

職業學校教科書

# 金工工作法

編著者 王時傑

世界書局印行

## 序

我國地大物博，久已著名世界。求工業上之原料者，恆注意於中國。試一檢查歷年海關別報，可知每年原料出口數目之大。我國向以手工業爲一種傳統政策，在昔閉關，曾經自大。今則世界工業革命，一切物質，均用機械製造，價廉物美，貨暢其流。嗣以生產過剩，銷路爲之不暢，欲謀出路，祇有我產業落後，購買力強之中國可稱尾閘。於是各國拚命向中國進攻；並實行一種傾銷政策，以致我國今日之衣食住行，無不仰給於外人，謂之爲洋貨化，亦不爲甚。

人皆知手工業祇能爲一種副產工具，而大宗生產，非藉機械不可。而機械科學，又非玄妙難捉，或如天之不可階而升，祇要全國人民覺悟，知救中國之基本原則不在他途，一致向機械科學，迎頭趕上，使中國一切生產，均機器化。地盡其利，物盡其用，不至再成爲原料供給國，而變爲工業生產輸出國，其着手方法，當在學校教授，而教授之祕訣，端賴有良好之教科書以作根據。王君時傑，主講湖南省立第三職業學校，近以所譯編之金工工作法寄示，披閱之餘，毋任欽佩。我國書籍，汗牛充棟，類多趨近於文哲各學，而求其爲一代之工業全書者，實不多觀。今觀是書內容雖屬淺近，所謂製造機器原則，無不應有盡有。倘人各手一編，循序漸進，於機械前途，豈曰小補之哉。

東安賓步程序於長沙迴龍山之藝廬

## 譯編例言

1. 本書遵照湖南教育廳頒布之職業學校金工科課程標準編成，每週教授二小時，足供兩學年之用。

2. 本書除緒言外，計分五編，編復分章，均依照金工工作之程序排列。取材簡要，文字淺顯，附圖詳明，俾學者易於瞭解。

3. 本書注重工作實施。故於所需用之工具及工作機械與夫使用之方法，不憚詳述。而於工作之程序，尤特別注意，且設例以資說明，俾學者觸類旁通，得心應手，期收事半功倍之效。

4. 工作理論與工作實施，具有密切關係。本書於理論方面，敘述務求詳盡，俾學者得根據原理以推求工作實施之方法。

5. 本書對於工作時，易生錯誤及危險之處，均特指出。並於各章末，多設問題，以引起學者注意，且資練習。

6. 本書取材，以 Mechanical Engineering 及 Machine Tools 兩書為主，餘則採取中外各書有關於金工工作者譯編而成。譯名除沿用已有中文名詞外，餘均以己意譯出，並於譯名之下，附以原文以資對照。惟率爾操觚，謬誤自多，望工界先進，加以指正為幸。

衡陽王時傑謹識

## 緒 言

自工業革命以後，手工業一變而為機械工業，物質文明，日趨進步；顧品類至為繁賾，且一器而工聚焉，周禮已有明文，況處今分業之世；器欲其精，製造欲其速，剩餘價值欲其厚，則機械之精良，種類之繁多，自不待言。即就普通機械而論，如蒸汽機關 (Steam engine)，內燃機關 (Internal combustion engine)，電氣機械 (Electric machine)，工作機械 (Working machine)，紡紗機械 (Spinning machine)，織布機械 (Weaving machine)，採礦機械 (Mining machine)，水力機械 (Hydraulic machine)，化學機械 (Chemical machine) 等，每類不下數十種。而製造一種機械，動需數處，始克完成：即製圖室 (Drawing room)，木工廠 (Pattern making shop)，鑄工廠 (Casting shop)，鍛工廠 (Forging shop)，鉗工廠 (Finishing department)，機械廠 (Machine shop)，裝配廠 (Erecting shop)，試驗室 (Testing room) 等是也。上述諸廠，統稱之為機械製造廠。

1. 製圖室 製圖室為機械製造廠最重要之部分，凡製造一種機械，必先由機械工程師根據科學原理，詳細計算其必需之尺寸，在製圖室繪成圖樣，名為計劃圖。製圖員將計劃圖摹曬多份，名為工作圖，分發各廠，令工人依照此工作圖製成機械。

2. 木工廠 木工廠為製造翻砂用模型及樣板之工廠。工作圖發至木工廠時，木工即準據圖樣一一製造之。

3. 鑄工廠 鑄工廠為將木工廠製成之模型或樣板，用型砂翻

成鑄型以鑄造機械之工廠。此工廠使用工作圖之機會甚少，然翻造複雜之鑄型，亦須應用工作圖，以定配置心型之位置。

4. 鍛工廠 機械各部分中須用鋼材或鍊鐵造之者，則以工作圖分發於鍛工廠，工人始得準據圖樣尺寸，或用鋼材，或用鍊鐵鍛造之。

5. 鉗工廠 鋼鐵銅等小而容易工作之機械零件，非鑿之銼之刮之磨之者，則以之夾於虎鉗上，用手用工具在此廠製作。

6. 機械工廠 機械工廠者，將鑄造物或鍛造的機械以車之刨之刮之切之鑽之剔之或研磨之，使成大小合度，尺寸精密的機械零件之工廠也。

7. 裝配廠 由上述各廠完成各部分之精製機械零件，盡行集合於此廠，準據圖樣裝配之，則機械完全造成矣。

8. 試驗室 裝配完成之機械，其構造之精粗，運轉之遲速，效力之大小等，均須在此室試驗之，若一一合度，則運諸市場；若有一部分不良，即須改造，務令成爲精良之機械。

此外用鉚釘機(Rivetting machine)，製造鍋爐(Steam boiler)，煙囪(Chimney)，水槽(Tank)等鋼製品之工廠，謂之鉚工廠 Rivet-ting shop)，亦專門機械製造廠所必須設立之工廠也。

機械製造廠，有視各地之需要何種機械而設立專門工廠以製造之者，如上述各廠爲機械製造廠所必須完全設備，然設備費甚鉅，欲創設完善機械製造廠，誠非易事；故有於各廠中擇取一廠或二三廠設立之者，如我國天津上海及長江沿岸各處，有專設木工廠及鑄工廠或鍛工廠者，是其例也。但製圖，木工，鑄工，鍛工，鉗工，機

械工，爲機械製造廠之基本工作工廠，欲製造一完全機械，少一不可。本書除製圖法不具論外，至於各基本工廠工作之方法，則擇其重要者申述焉。

# 目次

## 緒言

第一編 木工 .....	1
第一章 工具 .....	1
第二章 木材 .....	15
第三章 模型組織法 .....	18
第四章 模型製作法 .....	21
第二編 鑄工 .....	31
第一章 熔鐵之爐篋及其重要工具 .....	31
第二章 各種元素及溫度對於鑄物之影響 .....	39
第三章 型砂 .....	45
第四章 鑄型製作法 .....	48
第三編 鍛工 .....	60
第一章 工具 .....	60
第二章 鍛造法 .....	66
第三章 接合法 .....	71
第四章 淬鋼法 .....	76
第四編 鉗工 .....	81
第一章 工具 .....	81
第二章 虎鉗錘及鑿 .....	104
第三章 銼 .....	110

---

第四章	平板刮刀及擴孔器 .....	114
第五章	絞絲工具 .....	119
第五編	機械工作 .....	124
第一章	工作機械之分類 .....	124
第二章	車床 .....	127
第三章	鑽床 .....	181
第四章	刨床 .....	195
第五章	滑動刨床 .....	201
第六章	插床 .....	206
第七章	洗床 .....	210
附錄一	曬圖法 .....	226
附錄二	關於金工工作各種重要圖表 .....	230



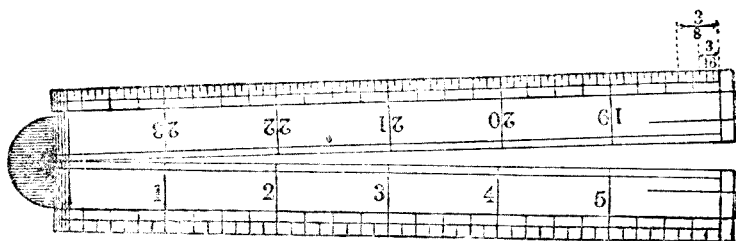
# 第一編 木工

木工以製作各種模型及樣板為主。凡須使用模型或樣板以製作鑄型者，須先由木工廠精密製作之，以之製作鑄型而鑄成精良之機械。

## 第一章 工具

1. 尺度(Rule) 尺度用以量工作物之長短及厚薄者也。機械學上所用之尺為呎及呎二種，而呎使用最多。普通使用之尺，如第一圖所示，於尺之一面刻呎，其他一面則刻呎。工作圖上之記入法，如其為呎或吋時，則附以 $\prime$ 或 $\prime\prime$ 之記號；為呎時，則附以 $m$ 之文字，為呎時，附以 $mm$ 之文字。例如4呎，記為 $4'$ ， $\frac{3}{4}$ 吋記為 $\frac{3}{4}''$ ；5呎記為 $5m$ ，50呎記為 $50mm$ 等是也。

茲將呎及呎長度，比較之如下：



第一圖

$$1 \text{ 呎} = 30.48 \text{ 呎} = 304.8 \text{ 呎}$$

$$1 \text{ 呎} = 0.03937 \text{ 吋}$$

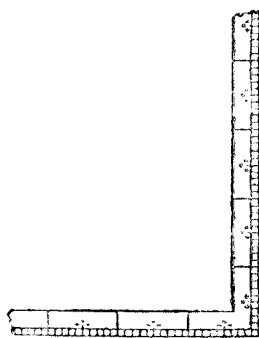
$$1 \text{ 吋} = 2.54 \text{ 呎} = 25.4 \text{ 呎}$$

$$1 \text{ 呎} = 0.3937 \text{ 吋}$$

1 呎 = 39.37 吋

2. 角尺 (Square) 角尺有木製，鋼製，及鋼木合製三種。第一種不甚十分準確，第二種價值甚昂，故普通使用，以第三種為最適宜。

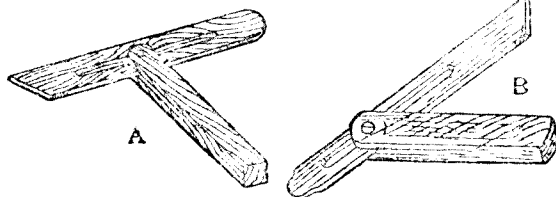
普通使用之角尺，是用闊 1 吋厚  $\frac{1}{8}$  吋半條接合成直角之尺。其長臂外側以短臂外側為零位，短臂外側以長臂外側為零位。而刻度，如第二圖所示。其應用之處，亦可分為三種：(1) 用在工作物上畫平行線；(2) 測驗工作物之一面與鄰面是否成直角；(3) 測驗工作物之面是否平直及其闊狹厚薄是否均勻。



第二圖

3. 斜尺 (Sliding bevel) 斜尺亦名自由規，有木製及鋼製二種。木製斜尺如第三圖 A 所示，鋼製斜尺如第三圖 B 所示。兩種斜尺之效用雖同，但木製

不及鋼製之精良。斜尺之構造，是將長臂中部夾於短臂兩股間，再用



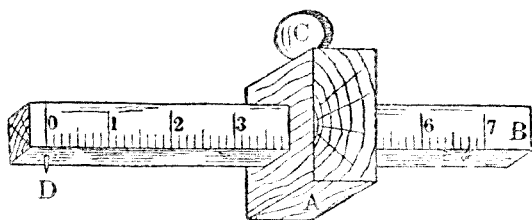
第三圖

螺釘旋緊，故斜尺一邊可以隨便移動，任畫何種角度於工作物上。在嵌榫等工作中，應用最多。

4. 劃線規 (Marking gauge) 欲隔平直木緣若干距離刻劃直線時，須使用劃線規，其構造可分四部，如第四圖所示。A 爲頭部，B 爲幹部，C 爲螺釘，D 爲劃線針。劃線針須常用錘（錘本當作錯）錘尖，尖端離幹部須凸出  $\frac{1}{8}$  或  $\frac{3}{16}$  吋。

劃線針之幹部，雖刻有呎吋者，然不十分精密，故欲刻劃最精密距離之直線，須

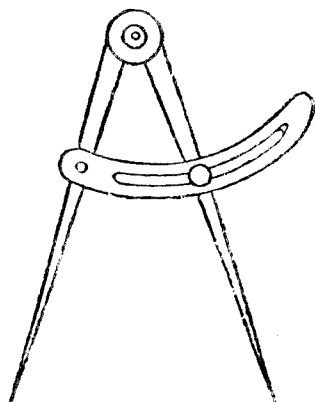
用呎量準頭部至劃線針尖端中間之距離。例如欲劃 2 吋距離之直線，先將螺釘旋鬆，使頭部能在幹部上左右滑



第 四 圖  
A 頭部 B 幹部 C 螺釘部 D 劃線針

動，用呎量準頭部至針尖端之距離爲 2 吋，再旋緊螺釘，固定頭部於幹部上，最後乃將劃線規，沿木緣面劃線。

5. 兩腳規 (Wing compass) 兩腳規又名圓規，如第五圖所示。兩腳可以任意使其開闔，一脚之中部，具有牽條，以螺釘連於他一脚上，若將螺釘旋緊，可以固定其開闔之度。其功用可分兩種：(1) 用以刻劃圓弧，(2) 用以等分距離。



第 五 圖

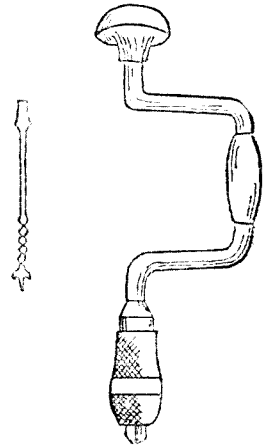
6. 鑽 (Boring tools) 鑽爲穿孔

之用，如第六圖所示。其構造分為兩部：一為鑽柄，一為鑽頭，鑽柄下端裝有螺旋，可以旋鬆旋緊，以便鑽頭裝入及取出，其中有啣鐵兩塊，以為夾緊鑽頭之用。

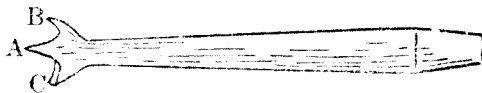
普通應用之鑽頭有如下述之三種：

(a) **中心鑽頭** 如第七圖所示，由三個主要部分組合而成。A 為鑽尖，甚尖且長，以便先鑽入工作物中而定所鑽之位置；B 為縱刀，用以刮削圓孔周圍；C 為橫刀，用以剝削孔底。此種鑽頭，無論木材之剛柔，均可適用。

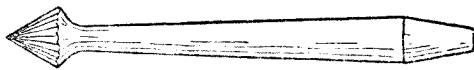
(b) **菊花鑽頭** 如第八圖所示，尖端



第 六 圖



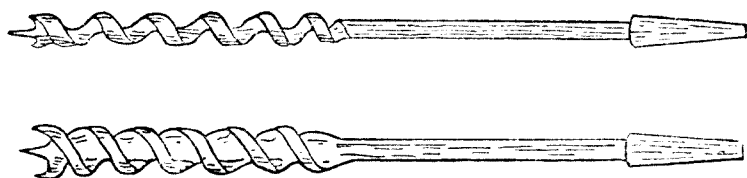
第 七 圖



第 八 圖

膨大成圓錐形，周圍具有多數三角形溝，成為多數鋒刃。其功用為完成螺釘頭部之孔，使螺釘頭嵌入木面下或與木面等平。

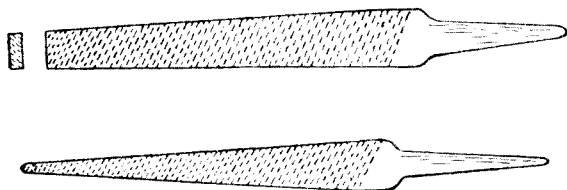
(c) **螺旋鑽頭** 如第九圖所示，鑽頭下部具有螺旋，能隨鑽頭旋轉而引入木材中，用力省而鑽入易，故今多使用之。



第九圖

凡鑽孔將穿，鑽尖稍露，必須覆置工作物而反鑽之，方能穿成完美之孔。

7. 木銼 (Wooden files) 木銼 (銼本當作錯) 如第一〇圖所示，分爲粗細兩種。如所銼削之部分甚厚，則用粗銼銼削之，將達完成工作時，則用細銼以銼成平滑之面。又因銼之橫斷面形狀不同，分爲平銼，三角銼，半圓銼，及圓銼，四種。其主要用途，爲光削工作物

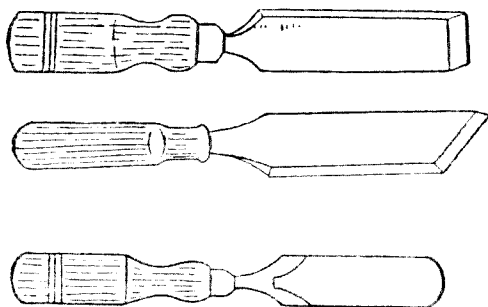


第一〇圖

彎曲之部分爲各種木鉋所不能削削者。銼之各齒不相連續，齒甚尖而間隔甚遠，若用以銼鋼鐵，容易損壞，使用者宜善爲保護。

8. 鑿 (Chisels) 普通使用之鑿，分平鑿，斜鑿，圓鑿三種，如第一一圖所示。平鑿應用最廣，斜鑿次之，圓鑿又次之。凡鑿削方孔及抽平槽，均須使用平鑿。斜鑿則爲剗削工作物爲平鉋所不能削削之部分；或工作物上須刻成凸凹之處，亦須使用之。圓鑿僅用於鑿削

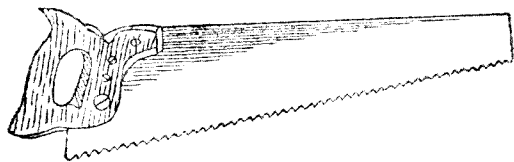
圓孔或須刻成弧形之部分。至於開鑿小圓孔時，則有用鑽穿或以代



第 一 一 圖

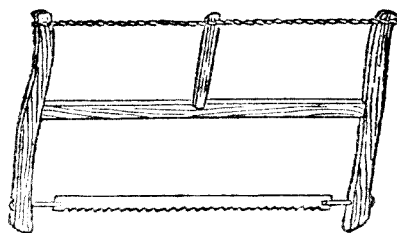
替之者。

9. 鋸 (Saws) 鋸分粗細二種，凡鋸條薄而每吋中齒數甚多者為細鋸，反是者為粗鋸。鋸於將用之先，須用鋸鉗，將鋸齒交替向兩側扭開，以免鋸開木材時木材閉阻鋸路之困難，惟細鋸扭開之度，須較粗鋸為小。普通應用之鋸，如第一二圖所示；餘如曲線鋸，側鋸及圓引鋸，均為補助普通應用之鋸之用，茲分述之如次：



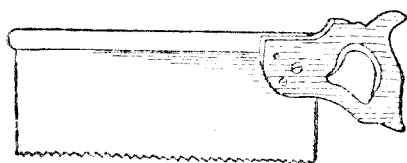
第 一 二 圖

(a) 曲線鋸 此鋸如第一三圖所示，鋸條甚狹，其功用為鋸去工作物外部彎曲部分之用。因鋸條非常狹小，故鋸削時，能任意改變鋸削方向。又鋸齒亦須適中，因沿木理之縱橫均須鋸削也。



第一一三圖

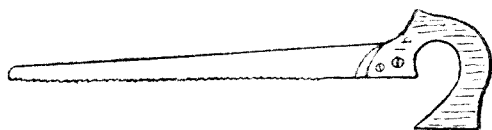
(b) 側鋸 此鋸如第一一四圖所示，為開鑿長溝之兩側及鋸開木



第一一四圖

板中央部分之用。鋸背上嵌有鋼片一條，以加增鋸條之強度；鋸片甚薄，鋸齒甚細，故鋸開之工作物甚為精良。

(c) 圖引鋸 此鋸如第一一五圖所示，即曲線鋸之變相，但此種鋸條，最適合於鋸切工作物內部彎曲部分之用。例如欲於工作物中剝一大圓孔，即須先於該處，鑽一小孔，乃將圖引鋸插入，而鋸去其



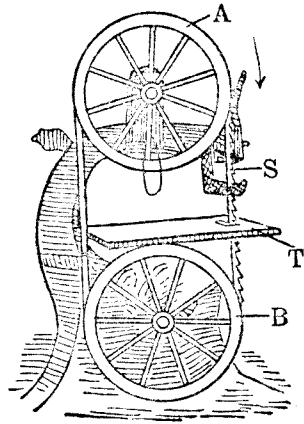
第一一五圖

中空部分。

以上所述之鋸，均用人力工作，若帶鋸機及圓鋸機，則利用原

動力工作，茲略述之如下：

(a)帶鋸機(Band sawing machine) 帶鋸機為鋸開小片木材之機械，用鋼製造之帶鋸，套於 AB 二輪之周圍，如第一六圖所示。A B 二輪，周圍須貼以革或橡皮，以為保護鋸條之用；S 為帶鋸，T 為臺，置木材於其上，以便鋸切；B 輪軸之一端，備有皮帶輪，由皮帶傳遞動力，使其迴轉，故 B 輪隨之迴轉，而鋸條遂如矢示的方向運動，A 輪右旁有螺絲桿，可以使 A 輪或上或下。

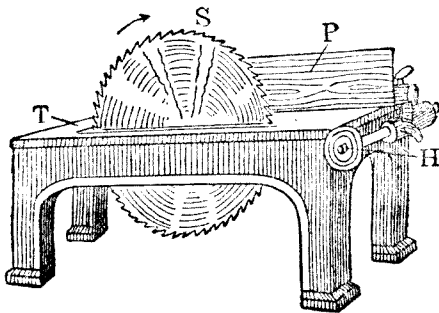


第一六圖

轉運動。若將木材置於臺上，沿誘導板而推進於圓鋸之前，則漸次鋸開矣。

(b)圓鋸機 此機為木工廠必要之工具，如第一七圖所示。S 為此機之圓鋸，P 為誘導板，H 為把手，T 為臺。S 為圓鋸，固定於中心軸上，此軸之一端，具有皮帶輪，由皮帶以傳遞迴

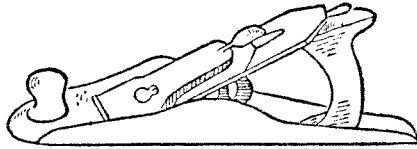
10. 鉋(Planes) 鉋為光削工作物表面之用。因其鉋削之程序，分為粗鉋細鉋兩種；初創用粗鉋，刨光澤則用細鉋；又因其效用，復分為平鉋，槽鉋，彎鉋各種，茲分述之如下：



第一七圖



(a) **平鉋** 如第一八圖所示，為刨削工作物令成平面之用。凡鉋於未使用前，須將鉋鐵試準，令鉋鐵口凸出合度；刨削時，須將鉋身放平，用力尤宜均勻，則所刨之面方能平直；又木理順逆亦須注意，蓋順木理刨削則光滑，逆木理刨削則有楔入不平之弊；又如刨橫斷面為長方形或正方形之木條，先須將木條任一面刨削至充分平直，定為標準面，於此標準面之兩側，亦應取一面刨平，並令與標



