

44
282941

940.6
907
2

01553

工 程 圖 學

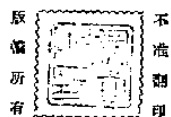
徐 去 非 編



3 0608 9848 7

第一版本
第二次印
1931

中華民國三十五年九月廿六日



著作權發行人 徐 去 非

代 售 處 作 者 書 社
上 海 福 州 路

序

圖樣爲各種工程之母。雄偉的建築，奇巧的機器，電器，迅駛疾馳的船，車，飛機……那一種不由此而產生？圖學又爲工程學底淨梁。無險何種工程學術，總是離不了圖，沒有圖學的知識而欲窺工程學術底堂奧，是不啻緣木而求魚！所以圖學不特爲製圖與用圖者所必須嫻習，便是一般有志於工程學者，亦不可不加研究。

圖樣好似文章，分外術與內術兩方面。論外術，在文有用字，修辭，佈局，在圖則有劃線，構形，描表。論內術，文有立意，取材，圖也有摹擬結構造法，釐定形狀大小。外術便是技巧，內術則關係於實質。圖底實質，乃爲工程計劃所應推究。要求圖底實質精美，不能不借重於構造學，設計學，製作法等的知識。這些學術可不在純粹的圖學範圍之內。諳到技巧，作文有字法，句法，章篇法，作圖也有關於線、形、視圖的各種法則——所不同的，只在作文沒有一定的準繩，作圖却有嚴格的規律——此種法則，必須作有系統的研究，方能於圖學一門收得事半功倍的良好。

編者鑒於圖學的重要，圖學專書的缺乏，而那精密賤博，有條不紊，便於教又利於學的著作，尤爲吾國幼穉的工程界與教育界所急需，特據個人歷來的心得和經驗，參攷着歐美諸國最新的作品，編成此“工程圖學”一書，以貢獻於國人。書分五編：（一）總說（二）製圖的基本訓練（三）各種表現底原理和方法（四）各類實用圖（五）實際作圖法。卷末并附實用的圖和表多種，以便攷查。

本書理論與實用並重，敘述力求平易簡明。凡是圖樣底原理和作法，以及西洋各國晚近通行的制度，莫不詳細說明，廣爲採納。其有立論紛歧，各不相同之處，則擇其優者介紹，間或憑己意另創一說溝通之。書中圖例頗爲豐富，惟多引用機器零件，因其最適於解釋原理。所用名詞，

每有與普通習見的不同。此種特創的名詞，曾經詳密的攻訐；但瑕疵之譏恐終難免，倘蒙斯道專家予以批評指正，編者無任歡迎。

本書從歐美諸國的名著中，多有取材；其取材尤多的，乃下列諸書：
French, Engineering Drawing. 1929 McGraw-Hill, New York.
Townsend & Cleary, Introductory Mechanical Drawing. 1930 John Wiley,
New York.

Svensen, Drafting for Engineers. 1927 D. Van Nostrand, New York.

Jordon & Hoelscher, Engineering Drawing. 1928 John Wiley, New York.

Heilandt u. Maier, Zeichnungs-Normen. 1929 Beuth-Vorlag, Berlin.

Lenckert u. Hiller, Für den Konstruktionstisch. 1927 Julius Springer, Berlin.

編者不能不向各原著人深致敬意。友人施君求麟供給我關於建築圖的材料，胡君泰源給我許多有價值的意見，舍弟翁又替我校閱一過，對於他們底襄助，更不能不於此處道謝。

編書本非易事，要求編的書完美，尤為困難。現在淺學而孤陋的我，試編這種中國向所未聞的書，異徑獨闢，能不更覺其難？那末此書之難期盡善，自在意中。所望國內明達之士不吝指教，使書中缺點得以漸次訂正，那是編者所感戴不盡的了。

一九三一年十月

徐去非

目次

第一編

第一章 總說	1-8
1. 引語 2. 工程圖與普通圖畫底差異 3. 工程圖底分類	
4. 圖與計劃底關係 5. 圖底應用 6. 各種表現的方式 7.	
製圖房裏的各種工作 8. 怎樣學習	

第二編

第二章 器具與用料	9-20
9. 導語 10. 必需的器具和用料 11. 儀器 12. 製圖板 13.	
丁字規 14. 三角板 15. 曲線板 16. 製圖尺 17. 圖釘 18.	
鉛筆 19. 磨鉛器 20. 橡皮 21. 墨水、墨汁 22. 鋼筆杆鋼筆	
頭 23. 圖紙 24. 量角器 25. 搭板 26. 橫杆圓規 27. 橢圓	
規 28. 比例規 29. 輻射線規 30. 活用曲線板 31. 直規的	
設備 32. 製圖機	
第三章 作圖的手法	21-37
33. 導語 34. 處理桌子和圖板 35. 處理丁字規、三角板 36.	
處理圖紙 37. 處理鉛筆 38. 處理儀器 39. 劃直線 40. 作	
平行線與垂直線 41. 線底截定 42. 作比例尺 43. 分線	
44. 畫圓 45. 畫曲線 46. 47. 上墨 48. 擦除線跡 49. 保持圖	
底潔淨 50. 白手畫 戒語一束	

第四章 寫字 38-42

51. 緒論 52. 字體 53. 數字, 西文字 54. 字的大小 55. 筆
56. 寫法

第五章 應用幾何畫 43-61

57. 緒論 58. 線 59. 作一直線底垂直對分線 60. 分一直線
為若干等分 61. 分一角為兩等分 62. 於兩條斜線間作一正
中線 63. 求與定線成 $80^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 30^\circ, 15^\circ$ 等角之線 64. 仿作一
角 65. 作一三角形 66. 仿作一多角形 67. 作一正六角形
68. 於圓內接一正五角形 69. 於圓內接一正七角形 70. 於
正方形內接一正八角形 71. 作一任何邊數的正多角形 72.
於圓內接一任何邊數的正多角形 73. 求一圓弧底中心 74.
作一圓經過三定點 75. 作一與兩線相切的圓弧 76. 作一聯
接兩平行線的雙彎弧線 77. 作一圓弧, 與一直線和一圓相切
78. 作一與兩相切的圓弧 79. 作圓底切線 80. 測一曲線
之長 81. 於曲線上截定一段, 等於一定線之長 82. 測一圓弧
之長 83. 於圓弧上截定一段, 等於一直線之長 84. 圓錐曲線
85. 橢圓 86-89. 作橢圓 90. 拋物線 91-93. 作拋物線 94. 雙
曲線 95. 作雙曲線 96. 作直角雙曲線 97. 渦線 98. 作亞
幾默德渦線 99. 漸伸線 100. 作圓的漸伸線 101. 作正五角
形的漸伸線 102. 擺線 103. 作擺線 104. 作外擺線 105. 作
內擺線 106. 螺線 107. 作螺線 108. 方螺絲 109. 錐狀螺線

第 三 編

第六章 透視圖、直視圖、平行透視圖概說 63-73

110. 總綱 111. 透視圖 112. 視點底位置和距離 113. 直視圖

114. 斜立圖	115. 斜視圖	116. 結語	
第七章 直視圖		74-100	
117. 概說	118. 直視圖底定理	119. 各種圖線底應用	120. 直接法
121. 作直視圖	122. 投形法	123. 直視圖底排列	124. 局部視圖
125. 副視圖	126. 作副視圖	127. 求歪斜線底實長	128. 剖視圖
129. 各種剖視法	130. 斷面線	131. 放大視圖	132. 圖中的虛線
133. 視圖底選取			
第八章 交線, 展開面		101-118	
134. 緒論	135. 求兩個角柱底交線	136. 求兩圓柱底交線	
137. 求圓柱與圓錐底交線	138. 求圓柱與圓環段底交線	139. 求圓錐與圓球片底交線	140. 求圓錐與角柱底交線
141. 求角錐與圓柱底交線	142. 求長方柱與轉成體底交線	143. 求兩圓錐底交線	144. 求圓錐與拋物線轉成體底交線
145. 展開	146. 直伸線	147. 求截頭角柱底展開面	148. 求斜角柱底展開面
149. 求截頭圓柱底展開面	150. 求直角彎管底展開面	151. 求歪斜線底實長	152. 求截頭角錐底展開面
153. 求截頭斜角錐底展開面	154. 求截頭圓錐底展開面	155. 求斜圓錐底展開面	156, 157. 求變形管底展開面
158. 求相貫體底展開面			
第九章 平行透視圖		119-132	
159. 導語	160. 等測斜立圖中的直線	161. 等測斜立圖中的圓和曲線	162. 等測斜立圖中的交線
163. 等測軸底方位	164. 剖視圖	165. 作等測斜立圖	166. 二等測斜立圖
167. 等測斜視圖	168. 作斜視圖	169. 塔並納脫圖	170. 作草圖

第十章 透視圖	133-144
171. 緒論 172. 視點 173. 畫面物體 174. 滅點視平線 175.	
176. 透視圖底畫法 177. 作歪透視圖 178. 作正透視圖 179.	
作非矩形體底透視圖 180. 透視圖中的圓和曲線 181. 作草	
圖	
第十一章 概略圖	145-148
182. 述要 183. 概略圖底應用 184. 平行透視形的概略圖	
第十二章 圖解	149-165
185. 總說 186. 記事圖 187. 統計圖 188. 計算圖 189. 圖計	
算 190. 作方格圖的一般法則——參攷書	
第十三章 陰影	166-174
191. 緒論 192. 陰和影 193. 陰線和影線底求法 194. 直視圖	
中的陰影 195. 透視圖, 平行透視圖中的陰影 196. 對粗邊線	
與明暗線	
第十四章 記尺寸	175-193
197. 引語 198, 199. 尺寸底記法 200. 記尺寸底原理 201. 尺	
寸底配置 202. 一般的規則 203. 尺寸底附註 204. 尺寸的	
註釋 205. 英尺制的尺寸 206. 平行透視圖中的尺寸	
第 四 編	
第十五章 機器圖	195-235
207. 引語 208. 投標圖, 供應圖 209. 工作圖 210. 零件底配置	
和放法 211. 尺寸 212. 寬容差 213. 配合 214. 加工記號, 表	
面記號 215. 表面記號底記法 216. 註釋 217. 零件編號	
218. 零件表 219. 標題欄 220. 修改圖樣 221. 背理的各種表	

現	222. 牽強的表現	223. 簡約的表現	224. 殘缺的表現
	225. 折斷的表現	226. 對角線記號	227. 材料底標記
第十六章 建築圖	.....236-251		
	228. 導語	229. 展覽圖, 比賽圖	230. 工作圖
	231. 地盤圖	232. 俯視圖	233. 立視圖
	234. 剖視圖	235. 明細圖	236. 尺寸
	237. 註釋	238. 標題	239. 概略的表示
	240. 材料底標記		
第十七章 電器圖	.....252-254		
	241. 導語	242. 線路圖	243. 電氣符號

第五編

第十八章 草圖	.....255-259		
	244. 緒論	245. 作模寫草圖	246. 量尺寸
	247. 簡便畫法		
第十九章 準圖	.....260-268		
	248. 引語	249. 圖幅	250. 圖底比例
	251. 圖線	252. 劃線	
	253. 作工作圖	254. 作底圖	255. 上墨底程序
	256. 校閱圖樣		
第二十章 複製圖	.....269-274		
	257. 通概	258. 塗曬法	259. 塗曬紙
	260. 曬製法	261. 曬圖機	262. 奧察立達曬圖法
	263. 照圖機		

附 錄

275-290

各種材料底標記 對照表: 英寸底分數化作小數 英寸化作英尺
 英寸底分數化作公厘 英寸化作公厘 公厘化作英寸 英寸底小數化
 作公厘 公厘底小數化作英寸 英寸化作公分 公分化作英寸 英尺
 化作公尺 公尺化作英尺 計算圖

第一編

第一章 總說

1. 人類並不因為時間的變遷，地位的隔離，而致於一切情、意、事、理，消逝得無可稽考或停滯着不相流通，却能把這些精神作用隨時隨地表白於紙面或其他種種平面，保存之，交互傳示之，文化乃日漸演進。推究這個所以能表白的原由，只因有寫、算、畫三種技術可資利用。用以發表寫的是文字，發表算的是數碼，發表畫的圖線與彩色。所以文字、數碼、圖線、彩色，都可說是人類精神方面創作的和交通的工具。

文字這種工具的確是非常得力，但一遇計算問題，就不中用，必須改用數碼解釋之。至於實物，若用文字、數碼來描寫，也難使其形體、神態，維肖維妙，縱然寫得十分逼真，又怎能使看者一目瞭然，立刻意會呢？要免除這種困難，就不得不用第三者——圖線與彩色——繪成圖畫來顯現之。

圖畫有美術的與實用的分別，正如文章之有文藝文與應用文一樣。實用的圖畫，範圍很廣，那種描寫工業品的圖，為機器、建築、電氣……等工程所利賴的，稱為工程圖⁽¹⁾，或簡稱為圖或圖樣。

(1) 工程圖：Engineering drawing; Technische Zeichnung.

2. 工程圖與普通圖畫底差異 工程圖與普通圖畫，性質大不相同。普通圖畫，不論純屬於美術的或帶有實用性的，總以美為目的，以引起人底快感為主旨。畫者得將要畫的景物，憑他美術上的見解和他所覺到的趣味，隨意去描寫。因此，那畫成的圖只能顯示景物近似的比例。工程圖則以適應實用為準則，對於物體內外各



(南)

部的形狀大小,常須遵守一定的法則,表得透徹而正確。在需要處,物體底尺寸,材料等項,還須用數碼,文字,補述進去。

普通圖畫,除表示物體底形以外,常把物體面上的明暗,陰影,或顏色也連帶地顯示出來。工程圖則側重於表形,明暗,陰影,只是偶然示及,顏色幾乎絕對不顧。

此外,普通圖畫呈現立體的模樣,一般人多少終能了解;工程圖則因常用一種特殊的表法,畫作平面形,常人看去,總是莫明其妙;這也是不同之處。

3. 工程圖底分類 工程圖依其題材而分類,可有多種,如機器圖⁽¹⁾,建築圖⁽²⁾,電器圖⁽³⁾……等是。圖中所示之物,若屬於機器,機器工具,機器零件的一類的,那就是機器圖;屬於房屋,橋樑,碼頭,或其他種建築物的一類的,就是建築圖;屬於電機,電器,電機或電器零件的一類的,就是電器圖。此外,如表示船,車,飛機的圖,則為船圖,車圖,飛機圖;表示地面形勢的圖,則為地形圖。

工程圖依其形式而分類,有準圖⁽⁴⁾和草圖⁽⁵⁾兩種。準圖是種準確的圖,用製圖器製成,可以正式供用;草圖則不藉甚麼器具,隨手畫成,是種潦草的圖。又有所謂複製圖,常從準圖複製出來,與上二種用手畫成的迥異。普通所用的藍色的‘晒圖’,便是複製圖底一種。

以上乃是工程圖底主要的類別。至於依其他的標準而分成的,以及每類中的細別,學者看完本書,自能領略,此處不再枚舉。

(1) 機器圖: Machine drawing; Maschinenzzeichnung. (2) 建築圖: Architectural and structural drawing; *A*Bau- und Architekturzeichnung. (3) 電器圖: Electrical drawing; Elektrische Zeichnung. (4) 準圖: Instrumental drawing. (5) 草圖: Sketch; Skizze.

4. 圖與計劃底關係 吾人要創造任何物品,總須先從計劃入手。所謂計劃,就是於頭腦中去想出物品底構造法的意思。計劃定了,那個想出的法子就可表現於紙上,使成爲圖。這項發軔的圖,稱爲計劃

⁽¹⁾圖,也是工程圖底一種。計劃原是抽象的,表而爲圖,就具體化;所以計劃圖可說是工程計劃底具體的表現。

可是,照上面說來,是要先有計劃才始有圖,實際上計劃却也賴圖啓發之。比如有件構造繁複的物體,計劃起來,不但不能一氣呵成,且因憑空思索底煩雜,常致頭緒紛亂,不易進行。此時,計劃者若先將他所想到的作圖表示之,然後邊想邊畫,一步一步進行去,他底思想就很整飭,計劃就容易發展。而且從這個圖中,他還可以審察有否不合學理和不符合實際之處,而知加以修正。這樣看來,計劃圖又不啻是工程計劃底要具了。

計劃圖因着重於計劃上的技術,而這技術遠非本書所宜論及,故以後從略。

(1) 計劃圖: Design drawing; Entwurfzeichnung.

5. 圖底應用 圖之於工程界,正如文字之於日常生活一樣重要;其應用之廣且繁,也正與文字無異。一件物品,計劃者定了計劃之後,要對製造或營造者說明如何造去,要對裝置者說明如何裝置,要對業主或承購者說明外觀和功用如何,在在須用圖來傳示意思。供給前一項用的圖,常將物體各部底形狀,大小,詳細表出,尺寸用數字記明,其他凡爲工人於造作時應該知道應該遵守的事項,兼用文字補述之。此類圖樣,稱爲工作圖⁽¹⁾,內容完備,表現精確,工人看了,就能照圖工作,毫無疑慮,終至造成所製之物。工作圖是工程圖中最切要的一門。

供給次一項用的圖,單把物體底外形概略地表出,各物對地面與四周所應居的位置以及各物底固定法,相互的接聯法,則常明確顯示。此類圖樣,稱爲裝置圖⁽²⁾。

供給後一項用的圖,以顯示物體底形態,表彰該物底功用或該物底美觀爲主旨;至於內部的構造,僅在必需時簡括地表示一點。此類圖樣,其關於機器,電器等物,由出品家於投標或開價時投呈顧客,以便審核的,

即為投標圖⁽³⁾，於購定後供給顧客查攷，俾得預備裝置或使用的，為響應圖⁽⁴⁾，關於建築物之類，由建築師投呈業主，以與他人底作品相比賽，俾定取捨的，即為比賽圖⁽⁵⁾；接受了業主底委託，畫圖給與業主，以供觀賞的，為展覽圖⁽⁶⁾。

此外，圖亦有專為說明而作的。例如工程員要將某物底構造上的意思傳給同事，就作圖來解釋之；製造家要將他底出品底特長表彰出來，給衆人看，也就用夾着文字的圖來作說明。至如工業上書籍雜誌內所插的圖，也大都專作說明之用。這類圖樣通稱為說明圖⁽⁷⁾，內容隨各圖底用意而不同。

其他較為次要的用途，此處不復遍述。

(1) 工作圖: Working drawing; Werkzeichnung. (2) 裝置圖: Installation drawing; Einrichtungszeichnung. (3) 投標圖: Angebotzeichnung. (4) 供應圖: Lieferzeichnung. (5) 比賽圖: Competition drawing. (6) 展覽圖: Display drawing; Schaubild. (7) 說明圖: Explanatory drawing; Erläuterungszeichnung.

6. 各種表現的方式 工程圖因應用的目標不同，表現的方式就不一致。表現的方式，不外乎下面幾種：

(1) 概略的表現⁽¹⁾ 是孩童式的，極簡陋的表現；單把物體一面底概要狀態簡括地表示出來。其所成圖形，不很像實體，但頗能使人辨知其為何物；看圖1。這種表現，在原始時代文字還沒造出以前，就已有了。它底方法誠然簡陋，可是其他後起的各種表法，都已胚胎於此。依這個表法畫成的圖，稱為概略圖。

(2) 透視的表現⁽²⁾ 是把物體底全部，照人目所確實看見的形像表現出來的。那種形像，有個遠小近大的特徵，就是物體近於人目的部分大，遠離人目的部分小；見圖2。這種表現，古人早已知之，但不識其正確的畫法。迨至15—16世紀，歐洲諸畫家和數學家（如Leonardo da Vinci, Albrecht Dürer, Leon Battista Alberti, Guido Ubaldo等）先後闡明其原理，於是正確的畫法，得以發見。依這個表法畫成的圖，稱為透視圖。

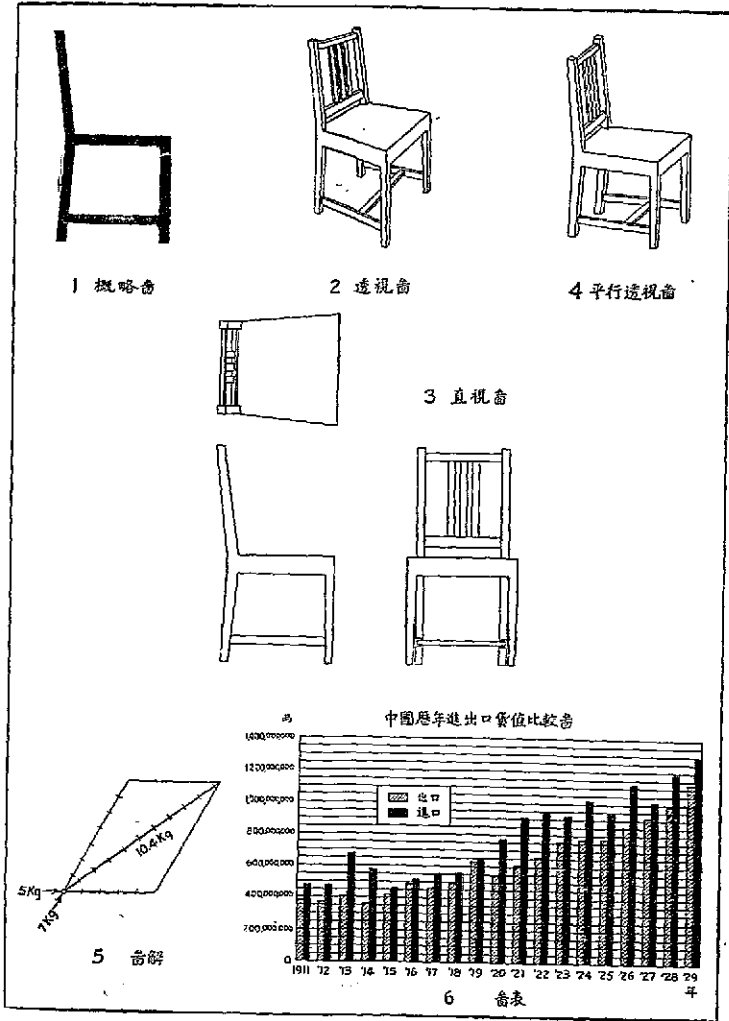


圖 1-5

(3) 直視的表現⁽³⁾是把物體底各主面,各依對直地看去時所見的形像分別表出的;圖 3. 這麼看來的形像,與物體本身底真實形狀相同;但要確定一物底形狀至少須作兩面的表現。這種表現,遠在數千年之前,發現於埃及,直至 18 世紀末期,法國數理學家 Gaspard Monge 創立畫法幾何學⁽⁴⁾的學說,應用‘投形於平面’的方法來解釋其原理,於是這直視的表現才得有科學的根據。依這個表法畫成的圖,稱為直視圖或投影圖⁽⁵⁾

(4) 平行透視的表現⁽⁶⁾也是表示物體底全部的,但不照遠小近大如人目所確見的形像去表,而依‘物體上一切平行的邊也都表得平行’的原則表之;看圖 4. 這種表現,發現也極早;它底學理,係從畫法幾何學說化出來,由歐洲諸數學家(如 K. W. Pohlke, J. Schlesinger, R. Standigl, W. Farish, O. Müllinger, J. Weislach 等)推演發揮以至於大成。依這個表法畫成的圖,稱為平行透視圖。

上面四種表現,都是表示有形的實物,或者表示懸在我們腦海中的具體的意像的;第五種:—

(5) 圖解的表現⁽⁷⁾能表示無形的事情。這個表現,有種種用處,也有種種樣式。藉作圖來求出力底數量的,如圖 5, 是其一例;用‘圖帶’去表數量底大小的,又是一例,圖 6. 圖解的表現,古時也早已有之;到了晚近,學理方面,大有發展,應用的範圍也就日益擴大。屬於這一類的圖,稱為圖解或圖表。

這些表現,各有其特長處;對於實用,都有相當的功效。其中成效最著,應用最廣的,要推直視的表現。不論在甚麼計劃圖、工作圖、裝置圖…它總居於首要的位置。這只因它於物體底形狀大小,能示得十分正確,十分透徹,而為他種表形的表現所不能及的緣故。

(1) 棋枰的表現: Schematische Darstellung. (2) 透視的表現: Perspective representation; Perspektivische Darstellung. (3) 直視的表現: Orthographic representation; Orthographische Darstellung. (4) 畫法幾何學: Descriptive geometry; Darstellende Geometrie. (5) 投影圖: 見節 122. (6) 平行透視的表現: Parallelperspektivische Darstellung. (7) 圖解的表現: Diagrammatic

representation; Graphische Darstellung.

7. 製圖房裏的各種工作 在工程事業底過程中,一切出品常先經製圖房裏的手;在那裏定了計劃,製成圖樣,然後授圖樣於工人,使他們依圖製造。惟有這樣,錯誤可以避免,工作底效能也得增高。所以製圖房實是工程事業中極重要的一部分。製圖房裏的工作,大別之,約有四類:

(1) 計劃的工作 是最難又最重要的一種,由少數計劃員或工程師任之,他們須有充分的工程學和普通科學的知識,而於其所擔任計劃的那類工程,並須有老練的經驗。在計劃時,一面推敲考究,一面畫作草圖或準圖,逐漸進行,以至計劃定當,計劃圖畫成爲止。

(2) 製圖的工作 由製圖員任之。製圖員聽從計劃員或製圖主任底指導,根據計劃圖製出正確、完備、可供製造的工作圖,或爲適應其他的需用,製出其他的種種準圖。製圖員也須有相當的學識和經驗。

(3) 印圖的工作 由印圖員任之。他拿透光的蠟紙或蠟布,映着已成的準圖,畫出圓形,使成底圖。印圖員就是無工程學識者也得充任。

(4) 複製的工作 常另設一小部去辦理,將複製用的感光紙,從底圖上晒出圖來,或從普通準圖上照出像來,成爲複製品。

以上是就普通情形而言。在小範圍的組織中,往往計劃員兼做製圖工作,或者製圖員兼做印圖工作。至於大規模的組織中,工作的劃分,自然比上述的更要碎繁了。

8. 怎樣去學習 我們學習工程圖學,有兩大目的。第一,在能迅捷地、明確地了解他人所作的或書籍中所載的圖,使得啓發我們底工程知識;第二,在能自由地、流暢地表現自己底意思,成爲確當的圖,俾可應用於工程事業。要達到這些目的,對於‘形的構思’和‘形的表現’應當好好地練習一番。

思索對像底形狀而於頭腦中構成一清晰的意像,就叫作形的構思。我們讀圖或觀察實物,領會之後,還須用腦去思索其形,想像其物,使腦府中得有清晰的意像;這樣對像底形狀就容易記牢,不至如單靠眼力鑒識的那樣,看過便將忘却。又,我們要試作一種計劃,也宜先將物品底結構,造法,於頭腦中構思一番,待有了清晰的意像,再動筆表現出來。對於構造繁複的物體,要將意像構得十分完備,誠不可能,但終須盡腦力所能及的求其充滿。形的構思,屢為常人所忽視,其實極為重要,要多多練習才好。

至於形的表現,就是將那映在我們眼裏的物像或者懸於我們腦府中的意像表現出來的意思。這項練習底重要,是不待說的了。在着手練習之先,須將各種表現法底原理研究明白。練習之際,初時宜確照表現底原理,表得正確而周詳;往後,可應用各類實用圖中通行的簡法符號和各種變通的表法,以求其能適合於實際。表現底原理,本書第三編中分章詳論之;各種通行的簡法符號等等,則記述於第四編中。

可是,實際上圖底外觀,畫的手法,也是十分要緊;所以除了形的構思形的表現以外,作圖的技術也不可不加練習。手法求其靈巧敏捷,作出之圖求其精緻整潔。關於作圖的學理和實施,第二,第五兩編中說得頗為詳細。

總之,學製圖與學其他的技藝一樣,手腦兩練,方有長進;更重要的還在於腦,手不過作腦底工具罷了。

第 二 編

第二章 器具與用料

9. 工欲善其事，必先利其器；我們要製精緻的圖，自然要有精巧的製圖器。精巧的製圖器，價格誠然高貴，但用之不但可望成績優美，且能使工作迅速；這比用那廉價的劣貨，畫來不準，而又容易損壞，該是較為合算的了。所以製圖員或其他工程員，總宜盡能力所及購備那最精巧的，至於學生，力求器具底優美，固然不必，但亦不要自尋煩惱，採取那低劣的。可是，製圖器品質底優劣，從牠底形式上每難辨別出來；因此，購買之前，還須學得鑒別優劣的要領，要是方便，再向富有經驗者磋商一下。製圖的用料，品質也須求其稍好。

器具和用料，花色繁多，本章只就日常需用的，和那些雖非必需亦為學者所宜知其大略的，加以簡括的說明，至於優劣的鑒別法，以下也擇要提示之。

10. 必需的器具和用料 器具和用料，普通所需用的有下列幾種——其中有的可由學校或製圖房供給，有的須由製圖者自備。

1. 儀器一盒 製圖員或其他工程員，宜備圖 7 或圖 8 模樣的一種。一般學生，若只為學習而購備，有了似圖 9 的一種，也已夠用。

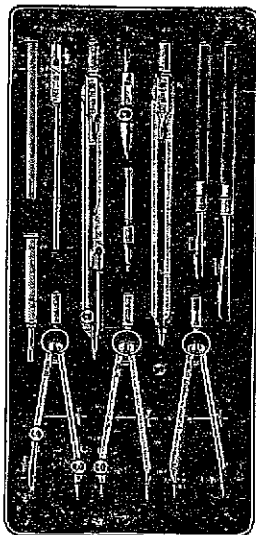


圖 7

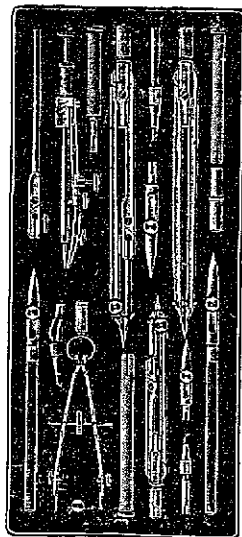


圖 8

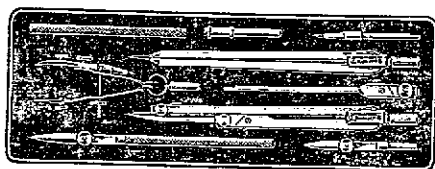


圖 9

圖 7 的儀器,具有:

- 圓規一支;連有可更換的鉛筆、墨筆、和接杆各一件。
- 分規一支。
- 彈簧鉛規、彈簧墨規、彈簧分規各一支。
- 劃線筆大小各一支。
- 小零件和附屬品數色。

圖 8 的儀器,具有:

- 圓規一支。附件同圖 7。
- 分規一支。
- 小圓規一支;連有可更換的鉛筆、墨筆各一件。
- 彈簧分規一支。
- 旋轉圓規一支;附有可調節的墨筆、鉛筆各一件。
- 劃線筆大小各一支。
- 小零件和附屬品數色。

2. 製圓板一塊。大約 65×50 磅。
3. 丁字規一支。長約 75 磅。
4. 45°、60° 三角板各一塊。長約 30 磅。參看節 14。
5. 曲線板數塊。參看節 15。
6. 製圖尺一支。一邊公尺，一邊英尺，長約 30 磅。
7. 圓釘一打。
8. B (或 HB)、H、3H 鉛筆各一支。
9. 磨鉛器一個。
10. 軟、硬橡皮各一塊。
11. 鋼筆杆一支，鋼筆頭若干。參看節 22。
12. 墨汁或圓畫墨水一瓶。
13. 圓紙若干。

此外可參酌情形，加添：

14. 量角器一個。
15. 摺板一塊。
16. 摺尺一支。公尺、英尺並刻的，長 1 呎或長 2~4 呎。
17. 軟毛刷一把；(刷橡皮屑用) 揩布一塊。(揩墨筆用)
18. 草圖簿、拍紙簿各一本。
19. 小刀一把。

11. 儀器 圓規、小圓規、一脚裝針、一脚可配裝鉛筆或墨筆。

品質高的，那裝針的一腳可以換針，更可向裏折曲，如同別腳一樣。針以一端有圓肩，狀如圖 10 的，較為合用，因為配這種針繪畫圓，針頭不至於深入圓板，把那圓心擴大，即畫許多同心的圓，亦不至於不準。圓規須附有接杆，使能畫作較大的圓。舊式的儀器，接杆接於墨筆或鉛筆的一腳；新式的，接於裝針的一腳。墨筆底兩瓣，有整片的，如圖 7 中的劃線筆那樣，也

圖 10

有配着活節，可以撥成 X 形，(參看圖 13) 以便措墨的。圓規、小圓規，頸部與膝關節，須能隨意活動，同時須有充分的磨阻力求保持各部所調整的位置。那個配裝鉛筆或墨筆的套節，須與鉛筆、墨筆配得着實準確；把那螺釘捉緊之後，不可再有絲毫鬆動的感覺。此外，兩腳底構造，

亦不可不求精確；大凡取墨筆配上圓規，先使兩腳並攏，對那兩端檢視一下，復將兩腳撥開若干而使兩端折合攏來，再作一次檢視，倘筆端底中心都能與針端合得齊整，那便是精確的表徵。



圖 11

分規上品的，兩腳並攏，針頭恰能合於一點，兩枚鋼針又可自由更換；有的並於一脚中裝有彈簧及螺釘，成圖 11 狀，調動細微的距離起來，極覺便利。

圓規和分規底頭，有的可以左右擺動，有的對於兩腳，常居正中的方位。後一種，使用起來較為便利，其形式以圖 12 所示的最為普通。

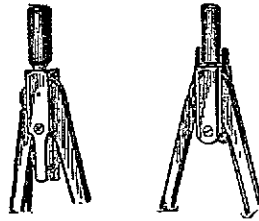


圖 12

劃線筆，最普通的是鋼瓣整片而有彈性的一種；（看圖 7）其次如下述的(a)(b)兩種，近來也日漸通行。(a)鋼瓣裝有活節，可以撥成 X 形，如圖 13；(b)裝有彈簧鉸鏈，一瓣可以立即搖開，圖 14。這兩種筆，鋼瓣一開，措抹極為容易，閉合起來，仍能保持兩瓣原來的間隔，真是便利之至；但因其活動關節難免磨蝕，使用一久將有不準之處，所以有些製圖員寧願用那最簡單的鋼瓣整片的一種。圖 15 示種闊嘴的筆，能含多量墨水，專配劃粗線之用。

劃線筆和圓規底墨筆，也有於螺帽上刻着數碼，狀如圖 16，以便準確地調動兩瓣底間隔的。這一種筆，能使吾人容易作出粗細劃一、闊狹一定的線來。



圖 13



圖 14



圖 15



圖 16

12. 製圖板 製圖板通常用極乾燥的桂木,或他種紋路細密,軟硬適中,而又不易伸縮的木料造成;有硬木兩條,鑲於兩邊如圖 17, 或釘於背面如圖 18, 以防止彎曲。——板大的,多於背面,將硬木釘着或鑲着。

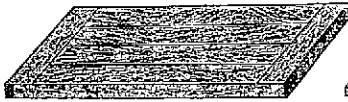


圖 17

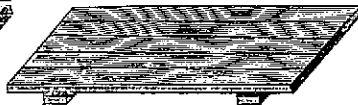


圖 18

13. 丁字規 丁字規多用上等的木材(如榿木,梨木等)製造,由頭和幹兩部釘合而成,式樣有圖 19 的幾種。A,A' 兩種適用於普通工作;C 種

用以製較大的圖，似更相宜。B種多裝一個可轉動的頭，能與規幹成斜角，——這一種頭有時頗為得用。上等的丁字規，常於幹底兩邊或一邊，有烏木或賽路路的條子鑲着；頭底裏邊，也有鑲以烏木的。

丁字規長短不一，宜擇一支比圖板略長的備之。

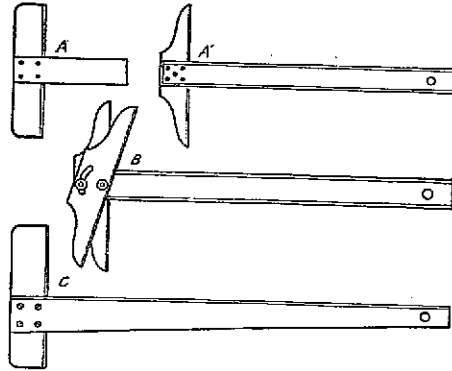


圖 19

14. 三角板 三角板有木製，有赫了司⁽¹⁾製，也有賽路路製。木製的，品質最低，價也最廉。赫了司製的，能不因受潮而致屈曲，又不易遭染塵垢，極稱合用。賽路路製的，顏色透明，最為人所樂用；但質地大有優劣的分別；低劣的製品，或頑硬僵直，或易於屈曲，不甚可取。

三角板普通只用 45° 和 60° 的兩種。大小不一，以邊長 25~30 釐的 (45° 三角板量斜邊， 60° 三角板量直角底長邊) 最合普通製圖之用。

(1) 赫了司: Helios, 一種含有黃銅末的硬橡皮。

15. 曲線板 曲線板亦由木片，赫了司，賽路路等材料製成。板底曲形，變化頗多，大都由橢圓、拋物線、渦線……等曲線底各段混雜地配合而成。普通只備圖

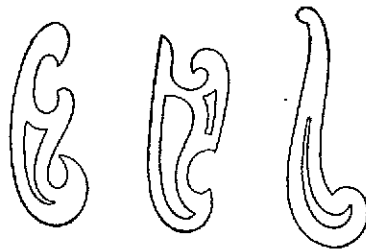


圖 20

20 所示的幾塊(長 20~30 磅)。

16. 製圖尺 通行於國際工程界的尺度,有米突制英尺制兩種。用米突制,誰都認為比用英尺制便利得多。我國政府,早已正式頒定米突制為長度底標準制度。

在圖學上,尺度可分為三類:放大的,實足的,縮小的。放大的尺度,平常極少用着;縮小的,應用最廣。普通所稱‘比例尺’或‘縮尺’,就是刻有種種縮小的尺碼的尺;其形式着實不少。

為一般學者計,單備一支刻着實足尺碼的尺,已足應用;因在我們所用的米突制裏,一般縮小的尺度,易從實足的尺碼上定了出來,(見節 41)不過那一種尺,須兼具英尺的尺碼,因為實際上英尺也時常用着。至其形式,亦復不少;有橫柄可握,如圖 21 模樣的,最為合用。

英尺制的製圖尺,最普通的,成三稜形,如圖 22。其專供機器工程師

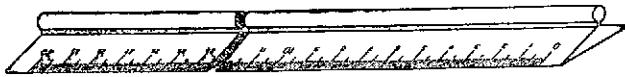


圖 21

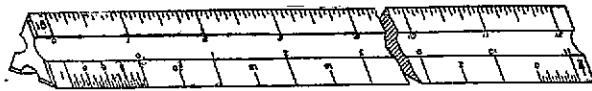


圖 22

或建築師用的,所刻尺碼,除實足的以外,尚有縮小的十種。

製圖尺多以木製;上等的尺,面上塗有白磁似的賽路珞質。尺碼與數字印於此白地之上,看來非常清晰。

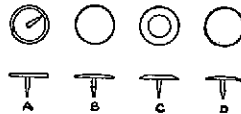


圖 23

17. 圖釘 製圖用的圖釘,普通有圖 23 所示的幾種。A 種由銅片衝成,價最低廉,且頗合用;其餘係用鋼針和黃銅片(或他種合金片)鑲成。那 C,D 兩種,邊很薄,能不妨丁字規,三角板底移動。

18. 鉛筆 鉛筆宜用一種圖畫鉛筆,因其質地較好。圖畫鉛筆,軟硬有 13 ~ 17 級。Venus 牌的,級數分得最多;其標記如下: 6B (最軟而最濃的) 5B.....2B, B, HB, F, H, 2H.....9H (最硬的)。標記相同而牌號不同的各種鉛筆,軟硬未必一律。選用鉛筆,須按圖紙底質料,色澤,並參酌工作底情形決定之。過於硬,手腕易倦,筆跡深而不明;過於軟,尖頭容易用鈍,圖紙又恐沾污:都不相宜。於厚圖紙上作圖,普通以 8H 或 4H 起稱,以 H 或 2H 作正稿,以 F 或 H 寫字;插在圓規內的鉛條,亦取 H 或 F。作草圖,普通用 F 或 HB。

19. 磨鉛器 磨鉛器可以細小的平銼,長 15 釐米左右,或以膠着砂紙的木板,如圖 30 中所示的充之。

20. 橡皮 橡皮,以組織細密,質地勻淨的為上品,軟硬各宜備置一塊;硬的用以措墨線,軟的措鉛筆線以及紙面上的塵垢。

除普通的橡皮以外,尚有砂橡皮,煉橡皮(亦稱樹膠)兩種。砂橡皮本可措除墨跡或較重的鉛筆跡,但因其易損紙面,(或布面)對於一般製圖工作,不甚合用。煉橡皮專供措除紙面的塵污用。

21. 墨水,墨汁 外來的圖畫墨水,色深而易乾,用之覺甚流利,乾後遇水不化,受潮不黏,極合製圖之用。中國墨汁,價比圖畫墨水低廉;其上品的,汁稠,色深,沒有沉澱,不會腐敗,也可用來製圖。

要防止墨水底倒翻,可備一只闊底的,木製或鐵製的座子,將瓶或罐座於其中。

22. 鋼筆杆鋼筆頭 普通使用的鋼筆杆，儘可用來製圖。筆頭，最好採取專配製圖的幾種，——見節 55。

23. 圖紙 圖紙有透光，不透光的分別。在工程界，從前專用厚而不透光的畫圖，薄而透光的印底圖。近則後一種圖紙，常兼充畫圖之用，因為畫上圖後，即可拿去晒製，極覺便利的緣故；前一種圖紙，普通只於重要或繁雜的工作用之。透光的圖紙，通常稱為蠟紙。

以上兩類圖紙，品質各有高低，要以糙滑適中，堅韌而不易損壞的為上品。紙底顏色不一；作建築圖，常用白色紙，作機器圖，有時用各種淺色紙。圖紙成捲的居多，厚圖紙亦有截成小張的；大小各有多種，買時選其依着標準圖幅底大小（見節 249）裁取起來不至費料的為宜。整捲買常比零碎買合算。

普通需用的器具和材料，大致都已臚列於前。現在再舉專供特種用途的和於製圖有特別便利的幾種，略述於下，以供參攷。

24. 量角器 量角器專供量角或作角之用；有鍍路破裂，也有金屬製。普通成半圓形，刻有 180 個分度，如圖 24；成圓形或他種形狀的也有。大的或精良的量角器，多於每度中再刻 $\frac{1}{2}$ 或 $\frac{1}{4}$ 的分度。

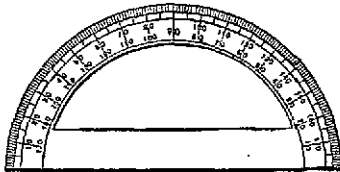


圖 24

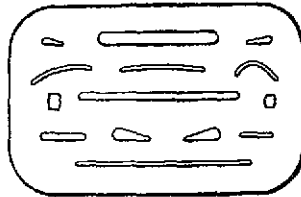


圖 25

25. 揩板 揩板於揩除錯誤的筆跡時用以掩護不欲揩去的部分；

由鋼片、銅片或賽路珞片製出各式孔洞而成，圖 25。

26. 橫杆圓規 用那裝上接杆的圓規去畫較大的圓，倘還嫌小，就須使用橫杆圓規。橫杆圓規有多種式樣，圖 26 提示其一。

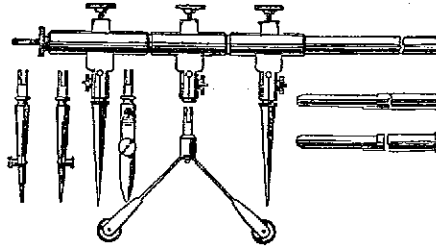


圖 26

27. 橢圓規 橢圓規專供畫橢圓用，圖 27 示其一種。

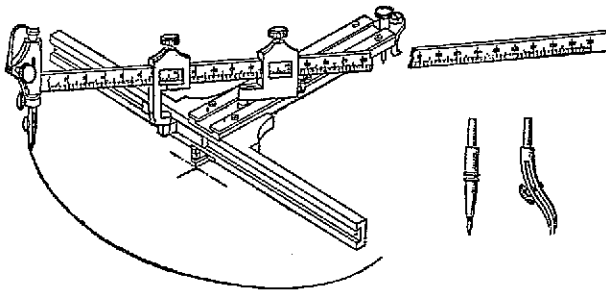


圖 27



圖 28

28. 比例規 要照一圖抄畫一個比例不同的圖，比例規，圖 28，此時極為得用。比例規除刻有各種直線的比例以外，通常兼有圓的比例。

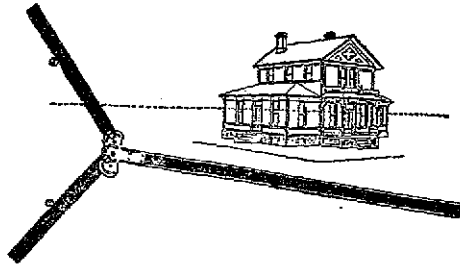


圖 28

當其滑動心軸移至圓的比例項中的 N 刻碼，長脚底兩端開放至與某定圓底半徑⁽¹⁾等長時，短脚兩端間之長便等於該圓圓周底 N 分之一。除上述的兩種比例以外，有些比例規，還刻有面積的和體積的兩種。

(1) 有些比例規，應使長脚底兩端開放至與定圓底直徑等長。



圖 30



圖 31

29. 輻射線規 輻射線規⁽¹⁾，圖 29，用以作透視圖中的退縮線⁽²⁾。當那透視圖的滅點⁽³⁾不在圖板範圍的時候。

(1) 輻射線規：Centrolinea; Fluchtpunktschiene.

(2)、(3) 參看節 III.

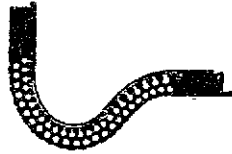


圖 32

30. 活用曲線板 活用曲線板，可以任意屈曲，成為各種曲形，在

普通曲線板不合用時用之。式樣很多，圖 30—32 略舉數種，——圖 30 的一種專用於長大的曲線。

31. 直規的設備

製圖桌或大號圖板，有的裝有直規一支，能平行地上下，可代 T 字規之用；裝法如圖 33（上圖示圖板底正面，下圖示背面）。用這種直規，比用 T 字規輕便得多。對於斜放的圖板，這項設備更為得用。

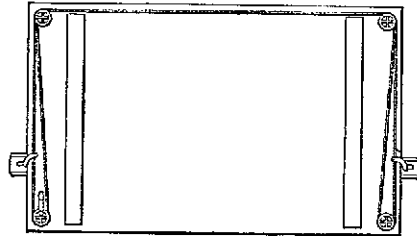
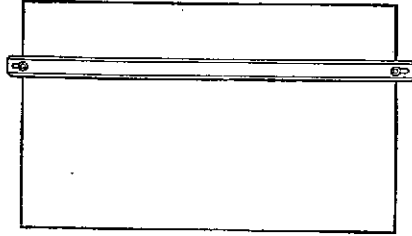


圖 33

32. 製圖機

製圖機兼有 T 字規、三角板、比例尺、量角器等物底功用。據創造者說，一般工程圖，用此機可省 25~75% 的時間。製圖機也有不少式樣，圖 34 示其一種。

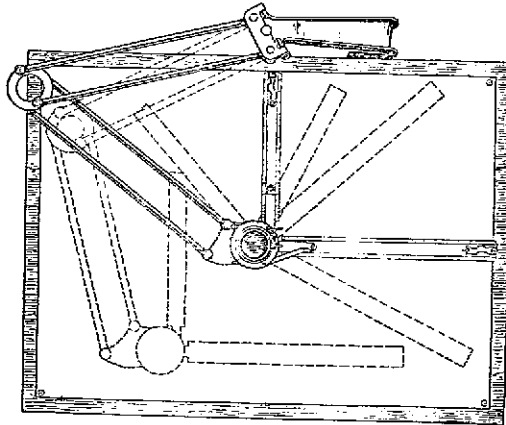


圖 34

第三章 作圖的手法

33. 我們日常所作的,不外草圖與準圖兩種。準圖貴乎尺寸準確,圖線整潔,草圖貴乎筆劃端正,圖形清晰;描畫起來,都要求其快速。快速、準確、整潔……與操作底合法與否大有關係。本章即就作圖的手法論述一下。學者於開始學習之際,就宜依法練習,使得養成正當的習慣;莫因這方法簡易,條理細碎,隨即漠然視之!

34. 處理桌子和圖板 製圖桌宜放在光線能由左方射來的地位。其高低以適於立而工作為準則,——立著工作,常比坐着自由,且合衛生。桌面須稍稍傾斜,斜度約為 $1:6 \sim 1:7$ 。若製圖桌就以普通頂而平正的桌子充用,宜於桌上添置一塊面斜而寬大的木板,來安放圖板,——此木板,可由兩條尖斜形的木條直襯於下,來構成其斜面,要是製造得當,即可兼充大圖板用。否則,不另置此項底板,用長方形或半圓形的

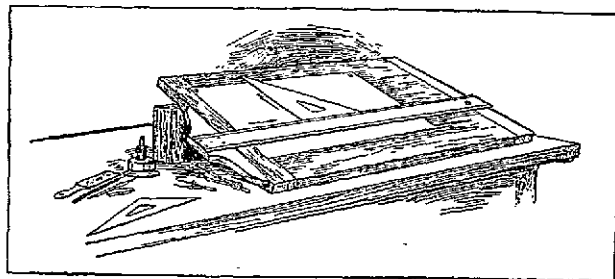


圖 35

木條填於圖板底後方來使牠傾斜,也可;圖 35.

圖板,正面要極平,側邊的一面要光滑又要真直,其餘可以隨便。邊

底真直與否,用準確的直規(或丁字規)邊對邊貼着驗之,就能檢查出來。如非真直,宜請木匠加以修正。

35. 處理丁字規,三角板 丁字規,頭底裏邊須平直,幹底上邊則須真直,且無絲毫缺損。至於幹與頭是否確成直角,似可不必顧慮。三角板,各角須準確,各邊須真直而無缺損。

要檢驗丁字規上邊是否真直,可以這樣去試:隨意定距離稍大的兩

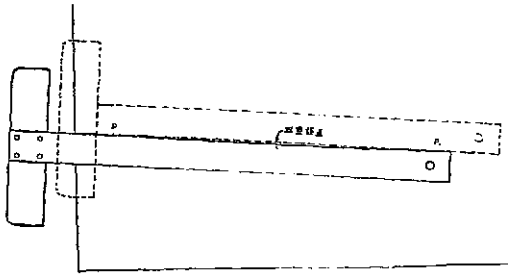


圖 36

點於紙上,用尖薄的鉛筆沿規幹底上邊聯作細線一條,圖36;將規身翻向,仍用原邊過那兩點,另作一線。如兩線不能恰相一致,該邊就非真

直,即宜加以修正。規頭底裏邊,可依準確的直規檢驗之。

三角板底各邊,也可依準確的直規檢驗其真直與否。不直的邊,宜於平攤的細砂紙上細心磨擦而修正之。

至於直角是否準確,可如圖37所示,先於三角板的普通位置劃一垂直線,再將三角板翻向,另劃一線來作校驗。其他如 45° , 30° , 60° 等角,檢驗的方法如下。(1) 45° 角;令三角板底一短邊靠住丁字規底上邊,依三角板底最長邊劃一細線,將牠翻

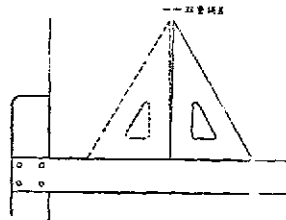


圖 37

向,以另一短邊靠住丁字規,再依最長邊,從第一線底任一端劃一細線,若兩線不相吻合,該兩角即不準確。(2) 30° , 60° 兩角;先依丁字規作一水平

線把丁字規靠着圖板底左邊移下少許，以三角板底最短邊靠住丁字規，而依最長邊作一與前線相交的線；將三角板翻向，仍以最短邊貼住丁字規，依最長邊劃一線，使與前二線相交，並成一寬大的三角形；此三角形底三邊若不能確切相等，該 60° 角必不準確，此時那 30° 之角亦必不準。不準的角，宜依量角器中的分度或依那個用幾何畫法⁽¹⁾求出的角度修正之。

圖板與丁字規底‘使用邊’以及三角板底任一邊，在開始製圖以前本該作個檢驗，以後也宜偶一為之，因為邊底準確，難以永久保持的。

(1) 法見第63。

36. 處理圖紙 圖紙宜釘在便於工作的部位，——離圖板左邊約2~4呎，離下邊，倘然地位寬裕，可7~10呎。圖紙若是很薄，宜襯厚紙一層於其下。釘時，先把丁字規靠着圖板左邊，移至紙底上端相近，再據規幹底上邊將圖紙擺佈正直，乃於左右兩角各釘圖釘一枚。次即靠着丁字規移下，又釘圖釘於其餘兩角。圖釘未下之前，務使圖紙平直；既下須直釘到頭。幅大的圖紙，還須於長邊添釘圖釘兩枚；幅小而平伏的，單釘兩枚於左端已足。紙既釘定，即可照標準尺寸劃出圖幅底截線來。（標準尺寸見表 III，面 281）

37. 處理鉛筆 鉛筆，劃線用的，筆頭宜成扁尖形，如圖 38-A；寫

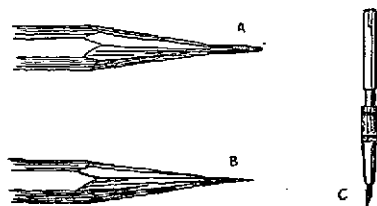


圖 38

字，作草圖用的，成圓尖形，如圖 38-B。插在圓規內的鉛條，宜成斜切形，如圖 38-C，——但成圓尖形或狹的扁尖形亦無不可。

削鉛筆，先用刀削去木殼，露出鉛心約6~8釐，如圖39-A；

然後於磨鉛器上，把鉛心磨成適當的尖形，圖 39-B。

38. 處理儀器 儀器是製圖工作中最重要的工具,必須處理得當,方得盡其能事。

圓規在初次使用之前,應將針頭,鉛筆頭安插妥當。針頭須依墨

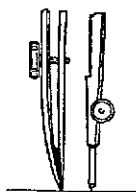


圖 40

筆頭來校整高低,校整之後不可再有更動;鉛筆頭常依針頭校整之。大概針頭宜比墨筆頭高 $\frac{1}{2}$ 釐許,看圖40;鉛筆頭則宜長出針頭1~2釐,——遇着小圓,可將鉛筆腳折成適當的角度,使他短縮若干而畫之。彈簧鉛規,彈簧墨規底針頭,都須比筆頭長出少許。

劃線筆,頭部須尖薄;當兩片閉合時,各片頭底部形狀,長短,又須確能合齊。各種圓規底墨筆亦復如此。可是,價賤的儀器,常不合這些條件;要其適於實用,還須用油砥石(或細砂紙)修正之。

修理筆嘴,第一步:將兩片閉合,使尖頭剛能相觸,乃作鐘擺運動狀磨之,以至兩片底嘴形合式,長短等齊為度,——此時,頭部已成鈍口。第二步:將兩片稍微分開,把各片照圖41的握法,並循筆嘴外面的曲度,稍帶擺

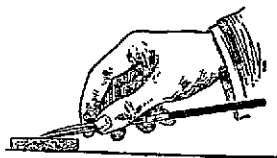


圖 41

動地往復磨之;迨至兩片逐一磨薄,鈍口不復能見,乃於紙上試劃一下;倘覺得紙面被他擦破,尖頭蓋已太利,就宜依第一步的動作,輕磨一二次,以挫其鋒。鋼瓣底裏面,若不起有甚麼屈轉的鋒銳,不可隨意磨弄!

儀器因使用久遠,尖嘴消蝕,不再合用,也得依前法處理之。上項修理工作,可是不很容易,初學者似不宜輕率去試。

39. 劃直線 橫的直線,常依丁字規底上邊去劃。先用左手把規貼着圖板底左邊移去,至規幹適在應止之處為止,然後移左手至規

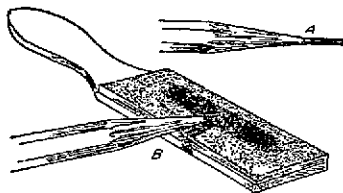


圖 39

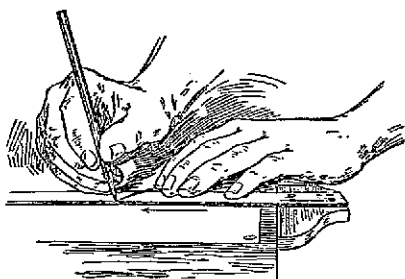


圖 42

縱的直線，依一密接於丁字規上邊的三角板去劃。三角板底直邊常須向左，線則從下向上劃之；圖43。劃縱線，宜用60°三角板，因其直邊獨長。

與橫線（或縱線）成角30°、45°或60°的斜線，也同樣可用三角板和丁字規劃成，圖44，——圖中的箭頭係示運筆的方向。成15°、75°等角的斜線，可拼合兩塊三角板劃成之；圖45。總之，任何斜線，凡與橫線或縱線成個15°底倍數之角的，都可依三角板劃了出來。

劃直線，當使線與三角板（或丁字規）之邊到處平行，粗細重輕，又要到處均勻，學者留意！

(1) 圖板只有左邊可用。

幹上，稍稍用力按住；右手即把鉛筆自左向右劃之；圖42。僅僅握住規頭而劃線，對於短段的，靠近規頭一邊的線，也不怕劃來不準，但於長的線或於靠着規幹右部的線，則大不相宜。劃時，筆杆可向進行的方向稍稍傾倒，但不宜同時偏向他方。

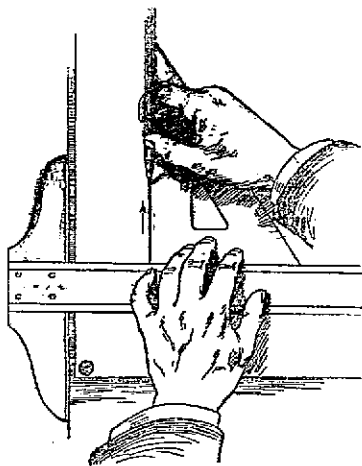


圖 43

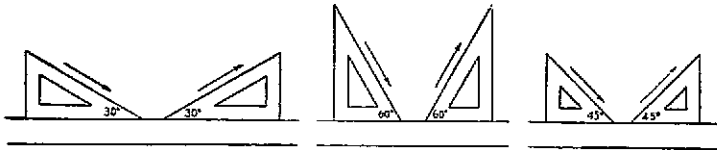


圖 44

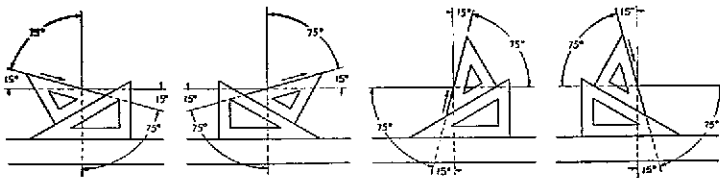


圖 45

40. 作平行線與垂直線 要對任何斜線作平行線,可用圖46所示之法。已有斜線A B,如I;取三角板一塊,使其斜邊與A B相合,如II;將T字規(或另一三角板)湊合於其下,如III;按住T字規,移三角板至平行線所要作之處,如IV,便可劃出A B底平行線。

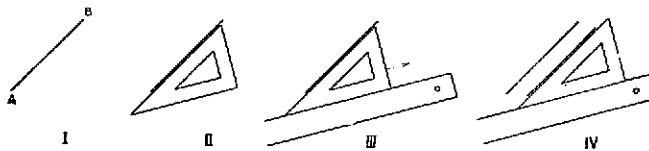


圖 46

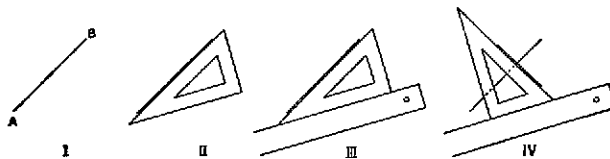


圖 47

對一斜線作垂直線，方法見圖 47。其 I, II, III 三步與作平行線相同。IV 步：按住丁字規，將三角板轉個 90° 的方向，並移斜邊至垂直線所

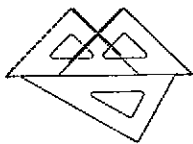


圖 48

要作之處，便可劃成。圖 48 又示一個方法，——一個較簡的方法。令三角板底斜邊抵靠着導板，又使其一邊與定線相合。移置三角板，使其餘一邊適在垂直線所要作之處，乃作之。垂直線勿單憑獨塊三角板去作，因為這樣難有準確之望。

41. 線底截定 於一線上照已定的尺寸截取一段，有三種方法：(1) 用分規於製圖尺上量取該段之長，移至線上而截定之。(2) 將分規沿着平置於紙上的製圖尺之邊，依照尺碼，開放至所要之長，然後拿去截定之。(3) 直接放製圖尺於線旁，對着尺碼用鉛筆劃定之。(3) 法手續較簡，對於一般工作最稱合用。(1) 法有損壞尺上刻碼的弊病，僅在需要十分準確時可以偶然採用。若所要截的有等長的若干段，用那 (2) 法似最適宜。

於一線上截取許多等段，要能十分準確，必須使用彈簧分規；在截取的進行中，不可驟使此規離去紙面。轉動分規，宜順向、倒向、相間地轉去，好像在作兩組相連的諸多半圓。

工程圖，因物體有大有小，有照物體上的實尺寸畫的，也有照實尺寸底幾倍或幾分之一畫的。圖中各線之長與物體上各該邊底實長底相比，即為圖底比例。在米突制，常用的比例，除 1:1 外，是 1:2.5, 1:5, 1:10, 1:20,

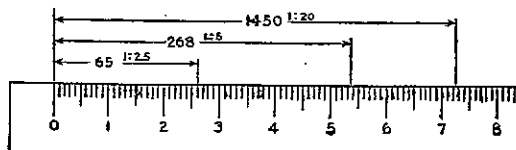


圖 49

1:50……等數，(參看節 2 50) 都很簡便。依這些比例定線底長短，可藉心算計算一下，即

從實足的尺碼上定了出來；見圖 49。這個定法，只要稍加練習，就會不覺其難。為便於心算計，1:2.5、1:5 兩種比例下的尺寸，勿以 2.5、5 去除，宜用 0.4、0.2 去乘。單位下的小數量，定長度時，可憑眼力估定之。若遇特別情形，上項簡易的比例不能適用，必須採取別的比例，可於厚紙上，依下節的方法作一比例尺，以當製圖尺用。

英尺制通行的比例，除 1:1 外，是些 1 與 2、3 兩數底倍數之比；如 1:2、1:3、1:4、1:6、1:8、1:12……等。在那 1:2 的比例，線底長短可依足尺定之，此

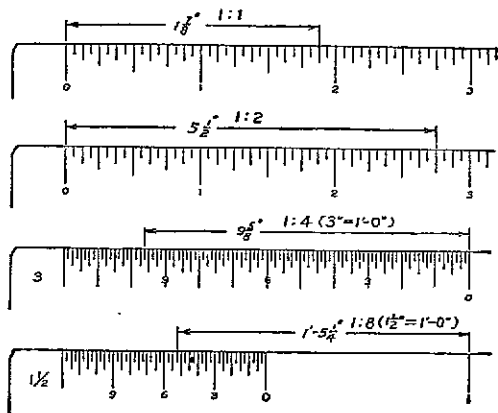


圖 50

外都須應用比例尺 (圖 22)。圖 50 例示 1:1、1:2、1:4、1:8 等比例下尺寸底看法。從足尺上取 1:2 的尺寸時，宜把尺上每 $\frac{1}{2}$ 吋當作 1 吋看。假如要定 5 $\frac{1}{2}$ 吋之長，就從 0 起，數 5 個 $\frac{1}{2}$ 吋和 1 個 $\frac{1}{2}$ 吋底；不必先把尺寸折作一半，然後去看尺碼。那 1:4 的比例，普通稱為“縮尺 3 吋當 1 吋”，或“縮尺 3 吋當 1 吋” (參看表 V，面 262)。原來 1 呎有 12 吋，1 呎底 $\frac{1}{4}$ 便是 3 吋，所以“縮尺 3 吋當 1 吋”與“比例 1:4”辭異而所指的實同。在這項比例尺上，實長 1 吋的一段分為 12 小段，每小段即作 1 吋看，當 1 吋用，又分為 8 等分，一等分就作 $\frac{1}{8}$ 吋。又如 1:8 的比例，普通稱為“縮尺 4 吋當 1 吋”；1:6 的比例，稱為“縮尺 2 吋當 1 吋。”其原理，看法，與上述的相同。

42. 作比例尺 任何比例尺，放大的或是縮小的，都可仿照下述

此法則製了成功。例：要製一個 1:15 的比例尺。這裏，實長 1 呎，應在尺碼上作 15 呎用；尺碼上作 1 呎用的距離，應等於實長 $\frac{1}{15}$ 呎，即 6.67 呎。今於直線上取 6.67 呎之長，如圖 51 中的 0-1，分為 10 等段，(分法見次節) 每段

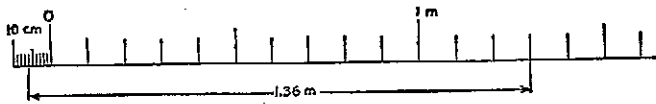


圖 51

就代表 10 呎。0-1 以後的段落，可以照此劃去，至比例尺夠長為止。0 底左方，再照右一段之長截取 0-10 段，分為 10 等分，每等分即代表 1 呎。記以數字，便成比例尺。今如要尋 1.36 呎之長，從 0 起，先向右檢出 1.30 呎，再向左檢出 6 呎，合之即得。

43. 分線 要分線為若干等分，或用分規或憑製圖尺分之。大凡等分簡易的，可用分規；較難的，宜用製圖尺。

圖 52 例示用分規分線為三等段的方法。先將兩腳開放至一近乎線底三分之一的距離，置一腳於線端，別一腳於線中，如 (1)。次將分規旋個半轉，如 (2)。然後換一方向，再轉半轉，如 (3)。若終點不到線底盡頭，分規底兩腳，就須加放一個看似等於剩餘部分底三分之一的距離，然後再從起點試分之。這樣試了幾回，即能分成。在探試時，只能使針頭息於紙面，分定了後，方可刺以明顯的針跡，但也不得過深。這個方法，對於圓弧底等分也能適用。

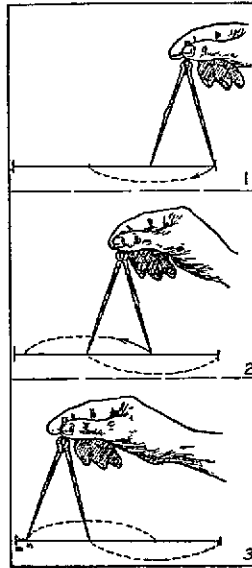


圖 52

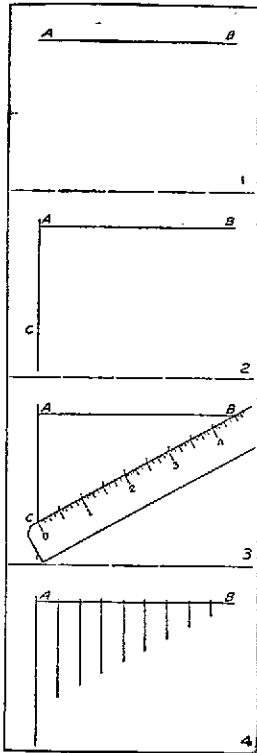


圖 53

憑製圖尺分線的方法示於圖 53。(1) AB 是已定線，要分為 9 等段。(2) 於 AB 底一端作一垂直線如 AC。(3) 將尺放於 B 端和 AC 線上，使尺上隨取的 9 等段，一端合於 B 點，別一端在 AC 線上，乃將各等段記以記認。(4) 通過各記認，作 AB 底垂直線，便分 AB 為 9 等段。分定間隔為若

若干等級，方法與上述的相似。圖 54 這個分法是從幾何的分法脫胎出來的；那幾何的分法是從另述於節 60。

44. 畫圓 圓多半可用普通圓規去畫；稍大的，接上接杆畫之；更大的，普通圓規不能

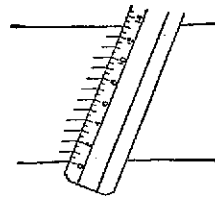


圖 54

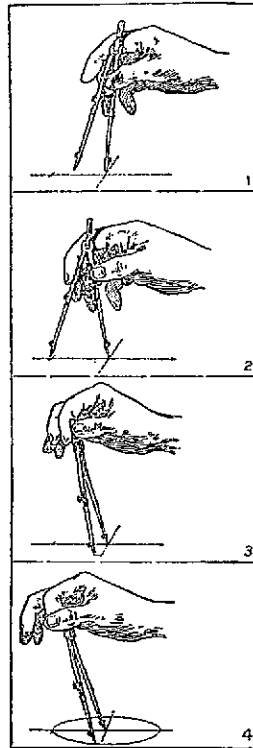


圖 55

勝任,必須改用橫杆圓規。至於較小的圓,彈簧圓規或小圓規就得用了。要定圓規兩脚底開放以備畫圓,可將圓規於製圖尺上或製圖尺旁,直接把半徑量來,也可先依製圖尺於圖上劃定半徑之長,而後將圓規兩脚調置於該處。究竟採用何法,應看工作底情形而定。

圓規,小圓規宜單以右手使用;圖 55. 先以大指和中指把兩脚撥開,將針頭放入圓心,

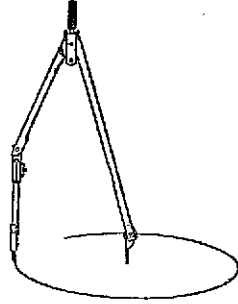


圖 55

如(1)。次以食指和中指調置鉛筆頭至已定的半徑之長,如(2)。次移手指於圓規底柄上,如(3)。用大指和食指扭着柄一轉,——轉時稍向紙面用力——即可畫成一圓,如(4)。畫圓,宜從下方開始,自左

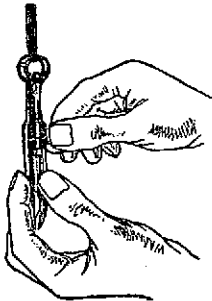


圖 57

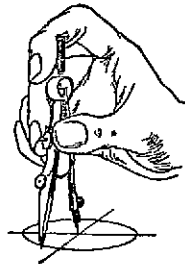


圖 58

向右地進行去;規身宜向旋轉的方向稍稍傾側。畫作直徑較大的圓,宜把圓規底兩脚折屈,使各與圖紙垂直,如圖 56. 圓規接上接杆,便須以兩手一同使用,——一手扶住針脚,一手握着筆杆環行之。

關閉彈簧圓規,宜以左手揪住兩脚,除去彈簧對螺帽的壓力,右手乃旋螺帽而進退之;圖 57. 這樣,不但可節省時間,又得避免螺帽底損壞。至於細小的調動,單用右手為之就行;圖 58.

