應用上述原理，製圖者大都喜用刻度尺法：先自  $A$  作一垂線  $AC$ ，然後安置一比例尺，使垂線與  $B$  之間，包含適合之五等分，如圖 5.2。用三角板及丁字尺經所註之各點作垂線，交於  $AB$  線上，則  $AB$  分成所需之段

數。圖 5-3 為應用此法作梯階。此法可用以劃分一線成任何比例之線段。

5-3 經一點作一直線平行於另一直線。（當圖 3-7 之方法不能用時。）

圖 5-4。以  $P$  為圓心及一足夠之長度為半徑，作弧  $CE$ ，交線  $AB$  於  $C$ 。以同一半徑，以  $C$  為圓心，作弧  $PD$ 。以圓心  $C$  及半徑  $DP$ ，作一弧交  $CE$  於  $E$ 。如此則  $EP$  為所需之線。

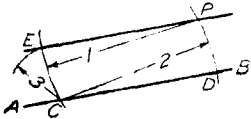


圖 5-4

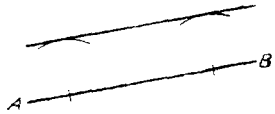


圖 5-5



圖 5-6

圖 5-4 至 5-6 平行線。

5-4 在已知之距離作一線平行於另一線。（1）用於直線者。圖 5-5。

其法為以已知距離為半徑，及已知線上任兩點為圓心（離開適當距離），作兩弧，則切於此兩弧之直線即為所需之直線。

（2）用於曲線者。圖 5-6。其法為以沿線上各點為圓心，作一串之弧，以曲線板作線切於此串弧上。參看圖 3-34。

5-5 從一點作一已知直線之垂線。圖 5-7。以點  $P$  為圓心，適宜之長  $R_1$  為半徑，作一圓弧交已知線於  $A$  及  $B$ 。以適宜之長  $R_2$  為半徑，以  $A$  及  $B$  為圓心，作二圓弧相交於  $Q$ 。所求垂線為  $PQ$ ，其與已知線之交點為  $S$ 。

5-6 從已知直線上一點作垂線。以線上之點  $P$  為圓心，適宜之長  $R_1$  為半徑，作圓弧，在線上求得  $A$  及  $B$  兩點，與  $P$  等距。以大於  $R_1$  之適宜長度  $R_2$  為半徑， $A$  及  $B$  為中心，作二圓弧交於  $Q$ 。  $PQ$  即為所求垂線。

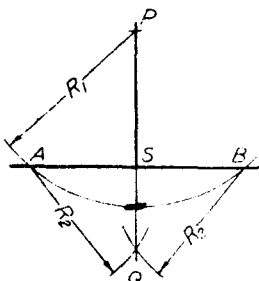


圖 5-7

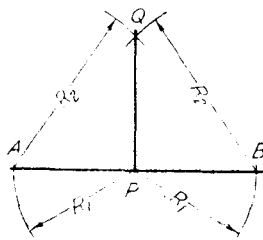


圖 5-8

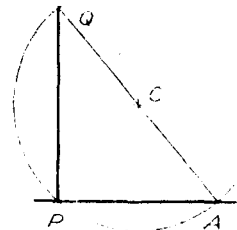


圖 5-9

圖 5-7 至 5-9 垂線。

5.7 從已知直線上一點作垂線——第二法。圖 5.9。以任何適宜點  $C$  為中心  $CP$  為半徑，作較半圓為長之圓弧交於直線上點  $A$ 。畫  $AC$  並延長之，遇圓弧於  $Q$ ， $PQ$  即為所求垂線。

5.8 作一已知角——正切法。圖 5.10。三角學中一角之正切為其對邊與鄰邊之比。故， $Y/X = \tan A$ ，或  $X \tan A = Y$ 。欲作一已知角，先在三角函數表內查得其正切之值，乃假定一適宜之長  $X$ ，將  $X$  乘以正切值即得距離  $Y$ 。注意  $X$  與  $Y$  兩邊之夾角為直角。

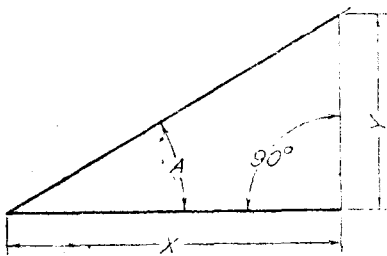


圖 5.10 用正切法作角。

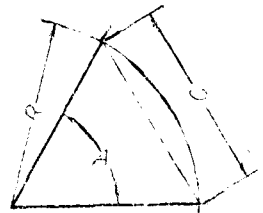


圖 5.11 用弦長法作角。

5.9 作一已知角——弦長法。圖 5.11。若已知半徑及夾角之圓弧，其弦長為可知，則此夾角能準確畫出。求作一已知度數之角：從附錄第 629 頁查得此角度之弦長（半徑為 1"）。擇適宜之長  $R$  為半徑，將查得之弦長乘以  $R$ ，即得半徑為  $R$  時之弦長  $C$ 。用圓規或分規在圓弧上量出弦長，並完成三角形各邊。

一角之弦長亦可從正弦函數表求得：先查已知角半角之正弦，再將此值乘以 2 即可。

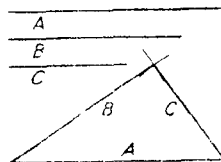


圖 5.12 作三角形法。

5.10 已知三邊作一三角形。圖 5.12。已知  $A$ ， $B$ ，及  $C$  之長度。於所需地位作一邊  $A$ ，以其兩端為圓心， $B$  及  $C$  為半徑，作兩相交之弧。如圖所示即得。用剖分為三角形法 (Triangulation) 作展開圖時，常用此法。

5.11 移一多邊形至一新底邊。剖分為三角形法。圖 5.13。已知多邊

形  $ABCDEF$  及其新底邊之位置  $A'B'$ 。假設各點均為一以  $AB$  為底邊之三角形之頂點。以圓心  $A'$  與  $B'$  及半徑  $AC$  與  $BC$ ，作相交弧，決定  $C'$  點。同樣以半徑  $AD$  及  $BD$  決定  $D'$  點。連接  $B'C'$  及  $C'D'$ 。仍以  $A$  及  $B$  為圓心，依上法繼續作成。

方盒或支距法 (Box or Offset Method)——圖 5.14。納多邊形於長方形之匣中。作盒於新底邊上 (圖 3.8 之法)。定  $ABCE$  各點，再以直角坐標定  $D$  點，如圖所示。

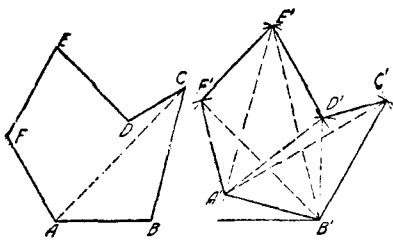


圖 5.13 多邊形之移位—剖分為三角形法。

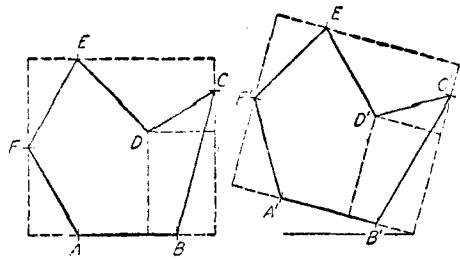


圖 5.14 多邊形之移位—方匣或支距法。

5.12 對角線之應用。應用對角線可簡化作圖，節省時間，其應用之法甚多。圖 5.15 之 A 例示用對角線定矩形之中心，B 用以放大或縮小一幾何形，C 於同邊上作相似圖形，D 作內接或外切圖形。

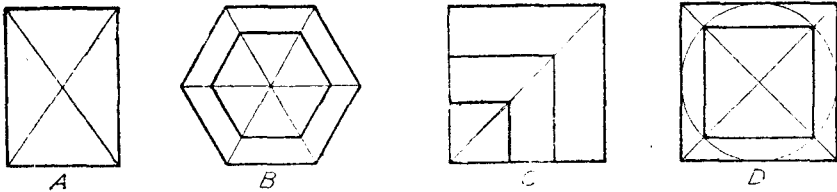


圖 5.15 對角線之應用。

5.13 作一等邊六邊形。已知  $AB$  兩角間距離。第一法。圖 5.16。在  $AB$  上作一圓，其直徑為  $AB$ 。再以同一半徑，以  $A$  與  $B$  為圓心，作弧交於圓上，連接各點即成。

第二法(不用圓規)。如圖 5.17 所示，用  $30^\circ-60^\circ$  三角板依次畫線而成。

已知兩對邊(Flat)間距離。以對邊間之距離為內切圓之直徑，作此圓。並以  $30^\circ-60^\circ$  三角板作切線於其上，如圖 5.18 所示。

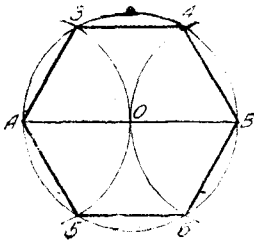


圖 5-16

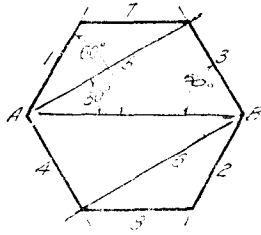


圖 5-17

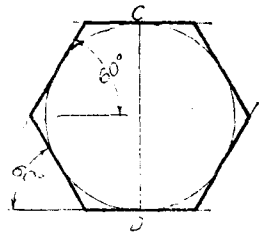


圖 5-18

圖 5-16 至 5-18 六邊形。

5-14 內接一等邊五邊形於圓內。圖 5-19。作一直徑 AB，及一半徑 OC 垂直於其上。平分 OB 於 D，以 D 點為圓心，以 DC 為半徑，作弧 CE，以圓心 C 及半徑 CE，作弧 EF。則 CF 為五邊形之一邊，即以此距離用分規分割於圓上。多數製圖者大都不用此幾何方法，而推測 CF 之長度，再以試驗法分割此圓，如第 3-12 節中所述者。

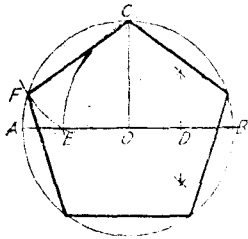


圖 5-19 五邊形。

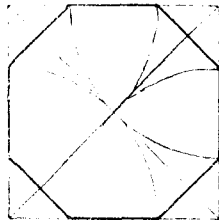


圖 5-20 八邊形。

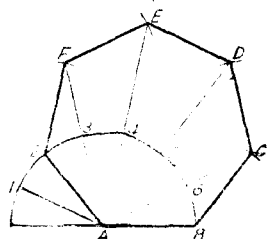


圖 5-21 多邊形。

5-15 在正方形中作一等邊八邊形。圖 5-20。作正方形之對角線。以正方形之四角為圓心，以對角線之半為半徑，作弧交於正方形邊上，連接各點即成。

5-16 作等邊多邊形。已知一邊。圖 5-21。設多邊形為七邊。以 AB 邊為半徑，A 為圓心，畫一半圓，以分規量成七等分。經左邊第二分點作半徑線 A-2，經 3, 4, 5, 6，各作半徑線並延長之，如圖所示。以 AB 為半徑，B 為圓心，交線 A-6 於 C。以同一半徑，C 為圓心，作弧交 A-5 於 D，由此類推得 E 及 F，連接各點即成。或於求得 A-2 後即作其外接圓亦可。

5-17 定圓之心。圖 5-22。作任一弦 AB，作 AC 及 BD 垂直於 AB。

AD 及 BC 即為圓之直徑，其交點為圓心 O。

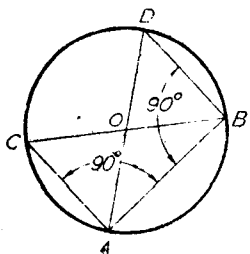


圖 5-22 圓心。

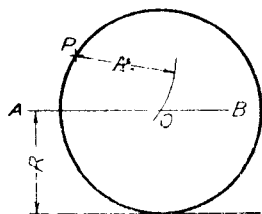


圖 5-23 切圓。

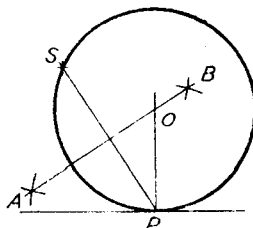


圖 5-24 切圓。

5.18 切線。製圖中最常用之幾何作法為作線切於圓弧及作圓弧切於一直線或切於另一圓。此類圖應準確繪製，如所作鉛筆圖為上墨或描畫之用，則其切點須用短叉記號表出，使墨線有所依止。此類切點之求法，在下述各作圖法中可以見到。

5.19 求作一已知半徑之圓切於一線並通過一點。圖 5.23。先作一線 AB，平行於已知線，其間距離等於已知半徑 R。以已知點 P 為圓心，R 為半徑，作圓弧割 AB 於 O，即為圓心。注意此圓有二個位置。

5.20 求作一圓切一線於已知點並通過另一點。圖 5.24。聯接二點 P 及 S，作垂直平分線 AB。過 P 作已知線之垂線，其與 AB 之交點 O，即為所求圓之圓心。

5.21 經三已知點作一圓弧。圖 5.25。已知 A, B, 及 C 三點。AB 及 BC 兩線之垂直平分線之交點，即為所需圓之圓心。

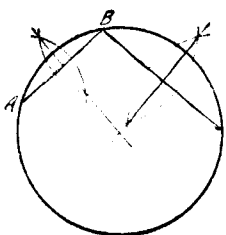


圖 5-25 經三點之圓。

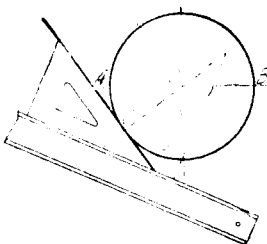


圖 5-26 作切線。

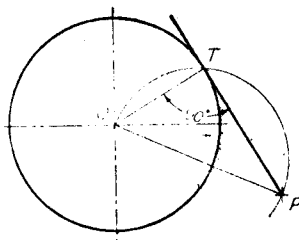


圖 5-27 自圓外之點作切線。

5.22 作切線切於圓上一點。圖 5.26。已知圓弧 ACB，於 C 點作切線。以三角板緊沿丁字尺(或另一三角板)，使其斜邊經 C 點及圓心 O。固定丁字

尺於原處，將三角板繞方角轉動，使其斜邊經過  $C$  點，則所需之切線即在此斜邊上。(在畫小圖或用人三角板時，可置三角板之斜邊於丁字尺，如圖 3-8 之  $B$  所示，較為便捷。)

5.23 自圓外一點作線切於圓上。圖 5.27。先將此點與圓心連接，乃以此連接線  $OP$  為直徑，作一半圓，其與已知圓之交點即為切點。

5.24 作切線切於兩圓。第一例。圖 5.28 (開接皮帶式)。在圓心  $O$  以  $R_1 - R_2$  之長為半徑，作一圓。依圖 5.27 之法，自  $P$  點作線切於此圓。延長  $OT$  至  $T_1$ ，再作  $PT_2$  使平行於  $OT_1$ 。連接  $T_1$  及  $T_2$  即得。

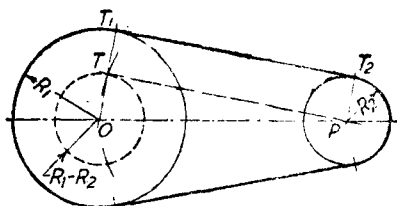


圖 5.28 開接皮帶 (Open Belt).

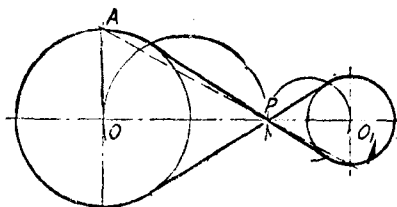


圖 5.29 交叉皮帶 (Crossed Belt).

第二例。圖 5.29。(交叉皮帶式)。作  $OA$  及  $O_1B$  垂直於  $OO_1$ 。自  $AB$  與  $OO_1$  之交點  $P$ ，依圖 5.27 所示之法，作切線即成。

5.25 作一圓切於兩直線。圖 5.30。已知線  $AB$  及  $CD$ ，與半徑  $R$ 。平行於  $AB$ ，而距離為  $R$  之線，即為以  $R$  為半徑切於  $AB$  線之圓心之軌跡。其與平行於  $CD$  並距離為  $R$  之直線軌跡之交點，即為所求圓弧之心。自  $O$  點作線垂直於  $AB$  及  $CD$ ，即可求出其切點。圖 5.31 為以同樣作圖法，作圓切於成鈍角之兩直線。如兩直線成直角，圖 5.32，則有一較便捷之法。其法以  $R$

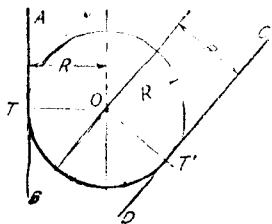


圖 5.30

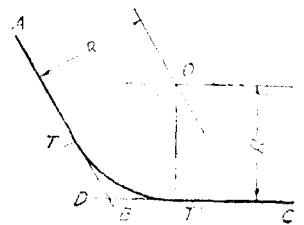


圖 5.31

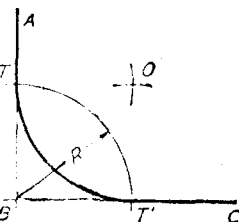


圖 5.32

圖 5.30 至 5.32 正切圓弧。

為半徑， $B$  為圓心，作圓弧交  $AB$  及  $BC$  於  $T$  及  $T'$ 。以  $T$  及  $T'$  為圓心，仍以同一半徑，作兩弧，交於  $O$  點，即為所需圓弧之圓心。

5.26 作一半徑為  $R$  之圓切於一已知圓及一直線。圖 5.33。設  $AB$  為已知線， $R_1$  為已知圓之半徑。作  $CD$  線平行於  $AB$ ，其間距離為  $R$ 。以  $O$  為圓心， $R+R_1$  為半徑，畫一圓弧交  $CD$  於  $X$ ， $X$  即所需之圓心。 $AB$  上之切點，在自  $X$  至  $AB$  之垂線上；兩圓之切點則在兩圓心  $X$  及  $O$  之連接線上。須注意兩圓相切時，其切點必在兩圓心之連接線上。

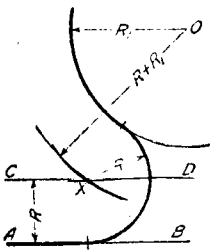


圖 5.33

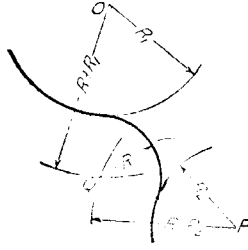


圖 5.34

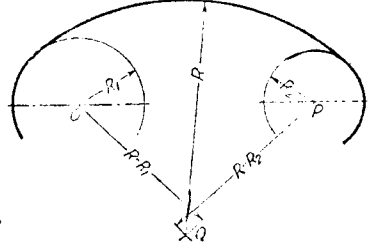


圖 5.35

圖 5.33 至 5.35 正切圓弧。

5.27 作一半徑為  $R$  之圓切於兩已知圓。第一例。圖 5.34。在此例中，兩已知圓之圓心均在所需圓之外。設  $R_1$  及  $R_2$  為已知圓之半徑，其圓心各為  $O$  及  $P$ 。以  $O$  為圓心，以  $R+R_1$  為半徑，作一圓弧。再以  $P$  為圓心，以  $R+R_2$  為半徑作一圓弧，交前一圓弧於  $Q$  點。此點即為欲求之圓心。在  $OQ$  及  $PQ$  線上，可以註出其兩切點。

第二例。圖 5.35。在此例中，已知圓之圓心均在所需圓內。以  $O$  與  $P$  為圓心，以  $R-R_1$  及  $R-R_2$  為半徑，依次作圓弧，即相交於所需圓之圓心  $Q$  上。

5.28. 反向曲線 (Reverse Curve) 或雙彎曲線 (Ogee Curve) 之作法。圖 5.36。已知兩平行線  $AB$  及  $CD$ 。以直線連接  $B$  及  $C$ 。於  $B$  及  $C$  上作垂線。則任何切  $AB$  及  $CD$  於  $B$  及  $C$  之圓弧，其圓心必在此等垂線上。在  $BC$  線上，假設曲線所穿過之點為  $E$ 。以垂線平分  $BE$  及  $EC$ 。任何經過  $B$  及  $E$  之圓弧之圓心，必在  $BE$  線中點之垂直線上。故兩垂直平分線與前兩垂線之交點，即為圓弧  $BE$  及  $EC$  之圓心。反向曲線可為彎路或曲管之中心線。連接兩圓心之直線必經過  $E$  點，即此可以校對上述畫法是否正確。圖 5.37



則例示各種不同組合之反向曲線畫法。

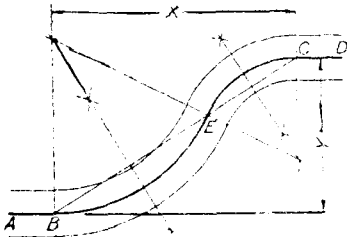


圖 5.36 雙彎曲線。

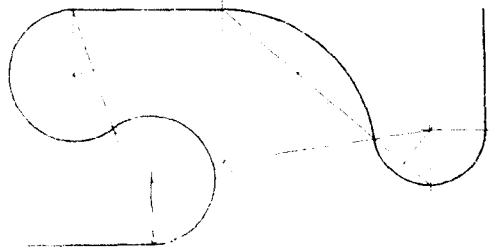


圖 5.37 雙彎曲線之應用。

5.29 作一反向曲線切於兩線並在已知點與第三割線相切。如圖 5.38 A, B, 及 C 所示。已知兩線 AB 及 CD, 為 EF 線割於 E 及 F。經 EF 上之一已知點 P, 作 EF 之垂線 JH。以 E 為圓心, EP 為半徑, 交 CD 於 G。自 G 作垂線交 JH 於 H。再以 F 為圓心, FP 為半徑, 交 AB 於 K。自 K 作 AB 之垂線, 交 JH 於 J。H 及 J 即為切於三線之圓弧之圓心。

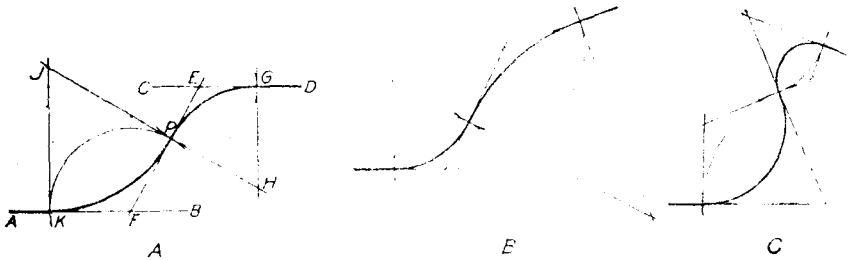


圖 5.38 切於三線之反向曲線。

5.30 將圓弧展成近似之直線長度。圖 5.39。已知圓弧 AB。於 A 點作切線 AD 及弦 BA。延長 BA 至 C, 使 AC 長等於 AB 弦之一半。乃以 C 為圓心, CB 為半徑, 作圓弧交 AD 於 D; 則 AD 等於 AB 弧之長度(極近似)(註)。若已知弧在 45° 及 90° 之間, 則可使 AC 等於一半圓弧之弦長, 以代替原來全圓弧之弦長之一半, 而得更近似之結果。

通常改圓弧為直線法, 乃將分規調節為相當小之距離, 以期實際上所量之弧長幾等於該弧引直之長。然後自 B 開始, 以此小距離沿圓弧向 A 度量, 至

註。在此(Rankine教授之)解答中, 其誤差隨圓弧所對圓心角之四次方而變。在 60° 時, 此線短 1 900。在 30° 時, 則僅短 1 14400。

最近 A 處勿提起分規，沿 A 點之切線向前度量，至相等步數即得，如圖 5.40 所示。

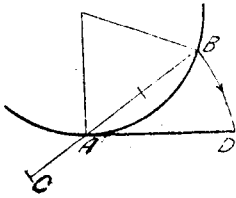


圖 5.39

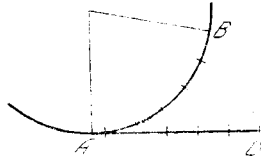


圖 5.40

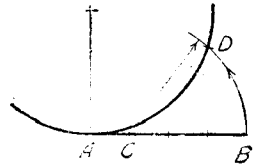


圖 5.41

圖 5.39 至 5.41 圓弧長度。

5.31 作直線之近似長度於一已知圓上。圖 5.41。已知線 AB，切圓於 A。作 AC 使等於 AB 之四分之一。以 C 為圓心，CB 為半徑，作一弧，交圓於 D，則弧 AD 等於 AB 之長，(極近似)(註)。如 AD 弧大於 60°，則求 AB 一半之近似長度。

5.32 割錐線(Conic Section)。用一平面以不同角度割一直立圓錐(迴轉錐面)，可得四種曲線，此種曲線即稱為割錐線，如圖 5.42 所示。若平面垂直於軸，則所割者為圓；若平面與軸所交之角大於素線(Element)與軸之交角，則所割者為橢圓；若其與軸所交之角等於素線與軸之交角，則所割者為拋

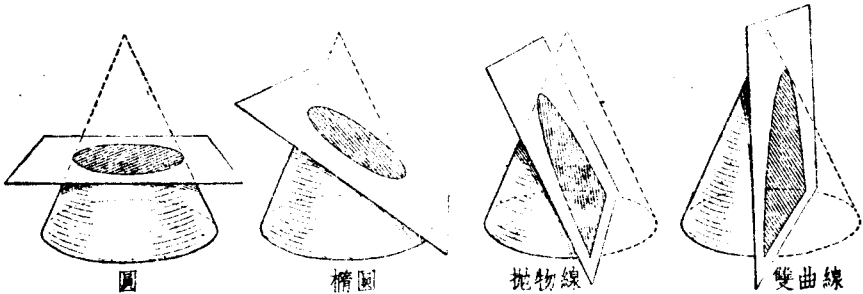


圖 5.42 割錐線。

物線；若與軸所交之角小於素線與軸之交角，則所割者為雙曲線。此類曲線，在解析幾何中係以數學方法研討之，作圖時惟須略知其特性足矣，無庸貫通其方程式也。

註。同前。

5.33 橢圓。圖 5.43。橢圓為移動一點而成之平面曲線，此點與兩定點  $F_1, F_2$  (稱為焦點) 間距離之和，為一常數，即恆等於其長徑，或長軸 (Major Axis)  $AB$ 。

短軸 (Minor Axis) (或稱短徑)  $DE$  為穿過中心，垂直於長軸之線。以短軸之一端為圓心，長軸之一半為半徑作弧，與長軸相交之點即為焦點。

實際上所用之割錐線除圓外，以橢圓最為常用。製圖者皆應知其畫法。是以將真正橢圓，及以圓弧構成近似曲線之幾種畫法分述於下。在需此曲線時，其長軸及短軸，大都為已知。

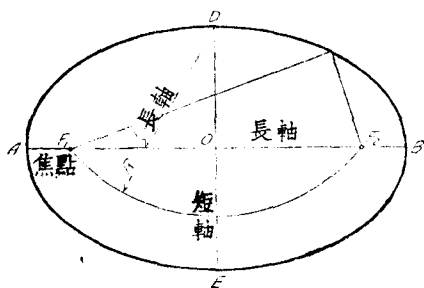


圖 5.43 橢圓。

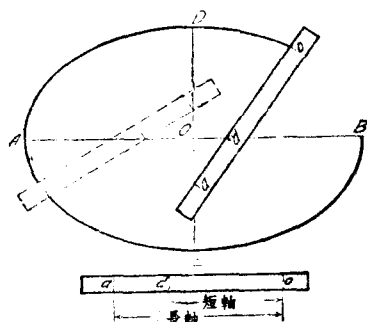


圖 5.44 用橢圓規法。

5.34 橢圓——釘線畫法。此為一著名方法：有時稱為 “Gardener's Ellipse”；常用於大件工作，其法乃根據橢圓之定義。置釘於  $D, F_1$  及  $F_2$ ，如圖 5.43 所示，緊圍一無伸縮性之線於三釘上。乃將  $D$  釘抽出，插入一尖筆，依保持緊張之線移動，即可畫出一真正橢圓。

5.35 橢圓——橢圓規 (Trammel) 法。圖 5.44。在一紙條，薄卡片，或賽璐珞片之直邊上，註明距離  $ao$ ，使等於長軸之一半，另註明  $do$ ，使等於短軸之一半。若將此長條移動，使  $a$  在短軸上， $d$  在長軸上，則  $o$  即可定出橢圓之各點。此法極為簡便，以其無需構圖也；然欲得正確結果，必須留意使  $a$  及  $d$  點確在軸上。圖 30.6 中之橢圓儀，即根據此法之原理造成。

5.36 共軛徑 (Conjugate Diameter)。任何穿過橢圓中心之直線，均可視為一對共軛徑之一。共軛徑或其軛軸之特性，為其一直徑必平行於另一直徑兩端之橢圓切線。在一對共軛徑中任何一直徑必平分所有與另一直徑平

行之弦。

已知一對共軛軸，定橢圓之長軸及短軸。第一法。圖 5.45 已知共軛軸  $CN$  及  $JG$ 。以  $O$  為圓心， $OJ$  為半徑，畫一半圓交橢圓於  $P$  點 則其長軸必與  $GP$  平行，短軸與  $JP$  平行。

第二法。當未知其橢圓時。圖 5.46。已知共軛軸  $CN$  及  $JG$ 。以  $O$  為圓心， $OJ$  為半徑，作一圓，並作一與  $JG$  成直角之直徑  $QR$ 。平分  $QCR$  角。

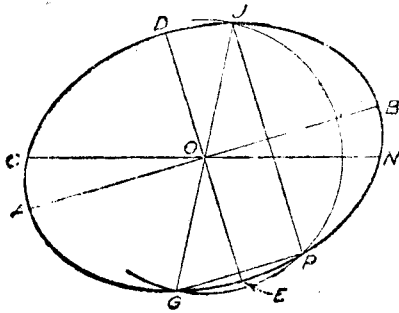


圖 5.45

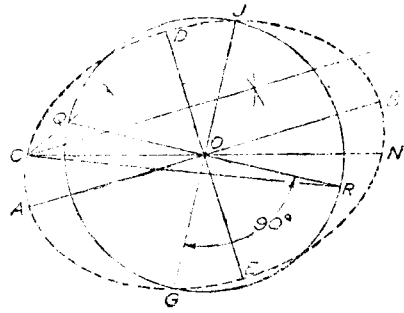


圖 5.46

圖 5.45 及 5.46 共軛軸。

其長軸必與此角之平分線平行，而其長度則等於  $CR + CQ$ 。短軸之長度為  $CR - CQ$ 。

5.37 橢圓——平行四邊形法。圖 5.47 及 5.48。此法可用長軸及短軸或任意一對共軛徑。在此兩直徑上，作一平行四邊形。將  $AO$  分成任意等分， $AG$  亦分成相同之等分。均自  $A$  點起，將各點順序註以數字。自  $D$  及  $E$

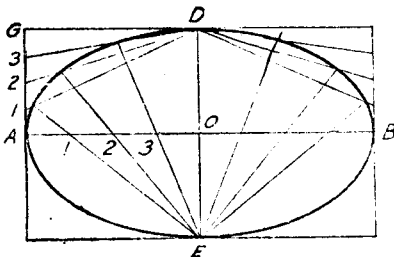


圖 5.47

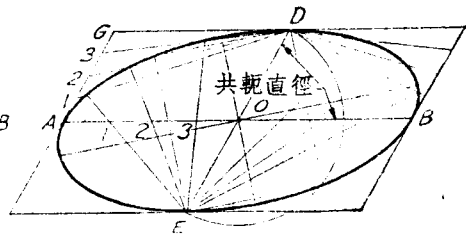


圖 5.48

圖 5.47 及 5.48 平行四邊形法。

點經各點，作連線，如圖中所示。各線之交點，即為橢圓上各點。

5.38 橢圓——同心圓法。圖 5.49。此或為決定橢圓上各點最準確之方法。其法乃在交於  $O$  點之兩主要直徑上，作兩圓。自外圓上各點，如  $P$  及  $Q$ ，作半徑  $OP, OQ$  等，交內圓於  $P', Q'$  等。自  $P$  及  $Q$  作線平行於  $OD$ ，再自  $P'$  及  $Q'$ ，作線平行於  $OB$ 。經過  $P$  及  $P'$  點之二線之交點，即為橢圓上之一點。經過  $Q$  及  $Q'$  點之二線之交點，為橢圓上之另一點，依此類推。為準確起見，愈近長軸處，取點應愈密。用此法時，可將四個象限內均按上法畫出其交點，然後憑手輕輕描出；或僅畫出一個象限，在曲線板上作記號，其餘三個象限之曲線，依據此一象限之曲度作成之。

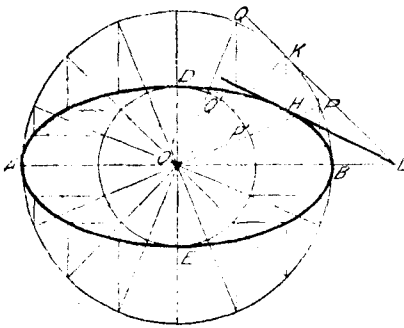


圖 5.49 同心圓法。

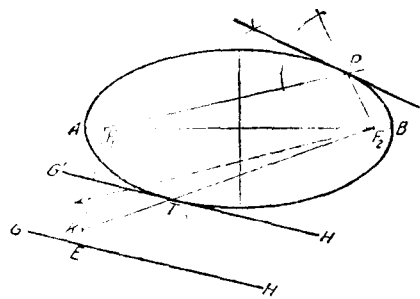


圖 5.50 切線。

5.39 於橢圓上作切線。(1) 自橢圓上一點  $P$ ，圖 5.50。自該點作線至兩焦點。其平分兩焦半徑 (Focal Radii) 之外角之線，即為所需之切線。

如橢圓係用同心圓法作成，如圖 5.49 所示者；則任意點  $H$  上切線之畫法可由該點作  $AB$  之垂線，交外圓於  $K$ ；再於外圓上作輔助切線  $KL$ ，交長軸於  $L$ 。自  $L$  即可作所需切線  $LH$ 。

(2) 自橢圓外之點。圖 5.51。找出焦點  $F_1$  及  $F_2$ 。以已知點  $P$  及半徑  $PF_2$ ，作圓弧  $RF_2Q$ 。以  $F_1$  為圓心， $AB$  半徑，作一弧，交前弧於  $Q$  及  $R$ 。連接  $QF_1$  及  $RF_1$ 。此兩線與橢圓之交點  $T_1$  及  $T_2$ ，為自  $P$  點作線切於橢圓上時之切點。

(3) 平行於已知線  $GH$ 。圖 5.50。作  $F_1E$  垂直於  $GH$ ；以  $F_2$  為圓心， $AB$  為半徑，作圓弧交  $F_1E$  於  $K$ 。  $F_2K$  線交橢圓於所需切點  $T$ ，則經過  $T$  點平行於  $GH$  之線即為所需之切線。

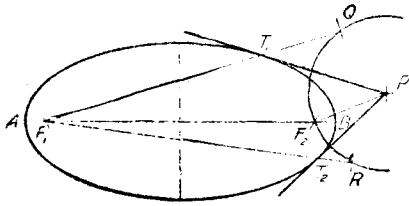


圖5-51 自橢圓外之點作切線。

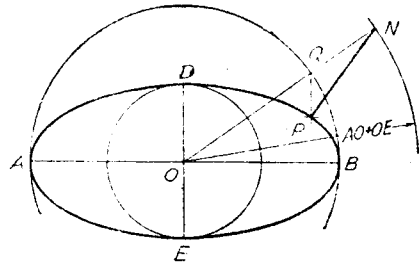


圖 5-52 橢圓之法線。

5.40 作橢圓之法線。圖 5.52. 從橢圓上點  $P$ , 作短軸之平行線, 交長軸圓於  $Q$ . 以圓心  $O$ , 半徑  $AO + OE$ , 作一圓弧, 作  $OQ$ , 延長之使交此圓弧於  $N$ .  $NP$  即為所需之法線。

若作圖 5.49 及 5.50 中切線之垂線, 即為法線。

5.41 四圓心近似橢圓 (Approximate Four-centered Ellipse). 圖 5.53. 連接  $A$  及  $D$ . 取  $DF$  等於  $AO$  減  $DO$ . 作一垂線平分  $AF$ , 交  $AO$  於  $G$ , 交  $DE$  延長線 (如屬需要) 於  $H$ . 使  $OG'$  等於  $OG$ , 及  $OH'$  等於  $OH$ , 則  $G, G', H$  及  $H'$  為四相切圓弧 (Tangent Circle Arc) 之圓心。四圓弧形成一近似之橢圓形。

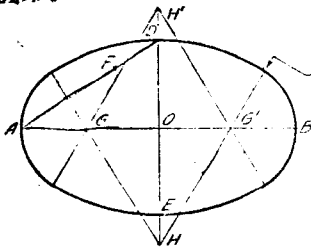


圖 5-53

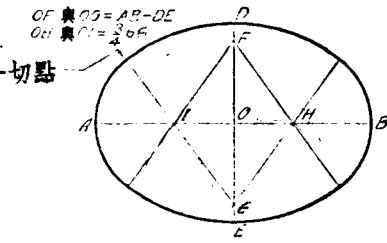


圖 5-54

圖 5.53 及 5.54 近似橢圓。

另一方法如圖 5.54 所示。短軸長度至少為長軸三分之二時, 始能用此法。

5.42 八圓心近似橢圓 (Approximate Eight-centered Ellipse). 圖 5.55. 如需得一更近似之橢圓, 可作八心橢圓。其上半部在石工中稱為“五心拱” (Five-centered Arch). 先作距形  $AFDO$ . 作對角線  $AD$  及自  $F$  垂直於其上之線; 後者交短軸之延長線於  $H$ . 取  $OK$  等於  $OD$  之長, 再以  $AK$  為直徑,

作一半圓，交短軸之延長線於  $L$ 。作  $OM$  等於  $LD$ 。以  $H$  為圓心， $HM$  為半徑，作弧  $MN$ 。自  $A$  沿  $AB$  取  $AQ$  等於  $OL$  之長。以  $P$  為圓心， $PQ$  為半徑作弧，交  $MN$  弧於  $N$ ；則  $P, N$ ，及  $H$  為八心近似橢圓四分之一曲線之圓心。此法根據之原則乃短軸末端之曲率半徑為半短軸及半長軸之比例第三項。反之，在長軸末端者，為半長軸及半短軸之比例第三項。由此可知求得之中間半徑 (Intermediate Radius) 乃此兩半徑間之比例中項也。

必需注意者，即橢圓上每一連續點之曲率半徑均在變更。故此種近似法所作者，並非橢圓，乃同式樣之簡單曲線，故其曲線或不甚雅觀。

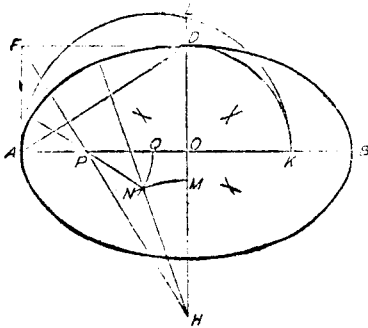


圖 5-55 近似橢圓。

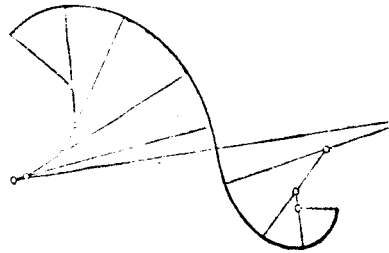


圖 5-56 以圓弧作成之曲線。

5.43 任何非圓形曲線均可由相切圓弧以示其近似曲形，其法如下：先試選一點為圓心，作實際上能與曲線重合之圓弧。更換另一圓心及半徑作曲線之另一部。需牢記：如兩弧相切，則其圓心均在切點之共同法線上。製圖者有時不用不規則之曲線板而用此法將曲線上墨。圖 5.56 例示此種畫法。

5.44 拋物線。一點移動時，其與一定點 (即“焦點”) 間之距離恆等於其與一直線 (即“準線”, Directrix) 間相隔之距離，則其所成之平面曲線即為拋物線。其實際應用之處有探照燈及拋物回光鏡，某種擴音器，路面，某種橋拱等等。

設焦點  $F$  及準線  $AB$  為已知，如圖 5.57 所示，經  $F$  作垂直於  $AB$  之軸。經軸上任何點  $D$ ，作平行於  $AB$  之線。以  $DO$  距離為半徑及  $F$  為圓心，作一弧交於此線，則交點  $P$  即為曲線上之一點。重複此法，以求所需之點數。

在任一點  $P$  作切線法。作  $PQ$  平行於軸；再平分其角  $FPQ$  即得。

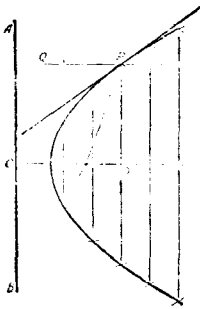


圖 5.57

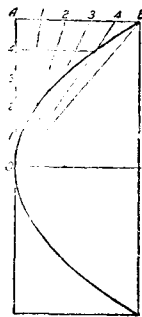


圖 5.58

圖 5.57 及 5.58 拋物線之畫法。

5.45 拋物線——平行四邊形法。通常作一拋物線時，其外圍矩形之尺寸，即該拋物線之寬度與深度為已知，如圖 5.58 所示。將  $OA$  及  $AB$  等分成相等數目之線段。自  $AB$  上各分點作線集中於  $O$ 。此與自  $OA$  上各相當分點所作平行於軸之各線相交之點，即為曲線所經之點。

5.46 拋物線——支距法。已知外圍之長方形，計算自  $OA$  線之支距 (Offset)，可以畫出拋物線，如圖 5.59 所示。支距與距離  $O$  點長度之平方成

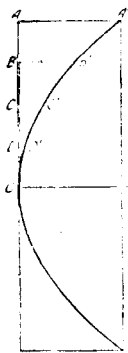


圖 5.59



圖 5.60

圖 5.59 及 5.60 拋物線之畫法。

比例。故當  $OA$  分成四段時， $DD'$  為  $AA'$  之十六分之一； $CC'$  (因其至  $O$  之距離為  $DD'$  之兩倍) 為  $AA'$  之十六分之四； $BB'$  為  $AA'$  之十六分之九。若  $OA$  分為五段，則其關係為  $1/25, 4/25, 9/25, 16/25$ ，其分母在任一情形下，均係所分段數之平方。土木工程師常用此法畫拋物拱。



5.47 拋物線包絡(Parabolic Envelope). 圖 5.60. 此為畫精美曲線之法,常用於機械設計中. 將  $OA$  及  $OB$  分成相同數目之等分. 自  $O$  及  $B$ , 將各分段註上數字, 再連接其相當數字之點. 則與此相切之曲線, 即為拋物線之一段, 然該拋物線之軸不平行於任一坐標.

5.48 雙曲線. 一點移動時, 其與二定點 (即“焦點”) 距離之差, 恆為一常數, 則其所成之平面曲線即雙曲線 (試以此與橢圓之定義比較之).

當已知焦點  $F_1, F_2$ , 及貫軸 (Transverse Axis)  $AB$  (常數差). 則雙曲線之畫法, 如圖 5.61 所示, 以  $F_1$  及  $F_2$  為圓心, 及任一大於  $F_1B$  之半徑, 如  $F_1P$ , 作弧. 再以相同之圓心, 以  $F_2P - AB$  為半徑作弧, 使交於前弧, 即得此曲線上各點.

欲畫任一點  $P$  上之切線; 可平分  $F_1PF_2$  角.

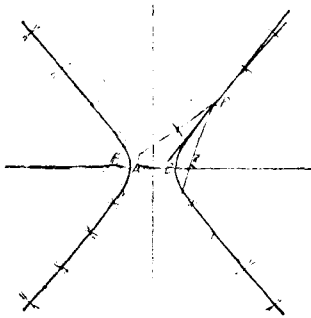


圖 5.61 雙曲線.

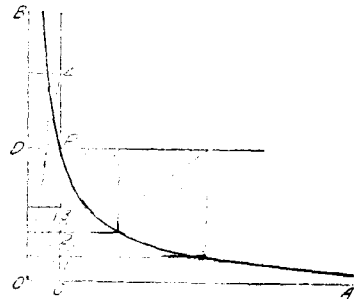


圖 5.62 等軸雙曲線.

5.49 等軸雙曲線 (Equilateral Hyperbola). 工程師最常用之雙曲線為等軸雙曲線, 或稱直角雙曲線 (Rectangular Hyperbola), 乃依據其漸近線而得名. 定律  $pv=c$ , 即用此種曲線作圖解以表示出蒸汽或氣體之壓力與其體積之變化.

等軸雙曲線之畫法. 圖 5.62. 設  $OA$  及  $OB$  為此曲線之漸近線,  $P$  為其上任意點 (此在示功圖 “Indicator Diagram” 中為停汽點 “Point of Cutoff”). 作  $PC$  及  $PD$ . 在  $PC$  上註出 1, 2, 3 等任意點, 經各點作一組線平行於  $OA$ , 及第二組線經相同各點集中於  $O$ . 自第二組線與  $PD$  延長線之交點, 作垂線至  $OA$ . 各垂線與第一組中各相當線之交點, 即為曲線上各點.

5.50. 旋輪類曲線 (Cycloidal Curves)。當圓在一平面上沿一直線滾動時，圓周上一點移動所成之曲線，稱為旋輪線。'如此圓在另一圓上滾動，所成曲線稱為“外擺線”(Epi-cycloid)。如在另一圓內滾動，所成曲線稱為“內擺線”(Hypocycloid)。此種曲線常用以畫齒輪(Gear Tooth)之擺線系。

旋輪線之畫法。圖 5.63。將滾動圓分成適當之等分(假設為八等分)，然後將圓周上等分展直於其切線 AB 上。經過 C，作圓心線 CD，自 AB 上各分段點向上作垂線，交於此線。以此各點為圓心作圓，以示滾動圓之不同位置；再依次將原有圓上各分段點投射於各圓上，則所得之交點即為曲線上之各點。外擺線及內擺線可用類此之方法作圖，如圖 5.64 所示。



圖 5.63 旋輪線。

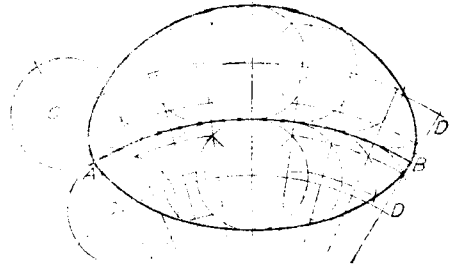


圖 5.64 外擺線及內擺線。

5.51 漸伸線 (Involute)。漸伸線為螺旋曲線，由繞於一多邊形或圓之緊索上一點轉開時所形成。故書任何多邊形漸伸線，可先引伸其各邊如圖 5.65 所示，依次以其每一角為圓心，作弧以抵該邊之延長線。

例如在設計彎曲鐵件之螺線時，最簡單之法可將其畫為正方形之漸伸線，如圖 3.48 所示。

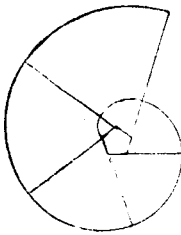


圖 5.65  
五邊形之漸伸線。

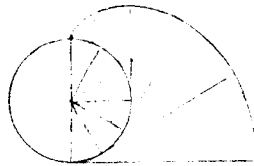


圖 5.66  
圓之漸伸線。

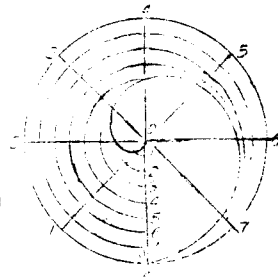


圖 5.67  
阿基米德螺線。

一圓可視為一具無窮數邊之多邊形。故畫圓之漸伸線時，如圖 5-66 所示，可將其分成相當數目之等分，在各分點上作切線；將自切點至開始點一段圓弧之直線長度置於切線上即得一點；然後將各點連成一光滑曲線。齒輪漸伸線系即以圓之漸伸線為根據。

5-52 阿基米德螺線 (Spiral of Archimedes)。一點沿直線作等速運動，同時此線又依一定點作等角速運動，則該點所成之平面曲線稱為阿基米德螺線。

欲在一已知圓內作一圈阿基米德螺線，如圖 5-67 所示。可將此圓分成許多等分，作出各半徑並註以數字。將半徑 0-8 分成同數之等分，自中心開始註以數字。以 O 為圓心，作同心圓弧，交於各相當數字之半徑上，再經各交點作一光滑曲線即成。阿基米德螺線係心形凸輪 (Heart Cam) 之曲線，用之使等速旋轉運動變為等速往復運動。

5-53 螺旋線 (Helix)。一直線依一軸線作均勻之旋轉而一點在動直線上同時作均勻之移動，此點所成之空間曲線即為螺旋線。若動直線與軸線平行，則旋轉成一柱面。故“螺旋線”一詞，常解作柱面螺旋線 (Cylindrical Helix)。若此直線與軸線作小於  $90^\circ$  之相交，則旋轉形成一錐面；線上之點之軌跡則稱“錐面螺旋線” (Conical Helix)。點運動一周所經過與軸線平行之距離稱“導程” (Lead)。當角度成  $90^\circ$  時，點之軌跡為阿基米德螺線。

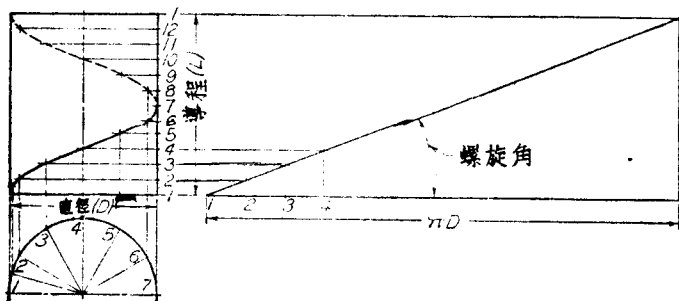


圖 5-68 螺旋線與其展開。

螺旋線之畫法。圖 5-68。畫柱體之兩視圖，沿其一外形線量出導程 (Lead)。將導程等分為數段 (如 12 等分)，再將正視圖之圓分成同數等分。於上視圖上各分點自 1 開始，註以數字；於正視圖上，自點 1 之正視圖起註明

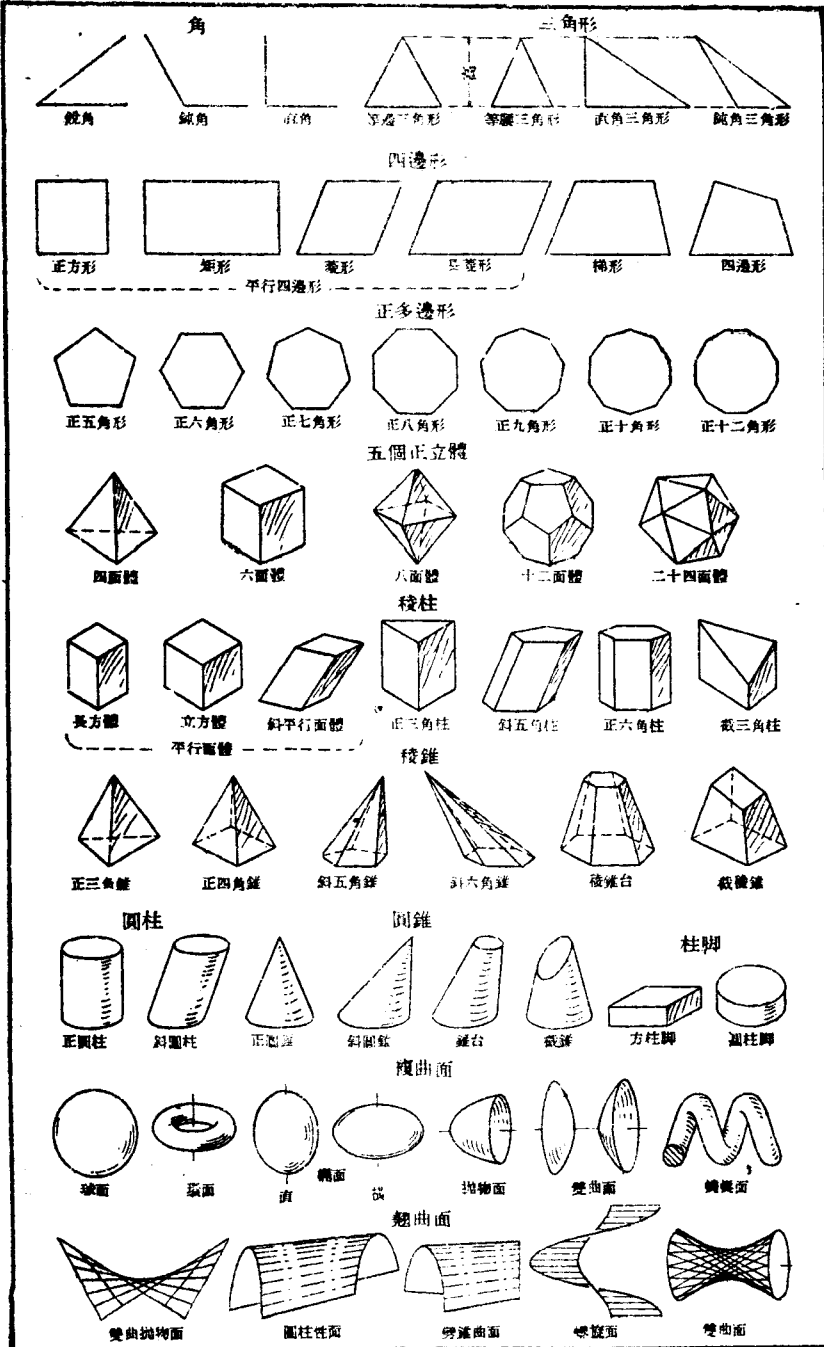


圖 5-69 幾何圖形。

所分之段數。當動點繞柱體進行圓周十二分之一之距離時，同時亦前進導程之十二分之一；繞行圓周之半時，亦前進導程之半。故螺旋線於上視圖上之各點，可投射其圓形正視圖上各分點(即螺旋線之正視圖上各點)，而與由導程上相同數字之各點橫出之線相交而得。錐面螺旋線之畫法與此相似，導程沿軸線量度。若將此柱面展開，則螺旋線為一直線，此直線與底線相交之角稱“螺旋角”(Helix Angle)。其正切為  $L/(\pi D)$ ， $L$  為導程， $D$  為直徑。

### 習題

5.54 各幾何題之解答均應極端準確，庶幾既可作製圖練習，又收解題之效。鉛筆應保持極尖，劃線須較輕。用兩相交線決定一點之位置；在線上豎兩短劃表示線之長度。下列各題之尺寸除另有規定外，均適於  $5'' \times 7''$  之地位。故在  $8\frac{1}{2}'' \times 11''$  之標準紙上，可畫一題或二題；在  $11'' \times 17''$  之紙上可畫二題或四題。

1. 在圖紙之中心處，作一  $4\frac{1}{8}''$  長之水平線。用圖 5.2 之法，將其分為七等分。
2. 距圖紙左邊  $1''$  處，作一  $3\frac{3}{8}''$  長之垂直線。將其分段，使成 1, 3, 5 及 7 之比例。
3. 作一多邊形，如圖 5.70 所示。在離圖紙底邊  $\frac{5}{16}''$  處，依水平方向作

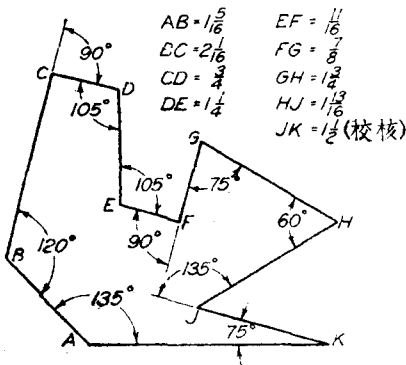


圖 5.70 不規則多邊形。

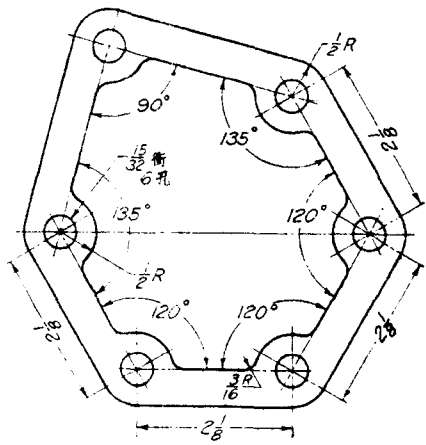


圖 5.71 墊圈(Gasket)。

不定長之線 AK。自 A 畫 AB 並量出其長度。再以同法續畫其他各邊。其角均可以兩三角板作適當之組合得之。參看圖 3·5 及圖 3·6。

4. 作線 AK 與水平線成  $15^\circ$  角。以此線為底線，移畫圖 5·70 之多邊形。
5. 如圖 5·71 中所示之位置，畫出墊圈 (Casket)。
6. 將圖 5·71 中所示之墊圈，轉一方向畫出，使其兩平行邊為水平。
7. 作一正六邊形，其對角距離為 4"。
8. 作一正六邊形，其短徑為  $3\frac{3}{8}$ "。
9. 作一正十二邊形，其短徑為  $3\frac{3}{8}$ "。

### 切線習題

此類題目乃用以練習切線之準確連接法。在開始前，先細閱第 5·18 至 5·28 節。用幾何方法決定所有圓弧之圓心。若上學時，則僅需將其外形及中心線上墨。

10. 作夾角為  $30^\circ$  之二線 AB 及 AC。定一點 P，離 A 為 4"，離線 AB 為  $\frac{1}{2}$ "。試畫一圓弧經過點 P，切於線 AB 及 CD。有二解。
11. 作一雙彎曲線 (Ogee Curve) 連接兩平行線 AB 及 CD，如圖 5·36。使  $X=4"$ ， $Y=2\frac{1}{2}"$ ， $BE=3"$ 。設此線為一桿之中心線，而桿之直徑為  $\frac{1}{4}"$ ，試作出此桿。
12. 按圖 5·72 所示之數據 (Data)，作一雙彎管圖。

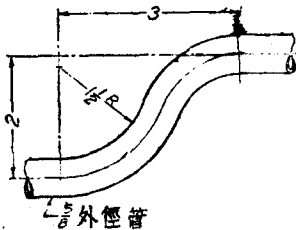


圖 5-72 彎管節。

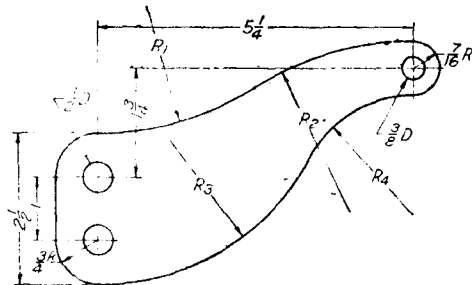


圖 5-73 托架 (Bracket)。

13. 作一托架之外形視圖 (Contour View) 如圖 5·73 所示。上部雙彎曲線之半徑  $R_1$  及  $R_2$  相等。下部曲線之  $R_3$  為  $R_1$  之兩倍。

14. 以距圖紙頂邊  $\frac{1}{2}$ " 及其左邊  $1\frac{1}{4}$ " 之處為圓心, 以  $3\frac{1}{8}$ " 為半徑, 作一圓弧。用作圖法求出  $60^\circ$  弧之長度, 再用算術方法計算該弧長度以校核其結果。

15. 墊圈, 如圖 5-74 所示, 其外徑為 4", 內徑為  $2\frac{3}{4}$ "。兩個  $\frac{3}{4}$ " 之孔, 其圓心之距離為 5"。耳部之半徑為  $\frac{3}{4}$ ", 內圓角(Fillet)為 1"。依圖 5-34 之方法, 用鉛筆註出各切點。

16. 填隙片, 如圖 5-75 所示, 其外徑為 4", 內徑為  $3\frac{5}{8}$ "。孔為  $1\frac{3}{8}$ "。耳部之半徑為  $\frac{1}{4}$ ", 內圓角為  $\frac{3}{16}$ "。先畫中心線, 在此等線上量出各已知之半徑, 並加以標記。再用鉛筆註出所有切點, 如圖 5-34 所示。

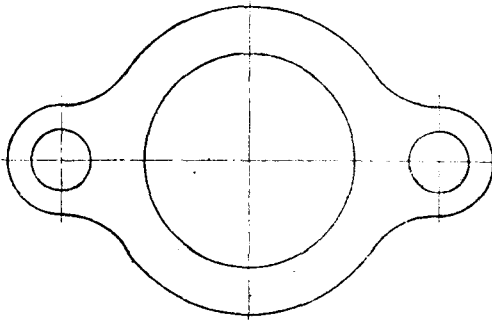


圖 5-74 墊圈(Gasket).

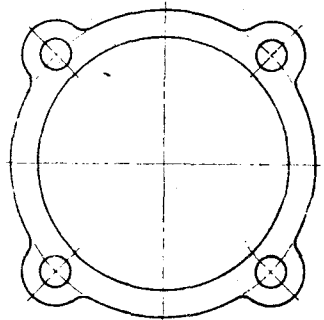


圖 5-75 填隙片(Shim).

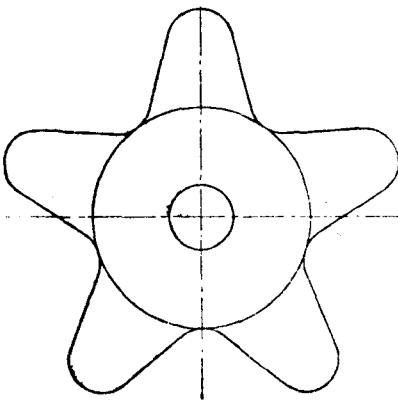


圖 5-76 星形捏手(Star Knob).

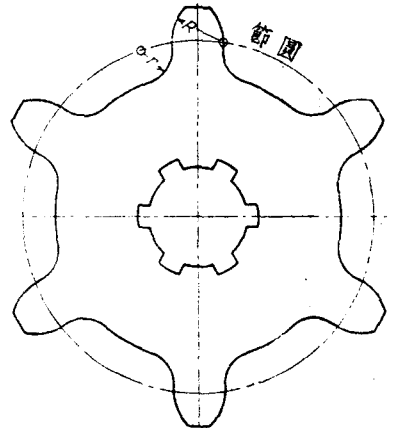


圖 5-77 鏈輪(Sprocket).

17. 星形捏手之正視圖, 如圖 5-76 所示。其外接圓半徑為  $2\frac{3}{8}$ "。殼

(Hub) 之直徑為  $2\frac{1}{2}$ "。孔之直徑為  $\frac{3}{4}$ "。各頂點之半徑為  $\frac{3}{8}$ "。內圓角之半徑為  $\frac{3}{8}$ "。用鉛筆將切點註出。

18. 鏈輪之正視圖，如圖 5.77 所示。外徑  $4\frac{3}{4}$ "。節圓直徑 (Pitch Diameter) 4"。根圓直徑 (Root Diameter)  $3\frac{1}{4}$ "。內徑 (Bore)  $1\frac{1}{4}$ "。節線 (Pitch Line) 處齒厚為  $\frac{9}{16}$ "。栓槽 (Splines) 為  $\frac{1}{4}$ " 寬， $\frac{1}{8}$ " 深。用

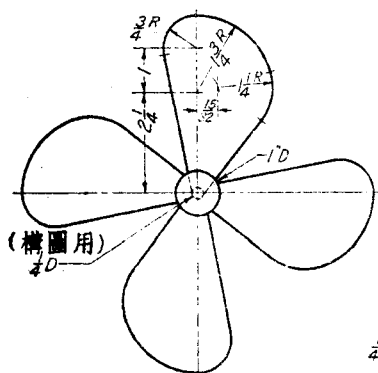


圖 5.78 風扇。

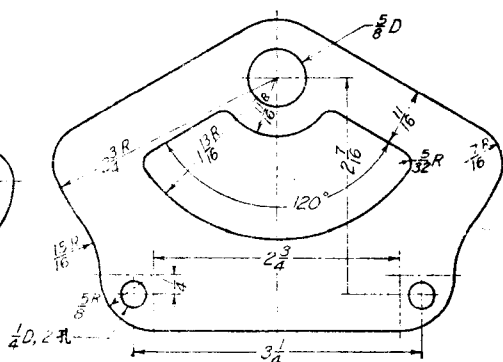


圖 5.79 水平板。

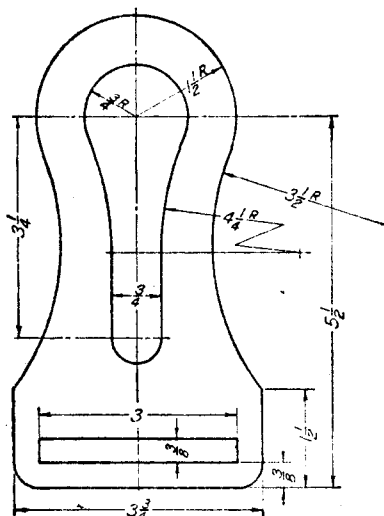


圖 5.80 嵌圖板。

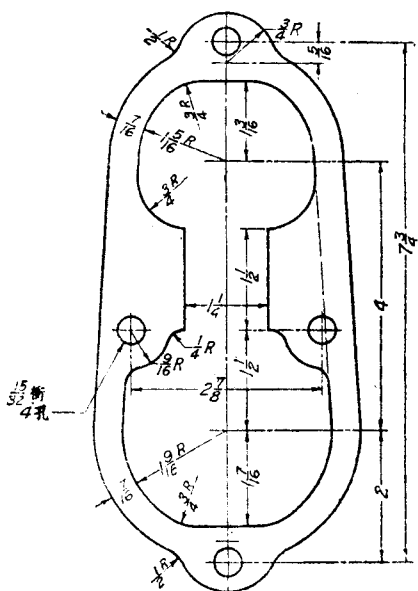


圖 5.81 矇片。



鉛筆註出各切點。

19. 風扇之正視圖，如圖 5-78 所示，照已知之全尺寸畫出。(圖紙大小為 9"×9")

20. 圖 5-79. 水平板(Level Plate)之正視圖。用全尺寸畫出。

21. 圖 5-80. 眼圈板(Eyelet)之正視圖。用已知尺寸畫出(圖紙大小為 5"×8")

22. 圖 5-81. 鑿片(Stamping)之正視圖。用已知尺寸畫出(圖紙大小為 5"×9")

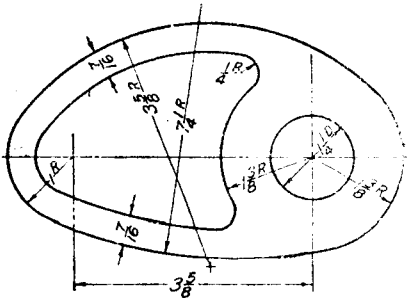


圖 5-82 凸輪。

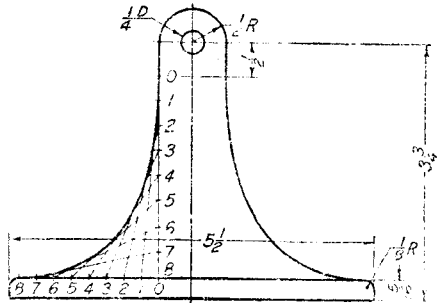


圖 5-83 風扇底座。

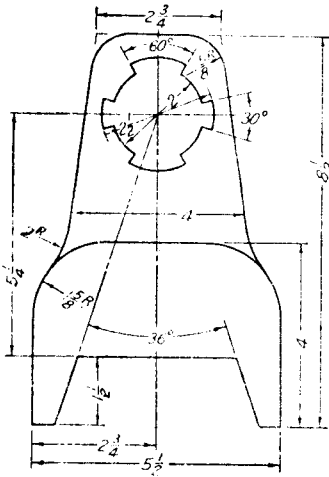


圖 5-84 鑿鑽。

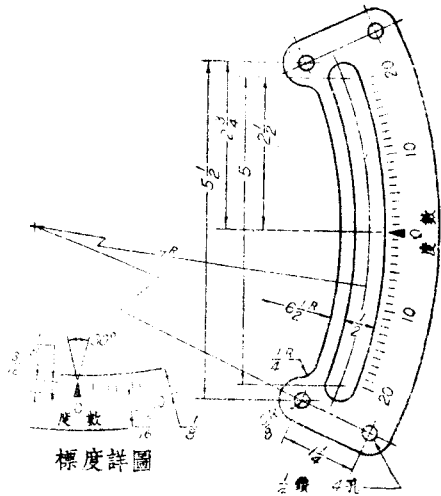


圖 5-85 表計蓋板。

23. 圖 5-82. 凸輪(Cam)之正視圖。
24. 圖 5-83. 抽製金屬風扇底座 (Drawn-metal Fan Base) 之正視圖。其曲線輪廓，成拋物線包絡(Parabolic Envelope)形。參閱圖 5-60。
25. 圖 5-84. 栓鎖(Spline Lock)之正視圖。
26. 圖 5-85. 表計蓋板之正視圖。

### 曲線習題

在確定一曲線時，所需定點之多少，隨曲線之大小及曲率 (Curvature) 之變化率而定。曲線急轉處需有較多之點。下列習題中，各點間平均相隔之距離約為  $\frac{1}{4}$ 。

27. 作一橢圓，其長軸為  $4\frac{1}{8}$ "，短軸為 3"。用第 5-35 節所述之橢圓規法。
28. 作一橢圓，其長軸為  $4\frac{5}{8}$ "，短軸為  $1\frac{1}{8}$ "。用第 5-38 節所述之同心圓法。
29. 作一橢圓，其長軸為 4"。橢圓上一點位於短軸左邊  $1\frac{1}{8}$ "，及長軸上部  $\frac{7}{8}$ " 處。
30. 作一橢圓，其短軸為  $2\frac{3}{4}$ "，其焦點間之距離為  $3\frac{1}{4}$ "。在距其短軸右邊  $1\frac{3}{8}$ " 處之橢圓上一點，作一切線。
31. 作一橢圓，其長軸為 4"。橢圓上一切線交短軸於距中心  $1\frac{3}{4}$ " 處，成  $60^\circ$  角。
32. 作一五心拱 (Five-centered Arch)，其跨距 (Span) 為 5"，起高 (Rise) 為 2"。參閱第 5-42 節。
33. 作一橢圓，已知其共軛軸為  $4\frac{3}{4}$ " 及  $2\frac{3}{4}$ "，相互所成之角為  $75^\circ$ 。試決定其長軸及短軸。
34. 作橢圓之長軸及短軸。已知其一對共軛直徑，相互成  $60^\circ$  角，其一為水平，長為  $6\frac{1}{4}$ "，另一長為  $3\frac{1}{4}$ "。
35. 於  $4" \times 2"$  矩形中作一拋物線，其軸為垂直者。
36. 用支距法作拋物拱，其跨距為 6"，起高為  $2\frac{1}{2}$ "。將跨距一半分為八等分。

37. 經一點  $P$  作一等軸雙曲線, 該點距  $OB$  為  $\frac{1}{2}''$ , 距  $OA$  為  $2\frac{1}{2}''$ . (參攷圖 5.62 所註之字母.)

38. 作五邊形之漸伸線二圈, 五邊形外接圓之直徑為  $\frac{1}{2}''$ .

39. 作圓之漸伸線半圈, 此圓之直徑為  $3\frac{1}{4}''$ , 其圓心距圖紙左邊  $1''$ . 試計算其最後切線之長度, 再與量得之長度比較之.

40. 作一阿基米德螺線, 在  $4''$  直徑之圓內繞一圈.

41. 作旋輪線, 以一  $2''$  直徑之圓滾動而成. 用 12 分格.

42. 作外擺線, 以一  $2''$  直徑之圓, 在一  $15''$  直徑之圓上滾動而成. 用 12 分格.

43. 作內擺線, 以一  $2''$  直徑之圓, 在一  $15''$  直徑之圓內滾動而成. 用 12 分格.

## 第六章 投影圖之原理

6.1 前數章為研習工程畫之準備工作。第一章着眼於比較藝術家為表達某種印象或情調所作之畫，與工程師為表達實物情形所作之圖不同之點。蓋工程師所需表達之實物情形，包括目的物形狀之描述，及目的物每一零件尺寸之說明也。本章將述及表明目的物形狀之各種不同方法。

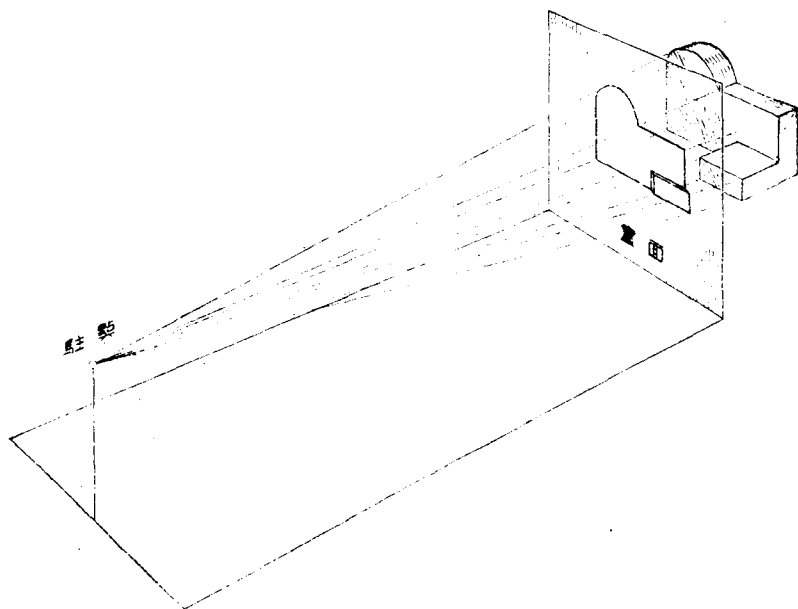


圖 6.1 透視投影。

若自特殊位置觀察一尋常目的物，常能對其形狀獲得甚佳之印象。蓋因：(1)所見到者不止物體一面，(2)光線與暗影可更顯示其外形，(3)兩眼同時觀看，有立體鏡的 (Stereoscopic) 效應發生，可藉以判斷目的物之形狀及大小。技術性之製圖，對第三點從不計及，其所畫之目的物概視為隻眼所見到者；而

僅在特殊情況下用光線與暗影之效果。通常吾人所關心者僅目的物之輪廓而已。

於目的物與觀者之位置間，假想有一透明平面，如圖 6.1 所示。觀者對目的物各點射出之視線與此平面相交之點，其所成之圖形與觀者眼中所見之實際物像初無二致。據此原理所製之圖，稱為“透視圖”(Perspective Drawing)，

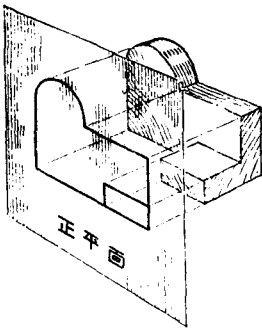


圖 6.2 正投影。

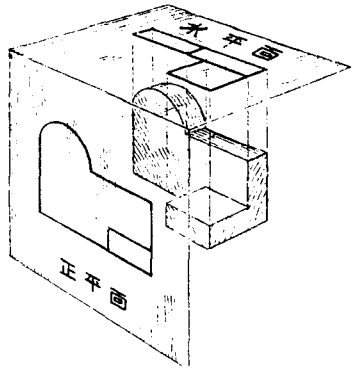


圖 6.3 正投影面及水平投影面。

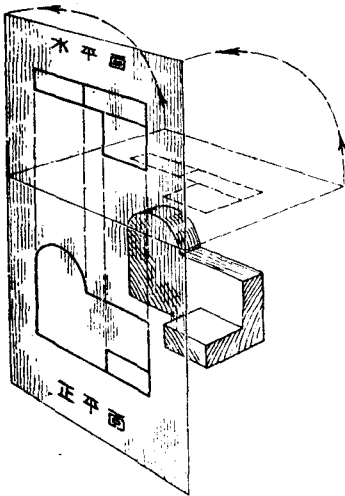


圖 6.4 水平面之旋轉

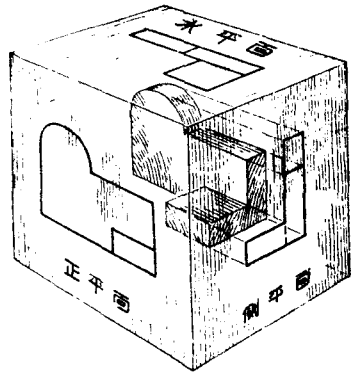


圖 6.5 三投影面。

乃所有藝術家工作之基礎。其在技術方面大都用於物體外形較其結構更為重要之處。

6.2 若觀者假想其本身自原來觀察之位置向後退至理論上之無窮遠，則自肉眼至目的物間之視線自漸引伸，至於無窮長，而互相平行並垂直於畫面。此時畫面上之圖，即稱為正投影 (Orthographic Projection)。如不用無窮遠之視線，而假想自目的物上之各點引線垂直畫面亦可，如圖 6.2 所示。此圖景 (正平面上之投影) 為自正面所見之物體形勢，然不能示其自前至後之形狀或距離。故欲表達目的物，務須一面以上之投影。

假想一透明水平面，置於目的物之頂，如圖 6.3 所示。則此平面上之投影，可由目的物向此平面引垂線而得。所示目的物之形狀，恰如在其正上方所觀得者，並可表明其自前至後之距離。設旋轉此水平面使與垂直面疊合如圖 6.4 所示，則目的物之兩視圖將位於同一平面，一若在一張紙上。第三個平面

稱為側平面 (Profile Plane)，如圖 6.5 所示，乃與前二平面垂直之假想平面。在該平面上，可投射目的物之第三視圖。此視圖表示從旁邊看到之目的物形狀，並有自底至頂及自前至後之距離。圖 6.6 乃將水平面及側平面均旋轉於正平面 (再假想此為圖紙之平面) 之平面內。如此且可由同一平面上相關之圖形，確知目的物之三度形狀。至於應用此原理之實用作圖程序，則在下一章中述之。

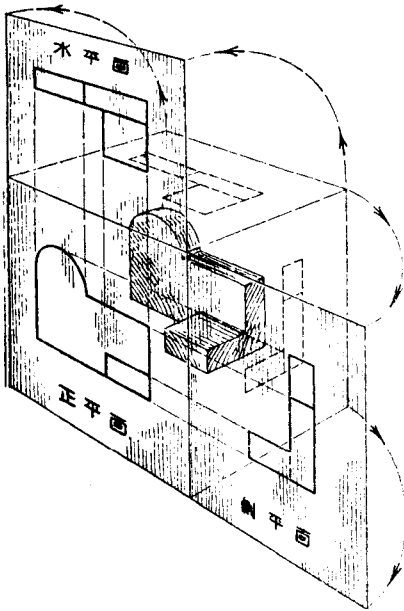


圖 6.6 水平面及側平面之旋轉。

在正投影圖中，其畫面即稱為投影面 (Plane of Projection)，其垂線稱為投影線 (Projecting Line) 或投影射線 (Projector)。

凡觀察此類理論投影圖 (或視圖) 時，不應認視圖為透明平面上之平坦表面，而應想像其目光穿過透明平面注視於目的物之本體。

6.3 定義。廣義言之，理論上所謂正 (註) 投影也者，作垂直線於一平

譯者註。“正”字英文通常用“Orthographic”(=Right-writing)，偶亦有用“Orthogonal”(=Right-angled)者

面上而得之任一單獨投影也。然而經長期之應用及共同之認可，其定義係指兩個或兩個以上此種視圖之組合而言。故其定義如下：正投影為作目的物之垂線於二個或二個以上互成直角之平面所成之視圖，以表達目的物真正形狀之方法也。

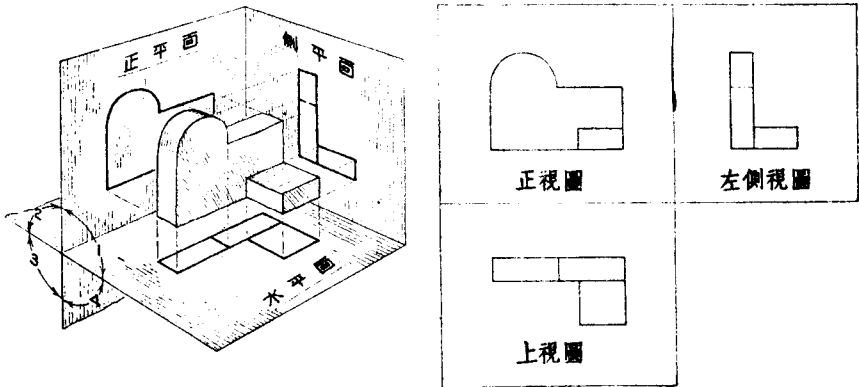


圖 6.7 第一角投影。

6.4 第一角投影 (First-angle Projection) (註) 如延長水平投影面與垂直投影面於其交線外，則形成四個二面角，依次稱為“第一角”、“第二角”、“第三角”及“第四角”，如圖 6-7 左端所示。理論上，目的物可置於任一象限中，而後投影至平面上，再將平面依其交線摺轉。實際則捨去第二及第四角，僅利用第一及第三角。本書所用者為第三角，由此而得之投影稱為“第三角投影”(Third-angle Projection)，其中投影面在人目與物體間。若將目的物置於第一角中(此時物體在人目與投影面之間)，經投影至平面後，展開各平面，則上視圖顯然轉在正視圖之下。若加畫側視圖，則圖左邊之視圖將在正視圖之右，而右邊者則在其左。此種投影稱為“第一角投影”，原用於英國，後推廣至歐洲大陸德、法、意諸國。蘇聯亦採用之。美、日、荷等國本用此法，現則均已改用第三角投影。我國一般趨勢均用第三角投影。兩者相較，第三角投影實較優，以其各視圖之排法與物體展開之位置相同，故讀繪較易；兼且相鄰兩視圖中代表物體同稜之線接近，故所註尺寸集中也。雖然，學生對於第一角投影法仍應明白認識，始不致誤解他人所作之第一角投影圖。

譯者註。本節由譯者改寫。

6.5 一面法(One-plane Methods)。設將目的物從原來與正投影面平行之位置移轉一角度再向前傾斜，則可見其三面。於是形成一種特殊之“正”投影，稱為“不等角投影”(Axonometric Projection)。此可分三種：等角(Isometric)，兩等角(Dimetric)及三度(Trimetric)投影，均將於第二十一章中述之。

投影方法之類別中，另有一種為斜投影(Oblique Projection)，其所有之投射線相互平行且與平面成非 $90^\circ$ 之角。

不等角投影，斜投影以及透視投影皆屬一面圖景法(One-plane Pictorial Methods)一類，此與普通正投影有別。蓋普通正投影至少需要兩個平面，以表示目的物之三度也。

各種不同之投影方式，其分類見下列之表。

惟地圖投影，在一平面上表示地球曲面之多種方法則未列入表中。

投影分類

<b>正投影</b> 投射線垂直於 投影面	{ 複面法 (兩個或兩個以上 之平面)  不等角法 (一個平面)	{ 兩視圖之圖 三視圖之圖 有輔視圖之圖(第141頁)  等角投影 三軸與投影面成等角(第21.4節) 等角畫(Isometric Drawing)(第21.5節) 兩等角投影 三軸中之二與投影面成等角(第21.14節) 三度投影 三軸與投影面成不等角(第21.15節)
<b>斜投影</b> 投射線斜射於 投影面	{ (一個平面)	{ 平行透視(Parallel Perspective) 目的物之一面平行於投影面。(第22.7節) 斜透視(Angular Perspective) 目的物之二面傾斜於投影面。(第22.2節) 偏透視(Oblique Perspective) 目的物之三面皆傾斜(極少用)。
<b>透視投影</b> 射線集中於一 定點	{ (一個平面)	



## 第七章 正投影

7.1 正投影 (Orthographic Projection) 為描述任何實體目的物之準確形狀之方法。實際上此法乃觀察者從不同之位置觀察目的物所得之一組個別視圖 (View)，其相互間並以一定方式予以配合。每一視圖可指示目的物在某一視線方向之形狀，故二種或二種以上之視圖組合，即可將原件完全表

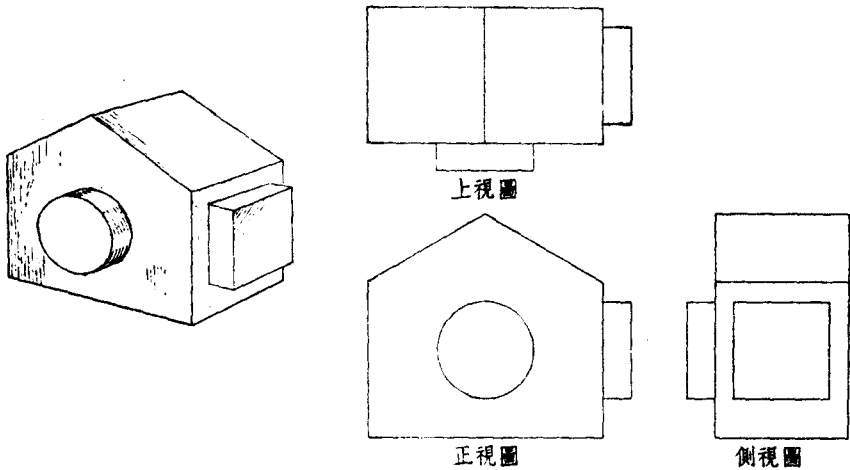


圖 7.1 模型及其三種視圖。

出。以圖 7.1 中之模型為例，若觀察者設想其本身之位置，在目的物之正前方，正上方，及正側方，（理論上須在無窮遠之距離，實際上只在一個合乎觀察之距離，然須假設觀者與目的物各點之視線，皆為平行），即可得圖中所示之正視圖 (Front View)，上視圖 (Top View)，及側視圖 (Side View)。正視圖為自前方看得之目的物形狀，表示模型自左至右及自底至頂所佔據之空間，然於自前至後之形狀或距離則一無表示。上視圖為自上方看得之目的物形狀，表示模型自左至右及自前至後所佔據之空間，惟不及自底至頂之形狀或距離。

表示模型自左至右及自前至後所佔據之空間，惟不及自底至頂之形狀或距離。側視圖為自側面看得之形狀，表示自前至後及自底至頂之距離，而不及自左至右之距離或形狀。如此，每一視圖表示由一特別視線方向看得之物體，而具有空間三度之二。

**7.2 空間三度。** 凡實體目的物，不論其為簡單之零件或為複雜之結構，均有確定之形狀，且可由其空間三度量度。是故將此三度加以定義，定以方向，俾應吾人製圖之需要。

**高度 (Height)** 為任意二點間之高度差 (Difference in Elevation)，以包含二點之二水平平面間之垂直距離量度，見圖 7.2。目的物之邊非必與高度之方向相合者。如邊  $AB$  與高度方向相合，邊  $CD$  則否；然  $A$  及  $C$  之空間高度 (Space Height) 則同， $B$  及  $D$  亦然。吾人恆沿鉛直方向量度高度，而不問物體之形狀。

**寬度 (Width)** 為任意二點間自左至右之位置距離 (Positional Distance)，以包含二點之二側面間之垂直距離量度。圖 7.3 中以標有“寬度”二字之距離表示左邊點  $E, G$  及右邊點  $H, F$  間之相對寬度。物體之邊  $EF$  與寬度方向相合，邊  $GH$  則自  $G$  向  $H$  下傾，故實際之邊較  $GH$  間之寬度為長。

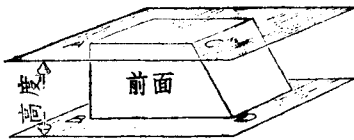


圖 7.2 高度之量度。

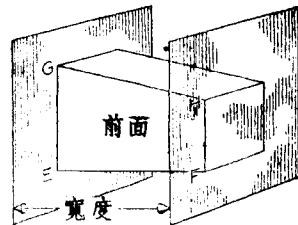


圖 7.3 寬度之量度。

**深度 (註) (Depth)** 為任意二點間自前至後之位置距離，以包含二點之二正平面間之垂直距離量度。圖 7.4 示二正平面，一在物體前方，包含點  $J$  及  $L$ ；一在後方，包含點  $K$  及  $M$ 。物體前面及後面間之相對深度為此二平面間之

註。此處“深度”一詞係採用土木工程中之意義，如“一方地之深度”是。

垂直距離，如圖所示。

若任意一點對於其他一已知點之高度，寬度，及深度為已知，則可定此點在空間之位置。圖 7-5 示一立方體，有標 A, B, C, 及 D 之四角。設包含點 A 及 B 之平面為物體之前面，則其高度，寬度，及深度當如圖上所標者，再設點

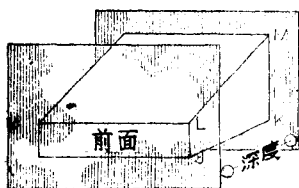


圖 7-4 深度之量度。

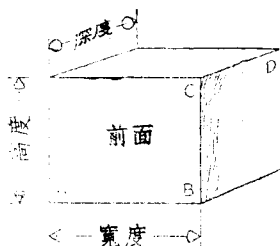


圖 7-5 定空間各點。

A 在空間之位置為固定者，則可由之而定點 B；祇需知其寬度，並說明高度與深度之大小為零已足。由 A 定 C，祇需知其寬度，高度，並說明其深度為零。若知寬度，高度，及深度之大小，則可由 A 定 D。

**7.3 投影面。** 循第六章所述之理論，吾人可想像欲繪之物體係為諸透明平面所包圍者，視圖即投影其上。空間三度（高度，寬度，深度）及投影面之位置予以確定，不容變更，其間之關係及其與視線方向之關係亦有一定，見圖 7.6。每投影面垂直於其本身之視線方向。若是則正平面垂直於正視線方向，水平面垂直於頂視線方向，側平面垂直於側視線方向。一視圖之二空間度平行於此視圖之平面，垂直於視線方向。故高度及寬度平行於正平面，垂直於正視線方向；寬度及深度平行於水平面，垂直於頂視線方向；高度及深度平行於側平面，垂直於側視線方向。請注意三投影面彼此垂直，空間三度及三視線方向亦然。

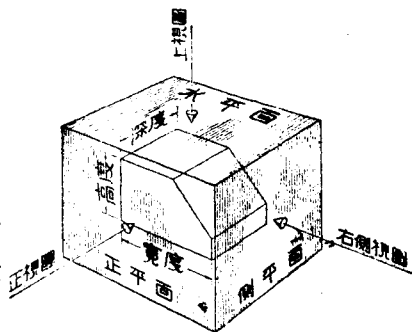


圖 7-6 空間方向與投影面之關係。

**7.4 定物體之位置。** 欲畫一物體，其可能安放之位置有數種，務須擇其

最簡單者。物體之主要各面須垂直於各視圖之視線方向，且平行於投影面，見圖 7-7。

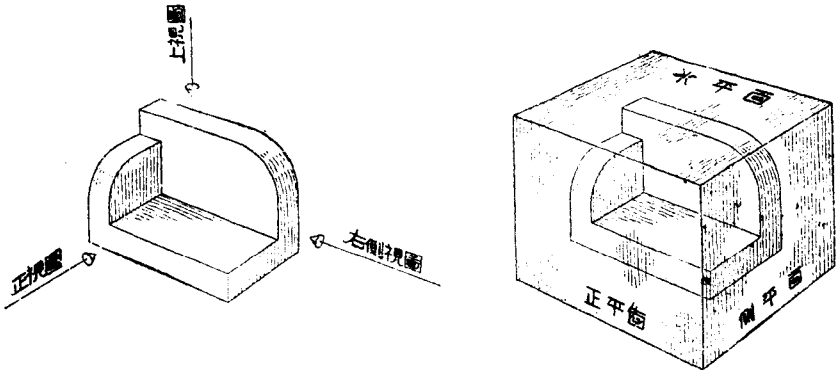


圖 7-7 定物體之位置。

**7-5 投影。** 就理論言之，投影面上之正投影視圖為由物體引各平面之垂直線而產生者，見圖 7-8。吾人所立之位置，若正對物體之前方，上方，兩側，底下及後方，則直對此物而望時，亦可見到此種視圖之景象。此一切視圖之投

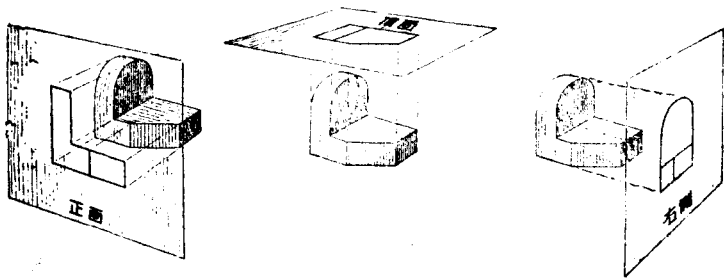


圖 7-8 正投影視圖。

影面形成一透明盒，將物體完全包圍，如圖 7-9。假想此盒之六面被展開於紙面，成爲一個平面，如圖 7-10 所示。設正面原在紙面內，其他各面裝有絞鏈，旋轉至於圖中之位置。在正平面上之投影，稱爲正視圖(Front View or Front Elevation)或垂直投影(Vertical Projection)；在水平面上之投影，稱爲上視圖(Top View)，水平投影(Horizontal Projection)或平面圖(Plan)；在側平面上之投影，稱爲側視圖(Side View, Side Elevation, 有時稱爲 End View 或 End Elevation)或側投影(Profile Projection)。反轉視線之方向，

則得一底視圖(Bottom View)而非上視圖,或得一後視圖(Rear View)而非正視圖。偶用其一,間亦兩者並用,藉以顯示形狀或結構之某細節。圖7.11為美國標準學會所排列之六種視圖之相對位置。在實際工作中一張圖上極少將六種主要視圖完全用到。但不論需用幾種,其相互間之位置應如圖7.11所

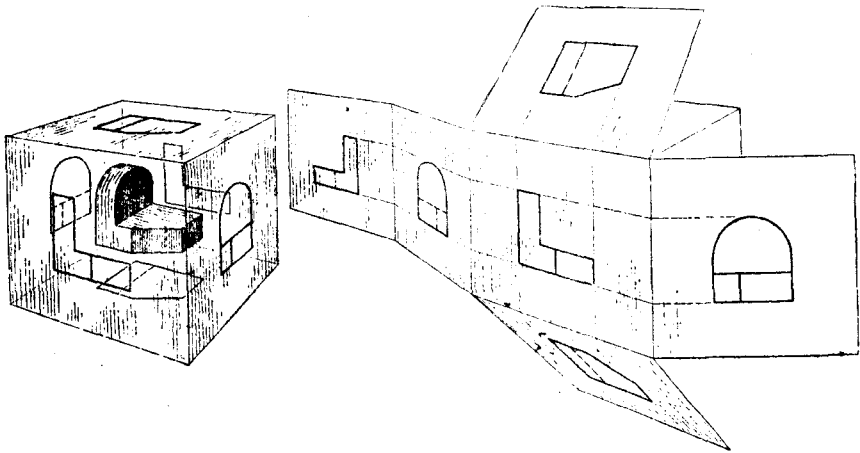


圖7.9 透明盒.

圖7.10 展開之盒子.

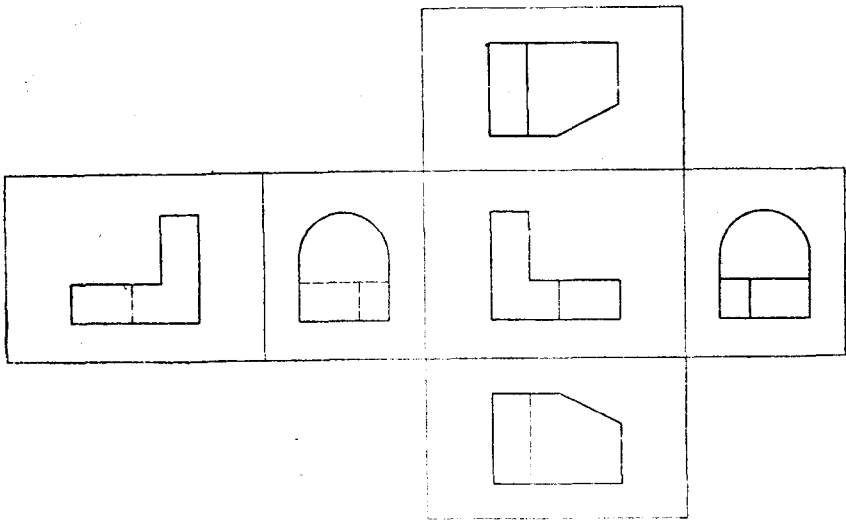


圖7.11 六種視圖之相對位置.

示。此種視圖俱為主要者。每視圖表示高、寬、深三度之二。

7-6 視圖之組合。最常用之視圖組合，為上視圖、正視圖及右側視圖，如圖 7-12 所示。此乃六種可能視圖中所選出之最容易表示題中模型形式之視圖組合。然有時以左側視圖表示物體，較右側者更為清晰。圖 7-13 即為

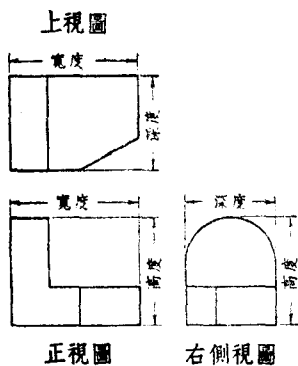


圖 7-12 三種投影。

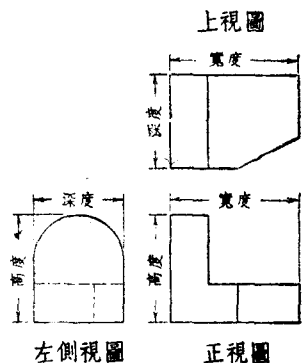


圖 7-13 三種投影。

上視圖、正視圖及左側視圖之組合（惟此題中以用右側視圖為佳，以其無隱線也）。須注意者，目的物正面之側視圖必與正視圖鄰接，而側視圖上每一點與正面邊緣之距離，應與上視圖上該點至正面邊緣之距離相等。至正視圖、右側視圖、及底視圖之組合，則如圖 7-14 所示；正視圖、上視圖、左側視圖、及後視圖之組合，則如圖 7-15 所示。

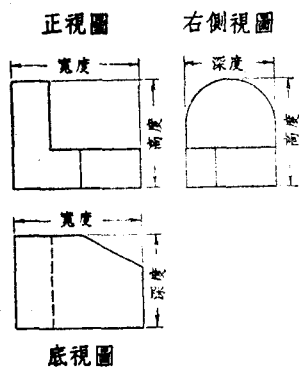


圖 7-14 三種投影。

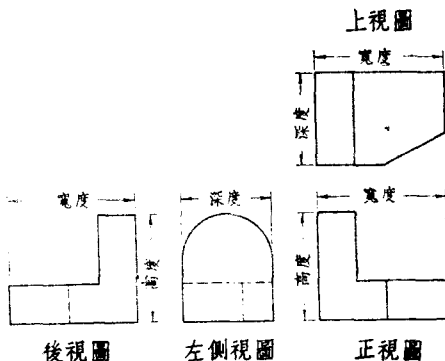


圖 7-15 後視圖之位置。

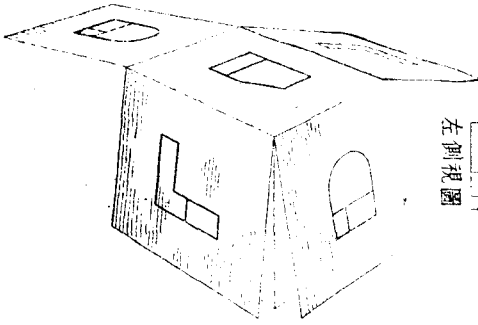


圖 7-16 打開盒子顯示第二位置。

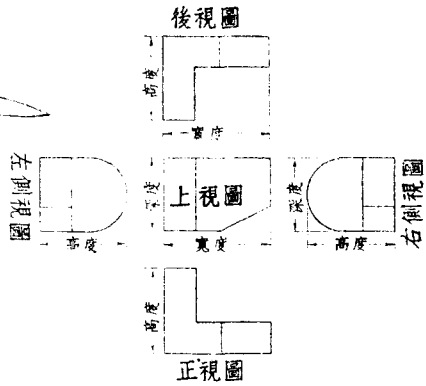


圖 7-17 第二位置視圖。

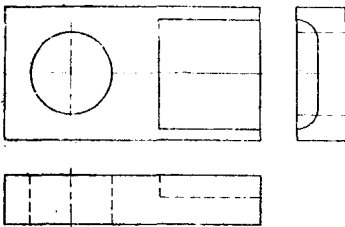


圖 7-18 第二位置中之側視圖。

7-7 “第二位置”視圖(“Alternate Position” View)。今設想玻璃盒頂面之位置固定，而正面，後面，及側面用鉸鏈繫住，如圖 7-16 所示；則側視圖與上視圖在一線上，後視圖在上視圖之上方，如圖 7-17。此種第二位置排列法，偶或用於廣闊而扁平之目的物，以節省紙之面積，圖 7-18。若不畫左側視圖，則可畫後視圖之第二位置，圖 7-19。

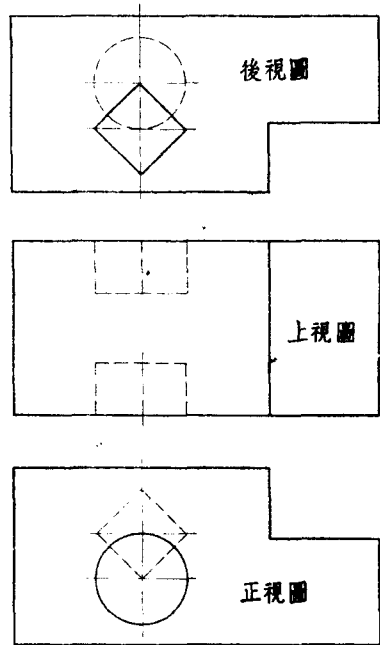


圖 7-19 第二位置中之視圖。

7-8 角上註數法。當比較投影與目的物(或其圖畫)時，若將目的物之角上註明數字或字母，對初學者當便利不少。用此種供辨認用之標記，將投影圖上之各相當點註明，如圖 7-20。如隱點正居顯點之後，註標記時，可註於顯

點標記之右。在圖 7·20 中，隱點用點線寫成之字母表之，更能顯其區別。試將圖 7·21 中三視圖之各角按寫生畫上數字標計之。

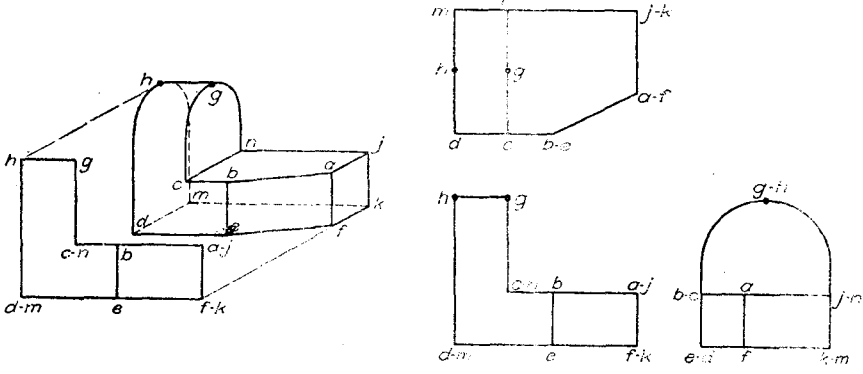


圖 7·20 註字之各點。

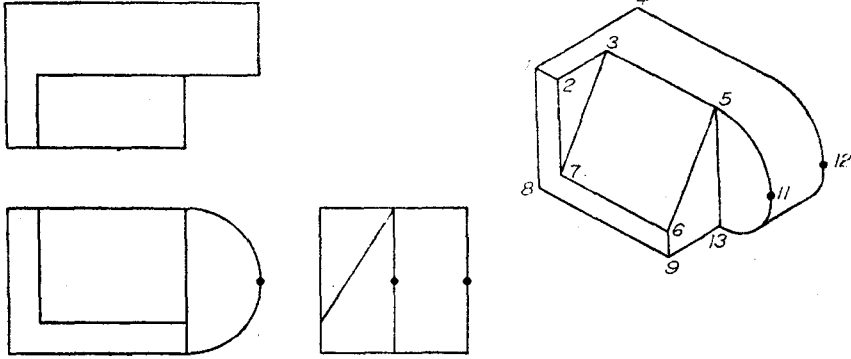


圖 7·21 投影練習。

7·9 邊及面之投影。物體邊及面之是否平行，或是否垂直於投影面，胥視其本身之形狀及在空間之位置而定。一線若平行於一投影面，或逕在其內，則線之名稱由此平面定之。故在水平面內之線稱為水平線，在正平面內之線稱為正線 (Frontal Line)，在側平面內之線稱為側線 (Profile Line)。若一線平行於二平面，則其名稱由此二平面得來，如水平正線，水平側線，或正側線等是。不平行於任何投影面之線稱為斜線 (Oblique Line)。圖 7·22 示各種位置之線。



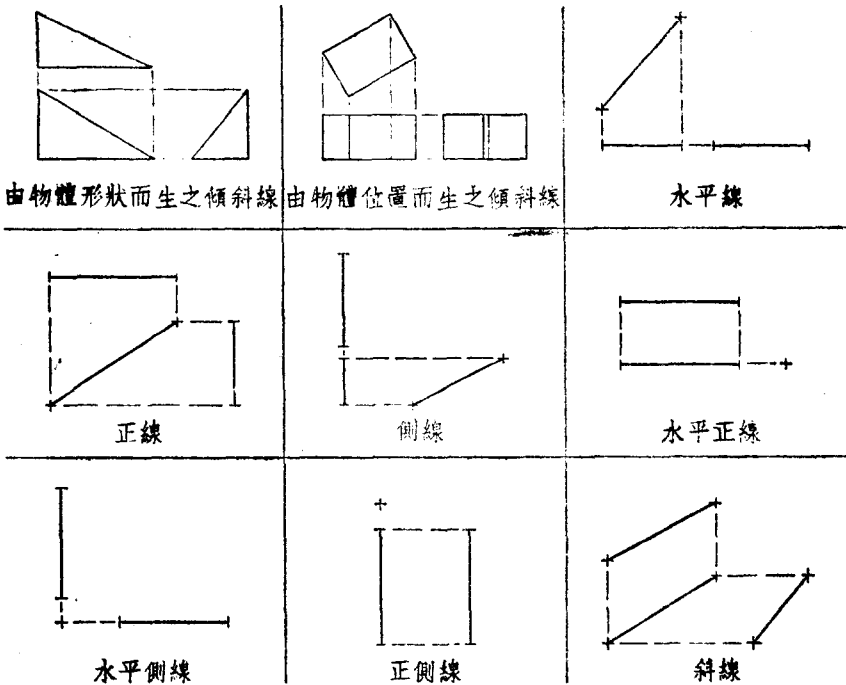


圖 7-22 線之各種位置。

面由其與投影面之空間關係而分類。圖 7-23 之 A 示水平面，正面，側面。若一面傾斜於二投影面（但垂直於第三面），如 B 所示者，則稱之為輔助面 (Auxiliary Surface)。若一面傾斜於三平面，如 C 所示者，則稱為斜面 (Oblique Surface)。

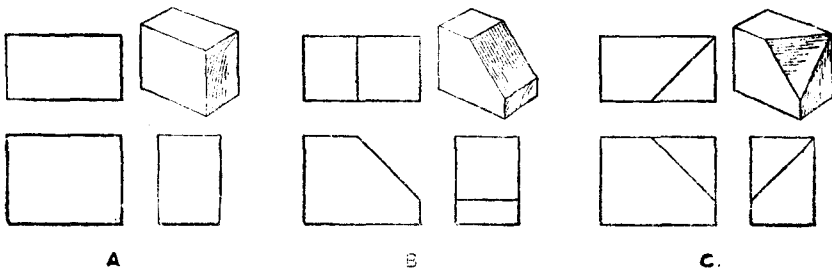
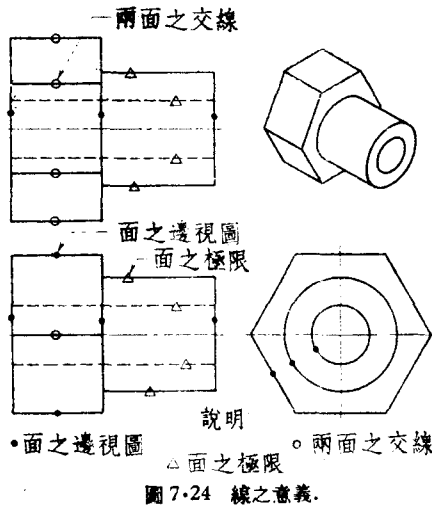


圖 7-23 面之位置。

一邊對於一投影面之位置若為平行者，則於該平面上顯示其實長；若為垂直，則成一點；若為傾斜，則較實長為短。同此，一面平行一投影面，則顯示其真實形狀；垂直時成一線；傾斜時則縮小。圖 7·23 可為一例。A 之物體，各面平行於投影面，故示頂面，正面，及右側面之真實形狀；物體各邊或示實長或成一點。B 之物體有一面傾斜，並無顯示其真實形狀之視圖，惟在正視圖中成爲一邊。此面之前邊及後邊在正視圖中顯示其實長，在上視圖及側視圖中則縮短。其頂邊及底邊在上視圖及側視圖中顯示實長，在正視圖中成爲二點。C 之物體有一斜面 (Oblique Surface)，並無顯示其真實形狀之視圖，其每邊在一視圖中爲實長，在他二視圖中則縮短。



7-10 線之意義。圖上之線其外表雖一致，然可表示物體之三種方向改變。退隱面 (Receding Surface) (即垂直於投影面之面) 之邊以一線示之，稱爲邊視圖 (Edge View)。二面相交所成之線稱爲交線 (Intersection)。曲面之轉向素線 (或翹曲面之一串轉向點) 稱爲面之極限 (Surface Limit)。圖 7-24 示線之不同意義。

7-11 隱線。如欲描畫目的物之完全形態，則所作之圖，必須具有其所所有之邊線，交線及面之極限。任何視圖中之目的物，必有幾部分爲逼近觀察者這部分所遮蔽以致不能窺見。凡此被遮部份之邊，交線及面之極限，用長點線

表示之。製圖員有時稱之為“虛線”(Dotted Line)。圖 7·25 中之鑽孔(註)，在右側視圖中可以見到，在上視圖與正視圖中則否，是以須利用隱線示鑽孔

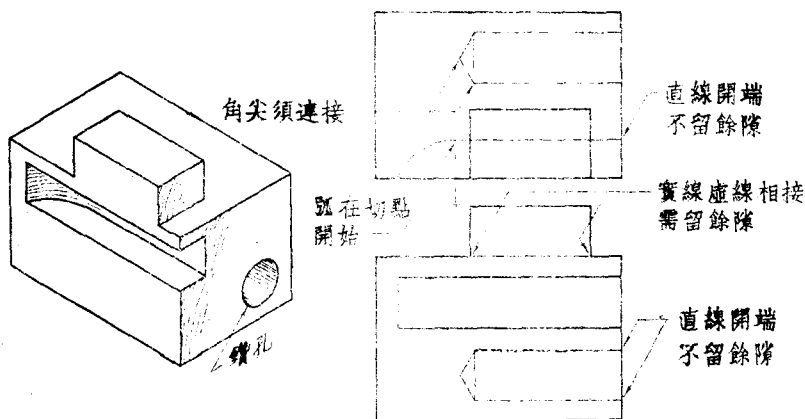


圖 7·25 被遮之部分。

之深度及其尖底之形狀。銑槽(註)見之於正視圖及側視圖，在上視圖中則不可見。

初學者必須注意，此種隱線之繪製，若畫時不其經心，則非但損壞圖之外貌，且使看圖時費力異常。此線畫時須較實線為細，使成長度一律之小長劃，

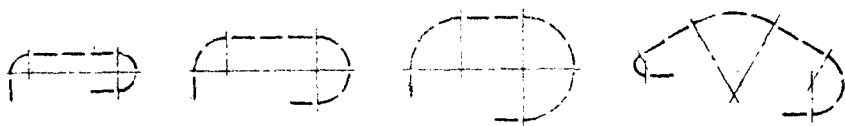


圖 7·26 虛弧(實際大小)。

二劃之間隙約為小長劃之四分之一。其開始與停止尤宜正確。隱線恆始於一小長劃，惟與實線成連續線時，則須留出一空隙，如圖 7·25 所示。小長劃恆於角上相接。凡圓弧須於其切點，以一小長劃開始。若為直實線或曲實線之連續線，則須留出一空隙。相切圓弧中之小長劃數，須留意使其外觀勻稱。圖 7·25 及圖 7·27 中所示之虛線，須留心研習之。

7·12 中心線。在工程畫中，通常最先畫之線為中心線，用以構成對稱

註。參攷術語辭彙(附錄第 673 頁)。

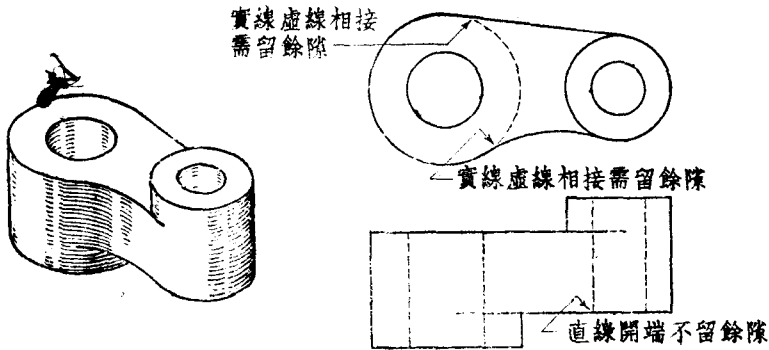


圖 7-27 虛線及虛弧。

視圖或部分視圖之對稱軸。(1)凡有軸之任一部分(如柱或錐),必先畫中心線以為其軸。(2)每一圓之中心在二條中心線之交點上,中心線務須交於長劃。

完成圖上中心線之標準符號,為一長一短相間之直劃所成之細線,如圖 3-30 “線之規格”中所示者。其長度常超出視圖或部分視圖之輪廓。中心線乃圖之骨骼,憑以註尺寸及作量度。圖 7-116 及圖 7-117 所示之中心線須加研習。

7-13 線之優先權。任何視圖,均可能有疊合之線。物體之遮沒部分,其投影可能同於可見部分。中心線亦能在物體某部之可見或不可見輪廓上。

因物體之實體形狀非予表現不可,故實線及虛線較其他諸線為優先。又因可見之輪廓其他位最為顯著,故實線較虛線為優先。可見之線能遮住隱線,隱線則不能遮可見線。至於虛線不能為視圖界線之一部分,更屬顯然。

於中心線與剖面線疊合時,則視何者能使讀圖便利而定其先後。折線(Break Line)之安置須不致有損全視圖之閱讀便利。尺寸線及延伸線勿疊於圖上之其他線。

下表為線之優先次序:

1. 實線。
2. 虛線。
3. 中心線或剖面線。
4. 折線。

5. 尺寸線及延伸線.

6. 剖面線.

注意圖 7-28 中臺台之各線.

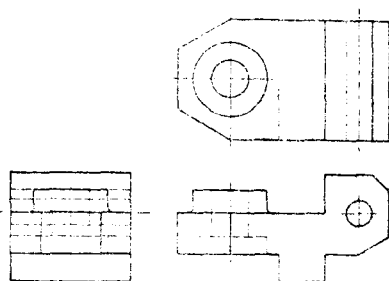


圖 7-28 疊合線之研究.

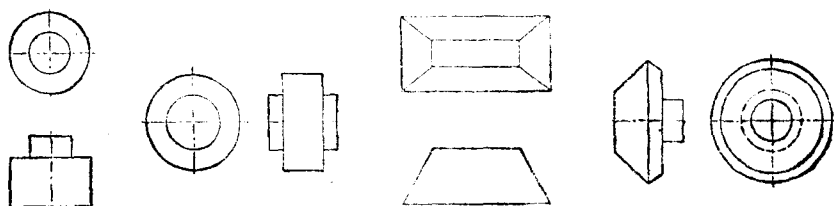


圖 7-29 二視圖之舉例.

**7-14 視圖之選擇.** 在實際工作時，選擇視圖之適當組合，俾能以最佳且最經濟之方式表示目的物之形狀，極屬重要。往往有僅需二種視圖者，例如柱體，若在垂直軸上，祇需一正視圖及一上視圖；若在水平軸上，則祇需一正視圖及一側視圖。錐體及稜錐體亦均可用二種視圖表示之。圖 7-29 為僅用二視圖之示例。反之，許多形狀之描繪，有需三個以上之正常視圖方能勝任者。

目的物可視為由幾個簡單之幾何體組合而成，主要者為圓柱及矩形柱。其用以表達目的物必需之視圖，應視其方向能否詳察具有特徵之輪廓而決定。例

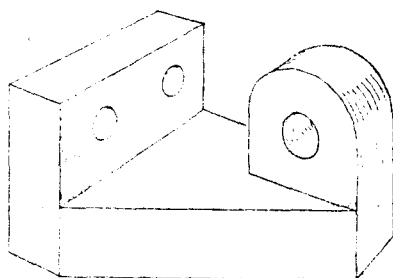


圖 7-30 幾何形之組合.

如圖 7-30 中所示之模型，乃由數種稜柱及圓柱所組成。若個別表示其形狀，再指出其相互之關係，則目的物可充分表明。在多種情形下，上視，正視及側

視三種正常視圖已足表示目的物之一切。

有時祇以二個視圖表達目的物，其條件為他人所想像之第三方向之形狀須與實際一般。如圖 7-31 中之 A，雖僅有二視圖，然他人想像中之物體必為

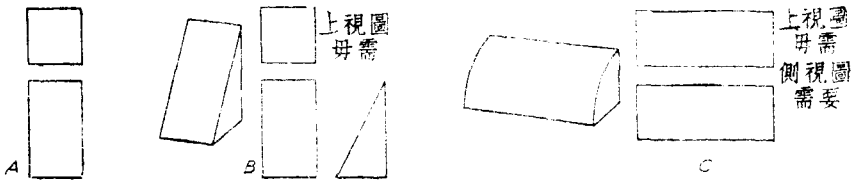


圖 7-31 視圖之研究。

一正方柱，其橫剖面為均勻者。然此二視圖可能為楔形之上視圖及正視圖，如以三視圖表示之 B 所示。C 所示之二視圖全未表示模型之形態，以可假定其

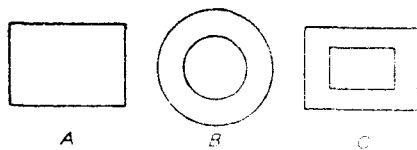


圖 7-32 已知之上視圖。

剖面為正方，為圓，為三角，為直角圓弧，或其他形狀也。故此形態，必須以一側視圖表示之。試將圖 7-32 中之 A, B, C, 各上視圖，描出幾個不同之正視圖。

設目的物置於其工作地位，各主要面平行於各投影面，先於心中虛構目的物，然後摹想其各個視圖，以決定最佳之組合法。圖 7-33 中之箭頭，即觀察

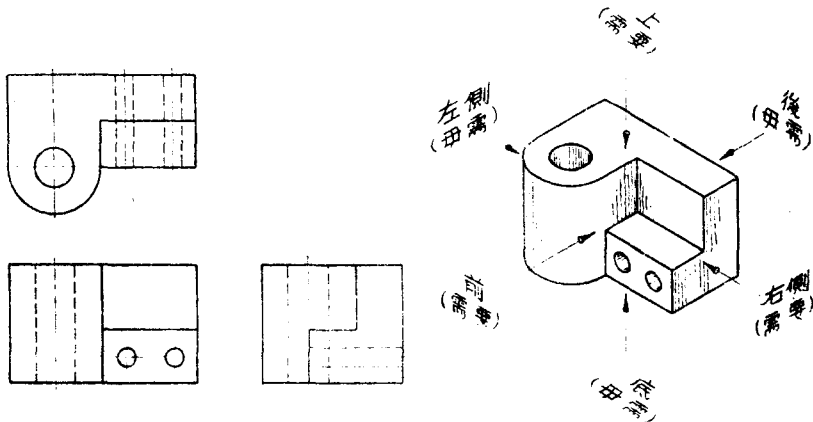


圖 7-33 視圖之選擇。

目的物六種主要視圖時之方向，以示製圖者之心理過程。彼製圖者審定正視

圖應示明該件之二個水平孔，及其寬度與高度；上視圖為示明垂直柱體之輪廓所需者；而其割去之一角，則須用一側視圖以示其形狀。彼更知在右側視圖上可以用實線顯示此割去之一角，然在左側視圖上，則應用隱線。底視圖及後視圖對於描繪此目的物則毫無意義也。故彼之選擇正視圖，上視圖，及右側視圖，實為最佳之表示法。側視圖中之隱線，愈少愈佳；此可作為選擇側視圖之定則，若並無軒輊，則正常習慣恆選右側視圖。

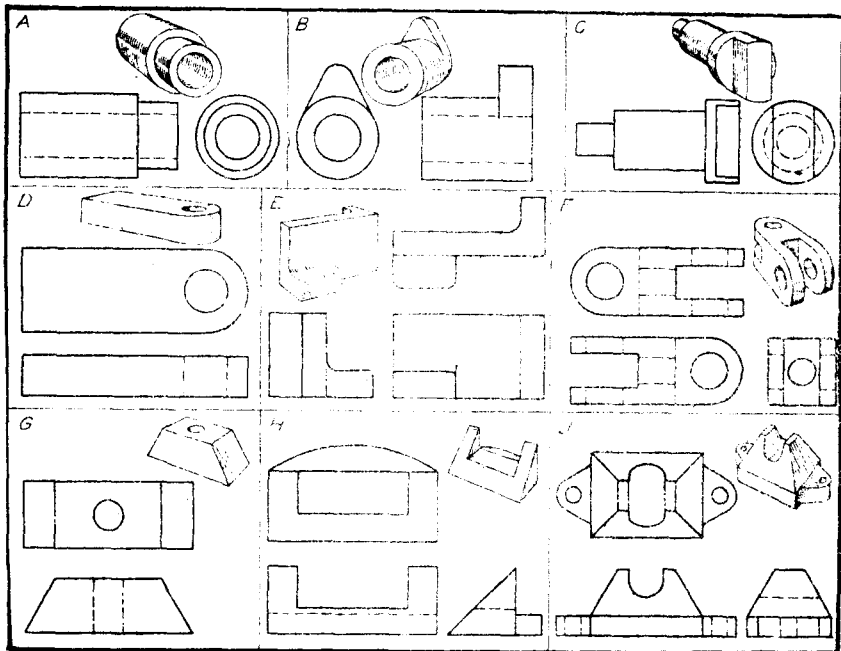


圖 7-34 視圖之選擇。

在創造及設計工作中，任何簡單之目的物，皆憑心理虛構，而其視圖之選取，不須模型草圖。在複雜工作中，若憑寫生草圖或正投影草圖以資選擇，則比較方便，然亦毋需將所有六種可能之視圖均予描繪，然後再加選擇也。

研究圖 7-34，試決定其視圖何以如此選擇。

7-15 悉手畫正投影。開始學習投影畫時，最好將幾件簡單零件之三種視圖憑手描出，以發展“寫”此種文字之能力，並訓練閱三投影如見目的物本身之想像力。圖 7-36 至 7-50 即表示多種零件之寫生畫，試將其轉變為三視

圖之正投影憑手畫，須畫成相當大之尺寸，其正視圖之長約為  $1\frac{1}{2}$  吋至 2 吋，各部份之大小勿作量度，全憑目力及圖上標出之比例估定。遵守下列之工作次序。

1. 觀察寫生圖，決定以何種視圖組合方能充分表達零件之形狀。
2. 用軟鉛筆 (F 或 No. 2) 輕輕畫出視圖之地位 如圖 7-35 中之 A，視圖之間隔務使此畫之外形均衡。

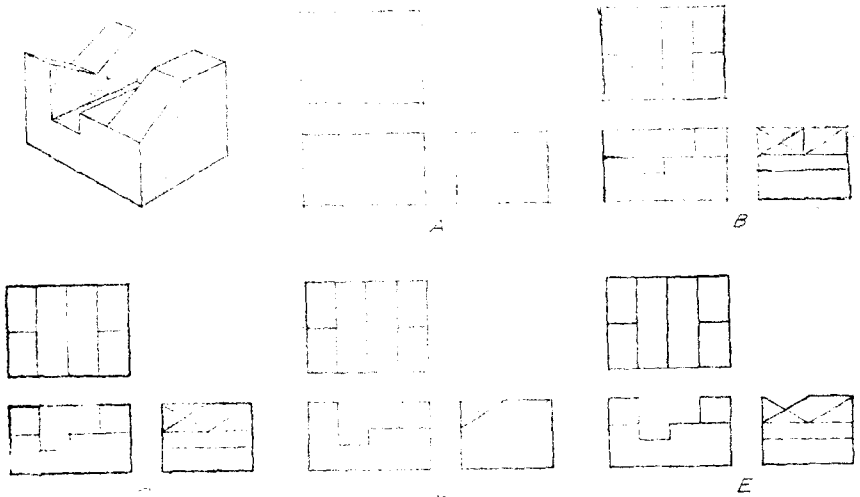


圖 7-35 畫正投影憑手畫之步驟。

3. 畫出每一視圖之細目 (Detail)，與假視圖同時進行，如圖 B 所示。
4. 用醒目之線，顯示視圖之輪廓，如圖 C 所示。
5. 用醒目之線，顯示視圖中之細目，時圖中實線完全畫出，如圖 D 所示。
6. 用較實線稍淡之線，畫出所有虛線，模型形狀之表達於焉告成，如圖 E。
7. 細心複驗草圖，然後掩起寫生圖，各視圖以摹想原物之形狀。

從模型或從註有尺寸之寫生畫 (如圖 7-66 至 7-101 所示者)；作三視圖之草圖時，用淡線之方格紙，有時便利不少。

在作圖 7-36 至 7-50 習題之前，最好先閱讀第十九章中之技術草圖法。

7-16 畫正投影。作用器畫除需瞭解投影方法外，尚須具有應用幾何之智識，及儀器運用之技巧與熟練。用器畫之投影圖及作線技巧，遠較憑手畫者精確，故於準確及整潔二事，宜加意焉。在動手之前，應研習第三章儀器之用法及第五章應用幾何。



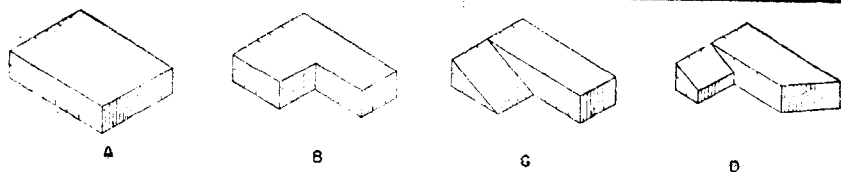


圖 7.36

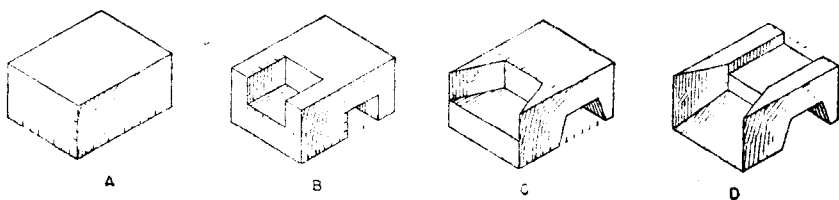


圖 7.37

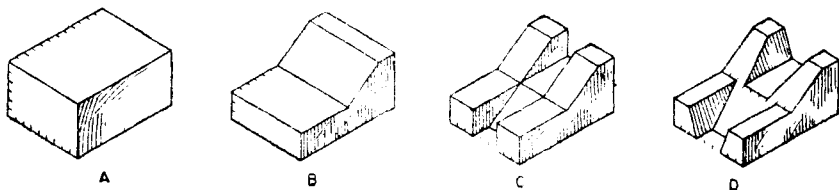


圖 7.38

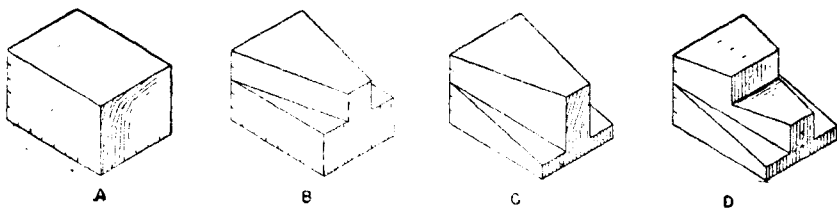


圖 7.39

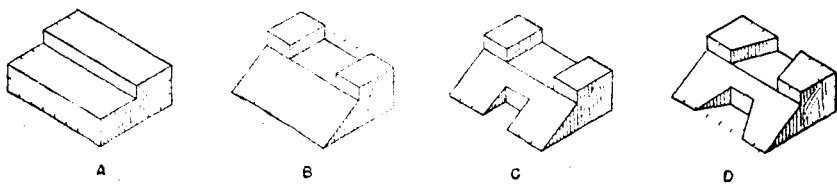


圖 7.40

圖 7.36 至 7.40 試憑手畫正投影。

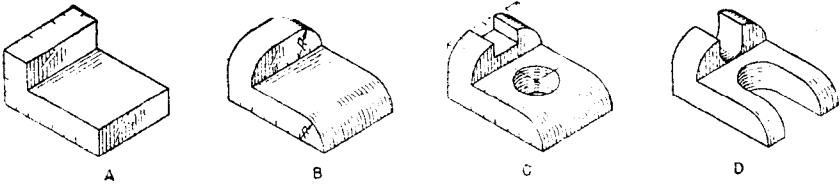


圖 7-41

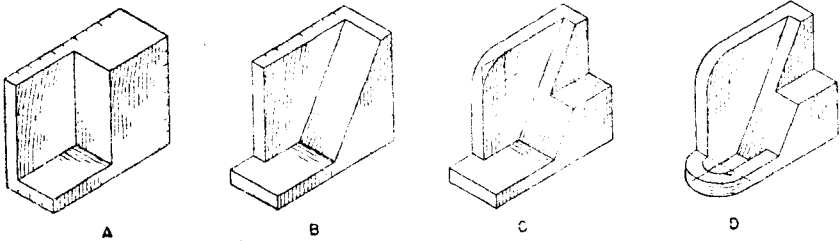


圖 7-42

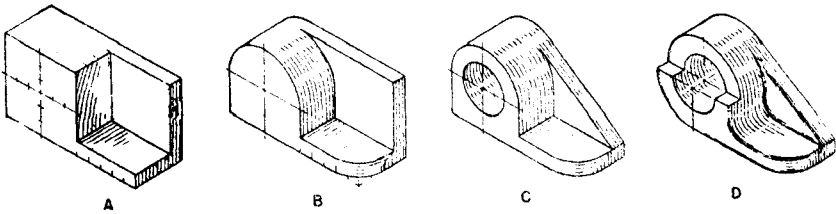


圖 7-43

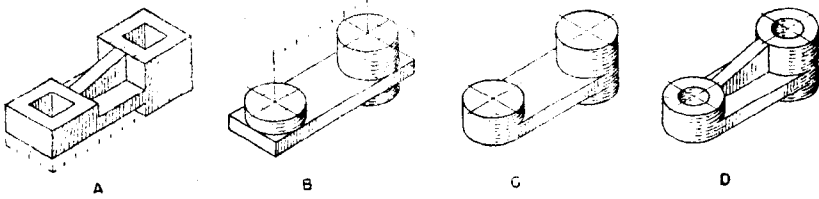


圖 7-44

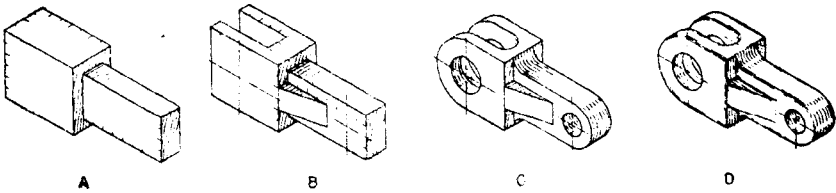


圖 7-45

圖 7-41 至 7-45 試憑手畫正投影。

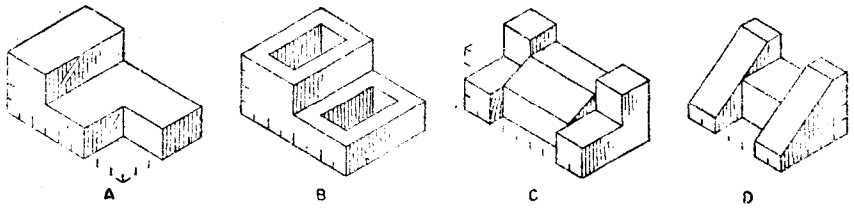


圖 7-46

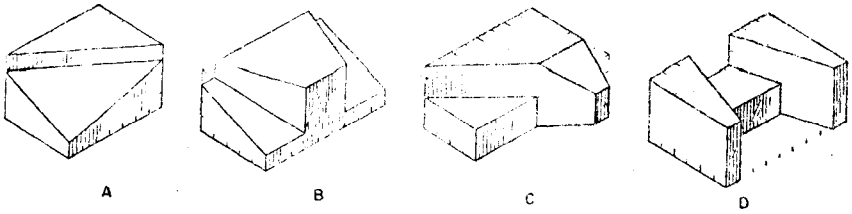


圖 7-47

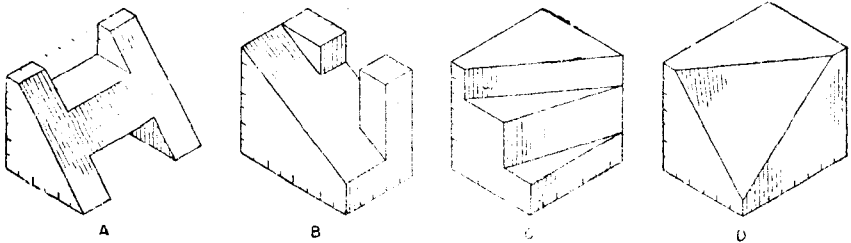


圖 7-48

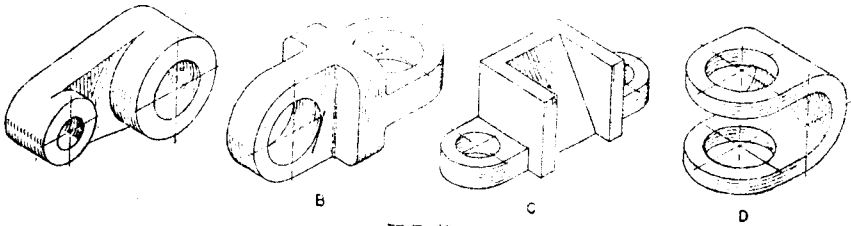


圖 7-49

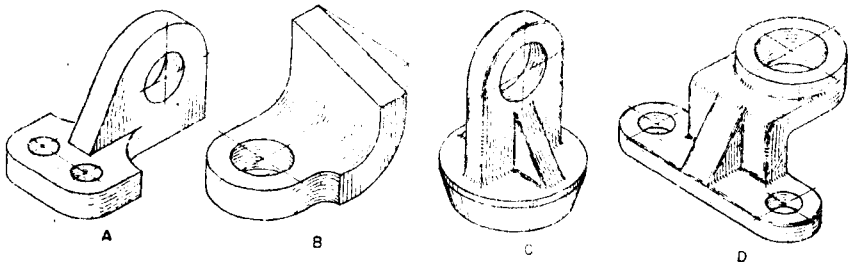


圖 7-50

圖 7-46 至 7-50 試憑手畫正投影。

標準紙之大小已由美國標準學會規定，為  $8\frac{1}{2}'' \times 11''$  之倍數。第 15-24 節中有畫圖紙及布裁成之大小，並附邊框及標題之尺寸。

視圖在規定之圖紙上，必須安置適當。故製圖者初步工作，應先作一些度量工作，以佈置視圖。下舉例題可示其程序。假設圖 7-51 所示之零件，須以全尺寸畫在  $11'' \times 17''$  大小之圖紙上，除去邊框及標題之位置，則畫視圖之地位為  $10\frac{1}{2}'' \times 15''$ 。其正視圖需佔  $7\frac{3}{4}''$ ，側視圖需佔  $2\frac{1}{4}''$ ，故尚餘  $5''$ ，可以分配於視圖間及兩端之空隙。

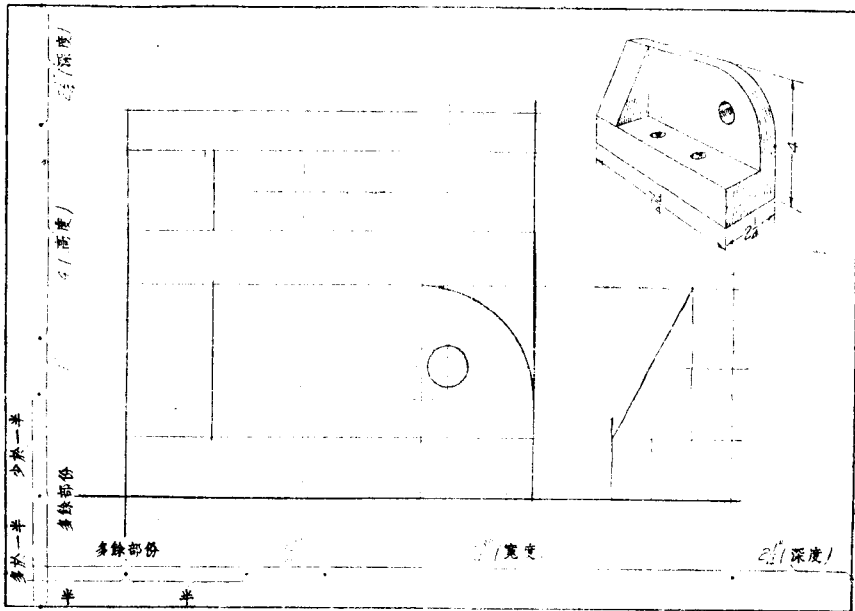


圖 7-51 視圖之間隔。

製圖者勘定各視圖地位時，可用圖解法沿底邊線用尺量度之，先從右下角開始，劃出  $2\frac{1}{4}''$ ，再劃出  $7\frac{3}{4}''$ ，則視圖間之距離，即可決定。此可任意選擇，惟使視圖間不擁擠，而又不致間隔過遠，有妨閱看耳（此地為  $1\frac{1}{2}''$ ）。測定此距離，乃以其左角剩餘距離之半處為正視圖之起點。在垂直地位上，正視圖之高為  $4''$ ，上視圖之深為  $2\frac{1}{4}''$ 。自左上角開始，先劃出  $2\frac{1}{4}''$ ，再劃出  $4''$ ，然後確定視圖間之距離（此處為  $1''$ ），並劃定之。乃在小於剩餘空間之半處，註出一點，以為正視圖之起點，其下邊所空之地位須較大於上邊所空者，實為美觀

起見也。視圖之位置排定後，再定其中心線與底線，如圖所示。

利用丁字尺及三角板作鉛直線及水平線，可將正視圖及上視圖相互投影，正視圖及側視圖亦然。但上視圖及側視圖中之深度則不能直接投影，非用移測法不可矣。欲上視圖與側視圖轉合為一，製圖者常將其深度從一視圖移測至另一視圖，移測時可用分規，如圖 7-52 之 A 所示，或用刻度尺，如 B 所示。然有時如為不規則圖時，則可用 45° 斜線以斜接 (Miter) 其所有之點，此 45° 線通過二視圖(上視圖及側視圖)中正面引伸線之交點，如圖 7-53 A 所示，或仍用玻璃盒之方法，用圓規旋轉而量得，如 B 所示。圖 7-53 之法較圖 7-52 者費時，且頗需小心以使其準確。

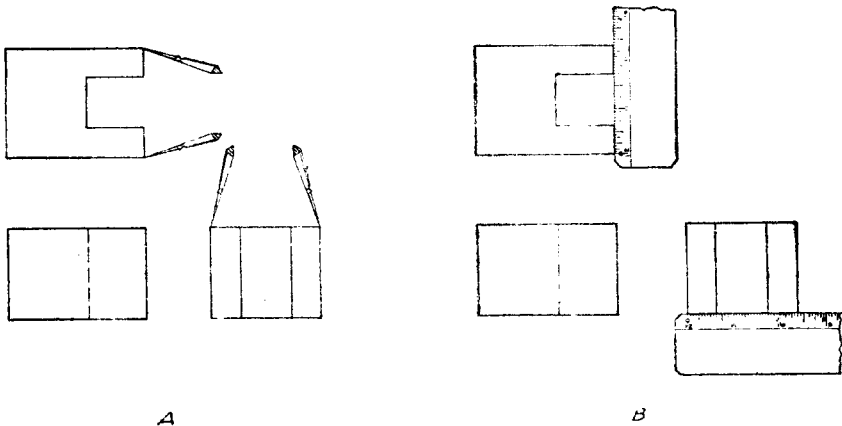


圖 7-52 移測法。

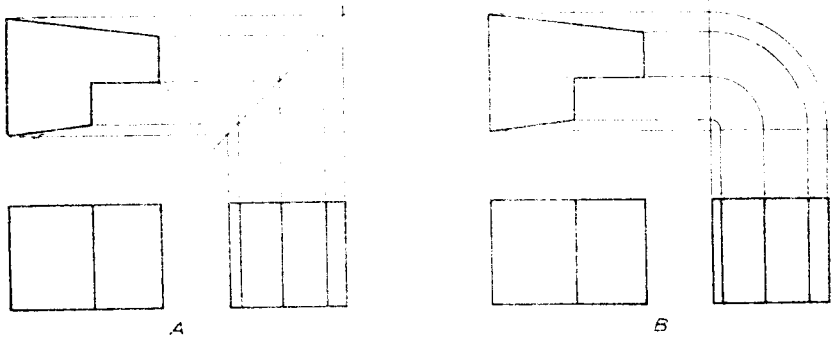


圖 7-53 以投影法求深度。

7-17 繪圖之次序。畫線時所用之方法於速率及準確大有影響。同一

尺寸切勿量度幾遍，儀器之調用亦應儘量減少。固然，所有之量度不能以尺一氣量出，而所有之圓及圓弧亦不能用圓規一氣畫成，然在更用儀器之前，務使該儀器已儘量利用。桌上之工作用具應安置有條，如此當可節省調用儀器之時間。通常之工作次序如下：

1. 決定用何種視圖組合描繪物體最佳。作憑手草圖，於選擇視圖及計劃其排列，均有助益。
2. 決定用何比例尺，然後藉計算或量度，得一適宜之標準紙張大小；或任擇一標準紙張，再求適宜之比例尺亦可。
3. 如第7·16節所述，佈置視圖。
4. 量下主要之尺寸，以輕、尖、準確之輪廓及中心線定出視圖。中心線即為各對稱視圖或部分視圖之對稱軸，是以每一柱形部分有一中心線——即其軸線之投影。每圖應有在圓心相交之二中心線。
5. 畫該物之細節，從其顯著之特徵形線及於次要之細節，諸如內圓角，外圓角等。各視圖須同時進行，一視圖上之特徵應即投影至另一視圖。毋俟作完一視圖始作另一視圖。描圖線宜儘量少用。於繪圖之進程中，如屬可能，應即畫出完成之線條。務勿輕畫，再備將來加重。
6. 安排標題並書出之。
7. 細心校對全圖。

圖 7·54 示畫鉛筆線之次序。

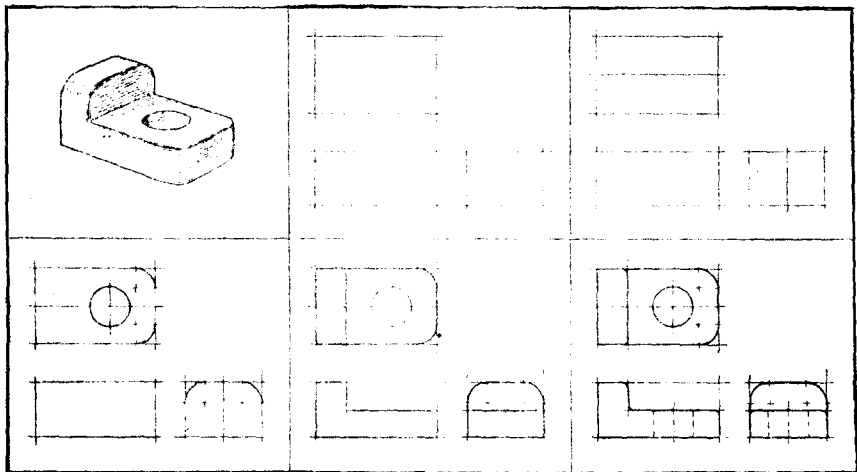


圖 7·54 畫鉛筆線之次序。

**7·18 描圖之次序。** 若須用墨描圖(註)，以為運用儀器之練習，或者作為不註尺寸之完成正投影圖，則其次序如下：

註。描圖及複印方法之討論見第十五章。

1. 將欲描之鉛筆置於畫圖板上，利用丁字尺將其細心對準，在上面二角以圖畫釘。置描圖紙或布(粗面向上)於其上，用手保持其位置。每次拔出一枚圖畫釘，再連描圖紙一併釘住，將二下角亦釘住之。
2. 輕撲吸墨粉或軟白墨於布或紙上，用軟布將其全部抹淨，以去油膜。
3. 用圓規上墨，畫所有之實線圓及圓弧，自最小者開始。圓規須小心調整，使所畫之線粗細適宜。準確之線之粗細見圖 3.30。
4. 將虛線圓及圓弧上墨，其次序與畫實線圓同。
5. 小心調整直線筆，使其所畫之線與實線圓一般粗細。使直線與圓相配之最佳方法為：以圓規及直線筆畫線於該紙之邊外(或同質之他紙上)，調整直線筆使線條與圓相配。
6. 將不規則曲線上墨。
7. 畫實直線之次序如下：水平(自頂至底)、垂直(自左至右)、傾斜(最上者先畫)。
8. 畫虛直線之次序同上。務使虛直線與實圓粗細相同。
9. 將中心線上墨。
10. 將所有代表剖面之面積加剖面線。
11. 畫鉛筆導線，再寫標題。
12. 將邊框上墨。
13. 校核此圖，視其有否錯誤或疏漏。

**7-19 圖之讀法。** 前已述及工程師必須能“讀及寫”圖解文字。學習“讀”法乃絕對需要者，因每一工業技術之從業員均應有迅捷之讀圖能力也。苟無此種能力，則為技術上之目不識丁者。

讀圖，為畫圖所用心理過程之逆行。作圖時先於心目中摹擬物體之形狀，而後將其全部示於紙上。讀圖時，始則對於物體之形狀一無所知，終則瞭解該物所有之細節。

看圖時，從正投影圖上摹擬其細節，一次一個，不必匆遽；而後定其方向，聯其關係，終乃明瞭整個物體。吾人讀書，不能一目十行；看圖時，亦自不能一眼看清整個圖形，務須一線復一線，加以詳察也。稍加練習，即能將頗複雜之物體之形相保留於腦中，苟有需要，立能幻想出之，栩栩如生。

看圖須迅速統觀所有已設之視圖，先對該目的物具一概念。然後選取最能表示某一部分特殊形狀之視圖，以作較詳細之研究，再反復與鄰近之視圖對照，以辨明其每一線所代表之部分。

看任何視圖時，觀察者必須假想該視圖即目的物之本身，而非其投影。故從一個視圖看到另一個視圖，亦應想像本人在循實物移動其視線之方向。

線在畫上，可以代表(1)面之邊視圖(Edge View)，(2)交線，或(3)面之極

限，已如第 7·10 節所述。視圖中每一條線，即表示其表面方向之改變，然如何改變，則須用另一視圖之相當部份以表示之。例如在正視圖中之圓，可為一孔，如圖 7·55 A，亦可為凸出之頭 (Boss)，如 B。祇觀察一個視圖，不能研究圖之內容。二視圖亦未見必能表示物體形狀；當有三視圖時，務須全讀之，俾能確定所讀並無錯誤。例如單看圖 7·56 之正視圖及上視圖，物體前面之突塊

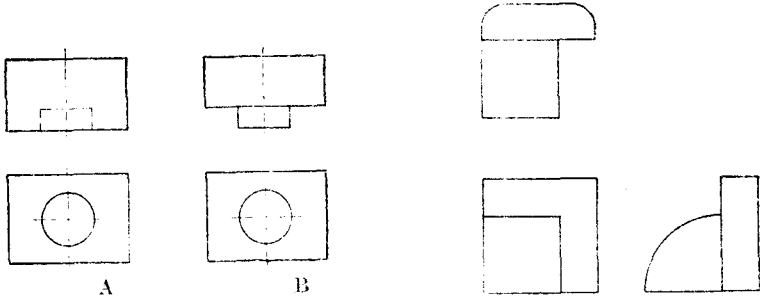


圖 7·55 讀視圖。

圖 7·56 讀所有之視圖。

似為矩形，側視圖中即顯示其為四分之一圓形。正視圖及側視圖顯然表示物體之後部為矩形柱，但上視圖即示出後面兩條鉛直邊為圓形者。故切勿從一部分之視圖假定物體之形狀，應細心讀遍所有之視圖。讀圖之步驟如下：

1. 設自己繞圖中所示之物體而行，從取各視圖之方向看此物。
2. 注意物體全貌之大概。研究其顯著之形狀及彼此間之關係。
3. 開始研究各個部分，從最顯著者進至次要之細節。
4. 於進程中，注意物體各部分之關係。
5. 起先不能瞭解之細節或關係，於此時重讀之。

**7·20 寫生草圖讀圖。** 圖非能誦讀者，惟能從其構成物體之幻影，以解釋其蘊義耳。欲證明圖已讀懂，可用木料或金屬製造此物，或用黏土製成模型，或作一寫生草圖。其中以後法最為常用。憑手作寫生草圖之技巧對於工程師極為重要，故宜及早開始練習。在試作寫生草圖之前，應將其方法作一初步研究。

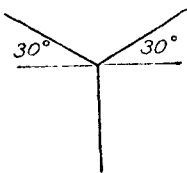


圖 7·57 寫生軸。

寫生草圖係根據三軸，一為垂直，其餘二者與水平線成  $30^\circ$  角。(註) 三軸代表三互相垂直之線，如圖 7·57 所

示。任何長方形之寬度深度及高度可依比例作於三軸

註。此為等角投影之位置。斜投影或其他寫生方法亦可應用。



上。圓則畫於其外切正方形中。

依照第 7·19 節所述之方法，觀察圖 7·58 中之視圖。用一軟鉛筆(F)及練習紙，以極淡之筆劃，作三軸以為寫生草圖之結構線。先估計目的物之高度，寬度及深度，標明於軸上，如 A 中所示；然後畫出可以包含該件之長方形盒(或可憑以截取該件之方塊)，如圖 7·58 B。乃將正投影上視圖之線輕描於盒(或方塊)之頂面，如圖 7·58 C，以後當發現上視圖中有些線可能不在頂面上。

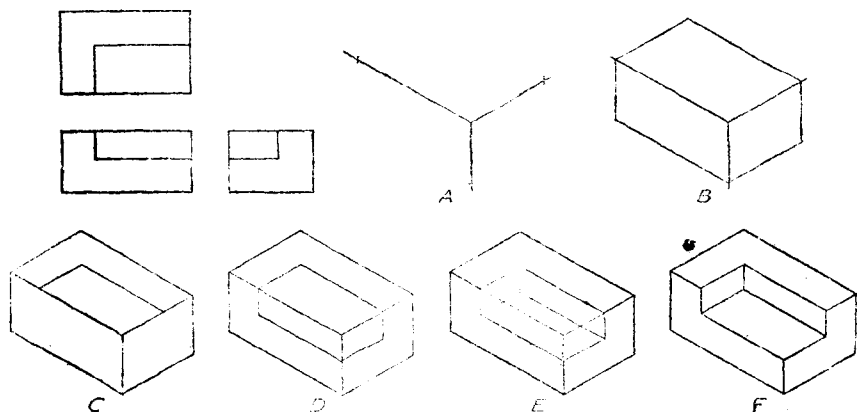


圖 7·58 作寫生草圖之步驟。

再將正視圖上之線輕描於盒(或方塊)之前面。若有側視圖，則亦依此法畫之如圖 7·58 D。於是開始從此方塊中，割出其圖形，將可見之邊緣用筆加深，目的物相交之面，可另加直線表示之，如圖 7·58 E。除需藉以表示該件者外，凡屬不可見之邊均可省去。完成此圖後，再與原有之三視圖校核一過。作圖時之結構線，除足使圖混亂者外無需擦去。

7·21 藉模型讀圖。一種有趣且有效之看圖法，乃以黏土或蠟將目的物製成模型，其法與藉寫生草圖讀圖同。物

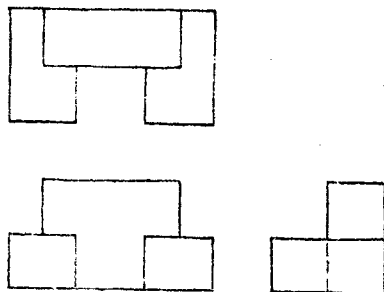


圖 7·59 欲讀之圖。

體有可從其外圍之方塊刻削成型者；凡能析成各個幾何形體者，則以幾何形組合較易。

從一長方黏土塊着手，假定其為1"方，2"長，今欲將其切割以讀圖 7.59。用刀尖輕輕將三視圖上各線刻於黏土塊相當面上，如圖 7.60 所示。其第一

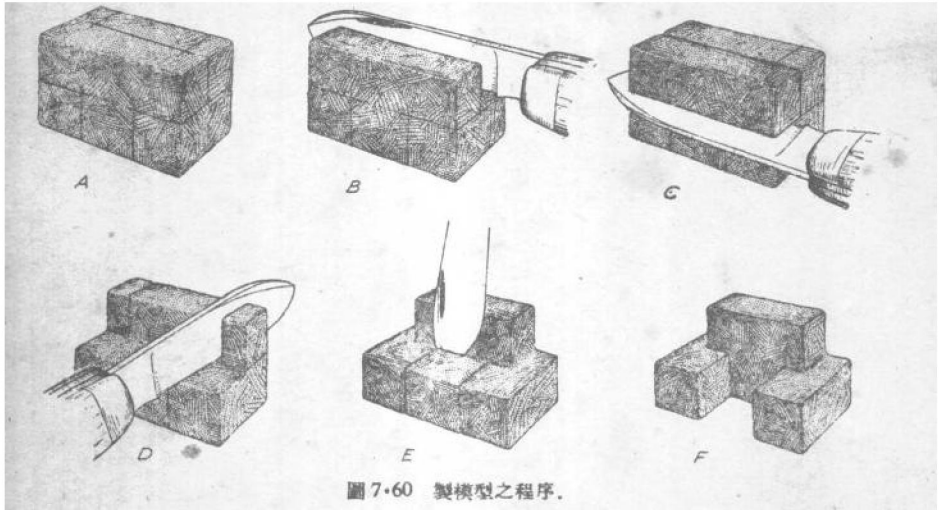


圖 7.60 製模型之程序。

刀切割顯然如 B，第二刀切割如 C，再連續切割，如 D 及 E，以至完成模型如 F。

有種模型可將組成之各部分配合製成，圖 7.61 示其一例。

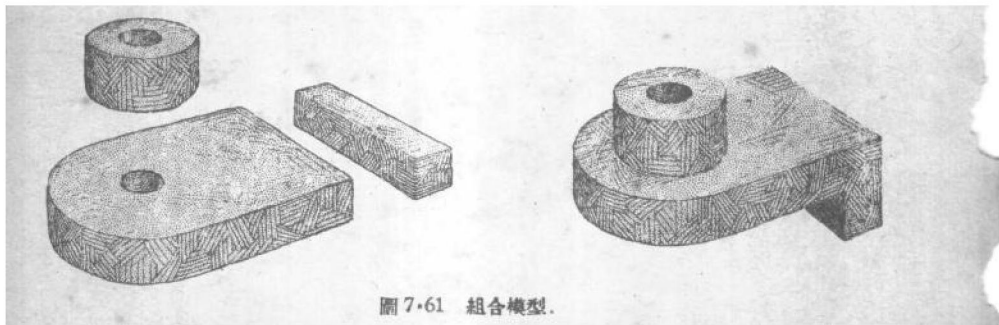


圖 7.61 組合模型。

**7.22 讀圖之練習** 圖 7.62 及 7.63 示許多模型之三個視圖，以為讀正投影及改變為寫生草圖或模型之練習。照以上各節所述之程序進行。草圖全長不能小於 4 吋。校核所有相交之面已否表明，而原來之三視圖能否從此草圖演出。

圖 7.64 中每組之三視圖內，有意隱去數線試研究其圖而補足之。

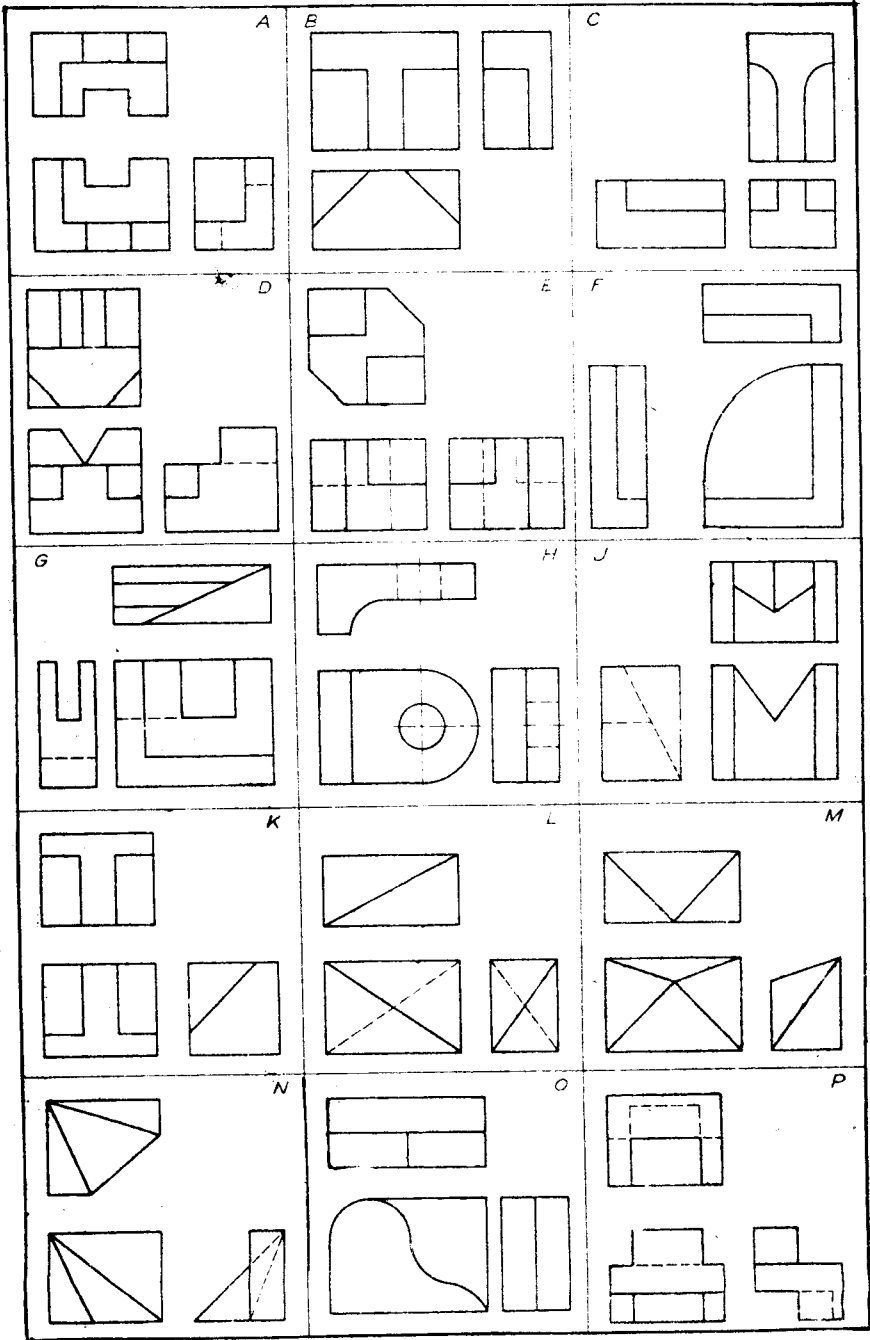


圖 7-62 讀圖練習。

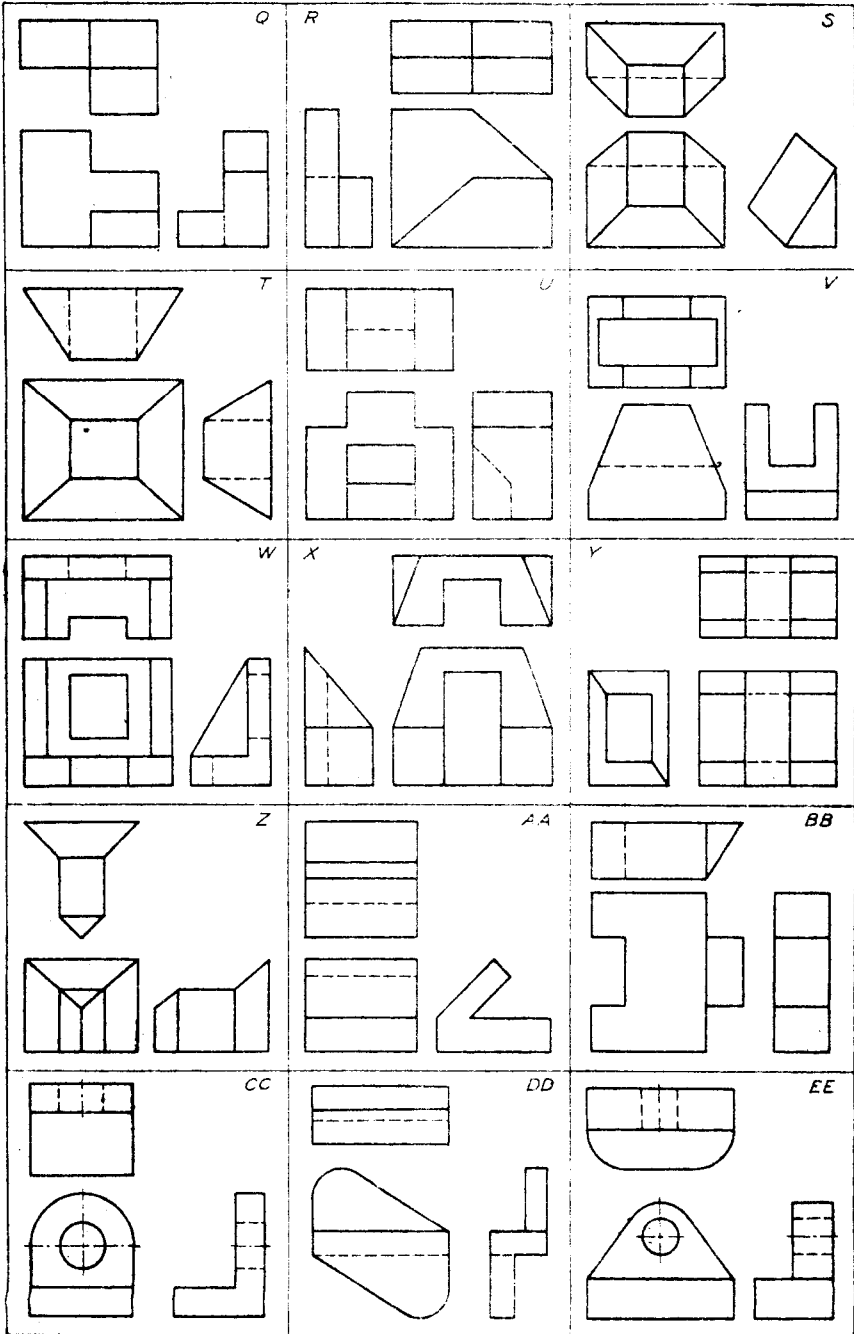


圖 7.63 讀圖練習。

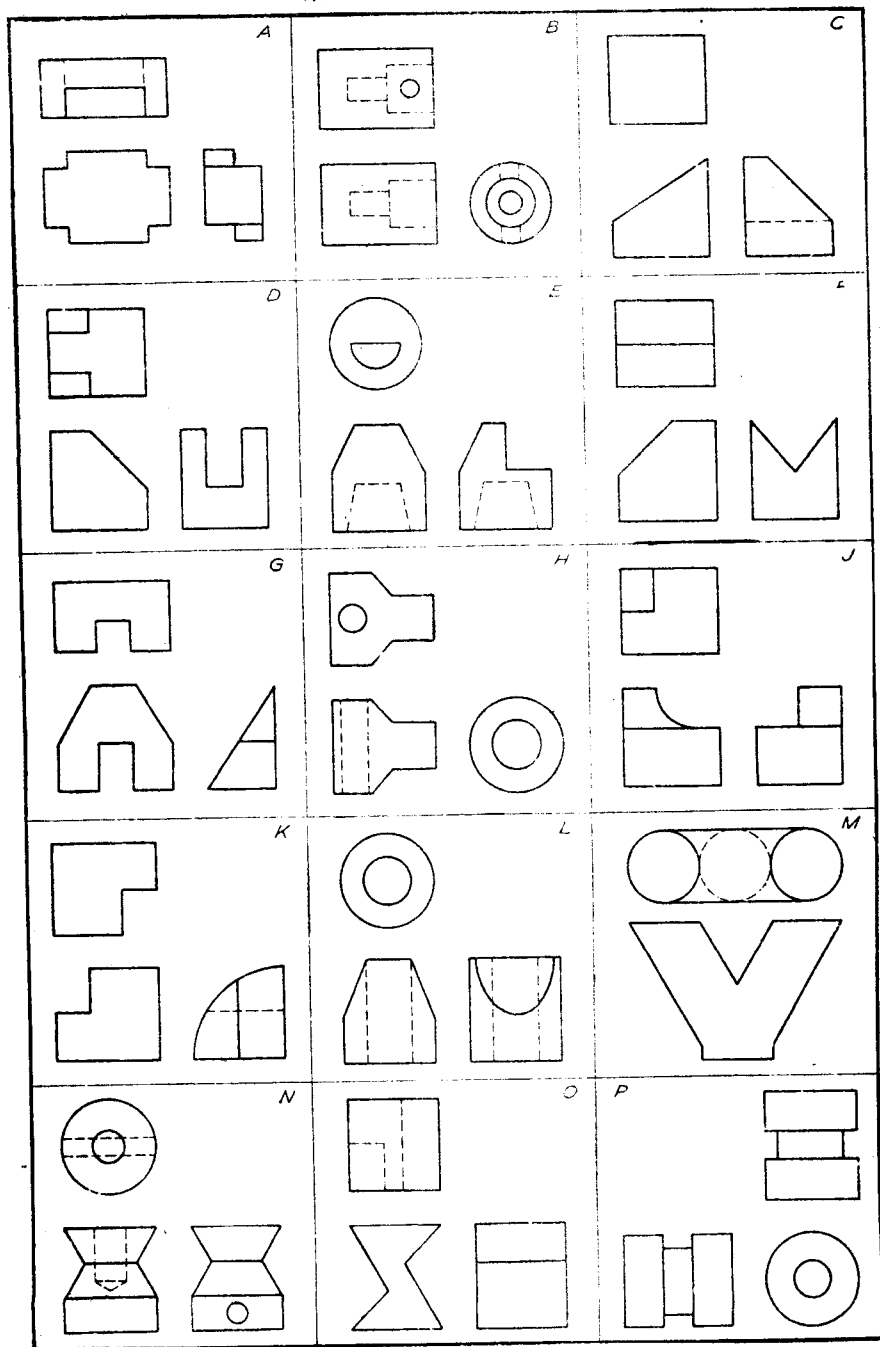
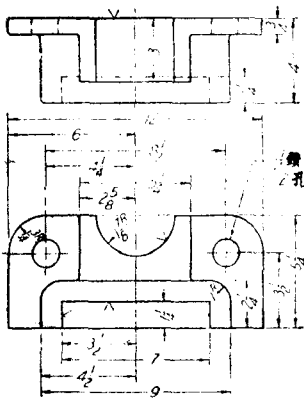


圖 7•64 缺線練習.

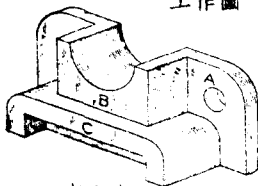
7.23 計算體積以爲讀圖之助。在計算一物體積之前，必須將其分成最簡單之幾何單件，再將每一單件細細分析其形狀。是故體積之計算實爲讀圖之練習。通常計算尙未完成，而物體形狀已能了然。每部分之體積記錄，準確之總體積及重量，可爲圖已讀懂之證明。

計算體積之程序與普通讀圖之步驟頗類似。圖 7.65 例示其法。

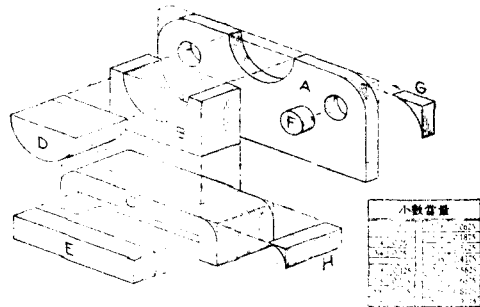
1. 研究正投影圖，取出其主要部分(A、B、及C，見於分裂圖及寫生圖)。起先不必注意孔及外圓角等，惟須研究主要之全部形狀，及其與物體他部分之關係。記錄主要部分之尺寸，在正體積項下標一記號以示正體積。
2. 考察每主要部分，尋出次要部分(D及E)，此爲須加於主要部分或從之減去者。頭(Boss)耳等爲須加上者；削去之部分如凡等爲須減去者。記錄次要部分之尺寸，其爲正體積抑負體積，應特別留意標出。
3. 尋出更小之細節如孔、內圓角、外圓角等(E、F、G、及H)，使物體更近其實際形狀。記錄此等部分之尺寸。
4. 計算每部分之體積，可用普通乘法，若用計算尺，則更爲迅捷。記錄各體積於適宜之項下，留意其正負。各單位之體積計算竣事後，將總正體積減去總負體積，即得淨體積。
5. 將淨體積乘以該金屬每立方吋之重量，以求總重。



工作圖



寫生畫



0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
0.010	0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.016	0.017	0.018
0.019	0.020	0.021	0.022	0.023	0.024	0.025	0.026	0.027
0.028	0.029	0.030	0.031	0.032	0.033	0.034	0.035	0.036
0.037	0.038	0.039	0.040	0.041	0.042	0.043	0.044	0.045
0.046	0.047	0.048	0.049	0.050	0.051	0.052	0.053	0.054
0.055	0.056	0.057	0.058	0.059	0.060	0.061	0.062	0.063
0.064	0.065	0.066	0.067	0.068	0.069	0.070	0.071	0.072
0.073	0.074	0.075	0.076	0.077	0.078	0.079	0.080	0.081
0.082	0.083	0.084	0.085	0.086	0.087	0.088	0.089	0.090
0.091	0.092	0.093	0.094	0.095	0.096	0.097	0.098	0.099
0.100								

軸承架架		材料	重量——每立方吋磅
部分	尺	寸	正體積負體積
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
每立方吋之重量			共計
寫生圖 0.260磅			總淨體積(立方吋)
TORIN 青銅 0.304磅			
鉛板 0.287磅			淨重(磅)

圖 7.65 供計算體積及重量之分裂圖。

若將分數化為小數，則計算可予簡化。用計算尺時，更非如此不可。換算表之一部示於圖 7-65 中，較詳盡之表見附錄第 630 頁。

此體積及重量之完全計算不僅為辨認物體基本幾何部分之訓練，抑且為記錄工程數據 (Data) 之簡潔可行方法。

### 習 題

7-24 下列數類習題，專用於習作投影圖，大部分旨在用儀器畫出，然以徒手在白紙或坐標紙上繪製，亦為有價值之訓練。

其分類如下：

- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| I. 從寫生圖畫正投影。 | IV. 讀圖練習。           |
| II. 補足視圖。    | V. 憑記憶畫出圖形。         |
| III. 更改視圖。   | VI. 體積及重量之計算(用計算尺)。 |

第 I 類，從寫生圖畫正投影，習題 1 至 36。

1. 圖 7-66. 畫梯級模型之正視圖、上視圖及右側視圖。
2. 圖 7-67. 畫凹口樺之正視圖、上視圖及右側視圖。

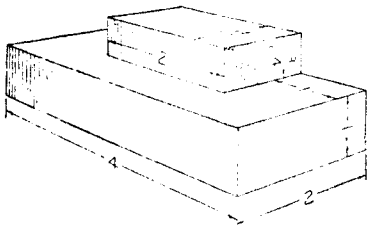


圖 7-66 梯級模型 (Step Block).

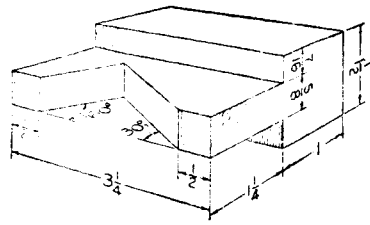


圖 7-67 凹口樺 (Notched Tenon).

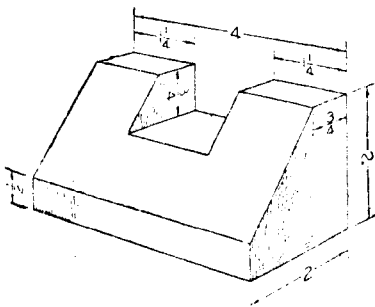


圖 7-68 槽楔 Slotted Wedge.

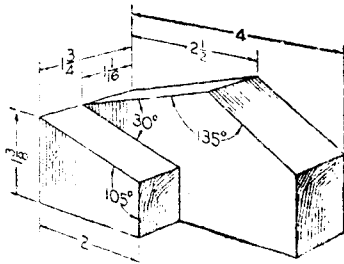


圖 7-69 斜支座 (Inclined Support).

3. 圖 7-68. 畫槽楔之三視圖.
4. 圖 7-69. 畫斜支座之三視圖.
5. 圖 7-70. 畫 V 形扶架之三視圖.
6. 圖 7-71. 畫角閃板之三視圖.
7. 圖 7-72. 畫鞍形托架之三視圖.
8. 圖 7-73. 畫楔塊之三視圖.

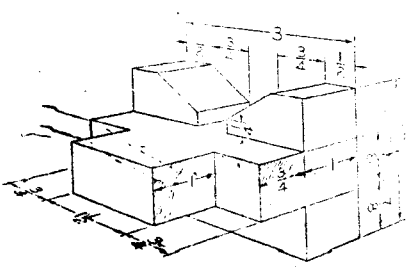


圖 7-70 V形扶架 (Vee Rest).

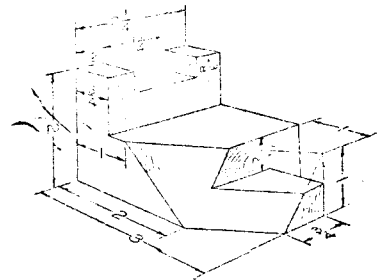


圖 7-71 角閃板 (Corner Stop).

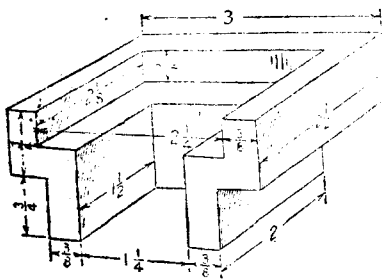


圖 7-72 鞍形托架 (Saddle Bracket).

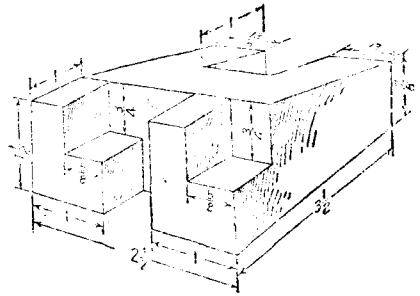


圖 7-73 楔塊 (Wedge Block).

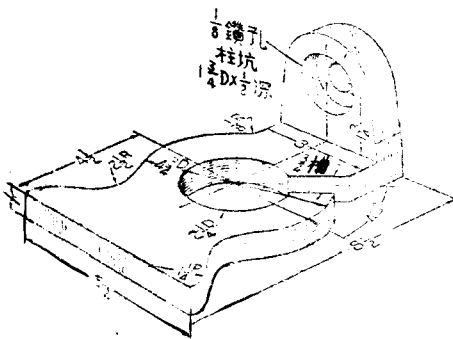


圖 7-74 開關底座 (Switch Base).

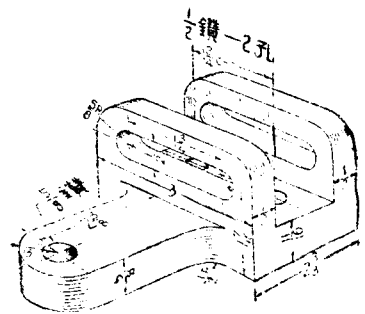


圖 7-75 調整托架 (Adjusting Bracket).



9. 圖 7-74. 畫開關底座之三視圖.
10. 圖 7-75. 畫調整托架之三視圖.
11. 圖 7-76. 畫軸承扶架之三視圖.
12. 圖 7-77. 畫導底座之三視圖.
13. 圖 7-78. 畫夾板框之三視圖.
14. 圖 7-79. 畫構架軸承之三視圖.

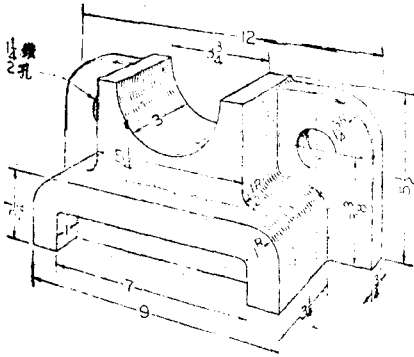


圖 7-76 軸承扶架 (Bearing Rest).

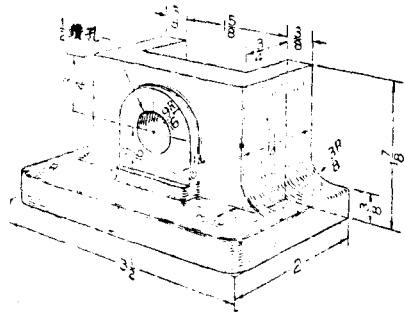


圖 7-77 導底座 (Guide Base).

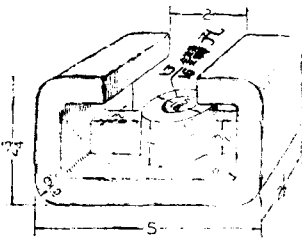


圖 7-78 夾板框 (Clamp Frame).

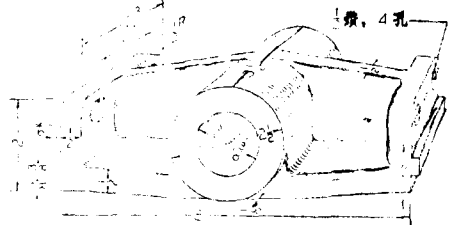


圖 7-79 構架軸承 (Truss Bearing).

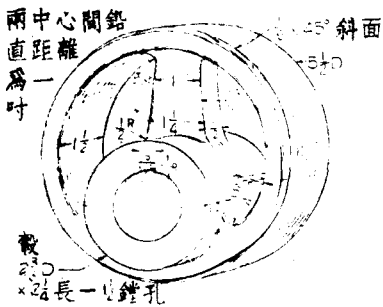


圖 7-80 偏心輪 (Eccentric).

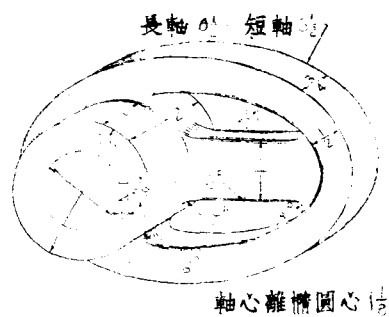


圖 7-81 橢圓凸輪 (Elliptical Cam).



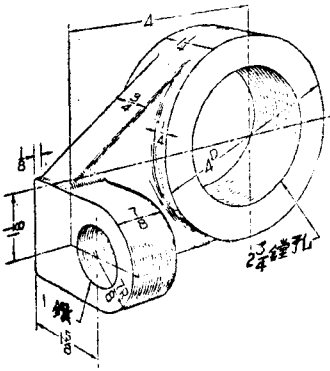


圖 7.86 吊管架 (Tube Hanger).

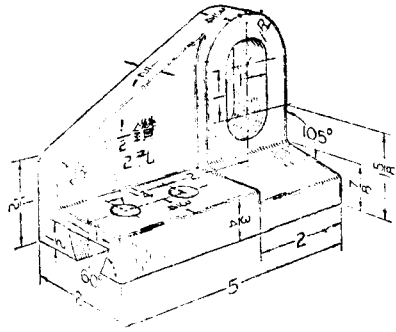


圖 7.87 表記托 (Gage Holder).

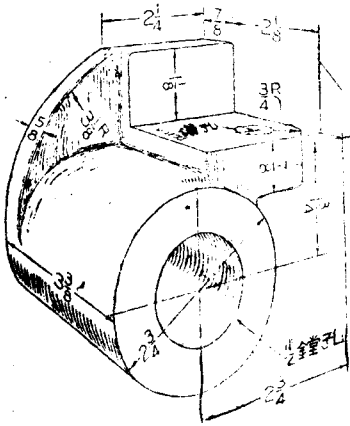


圖 7.88 軸導架 (Shaft Guide).

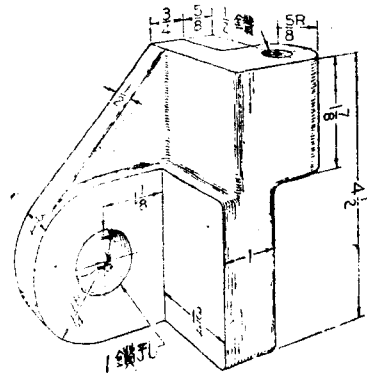


圖 7.89 夾板塊 (Clamp Block).

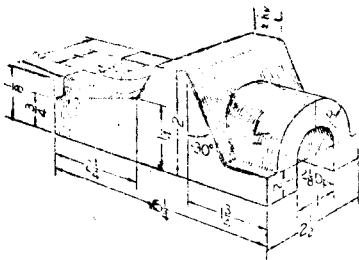


圖 7.90 床板止器 (Bedplate Stop).

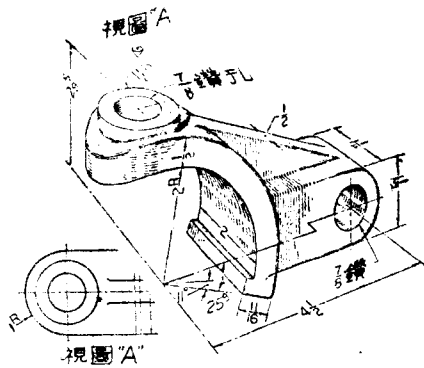


圖 7.91 搬子托架 (Spanner Bracket).







- 42. 圖 7-107. 已設上視圖及正視圖, 加畫右側視圖.
- 43. 圖 7-108. 完成已設之三視圖.
- 44. 圖 7-109. 已設正視圖及側視圖, 加畫上視圖.
- 45. 圖 7-110. 已設正視圖及側視圖, 加畫上視圖.
- 46. 圖 7-111. 已設正視圖及上視圖, 加畫側視圖.
- 47. 圖 7-111. 假設該部分為右首者, 試畫左首部分之三個視圖.

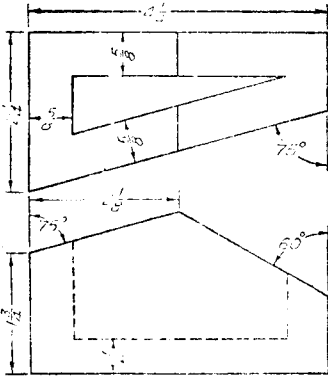


圖 7-107 楔塊.

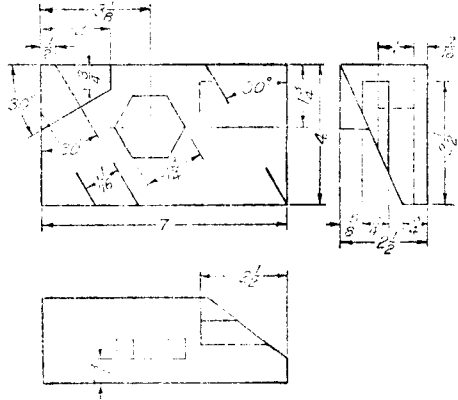


圖 7-108 投影練習.

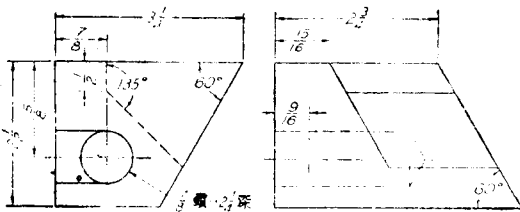


圖 7-109 燃燒器支架銷(Burner-support Key).

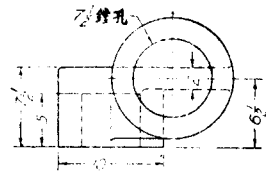


圖 7-111 緩衝器支架及柱蓋  
(Bumper Support and Post Cap).

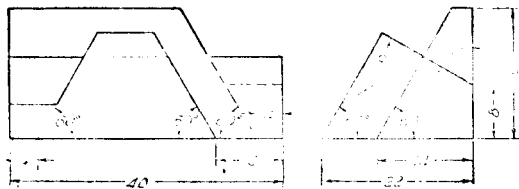


圖 7-110 墩塊, Abutment Block.

- 48. 圖 7-112. 已設正視圖及上視圖, 加畫側視圖.
- 49. 圖 7-113. 已設正視圖及上視圖, 加畫側視圖.
- 50. 圖 7-114. 已設正視圖及上視圖, 加畫側視圖.
- 51. 圖 7-115. 已設正視圖及側視圖, 加畫上視圖.

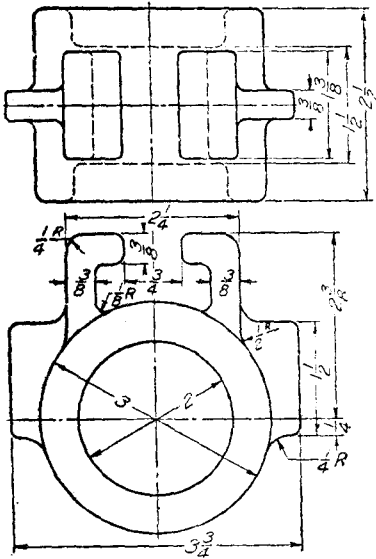


圖 7-112 鍛煉坯料 (Forging Blank).

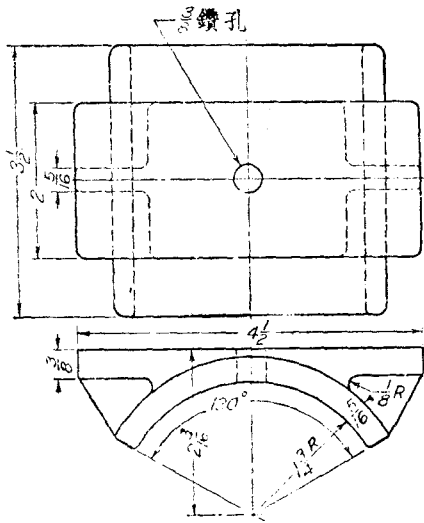


圖 7-113 彈簧鞍 (Spring Saddle).

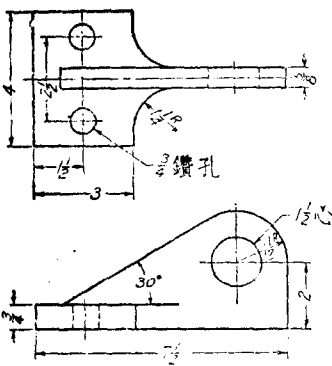


圖 7-114 錨托架 (Anchor Bracket).

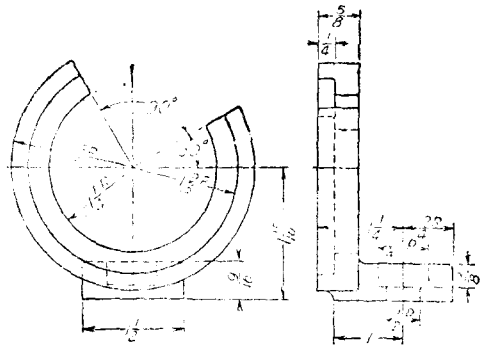


圖 7-115 鞍形軸環 (Saddle Collar).



52. 圖 7-116. 已設正視圖及側視圖, 旋轉至較佳之位置, 畫其三視圖。  
 53. 圖 7-117. 已設正視圖及上視圖, 加畫二個側視圖。  
 54. 圖 7-118. 已設正視圖及上視圖, 加畫側視圖。

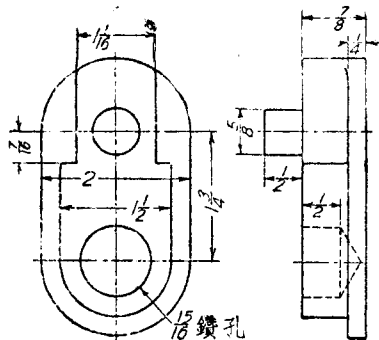


圖 7-116 鎖板 (Lock Plate).

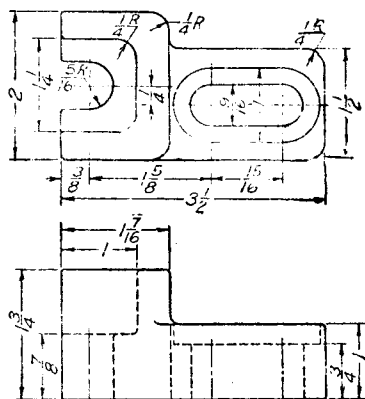


圖 7-117 工具柄 (Toolholder).

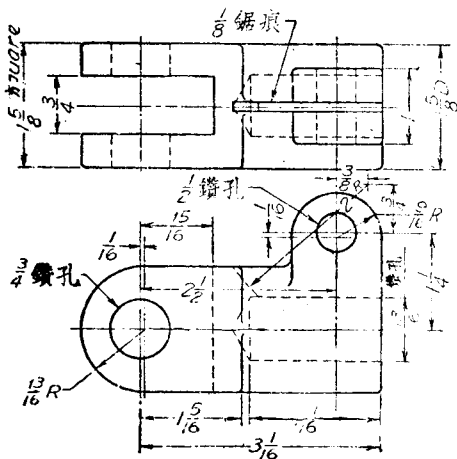


圖 7-118 軛桿 (Rod Yoke).

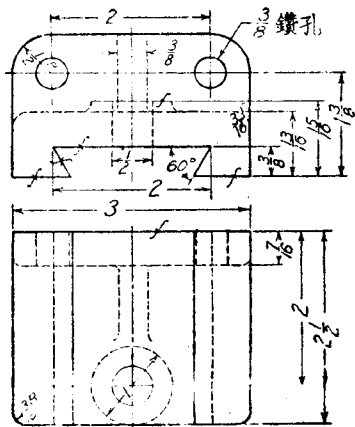


圖 7-119 滑塊 (Sliding Block).

第 III 類. 更改視圖. 習題 55 至 62.

此類習題對學者之構想力作較難之考驗. 所有習題可發展摹想實際零件之能力, 從此心智上之圖像畫出所需之視圖, 恰如於此方向觀察實際物體然. 若能先畫原物之寫生草圖, 或以黏土作成模型, 則畫視圖時, 更覺方便.

55. 圖 7-119. 已設正視圖及上視圖. 將模型之後面轉至前面, 頂面轉至底面, 然後試畫其新之正視圖, 上視圖, 及側視圖. 肋(Rib)之外形為直線.

56. 圖 7-120. 已設正視圖, 左側視圖, 及底視圖. 試畫其正視圖, 上視圖, 及右側視圖.

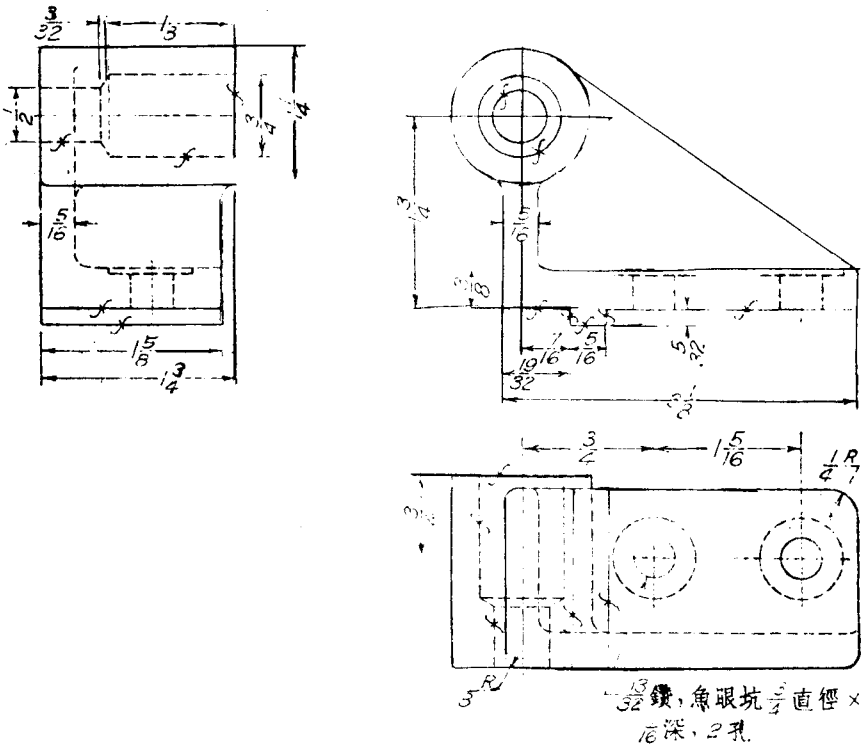


圖 7-120 柱塞托架 (Plunger Bracket).

57. 圖 7-121. 已設正視圖, 右側視圖及底視圖. 試畫其正視圖, 上視圖及左側視圖.

58. 圖 7-122. 已設正視圖, 右側視圖及底視圖. 將托架之後面轉至前

而，試畫其新正視圖，上視圖及右側視圖。

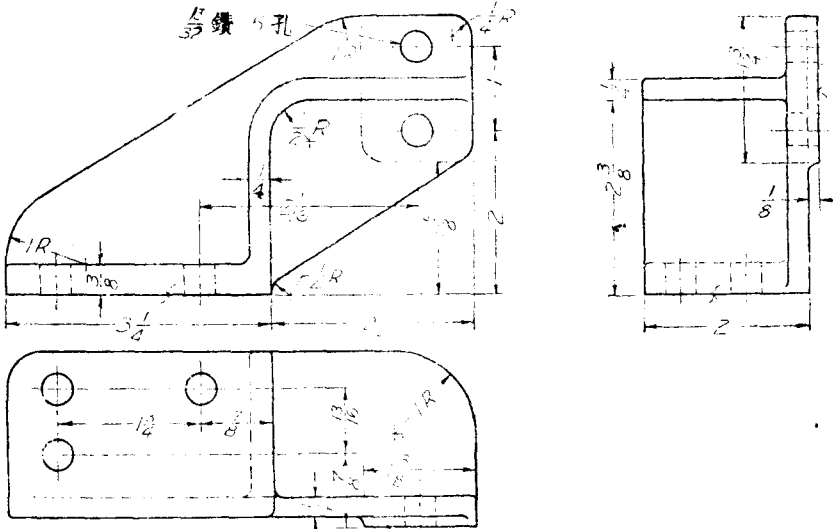


圖 7-121 偏置托架 (Offset Bracket).

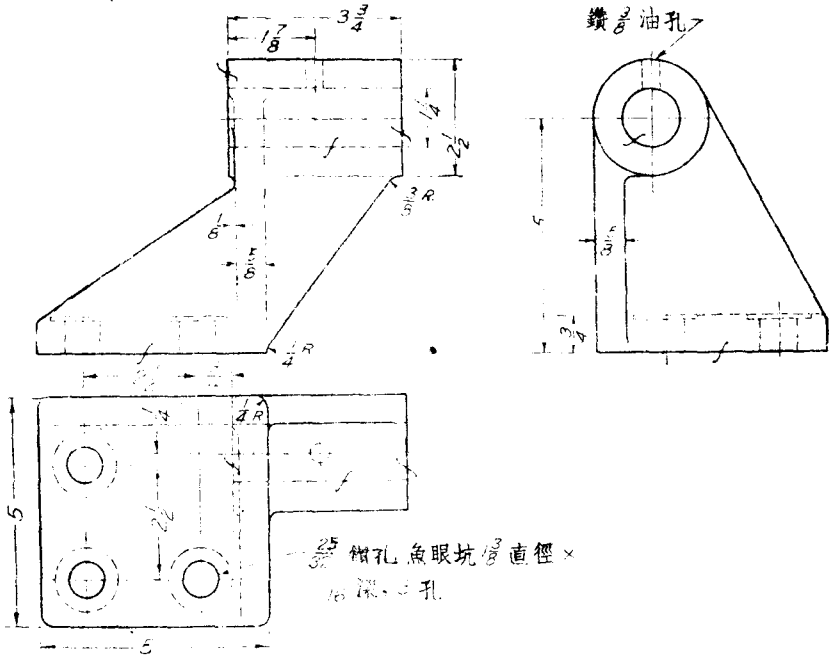


圖 7-122 套環軸托架 (Toggle-shaft Bracket).

59. 圖 7-123. 已設正視圖及左側視圖, 畫正視圖, 上視圖及右側視圖.

60. 圖 7-124. 已設上視圖, 正視圖及右側視圖, 轉變其位置, 使安放於其方底座上, 二個  $1\frac{1}{32}$ " 孔朝正面, 試畫三視圖.

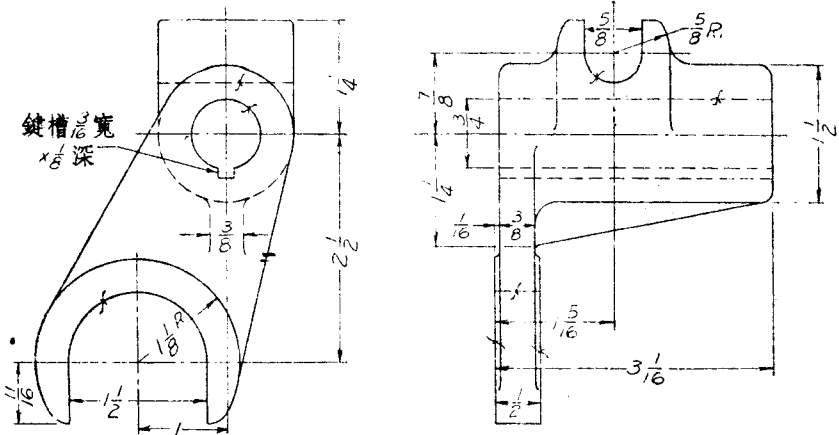


圖 7-123 移動器叉頭 (Shifter Fork).

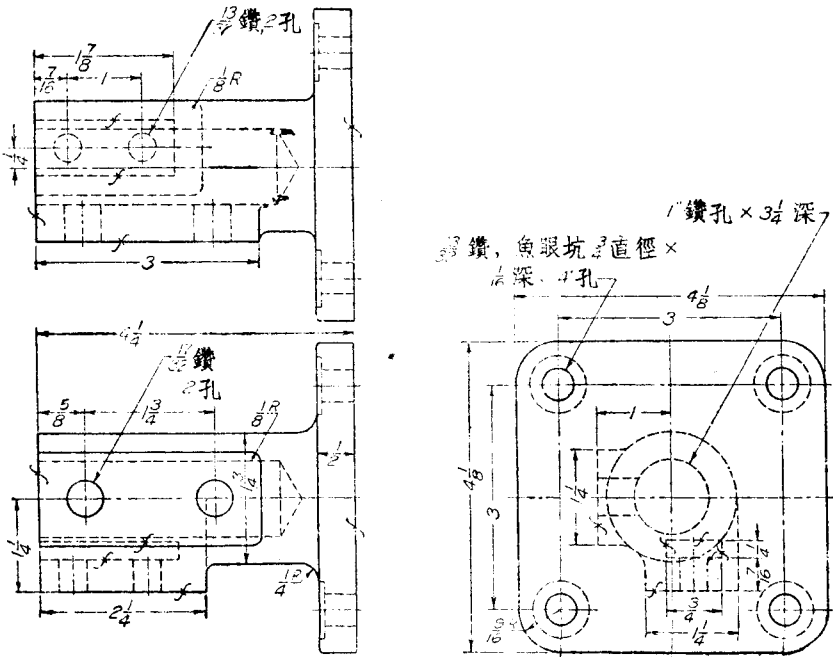


圖 7-124 工具底座 (Tool Base).

61. 圖 7-125. 已設正視圖, 左側視圖, 並薄頭(Pad)之詳圖. 試畫正視圖, 上視圖及右側視圖.

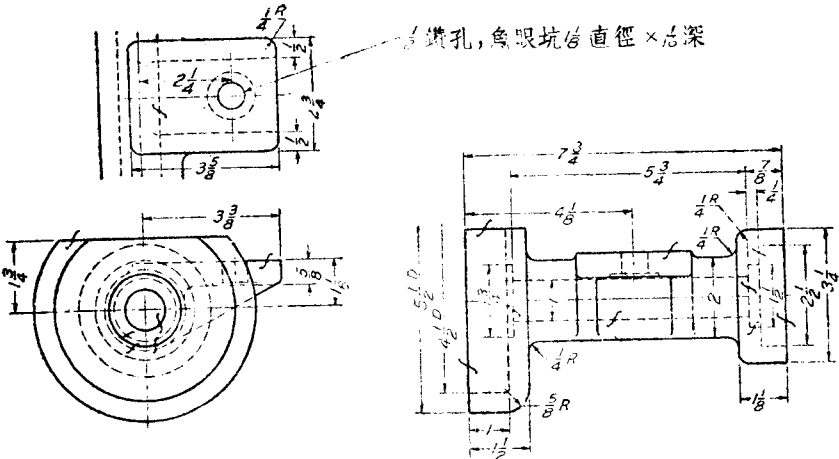


圖 7-125 指示器托架(Indicator Bracket).

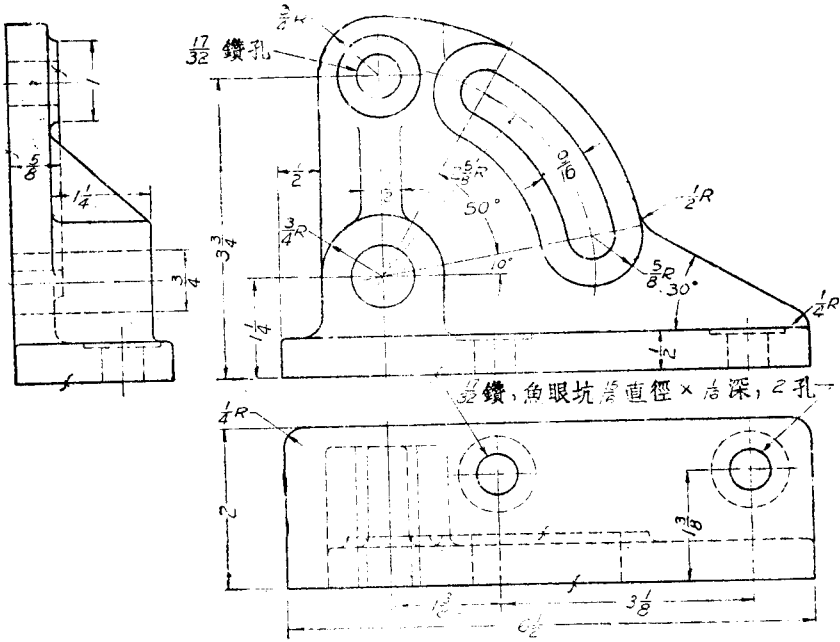


圖 7-126 扇形托架(Sector Bracket).

62. 圖 7-126. 已設正視圖, 左側視圖及底視圖. 試畫其正視圖, 上視圖及右側視圖.

#### 第 IV 類. 讀圖練習.

任讀圖 7-62, 7-63, 21-87, 21-88, 及 21-89. 作憑手寫生圖或模型, 以證明確已讀懂.

#### 第 V 類. 憑記憶畫出圖形.

能記憶實物之形狀及比例為工程師極其有價值之技能. 依着有系統之方法, 作記憶圖形之練習, 可能發展為非常正確與有力之圖解記憶力; 而此種訓練, 在學過正投影後, 即可開始.