第一八圖

準面成直角，定為第二標準面。此兩標準面是否成直角，可用角尺測之，乃按照所需之寬狹厚薄尺寸，用劃線規沿各標準面刻劃界線，最後用平鉋刨削至界線為止，即得尺度最精確之木條。

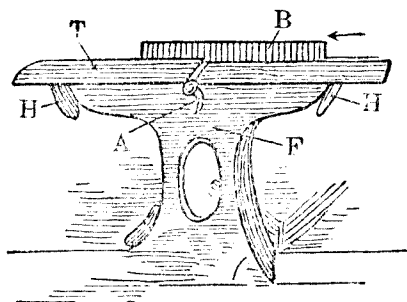
(b) **槽鉋** 此鉋於工作物上起槽時使用之。於使用之先，須用鉛筆或劃線刀，劃兩平行線，以定槽之廣狹，繼用劃線刀切入槽之兩側，最後乃用大小適度之槽鉋，於兩線間刨削至需要之深度為止，槽即刨成。

(c) **圓鉋** 為刨削工作物使成弧形之用。分內圓鉋及外圓鉋兩種，內圓鉋用為刨削工作物凹入之部分，外圓鉋用為刨削工作物凸出之部分。

(d) **彎鉋** 為刨削工作物彎曲部分為直鉋所不能刨削者，然使用彎鉋之部分，亦可用斜鑿刨削之，但其工作較為緩慢。

刨削木材，亦可利用原動力刨削之，如下述之木鉋床是也。

木鉋床為刨平板類之用，其工作率甚大，故木工廠多使用之。此機如第一九圖所示，F 為機架，T 為臺，B 為誘導板，H 為把手；迴轉軸 A 之上，裝有二個之細長刃物，微露於臺之上部，A 之後部，



第 一 九 圖

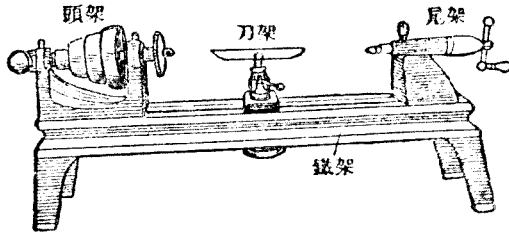
有傳達動力之皮帶輪，由皮帶之傳達動力以為轉運，使 A 共同迴轉。

若將木材如矢示之方向，沿臺上面推送，則刃物 A 可將其下面刨平，普通 A 軸每分鐘有 1000 次以上之迴轉，故所削之面極為平滑，H 把手可以使 T 臺上下而加減刃物露出於臺上之度。

**11. 木車床 (Wood lathe)** 木車床之功用，為工作物在軸上以適當速度而迴轉，以切成所需之形狀。木工廠所必需之車床有三種：其一床身甚長，且兼具頭架及尾架；其二僅具有廣大之床面，以供車削輪緣之用；其三床面甚小，僅足為車削輕小工作物之用。

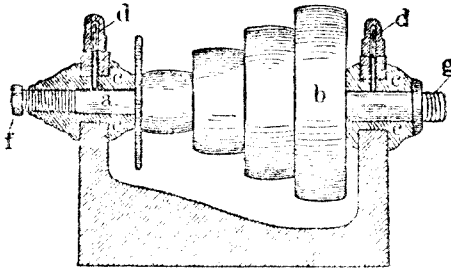
第二〇圖所示之木車床，屬於上述第一種，其重要之部分為鉋架 (Shears)，頭架 (Head stock)，尾架 (Tail stock)，及刀架 (Rest)

等。頭架固定於鐵架之一端，尾架與刀架，則可沿鐵架而移動，隨時以螺釘固定於適宜之處。



第 二 〇 圖

鐵架用以支持頭架及尾架，其形狀無論尾架夾在何處，二軸必在同一直線上。如第二一圖所示之頭架剖面圖，含一活軸 a，此活軸即用以旋轉工作物者也。套着於活軸之上者為階級輪 b，轉輪

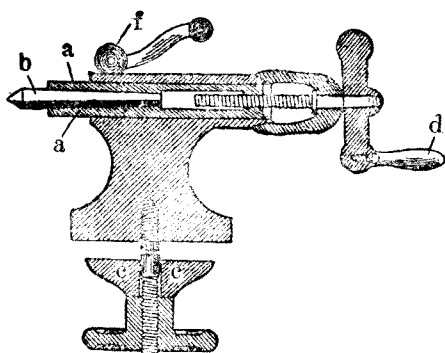


第 二 一 圖

皮帶即過於其上，用以旋轉活軸。又有一或特制之機件，接於軸之一端，工作物則接於 $x$ ，故工作物與軸同轉。軸旋轉於軸座 e 內，d 為油孔，以輸油於摩擦面。軸端之 g 為螺旋，用以接合花盤 (Face plate) 等之機構。軸端之動力，常為 f 之螺旋所阻。凡於車床開始工作之先，每孔須滴油數滴，可動之小帽，用以防塵灰進入油孔。心

軸之製法，常令中空，使鐵棍可由其後端推出×心。

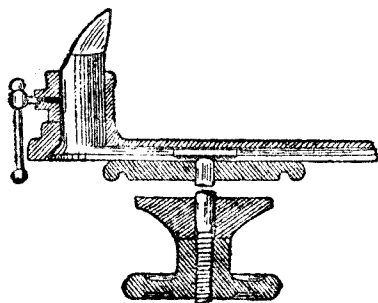
尾架如第二二圖所示，用以支持尾軸 a，尾軸內含死心 b，死心者，因其不動，故名。活心與死心之間，則支持工作物焉。尾架可以螺釘夾於鐵架之任何處，其軸可用螺旋及把手 d 由尾架推出或引



第 二 二 圖

入。而夾緊螺旋 f，則用以停止其運動。死心如欲更換，則旋動把手 d，令螺旋前端與死心相觸，即可取出。

刀架如第二三圖所示，用以支持切器，且為其指導之助，裝



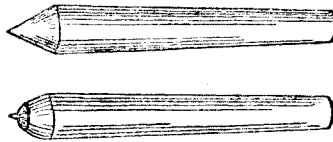
第 二 三 圖

法如尾架，亦隨鐵架而安置之。刀架與工作物之距離，以夾木螺釘夾於鐵架而定之，至其高度及與工作物所成之角度裝置之責任，則在於固定螺釘(Set-screw)。

×心如第二四圖所示，置於活心軸中用以旋轉工作物。工作物之一端，以槌擊入×心，他端則以圓錐形死心，如第二五圖所示，依反對之方向挺住之。

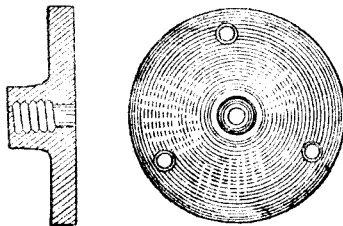


第二四圖



第二五圖

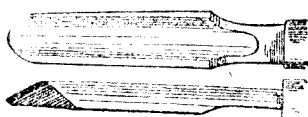
花盤如第二六圖所示，凡工作物不能支持於二心之間者則用之，以螺釘固定於活心軸之一端，常用以車削平圓板飛輪等及他工作物僅欲車其一端者。工作物非直接附於花盤，乃嵌入軌盤



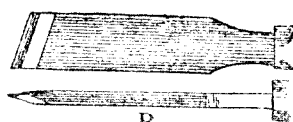
第二六圖

(Chuck) 內，而此軋盤則以螺釘固定於花盤上。花盤之直徑有種種，以合於工作物之大小，花盤複雜而具有高邊及螺旋等之附屬物者，則花盤亦稱為軋盤。

車床所用之圓鑿，如第二七圖 A 所示，在車工上有最大用途，無論何種工作物，必先以此鑿整理，以求近似於欲成之形狀，然後乃施以完成工作。斜鑿如圖 B 所示，用以修直外面，如車削圓柱體，圓錐形及凸曲等工作物常用之。圓嘴鑿如圖 C 所示，其用途在車削凹所用圓鑿而危險之處。分離器如圖 D 所示，用以切離完成工作物。此外如修飾工作物之外面，或製平底之狹小凹槽及界線等，常以此器為切入之用。



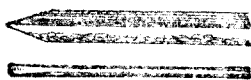
A



B



C



D

第 二 七 圖

車床工作時，先須加油一次，以減少旋轉部分之摩擦力。其利益有二：(1)使車床旋轉靈便，(2)減少軸座折損，若軸座發生強熱，應將車床工作立即停止，查明發生強熱之原因。

停止車軸迴轉，先須將皮帶移開，使車軸迴轉自行停止，切勿用手拉住皮帶或階級輪，致遭危險，初學者須注意。

〔附註〕 木工廠使用中國式工具甚夥，為學者所習知，故不贅述。

### 問 題

1. 工作圖上表示工作物之尺度，其記入法若何？
2. 試述角尺，斜尺及劃線規之用途。
3. 木鋸分為幾種？試分別述之。
4. 用木鉋時，須將鉋身放平，用力亦須均勻，何故？
5. 普通使用之鑽頭有幾種？以使用何種鑽頭效用為最大？
6. 木銼何以不能用以銼鋼鐵？試言其故。
7. 木工廠所必需之車床有幾種？工作時何以必須加油？
8. 木車床之重要部分有幾種？各部之功用若何？試略述之。

## 第二章 木材

1. 製作模型之木材 製作模型之木材，須收縮度小，歪曲甚微，且經久耐用，而易工作者。故須具有下列之性質：

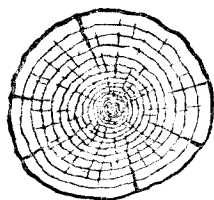
- (a) 纖維強韌者；
- (b) 紋理平直緊密者；
- (c) 不為燥濕所傷且無蟲患者。

桃花心木(Mahogany)收縮度甚小,歪曲甚微,經久耐用,且易於工作,製作模型之良材也;但價值甚昂,故大模型鮮用之。松木(Pine)次於桃花心木,若白松及黃松,木質疏鬆,不適於精良模型之製作,惟大而且粗之模型製作時,常廣用之。

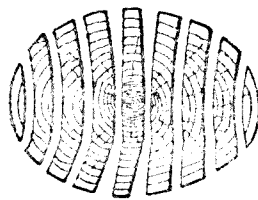
榆木,胡桃,槐樹,白楊,楓樹,山榆,赤楊,橡樹,櫻樹等木材,較桃花心木稍遜,然紋理緊密強韌,工作性亦良,常為製作模型之材料。

我國所產之樟木,纖維強韌,而質地鬆柔,不易開裂或片碎,且性耐久,不為潮濕所傷,故常用以製作模型,但收縮甚多,且歪曲亦大,是其短耳。若製作大模型,多用松杉等木鑲成之。

**2. 木材乾後之變形** 製作模型之木材,均為雙子葉植物。然雙子葉植物之長大,均由內而外;逐年增大,故中心為老材,外圍為新材,老材堅實,收縮甚小,故木材乾後,因內外收縮度不同之故,致沿紋理生出裂縫,如第二八圖所示,以之鋸成木板,則正中之板,邊緣收縮甚大,中央厚而邊緣薄,距中心甚遠之板,各部收縮度雖略等,厚薄差易甚微,然邊緣向外圍歪曲之度則甚大,如第二九圖所示。而收縮之形狀及歪曲之傾向,則如第三一圖 A 所示。又



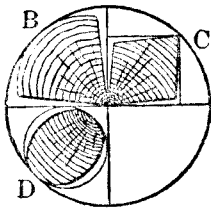
第 二 八 圖



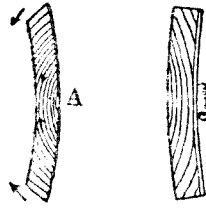
第 二 九 圖



若將圓柱鋸作四份，則每份必依照上述情況收縮，如第三〇圖所示，正方形必收縮為長斜形，如圖C；圓形則收縮為橢圓形，如圖D；



第三〇圖



第三一圖

界於C D間之一份，則收縮如圖B所示。即用完全乾燥之木材所鋸成之平板，如與濕氣相接觸，當乾燥時，邊緣必再收縮而生歪曲如第三一圖所示。故製作模型，於着手之初，須將模型之全形繪於木材上，削成需要之形狀，稍緩時日，待其性定，然後修整而琢磨之，乃以之製作鑄型，則所鑄之物方無歪曲不合度之弊。

3. 木材乾燥法 木材中含有水分及黏汁等，易生蟲患，甚至腐敗，不堪應用，欲防此弊，須行乾燥法。此法約有二種：即自然乾燥法及人工乾燥法是也。

(a) 自然乾燥法 自然乾燥法，普通多使用之。即以砍下之木材，先剝削其皮，而後取其適當之形狀，置之於日光風雨所不及之處；又堆積時，須有間隔，使空氣易於流通，久後水分與黏質自然除去，而得良質之木材。但乾燥之時日，因木材之種類及其大小而異，若堅材，橫斷面為四方吋至八方吋以上需時六月；二方呎以上，需時二十六月，而軟材則僅有半數已足。

(b) 人工乾燥法 用人工乾燥木材，較為迅速，普通採用者，有

如下述之三法。

(1) **蒸材法** 將欲乾燥之木材，堆積於密閉室內，其中須留有適當之間隔，乃通以預熱之空氣，使之循環，再於室內各處，裝以鐵管，導入高熱蒸汽，放射其熱，隨空氣流動，使木質中之水分及黏質，自然流出，而木材遂易乾燥。但室內溫度以華氏表100度至180度為限，過高則木材有破裂之虞。

(2) **浸材法** 將欲乾燥之木材，浸入淡水中，經相當之時間後取出之，置於空氣流通處，使其自然乾燥，雖乾燥時日稍短，然於其強度亦微有減損也。

(3) **煮材法** 將欲乾燥之木材，置於沸水中煮之，約二三時後，乃取出而行自然乾燥法，此法之裝置頗為煩雜，且其強度亦略為減損，故探行之者甚少。

### 問 題

1. 製作模型之木材須具有何種性質？
2. 製作大模型時，何以不採用桃花心木而常用黃松及白松，何故？
3. 我國製作模型常使用樟木，何故？
4. 木板乾後，必生歪曲，試言其故。
5. 將平直之木板，置於濕地，試取而乾燥之，有無變形之發生？
6. 木材乾燥法，約有幾種？試比較其優劣。

## 第三章 模型組織法

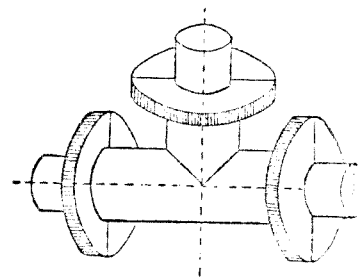
1. **模型組織法** (Formation of pattern) 製作模型，須與製作鑄型時以最大之便利，換言之，即模型之組織，其於鑄型之製作

須減少其困難至最低限度。

製作鑄型之最難問題，則為模型之取出。簡單之鑄物，模型之取出甚易，然形狀較複雜之鑄物，則模型之取出甚難，故製作模型時，須深思如何能使此模型易於取出，則於下述三種方法之中，須擇其一焉。

2. 分型法 將模型分為二部，或二以上之部分。

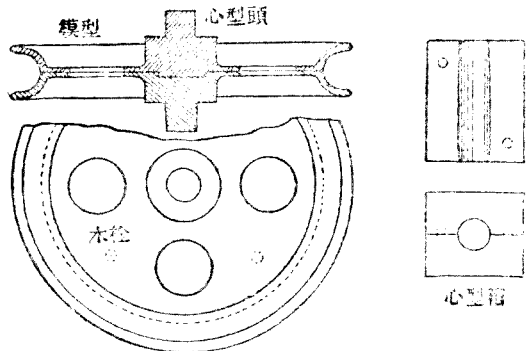
中部稍大之模型，須將模型分為上下二部，復以木栓接合之，製作鑄型時，將下部置於下型箱，上部置於上型箱，而填以型砂，乃將上型箱移開而覆置之，由上型箱取出上部模型，下型箱取出下部模型，則此模型即完全取出矣。如第三二圖所示之枝管接頭，及第三三圖所示之鍊輪模型，均須分為二部。



第三二圖

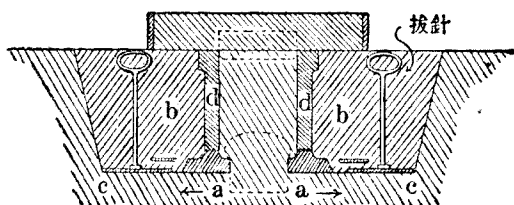
3. 退型法 將作成之型砂，一部分移去後，乃由此移去型砂之空間，退出模型之一部。

茲用製作車床鑄型說明之，如第三四圖所示，為置



第三三圖

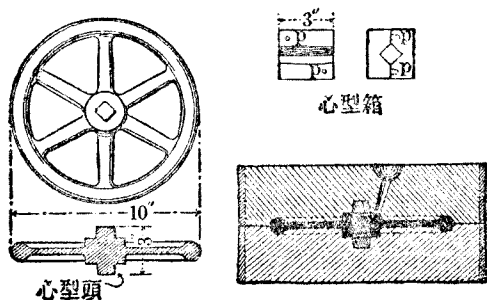
於鑄型內之模型剖面圖，床面  $a a$  與床身  $d d$  雖為一體之鑄造，然模型各部須互為脫離，此模型之上部  $d d$ ，容易取出，但下部  $a a$  之



第 三 四 圖

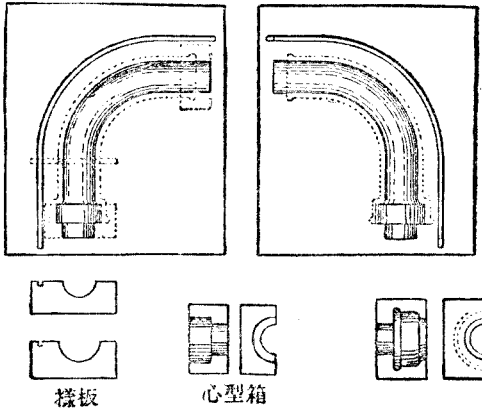
取出，則為一困難問題，欲解決此問題，須於  $c c$  板上固着一拔針，再於周圍作界面，如圖；乃建築型砂  $b b$  於其中，於是提起拔針，將型砂  $b b$  及板  $c c$  移去，因此模型上部已取去，則下部  $a a$  即可依照矢示之方向取出之。

4. 心型法 鑄物中空之部分，須製作心型，以之置於鑄型適當之位置。因此種鑄物之模型為實體，不必刻空，即刻空終屬無用：(1) 因模型難以取出；(2) 因心型終必崩壞。故若製作此種模型時，須按其中空之形狀，而製作心型箱 (Core box) 或心型樣板 (Tem-



第 三 五 圖

plate), 如第三五圖所示之手輪及第三六圖所示之彎管模型均是其



第 三 六 圖

例。

故鑄物形狀極為複雜，模型不能用簡單之法取出時，若採用分型法，退型法，或心型法，無論何種模型，均可取出，鑄形均可作成，製作模型者，須特別留意。

### 問 題

1. 製作模型最重要之條件為何？
2. 分型法若何？ 試舉例說明之。
3. 何謂退型法？ 試就第三四圖說明之。
4. 鑄物中空之部分，其模型常不剝空，何故？

## 第四章 模型製作法

1. 模型製作法 (Pattern building) 模型着手之際，如已繪有

工作圖，先須將工作圖審視明白，繪全型於腦中，然後施工；如無工作圖時，須將全型之形狀及尺寸，以白墨詳細繪於黑板上；如須用心型者，其心型形狀若何，亦宜附記之。

製作模型所用之尺度，須較普通尺度加長若干，其加長之程度，須視金屬之收縮率而定，然金屬之收縮率，因其種類及其形狀而異，茲示其平均值如下：

鑄鐵 (Cast iron)	$\frac{1''}{8}$ (每呎) = .125''
鋼 (Steel)	$\frac{3''}{16}$ (每呎) = .187''
鍛鑄鐵 (Malleable cast iron)	$\frac{3''}{16}$ (每呎) = .187''
銅 (Brass)	$\frac{3''}{16}$ (每呎) = .187''
鉛 (Lead)	$\frac{5''}{16}$ (每呎) = .313''
鋁 (Aluminium)	$\frac{17''}{64}$ (每呎) = .266''

因形狀而異者，茲舉鐵鑄物為例如下：

小圓筒 (Small cylinder)	$\frac{1''}{16}$ 每呎
管子 (Pipe)	$\frac{1''}{8}$ 每呎
橫樑 (Girder beam)	$\frac{1''}{16}$ 每呎
大圓筒 (Large cylinder)	$\frac{3''}{8}$ 每呎

總之，厚者收縮大，薄者收縮小，故橫斷面在 6 吋以內之鑄物，

其模型之尺寸，不必加大，因於型砂內提出模型之時，須將模型四周搖動，此時鑄型已加大至所須加之尺寸而有餘，若鑄形稍大，而又欲得精密之鑄物，則須一一應其收縮率而加大模型之尺寸；然如是，則煩難殊甚，普通多作鑄造尺，作尺之方法如下：

鑄造尺之絕對長 = 1 + 收縮量

但鑄造尺亦須對各種金屬一一準備方可，例如鑄鐵鑄造尺之絕對長為每呎  $1' + \frac{1''}{8}$ ，鋼鑄物鑄造尺之絕對長為每呎  $1' + \frac{3''}{16}$  是也。

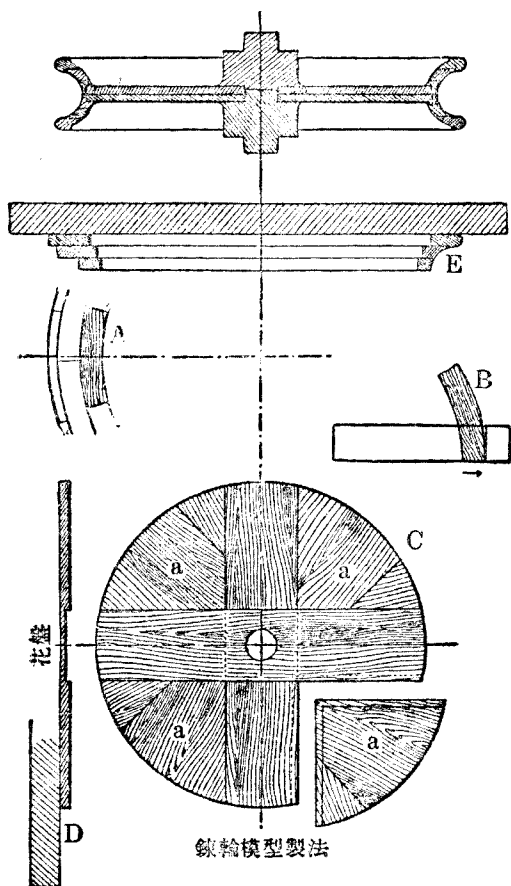
此外尚有精作餘裕 (Amount of finish)，備車洗之切削及預料其為不良之處須切去者，亦須加入模型之尺寸中。但精作餘裕之量，視鑄物之材料而異。如鑄鐵之粗形鑄物，其量以  $\frac{1''}{8}$  乃至  $\frac{1''}{4}$  為適宜；若鋼鑄物鑄造之際，其形易歪曲，其量多至  $\frac{1''}{4}$  至  $\frac{3''}{8}$ ；小鑄型之貴金屬鑄物，因其材料極昂，故須注意於鑄型之製作，使其少生歪曲，節省無益之切削，其精作餘裕，取  $\frac{1''}{16}$  至  $\frac{1''}{8}$ ；至於用機械製作之鑄型 (Machine mould casting)，其鑄物形狀較為正確，故其精作餘裕之量，可減至  $\frac{1''}{16}$ 。