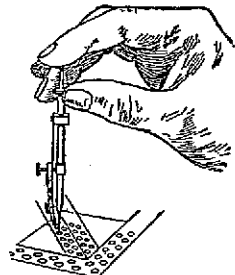


圖 59

許多同徑的小圓，用旋轉圓規去作比用他種圓規便利。旋轉圓規底用法，見圖 59。

45. 畫曲線 圓以外的各種曲線，常依曲線板畫成。通例：先定出充分的，曲線所經過的點；然後一步一步，選取曲線板配置於各部的點上，依板劃線，以至聯成光滑合目的曲線；圖 60。選置曲線板，惟藉眼力和

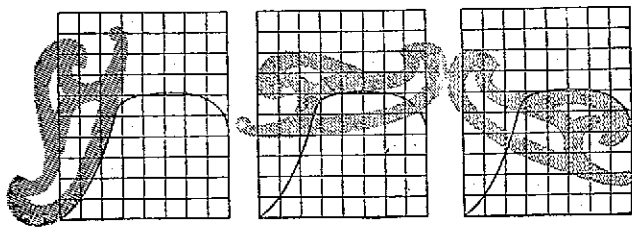


圖 60

探試；曲線板底邊能與點配合愈多，自然愈妙。倘曲線中有若干部分曲度相同，畫時宜將已經配合的那段曲線板，用較軟的鉛筆劃出記認，使得應用於相同的各段。欲使曲線不至脫節或隆起，有兩點應當注意：(1) 每依曲線板劃線，勿將看似相配的那一段全段劃出，宜於其兩端剩留少許。(2) 每新置一曲線板，須與已畫的曲線底末尾有若干吻合。

曲線偶也可用圓規作出許多半徑不同的弧接連成功；圖 61。這麼畫時，須使每相連的兩弧接合於牠們公共的切點，——這切點底位置，即在通過前後兩弧底中心的那條線上。

46. 上墨 墨水不可直接用筆來蘸。‘圖畫墨水’，瓶塞內插有形似鋼筆頭的賽路珞片，即是專供灌墨於筆用的。中國墨汁，可用竹片或厚紙片蘸了一點，

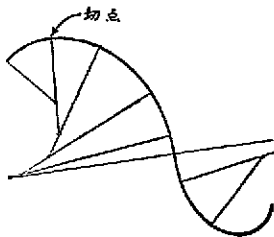


圖 61

再來添入筆內。圖畫墨水極易流動，不宜加深過多，因恐急激下流，使線變粗，甚或猝然滴下，沾污紙面；畫小圓時更宜添得少些，否則接頭處將流散而成粗點。中國墨汁黏性較重，多添些還不妨事。在工作之際，筆外不可着墨；筆內宜不時揩擦干淨，免得墨水漸漸乾結，因而劃出之線粗細不勻。工作完畢，應即將殘墨揩除淨盡。

開閉劃線筆，就以擱筆的右手，用大指和食指掌管之，——劃線筆自須螺帽向外。擱筆的姿勢與擱鉛筆相同；就是筆杆宜向右方稍稍傾側，（參看圖42）對前後方則常正直，如圖62。惟其前後正直，筆底兩瓣方能同時抵着紙面，因而劃出光滑的線；否則，難免有似圖63之第二或第三項的毛病。製作長的直線，應令手臂全部運動，並將小指、無名指抵托劃線板上使手穩定；在進行中，筆杆不宜變動方向；迨至行近線端，末兩指可先停住，筆却仍藉他指底運行繼續劃去，以至線底終點。短的線只須運動手指而劃之。運筆時，用力於紙面不可太重，抵靠於劃線板亦宜輕鬆些；進行的速度必須均勻。

墨線一有不完美的現象，應立即攷查其原因，使得推知矯正之法。圖63示有幾種最普通的毛病，並其原因。

依曲線板上墨，須注意於各段曲線接連的光滑，以及全線曲形底合式。筆須擱得正直，並循板底曲勢隨時轉變方向；這樣，那

劃成的線才能粗細一律，並能到處與板邊平行。劃作曲的墨線，本非易事，務要用心為之！

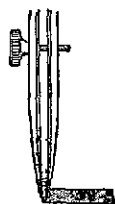


圖 62

筆頭靠劃線板太緊

筆頭斜傾于外

筆頭抵觸板邊，墨水流散

筆外遺染墨點，墨水漬下

筆瓣不曾使與板邊平行

劃線板滑至濕線上

圖 63

用圓規畫較大的圓，宜將兩腳折得與圖紙垂直；轉動時，又使親身向進行的方向稍稍傾側。圓須一筆畫成，不可中斷；又須只畫一周，不宜越過起點重疊畫之。畫作許多同心的圓，應從那最小的着手。

(1) 指丁字規、三角板、曲線板等。

47. 上墨(續) 上墨應以圓弧居先，曲線次之，直線又次之；因為以直線去與弧線相接，(或相切)比之以弧線去與直線相接(或相切)容易得多。遇有相接或相切的大小兩弧，大的一個常宜先畫。

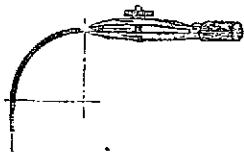


圖 64

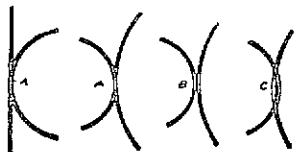


圖 65

互相接連的弧線和直線，應使弧線剛劃到切點為止，直線則從切點起接去，圖 64。劃這相接的直線，必先使劃線筆與圓弧底終點確相並齊，才得下筆。相切的兩線應劃得的確相切，如圖 65-A，——兩線在切點處剛巧合成單條線之闊。僅僅相觸，或作交叉狀，如 B 或 C，是錯誤的。

48. 揩除線跡 用橡皮揩除錯誤或無用的線時，當以左手於近旁擋住；揩畢後，即把橡皮屑刷去。揩除墨筆線，最好用揩板掩蓋鄰近的部分，使不至連帶揩及；若揩板未備，可以堅韌的紙片割出孔洞來代替之。

揩擦一事，製圖員誠難避免，但總宜盡可能的時時防止；在學習方面，多非必需，學者切莫養成慣用橡皮底惡習！

49. 要保持圖底潔淨，下列各項須注意。

- (1) 着手製圖以前，先將桌上、板上的灰塵拂去，丁字規、三角板揩個干淨，手也洗了清爽。
- (2) 製圖時兩手不可接觸紙面，紙上不可放置儀器；眼前不用的部分宜

用別紙蓋沒之。

- (3) 製圖完畢後若紙上覺有塵垢黏着,就用煉橡皮或軟橡皮將紙面輕擦一過,使之潔淨。

50. 白手畫 白手畫圖,鉛筆

可照常畫來;圖 66. 劃橫線,自左而右;劃縱線,自上而下;斜的線則順自然的方向劃之。劃斜線時,眼睛勿顧鉛筆,宜顧鉛筆所要到的那點,——斜線底

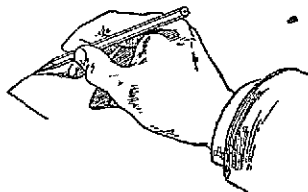


圖 66

終點。一切直線,不論長短如何,劃時宜使手臂隨鉛筆全部移動,不可讓腕或肘固定於一點;小指可輕抵於紙面,使手有依託而得平穩。長的縱

線或橫線,不妨令小指循草圖簿或圓板之邊移行,引導着鉛筆劃之。

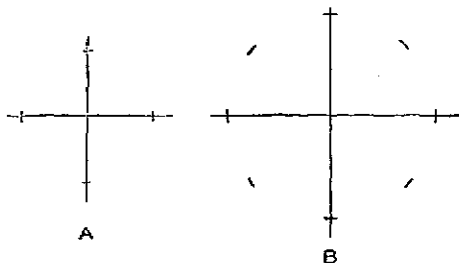


圖 67

畫圓,必須先劃縱橫兩中心線。初學者,在着手畫圓之先,又宜於兩中心線上,照圓底大小估定與中心等距的四點,記以記認,如圖 67-A。——在橫的中心線上估等大的距離,原是平易的事;於縱的中心線上估距離,却常為錯覺所欺障;凡是等長的,互成正交,互相等

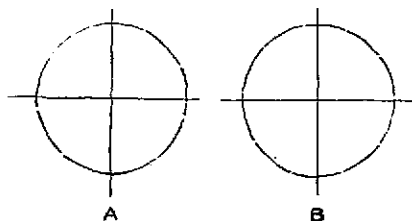


圖 68

分的縱橫兩線,在眼睛看來,總覺得縱線比橫線長,縱線底上半段又比下半段長點;明白此理,當可隨時知所糾正。圓大的,兩中心線之間,還宜添加幾個對中心等距的記認,如圖 67-B。有了這些記認作依準,就不難畫出近似的圓。圓在初學者,可先一段一段輕微地畫去,如圖 68-A,看那

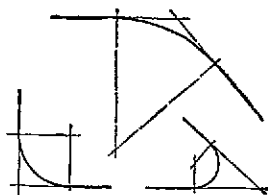


圖 69

圓形是否合目;隨後再畫一重粗線完整之,(粗線也可由幾筆湊成,如圖 68-B。)——曲線底畫法也如此。

畫圓弧,要先引幾條助線,(切線和垂線)方有把握;圖 69。

在練習時,不宜把圖紙隨便轉變方位。

戒語一束

- 勿以尺當劃線板用。
- 勿以丁字規當錘子用。
- 勿依丁字規底下邊劃線。
- 勿將丁字規靠着圖板底上邊、下邊或右邊而使用。
- 勿沿丁字規底上邊用刀截紙。
- 勿加油於儀器底關節。
- 勿以分規當鉗子或鑽子用。
- 勿以厚口的鉛筆作圖稿。
- 勿在圖板上磨弄鉛筆或添加墨水。
- 勿使墨筆兩邊底尖頭碰得過緊。
- 勿將墨線用吸墨紙來滲。(畫錯的,例外)
- 勿使墨筆於劃成一線後向後退行。
- 勿用膠黏的墨汁或墨水。
- 勿忘把墨水瓶上塞。
- 勿於揩除塵垢時把圖中墨線也揩擦在內。
- 勿將圖摺着藏之。
- 勿用價值過低的物料。

第四章 寫字

51. 工程圖除表形的圖線以外,常有文字、數字附載着。字之於圖,誠然不是主體,但與圖底外觀,實有極大關係。一張製工平凡的圖,一有工整的字爲之點綴,就要生色不少;反之,圖形精緻而字體醜陋,圖底美質便將消失。至若筆劃錯亂,字跡含混,那又不但損及圖底外觀,且使看者多費精神,甚或惹起工程上的錯誤來了。

圖線可憑器具來畫,容易畫得工整;至於字,必須白手寫之,要求工整,自然較爲困難。故在學習作圖之初,學者宜兼習寫字。

52. 字體 字
在這裏,着重在實用,不必依美術上的見解,來定旨趣。字跡以清楚爲重,字形以端正爲貴;寫之又求快速。中國

字體,種類繁多,能合這些條件的,可就極少。古體如篆書、隸書,不但摹寫

字因限于地位有寫成

長形或寫成扁形的

前列是長體字

此處是扁體字

圖 71

工程圖底主要任務在
顯示物體正確的形狀
指明物體各部底大小

圖 70

不易,一般人且多不識;草體如行書、草書,筆劃潦草,很易誤解,都不適用。近來流行的方頭字,如破壞圓頭字,如建設筆劃粗而且勻,間架又很嚴整,看來十分鮮明,可是很難摹寫,對於大部分工程圖,也不能算爲合用。堪稱合用的,惟有普通所寫的楷書,但筆劃須求肥壯,粗細又要均勻,字樣見圖 70;因

爲這樣陋圖時紙不甚合法那晒出的圖，也能字字明顯筆筆清楚，若用照圖機縮印起來，字跡也不至於模糊。



圖 72

有可略寫的字，在通行的範圍內的都宜略寫之；如‘鐵’（即鐵）‘机’（即機）‘桥’（即橋）‘号’（即號）‘品’（即圖）等均是。

53. 數字、西文字 數

字、西文字也以取字體簡潔，摹寫容易的爲宜。圖 72 所示，是哥忒克體⁽¹⁾，對於普通工程圖最稱適用。這一種字宜依圖中所示的筆法和順序分幾筆寫之。此外在西洋通行的尚有

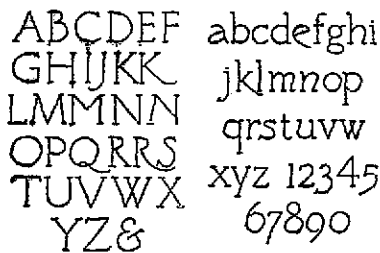


圖 73

如圖 73 的古羅馬體⁽²⁾，筆劃細弱，字形娟秀，多用於建築圖；又有如圖 74、75

就大體而言，字該寫成方形；但有時因限於地位，不能照常寫去，也得斟酌情勢，寫成長形或扁形，如圖 71。

筆劃愈簡單，字跡愈清楚，那是一定之理；故凡



圖 74



圖 75

的卜勞克體⁽¹⁾，常用儀器製成，或依模板劃成，寬大的字多用之。

數字、西文字、西人日常寫的斜體居多，故在圖中也多寫成斜形；似圖 75，其斜度很不一定，有的主張對橫線成角 75°，也有主張成角 60°、68°、或 72°。中國人既然慣寫直字，在圖中似也宜於直寫；其實在那以橫線縱線為主要成分的，一般的工程圖中，直體比斜體相配，正要整齊些，好看些呢！

(1) 哥式克：Gothic.

(2) 古羅馬：Old Roman.

(3) 卜勞克：Block.

54. 字的大小

一圖中字的大小，常隨其屬性，及其意義底重輕而定。大凡關於全圖內容而又是主要的字，如標題欄中的標題，須寫得特別粗大；標題欄中次要的與那些列在零件表⁽¹⁾中

的字,可以寫得小些;屬於各局部的字,如尺寸,註釋之類,就宜寫得更小。(通常高約2~5釐)字的大小,就全體說,須與圖幅的大小,圖線的粗細相稱,又須參照內容的稀密而酌定之。

(1)標頭圖見第219

(2)零件表見第218

55. 筆 工程圖普

通用鋼筆寫字,用毛筆往往不能稱意。製圖用的鋼筆頭花色很多,圖76略舉幾色;A、B二類,是些尖頭的;C類,頭成蛋形或球面形;D類,頭圓而平。前一類專配寫細小的字,次兩類寫普通字,倘這幾種不能辦得,普通用的筆頭(包括尖頭的及蛋形頭的)可以權作替代。較大的字,宜用末一類筆頭寫之,但若改用毛筆,亦無不可。

新的鋼筆頭,先宜蘸

些墨水,抹擦一過,以去其油衣,然後拿來使用。筆頭在使用之際須不時

措抹一下,用好後更須擦個干淨。

用鋼筆寫字,往往因蘸墨稍多,筆跡不能光滑。要避免這種毛病,可於鋼筆

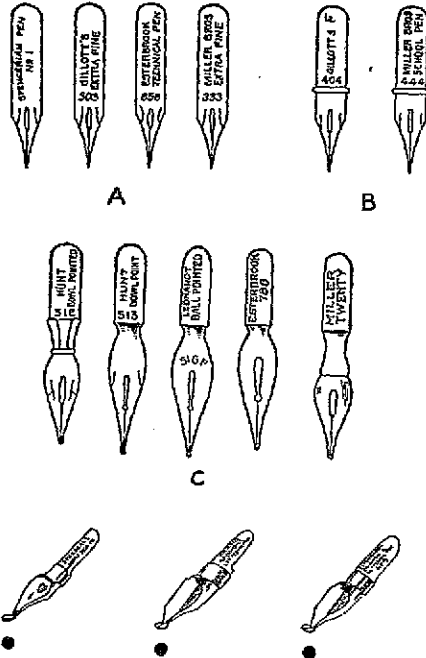


圖 76



圖 77

內插入曲形的銅片一條，墨水則加於其內，如圖 77。銅片插時，須使頭部僅僅抵觸鋼筆頭，不可緊緊壓住牠。此項裝置，不但可節制墨水底下流，且能使鋼筆頭多容若干墨水而不至於滴下。

56. 寫法 握鋼筆宜如圖 78。運筆須平穩。加力於紙面應輕微些，勿使筆頭底兩片分離開來；又求均勻，勿使筆劃有顯著的、粗細的差別。每遇成排的字，須先按字底適當的大小，劃兩條鉛筆線來限制其

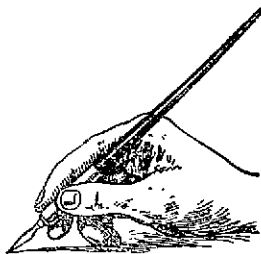


圖 78

高低，圖 79。那些要寫的字，又用鉛筆劃取地位，並且打個底子，看看是

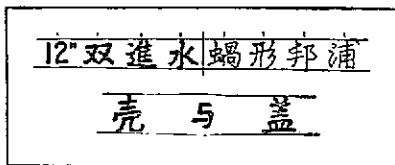


圖 79

否排列得當；隨後再用墨筆正式填寫之。字須從左向右地寫去。兩字間的空位須到處均勻；行數多時，各行底間隔亦應相等。

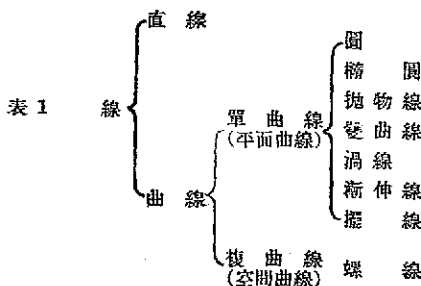
第五章 實用幾何畫

57. 幾何畫⁽¹⁾是製圖底基本學術。誰要學習製圖，誰就須先從學習幾何畫入手。本章即就種種幾何畫題底解法，擇其為一般製圖員所應熟知的，加以說明。

普通所說的幾何畫，純屬於學理的；其所憑藉的器具，只是圓規和直規兩色。現在我們既有許多器具可以利用，自宜盡量採用簡法，使得節省手續和時間。例如要於圓內接一正六角形，可就用 60° 三角板依着丁字規直接接去，不必如普通書中所示，先分圓為六等分而後接成之。下面各種解法，以實用為主，學理上的却也兼有說明，使學者能知其根源。

⁽¹⁾此處專指平面幾何畫。

58. 線 圖形無一不由線構成。線有直的，有曲的；直的只有所謂‘直線’的一種，曲的則有多種；表 I 示其梗概。在習慣上，‘線’這一字往往



專指直線而言，‘曲線’專指圓以外的一切有規則的曲線而言。

線照幾何學說來，沒有闊狹或粗細可辨，而且終是連連不斷；但實用上，爲使人容易看出，不能不劃得粗些，又因其用途有別，必須區分爲幾種形式。圖 80：A 稱爲實線；B，虛線；C，點劃線。線的粗細，實用上也不一律；參看節 251。

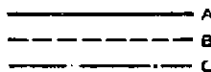


圖 80

59. 作一直線底垂直二等分線 圖 81；定直線 AB。以 A 與 B 爲中心，同以一個大於 AB 之半的距離爲半徑，畫兩條圓弧，得 C, D 兩交點；那條通過 C, D 而作的線，便把 AB 等分爲二，同時又與 AB 成垂直。

60. 分一直線爲若干等分 圖 82；分定直線 AB 爲 5 等分。

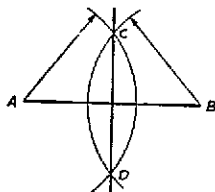


圖 81

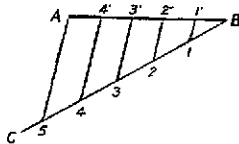


圖 82

從 AB 線底任一端如 B，隨意劃條直線如 BC。從 B 點起，於 BC 線上任意截定 5 等段；聯接 A 與截點 5。從 4, 3, 2, 1 等截點，作與 A5 平行的線（作法見節 40）截 AB 於 4', 3', 2', 1' 等點。AB 就此等分爲 5。

用分規或用尺的分法見節 43。

61. 分一角爲兩等分 圖 83；定角 AOB。以 O 爲中心，以任何距離爲半徑，畫個圓弧，截 OA, OB 於 1, 2 兩點。再以 1 與 2 爲中心，以一大於 12 之半的距離爲半徑，畫圓弧兩條，得交點 C。作 OC 線，便把定角等分爲二。

62. 於兩條斜線間作一正中線 此正中線，本可將兩定線

延長,使互相交觸,夾成一角,然後依前節的方法作該角底對分線而得之;但實際上常因地位的關係,須另設兩線去求。圖84;定斜線 A、B、C、D。設作相交的 a、b、c、d 兩線,使各與定線平行,並與各定線成等距離。將 a、b、c、d 所夾之角等分為二,即得正中線。

63. 求與定線成 60° 、 90° 、 120° 、 30° 、 15° 等角之線 圖85;定線 O A。以 O 為中心,隨意取一半徑如 O B,作弧一條。以 B 為中心,再以 O B

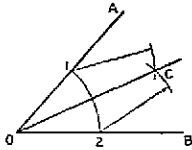


圖 83

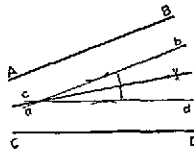


圖 84

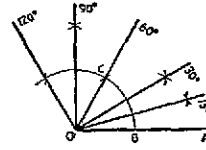


圖 85

為半徑作一弧,截前弧於點 C。這樣 O C 線即與 O A 線成角 60° 。其餘諸線底求法,即可從此推知之。

64. 仿作一角 圖86;照定角 A O B,依定線 O' A' 另作一角。以 O 與 O' 為中心,任意定個半徑,畫圓弧兩條,截定 I' 點於定線上, I, C 兩點於定角底兩邊上。以 I' 為中心,取 I C 作半徑,畫個圓弧,與前弧相交於點 C'。經過 C' 作線 O' B', 即成所求之角。

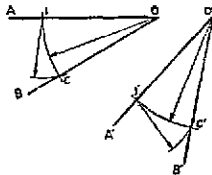


圖 86

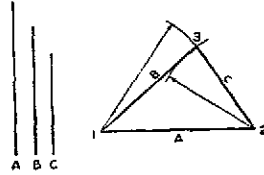


圖 87

65. 作一三角形 圖87;定邊 A、B、C。先劃邊 A 於三角形所要作之處。次以其 1、2 兩端為中心,以 B 與 C 為半徑,畫兩個圓弧,相交

於點 3。聯接 3 與 1、3 與 2，便得所求的三角形。

66. 仿作一多角形 定多角形 $ABCDEF$ ，圖 88, 89；要照樣另作一個於新的底邊 $A'B'$ 之上。法 1；圖 88。以 A', B' 為中心，以 AC, BC 為半徑，畫作相交的兩弧，得點 C' ，又以 AD, BD 為半徑，仍取 A', B' 作中心，畫弧兩條，得點 D' 。照樣求出 E' 與 F' 。聯接諸點，即得所求的多角形。

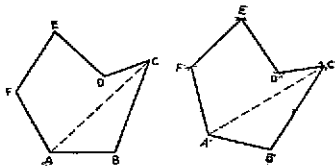


圖 88

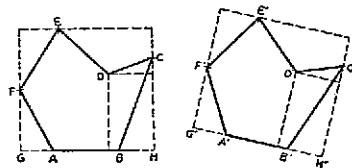


圖 89

法 2；圖 89。作一包圍多角形的長方形，如左圖中虛線所示；再於新的底邊上，依據 AG, BH 的距離，作一相等的長方形。直接定出 C', E', F' 等點，又依直角坐標線定出點 D' ；便可聯成一多角形。

67. 作一正六角形 (I) 已知兩對角底距離 AB ，圖 90, 91。

法 1；圖 90。用 60° 三角板，沿着丁字規，照圖中 1, 2, 3…… 所示的次序畫之，便成。

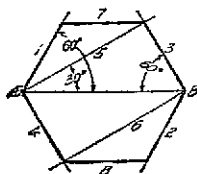


圖 90

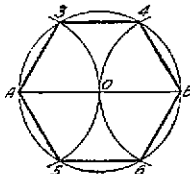


圖 91

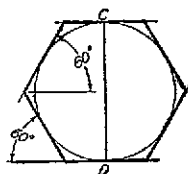


圖 92

法 2；圖 91。作一以 AB 為直徑的圓。取其半徑，依 A 與 B 畫兩條圓弧，使與圓相交，得點 4 個。聯接諸點，便成正六角形。

(II) 已知兩對邊底距離 CD ；圖 92。作一以 CD 為直徑的圓，用 60°

三角板劃作該圓底諸切線即得。

68. 於圓內接一正五角形 圖 93. 劃直徑 AB 以及相與垂直的半徑 OC . 等分 OB 為二, 得點 D . 以 D 為中心, DC 為半徑, 畫一圓弧, 截 AB 於點 E . 又以 C 為中心, CE 為半徑, 畫一弧, 截圓周於 F . 依這半徑之長, 於圓周上截定其他各點. 聯接起來, 便成正五角形。

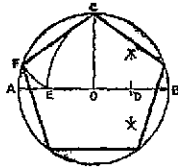


圖 93

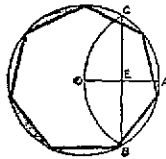


圖 94

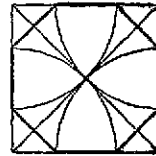


圖 95

69. 於圓內接一正七角形 圖 94. 劃半徑 OA . 以 A 為中心, OA 為半徑畫一弧, 截圓周於 B, C . 作線 BC , 與 OA 相交於點 E . 取 OE 之長, 於圓周上截定 7 等段, 即可聯成正七角形。

70. 於正方形內接一正八角形 圖 95. 畫正方形底對角線兩條. 以角點為中心, 以對角線底一半為半徑, 畫幾條圓弧, 使與正方形之邊相交. 聯接那些交點, 便得正八角形。

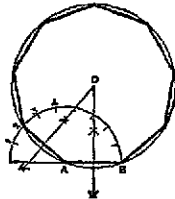


圖 96

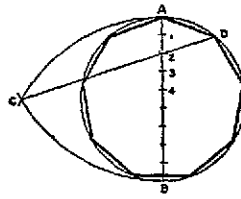


圖 97

71. 作一任何邊數的正多角形 圖 96; 定邊 AB , 設要依此

作正九角形。以A爲中心，AB爲半徑，畫個半圓。等分半圓，使其段數與多角形底邊數相合。從A作線至第二分點⁽¹⁾。此A2線即爲多角形底一邊。作AB、A2底垂直二等分線，得交點O。以O爲中心，經過A點畫一圓。取AB之長，截分圓周而聯接之，即成正九角形。

⁽¹⁾ 不管多角形底邊數若干，常須引線至此第二分點。

72. 於圓內接一任何邊數的正多角形 圖 97; 接一正九角形。作直徑AB。將AB分爲9等段。以AB爲半徑，A與B爲中心，各畫一弧，得交點C。從C起，通過第二分點⁽¹⁾，引一線至圓周，得點D。那AD線即是正九角形底第一邊，其餘即可準此劃定之。

⁽¹⁾ 不管多角形底邊數若干，常須引線過此第二分點。

73. 求一圓弧底中

心 圖 98; 於圓弧上隨意取A、B、C三點，聯爲AB、BC兩線；各作其垂直二等分線。牠們底交點O，便是所求的中心。

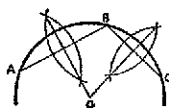


圖 98

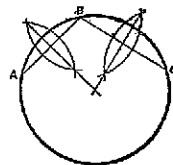
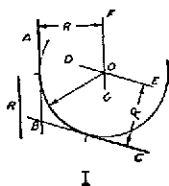


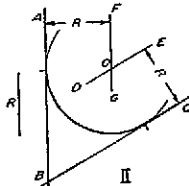
圖 99

74. 作一圓經過三

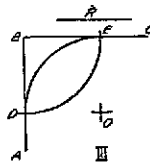
定點 圖 99; 定點A、B、C。本題底解法，可從上節推知之。



I



II



III

圖 100

75. 作一與兩線相切的圓弧 (I) 圖 100-I, II; 已知線A、B,

BC, 圓弧底半徑 R . 作 FG, DE 兩線, 各與 AB, BC 平行, 且相隔於 R . 該兩線底交點 O , 即可用作圓弧底中心.

(II) 圖 100-III; AB, BC 成直角. 以 B 為中心, R 為半徑, 畫一弧, 截 AB, BC 於 D, E 兩點. 再以 R 為半徑, 依 D, E 兩點畫弧兩條; 其交點即為圓弧底中心.

76. 作一聯接兩平行線的雙彎弧線 圖 101; 已有平行線 AB, CD , 設 BC 線上的 E 點為弧線所須經過的點. 作 AB, CD 底垂直線於 B, C 兩點; 又作 BE, EC 底垂直二等分線. 那垂直線與垂直二等分線底交點 O, O' , 便是圓弧 BE, EC 底中心. 聯接那兩中心的線, 必定經過 E 點; 否則中心底位置必不準確.

77. 作一圓弧, 與一直線和一圓相切. 圖 102. 已知直線 AB ; 圓底中心 O , 半徑 R_1 ; 圓弧底半徑 R . 作 CD 線與 AB 平行, 並相隔於 R . 以 O 為中心, $R + R_1$ 為半徑, 畫一圓弧, 截 OD 於點 X . 用 X 作中心, 便可畫成所要之弧.

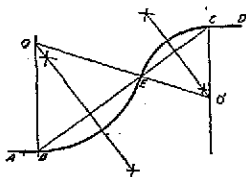


圖 101

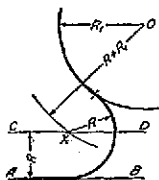


圖 102

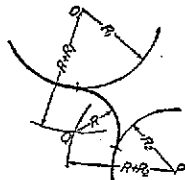


圖 103

78. 作一與兩圓相切的圓弧 圖 103. 已知: 兩圓底中心 O, P ; 半徑 R_1, R_2 ; 圓弧底半徑 R . 以 O 為中心, $R + R_1$ 為半徑, 畫一弧. 再以 P 為中心, $R + R_2$ 為半徑, 畫一弧. 那兩弧底交點 Q 即為所求弧底中心.

79. 作圓底切線. 圖 104; 已知圓底中心 O , 切點 P . 放三角板

底斜邊於O、P兩點上,如圖中虛線所示。把丁字規或別一三角板湊在下面,用手按住。將三角板轉個直角的方向,並移斜邊至P點上,便可劃出切線一條。

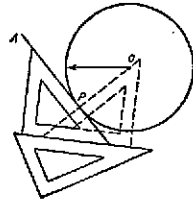


圖 104

80. 測一曲線之長 圖 105. 從曲線AB底一端A,劃一看似相切的直線AD.

開放分規底兩腳於一小距離,從B端起沿曲線截去;迨至靠近A點,即將分規折轉,沿AD線截之,至段數與曲線上的相等為止。此時曲線之長,即可於直線上量得。但此係約長,比曲線底實長稍短。

81. 於曲線上截定一段,等於一定線(直線或曲線)之長 方法可從上節推知之。

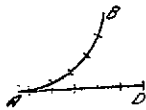


圖 105

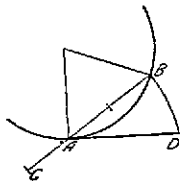


圖 106

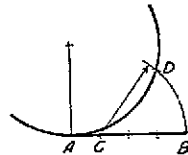


圖 107

82. 測一圓弧之長 圖 106. 從圓弧AB底一端A,作切線AD. 聯接B、A而引長之。截取AC,使等於BA弦底一半。以C為中心,CB為半徑畫一弧,截切線於點D。此時AD之長,便與AB弧大略相等。大凡中心角不大的圓弧,用這方法測長短,極為準確⁽¹⁾;中心角大的,宜取其若干分之一測之。

(1) 本法,既差隨中心角底四次方而變。中心角 30° 時,直線比圓弧底實長僅短 $\frac{1}{4000}$, 60° 時,則短 $\frac{1}{100}$ 。

83. 於圓弧上截定一段，等於一直線之長。圖 107. 於直線 AB 上截取 AC, 使等於全長底四分之一。以 C 為中心, CB 為半徑畫一弧, 截已知的圓弧於點 D. 這樣 AD 弧便與 AB 線大略等長。⁽¹⁾ 若預料圓弧底中心角很大, 宜取 AB 底若干分之一求之。

(1) 本法, 誤差隨中心角底四次方而變。中心角 30° 時, 直線比圓弧底實長僅短 $\frac{1}{1000}$; 60° 時, 則短 $\frac{1}{60}$ 。

84. 圓錐曲線。一個直圓錐面, 給一平面, 依各種方向切截起來, 可切成爲圓、橢圓、拋物線、雙曲線等曲線; 見圖 108.

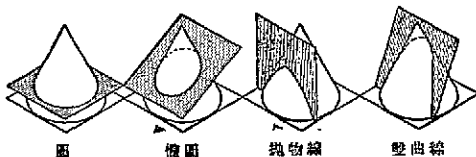


圖 108

圓 由一截平面, 依着垂直於圓錐底軸的方向切成。看圖 109.

拋物線 由一截平面, 依着平行於錐邊的方向切成。

橢圓 由一截平面, 依‘其與軸所夾之角, 大於錐邊與軸所夾之角’這個條件切成。

雙曲線 由一截平面, 依‘其與軸所夾之角小於錐邊與軸所夾之角’這個條件切成。

這也可以如此去解釋: 一個截平面, 橫向而與軸正交地截去, 如圖 109 之 1, 便截成圓; 斜向而與對邊平行地截去, 如 2, 截成拋物線; 斜向而又經過對邊截去, 如 3, 截成橢圓; 不經過對邊, 也不與對邊平行, 却同時截過對立着的兩個圓錐, 如 4, 截成雙曲線。後三種曲線, 總稱爲圓錐曲線。其數學上的原理, 有解析幾何學詳論之; 以下只對牠們底特性和尋常畫法, 加以說明。

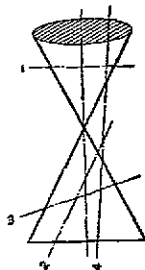


圖 109

85. 橢圓 一點, 依‘其與兩定點的距離之和始終不變’這個規律選

行起來，便成橢圓。如圖 110；點 P 不論在甚麼位置，其與定點 F_1, F_2 的距離之和， $PF_1 + PF_2$ ，總是不變。那 F_1, F_2 兩定點稱為焦點；焦點間底等分點 O 稱為中心；最長的直徑 AB 稱為長軸；最短的直徑 CD 稱為短軸。短軸、長軸，老是互成垂直，互相等分。那不變的兩距離之和 $PF_1 + PF_2$ 恰與長軸 AB 等長。

有了長短兩軸，焦點底位置可以求出。如圖 110 中所示，以短軸底一端為中心，以長軸底一半為半徑，畫個圓弧，便於長軸上截得 F_1, F_2 兩焦點。

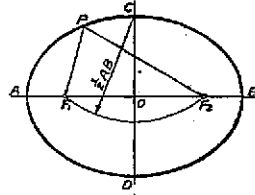


圖 110

86. 作橢圓——用釘與線法。圖 111；已知長軸 AB，短軸 CD。依前

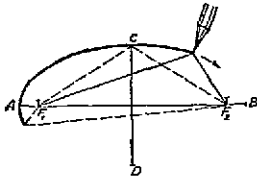


圖 111

節所述的方法，求出焦點 F_1, F_2 。拿條無伸縮性的細線，（或金屬絲）結成一圈，使其周圍等於 $A F_2$ 底兩倍，或等於三角形 $F_1 C F_2$ 底三邊之和。於 F_1, F_2 兩點，各釘釘或針一枚，將線圈套於其外。用鉛筆頭拉着線圈環行一週，便劃成橢圓一個。

上法是根據橢圓底定義推演出來的；可用於較大的，無須十分準確的地方。

87. 作橢圓——用紙條法。

圖 112；已知長軸 AB，短軸 CD。

截取硬紙一條，作 a, c, o 三個記號，使 ao 等於長軸底一半 AO，co

等於短軸底一半 CO。把紙上的 a 點放在短軸上，c 點放在長軸上，於

o 處記下一點，即是橢圓所經過的點。同樣，常使 a 點在短軸上，c 點在

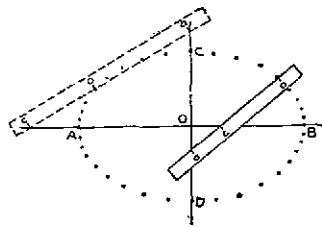


圖 112

長軸上，將紙條移置於各種地位，各記以點。——近長軸的兩端處，曲勢激增，點宜記得密些。聯接起來，便成爲橢圓。(畫曲線法見節45) 圖27的那種橢圓規，便是依這原則造成的。

若橢圓底長短兩軸之長相差無幾，則宜分記 a, c 於 o 底左右兩方(如圖中虛線所示)而求之。在實際工作中，透光的蠟紙常用來代替上項硬紙；於蠟紙上劃一直線，記下 a, o, c 三點；仿前法，置 a, c 兩點於兩軸上，用針刺 o 點，使留針跡於圖紙，即得橢圓上的點。

88. 作橢圓——設同心圓法。圖 113；已知長軸 AB ，短軸 CD 。以 OA, OC 爲半徑，依中心 O 畫圓兩個。

任意作諸輻射線，截外圓於 $E, F, G \dots$ 。截內圓於 $e, f, g \dots$ 。從外圓上諸點，作與 CD 平行的線；從內圓上諸點，作與 AB 平行的線。那些從同一輻射線上引出的縱橫兩線底交點，如 1, 2, 3, 4 等，便是橢圓上的點。

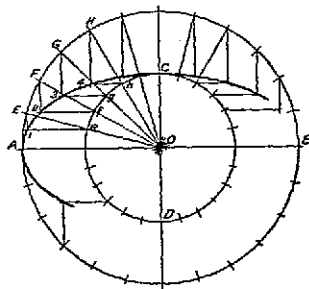


圖 113

89. 作橢圓——近似畫法。法 1；

圖 114. 作 CB 線；截取 CE 使等於 AO

與 CO 之差。作 EB 底垂直二等分線，與兩軸相交於 1, 2 兩點。照 01, 02 之

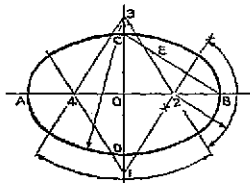


圖 114

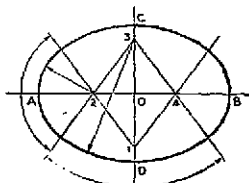


圖 115

長，截定 03, 04。以 1 與 3 爲中心，經過短軸底兩端畫兩條圓弧；再以 2 與 4

為中心，經過長軸底兩端畫弧，便成一個約略的橢圓。

法2：圖115。於短軸上截定01, 03, 各等於長短兩軸之差。於長軸上截定02, 04, 各等於03底四分之三。作1-2, 1-4, 3-2, 3-4底引長線。以1, 3, 2, 4為中心，經過C, D, A, B畫四條圓弧，又成為約略的橢圓。這個畫法很是簡便，用於兩軸相差不多的橢圓，又能得到極正確的形像；但在短軸不到長軸三分之二時，完全不能應用。

以上兩法，對於普通製圖工作已經足夠精細，不過應用時必須留意於操作底準確，否則那四條圓弧難以接得光整合目。

90. 拋物線 一點，依着‘其距一定點的距離始終等於其距一定直線的距離’這個規律運行起來，便成拋物線。如圖116，點P不論在甚麼位置，其距定點F的距離PF，與距定直線DD的距離PG，終是相等。那個定點稱為焦點；那條定直線稱為準線；經過焦點而與準線垂直的線OA稱為軸。軸與曲線底交點C稱為頂點，——頂點恰巧居於準線與焦點底正中。

91. 作拋物線——I. 圖116：已知焦點F，準線DD。經過F畫軸OA。於OF底一半處定出頂點C。於CA線上任意取1, 2, 3……等點，作

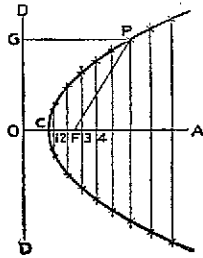


圖 116

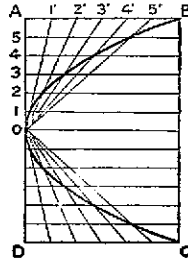


圖 117

諸垂直線。以F為中心，01, 02, 03……等為半徑，畫諸弧，使各與1, 2, 3……等處的垂直線相交。聯接諸交點，即成拋物線。

上法便是根據拋物線底定義推演出來的。

92. 作拋物線—II. 圖 117; 已知拋物線之長 AB, 闊 BC. 作長方形 ABCD. 分 AB 與 DC 各為若干等分; 分 AD 為加倍的等分; 記號碼於各分點, 如圖中所示. 從 AD 上諸分點, 作諸垂直線; 從 AD 底中點 O 作輻射線至 AB, DC 上的各點. 這樣, 線 01' 與 1, 02' 與 2……底交點, 便是拋物線上的點.

93. 作拋物線—III. 圖 118; 已有成角的 AB, AC 兩線, 要於線上

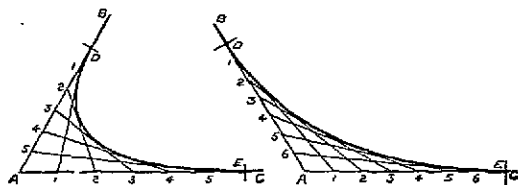


圖 118

的 D, E 兩點作一相切的拋物線. 分 DA, AE 各為若干等分, 從 D 與 A 起依次記以號碼, 如圖中所示. 把各同號的兩點聯接為線, 作條與諸線相切的線即成. 依此方法去作一種悅目的曲線, 在機件的造形上頗多遇見.

94. 雙曲線 一點, 依着‘其與兩定點的距離之差始終不變’這個規律運行起來, 便成雙曲線. 如圖 119, 點 P 或點 P' 不論在甚麼位置, 其與定點 F_1, F_2 底距離之差—— $PF_1 - PF_2$ 或 $P'F_2 - P'F_1$ ——總是不變. 那 F_1, F_2 兩點稱為焦點; 通過兩焦點的直線 XX 稱為橫軸; F_1, F_2 底中點 O 稱為中心; 經過中心而與橫軸垂直的線 YY 稱為縱軸; 曲線與橫軸底交點 A_1, A_2 稱為頂點. 那不變的兩距離之差, $PF_1 - PF_2$ 或 $P'F_2 - P'F_1$ 恰巧等於 A_1A_2 之長.

今以 F_1F_2 為直徑, 作一圓. 通過 A_1, A_2 作弦 a, c, b, d, 各與橫軸垂直. 通過 b, c 作 X'X'; 通過 a, d 作 Y'Y'. 這 X'X', Y'Y' 兩線, 稱為漸近線; 愈伸得遠, 愈

與雙曲線相近,但理論上永不與之相交。漸近線互成垂直時,其所聯屬的雙曲線特稱為直角雙曲線。直角雙曲線常用來表現氣體依 $PV = C$ (絕對壓力 \times 容積=恆數)這個定律壓縮時,壓力與容積底關係。

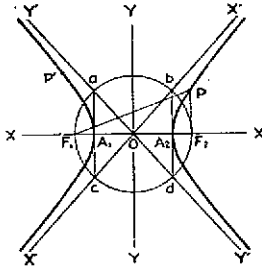


圖 119

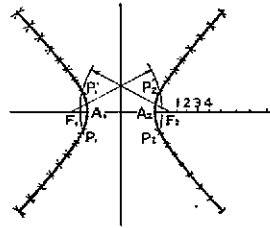


圖 120

95. 作雙曲線 圖120;已知焦點 F_1, F_2 ,兩頂點底距離 A_1A_2 。作縱橫兩軸。於橫軸上 F_2 之外,任意取1,2,3……等點,——近 F_2 處點宜密些。以 A_1 為半徑, F_1, F_2 為中心,各畫一弧。再以 A_2 為半徑,仍依 F_1, F_2 畫弧。截前弧於 P_1, P_1', P_2, P_2' 。逐步求去,即得雙曲線上的諸點。

96. 作直角雙曲線 圖121;已知互成垂直的漸近線 OX', OY' ,曲線上的一點 P 。經過 P 點作線 FE, fe ,各與 OX', OY' 平行。從 O 任意作輻射線,截 FE 於 A, B, C, \dots 等點,截 fe 於 a, b, c, \dots 等點。從 A, a, B, b, C, c, \dots 各作 FE, fe 底垂直線。其交點1,2,3……等便是曲線上的點。

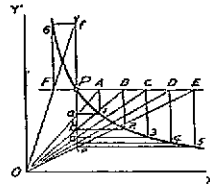


圖 121

97. 渦線。一直線,在平面上依其一端等速地移轉起來,同時有一點,於該線上依某種速率與方向移動過去,此點所過的路徑是條曲線,稱為渦線⁽¹⁾。點底移動,若亦係等速,則其所成渦線,特稱為亞幾默德渦線⁽²⁾。圖122。那定端 O 稱為極。

聯接極與曲線上任一點的線稱為動徑；直線移轉一周後點所越過的距離（如 OA ）稱為節距。

渦線中以亞幾默德渦線應用最廣。那種變等速的圓轉運動為等速的直線運動的心形偏盤⁽³⁾和帶動軋盤內捲動軋頭的平面齒，便是亞幾默德渦線底用例。

⁽¹⁾ 渦線: Spiral; Spirale. ⁽²⁾ 亞幾默德渦線: Spiral of Archimedes; Archimedische Spirale. ⁽³⁾ 心形偏盤: Heart Cam; Herzscheibe. ⁽⁴⁾ 帶動軋盤: Scroll chuck; Selbstzentrierendes Spannfutter.

98. 作亞幾默德渦線 圖122; 已知極 O , 節距 OA . 以 O 為中心, 經過 A 點畫一圓. 分圓與 OA 各為若干等分, 記以號碼, 如圖中所示; 作諸輻射線. 以 O 為中心, 經過 $1', 2', 3', \dots$ 等點作諸弧, 使各與 $01, 02, 03, \dots$ 等輻射線相交. 將那些交點聯作光滑的曲線, 便得渦線一周. 若要連續畫去, 可以 $6-1', 6-2', \dots$ 為半徑, 作與輻射線相交的弧而求之。

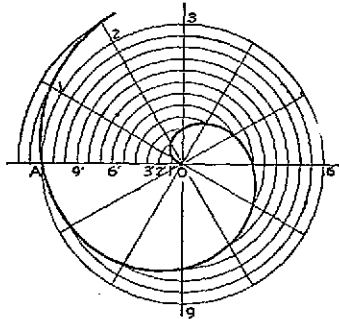


圖 122

99. 漸伸線 一條無伸縮性的, 繞在固定的圓或多角形之外的細線, 將其外端拉緊而解放之, 該端所過的路徑即是一條所謂漸伸線⁽¹⁾的曲線. 漸伸線依圓而成的, 圖123, 稱為圓的漸伸線; 這圓稱為基圓. 普通齒輪底齒多用這種曲線造形. 圖124示一多角形的漸伸線。

⁽¹⁾ 漸伸線: Involute; Evolvente.

100. 作圓的漸伸線 圖123; 已知基圓 036 , 漸伸線底起點 0 . 從 0 點起, 於圓周上任意截分若干段. 於分點 $1, 2, 3$ 等各作一切線. 照弧線 01 之長, 截定切線 $1A$; (方法看節80) 照弧線 02 之長, 截定切線 $2B, \dots$

此A、B等即為漸伸線上的點。若先劃切線一條，如圖中的0-12'，使等於基圓圓周之長，將圓周與此切線同分為n等段，乃於圓周各分點的切線上，依0-12'底n分之1, 2, 3……順次截定之，那就能得較準的曲線。

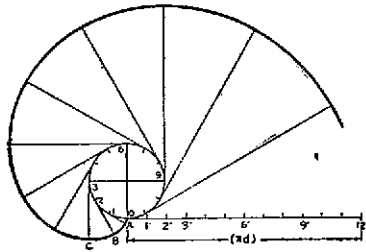


圖 123

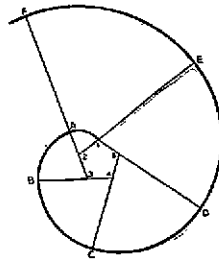


圖 124

101. 作正五角形的漸伸線 圖124 以2為中心，2-1為半徑畫一弧，至與3-2底引長線相交得點A。以3為中心，3A為半徑，從A另畫一弧，至與4-3底引長線相交於點B。照樣連續作去，即得所求之線。

102. 擺線 一圓，循一定線滾去，圓上的一點便描成一條所謂擺線⁽¹⁾的曲線。定線若是一直線，(圖125)那條產生的曲線就稱為普通擺線⁽²⁾，或單稱擺線。定線如果也是一圓，那麼，曲線由轉動的圓在定圓外滾去時所產生的，(圖126)稱為外擺線⁽³⁾；在定圓內滾去時所產生的，(圖127)稱為內擺線⁽⁴⁾。那轉動的圓稱為輾轉圓；定線，直的稱為基線，圓的稱為基圓。這些曲線，有時如漸伸線一樣，應用於齒輪底齒。

(1) 擺線: Cycloid; Zykloide. (2) 普通擺線: Common cycloid; Gemeine Zykloide.

(3) 外擺線: Epicycloid; Epizykloide. (4) 內擺線: Hypocycloid; Hypozykloide.

103. 作擺線 圖125; 已知基線AB, 輾轉圓A36。截取AA'使等於輾轉圓圓周之長。將圓周與AA'同分為若干等分, 各記以號碼。通過中心O, 通過圓周上的各分點, 作與AB平行的線MN, 10-2, 11-1……等。從

AA'上的各分點作垂直線，與MN相交於 O_1, O_2, \dots 以 O_1, O_2, \dots 為中心，

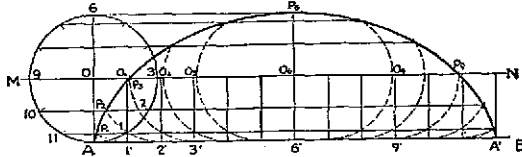


圖 125

同取輾轉圓底半徑 $O A$ 作弧，截 $11-1, 10-2, \dots$ 於 P_1, P_2, \dots 等點。 聯接之，便成擺線。

104. 作外擺線 圖 126; 已知基圓 $A'G'B$, 輾轉圓 $A3G$. 分輾轉圓

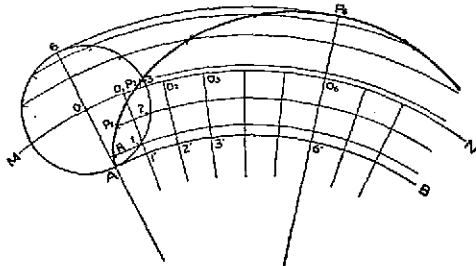


圖 126

為若干等分; 通過中心 O , 分點 $1, 2, 3, \dots$ 作與 $A'G'B$ 同心的弧。

截取弧 $A'1'$ 使等於 $A'1$ 弧, 弧 $A'2'$ 等於 $A'2$ 弧 \dots (按一曲線之長截取他曲線, 見節 81) 作輻射線

$1'O_1, 2'O_2, \dots$ 如前節, 取 $O A$ 作半徑, 依 O_1, O_2, \dots 畫諸弧, 便截得外擺線上的點 P_1, P_2, \dots 等。

105. 作內擺線

圖 127. 方法同上。

106. 螺線。一點，

循一圓柱底周圍等速地環行着，同時又依圓柱之軸的方向等速地移動去，

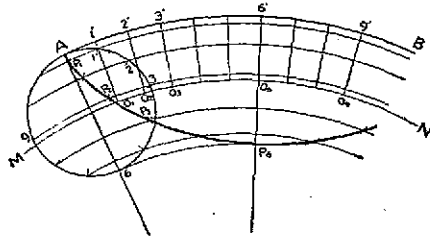


圖 127

其所過的路徑是一曲線，稱為柱狀螺線，或單稱螺線⁽¹⁾，圖 128。該點在環行一週後距其原位的距離，如圖中的 1-1，稱為節距。螺線底形成，還可這樣去想像：一張直角三角形的紙片，如圖中左方所示，包圍於圓柱之外，那紙片底斜邊，就繞成螺線一條。螺線有順向、倒向的分別；軸在直立的方向時，螺線向右上升如本圖所示的，為順向；向左上升的為倒向。

螺線是種空間曲線，不論從何方看去總呈曲形，常應用於螺絲、彈簧、樓梯、運送器等物。

(1) 螺線: Helix; Schraubenlinie.

107. 作螺線。圖 128; 已知圓柱底正面形(圖中的長方形)平面形(圖中的圓)以及螺線底節距 1-1。分圓周與 1-1 同為若干等分，各記以號碼。於 1-1 線上各分點，作 1-1 底垂直線；於圓周上各分點，作 1-1 底平行線。那些從相當的點引出的縱橫兩線底交點，便是螺線上的點

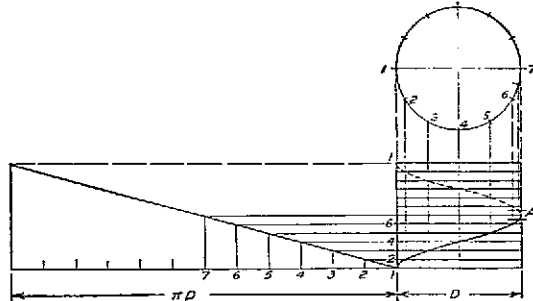


圖 128

圖中 A 點以上的曲線，用虛線表着，因其在圓柱後面，與居於前面的應有分別。曲線在轉向處如 A，不可畫作尖形；為求精確起見，該處近旁的分段宜再分為二，使能多得一個交點。

108. 方螺絲。圖 129 例示方螺絲底畫法。此處有大小螺線兩

種：大的依一個以螺絲外徑為直徑的圓作成；小的依一個以底徑為直徑的圓作成；兩線底節距則各相等。

109. 錐狀螺線

圖 130 示一叫作錐狀螺線的曲線，(順向的)並其作法。其平面形便是亞幾跌德渦線。彈簧亦有盤成這種曲形的。

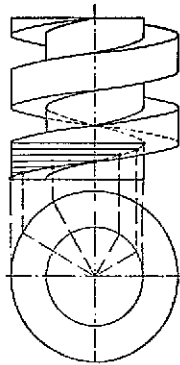


圖 129

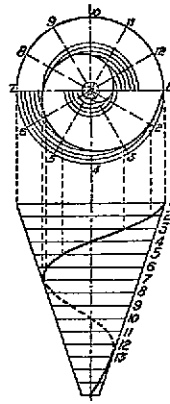


圖 130

第 三 編

第 六 章

透視圖、直視圖、平行透視圖概說

110. 透視圖、直視圖、平行透視圖這三種表形的視圖，都可用科學的方法解釋其原理。現在先對它們底由來和特性論述一下；至其畫法，尚有待於下幾章。

原來任何物體，可以想作由幾個表面圍成；表面，可以想作由幾條邊線合成；邊線之直的，可想作其由兩個角點限定，曲的，由無數的點連成。因此，要把物體底形像顯示於一平面——或即紙面——之上，只消於該面上求出那些足以代表物體上各點的點，再依適當的關係聯接為線，便能了事。今試以圖 131 解釋之。A B C D E F G 示一物體；P 示一平面，——假定其為透明的——放在物體與人目 S 之間。現在設許多放射狀的直線，如 S A, S B, S C……等，從 S 射至物體底各角點。這些直線穿過平面，平面上便得 a, b, c……等交點。這些交點即足代表物體上 A, B, C……等點；依物體上各該點相互的關係聯接起來，便成圖形 a b c d e f g，——這與物體在 S 點看來的形像恰巧相似。這個代表圖紙的平面，稱為畫面⁽¹⁾；這個代表人目的點，稱為視點⁽²⁾；這些從視點放射出去的直線，稱為視線⁽³⁾；這些在平面上的交點，稱為視跡⁽⁴⁾；而這圖形稱為視圖⁽⁵⁾。

(1) 畫面: Picture plane; Bildebene. (2) 視點: Point of Sight; Sehpunkt. (3) 視線: Line of sight; Sehstrahl (4) 視跡: Trace; Spnr. (5) 視圖: View; Ansicht.

111. 透視圖 圖 131, 物體是個開口的方箱, 平直地放着; 牠底闊、高、深三個尺寸都各相等, 四壁和底板之厚也都相同。畫面 P 是一直立

前平面,與方箱口面 $ABCD$ 平行。從那求得的視圖看來,可見物體上近於視點的部分顯示得大,遠離視點的部分顯示得小;例如長短相同的 AD 、

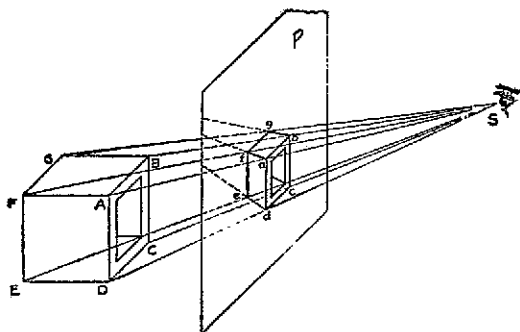


圖 131

FE 兩邊, AD 離視點比 FE 近,視圖中 ad 線就比 fe 長。又,物體上與畫面平行的面,示於圖中,形狀與原面相似,如 $abcd$ 與面 $ABCD$ 相似便是,——其他如 $adef$ 、 $afgb$ 等面,都與原形不合。此外,還可察知:物體上與畫面平行的邊,如 AB 、 FG 、 AD 、 FE 等,示於圖中,長短雖有變動,方向却與原來無異;至於與畫面成角的,水平的邊,如 AF 、 DE 、 BG 等,在圖中都作向後退縮狀。那些退縮的線,若引長起來,統統會集於一點。⁽¹⁾

現在假定視點和方箱底位置不變,畫面也仍直立,惟與方箱底前面成個斜角,而不與之平行,如圖132。此時視圖仍呈遠小近大的現像,如前一般,惟不復有甚麼部分與原形相似。那些與畫面成角的,水平的邊,一組如 AB 、 DC 、 FG ,別一組如 AF 、 DE 、 BG ,在圖中分向兩方退縮,以至各會於一點。

以上關於形的種種現像,都與人們直接觀察物體時所見的相同。那種圓形,若深以陰影,著以彩色,便能確切代表物體底實現於人目的景像。

在這兩例中，視點對畫面或對物體，是在有限距離之內，視線成放射狀的。凡照這種情形求得的視圖，通稱為透視圖。⁽¹⁾ 在第一例，物體底闊，

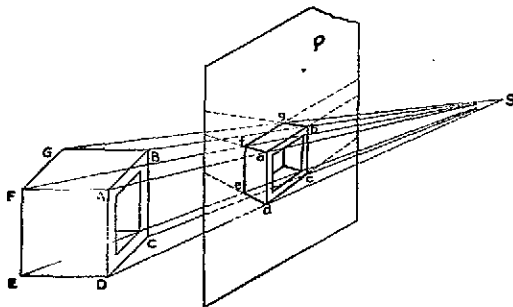


圖 132

高兩向的軸與畫面相平行，那些屬於深一方向而與畫面成角的邊，在圖中都向一方退縮，以至消滅於一點；這種視圖稱為正透視圖，或一點透視圖。⁽²⁾ 在第二例，物體上僅有高一方向的軸與畫面平行，圖中所表的，屬於闊、深兩向的邊線，分向兩方退縮，因而消滅於兩點；這種視圖稱為歪透視圖或兩點透視圖。⁽⁴⁾ 所有一切同向一點退縮的線，稱為退縮線。⁽⁵⁾ 退縮線所去會集而至消滅的點，稱為滅點。⁽⁶⁾

(1) 參看第 174。 (2) 透視圖：Perspective; Perspektiv; 出自拉丁語 Perspicere，是‘洞透地看’的意。 (3) 正透視圖，一點透視圖：Parallel perspective, One point perspective. (4) 歪透視圖，兩點透視圖：Angular perspective, two point perspective. (5) 退縮線：Receding line; Fluchtlinie. (6) 滅點：Vanishing point; Fluchtpunkt.

112 視點底位置 and 距離 視點與物體相互的位置固定時，

透視圖因畫面底方向變更，也就起了變化；該項變像，蓋已詳見於前節。若畫面底方向也被限定，畫面距物體的距離却任其自由變動，那麼透視圖所變化的，當只在大小而不涉及形狀；這該是很易想見的。今假定固

定的是物體與畫面相互的位置,而變動的則為視點底方位和距離;此時透視圖怎樣變化呢? 這可從圖133,134察見之。圖133,左面諸圖,表示從

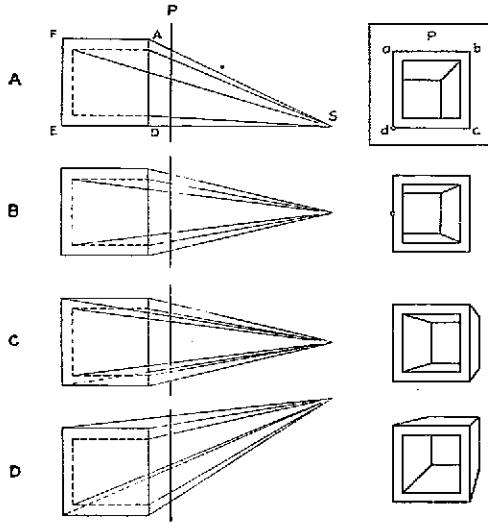


圖 133

方箱側面對直地看去時所見的,方箱,畫面與視點相互的各種位置。此處,畫面與方箱的前面常成平行,並相隔於一定的距離;視點至方箱口面的距離也一定,位置却各不同。右面諸圖,表示視點(圖中的小圈)對方箱口面所居的各種方位,並示畫面上所得的,各種不同的透視圖。

圖134,顯示畫面與方箱底關係照舊,視點對方箱口面又常居於正中的方位時,那透視圖底形狀大小,因視點距方箱漸遠而起的變化。從圖可見視點愈遠離,視線愈平坦,方箱底面底大小愈與口面相近,視圖底大小也愈與實物相近。及至視點在無限距離,如圖中的D,視線便各自平

行,並與畫面垂直;視圖中方箱底底面就與口面合為一致,其形狀大小且與實物上的絲毫無異;透視圖底特質,至此便消失淨盡。

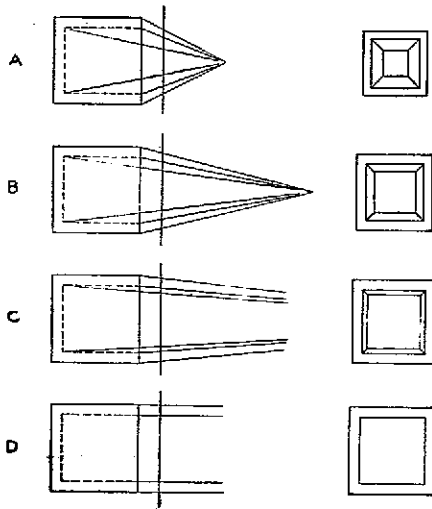


圖 134

113. 直視圖 從圖134-D底情形看來,可知視點假設為無限遠時,視圖不復呈立體狀,其所顯示的,只是物體一面底形狀,闊、高兩向的尺寸,而不及於其他。故要應用這種表法,表明物體底全形,顯出闊、高、深全部的尺寸,視圖不能不有二個以上。今於圖134-D原有的畫面P之外,再設一個直立的,與P面垂直的畫面Q,如圖135。照前樣,引作垂直於Q面的諸視線,至方箱底各角點,——隱於內部的角點也一律投以視線。將Q面上諸交點,如前次一樣聯接起來;(屬於內部的點用虛線聯接之,以示區別)便成視圖S。這個視圖不但把方箱BGHC面底真實的形狀,大小表出,且將方箱內部底真形,實大也一齊顯明。若依界線XY將Q面

轉一直角，使與P面並立，如圖中虛線所示的樣子，那麼Q面的視圖即與P面的共在一個平面上。這樣，方箱全體的形狀，就得從這同一平面上的兩個視圖推想出來，而方箱各部底大小，也可從圖中量知之。

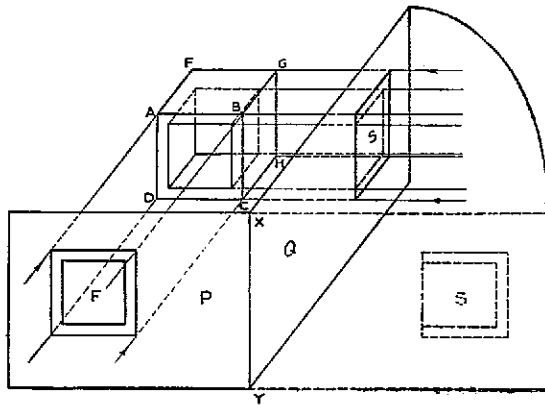


圖 135

本例，畫面不只一個而且互相垂直，物體上三軸中的兩軸各與畫面平行，視點在無限距離外，視線與畫面垂直；凡照這種情形求得的，幾個互相相關的視圖，通稱為直視圖。⁽¹⁾ 直視圖中視圖底多少，看物體底繁簡而定；構造較繁的，多用三個或三個以上的視圖來表示。

⁽¹⁾ 直視圖：Orthographic drawing, Orthographisches Bild；按‘Orthographic’，係德希臘語‘Orthos’（正或直）‘Grapho’（畫或寫）兩字合成。

114. 斜立圖 今試把方箱這樣放着：方箱底立體對角線EB，圖136，與直立的畫面P垂直；角點D與其對面的角點H（圖中未示）又在同一水平線上，不分高低。此時方箱底ABCD、GBAF、CBGH三面或BA、BC、BG三邊即與畫面成等大之角。照直視圖中視線底假設法求其

視圖，便於畫面上得一如右方所示的圖。這個視圖，與透視圖相像，把方箱向前的三面同時表出，但方箱上相互平行的邊，此處也表得互相平行。那BA, BC, BG三邊，原在闊、高、深三個方向，互成直角，在圖中則表作互成角 120° 的線。方箱底各邊，

俱與畫面成斜角，圖中各線，因此俱見短縮；但各線底縮率全都相同，——約為 $\frac{82}{100}$ 。

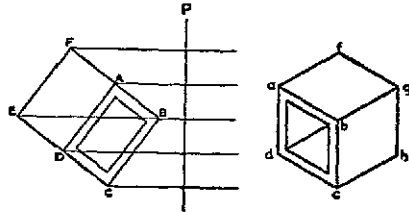


圖 136

現在將方箱底位置變動一下，僅使牠底兩面與畫面各成等大之角，第三面則

不加限制。這樣，在求得的視圖中，那些代表方箱上BA, BC, BG三邊的線，等量短縮的就只有兩條。其所來的三個角度，等大的也只有兩個。此項放法可有無窮變化，實用上却常採取能使視圖中該三線之長成 $1:1:\frac{1}{2}$ 的比例的那一種⁽¹⁾。此時該三線所夾之角，約為 $131^\circ, 131^\circ, 98^\circ$ 。

方箱底位置若再來變更一下，使其三面與畫面各成不等之角，那末視圖中那些代表BA, BC, BG三邊的線就也各不相等。此種視圖畫時需用三種不同的比例，甚覺不便，故於工程上應用極少。

以上三例，物體底三軸都與畫面成斜角，視點在無限距離外，視線與畫面垂直；凡照這種情形求得的視圖，通稱為斜立圖⁽²⁾。而在第一例，圖中凡屬於闊、高、深三向的邊線，都各等量短縮；斜立圖之屬於此類的稱為等測斜立圖⁽³⁾；第二例，那三種邊線，等量短縮的只有兩種；這類視圖稱為二等測斜立圖⁽⁴⁾；第三例，那三種邊線，底短縮量無一相等；這類視圖稱為不等測斜立圖⁽⁵⁾。那些指定闊、高、深三種方向的主線，如圖中的ba, bc, bg，稱為主軸；與主軸平行的線，稱為軸測線，其在等測的視圖的，特稱為等測線；物體上相鄰的三個主面及其相與平行的各面，稱為軸測面。作

圖時,主軸用作劃定各軸測線底方向的依準。

圖中各軸測線,照理應比原邊短縮若干,一如上面所述;但實際上,此項短縮常不顧及,各線仍照原透底尺寸表着,參看圖142,143。(對於長大的物體,自然要按製圖的通例,依一適當的比例縮畫之。)這個放大的與那真正的斜立圖,圖形原無變更,效用自也相同,描畫起來,却有便與不便的分別了。

斜立圖因與透視圖形式相似,又將物體上相互平行的邊表得互相平行,所以是種平行透視圖⁽⁴⁾。

(1) 用1:1, 1:1/2, 1:1/3, 1:1/4, 1:1/5 或 1:1/6 的比例偶也有之。(2) 斜立圖: Axonometric drawing; Axonometrisches Bild. (3) 等測斜立圖: Isometric drawing; Isometrisches Bild. (4) 二等測斜立圖: Dimetric drawing; Dimetrisches Bild. (5) 不等測斜立圖: Trimetric drawing; Trimetrisches Bild. (6) 平行透視圖: Conventional perspective; Parallelperspektive.