就未曾用過之物, 如圖 7-36 至 7-50, 或自圖 7-66 至 7-101 中選取一個, 專心觀察相當時間(自五秒鐘至半分鐘或稍久); 將書本合攏, 描出其正確之投影草圖. 然後與原圖比較, 以改正錯誤或遺漏之處. 同法再選幾個不同之圖加以練習. 第二天, 試將目的物之一, 祇觀看二秒鐘以為提示, 再畫出昨日之投影视圖. 第十九章第 19-6 節, 將示作草圖既已熟練, 可將上述方法加以改變. 若能繼續勤於學習, 必可大為增強觀察力.

#### 第 VI 類. 體積及重量之計算(用計算尺).

要計算圖上所畫零件之重量, 須將其分割成各種幾何立體(稜柱, 柱, 稜錐, 錐). 然後個別計算其體積, 將其相加, 有時或相減, 而得整個體積. 乘以該材料單位體積之重量, 即可得該物之總重量.

在附錄中備有材料重量之表格, 可以查閱(第 668 頁).

63. 試算出圖 21-34 中鑄鐵(Cast Iron)鑽模塊(Jig Block)之重量.
64. 試算出圖 21-36 中軸承(黃)銅襯(Bearing Brass)之重量.
65. 試算出圖 21-37 中鍛鐵(Wrought Iron)導塊之重量.
66. 試算出圖 21-38 中鑄鋼(Cast Steel)鳩尾塊(Dovetail Stop)之重量.
67. 試算出圖 21-39 中韌鑄鐵(Malleable Iron)托架之重量.
68. 試算出圖 21-40 中青銅(Bronze)轉枕(Swivel Block)之重量.
69. 試算出圖 21-41 中鉛質鉸鏈擋器(Hinged Catch)之重量.
70. 試算出圖 21-58 中鑄鋁(Cast Aluminum)底板之重量.

## 第八章 輔視圖

8.1 一個面投影於與其平行之平面上時，其所投影即示該面之真正形狀。目的物大都為矩形。故使其主要之三面與三個投影面平行，則其形狀可從其主要之三視圖上完全表達。然而，有時目的物具有一個或一個以上之傾斜面，尤其是有不規則之外形者，則常須畫出斜面之真正形狀。例如圖 8.1 之凸緣接管 (Flanged Angle) 有一不規則之傾斜面，既不能用主要視圖表

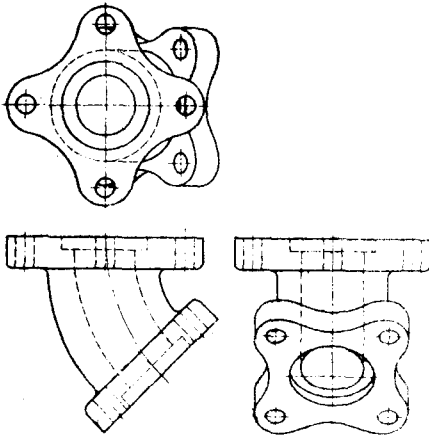


圖 8.1 正視圖，上視圖及右側視圖。

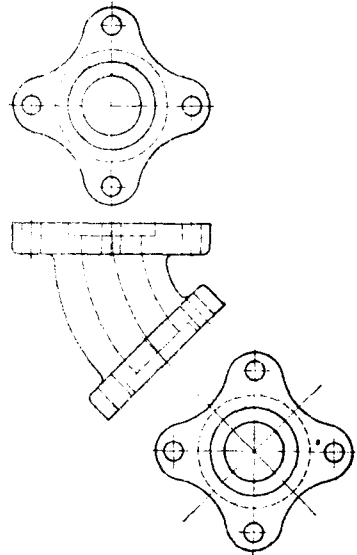


圖 8.2 正視圖，部分上視圖及輔視圖。

示其真正形狀，亦不易繪其縮短之位置。其最簡便而實用之視圖，即為對斜面正視所成之輔視圖 (Auxiliary View)。亦即想像此一斜面之影係投射於與其平行之“額外”或“輔助”之平面上。然後將此平面再迴轉至紙之平面，如圖 8.2 所示。

8.2 定義。輔視圖為目的物在一平面上之投影。該平面並非主要投影

面。 輔視圖有二種：

1. 單輔視圖 (Single Auxiliary), 爲一平面上之投影, 該平面垂直於主要投影面中之一平面, 而傾斜於其餘二主要平面。

2. 複輔視圖 (Double Auxiliary), 爲一平面上之投影, 該平面傾斜於三主要投影面, 故需二輔視圖: 第一輔視圖示斜面之邊視圖; 第二輔視圖係從前者投影而得, 示斜面之正常視圖 (真正大小)。

8.3 單輔視圖。 採用輔視圖乃在求得傾斜面之真正大小, 故在實際製圖時, 常使輔助平面平行於傾斜面。 是以兩者之邊視圖必平行。 輔助平面在

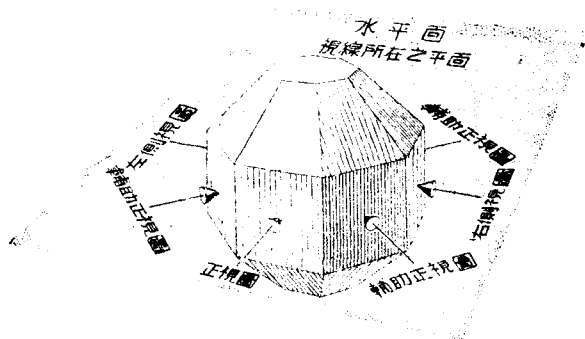


圖 8.3 取輔助正視圖之方向。

與其垂直之平面上顯示邊視圖。 將輔助平面旋轉至圖紙面上時, 可視爲與其垂直之平面間係以鉸鏈結合。

目的物投影於輔助平面上時, 傾斜面上之真正形狀得以顯示。 惟目的物其餘各面, 顯然將被縮畫。 在實際工作中, 凡屬縮畫部分均可省略, 如圖 8.2 所示。 然若能習作其全部視圖, 則有助於學者瞭解其意義正多也。

單輔視圖有三種: 從上視圖投影而得之輔助正視圖 (Auxiliary Elevation), 從正視圖投影而得之右及左輔視圖 (Right and Left Auxiliares), 及從任一側視圖投影而得之前及後輔視圖 (Front and Rear Auxiliares)。

8.4 輔助正視圖。 設一人從目的物之正視圖處開始, 環繞目的物一周, 其視線在一水平面內, 如圖 8.3 所示。 在環繞而行時, 便可連續經過其右側視圖, 後視圖, 左側視圖; 最後仍回到正視圖之位置。 在此一周上, 除上述四視圖外, 其他任何地位, 均可成爲一個輔助正視圖。 是以, 輔助正視圖可從右前



方,右後方,左後方,或左前方之方向窺得。在任何圖中,其正視圖或輔助正視圖,均顯示目的物之高度。輔助正視圖,係觀者從水平方向觀察所得者,故其中任何點之高度,必與該點在正視圖中之高度相等。而量所有之高度,可自一水平參攷平面上起,此平面名為“基準面”(Datum Plane)。

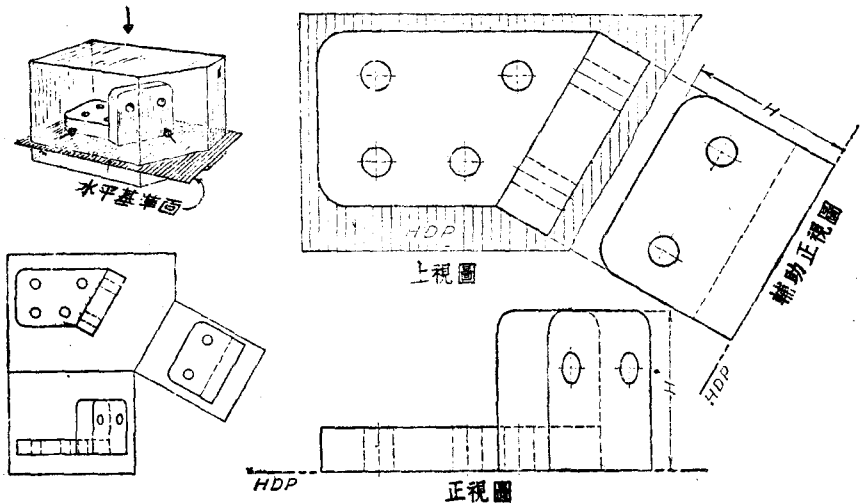


圖 8-4 輔助正視圖。

圖 8-4 中之零件,其右端與正平面及側平面均成一角度,而與水平面垂直,故上視圖中見其邊緣,正視圖或側視圖中均不能顯其真實形狀。祇有正對其面上所取之輔助正視圖,始能見其真正之形狀。設以目的物底之水平面為基準面 HDP (Horizontal Datum Plane)。畫基準面之邊緣,使與上視圖中傾斜面之邊緣平行。從上視圖投射傾斜面上之各點,使與基準面垂直,再從正視圖中移轉所需之高度。底之輔視圖並不畫全,因已於正視圖及上視圖中畫出也。

8.5 右及左輔視圖。右及左輔視圖係畫在與正平面垂直而與水平面傾斜之平面上。如沿鉛直圓環察目的物一周,視線平行正平面,即可想像此種視圖之性質。從觀右側視圖之點開始,以反時針向繞至目的物之正上方,則可見其正視圖,如圖 8-5 所示。在右側視圖與上視圖間之任何一點,均可畫一右輔視圖。再繞行而下,在上視圖與左側視圖間之任何一點,均可畫一左輔

視圖。同理，在此環視之過程中，其下半部之右輔視圖或左輔視圖亦可畫出：

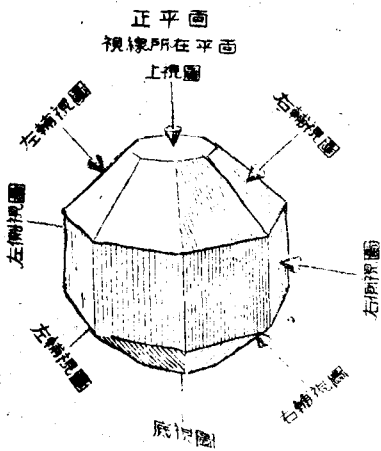


圖 8.5 取右及左輔視圖之方向。

如圖所示，所有輔視圖自前至後之深度與上視圖及側視圖之深度相同。故欲測右及左輔視圖之深度，可自正基準面 *FDP* (Frontal Datum Plane) 量起。圖 8.6 示一彎片之上視圖及正視圖，而以部分之右及左輔視圖，表出該片兩端之形狀及鑽孔。輔視圖係從正視圖投影而得，其深度即取自上視圖：從上視圖中心之正基準面 *FDP*，向兩邊量度。

上、後、及底各視圖，如圖 8.7 中所示。圖 8.8 為從側視圖投射而得之部分前輔視圖，連同側視圖及部分正視圖表示原物之形狀。側基準面 *PDP* (Profile

8.6 前及後輔視圖。

前及後輔視圖係畫於與側面垂直之平面上。此種視圖之觀點在側面上，該面通過正、

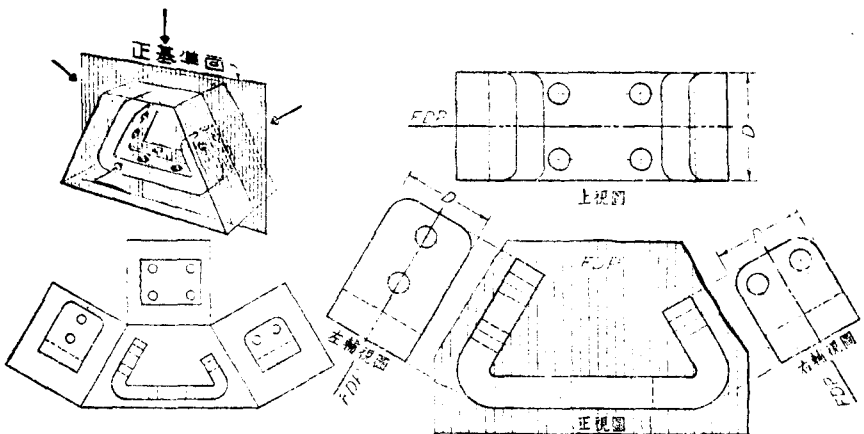


圖 8.6 右及左輔視圖。

Datum Plane) 為一側面，其邊緣可見於正視圖及上視圖。因此零件為對稱形式，故取 *PDP* 經過其中心。其尺寸之量度係將正視圖上 *PDP* 兩邊之寬度

移量於輔視圖上  $PDP$  之兩邊。

**8.7 輔視圖之用途。** 輔視圖不僅能表示傾斜部分之形狀，且可因此省去一個或更多之主要視圖。另有一種重要之用途，即當主要視圖中有一部份為縮影時，不用輔視圖，將無法畫出。於是先作一輔視圖表示其真正形狀，再將此部分回復投射於其主要視圖上。圖 8.9 即例示輔視圖之此種應用。輔視圖在實際工作上應用極廣。通常祇畫其部分視圖，以表示目的物與輔助平面平行之一部份，如圖 8.4, 8.6, 及 8.8；蓋於此等情形中，若將其全部投影，實無必要。再舉一例，如圖 8.10 之鑄件 (Casting)，其二個輔視圖及上視圖均為部分視圖。圖 8.11 是用右輔視圖之尺寸圖，毋須再畫左側視圖中之隱線及上視圖。輔視圖與據以投影之視圖間之距離可酌定之。

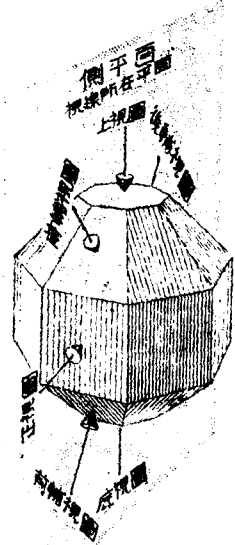


圖 8.7 取前及後輔視圖之方向。

**8.8 輔助正視圖之畫法。** 畫輔視圖之簡捷方法，乃先將主要視圖上基準面之邊視圖定出，再畫出輔視圖上之基準面。如為一輔助正視圖，則第一，在正視圖上畫水平基準面之邊，因而可藉之測量高度。此邊不論居上，居下，或穿過視圖均可。如目的物立於其底上，則其底平面常選為該物之基準面，如圖 8.4 中之  $HDP$ 。如正視圖對稱於一水平中心線，如圖 8.12 中所示，則其基準面將經過其中心。第二，畫輔視圖上基準面之邊視圖，應與上視圖上須顯示之面平行，而與其離開一適當之距離，如圖 8.12 B 所示。第三，從上視圖將目的物之各點垂直投射於輔視圖之基準面如  $C$ ；從正視圖上之基準面量度距離  $H, H_1$ ，然後，用分規或刻度尺移此距離於輔視圖，自輔基準面量起，如  $D$ ；再如  $E$  及  $F$  所示，完成全圖。

所應注意者，向上視圖方面所量之任何尺寸，移至輔視圖上仍為向上視圖。再注意圖 8.12 中之正視圖，若不用輔視圖，則不能完成。圓弧之真正形狀表示於輔視圖上，欲得圓弧在正視圖上之投影，可在輔視圖上選諸點，反投其影至上視圖，再由上視圖向下投射至正視圖上。在此類投射線上，從輔視圖

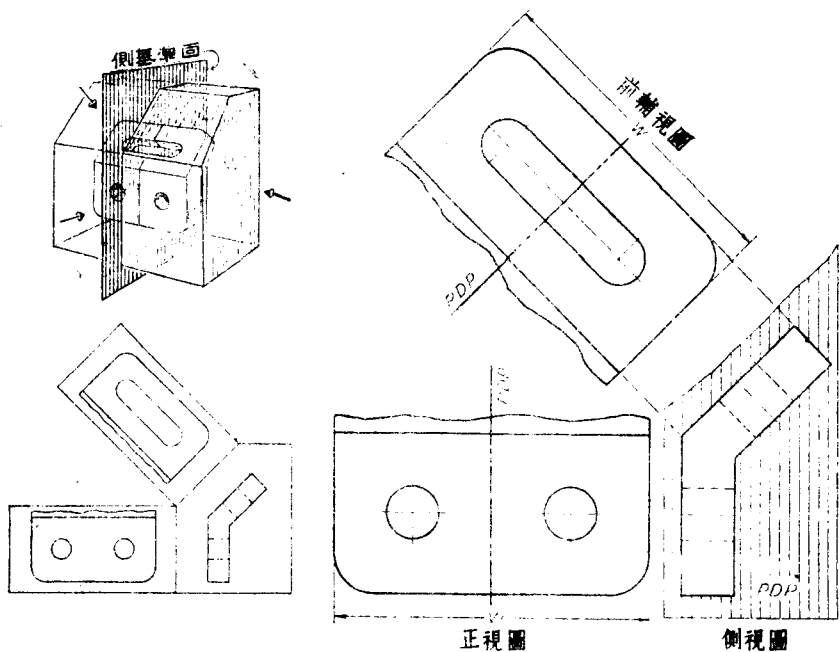


圖 8-8 前輔視圖。

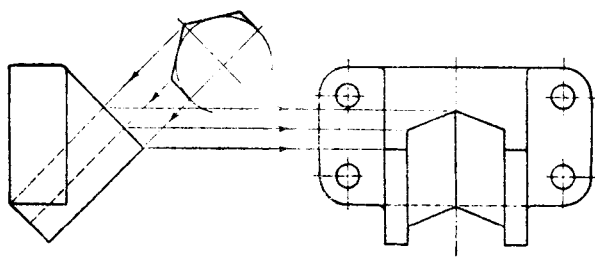


圖 8-9 利用輔視圖以完成正視圖。

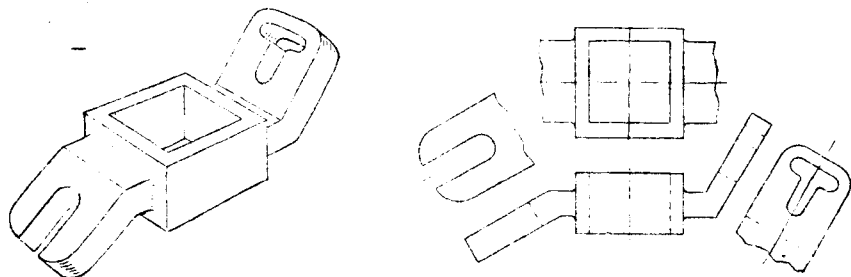


圖 8-10 部分視圖之應用。

中移出高度  $H_2, H_3$ ，而求得其在正視圖上之相當點。再取  $H_1, H_5$ ，及其他各點以完成此曲線。

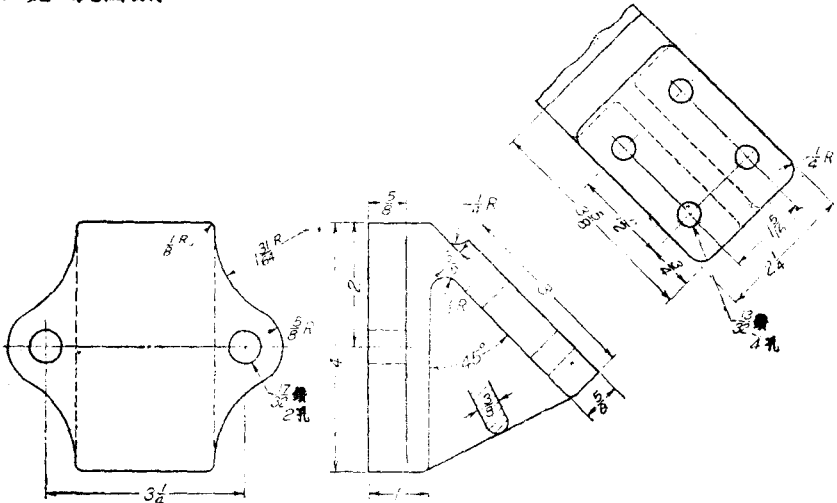


圖 8-11 有輔視圖之工作圖(支柱底座, Strut Base)。

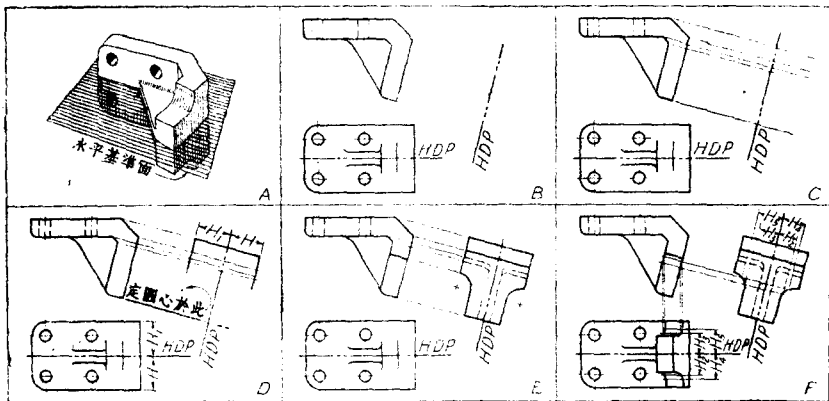


圖 8-12 畫輔助正視圖之步驟。

8.9 右輔視圖之畫法。右或左輔視圖之基準面，為一正平面，其邊緣  $FDP$  表於上視圖中。若上視圖為對稱者，則基準面以穿過該零件之中心，最為方便。若目的物並不對稱，則其基準面可定於目的物之後面(Back Face)，吾人可於圖 8-13 中察出作視圖之步驟。先畫輔視圖之基準面  $FDP$ ，使與正視圖中之傾斜面平行，如圖 8-13 B。從正視圖上各點作投影線與基準面垂直，

如 C. 輔視圖上之深度與上視圖上之深度相同。於是從上視圖之基準面量度每一點之深度，並從輔視圖之基準面移量於相當點上，如 D 所示。惟須注

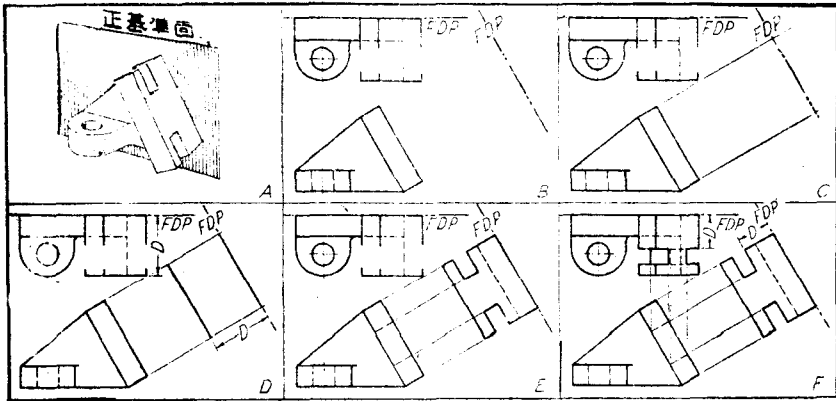


圖 8-13 畫右輔視圖之步驟。

意各點均在上視圖基準面之前面，故移量時，亦須趨向輔助圖之前方。再如 E 所示，完成輔視圖。然仍應注意其上視圖之缺口 (Notch) 尙未完成。直至輔視圖畫好後方可完成，如 F 所示。畫左輔視圖之步驟亦如上述，僅將右方改為左方而已。

8-10 前或後輔視圖之畫法。前或後輔視圖均從側視圖投影而得。故畫此類圖時，除正視圖外，必須有一側視圖。再具一上視圖亦無不可。其基準面為一側面，其邊在正視圖中表出 (亦在上視圖中表出)。若正視圖對稱於

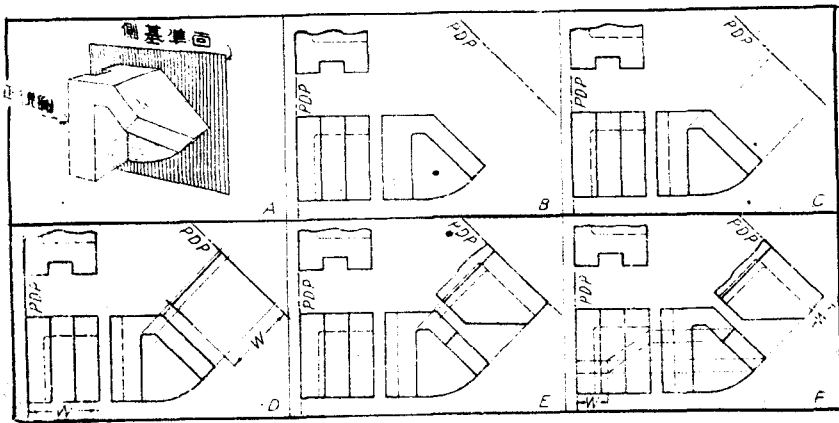


圖 8-14 畫後輔視圖之步驟。

鉛直中心線，則畫基準面  $PDP$  經過其中心，否則，可予偏左或偏右，如圖 8-14 A 所示。輔視圖之基準面，須與側視圖上之傾斜面平行。將側視圖中各點投影，垂直於此基準面。再移正視圖中各點距基準面之寬度於輔視圖上。注意此寬度如係向側視圖量得，則移於輔視圖上時，亦應向側視圖量度。試研究圖 8-14 所示之逐步程序。

8-11 複輔視圖或斜視圖 (Oblique View)。欲求一個不與任何主要平面垂直之斜面(如圖 8-15 所示者)之真正形狀，必需二步手續：第一，作一輔視圖，取其位置使斜面於該圖上成爲一邊；第二，由此第一輔視圖畫另一輔視圖，示斜面之真正形狀。欲求得此面之第一(邊)視圖，必須作於與該面垂直之平面上，該平面同時與主要平面之一垂直。

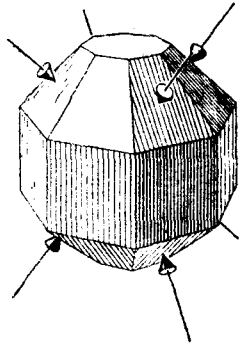


圖 8-15 取斜視圖之方向。

圖 8-16 中，若依箭頭 1 之方向視斜導板 (Skew Guide) 之斜面；換言之，即將斜面投影於與其垂直之鉛直面  $DP_B$  上，此投影爲一邊，而此視圖向上轉至紙面時，應如 B 所示。若在此位置，從箭頭 2 之方向視斜面，即直對斜面而觀，則其真正大小即如 C 所示。

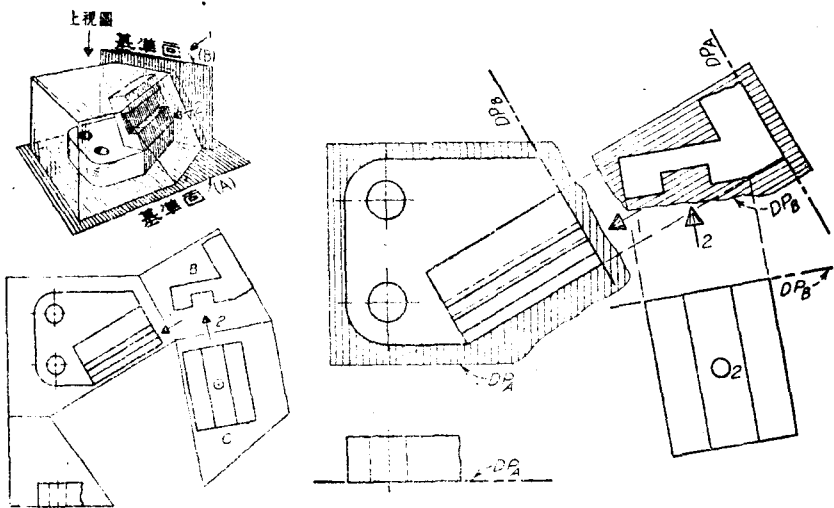


圖 8-16 複輔視圖或斜視圖

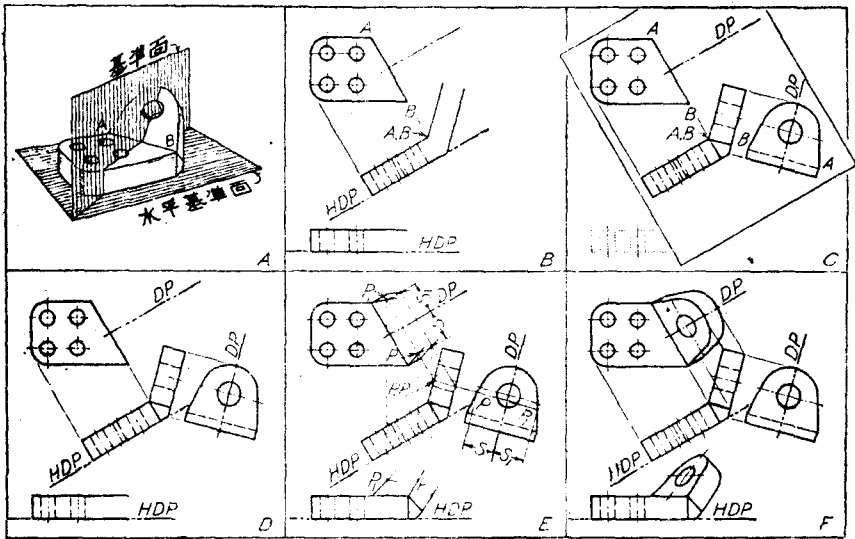


圖 8-17 畫斜視圖之步驟。

圖 8-17 例示連續步驟中之各動作。先從水平且與斜面上 AB 線平行之方向觀察，作一個輔助正視圖 B。如此，則 AB 線之投影為點，而斜面則為線。然後選對所需之面，畫第二輔視圖。畫時在斜視圖上設立基準面，依該斜面之已知尺寸作之。

基準面 DP 應想作垂直於斜面之水平線 AB。上視圖及斜視圖均示線 AB 之實長，故垂直於 AB 之基準面，在此二視圖內成為邊視圖。請注意在任一視圖內，基準面恆垂直於該視圖之投影射線。

原來之上視圖及輔視圖可視為兩個正常視圖，即上視圖及正視圖；斜視圖乃變成簡單之輔視圖；俾作校核基準面位置及斜視圖投影之助。如此進行時，製圖員必須假想此兩種視圖轉至較熟悉之位置，或即將紙轉動至相當位置，如 C 所示。在此位置之視圖，欲求其右輔視圖，以示傾斜面之真正形狀，實為輕而易舉，已如第 8-5 及 8-9 節所述。在 D 圖上，將 C 圖中顯示變更方位之框圈線移去，則為一完成之斜視圖與該件未完成之上視圖及正視圖。如需完成上視圖及正視圖，可如 E 及 F 所示，從斜視圖投回斜面之影。在斜視圖上擇任意點 P，將其投射至輔視圖。從此邊視圖延長一垂直投影線，使穿過上視圖



之基準面。在斜視圖上量距離  $S$ ，移註於上視圖上。從上視圖向下投影至正視圖；再從輔視圖之水平基準面上，量該點之高度，移此距離於正視圖中之  $HDP$  上。繼續推行此法至所需各點。

8·12 旋轉。在投影圖中所用之“旋轉”(Revolution)一詞，其涵義乃將目的物依着(通常)與主要平面中一面垂直之軸旋轉至一特定位置。普通假設此軸穿過目的物或與目的物相切。旋轉之方向或為順時針或為反時針，視

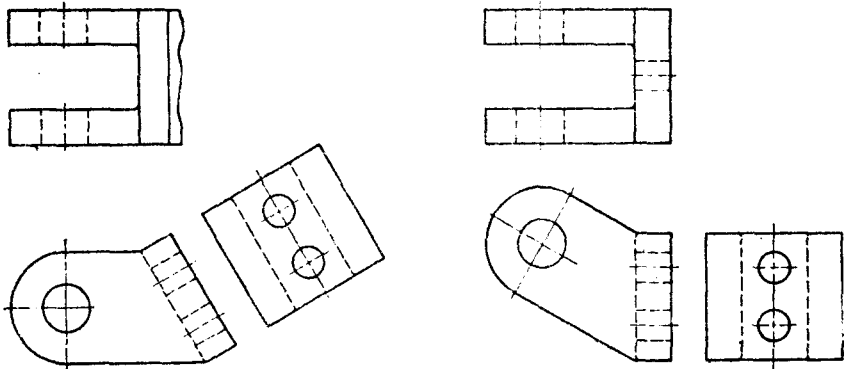


圖 8·18 輔視圖法及旋轉法之比較。

目的物在與軸垂直之視圖上之旋轉方向而定。旋轉之量 (Amount)，可用度數或用某一面或邊旋轉至某一位置表示之。

旋轉之目的，為使目的物能畫於偏斜位置上，先將圖畫於一簡易之位置，再將其旋轉至所需之位置。反之，一畫於偏斜位置之目的物，可經“反轉”(Counterrevolution)，旋至一簡易之位置。

旋轉方法與輔投影方法間之區別，為前者將目的物移動位置，而後者則變更觀者之位置。其結果完全相同，如圖 8·18 中所示。

8·13 旋轉之規則。若目的物依一與某平面垂直之軸旋轉，則(1)其在該平面上之投影，僅變其位置，而大小或形狀均不變；及(2)在其餘視圖中，與該軸平行之尺寸不變。例解：設圖 8·19 中之目的物從位置  $A$  依一鉛直軸旋轉  $30^\circ$  角，則上視圖之形狀並不變更，惟其位置則將顯示如  $B$ 。目的物各點之垂直高度，雖經旋轉，仍不變更；是以，其新正視圖可由原正視圖上各點橫向投影，與新上視圖上每一相當點之投影線相交而得。然後其側視圖可如圖所示

之投影方法作成。為避免淆亂起見，最好在每一視圖之相當點，註上數目或字母。

若目的物依一與正平面垂直之水平軸旋轉，如圖 8·20 所示，則其正視圖之形狀不變，可逕行複畫於新位置上。其新上視圖可由其原上視圖橫向投影與新正視圖向上之投影相交而得。其側視圖可依普通方法繪成。

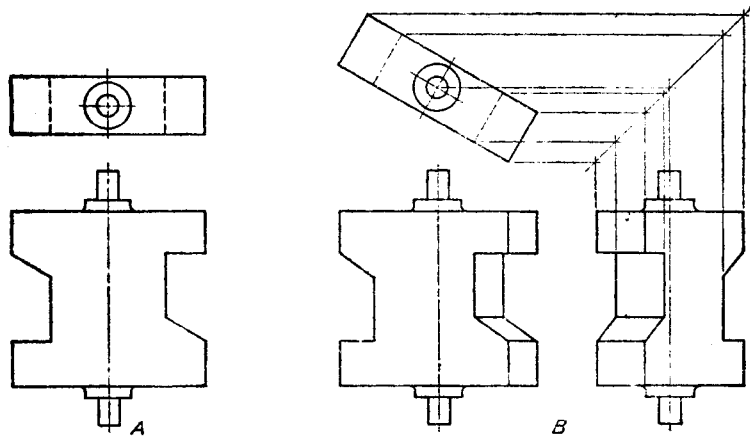


圖 8·19 依一鉛直軸旋轉。

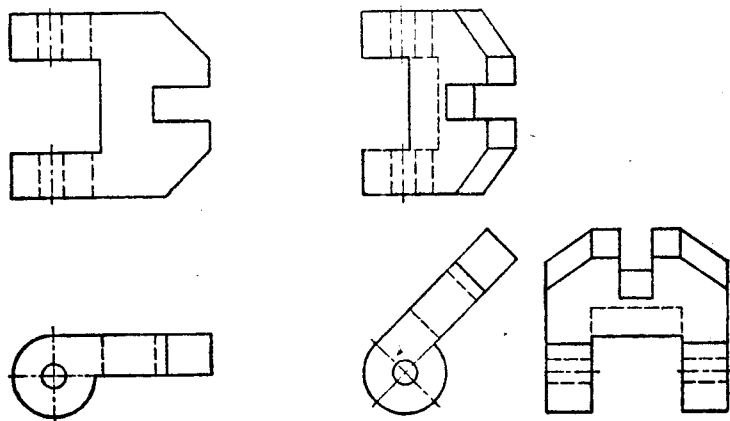


圖 8·20 依一水平軸旋轉。

依着與側面垂直之軸向前或向後旋轉，則其側視圖不變。故其新正視圖可由旋轉後之側視圖橫向投影，依其原正視圖之寬度而得，如圖 8·21 所示。

連續旋轉可依同樣法則作成。圖 8·22 表示一零件先依水平軸（垂直於

正平面) 旋轉  $30^\circ$ ; 再從此位置依鉛直軸旋轉  $45^\circ$ 。

反轉者普通旋轉之逆耳。例如, 設圖 8-22 之物體本在 C 之位置, 欲得

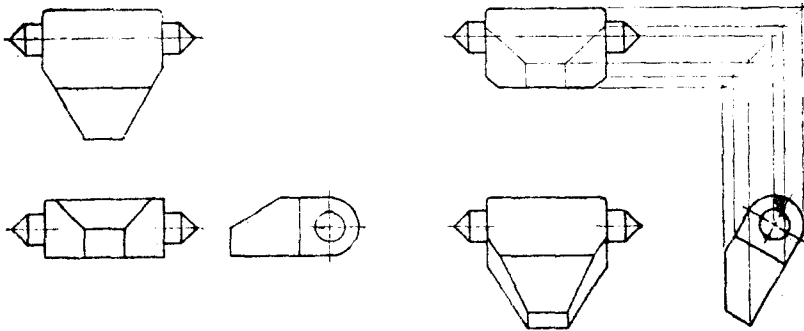


圖 8-21 依與測面垂直之軸旋轉。

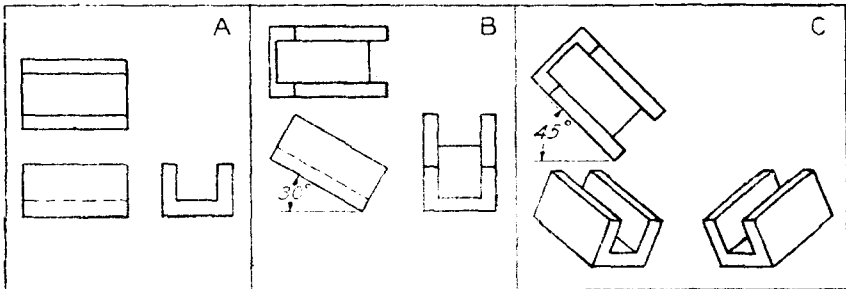


圖 8-22 連續旋轉法。

其最簡單之位置, 先旋轉之, 使其正面平行於正平面, 得位置 B。再加以旋轉, 迄底為水平時止。

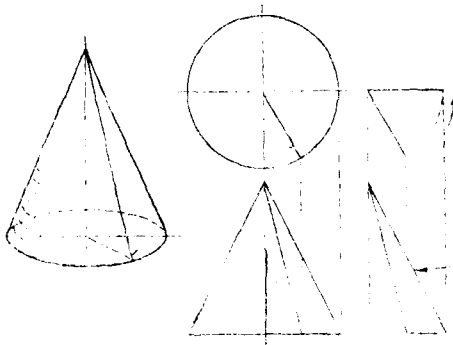


圖 8-23 用旋轉法求線之真正長度。

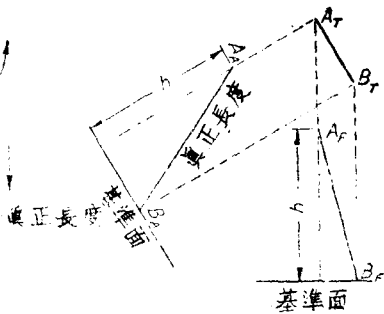


圖 8-24 用輔視圖法求線之真正長度。



- 4, 5. 圖 8-28, 8-29. 將已設之視圖畫出, 再在指定之處加畫輔視圖。
6. 圖 8-30. 試畫正視圖, 部分上視圖及部分左輔視圖。
7. 圖 8-31. 試畫部分正視圖, 右側視圖, 部分上視圖, 及部分正輔視圖。

圖。

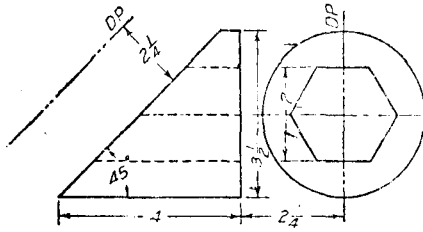


圖 8-28

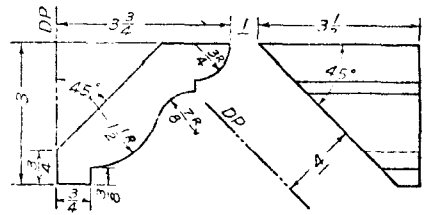


圖 8-29

圖 8-28 及 8-29 輔視圖之練習。

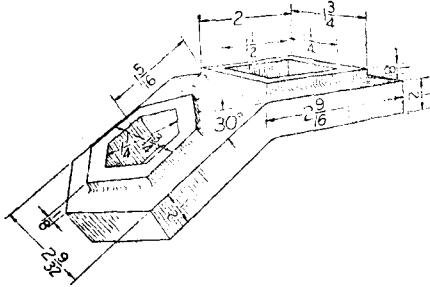


圖 8-30 柄 (Holder).

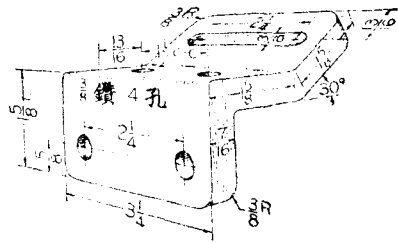


圖 8-31 槽錨 (Slotted Anchor).

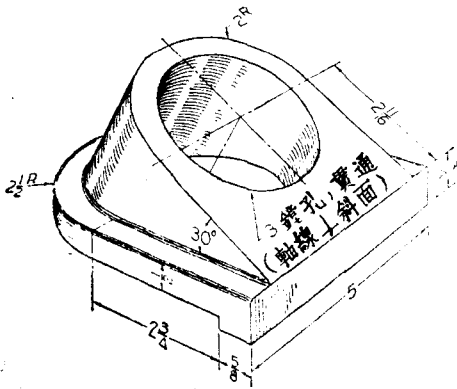


圖 8-32 斜墊圈 (Bevel Washer).

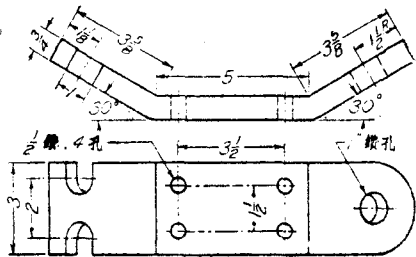


圖 8-33 連接片 (Connector Strip).



14, 15. 圖 8-38 及 8-39. 試決定何種視圖及部分視圖最能將零件表達清楚. 作圖之前先畫草圖, 再決定之.

16. 圖 8-40. 試畫正視圖, 部分底視圖, 及部分左輔視圖.

17. 圖 8-41. 試決定何種視圖及部分視圖最能將零件表達清楚. 作圖之前先畫草圖, 再決定之.

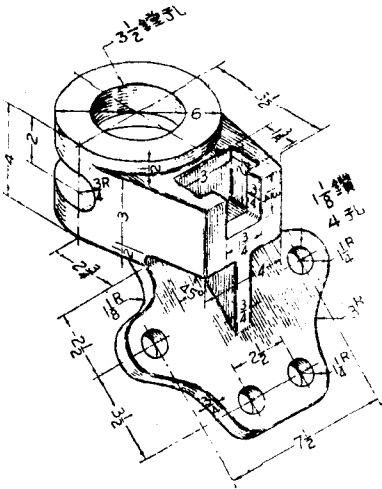


圖 8-38 運送機吊架 (Conveyor Hanger).

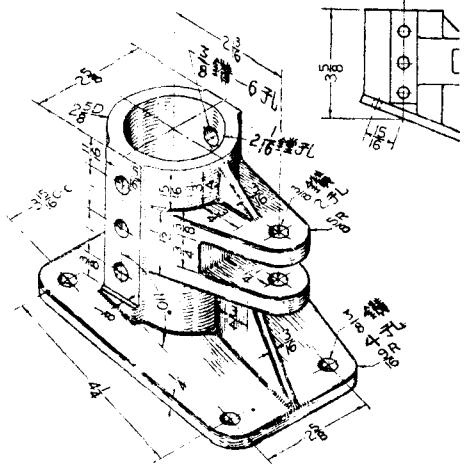


圖 8-39 支柱底座 (Strut Base).

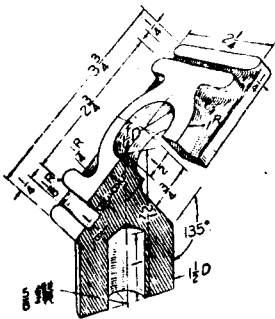


圖 8-40 懸綫夾 (Catenary Clip).

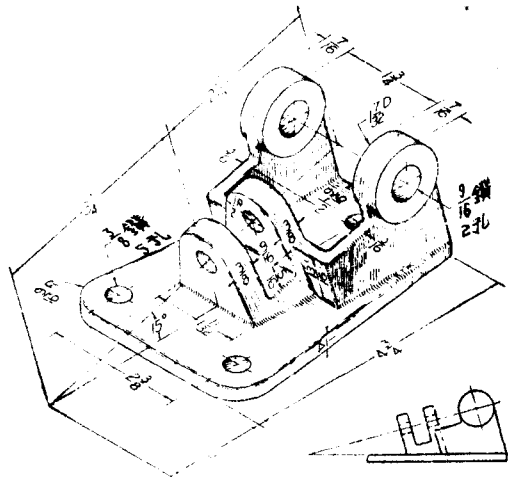


圖 8-41 撐臂板 (Brace Plate).





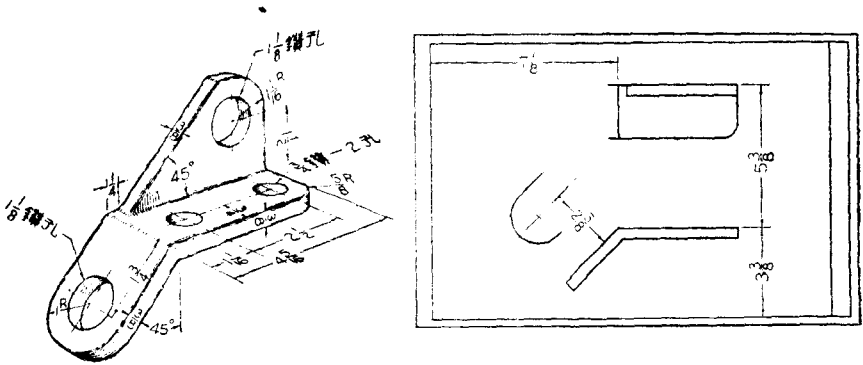


圖 8-44 翼夾 (Spar Clip, 90°)

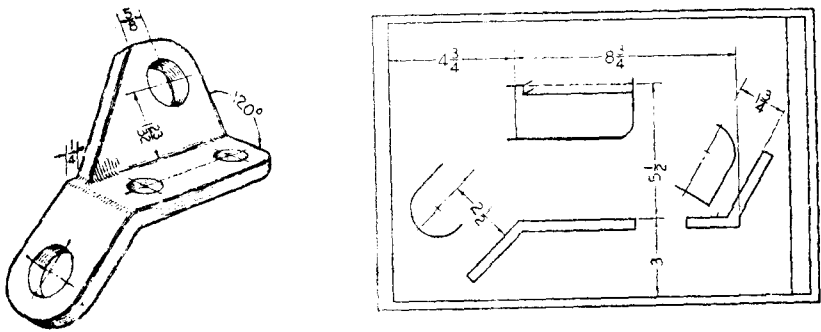


圖 8-45 翼夾, 120°

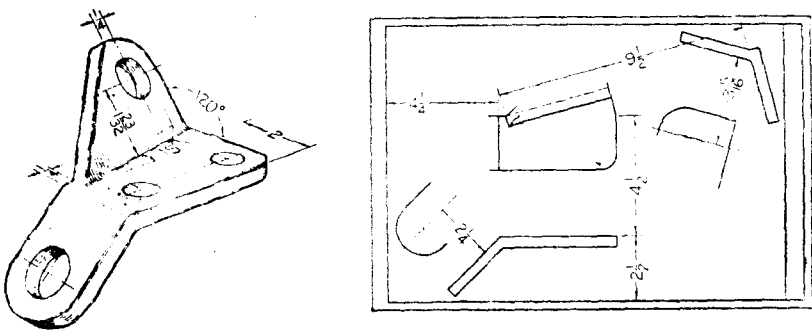


圖 8-46 翼夾, 斜

第 III 類. 複輔視圖. 習題 23 至 31.

23. 圖 8-47. 已設正視圖及右側視圖. 試畫正視圖, 部分左側視圖, 第一及第二部分輔視圖以描繪半柱形之割口.

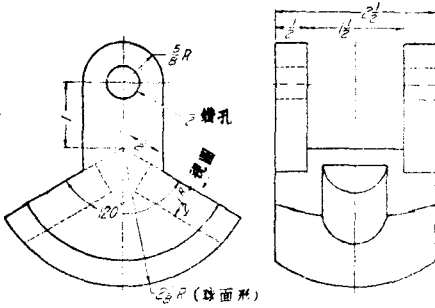


圖 8-47 萬向底座 (Universal Base).

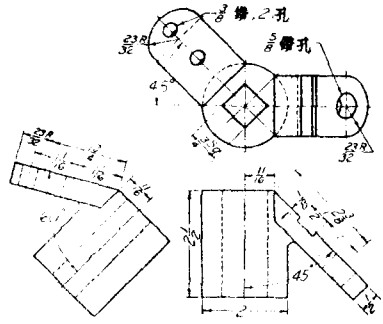


圖 8-48 柱桿錨 (Bar Strut Anchor).

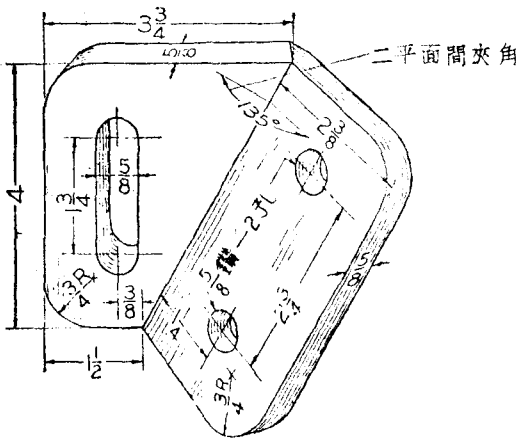


圖 8-49 可調整夾 (Adjustable Clip).

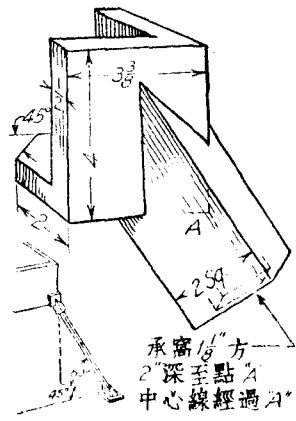


圖 8-50 角架 (Corner Bracket).

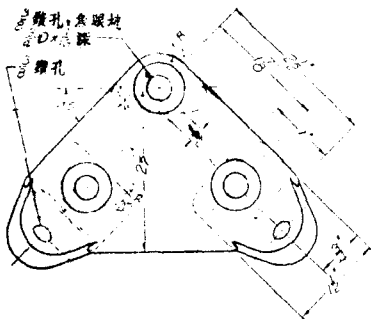


圖 8-51 纜錨 (Cable Anchor).

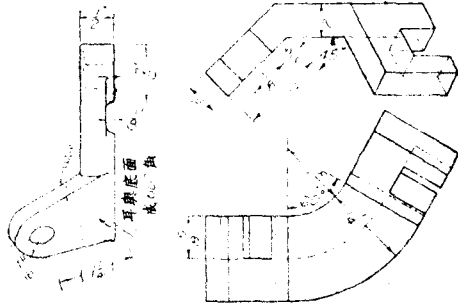


圖 8-52 弓形夾 (Segment Clip).

24. 圖 8-48. 試畫部分上視圖, 正視圖, 右輔視圖, 第一(輔助正視圖)及第二輔視圖。

25, 26. 圖 8-49 及 8-50. 試用複輔視圖法, 畫必需之視圖。

27, 28. 圖 8-51 及 8-52. 試用複輔視圖法, 畫設定之視圖。

29. 圖 8-53. 試畫上視圖, 正視圖, 左側視圖 (第二位置), 輔助正視圖 (一部分), 及第二輔視圖。

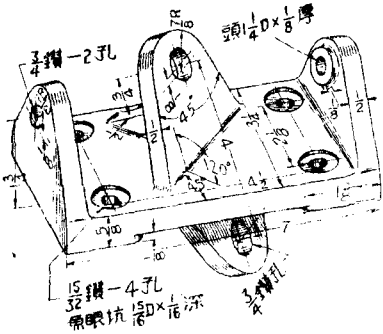


圖 8-53 橫接頭 (Transverse Connection).

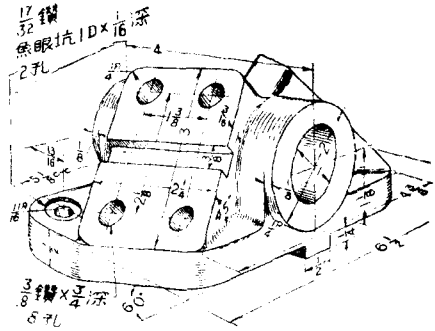


圖 8-54 斜面工具底座 (Chamfer Tool Base).

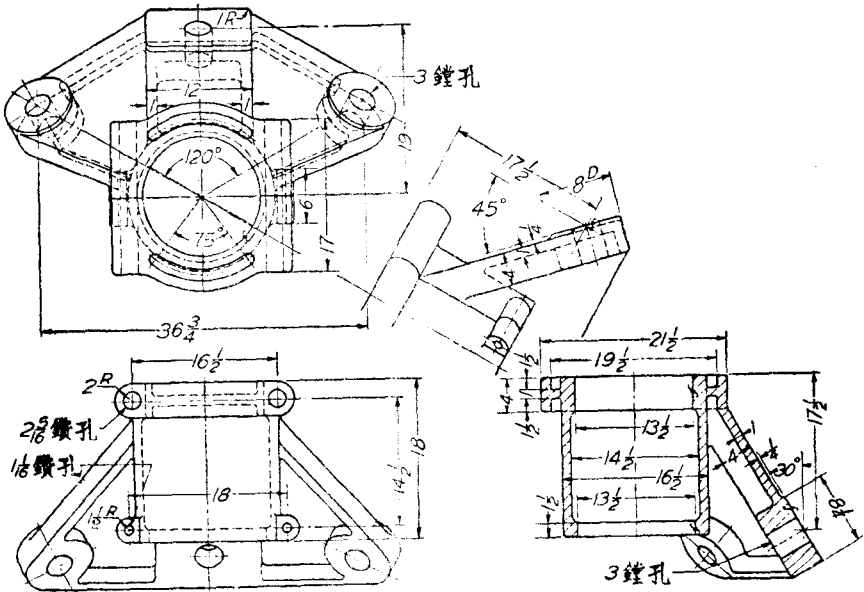


圖 8-55 起重機柱頭軸環及蓋 (Crane Masthead Collar and Cap).

30. 圖 8-54. 試畫上視圖,正視圖,輔助正視圖 (一部分), 及第二輔視圖. 此零件與其主軸對稱.

31. 圖 8-55. 將已設之視圖分配在圖紙上,再加畫表達零件所必需之輔視圖.

第 IV 類. 旋轉及反轉. 習題 32 至 34.

32. 圖 8-56. (1) 在 A 至 K 所示之模型中. 試畫每塊之三視圖. (2) 將(1)中之位置,依  $\perp H$  之軸(即與水平面垂直之軸)旋轉  $15^\circ$  角. (3) 將(2)中之位置,依  $\perp F$  之軸(即與正平面垂直之軸)旋轉  $45^\circ$  角. (4) 將(1)中之位置,依  $\perp P$  之軸(即與側面垂直之軸),向前旋轉  $30^\circ$  角. (5) 將(2)中之位置,依  $\perp P$  之軸向前旋轉  $30^\circ$ . (6) 將(3)中之位置,依  $\perp P$  之軸,向前旋轉  $30^\circ$ . (4), (5), 及 (6) 各圖最好分別放在(1), (2), 及 (3)之下,如此則其正視圖及上視圖之寬度可以直接向下投影.

33. 圖 8-57. 三角形 ABC 為三角錐之底,錐高為  $2\frac{1}{2}''$ ,其頂尖與 A, B, 及 C 之距離均相等. 將其反轉,至底面水平時再完成此圖.

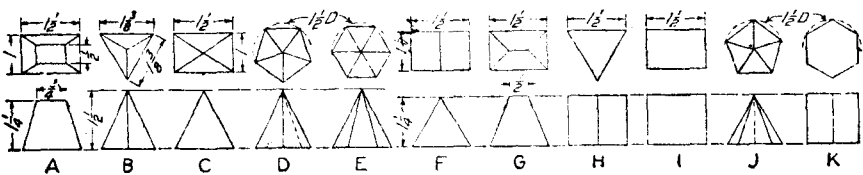


圖 8-56 旋轉習題.

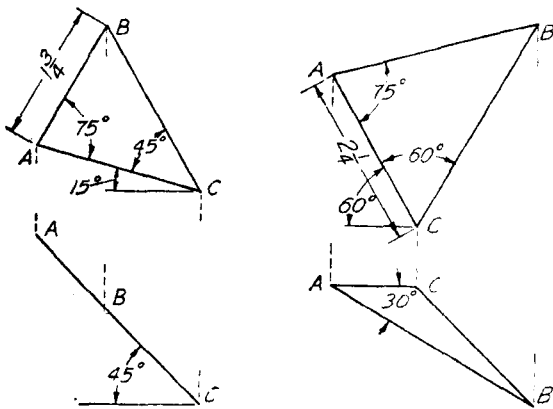


圖 8-57 反轉

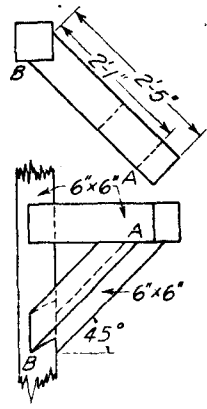


圖 8-58 木撐臂.

34. 圖 8·57. 三角形  $ABC$  為三角錐之底, 錐高為  $1\frac{1}{4}$ ", 其三面與底面成等角. 用二步驟反轉之, 至其底面水平時, 完成此圖.

**第 V 類.** 線之真正長度. 習題 35 至 39.

35. 試求  $2\frac{1}{2}$ " 立方體體對角線 (Body Diagonal) 之真正長度.

36. 試求圖 8·56 中任一稜錐一邊之真正長度.

37. 圖 8·58. 求  $AB$  線之真正長度, 並畫撐臂之詳細圖.

38. 圖 8·58. 就圖上所示木架之位置, 試畫撐臂,  $AB$  之真正長度等於  $3'-0"$ .

39. 試畫第 38 題中撐臂之詳細圖.

**第 VI 類.** 依說明作圖. 習題 40 至 49.

40. 試畫三角厚紙片之三視圖. 紙片每邊長  $2\frac{3}{4}$ ", 一邊與  $P$  (即側面) 垂直, 而紙片之面與  $H$  (即水平面) 成  $30^\circ$  角.

41. 試畫直徑  $2\frac{1}{2}$ " 圓形厚紙片之三視圖. 紙片與  $H$  傾斜成  $30^\circ$  角, 而與  $F$  (即正平面) 垂直. (求出曲線之上八點).

42. 試畫柱之三視圖, 其直徑為  $1\frac{1}{2}$ ", 長為  $2"$ , 中心穿一六角形孔, 其長直徑為  $1"$ . 柱之軸與  $H$  平行, 而與  $F$  傾斜成  $30^\circ$  角.

43. 試畫一六角基座 (Plinth) 之上視及正視圖, 其面各為  $1"$  方, 其中二面與  $H$  平行. 基座中穿入一正方柱, 其中二面與  $H$  平行, 長為  $3"$ , 底為  $\frac{1}{8}"$  方. 兩者之軸疊合, 且與  $H$  平行, 與  $F$  成  $30^\circ$  角. 稜柱軸之中點在基座之中心.

44. 試畫  $3"$  長之線之二個投影, 該線係向下及左後方傾斜, 與  $F$  成  $30^\circ$  角. 其在  $F$  上之投影 (簡稱  $F$  投影) 與水平線成  $45^\circ$  角.

45. 試畫正方錐之三視圖. 其各面均為等腰三角形, 底  $1\frac{3}{4}"$ , 高  $2\frac{1}{4}"$ . 一面在水平位置. 其軸在  $H$  上之投影 (簡稱  $H$  投影) 與水平線成  $30^\circ$  角.

46. 試畫直立矩形錐之上視圖及正視圖, 其底為  $1\frac{1}{8}" \times 2"$ , 高為  $1\frac{3}{8}"$ , 底之長邊與  $F$  平行. 用二次旋轉, 使底之短邊與  $H$  平行, 而與  $F$  成  $60^\circ$  角, 其頂點與底之一短邊在同一水平面上.

47. 試畫三角錐之三視圖, 該錐為四個等邊三角形所組成, 每邊之長為  $2\frac{1}{4}"$ . 其底與  $H$  成  $45^\circ$  角, 而底之一邊與  $F$  垂直.

48. 試畫矩形柱之上視圖及正視圖, 其底為  $1" \times 1\frac{3}{4}"$ , 體對角線 (Body

Diagonal) 爲  $2\frac{1}{2}$ "長。試在與柱之體對角線垂直之輔助平面上,作稜柱之投影。

49. 試畫立方體之上視圖及正視圖,體對角線之長爲  $2\frac{1}{2}$ ",與  $F$  平行。試在與體對角線垂直之平面上,畫立方體之輔投影。

## 第九章 剖面與習例

9.1 剖視圖。前二章所述為以正投影視圖描繪實物形狀之方法，遇有不可見之部分，則以虛線表示之。若物件之內部構造甚為簡單，則此種隱線自不難瞭解。然而當構造較複雜或為數物件所組合時，則於外形視圖上表示其構造，常為衆多虛線所混淆，既艱於作畫，且難於辨認。在此種情形之下，必須有一個或數個剖示內部之圖形。

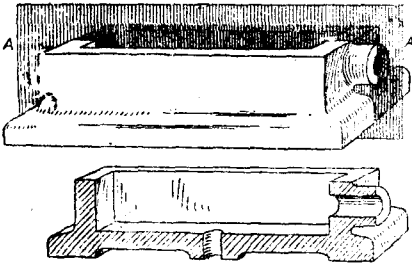


圖 9.1 剖面。

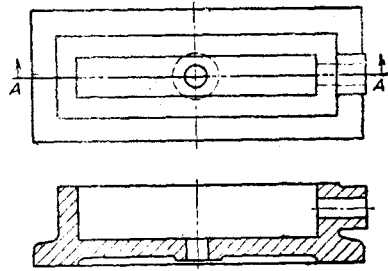


圖 9.2 A-A剖面。

**定義：**剖視圖 (Sectional View) 或剖面 (Section) 是假想一物體或機器被割削或被斷裂，且移去割除部分以暴露內部構造之習用表示法。此處須加注意者，即在作一剖視圖時所移去之靠身部分，在作別種剖視圖時，並不省略之。

作圖時若剖面不止一個，則每一剖面必須各自獨立而不牽涉到另圖中之已割去部分。

9.2 圖 9.1 表示剖面載於一鑄件之形狀，儼若鑄件真被此面鋸斷，且其前面部分已被移去以顯示其內部者。圖 9.2 示此鑄件，其正視圖為剖面。剖面之邊在上視圖中以一剖面線符號 (圖 3.30 之第 7 線)，并加字母及箭頭以為指示；箭頭即表示所取視圖之方向。

材料為剖面所截之處，其被截之面以剖面線 (Section Line, 或稱斷面線，

“Crosshatching”)表示之。剖面線乃傾斜約45度之細實線，作均勻之分佈，劃於被割之面上。

### 9-3 剖面之五原則。

1. 剖面不必為一連續之單一平面，而可以改變方向或偏置 (Offset)，以獲得一表示結構之最適宜地位。圖9-3。

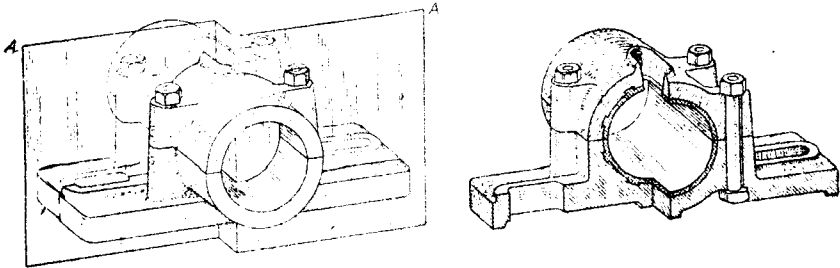


圖9-3 偏置剖面之圖例。

2. 軸 (Shaft)，螺栓 (Bolt)，螺母 (Nut)，桿 (Rod)，鉚釘 (Rivet)，鍵 (Key) 等物，若其軸線在剖面中，而內部無可表示者，則仍為一整體而不割斷。圖9-4。

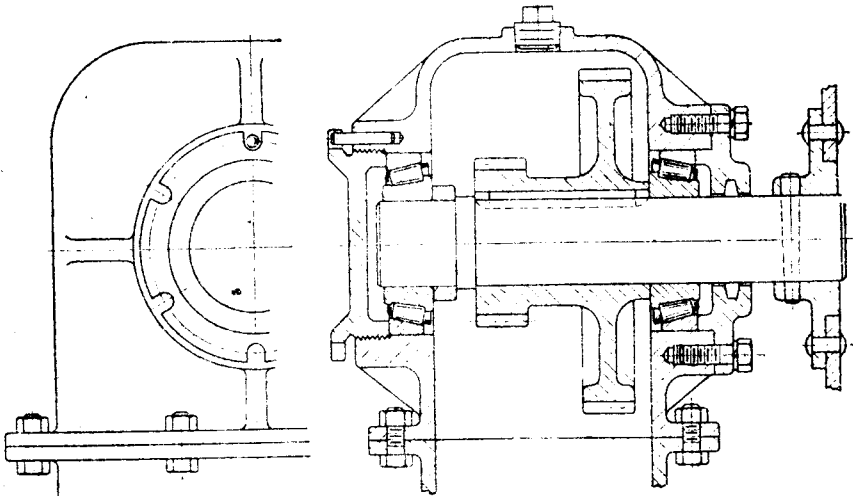


圖9-4 剖面練習。

3. 除非物件之某一部分必須描敘時，不應畫出隱線。圖9.5及9.6。
4. 相鄰接之物件，其剖面常畫相反方向之剖面線，且常以不同間距 (Pitch，即二線間之距離) 之剖面線顯示之。較小之物件其間距往往較小。圖9-16。
5. 同一物件在不同視圖中，或同一物件在同一視圖中之不同部分，劃剖面線時須有相同之間



距與方向。

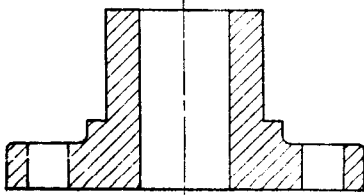
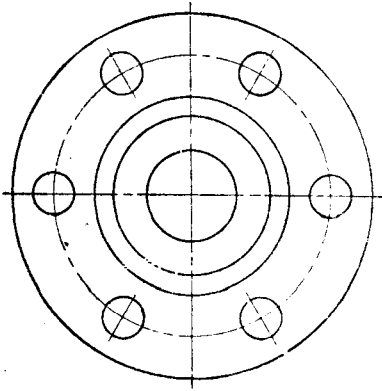


圖 9.5 毋需隱線。

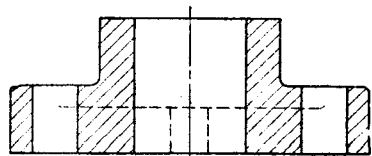
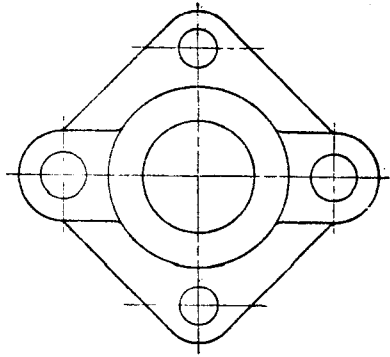


圖 9.6 需要隱線。

9.4 全剖面是剖面將物體整個剖分後，表示其全部被剖狀況之剖視圖。

剖面常選取於主軸線或中心線上，如圖 9.2 所示，但亦可偏置或改變方向，以穿過不在軸線上之細節，如圖 9.3 所示。若剖面之位置甚為顯然，則可略去剖面。圖 15.60 及 15.79 為全剖面之例。

通常在作剖視圖時，仍須遵照投影之規則。但在畫一複雜物件時，若將所有在剖面後之詳細情形都畫於圖中，必將使閱圖者混淆不清。故為保持清晰起見，此類不必詳述之結構必須省略。如圖 9.7 所示。

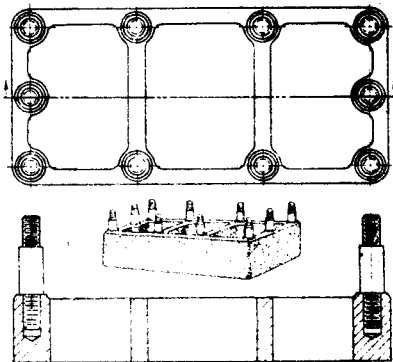


圖 9.7 細節之刪除。

9.5 半剖，為視圖之一種，常用以畫對稱物體。其一半畫剖面，另一半

畫正常外形視圖，如圖 9·8 所示。其剖面假想為僅伸展至半途，而止於中心線或軸線。半剖面之優點是可將外形和內部表現於同一視圖上，其缺點則為

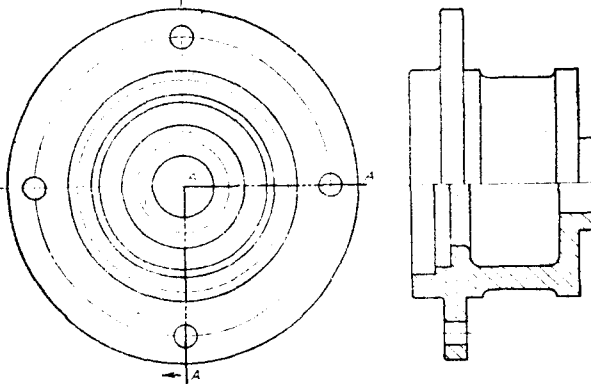


圖 9·8 半剖面。

內部之直徑尺寸不易妥為註明。至於隱線除為明晰或註尺寸起見，通常均不畫。圖 15·49 及 15·56 即為半剖面之例。請注意視圖上劃分被剖開與未剖開部分者為中心線，因物體實際上在此位置並無邊或面，而僅假想其被如此

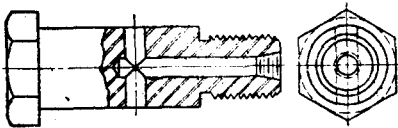


圖 9·9 斷裂剖面。

切割者。

9·6 斷裂剖面 (Broken-out Section) 是一種部分剖面，用於外視圖上，以顯示某些內部之細節，而無須

畫全剖面或半剖面。假想一物體為剖面鋸開所欲顯示之部分，而將其前面部分斷開，留一不規則之裂痕，此裂痕與物體輪廓之一部分限制此斷裂剖面。

圖 9·9 為一例。

9·7 旋轉剖面 (Revolved Section) 直接作於外視圖上，為一極便利而有用之方法，以表示構造上某細節之橫剖面 (Cross Section) 形狀，如輪上之肋 (Rib) 與輻 (Arm)。其剖面垂直經過被剖部分之中心線或軸線，形成之剖面則旋轉或翻轉入於畫面，如圖 9·10。此法大多用於形狀之描寫而非大小之述敘。當輪廓線與剖面相抵觸時，則可斷開此視圖，使剖視圖有較大之空間。圖 9·29 之 B, C, E, F 及圖 9·30 即為旋轉剖面之例。(旋轉剖面亦稱“內插剖面”，“Interpolated Section”)。

9.8 詳細剖面(Detailed Section or Removed Section)之目的與旋轉剖面相同,但不畫於同一視圖中,而畫於紙上之臨近部分,如圖9.11所示。剖面與其參攷字母必須示出,若剖面所自來之地位已屬明顯,則可省略。作普通之旋轉剖面嫌地位不夠,或註尺寸不便時用之。若一物之形狀逐漸變更或

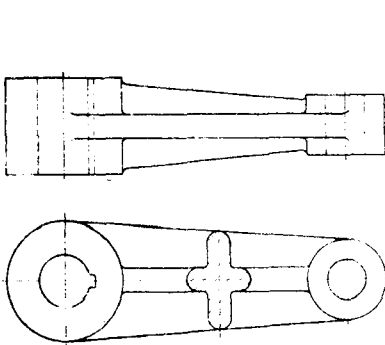


圖9.10 旋轉剖面。

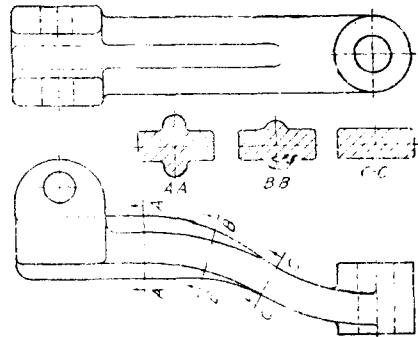


圖9.11 詳細剖面。

不均勻,則須有數個詳細剖視圖,如圖9.12所示。為使表示尺寸更形清晰起見,常用較主圖中所用為大之尺度。有時將剖面移置於另一畫圖紙上,註尺寸可更為明晰。苟若是,則主圖上須細心以剖面及辨認字母示出剖面位置。

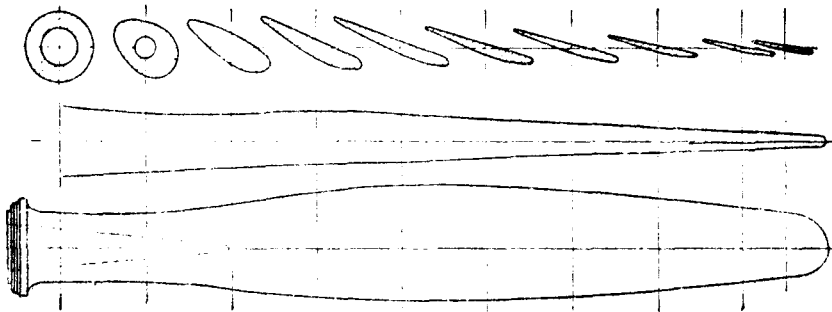


圖9.12 詳細剖面。

此種辨認字母通常為一分數,置於圓內;分數之分子為一字母,表示剖面,分母為一數字,表示紙張。剖視圖亦註以相同之字母及數字。詳細剖面亦稱“個別剖面”(Separate Section)、“移動剖面”(Shifted Section)或“薄切剖面”(Sliced Section)。

9.9 輔助剖面(Auxiliary Section)是在輔助平面(Auxiliary Plane)上

所作之剖視圖，其構造乃遵循前章所述輪視圖之原則。故可有輔助正剖視圖，左或右輔助剖面及前或後輔助剖面。同理，半剖面，斷裂剖面，旋轉剖面與

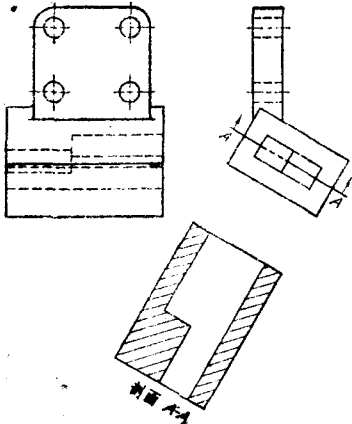


圖 9-13 輔助剖面。

移動剖面均可用於輔視圖中。圖 9-13 示一輔助剖面，圖 9-14 示右輔助部分剖面之應用。

9-10 幻像剖面(Phantom Section)是一種附有以虛剖面線表示內部結構之外視圖，如圖 9-15 所示。此類剖面通常甚少應用，其唯一優點乃在用斷裂剖面時，外表部分某一細節常被略去，而在此圖中可以兼顧。“幻像”一名詞亦指圖上原缺之部分，用虛線畫出，以表明相互位置者，如圖

15-60 及 15-61。

9-11 剖面線或斷面線法 (Section Lining, or Crosshatching)之目的在使被割之面有一種“色彩”，須以極精細之線畫成。苟非用機械剖面線器，通常均以目力排列其位置。其間距依表面之大小而決定。普通常介乎 1/16 吋與 1/8 吋之間。甚小之物件須劃較小之間距。開首劃二三條線時，須特別

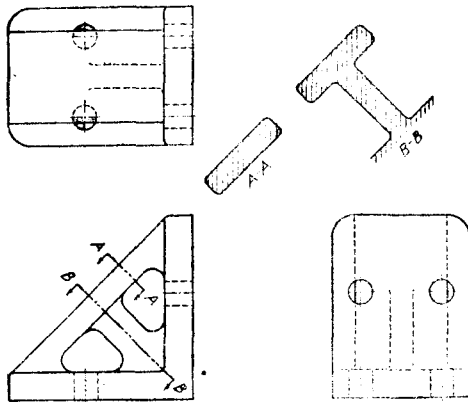


圖 9-14 輔助剖面(部分)。

注意其間距，以後則須常回視此二三線以免間距漸漸增大或縮小。剖面線之優劣影響全圖之觀瞻甚大。第 27 頁線之規格中示剖面線之粗細。

在組合剖視圖中，二鄰近之物件須劃方向相反之剖面線。若三物件相鄰，

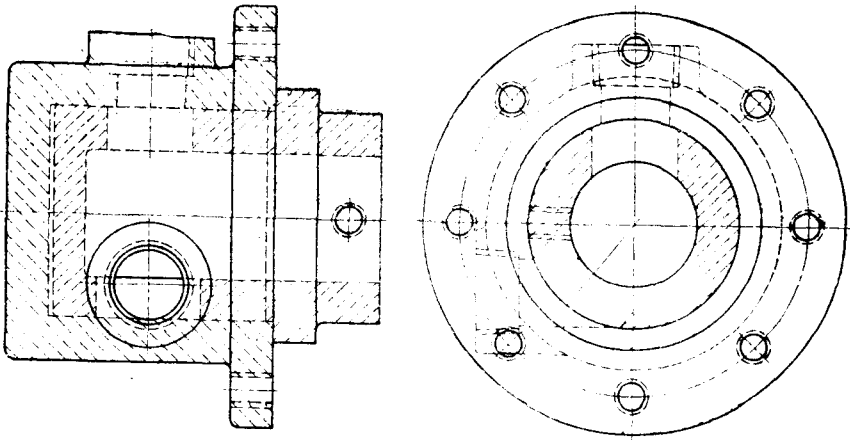


圖 9-15 幻像剖面。

則其中一物件之剖面線可畫成非 45 度者(通常為 30° 或 60°)。圖 9-16。若 45 度之剖面線與主要之輪廓相平行或幾乎平行時，必須採用其他方向，圖 9-17。

巨大之物件可僅在其邊緣部分  
劃剖面線，如圖 9-18。

甚薄之剖面，如軟墊(Gasket)、  
金屬片，或用小比例尺畫之構造鋼  
(Structural Steel) 可以全黑色示

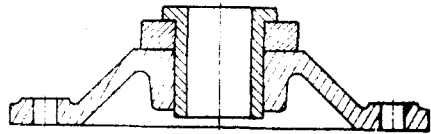


圖 9-16 鄰近部分。

之，其與相鄰物件之間則留出一白色之空隙以區別之，如圖 9-19 所示。

9.12 材料剖面之記號。符號性之剖面線在普通工作圖上不常應用；惟  
有時在組合剖面上則不同之材料間宜有所區別，是故採用公認之標準記號顯

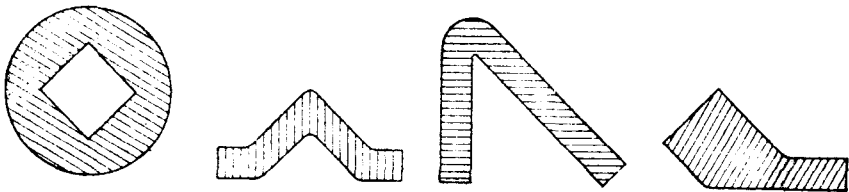


圖 9-17 異樣形狀之剖面線方向。

具利益焉。美國標準學會之材料符號見附錄。然此種符號僅供讀圖便利之

用，非可作為正式之材料規範也。故詳細圖上恆有每零件之準確材料規範

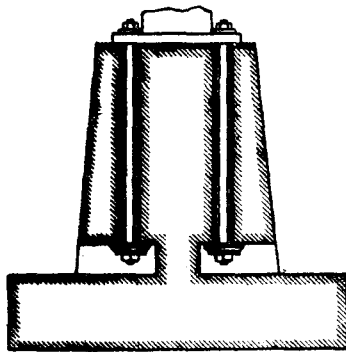


圖 9-18 輪廓之剖面法。

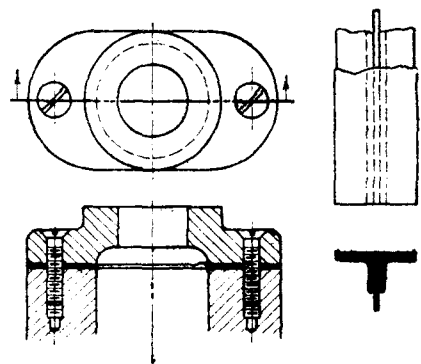


圖 9-19 薄片材料之剖面。

9.13 習用剖面 (Conventional Section), 有時違背投影法則反可增益圖之明確性。此法常用於作皮帶輪 (Pulley) 等物之剖視圖。試比較圖 15.63 及 15.60, 一為三臂皮帶輪, 一為實腹板皮帶輪。手輪剖面如圖 9.20 之

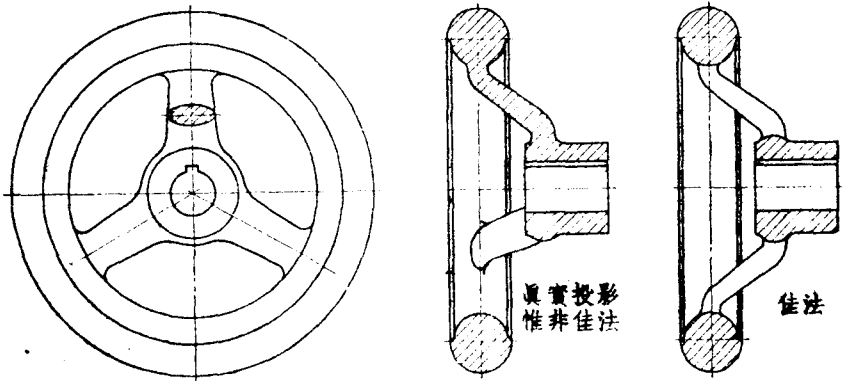


圖 9.20 對準剖面 (Aligned Section).

真實投影並不對稱, 且易引起誤解, 故為實用所不取。通常所採取者為第二種圖式, 儼若將縮短之一臂, 加以旋轉, 畫作相對排列之狀, 而二臂均不畫剖面線。

9.14 肋 (Rib) 之剖面。當剖面直經肋或腹板 (Web) 之中時。有剖面線之肋之剖視圖, 常使人覺得累贅且易誤解。作此類圖之標準習用法, 乃在略去肋上的剖面線, 宛如剖面適在其前面之狀, 如圖 9.21 所示。圖 B 所示者

爲一對準剖面(Aligned Section)。剖面在左面經過肋，而在右面經過底座上之孔。將其一部分旋轉或對準，然後在正視圖上可得一對稱之剖面。剖視圖中顯著之內圓角表示肋生於底面，而非頂上之小輻(Spoke)。其耳(Lug)無須畫剖面線，因剖面並未經過耳也。圖C中之物體與圖B中者相仿，但其肋

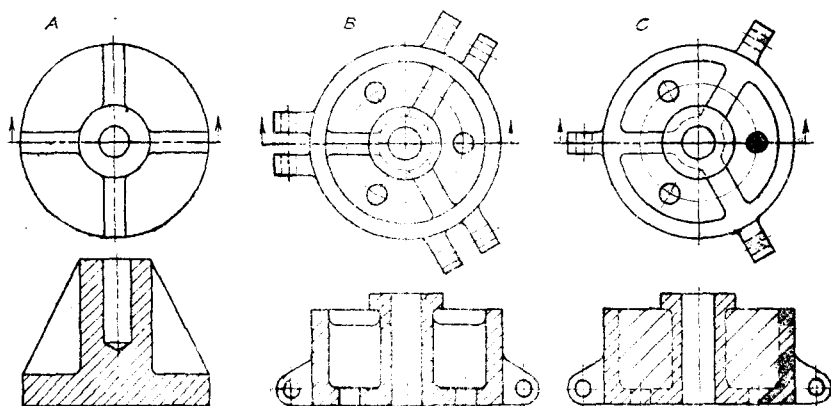


圖 9-21 肋之剖面。

則生至頂面。此處須畫交變斷面線(Alternate Crosshatching)於剖視圖中，以識別其肋。肋上僅用半數之剖面線，物體與肋之交線則以虛線表示之。與A同理，剖面線無須加於耳上。交變斷面線需用之時甚少，除非習用方法不合用或含糊不明時，始用此法。

9-15 鑽孔之凸緣(Drilled Flange)。不論其孔之軸線是否垂直剖面上，在作剖視圖時，孔與中心之距離應爲實際距離。圖9-22中所示孔之真投影反易引起誤解。較佳之法爲將孔與中心之實際距離表出，似若將其週繞至剖面之平面上。此法在畫凸緣之全視圖(Full View，即無剖面之視圖)時亦常應用。

9-16 習用作圖法。於作全視圖時，亦同於作剖視圖，凡違反投影規則，而能增加全圖清晰者，咸認爲良法。例如一六角螺栓頭(Bolthead)之正視圖現示“二對角之距”(Across Corners)，按投影法則，其側視圖應爲“二對面之距”(Across Flats)。但在工作中，則二圖均爲“二對角之距”以示所需之地位，且更能表明其形狀。

圖 9.23 示數個標準實例，其真正之交線無助於閱圖，故忽略之。

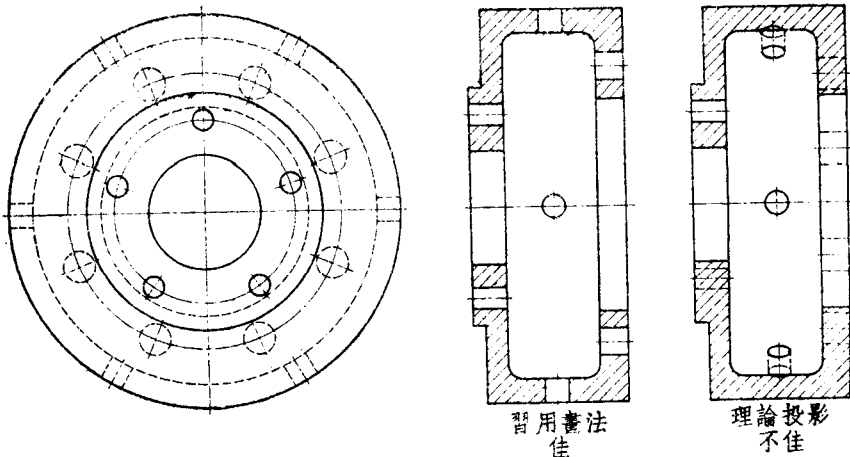


圖 9.22 鑽孔之習用圖示法。

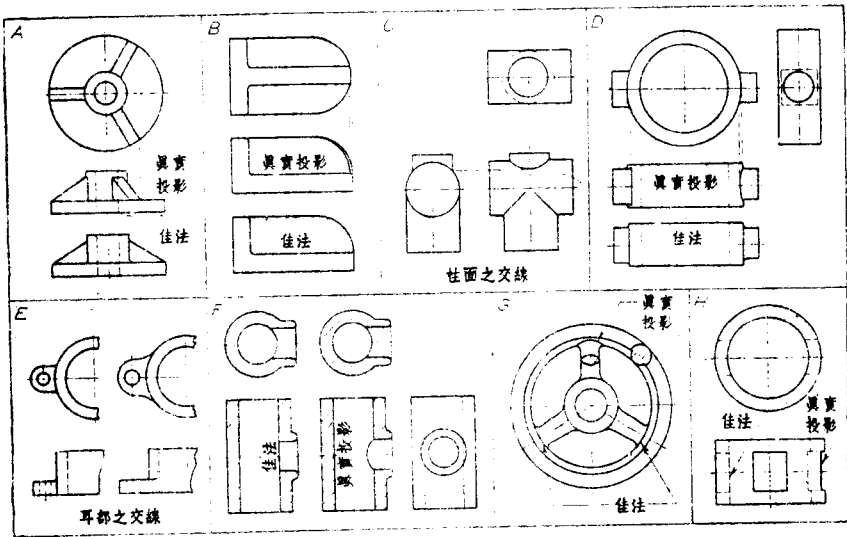


圖 9.23 習用之交線。

物件之一部與其他部成交角時，在一個視圖中可繪成伸直或對準之狀，如圖 9.24 所示之桿。同樣，彎曲物如圖 9.25 所示之形式，應有一視圖繪成一尙未衝壓之坯料之展開視圖。須預留額外材料以備彎曲，見第 25.23 節。



凡先行鑄上，而須割去之執持物，如耳或他項配件，則以長點線 (Dashed Line) 示其幻象。若作剖面，則剖面線應為虛線。長點線常用以指示移動部分之極限地位；若鄰近部分有助於指定機件之地位或用途，則亦用長點線顯示之。

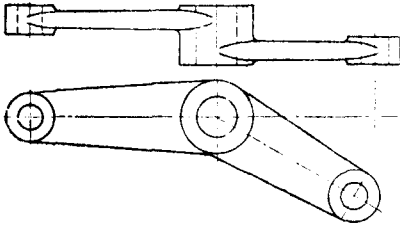


圖 9.24 對準視圖。

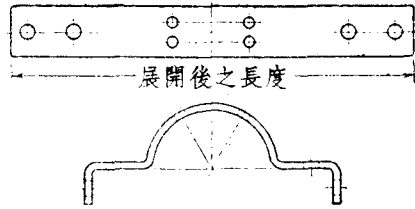


圖 9.25 展開視圖。

9.17 半視圖。如果作圖之地位甚有限，則在畫一對稱物件時，可將其上視圖或側視圖畫出一半。若正視圖為一外視圖，則將其上視或側視圖之前半部畫出，如圖 9.26。但若正視圖為一剖面，則應將其後半部畫出，如圖 9.27。圖 9.28 為另一種省地位之方法，其繪法是將半視圖與半剖面圖合併。圖 15.56, 15.61, 15.69 示半視圖之例。

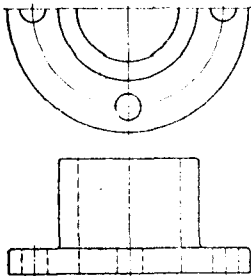


圖 9.26 半上視圖。

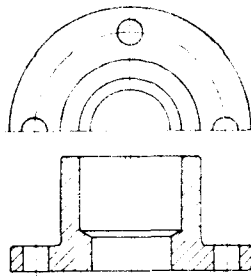


圖 9.27 半上視圖與全剖面。

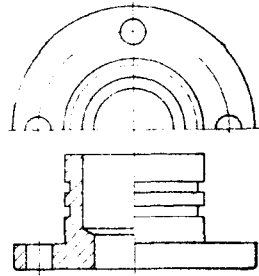


圖 9.28 半上視圖與半剖面。

9.18 內圓角與外圓角 (Filletts and Rounds)。在設計一鑄件時，內部之尖角決不能留存，蓋此種角易於斷裂也。內圓角之半徑依金屬之厚薄與其他設計條件而定。若不示尺寸，則由製模匠酌定之。外部之角可銼圓以增外表之觀瞻與順適，其半徑無一定，可從僅足移去其尖削之邊緣起以至幾等於該件之厚度止。鑄件之兩糙面相交所成之邊緣，須以甚小之外圓角連結之。圖上之尖角常用以表示相交之面中有一個或二個為加工 (Finished) 者。此類小

外圓角，內圓角與“轉角”(Runouts)，不論用鉛筆或鋼筆，均宜憑手畫成之，

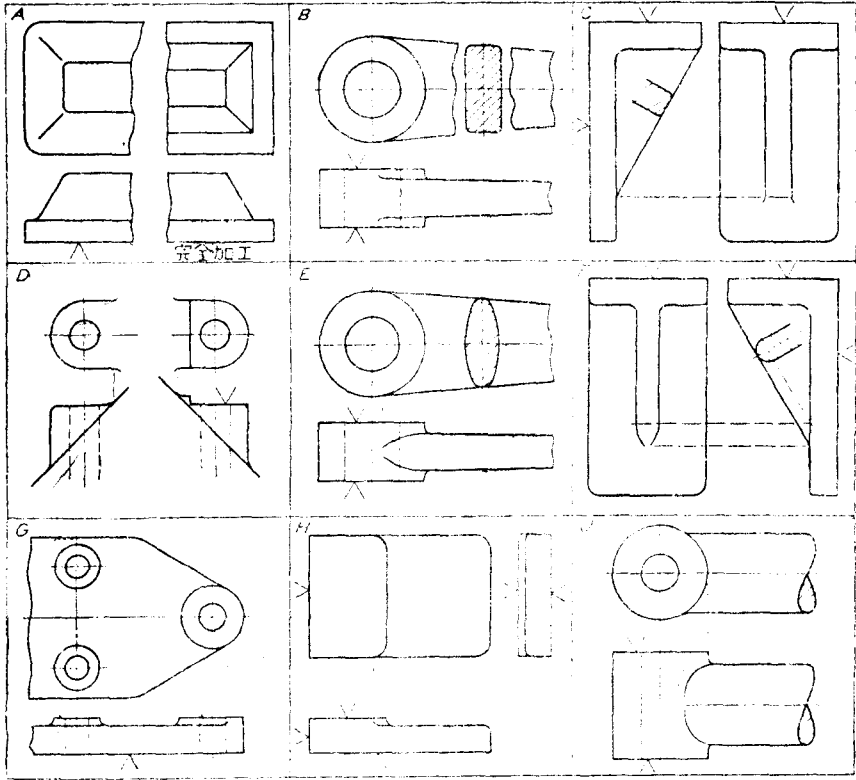


圖 9.29 習用之外圓角，內圓角與轉角。

轉角是一種圓角之習用圖法，該處因無劇烈之方向改變，在理論上不應有線。圖 9.29 示內圓角與外圓角之習用畫法，以及臂與托架交於他面處之轉角。

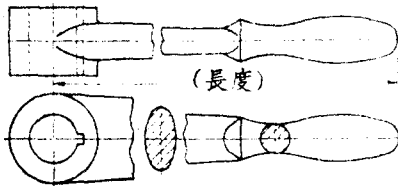


圖 9.30 斷視圖與其旋轉剖面。

9.19 習用斷裂畫法 在畫一長而具有均勻截面之桿或物件時，無須將其整個長度畫上，可將其中間部分斷去，移攏兩端，以較大而適當之尺度畫之，而註出其實際尺寸，如圖 9.30。

其橫剖面之形狀則以旋轉剖面，或以近乎寫生之斷面線畫之，如圖 9.31。此

圖中同時列出其他習用符號。

9.20 習用符號。製圖員常以習用表示法顯示各種細節，如螺紋，彈簧，管接頭 (Pipe Fitting)、電器等。此類符號已由美國標準學會加以規定，其材料剖面之符號已於第 9.12 節中論及。

相交之二對角線，可用於兩種不同目的：第一，表示軸上應予加工之位置，以備安放於軸承上；第二，表示某一面 (常指與圖面平行之面) 為扁平者。記號雖同，而其兩種用法不易混淆，見圖 9.31。

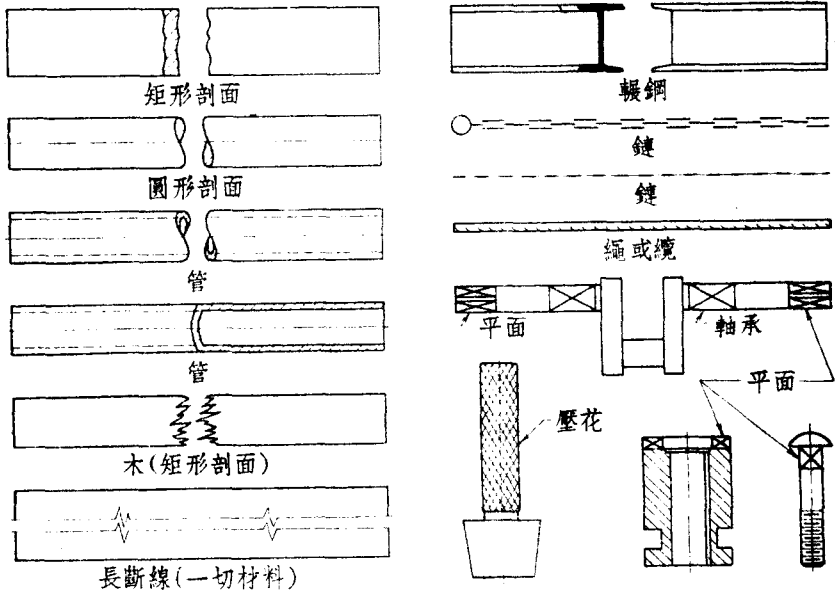


圖 9.31 習用斷裂畫法與其他符號。

由於螺紋在圖中出現頻繁，故螺紋之表達法為習用符號中最重要項目之一。在美國標準學會尚未加以規定之前，各種不同之螺紋符號採用甚多。現在美國之圖中採取者，為一種正規符號與一種簡化符號，此二種符號均為國際所公認。表示螺栓，螺旋與陰螺孔上各種螺紋之符號在第十三章中敘之。螺旋彈簧 (Helical Spring) 之習用表示法亦於該章述及。管與配件之習用表示法見第十四章。施焊符號則見於第十六章中。

上節所述之習用符號概用於機械畫中。建築畫因須用小比例尺度，其所用之符號頗多。地形圖則全為符號所構成。

習 題

9.21 下列各題中可選取一部分作為描繪形狀之練習，亦可加尺寸作為工作圖。

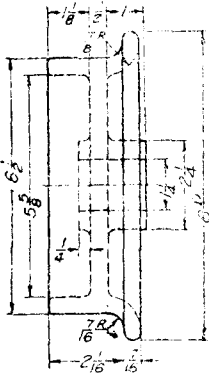


圖 9.32 凸緣輪 (Flanged Wheel).

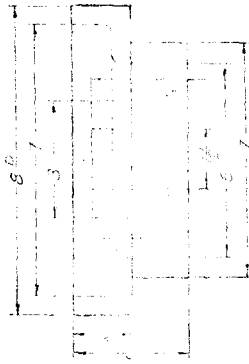


圖 9.33 梯輪 (Step Pulley).

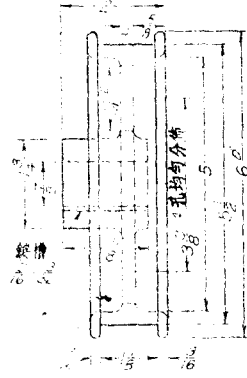


圖 9.34 凸緣皮帶輪 (Flanged Pulley).

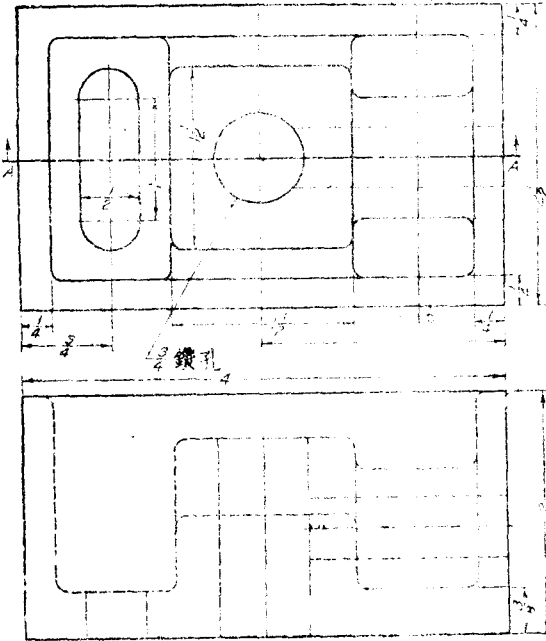
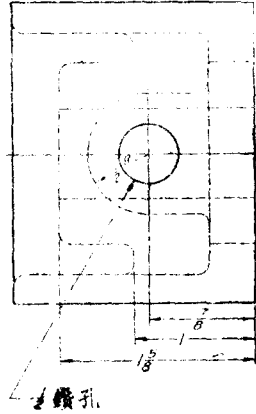


圖 9.35 前視練習。



1, 2, 3. 圖 9.32 至 34. 已設側視圖, 用適宜之比例尺度繪一全正視圖, 與一剖面側視圖.

4. 圖 9.35. 繪一上視圖, 將正視與側視圖依指定之剖面改爲剖視圖.

5. 圖 9.36. 繪上視圖, 在指定之剖面作正視圖及二側視圖. 適宜之比例尺.

6, 7. 圖 9.37 及 9.38. 將右側視圖改成全剖面.

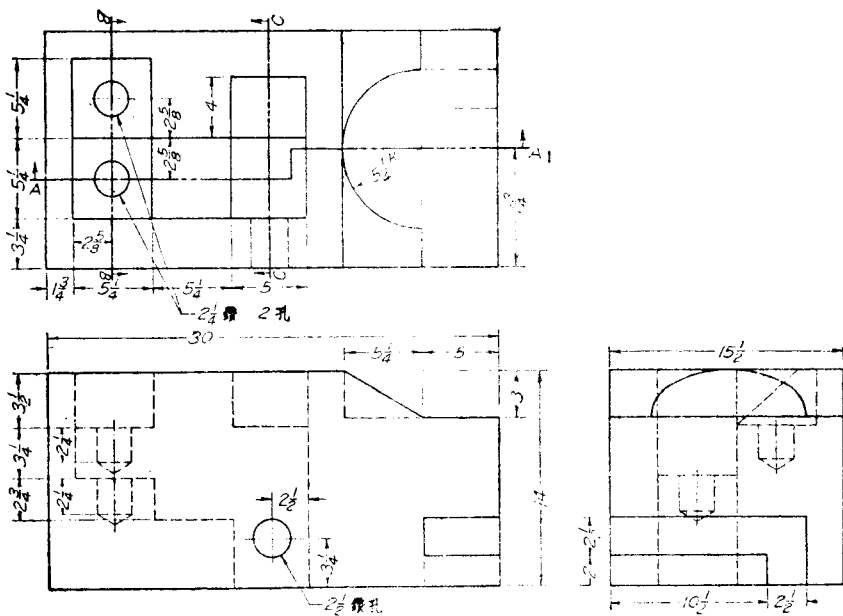


圖 9.36 剖面練習.

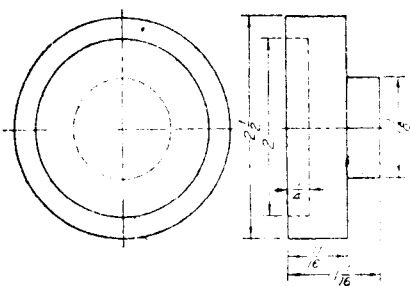


圖 9.37 蓋 (Cap).

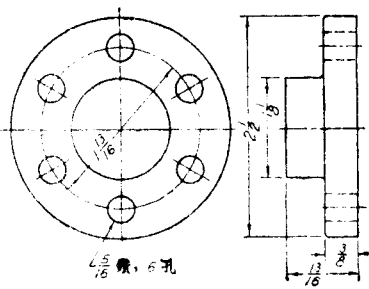


圖 9.38 凸線蓋.

- 8, 9. 圖 9-39 及 9-40. 將右側視圖改成全剖面.
- 10, 11. 圖 9-41 及 9-42. 將右側視圖改成全剖面.
- 12. 圖 9-43. 將正視圖改成全剖面.
- 13. 圖 9-44. 將右側視圖依指定之位置改成剖視圖.

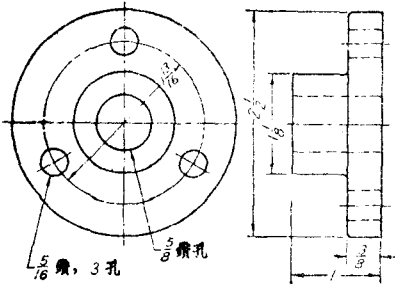


圖 9-39 唧筒桿導 (Pump-rod Guide).

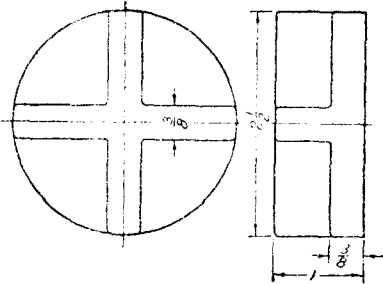


圖 9-40 肋板.

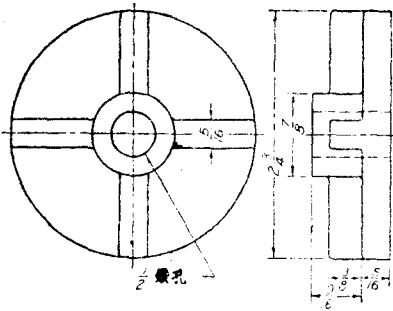


圖 9-41 平面板 (Faceplate).

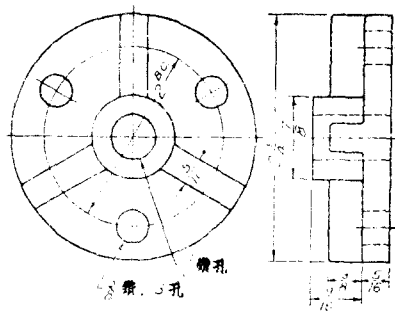


圖 9-42 有肋支座.

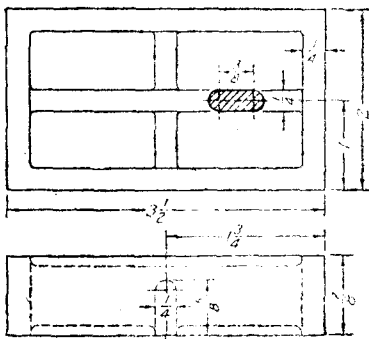


圖 9-43 填塊 (Filler Block).

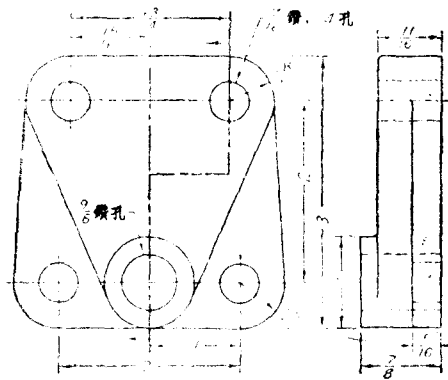


圖 9-44 套蓋 (Housing Cover).

14. 圖 9-45. 繪一上視圖(如所示者),及一全剖面正視圖.
15. 圖 9-46. 繪一上視圖(如所示者),及依 A-A 之半剖面正視圖.
16. 圖 9-47. 繪一上視圖(如所示者),並將正視圖及側視圖依所示之位置改成剖面.

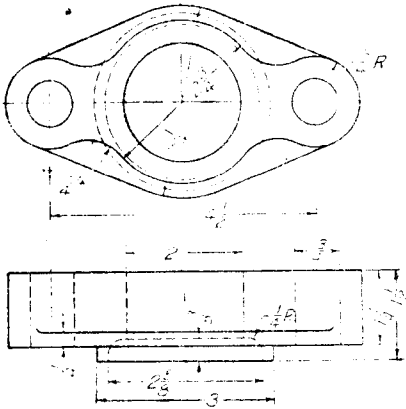


圖 9-45 唧筒凸緣 (Pump Flange).

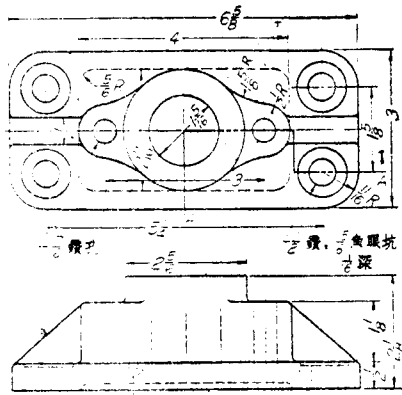


圖 9-46 剎桿托架 (Brake-rod Bracket).

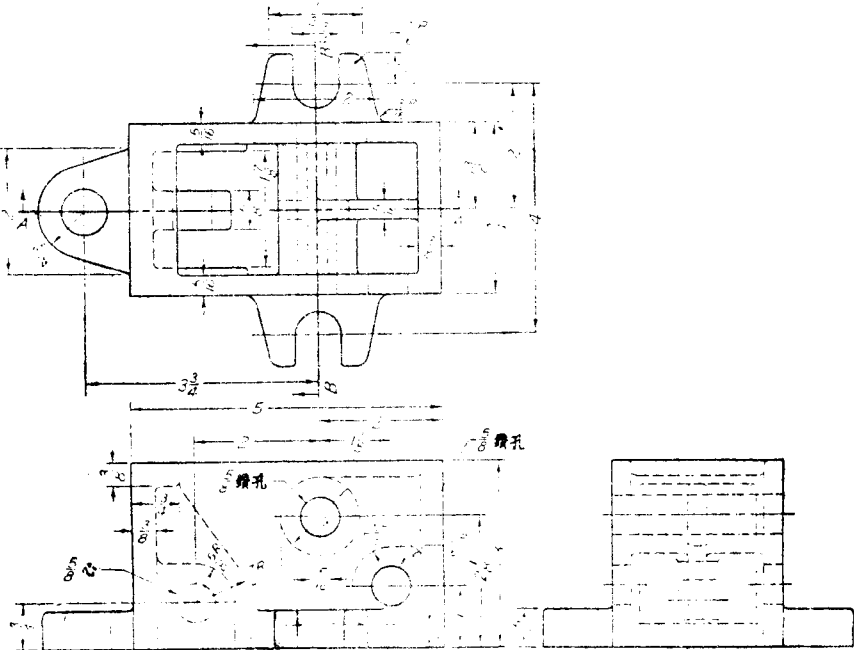


圖 9-47 螺絲鐵塊 (Bolted Anchor Block).

17. 圖 9·48. 繪上視圖及最能表示此物體之必須剖視圖(一個或幾個).

18. 圖 9·49. 繪三視圖,其側視圖為依 A-A 之剖面.

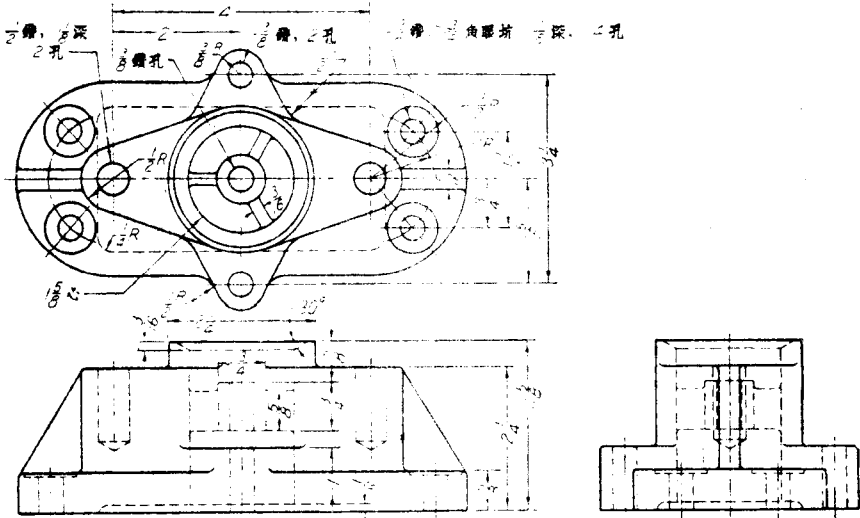


圖 9·48 蓋及閥體 Cover and Valve Body.

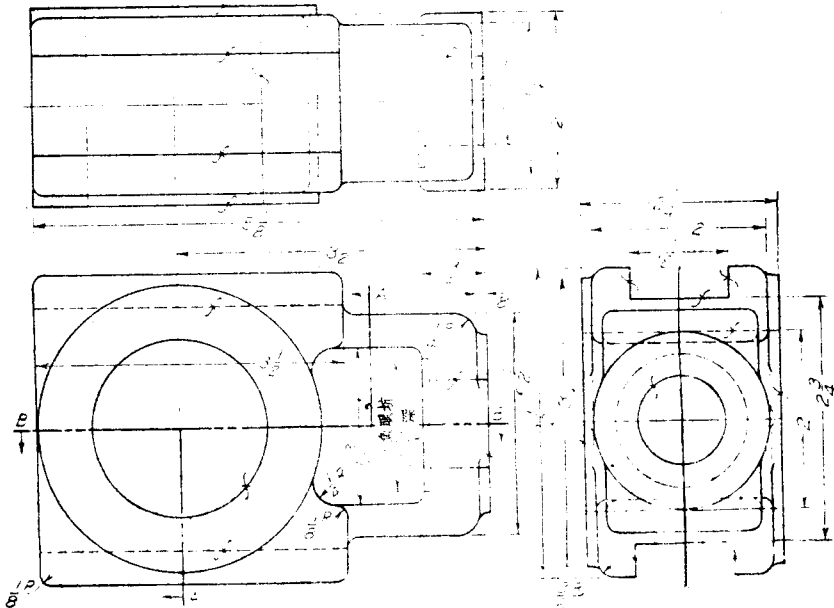


圖 9·49 十字頭(Crosshead)



19. 圖 9.49. 繪三視圖, 其上視圖為依 B B 之剖面.

20. 圖 9.50. 將已設之正視圖繪成新上視圖; 於是繪新正視圖為剖面 B-B, 及輔助正剖視圖 A-A.

21. 圖 9.51. 繪正視圖與縱剖面 (Longitudinal Section). 此組圖包含一鑄鐵底座, 一青銅軸襯 (Bronze Bushing), 一青銅圓盤與二鋼合銷 (Dowel Pin).

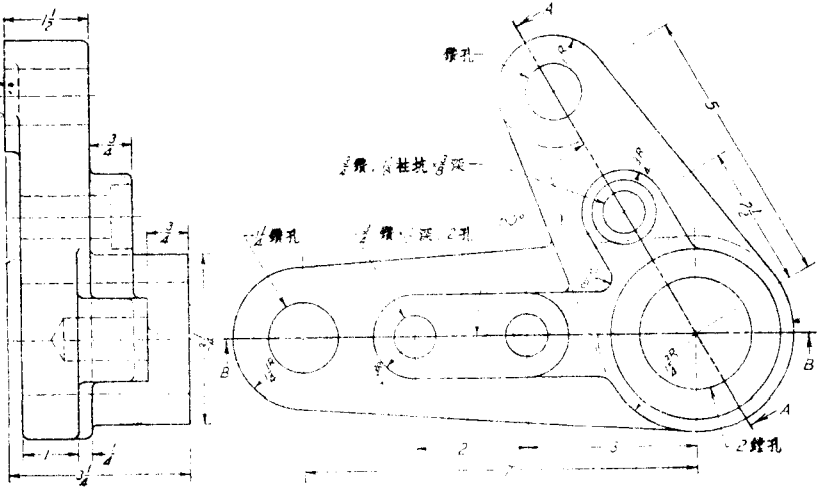


圖 9.50 複雙臂曲柄 (Compound Bell Crank).

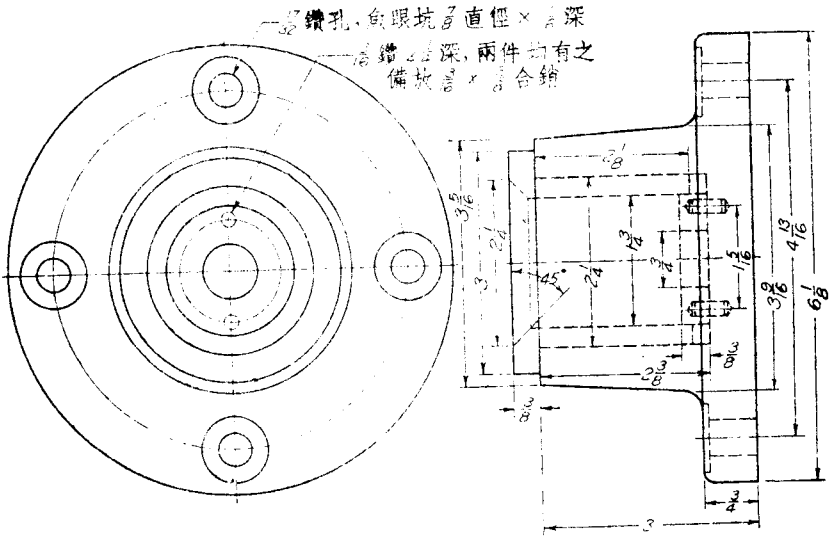


圖 9.51 階軸承 (Step Bearing).

22. 圖 9-52. 繪二個半側視圖與縱剖面。組合圖內包含鑄鐵架身, 鋼軸, 鑄鐵皮帶輪, 鋼斜銷(Taper Pin) 與二青銅軸襯。

23. 圖 9-53. 繪所設之上視圖及新之剖面正視圖, 以旋轉或詳細剖面表連桿之橫剖面。此組合圖內包含鑄鋼連桿, 鋼肘銷(Toggle Pin), 鋼軸環(Collar), 鋼斜銷, 鑄鋼支耳之一部份與二青銅軸襯。

24. 圖 9-54. 選擇最能表達此件之視圖。

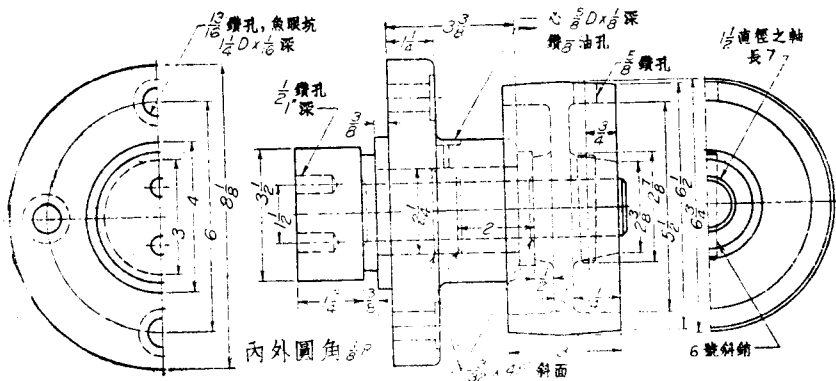


圖 9-52 皮帶輪托架組合圖(Pulley Bracket Assembly).

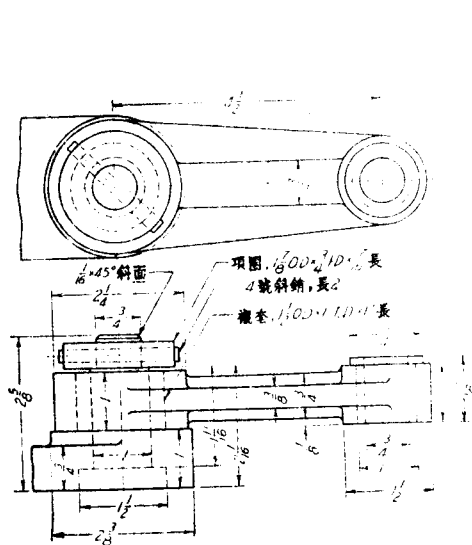


圖 9-53 連桿組合圖(Link Assembly).

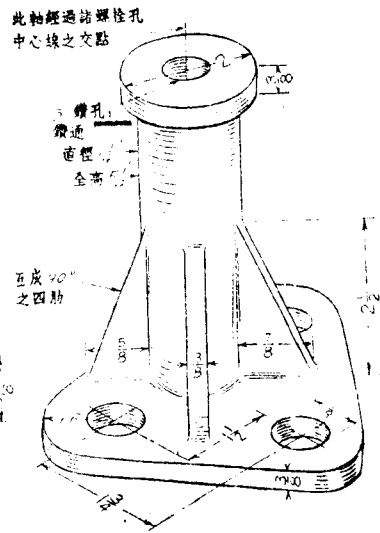


圖 9-54 莖架(Stem Support).



## 第十章 圖與工場

10·1 考驗任何工作圖之清晰、完備、準確與否、應視其於工場製造或裝配時，是否更須作圖外之解說。製圖員具有工場知識，則於圖之尺寸與註解將更有效與完備；於機製工作、熱處理及加工，均將更合於適當之規範；於吻合部分 (Mating Part) 應有之準確度亦將更能控制；且在某種情形下，機製之程序亦能予以支配。是以年輕之製圖員，如有機會，應在工場見習，俾得與工作人員多方研討，藉以充實其知識。附於書末之工場術語辭彙，須與本書各種工作圖之尺寸及註解參酌研究，庶於術語及註解之表示格式多所認識。本章所述因之可為以後“寸法”(Dimensioning)“工作圖”諸章之引言。

工作圖(及其印圖)與製造過程之關係，具見於圖 10·1 之圖解表。舉凡圖樣之進展步驟，及其在工場中之分配應用，從接受定單始，至機器完工送至發貨間止，均以圖解方式表示於其中。

10·2 製造方法於繪圖之影響。繪製任何機件，首宜考慮採用何種製造程序，因該件細目之畫法固賴乎是，即選擇尺寸亦與之有某種程度之關係焉。大部分之機件均由下法製成：(1)鑄造(Casting)，(2)煅煉(Forging)，(3)從標準備料機製(Machining from Standard Stock)，(4)焊接(Welding)，或(5)從薄片備料形成(Forming from Sheet Stock)。用特別方法製造者亦有之，惟不多耳。

不同之方法產生各異之形狀與外表，而此種形相即為圖上所應表出者。圖 10·2 列舉每法之特點，並示繪圖方法之不同。

10·3 圖樣。製造任何機件，均須一全備形狀與大小說明之詳細工作圖，若有需要，其上並應標明工場中需施之工作。機製之面均須明白指出，尺寸之選擇及安置，務使各工場中於工作時不必將各尺寸相加相減，或從圖上量下。

通常有二種制度：(1)“單圖”制，僅繪一圖表示完工後之機件，以供製造

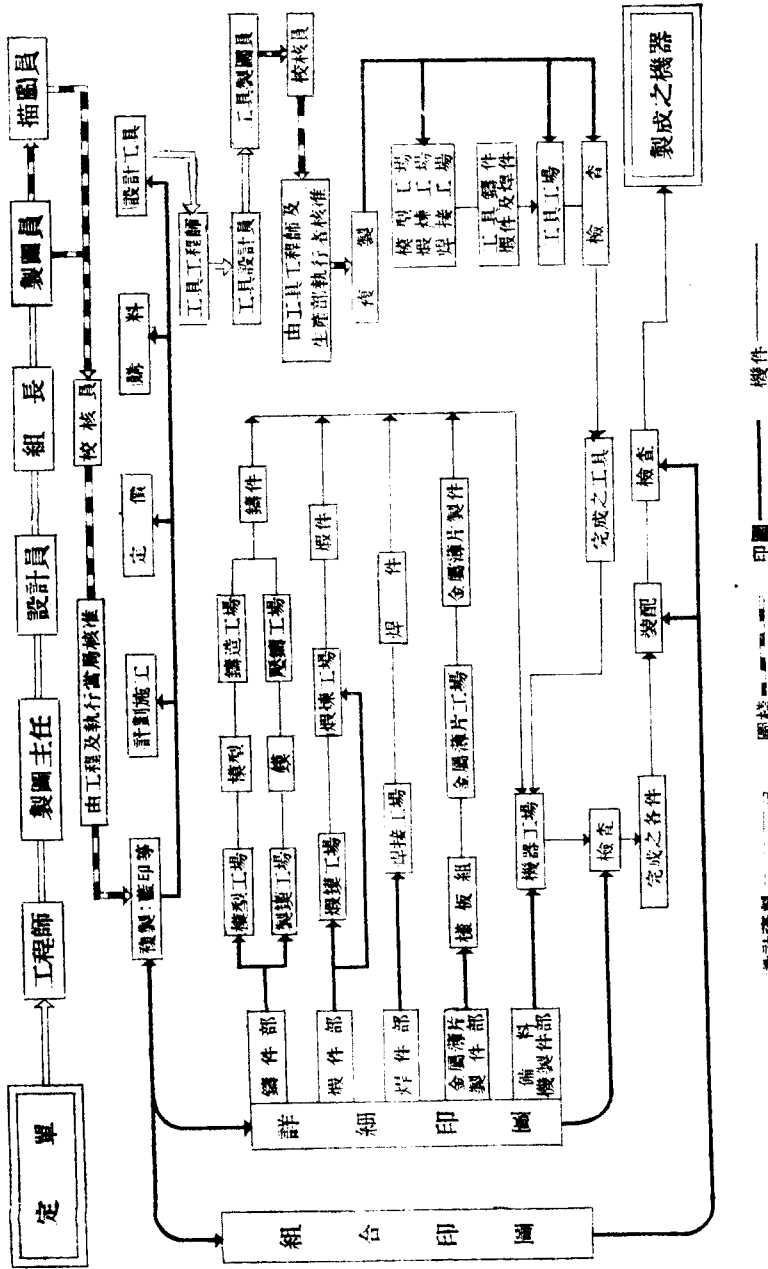


圖 10-1 工作圖之逆展程序與分配。

此件之一切工場之應用；(2)“多圖”制，繪有各種不同之圖，每工場用一張，其資料僅以該工場所需者為限。

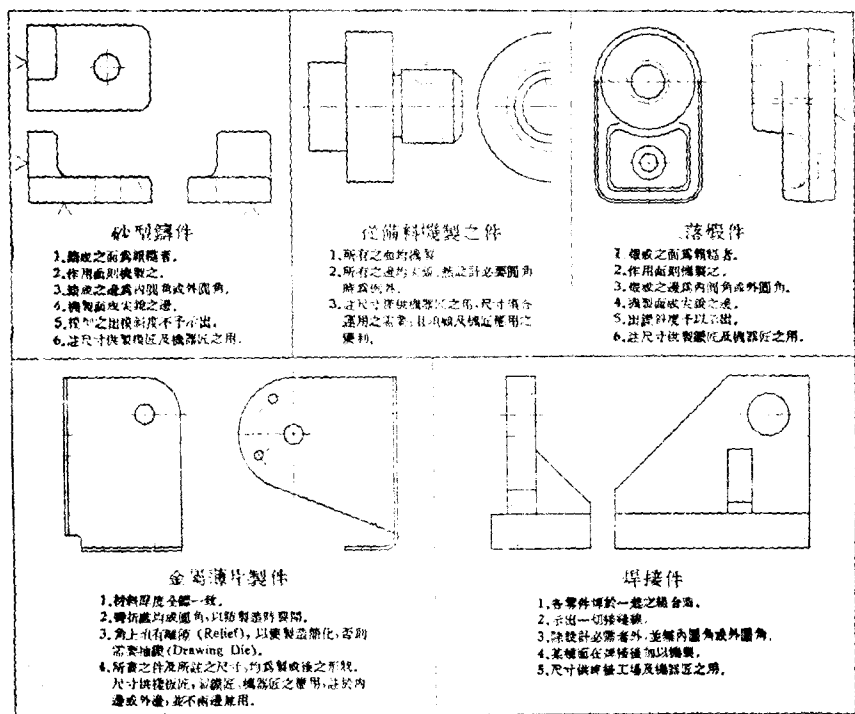


圖 10-2 各種製造方法之圖上之必備條件。

其中以後者為佳，因其圖上註尺寸遠為便利而不致含混，稍見簡單而直接，工場應用亦由是稱便焉。圖 10-3 為一“單圖”，供模型工場及機器工場之用。圖 12-3 及 12-4 為多圖制之圖，前者供製模匠之用，後者供機器工場之用。

10-4 沙型鑄件 (Sand Casting)。圖 10-3 為一工作圖，由其標題中得知所用之材料為鑄鐵 (CI)，其意即為該件係用熔化之鐵灌入一模型 (此處為沙型)，而成一沙型鑄件。在未鑄該件之前，當然須先做其沙型。

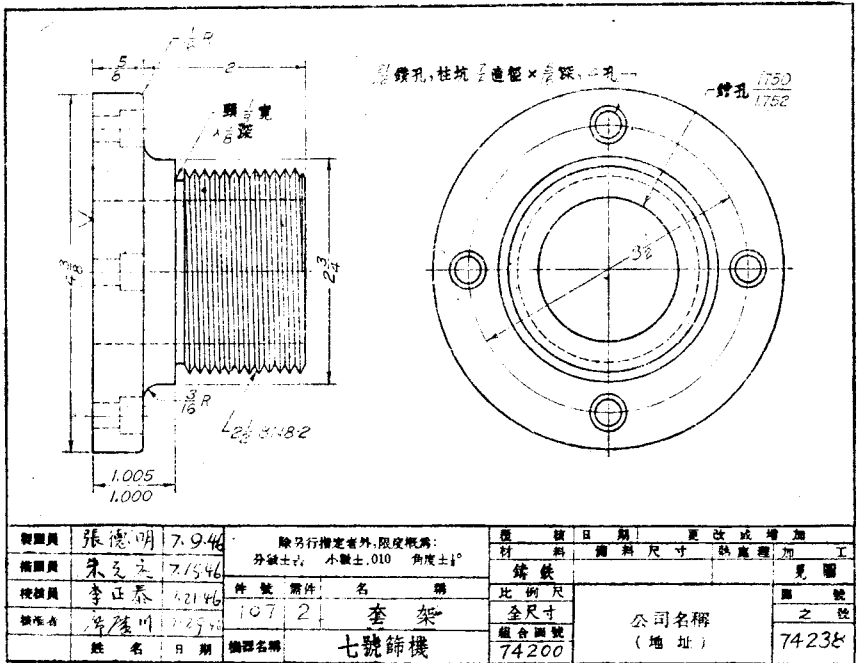


圖10-3 工作圖。

10.5 模型工場。圖須先送至製模匠處，由其作木模。若須大量鑄件，則應從木模作一金屬模型，大都用鉛質。製模匠於製模時，須用收縮尺(Shrink Rule)量度，預留收縮量。且預留額外金屬，備作機製之裕度。圖上機製面之表示為(1)有加工符號(Finish Mark)者，(2)尺寸之準確度僅機製可達到者，(3)註解中標明機製工作者。彼等又加製圖上所無之出模斜度(Draft or Taper)，使模型易於從沙中取出。有所謂心型箱(Core Box)者，係用於作鑄件中空部分之沙心，亦由模型工場製造。製模之知識極有助於尺寸之註定，因尺寸大都為製模匠所用，機器工場所用者僅加工部分之尺寸而已。

10.6 鑄件圖。單圖制中之鑄件圖即為已機製之鑄件，其尺寸供製模匠及機器匠之用，圖10-3。若為複圖制，則先有一張未機製鑄件之圖，供製模匠之用，其尺寸留機製之裕度，無加工符號及完工尺寸；再有一圖供機器匠之用，表出完工後之形狀及機製尺寸。

複雜或艱難之鑄件，則可繪一特別之“模型圖”，圖10-4，以表出模型之

每個細節，其中包括出模斜度，分離線(Parting Line)，模型材料，及托心之“心型座”(Core Print)。心型箱(Core Box)亦可作相似之詳細圖。

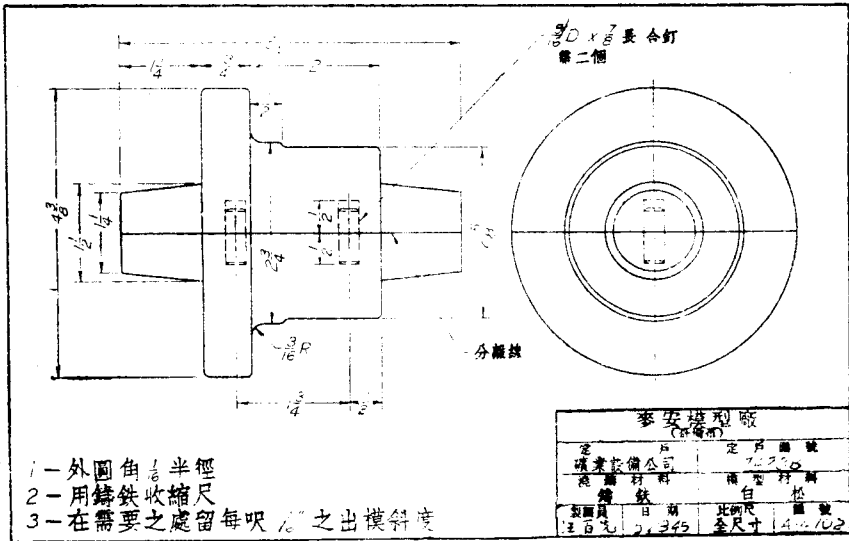


圖 10.4 模型圖。

10.7 鑄造工場。模型與心型箱送至鑄造工場，即製沙型，注以溶化之金屬，俟其冷却，即完成一粗糙之鑄件。圖 10.5 為一兩合型之橫剖面，表示心之地位及模型留下之空間。僅在極偶然之場合下，鑄造工人須求助於工作圖，蓋彼不過以金屬再行製造模型而已。

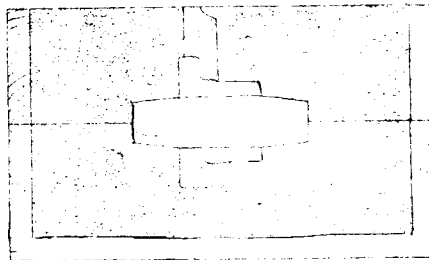
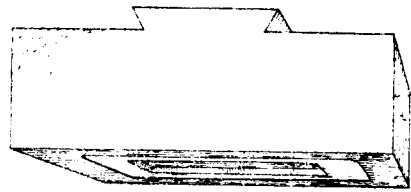


圖 10.5 兩合型之橫剖面。

永久型 (Permanent Mold) 為鑄鐵所製、型面敷耐火材料；以能反覆使用，故為每鑄件作一沙型之時間，得以節省，是為其利。通常僅用於小鑄件。



壓鑄件 (Die Casting) 為用壓力將溶化之金屬壓入鋼鑊中而得者，鋼鑊則置於特製之壓鑄機上，欲使鋼鑊不受損壞，故用低熔點之合金。鑊之準確度甚高，故製成品光潔而尺寸準確，罕需機製。



10.8 煅件。製造煅件，先將金屬加熱，使其易於受範，繼之用機力鎚 (Power Hammer) 打成一定形狀，或用特製鋼鑊或否。大機件常置於無特殊形狀之鑊上鎚擊之。大量之小機件則不妨化錢另製特別鑊。小煅件亦有冷煅而成者。

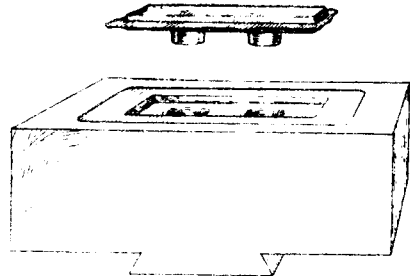
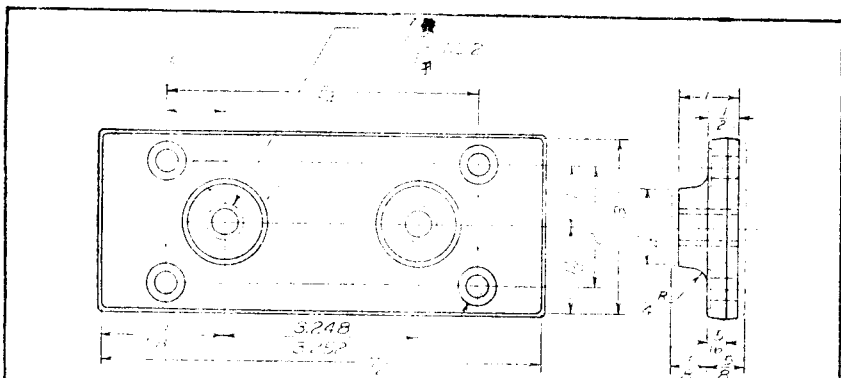


圖 10.6 落煅鑊及煅成之件。

落煅件 (Drop Forging) 最為普通，其所用之鑊如圖 10.6 所示者。下面之鑊置於落鎚床上，上面之鑊由鎚之



出鑊斜角  
未規定之半徑

鑽  
正  
徑  
魚  
眼  
淺  
坑

製圖員	劉志偉	1/10/26	除另行指定者外，限用此為	比例尺	1:1	更改或增加	
核圖員	周念德	1/10/26	分級士六 小級士 10 年級士十	材料	鋼	製造尺寸	製造增加
校核員	張明遠	1/10/26	件號	圖號	63	圖件	見圖
校核員	李立	1/10/26	名	圖名	電動機托架	公司名稱	圖號
姓名	日期	編號名稱	式鑽床	全尺寸	在台圖號	(地址)	圖中之號
							111063

圖 10.7 工作圖

機構舉起。將熱金屬放在兩鑊間，上鑊連鉗數下，使金屬流入鑊間空隙。材料稍多則煨件在鑊之分離面處將有溢出，圖 10·6。此溢出之材料用一對特製之剪鑊割去之。欲使鑄件易從鑊中取出，須先留大量斜度。

10·9 煨件圖。煨件圖在複圖制中，一張供製鑊匠之用，一張供機器匠之用；單圖制中則作一張供兩人之用，圖 10·7。然無論如何，分離線及斜度均需繪出，斜度之多少亦應指定。在單圖制之圖上，用實線示完成鑄件之形狀，用位置轉變線示機製裕度；由是得粗糙鑄件之形狀。故單圖合兩圖為一，而具備製鑊匠及機器匠所用之尺寸。

10·10 機器工場之任務為從備料製造產品，及將鑄件煨件等加工。柱形面及錐形面在車床(Lathe)上機製。凡平面應以龍門鉋床(Planer)，牛頭鉋床(Shaper)，銑床(Milling Machine)，或擴孔機(Broaching Machine)機製之，亦有以車床為之者(如刮面)。孔眼則在鑽床(Drill Press)或車床上鑽(Drilling)，絞(Reaming)，鑽柱坑(Counterboring)，及鑽錐坑(Countersinking)而成；或在鏜床(Boring Mill)或車床上鏜(Boring)之。精確工作常用有磨輪之磨床(Grinding Machine)，昔之以割削工具製作者，今則改用磨床者日多。遇大量生產時，則常用許多特殊之金工機械(Machine Tool)與自動機器。為機器各部而製之特殊工具，鑽模(Jig)及夾頭(Fixture)，尤宜常置於工具房內以備應用。

10·11 機製之原則。所有機器製作，均移去一部分金屬，其目的或在製成一較光滑或較準確之表面(藉刨或車)，或在產生前所未有之面(藉鑽孔或衝壓等法)。金屬被硬化鋼或金剛石之割削工具移去(機製)，或被磨輪所磨去(輪磨)；凡作件及割削工具或磨輪，均須為機器所執定。用普通之割削工具時，製造物須保持柔軟狀態，直至一切工作完成；但若應用碳化物刀，金鋼石刀，或磨輪，則製造物可於完成前先行硬化或經熱處理。

各種機製方法均可按該法所用機器之工作原理分類。

1. 將作件對割削工具移動，或將工具對作件移動，依幾何定律產生一面。
2. 用一種特別形狀之割削工具，移動作件或工具而將對方固定，以形成一面。

通常，第一法較第二法精確。因第二法中，刀具如有不規則處，將在產物上重現也。有時常將兩種方法混合使用。

10.12 車床 (Lathe). 車床稱為“金工機械之王”，因其能製造任何其他之金工機械也。其主要用途為製柱面、錐面及其他迴轉曲面，若再加特別附件，則工作範圍將更擴大。圖 10.8 表示一依圖 10.3 製成之鑄件，置於車床卡盤 (Chuck) 上之情形。當作件轉動時，割削工具依迴轉軸 (Axis of Revolution) 之垂直方向移動，將底面上之金屬削去，以成一平面。此過程即所謂“刮面” (Facing)。刮面既畢，將鑄件翻轉，使已完成之底座對準卡盤，而將柱形面置於轉動位置，以便車成圖上所註螺紋之直徑。底座與柱體相交之頸部

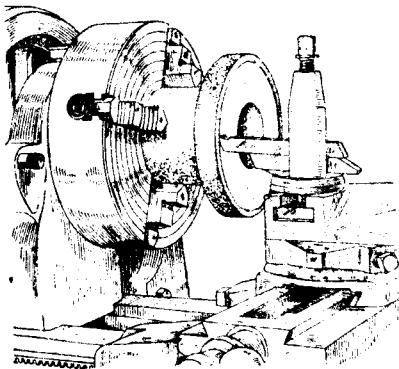


圖 10.8 刮面 (Facing)。

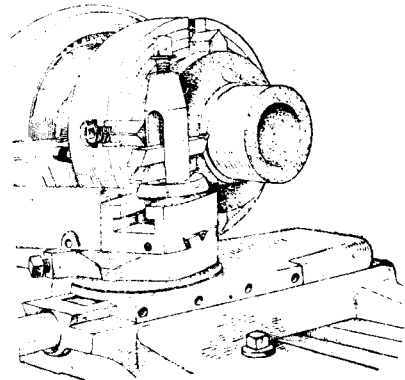


圖 10.9 車 (Turning)。

首被轉削至較螺紋深度稍深之處。然後將工具依迴轉軸之平行方向移動，藉以轉削 (產生) 柱面，如圖 10.9 所示。圖 10.10 乃示在已完工之柱面上割出螺紋之情形。工具應磨成螺紋空間之側面形狀，小心對準作件，藉車床之導螺

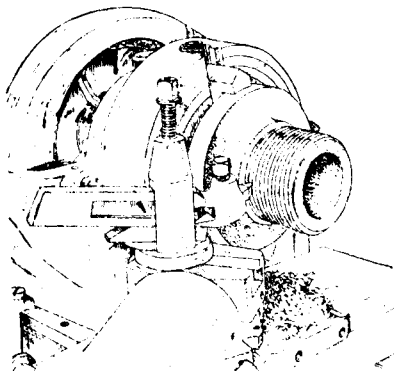


圖 10.10 刻螺紋 (Threading)。

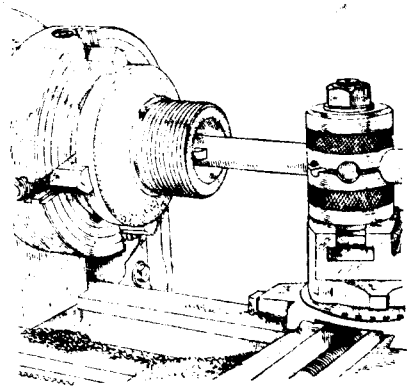


圖 10.11 鑽 (Boring)。

桿(Lead Screw)循迴轉軸之平行方向轉動。此工作由二基本過程組合而成，因一方面形成螺紋之輪廓(Profile)，一方面則產生螺旋線。

鑄件中心原置心型，於鑄成後取去之，則留一孔。此時須修整其內表面，即所謂“鏜”(Boring)也，見圖 10·11。割削工具置於鏜桿上，依迴轉軸之平行方向移動以產生內部之柱面。

須注意者，機器匠在此過程中所用之尺寸是(1)底座之加工符號與其厚度尺寸，(2)螺紋之外徑與螺紋之註解，(3)頸之尺寸，(4)底座至肩之距離，及(5)鏜孔之直徑。

欲在車床上車製之長柱狀物件，每端用一錐心支持，圖 10·19 例示此原則。

10·13 鑽床 (Drill Press)。部分完工之物件，再按圖上所示鑽孔之直徑，柱坑(Counterbore)之直徑與深度，及孔之位置，放於鑽床上鑽孔(Drilling)或鑽柱坑(Counterboring)。鑄件夾定於鑽台，利用機械頂部之槓桿，司動“齒條與小齒輪”(Rack and Pinion)裝置，將旋轉之鑽頭壓入物件，如圖 10·12 所示。割削作用，全恃鑽端兩磨快之唇為之，圖 10·21A。車床亦可用以鑽孔，祇需轉動物件，而將鑽頭固定於床尾(Tailstock)中並移動之。

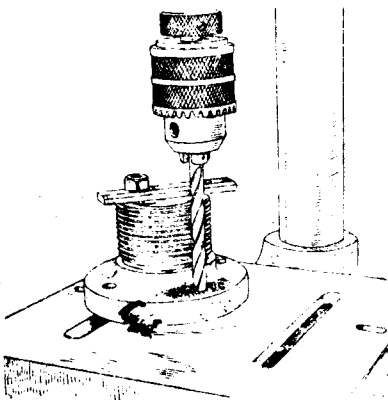


圖 10·12 鑽孔。

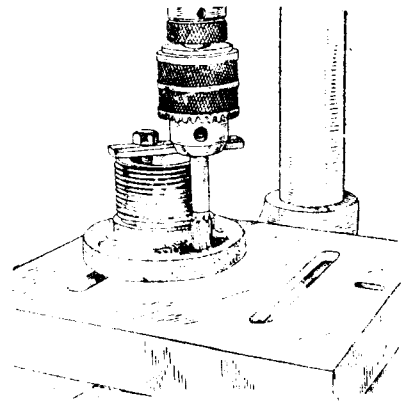


圖 10·13 鑽柱坑(Counterboring)。

圖 10·13 所示，係以鑽坑工具代替鑽頭，其直徑與圖上之尺寸同，末端有一導引頭(Pilot)與鑽孔配合，以保證其同心。鑽坑工具見圖 10·21C。此工具須進至圖上所示深度之處。

試研究圖 10·3 及描繪工作過程之各插圖，先校核製模匠所須之尺寸，再

校核機器匠所須之尺寸。

10.14 牛頭鉋床與龍門鉋床。圖 10.7 之落蝦件，其底座及頭(Boss)之面需要機製。

如此之平面可以牛頭鉋床或龍門鉋床鉋之。該件尺寸較小，故用牛頭鉋床，如圖 10.14 所示。撞桿(Ram)上安置工具，在作件上來回移動，每向前一次，便割削一次。在割削時，置作件之台漸向橫方移動，如此割成緊密而平行之條紋，直至全面均鉋成平面為止。

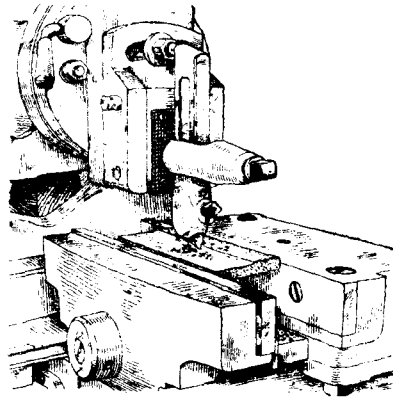


圖 10.14 修鉋。

龍門鉋床異乎牛頭鉋床之處，乃在其床於工作時帶同作件來回移動，而工具則屬固定。且其鉋削之作件，通常較牛頭鉋床所鉋者為大且重。

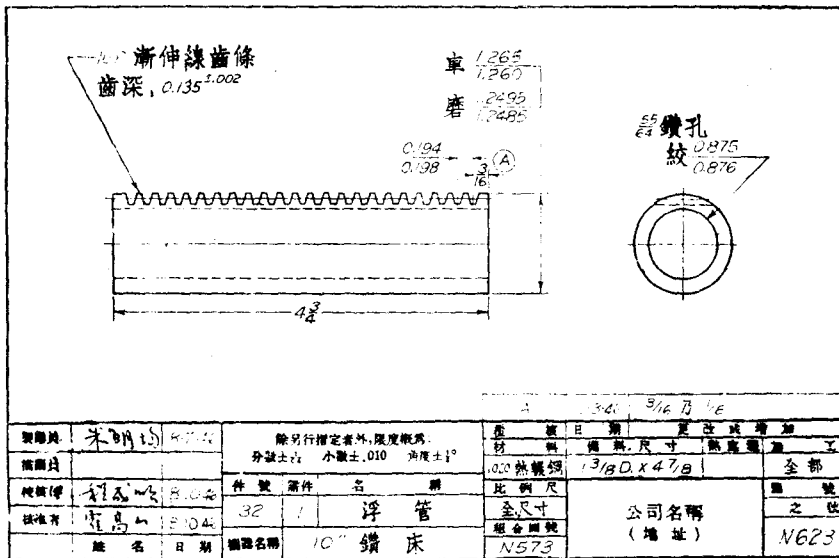


圖 10.15 工作圖。

10.15 從標準備料機製之件。有時機件之形狀可直接由標準備料機製

而得，如桿、管、板，及塊等；或可由衝或輾成之形狀製得，如角鋼 (Angle)，U形鋼 (Channel) 等。普通材料為熱輾鋼 (Hot-rolled Steel, "HR") 及冷輾鋼 (Cold-rolled Steel, "CR")。

從備料製成之機件大都為一切面均行加工者，故圖上註以“全部加工” (Finish All Over)，而不用加工符號，圖 10-15 之機件，乃從桿備料製成者。注意標題中備料尺寸，材料等之規範。

10-16 轉塔車床 (Turret Lathe)。圖 10-15 之浮管 (Quill)，若需大量生產，則除銑齒及磨外徑外，可用轉塔車床。備料鉗於車床之筒夾卡盤 (Collet Chuck) 中。先將末端之面刮平，再車柱面 (OD)。於是可將作件加以鑽與絞。轉塔可裝置多種工具，且可轉往所需之地位。先用中心鑽頭鑽一小孔，以備對準大鑽頭，然後再以鑽及絞刀依次完成之。鑽出之孔應較所需者為小，然後再以絞刀之凹槽邊絞成一光滑之面，其尺寸在圖上所註限度之內。圖 10-16 示轉塔上之鑽及絞刀，鑽已離位，絞刀取而代之。右面為一切斷工具，預備按圖上所示之尺寸將物件割斷。

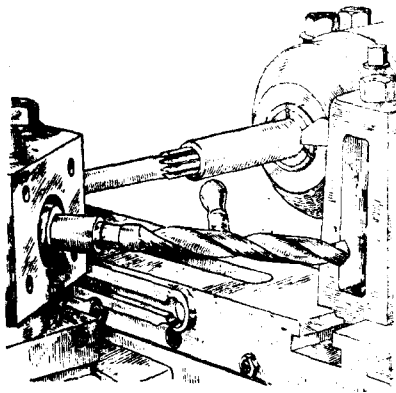


圖 10-16 絞 (Reaming)。

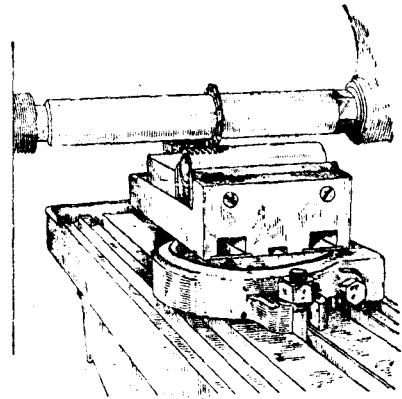


圖 10-17 銑。

10-17. 銑床 (Milling Machine)。圖 10-15 中齒之尺寸中，指明割口之深度與間隔，以及所用割刀之規範。此類工作常在銑床上為之。作件執於一老虎鉗中，然後緩緩推向轉動之刀 (銑刀)，如圖 10-17 所示。銑刀之輪廓同乎齒與齒間之外形。割口之間隔係按圖上之距離移動銑台而定。此過程為一種形成法 (Forming Process)，以其形狀乃依銑刀之輪廓而定。數具銑

刀排在一起(排銑法, "Gang Milling"), 可同時刻出數齒。

銑刀之形式因其用途之不同可分許多種類, 有為銑平面者, 有為銑曲面者, 亦有銑特殊表面者。其切削部分有在周界上, 有在側面上, 亦有在末端者。圖 10·18 示三種銑刀之形狀。

10·18 磨床(Grinder)。輪磨之普通目的為欲得一較車、鉋、銑等更光滑而精確之面。凡以熱處理硬化之件, 常稍形翹曲, 然普通機製法, 對已硬化之件無法工作, 故僅可施以磨光。

圖 10·15 中浮管之極限尺寸表示該件須用柱磨床(Cylindrical Grinder)加以輪磨。磨輪以高速度轉動, 而工件則裝在錐形中心間之心軸(Mandrel)上, 依相反方向緩緩轉動。磨輪側向移動, 俾磨遍工件之表面。工件在過程中常須十分小心測度, 以期得圖示限度以內之大小, 並驗其是否為毫無偏斜之柱面。凡磨製平面之機器稱為“面磨床”(Surface Grinder), 工件置於平台上, 在磨輪下前後移動。每經過一次, 平台側向移動少許。

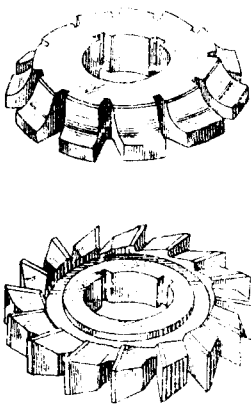


圖 10·18 銑刀(Milling Cutter)。

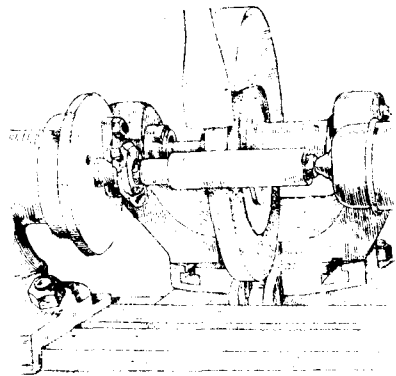


圖 10·19 輪磨(Grinding)。

研磨, 磨孔及極度加工 (Lapping, Honing, and Superfinishing) 用於輪磨之後, 以產生光滑, 準確, 鏡狀之面。三法均用極細之磨料。研磨時, 用粉狀磨料和油, 敷於一塊有某種形狀之軟金屬上。磨孔或極度加工時, 用細密之石在表面上摩擦, 以去微痕及不平之處。

10·19 擴孔機(Broaching Machine)。拉刀(Broach)為一長而略斜

之桿，具一組切邊（齒），使用時每邊連續削去些微材料，最後之邊乃形成所需之形狀。製不規則或扁平之外面時，擴孔機執住拉刀及作件，拉刀在作件表面上經過。製內面時，則在孔內拉或推此拉刀，以得所需之大小或改變其形狀。

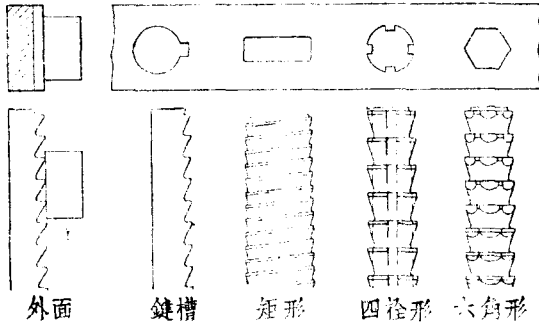


圖 10·20 拉刀。

許多形狀以此法製之較用他法簡易得多。圖 10·20 示拉刀之數種形式及其所產生之形狀。

10·20 小工具。工場內有多種小工具，或用於動力機械，或逕作為手工具。圖 10·21A 示一麻花鑽（Twist Drill），該鑽有各種大小（標以數目，字母，分數，或米制尺寸），幾可在任何材料中鑽孔。B 示一絞刀（Reamer），

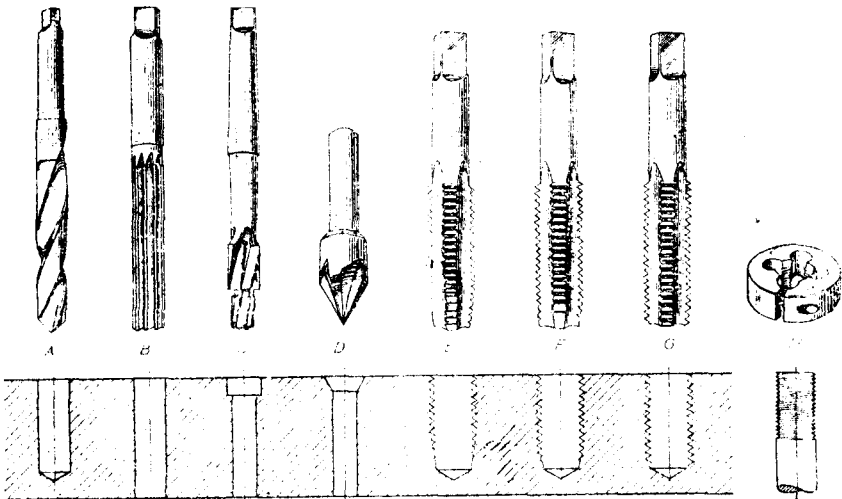


圖 10·21 各種工具。



用以擴大已有之孔，並使之光滑，比較單用鑽頭為準確；C 示一柱坑鑽頭 (Counterbore)，D 示一錐坑鑽頭 (Countersink)，均用以擴大並改變孔端 (通常作放置螺釘頭之用)。魚眼切工具與柱坑鑽頭相似。E, F, G 示斜、塞狀及刻底螺旋公 (Taper, Plug and Bottoming Taps, 或稱頭、二、三攻螺旋公)，為用以刻孔內之螺紋者。H 示在桿或軸上刻螺紋之螺旋鑽 (Die)。

10·21 焊接件。從標準之桿或板備料割下之簡單形狀，可用焊接配合之，以形成一機件，焊接後需加以機製。第十六章將研討焊接圖。

10·22 從標準薄片製成之件。標準厚度之薄片或條可先切割成形，於是將其彎曲，衝孔等以成所需之形狀。圖樣上應有樣板匠 (Template Maker) 所需之資料，亦有彎曲及形成薄片時所需之資料。有時分製幾個展開形 (第二十章)。薄片備料之厚度可如下規定之：(1) 指定其規號 (Gage) (見附錄之表) 及相當厚度 (以吋之小數表之)，或 (2) 祇註其小數厚度 (規定鋁片時用此法)。圖 12·7 為金屬薄片機件之工作圖。

10·23 塑膠 (Plastic)。塑膠或為標準之桿、管、片等，從之機製為零件；或為粒狀，以備“造型”，其過程與壓鑄 (Die-casting) 相似；或將材料熱成膠狀，而以鑽壓之，稱為壓縮造型 (Compression Molding)；或在壓力下噴至鑽內，稱為噴射造型 (Injection Molding)。有時亦鑄入金屬插入物作為螺紋，防磨襯套 (Wear Bushing) 等，如圖 15·90 之風扇底座內即有之。圖上註尺寸時應考慮製鑽匠之需要。

10·24 熱處理 (Heat Treatment) 為一普通名詞，其意謂加熱及化學品於金屬，使之改變物理性質也。

附錄中之工場術語辭彙內，有各種熱處理方法之定義，如軋化，碳化，皮硬，硬化，及回火 (Annealing, Carburizing, Case-hardening, Hardening, and Tempering)。

圖上規定熱處理可用下列方法之一：(1) 用一公有註解 (General Note) 列出所用之步驟，溫度，及浴劑 (Bath)；(2) 用一標準熱處理號碼 (美國自動工程學會，或公司標準) 註在標題中預留之地位內；(3) 註明 Brinell 或 Rockwell 硬度號碼；及 (4) 註明經熱處理而得之抗牽強度 (Tensile Strength)。

圖 10·7, 12·1, 12·2, 及 12·6 例示各種方法。

10·25 **大量生產之工具。** 現代工廠採用許多特製之金工機械，或為半自動式或為全自動式。此種機械在基本上與普通之車床，磨床等並無二致；不同者另設機構，一旦工具安置妥當，即能控制刀具之運動，產生相同之機件，而毋須機工過事操勞。其例為自動螺旋床(Automatic Screw Machine)及無中心磨床(Centerless Grinder)。

10·26 **鑽模及夾頭(Jig and Fixture)。** 鑽模執持作件導引刀具，夾頭執持作件；俱使普通之金工機械增加生產率。第十八章將述其用途。

10·27 **檢查。** 細心檢查是現代生產上一大特色。欲製作精良，須於每一工作過程後施以檢查。大量生產用特製之量規(Gage)，少量生產則用普通之量度器具，諸如卡尺(Caliper) 對刻度尺，測微尺(Micrometer)，指示表(Dial Gage)等。若需極端準確，可用氣壓表(Air Gage)或光學表計。

10·28. **裝配。** 各種零件完工後須送至裝配部按組合圖配合裝置。裝配時或仍須較小之機器工作，大率為鑽孔、絞，或手工。在此種情形下，組合圖上須有顯著之註解，說明所須之過程，及用以對準或安置零件之尺寸。若在裝配之前須先將某幾個機件配合，則或用局部組合圖(Subassembly Drawing)，或用每件之詳圖，以供給所需資料。“鑽孔以與 107 號零件相配合”，為裝配所需機製過程之典型註解。

## 第十一章 寸法與註解

11·1 物體之形狀用正投影（或寫生）視圖畫出後，此圖對於製造該物之價值，乃在能否憑其尺寸及註解以定物體之大小。形狀及大小兩者之描述，供給完備之資料，以製造所繪之物件。

所註之尺寸非必為製圖員於畫圖時所用之尺寸；惟為機件於裝配後運用合度之所需者，其安放務使製造此件之工人取用便利。是以製圖員須先研究該機械，明瞭其運用時之必備條件為何；再設想自身為製模匠，製鑄匠，及機器匠，心中構成幻想之物體，以視何種尺寸最稱妥善。

11·2 方法。研習寸法（Dimensioning）時應考慮下列三個基本步驟：

（1）線條，符號，及技巧。吾人須先完全了解尺寸及註解中之線條及符號，以及圖上線條之粗細與間隔。表達物件之大小，欲求清晰而簡潔，其工具即為此種線條，符號，及技巧。

（2）何種距離應予註出。此點極為重要，蓋機械動作之是否圓滑，各個機件之工作是否合度，頗有賴乎是也。選擇時應考慮機件運用之必備條件，各機件可分裂成何種幾何圖形，以及工場生產之必需資料。

（3）安置。既決定何種尺寸應予註出，其次應考慮若何將各尺寸實際置於圖上；概言之，尺寸之安排須清晰，易讀，且易為工場所用。

11·3 尺寸與註解之形式。在圖上指定距離，其法有二：或用尺寸，圖 11·1；或用註解，圖 11·2。尺寸用以表示二點，二線，或二面間之距離，或點，線，面間之距離。數字為實際距離，尺寸線示該距離之方向，箭頭表尺寸線之範圍。若尺寸置於視圖之外，則用延伸線（Extension Line）將距離表明於視圖上。註解則以說明之方式，供給大小或距離之資料。指線（Leader）及箭頭將註解之文字引至圖上適宜之處。全圖性之註解置於圖上便利處，毋須應用指線。

完備之尺寸包括尺寸線，箭頭，延伸線，指線，數字，註解，及加工符號 (Finish Mark)。

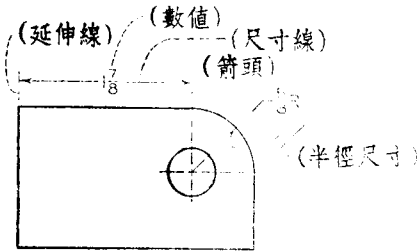


圖 11.1 尺寸。

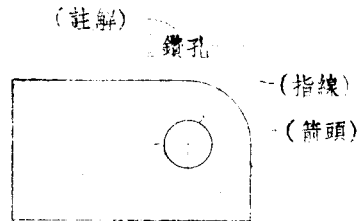


圖 11.2 註解。

11.4 線之粗細。尺寸線，延伸線，及指線均為細實線，其粗細與中心線同，以與視圖較粗之線相對比。注意圖 3.30 線之規格中所示之線重量。

11.5 箭頭須憑手小心畫之，從尖端處開始，以一筆或二筆畫成之，如圖 11.3 之放大圖形。普通所採用者為填充式 (圖 11.4)，尤以大圖為然。填充式箭頭輒較開尾式為細長，兩邊曲率較小；以一筆或二筆畫之，並不提起筆桿，



圖 11.3 開尾式箭頭之畫法。



圖 11.4 填充式箭頭之畫法。



圖 11.5 錯誤之箭頭。

將其填滿之。底部之寬度須不超過長度三分之一。同一圖上須用一式之箭頭，或為填充式或為開尾式；除非為地位所限，其大小須一律。箭頭之長短隨圖而異。普通小圖上以  $\frac{1}{16}$  吋為佳，大圖上則用  $\frac{3}{16}$  吋。

繪製謹慎之圖，因箭頭惡劣而受損；故宜避免圖 11.5 中所示之錯誤形式及置放法。

11.6 延伸線 (Extension Line) 為延伸於視圖外以示距離之細線。此種延伸線，不宜與圖之輪廓相觸，應於離開約  $\frac{1}{16}$  吋處開始，而止於最後一尺

寸線外之 1/8 吋處，如圖 11·6A 所示。此圖之大小約為原圖一半。

尺寸最好置於視圖外，但置於其內偶亦有利。故尺寸有時可以中心線或可見之視圖輪廓為界限，見圖 11·6 之 B 及 C。如須表出二心間之距離，如 B，

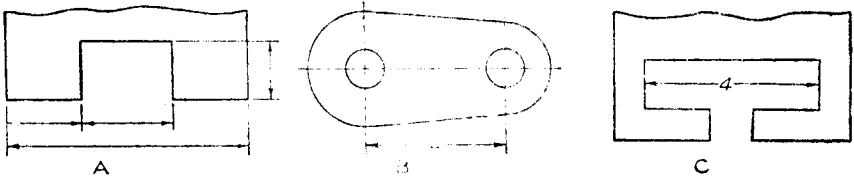


圖 11·6 尺寸線之界限。

則以中心線代延伸線，伸過最後尺寸線約 1/8 吋之處。當尺寸線必須置於圖內時，其輪廓線即為箭頭之起迄點。此種情形之發生因圖紙地位不夠，延伸線橫過視圖各部分，致生混淆；或延伸線過長，不便閱讀尺寸。

11·7 指線 (Leader) 為直線，將註解引至圖上，圖 11·7。箭頭置於指線之指引端，勿置於註解端。其註解端有一水平短劃，置於字母全高之中央；此劃或在註解之首或在其尾，惟絕不在中間。

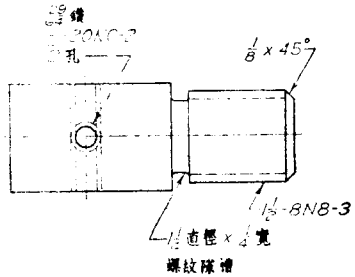


圖 11·7 註解之指線。

指線方向應與圖之主線成對比。圖線大致為水平及鉛直者，故指線宜畫為與水平線成 30°，45°，最好為 60°。若有數條指線，則使之平行，較為美觀。

11·8 數字須以直體或斜體工整寫成。初學者為力求整潔起見，常致失於太小。小圖上 1/8 吋高度為普通之式樣，大圖上為 5/32"。

在機械畫上，尺寸線中留一空位，以寫數字，圖 11·8。構造圖中則將數字置於連續之尺寸線上，此法在建築畫中亦極普通，圖 11·8。



圖 11·8 數字之安置。

11·9 分數之中間一劃須與數字之導線平行，其分子分母之高均較整數為小，使分數之總高等於整數之二倍。圖 11·9。數字不應觸及中間之短劃。

避免圖中所示之錯誤形狀。

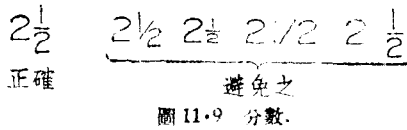


圖 11.9 分數。

11.10 呎與吋應寫成右式：9'-6"。若無吋或無整數之吋，則應為9'-0"，9'-0 1/2"。量度全用吋時，則除有誤解之可能外，所有尺寸與註解上之吋號均宜不寫。故“1 鑿孔”即指“1"鑿孔”，兩者固同其明晰也。

某種機械工業中，一切尺寸均用吋。在呎吋兼用之工業中，美國標準學會規定72吋之內（包括72吋）宜用吋號；其上則兼用呎吋。

構造圖中，呎吋並用。板之寬度，梁之大小均用吋。即或呎吋並用，吋號亦予略去，圖 11.8。

11.11 數字之方向有二種方式，一為對齊制 (Aligned System)，一為單向制 (Unidirectional System)。

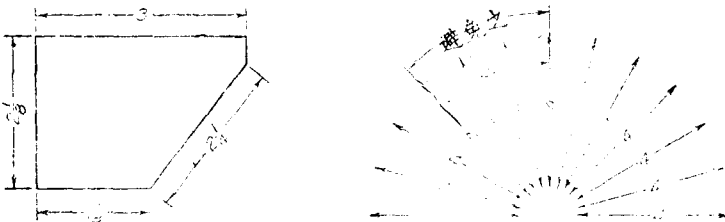


圖 11.10 數字之方向，對齊制。

二者之中對齊制較老。數字之方向垂直於尺寸線；故數字之導線平行於尺寸線，分數之短劃與之相齊，圖 11.10。數字之安置務使立於圖之底部及右側者能夠閱讀。勿在上圖中有陰影之範圍內註尺寸。若不可免，則其尺寸須依線之向下方向讀之。



圖 11.11 數字之方向，單向制。

單向制發源於自動機及飛機工業，亦稱“水平制”(Horizontal System)，因一切數字均可立於圖之底部閱讀也。不論尺寸線之方向若何，導線及分數短劃恆為水平，圖 11·11。圖 11·10 中之“禁區”，在此並無意義。

註解須寫成水平，在兩種制度中均應立於圖之底部閱讀。

11·12 加工符號 (Finish Mark) 用於表示某金屬面須予加工，其裕度 (Allowance) 須在鑄造及煨煉時留出。由軋料 (Rolled Stock) 機製而成之機件上，不必用加工符號，因其面原非機製不可也。鑽、絞，或鑽柱坑之孔上，及其他相似之機製物上，凡註解已說明機製程序者，亦毋須註加工符號。



圖 11·12 美國標準學會加工符號。

美國標準學會規定之標準符號為一  $60^\circ$  V，其尖端觸於加工表面之邊視圖。V 號置於該面之“空側”。圖 11·12 示 V 之正常大小，及其施於各種方向之線時之位置。

許多年來，加工符號為一斜體 *f*，其交叉處與表加工面之線相交，如圖 11·13 所示。

機製面之視圖凡成一線(包括虛線)者，均須註明 V 號。若此物之各面均須加工，則可不寫 V 號而註以“全部加工”(Finish All Over or FAO)。

既有加工符號表示機製之面，有時或需表示此面之光滑度為何。美國標準學會提出一套符號，以示面之各種情形。此種符號將於下章第 12·30 節中闡述並圖示之。

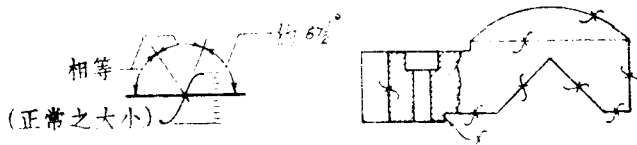


圖 11·13 加工符號，*f*。

11·13 尺寸制度。尺寸可為分數， $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{3}{8}$  等；可為小數，0.25、0.375 等。其制有三。

分數制 用於建築及結構工作，亦用於較不準確之機械畫。尺寸全為整數及分數，如  $3\frac{1}{2}$ ， $1\frac{1}{4}$ ， $\frac{3}{8}$ ， $\frac{1}{16}$ ， $\frac{3}{32}$ ， $\frac{1}{64}$ 。於製造時此種尺寸可用鋼捲尺或鋼皮尺(分成  $\frac{1}{64}$  吋者)量度之。

分數小數制 大都用於精確之機械工作：所用尺寸較普通鋼皮尺之刻度為小者。 $\frac{1}{64}$  以下之尺寸，如  $\frac{1}{128}$  或  $\frac{1}{256}$ ，再用分數已不合實用。故而在註尺寸時，(1)凡其準確度不必小於  $\frac{1}{64}$  者，用整數及分數表之；(2)凡須較為準確者，用整數及小數表之，如 2.375，1.250，0.1875 等。小數之位數依所需準確度而定。

完全小數制 原由福特汽車公司在 1932 年所採用，一切尺寸均為小數。有公制之利；而用吋為基礎，故可應用現在之量度設備。

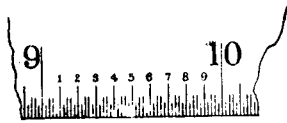


圖 11-14 小數尺。

美國標準學會之完全小數制(註 1)中，凡普通應用分數之尺寸，均以二位小數表之。

小數部位寫成偶數，如 .02，.10，.36 等，

若如則平分以求中點時，仍可得二位之小數。

有時固不得不生例外，惟須盡量減少之耳。是時可用分成五十分之一小格之刻度尺，圖 11-14。此種特製尺較分成百分之一者應用較便。

尺寸之更需準確者，則用三位，四位，或更多之小數，務依所須準確度而定。

圖 11-15 為一詳圖，依美國標準學會之小數制註尺寸。此制之利甚明，如計算，相加，校核之便捷，換算表之廢除，及誤差機會之減少是也。

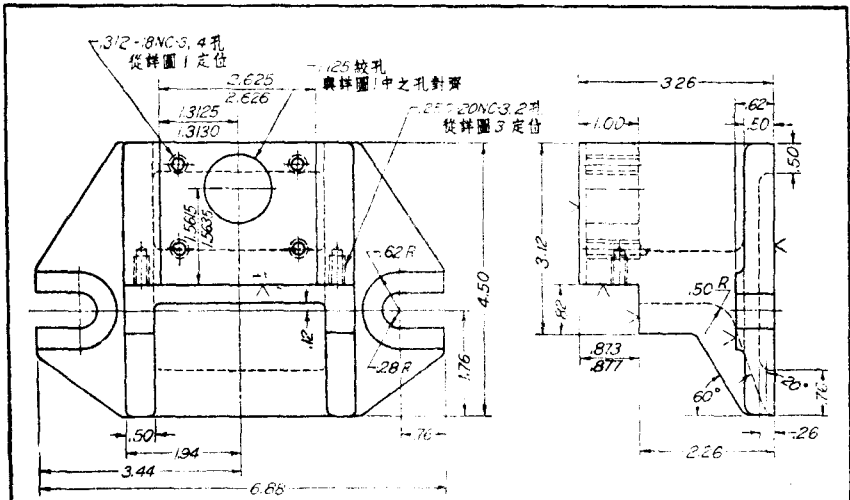
用完全小數制之設計者及製圖員，應存一吋百分之一或十分之一之觀念，勿再存分數觀念。其新設計均應用小數尺寸，不顧分數尺寸如何也。然在標準備料，工具，及商品尚未用小數尺寸之前，惟有將某種分數尺寸化成小數當量耳。例如標準之 3/8-16 NC-2 螺紋應寫成 0.375-16 NC-2。

某種分數之小數當量，位數甚多，非註尺寸時所需，則有時可將其刪去幾位。美國標準(註 2)有下列之方法：

註 1. 見美國標準學會之印刷品：“圖樣及製圖室實務”(Z 14.1, 1946)。

註 2. 見美國標準學會之印刷品 Z 25.1, 1940。





未規定之半徑 .12

製圖員	余其斌	1954.11	除另行標定者外,限度概為 分級士,小數士.010 單位英寸	圖 號	日期	更改或增加
檢驗員	李木	1954.11	件號 零件名 圖號	材	圖紙尺寸	數量增加
核准者	李三	1954.11	鑽桿體	工	原因	
姓名	日期	編號名稱	1-4-120 鑽桿	公司名稱	圖號	
				地址	14之3號	
					T-4732	

圖 11-15 用美國標準學會完全小數制註尺寸之圖。

欲保留之末位數字之後一數字若小於5,則此保留之末位數字不變。例:3.46325,若刪成三位小數,應為3.463。

欲保留之末位數字之後一數字若大於5,則此保留之末位數字加一。例:8.37652,若刪成三位小數,應為8.377。

欲保留之末位數字之後一數字適為5,其後均為零。5前之數字若為偶數,則不變;若為奇數,則加1。例:4.365 刪至二位小數,應為4.36。4.355 刪至二位小數,應為4.36。

**11-14 寸法之理論。** 任何物體均可裂為多種基本幾何形狀,最多者為稜柱及柱,偶亦有稜錐及錐,時見複曲面(Double Curved Surface),極少(如螺紋之面)翹曲面(Warped Surface)。基本形狀可為正可為負,如孔即為負柱。圖 7-65 示一裂成基本形狀之機件。

若每一基本形狀之大小業已註出,其相對位置亦為已知(從中心量至中心,或從底線,或彼此之表面量起),則註尺寸於任何物體之上,至為簡單且有系統。故尺寸又可分為大小尺寸及定位尺寸(Size Dimension and Location Dimension)二種。

11.15 大小尺寸(Size Dimension). 由於每物均有三度(Dimension), 故註尺寸時, 必須兼顧物體各組成形狀之高, 寬, 及深.

最普通之形狀為稜柱(Prism), 此種稜柱常為柱脚(Plinth)或扁平形式. 正方形, 矩形, 或三角形者須示出其三度. 正六邊形或正八邊形者通常祇示二個尺寸: “對角之距離”及長度, 或“對邊之距離”及長度.

第二種常見之形狀為柱(Cylinder), 幾在所有機器上都可見到, 如軸, 孔或頭(Boss)等皆是. 柱形顯然祇須二種尺寸, 一為直徑, 一為長度, 圖 11.16B. 局部柱面如外圓角, 內圓角等, 不註直徑而註半徑. 普通之法則為: 全圓註直徑, 圓弧(部分圓)註半徑.

直錐(Right Cone)可註其高度及底之直徑. 若為錐台(Frustum), 則需註長度及二底之直徑, 圖 11.16C. 通常將錐台視作錐形(Taper)而註尺寸, 較為合適, 法見第 11.29 節.

直稜錐(Right Pyramid)註以高度及底之尺寸. 若為稜錐台, 則註出二底之尺寸, 圖 11.16D.

球(Sphere)註以直徑; 其他之迴轉曲面(Surface of Revolution)則註其母線(Generating Curve)之尺寸.

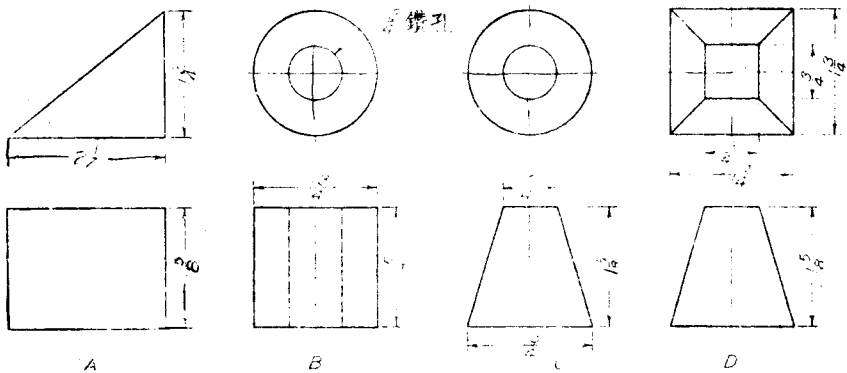


圖 11.16 大小尺寸——稜柱, 柱, 錐, 及稜錐之寸法.

翹曲面(Warped Surface)按其產生之方法註尺寸. 畫此類面時需用許多剖面, 每一剖面均須全部註以尺寸.

11.16 定位尺寸(Location Dimension). 註出各基本幾何形狀之大

小尺寸後，須定彼此間之位置。高寬及深三者之方向均須確定。矩形由其面定位，柱形及錐形則由其端及中心線。

各基本形狀常有一面或多面彼此疊合或在一線上，若是則其位置已部分確定，而垂直於疊合線之定位尺寸由是省。於圖 11·17 中，稜柱 A 與 B 有兩面相接，有兩面在一線上，故祇需一個定位尺寸，已能定彼此之相對位置矣。

若中心線相疊合，則常可不用定位尺寸。譬如圖 11·16B 中，孔與柱之中心線疊合，故毋需定位尺寸。圖 11·17 中二孔在同一中心線上，故垂直於該中心線之一尺寸，即能定二孔在此方向之位置。

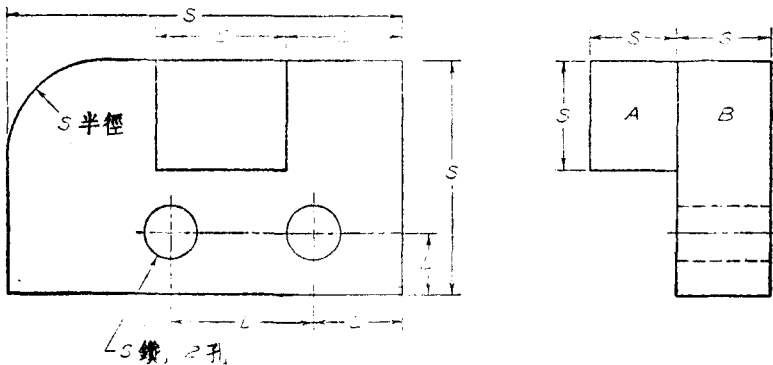


圖 11·17 大小尺寸(S)及定位尺寸(L)。

**11·17 尺寸之選擇。** 將機件析成基本幾何形狀而得之尺寸，大致均能滿足實際註尺寸時之需要。然有時每需將此種尺寸略為更改，俾機件之運用，得以如意，而工人於製造時，亦覺便利。吻合部分之各圖，須使其尺寸彼此發生關係，以獲得上述二效果焉。

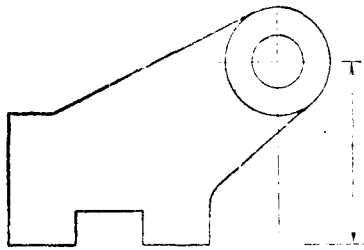


圖 11·18 用支距定位



圖 11·19 用角定位。

故圖解文字之研究，須有工場製造方法之知識以為補充。機械製圖員苟欲有所成就，須熟知製模，翻砂，鍛煉，及金工之實施；有時且須勞及金屬薄片工作，金屬及塑膠（Plastic）壓鑄法，焊接，及構造鋼建築法。

缺少此種知識之初學者不宜一味憑藉導師，而須多多觀察作件在工場中之進程，閱讀有關新式生產之書本及期刊，此點曾於前章述及。

分裂機件而選得之尺寸往往適為工場所需；因基本之工場工作所產生者即為基本形狀。凡鑽，絞，鑽柱坑（Counterboring），衝孔（Punching）等機製過程，則宜以註解定其大小，而不註尺寸。

選擇定位尺寸較大小尺寸更費躊躇，因定位常有幾種方法也。概言之，定位尺寸應註於加工面之間，中心線之間，或加工面與中心線之間，圖 11-20。請牢記粗糙之鑄件或鍛件大小可變，故勿從不加工之面定機製面。然有一例外，即可從其註一開始尺寸，以定第一個機製面，由此機製面再定其他機製面。惟加工面與不加工面之臺台中心線，則常可用以代替開始尺寸。

從兩面或兩中心用支距定一點或中心（圖 11-18）較用角尺寸（圖 11-19）為佳。若後者於製造時較合實用，則亦不妨採取。

11-18 尺寸之相互關係。定吻合機件之尺寸，務使二部分能夠配合，且能運用如意。圖 11-20 例示此意。托架之舌欲其配合於體上之槽，兩者之鑽孔亦須對齊，試研究二者之尺寸，並注意其定位尺寸確能使二者配合無間。

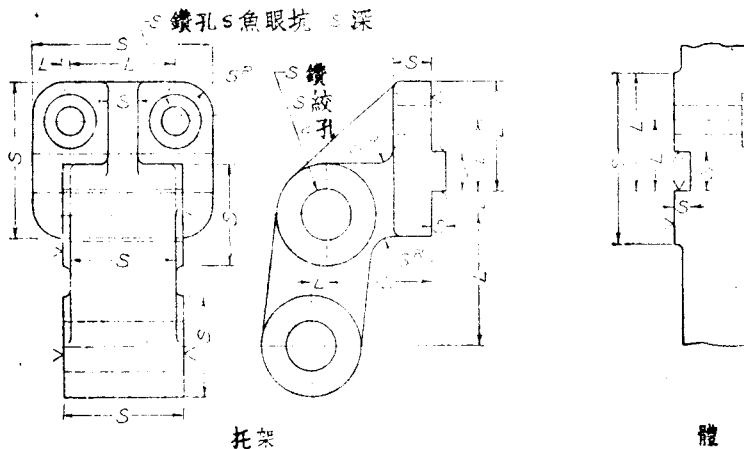


圖 11-20 尺寸之相互關係。

物合部分之尺寸間有相互關係尚嫌不足，必也其尺寸之準確度符合某種標準，否則機件將不能運行適當。一物體各加工面間或加工部分之中心線間之距離，須較不加工部分為準確。圖 11-21 中，加工面間或加工部分之中心線間之定位尺寸用三位小數，如 A。不加工部分之定位尺寸用分數，如 B。小數尺寸表示製造時須較分數尺寸為準確。製模匠用尺寸 B，從機件右端定柱 C。機器匠先定柱內之加工孔，使柱與孔同心；再從此孔定其他一切機製面。例如

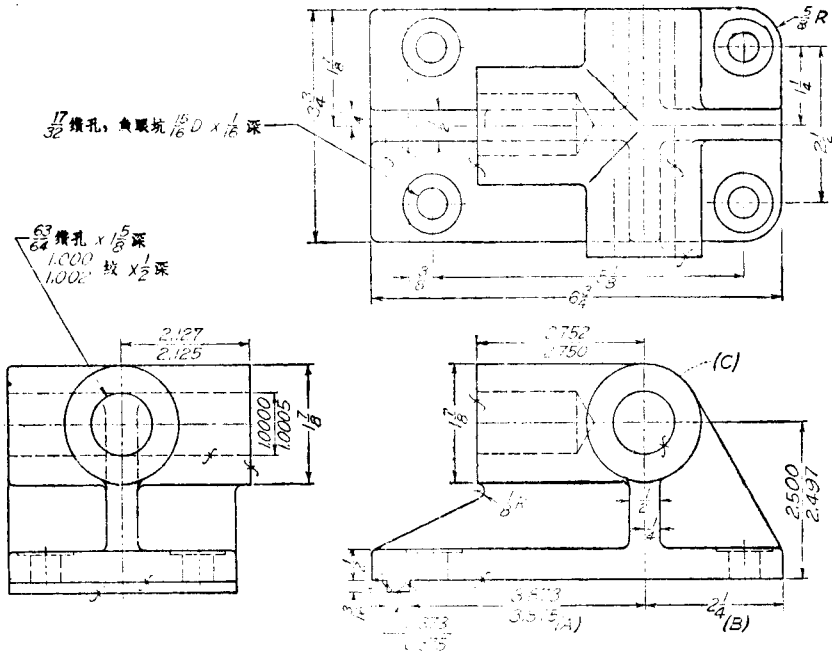


圖 11-21 寸法之例。

用尺寸 A 定栓(Spline)之位置。四個魚眼孔彼此間之位置以分數尺寸定之；因孔較連接物為大，連接物在其內可以移動，故定位毋需準確也。與其配合之件，有孔備裝螺釘者，其定尺寸當亦相倣。

讀圖 11-21，並注意每一尺寸之大小，位置，及種類。

11-19 多餘之尺寸。多餘之尺寸應予免除，因其能致混淆，並使讀圖費時也。多餘也者，非重複之謂，乃製造時並不重要之尺寸也。譬如一個距離，應使其祇能從一面定位。故若於全長尺寸之外，再註所有之個別尺寸，則必有

多餘者矣，圖 11·22。若用全長尺寸，必將個別者刪去其一，於焉每尺寸之定位祇有一種可能，圖 11·23。有時為校核或參攷起見，既有全長尺寸，復設所

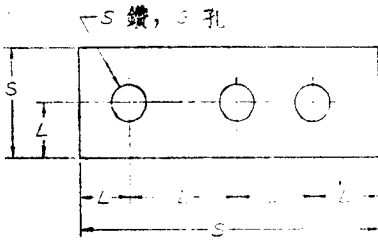


圖 11·22 有一個多餘之尺寸。

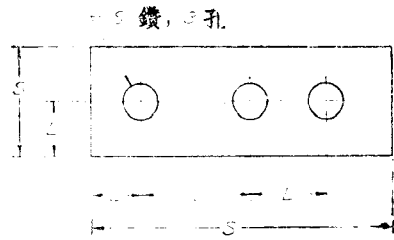


圖 11·23 多餘之尺寸已予刪除。

有之個別尺寸。如此則製造時不用之尺寸，應註以“參攷”(Ref.)字樣，如圖 11·24。

至於建築及結構工作，則構造時可許較大之變動，並不因多餘之尺寸而起困難，故將所有尺寸註出，如圖 11·22。

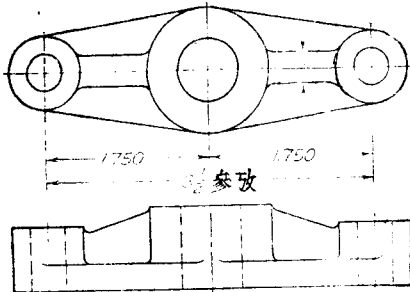


圖 11·24 有一個參攷尺寸。

尺寸固不宜多，亦不能少，總以足夠決定物體每點，每線，每面之位置為宜。勿使工人用尺在圖上量下尺寸。所需之一切尺寸均應註出。

然相似部分之尺寸毋須重複，例如圖 11·24 中厚度顯係相同之數個肋。細節如內外圓角亦祇需一公用註解足矣。

製圖員若能設想自身在製造此物件，由本人之需要出發查核每一尺寸，則極易發覺尺寸之多餘與缺少。

11·20 尺寸之安置。既依第 11·2 節中所指示者選得距離，於是可決定下列各項：(1)該距離將置於何一視圖，(2)置於該視圖上何處，(3)該尺寸應為何種形式。原則固甚多，其中且有近於法則而須遵守者，然最重要之點厥為清晰。

11·21 視圖——外形原則 (Contour Principle)。一物體之各視圖中，往往有一個較其他各視圖更能顯示某細節之形狀。讀圖時自然在此視圖上找

尋該細節之尺寸。故定尺寸時若能遵照此原則，讀圖時必覺清晰而容易。圖 11-25 中之圓角，鑽孔，下凹角在正視圖中最能顯示其形狀，故將尺寸註於其上。物體前面之凸出形狀在上視圖最為顯著，故將尺寸註於該處。

稜柱尺寸，須使三尺寸中之二個註在顯示外形之視圖上，第三尺寸則註於另一視圖上，圖 11-16 及 11-25。

柱之尺寸，直徑及長度通常以註於非圓形之視圖上為佳，圖 11-26A。如此則使尺寸置於同一視圖上，工人感覺便利焉。圓孔之直徑偶亦可註於圓形之視圖上，與水平線成一角度，如 B 所示者。除非地位甚形寬敞，總以不用此法為宜。然有時可將尺寸置於視圖之外，如 C。若以

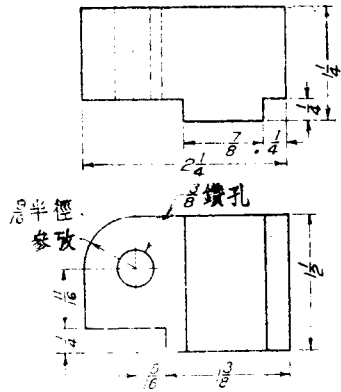


圖 11-25 外形原則之應用。

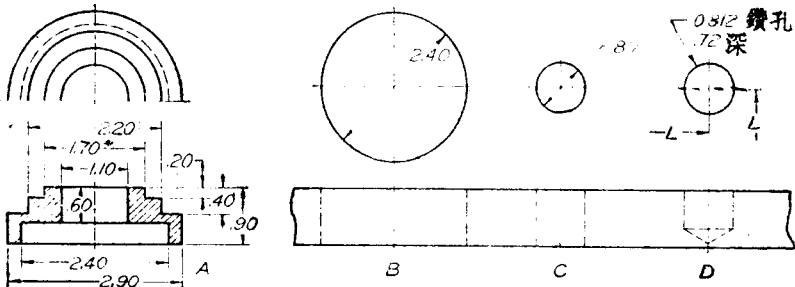


圖 11-26 柱之尺寸。

註解規定圓孔，則指線應儘可能畫於圓形視圖上。註解之優點為可將直徑，工

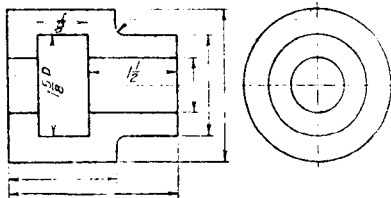


圖 11-27 視圖內之尺寸。

作，及深度註於一起。註直徑於圓形視圖上如 B, C, 或 D 所示者，或亦為讀圖方便之故，蓋定位尺寸每在該處也，見 D。若一尺寸是否為直徑，圖上未能顯然，則可於數值後註以“直徑”字樣(或字母 D)。如圖 11-27 所示者。

### 尺寸安置原則

1. 苟非因圖內之尺寸可增加清晰、簡明、及繪圖之方便，通常均將尺寸置於視圖之外，為繪圖計，吾人不將尺寸線置於剖面內。若必須置於剖面內，則數字附近應不劃剖面線。圖 11-27。
2. 除非別有理由必須置尺寸於他處(如圖 11-25 中下開角之尺寸及孔之位置放在正視圖下)則有其理由，通常均置尺寸於二視圖之間。
3. 尺寸紙應施諸一視圖；意即，尺寸雖在二視圖間，但延伸線祇能從一視圖畫出，而非自二視圖畫出者，圖 11-28。

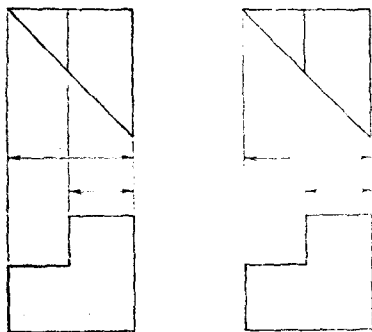


圖 11-28 尺寸應施諸一視圖。

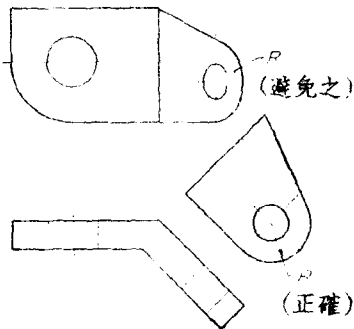


圖 11-29 尺寸置於真長之距離上。

4. 尺寸應許於表示該距離真長(非縮短者)之視圖上。圖 11-29。
5. 尺寸線大致應離開視圖之外形  $\frac{1}{8}$  吋，此原則適用於單獨之尺寸或一組尺寸中之第一個。
6. 平行之尺寸線間隔須均勻，兩線間至少留  $\frac{3}{8}$  吋。

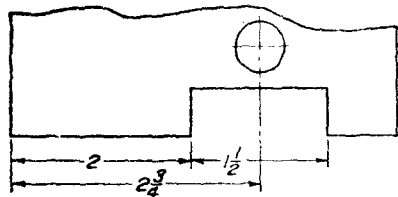


圖 11-30 數字置於二箭頭之中央。

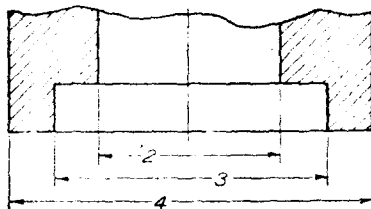


圖 11-31 交錯之數字。

7. 數字須置於二箭頭之中央，若為中心線所阻(圖 11-30)，或數個平行尺寸數字須交錯(圖 11-31)時則例外。
8. 尺寸線之連續畫法或交錯畫法，須視何者便利或易讀而定，但須儘可能採用連續畫法。見圖 11-32 及 11-33。
9. 較長之尺寸橫置於較短者之外，以免尺寸線與其他尺寸之延伸線相交。故全長尺寸(即在某一方向之最大尺寸)在一切尺寸之外。
10. 尺寸不應擁擠。若地位有限，則照第 11-22 節各法行之。



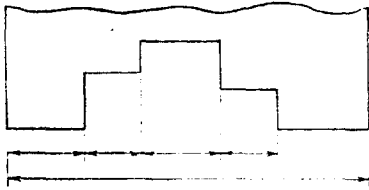


圖 11-32 連續之尺寸線。

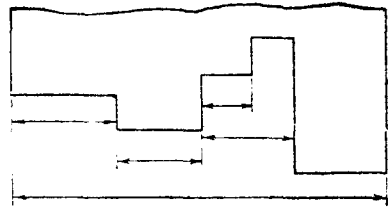


圖 11-33 交錯之尺寸線。

11. 中心線用以表示形狀之對稱，故常可免去一定位尺寸。中心線應視為尺寸之一部分，而於註尺寸時畫成之。若非用作延伸線，則宜伸出對稱圖形約 $1\frac{1}{2}$ 。中心線在兩視圖間不應延續。
12. 註解應儘可能畫於水平位置(人在圖之下方讀之)。

須避免之事項

1. 勿將中心線、圖線、或延伸線當作尺寸線。
2. 勿將尺寸線置於中心線上；應為中心線者勿畫尺寸線。
3. 勿使任何線穿過尺寸數字。
4. 避免二尺寸線之相交，或一延伸線與一尺寸線之相交。
5. 儘可能避免在隱線上註尺寸。

11-22 在有限之地位中註尺寸。若地位過小不能容納所有之尺寸，則不應將其擠足。圖 11-34 中任一法即可解決困難。有時用註解亦妙。若地位甚小，則可用放大之詳細剖面或部分視圖。見圖 11-35。

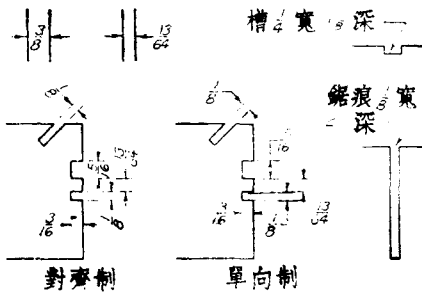


圖 11-34 地位有限。

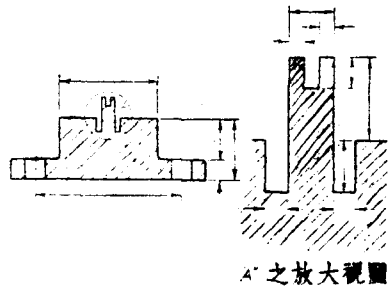


圖 11-35 應用放大視圖。

11-23 弧及曲線。註圓弧之尺寸，可將其半徑註於其真實形狀之視圖上。半徑之尺寸線為一與水平線成角度之半徑線，既不水平亦不鉛直，祇用一個箭頭，圖 11-36。尺寸數字之後接以“半徑”字樣(或字母 R)。尺寸線與數字可俱在弧內；或線在弧內，字在其外；或俱在其外(小圓弧)；全依半徑之大小及註數字之地位而定。均見圖示。

圓弧之心若在圖外，則將此心沿弧之一中心線移近，並將尺寸線彎折以遇新圓心，圖 11·37。近弧之一部分尺寸線為真圓心之半徑。

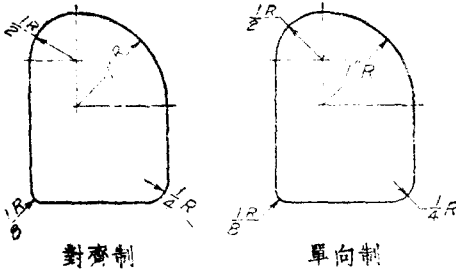


圖 11·36 半徑尺寸。

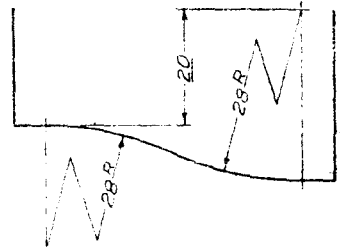


圖 11·37 遠遠之心。

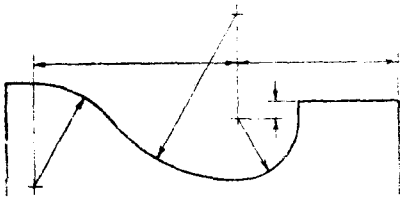


圖 11·38 用半徑註曲線。

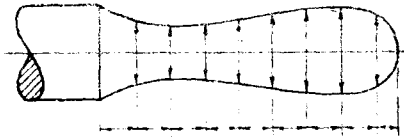


圖 11·39 用支距註曲線。

由諸圓弧構成之曲線以諸半徑註之，各圓心之位置亦定出之，圖 11·38。不規則曲線通常以支距註之，如圖 11·39。

11·24 角。角之尺寸線為一圓弧，其心在角之二邊相交處，圖 11·40。尺寸數字為水平者，僅對齊制中之大弧方與數字對齊耳。角之數值應寫成  $35^{\circ}7'$  之形式，度及分之間無短劃。

11·25 註解。凡不能用視圖或尺寸表達之資料，用文字表之，是謂註解。可分為公有註解及特有註解。公有者施諸全部，特有者施諸個別部分。用一註解偶或可省畫一視圖，甚且一全圖，如用註解表示二相同物件之右部或左部是也。

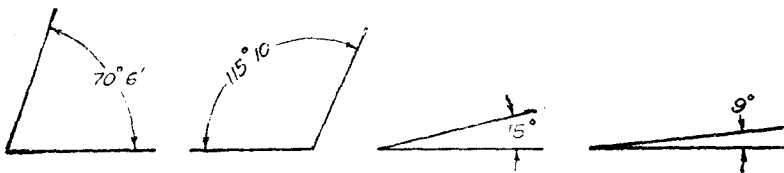


圖 11·40 角之尺寸。



不必怕作註解。凡用文字可補益圖畫之不足者，儘用無妨，但須寫得簡明，不致引起誤解為要。

公有註解毋需指線，須集於圖紙之左下角。其例為“全部加工，”“除另有規定者外，內圓角概為1/4半徑，外圓角概為1/8半徑，”“出模斜角均為7°，”“去掉毛口”等。

機械畫之標題中有許多公有註解。圖12·1標題中之備料尺寸，材料，熱處理等即是。

特有註解幾乎均需指線，故應相當靠近其所註之部分。最常見之例為附有尺寸之工作過程，如“1/2”鑽，4孔”。

註解應水平，俾能立於圖之下方閱讀。圖11·41中為通用之方式，常能見到者。

11·26 孔之尺寸及規範。鑽孔、絞孔、銼孔、衝孔等最好用註解，示出其直徑，工作，及個數（若不止一孔）。同樣之孔雖有數個，指線祇指其一足矣，

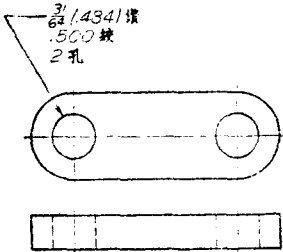


圖 11·42 孔之寸法。

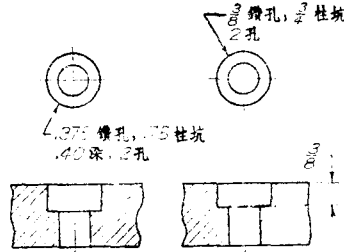


圖 11·43 柱坑之寸法。

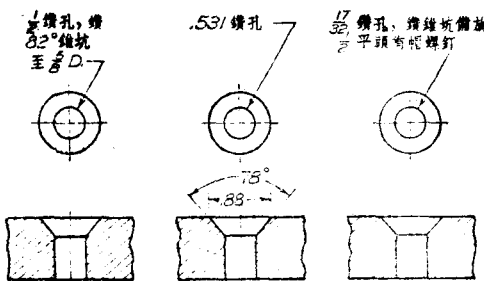


圖 11·44 錐坑之寸法。

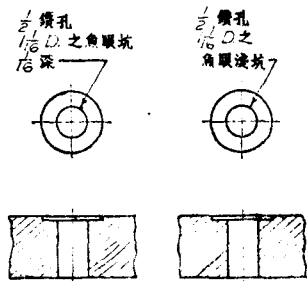


圖 11·45 魚眼坑之寸法。

圖 11·42。所有之必需工作可以一註解規定之。圖 11·42 至 11·45 示鑽孔，

絞孔, 柱坑 (Counterbored Hole), 錐坑 (Countersunk Hole), 魚眼孔 (Spot-faced Hole) 之標準註解法。

美國標準學會規定, 標準鑽頭之大小應以小數表之, 如 0.250, 0.375, 0.750, 1.500。若以分數表之, 則應附小數當量。

孔之指線應儘可能指於圓形視圖上。箭頭大都觸及內圓(常為第一道工作), 然若箭頭有與外圓相交之可能, 則可畫於外圓上。

由數種製造過程製得之孔, 常有幾個直徑, 可依圖 11-46 註尺寸。此法將註解與尺寸並用之。

陰螺紋孔之寸法及註法見第十三章。

11-27 孔之定位。用螺栓 (Bolt), 螺釘, 鉚釘 (Rivet) 等緊固之吻合部分, 必須從一公有之基準面 (或線) 定其孔之位置, 若是方能使各孔配合無間。若在一中心線上有二孔或多孔, 祇需從一方向定其位置, 圖 11-47。若諸孔不在同一中心線上, 則需從二個方向定位, 圖 11-48。B 所示之法, 定位基於一公共基線者, 適用於準確工作。

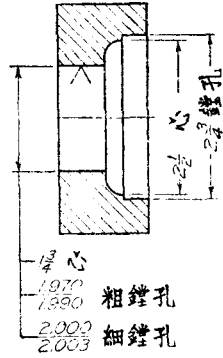


圖 11-46 大孔上數種工作之註法。

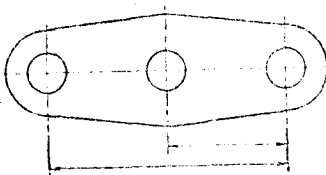


圖 11-47

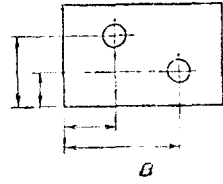
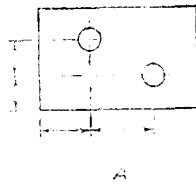


圖 11-48

圖 11-47 及 11-48 定孔之位置。

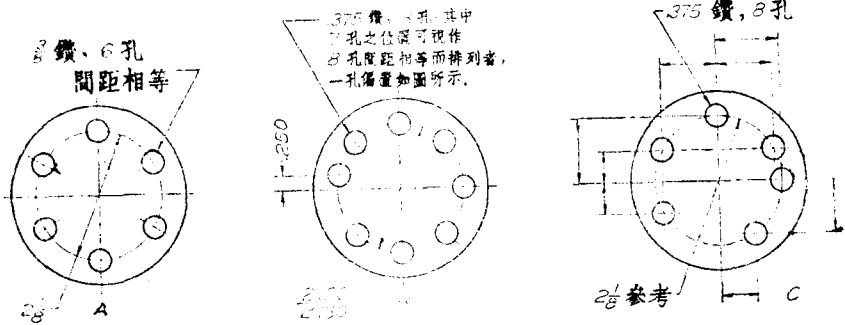


圖 11-49 孔圓。

孔圓 (Hole Circle) 亦稱螺栓圓 (Bolt Circle), 為成圓形之中心線, 其上有一組孔之心。

若諸孔間距相等, 則可寫出孔圓之直徑, 另用註解標明孔之大小, 所需個數, 以及間距, 如圖 11·49A。若有一孔或多孔之間距並不規則, 可用一支距尺寸, 如 B。有時亦可用一個角尺寸, 但在甚需準確之處應勿用之。

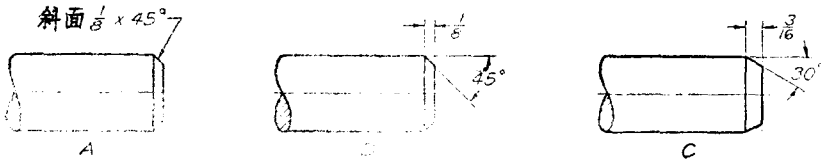


圖 11·50 斜面之寸法。

準確工作則用圖 11·49C 所示之坐標法。惟仍畫孔圓, 並註其直徑, 作為參攷, 法見該圖。

11·28 斜面。斜面之角若為 45 度則可用註解標明之, 如圖 11·50 A。其線度尺寸為斜面三角形之直角邊; A 與 B 意義相同, 惟 B 中不用註解耳。若斜面角不為 45 度, 則應註之如 C。

11·29 錐形。機械工作中用“錐形”(Taper) 一名詞, 通常意指錐台之表面。其註法依製造方法及所需準確而定。若用標準化之錐形 (見附錄), 則規範中須有長度及一直徑, 圖 11·51A。B 為普通之註法, 示出兩端之直徑

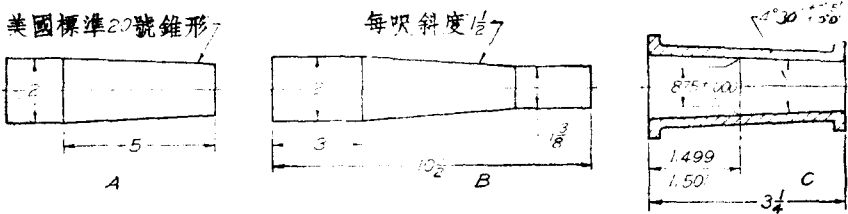


圖 11·51 錐形之寸法。

及每呎斜度 (Taper Per Foot)。另法為示出一直徑, 長度, 及每呎斜度。每呎斜度之定義為長度一呎中兩直徑相差之吋數。C 法用於精確工作: 兩件須密切配合, 進口之距離須予控制者。因於一端測量直徑易致不準, 故設一量線 (Gage Line), 俾可於此測量之。量線之位置設有許用變動 (Allowable Variation), 所以控制進口距離; 角之規範甚為精確, 所以控制錐形之配合。

11.30 豎坡、斜度、坡度。豎坡 (Batter) 為離鉛直線之偏度，見於護土牆 (Retaining Wall)，拱台 (Pier) 等之邊上；斜度 (Slope) 為離水平線之偏度。二者均用比率表之，其中一項為 1，如圖 11.52 所示。坡度 (Grade) 與斜度相同，惟以百分數 (每百呎中傾斜之呎數) 表之耳。結構工作中，角之



圖 11.52 豎坡及斜度之寸法。

大小用平距 (Run) 與升高 (Rise) 之比表示，其較大之邊概為 12"。圖 27.2。

11.31 圓頭之形狀應按其製造方法註尺寸。圖 11.53 示數個相似之外形，及其標準寸法。連桿 (Link) A 為從薄料割得者，故示出兩端之半徑及中心距離，俾與製造之手續相符。B 為一鑄成之薄頭 (Pad)，其寸法與 A 大致相同，務使製模匠最感便利。C 為用端銑刀 (End-milling Cutter) 製成之槽，其尺寸示出銑刀之直徑及銑床台之行程 (Travel)。D 之槽與 C 相似，惟其尺寸供大量生產之用，故不註台之行程，而註全長俾便量度。Pratt and Whitney 鍵 (Key) 及鍵座 (Key Seat) 均以此法註尺寸。

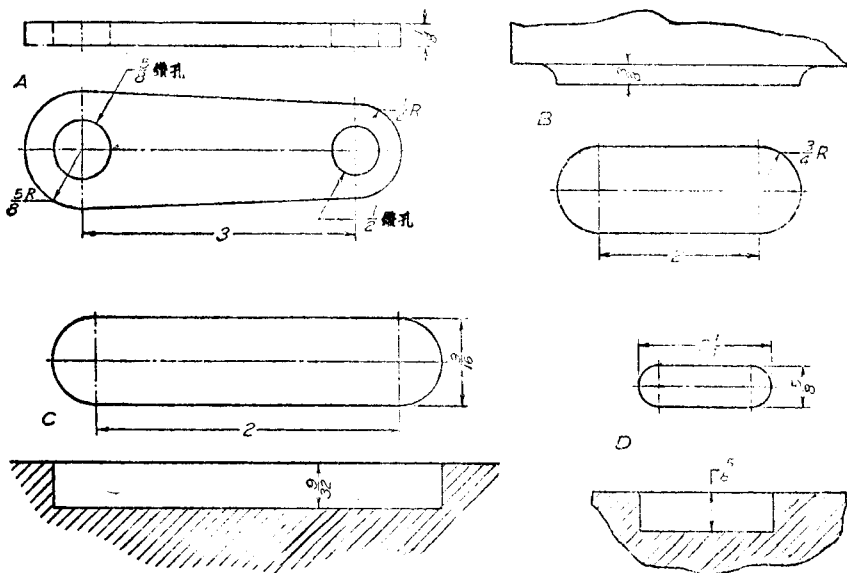


圖 11.53 圓頭形狀之寸法。

11.32 寸法之次序。安置尺寸如能循序進行常有莫大裨益。圖 11.54

示工作之程序。A 示物體之形狀已畫畢。B 表示延伸線已畫妥，須引長之中心線亦已引長，於是開始計劃定位尺寸及大小尺寸之安排。研究每一尺寸之位置，並作必要之更改。C 表示尺寸線已畫好。將大小尺寸及定位尺寸同時

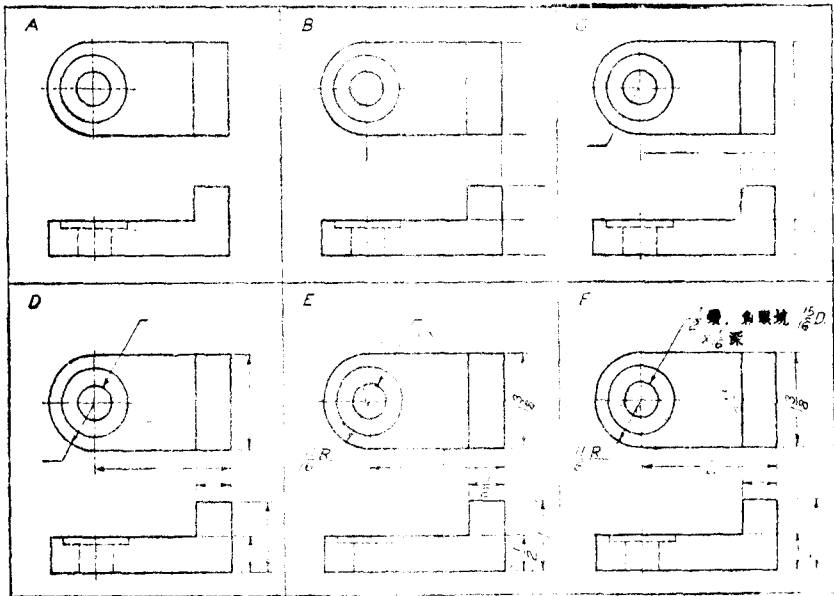


圖 11-54 作法之次序。

排成一最恰當之組合，至此尺寸之安置已固定。其次，畫上箭頭及註解之指線，如 D 所示。乃如 E, F 所示，加上尺寸數字與註解文字。

註解宜於尺寸畫就後加上。倘若先寫，可能佔去註尺寸之地位。應用指線則極自由，故註解幾可放於任何空位。

11-33 尺寸之覆核。計劃進行時，設計及工程方法等之更換或使圖樣有修改之必要。初不論其已否送入工場。若需大改，將圖重畫之；若僅小改，往往不易形狀，祇變尺寸數字已可。尺寸可依圖 11-55 中之一法表示之。

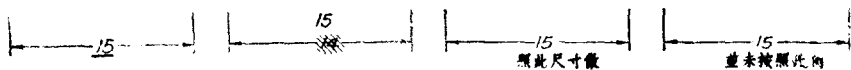


圖 11-55 尺寸之修改。

圖樣之修改應列表格書於標題上方，並附參攷字母及日期，如第 15-22 節



所述。

11.34 半剖面。一般而論，半剖面殊難註得明白；誤解，含糊，及擁擠之弊頗有可能。多用註解，慎置尺寸線、指線及數字，大都可收明晰之效；若再嫌其未臻清晰，則應加額外視圖或部分視圖以示其大小。

內徑應附以“直徑”字樣（或字母  $D$ ），尺寸線應橫過中心線，庶不誤為半徑，圖 11.56。有時在非剖面之一側加畫虛線，可使視圖及尺寸均較顯豁。內部之尺寸註於視圖內，以免延伸線與外部輪廓相混淆。

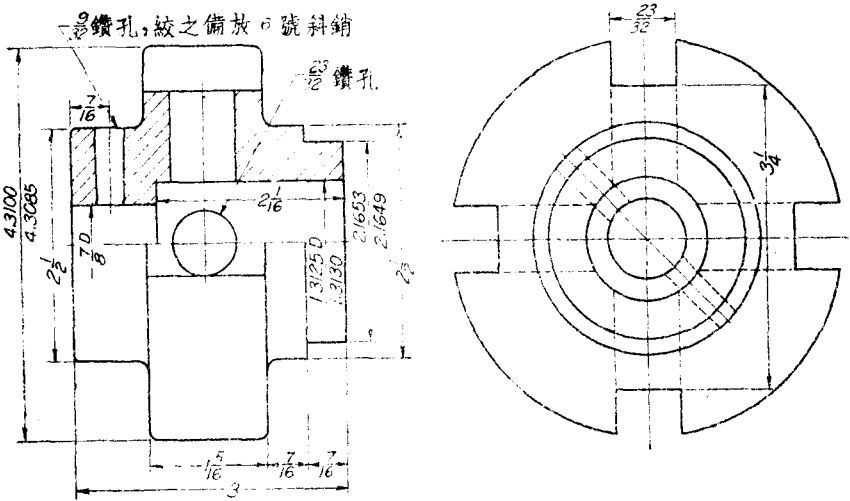


圖 11.56 半剖面之寸法（樞軸模型“Pintle Block”）。

11.35 寫生畫。若用等角投影或其他寫生畫作工作圖，其大小之描述較形狀描述困難多多。註尺寸時以本章之原則為基礎，另須遵守一通用法則：是即所有之延伸線及尺寸線均應平行於軸，而尺寸數字須與其所註形相之面在同一平面內。若是則各數字應為其垂直數字之寫生畫。指線及註解之需要較正投影中為多。圖 7.77, 8.39, 及 15.35 示此法。

11.36 米制。米制之知識，當遇到採用此制之國家之圖時頗為有用；美國採用此制之圖亦漸形增多。國際間採用共同標準之第一件機械裝置，為滾珠軸承 (Ball Bearing)，即為米制標準。

米制之比例圖均不用英美式之比例，而以十分法為基：如全尺寸，其次為 1 比 2, 1 比  $2\frac{1}{2}$ , 1 比 5, 1 比 10, 1 比 20, 1 比 50, 及 1 比 100。量度之單位

爲公厘(mm)。數字無須註以符號，均爲公厘。圖 11·57 爲米制寸法之例。附錄內有米制當量表，足資參照。

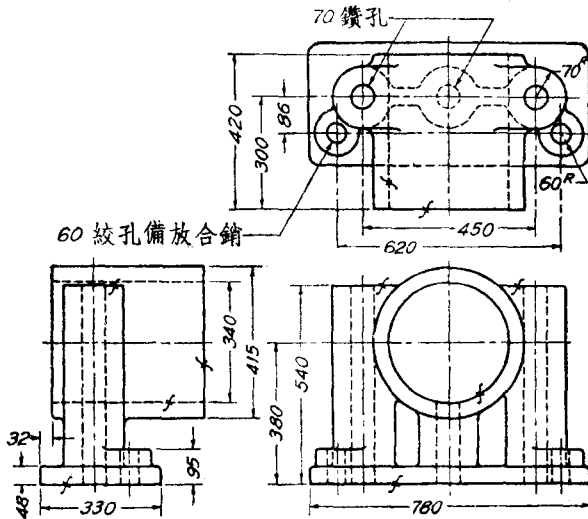


圖 11·57 米制圖。

**11·37 標準尺寸，零件，及工具。** 於註任何機件之尺寸時，常須規定標準零件之厚度或直徑，及以標準工具製成之大小。故應查閱美國標準，通用之公司標準，及製造商標準，俾所註尺寸均屬準確無誤。

線規(Wire Gage)及金屬片規(Sheet-metal Gage)以號碼規定之，後附小數之相當厚度或直徑。

螺栓(Bolt)及螺釘(Screw)以號碼及分數尺寸規定之。鍵(Key)有製造商之編號。方鍵及平鍵(Square and Flat Keys)則用分數尺寸定之。鉚釘(Rivet)則依其種類，而有分數尺寸及號碼二種規定法。

鑽(Drill)有號碼，字母，分數尺寸，及米制尺寸等規定法。絞刀，銑刀，及其他之標準工具均有各種標準尺寸。

附錄中有標準之金屬線及金屬片規，螺栓及螺釘尺寸，鍵之尺寸等。美國標準學會及製造商之標準可供給更多之資料。

**11·38 各工業所用之寸法。** 各工程部門及建築中所用之寸法各有特殊處，前已略爲提及。容於以後建築畫，構造圖，航空工程圖，鑽模及夾頭，焊接圖，及工作圖等各章中述之。

## 習 題

11-39 以下各題為應用本章原則以定尺寸之研究。注意第十章中所述之製造法。假定機件之功能，俾能定加工面之位置，在選擇尺寸時亦能有所遵循。

**第一組。** 須繪出並加註尺寸之物件。

各例圖均依照比例印出，其比例在各題中已示明。用量規或刻度尺轉移距離，並在大小適宜之紙上用便利之比例畫之。各視圖間之空位須較例圖中略大，以便安置尺寸。

依需要而決定用對齊制寸法或水平制寸法。最好有幾個題目應用完全小數制。

1. 圖 11-58. 柱栓軸 (Stud Shaft), 例圖所用者為半尺寸。從鋼條備料機製。

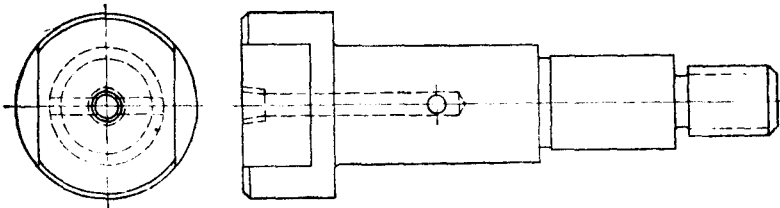


圖 11-58 柱栓軸。

2. 圖 11-59. 軸架 (Shaft Bracket), 例圖所用者為半尺寸。韌鑄鐵 (Malleable Iron)。先鑽底座上之孔，再將其鑽柱坑；以備安放窩頭有帽螺釘 (Socket-head Cap Screw)。底上之槽及殼 (Hub) 之前面均須加工。殼中之孔先鏗後絞。此架之功用為支托一軸，使其離機床之距離一定，如小寫生圖所示。

3. 圖 11-60. 惰輪架 (Idler Bracket), 例圖所示者為半尺寸。鑄鐵。孔先鏗後絞。槽為銑成者。

4. 圖 11-60. 見第 3 題。畫其右部，並註尺寸。

5. 圖 11-61. 濾器凸緣 (Filter Flange), 例圖所用者為半尺寸。鑄

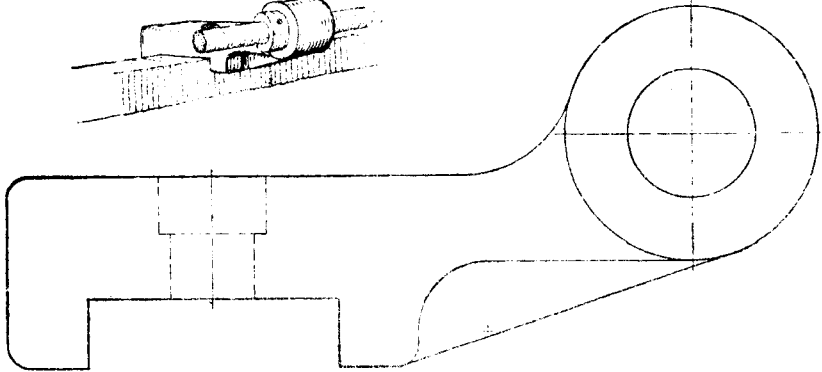
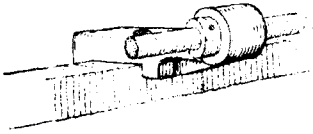
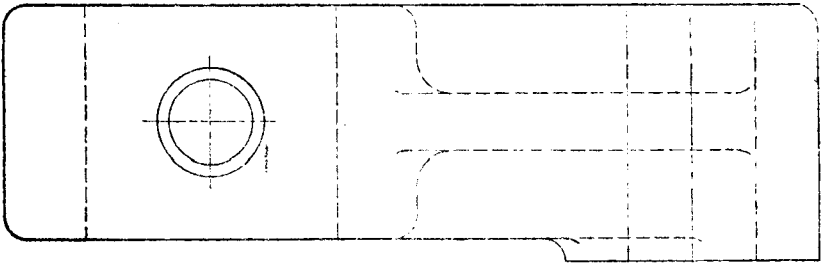


圖 11.59 軸架.