普通精作餘裕之處，以赤色示於工作圖上，使模型製作者見之，一目瞭然。

製作模型，斷非率爾為之可以適用，因為模型作成之後，常生歪曲，故多數模型，常用薄板膠合而成，使其互相牽引，以減少其歪

曲，茲舉數例說明模型之製作法如下：

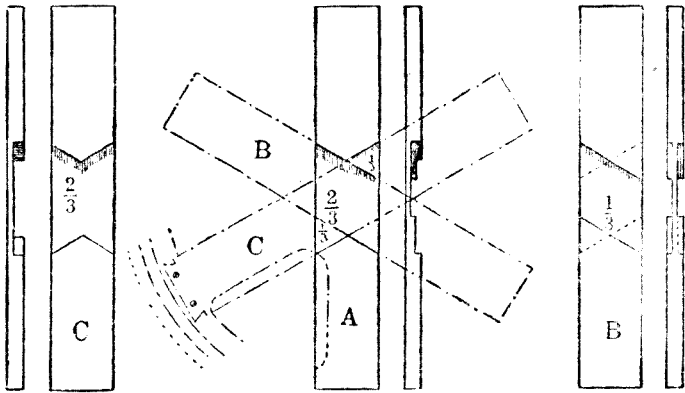
2. 鍊輪模型製作法 鍊輪模型之組織，如第三七圖所示。先用曲線鋸將木板鋸成如圖示於 A 之狀，並平鋪而連綴之，使成環形，組成第一層之邊緣，乃以膠附着於花盤上，但膠附之時，須用紙



第 三 七 圖



貼之，以便作成後，易於取下，迨其乾後，將此層車平，復用前法膠附第二第三層，車成如圖 B 所示之狀，終乃轉附於花盤上面車削其背向，此輪輞(Rim)之半面以成。次作成其腹，如圖 C 所示。將互相正交二板之中央相重合之處，各列去一半，令其互相啣合，並於各板之兩側抽一槽，以爲啣合 a a 各板之用，再於中央穿一合度之



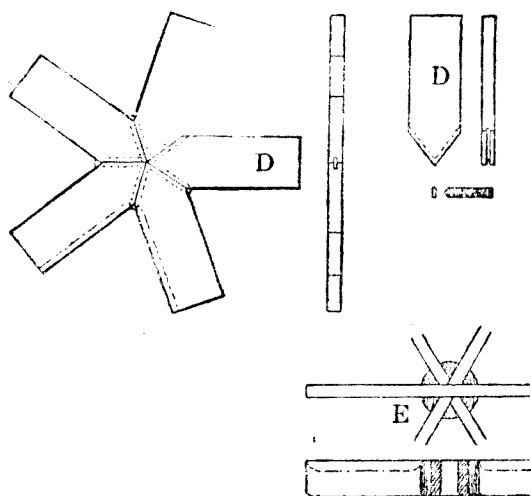
第三八圖

孔，以安插輪轂(Boss)，於是車削其周圍，如圖 D 所示。復於輪輞內方抽槽一條，以與輪腹相接合，此模型之半面於以作成，用同法作成其他半面，並以木栓接合之，即成。

輪轂之中空圓孔，須作心型，故此模型須作心型箱，如圖三三所示，又輪轂之兩端均須作心型頭，爲安插心型之用。

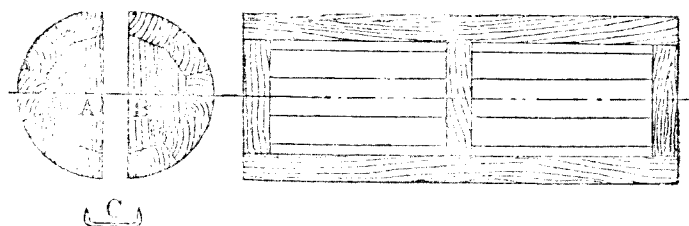
若鍊輪之輪幅爲六臂時，須如第三八圖所示之狀製作之，若爲五臂，則須如第三九圖所示作成之。

**3. 圓管模型製作法** 小圓管之模型可用木一根於車床上車成



第 三 九 圖

之，若大而直者，則如第四〇圖所示之法作成之。用多角形之平板置於兩端及其中部，其上膠附木板為其外緣，A B 二面以鐵鉤 C 對

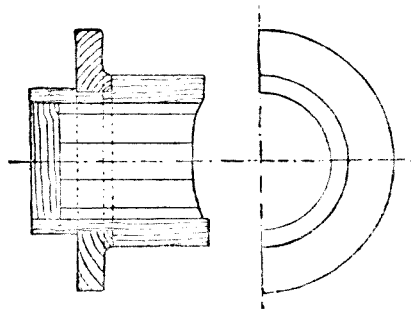


第 四 〇 圖

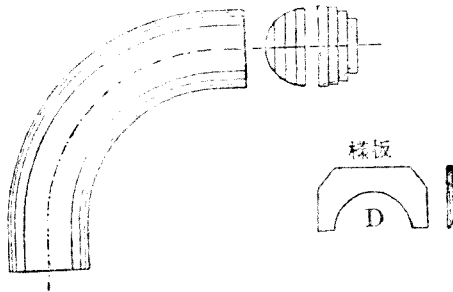
於其中央而接合之，鐵鉤 C 之中央穿有小孔，以之架於車床兩心間而車削之。

若管端有凸緣者，其所箍之處須車之如第四一圖所示之狀。彎曲之管不能用車床車成者，則如第四二圖所示之狀製作之。

法將數塊之曲形木板膠合之，使成一粗形，然後用刀鑿等施以手工，不時以樣板 (Template) 測之即得。若小彎管之模型，則如第四三圖之狀作成之。先由車床車一半邊圓環，截作四分，依其曲屈方向，互相接合之亦得。至於心型，須製作心型箱或樣板製成之。

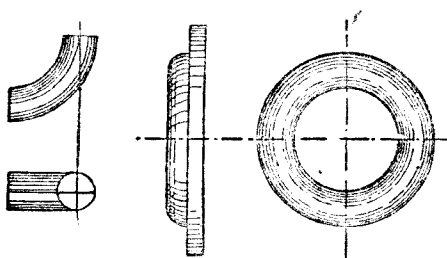


第四一圖



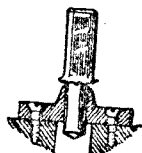
第四二圖

4. 心型箱及心型頭之製作法 最簡單之心型箱如第三三圖及第三五圖所示，此種心型箱均以兩個半箱組成，中用木栓接合之。木栓係將木棒打入鋼型中製作之，如第四四圖所示，乃將完成之木栓插入心型箱中，如第四五圖所示。但木栓之射出部分，至長



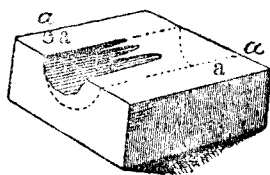
第 四 三 圖

不可過  $\frac{1''}{4}$  或  $\frac{5''}{16}$ ；過此限度，則兩半箱即相固着，難以分離，又模型兩半部接合時，亦須使用木栓，如第三三圖所示。然亦有用銅接合釘代之者，如第四六圖所示。

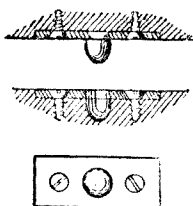


第 四 四 圖

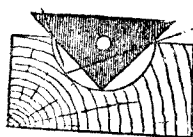
心型箱若為半圓形，可用三角板測之，如第四七圖所示。因半圓內所含之角度，均為直角故也。



第 四 五 圖

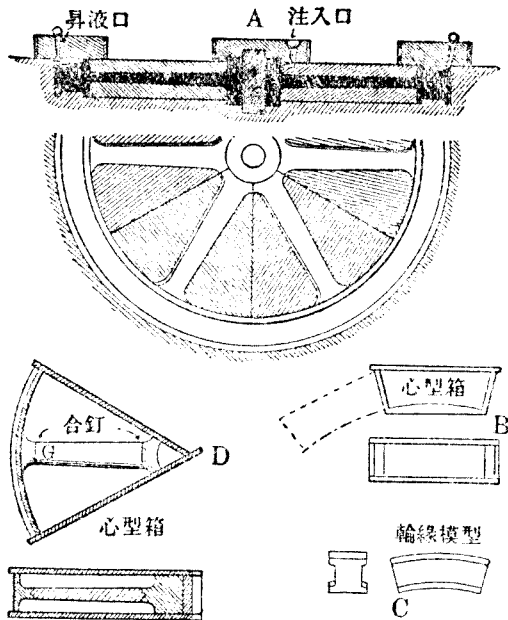


第 四 六 圖



第 四 七 圖

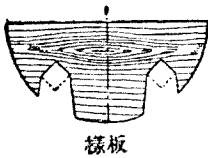
大飛輪之模型，不易製作，需材多，工作久，體積大；為節省費用計，鑄型多用引型砂製作，而以心型組成之。如第四八圖所示，A 為鑄型，B 為輪輞外壁心型箱，用輪輞模型 C 製作輪輞時，利用心型之維護，輪輞外圍引型砂，得不崩墜，而以作成輪輞，D 為輪輞



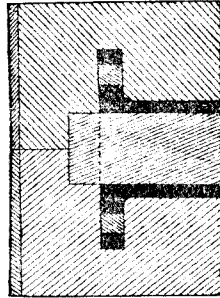
第 四 八 圖

心型箱，用以製作輪輻心型，箱中須用合釘（Dowels），以便製作心型時易於取出。

最簡單圓筒心型頭，如第三二，三三，三五圖所示。此種心型頭，不可為圓柱體，須為圓錐台，俾模型容易取出，至於氣管接頭為方孔時，則用第四九圖所示之樣板壓入心型，利用磨阻力以固着於一定之位置。但此心型之長度，須等於氣管凸椽之厚，若心型在鑄型內支持於一端而且為橫臥者，如汽筒上之罩鐘，心型之重量，完全為心型頭所支持，故此種心型頭須甚大，其重量須足與心型平衡，如第五〇圖所示。此圖 A 為模型，B 為心型箱，C 為鑄型。

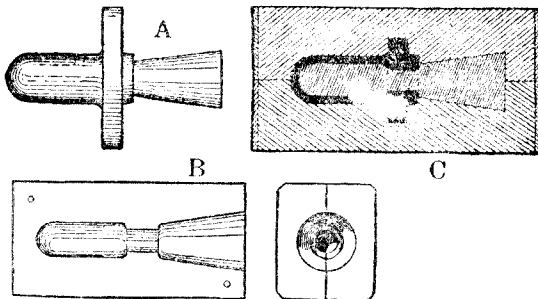


樣板



釘眼心型

第 四 九 圖



第 五 〇 圖

## 問 題

1. 製作模型所用之尺度，須較普通尺度加長，何故？
2. 何謂精作餘裕？
3. 鍊輪模型何以須用兩半部合成之？
4. 試述閘管模型製作法。
5. 心型箱及模型之接合，木栓射出之長不可過  $\frac{5}{16}$  吋，何故？
6. 欲知心型箱是否為圓筒時，須用何法測之？
7. 汽筒上罩鐘之心型頭須甚大且長，何故？

## 第二編 鑄工

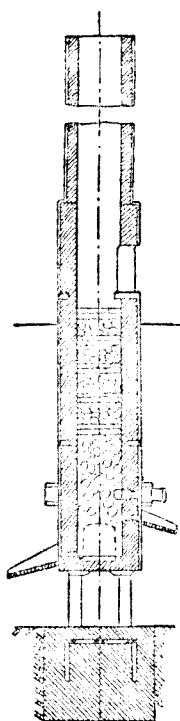
鑄工者，以砂料作成種種鑄型，謂之翻砂，而以熔融之鐵或鋼注入，即成有定形之物體，合稱之爲鑄工。所作鑄型，有經一度翻鑄不能再用者，有能用多次者，前者多用砂製，後者多用金屬製。

### 第一章 熔鐵之爐竈及其重要工具

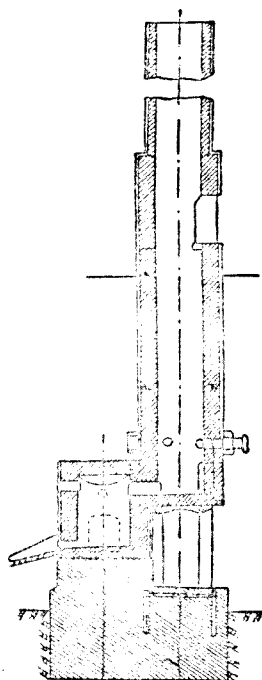
#### 1. 熔鐵之爐竈

(a) 熔鐵爐 古時翻砂，即由化鐵爐流出之熱鐵鑄造，即今日所用之焦炭化鐵爐。如造粗貨，亦未嘗不可直接鑄造，（如鐵管等）但僅限於製鐵廠之設有機械廠者行之。又因其含硅之量，時多時少，不能一定，頗難適用，故今之鑄造廠，須將生鐵配合，入熔鐵爐再熔一次，以求得適當之量。現所用之熔鐵爐有三種：即坩堝爐，反射爐，及考柏拉爐（Copolia）。坩堝爐因坩堝太貴，故鑄造場用者極少。反射爐用者較多，凡用大鐵塊及舊機械作原料時往往用之，但其利用熱力甚低，不僅用燃料太多，且耗費工資甚鉅，故今日最通行於鑄造場者，厥惟考柏拉爐。

第五一圖所示，即通用之考柏拉爐。又有於爐之前面築一小竈，以爲儲蓄熔鐵用者，如第五二圖所示。蓋爲鑄造巨大之鋤物而設。二者利用熱力之度約百分之四十至百分之六十，（坩堝爐僅百分之四，反射爐僅百分之八至百分之十）所用焦煤，約居原料百分之十至百分之十三，凡鐵再熔一次，必有一次之損失，或被燒成



第 五 一 圖



第 五 二 圖

浮渣，或因焦煤太少，而生鐵中碳之一部亦被燒去；但損失在浮渣中之鐵，可用電磁選礦法提出之。

考柏拉爐每一小時之工作率，第一與爐之直徑有關係，如每小時能熔4噸之爐，則爐之直徑（空心徑在風入爐處）須28吋，能熔8噸者，須47吋。爐之高約13呎至19呎。（從爐底至裝爐口止）爐之上部有略較下部為寬者，使煤氣上昇時，不致全沿爐壁，並減小風之壓力，煤氣出爐頂時，其溫度約 $150^{\circ}$ 至 $200^{\circ}$  C為佳，爐底



攤砂厚約3吋至6吋，由一側向出鐵口漸次傾斜。爐之全身置於鑄鐵圓板上，板之下有鐵柱三或四。底部可以開動，若爐熔鐵一次，爐底或爐壁之泥砂須修理時開之。吹風管有四個或六個，有用兩行吹風管者，風口為橢圓形或長方形，風進爐之方向略傾向爐之底部。風之來路，由鼓風機達至圍繞爐身之鐵管，而分入於各風管以進爐，又有設兩重鐵套，使空氣預熱至80度者，但其費較貴。

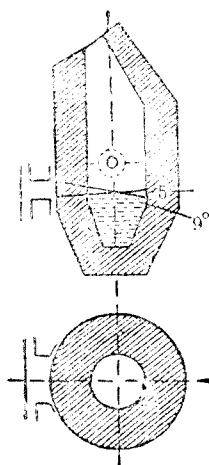
熔鐵爐之裝置，如第五一圖所示，凡新修之爐，先須用木料燒一小時後，乃裝入焦炭一層，自風管上至此層之終點，約高15吋至24吋，其焦炭之量，不可太多，亦不可太少；太多則過熱，太少則太冷，通常所裝之焦炭，須重約700磅，次裝生鐵一層，重約一噸，次復裝焦炭一層，重約200磅，再次復裝生鐵一層，重約一噸，如是互相更疊，至達裝爐口為止。蓋此中疊裝焦炭之量，恰與每層生鐵熔化時所需者相當，過多則爐內之一氧化碳（CO）亦多，過少則鐵被氧化者亦多，皆為不經濟。

浮渣之除去，每於熔鐵出爐前或出爐後除去之。出爐前除去浮渣者，乃較大之熔鐵爐用之，爐側有一浮渣出口，如第五一圖所示。出爐後除去浮渣者，小熔鐵爐用之，無浮渣出口，出爐後，浮渣即由出鐵口流出。熔鐵時須加入石灰。（約合焦炭之16至48%）一以與煤渣組成浮渣，一以吸收焦炭中之硫黃，使不混入熔鐵中。

(b)熔鋼爐 鑄鋼翻砂，大機械廠均用之。如遇機器上緊要部分，必須鋼製，而其構造又極複雜者，乃行鑄鋼翻砂。所用之鋼，或製自坩堝，或製自小馬丁爐；而今所通用者為小柏塞麥迴轉爐，如第五三圖所示。爐形極小，僅能熔鐵0.8噸至2噸，其內壁則用酸

性耐火物建築之。風自爐之腰際射入，與熔鐵之平面成5度至9度之角度。

作業之法，先將生鐵熔於熔鐵爐中，或由長溝流入迴轉爐內，（熔鐵爐之位置較迴轉爐為高時）或倒入桶內，再以起重機運入

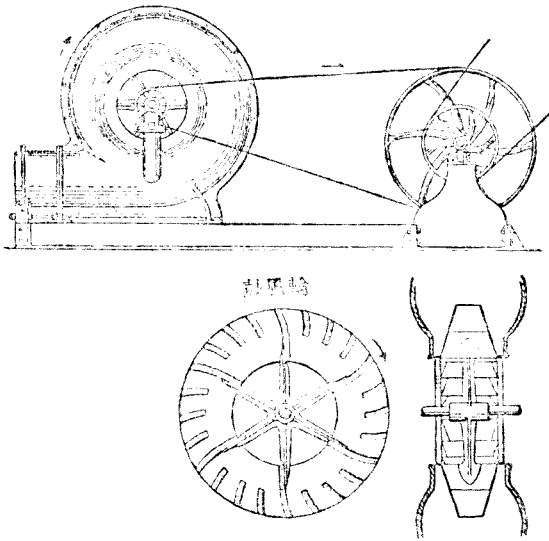


第 五 三 圖

迴轉爐內，爐須先用焦炭熱之，並吹以風。次將炭渣倒出，注以熟生鐵，然後將爐豎立，至鐵與風口相齊之位置。作業時，應常變爐之位置，使風成旋渦狀散布四處，一二十分鐘後，即能出爐。爐內化學變化不能將磷硫除去，故所用原料宜擇取含磷硫最少者。硅錳碳燒完之後，即可出爐還碳。（還碳者，謂碳已被燒完而復加入之謂）去氧之法，則用硅鐵或鏡鐵，若爐內因硅多而溫度太高，可用銅屑或破鋼加入以救濟之。

2. 鼓風機(Blast) 熔鐵爐所用之鼓風機為旋轉鼓風機，其種

類有二：一爲遠心鼓風機，如第五四圖所示。其風由中央吸入，由四周射出。一爲箱狀鼓風機，箱內有兩個相反向轉動之翼，組成空間三處，如第五五圖所示。風自上入，自下出，而三個空間隔絕，一毫不漏，吸進之風，必須放出，否則或增風之壓力，或停止轉動；吾人

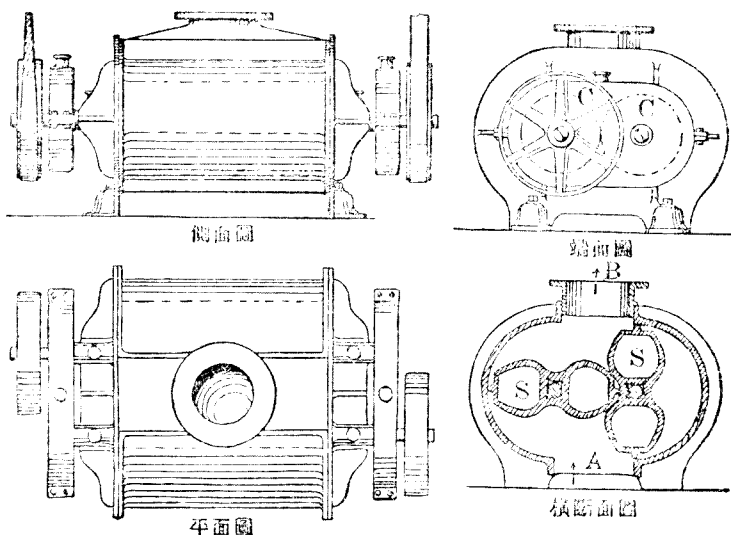


第五四圖

即知導管或爐內發生障礙，其障礙之小者，可用風之壓力解除之。又此鼓風機每分鐘之迴轉數，約在300次左右，故所需之馬力甚少。遠心鼓風機每分鐘之迴轉數須1000至2000次，故其中間須裝置變速輪軸，原動力損失於輪軸之摩擦甚多，因之所需之馬力亦較多。

熔鐵爐每燒焦炭1磅，須用空氣60立方呎，從此可以計算熔

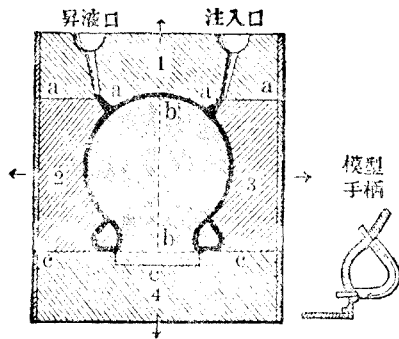
鐵爐所需空氣之量。但計算時，須加入百分之五十或一倍，以爲爐中洩漏及不完全燃燒之用。若風量不足，熔鐵甚難，需時甚久，且所熔之鐵不適於鑄造。風力太大，則爐內氧化力必大，因之(1)爐壁之蝕去甚速，(2)熔鐵之損失甚大，而浮渣則甚多；故鼓風機須按照熔鐵爐內所需之風量而吹入之，且風力亦須一定，不可時大時小。