115. 斜視圖

圖133-D,假令視點斜向離去,以至無限距離外,視線便相互平行,不復成放射狀,如圖137。

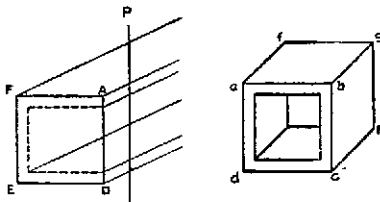


圖 137

此時物體上與畫面平行的面,又於圖中示得與原面同形而等大;因而視圖中闊,高兩向的邊線,其長短與方向又都與原邊相同。至於深一方向的邊線,長短與方向則隨視線底斜度而變。視線底斜度,本可隨便,實際上却多設作與畫面成角

45°,因為這樣才有特別便利。試看圖138,AB示一與畫面垂直的線,其B端在畫面之後,A端就在畫面上。設視線1,與畫面成角45°,向B端射去,穿過畫面於b₁點。這樣,畫面上的b₁A線,該便是AB底視圖。此處b₁A b顯然是個二等邊三角形,其相等的兩邊,即是b₁A與AB;所以AB在畫面上所表的,恰等於AB底實長。視線任在別個方位,如2,3,4,只要保留45°

的斜度，上項關係也終不變。從此還可推知：A B線退後若干不與畫面接觸時，其在畫面上的視圖也必等於A B底實長。故視線若與畫面成角 45° ，物體上凡與畫面垂直的邊，在圖中都可表得與原邊等長，並可落在任意的方向。

視線底斜度若超過 45° ，在那求得的視圖中，深一方向的邊線便短

於原邊底實長。此類視線，有時也被採用，但為便於作圖計，只取能使該邊線底短縮率成為 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{4}$ 等簡單分數的那幾種。此時，仍用方箱來說，那闊、高、深三向的邊線，當成 $1:1:\frac{1}{2}$ 、 $1:1:\frac{1}{3}$ 、 $1:1:\frac{1}{4}$ 等比例。在成 $1:1:\frac{1}{2}$ 的比例時，視線底斜度該是 $63^\circ-30'$ 。

上兩例，物體底闊、高兩向的軸與畫面平行，視點在無限距離外，視線與畫面成斜角；凡照這種情形求得的視圖，通稱為斜視圖⁽¹⁾。而在第一例，圖中凡屬於闊、高、深三向的邊線，都表出原邊底實長，這種視圖稱為等測斜視圖⁽²⁾；第二例，闊、高兩向的邊線表出原邊底實長，深一方向的邊線則比原邊短縮若干，這種視圖稱為二等測斜視圖⁽³⁾。二等測斜視圖，其深一方向的邊線縮至實長底一半的，美國人特稱它為‘Cabinet drawing’，——堪並訥脫圖。

斜視圖與斜立圖一樣，有三條主軸作為定各線底方向的依準，其中兩條常是一橫一豎，夾成直角，第三條可在任何斜的方向，惟實際上常與橫線成角 30° 或 45° ，看圖145-147。

斜視圖也是平行透視圖底一種。

(1) 斜視圖：Oblique drawing； (2) 等測斜視圖：Cavalier drawing； Kavalierperspektive

(3) 二等測斜視圖：General oblique drawing。

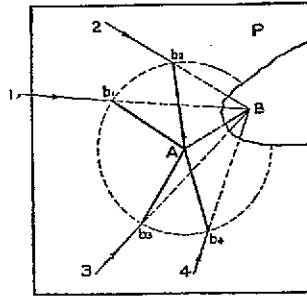


圖 138

116. 結語 以上已把通行的諸種視圖提示明白,若將它們所根據的基本條件以及它們底特性綜括起來,可得一表如表 II。現在又以方箱為例題,表作種種視圖,列於圖 139-147,以便與表對照,並以示各式視圖底差異。圖中“P”係指實足尺寸。

表 II

視 圖 名 稱	視 點	視 線	畫 面	物 體	視 圖 特 性	參 考	
透視圖	正視	遠近有限	一個	隨高兩軸與畫面平行	表示物體實現於眼前的形狀	圖 139	
	垂視	同上	同上	隨深兩軸與畫面成斜角	同上	圖 140	
直視圖	無限遠	互相平行與畫面正交	至少兩個互相垂直	兩軸與畫面平行其餘一軸與畫面成直角	表示物體底真實的形狀和大小	圖 141	
平行透視圖	等邊斜立圖	同上	同上	一個	三軸與畫面各成等大之角	表示近似於眼見的物體底形狀和物體底真實的大小	圖 142
	二等測斜立圖	同上	同上	同上	兩軸與畫面各成等大之角	表示近似於眼見的物體底形狀和圖高兩軸的實數大小	圖 143
	不等測斜立圖	同上	同上	同上	三軸與畫面各成不等之角	表示近似於眼見的物體底形狀	圖 144
斜視圖	等測斜視圖	同上	互相平行與畫面成角 45°	同上	同直視圖	同等測斜立圖	圖 145
	二等測斜視圖	同上	互相平行與畫面成值大於 45° 的斜角	同上	同直視圖	同二等測斜立圖	圖 146
	縮短的視圖	同上	互相平行與畫面成角 $65^\circ-30'$	同上	同直視圖	表示近似於眼見的物形和顯高兩軸的全長深一兩軸的半長	圖 147

就工程上一般的需用而說,透視圖實無可取,因其所表的既不精密畫之又極費時。平行透視圖,勝似透視圖,但終不像直視圖那樣,雖於極繁複的物體也能透徹表達,迅速畫成。可是,直視圖每圖只示物體單面的形狀不但一般人不能意會,就是識圖的人,也難一看就懂,故有時也要靠那極明晰,極易了解的透視圖,平行透視圖來補其不逮。比如建築師要研究他所計劃的建築物底形態和配合,就草畫透視圖以作借鑑;要使業

主預知建築物完成後的外觀怎樣,也作透視圖呈示之。工程師,工程員,則常作平行透視圖,藉以說明某物底形狀或構造於他人,或以示不識直

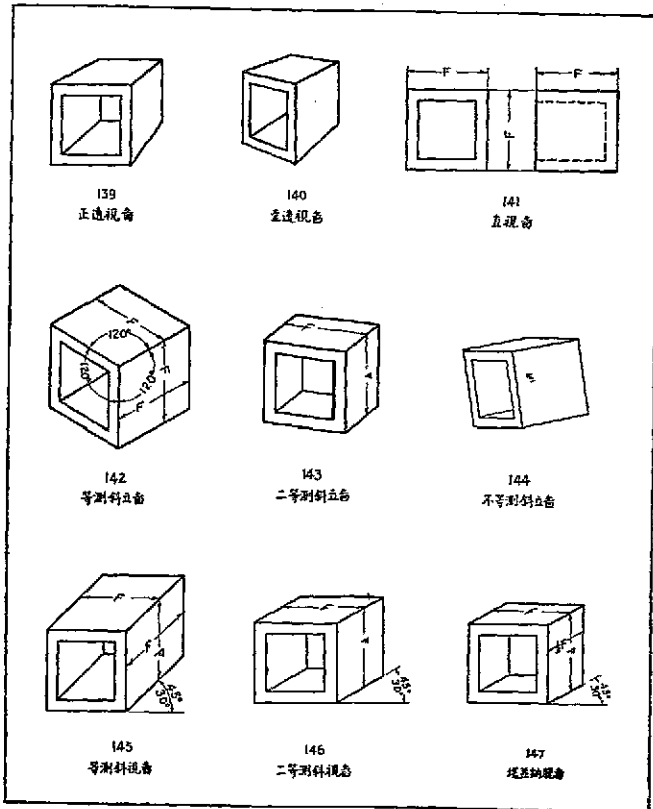


圖 139-147

視圖的工人,使得按圖製出甚麼物品。至於作展覽,登廣告,插入書籍或樣本中,以供大眾觀覽的圖,也多用透視圖或平行透視圖。

第七章 直視圖

117. 直視圖求法底一般,已見於節113;但該處只用兩個畫面,求得兩個視圖;此處乃述多個視圖底求法.

圖148,設有畫面三個;各畫面仍舊當作透明的想,位在視者與物體之間,與物體上三軸中的每兩軸平行;因而交互垂直,成如玻璃方箱底三面的樣子. 那些直立的畫面,在前面的如I,稱為前畫面;在側面的如III,稱為側畫面; (圖中是右側面) 橫在上面的,水平的畫面如II,稱為上畫面. 畫面底交線OX, OY, OZ稱為基線. 照前述的法則,引作許多垂直的視

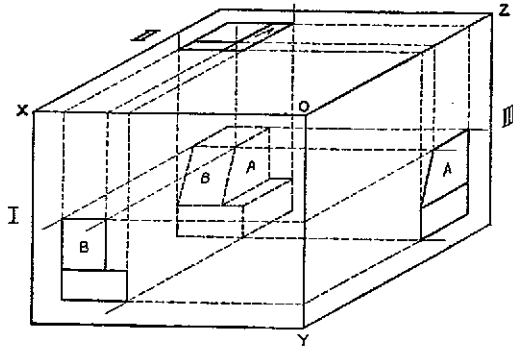


圖 148

線,穿過各畫面,以至物體底各角點,並將各畫面上諸視跡聯接為線,便得三個視圖,如圖中所示. 在那前畫面上的稱為正視圖⁽¹⁾,側畫面上的稱為側視圖⁽²⁾ (這裏是右側視圖) 上畫面上的稱為俯視圖⁽³⁾.

今將側畫面依基線OY上畫面依基線OX各向前轉一直角,使與前畫面並齊,合成單個平面,各視圖相互的位置便如圖149,——俯視圖在正視圖底正上,右側視圖在正視圖底正右,前後都向正視圖。側畫面也可

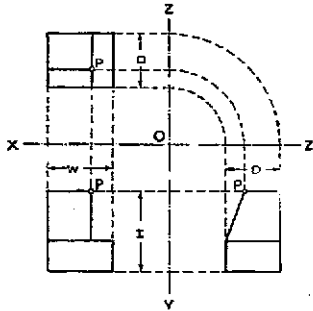


圖 149

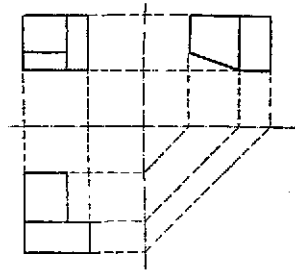


圖 150

依基線OZ展轉,側視圖此時便居於俯視圖底正右,如圖150;但這位置不很合乎自然,僅在不得已或有特別便利時可以偶一採取。

物體若因構造繁複,須用三個以上的視圖來表,就於上述的三種畫面之外,再設互成直角的畫面,照樣求之。假如所設畫面共有六個,合成整個的玻璃方箱的樣子,那末令前畫面不動,將其餘的(上、下、左、右、後五畫面)向前展開,各視圖相互的位置便如圖151下方所示。後畫面可拼在十字形底任一端,但以在右端或左端較為適宜。那些直立畫面上的視圖,如正視圖、逆視圖、左側視圖、右側視圖等,總稱為立視圖⁽⁴⁾;水平畫面上的視圖,如俯視圖、仰視圖,總稱為平視圖⁽⁵⁾。

(1) 正視圖: Front view, Vorderansicht. (2) 側視圖: Side view; Seitensicht. (3) 俯視圖: Top view; Oberansicht, Draufsicht. (4) 立視圖: Elevation. (5) 平視圖: Plan.

- 9 物體上與畫面平行的邊,表在該畫面的視圖中,長短實足.
- 10 ” ” ” ” ” 垂直 ” ” ” ” ” ” ” ” ” ” ” ” ” ” 變成一點.
- 11 ” ” ” ” ” 傾斜 ” ” ” ” ” ” ” ” ” ” ” ” ” ” ” 長短減縮.

119. 各種圖線底應用 直視圖中,各線都有切實的意義有的代表物體上兩個表面底交界線,有的代表圓柱面,圓錐面或他種曲面底外圍線;看圖152-155. 交界線,外圍線,凡是看得見的,都用實線去表;隱於

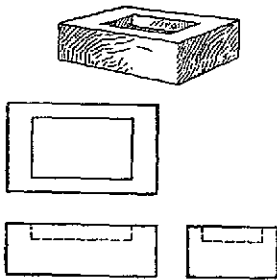


圖 152

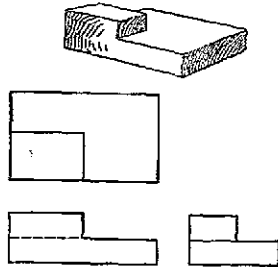


圖 153

內部或被別部遮沒不能直達眼簾的,則用虛線表之,以示區別. 這些顯

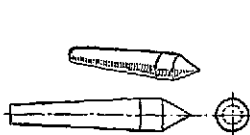


圖 154



圖 155

示物體形狀的實線,虛線,總稱為物線. 在實用圖裏,虛的物線類多省去不表;但初學者以將一切應有的統統表出為宜.

一圖中除物線以外,往往兼有作‘中心線’用的點劃線,所以表示對稱

底軸；此外還有細的實線和虛線，用作各種假設的或理想上的線，如視線、投形線（見節122）斷面線（見節128）尺寸線、引出線（見節198）指引線（見節199）等，藉以闡發圖意，或以補助說明。此類圖線統稱為非物線。

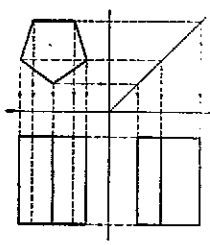


圖 156

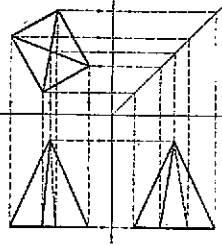


圖 157

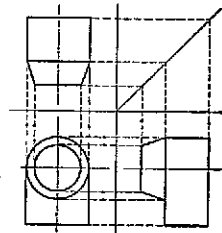


圖 158

圖148-150，每兩視圖間連有細的虛線，乃以顯示各圖中點或線底位置的關係。這一種線叫作投送線，也是非物線底一種；初學者不妨用來投送某一視圖中的點至於他一視圖，以明畫法，例見圖156-158。但須明白：在實際製圖時，此項虛線是不必表，且也不應表的。——那些代表畫面交線的基線也如此。

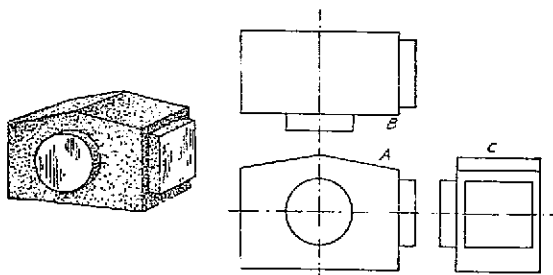


圖 159

要使圖能清醒眉目，並且易於了解，實的事物線宜粗些，虛的事物線次之，

中心線略細，一切輔助用的非物線更細（參看節251）；線底構合，還須遵守一定的法則，不可隨意作去，詳細見節252。

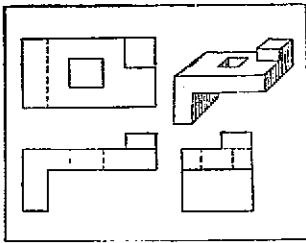


圖 160

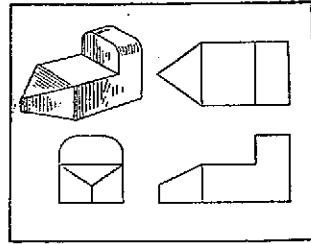


圖 161

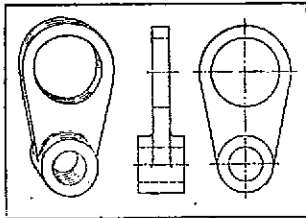


圖 162

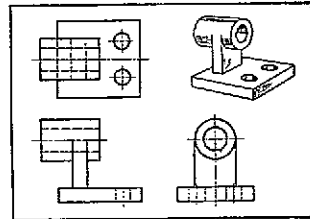


圖 163

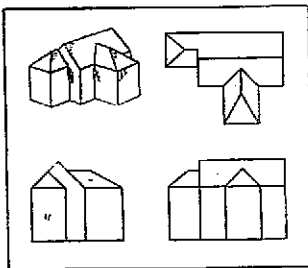


圖 164

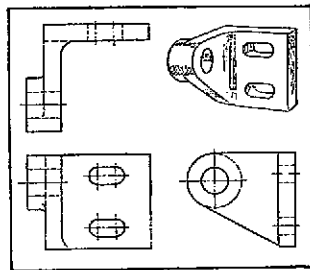


圖 165

120. 直接法。設畫面，引視線，以求直視圖，如前所述，只可說是理

論的方法,用以解釋原理本甚相宜,若應用於實際,可就不合;實際上直視圖常依直接法去畫。

所謂直接法,就是依觀察所得,直接作出視圖的法則。假如有一物體,如圖 159 底左方。從牠底正前,正上,正右看來,可得三個形像,如右圖 A、B、C 所示。把這些形像一一表作視圖,(倘有隱蔽的地方,則想見牠而用虛線表出)又按自然的方位將各圖排列起來,——這就是以正視圖為主,把從正上看來的俯視圖置在牠底正上,從正右看來的側視圖置在牠底正右,好像是把物體底頂面,右面分裂開來,向前折轉,至與正面並齊的樣子——這樣,使得直視圖一組;其圖形和排列,與依以前所述的方法求得的絲毫無異。據學理來說,視點須在無限距離外,方能使視線平行,因而看得正確的形像,但實際上我們在一適度的短距離內,只要時時設想對物體每一面射去的視線都各平行,就能看出切當的形像來。圖 160-165 示有許多類似的例,可供研究。學者對於所列各物底表法,以及圖中各線底確切意義,務求透徹明瞭!

至於視圖的割製,自須確守節 118 的定理。若一組視圖中已有兩個畫成,那第三個即可據此兩圖推畫出來。例如圖 166 中的右側視圖,依據正視圖中各點之高,割諸橫線,從俯視圖中,用分規移取 a、b、c 之長,把橫線截定之,即成。各圖底間隔,原可隨意,實際上多按圖形底大小,繁簡酌定之。

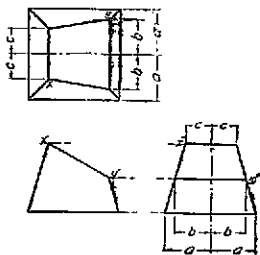


圖 166

121 作直視圖 要模寫一物至成爲合用的圖,通常先畫草圖,次據草圖作準圖。作準圖又須先用鉛筆起草,再將草稿修作正式的稿子,使成底稿,然後依此去印那種複製圖樣用的底圖。今將草圖,草稿圖,墨筆圖^(a)一般的作法分述於下:—

I. 草圖 (參看節 50, 節 245) 先將物體各面觀察一周, 隨即決定那些是應畫的視圖。次將物體闊、高、深之間的比例, 用眼力約略測度一下, 便於紙上擬定各視圖主要的中心線和限定各圖地位的草線。

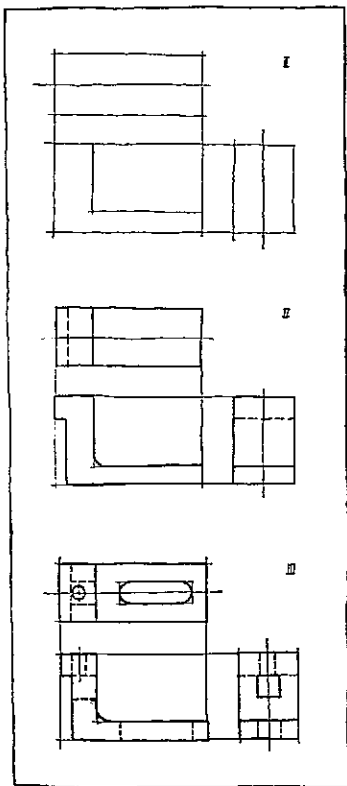


圖 168

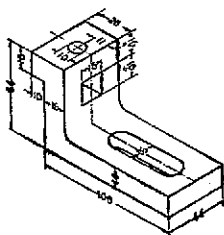


圖 167

此時各線宜輕微地劃來, 使那些畫錯

的或無用的線不妨全圖底毀隄, 儘可不必措去。若各線底方位和距離看來都頗適當, 就把各視圖底輪廓依已定的界限用粗線劃定, 此後即可着手畫圖中各部, ——由主要的及於次要的, 再及於細碎的, 逐步畫之。通例: 諸視圖宜同時並畫, 勿待一圖完成後才開始畫他圖。每畫一部, 宜將最能顯示該部特狀的那方面先去表出; 例如圖 167 那物底槽, 宜先於俯視圖中表之, 方眼先於側視圖中表之。圖 168 即以模擬寫該物底適當的進行法。

II. 草稿圖 (參看節 253) 當物體上一切尺寸已經量得, 圖底比例已經選定, 各視圖底地位也已預為排妥之後, 草稿圖即可着手進行。

最初,作各視圖底主要中心線和主要邊線;次以這些圖線為依準,依尺寸定出輪廓線底位置而劃定之;然後照草圖項中所述的次序去定各部底邊線,並將各部逐一表出。此時,各視圖仍須同時並畫;節118中所述的定理,當確切遵依。各線宜劃得微細些,使能準確而又容易措去。那些

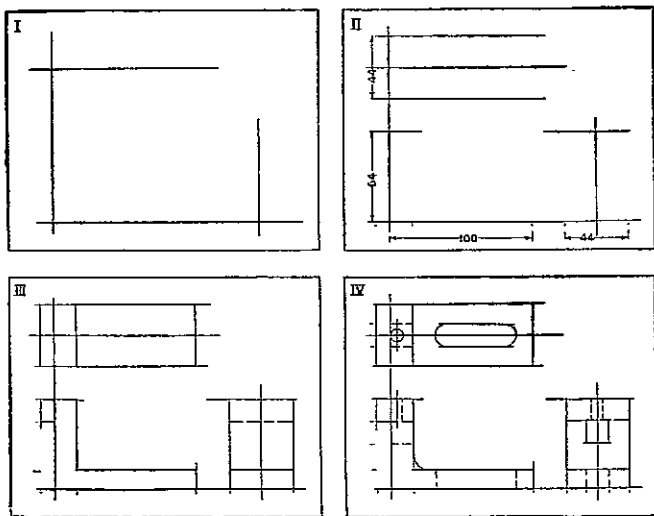


圖 169

伸出邊線範圍外的線段,和其他無何效用却也不礙工作的‘作圖線’,暫且留着,待上墨完畢後措除之。圖169即示草稿圖底進行法。

III. 上墨 可參看節46,節255。圖170例示上墨底步驟。

(1) 措那些用墨畫成的底圖或底稿。(2) 關於量尺寸,節246略有述及。

122. 投形法 直視圖原用投形法⁽¹⁾來求。節113或117所述的,視形法不過是從投形法蛻化成功罷了。可是,應用此種法則,每覺不

甚便利，(看下節)故本書捨之不取；但其原則也為學者所應習知。

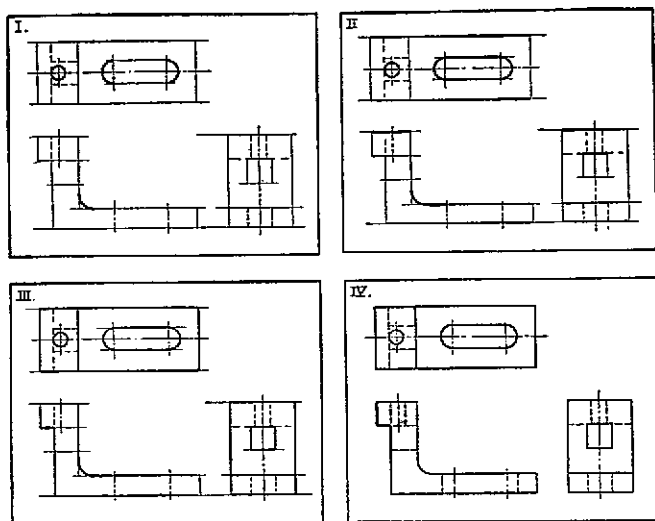


圖 170

圖 171: 有 I、II、III 三個平面, 互相垂直, 合成房內牆角的樣子。設物體 B, 正直地懸於其間。今從物體前面的各點引垂直線至物體後方的平面 I, 從左面的各點引垂直線至右方的平面 III, 從頂面的各點引垂直線至下方的平面 II; 將物體面上的點這樣地投到各平面之後, 再把各平面上所得的那些垂直線底足跡, 依適當的關係聯接之, 便得三個圖形如本圖中所示: 這便是投形法底一般。那些平面稱為投形面⁽³⁾; 那些垂直線稱為投形線⁽³⁾或投射線⁽⁴⁾; 那些圖形稱為投形圖, ——在後投形面上的稱為正面圖⁽⁵⁾, 在右投形面上的稱為側面圖⁽⁶⁾或左側面圖, 在下投形面上的稱為平面圖⁽⁷⁾或頂面圖。

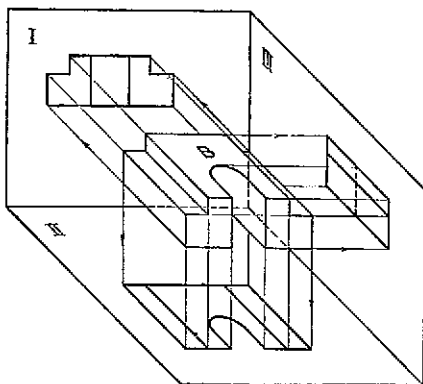


圖 171

今將投形面 II 和 III 各向後轉一直角，使與投形面 I 並齊，各投形圖相互的位置便如圖 172，——平面圖居於正面圖底正下，側面圖居於正面圖底正右，其圖形與依節 117 的方法求得的正視圖、俯視圖、左側視圖，絲毫無異。

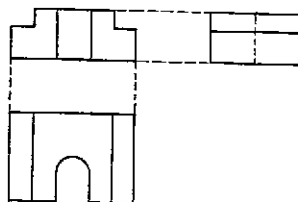


圖 172

投形面若設有六個，合成一所空房的樣子，那麼投形圖依法求得之後，令後方的正投形面不動，將其餘的向後展開，各投形圖相互的位置便如圖 173 下方所示。背面圖可拼在十字形底任何端，但實際上多置於左端或右端。

(1) 這便是 G. Monge 所始創的法則，看第 6。 (2) 投形面：Projection plane; Projektionsstafeln, (3) 投形線：Projector, Projecting line; Projizierende, Projektionsstrahl. (4) 投形圖：Projection drawings, Projections; Projektionszeichnungen, Risse; 普通稱為投影圖。 (5) 正面圖：Front elevation; Aufriss. (6) 側面圖：Side elevation; Seitenriss. (7) 平面圖：Plan; Grundriss.

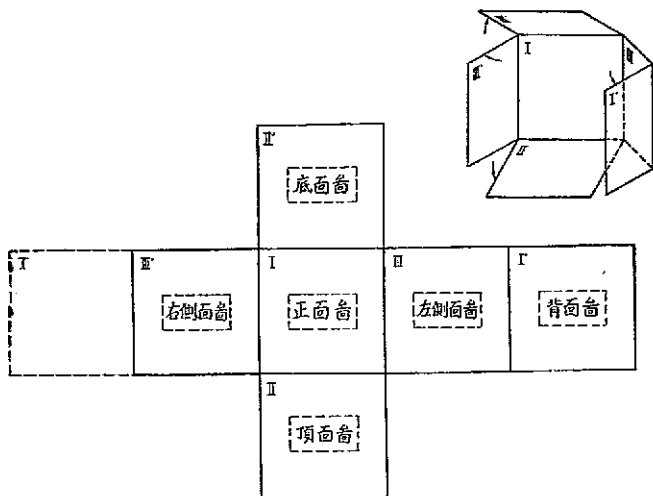
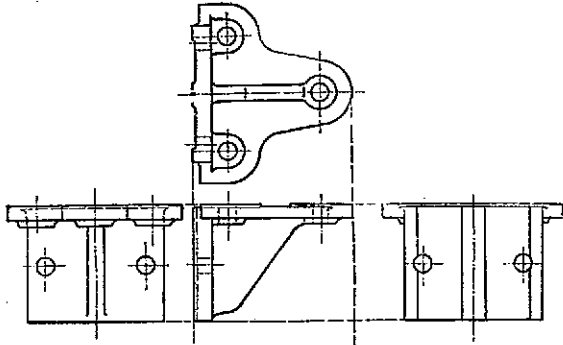
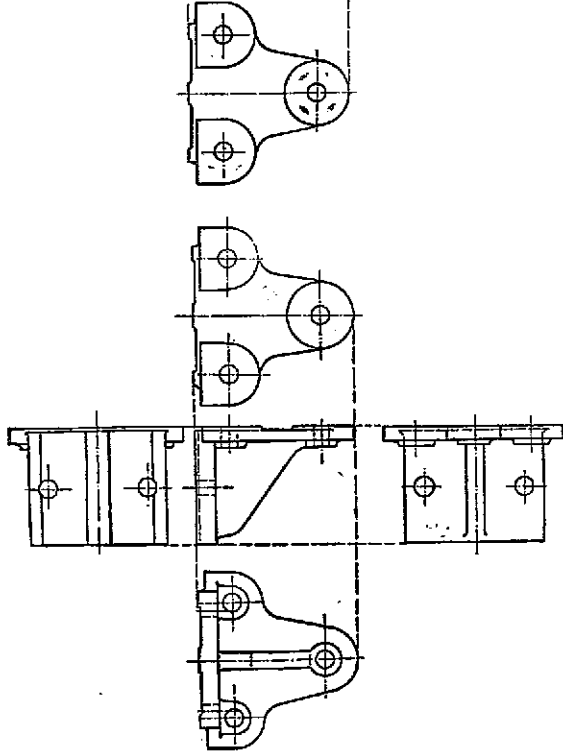


圖 173

123. 直視圖底排列 從節117與節122看來,可知直視圖底兩種求法本很相似,祇因所設的平面位置不同,圖底排列就隨之而異。前法,平面設在物體與視者之間,各視圖與其所表的物體之端相毗連;(這就是說:俯視圖在正視圖之上,仰視圖居於下,左側視圖居於左,右側視圖居於右)後法,平面設在物體和視者之外,其與前法中相當的各圖底位置,適與上述的相反。圖174、175例示兩者底差異。視圖依前法排列的,可稱合乎自然,比依後法排列的容易使人得到關於物像的清晰的概念。至於作圖而論,那前者也比後者多少終便利些。試將圖176中兩種圖例仔細比較而研究之,其理當甚明顯。物體愈長大,愈繁瑣,兩法間的優劣愈形顯著。前法現今通用於美國,後法方盛行於歐洲。——但歐之荷蘭近已改用前法。本書以後也擇優而從之。



按正法中視圖的排列 圖 175



按形法中視圖的排列 圖 174

近已改用前法，本書以後也擇優而從之。

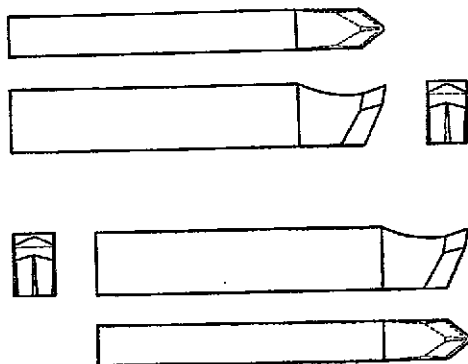


圖 176

124. 局部視圖 用普通視圖來表物體，倘還有一小部未能顯

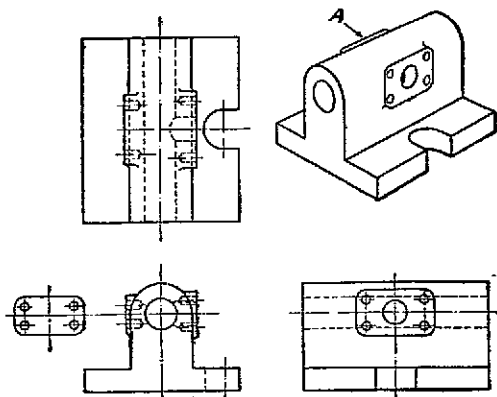


圖 177

明，添畫一個視圖，則又覺太累贅，此時宜用局部視圖⁽¹⁾表達之。圖 177，在

正視圖左面的那個小圓，即示物體A部的局部視圖。用這局部視圖去



圖 178

代整個的左側視圖，不但可節省作圖的時間，且使A部底形狀更為鮮明。

圖178示有局部視圖底另一用法；那左右邊兩個視圖，都是各表物體底一端。

□ 局部視圖：Partial view; Teilansicht.

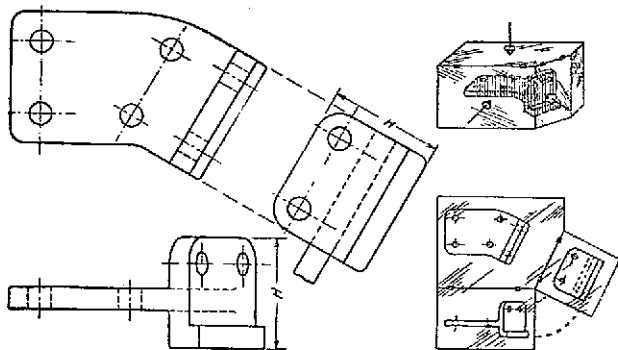


圖 179

125. 副視圖 物體上歪或斜的表面，任何主視圖⁽¹⁾中不能示其實形。(見節118) 吾人若正對該表面看去，又依這麼看來的畫作視圖，該面底實形就明白顯現。這樣畫成的圖，稱為副視圖⁽²⁾，其位置當在歪或斜的表面底正前。(看圖179, 180) 吾人還可這樣去想像：假設副畫面⁽³⁾一個，與

一主畫面'垂直,與物體上歪或斜的表面平行,如圖179的右上方;依直視畫法,於副畫面上求出視圖,又將副畫面轉個直角,使與那個垂直的主畫

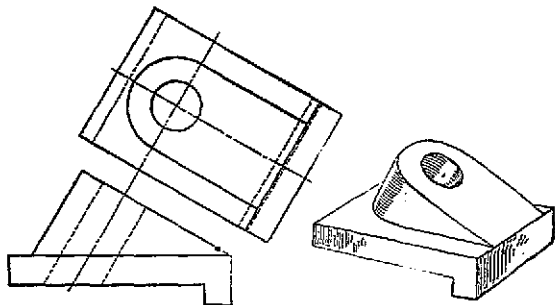


圖 180

面並齊,副視圖就此產生;其與主視圖相互的位置和關係則如本圖左方所示。

副視圖可單表物體底歪面或斜面,也可畫表物體底全部,常隨各物底狀態決定其表法。圖180示有一個表示物體全部的副視圖;有了此

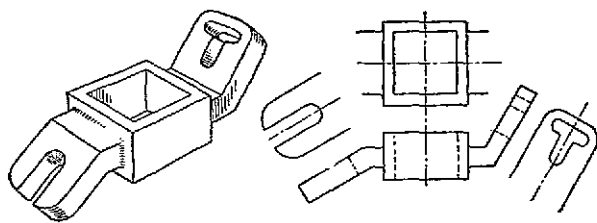


圖 181

圖,俯視圖或側視圖可就略去。至如圖181的物體,副視圖宜單表其斜面,成爲局部視圖的樣子,——俯視圖也如此。

爲使看者容易意會，又不至於誤解，副視圖須與主視圖一樣常居於適當的方位，不可隨意移置。但若另有特別原由，副視圖也得改在那些主視圖所居的方位。此時該副視圖所根據的觀察方向，應用鮮明的箭頭指示明白；副視圖之下，並須特爲題一名目；看圖 182。

(1) 主視圖：仰正，逆，俯，仰，左側，右側等視圖。 (2) 副視圖：Auxiliary view; Hilfsansicht. (3) 副畫面：Auxiliary Picture Plane; Hilfsebene.

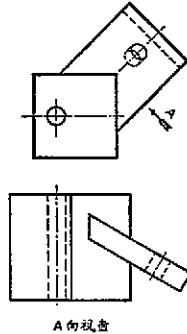


圖 182

126. 作副視圖 副視圖若全成對稱或大體成對稱，可依中心線作去，否則宜定一基本線，依基本線作之。今如要對圖 183 那個角柱底斜

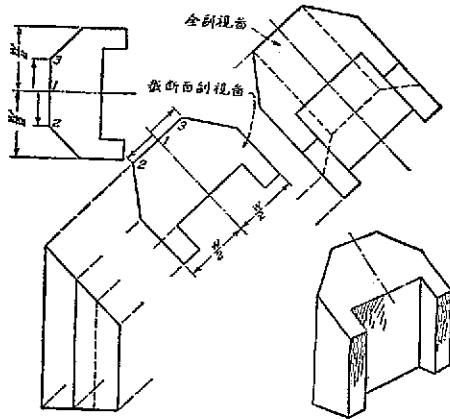


圖 183

切面作副視圖，先於適當的地位劃定副視圖底中心線，令與正視圖中代表斜面的那條斜邊平行；次從斜邊上各點，引投送線至副視圖，然後從俯

視圖量取各點距中心線的距離，依副視圖底中心線於投透線上截定之；聯接各截點，便得所要之圖。圖 184 例示非對稱的副視圖依基本線作

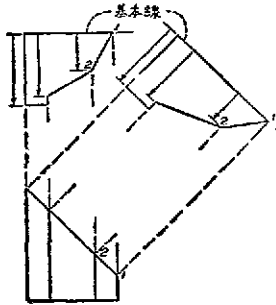


圖 184

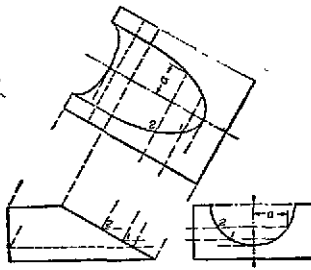


圖 185

去的方法。

曲線，可在線上取諸點，依上述的方法，於副視圖中定出各該點底位置而後依次聯成之；圖 185。

127. 求歪斜線底實長 物體上又歪又斜的邊，表於那些主視圖中，未有不比原邊短縮的。要知原邊底實長若干，不能不作副視圖求之。圖 186，假定 $a'b'$ 、 $a''b''$ 為一歪斜線底正視圖與俯視圖。從正視圖看來，那線底右端是在左端之下，高低相差為 h ；從俯視圖看來，右端是在左端之後。吾人惟有依一垂直於該線如圖中箭頭 A 所指的方向看去，方得見其實長。今從俯視圖 $a''b''$ 底兩端引作垂直線，於線上取 a 、 b

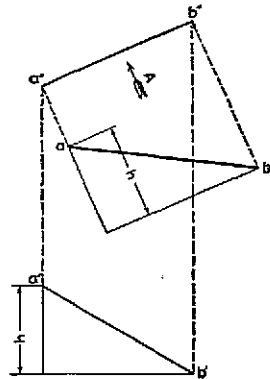


圖 186

兩點,使a比b高出h的距離,那末ab線該便是A向的視圖,也就是歪斜線底副視圖,ab之長因此即為歪斜線底實長。副視圖依垂直於a'b'的方向去作,所得的結果自也相同。求歪斜線實長底別法,將另見於節151。

128. 剖視圖 物體內部的形狀原可用虛線來表;但虛線一多,圖形往往陷於混淆狀態,令人不易了解。要免除這種困難,不得不借重於剖視圖⁽¹⁾。

剖視圖係由這樣得來:假設一剖平面⁽²⁾,把物體剖分為二,如圖187底上方;移去前一半,使露出物體底內部,如該圖下方所示;照正對'剖斷面'看來的形狀表作視圖,並於剖斷面內佈以所謂斷面線⁽³⁾的平行線,便得一剖視圖,如圖188底下方。此處,剖視圖係代正視圖用,居於正視圖的位置,其上則有俯視圖。剖分物體原是假想的,故除剖視圖以外,其餘視圖

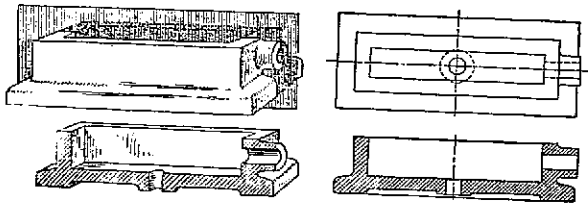


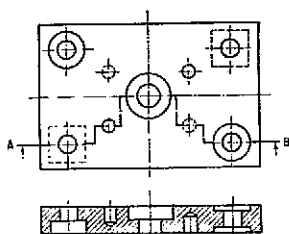
圖 187

圖 188

都須表出物體底全部。圖188,剖平面設在物體前後面的正中處,其位置適與俯視圖的中心線相合;這種位置很易想見,故不必另外表明。剖平面若居於特殊的位置,就須用點劃線和箭頭標示明白;參看圖189。

剖視圖也依直視畫底定理去畫。通例,凡在剖斷面以後的,一切看得見的邊緣,都須表出;其看不見的,除必需的以外,往往略去。

(1) 剖視圖: Section; Schnitt. (2) 剖平面: Section plane; Schnittebene. (3) 斷面線: Cross hatching; Schraffur; 另達於節130。



A-A剖视图

图 189

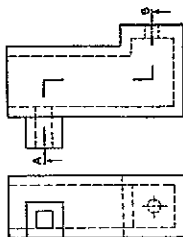
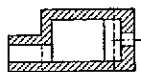


图 189-a



A-A剖视图

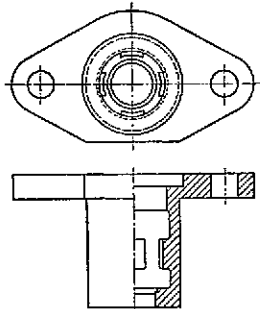


图 190

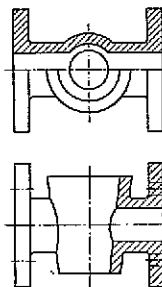


图 191

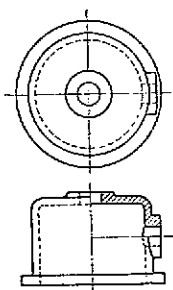
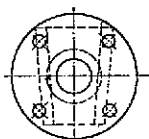
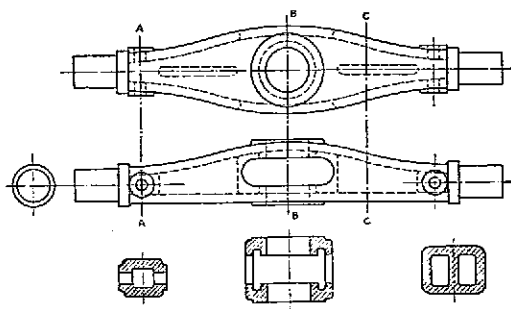


图 192



A-A剖视图

B-B剖视图

C-C剖视图

图 193

129. 各種剖視法 剖視圖中物體底剖切,不必拘於前節所示的方式;怎樣剖來最爲機巧,最爲切當,就可怎樣剖之。下面列舉幾種常見的剖視圖及其剖法。

- (1) 複剖視圖。圖 189. 剖平面不只一個,連成曲折狀通過那些不相並齊的諸孔底中心。本例,剖平面須用粗的點劃線標出位置,用字母作個記號;視察剖斷面的方向,則用箭頭指示之。剖視圖之下,還須註明該圖底名目。圖 189a 另示一例。
- (2) 半剖視圖。圖 190, 191. 剖平面只剖去物體底一半。此項剖法,多用於對稱的(或大體對稱的)物體,其剖斷多居於視圖底上邊或右邊。
- (3) 四開剖視圖。圖 192. 剖平面只剖去物體底四分之一。四開剖視圖,半剖視圖常取‘外表圖’底四分之一或一半的地位,與外表圖混合地表着,而以物體底中心線兼充剖斷面與外表面底分界線。
- (4) 局部剖視圖。圖 193-195. 剖平面只剖去物體底一部分,剖視圖又僅將該部底剖斷面表出。剖平面的位置或標或不標,看需要與否而定。此類視圖,因單示物體底剖斷面,通常就以斷面圖稱之。
- (5) 副剖視圖。圖 196. 剖平面在一歪或斜的方向。
- (6) 轉向剖視圖。⁽¹⁾ 圖 197-199. 剖平面向物體底某部垂直地剖去,剖斷面就於圖中該剖斷處,轉個直角的方向表之。轉向剖視圖也得稱爲轉向斷面圖。
- (7) 破碎視圖。⁽²⁾ 圖 200, 201. 剖平面把物體底某片段,照隨意劃定的界限剖去;剖視圖就與外表圖混合地表着。剖斷面與外表面底分界線,常作蜿蜒狀態,只須隨手畫來,其粗細宜比實的物線細些。

⁽¹⁾ 轉向剖視圖,實是局部剖視圖底一種;只因所居的位置與普通局部剖視圖不同,故定名也隨之而異。

⁽²⁾ 此種視圖,因其所表物體呈現一部分破碎的模樣,故有‘破碎視圖’的名稱。

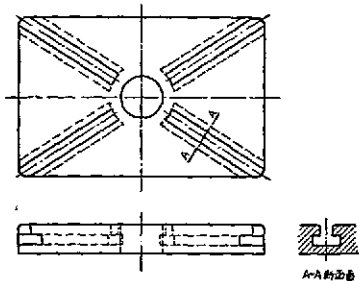


圖 194

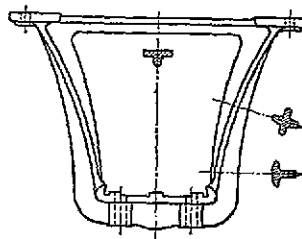


圖 195

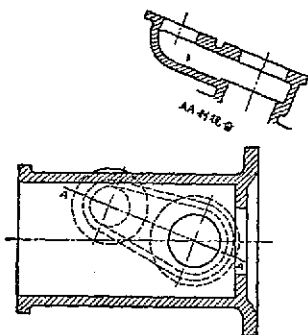


圖 196

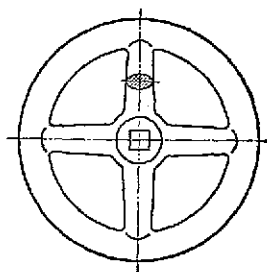


圖 197

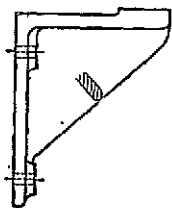


圖 198

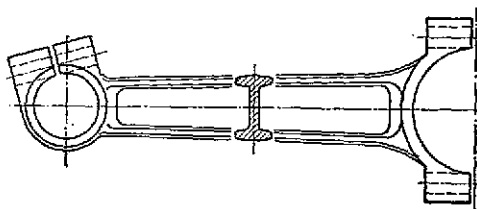


圖 199

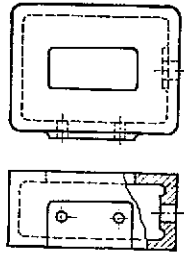


圖 200

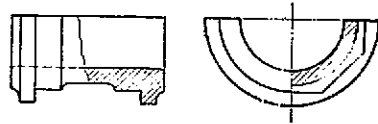


圖 201

130. 斷面線 斷面線是來表顯剖断面,使與物體底各表面有所區別;普通與剖断面底中心線或主邊線成角 45° ;如圖202. 各平行線底間隔,隨剖断面底大小而定;面大的,線可隔得開些,小的則反之. 線底稀密,須要到處均勻. 同一剖断面中,若有幾個各別的零件,各零件須表以

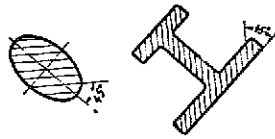


圖 202

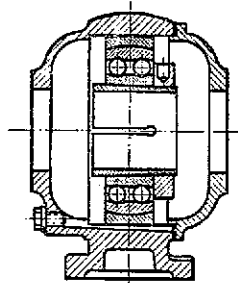


圖 203

各殊的平行線,以便鑒別;這可藉變更線底方向或兼變線底間隔解決之,看圖203,一線底斜度却仍取 45° ,並不變動. 此時,凡屬於同一零件的斷面線,方向和間隔自應到處相同;倘該組視圖中,剖視圖不只一個,那末屬

於同一零件的斷面線，其方向與間隔，在各視圖中也須統一。斷面線宜比中心線稍細。

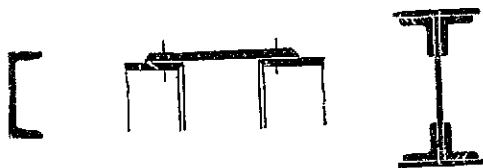


圖 204

缺的剖斷面，(如金屬片或各式鋼條底剖斷面)可用墨塗黑以代作線；圖204。遇有數零件結合於一處，每相接的兩件間，須留一條狹的空隙，使各件得有分別。

131. 放大視圖 物體往往有細小的部分，依照適於大體的比例，難以表得周詳而清晰；或者偶能充分表明，却又苦無寬綽的餘地可以記載尺寸。若專為着這細小部分，把那比例擴大，圖底大體又嫌過分寬弛，圖幅恐也太大。這種困難，多半可用放大視圖來解除。今示兩例於圖205, 206。圖205的放大視圖，係一種局部視圖；圖206的，乃是A A處的斷面圖。放大視圖不可不將名目記明。

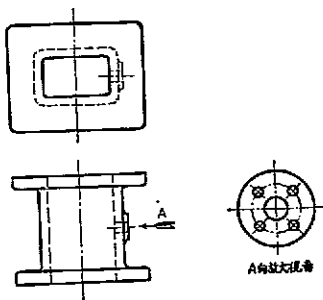


圖 205

132. 圖中的虛線 虛線有紛擾圖形的趨向，對於繁複的視圖更覺可厭。故凡無補於圖意而有損於圖底清晰的，通宜省去；茲舉一例於圖207，試與那個虛線盡表的圖208比看之。剖視圖與副視圖

中,虛線之可省的特多。

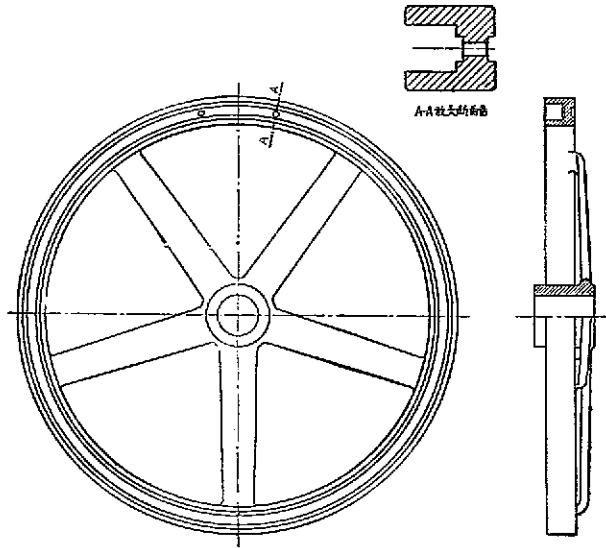


圖 206

133. 視圖底選取 視圖應畫得多少適中。少畫一個,致於圖意殘缺,或不很明晰,固然不可;若將無何效用的也加了進去,那不但白費時

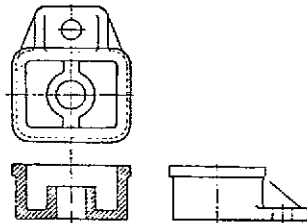


圖 207

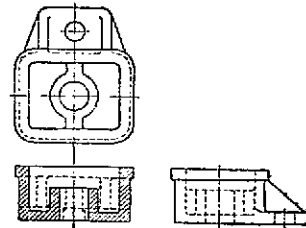


圖 208

間，又將惹起看者底厭煩來了。大凡圓柱形或圓錐形的物體，只用兩個視圖便能完全表明；參看圖154、圖162。矩形的物體，嚴格地說，須有三個視圖，如圖209。若單用圖210那樣的兩圖表之，意義就不

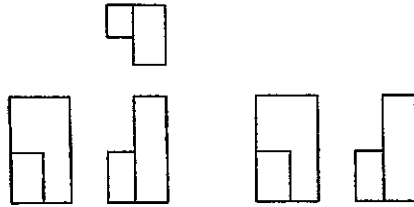


圖 209

圖 210

確定，——它可當作圖211之I或II的物體解，也可當作他種類似的物體解——但習慣上，圖211的兩種物體，常表作圖212狀，這與圖210已有顯明的區別。因此，物體之純成矩形的，也可單用視圖兩個。

至於應畫的該是何種視圖，那却須隨物體底形態而定。選取視圖，常以正視圖為依準，因不論物體底形態如何，視圖底組織又如何，正視圖總不能缺。正視圖中物體底方位，或隨實用上的放法，或看穩定和明晰

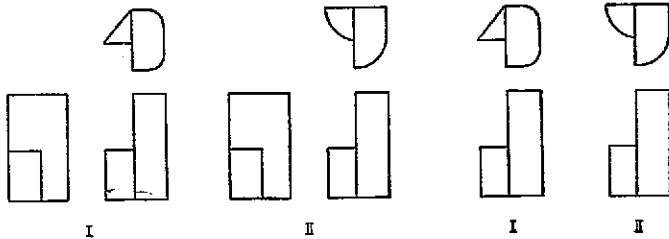


圖 211

圖 212

與否而定。放法有一定的物體，須遵守其使用的方位，立的立着，臥的臥着。（圖198中的托架便是一例）放法若可不拘，則尖形的物體，常宜使尖端向上，細長的物體，使居橫向，俾能現出穩定的樣子；又其比較繁複的那一縱面，宜使之向前，俾得明顯於正視圖中而不至虛線密集。正視圖既

經這樣決定，側視圖、平視圖即可着手選取。習慣上，右側視圖、俯視圖豈比左側視圖、仰視圖自然；所以一個物體，用俯視圖和用仰視圖，倘能表得一樣明白，總宜採取俯視圖；其右側視圖與其左側視圖一樣明白時，則取右側視圖。但若一物用那慣用的右側視圖、俯視圖來表，圖中要多有許多虛線，因而圖形晦澀，那就不能泥守常例，宜即改用左側視圖、仰視圖。

剖視圖既如以前所說，有顯明內部形狀的特長，所以選取視圖時，這個特長不可不好生利用。凡遇有隱藏部分的物體，統宜酌用剖視圖，——各種形式的剖視圖。有些製圖員，就是對那略帶虛線而狀極簡單的外表圖，如圖 213 之 A，也願改作剖視圖如 B，因為這個覺得較為清晰。

作直視圖除求正確、周密與明晰以外，還須講究表法的經濟。大凡遇可利用局部視圖、局部剖視圖、破碎視圖……使得省去拖沓而無用的種種表現，都宜盡量利用之。這項經濟的表法，不但可節省作圖的手續，減少圖形所佔的地位，往往能兼收簡明、清晰，令人易解的良效。

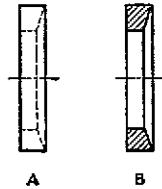


圖 213

第八章 交線展開面

134. 兩物相貫或相接，彼此兩種表面底交貫處，即現出交線⁽¹⁾一條；
 圖 214. 交線或含有幾條直線，或成爲種種曲線，隨物體底形狀、接合底方式而異。至其求法，也爲吾人所應習知，因爲(1)，交線同普通邊線一樣，必須表於圖中，以示交貫處的形態；(2)，要作相貫體或相接體底兩種表面底展開圖⁽²⁾，必須先有交線，方可着手。單表形態的交線，將線上主要的各點求出，草率

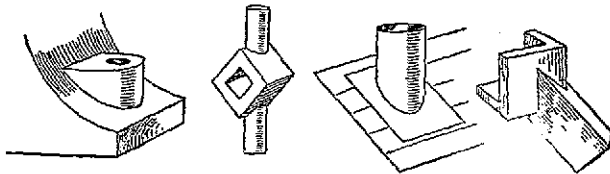


圖 214

地聯成之就行；備作展開圖用的線，貴乎正確，因此，線上的點必須多求一些。

交線上的點，有的可以直接求出，有的則不然。不能直接求出的，往往可藉假設截平面，向相貫或相接的兩物一併截去而求得之。（例見下節）此種平面，在兩物底表面上截出兩組線來，其交點既爲兩物所公有，自然是所求的點。設截平面⁽³⁾以能使牠截成簡單的線——如直線或圓——爲佳。若是截成爲圓，還須求此圓能於圖中表其實形，而不至變成橢圓。又，合乎上項條件的截法，若不止一種，則宜擇一能得交點最多的方向截之。倘兩物俱係轉成體，其兩軸又交於一點，用截平面去求，往往感覺十分困難，此時宜將平面改爲球面；例見節 143。

(1) 交線: Line of intersection; Durchdringungslinie. (2) 參看節 145. (3) 截平面不必定要各各平行。

135. 求兩個角柱底交線 圖 215. 於俯視圖中,可見斜角柱底四稜與直角柱底兩面成交四點. 將這些交點,從俯視圖投送至正視圖,使與各相當的斜稜相交,便得交線上的點 1, 2, 3, 4. 今設直立的截平面 X, 通過直稜 a d 而與諸斜稜平行, 直角柱上便截得 a 5, 6 d 兩線, 斜角柱上截得 5 b, 6 c 兩線, 其交點 5 與 6 自也是交線上的點, 聯接 1, 5, 2, 3, 4, 6, 即成所求之線. 側視圖中交線底各點, 可從正視圖與俯視圖中的各該點引投送線而得之.

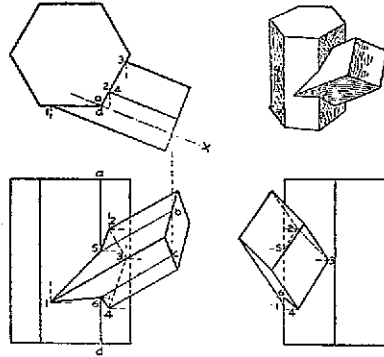


圖 215

136. 求兩圓柱底交線 (1) 兩軸成正交; 圖 216. 先用投送

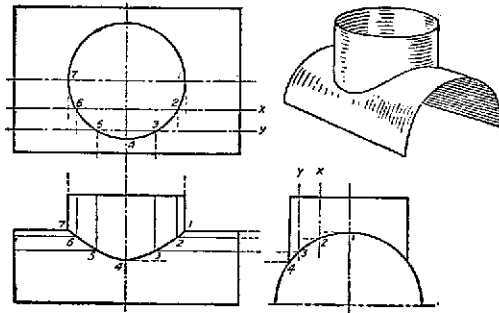


圖 216

法,於正視圖中求出交線上的點 4. 次任意設直立的,與橫圓柱之軸平

行的截平面如 x, y ; 每個平面, 便於直圓柱面上截出縱線兩條, 橫圓柱面上截出橫線兩條; 其交點如 2, 6, 3, 5 自也是交線上的點。依曲線板聯接之, 即得所求之線。

(2) 兩軸成斜角, 惟不相交; 圖 217.

先於正視圖中依法求出 1, 2, 3, 4 等點。次設直立的截平面 X , 通過直圓柱之軸, 求出點 5 與 6。再設與 X 平行的截平面, 求出其他的點, 然後作線聯接之, 一設截平面, 此處宜循一定的規律, 通過斜圓柱圓周上所劃分的諸等分點, 如本圖所示。

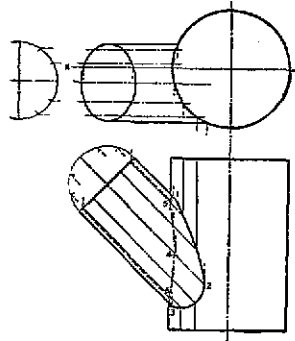


圖 217

137. 求圓柱與圓錐底交線

(1) 兩軸正交; 圖 218. 設水平的截平面數個, 各平面於圓錐面上截成一圓, 於圓柱面上截成兩條直線; 圓與直線底交點, 即是交線上的點。

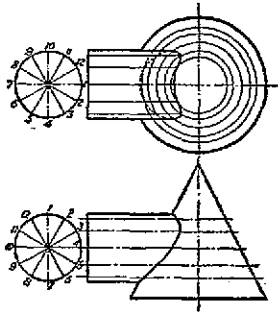


圖 218

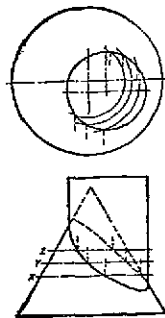


圖 219

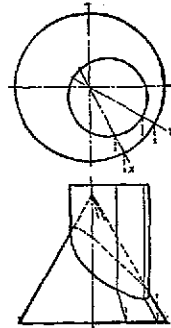


圖 220

(2) 兩軸平行; 圖 219. 設與軸垂直的截平面如 X, Y, Z 等求之。這

些平面於圓柱面上截成爲圓，其直徑不變，於圓錐面上也截成圓，其直徑各不相同。圖 220 另示一法；此處截平面通過圓錐之軸，居於各種直立的方向。

138. 求圓柱與圓環

段底交線 圖 221. a, b 兩點即在圓環底外圍線上，可以直接定出；其餘的點，設直立的截平面如 X 求之。

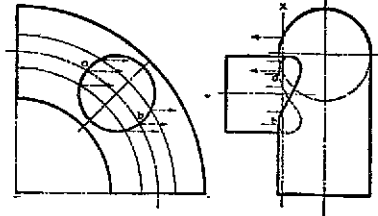


圖 221

139. 求圓錐與圓球片底交線 圖 222.

此處，那三個視圖中都有待求的交線。先從正視圖，將 a, b 兩點投送至俯視圖與側視圖，得交線底限點兩個。次設水平的截平面如 X。於俯視圖中，依中心 O_1 作一以 r_1 爲半徑的弧；再依 O_2 作一以 r_2 爲半徑的弧，便得交線上的點 c 與 d。將此兩點投

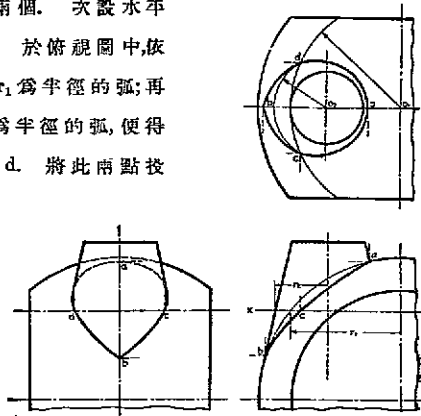


圖 222

送至正視圖與側視圖；再依上法繼續求去，即得聯成所求之線。

140. 求圓錐與角柱底交線

兩軸合在同一直線上;圖 223. 於俯視圖中作六角形底內切圓. 將圓周上的點 a ,投送至正視圖中圓錐底斜邊;乃作線 A . 再將各切點投送至 A 線上,得交線底諸頂點. 交線底諸底點,正視圖中可以直接定出. 至於頂點,底點間的點,則可設垂直於軸的截平面如 X 求之. 每一截平面能截得點12個.

此相接體,也可想作是由圓錐被六個與軸平行的平面截了成功. 故其交線,係由六段雙曲線合成.(參看節84) 該雙曲線底實形,惟那居中的一段顯示明白. 普通六角螺帽和螺釘底六角頭,都含有這種交線;但實際上常用圓弧約略表之.

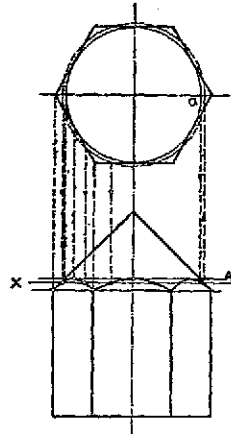


圖 223

141. 求角錐與

圓柱底交線

兩軸合在同一直線上;圖 224. 設垂直於軸的截平面數個. 此種平面於圓柱面上截成大小一律的圓,於角錐面上截成大小不同的等邊三角形. 那最小的一個 E_1 ,截得 a, b, c 三點;最大的一個 E_2 ,截得 d, e, f 三點;中間的如 E ,則得

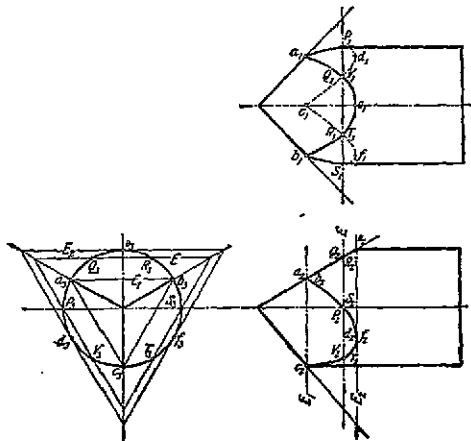


圖 224

點 P, Q, R, S, T, V.