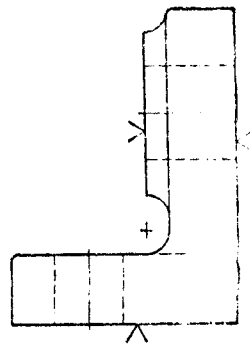
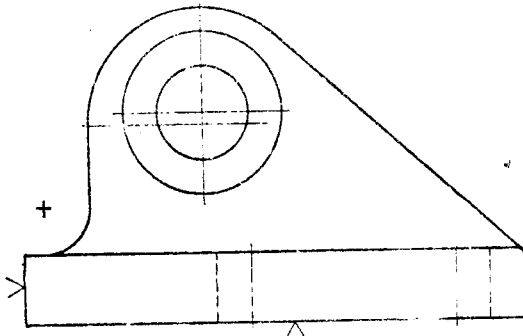
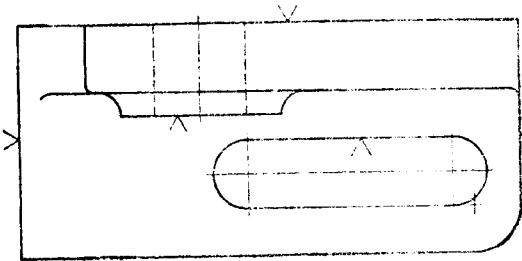


圖 11.60 筒輪架左部.

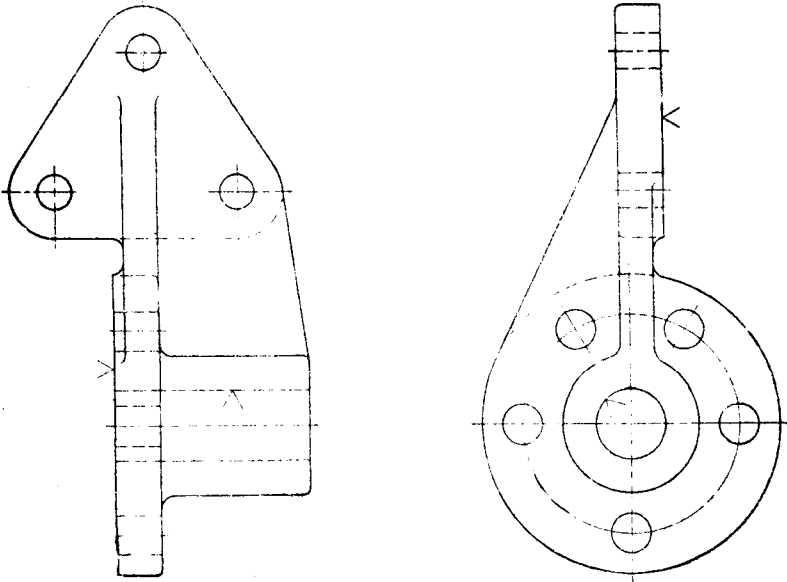


圖 11·61 蓋蓋凸緣.

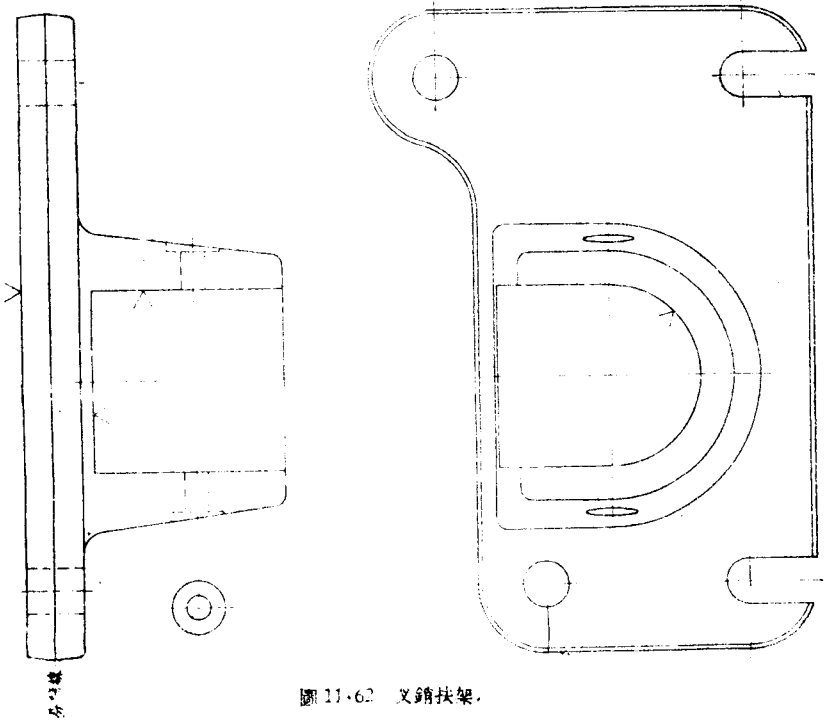


圖 11·62 叉銷扶架.

鋁，小孔為鑽成者，加上魚眼坑 (Spot Face)。

6. 圖 11-62. 叉銷扶架 (Boom-pin Rest). 鋼之落煨件 (Drop Forging). 例圖所示者為半尺寸，畫成半尺寸或全尺寸均可。若有需要則加繪上視圖。用位置轉變線 (Alternate Position Line) 及尺寸示機製裕度 (Machining Allowance)，如圖 10-7。所有之出鑲斜角 (Draft Angle) 為  $7^\circ$ 。孔為鑽成者，角凹口為銑成者。

7. 圖 11-62. 與第 6 題同。惟作二圖：(1) 未機製之煨件，其尺寸供製鑊匠用；(2) 機製之煨件，其尺寸供機器匠之用。參攷圖 12-6。

8. 圖 11-63. 離合器夾桿 (Clutch Lever). 鋁之落煨件。例圖所示者為半尺寸，畫成全尺寸或雙倍尺寸均可。若有需要則加繪上視圖。孔先鑽再絞，殼 (Hub) 之兩端須加工。左首之耳用跨距銑刀 (Straddle Mill) 銑之。下耳之槽為銑成者。用位置轉變線 (Alternate Position Line) 及尺寸示機製裕度 (Machining Allowance)，如圖 10-7。所有之出鑲斜角 (Draft Angle) 為  $7^\circ$ 。

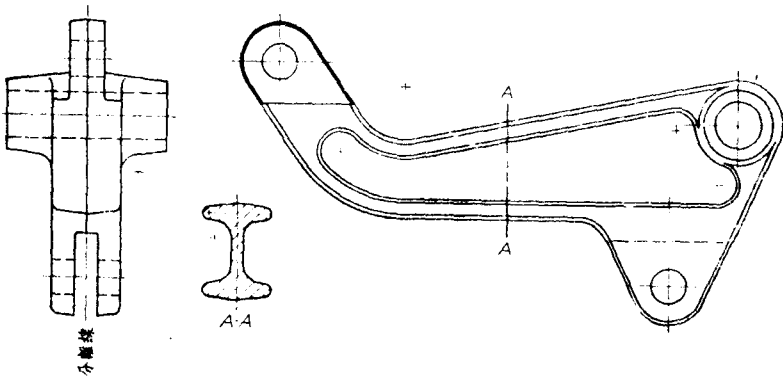


圖 11-63 離合器夾桿。

9. 圖 11-63. 與第 8 題同。惟作二圖：(1) 未機製之煨件，其尺寸供製鑊匠用；(2) 機製之煨件，其尺寸供機器匠之用。參攷圖 12-6。

10. 圖 11-64. 散熱器裝夾 (Radiator Mounting Clip) 之左部，16 號 (0.0625) 鋼片。例圖所示者為半尺寸。孔及槽為衝成者。

11. 圖 11-65. 滑車架 (Pulley Bracket). 例圖所示者為半尺寸。鋁片，24st，厚 0.032。

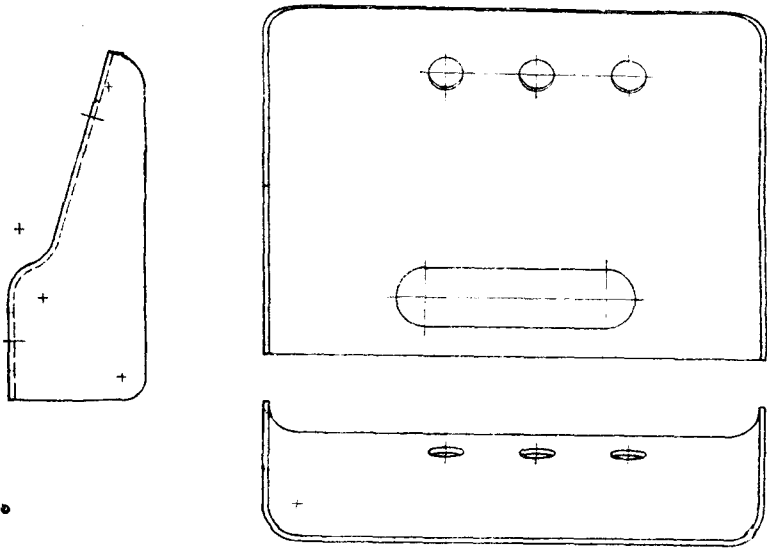


圖 11.64 散熱器裝夾左部。

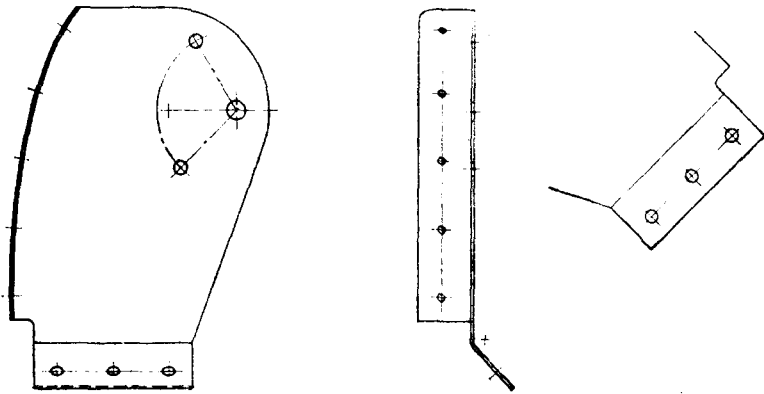


圖 11.65 滑車架。

**第二組。照模型作加註尺寸之圖。**

照模型，鑄件，煨件，或專供練習用之標本作詳圖，為練習寸法之甚佳方法。過時或不適用之模型，常可自製造小零件之公司取得；廢棄之鑄件或煨件有時亦可得之。熟習第十九章所述之量度法至為重要。量度一模型時，須用收縮尺，加工之面須計入裕度。

**第三組。照寫生畫作加註尺寸之圖。**

第七,八,九章中習題內之寫生畫,可用作寸法之習題:或卽就前畫之練習圖上加註尺寸,或於前所未畫之圖上加註尺寸。以下十一題依其難易排列。

12. 圖 7-66. 梯級模型。無加工面。
13. 圖 7-68. 槽楔(Slotted Wedge)。槽與底座加工。
14. 圖 7-71. 角閃板(Corner Stop)。頂上之槽,切去之角,及底座加工。
15. 圖 7-77. 導底座(Guide Base)。鉛直槽,正面之頭(Boss),及底座加工。
16. 圖 7-83. 偏心輪(Eccentric)。全部加工。
17. 圖 7-84. 移動叉頭(Shifter Fork)。接觸面全部加工。
18. 圖 7-88. 軸導架(Shaft Guide)。L形薄頭(Pad)及殼(Hub)之端加工。
19. 圖 8-35. 鑽模角鋼(Jig Angle)。全部加工。
20. 圖 8-37. 角軸底座(Angle Shaft Base)。底座及傾斜面加工。
21. 圖 8-36. 輻射搖塊(Radial Swing Block)。接觸面全部加工。
22. 圖 8-53. 橫接頭(Transverse Connection)。底部薄頭(Pad)加工。



## 第十二章 機械畫之寸法

12-1 工程部門對圖樣之準確及完備負有全責；各工場則按圖樣所需者製造，絲毫不爽：是乃新式生產方法所基之原則。此法將設計者與製造者之職責截然劃分，因而減少製圖室中及工場中之混亂至最低度，確保機件之互換性，並保證製成機件之運用如意。工作圖須由機件運用，生產方法，及製造程序之觀點，小心完密註字，絲毫不任工場自由處置。

12-2 精密度及公差。製造任何機器或結構，最重要者為考慮此件應精密度至如何程度。製造時謹慎之程度決定產品之質，其成本及售價。

精密度 (Precision) 為使機件運用如意所需之準確程度。舉例以明之，鑄件上通常有二種面：(1) 吻合面及 (2) 非吻合面。吻合面須機製成適宜之光滑度，離他一面之距離須準確。非吻合面與他面無重要關係，任其為粗糙之鑄成狀可矣。故製造吻合面所需之精密度遠較非加工面為大。圖上尺寸應指示何面須加工，加工至何精密度。然亦允許製造時有某種變動，因絕對準確為不可能也。

公差 (Tolerance) 為尺寸之可許變動，故為控制精密度之工具。某一尺寸上之公差由該尺寸所需之精密度而定，非吻合面之公差可從小件之 0.01 吋至極大件之 1 吋。吻合面之公差有時需小至幾百萬之一吋 (極端密切之吻合面)，但普通則依機件之功能而定為從 0.001 至 0.010。圖 12-1 示機械畫上各種有公差之尺寸。

有時 (尤以結構及建築工作為然) 圖上不註公差，而將其列在一組規範中；若無規範，則可認為係用該工業之標準中所列之公差。

12-3 生產方法及寸法實務。生產方法可分為 (1) 少量生產，造一件或少數之器材或結構，(2) 大量生產，造許多相同之機械或器材。其零件可互換使用。



(Assembly Fixture) 及工具，則裝配亦可由生熟練工人爲之。

大量生產中機械出品之是否成功，全由工程部門負責；故於繪圖，須精確詳盡；祇需依樣製造，無不滿意。將吻合部分之對應尺寸互相配合，設立尺寸之公差，給與合部製作之指示：凡此種種，皆工程部門能爲之耳。

**12.4 選擇尺寸之原則。** 選擇尺寸欲其有系統，須注意零件之功能（即運用），及製造該件之程序如何。

凡諸點（或諸面）之有特定關係者，或控制其他吻合部分之位置者，其間之尺寸須予註出：此爲運用之原則。欲滿足此原則，祇須使各吻合部分圖樣之尺寸互生關係，並給該種尺寸以公差；俾能確保互換，運用自如。

若所註尺寸即能爲工場所用者，則製造可簡化且較直接：此爲施工程序之原則，或稱“工人之規則”（Workman's Rule）。故須知悉製造方法及步驟。已見第十及十一章。

二原則或不免衝突，斯時運用之原則有優先權。苟欲兩全，必致尺寸過多，如第 12.23 節所述者；工人爲之迷亂，且有機件運用不能如意之虞。然此種情形究屬少數，通常均能選擇尺寸以滿足二個原則。

**12.5 選擇尺寸之步驟。** 有系統總較無系統爲佳。下列各點說明其步驟，可作指導：

1. 仔細研究該欲註尺寸之零件，並其吻合部分，特別注意吻合面及控制面。先計劃有關運用條件之尺寸，俾吻合部分間互生關係。
2. 研究該件，以視上述之尺寸可否略予變更，以簡化製造程序。然若有損該件之運用，則切勿嘗試之。
3. 依程序原則選擇無關運用之尺寸，使工人應用尺寸極爲便利。勿多註，勿重覆。

一般言之，吻合面之尺寸由運用原則及程序原則決定，非吻合面之尺寸則單由程序原則決定。

偶或註尺寸時不知製造程序，此或由於有數種優劣相同之製造法，或由於不知承造公司設備之詳情而致。苟若是，則選擇尺寸，設其公差，均以最合邏輯之方法爲之，務使達到預期之目的。用第十章所述之形狀分裂法而得之大小尺寸及定位尺寸，常能滿足大多數之生產需要，故其應用甚廣。承造公司常將外來之零件圖樣重繪，尺寸重註，利用自己之設備，作最經濟之生產。

**12.6 零件製造之方法。** 依程序原則定尺寸時，須知第十章所述之基本

方法如鑄造, 煨煉等, 故亦須知工場及工人所用之方法。若機件為從厚備料割切者, 註尺寸時祇須顧及機器匠。若為沙型鑄件, 須顧及製模匠及機器匠(加工)。若為壓鑄件及大量生產之煨件, 則須顧及製鑄匠及機器匠(加工)。若為從薄片備料製成者, 須顧及樣板匠, 製鑄匠, 及機器匠; 製樣板及坯料之資料均從一詳圖得來, 其所繪者為完成之件。

然無論用何種製造方法, 總須有一張尺寸妥貼之圖樣表示完成之件。

下列數節為大量生產時註機件尺寸之例。

12.7 從備料機製件之寸法。圖12.2為圖15-75運軌吊架(Rail-transport Hanger)上柱頭螺栓(Stud)之詳圖。故應研究該組合圖以明柱頭螺栓

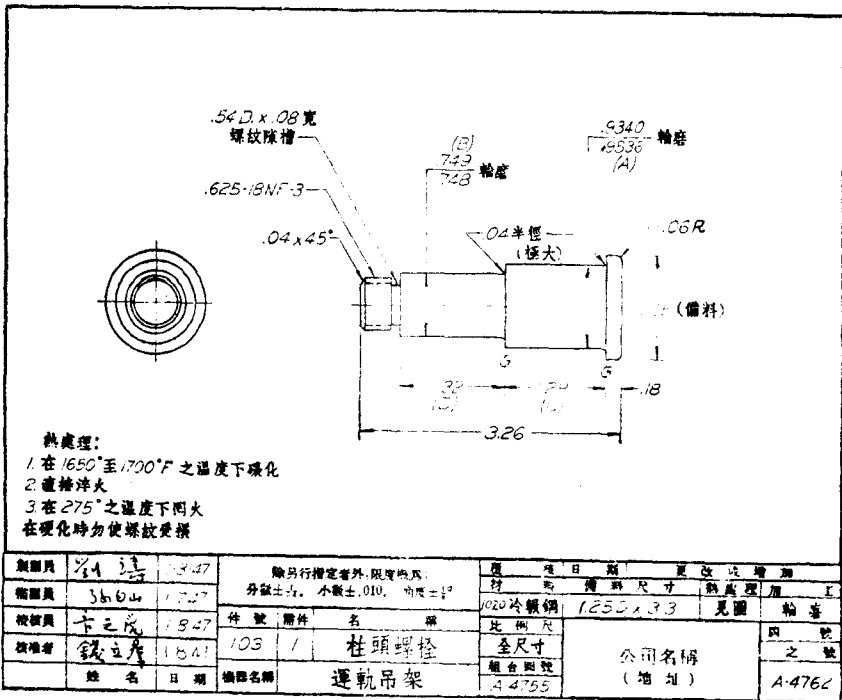


圖 12.2 備料機製件之尺寸。

之功能。用 1 1/4" 直徑之冷軋鋼 (Cold-rolled Steel) 備料在車床上機製此螺栓; 其大頭之直徑與備料同, 故省去一步機製工作。

將該件分裂可得一套圓柱體, 每個圓柱體需直徑及長度二個尺寸。有關

運用之重要尺寸註以字母 A, B, C, 及 D (圖 12·2)。尺寸 A 有四位小數，俾與軸承(Bearing)之鑄孔準確配合。尺寸 B 有三位小數，以與吊架孔之相似尺寸配合。尺寸 C 較二軸承之總寬度大 0.03"，使軸承之內座圈 (Race) 可以“爬行”。C 有二位小數，故可變動 ±0.010"，然無論如何總有軸承餘隙 (Clearance) 之地位。尺寸 D 較吊架殼 (Hub) 之長度小 0.05"，俾螺母在未碰着柱頭螺栓之肩前，已夾住吊架。

有關運用之尺寸非必須為極端準確者。注意尺寸 C 及 D 之公差雖大(二位小數)，而機件之運用仍能如意。

螺紋 (Thread) 規範可視作有關運用之尺寸，其公差由配合 (Fit) 之種類定之。

其餘之尺寸咸經抉擇，使其最能滿足工場之需要。注意螺紋長度及全部尺寸不能同時註出，否則尺寸過多矣。

12·8 鑄件之寸法。沙型鑄件之尺寸可分兩類，一為製模匠所用者，一為

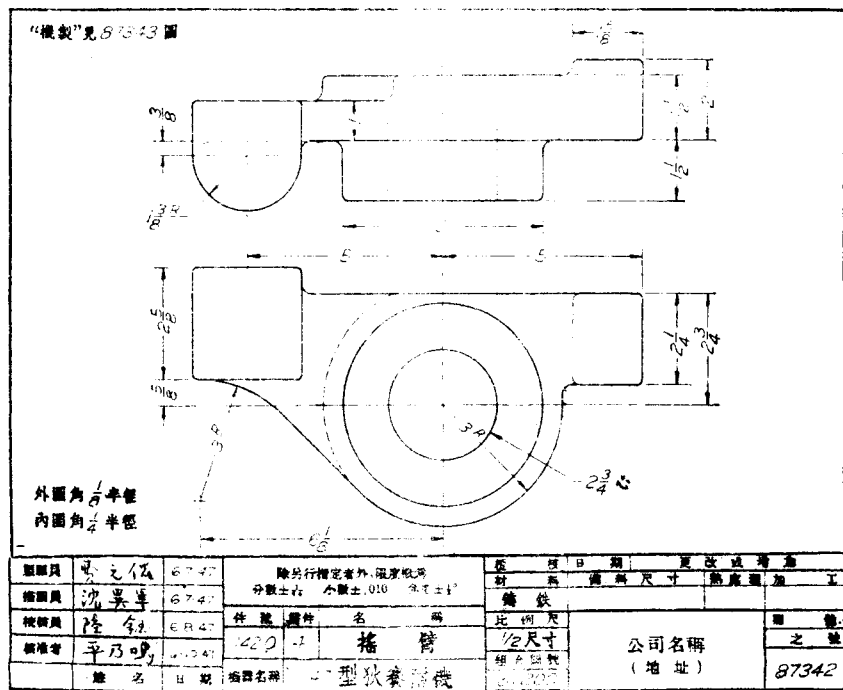


圖 12·3 搖臂之尺寸。

機器匠所用者。製造鑄件時有截然不同之二個階段，故依第十章所述之複圖制作二圖，一供製模匠用，圖 12.3，一供機器匠用，圖 12.4。於是尺寸亦分兩部，研習稱便焉。

粗鑄件圖示粗鑄件之形狀，其尺寸供製模匠用。若將其形狀分裂，可見每一幾何形先註大小尺寸再註定位尺寸，所得結果為工人最易應用者。有時依模型之造法，將幾個尺寸略加變更，務使尺寸組合最合邏輯且最易應用。請注意中央主要部分之尺寸，其定法如將此部分繪於板上者然。請再注意某幾個尺寸與機製部分需要之運用尺寸相符。

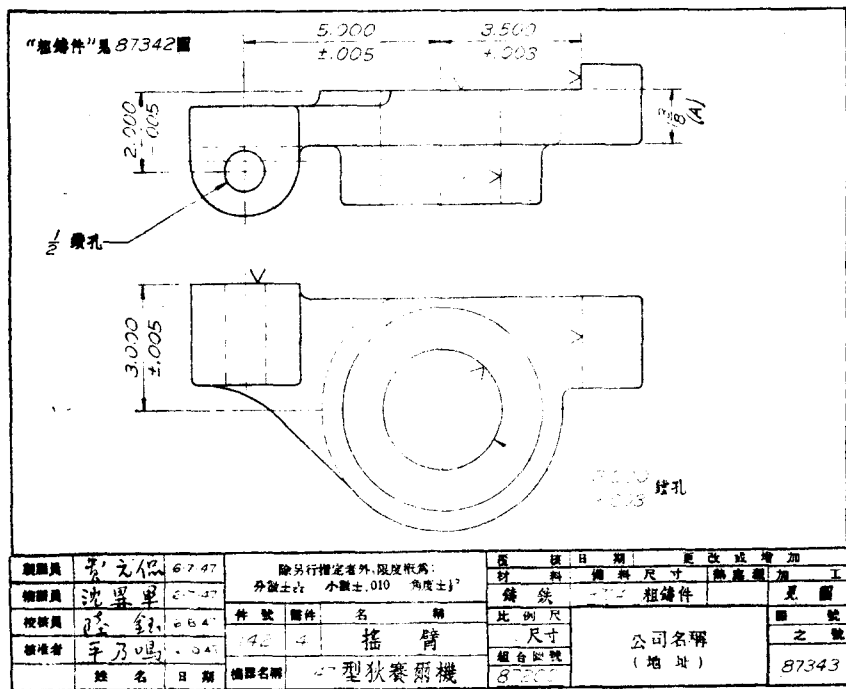


圖 12.4 機製鑄件之尺寸。

機製圖僅示機器匠所用之尺寸，其中大都為有關運用者，選之以與吻合部分發生關係。三個主要方向中均須有一起點，以便機製此鑄件。此例中，起點為：(1)大孔與圓柱體疊合之中心線(定二個方向)；(2)尺寸 A，以定背後機製面，從該機製面定鑽孔之位置。尺寸 A 為分數，有 ±1/64" 之大公差，因

就機件之運用言之，並無理由使其更準確也。

圖 12.5 中之機件即為圖 12.3 及 12.4 中者，惟捨去粗鑄件圖，而將製模匠之尺寸編入完成件之圖內。將兩圖合併必刪去一部分之尺寸，因完全置入將致尺寸過多。製模匠若用圖 12.5 工作，必須藉加工符號之指示，為機製留裕度。若用圖 12.3，則工程部分將粗鑄件須機製之處，加大畫出，以備加工，而不用加工符號。

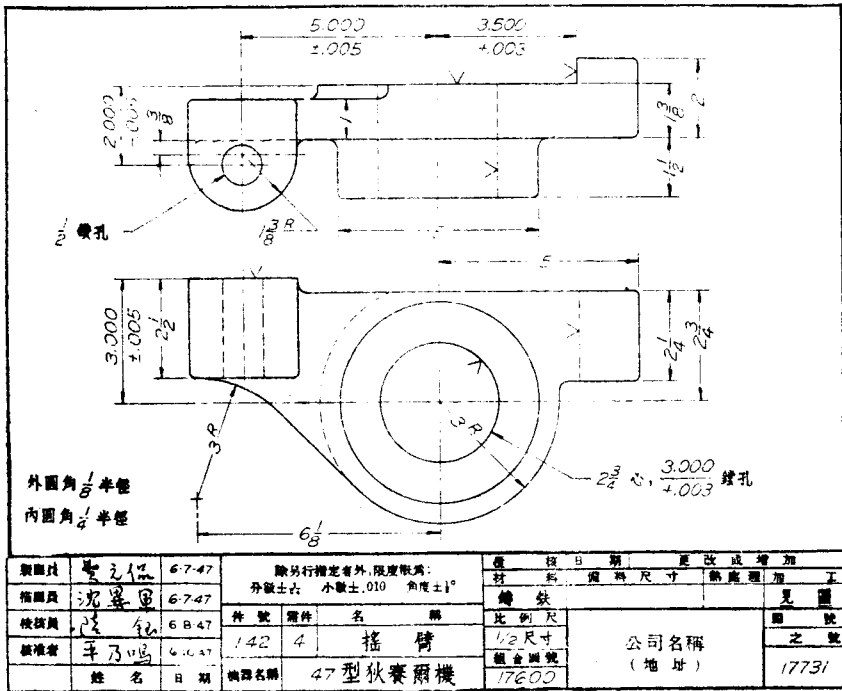


圖 12.5 鑄件所有之尺寸。

12.9 落模件之寸法。圖 12.6 為一落模件之圖，其左示粗模件，右示機製之件。粗模件圖上祇有製模匠造模所用之尺寸。落模件之出模斜度 (Draft) 甚大，故示於圖上，並註以尺寸 (通常用註解)。若機件各部分之出模斜度不同，則可在各視圖上註出諸角度。凡尺寸之平行於模之水平面者，輒為示出之，以規定鑄空穴底部之大小。定尺寸時可假想並無出模斜度，遂不復感覺其困難矣。

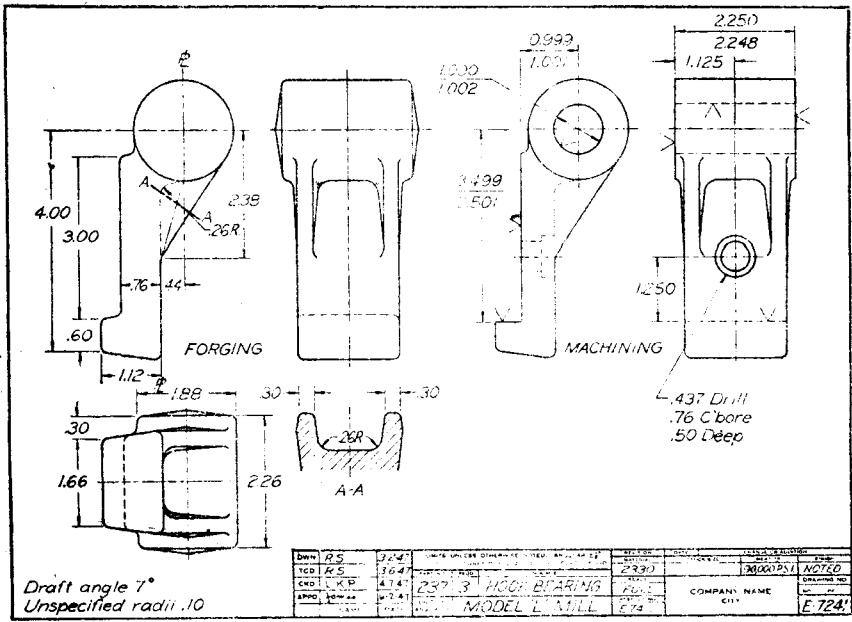


圖 12.6 落模件之尺寸。

機製圖之尺寸為加工用者。凡此尺寸均有關乎機件之運用，故由所需之功能決定之。請細讀例圖。

12.10 薄片機件之寸法。從薄片材料製造之機件，常示其完成後之形狀，如圖 12.7。樣板匠先用此圖劃出該件之平模型。若所需件數不多，則樣板即作為切割坯料之模型。然後用手完成機件。若所需件數甚多，則製鑄匠利用樣板及圖樣製鑄，以供製坯、衝孔，及形成之用。尺寸均註於材料之一邊（或內邊，或外邊，由運用觀點視其孰為重要而定），可大為簡化樣板匠及製鑄匠之工作，如圖 12.7。圓邊（即彎頭，“Bend”）之尺寸施諸理論上之尖邊，該尖邊稱為模線（Mold Line）。材料厚度給於標題中之備料項下。請注意圖內諸孔之位置或羣定出（由於運用之需要），重要之運用尺寸有三位小數。

12.11 吻合部分之配合。任何機械之工作部分與其吻合部分有某種確立關係，以達特定之任務，如自由轉動，自由縱向（Longitudinal）運動，夾持作用，永久固定位置等。欲達此種目的，老式方法為在二部之圖上註以相同之分



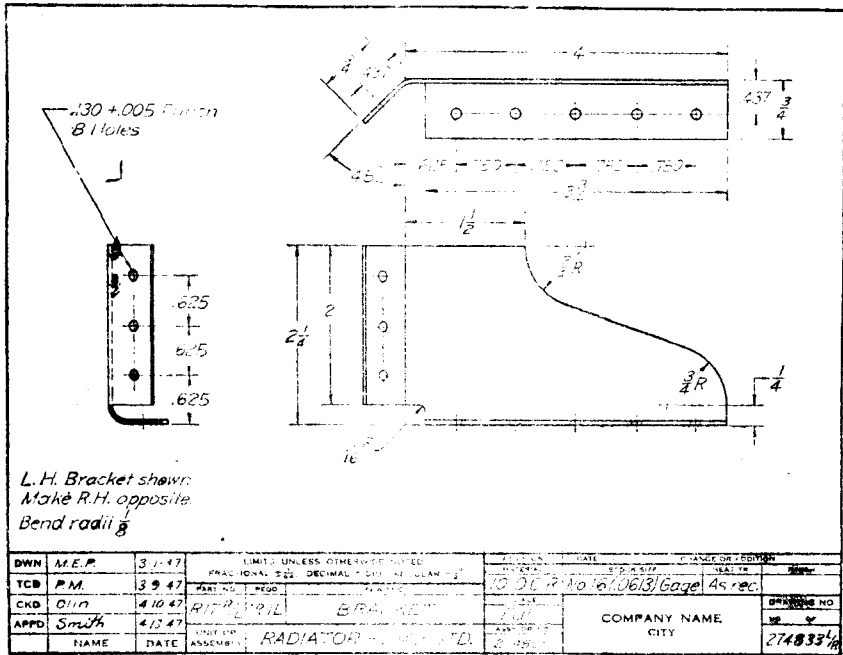


圖 12.7 薄片製件之尺寸。

數尺寸，另加一註解，如“轉動配合”(Running Fit)，“打入配合”(Drive Fit)等，至裕度多少全由機器匠憑其經驗及判斷而定。

圖 12.8 中之舌欲在槽中縱向滑動。若先製槽，量得 1.499”；機器匠憑其經驗假定約 0.004”之裕度 (Allowance)，乃小心機製舌至 1.495，兩件遂能配合而運用如意。作第二機器時，若量得機製後之槽為 1.504，則製舌為 1.500，於是得到與前相同之配合。但第一機器之舌在第二機器之槽內嫌太鬆，而第二之舌根本不能放進第一之槽。故各件不能互換。

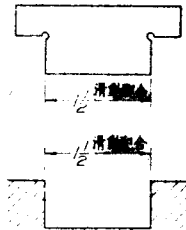


圖 12.8 配合之註法，老式者。

實際上不能達到絕對之尺寸。故在需互換裝配之近代大量生產中，將吻合部分之尺寸給以“限度”(Limit)，是即極大及極小尺寸，機件之實際尺寸必在此範圍內方能通過。每件之尺寸均為三位或四位小數；所需之配合種類是

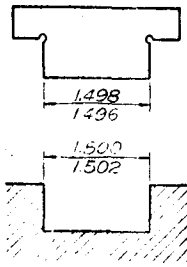


圖 12.9 有極度之配合之寸法。

否無誤，工程部負有全責。

圖 12.9 即為圖 12.8 中之舌及槽，惟其尺寸為大量生產中之互換部分用者 為求運用如意起見，此地決定舌至少較槽小 0.002"，至多不能超過 0.006"。其平均配合相似於前例所用者。於是可定每部分能用之極大及極小尺寸。

茲定 1.500" 為槽之極小可用尺寸，由之減去極小餘隙 (Clearance) 0.002"，得舌之極大尺寸 1.498。極大可許餘隙 0.006，減極小可許餘隙 0.002，得 0.004，即為二件之總製造公差 (Manufacturing Tolerance)。將其平分，以 0.002 施於槽，0.002 施於舌。於是槽之極大尺寸為槽之極小尺寸加槽之公差，即  $1.500 + 0.002 = 1.502$ 。舌之極小尺寸為舌之極大尺寸減舌之公差，即  $1.498 - 0.002 = 1.496$ 。

研究圖 12.9，當知大量生產時此二件之裝配可以互換，各對之配合情形亦相同，適如我人所計劃者。

12.12 術語。用於極限寸法之術語彼此相關，故在詳細討論此法之前，須明確了解其含義。美國標準學會有下列之定義：

名義尺寸 (Nominal Size)。為長度單位之再分割，並不限定準確度，僅表示其與一標準尺寸極為近似。

基本尺寸 (Basic Size)。為準確之理論尺寸，由其定一切極限尺寸。

裕度 (Allowance)。吻合部分尺寸間之指定差別，即為吻合部分間欲留之極小餘隙 (Clearance) (或極大緊度，"Interference")。此為可許之最緊配合，是即最大之內構件 (Member) 與最小之外構件相配。欲有各種不同之配合，須有不同之裕度。

公差 (Tolerance)。一構件尺寸之可許變動量。

限度 (Limits)。一構件之極限可許尺寸。

圖 12.10 中將一對吻合部分註以尺寸，以解釋上列名詞。其名義尺寸為  $1\frac{1}{2}$ "。基本尺寸為 1.500。裕度為 0.004。舌之公差為 0.002，槽之公差為 0.001。舌之限度為 1.496 (極大) 及 1.494 (極小)，槽之限度為 1.501 (極大) 及 1.500 (極小)。

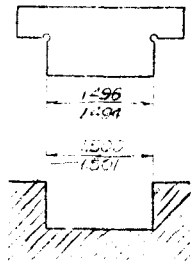


圖 12.10 極限寸法之例。

有時基本尺寸之定義較寬：軸及孔之尺寸凡最為我人所需者均稱基本尺寸。依此觀念，則圖 12.10 中之基本舌為 1.496，基本槽為 1.500。

裕度或為正或為負。餘隙配合 (Clearance Fit) 之裕度為正，干涉配合

(Interference Fit)者為負。

12-13 一般之配合種類。機件上之配合大致可分為餘隙配合及干涉配合，依裕度之正負及公差而定。

餘隙配合之內件較外件為小，如圖 12-11 之尺寸所示者。此例中，最大軸為 1.495"，最小孔為 1.500"，其最緊之可能配合有 0.005 之餘隙。

干涉配合為餘隙配合之反，無論如何吻合部分間總有金屬之干涉。裝配時或用壓力或將外構件加熱使之膨脹。圖 12-12 為一例，其中之軸在可能之最鬆配合尚較孔大 0.001"。其裕度為 -0.003"。

過渡配合 (Transition Fit, 部定名詞為靜配合) 為既可有餘隙配合亦可有干涉配合之情形：極小軸在極大孔內有餘隙，極大軸在極小孔內生干涉。圖 12-13 即示其例，蓋最小軸在最大孔內有 0.0003" 餘隙，而最大軸在最小孔內則有 0.0007" 干涉。

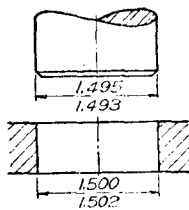


圖 12-11 餘隙配合。

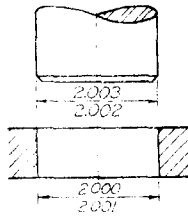


圖 12-12 干涉配合。

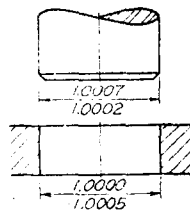


圖 12-13 過渡配合。

12-14 選擇裝配 (Selective Assembly)。有時所需之配合甚為緊密，公差甚為微小；苟欲製造互換件，實太糜費，於是不得不作選擇性之配合，以得所需之餘隙或干涉量。過渡配合及干涉配合即往往如此。斯時公差毋需過小；製成後將各件量度一過，分成各級：如小，中，及大。小軸配小孔，中配中，大配大；若是則所獲得之配合裕度，大致相同，減摩軸承 (Antifriction Bearing) 常用選擇裝配。

12-15 基孔制及基軸制 (Basic-hole and Basic-shaft Systems)。用何一吻合部分作為標準，與生產之經濟頗有關係，在基孔制中，常用標準工具製造該孔，而以孔之極小尺寸作為基本，由此作一切之變動。

若在一軸上有名義尺寸相同之多種不同配合，如諸軸承之裝配於總軸上，則用基軸制，而以極大之軸尺寸為基本。

12.16 表示公差之各法。公差可為特用者，與尺寸數值並列；亦可為公用者，如標題中之註解。公用公差施諸不標特用公差之尺寸上。若無必需，總以不用特定公差，而用公用者為宜。若根本不註公差，則通常均假定分數尺寸為 $\pm\frac{1}{16}$ "，角度尺寸為 $\pm\frac{1}{2}^\circ$ ；小數尺寸則為 $\pm$ (最近之有效數字)，如二位小數 $\pm 0.01$ "，三位小數 $\pm 0.001$ "。

表示公差有數法，在廣用量規之生產工作中，只用二個限度為宜，二限度代表極大及極小之可許尺寸，圖 12.14。

內部尺寸之極小尺寸置於線上，外部尺寸之極大尺寸置於線上，其所以如此者，乃為機製便利。

另法為寫出基本尺寸，其後隨以公差，正在負上。圖 12.15 A。若祇給一個公差，如 B 所示者，則另一公差假定為零。

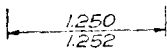


圖 12.14 用限度表公差。



圖 12.15 正及負公差。

12.17 單向公差及雙向公差 (Unilateral and Bilateral Tolerances)。單向公差者其可許之總變動在一個方向。即或從基本數值加之，或從其減去 (並非兩者皆可)。雙向公差中之公差為分開者，一部分從基本數值加之，其餘則從其減去之。

單向公差可用二個限度表之，如圖 12.14 中所示者，或用一限度尺寸及公差，如  $2.750 + 0.005$  或  $2.750 \begin{smallmatrix} +0.005 \\ -0.000 \end{smallmatrix}$ ；分數尺寸則  $\frac{1}{2} - \frac{1}{32}$  或  $\frac{1}{2} \begin{smallmatrix} + \\ - \end{smallmatrix} \frac{1}{32}$ ；角度尺寸則  $64^\circ 15' 30'' + 0^\circ 45' 0''$  或  $64^\circ 15' 30'' \begin{smallmatrix} +0^\circ 45' 0'' \\ -0^\circ 0' 0'' \end{smallmatrix}$ 。

雙向公差寫出基本數值，隨以分開之公差，既有正又有負 (其量通常相等)，如  $1.500 \begin{smallmatrix} +0.002 \\ -0.002 \end{smallmatrix}$  或  $1.500 \pm 0.002$ ；分數尺寸則  $1\frac{1}{2} \begin{smallmatrix} +\frac{1}{16} \\ -\frac{1}{16} \end{smallmatrix}$  或  $1\frac{1}{2} \pm \frac{1}{16}$ ；角度尺寸則  $30^\circ 0' \begin{smallmatrix} +0^\circ 10' \\ -0^\circ 10' \end{smallmatrix}$  或  $30^\circ 0' \pm 0^\circ 10'$ 。

12.18 尺寸之小數位數應與公差之位數相同。例如，公差為 0.0005 之名義尺寸  $1\frac{1}{2}$ "，基本數值應寫作 1.5000。分數值之公差應為分數，如  $\frac{1}{16} \pm \frac{1}{64}$ 。小數值之公差應為小數，如  $0.750 \pm 0.010$ 。

12.19 公差之選擇。工程師設計一機構，所用之準確度欲其恰合需要，規定之配合及公差欲其適當，須有製造經驗，並須對該機構作一番研究。下列文字係從美國標準學會之標準摘來，頗見確切。

選用配合之種類時，工程師應記得：成本常隨所需之準確度比例增加；故勿用較運用條件所要求者更為緊密之配合。配合愈密，製造公差愈小，成本往往愈高，是乃公理也。又配合之接合長度 (Length of Engagement) 亦極重要。長接合較短者自可稍鬆，其理甚明，故於此亦宜三致意焉。

第 12·22 節將述美國標準學會之圓柱配合 (Cylindrical Fit) 表。諸如此類之表可為一切普通工作之指導。

決定配合每需實際經驗，以確保機械性能之適當。究竟尺寸之大小至何程度，性能方始不佳，亦殊難定；有時則藉試驗模型得其限界 (Critical) 公差。

用各種金工機械及機製方法能得何種準確度，頗有一知之價值。例如鑽孔上規定之公差，不能小於實際鑽孔所能達到之值。可達之準確度於第 12·21 節述之。欲確保規定之公差為可達到者，自須知曉各種各型之設備。

12·20 施公差法。下列步驟為施公差之理想方法：

首擇兩個基本尺寸，每吻合部分一個，其差即代表理想配合之裕度。將公差加於每一基本尺寸之危險最少之方向，如此所得者為單向公差，若尺寸變動在兩個方向同其危險，則應用雙向公差。

一般而言，吻合部分應用單向公差，非吻合部分應用雙向公差。然諸孔與其他諸孔或銷之配合 (如圖 12·29 所示者)，則為一重要例外。此時二部分之基本尺寸相同，公差為雙向者，因尺寸變動在二方向固同其危險也。惟銷與孔之尺寸則仍用單向公差。

12·21 可達之準確度。各種不同之製造方法均有其本身之極大可能準確度，此則繫乎工件之大小，設備之情形，而工人之技巧亦有幾分關係。下列乃用良好設備大量生產之作件之極小公差，示之以作指導。若為個別生產，而工人之技巧又屬極高者，則可達高較大之準確度。

凡無關機件運用之尺寸用下列公差：0 至 6 吋之大小， $\pm\frac{1}{64}$ ；6 至 18 吋， $\pm\frac{1}{32}$ ；18 吋及以上， $\pm\frac{1}{16}$ 。(或更大)。

沙型鑄件，非機製面，小鑄件用  $\pm\frac{1}{32}$  之公差，中型鑄件用  $\pm\frac{1}{16}$  之公差。較大之鑄件，可增加公差，以適合其大小。小及中型鑄件罕有小於名義尺寸者，因從沙中移去模型須輕輕敲拍，故鑄件有增大之趨勢。

鑄鑄件及塑膠成型件 (Plastic Molding) 小或中型之作， $\pm\frac{1}{64}$  或較小之公差甚易獲得；大

件則可稍增其公差。孔之中心距離，公差可在0.005至0.010之內，視距離之大小而定。壓鑄某種合金時，公差可為0.001或更小者。

零件。重量在1磅或以下之落墩件之粗糙表面達到 $\pm 1/16$ ；10磅以下之重量， $\pm 1/8$ ；60磅以下之重量， $\pm 1/4$ 。鑄之應用既久，遂有耗損，落墩件乃有增大之傾向。

鑽孔。60號至30號之鑽， $+0.002-0.000$ ；29號至1號， $+0.004-0.000$ ； $1/4$ 至 $1/2$ 吋， $+0.005-0.000$ ； $1/2$ 至 $3/4$ 吋， $+0.008-0.000$ ； $3/4$ 至1吋， $+0.010-0.000$ ；1至2吋， $+0.015-0.000$ 。

絞。直徑在 $1/2$ "以下者，大致能有 $+0.0005-0.000$ 之公差。直徑 $1/2$ 至1吋， $+0.001-0.000$ ；1吋及以上， $+0.0015-0.000$ 。

粗車工(Turning)。直徑 $1/4$ 至 $1/2$ 吋，總公差為0.005；直徑 $1/2$ 至1吋，0.007；直徑1至2吋，0.010；直徑2吋及以上，0.015。

細車工。直徑 $1/4$ 至 $1/2$ 吋，總公差為0.002；直徑 $1/2$ 到1吋，0.003；直徑1至2吋，0.005；直徑2吋及以上，0.007。

銑。若銑單面，可得0.002至0.003之公差。若銑兩面或多面，最重要者之公差可為0.002，其餘為0.005。一般而論，大多數之銑工用0.005，均甚相宜。

鉋及修鉋(Planing and Shaping)。大量生產之小件不常應用此種方法。較大之件可有0.005至0.010之公差。

拉刀擴孔(Broaching)。直徑一吋以下者，可使其公差在0.001之內；直徑1至2吋，0.002；直徑2至4吋，0.003。相隔一吋以下之面，可使公差在0.002之內；相隔1至4吋，0.003；相隔4吋及以上，0.004。

螺紋(Thread)。美國標準學會螺紋之公差隨節圓直徑(Pitch Diameter)上，隨配合種類之不同而異。配合種類一定，則公差隨螺紋而增大。各公差可於美國標準學會公報 ASA B1. 1 1935 中找到之。

輪磨。不論圓柱輪磨(Cylindrical Grinding)或平面輪磨(Surface Grinding)，均可有0.0005之公差。

12-22 美國標準學會圓柱配合(ASA Cylindrical Fit)。美國標準學會將配合分成八類，並表列每類中各種尺寸之內外構件(Member)之限度(見附錄)。

### 美國標準學會之配合分類

鬆配合(Loose Fit，即第一種配合) 大裕度。此種配合有相當自由，常用於準確度不甚重要之處。

例：農業與採礦機械之機製配合；航海用之控制裝置；織物、橡皮、糖果、麵包之機器；相似等級之普通機器；及某種軍火材料。

自由配合(Free Fit，即第二種配合) 充分裕度。用於速率600 rpm或較大，軸頸壓力(Journal Pressure)600磅/方吋或較大之轉動配合。

例：發電機、引擎、多種金工機械配合及某些汽車配件。

中級配合(Medium Fit，即第三種配合) 中等裕度。用於速度600 rpm以下，軸頸壓力小於600磅/方吋處之轉動配合，亦常用於滑動配合、較精細之金工機械及汽車配件。

**適貼配合 (Snug Fit, 即第四種配合)** —— 裕度為零。此為可用手裝配之最緊密配合, 製造時需要相當之精確。用於不應有顯著震動處及可動件於加載前後不宜自由移動之處。

**輕打配合 (Wringing Fit, 即第五種配合)** —— 裕度自零至負。金屬與金屬緊貼無間。裝配時需選擇, 通常不能互換。

**緊配合 (Tight Fit, 即第六種配合)** —— 小負裕度。裝配時須稍加壓力, 多少為永久性之配合, 如齒輪 (Gear), 皮帶輪 (Pulley), 搖臂 (Rocker Arm) 等之柱頭螺絲之固定端。此種配合是將配件打入較薄之物件, 或將極長之配件打入另一物件, 或以冷縮配合 (Shrink Fit) 配入甚薄之物件內。用於自動車、軍火、或普通機械之製造。

**中壓配合 (Medium Force Fit, 即第七種配合)** —— 裕度為負。裝配時須加較大之壓力, 此種配合為永久者。常用於擊擊機車輪、車輪、汽機與發電機之軸 (Armature), 曲柄盤 (Crank Disc) 諸物與其軸之配合。亦常用於中等大小物件之冷縮配合, 及表物件之配合。此為鑄鐵孔或外構件所用之最緊密配合, 以其在鑄鐵中引起之壓力近乎彈性限度 (Elastic Limit) 也。

**重壓縮緊配合 (Heavy Force and Shrink Fit, 即第八種配合)** —— 大負裕度。常用於彈性限度較高之鋼孔。此種配合使鑄鐵孔所受壓力過大。冷縮配合用於不能適用重壓配合之處, 如機車輪之輪箍, 巨大引擎之重曲柄盤等。

極限寸法之例與美國標準學會表之應用。假定以第一種配合, 設計一 1" 軸 (基孔制)。名義尺寸為 1", 基本尺寸為 1.000"。由附錄第 650 頁美國標準學會表中, 查得孔可自 0.000 變至 +0.003, 此即孔之公差。將公差應用於基本尺寸上, 可求得孔之極小尺寸為 1.000, 極大尺寸為 1.003, 圖 12.16。

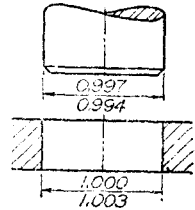


圖 12.16 美國標準學會餘隙配合。

由表中又查得軸可有 -0.003 至 -0.006 之變動。軸之實際公差為此二者之差, 即 0.003"。將此二負值加於基本尺寸 1.000 上, 求得軸之極大尺寸為 0.997, 極小尺寸為 0.994。由裕度之定義, 知其為極大軸 (0.997) 與極小孔 (1.000) 之差, 即 +0.003。

上例中之裕度為正, 故為餘隙配合。美國標準學會前四種配合之裕度為正或零, 故為餘隙配合, 各件可以互換。末四種之裕度為零或負, 如欲結果滿意, 大都用選擇裝配。

下例之軸欲其永久置於孔中, 故為干涉配合, 見圖 12.17。

名義尺寸 2", 第八種配合, 基本尺寸 2.000"。由附錄第 651 頁之美國標準學會表, 孔或外構件 +0.0008 及 0.0000 軸或內構件 +0.0028 及 +0.0020 將此種數值加於基本尺寸, 即可求得其極限尺寸, 見圖 12.17。

$$\text{孔之公差: } 2.0008 - 2.0000 = 0.0008$$

$$\text{軸之公差: } 2.0028 - 2.0020 = 0.0008$$

$$\text{裕度: } 2.0000 - 2.0028 = -0.0028$$

12.23 基線寸法(Base-line Dimensioning)。註尺寸可用(1)連續式，每個尺寸從其前一尺寸終了處開始，圖 12.18；(2)坐標式或基線式，所有之尺寸從某一公共基準開始，圖 12.19。有時為節省地位起見，將各尺寸列於一線上成進行式，如圖 12.20 中之水平尺寸然。此法祇可在地位極小，而尺寸極多之時應用。用基線制所定之一點位置，與以前各尺寸之累積公差無關。

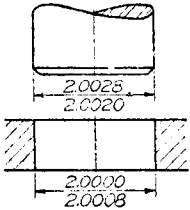


圖 12.17 美國標準學會干涉配合。

12.24 累積公差 (Cumulative Tolerance)。累積公差者，一位置在某方向內由一個以上公差控制之謂也。圖 12.21 內，面 Y 對面 W 之位置由尺寸 A 及 B 之二公差控制。若面 Y 與面 X 間之距離在運用上為重要者，則如此寸法甚佳。然若

面 Y 與面 W 間之距離更為重要，則可用圖 12.22 之法，以免累積公差之弊。但無論如何總有累積公差之存在，因該圖中面 Y 對面 X 之位置，乃受尺寸 A 及 C 之累積公差控制矣。

12.24 累積公差 (Cumulative Tolerance)。

累積公差者，一位置在某方向內由一個以上公差控制之謂也。圖 12.21 內，面 Y 對面 W 之位置由尺寸 A 及 B 之二公差控制。若面 Y 與面 X 間之距離在運用上為重要者，則如此寸法甚佳。然若

面 Y 與面 W 間之距離更為重要，則可用圖 12.22 之法，以免累積公差之弊。但無論如何總有累積公差之存在，因該圖中面 Y 對面 X 之位置，乃受尺寸 A 及 C 之累積公差控制矣。

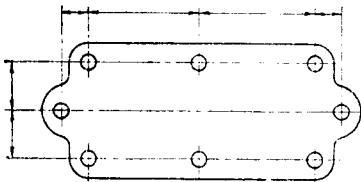


圖 12.18 連續寸法。

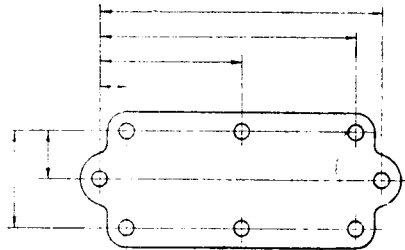


圖 12.19 基線寸法。

面 Y 與面 W 間之距離更為重要，則可用圖 12.22 之法，以免累積公差之弊。但無論如何總有累積公差之存在，因該圖中面 Y 對面 X 之位置，乃受尺寸 A 及 C 之累積公差控制矣。

標 A 之孔 - .500 ± .001 絞 - 位置公差，± .001

標 B 之孔 - .50 鑽

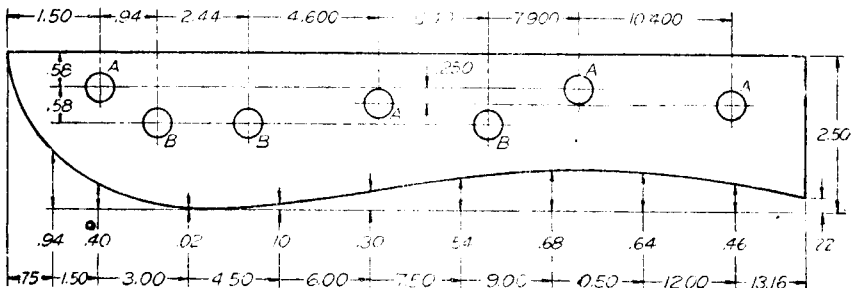


圖 12.20 進行寸法。

機械畫中若有多餘之尺寸，則工場中每因累積公差而起混淆。此可用圖



12.23 說明之，圖中有一面用二個尺寸定位，而二尺寸均有公差。面 Z 對面 W 之位置可用尺寸 A, B, 及 D 定之，因此可在基本位置  $\pm 0.003$ " 之內；然與尺寸 E 上之公差不合矣。若使尺寸 A, B 及 D 之公差較小，令其累積為  $\pm 0.001$  或較少，則可無此弊。但此非佳法，因其可能增加生產成本也。他法則為增加尺寸 E 之公差至  $\pm 0.003$ ，然須無妨運用始可。最佳之法為取消四尺寸中之一，因其一根本為多餘者也。若四尺寸全註，則其一須註“參攷”字樣，而將其公差取消。

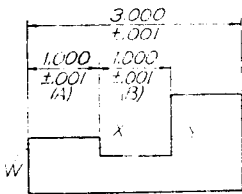


圖 12.21.

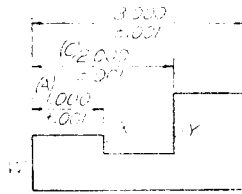


圖 12.22

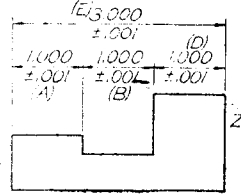


圖 12.23.

12.25 對稱部分之公差。註對稱件之尺寸時，老式方法輒利用其對稱而省去某些定位尺寸。如圖 12.24 中所示之件對稱於鉛直之中心線，乃無定孔之位置之水平尺寸。蓋假定工場自會定孔於該件之中心也。

凡大量生產用之圖樣應避免上述方法，因無定位尺寸，則無公差；故不能表示此孔究可不對稱至若何程度，而仍能運用如意。新式方法為用一尺寸定中心線之位置，註上總尺寸一半之值；於是可得一對稱公差，圖 12.25。

12.26 疊合之中心線及尺寸。一件上常有兩不同部分之中心線互相疊合。通常一中心線為不加工之部分所有，一為加工部分所有。圖 12.26 A 示

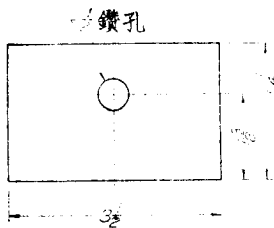


圖 12.24 對稱僅予假定。

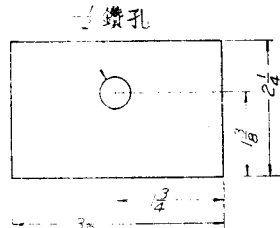


圖 12.25 對稱加以控制。

連桿之圖，其尺寸為供製模匠用者。若欲在其上機製二孔，則圖樣當如 B；製模匠不用圖上所示之中心間尺寸，而假定在  $1\frac{1}{2}$ " 之名義尺寸上加  $\pm 1\frac{1}{32}$ " 之通

常模型公差。故最清晰之寸法當如 C 所示。

二中心線相疊，其實際之偏差不能超過一定限度，欲將此限度示於圖上有時亦殊不易。圖 12·26 之 C 中，實有兩條水平中心線，一為連桿所有，一為孔

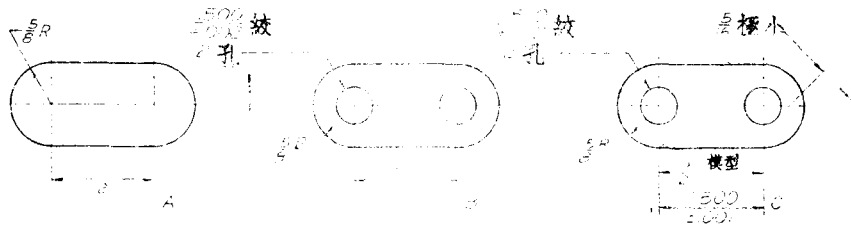


圖 12-26 疊合中心線及尺寸。

之中心所有。控制偏差之一法為註出壁厚之極小值，此值顯係適用於一切沿徑方向者。

若二疊合中心線為公差不同之加工部分所有，則除非將尺寸特別安排，圖上將有嚴重之含糊情形發生。在圖 12-27A 中，銑槽上註以名義尺寸；疊合之中心線上有兩個準確之孔，其間距離則註以精密之公差。苟非如此用兩個尺寸註明之，機器匠將不知公差之別。B 所示者為斜角排列之二對孔，情形更為困難；除非一切孔之中心距離公差相同，否則須用註解使其明晰，見圖。

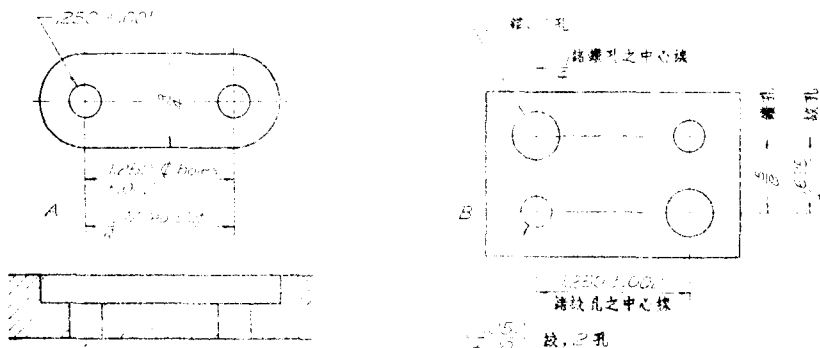


圖 12-27 疊合中心線及尺寸。

美國陸軍兵工署之寸法及註公差法，處理上述及其他問題，甚見簡捷，將於第 12·31 節中述之。

12·27 同心之公差。同心(中心疊合)公差為對稱公差之特例。同心之各柱，錐等製造時在相同之心上形成，其同心之準確度大多已超過運用所需

者，故圖上毋須說明可許之變動。然兩個(或兩個以上)準確，機製，緊密配合之柱而吻合時，則柱之軸必須近乎疊合，以利裝配；故有時須註出同心可許之偏差。因圖上柱之中心線疊合為一，故公差不能示為尺寸。一法為在直徑上註以參攷字母，而將公差列於註解中，如圖 12·28A。若將註解直指面上，則可省去參攷字母，如 B。

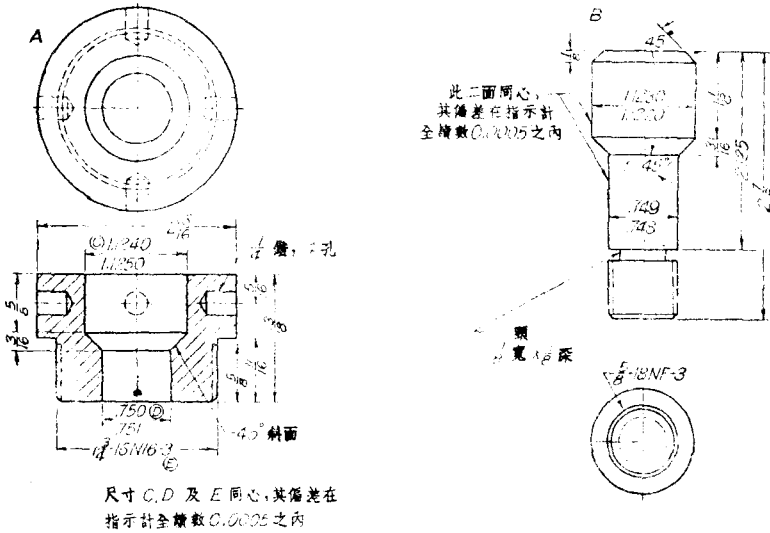


圖 12·28 同心之公差

12·28 中心間之公差。定互換裝配之中心時，銷 (Pin)、軸等之公差及吻合部分之孔或軸承之公差，將影響中心間之可能公差。在圖 12·29 中可見，銷與孔之公差較小，則中心距離之公差亦應較小。銷配合之裕度若較小，則使配合較緊，並減少二中心間尺寸之可能公差。詳細研究兩件之尺寸。

12·29 角尺寸之公差。當角之尺寸必須示以公差時，大多採用雙向制。如  $32^\circ \pm 15'$ ，公差若以分表示，則書成  $\pm 0'10''$ ；若以秒表示，則書成  $\pm 0'30''$ 。孔或其他形相之位置由角尺寸決定時，

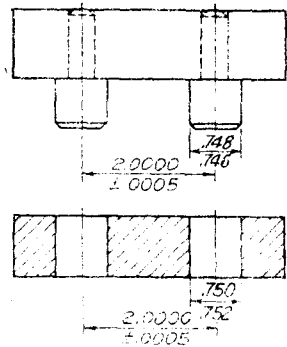


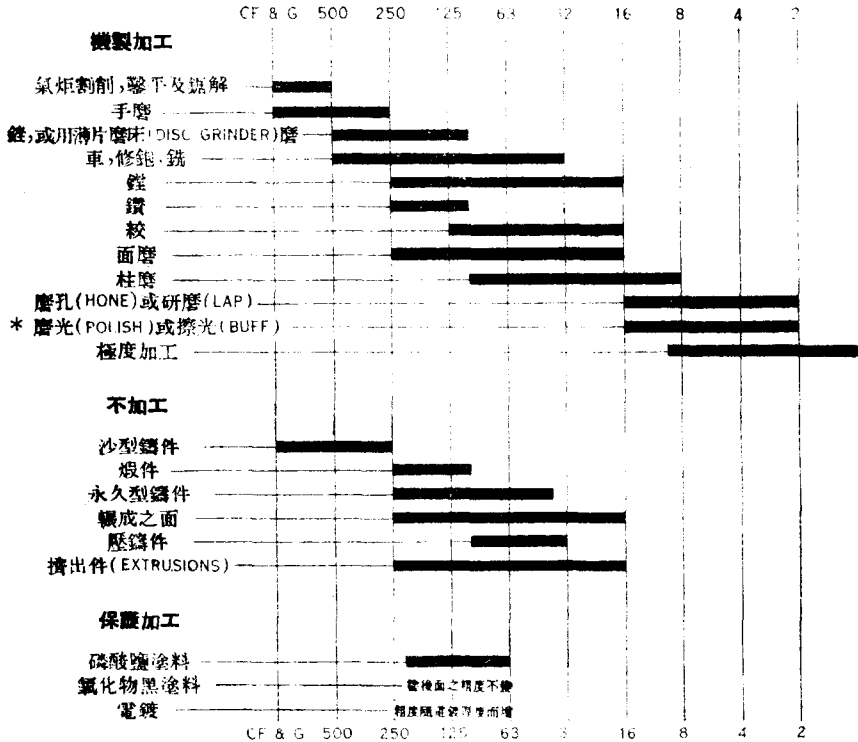
圖 12·29 中心間之公差

角之公差被角之邊長所控制。 ±1° 之公差可使一時長度有 0.035 吋之變動；此值可用為基本，以計算任何公差題目。

例如，設許用變動為 0.007 吋；則長度為 1 吋，角之公差為 (0.007/0.035) × 1° = 1/6°。 若長度為 2"，則公差應為由 1" 所算得者之 1/2，即 1/6° × 1/2 = 1/10°，或 0'6"。

12.30 表面性質。 機件之是否運用愜意及經得磨損，頗賴乎其表面之光滑性。 B46 號之美國標準，將表面之各種性質加以定義，並將用於圖上之符號說明意義及用途。 任何表面雖視若光滑，實則均有峯谷狀起伏，其高度名為表面粗度 (Surface Roughness)，山谷之下或有波狀起伏 (Waviness) 或否。

粗度之值(微吋)



\* 隨磨料之粗細, 砂礫及先前之加工而異。

CF & G 為粗機製, 鑿平, 粗磨或銼光而得之加工。

圖 12.30 表面粗度之值。

刀具，磨輪在面上留下痕跡之最顯著方向稱為機製方向 (Lay)。

表面粗度可為峯谷間距離之極大值、平均值、或均方根值 (Root-mean-square Value)。通常以用最後一個為佳，此可藉側面計(註)(Profiometer)之類儀器量度之。用一組表面，量其粗度並明註其值，以製成標準規。欲知任何表面之粗度，可藉目力(用光學儀器或否)及觸覺與標準規作比較。吾人既能準確量度粗度，則需要何種表面，自可作精確之規定。圖 12-30 為將美國陸軍兵工標準 (URAX6) 修改而成之圖表，有各種表面之粗度之微吋 (Micro-inch) 數。

下列文字係將美國標準學會之標準修改而得：以解釋控制表面性質之符號：

表面之欲標明性質者，應註以符號，其大致形狀為一鈎(1) 鈎之尖頂在(1)表示該面之線上，或(2)指於該面之指線上。

若僅須註明表面粗度之高，而毋須註粗度之寬及刀痕之方向，則用最簡單之符號，圖 12-31A。數值可用前述三者(即極大、平均、及均方根)之任一種，置於、內，如圖所示。

若於粗度之高以外，更須註其波狀起伏之高度，則於此簡單之符號頂上，加一水平直線；波狀起伏之高度數值即註於線之上方，如圖 12-31B 所示。

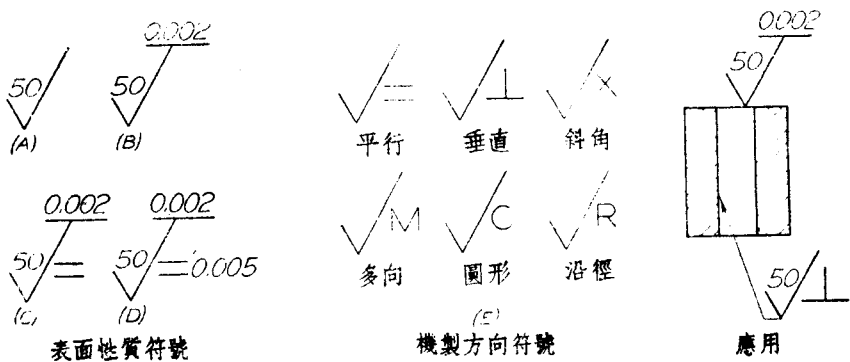


圖 12-31 美國標準學會表面性質符號。

若欲表明較佳之機製方向 (Lay)，則可知圖 12-31C 及 E 之加一組線條或字母。符號中之平行或垂直直線，表示面上之主要線條平行或垂直於該面之邊線。

機製方向符號之右邊加上粗度之寬度，成一完全之符號，見圖 12-31D。

表示粗度之高，寬或波狀起伏之高，若用一個數目，是為極大值。較其略小之粗度無不應意。若用二個數目，中接短線，是為極大及極小之可許值。

註。此側面計為密歇根州安阿般 Physicists Research Co. 之出品。

表面性質符號不應視作與加工符號  $f$  (老式) 及  $V$  (新式) 同其意義。加工符號表明材料之移去；而表面粗度符號則示一面之性質，非必須有材料之移去也，如壓鑄件甚或沙型鑄件之面。雖然，如須移去金屬以得指定之表面性質；則亦不用加工符號，而用表面粗度符號。

12.31 位置公差及定位公差 (註) (Positional and Locational Tolerances)。製造方法改進，工程畫亦隨之發展。大量生產制之發達也，準確度之精進也。在在要求圖樣之描繪機件，須更為精確，而尤以寸法為然。規定公差及表面性質等之方法均為此種寸法趨勢之例。老式方法註加工之孔，為給出其尺寸及機器工作(如鑽、絞等)；新式方法則用極限尺寸規定之，外加表面粗度之規範。

諸面之平行、垂直、同心、及對稱亦須有方法表出之。美國陸軍之兵工署造出一套符號，以表示位置公差 (Positional Tolerance)。圖 12.32 示其應用方法。

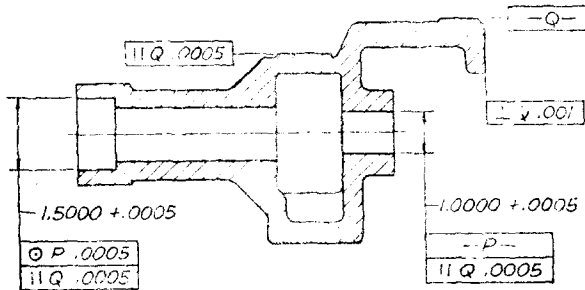


圖 12.32 美國陸軍兵工署之位置公差符號。

字母  $P$  前後隨以短劃 (— $P$ —)，與右首小孔之直徑尺寸並置，表示將此孔作為基準面(或參攷面)，以校核另一面(或一個以上面)之平行、垂直、同心、或對稱。故同心符號  $\odot$ ，基準字母  $P$ ，及公差值  $0.0005$ ，與左首之孔之直徑尺寸並置一起，表示該面須與基準面— $P$ —同心，在指示計(Indicator)全讀數之內  $0.0005''$ ，即其總可許偏心為  $0.0005''$ 。

基準符號— $Q$ —在右上角之水平面上，其附近之垂直面上有垂直符號  $\perp$ ，基準字母  $Q$ ，及公差  $0.001$ 。故該面須垂直於基準面— $Q$ —，全面偏斜不得超過  $0.001''$ 。

註。從美國陸軍兵工署之“寸法及公差”一書改編得來。

規定平行之可許誤差，其法與同心及垂直相類；圖 12·32 中凡有平行符號  $\parallel$  之三面須各平行於基準平面—Q—，全面偏斜不得超過 0.0005"

美國陸軍兵工署又定出表示定位公差(註)(Locational Tolerance)之法。應用此法，則設計吻合部分時，大小公差及定位公差之計算可以簡化；圖樣之外表簡單，閱讀便捷；製造時可有極大之變動，而仍不影響機件之運用。

圖 12·33 示註尺寸之通常方法，圖 12·34 則為兵工方法。在兵工制中，將定諸圓柱形中心之諸尺寸作為基本數值，其後隨字母 B。圓柱大小尺寸之下，

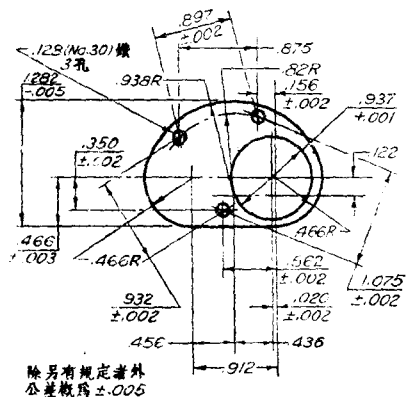


圖 12·33 定位公差，通常方法。

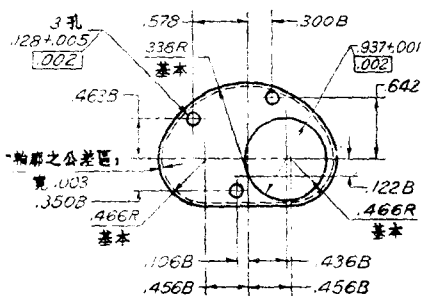


圖 12·34 定位公差，美國陸軍兵工方法。

有一矩形，內放位置公差數值，乃圓柱定位之可許變動，即其中心須在一直徑等於位置公差之幻想圓內。此位置公差圓之心，當然在基本尺寸所定之心上。圖 12·35 中，符號 P 0.010 表示諸小孔之心須由基準—P—(大孔，其位置為基本)定於已知尺寸處，其變動須在 0.010" 直徑之位置公差圓內。

兵工制與習用方法相較，有一極大優點，即可許較大之製造變動而仍不影響機件之運用。習用方法之定位尺寸上註以直接公差，其位置變動面積為兵工制位置公差圓之內接正方形。於量度製成品以定取捨時，其有效面積常為該正方形之內切圓。故依習用方法檢查不合格之機件，用兵工方法則可能接受。

兵工公差制亦適用於定長方形狀之位置。其與圓柱形之惟一異點為不用公差圓，而用一公差矩形，該機件之心即可在其範圍內變動。

註。此制所基之觀念，首由英國國立物理實驗室 Mr. G. A. Gladman 提出。

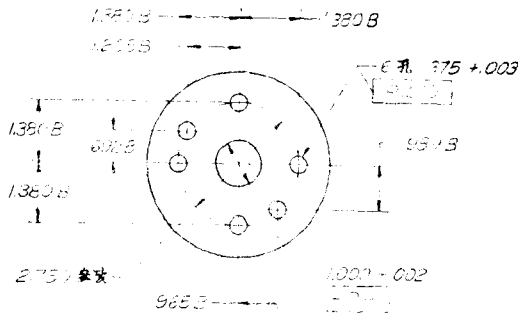


圖 12.35 定位公差之美國陸軍加工方法。

## 習 題

將第十五章之組合圖作為工作詳圖註尺寸之練習，甚為適宜。組合圖示每件之位置，研究各件之動作、關係等以明其功用，請特別注意吻合面，控制面，及定位尺寸之合理參攷面。作下列各題：

1. 圖 15.60. 軸之詳圖。
2. 圖 15.60 軸襯(Bushing)之詳圖。
3. 圖 15.60. 托架(Bracket)之詳圖。
4. 圖 15.64. 唧筒體之詳圖。
5. 圖 15.75. 吊架(Hanger)之詳圖。
6. 圖 15.70. 齒條(Rack)之詳圖。
7. 圖 15.70. 齒條箱(Rack Housing)之詳圖。
8. 圖 15.70. 蓋(Cover)之詳圖。
9. 圖 15.54. 底座(Base)之詳圖。
10. 圖 15.91. 底座之詳圖。
11. 圖 15.91. 叉頭(Jaw)之詳圖。
12. 圖 15.91. 螺旋(Screw)之詳圖。
13. 圖 15.91. 螺旋襯套(Screw Bushing)之詳圖。
14. 圖 15.92. 架(Frame)(落墩件)之詳圖。
15. 圖 15.93. 底座之詳圖。



16. 圖 15-93. 架之詳圖.
17. 圖 15-94. 架之詳圖.
18. 圖 15-94. 撞桿(Ram)之詳圖.
19. 圖 15-94. 小齒輪軸(Pinion Shaft)之詳圖.
20. 圖 15-62. 底座之詳圖.
21. 圖 15-62. 蓋之詳圖.
22. 圖 15-62. 套筒球(Sleeve Ball)之詳圖.
23. 圖 15-62. 柱頭球(Stud Ball)之詳圖.
24. 圖 15-89. 恆溫器體(Thermostat Body)之詳圖.
25. 圖 15-89. 彈簧(Spring)之詳圖. 附展開圖(Development).

## 第十三章 螺栓，螺釘，鍵，鉚釘，及彈簧

13.1 機件之連接，不論用鉚釘(Rivet)或焊接(Welding)等固定方式，或用螺栓(Bolt)、螺釘(Screw)、或鍵(Key)等可動方式，在工作圖上均須以適當之圖解文字表示之。工程師須通曉連接品之基本形態，及於圖上如何規定連接品之法則；而尤須熟稔其書法。

13.2 螺釘之最初記錄見諸阿基米德(紀元前 278-212)之著作。今日甚少發現古希臘及羅馬之螺釘，故知其時難得應用；及至中世紀之後期，即常有發現，並考得彼時已知用車床(Lathe)及螺模(Die)刻螺紋(Thread)。早期之螺釘大多為手製者：先煨頭，次鏤槽，然後鏘成螺旋。美國在殖民地時代木螺釘(Wood Screw)僅有鈍端者，直至 1846 年始有錐尖形。鐵螺釘(Iron Screw)按各陰螺紋孔製成。各件不能互換(Interchanging)，螺母(Nut)祇能配於其本身之螺栓。1841 年，Joseph Whitworth 爵士首定統一之標準。此在英國會廣為採用，在美國則未能推行。

13.3 美國於 1864 年採用佛蘭克林學會(Franklin Institute)所指定之委員會之報告，始作螺紋標準化之嘗試。此制為 William Sellers 所設計，經普遍採用，稱為“佛蘭克林學會螺紋”，“Sellers 螺紋”，或“聯邦螺紋”(United States Thread)。其標準適於當時之需要，但自有汽車、飛機及其他新式設備後，已不合用。經各工程學會、標準局及其他團體之努力，國會於 1918 年通過法案，授權全國螺紋委員會；現行之標準，始告問世。此項工作現仍由紐約西三十九街 29 號美國標準學會(The American Standards Association, 29 West 39th Street, New York City)繼續辦理，可向之索取全部標準。各主要項目摘載於本章及附錄內。

### 13.4 螺紋之術語。

樣式(Form)。螺紋之輪廓形狀(橫剖面)。各種樣式見圖 13.3。

陽螺紋 (External Thread). 在構件 (Member) 外之螺紋, 圖 13-1.

陰螺紋 (Internal Thread). 在構件內之螺紋, 圖 13-1.

軸線 (Axis). 螺紋構件之縱向 (Longitudinal) 中心線, 圖 13-1.

長徑 (Major Diameter). 螺紋之最大直徑, 圖 13-1.

短徑 (Minor Diameter). 螺紋之最小直徑, 圖 13-1.

節圓直徑 (Pitch Diameter). 螺紋長度及螺距之平均直徑.

螺距 (Pitch). 相鄰兩螺紋之相當點間, 沿軸線方向之距離, 圖 13-1.

導程 (Lead). 螺旋轉動一周, 在平行於軸線之向前進之路程. 凡複螺紋 (Multiple Threads) 及左旋螺紋.

峯 (Crest). 連接一螺紋兩邊之角邊或頂部, 圖 13-1.

根 (Root). 連接相鄰兩螺紋之底邊或底間, 圖 13-1.

螺紋深度 (Depth of Thread). 沿垂直軸線方向所得之峯根間距離, 圖 13-1.

螺紋角 (Thread Angle). 一螺紋兩邊面之二面角 (Dihedral Angle), 圖 13-1.

右螺紋 (Right-hand Thread). 依順時針方向轉動時, 向前進行之螺紋. 若非另行指定, 即為右螺紋.

左螺紋 (Left-hand Thread). 依反時針方向轉動時, 向前進行之螺紋.

單螺紋 (Single Thread). 刻於圓柱體 (圓錐或線 (Helix)) 上之螺紋, 其樣式不論, 圖 13-1. 凡非另行指定者, 即為此種螺紋. 單螺紋之螺距及導程相等.

複螺紋 (Multiple Threads). 刻於圓柱體兩個或多個圓錐線上之組合螺紋, 諸螺紋之樣式相同, 圖 13-2. 用之可得較速之進程, 而不必刻於粗螺紋. 雙螺紋 (Double Thread) 之導程

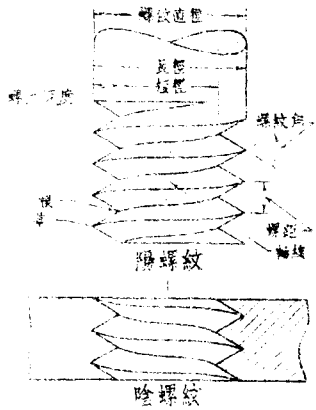


圖 13-1 螺紋術語.

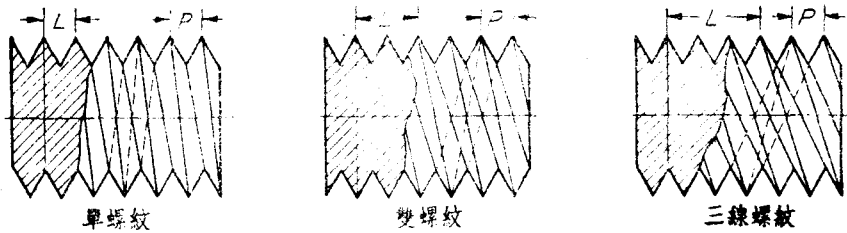


圖 13-2 單螺紋, 雙螺紋, 及三線螺紋.

為螺距之二倍; 三線螺紋 (Triple Thread) 則為三倍. 請注意雙螺紋之螺旋線相隔  $180^\circ$ , 三線螺紋則相隔  $120^\circ$ . 鋼筆套內則用四線螺紋 (Quadruple Thread), 故微微轉動便可套住.

13.5 螺紋之樣式. 螺釘用於連接, 調節, 及傳遞動力與運動. 隨其目的之不同, 螺紋之樣式亦各異, 圖 13.3. 其作連接之用者, 常採用峯根削平之美國標準 V 形螺紋 (American Standard V Thread). 美國標準俟以後詳論之.

尖銳之  $60^\circ$  V 形螺紋仍有應用者；因其雖少優點，但在固定螺釘 (Setscrew) 上，可增加夾持力，在汽鍋之牽條螺栓 (Stay Bolt) 上，可得較佳之不漏水接合。亦常用於黃銅配件 (Brass Fitting) 及黃銅管 (Pipe) 上；將其略加改變，可用於自旋螺釘 (Self-tapping Screw) 上。英國標準為  $55^\circ$  之 Whitworth 螺紋，其峯與根所成圓角為三角形深度之六分之一，見圖 13.3。英國學會標準之  $47\frac{1}{2}^\circ$  型用於小螺紋。法國標準及國際標準之樣式與美國標準相同，惟尺寸則為公制。法國軍官 Dardelet 設計之 Dardelet 自鎖螺紋 (Dardelet Self-locking Thread)，為一特殊螺紋，無須輔助裝置，而其螺母可在振動時保持固定。第 13.36 節中當詳論之。

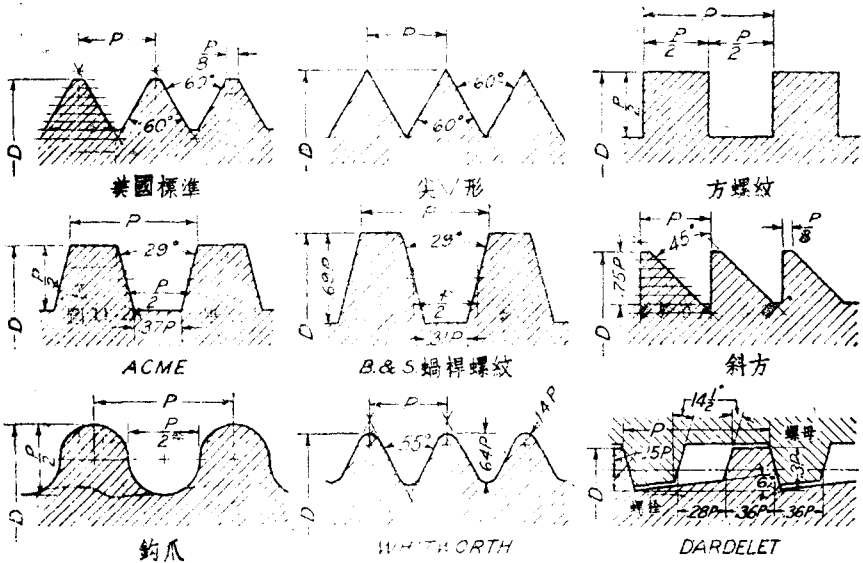


圖 13.3 螺紋輪廓。

傳遞動力時，V 形螺紋不甚合用，因一部分推力 (Thrust) 可使螺母趨於破裂也。如採用方螺紋 (Square Thread)，則因其所傳之力幾全部平行於螺釘之軸線，此缺點即可避免。惟其在一定軸長內之螺紋數，較同螺距之 V 形者少一半，故受剪力時 (In Shear) 強度亦僅一半。稍加改變之方螺紋，稱 Acme 螺紋，或  $29^\circ$  螺紋者，則極通用；以其較為堅固，製造簡易得多，且可配用方螺紋上不適用之分離或開縫螺母 (Disengaging or Split Nut) 也。用於蝸輪機構 (Worm-and-wheel Mechanism) 之蝸桿上之布郎—沙普蝸桿螺

紋(Brown and Sharpe Worm Thread)與 Acme 螺紋頗相似，惟同螺距者相較，前者為深耳。斜方螺紋(Buttress Thread)用於傳遞單方向之動力，有方螺紋之效率而其 V 形螺紋之強度。因其用以承受鎗之後坐(Recoil)，又稱鎗鎗螺紋(Breechblock Thread)。鉤爪螺紋(Knuckle Thread)用於粗糙之工作，可以在模內鑄成。其紋較淺者見於金屬薄片之輾成螺紋，白熱燈上者即為一例。

螺旋之螺紋經切削(Cutting)或輾壓(Rolling)而成。由實驗知同直徑之螺紋，輾成者之強度較割成者大至百分之十四。更因金屬纖維之緊縮，輾成者可增加螺紋部份之韌性及強度。此螺紋用於連接時，須用一項圈(Collar)置於其頭下，使軸之直徑增大至螺紋之直徑。

13.6 螺紋之畫法。畫螺紋時，須知螺紋之樣式，由何種直徑之軸上割出，每吋之螺紋數，單紋抑複紋，右旋抑左旋。表示螺旋之真實形狀時，可投射兩不同直徑而同螺距之螺旋線(參閱第 5.53 節螺旋線)，而得其峯線與根線，如圖 13.4。若須畫甚多螺紋，可將螺旋線之投影畫於硬紙片，賽璐珞或薄

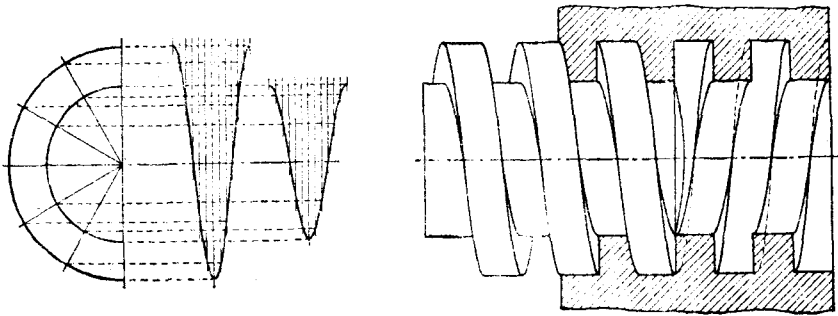


圖 13.4 方螺紋，陰紋及陽紋。

木片之上，以利刀割裂，製成樣板。

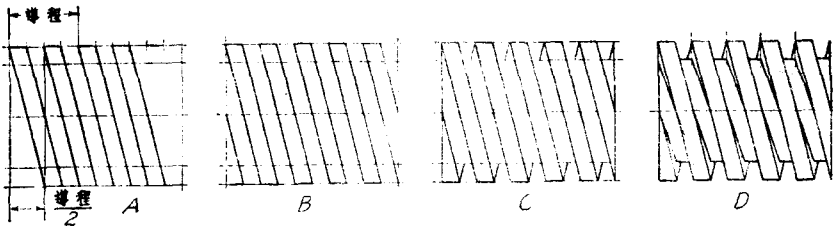


圖 13.5 畫方螺紋之步驟。

13-7 半習用之螺紋畫法——方螺紋及 Acme 螺紋。 畫真正之螺旋線甚為費力，僅用於畫大直徑之螺旋。 通常則大可不必徒勞，將直線代螺旋線之投影可矣。

故畫雙線方螺紋之步驟如圖 13-5 所示。此法雖不若圖 13-4 所示者之存真而悅目，然費時極少。長螺旋上之螺紋無須佔其全長，可僅畫於兩端，如圖 13-6 所示。

29° 之 Acme 螺紋，為便利起見，可畫成 30°。 圖 13-7 表示 Acme 螺紋之繪製步驟。

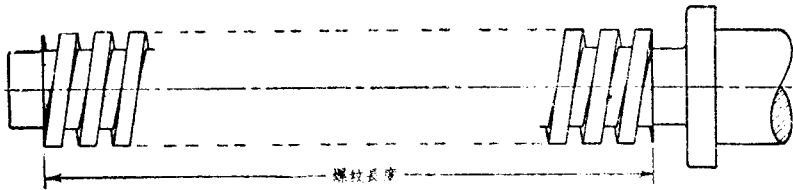


圖 13-6 長螺旋之螺紋畫法。

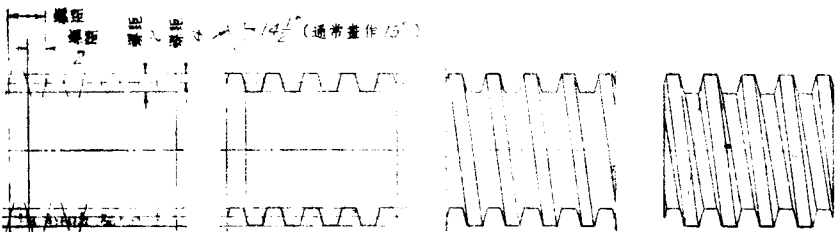


圖 13-7 畫 Acme 螺紋之步驟。

13-8 半習用之螺紋畫法——美國標準樣式。 圖上尺寸在一吋及一吋以上之螺紋，在詳圖及組合圖中均應如圖 13-8 及 13-9 所示。將螺紋形狀繪出。一般言之，圖上應畫實際螺距，但可稍予增減，以期成整齊之尺寸。如每

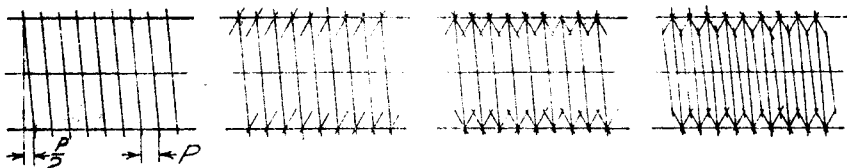


圖 13-8 畫 V 形螺紋之步驟。

吋七個螺紋可略增成每吋八個；而每吋四個半螺紋可略減成四個。 惟學者須切記，此舉目的僅在簡化作圖，實際螺距仍須註明於尺寸中也。

圖 13.13 中數個剖視圖表示直徑小於一吋之螺紋。每吋之螺紋數通常可予減少，使圖清楚易讀。

圖 13.8 示畫 V 形螺紋之步驟，僅在下方之線上量螺距。上墨須依同一次序。峯與根之削平處並不畫出。

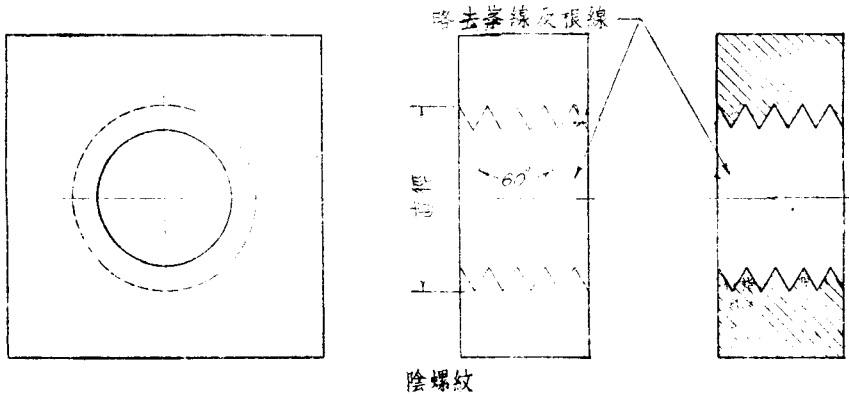
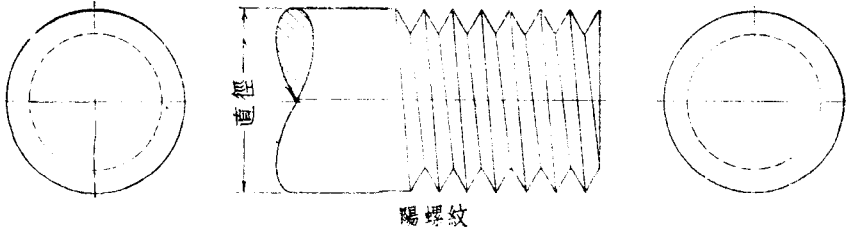


圖 13.9 螺紋之畫法(組合圖及詳圖上一吋及一吋以上之螺紋)。

13.9 習用螺紋符號 美國標準學會規定“正規的”(Regular)及“簡化的”(Simplified)二種螺紋符號。此種符號宜用於表示直徑小於一吋(圖上尺寸)之螺紋；正規符號用於組合圖，簡化符號則用於詳圖。

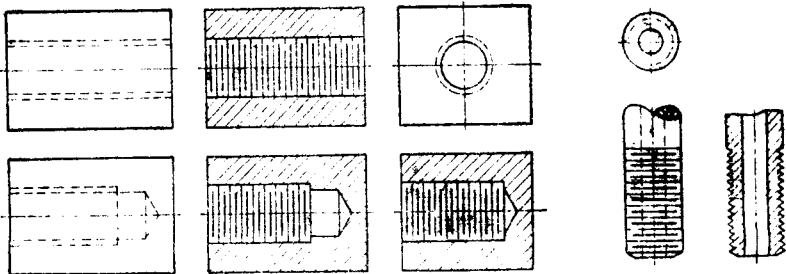


圖 13.10 美國標準學會之正規螺紋符號。

13.10 美國標準學會之正規螺紋符號。圖 13.10。此種符號不畫 V 形輪廓，僅以垂直於軸線之直線表示峯與根。

13.11 美國標準學會之簡化螺紋符號。圖 13.11。簡化符號，即輪廓及峯線均不畫出，僅於近螺紋之深度處依平行軸線之方向畫虛線，以示有螺紋之部分。此法雖不若正規符號之能表示螺旋形狀，但可省却不少時間，故宜用於詳圖上。

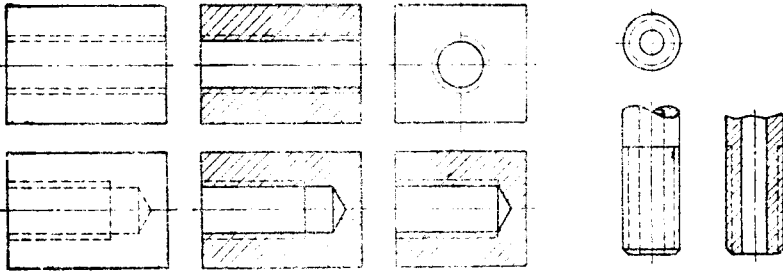


圖 13.11 美國標準學會之簡化螺紋符號。

13.12 美國標準學會符號之畫法。正規及簡化二種符號應予細心研究及比較。請注意隱線螺紋之正規及簡化符號相同。陽螺紋之側視圖異乎陰螺紋之側視圖。正規及簡化之側視圖符號相同。

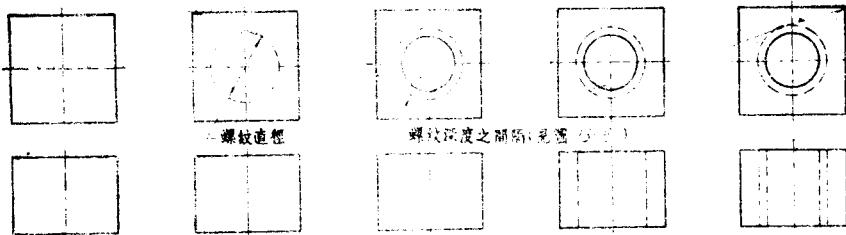


圖 13.12 畫陰螺紋之正規及簡化符號(平面圖及正面圖)。

實際之螺距及螺紋深度均須在符號中以線之間隔表示，相同之符號可表幾個不同之螺紋。若尺寸較大，則成此畫其實際螺距及螺紋深度，而無線條混淆失去符號功效之弊。符號應畫得易讀而悅目。此外別無他求。

作一指定螺紋之符號時，必須知其直徑及長度；若為未穿之陰螺孔 (Blind Tapped Hole)，更須加陰螺鑽 (Tap Drill) 之深度。

畫陰螺孔正規及簡化符號之步驟見圖 13.12。螺紋深度毋須依照實際之



比例畫出，但求線條間隔悅目，並不擁擠可矣，此已於前述及。

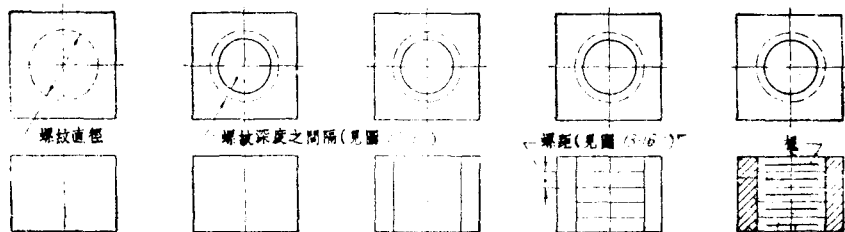


圖 13-13 畫正規螺紋剖面符號之步驟。

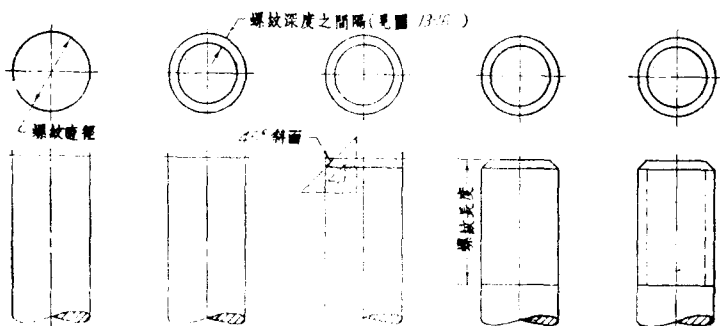


圖 13-14 畫簡化陽螺紋符號之步驟。

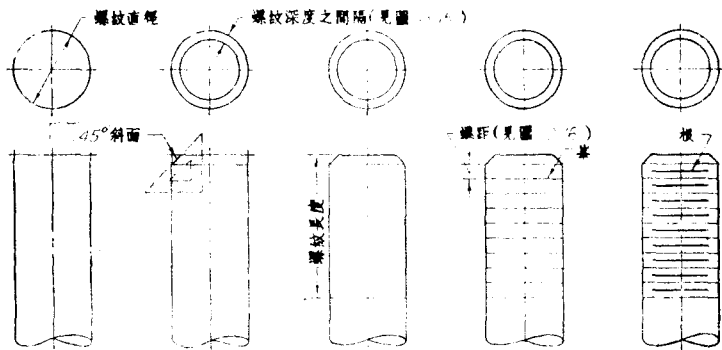


圖 13-15 畫正規陽螺紋符號之步驟。

畫陰螺孔剖面之正規符號，其步驟如圖 13-13 所示。藉目力或刻度尺定峯線間之距離，不必符合實際螺距。根線則憑目力均佈於峯線間，通常畫得較粗。其長度不必為螺紋之實際長度，但應先畫極淡之導線使之整齊。

畫陽螺紋簡化符號之步驟見圖 13-14。45°之斜面畫至螺紋之根線。在

側視圖中須示斜面線。

畫陽螺紋正規符號之步驟見圖 13·15。斜面為 45°，應畫至螺紋根線。峯線藉目力或刻度尺均佈之。根線憑視力均佈之，通常畫得較粗，惟毋須合乎實際之螺紋深度。

線之間隔。圖 13·16 之表提出螺紋深度之值，以供參考，螺旋之直徑自  $\frac{1}{8}$ " 至 1"。圖 13·17 為全尺寸之正規及簡化符號，為依圖 13·16 之值畫出者。至粗螺紋及細螺紋(Coarse and Fine Threads)，則並未在符號中示其區別。

螺紋直徑 $D$	螺距 $P$	螺紋深度 $P/2$
$\frac{1}{8}$ 及 $\frac{3}{16}$	少於 $\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$
$\frac{1}{4}$ 及 $\frac{5}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$
$\frac{3}{8}$ 及 $\frac{7}{16}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{16}$
$\frac{1}{2}$ 及 $\frac{5}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{32}$

圖 13·16 畫螺紋符號所用之參攷值。

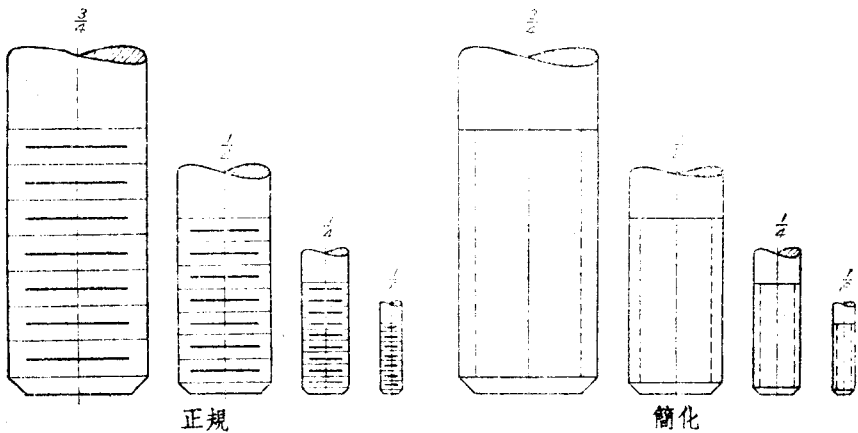


圖 13·17 螺紋符號，圖上之大小。

13·13 螺紋之剖面。圖 13·4 為一方形陰螺紋之剖面之實際形狀。今可見者為螺紋之後面，故其峯線及根線與陽螺紋者傾斜方向相反。圖 13·9 示直徑一吋以上 V 形螺紋之半習用畫法，峯線與根線均不劃出。至其剖面之正規符號及簡化符號則見圖 13·10 及 13·11。以螺釘連接之二件，當於其剖視圖上畫出螺紋之形狀，以便察閱，如圖 13·18。繪製直徑較小之螺釘時，每吋之螺紋數宜酌予減少，藉以省却無謂之煩瑣，閱圖稱便。

13·14 美國通用之螺紋。美國標準式樣為  $60^\circ$  V 形，其峯削平至螺距八分之一之寬度，其根則填滿至同樣寬度。此種式樣以前稱為“聯邦標準”(United States Standard) 或“Sellers”輪廓。

美國標準螺紋有五級，其樣式完全一致，但螺距與直徑之關係則不同。此五級為粗螺紋級，細螺紋級及三個特級——8 螺距級 (8-pitch)，12 螺距級 (12-pitch) 及 16 螺距級 (16-pitch)。

粗螺紋級 (Coarse Thread Series) 係用前聯邦標準加美國機械工程師學會 (ASME) 標準中  $\frac{1}{4}$  吋以下之 12 種尺寸而成者。此為常用之一級，見附錄之表。

細螺紋級 (Fine Thread Series) 為以前美國自動工程師學會 (Society of

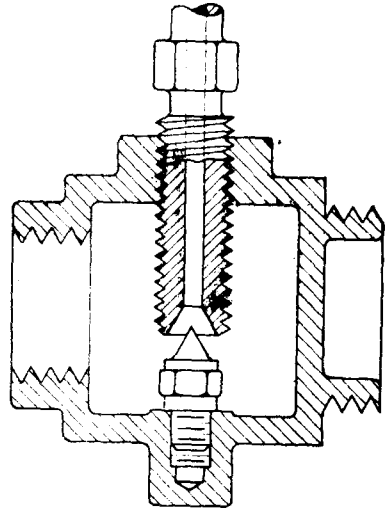


圖 13-18 螺紋剖面(圖上之大小)。

Automotive Engineers, 簡稱 SAE) 之正規級，加美國機械工程師學會標準  $\frac{1}{4}$  吋以下之 13 種尺寸而成者。常用於特需細螺紋之處，見附錄第 632 頁。

八螺距級 (8-pitch Thread Series)。每吋八螺紋。大小自 1" 至 6"。

高壓管緣 (Pipe Flange) 之螺絲，汽缸頭柱栓 (Cylinder-head Stud)，及相似之抗壓連接品。在連接時，必使具有因彈性變形 (Elastic Deformation) 而生之初牽力 (Initial Tension)，則在加蒸汽或其他壓力時方不致將接頭 (Joint) 衝開。欲具適當之初牽力，螺距不宜隨螺旋直徑增大，因如此則裝配時所需之轉矩 (Torque) 常極過大也。8 螺距螺紋則適合此種需要，故通用於各種工程。見附錄之表，第 633 頁。

十二螺距級 (12-pitch Thread Series)。每吋十二螺紋。大小自  $\frac{1}{2}$ " 至 6"。

12 螺距螺紋之直徑自  $\frac{1}{2}$  至  $1\frac{1}{4}$  吋者常用於鍋爐；蓋鍋爐之柱頭螺絲孔 (Stud Hole) 在磨蝕後，須就原孔再鑽除螺紋，而接以大一號之螺絲也。在機械構造中，此種螺紋亦常用於軸 (Shaft) 及套筒 (Sleeve) 上之薄螺母 (Thin Nut)。見附錄之表，第 633 頁。

十六螺距級 (16-pitch Thread Series)。每吋十六螺紋。大小自  $\frac{3}{4}$ " 至 4"。

此為一均勻之螺距級，用於螺紋調整圈 (Threaded Adjusting Collar) 及軸承扣環螺母 (Bearing Retaining Nut)。見附錄之表，第 633 頁。

SAE 特細螺紋級(SAE Extra-fine Thread Series). 在美國標準學會五級之外, 汽車工程師學會又用另一種, 稱“特細級”。

其式樣與符號依照美國標準, 所不同者為每吋之螺紋數較美國標準中任何級為多耳。

13·15 配合 (Fit) 之種類. 螺紋標準劃一委員會 (Committee on Standardization and Unification of Screw Threads) 出版物 (ASA Bla 1934) 重要特色之一, 為製訂螺栓與螺母配合之種類. 分類凡四, 附有製造用之尺寸及公差之詳細表. 四種配合為:

第 1 種配合: 僅合用於須有餘隙 (Clearance) 以利迅速裝配之吻合部分; 以及雖有搖動及餘裕 (Play) 亦屬無妨之處。

第 2 種配合: 為質地極佳之商用螺紋, 多用於互換之螺紋。

第 3 種配合: 質地更佳之商用螺紋, 僅用於雖付精細工具及不斷考驗之費用, 而仍合算之處。

第 4 種配合: 需要選擇裝配 (Selective Assembly), 在極大螺釘及極小之孔間有阻涉 (Interference) 存在. 極少以之作連接物。

13·16 螺紋規範. 於圖樣、信件、說明書、貨品單之上標明美國標準螺紋時, 應先寫其直徑 (或螺釘號碼) 及每吋之螺紋數, 然後寫英文級名之開首字母, 如 NC (美國粗螺紋級)、NF (美國細螺紋級)、N (美國式, 具特殊螺距), 再以配合之類別殿註於後. 若螺紋為左旋者, 則在配合之號數後加書 LH 字樣. 參閱圖 13·19.

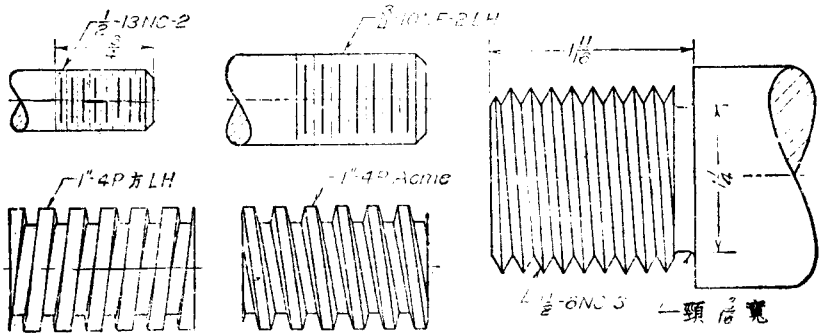


圖 13·19 陽螺紋之規範。

例: 1"-8 NC-2                      2"-12 N12-3  
 1"-14NF-3 LH                  2"-16 N16-3  
 2"-8 N8-2                        3 3/4"-10 N-2

13-17 陰螺孔(Tapped Hole)之規範. 以註解釋明陰螺鑽(Tap Drill)直徑及孔深,再書螺紋規範及螺紋長度於後,如圖 13-20. 陰螺鑽之尺寸見

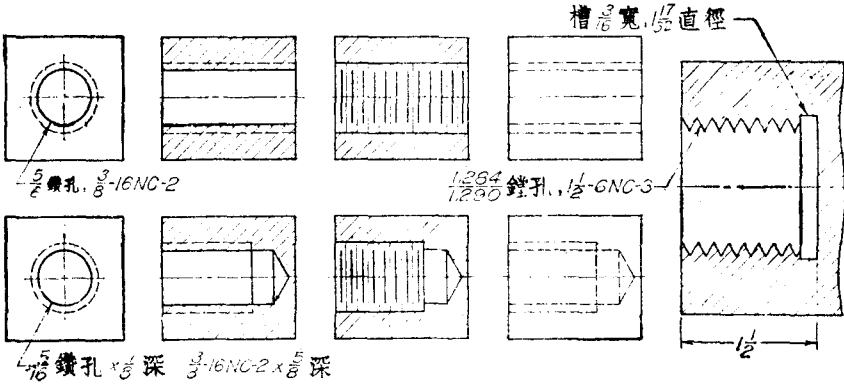


圖 13-20 陰螺紋之規範.

附錄. 商業上陰螺孔之螺紋深度,常為理論深度百分之七十五. 其強度約當全螺紋百分之九十五,割削則簡易多多. 若有螺紋深度僅及理論深度一半之螺母,試插入螺栓,則螺母於螺紋尚未剝落前即行破裂.

13-18 陰螺孔之深度. 螺紋桿(Threaded Rod),帶頭螺栓(Tap Bolt),柱頭螺栓(Stud),有帽螺釘(Cap Screw),機螺釘(Machine Screw),及其他連接品(Fastening),其陰螺孔之深度及入口長度(Entrance Length),均可由基於連接品直徑及鑽陰螺孔之材料之經驗公式求得. 見圖 13-21 之表.

材料	柱頭螺栓等之入口長度 A	孔底之螺紋間隙 B	螺紋長度 C	孔底未刻螺紋之部分 E	孔深 F
鋁	2D	4/n	2D + 4/n	4/n	C + E
鋼鐵	1 1/2 D	4/n	1 1/2 D + 4/n	4/n	C + E
黃銅	1 1/2 D	4/n	1 1/2 D + 4/n	4/n	C + E
青銅	1 1/2 D	4/n	1 1/2 D + 4/n	4/n	C + E
鋼	D	4/n	D + 4/n	4/n	C + E

D = 連接品直徑.

A = 連接品之入口長度.

B = 孔底之螺紋間隙.

C = 螺紋之全長.

E = 孔底未刻螺紋之部分.

n = 每吋之螺紋數.

F = 陰螺鑽孔之深度.

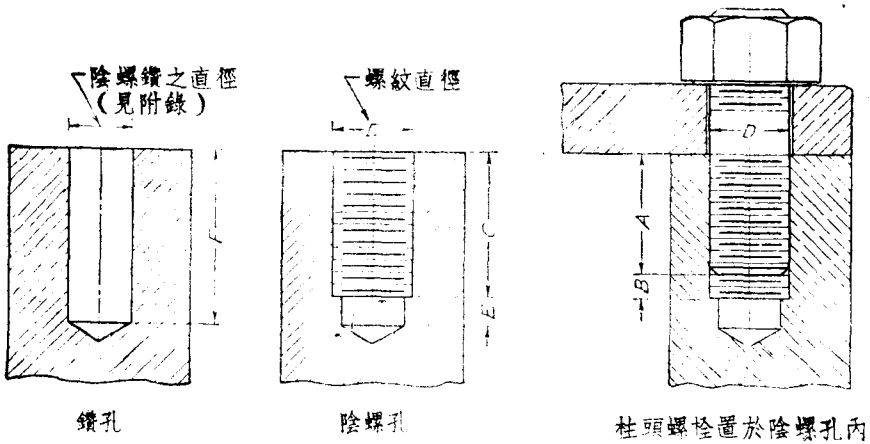


圖 13-21 陰螺孔之大小。

13-19 有螺紋之連接品之種類極多，應用極廣。大多具有描述性之名稱，例如固定螺釘(Setscrew)保持機件於固定之位置。螺栓(Bolt)之名得自其早時在英國之用途，作為栓住門戶之暫用銷釘。螺栓、柱頭螺栓(Stud)、有帽螺釘(Cap Screw)、機螺釘(Machine Screw)、及固定螺釘五類，佔螺紋連接品之大半。

螺栓(圖 13-22A)之一端有頭，一端有螺紋(通過兩件上之孔)並在螺紋端旋上螺母(Nut)以夾緊兩件。

柱頭螺栓(圖 13-22B)為兩端有螺紋之桿。通常之用法為：將其永久旋入一件之陰螺孔，並通過他件之孔中。再用一螺母夾緊兩件。

有帽螺釘(圖 13-22C)通過一件之孔，旋於他件上陰螺孔中。有帽螺釘之頭為整體一部分，於螺釘旋進陰螺孔時將兩件夾緊。

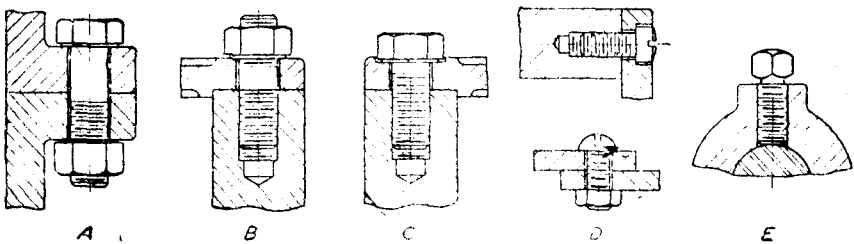


圖 13-22 常用之五種連接品。

機螺釘(圖 13-22D)為小型之連接品。或與一螺母並用，功能同螺栓。或不用螺母，則功能若有帽螺釘。

固定螺釘(圖 13-22E)旋於外件(通常為殼“Hub”)之陰螺孔中，以其尖端抵住內件(通常為軸)

13.20 美國標準螺栓及螺母。螺栓頭及螺母之大小，現已不用舊“聯邦標準”，而用“美國標準之扳頭螺栓、螺母、及扳孔”(American Standard Wrench-head Bolts and Nuts and Wrench Openings)。該制核准於1927，改訂於1933及1941年。

此標準包括下列三級。

正級螺栓頭及螺母。正級螺栓頭及螺母適用於一般用途。其尺寸及強度乃根據應力之理論分析，及多次之試驗結果而定。

重級螺栓頭及螺母。用於必需較大承面之處，即螺栓與孔間之大間隙或大扳錯承面(Wrench-bearing Surface)為重要之處。

輕級螺母。輕螺母之尺寸較正級者為小。用於須極端節省重量或材料之處。

13.21 加工之種類。美國標準學會規定正級與重級之螺栓頭及螺母之種類，為(1)不加工、(2)半加工、(3)加工。

不加工之螺栓頭及螺母 除螺紋外任何面均不加機製。

半加工之螺栓頭及螺母 具有機製或其他方式製成之光滑承面。在螺栓頭上，承面可為墊圈面(Washer-faced Surface)或簡單之平面；在螺母上，可為墊圈面，或斜切邊緣而成之圓形承面。

加工之螺栓頭及螺母 非承面亦須機製，以增進精確及美觀，餘均與半加工者同。非承面之加工應由購貨者特別註明。

13.22 螺栓術語。連接品之種類甚多，其中以螺栓為最常用，圖13.23示其寫生形狀。此著名之連接品與一螺母並用，通過兩件之孔，以夾緊之。栓

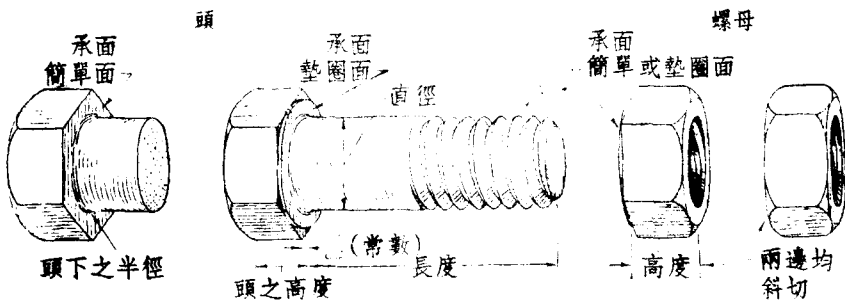


圖13.23 美國標準螺栓。

身為冷抽軟鋼(Cold-drawn Mild Steel)所製，栓頭可先後經鏈縮(Upsetting)及剪割(Shearing)之過程，或同時鏈縮、剪割並機製以完成所需之形狀。螺紋乃割成或軋成者。螺母之製法為先自六角鋼條上剪下所需之料，煅煉成形，乃

衝孔(Punched)並刻成陰螺紋。另一製造方法則將六角鋼條機製(Machine)成螺栓及螺母。

製圖員對下列有關螺栓螺母之各款，須完全熟習：

**一般名稱。** 直徑，刻螺紋之軸之尺寸。

**身長。** 自螺頭之起至極端止之距離。其長之增量(Increment)隨直徑而變。可參閱附錄。  
**螺紋端平削，四週切斜面(Chamfer)。** 斜面角畫成 $45^\circ$ 角，所切之深度及於其根。

**螺紋長度。** 依直徑及螺紋長度而定。見附錄。該表之螺紋長度非為標準中所列者，實乃製造商於製造美國標準螺絲時，用於正級及重級之通常長度。

**頭下內圓角之半徑。**  $\frac{1}{4}$ "至 $\frac{1}{2}$ "螺絲之極大內圓角半徑為 $\frac{1}{8}$ "； $\frac{3}{16}$ "至1"螺絲為 $\frac{1}{16}$ "； $1\frac{1}{8}$ "至2"之螺絲為 $\frac{1}{8}$ "；2 $\frac{1}{4}$ "至3"者為 $\frac{1}{4}$ "。通常將螺絲洞之邊緣稍磨去，以配合內圓角；若尺寸非屬極大，圖上不須畫出內圓角。

**墊圈面(Washer Face)。** 墊圈面為一圓形底面。在螺母或螺絲頭之承面(Bearing Surface)上車成，或用他法製成，俾具光滑之承面。其直徑等於螺母或螺絲頭兩相對平面間之距離。其厚度概為 $\frac{1}{16}$ "。螺母承面亦可用斜切法使成圓形。斜面與承面間之角為 $30^\circ$ ，直徑亦為兩相對平面間之距離。

**螺絲頭。** 樣式。不加工之正級及重級螺絲頭，為正方形或六角形。其他之頭均為六角形。

**承面。** 頭之承面可為簡單面或為墊圈面(Washer Face)。

**頭頂。** 頭頂為平面斜切者。六角頭螺絲之斜切角(與頂面所成者)為 $25^\circ$ (畫成 $30^\circ$ )。頂圓之直徑即兩相對平面間之距離，其公差為負百分之十五。

**頭高。** 頭高為自頭頂至承面之距離，故墊圈式中包括墊圈之厚度。

**螺母。** 樣式。不加工之正級及重級螺母為正方形或六角形。其他均為六角形。

**承面。** 螺母承面可為簡單面，墊圈面，或斜切面。

**螺母頂。** 螺母之頂為簡單面，或為斜切面(或防鬆螺母，"Jam Nut"，除外)成墊圈狀。平面斜切之螺母，其方形者之斜切角為 $25^\circ$ (畫成 $30^\circ$ )，六角形者為 $30^\circ$ 。頂圓直徑等於二對面之距，其公差為負百分之十五。

**螺母厚度。** 為頂至承面之全距離，故包括墊圈面厚度。

13-23 繪製連接品極為費時。有時雖須從表上查出準確之尺寸，依照比例精密畫出；但通常祇需畫其近似形狀，能藉此辨認足矣。

畫連接品之頭及螺母有二法：其一繪真實之全長尺寸(Over-all Dimension)；他一繪近似之全長尺寸。後者符號之意味較多，繪製時間較少。

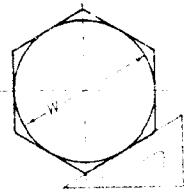
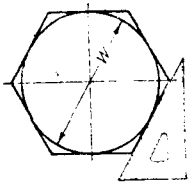
初學者應專門練習真實形狀法。待了解連接品之形式與比例後，再用較簡短之近似方法。

13-24 畫美國螺絲及螺母——真實形狀法。畫時須知下列資料：(1)直徑、(2)長度、(3)級別、(4)頭及螺母之型式、(5)加工之類別。應用上列資料，



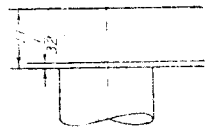
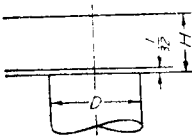
六角螺栓頭之側視圖

畫直徑  $W$  之圓, 用丁字尺及  $30^\circ-60^\circ$  三角板作六角形。(此等視圖在畫面視圖 "Face View" 時, 並無需要)。

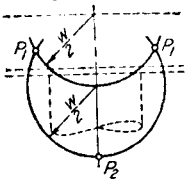


六角螺栓頭之面視圖

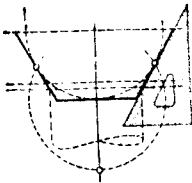
1. 量下直徑、頭高及墊圈面厚度。一切連接品之實際墊圈面厚度為  $1/4$ , 但圖上可增為  $1/2$ 。



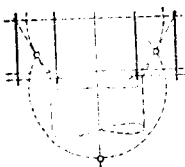
2. 調整圓規至半徑  $W/2$ , 畫諸圓弧, 以定圓心  $P_1$  及  $P_2$ 。



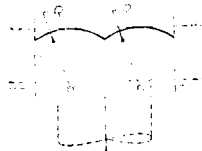
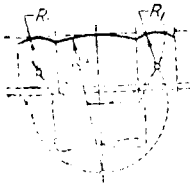
3. 用  $30^\circ-60^\circ$  三角板及丁字尺, 畫圓弧之切線, 以定諸面之邊。(若有側視圖, 則略去此步)。



4. 輕畫諸面之垂直邊。



5. 用圖上所示之半徑及圓心, 作斜面之近似圓弧(原為雙曲線)。



6. 完成視圖, 使墊圈面之直徑為  $W$ , 對角視圖上畫  $30^\circ$  之斜面。

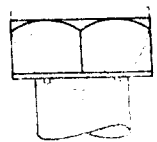
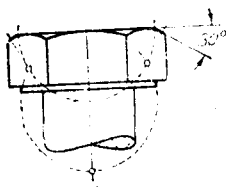
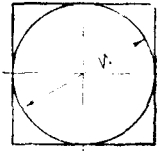


圖 13-24 畫六角頭之步驟。

方螺栓頭之側視圖

畫直徑  $W$  之圓，用丁字尺及  $45^\circ$  三角板畫正方形。（此等視圖在畫面視圖“Face View”時，並無需要）。

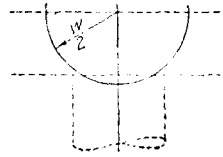
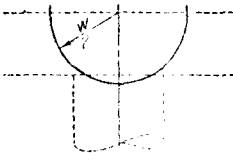


方螺栓頭之面視圖

1. 量下直徑及頭高。

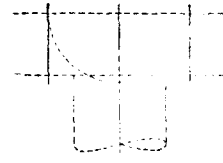
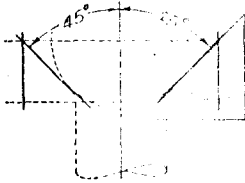


2. 調整圓規至半徑  $W$  2. 畫圓弧。



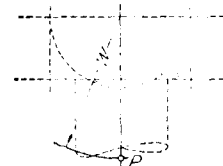
3. 畫  $45^\circ$  切線，再輕畫諸面之鉛直邊（若有側視圖，則略去此步）。

3. 輕畫諸面之鉛直邊，（若有側視圖，則略去此步）。

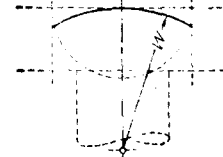
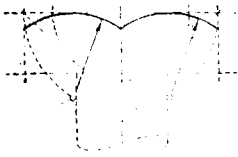


4. 調整圓規至半徑  $C/2$ ，畫諸圓弧以定圓心  $P$ ，及  $P_1$ 。

4. 調整圓規至半徑  $W$ ，畫圓弧以定圓心  $P$ 。



5. 用圖上所示之半徑及圓心，作斜面之近似圓弧。（原為變曲線）



6. 完成視圖，對角視圖上畫  $30^\circ$  之斜線。

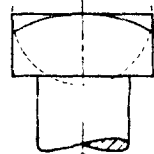
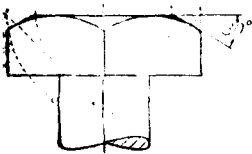


圖 13-25 畫方頭之步驟。

可在螺栓尺寸表中查得  $H$  (頭高)、 $T$  (螺母厚度)、 $W$  (對面寬度)、及  $L$  (螺紋長度) 等數據。於繪圖前，應表列上開資料及數據。若無特別理由，則螺栓頭及螺母於表示其諸面之視圖上，總畫成對角狀，而不畫成對面狀。圖 13-24 示畫六角螺栓頭之步驟。

級別及加工相同之螺栓頭及螺母僅厚度不同，故將相似之步驟一起畫出，俾省時間。圖 13-25 示畫方螺栓頭之步驟。其同級別之頭及螺母亦祇厚度相異。

圖 13-24 及 13-25 之方法，亦可應用於畫其他連接品之方形及六角形頭或螺母。圖 13-26 示一正級半加工螺栓及螺母 (用圖 13-24 之法繪出)，其六角頭畫作對面狀，六角螺母作對角狀。螺紋長度可從附錄中之製造商表內查得。圖 13-29 至 13-32 為各種螺栓之視圖及其註解。

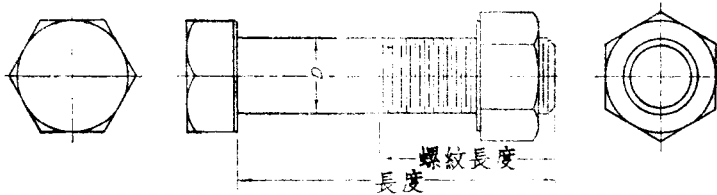


圖 13-26 美國標準正級半加工螺栓。

13-25 畫美國標準螺栓及螺母——近似法。若欲畫多個連接品，而頭之準確形狀並無畫出之必要 (畫其準確形狀，目的在示餘隙之多少)，則用近似法甚覺愜意。畫時需下列資料：(1) 直徑，(2) 長度，(3) 頭或螺母之型式。憑直徑估計  $W$  (寬度)、 $H$  (高度)、 $T$  (厚度)，則可節省時間。正級用一組比例，重級用另一組，畫出之視圖極似實際之頭及螺母。 $W$ 、 $H$ 、 $T$  三值既已確定，餘下之作圖步驟與真實形狀法相同。

正級六角螺栓頭及螺母 (對角) 之繪製步驟。圖 13-27。此法所得之結果，與正級公式 ( $W = 1\frac{1}{2}D$ ,  $H = \frac{3}{8}D$ ,  $T = \frac{7}{8}D$ ) 求得者極為近似。方形與六角形可用同值，對角及對面視圖中均然。圖 13-28 示重級六角螺栓頭及螺母 (對角) 之繪製步驟。此法所得之結果，與重級公式 ( $W = 1\frac{1}{2}D + \frac{1}{8}$ ,  $H = \frac{3}{4}D$ ,  $T = D$ ) 求得者極近似。方形與六角形可用同值，對角及對面視圖中均然。

有帽螺釘及其他連接品則並無簡單畫法。緣其祇有一種級別及加工，自

表中直接查出頭及螺母之尺寸，無甚不便。

1. 定連接品之直徑  $D$ 。
2. 憑目力定  $P$  於中心線及外徑之中央，以圖上所示之尺寸作為  $W/2$ 。
3. 憑目力將自  $P$  至中心線間之距離三等分，以圖上所示之尺寸作為  $H$  (頭高)。
4. 憑目力將自  $P$  至外徑間距離平分，以圖上所示之尺寸作為  $T$  (螺母厚度)。
5. 循真實形狀法之步驟畫螺紋。作圖時螺紋長度可定為  $2D + \frac{1}{4}$ "

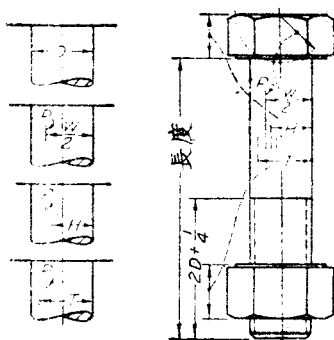


圖 13-27 正級六角螺絲頭及螺母(對角)之繪製步驟(近似法)。

1. 定直徑  $D$ 。以此距離作為  $T$  (螺母厚度)。
2. 憑目力定  $P$  於中心線及外徑之中央，以圖上所示之尺寸作為  $H$  (頭高)。
3. 憑目力將自  $P$  至外徑間之距離平分，以圖上所示之尺寸作為  $W/2$ 。
4. 循真實形狀法之步驟畫螺紋。

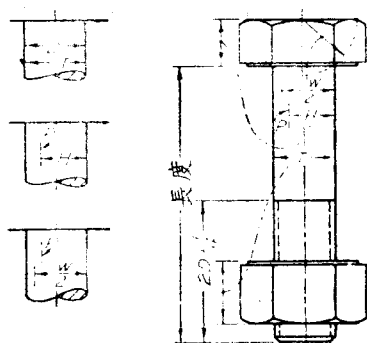


圖 13-28 重級六角螺絲頭及螺母(對角)之繪製步驟(近似法)。

13-26 美國標準螺栓之寸法及規範。螺栓宜用註解規定，其中包括之各項依下列次序，不得顛倒：(1)直徑及長度；(2)材料(鋼則不予寫明)；(3)加工類別；(4)級別(正級不予寫明)；(5)頭之型式；(6)螺母之型式(若與頭同，則不予寫明)；(7)螺紋規範。

例： $\frac{1}{2}$ "  $\times$  4" 鋼不加工重級方頭螺絲；鋼-半加工重級六角螺母， $\frac{1}{2}$ "-13 NC-2。

可縮寫如下：

$\frac{1}{2}$ "  $\times$  4" 鋼不加工重方螺絲；鋼半加工重六角螺母， $\frac{1}{2}$ "-13 NC-2 ( $\frac{1}{2}$ "  $\times$  4" Copper Unfin Heavy Sq Hd Bolt; Steel Semifin Heavy Hex Nut,  $\frac{1}{2}$ "-13 NC-2)。

若螺絲為鋼製正級，頭及螺母相同，則其規範為：

$\frac{1}{2}$ "  $\times$  4" 半加工六角頭螺絲及螺母， $\frac{1}{2}$ "-13 NC-2。

( $\frac{1}{2}$ "  $\times$  4" Semifin Hex Hd Bolt and Nut,  $\frac{1}{2}$ "-13 NC-2)。

圖 13·29 至 13·32 示規定各種螺絲及螺母用之註解方式。

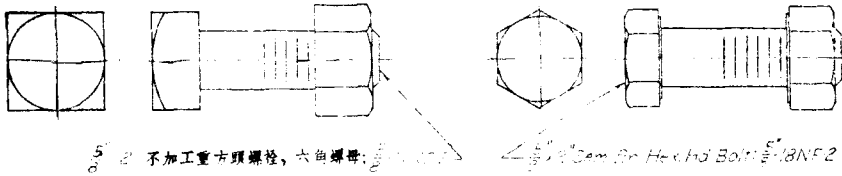


圖 13-29 美國標準不加工重級螺絲。

圖 13-30 美國標準半加工正級螺絲。

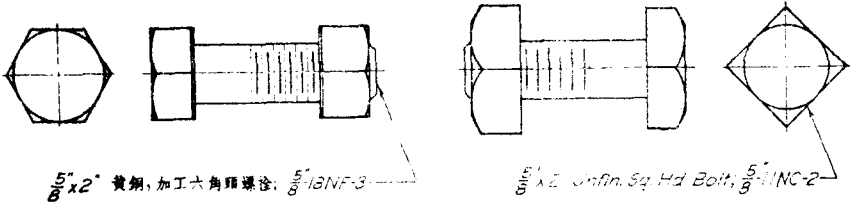


圖 13-31 美國標準加工正級螺絲。

圖 13-32 美國標準不加工正級螺絲。

13-27 柱頭螺絲(Stud)。圖 13·33。柱頭螺絲亦稱雙頭螺絲, 為兩端均有螺紋之桿, 用於不適用貫穿螺絲(Through Bolt)之處, 如汽缸頭(Cylinder Head), 櫃蓋(Chest Cover)等常須移動之機件。其一端旋緊於陰螺孔內, 伸出之一端即導引可移件至妥貼之位置。永久旋緊之端稱為“柱栓端”(Stud End), 他端稱“螺母端”。有時在柱栓端留下一段凸出物, 以供辨認。美國標準學會尚未將柱頭螺絲訂成標準。柱栓端之螺紋長度視陰螺孔所在件之材料而定, 見圖 13-21。螺紋應在孔頂緊緊咬住, 俾於移去螺母時, 不致將柱頭螺絲旋出。

螺母端之螺紋長度勿過短, 務使用螺母夾緊兩件時, 無中途結住, 不能前進之虞。柱頭螺絲亦可用作貫穿連接品, 兩端各具一螺母。柱頭螺絲及螺母通常在組合圖上用註解規定, 如圖 13-33A 所示, 各項目之次序如下: (1)直徑及長度; (2)材料(鋼則不予寫明); (3)螺母端之螺紋規範及螺紋長度; (4)螺母之型式; (5)柱栓端之螺紋規範及螺紋長度。

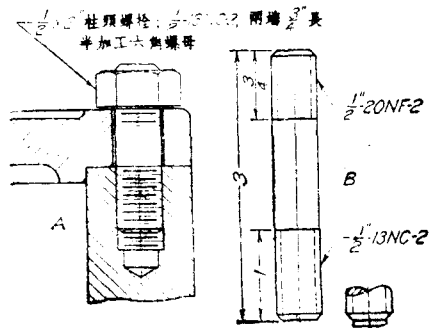


圖 13-33 柱頭螺絲。

例： $\frac{1}{2}$ " $\times$ 4"黃銅柱頭螺栓； $\frac{1}{2}$ "-20 NF-2, 1"長；半加工六角螺母， $\frac{1}{2}$ "-13 NC-2,  $\frac{3}{4}$ "長 ( $\frac{1}{2}$ " $\times$ 4" Brass Stud;  $\frac{1}{2}$ "-20 NF-2, 1" Lg with Semifin Hex Nut and  $\frac{1}{2}$ "-13 NC-2,  $\frac{3}{4}$ " Lg). 若兩端螺紋相同，材料為鋼，則為： $\frac{1}{2}$ " $\times$ 4"柱頭螺栓； $\frac{1}{2}$ "-13 NC-2, 兩端 $\frac{3}{4}$ "長；半加工六角螺母 ( $\frac{1}{2}$ " $\times$ 4" Stud;  $\frac{1}{2}$ "-13 NC-2,  $\frac{3}{4}$ " Lg both ends; with Semifin Hex Nut).

詳圖上之柱頭螺栓規定法，見圖 13-33B.

13-28 有帽螺釘(Cap Screw), 圖 13-34, 亦用以連結兩件, 其一端穿過一件之光孔, 他端旋於他件之陰螺孔內; 是為與螺栓不同之處. 用於金工機械及他種須大小精密外表光潔之產品. 螺紋為第三種配合之粗級或細級, 全加

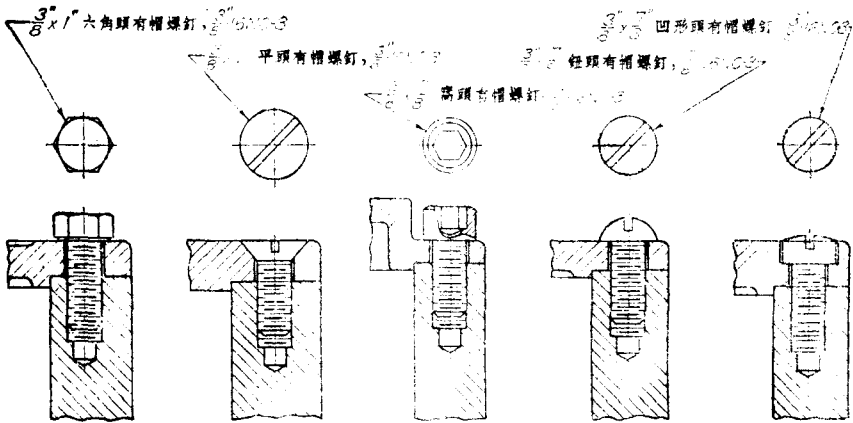


圖 13-34 美國標準有帽螺釘.

工之有帽螺釘, 依照美國標準學會所設之公式精密製成. 半加工者則未見必與基本公式符合無間.

圖 13-34 所示之五種頭型為標準者. 詳細之尺寸見附錄.

畫六角頭之步驟與畫六角頭螺栓相同. 他型之頭則見圖 13-34, 其尺寸可查附錄之表. 圖上毋須畫出連接品與機件間之餘隙, 惟須在尺寸中示出.

有帽螺釘以註解規定之, 各項之次序如下: (1)直徑及長度; (2)材料(鋼則不予寫明); (3)頭型; (4)螺紋規範.

例： $\frac{3}{8}$ " $\times$ 1 $\frac{1}{2}$ "黃銅六角頭有帽螺釘,  $\frac{3}{8}$ "-16 NC-3 ( $\frac{3}{8}$ " $\times$ 1 $\frac{1}{2}$ " Brass Hex Hd Cap Screw,  $\frac{3}{8}$ "-16 NC-3).

13-29 機螺釘 (Machine Screw) 之外觀與有帽螺釘同. 各種頭之名稱亦同, 惟半橢圓形者稱“圓頭”(Round Head), 非似有帽螺釘之稱為“鈕頭”(Button Head). 四種標準頭見圖 13-35. 倘有其他多種形狀, 可供特殊

用途。所有之頭均刻槽, 以保護螺釘。螺紋為粗級或細級。直徑僅三個分數大小  $\frac{1}{4}$ "、 $\frac{5}{16}$ " 及  $\frac{3}{8}$ " 與實際尺寸相符, 餘均為名義而已。其註解各項依下列次序: (1)直徑; (2)每吋螺紋; (3)長度;

(4)材料(鋼則不予寫明); (5)頭型。

例: 10 號,  $24 \times \frac{1}{2}$ " 黃銅凹形頭機螺釘 (No. 10-24  $\times \frac{1}{2}$ "

Brass Fillister-head Machine Screw

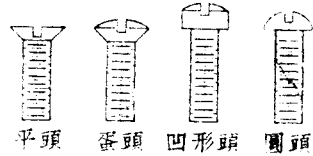


圖 13.35 美國標準機螺釘。

標準頭之機螺釘之美國標準尺寸見附錄。

13.30 固定螺釘 (Setscrew) 為硬化鋼所製, 用以固定兩件之相對位置: 旋於一件之中, 頂端抵住另一件。圖 13.36 示美國標準之方頭式及數種無頭螺釘。圖 13.37 示頂端之數型。畫圖用之尺寸見附錄。無頭固定螺釘依照工

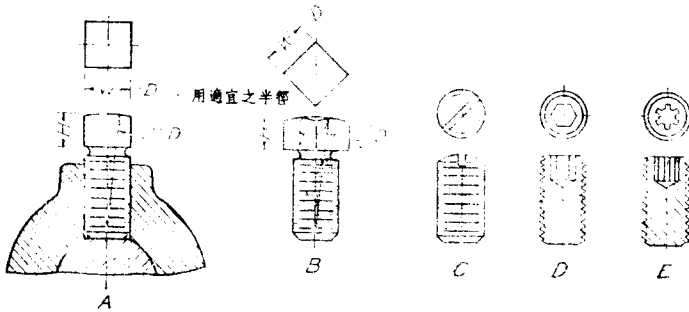


圖 13.36 固定螺釘之頭。

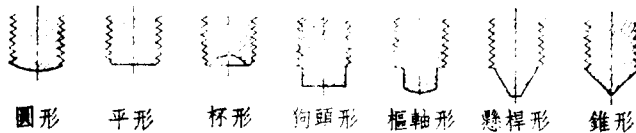


圖 13.37 固定螺釘之頂端。

廠考驗法之安全規則製造, 此法規對移動部分凸出螺釘之應用限制頗嚴。註解須依下列次序: (1)直徑; (2)長度; (3)頭型; (4)頂端型式; (5)螺紋規範。

例:  $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}$ " 方頭錐頂固定螺釘,  $\frac{1}{4}$ "-20 NC-2 ( $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}$ " Sq Hd Cone-pointed Setscrew,  $\frac{1}{4}$ "-20 NC-2).

13.31 特殊螺母之標準樣式。防鬆螺母 (Jam Nut), 美國標準之防鬆螺母為最普通之鎖緊裝置 (Locking Device), 見圖 13.38 及 13.39。除厚度外, 其尺寸與相當之普通螺母完全一樣, 且亦有正、重、輕三級, 半加工及不加





工(輕級無不加工者)兩類。所有之頂均為平面斜切者。不加工者之承面為簡單面; 半加工者為墊圈面, 或斜切而成之面。樣式僅六角形一種。詳細尺寸見附錄。

槽孔螺母(Slotted Nut), 圖 13-38 及 13-39, 主要用於自動機。有正, 重, 輕, 及輕厚諸級, 而僅半加工一種。所有之頂均為平面斜切者。承面為墊圈面, 或斜切而成之面。槽孔之底或方或圓, 由製造者決定。詳細尺寸見附錄。

輕厚螺母(Light-thick Nut), 圖 13-38, 除厚度外, 與輕級中之相當大小者, 尺寸完全一樣。見附錄。僅有六角形半加工一種。頂為平面斜切者。承面為墊圈面, 或斜切而成之面。

輕變形螺母(Light Castle Nut), 圖 13-38, 用途與槽孔螺母同。承面成墊圈面, 或由斜切而成。槽底或方或圓。詳細尺寸見附錄。

機螺釘螺母(Machine-screw Nut), 圖 13-38, 為六角形。頂平面斜切。承面為簡單面, 墊圈面, 或斜切面。其大小除三個分數尺寸外, 均以號碼表之。見附錄。

埋頭螺柱螺母(Stove-bolt Nut), 圖 13-38, 為正方形。頂與底均為平面, 不加斜切。其厚度及兩對面之寬度, 均與六角形機螺釘螺母相同。所用之螺紋樣式有二: 一為美國標準之粗及細螺紋級; 另一為螺旋公與螺鑽製造者標準(Tap and Die Manufacturer's Standard), 後者之峯根寬度均較大。二者不可互換。美國標準均以號碼表示其尺寸, 而多數製造商則將埋頭螺柱列成分數尺寸, 自  $\frac{1}{8}$ " 至  $\frac{1}{2}$ "。

13-32 防鬆螺母及鎖緊裝置 (Lock Nut and Locking Device)。圖 13-39。通常情形之下, 螺紋已可穩固各件之位置。然在軌道接頭或汽車引擎等常受衝擊或震動之處, 則可用許多不同之鎖緊裝置, 以防止螺母鬆弛。普通

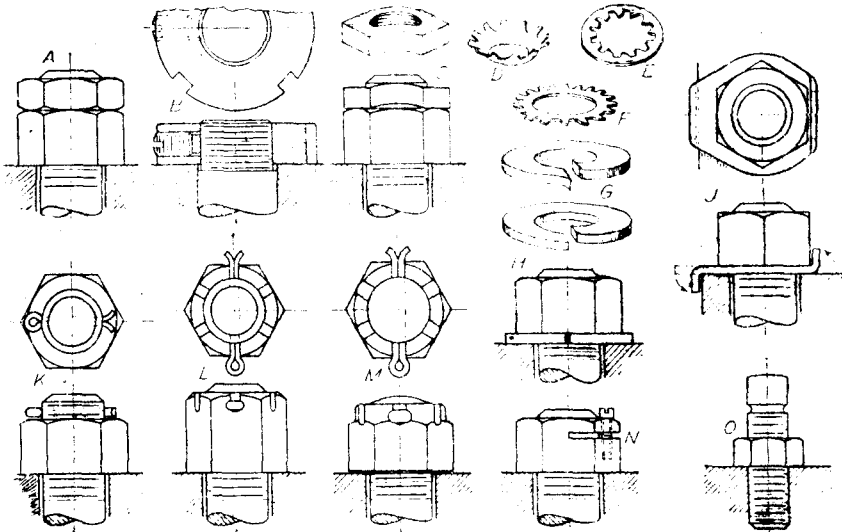


圖 13-39 鎖緊裝置。

之裝置為防鬆螺母，如圖 A。美國標準之防鬆螺母，除厚度外，其尺寸與相當之普通螺母同。泛用於自動機之槽孔螺母，須以銷(Cotter)或金屬線固定之，如圖 L。蝶形螺母(Castellated Nut)具有細或特細之螺紋，用於航空工程之輕管剖面上，如圖 M。圖 B 示一圓螺母(Round Nut)，以一固定螺釘鎖緊之；固定螺釘之下有一黃銅片以防螺紋受損，此即金工機械中所用普通式樣之固定螺母。C 為一種防鬆螺母，其螺紋在刻成後即使之變形。專利之彈簧墊圈(Spring Washer)如 D、E、F 等，為普通之裝置。另有汽車工程師學會(SAE)之三種標準彈簧防鬆墊圈即：SAE 輕式，SAE 標準式，SAE 重式；其式樣如圖 G、H 所示，均以名義直徑(Nominal Diameter)及重量規定之。

例：1/2" SAE 重式防鬆墊圈 (1/2" SAE Heavy Lock Washer).

若為特種，則將名義直徑與鋼剖面之寬及厚並列。

例：1/2 × 3/16 × 3/32 SAE 防鬆墊圈 (1/2 × 3/16 × 3/32 SAE Lock Washer) (見附錄)。

有一種防鬆墊圈，當按上螺母時即將其折曲，J 為典型之樣式。彈簧插銷(Spring Cotter)之用法如 K。圖 N 及 O 所示者，其作用一目了然。以上所述者僅許多鎖緊裝置中之一部分。

13.33 刮屑板用螺栓或肩螺釘 (Stripper Bolt or Shoulder Screw).



圖 13.40 刮屑板用螺栓或肩螺釘。

圖 13.40. 此種連繫品過去多用於衝鑽工作，以定刮屑板(Stripper)於衝床(Punch)

上。現則普遍用於緊繫機器之各部，如凸輪(Cam)附件、連桿(Link)、槓桿、及擺動部分等。長度從 1 吋至 7 吋，直徑有四種，為製造商之標準。螺紋為粗級。詳細尺寸見附錄。

13.34 美國標準無槽圓頭螺栓 (Unslotted Round-head Bolt) 僅用為貫穿連接品。此類螺栓包括車身螺栓(Carriage Bolt)、級螺栓(Step Bolt)、鈕頭螺栓(Buttonhead Bolt)、及埋頭螺栓(Countersunk Bolt)。其中數種，頭下具方形之肋(Rib)或突片(Fin)，俾不致轉動，專用於木料之連繫。其螺紋係美國標準之粗級，或為割削或為模成。附錄中之表，示頭之式樣及適於作圖之比例公式。準確尺寸可查美國標準學會 18.5-1939 小冊。

13.35 聯邦標準螺栓及螺母。在採用美國標準之前，通常所用者為聯邦標準；至今仍有數地沿用舊標準，而不用美國標準之正級。聯邦標準之比例

公式為： $W = 1\frac{1}{2}D + \frac{1}{8}$ ；頭高為  $W/2$ ；螺母厚度為  $D$ 。是以聯邦標準實際上與美國標準之重級相同，僅其六角形之斜切角非  $30^\circ$  而為  $45^\circ$ 。故“不加工重級”(Unfinished Heavy)之表，亦可作舊聯邦標準之用。

13-36 Dardelet 螺紋。Dardelet 自鎖螺紋為無須輔助裝置，而使螺母在震動時仍能穩固之特殊螺紋。其輪廓(圖 13-3) 類似 Acme 螺紋，但陽螺紋之根及陰螺紋之峯均削成與軸線成約  $6^\circ$  之斜度。螺母旋上時起初頗為輕易，但一俟承面到達休止之地位，扭轉矩(Wrench Torque) 即迫使兩斜面咬緊。圖 13-41 示螺母鎖緊及未鎖緊之位置。繪製 Dardelet 螺栓螺母圖時，頭

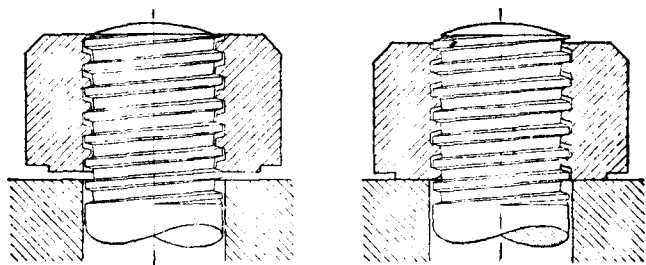


圖 13-41 未鎖緊及鎖緊之 Dardelet 螺紋。

之大小與美國標準正級者相同。螺母除厚度外亦相同。厚度可畫成  $1\frac{1}{8}D$ 。

13-37 Dardelet 自鎖鉚釘螺栓 (Dardelet Self-locking Rivet Bolt), 圖 13-42, 混合鉚釘及螺栓之原理。頭之尺寸係按美國汽鍋製造商聯合會 (American Boiler Makers Association, 簡稱 ABA) 之標準。螺母則照美國標準重級之大小，但厚度則較其略大  $\frac{3}{16}$ ” 至  $\frac{1}{4}$ ”，以便鑽一直徑較螺紋長徑 (Major Thread Diameter) 大  $\frac{3}{32}$ ” 之柱坑 (Counterbore)。從

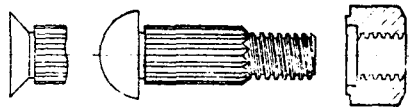


圖 13-42 Dardelet 鉚釘螺栓。

頭至螺紋端之一段身部，圍以三角形之肋 (Rib)。因製造時不用鎚縮 (Up-setting)；故以富有抗剪及抗牽強度 (Shear and Tensile Strength) 之材料製成。以之與普通鉚釘 (Rivet) 相較，有減少噪聲，配合緊密，及剪力牽力較高等優點。

大城市中特許之製造商及分配商，常備有 Dardelet 鉚釘螺栓。其詳盡之尺寸及規範，可向之索取。

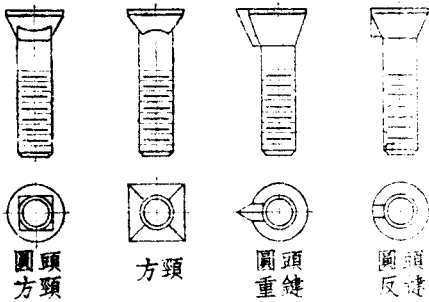


圖 13.43 美國標準螺絲。

13.38 犁螺栓(Plow Bolt).  
圖 13.43. 美國標準學會曾自 182 種犁螺栓中規定四種標準式樣。其特殊用途及尺寸等見美國標準學會公報 B18f-1928.

13.39 Parker-Kalon 硬化自旋螺釘 (Hardened Self-tapping Screw). 圖 13.44. 具有硬化螺紋之各種連接品; 近來已發展而通行; 僅須將其旋入大小適當之孔內, 即能形

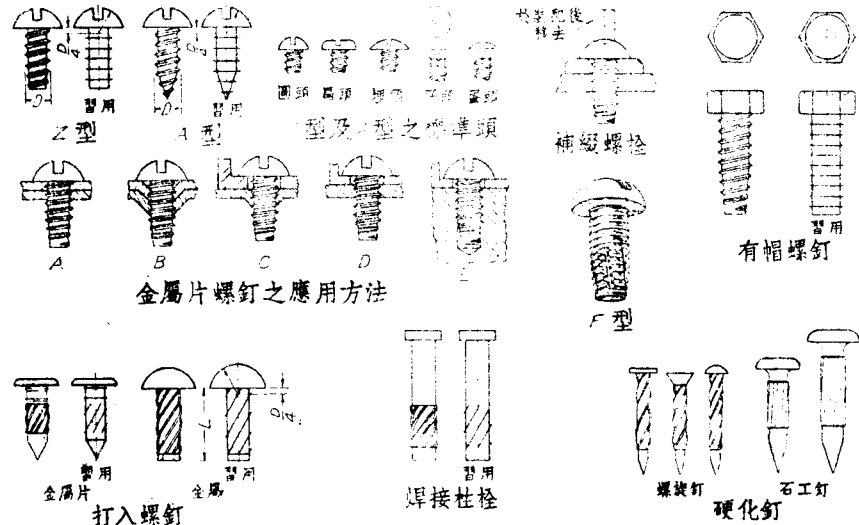


圖 13.44 Parker-Kalon 硬化自旋螺釘。

成陰螺紋。用此種螺釘所得之連接未必最佳,故並不能代替螺絲、機螺釘、鉚釘(Rivet)等物。但有時如可收迅速、穩妥、及工作簡易之效,則以用之為宜。結果能否滿意,繫於連接品之大小,孔之大小,接合面之多寡,材料之種類等因素。教授工程畫、機械設計等課者可向製造者索取詳細之資料單,以備教室應用。Parker-Kalon 自旋有帽螺釘 (Self-tapping Cap Screw) 之螺紋特殊,可用於輕、重裝配工作。可以之繫定金屬薄片、鋼板,及  $\frac{1}{2}$ " 以內之構造用鋼;黃銅(Brass)、鋁、及壓鑄件;板石(Slate)及石棉等。用時應鑽一特定直徑

之孔，將其轉入，故鑽頭之大小頗屬重要。此種螺釘無需旋陰螺紋，故可將其移換，而並不影響執持力。螺紋與鑽頭之大小，可參閱附錄之表。

硬化自旋金屬片螺釘 (Hardened Self-tapping Sheet-metal Screw) 之頂端式樣有二，商業上稱為 A 型及 Z 型。其主要區別，A 型有錐尖形之頂端，而 Z 型則為鈍者。圖 13·44 為標準頭之各種式樣。尚有多種特別式樣，以手或動力趕錐 (Power Screw Driver) 或以自動進給機 (Automatic Feed Machine) 旋入之。應用圖 13·44 上螺釘之各種不同方法如次：

圖 A. 在二輕金屬薄片 (Light-gage Sheet Metal) 上鑽或衝同樣大小之孔。

圖 B. 二輕金屬薄片相疊，同時衝孔，上方之毛口嵌於下方之毛口內。此法之連接較 A 牢固。

圖 C. 有寬孔之板緊定於一輕金屬薄片上。此金屬薄片須貫穿 (Pierced)，俾有較大之螺紋接合面 (Engagement)。

圖 D. 有寬孔之板緊定於一重金屬薄片 (Heavy-gage Sheet Metal) 上。金屬薄片須鑽孔或衝孔。

圖 E. 板緊定於一鋸質整塊或壓鑄件 (Die Casting) 等上。板上須有寬孔，使二件得以緊緊。

硬化自旋螺釘 商業上稱為 F 型之一種，用於脆性或粒狀材料如鑄鐵、韌鑄鐵 (Malleable Iron)、石膏、電木等。其凹槽頭 (Tap-fluted Pilot) 於旋入所繫物時，即在其上劃成螺紋。螺紋為美國標準之粗級及細級，故可配一螺母，於必要時且可以標準機螺釘代之。用此種螺釘時，應先在繫定物上鑽一適當直徑之孔，然後將其旋入。鑽頭之大小，極大及極小之進入率 (Penetration Factor) 對其結果之是否美滿頗為重要，故應查考製造商之目錄。

硬化金屬打入螺釘 (Hardened Metallic Drivescrew) 可總入，或以壓力機 (Press) 壓入於鐵、黃銅、鋁鑄件、鋼、塑膠等件作為永久連接品。此等材料之厚度須不小於螺釘之身直徑 (Body Diameter)。

金屬片打入螺釘 (Sheet-metal Drivescrew) 汽車匠、車身工人、及整飾工場 (Trim Shop) 用之，使整幔等物固定於金屬車身，雖經劇烈震動亦無脫落之虞。用時將螺釘錘入鑽、衝或穿成之大小適宜之孔內。若用漏斗進給壓力機 (Hopper-feed Press) 壓入，則不必在金屬上鑽孔或衝孔。

自旋補綴螺絲 (Self-tapping Patch Bolt) 用以修理鐵路、船舶及橋樑上  $\frac{1}{2}$ " 以下之鋼板或結構鋼形 (Structural Shape)。用時先於構件 (Member) 上製一大小適宜之孔，以套筒 (Socket) 或扳鉗 (Wrench) 將螺絲轉入。乃敲

下其方形之柄(此並未硬化),並將頭銼光。孔之大小頗影響結果,其尺寸胥視材料及其厚薄而定。欲得適當之尺寸,可檢製造目錄。

焊接柱栓(Welding Stud) 用於重鑄鐵件之焊接。其用法為鑽一大小適宜之孔,將柱栓打入。打入時,其硬化之螺紋在鑄件內形成一螺紋,於是成爲楔與螺釘之組合,使鑄件與焊接完全結合。

硬化石工釘(Hardened Masonry Nail) 薄金屬工匠、屋面匠、鉛管匠、電料匠、招牌匠等常用之以釘物於石類上。用法:鑽一大小適宜之孔,然後以錘錘入。較軟之石類如膠泥、煤渣混凝土、灰泥等可不必鑽孔。

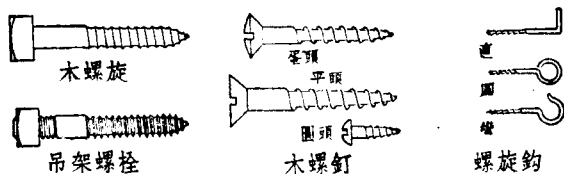


圖 13-45 木螺釘。

金屬片螺旋釘(Sheet-metal Screw Nail)用以繫金屬片於木件;既如普通釘之便於應用,更有一般螺釘之夾持特質。用於薄金屬可直接錘入,厚金屬則須預爲衝孔。其大小及頭之式樣種類繁多。

13-40 木螺釘(Wood Screw)之螺紋隨木及金屬之夾持力而定。頭之



圖 13-46 Phillips 凹槽頭。

標準樣式有三——圓、平及蛋形——,見圖 13-45。加工種類甚多,如青燬(Blued)、鍍鉻、鍍鎳等。頭上刻以深槽;或製成特殊形狀,稱“Phillips 凹槽頭”(Phillips' Recessed Head),圖 13-46,優點甚多。此種式樣能自適其中心,趕錐(Driver)亦不會滑出。故過去須用小手小心旋入者,今可改用動力趕錐。頭上有槽之連接品均可改用 Phillips 頭。木螺釘之直徑以號碼標明,用於木上

之其他連接品爲木螺旋(Lag Screw)、吊架螺栓(Hanger Bolt)及螺釘鈎(Screw Hook)等,見圖 13-45。

13-41 其他式樣之連接品。圖 13-47 示其他各種螺栓及螺釘之繪法。

13-42 航空螺紋(Aero Thread)。在航空螺紋制度中,以一螺形彈簧(Coil-spring)嵌入陰螺孔內,見圖 13-48;於是在鋁及鎂合金等較軟之材料

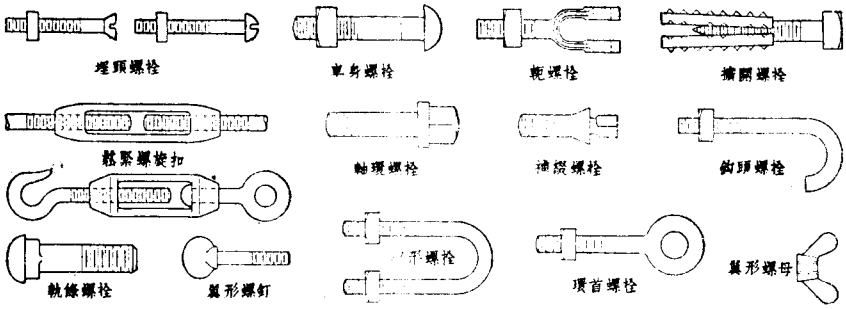


圖 13-47 各種螺栓及螺釘。

上,可用強度稍高之有帽螺釘及柱頭螺釘。陰螺孔內裝配彈簧,為螺釘備下光而硬之承面。孔內之螺紋與美國標準螺紋之樣式相同。螺釘之紋為淺圓形。割削此類螺紋,固須特殊螺鏢;而裝置彈簧,亦特特殊工具。

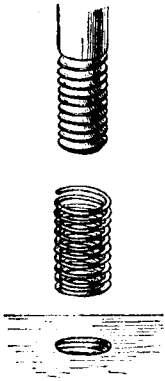


圖 13-48 航空螺紋

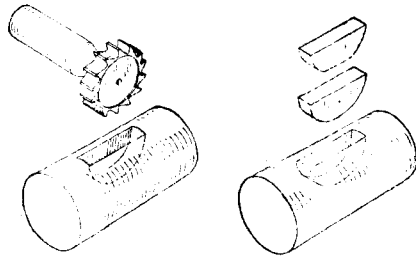


圖 13-49 Woodruff 鍵。

13-43 鍵(Key)。在機械圖中常須表示將輪、曲柄 (Crank) 等固定於軸上所用之鍵。最普通之式樣稱 Woodruff 鍵,為一圓底或平底之平弓形盤 (Flat Segmental Disk), 如圖 13-49。此種鍵以號碼規定,其標準大小之表見附錄。Woodruff 鍵與軸之比例之基本規則為: 鍵寬等於軸直徑之四分之一, 鍵半徑等於軸半徑。選用最近此尺寸之標準鍵。繪製 Woodruff 鍵時, 須將弧之中心置於鍵頂上方, 其距離為鋸之厚度之半。附錄表中之 E 欄即為此項距離之數量。

簡單及斜式 (Tapered) 之方鍵與平鍵應用頗廣。圖 13-50 之 A 示一方鍵, B 示一劈頭拔梢鍵 (Gib-head Taper Key)。方、平鍵及拔梢鍵已經美國標準學會制定標準, 其用於各種軸直徑上之尺寸見附錄。C 為一圓端之 Pratt

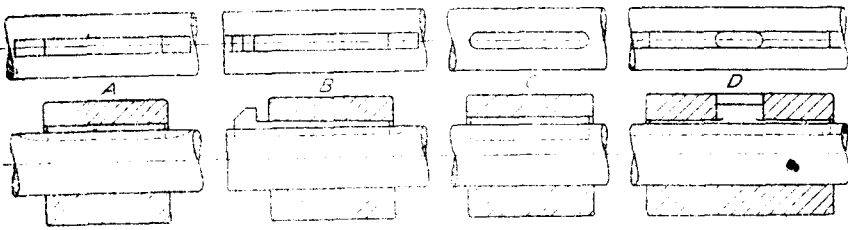


圖 13-50 方鍵與平鍵。

and Whitney 鍵。滑鍵(Feather)為一種直鍵，可任物件在軸上縱向滑動，但不能在軸上轉動。有時在兩端各具一長劈(Gib)，有時則具一個或多個凸出物如 D。具此裝置時，則鍵槽(Keyway)必須伸至軸之一端。

圖 13-51 為三種低能率(Light Duty)之鍵：鞍形鍵(Saddle Key)、平鍵(Flat Key)及針鍵(Pin Key)(或稱 Nordberg 鍵)，常用於軸端，例如繫定一手輪於軸上。軸與殼(Hub)同時絞或鑽一斜梢孔(Tapered Hole)，置斜銷(Taper Pin)於內。為便於機製，二件之材料必須相同。



圖 13-51 低能率之鍵。

圖 13-52 示數種高能率(Heavy Duty)之鍵。A 為 Barth 鍵，乃平形栓(Spline)之改良。B 為 Kennedy 鍵，C 為單向傳動之 Lewis 鍵；二者之剪力線均在對角線上。D 與 E 為二栓軸(Splined Shaft)，普遍用以代替鍵軸(Keyed Shaft)。E 為較新之美國標準學會漸伸線栓(B5.15 1946)。

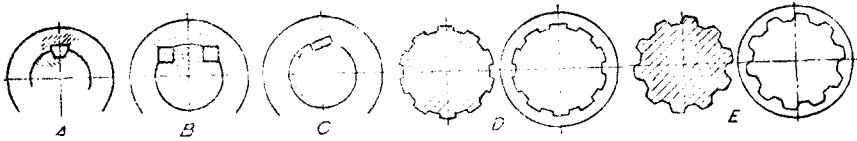


圖 13-52 高能率之鍵。

13.44 鍵之規範。鍵視其種類，以註解或號碼定之。

方鍵及平鍵以註解規定其寬度、高度及長度。

例： $\frac{1}{2}$  方鍵  $2\frac{1}{2}$  長 ( $\frac{1}{2}$  Square key  $2\frac{1}{2}$  Lg).

$\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$  平鍵  $2\frac{1}{2}$  長 ( $\frac{1}{2} \times \frac{3}{8}$  Flat key  $2\frac{1}{2}$  Lg).

Woodruff 鍵用號碼規定。見附錄第 648 頁。

例：808 號 Woodruff 鍵 (Woodruff key No. 808).



Pratt and Whitney 鍵用號碼規定。見附錄第 647 頁。

例：6 號 Pratt and Whitney 鍵 (Pratt and Whitney key No. 6)。

其他各鍵之尺寸及規範可查手冊及製造商目錄。

鍵槽 (Keyway) 及鍵座 (Keyseat) 可用圖 13·53 之註解規定。在互換生產時，則以用圖 13·54 之法為宜。

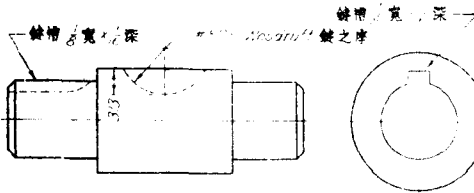


圖 13·53 用註解之寸法。

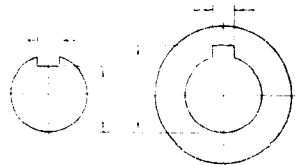


圖 13·54 互換製品之寸法。

**13·45 鉚釘 (Rivet)。** 鉚釘常用在諸金屬薄片或輻金屬上，作永久之連繫。是乃鋼或煨鐵質之圓桿，一端製成頭；於熾熱時置於連繫位置，鎚（或壓）另一端亦成一頭。鉚釘孔為衝、銜絞或鑽成，其直徑較鉚釘之直徑為大。鉚釘體 (Shank) 之大小，以能於鎚打後充滿於孔，及形成一頭為度。

鉚釘接合 (Riveted Joint) 之設計非本書範圍，可不討論；此處僅涉及其繪法。大鉚釘用於構造鋼之建築及鍋爐、水箱之製造。小鉚釘用以裝配輕構造鋼形及金屬薄片。在結構工作中，所用之頭僅二種：鈕頭 (Button Head) 及埋頭 (Countersunk Head)，其標準符號見圖 27·5。

鍋爐及水箱上，鉚釘頭同時受壓力及剪力，故須採用如圖 13·55 所示之式樣。

板之連接可用搭接 (Lap Joint) 或對接 (Butt Joint)。圖 13·56 為單行、雙行鉚搭接 (Single and Double riveted Lap Joints)，單、雙狹條對接 (Single and Double Straps) 之例。小鉚釘頭之美國標準比例公式見圖 13·57。

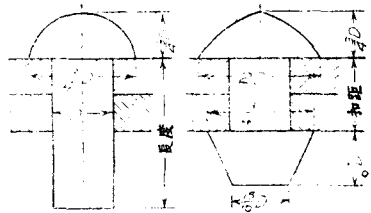


圖 13·55 鍋爐及水箱鉚釘。

**13·46 盲目鉚法 (Blind Riveting)。** 在飛機及相似之工作中，每無法直接捶擊鉚釘，是時須採用一種盲目鉚法。下列為普通之型式。

Du Pont 鉚釘 圖 13·58，有一小洞，充以火藥，將電熱工具施於頭上，

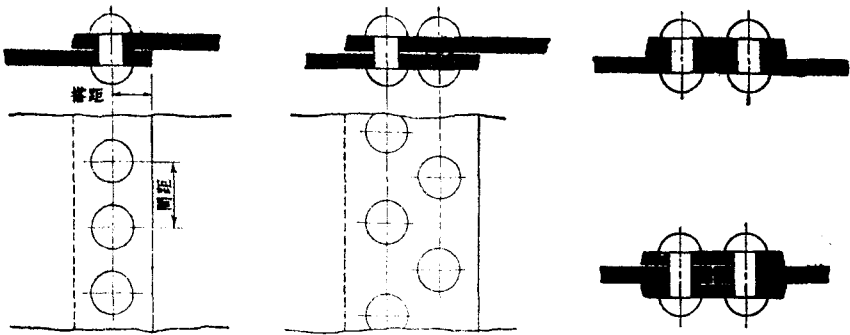


圖 13.56. 搭接及對接.

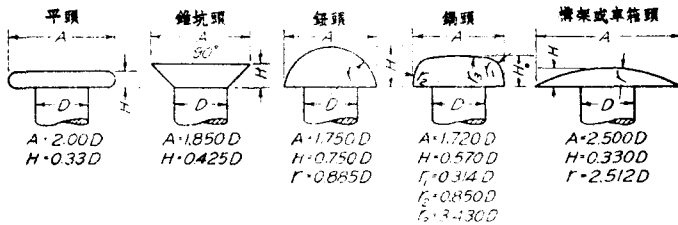
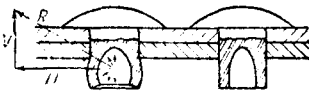


圖 13.57. 美國標準小鉚釘.

即能使其爆發。鑽孔之大小及可許之扣距(Grip)長度，務須嚴格遵照製造商之規範。若膨脹得宜，則用於鋁合金上時，其強度為普通鉚釘之百分之 85 至 90。



V = 扣緊或壓縮力  
H = 膨脹力或承壓

圖 13.58 Du Pont 爆裂式鉚釘.

Cherry 盲目鉚釘 有實心及空心兩種。

圖 13.59 為實心式，在裝置前後之情形。鉚釘中

空，有心軸 (Mandrel) 伸出於兩端。用風力鎚或手工鎚將心軸自外面拉進鉚釘，擴大鉚釘體使充滿空洞，並形成一頭。此時仍續施拉力，至桿斷方止；乃將外露桿頭截去，使與釘頭相平。空心式之桿或

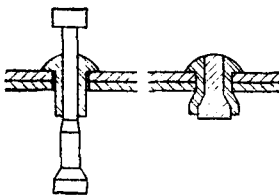


圖 13.59 Cherry 盲目鉚釘.

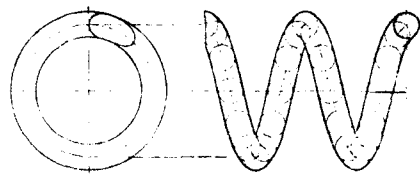


圖 13.60 彈簧之真實投影.

能完全拉過；或斷成二截，而從鉚釘中脫出。

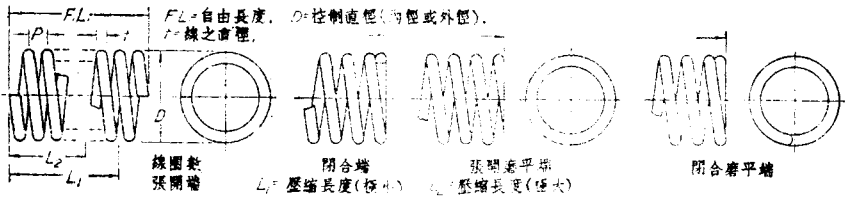


圖 13.61 壓縮彈簧之畫法及寸法。

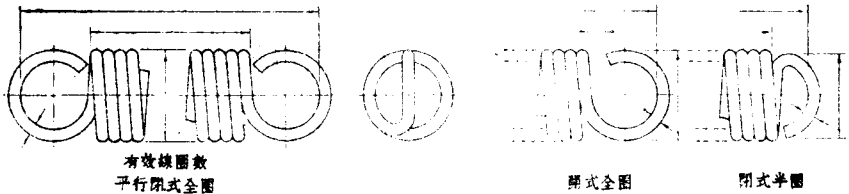


圖 13.62 牽力彈簧之畫法及寸法。

13.47 彈簧 (Spring)。彈簧可依其製成材料之形式分類，如線彈簧 (Wire Spring) 及平彈簧 (Flat Spring)。前者由圓、方或特殊剖面之金屬線 (Wire) 繞成螺旋狀 (Helical) 或螺線狀 (Spiral)。後者如鑿片、卡圈、及彈簧墊圈 (Stamping, Snap Ring, and Spring Washer)，為用扁平或條狀之材料製成。

圖 13.60 表示如何繪製圓形螺旋彈簧 (Helical Spring) 之真實投影。先畫剖面之中心線，是為一螺旋線；在其上以線之直徑作諸圓，再作此等圓之包絡曲線 (Envelope Curve)。幾何上稱之為“蜿蜒形” (Serpentine)。工作圖上之彈簧畫作雙行直線，小尺寸者則以單線表之。圖 13.61 示壓縮彈簧 (Compression Spring) 之畫法，兩端之製法，及規定法。螺旋彈簧之施力線 (Line of Action) 應與軸線疊合，故壓縮彈簧之兩端應“閉合”，“張開磨平”，或“閉合磨平” (Squared, Plain and Ground, or Squared and Ground)。“閉合”謂末圈之導程 (Lead) 漸減至零，其端與前圈相接。“磨平”即將彈簧之端磨成扁平，得百分之五十至八十之承面，彈簧即能毋須支持而立起，其軸線為鉛直。圖 13.62 及 13.63 示牽力彈簧及扭轉彈簧 (Tension and Torsion Springs)，並附註解時所需之資料。圖 13.64 示壓縮彈簧、牽力彈簧及扭轉

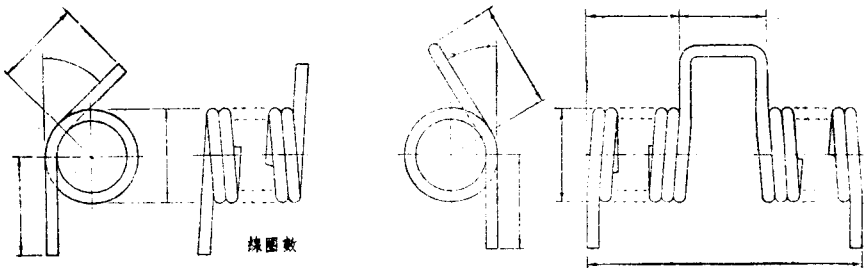


圖 13-63 扭轉彈簧之畫法及寸法。

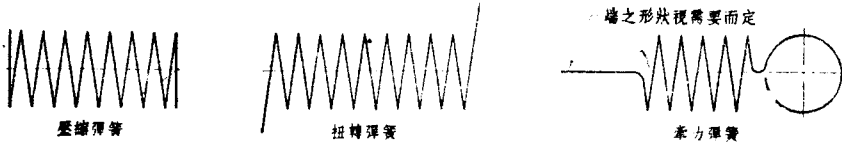


圖 13-64 彈簧之單線畫法。

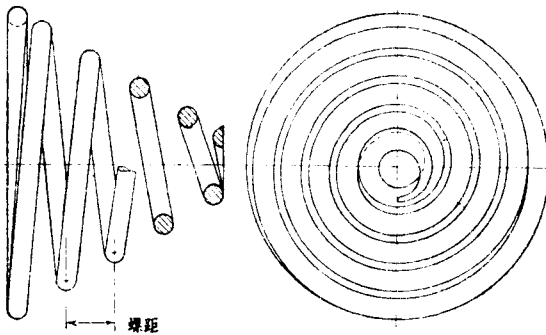


圖 13-65 錐形彈簧。

彈簧之單線畫法。圖 13-65 為錐形彈簧 (Conical Spring)，其上視圖常可省去，必需時始畫出之，為四心或二心之漸伸線 (Four-center or Two-center Involute)。

### 習 題

#### 第一組. 螺旋線。

1. 畫一螺旋線之三全轉，直徑 3"，螺距  $1\frac{1}{4}$ "。
2. 畫一錐形螺旋線之三全轉，上視圖及正視圖，螺距為  $1\frac{1}{2}$ "，大直徑 4"，小直徑  $1\frac{1}{2}$ "。

第二組. 螺紋.

3. 圖 13-66. 繪圖地位不得小於  $10\frac{1}{2}'' \times 15''$ . 試依照下述完成各視圖, 並示出螺紋、陰螺孔及其他細節:

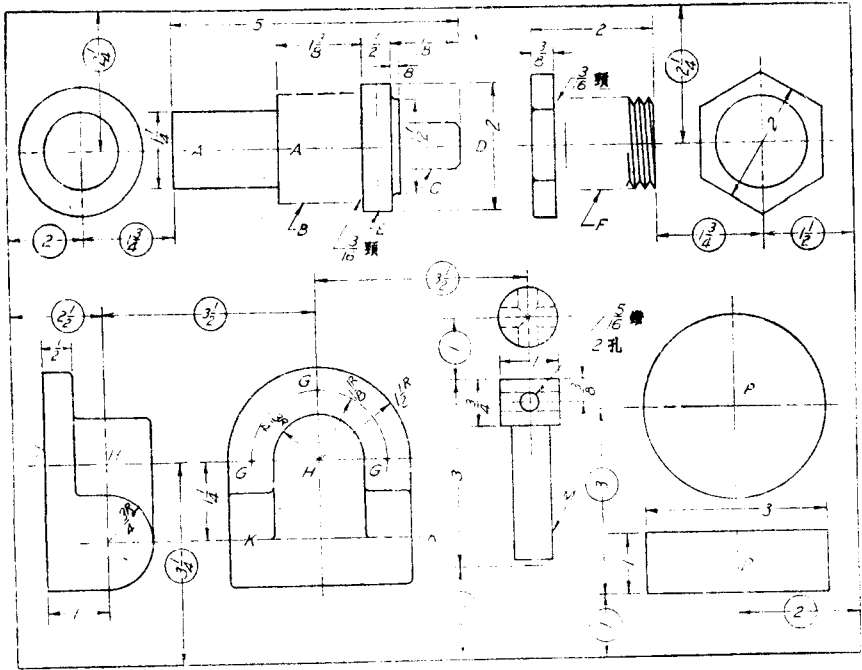


圖 13-66 螺紋.

左上角, 在中心線 A-A 上畫一個  $\frac{3}{4}''$ -10 NC-2 之陰螺孔剖面,  $1\frac{1}{2}''$  深, 有  $2\frac{1}{2}''$  深之陰螺鑽孔。在 B 處畫一個  $1\frac{3}{4}''$ -8 N8-2 之陽螺紋剖面。在 C 處畫一個  $\frac{3}{4}''$ -10 NC-2 之陽螺紋剖面。在中心線 A-A 上從 D 起, 畫一個  $\frac{1}{4}''$  鑽孔, 直通至陰螺鑽孔。在 E 處畫六個  $\frac{1}{16}''$  之鑽孔, 深為  $\frac{1}{4}''$ , 均勻分佈, 備扳鉗 (Spanner Wrench) 之用。右上角, 在 F 畫一  $1\frac{1}{2}''$ -6 NC-2 之陽螺紋。左下角, 在 G 畫三個  $\frac{3}{8}''$ -16 NC-2 之貫通陰螺孔。於 H 畫一  $\frac{3}{8}''$ -9 NC-2 之陰螺孔, 深為  $1\frac{1}{8}''$ , 其陰螺鑽孔貫通該件。在中心線 K-K 上畫一  $\frac{3}{8}''$ -14 NF-3 之貫通陰螺孔。中央之下部, 在 M 處畫一  $\frac{5}{8}''$ -18 NF-3 之陽螺紋,  $1\frac{3}{4}''$  長。右下角, 在中心線 P 上畫一  $2''$ -4  $\frac{1}{2}$  NC-2 之陰螺孔剖面。將所有之螺紋及陰螺孔, 加以詳盡規範。

4. 圖 13·67. 依下列畫諸陰螺孔, 以完成偏置托架 (Offset Support) 之視圖: 於 A, 鑽  $1\frac{3}{8}$ "-6 NC-2. 於 B, 鑽  $\frac{1}{2}$ "-13 NC-2. 於 C, 鑽  $\frac{5}{8}$ "-18 NF-3. A 及 C 為貫通孔. B 為安放柱頭螺栓之未穿孔. 材料為鑄鐵. 將陰螺孔加規範, 物體加尺寸.

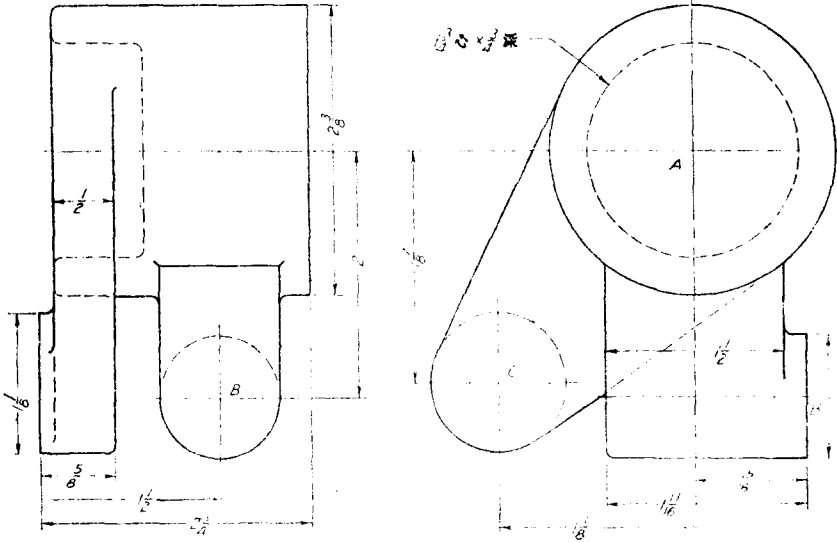


圖 13·67 偏置托架.