第 五 五 圖

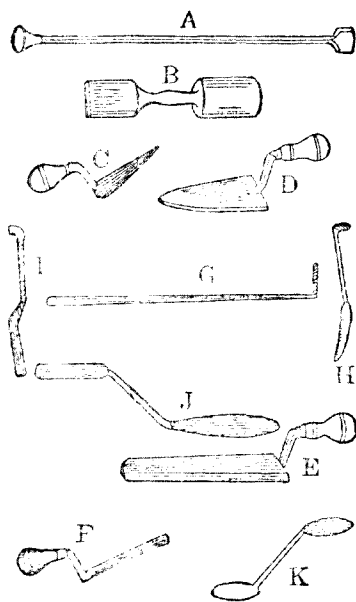
3. 型箱 (Moulding boxes) 凡鑄物形簡而品粗，僅於地上作成鑄型並無上蓋者，謂之露鑄；鑄物形狀極其複雜，須用數部合成鑄型者，謂之閉鑄。前者不須使用型箱。後者無型箱不能作成鑄型。型箱之種類甚多，有方型箱，長方型箱，圓型箱，長管型箱，彎管型箱等，每一鑄型，有用上下兩個或三個以上之型箱合成者。如第五六圖所示，型箱之大者，四邊之內有方格以連接之，所以使型砂不

墜。上下相疊及兩側相合之箱，均備有鐵環；鑄型作成後，須將鐵環繫住，以免型箱移動之虞。



第五六圖

4. 翻砂工具 翻砂所用之工具，如第五七圖所示，A 爲頂搥 (Rammer)，B 爲手搥 (Hand rammer)，C D 及 E 爲鏟子 (Finishing trowels)，F 爲方鏟子 (Square trowel)，G, H, I 爲挑子 (Lifters)，J 爲括具 (Lancet)，K 爲滑子 (Slick) 及匙 (Spoon)。製作鑄型時，模型周圍之型砂，務須鬆緊合度，且須一律均勻；因熔鐵注入須逐出鑄型內之空氣，由砂粒中間逃散。過緊則空氣無從洩散，必互相集合，其壓力足以抵抗熔鐵之充實鑄型，以致鑄物表面凹入不平。太鬆則熔鐵之壓力足以向外膨脹，鑄型因之增大，鑄物之體積亦隨之而增大。故當塑模時，切不可將模型打入型砂中，須先放入模型，然後乃以手將型砂包圍而拍緊之，次用頂搥或手搥搥緊。搥所到之處，須與模型相距一砂層之遠，以鏟子磨平，取出模型。又用鏟子挑子等工具刮之挑之磨之滑之，使光平無凸凹，無贅土殘砂存留其中，然



五 七 圖

後所鑄之物方無瑕疵。

此外如空氣針，拔針，手風箱，刷子或毛筆等，亦鑄工廠所不可少之工具也。

### 問 題

1. 熔鐵爐有幾種？ 以何種利用熱力為最多？
2. 熔鐵爐之裝置若何？ 試略述之。
3. 試述由熔鐵爐除去浮渣之法。
4. 熔鐵爐所用之鼓風機有幾種？ 試比較其優劣。
5. 熔鐵爐內燒焦炭 1 磅需空氣若干立方呎？ 若風量過多或

過少則於熔鐵有何不利之點？

6. 何謂露鑄？何謂閉鑄？

7. 製作鑄型時，何以不可將模型打入型砂中？

## 第二章 各種元素及溫度對於鑄物之影響

1. 鑄鐵之性質 凡生鐵皆可以鑄造，尤以灰生鐵為最適宜。因灰生鐵於凝固之際，石墨散出，體積脹大，鑄成之形，極為明顯，其熔點則較白生鐵稍高，（白生鐵熔點在  $1000^{\circ}\text{C}$  左右，灰生鐵熔點在  $1200^{\circ}\text{C}$  以上）茲將關於鑄造之性質分述之如次：

(a) 鑄鐵之流動性 鑄鐵之流動性，乃鑄造時之重要性質。凡複雜之機件，細微之形狀，俱賴此而成，流動性雖受溫度之影響，而化學成分之關係尤為重大，蓋鑄鐵多含硅錳者，流動性良，而磷尤能使流動性增加，硫則極為有害，故鑄物忌之，磷雖有害於鑄物之強度，然以其能增加流動性，故鑄造美術鑄物時，有含磷 0.5% 至 12% 者。

(b) 鑄鐵中之氣體 氣體在鑄物中發生氣泡，發生不健全之製品，此為鑄造場中最應注意之事。化鐵爐及熔鐵爐中，常有氫氣及一氧化碳等氣體存在，而熔融生鐵則有吸收氣體之性，如含錳多者吸收氣體之量亦多，及出爐以後，溫度與壓力俱減，乃吐出其一部分。而吐出之氣體，則以氫及一氧化碳為最多。（其中含氫 58.3% 一氧化碳 37.3%）故製作鑄型時，於鑄型旁邊須置稻草或木屑以引火，使其燃燒，並多製氣孔，使氣體容易洩出，以免爆發。再鐵中氣體能全部吐出甚佳，但實際上終有一些殘留其中，因表面已凝

固，欲出無路，故常成氣泡而存於鐵中。

(c)鑄鐵收縮度 熔融生鐵凝固之時，即漸次收縮。其收縮之次第，則以在與鑄型接觸之外部及其薄者，先冷而收縮，其中部及其厚者，則後收縮。此種收縮之先後，實使鑄物失其強度，甚至發生裂罅。當平板鑄造時，其面之凸凹不平而生歪曲者，皆冷卻遲速不同之所致也。冷卻之遲速，固關乎熔鐵現有溫度之高低，然又隨其化學成分而異。硅能直接增加收縮率，但能促石墨發生，致體積膨脹；而此石墨之發生，正在漸次凝結之際，鑄物收縮之時，足以補其收縮之度。錳則防止石墨之發生，且直接增加收縮率。若鑄鐵含有磷之元素，冷卻至 $950^{\circ}\text{C}$ 時，亦漸形膨脹，故其收縮率亦甚小。茲舉各種鑄物應含有各種元素之成分如次：

鑄物品名	硅	錳	碳	磷	硫
家具火爐	3.0	0.4-0.8	3.2-3.5	1.0	0.10
機械部分	1.0-1.4	0.6-0.9	3.2-3.5	0.7-0.9	0.12
軋 軸	0.5-0.8	0.6-1.2	2.9-3.37	0.5	0.10
耐酸鑄物	1.7	0.8	3.2	0.15	0.03

2.鑄鐵之配合計算 生鐵若干成與碎鐵若干成混合而鎔化之，使成一種適用之鑄鐵，其要件有二：

- (a)應知鑄物之性質；
- (b)應知鐵經再熔之變化。

鑄物須用灰生鐵鑄造，前已言之。而灰生鐵之良否，全由於所



含各種元素之多寡。如含石墨太少之鑄物，其質甚硬，不便於加工；若石墨太多，則質甚粗鬆，容易損折。今先述石墨多寡之成因：

- (a) 慢冷則石墨多，快冷則石墨少；
- (b) 硅能使石墨加多，錳能使石墨減少；
- (c) 硫能使石墨減少，磷能使石墨略增；
- (d) 加含碳較少之鍛鐵，則石墨亦因之而減少。

由(a)可知在砂鑄型中之鑄物，較在鐵鑄型中含石墨為多；而鑄物之厚薄，亦極有關係，蓋薄者易冷，厚者難冷也。在實際上往往以硅為支配石墨多寡唯一之方法。其餘各種元素，可用一定不變之成分。通常機械上之鑄物，其厚為 $\frac{3}{8}$ 吋至14吋者，其成分如下：

3.5 — 3.8 碳	} 其應有量約 23,000磅—17,000磅
1.5 — 1.9 硅	
0.5 — 0.6 錳	
0.8 — 1.0 磷	
0.08 — 0.11 硫	

其極力約 43,000磅—37,000磅

假定欲製某項鑄物，應含硅 2%，錳 0.7%，含硫不得過 0.1%，以經驗所得之結果，每製重 100 磅之鑄物，必有鐵屑 50 磅，(即 50%) 其成分亦與鑄物相等。爐內燒去之損失約 1%，硅之損失約 10%，錳之損失約 15%，硫則於再熔時增加全量之 50%。試問配合計算時應有硅錳硫各若干？

$$\text{鐵熔解後之總量} = (100 + 50) - (100 + 50) \times \frac{1}{100} = 149.5 \text{ 磅}$$

$$\text{設硅之應有量} = X; \text{錳之應有量} = Y; \text{硫之應有量} = Z。$$

由是

$$100 \times X \times \frac{100-10}{100} + 50 \times 2 \times \frac{100-10}{100} = 148.5 \times 2$$

$$X = 2.3\% \quad (\text{答}) \text{應含硅} 2.3\%$$

$$100 \times Y \times \frac{100-15}{100} + 50 \times 0.7 \times \frac{100-15}{100} = 148.5 \times 0.7$$

$$Y = 0.87\% \quad (\text{答}) \text{應含錳} 0.87\%$$

$$100 \times Z \times \frac{100-50}{100} + 50 \times 0.1 \times \frac{100-50}{100} = 148.5 \times 0.1$$

$$Z = 0.05\% \quad (\text{答}) \text{含硫不可過} 0.05\%$$

今有原料三種，除硫不計，而硅錳之配合適如上數。

(a) 40% 上等鐵含硅 2.5% 錳 0.6% 砒 1.00% 錳 0.24%

(b) 40% 上等鐵含硅 2.5% 錳 0.9% 砒 1.00% 錳 0.36%

(c) 20% 上等鐵含硅 1.8% 錳 1.38% 砒 0.36% 錳 0.27%

100% 砒 2.33% 錳 0.87%

如此類推，無論原料若干種，均可求得相當之配合。

3. 鑄物內部瑕疵之消滅 欲消滅鑄物內部瑕疵，須先言瑕疵之種類及其現象。

(a) 合金分離之現象 凡合金在熔融時，各部分極均勻一致。一至冷卻，則因各部凝冷遲早之不同，而各部之成分乃大變化。鑄物外部先冷，內部後冷；合金少之部分先冷，合金多之部分後冷；即純鐵之部分先成結晶，而含雜質多之部分尚為液體。推而至最後凝冷之部分，乃雜質最多者，斯為合金分離之現象。而此最後凝固之部，往往在鑄物之中心。其時外部已冷，不能變更，內部後冷，大起收縮，此鑄物內部空隙生成之原因也。惟此合金

分離之現象，錳硅鎂在鐵中不甚著，而磷與硫則最顯，碳亦然。

(b)氣泡之現象 熔鐵吸收氣體，及其既冷，則氣體又復散逸，已如前述，若氣體在鑄物中，其外部已先冷，而氣體在內部無發洩之餘地，於是成爲氣泡現象，剖而視之，惟存小孔。

(c)破裂及彎曲之現象 鐵鑄物冷後，減小其原形1%；鋼鑄物冷後，則減小其原形2%，而當其收縮時，發生障礙，不能自由收縮，則生破裂或呈彎曲之現象，凡鑄物皆有之；惟未十分顯露之時，肉眼幾不能見；一經跌落或碰擊，則凡瑕疵所在，首先破裂；又有經太陽雨露之影響，而忽然破裂者，亦鑄物內部緊張不同所致。

欲去合金分離之弊，首在除去磷硫，因兩者爲患最烈。其次則鑄塊之上部宜切去之，因合金分離，頭部最盛，而空隙罅裂，亦以此處爲最多。至於鋼鐵之空隙除去法，約有下述數端：

- (a)注鐵入型時以慢爲佳；
- (b)使其頭部最後冷卻，如加砂加焦於其上是；
- (c)用水壓機將其頭部壓緊。

至於減少鋼鐵鑄物之氣泡，則有物理及化學二法：

(a)使其緩慢冷卻而氣體得以從容逸出；又注入鑄型時，由下而上，則空氣混入者自少；此關於物理者。

(b)煉鋼時，使一氧化鐵 ( $\text{FeO}$ ) 不可過多，然後以去氧劑消滅之，庶鑄物中由  $\text{FeO} + \text{C} = \text{CO} + \text{Fe}$  之變化所起之氣泡可免。通常之去氧劑，爲錳硅鎂；而硅與鎂不可過多，多則鋼性轉脆，而易凝固，於注入鑄型時，頗覺不便，此關於化學者。

若欲防止鑄物之縮小及緊張之弊，則調和四周及中心之溫度，最爲緊要。如鑄一大圓板，四周當然先冷，中心後冷。今以冷水灑其中部，使其快冷，則收縮之度與緊張之力當爲之減少矣。今調和鑄物之緊張力，多用灼熱法：其法設一特別灼熱爐，施以適宜而易於支配之溫度，凡鑄物於凝冷時之緊張力，經此一次灼熱，可以恢復原狀；及其再冷，仍置灼熱爐中，可以漸次減低溫度，而無驟冷遽縮之事。鋼鑄物收縮度大，故灼熱之經過更不可少。含碳 0.5% 以下，當以 1000°C 熱十二小時，再漸次冷卻，經四十八小時後方可取出。含碳多者，溫度宜低；含錳多者，溫度宜高。

### 問 題

1. 灰生鐵何以最適宜於鑄造？
2. 硅硫磷錳各種元素對於鑄鐵之流動性有何影響？試分別述之。
3. 鑄物中常存有小孔何故？欲防止小孔之發生，當用何法？
4. 硅錳碳磷硫各元素對於鑄鐵凝冷後之收縮度之影響若何？試述之。
5. 試述石墨多寡之成因。
6. 今有上等鐵三種，硅錳之含有量如下。（以百分數表之）

種 類	硅	錳
a	2.0	0.6
b	1.7	0.8
c	1.5	1.2

設平均含硅量爲 1.7%，錳爲 .92%，問各種鐵應有之成數若何？

7. 將前題配合之鐵，入熔鐵爐熔之，設硅之損失約 10%，錳之損失約 15%，問出爐後此鐵所含有硅錳之量各若干？
8. 試述合金分離之現象，及防止此現象發生之方法。
9. 鑄鐵鑄物之空隙除去法若何？（又減少其中氣泡之方法有幾）試分別述之。
10. 問減少鑄物收縮之度及緊張之力之方法若何？

### 第三章 型砂

1. 型砂之性質 製作鑄型用之型砂，須滿足下述諸條件：

(a) 注入熔鐵時，鑄型內原有之空氣及熔鐵冷卻時所發生之氣體，須任其自由通過，故須多孔質之物；

(b) 不因熔鐵之壓力而崩潰，即須具有適當之黏質及強度者；

(c) 熔鐵不致由其間隙滲透而出者；

(d) 不因熔鐵之高熱而燃燒或生化學變化者；

(e) 用作鑄型須得平滑之面，且容易與鑄物脫離者。

普通用爲製作鑄型之濕砂，殆全具有上述之性質；一方不爲熱鐵所熔，一方易於模塑，且易透散氣體。但如熔鋼溫度甚高之時，頗難滿足上述之諸條件，故鋼鑄型所用之型砂須特別注意也。

2. 型砂之成分 (Composition of moulding sand) 型砂多由山腹川岸或河底掘出，其主要成分爲硅酐( $\text{SiO}_2$  Silica)，礬土( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，

Atamia), 苦土(MgO Magnesia)及金屬氧化物等質混合而成。含硅酸量多者,砂之耐火性強;但過量,則黏力減少,易於崩壞,不能得完美之鑄型。含苦土量多者,砂之黏力強;但過量,則失其鑄型必要之多孔性。至於礬土遇高熱則有呈玻璃狀之傾向,其含有量亦不得過多。若金屬之氧化物多量時,則砂之耐火性弱,故此等之量,以少為佳。茲將普通鑄造場所用型砂之成分列表於下:

類 別	1	2	3	4
硅 酸	71.50	77.56	81.31	86.16
氧 化 鐵	6.34	4.90	3.28	5.74
礬 土	11.63	10.24	7.87	5.06
苦 土	0.50	0.47	0.49	0.25
石 灰	2.07	0.14	0.70	0.30
亞爾加里	1.92	3.54	3.70	—
水	2.98	2.75	2.65	2.59

總之,含黏土(石灰及氧化鐵等)多者謂之肥砂;少者謂之瘦砂。其他雜質不可過多,多則失其耐火性。瘦砂含黏土在15%以下,濕時適於作型,乾則脆而易碎,故以之作濕鑄型;肥砂含黏土在15%以上,所作鑄型可以乾燥,且甚堅固,故以之作乾鑄型。

3. 型砂之種類(Kinds of moulding sand) 一般製作濕鑄型或乾鑄型所用之砂,名曰生砂。此種砂粒之大小與氣體之透過及熔渣之滲出,極有關係。砂粒之大者不可過0.5耗,小者不可過0.17耗,

已用多次之舊砂，常失其模塑性，故通常以之填框，而另以新砂接近模型，所有型砂須碎之篩之磨之混合之，方能適用。茲將各種型砂分別述之如次：

(a) 表砂 (Facing sand) 表砂用於鑄型與模型直接之處，其分子較細，使鑄物之表面平滑，不生凸凹之砂也。其配合量為新生砂 4 分，舊砂 6 分，骸炭粉末 1 分。

(b) 裏砂 (Floor sand) 裏砂者用以充實鑄型之全體，因與鑄物不直接接觸而分子較粗之砂也。其配合量為新生砂 2 分，舊砂 6 分，骸炭粉末 1 分。

(c) 心型砂 (Core sand) 製作心型所用之砂，謂之心型砂。此種型砂，則依鑄物形狀之大小而配合量有種種不同。普通製作心型用砂，其配合量為細川砂 4 分，舊砂 6 分；此配合砂 6 分，骸炭粉末 4 分，黏土水適當量。

若製鋼鐵鑄管或汽筒等之大心型所用之砂，其配合量為耐火砂 8 分，舊砂 2 分，麥粉 1 分，黏土水適當量。

又若製作精密或細微而難於洩氣之心型所用之砂，其配合量為硅耐石粉末 10 分，舊砂 4 分，麥粉 1 分，松脂粉末 2 分，蜜糖薄液適當量。

(d) 引型砂 (Loam sand) 引型砂者，乃以多量之細川砂及少量之黏土（或耐火黏土）相配合用水攪拌之，合成流動性之砂也。然每於配合砂中，再加以木炭或黑鉛粉末及毛髮馬糞等之有機物質，蓋欲使乾燥後不致收縮，且熔融金屬注入時，因有機物質燃燒而成多孔性，使空氣及所發生各氣體有逃出之通路

故也。其一般之配合量爲新砂或舊砂 3.5 分，細川砂 3.5 分，骸炭粉末 4.5 分，水及黏土適當量。

(c) 乾燥型砂 (Dry sand) 乾燥型砂係於混合之新砂與舊砂中加以適當量之耐火黏土 (或黏土) 黑鉛骸炭及坭瑯等之粉末而成者也。然一般所用之乾燥型砂，其配合量爲新砂 6 分，舊砂 4 分；此配合砂 6 分，細川砂 4 分，骸炭粉末 3 分。

凡長而且大之鑄物，(如管柱及大飛輪等) 用乾鑄型鑄造爲佳，因乾燥型砂，黏性較大，鑄型乾後，熔鐵衝入，自無崩壞之虞。若長管等鑄型，用濕砂製作，管壁厚薄自難均勻，且彎曲部分之型砂，難保不爲熔鐵所衝潰。

### 同 題

1. 試述型砂應具有之性質。
2. 型砂中之主要成分爲何？ 黏土之含有量何以不可太多？
3. 瘦砂何以不可用作乾鑄型？
4. 型砂可分幾種？ 引型砂中何以必須加入木炭及毛髮馬糞等之有機物質？

## 第四章 鑄型製作法

1. 鑄型之分類 製作鑄型，視鑄物之形狀大小及所用之材料而異其法，其要旨爲節減所需之勞力及用費而已。普通所用之方法，有下述之三種：

(a) 用模型製作鑄型法 (Moulding with pattern) 此係用與鑄物同一外形之模型以製作鑄型。視其形狀之繁簡，有於鑄床



上行之者，有用型箱以製作之者。

又以所用之型砂為濕砂 (Green sand) 或乾燥型砂 (Dry sand)，而有濕鑄型 (Green sand moulding) 及乾燥鑄型 (Dry sand moulding) 之別。

(b) 用樣板製作鑄型法 (Moulding with template) 鑄物之形簡而不甚高，且須多數鑄造者，則用一樣板以製作鑄型。此樣板之切形符於鑄物斷面之外形，因其迴轉或一定之運動，以製作所需之形狀之鑄型。

此種鑄型製作法，其操作困難，且須時間甚多，然鑄物之形狀可用此法作成之時，得以節省高價之模型製作費，是其利點。

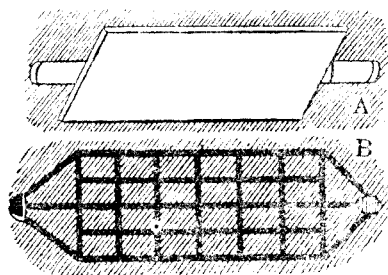
(c) 用鑄型製作機製作鑄型法 (Moulding with moulding machine) 凡形狀須極正確且須多數鑄造之鑄物，則用鑄型製作機製作之，用費省而勞力少，故近日大鑄造場多使用之。

茲將上述各種製作鑄型之方法舉例於下，以明其概要。

## 2. 用模型製作鑄型法

(a) 鑄床上製作鑄型法 此法限於鑄物之形簡而一面平坦者，生鐵以外之金屬鑄物鮮用之，如第五八圖所示，A 為鑄鐵之板，B 為水池格子蓋。鑄型材料，常用生砂。

先擇適當之處作鑄床，將生砂配合後，令其面作水平，於其內打入二根平行之長木製定



第五八圖

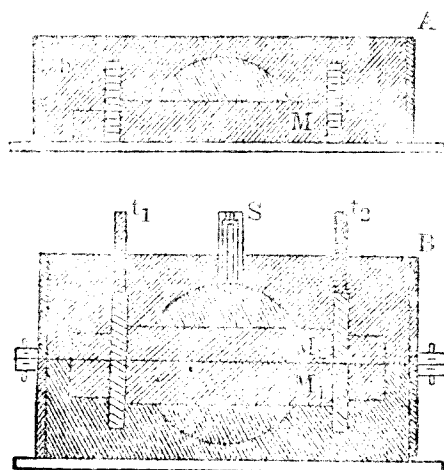
規，以水準器定準水平面，用直條括去其餘剩之砂。次置模型於其上，打入砂中；但其面宜水平，然後捶固良好之砂於其周圍，用鑊子磨平，乃將模型取出而修理之。

欲使氣體之逃出容易，可將空氣針斜穿於模型之周圍。模型取出之後，設鐵水口於適當之處，又以塗料（木炭粉末）敷於其面，即告成矣。

設鑄床之地質乏通風性，可掘下三四尺深，敷石灰之燃渣於其底，覆以通風性大之砂方可。此種鑄型，因其上面開放，亦謂之露鑄。

#### (b) 型箱鑄型製作法

(1) 枝管接頭鑄型製作法 此法所用之鑄型材料，主要為生砂及乾砂。模型如第三二圖所示，分為二部，故須用二個型箱。法先將有柄孔之下半模型 $M_1$ ，置於第五九圖A所示之木板上，倒套