142. 求長方柱與轉成體底交線 兩軸合在同一直線上;

圖 225. 於俯視圖中,將轉成體與長方柱底交點 a_2 , 投送至正視圖,得正面交線底頂點 a_1 . 同樣將正視圖中的交點 b_1 ,投送至俯視圖,得頂面交線底頂點 b_2 . 次於側視圖,經過角點 c_3 作圓弧 $c_3 c'$. 將點 c' 投送至正視圖,使與轉成體外面底引長線相交,得點 c'' . 經過 c'' 作一垂直於軸的線,便截

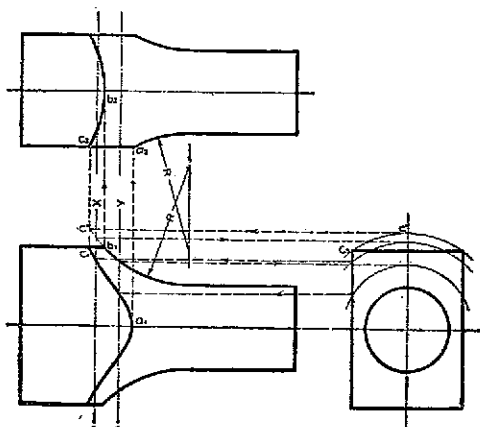


圖 225

得交線底底點 c_1, c_2 . 其他的點,可設與軸正交的截平面如 X, Y 求之;方法,看圖自能明瞭.

143. 求兩圓錐底交線 兩軸斜交於一點;圖 226. 應用截平

面的求點法,此處不復合用. 本題應設以交點 O 為中心的圓球面若干,向兩個圓錐一并截去而求之. 此項球面能於各圓錐面上截出垂直於軸的圓來. 彼此兩圓底交點,既為兩圓錐所公有,自然是交線上的點.

正視圖中,那較大的球面於直圓錐上截出圓A與B,於斜圓錐上截出圓C與D. 點P, Q, R, 即為A, B與C, D底交點. 那較小的球面,與直圓錐底側面相接於圓E,於斜圓錐上截出圓F與G; 交點S與T即由此產生. 俯視圖中,可先作A, B, E等圓,然後於圓上去定上述諸交點底位置.

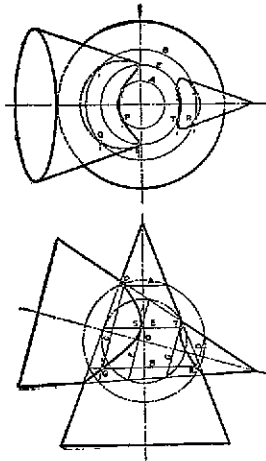


圖 226

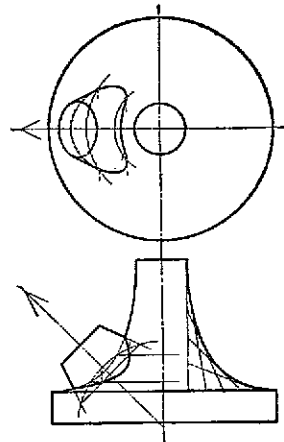


圖 227

144. 求圓錐與拋物線轉成體底交線 圖 227. 設截球面求之. 方法同前節.

145. 展開 將物體所由圍成的表面轉展開來,如圖 228 之左,使成爲單一平面,如圖 228 之右,這就叫作面的展開.⁽¹⁾ 那個展成的平面,稱爲展開面;表示展開面的圖,稱爲展開圖. 一個圓柱外圍底展開面,當成長

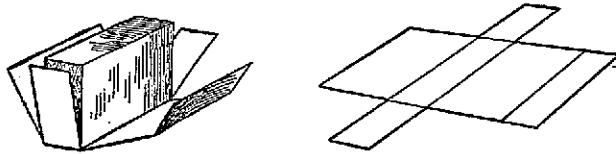


圖 228

方形,如圖229;其闊即是圓柱之高,長則等於圓周之長。大凡由金屬片或金屬板捲轉或摺合而成的種種物品,除以普通視圖表示其形狀外;常須畫作展開圖,表出展開面底形狀,大小,使得依此截取材料。故一般學

者,對於展開圖也不可不加研究。

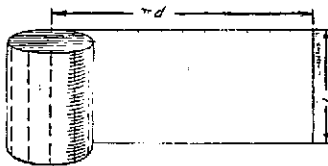


圖 229

各種表面,有可展面與不可展面的區別。可展面,一展開來到處平滑,沒有些微的皺紋或裂痕;角柱面、圓柱面、圓錐面,都屬此類。展開來時不合上述的條件的,如球面、圓環

面、螺旋面等,即為不可展面。不可展面也得求出約略的展開面來。

在實際工作中,常於依法求得的展開面以外,寬放若干,或以供合縫處的重疊量,或以補足於加工時因料厚而短縮的縮量。以下所述,祇是關於純真的展開面底求法。

作展開圖,有兩條通例:

1. 要是不致傷料,常以物體上最短的一邊作展開面底縫口。
2. 在可能範圍內,常使展開圖作對稱狀。

(1) 展開: Development; Abwicklung.

146. 直伸線 角柱、圓柱,在一平面上滾過一遍,那種與稜或軸垂直的截斷面或表面,便在平面上滾成一條直線,其長等於柱體最短的周

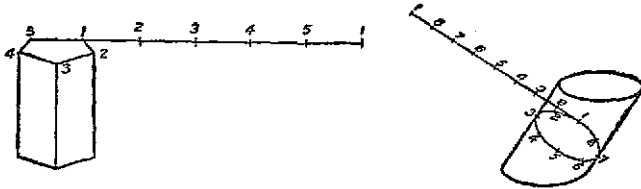


圖 230

圖之長。此種直線，如圖 230 中的 1-1，稱為直伸線⁽⁴⁾。直伸線於求展開面時，常用之以定各種距離。

(4) 直伸線: Stretch-out line.

147. 求截頭角柱底展開面 圖 231. 作直伸線 A B. 照仰視圖所示的各稜底距離，於線上截定 1, 2, 3, ……等點。從這些點起作垂直線，以表角柱底諸稜，並照正視圖中各稜之長截定之。聯接那些截點，便

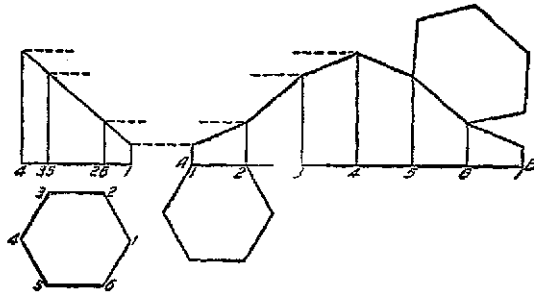


圖 231

得角柱側面的展開面。再把角柱頂面和底面底實形於適當的位置畫了進去，即成完全的展開圖。

148. 求斜角柱底展開面 圖 232. 於正視圖中任意設一正交於各稜的截平面, A A. 作直伸線 1-1, 或居橫向, 如展開圖 I, 或與 A A 相並, 如展開圖 II. 於直伸線上, 照那副視圖所示的各稜底距離, 截定 1、2、3……等點; 作諸垂直線. 照正視圖中 A A 上各稜之長, 截定 1-1 上各垂直

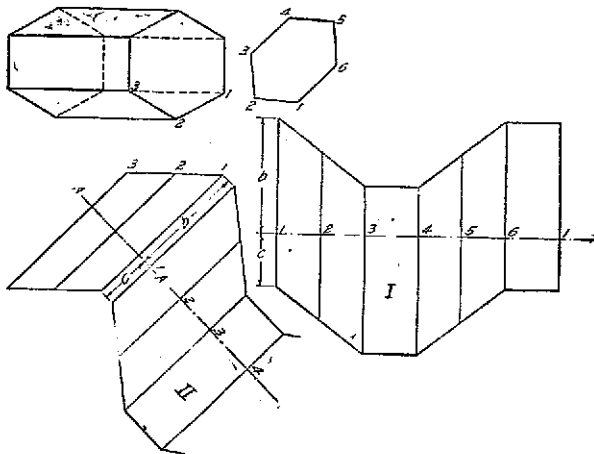


圖 232

線; 照 A A 下各稜之長截定 1-1 下的各線. 聯接那些截點, 便得斜角柱側面的展開面.

149. 求截頭圓柱底展開面 圖 233. 作直伸線 1-1, 使等於仰視圖中圓周之長. (πd) 分圓周與直伸線同為若干等分. 從圓周底各分點, 引投送線至正視圖, 作與軸平行的諸線. 於直伸線上各分點作垂直線, 照正視圖中各線之長截定之. 聯接諸截點, 使成光滑的曲線, 再加上圓柱頂面的橢圓形和底面的圓形, 便得一個完全的展開面.

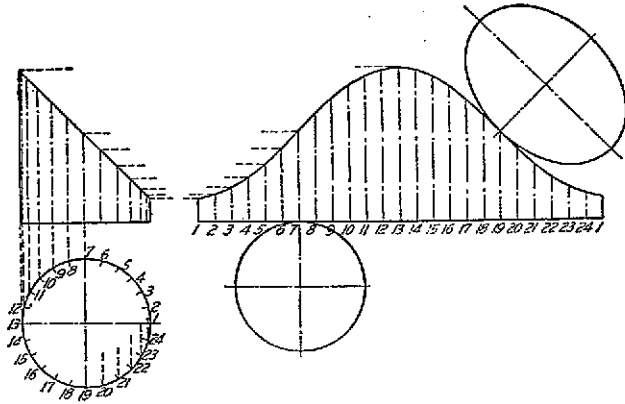


圖 233

150. 求直角彎管底展開面 直角彎管,由橫直兩段接成,如

圖 234 那樣的,可依前節所述之法,求其展開面. 其由幾節拼成,如圖 235 左方所示的,那首尾兩節,也可依前節的方法展開之;中間三節,則各須假設與軸正交的截平面,依截斷處的直伸線去求,——截平面,此處宜設在各節底對分處,使直伸線直可當作展開面底橫的



圖 234

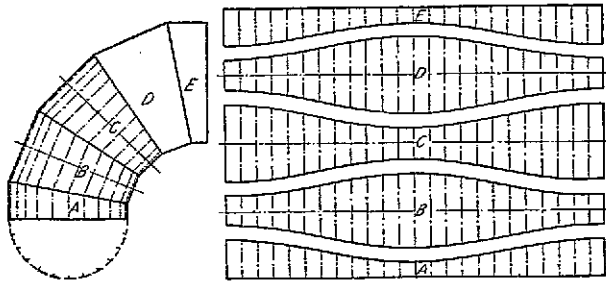


圖 235

中心線用。彎管底各節，若其縫口相間地定在最短與最長的一邊，如圖 235 所示，那末從一圓長方的材料上截起胚子來，該不至有絲毫廢料。

151. 求歪斜線底實長 展開圖所賴以構成的，不消說得，便是物體諸邊底實長。諸邊中倘有居於歪斜的方向，其實長既非一般主視圖所能顯示，自有先行求出底實長。歪斜線實長底求法，節 127 曾已述及；可是那個求法，對於有些展開圖題不很適用；現在特將歪斜線轉轉致位置而求實長的方法，作個介紹。

假如有條杆子，直立於地上，如圖 236-I，用鐵絲 OA、OB、OC 拉着，OA 在一橫的直立面上，其餘則居於歪斜的方位。吾人從前面看去，可見 OA 底實長，但不能並見 OC 底實長。今假設鐵絲 OC 依 O 端移轉至 OC₁，使與 OA 在同一平面上，OC 底實長，此時就能見得。這一轉移，僅使 C 端在水平的圓弧上變動位置，C 端底高低却未曾稍變。明瞭這個原則，就可推知怎樣去求實長。圖 236-II 即示其法；於俯視圖中，將 OC 底俯視形 O^bC^b，依 O^b 端移轉至橫的位置 O^bC₁^b。把 C₁^b 投送至正視圖，使與經過 O' 而作的橫線相交，得點 C₁^a。這樣，O'C₁^a 便是 OC 在轉移後的正視形，也

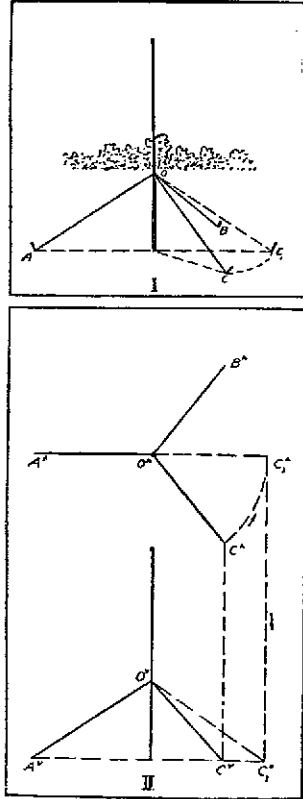


圖 236

即是 OC 底實長。

152. 求截頭角錐底展開面 圖 237. 先就原來的整個角錐着手。本例物體是直角錐，所以各稜之長相等；正視圖中 $O^{\circ}A^{\circ}, O^{\circ}D^{\circ}$ 即示原稜底實長。今以這個實長為半徑，依任意定下的點 O_1 作一圓弧；照角錐底面底周圍截定 A_1, B_1, C_1, \dots 將這些截點，依次聯接之，又各與頂點 O_1 聯接之，隨即完成整個角錐底側面的展開面。次用前節的方法，求出歪斜稜被截部分底實長；將線 OK 轉移至與 OA 線相合，此時正視圖中

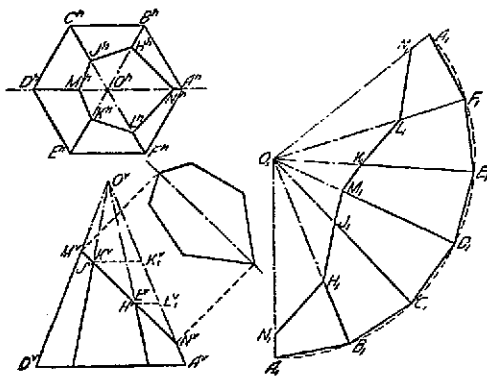


圖 237

的 K° 點移至同一橫線上的 K_1° ；同樣將 OL 轉移， L° 點便移至 L_1° 處；於是 OK, OL 底實長即可於 $O^{\circ}K_1^{\circ}, O^{\circ}L_1^{\circ}$ 量得之。

今取 $O^{\circ}N^{\circ}, O^{\circ}L_1^{\circ}, O^{\circ}K_1^{\circ}, \dots$ 之長，於展開圖中各稜上截定 N_1, L_1, K_1, \dots 等點；聯接之，便得截頭角錐側面的展開面。

153. 求截頭斜角錐底展開面 圖 238. 此處，各稜底實長，雖可應用前法去求，但不若另設專圖——實長圖，如正視圖右邊所示——

來得便利。原來各稜底實長，等於以角錐之高為高，以各稜在俯視圖中所示之長為底的直角三角形底斜邊之長。（原理見節127）今依頂點 O^o ，作縱線 O^oD ，使等於角錐之高；截定 $D1_1^o, D2_1^o, D3_1^o, \dots$ 各等於俯視圖中 $O^o1^a, O^o2^a, O^o3^a, \dots$ 。這樣，斜邊 $O^o1_1^o, O^o2_1^o, O^o3_1^o, \dots$ 便示各該稜底實長。

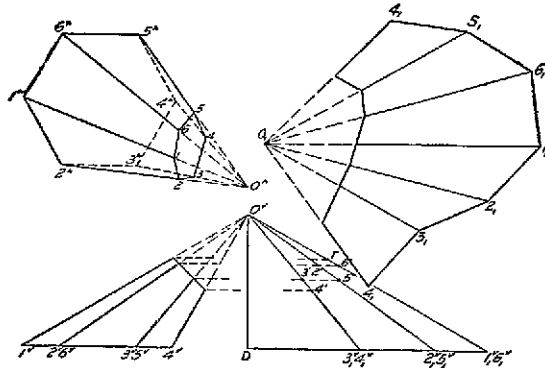


圖 238

再從正視圖中各稜上的截斷點，引橫線至實長圖，截定 $1', 2', 3', \dots$ 等點。於是各截去段底實長，即可於那 $O^o1', O^o2', O^o3', \dots$ 得之。

今定 O_1 為中心，取 $O^o1_1^o$ （亦即是 $O^o6_1^o$ ）為半徑，作一弧。於弧上，照俯視圖中底邊之長截定點 1_1 與 6_1 。次以 $1_1, 6_1$ 為中心，同以底邊之長為半徑，作弧兩條。再以 O_1 為中心，取 $O^o2_1^o$ 為半徑作弧，截那先畫的兩弧於 $2_1, 5_1$ 。照樣作去，以至完成整個角錐底側面的展開面。再取 $O^o1', O^o2', O^o3', \dots$ 之長，截斷展開圖中的各稜；聯接那些截點，便得截頭斜角錐側面的展開面。

154. 求截頭圓錐底展開面 圖 239. 先於俯視圖中，分底圓為若干等分，將各分點投送至正視圖中的底邊；從底邊上的各點，引線至頂點 O^o 。次以 O^oA^o 之長為半徑，依一隨意定下的點 O_1 ，作一弧。截取弧

$A_1 A_2$ 使等於底圓周之長，照底圓上的等分數等分之，將各分點與中心 O_1 聯接為線。末乃求出各截去部分底實長；（方法見節 152）依此截斷展開圖中的各線，把各截點聯作光滑的曲線，便得所求的展開面。

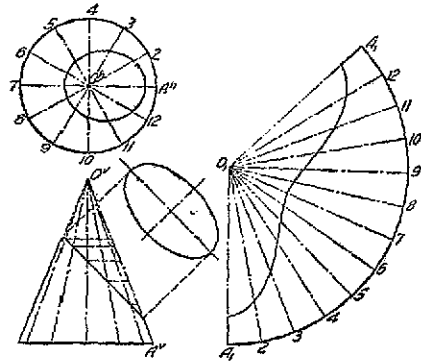


圖 239

155. 求斜圓錐底展開面 圖 240. 斜圓錐可以想作由無數不同的三角形依同一頂點拼合而成；所以斜圓錐底展開，除仿效斜角錐

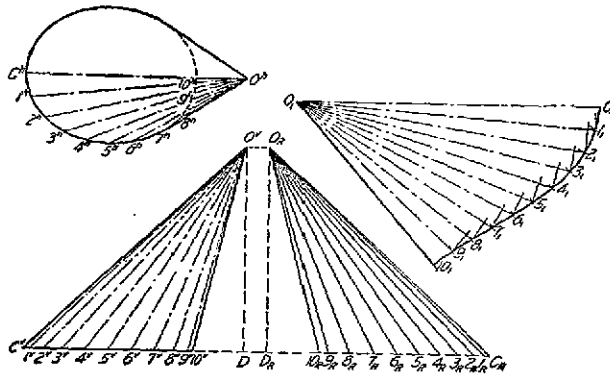


圖 240

底展開（見節 153）以外，別無他法。其步驟當如次：先分錐底為若干等分，將分點投送至正視圖；作 $O^0 1^0, O^0 2^0, \dots$ 等線。次作實長圖，求出 $O^0 1^0, O^0 2^0, \dots$

底質長 $O_1 1_n, O_1 2_n, \dots$ 等。次乃着手作展開圖，拿最長的線 $O_1 C_1$ 作根基，求出兩個等大的三角形於其兩邊，(圖中只示一邊) 換次作去，以至劃定縫口 $O_1 1_0$ 。通過三角形底邊各端，作條光滑的曲線便成。注意，曲線近 $O_1 1_0$ 處，須作垂直狀。

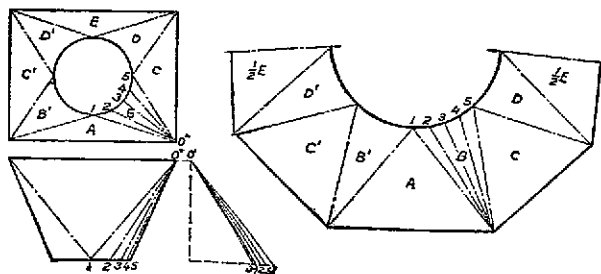


圖 241

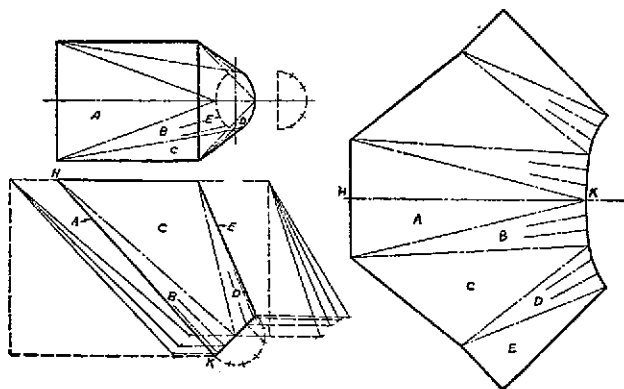


圖 242

156. 求變形管底展開面——I 變形管，如圖 241, 242 所示，是用以連接兩個異樣的管子或洞口的。要展開這種比較繁複的表面，必

先分析物形為各種單純的幾何形體底一部或全部，方能不覺其難。圖 241 的變形管，是去連接在同一軸上的圓管和長方管。此管，顯然的，由斜圓錐面 D, D', B, B' 四片與以長方形之邊為底的二等邊三角形 A, C, G, E 四個接合而成。其展開面的求法，當可不言而喻。

圖 242 的一種，是去連接不在同一軸上的圓管和長方管。該圖中，圓錐面 D, B 上所劃分的各線底實長，可以這樣求得：從正視圖中錐底的各分點，引橫線至實長圖；於這些線上，從實長圖的縱線起，各取一段，使等於俯視圖中 D, B 兩圓錐面上相當的各線之長，即得。至於斜圓錐底面上

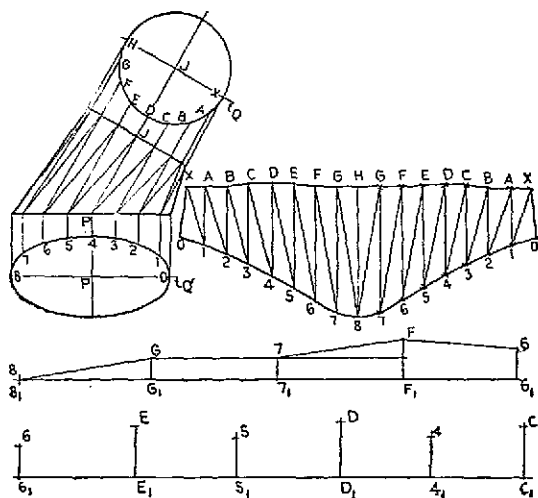


圖 242

每分段之長，則可從那表示圓口一半的副圖量取之。

157. 求變形管底展開面——II 圖 243 示個一頭圓形，一頭橢

圓形的變形管。牠底表面，非圓柱面，也非圓錐面，照理不能展開，但也得假定表面劃分為許多三角形，因而求出約略的展開面來；方法如下。先分圓與橢圓同為若干等分，將表面劃成許多三角形，如正視圖所示。次求表面上曲折的各線底實長：H8、X0兩線，正視圖中已示其實長；其餘各線，可作專圖，如圖中下端所示的求之。於一橫線上，照正視圖中8G、G7、7F……等線之長，接連地截定 $8_1, G_1, 7_1, F_1, \dots$ 等點；作諸垂直線。於各垂

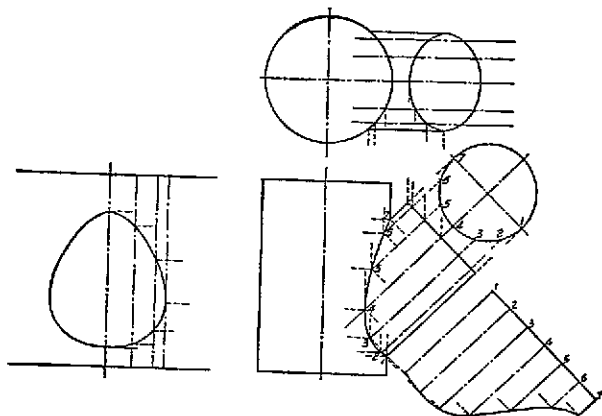


圖 244

直線上，照各原點距圓口或橢圓口底中心線 Q, Q' 的距離，截定一點，得 $G, 7, F, \dots$ 等。這樣， $8G, G7, 7F, \dots$ 之長，便是各該曲折線底實長。次以H8為展開圖底中心線，取 $8G, HG$ 之長，作三角形於兩邊。換次連作之，即得展開面。

158. 求相貫體底展開面 相貫體表面底展開，沒有甚麼特別的法則；先將交線劃定，再照普通方法求之可已；例見圖244。

第九章 平行透視圖

159. 幾種通行的平行透視圖，第六章中已將其基本原理論述一過，本章乃就實際的作圖法說明之。

平行透視圖通常單表物體底外形；至於隱蔽的部分，倘若必須顯現，可借助於剖視圖，虛線則僅在不得已時偶然施用。

160. 等測斜立圖中的直線 等測斜立圖中，凡是等測線，都合乎原邊底實長，故可於此種線上量取尺寸，也可於此種線上在製圖時放定尺寸；非等測線則不然，有的短於原邊，有的反比原邊長。

要作非等測線，必先定出該線兩端底位置，方能聯成。等測面上的非等測線，其兩端的位置，有時可依該面上的等測線直接定出，有時宜假設剛能包含該面的長方形，沿長方形之邊設等測線求之，——此長方形須先於物體底直視圖中表出。圖 245，DB 為非等測線，其 D、B 兩端底位置，依物體上 b、c、d 三種長度，作了等測線 OB、OC、CD，便可限定。圖 246，

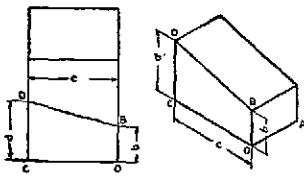


圖 245

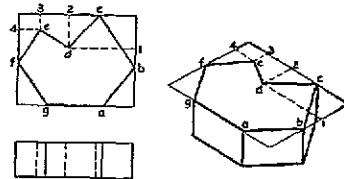


圖 246

要定非等測線 a b、b c、c d……各端底位置，宜設一長方形，如圖中細的實線所示；先循長方形之邊，定出 a、b、c、e、f、g 等點，次作 d₁、d₂、e₃、e₄ 等垂直線於

直視圖，照各該線底位置和長度，於斜立圖中另行劃出，即得所餘的d,e兩點。

不在等測面上的，歪斜的非等測線，其兩端底位置，可假設剛能包含物體全部（或局部）的矩形的箱子，沿箱子壁面設等測線去求。圖247即示其例。先說如上所述的矩形箱子一個，照等測的方位表出之。今如要定歪斜線bc底兩端，從箱角O起，照直視圖中O、2底距離，截定點2；作

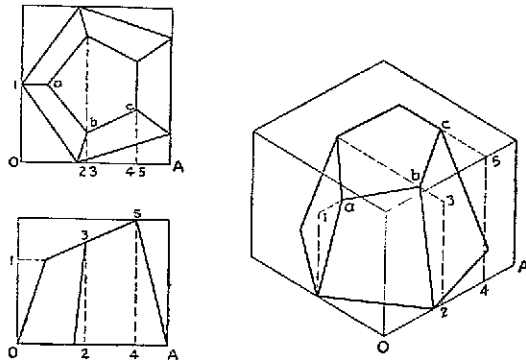


圖 247

等測線23，使等於直視圖中的23；再照直視圖中3b之長，作等測線3b，便得點b。同樣，從箱角A起，照直視圖中A、4底距離，截定點4；從4起，作等測線45；從5，依直視圖中5c之長，作等測線5c，便得點c。

凡在實物上互成平行的邊，在斜立圖或其他各種平行透視圖中，也都表作平行。這個定則，作圖時應該時時記着，隨地應用，使得免除重複求點底繁勞；如圖246，多角板底面的諸邊，作了ga, ab, bc底平行線即得，正不必再經求點的手續。

161. 等測斜立圖中的圓和曲線 等測面上的圓，在等測

斜立圖中表作橢圓。此項橢圓，長軸等於圓底直徑之長，短軸約為長軸底 0.58 倍；若求形像正確，須先於圓上提出若干點，再依前節所述的，非等

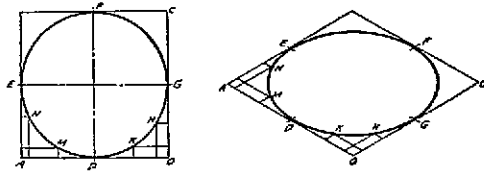


圖 245

測線各端的定位法，(圖 246) 於斜立圖中定出各該點底位置，如圖 248，然後作曲線完成之；實際上，却常採用簡法，僅以四條圓弧聯接成功。用圓

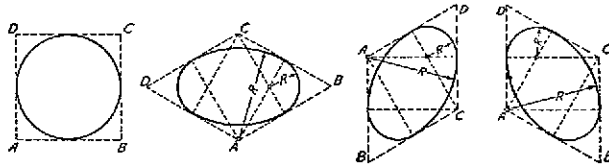


圖 249

弧聯成的橢圓，誠然不能同那正確的一樣美觀，但於一般工程圖，大致已可合用。圖 249 即示等測圓⁽¹⁾底簡便作法。先作等測外切方，從各邊底

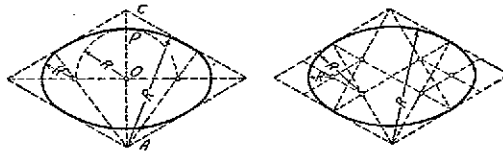


圖 250

圖 251

中點(這就是等測圓底切點)各作一垂直線，以其相交的四點為中心，作與等測方相切的弧四條，便成一個近似的橢圓⁽²⁾。四點中有兩點恰巧

落在等測方底A、C兩角；所以這些垂直線，只須從A、C兩點依 60° 三角板直接劃來，如圖252，不必由等分各邊入手作去。等測弧既係等測圓底一

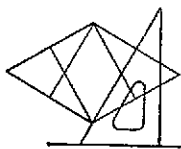


圖 252

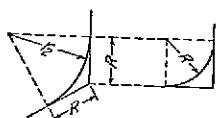
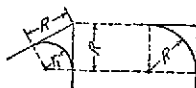
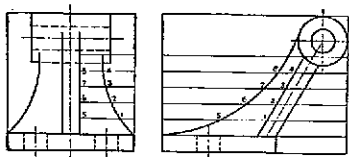


圖 253

部分，其畫法自可從上面所述的推知之；圖253。上項簡便作法，僅能適用於等測面上的圓；至於非等測面上的圓，必須依照非等測線各端的定位法，定出圓上諸點，而後聯成之。

作曲線，也須先定曲線上的點。這可如前節所述，設長方形或矩形箱去求，圖254；有時却宜依中心線或基本線定之，圖255示一實例。



(1) 等測面上的圓表在等測圖中，叫作等測圓；等測方、等測弧……仿此。

(2) 此橢圓比正確的橢圓稍短，兩端又變為寬鈍。要得一逼真而悅目的橢圓，可採用圖250所示之法。先照前法，依A與C作兩弧兩條，惟須稍越切點。以O為中心，OP為半徑，畫個半圓，與長軸相交於兩點。以此兩點為中心，作弧於兩端即成。本例，這些中心底位置，比依前法求得的稍為遠些。用圓弧8條聯作近似橢圓的方法，示於圖251。

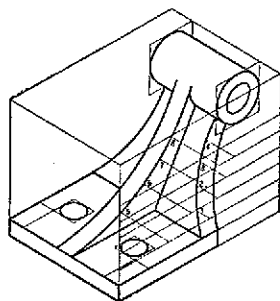


圖 251

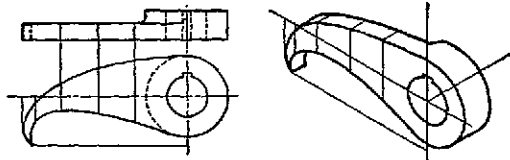


圖 255

162. 等測斜立圖中的交線

多截平面,像求直視圖中的交線⁽¹⁾一般,求出線上的諸點,再來聯成之。圖 256 示一實例。那些直立的等測截平面 A、B、C,各於橫直兩圓柱面上,截出相交的兩線,其交點 a、b、c,自然是交線上的點。

要求相貫體底交線,可假設許

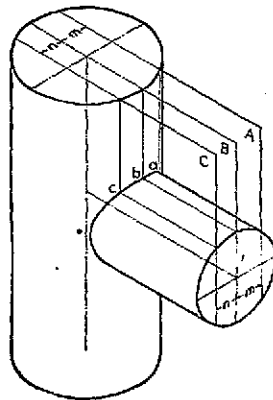


圖 256

(1) 見節 134.

163. 等測軸底方位

等測斜立圖中物體有四個方向可以表示,圖 257; 主軸底方位,因此也有四種變化,如 A 行,——此處,每兩軸夾成角 120° 。斜立圖依

這種軸位去作,若覺得不很便利,可改用 B 行的方位。圖中 I 的放法,最為通行;但有些物體往往須取其他幾種,方能使圖形明晰而雅緻。圖 258, 259, 即示按照 II、IV 兩種放法表示的例。

164. 剖視圖

物體內部的形狀、大小,要於等測斜立圖中明白

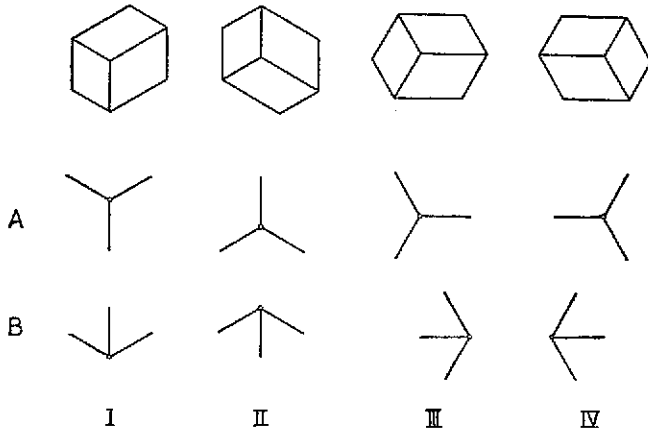


圖 257

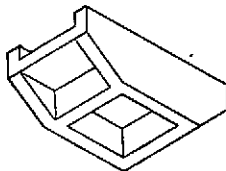


圖 258

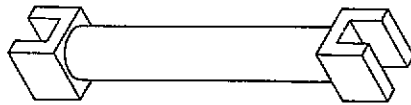


圖 259

顯現,不能不假設剖平面,依等測面的方向將物體剖開,而後依法表示之;石圖 260, 261. 圖 261, 剖平面剖去全物底四分之一;此項視圖,其剖斷面上的兩種斷面線,須作方向相對狀,使那些斷面線,要是剖斷面轉合起來,能恰巧合而為一。

剖視圖也得表作破斷或折斷的樣子;圖 262, 263 卽示其例。

165. 作等測斜立圖 等測斜立圖,實際上常按簡捷的方法直接作來,無須設畫面,引視線,如第六章中所述的去着想。

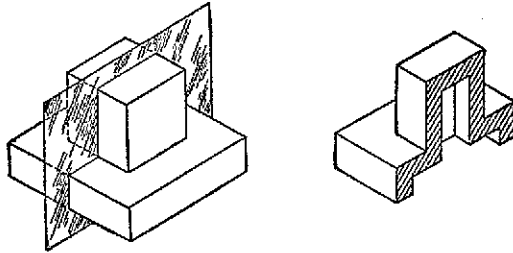


圖 260

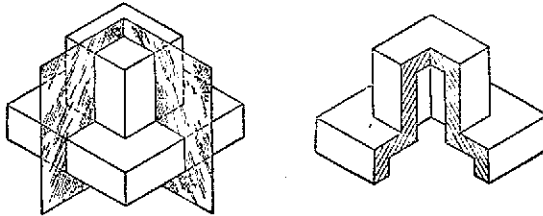


圖 261

假如有一物體，其直視形如圖 264。先選定主軸底方位。(本例宜取圖 257 之 I-B)。依 60° 三角板，作主軸 OA, OB, OC ，圖 265。從 O 起，於 OB 上

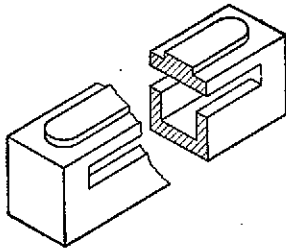


圖 262

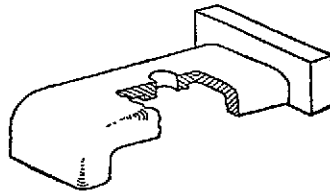


圖 263

截定闊 76 厘的一段，於 OA 上截定高 16 厘的一段，於 OC 上截定深 50 厘的

一段。從這些截點作諸等測線，再照直視圖中的尺寸裁定之。依次作其他的等測線，成圖 I 狀。次依節 161 所述之法，作近似的等測圓和等測弧，如圖 II。末乃修整之，遂呈圖 III 的樣子。作圖底進行法，於此可見一般。

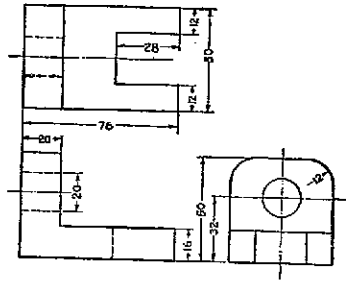


圖 264

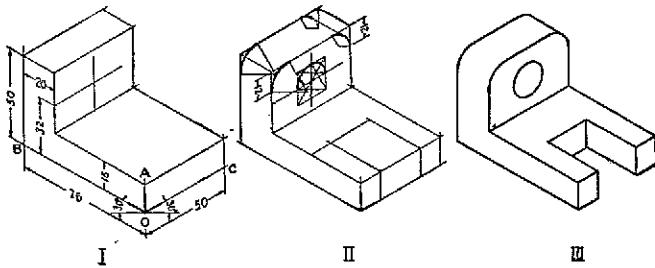


圖 265

166. 二等測斜立圖 二等測斜立圖

與等測斜立圖不同之點，即在於軸位的互異，以及一軸上長度的減縮。在 1:1:1/2 的二等測斜立圖中，那兩條斜軸，與橫線成角 $7^\circ+$ 、 $41^\circ+$ ，如圖 266，而與成角 $41^\circ+$ 之軸相平行的諸線，又只表原邊實長底一半。此種視圖，比之等測斜立圖，誠然要多費畫的手續，但其圖形，往往較為美觀。

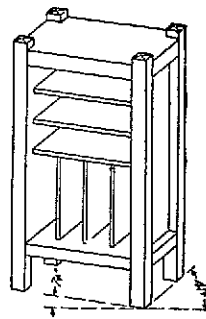


圖 266

167. 等測斜視圖 等測斜視圖不但

能示物體真實的大小，像等測斜立圖一樣，又能

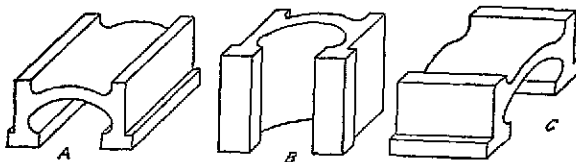


圖 267

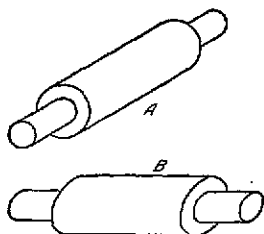


圖 268

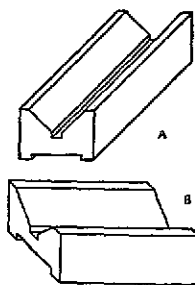


圖 269

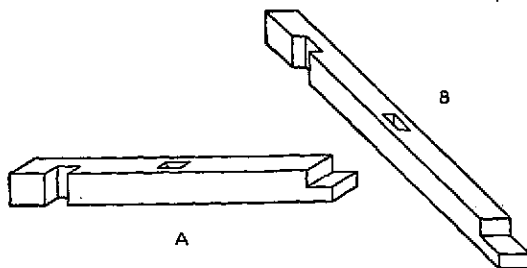


圖 270

表顯物體前面底實形，而為等測斜立圖所不及。這個特點，為求物像明確計，同時又為作圖便利計，要好生利用才好。故凡物體上形狀特殊或邊呈曲形的那面，若不有特別原因，常宜使之向前，如圖 267-269 之 A，非 B 也非 C。可是，從別方面講，等測斜視圖往往失之過深，不合物體底透視形，對

於深過於闊的物體尤甚；
 (等測斜立圖雖也有這種
 毛病，但不像等測斜視圖
 那麼厲害) 故若物體底
 各面，沒有甚麼形狀奇特
 的地方，則宜使其較長的
 邊居於前面，如圖 270 之 A
 而非 B。

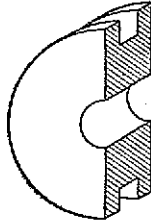


圖 271

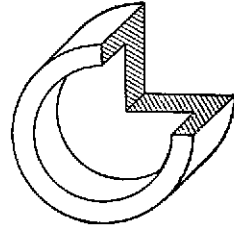


圖 272

圖 271-273 示有斜視的剖視圖三種。

斜視圖中，物體也有四種方向可表
 示，像斜立圖中的一樣，看圖 274；最習見
 的是 I 種；圖 275、276 乃示 II、IV 兩種底用

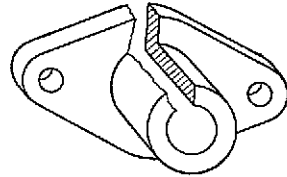


圖 273

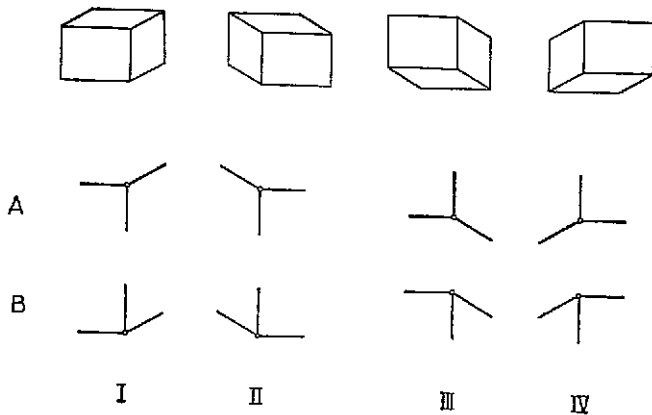


圖 274

例。主軸底方位也有八種可變；見圖 274。三軸中有兩軸常是一橫一

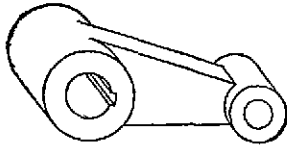


圖 275

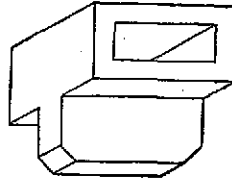


圖 276

豎,夾成直角,第三軸可在任何斜的方向,但以與橫線成角 30° 或 45° 較為便利,——因有常備的 60° 、 45° 三角板可資利用。

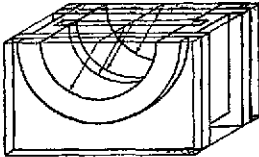


圖 277

對斜立圖而說的一般作圖的法則,大都也適用於斜視圖。圖 277、278 示有實例兩種,可供學者研究。不在物體前向的圓,自應表作橢圓。此項橢圓,也可

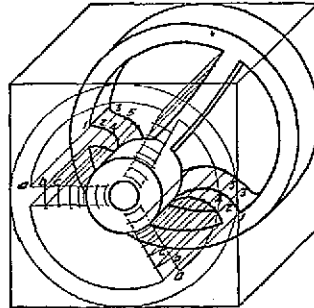
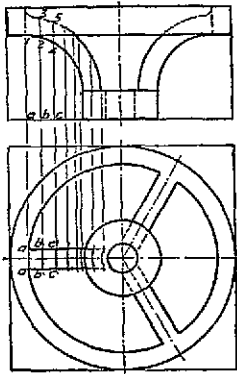


圖 278

由四條圓弧聯成,但其中心底位置,因斜軸底斜度不同,常不一定;看圖 279。

⊙ 試比看圖 143、145。

168. 作斜視圖 作斜視圖與作斜立圖步法相同。今如要畫圖 280

那件物體。先定三條主軸，圖 281；照底部底闊、高、深三個尺寸截定各軸；依

次作底部直立部突出部的草線，使成一個方角體如 I。次求圓和弧底中心，並作圓和弧，如 II。修整之，即成圖形 III。

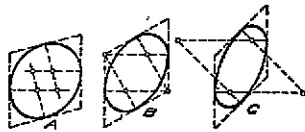


圖 279

169. 堪並訥脫圖 堪並訥脫圖中，凡與斜軸平行的諸線都表實長底一半；除了此點之外，堪並訥脫圖與他種斜視圖實無絲毫差異。惟其斜軸僅取實長之半，所以圖形不至於過深；圖 282 示有等測斜視與堪並訥脫兩種圖形，以供比較。

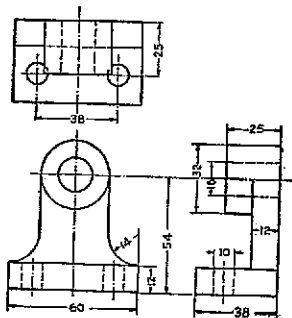
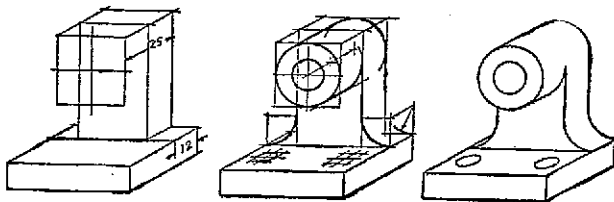


圖 280

170. 作草圖 作平行透視形

的草圖，與作準圖相似。先將主軸劃定；次作物體底輪廓線；然後畫大的，



I

II

III

圖 281

主要的部分，逐漸及於次要的、細碎的。不成矩形的物體，常宜設一恰能

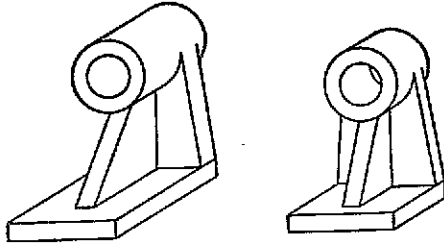


圖 282

包裝牠的矩形箱子,循其壁面來定邊線;圖283. 圓或圓弧,常依外切方或

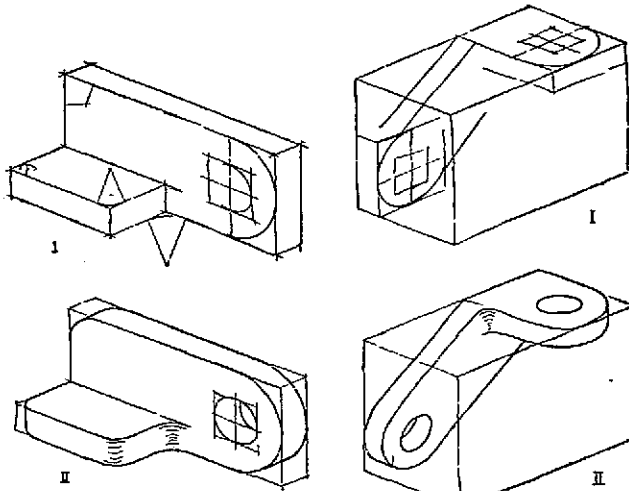


圖 283

圖 284

外切線作之,如圖284-I. ——一切草線,通宜輕微地劃去,免得使用橡皮.
草圖因不必正確地表出物體底尺寸,故圖中主軸底方位,與斜向的

邊線底長短,可以自由處置,只要使物像合目,看來不至過深便行;圖 285

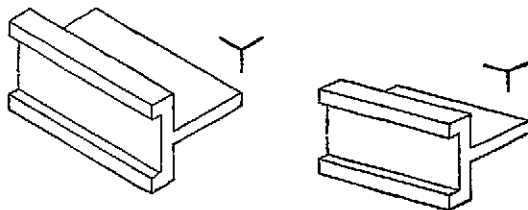


圖 285

右方即示一例。至若繩以作準圖的規律,力求與準圖底圖形相像,如圖 285 左方所示,那就大可不必。

第十章 透視圖

171. 籠統地說，透視圖所示的物像與人目視察所得的相同；若嚴格論之，其間不無一些差異。第一，吾人視察物體，兩目同時並用，其所見的形像，是由兩個不同的透視形融合而成；透視圖則是單一的透視形，與普通單鏡頭的照像器所照得的無異。第二，人目視察物體，物像反映於眼球底網膜面，所以這是球面上映着的像；透視圖則不然，牠與照像器內毛玻璃片上的物像相似，是平面上映着的像。這些便是兩種形像底不同處；但其差異並不顯著，故透視圖底效用，也不因此而起影響。

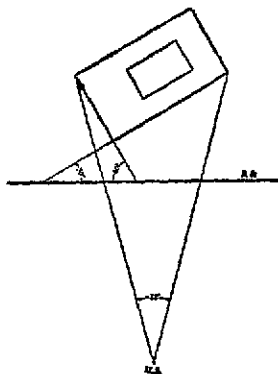
透視圖有正、歪兩種分別，第六章中蓋已論及。正透視圖實是歪透視圖底一種特例，其性質却各不相同。對圖底形態言之，後者要優美些，若就作圖而論，則前者較為容易，尤其是對正面底形狀繁複或帶有曲線的物體，——這個差異，正與斜視圖和斜立圖間的差異相同。正透視圖，因其圖形既少美觀，又且不很自然，故實用上殊不多見，但於房屋底內景以及深度遠過闊度的各種景物，則頗有應用。

透視圖底作法很繁，本章特用簡括的方法述其梗概。

172. 視點 要使透視圖能爽心悦目，視點底位置必須選取得當。視點距物體不可太近，太近則物體底後端短縮得非常之多，圓形就變得十分牽強。通例：視點底遠近，以按那些射至物體最外邊的視線能夾成 30° 左右之角而定；看圖 286。對於小件物體，視點宜高出物體之上，要是物體居於正透視的方位，還須稍偏於左方或右方，使物體有三面可以看見。建築物或其他龐大的物體，視點底高低，普通等於人目距地面之高。（約

1.5~1.7公尺) 但遇有成隊的建築物必須用一種所謂鳥瞰圖⁽¹⁾的透視圖表示時,視點就該高出物體之上. 又若物體底底面有必須藉蟲瞰圖⁽²⁾明白表示之處,(如橋梁地板系之類)便應陷於物體之下. 總之,視點位置底選定,以使透視圖能有美妙的外觀,對於各重要部分又能充分表明為準則. 惟還須留意:透視圖圓形底優美與否,尙有關於畫面底方位(參看節111),單顧視點而忽視其他,自難至於盡善盡美.

(1) 鳥瞰圖: Bird's eye view. (2) 蟲瞰圖: Worm's eye view.



173. 畫面,物體 畫面,普通總是

直立的,位在物體之前,在圖紙上居於橫的方向. 其遠近,照理當隨圖形所要的大小而定;但實際上,圖形底大小不必由畫面來調度,為求作圖的便利,常使畫面與物體底前邊或前面相接合.(參看圖291,292) 至於物體與畫面相互的方位,則在正透視圖,不消說得,須使其向前的主面與畫面平行,在歪透視圖,要使得圖形能明晰地顯出物體底特狀為準則;又為作圖便利計,物體向前的兩主面可與畫面成角 30° , 60° ,如圖286.

(1) 因為作透視圖必先畫物體底直視圖作為依據,才能得有正確的圖形;而直視圖,即按透視圖所要的大小決定其比例.

174. 滅點視平線

吾人站在又長又直的鐵道之中,前望平行的鋼規,沿路高掛的電線,都見得逐漸退縮,同向一點會合,而至於消滅,如圖287;同時又見極遠極遠的平原地上,現出一條水平的直線——這種直線倘吾人立在海岸上遠遠望去,於那極遠的,水天相接的地方,更能看得清楚——鋼規與電線會合的點,就在這條水平線之上. 這條水平線,在看

者看來，覺與眼睛等高，所以稱為視平線⁽¹⁾。會合而至消滅的那一點，就是

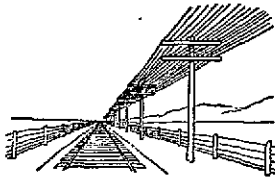


圖 287

節111中之所謂‘滅點’。吾人就他種物體（如房屋之類）觀察之，也能察見：物體上各組水平而平行的邊，都各向視平線上的一個滅點退縮；至於各組平行而斜向的邊，則也各向一點退縮，惟此滅點不復在視平線上了。

普通純成矩形的物體，（方箱可作一例）當所設畫面與其前面平行時，則如節111中所述，物體上水平而平行的邊，向後退縮的只有一組，滅點也只有一个；倘若所設畫面，不與物體底任一面平行，物體上水平而平行的邊，向後退縮的就有兩組，滅點因此也有兩個。前一例，那個滅點在畫面上是居於視點正對面的方位；後一例，那兩滅點底位置，可以這樣去定：從視點起，引兩條直線，與物體上兩種水平的邊平行，以至於畫面，畫面上即得兩個滅點。（作圖法見節176）

(1) 視平線：Horizon; Horizont.

175. 透視圖底畫法——I 透視圖仿直視畫的法則畫之，最為簡易，其步驟如下：先將物體、畫面、視點，依所審核定的，相互的位置，表作直視圖兩個，如圖288底左方，——上為俯視圖，下為正視圖。次於各圖中引諸視線。次從兩圖，將相當的，畫面上的視跡，一對一對投送過來，至於透視圖所要畫之處，因而定出交點。末依適當的關係聯結那些交點，即成圖A。此圖居於直視畫法中側視圖的位置，即是畫面上透視圖底實形

為便於求點起見，前項預設的正視圖可用側視圖替代，畫於俯視圖底左下端或右下端，透視圖此時就居於正視圖的位置；又為節省地位計，那些直視圖可以就近安排，而令透視圖插在視點與畫面之間；看圖289。在實際工作中，那投送線自然不必一一劃出。

上項畫法，應用於簡單的物體，極覺便利；對於構造繁複的，尤其是橫

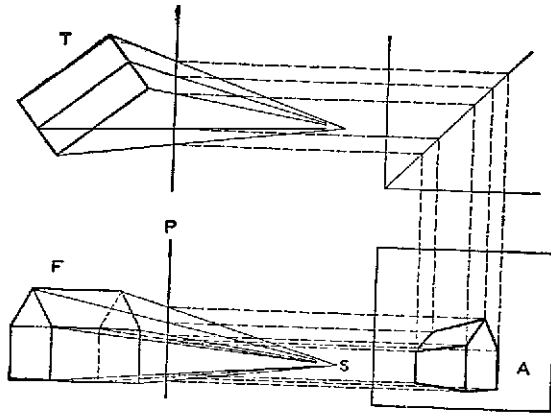
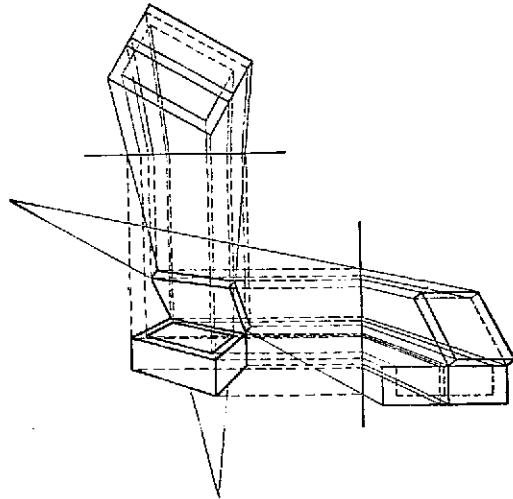


圖 288



邊較多的,則不甚適用.

圖 289

176. 透視圖底畫法—II. 先將物體畫面視點依核定的相互位置作俯視圖表之,如圖 290 底上部,——作透視圖,常須借重於直視圖. 次於下方作視平線 HH , 以及表示地面(或安放物體的平面)的地平線 GG , 使其相隔等於視點離地面之高 h ; 透視圖即依此兩線求去, ——這下方的全圖,實際上就是直視畫法中的正視圖. 次依 GG 作物體

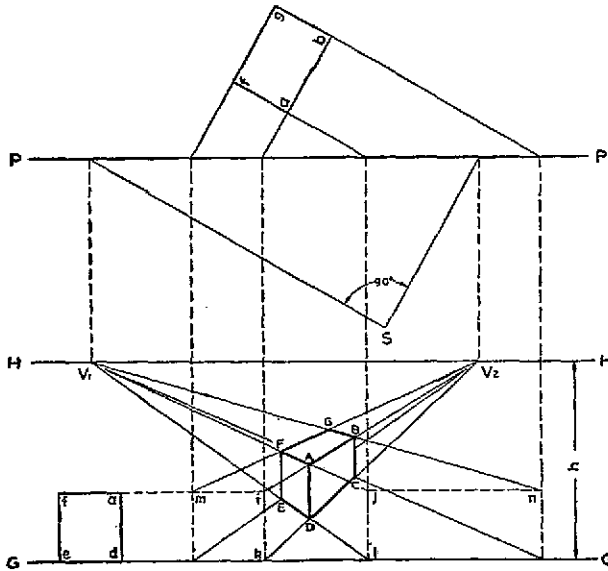


圖 290

底立視圖一個(或一部分)於左方,以便據此限定透視圖中諸線底高低, ——此立視圖可作獨立的看圖形不必與俯視圖確相符合. 次依下法,定出滅點底位置:從視點 S 引作互成垂直的兩線,使與 af, ab 平行,又與畫面相交;將兩交點投送至 HH , 便得滅點 V_1, V_2 , —— V_1 是 AF 及其平行的

諸邊所去歸宿的點， V_2 是 AB 及其諸平行邊所歸宿去的點。次求各退縮線：將 ba, fa 引長，至與畫面相交；把交點投送下來，與從立視圖中 a 點引來的橫線相交於 i, j ；聯接 i 與 V_2, j 與 V_1 ，便得 AB, AF 兩邊所屬的退縮線。此時物體底角點 A 也被限定。照樣求出其他的退縮線 m, n, V_2, n, V_1, \dots 記明角點 G, F, B, \dots 即得完成所要之圖。

本法，作圖底基本工作在於求線，非如前法之在求點。每退縮線係由兩點聯成，一點就是該線所去歸宿的滅點，別一點則是原邊引長線與畫面相交的交點，——此交點底左右的位置，可從俯視圖得來，高低的位置，則依立視圖定之。

這個畫法，單純地應用起來，也不見得怎樣便利；實際上常與畫法I相輔而用，下兩節即示其例，——該處，畫面依通例，合在物體底前邊或前面。

(1) 地平線：Ground line; Grundlinie. (2) 此兩線，不管物體底形如何，必須夾成直角。

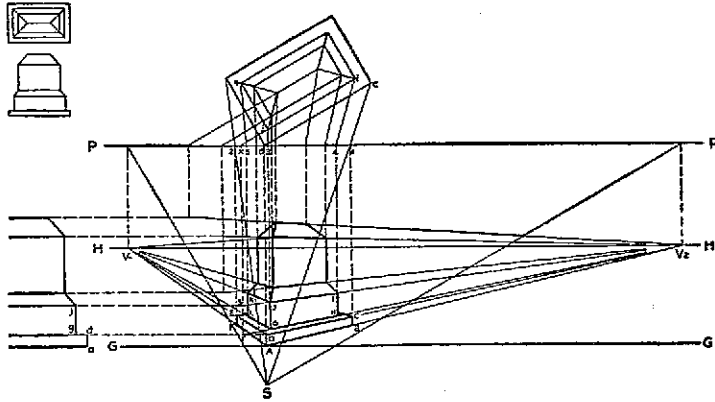


圖 291

177. 作歪透視圖 例：要作圖 291 那物底歪透視圖。先將物體畫面和視點，照適當的，相互的方位，用俯視圖表出。此俯視圖宜靠近

圖紙底頂端，——倘然畫於別張紙上，拿來釘在透視圖要作處的上方，亦無不可。次如前節所述，作視平線 HH ，地平線 GG ，其地位看透視圖所要畫的高低而定。④次作物體的立視圖底一部分，——立視圖也如俯視圖一樣，不妨畫於別張紙上，拿來釘在圖中。再次，依法定出滅點 V_1, V_2 ，更於俯視圖中引諸視線。（這可用釘或針刺入視點，以三角板或丁字規底一頭抵觸此釘而劃之；依滅點作諸退縮線，也可採用此法。）末乃從物體底底部起，作退縮線和直立的邊線，逐步作去，以至透視圖底完成；其步法如下：

從畫面上物體底前角 d ，引投送線至地平線，得點 A 。從立視圖中的 d 點，引作橫線，使與剛劃的投送線相交，得點 D 。作退縮線 AV_1, AV_2, DV_1, DV_2 ；從畫面上的視跡 $1, 2$ ，引下投送線，劃定直立的邊線 CB, EF ；即得 $ABCD, ADEF$ 兩面。於俯視圖中，引長邊線 ij 至於畫面，得點 x 。把 x 向下投送，使與從左圖中 g, j 兩點引來的橫線相交，得 r, s 。作退縮線 rV_2, sV_2 ，把視跡 3 投送下來，劃定邊線 JG 。再作退縮線 GV_1, JV_1 ；投送視跡 $4, 5$ ；劃定邊線 IH, KL ；便又得 $GHIJ, GJKL$ 兩面。其餘可以仿此作去。

178. 作正透視圖 設有一物，如圖 292 的左上角，求作正透視圖。先照常作俯視圖；劃視平線 HH ，地平線 GG ；定出滅點 V ；引諸視線。物體底立視圖，此處無甚效用，不妨免去。次從畫面上的點 o ，引作投送線。以投送線上的一點 O 為中心，以那圓筒外徑底一半為半徑，作一與地平線相切的圓。從畫面上的點 q ，引投送線，使與經過 O 點而作的橫線相交，得點 Q 。作 OV, QV 線；這些便是 OP, QR 兩軸底退縮線。次將視跡 1 投送下來，使與 QV 相交，得點 S ；從 S 作一橫線，截 OV 於點 T ；這 ST 線便可當作物體上 F 面底中心線。今以 S 為中心，以 1 與 2 底距離為半徑作一圓，

以1與3底距離為半徑作半圓ABC;又以T為中心,經過視跡4底投透線與ST相交的那點,作條圓弧;再作CD,AE兩切線,便成面F. 其餘仿此.

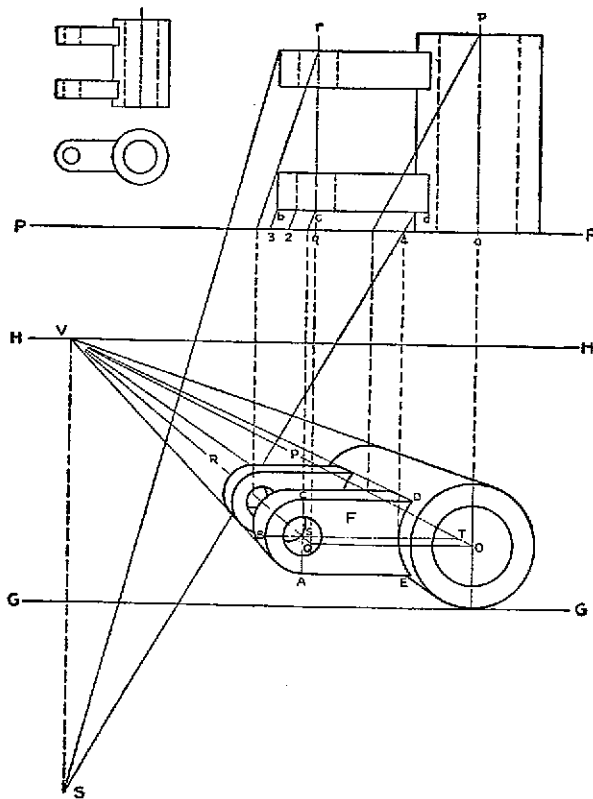


圖 292

179. 作非矩形體底透視圖 圖 293 示一三角錐底透視畫法。照前樣於圖紙上端作俯視圖,於下方劃地平線,視平線;並於俯視圖

中引諸視線。物體底立視圖，此處也可從免。本例，因物體底俯視圖不成矩形，須特設互成直角的兩線 aX, aY ，使得依此去定滅點。此兩線底

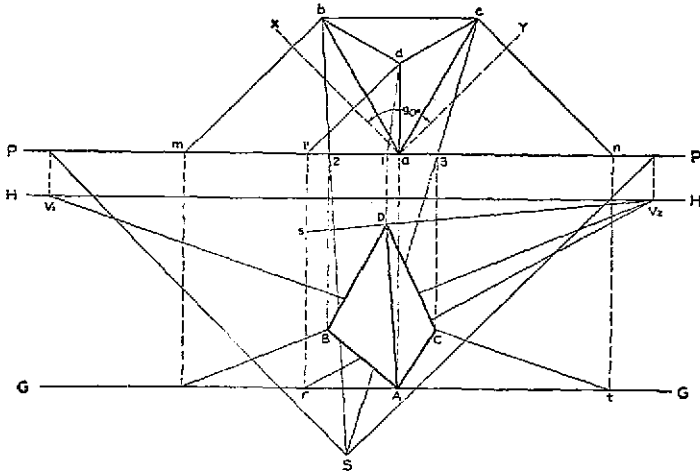


圖 208

方向，大有關於透視圖底形態，其與PP所成之角，究以多大為最切當，惟靠經驗或試探決定之。兩線劃定之後，依法作平行線，投透線，即得滅點 V_1, V_2 。

現在將俯視圖中的點 a 投送至地平線，得角錐底角點 A 。從點 d 引作與 aY 平行的線至 PP ，得點 l ；投送 l 至 GG ，得點 r ；從 r 起，照角錐之高截定點 s ；聯接 s 與 V_2 ，將視跡 l 投送至 sV_2 ，得角錐底頂點 D 。從點 c 引作與 aX 平行的線 cn ；投送 n 至 GG ，得點 t ；聯接 t 與 V_1 ，將視跡 3 投送下來，得角點 C 。照樣求得角點 B ，即可聯成為透視圖。

180. 透視圖中的圓和曲線 物體面上的圓，在透視圖中表

作橢圓，這與平行透視圖的情形相同。惟此‘透視圖’軸位不易測定，故不能應用普通幾何的畫法。圖 294, 295 說明透視圖依透視畫的原則求出

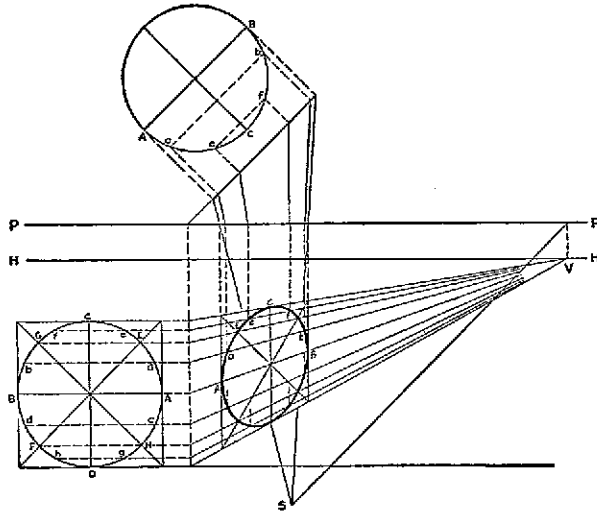


圖 294

曲線上諸點底位置因而聯成的方法，——在前例，圓在直立的平面上；後例，在一水平的平面上。要作他種曲線，也可仿此求法，先定出線上的諸點，而後沿曲線板聯接之。

181. 作草圖 作透視的草圖，先令物體或視點居於一種適當的（就是能使物像極為悅目的）地位。次憑視測，輕微地草定各線，——那條最近的，直立的邊或面，須着手先畫；此後即作其相聯的，退縮的邊線；（各退縮線儘可超過透視圖底範圍，如圖 297）於是自前向後，逐步畫去；細小的部分，宜在大體草成後才添畫進去。退縮線方向和長短底測定，

方法詳述於後。遇着圓或圓弧，也和平行透視畫中一樣，先畫外切方或

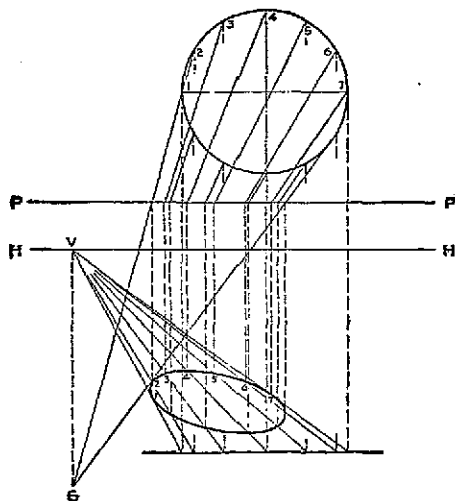


圖 205

外切線，再依此作出約略的橢圓線。圖形既已草定，即可蓋以粗的邊線。

要於圖中定各退縮線底方向，可以左手執草圓板或草圓箒，使與視線垂直；以右手握鉛筆，將臂與腕伸直，令鉛筆在一與板或箒平行的方向，隨即轉動手腕，迨至鉛筆看來（用獨目看）與物體底某邊相一致，然後保持着這個方向，將鉛筆移至圖中，便得依此定下該一邊線底方向。

定邊線與邊線間長短的比例，方法與上述的相似。仍以右手握鉛筆，直伸着，令鉛筆居於垂直於視線的方向；轉動手腕，使鉛筆與物體底某邊看來相合，其一端又與該邊底一端合齊，將相合部分之長，以大指誌之，如圖 206；再將手腕轉動，迨至鉛筆與物體上別一邊合齊；此時估出此邊

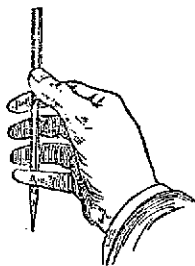


圖 295

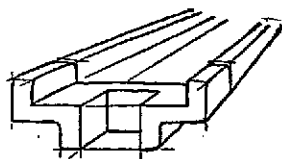


圖 297

之長與鉛筆上手指所誌之長的比列,便得兩邊間約略的比列。

圖 297 表示草圖在完成後的一般狀態。

第十一章 概略圖

182. 概略圖⁽¹⁾單表物體底概要狀態，沒有精密的學理，嚴格的畫法可說。表的方式，有兩種分別，一種是表物體軀殼底略形，一種是表物體骨格底概狀，常看圖底用意以及物體底形態而定取捨。假如要表一座臥式的汽動邦浦，目的僅在使人能識別其物，可將牠軀殼底略形表示之，如圖 298。

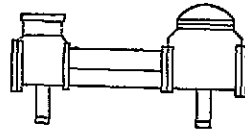


圖 298

又如要示一座雙活塞式石油引擎內運動部分底配置，藉以說明兩個活塞和三條搖杆怎樣相連運動，就宜用粗的單線表出牠骨格底概狀，如圖 299。至於表現的詳略，很可活動；究以怎樣為最適宜，惟看各地的情形酌定之。

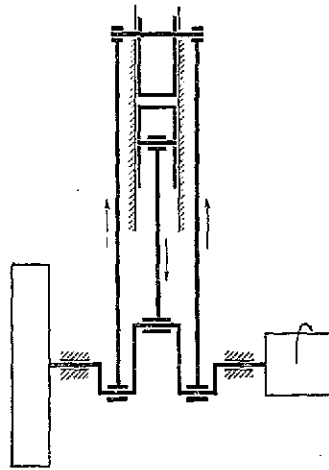


圖 299

⁽¹⁾ 概略圖: Sinnbild.