5. 畫方紋螺釘之二視圖, 及螺母之一剖視圖, 螺母與螺釘分置. 直徑  $2\frac{1}{2}$ " , 螺距  $\frac{3}{4}$ " , 螺釘長度 3" . 螺母為美國標準之半加工六角形(螺紋除外)
6. 與第 5 題同, 惟螺紋為 V 形, 螺距  $\frac{1}{2}$ " .
7. 畫下列各螺紋之剖面, 螺距均為 1" : 美國標準; Acme; Whitworth; 方.
8. 畫直徑 2" , 長度  $3\frac{1}{2}$ " 之螺釘: 單線方螺紋, 螺距  $\frac{1}{2}$ " ; 單線 V 形螺紋, 螺距  $\frac{1}{4}$ " ; 雙線 V 形螺紋, 螺距  $\frac{1}{2}$ " ; 雙線方形左螺紋, 螺距  $\frac{1}{2}$ " .
9. 畫閥簧 (Valve Ring), 圖 13·68, 之全部視圖, 其一為 A-A 剖視圖. 材料鑄鋼.
10. 完成圖 13·69 鑄鋼搖桿 (Rocker), 依下列示出螺紋及陰螺孔: 在中心線 A-A 上, 鑽 2"-8 N8-2; 在中心線 B-B 上, 鑽  $\frac{1}{2}$ "-13 NC 2, 備放有帽螺釘; 在中心線 C-C 上,  $2\frac{3}{4}$ "-12 N12-2; 在中心線 D-D 上,  $\frac{3}{8}$ "-14 NF-3.

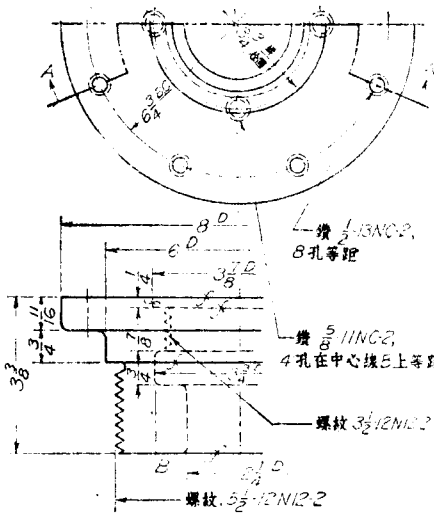


圖 13-68 閥簧。

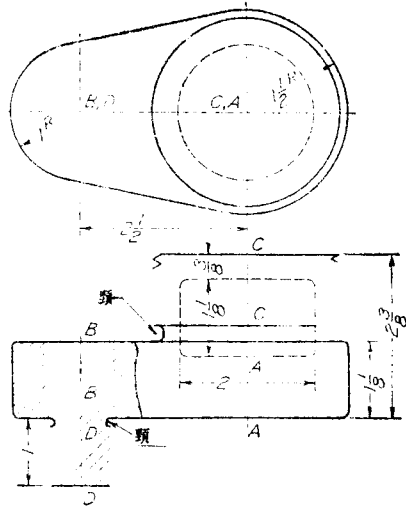


圖 13-69 搖桿。

第三組. 連接品。

11. 畫美國標準,正級,半加工,六角頭螺栓及螺母(對角)之一視圖。直徑1",長度5"。螺紋長度見附錄之表。

12. 同第11題,但螺栓及螺母為不加工者。

13. 同第11題,但螺栓及螺母為重級,方頭,不加工者。

14. 畫四個  $1\frac{1}{2}'' \times 1\frac{1}{2}''$  有帽螺釘,其頭各異。各加註名稱及規範。

15. 圖 13-70. 用一  $\frac{3}{4}''$  之美國標準六角頭有帽螺釘及鎖緊墊圈 (Lock Washer), 將各件依中心線 E-E 繫定之。在中心線 A-A 上畫一  $\frac{5}{8}'' \times 1\frac{1}{4}''$

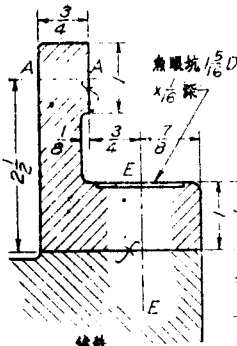


圖 13-70.

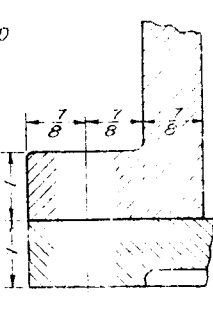


圖 13-71.

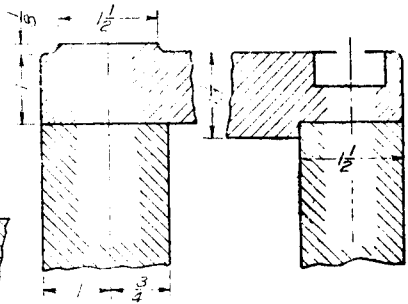


圖 13-72.

圖 13-73.

肩螺釘。

16. 圖 13-71. 用一  $\frac{3}{4}$ " 重級、半加工、六角頭螺栓及螺母，繫定各件。
17. 圖 13-72. 用一  $\frac{3}{4}$ " 柱頭螺栓，及正級半加工六角螺母，繫定各件。
18. 圖 13-73. 用一  $\frac{3}{4}$ " 之凹形頭 (Fillister-head) 有帽螺釘，繫定各件。
19. 圖 13-70. 用一  $\frac{3}{4}$ " 柱頭螺栓，正級半加工六角螺母，及  $\frac{3}{4}$ " 正級半加工鎖緊螺母，將各件繫定之。在中心線 A-A 上，畫一  $\frac{3}{4}$ " $\times$ 1" 肩螺釘。
20. 圖 13-71. 用一 1" 美國標準六角頭有帽螺釘，將各件繫定之。
21. 圖 13-72. 用一  $\frac{3}{4}$ " 窩頭 (Socket-head) 有帽螺釘，將各件繫定之。
22. 圖 13-73. 用一  $\frac{3}{8}$ " 窩頭有帽螺釘，將各件繫定之。
23. 畫美國標準方頸車身螺栓 (Square-neck Carriage Bolt) 之一視圖。直徑 1"，長度 5"。用美國標準正級不加工方螺母。大小見附錄。
24. 畫美國標準肋頸 (Rib-neck) 車身螺栓之一視圖。直徑  $\frac{3}{4}$ "，長度 4"。用美國標準正級不加工方螺母。大小見附錄。
25. 畫肩螺釘之二視圖。直徑  $\frac{3}{4}$ "，厚長 5"。其大小見附錄。
26. 畫美國標準窩頭有帽螺釘之二視圖。直徑  $1\frac{1}{4}$ "，長度 6"。
27. 圖 13-74. 畫填料函 (Stuffing Box) 及填函蓋 (Gland)，示出所需

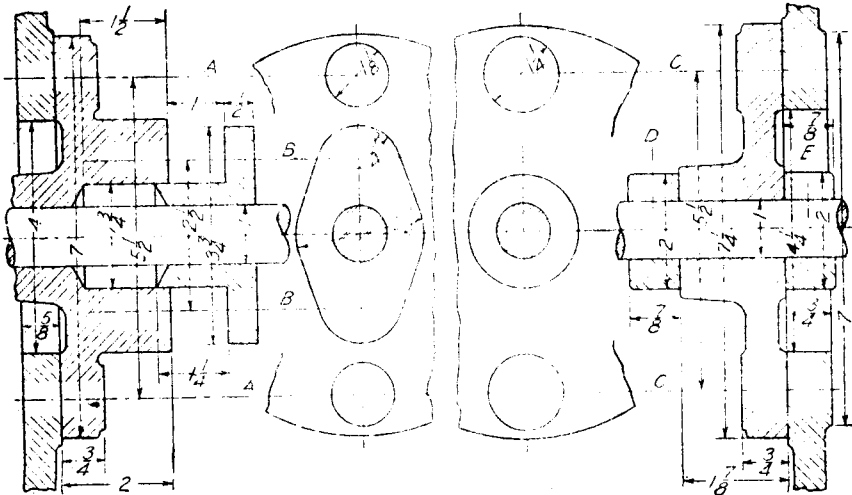


圖 13-74 填料函及填函蓋。

圖 13-75 承板。





$\frac{1}{2}$ " $\times$ 2" 柱頭螺栓及螺母(需六組)。魚眼坑  $1\frac{1}{2}$ " 直徑  $\times$   $\frac{1}{16}$ " 深。在諸中心線 E 上畫  $\frac{3}{8}$ " $\times$ 1" 六角頭有帽螺釘(需四個)。在中心線 F 上畫  $\frac{1}{16}$ " $\times$  $\frac{7}{8}$ " 美國標準錐尖固定螺釘。在中心線 G 上畫  $\frac{1}{8}$ " 鑽孔，插入  $\frac{1}{4}$ " 管塞 (Pipe Plug)。此為供噴射填料(Packing)至填函蓋(Gland)內之用。補足所缺之尺寸。

第 29 及 30 題可同畫於 11" $\times$ 17" 之紙上；或畫於各別之紙上，示出凸緣之全直徑。

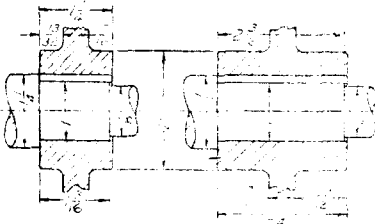


圖 13-78.

圖 13-79.

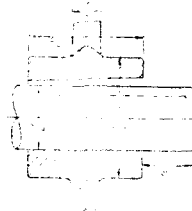


圖 13-80.

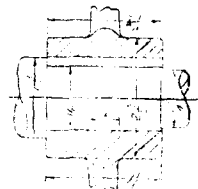


圖 13-81.

**第四組。 鍵及鉚釘(鍵之大小見附錄)。**

- 31. 圖 13-78. 畫如圖所示之殼及軸, 附以 Woodruff 鍵。
- 32. 圖 13-79. 畫如圖所示之殼及軸, 附以 2" 長之方鍵。
- 33. 圖 13-80. 畫如圖所示之殼及軸, 附以劈頭 (Gib-head) 鍵。
- 34. 圖 13-81. 畫如圖所示之殼及軸, 附以 Pratt and Whitney 鍵。
- 35. 圖 13-82. 畫 10 $\frac{1}{2}$ " 長之單行鉚釘對接之上視圖及剖面。 鉚釘之  
間距為 1 $\frac{3}{4}$ "。

36. 圖 13-83. 畫如圖所示之柱剖面, 此乃用 15" $\times$ 33.9-lb 之 U 形鋼 (Channel) 所構成, 外加蓋板 (Cover Plate), 用  $\frac{3}{8}$ " 鉚釘。 (尺寸見美國鋼構

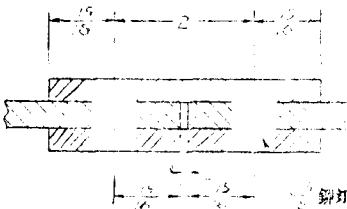


圖 13-82.

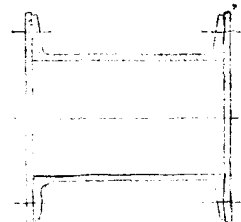


圖 13-83.

學會手冊)。

**第五組。 彈簧。**

37. 畫  $\frac{3}{8}$ " 方料所製螺旋彈簧之四全圖，二為剖面，二為全視圖 (Full View)。外徑  $3\frac{1}{2}$ "，螺距  $1\frac{1}{2}$ "。
38. 畫  $\frac{1}{2}$ " 圓料所製，4" 長之螺旋彈簧。外徑 3"，螺距 1"。
39. 圖 15-78。考利斯蒸汽機緩衝筒 (Corliiss-engine Dashpot) 之第 11 號零件為一螺旋彈簧 (張開磨平端)，試畫出之，並加註尺寸。
40. 畫出圖 15-81 唧筒閥 (Pump Valve) 之錐形彈簧，並加註尺寸。若有需要，畫其上視圖 (四心漸伸線)。
41. 畫  $\frac{1}{4}$ " 圓料所製之牽力彈簧，並加註尺寸，外徑 2"，有效線圈 15 個，一端為閉式全圈，一端為開式全圈。

## 第十四章 管系圖

14.1 管 (Pipe) 及管接頭 (Pipe Fitting) 之必須熟知者,不僅為管系圖之繪製,抑亦以其為常用之構造材料也。直徑 12" 以下之鋼管或鍛鐵管均標明其名義內徑 (Nominal Inside Diameter), 此與實際內徑稍有差別。蓋早期製管者所製小尺寸之管,其壁往往失之過厚,為改正此種設計上之錯誤,常將過厚之部分自內部除去,以免改變管接頭之尺寸。通用之管,重量可分三類:(1)標準、(2)特強(Extra Strong)、(3)加倍特強(Double Extra Strong)。同一名義尺寸,則三者之外徑均屬相同,特強與加倍特強所增加之厚度皆在內部。如 1" 管之外徑均為 1.315", 而其內徑則標準者為 1.05", 特強者為 0.951", XX 者為 0.587"。

其他重量之管亦常採用,以商業名稱稱之,如水壓管 (Hydraulic Pipe), API (美國石油學會, "American Petroleum Institute") 管等。美國標準學會於其公報 (Bulletin ASA. B36.10 1939) 中,曾設定  $1000 \times (P/S)$  之公式,算得管壁之厚度,取其近似值,依次列表。式中  $P$  為壓力,  $S$  為許用應力 (Allowable Stress),  $S$  之數值可自美國機械工程師學會鍋爐規則,及美國標準學會壓力管系規則 (ASA. B31.1) 等中查得。設計者應先依據規定條件算出管壁所須之確實厚度,然後在表中選取與此值最接近者。在美國標準學會制中,率標明管之名義尺寸及壁厚,或名義尺寸及每呎之重量。

直徑 12" 以上之管為 OD (外徑, "Outside Diameter") 管,以其外徑及金屬厚度標明之。汽鍋管則不論大小均以外徑表示。

無縫撓性金屬管 (Seamless Flexible Metal Tubing) 常用於須受振動 (Vibration) 之處,出口 (Outlet) 不對準處,或運動部分 (Moving Part) 處;以輸送機車、柴油機、水壓機等設備中之蒸汽、煤氣、或液體。

鉛管及鉛襯管 (Lead-lined Pipe) 常用於化學工作。鑄鐵管作為地下之

總管(Main)以輸水及煤氣,及在建築物中作為溝渠(Drain)。

銅管(Copper Pipe)之名義直徑在 $\frac{1}{2}$ "至12"之間,重量有四,商業上稱為K, L, M, O式。K式為特重硬(Extra-heavy Hard), L式為重硬, M式為標準硬, O式為輕硬。美國標準規範以K, L, M類(Class)標不同之重量;而不用K, L, M式(Type)。

黃銅管(Brass Pipe)及銅管之名義直徑與鐵管相同,但其壁則較薄。標準重量有二:正規(Regular)及特強(Extra Strong)。商用長度為12呎,長者可定製之。

14.2 管端螺紋(Pipe Thread)。管之兩端常刻螺紋,以便旋入接頭(Fitting)及彼此連接。美國標準學會於1940年五月之修正標準中,提供斜式及直式二種管端螺紋。通常所用者為斜陰螺紋及斜陽螺紋。此螺紋源於1882年之Briggs標準,如圖14.1所示。刻於每吋斜 $\frac{1}{4}$ "(在直徑上量度)

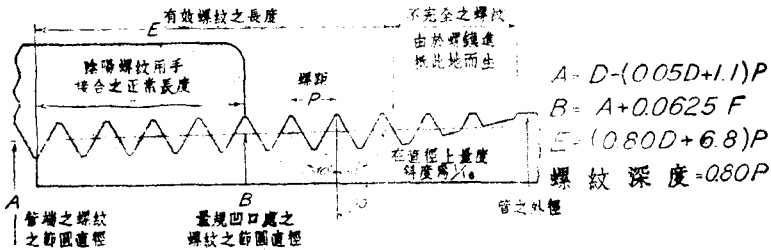


圖14.1 美國標準斜式管端螺紋。

之面上,如此,可限定管子旋入接頭之距離,且得緊密之接合。美國標準學會認為此斜螺紋用途極廣,但不適用於下列五種接合: 1,管聯結器(Pipe Coupling)之不漏氣(Pressure-tight)接合; 2,滑脂杯(Grease-cup)接頭、燃料接頭、及油料接頭之不漏氣接合; 3,裝置品(Fixture)之自由配合(Free-fitting)機械接合; 4,用鎖緊螺母之鬆配合(Loose-fitting)機械接合; 5,軟管接頭(Hose Coupling)之鬆配合機械接合。上列接合應用直式管端螺紋。斜式及直式每吋之螺紋數相同。實際直徑隨接合之式樣而異。至所需之尺寸,可查美國標準學會公報。普通若用一斜式陽螺紋與一直式陰螺紋相配合,而假定其材料有足夠之延性(Ductility)以適應斜式螺紋。如未另加說明,則所有管端螺紋,均認為斜式。

現在大量採用之材料，有稱爲“油區管料”(Oil Country Tubular Goods)者。種類至爲繁多，故應參閱製造商之目錄或 API (美國石油學會)公報，俾知如何規定其管、閥 (Valve)、接頭及殼螺紋 (Casing Thread)。所有 API 螺紋，除鑽管螺紋 (Drill-pipe Thread) 外，其式樣均與美國標準之管端螺紋相同。此兩種制度之差別，僅在螺紋接合之長度：API 制之小端具有額外長度，API 鑽管螺紋之峯與根呈圓形，類似 Whitworth 螺紋。

管端螺紋之符號與螺栓螺紋之習用者相同。斜度頗小，非予擴大不易顯出，故如毋須令人特別注意，則可不必表明，見圖 14.2 所示之兩種畫法。平面圖 C 中之虛線圓應爲管之實際外徑。有效螺紋之長度  $E = (0.80D + 6.8)P$ ，見圖 14.1。

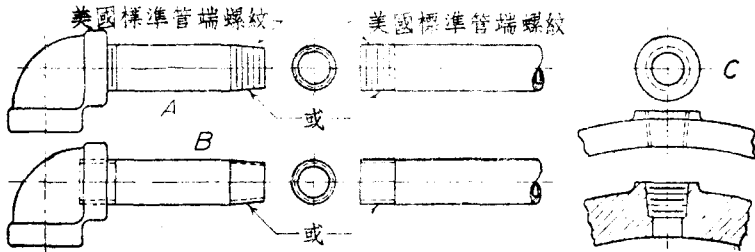


圖 14.2 習用管端螺紋。

14.3 管接頭(Pipe Fitting)。是爲連接及構成管所用之零件。通常爲鑄鐵或韌鑄鐵 (Malleable Iron) 製成。(惟聯結器，“Coupling”，則以煨鐵或韌鑄鐵製之)。遇特殊用途，亦有採用黃銅及其他合金者。管接頭分爲：螺旋接頭(Screwed Fitting)，如圖 14.3；對頭焊接接頭 (Butt-welding Fitting)，

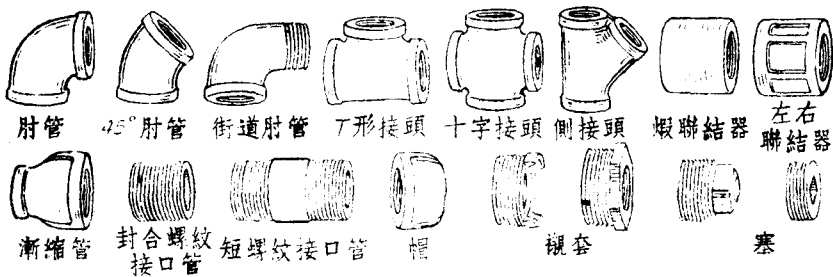
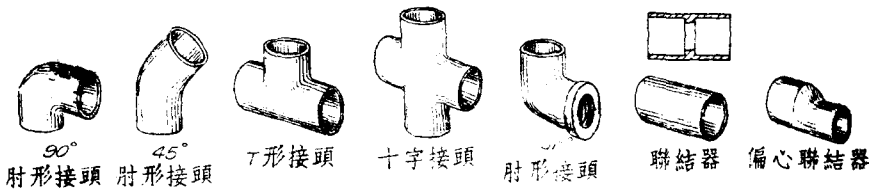
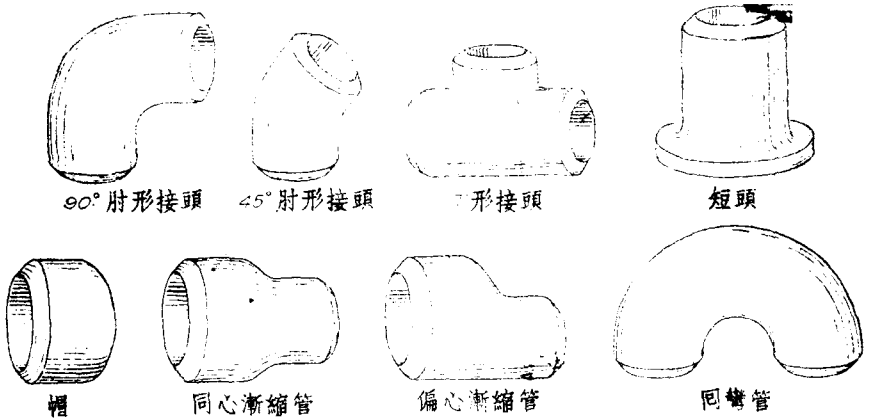


圖 14.3 螺旋接頭。

如圖 14.4；焊接接頭 (Soldered-joint Fitting)，如圖 14.5。

## 第十四章 管系圖

管聯結器 (Tube Coupling), 圖 14-6, 多為專利者, 須將通常變端向外。



張開。至其詳情及規定方法, 須查閱製造商之目錄。

直管每節長 12 至 20 呎, 用聯結器接合。聯結器為短圓柱, 內部刻螺紋。右旋者兩端均有右螺紋。封合管系, 雖宜採用管套節 (Union), 然有時亦用左右聯結器 (Right-and-left Coupling)。此物外面有肋, 鑑別極易, 管徑 1" 以下者有四肋, 1" 以上者有六。管亦可旋入鑄鐵之凸緣 (Flange), 再用螺栓繫兩凸緣連接之。壓力若非甚低, 則直徑大於 4" 之管宜用凸緣接頭。

螺紋接口管 (Nipple) 為兩端刻有螺紋之短管。若兩端之螺紋相接, 則為封台螺紋接口管 (Close Nipple), 若其間有一小部分未刻螺紋, 則為短螺紋接口管 (Short Nipple)。長與特長之螺紋接口管長度可達 12 吋。

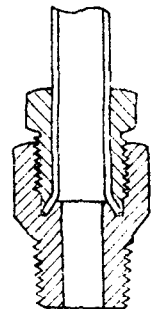


圖 14-6 管聯結器。

帽 (Cap) 用以封閉管之末端。塞 (Plug) 用以封閉接頭之口 (Opening)。襯套 (Bushing) 用以減小開口之尺寸。

製造商以前均各有其肘形接頭(Elbow)、T形及其他接頭之尺寸；現美國標準學會已將螺旋式及凸緣式接頭之標準劃一，用者稱便不置。

14.4 規定管接頭之方法。接頭以名稱、名義尺寸、及材料規定之。若以之接合不止一種尺寸之管，則先註最大出口之尺寸，然後再註相對一端之尺寸。圖 14.7 示規定異徑接頭 (Reducing Fitting) 之次序。若需陽螺紋，口之尺寸之後必須註一“陽”(Male)字。

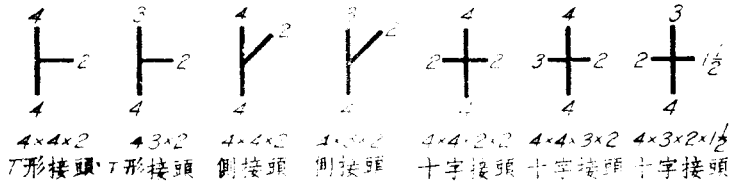


圖 14.7 異徑接頭開口之規定次序。

14.5 管套節 (Union)。用以封合管系及連接不常拆開之管。螺旋管套節，圖 14.8，由三部分組成，A 及 B 二部緊旋於管端，第三部 C 使 A 及 B 靠攏；軟墊 (Gasket) D 使接合更為緊密。管套節之接合處亦可磨平或用特殊金屬，以代墊圈。螺旋管套節及管套接頭之其他式樣見圖 14.9。凸緣管套節之式樣頗多，均用於大尺寸之管。

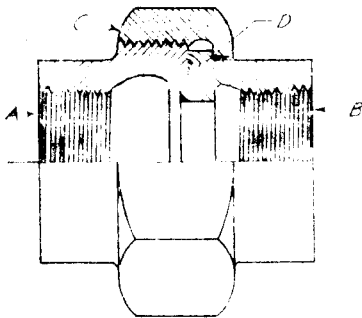


圖 14.8 螺旋管套節。

14.6 閘 (Valve)。圖 14.10 示管系上所用之幾種閘。A 為閘閘 (Gate Valve)，使水及其他液體能直流；B 為塞閘 (Plug Valve)，轉動四分之一周，可使之關閉；C 為球止回閘 (Ball Check Valve)，E 為擺止回閘 (Swing Check Valve)，

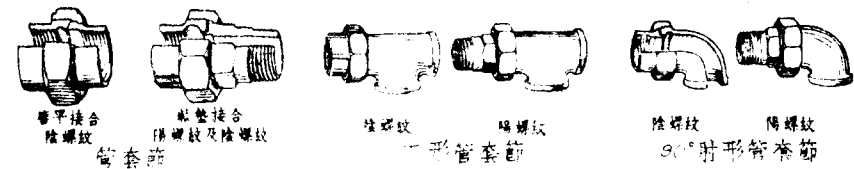


圖 14.9 螺旋管套節及管套接頭。



二者均使流體僅依一個方向流動。重液體以採用球止回閥為宜。D 為球閥 (Globe Valve)，用以抑制蒸汽或其他流體；F 為蝶形閥 (Butterfly Valve)，轉動四分之一轉，即可使之開閉，但非不漏氣 (Steamtight)，故僅可作節制而已。

14.7 管系圖 (Piping Drawing)。以大比例畫之管系如圖 14.11 所示。在小比例之圖或草圖上，接續用習用符號；管路以單線表示，不必顧及管之直徑，如圖 14.12 所示。此表管路之單線，須較圖中其他各線畫得濃。

視圖之排列，通常均依正投影法，如圖 14.13A。有時將各管轉入同一平面，而作展視圖，更見清晰，如 B。有時可以等角線圖及斜投影線圖 (Isometric and Oblique Diagrams)，或單獨使用，或與正投影及展視圖連合，以表管系，如 C。

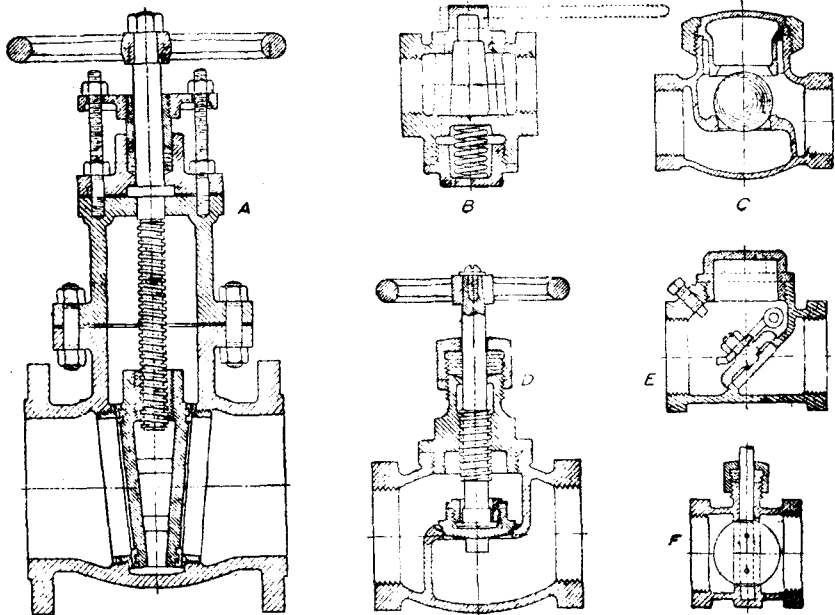


圖 14.10 閥之剖面。

14.8 尺寸。管系圖上大多為定位尺寸，故不論單線圖或雙線圖，均從中心線註起。閥與接頭均自中心定位，配合之裕度則任諸裝管匠。設計管系之區劃 (Layout) 時，務使閥置於易近之處，手輪四周有足夠之空隙。管之大

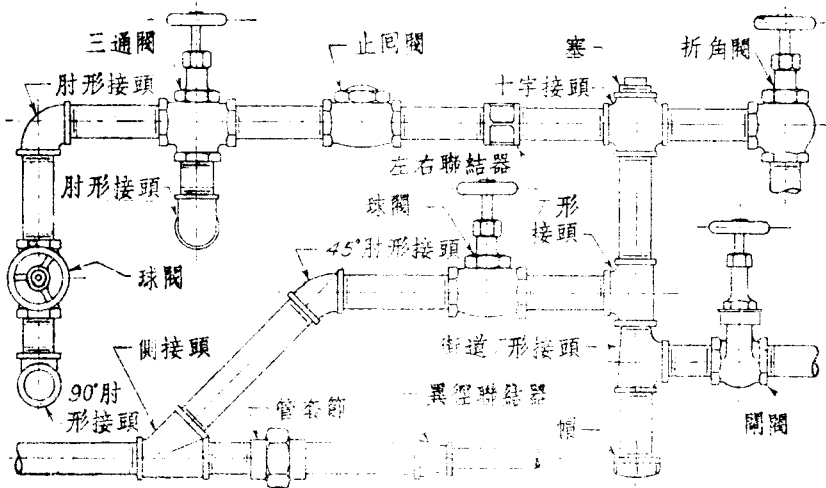


圖 14-11 管系圖，按比例畫成。

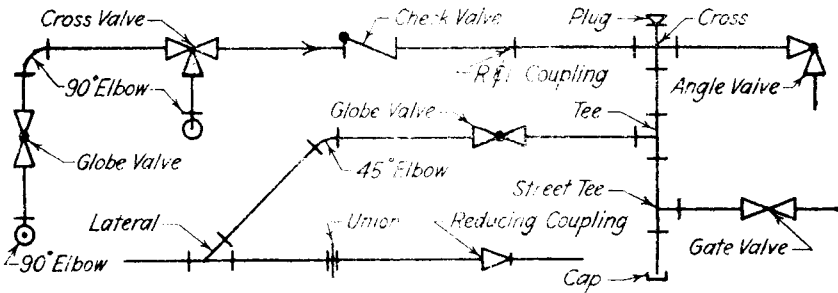


圖 14-12 管系圖，線圖式。

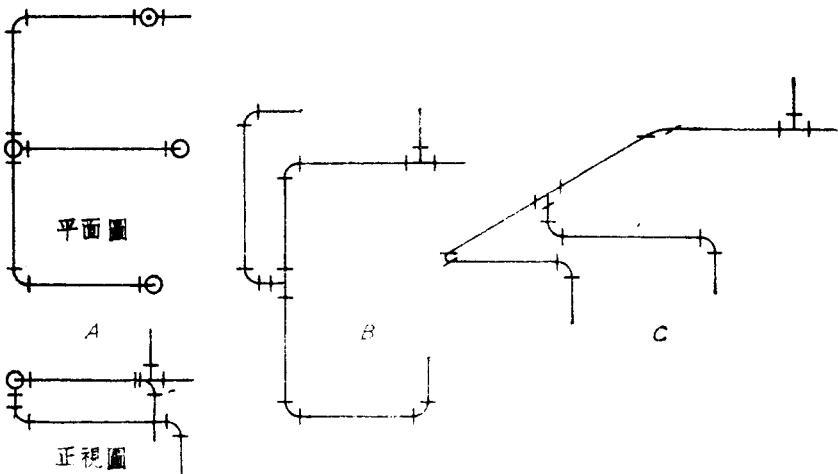


圖 14-13 管系之正投影、展開圖及寫生畫

小須以註解說明名義直徑，而不用尺寸線。管系圖及草圖需要極完全之註解。標準管及各種接頭之尺寸見附錄。

## 習 題

1. 管接頭。作一管系之展視區劃圖(全尺寸)，附必需之尺寸及說明。圖中須有折角閥(Angle Valve)、球閥、十字接頭、90°肘形接頭、45°肘形接頭、Y形接頭、街道T形接頭、T形接頭、螺旋管套節、帽及塞。折角閥置於圖之上角。另加管及螺紋接口管，惟不再加接頭。將此管系接合。所有之管及接頭均為 $1\frac{1}{2}$ "。

2. 管接頭。在圖紙左上角畫一2" T形接頭(全尺寸)。用塞塞住一出口；第二出口置一 $2" \times 1\frac{1}{2}"$ 之襯套；第三出口則置一2"封合螺紋接口管，其上旋一 $2" \times 1\frac{1}{2}"$ 之異徑聯結器。圖紙之其餘部分，畫下列各 $1\frac{1}{2}"$ 接頭：聯結器、球閥、左右聯結器、折角閥、45°肘形接頭、90°肘形接頭、45° Y形接頭、十字接頭、帽、三部合成之管套節、曲線管套節。另加管、螺紋接口管及接頭，使管系在前畫之異徑接頭處封閉。

3. 作一 $1\frac{1}{2}"$ 球閥之一視圖。大小見附錄。紙大 $8\frac{1}{2}" \times 11"$ 。

4. 照第3題畫一 $1\frac{1}{2}"$ 折角球閥(Angle Globe Valve)。

5. 照第3題畫一 $1\frac{1}{4}"$ 閘閥。

6. 圖 14-14。按規定繪分離器(Separator)及接頭。各件之排列次序如下：

A處。在6"管帽上鑽陰螺紋，以接一 $\frac{1}{4}" \times 2"$ 之螺紋接口管；口向左之 $\frac{1}{4}"$ 肘形接頭； $\frac{1}{4}" \times 10"$ 之管；向下開口之 $\frac{1}{4}"$ 肘形接頭； $\frac{1}{4}" \times 24"$ 之管； $\frac{1}{4}"$ 之旋塞(Cock)；適當長度之 $\frac{1}{4}"$ 管。

B及D處。 $\frac{3}{4}"$ 之焊接凸緣； $\frac{3}{4}" \times 2"$ 螺紋接口管； $\frac{3}{4}"$ 管套節；適當長度之 $\frac{3}{4}"$ 管。

C處。鑽陰螺紋，備接一 $\frac{1}{2}" \times 2"$ 之螺紋接口管； $\frac{1}{2}" \times 125$ 黃銅球閥；適當長度之 $\frac{1}{2}"$ 管。紙大 $11" \times 17"$ ；比例尺 $3" = 1'-0"$ 。

7. 圖 14-15。作一煤氣燃燒器裝置之詳細(雙線)管系圖。將接頭加規範，示出中心線尺寸。紙大 $11" \times 17"$ ；比例尺 $3" = 1'-0"$ 。



之名稱及大小。

11. 除箱之排列外餘均如第 10 題。在平面圖上 B, C, D 三箱置於一等邊三角形之各頂點, 三角形每邊長 12 呎, 箱 A 之中心在 B, C 之中心線上, 距較近之 B 之中心 20 呎, 以單線表示法, 畫管系之平面圖及展視正面圖。尺寸註至中心線; 規定接頭。

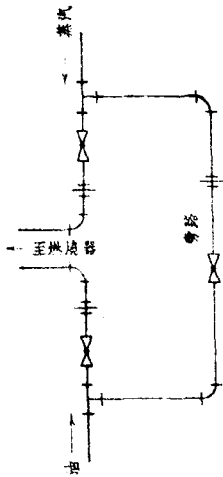


圖 14-16 柴油燃燒器裝置。

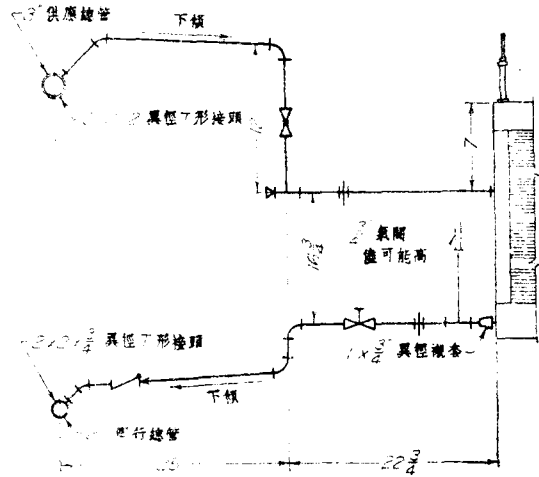


圖 14-17 Grinnell 工業實驗室設備。

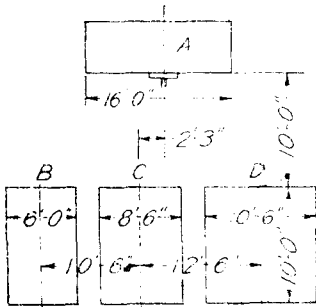


圖 14-18.

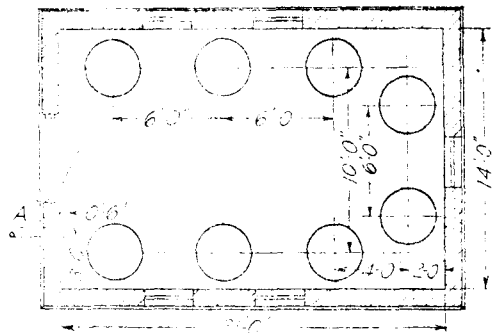


圖 14-19.

12. 圖 14-19 示一組混合箱之排列, 畫一等角畫 (Isometric Drawing), 示在頭上輸入水入各箱之管系。水在 A 點經一  $2\frac{1}{2}$ " 之總管進入建築物, A 在地平面下 3 呎。除總管之升管 (Riser) 及注入水箱之各降管 (Drop) 外, 其他水管均置於地平面上 10 呎處。降管之末端有球閥在地平面上 5 呎。儘量

少用管及接頭。若不計摩擦損失，則各管同時開放時，須能在各箱輸入幾於等量之水。水箱進口處之管須不小於 1/4"。規定各管及接頭，並加註尺寸。

13. 畫第12題之一圖。用雙線習用畫法在展視圖上畫其區劃(Layout)。尺寸線劃於心與心間；規定各管及接頭。

14. 將第12題中所需之各種管及接頭列成表格，各欄標題如下：

大小	管長	閘		接頭		材料	備註 (構造, 螺紋之種類等)
		數量	種類	數量	種類		

15. 作圖 14.19 中水箱之給水管系斜視圖。除升管外，各管均置於地平面下 1 呎處之溝內。各升管不可高出地平面以上 6 呎。其他條件同第 12 題。

16. 畫第 12 題之管系圖。用單線習用畫法，在展視圖上畫其區劃。在心與心間註尺寸；規定各管及接頭。

17. 圖 14.20 示八熱處理爐右半面之輪廓。X 及 Y 為自壓縮空氣及燃料

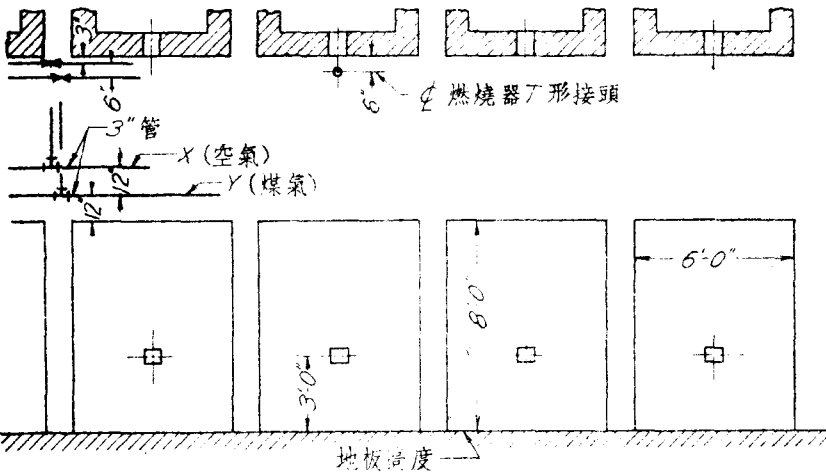


圖 14.20 熱處理爐。

之總管分出之引入管。用單線表示法畫出管系之區劃，以分配空氣及燃料至爐中。當爐引管逐一分出時，管之大小須按比例減小。各尾管(Tail Pipe)須能移動；移動時須不致影響其他各管，或使其他各爐關閉。註出管系之尺寸；並作管及接頭之材料單。

18. 憑記憶作三種閘之草圖。

19. 憑記憶作八種管接頭之草圖。

## 第十五章 工作圖

**15.1 定義。** 工作圖 (Working Drawing) 乃供給機械之製作或結構之營造所需資料之圖樣。此種資料由一組工作圖全部明白表達，無需其他之說明。一組工作圖所描述者包括下列各項：

1. 每部分形狀之全圖(形狀之描述)。
2. 每部分之數字尺寸(大小之描述)。
3. 說明性之註解(不論公有或特有)置於各圖上，以規定材料、熱處理、加工等。然有關材料及製法細節之註解，其所說明及報道者往往太為廣泛，未能容於圖上；此種情形於建築及結構工作中尤為多見。斯時惟有將其另行寫於印刷或打字之表格中，稱為規範 (Specification)，故有“圖畫及規範”(Drawing and Specification)之名。
4. 每圖上之描述性標題。
5. 各部分關係之描述(裝配用)。
6. 零件表或材料單。

大概言之，工作圖分兩類：(1) 詳圖 (Detail Drawing)，供給上列第一至第四項之資料；(2) 組合圖 (Assembly Drawing)，表出各件之位置及關係(第五項)。

**15.2 工程步驟。** 設計新機器或結構，首先所畫之幾張圖大致均為憑手草圖，用以畫出原先之觀念、規劃及發明。同時(或稍遲)用計算證明設計品之合宜性。設計部乃從草圖及計算繪製設計圖 (Design Assembly, 亦稱“Design Layout”或“Design Drawing”)，圖 15.1。此為初步之鉛筆圖，畫有設計品較多之細節。是用儀器準確畫出者，若可能則用全尺寸；示各零件之形狀及位置，惟細微處恆不加注意，定出主要尺寸，如算得之基本大小是。圖上寫有(或另行列出)材料、熱處理、加工、餘隙或干涉等之一般規範，以及製圖員繪製各零件之分圖時所需之資料。

製圖員(作詳圖者)從設計圖及註解繪製各張詳圖。圖 15.2 即為從圖 15.1 畫得之詳圖。詳圖有描述形狀所需之一切視圖，以及一切必需之尺寸及指示。非吻合面之尺寸由設計圖上量下較重要者則由設計註解及製圖室標準得來。

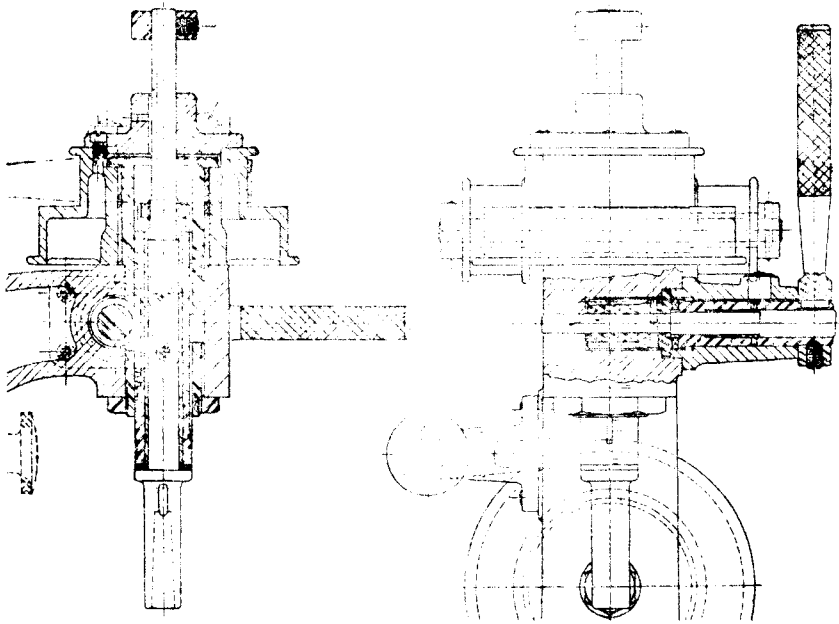


圖 15.1 設計圖之一部分.

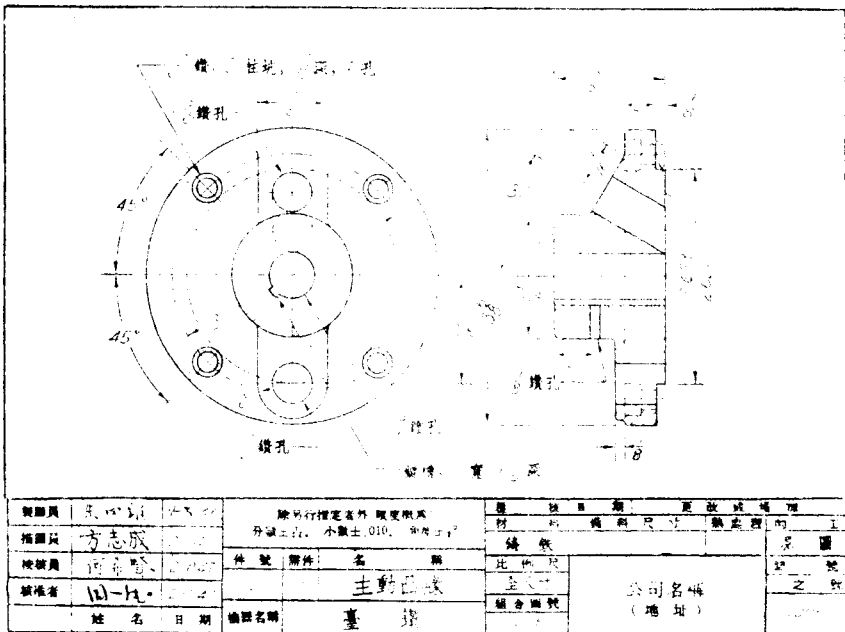


圖 15.2 詳圖.



作詳圖者使吻合部分之尺寸發生關係，並供給製造時必需之一切資料。

再繪一組台圖，編一零件表或材料單，於是完成全套工作圖。

大量生產之機器，則另製工作之說明圖 (Operation or Job Sheet)，以描述各製造步驟，指示特別工具、鑽模 (Jig)、夾頭 (Fixture) 等之應用及種類。工具設計組即從詳圖及工作說明圖設計特別工具，並繪製其圖樣。

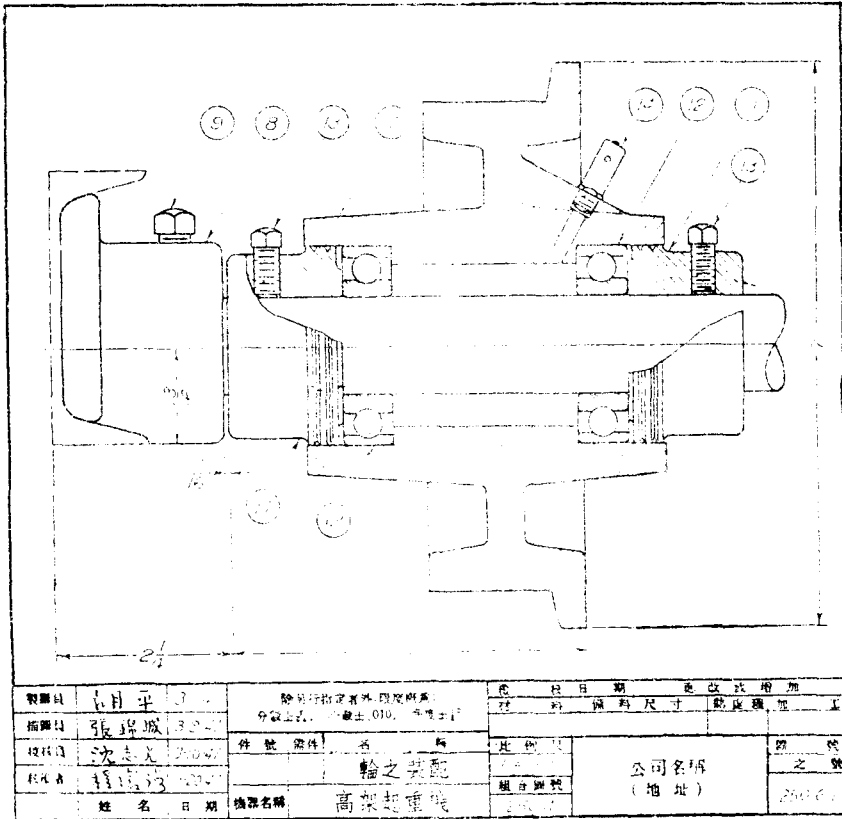


圖 15.3 部份組合圖。

15.3 組合圖。組合圖顧名思義為一裝成之機器或結構之圖，表示各部分之相對位置。有時用“結構圖”(Construction Drawing)一詞。其各視圖可為外形，可為剖面。

“組合圖”一詞包含下列各圖：初步設計圖及區劃圖、部份組合圖 (Unit



輪廓組合圖 (Outline Assembly Drawing) 提供機器或結構之大致外形, 祇具主要之尺寸, 圖 15-4。若將其用於目錄中, 或作其他之說明用途, 則常省去尺寸。安裝設備所需之資料常由其供給, 故亦稱裝置圖。

組合工作圖 (Assembly Working Drawing) 在一圖上供給製造機械或結構所需之全部資料。除適宜之正投影視圖外, 另加尺寸、註解及標題。圖 15-62 可認為一例。

線圖 (Diagram Drawing) 為表示如何裝配設備之組合圖。安裝、佈線及管系線圖均為其例。線圖常作寫生狀。

15-4 詳圖。詳圖為一單件之圖, 將其形狀、尺寸及結構, 作完備而準確之描述。成功之詳圖須能以下列事項簡單而直接指示工人: 每零件之形狀、大小、材料及加工; 需要之工場製作; 應遵守之準確限度; 所需件數等。其描述力求精確, 務使依樣製造, 必得滿意之產品。圖 15-5 例示商用詳圖。

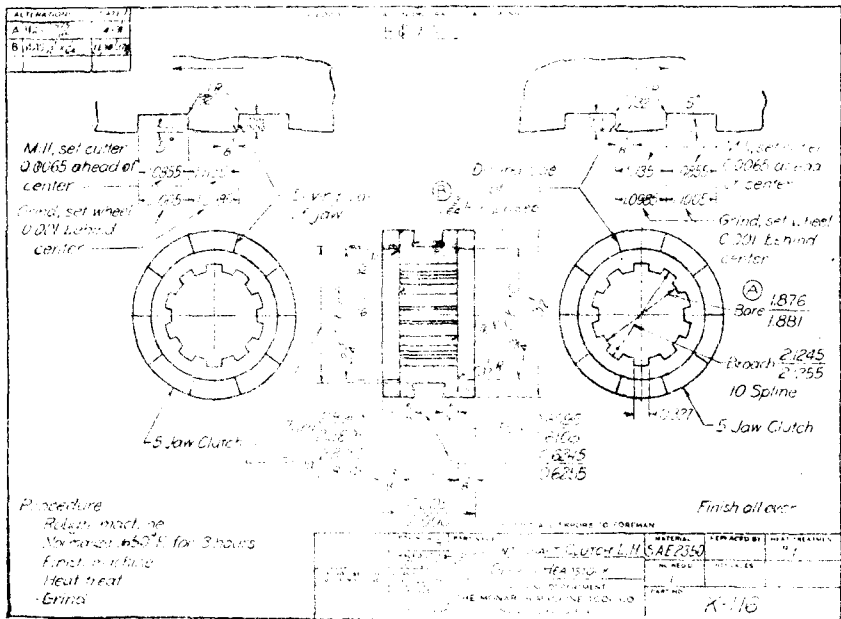


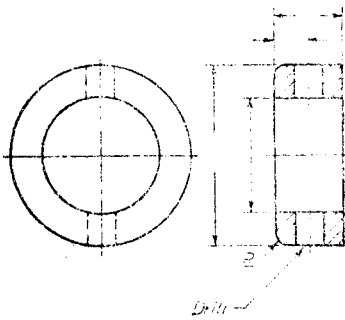
圖 15-5 詳圖

詳圖之繪製視工業性質及工場組織而稍有不同。如結構詳圖集於一紙，而新式之機械詳圖則每零件用一單紙。

若各件集於一紙，則其相對位置須儘可能與組合圖同；且為便利閱看起見，各件之安排應儘量近乎其固有之關係。同材料或同性質之零件常集於一處，譬如諸煨件置於一紙，軸及其相似零件則置另紙。每件須有小標題，示出件號、材料及所需個數等。

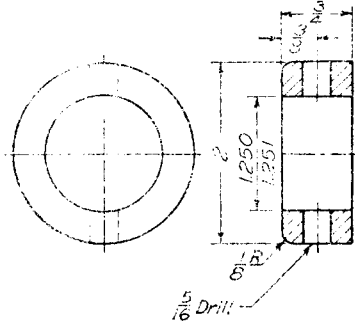
在機械工作中，則不論零件若何細小，均與以一張單紙，是乃最佳之制度，採用甚多。若用單圖制，則所有工場各用一圖。若用複圖制，則須為每工場製一圖；故一零件可能有模型、鑄件及機製等圖。是已見第 10·3 節。各詳圖有其特定之任務，須能自給自足，毋須依賴其他詳圖。

15.5 表圖。表圖或為組合圖、或為詳圖；其尺寸線上註參攷字母；圖上附有一表，列示一機器或零件之各級大小。故一圖可表許多不同尺寸之物件。製造不同尺寸之零件之公司，有採此種尺寸之描述者。其弊為可能誤讀表格，而引起極大之危險。圖 15·4 例示組合表圖。



COLLAR \_\_\_\_\_  
 Material \_\_\_\_\_  
 Heat treat \_\_\_\_\_  
 No. Req'd \_\_\_\_\_

圖 15·6 標準圖。



COLLAR X 6 \_\_\_\_\_  
 Material S.A.E. 1020  
 Heat treat S.A.E. 2  
 No. Req'd 50

圖 15·7 樣式之標準圖。

15.6 標準圖。鑒於上述困難，現在有公司採用一種“標準圖”。此種圖除數字尺寸外並無所缺。係於積皮紙上用橡皮印刷 (Offset Printing) 或黑白複製印成。各式大小零件之尺寸分註於諸複印圖上。每一種尺寸有一張全圖；若需新尺寸，則其圖樣極易製出。圖 15·6 示標準圖，圖 15·7 示完成之

工作圖。

**15.7 工廠區劃。** 設計廠內金工機械及設備之位置時，常先作一廠房平面圖；然後將各機器畫成比例圖，分別剪下；置於廠房圖中，移配而得最佳之排列。各機器之地位經決定後，再作一圖，表示機器位置，及材料與產品之“路線”。福特汽車公司則將廠房畫於剝皮紙 (Beaverboard) (註) 上，其上用釘紙機釘住剪開之各機器圖，再用照相影印全線，以節省畫圖時間。影印圖之尺寸為原圖之半，其功用與任何工廠區劃圖同。原圖編置於特別之篋筒中；如有改變必要，可取出之，將機器地位再加排列，重新影印。

**15.8 化學工程畫。** 化學工程畫之研究，包含本章及以前各章所述之基本原理。化學工程師須具管系及工業化學上各種設備(如混合機、磨機、濾器、乾燥機及運送機等)之智識。

**15.9 電機工程畫。** 電機工程師所需之製圖基本準備與機械或其他種工程師同。製圖在電機界之應用可分為兩類：工作圖，如電力機器；線圖或符號圖，如佈線圖等。

本章之原則及慣例均適用於電機工程之工作圖。圖 15.99 為裝置工作圖之一例。

以習用符號表示設備及佈線之線圖，成為電機畫中重要之一支；電機、接線及無線電符號均見附錄。圖 15.8 為線圖之一例。

**15.10 材料單，或零件表**為一種表格說明；用於大量生產時，常另紙書寫，圖 15.51；用於其他情形，則直接寫在圖上，見圖 15.76。表上包括件號、名稱、數量、材料、備料尺寸，有時亦列其重量。最後一欄留作備註。“材料單”一詞通常用於構造圖及建築畫。機械畫中則以用“零件表”較為確切。一般而論，零件依其重要性排列；較大者居前，標準零件如螺釘、銷等殿後。

材料單格子不宜過密。線之間隔不能小於  $\frac{1}{16}$  吋，最好為  $\frac{1}{8}$  或  $\frac{3}{16}$  吋。字體高度勿超過空格之半，且須寫於二線中央。通常用打字機打於薄紙上之印刷表格中，以代書寫。墊複寫紙於紙背，以增強打字之印像，則晒印時可得清晰之藍圖。

**15.11 圖組。** 全套之工作圖包括諸詳圖及組合圖；前者具有無從購買

譯者註。剝皮紙為一種輕質材料之商標名稱，與極堅硬之紙板相仿。

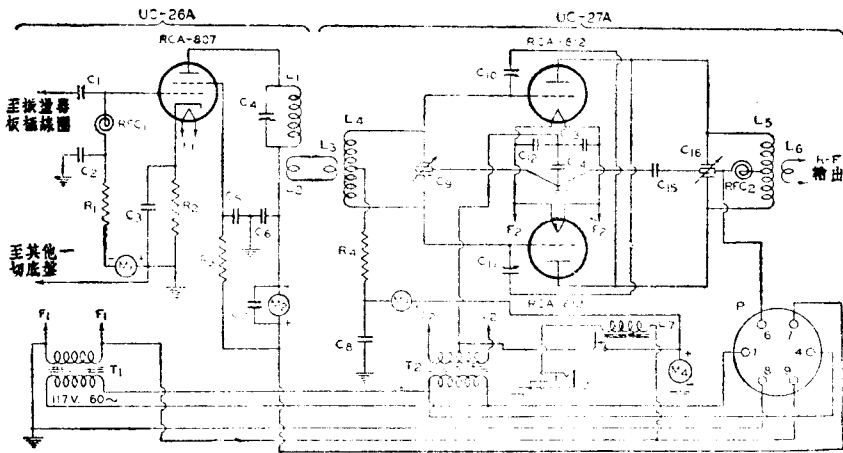


圖 15-8 PM 發送機最終放大器部分(Transmitter Final Amplifier Unit)之線圖。

之零件之製造所需資料，後者則示各零件裝配完成之整個機器。其內包括材料單，有時且具備購買者所用之特殊圖，如地腳平面圖或加油路線圖。

15.12 標題框。工作圖之標題框置於圖紙之右下方，地位視表達資料之多寡而定。其各項之間距與排列須為使用時最感便利者。

機械畫之標題大致應包括下列各項：

1. 公司名稱及地址。
2. 機器或製件之名稱。
3. 零件名稱(詳圖)。
4. 圖號。
5. 件號(詳圖)。
6. 所需件數(每一裝配所需者)。
7. 比例尺。
8. 組合圖號(如於詳圖，以辨認組合圖上之該件)。
9. 製圖字記錄：製圖員、描圖員、校核員及核准者之姓名或縮寫；每一記錄均附日期。

若有需要，則外加：

10. 材料。
11. 備料尺寸。
12. 熱處理。
13. 加工。
14. 若為特殊機器，則加購買者姓名。
15. 修改之新圖或作廢之老圖。

標題格式。每製圖室有其自己之標準格式，大公司常將空白格式鉛印於描圖紙或描圖布上，圖 15.9 及 15.10 為二種典型。

				THE HOOVER COMPANY NORTH CANTON, OHIO			
				SCALE _____			
				DATE _____			
				DR BY _____		R BY _____	
				CH BY _____		APP BY _____	
CHG MADE BY NO. CHNGD BY	REQ NO.	DATE	CHANGE				

圖 15.9 印刷之標題表格。

HARRISON COUPLER CO.			
ELECTRICAL DEPT.		PHILADELPHIA	
PATTERN NO.	MATERIAL	EST. W/	EST. DEPRD BY DWS
TITLE			
ELECTRICAL ENGINEER		SUPT. ELECTRICAL DEPARTMENT	
DRAWN BY	DATE	TRACED BY	DATE
CHECKED BY		NO.	

圖 15.10 印刷之標題表格。

另有一種記錄簽亦時見應用：就圖紙下邊或右部劃出一長條，其中有標題應具之資料，以及記錄上司命令、覆核及變更等事項之地位。此種事項若有發生，當予記錄，並附日期。圖 15.11 示其一例。

		REVISED	DATE	CHANGE OR ADDITION
UNIT		NAME OF PEEK		
DR	DATE	SYMBOL OF MACHINES USED ON		SUPPLIER'S DRAW.
CH				STOCK CASTING DROG FORGING
TR		THE LODGE & SHIPLEY MACHINE TOOL CO.		SUPERSEDED BY DRAW.
TR CH		Sept 1916	CINCINNATI, OHIO, U. S. A.	MATERIAL
				PIECE NO.

圖 15.11 簽條式標題。

有時欲在描圖上留下命令等製圖私用事項，但不欲其存於印圖上。則可將記錄簽於圖框之外，於印圖送出前剪除之。

寫標題。標題字為憑手寫成之單劃大寫式，斜體直體均可，但勿並用。

先將標題之內容書於另紙，再照第 4·17 節之指示行之。

15·13 標準零件。現成之標準零件可用名稱及尺寸或號碼規定，故無需作詳圖。所有之標準零件如螺栓、螺釘、減摩軸承(Antifriction Bearing)等，均示於組合圖上，標以件號。購買標準零件所用之全部規範則寫在零件表中。

有時欲將標準零件或以前製成者加以改變，此時則作原物之詳圖，加完備之尺寸，以供更改。

15·14 視圖之選取。特殊情形時雖有用寫生圖者，但各種工作圖之基礎仍為正投影。是以欲完全表示一物體，至少須二視圖，或尚不止此。惟一之規則為：視圖之多寡以能明顯表示目的物為度，毋須多添。有時，物件僅須一視圖已足顯示第三度(Third Dimension)，如軸或螺栓。有時或竟需半打視圖，始能將其表達無遺。

選取物體最大尺寸之面(選取其在運用位置時之正面尤佳)作為正視圖；然後決定其他之必需視圖：俱見前述。如直立柱體，僅須一正視及一上視圖；平置柱體則須一正視及一側視圖。選擇側視圖時，更須決定取用何側之圖，是否需兼取兩側。視圖之具最少隱線者最宜採用。尤宜注意若加輔視圖或註解，是否能減省一個或多個其他視圖；作剖面是否能較外形圖更為明晰。下列一語可視為規則：凡違反投影原理而能增益圖之清晰者，則違反之。

第九章第 9·16 至 9·20 節，有數則習用之例，即係違反理論畫法，而收增益清晰之效者。製圖員須知其對於閱圖者所負之責任，不應偷工省時，使所製之圖含混而難讀。蓋工場中須反覆使用此圖，製圖員如祇圖節省時間，則公司所蒙之損失必百倍於其所省之時間也。

15·15 工作圖之作法——鉛筆畫次序。規劃、構想、計算、及畫完設計圖後，作圖之程序為：

1. 選取標準尺寸之紙，或劃紙為標準尺寸，留空白於右方，以為畫草圖與計算之用；再劃出標題之地位。或先將紙輕劃為標準尺寸，圖作畢後，移動其所劃之邊緣，使各圖平衡。
2. 決定用何比例尺度，其大小方足以表示所有尺寸，不致過於擁擠。佈置視圖則宜先作一草圖，以估計每視圖所佔之地位，並將各視圖置於適宜之處，以得均衡之外觀。
3. 作各視圖之中心線，依此以細銳準確之鉛筆線劃出主要尺寸及輪廓，以定各視圖。中心線即為對稱視圖或視圖對稱部分之對稱軸。是以每柱形部分應有一中心線——即其軸線之投影。每圓應有在中心相交之二中心線。
4. 完成投影。次要部分，如內圓角、外圓角等最後畫入。各視圖須同時進行，一視圖上所示



之特徵應即投射至另一視圖，毋俟作完一視圖始作另一視圖。

5. 劃出必需之尺寸線；填註尺寸。
6. 畫註解之導線，並書出註解。
7. 安排標題。
8. 細心校對全圖。

必要時，可將完成之輪廓或其一部，用鉛筆加畫一過，使更顯著，以為描圖（用鉛筆或墨）之助。構圖時所畫越出輪廓之線，勿在描圖或上墨前擦去，以其常可指示各線終點之所在也。勿作不必要之擦拭，以免紙面擦損，易積塵埃。

切弧上墨前，可於鉛筆畫上之各切點處，作一垂直直劃，以顯起訖。圖

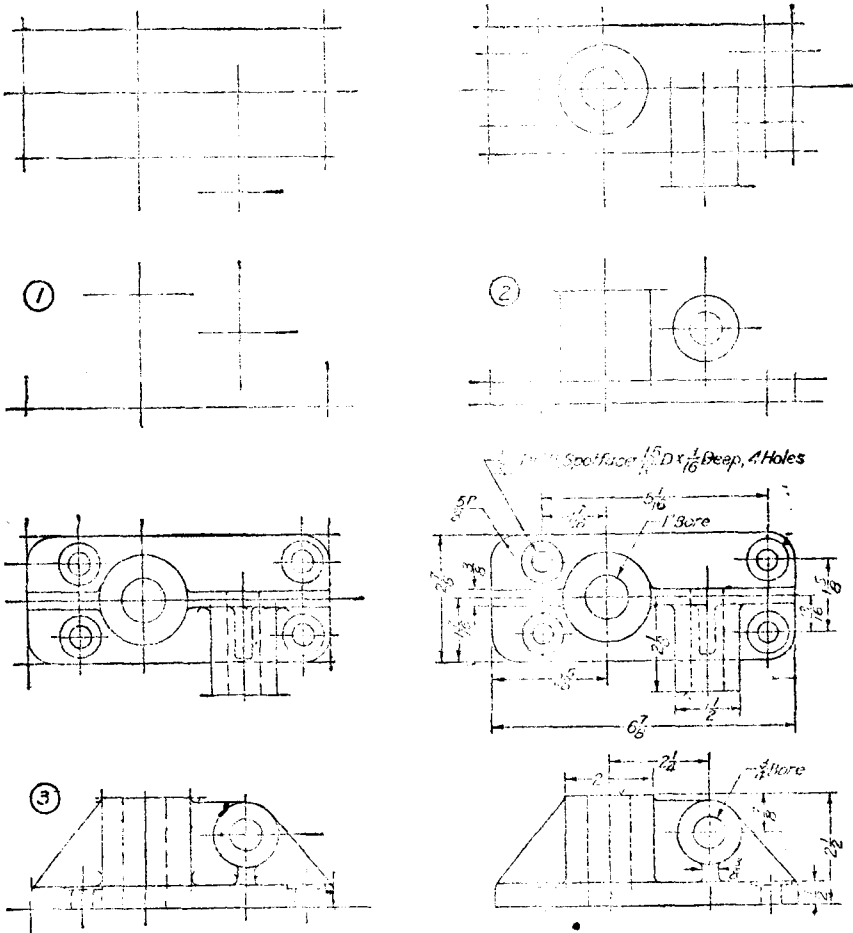


圖 15-12 鉛筆畫之次序。

15·12 例示鉛筆畫之步驟。

15·16 欲複製之圖。工場所用之工作圖爲藍圖、黑線圖及其他相似之翻印圖，故製圖時須逕畫或描繪於透明之材料上。作鉛筆圖可用描圖紙或鉛畫布；墨筆畫則可用描圖紙或描圖布。

描圖紙 爲薄質半透明材料。若直接將鉛筆圖畫於此種紙上，則可省去不少時間及金錢。圖線如足夠烏黑，自可得極佳之印圖。

鉛畫布 (Pencil Cloth) 爲經透明處理之織物，其一面或二面可上鉛筆線；直接作鉛筆畫於其上並晒印之，或上墨後再晒印亦可。有不怕潮溼者，亦有真不透水者。此種紙供作鉛筆圖之用；尖硬鉛筆所作圖樣可得盡善盡美之印圖；惟墨線則附着不牢，於清除圖紙時頗有剝落之虞。

描圖布 爲一種細織物，經澱粉劑之加糊 (Sizing) 及透明處理。在製造者之原意，光滑之一面爲供作圖用者；但製圖員大都喜用毛糙之一面，以其能吃住鉛筆跡也。將布平滑釘於鉛筆圖上，撕去織邊，以防緊繃。若嫌油脂不易着墨，則可撒以白堊或特製之吸墨粉(可用黑板擦)，再用布抹去之。

15·17 上墨圖。爲確保晒印佳良，須用全黑之墨水及良好之直線筆。苟非印圖上需要較不顯著之線條，勿用紅墨水。藍墨水晒印之結果不佳。有時在地圖、線圖等中，爲免線條之混淆，則宜在描圖上用有色墨水；稍加亞鉛白 (Chinese White)，即可得不透明之線條，俾利晒印。

若欲移去描圖布上之墨線，可墊三角板於布下，用鉛筆橡皮擦去之。擦過之表面用象牙或骨質之磨棒磨光，即用指甲亦可。描畫一有剖面線之部分時，應在布下墊以白紙，方可於布上畫剖面線而不受拘束。

描圖布極易受氣候變化之影響，過夜常脹大，非重新鋪平不可。若一日不能完工之描圖，則須完成幾個視圖，勿留任何視圖之一部分不畫。

大描圖所需之紙宜從整捲上剪下，任其攤置片刻，方行釘住。

水分能損壞澱粉塗面布上之描圖，故勿將潮濕之手及臂接觸之。應養成不用手觸圖之習慣。在大紙上繪圖或描圖時，如用畫圖紙蓋於其上，僅開一孔，露出正在繪製中之視圖，實爲良法。未完工之圖恆須蓋好過夜。

用布或廢棉紗蘸石油精 (Benzine) 或四氯化碳 (Carbon Tetrachloride) 擦拭描圖，可去鉛筆跡及污垢。描圖布上之邊線及標題若爲鉛印者，須用不與



法之是否有誤；此外尚有下節所列各點。

圖完成後，由一經驗豐富之校核員仔細校閱，簽字後即負錯誤之全責。此為最後之校正，不能由作圖者自任，因未能如他人校對之結果佳良也。較小之製圖室內，一切圖均由製圖主任校對；有時製圖員亦互相校對。大製圖室則常雇用一位或數位校核員，以全部時間司校對工作。所有之註解、計算及校對時所作之區劃均應保存，以備日後參考。

學習者可互相校對其圖，以獲得此類工作之經驗。

校對須採絕對有系統之方式，極其專心，方易收效。

**15·19 校對圖樣時**，校核員必須逐條澈底查考下列各款(註)，決不可分心。每尺寸或特點經查核後，須在其上作一記號，並以軟鉛筆或有色鉛筆表明改正之點。

1. 設身為閱圖者，查察此圖是否易於閱讀，一無曲折。此步應於未曾校對任何形相之前實行，蓋其時尚未熟知圖之內容也。
2. 留心每零件之設計及畫法是否適當；必需之視圖已否完全繪出，是否無不必要者。
3. 用比例尺校對所有尺寸，必要時並加計算。保存此種計算。
4. 觀察圖上之尺寸是否適為工場所需者，是否毋須工場再事加減。
5. 校對公差。考察在此機器之特別條件下，公差是否不太小，以免增加不必要之生產成本；亦不太大，以免損及機件之準確度。
6. 觀察每零件，其加工之規定適宜否。
7. 每一材料規範正確否，必需者均列舉否。
8. 慎防“阻滯”。是即每細節必須與裝配時之鄰近各件相校對，考查其間有適宜之間隙否。
9. 校對機械運動時之間隙：按比例畫運動過程，繪出各主要之運動角；運動時各位置之間隙是否均屬適當。小機構可以加倍或更大之尺度畫之。
10. 各小零件，如螺釘、螺絲、銷、鉚釘等合乎標準否，存料已儘可能加以利用否。
11. 校對標題(或記錄簽)及材料單中之細節。
12. 覆查全圖，添加可增效率之註解。

**15·20 風格。**圖猶文學，亦具風格，閱讀方便即其一端。圖有至為顯豁者，亦有包含全部資料而反費解者。蓋機械畫雖為機械觀念之表達；藝術意識仍有活動餘地。諸如視圖之數量、選擇與安置；不必要、不分明、易誤解部分之刪除；尺寸及字法之大小與安置；以及線之對比等，均為風格之因素。

**15·21 商業製圖之要點。**準確與迅速為商業製圖之二大要點。製圖室原為糜費之部門，爭取時間極為重要。是以製圖員應具之智識，不僅為製圖

註。自 Follows 之“機械畫辭典”修改而得。

之原理，且為省時而不損清晰之每一習用方法與縮寫，以及方式或制度。

雇主之所以時時非難學生者，蓋在學員未能領會迅速之必要也。

15-22 更改。圖樣既已印就，印圖亦已發交工場；此時若須修改，應記錄於圖上，並添發新印圖。若更改之範圍甚廣，可將老圖註以“作廢”字樣，另繪新圖代之。許多製圖室在標題附近印一“更改記錄”框格，俾記入較小之修改，見圖 15-9。記錄中與圖畫上註相同之字母，以供辨認。

有時新設計更改頻繁，使用上法嫌其不夠迅速。則可以快速度作草圖，示出改變之處；複製後送至工場，將其釘於各印圖上；後來即成為圖之一部分。通常稱此等草圖為“工程命令”(Engineering Order)。

若欲將圖之一部分作廢：則可在該部分密劃  $45^\circ$  平行線條。

15-23 圖之複製。工作圖以印圖之形式送至工場，已如前述。通用之晒印法有多種，不論用何方法，總以描圖布或描圖紙上之上墨圖所得效果為最佳。然若用極佳之技巧畫鉛筆圖於半透明之紙上，以得均勻烏黑之線條，則亦可晒出極為滿意之印圖。

藍圖 (Blueprint) 最簡單而通用之複製法為晒藍圖。法將感光紙及描圖緊貼一起，置於晒圖框或機器內，曝於日光或電光下。感光紙為不含亞硫酸鹽之白質紙，塗有檸檬酸鐵鉍及鐵氰化鉀溶液，曝光時生化學反應，以水沖洗定影，即得極深之藍色。其為描圖上黑線遮住之未感光部分，沖洗時化學品隨水而去，現出白底。藍圖紙多購現成者，有各種重量及感光速度。新鮮時呈黃綠色；曝光沖洗後應為全白。收藏過久或已經漏光之紙呈深藍灰色，不久即告無用矣。(註)

Vandyke 紙 為薄質感光紙，曝光並定影後成棕黑色。定影時先用水洗，次用低亞硫酸鈉 (Hyposulphite of Soda)，再用水通澈洗過。若將圖樣上墨之一面貼於此種紙上，則曝光後可得反印之負圖；將此負圖置於藍圖紙上晒印，即得白底藍線之正圖。

譯者註。藍圖通常為藍地白畫，若欲得白地藍畫之正圖，可自製感光紙。法將鐵氰化鉀(赤血鹽)四份研細，與檸檬酸鐵鉍五份共溶於十八至二十份之熱水中。完全溶解後，用海綿或紗布迅速均勻塗於半透明紙之一面，乾後塗地一面。俟乾收藏於不漏光不受潮之筒內。用時先將圖樣覆於其上曝光，得一負圖。再以此為底片按通常晒圖法曝光，即得正圖。見丁玉文“怎樣晒製正像藍圖”一文，“科學技術通訊”第一期，一九四九年十月。

3 W 印圖及 Directo 印圖 均為白底黑線，用晒藍圖機（用手工顯影）或特製機直接從原描圖印得。在需正印圖之處，此種圖應用極廣。

Ozalid 印圖 此法利用感光性之重氮化合物(Diazo Compounds)之化學反應。是乃一種接觸複製法，用通常之晒藍圖機或 Ozalid “白印”機(Ozalid “Whiteprint” Machine)曝光，而後將乾燥之印圖在顯影機中用氨水之蒸汽顯影。標準紙張有多種：可得白底黑線、藍線或栗色線。乾顯影法之優點為印圖不走樣，且可應用透明紙及布。蓋透明之複製品可以揩擦添畫，不須換原描圖，即從其晒印，故製圖經濟不少。

照相印圖(Photostat Print) 大公司用者甚多。藉特別設計之大攝影機，可直接從圖樣或描圖製得暗底白線之印圖，其放大縮小之倍數任意。將此印圖再拍照，遂得白底棕線之印圖。若欲附圖樣於報告中，或將比例不同之各圖合成一圖，則此法對工程師極為有用。

複製描圖(Duplicating Tracing) 用照相方法從鉛筆圖複製於感光之描圖布上，其性質與普通之上墨描圖全同。

石印(Lithoprinting) 若需多張(五十張以上)複製圖，則可用石印，此為簡化而價廉之照相石印(Photolithography)。

複寫法 如複寫器(Mimeograph)、複印器(Ditto Machine)及膠板(Hectograph)，常用於小圖。

15.24 圖之大小 畫圖紙或布購來時，或為各種寬度之卷狀，或則已裁成各種標準之尺寸。製圖室大多用標準者，其上預印邊線及標題框。美國標準學會所推薦之各尺寸見下列，均為  $8\frac{1}{2}'' \times 11''$  之倍數，印圖編檔時可歸入標準字母之檔案。

尺寸 A— $8\frac{1}{2} \times 11$

尺寸 D— $22 \times 34$

尺寸 B— $11 \times 17$

尺寸 E— $34 \times 44$

尺寸 C— $17 \times 22$

圖 15.14 示裁成美國標準學會之各尺寸。大圖可在標準寬度之捲筒紙上繪之，使其長度為 11 吋之倍數。

下列米制標準尺寸，其寬度與長度之比均為 1 比  $\sqrt{2}$ ，可用於米制圖上或與國外之通信上。

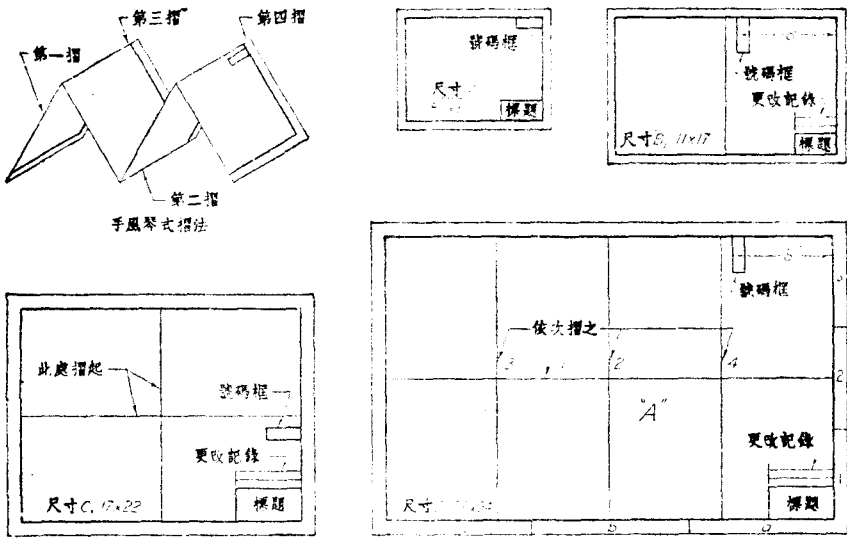


圖 15.14 美國標準學會各尺寸之紙及布。

- A0—841×1189 毫米
- A1—594×841 毫米
- A2—420×594 毫米
- A3—297×420 毫米

- A4—210×297 毫米
- A5—148×210 毫米
- A6—105×148 毫米

15.25 分區。大圖之下邊及右邊可以分格註字，如圖 15.14 之 D 圖所示，俾在圖上找尋任何節目時，有所借助。例如可定節目 A 之位置於 b2 區內，更改記錄框中每行通常祇註出一個修改之所在位置。

15.26 圖之歸檔及保藏。圖樣歸檔於特製之鋼櫥或木櫥內。通常將有價值之圖置於防火地窖中，非為更改或晒印絕不輕易取出。有時另印 35 毫米之照相拷貝，作永久記錄之用。圖樣平疊或捲置；印圖則摺起；以便保存或郵寄。普通之摺法為“手風琴”式，如圖 15.14 所示者。圖上可附加號碼框（見圖），則編檔時，較為便利。

## 習 題

15.27 選擇視圖與比例尺，及安排圖紙是為任何工作圖練習之初步手續。課室工作更應於着手之前，繳閱區劃草圖。

註尺寸應謹守第十一及十二章之原則。先研究何面應註加工符號，而後逐一註上之。準確配合之部分，則假定其配合種類，並寫出之；再用附錄中美

國標準學會之裕度及公差表，以指定之名義尺寸為基礎，算出其極限尺寸。習題中之例圖可視為草圖，工場所用之實際工作圖即由其繪出。因地位之限制，例圖時或太擠；故勿以其間隔及尺寸之置法為模範。

第一類。詳圖。

習題 1 至 28，圖 15·15 至 15·42。包括剖視圖、輔視圖、複輔視圖及習用畫法。

第二類。從詳圖作組合圖。

習題 29 至 40，圖 15·43 至 15·53。

第三類。從組合圖作詳圖。

習題 41 至 73，圖 15·54 至 15·79。

第四類。從寫生組合圖作一套圖樣。

習題 74 至 83，圖 15·80 至 15·89。

第五類。從設計圖作一套圖樣。

習題 84 至 89，圖 15·90 至 15·95。

第六類。電工圖習題。

習題 90 至 99，圖 15·96 至 15·99。

第一類。詳圖。

1. 圖 15·15. 支軸承(Supporting Bearing)之工作圖。三視圖，全尺寸。

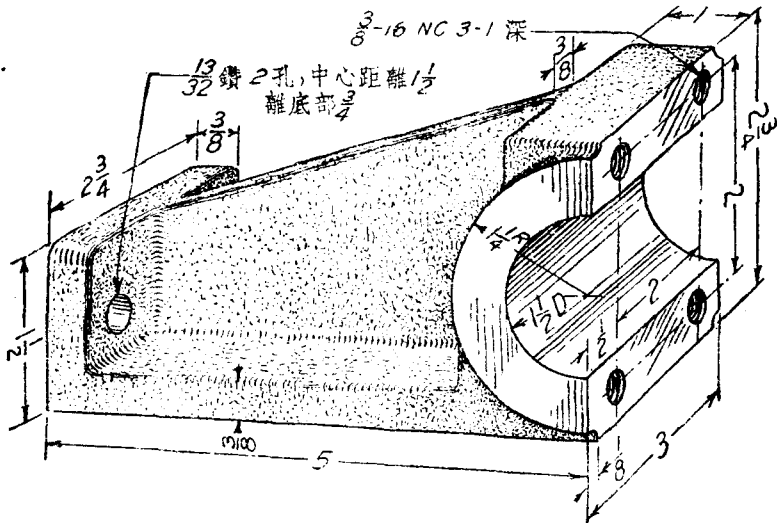


圖 15·15 支軸承。



2. 圖 15-16. 中心軛底座 (Centering-yoke Base) 之工作圖。三視圖, 全尺寸。

3. 圖 15-17. 作完備之工作圖, 畫必需之剖視圖。

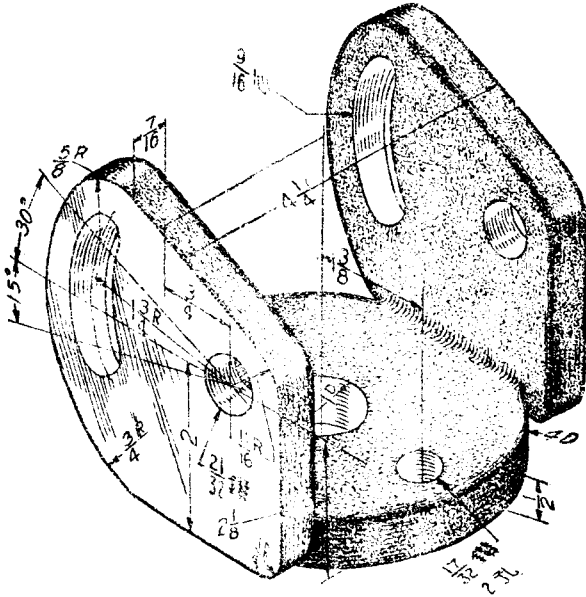


圖 15-16 中心軛底座。

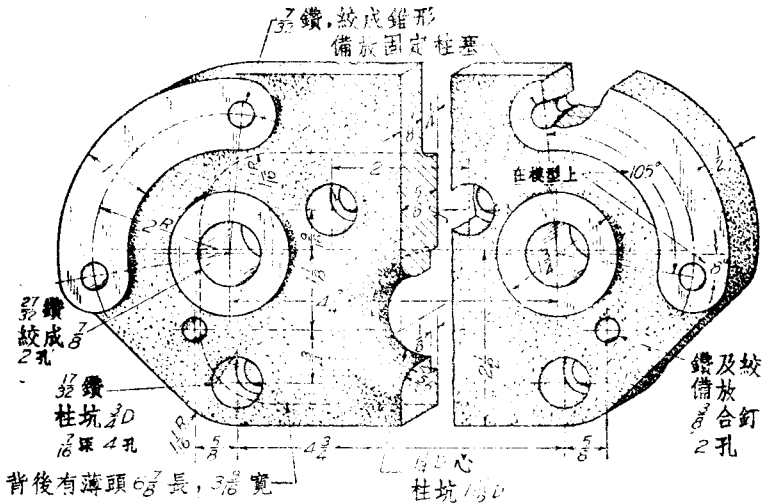


圖 15-17 移齒輪器托架 (Gear-shifter Bracket)。

4. 圖 15·18. 牽桿樞 (Drawbar Pivot) 之工作圖, 全尺寸.

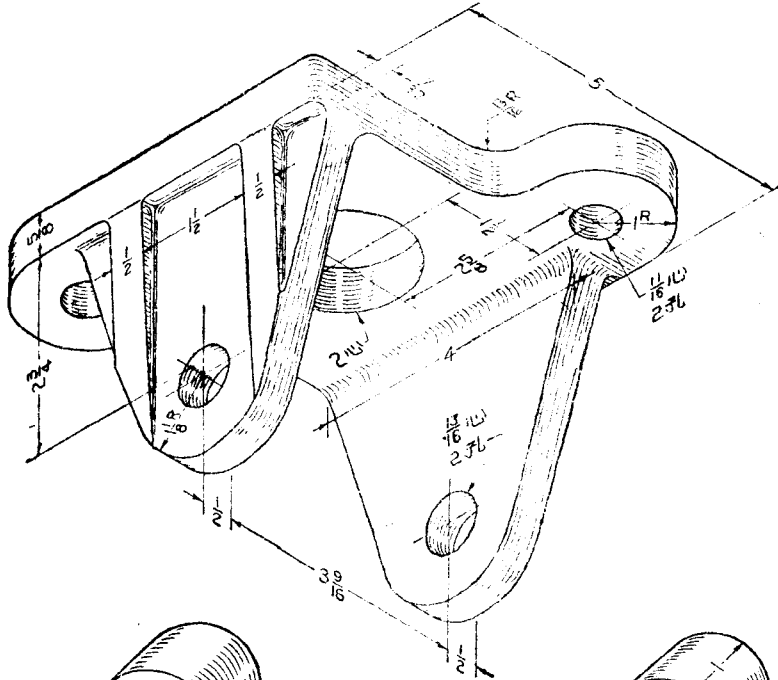


圖 15·18 牽桿樞.

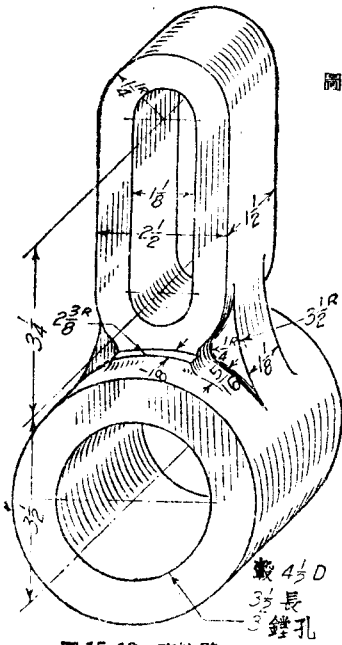


圖 15·19 複軸管.

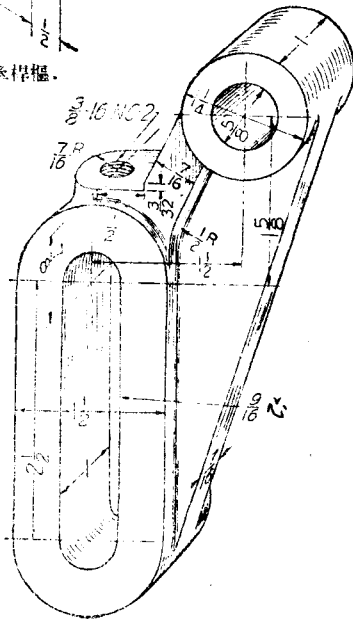


圖 15·20 風扇托架.

5. 圖 15·19. 複輪臂 (Compound-gear Arm) 之工作圖。
6. 圖 15·20. 風扇托架 (Fan Bracket) 之工作圖。
7. 圖 15·21. 摩擦軸承 (Friction Shaft Bearing) 之工作圖。

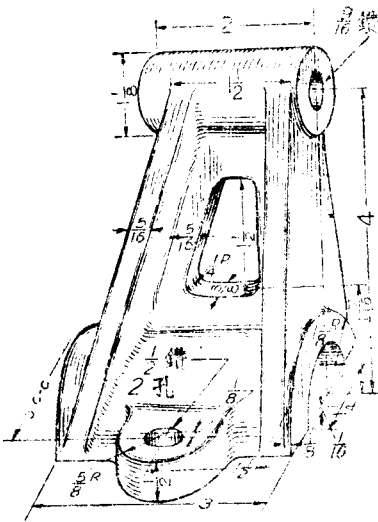


圖 15·21 摩擦軸承。

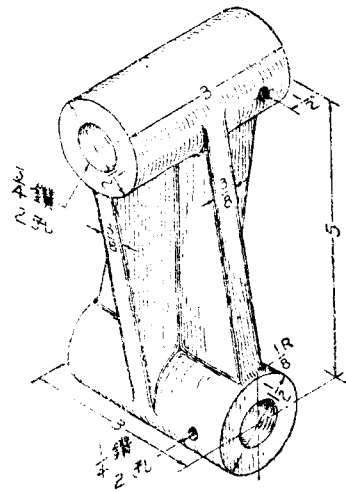


圖 15·22 交叉運桿。

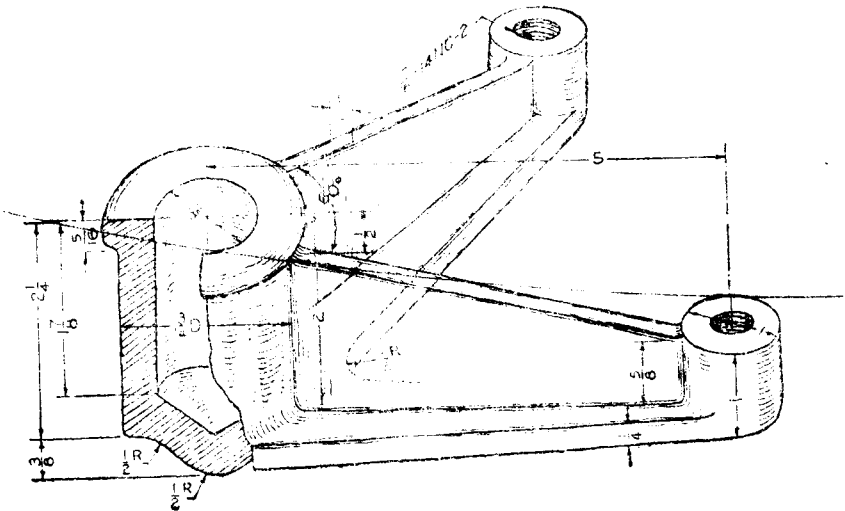


圖 15·23 可調整底座。

8. 圖 15·22. 交叉連桿 (Crossover Link) 之工作圖.
9. 圖 15·23. 可調整底座 (Adjustable Base) 之工作圖.
10. 圖 15·24. 底托架 (Bed Bracket) 之工作圖.
11. 圖 15·25. 閥座 (Valve Seat) 之工作圖.
12. 圖 15·26. 供給頭 (Supply Head) 之工作圖.

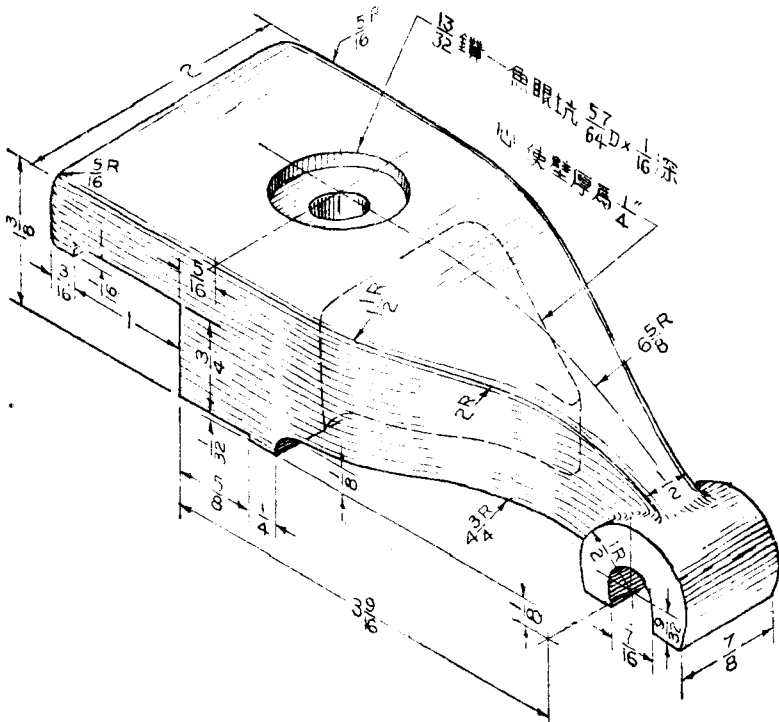


圖 15·24 底托架.



- 13. 圖 15·27. 作工作圖, 畫右或左輔視圖.
- 14. 圖 15·28. 作工作圖, 畫前輔視圖.
- 15. 圖 15·29. 作工作圖, 畫右輔視圖.
- 16. 圖 15·30. 作工作圖, 畫部分輔視圖.

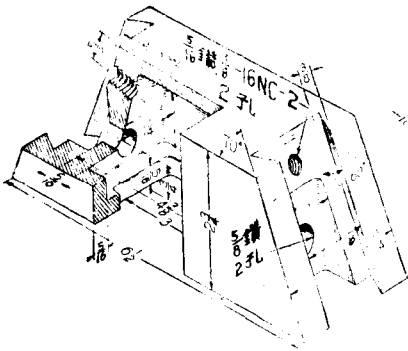


圖 15·27 滑底座(Slide Base).

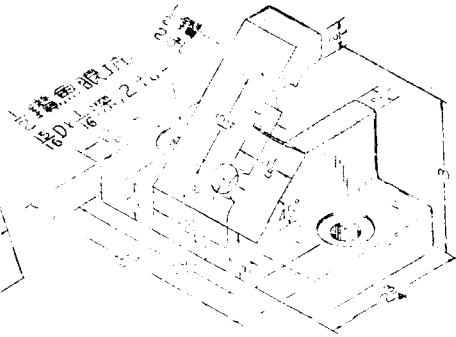


圖 15·28 惰輪托架(Idler Bracket).

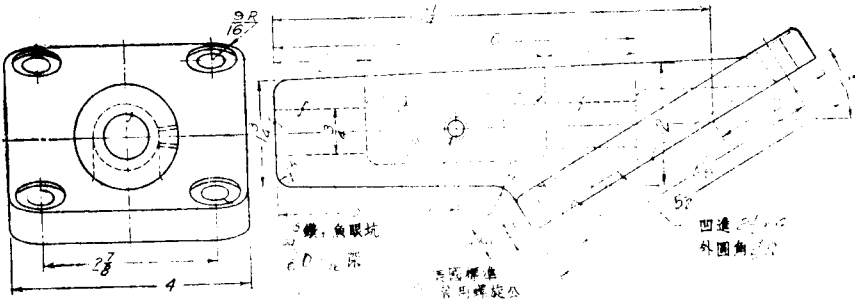


圖 15·29 角撐架(Angle Bracket).

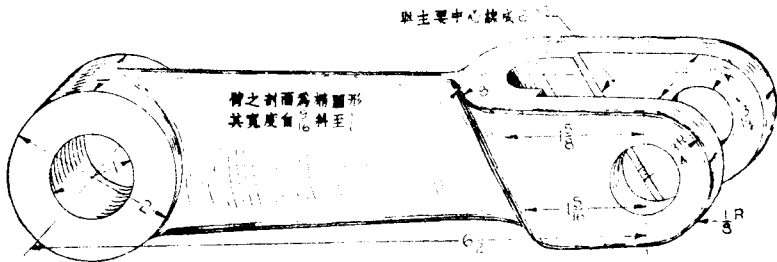


圖 15·30 爪托架(Pawl Carrier).

17. 圖 15-31. 作工作圖, 畫輔助正視圖。
18. 圖 15-32. 作工作圖, 畫部分輔視圖。
19. 圖 15-33. (a) 在同紙上作二詳細工作圖, 一供粗鑄件用, 一供機製之用。或 (b) 作機件及機製之一詳圖。
20. 圖 15-34. 扇式表計盒(Fan-type Meter Case)之工作圖。電木造型製成。

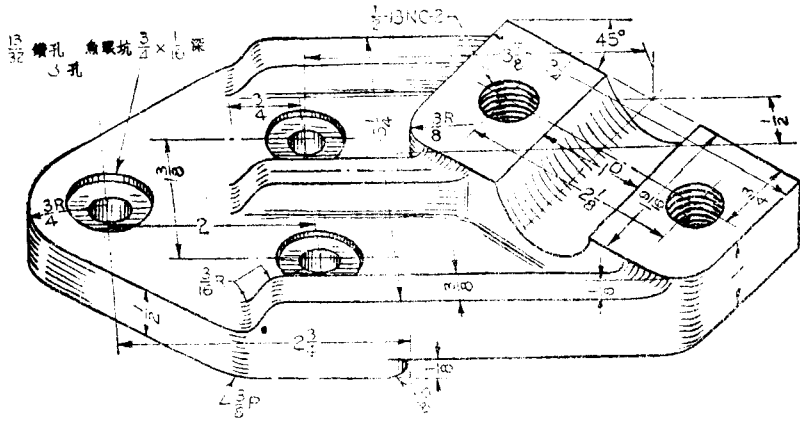


圖 15-31 鉸鏈底座 (Hinge Base)。

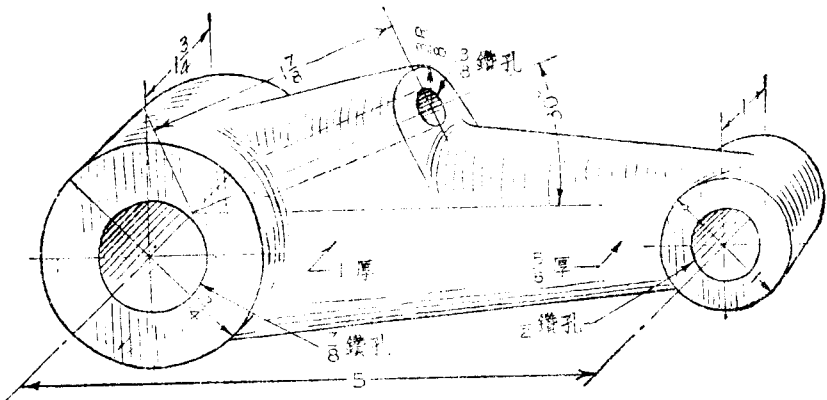


圖 15-32 搖臂 (Rocker Arm)。









27. 圖 15·41. 標樁承窩 (Stake Socket) 之工作圖. 畫上視圖、部分正視圖、及輔助正視圖.

28. 圖 15·42. 汽車活塞 (Automobile Piston) 之工作圖. 畫指出之各剖視圖.

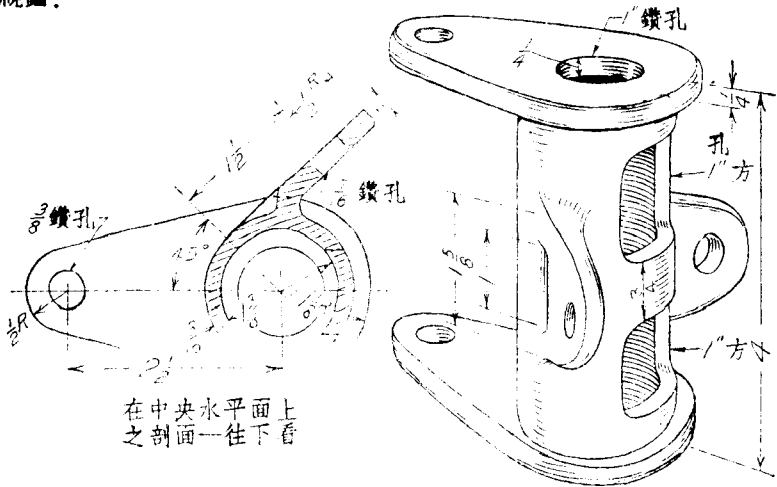


圖 15·41 標樁承窩.

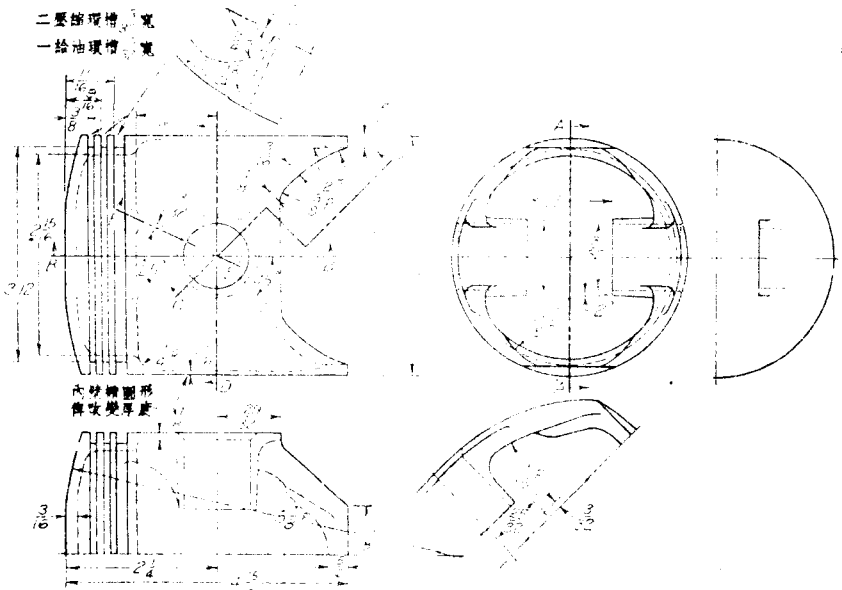


圖 15·42 汽車活塞(雪佛蘭).



二管，可先將其旋在二個凸緣上，再置套筒(Sleeve)及二墊圈(Packing Ring)於二凸緣間。放入螺栓螺母，旋緊之，使各件連結一起，接合緊密。畫一側視圖及一全剖面之縱視圖(Longitudinal View)。各材料之剖面用習用符號。管端螺紋之尺寸見附錄。

30. 圖 15-44. 從所設詳細圖，作起重機鉤(Crane Hook)之組合圖。標準零件 7 至 10 之詳細圖並未示出，其尺寸可查附錄或手冊。

31. 圖 15-45. 作腳輪(Caster)之組合圖，其正視圖為剖面。

32. 圖 15-45. 重新設計腳輪，備用滾珠軸承(Ball Bearing)裝置。

33. 圖 15-46. 從所設詳細圖，作滾珠軸承活動頂尖(Live Center)之組合圖。各種金工機械在高速工作時，靜止頂尖(Dead Center)往往太熱，則以用此種活動式者為宜。對照諸零件之尺寸，決定配合件，以定其在組合圖中之位置。寫生草圖及材料單亦為一助。滾珠軸承之詳細尺寸可查製造商目錄。畫兩個側視圖及一個剖面縱視圖(Longitudinal View)。

34. 圖 15-47. 作鑽床虎鉗(Drill-press Vise)之組合圖。用位置轉變線示虎鉗叉頭(Jaw)之極大開口。

35. 圖 15-48. 從所設詳細圖，作潛熱器(Immersion Heater)之組合圖。加尺寸及註解，使其成為描述性之例圖。

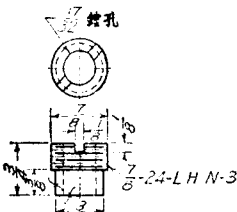
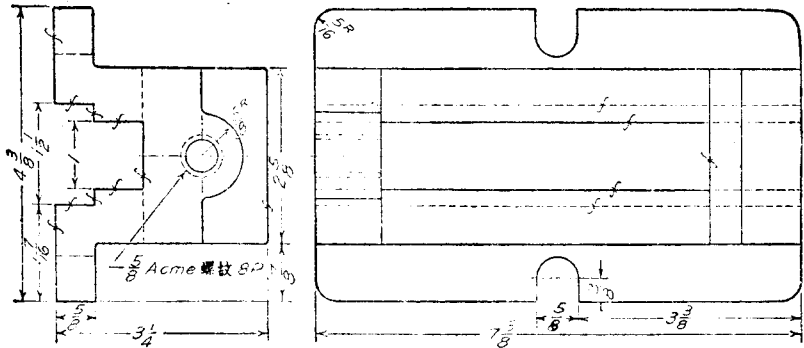
36. 圖 15-49. 從所設詳細圖，作黃銅保險閥(Brass Relief Valve)之組合圖。對照各件之尺寸，則可定其在組合圖中之地位。所設之螺紋規範，亦頗有助於決定以螺紋連接之各件之位置。畫二個視圖，一正一上，正視圖為剖面。註出件號，並製材料單。

37. 圖 15-50. 作布郎—沙普廻轉齒輪唧筒(Brown and Sharpe Rotary Geared Pump)之組合圖，畫上視圖、縱剖面(Longitudinal Section)及側視圖。以箭頭表示諸軸轉動之方向及液體之流動。示出底座諸孔之尺寸，以備裝配之用；並示底座至主動軸之距離，以及軸與鍵之尺寸。請參閱第十七章中齒輪(件號 108 及 109)之畫法。至於未繪詳圖之各件，則見圖 15-51 之材料單。

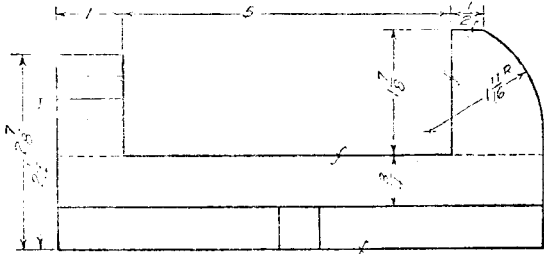
38. 圖 15-51. 在另紙上寫第 37 題之材料單。

39. 圖 15-52. 從詳細草圖，作 Weinman 唧筒製造公司所製之 Unipump

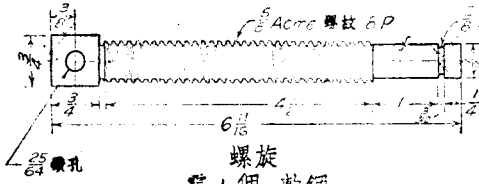




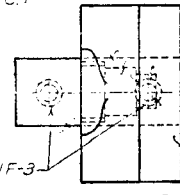
叉頭襯套  
需 1 個 銅



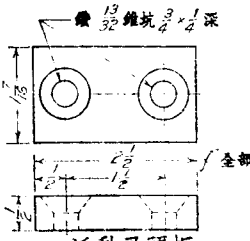
虎鉗底座  
需 1 個 C1



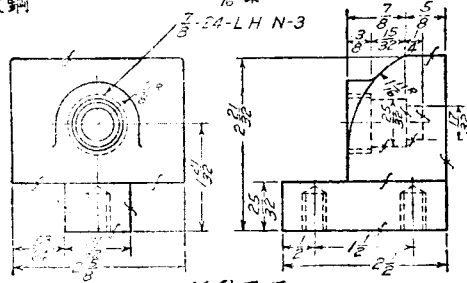
螺旋  
需 1 個 軟銅



3/8-24 NF-3 深



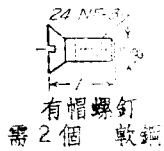
活動叉頭板  
需 1 個 銅



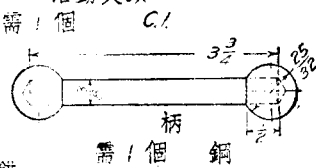
活動叉頭  
需 1 個 C1



螺釘墊圈  
需 1 個 銅

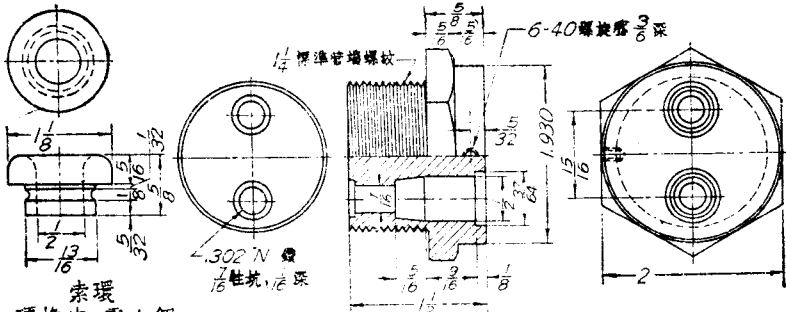


有帽螺釘  
需 2 個 軟銅



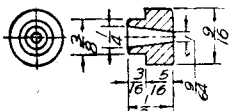
柄  
需 1 個 銅

圖 15-47 鑽床虎鉗。

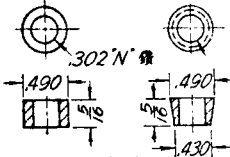


索環  
硬橡皮-需 1 個

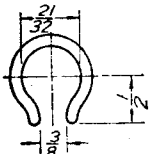
螺紋項圈  
黃銅-需 1 個  
全部加工



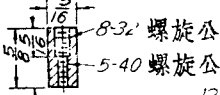
絕緣體  
上釉之瓷-需 2 個



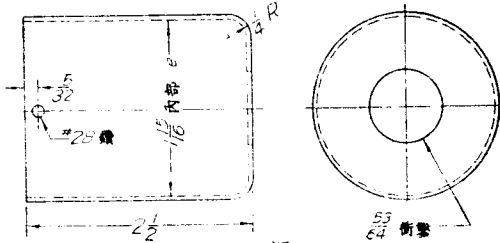
襯套  
黃銅-每件需 2 個  
全部加工



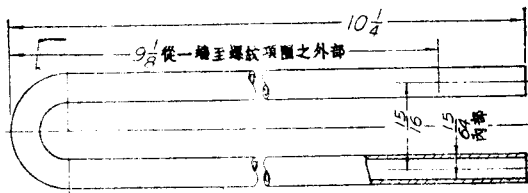
鎖圈  
#B&S 規彈簧鋼  
需 1 個



終端襯套  
黃銅-需 1 個  
全部加工

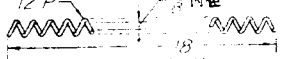


#20 號鋼 帽 - 需 1 個

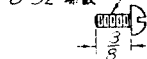


金屬護套  
#20 B&S 規鍍錫銅 - 需 1 個  
錐尖螺紋  
5-40 螺紋  
12 P

#B&S 低阻合金  
內徑  
低阻終端 需 2 個



電熱線  
#20 B&S 規線路電阻器  
需 1 個



終端螺釘  
黃銅-需 2 個

此外在裝配時再需：氧化鎂，封口膏及一個 6-40 x 1/2 長之機螺釘

圖 15-48 滑熱器詳細圖。



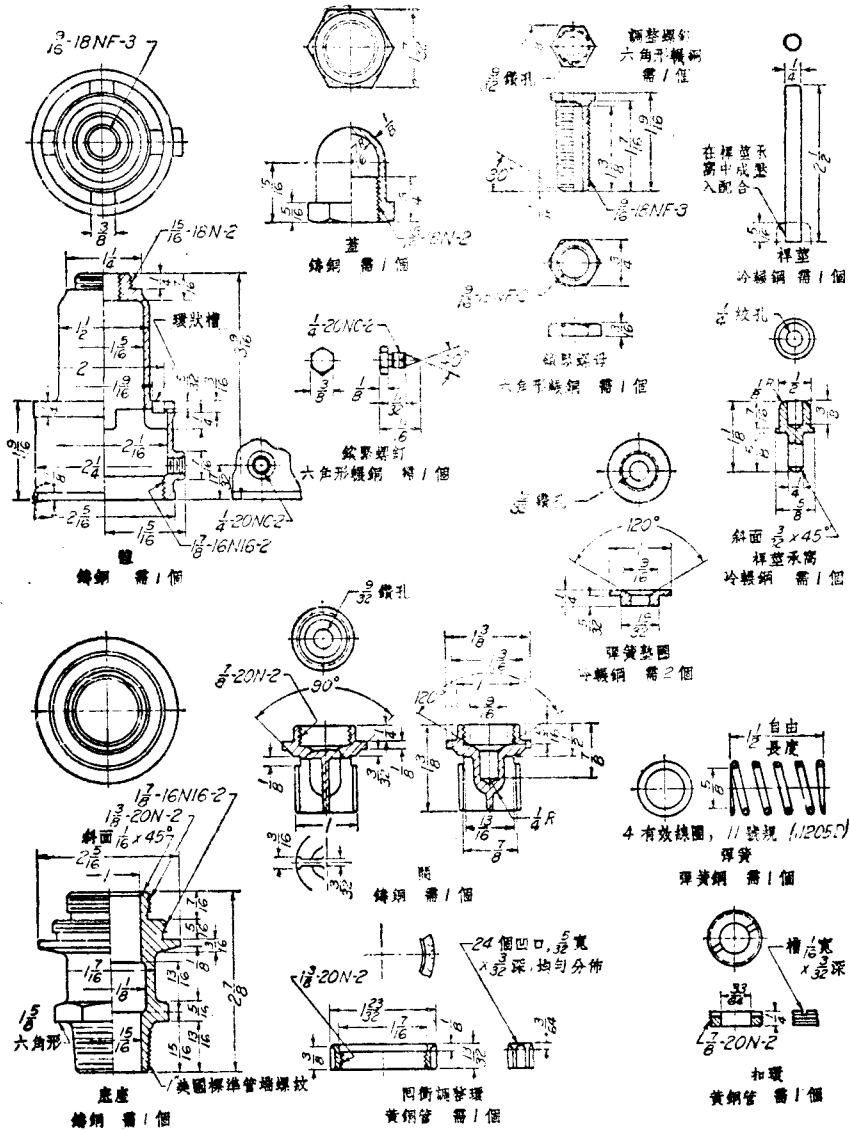


圖 15.49 黃銅保險閥。



零件表									
布耶一沙普1號迴轉齒輪唧筒									
序號	圖樣大小	名稱	數量	材料	備料		用於		備註
					直徑	長度	名稱	件數	
101		灰序	1	鑄鐵					
102		體	1	鑄鐵					
		蓋	1	鑄鐵					
103		滑輪	1	鑄鐵					
105		填函蓋	1	鑄鐵					
106		填函蓋襯套	1	青銅					
107		齒輪襯套	1	青銅					
108		主動齒輪	1	鋼	2 1/4	5 7/8			
109		從動齒輪	1	鋼	1 1/2	3 5/16			
110		軟墊	2	銅片			體	102	20 BMS 號規 (C. 2113)
111		六角頭螺絲釘及螺母	4				蓋	105	
112		六角頭螺絲釘	2				蓋	105	
113		六角頭螺絲釘	2				填函蓋	105	
114		Woodruff 鍵 5x5	1				主動齒輪	108	
115		3/8 x 5/8 無頭面定螺釘	1				滑輪	103	
116		3/16 x 1 1/2 台階	1	冷鑄鋼			蓋	105	
		襯墊		適合者					Barlock Rotor #25

圖 15.51 迴轉齒輪唧筒之零件表。

離心唧筒(Centrifugal Pump)之組合圖及詳細圖。唧筒套(Casing)直接連於主動電動機(Driving Motor)，故其設計緊密而有效。每隔 45° 取漸伸套(Volute)(註)之橫剖面，用連續或重疊之詳細剖面(見第 9·8 節)表示之；葉輪(Impeller)亦取相似之剖面。在每分鐘 3,425 轉時，此唧筒抵抗 160 呎之水頭(Head)，每分鐘放出 520 加倫。

40. 圖 15.53. 作套管千斤頂(Telescopical Screw Jack)之組合圖，其正視圖用剖面。用另紙寫材料單。示半開之狀；註其在最低及最高位置時，自底至蓋(Cap)之尺寸。柄(Handle)及柄軸(Handle Shaft)可斷裂之，俾節省地位，減小紙張。斜齒輪(Bevel Gear)之畫法，請參閱第十七章。

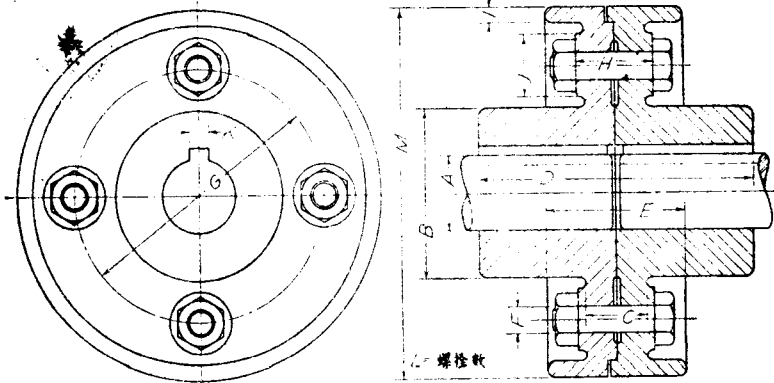
譯者註。漸伸套為唧筒套直接受液體衝擊之一部分。





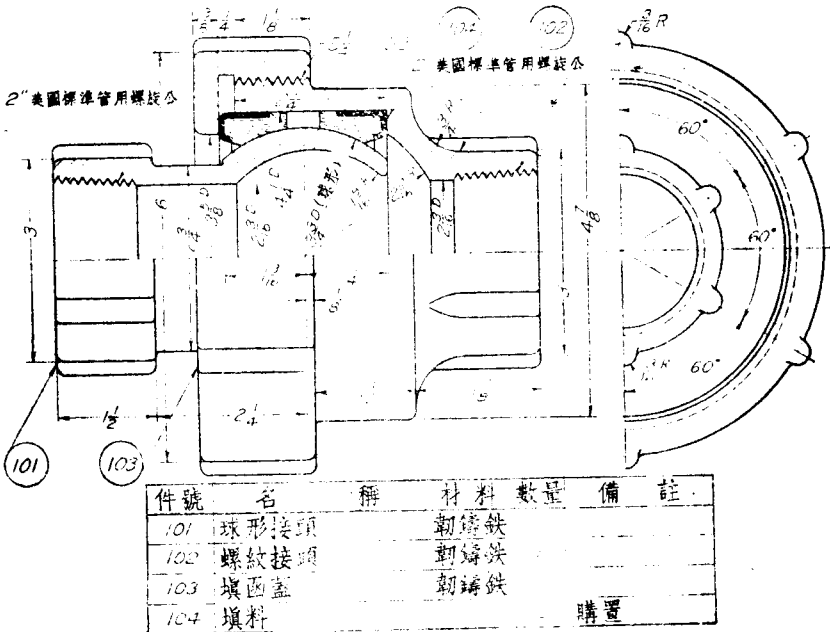


42. 圖 15-55 作凸緣聯軸節(Flange Coupling)之詳圖, 指定一種尺寸。
43. 圖 15-56. 作螺旋端球關節(Screw-end Ball Joint)之詳圖。
44. 圖 15-57. 作可調整滾子架(Adjustable Roller Stand)之詳圖。
45. 圖 15-58. 作偏心輪及偏心環(Eccentric and Strap)之詳圖。
46. 圖 15-59. 作擺動台(Swing Table)之詳圖。
47. 圖 15-60. 作皮帶傳動(Belt Drive)之詳圖。
48. 圖 15-61. 作閥及閥座(Valve and Seat)之詳圖。
49. 圖 15-62. 作封閉球關節(Sealed Ball Joint)之詳圖。
50. 圖 15-63. 作緊帶滑車(Belt Tightener)之詳圖。
51. 圖 15-64. 作滑料唧筒(Lubricant Pump)之詳圖。請注意側視圖上之蓋業已取去, 齒輪為用習用法所畫者。
52. 圖 15-65. 作擺動鋸架頭(Swing-saw Frame Head)之詳圖及零件表。軸承(Bearing)之尺寸可查滾珠軸承目錄。底座(Base)為橢圓形,  $5" \times 4"$ , 使有皮帶間隙(Clearance)。
53. 圖 15-66. 作補償螺母(Compensating Nut)之詳圖。此裝置之目的在補償推進螺旋(Feed Screw)因重載(Heavy Duty)而生之磨損。用時先放鬆左首之有帽螺釘;再旋緊牽引螺釘(Draw Screw)之螺母,藉尖劈作用推旋鬆之螺釘向左,至所有之無效運動(Lost Motion)已得補償為止。
54. 圖 15-67. 作可調整中軸承(Adjustable Mid-bearing)之詳圖。
55. 圖 15-68. 作信號塔托架(Signal-tower Bracket)之詳圖。
56. 圖 15-69. 作滾珠軸承惰輪(Ball-bearing Idler Pulley)之詳圖。
57. 圖 15-70. 作蝶形閥(Butterfly Valve)之詳圖。作齒輪(Gear)及齒條(Rack)之詳圖時,請參閱第十七章。
58. 重新設計圖 15-70,使蝶形(Butterfly)為  $2\frac{1}{2}"$ 。
59. 圖 15-71. 作獨立平板卡盤(Independent Faceplate Chuck)之詳圖。
60. 圖 15-72. 作開縫螺母(Split Nut)之詳圖。當螺釘運動時,此著名之機構使螺母在其上開合。手桿(Hand Lever)轉動  $90^\circ$ ,藉凸輪(Cam)



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
$\frac{3}{16}$	$2\frac{3}{4}$	1	$4\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	6	4	$\frac{1}{4}$	4	1	$\frac{5}{16}$	4	6
$\frac{7}{16}$	$3\frac{1}{2}$	1	5	$2\frac{1}{2}$	2	2	$\frac{1}{4}$	4	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{8}$	4	$6\frac{5}{8}$
$\frac{11}{16}$	$3\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$5\frac{3}{8}$	3	2	2	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{8}$	5	$7\frac{1}{4}$
$\frac{15}{16}$	$3\frac{7}{8}$	4	8	$3\frac{1}{2}$	2	2	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{2}$	5	$7\frac{3}{4}$
$2\frac{3}{16}$	$3\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}$	$6\frac{3}{8}$	$3\frac{1}{2}$	4	5	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	5	$8\frac{3}{8}$

圖 15-55 凸緣聯軸節。



件號	名稱	材料	數量	備註
101	球形接頭	軋鐵		
102	螺紋接頭	軋鐵		
103	填函蓋	軋鐵		
104	填料			購置

圖 15-56 螺旋端球關節。



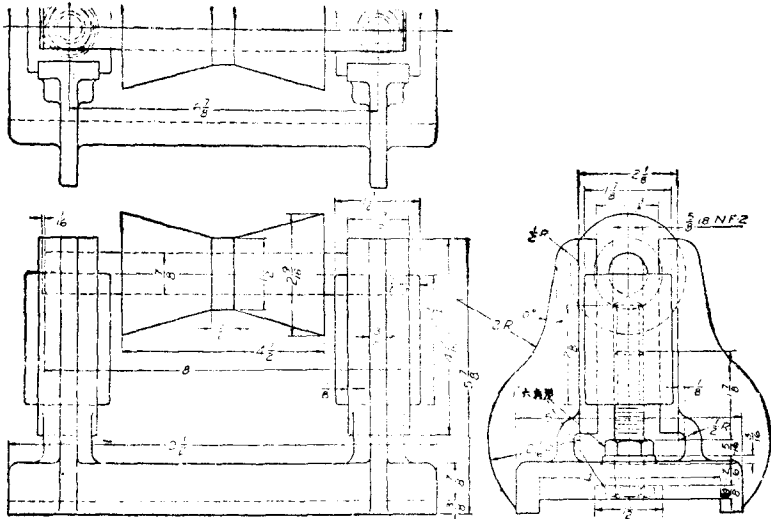


圖 15.57 可調整滾子架。

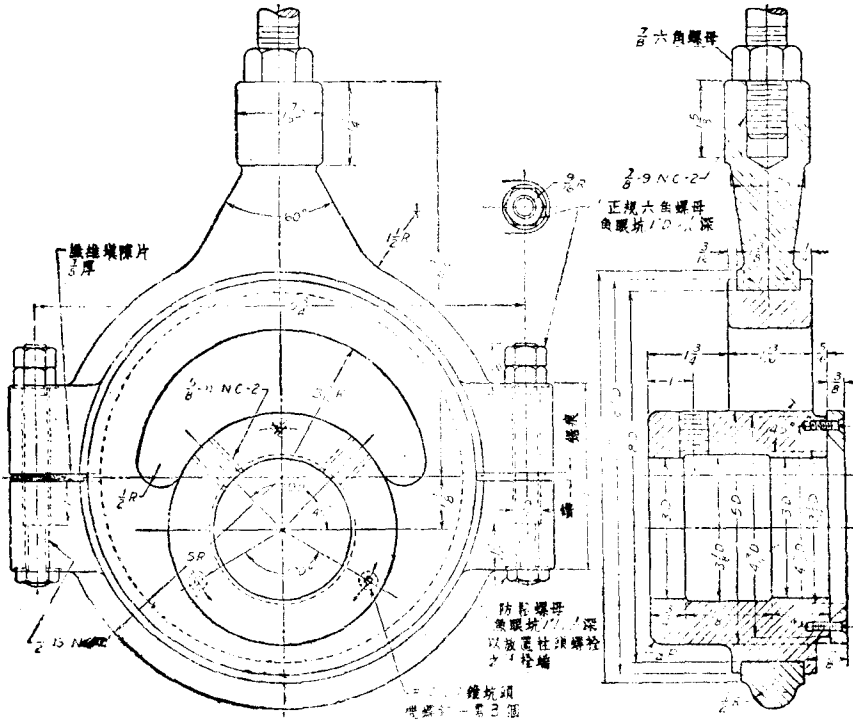


圖 15.58 偏心輪及偏心環。

件號	名稱	材料	數量	備註
101	底座	GI	1	
102	台	GI	1	
103	耳軸	鋼	1	

$\phi 2 \frac{1}{2}$  六角狀螺絲及螺母  $\phi 11$  NC-2  
 $\phi 2$  簡單墊圈，需2個  
 $\phi 2$  簡單墊圈，需2個

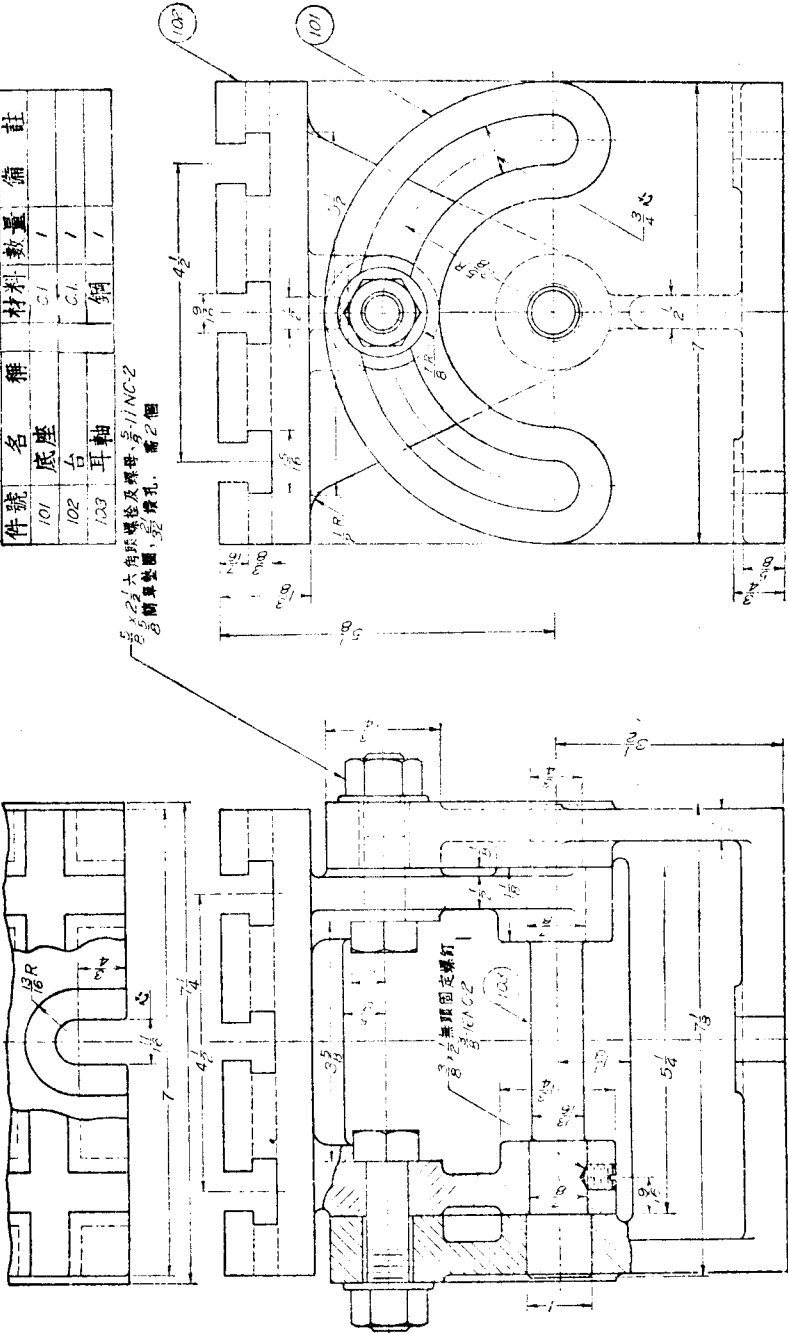
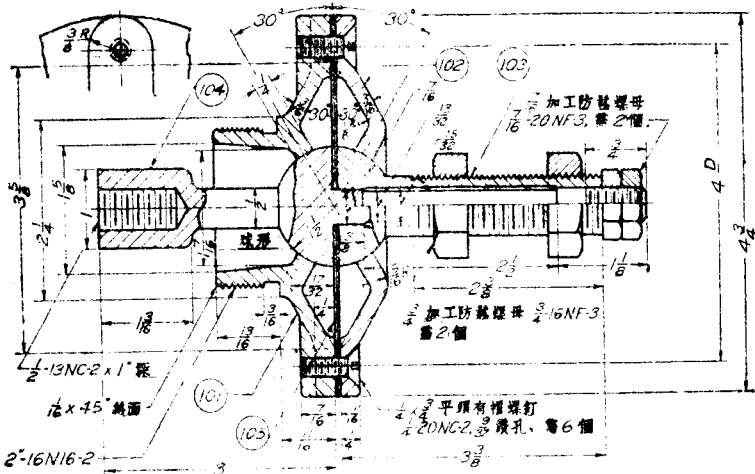


圖 15.59 擺動台.





件號	名稱	材料	數量	備註
101	底座	刺鑄鐵	1	
102	蓋	刺鑄鐵	1	
103	套筒球	銅	1	
104	柱頭球	銅	1	
105	隔膜	纖維	1	購置

圖 15-62 封閉球關節。

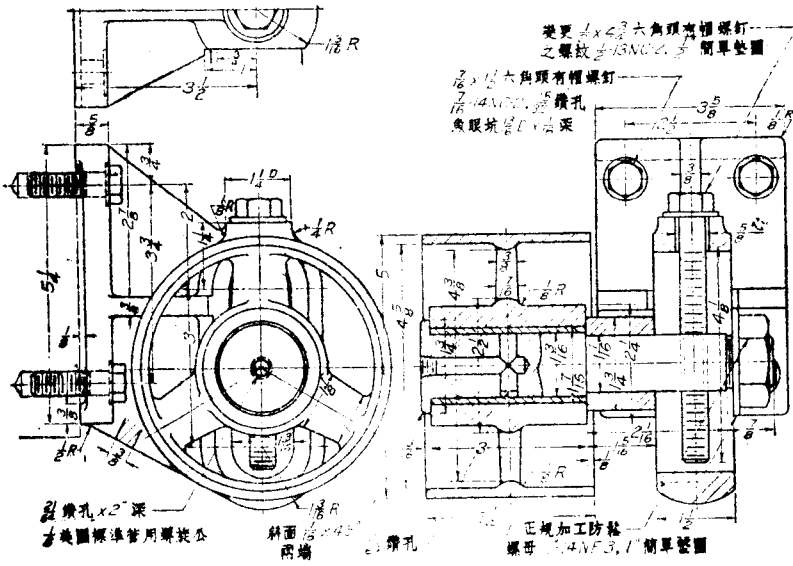


圖 15-63 緊滑車。







件號	名 稱	材 料	數 量	備 註
101	蝶箱	初鑄鉄	1	
102	齒條箱	初鑄鉄	1	
103	蝶形	鋼 (.0625 厚)	1	USS.16 號規
104	蝶軸	鋼	1	
105	小齒輪	鋼	1	
106	齒條	鋼	1	16 螺距
107	鍵螺旋	鋼	1	
108	蓋	鋼 (.0625 厚)	1	USS.16 號規

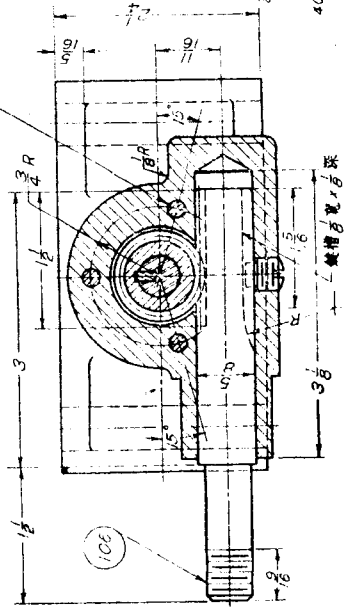
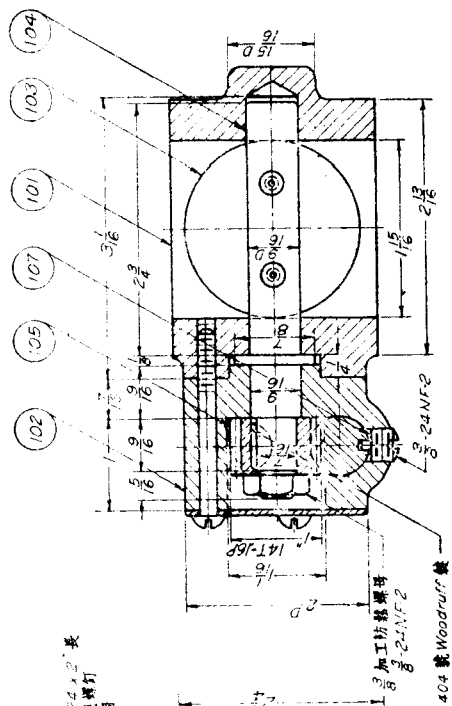
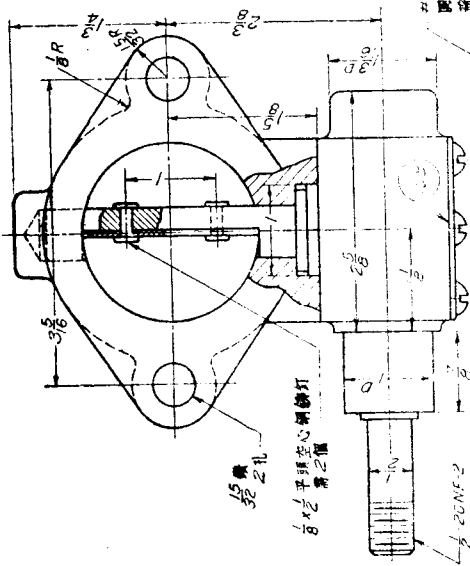


圖 15.70 蝶形閥。



件號	名	薄	材	料	備	注
1	底蓋		C.I.			
2	支銷		鋼		硬化	
3	彈簧		冷硬鋼			
4	項圈		冷硬鋼			
5	4號斜銷		鋼		磨光	

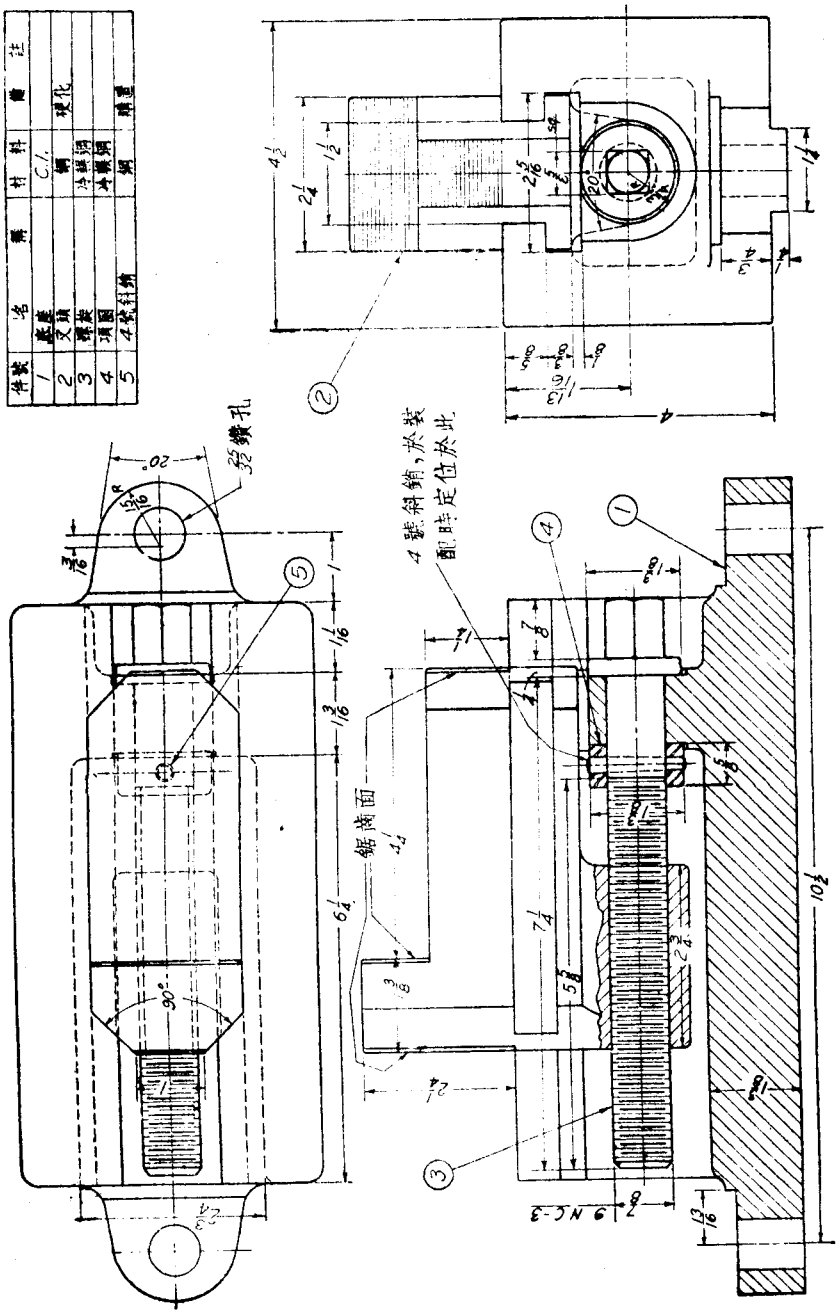


圖 15-71 獨立平板卡盤。

中銑槽之作用，撥動對開螺母 (Half Nut) 中之銷 (pin)，而使對開螺母上升或下降。

61. 圖 15.73. 作三角皮帶傳動 (V-belt Drive) 之詳圖。

62. 圖 15.74. 作旋轉底座 (Swivel Base) 之詳圖。

63. 圖 15.75. 作運軌吊架 (Rail-transport Hanger) 之詳圖，軌為 10-lb ASCE (美國土木工程師學會)。

64. 重新設計圖 15.75, 軌為 21-lb ASCE. 用  $2\frac{1}{2}$ " 之標準管作架。

65. 圖 15.76. 作雙動式氣缸 (Double-acting Air Cylinder) 之詳圖。指定衝程 (Stroke) 之長度。使衝程兩端各有 1" 之間隙，以定氣缸之長度。請注意零件 101 與 102 相同，但 101 上則在中心另行機製一孔，備放軸、填料 (Packing)、及填函蓋 (Gland)。故製模工場需此二零件之一張圖樣，機器工場則需二張。

66. 圖 15.77. 作水力衝壓機 (Hydraulic Punch) 之詳圖。於作用時，衝壓機本部向前進行，迄其帽 (Cap) (零件 109) 抵達作件為止。嗣後零件 106 及其附件停止不動；藉衝擊彈簧 (Punch Spring) (零件 114) 之牽力 (Tension) 抵住作件，而衝擊則向前穿過作件，並向後退回。

67. 重新設計圖 15.77. 使衝擊直徑為  $3\frac{1}{2}$ "，衝程 (Stroke) 為  $1\frac{1}{2}$ "。

68. 圖 15.78. 作考利斯蒸汽機緩衝筒 (Corliss-engine Dashpot) 之詳圖。此為 Allis-Chalmers 製造公司所製之彈簧型。考利斯蒸汽機之所以有高效率 (Efficiency) 者，因其有“考利斯搬動停汽機關” (Trip-cut-off Corliss Gear)，將閥 (Valve) 開啓，並自動分離。閥之關閉則由緩衝筒司之。此筒藉連桿 (Connecting Link) 接至汽閥機關 (Valve Gear)，拉桿以關閥。汽閥開啓時彈簧 (零件 11) 壓縮；彈簧伸張則使汽閥關閉。氣閥 (Air Valve) (零件 7) 可以調節，使柱塞 (Plunger) (零件 2) 之下落較緩；並在圓筒中產生部分真空，而使作用增大。

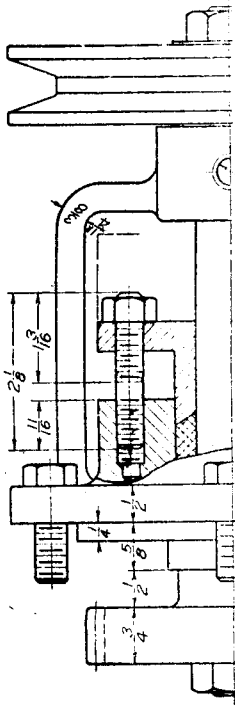
69. 圖 15.79. 作實驗室汽套增壓鍋 (Steam-jacketed Laboratory Autoclave) 之詳圖。增壓鍋為化學儀器，凡化學反應之需壓力者用之。圖 15.79 之汽套可有可無。攪動器具之有無視需要而定。圖中所示者容量為 2 加侖，用於 800 磅之工作壓力。



件號	名 稱	材 料	數 量	備 註
101	托架	C.I.	1	
102	齒輪	C.I.	1	
103	軸	鋼	1	
104	填函蓋	C.I.	1	
105	滑輪	鋁	1	壓鑄
106	視套	青銅	1	

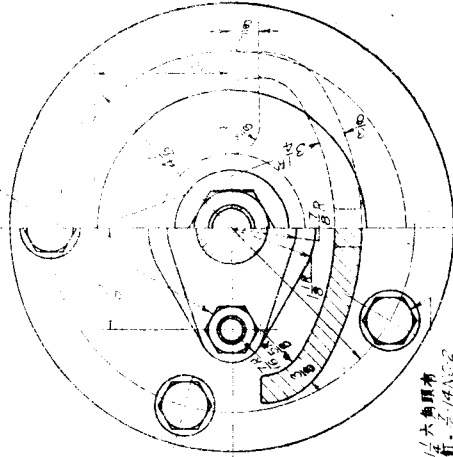
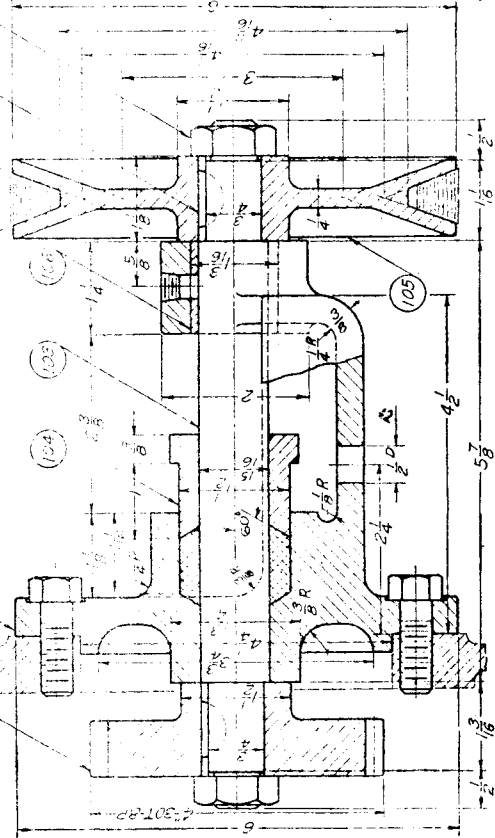
注意：加工  
六角螺母：  
鑽孔，需 5 個

每視套 1 個  
加工時螺絲釘  
每螺絲釘 1 個



鑽孔  
美國標準管用螺絲釘

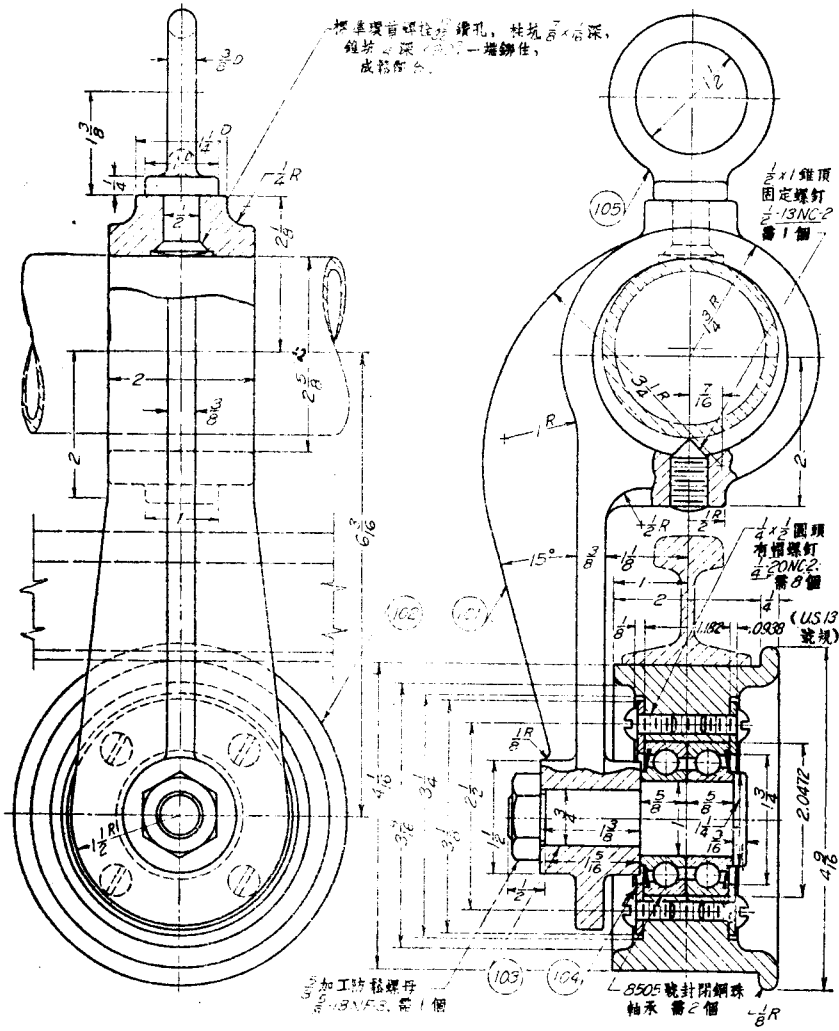
(101)  
(102)  
(103)  
(104)  
(105)



六角螺母  
螺絲釘：#14NC-2  
鑽孔，需 5 個

圖 15.73 三角皮帶傳動。





件號	名稱	材料	數量	備註
101	吊架	鑄鋼	1	
102	輪	CI	1	
103	柱頭螺絲	鋼	1	
104	板	鋼	2	US 13 號規 (10938)
105	環首螺絲	鋁	1	購置

圖 15.75 運軌吊架。



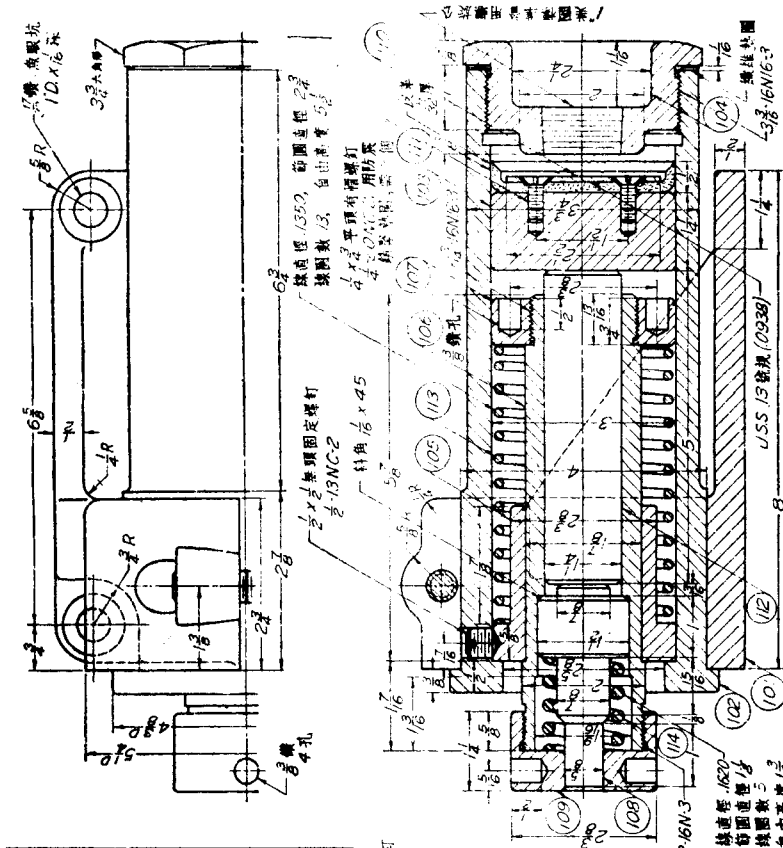


圖15-77 水力衝擊機

件號	名稱	材料	數量	備註
101	環架	C.I.	1	
102	汽缸	C.I.	1	
103	汽缸	C.I.	1	
104	汽缸頭	C.I.	1	
105	汽缸蓋	C.I.	1	
106	汽缸內止	鋼	1	
107	汽缸環母	鋼	1	
108	汽缸環	鋼	1	
109	汽缸板	鋼	1	
110	汽缸板	鋼	1	
111	汽缸板	鋼	1	
112	汽缸板	鋼	1	
113	汽缸板	鋼	1	
114	汽缸板	鋼	1	

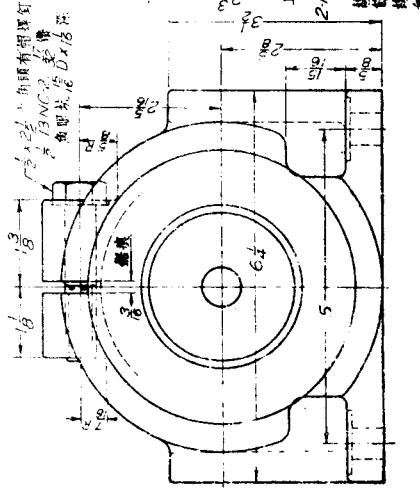


圖15-77 水力衝擊機



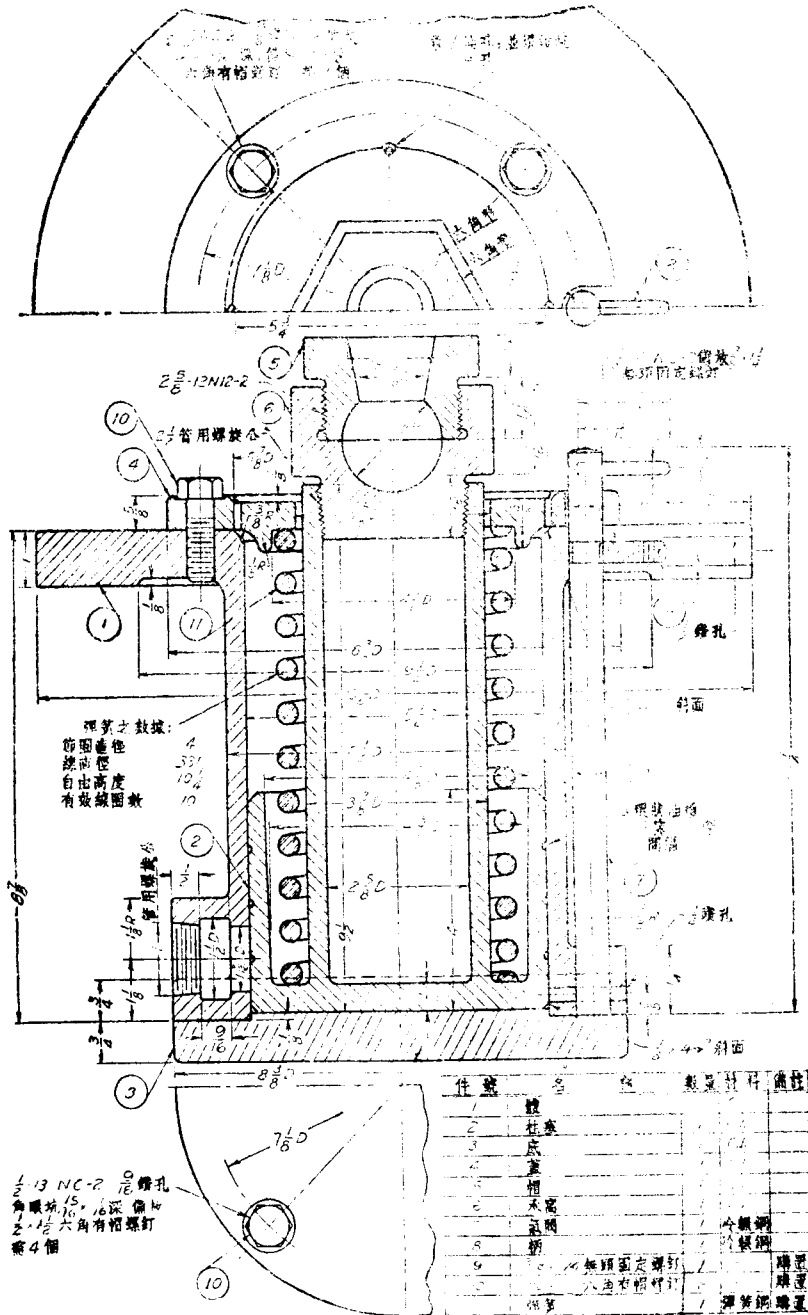


圖 15-78 考利斯蒸汽機橫斷面。

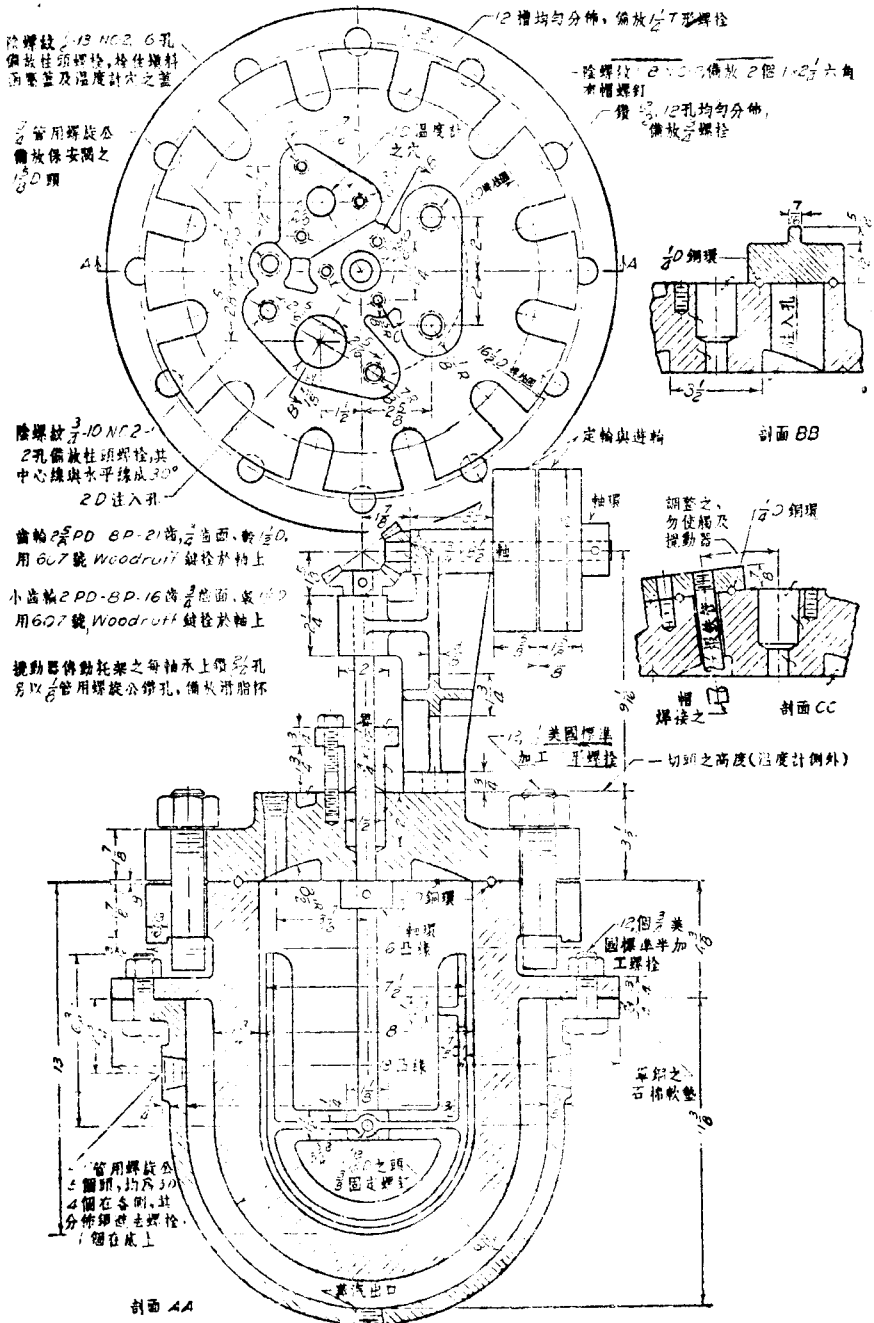


圖 15.79 汽套增壓器

70. 設計容量 10 加侖之增壓鍋。設一每分鐘 125 轉之攪動器，由每分鐘 1,200 轉之電動機帶動，試計算皮帶輪 (Pulley) 及斜齒輪 (Bevel Gear) 之尺寸。依據 900 磅之壓力算出壁厚。汽套殼上加三耳為支腳。蓋上則為保安閥 (Safety Valve)、壓力計 (Pressure Gage) 及溫度計各留開口。用 T 形螺栓 (T Bolt)；先算面積，再查手冊以得相當大小之螺栓。作完全之組合圖。

71. 作第 70 題增壓鍋之詳圖，包括支腳之設計。

72. 設計 15 加侖之增壓鍋。其本體及汽套為焊接 (Welded) 者。壓力用 600 磅。用環首螺栓 (Eye Bolt) 連結蓋與本體。電動機所帶動之攪動器，每分鐘轉 125 周。蓋上為保安閥、壓力計及溫度計各留開口。支腳三個。作完全之組合圖。

73. 作第 72 題增壓鍋之完全詳圖。

**第四類。** 從寫生組合圖作一套圖樣。

74. 圖 15-80. 作樞軸吊架 (Pivot Hanger) 之全套圖樣，其中包括詳圖、組合圖及零件表。吊架由軛 (Yoke)、底座、軛環 (Collar) 及標準零件構成，均為鋼製。

75. 圖 15-81. 作唧筒閥 (Pump Valve) 之全套圖樣。閥座 (Valve Seat)、閥桿 (Valve Stem) 及彈簧均為黃銅 (Brass)；圓盤 (Disk) 則為硬橡皮。作用時，流體之向上壓力推起圓盤而流過。向下壓力則使圓盤更為緊貼閥座，液流受阻矣。

76. 圖 15-82. 作防震架 (Antivibration Mount) 之全套圖樣。

77. 圖 15-83. 作急洩閥 (Pop-off Valve) 之全套圖樣。除彈簧外，一切零件俱為黃銅 (Brass) 所製。

78. 圖 15-84. 作管夾 (Pipe Clamp) 之全套圖樣。將狹條 (Strap) 及螺栓一起作詳圖，用電阻焊接 (Resistance Welding) 之符號及規範。

79. 圖 15-85. 作鑽頭夾鉗 (Drill-head Clamp) 之組合圖及詳圖。此物具開縫螺母 (Split Nut) 及夾板 (Clamp) 二零件。附有現成購來之螺栓及 Pratt and Whitney 鍵。鍵之尺寸見附錄。

80. 圖 15-86. 作牽桿樞軸 (Stay-rod Pivot) 之全套圖樣。托架 (Bracket) 及樞塊 (Pivot Block) 均為鑄鋼 (Cast Steel) 所製者。





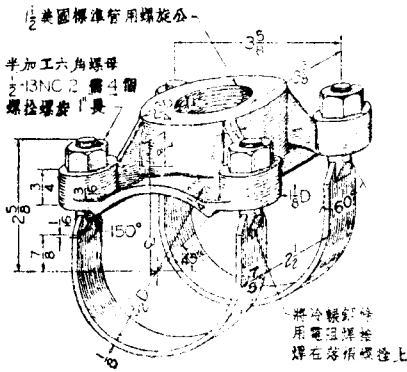


圖 15.84 管夾。

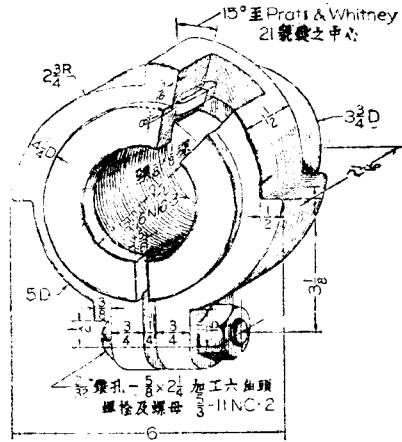


圖 15.85 鑽頭夾鉗。

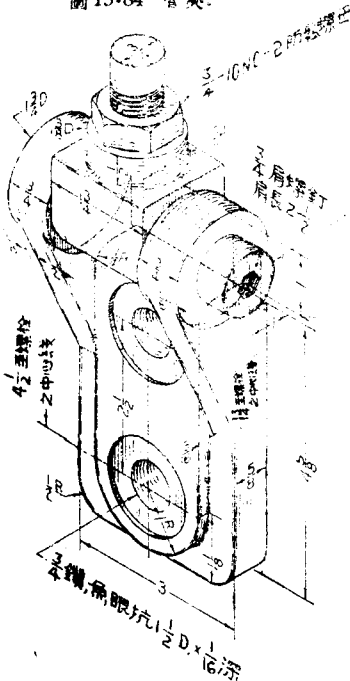


圖 15.86 夾持棍軸

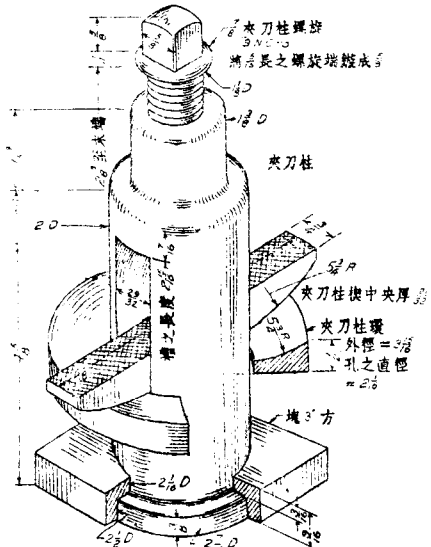


圖 15.87 夾刀柱

81. 圖 15.87. 作夾刀柱 (Tool Post) 之全套圖樣。

82. 圖 15.88. 作絕緣體配件 (Insulator Fitting) 之詳圖。安放鈕頭端之開口 (Buttonhead Terminal Opening) 斜向內部，則加上絕緣體時，不



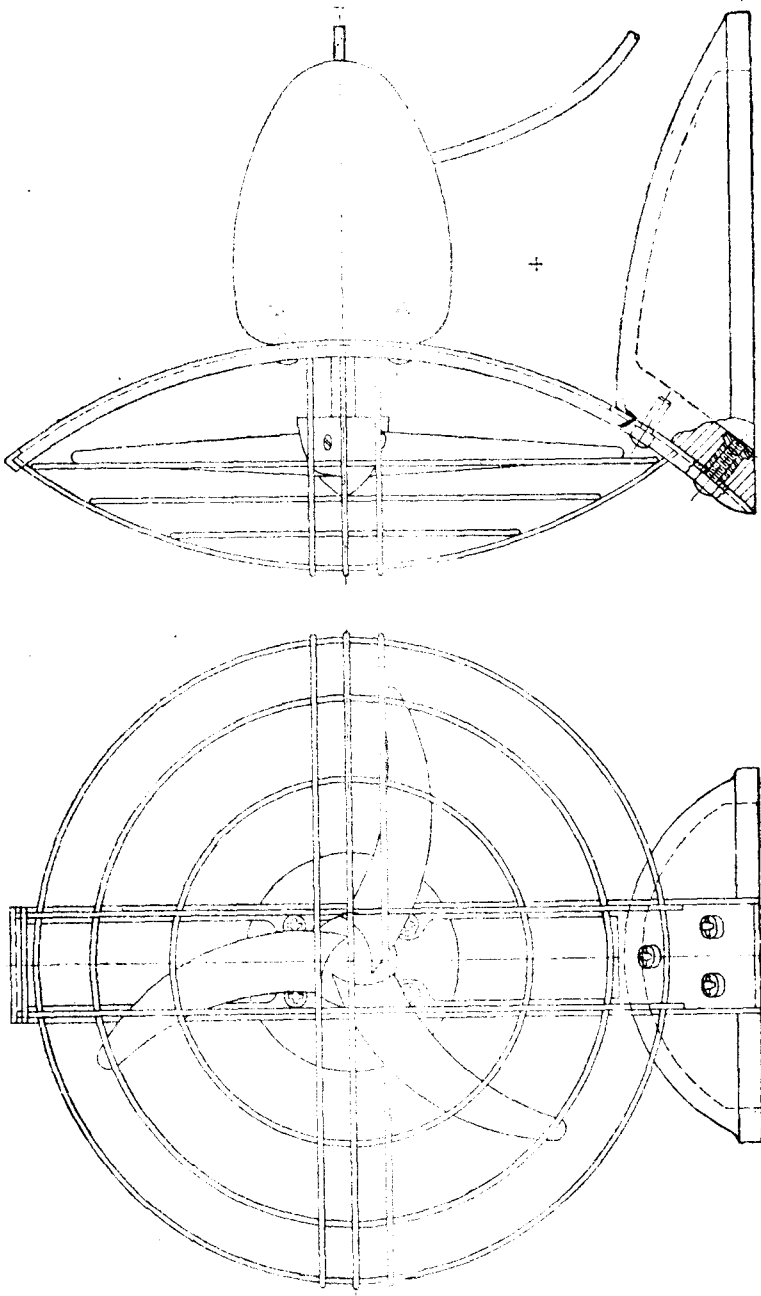


圖 15.90 風扇(半尺寸).





85. 圖 15·91, 2 號凸緣虎鉗 (Flanged Vise). 從設計圖作全套圖樣, 其中包括詳細圖、零件表及組合圖。所示之設計圖為三分之一尺寸, 必需之資料均已計於設計圖上。

86. 圖 15·92, 鋸孔衝壓機 (Saw-hole Punch). 從所示之設計圖作全套圖樣。架 (Frame) 為 1035 鋼 (註) 之落模件。螺旋為 1025 冷軋鋼 (CRS), 螺旋柄為 1020 冷軋鋼, 兩端鑄縮 (註) 之。衝鑿 (Punch) 及鑽均為 1085 熱軋鋼 (HRS), 熱處理至美國自動工部會標準之 66 號 (SAE No. 66)。

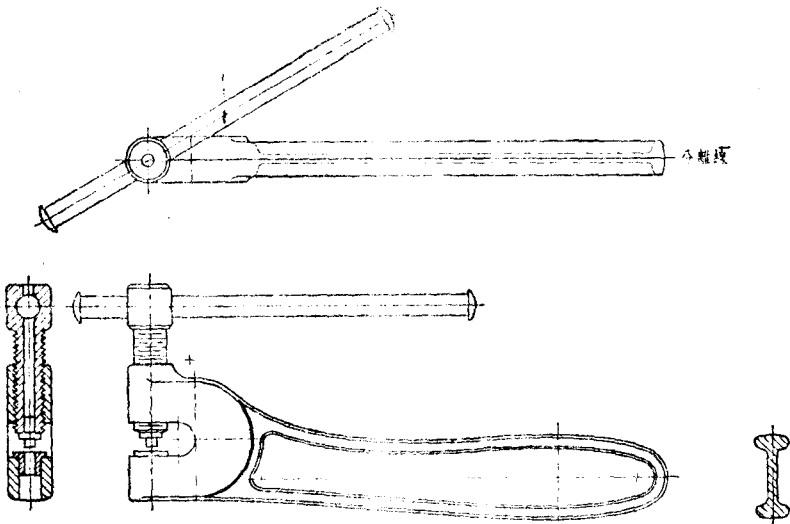


圖 15-92 鋸孔的壓機 (半尺寸)。

87. 圖 15·93, 打印機 (Marking Machine). 從所示之半尺寸設計圖作全套圖樣。底座 (零件 1) 為鑄性鑄件 (Malleable-iron Casting), 架 (Frame) (零件 2) 為鑄鐵。撞桿 (Ram) (零件 3) 為 1020 熱軋鋼。襯套 (Bushing) (零件 4) 為 1020 冷抽管料 (Cold-drawn Tubing), 撞桿及襯套之熱處理如下: 在  $1650^{\circ}$  至  $1700^{\circ}\text{F}$  之溫度下滲化 (Carburizing), 立即淬火 (Quenching), 在  $250^{\circ}$  至  $325^{\circ}\text{F}$  之溫度下回火 (Tempering)。彈簧 (零件 5) 為鋼琴絲 (Piano Wire), 第 20 號 (0.045) 線規 (Gage), 六圈, 自由長度 2"; 購來時已受熱處理, 不必再加。打印鑽 (Marking Die) 及柄 (Holder) 使與所衝擊之件相配合。

88. 圖 15·94, 心軸壓機 (Arbor Press). 從所示之四分之一設計圖作全套圖樣。所有必需之資料已計於圖上。

譯者註: 第一個號碼 1 表示碳鋼 (Carbon Steel), 第二個號碼 35 表示成分中含碳約 0.35%

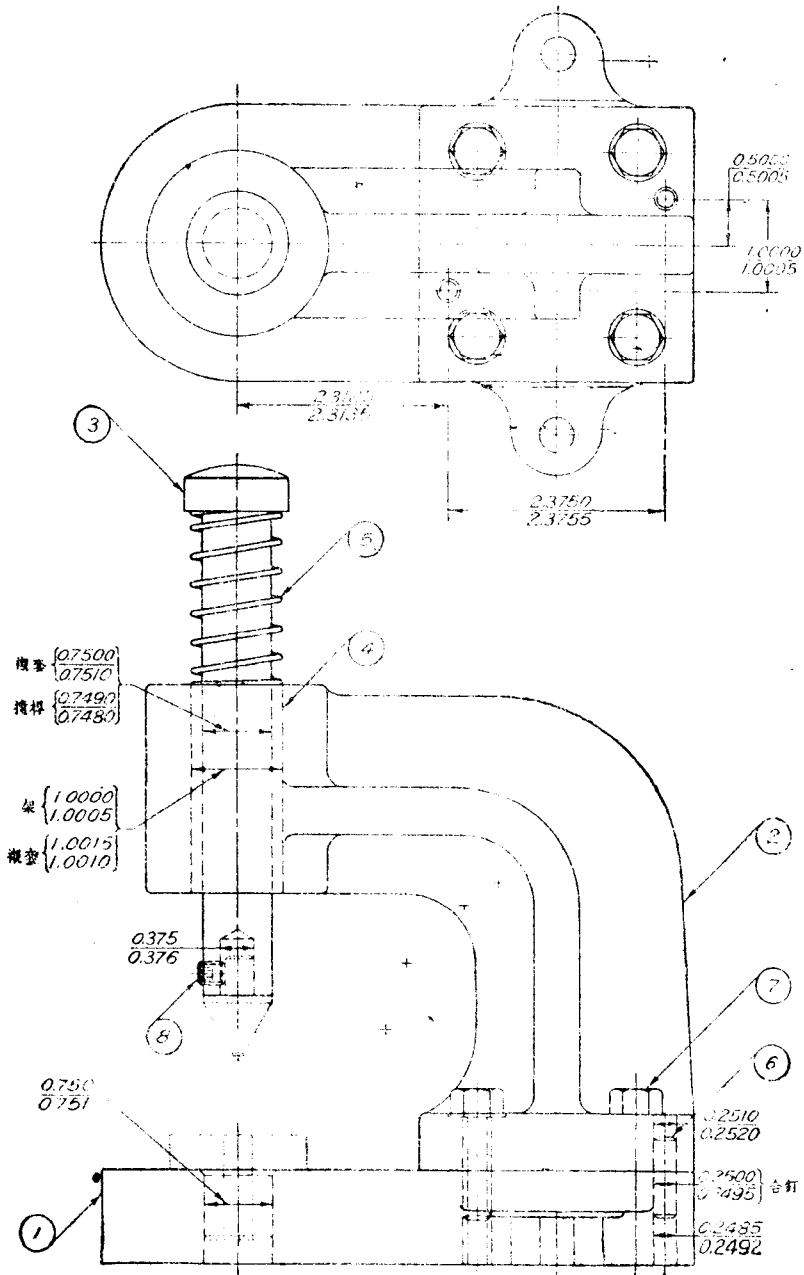


圖 15-93 打印機(半尺寸).



89. 圖 15-95. 鑽床 (Drill Press) 之設計草圖作全套圖樣: 設計圖、詳細圖、組合圖、及零件表。

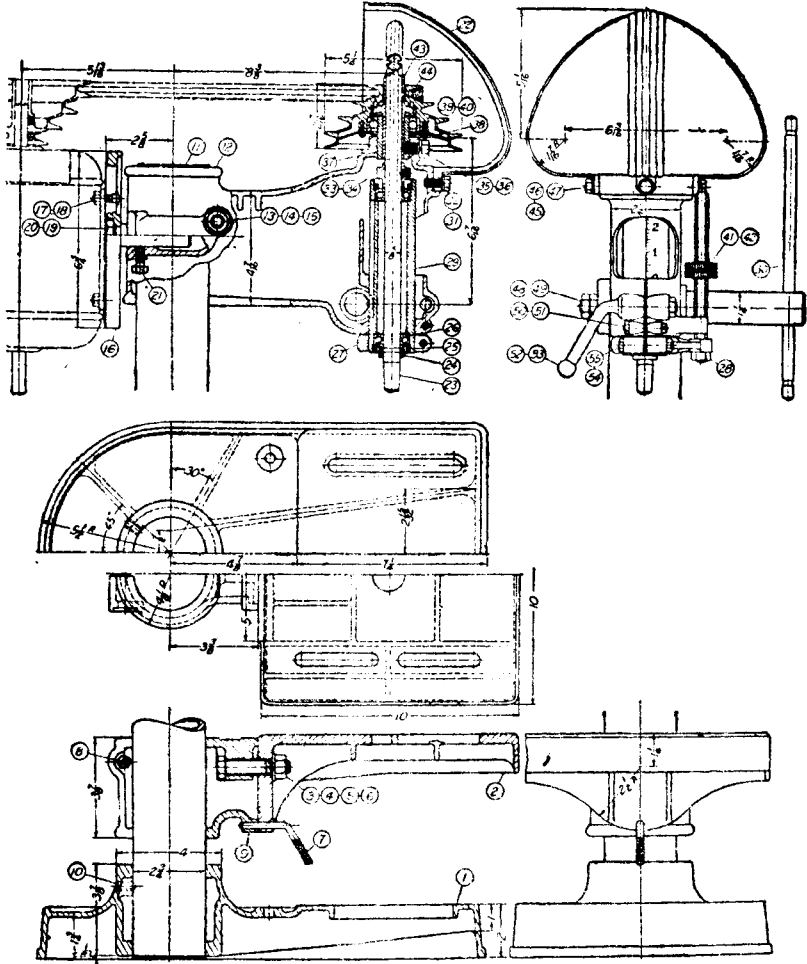


圖 15-95 鑽床之設計草圖。

第六類. 電工圖習題。

90. 查電機控制設備之目錄, 從其中之資料, 為機器軸承盤 (Bearing Retainer) 之恆溫器球管 (Thermostat Bulb) 作線路草圖。安排線路, 使於軸承過熱時, 球管能發動一電驛器 (Relay), 而斷去電源。





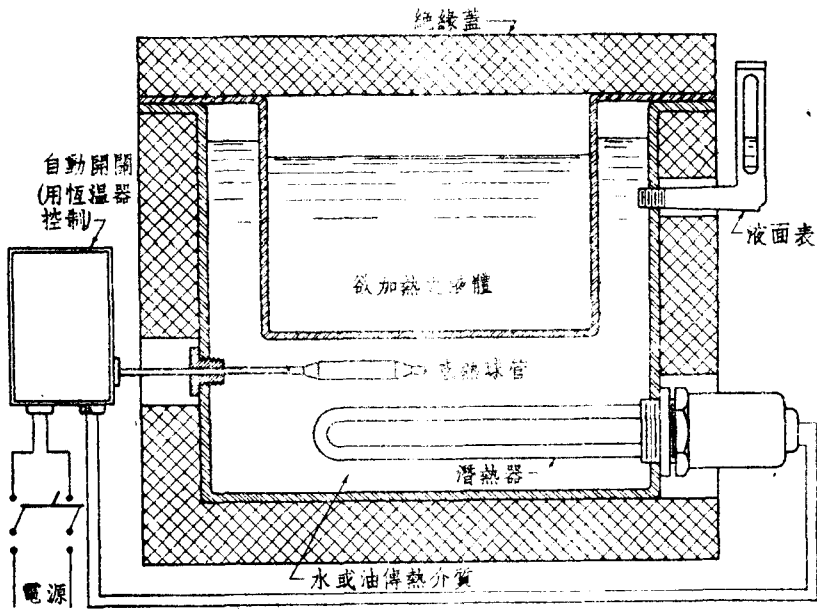


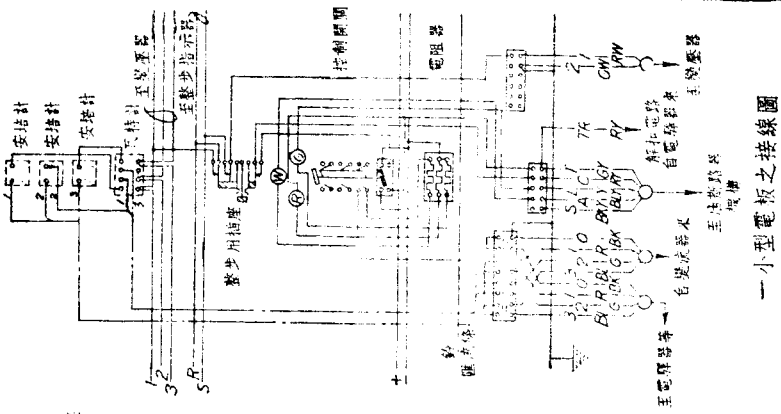
圖 15-98 潛熱器之裝置。

(Thermostat)一部分。恆溫器控制 115 伏特線路中之接觸器 (Contactor)；交流線路中有一電阻器 (Resistor)。並接觸器及裝保險絲之開關 (Switch)。

潛熱器 (Immersion Heater) 應用 Calrod 包皮線 (Sheath Wire)，為加熱於箱、壺、金屬桶等中液體之最經濟器具；其結構堅固，效率高超；旋入式裝置簡易，祇需容器上有一標準管端螺紋孔即可。圖 15-98 示 Calrod 電熱器之典型裝置。先將傳熱之油介質加熱；欲加熱之高度黏液或易於碳化之液體盛於另一箱中，間接受熱。此箱內部 9" 見方，6" 深，2 號布郎一沙普規銅片所製，周圍有 3 3/4" (自內面量出) 之唇 (Lip)。盛介質 (水或油) 之箱內部 12" 見方，9" 深，0.2500 吋鋼板，周圍有 2 1/2" 之唇；用絕緣材料包住四周及上下。

99. 圖 15-99，小型電壁 (Switchboard)。用以控制發電所或分電所中較大之總電壁及設備。畫分電所之地板平面圖 (Floor Plan)，其中有三個小型電壁 (每個 24" 寬，48" 深，90" 高)，排成一個單位，控制 18 個總電壁。示其照明 (Lighting)、門窗、及地板平面圖上必需之他種形相；壁後留適當之地位，以便察看。建築物為鋼筋混凝土及磚之防火構造。





一小型電板之接線圖

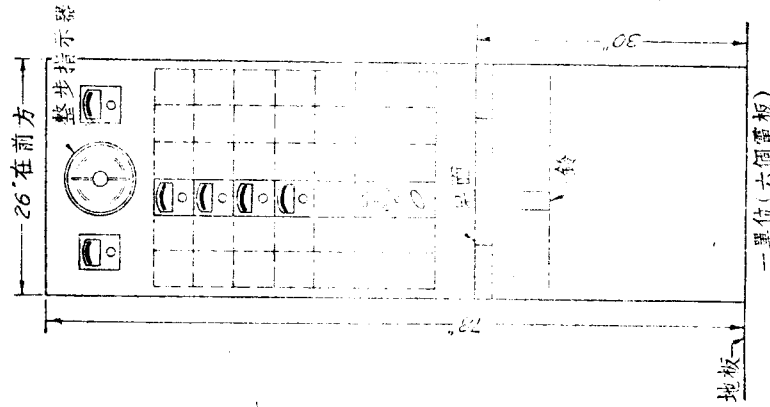
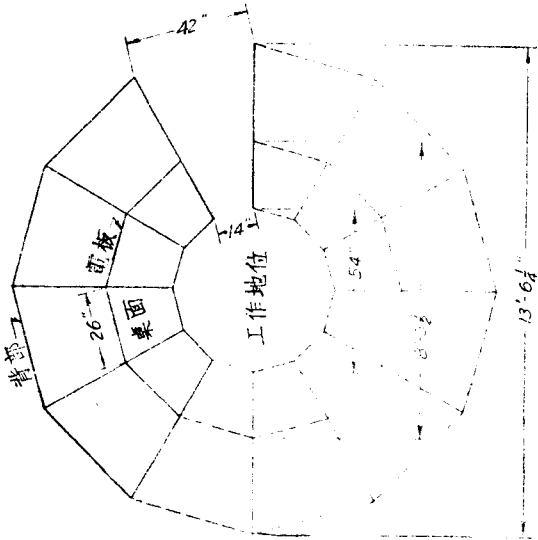


圖15.99 小型電壁。



平面圖  
 小型主電壁之多邊形排列  
 用櫃式單位控制注控制66個次電壁  
 格子鋼架  
 備板表計之每一空闊4"寬  
 x 4 1/2"高

## 第十六章 焊接圖

16.1 製圖員對焊接一門，特感興趣，其理有二。首因以前用鉚釘或螺栓作永久性連接品之處，今則漸行改用焊接；故製圖員須知採用何種焊接接頭，以及如何用標準符號規定之。次因往昔用鑄造或鍛煉所製之機件，改用焊接之設計及製造者亦漸多。用弧焊接 (Arc Welding) 或氧炔焊接 (Oxyacetylene Welding) 結合標準構造鋼及鋼板，可製成許多零件，如機器底座、機架及托架等。

鋼之牽力強度約較鑄鐵大 6 倍，挺度 (Stiffness) 大 2 $\frac{1}{2}$  倍；故採用鋼料顯能以較輕之重量而得較大之強度及剛度 (Rigidity)。設計焊接之鋼結構雖需技巧，實則較複雜之鑄件為簡單。輾鋼形之強度及重量為標準者，其周詳之資料極易獲得，故構件 (Member) 大小之計算自可大為簡化。

焊接之強度甚大，其接頭可較所焊接之構件本身強固。

16.2 焊接圖示數個金屬部分構成之一機件，將每一接頭畫出並加以規範。初期之焊接圖上僅加一公有註解，如“全部焊接”。後來則用一組又號及說明性之註解，該註解或指於符號上，或在圖上其他處所。美國焊接學會 (The American Welding Society) 於 1940 年十月提出其通過之整套方案，以象形符號作規範；其基本方式為美國標準學會所採納。

圖 16.1 為鑄鐵件之詳圖；圖 16.2 之機件功能相同，但為用焊接所製者。比較兩圖，則於其結構及繪法之主要分野，當可瞭解。請注意焊接圖上無內外圓角。構成焊接件之各部分之尺寸，均能使各部分易於從標準備料割取而得；此亦應注意及之。

焊接件各部分間之接頭一律須以線條畫出，即令製成件之接頭上無此線亦不例外。圖 16.3 中標 A 之各線例示上述原則。又每部分須註號碼，俾便辨認，見圖 16.2。



單焊接成雙配合，即得更多之種數，如雙V (Double-V)、雙斜(Double-bevel)等。更可將各種焊接，任意配合，以適應繁複之接合。

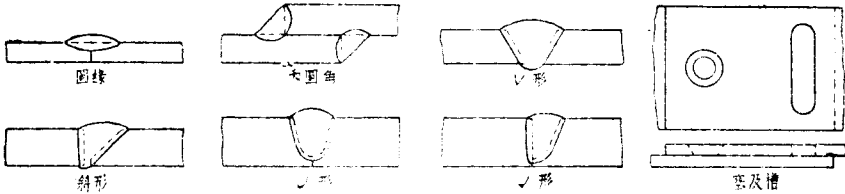


圖 16.5 簡單焊接。

16.6 基本符號。構成接頭之各部分在焊接前所經之準備工作，決定基本符號之形狀。若無準備工作，則符號由焊接之剖面形狀決定。圖 16.6 示簡單焊接及其基本符號。

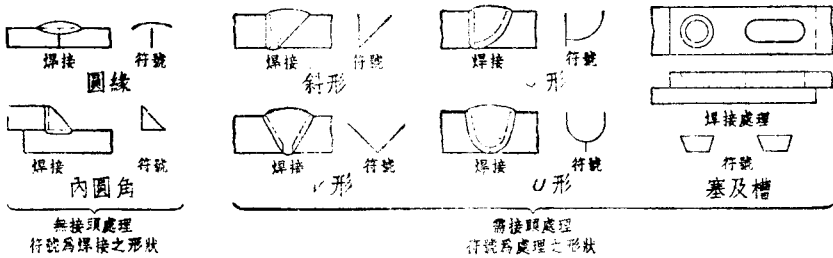


圖 16.6 簡單焊接及其基本符號。

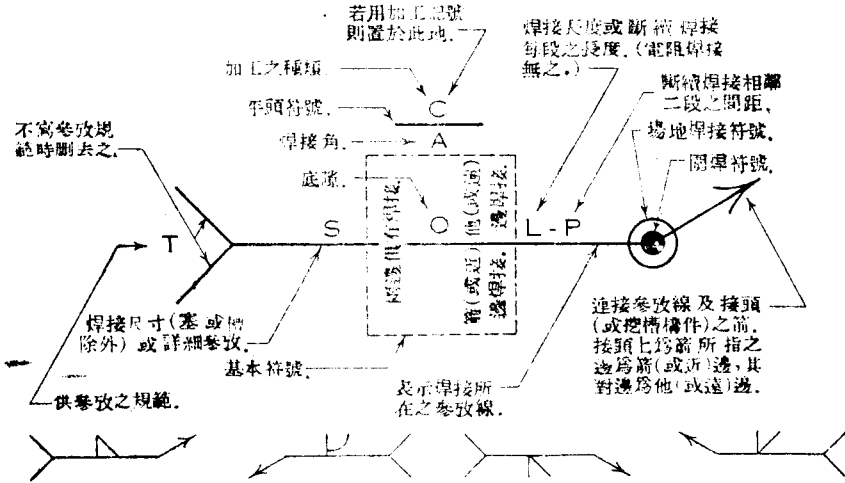


圖 16.7 廣焊接符號之基本形式。

16.7 施焊符號之基本形式，見圖 16.7。該圖示各種記號及尺寸之位置。

箭頭指於挖槽之構件 (Member) 上，靠近焊接，見圖 16.8。焊接上箭頭所指之一邊稱為箭邊 (Arrow Side) 或稱近邊 (Near Side)；另一邊稱為他邊 (Other Side)，或稱遠邊 (Far Side)。在須註明強度之規範，焊條 (Rod) 之種類等時，方在箭尾中寫符號。

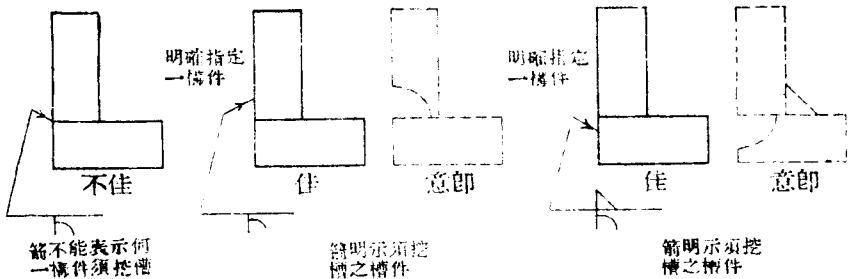
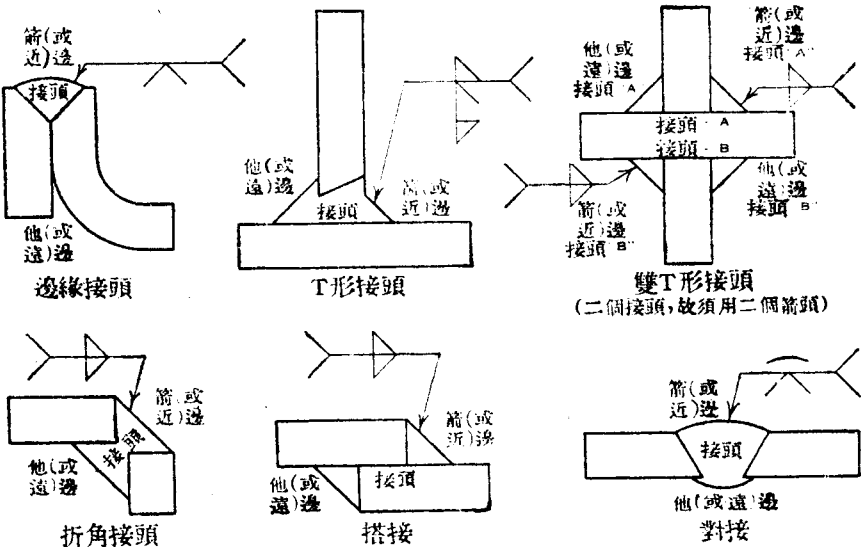


圖 16.9 示施焊符號之安置，及幾種簡單焊接之箭邊及他邊。



16.8 焊接之規範及尺寸。圖 16.7 中指線上置有規定焊接所需之一切資料，其中包括焊接本身之尺寸。圖 16.10 示焊接尺寸 (Weld Size)。就挖

槽之焊接而言，其重要尺寸為底隙 (Root Opening)、焊接之深度、及焊接角 (Included Angle) 之角度。45°內圓角焊接須註之尺寸為圖中所示之 S。不等邊內圓角焊接用二邊之尺寸規定之，如第 392 頁之 II3) 項所述者。

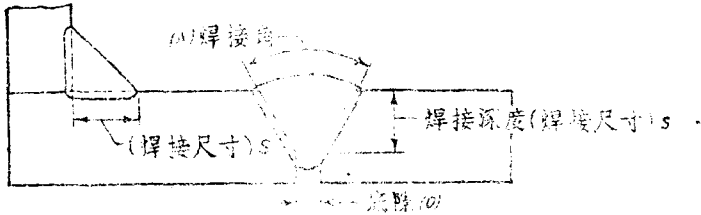


圖 16-10 坡口尺寸。

16.9 施焊符號。圖 16-11 示鋼之熔接及氣熔接 (熔焊) 之符號，並述其用法。將諸基本符號置於圖 16-7 之基本形式上，以示整個接頭之各焊接配合。

弧焊接及氣熔接施焊符號									
焊 接 種 類							場地 焊接	圓焊	平頭
圓緣	內圓角	方形	V形	斜形	U形	J形			
接頭之箭(或近)邊			接頭之他(或遠)邊				接頭之兩邊		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 接頭上為箭所指之一邊為箭(或近)邊</li> <li>2 若非另行表明，則同一種類之兩邊焊接同其尺寸。</li> <li>3 符號之作用及於接頭方向之交錯範圍以內，或在所註尺寸之範圍內(用圓焊符號時例外)。</li> <li>4 若非另行表明，則所有焊接均為連續者，其各部大小之比例符合使用者標準。</li> <li>5 箭尾用以置放參攷用之規範號碼(若不用參攷規範，則省去之)。</li> <li>6 焊接尺寸每段長度及兩段之間距均用寸數表示。</li> </ol>									

圖 16-11 美國標準熔接施焊符號。

構成整個接頭之每一焊接須加規範。符號所佔之地位較用尺寸及註解所需者為少，時間亦省。

圖 16·12 中將符號、註尺寸之草圖、及詳盡之註解三者作一比較。對照註解及有尺寸之草圖，仔細研究符號之每部分。

### 符號之解釋

雙內圓角焊接，部分挖槽，雙J形，不完全貫穿之T形接頭（接頭之樣式示於圖上）。標準大小之槽（半徑  $\frac{1}{2}$  吋，焊接角  $20^\circ$ ，焊接前二邊相抵）；他邊（遠邊）之焊接深度為  $\frac{3}{4}$  吋；箭邊（近邊）之焊接深度  $1\frac{1}{4}$  吋。他邊（遠邊）之連續內圓角焊接為  $\frac{3}{8}$  吋；箭邊之斷續內圓角焊接為  $\frac{1}{2}$  吋，每段 2 吋長，相鄰二段之中心距離為 6 吋。在場外施焊，依據 A2 號之施焊規範（是乃手動之金屬電極之直流弧焊接；電極為高級軟鋼，外遮隔氣板“Shield”；底部勿削擊，熔渣勿敲去；焊接前須將接頭預熱）。

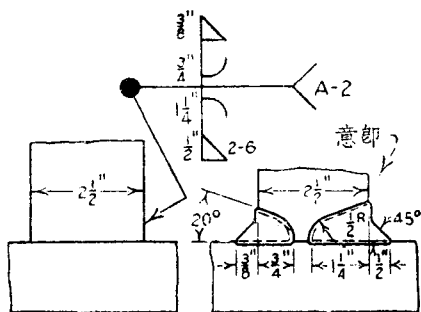


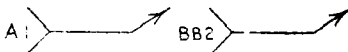
圖 16·12 比較圖。

圖 16·13 中將數種典型接頭分類並示其施焊符號。

16·10 施焊符號之用法。施焊符號之形式及置放須依照下列之指示。禁忌事項亦列於下。

### 施焊符號用法須知

#### I. 一般規則。

- 圖上勿用“焊接”字樣作為符號。
- 作符號悉手與否聽便。
- 吋號（"），磅號（#），及度號（°）用與不用聽便。
- 圖上如有下列註解“除非另行指明，一切焊接均照第\_\_號施焊規範為之”；則凡應用該規範之焊接，其符號可省去尾部。
- 規範之參考置於尾內，如圖：  

- 符號之作用祇及於接頭方向之突變範圍以內，以及劃有陰影線（Hatching）或尺寸線之範圍內（但有圓焊符號“All-around Symbol”之處例外）。見 IV 之 d 及 e。
- 除另行指定者外，焊接之表面均假定為使用者之標準輪廓。

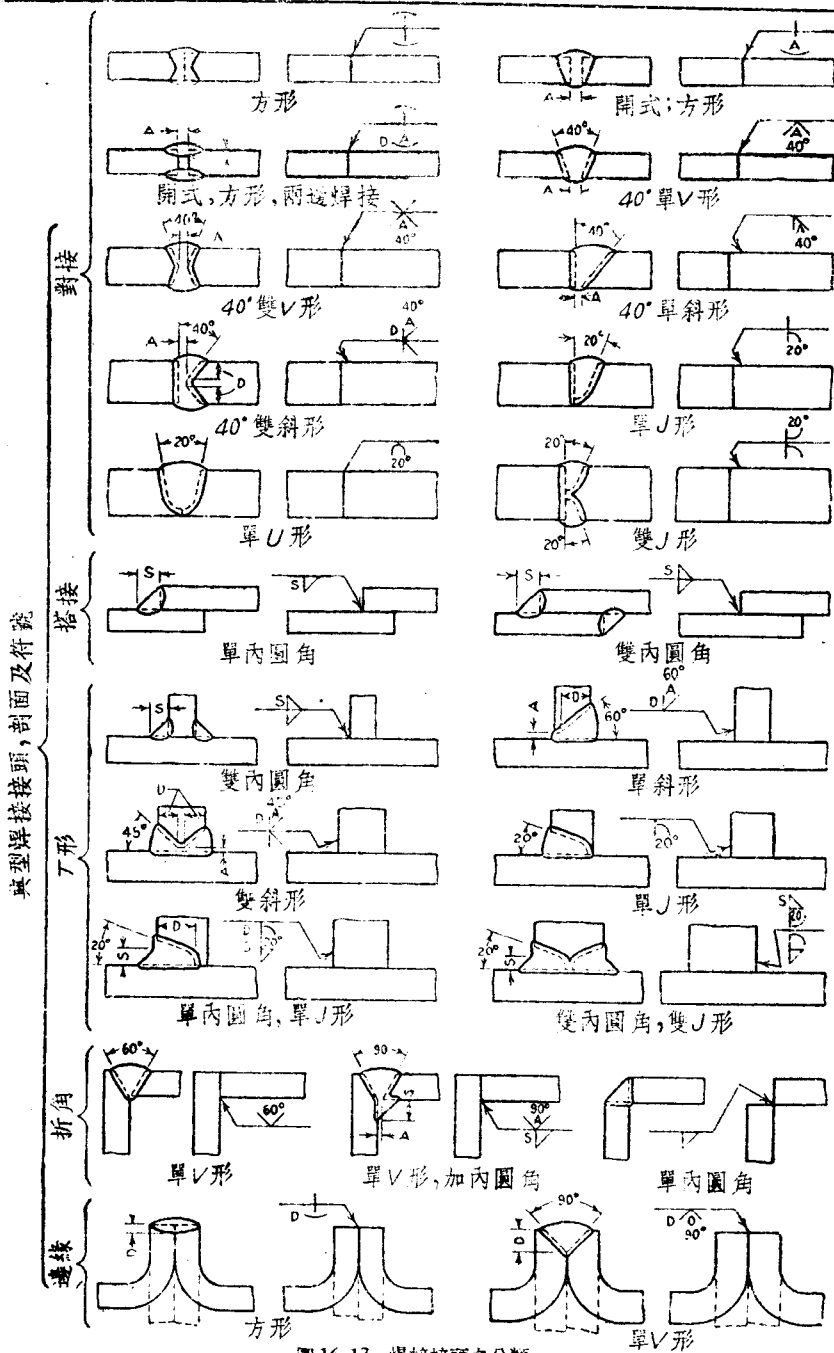


圖 16.13 焊接接頭之分類。

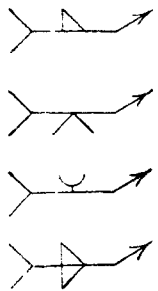


- h. 除另行指定者外,焊接之表面均假定僅行清除,並不加工。
- i. 除另行指定者外,塞焊,點焊,突焊 (Plug, Spot, and Projection Welds) 之外一切焊接均為連續者。

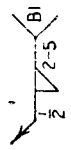
II. 弧焊接及氣焊接 (Arc and Gas Welds).

1. 一般規則。

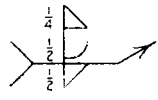
- a. 勿將符號直接置於圖線上,符號應置於參攷線上,而以箭頭與接頭相連,如圖:
- b. 在接頭近邊(近邊)之焊接,其符號須註於參攷線之近邊,面對讀者,如圖:
- c. 在接頭他邊(遠邊)之焊接,其符號須註於參攷線之遠邊,面背讀者,如圖:
- d. 在接頭兩邊之焊接,參攷線之兩邊須各註符號,其一面對讀者,他一面背讀者,如圖:
- e. 一組幾為相同之機件,若僅示其中之一(見圖 16-2 中之頭),則其符號之能否適用於每種部分,須依照使用者註尺寸及件號之標準製圖習慣而定。
- f. 若祇需在一个構件(Member)上標,則箭頭應直指該件,勿令含混。見圖 16-8。



- g. 從圖之左右邊讀符號,與普通讀尺寸之方法同;鉛直參攷線之數字應如圖書寫,以便讀者。

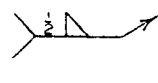


- h. 凡接頭之由數個焊接構成者,須示每焊接之符號,如圖:  
(每焊接之數據應置於各該焊接符號之鄰近)。

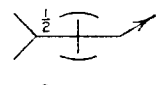


- i. 若接頭繁複,符號嫌其太為龐大混雜,則可用分開之二組符號。

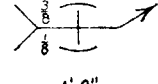
- j. 焊接之尺寸與其符號應置於參攷線同側,如圖:



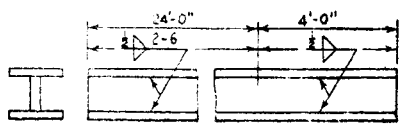
- k. 若接頭兩側之焊接種類相同,大小相同,則註一焊接之尺寸,如圖:  
(若用註解列出未註尺寸之內圓角之大小,則所有與此大小相異之焊接,均須寫出其尺寸)。



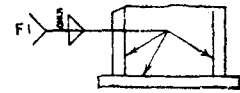
- l. 若箭邊與他邊之焊接不同,則示其各別之尺寸,如圖:



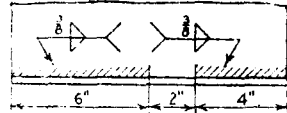
- m. 用尺寸線標明焊接之長度,如圖:



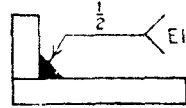
n. 符號指於焊接方向突變之範圍以內，如圖：(用圓錐符號時例外，見 IV 之 d 及 e)。



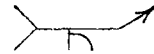
o. 若用陰影線示焊接之範圍，則用同型之線，其終了處須確切表示，如圖：



p. 如用剖面或側視圖示焊接之實際輪廓，則毋需再以基本符號表示種類及位置，所需註明者僅尺寸及其他數據而已，如圖：

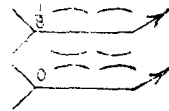


q. 內圓角、斜形及 J 形焊接 (Fillet, Bevel and J-groove Welds) 基本符號之垂直邊恆在左方，如圖：

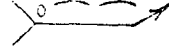


2. 圓緣焊接 (Bead Weld).

a. 圓緣焊接之畫法如圖，尺寸為圓緣之極小高度。

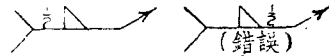


b. 若需要小圓緣，而又無指定其極小高度之必要者，則如圖所示：

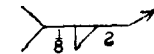


3. 內圓角焊接 (Fillet Weld).