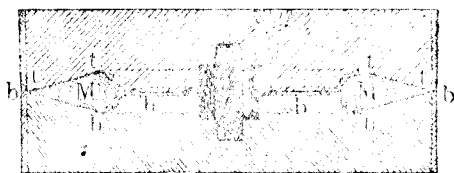
第 五 九 圖

入下型箱，乃以新鮮之表砂覆之，用手撞撞緊普通之型砂於其周圍，以定規去其餘剩之砂。次將此箱迴轉置於另一木板上，用鑷子壓緊附於模型周圍之型砂，以木炭末或乾燥之細砂散布於其表面，以防止上下兩箱中之型砂互相膠着，稱此砂曰分砂 (Parting sand)。次如圖 B 所示，置模型之另一半部  $M_2$  於其上，套入型箱 b 於適當之處，置注入口及排氣口  $t_1, t_2$  之模型，然後搥固型砂於其周圍如前法。

次將空氣針由上插成多數之孔，取出排氣口及注入口之模型，乃迴轉上型箱，壓緊其模型周圍之型砂。次將水潤濕圍繞模型之型砂，由其中心打入拔針，輕輕取出模型。

鑄型粗成之後，用挑子等工具修理其崩壞之部分，研磨其表面，施塗料於其內面，放入心型，即成。

(2) 鍊輪 (Chain pulley) 鑄型製作法 鍊輪模型如第三三圖所示，其鑄型則如第六〇圖所示。法先將下半模型置入下型箱，作 b-b 界限，次放入上半模型，作 t-t 界限；然後加上上型箱，充砂其中。



第六〇圖

模型取出法，先取去上型箱，取出其中之上半模型。再將上型箱轉置下型箱之上，繫住箱環，乃將鑄型全體倒置之，則 M 砂環載

於上型箱之上矣。後取去下型箱，（此時卻在上面）除去其中之模型可也。

如遇螺齒輪（Worm wheel）之模型，其齒具螺旋形，不能垂直抽出者，則由型砂中抽出模型之時，須與以適當之螺旋運動（Screw motion）乃可。

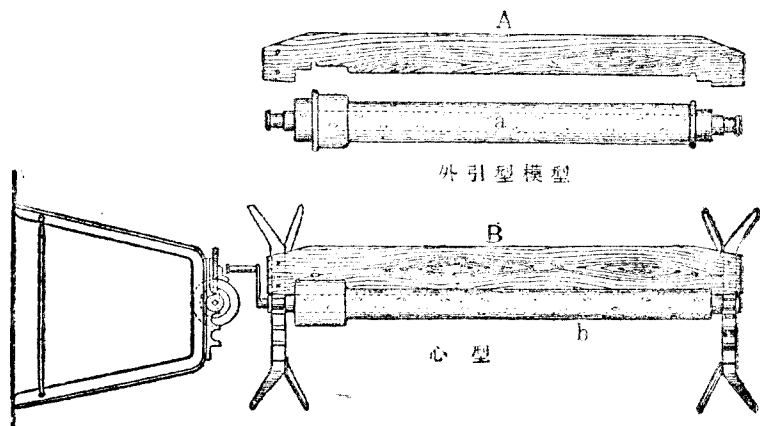
### 3. 用樣板製作鑄型法

（a）大汽管（Gas pipe main）鑄型製作法 第六一圖所示之大汽管其外面之鑄型，可用模型製作之，又可用樣板引出之，今特述引型製作之法如第六二圖所示，兩端作×狀者為支臺



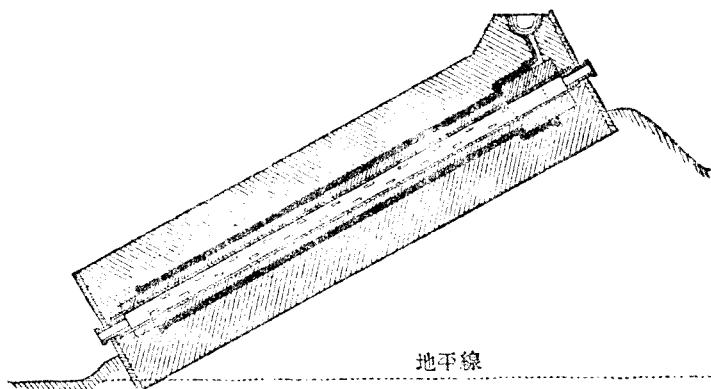
第六一圖 大汽管

之平面圖，置中空之鑄鐵圓筒於其上，圓筒兩端有軸頸，以備旋



第六二圖

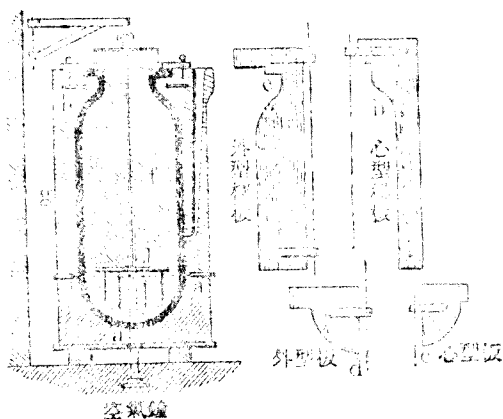
轉，圓筒周圍有多數之孔，以備通氣之用。作型法：先將藁繩緊捲於圓筒上，約一二層，再加以引型砂之薄層，乾燥之，次加第二層之型砂。此時如圖所示，用手迴轉圓筒，則因固定於支臺上之樣板 B，以引出心型 b，而此管之心型以成，再乾燥之，並以木炭粉未塗黑之，於其上另加一層引型砂，因樣板 A 以旋其形如 a 狀。再乾燥之，而此管之引型遂全成矣。次將此型製作鑄型後，乃將後加之砂層除去之。（塗黑之者所以使其容易分離也）復將心型置於鑄型之中，開注入口，與製作普通鑄型之法同，如第六三圖所示。



第 六 三 圖

(b)空氣鐘 (Air vessel) 鑄型製作法 先充引型砂於下半型箱，用樣板 d 以旋成 a 型，乾燥之，且塗黑之，稍加引型砂於其中，用樣板 e 以旋成空氣鐘之厚層 a a，再乾燥之，且塗黑之，次用樣板 b 旋成心型 f，此心型中須置圓板 j 一塊，並固着一提棒於其上，以爲支持心型之用。取出心型，加上上型箱，以樣板 e 旋

成上半外型  $g, g$  之上部須置木環  $h$ ，以增加其強度，最後取去上型箱，並取去厚層  $a, a$ ，放入心型，加上上型箱及上蓋，即成第六四圖所示之鑄型。

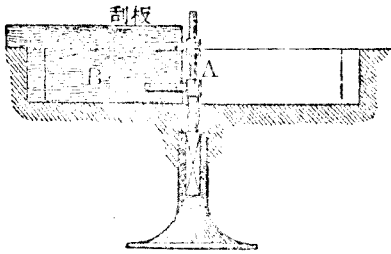


第 六 四 圖

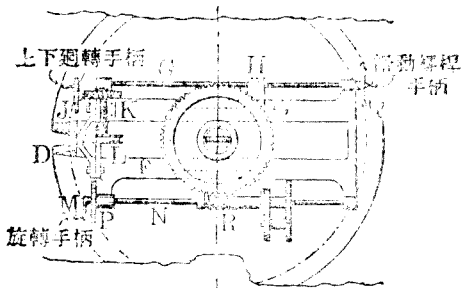
#### 4. 用鑄型製作機製作鑄型法

齒輪 (Toothed wheel) 鑄型製作法 各種齒輪鑄型之製作，固可用模型製作之，然不若用鑄型製作機製作之較為精良也。第六五圖所示樣板  $B$ ，附着於軸  $A$  上，迴轉之，以作成此齒輪之外圈。取去樣板  $B$  及其軸  $A$ ，插入心型製作機，如第六六圖所示，此機之主要動作有三：

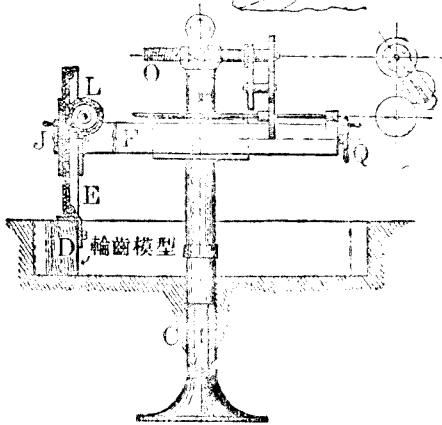
(一) 機架下之一端，附有滑動臂  $E$ ， $E$  之下端固着具有二個齒之模型  $D$ ，迴轉螺旋桿  $G$ ，因陰螺旋  $H$  之作用， $F$  及  $E$  在機軸上滑動，以求得適當之半徑。(二) 迴轉手輪  $J$ ，經由螺旋桿及螺齒輪以迴轉軸  $K$  及鍊輪  $L$ ，因鍊輪上纏繞之鍊條之作用，使滑動臂上



第六五圖



第六七圖



第六六圖

F滑動，齒之模型 D，即隨之上下。(三)迴轉搖手 M，經由軸 N 及交換齒輪(Change gears)以迴轉螺齒桿 R；此螺齒桿與螺齒輪 O 相啮合，螺齒輪則固着不動。因之機架 F 隨之旋轉，旋轉之次數，則由各交換齒輪之齒數比例變易之；而搖手 M 之迴轉度，則視平圓板 P 上之刻度而定。

求得齒之模型距離機軸適當之距離後，(即所鑄齒輪之半徑)以型砂充實齒之模型，放入鑄型中，復提出之，作成一齒之鑄型。再旋轉一齒間(Pitch)之距離，如前法，作成第二第三等齒，以作成全輪之齒型，取去鑄型製作機。

次用如第四(四)圖所示之輪輻心型箱，作成心型，放入鑄型中之適當位置。作上蓋蓋之，並作注入口，即成如第六七圖之鑄型。

5. 心型製作法 製作心型，須滿足以下之諸條件：

- (a) 熔鐵注入不致崩潰；
- (b) 容易與鑄型脫離；
- (c) 由熔鐵凝冷時所發生之氣體，容易逃散。

故製作心型時，須視心型之大小及形狀而選用心型砂。細長之心型，須插入鉛絲或鐵棒於其中；形狀較複雜者，須將鉛絲扭成與心型相同之形狀，置入其內，以增加其強度。

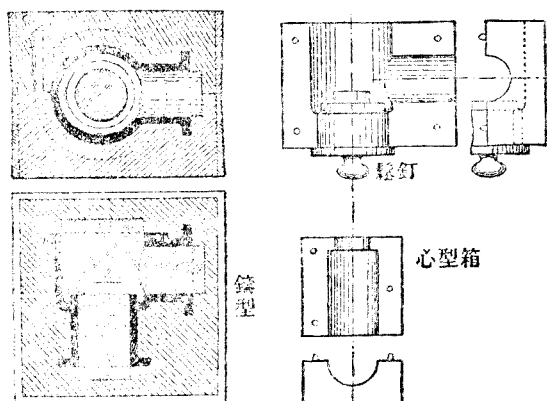
用鐵管為心之大心型，鐵管上須纏以藥繩，以便熔鐵注入時時去之，又或用焦炭及灰燼等置於中心，以便心型容易與鑄物脫離。

心型須十分乾燥後，方置入鑄型中，否則，水分蒸發，必逃入熔鐵中，成為氣泡。又心型須用空氣針貫成多數之孔，使氣體易於逃散。



心型表面須用石墨粉末塗布，並用鍍子磨光之。

第六八圖所示，右爲華魯（Stop valve）心型箱，左爲鑄型。製作心型法，先將兩個半心型箱相接合，壓入型砂於其中，又於壓入型砂之時，插入鐵絲於其中心，用鍍子壓緊其外之型砂，貫以空氣針即成。



第 六 八 圖

支持心型有用鉛絲繫住之者，有用握棒繫推之者，（見第六四圖）有用心型頭插入鑄型中以支持之者，（見第三五，五六，六〇及六七圖）有用心型頭兩端俱闔於鑄型內者，（見圖六三）又恐心型在鑄型中之位置變易，有用鍍錫之鐵架以支持之者。

6. 注入口 在小鑄型或薄鑄型注入之金屬凝冷甚速，此種鑄型之注入口及其通路，務使金屬能迅速流入方可；否則，不能鑄成完美之鑄物。若大鑄型金屬之注入量多，從而熔渣混入型內之機會亦多，故對於此點，宜大加注意也。

注入口須如第六八圖所示之狀，注入口甚廣大，則金屬熔渣之混入，得以稍減。若注入口與注入通路同大時，則熔渣易於流入，概言之，若注入口甚廣大，而熔融金屬之注入迅速，熔融金屬常充滿於注入口，則熔渣浮於金屬之上面，不致混入鑄型之內。

7. 塗型法 鑄型作成後，須用焦炭，黑鉛及雲母等之粉末入於布袋中，以之散布於鑄型之表面，（濕鑄型）或與粘土水相混合，以毛筆刷於其上。（乾鑄型）其效用為：（1）能作成光滑之面，以鑄成表面光滑之鑄物；（2）用以抵抗高熱金屬與型砂熔合及其化學變化，使型砂易與鑄物而脫離。然粉末散布或塗刷之多寡，當視鑄物之大小而定，蓋小鑄物宜薄，大鑄物宜厚，要以熔融金屬與型砂相接觸之久暫為斷耳。

8. 烘型法 作成之鑄型，非適當乾燥後，不宜鑄造。若濕鑄型乾燥過度，則有破損之弊；不及，則熔融金屬注入時，必發生水蒸汽，亦難得良好之鑄物；乾鑄型則非乾燥之至適當硬度，不能鑄造。故鑄型有能移動者，宜置之於乾燥室內，由側面之低處，燃炭火以烘之。要之，俟其水蒸汽蒸發盡時，即行停止，鑄造者宜注意。

### 問 題

1. 鑄型製作法有幾種？試分別述之。
2. 形狀較複雜之鑄物，何以不能在鑄床上製作之？
3. 何謂分砂？其效用若何？
4. 鑄型作成後，何以須於其上貫成多數之孔？
5. 試述大氣管之引型製作法。
6. 製作心型之要件有幾？試條述之。

---

7. 注入口何以須較注入之通路爲大？

8. 鑄型作成後，須塗以骸炭，黑鉛及雲母等之粉末，何故？

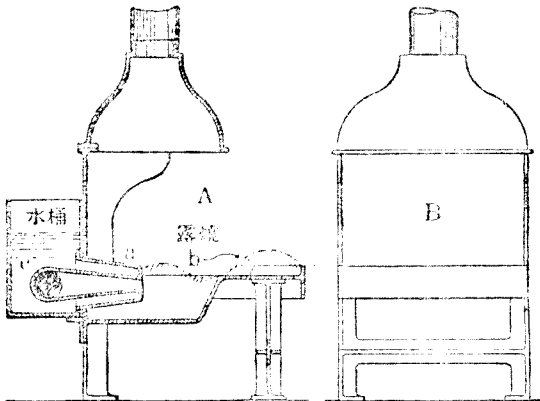
## 第三編 鍛工

用鍛鐵或鍛鋼等富於延展性之金屬，置火爐內加熱，以打成種種需要之形狀之工程，謂之鍛工。

凡機械上需強力或受衝擊之部分如軸連桿拐臂螺旋桿以及各種工具等，需用鍛鐵及鍛鋼為材料者，均須先由鍛工廠打成其粗形，再由機械廠車洗之，而完成其工作。

### 第一章 工具

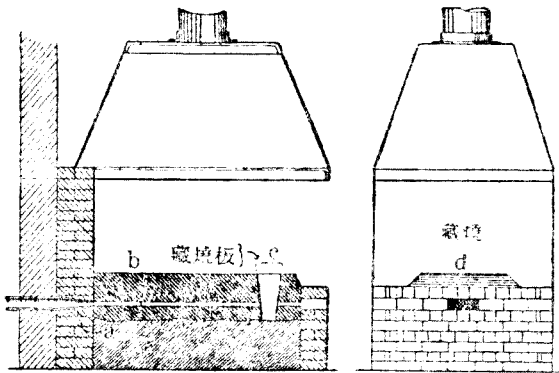
1. 鍛鐵爐(The hearth) 鍛鐵爐分為兩種：一為露燒(Open fire)，一為藏燒(Stock fire)。露燒鍛鐵爐如第六九圖所示，爐身



第 六 九 圖

全為鐵製，a 為風管口，c 為水桶，桶中所儲之水，環繞風管出口，

以免風管口燒紅。藏燒鍛鐵爐如第七〇圖所示，爐身為磚鐵合製而成，竈較露燒鍛鐵爐為長。a 為風管口，外面不須環繞以水，因石炭燃燒不得過 b 處故也。此爐石炭之裝入手續較為繁雜，且須每日早晨行之；然其利點有二：(1) 不須注意於水之供給，(2) 鐵棒燒熱之

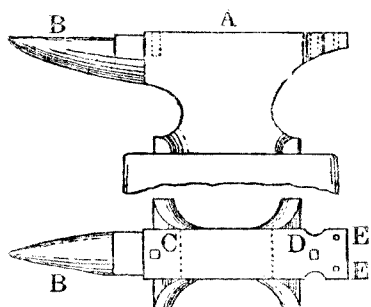


第七〇圖

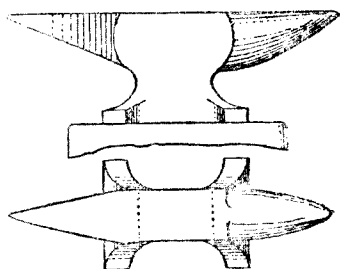
長度，僅及於所需燒熱之處。

2. 鐵砧 (Anvil) 鐵砧多用鍛鐵製造，砧面則鍛合厚  $\frac{1}{4}$  吋鋼片一塊，以增加其抵抗強度。鐵砧分為兩種：一為英國式鐵砧，一為法國式鐵砧。英國式鐵砧如第七一圖所示，上面具有 C D 二方孔，以為安插各種工作底具之用，而 E E 二小孔，則以之供銼鑿之用。法國式鐵砧如第七二圖所示，砧之上面不開孔，各種工作物平狀之打成，則以型鐵砧置於其上而施工作。

3. 鐵錘 (Hammer) 鐵錘分二種：一為手錘 (Hand hammer) 其重為二磅半至三磅，施鍛工者用之。一為大鐵錘 (Sledge hammer) 其重為八磅至十四磅間，亦有過之者，助手者用之，若大鐵錘僅舞



第 七 一 圖

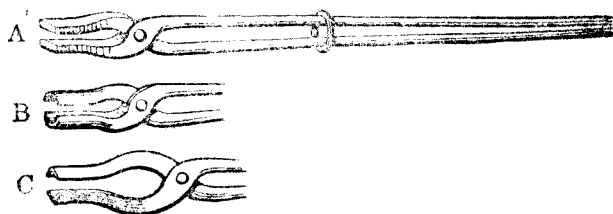


第 七 二 圖

起過肩，則三尺長之柄足矣，但鍛大鐵需極大之槌擊力而用掉錘時，則此錘之柄須甚長，且當掉錘接近工作物時，右手須引錘柄一端向內，以儲蓄能力之全效力與後一擊。

4. 夾鉗及各種工具 (Tongs and other tools) 夾鉗用以夾住工作物，便於施工之用，因其嘴之形狀不同，分為三種：(1) 平嘴夾鉗，(2) 圓嘴夾鉗，(3) 三角形夾鉗，如第七三圖所示。凡工作物厚自  $\frac{1}{4}$  吋至 3 吋，均可使用上述之夾鉗，又小夾鉗握手處，有套以滑動鐵箍，移動鐵箍，以夾住工作物者。

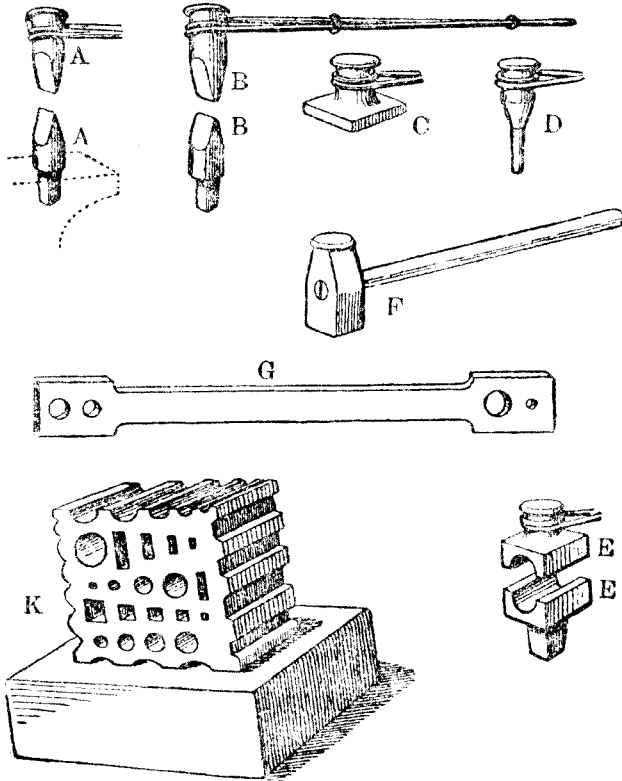
其餘工具如第七四圖所示，用以完成鐵錘所鍛鍊之粗形工作



第 七 三 圖 夾 鉗

物，而此種工具之成形，常為一對，即上工具與下工具是也。工作者將下工具插入鐵砧之方孔中，次置欲完成之工作物於下工具上，乃以上工具合着，然後施以工作，以打成特別之形狀，如圓柱體，六邊形等。

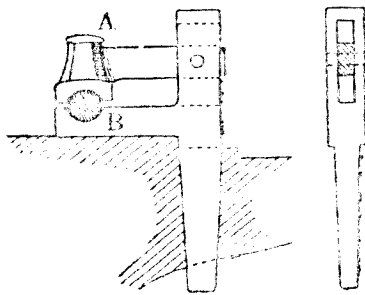
如圖所示 A A 為鑿(Chisels)，將鑿之刃口當金屬板或金屬底



花板

頂切斷處，用重力擊擊，則金屬板或金屬條即當切離。BB 爲斧拉 (Pullers)，爲作槽形或打細頸工作物之用。C 爲平錘 (Flatter)，爲打平面工作物之用。D 爲穿孔鑿 (Punch) 爲穿圓錐形孔於工作物上之用。E 爲固定錘 (Set hammer)，錘面或方或圓，當錘擊時，當以安置於工作物上，蓋用之作上工具，而以鐵砧作下工具，成爲完成工作物之一對工具也。G 爲造頭板 (Heading tool)，工作時，一端持於手中，將燒熱之鐵門螺釘等穿入他一端之孔內，而打成釘頭。(見後第七七圖) EE 爲鐵模型，K 爲花板，用以完成特別式樣之工作物，並易於打成正確之形狀。花板係以生鐵鑄造之者，然近日多用鑄鋼爲之。