183. 概略圖底應用

概略的表現，只在物像無需正確，不求詳細之處可以應用。其應用最多的，是在各類裝置圖之內；凡是工廠或房屋內的各種設備（如發力機、工作機、工具機、衛生等

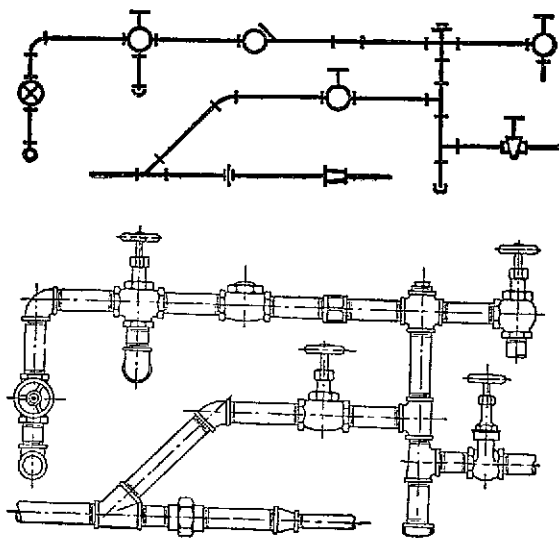


圖 300

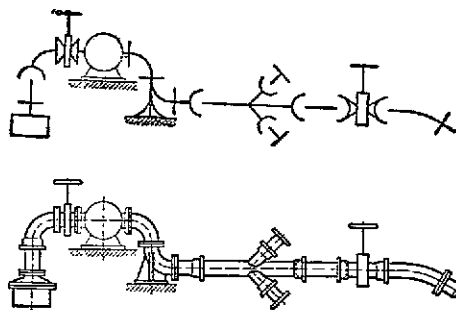


圖 301

具之類)以及各種傳動器、管子等,常用此種表法。管子及其配件多

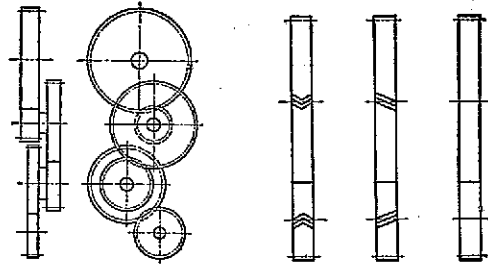


圖 302

圖 303

用單線來表,如圖300,301上方所示,——圖300是用螺絲結合的配件,

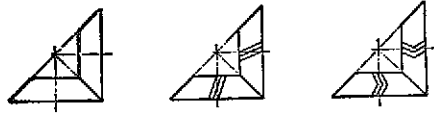


圖 304

圖301是摺邊式與套筒式的配件。圖302-306乃示正齒輪(圖302,303)

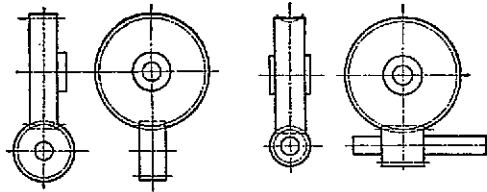


圖 305

圖 306

錐狀齒輪(圖304)螺旋齒輪(圖305,306)底概略的表法。

184. 平行透視形的概略圖 以上諸例, 都是原始的, 純真

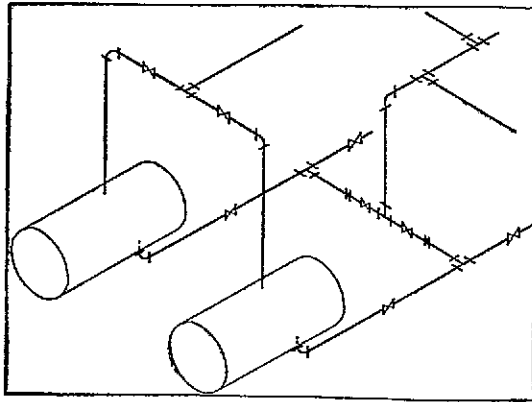


圖 307

的概略圖, 與單個的直視圖相像, 僅僅表出物體底一面. 概略圖也得取平行透視的形式, 表出物體底三面, 圖 307 卽示其例.

第十二章 圖解、圖表

185. 表示有形物體的種種視圖，已在前面幾章詳細論及；表示無形事件的圖解和圖表，爰於本章一述梗概。⁽¹⁾

圖解、圖表，在工程界應用極廣；若按其用途，加以區別，約有下列四大種：

- (1) 記事圖 記載事物底類別、組織、系統、成績……等，用以代替文字的說明或記錄。(圖 308-310)
- (2) 統計圖 將各種查驗出來的、兩兩相關的數量表成爲圖，用以代替載着數字的統計表。(圖 311-320)
- (3) 計算圖 根據已知的定律或公式，作出圖來，以便從圖尋見該公式中的任一未知數。(圖 321-327)
- (4) 圖計算 藉作圖來推求力底大小或其他工程問題底答案，以代數值的算計。(圖 5, 圖 328)

以上諸種圖解或圖表，都有特殊的學理，特殊的作法在。這項學理和作法，窮究起來，比之表示有形體的法理還要繁複，故此處絕無詳細討論底可能。計算圖和圖計算，又以數學、力學等科底原理爲根基，更非本書所能論及。所以以下除對普通方格圖，略述一般作圖的成法以外，只就應用方面，擇其要者舉例說明；範圍又幾乎單在工程界之內。學者須知圖解底應用，本不僅限於此，各種圖解，除屬於圖計算的以外，也不斷地見用於其他各界；至於圖底式樣，則又形

形色色,變化極多,以下所舉,不過是些較為通行的罷了. 本章末處,列示東西文的參攷書多種,用作介紹於有志研究圖解的人們.

(1) 圖解,圖表: Chart, Diagram, Graph; Diagramm, Graph.

186. 記事圖 各種事物底分類,團體底組織或系統,業務底程序,工作底進行狀況或成績,以及其他類似的事項,用文字去作說明

N自來水公司組織系統圖

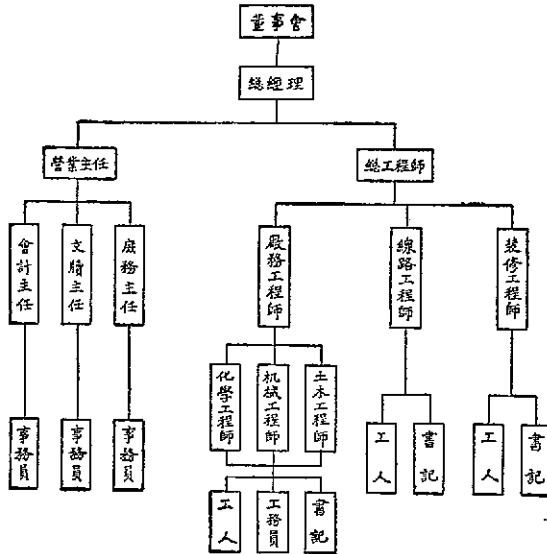


圖 308

或記錄,必不若用圖來得簡明,這因為前者須用腦去理會,後者只消用眼來鑒識,眼看終比腦想輕易的緣故. 圖308-310示有實例數種.

圖308係一種組織系統圖;(或單稱組織圖,或系統圖) 圖309,一種程序圖.⁽²⁾

鋼鉄製造程序圖

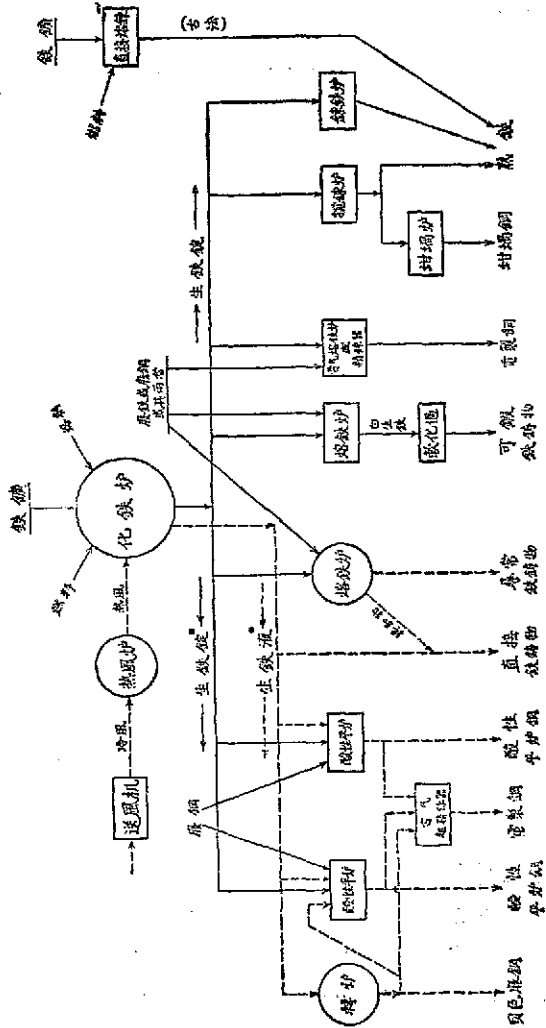


圖 306 鋼鉄製造程序圖

——每圈含有許多方塊或圓圈，載着各項事物底名稱，聯以直線，以示各各底關聯，圖 309 並有箭頭附於直線之外，以示進行底方向。

工作預定與工作進行圖

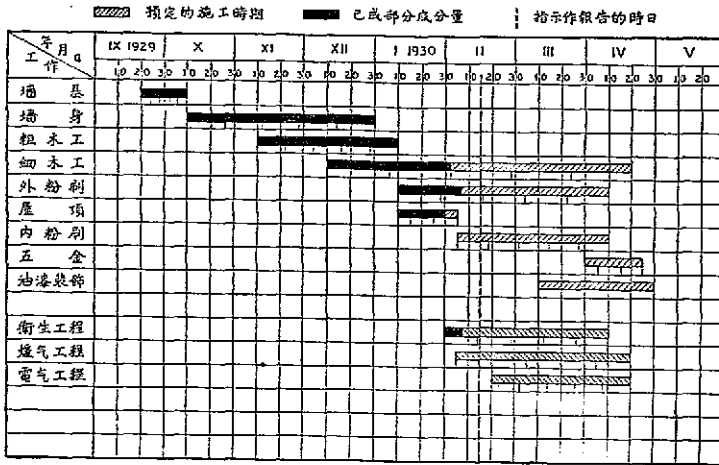


圖 310

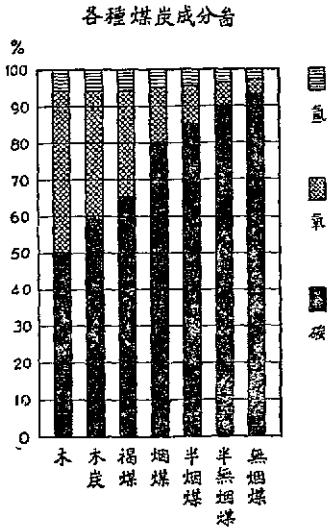
圖 310 是種進行圖⁽³⁾，表示某一建築工程內各項營造工作完工期限底預定，及其在某一時期的進行程度底記錄。此類圖解，實際上就是表或表解，但因其由許多圖線構合而成，故也列在圖的範圍之內。

(1) 組織圖: Organization Chart; Organisationsdiagramm. (2) 程序圖: Routine chart; Werdegang diagramm. (3) 進行圖: Progress chart; Fortschrittsdiagramm.

187. 統計圖 一種事物，經過某一時期內繼續的觀測或實驗，得到一個統計上的結論，這個結論若單用數字列表記之，則各點數底比較若何，最高與最低之點在於何處，全體所趨的傾向如何，各項數列間相互的關係又如何……要從那滿載數字的統計表中明確

地判別出來，必覺得萬分困難。今若將表翻製為圖，這種困難便可迎刃而解。

統計圖有多種樣式，最適俗，最易明瞭的是帶條圖，⁽⁴⁾圖 311；其所含



■ 311

的諸圖帶，闊狹相同，長短則不一律，各與其所表的數量成一定的比例。帶條圖，含有兩種或兩種以上的主體的，常用形式不同的圖帶來作區別。這些圖帶，若要求其顯出主體相和的情況，就疊着表之，如本圖；若着重於主體相差的表現，則並着表之，如圖 6。

要把某量內各構成部分底百分比顯示出來，常取圖 312 或 313 的形式。圖 312 是圓面圖，⁽⁵⁾以一圓作百分底總量，將全面積照各構成部分底百分率分作許多扇形而表之。圖 313 是支流圖，⁽⁶⁾以一定距離為百分底總量，各構成部分，照

其百分率，從那定距離底境界內逐步分出支流表明之。

統計圖中應用最多的，是一種叫作方格圖⁽⁴⁾或曲線圖⁽⁵⁾，作在正方形或長方格紙之內，於紙底左端與下端定縱橫兩坐標軸，軸外記以數字；圖 314-318。圖底本身為各種曲線，如斜角的曲折線，(圖 314)直角的曲折線，(圖 315)光滑的曲線(圖 316)等。——大凡時時更變的統計數，應用光滑的曲線表示，俾能顯露息息變動，漸漸增減的徵象；但因它描畫不易，實際上多有改用曲折線。此類曲線，或經過諸多相關的兩

C 電力廠設置費分配圖

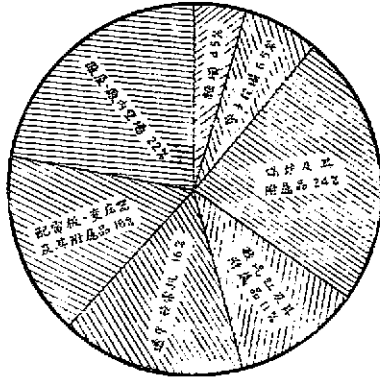


圖 312

油灰總能量 100%

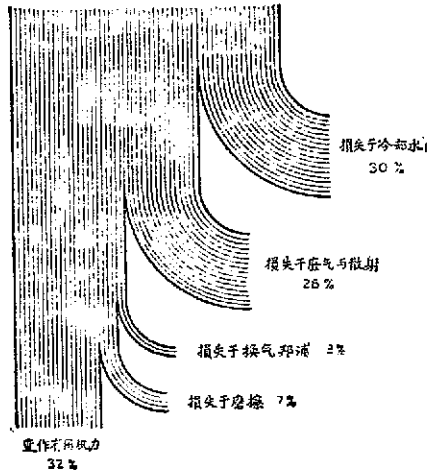


圖 313

D 廠第 6 号 焗炉 效率 統計 圖
1930 年 4-7 月

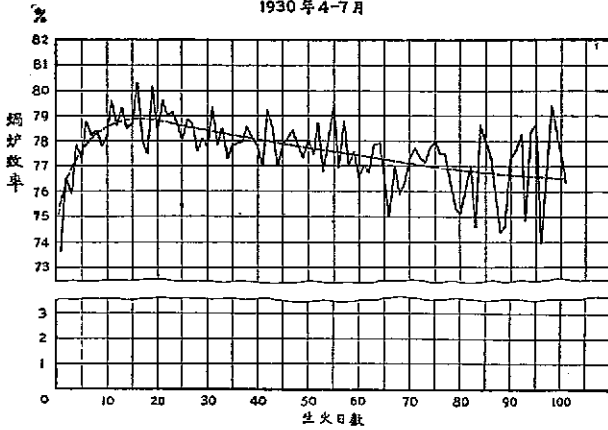


圖 314

B 地 自來水 平均 消費 統計 圖
1930 年 夏季

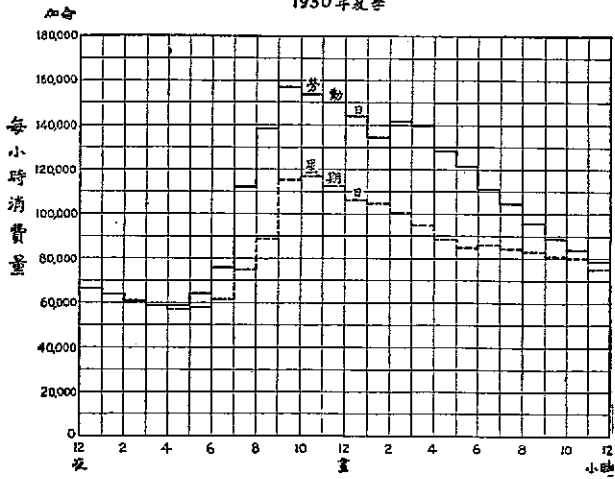


圖 315

B地自來水溫度統計表

1930年

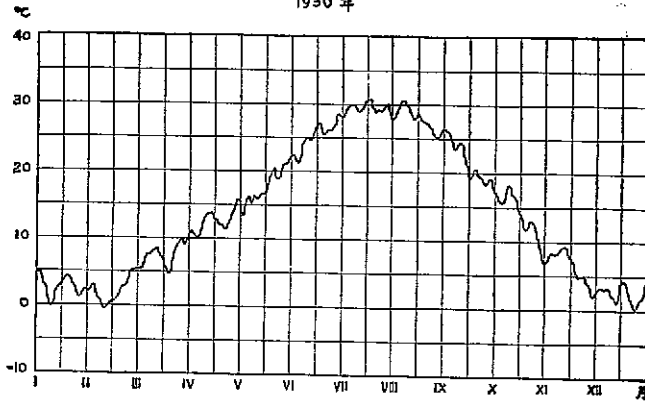


圖 316

變數底對應點,如圖 314, 315, 或橫於諸對應點底正中處,如圖 318. 各隨圖底用意與事物底統計方面的特性而異. 那些根據統計值而定的對應點,在圖中,或表明或略去,也無一定.

上項用普通方格紙製成的圖,對於數與數間的差,或各數間的增減量,示得十分正確,——1與2之差,和100與101之差,從曲線上看來,份量絲毫無異;但增減的比率,(從1至2

120馬力 石油引擎試驗成績

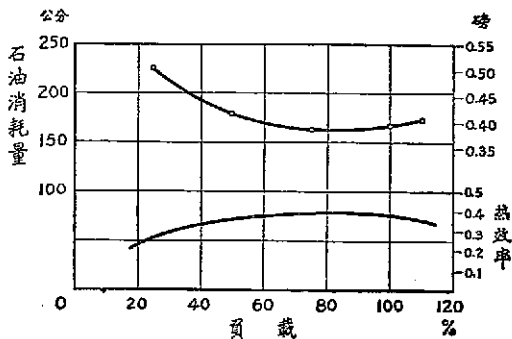


圖 317

的增加率為1倍,從100至101的增加率為.01倍)不能從該曲線視測出來;全體底增減的傾向,就也無從判定。惟有用半對數方格紙作

A 電力廠燃料及消耗

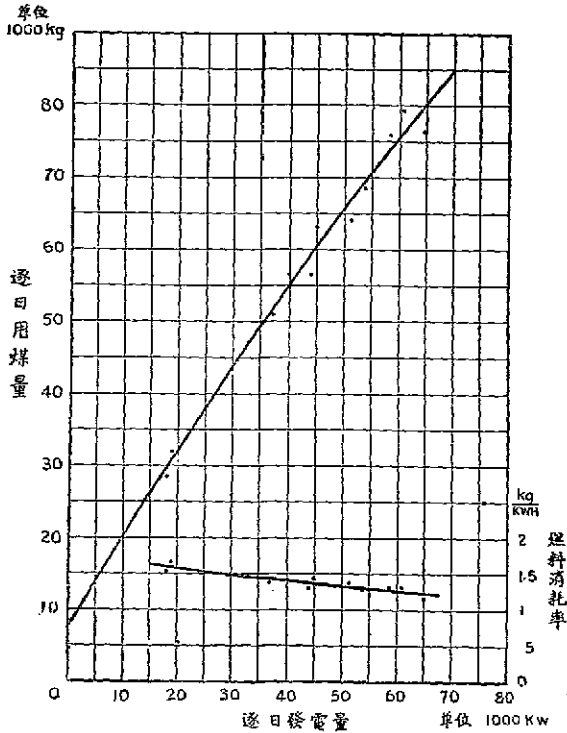


圖 318

線,如圖 319,那末各數間的增減率,或數與數間的比,才能正確顯現,(原來對數軸上如2至4,4至8以及任何相差一半的兩數的距離,都與1至2的距離相同.)事物全體底傾向,就可從此判定;前程如何,也得

按此而去推測。此種圖表稱為半對數圖。⁽¹⁷⁾

上海楊樹浦電力廠供給量增加的傾向

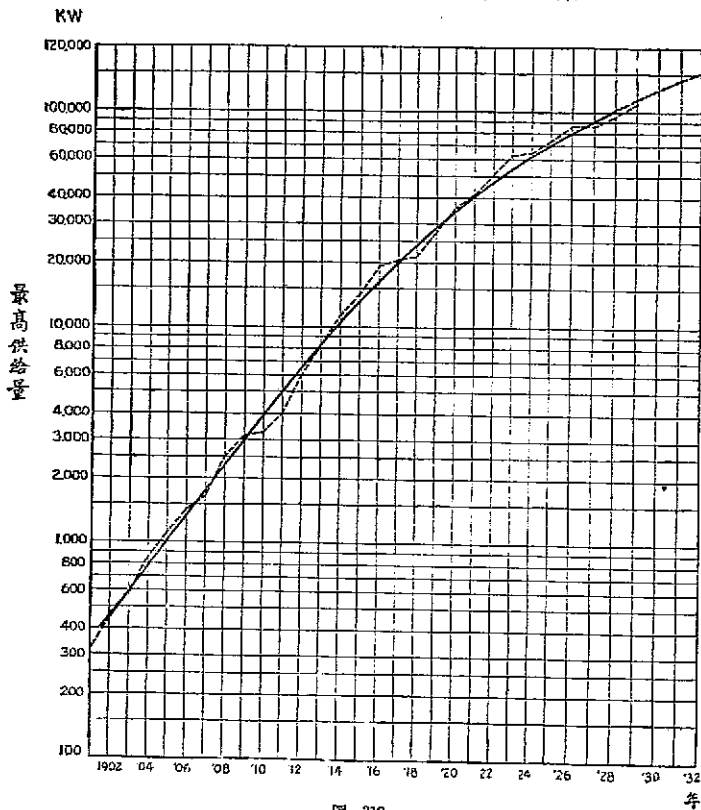


圖 319

此外又有一種所謂極圖的，作於極坐標⁽¹⁸⁾之內，如圖 320，常去表示光底強度，熱底強度，或其他依據‘極角度’（即中心角度）的統計。本圖所表，乃是電燈光線在各種方向的強度，以示電光散佈的狀況。

(1) 帶條圖: Bar chart; Barograph.
 (2) 圓圖: Sector diagram, Pie chart; Kreisdiagramm. (3) 支流圖: 此種圖表, 多用以表示發力機內熱量或能力分散於各部的統計, 西文名為 Heat balance diagram, Waermefluss-diagramm; Energy diagram, Energie-diagramm. (4) 方格圖: Rectilinear chart. (5) 曲線圖: Curve chart; Kurvendigramm. (6) 半對數方格紙, 是種特殊的方格紙, 其一軸上所記諸數成等距離, 另一軸上所記的諸數距離與各該數底對數成正比. (7) 半對數圖: Semilogarithmic chart. (8) 極圖: Polar chart; Polar-diagramm.

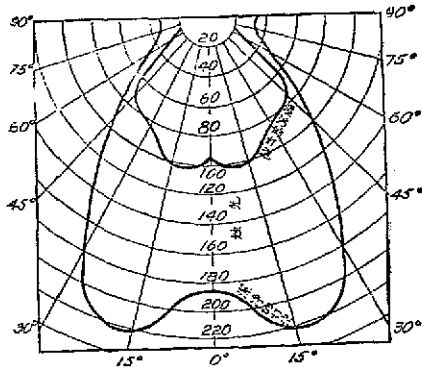


圖 320

188. 計算圖 一般的代數方程式, 都可翻製為計算圖。翻製計算圖, 頗不容易; 但一經完成, 就可反覆使用, 永享其利; 遇有計算問題, 於圖中一查便得答案; 既省計算的時間和繁勞, 又得避免計算上的錯誤。惟其如此便利, 故近世各項工程界無不盡量利用之。

計算圖有對照圖⁽¹⁾, 交點圖⁽²⁾, 並列圖⁽³⁾等分別; 圖 321-327。對照圖即以方程式內兩相對應的種種數值依據尺度刻於一線底兩側以作對照的圖。此種圖尺, 只能用於單含兩個變數的公式。變數若俱為單次方, 如 $(F = \frac{1}{2}G + 32)$ 則各邊尺碼均作等分狀, 看圖 321; 若為多次方, 或作相乘式, 如 $(PV = 80)$ 則其中一邊, 尺碼底間隔不等, 如圖 322 之左或右, —— 此種尺碼每不易正確讀出。

交點圖係依縱橫兩坐標軸製成。從一軸上, 依某已知數引坐標線至圖中曲線, 再從其相交的點引作另一坐標線, 即於他軸上得到方程式的未知數。此計算圖, 與統計上的方格圖形式相似; 不過圖中曲線, 在此處是決無不規則的。單含兩個變數的公式, 多化作

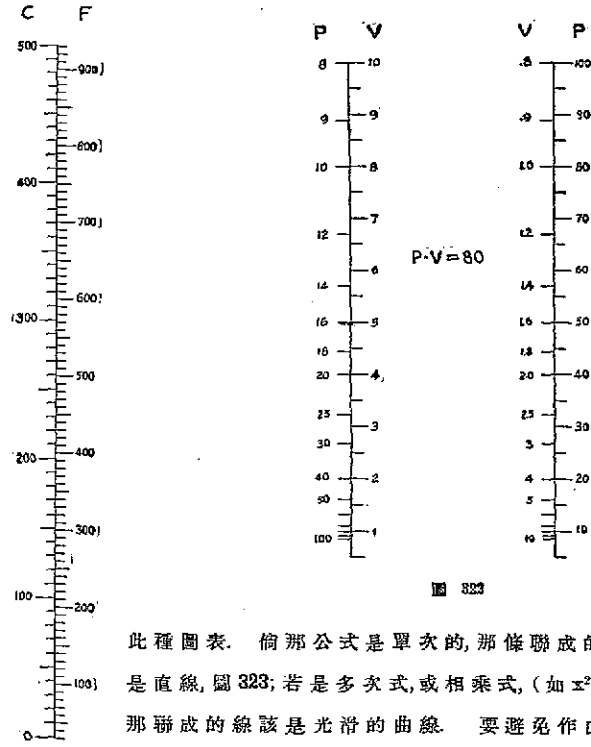


圖 323

此種圖表。倘那公式是單次的，那條聯成的線該是直線，圖 323；若是多次式，或相乘式，（如 $x^2y=16$ ）那聯成的線該是光滑的曲線。要避免作曲線的麻煩，可以對數紙（劃着成對數的比例的方格紙）來代替普通方格紙用；曲線此時一變而為直線，圖 324。

含有變數三個或三個以上的方程式，也可用方格紙製成交點圖。但這麼製成的圖，當載有許多曲線，（或直線）如圖 325；要是變數很多，還須由多個互相關聯的圖合成之。這可不勝其繁。並列圖就無此種缺點。其最簡單的含有三條劃着尺碼的直線，互相平行，

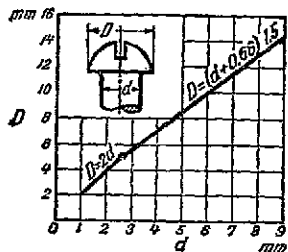


圖 323

如圖 326, 有時居中的一條傾斜, 圖中諸線底配置和各線尺碼底劃分, 係合乎這麼一種規律: 當一直線於兩種尺碼線上經過兩個已知數值的點時, 此直線與第三條尺碼線相交之處, 便示吾人以未知的數值. 圖 326 中的三角板, 即以顯示其用法, 三角板(或直規)之邊務求真直, 否則還是改用細的金屬絲或絲線為佳, 看圖 327.

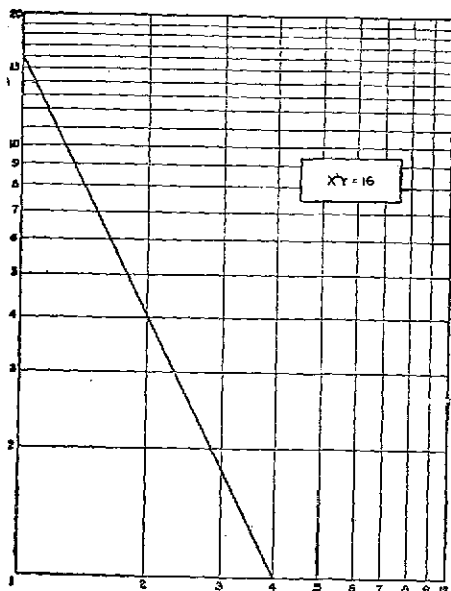


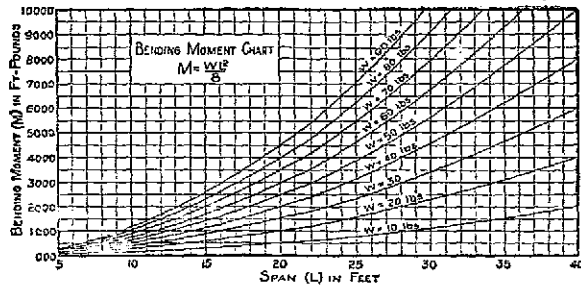
圖 324

上項劃着尺碼的線, 未必常是直線, 一部分甚且全部分都是曲線的也有, 各隨方程式底特性而異; 線底多小, 則隨方程式中變數底多少而增減.

圖 326, 327 各示梁底彎曲力矩, 與蒸汽機內理論上的蒸汽消費量的計算圖. 本書卷末尚附有關於普通乘、除、乘方、開方、極值等算計算的圖則, 兩幅可供印鑑的使用

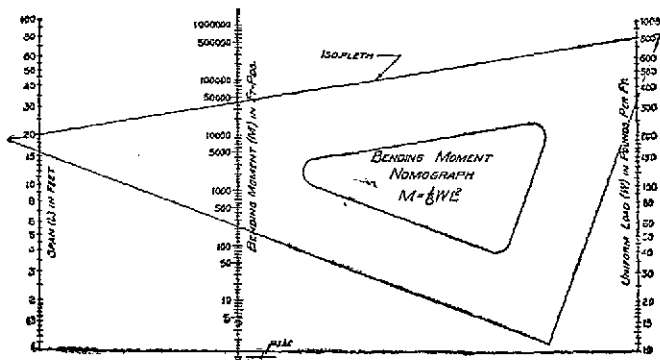
圖 326, 327 各示梁底彎曲力矩, 與蒸汽機內理論上的蒸汽消費量的計算圖. 本書卷末尚附有關於普通乘、除、乘方、開方、極值等算計算的圖則, 兩幅可供印鑑的使用

(4) 對照圖: Conversion scale; Umrechnungsskala. (2) 交點圖: Intersection chart, Intercept diagram; Funktionsdiagramm. (3) 並列圖: Alignment chart; Fluchtentafel; 又稱‘福益格拉克’, Nomograph; 原為法國人 M. d' Ocagne 所發明, 時在 19 世紀末期. (4) 彎曲力矩: Bending moment; Biegemoment.



(Jordan & Hoelscher)

圖 325

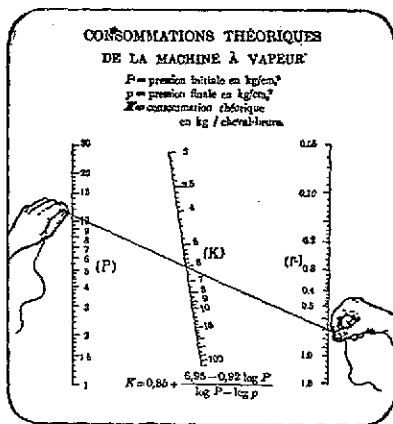


(Jordan & Hoelscher)

圖 326

189 圖計算 工程上有些計算的問題,也可藉作圖來解;而且

這麼解來，往往比筆算少費時間，又少有錯誤發生，至於答數底精度，實際上大抵已足敷用。構架諸系底應力底解答，圖 328，即是極顯著的一例。那個推求出來的圖，如該圖下方所示，稱為測力圖或應力圖⁽¹⁾。其構圖底原理，有圖式力學論述之，至於畫的手續，則大致只在依尺度定準線底長短，與作諸多平行線而已。



(2) Coagne

圖 327

⁽¹⁾ 測力圖，應力圖：Graphic statics diagram, Stress diagram; Kräfteplan. ⁽²⁾ 圖式力學：Graphic statics, Graphic Dynamics; Graphostatik, Graphische Dynamik.

190. 作方格圖的一般法則

- (1) 常依橫軸定獨立變數的尺度，依縱軸定關連變數的尺度。
- (2) 尺度橫的應由左端起始，向右遞進；縱的則由下面上。
- (3) 記尺度的數字，應居於縱坐標軸之左，橫坐標軸之下；字底方向，統須照常直立，倘不能確守此向，則改為下脚向右。
- (4) 尺度應用充量的數字記明，使各坐標線所代表的數量都能一目瞭然。
- (5) 方格不宜分得過份細密，致損圖底清晰。
- (6) 縱尺度的零線，常須列入圖中。倘事實上不能這樣，可將方格內無用之處刪去，而使零線收緊。
- (7) 坐標線應細弱些；零線或軸線須與坐標線分出顯明的粗細；

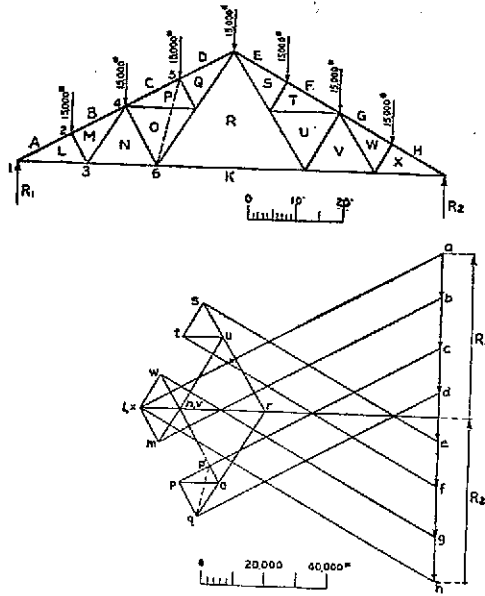


圖 328

圖中的曲線，則須格外粗壯，特別鮮明，——但在計算圖，曲線不宜過粗。

- (8) 標記曲線，可用文字斜記於曲線之上，或橫記於曲線終點底近旁；也可另劃短段的例線，記明各線所表的事物，以作對照。
- (9) 圖中載有兩種以上的主體時，那些表示各主體的曲線，除非是毫不相混，應表得各有分別。
- (10) 標題與數字，必須清晰而完備，不可有含混、晦澀的毛病。在需要時，可附加註釋，來補述甚麼意思，並可將各對對應數列表附載於圖外，以備考查。標題，普通記於圖外；遇有特別情形時，也得記於圖內留空之處。

參 考 書

- W. C. Brinton, — *Graphic Methods for Presenting Facts*. McGraw-Hill, N.Y.
- W. C. Marshall, — *Graphical Methods*. McGraw-Hill, N.Y.
- A. C. Haskel, — *How to Make and Use Graphic Charts*. Codex, N.Y.
- G. W. Swett, — *The Construction of Alignment Charts*. John Wiley, N.Y.
- W. N. Rose, — *Line Charts for Engineers*. Chapman & Hall, London.
- H. Schwerdt, — *Lehrbuch der Nomographie*. Julius Springer, Berlin.
- P. Werkmeister, — *Das Entwerfen von graphischen Rechentafeln*. Julius Springer, Berlin.
- M. d' Ocagne, — *Traité de Nomographie*. Gauthier-Villars, Paris.
- Fréchet & Roulet, — *Nomographie*. Armand Colin, Paris.
- 小倉金之助, — 圖計算及「圖表. 山海堂 東京
- 谷村壘太郎, — 計算圖表學. 丸善 東京

第十三章 陰、影

191. 陰、影本非工程圖表現上的要素,描畫起來又且極為費時,所以那種日常使用的工作圖,決沒有應用它的;至於他種圖樣,陰影的應用,近來也漸見減少. 可是,陰影有使平面圖形顯現立體模樣,立體圖形逼近原物真像的妙處,對於供給大眾閱覽,力求鮮明悅目的圖,往往有連帶表現底必要.

192. 陰和影 一個不透明的物體,如圖 329 中的圓球,受發光

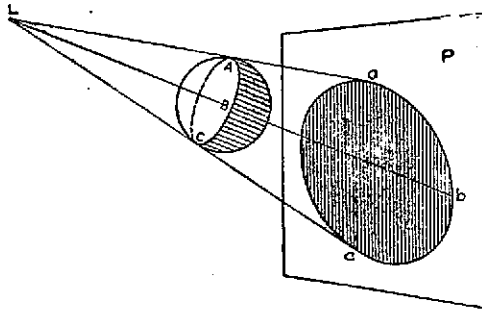


圖 329

點L底照耀,物體表面就有明亮和陰暗的分別,朝着發光點的部分明亮,背着發光點的部分陰暗;這是一定之理. 明亮和陰暗底界線,即是包絡物體而以L為頂點的圓錐面與該物相接觸的那條ABC線. 這個陰暗的部分,便是陰底區域,普通叫它作陰面. 陰面底界線ABC

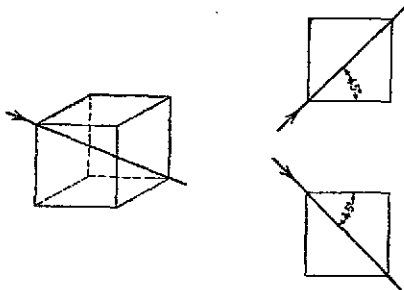


圖 330

着光線來源的表面。其為該物他部所遮蔽光線不能射到之處，(如圖 331 中有較密的平行線佈着的地方)也是影而非陰。

在圖學上，常假定發光點據於極遠之處，使一切光線能互相平行；光線底方向，則與一個正放着的立方體底對角線相合，從立方體前面的左上角，穿到後面的右下角，如圖 330 左方所示；以直視圖表之，則如圖 330 底右方，——對角線與橫線或縱線成角 45° 。

(1) 陰: Shade; Schatten. (2) 陰線: Line of shade; Schattenlinie. (3) 影: Shadow; Schatten. (4) 影線: Line of shadow; Schattenlinie.

193. 陰線和影線底求法

陰線影線，實際上誠然不必精密推求，但其求法學者亦宜粗知一二；

稱為陰線⁽²⁾。物體底後方若有一個平面如 P，在那包絡物體的圓錐面與此平面相交的交線 abc 之內，因光線被物體遮斷不能射到，就呈暗黑的狀況；這便是物體底影⁽³⁾。影底界線稱為影線⁽⁴⁾；影線顯然是陰線底影。物體上向

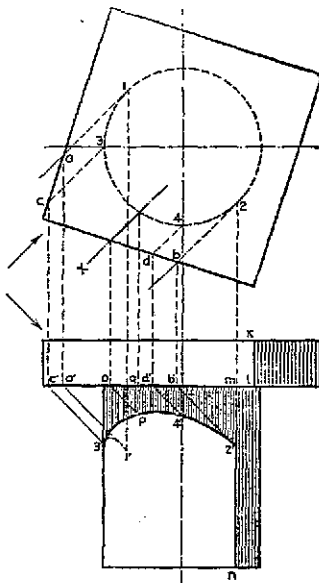


圖 331

今舉一例說明於下，——此處單用直視畫作例，透視畫，平行透視畫從略。

設有一物如圖 331，光線底方向如箭頭所指。

要求方頂所投於圓柱面上的影底影線，先於俯視圖中引作與圓柱面相切的光線 a1, b2；這些光線，須作通過方頂的底邊上 a 點, b 點的想。

乃從正視圖中方頂底邊上的 a', b' 兩點，引作該兩光線，使與點 1, 2 底投透線相交，得 1', 2' 兩點。這些就是方頂上 a', b' 所投於圓柱面上的影，也即是所求影

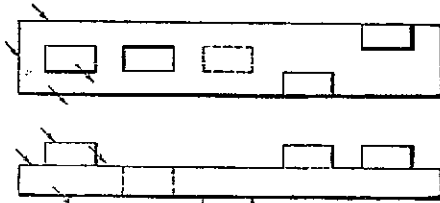


圖 331

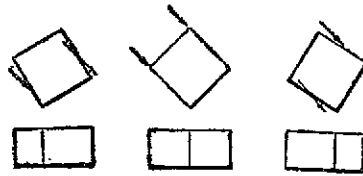


圖 333

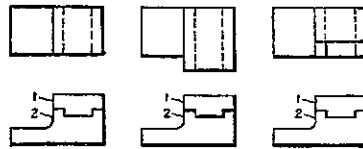


圖 334

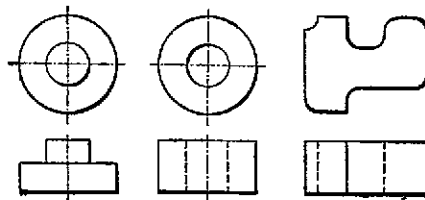


圖 335

線底兩個限點。照樣作光線 o_3, d_4 , 求得影線上 $3', 4'$ 兩點。其他的點可設直立的、與光線方向相合的截平面如 X 求之。此截平面, 含有從方頂邊上的 o 點射去的光線 op , 同時把圓柱面截成爲線 qp 。 qp 與 op 底交點 p , 便也是影線上的點。 聯接諸點, 即得所求的影線。

本例, 正視圖中方頂底 k_1 邊, 圓柱面內的 mn 線, 顯然是些陰線。

194. 直視圖中的陰影 陰影在直視圖中, 有表法數種如下。

(1) 將圖中代表陰面的邊線表得特別粗重, 如圖 332-335。此法, 爲使看圖或作圖便利起見, 常假定光線在各視圖中各由左上角射來, 成角 45° , 如圖 332 箭頭所指, 一陰面即據此種光線判定之。這與圖 330 所示的方向, 原有不符之處, 但於實用毫無妨礙, 吾人只將各視圖底陰當作各自獨立不相關聯的想就是。依此項原則表示的圖, 略有

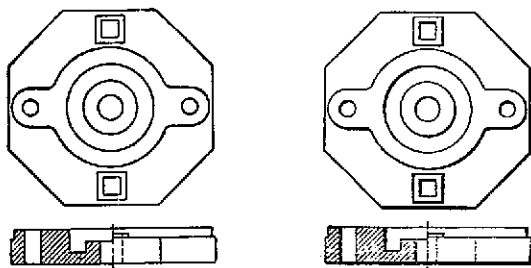


圖 335

立體的模樣可感覺到; 即使單對一個視圖看去, 也能察知各部凹凸的狀況。圖 336 示有同一物體底有陰、無陰兩種視圖; 試各掩下面一圖, 比較看之, 就可明白: 那種粗的邊線, 獨能顯露凹凸的狀況, 有使物像容易明瞭的功效。

(2) 圖中特於圓柱、圓錐、圓球等曲面上有影之處, 表以近似的黑

影,如圖 337, 338. 此影能將表面底圓形顯現出來,使人一望便知。

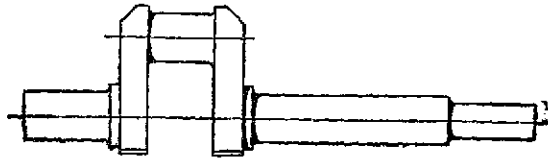


圖 337

(3) 於表面上,依明暗的等差,用許多平行線表出明暗的調子,使成畫一般的圖形,如圖 339-342. 原來按照實際情形,物體底表面,因受

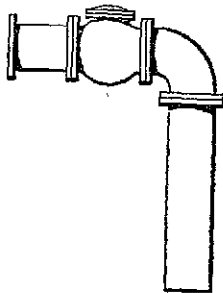


圖 338

光線底反射作用,其屬於同一陽面的各部,明底程度各有不同;屬於同一陰面的各部,暗底程度也各不同。大凡歪或斜的平面,若為陰面,其最暗的部分是在最近於人目之處,離此處漸遠,暗底程度就漸減;若為陽面,其最近於人目之處就是最明的部分,離此處漸遠,明底程度也漸減;不過這項明暗底差異,並不十分顯

著,所以習慣上多有表得明暗不分的樣子。凡是曲的面,其最明的地方是在輝部。輝部在圓柱面上是一直線,位置如圖 343 中的 B;在圓球面上是一點,位置如圖 344 中的 B,——惟實際上輝部底範圍並非這樣狹小,其位置多憑猜度估定之。離輝部漸遠,明底程度就漸減。曲面中最暗的地方就是陰線所在之處,如圖 343, 344 中 S 所指,離此處漸遠,暗底程度也漸減。本法各圖仍須當作獨立的想;光線方向底假定,也與 (1) 法中所述的相同。

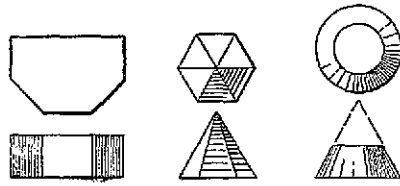


圖 339

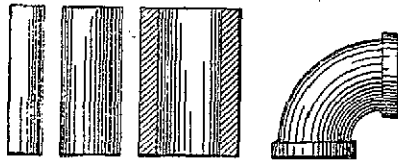


圖 340

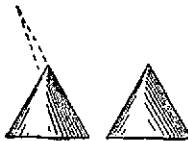


圖 341



圖 342

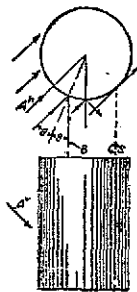


圖 343

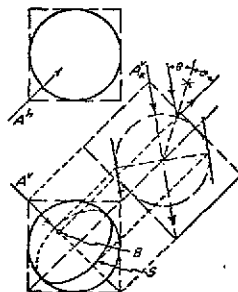


圖 344

依上項原則表示的圖形,如圖 345 所示,能使物體底凹凸起伏的狀態於紙面上浮現得十分生動,就是一般不識直視圖的人,也能豁然明瞭,所以功效獨著。惟因描畫很費時間,故實際工作中明暗的設施,多限於主要的曲面,偶或兼及歪斜的平面,其用意蓋在促起那種表面特立於其他諸面間,俾能頓增圖底明晰。於表面上表顯明暗,有多種方式;以上諸圖所示,乃是最普通的一種。圖 346 另示一式,其‘明暗線’粗細相同。為求

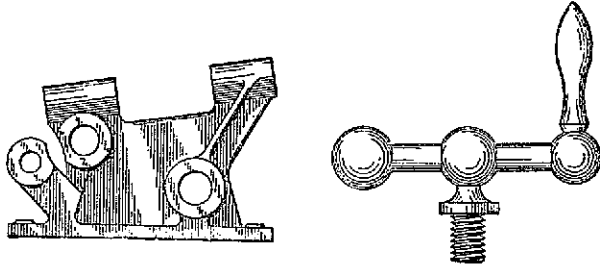


圖 345

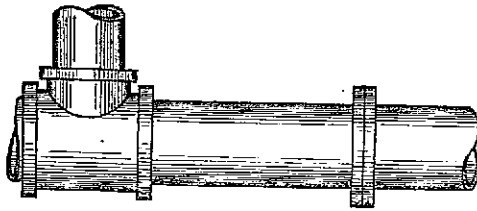


圖 346

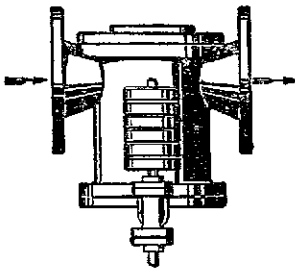


圖 347

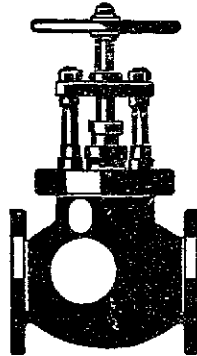


圖 348

圖形觸目而又便於描畫起見，還有表作圖 347、348 那種樣式的。

195. 透視圖、平行透視圖中的陰影 透視圖、平行透視圖，普通單表表面底明暗，影是偶然顯及的。光線仍照節 192 所指定

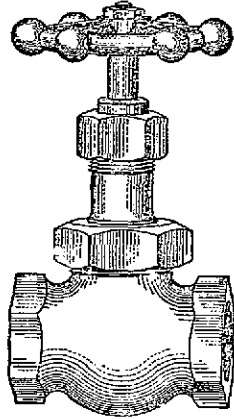


圖 349

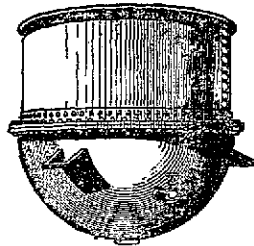


圖 350

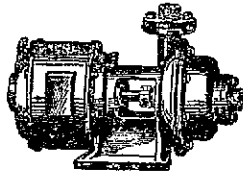


圖 351

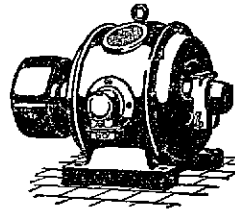


圖 352

的去假想。表的方法與前節中(3)項所述的相似，但也得憑藝術上的見解，自在畫中的手法，自由地做去。透視圖、平行透視圖，本是很易了解，一加上明暗的調子，各部詳細的形態愈益顯現，看來自然更能明瞭了。圖 349-352 示有例圖四種。

196. 劃粗邊線與明暗線

應用節194中(1)法的圖,那種粗的邊線應比細的加粗2~3倍,而細的則比尋常邊線劃得細些。

粗邊線又須劃作該線所代表的

那個表面厚度擴展的樣子;換句話說,邊線底加粗應偏於各該線之外,如圖353。圓底加粗,可於細線圓畫畢後,將中心沿45°的斜線移下

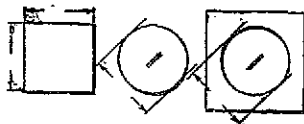


圖 353

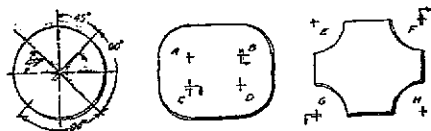


圖 354

少許,用原來的半徑再作半圓完成之;看圖354-I。圖354-II,III說明弧線底加粗法。

劃作粗細不同的明暗線,不可使筆嘴隨時變更其開放;粗的線,應由幾筆細線并成之。

第十四章 記尺寸

197. 工程圖底主要任務有二：I, 顯示物體底形狀；II, 指明物體底大小。物體底大小，一般華圖本已正確表出；但若圖中沒有尺寸記明，致使用圖者不得不拿尺去量，那不但要多費手續和時間，且因種種關係，難以量得充分準確；故為便於使用而又免除一切錯誤計，凡是需用之尺寸都一一記明底必要。本編前幾章，已對形狀底表現，分門別類詳加說明，本章乃就大小底揭示論述之。

198. 尺寸底記法。尺寸由尺寸線、箭頭、數字等聯合記成圖 355。尺寸線表明某一尺寸之長；箭頭切實指定該尺寸線底起止；數字則記於尺寸線中部所留的空位，以示那個尺寸底數量。尺寸若因邊

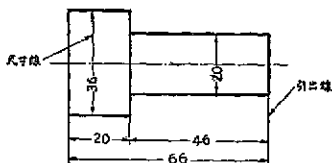


圖 355

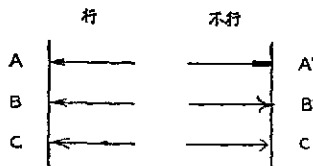


圖 356

線間的地位狹窄不能容納下去，或者為要保持圖形底明晰不能插在邊線之內，就用引出線向外引出而記之，看圖 355。尺寸應照物體上實在的尺度記數；圖中所表的某比例下的尺度，自然可以不顧。

尺寸線、引出線，都宜劃作細的實線，其粗細，可參看節 251。引出線須於尺寸線外伸出少許（約 1~3 毫）箭頭當成圖 356 之 A、B 或 C 的形

狀不宜如 A'、B' 或 C'；其大小應看圖中物線底粗細而定。在同組視圖中，箭頭只可選用獨種形式，大小又宜均勻。關於數字底字體和寫法，節 53、56 已有述及。數字底大小，貴乎適中，要使人容易看出，却也不至過分鮮明，又要與圖形底大小相稱，與圖形底繁簡略相調劑。尺寸底單位，在米突制，或是公厘或是公尺與公分，隨各類圖樣中習慣上所用的用之；（看節 211、節 236）普通可搬動的物體，大都採取公厘；單位不論何種，不必另用符號或略號表出。英尺制，尺寸底記數法詳述於節 205。

199. 尺寸底記法——續 記尺寸，除前節所述一般的法則以外，尚有下列種種。

1. 狹窄或尷尬的地方，可用圖 357-359 所示的各種記法。
2. 圖線緊密，數字不能安插之處，可如圖 360 所示，將尺寸記於外面空地，而用指引線（細的實線）指明之。
3. 圓圈直徑有多種記法，如圖 361。
4. 圓弧半徑底種種記法，示於圖 362-365，——那半徑記號 r 或 R ，只在尺寸線未到中心點時偶然附加，其位置應在數字右端的上半部。
5. 圓弧和弦底長短，各依圖 366, 367 的方法去記。
6. 曲線底尺寸，依圖 368 的方法記之。
7. 角度底記法，如圖 369, 370 所示。
8. 許多等距離的、大小相同的圓孔，宜用圖 371 的記法。其同在圓周上的，單記該圓底直徑已足，看圖 372。
9. 尺寸沒有明確的起止可作引出線底出發點的，應仿圖 373, 374 的方法，先作引長線，定出那些起點或終點。
10. 未曾完全表示的、對稱的物體，可用圖 375, 376 的記法。

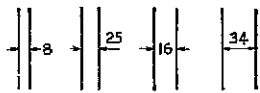


圖 357

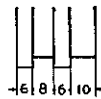


圖 358

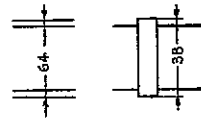


圖 359

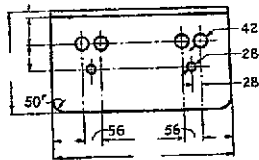


圖 360

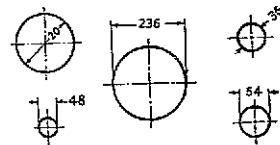


圖 361

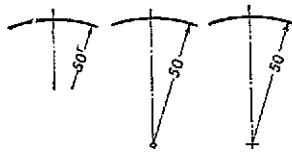


圖 362

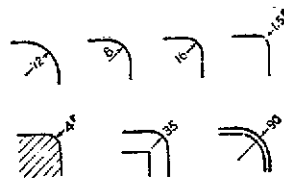


圖 363

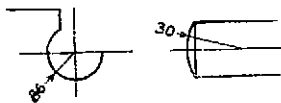


圖 364

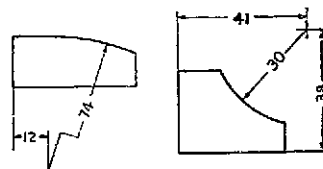


圖 365

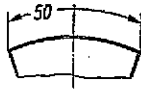


圖 366

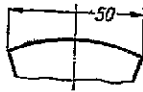


圖 367

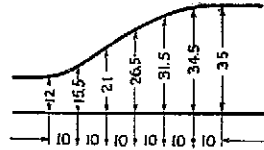


圖 368

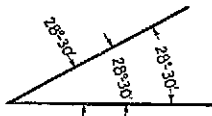


圖 369

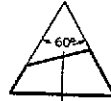
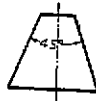


圖 370

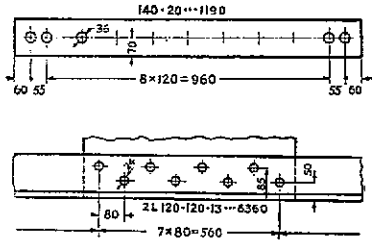
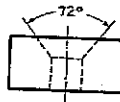


圖 371

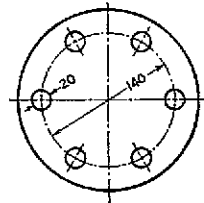


圖 372

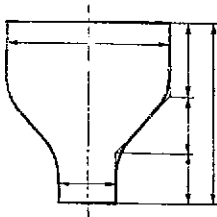


圖 373

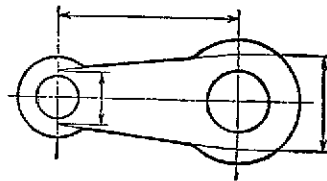


圖 374

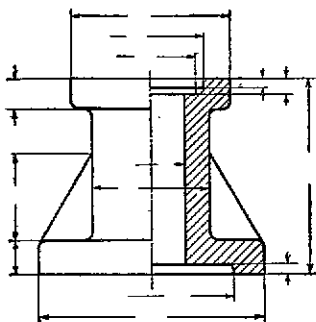


圖 375

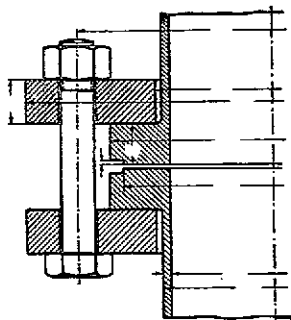


圖 376

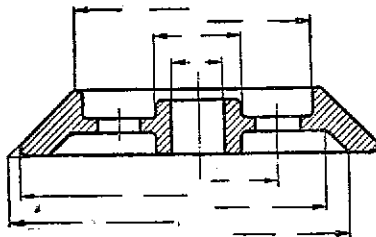
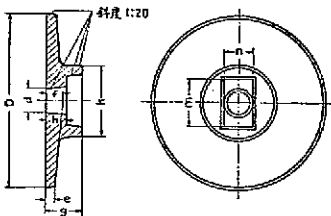


圖 377

11. 對稱的物體,若含有兩對邊距離的尺寸許許多多,可照圖 377 的簡法,單置箭頭於一邊。
12. 形狀相似尺寸不同的諸多簡單的物體或標準的零件,可仿圖 378 的方法,把各個尺寸用混號(字母)標明,再將各物所有的尺寸數另列一表記之。
13. 相似的諸物,若其少數尺寸,各有不同,可如圖 379 所示,將互異的尺寸,列表記之。



D	d	e	f	g	h	k	m	n	螺絲直徑
125	20	8	16	28	16	56	35	22	Φ6
150	24	9	18	32	18	64	42	25	Φ8
175	27	9	18	36	20	72	48	28	Φ8
200	30	10	20	40	22	80	56	32	Φ10
225	34	10	20	45	25	90	62	36	Φ12
250	38	11	22	50	28	100	70	40	Φ14
275	40	11	22	55	30	112	78	42	Φ16

圖 378

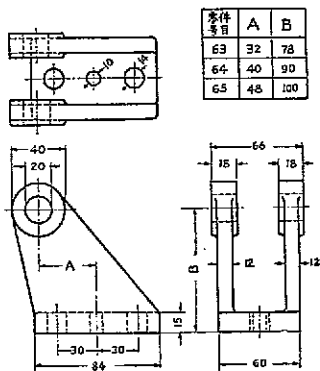


圖 379

200. 記尺寸底原理 普通物體,都想作其由諸基本體,如角柱,圓柱,角錐,圓錐等,構成而成。所以吾人若將一物分析為若干基本體,再把各基本體底大小及其相互的位置用尺寸逐一記出,那末該物底全部尺寸,該已具備。記尺寸底原理就不外乎此。能善用這個原理,雖於極繁複的物體,當也能按步就班,不覺有甚麼困難。

依照上面說來,尺寸可有兩種區別,就是(1) 大小的尺寸, (2) 位置的尺寸。現在先對各種基本體底大小的尺寸,分述其記法於下:—

- (a) 角柱 圖 380, 391. 長方柱或任何扁形的柱體,須有關、高、深三種尺寸,圖 380. 兩種宜記於最能顯示其大體或特狀的那個視圖,第三種記於另一視圖。正多角柱,單記兩個尺寸已經夠了;看圖 381. 角柱可有無限變化;圖 386 所示的,乃其一例。
- (b) 圓柱 圖 382. 圓柱,圓筒,只需直徑和高兩種尺寸,以共記於表示圓柱側面的立視圖為宜。此類柱體也是變化不盡;圖 387 示

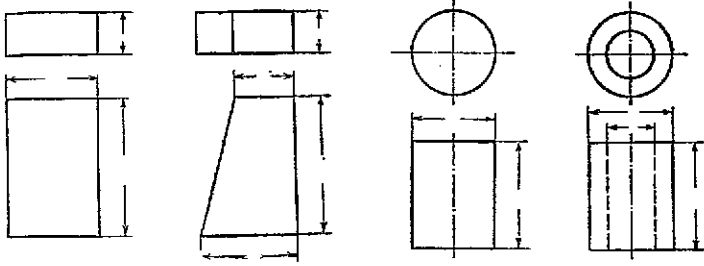


圖 380

圖 382

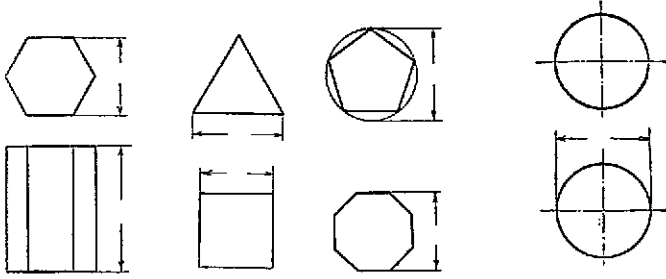


圖 381

圖 385

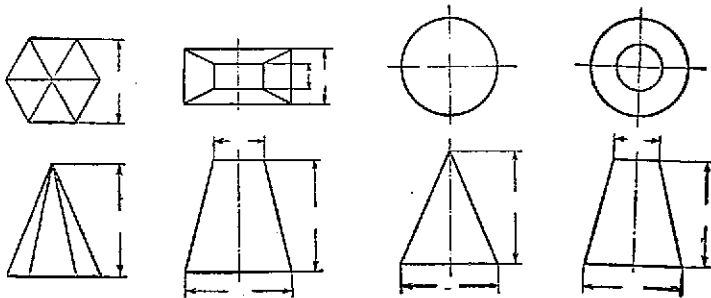


圖 383

圖 384

其一例.

- (c) 角錐 圖 383. 正多角錐只需兩種尺寸; 截頭的長方角錐須有闊、高、深三種.
- (d) 圓錐 圖 384. 圓錐或截頭圓錐也只需兩種尺寸.
- (e) 圓球 圖 385. 尺寸只需一個.

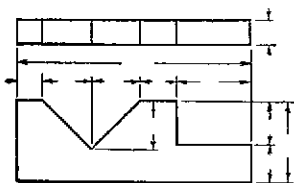


圖 386

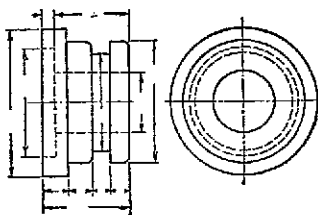


圖 387

至於位置的尺寸, 可遵照各基本體相互的距離記之, 如圖 388; 也得依垂直的兩中心線或兩主邊記之, 如圖 389, 390.

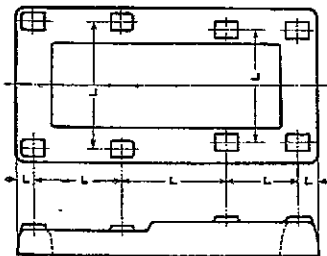


圖 388

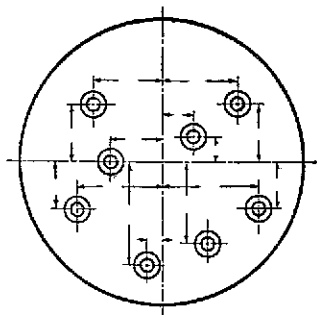


圖 389

圖 391 說明上述的原則底應用; 圖中 S 係指大小的尺寸, L 指位置的尺寸.