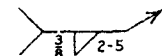
a. 內圓角焊接之尺寸註於垂直邊左首，如圖：



b. 內圓角焊接之全長或斷續焊接之每段長度，註於上述尺寸之後，俾自左向右讀，如圖：

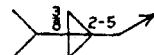


c. 斷續內圓角焊接之相鄰兩段中心距離，註於長度之後，俾自左向右讀，如圖：

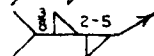


d. 若並用斷續及連續之內圓角焊接，則每焊接用一個別之符號。

e. 二斷續內圓角焊接之各段相對者(鏈式)，示之如圖：

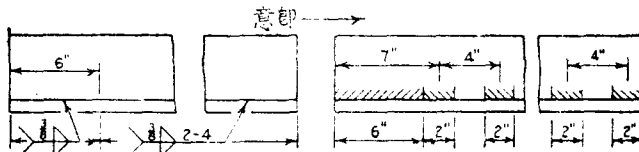


f. 二斷續內圓角焊接之各段互相參差者(交錯式)，示之如圖：



g. 斷續內圓角焊接之間距，須在構件同側相鄰二段之中心間量度之。

h. 所有斷續內圓角焊接之兩端非為空間，而係焊接；全長尺寸及於每段焊接之端，如圖：

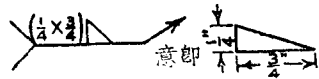


i. 除另行指定者外，內圓角焊接之表面與兩直角邊各成 45° 角。

j. 內圓角焊接之表面若非為 45°，則需二個尺寸，方能指明焊接之大小。二尺寸須置於括

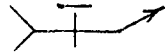
弧內，庶免誤為每段焊接之長度及間距。

諸尺寸之位置須與直角邊在構件上之位置相符。



4. 溝槽焊接(Groove Weld).

a. 用圓線符號或平頭符號(Flush Symbol)示方槽焊接(Square-groove Weld)起焊之邊，如圖(見 III 4 a; IV h, j 及 k)。

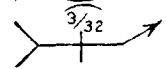


b. 除非另行指定，方槽焊接之深度均假定為穿過構件者。

c. 若焊接深度並不貫穿，則須註其尺寸，如圖：

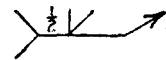


d. 開式方槽焊接之底隙尺寸註於符號內，如圖：



e. 除非另行指定，V形槽及斜形槽(Bevel Groove)在焊接前之總深度假定等於構件之厚度。

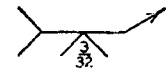
f. 若V形及斜形槽之總深度小於構件之厚度，則示出每槽在焊接前之深度，如圖：



g. V形及斜形槽焊接之總吃深(Total Depth of Penetration)假定為貫穿構件者，若槽之深度不足使通常焊接有貫穿之吃深則為例外。總吃深也者，為槽之深度加正常之吃深。若所用之一種焊接方法，為使吃深成為不正常者，則須用詳圖或註解示之(見 IV j)。

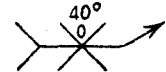
h. 除非另行指明，V形及斜形槽焊接之底隙假定為使用者之標準。

i. V形及斜形槽焊接之底隙若非使用者之標準，則將其註在符號內，如圖：



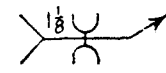
j. 除非另行指定，V形及斜形槽焊接之焊接角(Included Angle)假定為使用者之標準。

k. V形及斜形槽焊接之焊接角若非使用者之標準，則將其註出之，如圖：

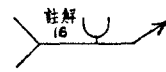


l. 除非另行指定，U形及J形槽焊接之各尺寸均假定為使用者之標準。

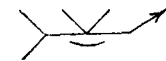
m. U形及J形槽焊接之尺寸(即單槽在焊接前之深度)若為使用者之標準，但焊接之吃深則未貫穿，則示之如圖：



n. U形及J形槽焊接之各尺寸若非使用者之標準，則用詳細圖(或參攷圖)示焊接，再用參攷符號，如圖(見 IV o)：

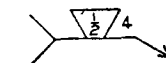


o. 單槽焊接之從底邊起焊者，用圓線焊接符號示之，如圖：



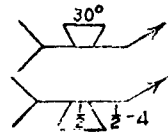
5. 塞焊接及槽焊接(Plug and Slot Welds).

a. 示塞焊接及槽焊接之尺寸(底隙及底長)，如圖：  
(塞焊接之底隙等於底長。)



b. 除非另行指定，塞焊接及槽焊接之焊接斜角假定為使用者之標準。

c. 塞焊接及槽焊接之焊接斜角若非使用者之標準，則示之如圖：



d. 成列之塞焊接或槽焊接，其間距示之如圖：

e. 孔及槽之用內圓角焊接者，應用內圓角焊接符號，勿用塞焊符號。

III. 電阻焊接(Resistance Weld).

1. 一般規則。

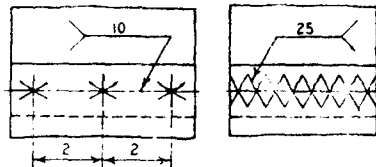
a. 置點焊接(Spot Weld)及縫焊接(Seam Weld)施焊符號之中心於參攷線上，以此等符號無箭邊(近邊)或他邊(遠邊)之意義(見圖 16.14 並參照 IV m)。但突焊(Projection Weld)符號則有此意義，故勿將其中心置於參攷線上。

電 阻 焊 接 施 焊 符 號						
點 焊	突 焊	縫 焊	對 焊	場 地 焊 接	圍 焊	平 頭
<p>強度以每個焊接100磅為單位</p> <p>間距</p> <p>場地焊接</p>		<p>強度以每吋100磅為單位</p> <p>間距</p> <p>平頭，箭(或近)邊</p>		<p>強度以每平方吋100磅為單位</p> <p>見備註 2</p>		
<p>1. 符號之作用及於接頭方向之突變範圍以內，或在所註尺寸之範圍內(用圍焊符號時例外)。</p> <p>2. 箭尾用以置放參攷用之規範號碼(若不用參攷規範，則省去之)。</p> <p>3. 所有間距以吋表示。</p>						

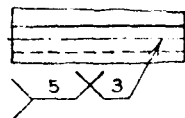
圖 16.14 美國標準電阻焊接施焊符號。

b. 指明電阻焊接之強度，而非指明其尺寸(因後者在實用上不易決定)。

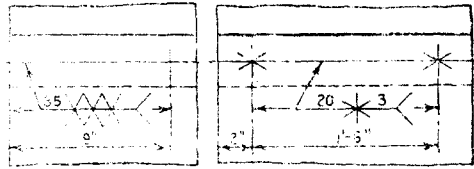
c. 點焊及縫焊符號可直接加於圖上，如圖；突焊符號則不可。



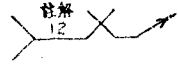
d. 符號若非加於畫線上，則用箭頭將參攷線連於(一個或一系列)焊接之中心線，如圖：



- e. 若焊接之範圍小於接頭之長度，則示之如圖：

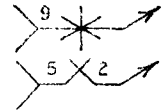


- f. 若需要牽力(Tension)、衝擊(Impact)、疲乏(Fatigue)或其他性質，則用參攷符號，如圖(見IV o)：



2. 點焊接及突焊接(Spot and Projection Welds).

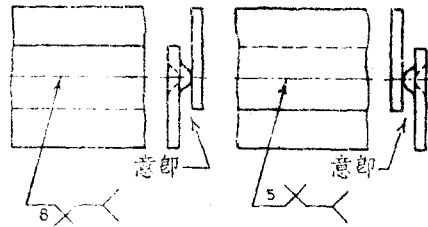
- a. 點焊接及突焊接之抗單剪(Single Shear)強度，以每焊接100磅為單位，如圖：



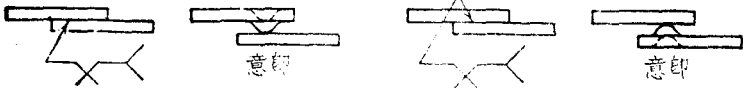
- b. 點焊接或突焊接之成行列者，其強度及中心間距示之如圖：

- c. 突塊之尺寸示於圖中。

- d. 突焊接接頭之平行或近乎平行斷面者；將突焊符號置於參攷線之箭邊(或近邊)以示箭邊(或近邊)之構件為突起者，置於參攷線之他邊(或遠邊)以示他邊(或遠邊)之構件為突起者；如圖：

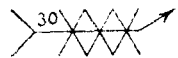


- e. 突焊接接頭之示作剖面或側視圖者，則箭頭所指之構件為突起之構件，如圖：



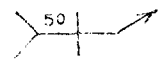
3. 縫焊接(Seam Weld).

- a. 縫焊接為重疊之諸點焊接。各點間如有空隙，則視之為一組點焊接，應用點焊接符號。  
b. 縫焊接之抗剪強度以每吋100磅為單位表之，如圖：



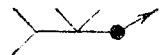
4. 對頭焊接(Butt Weld).

- a. 勿用圓絲焊接符號示對頭電阻焊接。倘焊接為一氣呵成，並非起自任何一邊者，如圖(見II 4a)：  
b. 除非另行指定，對頭電阻焊接之抗牽強度(Tensile Strength)假定等於焊接構件者。  
c. 若須他種強度，示對頭焊接之抗牽強度 以每平方吋100磅為單位，如圖：



IV. 補充符號.

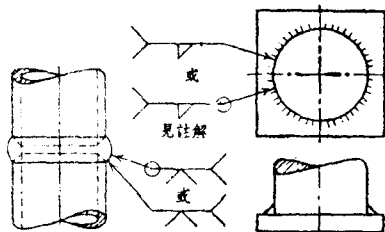
- a. “場外”焊接(Field Weld)(不在工場內焊接者)之示法如圖：



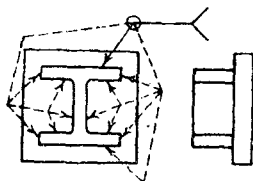
b. 圓焊 (All-around Weld) 即圍繞一接頭(或諸接頭)之焊接, 示之如圖:



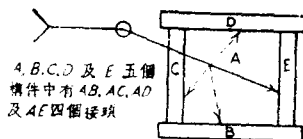
c. 若焊接圍繞接頭, 但接頭或接頭之幾部分並無方向之突變 (製成之結構鋼轉角雖有內圓角, 但其方向仍視為突變者), 則用圓焊符號與否聽便, 如圖:



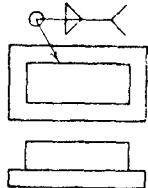
d. 圓焊符號之作用不受一接頭(或一接頭之幾部分)方向突變之拘束, 而儘可能及於整個接頭, 如圖:



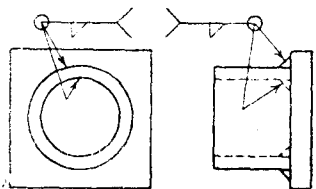
e. 圓焊符號之作用非僅不受一接頭方向突變之拘束, 且可及於幾個接頭, 而儘可能將其全部包圍, 如圖:



f. 在圓焊符號之外, 再用箭邊或他邊符號, 雖已可準確指示接頭之兩邊均須焊接, 但仍以用兩邊符號為宜, 如圖:



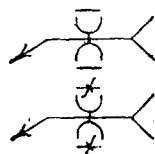
g. 構件為空心或環狀者, 若有一個以上之圓焊, 而用一個兩邊符號不能明示其指接頭之整體抑局部; 則每圓焊各用一箭頭, 如圖:



h. 平頭符號 (Flush Symbol) 及加工記號 (Finish Symbol) 有通常之箭邊及他邊 (近邊及遠邊) 意義; 其作用僅在於註此等符號之邊。

i. 加工符號之作用僅及於焊接之面, 而非指焊接構件 (不論已焊未焊)。

j. 弧焊接及氣焊接之不用任何加工手續, 而使其平頭者, 表之如圖:



k. 凡弧焊接及氣焊接之用機械方法使之平頭者, 兼用平頭符號及使用者之標準加工記號, 如圖:

茲提供下列字母，以指示加工手續：

C—磨平(Chip)

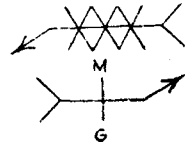
G—輪磨(Grind)

M—機製(Machine)

l. 在圓錐符號上放使用者之標準加工記號，以示弧焊接及氣焊接表面加工之毋需平頭者，如圖：



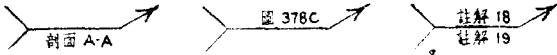
m. 點焊、縫焊及突焊之使其近乎平頭者(即具極小之凹痕者)，示之如圖：



n. 電阻對頭焊接之以機械加工者，不用平頭符號，如圖：

o. 凡不在上列符號表示範圍以內之特別焊接，用詳細剖面或參攷圖示之；補充資料則用註解表之。剖面、參攷圖或註解，用參攷符號指引之；參攷符號有通常之箭透及他邊意義，

如圖：



### 習 題

製圖員之應用施焊符號也，須能讀寫毫無躊躇。第1及第2題為讀之練習；第3及第4題為寫之練習。第5至第9題則為應用符號於工作圖上之練習。

1,2. 圖 16·15, 16·16. 作所示接頭之全尺寸橫剖面草圖(與圖 16·17 及 16·18 相似)。註每草圖之尺寸。

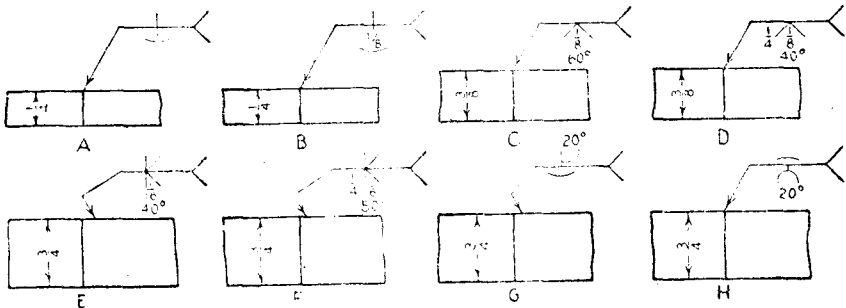


圖 16·15 對接。

3,4. 圖 16·17, 16·18. 作每個完全接頭之構件草圖及施焊符號。從板厚估計焊接尺寸。

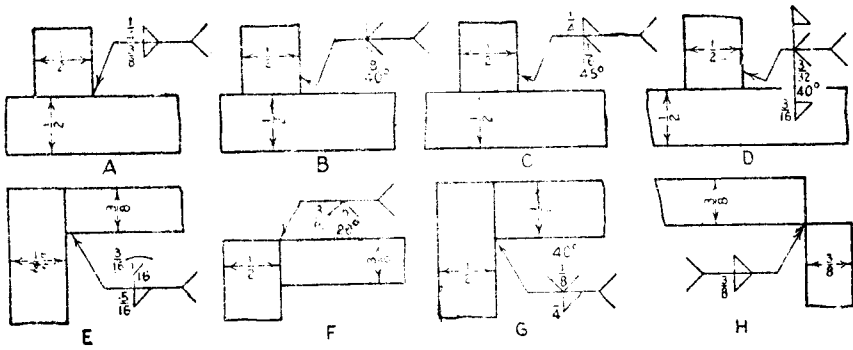


圖 16-16 T形接頭及對角接頭。

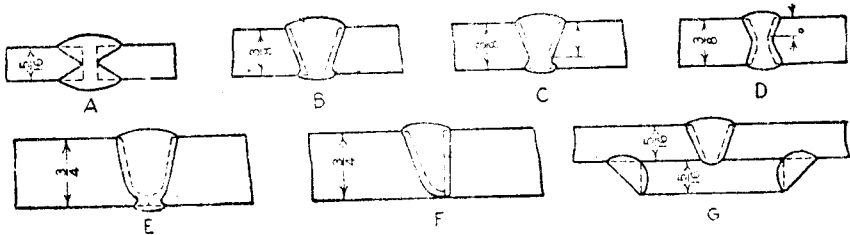


圖 16-17 對接。

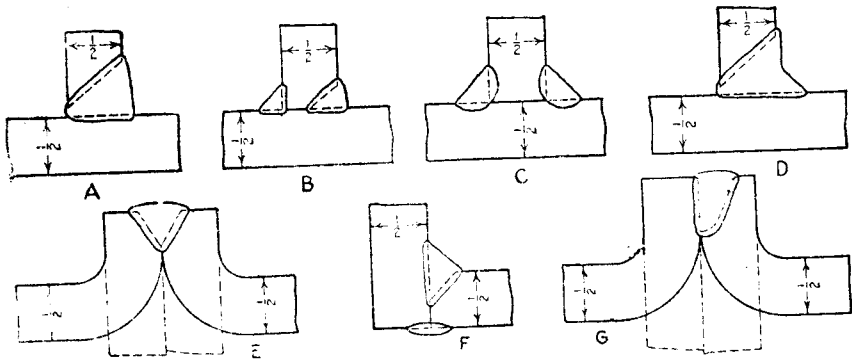


圖 16-18 T形、對角及邊緣接頭。

5,6. 圖 16-19, 16-20. 作每物體之完全焊接圖。例圖印作四分之一尺寸。用比例尺量度或分規轉量，畫作全尺寸。

7. 圖 16-21. 畫所示之視圖，外加施焊符號及辨認各件之細號 (Dash Number)(註)，並完成材料表。



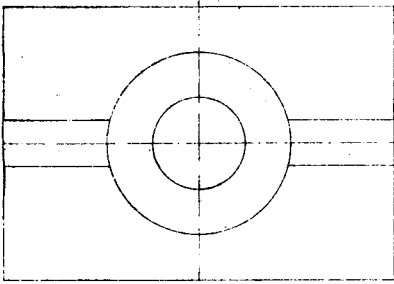


圖 16.19 底座.

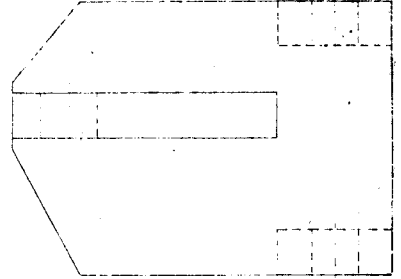
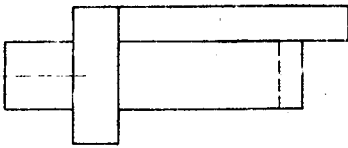
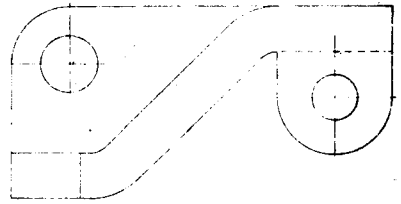
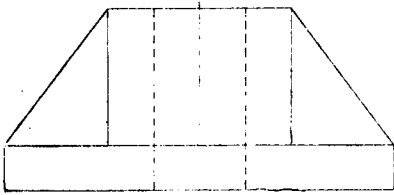


圖 16.20 絞繩夾:



細號	材料	備料尺寸

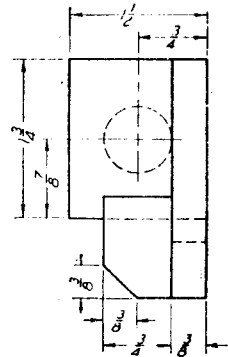
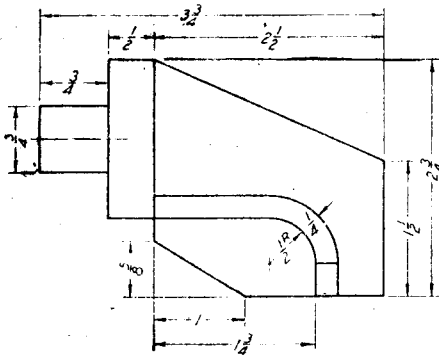


圖 16.21 樞軸隔片 (Pivoted Spacer).

8. 圖 16.22. 畫所示之視圖, 外加施焊符號及細號. 作與第 7 題相似之材料表. 應用第 543 頁彎曲裕度之公式, 以求有槽件之備料長度.

9. 圖 16.23. 畫所示之視圖, 外加施焊符號及細號. 作材料表. 應用第 543 頁之彎曲裕度公式, 以求輪緣之材料長度.

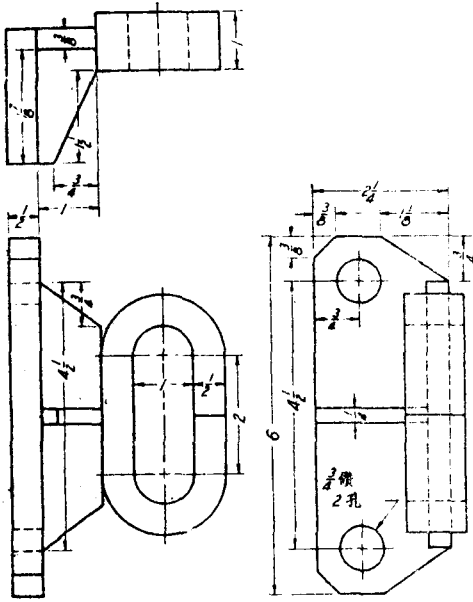


圖 16.22 緊帶滑車托架 (Belt-tightener Bracket).

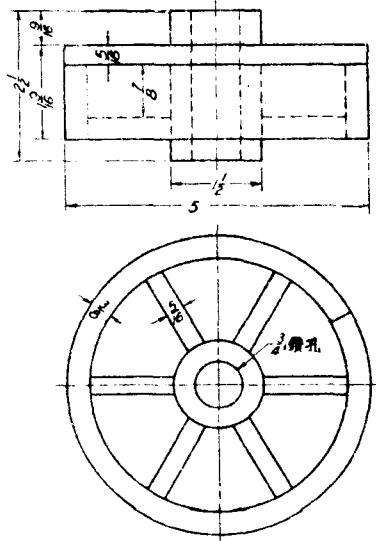


圖 16.23 肋盤輪 (Ribbed Disk Wheel).

## 第十七章 齒輪及凸輪

17-1 齒輪 (Gear) 之原理屬諸機構學 (Mechanism) 範圍, 非本處所宜討論。然齒輪之畫法及其規範為必需之知識, 故年青工程師應熟知其術語及各部之大小比例。

簡言之, 齒輪乃用以替代滾動之圓柱及圓錐, 以獲得確切之運動者。其種類甚多, 最普通者有“正齒輪” (Spur Gear), 用以從一軸傳達動力至與其平行之他軸上; 再有一種為斜齒輪 (Bevel Gear), 其二軸相交, 通常成正交。一對齒輪中, 若其中之一甚小, 則名為“小齒輪” (Pinion)。

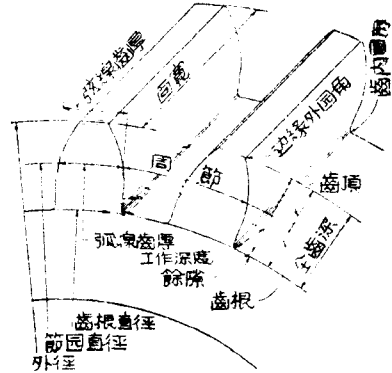


圖 17-1 齒輪術語。

圖 17-1 示美國標準齒輪術語中之一部分。計算時, 常應用下列之標準術語及縮寫:

$$N = \text{齒數} = DP \times PD.$$

$$DP = \text{徑節 (Diametral Pitch)} = \text{節圓直徑 (Pitch Diameter) 每吋中之齒數} = N/PD.$$

$$PD = \text{節圓直徑 (Diameter of Pitch Circle)} = N/DP.$$

$$CP = \text{周節 (Circular Pitch)} = \text{相鄰二齒之對應點在節圓上之距離} = \pi PD; N = \pi DP.$$

$$CTh = \text{弧線齒厚 (Circular Thickness)} = \text{節圓上之齒厚} = CP/2.$$

$$CT = \text{弦線齒厚 (Chordal Thickness)} = \text{弧線齒厚所對之弦長} = PD \sin(90^\circ/N).$$

$$A = \text{齒頂 (Addendum)} = \text{齒頂與節圓間之沿徑距離} = \text{常數 } DP \text{ (標準漸伸線齒為 } 1 DP).$$

$$D = \text{齒根 (Dedendum)} = \text{齒間 (Tooth Space) 底面與節圓間之沿徑距離} = \text{常數 } DP \text{ (標準之漸伸線齒則為 } 1.157 DP).$$

$$C = \text{餘隙 (Clearance)} = \text{齒間底面與其配合齒頂面兩者間之沿徑距離} = \text{常數 } DP \text{ (標準之漸伸線齒則為 } 0.157 DP).$$

WD=全齒深(Whole Depth)=外圓(Outside Circle)及根圓(Root Circle)間之沿徑距離  
 $= A + D$ .

WDe=工作深度(Working Depth)=齒輪一齒所能伸進其配合齒輪齒間之最大深度 $= 2A$ .

OD=外徑(Outside Diameter)=包含各齒頂面之最大圓之直徑 $= PD + 2A$ .

RD=齒根直徑(Root Diameter)=根圓之直徑 $= PD - 2D$ .

FW=面寬(Face Width)=節面(Pitch Surface)之寬度.

ER=邊緣外圓角(Edge Round)=齒之間周邊之外圓角半徑(以去除尖角).

TFi=齒內圓角(Tooth Fillet)=連接齒腹(Flank)與齒間表面之曲線.

若知一齒輪之齒數(可由計數得之)及外徑(可由量度得之),則一切資料均可求得.

例: 已知  $N$  及  $OD$ , 求  $DP$ .  $OD = PD + 2A$

將各項化為  $DP$ ,

$$OD = \frac{N}{DP} + \frac{2}{DP} \quad \text{故} \quad OD = \frac{N+2}{DP} \quad \text{而} \quad DP = \frac{N+2}{OD}$$

同此,利用適宜之公式,可求得任何未知之值.

齒輪之工作圖上並不畫出所有之齒. 如為鑄齒輪,則畫其節圓、外圓、根圓及一齒之全部輪廓. 如為銑齒輪,則畫其坯料(Blank),加一註解,以說明齒數及節圓直徑.

17.2 正齒輪之畫法. 圖 17.2. 用近似之圓弧法,畫標準漸伸線齒之正齒輪. 先作節圓、根圓及外圓. 從節點(Pitch Point)開始,將節圓分成諸

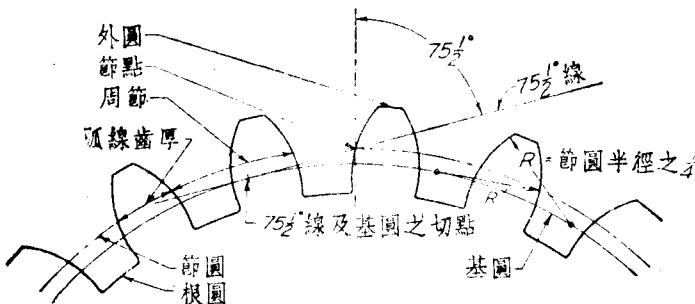


圖 17.2 漸伸線正齒輪之近似畫法.

段,每段之長等於弧線齒厚(Circular Thickness). 過節點作一線與中心線成  $75\frac{1}{2}^\circ$  (為便利計,製圖員將其畫成  $75^\circ$ ). 作基圓切此  $75^\circ$  線. 調整圓規,

以節圓半徑四分之一為半徑，過節圓上諸分點作各圓弧，惟圓規針脚不可脫離基圓。將齒頂及齒間底面之圓弧加深，添畫齒之內圓角。若齒數在 16 或 16 以下，則為避免齒之下端過分凹進起見，務須增長圓規之半徑，至四分之一節圓半徑以上。短齒 (Stub Tooth) 則用  $70^\circ$  線，以代  $75\frac{1}{2}^\circ$  者。

上述畫法用於樣子圖上；但工作圖上則並不繪出輪廓。圖 17.3 示正齒輪之工作圖上，如何表明各齒，如何加註尺寸。

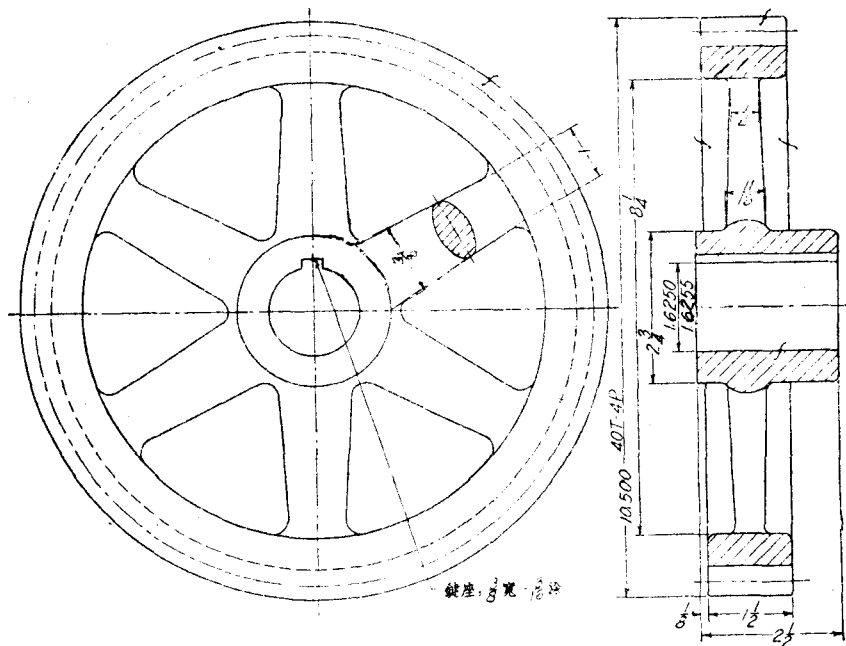


圖 17.3 正齒輪之工作圖。

銑齒輪之齒需要下列尺寸：外徑、齒數、徑節 (Diametral Pitch) 及面寬。

17.3 齒條之畫法。圖 17.4。

用近似方法，書標準之漸伸線齒條 (Involute Rack)。先畫節線 (Pitch Line)，量出齒頂距離及齒根距離 (Addendum and Dedendum Distances)，將節線分成數段，每段等

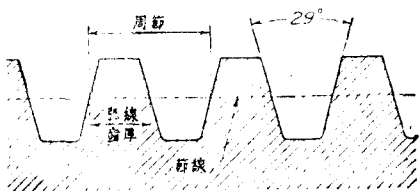


圖 17.4 漸伸線齒條。

於其配合齒輪之弧線厚度(Circular Thickness)。過諸點作 $14\frac{1}{2}^\circ$  (製圖員用 $15^\circ$ )之線,以爲齒面。加畫頂面、底面及齒之內圓角。短齒(Stub Tooth)則用 $20^\circ$ 線,以代 $14\frac{1}{2}^\circ$ 者。齒條之齒在詳圖上需要下列規範:直節 (Linear Pitch) (等於其配合齒輪之周節“Circular Pitch”)、齒數、徑節 (Diametral Pitch)、全齒深。

17.4 斜齒輪之畫法。圖 17.5。用近似方法 (Tredgold 法); 畫漸伸線齒之斜齒輪。先作二中心線,交於 O, 跨過二中心線,各量出其節圓直徑;

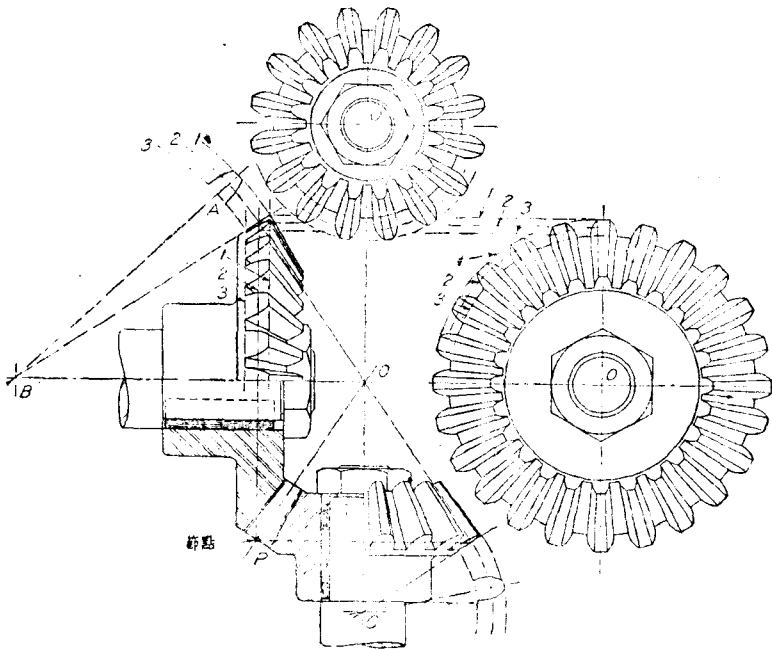


圖 17.5 漸伸線斜齒輪之近似畫法。

乃在此距離處作中心線之平行線,使交於節點 P。過該點作二齒輪之節圓直徑,於直徑之各端作“節錐”(Pitch Cone),其頂點爲 O (或稱“錐心”,“Cone Center”)。過各節點,垂直於錐之各素線(Element),量出每齒之齒頂及齒根距離。每齒輪上延長此等垂線之一,交軸於 B 及 C,形成“背錐”(Back Cone)。以 B 爲圓心,作圓弧 1, 2 及 3, 爲齒之展視圖之頂線、節線及底線。在沿徑中心線 AB 上,依圖 17.2 之法畫一齒。

今開始作齒輪之平面圖，投射 1, 2, 3 諸點至鉛直之中心線，並作數圓通過諸交點。量出每齒之沿徑中心線。用分規將 A 處之弧線厚度移至每齒，於是每齒各邊上有三點，試畫一圓弧通過之，乃得每齒大端之縮畫輪廓。此後如何進行，俾為投影畫中之問題。請注意每視圖中一切線收斂於錐心 O；又每齒輪廓上如已求得三點，則可用試畫法作圓弧，所得之結果極佳。

上法用於精巧之樣子圖上。銑製之斜齒輪，並不在工作圖上示出輪廓，如圖 17.6 所示者。該圖中並示其寸法。至於鑄造之斜齒輪，則必須為製模匠繪出齒之輪廓。

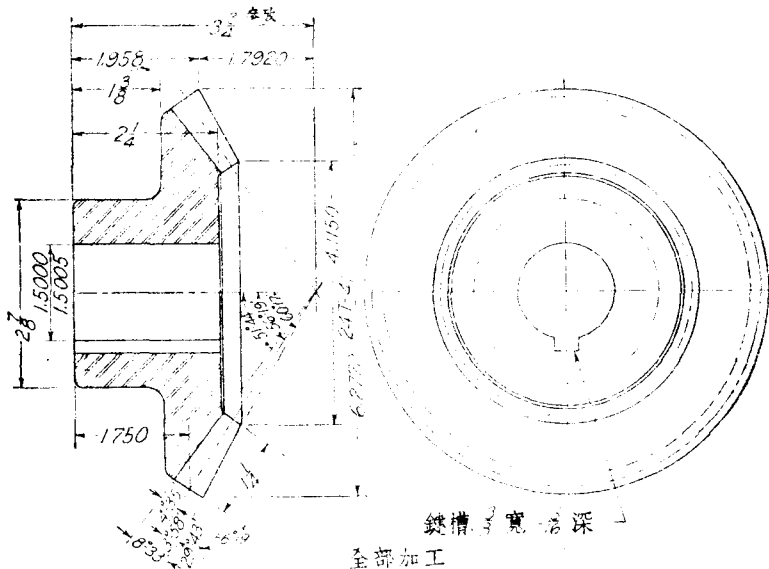


圖 17.6 斜齒輪之工作圖。

17.5 凸輪為一種機件，藉其面或槽之作用，使稱為“從動部”(Follower)之他一機件發生特別或不規則之運動。其形狀由所需之運動及所用之從動部型式而定。凸輪之型式則由兩件間所需之關係及雙方之運動決定。

17.6 凸輪之型式。由從動部之運動方向對凸輪軸線之關係，可將凸輪之型式分為兩大類：(1) 星形或圓盤凸輪(Radial or Disk Cam)，其從動部之運動垂直於凸輪軸線；(2) 圓柱形或端凸輪(Cylindrical or End Cam)，其從動部之運動平行於凸輪軸線。圖 17.7 之 A 示星形凸輪，其滾子從動部(Roller

Follower) 藉重力或彈簧抵住凸輪。凸輪迴轉時，從動部隨之上下。從動部有尖頭或平頭者。B 示面凸輪 (Face Cam)，其滑子從動部裝在臂或連桿之一端，隨凸輪之迴轉而擺動 (Oscillating)。若凸輪本身作擺動，則用趾 (Toe) 及擦器 (Wiper)，如 C 所示。趾即從動部，亦可作擺動臂之形式。

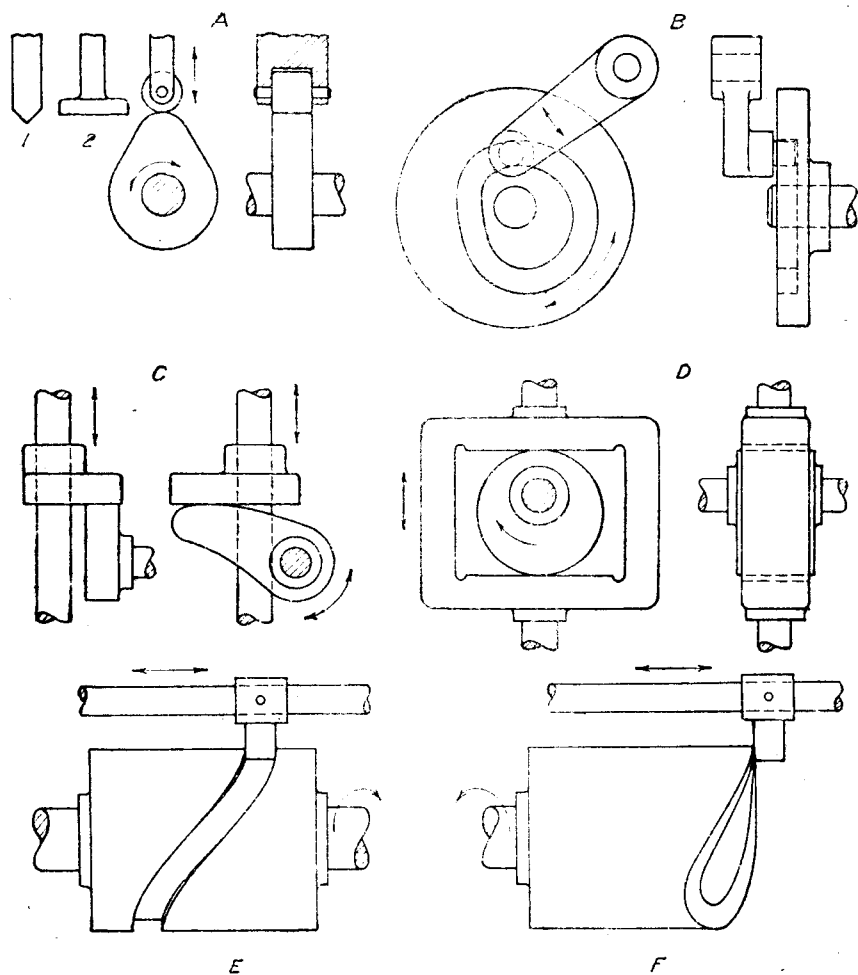


圖 17-7 凸輪之型式。

D 所示者為軛凸輪或確動凸輪 (Yoke or Positive-motion Cam)，其封閉之從動部能受上下二方向中任一方向之力之作用。自凸輪中心至二接觸點之二距離之和，恆須等於從動部兩內面間之距離。E 之圓柱形槽凸輪 (Groove



Cam), 及 *F* 之端凸輪 (End Cam), 俱使從動部作平行於凸輪軸線之運動; 惟前者作用於從動部之力有兩個方向, 而後者則僅一方向耳。

17.7 運動之種類。凸輪作種種設計以使從動部作等速、等加速、或簡諧運動。吾人常將此等運動併合, 加上使從動部突升、突降或靜止之各種面, 以組成凸輪之全面。

17.8 凸輪線圖。若作一線圖, 示出凸輪在各連續位置時從動部之高度, 則對研究從動部之運動頗有助益, 故常見應用。橫坐標示凸輪位置, 通常將凸

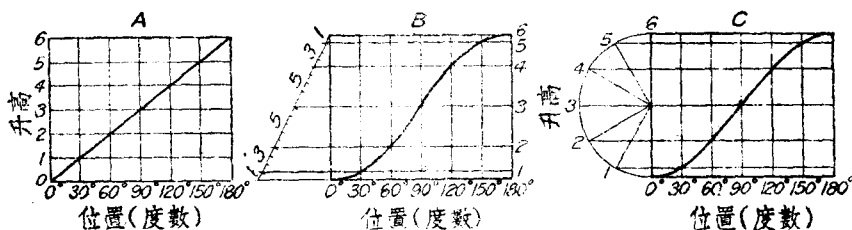


圖 17.8 凸輪線圖(三種運動)之作法。

輪之一全轉 ( $360^\circ$ ) 分成  $30^\circ$  等格 (若有需要, 可分得較密)。縱坐標示從動部位置, 等分之數與橫坐標者同。此種線圖大率畫作實際之尺寸。

等速度運動使從動部作均勻之升降, 故可畫作圖 17.8 之 A。其法先在橫坐標上量出凸輪之各位置, 在縱坐標上量從動部之最大升高 (Rise)。凸輪每轉一單位, 從動部亦升一單位, 故得所示之直線運動。

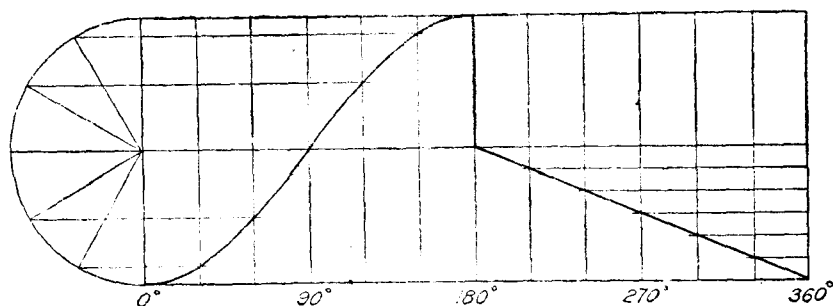


圖 17.9 凸輪線圖。

在等加速運動中, 所行距離與時間之平方成正比; 是即在 1, 2, 3, 4, 5 等單位時間末, 所行之各段總距離之比為 1, 4, 9, 16, 25 等。故從動部所經各段距離之增加量成 1, 3, 5, 7 等之比。所得之曲線如 B。其作法可參攷第 5.2

節，將從動部之升高分成與橫坐標所分者相同之數；其第一分格為1單位，第二分格3單位，餘類推。於對應之坐標線之交點上作記號，連結即得。該曲線先為加速，後為減速，以便從動部升至上半部後漸漸緩下。

簡諧運動(正弦曲線)如C所示。量出升度，作一半圓，將其分成與橫坐標所分者相同之數，乃投射此各點作為縱坐標線。於對應之坐標線交點上得

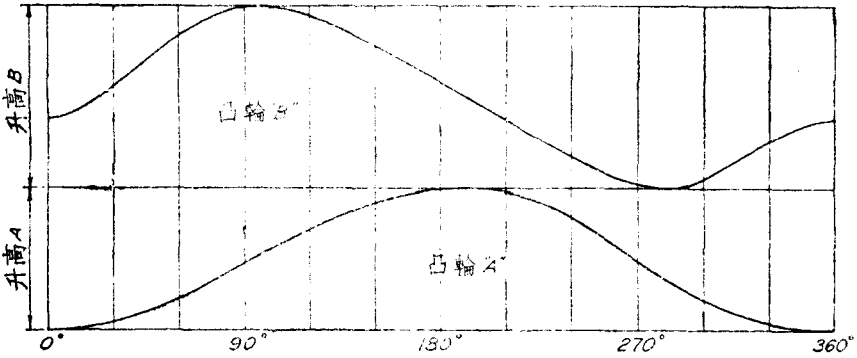


圖 17·10 定時線圖。

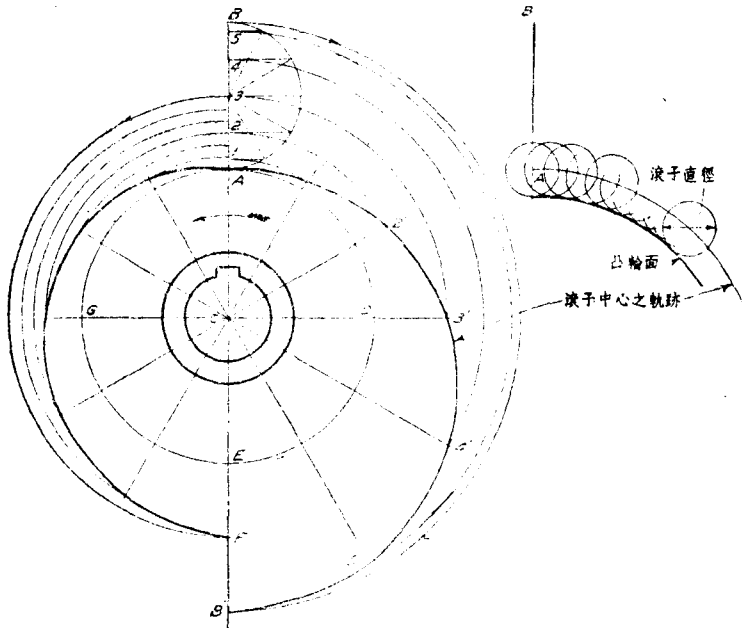


圖 17·11 半板形凸輪之設計。

需要之諸點，見圖。

圖 17.9 爲圖 17.11 中凸輪之線圖。從動部在  $180^\circ$  中以簡諧運動上升，中途驟降，乃以等速運動返至出發點。

**17.9 定時線圖。** 若同一機器上用二個或二個以上之凸輪，而其作用又爲彼此相關者；則可藉一線圖，示出每從動部之曲線，以研究每凸輪之“定時”(Timing) 及相對運動。諸曲線可以墨畫；但以分繪於上下爲佳，圖 17.10。

**17.10 平板形凸輪 (Plate Cam) 之畫法。** 不論凸輪之型式如何，其畫法之原則相同。以圖 17.11 之凸輪爲例，其線圖示於圖 17.9。點 C 爲軸之中心；A 爲滾子從動部中心之最低位置，B 爲最高位置。

以簡諧比例，將升高分成六段。將半圓 ADE 分成若干等分，其數與在升高上所分者相同。畫諸輻射線。以 C 爲中心，C1 爲半徑，作圓弧交第一輻射線於 1'。同此定點 2', 3' 等，過之作平滑曲線。若凸輪依箭頭方向迴轉，則能推動從動輪，使依所需之簡諧運動上升。

作 B'F 等於 AB 之半。分 A3 及弧 EGA 爲六等分。既爲等速運動，則每當凸輪轉過相等之角度，從動部亦下降相等之距離。作所示之諸圓弧，以定輪廓線上所需之點。

此輪廓線爲滾子中心之軌跡。若畫各連續位置之滾子，再畫切於各滾子

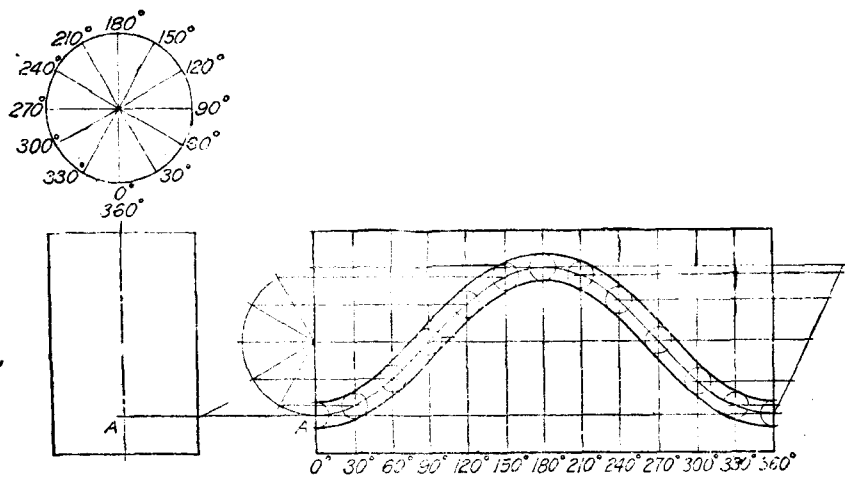


圖 17.12 圓柱形凸輪之設繪。

圓弧之曲線，如輔助圖所示者，則得凸輪之面。

17-11 圓柱形凸輪之畫法與平板形凸輪稍異，以其在正常視圖之外，另需一展視圖(Developed View)，俾從之作樣板(Template)。假定從動部在 $180^\circ$ 中以簡諧運動上升 $1\frac{1}{2}''$ ，再以等加速運動下降。先畫圓柱體之上與正視圖，及展開圖，見圖 17-12。將展開圖及上視圖分割，如所示者，使所註各點互相對照。作半圓，投射諸分點，乃將升高分成簡諧運動之比例，參照圖 17-8C。將回程分成等加速運動之比例，參照圖 17-8B。如此所得之曲線為從動部中心之軌跡。作諸圓表從動部各位置，作二曲線與之相切，即為凸輪之工作面(Working Surface)。依此法所作之展開圖即用以製造凸輪。

## 習 題

### 第一類。齒輪。

1. 量度一斷裂之正齒輪，得下列資料：齒數，33；外徑， $4\frac{3}{8}''$ ；面寬， $1''$ ；軸之直徑， $\frac{7}{8}''$ ；殼(Hub)之長度， $1\frac{1}{4}''$ 。作齒輪坯料(Blank)之圖樣，具一切尺寸及資料，備製新齒輪。題中未設之尺寸，可於作圖時，選其合適者。

2. 僅有下列之資料：齒根直徑， $7.3372''$ ；外徑， $8.200''$ ；面寬， $1\frac{1}{8}''$ ；軸之直徑， $1\frac{3}{8}''$ ；殼之長度， $2''$ 。作一正齒輪之圖。

3. 用下列資料，作一對正齒輪之組合圖：紙為 $11'' \times 17''$ 。齒輪B之正視圖中心離右邊 $4\frac{1}{2}''$ ，離下邊 $3\frac{1}{2}''$ 。齒輪A在B之左方。三者中心間距離為 $5.250''$ 。齒輪A每分鐘轉300周；有橫剖面為橢圓形之輻(Spoke)四，其長軸為 $1''$ ，短軸 $\frac{1}{2}''$ ；凸緣(Flange)內徑， $4\frac{3}{8}''$ ；殼 $2''$ 直徑， $1\frac{1}{2}''$ 長。齒輪B每分鐘轉400周，為圓盤型者，腹板(Web) $\frac{1}{2}''$ ；凸緣內徑， $3\frac{1}{4}''$ ；殼 $2''$ 直徑， $1\frac{1}{2}''$ 長。材料，鑄鐵；面寬， $1''$ ； $DP=4$ ；軸之直徑， $1''$ ，用 $\frac{1}{4}''$ 之Woodruff鍵。作正視圖及剖面上視圖。

4. 圖 17-13. 作輪系(Gear Train)之組合圖。已知：A及B均為斜齒輪，面寬 $\frac{3}{8}''$ ， $DP=6$ 。A有 $3''$ 之PD，每分鐘轉150周。B每分鐘轉100周。C及D均為正齒輪，面寬 $1''$ ， $DP=8$ 。D每分鐘轉40周，C與D接合。軸徑均為 $1''$ 。A畫作全剖面圖，B之下半部畫作剖面，C及D均為全剖面；在指定之地位畫齒輪B之四分之一側視圖。再作C及D之側視圖。

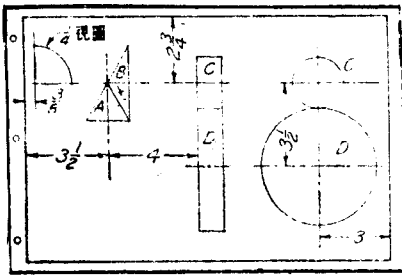


圖 17-13.

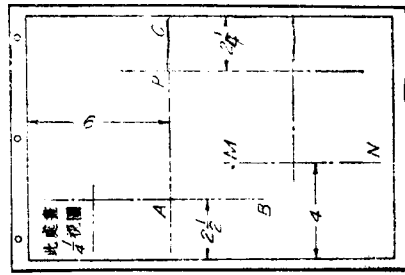


圖 17-14.

5. 圖 17-14. 3"-PD 3-DP 之一斜齒輪 R, 裝於每分鐘 1,120 轉之軸 AB 上; 以傳動裝於軸 AC 上之另一斜齒輪 S, 使其每分鐘轉 840 周。在軸 AC 上, 以 P 為中心, 有 8"-PD 4-DP 之一正齒輪 T, 傳動一小齒輪 U, 使其每分鐘轉 1,680 周。軸徑均為 1", 面寬亦均 1"。R 及 S 之殼之直徑,  $1\frac{3}{4}$ "。齒輪 C 有四輻 (Spoke), 為  $\frac{5}{8}$ " $\times$ 1" 之橢圓形; 殼之直徑,  $1\frac{1}{8}$ "。凸緣之厚度,  $\frac{1}{2}$ "。齒輪 R 之上半部畫作剖面圖; S, T 及 U 畫作全剖面圖。在指定之地位畫 R 之四分之一側視圖; 在中心線 MN 上作 T 及 U 之側視圖。

6. 圖 17-15. 作回動機構 (Reversing Mechanism) 之完全詳圖, 附材料單及標題。此機構之目的在使一軸能在二方向中之任一方向轉動, 而與此軸成垂直之主動軸則始終不變其轉動方向。如圖中所示之設計, 兩軸均可為主動軸, 其齒輪比 (Gear Ratio) 為 3 比 2。

兩個小斜齒輪 (零件 6) 鍵於二離合器 (Clutch) (零件 4) 上。後者墊有軸襯 (Bush) (零件 5), 並可在軸上自由轉動。兩小斜齒輪恆與齒輪 (零件 7) 相嚙合, 既各在其一邊, 則旋轉方向相反。又一離合器 (零件 3) 栓住於其軸上, 可沿軸之方向自由移動, 而與他二離合器 (零件 4) 之任一嚙合。移動裝置 (零件 11, 12, 13, 14, 15, 及 16) 控制零件 3 之行動。罩 (Housing) 頂之薄頭 (Pad) 上絞成三斜孔, 備放一鎖緊柱塞 (Locking Plunger) (零件 15)。如此可固定離合器 (零件 3) 之位置, 或中立或嚙合於零件 4 之任一。

7. 圖 17-15. 作回動機構之組合圖, 附標題及件號。

8. 圖 17-15. 重新設計回動機構, 用全部之滾珠軸承 (Ball Bearing) 裝置。

9. 圖 17-15. 重新設計回動機構, 以 7:4 之齒輪比代 3:2。

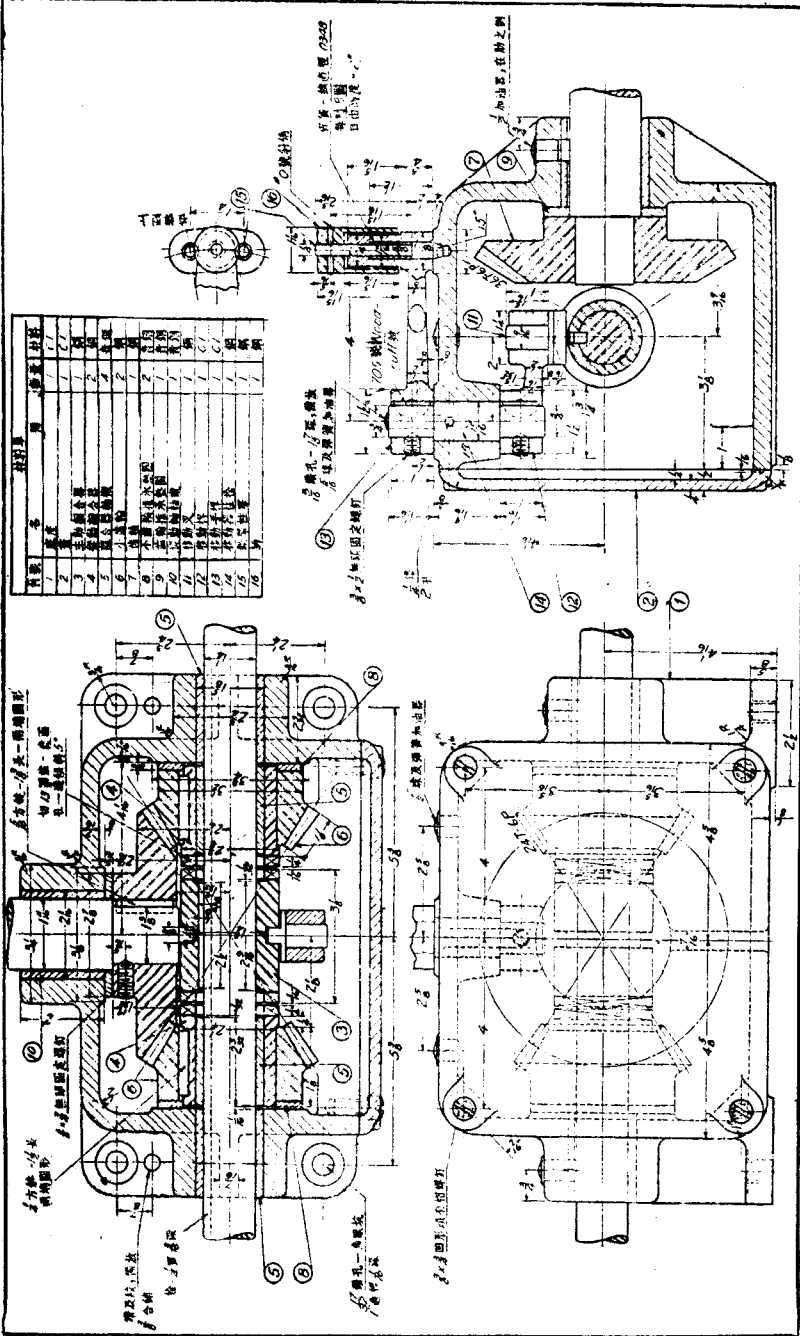


圖 17.15 回動機構

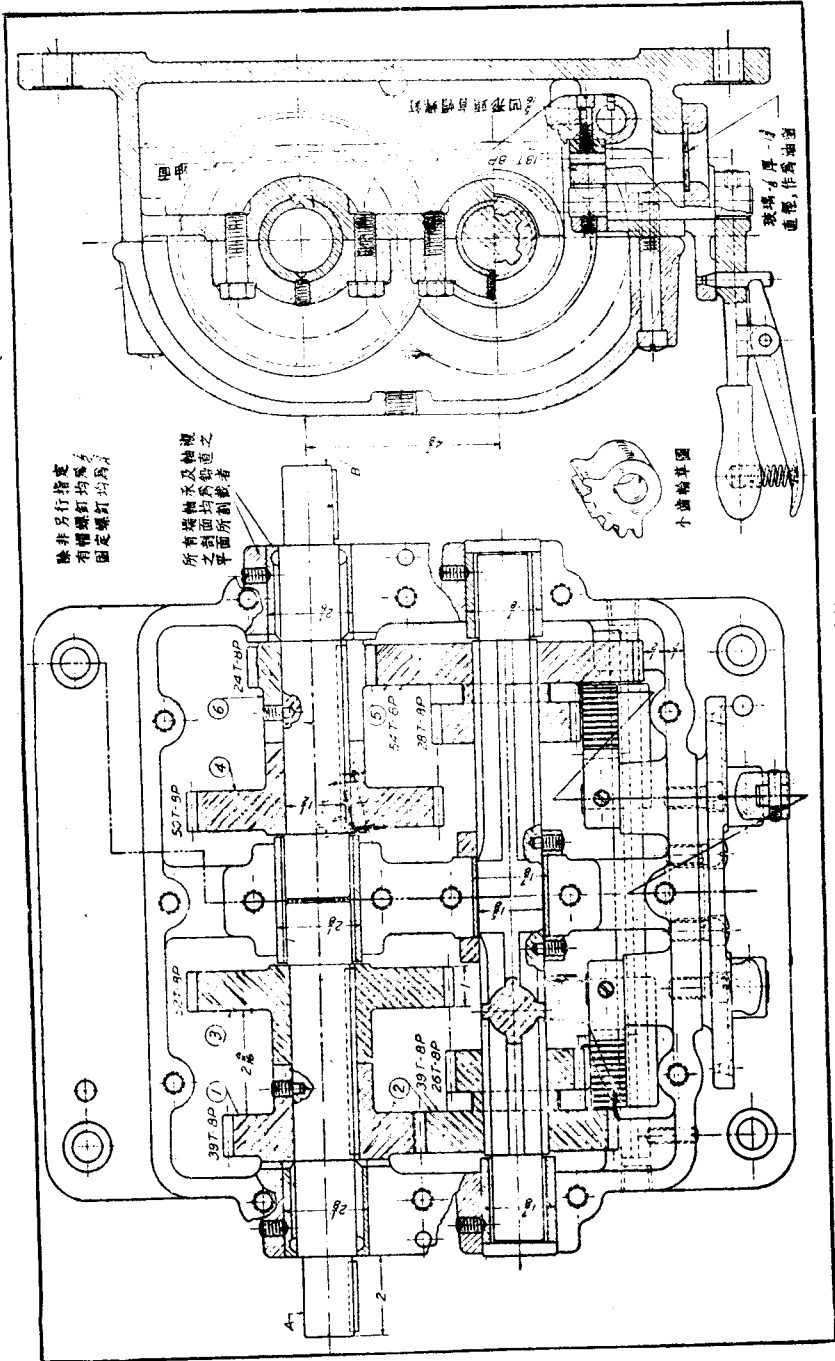


圖 17-16 傳動箱.

10. 圖 17-15. 重新設計回動機構, 其資料如下: 以 7:5 之齒輪比代 3:2; 用滾珠軸承裝置承受推力 (Thrust). 用 1" 軸代  $1\frac{1}{4}$ ",  $1\frac{1}{8}$ " 軸代  $1\frac{3}{8}$ ". 全機構用一集中之滑油系統 (Oiling System).

11. 圖 17-15. 重新設計回動機構, 用飛濺滑潤法 (Splash Lubrication). 蓋之關接及軸之進箱處均須有貯油之裝置. 注油塞 (Filling Plug), 排油塞 (Draining Plug) 及油面表 (Oil-level Gage) 切勿遺漏.

12. 圖 17-15. 重新設計回動機構, 其條件如下: 零件 3, 4 及 6 今為一件, 栓於軸上. 此件稱為“雙斜齒輪” (Double-bevel Gear); 須有足夠之長度, 當其沿軸之方向移動時, 可與零件 7 之齒輪相合相離, 且可有一中立 (即與零件 7 分離) 之位置. 如此可省去軸襯 (零件 5) 及離合器齒. 若是之設計使斜齒輪之推力 (Thrust) 為移動裝置之叉 (Shifter Fork) 所承受, 故須將其另行設計, 以負此載荷 (Load). 宜用青銅 (Bronze) 之雙叉 (Double Fork) 及加強之鎖緊柱塞.

13. 圖 17-16. 金工機械四速傳動箱 (Four-speed Machine-tool Transmission Box). 軸 A 之轉速不變, 動力由其傳入, 而於軸 B 傳出, 其轉速由滑動機關 (Sliding Gear) 之位置而定. 所示者僅為上視圖及側剖面圖. 齒輪移動裝置之托架 (Gear-shifter Bracket) 於圖 15-17 中示其詳圖. 作完全之組合圖, 有正、上及側視圖.

14. 圖 17-16. 從第 13 題之設計作完全之工作詳圖, 並附材料單.

15. 圖 17-16. 重新設計第 13 題, 用滾珠軸承裝置.

16. 圖 17-16. 重新設計第 13 題, 其速比 (Speed Ratio) 為 1 比 1, 1 比 1.228, 1 比 1.437, 及 1 比 1.776. 零件 1 及 6 使之相同. 諸軸中心與第 13 題同. 請注意各組速率之中, 連續兩速率之比約為一常數 (1.2).

17. 圖 17-16. 重新設計第 13 題. 齒輪為  $\frac{3}{4}$ " 寬, 軸 A 及 B 之直徑為  $1\frac{3}{8}$ ". 取消中間軸 (Jack Shaft) 之中心承 (Center Bearing), 但軸之直徑照舊.

## 第二類. 凸輪.

18. 作平板形凸輪之圖, 須滿足下列條件: 在鉛直之中心線上, 點 A 在點 O 上  $\frac{3}{8}$ ", 點 B 在 A 上  $1\frac{3}{4}$ ". 以 O 為中心, 順時針旋轉, 從動部自 A 開始,



在三分之一周內以等速運動升至 B；其次之三分之一周內靜止不動；最後之三分之一周內以等速降至出發點。軸之直徑， $\frac{3}{4}$ "；殼之直徑， $1\frac{1}{4}$ "；板之厚度， $\frac{1}{2}$ "；殼之長度， $1\frac{1}{4}$ "；滾子之直徑， $\frac{1}{2}$ "。

19. 用第 18 題之條件，作面凸輪之圖。

20. 作“趾及擦器”凸輪 (Toe-and-wiper Cam) 之圖。趾軸為鉛直，直徑  $\frac{3}{4}$ "。起點在擦器軸中心之正上方 1"；軸轉  $135^\circ$ ，趾以簡諧運動上升 2"。擦器有  $1\frac{1}{4}$ " 直徑之殼， $1\frac{1}{4}$ " 長； $\frac{3}{4}$ " 直徑之軸。設計適宜之趾。

21. 作確動凸輪之圖。起點在凸輪軸中心之上方 1"。軸轉  $180^\circ$ ，從動部之上面以簡諧運動上升 1"。其下降以必需之凸輪形狀完成之。從動部  $\frac{1}{2}$ " 厚，裝於  $\frac{1}{2}$ " 之鉛直軸上。凸輪  $\frac{1}{2}$ " 厚，裝於  $\frac{3}{4}$ " 之軸上；殼  $1\frac{1}{4}$ " 直徑， $1\frac{1}{4}$ " 長。

22. 作圓柱形凸輪之圖 (附展開圖)。圓柱體轉  $180^\circ$ ， $\frac{1}{2}$ " 直徑之滾子從動部以等速向左移動 2"；而以簡諧運動回至原處。凸輪軸為水平，直徑 1"；圓柱體 4" 直徑，4" 長。從動部銷在  $\frac{5}{8}$ " 之軸上。兩軸心之距離 3"。

## 第十八章 鑽模及夾頭

18·1 鑽模 (Jig) 及夾頭 (Fixture) 均為夾持大量生產中互換件之工具。用之可令出品迅速準確，而成本減低。鑽模及夾頭之差異大致如下：前者夾持作件或為作件所夾，同時將各種刀具導至適當位置；而後者則固定於機器上，將作件夾持於一定位置，但並不導引刀具。欲機製之物件通常稱作“產物”(Production) 或“目的物”(Subject)；其所需之機製工作種類甚多，諸如“鑽孔”、“鑽孔並鑽陰螺紋”、“鑽孔並鑽柱坑 (Counterboring)”及“鑽絞”等等。為此種工作而設計之鑽模稱“鑽孔鑽模”、“鑽孔及陰螺紋鑽模”、“鑽孔及柱坑鑽模”及“鑽絞鑽模”(Drill Jig, Drill-and-Tap Jig, Drill-and-Counterbore Jig, and Drill-and-Ream Jig)。若欲將圓柱體之一端刮面 (Facing)，則夾持此件之工具稱“刮面夾頭”(Facing Fixture)。若欲將作件在車床上鏜一孔，則夾持工具稱為“鏜孔夾頭”(Boring Fixture)。

18·2 成本。鑽模之使用與否，視下列二點而定：一，欲機製之件數；二，所需之準確度。先仔細計算各件單獨製造之成本，以與用鑽模而大量生產者之成本相比較：不論用何方法，均須量出自開始作第一件至開始作次件之時間；並就所需工匠種類，按照當時之工資標準計算之。再估計鑽模之成本，即得此問題之解答。用較為昂貴之鑽模究可省時若干，亦應如此研究之。

18·3 鑽模鏜床 (Jig Borer)。若需鑽孔之件較少，則在鑽床上個別機製，或可較廉；如用鑽模鏜床，圖 18·1，則更覺準確多多。若需件甚多，如汽車零件等大量生產之機件，則務必應用鑽模，以收準確、迅速、減低成本及確保互換之效。此時宜先用鑽模鏜床製鑽模（是即設計鑽模鏜床之目的）；製成後，將其用於較鑽模鏜床價廉而迅速之機器上，可由無甚技巧之工匠製造準確而可互換之機件。

包工之廠家，其專將機件鑄造加工而並不裝配者，定貨往往以十百千計，

日後且有同樣定單接踵而來，則用鑽模能確保一切產品之有同一準確度。

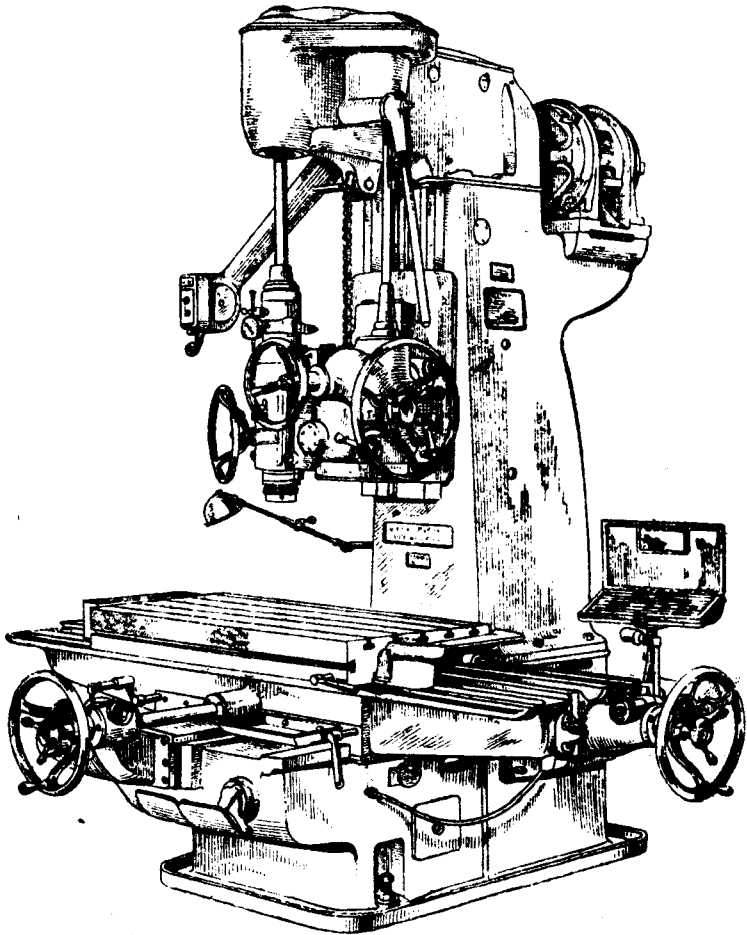


圖 18-1 鑽模鑽床。

18.4 設計之原則。為說明鑽模設計之原則起見，茲以圖 18.2 中之簡單鑽模為例。該模乃用以在圖 15.30 中之爪托架 (Pawl Carrier) 上鑽二個  $\frac{3}{4}$ " 孔並銼一個 1" 孔者。下列原則須儘可能遵照之：

1. 產物進入鑽模須簡易迅速。
2. 產物之定位須準確。
3. 襯套 (Bushing) 須為工作者所易及。
4. 鑽模夾持產物須穩定。
5. 產物移出鑽模須簡易迅速。

項目	名 稱	材 料	備 註
1	螺 絲	C1	
2	夾板	冷軋鋼	
3	圓形螺釘	螺絲	2x1方頭圓頂
4	直角螺絲釘	冷軋鋼	2-13 NC-2 螺紋
5	銷釘	螺絲	2x2長
6	六角螺母	螺絲	2x1方槽孔無頭圓頂
7	六角螺母	螺絲	2-13 NC-2
8	念珠鎖	工具鋼	
9	留聲機	鋼	用適宜者
10	鋼皮葉	鋼	2-10 NC-2 * 2長
11	襯套	鋼	無頭/外徑x/長/無頭/外徑x/長/無頭/外徑x/長
12	襯套	鋼	無頭/外徑x/長/無頭/外徑x/長
13	襯套(可更新滑動式)	鋼	無頭/外徑x/長/無頭/外徑x/長
14	襯套(可更新滑動式)	鋼	無頭/外徑x/長/無頭/外徑x/長
15	鎖緊螺釘	鋼	2-18 NC-2

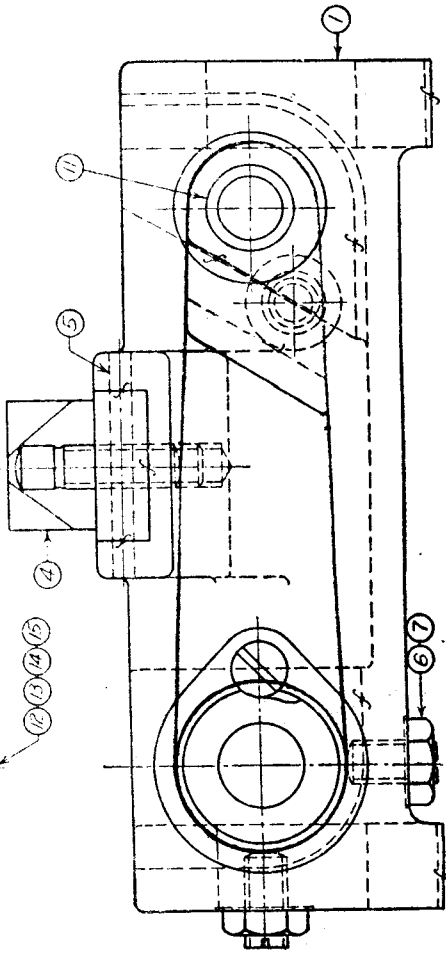
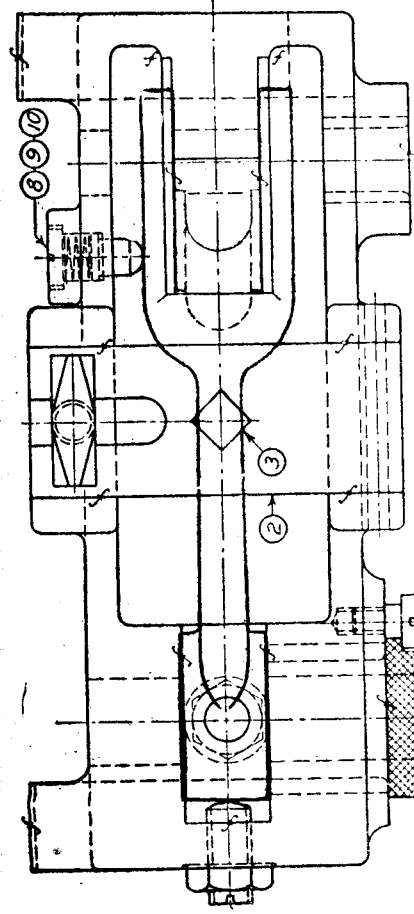
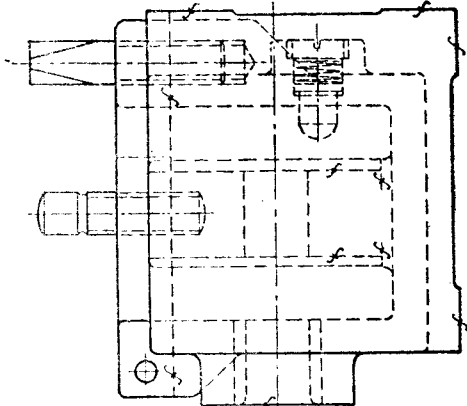


圖 18.2 爪托架之斷模。

鑽模圖中均用紅線示產物，用黑線示鑽模本身。而為清晰起見，繪鑽模時並不視作有產物之存在。

在圖 18·2 以及其他一切設計中，務須依照上述原則中所包含之四設計要點。茲簡述如下：

1. 確定產物之位置(即選用定位物)。
2. 夾持產物(即選擇夾持物)。
3. 選擇正確型式及大小之襯套。
4. 設計鑽模本體，使能容納產物，並適合上述諸原則。

為篇幅所限，我人祇能討論每點中之數種型式。學者於設計時應仔細研究，在每種情形下，以用何者最為適宜。

**18·5 產物之定位。** 在上節所述四點中，定位或最與產物之準確度有關，故應澈底加以考慮。產物之形狀，在鑽孔前銑製加工之情形，以及其他之種種設計對於定位物之選取均有影響。

**加工面。** 定位常用之：即在鑽模上備加工面，而將產物之加工面與其相抵。苟有需要，甚至可將產物之非加工面與其相抵。定位面之形式可為薄頭(Pad)、柱坑(Counterbore)或正交之二加工面。

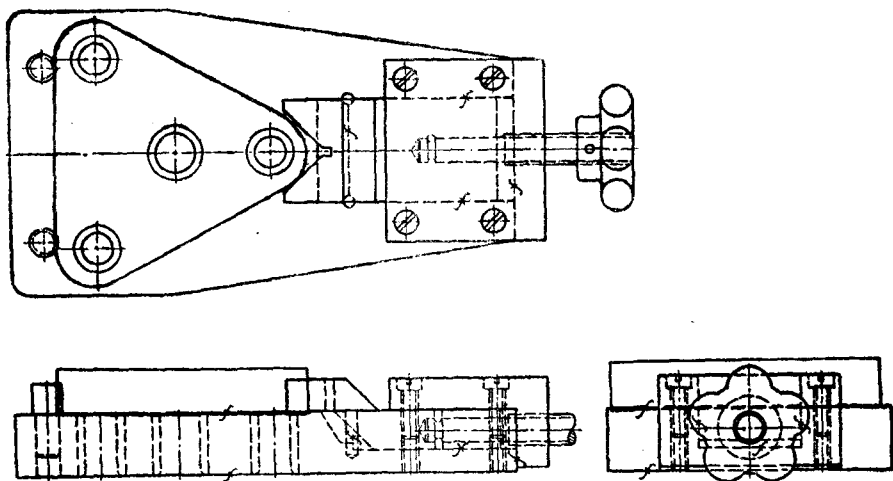


圖 18·3 蓋板之鑽模。

**銷(Pin)。** 是為簡易且不甚糜費之定位物，於準確性亦無所損。用夾板(Clamp)或螺釘，將產物之加工或非加工面緊抵於一銷一加工面上，或抵於

二三銷上，圖 18.3。

圖 18.6 中之鑽模用兩銷定位，一圓一扁。二者之準確度須使其能配合產物之二鑽孔或絞孔。（二孔之中心距離頗有變動，二銷若俱為圓形，或有不能配合之虞，故用一扁銷）。圓銷在連心線 (Line of Centers) 上；扁銷之二扁平面恆與該線垂直。請注意銷之長度，務使打入鑽模時，恰露其肩於外。銷端作斜面狀 (斜角最好成  $30^\circ$ )，俾其進入產物較便。

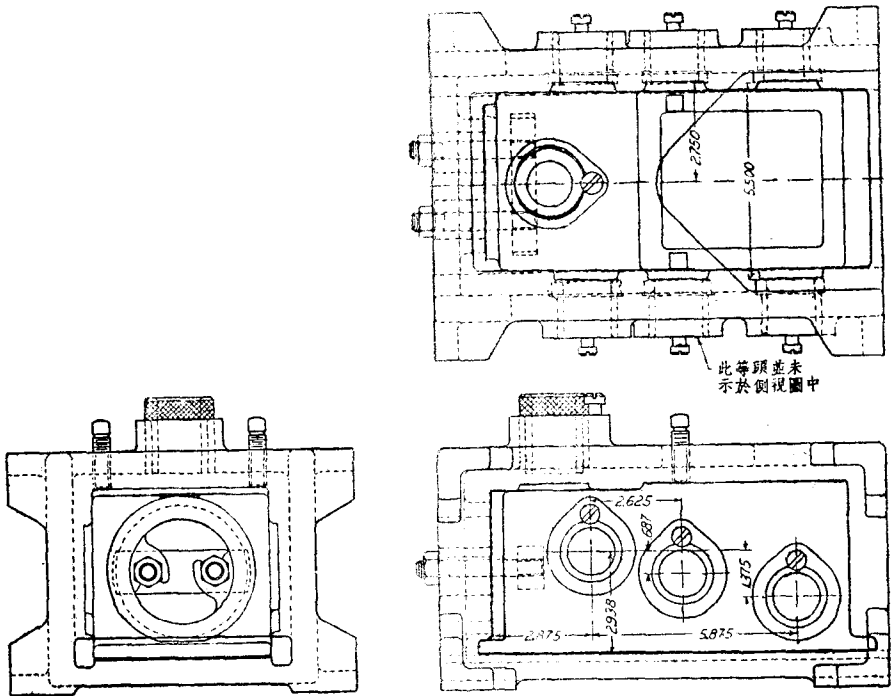
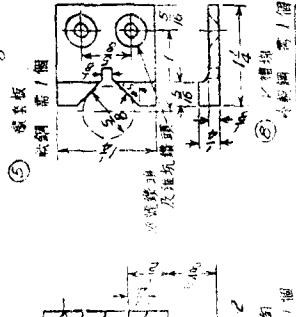
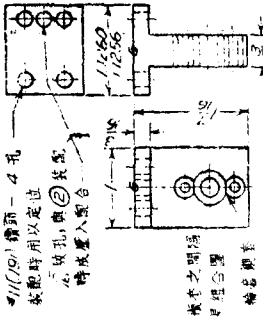


圖 18.4 齒輪箱之鑽絞鑽模。

小銷通常用工具鋼 (Tool Steel) 製造，再硬化並磨光；大銷可用冷軋鋼製，再包裹硬化 (Pack-hardened)，並磨光之。惟硬化時勿用氫化物 (Cyanide)，以其硬化之深度不夠，且磨製難以成功也。銷之肩部抵住於加工面上，或將其打入一淺魚眼坑 (Spot Face) 或柱坑 (Counterbore) 內至適宜深度。

襯套 (Bushing)。用為某種設計之定位物。圖 18.4 乃其一例。其中之鑽模用以在齒輪箱 (Gear Case) 上鑽絞諸孔。齒輪箱上諸頭 (Boss) 對面間之距離為具有限度之準確尺寸；故用頭之各面定位，頗為佳妙。設計位置準確



之襯套，以與之接觸即可。其他方向則用加工面以固定齒輪箱之位置；加工面係藉二螺釘及一夾條 (Bar Clamp) 鉗住者。

V 槽塊 (V Block)。常用於鑽模之設計中，作為定位物及夾板均可。圖 18.3 為其一例。圖 18.5 中用一 V 槽塊，其主要目的在定位，同時亦作為夾持物 (此處為固定螺釘) 之襯墊。V 槽塊以與鑽模分別製造較為容易，而後用螺釘或合銷 (Dowel Pin) 固定於鑽模之本身。若諸鑄件上圓頭之直徑變動頗大，則固定 V 槽塊時或不用合銷，而用有槽之孔數個，備置有帽螺釘。

裝銷用之準確孔。我人常用小型平板鑽模，以在大鑽模，圖 18.6，或產物上鑽重複之一串孔。小鑽模上有二定位銷，一圓一扁，其所以如此之理由已在第 18.5 節中述之。大鑽模上計有字母 "A" 之諸孔早已用鑽模銼床或旋臂鑽床 (Radial Boring Machine) 鑽絞竣事，以與小鑽模上之二銷相配合。

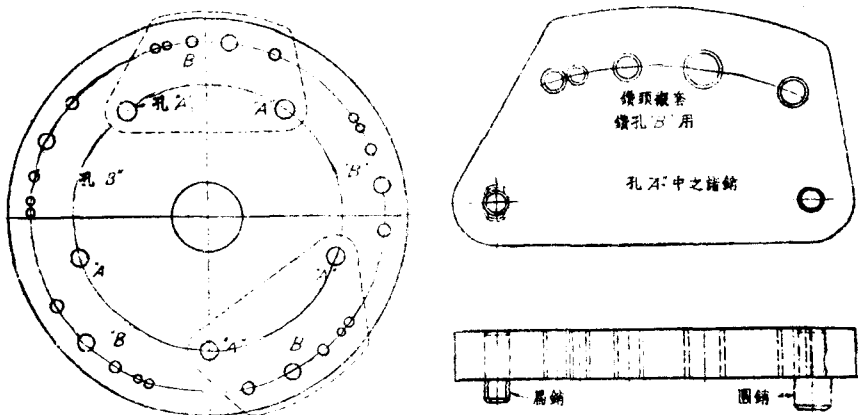


圖 18.6 鑽模之鑽板。

用此鑽模鑽孔，較不用鑽模而個別鑽孔遠為準確迅捷。

中心定位物 (Center Locator)。圖 18.7 之鑽模用一中心定位物。若產物已在車床上刮面及鑽孔，則有一光滑之面及大小適宜之孔，可用所示之定位法。定位柄 (Shank) 之直徑恰使產物之孔在其上成滑動配合 (Slip Fit)。視鑽孔需要之準確度為何，而用美國標準學會之第二或第三種配合。

鍵槽 (Keyway)。若諸孔須鑽在特定之位置，則用此定位物。圖 15.55 中聯軸節 (Coupling) 上諸孔須在其頭 (Boss) 之中央，同時其與鍵槽之位置



項目	名稱	數量	材料	備註
1	鑽模殼	1	C1	
2	鑽模板	1	C1	
3	六角通螺絲釘	1	軟鋼	
4	銅	1	冷鑄鋼	3. D × 6.5 ①中者與配合 ②中轉動配合
5	銅	1	冷鑄鋼	4. D × 1.5 在 ①及 ②中成打入配合
6	六角螺絲	1	鋼	5-9 NC-2 標準
7	皮色油	1		見說明書
8	銅套	1		2. 外徑 27 長 27 內徑 25
9	鋼套	1		3. 內徑 27 長 27 外徑 28 內徑 25
10	鋼套	1		4. 內徑 27 長 27 外徑 28 內徑 25
11	鋼螺絲釘	1	AS 4 標準	
12	C形螺絲圈	1	4 號螺絲	

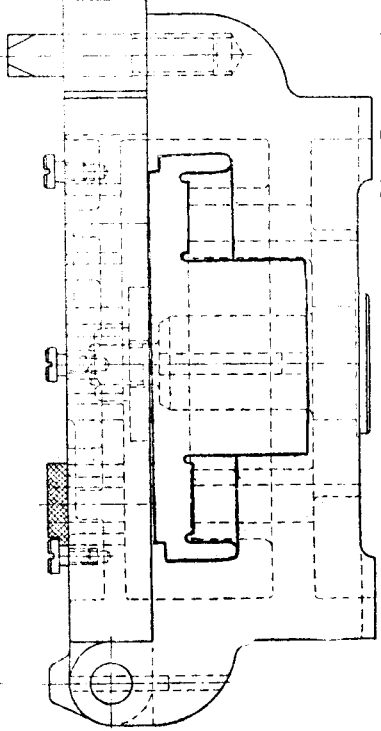
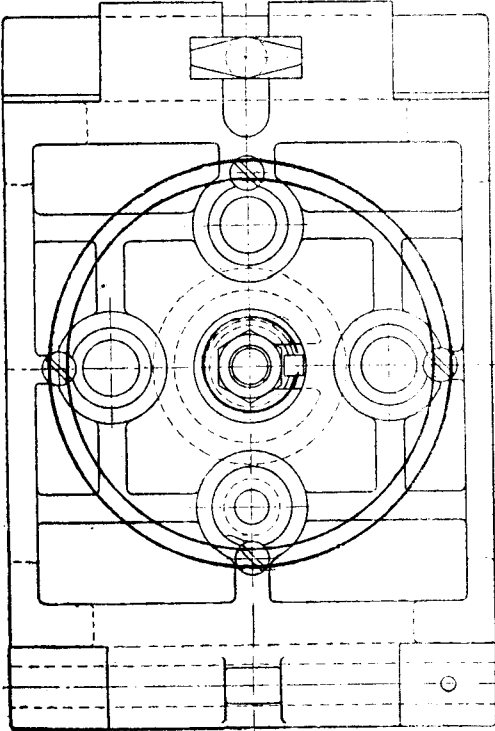
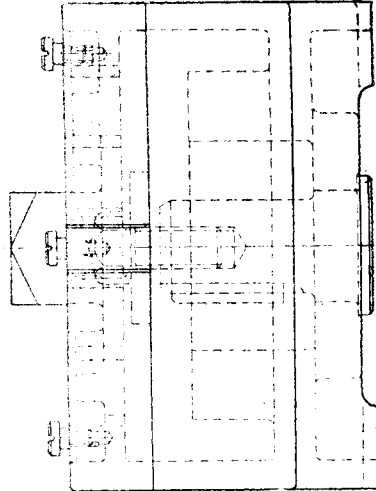
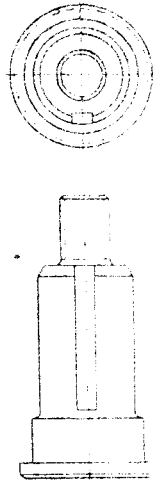


圖 18.7 用中心定位物之鑽模鑽模。

又為固定者。則為之設計鑽模時，可在中央定位物上裝一鍵，以滑入產物之鍵槽中。

18·6 夾板及夾持物用以固定產物於鑽模中，茲列其較普通者數種於下：

- |                         |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 1. 夾條(Bar Clamp),       | 6. 螺旋上升凸輪(Spiral-rise Cam),       |
| 2. 槽孔夾板(Slotted Clamp), | 7. 星形捏手及柱頭螺栓(Star Knob and Stud), |
| 3. 固定螺釘及柱頭螺栓,           | 8. 可調整銷(Adjustable Pins),         |
| 4. C形墊圈(C Washer),      | 9. 水力活塞(Hydraulic Piston)         |
| 5. V形滑板(V Slide),       |                                   |

本章所舉之各鑽模示上列夾持方法中之數種。須遵照之要點如下：**夾板不可將產物扭曲**，苟有扭曲，則於鬆去夾持力時，將使鑽孔不準確。須夾於產物上能忍受所生應變(Strain)之處，且須儘量靠近欲鑽孔之點。此最後一點恐未能始終遵守，但總須仔細考慮之。

鑽模中以夾板所受之磨損為最大，故宜用氰化物硬化(Cyanide Hardening)。如可能夾損加工面，則應用軟鼻夾板(Soft-nosed Clamp)。

槽孔夾板，應用甚廣。欲其使用適宜，則其柱頭螺栓應在中央，或離產品較近而離夾板之尾部稍遠。柱頭螺栓及螺母較有帽螺釘為佳，以其並不磨壞鑽模，且更換甚廉也。

固定螺釘，其為用價廉而效率甚高，圖 18·5。以之夾持物體之四邊也，在二邊上之螺釘用鎖緊螺母(Lock Nut)。在他二邊上者，則用以鎖牢或放開零件。

產品若在柱頭螺栓或定位銷上作滑動配合，則可用一柱頭螺栓及螺母，外加一C形墊圈，圖 18·7。

V形滑板，為避免夾持之不穩定起見，最宜注意其長度至少與寬度相等。其厚度根據滑板（為固定者抑或動者）及產物而定。若滑板係活動者，則控制螺釘(Control Screw)對厚度亦有影響。

螺旋上升凸輪夾板。大量生產中，凡產品之裝卸須迅速而毋庸工匠過事勞心者，此種夾板甚為有用。首須知諸產物在夾持點之極大變動為何，由之算得凸輪之升度(Rise)；俾其柄轉動 $90^\circ$ 時，凸輪面即可夾住產物。圖 18·8 示二種鎖緊凸輪(Locking Cam)在兩個方向均有鎖緊作用。

星形捏手及柱頭螺栓，是為將固定螺釘之原則加以修改，而適用於手之

動作者。

可調整銷。用以支持產物之易碎部分。其正確無誤之設計，見圖 18·9。應用一固定螺釘保持其位置。

水力活塞。用於笨重之工作，及須特別夾持之工作，其設計稍嫌專門，非本書所宜討論。

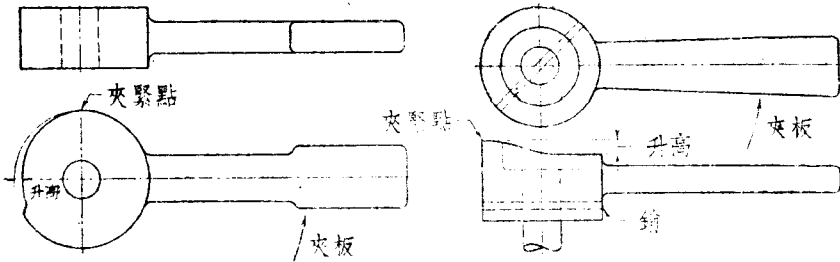


圖 18·8 螺旋上升凸輪夾板。

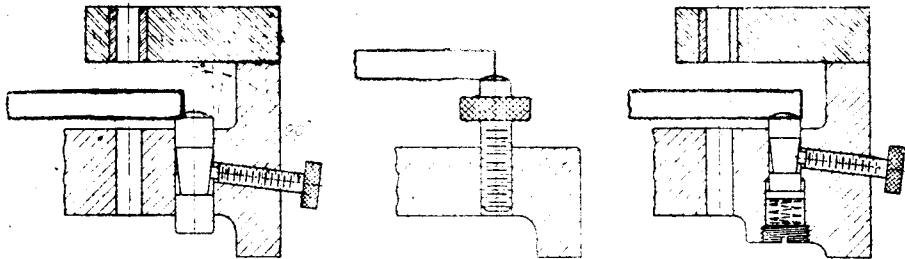


圖 18·9 支持易碎部分之三種方法。

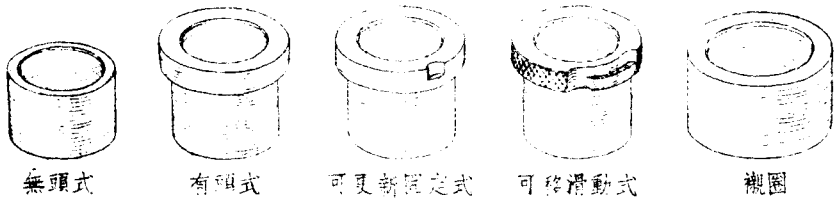


圖 18·10 美國標準學會鑽模鑽套。

18·7 美國標準襯套。鑽頭襯套 (Drill Bushing) 為已有標準之品目，式樣有五，見圖 18·10。每種式樣有六至八種長度，以備 2 吋以下之一切鑽頭 (不論鑽頭尺寸為用數目、字母或分數表示者) 之用。

簡單之固定壓入配合襯套 (Plain Stationary Press-fit Bushing) 凡視

套之翼與鑽模同其壽命者用之，型式有二：無頭式及有頭式。兩者俱不用襯圈 (Liner)。若諸孔之中心距離太小不能用有頭之襯套，或襯套之頂希其與鑽模板之頂相齊，則無頭式尚焉。

可更新襯套 (Renewable Bushing)。具襯圈 (Liner)。用於襯套磨損過甚而需更換之處；以及一孔中需要換用幾個襯套之處。有可更新固定式 (Renewable Fixed Type) 及可更新滑動式 (Renewable Slip Type) (註) 二種前者祇適用於一種性質之施工。後者則用於二種以上性質之施工，每次施工所需之內徑各各不同，而均於同一鑽模上不移動產物完成者：諸如鑽孔之後，隨以絞孔、切魚眼坑、鑽柱坑及陰螺紋等。除非無容納襯圈之地位，否則總應與一襯圈及鎖緊螺釘 (Lock Screw) 並用。

規定襯套須依下列次序：(1) 型式、(2) 外徑、(3) 長度、(4) 鑽頭尺寸。

設計圖上應明白指示襯套之鐘形端作為鑽頭進口，俾免裝置之錯誤。為使鑽孔準確起見，襯套他端與產物之距離不應大於鑽頭之直徑。產物之厚度，其材料之種類及鑽模之設計均能影響襯套端與產物間之極小距離。須為鐵屑留下間隙，庶不致阻格鑽頭之進行，產生過大之壓力。有時設計襯套，使與產物相接觸，而由頂上排出鐵屑。

某種工場喜用外徑略大  $\frac{1}{16}$ " 之襯套，而於裝入孔內前磨去之，俾適得壓入配合。

用於特別工作之襯套應遵照標準壁厚、頭之尺寸等表格設計，再規定其加工及熱處理。

18-8 鑽模體大致有兩類：開式及閉式，後者又稱箱式。一般言之，開式鑽模之諸襯套在同一平面內，彼此平行。閉式者用以在不同之平面及方向鑽孔。然此不過大概之分別而已，故兩大類中之名稱偶亦有重疊者。

鑽模體必須堅牢，故常用鑄鐵製造。近來用焊鋼亦頗成功。

其重量應加考慮：為執持方便計，不宜過重，然為準確起見，又不宜過輕，而有損其堅固。惟於某種處所挖去一些金屬，則亦無妨強度。所有之交角應為圓形，毛口尖邊應銼平，俾使工陞安全。小鑽模上裝柄以便移動；大者則裝鉤，供起重機搬運。

註。亦稱可移滑動式 (Removable Slip Type)。

與襯套相對之諸邊上須裝加工之腳。其他各邊上則常裝小耳作為止座(Stop)，以利機製。腳大率連於鑄件上，但有時亦可另行插入。其數以四較三為佳；因安置時苟有不平，譬如一脚下攔有鐵層，則四腳之鑽模體必生搖動，即可引起工匠之注意。

鑽模之內部分及其他通過刀具之處，均須特別注意為工具留出適當之間隙。定位點須儘可能為工匠所窺及。

小鑽模無需夾於機器台上；大鑽模及一切夾頭(Fixture)則均須具有夾持物，以緊夾於台上。

### 18.9 摘要，鑽模設計十四點。

1. 用最佳之定位法。
2. 用最佳之夾持法。
3. 擇適合之襯套。
4. 置襯套於上最易處之處。
5. 裝卸務須快捷。
6. 苟有濫用，須能忍受而無損其準確度。
7. 勿忘工匠之安全。
8. 在鑽頭伸出工件之處預留間隙。
9. 預留鐵層之間隙，並使其易於取出。
10. 價廉之部分最先磨損。
11. 留心加工面不致為夾持物夾壞。
12. 須有舉起重鑽模之設備。
13. 如必須有鬆動之部分，則應用鍊繫於鑽模體。
14. 考慮工料之成本，但勿因減低成本而損及鑽模之效率。

### 18.10 繪鑽模圖。設計鑽模或夾頭之製圖室程序大致如下：

1. 憑手作設計之草圖，俾得選取適宜之視圖，而於所需之地位亦可有一概念。此草圖須計及產物前已加工之表面。
2. 各視圖間須留充裕之空間。用紅筆細心畫產物之各視圖。
3. 遵照定身、夾持、襯套及鑽模體設計之原則，在產物四周作鑽模。
4. 依照基線寸法(見圖12-19)，從中心標軸計鑽模圖之尺寸，所有之定位物及襯套俱用小數尺寸。
5. 給每件以件號。
6. 作材料單應次列出各件。
7. 校對此圖。

18.11 夾頭。此處以二例說明夾頭(Fixture)在大量生產中之許多用途。圖18.11之夾頭用以執持圖9.45中之凸緣。俾利鑽孔及在凸塊與底面

上刮面。凸緣定位於諸銷之上。當鏜孔及刮凸塊之面時，移去中央夾板，換上諸槽孔夾板。將底面加工時，將槽孔夾板滑回原處，而代以中央夾板。

圖 18-12 之夾頭用以執持圖 7-122 中之套環軸托架 (Toggle-shaft Support)，俾利鏜孔及刮其端之面。托架在二銷上定位，用夾板固定其位置。

序號	名稱	材料
1	面盤	鋼
2	定位銷	工具鋼
3		
4	夾板	冷軋鋼
5	柱頭螺絲	
6	六角螺母	標準
7	夾板座	標準
8	凹形頭有槽螺釘	標準
9	中心柱套	冷軋鋼
10	六角螺母	標準
11	形狀圈	冷軋鋼
12	彈簧	鋼

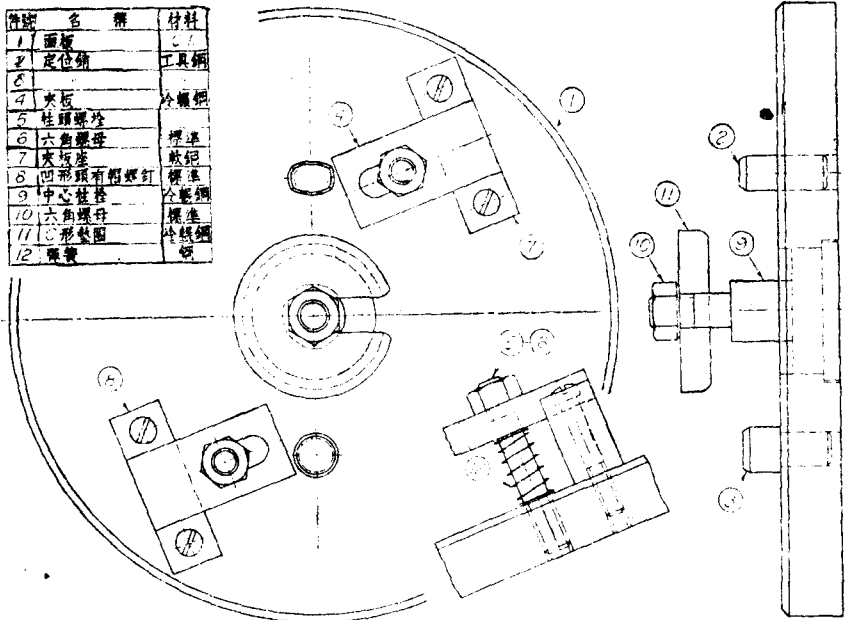


圖 18-11 鏜孔及刮面之車床夾頭。

二夾頭均夾於車床之面板 (Faceplate) 上，與產物一同旋轉。偏置托架 (Offset Bracket) 之夾頭須用一平衡重體 (Counterbalance) 使之平衡，減少震動，有助於工件之準確。欲計算平衡重體之大小，必先求得夾頭與產物之合併重心，及其對工作中心 (Working Center) 之力矩 (Moment)。由此算出平衡重體之面積與厚度，及其重心去工作中心之距離；其力矩相當於在中心他邊之力矩而平衡之。通常將平衡重體之厚度略予增加，工場可移去過多之金屬而獲得平衡。此可大省時間，且容許夾頭中某些部分之細小變動。

用於銑槽 (Milling)、開槽 (Slotting)、鋸截 (Saw Cutting) 及類似工作之夾頭，其設計須沿用鑽頭之定位及夾持之設計原則。欲得穩固之夾持，夾頭之加工底座上應有兩個方鍵，用以將夾頭對準銑床台上之 T 形槽；每端均應

有溝槽，用以放 T 形螺栓 (T Bolt)。

若產物上已施一步工作，則可能時應設一量度面 (Gaging Surface)，以安置刀具，於是可在兩加工面間準確獲得所需之距離。

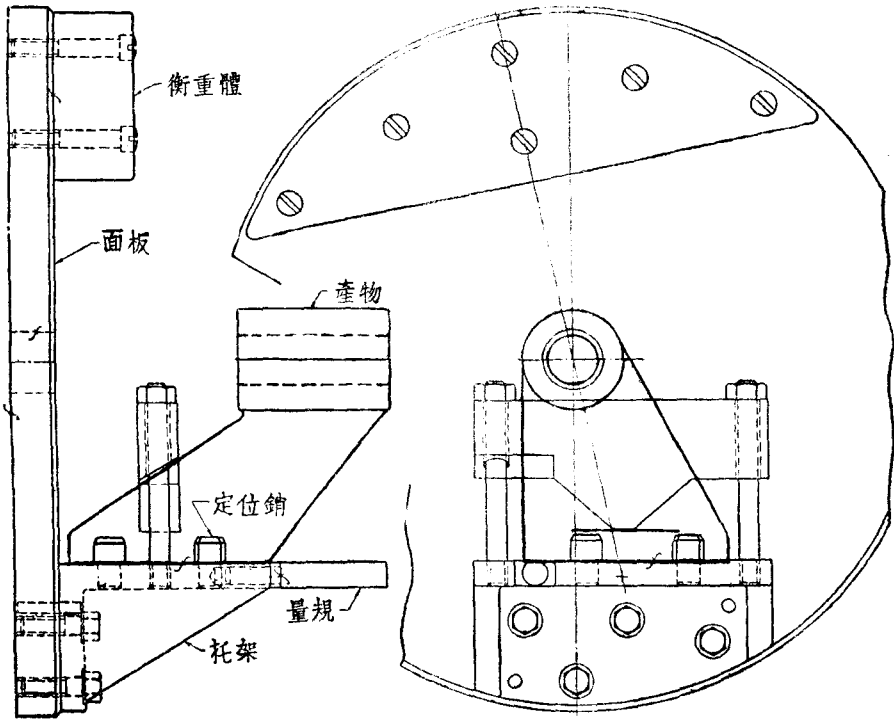


圖 18-12 有衡重體之鏗孔刮面夾頭。

### 習 題

18-12 將鑄件自不加工狀態機製為加工之成品，其施工之程序與成本頗有關係，故須細細考慮各種工作之適宜步驟。於以下各題目中，整個鑄件係視作粗糙者，試擬施工程序表，順次列出各種工具，務使每步工作與前一步有直接之關係。用 T-1, T-2 等連續號碼表各工具。

1. 試為圖 11-21 設計一鑽絞鑽模。將產物置於加工薄頭 (Pad) 上定位，其耳置於加工槽中，4" 長之圓柱之加工端抵於鑽模之加工頭上。頂上及後部各用一固定螺釘夾持之。薄頭內置放諸簡單襯套，用以機製產物底座上

諸孔；可移動之鑽絞襯套用二襯圈，用以機製諸大孔。可移動之襯套需二種長度，其較長者須伸進  $2\frac{3}{4}$ " 長之圓柱內，伸進之距離小於鑽頭直徑。設計一箱式鑽模體；與襯套相對之諸邊上裝腳。體之右邊啓開，以便裝入產品。將鑽模外面諸孔鑽魚眼坑。

2. 設計圖 12·28A 特別螺母之鑽孔鑽模。將產物置於加工薄頭上定位，其  $1\frac{1}{8}$ " 孔置於中心定位物上；此定位物之直徑漸漸減少，俾可用一螺母及 C 形墊圈夾持於產物  $1\frac{3}{4}$ " 直徑之一端。螺母須較小，則在裝卸之際，不致觸及孔穴。在開式之鑽模體上裝襯套。

又法。定位法相同；惟祇用一個鑽頭襯套，外加一個與其相隔  $90^\circ$  之指度針 (Index Pin)。先鑽一孔，將其對準此針，鑽次孔，依此進行之。

3. 設計圖 12·20 底板之鑽絞鑽模。鑽模體可由較產物為大之二矩形板構成，其間隔較產物厚度大  $\frac{5}{8}$ "。此厚度可假定為  $\frac{1}{2}$ "。定位時與三銷相抵，其二在平邊上，另一在左端。當在鑽模鏡床上定襯套之孔時，即將三銷定於鑽模之頂板上。將產物置於適當之位置，下為加工面，上為諸銷，用夾板夾緊之。在鑽模頂板上設襯套。

4. 圖 15·16。試設計中心軛底座 (Centering-yoke Base) 上所有孔之鑽絞鑽模。假定底座及兩邊俱已加工。定位於鑽模之二加工面間，置於薄頭 (Pad) 上，其 4" 直徑之底座與一固定螺釘相抵，此螺釘具有鎖緊螺母。將產物夾於薄頭及固定螺釘上。用裝彈簧之銷 (Spring-backed Pin) 或其他相當之物件，執持此鑄件之二鉛直邊；俾於鑽孔受壓力時，不致撓曲。每開一槽，須鑽兩孔；除底座之中心孔須絞者外，所有之孔均為鑽成者。

5. 圖 15·23。鑽絞  $1\frac{1}{8}$ " 孔；鑽  $\frac{3}{16}$ -14 NC-2 諸孔，並旋陰螺紋。諸頭之頂面在鑽孔前已經加工，故在其上定位，用二固定之 V 槽塊及一可動之 V 形滑板，抵住中央之圓柱。約在諸頭所成三角形之中心置一夾條。

6. 圖 15·32。設計搖臂諸孔之鑽絞鑽模，用數個 V 槽塊定位。鑽模體在  $\frac{5}{8}$ " 孔之中心線上有一襯套，故須在襯套之對面上裝腳。

7. 圖 15·60。設計  $\frac{1}{4}$ " 油孔之鑽孔鑽模。將產物之中心大孔放在中心定位物上定位；備一螺母及 C 形墊圈，俾便移出產物。用一銷插入有帽螺釘之一孔，以指示產物之位置；於是鑽頭可在適宜之場所進入鑄件之貯油器



(Reservoir)。

8. 圖 9·45. 設計凸緣之鑽孔刮面夾頭。參攷圖 18·11 之設計。假定在鑽刮之前，頂平面已經加工， $\frac{3}{4}$ " 諸孔已經絞好。鑽  $2\frac{5}{8}$ " 及 2" 直徑諸孔時，用圖 18·11 中所示之二夾板，而移去墊圈及中心柱頭螺栓。刮面時，移去諸夾板，而用中心柱栓，及其墊圈與螺母。故可製二個夾頭，其一專司鑽孔，其一專司刮面，而二者所需之零件即為上述單一夾頭所需者。

9. 圖 7·120. 設計柱塞托架 (Plunger Bracket) 之鑽孔刮面夾頭。參攷圖 18·12 之設計。假定底座已經加工，其諸孔已絞成所需之尺寸。將此二孔定位於一平一圓之二銷上；用如圖所示之夾板或相當之物件將產物突出之架 (Shelf) 夾住。此夾頭須具衡重體，以減小震動，增進準確度。

10. 設計圖 15·17, 15·40, 15·64, 15·65, 15·80 及 15·86 中任一機件之鑽絞鑽模。

## 第十九章 技術草圖

19.1 憑手作正視圖為工程師之重要本領。故其訓練甚為需要，幾可謂以前之十八章均為本章之準備而已。描圖員，作詳圖者等機械式工作之人，或可祇求儀器使用之熟練與迅速；設計員則非具有確切之手法與清晰之判斷不足以將觀念繪成草圖。舉凡發明機械之思索過程，初步之設計，以及對製圖員所作之說明與指導，在在需要作草圖以為表達之方法。精通此道即為精通圖解文字；而亦惟有於使用儀器十分熟練後，始能達此地步。工程師、發明家、設計員、製圖主任及包工者等，其時間甚為寶貴，未能浪費於用器畫，故勢非精通草圖作法不可。總工程師亦用是法設計。

草圖之應用與價值非僅限於工程人員。例如，服務部職員出外檢查發生故障之機器，可能有作草圖之必要；又推銷員在其每日之報告中，亦可能有此需要；此種草圖或為主顧之產品，或竟為同業機器之優點。

作草圖之訓練可使觀察力得以發展。有時或須遠離製圖室搜求資料，若所得之記錄其細節含糊不全，則必失去價值。作準確之比例圖時，極易發覺錯誤或遺漏；但憑手作草圖時每每忽略之，故須經常留意，以免此弊。

祇製一次之機件，其草圖有時即作為工作圖，用後即行編檔。

19.2 技術草圖之種類。草圖可分二類：物件製造前所作者及其後所作者。第一類中包括設計時所繪之圖，可再分為(1)規劃或構思草圖，用以研究並發展各部分之安排及比例；(2)計算草圖，用以輔助運動及強度之數字計算；(3)執行草圖，為總工程師、發明人或顧問工程師所繪，用以指示設計中必須有之特別佈置或意見；(4)設計草圖，用以完成規劃及意念，俾開始作設計圖；(5)工作草圖，作為工作圖之代替品。

第二類中包括(1)詳細草圖，自己有之機件畫得，附完備之註解及尺寸，可直接從其製造相同機件，或從其繪工作圖，圖 19.1；(2)組合草圖，自裝成之機



畫直線，目光應注於該線所至之點而非注視於筆尖。切勿一筆畫成整線，宜作一串相重之線條，連成整線。下法或可有助：先作極輕之線，再畫上完成線條，將先前一線之方向校正，但並不擦去之。畫線時不必介意輕微之抖動，以方向之準確較線條之平滑尤為重要也。

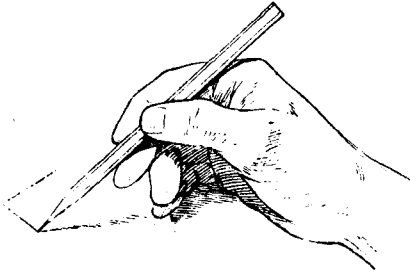


圖 19.2 畫鉛直線。

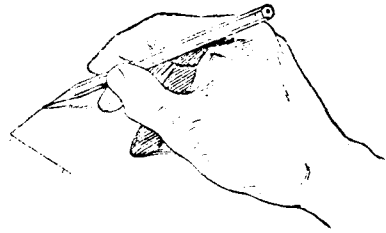


圖 19.3 畫水平線。

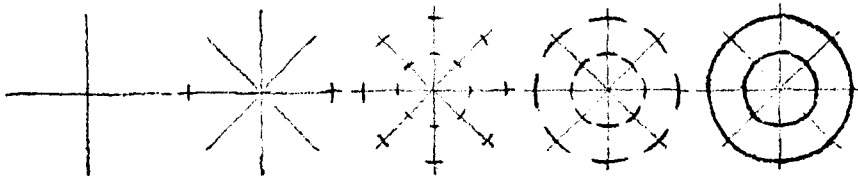


圖 19.4 圓之畫法。

畫水平或鉛直之長線可將小指沿拍紙簿或夾紙板之邊移動以為導引。

陡峭斜線之自右下傾至左者，其畫法與鉛直線之動作相同，極易畫出；至於自左下傾至右者則困難多矣（用左手者例外）。故可將紙旋轉，視作水平線畫之。直線有三要點：(1)大致筆直，(2)長度無誤，(3)方向無誤。

畫圓時可在兩中心線之每端註出其半徑長度；若於中心線之外添畫二對角線，而於此八半徑上離圓心等距處作點號，則更為準確。於此等點號上，作垂直於諸半徑之短圓弧，而後完成該圓，見圖 19.4。或將墨法稍加改變，用紙條作梁規 (Trammel) 亦可。若稍加訓練，可用無名指或小指為樞軸，執持鉛筆，固定不動，將紙旋轉畫成光滑之大圓；或手執鉛筆二枝，以一為樞軸，而將紙旋轉之。再有一法為在圓之外切正方形內作草圖。

**19.5 實踐。** 技術草圖最佳之初步訓練為中小學校所授之圖畫，訓練觀察及表示形式與比例之能力。凡未經此項準備工作者，應用鉛筆練習作線，至手目呼應已達相當程度為止。

先作鑄件、機件或簡單機器之草圖，而後並不參考實物，單憑草圖畫工作圖，是乃最佳之訓練。教室中可將草圖互換，俾由其他學生畫工作圖。此可使學生表出一切資料，而不憑記憶補足所缺之事項。作草圖時須心存完工後此物不能復見之心情，當有助益。仔細研究機件之後，憑記憶作其草圖，為觀察力之最佳訓練法。若用自來水筆直接作墨線圖，可訓練筆觸之穩定有力。

19.6 作草圖。作正投影草圖時，須應用投影之原理及畫工作圖之規則。不論從思想或實物作圖，務須依照下列秩序：

- |              |                |
|--------------|----------------|
| 1. 心目中虛構該物體。 | 6. 完成細節。       |
| 2. 決定用何視圖。   | 7. 加尺寸線及箭頭。    |
| 3. 決定草圖之大小。  | 8. 加上尺寸。       |
| 4. 定諸中心線之位置。 | 9. 寫註解及標題，附日期。 |
| 5. 畫主要輪廓。    | 10. 校核全圖。      |

為實物或觀念作圖之前，須先在心中存一確切明晰之幻象。心理之幻象決定草圖之是否清晰。故首宜專心於虛構幻象，其次即決定何種視圖及部份視圖為必需者。此與比例圖中所選取者或有不同。如用一註解，說明厚度或剖面之形狀，當可省去一視圖，見圖 19.5；是故橫剖面為圓形之機件祇需一視圖已足。有時則添畫部份視圖及額外剖面圖，而不在正常視圖上添線，以免使草圖混淆；然在比例圖上則添線可能非常清晰。再次為將草圖之尺寸配合圖紙。其大須足以明白表示一切細節，惟仍須有足夠之地位，以容納尺寸、註解以及備忘。小件可較其實際尺寸畫得大。勿將所有之視圖擠在一紙上。需要幾張即用幾張，但須標明每視圖之名稱，及其所自取之方向。有時一視圖即需紙一張。

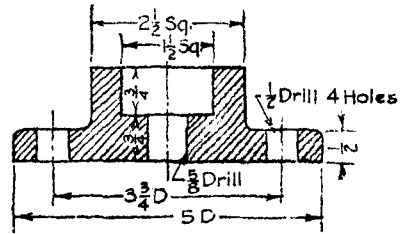


圖 19.5 一視圖之草圖。

草圖以定中心線或基準線之位置為開始；視圖之表示輪廓或特徵形狀者須最先畫。若物體有圓形輪廓，則此視圖通常即為表出圓形者。定出主要輪廓，注意比例，選擇一邊為標準，用以估計其他諸邊之比例長度。如對主要輪廓已感滿意，則可加上細節，仍須注意其比例。一種最常見之過失為畫細節時不符比例。

草圖以定中心線或基準線之位置為開始；視圖之表示輪廓或特徵形狀者須最先畫。若物體有圓形輪廓，則此視圖通常即為表出圓形者。定出主要輪廓，注意比例，選擇一邊為標準，用以估計其他諸邊之比例長度。如對主要輪廓已感滿意，則可加上細節，仍須注意其比例。一種最常見之過失為畫細節時不符比例。

在無格之紙上作圖時，定主要點、中心等之位置，使草圖配合紙張；整個草圖（包括描寫一物體所需之視圖、剖面圖或輔助視圖）須儘可能用目定其正確之比例，而不作任何量度。

圖上之機器當然須置於其正常之工作位置。若對稱於一軸，則祇需畫一半之草圖。苟一紙不能畫其全視圖，則可分畫兩紙，每部分畫至斷線 (Break Line) 為止。

**19.7 尺寸線。** 機件之草圖畫好後，須細看一遍，凡製造時有需要之尺寸須加上尺寸線，仔細畫延伸線及箭頭；校核有無遺漏，惟仍不作任何量度。

**19.8 量度及寸法。** 至此為止，尚未用手執過物件，故圖紙保持潔淨。今可作量度，俾於圖上註尺寸。大部分之尺寸由捲尺或鋼皮尺量度而得。勿用製圖員之比例尺量鑄件，以免使尺污損。圓柱形之直徑或外面間之距離可用外徑規 (Outside Caliper) 及刻度尺量度，圖 19.6；孔之尺寸或內面間之距離則用內徑規 (Inside Caliper)。圖 19.7 示移動內徑規 (Inside Transfer Caliper)，用於物體有突出部分使普通卡尺不能移出之處。移動外徑規 (Outside Transfer Caliper) 用於相似之情形，惟以之量度外面耳。孔之

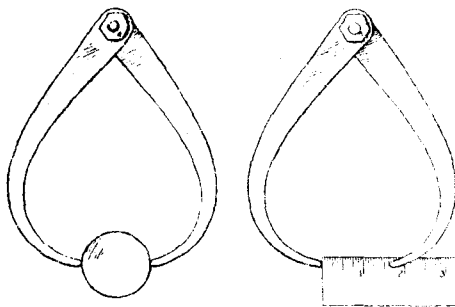


圖 19.6 外徑規。

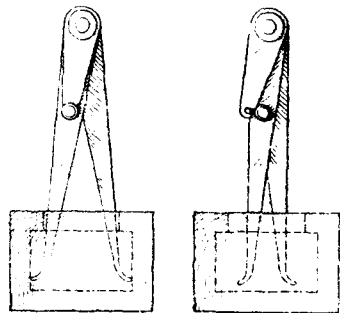


圖 19.7 移動內徑規。

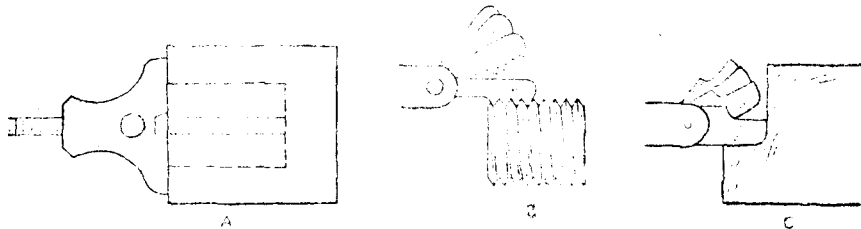


圖 19.8 A. 深度規；B. 彈簧規；C. 內外圓角規。

深度極易以深度規量出，圖 19·8A。量度螺紋，則先用卡尺量身體之直徑，再數每吋之螺紋數或用螺紋規量度之，圖 19·8B。將內外圓角規 (Fillet-and-Round Gage) 貼在圓形輪廓上，可量度內外圓角之半徑，圖 19·8C。有時需要置一直尺，橫過一表面而作測量，如圖 19·9。此種測量苟用組合曲尺

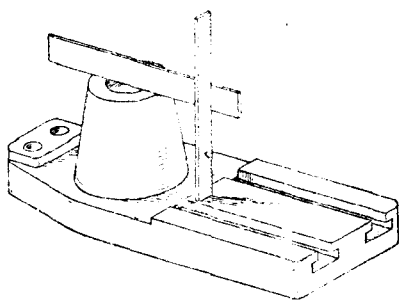


圖 19·9 用直尺度量。

(Combination Square) 或平面規 (Surface Gage), 則便利多矣。組合曲尺有兩種頭: 圖 19·10A 所示者為正規之  $90^{\circ}$ - $45^{\circ}$  頭, 用作種種量度; 圖 19·10 B 為分度規頭, 用以量度或繪出角度。測微外徑規或內徑規 (Outside or Inside Micrometer Caliper) 用以作精密之量度。其量外徑者示於圖 19·11。極易

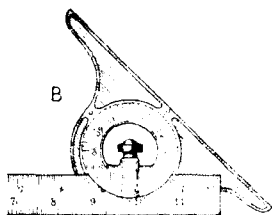
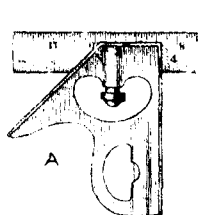


圖 19·10 組合曲尺。

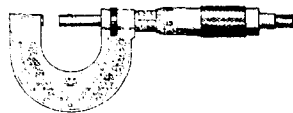


圖 19·11 測微外徑規。

讀至  $0.001''$ 。用一套筒規 (Telescopic Gage) 及一測微外徑規, 可精確測量孔之直徑。

苟有特殊需要, 可用線規 (Wire Gage)、金屬片規 (Sheet-metal Gage) 等。若無特殊之量規, 則每可利用技巧, 而以簡單之儀器量度之。

儘可能測量加工之表面。量度粗鑄件時須運用判斷力, 以免將表面之不規則錄下。

量度同樣大小之兩孔間之中心距離時, 可自一孔之邊量至他孔之相當邊。

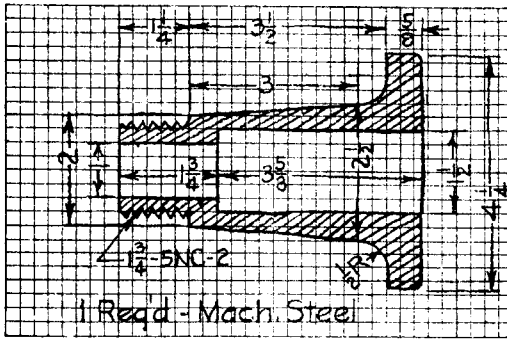


圖 19-12 坐標紙上之草圖。

曲線用坐標或支距(Offset)量之,如圖 11-39 所示者。若欲記錄曲線之輪廓,可放一紙於其上,摩擦即得。

凡可能具有價值之註解及備註須完全加上。

草圖上應寫(普通字或工程字)標題;如為教室功課,則須說明所費之時間。

草圖恆須註明日期。有價值之發明因草圖並未註明日期,不能證明其確屬首創,故而大受損失。商業上將製圖員之草圖及計算簿籍保存,作為永久性之記錄;此種草圖應能受得時間之試驗,雖時隔多日,細節有所遺忘,而仍清楚易讀。

最後一步為校核草圖。初學者遺漏之尺寸往往為基本而且重要者,諸如機器之中心高度,或拱(Arch)之升高(Rise)等,甯非怪事!

19.9 草圖須完全憑手作出,始能從練習獲得技巧。然在商業工作中,工程師為節省時間起見,往往用圓規作圓,甚至從口袋中摸出一枚銅元作之;用袖珍直尺或三角板作數條直線;再憑手畫些;如此成爲一種雜湊草圖。雖然,彼仍處處保持其優美之技巧與夫相稱之比例。

坐標紙。草圖常作於淡格子之坐標紙上,每格為  $\frac{1}{16}$ ,  $\frac{1}{8}$  或  $\frac{1}{4}$  吋。或僅以之爲畫直線及估計比例之借助;或指定一格爲適當之數值,而藉之作近似比例圖。後者應用於設計草圖較實物草圖尤爲佳妙,見圖 19-12。

## 習 題

19.10 寫生畫、鑄件或模型俱爲草圖習題之資料。下列示其一。



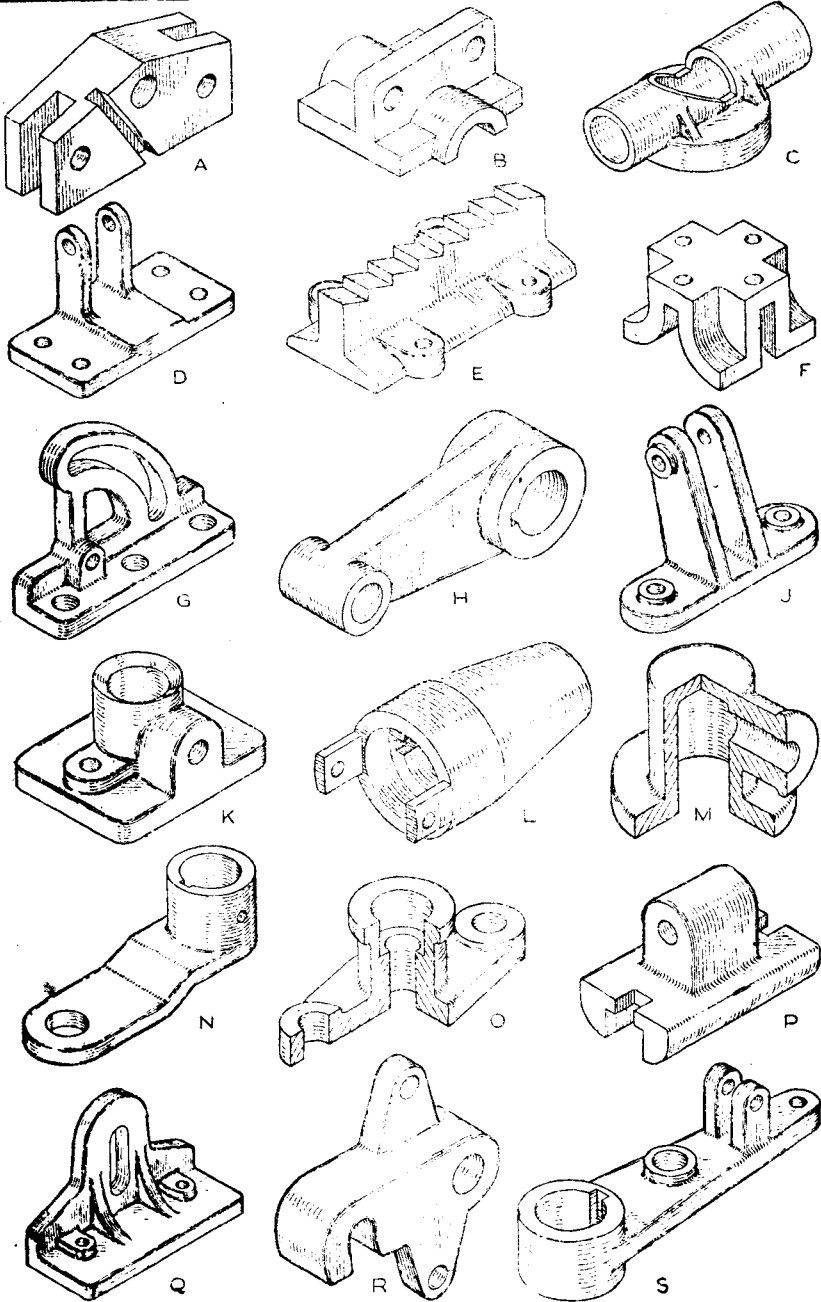


圖 19.13 草圖習題.

**第一類.** 初步直線練習。

1. 在每邊約 6 吋之正方形中，不作量度，畫圖 3·35 至 3·38。

**第二類.** 細節之正投影草圖。

2. 作圖 19·13 中各件之必需之正投影視圖，勿註尺寸。
3. 從圖 7·66 至 7·101 中選取幾個，作其正投影草圖；依第 11·32 節之寸法次序加上必須之尺寸。

4. 從圖 15·54 至 15·79 之組合圖中，選取一件，作其詳細草圖。

**第三類.** 從機件作草圖。

5. 從工場中擇一鑄件、煅件或機製件，如齒輪、皮帶輪等等。作該件之工作草圖。

**第四類.** 從裝成之機器作草圖。

6. 在機械、工業或電機實驗室內，擇其中一機器之可近部分，作其工作草圖。

**第五類.** 記憶草圖。

7. 專心注視圖 19·13 中之一件歷時 15 秒鐘。閉上書本，作三視圖。

## 第二十章 展開及交線

20·1 面。一面可視作由一線之運動而產生者，該線名曰動線 (Generatrix)。故面可分為兩大類：(1)能由一動直線產生之面；(2)祇能由一動曲線產生者。前者稱為直紋面 (Ruled Surface)；後者稱為複曲面 (Double-curved Surface)。動線之任一位置稱為該面之一素線 (Element)。

直紋面可分為(a)平面 (Plane)、(b)單曲面 (Single-curved Surfaces)及(c)翹曲面 (Warped Surfaces)。

平面由一動直線產生，該線運動時接觸於相交或平行之其他二直線或一平面曲線。

單曲面之諸素線平行或相交。此類中有柱面 (Cylinder)、錐面 (Cone) 以及吾人不擬討論之“盤旋面”(Convolute)，其連續素線兩兩相交。

翹曲面之連續素線，既不平行，又不相交，其種類甚多。螺紋之面及機車前之排障器 (Pilot) 是為二例。

複曲面為依某種定律而運動之一曲線所產生者。其最普通之形式為迴轉曲面 (Surface of Revolution)，由一曲線繞在其同平面內之軸迴轉而成，諸如球面 (Sphere)、環面 (Torus or Ring)、橢面 (Ellipsoid)、拋物面 (Paraboloid)、雙曲面 (Hyperboloid) 等。各種面俱見圖 5·69。

20·2 展開。某種工作中，需要一物體全面或幾個表面之全尺寸模型：例如，在石工中需要一樣板 (Template) 或模型以示不規則面之形狀；在金屬薄片工作中，需要一模型，由之切割薄片，經輓、摺等手續而成所需物件。

展於一平面之整個表面稱為該面之展開。(註)

凡面之可用撓性材料 (如紙或錫) 之薄片平滑包裹者，稱為可展面。具此種面之物體乃由平面或單曲面構成者。翹曲面及複曲面為不可展者，故如

註。各種面分類、性質、相交及展開之完備之理論探討，可見投影幾何學之著作。

需其模型，則祇能以近似方法作之；惟藉材料之延性 (Ductility) 及可彎性 (Pliability)，仍可得所需之形狀。例如一球固不能用撓性材料平滑包裹，但可用皮革作成二片近似之展開模型，再在平滑之蓋中伸展之，縫綴之；或用金屬之扁平圓盤形成、旋成或用鑄壓成半球形或其他所需形狀。

平面之真實大小，可由投影至一輔助平面而求出，其法吾人既已習得。若已求得一物體所有平面之真實大小，將各面就其公共稜依次連接，而使位於同一平面之內，其所得結果即為一展開面。如求出諸稜之真長，則於展開時通常頗為有利。

直立圓柱之展開顯然為一矩形，其寬度即為柱高，長度即為伸展之圓周；圖 20·1。直立圓錐之展開為一扇形，其半徑等於錐之斜高，其圓弧之長等於錐底之圓周，圖 20·1。

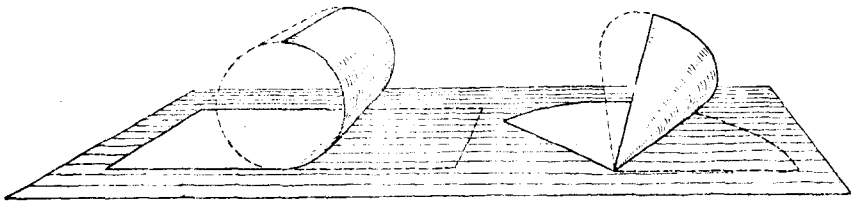


圖 20·1 柱面及錐面之展開。

展開圖中，物體之內面向上，如圖 20·1 所示者。因製導管 (Duct) 時，乃以內部尺寸為準也。此又可使摺線 (Fold Line) 之應用便利，兩端之摺線藉衝壓記號辨認之，於形成物體時可沿之摺起金屬。

於實際設計金屬薄片件時，須預先計及接縫與搭頭；如為厚重之金屬片，則更須計及金屬之厚度與摺疊時之擠軋。此外再須考慮材料之商用尺寸，以及切割之經濟問題。凡此種種，無不賴乎實際之工場知識。本章所論之展開僅止於原則；惟於圖 20·17 及第 20·18 節中，則亦略涉幾種較普通接頭之用法。

20·3 稜柱 (Prism) 乃一多面體，其諸底為相等而平行之多邊形，側面均為平行四邊形。直立稜柱之側面為矩形；其他均稱斜稜柱。稜柱之軸乃連接二底中心之直線。稜柱一底與過稜柱各側稜之剖面間之部分，稱為截稜柱。

20·4 截六角柱之展開。圖 20·2。先畫稜柱之諸投影：(1) 正截口 (Right Section，是為由垂直於軸之平面切得之截面) 之垂直視圖；(2) 諸側

稜之垂直視圖。此處底視圖中之底  $ABCDEF$  即為實際尺寸之正截面。在展開圖中線  $AA$  上量下底之周邊 (Perimeter)。薄片作匠稱此線為“伸長線”或“周圍線”(Stretchout or Girth Line)。於  $A, B, C$  等各點上, 作名為“量線”或“彎線”(Measuring Line or Bend Line) 之各垂直線, 以表側稜;

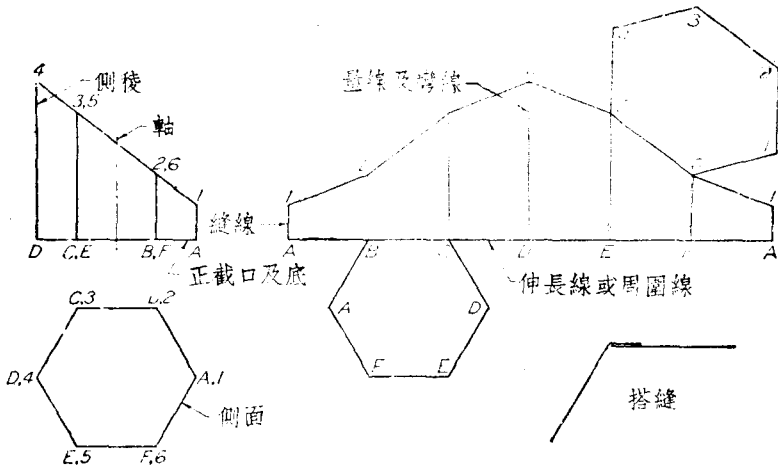


圖 20.2 截六角柱之展開。

模型即沿此等線摺起而成稜柱。在每線上轉量其在正視圖中之長度  $A_1, B_2, C_3$  等。依次連接 1, 2, 3 等各點, 以完成側面之展開圖。請注意: 模型上側面之內部面對觀者。用第 8.9 節所述之法, 藉一輔視圖求得稜柱上端之真實大小後, 乃將真實大小之上端與底附於展開圖上如所示者, 由是可將整面展成一片。為節省焊料 (或铆釘) 及時間起見, 習常在最短稜或面上接縫。兩面相交, 其二面角 (Dihedral Angle) 不為  $90^\circ$  者 (此即圖中之情形), 則用搭縫 (Lap Seam) 甚為便利。若在一個側面上接縫, 則可用平縫 (Flat Lock)。

20.5 柱面為一單曲面, 由一直動線所產生, 該線運動時始終保持平行, 並與一曲準線 (Directrix) 相交。動線之各種位置為柱面之素線。素線若垂直於底, 則為直柱; 否則為斜柱。柱之一底及沿柱所有素線之剖面間之部分, 稱為截柱。軸者, 連接二底中心之直線也。

20.6 截直立圓柱之展開。圖 20.3. 圓柱之展開與稜柱相同。先作柱之各投影: (1) 正截面之垂直視圖; (2) 諸素線之垂直視圖。將柱面在切

而上滾動而展開時，與軸垂直之底或正截面展成一直線。為繪畫便利計，將底之垂直視圖分成許多相等部分，其分點即表素線，如底視圖中所示者。諸分格之間隔以能使弦長約等於弧長為度，俾伸長線約等於底或正截面之周界 (Periphery)。將此等素線向上投影至正視圖。如圖 20.2，畫伸長線及諸量線，此圓柱即當作一具有許多邊之棱柱。用投影或量規，依次轉移素線之長度，所得諸點憑手輕繪，連結成平滑曲線，再配上曲線板。此展開圖可能為一兩節肘管 (Two-piece Elbow) 之半開模型。三節、四節或五節之肘管亦可

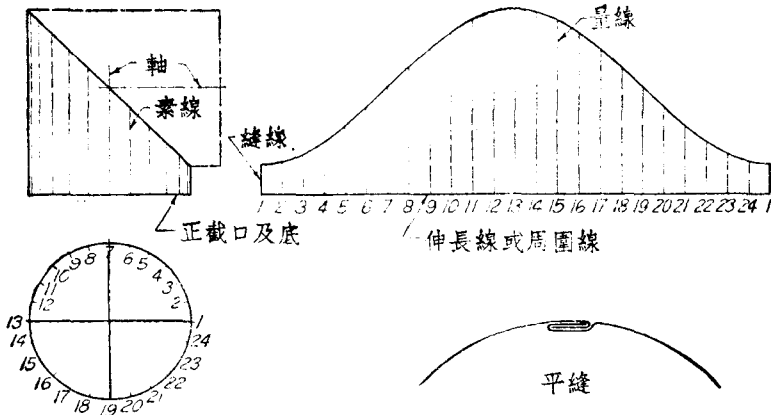


圖 20.3 截直立圓柱之展開。

以同法繪之，如圖 20.4 所示者。底為對稱者，故祇需畫一半。在此類情形中，中間諸節 (B, C 及 D) 之伸長線乃由正截面之周界展開而得。若在各節之中央取正截面，則伸長線為展開圖之中心線。

若各節之接縫順次交迭於長短邊上，則任何肘管可從一片金屬上割得，並不浪費材料。圖 20.3 及 20.4 中雖可用各種接縫，但以用平縫 (Flat Lock) 為宜。

八邊形圓頂，圖 20.5，即為圓柱展開之一應用。每面均為部分柱面；其素線平行於圓頂之底，而其真長示於上視圖中。A 及 A' 二截面伸長線之真長示於正視圖中之  $O_F H_F$ 。視  $O_T H_T$  為切割正截面之平面之稜，則此題與前題初無二致。

做此，正視圖中之  $O_F K_R$  為 E, B', D 及 D' 諸截面伸長線之真長；側視圖

中之  $O_5M_5$  為  $C$  及  $C'$  截面伸長線之真長。

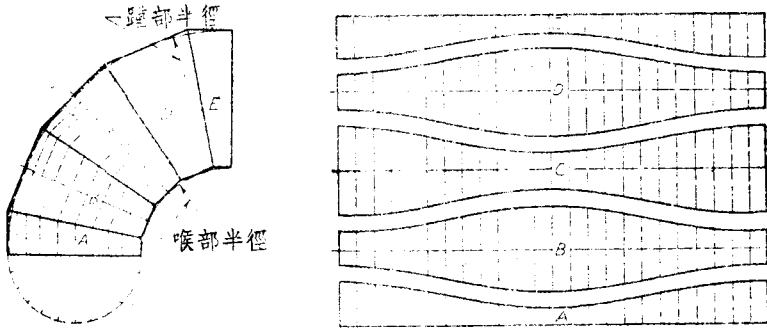


圖 20.4 五節肘管之展開。

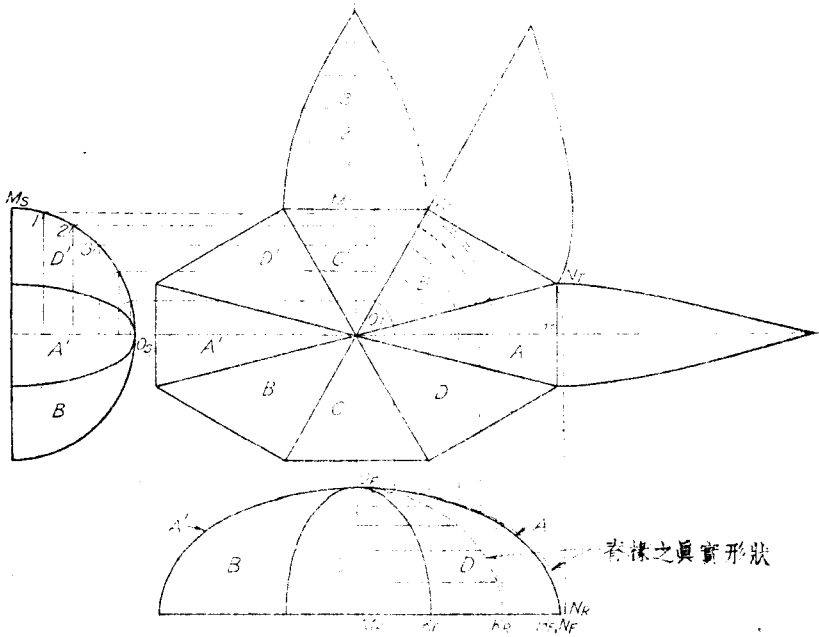


圖 20.5 八邊形圓頂之展開。

求脊椽(Hip Rafter)之真實形狀時，可將其旋轉使平行於正平面 (Frontal Plane)；與求任何線之真長情形相做。應取多點，以能得一平滑曲線為度。

20.7 稜錐 (Pyramid) 為一多面體，其底為平面多邊形，其他各面為平面三角形，交於一點，稱作頂點。軸為通過底中點及頂點之一線。高為自頂點

至底之垂直線。高與軸疊合，則為直稜錐；否則為斜稜錐。稜錐底與過所有側稜之剖面間之部分，稱為截稜錐。若剖面平行於底，則此部分稱為稜錐台 (Frustum of a Pyramid)。

20.8 截直稜錐之展開。圖 20.6。先作稜錐諸投影：(1)底或正截口之垂直視圖；(2)軸之垂直視圖。作稜錐之展開模型，而後將截去之部分疊上。

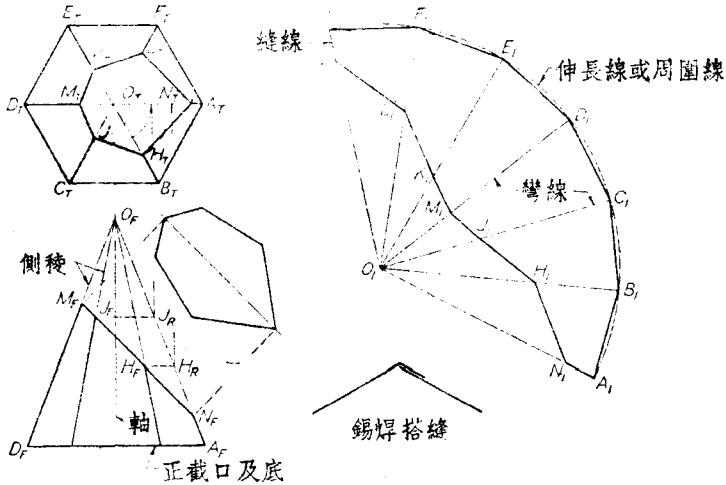


圖 20.6 截直六角錐之展開。

因此為直正稜錐，所有之側稜均相等。側稜  $OA$  及  $OD$  平行於正平面，故在正視圖上示其真長。在適宜之處任取  $O_1$  為中心，以  $O_1A_1$  為半徑，作一圓弧，是為此模型之伸長線。其上量出六邊形底之六等邊(從上視圖得來者)，順次連結諸點，再與中心連結之，於是得稜錐之模型。

在此展開圖中，每側稜上量出截距之真長，遂可得剖面與諸側面交線之展開圖。每截距(如  $OH$ ,  $OJ$  等)真實之求法，為將其繞稜錐軸旋轉，使與  $O_1A_1$  疊合，見第 8.14 節。任一點(如  $H$ )之路線投射於正視圖上成一水平線。欲得截稜錐之整面之展開，可加畫其底；再求出剖面之真實大小而畫出之。

此地亦以用搭縫 (Lap Seam) 為宜，其理由與第 20.4 節中同。

直立矩形錐，圖 20.7，以相似之法展開；惟稜  $OA$  並不平行於投影面，故須旋轉至  $O_1A_1$  之地位，始能求得真長。



20·9 斜稜錐之展開。圖 20·8。側稜之長度並不相等，求其真長時，須將各稜個別旋轉，使平行於正平面，如第 8·14 節所述者。於適宜處，取任意點  $O_1$ ，作縫線 (Seam Line)  $O_1 A_1$ ，其長等於  $O_P A_R$ 。以  $A_1$  為中心，等於  $A_T B_T$  之  $A_1 B_1$  為半徑，畫一圓弧。以  $O_1$  為中心，等於  $O_P B_R$  之  $O_1 B_1$  為半徑，畫另一圓弧；交前者於頂點  $B_1$ 。連接三頂點  $O_1, A_1, B_1$ ，得側面  $OAB$  之模型。其他三側面之模型以同法求得之，惟須連於公稜上。伸長線等於底上諸稜之和。若需整個展開圖，則附底於公線上。此地以用搭縫為最宜。

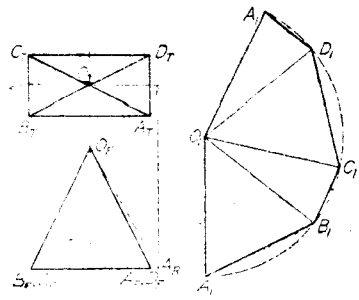


圖 20·7 直立矩形錐之展開。

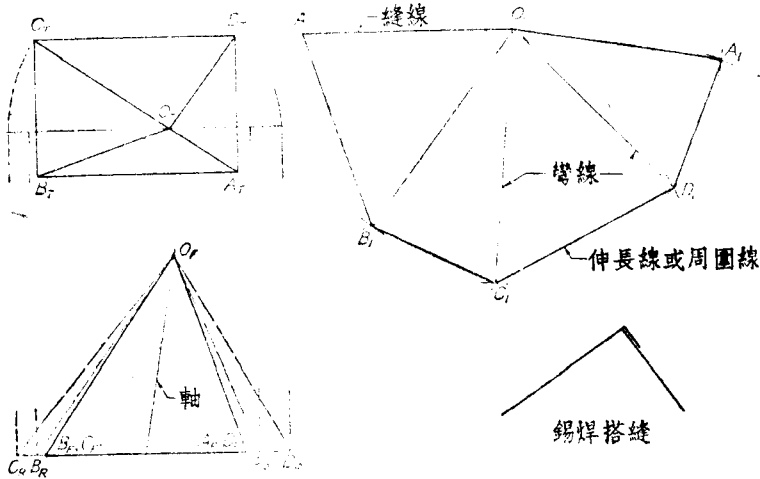


圖 20·8 斜矩形錐之展開。

20·10 錐面為一單曲面，由一直動線產生，該線沿一曲準線運動，惟始終固定於一點。準線構成其底；固定點為錐之頂點。動線之每一位置為錐面之素線。軸為連接頂點與底中心之一線。高為自頂點至底之垂直線。軸與高疊合之錐，稱為直錐；否則稱為斜錐。底及過所有素線之剖面間之部分，稱為截錐。若剖面平行於底，則該部分稱為錐台 (Frustum of a Cone)。

20·11 截直立圓錐之展開。圖 20·9。先作錐之諸投影：(1)底或正截

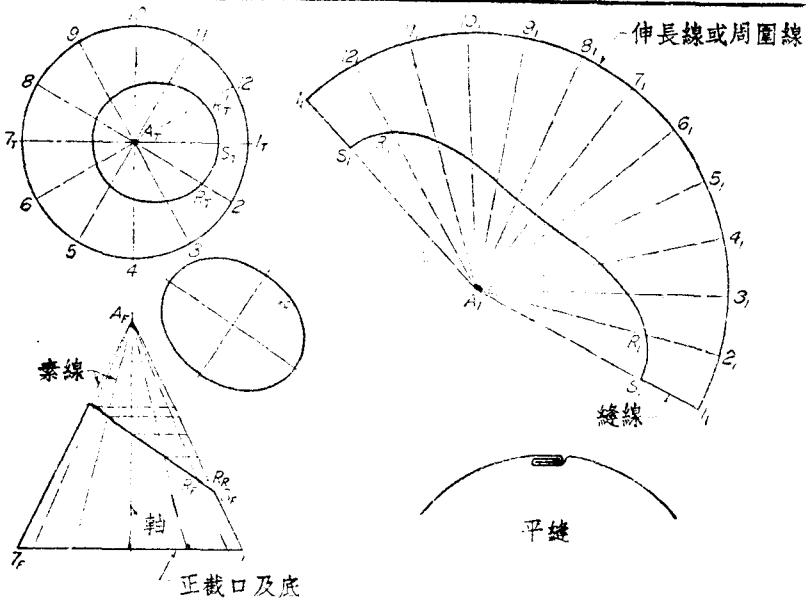


圖 20-9 截直立圓錐之展開。

口之垂直視圖；(2)軸之垂直視圖。作全錐之展開圖，再將截去之部分重疊其上。

將底之上視圖等分為許多部分，使弦長之總和約等於底面之周界。投射諸分點至正視圖，過之作素線之正視圖。以  $A_1$  為中心，等於斜高  $A_1F_1$  (是乃所有素線之真長) 之距離為半徑，作一圓弧，是為伸長線。從上視圖量得底上每分格之弦長，轉量於伸長線上。將  $1_1, 2_1, 3_1$  等點與  $A_1$  連結，即得錐之模型。旋轉每素線，使與圍素線 (Contour Element)  $A_1I$  疊合，即可求得每素線自頂點至剖面之真長；將此距離量於展開圖中之相當線上。過諸點作平滑曲線。剖面之模型乃從輔視圖得來者。接縫雖可用各種型式，但以用平縫 (Flat Lock) 為宜。

20-12 剖分為三角形法 (Triangulation)。不可展之面假定為由可展面之狹條構成者，於是得其近似之展開形。最通用且最佳之近似展開法為剖分三角形法：即假定不可展面為由許多平面三角形構成者，三角形之底邊極短。所有之翹曲面均用此法展開；斜錐亦用之，蓋其雖為單曲面，理論上為可展者，但用此近似法大可省事，且極準確。

其原則殊簡單。祇將該面分成諸三角形，求每三角形之邊之真長，一一作出，連於公邊之上即可。

20·13 斜錐之展開。圖 20·10 斜錐與迴轉錐之分別為前者素線之長度各各不同。直立圓錐之展開圖實際上為許多會於頂點之相等三角形，其邊為素線，底邊為錐底短弧之弦。斜錐則每三角形均需個別求出。

如可能則畫錐面之下列視圖：(1)底之垂直視圖；(2)高之垂直視圖。將底之真實大小（此處示於上視圖中）分成足夠之等格，俾弦長之總和約等於弧長。投射諸點至底之正視圖。於每視圖中，過此等點及頂點，作素線。此錐

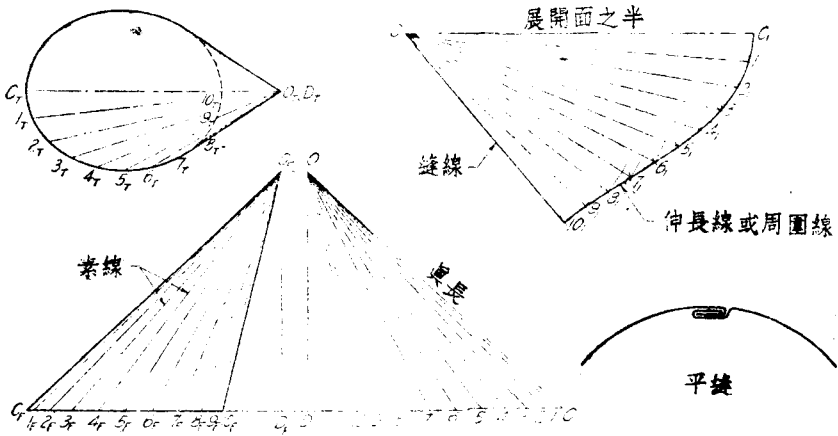


圖 20·10 用剖分三角形法求斜錐之展開。

對稱於通過頂點之正平面 (Frontal Plane)，故祇示前半部之素線。展開圖亦僅示其半。接縫在最短之素線上，故素線  $OC$  為展開圖之中心線；其真長為  $O_F C_F$ ，故即可畫於  $O_1 C_1$ 。旋轉每素線，使平行於正平面，以求其真長；若作一“真長圖解” (True-length Diagram) 亦可：任一素線之真長等於一直角三角形之斜邊，此三角形一股等於該素線在上視圖中之投影，他股等於錐高。於繪圖解時，作一股  $OD$ ，疊合或平行於  $O_F D_F$ 。於  $D$  作與  $OD$  垂直之他股，其上量出  $D_1, D_2$  等各段，使等於  $D_7 1_T, D_7 2_T$  等。從  $O$  至底邊上各點之距離，即各素線之真長。

錐面之前半部模型作法如下：以  $O_1$  為中心， $O_1$  為半徑，作一圓弧。以  $C_1$  為中心， $C_7 1_T$  為半徑，作第二圓弧，交前者於  $1_1$ 。  $O_1 1_1$  即為素線  $O_1$  在展

開後之位置。以  $1_1$  為中心， $1_1 2_1$  為半徑，作一弧，交中心  $O_1$  半徑  $O_2$  之另一弧於  $2_1$ 。如此行之，俟所有之素線移至展開圖上為止。以平滑曲線連接  $C_1, 1_1, 2_1$  等，是即伸長線，而展開圖亦告完成矣。模型兩端宜用平縫連接，以構成錐形

20·14 錐形接頭 (Conical Connection) 用以連接不同直徑之二平行柱管，見圖 20·11。其模型之畫法為斜錐展開之一應用。橢圓形底之一半於輔

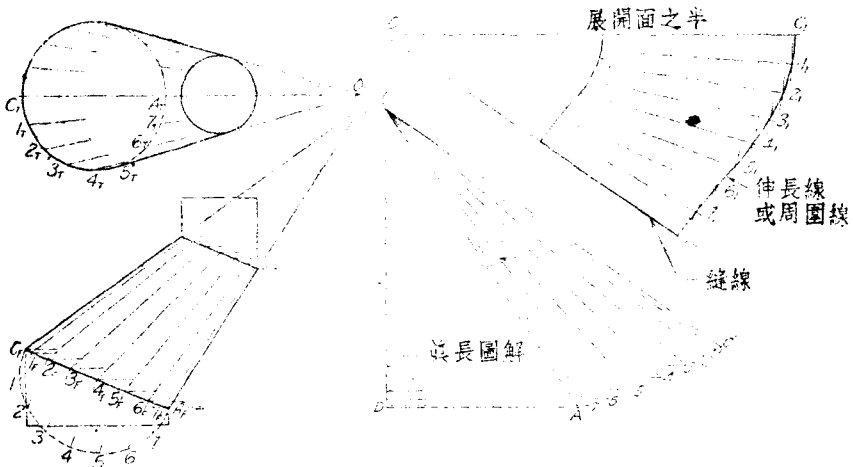


圖 20·11 錐形接頭之展開。

視圖中示其真實大小，附繪於正視圖上。底之真實大小由其長軸及短軸求得；將底面分成許多等格，使弦長之總和約等於曲線之周界；投射諸點至正視圖及上視圖。於每視圖中，過此等點作素線；延長圍母線 (Contour Element)，使相交而得頂點  $O$ 。作真長圖解，以每素線兩端間之鉛直距離為鉛直股，以素線之水平投影為他一股，乃得每素線之真長。既求得各素線之真長，乃從正視圖水平投射截距之上端至真長圖解中之相當素線上，於是可得截距之真長。依第 20·13 節進行，從中心線  $O_1 C_1$  輪流畫各三角形，再於每素線上量下其截距長度。過此等點作平滑曲線，以完成模型。用平縫連接其兩端，構成此接頭。

20·15 變形接頭 (Transition Piece) 乃用以連接橫剖面形狀不同之管或通路者。圖 20·12 示其一例，乃連接互相平行之一圓管及一矩形管者。恆

用剖分為三角形法展開之。是圖中之接頭顯係由四個平面三角形及四個部份斜錐所構成者：三角形諸底邊為矩形之四邊；斜錐諸底邊為圓之四弧，而各

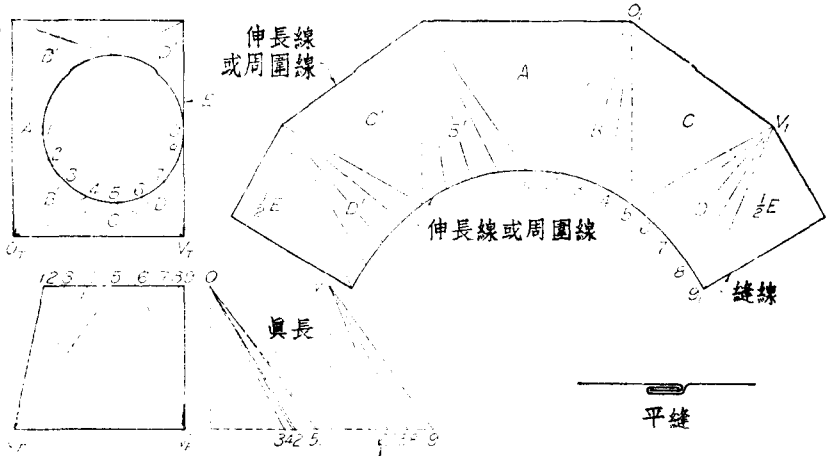


圖 20.12 變形接頭之展開。

頂點在矩形之四角上。於展開前，作真長圖解，如圖 20.10 所示者然。O1 之真長求得後，三角形 A 所有邊均可獲知。附上錐面 B 及 B' 之展開圖，再加上三角形 C 及 C' 者，餘做此。

圖 20.13 為另一變形接頭，乃用以連接軸線不相平行之一矩形及一圓形

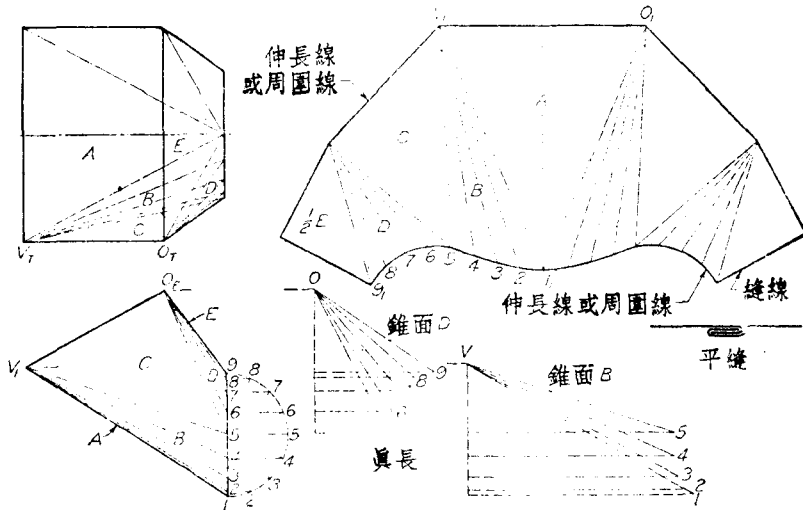


圖 20.13 變形接頭之展開。

管者。藉圓形口之部分右側視圖，可求得斜錐底之諸分格（因此物體為對稱者，祇需將出口之一半等分）。求素線之真長，與圖 20·11 相同。

圖 20·12 及 20·13 中，平面  $E$  之中心線為縫線；連接模型兩端以用平縫為宜。

20·16 翹曲面之剖分三角形法。翹曲面之近似展開法如下：先將其分成許多四邊形之狹條，再將每四邊形用一條對角線分為兩個三角形；此對角線實際上為一曲線，然假定其為一直線。圖 20·14 示一翹曲之變形接頭。依經過 1 之軸，旋轉橢圓形底，使成水平，乃可於上視圖內得底一半之真實大小。長軸為  $1, 7_R$ ；過  $4_R$  之短軸等於  $1, 7$ 。將半橢圓形分為足夠之等分，投射諸分點至上視及正視圖。頂上之半圓亦分為同數之等分；連接兩者之相當點，乃將翹曲面分成近似之四邊形。用一條對角線分每四邊形為二三角形。在真長圖解上，求得素線及對角線之長度；依次畫真實大小之三角形，以構成展開圖；連接展開形之兩端以用平縫為宜。

20·17 球面之展開。球面為典型之複曲面，祇能作近似之展開。可割

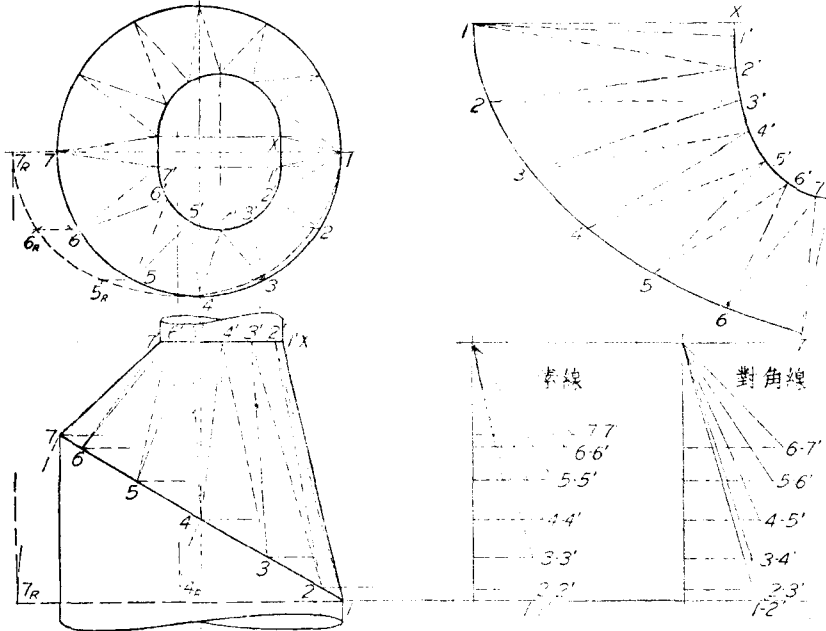


圖 20·14 翹曲變形接頭之展開。

成許多相同之子午截面 (Meridian Section) 或球面二角形 (Lune), 見圖 20·15; 而此等球面二角形可視為係部分之柱面。將其中之一依柱面之法展開後, 即可作他者之模型, 圖 20·15。

他法為將球面割成水平部分, 或層, 每層可視為一錐台, 其頂點為二弦延長線之交點, 圖 20·16。

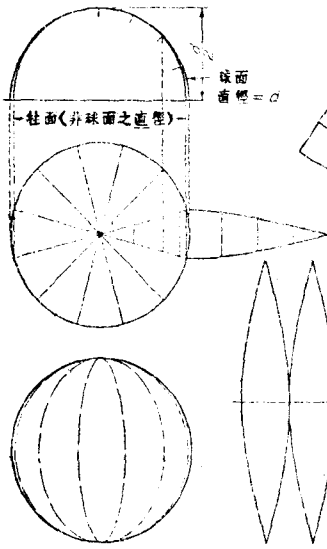


圖 20·15 球面, 分條法。

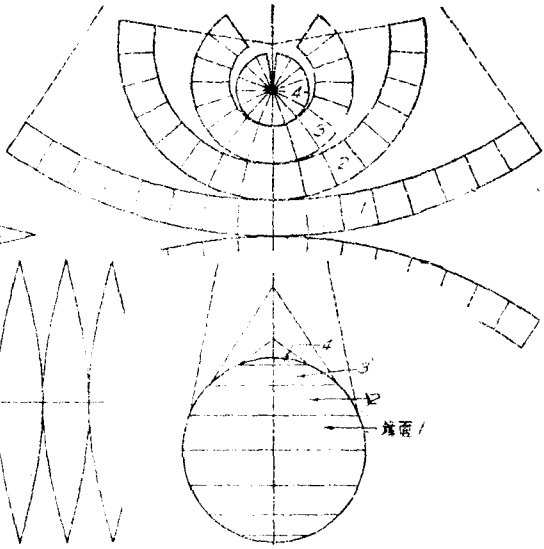


圖 20·16 球面, 分層法。

20·18 接頭、接合物及滾邊。縫合金屬薄片導管, 或連接各導管, 所用之接頭種類繁多。圖 20·17 示其較普通者, 可用手在有裂縫之物上形成之, 或用特別之接縫機器製成之。本書並不擬將各種接縫及接合物 (Connector) 加註尺寸, 因金屬厚薄不同, 尺寸隨之而變, 同時各製造商之形成機 (Forming Machine) 尺寸亦頗不同也。

縱接頭之接縫型式, 依其情形而選擇之。從 20 號至 28 號規之金屬片, 平縫較為通用。不規則之導管, 如變壓器 (Transformer) 上者, 則大都用鑊縫或 Pittsburgh 縫 (Hammered or Pittsburgh Lock), 其一邊壓平, 俾在裂縫上或特別之形成機上彎曲之。凡不易應用平縫及鑊縫之處, 如金屬片重於第 18 號規, 或角接頭不為 90 度, 則常用搭接頭 (Lap Joint)。

第 18 號規及較重之金屬，則不論縱縫橫縫，通常均用立縫 (Standing Seam) 連接。其作用一舉兩得，既可接縫，又可加大大導管。

連接稜柱形導管，如矩形者，則用蓋條或 S 鈎滑動接頭 (Cap-strip or S-hook Slip joint)。S 鈎常用於臨時性之導管或偶須移動者。蓋條則用為永久之接合物。

欲連接側出口於總導管，則用 A, B, C 所示之接合物。接頭 A 及 B 不言自明。C 處側出口之端上有凹口，形成之小片則交迭疊於總導管孔之周界內外。

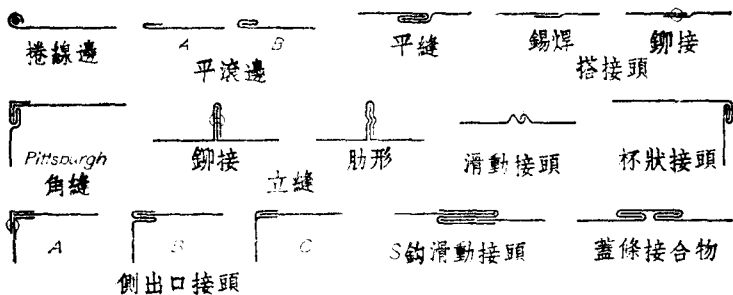


圖 20-17 接頭及捲邊之橫剖面。

導管之毛口則加以滾邊 (Hem)。作線滾邊 (Wire Hemming) 時，預留  $2\frac{1}{2}$  倍線直徑之長度，以備捲於線外。作平滾邊 (Flat Hemming) 時，將導管之邊彎曲一次或二次，以去除金屬之尖口。

20-19 諸面之交線。二面相交，其所公有之交線 (Line of Intersection)，可設想為一面所有之素線在此線上穿過他面。圖上所有之線幾皆為交線，通常為二平面相交而成之直線，或為一圓柱及一平面相交而成之圓。然“面之交線”一名詞乃指柱、錐、稜柱等幾何面形彼此相交而成之較繁複之線。

製圖員所以務須熟知求面之交線之法者，其理有二：一，工作圖上時見交線須表出之；二，薄片組合中，須先求出交線，始能將物件展開。在前一情形中，祇需找出幾個“臨界點”，湊得曲線。在第二情形中，須決定足夠之點，俾能準確定出展開形。

實際之問題均能化成基本幾何形式之組合。通常求二面交線之法為：在二面上通過一組平面，使每平面在每面上割截最簡單之線。如此割得諸線之交點，即為所求交線上之一點或多點。下列諸例示如何用切割平面 (Cutting



Plane),以求實際工作中遇到之各種組合之交線。

20.20 求二稜柱之交線。圖

20.18. 通常先求一稜柱上一面與他稜柱上所有面之交線。次取與第一面相鄰之一面與他稜柱之交線。如此進行，以迄求得二稜柱之全部交線為止。

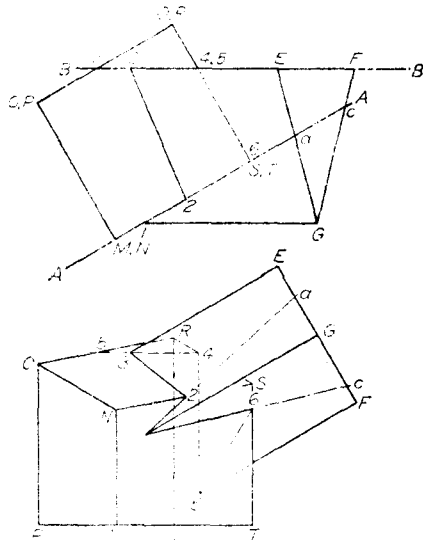


圖 20.18 二稜柱之交線。

定二面交線上端點之法繫於二面之位置，如下：

兩面均為退隱(Receding)(註1)者。其交線在具此條件之視圖(即兩面成為兩線之視圖)內顯作一點。投射此點至鄰近視圖內，在一或二相交面之稜上定交線之兩端點，以

使此兩點不出他面之界限為原則。面 QRST 及 EF3 之交線 4-5 即為用此法求得者。

一面退隱，一面為斜 (Oblique)(註2)者。在具此條件之視圖內，斜面之一稜可能穿過退隱面。若在相鄰之視圖內，此穿過點在斜面之稜上而不出他面之範圍，該點即為兩面交線之一端點。點 5 在斜面 FG1-5 之稜 F5 及面 QRST 上，故其在上視圖之位置即可如此決定。點 1 之求法同此。

二面均為斜者。求一面一稜在他面上之穿過點如下：過一面一稜作一退隱平面。依前法求得此平面與他面之交線。此交線與稜之交點即為稜在面上之穿過點。重覆行之，以求得兩面交線之他端。斜面 NORS 及 EG1-3 之交線 2-3 上之點 3，即為用此法求得者：作退隱平面 B-B 通過稜 E3，求此平面與面 NORS 之交線 b4，再定 b4 與 E3 之交點 3。

20.21 求二柱面之交線。圖 20.19. 與柱軸平行之一組切割平面從柱上割下諸直素線。平行於每柱之軸之正切割平面 A, B, C 及 D 從每柱割得

譯者註 1. 見第 7·10 節。

譯者註 2. 見第 7·9 節。

素線，其交點即在相交曲線上。寫生草圖示用平面從物體上切下之一片，此處為便於解釋起見，故作實心狀。鉛直柱面之展開，觀圖即明。

若柱軸並不相交，如圖 20·20 所示者，此法仍可使用，惟選擇切割平面略費斟酌耳。須用幾個“臨界平面”，以求得曲線之界限及轉點。此種平面恆通過圍素線 (Contour Element)。圖中所示者；以平面 A 及 D 求得曲線之深

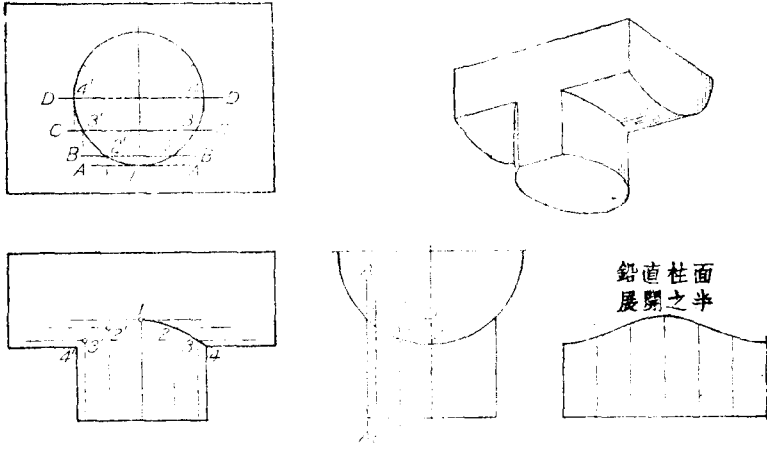


圖 20·19 二柱面之交線

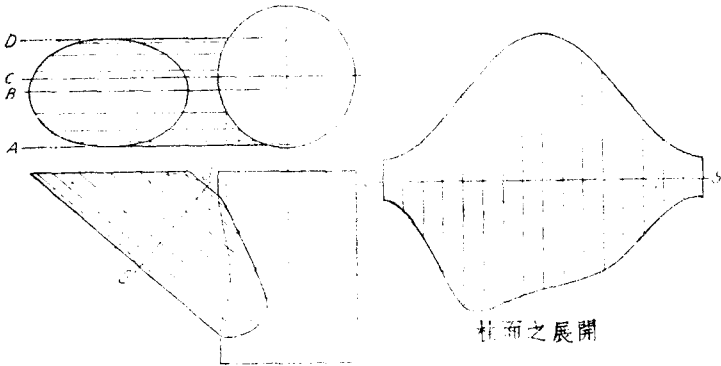


圖 20·20 軸不相交之兩柱面之交線。

度；平面 B 可得其最大高度；平面 C 得鉛直柱面圍素線上之切點或轉點。求得臨界點後，再用足量之其他切割平面，乃得一準確曲線。

欲展開斜柱面，在 S-S 取一正截口，其伸長線為長度等於正截口圓周之一

直線。若任意取切割平面，則展開圖上之間隔將不均匀。可取其他平面，分展開圖成等格，如所示者然。

20·22 求一稜柱及一錐面之交線。圖 20·21。此處用平行於  $H$  之切割平面。每平面從錐面上割得一圓，從稜柱上得一六角形；兩者之交點在相交曲線上。此曲線以平面  $A$  及  $C$  為界；平面  $A$  所割之圓，其直徑等於六角形之短徑；平面  $C$  所割圓之直徑等於其長徑。稜柱由六鉛直平面構成，故稜柱與錐面之全部交線為六個部分雙曲線；其三為可見者：一示其真實形狀（其全部雙曲線為平面  $D$  所割者，見圖），他二則為縮畫者。此圖示斜面六角螺柱頭或螺母之真實曲線。實際恆用三圓弧畫其近似形狀。

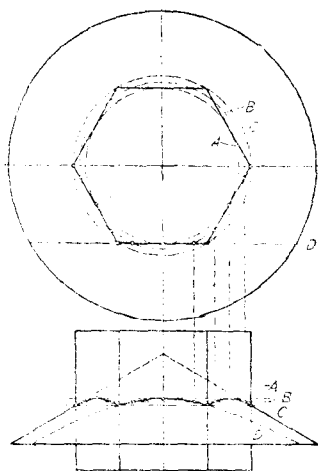


圖 20·21 稜柱及錐面。

20·23 求一柱面及一錐面之交線。圖 20·22。此處可取通過錐面頂點而平行於柱軸之切割平面；其在柱面及錐面上，均割截直素線。若為直立圓錐面，則可取平行於底之切割平面，俾從錐面上割下諸圓。圖中例示二法。寫生草圖示二種平面割下之小片，均作實心狀，俾便例示。選取切割平面之方向

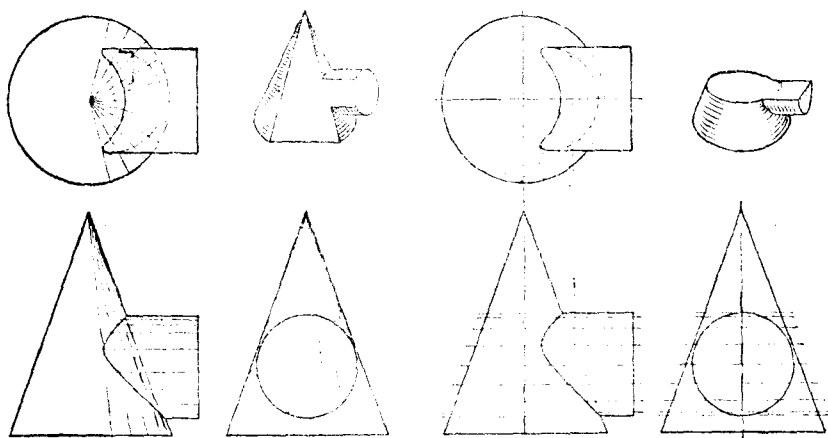


圖 20·22 一柱面及一錐面之交線。

及數目，需費斟酌。交線投影方向突變或曲率甚大之處，需求較多之點。

20·24 求一平面及一迴轉曲面之交線。圖 20·23。解此題有一原則：垂直於任何迴轉曲面之軸之諸平面割下諸圓（正截面）。故求一平面及一迴轉曲面之交線時，作垂直於迴轉軸（Axis of Revolution）之一組平面即可。每平面從已知平面上割一直線，從迴轉曲線上割一圓；兩者之交點即為相交曲線上之二點。在圖 20·23 中，將平面 S-S 所割圓之直徑投影至側視圖上，作成一圓；而該圓與平面之交點經投影至 S-S，乃得曲線上諸點。

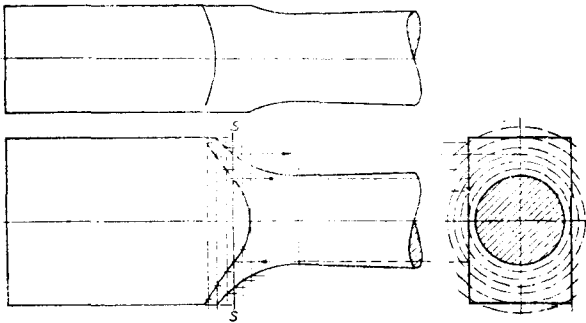


圖 20·23 一迴轉曲面及一平面之交線。

## 習 題

20·25 選作下列習題。用鉛筆準確繪之，勿上墨線。任何實際問題可化成諸“典型立體”之組合；而前述數例已示各種組合所含之原則。

如在適宜之紙上作展開圖（預留連接品及搭接之材料），而後剪下之，當可增加興趣不少。至少如此作一二個模型。

薄片金屬工場中，若非極複雜之展開，通常均直接劃於金屬上。

下列習題可畫在  $8\frac{1}{2}'' \times 11''$  或  $11'' \times 17''$  之紙上。除另行指定者外，物體假定由薄金屬製成，其兩端敞開。

### 第 I 類。稜柱。

1 至 6。圖 20·24。展開稜柱之側面。

### 第 II 類。柱面。

7 至 13。圖 20·25。展開圓柱之側面。

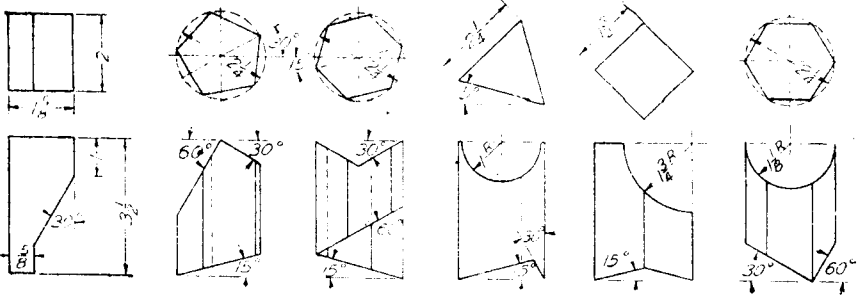


圖 20.24 稜柱(習題 1 至 6).

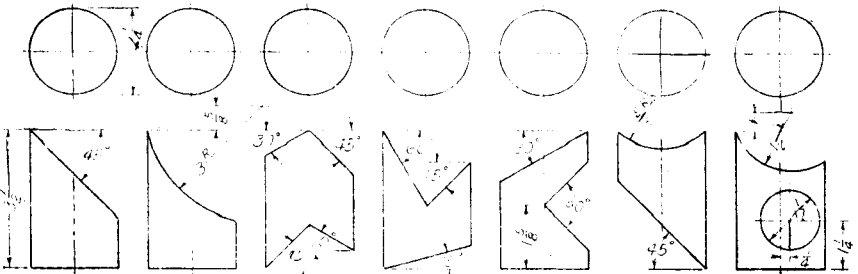


圖 20.25 柱面(習題 7 至 13).

第 III 類. 稜柱及柱面之組合.

14 至 16, 圖 20.26. 展開側面.

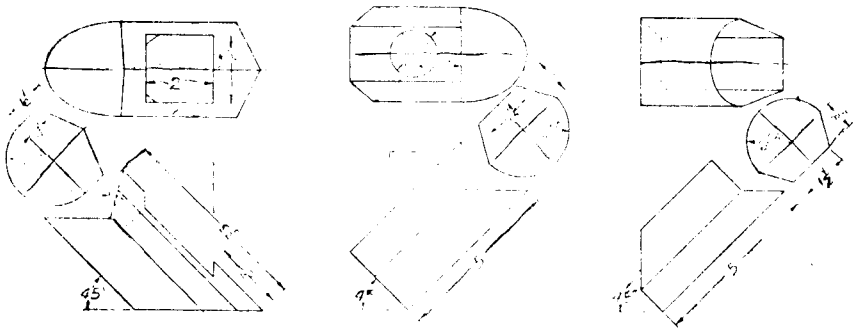


圖 20.26 組合面(習題 14 至 16).

第 IV 類. 稜錐.

17 至 19, 圖 20.27. 展開給料漏斗 (Hopper) 之側面.

20, 21, 圖 20.27. 展開稜錐之側面.

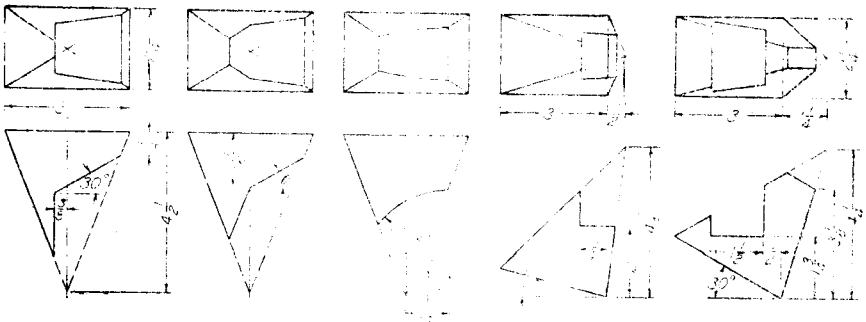


圖 20-27 截錐(習題 17 至 21).

第 V 類. 錐面.

22 至 26. 圖 20-28. 展開側面.

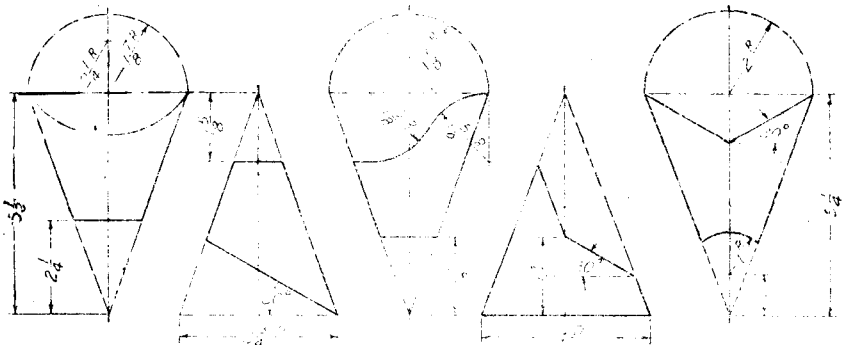


圖 20-28 錐面(習題 22 至 26).

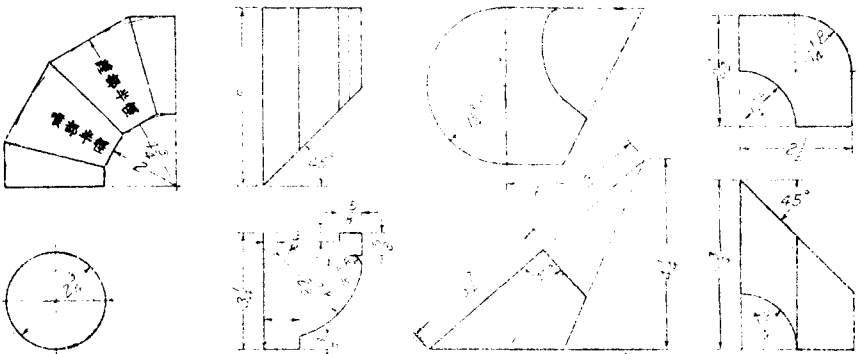


圖 20-29 各種錐面(習題 27 至 30).

第 VI 類. 展開.

27 至 30. 圖 20-29. 展開各物體之側面. 請注意 28 爲鍍鋅鐵之水落管, 29 爲錐形兜 (Hood).

第 VII 類. 錐面及變形接頭.

31 至 34. 圖 20-30. 展開各物體之側面 (畫習題 31, 32, 34 之半).

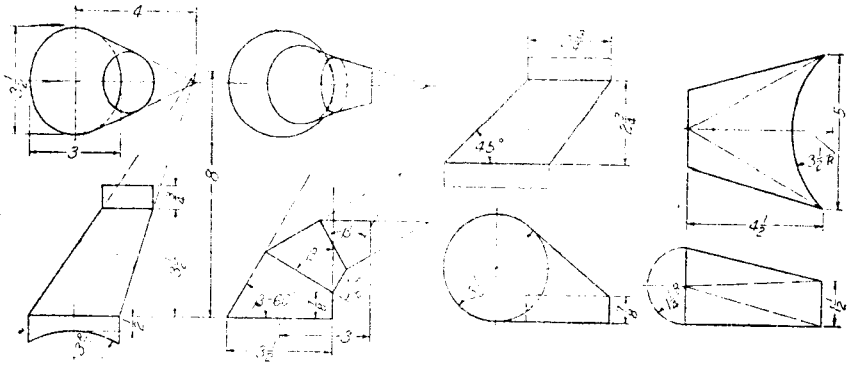


圖 20-30 變形接頭 (習題 31 至 34).

35 至 37. 圖 20-31. 展開各物體之側面 (一半).

38. 圖 20-31. 展開半個 Y 形接合物 (Y Connection) 之面.

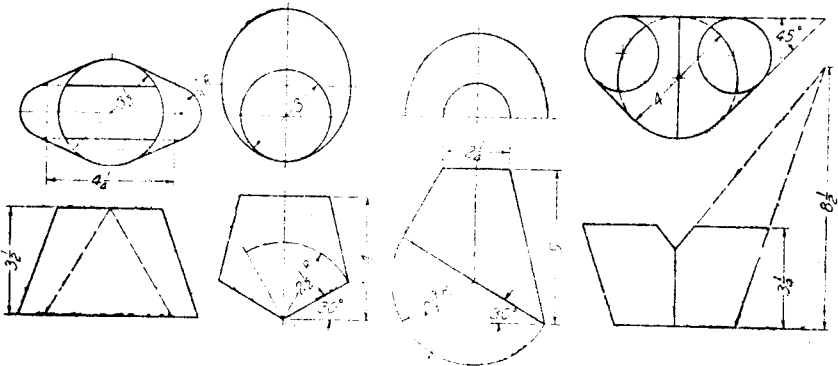


圖 20-31 變形接頭 (習題 35 至 38).

第 VIII 類. 爐管接頭.

39 至 46. 圖 20-32. 展開各面, 並作紙質模型.

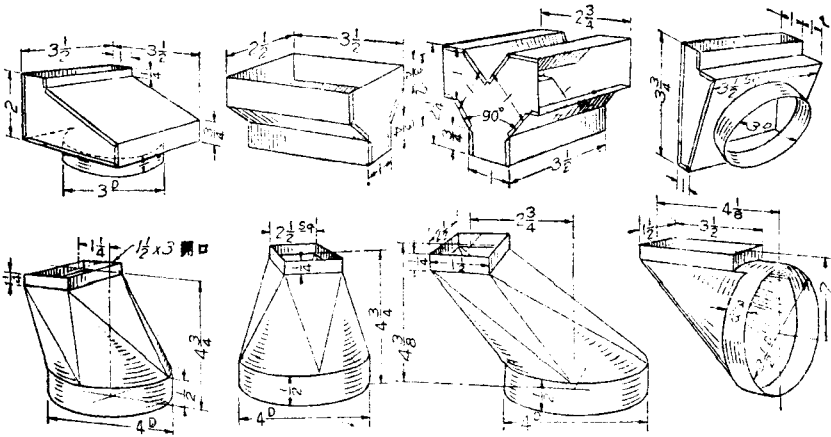


圖 20-32 金屬薄片接合物(習題 39 至 46).

第 IX 類. 諸稜柱之交線.

47 至 49. 圖 20-33. 求交線, 視各稜柱為彼此接通之管. 交線之可見及不可見部分須特別留心指明之. 在另紙上展開諸面.

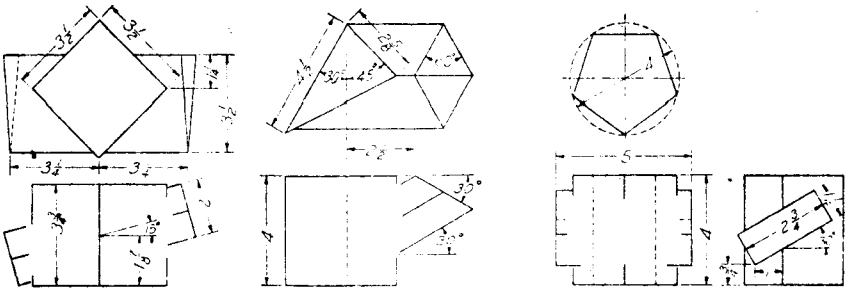


圖 20-33 諸稜柱之交線(習題 47 至 49).

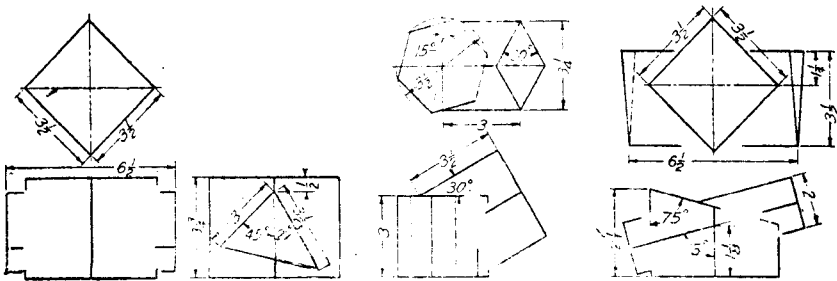


圖 20-34 諸稜柱之交線(習題 50 至 52).



50 至 52. 圖 20·34. 求交線, 指明其可見及不可見之部分, 視各稜柱為彼此接通之管. 請注意: 習題 51 及 52 中之鉛直管須切去其頭, 以與斜管相配合.

第 X 類. 諸柱面之交線.

53 至 55. 圖 20·35. 求交線, 指明其可見及不可見之部分, 視各柱面為彼此接通之管. 在另紙上, 展開每柱之面.

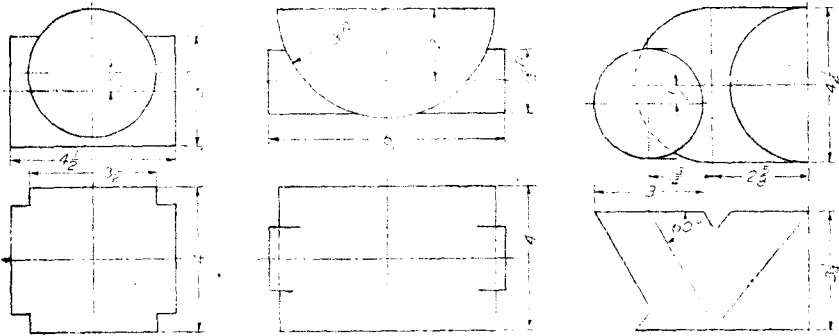


圖 20·35 諸柱面之交線 (習題 53 至 55).

第 XI 類. 諸面之交線.

56 至 59. 圖 20·36. 求諸交線.

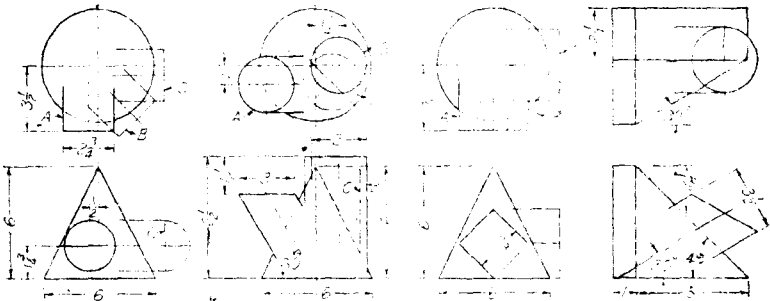


圖 20·36 交線 (習題 56 至 59).

60 至 62. 圖 20·37. 求諸交線, 並展開諸面.

63 至 67. 圖 20·38. 求諸交線, 並展開諸面.

68 至 71. 圖 20·39. 求諸交線, 並展開諸面.