工作者一人以一手持鉗，一手執錘，祇能打成形狀最簡之工作物，惟須琢磨之件須用上工具及下工具者，則以一手把持上工具，他一手夾住工作物，另需助手施行打擊，方能作成，於重大工作物尤爲必要，此法名曰合鍛 (Working double-handing)。如有機械之設備，則僅一人已足，不另需助手，此法名曰單鍛 (Working single-handing) 如第七五圖所示，爲圓柱體鐵模型，其下端插入鐵砧之



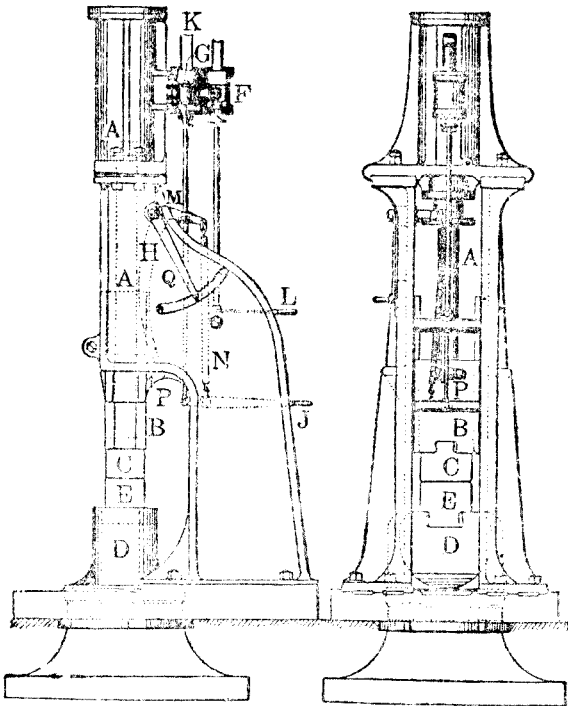
第  
七  
五  
圖



方形孔中，工作者用左手持鉗，夾住工作物於 B，以右手執鐵錘擊之，所需之圓柱體即可打成；其他各種樣式，均可使用此法，惟須更換型鐵砧耳。

5. 汽錘 (Steam hammer) 重大工作物有非人力所能打成之者，則用汽錘。於垂直汽筒之活塞桿之下端附以錘頭，由汽力使錘頭上下，因行打擊作用。

汽錘如第七六圖所示，A A 爲活塞及活塞桿，B 爲錘頭，C



第七六圖

爲錘頭，D 爲鐵砧臺，E 爲鐵砧，F 爲進汽管滑瓣移動把手 L，活瓣開放，蒸汽由之以入。G 爲節制滑瓣，其狀如活塞，（即活塞滑瓣）蒸汽經由正中入口，經過汽筒下部入口，進入活塞下部，升起活塞，活塞上部廢汽，即由出口 K 逃散。迨活塞達至極高處時，移動把手 L，使滑瓣 G 向上，蒸汽即由上部入口進入汽筒活塞上部，壓活塞下落，其下廢汽，出汽筒經滑瓣 G 而外逸至 K。如是蒸汽由出入口疊相出入，活塞因以上下，而行打擊。

用制動機可使汽錘行不斷之打擊，迨工作物完成後，即將汽門緊閉，停止活塞上下。滑動槓桿 H，固着於 M 點，彈簧 M，常引滑瓣桿下降，蒸汽進入活塞下部，壓活塞上昇，制動桿（Tappet）P 即推槓桿 H 向右移，滑瓣復還至原處，蒸汽進入活塞上部，壓活塞下降，如是可得連續打擊。如需行迅速打擊，推扇形 Q 右移；需緩慢打擊，則推扇形 Q 向左移。又如需停止制動機作用，即引扇形 Q 至左之極端，令槓桿 H 出於制動桿 P 之外。

### 問 題

1. 鍛鐵爐有幾種？ 使用何種爲有利？
2. 英國式鐵砧與法國式鐵砧有何不同？
3. 打掉錘時何以須引其柄向內？
4. 型鐵砧有何作用？
5. 合鍛與單鍛之意義若何？
6. 試述汽錘之功用。

## 第二章 鍛造法

1. 溫度與作業之關係 機械作業，有於高溫行之者，有於低溫行之者；前者謂之高溫作業，後者謂之低溫作業。多數金屬，隨溫度上昇而增其黏性，故在高溫狀態時，作業容易；但有反是者，在常溫狀態時作業甚易，而在高溫時則黏性減而脆性反增，不能施行作業，如含鉛30%以下之黃銅（銅及鉛）及洋銀，（銅鎳銀）其實例也。

(a) 高溫作業 凡金屬在高溫狀態時其黏性增大者，其作業開始之溫度，在不熔解範圍以內，務以高溫為宜；蓋溫度愈高，則作業愈易，而所需之動力愈少，較為經濟，如鍛鐵是。然含碳多量之鋼，倘超過所能任受之溫度以外，則呈紅脆（Red shortness）。又作業終了之溫度，即完成溫度（Finishing temperature），務以低為宜。凡金屬達某溫度以上，則溫度愈高，其體內之結晶愈粗大；結晶愈粗大，則其機械之性質愈不良；故金屬之高溫作業而於高溫時停止作業，則其內部之結晶粗大，難得善良之工作物。如欲得結晶細微具有良善之機械性質之製品，則須由高溫度作業至低溫度不能作業時始行停止作業。

然完成溫度太低時，則工作物中不免殘留多少常溫作業之形跡，所謂歪硬化是也。但雖有歪硬化，較諸完成溫度太高，組織粗大者，其害較少，殆不足慮也。

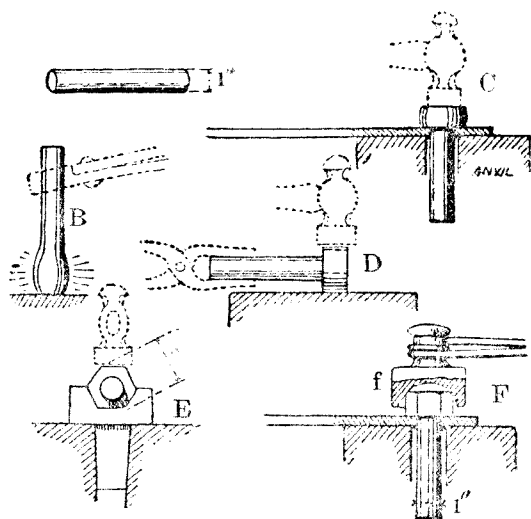
又工作物之歪硬化，不但發生於完成溫度太低時之作業，即當用壓延式鍛鍊時，若一度之壓縮過大，且連續施之，則工作物內之結晶組織不能恢復，即令完成之溫度甚高，亦必多起歪硬化。

(b) 常溫作業 凡金屬於常溫作業易起歪硬化，其硬度結局強，彈性界限增高，但其延性減，其質較脆，若反覆繼續行之，必

致發生裂縫；蓋因作業時壓縮之作用，結晶之間，產生一種硬而且碎非結晶體之滑線，常溫加以工作，則各結晶體生劈裂而互相滑動，此歪硬化之所由起也。

金屬因常溫作業所起之歪硬化，須加以適當之溫度燒熱之，使恢復其延性，減少其硬度，以除去所起之歪硬化，然後加以作業為宜。又金屬材料欲反覆繼續常溫作業時，務於其間時時燒熱之；否則，不但作業困難，且恐因極度之歪硬化，致生裂縫。

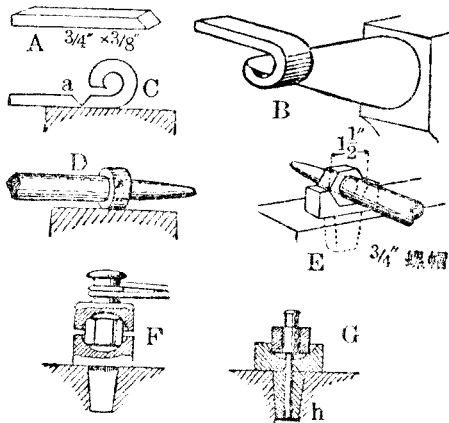
2. 螺釘鍛造法 (Forging a bolt) 鍛造螺釘如第七七圖所示，先將鐵條鑿成需要之長度，紅熱其一端而錘之，如圖 B。乃穿入造頭板中，擊其頭部使平，如圖 C。復置頭部於鐵砧上，打成粗六邊形，如圖 D。此時螺釘已冷，不堪再打，須加熱使紅，迨加熱後，以之



第 七 七 圖

嵌入六邊形模型中，打成正六邊形，如圖 E。再插入造頭板中，打平釘頭下面，復加杯形鐵模型於其上而擊之，以完成其頭部，如圖 F。

3. 螺帽鍛造法 (Forging a nut) 鍛造螺帽如第七八圖所示，先擇大小合度之鐵條而燒紅其一端，彎曲之，使成環形，如圖 B。乃於 a 點鑿斷之，如圖 C。再赤熱之，務使溫度達至鍛接點，穿以軸心棒而鍛接之，如圖 D。次置於鐵模型中，打成六邊形，如圖



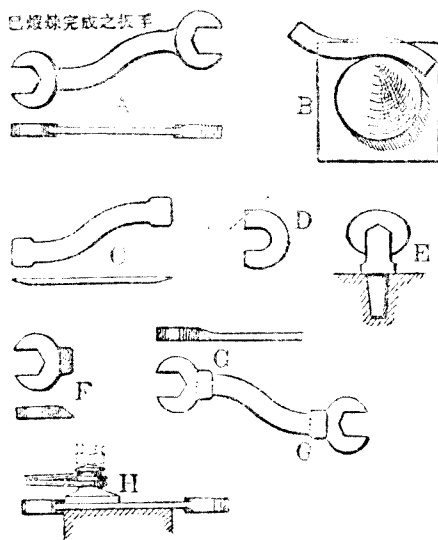
第七八圖

五。此時螺旋帽已冷，須復紅熱之，而嵌入上下鐵模型中打之，如圖 F。末乃置入杯形鐵模型底具中，用完成軸心棒以完成其中心之孔，令適合於需要之尺度，如圖 G。乃引出冷之，工作於是乎告竣。

4. 雙頭螺旋扳手鍛造法 (Forging a double-ended spanner)

第七九圖所示，A 為已鍛造完成之雙頭螺旋扳手。法：先取與扳手臂同長之鋼條，(但須較扳手臂稍長，以備鍛接時之需) 加熱而彎曲之，令成 S 形，如圖 B。並將兩端打成適合之鍛接面，以為鍛接

之準備，如圖 C。次復取稍厚之鋼條兩段，加熱而彎曲之，令成 U 形，如圖 D。乃置於鐵模型之上，以打成其顎 (Jaw)，如圖 E。並於鍛接處打成適當之鍛接面，如圖 F。乃鍛接其顎與臂，如圖 G。最後乃修正而完成之，如圖 H。



第 七 九 圖

以上係舉數例以說明工作物鍛造之法，其餘需鍛造之工作物，尚不勝枚舉，概從略。

### 問 題

1. 鍛鐵須在高溫作業，黃銅及洋銀則否，何故？
2. 完成溫度務以低為宜，其故安在？
3. 試述歪硬化之成因。
4. 金屬因常溫作業所起之歪硬化，用何法可除去之？

### 第三章 接合法

**1. 接合之分類** 金屬接合法可分兩種：一爲鍛接法(Welding)，一爲鑲附法(Soldering)。將金屬在赤熱時，假重力而壓合之，是謂鍛接法，又分爲二：(1)火爐鍛接法，(2)電氣鍛接法。火爐鍛接係將工作物置於火爐中，赤熱而鍛接之；電氣鍛接係利用電流發生高熱融熔鍛接部而鍛接之。凡金屬不能用鍛接法以接合之者，則於金屬互相接合之處，加入鑲之第三種金屬或合金，融着而鑲成之，是謂鑲附法。

**2. 火爐鍛接法** 鍛鐵或鍛鋼之鍛接，概用火爐鍛接法。其燃料以骸炭爲最宜，煤氣及油亦可。普通概用石炭，然於接合面有附着煤質及附與硫黃之虞。

凡金屬鍛接須滿足下述之二要件：

(a)在不熔解範圍以內，金屬分子之流動性須充分成黏稠狀；

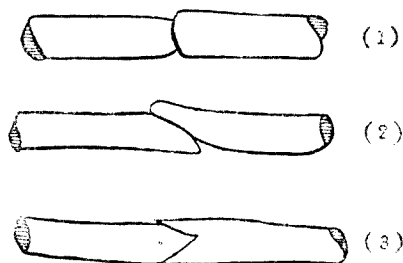
(b)接合面間須不致存有氧化膜。

金屬能於高溫充分呈黏稠狀者，則於接合面分子之接合容易，從而鍛接亦易；若特種金屬在高溫時脆性反增者，則不能施以鍛接法。

鋼鐵在火爐中受熱，與空氣接觸，即生一層氧化鐵之薄膜，最足以妨害其鍛接性，但欲免此弊，須用細砂或鍛接粉(Welding paste 其成分爲碳酸鈉，重晶石，礬砂，黃血鹵鹽等)揚之於熱鐵之間，使與氧化鐵在高溫度時，成一薄而易融之鐵渣，當鍛接時，受相

當之鍛擊，能擠出之，於是兩鐵之面乃純粹而易相接合。

鍛接法分爲三種：(1)衝頭接，(2)重接，(3)腳接，如第八〇圖所示。衝頭接準備甚簡單，但鍛接不容易，且難期其安全，火爐鍛接法鮮用之。重接準備亦易，接合亦較衝頭接爲安全，普通鍛接多用



第 八 〇 圖

之。腳接較重接尤爲安全，惟準備手續稍繁難耳；當鍛接時，先須將接合部分打成適合之形狀，並敷布鍛接粉等於鍛接面，乃熱以適當之溫度，施以鍛治式或壓延式等法於鍛接處，使其互相接合。

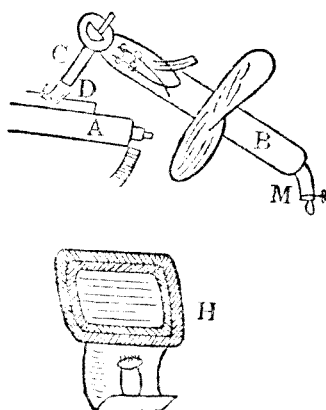
3. 電氣鍛接法 用電氣鍛接金屬，無沾染灰屑及其面生氧化膜之弊，其法分爲二種：

(a) 電氣抵抗鍛接法 (湯姆生法 “Thomson process”) 將欲接合之處兩相接觸，通以強電流，因其抵抗而高熱其鍛接部至達於鍛接溫度之時，則關斷其電流，以槓桿或其他方法，將鍛接部壓迫之，即可完全鍛接矣。此法最適於鐵管鐵條之衝頭鍛接，多用於鎖之製造。

(b) 電弧鍛接法 (白納多法 “Bernardos process”) 將鍛接之金屬連於發電機之陰極，以碳素棒連於發電機之陽極，將碳素



棒移近於鍛接之處，但須隔以最小之距離，則其間如弧光電燈然，發出電弧而生高熱，即將需接合之金屬熔融而鍛接之，如第八一圖所示。A 爲一鐵板，載於木臺之上，與地絕緣而連於發電機之陰極，其上置鍛接之金屬 D，B 爲碳素棒之支持器，其中心通以導線 M，此線連於發電機之陽極，H 爲防火花之柵。C 爲碳素棒，



第 八 一 圖

C 及 D 之間因電弧之飛過而熔融焉。此法適於修理鍋爐板鋼鑄物之損傷部或生龜裂之機械部分。

4. 鑲附法 金屬之鑲附法，因所用鑲之種類而有軟鑲附法 (Soft soldering) 與硬鑲附法 (Hard soldering) 兩種。

(a) 軟鑲附法 軟鑲附法係用錫與鉛之合金，所謂白鑲者以接合金屬。普通之白鑲爲錫與鉛之同量所構成，然亦有加減其成分之配合量者。此種鑲所接合之金屬，其接合處之強力較原金屬之強力低，故所需強力大時，則白鑲殊不適用，但其接合法簡

單，且工費低廉，故亦常被採用。白鐵適用與否，因金屬而異，如黃銅銅錫及銅等，均得以此接合之，鑄鐵及鉛則不適用。

施行白鐵附法，先須研磨所欲接合金屬之表面，使之清淨，然後密接之，以小木片塗氯化鋅液於其接合部分，又將先於爐內燒燃之銅鑊尖端，以氯化鋅液洗之，押着於白鐵片上，待其融合黏着，乃移附於前述接合之部分，徐徐移動之，白鐵自流入接合部分，然後任其徐徐冷卻，而工作於是乎告竣。

上述使用之氯化鋅液，係除去接合面上金屬氧化物而清淨之一種溶劑也。儘量溶解鋅屑於稀鹽酸中即得。

(b)硬鐵附法 硬鐵附法，其所用之鐵較硬。通行最廣者為黃銅鐵附法。用此方法接合之金屬為銅，黃銅，及鍛鐵等，鑄鐵間亦用之。用硬鐵附法接合之部分頗堅固，與非接合部分之強方相等。且比鍛接法作業容易，工費低廉，然導電性低，對於震動之抵抗力亦小，且殘存於接合部分之溶劑或鏽等有徐起作用減少強力之虞。又若使用於電離溶液中，則接合部分有徐起分解作用之弊。

黃銅鐵附法，係將金屬之接合面十分研磨清淨後，使相密接，乃將鐵之粉末與硼砂之混合物以水鍊成泥狀，塗布於接合部分，（或先使用泥狀之硼砂塗布於接合部，復於其上散布鐵之粉末或細片）待其充分乾燥之後，於火爐內或用煤氣石油等之吹管（Blow pipe）赤熱接合部分，使鐵熔合黏着，金屬即已接合。

硬鐵中洋銀鐵次於黃銅鐵，於銅，合金及其他接合常廣用之，其接口呈白色，較黃銅鐵尤堅固。又有所謂金鐵及銀鐵者，即黃

銅鐵中混合多量之金或銀者也。

黃銅鐵爲硬鐵之一種，其最普通者爲銅與鋅之同量所構成。其特殊者，隨其用途將銅與鋅成比例配合之。其銅之含量愈多，則其強力愈增，同時熔解點亦加高；或欲低減其熔解點，則加錫或鉛於其中。茲將各種材料所用硬鐵之種類列表於下：

種 類	銅	鋅	錫	銀
最 硬 者	3	1		
硬 者	1	1		
軟 者	4	3	1	
銅 用	55	40	5	
接 合 鐵 與 銅	80	16	4	
鐵 用	2	1		
鋼 用	3	1		19
黃 銅 細 工 用	8	8		1

### 問 題

1. 試述鍛接法及鐵附法不同之點。
2. 除去鍛接面氧化鐵之薄膜，其法若何？
3. 鍛接法分爲幾種？以使用何種爲最安全？
4. 電氣鍛接法分爲幾種？試略述之。
5. 軟鐵及硬鐵所接合之物，其強力孰大？

6. 試述氰化鉍液及硼砂之功用。

## 第四章 淬鋼法

1. 鋼之可淬性 鋼有可淬性，鍛鐵則無之；因鋼所含之碳素在 0.5 以上，而鍛鐵所含之碳素極微故也。近今對於鋼之健淬及反淬之理，學說甚多，今略述之如下：

(a) 化合碳素藏於鐵中可分兩種：(1) 硬碳素 (Hardening carbon)，此種碳素與鐵之全體化合，瀰漫於鐵中；(2) 碳化物碳素 (Carbide carbon)，此種碳素僅與鐵之一部分化合生成碳化鐵 ( $\text{Fe}_3\text{C}$ )，分布於其餘之鐵中。在高溫時，鋼中之碳素全屬硬碳素，從容退冷，則硬碳素漸變為碳化物碳素，故其質軟。若猝然冷之，則硬碳素不及變化，而鋼已冷而轉硬。若復將此鋼燒熱，則硬碳素之一部變成碳化物碳素，鋼質乃稍軟矣。

(b) 近人奧司蒙 (Osmond) 謂鋼中之鐵，其狀有二：(1) 硬鐵，此鐵在高溫時其性堅固不移，與他雜質相合時亦然，鋼之猝冷而變硬者，以有此鐵在也；(2) 軟鐵，此鐵在低溫時形狀不變，鋼之質軟者，以有此鐵在也。

上兩說中，近日冶金學家多承認奧司蒙氏之說為尤切。

2. 健淬及反淬 鋼燒熱而猝冷之，其質變硬，是謂健淬；其變硬之高低，視退冷之緩急，及鋼中所含雜質之多寡以為差。水銀冷之最速，硬度亦最高，水次之，油又次之，但含碳素過多之鋼，一經變硬，性過於脆，不適於用；補救之法，謂之反淬。反淬者減低硬度之謂也。法將過硬之鋼，略加熱而急退冷之，所加之溫度愈高，硬度

之減低愈甚，鋼質乃變強韌而耐用。然使加熱之溫度達於健淬時之溫度，則退冷後，其硬度全行消滅，是謂退火 (Annealing)，以之施於含碳極多之鋼為宜。

**3. 工具之健淬及反淬** 凡工具須於健淬之後反淬之，健淬之溫度約為華氏 1650 度，不可太高，恐其燒焦，燒焦則有害於其機械之性質；又反淬之溫度，須視工具之用途而異。若受衝擊之工具，則反淬之溫度宜高；反之，僅需銳利而不受衝擊之工具，則反淬之溫度宜低。普通工具反淬加熱，概為華氏 430 度至 600 度。例如剃刀類僅需銳利而不受衝擊作用者，則需高硬度，而不畏其碎折，故可以最低之溫度反淬之，如鑿斧等受激烈之衝擊，其韌性須大者，則須以高溫反淬之。

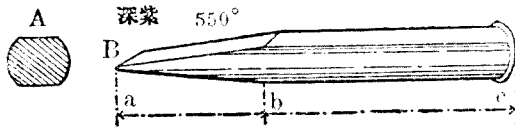
實地工作，檢查反淬之溫度，常準工具加熱時表面氧化物所呈之色而決定之，此色稱為反淬色。蓋鋼當反淬時，表面生氧化鐵之薄膜，因其極薄，故透明而反光，現出各種顏色。工作者視薄膜之色，可知溫度之高低，茲將由經驗所得者列表於下：

硬度	顏 色	溫 度		用 途
		F	C	
極硬	櫻 桃 紅	1650°	899°	健淬
軟	蒼 藍	600°	316°	反淬至極軟
具 有	深 藍	570°	299°	彈簧 螺旋捻鑿 圓鋸 (鋸金屬用) 冷鑿 (鑿鍛鐵用)

彈 性 者	深	紫	550°	289°	冷鑿(鑿鑄鐵及鋼用) 斧小斧
	淡	紫	530°	277°	鑽
	紫	黃	520°	271°	平頭鑽(鑽銅用) 螺旋鑽頭 鉤刀
	櫻	黃	500°	260°	半圓鑿 擴孔器 打孔錐
硬	深	黃	490°	254°	鑿花刀 絞絲工具
	草	黃	470°	243°	內面車床刀
	淡	黃	450°	231°	洗床用刀 鑽頭
	灰	黃	430°	220°	錘面 刻銅刀 剃頭刀