201. 尺寸底配置

記尺寸底一般原則，前節已經述及，現在進一層，說到尺寸底配置。配置尺寸，原無一定的法制。同一物體，尺寸這樣配置或那樣配置，往往都能合乎原則，並收同樣的效果；圖 392 即示其例，——各塔段與各圓孔底位置，在 I 依互

成垂直的 A、B 兩邊置去，在 II 依圓孔 C 底兩條中心線置去，在 III 不依甚麼定邊或定線，各隨所便而置之。可是，嚴格地說，尺寸底配置決非漫無標準；究竟怎樣最為適宜，就要先看物體中有否與他件相關之處；有

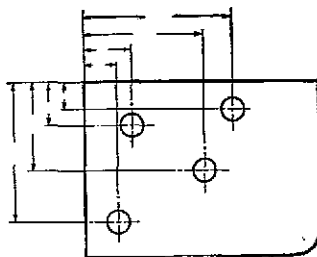


圖 390

相關時，便按各相關部分所含的意義決定這配置法。茲舉兩例說明於下。

(1) 圖 393，從頂端的集合圖看來，那開口梢底位置，是與圓杆上肩胛底地位和襯圈底厚薄有關，所以要定圓杆上小圓眼底位置，應該依

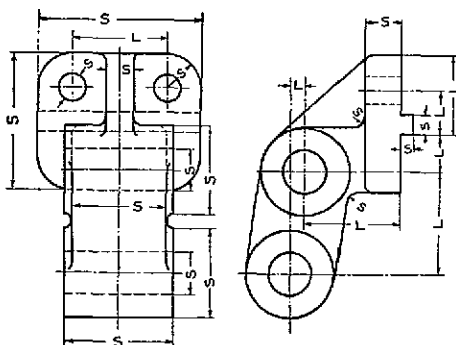


圖 391

憑肩胛，(如 A 圖) 而不憑邊端。(如 B 圖) 倘將 A 圖和 B 圖中兩種尺寸一并列入，(如 C 圖) 那不但嫌其累贅，且使尺寸的相關意義含混不清。

(2) 圖 394，那集合圖表示一對嵌合的物體。各件底大小的尺寸，當

以 A 圖所示最為合理，因為該處確乎根據兩物底關係，記着互相連繫的尺寸。

這種互有關係的尺寸以外，其餘須按細製物體時施工的方式與尺度校量的情形，去定配置。凡在某種施工中工人要量的尺寸，都須度其量法，按照量的方位，明晰地記入圖中。所以配置尺寸，求能十分合理，非具有製作上的實際知識，更加上充分的考慮不可。

202. 一般的規則

關於記載尺寸，頗有一些良好的成法或成例，直可奉為應守的規則；現在特將那種顯著的列舉於下。

1. 兩邊成對稱的物體，其相對部分底大小的尺寸，只須記於一邊。（圖 395）
2. 依中心對稱的物體，有了中心線表明這對稱的特性，各部位置的尺寸，便可略去。（圖 396）
3. 勿遺漏一二有用的尺寸，以致工人有量圖或推算底必要。（圖

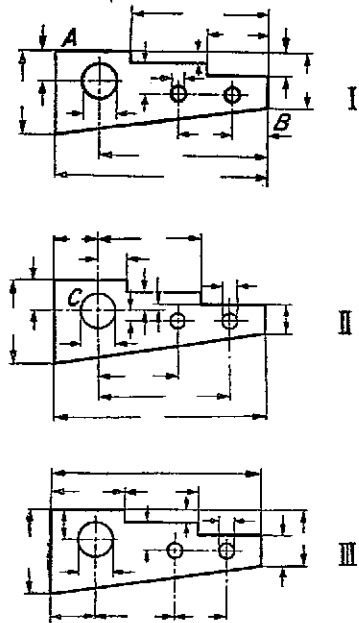


圖 392

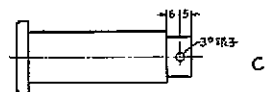
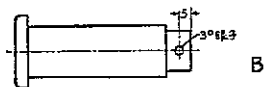
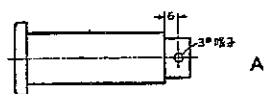
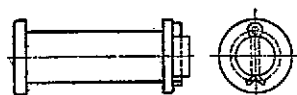


圖 393

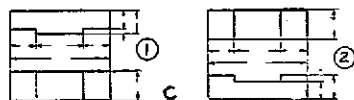
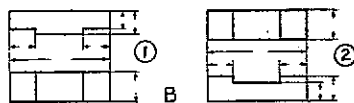
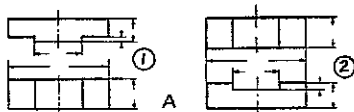


圖 394

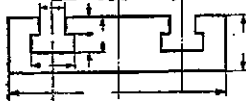
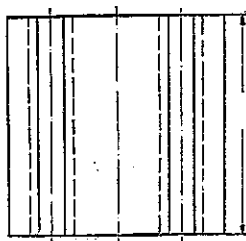


圖 395

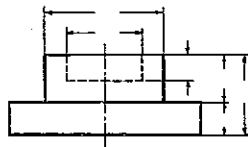
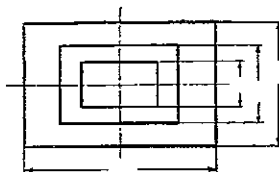


圖 396

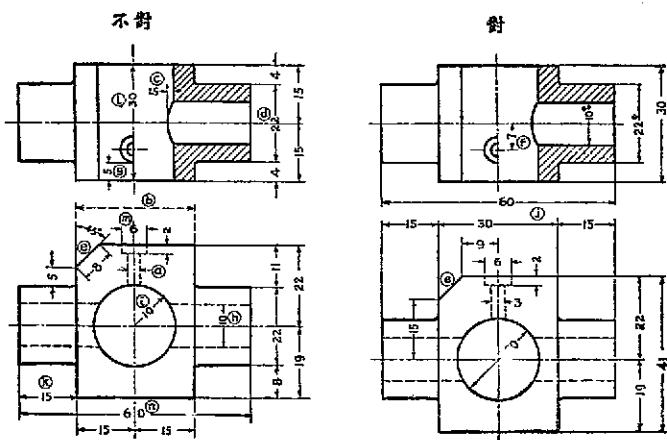


圖 397

397 之 a, b)

4. 勿多置任何無用的尺寸,使看者感覺混擾不清。(圖 397 之 c)
5. 每個尺寸,如無特別原由,只許記載一次,不可重見於各視圖。(圖 397 之 d)
6. 一條斜線,用其兩端對縱橫兩定線的直角距離去定尺寸,常比直接指定該線底長度或角度,較為合宜。(看圖 397 之斜邊 e)
7. 位置的尺寸,在可能範圍內,常由物體底中心線或加工面定去(圖 397 之 f)。
8. 圓形部分底位置的尺寸,勿從該部底邊圍記起,應以其軸為依準。(如圖 397 之 f 而非 g)
9. 除非必不得已,勿置尺寸於那表示陰蔽部分的虛線。(圖 397 之 h)
10. 勿以半徑代替直徑來記整個圓圈底大小;(圖 397 之 i)勿以直徑代替半徑來記圓弧底大小。半圓或記直徑或記半徑,須看各地

的情形酌定之。

11. 圖外的尺寸,凡宜於插在兩視圖之間的,都應這樣記來,並且靠近更能顯明詳細形狀的那個視圖。(圖 397 之 j)
12. 尺寸線須獨立,勿與邊線或中心線混在一起,或合為一線。(圖 397 之 k, l)
13. 數字不應寫在任何圖線上。(圖 397 之 m) 在可避免處,勿任任何一種線拆分數字為兩部。(圖 397 之 n)
14. 尺寸線,引出線,須盡可能的不與他種圖線相交割。
15. 結合着的幾個物體,照其相結的狀況表示時,各件中成排的尺寸須各自分別安排,使彼此不相混擾。(圖 398)
16. 成排的尺寸,屬於物體內部的和屬於外部的,須分別排列以清眉目。(圖 399)
17. 成排的許多尺寸,宜疊成一直線,並加總尺寸於其外。(圖 398, 399)
18. 成列的許多尺寸,若是共置於圖外,應使最小的靠着圓形,由小及大換次置去;(圖 399) 其間隔最好各各相等,數字則可一左一右參錯地記之;尺寸線與邊線間,尺寸線與尺寸線間的空位,不可太狹,呈侷促狀,太闊,呈寬弛狀。
19. 數字應使與尺寸線垂直;在橫的尺寸中,照常直立着,縱的尺寸中,下脚向右,斜的尺寸中,方向如圖 400,——該圖中佈着平行線的部分,不宜安置甚麼尺寸,必不得已,應使數字底下脚向左。記角度的數字,方向宜如圖 401 所示。
20. 尺寸須記在剖斷面之內時,斷面線應留出空位以容數字。(參看圖 376)。
21. 圖中若因特別情由,致有所表之長不與所記尺寸符合之處,該尺寸數便須加一短劃於下端,以作標識;(圖 402)

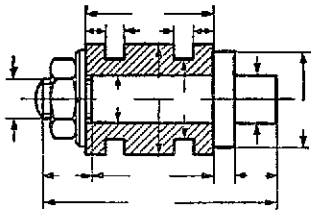


圖 398

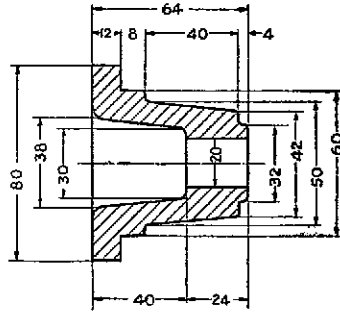


圖 399

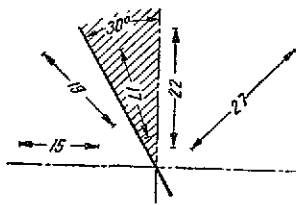


圖 400

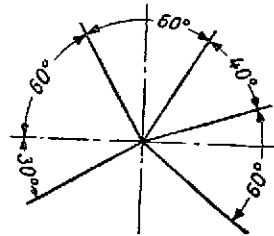


圖 401

203. 尺寸底附註

圓形的物體，有時於直徑尺寸之旁，加上一

個直徑記號‘ Φ ’、‘ ϕ ’或‘D’，以示那個尺寸屬於圓底直徑而不是其他的意

思。直徑記號既能這樣地暗示

物體底圓形，所以那個表示圓形

的視圖，往往就此省去，如圖 403。

惟此記號，僅在必需之處可以引

用；若尺寸就在圓內記着，尺寸線

上又有箭頭確切指明其起止，或者雖不記於圓內，而那圓形已有他個視

圖明白表出，就不應累贅地應用牠。至若箭頭、尺寸線單置於一邊，如圖

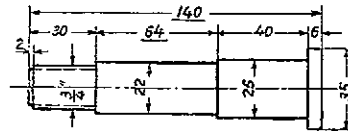


圖 402

375, 376 那樣,那末不管物體底圓形有否表明,仍有附加記號底必要。

屬於正方形之邊的尺寸,與上述的情形相像,於需要處,可用正方記號‘□’,作為標誌,使得省去專表正方的那一視圖;看圖 404。 正方與直徑記號,俱須記在數字右邊的上半部,使與數字不相混淆。

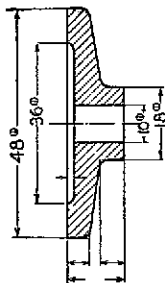


圖 403

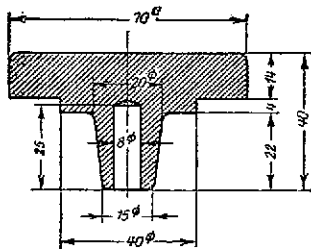


圖 404

尺寸有意義不夠明白的地方,也可用註解補說一下,此項附註,如圖 405 中的‘軸座中距’,常沿尺寸線記去。

204. 尺寸的註釋 註釋之關於尺寸的,應用頗多。

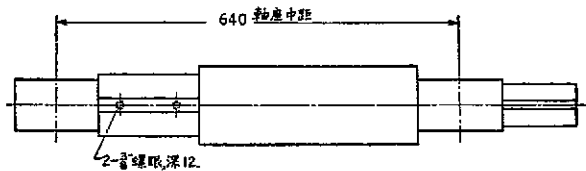


圖 405

扁形的物體,(像那用金屬板、金屬片製成的一類)往往於視圖之內或視圖之旁,用註釋說明其厚薄,因而省去其他的視圖;例見圖 406, 407。

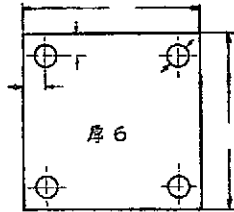


圖 406

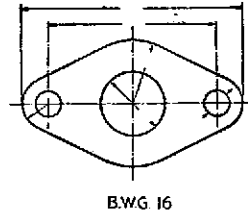


圖 407

傾斜面或錐形面,當其斜度⁽¹⁾、尖度⁽²⁾有記明底必要時,就不能不惜重於註釋. 圖 408, 409 各示斜度、尖度底記法, '斜度 1:20' 即是每距 20 吋高低相

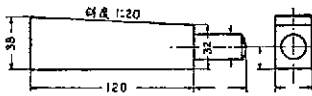


圖 408

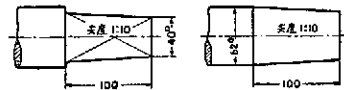


圖 409

差 1 吋的意思, '尖度 1:10' 乃作 10 吋遠的地方大小減削 1 吋解. 斜度應沿那傾斜的邊線記去, 如圖 408, 尖度的註釋則使與錐形部分底中心線

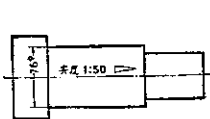


圖 410

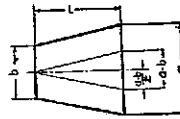


圖 411

平行, 看圖 409. 倘減削的方向圖中未能顯明, 那末註釋底近旁, 還須附一尖劈, 以標示之, 圖 410. 斜度、尖度底計算法如下. (參照圖 411)

$$\text{斜度} = \frac{a-b}{2} \quad \text{尖度} = \frac{a-b}{1}$$

其他不能(或不便)照常記來的尺寸, 也可用註釋來替代. 圖 371 中的 '140·20...1190', '2 L 120·120·13...6360', 便是其例, —— 前者即為圖 140

種、厚 20 種、長 1190 種的扁形材料的意思，後者則指闊 120 種、高 120 種、厚 13 種、長 6360 種的直角材料兩條。註釋，遠離於其所屬的部位的，須用指引線引至於該處；看圖 405。

(1) 斜度: Slope; Neigung. (2) 尖度: Taper; Verjüngung.

205. 英尺制的尺寸 英尺制，尺寸以吋和呎為單位；用“'”以表吋，用“'”以表呎。呎數與吋數之間，常用短劃橫隔着，如 3'-5"。圖中一切尺寸，若統以吋為單位，符號不妨略去。

小於 1 吋的數量，多記成 $\frac{1}{4}$ " (非 $\frac{1}{16}$ "、 $\frac{1}{32}$ "、 $\frac{3}{16}$ ") 底倍數，如 $\frac{3}{4}$ "、 $\frac{11}{16}$ "、 $\frac{5}{8}$ "、 $\frac{1}{2}$ " 等。此種分數，分線須平劃，如 $\frac{5}{8}$ " (不可傾斜)；省略牠却也無妨，如 $\frac{3}{4}$ "。單有呎數而無吋數的尺寸，應記之如 6'-0"；有呎數又單有時底分數的，記之如 6'-0 $\frac{1}{4}$ "。工作上極需準確的尺寸，應用小數去記，如 .750"、5.432"。分數與小數底對照表，見卷末附錄內。

機器圖裏，不到 2 呎的尺寸，習慣上單單記作吋數，如 18 $\frac{1}{2}$ "、23 $\frac{3}{4}$ "，這因為普通使用的、2 呎長的尺都是刻着吋數的緣故。尺寸滿 2 呎或在 2 呎以外，除少數慣以吋計的(如氣筒與各種輪子底直徑)以外，統統依照普通記法，如 2'-0"、3'-8 $\frac{1}{2}$ "。在建築圖，1 呎以外的尺寸，即將呎與吋並記，如 1'-0"、1'-7 $\frac{1}{8}$ "。

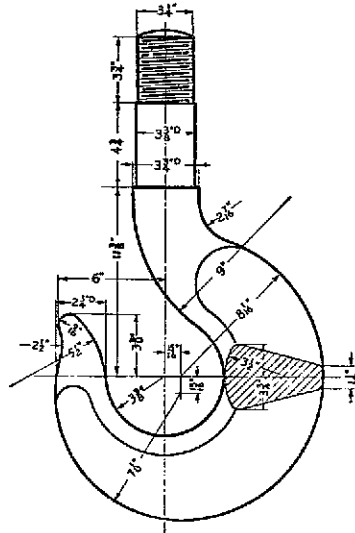


圖 412

圖 412 示有英尺制的圖例

一種。

英尺制與米突制尺寸底對照，可查附錄內表 VIII—XVI

206. 平行透視圖中的尺寸。 於平行透視圖中記載尺寸，方法與前述的無異。惟須注意：平行透視圖既為企圖容易瞭解而作，那末尺寸底配置和填寫，自以不妨圖底明晰（甚或增進圖底明晰）為原則。下列諸項，即示記尺寸底一般規律。

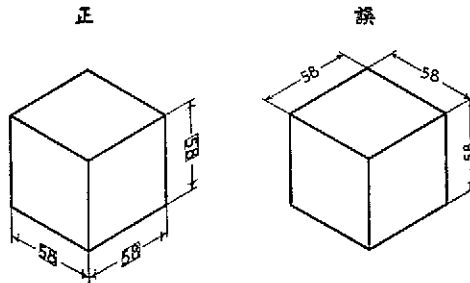


圖 413

- (1) 尺寸線，箭頭，字，應作附麗於物體的想，和物體同樣地表作平行透視形。看圖 413。
- (2) 勿沿圖中居前的諸邊線記尺寸，因為這樣要把圖形遮住了。看圖 414。

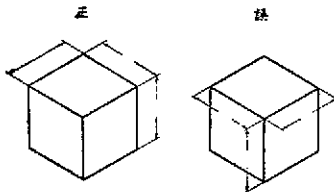


圖 414

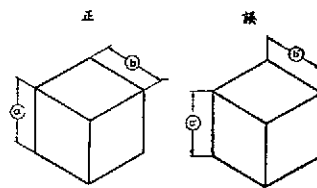


圖 415

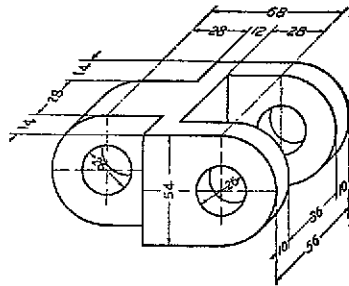


圖 416

(3) 引出線常從物體底邊線直伸出去,如圖 415 之 a,而非 a'. 並須盡可能的靠着圖中完全表明的那種表面,如圖 415 之 b,非 b'.

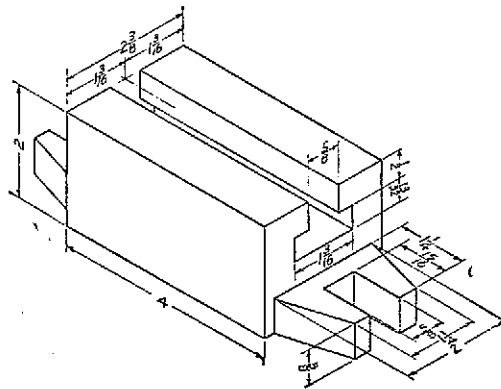


圖 417

圖 416, 417 示有實例兩種.

第四編

第十五章 機器圖

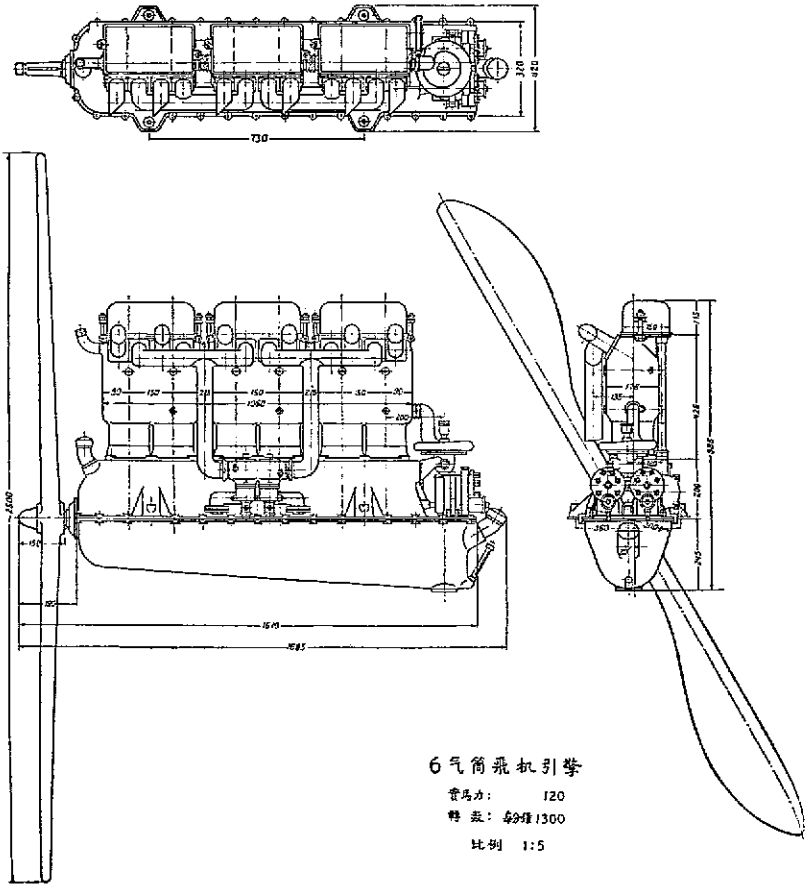
207. 各種機器圖樣,因使用的目標不同,內容和格式遂各異其趣。

本章所述,以工作圖為主,投標圖,供應圖也附帶地獄及一點。

208. 投標圖,供應圖 投標圖⁽¹⁾是以表明機器上形態和大小底梗概為主旨,多與機器底照像或透視畫相輔並用。供應圖⁽²⁾,乃為供給裝置與傳動方面必需的說明而作。此二種圖樣,效用誠然不同,性質却無多大差異。所以實際上,往往將上述二圖應有的內容,於一圖中兼收並蓄,使得供給任一方面的使用。圖418示一實例。那種插在樣本或說明書中的圖,其於大小各機底種種尺寸,常列一表聯合記載,如圖419。

投標圖,供應圖,普通用直視圖表示。機器底大體形狀,不消說得,應該充分表出;繁複而不重要的部分,不妨約略一點;瑣碎的,不注意的地方,儘可完全略去。圖中所應特別加意之處,乃在機器上與外界接觸的各方面,如底盤或底腳的底面,管子或電線底接口等;這些表面底形狀大小與位置,自須詳細表明。又如機器在開動,調整,與修理方面所需的空位,以及基礎底適當的造法,在必要時也應附帶顯示。至於內部底構造,除有特別用意,用剖視圖顯示明白(如圖419底下方)⁽³⁾或用虛線標要表出以外,多是略而不詳。總之,表法以簡明,合用為主,過分詳密是不必的。

尺寸,如關於機器全部所佔的地位,(指機器底總尺寸)關於底盤底



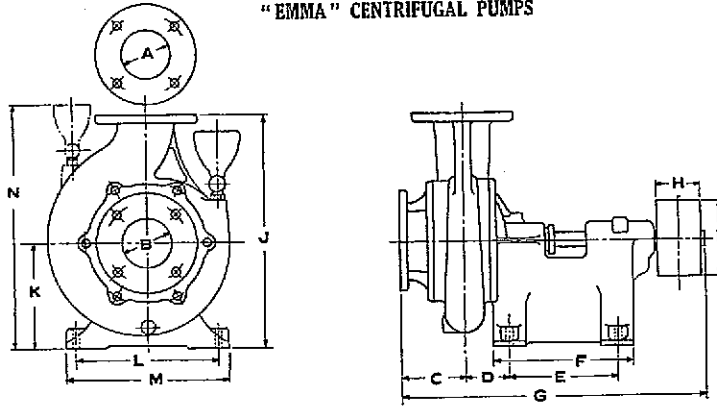
6 气筒飞机引擎

额定功率: 120

转速: 每分钟 1300

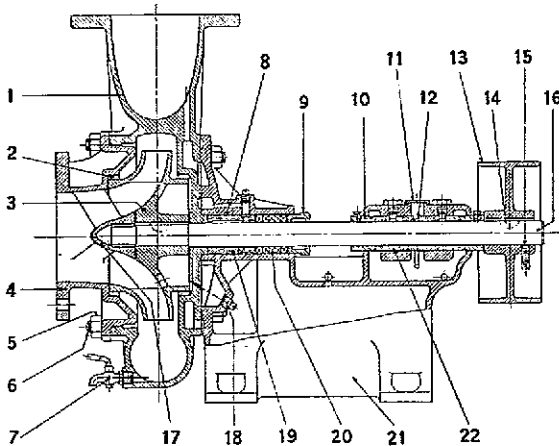
比例 1:5

“EMMA” CENTRIFUGAL PUMPS



ALL DIMENSIONS IN INCHES

Size	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
2	2	2 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{3}{8}$	2 $\frac{5}{8}$	6 $\frac{7}{8}$	8 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{4}$	4	12 $\frac{3}{8}$	5 $\frac{3}{8}$	8 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{3}{8}$	14 $\frac{3}{8}$
3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{3}{8}$	7 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{7}{8}$	21 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{3}{4}$	7 $\frac{3}{8}$	10 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{3}{8}$	—
5	5	5	5 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{8}$	9 $\frac{7}{8}$	12 $\frac{3}{4}$	28 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{3}{4}$	6 $\frac{3}{8}$	21 $\frac{7}{8}$	9 $\frac{3}{8}$	13 $\frac{1}{8}$	14 $\frac{3}{8}$	—



List of Parts

1. Volute.
2. Bronze Wearing Ring.
3. Runner.
4. Volute Cover.
5. Hex. Nut.
6. Volute Cover Stud.
7. Drain Cock.
8. Sealing Water Way.
9. Packing Gland.
10. Thrust Collar.
11. Bearing Cover.
12. Oil Ring.
13. Pulley.
14. Woodruff Key.
15. Set Screw.
16. Shaft.
17. Front Bearing.
18. Mud Plug.
19. Long Metal.
20. Asbestos Graphite Packing.
21. Frame.
22. Short Metal.

接合面、管子底接口、皮帶輪或他種傳動器等底大小與位置，都須一一記明。其他，如機器內運動部分所伸於機外的最遠距離及其位置，如機器內有些部分在修理時所須搬移於外的最遠距離，如機器內各主要部分底大小與位置，這些尺寸，也須參照情形添加進去。除了以上所述形狀與大小以外，機器底能力速度，或其他重要事項的說明，還須用文字附記於圖中。

選取視圖，仍如節133中所述，以正視圖為主。這正視圖，自須取那最能顯露物體底大體或特狀的一面；並且在可能範圍內，合乎該物所認為自然的方向。船、車、飛機等運輸機器，宜於首向左、尾向右⁽⁴⁾。煤油引擎、蒸汽引擎、透平發電機、電動發電機等發力機，宜按機內能力自左向右傳佈過去這個條件去定方向。各種工作機，如紡織機、造紙機、印刷機等，其方向或依準工人所立的地位，或令其傳動器位在機身底左邊，或使受工的原料合乎左進右出的條件。各種工具機，如車床、鉋床、磨床之類，也依工人所立的地位定其方向。正視圖以外，看那個更能表得清晰而詳備，就用那個視圖；不過節133所述‘俯視圖、右側視圖覺得較為自然’這一要點還須隨時顧到。視圖底多寡，自以適足表達其所應表的為度；多加一個，徒然使人厭憎罷了。

(1) (2) 參看節5. (3) 嚴格地說，這是一種說明圖。 (4) 船習慣上多使其首端向右。

209. 工作圖 工作圖有總圖⁽¹⁾、分圖⁽²⁾兩種區別，看圖420、421-423；普通都用直視的表現。

分圖，如圖421-423，是將機件所由構成的各零件分別表示的。其主要用處，在於發給工人，使得照圖製造。圖中對於各零件底形狀務求十分正確，尺寸則詳備無遺；一切必需的註釋和標記，也須應有盡有。就一般的情形講，工作圖專示製品完成後的形狀、大小；製品底原胚，（就是經過翻砂或打鐵而成的粗胚）除非有特別原因，用特種工作圖另行表示，總

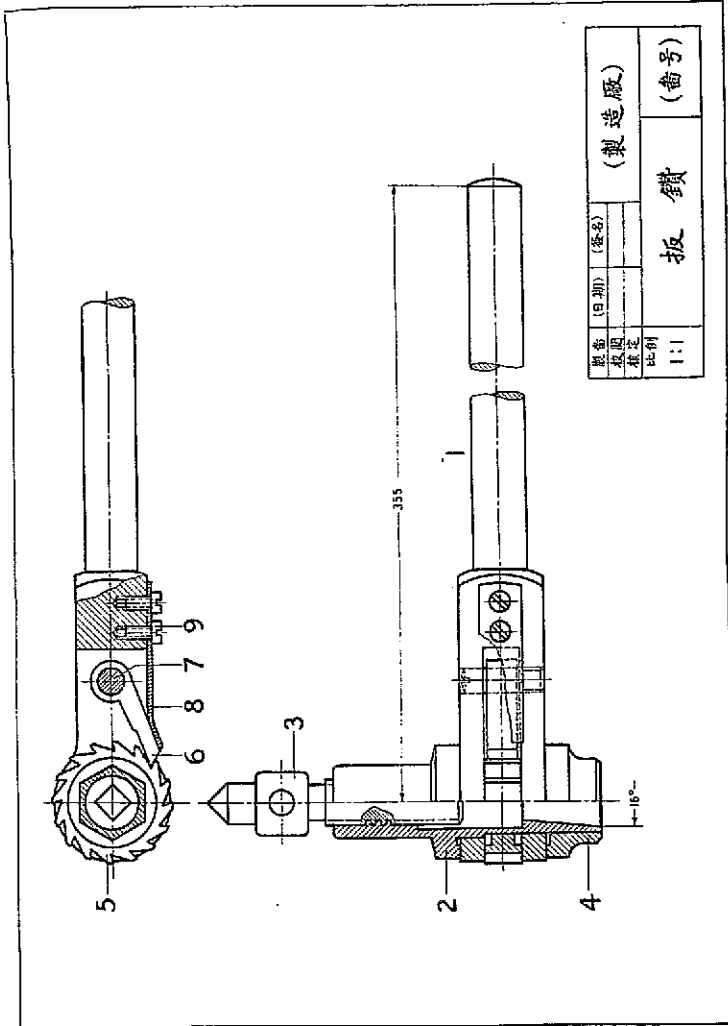
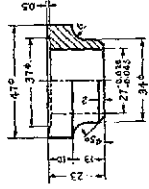
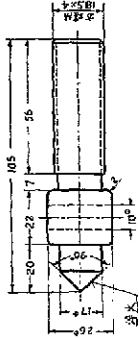


圖 420

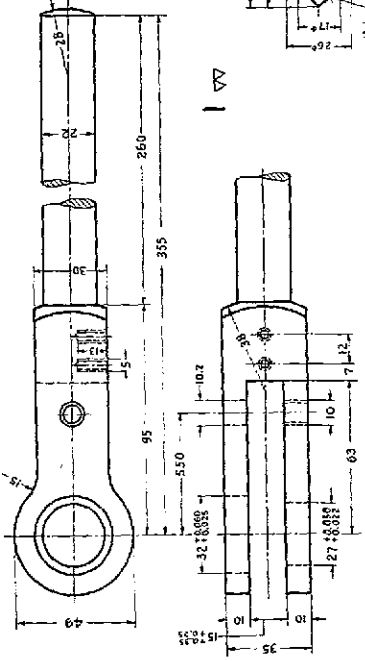
4 ▽▽



3 ▽▽

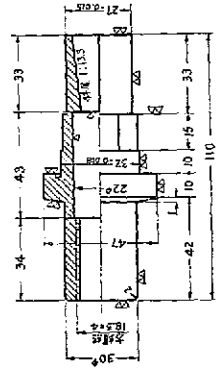
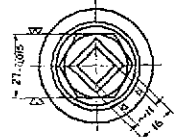


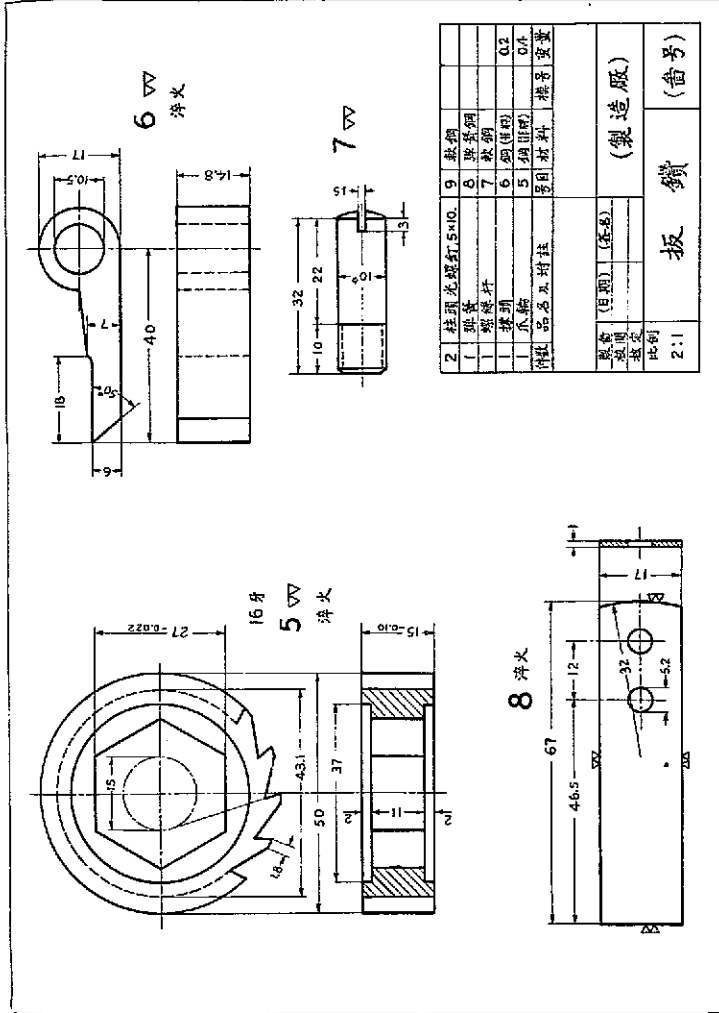
1 ▽▽

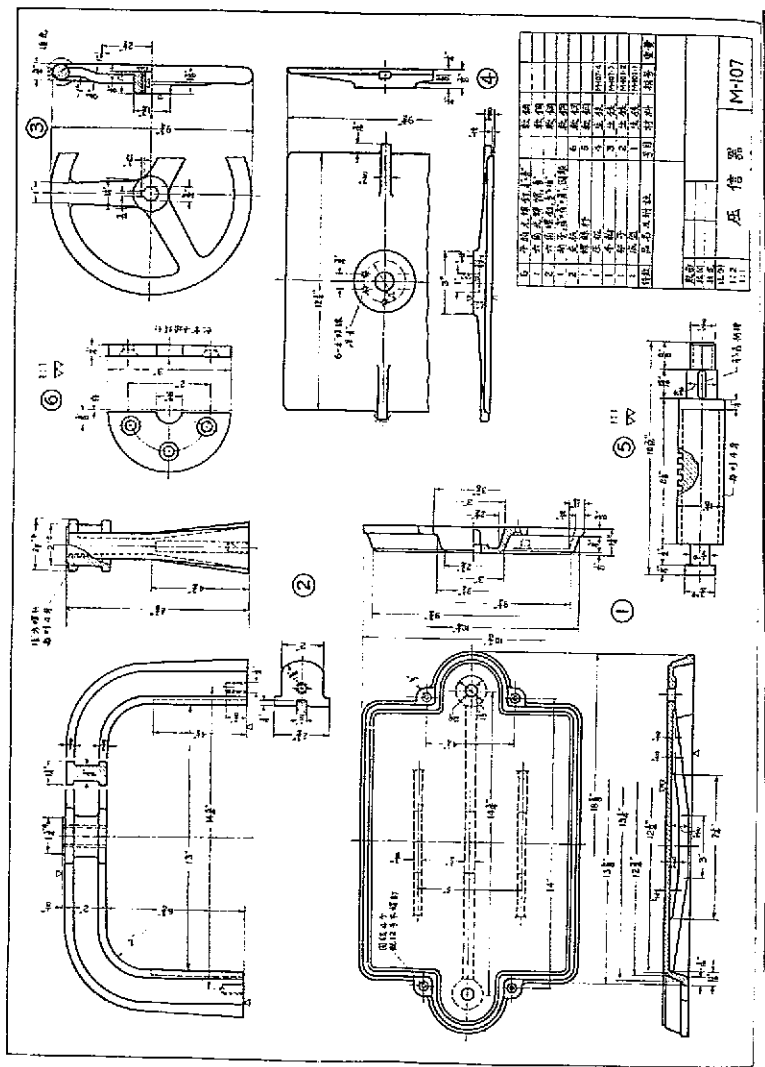


1 鉸鏈	4 軟鋼	0.5
2 銷心	3 鋼(鋼)	0.6
3 螺絲	2 鋼(鋼)	1.6
4 螺絲	1 鋼(鋼)	0.1
材料 品名及詳註	送回材料	樣品 實型
製造 (日期)	(空白)	(製造廠)
校閱	(空白)	板 鑽
設計	(空白)	(番号)
比例	1:1	

2







是不復顧及,在大量生產的工廠中,那不但製模、打鐵,各有專用的分圖,就是粗車、細磨等機器工作,有時也有專圖各別使用。

總圖,是來顯示機器全體底構造和各零件相互的位置;看圖 420。各零件製成後,就依此圖裝配攏來,使成完整的出品。凡裝配時所要查驗的尺寸,如各種總尺寸,主要零件底位置的尺寸等,在此圖中,統須記明。為求圖形的明晰,割製的簡便,凡是無關緊要的細碎的描表,都可約略一點;一切無何效用的虛線,更宜省免。總之,總圖對於各零件形狀的表現,與分圖不同,只求大體具備,無需過份細密。選取視圖,仍以前節所述的原則為依準。視圖底多寡,應看機器底繁簡而定;凡為表出零件全體所必需描畫的圖,不能缺略其一。局部的視圖,此處儘可相機引用。機器內部的構造,倘用虛線來表,必將不堪紛擾,所以剖視圖不妨多多利用。剖斷面內,遇有軸、梢子、螺釘等實心的零件,以及梢子、筋條等原非整片的部分,應如節 222 所述,當作不曾剖着的看。對於兩邊對稱的物體,半剖視圖往往覺比全剖視圖適用,因為前者一圖能兼示內外的形狀,極合表現上經濟的原則。半剖視圖,習慣上常使剖斷的一半居於上方或右方。

繁複的機器,要於有限的紙幅內,用單個總圖顯明零件底全體,顯然是不可能的。遇着這種情形,惟有分全機為若干分部,各用分集合圖⁽³⁾表示一分部底詳細結構,再用總集合圖⁽⁴⁾表示諸分部底聯絡。分集合圖,自須符合總集合圖中所示的各分部底方向。

分圖、總圖,既然各有專責,自應分別割製,勿相混合。可是有些機器部分,往往因其所含諸件構造上不能分拆,或為求明確顯現各件相互的位置和關係不能任其分離,就聯合表示於一圖,成個分集合圖的模樣;看圖 424。構造簡單的機件或工具,也每有專畫總圖,加上尺寸和註釋,以兼充分圖之用;例見圖 425。

(1) 總圖: Assembly drawing; Riechtzeichnung, Montagezeichnung. (2) 分圖: Detail drawing; Teilzeichnung. (3) 分集合圖: Unit assembly drawing; Gruppenzeichnung. (4) 總集合圖: General assembly drawing; Zusammenstellungszeichnung.

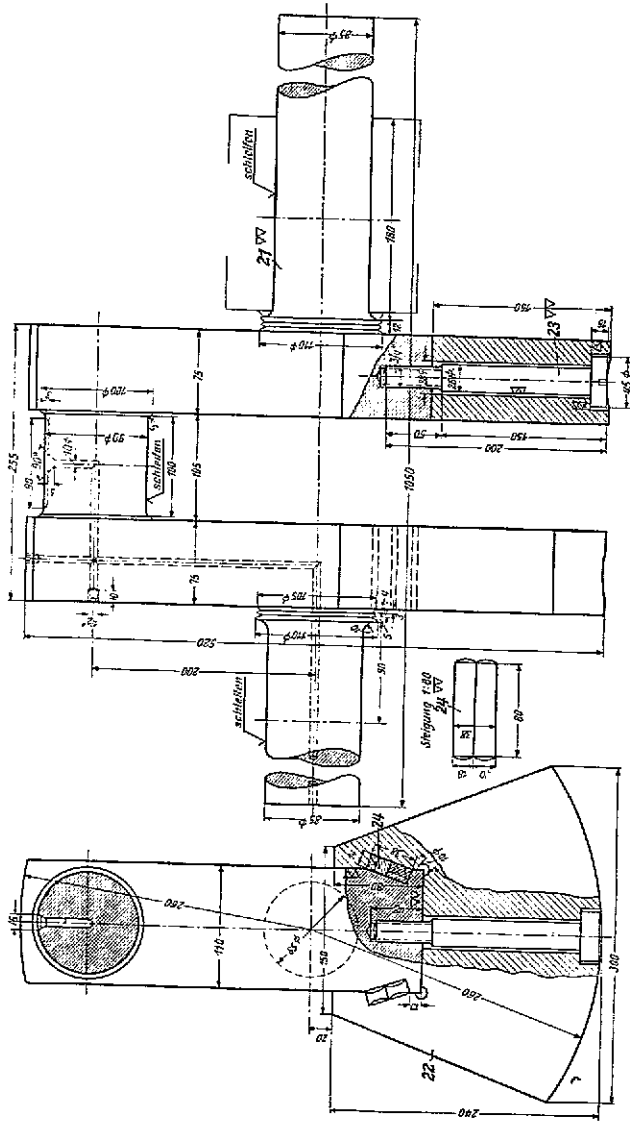
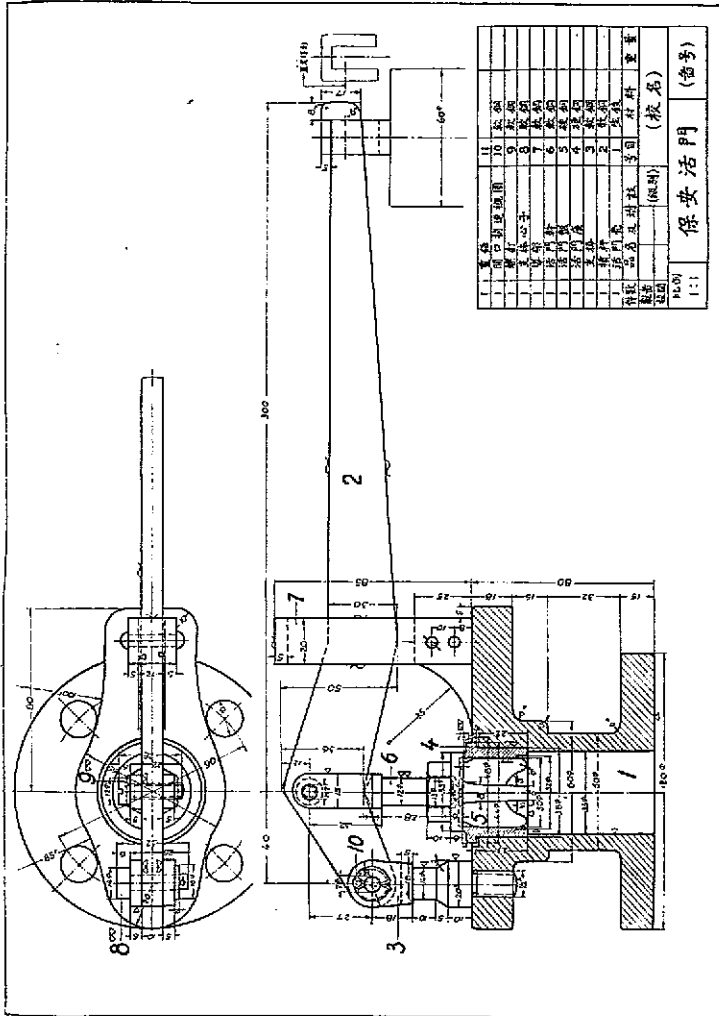


圖 424



210. 零件底配置和放法 每張或每套分圖，應使零件的配置井井有序。凡是主要或基本的零件，使居於先——在單張圖樣中置在左首或上首——其鄰近的，則排列於近旁，並且在可能範圍內保持原來的位次；屬於同一分部的諸件，不於他分部中參雜配置；這乃是最普通的法則。有時為顧到用圖底便利，各零件也有按製作上的類別分組排列的。例如同是鑄件，同畫於一紙或數紙；同是鍛件，同是用現成材料（如鋼條、銅板等）製造的零件，也都如此。須待大量生產的物品，零件不論大小，往往單獨地表於一紙。

通例，各零件應照結合時所居的方向表示；換句話說，分圖上各零件底方向應與總圖中的相合。細長的零件，如軸、杆子、螺釘等，却在例外，不管其原來的方向如何，常宜橫向表示，參看節 133。

211. 尺寸 工作圖既如節 209 中所述，專示完成了的製品，故其所記尺寸，也都是淨的；鑄件或鍛件上加工處所應寬放的尺寸，不能不由製模或打鐵工人隨時去酌定。

一切尺寸，凡為工人所需用的，統須記入圖中，有的雖則極易推算出來，也決不可遺漏；反之，無何效用者，不宜擧入一二。尺寸可依加工面定去時，勿依毛面來定。生鐵零件中無關緊要，任憑翻砂匠自由處置的圓角，其半徑可無須記。前章所述一般的方法和規則，都可應用於此處。米突制的機器圖，各種尺寸，除了螺釘、（細小的在外）管子，以及有些來自英美的現成零件底大小用英寸計以外，統以公厘為單位。

212. 寬容差 製造機器，要使尺寸絕對準確，是極困難的事。比如車工匠試製一條直徑 60 瓩的軸，車好後校量起來，便會發見一個不準的尺寸，如 60.1 或 60.06 瓩。（看所用的量具精度如何）縱有極精良的工具和量具可用，也只能做到十分相近的尺寸，終難確至 60.0000 瓩。可是絕對精確的尺寸，對於實用，有何裨益呢？何況尺寸底精度影響於製造

費極大,精度一高,製造費便將急激增高。所以近來機器製造界,特別是大量生產的和要互可配換的製造者,對於機件內精細部分,多按應用的目標,定出最大與最小的限數,以作工作上的依準,並且根據這些限數來檢驗製品是否合用。就如一條 60 徑的軸,在某項用途中,可定 60.08 與 59.96 為其最大與最小的限數。倘使車成後用顯微規或極限規⁽¹⁾量來,知是大於 60.08 或小於 59.96,那就認為不能合格。這最大與最小兩限數之差, (此處是 0.07 徑)稱為寬容差⁽²⁾。寬容差就依尺寸所要的精度而定多小⁽³⁾。為求避免製作上的疎忽和錯誤,那些務求精確的部分,必須將寬容差於分圖中逐一註明,——普通未註明的尺寸,即作為不甚重要的看,其精度由製作者隨意判定。記載寬容差,宜將那基準數(如上例中的 60)及其大於與小於該數的限量(如 +0.08 與 -0.04)一同記明,看圖 426 之 A。倘那些限數,數值相同,便可記作簡單的樣式如 B。若限量中之一為零,那就可以免記,如 C 或 D。寬容差實際上也多記成 E, F 的樣式;這 $60 \begin{smallmatrix} +0.10 \\ +0.04 \end{smallmatrix}$ (E) 即作大於 60.04, 小於 60.10 解。凡屬於

- A ——— $60^{\circ} \begin{smallmatrix} +0.03 \\ -0.02 \end{smallmatrix}$ ———
- B ——— $60^{\circ} \pm 0.01$ ———
- C ——— $60^{\circ} \pm 0.05$ ———
- D ——— $60^{\circ} - 0.05$ ———
- E ——— $60^{\circ} \begin{smallmatrix} +0.10 \\ +0.04 \end{smallmatrix}$ ———
- F ——— $60^{\circ} - 0.05$ ———

圖 426



圖 427

最大限數的數字,常記在尺寸線之上,屬於最小限數的,記於其下,如 $60 \begin{smallmatrix} +0.08 \\ -0.04 \end{smallmatrix}$, $60 \begin{smallmatrix} -0.02 \\ -0.06 \end{smallmatrix}$ 。角度的寬容差,記法相同;看圖 427。

在英尺制,一般記着分數的尺寸,都視為不甚重要,無需十分精確。比較重要的尺寸,常用小數記數;其須保持一定精度的,則附以限量,記如 $2.750'' \begin{smallmatrix} +0.002 \\ -0.035 \end{smallmatrix}$, 或者免去基準數,直接用大小兩限量指定之;看圖 428。

大凡指定寬容差的尺寸,實際上都是關聯的(非獨立的)尺寸,其應用專在精密配合的部分。

(1) 寬容差: Tolerance; Toleranz. (2) 極限規: Limit gage; Grenzlehre. (3) 參看下列註 (7)

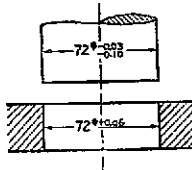


圖 429

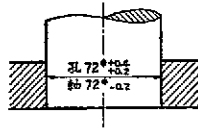


圖 430

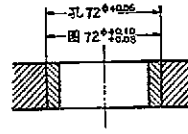


圖 431

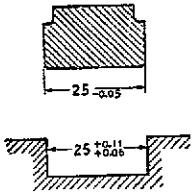


圖 432

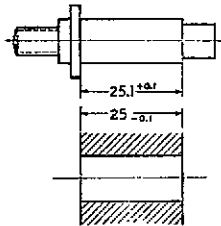


圖 433

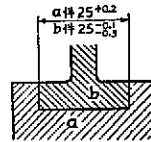


圖 434

實際經驗和配合上的專門學識不可。

- (1) 配合: Fit; Passung; 習慣上專指精密配合。 (2) 活配合: Clearance fit; Bewegungssitz。
 (3) 呆配合: Interference fit; Ruhsitz。 (4) 縮緊: Shrink fit; Schrumpfsitz。 (5) 公差: Allowance, Clearance; Spiel。 (6) 公隙: Interference; Uebermass。 (7) 德國工業標準會 (Normenausschuss der Deutschen Industrie) 規定呆配合分作 Presssitz, Festsitz, Treibsitz, Haftsitz, Schiebessitz 等五種; 活配合包括 Gleitsitz, Enger Laufsitz, Laufsitz, Leichter Laufsitz, Weiter Laufsitz 等五種; 同時又將尺寸應精度或即公差差高低, 分為下列四種: Edelpassung, Feinpassung, Schlichtpassung, Grobpassung。 美國標準會 (American Standards Association) 分定配合為八種如下: Loose fit, Free fit, Medium fit, Snug fit, Wringing fit, Tight fit, Medium force fit, Heavy force and shrink fit。

(8) 要知詳細, 參看:—

Dinbuch 4, Passungen. Beuth-Verlag, Berlin.

No. B 4a, Tolerances, Allowances and Gages for Metal Fits. The American Standards Association, New York.

No. 184, Limit and Fits for Engineering. British Engineering Standards Association, London.

214. 加工記號、表面記號 機件上那種光滑的, 經過機器或

人工製作的表面, 不能不於分圖中標示明白; 因為如前所說, 工作圖單記

已成品底淨尺寸，倘那‘加工面’不加標記，製模或打鐵的工人就無從察見甚麼尺寸應該寬放，以供加工時材料底消耗，而且究竟何處應該加工，何處可以聽其自然，在機器工人定也難以確知。

標示加工面，在西洋諸工業國，方法多有不同。美國人向用‘ ρ ’作標記；凡是施工部分，要有一定的尺寸的，不論其表面怎樣粗糙，或是怎樣光滑，統用這個加工記號，看圖 435。那種須待整銼或磨以求面層平整的表面，以及須經機器的粗製，尺寸却可稍微出入的表面，則用註釋作些說明看圖 436, 437。此項極簡單的方法，英國人近來也漸多採用。瑞士機械業經理人員聯合會⁽¹⁾對於加工面底標示，曾有細密的規定。他們用‘ ρ ’記

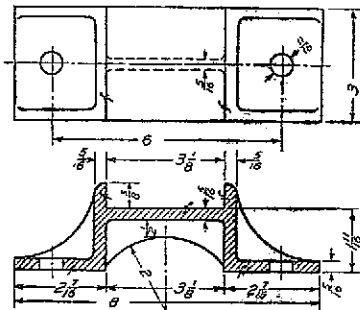


圖 435

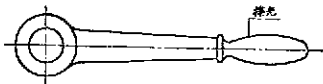


圖 436

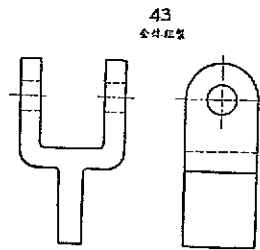


圖 437

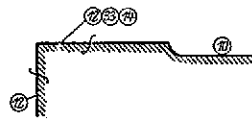


圖 438

號表示材料之需寬放，同時又用 10-20, 30-40 間的數碼代表粗製、細製、精製、磨刮，以及退火、淬火、表面加硬……等各種工作，如圖 438；否則，不用數碼，便將各部底施工法用註釋直接註明之。現在，本書所亟擬介紹的，乃是

德國工業標準會規定的制度。表面除毛的不計以外，分爲四種，各用特殊的記號標示。

- (1) 那些力求表面光滑又欲盡量避免加工的表面，用記號‘ \sim ’來標。這個記號提示打鐵、翻砂的工人於他們造胚時，對着那些附有記號的各面特別用心；並且含着這種意義：倘使成胚後表面上有突起或毛聳的地方，還須用鑿子、銼刀或磨輪剷除平整。所以有此記號之處，並不需要材料的寬放。
- (2) 那些因經粗製工作而至平滑的表面，用記號‘ ∇ ’來標。這個記號授意於製模或打鐵的工人寬放若干材料於其所標之處，使往後加工時，適足製至原定的尺寸。其應用有軸座底底面、底盤底頂面、輪心底側面、活塞彈簧圈底裏面等處。
- (3) 外表上光滑細緻，須經細製工作才能造成的表面，應用‘ $\nabla\nabla$ ’記號。如赤露着的軸面、變軸底四側面、以及尺寸準確預備互相精密配合的各面，都是其例。此處，鑄件或鍛件中材料的寬放，自也決不能免。
- (4) 經過精製工作（如細磨、刮、擦等）而產生的、光滑非常的表面，應用‘ $\nabla\nabla\nabla$ ’記號。其用例，如汽筒底圓孔面、軸領底擦動面、各種精細量具、精細工具底外表面等，都是。那種因施工而起的、刀具底痕跡，在(2)是顯而易見，在(3)已隱約難辨，此處則絲毫無遺。

以上四種表面記號都是指示表面上組織的優劣或粗細，並不涉及尺寸方面準確的程度；更非用來說明施工法的類別。施工法，除特別的（如銜、錫、銲接、上錫、淬火等）必須記註於圖以外，均任工務人員隨時去決定。

(1) 瑞士機械業主辦人員聯合會：Verein Schweizer Maschinenindustrieller.

215. 表面記號底記法

- (a) 記號須使其尖端(或弧線)抵觸於加工面所由代表的邊線;放在加工面之被刀具割削的那邊,好像就在代表刀具的樣子,看圖 439.
- (b) 記號宜置於明顯的地方,並且盡可能的靠近從各表面開端之尺寸底箭頭,圖 440. 地位不充足時可將邊線引長,沿該引長線記着圖 440.
- (c) 轉成體只須加記號於一邊;圖 440.
- (d) 相貼合的兩面,單用記號一個,加於地位較寬的一邊.
- (e) 零件全體應用同樣的表面記號時,可將該記號總標於圖形或零件號碼底近旁. 圖 441.
- (f) 倘一物全部的記號有一二獨異之處,該特殊記號除標於圖中以外,還須在零件號碼旁主要記號之後,用括弧記明,看圖 442.
- (g) 螺絲、螺眼、梢子、梢帽,記號可不必用,因為這些部分顯然是須加工的. 從整片材料衝出或鑽成的圓眼,其不須另加工作的,記號也可從免.
- (h) 記號同尺寸一樣,只宜各記一次,不可重見於諸視圖.
- (i) 倘物體底表面並非全部需待施工,該施工部底範圍便須用尺寸線指明,如圖 443 之左;在必需時,再加以尺寸數,如右圖.
- (j) 記號在同組的許多視圖中,宜限於一二個視圖分佈之.

216. 註釋 除了形狀的表現,大小的指明以外,工作圖中往往尚有其他種意義,非用文字來補述不可. 此種用文字記載的註釋,計有兩種分別.

- (1) 屬於零件局部的,如螺絲梢子等種類和大小的指定,各種特殊工作的說明…… 此項註釋,應記於各該部的近旁,而用指引線指明其關聯;看圖 444. 其關於特殊工作的,還須特地置近表

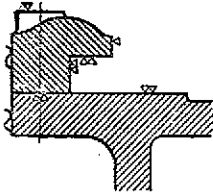


圖 439

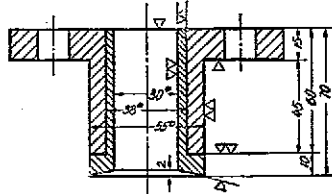


圖 440

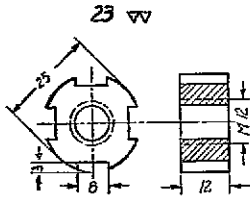


圖 441

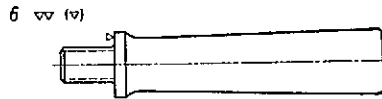


圖 442

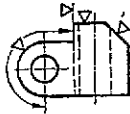


圖 443

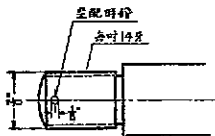
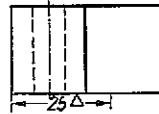


圖 444

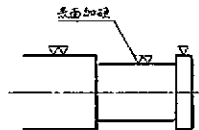


圖 445



圖 446

面記號，並將指引線引至於彼處，看圖 445；無記號處，則記之如圖 446。倘應用一註釋，可使視圖省去一個，而仍能意義暢達，（參看節 203、204）就毫不躊躇地應用它。凡有因加添註釋，而可使圖意更加美備或愈益明顯的地方，也就隨地添加。

- (2) 關於零件全部的，如材料底種類、要造的件數等。此項註釋，宜於集合摺來，列表記之，成個所謂零件表；看節 218。

現成的標準零件，如螺釘、墊片、梢子、油杯、管子配件、鋼珠軸領等，可不必詳畫圖形，細記尺寸，單於該零件所屬的那物底零件表中，記其名稱、大小（或號數）便行。為防止雙重的記載，下述的規則應行遵守：

對梢螺釘連同螺帽和墊片，記於該螺釘之頭相與貼合的那一機件的表中。

直接旋入物體的螺釘，記於含着螺眼的那一機件的表中；生根螺釘連同螺帽、墊片也如此。

縱的梢子，其用以固定輪與軸的，與軸同記於一表中；其在輪軸活動之處則從梢子所固結的那一方面記去。橫的梢子，常隨套在軸外的那一零件去記。

鋼珠軸領，隨着與牠裝配牢固的那一方面記之。

註釋貴乎措辭簡明，意義確當，使人能容易明瞭，更不至於誤解。其所記的位置，以不妨圖形底清晰為主。

217. 零件編號。 為求檢查的便利，機器零件常用數字編定號目，將總圖、分圖一同標出，看圖 420-422。編號目，有按機器的部落或分段，分為若干數列的；（例如車床，以 1-50 號劃給車頭，51-100 號劃給車身……每段中各零件則依位次或功用定其先後）有按材料和製法的類別，分組安排的；（如鑄鐵件、銅鑄件、鍛件，以及鋼條、銅條等現成材料的製件，都各分組編定之；此時每組中大的、主要的零件須居於小者之先）也有便

各零件按功用或位置換次排列,接續不斷的。總之,編號目要隨各製圖房裏規定的法制,並看各製件底體質而定。那最後的一種,編法較為簡

明,似乎更有採用的價值。

號目可光記數字,如圖 420-422,也可圍以圓圈,如圖 447,圖 423。光記數字的,字須特別粗大。(約比尺寸的數字加高 2 倍) 在分圖中,單個的視圖,號目置在上首或右首;雙個的視圖也如此;三個的視圖,置於三者間的空地;看圖 421-423。在總圖,號日記在各零件近旁寬空的地方,用細線明確地引至其所屬之處,——這指引線

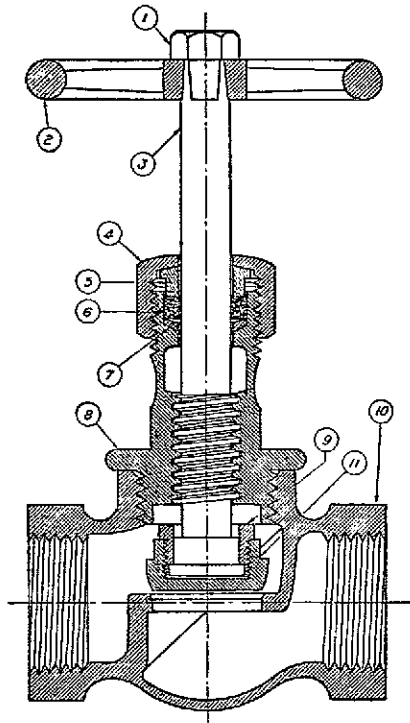


圖 447

不可互有交叉,並且要盡量免與他種圖線相交。遇着小零件繁多之處,放置記號,必須先經充分的考慮。倘然是便利的,諸號目宜於圖外排

成一行或一列,看圖446,449,指引線此時,也大體的宜在縱橫兩向平行地佈着。

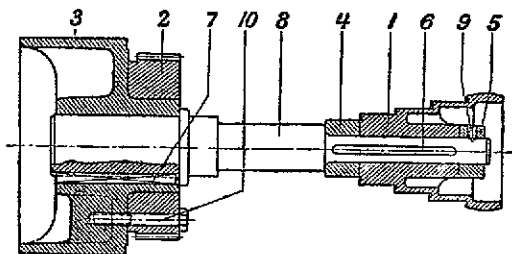


圖 448

218. 零件表 零件表宜置於下節所述的標題欄之上,並且相與接連,合成一體。其內容有下列諸項:—

- (1) 零件底號目。
- (2) 零件底名稱及附註。
- (3) 每件所要的數量。
- (4) 零件底材料。
- (5) 木模底號碼。
- (6) 零件底重量。

以上諸項,宜以(3)與(1)位次對調,如圖421中所示。但遵照上列的順序,也未始不可。號目應由下而上,使表中零件得以自由加添而不至次序倒亂。零件底重量,毛的或淨的,俱可任意記入,惟毛的須加一註解如(毛)。

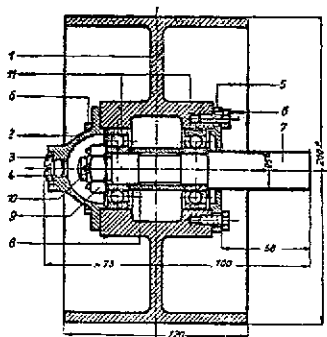


圖 449

單表着獨件物體的圖,可將零件表免去,把應記的事項,併入於標題欄之內,格式如圖 450.

件數		製備			(廠名)
材料		校閱			
樣號		核定			
比例	(標題)			(番樣號碼)	

圖 450

219. 標題欄 每張圖樣,同每篇文章一樣,必須有個標題. 標題在機器圖,常與他種關涉全圖的記錄合闕一欄,置於圖底右下角.

標題欄普通含有下列諸項:—

- (1) 全圖中諸機件共同的名稱.
- (2) 願主底姓名和地址——倘然機件是特定的.
- (3) 製造者底號名和地址.
- (4) 製圖,校閱,核定等事完畢的日期,及各該執行者底簽名.
- (5) 圖底比例.
- (6) 圖樣號數.

為檢查便利計,圖號宜用粗大的數字,靠著圖紙下角鮮明奪目地記着,——編圖號法,各製圖房自有規定. 吾人於查到圖號後所亟欲檢視的,便是該圖底標題,所以標題應與圖號相並安排. 其餘諸項底佈置,宜如圖 421 中所示. (2) 項在需要時,可附記於標題項之內.

標題欄之上,應留若干空位,以備修改圖樣時作些記錄.