第二十章 展開及交線

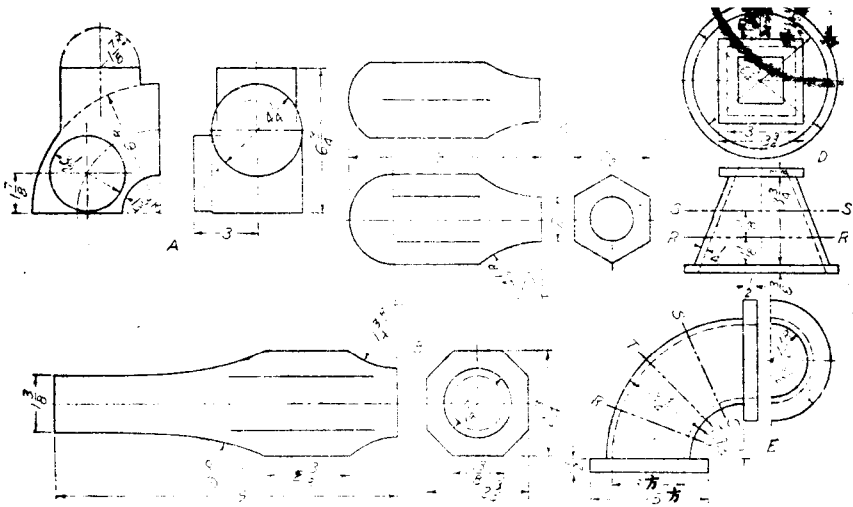


圖 20.40 平面切割諸面(習題 72 至 76)。

## 第二十一章 寫生畫法

21.1 我人在第六章中研究投影之理論時，已習知透視投影表示之物體與人目所見者相同；惟其圖線不能直接量度；而其兩個或多個視圖之正投影，則能示物體之實際形式及尺寸，然需訓練有素之想像力，以從視圖虛構物體形狀。既欲圖畫具有透視圖之描繪效用，又冀其主要線條能直接量度；乃發明數種一面投影(One-plane Projection)或習用之寫生畫法；其原則為將物體旋轉，使三面均可得見，由是第三尺寸(Third Dimension)亦得以表示。此類畫法雖有上述優點，但其缺點頗為嚴重。諸如：圖形失真，並不悅目；能量度之線殊屬有限；繪製費時，尤以曲線為然；加註數字尺寸，多則甚感困難。故應用不免大受限制。雖然，有時用之，亦頗有利，是故亟需明其原理，悉其應用。例如，正投影中不能明示之機器或結構細節，可用寫生法畫出，或用附加之寫生視圖表之。技術插圖、呈請專利之圖等用一面投影頗為適宜；其他如區劃圖(Layout)管系平面圖(見圖 14·13)亦可用之；而熟練此種方法之製圖員又往往能發現其他之應用。其所以必須學習者，已無疑義。此外尚有一重大理由：是即為第七章中所述之作草圖時之極大應用也。

21.2 分類。透視圖而外，寫生投影尚有兩大類：一，不等角投影(Axonometric Projection)，復分為等角(Isometric)、兩等角(Dimetric)及三度(Trimetric)諸類；二，斜投影(Oblique Projection)，亦分數種。其他尚有數法，就理論言之並不正確，然其效果甚佳，是以有時亦用之。

21.3 不等角投影。於理論上無非為正投影，惟僅用一平面，而將物體旋轉，使三面示出；是已見第 94 頁分類表所述。假想一透明鉛直平面，其後有一立方體；立方體之一面平行於該平面，則在平面上之投影(即立方體之正視圖)為一正方形。將立方體繞一鉛直軸轉過一小於  $90^\circ$  之角，則正視圖上示出二縮短之面。自此位置，將立方體向前傾過一小於  $90^\circ$  之角，於是在

正視圖上可見三面。既若是，則不等角投影之位置有無窮多，惟圖上祇取用其中幾個。最簡單者為等角之位置：其三面縮短之量相同。在此位置所作之圖有等角投影及等角畫。

21.4 等角投影。若將圖21.1中在位置I之立方體，繞一鉛直軸轉 $45^\circ$ ，其位置為II；再向前傾側，使稜AD之縮短量與AB及AC相等，其位置為III；則立方體之正視圖稱為“等角投影”，（立方體向前傾側之位置為過A之體對角線“Body Diagonal”垂直於正平面。此時頂面約傾斜 $35^\circ 16'$ ）。（註）互相垂直之三稜AB、AC及AD之投影稱為等角軸（Isometric Axes），在前角A上彼此成 $120^\circ$ 等角。因平行線之投影平行，故立方體之其他稜均分別與

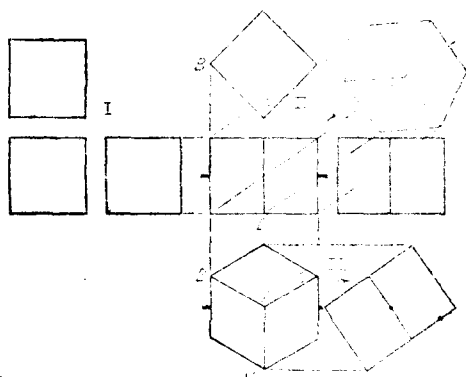


圖 21.1 等角立方體。

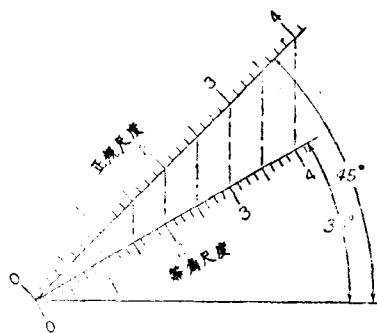


圖 21.2 等角尺度。

三軸平行。平行於立方體一稜之任何直線稱為等角線（Isometric Line），其投影平行於等角軸。立方體諸面之平面及所有與其平行之平面稱為等角平面（Isometric Plane）。

等角投影中之等角線約縮至其原來長度之 $\frac{81}{100}$ 。若需作合乎理論尺寸之等角投影，則可如圖 21.2 之以圖解法畫合乎上述比例之等角尺度。

21.5 等角畫（Isometric Drawing）。實用上幾均不顧線之縮短，而逕將其全長量於軸上。如此所畫之圖，形狀與理論者完全一致，惟較大而已。

註。於第8.12節中，述及旋轉與輔助投影之惟一分別為前者移動物體，而後者則移動平面。故在與位置II中體對角線（Body Diagonal）垂直之平面上之輔助圖為一等角投影，如虛線視圖所示者。

其在直線上增大之比例為 1.23 比 1，在視覺之效應上為  $1.23^3$  比  $1.00^3$ ，圖 21.3. 苟非畫於該物體正投影之旁，則其尺寸之增大並無關係；且直接量度

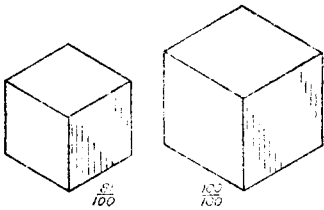


圖 21.3 等角投影及等角畫。

線條便利無比，故等角畫幾完全取等角投影而代之矣。

21.6 作等角畫。若物體為長方形者，以一點為開始，代表前角；從之作相隔  $120^\circ$  之三等角軸，其一鉛直，他二則用  $30^\circ$  三角板作之，圖 21.4。在此三線上，量物體之高、寬

及深，如所示者；過諸點作平行於諸軸之線，完成全圖。記得三個主要等角平面之方向，是為繪等角畫之要著。隱線恆予略去，惟表示物體非此不可則為例外。

從前下角起繪常較方便，如第 21.5 所示者，其軸之位置稱爲“第二位置”。

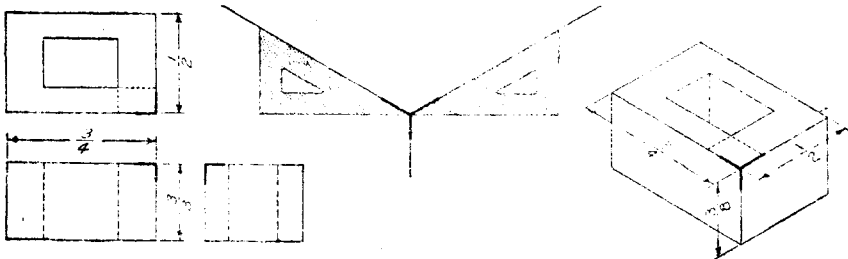


圖 21.4 等角軸，第一位置。

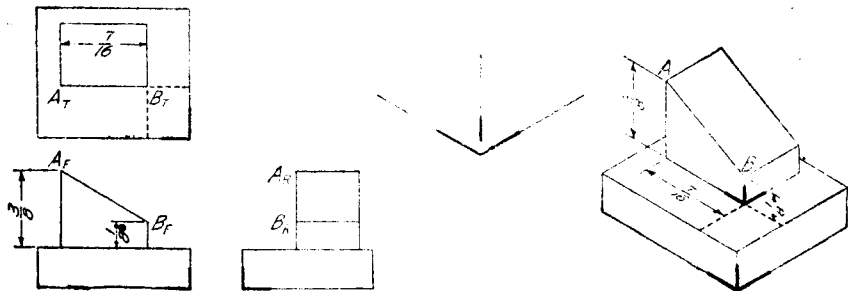


圖 21.5 等角軸第二位置。

一稜之諸投影不與等角軸之一平行者，稱“非等角線”(Nonisometric Line)。茲有一重要規則如下：祇等角線之投影可作量度；反之，非等角線之

投影不能作量度。例如，立方體一面之二對角線為非等角線，其本身長度雖同，但在立方體之等角畫上則絕不相等。

21.7 有非等角線之物體。非等角線在等角畫上所顯示者非其真長，故須先定一線兩端之等角視圖，於是連結之而得該線之等角投影。在圖 21.5 中， $AB$  為一非等角線，其長度不能在等角畫上量出。

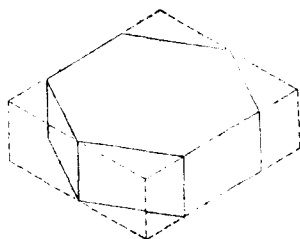
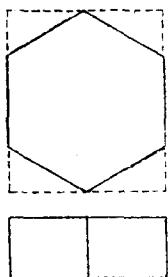


圖 21.6 方箱法。

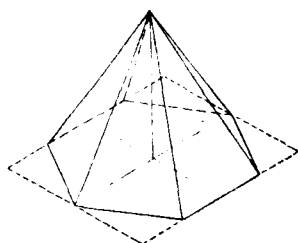


圖 21.7 半箱法。

若物體包含甚多非等角線，則用“方箱法”(Boxing Method)或“支距法”(Offset Method)。前法將物體包於一矩形箱中。先用正投影將該箱畫在物體外；再繪作等角畫，而以接觸點定物體在其中之位置，如圖 21.6 及 21.8 所示者然。請注意諸線在物體上互相平行，則其等角視圖亦平行。明乎此則常可節省許多作圖手續，亦可測驗作圖之是否準確。圖 21.6 之畫法可能為：先作頂面之等角畫，而後自每角向下作等於稜長之諸鉛直線。實際上並不必須將全物包於矩形“箱”中。如圖 21.7 之稜錐可用一矩形圍住其底，其頂點則可從中心豎一鉛直軸定之。

圖 21.8 中所示之物體幾全由非等角線構成。在此等情況下，苟不先畫

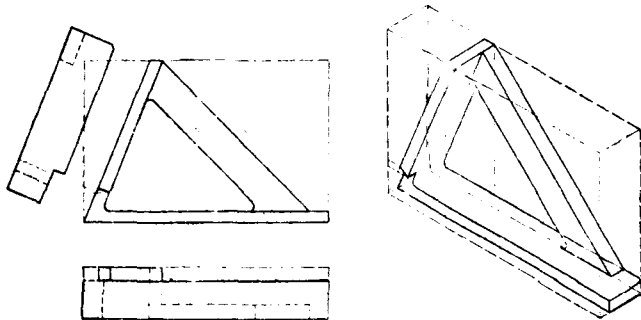


圖 21.8 方箱法。

“裝箱”所需之正投影視圖，則等角畫無從作出。大凡物體之非等角線在等角平面中者，以用方箱法為宜。

21·8 支距法。若物體由各種不同角度之諸平面構成，則以用支距法定

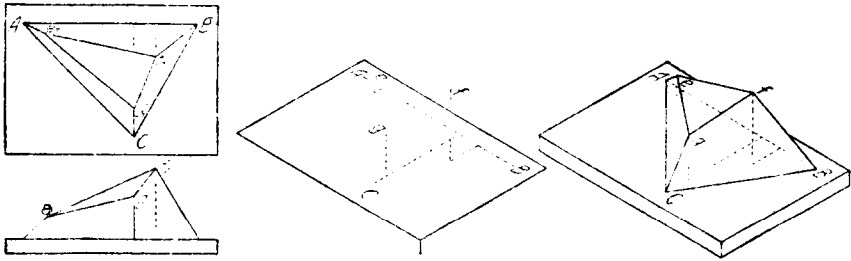


圖 21·9 支距法。

稜端為佳。法從各點作線，垂直於一等角參攷平面。此等垂線為等角線，故用等角坐標在圖上定位，其尺寸則從正視圖得之。圖 21·9 中，用線 AB 為基線，從之作量度，如所示者然。圖 21·10 為支距法之又一例，用一鉛直面為參攷平面。

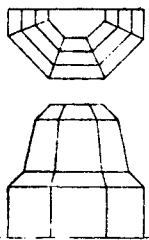


圖 21·10 支距法。

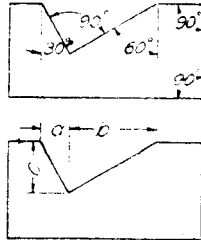
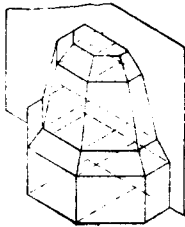


圖 21·11 角之等角畫。

等角畫中之角當然非其真實大小；故須用坐標定二角邊之方向，見圖 21·11。圖 21·8 中亦示之甚明。

21·9 有曲線之物體。立方體之面上有圓或他種曲線，則在等角畫上亦不顯作真實形狀。任何等角平面上之一圓投影成為一橢圓。

任何曲線可從等角參攷線定出其上諸點而畫成之，見圖 21·12。如此作成之圓示於圖 21·13 中。

21·10 等角圓及圓弧於製圖時每多所遇見，故當用四圓心近似法作之，對普通工作亦相當準確。凡切於一直線之圓弧中心在切點之垂線上。於外切



正方形每邊之中點作諸垂線，其交點即為切於二邊之圓弧之中心，圖 21·14B，其中兩交點顯在正方形之角 A 及 C 上，因垂線為等邊三角形之高也。是故圖 21·14C 之作法僅為從 A 及 C 作  $60^\circ$  線而已。

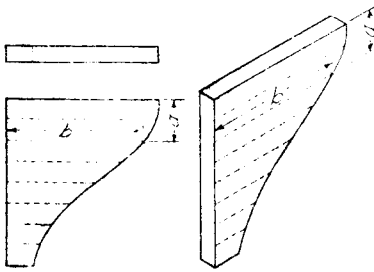


圖 21-12 等角畫中之曲線。

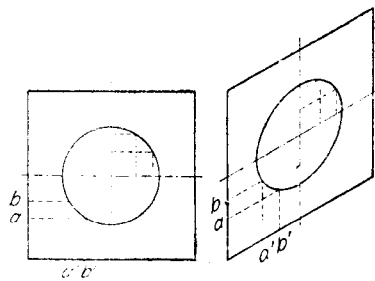


圖 21-13 等角畫中之圓(運點法)。

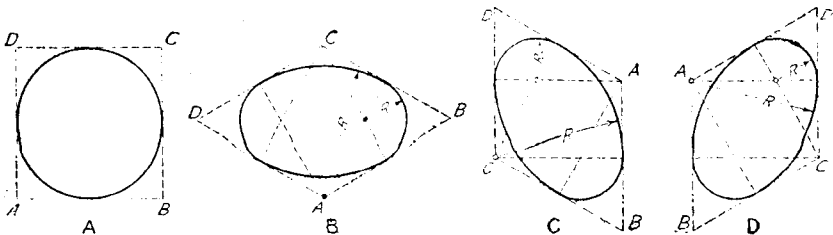


圖 21-14 等角圓(四圓心近似法)。

若不用四圓心近似法，而在正方形中作真正之橢圓，則較長而狹，美觀多；惟就多數之圖而言，此法相差無幾，而費時太多，並不可取。故可用較四圓心法稍準確之 Stevens 法，是為一極簡單之四圓心法，見圖 21·15。如前，從 A 及 C 畫圓弧，惟稍超越切點。以 O 為圓心，OP 為半徑，作半圓交長對角線於兩點，即用為兩端圓弧之中心。

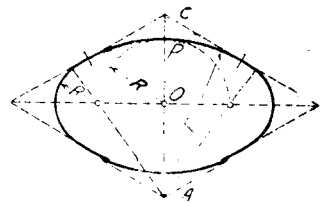


圖 21-15 Stevens 法。

21-11 等角圓弧。畫圓弧時，應先在其面之平面內作其直徑之等角正方形，用四圓心法求出畫該圓弧所需之諸圓心。圓弧大都為四分之一圓。請注意在等角平面內求四分之一圓之心時，祇需作兩條構圖線。圖 21·16 示此法。在等角正方形之二稜上，從角開始量圓之真正半徑，再從所得二點作真實之垂線。其交點即為等角象限之圓心。

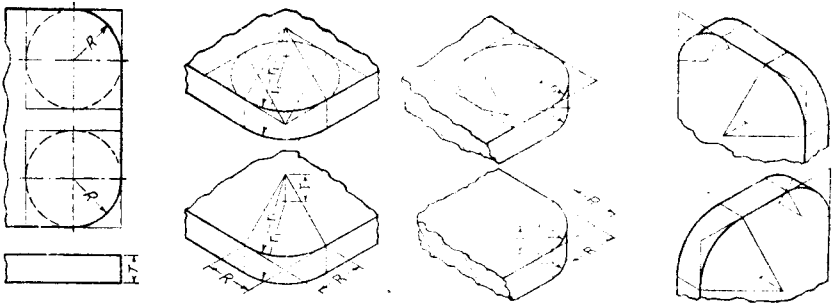


圖 21-16 等角之四分之一圓(近似法)。

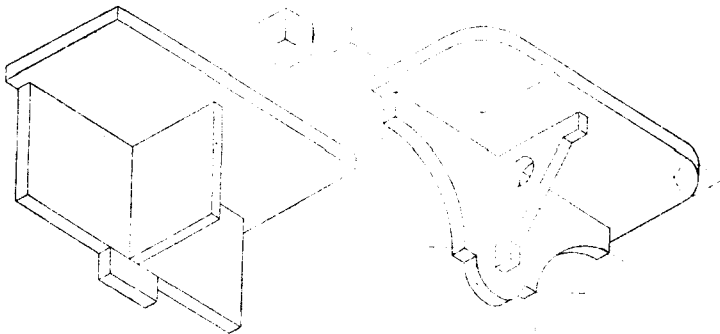


圖 21-17 用反向軸作圖。

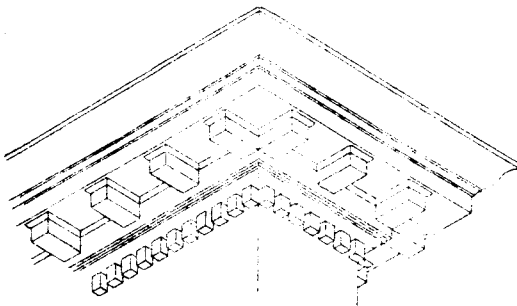


圖 21-18 在反向軸上所繪之建築物細節。

球之等角畫為一圓，其直徑等於該球大圓 (Great Circle) 之等角正方形中內切橢圓之長軸。故為實際直徑之 1.22/1.00 倍。(球之等角投影為一圓，其直徑等於球之實際直徑)。

21-12 反向等角畫。 有時欲顯示物體之底面，則不將其前傾而向後傾，是即將通常之等角軸位置反轉。 作圖法並不改變，惟須牢記主要等角平面之

方向耳。圖 21·17 示諸軸位置及參攷立方體，又示圓弧之反向等角畫作法。建築物之須仰視者，可用此法繪之。圖 21·18 即其一例。

有時使物體之主軸水平，則效果較佳，如圖 21·19 所示者。



圖 21·19 主軸水平之等角畫。

**21·13 等角剖面。** 等角畫既為寫生性質，故所示者為外形；惟有時可用一剖視圖，顯出其形狀或內部構造之細節，頗見有利。切割平面為等角者；剖面線之方向務使獲得最佳之效果。作半剖面時，可先畫全圖之輪廓，於是用二個等角平面割去前四分之一，見圖 21·20。至於全剖面，則先畫被割之面，再加其後之部分，圖 21·21。

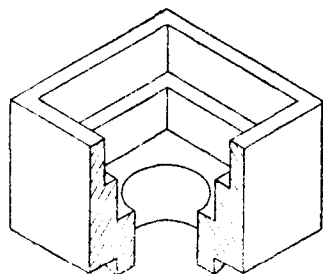


圖 21·20 等角半剖面。

**21·14 兩等角投影。** 將參攷立方體旋轉，使兩稜縮短之量相等，此種位置有無數個。其在任一位置時，三軸之方向及縮短之比率即可據以繪兩等角畫。有一簡單之兩等角位置為 1 比 1 比  $\frac{1}{2}$ 。其兩角之正切為  $\frac{1}{2}$  及  $\frac{1}{3}$ ，約為  $7^\circ$  及  $41^\circ$ 。圖 21·22 示兩等角畫。

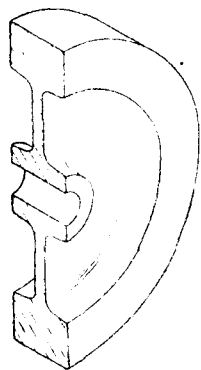


圖 21·21 等角全剖面。

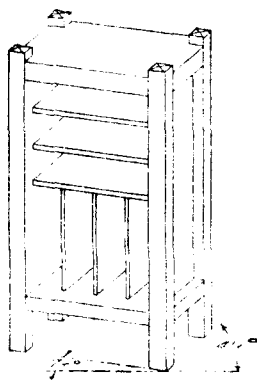


圖 21·22 兩等角畫。

21.15 三度投影 三軸均不相等之任何位置稱為“三度”位置。其中有數個位置，可減少失真之程度，惟以太費時間，終鮮實用；祇在藉投影法作畫時始一用耳，見第二十四章。

21.16 斜投影。若投射線 (Projector) 與畫面所成之角非為  $90^\circ$ ，則所成之投影稱“斜投影”。參攷第 6.5 節之分類表。最常用之一種稱為等斜投影 (Cavalier Projection)，其投射線與投影面 (Plane of Projection) 成  $45^\circ$  角。通常即稱之為斜投影或斜視圖 (Oblique Projection or Drawing)。其

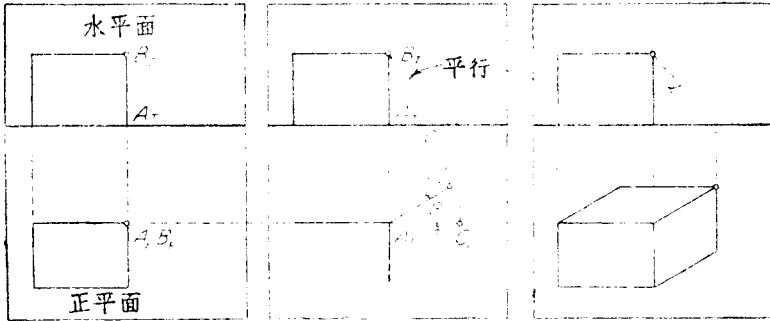


圖 21.23 斜投影及畫面。

原則如下：假想一鉛直平面之後有一錐形塊，其長稜平行於平面。假定一組與畫面成  $45^\circ$  角之平行投影線，其方向隨便（此等線可平行於底在畫面上之  $45^\circ$  圓錐體之任一素線）。與畫面平行之矩塊表面在投影後，仍為真實大小；與畫面垂直之諸稜，仍為真長。圖 21.23 示此原則。其第一圖示一矩形塊之正投影，該塊之前面在正平面 (Frontal Plane) 內。從後角 B 所作之斜投射線是為一  $45^\circ$  直角三角形之斜邊，其一股為 AB，他股為 AB 在平面之投影。若此三角形為水平者，則 AB 在平面之投影為 AC。若三角形繞 AB 轉過一  $\beta$  角，則 C 轉至 C'，而 A<sub>1</sub>C' 即為 AB 之斜投影。

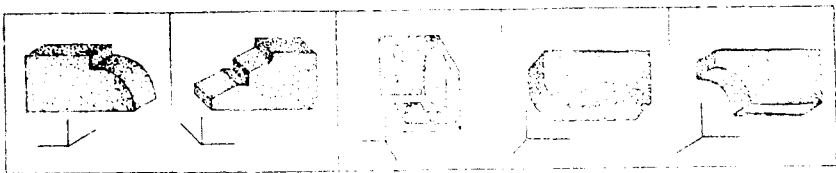


圖 21.24 斜軸之各種位置。

21.17 作斜視圖。斜視圖與等角畫相似，以三軸代表三互相垂直之稜，

可直接在其上量度。其中二軸所在之平面平行於畫面，故恆為正交，第三軸（稱為橫軸，“Cross Axis”）與水平線成任意角度，通常所用者為  $30^\circ$  或  $45^\circ$  故較等角畫富伸縮性，圖 21-24。如圖 21-25 中之矩形塊，可先畫一點代表一前角，從之作三斜軸，一鉛直，一水平，一與水平線成某角。在此三軸上，量下物體之高寬及深。

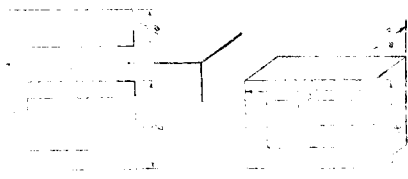


圖 21-25 斜視圖。

凡與畫面平行之任何面，投影後並不變形，是為超越等角畫之處。故

於繪畫圓形或不規則形輪廓之物體時，特具價值。斜投影之第一規則為：使物體之不規則輪廓平行於畫面。請注意圖 21-26 中 B 及 C 之變形較 A 為大。

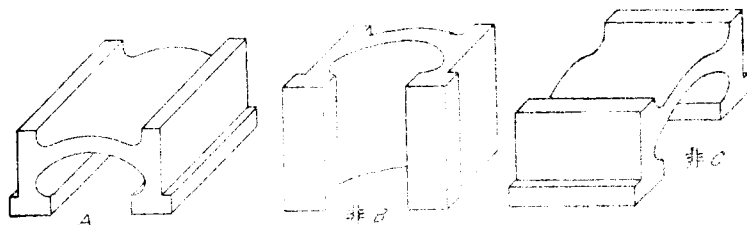


圖 21-26 第一規則之例。

等角畫及斜視圖俱有重大之缺點：退隱線 (Receding Line) 之不收斂即其一。是為違反透視法則。有時可致失真過甚，令人不快，乃摒此二法不用。此種情形尤以物體龐大時為然；而於斜視圖中或較等角畫更為顯明；橫軸之長度增加，失真程度當亦隨之而增。故有第二規則如下：最長之尺寸以與畫面平行為宜。圖 21-27 中，A 勝於 B。

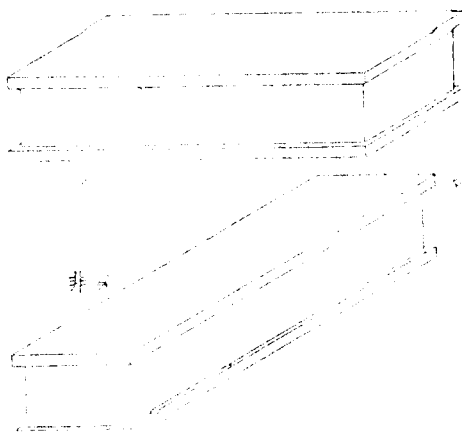


圖 21-27 第二規則之例。

二規則如有衝突，前者恆優先。因使不規則面減少變形，其利甚於用第二規則所致之利也，見圖 21-28 即明。物體之無不規則面，而製圖員認為應用

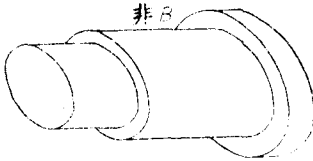
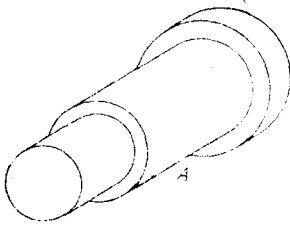


圖 21-28 第一規則之優先權。

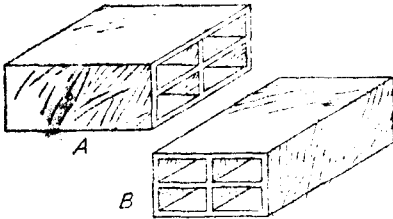


圖 21-29 位置之選擇。

第一規則可減少變形者，其優先權仍不喪失；圖 21-29 中之 B 或較 A 為佳。

21-18 起畫面 (Starting Plane). 物體前面所在之平面若平行於投影面，則斜投影中之前面與正投影初無二致。如構成前面之平面不止一個，則須特別留心揀選其一作為起畫面，從之開始作畫，始能保持各面之原有關係。如圖 21-30 中之連桿，其前面兩頭可視作被平面 A-A 所割去，而將 A-A 剖面畫為斜投影之前面。在過中心 C 及 D 之橫軸上，量出平面 A-A 後面之距離 CE，前面之距離 CF。如物體無一面垂直於其底面，則可作一正剖面 (Right Section)，而從之量度支距，見圖 21-31。支距法已於圖 21-9 及 21-10 之等角畫中

例示之，是乃繪畫任何圖形最迅捷便利之法，學者須細加研究。

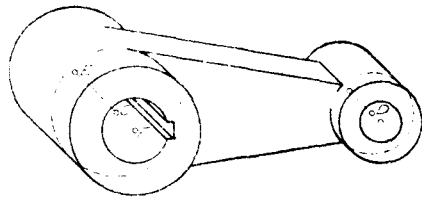
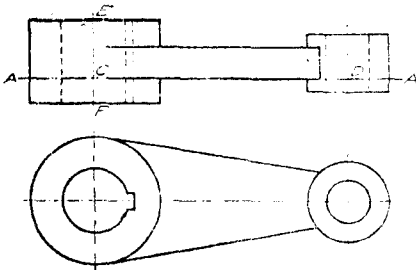


圖 21-30 從參攷平面量支距。

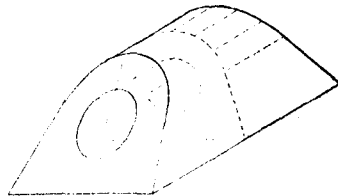
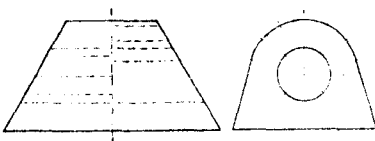


圖 21-31 從正剖面量支距。

如需作斜面上之圓，可先定其上各點，再用曲線板描出；或可用圓規作近似圓弧，其原則與圖 21-14 中之四圓心等角近似法相同。在等角畫中，自外切正方形每邊中點所作垂線，其四交點中之二適在正方形之角上，因而便利不少。在斜視

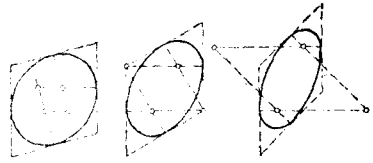


圖 21-32 斜圓作法。

圖中，相當點之位置繫乎橫軸之角度。圖 21-32 示三正方形之不同角度之斜投影，且示內切圓之作法。

21-19 半斜畫 (Cabinet Drawing) 為斜投影之一種，其平行之投射線與畫面所成之角，使平行於橫軸之距離為等斜投影之一半。用等斜投影所繪之物體，嫌其太厚，殊不悅目，用是法則此弊全去。橫軸與水平線所成之角可任意，惟通常取為  $30^\circ$  及  $45^\circ$ 。等角、等斜及半斜畫外形之比較見圖 21-33。

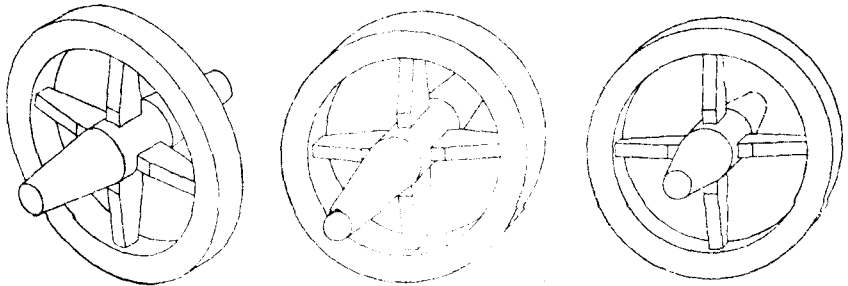


圖 21-33 等角、等斜及半斜畫之比較。

21-20 其他樣式。上述之半斜畫因比率簡易而常見應用，惟其憾在失之過薄。可用其他之斜畫比率如 2 比 3 或 3 比 4，較為悅目。

有時不顧投影之理論，而在  $15^\circ$  及  $30^\circ$ ， $15^\circ$  及  $45^\circ$ ， $15^\circ$  及  $15^\circ$ ，或  $20^\circ$  及  $20^\circ$  諸軸上作寫生畫。

21-21 草圖為寫生畫法極有價值之應用，可藉以顯示某物體或構造物之細節，或加註尺寸而作工作圖。第二十三章討論寫生草圖時，於下列各點將三致其意：諸軸勿太峭（初學者每將軸畫得太陡，致損草圖之外觀）；使水平之線水平；鉛直之線鉛直；在畫圓前必先作外切圓；勿用虛線使圖混淆等。

## 習 題

21-22 下列諸題，目的有二：作為各種寫生畫法之實習；作為閱讀正投影

及將其改畫為他種畫法之練習。

讀圖時，應記得任一視圖中之一線表示一稜，或物體表面方向之改變；而必須從其他視圖求得其確切之意義。切勿以為一瞥之下，即可瞭解全圖。

為選作及指派便利計，將習題歸成數類，以前各章之圖亦可作為習題。

除需示出作圖法外，勿用虛線。

第 I 類. 等角畫.

習題 1 至 23. 圖 21.34 至 21.56.

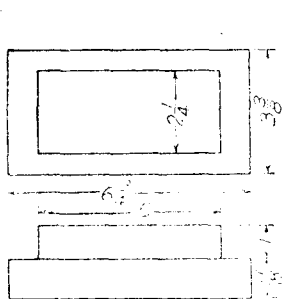


圖 21.34 鑽模塊.

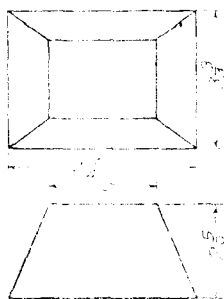


圖 21.35 稜錐台

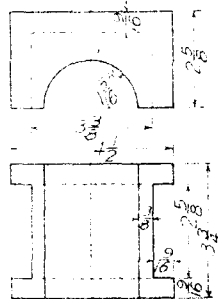


圖 21.36 軸承銅襯 (Bearing Brass).

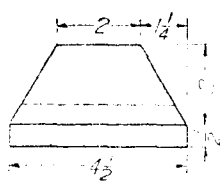


圖 21.37 錘塊.

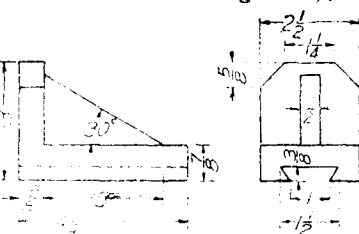


圖 21.38 鳩尾塊 (Dovetail Stop).

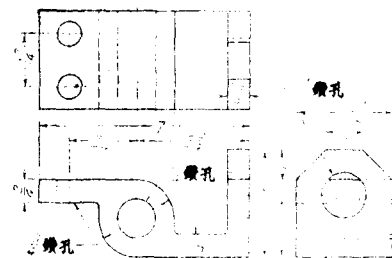


圖 21.39 托架.

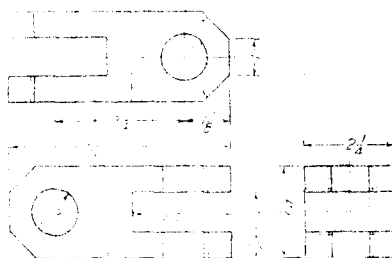


圖 21.40 轉枕 (Swivel Block).



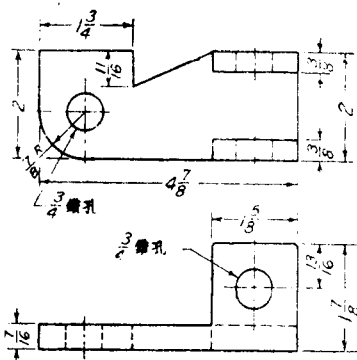


圖 21.41 鉸鏈擋器(Hinged Catch).

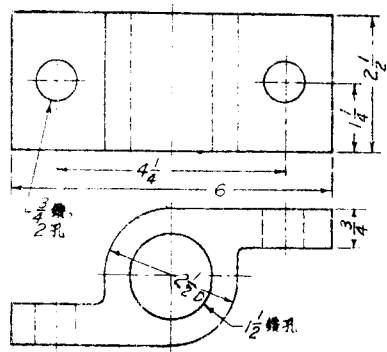


圖 21.42 樞軸板(Pivot Plate).

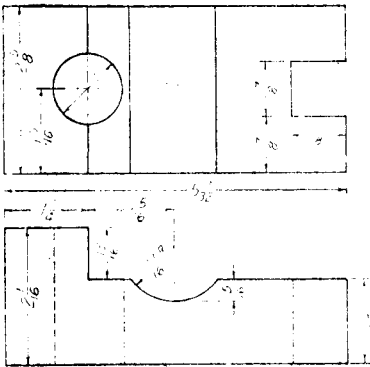


圖 21.43 半夾(Clip Half).

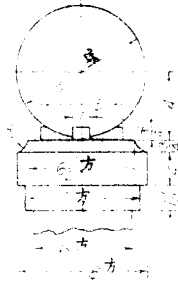


圖 21.44 球頂飾  
(Ball Finial).

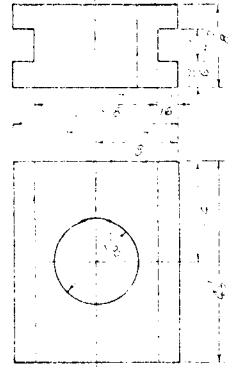


圖 21.45 滑蹄(Sliding Shoe).

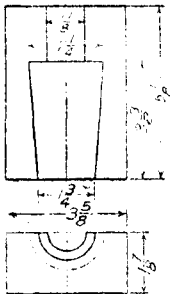


圖 21.46 心型箱  
(Core Box).

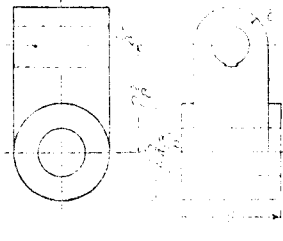


圖 21.47 十字連桿  
(Cross Link).

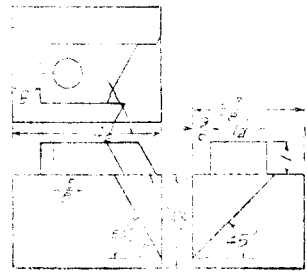


圖 21.48 模塊.





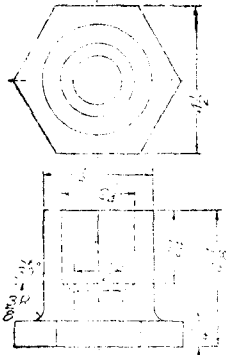


圖 21-62 螺母蓋之杯料。

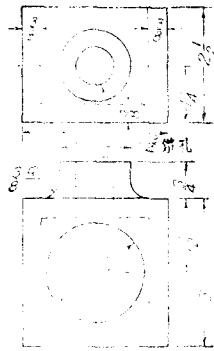


圖 21-63 滑蓋。

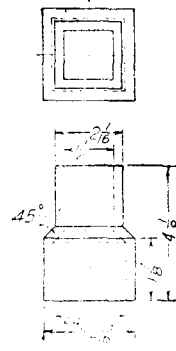


圖 21-64 扳鉗承窩 (Wrench Socket).

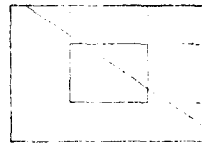
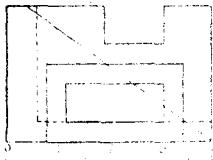
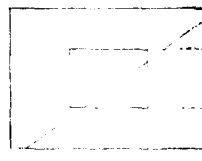
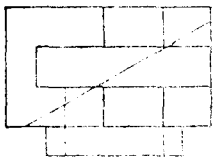


圖 21-65 剖面練習。

圖 21-65 剖面練習。

第 III 類. 斜視圖.

習題 34 至 52. 圖 21-67 至 21-85.

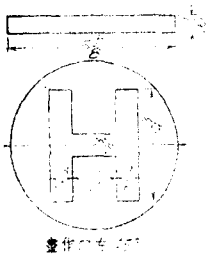


圖 21-67 字母鎖

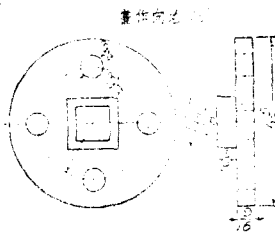


圖 21-68 導板 Guide Plate.

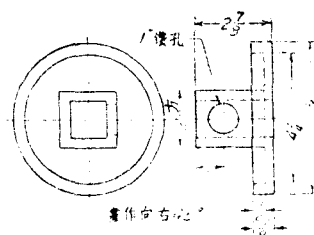


圖 21-69 拉條底座 (Brace Base).

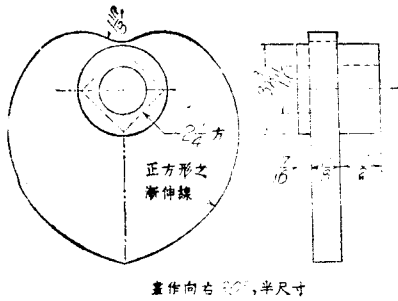


圖 21.70 心形凸輪 (Heart Cam).

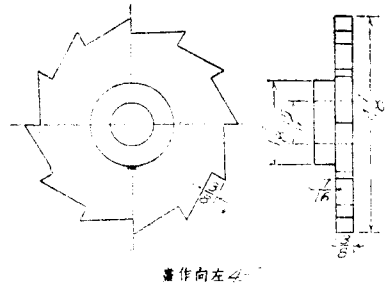


圖 21.71 棘輪 (Ratchet Wheel).

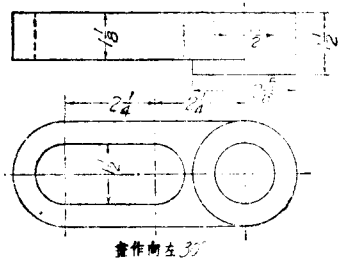


圖 21.72 有槽連桿.

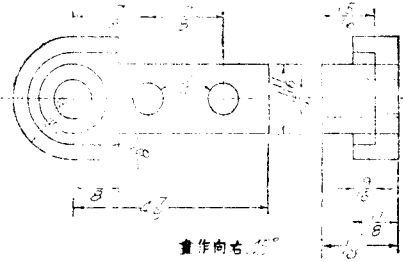


圖 21.73 轉盤 (Swivel Plate).

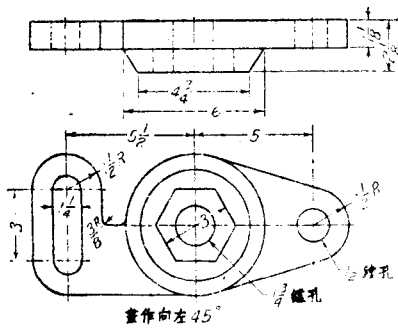


圖 21.74 連桿.

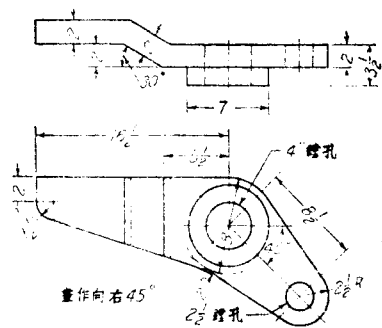


圖 21.75 爪 (Pawl).

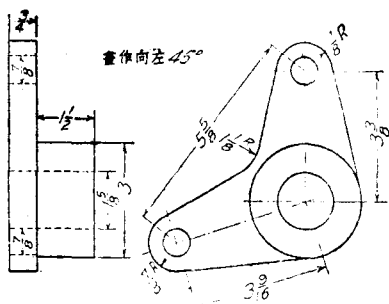


圖 21-76 雙臂曲柄(Bell Crank).

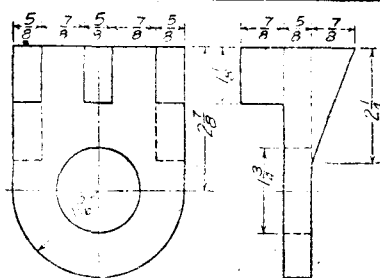


圖 21-77 止板(Stop Plate).

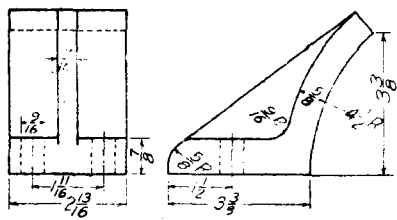


圖 21-78 保護托架(Guard Bracket).

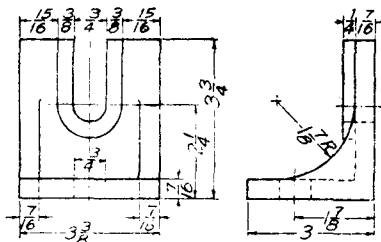
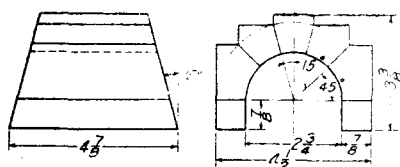
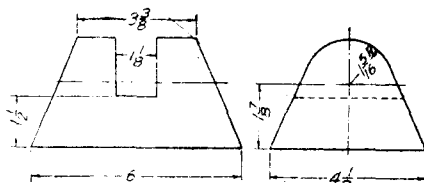


圖 21-79 角軛(Angle Yoke).



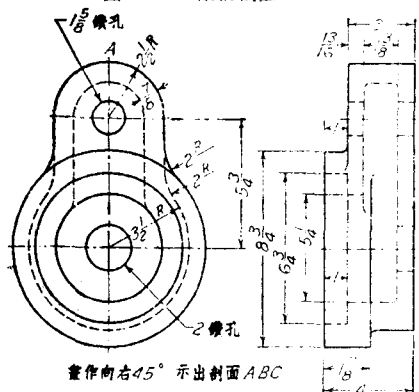
從正剖面量支距, 向右 30°

圖 21-80 陰溝模型.



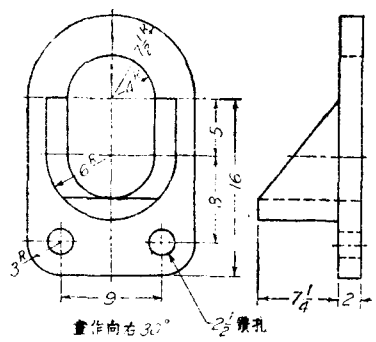
從正剖面量支距, 向右 30°

圖 21-81 有槽導板.



畫作向右 45° 示出剖面 ABC

圖 21-82 汽門蓋(Port Cover).



畫作向右 30° 2 1/8 鑽孔

圖 21-83 支架.

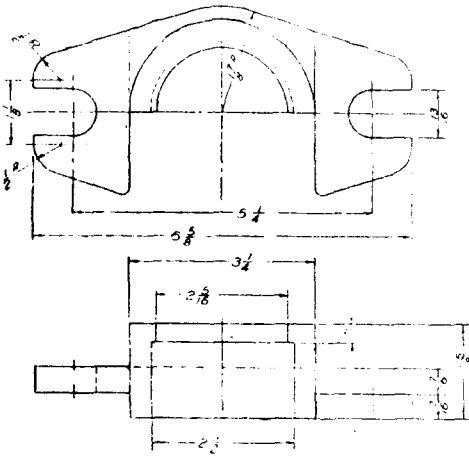


圖 21-84 分裂填函蓋(Split Gland).

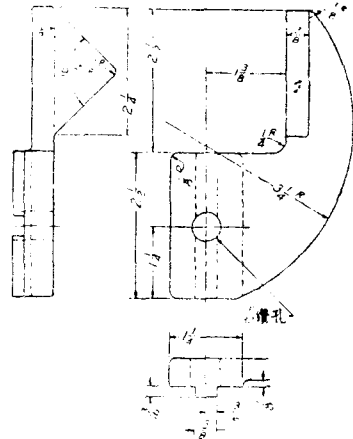


圖 21-85 台夾(Table Dog).

第 IV 類. 斜剖面及半剖面.

53. 圖 9-52. 作皮帶輪托架組合圖中皮帶輪之斜視全剖面.
54. 圖 9-33. 作塔輪(Step Pulley)之斜視半剖面.
55. 圖 9-52. 作皮帶輪托架組合圖中皮帶輪托架之斜視全剖面.
56. 圖 9-32. 作凸緣輪之斜視全剖面.
57. 圖 9-34. 作凸緣皮帶輪之斜視全剖面.
58. 圖 9-51. 作端軸承(Step Bearing)之斜視半剖面.
59. 圖 9-45. 作唧筒凸緣之斜視半剖面.
60. 圖 21-86. 作鋼絲索劈形套(Wire-rope Wedge Socket)之斜視全剖面.

全剖面.

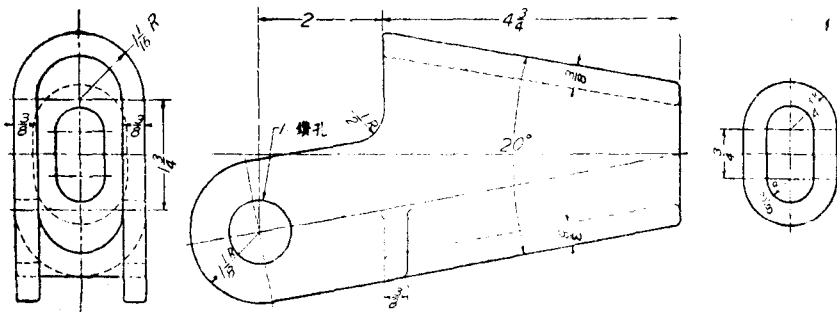


圖 21-86 鋼絲索劈形套.

**第 V 類.** 半斜畫及兩等角畫.

習題 61 至 65. 圖 21·34, 21·35, 21·37, 21·38, 21·57.

**第 VI 類.** 從機件作寫生圖.

不論粗糙之鑄件鍛件或加工之機件,均為練習寫生圖之優良資料. 選擇機件,作等角畫及斜視圖,全剖面及半剖面之練習.

**第 VII 類.** 寫生工作圖.

本章之習題均可作為完備之寫生工作圖之練習. 請遵守第十一章中之寸法原則. 至尺寸數字之形式及安放,可參照第 223 頁.

茲提供下列各題:

- 66. 圖 21·37. 作導塊之寫生工作圖.
- 67. 圖 21·41. 作鉸鏈擋器之寫生工作圖.
- 68. 圖 21·43. 作半夾之寫生工作圖.
- 69. 圖 21·58. 作底板之寫生工作圖(半剖面).
- 70. 圖 21·76. 作雙臂曲柄之寫生工作圖.
- 71. 圖 21·86. 作鋼絲索劈形套之寫生工作圖.

**第 VIII 類.** 讀圖練習. 圖 21·87, 21·88, 21·89.

試為各圖用任一寫生畫法作草圖,以為閱讀正投影能力之考驗. 或加畫正投影視圖,而作為讀圖之練習,祇具二視圖之各圖尤宜如此. 請注意 C-4 之側面有翹曲面.

求圖 Y 之三解; Z-1, Z-2, Z-3 及 Z-4 各圖之二解.

圖 21·89 中末行 AA 至 EE 每題均有數解.



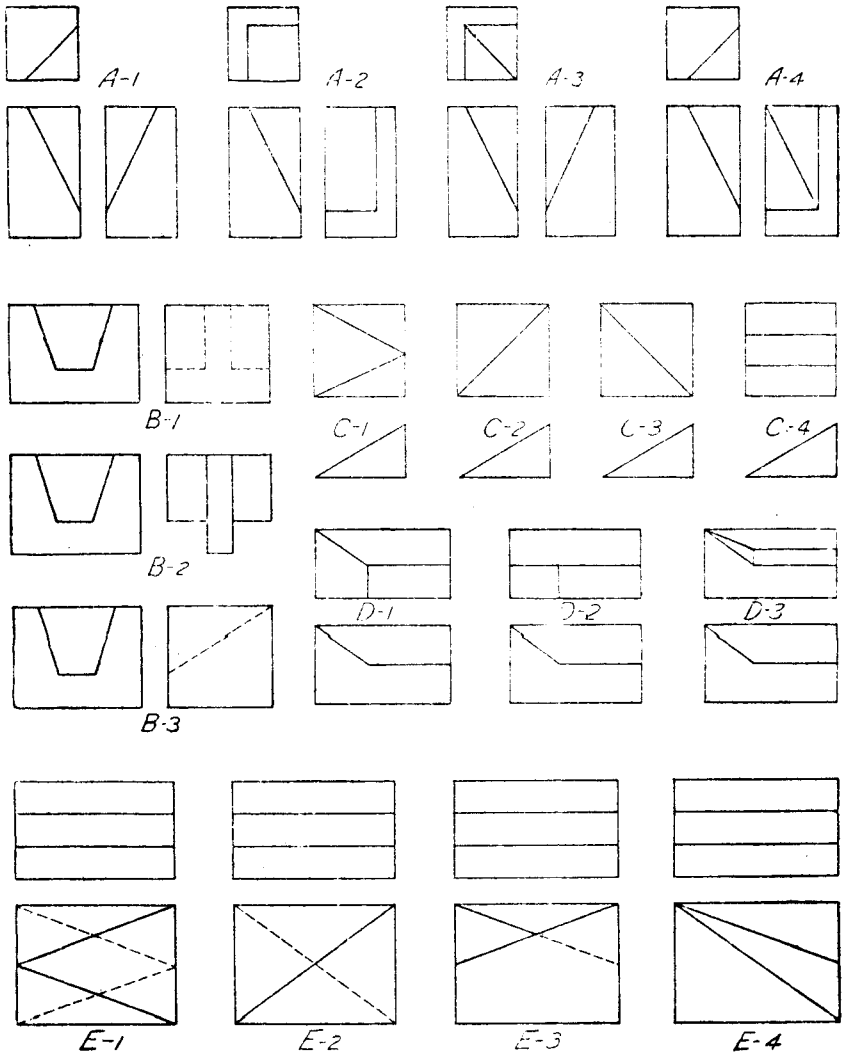


圖 21·87 讀圖練習。

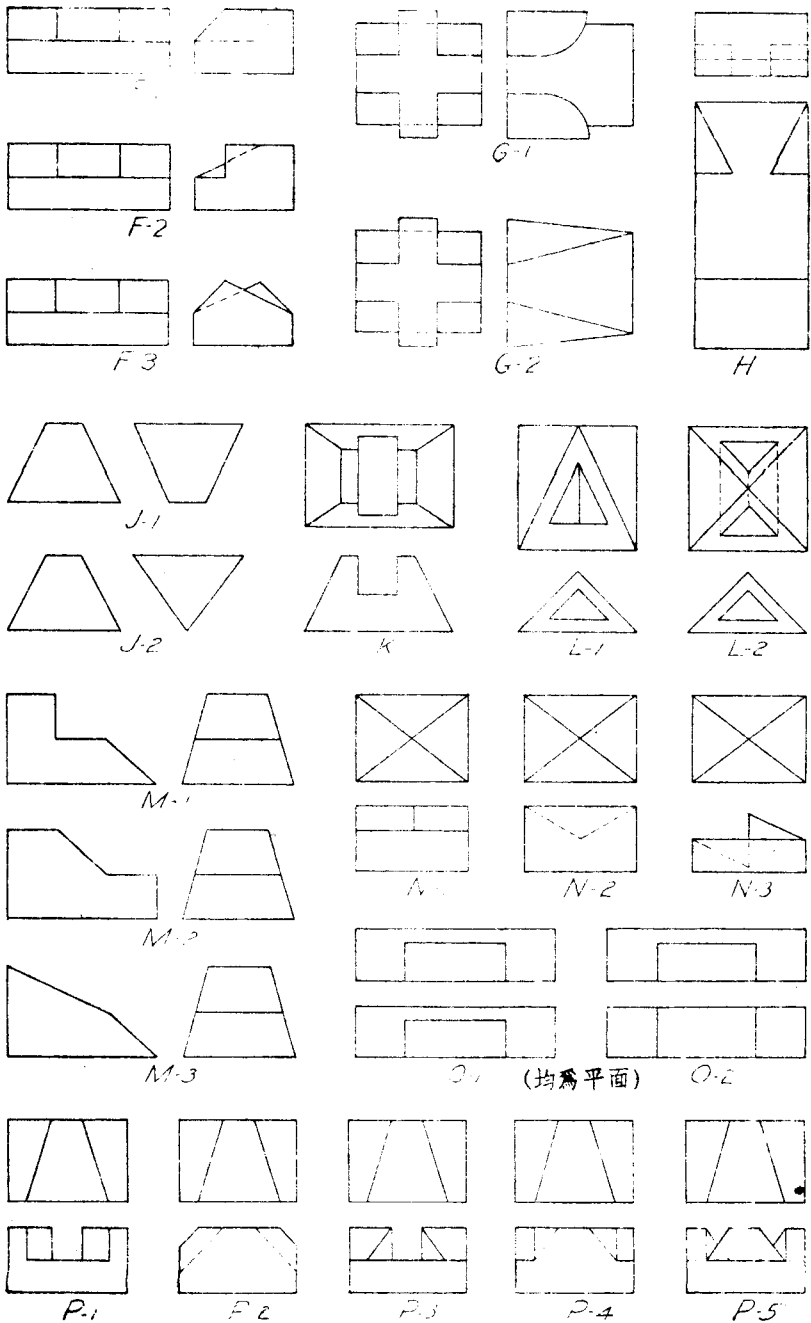


圖 21-88 讀圖練習。

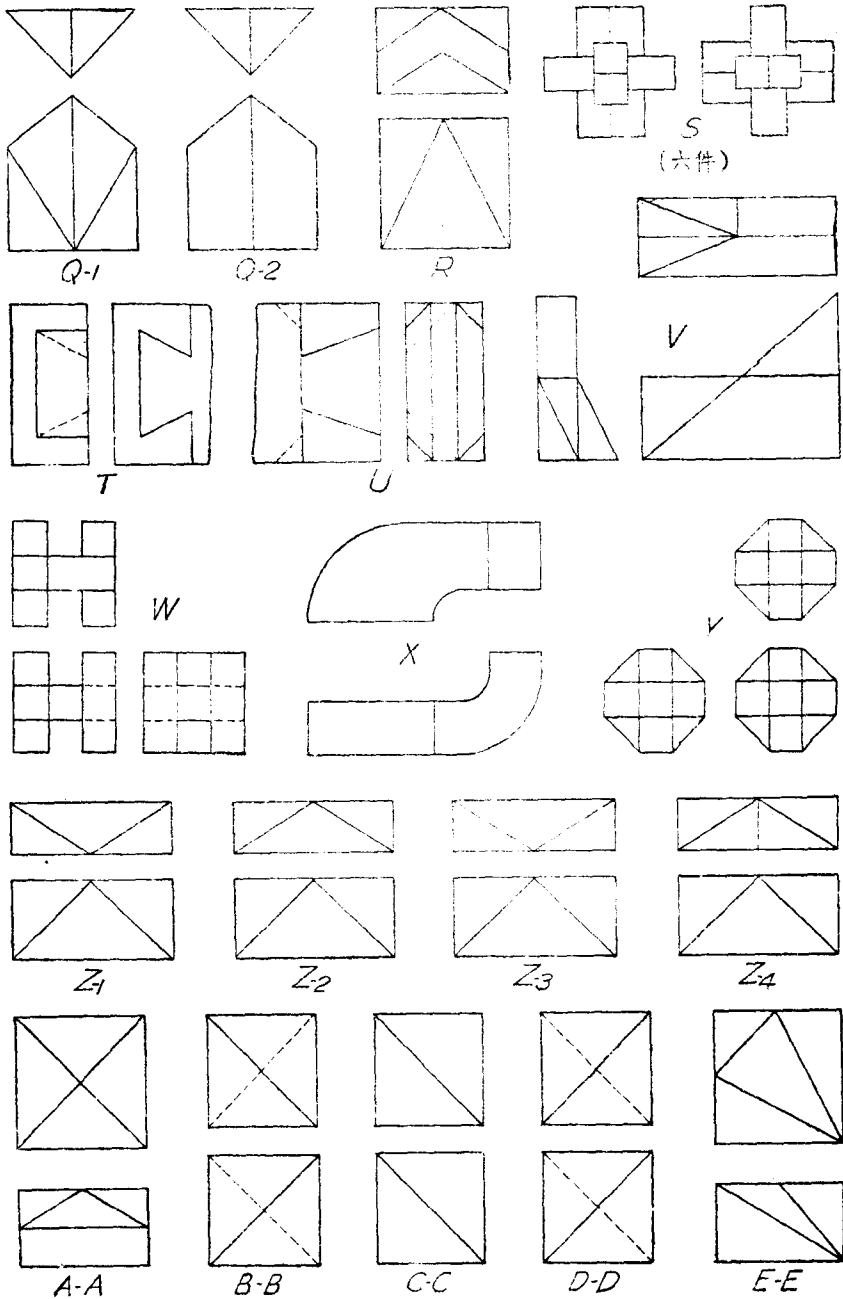


圖 21-89 讀圖練習。

## 第二十二章 透視圖

22.1 透視圖為一種畫法，其表示之物體一如觀察者立於特定位置所見者。從幾何學理言，是即用一畫面割截自人目至物體諸視線而成之圖形。“藝術透視”與“幾何透視”有別：前者乃藝術家依其所見所思而構圖者；幾何透視則在一平面上用機械方法從視圖或物體之尺寸投影而得。投影所得之幾何透視，其原理酷似照相機。

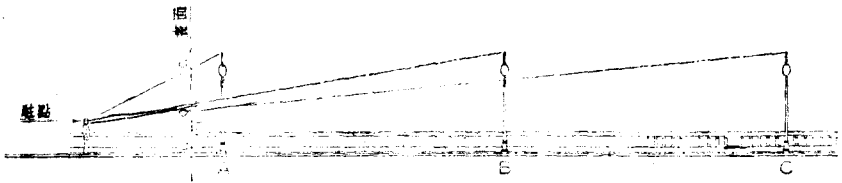


圖 22.1 觀察者及畫面。

透視圖在技術上雖大都用於建築及例圖方面，但任何工程師如能理解此科之原則亦自有益。

22.2 基本觀念。試設想一人立於人行道上，如圖 22.1 所示者，而在彼與街景之間豎立一畫面。從人目至燈桿 A 兩端之視線交畫面於  $aa'$ 。同此，至桿 B 之視線交於  $bb'$ ，兩點間之距離較  $aa'$  為短。相同之物體距離人目愈遠則愈見其短，此現象與我人日常之經驗相符，而為透視圖之大原則。自圖可見：後一燈桿在畫面上所截之距離總較前一燈桿為短，而在無窮遠處之桿則成為觀察者水平視線上一點  $o$ 。

在圖 22.2 中，紙面即為畫面，截距  $aa'$ 、 $bb'$  等在此示作燈桿之高，漸次減小，終則隱於視平線 (Horizon) 上。邊石及欄杆在圖上亦聚斂於同點  $O$ 。故一組水平線消失於視平線上一點；所有之水平面消失於視平線上。燈桿及建築物邊等鉛直線平行於畫面，在無窮遠處穿過之，並在圖上成鉛直線。

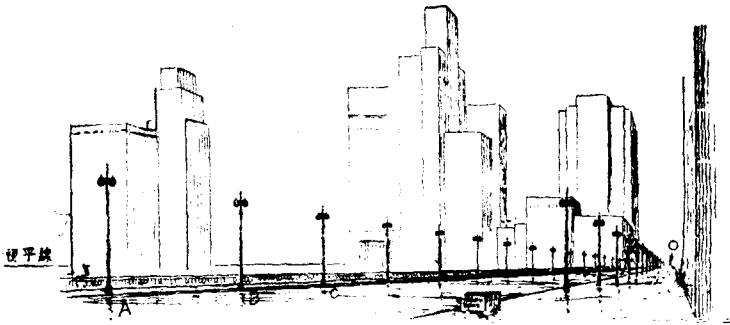


圖 22.2 透視圖。

22.3 定義及術語。圖 22.3 示透視之理論，並將所用之諸點、線及平面標以名稱。觀察者看物體時，選定其“駐點”(Station Point)；通過其目之水平平面稱為視平面 (Horizon Plane)，此平面通常總在物體所在之地平面 (Ground Plane) 之上方。畫面 (Picture Plane) 常在駐點與物體之間，普通為一鉛直平面，垂直於主要視線 (即至物體主要點之視線) 之水平投影。視平線 (Horizon Line) 為視平面與畫面之交線；地平線 (Ground Line) 為地平面與畫面之交線。視軸 (Axis of Vision) 為通過駐點，垂直於畫面之一線。視軸穿過畫面之點稱為視覺中心 (Center of Vision)。

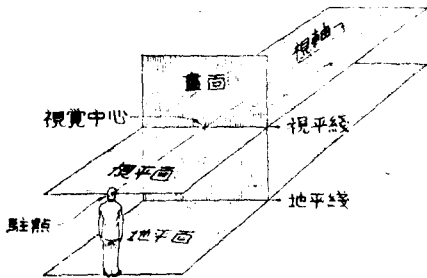


圖 22.3 透視圖術語。

視軸 (Axis of Vision) 為通過駐點，垂直於畫面之一線。視軸穿過畫面之點稱為視覺中心 (Center of Vision)。

22.4 駐點之選取。選取駐點時務需小心，否則恐有圖形失真之虞。若將駐點放於圖之一側，則所得之效果有如看電影時坐於前排之邊位：高度尺寸固無所異，水平距離則不免走樣矣。是故，視覺中心應在圖畫主要點之附近。

側視角 (Lateral Angle of View) 為最外端二視線間之夾角  $\theta$ ，見圖 22.4。若此角太大，則水平線之聚斂太嫌過分，應避免之。圖 22.5 示用各種不同之側視角所

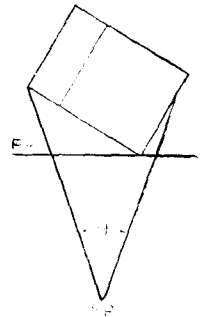


圖 22.4 側視角。

得之各種透視效果。一般而論，用約  $20^\circ$  之角可得最自然之圖畫。

駐點之所在務使觀察物體，得最佳之效果；是以觀察房屋等巨大物體時，輒將該點置於地平面以上約 5 呎處之通常站立高度。小物體則最好能見其頂面及側面，故將駐點提高。圖 22.6 示水平面及最外端之視線間之正視角

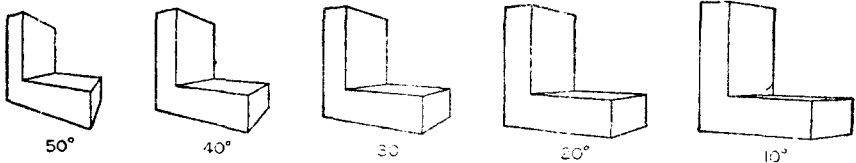


圖 22.5 不同側視角之比較。

(Elevation Angle of View)  $\Omega$ 。圖 22.7 將各種不同之正視角 ( $\Omega$ ) 作對比，

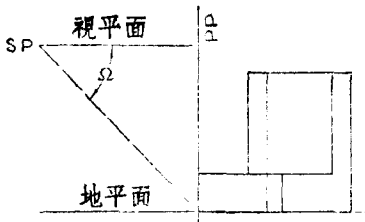


圖 22.6 正視角。

以示各種駐點高度所得之效果。一般而論，用約  $20^\circ$  至  $30^\circ$  之角為最佳。

故得以下之規則：至物體之視線應在一直立圓錐之內；該錐之素線與錐軸所成角度不大於  $15^\circ$ 。

駐點之位置不論在水平或鉛直方向，均應稍稍偏離物體之中心，否則將獲致呆板難看之透視圖。安放物體時亦然，其各面不應與畫面成爲相同之角度；否則亦將生上述之弊。

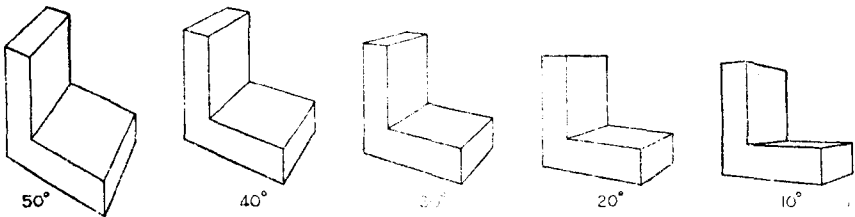


圖 22.7 不同正視角之比較。

22.5 畫透視圖。透視投影所基之原理爲：由人目至物體之視線穿過畫面，在其上形成物體之像。故於圖 22.8 內，線  $YZ$  之像由二視線之穿過點  $y$  及  $z$  所形成。

透視畫法有數種。其原理最簡單而繪畫最費力者爲圖 22.9 所示之純粹正投影法。是法先用正投影作上視及側視圖；並在每視圖內繪出畫面（邊視

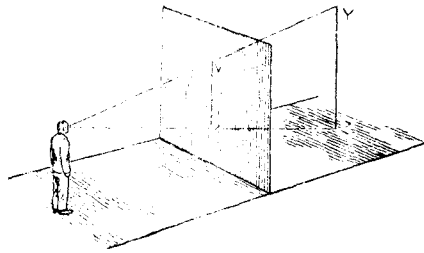


圖 22.8 一線之透視。

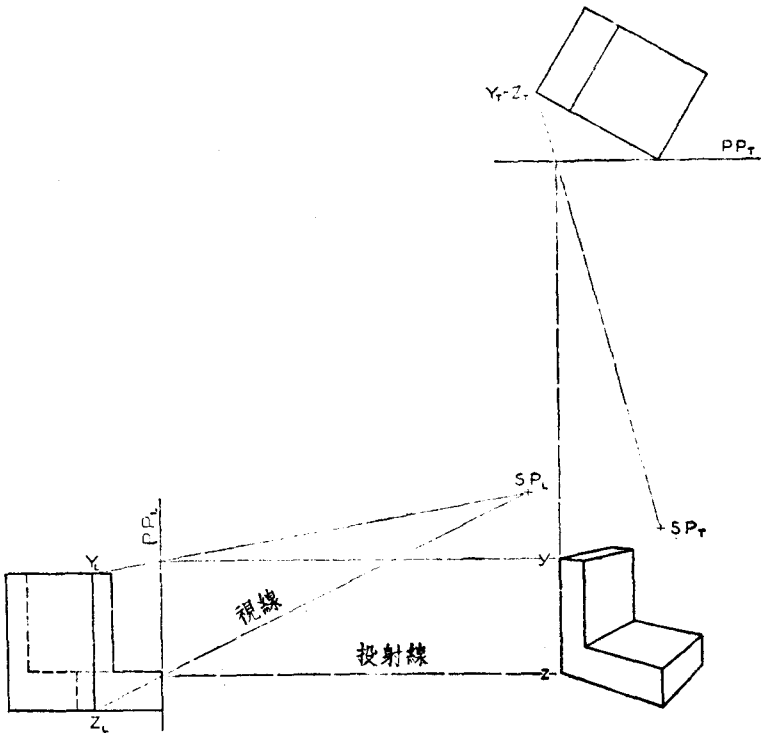


圖 22.9 透視圖，正投影法。

圖) 及駐點。茲假定圖 22.8 中之線  $YZ$  為圖 22.9 中 L 形塊之一邊。至  $Y$  及  $Z$  之視線在上視圖中交畫面，於是定二點在水平方向之位置。做此，視線在側視圖上之交點定  $Y$  及  $Z$  在透視圖上之高度。由此二視圖內之交點之投影，即可求得線  $YZ$  之透視圖。依此繼續行之，以迄全圖之完成。

22.6 應用沒影點 (Vanishing Point) 及量線 (Measuring Line) 可使投影簡便。設今欲畫圖 22.10 之滑塊 (Sliding Block) 之透視圖。先作畫面之邊視圖，圖 22.11，其後繪物體之上視圖。該物體之一側與畫面成  $30^\circ$ ，

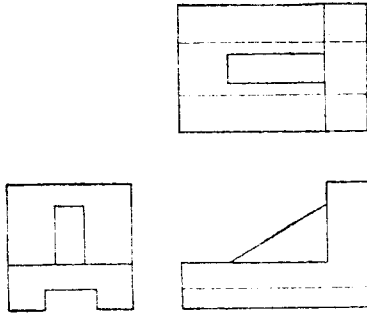


圖 22.10 滑塊。

俾 L 形能較背面為顯著。駐點在中間偏左、離畫面甚遠，以得佳良之視角。於是畫地平線，從圖 22.10 畫該塊之正視圖於其上。再決定駐點之高度，此地使其高出滑塊甚多，俾見頂上諸面；在此高度處作視平線。

在上述地位畫上視及正視圖，若嫌其麻煩，則可從圖 22.10 之正投影圖剪

下，用圖畫釘或製圖帶固定之。

任一水平線之沒影點可如下求之：從駐點作一視線平行於該水平線，求此視線在畫面上穿過之點。故於圖 22.11 內，線  $SP-R$  平行於物體之邊  $AB$ ， $R$  為穿過點。將  $R$  投影至視平線，得  $VR$ ，即為  $AB$  之沒影點，亦為所有平行於  $AB$  之邊之沒影點。 $AC$  及與其平行之所有邊之沒影點  $VL$  以同法求得，見圖。

吾人可設想沒影點之位置如下：想像一邊，例如  $AB$ ，沿地平面向右移動，其與畫面所成之角度不變；其時  $AB$  在畫面上之截距漸漸減小，至最後  $A$  疊合於  $R$  而截距為零。 $R$  必為  $AB$  所有平行線之沒影點之上視圖。

點  $A$  在畫面及地平面內，故其透視  $a$  既在地平線上，又在上視圖之投影線內， $AB$  之透視以下法定之：作一線自  $a$  至  $VR$  (為  $AB$  之透視方向)，將(視線  $SP-B$  之)截距  $Z$  投射至該線，即得  $b$  之位置。

在畫面內之線始得在透視圖上表其真正長度；凡在畫面以後之線均告縮短。職是之故，所有量度均須在畫面內為之。 $AD$  在畫面內，故示作真正高度  $ad$ 。

不在畫面內之鉛直線 (如  $BF$ ) 需要量線作輔助。一鉛直線若能依某一已作成之線移前至畫面，則可在畫面上量度其真正長度。如假想圖 22.11 中之  $BF$  沿  $ab$  移前，以迄  $b$  與  $a$  相疊合為止，是時即可從  $a$  鉛直量度其實長。故



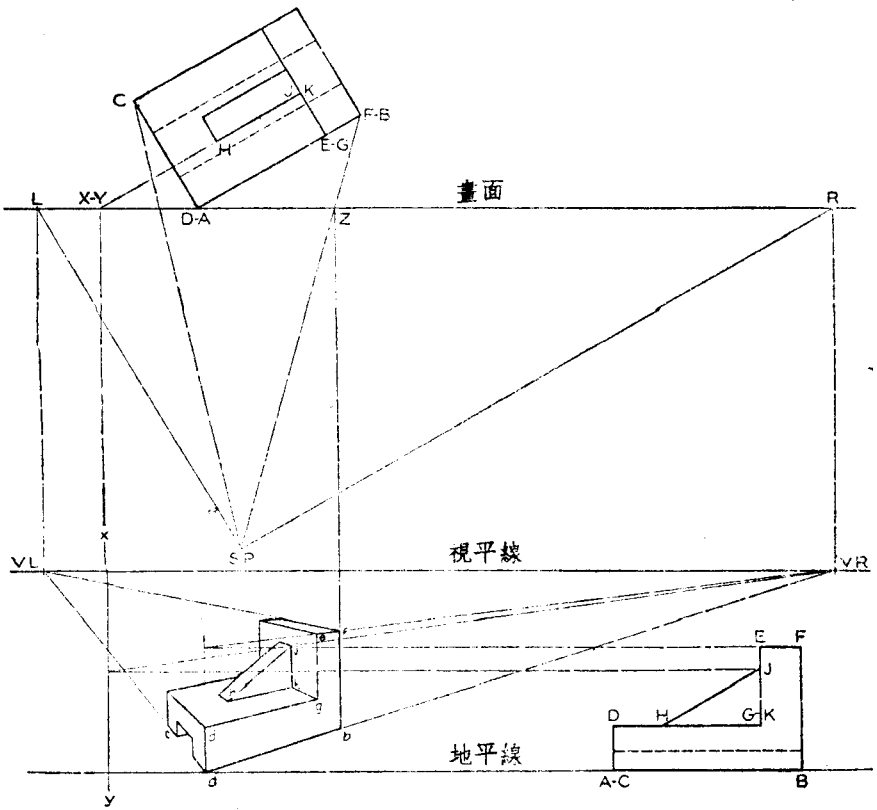


圖 22.11 沒影點及量線之應用。

在  $a$  之鉛直線為包含  $a$  及  $b$  之鉛直平面上所有高度之量線。從  $a$  量下  $f$  之高度，在此高度處作一沒影線 (Vanishing Line) 至  $VR$ ；而後從  $Z$  (是為至  $F$  之視線在畫面上之穿過點) 作一投影線至透視圖，即得  $f$ 。

量線又可設想為畫面與包含所求距離之平面之交線。故  $ad$  之延長線為面  $ABFEGD$  內所有高度之量線。欲畫圖 22.11 中三角形肘，可先延長面  $HJK$ ，使與畫面交於  $XY$ ，於是得  $xy$ ，是為  $HJK$  內所有高度之量線。圖中，在量線  $xy$  上量下  $J$  之高度； $j$  之求法與  $f$  同。

請注意：各高度可用刻度尺量於量線上，或如圖 22.11 所示之從正視圖投射而得。

## 摘要

1. 畫上視圖(畫面之邊)。
2. 將物體置於畫面之適當地位,俾得優良之效果;畫物體之上視圖。
3. 選取最能表達物體形狀之駐點。
4. 畫視平線及地平線。
5. 作諸主要水平邊之沒影點之上視圖,如下二過駐點作諸線平行於各該邊,以交於畫面。
6. 將沒影點之上視圖投射至視平線,於是得透視圖上所需之沒影點。
7. 從駐點作視線至上視圖中物體諸角,定出每視線在畫面上之穿過點。
8. 開始作透視圖,從地面畫起,從最近之角畫至較遠者。

22.7 與畫面平行之諸平面。若物體之鉛直平面上有圓或其他曲線,則可將此面置於與畫面平行之位置。於是曲線顯作真實之形狀。此法稱“平行透視”(Parallel Perspective),亦可用以表示房屋內部,以及街道等深邃之景物。

圖 22.12 中之物體即為按上述原則安放者。平行於畫面之諸水平邊在透視圖上仍為水平,而無沒影點。垂直於畫面之諸水平線與視軸平行,沒影於視覺中心  $CV$ 。除房屋之內部建築圖外,通常將駐點置於物體上方,並向左或右偏,惟均勿過分,以免圖形失真。為便利起見,物體之一面常置於畫面內,則此面之尺寸在透視圖內並不減小。

圖 22.12 中殼之一端在畫面內;故圓心  $o$  從上視圖之  $O$  投射而得,而圓形之邊緣示作真實之大小。中心線  $ox$  沒影於  $CV$ 。欲求中心線  $MN$  之透視圖,可作一鉛直平面通過  $MN$ , 交畫面於量線  $gh$ 。從  $o$  作一水平線與  $gh$  之交點即為  $m$ ; 連結  $m$  與沒影點  $CV$ , 得所求之線。

用  $ox$  及  $mn$  二中心線為骨架,其餘之工作遂得簡化。自駐點作一視線至  $B$ , 穿過畫面於  $J$ , 將其投射至  $mn$ , 遂得點  $b$ 。水平線  $bs$  為較前一臂前面之中心線,由截距  $IJ$  得透視圖中之半徑  $ab$ 。圓孔半徑  $CB$  之截距為  $PJ$ , 由之得透視圖中之半徑  $cb$ 。圓弧  $qy$  之心為  $ox$  上之  $s$ 。畫切線  $lq$  及  $ky$ , 以完成“F”面。

其餘之步驟與畫“F”面一般無二。惟須將諸圓心在中心線上移後,再從畫面上之相當截距求得諸半徑。

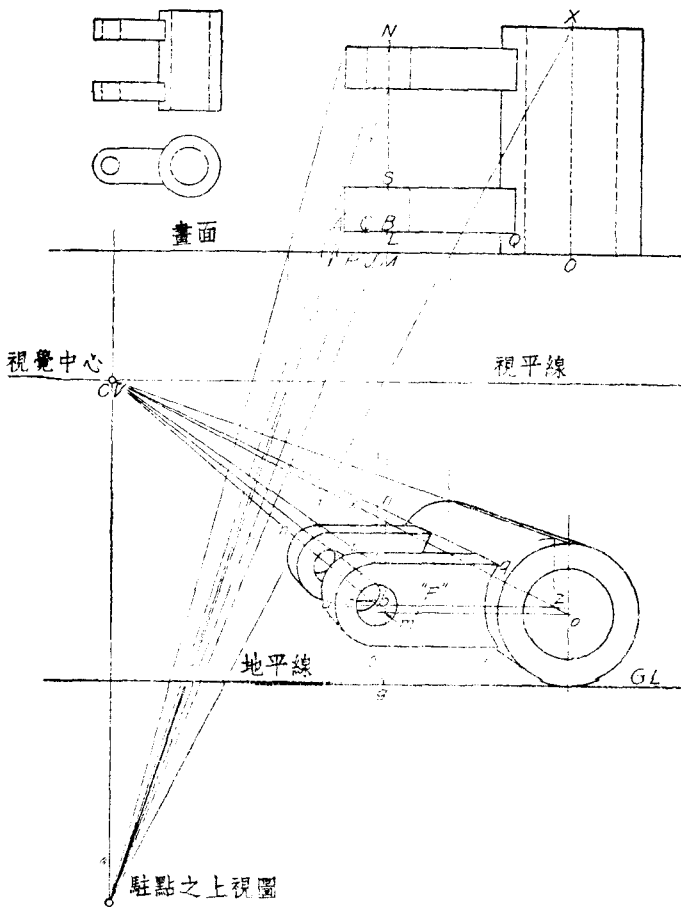


圖 22·12 與畫面平行之諸平面。

22·8 透視圖中之圓。 僅當一圓所在之平面平行於畫面時，該圓之透視始為圓；若由駐點視之其平面成一線，則該圓亦成一線。 在其他之位置，則經透視後成為橢圓，其軸未能迅予決定。 橢圓之長軸往往成某種奇特之角度；除非一鉛直圓之中心在視平面上，則其長軸為鉛直；或一水平圓之中心在視覺中心之正上方、正下方或適在其上，則長軸為水平。 任何情形下，圓心不與橢圓心相疊合；同心圓之透視不為同心橢圓，彼此之長短軸亦罕為平行者。

圓之透視圖可以逐點約繪；若圍圓於正方形中，而定其相切之點以及對角線在圓上之交點，則快速多多，見圖 22·13 所示。 如此定得之八點已足能

藉以畫準確之曲線。先畫正方形及其對角線之透視圖。從二對角線之交點，

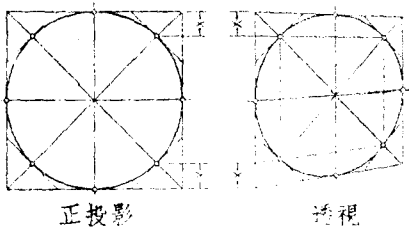


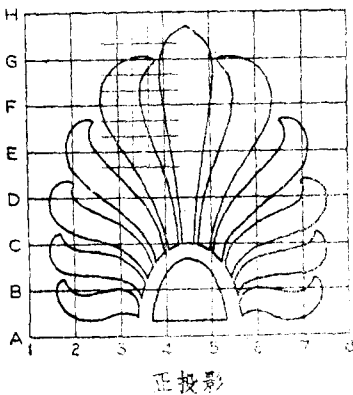
圖 22-13 圓之透視圖。

作圓之鉛直及水平中心線；此二中心線交正方形之處即為曲線上四點。在正視圖中量得 X，移至量線上，從之連結沒影點，即可得對角線上之四交點。

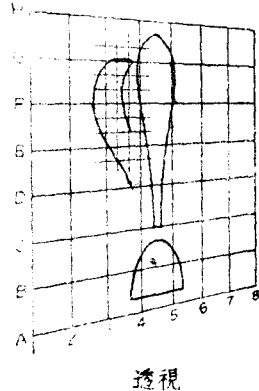
請注意者：該曲線切於外圍諸線，

其方向亦由是等切線確定；若作外切八邊形之透視圖，則曲線之方向確定於八點。

**22.9 分格法 (Craticulation).** 不規則曲線之透視圖可由投射足數之點而求得；但若曲線甚為繁雜，則可用分格法，效果頗佳。用正方形之網格罩於正視圖上，如圖 22-14 所示者；畫網格之透視圖，藉觀察將正視圖之曲線輪廓移繪之。



正投影



透視

圖 22-14 分格法。

**22.10 量點 (Measuring Point).** 前已述及，凡在畫面內之線在透視圖中維持原樣，可用尺直接量度之。利用此原則，在畫一排壁柱 (Pilaster) 之類物件時，可免畫面上截距混淆及投影線太長易致不準等弊。

用量點法時，將一面 (如圖 22-15 中 A 及 B 中間之牆) 迴轉至畫面內 (如 AB')，以備作量度。今既在畫面之內，則整面均可用與上視圖中相同之比例尺量出之；如圖中之 ab' 及該面其他之水平尺寸均沿地平線量度。迴轉時所

繞之軸為鉛直者，任一點均在一水平面內移動。今可將其轉回，乃從駐點作  $BB'$  之平行線至畫面，投射至視平線，得沒影點  $MR$ 。此點稱為量點，其定義：一面之量點為該面真實位置及迴轉位置上相當點諸連線之沒影點。於是將

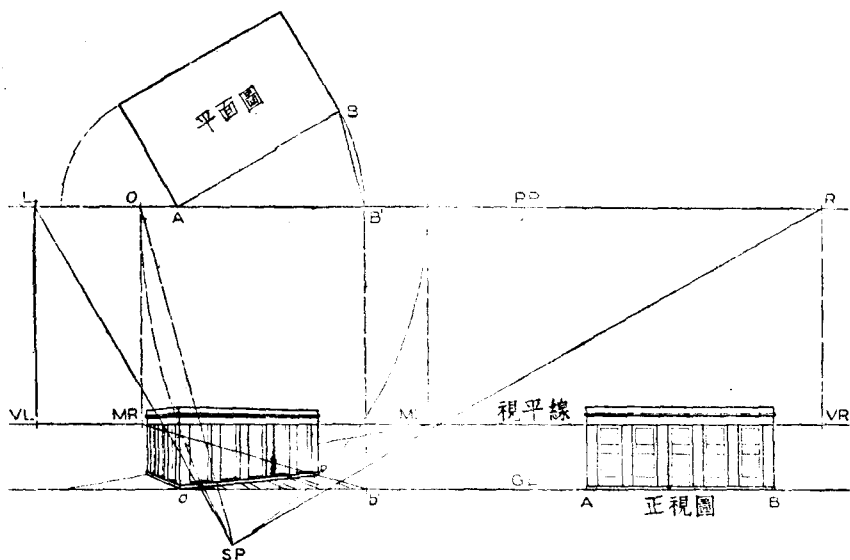


圖 22-15 量點之應用。

$ab'$  上各分點作沒影線至  $MR$ ；每線與  $ab$  ( $AB$  之透視圖) 之交點即決定每壁柱在透視圖中之位置。過  $a$  之鉛直邊在畫面內，故將諸高度量於此邊上。再依前節所述之正規方法完成  $A, B$  間牆之透視圖。畫建築物之側牆時，亦將其迴轉，如所示者，求得量點  $ML$ ，而後依作正牆之法進行之。

製圖員苟能察知三角形  $ABB'$  及  $ROSP$  相似，則決定量點更為簡易。 $AB$  等於  $AB'$ ，故  $RO$  等於  $RSP$ 。故  $MR$  可以下法求之：量駐點與  $R$  間之距離，使  $RO$  等於其長；或以  $R$  為心，作一圓弧自駐點至  $O$ ，如圖所示。從  $O$  投射而得量點  $MR$ 。

22-11 透視平面圖法 (Perspective-plan Method)。用前述各法作物體之透視圖時，常嫌正視圖畫得太人或太小，不能直接應用。將其重畫頗費時間，則作一透視平面圖或較省事。

圖 22-16 中，已設一建築物之屋頂平面圖 (上視圖) 及正視圖。今欲繪其

透視圖，使其前牆角  $ax$  之長度為正視圖中之二倍。 選取駐點，依所需比例作畫面之上視圖、駐點、沒影點及量點。 惟不畫建築之上視圖。 於是繪視平線及地平線，並定沒影點及量點之透視位置。 今開始作透視平面圖。

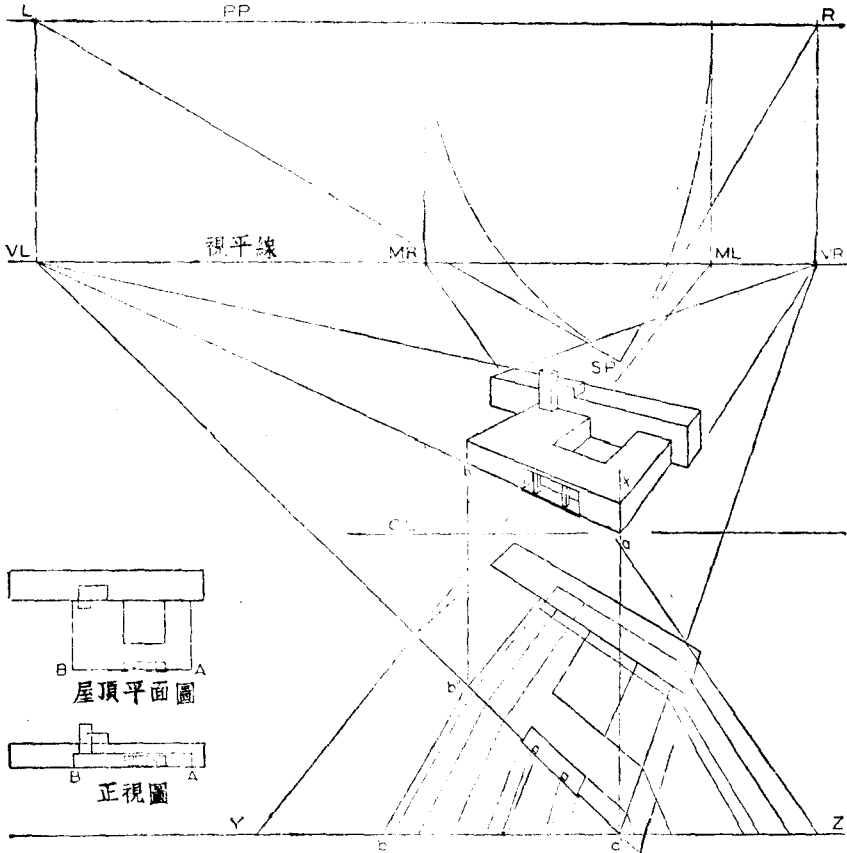


圖 22·16 透視平面圖。

在地平面下相當距離處設一水平面，俾於其上作透視平面圖。 牆角  $A$  之透視平面圖置於  $a'$ 。  $A$  在畫面內，故寬度及深度之量線方向自  $a'$  至  $Y$  及  $Z$  (平行於視平線)。 在  $a'$  量  $AB$  至  $b'$ ，將其沒影至  $ML$ 。  $AB$  自  $a'$  沒影至  $VL$ ， $a'VL$  與  $b'ML$  之交點決定  $B$  在透視平面圖中之位置  $b''$ 。 繼續行之，以完成此平面圖。

從此平面圖投射，用前繪之視平線及地平線作所求之透視圖。 由  $a'$  投射，

在地平線上定牆角  $a$  之位置。  $AB$  從  $a$  沒影至  $VL$ ，由  $b''$  投射而得  $b$ 。高度在  $ax$  上量度之，或視情形需要而用其他之鉛直量線。照常法完成透視圖。

22.12 迴轉平面圖法 (Revolved-plan Method)。此法所基之原則為：欲求任一點之透視圖，可先作通過此點之二線之透視圖。今特定水平之二線，其一垂直於畫面，他一與之成  $45^\circ$ 。照正常之畫法，上視圖及透視圖互相重疊；為避免混淆計，不將上視圖畫於正常之位置，將其迴轉  $180^\circ$ ，而在畫面之前方繪其倒轉之圖形。圖 22.17 示花磚地之透視。幻像視圖  $ABCD$  為正常之上視圖； $AB'C'D'$  為迴轉後之視圖。請注意迴轉時以疊合之畫面及地平

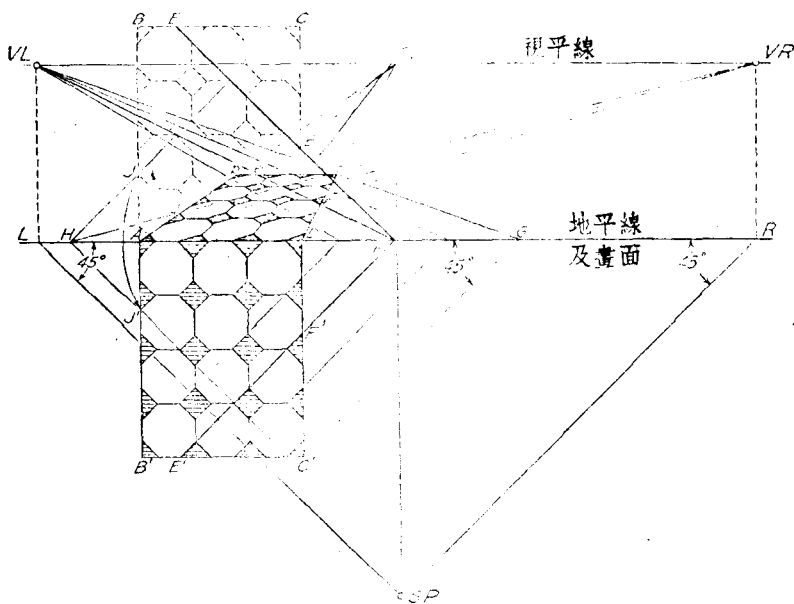


圖 22.17 迴轉平面圖。

線為軸。任一線  $EF$  迴轉至  $E'F'$ ，其公交點為  $P$ 。欲作任點之透視，可作通過此點之二線。凡垂直於畫面之線沒影於  $CV$ ；與畫面成  $45^\circ$  之水平線沒影於  $VL$ 。另一組  $45^\circ$  線沒影於  $VR$ 。

若不畫上視圖，則可在地平線上量度距離，以作透視圖。將長度  $DC$  自  $D$  量至  $G$ ，使  $G$  沒影於  $VL$ ，與  $D CV$  之交點即為  $C$  之透視圖。其他各點以同法作之。

22·13 傾斜線 (Inclined Line). 凡既不平行又不垂直於畫面或視平面之線稱為傾斜線。過任意線可作一鉛直平面；若求得此平面之沒影線 (Vanishing Line), 則平面內一線必沒影於此線上某點。諸鉛直平面沒影於諸鉛直線；諸水平面沒影於一水平線 (視平線)。圖 22·18 中, 點  $a, b, c, d$  及  $e$  均為用前述各正規方法求得者。水平線  $ab$  之沒影點為  $VR$ 。過  $VR$  之一鉛直線為平面  $abc$  及所有與其平行之平面之沒影線。  $de$  之延長線交此沒影線於  $UR$ , 是即  $de$  及所有與其平行之邊之沒影點。

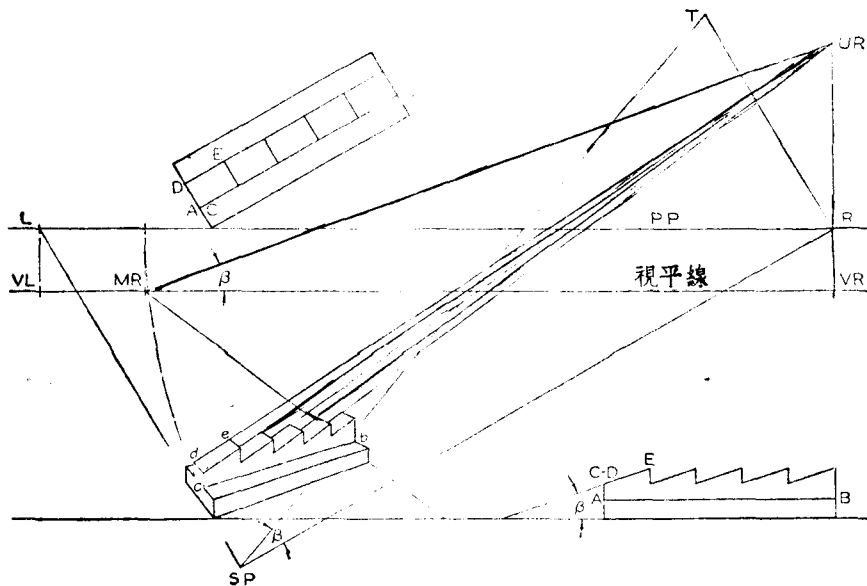


圖 22·18 傾斜線之沒影點。

傾斜線之沒影點亦可由以下之理論求得之：移動任意線，而不變其與畫面所成之角，以迄該線顯作一點時為止，即可求得其沒影點。故求  $de$  之沒影點時，可過駐點作一線平行於  $DE$ ，並求其在畫面上之穿過點。此可作  $SP T$  與  $SP R$  成  $\beta$  角，再作  $RT$  垂直於  $SP R$ 。  $RT$  即為沒影點  $UR$  在  $VR$  上之高度。

若畫圖時已用量點，則可應用其中一點以決定一組傾斜線之沒影點。以前決定該組傾斜線所在之各平行鉛直平面上之水平距離時，應用何一量點，今即在其處量出  $\beta$  角；至角邊之在視平線上方抑下方，則端視各傾斜線從前方看去為上傾抑下傾而定。此角邊交於包含傾斜線系之各鉛直平面之沒影線，即



為沒影點之位置。

22.14 傾斜平面 (Inclined Plane). 凡既不平行亦不垂直於畫面及視平面之任何平面，稱為傾斜平面。求其沒影線，可先求其上任意二組平行線之沒影點。例如欲求圖 22.19 中平面 ABCD 之沒影線 VL UR，則水平邊 AD 及 BC 之沒影點 VL 為其上一點，傾斜邊 AB 及 DC 之沒影點 UR 為另一點。

吾人時需繪畫二傾斜平面之交線。此交線沒影於二平面之沒影線之交點。圖 22.19 中二屋頂平面之沒影線之交點 J 即為該二平面交線之沒影點。

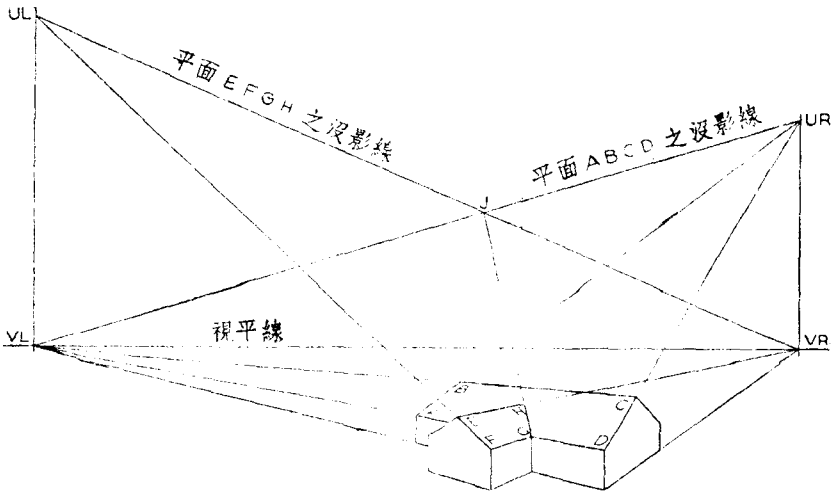


圖 22.19 傾斜平面之沒影線；二傾斜平面交線之沒影點。

22.15 傾斜畫面。用通常之透視方法作圖，大多數之物體或建築均能有良好效果。有時遇到摩天樓等高大建築，則最好將鉛直邊亦示作收斂狀。駐點愈近建築物，此效果愈顯著；若仰觀時頭須向後傾，則視軸及畫面均傾斜矣。

圖 22.20 示在一傾斜畫面上用正投影法畫透視圖。已設上視圖及右側視圖(在第二位置)，選取駐點，並在側

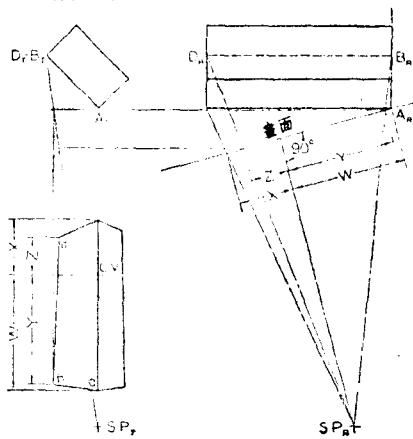


圖 22.20 傾斜畫面，正投影法。

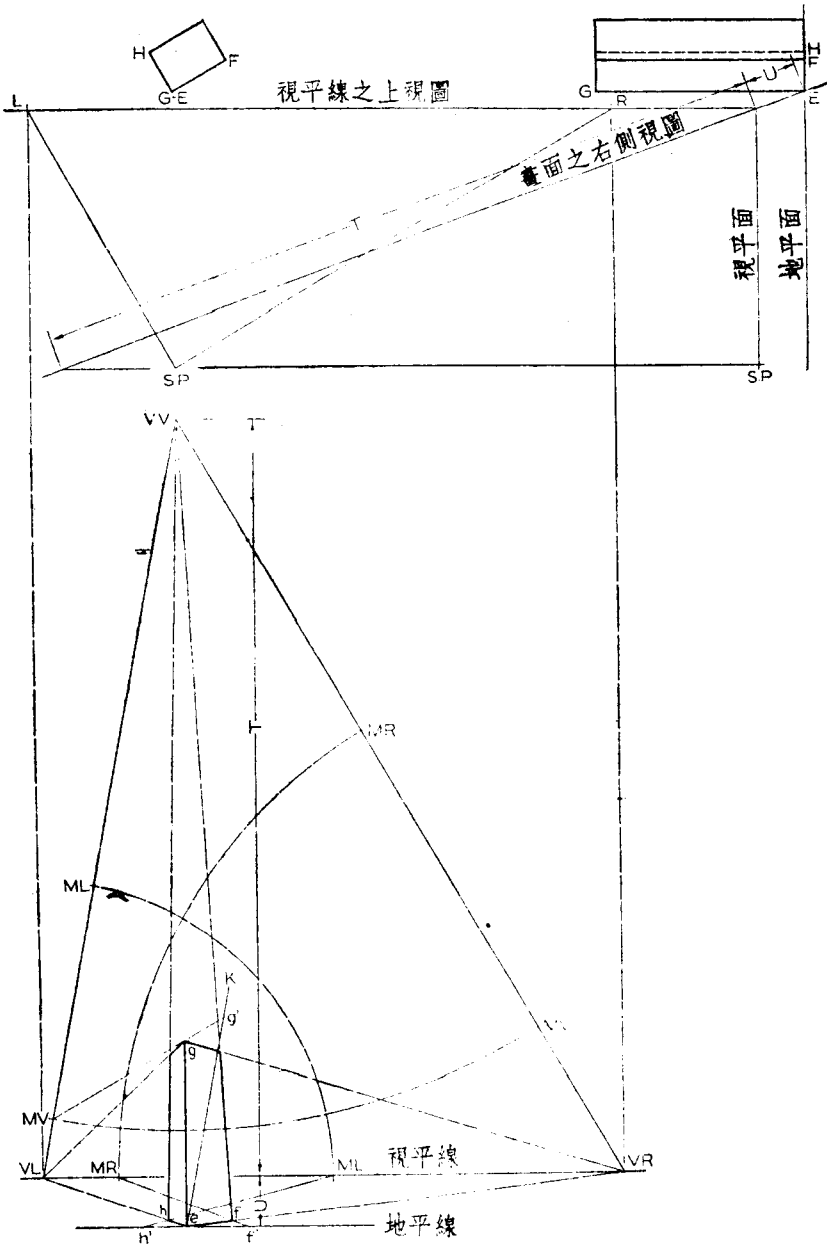


圖 22-21 傾斜畫面，沒影點及量點法。

視圖中畫傾斜之畫面。既為傾斜，故在上視圖中並不示作一邊。先在側視圖中定每視線之穿過點，將其投射至上視圖中之對應視線上。乃將此等交點投射至透視圖，再從側視圖量度“畫面高度”以得透視圖上各點。

圖 22·21 所示之法應用沒影點及量點，包涵較多。視平面與傾斜畫面交於視平線，是即所有水平面之沒影線。此與用鉛直畫面之情形無異。欲求任何平行線系之沒影點，可通過駐點，作一線平行於該線系，抵達畫面。圖 22·21 中視平面與畫面之交線在側視圖中顯作一點，將其投射至上視圖。過駐點，作線平行於  $EH$  及  $EF$ ，穿過畫面於視平線上之  $L$  及  $R$ ，於是得  $EH$  及  $EF$  之沒影點之上視圖。將其投射至透視圖中之視平線上，定出  $VL$  及  $VR$ 。

諸鉛直邊之沒影點求法相似。在側視圖中過駐點作一鉛直線，其與畫面之交點至視平線之距離為  $T$ （沿畫面量度）。在駐點之鉛直投射線上，從透視圖中之視平線起量出此段距離，定得  $VV$ ，是為諸鉛直邊之沒影點。

將點  $e$ （在畫面之內地平線之上）置在該點上視圖投射線之上，視平線下距離  $U$ （沿畫面量度）之處。

矩形柱諸相互垂直邊之三沒影點構成一三角形，其邊即為該物體諸面之沒影線。從透視圖中之沒影點，沿二沒影線量下該沒影點至駐點之真實距離，即可得二量點。故  $ML$  在沒影線  $VL$   $VV$  及  $VL$   $VR$  上； $MR$  在  $VR$   $VV$  及  $VR$   $VL$  上； $MV$  在  $VV$   $VL$  及  $VV$   $VR$  上。沒影於  $VV$  之各邊可在沒影於  $VV$   $VL$  或  $VV$   $VR$  之各平面上量度之。在畫面上某點作諸量線平行於適當之沒影線。從側視圖上量  $EG$  之高度，移於量線  $eK$  上，得  $g'$ ；從  $g'$  沒影於  $VL$   $VV$  上之  $MV$ ，其線與  $eg$ （從  $e$  沒影於  $VV$ ）相交，乃定  $g$ 。將邊  $EF$  量於量線  $ef'$ （地平線）上，沒影於  $MR$ （在視平線上）；此線與沒影於  $VR$  之  $ef$  相交，乃定  $f$ 。做此得  $h$ 。將各邊沒影至適當之沒影點，以完成透視圖。

22·16 圓柱形畫面。視角過寬則失真太甚。可用圓柱形畫面，以代正常者，而免此弊。駐點放在圓柱面之幾何軸上。若水平方向之視角太寬，則柱軸須鉛直。若鉛直方向之視角太寬（如高聳之建築物），則柱軸須水平。

圖 22·22 中數幢房屋在水平方向佔地甚多，而高度則相形之下，甚見其低。先畫房屋之上視圖，再選取駐點及畫面。在柱面上設各素線，於透視圖上作柱面之展開圖。從駐點作視線至建築之角，將其於畫面上之穿過點之地位

定於展視圖（即透視圖）上，以得牆角在水平方向之位置。

高度須量度在畫面之內，而後將其沒影於適當之沒影點。柱面上之沒影線非復為直線而為橢圓，沒影點有二，是為橢圓長軸之二端。雖然，凡與畫面軸平行之邊，及經過駐點垂直於軸之邊則為直線。

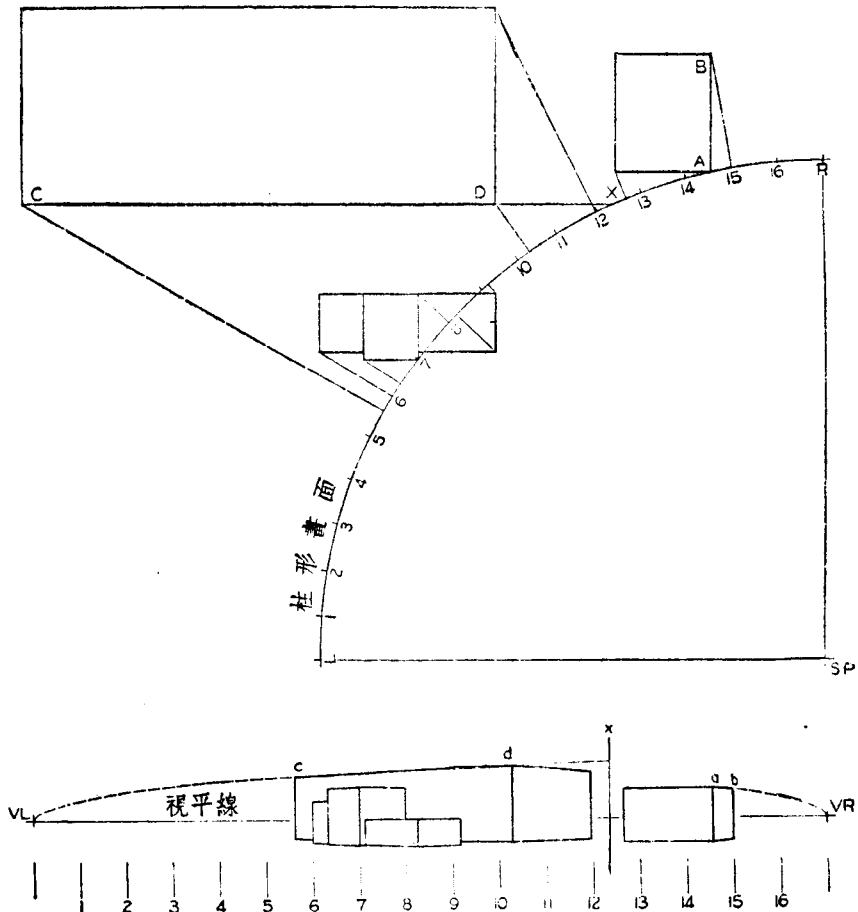


圖 22.22 柱形畫面之應用。

今柱形畫面為鉛直者，所有水平邊之長軸與視平線疊合，其長度等於柱面圓周之半。欲定  $ab$  之沒影點，先畫一線經過駐點，平行於  $AB$ 。將該線在柱面上之穿過點  $R$  定於展視圖上，即為所需之沒影點  $VR$ 。包含  $AB$  透視圖之

橢圓之心在 VR 左方四分之一柱面圓周處。將角 A 在畫面內，故可直接量其高度。為該橢圓作一梁規 (Trammel)，用以在前定之水平位置內描繪  $ab$ 。凡不與畫面相接觸之邊，則可延長而使相遇，如邊  $CD$ 。於是可在  $x$  量下鉛直高度，再用上述之步驟求該邊之透視圖。

### 習 題

下列為各種不同之物體，供作透視圖用者。其他各章中之正投影圖亦可取用之。

1. 圖 22·23. 雙楔塊 (Double Wedge Block).

圖 22·24. 有槽托 (Notched Holder).

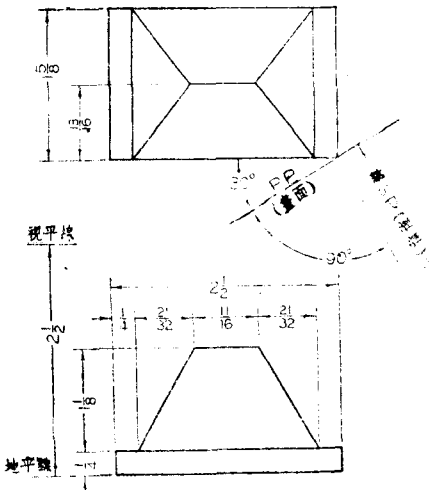


圖 22·23 雙楔塊。

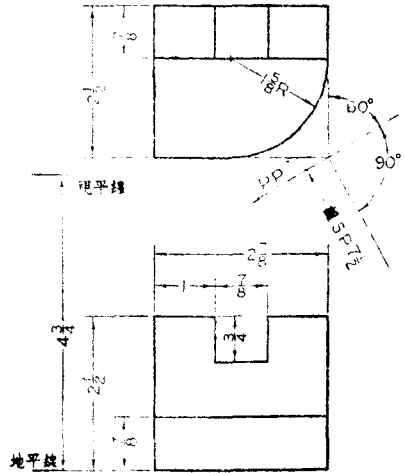


圖 22·24 有槽托。

3. 圖 22·25. 曲柄 (Crank).

4. 圖 22·26. 角耳 (Corner Lag).

5. 圖 22·27. 房屋 (House).

6. 圖 22·28. 教堂 (Church)

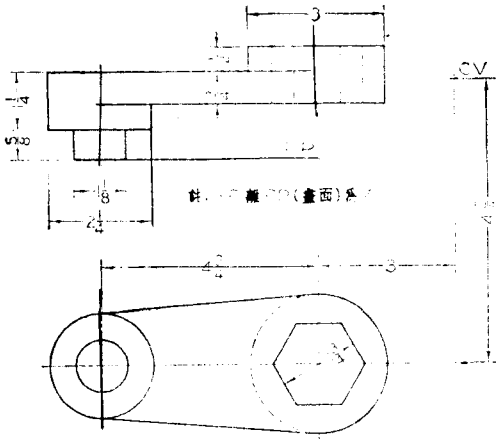


圖 22.25 曲柄.

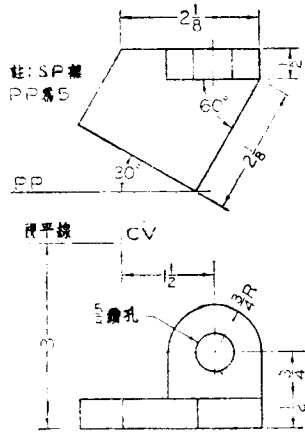


圖 22.26 角耳.

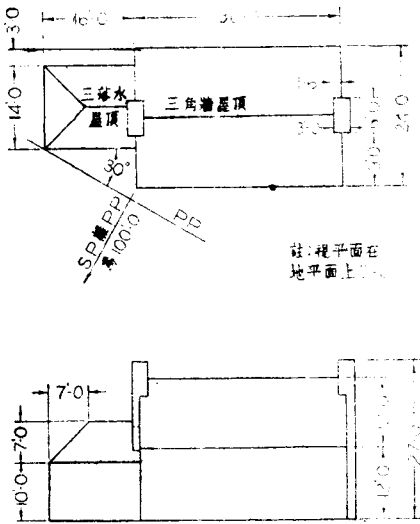


圖 22.27 房屋.

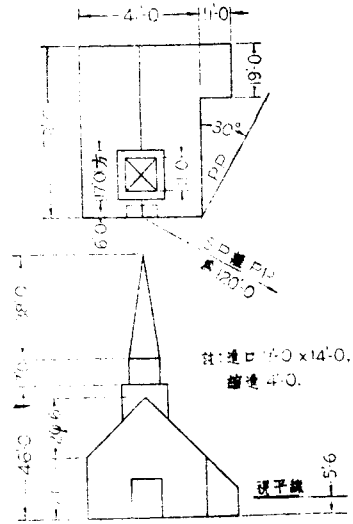


圖 22.28 教堂.

## 第二十三章 寫生草圖

23.1 第十九章中力言工程師須有作草圖之本領；惟彼時特指正投影草圖，今則更須聲明：工程師而繪製寫生草圖未屆純熟敏捷之地步，則其於圖解文字，尚有缺陷。

當設計及發明時，腦中首先呈現寫生畫式之觀念，即宜作初步寫生草圖，以保留此觀念。再從之作初步之正投影設計草圖。荷遇事主或工人不能充分了解一物體或某種構造細節之正投影圖，則可作寫生草圖以解釋之。遇難以看懂之工作圖，則可開始作其寫生草圖；通常畫至半途，而正投影圖已瞭如指掌。記錄同一物件，往往以寫生草圖為佳，而其製作輒又較為迅捷。年青之工程師幸勿自以為缺少“藝術天才”而遽告失望。草圖為資料之記錄，並非藝術作品。工程草圖或藝術作品兩者僅有一共同之必需條件，即“良好之比例”是也。

23.2 方法。依並不精密之分類言之，寫生法有三種：不等角投影、斜投影及透視。前二者之用器畫法已在第二十一章中詳述，第三者則於第二十二章中述之。

23.3 不等角投影草圖。在心目中構成清晰之幻象後，首即選擇觀察物體之最佳位置，於焉定三軸之方向。讀者想必記得：代表三互相垂直之線之三軸有無窮多之位置，但以等角位置為最簡單。若其需顯示物體頂面之形相，則草圖可在等角位置上畫之；否則，宜將兩橫軸（Cross Axis）與水平線所成之角大為減小，如此所得效果較佳，失真較少，見圖 23.1。草圖上不作量度，故可將諸軸縮畫，使所得之比例最為悅目；再者，若將退隱線稍稍收斂，可更為減少失真之程度。輪廓為矩形之物體最宜用不等角投影法作草圖。圖 19.13 示寫生草圖之數例。

George J. Hood 所用之設定兩水平軸方向之法，為先畫一水平橢圓（若

加練習，即可以手臂一揮完成之），圖 23.2。在某點（如 A）作一切線。過 A 及橢圓中心，作其軛直徑之一；在此直徑之他端，作第二切線平行於第一切線。

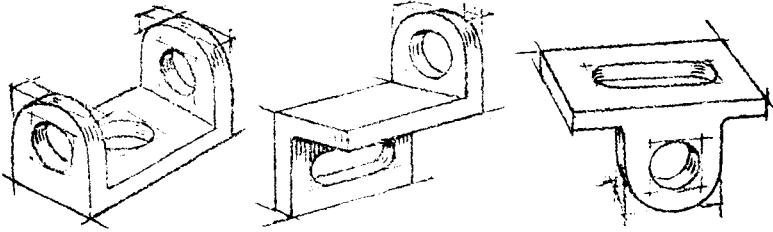


圖 23.1 選取軸線。

畫平行於直徑之二邊，以完成不等角投影之正方形。

既設諸軸，遂可粗定草圖之主要輪廓，將圓柱形部分包於正方柱內。寫生畫中之圓恆為橢圓，其長軸垂直於圓之旋轉軸。故其短軸在圖上疊合於旋轉



圖 23.2 設定軸線之橢圓法。

軸線，圖 23.3。先定諸軸，乃依圖 23.4中之法行之；完成主要輪廓後，再加上細節，俾得保持比例。苟非描繪物體所必需，勿用隱線。

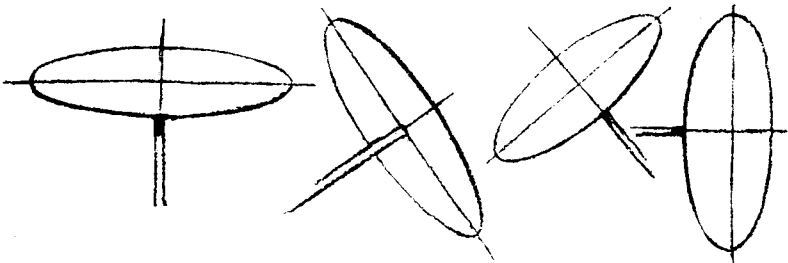


圖 23.3 橢圓軸與旋轉軸之關係。

請特別注意，由上述規則，在水平面上所有之圓畫作橢圓，其長軸為水平，



加註寫生草圖之尺寸，必須小心。 延伸線必在加尺寸之平面上或與之垂直。

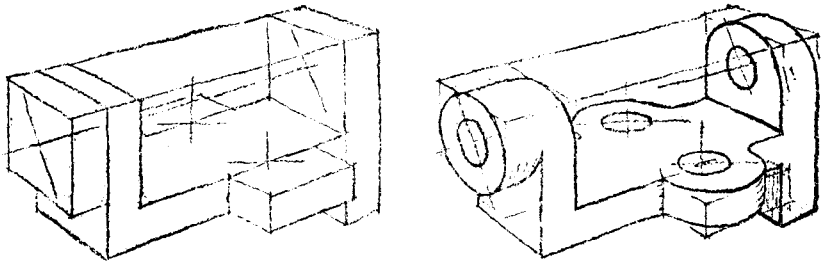


圖 23.4 作草圖。

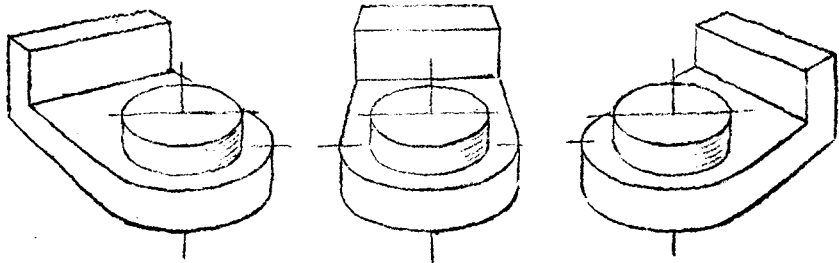


圖 23.5 不等角投影中之水平圓。

**23.4 斜投影草圖。** 斜投影可使物體之一面保存原樣，對作草圖特具價值；而用儀器作斜視圖所生之橫軸方向之過度失真，在作草圖時又可藉縮畫橫軸而大大減少之，圖 23.6，將平行於橫軸之線收斂，可獲得平行透視之效。有時稱不等角投影及斜投影中線之收斂為“假透視”(Fake Perspective)。

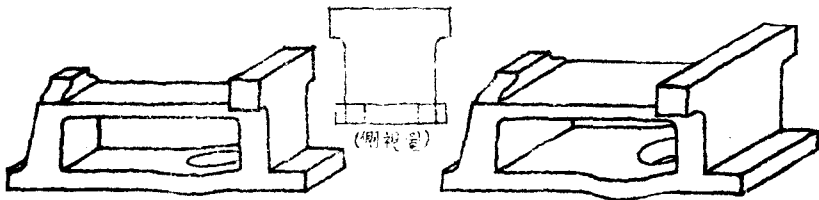


圖 23.6 縮畫及不縮畫之斜投影草圖。

**23.5 透視草圖。** 用透視法所作之草圖遠為悅目。從一意想結構物之平面圖及正視圖作透視圖，須知透視圖之原則；但直接從物體作透視草圖，則

祇需觀察普通之透視現象即可進行作圖。此影響吾人所見之一切物體之現象乃如下所述：凡物體離目愈遠，則愈見其小；平行線宛若在後方收斂；水平線及水平面似若“消失”(To Vanish)於視平線(Horizon)上。

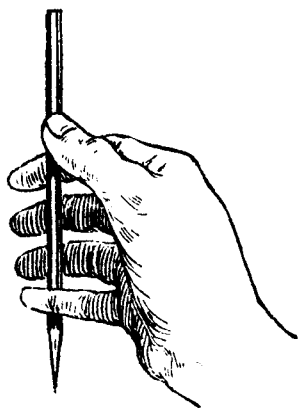


圖 23.7 比例之估計。

比例，圖 23.7。

草圖須用靈活粗疏之線條輕輕繪之；在未完工前不應擦去任一線條。勿將草圖畫得太小。

從物體作草圖時，先將其放於能得最佳視圖之位置；乃畫主要線之方向，使超出圖形之界限，趨向於其沒影點。畫所有圓及圓弧之外切正方形。開始作圖形：先畫主要輪廓，次及細節。再用較重之線加濃草圖。良好之製圖員常用表面描陰法(Surface Shading)(註)；初學者則應謹慎嘗試之。圖 23.8 示“一點”透視草圖(“One-point” Perspective Sketch)在構圖線尚未擦去前之形狀。圖 23.9 為斜透視草圖。

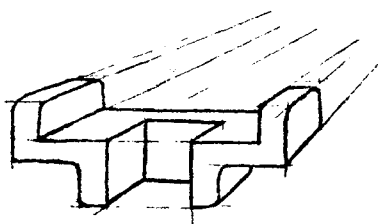


圖 23.8 平行透視草圖。

23.6 從記憶作草圖。作草圖達到純熟之地步後，即可經常而有系統從

譯者註。表面描陰法見第 24.5 節。

記憶作之；如此可以增強對形式之記憶，而“貯藏”觀察力之能力亦大為增加。作此功夫務須依照下列步驟：第一，閱讀簡易之寫生圖，乃從記憶描繪之；第二，讀正投影圖再描繪之；第三，記憶寫生圖，而後作正投影圖；第四，觀察鑄件及機器，從記憶作正投影圖；第五，研讀正投影圖，再從記憶繪成寫生草圖。

專心研讀圖樣，記得每一細節，以備將來之摹想（觀察所費時間雖非重要

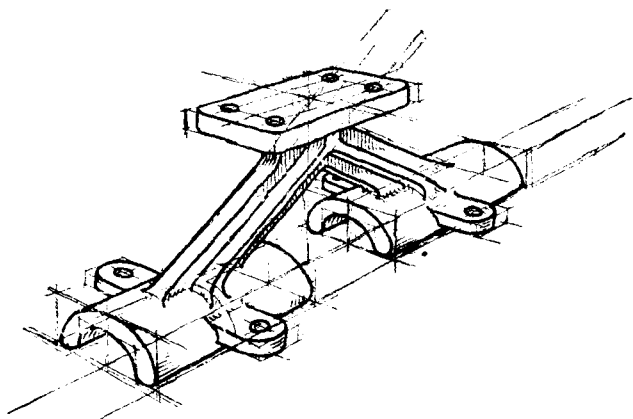


圖 23·9 斜透視草圖。

之因素，但應予記下）。於是從記憶繪該物體之準確草圖。完工後與原圖相比較。翌日，不再看原圖，更作一記憶草圖，以後用較複雜之物件，依上法行之。如此持久至相當時期，所得記憶形式及線條之能力，至足驚人。

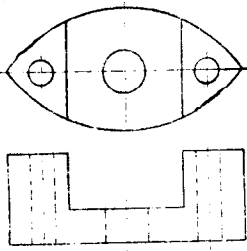
## 習 題

第 I 類。圖 23·10。作圖中諸物件之寫生草圖。

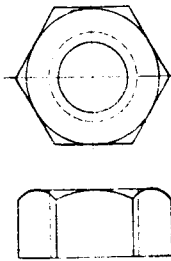
第 II 類。自圖 21·34 至 21·86 選取先所未繪者數個，作透視草圖。

第 III 類。自圖 19·13 中選取一物，專心研讀 20 秒鐘，閉上書本，重繪之。

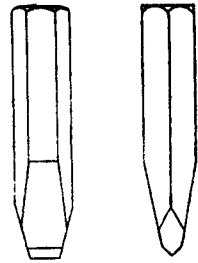
第 IV 類。自圖 21·87 至 21·89 選取一件，研讀 10 至 30 秒鐘，閉上書本。作正投影圖之記憶草圖，再作寫生草圖。



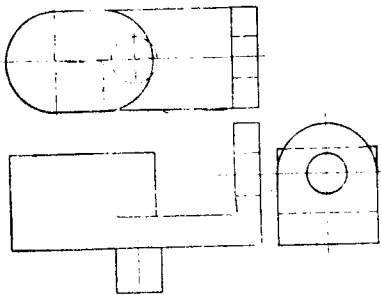
調速器之重物



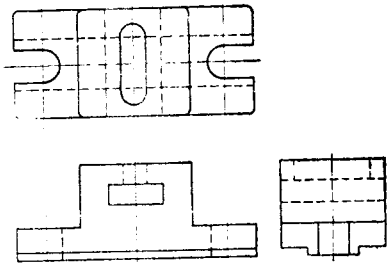
標準六角螺母



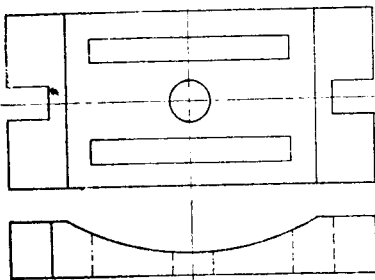
冷鑿子



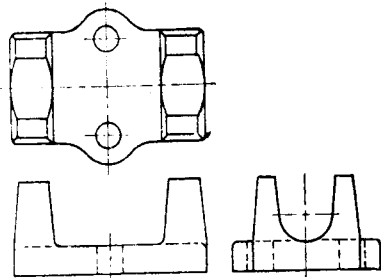
門鎖搖桿



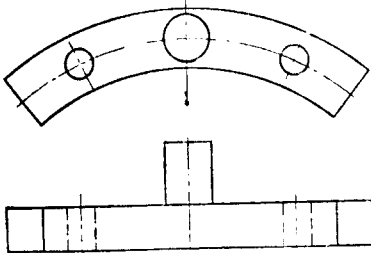
錐塊



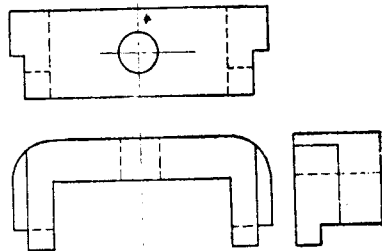
鞍狀底座



接合夾板



弓形底座



工件夾板

圖 23·10 草圖習題

## 第二十四章 潤飾

24.1 潤飾(illustration)一詞應用於圖解文字，意謂應用描陰法 (Shading) 及特殊之投影或表示法而使圖樣清晰易讀，如此常可使門外漢看圖時與老手同其便捷。不論鉛筆或墨線之正投影圖、線圖或寫生圖，憑手或用器所畫者，均可加以潤飾。圖 24.1 為一例。

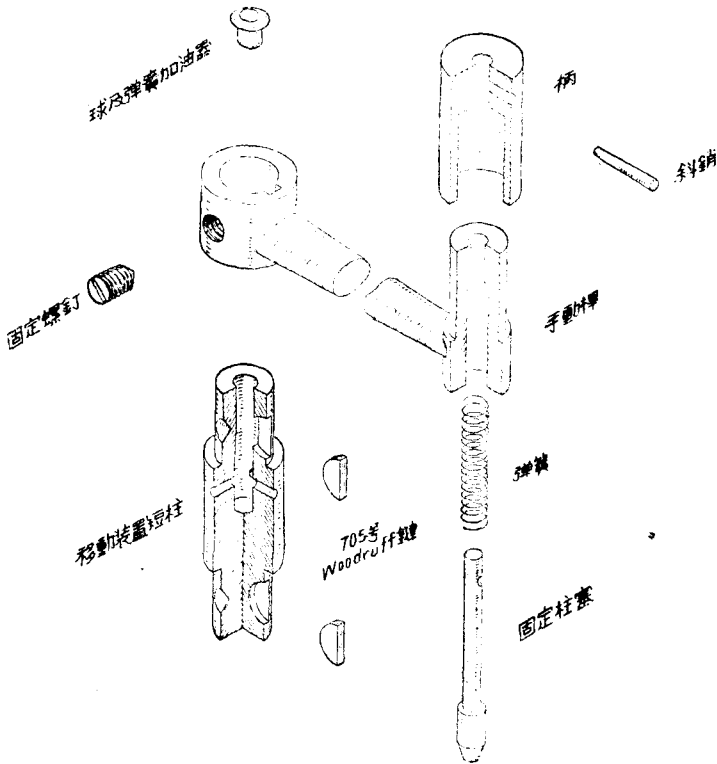


圖 24.1 潤飾圖。

24.2 潤飾圖之各型。潤飾圖之應用範圍極廣，目的不一。下列為其

一班：

廣告畫通常為寫生圖，頗多加以彩色，以使其生動有力。

目錄畫為正投影或寫生圖，鉛筆或墨線所繪，應用洒點(Stippling)(註)，噴漆(Air Brush)等法

運用圖、服務圖及修理圖(Operation, Service, and Repair Charts)繪示機器之工作部分，就各圖之目的，加以適當指示。此類圖用有影線(Shade Line)之寫生式極為有效。

管系圖、佈線圖及裝置圖用有影線之寫生式極易閱讀。

建築表意圖及工程表意圖常用水彩，亦有用鉛筆或墨水者，所畫者為完工後之建築或結構物全貌。

書籍插圖為寫生式，通常為黑白畫，有時用二重套色或五彩，再用描陰法等以利閱讀，於文字不能明白表達之處，尤加注意。

專利圖通常加影線，以表明發明物之每一形相。

製造圖自最初之設計草圖起以至最終之詳細圖，部分組合圖及組合圖均有，通常用寫生式，大都加影線。若職工並未受讀正投影圖之訓練，此等圖尤為有用。

24.3 正投影圖上之潤飾。通常工作圖上用均勻而清晰之實線代表可見之輪廓。在某數種特別工作中，有用粗細不同之二種線者，有在物體表面上使用線條描陰法(Line Shading)者，亦有兼用二法者。其結果可使圖畫易讀，物形彰明；用於技術插圖、廣告圖樣等特須着重形狀之處，效果頗佳。欲使圖畫易讀，則雖略費時間，所得或能償所失。

24.4 影線(Shade Line)。應用影線時假定用單一光源照射，光線自左向下，其二投影均與水平正線(見第7.9節——譯者)成 $45^\circ$ 角。物體之一部分受光照射，一部分在陰影中。影線者，分隔受光面與黑暗面之線也，圖

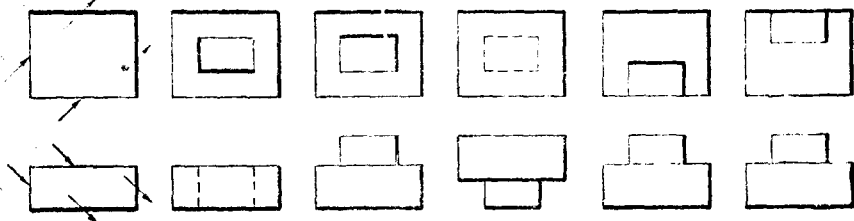


圖 24.2 習用影線。

24.2. 受光之線較細，影線約寬三倍。此寬出之部分加於視圖輪廓之外。隱線無影線。

譯者註。洒點法見第24.11節。

畫圓之影線 可將圓心在 45° 線上向影線移動一等於影線寬度之距離，用同一半徑再作一半圓，圖 24.3，或仍置針尖於圓心上，而使一脚漸漸向外彈出，再向內縮進，以畫影線，圖 24.4。

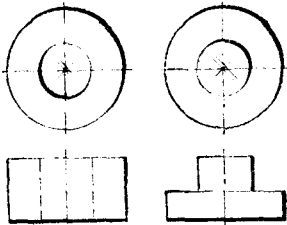


圖 24.3 移動圓心。

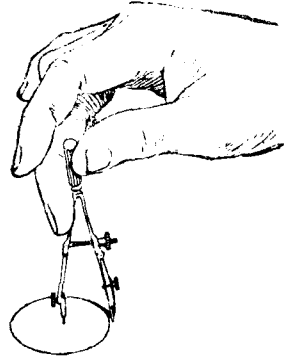


圖 24.4 彈出一脚。

24.5 線條描陰法 (Line Shading) 為藉線條表達明暗之法。有時在一軸或其他圓形構件上描陰可使圖畫加強不少效果，甚或可省畫一個視圖；在一平面上應用“表面描陰法” (Surface Shading) 可表示其位置及性質。

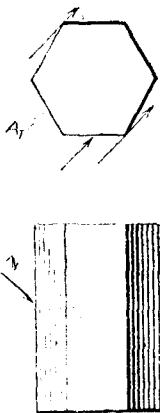


圖 24.5

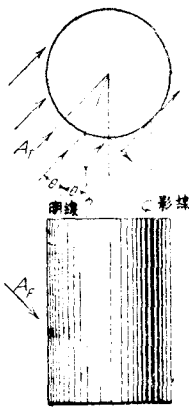


圖 24.6

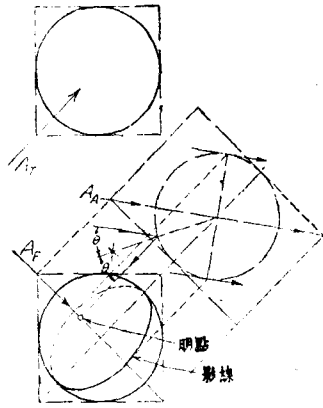


圖 24.7

圖 24.5 至 24.7 線條描陰之理論。

光線之理論方向與一立方體之體對角線 (Body Diagonal) 之方向相同，該立方體諸面平行於諸投影面。故一光線之二投影為  $A_T$  及  $A_F$ ，圖 24.5；而該六角柱有二個可見面受光照射，一面則在陰暗中。是圖表達下列原則：受

光照射之傾斜面離目愈近則愈亮；在陰影中之傾斜面離目愈近則愈暗。

圖 24·6 示圓柱受光照射。最暗之處所在切線或“影線”(Shade Line)上，最亮之處所在“明線”(Brilliant Line)上，該處之光線直接反射至人目。

一球之明點(Brilliant Point)及影線之求法見圖 24·7。在球之外切立方體之體對角線平面上，畫球及立方體之右輔視圖；在輔視圖上，將光線與一中心線間之角( $2\theta$ )平分，即得明點。又在輔視圖上，作平行於光線之球面切線，即可定影線。

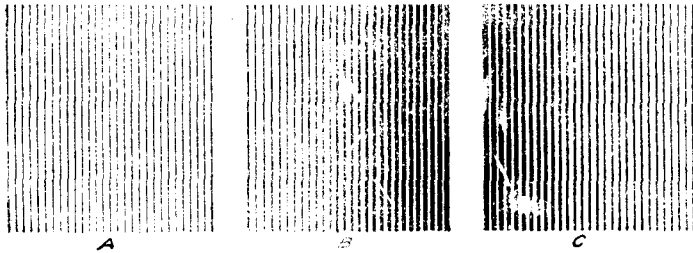


圖 24·8 均勻陰線及漸變陰線。

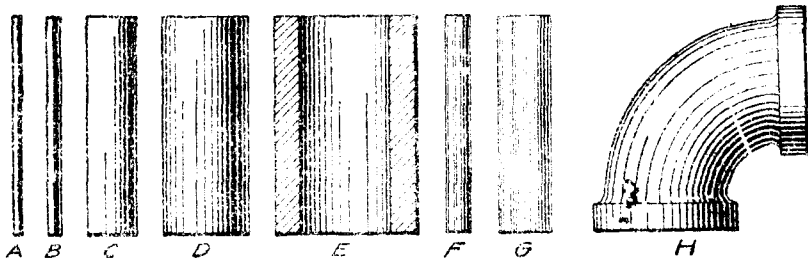


圖 24·9 柱面描陰法。

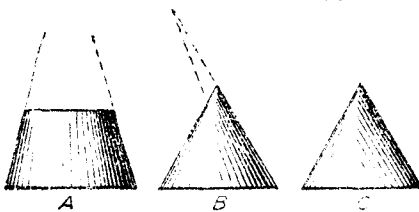


圖 24·10 錐面描陰法。

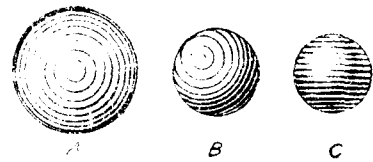


圖 24·11 球面描陰法。

均勻陰線(Flat Tint)及漸變陰線(Graded Tint)示於圖 24·8 中。A、B 及 C 三者中，間距(即相鄰二線中心間之距離)均相等。畫漸變陰線時(如 B 及 C 圖)，先畫數線，調整直線筆之粗細，再畫數線；並非每畫一線即調整一



次。

圖 24·9 示柱面之描陰技術。錐面描陰時，其諸線可指向頂點 (A)，指向一邊延長線上一點 (B)，或互相平行 (C)，圖 24·10。圖 24·11 示三種球面描陰法。

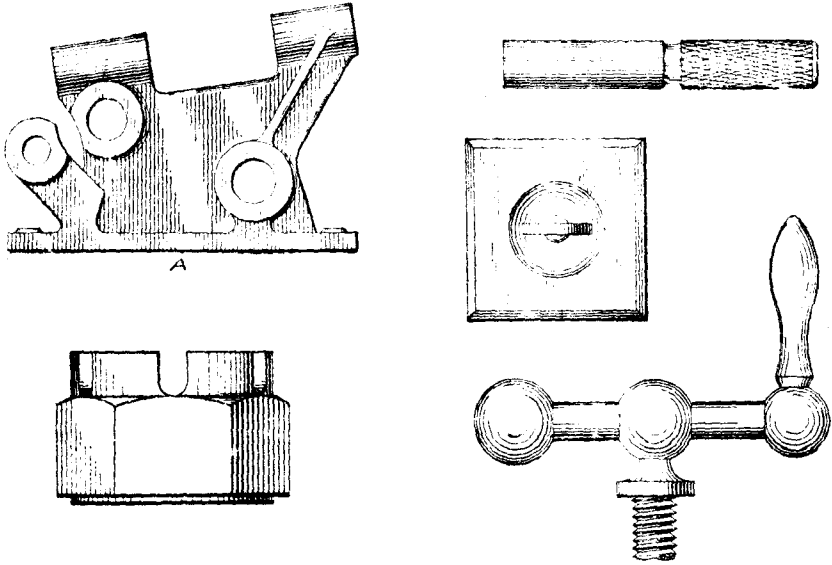


圖 24·12 線條描陰法之應用。

欲求描陰迅速而有效，必須多多練習，少許藝術才能，以及知曉何時停筆之判斷力，此第三者之重要性並不亞於前二者。平面及曲面上線條描陰法之應用見圖 24·12。

24·6 寫生圖之潤飾即在任一之正規寫生畫法上加以某種描陰法。考慮一問題時，先決定用何種寫生方式——不等角、斜視及透視；再選用一種描陰法，以得所欲之效果；並適合所用之複製法。作寫生草圖前應先研讀寫生畫法、透視圖及草圖諸章。

24·7 明暗。明暗畫 (Light-and-shade Drawing) 中光線之習用位置與正投影線條描影法中所用者同。是即在物體之前上方向右。凡與光線方向垂直之面或部分面，受光直接照射，所得光線最多，故在圖上之色調最淡。凡不受光源照射之面在陰影中，故在圖上為最暗。凡受光介乎兩者之面，則其色

調亦在兩者之間。

吾人先須了解此簡單之照明法，進而對應用此法之面作一種藝術欣賞。圖 24·13 示球、柱、錐及立方體，依前述之法照明而加描陰者。請研究其各種色調。

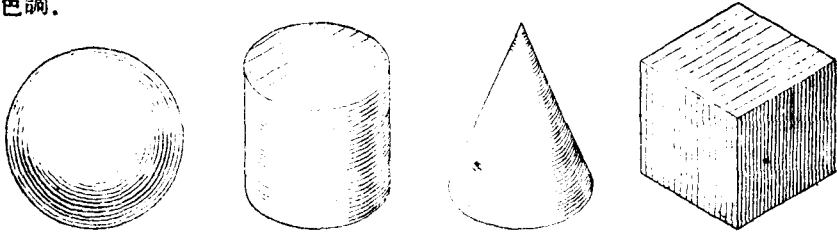


圖 24·13 明暗。

24·8 影線——寫生圖用。圖上應用影線，由其對比而產生一種明暗效果。此種描陰法為最簡單者。通常僅在暗面之左側鉛直邊及上側水平邊上加粗線，則所得效果最佳；圖 24·14。孔及其他圓形物在陰暗之一側加粗線。影線務宜少用，因太多則徒使畫面濃重，未能有最佳之效果也。

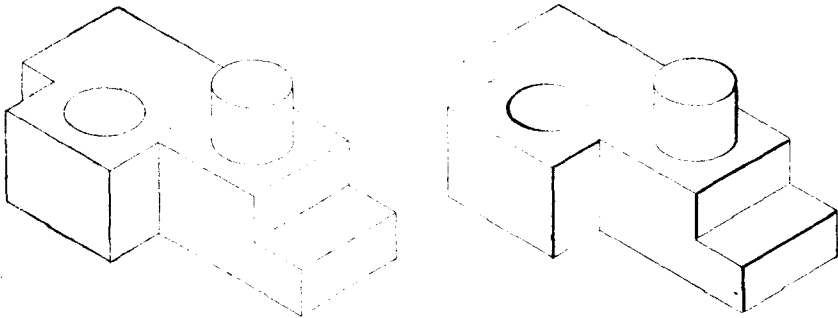


圖 24·14 輪廓及影線。

24·9 鉛筆勾勒。鉛筆描陰法大別有二——連續色調 (Continuous Tone) 及線條色調 (Line Tone)。連續色調描陰法用笨頭之軟鉛筆；紙以中等粗糙者為最佳。開始時全部塗以淺淡之色調，再逐漸加深陰暗部分。圖 24·15 為一例。用橡皮擦去鉛筆，可得明亮之部分。

線條色調描陰法所需技巧較多，因色調之不同全由線之間隔及粗細而產生也。間隔大之細線得最淡之色調；間隔密之粗線得最暗之陰影。明亮之處任其全白；影或濃陰則用純黑，惟須少用耳。圖 24·16 為一例，其輪廓用極

淡之線畫出。

全部描陰通常嫌其過於濃重，則宜用較淡之處理法。物體明亮之部分用極少之描陰或不作描陰；陰暗處用線亦極節省。圖 24-17 用線雖少，却能強烈表示明暗及表面之光滑性。此種拘繪法之變形極多。

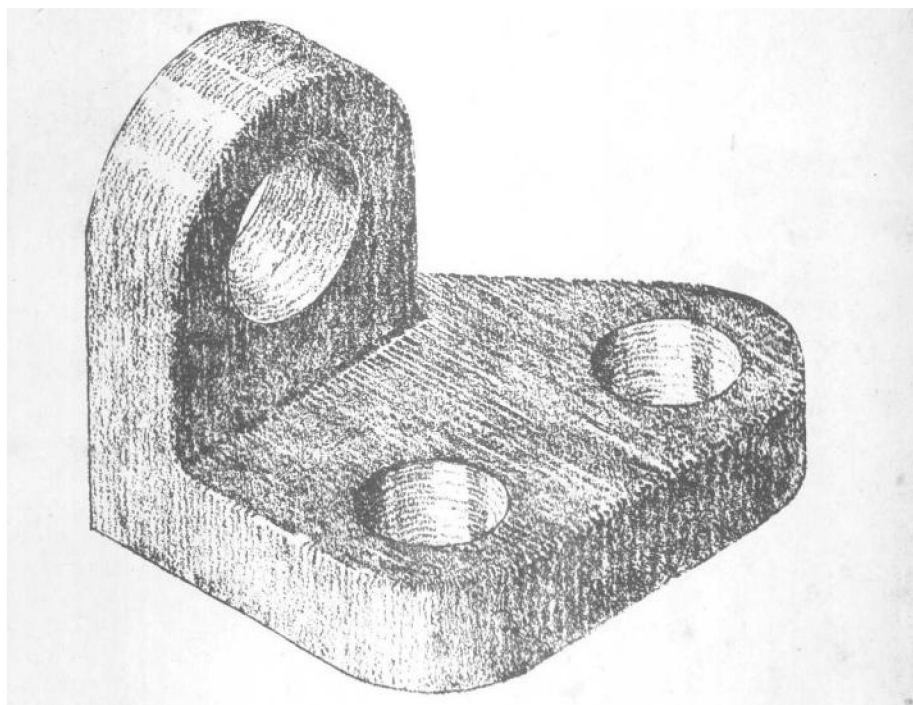


圖 24-15 連續色調描陰法。

**24-10 鋼筆拘繪。** 鋼筆法與鉛筆法大致相同，惟不能用連續色調。然其有數種變形，亦非鉛筆工作所常用。圖 15-80 示線條技巧。部分描陰之暗示法最稱普通，通常亦最為悅目，與鉛筆工作同。

**24-11 特別描陰法。** 有時應用數種罕用方法，以表示特別之紋理，並節省時間。

**塗黑描陰法 (Smudge Shading)。** 用以表示光滑之表面，極見迅速，圖 24-18。法將軟鉛筆之石墨、石墨粉、木炭或顏料蠟筆擦於紙片上，再用棉花或畫家所用之擦筆蘸起，施於畫上。

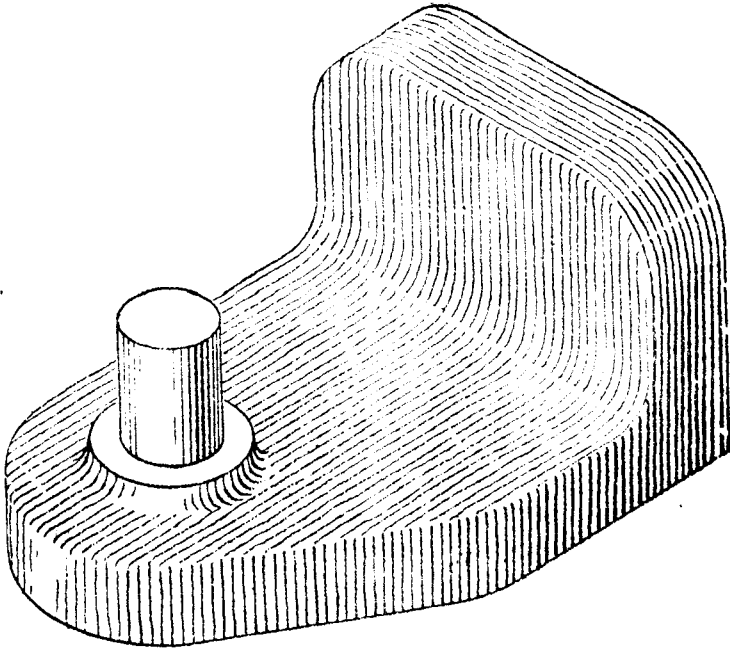


圖 24.16 線條色調描陰法。

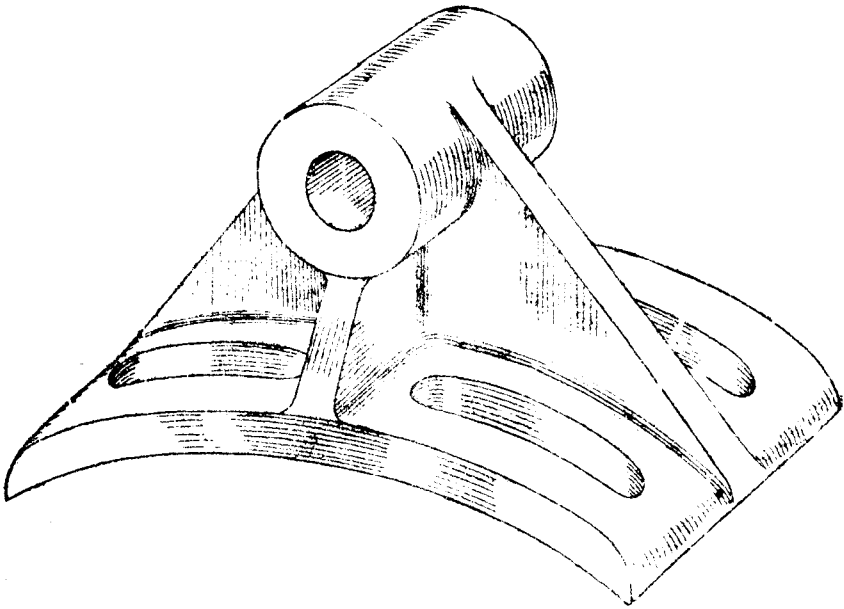


圖 24.17 部分描陰法。

用薄邊橡皮極易擦去墨污，而成明亮之處。擦過之處在描陰時務須小心，因其極易着墨也。



圖 24-18 塗黑描陰法。

**洒點法 (Stippling)**。應用鋼筆、鉛筆、毛刷或海綿；均可表示紋理粗糙之面，效果極佳。用鋼筆或鉛筆時，點出無數小點，光亮面較稀，陰暗面較密，所得之明暗效果極佳。用毛刷或海綿時，先將油墨或油畫顏料(攪有乾燥劑)敷勻於調色板上；再用毛刷或海綿蘸起，輕拍於圖上。陰影部分之邊緣可用遮板使其平整。

用刀片極易刮去小面積上之墨漬。墨水乾後用橡皮擦去之，可得光亮之處。圖 24-19 為毛刷洒點法之一例，其光滑面為用塗黑法描陰者。

**化學紙**。各種商業圖用者甚多。Craftint (註) 紙有單色調及複色調兩種，用特殊之顯像劑可在紙上顯出陰影。用鉛筆作畫，整塊之黑色則用防水繪圖墨水塗之。凡需描陰之面積，可在該處之顯像劑上拭擦。此類紙之陰影花樣種種不一。圖 24-21 即係畫在 Craftint 紙上者。

**描陰片 (Shading Screen)**。用淨之纖維素 (Cellulose) 所製，其上印有點或線之花紋；應用簡便，效果佳良。Craftint 描陰片上之花紋，有印成黑色及白色者二種。不需描陰之處，則可用光滑之木梗將花紋擦去之。白色花紋可用特製之顯像劑變成黑色。

註。Craftint Manufacturing Co., Cleveland, Ohio.

捷伯通片 (Zip-a-tone Screen)。(註1) 爲印有描陰花紋之明淨纖維素，並敷有特製之膠質，使用時，將其置於圖上，在需描陰之處輕輕往下擦。於是在陰影周圍用針尖割割，將不用之部分移去，乃用磨棒在留下之部分上重擦。若面積太小，未能用通常之法割除不需要之部分，則可塗不透明之白色以示明亮之處。描陰之花樣種類繁多。圖 3·34 爲應用捷伯通片描陰者。

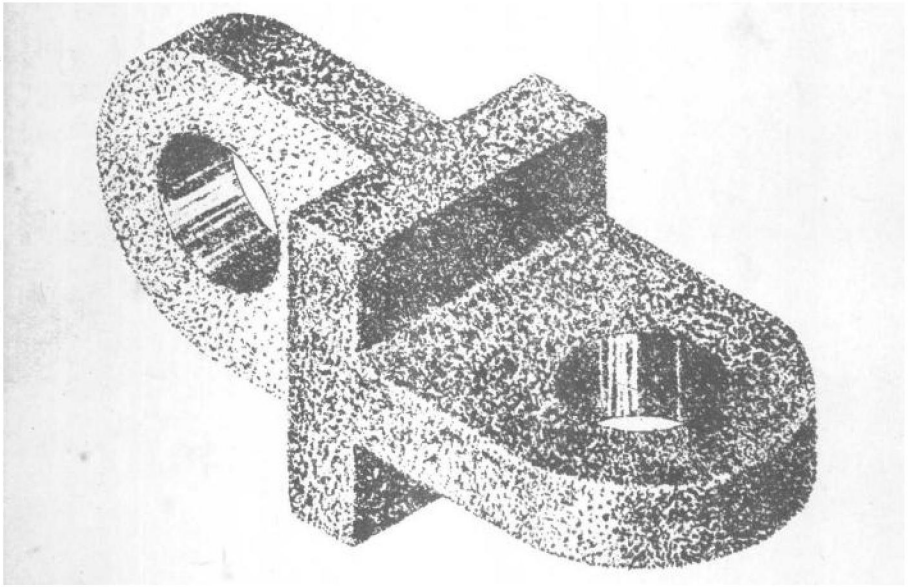


圖 24·19 毛刷洒點描陰法。

刮畫紙板 (Scratchboard)。此種畫圖紙之表面似白堊，商業性潤飾圖用之者甚多；因其在黑底上作白線，白底上作黑線均極便利也。Ross 紙板(註2) 可作鉛筆圖及上墨圖，其表面紋理種類頗多，作潤飾圖者咸喜用之。

作上墨圖，可先如常法在紙板上用鉛筆作之，再用墨水加描陰線條，自較亮之面漸漸畫至較暗者。較暗之面用毛刷塗墨，乾後，用尖頭刀、針筆或針頭刮去墨跡，而得白線白點等。苟有錯誤，亦極易刮去不需要之墨跡而將其改正。刮過之面如有所需，可以重新上墨。圖 24·20 爲刮畫技巧之一例。

註1. The Para-tone Company, Chicago, Ill.

註2. The Charles J. Ross Co., Philadelphia, Pa.

**24-12 潤飾之工作圖。** 現代之大量生產要求將衆多之製造手續簡化並細分。藉潤飾圖之助，凡不能讀懂複雜正投影圖之工人亦可瞭解繁複艱難之工作。生產過程中自初步之設計至最終之運用說明，均可用潤飾圖。

潤飾圖大致可分為(1)設計、(2)製造、(3)運用及保養；但實際應用時，即在一工業中亦稍有不同，至於各工業間則更見分歧矣。

**設計圖。** 其中包括各種潤飾寫生圖：第一步將機器或結構拆成可加工作之小單位；其次乃指示構造細節、設備位置、結構特質、各部及設備之功能、用刀方法等。此種圖畫用以研究整個生產工程，計劃並聯繫每步工作。設計工作進行時，此種圖隨設計之進行而修改、校正或重畫。圖 24-21 示設計階段所用之拆除圖。

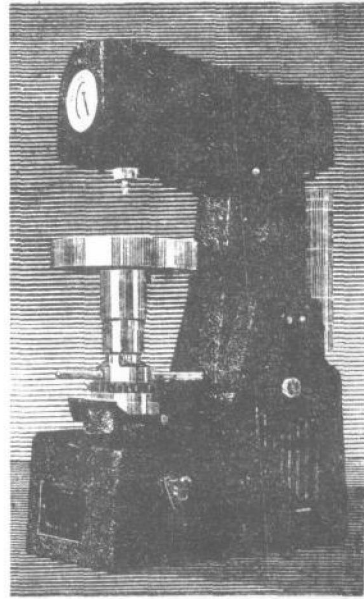


圖 24-20 刮畫紙板上所作之圖。

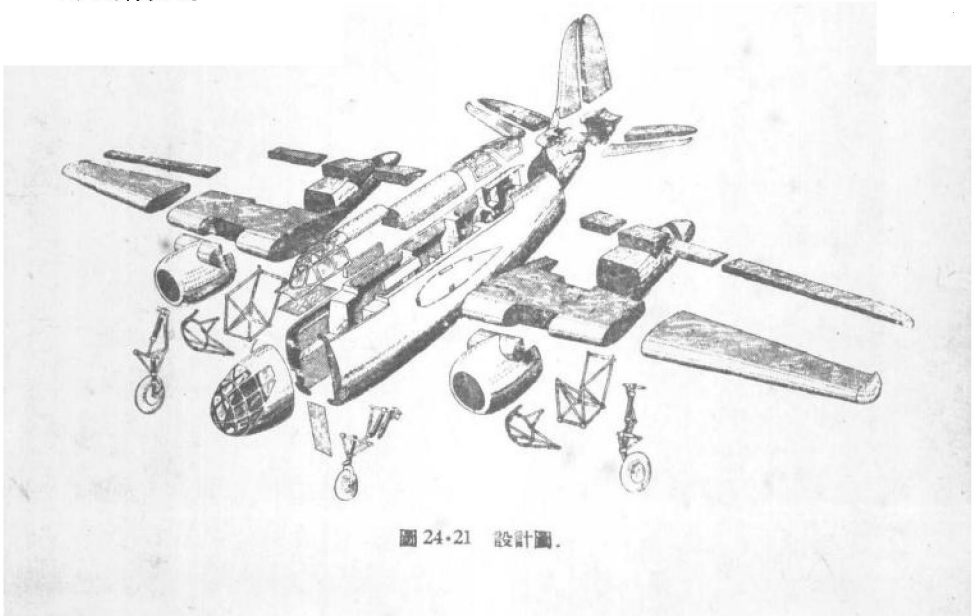
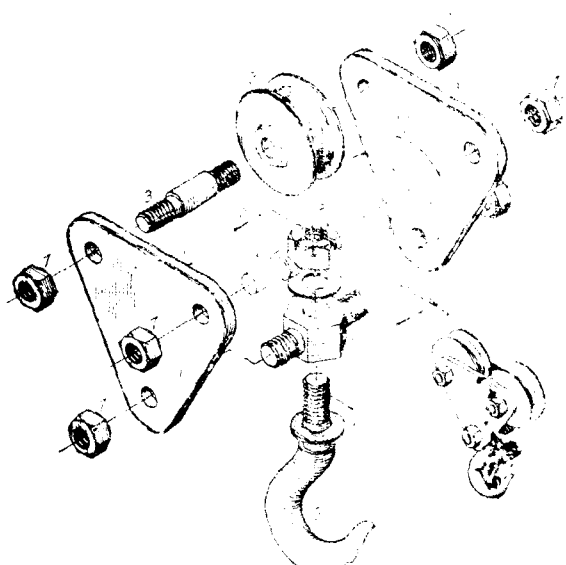


圖 24-21 設計圖。

製造用潤飾圖，為機器或結構之拆除潤飾圖，用以表示局部裝配，零件及設備之位置，指示施工、零件製造及裝配之步驟，圖 24·22 為製造用潤飾圖之一例，係從圖 15·44 之詳細圖繪得者。



工作說明圖  
起重機鈎裝配

所需工具

- 2-32 開口板錘
- 1-4 開口板錘
- 鐵匠錘
- 1-12 螺絲圓頭螺絲
- 1 錐子
- 1 線

- I 空氣裝配
    - 件號 5 起重機鈎 需 1 個
    - 件號 6 墊圈 需 2 個
    - 件號 6 鉗之卡形 需 1 個
    - 件號 6 A 之卡形 需 1 個
    - 件號 4 螺絲圓頭螺絲 需 1 個
    - 件號 17 開口鉗 需 2 個
  - II 空氣裝配
    - 件號 3 帶輪鉗 需 2 個
    - 件號 2 帶輪 需 2 個
  - III 板裝配
    - 件號 1 鋼板 需 2 個
- 裝上
- 帶輪鉗組合
  - 帶輪組合
  - 件號 7 A S 非加工螺絲 需 6 個

圖 24·22 製造用潤飾圖

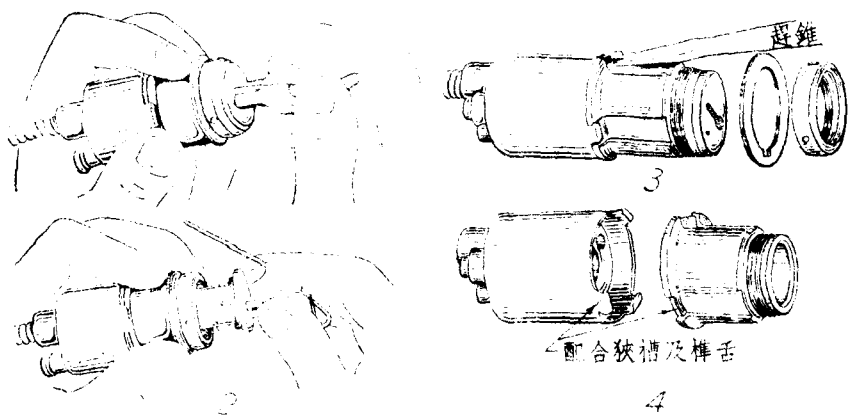


圖 24·23 保養用潤飾圖

運用及保養用潤飾圖，指示零件之拆卸、修理及換置之法，與夫設備之滑潤(Lubrication)、檢查及照管之道等等，圖 24·23 為一例，供製造用之



圖樣多可供作此用，而載於服務小冊中。

24·13 供複製之圖。書籍、期刊、目錄或其他印刷品中之插圖係經由原圖複製而得；其所用之方法或為鋅版、欄深銅版，或為網線銅版，或為照相石印。

通常將圖畫得較大，而後在複製時縮小之；故應預先想到縮圖中之線條粗細、對比、字母大小以及一般效果。

若欲保持原畫之粗糙線條風格，則縮小量應極小；若欲其韻致細膩，則原圖非較複製者大三四倍不可。大致最佳之尺寸為縮圖線尺寸之 $1\frac{1}{2}$ 倍（縮小三分之一）至2倍（縮小一半）。

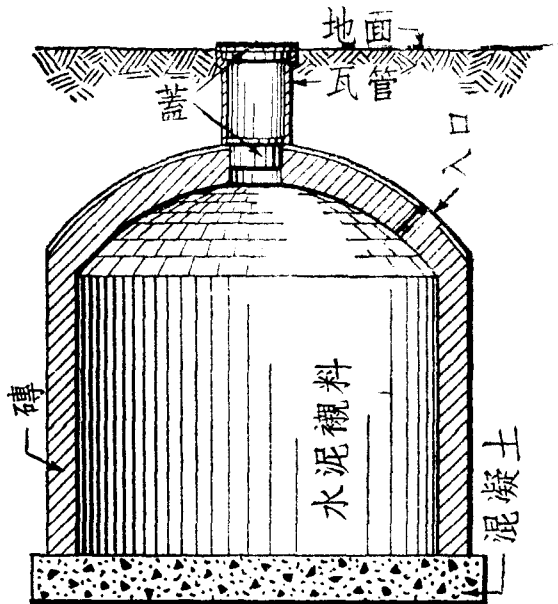


圖 24·24 供縮小一半之圖。

通常之縮小量為 $\frac{1}{4}$ ， $\frac{1}{3}$ ， $\frac{1}{2}$ 等；有時亦可用古怪之比例。圖上標“縮小 $\frac{1}{3}$ ”，意即複製圖為原圖線尺寸之三分之二。圖 24·24 為原圖，圖 24·25 為其縮小二分之一後之形狀。務請注意原圖外表之粗陋，描陰之空疏與字體之粗大。線條若太緊密，將使複製圖擠軋不堪，因而損及外觀。有時用縮小鏡（裝於架上宛若看書用之放大鏡），可以預察原圖縮小後之形狀。

修改原圖之方法甚多為普通圖所不能應用者。不規則之處可用白色顏料

塗去之。小錯誤可用薄刀片刮除。若欲移動上墨圖之位置，則可將其剪下，貼

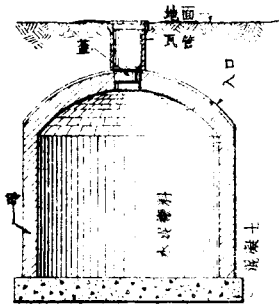


圖 24·25 縮小一半之圖。

在所需之處。且可用紙片貼去一部分畫圖，以備重畫。參攷字母、參攷號碼、註解等，可從適當大小之印刷體剪來，貼於圖上。修版時將紙條邊緣之影刮去，故複製圖上並無紙邊之存在。

線條畫通常照相於經化學處理之鋅版上（欲得特佳之結果，則用爛深銅版）；用酸浸蝕鋅版，爛去無線部分；將版子釘在木塊上，即可在普通之印刷機上與鉛字同印。凡製鋅版之圖須

用黑色繪圖墨水畫在白紙或描圖布上。最細之線亦應烏黑確定；軟弱細瘦之線複製不佳。

水彩畫及照片用相似之法製網線銅版，版前放一網格，乃將各種色調變成大小不同之許多小點。紙質不同，所用之網格粗細亦異：新聞紙網格為每吋 80 線至 100 線，普通之商用及雜誌網格用 133 線，非常光滑之紙用 150 及 175 線。

各種照相石印法可以複製線條圖、水彩畫或照片。將圖畫照相於有感光性之薄鋅片，經化學處理後，放於石印機上；鋅片印於橡皮布，再轉印於紙上。

24·14 專利局圖樣。新發明呈請專利狀，須繳“說明書”（Specification）；苟為機器，則須附繳圖樣，用示發明品之每一形相。其製作之技巧須極高明，且應符合專利局之規定。

用 10"×15" 之光滑白紙，邊框離紙緣 1"。頂框下至少須留 1¼" 之空白，以便專利局印上標題。須用中國墨水作圖，畫時準備將來複製縮圖。苟非一紙所能盡，可視需要而用多紙。

專利局圖樣並非工作圖，其作用在於描述寫生而非指示結構；故無中心線、尺寸、註解或視圖名稱。各視圖上標圖號，各零件註參攷號碼；說明書即藉此等號碼描述發明品。

正投影、不等角投影、斜投影及透視等法俱可應用。寫生畫法應用甚廣。苟能有助閱讀，則用表面描陰法。

圖 24·26 為專利局圖樣之一例。

Sept. 19, 1939.

C. H. WALL  
DEVICE FOR OBTAINING SOLAR OBSERVATIONS

2,173,545

Filed May 8, 1939

3 Sheets-Sheet 1

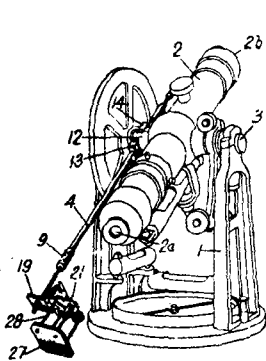


Fig. 1

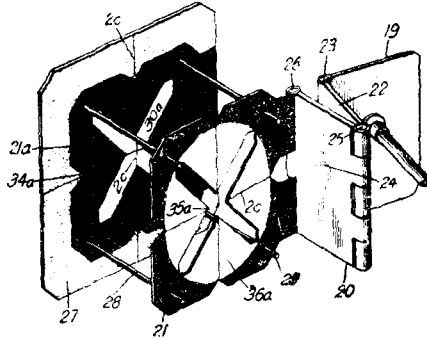


Fig. 2

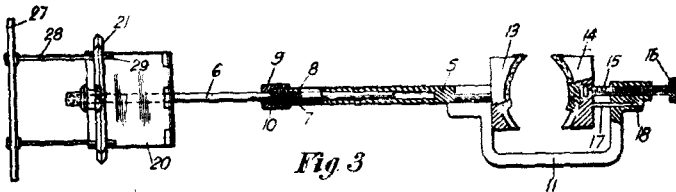


Fig. 3

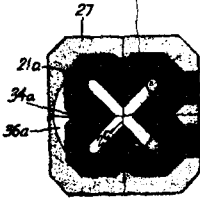


Fig. 4

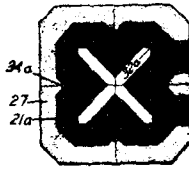


Fig. 5

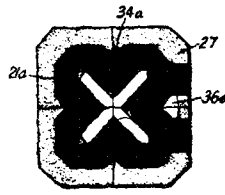


Fig. 6

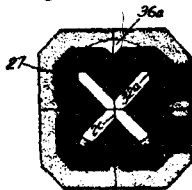


Fig. 7

INVENTOR  
Claude H. Wall.

BY  
Robert S. Mahoney  
ATTORNEYS

圖 24·26 專利局圖樣(縮小一半).

24 15 從正投影視圖作不等角投影。作複雜物件之寫生圖時，從正投

影視圖投影可收迅速便易之效，此尤以構繪曲線形狀為然。等角、兩等角及三度投影諸位置均可應用此法作之。

不等角圖中之三軸為空間互相垂直之三邊。若已知或已定物體之迴轉角及傾側角，則甚易求出寫生圖之三軸，及正投影視圖之位置（俾從之投影得寫生圖）。圖 24·27 例示其步驟。圖 G 示一立方體之三正投影視圖。當立方體迴轉至某一不等角位置時，互相垂直之三邊  $OA$ 、 $OB$  及  $OC$  各有不同之縮短，惟三軸  $A$ 、 $B$ 、 $C$  之端點則始終在半徑等於  $OA (= OB = OC)$  之球面上，見  $G'$  所示。將立方體傾側某一角度，並依軸  $OC$  迴轉，則軸端  $A$  及  $B$  畫一橢

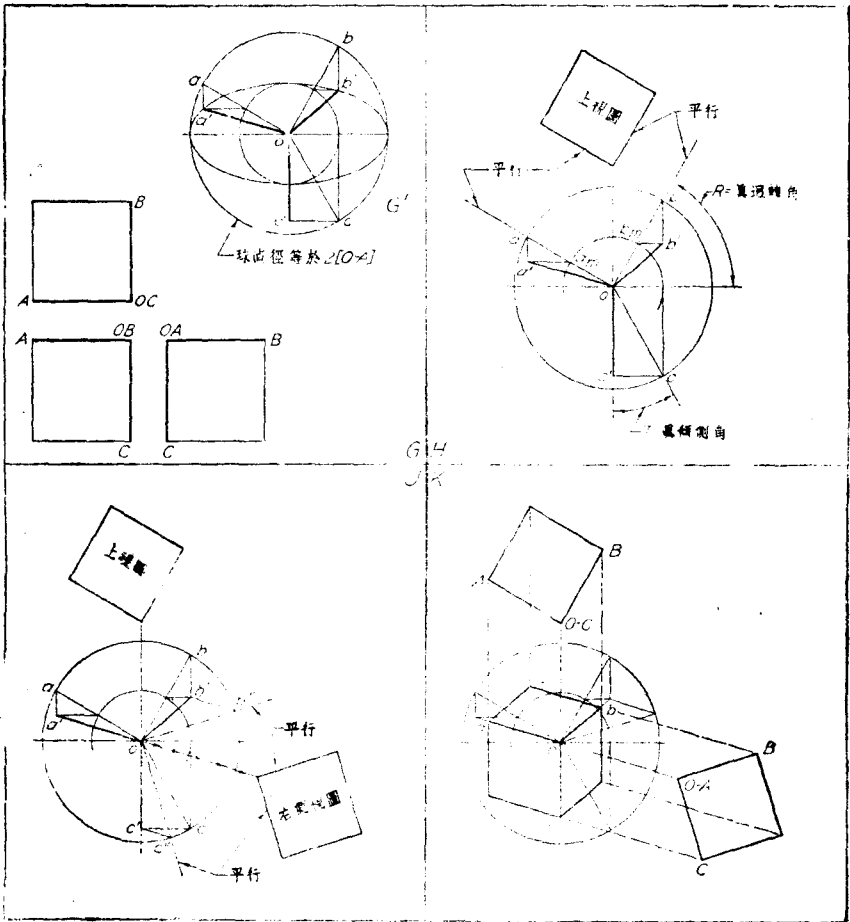


圖 24·27 從正投影視圖作不等角投影。

圓，如所示者，軸  $OC$  現其縮畫形於  $oc'$ 。故不論立方體在空間佔有何種不等角位置，其三軸之位置及相對縮畫量均能予以決定。

再者，若立方體之一面依一正軸（“正”字之意義見第 102 頁，第 7·9 節——譯者）迴轉，該軸正交於與該面垂直之一軸；則所得之此面之正投影視圖可據以投射而作不等角視圖。圖  $J$  中示上視圖及右側視圖之定位法；圖  $K$  示由其投射而得不等角畫。

$H, J, K$  所示諸圖例示上述迴轉原則之實際應用。球之真實大小無足輕重，因僅用以定三軸之方向也。首先決定所需之迴轉角  $R$  及傾側角  $T$ ，並繪出之，見圖  $H$ 。  $A$  及  $B$  所在橢圓之短軸由  $c$  向上投射並繪圓而得。  $A$  及  $B$  在橢圓之長軸圓上為  $a$  及  $b$ ；在短軸圓上為  $a_m$  及  $b_m$ ；其不等角位置  $a'$  及  $b'$  可用相似於作橢圓之同心圓法投射而得。  $C$  之縮畫位置可從  $c$  水平投射至  $c'$ 。

作圖次序

1. 用便利之半徑作圓（此地圓心在物體前角之延長線上）。
2. 定  $P-1$  ( $R$  = 迴轉角)。
3. 定  $P-2$  ( $T$  = 傾側角)。
4. 依所示構圖法定線  $P-3$  及  $P-4$ 。

5. 定上視圖，使迴轉之一邊平行於  $P-1$ 。
6. 定右側視圖，使水平邊平行於  $P-3$ 。
7. 定正視圖，使水平邊平行於  $P-4$ 。
8. 從諸正視圖投影，作不等角畫。

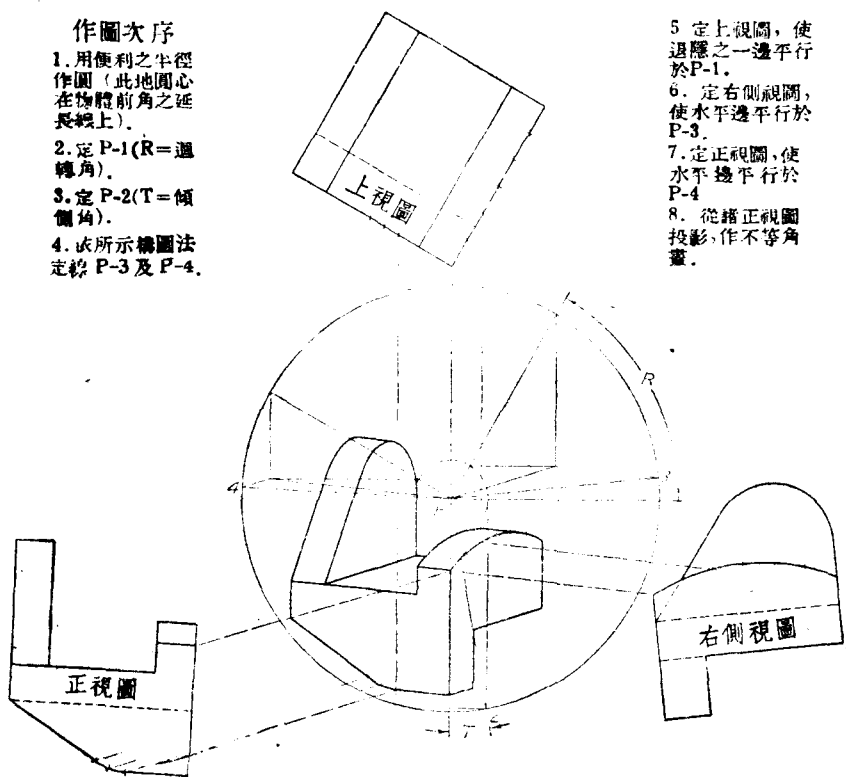


圖 24·28 用投影作不等角畫。

立方體(或物體)之正投影上視圖平行於  $oa$  及  $ob$ ; 從正投影上視圖至不等角畫之投射線為鉛直者(平行於  $aa'$  及  $bb'$ )。

圖 J 示正投影右側視圖之投影。求立方體包含  $OC$  及  $OB$  軸之右側視圖如下: 從  $b'$  及  $c'$  平行於  $oa'$  作二投射線, 交圓於  $b''$  及  $c''$ ; 立方體(或物體)之二邊平行於  $ob''$  及  $oc''$ , 見 J 所示。從右側視圖至不等角視圖之投射線方向與  $oa'$  同, 見圖。

圖 K 示由投影而得之不等角畫。虛線示真正之投射線; 細實線及圓示適才所述之必需構圖線。

用此法能決定迴轉角及傾側角, 而使表示之物體在最佳之位置, 是其一大優點。圖 24·28 為用投影作不等角畫之一例。曲面由投影多點拘繪而得, 見圖。

等角投影無疑為不等角投影之特殊情况, 其三軸之縮畫量相等。從正投影視圖求等角投影諸軸時, 若用角度定視圖之位置, 則工作可以減省, 見圖 24·29 所示。

#### 24·16 從正投影視圖作斜投影。

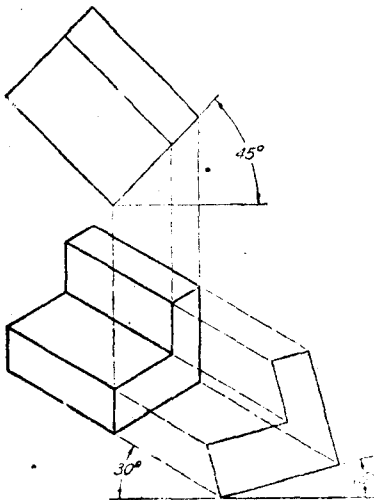


圖 24·29 用投影作等角畫。

斜投影中, 投射線與畫面成某種斜角。投射線與水平面及正平面所成之真正角度無足重輕, 故可用各種角度。從正投影視圖作斜視圖極為簡易, 見圖 24·30。先定畫面, 將物體一面疊合於畫面上。正視圖則置於紙上便利之處所, 見圖。假定上視圖中投射線之角度(此地為  $45^\circ$ ), 並作各投射線至畫面, 見圖。再假定正視圖中投射之角度(此地為  $30^\circ$ )。依此角度從正視圖作投射線, 並從上視圖作鉛直之投射線, 見圖; 乃定斜視圖中必需線及點之位置。

從正視圖向下投射可得反向軸(Reversed Axes)。改變上視圖中投射線之方向可得向左之軸。改變上視及正視圖中投射線之角度可得任何斜軸。

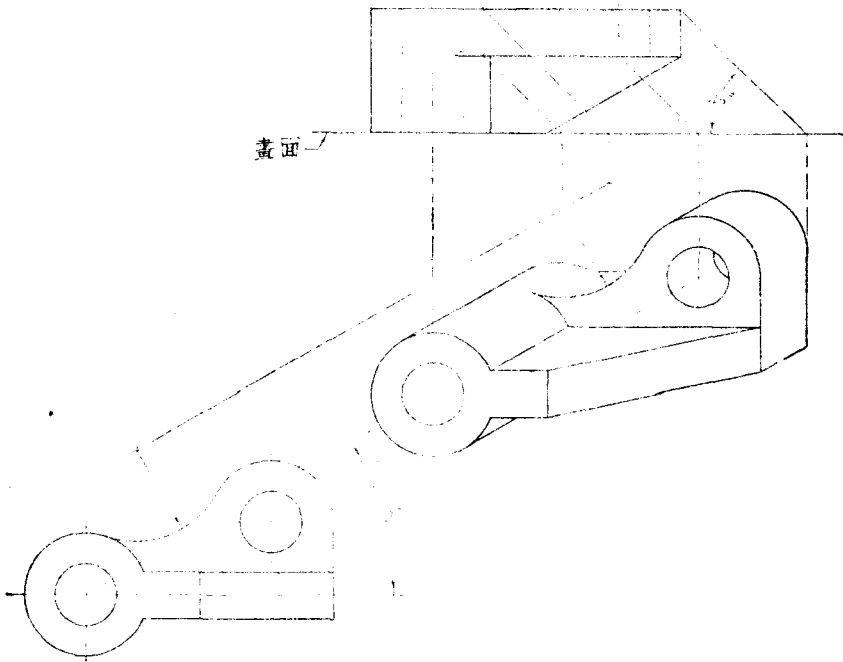


圖 24-30 用投影作斜視圖。

## 習 題

24-17 其他各章中之習題除供其本身目的應用之外，尚可加以潤飾。可從以前所作之正投影習題中取出幾個，重繪其正投影或寫生潤飾圖；或用前所未繪之習題亦可。茲提供下列各題：

**第 I 類。** 正投影潤飾圖。

任擇第七章中一寫生圖，作一正投影圖，用影線及線條描陰法顯示外形。

**第 II 類。** 等角潤飾圖。

任擇第二十一章中一等角畫習題，作一等角潤飾圖，用適當之描陰法。

**第 III 類。** 斜投影潤飾圖。

任擇第二十一章中一斜投影習題，作一斜投影潤飾圖，用適當之描陰法。

**第 IV 類。** 不等角潤飾圖。

任擇第二十一章中一題，從正投影視圖投影面作一不等角潤飾圖。

**第 V 類。透視潤飾圖。**

任擇第二十一或二十二章中一題，作一透視圖，並描陰。

**第 VI 類。潤飾之設計圖。**

任擇第十五章中一題（不論其為組合圖或一套詳細圖），依下列之改變重新設計之：(a)不同之大小，(b)某種不同之製造方法（將鑄件改為煨件或焊接件等），(c)結構之簡化，(d)外表之改換。起先憑手作寫生畫設計之，再用不等角投影或透視法作完成圖，加以描陰。

**第 VII 類。製造用潤飾圖。**

任擇第十五章中一題（不論其為組合圖或一套詳細圖），作下列各圖：(a)一零件之潤飾詳圖，(b)一組零件之工作說明潤飾圖 (Job-sheet Illustration, 見第 526 頁 圖 24·22 ——譯者)，指示裝配方法，用何工具等，(c)附件號及零件表之拆除組合圖。

**第 VIII 類。運用及保養用潤飾圖。**

任擇第十五章中一題，並作(a)滑潤 (Oiling) 等系統之線圖，(b)拆除之組合圖，附裝配之指示。

**第 IX 類。憑手潤飾圖。**

憑手作第 I 至第 III 類中任一圖。

**第 X 類。供縮小之潤飾圖。**

作第 I 至第 V 類中任一題之寫生圖（須描陰），供目錄或廣告圖之用。



## 第二十五章 航空工程圖

25·1 繪製航空工程圖，必須對正投影及投影幾何有澈底之認識；熟諳工場實習(包括鉚接及焊接)；具有應用金屬薄片衝鑿件之經驗；最好且能擅長透視等寫生方法。航空工程圖以其結構型式及所用材料特殊，而與機械畫略有不同。如構造飛機機身(Fuselage)與翼(Wing)或尾(Tail)與舵(Rudder)時，應用衝鑿之金屬外加標準之小角鋼等件，以完成內部結構，並使外部可敷一層光滑之“皮”(Skin)，此類問題在他種圖上極為罕見。航空工程師須兼為熟練之製圖員，在其他工程則或可不必。事實上有些製圖室中並無設計員與製圖員之分，二位固一體也。

航空工業用之圖樣可分三大類：(1)初步設計圖(Preliminary Design Drawing)，(2)區劃圖(Layout Drawing)，(3)生產圖(Production Drawing)。

25·2 初步設計圖。各種設計圖雖為同時進行者，但可約略依其開始之先後而分類：(1)初步“三面”圖(Preliminary Three-view Drawing)，(2)內部剖面圖(Inboard Profile)，(3)翼圖及詳圖(Wing Drawing and Details)，(4)總線圖(Master Diagram)。

三面圖。是為初步圖樣，一紙上兼具上、正及側視圖，供研究機身、翼及尾一般關係之用。乃一切設計工作之本，設計員即在其上研究機翼之安放，起落架(Landing Gear)之安放及其一般設計，設備之佈置，以及各面之形式與配合。各視圖之位置如圖 25·1(該圖之本意在標出飛機主要部分之名稱)。

內部剖面圖。是為過機身中央縱向所取之剖面，並附剖面上視圖，其表示之結構及設備較三面圖為大而詳細。圖上且可有數種典型橫剖面，以示一般結構及餘隙。圖 25·2 為縮小甚多之內部剖面圖一角。

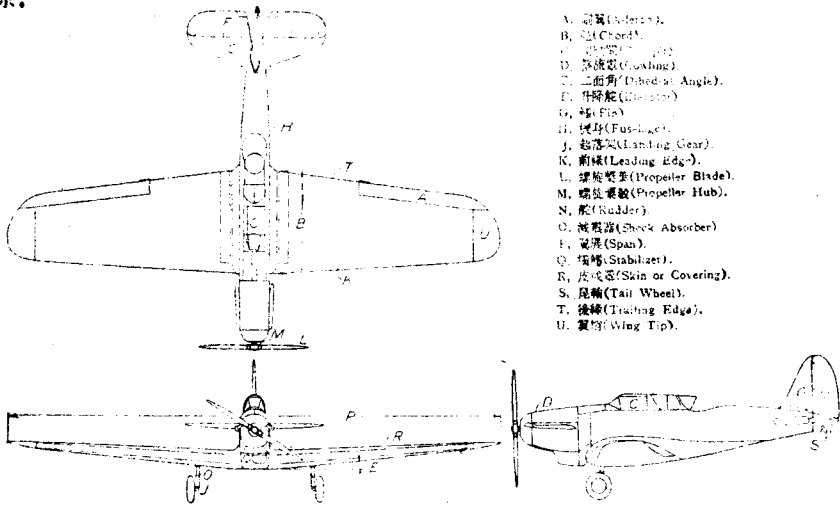
一切航空工程圖(不論組合圖或詳細圖)均將轂頭(Nose)指左(即向西)。

翼圖及詳圖。詳細表示翼之結構及其如何連於機身之法。翼形用上視、

正視及側視描述，外加許多剖面以示結構。圖 25·3 為翼圖之一部分。

**總線圖。** 為一準確之中心線骨架 (Skeleton) 圖，表示飛機一切主要結構之位置，惟略去其細節。該圖包括翼展 (Span)、長度、高度、輪距 (Wheel Tread)、餘隙等。

此圖通常用小比例畫，其上有從翻樣 (Lofted) 或計算而得之尺寸數據。設計飛機較小或輔助之部分時，須查閱總線圖，俾使定位尺寸正確，並保有餘隙。



- A. 翼展 (Span)
- B. 弦 (Chord)
- C. 翼展 (Span)
- D. 翼展 (Span)
- E. 二面角 (Dihedral Angle)
- F. 升降舵 (Elevator)
- G. 機翼 (Wing)
- H. 機身 (Fuselage)
- I. 起落架 (Landing Gear)
- J. 前緣 (Leading Edge)
- K. 螺旋槳 (Propeller)
- L. 螺旋槳 (Propeller)
- M. 螺旋槳 (Propeller)
- N. 舵 (Rudder)
- O. 減震器 (Shock Absorber)
- P. 翼展 (Span)
- Q. 槓桿 (Stabilizer)
- R. 皮或亞 (Skin or Covering)
- S. 尾輪 (Tail Wheel)
- T. 後緣 (Trailing Edge)
- U. 翼尖 (Wing Tip)

圖 25.1 三面圖，附各部名稱。

**重量估計。** 設計時，同時用數學方法準確計算各部分之重量估計；若重量或位置有所變更，則應修改總線圖及有關之各圖。

**25.3 模型。** 設計圖之外，可作二種模型，以供進一步之研究，而將新設計作具體之表現。

(1) **風筒模型 (Wind-tunnel Model)。** 飛機之一般設計既經決定，即可作一風筒模型，並作測驗，以校核性能方面之計算。

(2) **仿真模型 (Mock-up)。** 是為全機或其一部分之全尺寸模型，用以研究座椅、設備、駕駛員操縱器及儀器之位置，並校核餘隙。各種操縱器之安排及運用即在此模型上研究之；並佈置一切設備，求其易於接近、便利而有效。正式開始製造時，再造一更近乎完備之仿真模型，俾供最後之研究及校核。

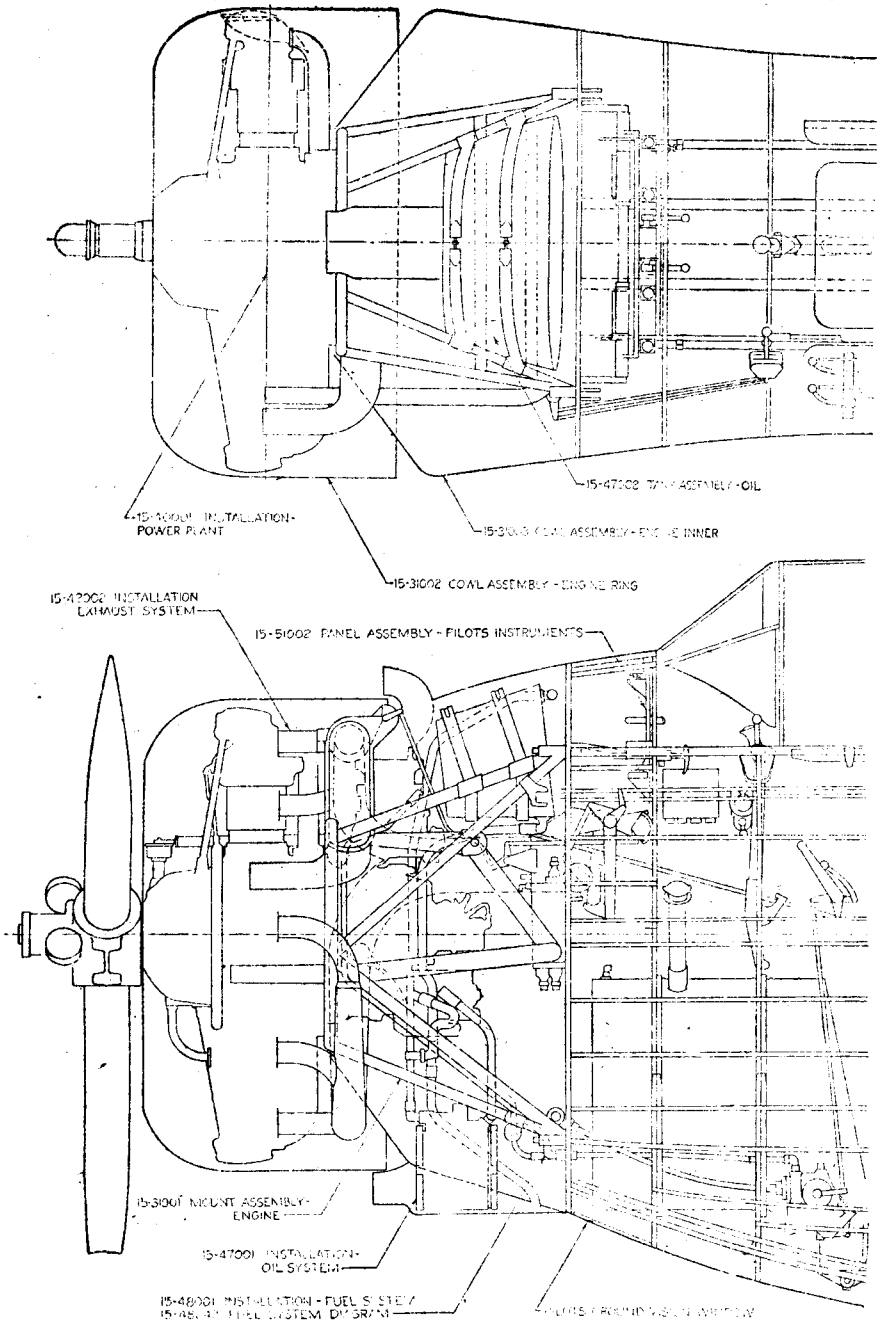


圖 25.2 內部剖面圖之一部

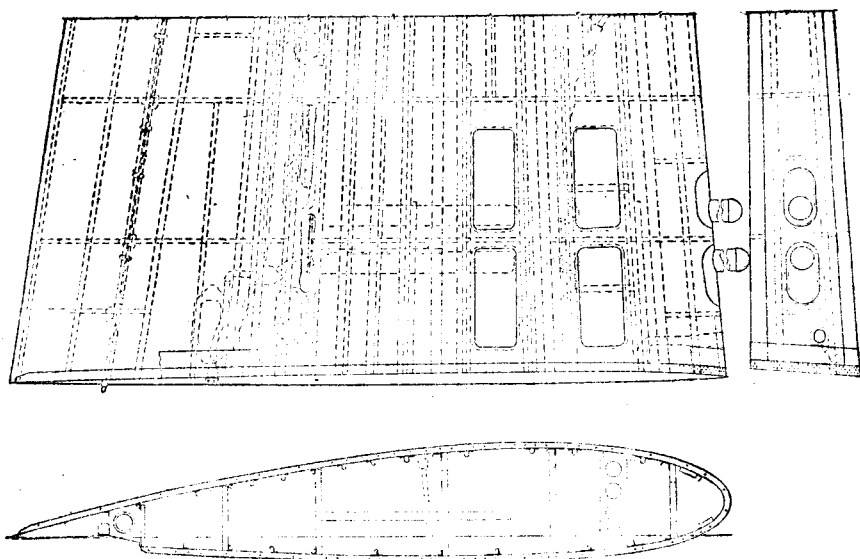


圖 25.3 翼圖之一部。

25.4 區劃圖 (Layout Drawing). 機身、翼、尾、起落架 (Landing Gear) 及輔助設備均須用大比例極小心準確繪設。此步工作甚為重要，必須較有經驗者為之。結構之一切構件 (Member) 務須小心示出，俾連接可告無疵，而所有之輔助設備均能配合於主要結構之內。畫此圖時須仔細考慮作詳圖之際將需何種資料，並註出一切特別材料、熱處理及配合。

25.5 生產圖 (Production Drawing) 一詞之意義與“工作圖”相同；可分為(a)詳圖、(b)組合圖及(c)裝置圖 (Installation Drawing)。第十五章中所述之工作圖原則在航空工業中大致均予遵守。惟不論尺寸線之方向如何，一切尺寸均寫作水平式。此法乃美國陸軍航空隊所規定；一般之飛機圖尺寸較大，用之已見其利。

25.6 翻樣 (Lofting). 金屬薄片件之詳圖送至翻樣部。該部先作極準確之全尺寸區劃圖，由之製樣板；且用圖解方法為工程部決定無法計算之許多尺寸。作圖不能用畫圖紙，因此處極需準確，而畫圖紙則有漲縮也。以前在白漆之工場地板上畫翻樣圖。嗣後則繪於夾板上。最近則用塗瓷漆 (Enamel) 之鋁片，光邊圓角，執持收藏甚為便利，用削得極尖之 8H 或 9H 鉛

筆（有時用鋼針刻劃之）作線，其線之細有如雕刻匠之工作。亦有用磨光之玻璃板作翻樣圖者。用特別之透鏡及設備作照相放大，可節省翻樣之時間，此法試用已見成功。

翻樣時不用丁字尺，先作一橫貫全圖之基準線，從之作諸垂直支距。定出諸點，用曲線軟片 (Spline) 小心對準之，鎮以重物，用鉛筆或鋼筆依之繪線。若鉛筆圖已感滿意，則可在鉛片上繪極細之墨線。並用顏色墨水表明及區別各不同部分。圖 25.4 示翻樣圖之一部分。

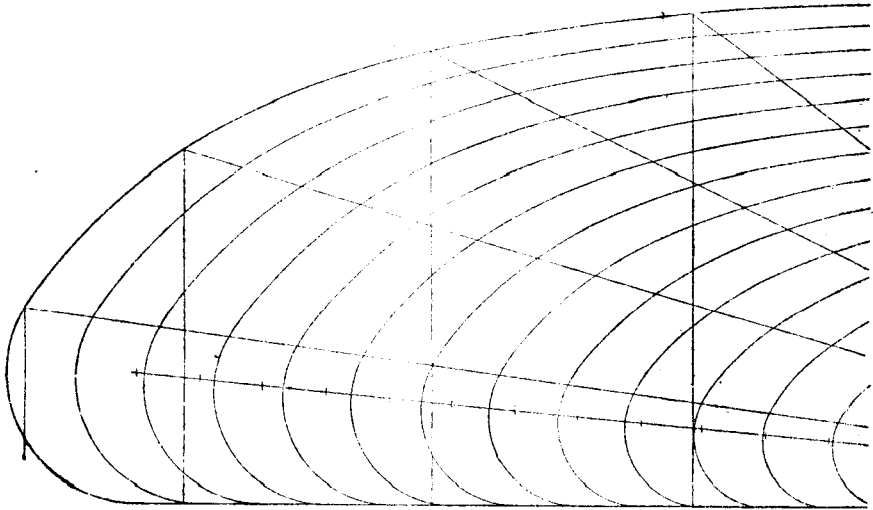


圖 25.4 翻樣圖之一部分。

25.7 減阻 (Fairing). “減阻”或“流線型化”(To Streamline)之意為使曲線或曲面成為光滑，無微小之反向曲線 (Reverse Curve) 或脊狀起伏 (Hump)。若公差之外有“曲面(或曲線)須予減阻”之說明，則製造時或需較此許用公差更為準確。若將曲線上某點之尺寸增減  $\frac{1}{32}$  吋，勢必產生脊狀起伏；然若將連續各點同時增減  $\frac{1}{32}$  吋，則曲面仍為光滑。曲面經翻樣減阻後，設計圖及區劃圖或需修改。

25.8 圖之命名。航空工程圖之定名大都依據美國陸軍航空隊之標準辦法。英文標題中包含最簡單之基本名稱，隨以一短劃，其後為該部分較詳細之描寫，例如：“PLATE—RETRACTING SCREW GUIDE”(縮回之螺

旋導板)。讀時先讀後面之描寫，再及基本名稱，故作“Retracting screw guide plate”。基本名稱切勿用縮寫；標題中無逗點(,)。組合圖之標題中可用一字以上之基本名稱，如“BRACKET ASSEMBLY—PILOT'S SEAT SUPPORT OUTER”(駕駛員座托之外托架組合)。

25.9 圖之大小。航空工業中所用圖紙亦依據美國標準尺寸，惟另加數種倍數。美國陸軍航空隊規定 $8\frac{1}{2}'' \times 11''$ ， $11'' \times 17''$ ， $11'' \times 34''$ ， $17'' \times 22''$ ， $17'' \times 42''$ ， $17'' \times 66''$ ， $22'' \times 34''$ ， $34'' \times 42''$ ， $34'' \times 66''$ ， $34'' \times 88''$ ， $42'' \times 66''$ ， $42'' \times 88''$ ；大圖所用之寬度為 $36''$ 或 $42''$ ，苟非不可免，其長度勿宜超過 $144''$ 。但有時亦需要長至 $50$ 呎之圖。

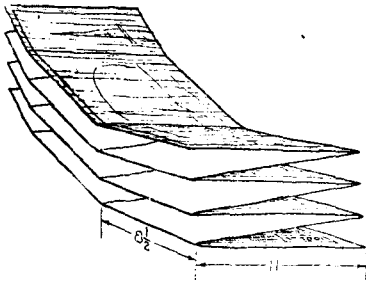


圖 25.5 手風琴式摺疊。

大圖及 Van Dyke 負圖捲起歸檔；藍圖則恆摺成 $8\frac{1}{2}'' \times 11''$ 大小之“手風琴”式，以便編檔及郵寄，見圖 25.5。

25.10 分區。將長圖分區，俾易找尋各部分細號(Dash Number，見第 25.17 節——譯者)及其他資料。將下邊框分成 $1$ 呎長之各區，從右邊開始向左註號碼。每區註一適當之數目字，圍以 $\frac{1}{8}''$ 之方格，其底邊與框線疊合。圖 25.6 示分區圖之一部分。

25.11 圖之比例。單件、局部裝配等之大比例圖上，標準之比例為全尺寸、半尺寸、 $\frac{1}{4}$ 尺寸及 $\frac{1}{8}$ 尺寸。所有之小比例圖如三面圖及建議圖(Proposal Drawing)等，均用 $\frac{1}{20}$ 、 $\frac{1}{30}$ 、 $\frac{1}{40}$ 及 $\frac{1}{50}$ 尺寸。此種比例可用土木工程師比例尺作之，讀作 $\frac{1}{20}'' = 1''$ 等。航空工程圖不用 $\frac{1}{4}''$ 或 $\frac{1}{8}''$ 等於一呎之建築師比例尺。苟屬可能則以畫成全尺寸為宜。

25.12 標題框。航空工程圖上所需之一般性資料極多，故宜有一頗為完備之標題框。圖 25.7 示一種形式，零件表即置於框上，視所需項數而由製圖員添加之。左首之更改記錄依同法處理之。

25.13 寸法。航空工程圖上一切距離均用吋，故不寫吋號(″)。惟有一例外：翼展(Wing Span)有時亦用呎數表示。一切尺寸均橫讀，是即人在圖之下端閱讀，見圖 25.6。

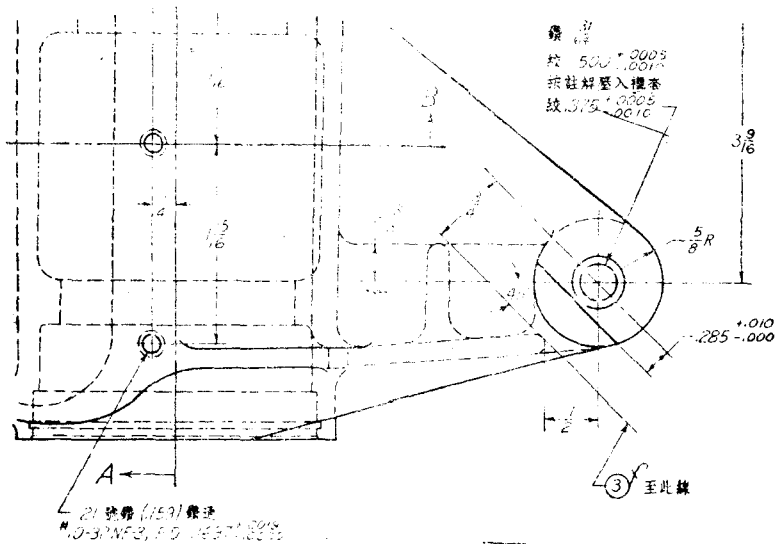


圖 25.6 分離圖之一部分。

NO. REQ.	CHANGE	DATE	BY	REVISION	NAME	STOCK	MATERIAL SPECIFICATION	
							FORM	DATE
					WITH ALL DIMENSIONS WITH SPECIFICATIONS	ISSUED		
					APPROVED	TRACED		
					PREPARED	CHECKED		
					DESIGNED	ENGINEER		
					DRAWN	CUSTOMER		
					SCALE			
COMPANY NAME								
							NAME	DATE

圖 25.7 航空工程圖標題。

寫註解或標題時，垂直或斜寫均可應用。所有之註解均為水平。

25.14 限度及公差。航空工程圖上一般金屬薄片及配合工作之分數尺寸之公差通常為  $\pm 1/32$ ；一般引擎工作、螺絲孔位置及母須十分準確之配合等小數尺寸之公差為  $\pm 0.010$ ；角尺寸者為  $\pm 1/32^\circ$ 。凡需極端準確之配合之處，則務須遵照美國陸軍航空隊決定限度及公差用之規範。

25.15 剖視圖。若地位允許，總須將剖面畫作投影視圖（剖面應在第三角中投射，切勿用第一角）。苟用詳細剖面（Detailed or Removed Section），則務必示出準確之旋轉角及旋轉方向。

25.16 線值。作準確之區劃圖及翻樣時，須用細線；作區劃圖用 4, 5 或

6H之鉛筆，翻樣則用8H者。在描圖紙或布上作生產圖以備複製時，視圖面粗細而選用F, H或2H鉛筆，作堅實烏黑之線。

25-17 細號 (Dash Number)。為使構造飛機所用之大宗零件易於辨認起見，在每件上加以圖號；若需進一步之說明，則在圖號後再加細號。細號僅為一數字，前附短劃，置於所指物件左近之 $\frac{3}{16}$ "圓內，並以箭頭指該件。其後則隨以名稱(祇用名詞)、材料及需件數，見圖25-8。若細號在他圖上出現，

PART NO.	CABLE NO.	REQ.	A MODEL	NEXT ASSEM.
170701-1	-2	2	45 AC-1	53495
170701-3	-4	2	40 AC-1	53737

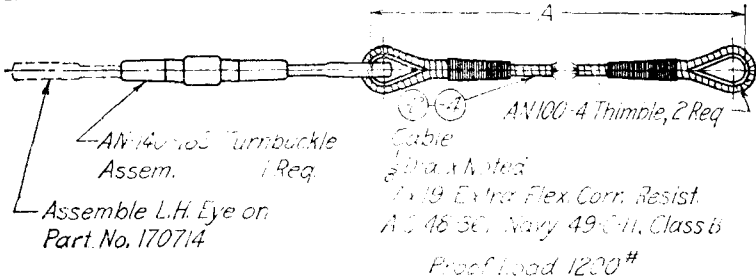


圖 25-8 有細號之圖。

則應全部寫出，並附圖號，惟略去圓圈，如10127-1。在機身結構之類複雜圖上，凡欲從此圖製造之各件均用圓圈之數字表示。一般而論，細號祇在組合圖上之零件能在適當地位詳註尺寸時用之；此外則用以辨認組合圖上之各部分，總組合圖上之局部裝配，以及永久相繫用為整體之各件。

25-18 表圖。若一圖樣兼該二個或二個以上機件，圖上並列有表格；則應為每件指定一細號，因此時圖號已失件號之作用矣。若有諸相似機件，僅一二尺寸相異，則僅作一圖，每件在基本圖號後給以一細號。

25-19 左首及右首部分。若需要左首及右首部分，則單畫一圖表示左首部分，再在標題框上置適當之記號，如：

左首見圖 00156-L (LH shown 00156-L)

右首相反 00156-R (RH opposite 00156-R) (航空隊標準習例)。

有數公司並不應用此制，而以偶數之細號表左首部分，奇數之細號表右首部分。



25.20 標準零件。應儘可能利用備料中之標準零件，俾省却許多不必要之手續。海陸軍標準零件 (Army-Navy Standard Parts) 爲由海陸軍標準委員會所核准者。在組合圖上標明此種零件時，應在件號前加 AN 符號，如 AN 671。航空隊標準零件 (Air Corps Standard Parts，即在航空隊標準零件手冊中不附 AN 者) 應在件號前加 AC。海軍標準零件 (Navy Standard Parts，即在海軍標準零件手冊中不附 AN 者) 應在件號前加 NAF (Naval Aircraft Factory，海軍飛機廠)。

商業標準零件 (Commercial Standard Parts) 爲無需複製即可應用之商品零件。在組合圖上用製造商之件號或大小規定之。

25.21 材料及程序規範。航空工業中，用陸軍、海軍或商業之規範號碼標明材料、熱處理、加工等。此在本章範圍以外，茲不具述。

25.22 彎接 (Joggling)。鋁合金構造形之彎接頭 (Joggle) 其深度不能大於長度之三分之一，因將使金屬部分裂開也。見圖 25.9。至於薄片，則儘可彎得較深。



圖 25.9 彎接。

25.23 彎曲離隙及裕度 (Bend Relief and Allowance)。圖 25.10 示

彎曲板角隅上之離隙。彎曲任何薄片，務須視金屬之厚度及其彎曲性狀而預留裕度。工場經驗甚爲重要；但亦可應用下列經驗公式算出之：

$$Z = (0.01745R + 0.0078T) \times \text{彎曲角度數} \quad (\text{諸字母意義見圖 25.11.})$$

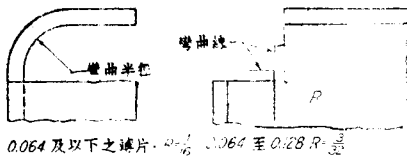


圖 25.10 彎曲離隙。

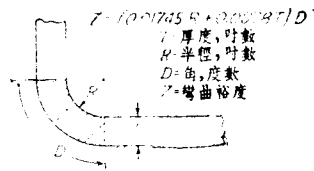


圖 25.11 彎曲裕度。

25.24 螺紋。航空用螺紋之海陸軍規範中包括美國標準學會粗螺紋級，NC-2及NC-3；細螺紋級 NF-3；及特細級 NEF-3；外加 8, 12 及 16 螺距級。凡此種種均於第十三章中討論之，附錄中且有表格。

25.25 本章所述者為航空工程圖之主要性狀。工程畫之一般原則均可應用；如有需要，可查索引以求其所在。例如，航空圖(Aeronautical Map)在地圖及地形圖一章中討論之。鉚釘則見連接品一章，餘倣此。

## 習 題

下列諸題中，寸法、記號及規範等均須依照航空工程慣例。

1. 流線形之真正細度率(Fineness Ratio)為 $L/D$ ，其中 $L$ 為該剖面之外長度， $D$ 為外寬度。畫一流線型管之橫剖面，其細度率為2， $L=10''$ ，壁厚 $=0.10''$ 。尾端(Trailing End)成圓形，使真正長度為 $10''$ 理論長度之百分之九十五。下表為 $L$ 及 $D$ 百分數之坐標尺寸。用土木工程師之比例尺量度，圖作全尺寸。

長度 %	寬度 %	長度 %	寬度 %	長度 %	寬度 %
0.0	0.0	20.0	81.1	65.0	80.1
1.25	26.0	25.0	95.9	70.0	73.2
2.5	37.1	30.0	98.6	75.0	65.3
5.0	52.5	35.0	100.0	80.0	56.2
7.5	63.6	40.0	99.5	85.0	46.1
10.0	72.0	45.0	97.9	90.0	33.8
12.5	78.5	50.0	95.0	95.0	19.0
15.0	83.6	55.0	91.0	100.0	0.0
17.5	87.0	60.0	86.1		

2. 從第1題之數據，作流線型管之橫剖面圖，長度 $15''$ ，細度率3，壁厚 $0.128''$ 。

3. 由下列數據點繪翼面形狀。弦(Chord)長， $100''$ ；比例， $\frac{1}{8}$ 尺寸。數據為從弦線(Chord Line)開始之距離，以弦長之百分數表示者。

弦, %	上	下	弦 尖	上	下
0.00	3.50	2.00	19.00	13.06	-1.60
1.25	5.98	1.33	50.00	11.99	-1.48
2.50	7.21	0.76	60.00	10.44	-1.29
5.00	8.86	0.00	70.00	8.39	-1.04
7.50	10.01	0.00	80.00	5.95	-0.73
10.00	10.89	0.00	90.00	3.19	-0.39
15.00	12.17	-1.28	95.00	1.75	-0.25
20.00	12.96	-1.57	100.00	0.14	-0.01
30.00	13.35	-1.55			

4. 作翼前緣肋(Wing-nose Rib)之詳圖，圖 25.12。



12. 作皮帶輪托架及支座裝配之部份組合作圖，圖 25·14 所示者為設計圖。畫作半尺寸。外加包含一切零件之零件表。

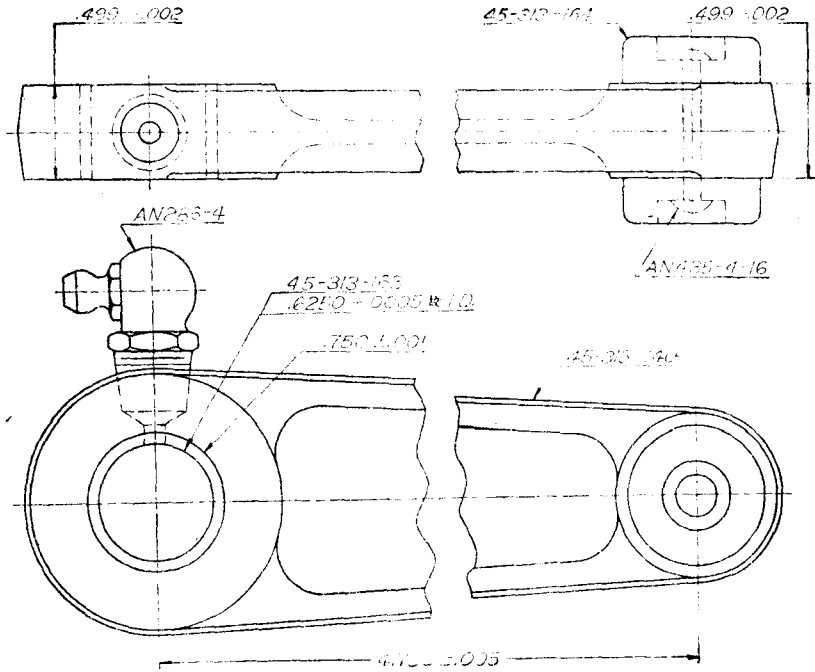


圖 25·13 可籍回起落架連桿裝配。

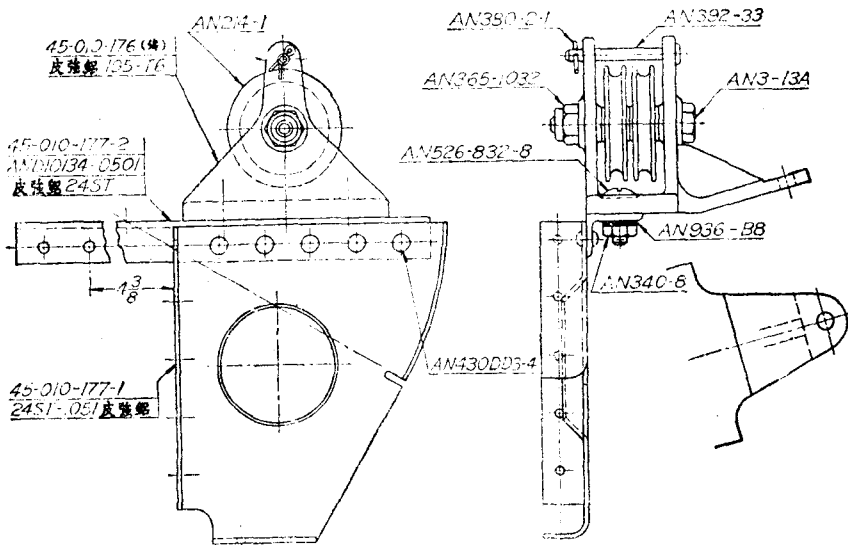


圖 25·14 皮帶輪托架及支座裝配

## 第二十六章 建築畫要義

26.1 建築為美術之一門；建築設計絕非本書所應討論。但建築師於應用工程畫之文字時，採取各種習語及特異之句法，其他工程師亦非熟稔不可；因各業息息相關，彼等每需閱讀建築圖，或從之工作，或為特別結構作圖也。

26.2 建築畫之特性。各種技術圖之一般原則初無所異；惟各業對於此種原則，有其特殊之應用，並各採用其特殊之方法、符號及習例。建築畫所用之比例極小，故總圖上大都以習用符號表達各部分。有關材料及加工（Finish）之註解若是其多，欲將其全部納於圖中迨為不可能者，故另書於稱為“規範”（Specification）之文件中。此種規範為圖樣之補充，具有相等之重要性。

建築畫具有藝術情調，半由憑手所作之字畫而來，半亦由應用細線而致，故其外表與機械畫大殊其趣。許多建築畫上有一特點：線條超出交點之外，此一技巧在老手為之，使人有輕快自由之感；但初學者切勿取為疏忽之藉口。

不論何種圖樣，視圖之安排均以第三角投影為美國標準方法，然建築畫亦時有用第一角者。有時用所謂“第二角投影”效果較佳，其中一視圖重疊於他者之上。作樓梯（Stair）之詳圖時常用之，如圖 26.1 所示者。

反射圖（Reflected View）。偶或應用，為建築畫極大之特點。是將建築物底面（Soffit）或天花板等物之圖或部分視圖，畫作地面上鏡子反射之狀。

輪廓法（Profiling）。圖 26.1 示建築畫之另一特點，是將重要之輪廓用較粗之線畫出，於是增進圖之外觀，並使閱讀便易。此法於剖面圖尤具價值，因其使剖面輪廓與剖面外之部分劃然區別也。

26.3 圖之種類。建築畫分成三大類：（1）初步研究圖（Preliminary Study），（2）表意圖（Presentation Drawing），（3）工作圖。

26.4 初步研究圖。建築師與事主會商之後，即提出建築計劃，其中包

括事主(物主)之重要要求,例如建築物之功用,場地之大小及性質,建築格式

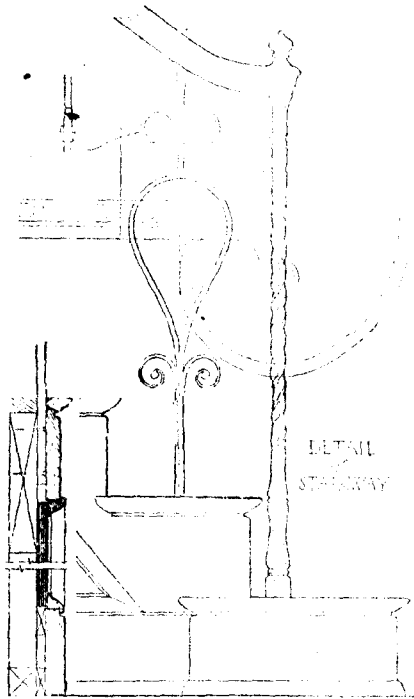


圖 26-1 表示重疊視圖及輪廓法之詳細圖。

(若事主有所指定), 希用何種構造材料等等。從之作各種設計,用軟鉛筆在描圖紙上繪粗率之草圖;選較佳之設計數個,以使用平面圖、正視圖及剖面圖作進一步之研究。設計者須常常設想自身為應用此建築之人;務須確保此最後選定之設計能以簡易之方法完成建築中一切項目。

做此步工作,須畫較小之草圖,然仍使各部分保持適當之比例。尺寸既小,不能研究細節,遂使設計員能專心考慮主要部分。自由自在,不受拘束:是為初步設計圖之必需條件。

於此作初步平面圖、正視圖及剖面圖,以徵求事主之同意;透視畫亦常有應用者。此種圖畫常上彩色,以求生動。

26.5 表意圖之目的在將擬建建築物之設計作具體而有效之表達,供作說明,或作競爭。圖中包括平面圖及正視圖,或更為周到而添透視圖;然無論如何,有關結構之資料總應極少,或竟無之。為易讀及吸引起見,通常應用水彩、墨水、顏色筆或鉛筆,使其色、光、陰之效果。正視圖及透視圖中常加畫人物、鄰屋、叢葉等,意在由對比而見設計之相對大小,非在渲染也。

作此等圖之平面圖時,常用陰影,使生凸出之感。牆影法(Poché)及鑲嵌法(Mosaic)等名詞即為用於表意圖者:牆影法僅將牆壁塗黑,以表示其相對之重要性;鑲嵌法為用淡色線條描繪室內之地板花紋,傢具等,以及室外四周之走道、車道及花木,用以表示建築物周圍之園地。對稱之房間常將其一半畫為地板鑲嵌圖,他半畫為反射之天花板或嵌圖。圖 26.2 為表意圖。

26.6 模型。近來用模型表示擬建之建築物者日多。在製圖室中利用

畫圖紙、厚紙片、輕木 (Balsa Wood) 等製造之。用以顯示建築完工後之外貌，並可從各種角度察其透視效果，對設計者及事主均有裨益。造紙模型時，先將各塊牆壁及屋頂剪成展開形，而後塗飾之，摺疊之，並黏於厚紙底板上。最要點厥為保持嵌線 (Molding)、欄杆、花木等一切物件之比例。舉凡物件之製造，材料之選取，在在可以流露作者之藝術天才與創造能力。染色海綿為樹，橡皮海綿為矮樹籬或灌木叢，砂及鋸屑膠合，染綠色以為草，此外儘可想出其他材料利用之。將模型照相，可代透視圖，以供複製；有時將其黏於同一角度所攝之場地照片之鄰屋上。

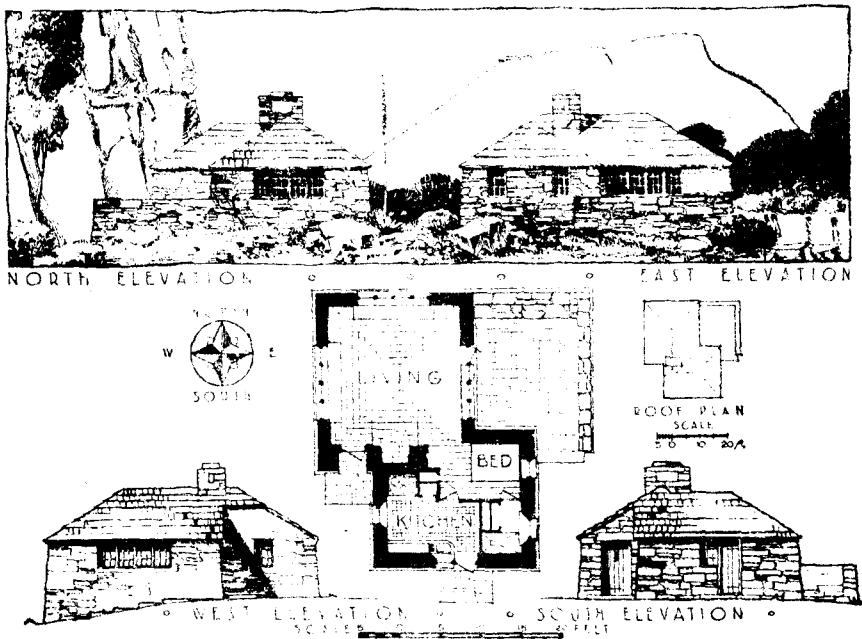


圖 26·2 表意圖

26·7 工作圖包括平面圖、正視圖、剖面圖、及詳細圖，外加材料及加工細則之規範，即為工作所需之資料，可據以履行契約，敷設建築。營造廠即憑工作圖以估價。

第十五章中有關工作圖之一般原則亦適用於建築工作圖。為使圖樣之大小適於工作需要，組合圖一紙上祇具一平面圖或正視圖。此種圖上最常用之比例為  $\frac{1}{8}'' = 1'-0''$ 。長 60 呎以下之小建築物則用  $\frac{1}{4}'' = 1'-0''$ 。

苟有可能，則有關物件須畫於一起，每門工藝所需之資料亦應予以集中。許多新式建築繁複異常，故須在總平面圖外，再為每門工藝（如構造鋼、暖室裝置、鉛管工程“Plumbing”及佈線）作特殊之平面圖。

畫工作圖時，製圖員須熟知地方及國家之營造規則，以及送核、請照等之手續。

**26.8 場地圖 (Plan of Site).** 設計任何重要結構之前，應作一場地圖，表示地界、輪廓、公用設備（溝渠、水電、煤氣）、樹木地位及其他形相。於是設計建築物，以與場地相配。再加畫建築物、進路及等高線（Contour）而完成全圖。普通之住宅祇需在地下室平面圖（Basement Plan）上加註尺寸，表示建築物至地界之距離，往往即能請出執照。

**26.9 地板平面圖 (Floor Plan).** 圖 26.3, 26.4, 26.5. 地板平面圖為水平剖面，其割截處距地板之距離不一，務求最能表示結構。故須切過該層所有之門窗開口，不問其距地板究有若干高度。因圖樣與建築物相形甚小，故平面圖大部分由習用符號構成，並用註解參照各該件之詳圖。牆、門、窗、裝置品（Fixture）等均均以包工者易於了解之習用符號表示。一般而論，地板平面圖包含該層空間一切資料，即在剖面上方者亦應列入。圖上示出下列各項之位置：一切門、窗、分隔牆（Partition Wall）、散熱器（Radiator）、裝置品、導管及煙道（Duct and Flue）、燈線及電熱線之出口（Outlet）；地板材料；以及有關上方天花板之資料，如樑、燈線出口等。若毋需另繪結構平面圖（Framing Plan），則須於地板平面圖上表示上層地板之攔柵結構（Joist Framing）。簡單建築之結構則聽任包工者為之。如磨粉廠等之重載荷或集中載荷（Concentrated Load）之特殊攔柵，則須另繪結構平面圖，示出其細節。有時或須另作平面圖，表示機械之位置及地腳（Foundation）。

**26.10 作平面圖。** 平面圖上恆將建築物之正面置於圖紙底部。選定比例尺後（普通房屋之平面圖用  $\frac{1}{4}'' = 1' - 0''$ ），畫一線並量其長度，使表示正牆之外面。若平面圖為對稱者，則畫其主軸。平面圖之諸軸相當於機械畫之中心線，在設計中佔極重要之地位。先畫外牆及內部分隔牆（木架牆“Frame Wall”畫作 6'' 厚；磚牆 9''、13''、17'' 等），再定樓梯、門及其他內部結構之位置。畫樓梯時，先作一圖解，以求得所需之級數及空間（建築師常用圖 5.3 所



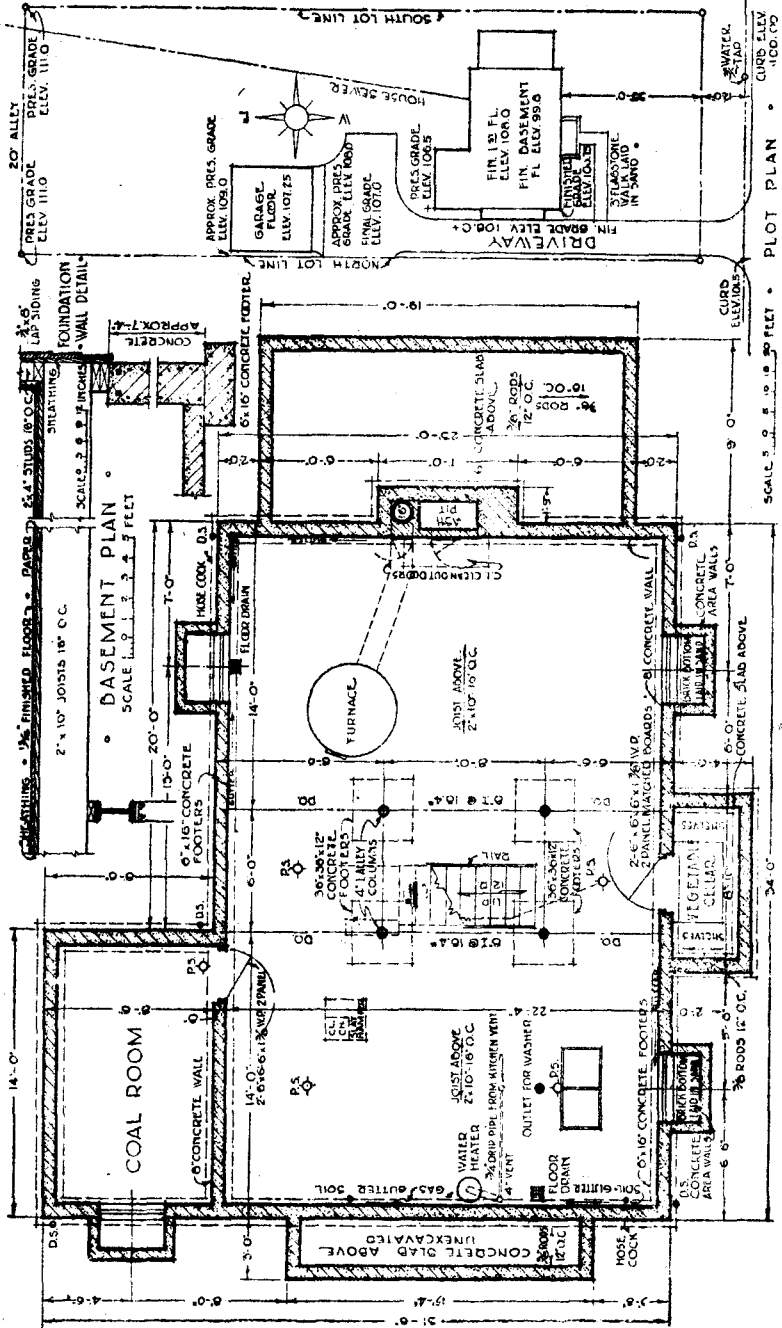


圖 26.3 工作圖：地下室平面圖及場地圖。

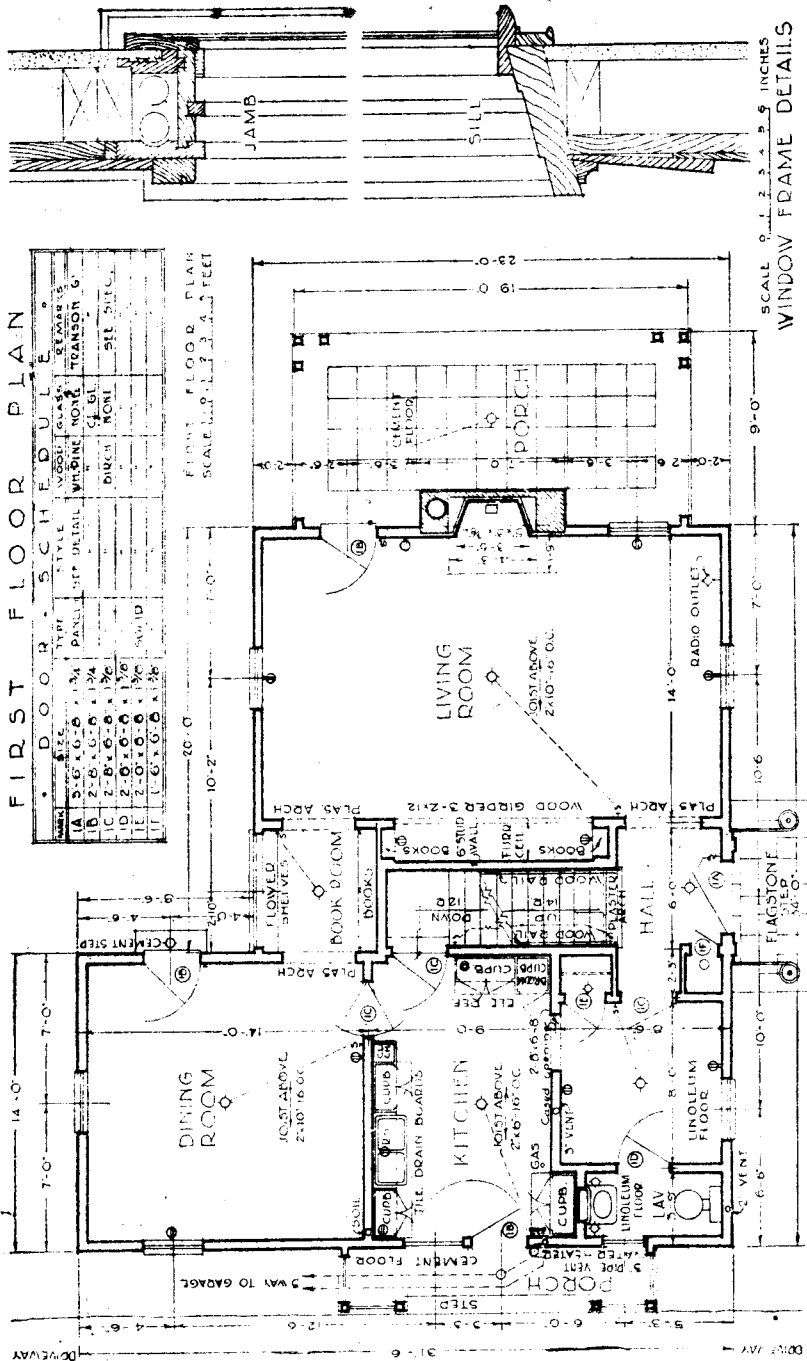


圖 26.4 工作圖：底層平面圖及窗之詳細圖。

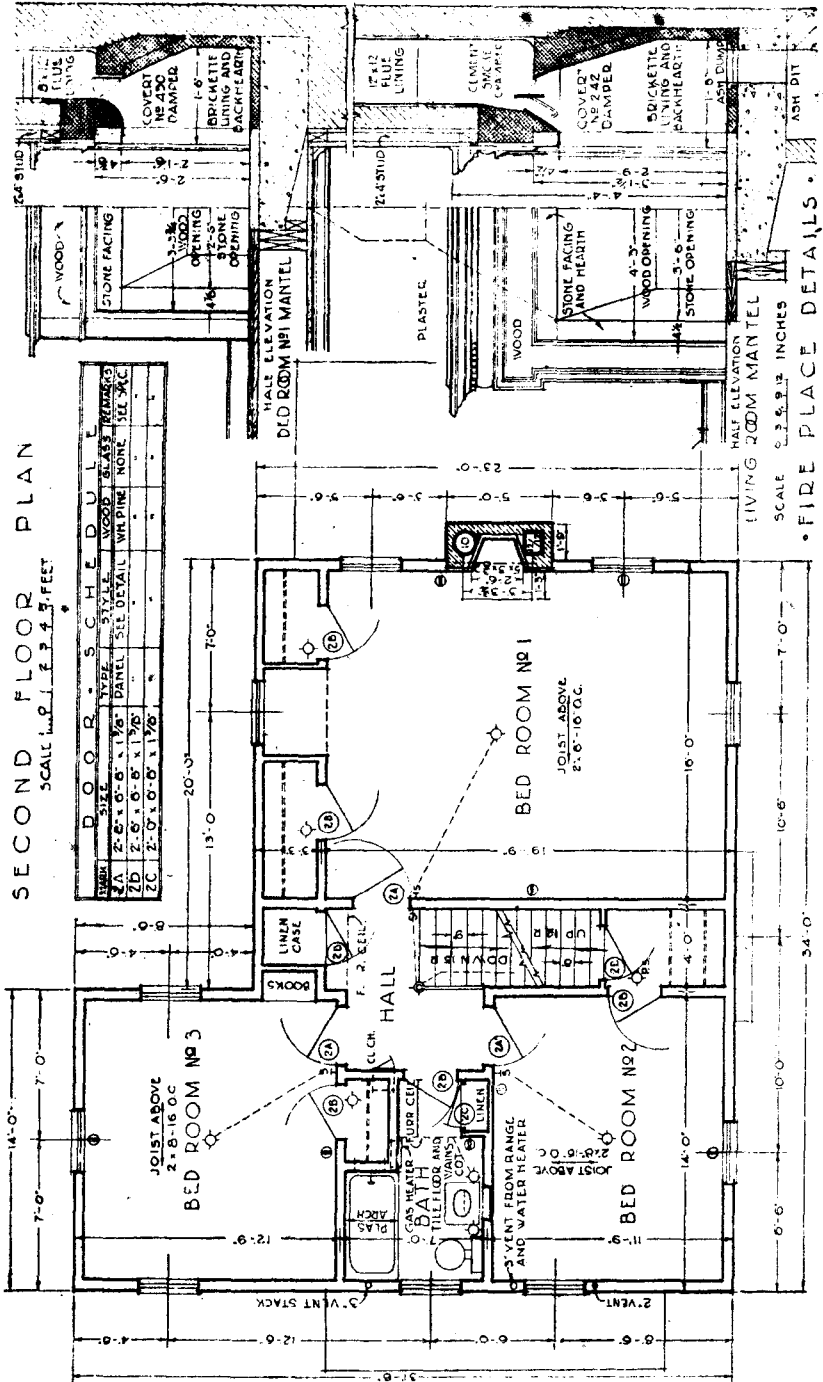


圖 26-5 工作圖；二樓平面圖及壁爐詳圖。

示之法)。一級至次級之高度稱為升高(Rise)，其大小視建築之種類及該樓梯在建築中之地位而定。升高愈低，步數跨得愈多，欲使踏板(Tread)之寬與豎板(Riser)之高相稱，可用列有其適當關係之圖表，查閱建築手冊可得所需資料。在平面圖上，畫虛線代表豎板之邊，各線相隔之距離等於踏板之寬。圖上毋須畫樓梯之全長，僅止於中途，以示梯下之情形。故每一地板平面圖上有上樓及下樓之梯之一部分。板用箭頭及註解表示樓梯之方向及豎板之數目，見圖 26.4。正面尚未設計之前不畫窗洞；但若已知窗在牆內之位置，則定出其中心線。通常最先畫底層平面圖；從之畫或描地下室平面圖、二樓平面圖及屋頂平面圖之輪廓。

26.11 正視圖為表示一結構正面、側面或後面景象之鉛直投影圖。若平面圖為不規則者，則更需其他平行於牆壁之正視圖。正視圖表示樓高、窗戶及室外裝修。從各正視圖幻想建築物之真正外表或透視景象，必須運用虛構力。譬如，屋頂之投影與其實際完工後之形狀迥異，故不慣於讀圖者往往誤解之。圖 26.6 及 26.7 示正視圖上所畫何種形相，所註何種尺寸。

26.12 作正視圖。先在圖紙一邊畫一牆壁剖面圖(從基礎畫起，表示坡度線、樓層高度、窗臺與楣“Sill and Head of Window”、飛簷與屋面斜度“Cornice and Pitch of Roof”及牆厚)。將坡度線橫過圖紙，以為作圖時之基線。輕輕投射地板及天花板線。置平面圖紙於正視圖之頂端，向下投射各寬度。定窗之位置，並完成正視圖，如二插圖所示者。

26.13 剖面圖。全剖面圖(General Section)為鉛直剖面上之室內視圖，表示室內結構及建築性之設計。剖面儘可多端曲折，俾能包含儘多之資料，與前述之水平剖面情形相同。簡單結構則在正視圖旁畫一部分剖面(或稱牆壁剖面，“Wall Section”)，即用正視圖之比例，或較其為大，已能供給所需之鉛直尺寸。各圖上常畫比例較大之部分剖面，如圖 26.4, 26.5 及 26.7；其剖面線表示剖視圖之位置及方向。

26.14 詳圖。一套圖樣除平面圖、正視圖及剖面圖之外，尚有大比例之詳圖，用以表示小比例圖上不能明確表達之部分。樓梯詳圖、牆脚(Footing)、窗、結構(Framing)等各項之詳細剖面圖，用  $\frac{3}{4}$ " 或  $1\frac{1}{2}$ " 等於  $1'-0"$  之比例均可清晰畫出。一張總圖上所提及之各件最好能集於一紙。

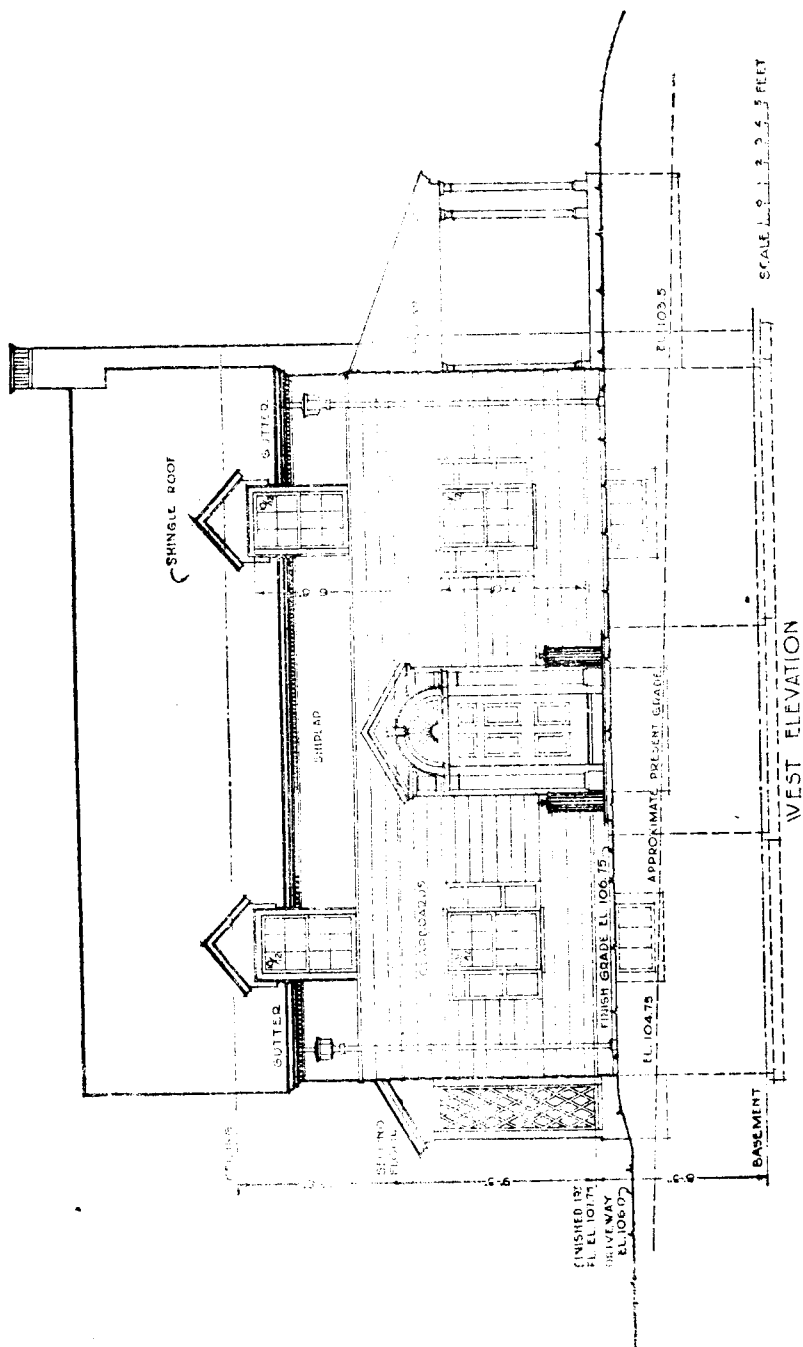


圖 26-6 工作圖：西面正視圖。



營造進行時，需用軟鉛筆在描圖紙上另繪嵌線及木工細節 (Molding and Millwork Detail)、裝飾鐵架等之全尺寸圖，而後晒成藍圖，以補前圖之不足。惟繪時務須細心在建築物上實地測量，此種圖上旋轉剖面(見第9.7節——譯者)應用極多。

圖 26.1 示將視圖組合之一法，以平面圖疊於正視圖上；有時用之，以省地位並使視圖間投射便利。

26.15 建築物構造細圖。工程師與建築師相互依賴。例如，強度、機械用器及構造是為工程師之問題；而平面圖及門面設計等則為建築師之事務，

設計工程或工廠性質之建築物時，牽涉之諸多問題有非建築師所能了解者。年青之工程師應能製作簡單廠房之初步區劃圖及圖樣。此處例示該種圖樣之某幾部分，用以闡明其畫法。柱 (Column) 之細節可照圖 26.8 繪之。該圖示上下地板之接頭。圖 26.9 以寫生方式示磚牆及木架牆中大開口之細

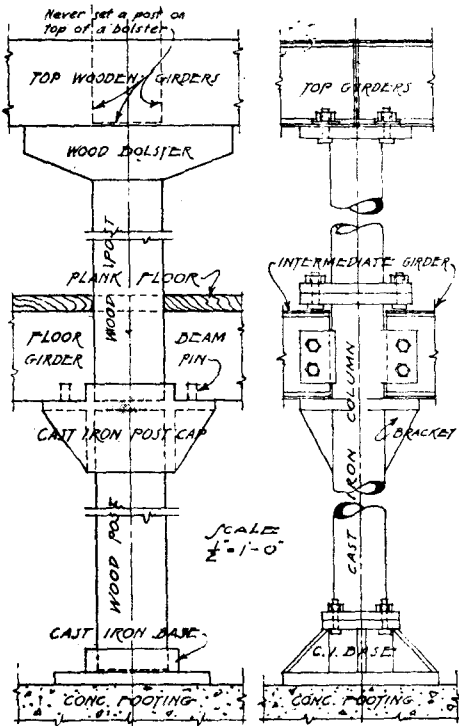


圖 26.8.