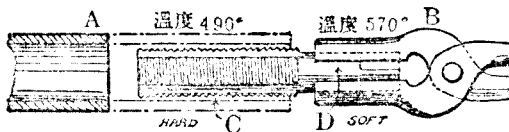
4. 鑿之反淬法 第八二圖所示，為已完成之鑿，A 為鑿身之橫斷面，B 為鑿之平口。鍛鍊之溫度務以低為宜，以免燒焦；但當鑿口健淬及反淬時，鑿身須仍保持原有狀態(Natural condition)。反淬之先，須健淬之，否則，雖反淬之，亦無功效。健淬時，須將鑿之全部熱至櫻桃紅，僅投 a b 一部於水中而急冷之，使變極硬。次砥鑿口於石而磨光之，乃行反淬。反淬時加熱須由鑿身 b c 漸熱至鑿口 a，溫度漸次加高，此時最宜注意火色，初呈黃色，繼由櫻而變藍，此

藍反淬之溫度為  $550^{\circ}$ ，呈深紫色，當此色顯現時，投入水中而急冷之，即得所需之硬度。



第八二圖

5. 絞絲公反淬法 反淬絞絲公較其他工具為難，因螺線硬變須大，螺旋柄 (Shank) 則須強韌故也，此等工具反淬加熱，須插入溫度不同之金屬中，如第八三圖所示。A 為鐵管，B 為夾鉗，C 為螺線，D 為螺旋柄，先將夾鉗燒至紅熱 (Red-hot)，夾住螺旋柄，迨呈黃色，將螺線插入暗紅 (Dull red) 之鐵管中，此管之內徑恰能使絞絲公自由進退於其中，迨 C 部呈深黃色，D 部呈深藍色時，投入



第八三圖

水中而急冷之，即得所需不同之硬度。

此外不須覬視氧化膜之顏色，亦可得一定之反淬溫度，其法有二：(1) 將工具之一部投入油中，置火爐上燒之，迨油發閃爍光燄時，乃投之於水中而急冷之；(2) 為鉛與錫之合金，隨其所需溫度之高低，而以比例配合之，將此合金之小球置於工具上加熱，迨合金熔解，乃將工具之一部投入水中淬之，鐘錶彈條反淬溫度，氧化膜須呈深藍色，加熱常為  $570^{\circ}$  F。發生閃爍光燄高溫之油。

## 問 題

1. 鋼鐵之區別何在？
2. 鋼燒熱而猝冷之，其質變硬，何故？
3. 何謂健淬？ 何謂反淬？
4. 剃刀反淬之溫度須甚低，而鑿斧彈簧等反淬之溫度須甚高，何故？
5. 檢查反淬溫度之方法若何？
6. 鐘錶彈簧反淬時，加熱何以常用高溫油？



## 第四編 鉗工

凡自鑄造場或鍛工廠所製作之物品，其工作尙未完成者，須再加以工作以完成之，稱此加工曰完成工作（Finishing），蓋物品製作最終之意也。

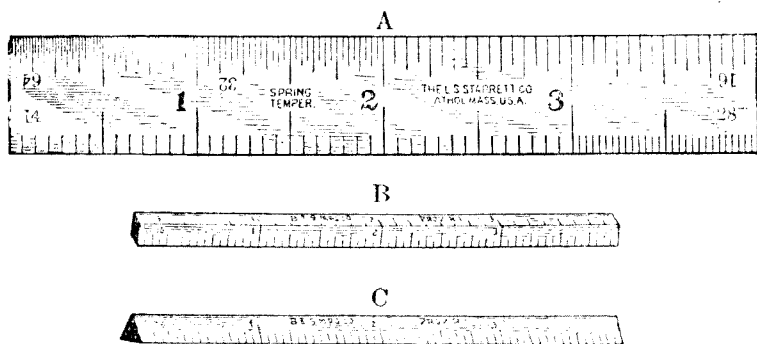
完成工作，有用機械工作者，有用鉗工者。若工作面甚廣大，製品之形狀甚複雜，且施工作須大勞力之時，則用機械工作；反是者則多用鉗工。

### 第一章 工具

鉗工及機械工作有需用同一之工具者，茲於未述鉗工及機械工作之先，將普通工具及其用途，分別說明之如次：

1. 尺度類 普通使用之尺爲呎及呎，前已述之；但尺有木製及鋼製二種，在機械工場，木製之尺，僅用於普通粗疏之度量，而最精美之工作物，則須使用鋼尺。第八四圖所示，A 爲普通呎，B 爲正方呎，C 爲三角呎。第八五圖所示者爲鉤尺，用以測圓角之工作物或穴道之寸法，最爲便利。第八六圖所示爲鎖槽呎（Key seat rule），於圓棒或圓筒之內面，引與其軸平行之直線時用之；而畫鎖槽（Key way）之時，尤爲必要之工具。圖中之 A，示用於圓棒之外側；B 示用於穴道之內部畫鎖槽之時也。

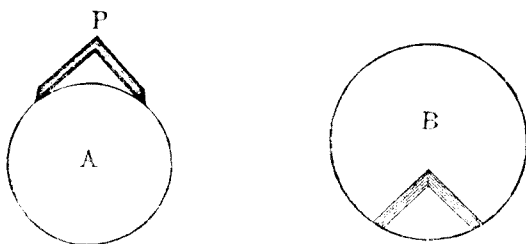
2. 卡儀（Calipers） 卡儀用以測量圓筒工作物之內徑及外徑，及其他工作物之長短厚薄。種類繁多，用途不一；茲大約分爲二種：



第 八 四 圖



第 八 五 圖



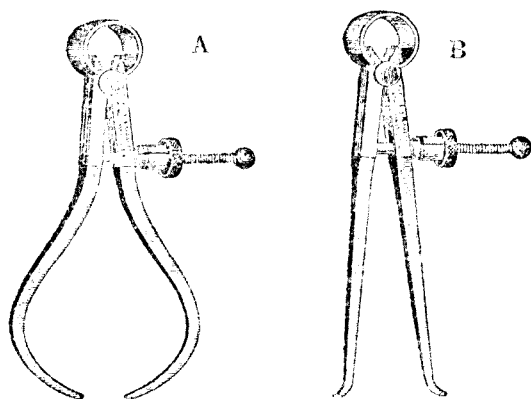
第 八 六 圖

(a) 無分度卡儀 (Not graduated calipers)

(b) 有分度卡儀 (Graduated calipers)

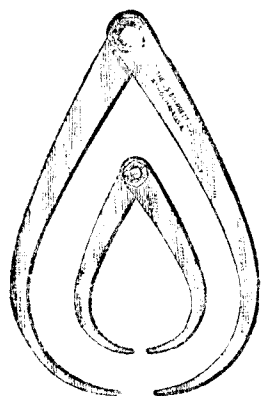
無分度卡儀，如內卡外卡之類是也；有分度卡儀，如測微器之類是也；又同種類之卡儀，因用途不同，而其構造亦因之而異，茲逐項說明之：

a 無分度卡儀 第八七圖 AB 所示，名彈簧卡儀 (Spring calipers)，A 爲外卡，B 爲內卡；其腳得藉彈簧及螺旋作用，開闔



第 八 七 圖

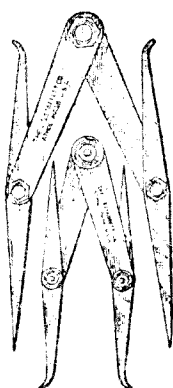
自如，直接以兩腳之尖端，測量其目的物也。其大小由兩腳開闔之分度而知之。第八八圖所示，爲普通所用之外卡及內卡，藉摩擦力以固定其開闔之度者也。如第八九圖所示，爲雙卡 (Double caliper)，即內卡與外卡合成爲一者也。測量工作物之開孔，用之甚便，如第九〇圖所示者，爲其陰陽兩性之卡儀 (Hermaphrodite caliper)，用以畫矩形工作物之平行線，且可用以求圓柱體之中心，第九一圖所示，爲絲卡 (Thread caliper)，加寬其兩腳之端，用以測螺旋之外徑，如圖 A 所示；或尖其兩腳之端，



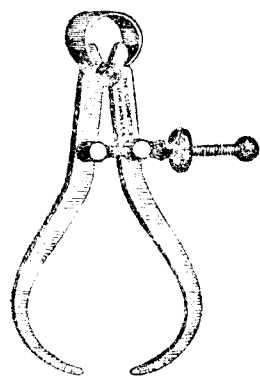
第 八 八 圖



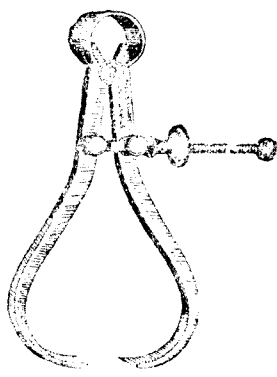
第 八 九 圖



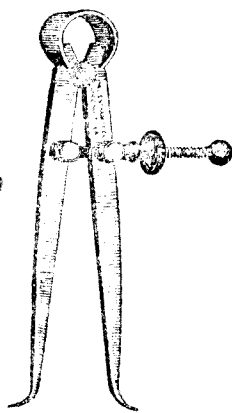
第 九 〇 圖



A



B



C

第 九 一 圖

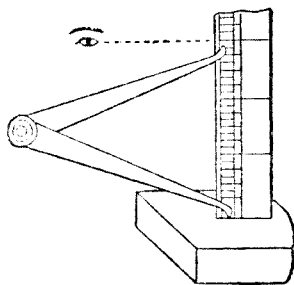
用以測螺旋之心徑，如圖 B 所示。上二種皆為外絲卡 (Out-thread caliper) 如圖 C 所示，用以測直徑甚大之陰螺旋者也，名為內絲卡 (Inside-thread caliper)。然螺旋測量，甚難精確，此項工具僅能

測得其近似值，精密之測量，則有須用後述之工具也。

**卡儀之使用法 (Use of calipers)** 用卡儀測量工作物之內外直徑及其長短厚薄，其兩腳之尖端接觸於工作物時，弛緊之度，全憑指尖之感覺以定之，故最須熟練；過弛固不可，過緊亦非所宜也。

用外卡測得工作物外徑之後，以尺測其開度時，須以左手執尺，令成垂直，以右手所持卡之一端，觸尺之下端，以左手小指押之，使不動搖。目常觀尺內數號，以定開度之大小，但此時目之位置，須定準視力線與尺成直角，所讀之尺寸，方無差誤也。

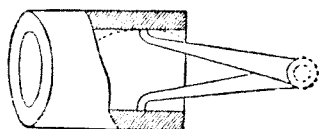
以尺測內卡之開度時，如第九二圖所示，垂直立尺度於平面盤



第九二圖

之上。置卡之一端於平面上，依他端所觸，讀其尺寸；此時目之視力線亦當與尺成直角也。

測量穴道之直徑或平行面之距離時，如第九三圖點線所示；固

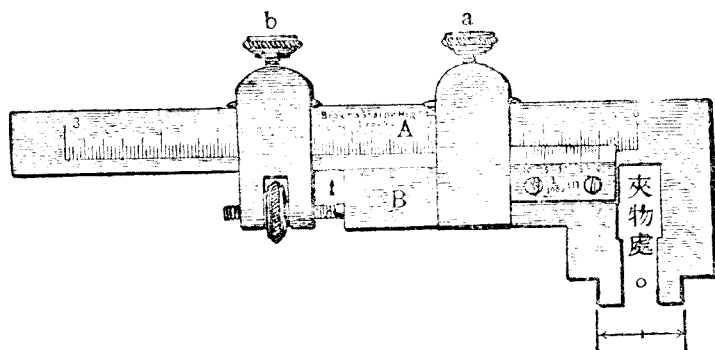


第九三圖

定內卡之一端，將他端向前後或左右轉動之，取其接觸最緊張之處，以定其尺寸焉。

(b)有分度之卡儀 有分度之卡儀，其主要者為遊尺(Vernier caliper)與測微器(Micro-meter)二種，茲分述之於下：

(1)遊尺 遊尺如第九四圖所示。此器以A B兩尺組合而成，A名本尺，B名遊尺，用以測量直徑及厚薄，能精密至 $\frac{1}{1000}$ 吋。本尺A上，一吋之間，等分為40格，則每一格之距離，必為 $\frac{1}{40} = \frac{1}{40} \times \frac{25}{25} = \frac{25}{1000}$ 吋，將A尺24格之長，等分為25格，以之刻於B尺上，則B尺每一格之距離，為 $\frac{1}{40} \times \frac{24}{25} = \frac{24}{1000}$



第 九 四 圖

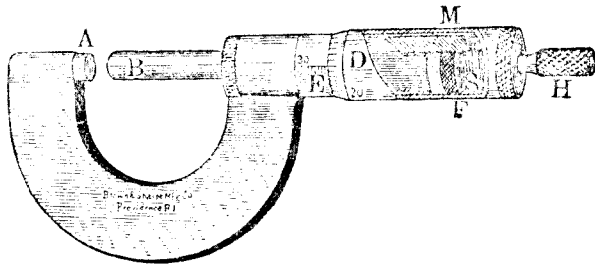
明矣。故若將A B兩尺合其零點而併置之，則B尺之第一格與A尺之第一格，必相差 $\frac{1}{1000}$ 吋；B尺之第二格與A尺之第二格，必相差 $\frac{2}{1000}$ ；餘類推；此即遊尺能測至 $\frac{1}{1000}$ 之原理也。其

使用法，遊尺套在本尺之上，得沿本尺左右滑動。當遊本兩尺之腳密接時，遊尺與本尺之兩零點，必相符合。測量時，將工作物夾入兩腳之間，乃緊螺旋 b，合其鬆緊之度，挾住工作物，然後緊螺旋 a，俾遊尺在本尺上不再移動，於是觀兩尺零點之距離可也。其讀法如圖所示：若遊尺之零點在本尺 3.2 吋與 3.225 吋之間，則應得之尺寸，必比 3.2 吋大而比 3.225 吋小；可先將 3.2 吋記下，然後從遊尺觀察以下小數。其法：但尋出遊尺之第幾格與本尺之格線符合即得。若遊尺與本尺符合之格線，為遊尺之第 14 格，則 3.2 以下應得之小數  $\frac{14}{1000} = 0.014$ ，故所求之尺寸為  $3.2 + 0.014 = 3.214$  吋。

此種器具，英法不同；不同之點：英用吋為單位，法用耗 (Milli-meter) 為單位也。

(2) 測微器 (Micro-meter) 測微器用以精測工作品之尺度者也，近來一般之製作品，其尺度務須精密，故此種尺亦一般工場中所採用者。茲述其構造及使用法之大略如下：

測微器之構造，則應用螺旋進退之理，如第九五圖所示：F 為空圓套 (Thimble)，緊套於空管 (Barrel) E 上，內部有心棒 H S B。S 之部分刻有精細之陽螺旋。每吋間之絲數為 40，與 M 內部之陰螺旋相嚙合。E 套之端 D，均分其圓圈為 25 等分，刻成格數。故以手轉動 H，得因螺旋作用，而令 B 端進退自如。空管 E 之表面，亦刻有格數，成每吋 40 等分之格，其每一格之距離，等於  $\frac{1}{40}$  吋，而適等於 F 套一迴轉進退之距離也。由



第 九 五 圖

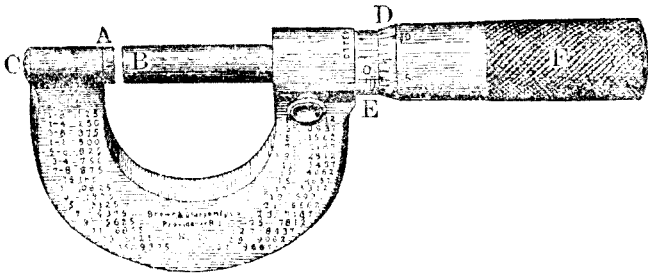
此觀之，其作用與遊尺亦甚相似；若F轉 $\frac{1}{2}$ 時，則心棒B端必進退 $\frac{1}{40} \times \frac{1}{25} = \frac{1}{1000}$ 吋，做遊尺之用法，其能測 $\frac{1}{1000}$ 吋者可得而知矣。

刻度之疏密，各尺有不同，例如D部刻度為100等分圓周，而E部之一格為 $\frac{1}{25}$ 吋，則D部每迴轉一刻度，B部乃前進或後退 $\frac{1}{25} \div 100 = \frac{1}{2500}$ 吋，即二千五百分之一吋也。

茲復就九六圖所示，說明使用之法，若迴轉F部，使E部刻度之O點與D部刻度之O點適成一致，定準A與B之兩端面相密着，用螺旋C以調整之。頭AB兩端面相撞合後，用手指頭輕輕將F部迴轉之，令AB兩端面離開，嵌入工作物，而測其尺寸。

此種尺之刻度係以吋之小數表之者，但在實際工作上所用之尺度，以吋之分數表之，故以此器測尺度時，不可不將吋之小數改為分數也。下圖尺之表面所示之數字，即小數與分數





第九六圖

之對照表也。

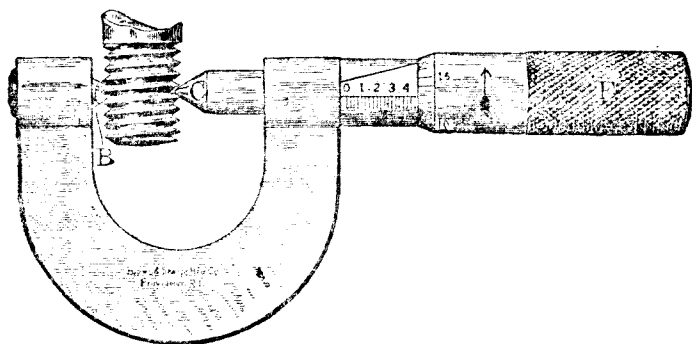
例如  $\frac{1}{8}$  吋，以小數表之，則為 0.125 吋； $\frac{1}{16}$  吋為 0.0625 吋；

$\frac{1}{32}$  吋為 0.0312 吋； $\frac{3}{32}$  吋為 0.0937 吋等類是也。又 1-8 即表

$\frac{1}{8}$ ，1-4 為  $\frac{1}{4}$  吋，16 ThS 為以 16 分除之之數也，以下載 1 者

為  $\frac{1}{16}$  吋，3 為  $\frac{3}{16}$  吋；以下類推。

(3)螺旋測微器 (Screw-thread micrometer caliper) 第九七圖所示，即為此種測微器，為精測絞絲公 (Tap) 及螺旋之吋法時所必要。圖中 B 呈螺旋形，C 端為與螺旋之角度相合之圓錐體；故英國式螺旋與美國式螺旋（角度不同）不得以同一之測微器測之，但美國式與 V 字形螺旋係同一之角度，因得用同一之測微器測之，此種測微器之構造上所當注意者，B 頭可自由迴轉，得令其與螺絲之傾斜度相合而密着，C 與 B 之角度，須與螺絲之角度相合，而 C 與 D 之尖端須稍切去之，以



第 五 十 七 圖

免刻入螺絲之底部。C 與 B 之兩端相合處為 O，此外依上述普通測微器之刻度法，同樣得精測至  $\frac{1}{1000}$  吋。此種測微器之大小，

因所切削之螺絲之大小而異，例如測一時二十絲之螺旋所用之測微器，不能用以測一時八絲之螺旋，因為 C B 二尖端之形狀所限制也。普通由一時八絲至十三絲及由十四絲至二十絲之譜，得以同一之測微器測之。

用螺旋測微器所測得之尺度，等於螺旋之外徑與他方螺旋絲之深度之差；故用此種測微器時，對於螺旋之外徑與螺絲之深度的關係，不可不知。

茲就普通之螺旋而示其計算法如下：

設  $d =$  絲之深度

甲．英國式螺旋

$$d = \frac{0.64}{\text{每吋之絲數}}$$

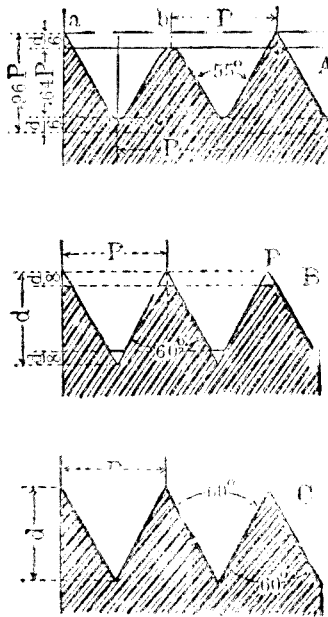
乙. 美國式螺旋

$$d = \frac{0.65}{\text{每吋之絲數}}$$

丙. V形螺旋

$$d = \frac{0.866}{\text{每吋之絲數}}$$

第九八圖所示：A 爲英國式螺旋，B 爲美國式螺旋，C 爲 V 形螺旋。



第九八圖

茲舉一例以說明上列各式之計算法：設有英國式螺旋之外徑爲一吋，每吋有八絲，試計算其絲之深度及螺旋測微器所

測得之尺度幾何？

$$\text{解 } d = \frac{.64}{8} = .08; \text{ 即絲之深度爲 } \frac{8}{100} \text{ 吋。}$$

用螺旋測微器所測得之尺度，等於螺旋之外徑與絲的深度之差即  $1'' - .08'' = 0.92''$  即螺旋測微器所測得之尺度爲 0.92 吋。

今就各種螺旋用螺旋測微器測得尺度之讀法，以式表之如下：

甲. 英國式螺旋爲

$$\text{螺旋外徑} = \frac{0.64}{\text{每吋之絲數}}$$

乙. 美國式螺旋爲

$$\text{螺旋外徑} = \frac{0.65}{\text{每吋之絲數}}$$

丙. V形螺旋爲

$$\text{螺旋外徑} = \frac{0.866}{\text{每吋之絲數}}$$

二. 規類 (Gauge) 應機械作業之進步，而規類 (Gauge) 之應用愈廣；況處今日分業法盛行之際，上項器具，尤爲機械工場之不可一日無者；今將普通一般規類逐項說明於下：

(a) 螺絲節規 (Screw pitch gauge) 如第九九圖所示爲螺絲節規，用以測美國式螺旋每吋之絲數者也。此種規因螺旋之種類而異，如螺旋有英國式，美國式及V形之別，則其所用之規亦各自不同。規之表面所刻 40, 20 等之數字，示每吋之絲數，其