220. 修改圖樣 工作圖往往因發覺錯誤,改良機件構造,或因其他事故,致有修改內容底必要. 倘然待改的地方,範圍很廣,不得不將原有視圖完全取消,重新割製;若僅在一小部,便可於原圖之內加以局部

的修改。局部修改有兩種方法。一種是刪除原有的物線或尺寸，而將新的於適當地位填寫下去，如圖 451。第二種，完全抹去原來的物線或尺寸，將新的添畫進去，如圖 452；其未改以前的形跡，則用鹽圖一張保存於特備的抽屜，以資留案。

此第二法，在常有繁複機件須加修改的製圖房裏，用來較為合宜。

不論採用何種方法，這樁修改的事情，以及修改的日期，負責主持的人員，必須於圖中適當之處作個記錄，而以圍有小圓的數碼或字母

常作標記，一同標於該記錄和圖形內修改過的地方，看圖 453。此項記錄，應即置在標題欄上端的空地。

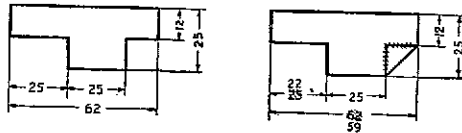


圖 451

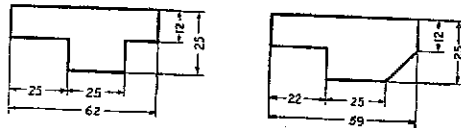


圖 452

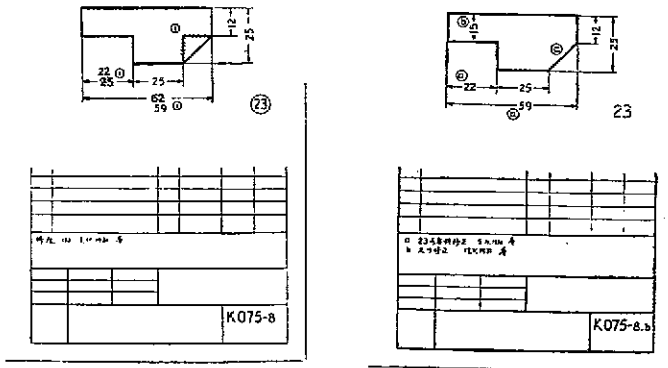


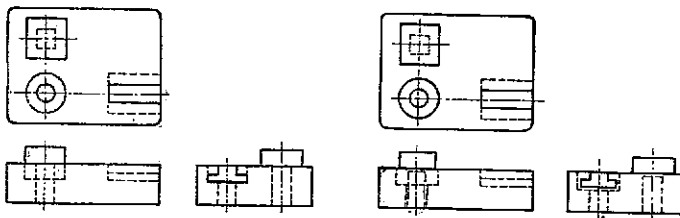
圖 453

修改物線,當注意全組視圖是否個個改正,又與該物相關的物體是否確無連帶修改的必要。修改尺寸,須勿忘其相關的他個尺寸和總尺寸。

221. 背理的各種表現 描表機器零件,照理應確守直視畫底定理,表出正確的形狀,大小和位置,並且求其完備無遺。可是,實際上每有不能這樣的;因為有些地方,違背了定理,能使圖形便於割製,或易於了解,一般人便認為優異可取,於是對那正確或完全的表現,反視為乖謬失當,或嫌其拖沓累贅。這項背理的表現,凡有三種分別:(1)牽強的表現,(2)簡約的表現,(3)殘缺的表現。牽強的表現,更有尺度牽強和結構牽強的分別。簡約的表現,則包括圖形的和圖線的簡約。下面幾節便對上項表法之常見的舉例說明。在無成例可援之處,倘然確能省去許多製圖工作,而又保證圖形底明晰,也正可施以背理的表現;惟須密慎地為之。

222. 牽強的表現

I. 尺度牽強 這是故意不照實在尺度來表示的辦法。物體底諸部,在視圖中有合為一致不易分明時,就宜犧牲一部分尺度底準確,而作



正確的表现

賢用的表现

圖 454

此牽強的表現,——至於該處真實的大小,原有尺寸來說明,自可不必顧慮。圖 454 示其一例。那右面的視圖,把左圖中混合不明的缺憾,盡行

彌補,看來便覺清晰多了。

II. 結構牽強 結構牽強,是將某部底結構故意表作位置不確的樣子,下面諸例,說明應用底一般:

- (a) 軸、帽釘、梢子、螺釘、螺帽、墊片等,內中沒有甚麼特殊的構造須待剖視圖顯明,所以這些零件,雖在被剖之列,也作離開剖平面不會剖着的看,如圖 455 之右而非左。這不但可省畫的手續,且又能使各該零件容易判別。但以上是對縱剖而言,橫剖不在此例。
- (b) 齒輪底齒、輪子底檔、各色鑄件底筋條,倘在剖視圖中照其實在情形表作被剖的樣子,便有打成一片不相間斷的表徵,使人容易誤會;看圖 456 之上。所以這些部分,實際上,常假設為越過剖平面,因而表作未剖的樣子,如圖 456 之下。
- (c) 梢釘、梢槽等方向任便的部分,只求能夠表示明晰,可不管各視圖中位置底符合與否;看圖 457。
- (d) 許多環列着的圓眼,其距離和個數既由某一視圖明白表出,他個視圖,就不必確守定規,如圖 458 之 I 或 III,却宜畫成牽強而簡明的模樣,如 II 或 IV。此處,圓眼在正視圖或剖視圖,俱照其對物體之軸的實距離去定位置,並且在剖視圖中,不管有否被剖,統作剖着的樣子。
- (e) 均稱的物體,不必管表法是否正確,常宜畫成對稱的狀態,如圖 459 之 I 和 II,——左方的一半表得與右方一樣。那些依照定理表示的圖,如 III 和 IV,不利於畫,而又不便於看。圖 460, 461 是些類似的例。
- (f) 物體上斜向伸出的部分,既有某一視圖表明其位置,他視圖中便可假定該部轉至正直的方向,因而表示其實形,如圖 462, 463。這樣該部底剖視圖得以省免。

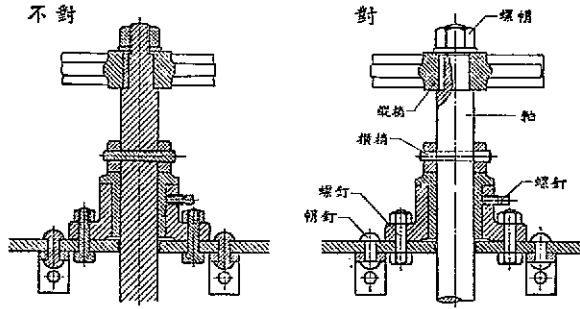


圖 455

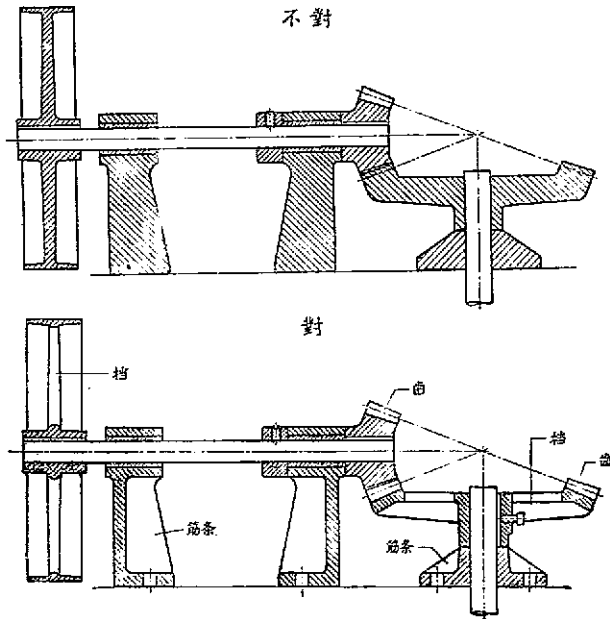


圖 456

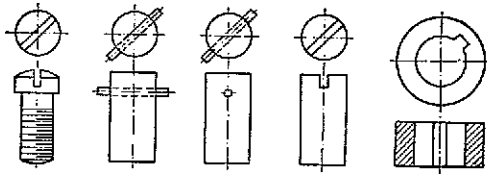


圖 457

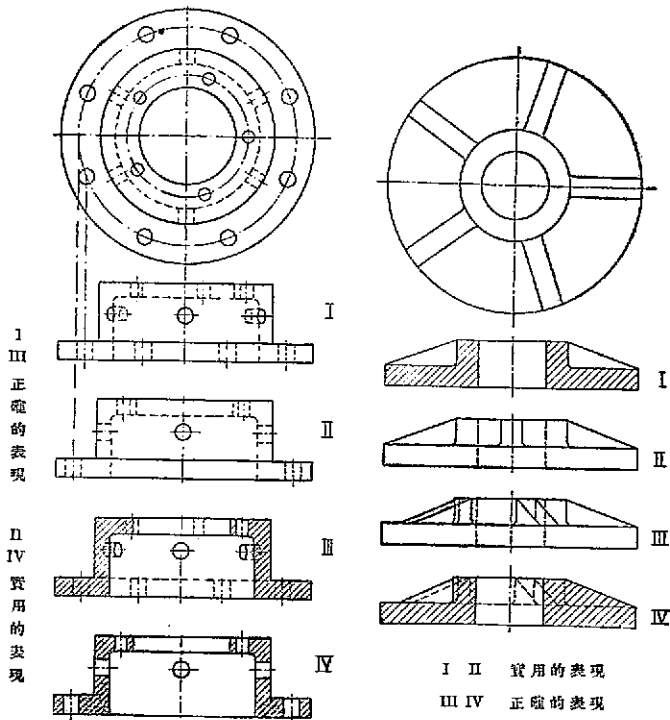


圖 458

圖 459

實用的表現

正確的表現

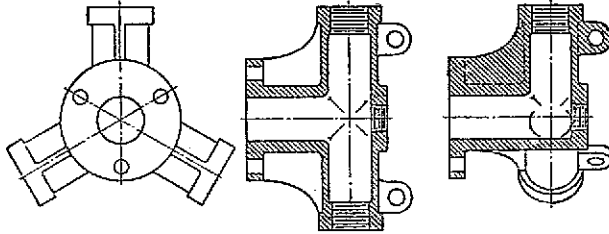


圖 480

實用的表現

正確的表現

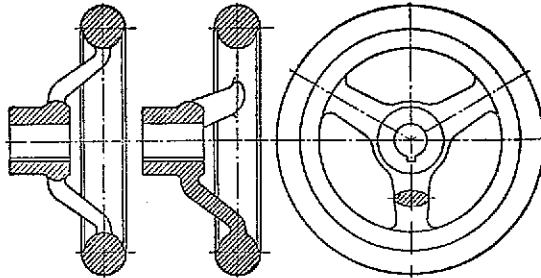


圖 481

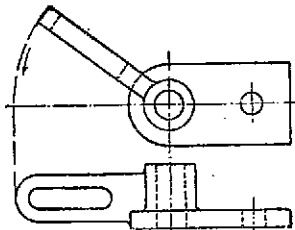


圖 482

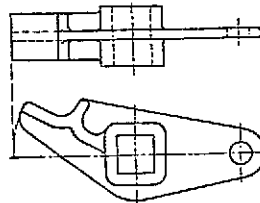


圖 483

- (g) 傾斜的剖断面,也得轉至正直的方位,而將實形示於圖中,如圖 464。有時因有特別便利,互成直角的兩剖断面,亦復假設其一轉至與另一並齊,就此合畫於一圖,看圖 465。
- (h) 變形的物件,如圖 466 那樣的,為求製造上的便利,可以其直伸圖(或即展開圖)替代普通側視圖。

223. 簡約的表現 有些常用的機器零件,照正確的法則描畫起來,往往很費時間,有時且深感困難;於是乎有簡約的表現。簡約的表現,並非執一不變,現在擇其切當而通行的提示於下。

I. 圖形的簡約

- (a) 螺絲⁽¹⁾、螺釘⁽²⁾。普通尖螺絲,通可表作圖 467 所示的,最簡單的形式,——左面是陽螺絲,右面陰螺絲。圖 468 例示此項表法對於相結合的陰陽兩螺絲的應用。方螺絲或其類似的螺絲,可仿圖 469 所示的去表。應用這種簡法,和依節 107,108 所示的,學理的畫法,繁簡相差,當不可以道里計。此外如圖 470 (尖螺絲) 圖 471 (方螺絲) 圖 472 (相結的螺絲) 的種種表法,也很通行;不過畫之要多費手續和時間了。圖 473 說明表示螺絲側視形底別法。小螺釘及螺帽,可表得特別簡單,如圖 474;在比例較小的圖中,普通螺釘也可這樣簡單。圖 475 示有木螺釘底表法兩種。以上各種螺絲,倘未經特別表明或指定,都作單絲順向的解。
- (b) 彈簧 螺旋形的彈簧,普通用圖 476-478 所示的各種簡法。其裝在他物上的可表作圖 479 的模樣。板簧,錐狀簧底簡約的表法,例示於圖 480,481。
- (c) 齒輪 齒輪最普通的簡約表法,示於圖 482-488。圖 482,483 是正齒輪;圖 484 錐狀齒輪;圖 485,486 螺旋齒輪;圖 487 鏈輪;圖 488 爪輪。這裏,齒輪底頂圓表以實線,根圓用虛線,分齒圓用點劃線;錐狀齒

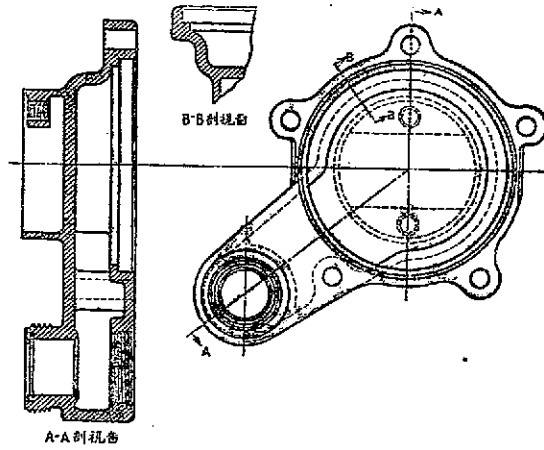


圖 484

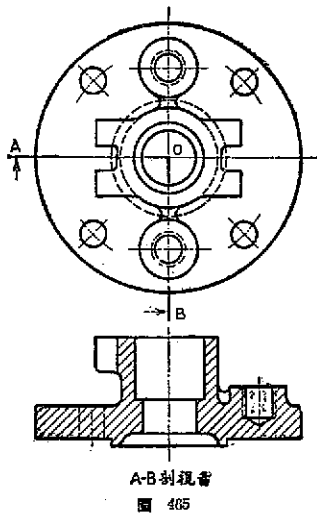


圖 465

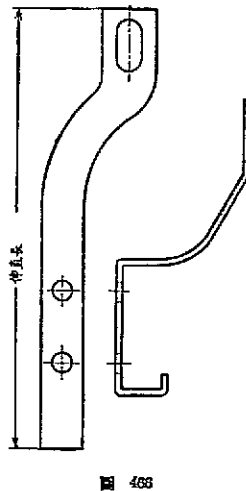


圖 466

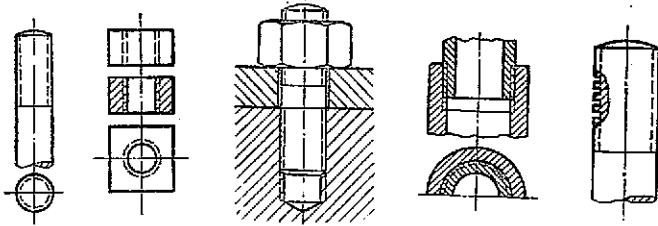


圖 467

圖 468

圖 469

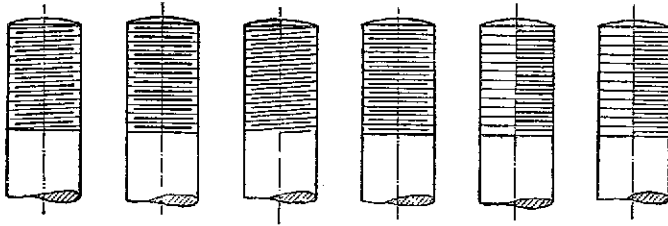


圖 470

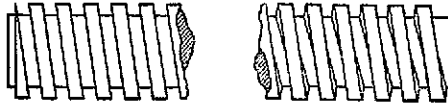


圖 471

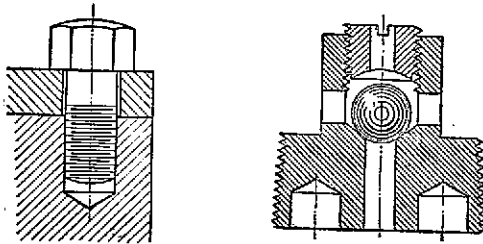


圖 472

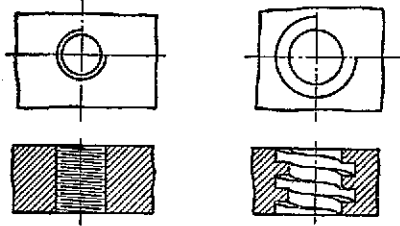


圖 473

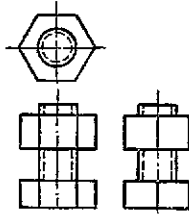


圖 474

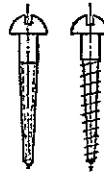


圖 475

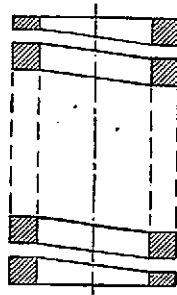


圖 476

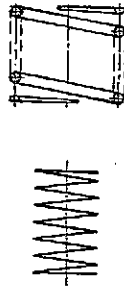


圖 477



圖 478

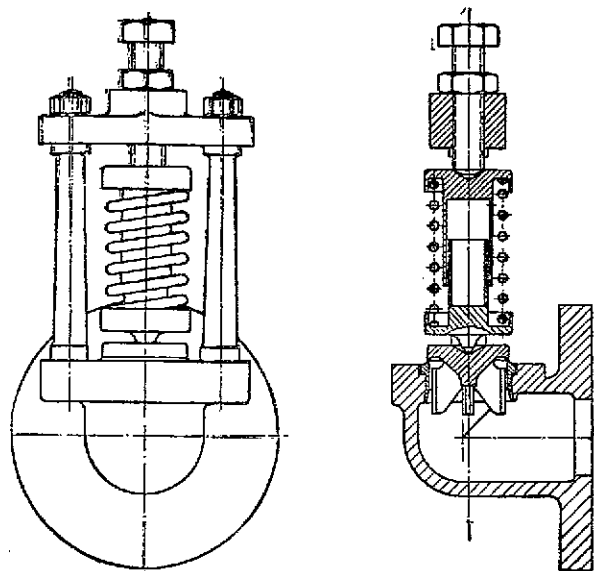


圖 479

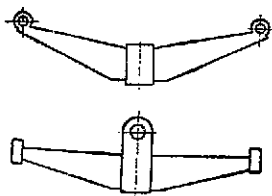


圖 480

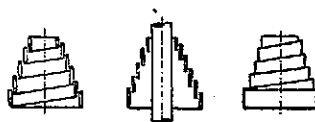


圖 481

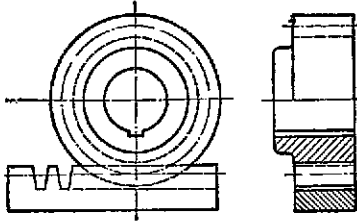


圖 482

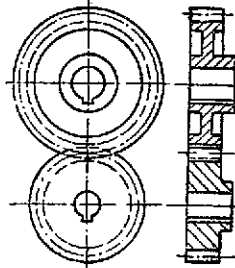


圖 483

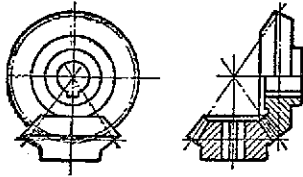


圖 484

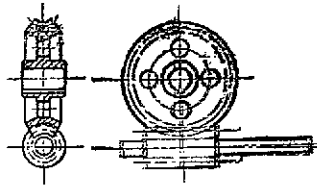


圖 485

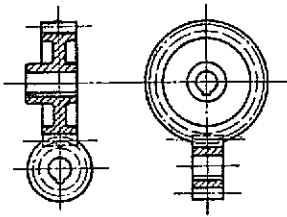


圖 486

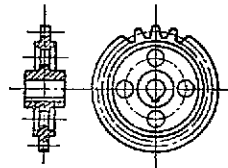


圖 487

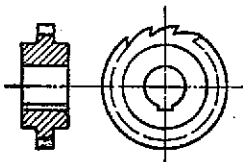


圖 488

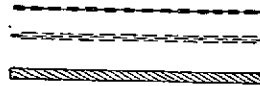


圖 489

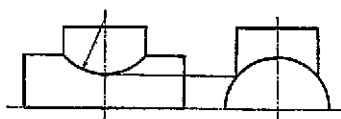


圖 490

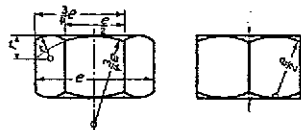


圖 491

輪根圓可以略去。齒輪底概略的表法，見節 183。

(d) 其他 鏈條與繩子底簡示法，如圖 495。

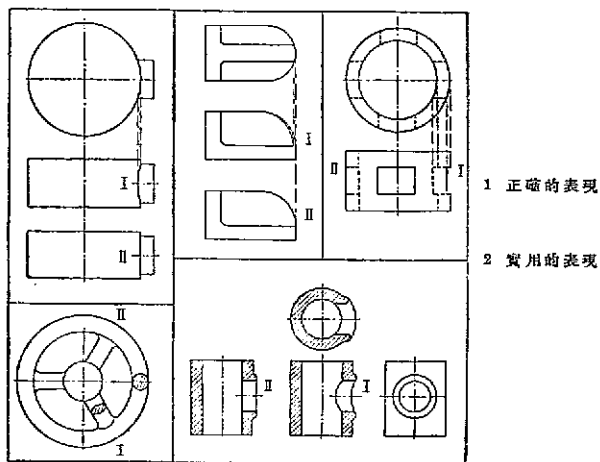


圖 492

II. 圖線的簡約

- (a) 曲形的表面底交線，往往須費許多手續才能描畫正確。此種交線，在普通工作圖中既無正確表現底必要，自宜力求簡約，使得節省時間。例如圖 216 中兩圓柱底交線，用探試出來的半徑作一圓弧完成之，如圖 490，可已行了。圖 491 示六角螺帽底簡約畫法；試與節 140 所述之比較之。

(b) 物體上小段與大段底交線,比之大段與大段的更不重要,故其實在形像,儘可略去不顧;看圖 492. 有些無何效用的,邊線底實形,也如此.

(1) 螺絲: Thread; Gewinde. (2) 螺釘: Screw; Schraube.

224. 殘缺的表現 所謂殘缺的表現,是故意不將圖形全部顯明,或圖線盡行畫出的. 這在能夠完全說明物像的範圍以內,可以相機應用. 圖 493,494 即示其例. 在前者,那些生根螺釘剖視圖中不會全數畫出,後者,表示大小圓孔的虛線也多有不全;而圖意却俱無殘缺或晦澀的可言. 這樣的表現,不但減省重複的製圖工作,還因免去許多線條而致圖形格外清晰.

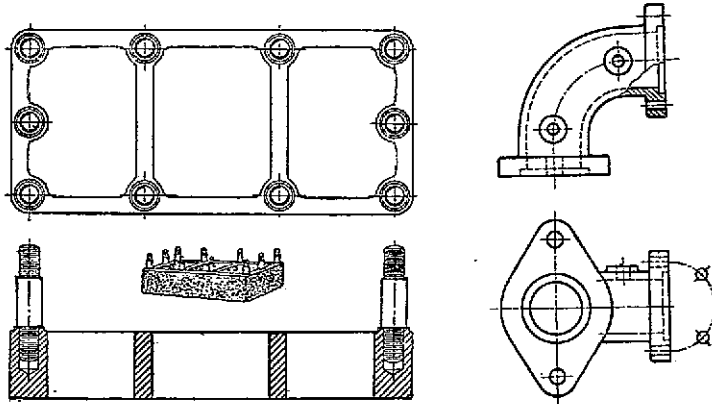


圖 493

圖 494

225. 折斷的表現 細長的橫斷面不變的物體,常於分圖中,畫作折去中段而將兩端拼近的樣子,使得節省地位,又增到底雅觀. 不過這麼畫時,折斷面底形狀須於折斷處大略表出,如圖 495.(木料不在此例)

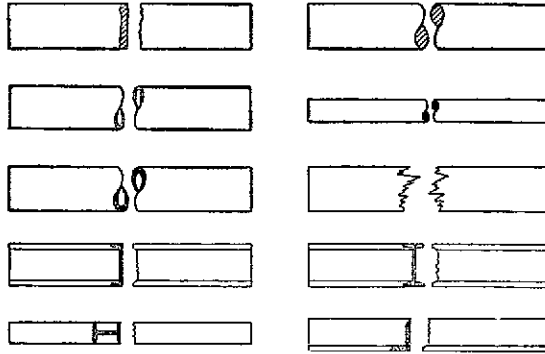


圖 495

折斷面底界線,可以隨手畫來,粗細比尋常的物線細些。

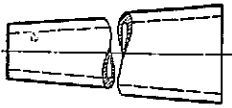


圖 496

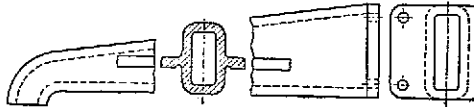


圖 497

細長而尖削的物體,若其橫斷面極為簡單,可遵照前法縮畫之,如圖 496;否則,採用圖 497 那樣的辦法。

物體之大而對稱的,有時單示其一半,如圖 498,有時表作折去一部分的樣子,如圖 499。後例,折斷線在外表面上的須表出,在剖斷面則從免。

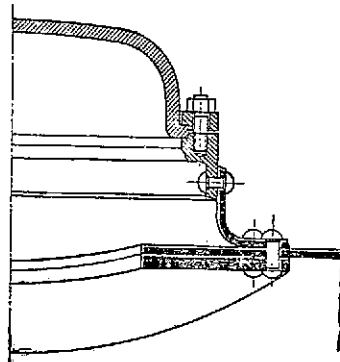


圖 498

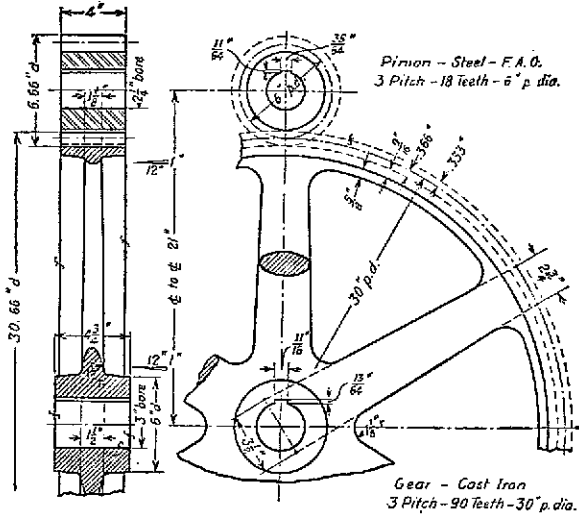


圖 499

226. 對角線記號 對角線記號，實價上有兩種用途。I，以示軸面上軸領所在的地位，圖 500；II，以示圓形部分內的平面，當其平的現

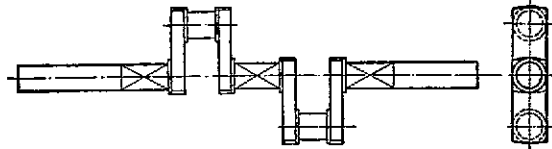


圖 500

像未經他圖表出的時候，圖 501。以上兩種用途，意義大不相同，故無使人誤解底可慮。

對角線須劃作細的實線。



圖 501

227. 材料的標記 通例,剖斷面不問其屬何種材料,常如節 130 所述,表以 45° 的平行線;這因為各件底材料,零件表中已經明確指定的緣故。可是,表示零件集合的總圖,有時也有於剖斷面上按各零件材料的類別,作些各殊的標記,看圖 502。此項標記底主要用意,在示材料上一般的差異,並使各零件得以易於鑑別,非欲藉此以作各件材料確切的說明。材料底標記,在西洋諸國,多不統一。圖 542 示有德國工業標準會所規定的一種。圖 543,除‘鋼’一項以外,係美國標準會所定草案底一部分各種材料,也可用各種顏色作標記。但因著色很費手續,彩色圖又不利於複製,所以此項標法實際上稀有應用的。

① 木材、水泥、皮革等非金屬除外。

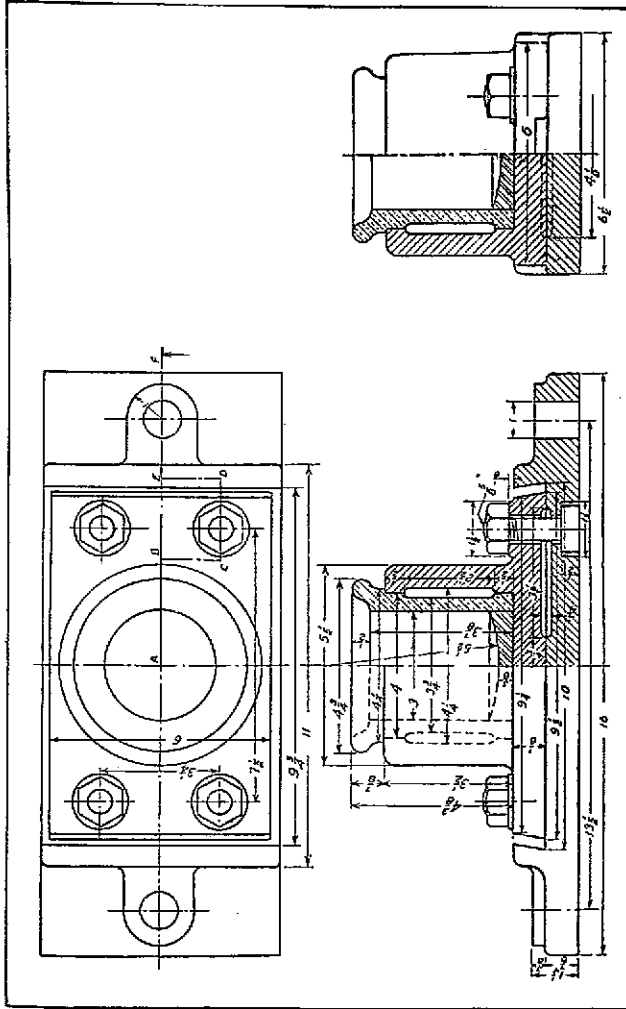


圖 862

第十六章 建築圖

228. 建築圖樣，因為建築物材料的不同，表現的詳略，尺寸的多寡，就也不能一律。大凡建築物由鋼鐵造成的，如鐵橋、鐵塔之類，應同機器一樣看待，形狀大小務要表示正確。其用磚、石、木材等建造的，則無需這般精密。

建築底範圍很廣，以下單就那最切要的一門——房屋建築——述其大要。

229. 展覽圖、比賽圖 此類圖樣，普通含有表示房屋外形的透視圖一個，或立視圖數個，說明各層房間底分配的俯視圖幾個，有時兼有表示房屋地位和其四圍地形的地形圖一個。至於房屋底內部構造，除非有特別原由用剖視圖約略表出，總是置之不顧。

為使圖形易於了解又能引人入勝起見，透視圖、立視圖多用鋼筆或鉛筆，畫出房屋表面的陰影，或者着以彩色，顯出各種材料固有的色彩。那種理想上的，將在房屋完成後呈現出來的景物，如樹木、花草、人馬、煙霞之類，也於適當的地位，酌量描寫進去。俯視圖、地形圖中，常將房屋底牆壁用墨塗黑，屋內的地板與屋外的草場、走路等，着以淺淡的彩色。這些設施非運用美術上的手腕不可；而這圖樣，便不復是純粹的實用圖了。

圖 503-505 例示展覽圖一套。圖 503 是個描寫全景的透視圖，用鋼筆和墨水畫成；其餘係顯示地層和二樓的俯視圖。

230. 工作圖 一套房屋的工作圖，常含有

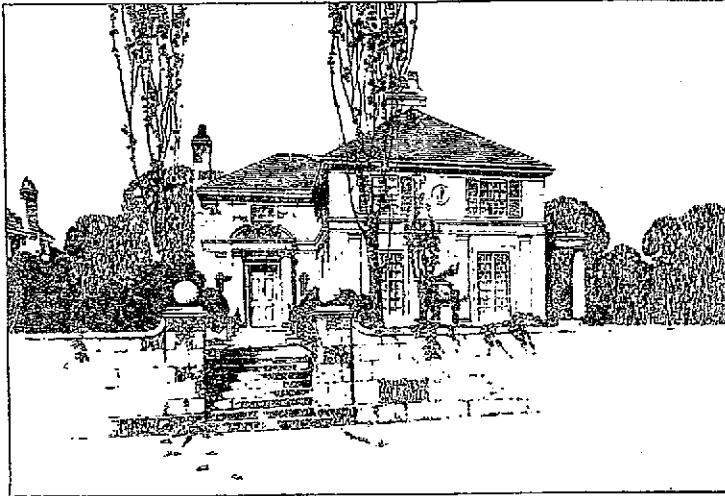
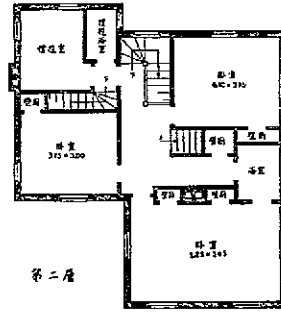
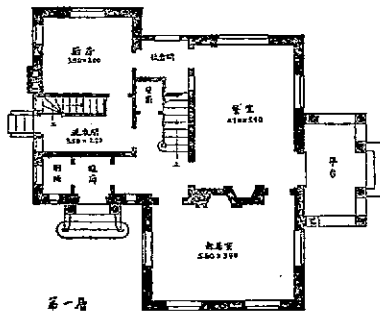


圖 503



幾個俯視圖⁽¹⁾ 如地盤圖、地層俯視圖、各層樓面俯視圖、屋面俯視圖、牆基俯視圖之類；

幾個立視圖⁽²⁾ 如正視圖、側視圖、逆視圖之類；——這些視圖，有時按房屋底四向稱爲東立視圖、南立視圖……

幾個剖視圖⁽³⁾ 如縱剖視圖、橫剖視圖之類。此外參酌情形，添加

幾個明細圖⁽⁴⁾ 以示門、窗、扶梯、牆脚、屋頂架等底詳細構造。

巨大的建築物，對於屋架，——不論其爲木造、鋼鐵造或混凝土造——尚有專圖詳示結構和造法。俯視圖、立視圖、剖視圖等，表示房屋底全部，與機器圖裏的總圖性質相同；明細圖，表示房屋局部底構造，相當於機器圖裏的分圖。俯視圖、立視圖等，因爲所用比例多半很少，表現上自難十分詳備；（其實過分詳備也是徒然無益的）一切較小的部分只得約略表示，或以通行的符號代之，有的甚且完全略去。至於尺寸，自也不能處處記到。

建築圖中須待註釋記明的事件特別繁多。這些事件，若一概記之於圖，必將不勝其煩。通例，材料品質的指定、施工精粗的限制，以及內外裝飾和各種特殊構造、特殊工作的規定，統用別紙分條記述，成個所謂施工細則⁽⁵⁾，以與工作圖相輔而用。

視圖應畫的個別內容的詳略，須看房屋構造底繁簡以及其他情形而定。要之，一套工作圖（連同施工細則）雖不必表得無微不至，却也要其這樣完備，就是能使營造者按圖估出造價，並且參酌着普通營造法，造起那所房屋來。

地盤圖普通用 1:200 或 1:500 的比例；其他關於房屋全體的視圖，用 1:100 或 1:50 的比例，（在英尺制，用縮尺 $\frac{1}{8}''=1'-0''$ 或 $\frac{1}{4}''=1'-0''$ ）明細圖則用 1:10, 1:5, 1:1 等比例。表示全屋的各種視圖，常是單獨地據於一紙。

要求圖樣能合乎實用，製圖者除懂得普通建築術和營造法以外，還

須熟識當地政府所頒的建築法規。

圖 506-510 示有某一住宅底工作圖一組。

(1) 俯視圖: Plans; Grundriss. (2) 立視圖: Elevations; Ansichten. (3) 剖視圖: Sections; Schnitte. (4) 明細圖: Details; Details. (5) 施工細則: Specifications; Bauschrift.

231. 地盤圖 一般較大的建築物,必須有地盤圖⁽¹⁾,專示基地底境界以及營造地面底位置,——營造地面,普通照地平面上房屋外邊底形狀圖以界線,而用斜向的平行線佈於界線內以顯示之。圖中並將庭園路徑,有時兼及陰溝,自來水總管等一齊表明。若基地崎嶇不平,還須用等高線⁽²⁾標出原來的和新築的地面,並記明其高低。每個地盤圖,應於適當地位置一指示北向的號箭。

(1) 地盤圖: Site Plan; Lageplan. (2) 等高線: Contour line; Niveaulinie.

232. 俯視圖 圖 506,507 房屋底各層,若其構造和佈置各不相同,便須用俯視圖分別表示。屋面和屋基有時也用俯視圖表出,有時從略。此處所謂俯視圖,除表示屋面的一種以外,嚴格地說,就是平剖視圖;剖平面設在水平的方向,高低聽便,並且上上下下隨意曲折,使各層內的門、窗以及牆壁上各種孔洞,不論距地面多高,都可表作剖着的樣子。此項視圖,對於各層內樓梯、欄柵、樑以及凡在營造或設置之列的各種固定的器物,均須各照應居的地位,概略地表出。樓梯應將那向上至上一層、向下至下一層的各表一部分,並記明級數以及升降的方向。欄柵,通常單用註釋說明其大小,並以箭頭指定其方向。那些部分,顯然在所假設的剖平面之上照理不能畫入的, (如門洞、窗洞上的楣石等) 爲求圖意美備鑒閱便利起見,却往往用虛線表在其間。至於屋內的傢具和設備,如桌椅、厨、床、灶、浴盆、散熱器、電燈、電燈開關……,有時不管其是否在營造或裝置的合同之內,也用略形或符號示於圖中;電流、熱水管、冷水管、煤氣管等底接口亦如此;此項表現底主旨,乃在指示各物所宜安放或設置的

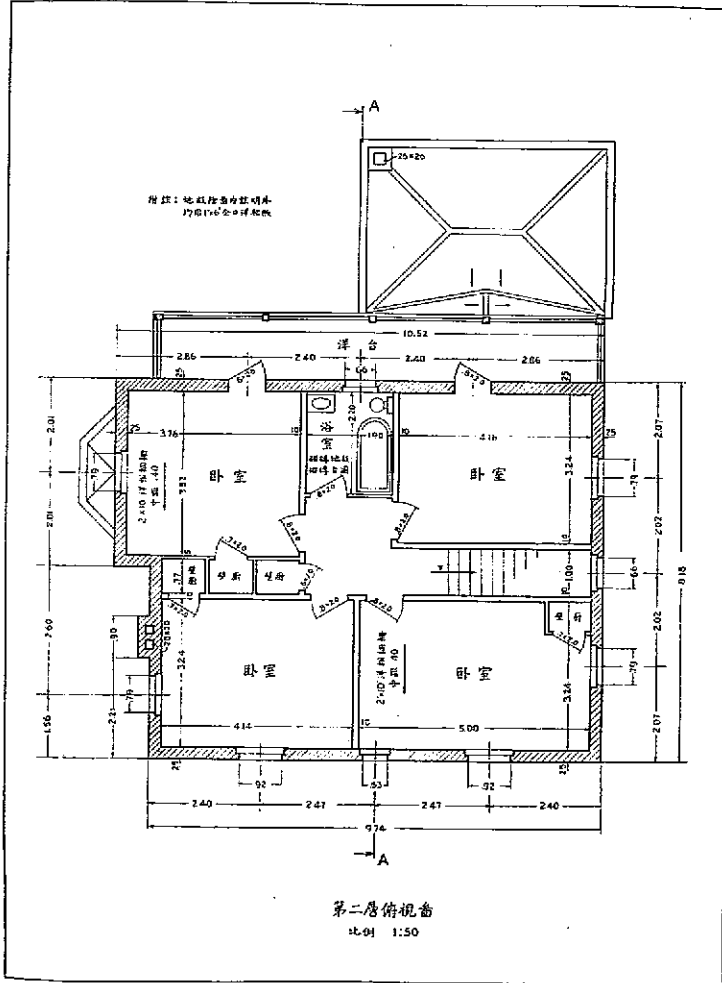
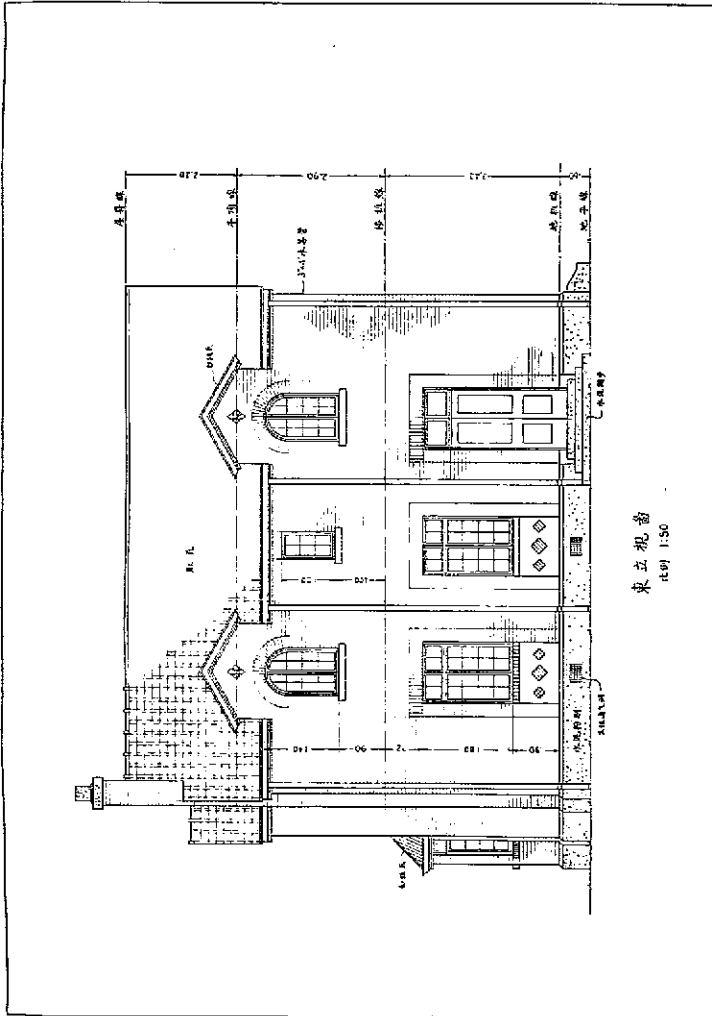
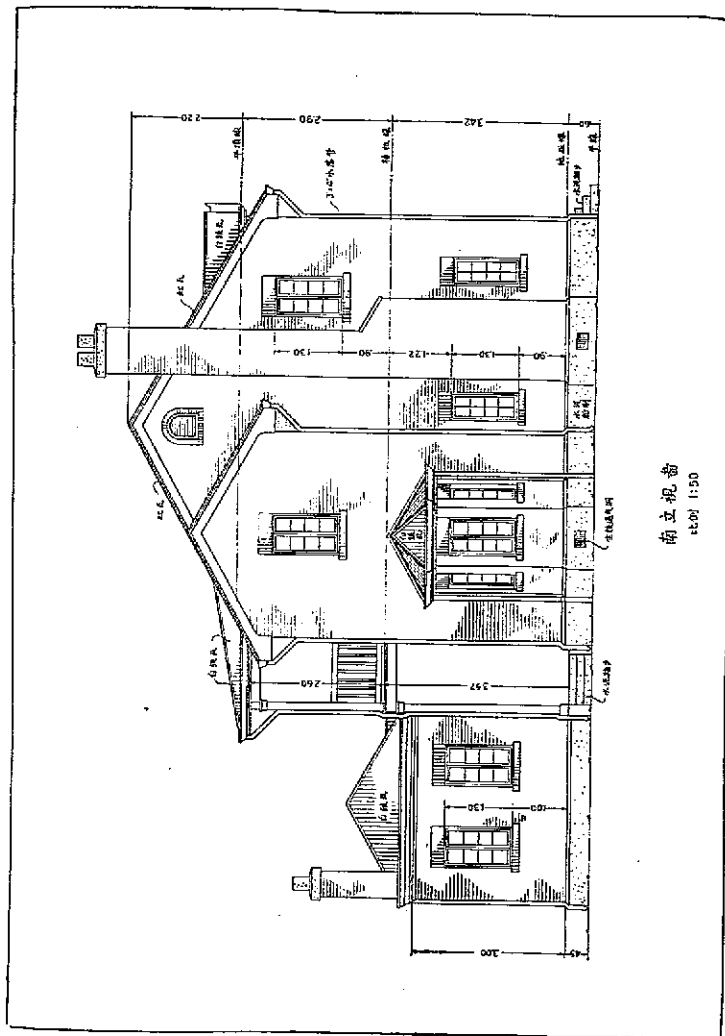


圖 507

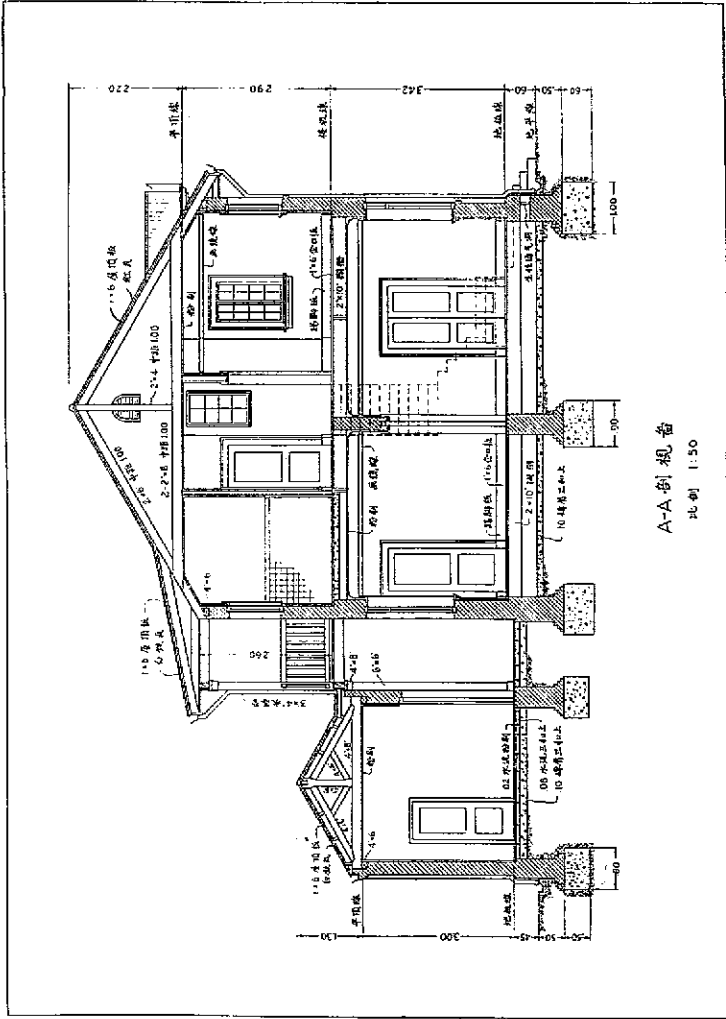


東立視圖
1:50



南立视图
比例 1:50

图 609



A-A 剖視圖
比例 1:50

圖 510

地點,使業主或承裝者得有依準。

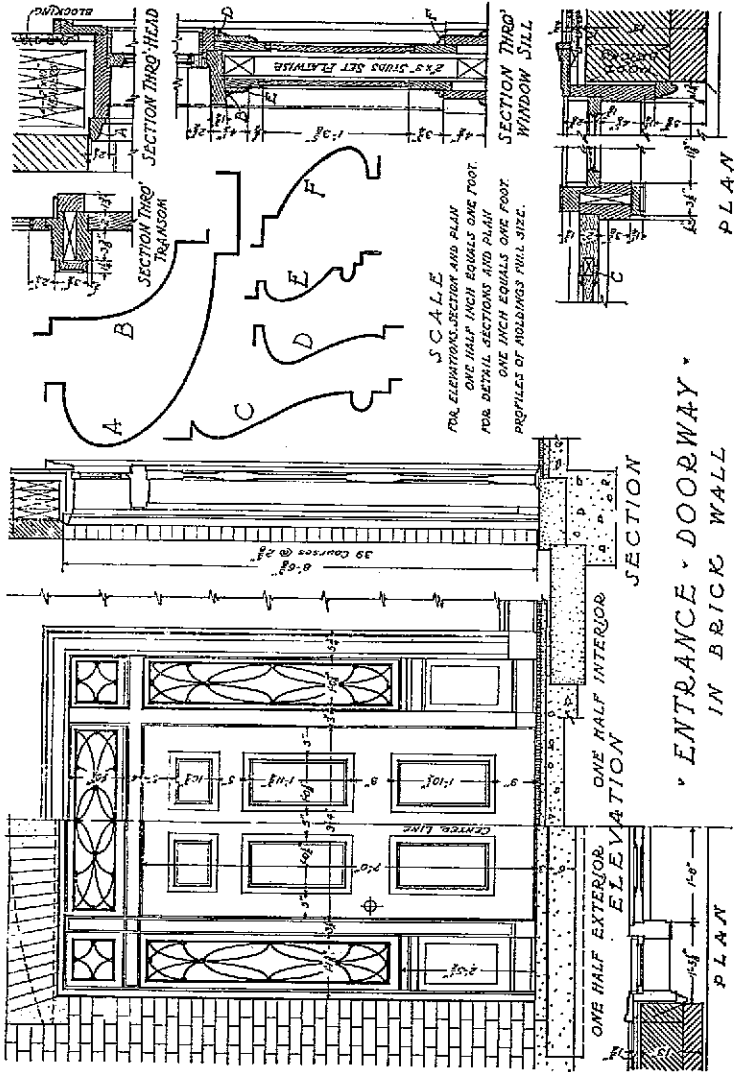
俯視圖中,凡是剖斷面,除板牆或泥板牆作為特例以外,都須添畫標記,(見節240)標出材料底種類。剖斷面底界線,可劃得特別粗重,使圖形能格外清晰。

各俯視圖,普通使房屋底正面向著圖紙底下端或右端,隨房屋底形體大小決定之。畫的次序,地層圖常宜居先,其餘可參酌情形而定先後。俯視圖(以及其他各圖)在實際工作中,常用蠟紙割製;凡有與地層中相同或相合的部分,(如圓牆,柱子等)都可從地層圖中直接抄印過來,使得節省時間,並免尺寸上的差誤。

233. 立視圖 圖 608, 609 立視圖以顯示房屋底外表為主。對於隱蔽部分,除泥土中的牆基,被蔽於護牆的屋頂以及屋內的扶梯有時用虛線表出以外,在普通情形下,總是略去不顯。房屋各層的地板面之高以及最高層的水平面之高,却常用點劃線表出,並且各有尺寸記明。房屋依正中線成對稱的,那立視圖往往只畫一半,另一半讓剖視圖替代之。

立視圖中房屋底表面,往往按材料底類別添畫一些近似於實景的標記,(看圖515)一來以示各該面底組織,二來可使圖形有生氣;但這只須零零星星點綴一下,不必佈滿全面,如同剖斷面中的一樣。

234. 剖視圖 圖 610 剖視圖,此處專指由直立剖平面縱剖或橫剖而成的,用來顯示房屋底內部。剖平面也可隨意曲折;其在上下各層所據的位置,並不必層層相同,處處一致,總之以使一切須待表達的得盡量顯示為度。剖平面底位置,應於各層俯視圖中一一標明。剖斷面常按材料底類別,加以各種標記;但極狹的剖斷面(如牆壁的粉刷)儘可不理。標記法看節 240。



ENTRANCE DOORWAY IN BRICK WALL

FIG. 111

235. 明細圖 建築物上那些未經上述諸圖詳細表明的部分,以及形式特殊,不合普通造法的小件,不能不用較大的比例,作明細圖說明其詳細。圖 511 示一實例。細小而精緻的地方,如級脚,裝飾物等,常在營造的進行中由建築師照其實足尺寸隨時補畫出來。建築物既不像機器那樣精細,並且構造上多有常例可援之處,故其所含諸部並無一概詳示的必要。為使圖樣結實,割製便利起見,各視圖往往緊密地布置着;有時且將兩圖混合畫之,例見圖 512。

236. 尺寸

尺寸之於建築圖,無需十分周密,學者已知道了。究竟那些尺寸應記,那些尺寸可省,却要看營造

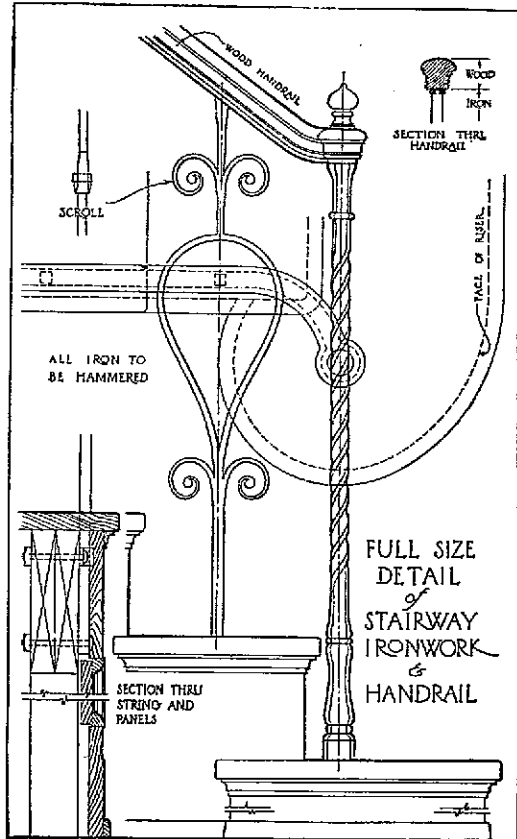


圖 512

上的需要而定。凡是視為必需的，應各記於最清晰、最易尋見之處，不得遺漏一二。第十四章所述的，一般的法則，儘可拿來應用。

大凡闊和深的尺寸，統宜限於俯視圖記之；俯視圖難以記載明白時，才始移置於他圖。磚牆底尺寸，應置至磚頭底外表面；（非粉刷底外表面）板牆或泥板牆底尺寸，置至木條底外表面。要使尺寸數不至因市上材料有尺寸上的上落而受影響，那些位置的尺寸，應於起止方面妥為選擇。所以實際上木造的分間牆，多依中心線去定位置；牆內的門洞、窗洞，與他種孔洞以及柱子、樓板梁等，其位置也多以中心距離定之。至於高低的尺寸，如房屋各層之高、窗盤石之高等，（常由地板或樓板面量起）自須記於立視圖或剖視圖中。

門、窗大小的尺寸，可記於各該物所表之處，（看圖 506-507）也可仿機器圖中零件表的設置，另列一表記之；大規模的建築物，自以列表記之為宜。

一般關於房屋全體的視圖，普通尺寸用公尺作單位，牆壁底厚、煙洞底大小以及木料橫斷面底尺寸，特以公分記數。除精細部分以外，尺寸數只須記公分底整數，小於 1 份的不計。木料底橫斷面，常用註釋，如‘25·10’（即闊 25 份高 10 份）指定之；此項註釋，也有記作‘25×10’或‘25/10’的樣式。煙洞底尺寸，記法仿此。

小件底明細圖，多取公厘作單位。用鋼鐵製造的部分，一切尺寸也以公厘記數。鋼板、鋼條等材料，常用註釋指定其大小；看圖 513。

在英尺制，牆壁底厚、木料、鋼料底大小，概以英寸計數；此外，凡是大

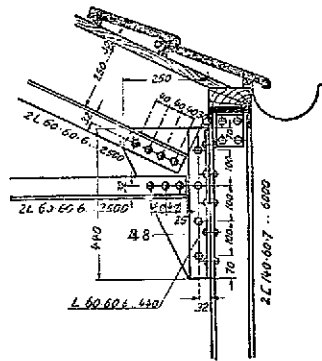


圖 513

於1'-0"的尺寸,呎與吋並記。

237. 註釋 關於營造上須用文字說明的一應事件,原由施工細則詳細敘述,可是其中每有與圖意發生直接關係之處,這些地方仍宜註入圖中,不嫌重複;惟須留意於措辭底確當,勿使圖中所記與施工細則內所載的意義有出入,以致引起錯誤或糾紛。

那些表示房屋全體的視圖,因為排列的散漫,必須於各圖下記明視圖底名稱。當某一分部用明細圖表明時,俯視圖或剖視圖內該分部底近旁,便須加一註釋,如‘看明細圖第…張’,或‘詳細看圖樁…號’;同時於明細圖之下,題一各目,揭示該圖所表之物;又附註釋,指出該分部所可查見的圖樣。

238. 標題 標題和他種記錄,常是合闢一欄,置於圖底右下角。標題欄底內容普通有下列諸項。

- (1) 建築物底名稱與地址。
- (2) 建築公司或建築師底號名與地址。
- (3) 營業號數。
- (4) 比例。
- (5) 製圖,校閱,核定等事完畢的日期,及各該執行者底簽名。
- (6) 圖樣號數。

這些事項,可依圖 514 所示的格式記之。

(修改)				
製圖	(日期)	(簽名)	(各字)	(建築公司名與地址)
校閱				
核定				
比例	(建築物名稱與地址)			(圖樣號碼)
營業號數				

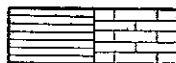
圖 514

断面

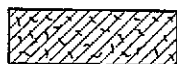
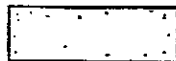
表面



砖



石



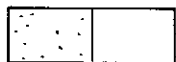
乱石



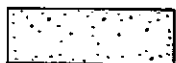
拼砖



混凝土



砾石子



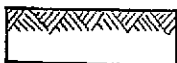
水泥粉刷



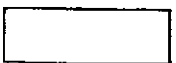
木



金属



泥土



239. 概略的表示 房屋內各種構合的部分以及設置的器物，在比例微小的俯視圖中斷難詳細描寫，於是乎有概略表示底必要。圖506, 507中的門、窗、浴盆、便桶等卽是其例。概略的表示，貴乎筆劃簡單而意義暢達，務使閱者容易意會，又不至於誤解。倘有足以使人懷疑的地方，應即將該部底名稱於其所表之處用文字註明。至於細小的設備，如電燈、電燈開關、水管或煤氣管底接口等，則都用符號表示之。

240. 材料底標記 材料底標記，在建築圖遠比機器圖重視；不但剖面上一律設置，就是建築物底外表面，也常有應用，參看節233。此項標記，尚無統一的規定。圖515所示，關於各種常用材料底標法，可供學者採用。爲避免誤解起見，建築圖中往往將所用諸標記，另作凡例，註明其所表的材料，以使閱者得有攷據之資。

第十七章 電氣圖

241. 電器圖,就表現上的方式來講,有兩種分別:一種是去表示電氣機件底構造,無異於普通機器圖;凡對機器圖而說的一切法則,(見第十五章)對於這種圖樣也一律適用. 另一種是去解釋機件內電線底繞法或接法,單有獨立的圖形一個,其性質頗與節 186 中前兩種圖解相似;電器圖之屬於此類的,特稱為線路圖。⁽¹⁾

(1) 線路圖: Wiring diagram; Schaltplan.

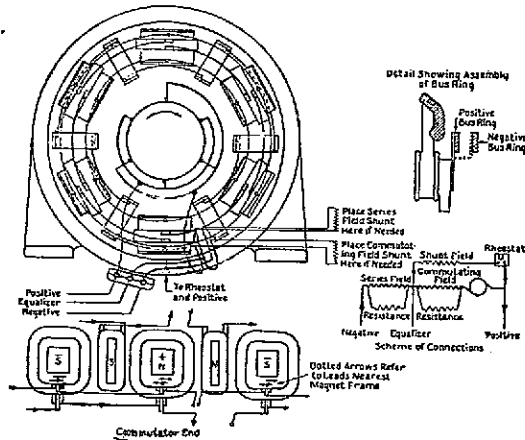


圖 516

242. 線路圖 線路圖,有供給電器機件底製造,裝置,管理等種

種用途,惟具有電氣工程底學識者方能畫之解之。電器機件,大而至於發電機變壓器,小的則如電表,熔線匣,概用符號表示。各符號只要按原物間大小的比較略有大小的分別就行。電線,統用縱橫兩種直線來表,轉向處成方角;相接的兩線路,於交接處用黑點顯明。供給強大電流的,粗的電線,須與細的電線,筆劃分出粗線。線路圖貴乎簡直而清晰,使人得容易瞭解。為要達此目的,圖中所列諸物,不但形狀,大小不能符合實在的情形,就是各物相互的位置,也全憑畫者自由處置。圖 516-518 示有例圖三種,學者當能察見畫法底梗概。

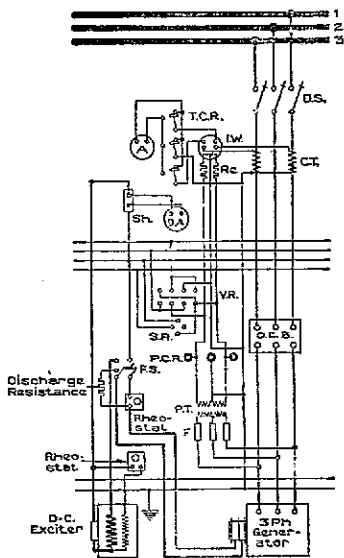
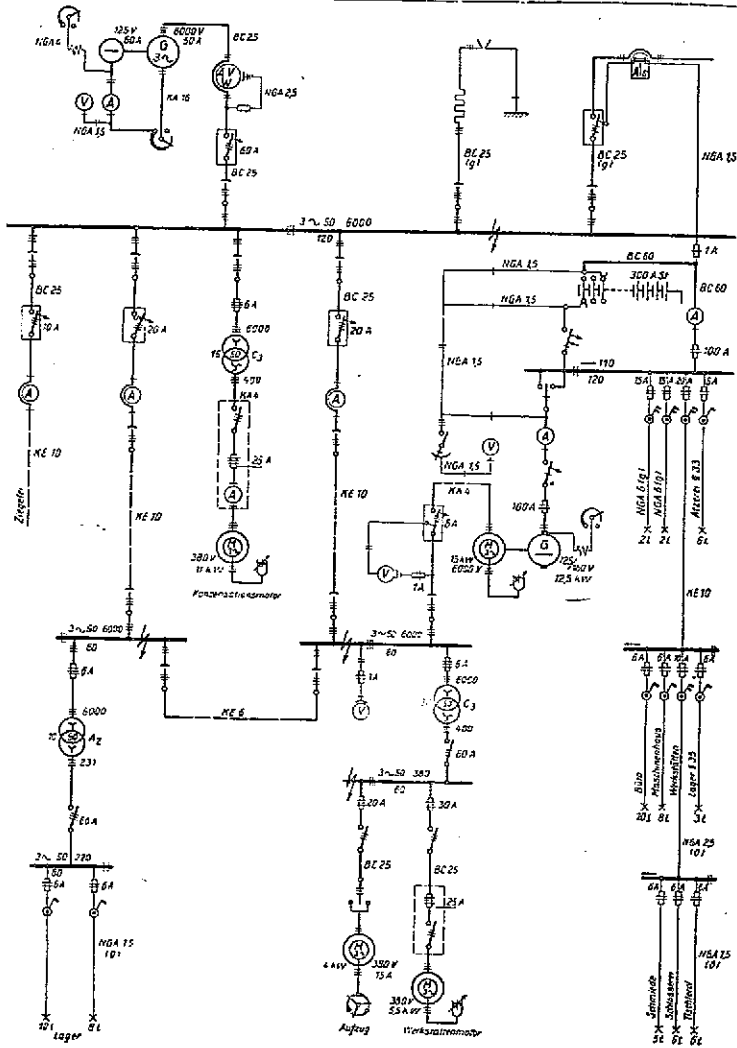


圖 517

243. 電氣符號 電氣符號,以形式簡單而又帶點像形的意味為妙;因為這樣可以使畫者不費多時,看者又易於意會。可是電氣機件種類極繁,符號若任意採用,圖意將不堪混擾,故非有一定的標準不可。標準的符號,西洋諸工業國所規定的多不相同,此處不能一一介紹。



第五編

第十八章 草圖

244. 物體，不論是未成的須待創造，已成的須待改造或仿造，要將牠製出合用的準圖，不能不從‘草畫’入手。初創的物體，計劃者首先草擬該物構造底梗概，隨時草畫圖形；再憑計算或經驗決定各主部重要的尺寸，稿記於圖中。倘使擬定了的計劃覺有改變底必要，就另畫一圖改正之。倘使他有各種計劃可以貢獻，就畫多個草圖，以便互相比較。這樣經過幾番修改或幾種比較，計劃乃得決定。此種計劃草圖即可用作正式的計劃圖底根據。

已成的物體，倘要另行仿造，或要改造其中一部分，應將該物底全體或局部詳細描寫下來，量出一切應有的尺寸，一一記錄之，並將製造上、外表上必須說明的事項註解明白。有了此種模寫草圖，即可於任何遠離實物的地點，製出完備的準圖。

草圖因為描畫迅速，手續簡便，故除上述的用途以外，對於一切臨時或暫時使用的圖，也不時應用。例如工程員要向他人說明一物底形狀或構造，就畫草圖來傳示意思；不重要又不多造的製品，有時也用草圖來當正式的工作圖。

草圖既係白手畫成，圖中各線自然不能保持正確的尺寸。可是，各線相互的比例與實物上各該邊底比例，終要求其相去不遠才好；學者在從事練習之間，不可不於此點多加留意。

關於白手畫的法則，節50已有述及；直視畫、平行透視畫、透視畫中草圖底作法，也已散見於第三編內。(節121,170,181) 以下專對模寫草圖底製作，述其大要。

245. 模寫草圖 模寫草圖，原是草草畫成，不能與準圖一樣整潔、一樣周密；但若圖形含混，尺寸錯亂，或竟殘缺其物像，遺漏其尺寸，註釋，那是決決不可。要之，模寫草圖求其正確、詳備，而又清晰，畫者應隨時想到一離實物便沒有再見機會，抱定這種觀念而去工作。物體由許多零件構成的，除了各件底分圖以外，還須有表示各件位置的總圖一個。

模寫物體，有一定步驟；恪守這程序乃是節省時間，防止錯誤底唯一良法。模寫底適當步驟如下。

- (1) 觀察物體底全部，決定應畫的是何種視圖以及何等大小。
- (2) 畫各視圖，進行法見節121。
- (3) 記入應有的表面記號。
- (4) 將一切視為必需的尺寸用引出線，尺寸線和箭頭表出，——尺寸與其遺漏一個，毋寧多記幾個。
- (5) 從物體上量取尺寸，一一記入之。
- (6) 將一切應行說明的事項記載明白；圖底標題，畫的時日也一同記明。
- (7) 檢查此圖，看看是否已將物形完全表明，尺寸註釋應有盡有，——重要的尺寸，寧可於此時重量一次，以作校對。錯誤和遺漏，模寫時極易發生，所以檢查應仔細些。

246. 量尺寸 尺寸的量具，花色極多。要量普通不甚精細的機器零件，備了1呎或4呎長的彈簧摺尺⁽¹⁾一支，(或2~3呎長四節的摺尺一支) 6吋或1呎長的鋼皮尺一支，內外量徑器一付，大致已夠用了。普通建築物，備了一個20~30呎(或50~100呎)長的捲尺，和一支1~2呎長的

彈簧摺尺,也已夠用。遇着不易量出的或極須準確的尺寸,就要應用其他特別的器具。此種器具,必須先知其用法,再加以練習,乃可應用於實際。

尺寸應量至如何正確,如何精密,要看物體底大小,類別,和性質而定。大凡機器零件,普通尺寸滿 1 吋或 0.5 吋的不可忽略,小於此數的可改進或改出之;精密的地方,便須量出公厘底小數。加工面與加工面間的尺寸,須比毛面間的量得更精確些。房屋上大體的尺寸,只須量出公分數,小於 1 呎的改進或改出之。至於精細部分,尺寸應特別精確,仍宜量出吋數來。

圓形部分底中心距離,要從實物上直接量出很不容易,可藉量取相當或相關的別種尺寸而推得之,看圖 519。房屋內窗與窗間,柱與柱間的距離,以及他種連續的諸尺寸,若遵照實在情形接連地量去,很容易量錯,宜將各窗,各柱,距某一牆面的距離量取之;圖 520。

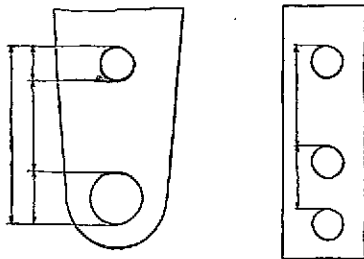


圖 519

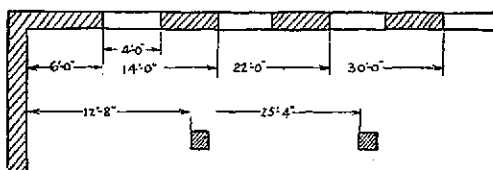


圖 520

曲形的邊,可用許多縱的,橫的尺寸定其形狀,圖 521;但若可從實物上直接鈎下曲形於紙片,自不必再經量的手續。轉成體上的曲邊,宜用硬紙或鋅皮剪出樣板,以代尺寸底量取;圖 522。

(1) 量尺須備公尺英尺並列的一種。

247. 簡便畫法

草圖因為僅僅見用於一時，所以描表上不必十分正整，如像準圖中的一樣。凡有簡便的、機巧的畫法可用，正宜隨時引用。今舉數例說明於下。

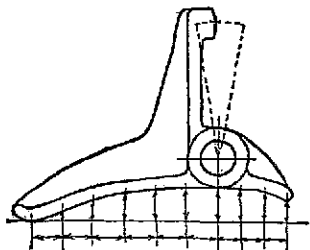


圖 521

(a) 有些物件，畫了視圖一個，再添一些簡要的註釋，該物底形狀大小已能完全表明。那樣時單畫視圖一個便行；圖 523。

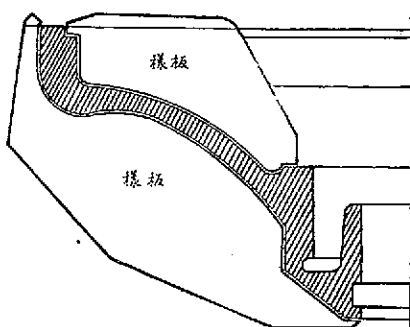


圖 522

(b) 視圖依一中心線成對稱的，可單畫其一半或一半多些；依縱橫兩中心線成對稱的，僅示其四分之一或稍稍多些。

(c) 單畫視圖底一部分，添上一些註釋，足以包括整個視圖底意義時，就宜這樣做去，不管圖形底全或不

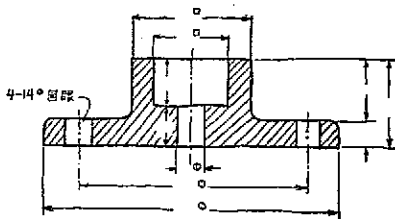


圖 523

全;圖 524.