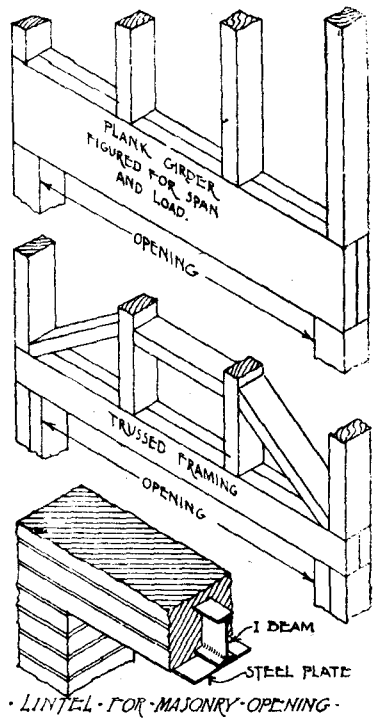


圖 26.9

節之某幾部分。

26.16 現成製件。營造新式建築物時，輒採用各公司專門製造之成品。例如，不同牌子之鋼窗框(Sash)細節各有不同。建築師從製造商獲得全尺寸之詳圖，乃可依之設計建築物。做此，通風扇(Ventilating Fan)、現成樓梯、防火門(Fire Door)以及許多其他製品，均須從製造商供給之圖樣繪出之。

26.17 符號。平面圖大部分由符號構成，已見前述。牆壁用雙線表示厚度。圖 26.10 示平面圖及正視圖中各種牆壁材料之符號。圖 26.11 示窗之習用畫法及符號。附錄中有佈線及鉛管工程之美國標準符號。

剖面		正視圖	剖面		正視圖
	粗木料			木架牆	
	工木料			絕緣木	
	磚			絕緣物	INS.
	石			大理石	
	混凝土			灰泥	
	混凝土塊			泥	
	泥瓦			琉璃瓦	
	ALBERENE 石	A		金屬	
	石板	SL		玻璃	
	磨石子			纖維性紙板	F

圖 26.10 材料之符號。

26.18 寸法。欲求建築畫之寸法無誤，須先具構造法之知識。尺寸之安置須使工人感覺極端方便；其起訖點須為易於接近之處；其大小之選擇，須使材料之商品尺寸有所變異時不致影響一般之尺寸。第十一章中所述之寸法原則大致均可應用於建築畫。試研究本章例圖上之尺寸，當有極大價值。請注意尺寸置於平面圖之外；置於石牆之外面，門窗開口、木架分隔牆、梁及柱之中心線上，木架外牆中間柱(Stud)之外面；鉛直尺寸及玻璃大小置於正視



圖上。

26.19 註解及規範。前云規範中有說明性之註解，此非圖上不應有註解之謂。建築畫上須有關於乎材料、構造及加工之明顯註解；規範中則較為詳盡而已。營造者每易忽視規範中之說明；然以其無時不應用圖樣，故必然見到

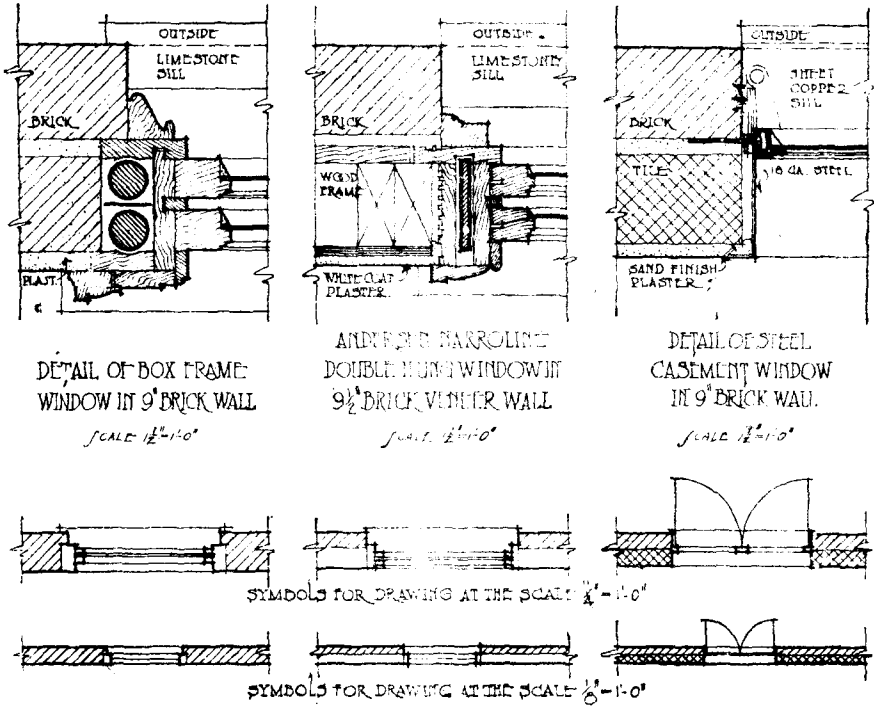


圖 26-11 窗之詳圖及符號。

FINISH SCHEDULE - FIRST FLOOR ROOMS							
ROOM NO.	ROOM NAME	FLOOR	BASE	WALLS & CEILING	WAINSCOT TRIM	CORNICE	REMARKS
101	HALL	YEL PINE	BIRCH	PLASTER		BIRCH PICT MLD	OAK STAIR TREADS & PLATFORM SEE DETAILS
102	LIVING R.M.						
103	DINING R.M.						
104	LAVATORY	TILE	TILE				
105	KITCHEN	YEL PINE	POPLAR		YEL PINE CHM POPLAR		OAK STEPS-BIRCH WDW STOOLS SEE DETLS
106	STAIR	YR TREADS	Y.P.				FINISH TO BOTTOM OF FLOOR JOISTS
NOTE - FINISH CLOSETS SAME AS ROOMS FROM WHICH THEY OPEN							

圖 26-12 加工一覽表。

圖上之註解或參攷資料。近來圖上應用一種有系統之註解表達法，名為“一覽表”(Schedule)者，作為圖樣之一項目。是即從規範中取來詳細之資料，列成表格形式，故使匠人易於察及。平面圖上之“加工一覽表”(Finish Sched-

ule) 將該圖上一切房間之有關規範全部列出，價值尤大。圖 26·12 爲一例。圖 26·4 及 26·5 上有門戶一覽表 (Door Schedule, 或稱 Door List), 是爲一覽表之前驅。

**26·20 校對。** 建築畫須小心校對之。製圖員在作圖時，常反復加以校核。圖樣未送至描圖員之前，須校核一切結構設計之強度及適用性，圖樣之製繪是否精確，事主之特殊需要已否予以實現(此等需要應筆之於書)。

描圖應由一負責之校核員校對之：在正確之尺寸上用軟鉛筆或藍筆作一鈎號；錯誤者則用紅筆作記號，或逕改正之。校核應循一定次序，逐條予以解決。次序可由個人之喜愛或視當前之情形定之。下列可供參攷：

1. 校核各平面圖之主要全長尺寸，注意所有平面圖相符合否。
2. 校核各平面圖之定位尺寸，注意各開口在鉛直線上是否對齊，平面圖諸軸(中心線)是否如所設計之穿過開口。
3. 注意各詳圖上之結構尺寸及加工尺寸是否與各平面圖上者相符，是否能與鄰近物件相配。工程進行時所作之諸大比例詳圖，須實地測量建築物而校核之。
4. 樓梯尺寸如升高，平距(Run)或頭頂地位(Headroom)，均須小心校核之。
5. 校核正視圖及鉛直剖面圖上所有之鉛直尺寸。
6. 校核窗及玻璃鑲門之玻璃尺寸。
7. 校核一切門戶之尺寸，並注意是否已用註解，圖樣或規範將門戶詳盡描述。
8. 校核諸正視圖上門窗鑲門(Lintel)之設計，長度及記號，並與諸大比例詳圖相比較。
9. 校核導管及煙道(Duct and Flue)之尺寸及位置。
10. 校核電線出口(Wiring Outlet)之位置及種類。
11. 校核所有機械設備(包括暖室裝置，通風設備，鉛管工程及電線佈置)之餘隙。
12. 注意所有註解完備而準確否。
13. 校核標題之內容(及英文拼法)是否正確。
14. 校核規範是否有印刷錯誤。
15. 就圖樣校核規範。規範雖較圖樣爲優先，但兩者不應矛盾。
16. 校核規範：注意鉛管，暖室及照明設備之裝置品(Fixture)及用器是否均已加以規定。
17. 校核是否遵照營造規則及法律。

**26·21 字法。** 建築師應用字法有二種用途：一，普通字法(Office Lettering)，包括圖上報導性質之一切標題及註解；二，設計字法(Design Lettering)，包括鐫刻於石、銅或其他材料上之繪畫式字體。

古羅馬字為建築師之萬用字體，適於任一用途，極少例外。此種字體甚難寫好；故製圖員於設計永久建築之銘誌即或標題之前，應完全熟知其結構、性格及美質。

26·22 標題。觀覽圖 (Display Drawing) 之標題通常用古羅馬體(空心或實心) 小心寫出。圖 4·46 示其一種寫法。工作圖上則用如圖 4·48 所示之基於古羅馬體之迅速單筆字。

建築畫之標題應有下列各款之部分或全體：

1. 建築物之名稱及地點。
2. 視圖種類，如屋頂平面圖 (有時寫於圖上他處)。
3. 事主姓名及地址。
4. 日期。
5. 比例尺。
6. 建築師姓名及地址。
7. (一套中之)圖號。
8. 材料符號解釋。
9. 事務所記錄。
10. 如為公共建築物則須預留空格以備當局核准。

圖 26·13 示工作圖標題之三例：其一為畫成者；其二為印刷者，用於需要幾百張圖樣之大計劃；其三為羅馬字體之完成標題。

FIRST FLOOR PLAN	A RESIDENCE FOR <b>MR. &amp; MRS. JOHN DOE</b> COSHOCKTON 4, OHIO	COMMISSION 474 12 FEB 1947	SHEET NO. <b>3</b> OF 12
SCALE 1/4"=1'-0"	DESIGNED BY <b>HOLLIE W. SHUPE</b> REGISTERED ARCHITECT COLUMBUS 10, OHIO		

ANNEX TO U. S. POST OFFICE NINTH AVENUE, 31st TO 33rd STREET NEW YORK CITY		
MCKIM, MEAD & WHITE, ARCHITECTS 101 PARK AVE., NEW YORK, N.Y.		
ORNAMENTAL GRILLE N°2		
SCALE 3/4" = 1'-0"	DATE DEC 10-34	DRAWING No. <b>MMW 230</b>

<b>THE ARCHIVES BUILDING</b> PENNSYLVANIA AVE TO CONSTITUTION AVE SEVENTH TO NINTH STREET WASHINGTON D. C.		
CLYDE R PLACE MECHANICAL ENGINEER GRAYBAR BUILDING NYC	JOHN RUSSELL POPE ARCHITECT 542 FIFTH AVENUE <i>John Russell Pope</i> NEW YORK CITY	H G BALCOM CONSULTING ENGINEER 10 EAST 47th STREET NYC
SCALE 1/4" = 1'-0" DATE 5-12-32	<b>MOAT DETAILS</b>	<b>J204P</b>

圖 26·13 工作圖之標題。

## 習 題

26.23 茲提供下列諸題以爲建築畫之實習。學生手頭應備有參攷書籍，以供查攷現代建築材料之用。平面圖及正視圖用  $\frac{1}{4}$ " 比例尺，牆壁剖面圖用  $\frac{3}{4}$ "，詳圖用  $\frac{1}{2}$ "。

1. 作圖 26.3 至 26.7 中所示一屋之南面正視圖，其資料從各圖獲得。
2. 作上題中房屋之東面正視圖。

3. 從圖 26.14 及 26.15 之表意圖發展之，畫一別墅之整套工作圖。圖 26.16 至 26.20 中有材料及構造之詳細資料。當建築事務所中工作進展至此一步驟時，製圖主任即擬就一張一覽表，指示必須繪畫之主要圖樣及詳圖，製圖員即依之作圖。下列即是：

1. 場地圖。比例尺  $\frac{1}{8}$ " = 1' - 0"。示出污水箱 (Septic Tank) 之位置及濾水池 (Filter Bed) 之詳圖。

2. 底層平面圖。比例尺  $\frac{1}{4}$ " = 1' - 0"。示二層樓之結構平面圖。

3. 二樓平面圖。比例尺  $\frac{1}{4}$ " = 1' - 0"。示天花板之結構。

4. 北面正視圖。比例尺  $\frac{1}{4}$ " = 1' - 0"。示樓梯及汽車間進口之構造細節。

5. 東面正視圖。比例尺  $\frac{1}{4}$ " = 1' - 0"。示走廊紗窗框架及飛簷 (Cornice) 之構造詳圖。

6. 南面正視圖。比例尺  $\frac{1}{4}$ " = 1' - 0"。示汽車間窗之構造細節。

7. 西面正視圖。比例尺  $\frac{1}{4}$ " = 1' - 0"。示西首牆壁剖面圖及棚架 (Trellis) 詳圖。

8. 橫剖面。比例尺  $\frac{1}{4}$ " = 1' - 0"。示壁爐、書架、屋脊通風板 (Ridge Louver) 及飛簷之詳圖。

4. 圖 26.2。作週杪小築 (Week-end Cottage) 之地板平面圖、正視圖及屋頂結構平面圖。牆壁用不加琢磨之粗石砌成；屋頂木料用舊穀倉木材 (Barn Timber, 是爲建築穀倉用之鬆質木材——譯者) 或就地砍下樹木配用之；地板用石片，以水泥嵌縫；屋面用重石板瓦或大木板；室內之木工用染色

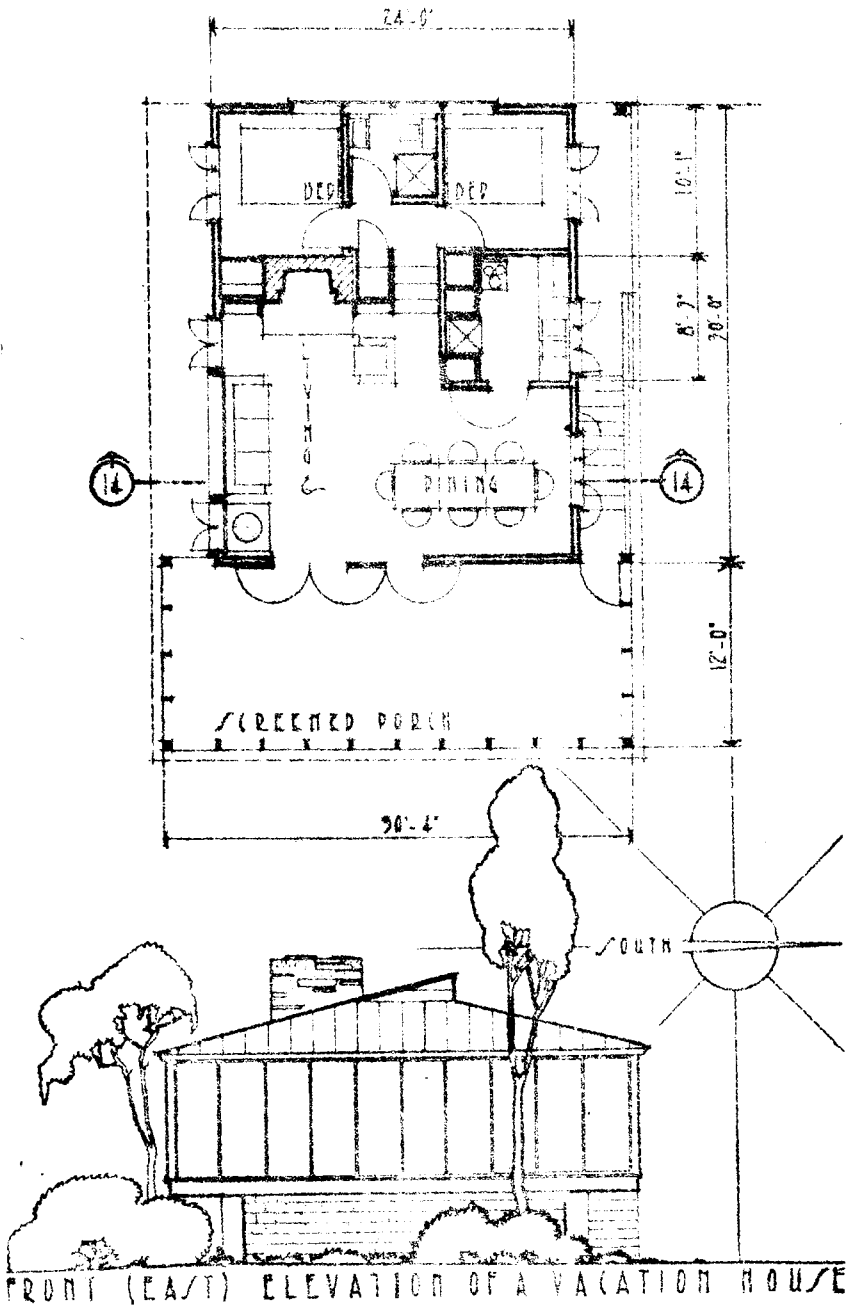


圖 26-14 表奇圖：別墅。

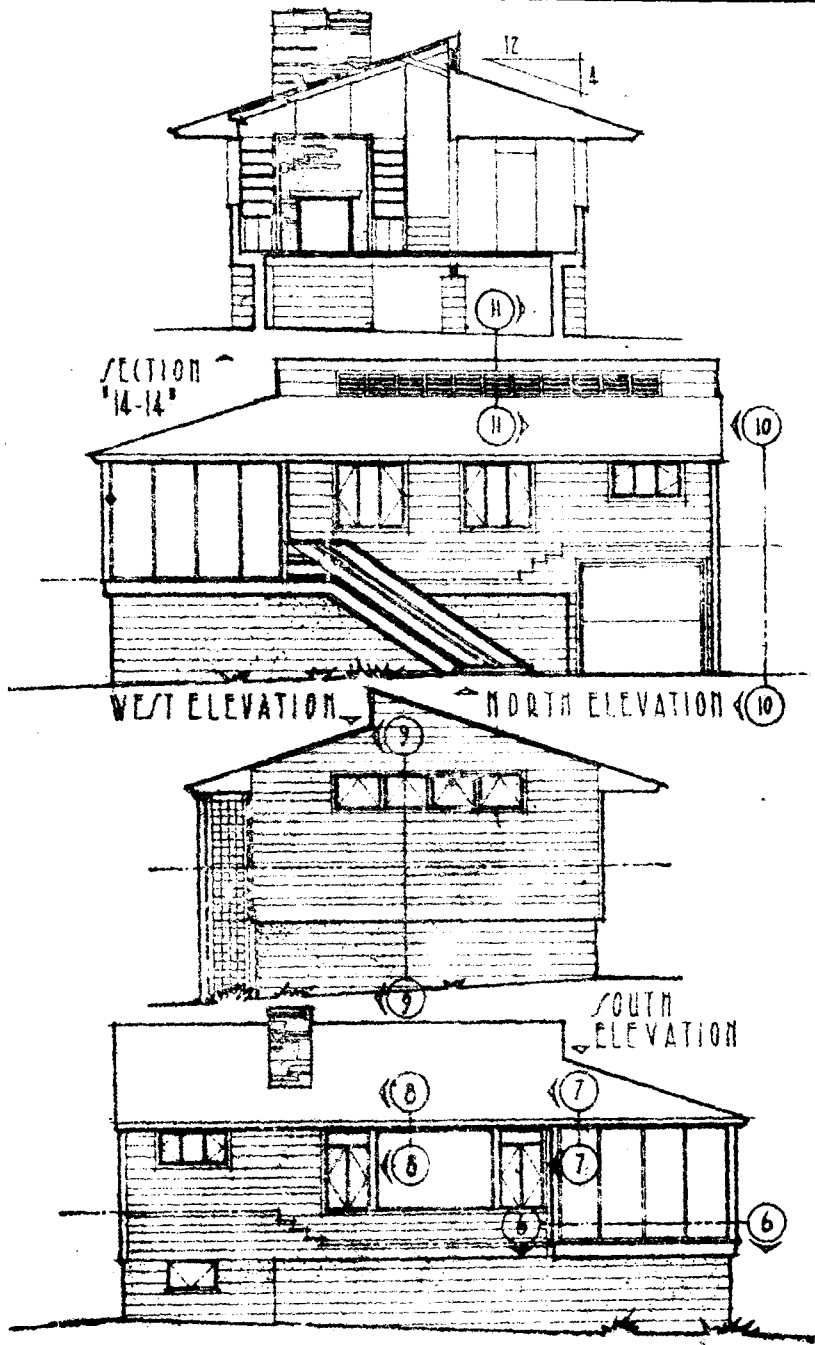
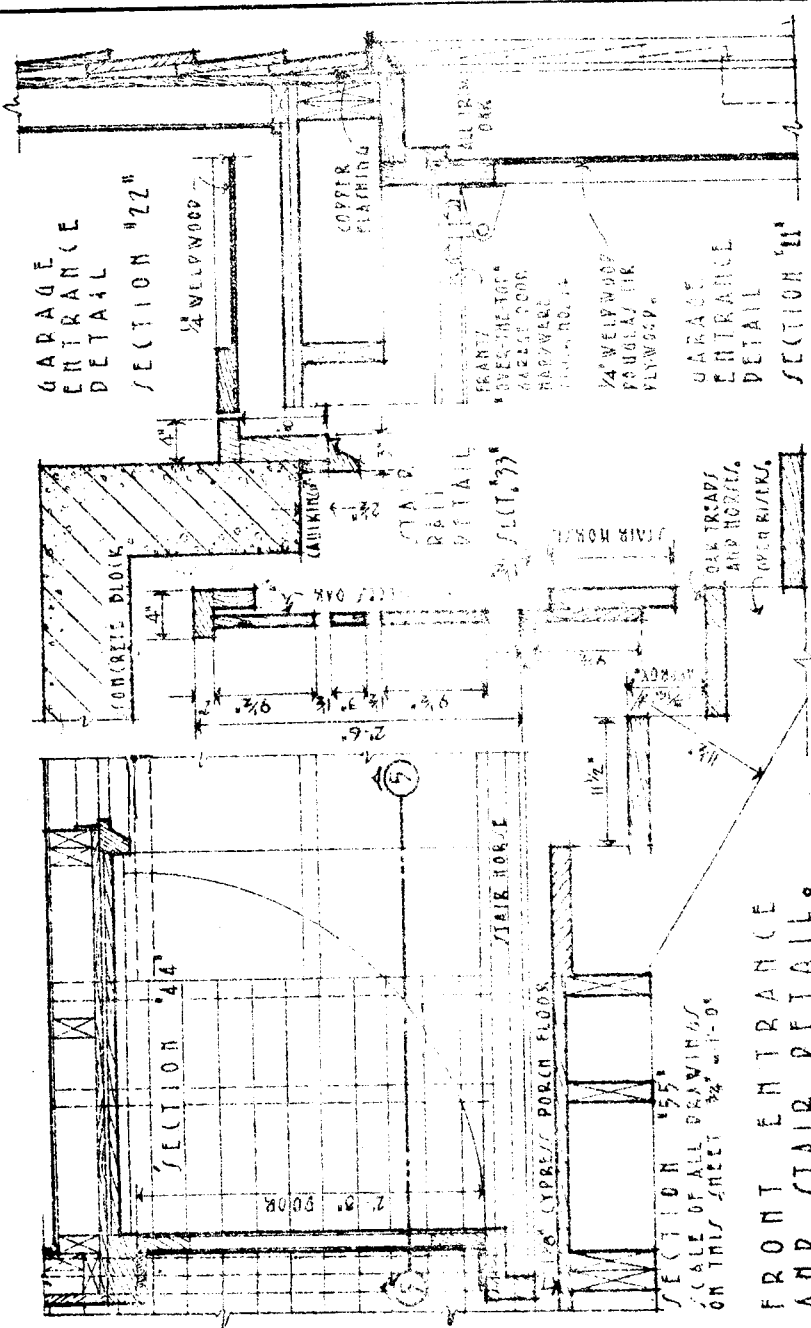


圖 26-15 表意圖：別墅。





FRONT ENTRANCE  
AND STAIR DETAIL.

SECTION 45  
SCALE OF ALL DRAWINGS  
ON THIS SHEET 3/4" = 1'-0"

圖 26-17 構造詳圖







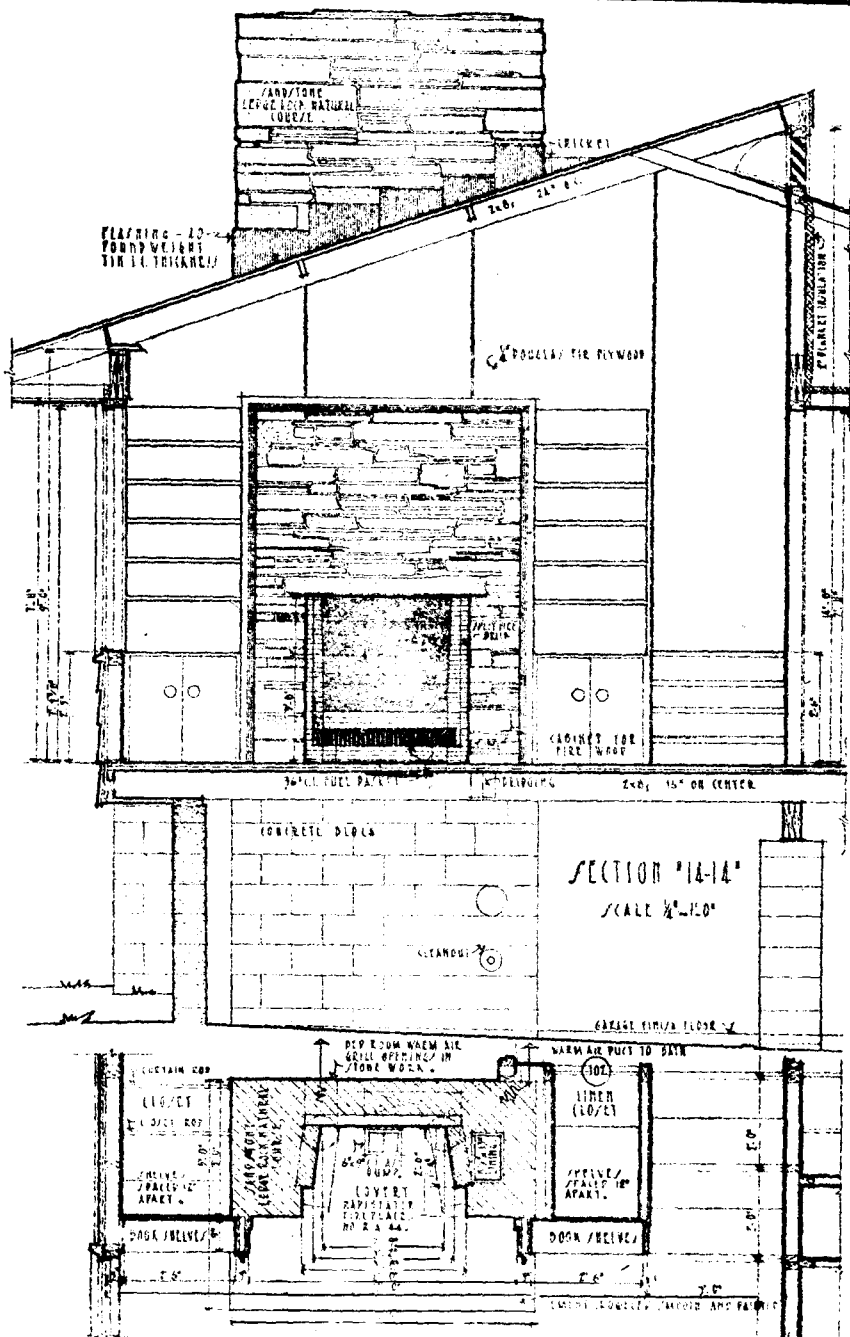


圖 26.20 構造詳圖。



VACATION COTTAGE

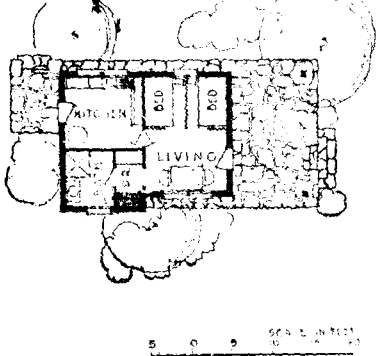


圖 26-21 假期小築。



A HUNTING LODGE

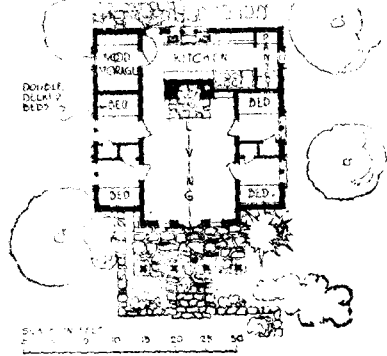
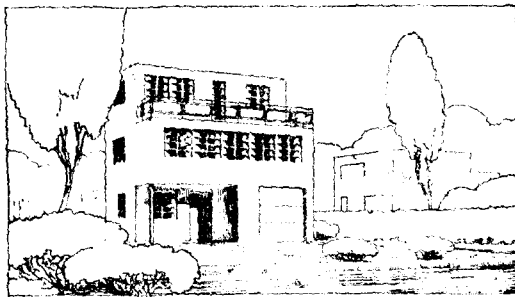
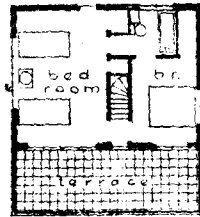
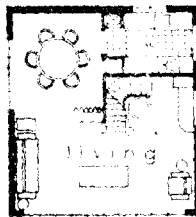
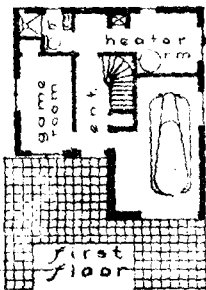


圖 26-22 獵舍。



low-cost house for a small lot



SCALE IN FEET 5 0 5 10 15 20

圖 26-23 小樓房屋

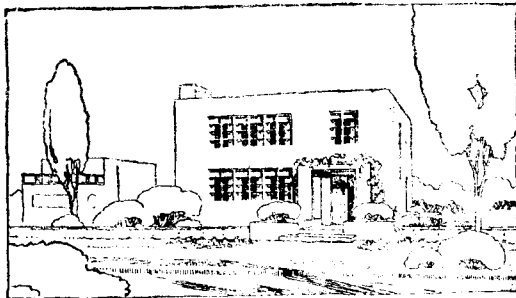
之穀倉木材或不加工之木料。

5. 圖 26·21. 作假期小築 (Vacation Cottage) 之一套工作圖。基礎 (Foundation) 爲粗石。

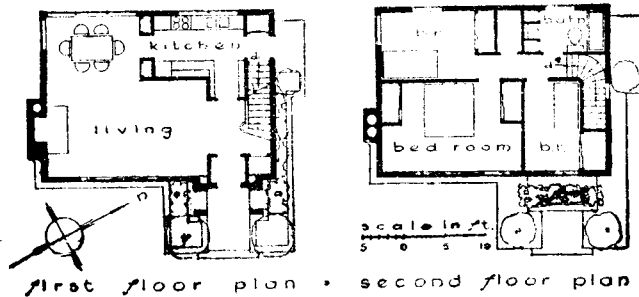
6. 圖 26·22. 作獵舍 (Hunting Lodge) 之諸工作圖。粗石基礎，鋸木結構，草泥屋頂。

7. 圖 26·23. 作所示房屋之諸工作圖。混凝土 (Concrete) 基礎。牆用灰泥 (Stucco)，石片或金屬，並以絕緣體作襯。最好用防火結構及鋼窗框。

8. 圖 26·24 作所示房屋之諸工作圖，選其建築材料。



a low-cost house



first floor plan • second floor plan

圖 26·24 小型房屋。

## 第二十七章 構造圖要義

27.1 構造圖僅某種細節及實務與其他圖樣相異，以配合結構所用之材料及構造方法。此種異點，已甚確定。故任何工程師均須略知結構工程中所用之繪圖方法。

鋼結構乃以鉚釘或焊接將諸多“軋鋼”(Rolled Shape)作永久性之接合而組成者。構造圖之功能在表示構造鋼之形狀及尺寸，以及連接之細節。普通構造鋼形(Structural Shape)之剖面見圖 27-1。

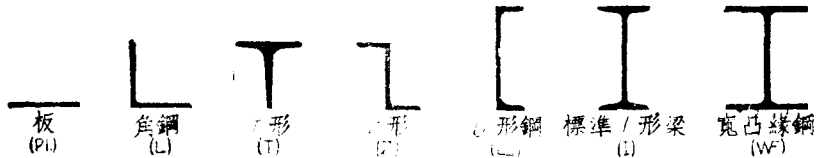


圖 27-1 軋鋼之剖面。

各種標準鋼形之尺寸，以及構造圖製圖員所應熟悉之其他資料，列於構造鋼手冊中。木結構中之構件尚未標準化，故宜將每件之細節及尺寸完全列出。

構造圖中所用之術語辭彙見附錄。

27.2 分類。Ketchum 教授(註)將構造圖分成下列數類：

(1) 總計劃圖 (General Plan)。其中包括地面之輪廓，結構之位置；結構主要點之高度；餘隙；坡度；水流方向，最高及最低水位 (建橋樑用)；以及有關設計下層建築 (Substructure) 與上層建築 (Superstructure) 之其他數據。

(2) 應力圖 (Stress Diagram)。其上有該結構之主要尺寸；載荷 (Loading)；靜載荷 (Dead Load)，活載荷 (Live Load)，風載荷 (Wind Load) 等分別在各構件中引起之應力；總極大及極小應力；構件尺寸；一切組合構件之剖面；以及作各構件細圖所需之一切資料。

(3) 製造圖 (Shop Drawing)。所有之鋼鐵構件須有詳細製造圖；所有之木材，石料及混凝土構件須有詳圖。

註。見 Milo S. Ketchum 所著之 Structural Engineers' Handbook。

(4) 基礎或石工圖 (Foundation or Masonry Plan)。其上應包括支持結構之一切基礎、牆、拱台 (Pier) 等之詳圖。並示基礎之載荷，牆腳 (Footing) 深度、樁 (苟應用之) 之間隔，混凝土之比例成分，石及膠泥 (Mortar) 之質料，土壤之許用承壓 (Allowable Bearing)，以及用以確切勘定及構造基礎之一切數據。

(5) 建立圖 (Erection Diagram)。應示結構每部分之相對位置，各構件之裝運記號，一切主要尺寸，每一構件中之鋼形數目，銷 (Pin) 之填料 (Packing)，銷之大小及扣距 (Grip)，以及對建立者容或有助之任何特點或資料。重鋼形之近似重量頗有助於建立者之設計臨時支架 (False-work) 及人字起重機 (Derrick)。

(6) 臨時支架圖 (Falsework Plan)。一般結構之臨時支架圖多不在室內設計，而由建立者在營造時為之。艱難或重要之工程則須在室內詳細作出之，其上示臨時支架所有構件及連接之細節，並有架搭步驟之說明。混凝土拱 (Arch)、石拱、其他混凝土結構；以及所有牆壁、拱台 (Pier) 等之模板 (Form)，均屬需臨時支架圖。此外應將移動起重機 (Traveler)，人字起重機等之詳細佈置圖供給建立者。

(7) 材料單 (Bill of Material)。列有結構上各部分之記號及裝運重量，俾於材料到達時點驗貨色及其重量。

(8) 鉚釘表 (Rivet List)。示建立結構時當場所需之一切鉚釘、螺絲、道釘 (Spike) 等之尺寸及數目。

(9) 圖目 (List of Drawings)。是為該結構一切圖樣之目錄。

27.3 總圖 (General Drawings) 包括總計劃圖、應力圖及建立圖，大致相當於機械工程師之設計圖及組合圖。有時設計圖全由工程師作出，示構件之大小與重量，所有鉚釘之數目及間隔，惟通常僅示構件之一般尺寸，位置及大小，與鉚釘之數目，至於細節則任工場處置，或另行在工場詳圖 (Shop Detail Drawing) 上示出之。

結構製圖員常在一視圖上用二種比例尺，俾能明白表示細節：其一較小，用以畫結構之中心線或骨架，表示形狀；他一用以畫組成結構之各件。前者由結構之大小與圖紙相較而定；通常用  $\frac{1}{4}$ "， $\frac{3}{8}$ " 或  $\frac{1}{2}$ " 等於 1' - 0"。工場詳圖則用  $\frac{3}{4}$ "，1" 或  $1\frac{1}{2}$ " 等於一呎，較小之詳圖用 3" 等於一呎。圖 27.2 為小型屋頂構架 (Truss) 之典型圖，其細節完全示出。此類圖作於工作線 (Working Line) 周圍；工作線通常即構件之重力線 (Gravity Line)，形成骨架，用以計算構件之應力與大小，圖中方框內另以小比例所繪者即是。此等線之交點稱為“工作點” (Working Point)。由之計算一切距離。準確計算每工作線

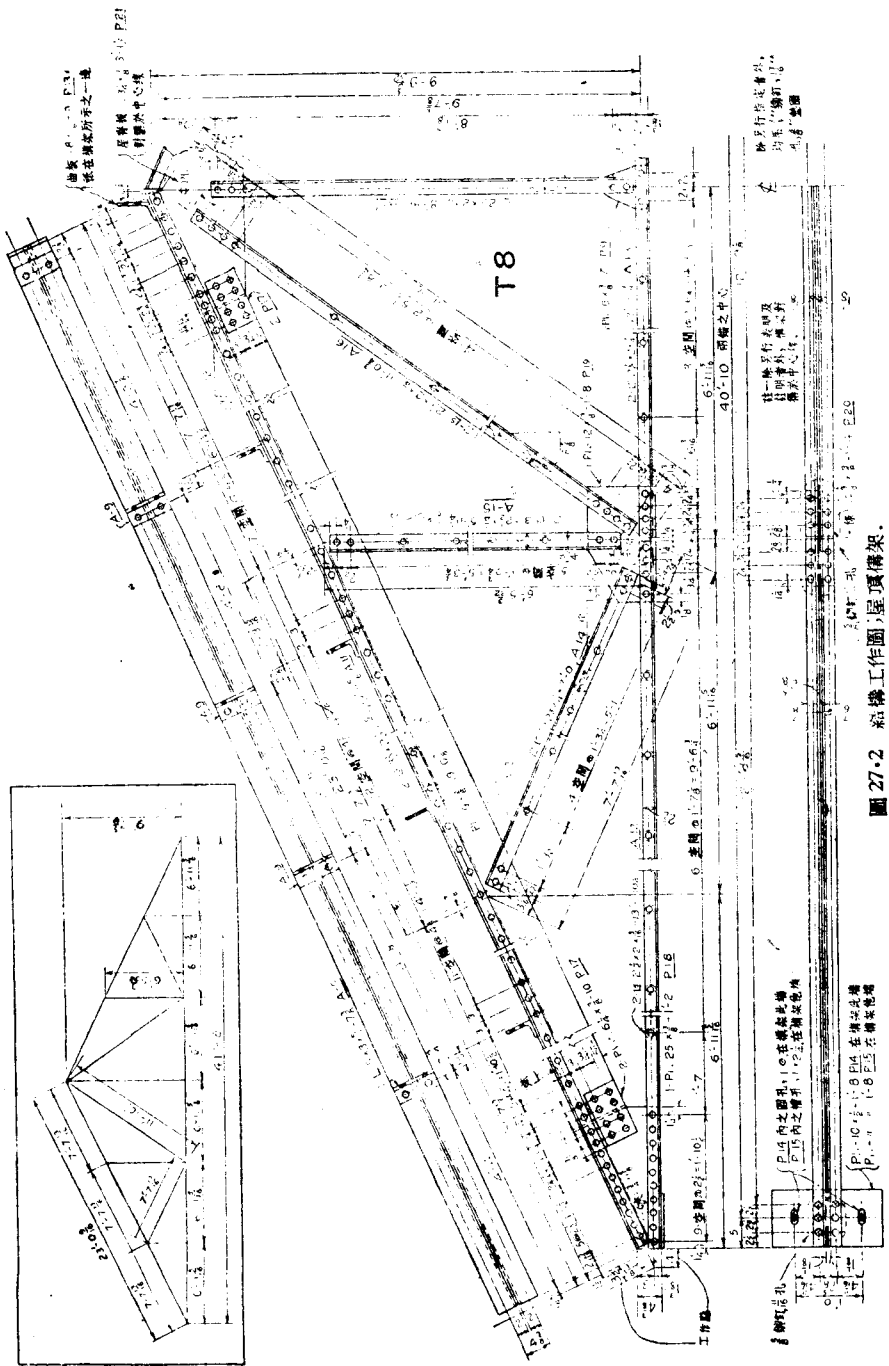


圖 27.2 結構工作圖(屋頂構架)



之長度，從之得諸中間尺寸。

建立圖常與構架之圖作於同紙上。

若祇畫構架之半，則恆示其左邊(指人面對構架有主要連接之一側而言)。

營造房屋時，應在圖上加設樑之一覽表及柱之一覽表，示此等構件之詳細資料。

27.4 詳圖。用相當大之比例作各別圖樣，以容完備之資料，稱為“工場詳圖”(Shop Detail Drawing)。各部分均按比例畫，請特別注意鉚釘及鉚釘頭均按比例準確繪出。苟有可能，務使一切構件圖樣之相對位置(鉛直、水平或傾斜)與其在結構完工後所佔之位置相同。鉛直或傾斜之長構件可許畫為水平；鉛直者之下端恆在左方，傾斜者則依其落下之位置畫之。除簡單之

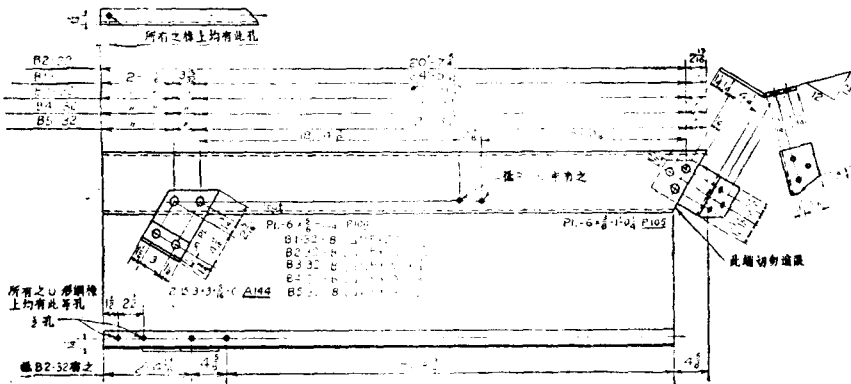


圖 27-3 梁之詳圖。

房屋外，每張詳圖紙上均須以小比例畫一圖解，用粗線示該構件在結構中之相對位置。

圖 27.3 為梁之詳圖，以一圖示五樑之一切資料，並表曲板 (Bent Plate) 之畫法。此類圖上各長度不依比例繪畫，甚屬顯然。

作詳圖時在各構件上加一記號，以便裝配時辨認，如 B1-32 (B 表 Beam; 1 為工場號碼; 32 為詳圖之號數)。

27.5 結構圖實務。製圖室中所有之圖應用標準大小之紙張，通常用美國標準之 17"×22"，22"×34" 及 34"×44" 者。

邊框大率用半吋。輪廓之墨線須較粗，俾使主要材料顯然突出；尺寸線

及規線 (Gage Line) 則用極細之黑色實線。亦有喜將尺寸線及規線繪成紅色者。此固使描圖較易閱讀，惟印圖則未見愜意，且不變色之紅墨水亦殊難得。在老物上添建新物，則老者常用紅色。工場詳圖廣用描圖紙或鉛書布；偶亦以草圖代用器畫。組合圖之不必借重墨水之永久性者，可用鉛筆畫於描圖布或紙上。

尺寸恆置於尺寸線上方，尺寸線並不中斷。長度尺寸用呎及吋表示。除有誤會之可能者外，略去一切吋號。故 1 螺栓應為 1" 螺栓。即尺寸之以呎及吋表示者亦略去其吋號，惟中間須以短劃分開，如 7'-0, 7'-0 $\frac{1}{2}$ , 7'-4, 見圖 27·3 所示。板之寬度及輻鋼之剖面大小以吋表示；留意使其與材料之商品尺寸相符。構件之大小以諸數字規定之，如 2L 2 $\frac{1}{2}$  × 2 ×  $\frac{1}{4}$  × 7'-3, 意即具有 2 $\frac{1}{2}$  及 2 之不等股之二個角鋼 (Angle)， $\frac{1}{4}$  厚，7'-3 長。角尺寸則在斜構件之附近畫一小三角形 (基線 12")，註其另一股之尺寸即可。

圖 27·1 中各剖面之尺寸及其在圖上所用之縮寫，其為美國鋼構學會 (The American Institute of Steel Construction) 所採用者如下：

鋼板 (Plate). 寬 × 厚 × 長 (Pl 18 ×  $\frac{1}{2}$  × 10'-0).

等股角鋼 (Equal-leg Angle). 股之大小 × 厚 × 長 (L 3 × 3 ×  $\frac{1}{4}$  × 10'-0).

不等股角鋼 (Unequal-leg Angle). 長股之大小 × 短股 × 厚 × 長 (L 7 × 4 ×  $\frac{1}{2}$  × 10'-0).

T 形鋼 (Tee). 高 × 寬 × 每呎重 × 長 (T 3 × 3 × 6.7 × 10'-0).

Z 形鋼 (Zee). 高 × 厚 × 每呎重 × 長 (Z 6 × 3 $\frac{1}{2}$  × 15.7 × 10'-0).

標準 U 形鋼 (Standard Channel). 高 × 每呎重 × 長 (9 C 13.4 × 10'-0).

標準 I 形梁 (Standard I Beam). 高 × 每呎重 × 長 (15 I 42.9 × 10'-0).

寬凸緣鋼 (Wide-flange Section). 高 × 每呎重 × 長 (24 WF 74 × 10'-0).

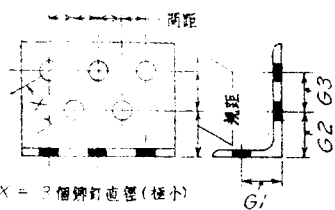
校對後常在尺寸下用紅墨水或鉛筆作一點以為記號。正視圖，剖面及其他視圖之相對位置依第三角投影之規則。惟如圖 27·2 及 27·3 之正視圖下有一視圖則為例外；該視圖非為仰視之正常底視圖，而為俯視之剖面，切於下凸緣之上方者。材料之巨大剖面以均勻之斷面線表示。小剖面則完全塗黑，惟在相鄰件間留下空白。

鉚釘沿“規線”(Gage Line) 排列：自角鋼及 U 形鋼之背部量起；自 I 形梁之中心量至中心。沿規線量得之二鉚釘間距離稱為“間距”(Pitch)。各種角鐵之規距 (Gage) 及間距見圖 27·4。

結構物輒甚龐大，未能於工場中全部裝竣；故先“製”成適於搬運之大小，而後在建立地點連接之。此種“場地鉚釘” (Field Rivet) 之孔恆在圖上按比例塗成黑色；“工場鉚釘” (Shop Rivet) 則用圓示其頭之直徑。圖上恆須有場地鉚釘表，畫鉚釘時，圖 30.5 之墜筆圓規 (Drop Pen) 頗為人所樂用。

每詳圖通常有一公有註解，說明鉚釘大小，孔之大小，邊距 (Edge Distance) 及油漆指示，如“在工場中漆一層紅鉛 (或石墨)。裝配前將各接觸處上漆”。

圖 27.5 示美國標準鉚釘符號，以前稱之為“Osborn 符號”，其應用甚廣，故在圖上毋須另加符號解釋。圖 27.6 示



號	G1	G2	G3	極大鉚釘
0	4 1/2	3	3	1 1/8
7	4	2 1/2	3	1 1/8
6	3 1/2	2 1/2	2 1/4	1
5	3	2	1 3/4	1
4	2 1/2			7/8
3 1/2	2			7/8
3	1 3/4			7/8
2 1/2	1 3/8			3/4
2	1 1/8			5/8
1 3/4	1			1/2
1 1/2	7/8			3/8
1 1/4	7/8			3/8
1 1/4	3/4			3/8
1	3/8			1/4
3/4	1/2			1/4

圖 27.4 規距及間距。

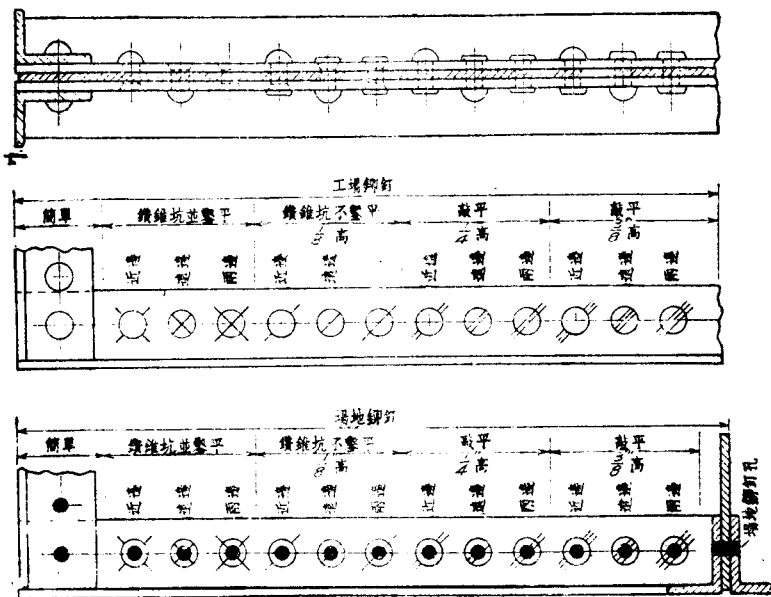


圖 27.5 美國標準鉚釘符號

較大比例之鉚釘。

現時製造結構物、用弧焊接 (Arc Welding) 以代鉚釘者日多。參閱第十六章。

曲板 (Bend Plate) 應予展開；煅製曲桿之“伸長線”(Stretchout) 長度應示出。曲板之長可取為彎頭 (Bend) 內部之長，每彎再加板厚之半。

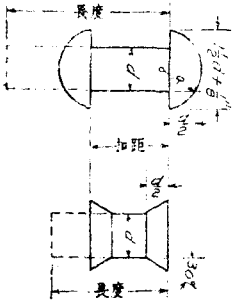


圖 27.6 結構用鉚釘。

材料單在結構圖上不可或缺。列於圖上固無妨；最好則另附一紙，通常用  $8\frac{1}{2} \times 11$  者，稱為“材料附單”(Bill Sheet)。

結構之每構件應有一裝運記號 (Shipping Mark)，是為一大寫字母及號碼，書於圖樣及材料附單上。見圖 27.2 及 27.3。

字法用迅捷之單筆體，傾斜垂直均可。圖 27.7 示印就標題格式之一例。

GENERAL NOTES		APPROVED _____ 194 _____
WORKMANSHIP _____		BY _____
MATERIAL _____		<b>CONTRACT</b> _____ OF _____
BILL OF MATERIAL SHEET NO. _____		<b>SHEET NO.</b> _____ OF _____
RIVERS _____		LOCATION _____
OPEN HOLDS _____		BUILT BY _____
PLACING _____		<b>KING BRIDGE COMPANY</b>
ASSEMBLING PAINT _____		CLEVELAND OHIO
SHOP PAINT _____		DRAWINGS FINISHED _____
FIELD PAINT _____		
INSPECTED BY _____		
ERECTED BY _____		
FIELD CONNECTIONS _____		
F. O. B. _____		
SHIP _____		

圖 27.7 印就之標題格式。

27.6 木材結構 (Timber Structure) 之畫法無何新原則，惟須特別注意細節。木構件大致為矩形，以整數之吋數表示其名義尺寸，如  $8 \times 12$ 。名義尺寸輒較實際者為大，故總圖上應準確示出中心及其他重要尺寸。零件則用較大比例之詳圖示其細節。木構件之大小變動甚巨，故一切宜詳為規定，勿使建立時有所臆測。接頭 (Joint)，鑲接 (Splice)、連接方法等之細節均應完全示出。





哥倫比亞區華盛頓市之文件管理處 (The Superintendent of Documents, Washington, D.C.) 以低價購得。

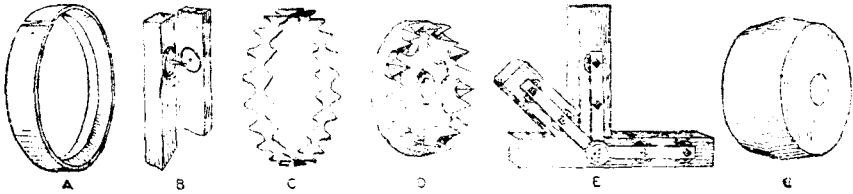


圖 27-10 木材連接器。

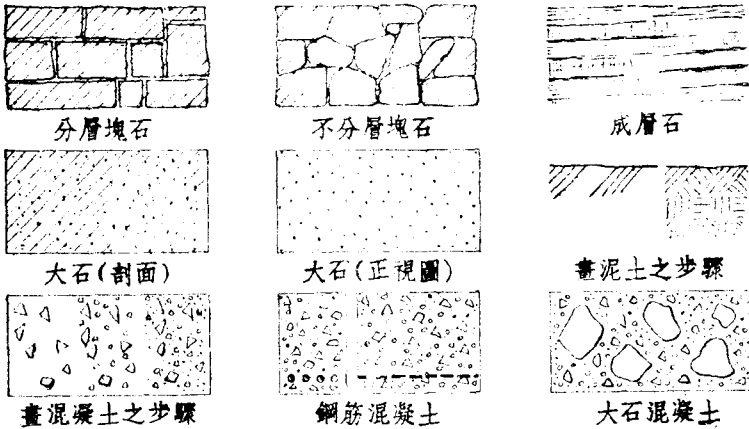


圖 27-11 石工符號。

27-8 石工結構 (Masonry Structure)。畫石工所用之符號與實際材料相彷彿。圖 27-11 示普通應用者數種，並示畫土及混凝土之步驟，遵之而行可使外觀勻稱。圖 27-12 中之石塊邊緣留一圈空白，是為畫斷面線之有效方法。各種工程中常需畫拱台、機器地腳等結構。此際應示其坡度線 (Grade Level)、地板高度 (Floor Level) 及其他固定高度，連同地腳螺栓 (Foundation Bolt) 之準確定位尺寸。一切材料須用名稱或註解明白標示。圖 27-13 為拱台。

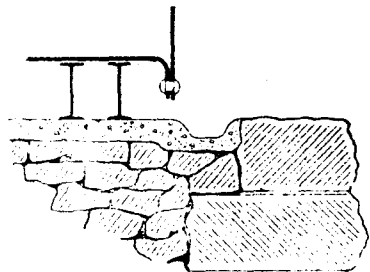


圖 27-12 石工剖面。





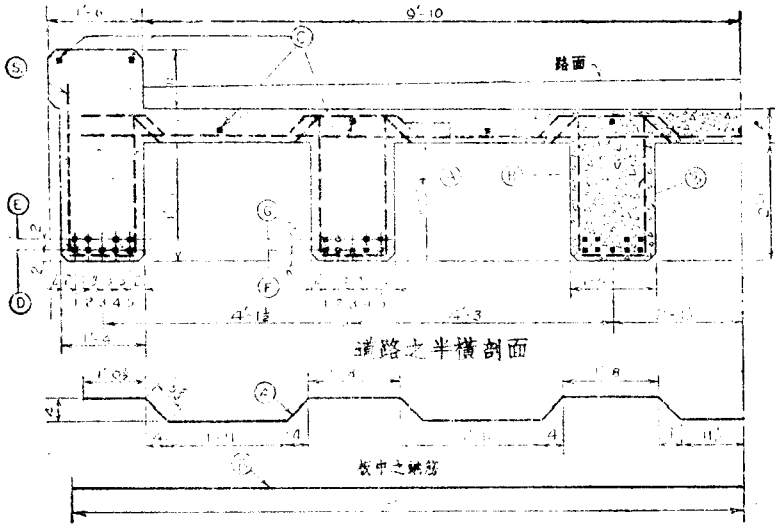


圖 27-14 鋼筋混凝土剖面。

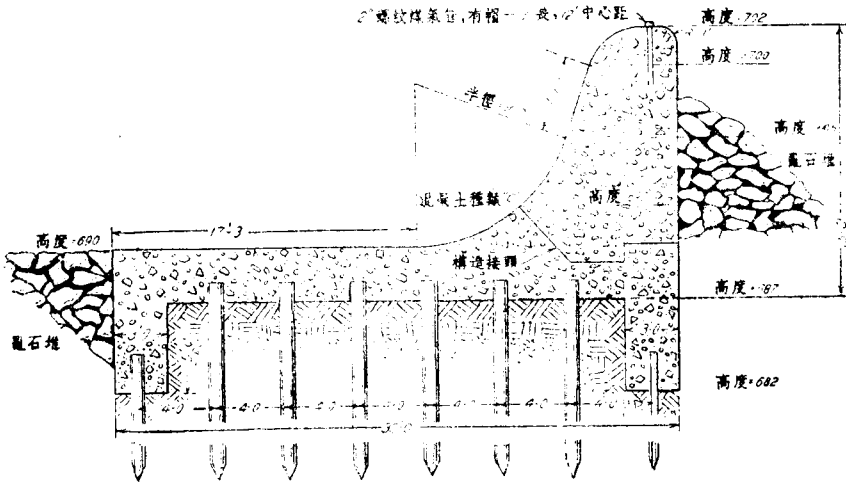


圖 27-15 石工剖面。

### 習 題

下列習題說明構造圖之要義。 鋼之尺寸可從美國鋼構學會之手冊“鋼鐵構造”(Steel Construction) 查得。 梁之標準接法見附錄第 660 頁。 請參閱第十六章之施焊符號。

1. 作下列構造構件之工作詳圖。

二  $L5 \times 3 \times \frac{1}{4} \times 10'-0"$ ，背向而置，5"之股突出在外。3"股上有五個工場鉚釘，其中心距離為 2'-0"；規距，1 $\frac{1}{4}$ "；構件之端至第一鉚釘孔，1'-0"。5"股上有二個場地鉚釘；規距，3"；構件每端至鉚釘孔，3"。鉚釘大小， $\frac{5}{8}$ "。

2. 圖 27.16. 作三效蒸發器支座之工作組合圖。

3. 圖 27.16. 作詳圖。附材料單； $\frac{5}{8}$ " 鉚釘，用  $1\frac{1}{16}$ " 孔， $\frac{3}{4}$ " 場地螺栓，用  $1\frac{3}{16}$ " 孔。

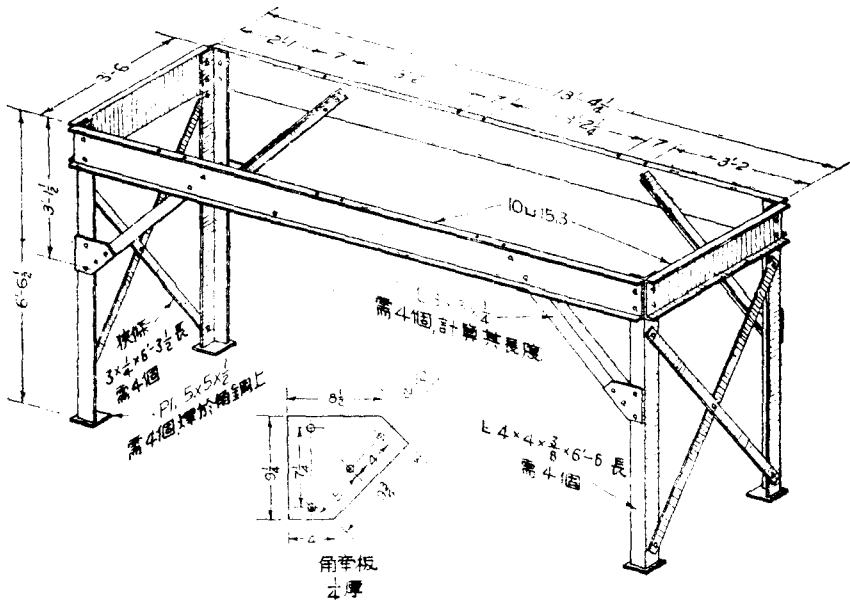


圖 27.16 三效蒸發器支座 (Triple-effect Evaporator Support).

4. 圖 27.16. 重新設計，使為焊接構造，並作焊接圖。

5. 圖 27.17. 作柱基之工作組合圖。

6. 圖 27.17. 作柱基之詳圖。附材料單。

7. 圖 27.18 作起重搖車架支座之工作組合圖。

8. 圖 27.18. 作詳圖，附材料單。

9. 圖 27.8. 重新設計，用新式之連接器連接構件。

10. 用圖 27.8 之跨距 (Span) 及升高 (Rise)，作英吉利屋架 (English Roof Truss) 之工作組合圖。底弦 (Bottom Chord)：2 個  $4 \times 4 \times \frac{3}{8}$  角鋼，背向而置，其間置  $\frac{3}{8}$  之諸隔片 (Spacer)；頂弦 (Top Chord) 構件：2 個  $3 \times 3 \times \frac{3}{8}$  角鋼，背向而置，另有一  $3 \times 6$  之鋼板；諸抗壓構件 (Compression



## 第二十八章 地圖及地形圖

28·1 吾人討論圖解文字迄今，輒須以寫生畫法或多個視圖（此為常用之法）表示物體之三度。地圖（Map）為地面各部分之形相之繪示，一切齊備於一視圖中，第三度（高度）亦表示於該視圖上，若無此需要則逕行略去：是為地圖之一大特色。

測繪場地為工程計劃之第一步工作。故一切工程師均應熟知其畫法及符號。然吾人之興趣僅存區域圖（Plat）及地形圖（Topographic Map）之畫法細節及應用；至測量描繪之實務，以及製地圖者用以將曲形地面投影至平面上之各法，則不必操心。

28·2 分類。地圖之內容大致可分為三類：

1. 假想線條之繪畫，諸如公私管轄權或所有權不同之地區間之界線，海陸空中表示幾何測量之線等。本類中可包括區域圖，農場測量圖（Farm Survey），城市分區圖（City Subdivision），礦區圖（Plats of Mineral Claims）及航海航空圖（Nautical and Aeronautical Charts）。
2. 某一區域內實物或形相之繪畫。視各圖之目的而單表諸物之相對位置，或兼示大小及位置。若祇需相對位置，可用小比例，以符號表房屋，橋梁甚或市鎮等物體。若物體之大小甚屬重要，則比例非大不可，該地圖遂成為真正之正投影上視圖。
3. 地面相對高度之繪畫。具此性狀之地圖稱“地勢圖”（Relief Map）；若用等高線（Contour），線上並註高度，則稱等高線圖（Contour Map）。水位圖（Hydrographic Map）上有深度曲線。

將上述三類加以各種組合，可適應各種不同之目的。地圖依目的分類，有下列數種：(a) 地理圖（Geographic Map），(b) 地形圖，(c) 水位圖，(d) 航海圖（Nautical Map or Chart），(e) 航空圖（Aeronautical Map or Chart），(f) 地籍圖（Cadastral Map），(g) 工程地圖（Engineering Map），(h) 攝影地圖（Photogrammetric Map）及 (i) 軍事地圖（Military Map）。

- a. 地理圖包括之面積甚大，故必須用小比例。其上示重要市鎮，水流，湖泊，行政區域及地勢。
- b. 地形圖為某區域之詳盡描繪，用較大地例示出天然及人造物體之地理位置。地勢輒以等高線表示。
- c. 水位圖示有關水流之資料，諸如水界 (Shore Line)，鐘測水深，水下等高線，以及航行與水利之設備。
- d. 航海圖之設計，用以表示有助於航行之事物，諸如浮標 (Buoy)，標誌塔 (Beacon)，燈塔，航線 (Lane of Traffic)，鐘測水深，淺灘及無線電羅盤站 (Radio Compass Station)。
- e. 航空圖有所標區域之顯著陸地標記 (Landmark)；以淺淡色彩，山坡線 (Hachure) 及 50 或 100 呎等高線顯示地勢，以利飛行。
- f. 地籍圖為極準確之城鎮管理用圖，用大地例畫出一切形相。藉以控制城市之發展及管理，至於徵稅更非此不可。
- g. 工程地圖為工程計劃用之工作地圖，依其特定目的設計，以利構造。其上有水平及鉛直控制系統 (Horizontal and Vertical Control) 之準確數據，並示場地上或通路 (Right of Way) 旁之物體。
- h. 攝影地圖用地面或空中所攝照相表示地面之形相。此種照相為透視畫，可藉立體鏡儀器 (Stereoscopic Instrument) 得其正投影視圖。須設地面控制站，俾使照相與所需之基準相吻合。
- i. 軍事地圖包含所畫地區內有關軍事之項目。

28.3 區域圖。由平面測量製繪而略去第三度之地圖，稱為“區域圖” (Plat or Land Map)。用以描繪任何毋須表明地勢之地區，其典型之例為農場測量圖及市區圖 (City Plat)。

圖由測量記錄製繪，可用下列任何一法：(1) 縱距 (Latitude) 及橫距 (Departure)、(2) 方向角 (Bearing) 及距離、(3) 地平經度 (Azimuth，日文譯名作“方位角”) 及距離、(4) 偏角 (Deflection Angle) 及距離或 (5) 直角坐標。或從某一固定原點作各點之總縱距及橫距而製繪之；欲將繪圖誤差分佈於全圖，則是法尚矣。從方向角線或地平經度線作角時，可量該角之正切或半角之正弦，可用“正弦及餘弦法” (Sine-and-cosine Method)、或用準確之分度規 (Protractor)。

作此類圖應遵守之第一原則為“簡單”。其所報道者須簡明而直截。字法用單筆，指北針 (North Point) 及邊框須用最簡單之形式。繁複之邊框、累贅之指北針及花巧之標題已成過去；用之非惟浪費時間，且徒貽人以俗不可



3. 舊有及新立界石之位置及說明。
4. 公路, 溪流, 通路及所需附屬物之位置。
5. 該區內之法定分界線。
6. 毗連地產之主人姓名。
7. 標題, 比例, 日期。
8. 指北針, 並附水平控制系統(Horizontal Control)之證明。
9. 合式之簽署證明。
10. 平面坐標系統(Plane-coordinate System)之參數說明。

圖 28.1 示其一般處理法。此種圖幾均有備圖及藍圖。勿畫水紋線(Water-lining)及其他點綴物。請注意各形相上字法之大小與其重要性成正比。

28.5 鐵路產權圖(Railroad Property Map)。區域圖在工業上之應用極多, 圖 28.2 僅示其一端——鐵路四周情況圖(Railway Situation Map)或火車站地圖(Station Map)之一部。亦可作為鐵路設備估價地圖(Plant-valuation Map), 是乃需要頗多之一種區域圖。此種圖上包括之資料隨該

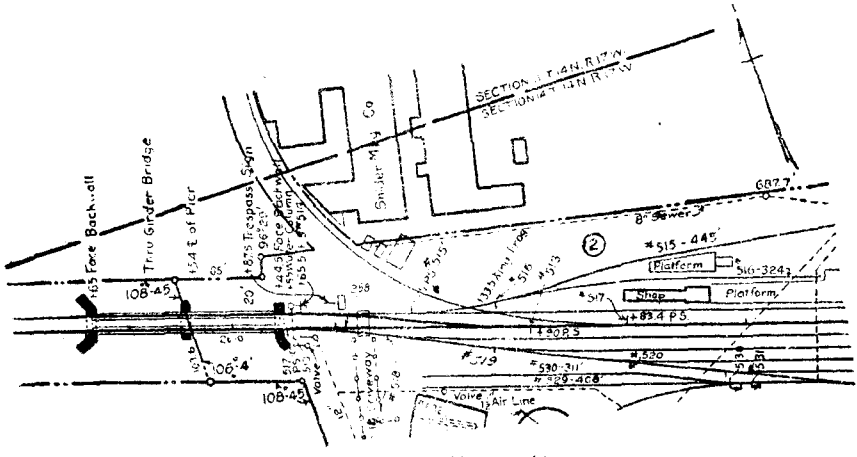


圖 28.2 鐵路產權圖之一部。

圖之需要而異。除第 28.4 節表中所列者外, 又可包括以下各項: 管路(Pipe Line)、滅火水龍(Fire Hydrant)、建築物之位置及說明、鐵路及轉轍點(Switch Point)、室外起重機跑道(Outdoor crane Runway)等。

28.6 分區圖(Plat of Subdivision)。城市分區圖均保管於地方書記官處, 其上詳備各該分區內每方土地之位置及大小, 圖 28.3。畫出所有之界





區圖上)；惟須有水平及鉛直控制點，俾能適當佈置公用設備。此等圖通常為掛圖，故須用大比例，以明示所需之形相；普通用 100' 或 200' 比 1 吋者，有時亦可大至 50'。較小之城市可以一圖完全包括；較大者則分成便利之區段，俾便保藏。

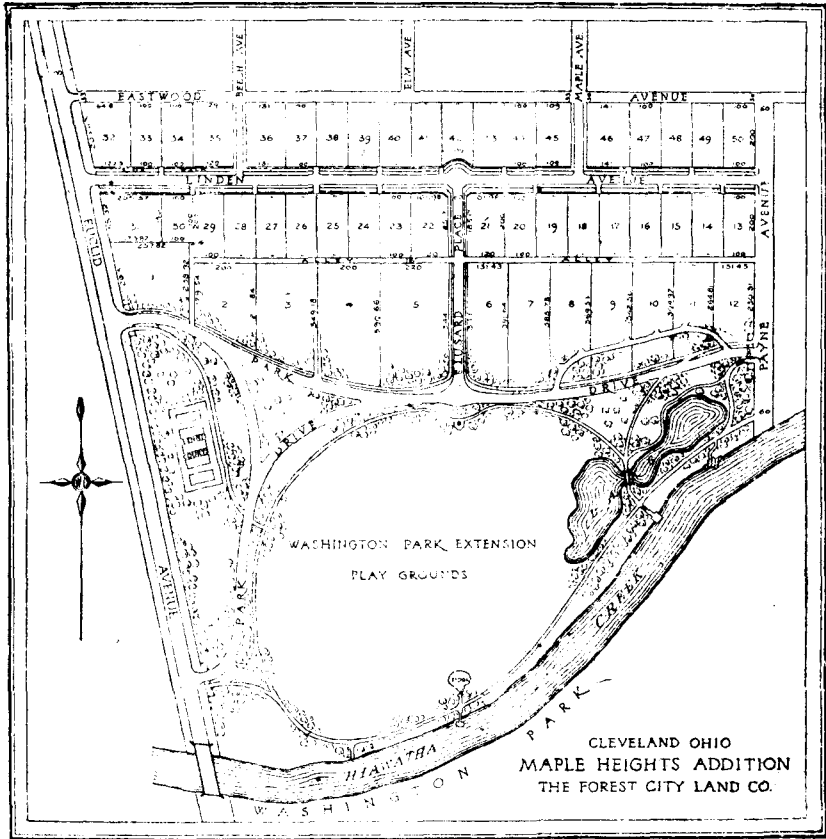


圖 28·4 地產顯示圖。

試研習圖 28·5 之溝渠地圖，當能明瞭此類區域圖之一般處理法。在每排房屋之右邊及下邊畫影線，使街道及河流成低陷狀，以增觀瞻。圖上示少數較重要之公共建築，俾便閱圖。各區及分區可以大空心字母或數字表示之，如圖。等高線常用紅或棕色墨水畫在原圖上，有時亦畫在複製圖上。圖 28·6 示新式之水平控制系統，為 Cleveland 城用以作大地及地下測量者。

28·8 地形圖。由前述之定義，知完全之地形圖包括：

1. 表明管轄權或所有權之假想線。
2. 天然及人造物體之地理位置，亦可包括有關植物之資料。
3. 地勢：即地形相對高低之表示。此為第三度，大都應用等高線或山面描陰法(Hill Shading)表示之。

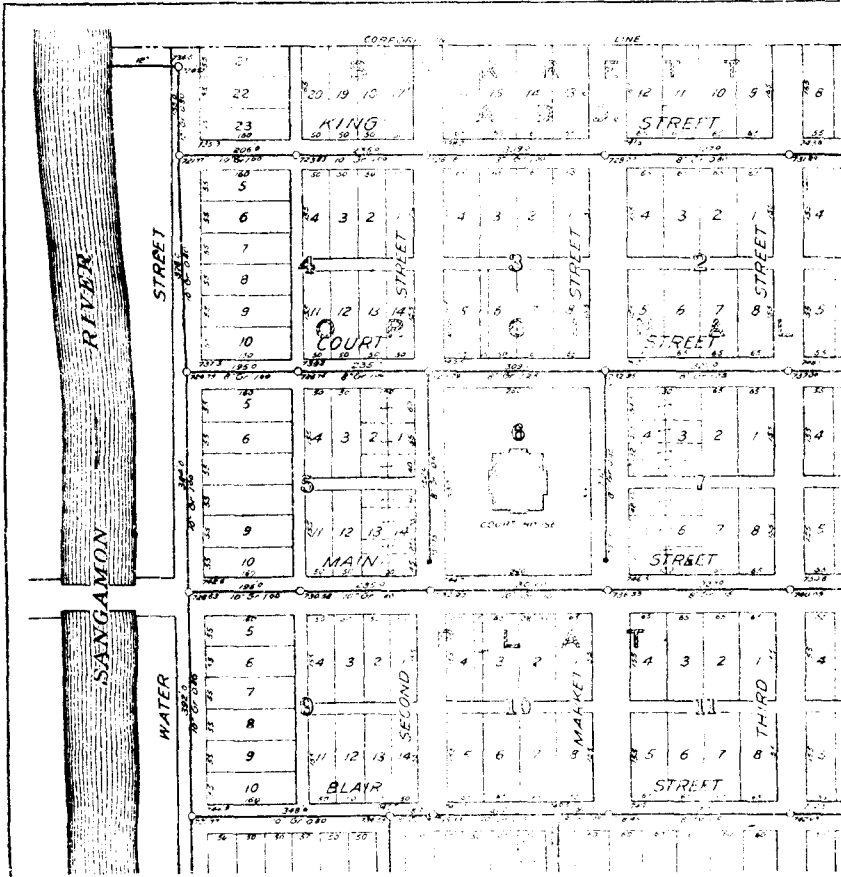


圖 28·5 溝渠地圖。

28·9 等高線為地面上之假想線，其每點均在同一高度上；故水界即為一等高線。水面若升高1呎，則新水界成另一等高線，其“等高線距”(Contour Interval)為1呎。圖 28·7 即以此法表示一組等高線。

圖 28·8 為一地區之透視圖，圖 28·9 為該區之等高線圖；圖 28·10 為同

一地區，惟用山坡線 (Hachure) 描繪山面。等高線為細實線，每隔五線用較粗之線；其上有高度之呎數，通常取海平面為基準。此線可用圖 30.7 之轉筆 (Swivel Pen) 畫之，亦可用 Gillott 170 號或 Esterbrook 356 號細筆尖。在紙上作圖常用棕色。

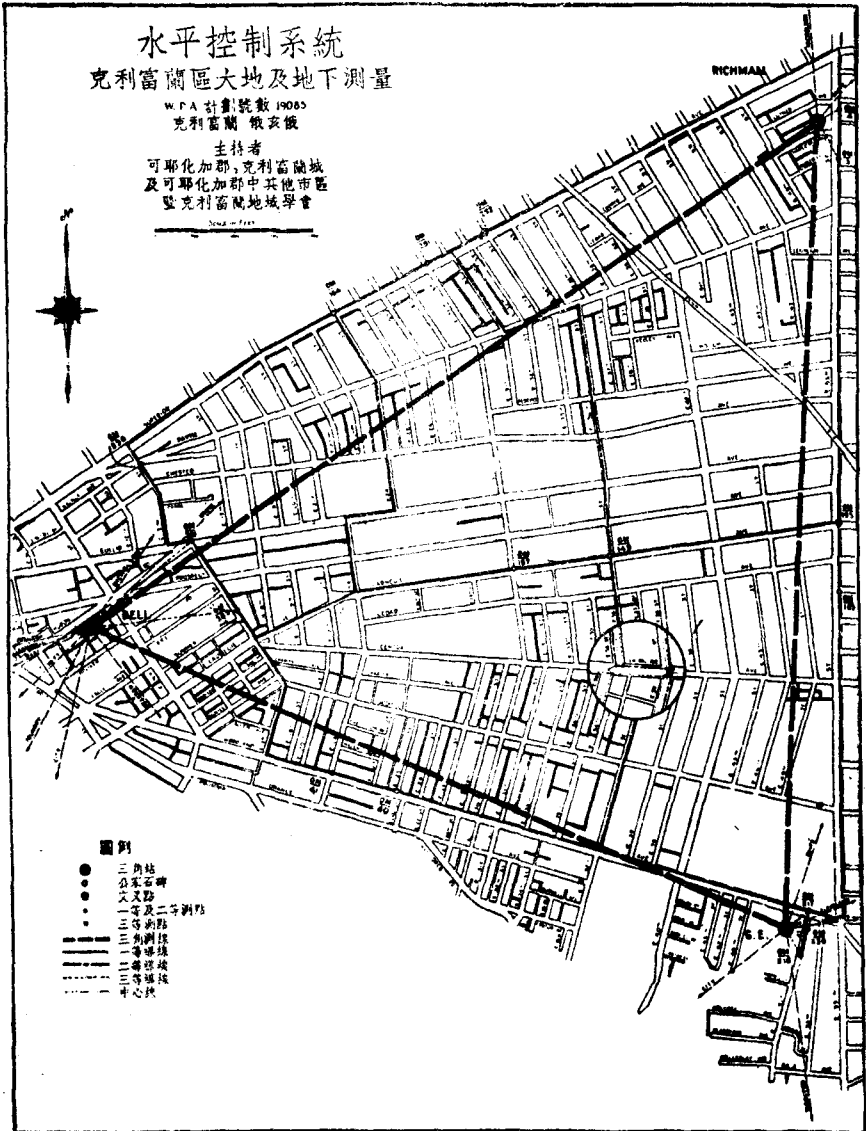


圖 28.6 水平控制系統。

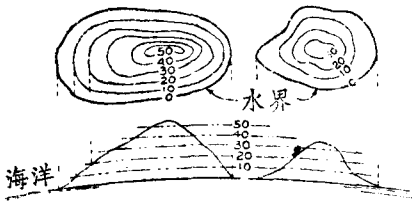


圖 28.7 等高線。

圖 28.11 示一擬建自來水廠場地之地形圖，用示等高線圖為工程計劃中必需之初步圖樣。同一圖上常以不同性質之線條表示本有之等高線及所需之完成坡度。

28.10 山面描陰法。用此法表

示地勢頗見悅目，惟繪製極為困難；且以其不能表出準確之高度，故不應用於

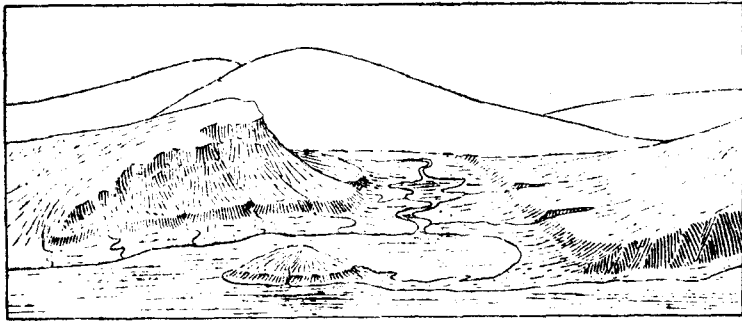


圖 28.8 透視圖。

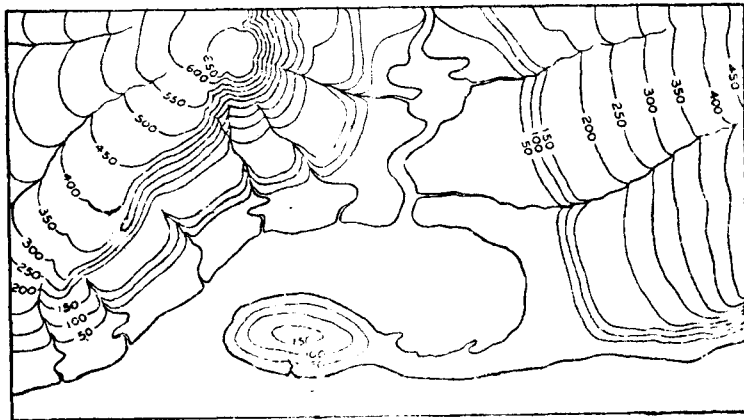


圖 28.9 等高線之應用。

工程性之地圖上。但有時用於踏勘地圖(Reconnaissance Map)或小比例之說明性地圖，效果頗佳。山面描陰法有數種方式，其中以圖 28.10 所示之山坡

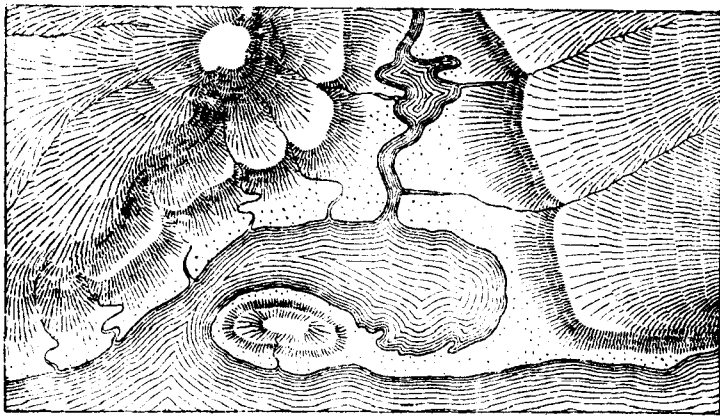


圖 28.10 山坡線之應用。

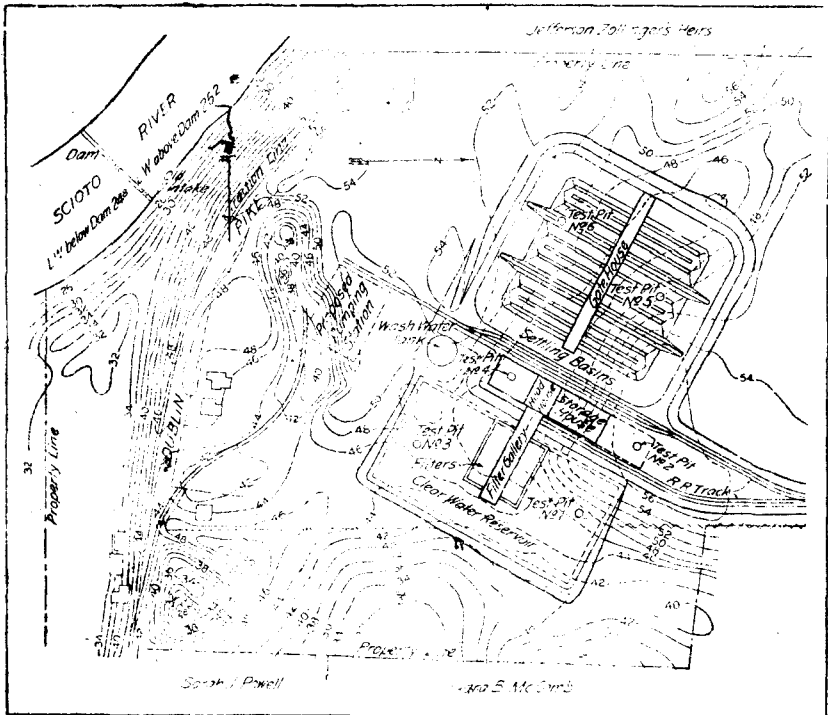


圖 28.11 工程計劃用之等高線圖。

線為最普通。先用鉛筆輕勾等高線。乃作與其垂直之山坡線，從山巔開始，線條粗細隨坡度而變。有時製一參攷尺度，以備參照，其上所列線條自 45° 之

黑色至水平之白色。短劃須與鉛筆線相接，以免等高線附近有白隙。此外通用者又有二種方式；水平式或稱英國式，所用之山坡線平行於等高線；斜照式 (Oblique Illumination System) 或稱法國式，其山坡線之深淺兼具日光及坡度之效果。

28·11 水紋線 (Water Lining)。供觀覽或複製之地形圖上，常用“水紋線”修飾河海及湖泊；是即畫一組細線，平行於水界，用黑色或藍色均可 (務請注意複製時藍色在照相上不能顯出，印晒效果亦欠佳)。繪製甚佳之地圖有時因拙劣之水紋線而損及全貌，故寧免去，切勿匆促粗疏為之。先畫水界，再用畫地圖之細筆作水紋線；製圖員恆向身作畫，前線在後線之左。第一線應密接水界，其後各線間距離漸增，不規則之處漸少。有時非僅改變其間隔，兼且調整線之粗細；但此舉甚屬困難，就效果而論亦非必需。通常之錯誤為將線條畫得過分曲折。

若河身寬度頗有改變，不必將各線擠緊，使通過狹窄處所，僅須在河流中央將相當線會合，如圖 28·10 所示者然。注意勿使間隔突增驟減。

28·12 地形符號。地形圖上所用各種符號可分成四類：

1. 人工設施。

2. 地勢——相對之高低。

3. 水之形相。

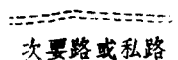
4. 植物。



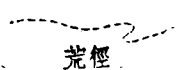
城或村



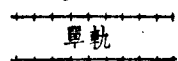
道路及建築



次要路或私路



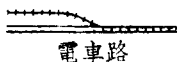
荒徑



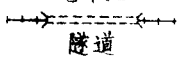
單軌



雙軌 鐵路



電車路



隧道



橋



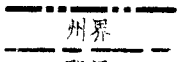
渡頭



涉水處



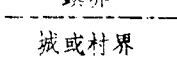
壩



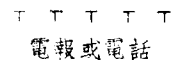
州界



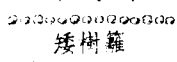
郡界



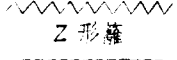
鎮界



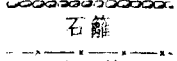
城或村界



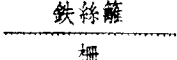
電報或電話



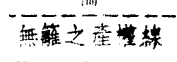
矮樹籬



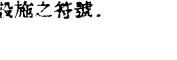
Z形籬



石籬



鐵絲籬



柵



無籬之產權線



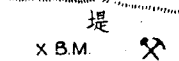
挖土



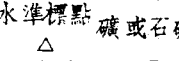
填土



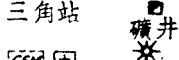
堤



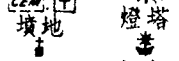
X B.M.



礦或石礦



三角站



井



礦



燈塔



教堂



學校



救生站

圖 28·12 人工設施之符號。

若用彩色，則人工設施用黑色，地勢用棕色，水流為藍，植物為黑或綠。

此種符號用以表示地面上之特徵，無論在平面圖或正視圖上，須儘量使其與所示物體之實際形狀多少相做。此處不擬示出地圖上可能遇到之一切形相之符號；實則有時為表達某種特殊地點，勢非另創符號不可也。

圖 28·12 示人工設施之數種習用符號；至其畫法可毋庸解釋。若用大比例，則房屋、橋梁、道路甚或樹幹俱能按比例繪畫，俾其主要尺寸亦可以在圖上量得之。美景師 (Landscape Architect) 所關心者非僅為樹幹之大小，抑且為枝葉之分佈。至於小比例地圖則僅能由符號示相對之位置。

圖 28·13 示數種軍事符號，圖 28·14 示航空符號，圖 28·15 示航行符號，

駐紮地或司令部		軍隊單位	
兵工廠或工場		墳地	
登船處或登陸處		學校	or  Sch
後方醫院		動員區	
實驗室		線網障礙物	
觀測站		砲兵隊	
收容總站		騎兵隊	
給養總站		海岸砲兵隊或防空隊	
兵站		坦克車隊	

圖 28·13 軍事符號。

陸、海或海軍陸戰隊軍用機場		轉動式陸地標燈，具方位指示器	
商用或民用機場		轉動式陸地標燈，無方位指示器	
商務部(美國)中途站		強力爆炸區	
有標記之輔助機場		障礙物(數字為離地之高度尺數)	
水上停機場		機場燈光設備	
轉動式航路標燈(兼或不兼方向燈)		無線電信標	
閃光式輔助航路標燈		禁區	
轉動式飛機場標燈，具訊號燈光		水上機擊桅	
轉動式飛機場標燈，無訊號燈光			

\*置於機場符號中心

\*如在機場上，則將符號置於機場符號之頂上



無線電射程，角度為磁方向角  
(上列符號均用紅色繪畫)

圖 28·14 航空符號。

是均為美國地圖測繪局 (The United States Board of Surveys and Maps) 所採用者。圖 28.16 為開發油田及煤氣田 (Gas Field) 所用之標準符號，圖 28.17 為表示地勢之符號，圖 28.18 為水之形相，圖 28.19 為植物及作物之幾種較普通之符號。

製圖員應牢記所作地圖之目的，並在相當範圍內，用粗細不同之線條，有

破船(船身在低水位之上).....		救命站(一般).....		L.S.S.
破船(未知其深度).....		救命站(海岸救護隊).....		C.G.165
沉沒之破船(對航行有危險性).....		燈塔.....		*
水下之石.....		無線電台.....		R.S. ○
為浪衝擊之石(任何潮汐).....		無線電塔.....		R.T. ○
岸邊浪花.....		無線電指向標.....		R.Bn. ○
標誌塔 * 無燈.....		停泊處(任何種類).....		↓
任何種類之浮標(或紅色).....		停泊處(小船).....		↓
浮標(黑色).....		乾船塢.....		

圖 28.15 航行符號。

地點.....		裝配.....		正在鑽擊之井.....		出油出氣之井.....	
出油井.....						有少許油之乾井.....	
小油井.....						乾井.....	
出氣井.....						鹽井.....	
廢棄符號.....		V, 如下表示.....					
井號, 如下表示.....							
體積, 深度等, 如下表示.....							

圖 28.16 油及天然煤氣符號。



圖 28.17 地勢符號。



時或改變符號之比例，使各形相或隱或顯，以表示其相對重要性。例如，武軍演習用之地圖上，玉蜀黍田可能為極重要之形相；在表明特殊物體如滅火水龍之某種地圖上，則務須將此等物體明顯表示之。飛機場或高爾夫場之地圖上，亦各有其特別注重之形相。是故需要創造性以適應各種情形。

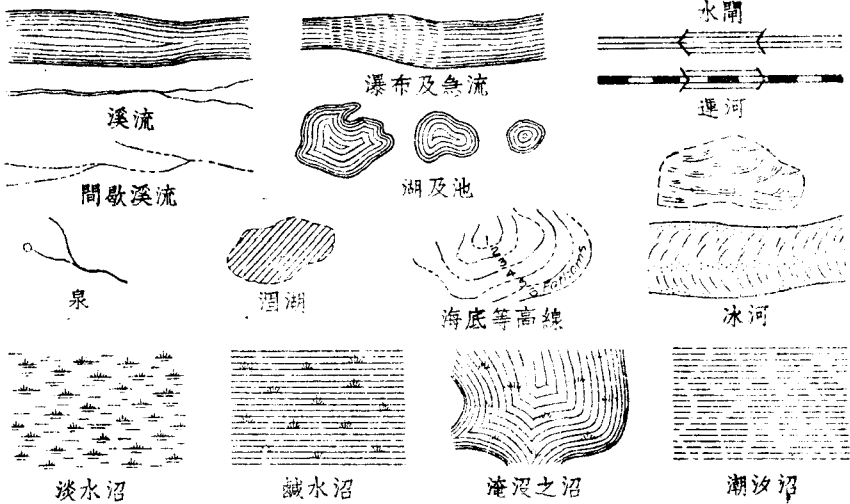


圖 28.18 水之形相。

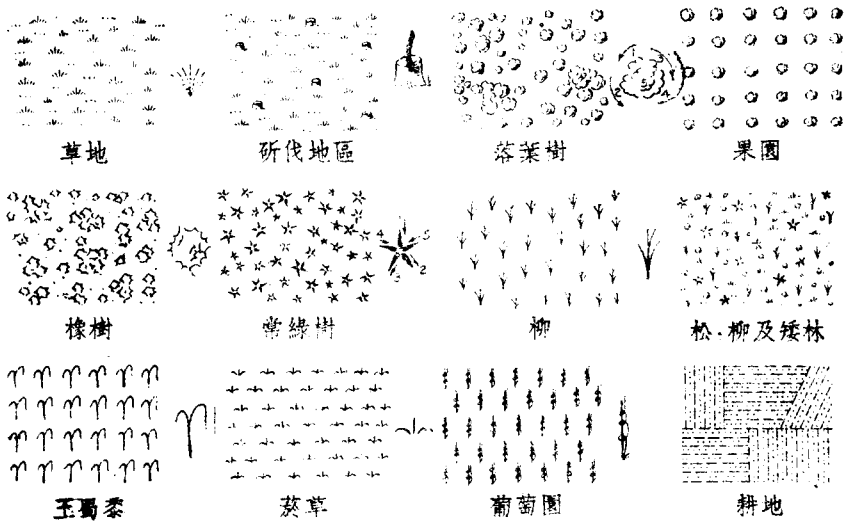


圖 28.19 植物

初學者往往將符號畫得太大。圖 28·19 “草地”項下草之符號，若繪製及分佈不當，勢將有損全圖。此符號由五至七短劃構成（其開始及終了之短劃均為一點），各筆自一水平線畫起，延長之則歸於同一中心，如放大圖所示者。其底恆平行於邊框。各簇之分佈須均勻，惟不必拼成行列。另加殘缺之草叢簇及小點數列，以增觀瞻。畫草簇符號切勿如樹木符號之粗重。落葉樹之符號須依所示筆順繪之。

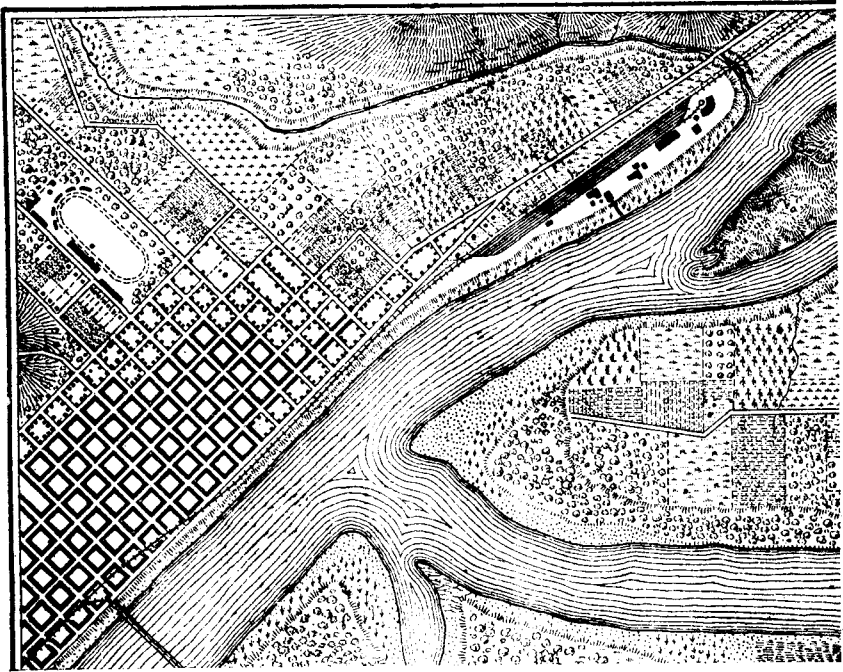


圖 28·20 地形圖之一部。

今以圖 28·20 之地形圖例示各種符號之一般畫法及佈置。

28·13 風景地圖 (Landscape Map)。表出一切細節之大比例地形圖稱為“風景地圖”。為建築師及園藝家所需、以計劃適合天然地形之建築物，及佈置花園、操場與私產之景物。此種地圖大率用於小型地區，故所用比例自  $1'' = 20'$  至  $1'' = 50'$ ，視細節之多寡而定。

等高線距自 6 吋至 2 呎，胥視地面崎嶇程度而定，最普通者為 1 呎。此種

地圖常複製成黑線印圖，並用其他顏色畫等高線，表示所擬設之風景、天然形相及人工設施之繪畫，均較普通地形圖為詳盡。樹木則標明其大小、種類，有時並及枝葉分佈與培植狀況。往往需要創造符號，以適特殊之情況，惟須在圖上加以符號解釋。道路、小徑、溪流、花床、房屋等應小心按比例製繪，俾能從圖上量度其尺寸。

28·14 彩色。顏色墨水甚為稀薄，鋼筆用之未見愜意，且照相及藍印之效果均不佳妙；故畫地形圖之等高線、溪流或其他彩色形相均以用水彩顏料為佳。等高線用濃稠之赭紅，加一滴黑墨亦可；溪流用普魯士藍；紅色之形相用茜草紅 (Alizarin Crimson)。用小鋼筆或等高線筆蘸之作畫均極佳，藍印之效果亦頗良好。裝錫管之顏料較塊狀者便利。

28·15 字法。地形圖上字法之式樣隨該圖之目的而異。倘為供構造用者，如用以研究市政問題、街道坡度、工廠或鐵路之等高線圖，則以用單筆哥德式及 Reinhardt 式為宜。精美之地圖則用第 58 頁之垂直新羅馬字，重要之陸地形相用大寫，較次要者（如小村鎮）用小寫；水之形相則應用第 60 頁之斜體羅馬及餘枝式字母。比例尺除加說明外，且須予以繪出。

28·16 標題。精美地圖之標題以新羅馬字為標準字母。標題之設計應對稱，每行字之高度須與其相對重要性成正比。其內容各款列下，應視需要而儘量包括之。

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| 1. 種類——“××圖”。      | 8. 比例尺——說明並繪出；等高線距；基準。 |
| 2. 名稱。             | 9. 當局。                 |
| 3. 地區所在。           | 10. 符號解釋。              |
| 4. 目的（苟所表示者為特殊物體）。 | 11. 指北針，附水平控制系統之證明。    |
| 5. 為何人所作。          | 12. 合式之簽署證明。           |
| 6. 管理工程師。          | 13. 平面坐標系之參攷說明。        |
| 7. （測量）日期。         |                        |

28·17 側剖面圖 (Profile)。土木工程師所用之圖無有較普通側剖面圖更多者。此圖僅為沿一已知直線或曲線所取之鉛直剖面圖；於研究鐵路或溝渠之構造，公路或街道之改善，以及有關地面之其他問題時，均不可或缺。他種工程師亦頗有囑畫此類圖之機會。側剖面圖方格紙有數種，其詳情可自製圖器材公司之目錄查得。通常應用之一種名“Plate A”，水平方向 4 格等

於一時，鉛直方向 20 格為一吋。亦有用 4×30 等於一時及 5×25 等於一時之分格者。不論水平或鉛直方向，每隔相當距離均有一較粗之線，俾便閱讀。

水平距離畫成橫標，高度畫成縱標。畫高度所用之比例較大，故在鉛直方向產生一種誇張，於研究側剖面圖以設立坡度時甚為有用。此種誇張有時易引起外行及缺少經驗之工程師之混淆；但縱橫比例相同之側剖面圖則往往失去其效用。再者，其長度勢將增加，縱非無法繪畫，亦必處理為難。圖 28·21 及 28·22 為二側剖面圖，一有鉛直方向之誇張，一則無之，以示其差別。

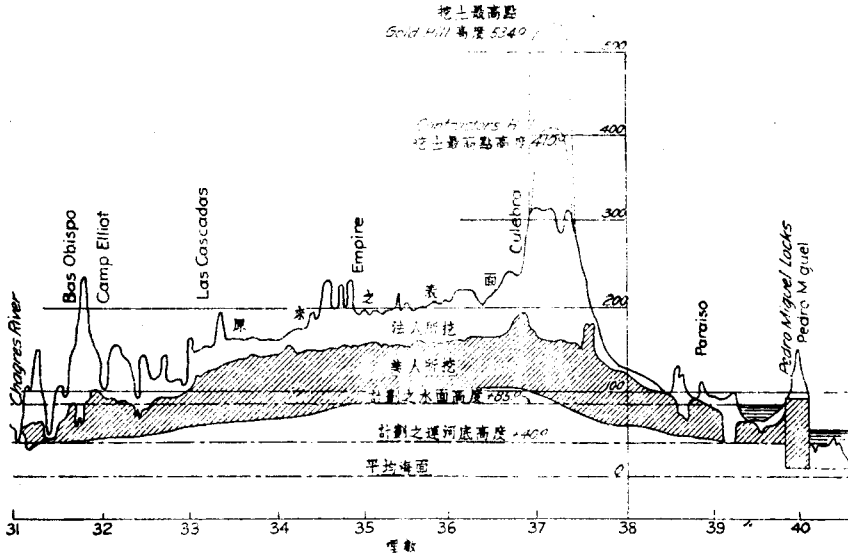


圖 28·21 側剖面圖(縱向比例尺度 50 倍於橫向者)。

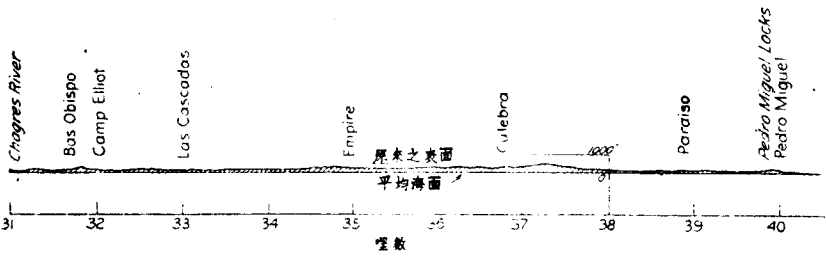


圖 28·22 側剖面圖(縱向及橫向比例尺度相等)。

圖 28·23 為典型之州內公路佈置及側剖面圖之一部，其橫比例尺度為 1" = 100'，縱比例尺度為 1" = 10'。供此種圖用之描圖布在背面印紅色坐標格，

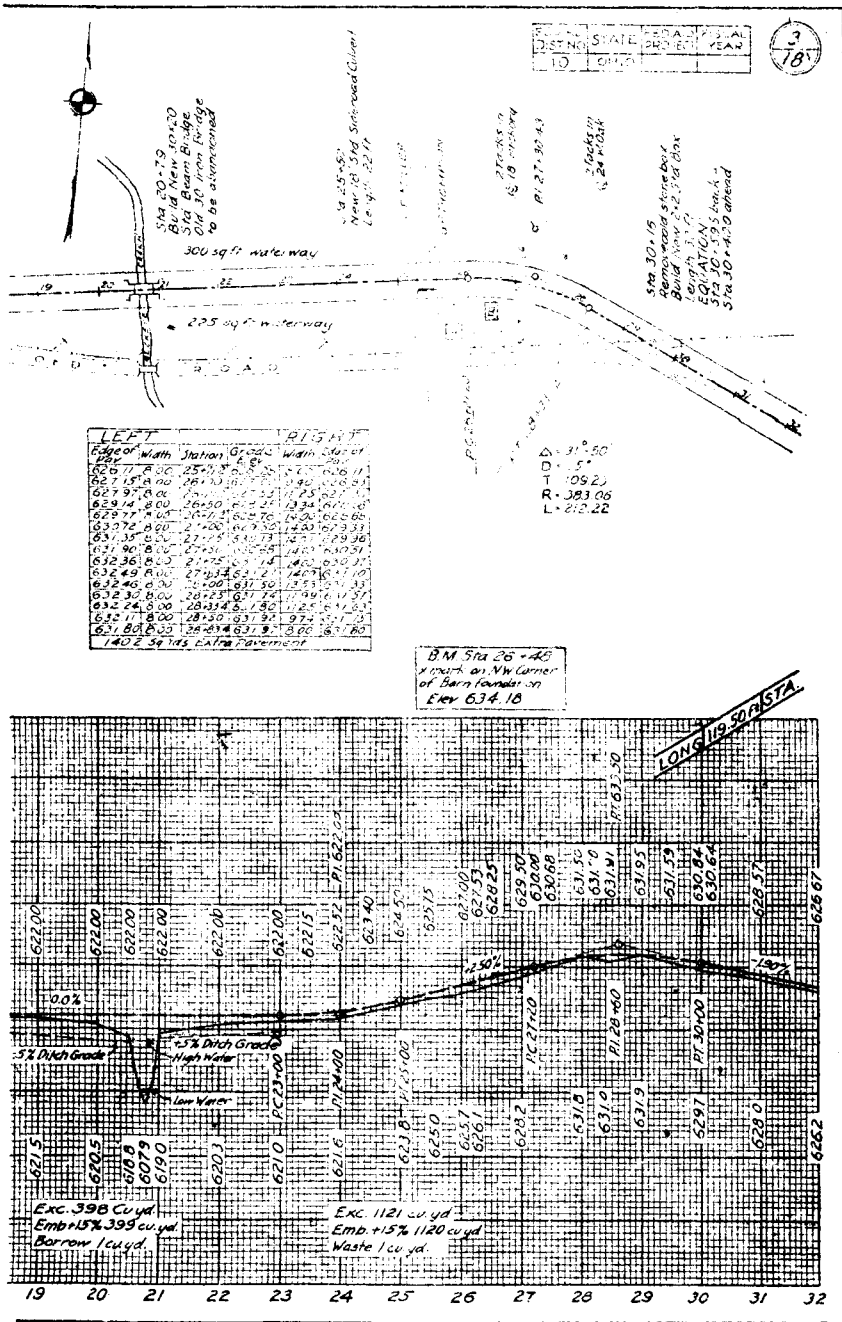


圖28-23 州內公路佈置及側剖面圖之一部。

庶幾圖樣之改變擦拭不致損及格線。有時擦去背部之線條，以使字母及其他形相較為顯著。此圖為估計費用之一組圖樣中之一張，營造者用為構造時之工作圖。此組圖樣中並包括一張標題紙，其上示位置平面圖(Location Plan)並附歧路(Detour)；一圖表習用符號；一圖為全組之索引；尚有一圖預留空位，以備批准及官吏簽名之用。

此外，每在 100 呎站及必需之中間站又有一橫剖面圖，以估計平坡(Grading)所需之土方工程(Earthwork)；排水結構物之工作圖；橋梁之場地圖；護軌(Guard Rail)及其他安全設備之規範；道路之典型剖面圖，以示挖土、填土及其他各種情形；最後之數張圖紙，將各別之表格及車道(Roadway)、人行道與結構之材料數量作一摘要。

## 第二十九章 圖表、圖及線圖

29.1 本章乃介紹如何應用圖解方法，以解答問題，提供事實，如何將數據列表，以供分析。並指示未來工程師以圖示學 (Graphics) 之應用與價值，而誘其作進一步之研討。

欲迅速提供一組以數量表示之事實，最佳之法厥為應用圖表。“思難視易”一語意謂視覺乃一般人中最強烈之感覺；是不啻為此種分析方法之有力辯護。然此非謂圖表可取思想而代之；事實上圖表所能為力者，僅在免除記憶一大串數字之疲勞過程，因而對明晰之思想有所臂助耳。圖表 (Chart)、圖 (Graph) 及線圖 (Diagram) 苟能製繪得當，瞭解透澈，實為提供統計數字以作比較或預測，分析工程數據與夫計算之利器。

29.2 圖表、圖及線圖依其用途可大別為二類：純技術性者，廣告性或說明性者。工程師大多關心前者，惟對後者之畫法及影響亦應略有認識。本章之目的在將工程師及從事有關職業者所應熟悉之圖表加以簡短之討論。

製繪圖表頗需技術；但在工程及科學工作方面，則注重坐標之適當選取，點線之準確描繪，及對所作圖表之功能與限制之深切了解。

此地假定讀者已熟習直角坐標，並了解“軸”、“縱標”、“橫標”、“坐標”、“變數”等名詞之意義。

29.3 標題及記法。標題為圖表之極重要部分，其用字須加研究，務使簡明清晰而後已。應包括充分之說明，指示該圖之內容、來源、觀察者姓名及日期。習慣上將標題置於圖紙上方，排成數行短語，對稱於一中心線。若置於紙之格線地位內，則用邊框點綴於其四周。每張曲線圖應有標題；若一紙上繪數條曲線，則各種曲線須分別用實線、虛線或點劃線 (Dot-and-dash Line) 繪畫之，以便辨認。各曲線之名稱或即書於其左右，或另備一表說明各線之性質。不須複製之圖，可用各種顏色墨水。

29.4 直角坐標圖 (Rectilinear Chart) 作於劃有等距水平線及鉛直線之紙上。間隔可以隨意，習慣上用  $\frac{1}{30}$  吋之方格，頗稱方便；每隔五線，線條

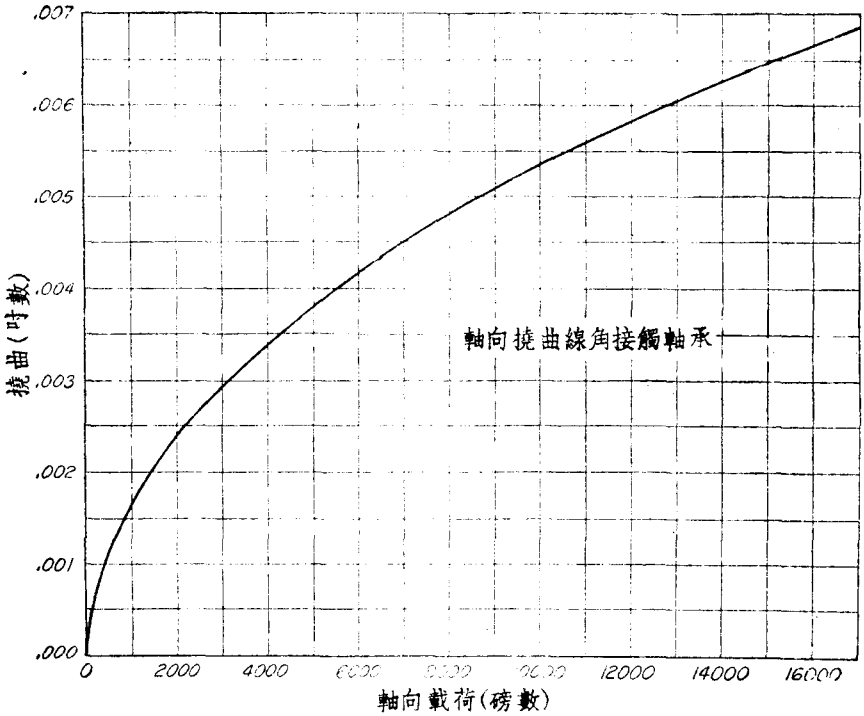


圖 29.1 工程曲線圖。

印得較粗，以利描繪及閱圖。此外亦有印成每吋 4, 6, 8, 12 及 16 格者。

實驗工程之大部分圖表係作於直角坐標紙上者，故學生宜及早熟習此種圖表。

用實驗數據點繪 (Plotting) 曲線時，恆以左下角為原點，而將曲線作於右上象限。若欲點繪一函數之正負值 (如多種數學曲線)，則原點位置之選取須能使圖上包括所需之一切數值。

圖 29.1 為一通常之直角坐標圖 (例如可畫於  $8\frac{1}{2}'' \times 11''$  之紙上而夾於報告書中)。

29.5 曲線。從實驗數據畫圖時，常發生曲線應通過所有之點或在其間取平均值之問題。一般而論，凡無確切理論或數學定律為背景之觀察數據，



可用直線連接各點以表示之，如圖 29·2 A。若依工程師之意見，曲線須密切依照某數點而在其他點之側經過，則可在曲線與各點間成立一經驗關係，如

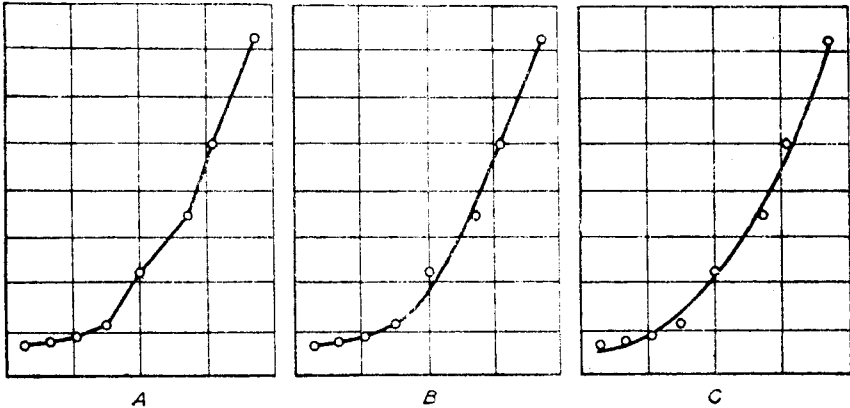


圖 29·2 畫曲線三方法。

B. 若曲線應密切依據一理論曲線，則可如 C 之表示觀察結果與理論究屬相符至如何地步。

29·6 對數格線 (Logarithmic Ruling)。有一種極重要之圖，其格子並不與邊框上之數目成正比（即其分格並不均等），而與其對數成正比，稱為對數格線。若在一個方向依對數分格，在與其垂直之另一方向用均等之分格，則稱為“單對數格線” (Semilogarithmic Ruling)。

自畫對數格線可直接利用計算尺之刻度。市上有各種不同格線組合之對數紙出售：其上有一、二、三或更多之循環，或部分循環，或 10 之倍數。用此類紙時，應用對數內插法 (Interpolation)，非如直角坐標之可用算術內插法，因其在粗格中勢將引起極大之錯誤。

29·7 單對數圖 (Semilogarithmic Chart) 之一軸（常為 X 軸）依等距分格，他軸則依對數分。具有下列之特性：曲線任點之斜度為所畫數據增加率或減少率之準確度量，故常稱為“比率圖” (Ratio Chart)。在統計工作中極端有用，以其顯示一變數之變動率，瞭如指掌。Karsten 稱之為“變率圖” (Rate of Change Chart)，以別於直角坐標圖或“變量圖” (Amount of Change Chart)。應用此種圖可以預測商業前途，人口增加等之趨勢。

於決定選用直角坐標或單對數格線之際，首宜考慮該圖所欲表示者為數

字之增減抑百分率之增減。有時我所注重者為百分率之改變或改變率，而非數字之改變，則單對數圖尚矣。

圖 29.3 為單對數圖之一種應用。此曲線係根據顧問統計師 R. B. Prescott 為汽車工程雜誌所編纂之數據繪成。虛線表示每年之實際生產量；實線為趨勢曲線，其延長部分預測將來之生產量。

29.8 圖表之作用在表示事實。若妄用格紙或坐標，可能使人誤解本意。例如以直角坐標圖表示事業之趨勢易遭事主之誤解；而用單對數圖則可顯示

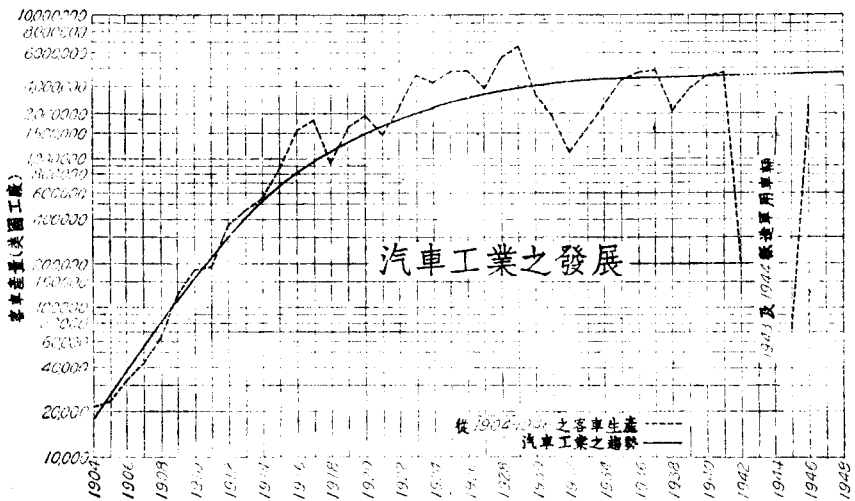


圖 29.3 在單對數格紙上所畫之曲線。

實際狀況之真相。廣告中常故意用易生誤會之圖表，其最習見者為將鉛直比例特別誇張。

29.9 對數圖 (Logarithmic Chart) 之縱橫坐標均依對數分格，用以解題者多，用以提供事實者少。所有乘、除、乘方及開方之代數方程式在其上均成直線，此性質使其極為有用。譬如在普通之直角坐標上點繪方程式  $x^2y = 16$ ，所得之曲線為一三次雙曲線，其漸近線為  $x$  及  $y$  軸。今在該方程式兩邊取對數，得  $2 \log x + \log y = \log 16$ 。是屬於斜截式 (Slope-intercept Form)  $y = mx + b$  之形式；若將變數之對數值點繪於直角坐標上，固無不可，但自以應用對數坐標而直接點繪為易耳。

量度對數圖中之斜度可定方程之指數 (Exponent)，此特性使對數圖在研究許多問題時頗具價值。試察以前斜截式中之坡度  $m$  為  $-2$ 。此指數之

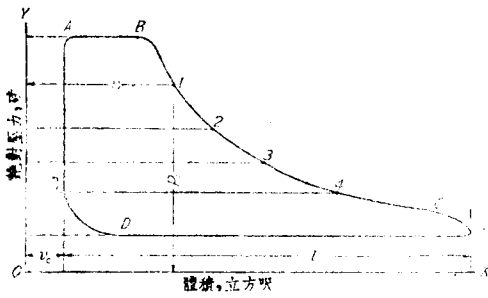


圖 29.4 示功圖。

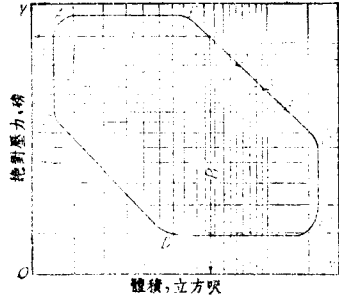


圖 29.5 對數格紙上之示功圖。

值可用均勻之刻度尺直接量度坡度而得。

圖 29.4 及 29.5 表示用對數圖研究蒸汽機之性能。將圖 29.4 之示功圖 (Indicator Card or Indicator Diagram) 點繪於對數格紙上，即得圖 29.5 之形式。示功圖上之雙曲線於此變為直線，若有歧異即表錯誤。

圖 29.6 示複循環格紙 (Multiple-cycle Paper) 之應用。

29.10 極坐標圖 (Polar Chart)，應用極坐標紙表示照度 (Intensity of Illumination)，熱力強度、極標方程式等，甚為普通。圖 29.7 為一普通 Mazda B 燈之燭光分佈曲線；圖 29.8 為一種凹光鏡 (Reflector) 之曲線。在任何方向之燈光可由原點至曲線之距離決定。應用此種曲線可定任意點之呎燭光 (Foot-candle) 強度。

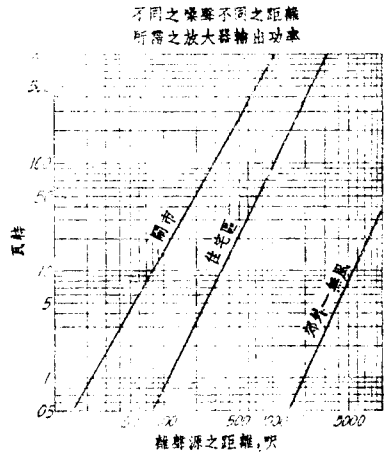


圖 29.6 複循環格紙。

29.11 三線坐標圖 (Trilinear Chart) 或稱“三軸線圖” (Triaxial Diagram)，為頗有價值之工具，可用以研究三種元素之化合物之性質，三種金屬之合金及三種可變成分之混合物。此圖成等邊三角形，其高度表每種成

分之百分之一百。圖 29.9 示銅錫鋅合金之抗牽強度，是其典型之應用。此種圖之所以有用，乃基於下述幾何原則，即等邊三角形中任意點至三邊之垂線之和為一常數，等於其高。

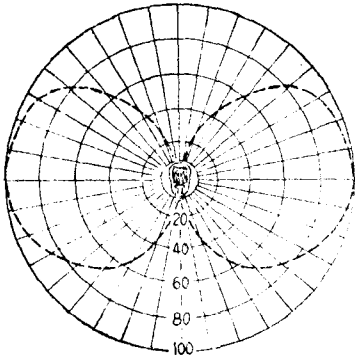


圖 29.7.

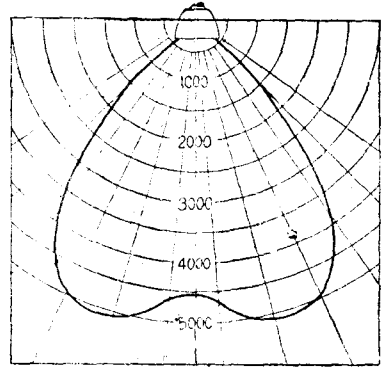


圖 29.8.

圖 29.7 及 29.8 極坐標圖。

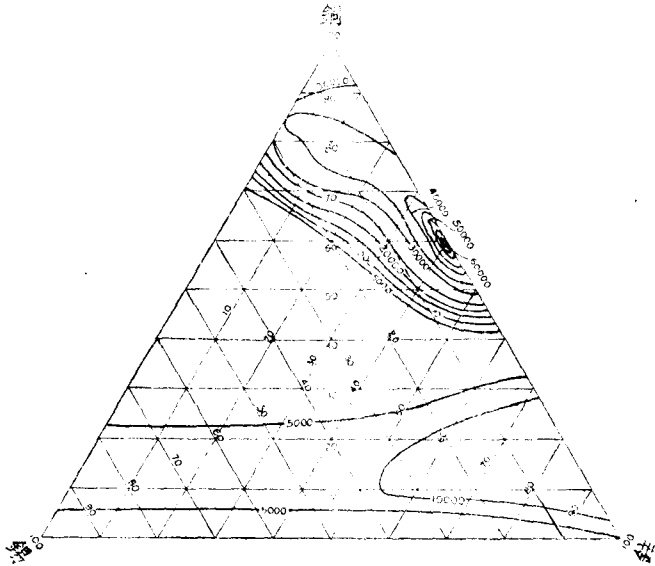


圖 29.9 三線坐標圖。

29.12 算圖(Nomograph)最簡單之形式為線規圖(Alignment Chart)，乃由三平行線所構成，其刻度及間隔具有一定方式，務使經過二標度上已知值

之一直線交第三標度於所求之對應值。一方程式之線規圖設計既告完成,則吾人於解答該方程式最簡捷準確之諸法中,已得其一。本章僅就圖解法之各種應用,加以說明及例示,故不及構畫算圖之數學根據。算圖中諸刻度線殊無平行之必要,且亦不必成直線,可依其所代表之方程式而將一線或全部畫成曲

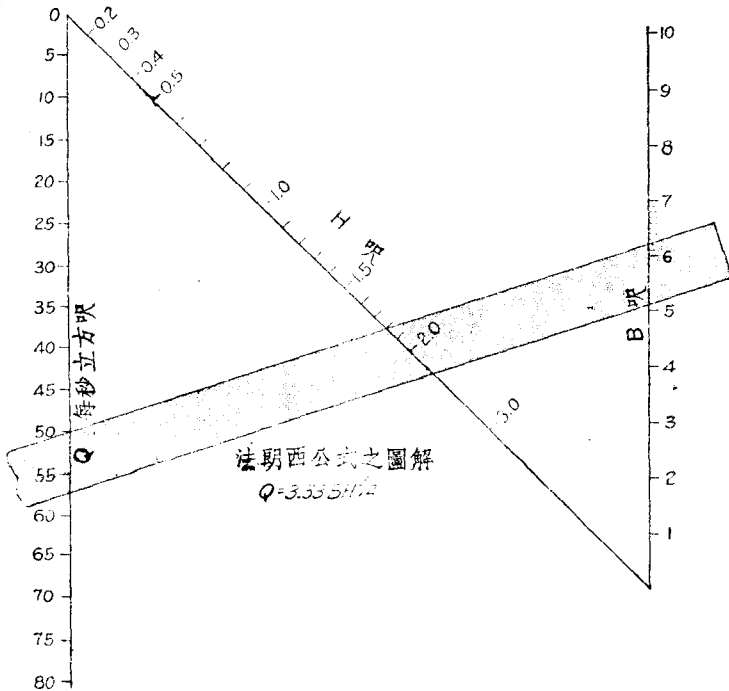


圖 29.10 一方程式之線規圖。(從 Hewes and Seward 之 "The Design of Diagrams for Engineering Formulas" 重繪。)

線。圖 29.10 為線規圖之一種形式,有時以其外表而稱為“曲折算圖”(Zigzag Nomograph)。該方程式之直角坐標圖示於圖 29.11,以資比較。前者之簡單亦顯然矣。

29.13 分類圖,路線圖及程序表 (Classification Chart, Route Chart, and Flow Sheet)。此三種圖表之應用雖然各殊,但其基本原則則相似,今為便利起見,故集於一處論之。

分類圖用以表示一整體之分類,以及各部分之相互關係,圖 29.12 所示者

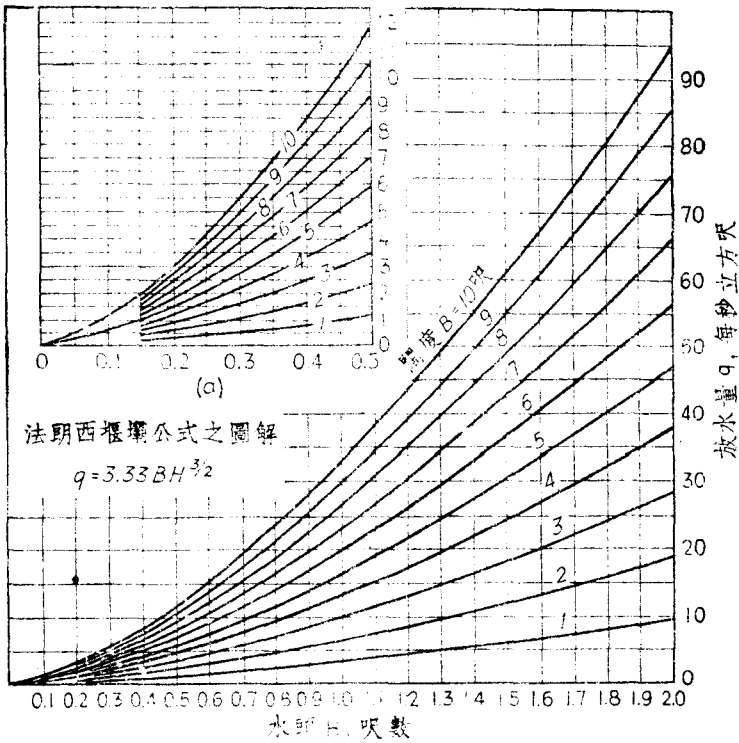


圖 29.11 一方程式之直角坐標圖。(採自 Hewes and Seward 之 "The Design of Diagrams for Engineering Formulas.")

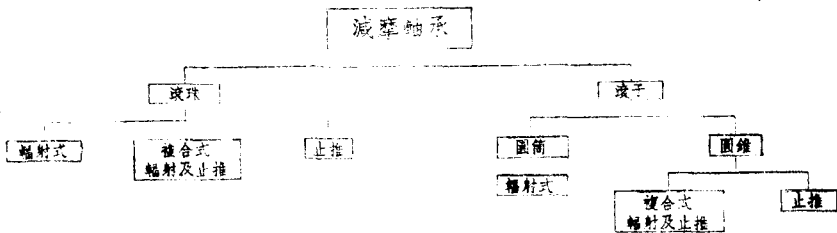


圖 29.12 分類圖。

爲一例。以其較文字易於領悟，故常取大綱而代之。用爲公司商號之組織圖者甚見普通。習慣將分類名稱圍以長方格，但亦可用圓形或其他形狀。長方形之優點在寫字較便；圓形則製繪迅速，較爲美觀。兩者亦常兼用之。

路線圖之主要用途在表示製造過程或事業進展之步驟。圖 29.13 所示

之程序表為用於化學製造之路線圖。凡應用文字非仔細研究不能領會之事實，此種圖表類能以極生動之方式表達之。圖 10·1 為路線圖之另一形式，表示一圖在各工場中之路線。

29·14 通俗圖表。工程師及製圖員常需製繪通俗之圖表及線圖，俾一般非技術性之讀者亦能了解之。在許多情形下，曲線以不畫於坐標紙上為佳，蓋為使圖表有效起見，不得不稍損準確矣。作圖時務須留心，使其所生印

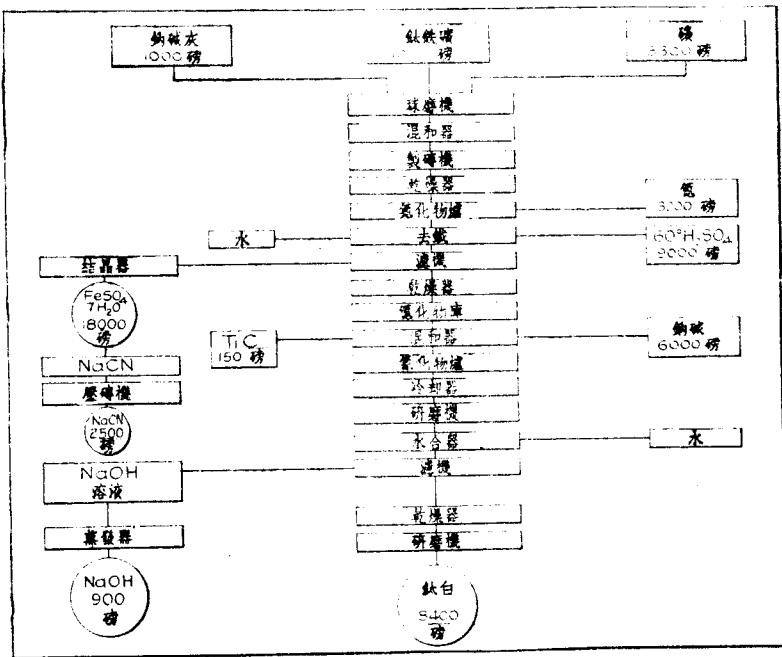


圖 29·13 程序表。

象直捷而準確。請記得讀此種圖者往往一瞥了事，罕作批判之研究，故畫圖時應詳細考慮用何種方法，並應用少許心理學。

29·15 條圖 (Bar Chart) 極易為非技術性讀者所了解。其最簡單之諸形式中有名“百分比條圖”(100 Per Cent Bar)者，表示各構成部分與一已知總數間之關係。圖 29·14 為一例。各段應加斷面線、陰影，或以其他方式區別之；百分數置於圖內或對

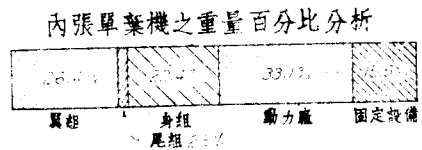


圖 29·14 百分比條圖。

方；每段之意義須加以清晰之說明。條形之為鉛直或水平，均無不可；直置便於註字，橫置便於閱讀，因人目較易判斷水平距離故也。

圖 29-15 為複條圖 (Multiple-bar Chart) 之一例，其中每條之長度正比於其所代表之量之大小。其數值須能從圖上讀出。若有寫出每條準確數值之必要，則亦不應書於其端上，以免增加視覺上之長度。水平及鉛直式均可應用。有時稱鉛直式為“管風琴圖”(Pipe-organ Chart)。若將各鉛直條之邊彼此密接，則稱為“階形圖”(Staircase Chart)。若在坐標紙上用曲線連

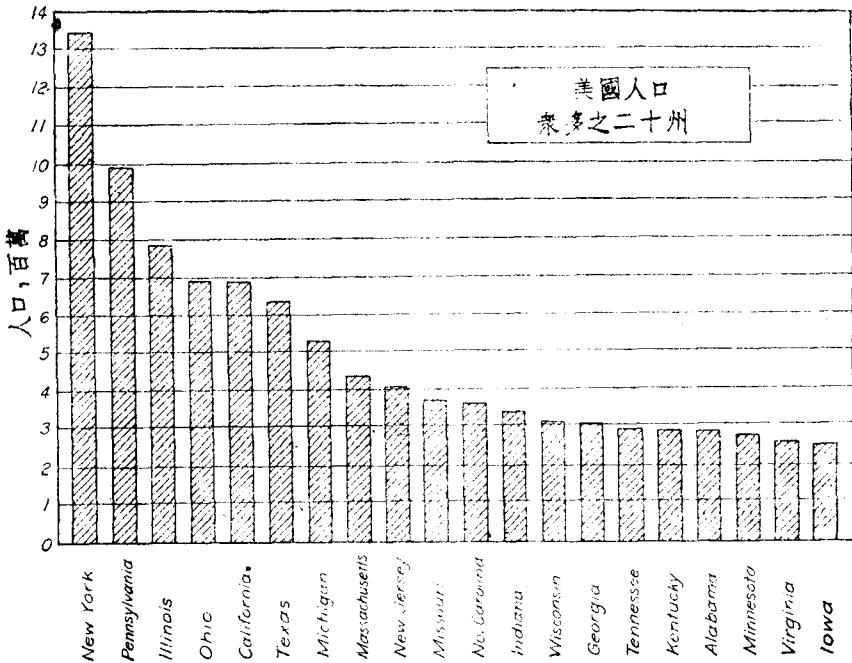


圖 29-15 複條圖。

結各條之頂端，則得“階形曲線”(Staircase Curve)，其應用較階形圖為繁。

混合條圖 (Compound Bar Chart) 在每條上表示兩個或兩個以上之區分。究其實為一組不同長度之百分比條圖，或成管風琴式，或成水平。

29-16 圓餅圖 (Pie Chart) 或稱百分比圓 (100 Per Cent Circle)，圖 29-16，較條圖拙劣多多，然以其能引起一般人之注意，且印象深刻，故頗多應用。是一種簡單之圖，除註字外極易繪製。若認為係由百分比條圖彎曲而



成，亦無不可。將圓周分成 100 等分，並用扇形代表總數之百分數。為求有效，註字須小心，百分數書於扇形內或圓周上。為求對比，最好將各扇形加以陰影或斷面線，供作瀏覽之原圖可將各扇形着色，另備一說明表示各種顏色之意義。無論如何總須使目光不必移離圖上即能見到百分數。

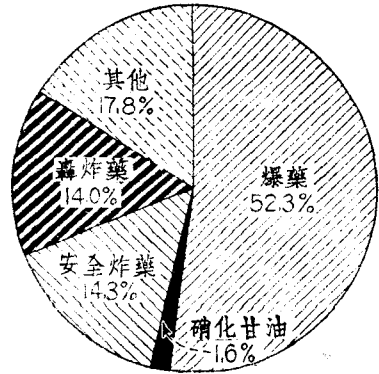


圖 29-16 圓餅圖。

29-17 面積圖及體積圖 (Area and

Volume Diagrams) 之應用甚廣，然為圖示法中最易誤人者。以前頗多用以作人口、常備軍、家畜或產品之比較。習常用人體代表數據，各個人體之高度與各數值成正比；或用該家畜或產品之剪影，而其高度（有時為體積）亦成比

各種減灰煤之成分變化

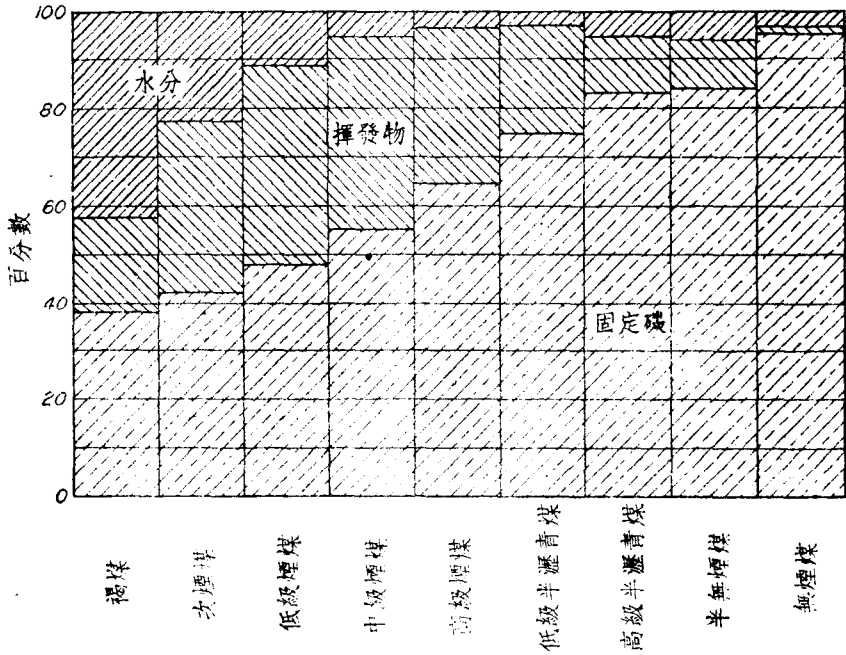


圖 29-17 面積圖

例。因體積隨線尺寸之立方而變，故此種圖表甚易誤解。凡作比較，應用條圖，即圓瓣圖亦可。

面積圖有時成為最合邏輯且最有效之表示法，如圖 29·17。此圖可視作一組並列之鉛直百分比條圖。

29·18 作圖表。畫坐標圖之次序大致如下：(1)計算並彙集一切數據，(2)決定最適宜之圖表種類及大小；用印格紙抑無格紙，(3)由數據之限度，決定縱橫標之比例，使曲線之效果最佳，(4)在水平軸（即 X 軸）上量自變數（常為時間），鉛直軸（即 Y 軸）上量因變數，(5)由數據定各點，用鉛筆拘曲線，(6)將曲線上墨，(7)擬定標題及坐標之文字，並書寫之。

若畫曲線於有格紙上以備藍印，則可畫於紙背，使擦拭無損格線。

格線採用綠色者日多，幾有成為標準之勢。藍色不能印製或照相，紅色則嫌刺目。

供計算用之曲線應準確而精細。供觀覽用者略粗，以重效果。

圖示標準聯席委員會（The Joint Committee on Standards for Graphic Presentation）推薦下列之規則。

### 圖 示 標 準

1. 圖表中之曲線應自左至右。
2. 儘可能用線尺寸表示數量，因面積體積極易誤解。
3. 苟屬可行，選擇鉛直標度時務須注意，使零度線能示於圖內。
4. 若鉛直標度之零度線不在圖內，則應在圖內用水平線，而使其示出。
5. 標度之零度線應能與所有之其他坐標線明白區別。
6. 曲線之有表示百分數之標度者，宜將 100% 線或用為比較根據之其他線特別著重。
7. 若圖表之標度有關乎日期，而其所表示之期間又非為一整個單位者，則以不著重其開始及終了之坐標為佳；因此圖並不代表時間之終始也。
8. 若曲線係畫在對數坐標上者，則在對數標度上之限度線均應位於 10 之方次上。
9. 坐標線之多少以能於閱讀時導引視線為度，不宜再多。
10. 曲線應與格線有顯著之分別。
11. 曲線之代表一組觀察數值者，宜儘可能在圖上明白畫出代表每個觀察之點。
12. 曲線之水平標度通常應自左至右，鉛直標度則自下至上。
13. 標度之數字應置於圖之左方及下方，沿軸而置亦可。

14. 圖中通常宜包括數據或曲線所代表之公式。
15. 數據若不列於圖中，則宜將其列表附圖。
16. 圖中所有字母及數字之安排，應使立於圖之底部或右側之人閱讀方便。
17. 圖之標題應儘可能清晰完全。如嫌未足，應加副標題或說明。

**29·19 供複製之圖表。** 備製鋅版之圖表應畫為所需版子之二倍大小，參看第 24·13 節“供複製之圖”。先小心畫鉛筆線。上墨時，第一步將所定各點圍以圓圈，第二步用粗線畫曲線。邊框筆 (Border Pen) 畫粗線頗佳；Payzant 筆亦可有利使用，尤以畫虛線為然。第三，將標題框上墨，並寫所有之字。第四，將坐標線畫成細黑線，其數以使閱讀便利為度，凡與標題、字母或所定點相交處則中斷之。

**29·20 供觀覽之圖。** 有時需要極大之觀覽圖，此可作於 22"×28" 或 28"×44" 之紙上 (是為對開紙及全張紙在印刷機上之版口)。用廣告畫毛筆蘸廣告顏料畫之最快。大條圖可用黑色之膠帶製成。寫字可用毛筆或將字母黏上之。

## 習 題

**29·21** 下列僅示技術性及通俗性圖表之各種形式之一班：

1. 在一化學製造過程中，溫度隨時間而升高，如以下數據所示：

時 間	溫度, °C.	時 間	溫度, °C.
0	0	7	136
1	33	8	139
2	66	9	142
3	93	10	143
4	110	11	144
5	123	12	155
6	131		

用  $8\frac{1}{2}" \times 11"$  之紙，按吋及二十分之一吋分格。圖示時間及相應之溫度上升間之關係。

2. 由一機器鋼條之牽力試驗，得以下之數據：

載荷, 每平方吋磅	(每吋長度之) 伸長
0	0
3,000	0.00011
5,000	0.00018
10,000	0.00033
15,000	0.00051
20,000	0.00067

載荷,每平方吋磅

(每吋長度之)伸長

25,000	0.00083
30,000	0.00099
35,000	0.00115
40,000	0.00134
42,000	0.00142

以伸長 (Elongation) 爲自變數, 載荷爲應變數, 將上述數據在直角坐標上點繪之。

3. 在各種載荷時, 試驗一小型之互變壓器 (Transformer) 之效率, 得下列數據:

發出之瓦特數	損 失
948	73
728	62
458	53
252	49
000	47

用發生之瓦特數爲自變數, 在直角坐標紙上點繪曲線, 以表示載荷百分率與效率間之關係。注意: 效率 = 輸出量 ÷ (輸出量 + 損失)。

4. 由試驗一汽車引擎, 得以下數據:

每分鐘轉數	行程, 分鐘數	每次行程所耗燃料, 磅數	制動馬力
1,006	11.08	1.0	5.5
1,001	4.25	0.5	8.5
997	7.53	1.0	13.0
1,000	5.77	1.0	16.3
1,002	2.38	0.5	21.1

在直角坐標紙上點繪曲線, 表示所生制動馬力 (Brake Horsepower) 及每制動馬力小時 (Brake Horsepower hour) 所耗燃料間之關係。並示熱效率 (Thermal Efficiency) 與所生制動馬力間之關係, 假定汽油之熱值 (Heat Value) 爲每磅 19,000 英國熱單位 (British Thermal Unit)。

5. 某年各業所消耗之漂白粉如下所示:

工業名稱	噸
造紙	64,000
紡織	16,000
淨水	9,000
洗衣	4,000
其他	7,000

用一百分比條圖、一圓餅圖及一條圖表示此等事實。三圖完成後, 設汝須將此項資料示於製造公司之負責人, 應用何圖? 示於大眾用何圖? 示於一

羣工程師又用何圖？

6. 作一混合條圖，表示汝校中一、二、三、四年級中男生及女生之比例。數據可自註冊員取得。

7. 作一複條圖，表示反應正常之車夫停止一新式汽車所需之極小距離。請注意“思想距離”(Thinking Distance)及“制動距離”(Braking Distance)之別。標題：速率及停車距離 (Speed and Stopping Distances)。

每小時哩	每秒呎	思想距離 呎	制動距離 呎
20	29	22	18
30	41	33	40
40	59	44	71
50	74	55	111
60	88	66	160
70	103	77	218

8. 作一直角坐標圖，示上月中一熱門股之波動。數據可自報紙或股票捐客處得之。

9. 將圖 29·16 之數據畫一百分比條圖。

10. 作(a)市政府、(b)學校行政機構、(c)小型工廠之組織圖表。

譯者註。“思想距離”為駕駛員感覺危險後至其能運用車軔時車輛所行之距離。“制動距離”為已運用車軔後車輛所行距離。

## 第三十章 商業製圖實踐摘錄

30·1 有許多實用知識，對學生及製圖員頗具價值；惟為一般課程所不述，而僅能由經驗得之。此種知識大可彙存於筆記簿中。茲略述數端，以示一斑。

30·2 紙之緊張法。上色圖須先在畫板上緊張圖紙。首用海綿或在水龍頭下，將紙兩面着水使軟；次將其正面朝下平置於畫板上；用吸水紙吸去四周過多之水；沿邊塗寬約半吋之膠水或漿糊；反轉之，撫壓之，使緊貼畫板；乃平置俟乾。

凡極繁之圖樣或地圖，雖不擬着色，有時亦以畫於緊張之紙上為有利，但 Bristol 紙(註)或研光紙(Calendered Paper)不應緊張之。

30·3 着色用水彩顏料。圖樣在着色之前上墨(用防水墨水)固無不可，但以事後上墨為佳。先將圖加以清除，用極軟之橡皮擦去不必需之鉛筆跡。在小碟中調色，用駝毛筆或黑貂毫蘸之。傾側畫板，橫塗彩色，導之下流，用毛筆在底部極快抹去過多之顏色。每次蘸彩色時，須加攪動。顏料須調得極淡，若需深色，可重畫數遍得之。最好先用清水塗紙，則所得之色澤均勻。沖淡之有色墨水可代水彩顏料。

30·4 摹圖法——刺孔法。於不透明之紙上摹圖時，通常將原圖覆在其上，用針尖戳孔；時時翻起之，連接所得各點。刺針可以購得；自製亦易，祇須將細針插入木柄即可。於繪準確之圖時，亦可應用刺針，從比例尺轉量尺寸至紙上。

30·5 摩擦拓圖法。此法稱為 *frotté*，於移轉任何草圖或設計至另紙以備拘繪時，極其有用，尤以建築畫為然。

原圖可作在任何紙上，並可修改增添，至愜意方休。乃在其上覆一描圖

---

譯者註。Bristol 紙為一種極佳之紙板，由數層紙張膠合而成，亦稱 Bristol 紙板。

紙，小心描繪輪廓。反轉描圖，在背面用剛尖之中級軟鉛筆再描一過，須同樣小心為之。反轉至原位，鋪平釘於欲書該圖之紙上，藉描圖及圖樣兩者之中心線或參考線固定描圖於適當之位置。用刀柄之圓邊或其他器具（普通用一光邊硬幣，夾於拇指及食指間，來回擦之）摩擦描圖，拓下圖樣；摩擦時在硬物及紙張間置描圖布一小片（光潔之面向上），用以保護紙張。擦得勿太重，並勿使紙移動。用特製墨水 *encre à pincer* 描圖，則可拓下墨線，此法用於水彩圖。

若該圖樣對稱於任一軸，則不需畫反描圖，因可將第一描圖依對稱軸反轉摩擦之。

由一描圖可作數幅拓圖，若圖樣上某形相或細節須重複數次，則可將描圖放在各位置上摩擦之。

30·6 玻璃畫圖板。在不透明之紙上摹圖時，用玻璃面之製圖桌其下有反光燈者極為成功。利用透明之畫圖板，即鉛筆畫亦可在最厚之紙或 Bristol 紙板上極快摹出。

30·7 比例法——伸縮器 (Pantograph)。伸縮器用以縮小或放大圖樣至任何比例，其原理為衆所週知。大體上為四桿，運用時務須使其構成一平行四邊形，並使樞軸、描筆及指針在一直線上；苟符合上述條件，則所得比例無不準確。用以縮小時，將描筆及指針互換即可。圖 30·1 示金屬臂之吊式伸

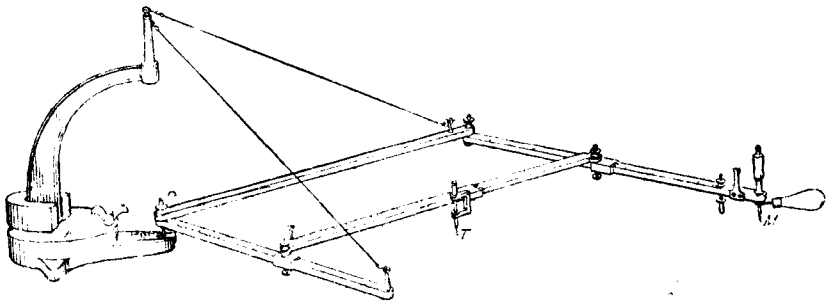


圖 30·1 吊式伸縮器。

縮器。用以繪準確之工程畫。

用圖 30·2 所示之比例分規 (Proportional Divider) 亦可放大或縮小圖樣。標以“線” (Lines) 字之分格為線比例；標以“圓” (Circles) 字之分格用以分圓成所需之等分，用時將大端張開至該圓直徑即可。

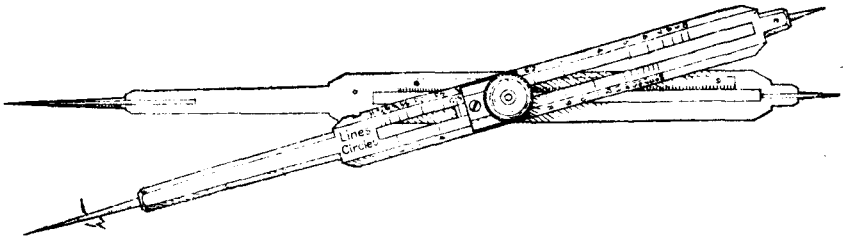


圖 30.2 比例分規。

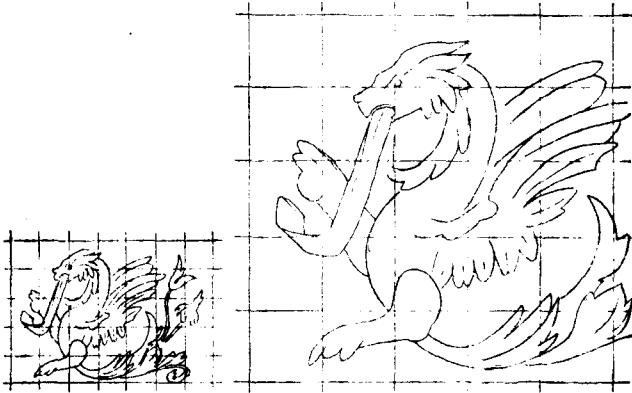


圖 30.3 用方格放大(分格法)。

著名之比例方格法 (Method of proportional Squares) 亦常用以放大或縮小。在欲摹之圖上劃大小適宜之方格，苟圖上不宜劃線，則可將分格之描圖布或賽璐珞置於其上；在另紙上畫成較大或較小之對應方格，乃憑手臨摹。

30.8 特別儀器。有數種通常不備之儀器，偶或需用之。凡普通圓規用延伸桿尚不能繪畫之圓可用梁規(Beam Compasses)作之。圖 30.4 示其

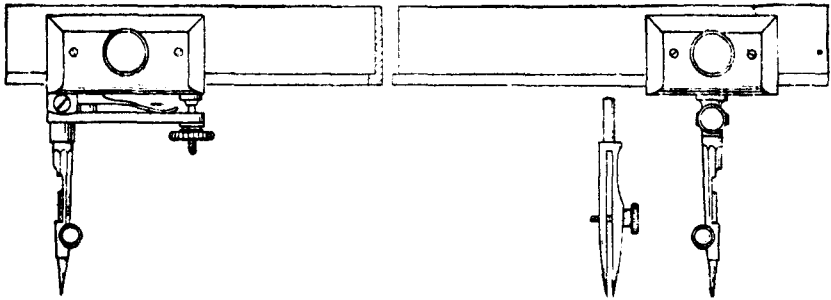


圖 30.4 梁規。



一種優良形式。管形梁規 (Tubular Beam Compass) 示於圖 2·8。

用墜筆圓規或鉚釘圓規 (Drop Pen or Rivet Pen), 圖 30·5, 作小圓較用弓形儀器迅速多多。其執法如圖所示, 針尖固定不動, 將筆繞之旋轉。用於繪透視、構造圖及地形圖頗稱便利。

畫橢圓之儀器有數種。圖 30·7 之橢圓儀 (Ellipsograph) 為極愜意之一種。

圖 30·7 示三種特別筆。鐵路筆 (Railroad Pen) A 用以畫雙線。雙線間隔在  $\frac{1}{4}$  吋以下者。以用邊框筆 (Border Pen) B 為佳, 因其着筆較便也。若將兩筆及其中間之

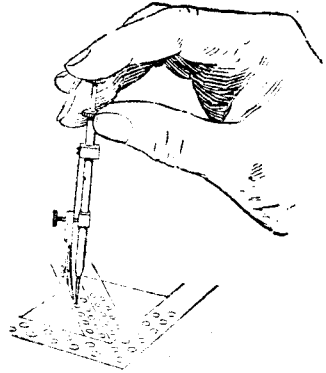


圖 30·5 墜筆圓規。

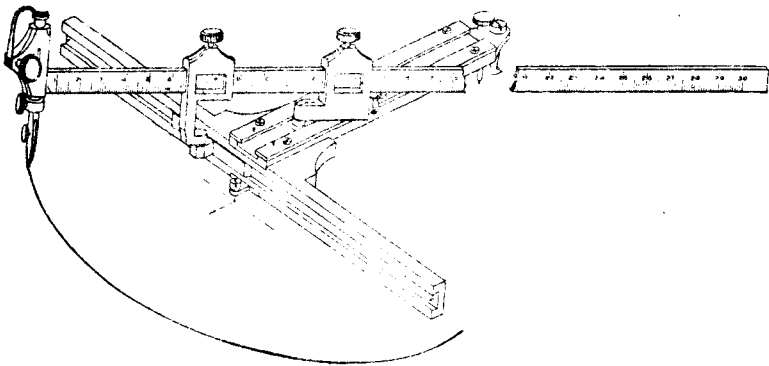


圖 30·6 橢圓儀。

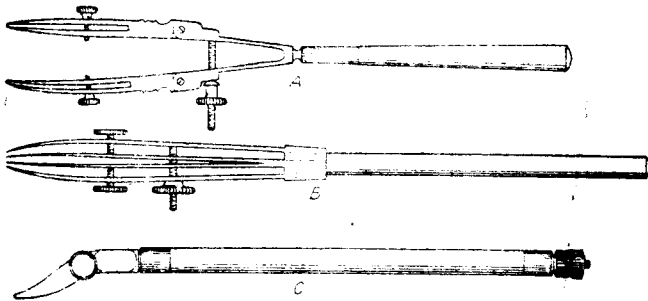


圖 30·7 特別筆。

空隙加墨，則亦可畫極粗之實心線。等高線筆或曲線筆 (Contour Pen or Curve Pen) C 有一轉環 (Swivel)，用以在地圖上憑手畫曲線。

分度規 (Protractor)，為畫地圖及地形圖所必需。6 吋直徑之半圓形黃銅或德國銀 (Nickel Silver) 質者可讀至半度。若外加一臂及游標 (Vernier) 則可讀至分數。8 吋及 14 吋直徑之圓形紙質大分度規，可讀至半度及四分之一度，為某種畫地圖者所樂用。亦有用圖 30·8 所示之 Brown and Sharpe 分度規者，可讀至 5 分。

圖 30·9 示三角板及分度規之組合儀器，建築及製圖員用之甚多。其組合之形式殊夥，經售商通常備有數種。

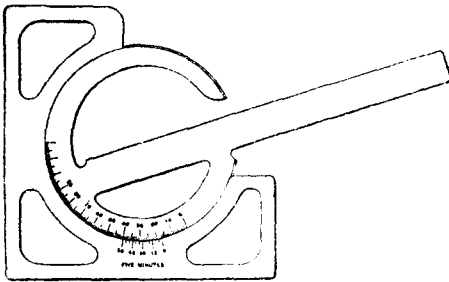


圖 30·8 Brown and Sharpe 分度規。

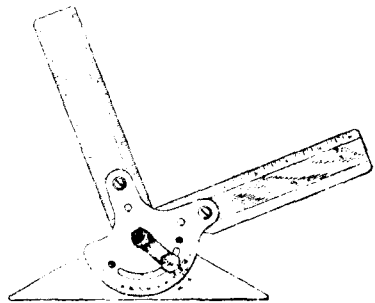


圖 30·9 三角分度尺 (Tri-Pro-Scale)。

製圖機。萬能製圖機專利期滿後，即有數種設計各異之製品出而競爭。其功能集丁字尺、三角板、比例尺及分度規於一身。在商業製圖室中應用極廣 (據估計用之作機械畫省時百分之三十五，作構造圖省時百分之五十強)。圖 30·10 示帶式製圖機 (Band-type Drafting Machine)。並有為左手製圖者特製之製圖機。

鉛直畫圖板。備有諸平行之滑動直尺，有人喜用以製繪大圖。

圖 30·11 示 Alteneider 公司特製之瓶架，可以一手加墨，故能省時。

曲線板。圖 2·16 示數種曲線板。市上尚有多種其他式樣者出售。有時為畫特別或重複之曲線，宜自製樣板備用。此可從冬青或菩提木薄片、鉛片、賽璐珞、甚或紙板上切下之。作紙質曲線板，先在紙上畫所需形狀，以剪刀割下，用沙紙打光邊緣。上墨時，須墊三角板或紙片。坊間有各種撓性曲線帶 (Flexible Curve) 出售。銅絲或軟鉛焊料 (Wire Solder) 可作為代用品。

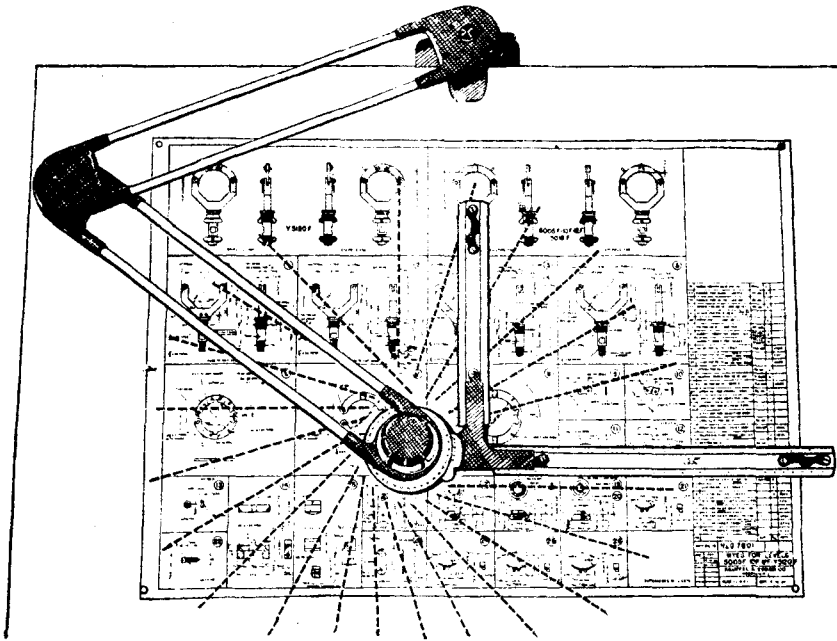


圖 30-10 製圖機。

圖 30-12 之曲線板對於畫工程線圖、蒸汽曲線等特別有用。是乃由極標方程式  $y = A \sec \theta + K$  點繪而成；其中之  $A$  約為  $5\frac{1}{2}$  吋， $K$  約為 8 吋。

若用細沙紙擦去賽璐珞曲線板之油光，則可在其上作鉛筆記號，俾便畫對稱曲線。

曲線軟片 (Spline)。為可撓性之曲線尺。應用時調整其位置，使與欲畫之曲線上

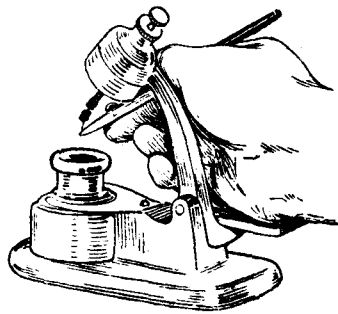


圖 30-11 Alteneider 瓶架。

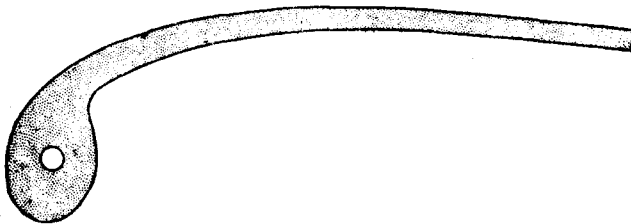


圖 30-12 線圖曲線。

各點貼合，再用鉛塊鎖之（製圖員稱此種鉛塊為“Duck”），圖 30·13。其長度不一，為航空製圖室常備之儀器。

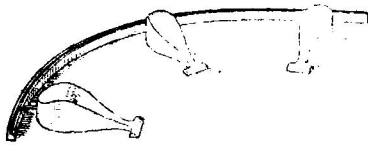


圖 30·13 曲線軟片。

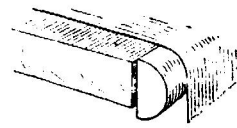


圖 30·14 作大圖用之圓邊。

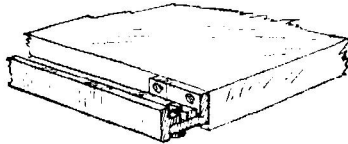


圖 30·15 Starrett 邊。

30·9 其他器具。甚大之圖或地圖，畫時超出圖板之底部，應在板一側釘一半圓形邊緣，以免將紙壓縐，圖 30·14。

圖板可用角鋼作鋼邊，祇需將其刨直，且與圖板之邊裝平即可。圖 30·15 為 L. S. Starrett & Company 出品之可調整金屬邊，用者稱善。用鋼邊及鋼丁字尺可作極準確之圖，橋梁設計室多用之。

畫剖面線在有經驗之製圖員幾可不加思索，但在初學者則視為難題。利用機械畫等距線之儀器已有多種設計。

剖面線器 (Section Liner)。利用機械原理，繪畫斷面線及間隔均勻之線條。圖 30·16 示其一式。

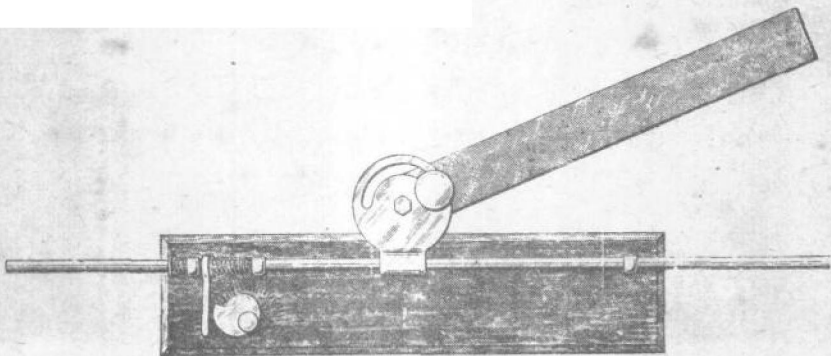


圖 30·16 剖面線器。

橡皮狀盾，為金屬或賽璐珞所製，使擦拭範圍有所拘束。在賽璐珞片或韌紙上割槽，亦可供此用。

K 及 E 等角畫儀器 (K and E Isometric Drawing Kit) (註)。為一套特別三角板，附有特製之各種樣板及紙張。可使等角畫之製繪迅速簡單。詳細情形可詢製造商。

字法機。製圖室中應用頗多。市上出售者有 Wrico, Edco, Normograph 及 Leroy 多種，其原理均為用一滑動導板導引管形筆 (Stylographic Pen)。即毫無技巧者用之，亦能寫出極個人意之觀覽用字體。圖 30-17 及 30-18 示其二種。

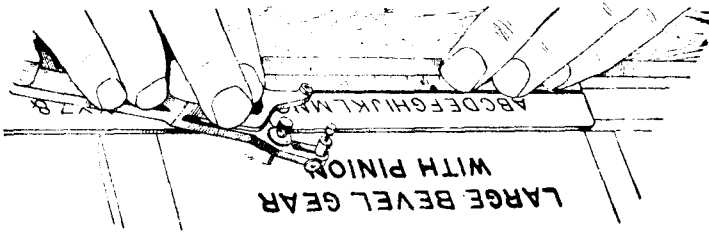


圖 30-17 Leroy 字法機

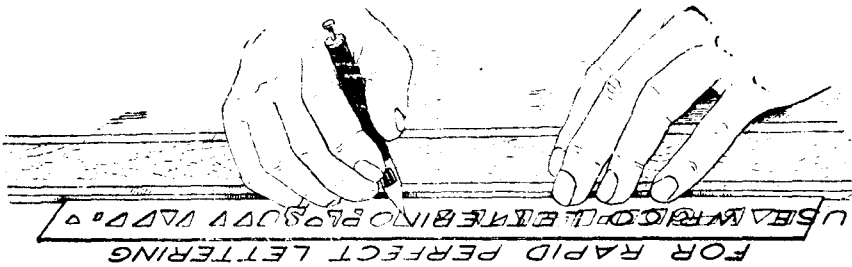


圖 30-18 Wrico 字法機。

製圖室中尚有許多器具，用以節省時間，並使工作便利。Bostich 釘可代替圖畫釘。甚多之製圖員喜用黏帶 (Scotch Tape) 將紙定於板上。作此應用時，製圖帶 (Drafting Tape) 自較蔽面帶 (Masking Tape) 或他種黏帶為佳。Dexter “製圖員用” 捲筆削紙去木桿，而留下甚長之一段鉛心。電力擦拭機之應用甚廣。

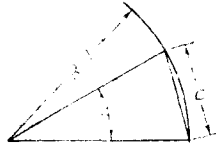
註. Keuffel & Esser Co., Hoboken, N. J

# 附 錄

## 索 引

- 一般符號, 669, 670
- 小數當量, 630
- 工場術語辭彙, 673-676
- 米制當量, 631
- 材料符號, 667, 668
- 材料重量, 668
- 佈線符號, 新式, 665
  - 舊式, 664
- 希臘字母, 670
- 每呎斜度, 654
- 美國自動工程學會墊圈, 644
- 美國標準學會圖紙尺寸, 672
  - 標題尺寸, 672
  - 邊框尺寸, 672
- 做宋體漢字, 671
- 梁之接法, 660
- 符號, 662-670
  - 一般符號, 669, 670
  - 佈線符號, 新式, 665
    - 舊式, 664
  - 材料符號, 667, 668
  - 電工符號, 667
  - 鉛管工程符號, 666
  - 管系符號, 662, 663
- 參考書目, 679-684
- 結構辭彙, 677-678
- 電工符號, 667
- 鉛管工程符號, 666
- 圓弧之弦長, 629
- 圓柱配合之限度, 650-651
- 閥, 657
- 鉚釘, 645
- 管及管接頭, 655-660
  - 凸緣管, 658
  - 凸緣管接頭, 658
  - 焊接熟鐵管, 655
  - 翻鑄鐵螺旋管接頭, 656
  - 對焊管接頭, 659
  - 螺紋鑄鐵管, 660
  - 鑄鐵螺旋管接頭, 657
- 管系符號, 662, 663
- 線規及全屬片規, 661
- 圖紙尺寸, 美國標準學會, 672
- 墊圈, 美國自動工程學會, 644
- 標題尺寸, 672
- 螺母, 635-636
  - 美國標準學會正級及重級, 635
  - 輕級, 636
  - 槽孔, 636
- 螺釘, 638-641, 643
  - 木螺釘, 641
  - 方頭固定螺釘, 641
  - 有槽螺釘, 638
  - 扁螺釘, 643
  - 窩頭固定螺釘, 640
  - 機螺釘, 639
  - Parker-Kalon 螺釘, 641
  - Phillips 頭螺釘, 639
- 螺紋, 631-633
  - 方螺紋, 631
  - 美國自動工程學會螺紋, 632
  - 美國標準學會螺紋, 632
  - 美國標準學會八、十二、十六螺距級 633
  - Acme 螺紋, 631
- 螺絲, 634, 637, 642-643,
  - 高層板用螺絲, 643
  - 美國標準學會螺絲, 634
  - 無槽圓頭螺絲, 642
  - 螺絲之極小螺紋長度, 637
  - 螺絲長度之增量, 637
- 錐形及錐銷, 654
- 鍵, 646-649
  - 方鍵, 半鍵, 劈頭鍵, 646
  - Pratt and Whitney 鍵, 647
  - Woodruff 鍵, 鍵槽, 648-649
- 縮寫, 669, 670
- 邊框尺寸, 672
- 鑽頭尺寸, 643
- 鑽模嵌套, 652-653

圓弧之弦長(半徑一吋)



度數	分數					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
0	0.0000	0.0029	0.0058	0.0087	0.0116	0.0145
1	0.0175	0.0204	0.0233	0.0262	0.0291	0.0320
2	0.0349	0.0378	0.0407	0.0436	0.0465	0.0494
3	0.0524	0.0553	0.0582	0.0611	0.0640	0.0669
4	0.0698	0.0727	0.0756	0.0785	0.0814	0.0843
5	0.0872	0.0901	0.0931	0.0960	0.0989	0.1018
6	0.1047	0.1076	0.1105	0.1134	0.1163	0.1192
7	0.1221	0.1250	0.1279	0.1308	0.1337	0.1366
8	0.1395	0.1424	0.1453	0.1482	0.1511	0.1540
9	0.1569	0.1598	0.1627	0.1656	0.1685	0.1714
10	0.1743	0.1772	0.1801	0.1830	0.1859	0.1888
11	0.1917	0.1946	0.1975	0.2004	0.2033	0.2062
12	0.2091	0.2119	0.2148	0.2177	0.2206	0.2235
13	0.2264	0.2293	0.2322	0.2351	0.2380	0.2409
14	0.2437	0.2466	0.2495	0.2524	0.2553	0.2582
15	0.2611	0.2639	0.2668	0.2697	0.2726	0.2755
16	0.2783	0.2812	0.2841	0.2870	0.2899	0.2927
17	0.2956	0.2985	0.3014	0.3042	0.3071	0.3100
18	0.3129	0.3157	0.3186	0.3215	0.3244	0.3272
19	0.3301	0.3330	0.3358	0.3387	0.3416	0.3444
20	0.3473	0.3502	0.3530	0.3559	0.3587	0.3616
21	0.3645	0.3673	0.3702	0.3730	0.3759	0.3788
22	0.3816	0.3845	0.3873	0.3902	0.3930	0.3959
23	0.3987	0.4016	0.4044	0.4073	0.4101	0.4130
24	0.4158	0.4187	0.4215	0.4244	0.4272	0.4300
25	0.4329	0.4357	0.4386	0.4414	0.4442	0.4471
26	0.4499	0.4527	0.4556	0.4584	0.4612	0.4641
27	0.4669	0.4697	0.4725	0.4754	0.4782	0.4810
28	0.4838	0.4867	0.4895	0.4923	0.4951	0.4979
29	0.5008	0.5036	0.5064	0.5092	0.5120	0.5148
30	0.5176	0.5204	0.5233	0.5261	0.5289	0.5317
31	0.5345	0.5373	0.5401	0.5429	0.5457	0.5485
32	0.5513	0.5541	0.5569	0.5597	0.5625	0.5652
33	0.5680	0.5708	0.5736	0.5764	0.5792	0.5820
34	0.5847	0.5875	0.5903	0.5931	0.5959	0.5986
35	0.6014	0.6042	0.6070	0.6097	0.6125	0.6153
36	0.6180	0.6208	0.6236	0.6263	0.6291	0.6319
37	0.6346	0.6374	0.6401	0.6429	0.6456	0.6484
38	0.6511	0.6539	0.6566	0.6594	0.6621	0.6649
39	0.6676	0.6704	0.6731	0.6758	0.6786	0.6813
40	0.6840	0.6868	0.6895	0.6922	0.6950	0.6977
41	0.7004	0.7031	0.7059	0.7086	0.7113	0.7140
42	0.7167	0.7195	0.7222	0.7249	0.7276	0.7303
43	0.7330	0.7357	0.7384	0.7411	0.7438	0.7465
44	0.7492	0.7519	0.7546	0.7573	0.7600	0.7627
45	0.7654	0.7681	0.7707	0.7734	0.7761	0.7788

至於 45° 及 90° 間之角, 可先量 90° 角, 再從 90° 處作餘角。

分數之小數當量

(時或 呎之) 分數	小數 當量	呎之 時當 量	(時或 呎之) 分數	小數 當量	呎之 時當 量	(時或 呎之) 分數	小數 當量	呎之 時當 量	(時或 呎之) 分數	小數 當量	呎之 時當 量
	.0052	$\frac{1}{16}$		.2552	$3\frac{1}{16}$		.5052	$6\frac{1}{16}$		.7552	$9\frac{1}{16}$
	.0104	$\frac{2}{16}$		.2604	$3\frac{3}{16}$		.5104	$6\frac{3}{16}$		.7604	$9\frac{3}{16}$
<b>1/64</b>	.015625	$\frac{3}{16}$	<b>17/64</b>	.265625	$3\frac{5}{16}$	$\frac{3}{64}$	.515625	$6\frac{5}{16}$	$\frac{4}{64}$	.765625	$9\frac{5}{16}$
	.0208	$\frac{4}{16}$		.2708	$3\frac{7}{16}$		.5208	$6\frac{7}{16}$		.7708	$9\frac{7}{16}$
	.0260	$\frac{5}{16}$		.2760	$3\frac{9}{16}$		.5260	$6\frac{9}{16}$		.7760	$9\frac{9}{16}$
<b>1/32</b>	.03125	$\frac{3}{8}$	<b>9/32</b>	.28125	$3\frac{3}{8}$	$\frac{1}{32}$	.53125	$6\frac{3}{8}$	$\frac{2}{32}$	.78125	$9\frac{3}{8}$
	.0365	$\frac{7}{16}$		.2865	$3\frac{7}{16}$		.5365	$6\frac{7}{16}$		.7865	$9\frac{7}{16}$
	.0417	$\frac{7}{2}$		.2917	$3\frac{1}{2}$		.5417	$6\frac{1}{2}$		.7917	$9\frac{1}{2}$
<b>3/64</b>	.046875	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{64}$	.296875	$3\frac{9}{16}$	$\frac{3}{64}$	.546875	$6\frac{9}{16}$	$\frac{5}{64}$	.796875	$9\frac{9}{16}$
	.0521	$\frac{5}{8}$		.3021	$3\frac{5}{8}$		.5521	$6\frac{5}{8}$		.8021	$9\frac{5}{8}$
	.0573	$\frac{11}{16}$		.3073	$3\frac{11}{16}$		.5573	$6\frac{11}{16}$		.8073	$9\frac{11}{16}$
<b>1/16</b>	.0625	$\frac{3}{4}$	<b>5/16</b>	.3125	$3\frac{3}{4}$	$\frac{1}{16}$	.5625	$6\frac{3}{4}$	<b>13/16</b>	.8125	$9\frac{3}{4}$
	.0677	$\frac{13}{16}$		.3177	$3\frac{13}{16}$		.5677	$6\frac{13}{16}$		.8177	$9\frac{13}{16}$
	.0729	$\frac{7}{8}$		.3229	$3\frac{7}{8}$		.5729	$6\frac{7}{8}$		.8229	$9\frac{7}{8}$
<b>5/64</b>	.078125	$\frac{15}{16}$	$\frac{2}{64}$	.328125	$3\frac{15}{16}$	$\frac{3}{64}$	.578125	$6\frac{15}{16}$	$\frac{5}{64}$	.828125	$9\frac{15}{16}$
	.0833	1		.3333	4		.5833	7		.8333	10
	.0885	$1\frac{1}{16}$		.3385	$4\frac{1}{16}$		.5885	$7\frac{1}{16}$		.8385	$10\frac{1}{16}$
<b>3/32</b>	.09375	$1\frac{3}{8}$	$\frac{1}{32}$	.34375	$4\frac{1}{8}$	$\frac{1}{32}$	.59375	$7\frac{1}{8}$	$\frac{2}{32}$	.84375	$10\frac{1}{8}$
	.0990	$1\frac{3}{16}$		.3490	$4\frac{3}{16}$		.5990	$7\frac{3}{16}$		.8490	$10\frac{3}{16}$
	.1042	$1\frac{1}{4}$		.3542	$4\frac{1}{4}$		.6042	$7\frac{1}{4}$		.8542	$10\frac{1}{4}$
<b>7/64</b>	.109375	$1\frac{5}{16}$	$\frac{2}{64}$	.359375	$4\frac{5}{16}$	$\frac{3}{64}$	.609375	$7\frac{5}{16}$	$\frac{5}{64}$	.859375	$10\frac{5}{16}$
	.1146	$1\frac{3}{8}$		.3646	$4\frac{3}{8}$		.6146	$7\frac{3}{8}$		.8646	$10\frac{3}{8}$
	.1198	$1\frac{7}{16}$		.3698	$4\frac{7}{16}$		.6198	$7\frac{7}{16}$		.8698	$10\frac{7}{16}$
<b>1/8</b>	.1250	$1\frac{1}{2}$	<b>3/8</b>	.3750	$4\frac{1}{2}$	<b>5/8</b>	.6250	$7\frac{1}{2}$	<b>7/8</b>	.8750	$10\frac{1}{2}$
	.1302	$1\frac{9}{16}$		.3802	$4\frac{9}{16}$		.6302	$7\frac{9}{16}$		.8802	$10\frac{9}{16}$
	.1354	$1\frac{5}{8}$		.3854	$4\frac{5}{8}$		.6354	$7\frac{5}{8}$		.8854	$10\frac{5}{8}$
<b>9/64</b>	.140625	$1\frac{11}{16}$	$\frac{2}{64}$	.390625	$4\frac{11}{16}$	$\frac{1}{64}$	.640625	$7\frac{11}{16}$	$\frac{5}{64}$	.890625	$10\frac{11}{16}$
	.1458	$1\frac{3}{4}$		.3958	$4\frac{3}{4}$		.6458	$7\frac{3}{4}$		.8958	$10\frac{3}{4}$
	.1510	$1\frac{13}{16}$		.4010	$4\frac{13}{16}$		.6510	$7\frac{13}{16}$		.9010	$10\frac{13}{16}$
<b>5/32</b>	.15625	$1\frac{7}{8}$	$\frac{1}{32}$	.40625	$4\frac{7}{8}$	$\frac{2}{32}$	.65625	$7\frac{7}{8}$	$\frac{2}{32}$	.90625	$10\frac{7}{8}$
	.1615	$1\frac{15}{16}$		.4115	$4\frac{15}{16}$		.6615	$7\frac{15}{16}$		.9115	$10\frac{15}{16}$
	.1667	2		.4167	5		.6667	8		.9167	11
<b>11/64</b>	.171875	$1\frac{1}{16}$	$\frac{2}{64}$	.421875	$5\frac{1}{16}$	$\frac{4}{64}$	.671875	$8\frac{1}{16}$	$\frac{5}{64}$	.921875	$11\frac{1}{16}$
	.1771	$2\frac{1}{8}$		.4271	$5\frac{1}{8}$		.6771	$8\frac{1}{8}$		.9271	$11\frac{1}{8}$
	.1823	$2\frac{3}{16}$		.4323	$5\frac{3}{16}$		.6823	$8\frac{3}{16}$		.9323	$11\frac{3}{16}$
<b>3/16</b>	.1875	$2\frac{1}{4}$	<b>7/16</b>	.4375	$5\frac{1}{4}$	<b>11/16</b>	.6875	$8\frac{1}{4}$	<b>15/16</b>	.9375	$11\frac{1}{4}$
	.1927	$2\frac{5}{16}$		.4427	$5\frac{5}{16}$		.6927	$8\frac{5}{16}$		.9427	$11\frac{5}{16}$
	.1979	$2\frac{3}{8}$		.4479	$5\frac{3}{8}$		.6979	$8\frac{3}{8}$		.9479	$11\frac{3}{8}$
<b>13/64</b>	.203125	$2\frac{7}{16}$	$\frac{2}{64}$	.453125	$5\frac{7}{16}$	$\frac{4}{64}$	.703125	$8\frac{7}{16}$	$\frac{6}{64}$	.953125	$11\frac{7}{16}$
	.2083	$2\frac{1}{2}$		.4583	$5\frac{1}{2}$		.7083	$8\frac{1}{2}$		.9583	$11\frac{1}{2}$
	.2135	$2\frac{9}{16}$		.4635	$5\frac{9}{16}$		.7135	$8\frac{9}{16}$		.9635	$11\frac{9}{16}$
<b>7/32</b>	.21875	$2\frac{3}{8}$	$\frac{1}{32}$	.46875	$5\frac{3}{8}$	$\frac{2}{32}$	.71875	$8\frac{3}{8}$	$\frac{3}{32}$	.96875	$11\frac{3}{8}$
	.2240	$2\frac{11}{16}$		.4740	$5\frac{11}{16}$		.7240	$8\frac{11}{16}$		.9740	$11\frac{11}{16}$
	.2292	$2\frac{3}{4}$		.4792	$5\frac{3}{4}$		.7292	$8\frac{3}{4}$		.9792	$11\frac{3}{4}$
<b>15/64</b>	.234375	$2\frac{13}{16}$	$\frac{1}{64}$	.484375	$5\frac{13}{16}$	$\frac{4}{64}$	.734375	$8\frac{13}{16}$	$\frac{6}{64}$	.984375	$11\frac{13}{16}$
	.2396	$2\frac{7}{8}$		.4896	$5\frac{7}{8}$		.7396	$8\frac{7}{8}$		.9896	$11\frac{7}{8}$
	.2448	$2\frac{15}{16}$		.4948	$5\frac{15}{16}$		.7448	$8\frac{15}{16}$		.9948	$11\frac{15}{16}$
<b>1/4</b>	.2500	3	<b>1 2</b>	.5000	6	<b>3 4</b>	.7500	9	<b>1</b>	1.0000	12



米制當量

化吋為毫米 (Millimeter) 時, 使毫米當量之位數較吋值之位數少一。

化毫米為吋時, 使吋當量之位數較毫米值之位數多二。

毫 米 化 吋		吋 化 毫 米	
毫米	吋	吋	毫米
1 = 0.0394	17 = 0.6693	1 $\frac{1}{32}$ = 0.79	1 $\frac{7}{32}$ = 13.49
2 = 0.0787	18 = 0.7087	1 $\frac{1}{16}$ = 1.58	1 $\frac{1}{16}$ = 14.28
3 = 0.1181	19 = 0.7480	1 $\frac{1}{8}$ = 2.38	1 $\frac{3}{32}$ = 15.08
4 = 0.1575	20 = 0.7874	1 $\frac{1}{4}$ = 3.17	1 $\frac{1}{8}$ = 15.87
5 = 0.1968	21 = 0.8268	1 $\frac{3}{16}$ = 3.96	2 $\frac{1}{32}$ = 16.66
6 = 0.2362	22 = 0.8661	1 $\frac{1}{2}$ = 4.76	2 $\frac{1}{16}$ = 17.46
7 = 0.2756	23 = 0.9055	1 $\frac{5}{8}$ = 5.55	2 $\frac{3}{32}$ = 18.25
8 = 0.3150	24 = 0.9449	1 $\frac{3}{4}$ = 6.34	2 $\frac{1}{4}$ = 19.04
9 = 0.3543	25 = 0.9843	1 $\frac{7}{8}$ = 7.14	2 $\frac{3}{8}$ = 19.84
10 = 0.3937	26 = 1.0236	1 $\frac{1}{2}$ = 7.93	2 $\frac{1}{2}$ = 20.63
11 = 0.4331	27 = 1.0630	1 $\frac{1}{4}$ = 8.73	2 $\frac{7}{32}$ = 21.43
12 = 0.4724	28 = 1.1024	1 $\frac{3}{8}$ = 9.52	2 $\frac{1}{2}$ = 22.22
13 = 0.5118	29 = 1.1417	1 $\frac{1}{2}$ = 10.31	2 $\frac{3}{8}$ = 23.01
14 = 0.5512	30 = 1.1811	1 $\frac{1}{4}$ = 11.11	2 $\frac{1}{2}$ = 23.81
15 = 0.5906	31 = 1.2205	1 $\frac{3}{4}$ = 11.90	3 $\frac{1}{32}$ = 24.60
16 = 0.6299	32 = 1.2598	1 $\frac{1}{2}$ = 12.69	1 = 25.39

Acme 螺紋及方螺紋(註1)

名義尺寸 (長徑)	每吋螺 紋數(註2)	基本節圓 直徑	螺母內徑	名義尺寸 (長徑)	每吋螺 紋數(註2)	基本節圓 直徑	螺母內徑
1 $\frac{1}{4}$	16	0.2187	0.1875	1 $\frac{1}{4}$	5	1.1500	1.0500
1 $\frac{1}{8}$	14	0.2768	0.2411	1 $\frac{1}{2}$	4	1.2500	1.1250
3 $\frac{3}{8}$	12	0.3333	0.2947	1 $\frac{3}{4}$	4	1.3750	1.2500
1 $\frac{1}{2}$	12	0.3958	0.3542	2	4	1.6250	1.5000
1	10	0.4500	0.4000	2	4	1.8750	1.7500
5 $\frac{5}{8}$	8	0.5625	0.5000	2 $\frac{1}{4}$	3	2.0833	1.9167
1 $\frac{3}{4}$	6	0.6667	0.5833	2 $\frac{1}{2}$	3	2.3333	2.1667
1 $\frac{1}{2}$	6	0.7917	0.7083	2 $\frac{3}{4}$	3	2.5833	2.4167
1	5	0.9000	0.8000	3	2	2.7500	2.5000
1 $\frac{1}{8}$	5	1.0250	0.9250	4	2	3.7500	3.5000
				5	2	4.7500	4.5000

所有尺寸均為吋。

註1. ASA B1.3 1941

註2. 每吋螺紋數為任意選擇者, 其目的在建立一標準。

美國標準螺紋(註1)——粗級 (NC) 及細級 (NF)

下列之陰螺鑽用以鑽約百分之七十五理論深度之螺紋

名義尺寸 (英吋)	基本直 徑英寸	螺紋之每 吋螺紋數	螺紋級	螺紋之 公稱直徑	基本直 徑英寸	螺紋之每 吋螺紋數	螺紋級	螺紋之 公稱直徑
0 (0.0600)					0.0519	80		0.0469
1 (0.0730)	0.0629	64	No. 53	0.0595	0.0640	72	No. 53	0.0595
2 (0.0860)	0.0744	55	No. 50	0.0700	0.0759	64	No. 50	0.0700
3 (0.0990)	0.0855	48	No. 47	0.0785	0.0874	56	No. 45	0.0820
4 (0.1120)	0.0958	40	No. 43	0.0890	0.0983	48	No. 42	0.0935
5 (0.1250)	0.1088	30	No. 38	0.1015	0.1102	44	No. 37	0.1040
6 (0.1380)	0.1177	32	No. 36	0.1065	0.1218	40	No. 33	0.1130
8 (0.1640)	0.1437	32	No. 29	0.1360	0.1460	36	No. 29	0.1360
10 (0.1900)	0.1629	24	No. 25	0.1495	0.1697	32	No. 21	0.1590
12 (0.2160)	0.1889	24	No. 16	0.1770	0.1928	28	No. 14	0.1820
1/4	0.2175	20	No. 7	0.2010	0.2218	28	No. 3	0.2130
5/16	0.2764	18	F	0.2570	0.2834	24	I	0.2720
3/8	0.3344	16	5/16	0.3125	0.3479	24	Q	0.3320
7/16	0.3911	14	C	0.3680	0.4050	20	25/64	0.3906
1/2	0.4500	13	27/64	0.4219	0.4675	20	29/64	0.4531
5/8	0.5084	12	31/64	0.4844	0.5264	18	33/64	0.5156
3/4	0.5660	11	17/32	0.6312	0.5880	18	37/64	0.5781
7/8	0.6850	10	21/32	0.6562	0.7094	16	11/16	0.6875
1	0.8028	9	49/64	0.7656	0.8286	14	13/16	0.8125
1 1/8	0.9188	8	7/8	0.8750	0.9536	14	15/16	0.9375
1 1/4	1.0322	7	63/64	0.9844	1.0709	12	1 3/64	1.0469
1 1/2	1.1572	7	1 7/64	1.1094	1.1959	12	1 11/64	1.1719
1 3/4	1.2667	6	1 13/32	1.2187	1.3209	12	1 19/64	1.2969
1 7/8	1.3917	6	1 11/16	1.3457	1.4459	12	1 27/64	1.4219
1 3/4	1.6201	5	1 21/16	1.5625				
2	1.8557	4 1/2	1 5/8	1.7812				
2 1/4	2.1057	4 1/2	2 1/16	2.0312				
2 1/2	2.3376	4	2 1/4	2.2500				
2 3/4	2.5876	4	2 1/2	2.5000				
3	2.8376	4	2 3/4	2.7500				
3 1/4	3.0876	4	3	3.0000				
3 1/2	3.3376	4	3 1/4	3.2500				
3 3/4	3.5876	4	3 1/2	3.5000				
4	3.8376	4	3 3/4	3.7500				

註. ASA B1.1 1935.

美國自動工程學會特細螺紋級(註1)

名義尺寸 (英吋)	每吋螺紋數	基本直 徑英寸	螺紋之公 稱直徑	螺紋之 公稱直徑	每吋螺紋數	基本直 徑英寸	螺紋之公 稱直徑
12	32	0.1957	0.1812	1	20	0.9675	0.9459
1/4	32	0.2297	0.2192	1 1/8	18	1.0889	1.0649
5/16	32	0.2922	0.2787	1 1/4	18	1.2139	1.1899
3/8	32	0.3547	0.3412	1 3/8	18	1.3389	1.3149
7/16	28	0.4143	0.3988	1 1/2	18	1.4639	1.4399
1/2	28	0.4768	0.4613	1 3/4	16	1.7094	1.6823
5/8	24	0.5354	0.5171	2	16	1.9594	1.9323
3/4	24	0.5979	0.5799	2 1/4	16	2.2094	2.1823
7/8	20	0.7175	0.6999	2 1/2	16	2.4594	2.4323
1	20	0.8425	0.8209	2 3/4	16	2.7094	2.6823
				3	16	2.9594	2.9323

註1. 第三版製表。

美國標準螺紋(註1)——八螺距,十二螺距,及十六螺距級

名義尺寸 (英吋)	八螺距級		十二螺距級		十六螺距級	
	基本圓周直徑	螺母之內徑(註2)	基本圓周直徑	螺母之內徑(註2)	基本圓周直徑	螺母之內徑(註2)
1/2			0.4150	0.4098		
9/16			0.5048	0.4723		
5/8			0.5709	0.5348		
11/16			0.6334	0.5973		
3/4			0.6959	0.6398	0.7094	0.6823
13/16			0.7584	0.7223	0.7719	0.7448
7/8			0.8209	0.7848	0.8344	0.8073
15/16			0.8834	0.8473	0.8969	0.8698
1	0.9188	0.8647	0.9459	0.9098	0.9594	0.9323
1 1/16			1.0084	0.9723	1.0219	0.9948
1 1/8	1.0438	0.9897	1.0709	1.0348	1.0844	1.0573
1 3/8			1.1334	1.0973	1.1469	1.1198
1 1/2	1.1688	1.1147	1.1959	1.1598	1.2094	1.1823
1 5/8			1.2584	1.2223	1.2719	1.2448
1 3/4	1.2938	1.2397	1.3209	1.2848	1.3344	1.3073
1 7/8			1.3834	1.3473	1.3969	1.3698
1 1/2	1.4188	1.3647	1.4459	1.4098	1.4594	1.4323
1 9/8					1.5219	1.4948
1 5/8	1.5438	1.4897	1.5709	1.5348	1.5844	1.5573
1 11/8					1.6469	1.6198
1 3/4	1.6688	1.6147	1.6959	1.6598	1.7094	1.6823
1 7/8					1.7719	1.7448
1 9/8	1.7938	1.7397	1.8209	1.7848	1.8344	1.8073
1 5/8					1.8969	1.8698
1 11/8	1.9188	1.8647	1.9459	1.9098	1.9594	1.9323
2					2.0219	1.9948
2 1/16					2.0844	2.0573
2 1/8	2.0438	1.9897	2.0709	2.0348	2.0844	2.0573
2 3/8					2.1469	2.1198
2 1/2	2.1688	2.1147	2.1959	2.1598	2.2094	2.1823
2 5/8					2.2719	2.2448
2 3/4			2.3209	2.2848	2.3344	2.3073
2 7/8					2.3969	2.3698
2 1/2	2.4188	2.3647	2.4459	2.4098	2.4594	2.4323
2 5/8			2.5709	2.5348	2.5844	2.5573
2 3/4	2.6688	2.6147	2.6959	2.6598	2.7094	2.6823
2 7/8			2.8209	2.7848	2.8344	2.8073
3	2.9188	2.8647	2.9459	2.9098	2.9594	2.9323
3 1/8			3.0709	3.0348	3.0844	3.0573
3 1/4	3.1688	3.1147	3.1959	3.1598	3.2094	3.1823
3 3/8			3.3209	3.2848	3.3344	3.3073
3 1/2	3.4188	3.3647	3.4459	3.4098	3.4594	3.4323
3 5/8			3.5709	3.5348	3.5844	3.5573
3 3/4	3.6688	3.6147	3.6959	3.6598	3.7094	3.6823
3 7/8			3.8209	3.7848	3.8344	3.8073
4	3.9188	3.8647	3.9459	3.9098	3.9594	3.9323
4 1/4	4.1688	4.1147	4.1959	4.1598		
4 1/2	4.4188	4.3647	4.4459	4.4098		
4 3/4	4.6688	4.6147	4.6959	4.6598		
5	4.9188	4.8647	4.9459	4.9098		
5 1/4	5.1688	5.1147	5.1959	5.1598		
5 1/2	5.4188	5.3647	5.4459	5.4098		
5 3/4	5.6688	5.6147	5.6959	5.6598		
6	5.9188	5.8647	5.9459	5.9098		

註1. ASA B1.1 1935.  
 註2. 第二種配合(應於一般應用).  
 註3. 第三種配合

美國標準扳頭螺栓(註1)——正級及重級

不加工者有正方形及六角形;半加工者祇六角形一種

直徑	寬 度		高 度 (H)		
	對 面 (W) 正方及六角	對 角(註2)		不加工	半加工
		正 方	六 角		
正 級					
1/4	3/8	1/2	13/32	1 1/2	3/32
5/16	1/2	43/64	35/64	1 3/8	1/16
3/8	9/16	3/4	5/8	1 1/4	15/64
7/16	5/8	53/64	1 1/16	1 3/4	9/32
1/2	3/4	1	53/64	2 1/64	19/64
9/16	7/8	1 5/32	3 1/32	3/8	1 1/32
5/8	1 5/16	1 1/4	1 1/32	27/64	23/64
3/4	1 1/8	1 1/2	1 15/64	1/2	15/32
7/8	1 5/16	1 47/64	1 29/64	19/32	9/16
1	1 1/2	1 65/64	1 2 1/32	2 1/32	19/32
1 1/8	1 11/16	2 15/64	1 55/64	3/4	1 1/16
1 1/4	1 7/8	2 31/64	2 1/16	27/32	25/32
1 3/8	2 1/16	2 47/64	2 17/64	29/32	27/32
1 1/2	2 1/4	2 63/64	2 31/64	1	15/16
1 5/8	2 7/16	3 15/64	2 47/64	1 3/32	1 1/32
1 3/4	2 5/8	3 31/64	2 57/64	1 5/32	1 3/32
1 7/8	2 3/4	3 47/64	3 3/32	1 1/4	1 3/16
2	3	3 63/64	3 5/16	1 11/32	1 7/32
2 1/4	3 3/8	4 31/64	3 23/32	1 1/2	1 1/8
2 1/2	3 5/8	4 65/64	4 9/64	1 21/32	1 1/32
2 3/4	4 1/8	5 15/32	4 35/64	1 13/16	1 11/16
3	4 1/2	5 31/32	4 63/64	2	1 7/8
重 級					
1/4	此類大小須定製之				
5/16					
3/8					
7/16					
1/2					
9/16	7/8	1 11/64	3 1/32	7/16	1 3/32
5/8	1 5/16	1 1/4	1 1/32	15/32	7/16
3/4	1 1/8	1 27/64	1 11/64	17/32	1/2
7/8	1 1/4	1 43/64	1 3/8	5/8	19/32
1	1 1/2	1 59/64	1 19/32	23/32	1 1/16
1 1/8	1 5/8	2 5/32	1 51/64	13/16	3/4
1 1/4	1 3/4	2 13/32	2	29/32	27/32
1 3/8	2	2 21/32	2 15/64	1	15/16
1 1/2	2 3/16	2 29/32	2 27/64	1 3/32	1 1/32
1 5/8	2 3/8	3 5/32	2 5/8	1 3/16	1 1/8
1 3/4	2 9/16	3 13/32	2 53/64	1 9/32	1 7/32
1 7/8	2 3/4	3 21/32	3 1/32	1 3/8	1 3/16
2	2 5/8	3 29/32	3 15/64	1 5/32	1 13/32
2 1/4	3 1/8	4 5/32	3 23/64	1 9/16	1 7/16
2 1/2	3 1/2	4 13/32	3 35/64	1 3/4	1 5/8
2 3/4	3 7/8	5 3/32	4 9/32	1 15/16	1 13/16
3	4 1/4	5 11/4	4 11/16	2 1/8	2
	4 5/8	6 3/4	5 7/64	2 5/16	2 3/16

所有尺寸均為吋。  
 註1. ASA B18.2 1941。  
 註2. 對角距離上已備出極小量之餘隙(Clearance)。

美國標準螺母(註1)——正級及重級

不加工者有正方形及六角形;半加工者祇六角形一種

直徑	正 級						
	寬 度		厚 度 T		防鬆螺母厚度		
	對面 W	對 角(註2)		不加工	半加工	不加工	半加工
正方及六角	正 方	六 角	不加工	半加工	不加工	半加工	
1/4	7/16	37/64	31/64	7/32	13/64	5/32	9/64
5/16	9/16	3/4	5/8	17/64	1/4	3/16	11/64
3/8	5/8	53/64	11/16	21/64	5/16	7/32	13/64
7/16	3/4	1	53/64	3/8	23/64	1/4	15/64
1/2	13/16	1 5/64	57/64	7/16	27/64	5/16	17/64
9/16	7/8	1 5/32	31/32	1/2	31/64	11/32	21/64
5/8	1	127/64	1 7/64	35/64	17/32	3/8	23/64
3/4	1 1/8	1 1/2	1 1/4	21/32	41/64	7/16	27/64
7/8	1 5/16	147/64	129/64	49/64	3/4	1/2	31/64
1	1 1/2	163/64	121/32	7/8	53/64	9/16	35/64
1 1/8	1 11/16	215/64	155/64	1	31/32	5/8	39/64
1 1/4	1 7/8	231/64	2 1/16	1 3/32	1 1/16	3/4	23/32
1 3/8	2 1/16	247/64	217/64	113/64	11/16	13/16	27/32
1 1/2	2 1/4	263/64	231/64	1 5/16	1 3/32	7/8	27/32
1 3/4	2 7/16	319/64	241/16	127/64	129/64	15/16	29/32
1 3/4	2 5/8	331/64	257/64	117/32	1 1/2	1	31/32
1 7/8	2 3/4	347/64	3 3/32	141/64	139/64	1 1/16	1 1/32
2	3	363/64	3 5/16	1 3/4	123/32	1 1/8	1 3/32
2 1/4	3 3/8	441/64	323/32	131/32	159/64	1 1/4	1 13/64
2 1/2	3 3/4	463/64	4 9/64	2 3/16	2 9/64	1 1/2	129/64
2 3/4	4 1/8	.....	.....	213/32	223/64	1 5/8	137/64
3	4 1/2	.....	.....	2 5/8	231/64	1 3/4	143/64

重 級

1/4	1/2	43/64	9/16	1/4	15/64	3/16	11/64
5/16	19/32	51/64	21/32	5/16	19/64	7/32	13/64
3/8	16/32	59/64	49/64	3/8	23/64	1/4	15/64
7/16	26/32	1 3/64	55/64	7/16	27/64	9/32	17/64
1/2	7/8	111/64	31/32	1/2	31/64	5/16	19/64
9/16	15/16	1 1/4	1 1/32	9/16	35/64	11/32	21/64
5/8	1 1/16	127/64	111/64	5/8	39/64	3/8	23/64
3/4	1 1/4	143/64	1 3/8	3/4	47/64	7/16	27/64
7/8	1 7/16	159/64	119/32	7/8	55/64	1/2	31/64
1	1 3/8	2 3/32	131/64	1	63/64	9/16	35/64
1 1/8	1 13/16	213/32	2	1 1/8	1 7/64	5/8	39/64
1 1/4	2	221/32	213/64	1 1/4	1 7/32	3/4	23/32
1 3/8	2 3/16	229/32	227/64	1 3/8	1 11/32	13/16	25/32
1 1/2	2 3/8	3 5/32	2 5/8	1 1/2	115/32	7/8	27/32
1 3/4	2 7/16	313/32	253/64	1 3/4	119/32	15/16	29/32
1 3/4	2 3/4	321/32	3 1/32	1 3/4	123/32	1	31/32
1 7/8	2 5/8	329/32	315/64	1 7/8	127/32	1 1/16	1 1/32
2	3 1/8	4 5/32	329/64	2	131/32	1 1/8	1 3/32
2 1/4	3 3/2	421/32	353/64	2 1/4	123/64	1 1/4	113/64
2 1/2	3 7/8	5 3/32	4 9/32	2 1/2	229/64	1 1/2	129/64
2 3/4	4 1/4	547/64	411/16	2 3/4	245/64	1 5/8	137/64
3	4 3/8	9/64	5 7/64	3	261/64	1 3/4	143/64

所有尺寸均英吋。

註1. ASA B18.2 1941.

註2. 對角距離上已指出等小量之餘隙。

美國標準螺母(註1)——輕級,半加工,六角形

螺紋直徑	寬 度		厚 度				槽 孔		
	所有之輕級螺母		六角形螺母		防鬆螺母	輕級及輕槽孔螺母	輕厚及輕厚槽孔螺母	所有之槽孔螺母	
	對面 W	對角	T	螺之高度(註2)	T	T	T	寬度	深度
1/4	7/16	31/64	9/32	3/16	5/32	7/32	9/32	5/64	3/32
5/16	1/2	9/16	11/64	15/64	3/16	17/16	21/64	3/32	3/32
3/8	5/16	5/8	13/64	9/32	1/2	21/64	13/32	1/8	1/8
7/16	5/8	45/64	29/64	19/64	7/32	3/8	29/64	3/8	5/32
1/2	3/4	27/32	9/16	13/32	9/16	7/16	9/16	5/32	5/32
9/16	7/8	63/64	39/64	27/64	5/16	31/64	39/64	5/32	3/16
5/8	15/16	13/64	23/32	1/2	3/8	35/64	23/32	3/16	7/32
3/4	1	13/16	13/16	9/16	3/8	21/32	13/16	3/16	1/4
7/8	1 1/4	113/32	29/32	21/32	7/16	49/64	29/32	3/16	1/4
1	1 1/2	139/64	1	23/32	1/2	7/8	1	1/4	3/32
1 1/8	1 5/8	153/64	1 5/32	13/16	9/16	63/64	1 5/32	1/4	11/32
1 1/4	1 13/16	2	1 1/4	7/8	5/8	1 3/32	1 1/4	5/16	3/8
1 3/8	2	2 1/4	1 3/8	1	3/4	113/64	1 3/8	5/16	3/8
1 1/2	2 3/8	215/32	1 1/2	1 1/8	13/16	1 5/16	1 1/2	3/8	7/16

所有尺寸均為吋。  
 註1. ASA B18.2 1941.  
 註2. 六角形之高度自承頂面算起。

美國標準螺母(註1)——槽孔,正級及重級  
 六角形,祇半加工一種

直徑	正 級				重 級			
	對面 W	厚度 T	槽孔		對面 W	厚度 T	槽孔	
			寬度	深度			寬度	深度
1/4	7/16	13/64	5/64	3/32	1/2	15/64	5/64	3/32
5/16	9/16	1/4	3/32	3/32	19/32	19/64	3/32	3/32
3/8	5/8	5/16	1/8	1/8	11/16	23/64	1/8	1/8
7/16	3/4	23/64	1/8	5/32	25/32	27/64	1/8	5/32
1/2	13/16	27/64	5/32	5/32	7/8	31/64	5/32	5/32
9/16	7/8	31/64	5/32	3/16	15/16	35/64	5/32	3/16
5/8	1	17/32	3/16	7/32	1 1/16	39/64	3/16	7/32
3/4	1 1/8	41/64	3/16	1/4	1 1/4	47/64	3/16	1/4
7/8	1 1/4	59/64	21/64	1/4	1 1/2	55/64	3/16	1/4
1	1 1/2	59/64	1/4	9/32	1 5/8	63/64	3/16	9/32
1 1/8	1 11/16	31/32	1/4	11/32	1 7/16	1 7/64	1/4	11/32
1 1/4	1 7/8	1 1/16	5/16	3/8	2	1 7/32	5/16	3/8
1 3/8	2 1/16	1 11/64	5/16	3/8	2 3/16	1 11/32	5/16	3/8
1 1/2	2 1/4	1 9/32	3/8	7/16	2 3/8	1 13/32	3/8	7/16
1 5/8	2 3/8	1 29/64	3/8	7/16	2 9/16	1 19/32	3/8	7/16
1 3/4	2 5/8	1 1/2	7/16	1/2	2 3/4	1 23/32	7/16	1/2
1 7/8	2 13/16	1 39/64	7/16	9/16	2 15/16	1 27/32	7/16	9/16
2	3	1 23/32	7/16	9/16	3 1/8	1 31/32	7/16	9/16
2 1/4	3 3/8	1 59/64	7/16	9/16	3 1/2	2 13/64	7/16	9/16
2 1/2	3 3/4	2 9/64	9/16	1 1/16	3 7/8	2 29/64	9/16	1 1/16
2 3/4	4 1/8	2 23/64	9/16	1 1/4	4 1/4	2 45/64	9/16	1 1/4
3	4 1/2	2 37/64	5/8	3/4	4 5/8	2 61/64	5/8	3/4

所有尺寸均為吋。  
 註1. ASA B18.2 1941.

美國標準螺柱  
螺柱長度之增量 (Increment) (註1)

螺柱直徑	1/4	3/16	1/8	7/16	1/2	5/8	3/4	7/8	1
長度	1/4	3/4-3	3/4-4	3/4-6	1-3	1-6	1-6	1-6	1-4 1/2
增量	1/2	3-4	4-5	6-9	3-6	6-13	6-10	6-15	4 1/2-6
	2	4-5	...	9-12	6-8	13-24	10-22	15-24	6-20
		...	...	...	...	...	22-30	24-30	20-30
									3-6
									6-12
									12-30

例：以“螺柱之長度自1”至3”者，每種相差1/2”；“螺柱之長度自6”至13”者，每種相差1”；“螺柱之長度自12”至30”者，每種相差2”。

註1. 由製造商之目的縮收。

美國標準學會推薦之極小螺紋長度 (註1)

螺柱長度 (註2)	螺柱之名義直徑														
	No. 10 1/4	5/16 3/8	7/16 1/2	9/16 5/8	3/4	7/8	1	1 1/8 1 1/4	1 3/8 1 1/2	1 5/8 1 3/4	1 7/8 2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3
極小螺紋長度															
3/4	1/2	1/2													
1	3/4	3/4	3/4	3/4											
1 1/4	3/4	3/4	1	1	1										
1 1/2	3/4	7/8	1	1	1 1/8	1 1/8									
1 3/4	3/4	7/8	1	1	1 3/16	1 3/8	1 3/8								
2	3/4	1	1 1/4	1 1/4	1 3/8	1 9/16	1 5/8	1 5/8							
2 1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 9/16	1 3/4	2							
3	7/8	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	1 3/4	2 1/8	2 1/2	2 1/2						
4	7/8	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/4	2 1/2	2 1/2					
5	7/8	1 3/16	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 3/4	2 3/4	2 3/4	3 1/4	3 1/4	3 1/4	4	4 1/8
6	7/8	1 3/16	1 1/2	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 3/4	3 1/4	3 1/4	3 1/4	3 5/8	4	4 1/8	4 3/4
8	7/8	1 3/16	1 1/2	1 1 3/16	2	2	2 1/4	2 3/4	3 1/4	3 1/4	4	4	4	4 1/8	4 3/4
10	7/8	1 3/16	1 1/2	1 1 3/16	2 1/8	2 1/16	2 1/8	2 3/4	3 1/4	3 1/4	4 1/4	4 3/4	4 3/4	4 3/4	4 3/4
12	7/8	1 3/16	1 1/2	1 1 3/16	2 1/8	2 1/16	2 3/4	2 3/4	3 1/4	3 1/4	4 1/4	4 3/4	4 3/4	5 1/4	5 3/4
16	1	1 3/16	1 1/2	1 1 3/16	2 1/8	2 1/16	2 3/4	3 1/4	3 1/4	3 1/4	4 1/4	4 3/4	4 3/4	5 1/4	5 3/4
20	1	1 3/8	1 1/2	1 1 3/16	2 1/8	2 1/16	2 3/4	3 3/8	4	4	4 5/8	4 3/4	4 3/4	5 1/4	5 3/4
30	...	...	1 3/4	1 1 3/16	2 1/8	2 1/16	2 3/4	3 3/8	4	4	4 5/8	5 1/4	5 1/4	6 1/2	6 1/2

所有尺寸均為吋。

極小螺紋長度係自螺柱之端部至最後一個完全螺紋。

若螺柱長度太短，不能明辨規定之螺紋長度，則在1吋以下及1吋之螺柱，螺紋應至距離端部不足1吋處；若至1吋之螺柱，至不足1吋處；1 1/2吋至2吋之螺柱，至不足1吋處；2吋至3吋之螺柱，至不足1吋處。

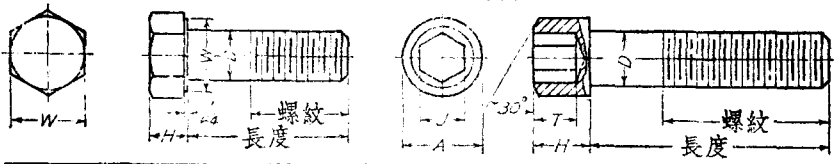
不完全螺紋之長度不應超過2個螺距。

表中所示之螺柱長度係依據美國標準螺柱製造商所遵守者，適用於正視及盲孔。

註1. 為美國標準學會所推薦者，但非美國標準之一部分。

註2. 至於表中未列之中間螺柱長度，則其極小螺紋長度應與表中間距 (而非次短者) 之螺柱長度相同。

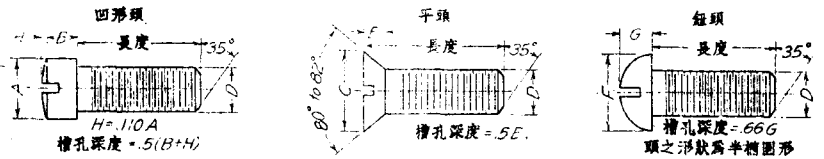
美國標準有帽螺釘



直徑 D	每吋螺紋數		六角形(註1)		六角六角形(註2)			T
	粗	細(註3)	對面之寬度 W	螺之高度 H	A	H	J	
1/4	20	28	7/16	3/16	3/8	1/4	3/16	此圖係以四等分法由新製之螺釘中選取者 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距 其螺紋之螺距與螺紋之螺距
5/16	18	24	13/16	13/64	7/16	5/16	7/32	
3/8	16	24	9/16	13/32	9/16	3/8	5/16	
7/16	14	20	5/8	21/64	5/8	7/16	3/4	
1/2	13	20	3/4	3/4	3/4	1/2	3/4	
9/16	12	18	13/16	27/64	13/16	9/16	3/8	
5/8	11	18	7/8	13/32	7/8	5/8	1/2	
3/4	10	16	1	3/4	1	3/4	9/16	
7/8	9	14	1 1/8	21/32	1 1/8	7/8	3/4	
1	8	14	1 3/16	3/4	1 3/16	1	5/8	
1 1/8	7	12	1 1/2	27/32	1 1/2	1 1/8	3/4	
1 1/4	7	12	1 1/2	1 1/16	1 3/4	1 1/4	3/4	

(螺釘長度自1/2"至1"者=1/4"  
螺釘長度自1"至4"者=3/8"  
螺釘長度自4"至6"者=1/2")  
螺紋之高度(粗螺紋: 2D+1/4"  
細螺紋: 1 1/2D+1/4"  
所有尺寸均為吋。  
註1. ASA B18.2 1940.  
註2. ASA B18.3 1936.  
註3. 不在美國標準中, 僅為一般所應用。

槽孔頭有帽螺釘之尺寸(註1, 2, 3)



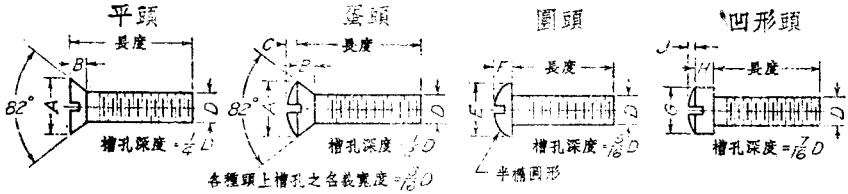
凹形頭: 槽孔深度 = 5(B+H)  
平頭: 槽孔深度 = 5E  
鈕頭: 頭之形狀為半橢圓形  
螺紋長度 = 2D + 1/4"  
槽孔寬度 = 160D + .024"  
標準之長度增量: (螺紋長度自1/2"至1"者=1/4", 螺紋長度自1"至4"者=3/8", 螺紋長度自4"至6"者=1/2")

螺釘之直徑 D	A	B	C	E	F	G
1/4	3/8	11/64	1/2	0.146	7/16	3/16
5/16	7/16	13/64	5/8	0.183	9/16	15/64
3/8	9/16	1/4	3/2	0.220	5/8	1/4
7/16	5/8	15/64	13/16	0.220	3/4	5/16
1/2	3/4	21/64	7/8	0.220	13/16	21/64
9/16	13/16	3/8	1	0.256	15/16	25/64
5/8	7/8	27/64	1 1/8	0.293	1	7/16
3/4	1	1/2	1 3/8	0.366	1 1/4	17/32
7/8	1 1/8	13/32				
1	1 1/2	1 1/2				

所有尺寸均為吋。  
註1. 名稱尺寸。  
註2. ASA B18c 1930。  
註3. 由美國標準修改。



機螺釘, 機螺釘螺母及埋頭螺栓螺母之尺寸(註1)

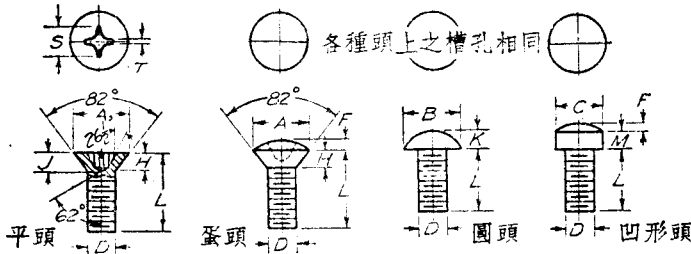


名義尺寸	直徑 D	每吋螺紋數 (粗)	每吋螺紋數 (細)	A	B	C	E	F	G	H	J
2	0.086	56	64	0.164	0.046	0.041	0.154	0.065	0.132	0.050	0.023
3	0.099	48	56	0.190	0.054	0.048	0.178	0.073	0.153	0.058	0.027
4	0.112	40	48	0.216	0.061	0.054	0.202	0.081	0.175	0.066	0.030
5	0.125	40	40	0.242	0.069	0.061	0.227	0.089	0.198	0.075	0.033
6	0.138	32	40	0.268	0.076	0.067	0.250	0.097	0.217	0.083	0.037
8	0.164	32	36	0.320	0.092	0.080	0.298	0.113	0.260	0.099	0.043
10	0.190	24	32	0.372	0.107	0.094	0.346	0.130	0.303	0.115	0.049
12	0.216	24	28	0.424	0.122	0.107	0.395	0.146	0.344	0.132	0.056
1/4	0.250	20	28	0.492	0.142	0.124	0.458	0.168	0.402	0.153	0.064
5/16	0.3125	18	24	0.618	0.179	0.159	0.574	0.207	0.505	0.193	0.080
3/8	0.375	16	24	0.742	0.215	0.186	0.689	0.247	0.606	0.232	0.096

名義尺寸	2	3	4	5	6	8	10	12	1/4	5/16	3/8
埋頭螺釘(註2)	W	3/16	1/4	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8
埋頭螺釘螺母(註3)	T	1/16	1/16	3/32	1/16	1/16	1/8	3/32	1/16	3/32	1/16

所有尺寸均為吋。  
註1. 由美國標準之公式編成。  
註2. 埋頭螺釘係六角形。  
註3. 埋頭螺釘螺母係正方形。

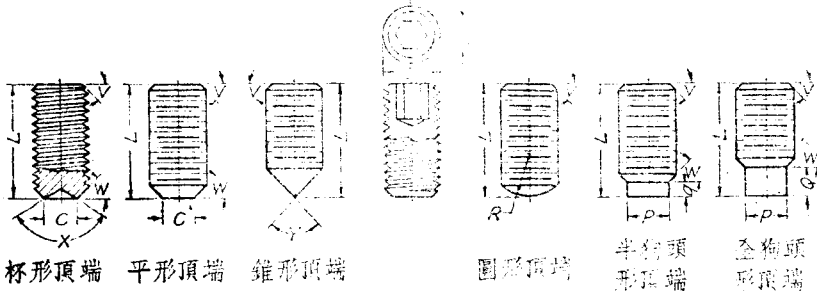
美國 Phillips 頭機螺釘



名義尺寸(註1)	直徑 D	頭之長度 A	頭之長度 B	頭之長度 C	頭高 (極大) H	頭高 (極大) K	頭高 (極大) M	頭高 (極大) F	內層深度 (極大) S	內層深度 (極大) J	螺距 (極大) I
2	0.086	0.172	0.162	0.140	0.051	0.070	0.055	0.029	0.111	0.089	0.020
3	0.099	0.199	0.187	0.161	0.059	0.078	0.063	0.033	0.119	0.097	0.020
4	0.112	0.225	0.211	0.183	0.067	0.086	0.072	0.037	0.127	0.105	0.020
5	0.125	0.232	0.236	0.204	0.075	0.095	0.081	0.041	0.151	0.104	0.027
6	0.138	0.279	0.260	0.226	0.083	0.103	0.089	0.045	0.159	0.112	0.027
8	0.164	0.332	0.309	0.270	0.100	0.119	0.106	0.053	0.175	0.128	0.027
10	0.190	0.385	0.359	0.313	0.116	0.136	0.123	0.061	0.192	0.145	0.027
12	0.216	0.438	0.408	0.357	0.132	0.152	0.141	0.069	0.246	0.165	0.032
1/4	0.250	0.507	0.472	0.414	0.153	0.174	0.163	0.079	0.265	0.187	0.032
5/16	0.3125	0.636	0.591	0.519	0.192	0.214	0.205	0.098	0.305	0.227	0.032
3/8	0.375	0.762	0.708	0.622	0.230	0.254	0.246	0.117	0.384	0.281	0.045

所有尺寸均為吋。  
註1. 每吋螺紋數參照以上之機螺釘表。

美國標準六角形窩頭固定螺釘(註1)



直徑 D	杯形及 平形頂端 之直徑 C	圓形頂端 之半徑 R	錐形頂端長度		全狗頭形及半狗頭形頂端			高之 寬度 J
			角Y 小於 118° + 2'	角Y 大於 90° - 2'	直徑 P	長度		
						全 Q	半 T	
5	1/16	3/32	1/8	3/16	0.083	0.06	0.03	1/16
6	0.069	7/64	1/8	3/16	0.092	0.07	0.03	1/16
8	5/64	1/8	3/16	1/4	0.109	0.08	0.04	5/64
10	3/32	9/64	3/16	1/4	0.127	0.09	0.04	3/32
12	7/64	5/32	3/16	1/4	0.144	0.11	0.06	3/32
1/4	1/8	3/16	1/4	3/16	5/32	1/8	1/16	1/8
5/16	11/64	15/64	5/16	3/8	15/64	5/32	5/64	5/32
3/8	13/64	9/32	3/8	3/16	1/2	3/16	3/32	3/16
7/16	15/64	21/64	7/16	1/2	19/64	7/32	7/64	7/32
1/2	9/32	3/8	1/2	3/16	11/32	1/4	1/8	1/4
9/16	5/16	27/64	9/16	3/8	25/64	9/32	9/64	1/4
5/8	23/64	19/32	5/8	1/2	15/32	5/16	5/32	5/16
3/4	7/16	9/16	3/4	3/8	9/16	3/8	3/16	3/8
7/8	33/64	21/32	7/8	1	21/32	7/16	7/32	1/2
1	19/32	3/4	1	1 1/8	3/4	1/2	1/4	9/16
1 1/8	43/64	27/32	1 1/8	1 1/4	27/32	9/16	9/32	9/16
1 1/4	3/4	15/16	1 1/4	1 1/2	15/16	5/8	5/16	5/8
1 3/8	53/64	1 1/32	1 3/8	1 3/8	1 3/32	11/16	1 1/32	5/8
1 1/2	29/32	1 1/8	1 1/2	1 3/4	1 1/8	3/4	3/8	3/4
1 3/4	1 1/16	1 5/16	1 3/4	2	1 5/16	7/8	7/16	1
2	1 7/32	1 1/2	2	2 1/4	1 1/2	1	1/2	1

所有尺寸均為吋。

剖面及尖角。

W = 45°, +5°, -0°; 畫作 45°。

X = 118° ± 5', 畫作 120°。

V 及 Z = 35° + 5°, -0°, 畫作 45°。

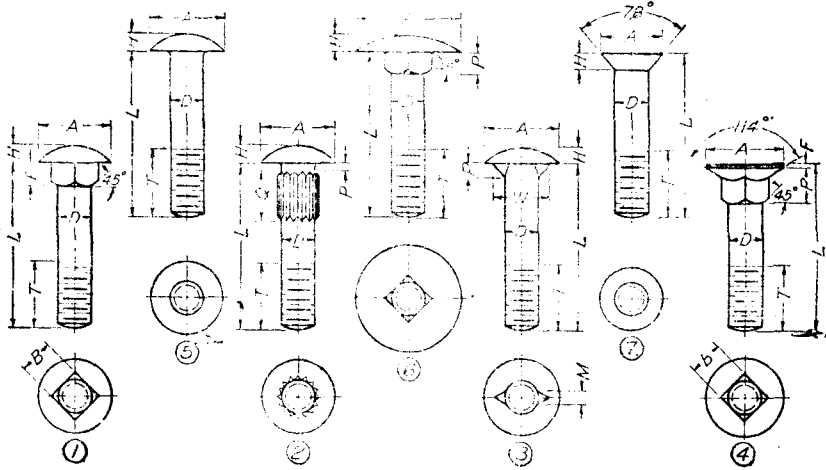
螺紋長度增量: 1" 至 1 1/4", 每次增(占) 1/16"; 1 1/4" 至 1", 每次增(占) 1/16"; 1" 至 3/4", 每次增(占) 1/16"; 3/4" 至 6", 每次增(占) 1/16"; 例如 1" 之螺釘, 每次增(占) 1/16"。

螺紋: 1", 1 1/4", 及 1" 螺紋。

註 1. 由 ASA B18.3 1936 編成。

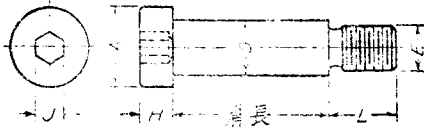


美國標準無槽圓頭螺栓 (註1)



產品名	名義尺寸與計	A	H	P 及 M	B	F	W	Q 備註
無槽圓頭	① 方頭 10號, 1/2"至3/4" 每次增(1/16"); 5/8"至1"每次增 (3/8")	$2D + 1/16$	D	$D/2 + 1/16$	D			螺絲長度為 7/8" 及 小於此值者, 3/16" 螺絲長度為 1" 及 1 1/4" 者, 3/16"
	② 肋頭 10號, 1/2"至5/8" 每次增(1/16"); 5/8"及3/4"	$2D + 1/16$	D/2	1/16				螺絲長度為 1 1/4" 或 大於此值者, 1/2"
	③ 薄片圓 10號, 1/2"至3/2" 每次增(1/16")	$2D + 3/32$	$D/2 + 1/4$	3/8, D			$1 1/2 + 1/16$	
	④ 埋頭 10號, 3/4", 1" 至 5/8" 每次增 (3/16")	$2D + 1/8$		$D + 1/32$	D	1/32		
⑤ 圓頭螺絲	10號, 1/2"至5/8" 每次增(3/16"); 5/8"至1"每次增 (3/8")	$2D + 1/16$	D					附註: 表中公式係保作圓之用。 作更用之螺絲長度為 $2D + 1/4$ 及圓之用; 參見 ASA B18.5 1939, 註 1, 由 ASA B18.5 1939 編成。 註 2, 括號中之分數係指螺絲之直徑, 例如: 3/4" 至 5/8" 者, 每次增(1/16"); 而 5/8" 至 3/4" 者, 每次增(3/16"); 3/4" 至 1" 者, 每次增(3/8")。
⑥ 綫螺絲	10號, 1/2"至3/2" 每次增(1/16")	$3D + 1/16$	D/2	$D/2 + 1/16$	D			
⑦ 埋頭螺絲	3/8"至5/8"每次增 (3/16"); 5/8"至 2"每次增(3/8")	由投影所得	D/2					

刮屑板用螺絲或肩螺釘



名義	肩徑 D 限度	頭			螺紋(註1)		肩長(註2)
		直徑 A	高 H	六角形 S	直徑 E	長度 L	
3/8	{ 0.373 0.370	9/16	1/4	3/8	9/16	1/2	1"-4" 每次增(1/4")
1/2	{ 0.498 0.494	3/4	5/16	1/2	3/8	5/8	1"-5" 每次增(1/4")
5/8	{ 0.623 0.619	7/8	3/8	3/4	1/2	3/4	1"-5" 每次增(1/4")
	5"-6" 每次增(1/2")						
3/4	{ 0.748 0.744	1	1/2	3/8	5/8	7/8	1"-5" 每次增(1/4")
	5"-7" 每次增(1/2")						

所有尺寸均為吋。

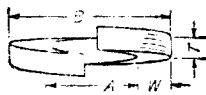
註1. 螺紋為美國標準粗牙。

註2. 肩長內之分數示肩徑之增量(例如: 在1"者 每次增(1/4"), 2"者 1", 1 1/4", 1 1/2", 1 3/4", 2", 2 1/4", 2 1/2", 2 3/4", 3", 3 1/4", 3 1/2", 3 3/4", 4", 5" 均用 5")

標號碼及字母之鑽頭之尺寸

號碼	大小	號碼	大小	號碼	大小	字母	大小
80	0.0135	38	0.0595	26	0.1470	A	0.2340
79	0.0145	32	0.0635	25	0.1495	B	0.2380
78	0.0160	31	0.0670	24	0.1520	C	0.2420
77	0.0180	30	0.0700	23	0.1540	D	0.2460
76	0.0200	49	0.0730	22	0.1570	E	0.2500
75	0.0210	48	0.0760	21	0.1590	F	0.2570
74	0.0225	47	0.0785	20	0.1610	G	0.2610
73	0.0240	46	0.0810	19	0.1660	H	0.2660
72	0.0250	45	0.0820	18	0.1695	I	0.2720
71	0.0260	44	0.0860	17	0.1730	J	0.2770
70	0.0280	43	0.0890	16	0.1770	K	0.2810
69	0.0292	42	0.0935	15	0.1800	L	0.2900
68	0.0310	41	0.0960	14	0.1820	M	0.2950
67	0.0320	40	0.0980	13	0.1850	N	0.3020
66	0.0330	39	0.0995	12	0.1890	O	0.3160
65	0.0350	38	0.1015	11	0.1910	P	0.3230
64	0.0360	37	0.1040	10	0.1935	Q	0.3320
63	0.0370	36	0.1065	9	0.1960	R	0.3390
62	0.0380	35	0.1100	8	0.1990	S	0.3480
61	0.0390	34	0.1110	7	0.2010	T	0.3580
60	0.0400	33	0.1130	6	0.2040	U	0.3680
59	0.0410	32	0.1160	5	0.2055	V	0.3770
58	0.0420	31	0.1200	4	0.2090	W	0.3860
57	0.0430	30	0.1285	3	0.2130	X	0.3970
56	0.0465	29	0.1360	2	0.2210	Y	0.4040
55	0.0520	28	0.1405	1	0.2280	Z	0.4130
54	0.0550	27	0.1440				

彈簧墊圈工業所推薦之美國自動工程學會標準鎖緊墊圈



鎖緊



簡單

鎖緊或 螺絲之 名稱尺寸	美國自動工程學會標準尺寸 <sup>1</sup>				鎖緊墊圈					
	美國自動工 程學會經銷	美國自動工程學 會標準級 <sup>111</sup>	美國自動工程 學會重級	奧斯本正牌 以校對及 標準並用 A級	奧斯本標 釘並用 B級	奧國路機 標釘並用 C級	奧國形 預機標釘 並用 D級	奧國標釘 母及埋頭螺 絲母並用 E級	奧國預有標 釘並用	
	W × T	W × T	W × T	W × T	W × T	W × T	W × T	W × T	W × T	
2"	0.022 × 0.022	1/32 × 0.022	1/32 × 1/32	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
2 1/2"	1/32 × 0.022	1/32 × 1/32	1/32 × 1/32	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
4"	1/32 × 0.022	1/32 × 1/32	1/32 × 1/32	.....	.....	.....	.....	.....	0.022 × 0.022	
4 1/2"	3/64 × 1/32	1/16 × 1/32	1/16 × 1/32	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
6"	1/16 × 1/32	1/16 × 1/32	1/16 × 1/32	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
6 1/2"	1/16 × 1/32	1/16 × 1/32	1/16 × 1/32	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
8"	3/64 × 1/32	3/64 × 3/64	1/16 × 3/64	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
8 1/2"	1/16 × 1/32	1/16 × 3/64	1/16 × 3/64	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
10"	3/64 × 3/64	1/16 × 3/64	1/16 × 3/64	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
10 1/2"	3/64 × 3/64	3/32 × 3/64	3/32 × 3/64	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
1 1/4"	3/32 × 3/64	3/32 × 1/16	3/32 × 1/16	9/64 × 3/64	1/8 × 1/16	1/8 × 1/16	3/64 × 1/16	9/64 × 3/64	3/64 × 3/64	
1 1/2"	1/8 × 3/64	1/8 × 1/16	1/8 × 1/16	5/32 × 3/64	3/16 × 3/64	3/16 × 3/64	3/64 × 1/16	5/32 × 3/64	3/64 × 3/64	
1 3/8"	1/8 × 1/16	1/8 × 1/16	1/8 × 1/16	1/4 × 1/16	1/4 × 1/16	1/4 × 1/16	3/32 × 3/64	1/4 × 1/16	1/8 × 1/16	
1 1/2"	3/32 × 1/16	3/32 × 1/16	3/32 × 1/16	1/8 × 1/16	1/8 × 1/16	1/8 × 1/16	3/32 × 3/64	1/8 × 1/16	3/32 × 1/16	
1 3/4"	1/8 × 3/64	1/8 × 1/16	1/8 × 1/16	3/16 × 3/64	3/16 × 3/64	3/16 × 3/64	.....	.....	.....	
1 7/8"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	
2"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	
2 1/8"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	
2 1/4"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	
2 1/2"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	
2 3/4"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	
3"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	
3 1/8"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	
3 1/4"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	
3 1/2"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	
3 3/4"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	
4"	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/8 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	1/4 × 3/64	.....	.....	.....	

所有尺寸均為英寸。 \* 用於圓形預機標釘。 1 1/2 英寸於圓形預機標釘。 註 1. 亦稱“正規級”。

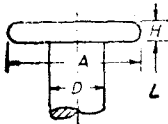
美國自動工程學會標準簡單墊圈

名稱尺寸	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3	3 1/2	4
內徑 d	3/32	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16
外徑 D	1/8	1/4	1/4	1/2	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2	3
厚度 W	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16	1/16

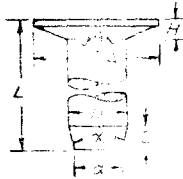
所有尺寸均為英寸。

小鋼釘(註1)

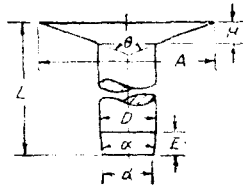
錫匠用



籬桶匠用



皮帶



錫匠用			籬桶匠用			皮帶			
大小號碼(註2)	D	L	大小號碼(註2)	D	L	大小號碼(註3)	D	L	
	體直徑	長度		體直徑	長度		體直徑	長度	
8 英兩	0.089	0.16	1 磅	0.109	0.219	7	0.180	由 3/8" 至 1/2" 每次增 1/16"	
12	0.105	0.19	1 1/2	0.127	0.256	8	0.165		
1 磅	0.111	0.20	2	0.141	0.292	9	0.148		
1 1/2	0.130	0.23	2 1/2	0.148	0.325	10	0.134		
2	0.144	0.27	3	0.156	0.358	11	0.120		
2 1/2	0.148	0.28	4	0.165	0.392	12	0.109		
3	0.160	0.31	6	0.203	0.466	13	0.095		
4	0.176	0.34	8	0.238	0.571				
6	0.203	0.39	10	0.250	0.606				
8	0.224	0.44	12	0.259	0.608				
10	0.238	0.47	14	0.271	0.643				
12	0.259	0.50	16	0.281	0.677				
14	0.281	0.52							
16	0.300	0.53							
近似比例: $A = 2.25 \times D, H = 0.30 \times D$			近似比例: $A = 1.25 \times D, d = 0.90 \times D$ $E = 0.40 \times L, H = 0.30 \times D$ $2x = 1.14 \times D$ $d = 1.8 \times D$			近似比例: $A = 2.8 \times D, d = 0.9 \times D$ $E = 0.4 \times D, H = 0.3 \times D$ 名義直徑之公差: $+0.002$ $-0.004$ 加工鋼釘應有零之餘隙。			

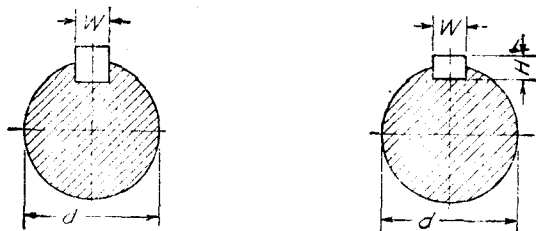
所有尺寸均為吋。

註1. ASA B18g1 1942

註2. 大小號碼係指“商標號碼”或1,000 號鋼釘之直。

註3. 大小號碼係指用作鋼釘之鋼絲之規格(Stubs Iron Wire Gauge Number)。

標準方鍵及平鍵之寬度及高度，及其相應之軸徑  
美國標準學會所認可(註1)

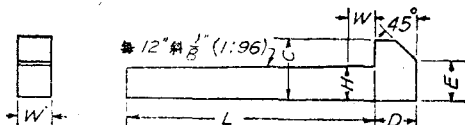


軸徑 d (包括二端之值)	方鍵 W	平鍵, W×H	軸徑 d (包括二端之值)	方鍵 W	平鍵, W×H
1/2 - 9/16	3/8	5/8 × 3/32	2 3/8 - 3 1/4	3/4	3/4 × 1/2
5/8 - 7/8	7/16	3/4 × 3/16	3 3/8 - 3 7/8	7/8	7/8 × 5/8
15/16 - 1 1/4	1/2	7/8 × 3/16	3 7/8 - 4 1/2	1	1 × 3/4
1 5/16 - 1 3/4	5/8	1 1/8 × 1/4	4 3/4 - 5 1/2	1 1/4	1 1/4 × 7/8
1 7/16 - 1 3/4	3/4	1 1/2 × 3/8	5 3/4 - 6	1 1/2	1 1/2 × 1
1 11/16 - 2 1/4	7/8	1 5/8 × 7/16			
2 5/16 - 2 3/4	1				

所有尺寸均為英吋。  
註1. ASA B17.1 1934.

標準方型及平型劈頭鍵之尺寸  
美國標準學會所認可(註1)

L = 4W (極小)  
L = 16W (極大)



軸徑	方 型					平 型				
	鍵	鍵	劈頭	劈頭	劈頭	鍵	鍵	劈頭	劈頭	劈頭
	W	H	C	D	E	W	H	C	D	E
1/2 - 9/16	3/8	1/8	1/4	7/32	5/32	1/8	3/32	3/16	1/8	1/8
5/8 - 7/8	7/16	3/16	5/16	9/32	7/32	3/16	1/4	3/16	5/8	5/8
15/16 - 1 1/4	1/2	1/4	7/16	11/32	11/32	1/2	3/16	1/4	1 1/4	1 1/4
1 5/16 - 1 3/4	5/8	5/16	1 1/8	13/32	13/32	5/8	1/4	3/8	1 3/8	1 3/8
1 7/16 - 1 3/4	3/4	3/8	1 1/4	15/32	15/32	3/4	1/4	7/16	1 5/8	1 5/8
1 11/16 - 2 1/4	7/8	1/2	1 3/8	17/32	17/32	7/8	3/8	1/2	2 1/8	2 1/8
2 5/16 - 2 3/4	1	5/8	1 1/2	19/32	19/32	1	1/2	5/8	2 3/8	2 3/8
2 7/16 - 3 1/4	1 1/8	3/4	1 5/8	21/32	3/4	1 1/8	7/16	3/4	3 1/8	3 1/8
3 1/8 - 3 3/4	1 1/4	7/8	1 3/4	23/32	3/4	1 1/4	1/2	7/8	3 3/8	3 3/8
3 3/8 - 4 1/2	1 1/2	1	2	25/32	7/8	1 1/2	3/4	1 1/2	4 1/8	4 1/8
4 1/4 - 5 1/2	1 3/4	1 1/4	2 1/4	27/32	1	1 3/4	7/8	1 3/4	4 3/8	4 3/8
5 3/4 - 6	2	1 1/2	2 1/2	29/32	1 1/4	2	1	2	5 1/8	5 1/8

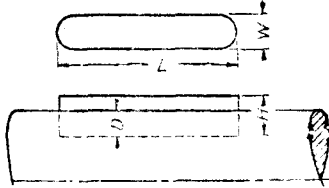
所有尺寸均為英吋。  
註1. ASA B17.1 1934.



Pratt and Whitney 鑰之尺寸

Pratt and Whitney 圓頭滑鍵應用極廣。

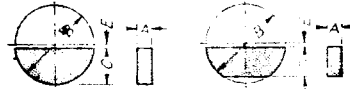
長度  $L$  可變，但不能小於  $2W$ 。



鑰號	$L$	$W$	$H$	$D$	鑰號	$L$	$W$	$H$	$D$
1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{16}$	22	$1\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$
2	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{9}{64}$	$\frac{3}{32}$	23	$1\frac{3}{8}$	$\frac{5}{16}$	$1\frac{5}{32}$	$\frac{5}{16}$
3	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	F	$1\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{8}$
4	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{9}{64}$	$\frac{3}{32}$	24	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$
5	$\frac{5}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	25	$1\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$	$1\frac{5}{32}$	$\frac{5}{16}$
6	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{32}$	$1\frac{9}{64}$	$\frac{5}{32}$	G	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{8}$
7	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	51	$1\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$
8	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{32}$	$1\frac{5}{64}$	$\frac{5}{32}$	52	$1\frac{3}{4}$	$\frac{5}{16}$	$1\frac{5}{32}$	$\frac{5}{16}$
9	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{6}{16}$	53	$1\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{8}$
10	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{32}$	$1\frac{5}{64}$	$\frac{5}{32}$	26	2	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{3}{16}$
11	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{3}{16}$	27	2	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$
12	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{32}$	$2\frac{1}{64}$	$\frac{1}{32}$	28	2	$\frac{5}{16}$	$1\frac{5}{32}$	$\frac{5}{16}$
A	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	29	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{8}$
13	1	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{3}{16}$	54	$2\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$
14	1	$\frac{1}{32}$	$2\frac{1}{64}$	$\frac{1}{32}$	55	$2\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$1\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$
15	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	56	$2\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{8}$
B	1	$\frac{5}{16}$	$1\frac{5}{32}$	$\frac{5}{16}$	57	$2\frac{1}{4}$	$\frac{7}{16}$	$2\frac{1}{32}$	$\frac{7}{16}$
16	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{3}{16}$	58	$2\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$	$1\frac{5}{32}$	$\frac{5}{16}$
17	$1\frac{1}{8}$	$\frac{1}{32}$	$2\frac{1}{64}$	$\frac{1}{32}$	59	$2\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{8}$
18	$1\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	60	$2\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$	$2\frac{1}{32}$	$\frac{7}{16}$
C	$1\frac{1}{8}$	$\frac{5}{16}$	$1\frac{5}{32}$	$\frac{5}{16}$	61	$2\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
19	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{9}{32}$	$\frac{3}{16}$	30	3	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{8}$
20	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{64}$	$\frac{1}{2}$	31	3	$\frac{7}{16}$	$2\frac{1}{32}$	$\frac{7}{16}$
21	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	32	3	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
D	$1\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$1\frac{5}{32}$	$\frac{5}{16}$	33	3	$\frac{9}{16}$	$2\frac{7}{32}$	$\frac{9}{16}$
E	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{3}{8}$	34	3	$\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$

所有尺寸均為吋。  
 鑰之長在槽內， $L$  在槽外。  
 鑰寬略大 0.001 吋，以確保在槽內配合適當。  
 鑰槽大小：寬度 =  $W$ ；深度 =  $H - D$ 。

Woodruff 鑲之尺寸



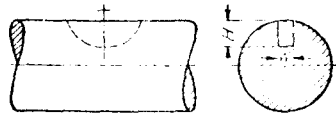
鍵號 (註 1)	名義尺寸 A × B	鍵之 極大寬度 A	鍵之 極大直徑 B	鍵之極大高度		中心下之距離 E
				C	D	
204	1/16 × 1/2	0.0635	0.500	0.203	0.194	3/64
304	3/32 × 1/2	0.0948	0.500	0.203	0.194	3/64
305	3/32 × 5/8	0.0948	0.625	0.250	0.240	1/16
404	1/8 × 1/2	0.1260	0.500	0.203	0.194	3/64
405	1/8 × 5/8	0.1260	0.625	0.250	0.240	1/16
406	1/8 × 3/4	0.1260	0.750	0.313	0.303	1/16
505	5/32 × 5/8	0.1573	0.625	0.350	0.240	1/16
506	5/32 × 3/4	0.1573	0.750	0.313	0.303	1/16
507	5/32 × 7/8	0.1573	0.875	0.375	0.365	1/16
606	3/16 × 3/4	0.1885	0.750	0.313	0.303	1/16
607	3/16 × 7/8	0.1885	0.875	0.375	0.365	1/16
608	3/16 × 1	0.1885	1.000	0.438	0.428	1/16
609	3/16 × 1 1/8	0.1885	1.125	0.484	0.475	5/64
807	1/4 × 7/8	0.2510	0.875	0.375	0.365	1/16
808	1/4 × 1	0.2510	1.000	0.438	0.428	1/16
809	1/4 × 1 1/8	0.2510	1.125	0.484	0.475	5/64
810	1/4 × 1 1/4	0.2510	1.250	0.547	0.537	5/64
811	1/4 × 1 3/8	0.2510	1.375	0.594	0.584	3/32
812	1/4 × 1 1/2	0.2510	1.500	0.641	0.631	7/64
1008	5/16 × 1	0.3135	1.000	0.438	0.428	1/16
1009	5/16 × 1 1/8	0.3135	1.125	0.484	0.475	5/64
1010	5/16 × 1 1/4	0.3135	1.250	0.547	0.537	5/16
1011	5/16 × 1 3/8	0.3135	1.375	0.594	0.584	3/32
1012	5/16 × 1 1/2	0.3135	1.500	0.641	0.631	7/64
1210	3/8 × 1 1/4	0.3760	1.250	0.547	0.537	5/64
1211	3/8 × 1 3/8	0.3760	1.375	0.594	0.584	3/32
1212	3/8 × 1 1/2	0.3760	1.500	0.641	0.631	7/64

所有尺寸均為英吋。

註 1. 鍵號表示鍵之名義尺寸。第一數字表示名義直徑 B 有幾個八分之一吋，其後之數字表示名義寬度 A 有幾個三十二分之一吋。例如：

204 號表示 1/16 吋寬 1/2 吋直徑之木質鑲。

Woodruff 鑿槽尺寸



鑿號(註1)	名義尺寸	鑿 槽			
		寬度 W		深度 H	
		極大值	極小值	極大值	極小值
204	$\frac{1}{16} \times \frac{1}{2}$	0.0630	0.0615	0.1718	0.1668
304	$\frac{3}{32} \times \frac{1}{2}$	0.0943	0.0928	0.1561	0.1511
305	$\frac{3}{32} \times \frac{5}{8}$	0.0943	0.0928	0.2031	0.1981
404	$\frac{1}{8} \times \frac{1}{2}$	0.1255	0.1240	0.1405	0.1355
405	$\frac{1}{8} \times \frac{5}{8}$	0.1255	0.1240	0.1875	0.1825
406	$\frac{1}{8} \times \frac{3}{4}$	0.1255	0.1240	0.2505	0.2455
505	$\frac{5}{32} \times \frac{5}{8}$	0.1568	0.1553	0.1719	0.1669
506	$\frac{5}{32} \times \frac{3}{4}$	0.1568	0.1553	0.2349	0.2299
507	$\frac{5}{32} \times \frac{7}{8}$	0.1568	0.1553	0.2969	0.2919
606	$\frac{3}{16} \times \frac{3}{4}$	0.1880	0.1863	0.2193	0.2143
607	$\frac{3}{16} \times \frac{7}{8}$	0.1880	0.1863	0.2813	0.2763
608	$\frac{3}{16} \times 1$	0.1880	0.1863	0.3443	0.3393
609	$\frac{3}{16} \times 1\frac{1}{8}$	0.1880	0.1863	0.3903	0.3853
807	$\frac{1}{4} \times \frac{7}{8}$	0.2505	0.2487	0.2500	0.2450
808	$\frac{1}{4} \times 1$	0.2505	0.2487	0.3130	0.3080
809	$\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{8}$	0.2505	0.2487	0.3590	0.3540
810	$\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{4}$	0.2505	0.2487	0.4220	0.4170
811	$\frac{1}{4} \times 1\frac{3}{8}$	0.2505	0.2487	0.4690	0.4640
812	$\frac{1}{4} \times 1\frac{1}{2}$	0.2505	0.2487	0.5160	0.5110
1008	$\frac{5}{16} \times 1$	0.3130	0.3111	0.2818	0.2768
1009	$\frac{5}{16} \times 1\frac{1}{8}$	0.3130	0.3111	0.3278	0.3228
1010	$\frac{5}{16} \times 1\frac{1}{4}$	0.3130	0.3111	0.3908	0.3858
1011	$\frac{5}{16} \times 1\frac{3}{8}$	0.3130	0.3111	0.4378	0.4328
1012	$\frac{5}{16} \times 1\frac{1}{2}$	0.3130	0.3111	0.4848	0.4798
1210	$\frac{3}{8} \times 1\frac{1}{4}$	0.3755	0.3735	0.3595	0.3545
1211	$\frac{3}{8} \times 1\frac{3}{8}$	0.3755	0.3735	0.4060	0.4015
1212	$\frac{3}{8} \times 1\frac{1}{2}$	0.3755	0.3735	0.4535	0.4485

所有尺寸均為吋。

註1. 鑿號表示鑿之名義尺寸。末二數字表示名義直徑有幾個八分之一吋，其前之數字表示名義寬度A有幾個三十二分之一吋。例如，204表示 $\frac{1}{16} \times \frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{16} \times \frac{1}{2}$ 吋之鑿。

鑿槽刀。有二類標準鑿槽刀，一為細齒，一為粗齒。各種尺寸之刀之軸直徑皆為1吋。各刀即用以鑿槽，應注意深度H係由槽之尖處量起，非從軸中心線上之軸頭量起者，故並不表示刀在軸內鑿入之深度。將軸送至刀上，以割出一寬度與刀厚相等之平面；於鑿刀進入軸內至所需之深度。

圓柱配合之限度表(註1)

孔或外構件之大小 (包括二端之值)	餘 隙 配 合							
	第一種 緊配合				第二種 自由配合			
	孔或外構件		軸或內構件		孔或外構件		軸或內構件	
	+	-	+	-	+	-	+	-
0- $\frac{3}{16}$	0.001	0.000	0.001	0.002	0.0007	0.0000	0.0001	0.0011
$\frac{3}{16}$ - $\frac{1}{2}$	0.002	0.000	0.001	0.003	0.0008	0.0000	0.0006	0.0014
$\frac{1}{2}$ - $\frac{7}{16}$	0.002	0.000	0.001	0.003	0.0009	0.0000	0.0007	0.0015
$\frac{7}{16}$ - $\frac{9}{16}$	0.002	0.000	0.002	0.004	0.0010	0.0000	0.0009	0.0019
$\frac{9}{16}$ - $\frac{11}{16}$	0.002	0.000	0.002	0.004	0.0011	0.0000	0.0010	0.0021
$\frac{11}{16}$ - $\frac{13}{16}$	0.002	0.000	0.002	0.004	0.0012	0.0000	0.0012	0.0024
$\frac{13}{16}$ - $\frac{15}{16}$	0.002	0.000	0.002	0.004	0.0012	0.0000	0.0013	0.0025
$\frac{15}{16}$ -1	0.003	0.000	0.003	0.006	0.0013	0.0000	0.0014	0.0027
1- $1\frac{1}{16}$	0.003	0.000	0.003	0.006	0.0014	0.0000	0.0015	0.0029
$1\frac{1}{16}$ - $1\frac{3}{16}$	0.003	0.000	0.003	0.006	0.0014	0.0000	0.0016	0.0030
$1\frac{3}{16}$ - $1\frac{5}{16}$	0.003	0.000	0.003	0.006	0.0015	0.0000	0.0018	0.0033
$1\frac{5}{16}$ - $1\frac{7}{16}$	0.003	0.000	0.004	0.007	0.0016	0.0000	0.0020	0.0036
$1\frac{7}{16}$ - $1\frac{9}{16}$	0.003	0.000	0.004	0.007	0.0016	0.0000	0.0022	0.0038
$1\frac{9}{16}$ - $1\frac{11}{16}$	0.003	0.000	0.004	0.007	0.0017	0.0000	0.0024	0.0041
$1\frac{11}{16}$ - $1\frac{13}{16}$	0.003	0.000	0.005	0.008	0.0018	0.0000	0.0026	0.0044
$1\frac{13}{16}$ - $1\frac{15}{16}$	0.004	0.000	0.005	0.009	0.0019	0.0000	0.0029	0.0048
$1\frac{15}{16}$ -2	0.004	0.000	0.006	0.010	0.0020	0.0000	0.0032	0.0052
2- $2\frac{1}{16}$	0.004	0.000	0.006	0.010	0.0021	0.0000	0.0035	0.0056
$2\frac{1}{16}$ - $2\frac{3}{16}$	0.004	0.000	0.007	0.011	0.0021	0.0000	0.0038	0.0059
$2\frac{3}{16}$ - $2\frac{5}{16}$	0.004	0.000	0.007	0.011	0.0022	0.0000	0.0041	0.0063
$2\frac{5}{16}$ - $2\frac{7}{16}$	0.005	0.000	0.008	0.013	0.0024	0.0000	0.0046	0.0070
$2\frac{7}{16}$ - $2\frac{9}{16}$	0.005	0.000	0.009	0.014	0.0025	0.0000	0.0051	0.0076
$2\frac{9}{16}$ - $2\frac{11}{16}$	0.005	0.000	0.010	0.015	0.0026	0.0000	0.0056	0.0082

孔或外構件之大小 (包括二端之值)	第三種 中級配合				第四種 適貼配合			
	孔或外構件		軸或內構件		孔或外構件		軸或內構件	
	+	-	+	-	+	-	+	-
	0- $\frac{3}{16}$	0.0004	0.0000	0.0002	0.0006	0.0003	0.0000	0.0000
$\frac{3}{16}$ - $\frac{1}{2}$	0.0005	0.0000	0.0004	0.0009	0.0004	0.0000	0.0000	0.0003
$\frac{1}{2}$ - $\frac{7}{16}$	0.0006	0.0000	0.0005	0.0011	0.0004	0.0000	0.0000	0.0003
$\frac{7}{16}$ - $\frac{9}{16}$	0.0006	0.0000	0.0006	0.0012	0.0005	0.0000	0.0000	0.0003
$\frac{9}{16}$ - $\frac{11}{16}$	0.0007	0.0000	0.0007	0.0014	0.0005	0.0000	0.0000	0.0003
$\frac{11}{16}$ - $\frac{13}{16}$	0.0007	0.0000	0.0007	0.0014	0.0005	0.0000	0.0000	0.0004
$\frac{13}{16}$ - $\frac{15}{16}$	0.0008	0.0000	0.0008	0.0016	0.0006	0.0000	0.0000	0.0004
$\frac{15}{16}$ -1	0.0008	0.0000	0.0009	0.0017	0.0006	0.0000	0.0000	0.0004
1- $1\frac{1}{16}$	0.0008	0.0000	0.0010	0.0018	0.0006	0.0000	0.0000	0.0004
$1\frac{1}{16}$ - $1\frac{3}{16}$	0.0009	0.0000	0.0010	0.0019	0.0006	0.0000	0.0000	0.0004
$1\frac{3}{16}$ - $1\frac{5}{16}$	0.0009	0.0000	0.0012	0.0021	0.0007	0.0000	0.0000	0.0005
$1\frac{5}{16}$ - $1\frac{7}{16}$	0.0010	0.0000	0.0013	0.0023	0.0007	0.0000	0.0000	0.0005
$1\frac{7}{16}$ - $1\frac{9}{16}$	0.0010	0.0000	0.0014	0.0024	0.0008	0.0000	0.0000	0.0005
$1\frac{9}{16}$ - $1\frac{11}{16}$	0.0010	0.0000	0.0015	0.0025	0.0008	0.0000	0.0000	0.0005
$1\frac{11}{16}$ - $1\frac{13}{16}$	0.0011	0.0000	0.0017	0.0028	0.0008	0.0000	0.0000	0.0005
$1\frac{13}{16}$ - $1\frac{15}{16}$	0.0012	0.0000	0.0019	0.0031	0.0009	0.0000	0.0000	0.0006
2- $2\frac{1}{16}$	0.0012	0.0000	0.0021	0.0033	0.0009	0.0000	0.0000	0.0006
$2\frac{1}{16}$ - $2\frac{3}{16}$	0.0013	0.0000	0.0023	0.0036	0.0010	0.0000	0.0000	0.0006
$2\frac{3}{16}$ - $2\frac{5}{16}$	0.0013	0.0000	0.0025	0.0038	0.0010	0.0000	0.0000	0.0007
$2\frac{5}{16}$ - $2\frac{7}{16}$	0.0014	0.0000	0.0026	0.0040	0.0010	0.0000	0.0000	0.0007
$2\frac{7}{16}$ - $2\frac{9}{16}$	0.0015	0.0000	0.0030	0.0045	0.0011	0.0000	0.0000	0.0007
$2\frac{9}{16}$ - $2\frac{11}{16}$	0.0015	0.0000	0.0033	0.0048	0.0011	0.0000	0.0000	0.0008
$2\frac{11}{16}$ - $2\frac{13}{16}$	0.0016	0.0000	0.0036	0.0052	0.0012	0.0000	0.0000	0.0008

所有尺寸均為英寸。

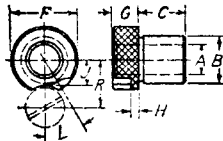
註1. 由美國標準 ASA B46 1925 編成。

圓柱配合之限度表(註1)(續)

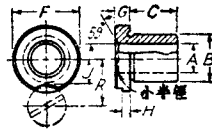
孔或外構件之大小 (包括二端之值)	干涉配合							
	第五種 輕打配合				第六種 緊配合			
	孔或外構件		軸或內構件		孔或外構件		軸或內構件	
	+	+	+	+	+	+	+	+
0- <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	0.0003	0.0000	0.0003	0.0000	0.0003	0.0000	0.0003	0.0000
<sup>3</sup> / <sub>16</sub> - <sup>2</sup> / <sub>16</sub>	0.0004	0.0000	0.0003	0.0000	0.0004	0.0000	0.0005	0.0001
<sup>2</sup> / <sub>16</sub> - <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	0.0004	0.0000	0.0003	0.0000	0.0004	0.0000	0.0005	0.0001
<sup>1</sup> / <sub>16</sub> - <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	0.0005	0.0000	0.0003	0.0000	0.0005	0.0000	0.0006	0.0001
<sup>9</sup> / <sub>16</sub> - <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	0.0005	0.0000	0.0003	0.0000	0.0005	0.0000	0.0007	0.0002
<sup>11</sup> / <sub>16</sub> - <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	0.0005	0.0000	0.0004	0.0000	0.0005	0.0000	0.0007	0.0002
<sup>13</sup> / <sub>16</sub> - <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	0.0006	0.0000	0.0004	0.0000	0.0006	0.0000	0.0008	0.0002
<sup>15</sup> / <sub>16</sub> -1	0.0006	0.0000	0.0004	0.0000	0.0006	0.0000	0.0009	0.0003
1- <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	0.0006	0.0000	0.0004	0.0000	0.0006	0.0000	0.0009	0.0003
1- <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	0.0006	0.0000	0.0004	0.0000	0.0006	0.0000	0.0009	0.0003
1- <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	0.0007	0.0000	0.0005	0.0000	0.0007	0.0000	0.0011	0.0004
1- <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	0.0007	0.0000	0.0005	0.0000	0.0007	0.0000	0.0011	0.0004
1- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0008	0.0000	0.0005	0.0000	0.0008	0.0000	0.0013	0.0005
2- <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	0.0008	0.0000	0.0005	0.0000	0.0008	0.0000	0.0014	0.0006
2- <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	0.0008	0.0000	0.0005	0.0000	0.0008	0.0000	0.0014	0.0006
2- <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	0.0009	0.0000	0.0006	0.0000	0.0009	0.0000	0.0017	0.0008
2- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0009	0.0000	0.0006	0.0000	0.0009	0.0000	0.0018	0.0009
3- <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	0.0010	0.0000	0.0006	0.0000	0.0010	0.0000	0.0020	0.0010
4- <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	0.0010	0.0000	0.0007	0.0000	0.0010	0.0000	0.0021	0.0011
4- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0010	0.0000	0.0007	0.0000	0.0010	0.0000	0.0023	0.0013
5- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0011	0.0000	0.0007	0.0000	0.0011	0.0000	0.0026	0.0015
6- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0011	0.0000	0.0008	0.0000	0.0011	0.0000	0.0029	0.0018
7- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0012	0.0000	0.0008	0.0000	0.0012	0.0000	0.0032	0.0020
孔或外構件之大小 (包括二端之值)	第七種 中壓配合				第八種 重壓縮緊配合			
	孔或外構件		軸或內構件		孔或外構件		軸或內構件	
	+	+	+	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+	+	+	+
0- <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	0.0003	0.0000	0.0004	0.0001	0.0003	0.0000	0.0003	0.0001
<sup>3</sup> / <sub>16</sub> - <sup>2</sup> / <sub>16</sub>	0.0004	0.0000	0.0005	0.0001	0.0004	0.0000	0.0007	0.0003
<sup>2</sup> / <sub>16</sub> - <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	0.0004	0.0000	0.0006	0.0002	0.0004	0.0000	0.0008	0.0004
<sup>1</sup> / <sub>16</sub> - <sup>9</sup> / <sub>16</sub>	0.0005	0.0000	0.0008	0.0003	0.0005	0.0000	0.0010	0.0005
<sup>9</sup> / <sub>16</sub> - <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	0.0005	0.0000	0.0008	0.0003	0.0005	0.0000	0.0011	0.0006
<sup>11</sup> / <sub>16</sub> - <sup>13</sup> / <sub>16</sub>	0.0005	0.0000	0.0009	0.0004	0.0005	0.0000	0.0013	0.0008
<sup>13</sup> / <sub>16</sub> - <sup>15</sup> / <sub>16</sub>	0.0006	0.0000	0.0010	0.0004	0.0006	0.0000	0.0015	0.0009
<sup>15</sup> / <sub>16</sub> -1	0.0006	0.0000	0.0010	0.0005	0.0006	0.0000	0.0016	0.0010
1- <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	0.0006	0.0000	0.0012	0.0006	0.0006	0.0000	0.0017	0.0011
1- <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	0.0006	0.0000	0.0012	0.0006	0.0006	0.0000	0.0019	0.0013
1- <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	0.0007	0.0000	0.0015	0.0008	0.0007	0.0000	0.0022	0.0015
1- <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	0.0007	0.0000	0.0016	0.0009	0.0007	0.0000	0.0025	0.0018
1- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0008	0.0000	0.0018	0.0010	0.0008	0.0000	0.0028	0.0020
2- <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	0.0008	0.0000	0.0019	0.0011	0.0008	0.0000	0.0031	0.0023
2- <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	0.0008	0.0000	0.0021	0.0013	0.0008	0.0000	0.0033	0.0025
2- <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	0.0009	0.0000	0.0024	0.0015	0.0009	0.0000	0.0039	0.0030
2- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0009	0.0000	0.0027	0.0018	0.0009	0.0000	0.0044	0.0035
3- <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	0.0010	0.0000	0.0030	0.0020	0.0010	0.0000	0.0050	0.0040
3- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0010	0.0000	0.0033	0.0023	0.0010	0.0000	0.0055	0.0045
4- <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	0.0010	0.0000	0.0035	0.0025	0.0010	0.0000	0.0060	0.0050
4- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0011	0.0000	0.0043	0.0030	0.0011	0.0000	0.0071	0.0060
5- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0011	0.0000	0.0048	0.0035	0.0011	0.0000	0.0081	0.0070
6- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0012	0.0000	0.0052	0.0040	0.0012	0.0000	0.0092	0.0080
7- <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.0012	0.0000	0.0052	0.0040	0.0012	0.0000	0.0092	0.0080

所有尺寸均為吋

註1. 自美國標準ASA B18 1925 編成。



可更新滑動式



可更新固定式

可更新滑動式及可更新固定式

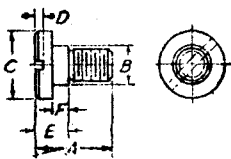
滑動式 孔之大小 A	固定式 孔之大小 A	孔之公差	鑽孔徑 之限度 B	可用長度 C	孔之尺寸						鑽孔 打機號		
					F	G		H	J	L		R	
0.052 至 0.089	0.055 至 0.089	+0.0004	0.3125	5/16, 1/2									
0.0935 至 0.1562	0.0935 至 0.1562	+0.0001	0.3123	5/16, 1/2	3/64	3/8	1/4	1/8	11/64	65°		1/2	
0.1406 至 0.3437	0.1570 至 0.3125	包括 1/4 +0.0004 +0.0001 3/4 以上 +0.0005 +0.0001	0.5000 0.4998	5/16, 1/2, 3/4 1, 1 1/8, 1 1/4	5/64	7/16	1/4	1/8	19/64	65°		5/8	1
0.2812 至 0.5312	0.3163 至 0.5000	+0.0005	0.7500 0.7498	1/2, 3/4, 1 1 3/8, 1 3/4, 2 1/8	1 3/64	7/16	1/4	1/8	27/64	50°		3/4	
0.4687 至 0.7812	0.5156 至 0.750	+0.0001	1.0000 0.9998	3/4, 1, 1 1/8 1 1/4, 2 1/8, 2 1/2	127/64	7/16	3/8	3/16	19/32	35°	59/64		2
0.7817 至 1.0312	0.7656 至 1.0000	+0.0006	1.3750 1.3747	3/4, 1, 1 1/8 1 1/4, 2 1/8, 2 1/2	151/64	7/16	3/8	3/16	25/32	30°	1 7/64		2
0.9687 至 1.4062	1.0156 至 1.3750	+0.0002	1.7500 1.7497	1, 1 1/8, 1 3/4 2 1/8, 2 1/2, 3	219/64	5/8	3/8	3/16	1	30°	1 25/64		3
1.3437 至 1.7812	1.3906 至 1.750	包括 1/2 +0.0006 +0.0002 1/2 以上 +0.0007 +0.0003	2.2500 2.2496	1, 1 1/8, 1 3/4 2 1/8, 2 1/2, 3	251/64	5/8	3/8	3/16	1 1/4	25°	1 11/64		3

所有尺寸均為吋。

註 1. ASA B5.6 1941.

鑽之設計應與製造者之方式相符，滑動式通孔應以花紋。

鑽孔鑽釘



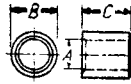
鑽釘號碼	A	B	C	D	E	F	ASA 鑽釘
1	5/8	3/8	5/8	1/16	1/4	.138 .132	5/16-18
2	7/8	3/8	5/8	3/32	3/8	.200 .194	5/16-18
3	1	7/16	3/4	1/8	3/8	.200 .194	3/8-16

襯套(註1)

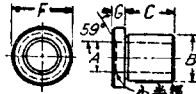


視圖

(用於可更新襯套)



壓入配合  
無頭式



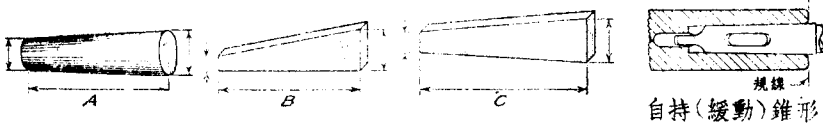
壓入配合  
有頭式

視圖		
孔之限度 A	外徑之 限度 B	長度
0.3126 至 0.3129	0.5017 至 0.5014	與襯套同
0.5002 至 0.5005	0.7518 至 0.7515	
0.7503 至 0.7506	1.0015 至 1.0018	
1.0004 至 1.0007	1.3772 至 1.3768	
1.3756 至 1.3760	1.7523 至 1.7519	
1.7508 至 1.7512	2.2521 至 2.2525	
2.2510 至 2.2515	2.7526 至 2.7522	

壓入配合無頭式與壓入配合有頭式					
孔之大小 A	孔之公差	外徑之 限度 B	可用長度 C	有頭式之尺寸	
				F	G
0.055 至 0.0995		0.2046 至 0.2043	5/16, 1/2	19/64	3/32
0.1015 至 0.1360	+0.0004	0.2516 至 0.2513	5/16, 1/2	23/64	3/32
0.1405 至 0.1875	+0.0001	0.3141 至 0.3138	5/16, 1/2 3/4, 1	27/64	1/8
0.1890 至 0.2500		0.4078 至 0.4075	5/16, 1/2 3/4, 1	1/2	5/32
0.2570 至 0.3125		0.5017 至 0.5014	13/8, 1 1/4	39/64	7/32
0.316 至 0.4219		0.6267 至 0.6264	1 1/2, 3/4	51/64	7/32
0.4375 至 0.500	+0.0005 至 +0.0001	0.7518 至 0.7515	1, 1 1/8 1 3/4, 2 1/8	59/64	7/32
0.5156 至 0.625		0.8768 至 0.8765	3/4, 1	1 7/64	1/4
0.6406 至 0.7500		1.0018 至 1.0015	1 3/8, 1 3/4	1 15/64	5/16
0.7656 至 1.0000	+0.0006	1.3772 至 1.3768	2 1/8, 2 1/2	1 33/64	3/8
1.0156 至 1.3750	+0.0002	1.7523 至 1.7519	1, 1 3/8	1 63/64	3/8
1.3906 至 1.7500	包括 1/2 至 1/2 以上	+0.0006 至 +0.0002 +0.0007 至 +0.0003	1 3/4, 2 1/8 2 1/2, 3	2 31/64	3/8

每呎斜度 (Taper Per Foot) 之意即為長度一呎中, 直徑或寬度之差, 參閱下圖。

斜銷 (Taper Pin) 大多用以固定圓柱部分及作合釘之用, 其標準斜度為每呎  $\frac{1}{4}$ "。



機械錐形 (Machine Taper), 自持(緩動)機械錐形之美國標準係用以替代以前之各種標準者。下表示其由來, 錐形工具柄及錐形承窩之詳細尺寸及公差可由 ASA B5.10 1937 查得。

美國標準機械錐形(註1)

斜銷之尺寸

每呎斜度  $\frac{1}{4}$ "

自持(緩動)錐形級

基本尺寸

大小號碼	直徑 (大端)	用絞刀 前之鑽 頭尺寸	極大 長度	本級之 來源	錐形 號碼	每呎 斜度	在規 線處 之直徑	傳動與執持之法
000000	0.07253		$\frac{5}{8}$	Brown and Sharpe 錐形級	0.230	0.500	0.230	持柄之位置
00000	0.09247		$\frac{5}{8}$		0.299	0.500	0.299	
0000	0.10842		$\frac{3}{4}$		0.375	0.500	0.375	
000	0.12537		$\frac{3}{4}$					
00	0.14731		1	Morse 錐形級		0.600	0.475	持柄之位置
0	0.15628		1		2	0.600	0.700	
1	0.17225		$1\frac{1}{4}$		3	0.602	0.938	
2	0.19319		$1\frac{1}{2}$		4	0.623	1.231	
3	0.21912		$1\frac{3}{4}$		4 $\frac{1}{2}$	0.623	1.500	
4	0.2503		2	5	0.630	1.748	持柄之位置	
5	0.289	$\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$					
6	0.341	$\frac{9}{32}$	$3\frac{1}{4}$					
7	0.409	$1\frac{1}{32}$	$3\frac{3}{4}$	200	0.750	2.000		
8	0.492	$1\frac{3}{32}$	$4\frac{1}{2}$	250	0.750	2.500		
9	0.591	$1\frac{6}{16}$	$5\frac{1}{4}$	300	0.750	3.000	持柄之位置	
10	0.706	$1\frac{9}{32}$	6	350	0.750	3.500		
11	0.857	$2\frac{3}{32}$	$7\frac{1}{4}$	400	0.750	4.000		
12	1.013	$2\frac{5}{16}$	$8\frac{3}{4}$	500	0.750	5.000		
13	1.233	$1\frac{1}{4}$	$10\frac{3}{4}$	600	0.750	6.000		
				800	0.750	8.000	持柄之位置	
				1,000	0.750	10.000		
				1,200	0.750	12.000		

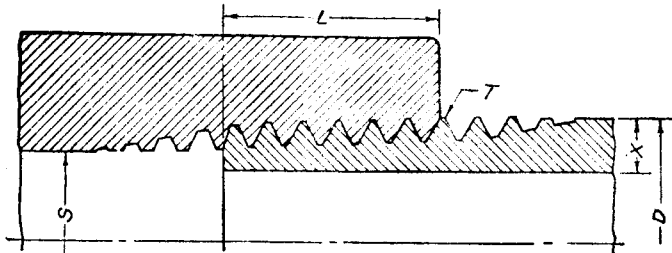
所有尺寸均為吋。

註1. ASA B5.10 1937.



美國標準管 (註 1, 5)

焊接熱鐵

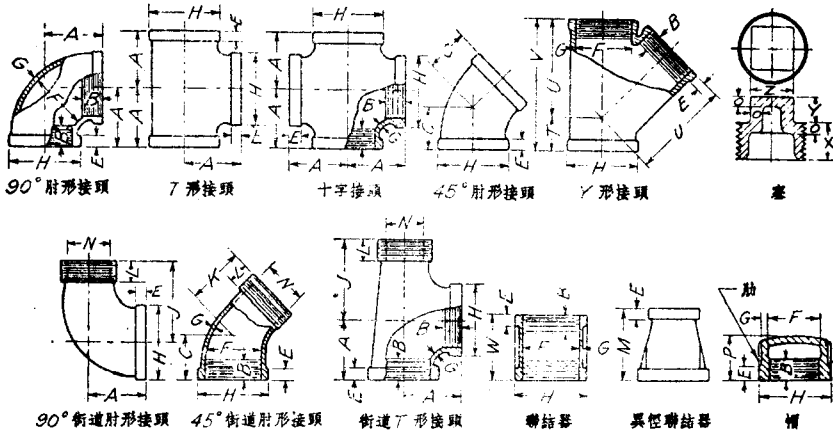


管之名 義尺寸	實際 外徑 D	除螺 鑽之 尺寸 S	每吋 螺紋數 T	管入 接頭 之距離 L	壁厚 X			重量—每呎磅數 (註 6)		
					標準 40 (註 2)	特強 80 (註 3)	加倍特 強 (註 4)	標準 40 (註 2)	特強 80 (註 3)	加倍特 強 (註 4)
1/8	0.405	11 <sub>32</sub>	27	3 <sub>16</sub>	0.070	0.098	.....	0.25	0.32	
1/4	0.540	7 <sub>16</sub>	18	3 <sub>32</sub>	0.090	0.122	.....	0.43	0.54	
3/8	0.675	37 <sub>64</sub>	18	19 <sub>64</sub>	0.093	0.129	.....	0.57	0.74	
1/2	0.840	23 <sub>32</sub>	14	3 <sub>8</sub>	0.111	0.151	0.397	0.86	1.09	1.714
3/4	1.050	59 <sub>64</sub>	14	13 <sub>32</sub>	0.115	0.157	0.318	1.14	1.48	2.440
1	1.315	1 5/8	11 1/2	1 1/2	0.136	0.183	0.369	1.68	2.18	3.659
1 1/4	1.660	1 1/2	11 1/2	33 <sub>64</sub>	0.143	0.195	0.393	2.28	3.00	5.214
1 1/2	1.900	1 1/4	11 1/2	3 1/6	0.148	0.204	0.411	2.72	3.64	6.408
2	2.375	2 3/32	11 1/2	27 <sub>64</sub>	0.158	0.223	0.447	3.66	5.03	9.029
2 1/2	2.875	2 3/8	8	7 <sub>8</sub>	0.208	0.282	0.565	5.80	7.67	13.695
3	3.5	3 1/4	8	15 <sub>16</sub>	0.221	0.306	0.615	7.58	10.3	18.583
3 1/2	4.0	3 3/4	8	1	0.231	0.325	.....	9.11	12.5	.....
4	4.5	4 1/4	8	1 1/16	0.242	0.344	0.690	10.8	15.0	27.451
5	5.563	5 5/16	8	1 5/32	0.263	0.383	0.768	14.7	20.8	38.552
6	6.625	6 3/16	8	1 1/4	0.286	0.441	0.881	19.0	28.6	53.160
8	8.625	.....	8	1 13/32	0.329	0.510	0.895	28.6	43.4	72.424
10	10.75	.....	8	1 43/64	0.372	0.606	.....	40.5	64.4	.....
12	12.75	.....	8	1 7/8	0.414	0.702	.....	53.6	88.6	.....
14 OD	14.0	.....	8	2	0.437	0.750	.....	62.2	104.	.....
16 OD	16.0	.....	8	2 13/64	0.500	.....	.....	81.2	.....	.....
18 OD	18.0	.....	8	2 13/32	0.562	.....	.....	103.	.....	.....
20 OD	20.0	.....	8	2 11/32	0.562	.....	.....	115.	.....	.....
24 OD	24.0	.....	8	3	.....	.....	.....	.....	.....	.....

所有尺寸均英寸

- 註 1. 鋼之牌號及無縫鋼管 參照 ASA B36.10-1939.
- 註 2. 標之牌號及之厚 (Schedule Number) 為鋼式 1,000-P.S. 之近似值. 厚數 40—標準重量.
- 註 3. 厚數 80—特種.
- 註 4. 厚數 10—特種.
- 註 5. 非美國標準, 但市上所有之有縫鋼管均用此.
- 註 6. 管之尺寸均由管之公稱尺寸及之厚. 或由公稱尺寸及每呎重量之.
- 註 7. 端部.

美國 150 磅鋼鐵螺旋管接頭標準(註1)



管之名 義尺寸	A	B	C	E	F	G	H	J	K	L	M
1/8	0.69	0.25	...	0.200	0.405	0.090	0.693	1.00 <sup>212</sup>	...	0.264	...
1/4	0.81	0.32	0.73	0.215	0.540	0.095	0.844	1.19	0.94	0.402	1.00
3/8	0.95	0.36	0.80	0.230	0.675	0.100	1.015	1.44	1.03	0.408	1.13
1/2	1.12	0.43	0.88	0.249	0.840	0.105	1.197	1.63	1.15	0.534	1.25
3/4	1.31	0.50	0.98	0.273	1.050	0.120	1.458	1.89	1.29	0.546	1.44
1	1.50	0.58	1.12	0.302	1.315	0.134	1.771	2.14	1.47	0.683	1.69
1 1/4	1.75	0.67	1.29	0.341	1.660	0.145	2.153	2.45	1.71	0.707	2.06
1 1/2	1.94	0.70	1.43	0.368	1.900	0.155	2.427	2.69	1.88	0.724	2.31
2	2.25	0.75	1.68	0.422	2.375	0.173	2.963	3.26	2.22	0.757	2.81
2 1/2	2.70	0.92	1.95	0.478	2.875	0.210	3.589	3.86	2.57	1.138	3.25
3	3.08	0.98	2.17	0.548	3.500	0.231	4.285	4.51	3.00	1.200	3.69
3 1/2	3.42	1.03	2.39	0.604	4.000	0.248	4.843	5.09 <sup>22</sup>	...	1.250	4.00
4	3.79	1.08	2.61	0.661	4.500	0.265	5.401	5.69	3.70	1.300	4.38
5	4.50	1.18	3.05	0.780	5.563	0.300	6.583	6.86 <sup>22</sup>	...	1.406	5.12
6	5.13	1.28	3.46	0.900	6.625	0.336	7.767	8.03 <sup>22</sup>	...	1.513	5.86

管之名 義尺寸	N	P	T	U	V	W	X	Y	Z <sup>註3</sup>	OH <sup>4</sup>	帽及喇 結器上 之肋之 厚度
1/8	0.20	...	...	...	...	0.96	0.37	0.24	3/32	...	0.090
1/4	0.26	...	...	...	...	1.06	0.44	0.28	3/8	...	0.095
3/8	0.37	...	0.50	1.43	1.93	1.16	0.48	0.31	7/16	...	0.100
1/2	0.51	0.87	0.61	1.71	2.32	1.34	0.56	0.38	9/16	0.16	0.105
3/4	0.69	0.97	0.72	2.05	2.77	1.52	0.63	0.44	5/8	0.18	0.120
1	0.91	1.16	0.85	2.43	3.28	1.67	0.75	0.50	1 1/16	0.20	0.134
1 1/4	1.19	1.28	1.02	2.92	3.94	1.93	0.80	0.56	1 1/8	0.22	0.145
1 1/2	1.39	1.33	1.10	3.28	4.38	2.15	0.83	0.62	1 1/4	0.24	0.155
2	1.79	1.45	1.24	3.93	5.17	2.53	0.88	0.68	1 3/8	0.26	0.173
2 1/2	2.20	1.70	1.52	4.73	6.25	2.88	1.07	0.74	1 1/2	0.29	0.210
3	2.78	1.80	1.71	5.55	7.26	3.18	1.13	0.80	1 5/8	0.31	0.231
3 1/2	3.24	1.90	...	...	...	3.43	1.18	0.86	1 7/8	0.34	0.248
4	3.70	2.08	2.01	6.97	8.98	3.69	1.22	1.00	2 1/8	0.37	0.265
5	4.69	2.32	...	...	...	...	1.31	1.00	2 3/8	0.46	0.300
6	5.67	2.55	...	...	...	...	1.40	1.25	2 1/2	0.52	0.300

所有尺寸均為吋。左圖結器有四個或四個以上之肋。右圖結器有二肋。

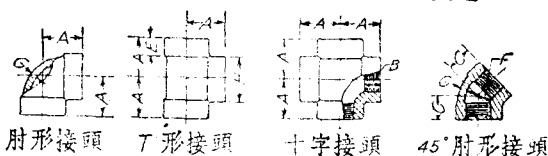
註1. ASA B16. 1939. 街道 T 形接頭並無 "H" 之尺寸。

註2. 僅街道肘形接頭一種。

註3. 此等尺寸與以前之義尺寸(ASA B16.2 1941). 方頭處係以適合此等條而設計者。

註4. 塞心塞(Solid Plug)有自 1/2 吋至 3 吋之各尺寸。塞心塞(Core Plug)有自 1/2 吋至 3 吋之各尺寸。塞心塞之最小金屬厚度除在螺絲未裝前外,其他各處均等於尺寸 0。

美國標準鑄鐵蝶形管接頭 (註1)  
用於 125 及 250psi 之極大工作飽和汽壓



管之名 義尺寸	A	B 極小	C	E 極小	F		G 極小	H 極小
					極小	極大		
1/4	0.81	0.32	0.73	0.38	0.540	0.584	0.110	0.93
3/8	0.95	0.36	0.80	0.44	0.675	0.719	0.120	1.12
1/2	1.12	0.43	0.88	0.50	0.840	0.897	0.130	1.34
3/4	1.31	0.50	0.98	0.56	1.050	1.107	0.155	1.63
1	1.50	0.58	1.12	0.62	1.315	1.385	0.170	1.95
1 1/4	1.75	0.67	1.29	0.69	1.660	1.730	0.185	2.39
1 1/2	1.94	0.70	1.43	0.75	1.900	1.970	0.200	2.68
2	2.25	0.75	1.68	0.84	2.375	2.445	0.220	3.28
2 1/2	2.70	0.92	1.95	0.94	2.875	2.975	0.240	3.86
3	3.08	0.98	2.17	1.00	3.500	3.600	0.260	4.62
3 1/2	3.42	1.03	2.39	1.06	4.000	4.100	0.280	5.20
4	3.79	1.08	2.61	1.12	4.500	4.600	0.310	5.79
5	4.50	1.18	3.05	1.18	5.563	5.663	0.380	7.05
6	5.13	1.28	3.46	1.28	6.625	6.725	0.430	8.28
8	6.56	1.47	4.28	1.47	8.625	8.725	0.550	10.63
10	8.08	1.68	5.16	1.68	10.750	10.850	0.690	13.12
12	9.50	1.88	5.97	1.88	12.750	12.850	0.800	15.47

所有尺寸均為吋。  
註1. ASA B16a 1941.

球閥, 折角球閥及閘閥 (註1)

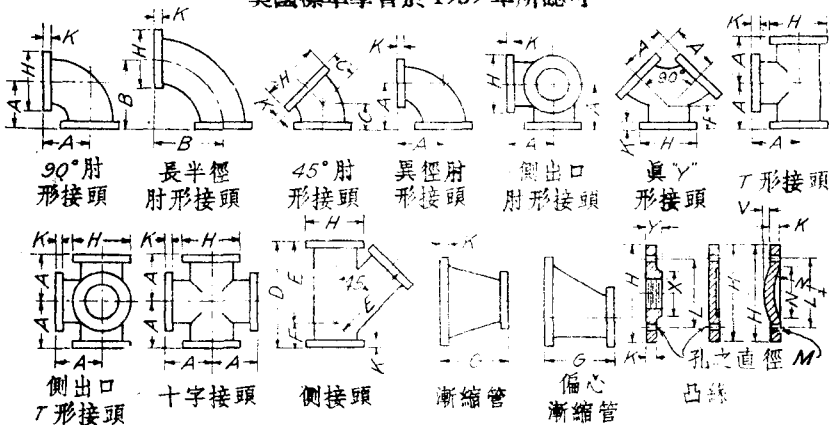
尺寸	A (僅 球閥)	B (開)	C	D (僅 折角 球閥)	E	F (開)	G
1/8	2	4	1 3/4	1			
1/4	2	4	1 3/4	1	17/8	5 1/8	1 3/4
3/8	2 1/4	4 1/2	2	1 1/8	2	5 1/8	1 3/4
1/2	2 3/4	5 1/4	2 1/2	1 1/4	2 1/8	5 1/2	2
3/4	3 3/16	6	2 3/4	1 1/2	2 3/8	6 3/8	2 1/2
1	3 3/4	6 3/4	3	1 3/4	2 7/8	7 7/8	2 3/4
1 1/4	4 1/4	7 1/4	3 5/8	2	3 1/4	9 1/2	3
1 1/2	4 3/4	8 1/4	4	2 1/4	3 1/2	10 7/8	3 5/8
2	5 3/4	9 1/2	4 3/4	2 3/4	3 7/8	13 1/8	4
2 1/2	6 3/4	11	6	3 1/4	4 1/2	15 3/8	4 3/4
3	8	12 1/4	7	3 3/4	5	17 3/8	5 3/8

所有尺寸均為吋。  
註1. 此等尺寸摘自廠商目錄, 供作備用。

美國標準鑄鐵管凸緣及凸緣管接頭(註1)

用於 125psi (表壓力) 之極大工作飽和汽壓

美國標準學會於 1939 年所認可

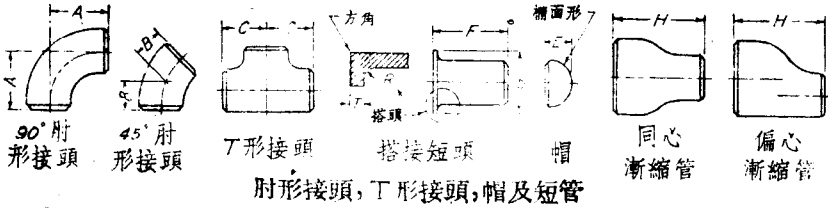


管之名義尺寸 N	A	B	C	D	E	F	G	H	K (極小)
1	3 1/2	5	13 1/2	7 1/2	5 3/4	13 1/4		11 1/4	7 1/16
1 1/4	3 3/4	5 1/2	2	8	6 1/4	12 1/4		1 1/8	1 1/2
1 1/2	4	6	2 1/4	9	7	2 1/2		5	9 1/16
2	4 1/2	6 1/2	2 1/2	10 1/2	8	2 1/2	5	6	8
2 1/2	5	7	3	12	9 1/2	2 1/2	5 1/2	7	1 1/16
3	5 1/2	7 3/4	3	13	10	3	6	7 1/2	8 1/4
3 1/2	6	8 1/2	3 1/2	14 1/2	11 1/2	3	6 1/2	8 1/2	13 1/16
4	6 1/2	9	4	15	12	3	7	9	15 1/16
5	7 1/2	10 1/4	4 1/2	17	13 1/2	3 1/2	8	10	15 1/16
6	8	11 1/2	5	18	14 1/2	3 1/2	9	11	1 1/4
8	9	14	5 1/2	22	17 1/2	4 1/2	11	12 1/2	1 1/8
10	11	16 1/2	6 1/2	25 1/2	20 1/2	5	12	16	1 3/16
12	12	19	7 1/2	30	24 1/2	5 1/2	14	19	1 1/4

管之名義尺寸 N	L	M	螺絲數	螺絲直徑	螺絲長度	Y (極小)	Y (極小)	壁厚	V
1	3 1/2	5 3/8	4	1/2	13 1/4	1 1/2	1 1/16	5 1/16	3 3/8
1 1/4	3 3/4	5 3/8	4	1/2	2	2 1/2	1 1/16	5 1/16	7 1/16
1 1/2	4	5 3/8	4	1/2	2 1/2	2 1/2	7/8	5 1/16	12
2	4 1/2	5 3/4	4	5/8	2 1/2	3 1/2	1 1/8	5 1/16	9 1/16
2 1/2	5 1/2	5 3/4	4	5/8	2 1/2	3 3/4	1 1/8	5 1/16	5 3/8
3	6	6 1/4	4	5/8	2 1/2	4 1/4	1 3/16	3 3/8	11 1/16
3 1/2	7	6 3/4	8	5/8	2 3/4	4 1/2	1 1/4	3 1/16	5 1/4
4	7 1/2	7 1/4	8	5/8	3	5 1/2	1 5/16	1 1/2	7 3/8
5	8 1/2	7 3/4	8	5/8	3	6 1/2	1 7/16	1 1/2	7 3/8
6	9 1/2	7 3/4	8	5/8	3 1/4	7 1/2	1 9/16	2 1/16	15 1/16
8	11 3/4	7 3/8	8	3/4	3 1/2	11 1/2	1 3/4	5 3/8	1 1/2
10	14 1/4	1	12	7/8	3 3/4	11 1/2	1 15/16	3 1/4	1 1/8
12	17	1	12	7/8	3 3/4	14 1/2	2 1/16	13 1/16	

所有尺寸均為英寸。  
註 1. ASA B16a 1939

美國標準對頭焊接鋼管接頭(註1, 2)



管之名 義尺寸	斜角處 之外徑	中心至端				搭接短管		
		90度焊接 肘形接頭 A	45度焊接 肘形接頭 B	焊接T 形接頭 C	焊接帽 D	長度 E	內圓角 之半徑 R	搭頭 之直徑 G
1	0.310	1 1/2	7/8	1 1/2	1 1/2	4	1/8	2
1 1/4	1.660	1 7/8	1	1 7/8	1 1/2	4	3/16	2 1/2
1 1/2	1.900	2 1/4	1 1/8	2 1/4	1 1/2	4	1/4	2 7/8
2	2.375	3	1 3/8	2 1/2	1 1/2	6	2/16	3 3/8
2 1/2	2.875	3 3/4	1 3/4	3	1 1/2	6	3/16	4 1/8
3	3.500	4 1/2	2	3 3/8	2	6	3/8	5
3 1/2	4.000	5 1/4	2 1/4	3 1/4	2 1/2	6	3/8	5 1/2
4	4.500	6	2 1/2	4 1/8	2 1/2	6	7/16	6 3/16

對頭焊接漸縮管

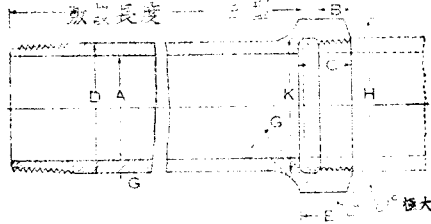
管之名 義尺寸	斜角處之外徑		端至端 I	管之名 義尺寸	斜角處之外徑		端至端 II
	大端	小端			大端	小端	
1 × 3/4	1.315	1.050	2	3 × 2 1/2	3.500	2.875	3 1/2
1 × 1/2		0.840		3 × 2		2.375	
1 × 3/8		0.675		3 × 1 1/2		1.900	
1 1/4 × 1	1.660	1.315	2	3 × 1 1/4	4.000	1.660	4
1 1/4 × 3/4		1.050		3 1/2 × 3		3.500	
1 1/4 × 1/2		0.840		3 1/2 × 2 1/2		2.875	
1 1/2 × 1 1/4	1.900	1.660	2 1/2	3 1/2 × 2	4.500	2.375	4
1 1/2 × 1		1.315		3 1/2 × 1 1/2		1.900	
1 1/2 × 3/4		1.050		3 1/2 × 1 1/4		1.660	
1 1/2 × 1/2	2.375	0.840	3	4 × 3 1/2	4.500	4.000	4
2 × 1 1/2		1.900		4 × 3		3.500	
2 × 1 1/4		1.660		4 × 2 1/2		2.875	
2 × 1	2.875	1.315	3 1/2	4 × 2	5.563	2.375	5
2 × 3/4		1.050		4 × 1 1/2		1.900	
2 1/2 × 2		2.375		5 × 4		4.500	
2 1/2 × 1 1/2	2.875	1.900	3 1/2	5 × 3 1/2	5.563	4.000	5
2 1/2 × 1 1/4		1.660		5 × 3		3.500	
2 1/2 × 1		1.315		5 × 2 1/2		2.875	

所有尺寸均為英寸。

註1. 至於較大之尺寸, 可參閱 ASA B16.

註2. ASA B16.9 1940.

螺紋鐵管(註1)  
管及排水殼之尺寸



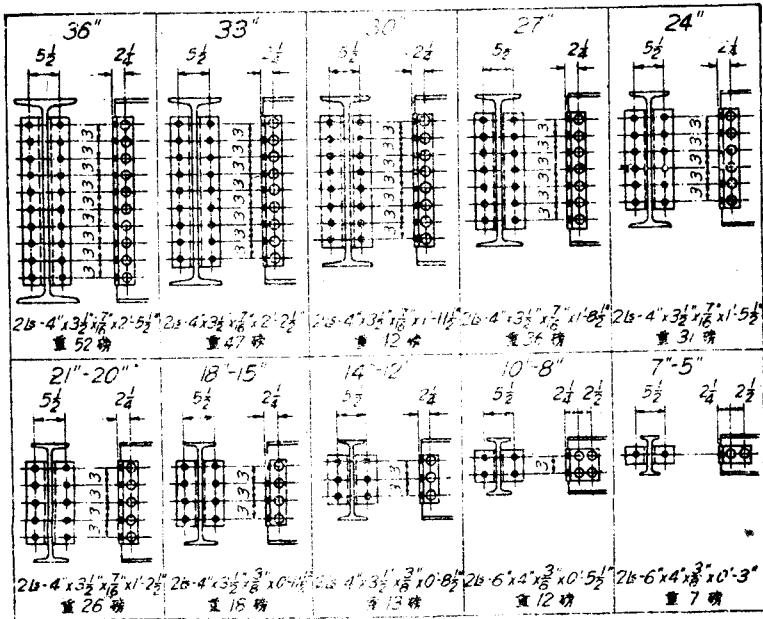
管 尺寸	管		排水殼					名義重量	
	名義直徑	壁厚	螺紋長 度(註2)	槽之直 徑(註2)	端至 厚(註2)	小管夾帶 直徑	長度	B型管 身及A 型(每呎)	B型殼 之外加 重量
	外徑 D	內徑 A	(極小) G	(極小) H	(極小) K	H	F		
1 1/4	1.66	1.23	0.187	0.42	0.71	2.39	0.71	3.033	0.60
1 1/2	1.90	1.45	0.195	0.42	0.72	2.68	0.72	3.666	0.90
2	2.38	1.89	0.211	0.43	0.76	3.28	0.76	5.041	1.00
2 1/2	2.88	2.32	0.241	0.68	1.14	3.86	1.14	7.032	1.35
3	3.50	2.90	0.263	0.79	1.20	4.62	1.20	9.410	2.80
4	4.50	3.83	0.294	0.81	1.30	5.79	1.30	13.751	3.48
5	5.56	4.81	0.328	0.93	1.41	7.05	1.41	19.069	5.00
6	6.63	5.76	0.378	0.95	1.51	8.28	1.51	26.223	6.60
8	8.63	7.63	0.438	1.06	1.71	10.63	1.71	39.820	10.00
10	10.75	9.75	0.438	1.21	1.92	13.12	1.93	50.234	
12	12.75	11.75	0.438	1.36	2.12	15.47	2.13	60.036	

除另有說明者外,尺寸均為英寸。A型(註2)有兩種。B型如圖所示。

註1. ASA A40.5 1943.

註2. 螺紋長度B及端至厚型C與所註之尺寸均無極小。螺紋之重量

梁之接法



線規及金屬片規  
尺寸為一吋之小數

規號	英國或 Brown and Sharpe (註1)	Washburn & Moens American Steel & Wire Co. (註2)	Birmingham Steel Sticks (註3)	製法 線規 (註4)	英國規 規號 (註5)	板之英國 規號 (註6)
0000000	.....	0.4900	.....	.....	0.5000	0.5000
000000	0.5800	0.4615	.....	0.001	0.1640	0.4688
00000	0.5165	0.4305	0.500	0.005	0.4320	0.4375
0000	0.4600	0.3938	0.454	0.006	0.4000	0.4063
000	0.4096	0.3625	0.425	0.007	0.3720	0.3750
00	0.3648	0.3310	0.380	0.008	0.3480	0.3438
0	0.3249	0.3055	0.340	0.009	0.3240	0.3125
1	0.2893	0.2830	0.300	0.010	0.3000	0.2813
2	0.2576	0.2625	0.284	0.011	0.2760	0.2656
3	0.2294	0.2437	0.259	0.012	0.2520	0.2500
4	0.2043	0.2253	0.238	0.013	0.2320	0.2344
5	0.1819	0.2070	0.220	0.014	0.2120	0.2188
6	0.1620	0.1920	0.203	0.016	0.1920	0.2031
7	0.1443	0.1770	0.180	0.018	0.1760	0.1875
8	0.1285	0.1620	0.165	0.020	0.1600	0.1719
9	0.1144	0.1483	0.148	0.022	0.1440	0.1563
10	0.1019	0.1350	0.134	0.024	0.1280	0.1406
11	0.0907	0.1205	0.120	0.026	0.1160	0.1250
12	0.0808	0.1055	0.109	0.029	0.1040	0.1094
13	0.0720	0.0915	0.095	0.031	0.0920	0.0938
14	0.0641	0.0800	0.083	0.033	0.0800	0.0781
15	0.0571	0.0720	0.072	0.035	0.0720	0.0703
16	0.0508	0.0625	0.065	0.037	0.0640	0.0625
17	0.0453	0.0540	0.058	0.039	0.0560	0.0563
18	0.0403	0.0475	0.049	0.041	0.0480	0.0500
19	0.0359	0.0410	0.042	0.043	0.0400	0.0438
20	0.0320	0.0348	0.035	0.045	0.0360	0.0375
21	0.0285	0.0317	0.032	0.047	0.0320	0.0344
22	0.0253	0.0286	0.028	0.049	0.0280	0.0313
23	0.0226	0.0258	0.025	0.051	0.0240	0.0281
24	0.0201	0.0230	0.022	0.055	0.0220	0.0250
25	0.0179	0.0204	0.020	0.059	0.0200	0.0219
26	0.0159	0.0181	0.018	0.063	0.0180	0.0188
27	0.0142	0.0173	0.016	0.067	0.0164	0.0172
28	0.0126	0.0162	0.014	0.071	0.0148	0.0156
29	0.0113	0.0150	0.013	0.075	0.0136	0.0141
30	0.0100	0.0140	0.012	0.080	0.0124	0.0125
31	0.0089	0.0132	0.010	0.085	0.0116	0.0109
32	0.0080	0.0128	0.009	0.090	0.0108	0.0102
33	0.0071	0.0118	0.008	0.095	0.0100	0.0094
34	0.0063	0.0104	0.007	0.100	0.0092	0.0086
35	0.0056	0.0095	0.005	0.106	0.0084	0.0078
36	0.0050	0.0090	0.004	0.112	0.0076	0.0070
37	0.0045	0.0085	.....	0.118	0.0068	0.0066
38	0.0040	0.0080	.....	0.124	0.0060	0.0063
39	0.0035	0.0075	.....	0.130	0.0052	.....
40	0.0031	0.0070	.....	0.138	0.0048	.....

註1. 鋼及其他各種金屬 (除銅以外) 之薄片及線之英國公認標準。  
 註2. 鋼線及鐵線之公認標準。稱為“美國鋼線規”。  
 註3. 以前應用頗廣，現則已廢棄。  
 註4. American Steel & Wire Company 之製法或鋼線規。為美國標準局所採用者。  
 註5. 英國國家標準。  
 註6. 今編者以板之厚度 (1 吋之小數) 規定鋼板及鋼片，為此為法定之英國標準。  
 ASA B32 1941 “鋼之厚度之規” (少於 0.250 吋者) 之板法厚度中對薄片之尺寸有所推重。

美國標準圖解符號(註1)

管系

(註明所繪之管系之名稱)

一般管系

不相交接之管

(可用下列符號以區別一圖上管之種類)

空氣	冷水	蒸汽
煤氣	熱水	凝結水
油	真空	製冷劑

管接頭及閥

	凸緣	球型	活夾 (Bell and Sizer)	螺母	螺帽
接合					
肘形接頭-90°					
肘形接頭-45°					
肘形接頭-向上					
肘形接頭-向下					
肘形接頭-長半徑					
側出口肘形接頭 出口向下					
側出口肘形接頭 出口向上					
成肘形接頭					
二支肘形接頭					
異徑肘形接頭					
縮接管					
側心縮接管					
T形接頭 出口向上					
T形接頭 出口向下					
T形接頭					
側出口T形接頭 出口向上					
側出口T形接頭 出口向下					
單曲T形接頭					
雙曲T形接頭					
十字接頭					
側接頭					
閉閥					



美國標準圖解符號(註1)

	管 系				
	公轉	蝶式	球塞	浮閘	蝶式
蝶閘					
折角蝶閘					
折角閉閘					
止回閘 (Check Valve)					
折角止回閘					
停止旋塞 (Stop Cock)					
保安閘 (Safety Valve)					
急啓閘 (Quick Opening Valve)					
浮閘 (Float Operating Valve)					
馬達可動閉閘 (Motor Operated Gate Valve)					
馬達可動蝶閘 (Motor Operated Globe Valve)					
凸緣聯結合 (Flanged Expansion Joint)					
異徑凸緣 (Reducing Flange)					
管接頭	(見標註)				
管子					
標記					

加熱與通風

鎖緊閘及承蓋閘 (Lock And Shield Valve)		管狀熱器 (Tube Radiator) (平面圖) (正視圖)		排氣通管 (Exhaust Duct) 剖面	
減壓閘 (Reducing Valve)		牆形熱器 (Wall Radiator) (平面圖) (正視圖)		蝶形擋板 (Butterfly Damper) (平面圖) (正視圖) (平面圖)	
膜片閘 (Diaphragm Valve)		盤曲管 (Pipe Coil) (平面圖) (正視圖)		側臂擋板 剖面圖	
恆溫器 (Thermostat)		間接熱器 (Indirect Radiator) (平面圖) (正視圖)		管線	
散熱器阻汽閘 (Radiator Trap)	(平面圖) (正視圖)	供氣通管 (Supply Duct) 剖面		空氣供給出口 (Air Supply Outlet)	
				乏氣進口 (Exhaust Inlet)	

熱力裝置

蒸汽氣重熱器 (中間通熱器)		汽輪 (Steam Turbine)		自動浮通閘	
蒸汽發生器 (鍋爐)		凝結轉機 (Condensing Turbine)		自動閘 (由調節器控制)	
蒸汽通熱器		開箱		閘筒	
有預氣口之蒸汽加熱器 (Feed Heater With Air Outlet)		閉箱		空氣閉閘	
冷面凝結器		閉箱		空水閉閘	
		自動減壓閘		凝結上水閉閘	
				溢水閉閘	
				汽水閉閘	
				汽水閉閘	
				汽機閉閘 (汽機器)	

註1. ASA Z14.2 1935.

舊美國標準佈線符號(註1)

天花板出口		支路·線路暴露	
擴充用之天花板出口		線路遮於地板下	
吊燈插座		線路遮於上方之地板下	
<small>註明其形式 如有無開關或拉線</small>		饋電線,線路暴露	
吊風扇出口		線路遮於地板下	
拉開關(天花板開關)		線路遮於上方之地板下	
引入線		電話機, 宅內	
壁燈架		公用	
擴充用之牆上出口		次級電鐘	
壁燈插座; 註明其形式		總電鐘	
壁風扇出口		印時表	
單插座便出口		電動開門器	
雙插座便出口		區段火警鈴處	
接線匣		市區火警站	
特殊用途之出口		區段火警站	
<small>照明, 電熱或電力</small>		火警總站	
<small>於線圖中說明之</small>		話管	
太平門燈		護士召喚插頭	
地板出口		女僕召喚插頭	
地板肘形彎頭		喇叭出口	
局部開關, 單極		區內傳達呼喚處	
雙極		守望站	
S, 三路		守望總站計時器	
S, 四路		公用電話-專用交換分所交換台	
自動門上開關		宅內電話總交換台	
有鍵按鈕開關		互連箱	
電燭台開關		電話箱	
按鈕開關及引示燈		電纜箱	
遙控按鈕開關		信號制用特殊出口, 註明其用途	
水箱浮筒開關		電池組	
電動機		地板下導線管中之信號線	
電動機控制器		上方地板下導線管中之信號線	
照明電板		下列符號註於分接電路上以指	
電力板		二根 14 號導線在 1/2" 導線管中	
電熱板		三根 14 號導線在 1/2" 導線管中	
拉線匣		四根 14 號導線在 3/4" 導線管中	
電纜支持匣		五根 14 號導線在 3/4" 導線管中	
電表		六根 14 號導線在 1" 導線管中	
變壓器		七根 14 號導線在 1" 導線管中	
按鈕		八根 14 號導線在 1" 導線管中	
電線線路		(無線電出口)	
蜂音器		(揚聲器出口)	
報號器			

註1. ASA C10.

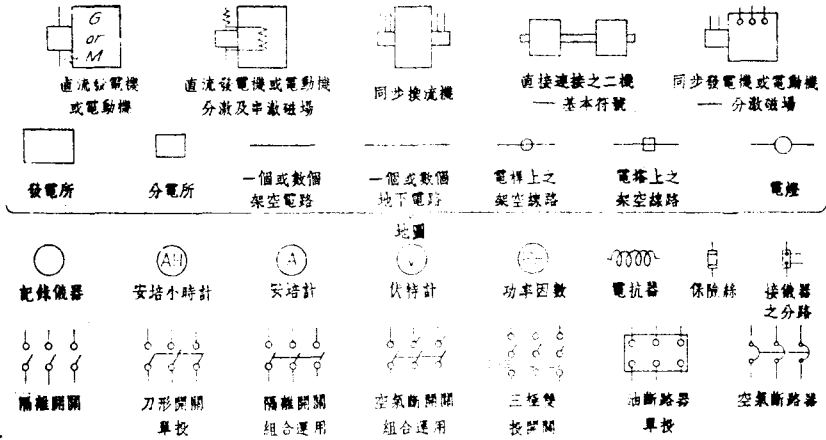


鉛管工程符號(註1)

貼牆浴缸	嵌牆浴缸	圓邊浴缸	生浴缸	
腳盆	腳盆浴缸	淋浴間	蓮蓬頭	
架空蓮蓬頭組 (平面圖) (正視圖)	Y 浴院或醫院用洗手盆	貼角洗盆	貼壁洗盆	
DENTAL LAV 洗齒盆	貼單面馬西水盆	單面馬西水盆左右加水板	托架洗盆	
單面馬西水盆 右側加水板	馬西水盆及托架盤組	馬西水盆與托架盤組	供腳盆 (Service Sink)	
洗滌盆	長洗盆(貼壁式)	抽水便桶(無水箱)	長洗盆	
抽水便桶(無水箱)	小便器(托架式)	小便器(貼角式)	小便器(貼壁式)	
飲水泉(托架式)	飲水泉(貼壁式)	小便器(櫃式)	小便器(櫃式)	
飲水泉(櫃式)	熱水箱	熱水器	水管	軟管架
真空出口	軟管活嘴	真空出口	溝渠	分水器
分水器	垂直吸	抽水馬車	抽水馬車之變內馬車	屋頂水池

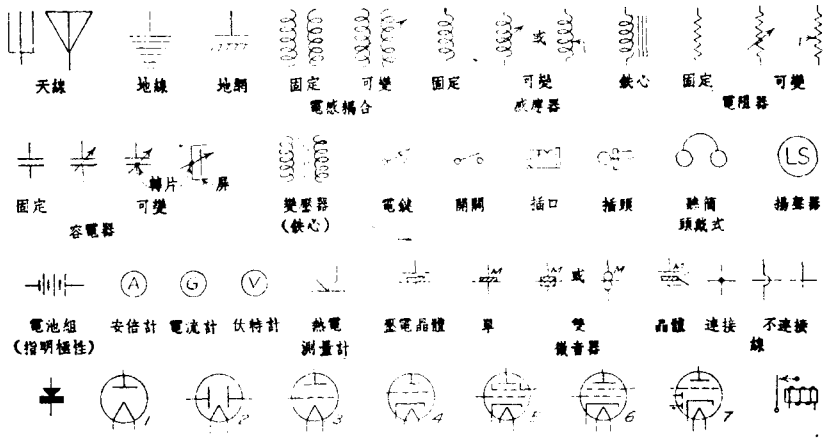
註1. ASA Z18.2 1968

電工符號(註1)



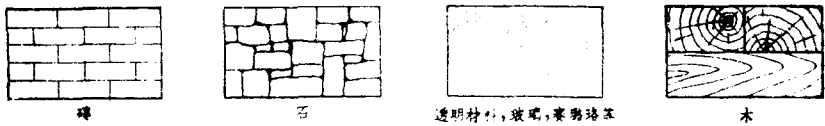
註1. ASA Z10g2 1934.

無線電符號(註2)

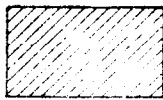


註2. ASA Z10g3 1933.

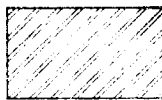
材料符號(表面)



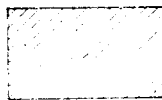
材料符號(剖面)



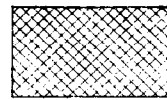
鋼鐵



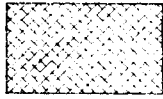
銅



青銅,黃銅,銅  
及其合成物



白色金屬,錫,鉛  
巴氏合金及其他合金



鋅



(從小處至大處之)

絕熱材料,雲母,纖維,  
硬橡皮,雲木等



絕香或絕熱材料  
軟木,石棉,雲木等



機性材料,  
織物,橡皮等



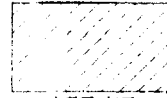
火磚及耐火材料



混凝土



大理石  
石工材料



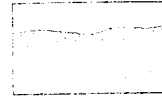
大理石,板石  
玻璃,瓷器等



土



岩



木



木及其他液體

材料重量

金 屬

磅/立方呎

鎂	0.063
陶和合金 A	0.065
鎳鉛	0.094
煅鉛	0.097
鎳合金(鎳)	0.099
強鎳(Duralumin)	0.101
鎳	0.256
鋅	0.258
鑄鐵	0.260
錫	0.263
巴氏合金	0.267
工具鋼	0.272
鑄鋼或鑄鋼	0.274-0.281
鋁青銅(鑄)	0.277
煅鐵	0.283
黃銅(鑄或煅)	0.303-0.313
鑄鋼	0.311
含磷青銅	0.315-0.321
銅(煅,抽或線)	0.322
黃銅(抽)	0.323
康型爾合金	0.323
銀	0.379
鉛	0.411
汞	0.491
金	0.697

木 材

磅/立方呎

輕木(Balsa)	0.0058
軟木	0.009
松(白)	0.015
柏	0.017
白楊	0.018
胡桃木(黑)	0.023
塔	0.024
松(黃)	0.025
楓	0.025
櫟(白)	0.028
山胡桃木	0.0295






其他材料

磅/立方呎

水	62.4
Plexiglas (at)	74.3
電木	79.5
賽璐珞	86.4
纖維	89.9
土(壓緊)	100
石膏	109
普通磚	112
火磚	144
沙石	144
玻璃	163
石灰石	163
石棉	175

譯者註: Plexiglas 為商標名稱,是一種透明塑料(Plastic),加熱後可彎曲,再加熱後即回復原狀。用於飛機,船舶,醫療器械等。

圖上所用之縮寫及符號

巴氏合金(標以號碼)	bab	美國標準(老)	USS
中心線	L 或 CL	美國標準	Am: Std
中心距離	c to c	美國標準學會	ASA
六角形的	hex	美國線規(布朗—沙普線規)	Awg
內徑	ID	美國自動工程師學會	SAE
分(少數及多數),(時間)	' 或 min	美國自動工程師學會黃銅	br
分(少數及多數),(角度)		(標以號碼)	
方棒		美國自動工程師學會青銅	bro
布朗—沙普線規	B & S	(標以號碼)	bro
立方吋(呎,碼)	Cu in. (ft; yd)	美國自動工程師學會熱處理	
外	ext	(標以號碼)	htr
外徑	OD	美國式標(螺紋)	N
凹形	fil	美國粗級(螺紋)	NC
加工	V 或 fin 或 i	美國細級(螺紋)	NF
加倫	gal	美國電工符號	NEC
四分之一加倫	qt	柱坑鑽頭	esk
仟瓦	kw	度(少數及多數)(角度)	或 deg
仟磅(Kip)	k	核准者	App
左首	LH	校核員	Ch
右首	RH	徑節(齒輪圖用)	DP
平行於		特細(美國標準細螺紋)	EF
平方呎(少數及多數)	sq ft 或 	馬力	hp 或 HP
平方吋(少數及多數)	sq in 或 	氣化	ox
半徑	R	穿孔	perf
正方形	 或 sq	剖面	sec
交流	a-c	描圖員	Tr
吋(少數及多數)	" 或 in	斜面	chf
米(少數及多數)	m	毫米(少數及多數)	mm
件(少數及多數)	pc, pcs	專利	pat
角(構造鋼形)		硬化	hdn
伯明罕線規	Bwg	絕緣,絕緣的	insl
冷軋鋼	CRS	軋鋼鐵	Mal i
呎(少數及多數)	' 或 ft	極大	max
含磷青銅	phos bro	極小	min
每分鐘轉數	rpm	圓形	cir
每秒鐘轉數	rps	圓形	rd
垂直於	$\perp$	圓柱,圓柱形	cyl
周節(齒輪圖用)	CP	圓桿	
直徑	D	落墩件	D forg
直流	d-c	詳圖	Dtl dwg
表計	ga	根鐵	WI
油處理	impreg	疊片	lam
板	pl	滑潤(名詞及動詞)	lub
美國式標(老)	USF	節圓直徑	PD

銅	cop	橫的	lat
對角線	diag	縱的	long
製圖員	Dr	壓鑄件	D cast
製造	fab	鍍鋅鐵板	GI
磁的	mag	螺距	P
號碼	或 no.	螺旋槳	prop
需件	req	螺旋, 螺釘	sc
圖(少數及多數)	Dwg. Dwgs	螺紋(少數及多數)	thd, thds
衝壓件	D st	厘米(少數及多數)	cm
輪磨	gr	鑄鐵	CI
磅	或 lb	變形圓桿	f
標準	Std	變形方桿	[f]
齒(齒輪圖用)	T	Brinell 硬度號碼	Bhn
模型	patt	H 形梁	H
碼(少數及多數)	yd, yds	I 形梁	I
寬凸緣(結構用)	W'	Pratt and Whitney(鍵)	P & W
錐坑鑽頭	c' bore	T 形(構造鋼形)	T
頭	hd	U 形鋼	U
機器	mach	Woodruff(鍵)	擠出全字或 Wdrf
鋼	Stl	Z 形(構造鋼形)	Z
鋼鑄件	Stl C		

希臘字母

工程師常用希臘字母(大寫及小寫)作為符號及參考字母。設方程式或公式中有此種字母,須能迅速寫讀毫無遲疑。

希臘字母與羅馬字母相同,亦有各種變體,以下所示者為易讀之一種。其大寫體筆劃之粗細完全依照書寫羅馬字之規則,小寫體之形狀,粗細以及相對大小均有極好之古體為本。

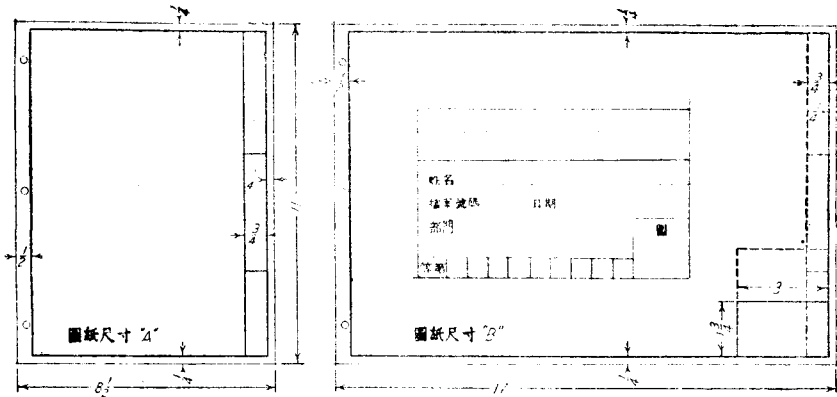
Α α	Β β	Γ γ	Δ δ	Ε ε	Ζ ζ	Η η	Θ θ
ALPHA	BETA	GAMMA	DELTA	EPSILON	ZETA	ETA	THETA
Ι ι	Κ κ	Λ λ	Μ μ	Ν ν	Ξ ξ	Ο ο	Π π
IOTA	K PA	LAMBDA	MU	NU	XI	OMICRON	PI
Ρ ρ	Σ σ	Τ τ	Υ υ	Φ φ	Χ χ	Ψ ψ	Ω ω
RHO	SIGMA	TAU	UPSILON	PHI	CHI	PSI	OMEGA



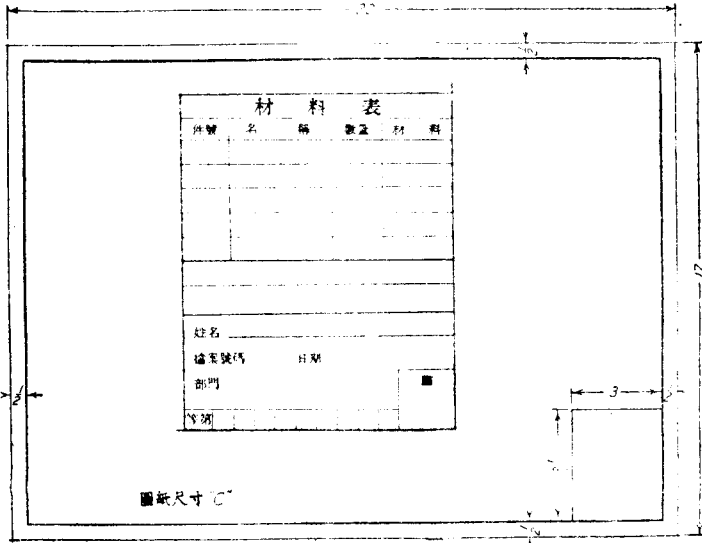


美國標準圖紙大小

以下提供美國標準圖紙大小 A, B 及 C 之邊框及標題尺寸。所示之各標題框便於教室中應用。框底之等第狹條可用以記分,每級相差五分,例如在 8 及  $\frac{1}{2}$  上作記號即表示八十五分。橫條式標題可用以代替 B 上之標題框,如虛線所示者。



學校	標題	姓名	日期	015 67
		檔案號碼		819 圖紙
		部門		10 3



### 製圖員用工場術語辭彙

(若欲從英文名稱查中文譯名，可閱第 676 頁。)

**下割 (Undercut) (動詞)**

——割出一向外伸出之邊。



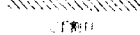
**下割口 (Undercut) (名詞)**

——割口之邊向內傾斜者。



**切斜面 (Chamfer) (動詞)**

——將尖銳之外緣切成斜形。



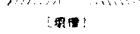
**切環槽 (Trepan) (動詞)**

——在孔之外圍割一環形槽。



**切魚眼 (Spot-face) (動詞)**

——在粗糙面上加工成一圓點 (通常在鑽成之孔周圍)，以為良好之螺釘座或螺絲頭座。用轉動銼刀，通常切 $1/16$ "之深度。



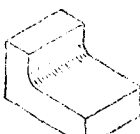
**分度 (Graduate) (動詞)**

——將一標度尺或標度盤 (Dial) 分成等份則之距離。



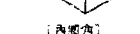
**內圓角 (Fillet) (名詞)**

——二表面間圓形之內角。



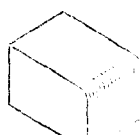
**外圓角 (Round) (名詞)**

——二表面間圓形之外角。



**皮硬 (Caseharden) (動詞)**

——將已碳化之鋼熱到臨界溫度，再使之驟冷 (如淬於油或鉛浴中)，以硬化其表面。



**包裹硬化 (Pack-harden) (動詞)**

——使碳化及支理。



**凸緣 (Flange) (名詞)**

用以緊繫或加強之凸出邊緣。



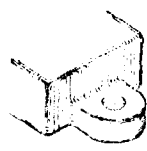
**耳 (Lug) (名詞)**

——突出之耳狀物。其剖面通常成類

形，與“耳” (Boss) 不同。

**回火 (Temper) (動詞)**

——將硬鋼重熱，至臨界溫度以下，再令冷卻以改變其物理性質。



**回火 (Draw) (動詞)**

——用逐漸或間歇之淬火煉鋼。

**車 (Turn) (動詞)**

——在車床上機製。與“刮面” (Face) 不同。

**車螺紋 (Chase) (動詞)**

——用車床車螺紋。

以別於用螺鑽制螺紋。

**冷激 (Chill) (動詞)**

——將鋼鐵接觸金屬模，俾突然冷卻，而硬化其表面。

**冷作 (Cold work) (動詞)**

——用錘擊，形成，抽製等法，使尋常室溫之金屬變形。

**夾焊 (Sweat) (動詞)**

——夾緊二金屬片，中間埋料，加熱以焊接之。

**拉刀 (Broach) (名詞)**

——其端磨過之工具，在其中拉或推時，可將孔擴大至所需之形狀。

**拉光 (Broach) (動詞)**

——將孔之內壁加工至通常不為圓形之形狀。

**抽製 (Draw) (動詞)**

——用規轉或抽長之方法形成。

**刮面 (Face) (動詞)**

——在車床上機製垂直於旋轉軸之平面。與車 (Turn) 有別。

**頸頸 (Neck) (動詞)**

——繞軸刻一槽，通常在一端或在直徑變更處。



**注坑 (Counterbore) (名詞)**

——鑽孔或鑽孔頂端之圓柱形擴大。

**注坑鑽頭 (Counterbore) (名詞)**

——鑽注坑之刻刀，具有與鑽孔同樣大小之導引頭。

**修整 (Fettle) (動詞)**

——除去未入窩之殘器或玻璃器皿等上之突片，並修光其角。

條削 (Shape) (動詞) —— 用牛頭刨床 (Shaper) 機製。此種刨床與龍門刨床 (planer) 不同，工件固定而刨刀往返運動。

突片 (Fin) (名詞) —— 突出之薄片，亦指多餘材料之突起。

配合 (Fit) (名詞) —— 二機製面間之接觸種類，如：

- (1) 打入或壓入配合 —— 軸略大於孔，須用大槌或壓力機打入者。
- (2) 冷縮配合 —— 軸略大於孔，將有該孔之機件加熱，使孔膨脹以便套於軸上。若配合裕度比例適合，冷卻後軸即緊啗於孔中。
- (3) 轉動或滑動配合 —— 軸與孔間有足夠之裕度，故軸能自由轉動，不致緊啗孔中或發熱。
- (4) 鬆打配合 —— 裕度小於轉動配合，須用手將軸轉入孔中者。

弧焊接 (Arc-weld) (動詞) —— 用電弧法焊接。

高溫軋化 (Normalize) (動詞) —— 金屬件加熱至臨界溫度以上，然後緩緩冷卻之，以去除內應力。

性 (Spline) (名詞) —— 長鍵槽。有時亦指平鍵。

斜面 (Chamfer) (名詞) —— 一切成斜形之邊緣。

研塊 (Lap) (名詞) —— 敷有磨料之軟金屬，木或皮革塊，用以產生準確之加工面。

研磨 (Lap) (動詞) —— 用研塊加工。

剪 (Shear) (動詞) —— 在二葉片間切斷金屬片或桿。

旋鑄 (Spin) (動詞) —— 將旋轉之金屬片壓緊於型 (Form) 上以成形。

焊接 (Weld) (動詞) —— 將二物加熱至熔解點，再用壓力或錘擊接合之。

着色硬化 (Color-harden) (動詞) —— 皮硬 (Caseharden) 至極淺之深度，大率為美觀

起見。

軋化 (Anneal) (動詞) —— 將金屬件熱至臨界溫度，再緩緩冷卻以軟化之，且去其內應力。

軟鑄件 (Malleable Casting) (名詞) —— 將普通鑄件經軋化 (Annealing) 變軟。(適用於厚度均勻之小鑄件。)

絞 (Ream) (動詞) —— 用所需直徑之轉動之槽刀，將鑽或衝成之孔作極精確之加工。

軸環 襯套 (Bushing) (名詞) —— 軸承之可動套筒 (Sleeve) 或襯圈 (Liner)；亦為鑽模或夾頭中之工具導引物。



硬化 (Harden) (動詞) —— 將可硬化鋼加熱至臨界溫度以上，再置於溶劑中驟冷之。

隆起 (Crown) (名詞) —— 折角形或圓形輪廓，如皮帶輪之面是。

落錘件 (Drop Forging) (名詞) —— 用落錘或槌力打擊二鐵間之熱金屬而形成之錘件。

滑鍵 (Feather) (名詞) —— 能滑動之平鍵，通常固定於殼上。

鍛煉 (Forge) (動詞) —— 藉機器或人手錘擊或加壓於一可受熱之熱金屬，以製成一定形狀。

鉋 (Plane) (動詞) —— 於具有固定刀及往復床之龍門鉋床上機製。

電鍍 (Plate) (動詞) —— 利用電化學過程將金屬件塗以他種金屬。

鉚 (Rivet) (動詞) —— 1. 用鉚釘固定。2. 鉚銷之無頭端打粗，以作永久之連接。

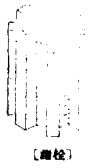
填隙片 (Shim) (動詞) —— 用以調整距離之薄金屬隔離物。

搭焊 (Tack weld) (動詞) —— 在邊緣上焊成間斷之諸段而連接之。

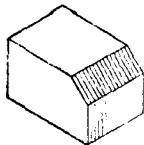
鋼焊 (Brazing) (動詞) —— 用硬焊料連接。

碳化 (Carburize) (動詞) —— 將鋼置於一有碳化物 (如木炭) 之匣中，加熱至 2000°F 左右，經數小時，再緩緩冷卻之，以產生供熱處理用之低碳鋼。

端擊 (Peen) (動詞) —— 用錘頭之頂端打擊，以



[圖 6]



[圖 7]

引伸, 鉗緊或敲曲。

**鑿塊 (Castellate)** (動詞) —— 製成塊狀物, 如塊狀螺母。亦常指鑿有複鍵之軸。

**鑿心 (Core)** (動詞) —— 用砂在模型中製成實心型, 烘焙後置於模型中, 以形成鑄件之空心部份。冷卻後極易將其弄碎, 而在鑄件上留出一孔。

**酸製 (Pickle)** (動詞) —— 於熱弱硫酸浴劑中清除鑄件或鍛件。

**銼 (Mill)** (動詞) —— 在銼床上用轉動之齒刀機製。

**滾光 (Tumble)** (動詞) —— 在轉動之圓筒中藉磨擦作用清除, 擦平或磨光。筒中外加碎屑、圓珠、磁屑等物助之。

**衝壓件 (Die Stamping)** (名詞) —— 用鑄形成或割出之件, 通常為金屬片。

**衝孔 (Punch)** (動詞) —— 力壓一不轉動刺刀, 將作件打孔。

**銼 (File)** (動詞) —— 以銼刀加工或修光。

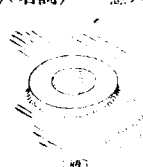
**磨磨 (Grind)** (動詞) —— 用磨輪加工或磨光表面。

**熱作 (Hot-work)** (動詞) —— 將金屬加熱至可受範狀態時, 用鏈擊, 形成, 抽製等法改變金屬備料之形狀。

**模製 (Profile)** (動詞) —— 以轉動刺刀機製輪廓。刺刀通常以範凸輪 (Master Cam) 或鎖控制。

**樣板 (Template, Templet)** (名詞) —— 憑以畫孔等形狀及位置之扁平模型。

**頭 (Boss)** (名詞) —— 剖面為圓形之突出物, 如在鑄件或鍛件上者。

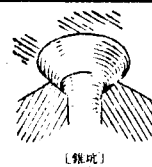


**磨平 (Burnish)** (動詞) —— 加力於一滾動或滑動之工具上以壓平或磨光。

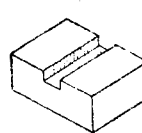
**磨光 (Polish)** (動詞) —— 用極細之磨料磨擦, 使物件平滑或發光。

**鑿坑 (Countersink)** (名詞) —— 鑽孔或鑿孔頂端之圓錐形擴大。

**鑿坑鑽頭 (Countersink)** (名詞) —— 鑽錐坑用之錐形工具。

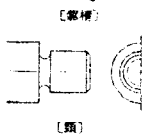


**鑿槽 (Kerf)** (名詞) —— 用鋸或其他工具割出之槽或溝。



**頸 (Neck)** (名詞) —— 軸之二端間直徑較小之部份。

**噴沙 (Sandblast)** (動詞) —— 藉壓縮空氣自噴嘴中噴出沙粒, 以潔淨鑄件或鍛件。



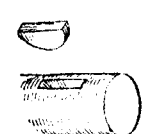
**擦光 (Buff)** (動詞) —— 在布輪或其他軟物上之磨料上磨光。

**壓印 (Coin)** (動詞) —— 以一個動作衝擊且形成一全鑄件, 通常並壓以花紋。

**壓鑄件 (Die Casting)** (名詞) —— 極準確而光滑之鑄件, 通常於壓力下將熔化之合金 (或合成物, 如電木) 傾入金屬模型或模中而製成。與翻砂鑄件不同。

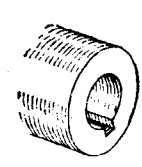
**鑿花 (Knurl)** (動詞) —— 使車削面 (Turning Surface) 粗糙或成鋸齒狀, 如握手或柄。

**螺旋鑽 (Die)** (名詞) —— 割錫鑽紋之工具, 與螺絲公 (Tap) 相反。



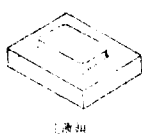
**鍍鋅 (Galvanize)** (動詞) —— 用鎂及鋅溶劑處理以防生銹。

**鍵 (Key)** (名詞) —— 插於軸與殼間之小塊或楔, 以防止圓周方向之運動。



**鍵槽 (Keyway), 或鍵座 (Key Seat)** (名詞) —— 槽或溝, 割之以容鍵者。鍵在槽中可以滑動, 在座中則否。

**薄頭 (Pad)** (名詞) —— 極低之凸出。與“頭” (Boss) 之形狀或大小不同。



**點焊接 (Spot-weld)** (動詞)——利用電流之電阻熱焊成點狀，但不能應用於銅片或黃銅片。

**鑄平 (Planish)** (動詞)——用光面錘打擊金屬片以加工。

**錘形 (Swage)** (動詞)——在型或稱為“型砧”(Swage Block) 之鐵砧上錘擊金屬或將其加壓力，使成一定形狀。

**錘輪 (Upset)** (動詞)——假打棍棒，使其一端直徑變粗，或打成一肩(Shoulder)。

**錘頭頂端 (Peen)** (名詞)——與錘頭之面相反之一端，如球形錘頂(Ball Peen)。

**離隙 (Relief)** (名詞)——機件一平面在另一平面之上或下之距離，通常作為餘隙，或為機製之經濟而設。

**鏜 (Bore)** (動詞)——在車床或鏜床上，用鏜孔工具擴大一孔，與“鑽”不同。

**鑄 (Die)** (名詞)——一對硬化金屬塊之一，用以形成，壓出或割出所需之形狀。

**鑄鋼 (Steel Casting)** (名詞)——製機器所用之材料。是即普通鑄鐵，於熔解時加入不同數量之廢鋼。

**鑿平 (Chip)** (動詞)——用鑿子割削或清除。

**鑽柱坑 (Counterbore)** (動詞)——擴大一孔至指定之深度。

**鑽錐坑 (Countersink)** (動詞)——形成一凹坑，以容螺釘之錐形頭或平板之厚度，使其面與表面相齊。

**鑽孔 (Drill)** (動詞)——用鑽(通常為麻花鑽，“Twist Drill”) 打孔。

**鑽頭 (Drill)** (名詞)——在壓力下轉動之尖頭制刀。

**鑽陰螺紋 (Tap)** (動詞)——用稱為螺紋公(Tap) 之錐形工具在孔內刻螺紋，此工具上有螺紋及用作刃鋒之槽。

**Sherard 氏法鍍鉻 (Sherardize)** (動詞)——用乾熱法鍍鉻。

工機術語辭彙英漢名詞對照

Anneal, 軋化  
 Arc-weld, 弧焊接  
 Bore, 鏜  
 Boss, 頭  
 Braze, 銅焊  
 Broach, 拉光; 拉刀  
 Buff, 擦光  
 Burnish, 磨平  
 Bushing, 軸襯; 襯套  
 Carburize, 滲化  
 Caseharden, 皮硬  
 Castellate, 製葉  
 Chamfer, 切斜面; 斜面  
 Chase, 車螺紋  
 Chill, 冷激  
 Chip, 鑿平  
 Coin, 壓印  
 Cold-work, 冷作  
 Color-harden, 着色硬化  
 Core, 製心  
 Counterbore, 鑽柱坑; 柱坑; 柱坑鑽頭  
 Countersink, 鑽錐坑; 錐坑; 錐坑鑽頭

Crown, 隆起  
 Die, 鑄; 螺旋鑄  
 Die casting, 鑄鑄件  
 Die stamping, 衝鑄件  
 Draw, 抽製; 回火  
 Drill, 鑽孔; 鑽頭  
 Drop forging, 落鑄件  
 Face, 刮面  
 Feather, 滑鍵  
 Fettle, 修整  
 File, 銼  
 Fillet, 內圓角  
 Fin, 突片  
 Fit, 配合  
 Flange, 凸緣  
 Forge, 鍛煉  
 Galvanize, 鍍鋅  
 Graduate, 分度  
 Grind, 輪磨  
 Harden, 硬化  
 Hot-work, 熱作  
 Kerf, 鋸槽  
 Key, 鍵  
 Keyseat, 鍵座  
 Keyway, 鍵槽

Knurl, 壓花  
 Lap, 研塊; 研磨  
 Lbg, 耳  
 Malleable casting, 翻鑄件  
 Mill, 銑  
 Neck, 頸; 頸  
 Normalize, 高溫軋化  
 Pack-harden, 包裹硬化  
 Pad, 薄頭  
 Peen, 端擊; 錘頭頂端  
 Pickle, 酸製  
 Plane, 銼  
 Planish, 鑄平  
 Plate, 電鍍  
 Polish, 磨光  
 Profile, 構製  
 Punch, 衝孔  
 Ream, 絞  
 Relief, 離隙  
 Rivet, 鉚釘  
 Round, 外圓角  
 Sandblast, 噴沙

Shape, 修造  
 Shear, 剪  
 Sherardize, Sherard 氏法鍍鉻  
 Shim, 填隙片  
 Spin, 旋轉  
 Spline, 核  
 Spot-face, 切魚眼  
 Spot-weld, 點焊接  
 Steel-casting, 鑄鋼  
 Swage, 錘形  
 Sweat, 夾焊  
 Tack-weld, 搭焊  
 Tap, 鑽陰螺紋  
 Temper, 回火  
 Template, templet, 樣板  
 Trepan, 切環槽  
 Tumble, 滾光  
 Turn, 車  
 Undercut, 下割; 下割  
 Upset, 錘縮  
 Weld, 焊接

## 製圖員用結構名詞辭彙

(若欲從英文名稱查中文譯名,可閱第 678 頁)

- 切合 (Cope)** —— 割去凸緣 (Flange) 及腹板 (Web) 之頂或底,俾一構件能嵌入另一構件。
- 支撐 (Strut)** —— 構架 (Framework) 中之抗壓構件。
- 凹板 (Buckle Plate)** —— 為一平板,其上鑿有碟形凹口,以曾加其抗彎強度 (Transverse Strength)。
- 凸緣 (Flange)** —— 梁, U 形鋼 (Channel) 或柱之凸出部份。
- 曲舍 (Crimp)** —— 彎曲助力板 (Stiffener) 之端,以配合角鋼之邊。
- 曲架 (Bent)** —— 鉛直構架 (Framework), 通常為一桁架 (Truss) 或梁,二端由柱支持。
- 曲起 (Camber)** —— 桁架 (Truss) 或桁 (Girder) 之微向上方之曲線,用以避免鬆垂 (Sag) 效應。
- 合釘 (Dowel)** —— 鐵錐或木銷,釘於二木料中以連接之,但垂不穿過木材。
- 夾角鋼 (Clip Angle)** —— 用以聯結各種不同構件之小角鋼。
- 助力板 (Stiffener)** —— 用於構件上之角鋼、鋼板或 U 形鋼 (Channel), 以防止彎曲者。
- 角牽板 (Gusset Plate)** —— 用以連接不同構件之板,如桁架 (Truss) 上所用者。
- 角拉條 (Knee Brace)** —— 用以防止角度改變之拉條。
- 谷溝 (Valley)** —— 屋頂二斜面相接處所成之小於 180° 之外角。
- 防垂繫桿 (Sag Ties)** —— 屋面標間之繫桿,用以支持屋頂載荷之平行於屋面之分力。
- 拉條 (Brace)** —— 用以使構架牢固之斜構件。
- 承板 (Bearing Plate)** —— 寬在 6 吋以上,厚在 2 吋以上之扁鋼。
- 弦 (Chord)** —— 桁架 (Truss) 頂端或底部之主要構件。
- 板壁梁 (Girt)** —— 為一梁,通常釘於柱上以支持板壁,或作為窗楣 (Lintel)。
- 架距 (Bay)** —— 二桁架 (Truss) 或橫曲架 (Transverse Bent) 間之距離。
- 柱 (Column)** —— 鉛直之抗壓構件。
- 屋頂通風窗 (Monitor Ventilator)** —— 屋頂上之構架 (Framework), 裝有固定或可動之通風板 (Louvers)。
- 起重桿 (Gin Pole)** —— 用索牽住之桅桿,頂端設有滑車,以備舉物之用。
- 桁 (Girder)** —— 為單獨或組合之水平構件,用作主梁。
- 桁架 (Truss)** —— 擔負載荷 (Load) 之堅固構架 (Framework), 其形狀為一組三角形。
- 框間條 (Muntin)** —— 框之分隔邊。
- 套筒螺母 (Sleeve Nut)** —— 具有左右二種螺紋之長螺絲,用以連接二桿使之成為可調節之構件。
- 桿 (Bar)** —— 方形或圓形之棒;亦指寬度在 6 吋以下之扁鋼。
- 梁 (Beam)** —— 一水平構件,為建築或結構中骨架之一部分。
- 組合構件 (Built-up Member)** —— 由數個標準鋼形組成之單一較強構件。
- 頂蓋 (Coping)** —— 石或混凝土之突出頂層。
- 斜拉條 (Diagonals)** —— 加強或抗風之斜構件。
- 規線 (Gage Line)** —— 諸鋼釘孔之中心線。
- 通風板 (Louvers)** —— 固定或可動之金屬片,如屋頂通風窗上所用者。
- 區段 (Panel)** —— 相鄰之地板支柱或屋頂中樑 (Purlin) 間之空間。
- 接頭 (Splice)** —— 一連接構件各部分間之縱向接合 (Longitudinal Connection)。
- 貼板 (Batten Plate)** —— 將二物體作成一構

件時，用以支持二物體於適當位置之小鋼板。  
**隅角 (Hip)**——屋頂二斜面相接處所成之大於 180° 之外角。  
**間距；屋面斜度 (Pitch)**——間距：與構件軸線平行之相鄰鋼釘間之中心距離。 屋面斜度：為屋面之升高 (Rise) 與跨距 (Span) 之比。  
**準釘 (Driftpin)**——為一鋼質斜銷，裝合鋼件時，用以對準鋼釘孔。  
**填隙片 (Shim)**——置於構件下之薄木片或鋼片，用以墊高構件至所需高度。  
**填塞物 (Filler)**——板狀或環狀，在裝合二構件而不應用角夾板 (Gusset) 時，用以填塞空間。  
**跨距 (Span)**——桁架 (Truss) 梁或桁 (Girder) 之各支持物間之中心距離。  
**楣 (Lintel)**——支持空洞上方之牆壁之水平構件。  
**腹板 (Web)**——U 形鋼 (Channel) 或桁 (Girder) 在二凸緣 (Flange) 間之部份。  
**隔離物 (Separator)**——螺絲上之鍍鐵分間物或熱鐵管，用以維持二構件間之一定距離。  
**對拉條 (Counters)**——桁架 (Truss) 中之對角構件，用以對付活載荷 (Live Load) 所生之剪力變向。  
**蓋板 (Cover Plate)**——為一板，用以連接組合構件諸凸緣，俾得較大之強度及面積，或供保護之用。  
**製造 (Fabricate)**——在工場內將構件切割，銜孔及部分裝配。

**標 (Rafters)**——支持標 (Purlin) 之梁或桁架構件 (Truss Member)。  
**餘隙 (Clearance)**——鋼釘餘隙 (Rivet Driving Clearance) 為鋼釘中心至障礙物之距離。 建造餘隙 (Erection Clearance) 為諸構件間之空間，俾使安裝便利。  
**橫條 (Laterals)**——防止側向撓曲之構件。  
**鋼片 (Sheet)**——6 吋以上寬，1/4 吋以下厚之扁平鋼。  
**鋼板 (Plate)**——6 吋以上寬，1/4 吋及 1/2 吋以上厚之扁平鋼塊。  
**豎坡 (Batter)**——直立構件離鉛直線之偏度。  
**標 (Purlins)**——置於桁架 (Truss) 間之水平構件，用為支撐屋面之梁。  
**縱桁 (Stringer)**——直接支持載荷之縱向構件。  
**鬆緊螺旋扣 (Turnbuckle)**——為一可調節之聯結器，兩端有在右二種螺紋：或一端為螺紋，他端為轉桿 (Swivel)，用以連接二桿。  
**邊距 (Edge Distance)**——鋼板或凸緣之邊至鋼釘中心之距離。  
**懸桁 (Cantilever)**——伸出於一或二支柱外之梁，桁 (Girder) 或桁架 (Truss)。  
**繫桿或格條 (Lacing or Lattice Bars)**——斜置之桿，用以隔開及加強二平行構件，如組合柱上所用者。  
**U 形鈎 (Clevis)**——將桿連至銷上所用之 U 形鈎環 (Shackle)。

結構名詞辭彙英漢名詞對照

Bar, 桿	Column, 柱	Girt, 板壁梁	Rafters, 標
Batten plate, 貼板	Cope, 切各	Gusset plate, 角夾板	Sag ties, 防垂繫桿
Batter, 豎坡	Coping, 頂蓋	Hip, 隅角	Separator, 隔離物
Bay, 架距	Counters, 對拉條	Knee brace, 角拉條	Sheet, 鋼片
Beam, 梁	Cover plate, 蓋板	Lacing or lattice bars, 繫桿或格條	Shim, 填隙片
Bearing plate, 承板	Crimp, 曲合	Laterals, 橫條	Sleeve nut, 套筒螺母
Bent, 曲梁	Diagonals, 斜拉條	Lintel, 楣	Span, 跨距
Brace, 拉條	Dowel, 合釘	Louvers, 通風板	Splice, 接頭
Buckle plate, 凹板	Driftpin, 準釘	Monitor ventilator, 屋頂通風筒	Stiffener, 助力板
Built-up member, 組合構件	Edge distance, 邊距	Muntin, 框間條	Stringer, 縱桁
Camber, 曲起	Fabricate, 製造	Panel, 區段	Strut, 支撐
Cantilever, 懸桁	Fillers, 填塞物	Pitch, 間距；屋面斜度	Truss, 桁架
Chord, 弦	Flange, 凸緣	Plate, 鋼板	Turnbuckle, 鬆緊螺旋扣
Clearance, 餘隙	Gage line, 規線	Purlins, 標	Valley, 谷溝
Clevis, U 形鈎	Gin pole, 起重桿		Web, 腹板
Clip angle, 夾角鋼	Girder, 桁		



## 有關各科之書籍目錄

本書之目的係對工程書作一般性之討論，故對若干學科僅能略予介紹。下列簡短之書籍分類表（大致依本書各章之次序排列），乃用以補充本書者。

書局名稱之縮寫：

- Harper.—Harper & Brothers, New York.  
 Int. T.—International Textbook Company, Scranton, Pa.  
 McGH.—McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.  
 Macm.—The Macmillan Company, New York.  
 PH.—Prentice-Hall, Inc., New York.  
 PP.—Pencil Points Library (Reinhold Publishing Corporation, New York).  
 Pitm.—Pitman Publishing Corporation, New York.  
 Van N.—D. Van Nostrand Company, Inc., New York.  
 Wiley.—John Wiley & Sons, Inc., New York.

## 製圖儀器(目錄)

- THEO. ALTENEDEK AND SONS, Philadelphia.  
 EUGENE DIETZGEN COMPANY, Chicago.  
 KEUFFEL & ESSER CO., Hoboken, N.J.  
 THE FREDERICK POST COMPANY, Chicago.

## 計算尺

- CAJORI, F.—A History of the Logarithmic Slide Rule. Eng. News Pub. Co., N.Y.  
 COOPER, H. O.—Slide Rule Calculations. Oxford Univ. Press.  
 MACKAY, C. O.—Graphical Solutions. Wiley.

## 字法

- BENSON and CAREY.—The Elements of Lettering. John Stevens.  
 FRENCH and MEIKLEJOHN.—The Essentials of Lettering. McGH.  
 FRENCH and TURNBULL.—Lessons in Lettering. Books I and II. McGH.  
 OGG, OSCAR.—An Alphabet Source Book. Harper.  
 REINHARDT, C. W.—Lettering for Draftsmen, etc. Van N.  
 SVENSEN, C. L.—The Art of Lettering. Van N.

## 投影幾何

- BRADLEY and UHLER.—Descriptive Geometry for Engineers. Int. T.  
 CHERRY, F. H.—Descriptive Geometry. Macm.  
 CHURCH, A. E.—Elements of Descriptive Geometry. American Book Company, New York.  
 HIGGEE, F. G.—Drawing-board Geometry. Wiley.  
 HOOD, G. J.—Geometry of Engineering Drawing. McGH.  
 JORDAN and PORNER.—Descriptive Geometry. Ginn and Company, Boston.  
 LEVENS and EGGERS.—Descriptive Geometry. Harper.  
 ROVE, C. E.—Engineering Descriptive Geometry. Van N.  
 RULE and WATTS.—Descriptive Geometry. PH.  
 SMITH, W. G.—Practical Descriptive Geometry. McGH.  
 WARNER, F. M.—Applied Descriptive Geometry. McGH.

## 機構及運動學

- GUILLET, G. L.—Kinematics of Machines. Wiley.  
 HAM and CRANE.—Mechanics of Machinery. McGH.  
 KEOWN and FAIRES.—Mechanism. McGH.  
 SCHWAMB, MERRILL, and JAMES.—Elements of Mechanism. Wiley.  
 VALLANCE and FARRIS.—Principles of Mechanism. Macm.

## 機械圖及機械設計

- ALBERT, C. D.—Machine Design Drawing Room Problems. Wiley.  
 BERARD and WATERS.—The Elements of Machine Design. Van N.  
 BRADFORD and EATON.—Machine Design. Wiley.  
 FAIRES, V. M.—Design of Machine Elements. Macm.  
 KIMBALL and BARR.—Elements of Machine Design. Wiley.  
 LEUTWILER, O. A.—Elements of Machine Design. McGH.  
 MALEEV, V. I.—Machine Design. Int'l.  
 NORMAN, AULT, and ZAROSKY.—Fundamentals of Machine Design. Macm.  
 TOZER and RISING.—Machine Drawing. McGH.  
 VALLANCE, A.—Design of Machine Members. McGH.

## 工場實踐及工具

- BOSTON, O. W.—Engineering Shop Practice. Wiley.  
 BURGHARDT, H. D.—Machine Tool Operation. 2v. McGH.  
 CAMPBELL, H. L.—Metal Castings. Wiley.  
 CINCINNATI MILLING MACHINE CO.—A Treatise on Milling and Milling Machines.  
 Cincinnati.  
 CLAPP and CLARK.—Engineering Materials and Processes. Int'l.  
 COLVIN and HAAS.—Jigs and Fixtures. McGH.  
 COLVIN and STANLEY.—Drilling and Surfacing Practice. McGH.  
 DOWD and CURTIS.—Tool Engineering. 2v. McGH.  
 STERN, M.—Die-casting Practice. McGH.

## 管系

- CRANE & Co., Chicago. Catalogue.  
 WALWORTH COMPANY, Boston. Catalogue.  
 See also Handbooks.

## 焊接

- FISH, G. D.—Arc Welded Steel Frame Structures. McGH.  
 FOX and BLOOR.—Welding Technology and Design. J. B. Lippincott Company,  
 Philadelphia.  
 LINCOLN ELECTRIC CO.—Simple Blueprint Reading with Particular Reference to Welding  
 Cleveland.  
 ————Procedure Handbook of Arc Welding Design and Practice. Cleveland.  
 MOON, A. R.—Design of Welded Steel Structures. Pitm.

## 齒輪及齒輪裝置

- BEALE, O. J.—Practical Treatise on Gearing. Brown and Sharpe Mfg. Co., Providence,  
 R.I.  
 BUCKINGHAM, E.—Spir Gears. McGH.  
 FELLOWS GEAR SHAPER CO.—Treatise on Commercial Gear Cutting. Springfield, Vt.  
 TRAUTSCHOLD, R. M.—Standard Gear Book. McGH.

## 凸輪

FURMAN, F. DER.—Cams, Elementary and Advanced. Wiley.

## 薄片金屬製圖

KIDDER, F. S.—Triangulation Applied to Sheet Metal Pattern Cutting. Sheet Metal Publishing Co., New York.

KITTRIDGE, G. W.—The New Metal Worker Pattern Book. Scientific Book Corporation, New York.

LONGFIELD, E. M.—Sheet Metal Drafting. McGH.

## 透視

FREESE, E. I.—Perspective Projection. PP.

LAWSON, P. J.—Practical Perspective Drawing. McGH.

LUBCHERZ, B.—Perspective. Van N.

## 潤飾圖

HOELSCHER, SPRINGER, and POHLE.—Industrial Production Illustration. McGH.

THARRATT, GEORGE.—Aircraft Production Illustration. McGH.

TREACY, JOHN.—Production Illustration. Wiley.

## 描繪

GUPTIL, A. L.—Drawing with Pen and Ink. PP.

———.—Sketching and Rendering in Pencil. PP.

KAUTSKY, T.—Pencil Broadside. PP.

MAGONIGLE, H. V.—Architectural Rendering in Wash. Charles Scribner's Sons, New York.

## 航空工程

ANDERSON, NEWTON.—Aircraft Layout and Detail Design. McGH.

APALATEGGI and ADAMS.—Aircraft Analytic Geometry. McGH.

BRUHN, E. F.—Analysis and Design of Airplane Structures. Tri State Offset Co., Cincinnati.

DAVIS and GOEN.—Aircraft Mechanical Drawing. McGH.

FAULCONER, THOMAS.—Introduction to Aircraft Design. McGH.

LIMING, ROY.—Practical Analytic Geometry with Application to Aircraft. Macm.

MEADOWCROFT, NORMAN.—Aircraft Detail Drafting. McGill.

NILES and NEWELL.—Airplane Structures. 2v. Wiley.

SECHLER and DUNN.—Airplane Structural Analysis and Design. Wiley.

TITTERTON, G. F.—Aircraft Materials and Processes. Pittm.

## 建築畫

FIELD, W. B.—An Introduction to Architectural Drawing. McGH.

———.—Architectural Drawing. McGH.

———.—House Planning. McGH.

RAMSEY and SLEEPER.—Architectural Graphic Standards. Wiley.

SLEEPER, H. R.—Architectural Specifications. Wiley.

VOSS and VARNEY.—Architectural Construction. 2v. Wiley.

## 構造圖及結構設計

BISHOP, C. T.—Structural Drafting. Wiley.

HOOL and KINNE.—Structural Engineers' Handbook Series. 6v. McGH.

MORRIS, C. T.—The Design of Simple Steel Structures. McGH.

- SHEDD and VAWTER.—Theory of Simple Structures. Wiley.  
 TAYLOR, THOMPSON, and SMOLSKI.—Reinforced Concrete Bridges. Wiley

## 地圖及地形圖

- DELTZ, CHARLES H.—Cartography. U. S. Government Printing Office.  
 SLOANE and MONTZ.—Elements of Topographic Drawing. McGH.

## 圖表及線圖

- DINGMAN, C. F.—Plan Reading and Quantity Surveying. McGH.  
 HASKELL, A. C.—How to Make and Use Graphic Charts. Codex Book Co., New York  
 HEWES and SEWARD.—The Design of Diagrams for Engineering Formulas and the Theory of Nomography. McGH.  
 KARSTEN, K. G.—Charts and Graphs. PP.  
 RIGGLEMAN, J. R.—Graphic Methods for Presenting Business Statistics. McGH.  
 SWETT, G. W.—Construction of Alignment Charts. Wiley.

## 工程畫圖題

- FRENCH and McCULLLEY.—Engineering Drawing Sheets, 11" x 17". McGH.  
 HIGBEE and RUSSELL.—Engineering Drawing Problems, 8½" x 11". Wiley.  
 LEVENS and EDSTROM.—Problems in Engineering Drawing, 8½" x 11". McGH.

## 手冊

各種工程手冊具有該工程所需之圖表、公式及資料，製圖員購置其特需者數種，以供不時之參考。但應注意，如僅用公式圖形，而不明其所根據之原理，則危險殊甚，且不免“手冊設計家”之謔。

茲舉數種著名之手冊於下：

- American Machinists' Handbook, Colvin and Stanley. McGH.  
 American Society of Heating and Ventilating Engineers' Guide (annually).  
 Architects' and Builders' Pocketbook, Kibler-Parker. Wiley.  
 Aviation Handbook, Warner and Johnson. McGH.  
 Building Estimator's Reference Book, Walker. F. R. Walker Co., Chicago.  
 Chemical Engineers' Handbook, J. H. Perry. McGH.  
 Civil Engineering Handbook, L. C. Crquhart. McGH.  
 Civil Engineers' Reference Book. Trautwine Co., Ithaca, N.Y.  
 General Engineering Handbook, C. E. O'Rourke. McGH.  
 Handbook of Building Construction, Hoel and Johnson. McGH.  
 Handbook of Engineering Fundamentals, O. W. Eshbach. Wiley.  
 Handbooks of various steel and other material companies, as Bethlehem, Carnegie, American Co. of America, Portland Cement Assoc., etc.  
 Machinery's Handbook, Industrial Press, New York.  
 Mechanical Engineers' Handbook, L. S. Marks. McGH.  
 Mechanical Engineers' Pocketbook, William Kent. 2v. Wiley.  
 Pencil Points Data Sheets. PP.  
 Piping Handbook, Walker and Crocker. McGH.  
 Standard Handbook for Electrical Engineers. A. E. Knowlton. McGH.  
 Steel Construction. Am. Inst. of Steel Const., Inc., New York.

## 美國標準

美國標準學會為實現標準化之計劃而工作不輟。其出版物甚多，下列為有關本書之各科者，目前俱有發行。美國標準之全部目錄，函索即奉。地址為 29 West Thirty-ninth Street, New York.

螺絲·螺母及螺釘尺寸

Large Rivets (1/2-in. Diameter and Larger)	B18.4
Small Rivets—1927 with 1942 Addendum	B18a
Wrench-head Bolts and Nuts and Wrench Openings	B18.2
Round Unslotted Head Bolts	B18.5
Slotted Head Proportions: Machine Screws, Cap Screws, and Wood Screws	B18c
Tinners', Coopers', and Belt Rivets—1928 with 1942 Addendum	B18g
Plow Bolts	B18f
Track Bolts and Nuts	B18d

小工具及金工機械元件

Adjustable Adapters	B5.11
Chucks and Chuck Jaws	B5.8
Circular and Dovetailed Forming Tool Blocks and Holding Elements	B5.7
Involute Splines, Side Bearings	B5.15
Jig Bushings	B5.6
Spindle Noses and Arbors	B5.18
Rotating Air Cylinders and Adapters	B5.5
T Slots, Their Bolts, Nuts, and Cutters	B5.1
Tool Life Tests	B5.19
Twist Drills	B5.12
Tool Shanks and Tool Posts	B5.2
Code for Design of Transmission Shafting	B17c
Shafting and Stock Keys	B17.1
Screw Threads for Bolts, Nuts, Machine Screws, and Threaded Parts	B1.1
Screw Threads for High-strength Bolting	B1.4
Screw Thread Gages and Gaging	B1.2
Acme and Other Translating Threads	B1.3
Tolerances, Allowances, and Gages for Metal Fits	B4a
Woodruff Keys, Keyslots, and Cutters	B17f
Machine Tapers	B5.10
Milling Cutters	B5c
Reamers	B5.14
Taps—Cut and Ground Threads	B5.4
Markings for Grinding Wheels	B5.17
Terminology and Definitions for Single-point Cutting Tools	B5.13

管及管接頭

CI Flanges and Flanged Fittings:	
For Class 25	B16b2
For Class 125	F16a
For Class 250	B16b
For Class 800	B16b1
CI Soil Pipe and Fittings	A40.1
Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings	B16e
Face-to-face Dimensions of Ferrous Flanged and Welded End Valves	B16.10
CI Screwed Drainage Fittings	B16.12
CI Screwed Fittings	B16d
CI Long Turn Sprinkler Fittings	B16g
Malleable-iron Screwed Fittings, 150 lb.	B16c
Steel Butt-welded Fittings	B16.9
Brass Fittings for Flared Copper Tubes	A40.2

Soldered-joint Fittings .....	A40.3
Air Gaps and Back Flow Preventers in Plumbing Systems, 1942 .....	A40.4
Air Gaps and Back Flow Preventers in Plumbing Systems, 1943 .....	A40.6
Threaded Cast-iron Pipe for Drainage, Vent, and Waste Services .....	A40.5
Wrought-iron and Wrought-steel Pipe .....	B36.10
Ferrous Plugs, Bushings, Locknuts, and Caps .....	B16.11
Pipe Threads .....	B2.1
Scheme for Identification of Piping Systems .....	A13

## 符號及縮寫

Drawings and Drafting Room Practice .....	Z14.1
Abbreviations for Scientific and Engineering Terms .....	Z10.1
Graphical Symbols for Use on Drawings in Mechanical Engineering .....	Z32.2
Engineering and Scientific Graphs for Publications .....	Z15.3
Time Series Charts .....	Z15.2
Engineering and Scientific Charts for Lantern Slides .....	Z15.1
Letter Symbols for Heat and Thermodynamics, Including Heat Flow .....	Z10.4
Letter Symbols for Gear Engineering .....	B6.5
Letter Symbols for Hydraulics .....	Z10.2
Letter Symbols for Mechanics of Solid Bodies .....	Z10.3
Illuminating Engineering Nomenclature and Photometric Standards (IES Publication) .....	Z7.1

## 雜件

Fire-hose Coupling Screw Thread .....	B26
Hose Coupling Screw Threads .....	B33.1
Indicating Pressure and Vacuum Gages .....	B40.1
Preferred Thicknesses for Uncoated Thin Flat Metals (under 0.250 in.) .....	B32.1
Rolled Threads for Screw Shells of Electric Sockets and Lamp Bases .....	C44
Shaft Couplings .....	B49
Spur Gear Tooth Form .....	B6.1
Inspection and Tolerances for Gears .....	E6
Spring Lock Washers .....	B27.1

# 索 引

## 二 畫

- 丁字尺, 7
  - 之用法, 15
  - 之檢驗法, 8
- 活頭~, 7
- 英國式~, 7
- 八邊形之作法, 67

## 三 畫

- 三角形之作法, 65
  - 之名稱, 82
- 三角板, 8
  - 之用法, 15
- 三度投影, 474
- 三線坐標圖, 609
- 上墨之次序, 321
- 大寫字母, 43
- 寸法, 之方法, 201
  - 之次序, 221
  - 之理論, 207
  - 孔之~, 218
  - 角之~, 216
- 弧及曲線之~, 215
- 建築畫之~, 558
- 美蘭陸軍兵工器~, 252
- 運轉~, 246
- 通行~, 246
- 基線~, 246

- 寸法, 極限~, 239, 245
  - 之術語, 240
  - 落蝦件之~, 237
  - 機製件之~, 234
  - 薄片機件之~, 238
  - 鑄件之~, 235
- 寸法中之運用原則, 233
- 小數尺, 266
- 小寫字母, 46
- 山坡線, 593
- 直向描影法, 594
- 工作圖, 309
  - 之工程步驟, 309
  - 之作法, 318
  - 建築畫之~, 549
  - 潤飾之~, 525
- 工程師比例尺, 8
- 工學術語縮釋, 673 676
- 工廠區劃圖, 315
- 工具, 小, 198
- 干涉配合, 240
- 弓形圓規之用法, 23
- 弓形儀器, 5

## 四 畫

- 不等角投影, 466
  - 從正投影視圖作~, 529
- 不等角投影章圖, 509
- 中國墨汁, 10
- 五心拱, 76

五邊形之作法, 67

內圓角, 175

內擺線, 80

公差, 231, 240

之選擇, 243

中心間之~, 249

同心之~, 248

角尺寸之~, 249

位置~及定位~, 252

表示~之各法, 242

施~法, 243

累積~, 246

單向~, 242

對稱部分之~, 247

雙向~, 242

六邊形之作法, 66

分度規, 624

分區, 325, 540

分條法, 球面展開之, 452

分規, 5

之用法, 21

比例~, 621

細彈簧~, 5

分層法, 球面展開之, 452

分層展開, 453

分數, 45, 203

分類圖, 611

切線, 27

~及切圓, 68-70

拋物線之~, 77

橢圓之~, 75

雙曲線之~, 79

孔, 之寸法, 218

之定位, 219

尺寸, 之小數制, 206

之安置, 212

尺寸安置原則, 214

之形式, 201

之相互關係, 210

尺寸, 之選擇, 209, 233

運用原則及施工程序原則, 233

之重複, 222

大小~, 208

~及註解, 201-230

多餘之~, 211

在有限之地位中註~, 215

在視圖上註~, 212

定位~, 208

參考~, 212

註~所用之線之粗細, 202

疊合之~, 247

尺寸制度, 205

幻像剖面, 170

方螺紋, 288

木材連接器, 579

六角螺釘, 284

比例尺, 之用法, 18

之種類, 8

之讀法, 19

比例尺度一覽表, 20

比例畫, 19

水之形相, 599.

水紋線, 596

## 五 畫

凸輪, 405

之畫法, 409

運動之種類, 407

線圖, 407

加工符號, 205

半剖面, 167

之寸法, 223

半視圖, 175

半斜投影, 474

古羅馬字, 53, 55, 56

可達之準確度, 243

四邊形之名稱, 82



外圓角, 175  
 外擺線, 80  
 布耶-沙普螺紋, 258  
 平行透視, 496  
 平行線, 64  
 平面, 水平面, 92  
 正平面, 92  
 投影面, 92, 97  
 側平面, 92  
 平衡法則, 字法之, 39  
 正切, 角之, 65  
 正投影, 93, 95  
 之定義, 93  
 之理論, 93  
 憑手畫~, 109  
 正投影圖上之潤飾, 516  
 正視圖, 98  
 建築畫之~, 554  
 正齒輪之畫法, 402  
 生產, 大量~, 231  
 少量~, 231  
 用左手者, 18, 49  
 石印, 324  
 立體之名稱, 82

## 六 畫

夾線, 二柱面之~, 455  
 二稜柱之~, 455  
 平面及迴轉曲面之~, 458  
 柱面及錐面之~, 457  
 習用之~, 174  
 稜柱及錐面之~, 457  
 階面之~, 454  
 共軛徑, 73  
 印圖法, 323-324  
 名義尺寸, 240  
 多邊形, 之作法, 67  
 之名稱, 82

多邊形, 之移位, 65-66  
 地形圖, 586, 592  
 中之等高線, 592  
 地圖, 586  
 之分類, 586  
 地理圖, 587  
 地籍圖, 587  
 風景地圖, 600  
 等高線, 592  
 鐵路產權圖, 589  
 地籍圖, 587  
 字, 大寫~, 43-45, 46  
 之放大或縮小, 52  
 之比例, 39  
 之間隔, 50  
 狹體~, 48  
 哥德式~, 52-53, 54  
 斜體~, 46  
 單劃~, 43  
 擴體~, 48  
 羅馬~, 53, 55, 56  
 字法, 38  
 之導線, 39  
 之組合法, 50  
 用鉛筆寫字, 40  
 用墨水寫字, 41  
 地圖之~, 601  
 ~機, 627  
 斜體~, 46  
 單筆字, 39  
 建築圖~, 560  
 筆劃之次序, 43  
 字體, 38  
 延伸線, 201  
 曲線板, 9, 624  
 之用法, 28-31  
 曲線軟片, 625  
 有色墨水, 320  
 有帽螺釘, 276

米制, 223  
 肋之剖面, 172

## 七 畫

亨利槽筆頭, 42  
 伸長線, 443  
 伸縮器, 621  
 吻合部分之配合, 238  
 夾頭, 427  
 希臘字母, 670  
 戒條, 37  
 投影, 之分類, 94  
   之原理, 90  
   之違反, 173, 318  
 三度~, 474  
 正~, 93, 95, 98  
 兩等角~, 473  
 側視圖之~, 115  
 第一角~, 93  
 第三角~, 93  
 等角~, 467  
 邊及面之~, 102.  
 技術草圖, 432  
   所需材料, 433  
 拍繪, 鉛筆~, 520  
   鋼筆~, 521  
 拋物拱一支距法, 78  
 拋物線, 72, 77  
   之作法, 78  
 材料單, 315  
 角上註數法, 101-102  
 角之名稱, 82  
 角之作法, 65  
 車, 在車床上, 193  
 車床, 193  
   轉塔~, 196  
 防鬆螺母, 279-280

## 八 畫

兩等角投影, 473  
 剖面, 193  
 刮層板用螺絲, 280  
 刮畫紙板, 524  
 刺孔法, 620  
 刻螺紋, 195  
 固定螺釘, 277  
 垂線, 64  
 定物體之位置, 97  
 弦長法(作角), 65  
 明線, 518  
 油石, 24  
 法線, 作橢圓之, 76  
 直線筆, 6, 24  
 空間三度, 96  
 表面性質, 250  
   之符號, 251  
 表面粗度之值, 250  
 表層, 航空工程用, 542  
 金屬薄片製件, 199  
 阿基米德螺線, 81

## 九 畫

建築師比例尺, 8  
 建築畫, 547  
   之工作圖, 549  
   作圖, 550  
   模型, 548  
   種類, 547  
 指線, 203  
 拭筆物, 10  
 施工程序原則, 寸法中之, 233  
 施焊符號, 386, 388  
   之用法須知, 389  
 柱, 之名稱, 82  
   之展開, 442  
 柱腳之名稱, 82  
 柱頭螺絲, 275

美國自動工程學會以紋, 265  
 美國標準螺絲, 269  
 美國標準螺紋, 257, 265  
     之規範, 266-267  
 計算尺, 11  
 計算體積及重量, 124  
 配合, 吻合部分之~, 238  
     美國標準學會圓柱~, 244  
     種類, 241  
 限度之定義, 240  
 面, 之交線, 454  
     之展開, 441  
     複曲~之名稱, 82  
     雙曲~之名稱, 82  
 面之位置, 103  
 風格, 圖之, 322

十 畫

修飾, 195  
 飲宋體漢字, 671  
 飲真模型, 536  
 剖分三角形法, 448  
 剖面, 幻像~, 170  
     半~, 167  
     全~, 167  
     材料~之記號, 171  
     旋轉~, 168  
     習用~, 172  
     ~與習例, 165  
     詳細~, 169  
     輔助~, 169  
     斷裂~, 168  
 剖面線法, 170  
     之原則, 166  
 剖面線器, 626  
 剖視圖之剖面, 165  
 哥德式字體, 52-53  
 展開之面, 442

展開, 柱之~, 443  
     球面之~, 452  
     稜柱之~, 442  
     稜錐之~, 446  
     錐之~, 447  
     螺旋線之~, 81  
     壘形接頭之~, 450  
 校對, 322  
     建築圖之~, 560  
     構造圖之~, 576  
 桌, 製圖, 13  
 紙, 之安放, 15  
     之標準大小, 324, 325  
     之緊張法, 620  
     描圖~, 11, 320  
     畫圖~, 11  
     Craftint~, 523  
 缺線練習, 123  
 航空工程圖, 535  
     之生產圖, 538  
     之設計圖, 535  
     寸法, 540  
     大小, 540  
     公差, 541  
     比例, 540  
     命名, 539  
     細號, 542  
     減阻, 539  
     模型, 536  
     線值, 541  
     標準零件, 543  
     翻樣, 538  
     彎曲裕度, 543  
     彎曲離隙, 543  
 草圖, 之寸法, 436  
     之畫法, 435  
     不等角投影~, 509  
     作~之技術, 433  
     技術~, 432

草圖, 技術~之種類, 432

透視~, 511

斜投影~, 511

從記憶作~, 512

寫生~, 509

針尖之調節, 22

## 十一 畫

側視圖, 98

側剖面圖, 601-604

偏斜畫, 477

區域圖, 587

區劃, 視圖之~, 114

圖紙之~, 21

邊框, 324, 672

區劃圖, 工廠, 315

參考書目錄, 679

商業製圖實踐插錄, 620

基孔制, 241

基本尺寸之定義, 240

基軸制, 241

專利局圖樣, 528, 529

彩色, 畫地圖用, 601

從備料製得之機件之寸法, 234

捷伯通片, 524

接頭, 金屬薄片~, 453

焊接~, 385, 390

斜方螺紋, 258, 259

斜投影, 474

從視圖作~, 532

斜投影草圖, 511

斜面之寸法, 220

斜視圖, 474

之各位置, 474

之起畫面, 476

之規則, 475

之畫法, 474

中之圖, 477

斜視圖, 支距法, 476

斜齒輪之畫法, 404

旋輪線之作法, 80

旋轉剖面, 168

條圖, 613

焊接, 之種類, 385

之規範, 387

焊接法, 385

焊接接頭, 385, 390

焊接圖, 384

碎螺栓, 282

着色, 620

符號, 人工設施之~, 596

水之形相~, 599

石工~, 581

地形~, 596

地勢~, 598

材料~, 667-668

佈線~, 661-665

油及天然煤氣~, 598

表面性質~, 251

軍事~, 597

施焊~, 386

航行~, 598

航空~, 597

習用~, 177

植物~, 599

建築~, 558

卸釘~, 577

管系~, 662-663

螺紋~, 261-262

細號, 542

細彈簧分規, 5

組合圖, 311

習用作圖法, 173

習用符號, 製圖員用, 177

習題, 工作圖~, 325

寸法~, 225, 254

正投影~, 125

習題,字法~, 60  
 交線~, 462  
 凸輪~, 414  
 建築畫~, 562  
 剖面與習例~, 178  
 草圖~, 111-113, 438  
 透視圖~, 507  
 連接品~, 293  
 展開~, 458  
 斜視圖~, 482  
 航空工程圖~, 544  
 焊接圖~, 397  
 旋轉~, 162  
 運用儀器之~, 31  
 等角畫~, 478  
 青造圖~, 583  
 序系圖~, 305  
 潤飾~, 533  
 輔視圖~, 154  
 線之真長~, 163  
 彈簧~, 297  
 寫生畫法~, 477  
 寫生草圖~, 513  
 圖表及圖~, 617  
 憑記憶畫圖之~, 140  
 齒輪~, 410  
 鍵及銷釘~, 296  
 螺紋~, 291  
 應用幾何~, 83  
 讀圖~, 121-123, 486  
 體積及重量之計算~, 140  
 讀模及夾頭~, 429  
 視圖,之組合, 100  
 之間隔, 114  
 之讀法, 118  
 之選取, 318  
 之選擇, 107  
 半~, 175  
 正~, 95

視圖,剖~, 165  
 斜~, 149  
 展開~, 175  
 第二位置~, 101  
 輔~, 141  
 對準~, 175  
 連接品,之繪法, 270  
 木料~, 579  
 有螺紋之~, 268  
 特別之~, 284  
 透視草圖, 551, 512  
 透視圖, 490  
 之定義及術語, 491  
 之視角, 491, 492  
 之基本觀念, 490  
 之繪畫, 492  
 中之面, 497-498  
 中之沒影點, 494  
 中之量點, 498  
 中之量線, 494  
 中之傾斜平面, 503  
 中之傾斜線, 502  
 分格法, 498  
 平面圖法, 499-501  
 迴轉平面圖法, 501  
 圓錐形畫面, 505-507  
 ~與正投影之比較, 91-92  
 傾斜畫面, 503-505  
 部份組合圖, 311, 312  
 陰螺孔之規矩, 267  
 陰螺鑽, 267

十二畫

備料,從~機製之件, 195  
 割錐線, 72  
 單向公差制, 242  
 幾何圖形, 82, 107  
 描圖布, 11, 320

描圖紙, 11, 320  
 描圖之次序, 116  
 測區圖, 588  
 畫圖板, 7  
 玻璃~, 621  
 圓邊~, 626  
 鋼邊~, 626  
 畫圖紙, 11  
 畫圖墨汁, 10  
 程序表, 611  
 筆, 邊權~, 623  
 字法鋼~, 41  
 之用法, 42  
 直線~, 6, 24  
 之用法, 25-27  
 之磨尖法, 24-25  
 等高線~, 624  
 壓~圓規, 623  
 鐵路~, 623  
 結構名詞辭彙, 677-678  
 較, 196  
 等角圖, 470  
 等角畫, 467  
 之作法, 468  
 支距法, 470  
 反向~, 472  
 方箱法, 469  
 K及E等角畫儀器, 627  
 等角投影, 467  
 從視圖作~, 532  
 等角剖面, 473  
 等角圓弧, 471  
 等高線畫法, 592  
 虛線, 105  
 稜度之定義, 240  
 註解, 216  
 建築畫之~, 559  
 量度法, 18-19  
 量度儀器, 436-438

鉤爪螺紋, 259

### 十三畫

圓之畫法, 22-24  
 圓弧之展開, 71  
 圓規, 4  
 之用法, 22  
 梁規, 622  
 圓形之寸法, 221  
 圓瓣圖, 614-615  
 塑膠, 199  
 塗黑描影法, 521  
 極坐標圖, 609  
 極限寸法之例, 245  
 照相石印法, 528  
 照相印圖, 324  
 照相拷貝, 325  
 燈件圖, 192  
 瑞典筆, 6  
 瓶架, 10, 625  
 稜柱之展開, 442  
 之名稱, 82  
 稜錐之展開, 445  
 之名稱, 82  
 詳細剖面, 169  
 詳圖, 313  
 ~用之儀器, 7  
 路線圖, 611  
 過渡配合, 241  
 鉛畫布, 320  
 鉛筆, 之等級, 13-14  
 之用法, 13-14  
 之削尖, 14  
 磨尖物, 10  
 鉛筆畫次序, 318-319  
 鉚釘, 287  
 盲目~, 288  
 結構~, 576-578

零件之裝配, 200  
零件表, 315  
電機工程畫, 315

## 十四畫

圖, 之分配, 187  
之比例, 19  
之標準大小, 324-325  
之事畫, 620  
之歸檔及保藏, 325  
之複製, 323, 527  
上疊~, 320  
化學工程~, 315  
表~, 314  
組合~, 309, 311  
設計~, 309  
專利局~樣, 528  
原件~, 192  
詳~, 309, 313  
製造方法對繪~之影響, 186  
電機工程畫, 315  
~組, 309, 315  
鑄件~, 189  
圖之更改, 323  
圖之讀法, 117  
藉草圖讀圖, 118  
藉模型讀圖, 119  
藉計算體積讀圖, 124  
圖表, 605  
三線坐標圖, 609  
各種~, 611  
直角坐標圖, 606  
供複製之~, 617  
條圖, 613  
極坐標圖, 609  
畫法, 616  
單對數圖, 607  
圓解圖, 614-615

圖表, 對數圖, 608  
圖示標準, 616  
圖表中之曲線, 606  
圖畫釘, 11  
圖解文字, 1  
對角線之應用, 66  
對準剖面, 172  
對準視圖, 175  
對數圖, 608  
構造鋼形, 572  
構造圖, 572  
之分類, 572  
之詳圖, 575  
之實務, 575  
之總圖, 573  
木材之~, 578  
石工之~, 581  
鋼筋混凝土之~, 582  
漸伸線, 80  
算圖, 610-611  
管系圖, 298, 303  
之寸法, 303  
管接頭, 300  
管套節, 302  
管端螺紋, 299-300  
精密度之定義, 231  
網線銅版, 528  
複輔視圖, 149  
複製, 供~之圖, 527  
圖之~, 323  
製圖桌, 13  
製圖帶, 11, 627  
製圖機, 624  
製模型, 120  
銑, 196  
閥, 302-303

## 十五畫

- 儀器畫, 2  
 儀器圖節, 4  
 儀器式樣, 4  
 儀器, 一覽表, 3  
   之用法, 13  
   之選購, 3  
   字法~, 40  
   特別~, 622  
 墜筆圓規, 623  
 寫生草圖, 509  
 寫生畫之寸法, 223  
 寫生畫法, 466  
 寫生畫之潤飾, 519  
 彈簧, 289  
 影線, 516  
 摩挲拓圖法, 620  
 摹圖法, 620  
 數字; 尺寸~, 203  
   讀尺寸~之方向, 204  
 標準零件, 224, 318  
 標準工具, 224  
 標題框, 316  
   航空圖之~, 540  
 標題, 之尺寸, 672  
   之格式, 317  
   之畫法, 51  
   地圖之~, 601  
   建築畫之~, 561  
   圖表之~, 605  
 模型工場, 189  
 模型, 飛機~, 536  
   建築~, 548  
 潤飾, 515  
   正投影圖上之~, 516  
   各種~圖, 515  
   明暗, 519  
   特別描陰法, 521  
   鉛筆勾勒, 520  
   影線, 520  
   潤飾, 寫生圖之~, 519  
   鋼筆勾勒, 521  
   潤飾之工作圖, 525  
   熱處理之規範, 199  
   箭頭, 202  
   線, 之上墨, 26  
     之平分法, 21  
     之分段, 21, 63  
     之各種位置, 102-103  
     之重量, 28  
     之規格, 27, 28  
     之意義, 104  
     之優先權, 106  
     之繪畫, 14-18  
       水平~, 15  
       平行~, 18  
       垂直~, 18  
       傾斜~, 17  
       鉛直~, 15-17  
     之疊合, 106  
     中心~, 105  
     延伸~, 尺寸之, 202  
     有缺點之~, 28, 29  
     隱~, 104  
   線規, 28  
   線條描陰法, 517  
   線圖, 605  
     面積及體積圖, 615  
   輪磨, 197  
   輪廓法, 547  
   鉛片, 538  
   鋒版, 528  
   餘隙配合, 241  
   墨汁, 10  
   墨線之去除, 320  
   齒條之畫法, 403  
   齒輪, 401  
   齒輪之畫法, 正~, 402  
     斜~, 404



## 十六畫

導線，寫字用，39  
憑手畫正投影，109  
機件之配合，238  
機器工場，192  
機械畫，309  
  之寸法，231  
機製之原則，192  
機螺釘，276  
橡皮，10  
  之擦法，31  
橡皮拭盾，627  
橢圓，72，73  
  之切線，75  
  之法線，76  
  之近似畫法，73-77  
    平行四邊形法，74  
    同心圓法，75  
    橢圓規法，73  
橢圓儀，623  
磨尖，圓規鉛心之～，22  
  鉛筆之～，14  
  鋼筆之～，24  
選擇裝配，241  
鋼筆之用法，42  
鋼筆桿，10  
錐，之名稱，82  
  之展開，447-448  
錐形之寸法，220

## 十七畫

應用幾何，63  
檢查，施工之，200  
縮影法，548  
縮寫，669-670  
聯邦標準螺絲，269，280  
螺母，美國標準～，278

螺母，特殊～，277，278  
螺絲規，274  
螺絲圓，220  
螺絲頭之畫法，271，272  
螺紋，之半習用畫法，260-261  
  之剖面，264  
  之配合種類，266  
  之術語，256  
  之規範，266  
  之樣式，257  
  之畫法，259  
  美國標準學會～，265  
  航空用～，543  
  Dardelet～，281  
螺紋符號，261-262  
  之畫法，262-264  
螺紋輪廓，258  
螺釘，木～，284  
  有帽～，276  
  自旋～，282  
  各種～，285  
  固定～，277  
  屑～，280  
  機～，276  
螺旋線之畫法，81  
輾鋼，構造～，572  
鍵，285  
  之規範，286  
隱線，104

## 十八畫

擴孔，198  
斷面線，165  
斷面線法，170  
斷裂之習用畫法，177  
斷裂剖面，168  
橢曲面，之寸法，208  
  之種類，82

任之，均此誌  
面廣泛，以調

二十二日

友，曾就個人  
製圖人員及

月十日  
十五日

無曲面，之圓兩，452

翻樣，538

畫圖，323

轉角，176

邊框尺寸，672

雙向公差制，242

雙曲線，72

之畫法，79

等軸~，79

雙彎曲線，70

## 十九畫

繪圖之次序，115

羅馬字母，53-55

斜體~，59

單劃~，57

新~，56

鏗，193

## 二十一畫

襯套，鑽模~(鑽頭~)，425

## 二十二畫

灑點法，523

鑄件，188

鑄造，190

## 二十三畫

變形接頭，450

體積及重量之計算，124-125

## 二十五畫

鑽散法，548

## 二十七畫

鑽孔，194

鑽柱坑，194

鑽模，夾持物，424

設計之原則，417

產物之定位，419

~及夾頭，416

鑽模圖之繪畫，427

鑽模鏗床，416-417

鑽模襯套，425-426

鑽模體，426

## 外來字

Acme 螺紋，258

Alteneder, Theodore, 4

Ames 字法儀器，40

Braddock-Rowe 三角板，40

B W 印圖，324

Craftint 紙，523

Dardelet 螺紋，258, 281

Frotté 法，620

K 及 E 等角畫儀器，621

Osborn 符號，577

Ozalid 印圖，324

Parker-Kalon 螺釘，282

Reinhardt, C. W., 48

V 形螺紋，258

Vandyke 紙，323

Whitworth 螺紋，258

Woodruff 鏗，285