- (d) 物體內狀甚碎繁的細小部分,可畫得特別寬大,使其詳細形狀得以明白表示,尺寸註釋記進去時又不至於擠刺。倘事實上不能這樣,便於視圖外畫個放大的局部視圖表顯之。
- (e) 各種輔佐用的視圖,如副視圖、局部視圖、局部剖視圖等,對於繁複的物體,不妨多多採用,以

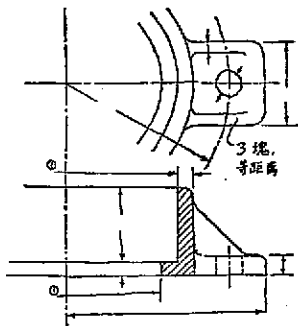


圖 524

- 便分擔主視圖底重負,使主視圖中圖線減少,圖形不至於混亂。
- (f) 同組的各視圖,不得已時可分佈於各張圖紙上;此時各視圖底名稱必須一一記明。視圖不能整個地容在一張圖紙時,則分畫於兩紙,各畫至公共的破斷線(或稍稍遠些)為止。

第十九章 準 圖

248. 準圖因為題材和用途的不同,內容和風格便隨之而異;其詳細情形,蓋已散見於前編。現在專對準圖底形式、外觀、製法等,擇要論述之。

249. 圖幅 要使各種圖樣能保藏整齊,檢閱便利,圖幅底尺度決不能任便處置。德國工業標準會對於此項尺度,曾作一種精密的規定;今特介紹於此,以供學者採取。

表III(與圖525對看)列示標準的圖幅七種。底圖隨圖依第一行的

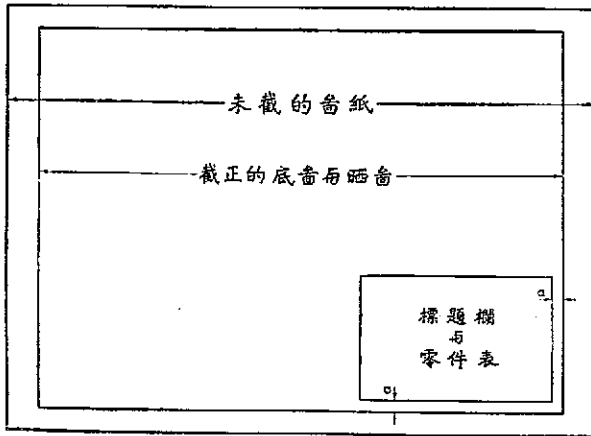


圖 525

尺寸去裁；作底稿的圖紙，至少要有末行所示的那樣寬大。那最大的圖幅是 A0，其淨面積 (1189×841) 恰等於 1 方呎；次大的 A1，是 A0 對開的大小；再次 A2，則為 A1 底對開，其餘照此類推。A0 底橫豎兩邊之長，成 $\sqrt{2} : 1$ 的比例，圖 526。惟其如此，由 A0 對分、四分……而成的 A1、A2 等圖幅，其橫豎兩邊之長才能保持 A0 原有的比例，因而大小各圖幅底形體均得相似。表 IV 載有特大的標準圖幅兩種，在 A0 尚嫌其小時可以採用。

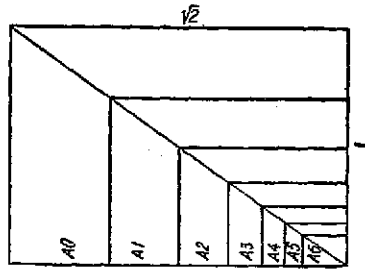


圖 526

圖紙橫放直放俱可；通例，大的宜橫放，小的（在 A4 以下）宜直放。

表 III

圖 幅	截正的底圖與圖幅 (淨圖幅)	標題欄與紙邊 的距離 a	未截的圖紙 (最小限度)
A0	1189 × 841	10	1230 × 880
A1	841 × 594	10	880 × 625
A2	594 × 420	10	625 × 450
A3	420 × 297	10	450 × 330
A4	297 × 210	5	330 × 240
A5	210 × 148	5	240 × 165
A6	148 × 105	5	165 × 120

表 IV

圖 幅	截正的底圖與圖幅 (淨圖幅)	標題欄與紙邊 的距離 a	未截的圖紙 (最小限度)
2A0	2378 × 1682	20	2420 × 1720
4A0	1682 × 1189	15	1720 × 1230

250. 圖底比例 圖底比例,也應有統一的規定。德國工業標準會規定下列幾種為標準比例,凡在普通情形下,總宜限用這幾種。

實足的	1:1
縮小的	1:2.5, (2:5) 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000
放大的	2:1, 5:1, 10:1

普通物體,大都採取縮小的比例。縮小的比例,第一個是1:2.5,非1:2。細小的物體,如小工具、儀器、電器、鐘表等零件,必須用放大的比例,方能表示清楚。放大的比例,第一個是2:1而非2.5:1。

比例應在標題欄內註明。倘圖中所用的不止一種,那末各比例除合記於標題欄之外,尚須在各該視圖旁分別記明,參看圖423。此時,標題欄內那種主要的比例宜比其餘的寫得大些。

在英尺制,通行的縮小比例有1:2, 1:3, 1:4, 1:6, 1:8, 1:12, 1:16...等。但每有不記比例而寫作‘縮尺 $1\frac{1}{2}''=1'-0''$ ’或‘縮尺 $1''$ 當 $1'-0''$ ’的樣式。下面示有對照表一個。

表 V

縮尺	$6''=1'-0''$	$4''=1'-0''$	$3''=1'-0''$	$2''=1'-0''$	$1\frac{1}{2}''=1'-0''$	$1''=1'-0''$	$\frac{3}{4}''=1'-0''$
比例	1:2	1:3	1:4	1:6	1:8	1:12	1:16
縮尺	$\frac{1}{2}''=1'-0''$	$\frac{3}{8}''=1'-0''$	$\frac{1}{4}''=1'-0''$	$\frac{5}{16}''=1'-0''$	$\frac{3}{8}''=1'-0''$	$\frac{1}{2}''=1'-0''$	$\frac{5}{8}''=1'-0''$
比例	1:24	1:32	1:48	1:64	1:96	1:128	1:192

251. 圖線 閱讀圖樣,第一步即在摹想其所表物體底形像。所以圖中物線,為要使人注目,不能不特別粗壯;中心線、尺寸線等,則遠比物線細弱,使彼此得有顯著的區別。而且,為求圖形鮮明,閱讀便利計,同是物線,虛線的應比實線的細些;中心線也應與尺寸線、指引線、断面線等

分出粗細。

圖樣原有大小和繁簡的不同，每類圖線底粗細，因此也不能劃一不變。大凡寬大而簡單的圖，其所含各種圖線——特別是物線——應該粗壯一些；又小又繁的圖則反之。粗細變動的份量，可於圖527見其一斑。在同組視圖中，每類圖線務要粗細一律；但也有例外的，凡是極緊密的諸物線得比其餘的稍稍細些。同張圖樣內同類的圖線，也當盡可能的求其粗細均勻。

物體上削成圓角的邊，按之常理，不得用邊線表示。可是有些地方，為求視圖明晰，容易使人瞭解，實際上每有表以細的實線，如圖528之A。細的實線除

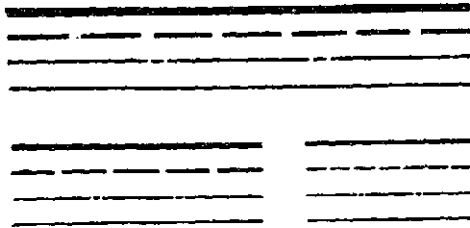


圖 527

了作尺寸線、引出線等一般的使用以及供給上項特殊的用途以外，尚有

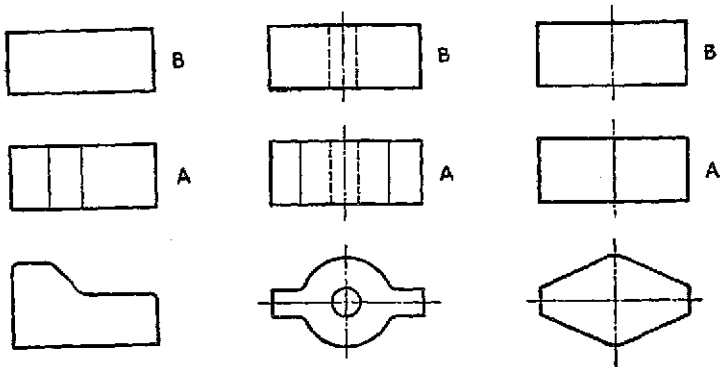


圖 528

用來表示一物之接連的或鄰近的部分,以便顯示主實兩體相互的關係。

252. 劃線 劃線也有一定法度,學者要求技藝精良,不能不於此點細究而熟練之。

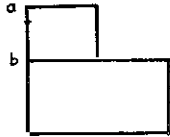


圖 529

行

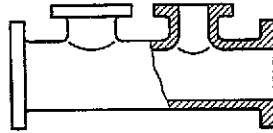


圖 530

不行

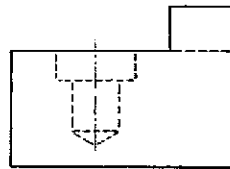
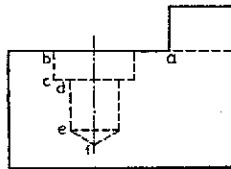


圖 531

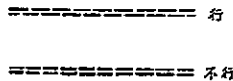


圖 532



圖 533

- (a) 相交的實物線,應作尖角的交接狀,如圖 529 之 a 與 b,非如其他諸點。帶有圓角的交貫處,其交線須使兩端在邊線間留空少許勿與邊線相接觸;看圖 530.
- (b) 直接接續實線的虛線,應使該線於連續處作個間斷,如圖 531 中之 a;除了此種情形以外,凡是虛線底接頭,必須互相接觸,如圖 531 之 b-f.
- (c) 互成平行的虛線,倘然相距極近,應使各線底間斷互相參錯,看圖 532.

- (d) 虛線的圓弧,應使弧線剛從切點處割起,看圖 533.
- (e) 正交的中心線,必須離成交叉,如圖 534 之 a. 爲求外觀整潔,那些並列或環列着的圓圈,還宜使每對中心線相交於線底短段處,如圖 534 之 b. 對於小圓圈,可以整條的線段代替點劃的中心線;圖 535.
- (f) 中心線不可止於物線上;圖 536.

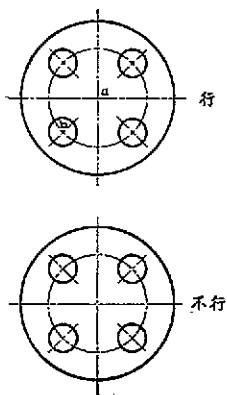


圖 534



圖 535

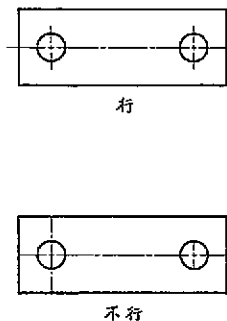


圖 536

253. 作工作圖 工作圖按適當的步驟作去,方能收事半功

倍的良好;茲舉其條目如次:

- (1) 選定圖幅底大小;截取圖紙而釘定之. 依標準尺寸劃出淨圖幅底界線,以及標題欄底位置.
- (2) 決定應畫的視圖、應用的比例. ——定比例時要顧到圖形底寬窄,務使各圖有能容納一切尺寸、註釋而不形擠軋那樣寬大.
- (3) 規定各組視圖底安插法. ——在需要時,可於別張紙上作個草圖;先把各視圖所佔的地位和視圖間應留的空位估算出來,然後

據此來定怎樣安插。各組視圖，須盡可能的排得整齊，均勻而又平衡。

- (4) 一組組打出各視圖底草稿，進行法見節121。——為便於映畫底圖計，草稿圖畫成之後，即宜蓋上一層濃厚的鉛筆線。
- (5) 逐步審度應記的尺寸，隨即作引出線，尺寸線。
- (6) 畫箭頭；填尺寸數；寫註釋。
- (7) 添入表面記號。
- (8) 劃斷面線於剖斷面。
- (9) 作標題欄與零件表，并填寫之。
- (10) 檢查全圖有否錯誤或遺漏處。

通例，凡底圖中應有的一切，底稿圖中都須具備，並且畫得着實清楚，使他人映畫起來一點不會有疑難。但底稿圖既不正式供用，其價值又因底圖完成而消失，故不必力求圖形精緻，以致徒耗許多時間，尺寸和註釋更無須十分正整。

254. 作底圖 工作圖和其他各種圖樣，為要多量複製，常用蠟紙或蠟布畫成底圖。底圖有從底稿圖上間接印來，也有於透光的圖紙上直接畫成。前者，不論取布或紙為材料，多用墨筆抄印；後者多成鉛筆圖，有時尺寸數特用墨填寫。蠟布遠比蠟紙耐用，而且容易工作，曬成之圖又較為優美；以言價格蠟紙當然不像蠟布那樣昂貴。墨線比鉛筆線，粗細均勻，色澤整齊，曬製較為便利，成績則優勝多多。所以底圖要求外觀精美又能經久使用，非取蠟布作墨筆畫不可。至於急待應用或並不常用的圖，自以採取直接辦法，用蠟紙作鉛筆畫，較為適切而經濟。除了上述二種普通的製法以外，底圖也有於‘原圖’上塗敷一種特製的，能使圖紙透明的藥水，因而轉成。

用蠟布作底圖，那兩條布邊必須扯去。蠟布之滑面與糙面性質適

然不同。滑面有一層較厚的藥粉，足以抵禦橡皮底措擦，倘於面上處置得當，畫來也頗可稱手；所以凡要預備修改或措擦的，宜用這滑面畫圖。糙面比滑面易受鉛筆着墨，又比較穩定，透過蠟布看去也略略較為明晰；故在不需措擦的地方以用此面為宜。要使布面——特別是滑面——容易着墨，又不至於溜滑，可用粉筆粉或他種相當的粉末散佈於其上，再用絨布遍擦一過而後刷淨之。⁽¹⁾（有些蠟紙，也須經過這番手續，方能合用）。蠟布易因天氣變動而伸張，所以要費多日才能完成的圖，每日宜限於一日所能完畢的範圍內畫之；否則過了一夜，未畫的線將與已畫的難以接連搆去。（蠟紙亦然）於蠟布上措除墨跡，宜用一種較硬的純橡皮；沙橡皮或刀切不可用；因為這些足以損傷布面，使被擦處不能重複劃出整潔的線。蠟布不可沾染水點，否則曬出之圖即起有顯明的斑痕。

在着手印圖之前，應先將底稿圖檢閱一番，察知其一般狀況，乃將布或紙釘上，再定出圖線底粗細，然後從事於上墨。底圖完成後，還須對原圖校對一下，看看是否確無遺漏和錯誤。

⁽¹⁾ 將粉末貯於細布製之袋內，在蠟布上抹擦之亦可。

255. 上墨底程序

- | | |
|----------------------|------------------|
| (1) 實線的圓圈和圓弧，——同心圓由 | (8) 中心線。 |
| 小而大，相接的圓弧則先大後小。 | (9) 表面記號。 |
| (2) 虛線的圓圈和圓弧，——先後同前。 | (10) 縱的引出線（從左開始） |
| (3) 曲線。 | (11) 橫的引出線和尺寸線。 |
| (4) 實線的橫線，——從上開始。 | (12) 縱的尺寸線。 |
| (5) 實線的縱線，——從左開始。 | (13) 箭頭，數字。 |
| (6) 實線的斜線。 | (14) 斷面線。 |
| (7) 虛線的橫線、縱線和斜線。 | (15) 註釋，零件表，標題等。 |

256. 校閱圖樣 校閱圖樣，是製圖工作必經的過程。大凡初

創的製品,製圖員用鉛筆畫成底稿後,先由計劃員或製圖主任校閱一過,看那大體構造是否合乎原定的計劃和必需的條件,又其所表圖形是否大體確當。迨至底圖完成,再由富有校閱經驗的人員仔細校閱之;此時,每個尺寸和註釋用鉛筆或紅墨水加一校號,其須修改的則用軟鉛筆或顏色鉛筆劃出。這是最後的檢核,校閱者一簽了名,便須對於全圖圖形和一切尺寸,註釋等底正確,負完全責任。規模宏大,組織完美的製圖房,常有關於校閱的一定法度,且有專任的校閱員司其事。在較小的製圖房裏,一切圖樣多由製圖主任校閱之,有時由製圖員交互校閱之。

圖樣經過校閱與修改,復得主任工程師底簽名認可,才始發生效力,乃可從事於複製。

第二十章 複製圖

257. 圖樣畫好以後，若就拿來使用，難免沾污，損壞，甚或至於遺失。而且僅有一張，實用上也常嫌不夠，所以圖樣有另行複製底必要。

複製圖樣方法不一。最普通，最合日常應用的，要推曬圖法；用一種叫作曬紙的感光紙，映在底圖下曬曬一息，沖洗之，即成複製圖。此複製圖因曬紙上藥料的講究，有現作藍地白線，白地藍線，棕地白線，白地棕線以及白地黑線，黑地白線等種種花色。那藍地白線的一種，普通稱為藍曬圖，比其他幾種容易曬裂；成本也較低；而且圖線明晰，色澤鮮麗，略染塵污，又不致損及美質；所以為用獨廣。

其次為照圖法，用一種特殊的‘照像機’，使感光紙從任何形式的圖樣上照得原圖底像，沖洗之，亦成複製圖。此法也很便利，在不及或不能備置底圖的情形下更覺可取。不果照圖機價格很貴，複製之費也比藍曬法要大。

此外尚有數種次要的方法，此處不能備述。

258. 藍曬法 19世紀中期，Sir John Herschel發明此法。這裏，‘藍曬’一詞專指曬製藍地白線的曬圖。曬底手續，與照像機中的曬像相似。新鮮的曬紙，呈淺淡的黃綠色。未嘗見光時，藥料一洗即去，留下原紙底白色。一見了光，藥料起化學作用，顏色漸漸轉變，由黃綠泛至灰而帶藍；那已起作用的藥料，又牢固地附着紙面；浸入水中洗之，則色變淨藍而不復脫去。所以夾在底圖下的藍曬紙，經過一曬一洗之後，凡是光線

不能射到(因被底圖上墨線遮住)之處,回復原紙底白色;其他部分就變藍色。

藍曬圖沖洗後,若底色極深線也帶有藍色,那就是曝曬過久底微傷;此時用含有重鉻酸鉀⁽¹⁾或重鉻酸鈉⁽²⁾ 1~5%的水溶液洗之,線就回復白色,底色也能退淡一點。但這種溶液須於曬圖未乾時用之;用後再於清水中重洗一次。曬的時間不足,圖呈淺淡色,用含鹽酸 2~5%的水溶液洗之,色能轉濃,然亦不能不用清水重新洗過。

要於藍地上添畫白線,可用乾淨的筆,蘸些碳酸鈉⁽³⁾的濃溶液劃之,劃過地方立即變作白色,否則用白色水粉填之亦可。若要除去白線,可用普通藍色鉛筆塗沒之。

(1) 重鉻酸鉀: Potassium bichromate; Kalium-Bichromat.

(2) 重鉻酸鈉: Sodium bichromate; Natrium-Bichromat.

(3) 碳酸鈉: Sodium carbonate; Natriumcarbonat.

259. 藍曬紙 藍曬紙在工商業繁盛之處,有現成品出賣。現成品常成捲,尺寸不一,感光性底快慢也有幾級分別。購時須選其新製者,擱置多月的陳貨,不能合用。開了捲的曬紙更不宜於久藏。

藍曬紙底藥料,係由檸檬酸鐵銨與赤血鹽兩物底水溶液混合而成。配合的份量,頗可活動,雖相差很遠,往往能有同樣的結果,但其感光作用自然有快慢的不同了⁽¹⁾。普通的配合量如下:

A 檸檬酸鐵銨⁽²⁾ $[(NH_4)_2HF_6(C_6H_5O_7)_2]$ 100 磅(gm) 水 400 立方磅(C.G.)

B 赤血鹽⁽³⁾ $(K_3FeC_6N_6)$ 80 磅(gm) 水 400 立方磅(C.G.)

以上兩種溶液,須用黑色玻璃瓶分別貯藏,並把塞子塞牢;否則盛在普通玻璃瓶中,於黑暗處藏之亦可。使用時,先將兩液等量混合,調和均勻;然後用鬃毛刷沾來,塗抹於平擺的紙面上;(塗抹務求均勻而周到)隨即掛起晾乾;乾後用不透光,不受潮的器皿藏之。這項工作,應全在暗室內進行,——暗室內只有紅燈可點。紙底感光性若要增強,可於所用的

藥液中加些鈾鹽類。⁽⁴⁾

曬紙的紙料,以潔白光滑,質地堅韌,不易浸入水份的為合用。

⁽¹⁾ 檸檬酸鐵銨愈多,感光愈快。 ⁽²⁾ 檸檬酸鐵銨: Citrate of iron and ammonia, Ammonia citrate of iron; Zitronensaures Eisenoxylammoniak. ⁽³⁾ 赤血鹽(或即鐵銻化鉀): Potassium ferricyanide, Red prussiate of potash; Rotes Blutlaugensalz. ⁽⁴⁾ 鈾鹽類: Uranic salts; Uransalze.

260. 曬製法 曬圖樣,普通用框架一只,如圖 537;其構造與曬

像用的相似。方法:先於暗處,使框架背面向上,將裝着彈簧的底板與以

厚泥或毡毯充用的墊褥取去,

放入底圖,令畫圖的一面貼着

玻片。(玻片當預先揩抹乾淨)

次放曬紙,仍以塗藥的一面向

下。乃將墊褥墊好,底板裝牢,

然後移置框架於日光直射之處,使正面正對日光而曝曬之。過了適當的時間,再移至暗處,取出曬紙,浸入清水中沖洗一過,使綠色的藥液完全脫去,再浸若干時,乃可掛起晾乾之。裝置底圖與曬紙,務使紙面平伏,且與玻片到處貼緊。沖洗時,要顧及水泡,勿任其附着紙面。

曝曬所需的時間,由二三十秒至二三十分不等,要隨曬紙感光性底快慢,光線底強弱,以及底圖透光底難易而定。要知曝曬適中的時間,可用小片曬紙,先作幾番試驗而測得之。富有經驗的曬圖者,能從露於底圖外的紙邊,按其轉變出的顏色,辨知時間足夠與否。

沖洗必須歷時稍久,否則經過若干時日,圖將褪色。大凡在流水中洗的,洗了3~6分鐘已足;在不常更換的水中,須洗至6~10分之久。

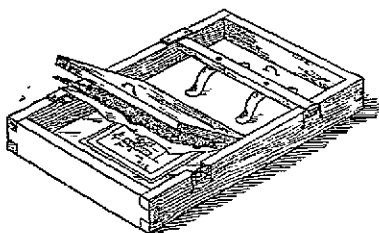


圖 537

261. 曬圖機 要避免天時底牽累,或要得到又快又好的成績,圖樣非用機器曬製不可。曬圖機有多種式樣,圖 538 例示極簡單的一種。(右面是沖洗器) 此機裝有直立的玻璃圓筒一個,底圖和曬紙便捲於其外,用布裹緊。光亮係從裝在上部的弧光燈發出,此燈能在玻璃筒中

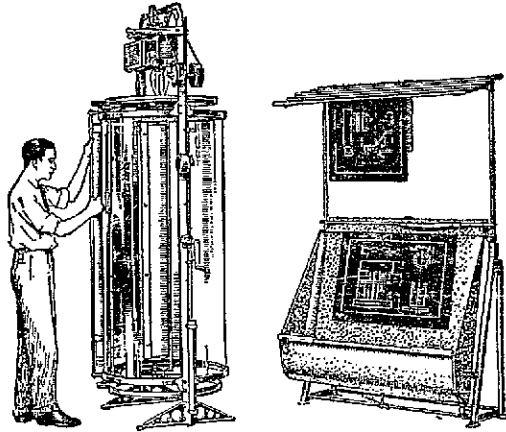


圖 538

等速地落下,速率可隨意調度。又有所謂‘連續式曬圖機’,機內裝有固定的弧光燈一排。機器開行時,曬紙從紙卷中伸展出來,連合底圖,貼着燈外玻璃板等速地移動過去;速率也可隨意變動。這類機器,有的且連有沖洗、烘乾,以及改良顏色的設備,使曬圖能於獨番手續中完全製成;圖 539 即示此種曬圖機。

262. 奧察立達⁽⁴⁾曬圖法 這是一種新的曬圖法,發明於德國,近已全球風行了。方法分曝曬與顯影兩步。曝曬同普通藍圖底曬法無異,不果所用曬紙彼此不同,所費時間又稍稍較少罷了。至於顯影,係

將感了光的曬紙插入圓筒形的顯影器,如圖 540, 使與器內所置亞莫尼亞水底氣袋相接觸。經過 5~10 分鐘,即可拿來使用。圖之底作白色,線則呈現紅褐色;(或青褐色)這可是覆陽性的曬圖,與那些地白線的圖恰巧相反。應用此法,能於同時間將三四十張成推的的紙一齊顯明;又因操作全係乾燥,並不經過沖洗和晾乾的手續,故圖形得免通常有的,尺寸收縮的弊病。

(1) 奧察立達: Ozalid. (2) 亞莫尼亞水(或即硝銻水): Aqua ammonia; Ammoniak-Wasser.

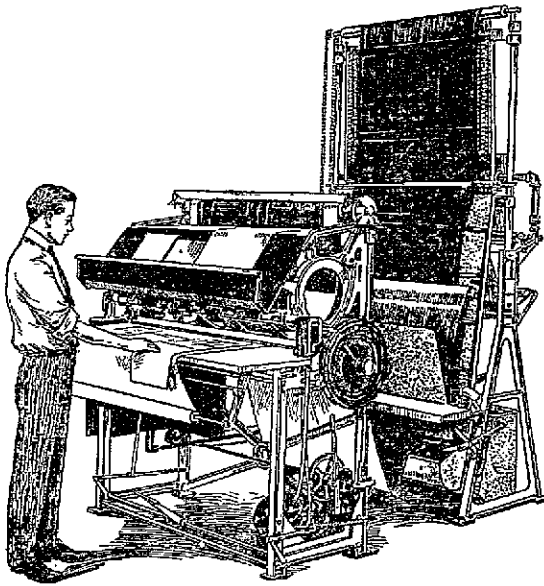


圖 539

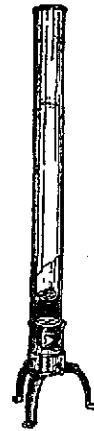


圖 540

263. 照圖機 照圖機,在西洋通行的,有 Photostat, Radioscript, Kontophot 等多種;能從任何形式的圖樣,(藍圖也包括在內)字條,印刷物,

於幾分鐘內製出精確的圖像；或放大，或縮小，在照圖機最大容量的範圍之內可以隨意校定。圖 541 示種 Photostat。機內裝置感光極快的‘照圖

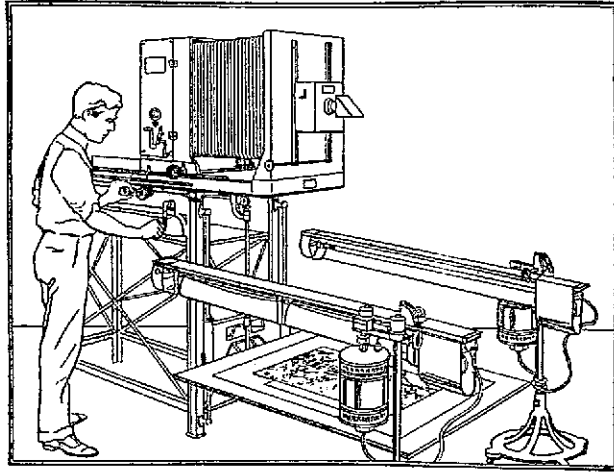

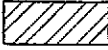
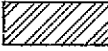
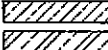
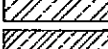
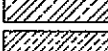
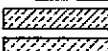
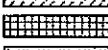
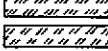
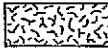

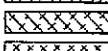
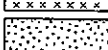

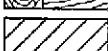
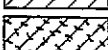
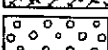
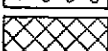
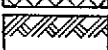

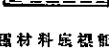






圖 541


















(1) 紙，用以直接感受原圖底像；並有顯影與定影的設備，將機外所裝的搖柄搖動一下，那張見過光的照圖紙，自能沖洗妥當；故應用此機，不需乾片，也不必暗室。不過，這樣產生的是黑地白線的‘陰圖’，與原圖底黑白相反。要製成陽圖，可將那陰圖複照一次，或以陰圖為底圖，用藍曬紙曬製之。照圖機除鏡頭以外，還有稜鏡裝着，藉以翻折光線，使感光紙上所受的像，不至如普通照像器內毛玻璃上的那樣，首尾顛倒。

(1) 照圖紙，或稱‘直接印像紙’：Photostat paper.

附 錄

生鐵		Gusseisen
可鍛生鐵		Temperguss
鋼, 澆鋼		Stahl, Stahlguss
銅		Kupfer
紅銅, 澆紅銅		Bronze, Rotguss
黃銅		Messing
錫, 鉛, 鋅, 白金屬		Zinn, Blei, Zink, Lagerweissmetall
輕金屬 (鋁及其合金, 鎂的合金)		Leichtmetalle (Aluminium und seine Legierungen, Magnesiumlegierungen)
鎳及其合金		Nickel, Nickellegierungen
線圈 電磁, 電阻		Drahtspulen (Elektromagnete, Widerstände)
玻璃		Glas
賽倫, 賽路珞		Zellon, Zellnoid
大理石, 石板, 瓷		Marmor, Schiefer, Porzellan
襯填與絕熱材料 (氈, 滌白石棉)		Dicht- und Isolierstoffe (Filz, Faser, Asbest)
硬橡皮		a) Hartgummi
軟橡皮		b) Weichgummi
皮革		c) Leder
磨石		Schleifscheiben
木 (橫紋, 直紋)		Holz (Eirnholz, Langholz)
磚牆		Ziegelmauerwerk
亂石牆		Bruchsteinmauerwerk
混凝土		Beton
火泥, 火磚		Schamotte und feuerfeste Steine
泥土		Erdreich
液體		Flüssigkeiten

各種材料底標記——德國式

生鐵		Cast iron
鋼		Steel
紅銅, 黃銅, 銅, 及混合物		Bronze, Brass, Copper, and Composition
白金屬, 鋁, 鋅, 鉛, 白銅脫, 及其他		White Metal, Aluminum, Zinc, Lead, Babbitt, etc.
絕電料, 倍克來脫, 滷白, 雲母		Electric Insulation, Bakelite, Fiber, Mica
聲與熱的絕緣料, 軟木, 毛, 氈, 及其他		Sound or Heat Insulation, Cork, Hair, Felt, etc.
柔軟材料, 編織物, 氈, 橡皮, 及其他		Flexible Material, Fabric, Felt, Rubber, etc.
混凝土		Concrete
磚牆或石牆		Brick or Stone Masonry
火磚與耐火材料		Fire Brick and Refractory Material
大理石, 石板, 玻璃, 瓷, 及其他		Marble, Slate, Glass, Porcelain, etc.
泥土		Earth
巖石		Rock
砂		Sand
水及其他液體		Water and Other Liquids.
木, 橫紋與直紋		Wood across grain and with grain
其他材料		Other Materials

各種材料底標記——美國式

表 VI

英寸底分數化作小數

分 數	小 數	分 數	小 數	分 數	小 數	
	$\frac{1}{8}$	.01563	$\frac{21}{84}$	.32813	$\frac{49}{84}$	.70313
	$\frac{1}{32}$	.03125	$\frac{11}{32}$	.34375	$\frac{53}{84}$	.71875
	$\frac{3}{8}$	.04688	$\frac{23}{52}$	.35938	$\frac{47}{63}$	.73438
$\frac{1}{16}$		.0625	$\frac{5}{8}$	.375	$\frac{2}{3}$	.75
	$\frac{5}{8}$	.07813	$\frac{25}{54}$	.39063	$\frac{43}{63}$	.76563
	$\frac{3}{12}$	.09375	$\frac{13}{32}$	.40625	$\frac{23}{52}$	.78125
	$\frac{7}{8}$	.10938	$\frac{27}{64}$	.42188	$\frac{41}{63}$	.79688
$\frac{1}{8}$		.125	$\frac{7}{16}$	.4375	$\frac{13}{16}$	.8125
	$\frac{9}{8}$	.14063	$\frac{29}{64}$	.45313	$\frac{58}{84}$	.82813
	$\frac{5}{24}$	.15625	$\frac{15}{16}$	.46875	$\frac{37}{42}$	.84375
	$\frac{11}{8}$	.17188	$\frac{61}{64}$	.48438	$\frac{35}{42}$	.85938
$\frac{3}{16}$		.1875	$\frac{1}{2}$	.5	$\frac{3}{8}$	.875
	$\frac{13}{8}$	.20313	$\frac{33}{64}$	.51563	$\frac{57}{84}$	.89063
	$\frac{7}{32}$	.21875	$\frac{17}{32}$	.53125	$\frac{39}{52}$	.90625
	$\frac{15}{8}$	.23438	$\frac{35}{64}$	.54688	$\frac{59}{84}$	.92188
$\frac{1}{4}$		.25	$\frac{9}{16}$	.5625	$\frac{15}{16}$	.9375
	$\frac{17}{8}$	.26563	$\frac{37}{64}$	.57813	$\frac{61}{84}$	.95313
	$\frac{9}{32}$	.28125	$\frac{19}{32}$	.59375	$\frac{11}{12}$	.96875
	$\frac{19}{8}$	.29688	$\frac{39}{64}$	.60938	$\frac{43}{63}$	.98438
$\frac{5}{16}$		.3125	$\frac{5}{8}$	.625	1	1.00000
			$\frac{41}{64}$	.64063		
			$\frac{51}{64}$	.65625		
			$\frac{43}{64}$	.67188		
			$\frac{11}{8}$	.6875		

表 VII 英寸化作英尺

英寸	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	英尺	0.833	1.667	2.500	3.333	4.167	5.000	5.833	6.667	7.500	8.333	9.167
1	1/16	0.866	1.698	2.526	3.359	4.193	5.026	5.859	6.693	7.526	8.359	9.193
2	1/8	0.902	1.719	2.532	3.375	4.219	5.052	5.885	6.719	7.552	8.385	9.219
3	3/16	0.938	1.745	2.578	3.411	4.245	5.078	5.911	6.745	7.578	8.411	9.245
4	1/4	0.984	1.771	2.604	3.448	4.271	5.104	5.938	6.771	7.604	8.438	9.271
5	5/16	0.984	1.797	2.630	3.484	4.297	5.130	5.964	6.797	7.630	8.464	9.297
6	3/8	0.980	1.823	2.656	3.490	4.323	5.156	5.990	6.823	7.656	8.490	9.323
7	7/16	0.982	1.849	2.682	3.516	4.349	5.182	6.016	6.849	7.682	8.516	9.349
8	1/2	0.908	1.875	2.708	3.542	4.375	5.208	6.042	6.875	7.708	8.542	9.375
9	9/16	0.906	1.901	2.734	3.568	4.401	5.234	6.068	6.901	7.734	8.568	9.401
10	5/8	0.904	1.927	2.760	3.594	4.427	5.260	6.094	6.927	7.760	8.594	9.427
11	11/16	0.902	1.953	2.786	3.620	4.453	5.286	6.120	6.953	7.786	8.620	9.453
12	3/4	0.813	1.979	2.813	3.646	4.479	5.313	6.146	6.979	7.813	8.646	9.479
13	13/16	0.839	2.005	2.839	3.672	4.505	5.339	6.172	7.005	7.839	8.672	9.505
14	7/8	0.865	2.031	2.865	3.698	4.531	5.365	6.198	7.031	7.865	8.698	9.531
15	15/16	0.891	2.057	2.891	3.724	4.557	5.391	6.224	7.057	7.891	8.724	9.557
16	1	0.917	2.083	2.917	3.750	4.583	5.417	6.250	7.083	7.917	8.750	9.583
17	1 1/16	0.443	2.109	2.945	3.776	4.609	5.443	6.276	7.185	7.943	8.776	9.609
18	1 1/8	0.469	2.135	2.969	3.802	4.635	5.469	6.302	7.185	7.969	8.802	9.635
19	1 1/4	0.495	2.161	2.995	3.828	4.661	5.495	6.328	7.185	7.995	8.828	9.661
20	1 3/8	0.521	2.188	3.021	3.854	4.688	5.521	6.354	7.185	8.021	8.854	9.688
21	1 1/2	0.547	2.214	3.047	3.880	4.714	5.547	6.380	7.240	8.047	8.880	9.714
22	1 5/8	0.573	2.240	3.073	3.906	4.740	5.573	6.406	7.240	8.073	8.906	9.740
23	1 3/4	0.599	2.266	3.099	3.932	4.766	5.599	6.432	7.292	8.099	8.932	9.766
24	1 7/8	0.625	2.292	3.125	3.958	4.792	5.625	6.458	7.292	8.125	8.958	9.792
25	2	0.651	2.318	3.151	3.984	4.818	5.651	6.484	7.318	8.151	8.984	9.818
26	2 1/16	0.677	2.344	3.177	4.010	4.844	5.677	6.510	7.344	8.177	9.010	9.844
27	2 1/8	0.703	2.370	3.203	4.036	4.870	5.703	6.536	7.370	8.203	9.036	9.870
28	2 1/4	0.729	2.396	3.229	4.063	4.896	5.729	6.563	7.396	8.229	9.063	9.896
29	2 3/8	0.755	2.422	3.255	4.089	4.922	5.755	6.589	7.422	8.255	9.089	9.922
30	2 1/2	0.781	2.448	3.281	4.116	4.948	5.781	6.615	7.448	8.281	9.116	9.948
31	2 5/8	0.807	2.474	3.307	4.141	4.974	5.807	6.641	7.474	8.307	9.141	9.974

表 VIII
英寸底分數化作公釐

英 寸	公 釐	英 寸	公 釐	英 寸	公 釐
	$\frac{1}{8}$.397		$\frac{3}{16}$ 8.334		$\frac{45}{64}$ 17.859
	$\frac{1}{4}$.794		$\frac{1}{2}$ 8.731		$\frac{3}{8}$ 18.256
	$\frac{3}{8}$ 1.191		$\frac{5}{8}$ 9.128		$\frac{1}{2}$ 18.653
$\frac{1}{2}$	1.587	$\frac{3}{4}$ 9.525		$\frac{5}{8}$ 19.050	
	$\frac{5}{8}$ 1.984		$\frac{7}{8}$ 9.922		$\frac{3}{4}$ 19.447
	$\frac{3}{4}$ 2.381	$\frac{15}{16}$ 10.319		$\frac{7}{8}$ 19.844	
	$\frac{7}{8}$ 2.778		$\frac{17}{16}$ 10.716		$\frac{15}{16}$ 20.240
$\frac{1}{2}$	3.175	$\frac{1}{2}$ 11.113		$\frac{1}{2}$ 20.637	
	$\frac{9}{8}$ 3.572		$\frac{19}{16}$ 11.509		$\frac{5}{4}$ 21.034
	$\frac{5}{4}$ 3.969	$\frac{13}{16}$ 11.906		$\frac{3}{4}$ 21.431	
	$\frac{11}{8}$ 4.366		$\frac{3}{4}$ 12.303		$\frac{5}{8}$ 21.828
$\frac{3}{4}$	4.762	$\frac{1}{2}$ 12.700		$\frac{1}{2}$ 22.225	
	$\frac{13}{8}$ 5.159		$\frac{17}{8}$ 13.097		$\frac{3}{4}$ 22.622
	$\frac{7}{4}$ 5.556	$\frac{15}{8}$ 13.494		$\frac{7}{8}$ 23.019	
	$\frac{15}{8}$ 5.953		$\frac{9}{4}$ 13.890		$\frac{15}{8}$ 23.415
$\frac{1}{2}$	6.350	$\frac{1}{2}$ 14.287		$\frac{13}{8}$ 23.812	
	$\frac{17}{8}$ 6.747		$\frac{19}{8}$ 14.684		$\frac{17}{8}$ 24.209
	$\frac{9}{4}$ 7.144	$\frac{13}{4}$ 15.081		$\frac{15}{4}$ 24.606	
	$\frac{19}{8}$ 7.541		$\frac{5}{2}$ 15.478		$\frac{3}{2}$ 25.003
$\frac{5}{8}$	7.937	$\frac{5}{4}$ 15.875		1 25.400	
			$\frac{21}{8}$ 16.272		
			$\frac{23}{8}$ 16.669		
			$\frac{25}{8}$ 17.065		
		$\frac{11}{4}$ 17.462			

表 IX 英寸化作公厘

英寸	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	公 厘	50.799	76.199	101.598	126.998	152.397	177.797	203.196	228.596	253.995	279.395
1/16	26.193	51.593	76.992	102.392	127.791	153.191	178.591	203.990	229.390	254.789	280.189
1/8	26.987	52.987	77.986	103.186	128.585	153.985	179.384	204.784	230.183	255.583	280.982
3/16	27.781	53.180	78.580	103.979	129.379	154.778	180.178	205.578	230.977	256.377	281.776
1/4	28.574	53.574	79.374	104.773	130.173	155.572	180.972	206.371	231.771	257.170	282.570
5/16	29.368	54.768	80.167	105.567	130.966	156.366	181.765	207.165	232.565	257.964	283.364
3/8	30.162	55.561	80.961	106.361	131.760	157.160	182.559	207.959	233.368	258.758	284.157
7/16	30.956	56.355	81.755	107.154	132.554	157.953	183.353	208.752	234.152	259.552	284.951
1/2	31.749	57.149	82.549	107.948	133.348	158.747	184.147	209.546	234.946	260.345	285.745
5/8	32.543	57.943	83.342	108.742	134.141	159.541	184.940	210.340	235.739	261.139	286.539
3/4	33.337	58.736	84.136	109.536	134.935	160.335	185.734	211.134	236.533	261.933	287.332
7/8	34.131	59.530	84.930	110.329	135.729	161.129	186.526	211.927	237.327	262.727	288.126
1	34.924	60.324	85.723	111.123	136.523	161.922	187.322	212.721	238.121	263.520	288.920
1 1/16	35.718	61.118	86.517	111.917	137.316	162.716	188.115	213.515	238.914	264.314	289.714
1 1/8	36.512	61.911	87.311	112.710	138.110	163.510	188.909	214.309	239.708	265.108	290.507
1 1/4	37.306	62.705	88.105	113.504	138.904	164.303	189.703	215.102	240.502	265.901	291.301
1 3/8	38.099	63.498	88.898	114.298	139.697	165.097	190.497	215.896	241.296	266.695	292.095
1 1/2	38.893	64.292	89.692	115.092	140.491	165.891	191.290	216.690	242.089	267.489	292.888
1 5/8	39.687	65.086	90.486	115.885	141.285	166.684	192.084	217.484	242.883	268.283	293.682
1 3/4	40.481	65.880	91.280	116.679	142.079	167.478	192.878	218.277	243.677	269.076	294.476
1 7/8	41.274	66.674	92.073	117.473	142.872	168.272	193.672	219.071	244.471	269.870	295.270
2	42.068	67.468	92.867	118.267	143.666	169.066	194.465	219.865	245.264	270.664	296.063
2 1/16	42.862	68.261	93.661	119.060	144.460	169.859	195.259	220.659	246.058	271.458	296.857
2 1/8	43.656	69.055	94.455	119.854	145.254	170.653	196.053	221.452	246.852	272.251	297.651
2 1/4	44.449	69.849	95.248	120.648	146.047	171.447	196.846	222.246	247.646	273.045	298.445
2 3/8	45.243	70.642	96.042	121.442	146.841	172.241	197.640	223.040	248.439	273.839	299.238
2 1/2	46.037	71.435	96.836	122.235	147.635	173.034	198.434	223.833	249.233	274.633	300.032
2 5/8	46.830	72.229	97.629	123.029	148.429	173.828	199.228	224.627	250.027	275.426	300.826
2 3/4	47.624	73.024	98.423	123.823	149.222	174.622	200.021	225.421	250.820	276.220	301.620
2 7/8	48.418	73.817	99.217	124.616	150.016	175.416	200.815	226.215	251.614	277.014	302.413
3	49.212	74.611	100.011	125.410	150.810	176.209	201.609	227.008	252.408	277.807	303.207
3 1/16	50.005	75.405	100.804	126.204	151.604	177.003	202.403	227.802	253.202	278.601	304.001

表 X 公釐化作英寸

公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸
1	0.0394	51	2.0079	101	3.9764	151	5.9449	201	7.9134
2	0.0787	52	2.0472	102	4.0157	152	5.9842	202	7.9527
3	0.1181	53	2.0866	103	4.0551	153	6.0236	203	7.9921
4	0.1575	54	2.1260	104	4.0945	154	6.0630	204	8.0315
5	0.1968	55	2.1653	105	4.1338	155	6.1023	205	8.0708
6	0.2362	56	2.2047	106	4.1732	156	6.1417	206	8.1102
7	0.2756	57	2.2441	107	4.2126	157	6.1811	207	8.1496
8	0.3150	58	2.2835	108	4.2520	158	6.2205	208	8.1890
9	0.3543	59	2.3228	109	4.2913	159	6.2598	209	8.2283
10	0.3937	60	2.3622	110	4.3307	160	6.2992	210	8.2677
11	0.4331	61	2.4016	111	4.3701	161	6.3386	211	8.3071
12	0.4724	62	2.4409	112	4.4094	162	6.3779	212	8.3464
13	0.5118	63	2.4803	113	4.4488	163	6.4173	213	8.3858
14	0.5512	64	2.5197	114	4.4882	164	6.4567	214	8.4252
15	0.5906	65	2.5590	115	4.5275	165	6.4960	215	8.4645
16	0.6299	66	2.5984	116	4.5669	166	6.5354	216	8.5039
17	0.6693	67	2.6378	117	4.6063	167	6.5748	217	8.5433
18	0.7087	68	2.6772	118	4.6457	168	6.6142	218	8.5827
19	0.7480	69	2.7165	119	4.6850	169	6.6535	219	8.6220
20	0.7874	70	2.7559	120	4.7244	170	6.6929	220	8.6614
21	0.8268	71	2.7953	121	4.7638	171	6.7323	221	8.7008
22	0.8661	72	2.8346	122	4.8031	172	6.7716	222	8.7401
23	0.9055	73	2.8740	123	4.8425	173	6.8110	223	8.7795
24	0.9449	74	2.9134	124	4.8819	174	6.8504	224	8.8189
25	0.9842	75	2.9527	125	4.9212	175	6.8897	225	8.8582
26	1.0236	76	2.9921	126	4.9606	176	6.9291	226	8.8976
27	1.0630	77	3.0315	127	5.0000	177	6.9685	227	8.9370
28	1.1024	78	3.0709	128	5.0394	178	7.0079	228	8.9764
29	1.1417	79	3.1102	129	5.0787	179	7.0472	229	9.0157
30	1.1811	80	3.1496	130	5.1181	180	7.0866	230	9.0551
31	1.2205	81	3.1890	131	5.1575	181	7.1260	231	9.0945
32	1.2598	82	3.2283	132	5.1968	182	7.1653	232	9.1338
33	1.2992	83	3.2677	133	5.2362	183	7.2047	233	9.1732
34	1.3386	84	3.3071	134	5.2756	184	7.2441	234	9.2126
35	1.3779	85	3.3464	135	5.3149	185	7.2834	235	9.2519
36	1.4173	86	3.3858	136	5.3543	186	7.3228	236	9.2913
37	1.4567	87	3.4252	137	5.3937	187	7.3622	237	9.3307
38	1.4961	88	3.4646	138	5.4331	188	7.4016	238	9.3701
39	1.5354	89	3.5039	139	5.4724	189	7.4409	239	9.4094
40	1.5748	90	3.5433	140	5.5118	190	7.4803	240	9.4488
41	1.6142	91	3.5827	141	5.5512	191	7.5197	241	9.4882
42	1.6535	92	3.6220	142	5.5905	192	7.5590	242	9.5275
43	1.6929	93	3.6614	143	5.6299	193	7.5984	243	9.5669
44	1.7323	94	3.7008	144	5.6693	194	7.6378	244	9.6063
45	1.7716	95	3.7401	145	5.7086	195	7.6771	245	9.6456
46	1.8110	96	3.7795	146	5.7480	196	7.7165	246	9.6850
47	1.8504	97	3.8189	147	5.7874	197	7.7559	247	9.7244
48	1.8898	98	3.8583	148	5.8268	198	7.7953	248	9.7638
49	1.9291	99	3.8976	149	5.8661	199	7.8346	249	9.8031
50	1.9685	100	3.9370	150	5.9055	200	7.8740	250	9.8425

表 X — 續

283

公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸
251	9.8819	301	11.8504	351	13.8189	401	15.7874	451	17.7559
252	9.9212	302	11.8897	352	13.8582	402	15.8267	452	17.7952
253	9.9606	303	11.9291	353	13.8976	403	15.8661	453	17.8346
254	10.0000	304	11.9685	354	13.9370	404	15.9055	454	17.8740
255	10.0393	305	12.0078	355	13.9763	405	15.9448	455	17.9133
256	10.0787	306	12.0472	356	14.0157	406	15.9842	456	17.9527
257	10.1181	307	12.0866	357	14.0551	407	16.0236	457	17.9921
258	10.1575	308	12.1260	358	14.0945	408	16.0630	458	18.0315
259	10.1968	309	12.1653	359	14.1338	409	16.1023	459	18.0708
260	10.2362	310	12.2047	360	14.1732	410	16.1417	460	18.1102
261	10.2756	311	12.2441	361	14.2126	411	16.1811	461	18.1496
262	10.3149	312	12.2834	362	14.2519	412	16.2204	462	18.1889
263	10.3543	313	12.3228	363	14.2913	413	16.2598	463	18.2283
264	10.3937	314	12.3622	364	14.3307	414	16.2992	464	18.2677
265	10.4330	315	12.4015	365	14.3700	415	16.3385	465	18.3070
266	10.4724	316	12.4409	366	14.4094	416	16.3779	466	18.3464
267	10.5118	317	12.4803	367	14.4488	417	16.4173	467	18.3858
268	10.5512	318	12.5197	368	14.4882	418	16.4567	468	18.4252
269	10.5905	319	12.5590	369	14.5275	419	16.4960	469	18.4645
270	10.6299	320	12.5984	370	14.5669	420	16.5354	470	18.5039
271	10.6693	321	12.6378	371	14.6063	421	16.5748	471	18.5433
272	10.7086	322	12.6771	372	14.6456	422	16.6141	472	18.5826
273	10.7480	323	12.7165	373	14.6850	423	16.6535	473	18.6220
274	10.7874	324	12.7559	374	14.7244	424	16.6929	474	18.6614
275	10.8267	325	12.7952	375	14.7637	425	16.7322	475	18.7007
276	10.8661	326	12.8346	376	14.8031	426	16.7716	476	18.7401
277	10.9055	327	12.8740	377	14.8425	427	16.8110	477	18.7795
278	10.9449	328	12.9134	378	14.8819	428	16.8504	478	18.8189
279	10.9842	329	12.9527	379	14.9212	429	16.8897	479	18.8582
280	11.0236	330	12.9921	380	14.9606	430	16.9291	480	18.8976
281	11.0630	331	13.0315	381	15.0000	431	16.9685	481	18.9370
282	11.1023	332	13.0708	382	15.0393	432	17.0078	482	18.9763
283	11.1417	333	13.1102	383	15.0787	433	17.0472	483	19.0157
284	11.1811	334	13.1496	384	15.1181	434	17.0866	484	19.0551
285	11.2204	335	13.1889	385	15.1574	435	17.1259	485	19.0944
286	11.2598	336	13.2283	386	15.1968	436	17.1653	486	19.1338
287	11.2992	337	13.2677	387	15.2362	437	17.2047	487	19.1732
288	11.3386	338	13.3071	388	15.2756	438	17.2441	488	19.2126
289	11.3779	339	13.3464	389	15.3149	439	17.2834	489	19.2519
290	11.4173	340	13.3858	390	15.3543	440	17.3228	490	19.2913
291	11.4567	341	13.4252	391	15.3937	441	17.3622	491	19.3307
292	11.4960	342	13.4645	392	15.4330	442	17.4015	492	19.3700
293	11.5354	343	13.5039	393	15.4724	443	17.4409	493	19.4094
294	11.5748	344	13.5433	394	15.5118	444	17.4803	494	19.4488
295	11.6141	345	13.5826	395	15.5511	445	17.5196	495	19.4881
296	11.6535	346	13.6220	396	15.5905	446	17.5590	496	19.5275
297	11.6929	347	13.6614	397	15.6299	447	17.5984	497	19.5669
298	11.7323	348	13.7008	398	15.6693	448	17.6378	498	19.6063
299	11.7716	349	13.7401	399	15.7086	449	17.6771	499	19.6456
300	11.8110	350	13.7795	400	15.7480	450	17.7165	500	19.6850

公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸
501	19.7244	551	21.6929	601	23.6614	651	25.6299	701	27.5984
502	19.7637	552	21.7322	602	23.7007	652	25.6692	702	27.6377
503	19.8031	553	21.7716	603	23.7401	653	25.7086	703	27.6771
504	19.8425	554	21.8110	604	23.7795	654	25.7480	704	27.7165
505	19.8818	555	21.8503	605	23.8188	655	25.7873	705	27.7558
506	19.9212	556	21.8897	606	23.8582	656	25.8267	706	27.7952
507	19.9606	557	21.9291	607	23.8976	657	25.8661	707	27.8346
508	20.0000	558	21.9685	608	23.9370	658	25.9055	708	27.8740
509	20.0393	559	22.0078	609	23.9763	659	25.9448	709	27.9133
510	20.0787	560	22.0472	610	24.0157	660	25.9842	710	27.9527
511	20.1181	561	22.0866	611	24.0551	661	26.0236	711	27.9921
512	20.1574	562	22.1259	612	24.0944	662	26.0629	712	28.0314
513	20.1968	563	22.1653	613	24.1338	663	26.1023	713	28.0708
514	20.2362	564	22.2047	614	24.1732	664	26.1417	714	28.1102
515	20.2755	565	22.2440	615	24.2125	665	26.1810	715	28.1495
516	20.3149	566	22.2834	616	24.2519	666	26.2204	716	28.1889
517	20.3543	567	22.3228	617	24.2913	667	26.2598	717	28.2283
518	20.3937	568	22.3622	618	24.3307	668	26.2992	718	28.2677
519	20.4330	569	22.4015	619	24.3700	669	26.3385	719	28.3070
520	20.4724	570	22.4409	620	24.4094	670	26.3779	720	28.3464
521	20.5118	571	22.4803	621	24.4488	671	26.4173	721	28.3858
522	20.5511	572	22.5196	622	24.4881	672	26.4566	722	28.4251
523	20.5905	573	22.5590	623	24.5275	673	26.4960	723	28.4645
524	20.6299	574	22.5984	624	24.5669	674	26.5354	724	28.5039
525	20.6692	575	22.6377	625	24.6062	675	26.5747	725	28.5432
526	20.7086	576	22.6771	626	24.6456	676	26.6141	726	28.5826
527	20.7480	577	22.7165	627	24.6850	677	26.6535	727	28.6220
528	20.7874	578	22.7559	628	24.7244	678	26.6929	728	28.6614
529	20.8267	579	22.7952	629	24.7637	679	26.7322	729	28.7007
530	20.8661	580	22.8346	630	24.8031	680	26.7716	730	28.7401
531	20.9055	581	22.8740	631	24.8425	681	26.8110	731	28.7795
532	20.9448	582	22.9133	632	24.8818	682	26.8503	732	28.8188
533	20.9842	583	22.9527	633	24.9212	683	26.8897	733	28.8582
534	21.0236	584	22.9921	634	24.9606	684	26.9291	734	28.8976
535	21.0629	585	23.0314	635	24.9999	685	26.9684	735	28.9369
536	21.1023	586	23.0708	636	25.0393	686	27.0078	736	28.9763
537	21.1417	587	23.1102	637	25.0787	687	27.0472	737	29.0157
538	21.1811	588	23.1496	638	25.1181	688	27.0866	738	29.0551
539	21.2204	589	23.1889	639	25.1574	689	27.1259	739	29.0944
540	21.2598	590	23.2283	640	25.1968	690	27.1653	740	29.1338
541	21.2992	591	23.2677	641	25.2362	691	27.2047	741	29.1732
542	21.3385	592	23.3070	642	25.2755	692	27.2440	742	29.2125
543	21.3779	593	23.3464	643	25.3149	693	27.2834	743	29.2519
544	21.4173	594	23.3858	644	25.3543	694	27.3228	744	29.2913
545	21.4566	595	23.4251	645	25.3936	695	27.3622	745	29.3307
546	21.4960	596	23.4645	646	25.4330	696	27.4015	746	29.3700
547	21.5354	597	23.5039	647	25.4724	697	27.4409	747	29.4094
548	21.5748	598	23.5433	648	25.5118	698	27.4803	748	29.4487
549	21.6141	599	23.5826	649	25.5511	699	27.5196	749	29.4881
550	21.6535	600	23.6220	650	25.5905	700	27.5590	750	29.5275

表 X — 續

285

公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸
751	29.5669	801	31.5354	851	33.5039	901	35.4728	951	37.4409
752	29.6062	802	31.5747	852	33.5432	902	35.5117	952	37.4802
753	29.6456	803	31.6141	853	33.5826	903	35.5511	953	37.5195
754	29.6850	804	31.6535	854	33.6220	904	35.5905	954	37.5590
755	29.7243	805	31.6928	855	33.6613	905	35.6298	955	37.5983
756	29.7637	806	31.7322	856	33.7007	906	35.6692	956	37.6377
757	29.8031	807	31.7716	857	33.7401	907	35.7086	957	37.6771
758	29.8425	808	31.8110	858	33.7795	908	35.7480	958	37.7165
759	29.8818	809	31.8503	859	33.8188	909	35.7873	959	37.7558
760	29.9212	810	31.8897	860	33.8582	910	35.8267	960	37.7952
761	29.9606	811	31.9291	861	33.8976	911	35.8661	961	37.8346
762	29.9999	812	31.9684	862	33.9369	912	35.9054	962	37.8739
763	30.0393	813	32.0078	863	33.9763	913	35.9448	963	37.9133
764	30.0787	814	32.0472	864	34.0157	914	35.9842	964	37.9527
765	30.1180	815	32.0865	865	34.0550	915	36.0235	965	37.9920
766	30.1574	816	32.1259	866	34.0944	916	36.0629	966	38.0314
767	30.1968	817	32.1653	867	34.1338	917	36.1023	967	38.0708
768	30.2362	818	32.2047	868	34.1732	918	36.1417	968	38.1102
769	30.2755	819	32.2440	869	34.2125	919	36.1810	969	38.1495
770	30.3149	820	32.2834	870	34.2519	920	36.2204	970	38.1889
771	30.3543	821	32.3228	871	34.2913	921	36.2598	971	38.2283
772	30.3936	822	32.3621	872	34.3306	922	36.2991	972	38.2677
773	30.4330	823	32.4015	873	34.3700	923	36.3385	973	38.3070
774	30.4724	824	32.4409	874	34.4094	924	36.3779	974	38.3464
775	30.5117	825	32.4802	875	34.4487	925	36.4172	975	38.3857
776	30.5511	826	32.5196	876	34.4881	926	36.4566	976	38.4251
777	30.5905	827	32.5590	877	34.5275	927	36.4960	977	38.4645
778	30.6299	828	32.5984	878	34.5669	928	36.5354	978	38.5039
779	30.6692	829	32.6377	879	34.6062	929	36.5747	979	38.5432
780	30.7086	830	32.6771	880	34.6456	930	36.6141	980	38.5826
781	30.7480	831	32.7165	881	4.6850	931	36.6535	981	38.6220
782	30.7873	832	32.7558	882	34.7243	932	36.6928	982	38.6613
783	30.8267	833	32.7952	883	34.7637	933	36.7322	983	38.7007
784	30.8661	834	32.8346	884	34.8031	934	36.7716	984	38.7401
785	30.9054	835	32.8739	885	34.8424	935	36.8109	985	38.7794
786	30.9448	836	32.9133	886	34.8818	936	36.8503	986	38.8188
787	30.9842	837	32.9527	887	34.9212	937	36.8897	987	38.8582
788	31.0236	838	32.9921	888	34.9606	938	36.9291	988	38.8976
789	31.0629	839	33.0314	889	34.9999	939	36.9684	989	38.9369
790	31.1023	840	33.0708	890	35.0393	940	37.0078	990	38.9763
791	31.1417	841	33.1102	891	35.0787	941	37.0472	991	39.0157
792	31.1810	842	33.1495	892	35.1180	942	37.0865	992	39.0550
793	31.2204	843	33.1889	893	35.1574	943	37.1259	993	39.0944
794	31.2598	844	33.2283	894	35.1968	944	37.1653	994	39.1338
795	31.2991	845	33.2676	895	35.2361	945	37.2046	995	39.1731
796	31.3385	846	33.3070	896	35.2755	946	37.2440	996	39.2125
797	31.3779	847	33.3464	897	35.3149	947	37.2834	997	39.2519
798	31.4173	848	33.3858	898	35.3543	948	37.3228	998	39.2913
799	31.4566	849	33.4251	899	35.3936	949	37.3621	999	39.3306
800	31.4960	850	33.4645	900	35.4330	950	37.4015	1000	39.3700

表 XI 英寸底小數化作公釐

英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐
0.001	0.025	0.140	3.56	0.360	9.14	0.580	14.73	0.800	20.32
0.002	0.051	0.150	3.81	0.370	9.40	0.590	14.99	0.810	20.57
0.003	0.076	0.160	4.06	0.380	9.65	0.600	15.24	0.820	20.83
0.004	0.102	0.170	4.32	0.390	9.91	0.610	15.49	0.830	21.08
0.005	0.127	0.180	4.57	0.400	10.16	0.620	15.75	0.840	21.34
0.006	0.152	0.190	4.83	0.410	10.41	0.630	16.00	0.850	21.59
0.007	0.178	0.200	5.08	0.420	10.67	0.640	16.26	0.860	21.84
0.008	0.203	0.210	5.33	0.430	10.92	0.650	16.51	0.870	22.10
0.009	0.229	0.220	5.59	0.440	11.18	0.660	16.76	0.880	22.35
0.010	0.254	0.230	5.84	0.450	11.43	0.670	17.02	0.890	22.61
0.020	0.508	0.240	6.10	0.460	11.68	0.680	17.27	0.900	22.86
0.030	0.762	0.250	6.35	0.470	11.94	0.690	17.53	0.910	23.11
0.040	1.016	0.260	6.60	0.480	12.19	0.700	17.78	0.920	23.37
0.050	1.270	0.270	6.86	0.490	12.45	0.710	18.03	0.930	23.62
0.060	1.524	0.280	7.11	0.500	12.70	0.720	18.29	0.940	23.88
0.070	1.778	0.290	7.37	0.510	12.95	0.730	18.54	0.950	24.13
0.080	2.032	0.300	7.62	0.520	13.21	0.740	18.80	0.960	24.38
0.090	2.286	0.310	7.87	0.530	13.46	0.750	19.05	0.970	24.64
0.100	2.540	0.320	8.13	0.540	13.72	0.760	19.30	0.980	24.89
0.110	2.794	0.330	8.38	0.550	13.97	0.770	19.56	0.990	25.15
0.120	3.048	0.340	8.64	0.560	14.22	0.780	19.81	1.000	25.40
0.130	3.302	0.350	8.89	0.570	14.48	0.790	20.07	.....	.....

表 XII 公釐底小數化作英寸

公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸	公釐	英寸
0.01	0.0004	0.21	0.0083	0.41	0.0161	0.61	0.0240	0.81	0.0319
0.02	0.0008	0.22	0.0087	0.42	0.0165	0.62	0.0244	0.82	0.0323
0.03	0.0012	0.23	0.0091	0.43	0.0169	0.63	0.0248	0.83	0.0327
0.04	0.0016	0.24	0.0094	0.44	0.0173	0.64	0.0252	0.84	0.0331
0.05	0.0020	0.25	0.0098	0.45	0.0177	0.65	0.0256	0.85	0.0335
0.06	0.0024	0.26	0.0102	0.46	0.0181	0.66	0.0260	0.86	0.0339
0.07	0.0028	0.27	0.0106	0.47	0.0185	0.67	0.0264	0.87	0.0343
0.08	0.0031	0.28	0.0110	0.48	0.0189	0.68	0.0268	0.88	0.0346
0.09	0.0035	0.29	0.0114	0.49	0.0193	0.69	0.0272	0.89	0.0350
0.10	0.0039	0.30	0.0118	0.50	0.0197	0.70	0.0276	0.90	0.0354
0.11	0.0043	0.31	0.0122	0.51	0.0201	0.71	0.0280	0.91	0.0358
0.12	0.0047	0.32	0.0126	0.52	0.0205	0.72	0.0283	0.92	0.0362
0.13	0.0051	0.33	0.0130	0.53	0.0209	0.73	0.0287	0.93	0.0366
0.14	0.0055	0.34	0.0134	0.54	0.0213	0.74	0.0291	0.94	0.0370
0.15	0.0059	0.35	0.0138	0.55	0.0217	0.75	0.0295	0.95	0.0374
0.16	0.0063	0.36	0.0142	0.56	0.0220	0.76	0.0299	0.96	0.0378
0.17	0.0067	0.37	0.0146	0.57	0.0224	0.77	0.0303	0.97	0.0382
0.18	0.0071	0.38	0.0150	0.58	0.0228	0.78	0.0307	0.98	0.0386
0.19	0.0075	0.39	0.0154	0.59	0.0232	0.79	0.0311	0.99	0.0390
0.20	0.0079	0.40	0.0157	0.60	0.0236	0.80	0.0315	1.00	0.0394

表 XIII 英寸化作公分

英寸	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	公分	2.54	5.08	7.62	10.16	12.70	15.24	17.78	20.32	22.86
10	25.40	27.94	30.48	33.02	35.56	38.10	40.64	43.18	45.72	48.26
20	50.80	53.34	55.88	58.42	60.96	63.50	66.04	68.58	71.12	73.66
30	76.20	78.74	81.28	83.82	86.36	88.90	91.44	93.98	96.52	99.06
40	101.60	104.14	106.68	109.22	111.76	114.30	116.84	119.38	121.92	124.46
50	127.00	129.54	132.08	134.62	137.16	139.70	142.24	144.78	147.32	149.86
60	152.40	154.94	157.48	160.02	162.56	165.10	167.64	170.18	172.72	175.26
70	177.80	180.34	182.88	185.42	187.96	190.50	193.04	195.58	198.12	200.66
80	203.20	205.74	208.28	210.82	213.36	215.90	218.44	220.98	223.52	226.06
90	228.60	231.14	233.68	236.22	238.76	241.30	243.84	246.38	248.92	251.46
100	254.00	256.54	259.08	261.62	264.16	266.70	269.24	271.78	274.32	276.86

表 XIV 公分化作英寸

公分	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	英寸	0.394	0.787	1.181	1.575	1.969	2.362	2.756	3.150	3.543
10	3.937	4.331	4.724	5.118	5.512	5.906	6.299	6.693	7.087	7.480
20	7.874	8.268	8.662	9.055	9.449	9.843	10.236	10.630	11.024	11.418
30	11.811	12.205	12.599	12.992	13.386	13.780	14.173	14.567	14.961	15.355
40	15.748	16.142	16.536	16.929	17.323	17.717	18.111	18.504	18.898	19.292
50	19.685	20.079	20.473	20.867	21.260	21.654	22.048	22.441	22.835	23.229
60	23.622	24.016	24.410	24.804	25.197	25.591	25.985	26.378	26.772	27.166
70	27.560	27.953	28.347	28.741	29.134	29.528	29.922	30.316	30.709	31.103
80	31.497	31.890	32.284	32.678	33.071	33.465	33.859	34.253	34.646	35.040
90	35.434	35.827	36.221	36.615	37.009	37.402	37.796	38.190	38.583	38.977
100	39.370	39.764	40.158	40.552	40.945	41.339	41.733	42.126	42.520	42.914

表 XV 英尺化作公尺

英尺	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	公尺	0.305	0.610	0.914	1.219	1.524	1.829	2.134	2.438	2.743
10	3.048	3.353	3.658	3.962	4.267	4.572	4.877	5.182	5.486	5.791
20	6.096	6.401	6.706	7.010	7.315	7.620	7.925	8.229	8.534	8.839
30	9.144	9.449	9.753	10.058	10.363	10.668	10.972	11.277	11.582	11.887
40	12.192	12.496	12.801	13.106	13.411	13.716	14.020	14.325	14.630	14.935
50	15.239	15.544	15.849	16.154	16.459	16.763	17.068	17.373	17.678	17.983
60	18.287	18.592	18.897	19.202	19.507	19.811	20.116	20.421	20.726	21.031
70	21.335	21.640	21.945	22.250	22.555	22.859	23.164	23.469	23.774	24.079
80	24.383	24.688	24.993	25.298	25.602	25.907	26.212	26.517	26.822	27.126
90	27.431	27.736	28.041	28.346	28.651	28.955	29.260	29.565	29.870	30.174
00	30.479	30.784	31.089	31.394	31.698	32.003	32.308	32.613	32.918	33.222

表 XVI 公尺化作英尺

公尺	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	英尺	3.281	6.562	9.842	13.123	16.404	19.685	22.966	26.247	29.527
10	32.508	35.789	39.070	42.351	45.632	48.912	52.193	55.474	58.755	62.036
20	65.617	68.897	72.178	75.459	78.740	82.021	85.302	88.582	91.863	95.144
30	98.425	101.71	104.99	108.27	111.55	114.83	118.11	121.39	124.67	127.95
40	131.23	134.51	137.79	141.08	144.36	147.64	150.92	154.20	157.48	160.76
50	164.04	167.32	170.60	173.88	177.16	180.45	183.73	187.01	190.29	193.57
60	196.85	200.13	203.41	206.69	209.97	213.25	216.53	219.82	223.10	226.38
70	229.66	232.94	236.22	239.50	242.78	246.06	249.34	252.62	255.90	259.19
80	262.47	265.75	269.03	272.31	275.59	278.87	282.15	285.43	288.71	291.99
90	295.27	298.56	301.84	305.12	308.40	311.68	314.96	318.24	321.52	324.80
100	328.08	331.36	334.64	337.93	341.21	344.49	347.77	351.05	354.33	357.61