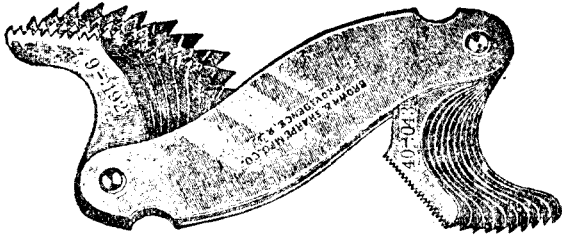


圖 九 九 圖

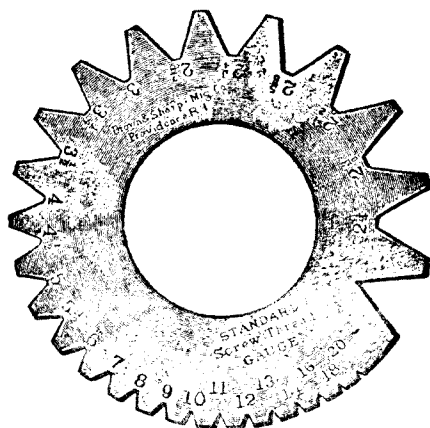
右側所刻小數點以下之數字，示螺絲之深度之二倍；故由螺旋之外徑減去此小數，即為螺旋之心徑。例如直徑  $\frac{7}{8}$  吋之圓棒，切一吋九絲之 V 形螺旋，其心徑可依規中所記之數值 0.192 ( $d = \frac{0.866}{9} = 0.096, 2d = 2 \times 0.096 = 0.192$ ) 求出之，即：

$$\frac{7}{8} = 0.875''$$

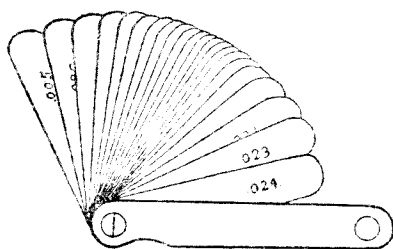
螺旋外徑減絲之深度 =  $.875'' - 0.192'' = 0.683''$ ，即心徑為 0.683 吋也。

第一〇三圖所示之節規，用以測驗美國式螺旋之切絲工具的形式者也。

(b)測厚規 (Thickness gauge) 此規(第一〇一圖)為鋼製之薄板，用以測二物間之距離。如圖所示具有由 0.004 吋至 0.024 吋厚二十二塊之鋼板。最薄之板有至 0.0015 吋，此等薄板，有僅用一塊以測之者，有用二塊重合以測之者。各葉表面所記之數字，為其葉之厚；如 0.024 者，即其厚為  $\frac{24}{1000}$  吋。

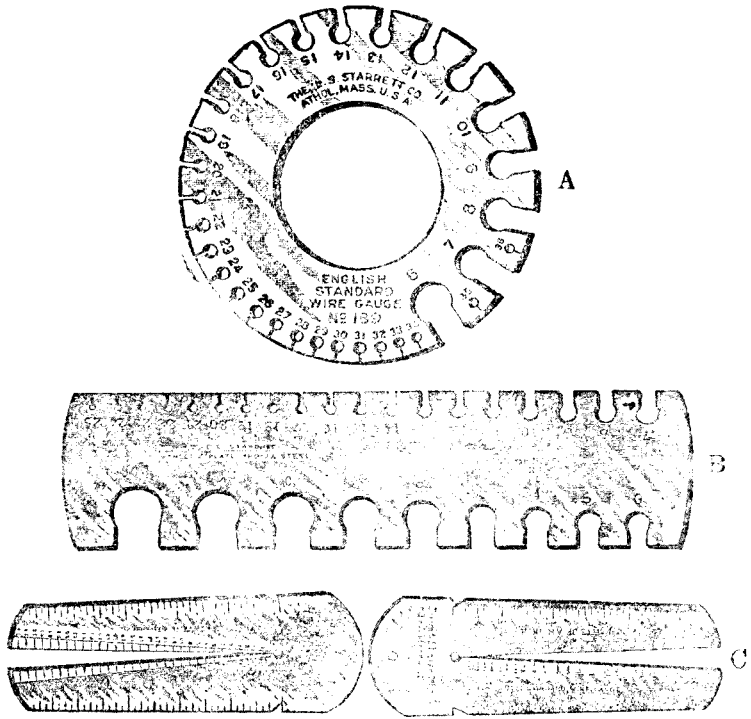


第一〇一圖



第一〇二圖

(c) 線規 (Wire gauge) 線規用以測金屬線之直徑及金屬板之厚，除金屬線或板記有號數外，其餘均須使用線規以測其大小厚薄。如第一〇二圖所示：A 為圓形板線規，B 為長方形板線規；其邊緣均具有小孔，孔旁附有 1, 2, 3, 4, 5, 6……等數字，示規之號數，各號之孔的直徑等於表內之數；故欲測金屬線之直徑，即將該線穿過規內某孔，能通規內某號之孔時，檢查表中某號之



第一〇二圖

數值，即可知該線之大小。C 為長方形線規，一端具有角度開口，口之兩側附有號數，用以測量金屬板之厚薄，此規之使用法與上法同。

線規種類繁多，其用法亦各不相同，故設計或定貨時，必須註明金屬線或金屬板之號數及何式線規，以免錯誤。下表所列各式線規及號數，其大概也。又表中所記 8-0, 7-0 等數字，示 00000000 及 0000000 等號數也。

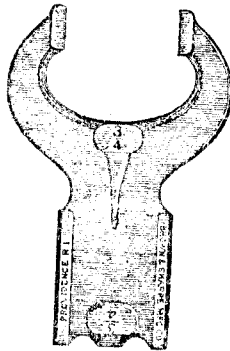
No. of Gauge	American or Brown & Sharpe	English Birmingham or Stubbs Iron Wire	U. S. Standard for sheet and plate iron and steel	British Imperial wire gauge	Washburn and Moen's steel. Music wire gauge	What Worth gauge
	1	2	3	4	5	6
8-0					.0083	
7-0			.5	.5	.0087	
6-0			.469	.464	.0095	
5-0			.438	.432	.01	
4-0	.46	.454	.406	.400	.011	
3-0	.40964	.425	.375	.372	.012	
2-0	.3648	.38	.344	.348	.0133	
1-0	.32486	.34	.313	.324	.0144	
1	.2893	.300	.281	.300	.0156	.001
2	.25763	.284	.266	.276	.0166	.002
3	.22942	.259	.25	.252	.0178	.003
4	.20431	.238	.234	.232	.0188	.004
5	.18194	.22	.219	.212	.0202	.005
6	.16202	.203	.203	.192		.006
7	.14428	.18	.188	.176		.007
8	.12849	.165	.172	.160		.008
9	.11443	.148	.156	.144		.009
10	.10189	.134	.141	.128		.01
15	.057068	.072	.125	.072		
20	.031961	.035	.109	.036		
30	.010025	.012	.094	.0124		
40	.003144		.078	.0048		

由上表 English Birmingham 之行對於各號數尺度之差，為不規則；Brown's Sharpe 式線規，則對於各號數尺度之差異，係依一定規則而變，即4-0號線之直徑之大為0.46吋而3-0號線之直徑為  $0.46 \times 0.890522$  之積，即0.40964吋，又2-0號線則係再以  $0.890522 \times 0.40964 = 0.3648$  吋，以下仿此。



此表號數愈大，其尺度愈小。

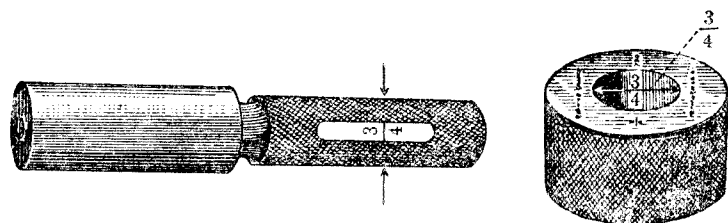
(d) 模範卡規 (Standard caliper gauge) 第一〇三圖所示，爲定內卡及外卡之尺度爲  $\frac{3}{4}$  吋時所用之模範卡規。以尺測卡類之開度時，每測一次，恐於尺度有多少之差異，若用此規所定之尺度測之，必無差誤；卽有差誤，亦甚少也。工場中工具室內  $\frac{1}{16}$ ， $\frac{1}{32}$  及由  $\frac{1}{4}$  至 4 之各種模範卡規，皆爲必備之品。依規上端左



第一〇三圖

右兩面之距離（如圖爲  $\frac{3}{4}$ ）以定內卡兩腳端開度之尺寸；規之下端，爲定外卡之尺寸也。

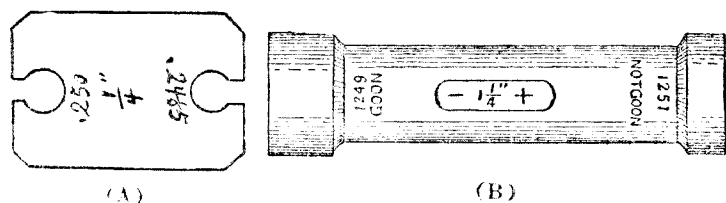
(e) 模範圓柱規 (Standard cylindrical gauge) 第一〇四圖所示，爲合於基本尺之內徑及外徑之圓規。施行精密加工時，最後須用此規試之。圖中示  $\frac{3}{4}$  吋者，用以測內徑或外徑爲  $\frac{3}{4}$  吋者也。此種規能精密測至  $\frac{1}{5000}$  吋。內徑規與外徑規之吋法雖同，但



第一〇四圖

因熟練之故，得插入內徑規於外徑規內。

(f)極限規 (Limit gauge) 第一〇五圖 (A) 示極限外規。

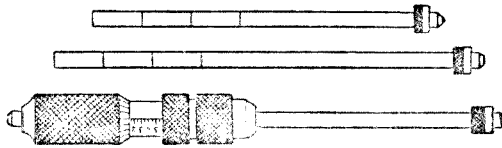


第一〇五圖

此種極限規，係削  $\frac{1}{4}$  吋之圓棒時所用者， $\frac{1}{4}$  吋等於 0.25 吋，故規上刻有 0.250 之數碼，即左方圓孔之直徑為 0.25 吋，又右方之直徑為 0.2485 吋，即新作直徑  $\frac{1}{4}$  吋之圓棒，須令其完全通過此孔，不通過右方直徑 0.2485 吋之孔。換言之，即極限規內有兩孔，但須令製作品能通過 0.2485 一端之孔，不能進入他端之孔也。如上例所說明，則該圓棒不大於 0.25 吋，又不小於 0.2485 吋之直徑可知；即凡製  $\frac{1}{4}$  吋之圓棒時，其製成之尺寸，須在此兩端極限之內。他種尺寸之極限，可依此類推。但第一〇五圖 (B) 示極限內規，

係削直徑  $1\frac{1}{4}$  吋之穴道時所用。(  $1\frac{1''}{4} = 1.25''$  ) 令一端之頭的直徑，比  $1\frac{1}{4}$  大 0.001，他端之頭的直徑比  $1\frac{1''}{4}$  小 0.001'。假定此規之小端能入新製直徑  $1\frac{1''}{4}$  之穴，而大端不能入，則此製作品之尺寸，殆為  $1\frac{1}{4}$  吋而適於用矣；即有差誤，亦在 0.001 吋以內，即  $\frac{1}{1000}$  吋以下。於普通機械工事，絕無何等之妨礙。此規之中央，刻有  $1\frac{1''}{4}$  之數碼，其左右有 (+) 與 (-) 之符號，(+) 之端示比  $1\frac{1''}{4}$  大，(-) 之端示比  $1\frac{1''}{4}$  小。

(g) 內部測微器 (The inside micrometer gauge) 第一〇六圖所示，其主要用途為內部之測微規，而用之於其一端者也。中空圓套上，刻有千分之一吋之號碼。旋轉內部螺旋，可以使

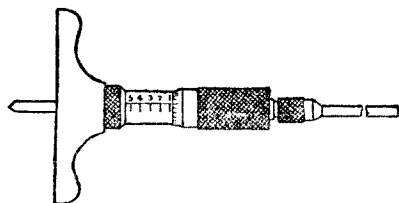


第一〇六圖

其進退半吋。用圖所示之各棒置入其中，可以測量 3 吋至 6 吋而精密至  $\frac{1}{1000}$  吋者也。

第一〇七圖所示為深規 (Micrometer depth gauge)，其構造與

第一〇六圖略同，惟測量桿上具有V形槽約半吋，而旋轉螺旋亦僅

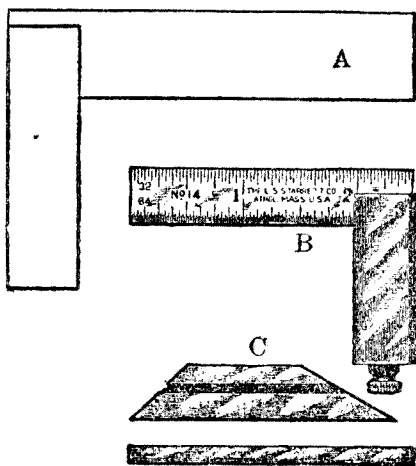


第一〇七圖

能進退半吋。此規用於精測谷道及所鑽孔之深度，故謂之深規。

(h)角尺 (Square) 機械工場之用角尺，猶之普通尺度，為萬不可缺者也。此項角尺為一切工事之基，其時法與角度，不可不求其十分正確；若不正確，則製出之工作物，皆不正確也。

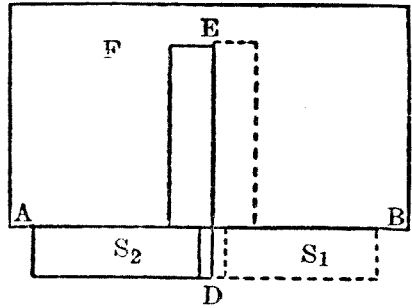
第一〇八圖A所示，為鑄銅製之角尺，已施精確之加工，故適用於角尺之檢查。工場中工具室內，必備有一個以為標準之角尺，



第一〇八圖

得以時行檢查日常使用之角尺。

第一〇八圖 B 所示，為工場中普通所使用之鋼製角尺，刻有尺度者也。

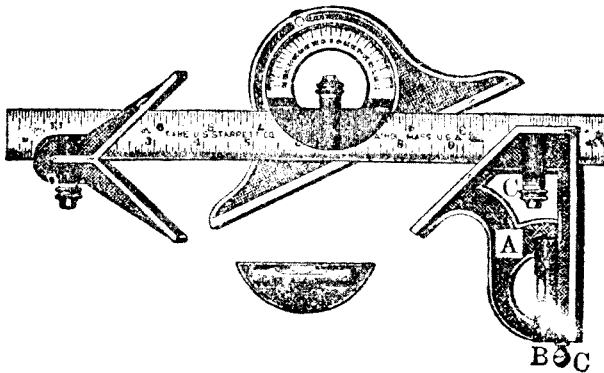


第一〇九圖

角尺之檢查法 第一〇九圖所示之方法，係取一極平坦之平板 F，其一邊 A

B 作成正確之直線，最初置角尺於虛線之處即  $S_1$  之位置。於 F 板上引 ED 之直線。次將此角尺置於反對之方向，即  $S_2$  之位置。再引 ED 之直線。若二直線完全重合，則可斷定此角尺為正確。若二直線不相重合，必互成若干之角度，則其角尺角度之差誤，為此角之二分之一。

(i) 組合角尺 (The combination square) 第一一〇圖所示，為有溝之尺與 A 之頭相組合而成之一種角尺。其用途可作普通

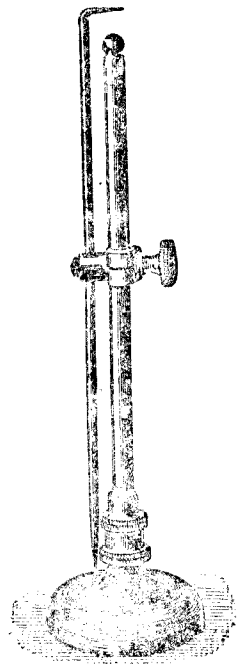


第一一〇圖

之角尺用，又可移取寸法；如欲取去其尺，則鬆 C 螺旋可也；下方爲水準器，用以檢查水平面及垂直於水平面之物，而他方可以測四十五度之角度。又附於尺之左端者稱爲組合中心規 (Center head)，用以求圓柱體之中心。其法先將此組合中心規與圓柱體之一端側面相接觸。線尺引一直線，復旋轉之，而引其他一直線，二直線之交點，即圓柱體之中心也。再附於尺之中央者，稱爲組合分度器 (Bevel protractor)，將器轉動，可以刻劃任意之角度焉。

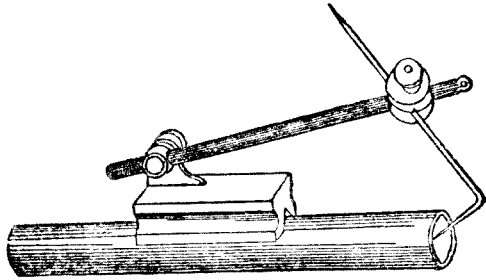
(j) 劃針 (Surface gauge) 第一一  
一圖所示，爲普通使用之劃針之一種式樣。其構造：一爲底座，與普通燈座相同。二爲支柱。三爲劃針。劃針附於支柱上，因螺旋之鬆緊，鐵環緣支柱移動，而劃針得以自由上下焉。劃針用途甚多：如劃平面之平行直線及中心線，檢查車床鏤床上之安置工作物，皆須使用之。

又有特別構造之劃針專用於圓柱體者。其座底具有 V 形溝，可以緣圓柱體而旋轉以劃同心圓於圓柱體之一端，如第一一二圖所示。此劃針亦可使用於普通之最小工作物。



第一一圖

## 問 題



第一一二圖

1. 試述完成工作之意義及其工作之方法。
2. 普通使用於機械工場之尺度有幾？並述其分吋法。
3. 卡儀約分幾種？有何用途？並舉例說明之。
4. 試述下列卡儀之構造及其用途：
  - (a) 彈簧卡儀；
  - (b) 雙卡；
  - (c) 陽陰兩性卡；
  - (d) 絲卡。
5. 用卡儀測量工作物時，務須弛緊合度，何故？又用尺度測量卡儀兩腳之開度，使所讀得之尺寸，不生差誤，其方法若何？試詳述之。
6. 試述下列有分度卡儀之構造及其使用法：
  - (a) 遊尺；
  - (b) 測微器。
7. 美國式螺旋測微器不能用以測量英國式螺旋，其故安在？

8. 設有英國式螺旋，其外徑為  $1\frac{1}{4}$  吋，每吋12絲，試計算其絲之深度及螺旋測微器所測得之尺度幾何？
9. 試述下列各規之使用法：
- (a) 螺旋節規；
  - (b) 線規；
  - (c) 模範卡規；
10. 試述極限規之使用法。
11. 角尺之檢查法若何？
12. 試述劃針之用途。

## 第二章 虎鉗錘及鑿

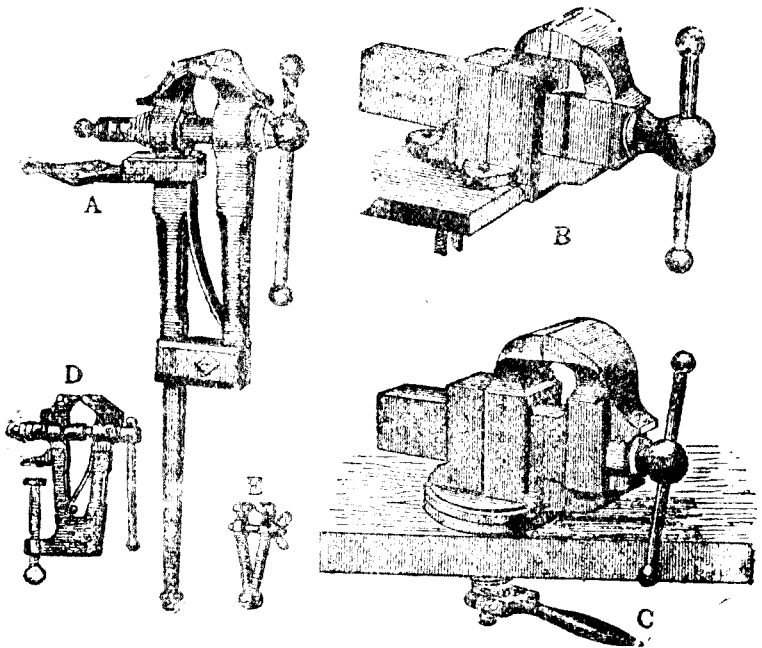
1. 鉗工之順序 完成工作有用機械工作與鉗工之別，前已言之。茲略述鉗工之順序如次：

鉗工先加鑿削，次加銼削，又次施以刮削。凡工作物於加工之前，須先正確定準其削去之部分，因此須應用平板。平板者極平之鑄鐵板也，置工作物於其上，塗粉筆於工作物之面，然後用劃線儀 (Scribing block) 劃一線於其面，依此線以定削去之部分；次將工作物夾着於虎鉗 (Vice) 之上，用鑿削去其一部分，復次用銼削平其面；則工作大抵完成矣。若尚有精密加工之必要，更於銼削之後，加以刮削焉。刮削之時，於平板之上塗光明丹，(赤色之粉末混油) 將工作物推動於平板之上數次，則面上之高處着丹，而顯赤色，即用刮削工具刮去之；如此反覆行之，即可得極平之面矣。又小徑之



螺旋切削及開孔等，亦多用鉗工。茲將各種必要工具及使用法，分別述之於下。

2. 虎鉗 (Vice) 凡施行鉗工之工作物，非緊夾於虎鉗上，方能施工。工場中一般使用之虎鉗，如第一一三圖所示。A 爲舊式大力鉗，上部固定於堅固之工作臺，下有支點立於地上，能負荷重大工作物，且較一般虎鉗爲堅固，故今仍使用最多；然兩整面相離太遠，不成平行，有損傷工作物及不穩定之弊，此其短耳。B 爲平行虎鉗，將搖手向左右迴轉，兩整面相離或密接，均爲平行。C 爲平行旋

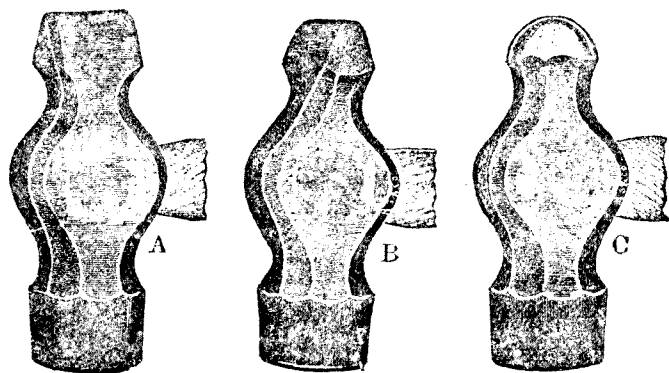


第一一三圖

轉虎鉗，其利點爲能在水平面轉動任何角度，便於施工。餘如附着鉗 D，雖不如臺鉗之堅固，然可臨時附着於工作臺之緣，應用較便。至於不能夾着於臺鉗及附着鉗施工之工作物，則使用手鉗。

大力鉗之兩整面，均刻以複齒，平行鉗之兩整上，均附以複齒板；凡由鑄造場及鍛工廠製作之粗形工作物，須再加以鉗工者，均須直接緊夾於兩整之齒面，使於施工時，不致滑動。然於將完成之工作物，則須加以厚  $\frac{1}{16}$  吋長 3 吋之銅齒覆，以免傷損。

3. 錘 (Hammer) 最普通使用之錘，如第一一四圖所示之三種式樣：(1) 錘頂之斜面與錘柄平行，如圖 A；(2) 錘頂之斜面與錘柄正交，如圖 B；(3) 錘頂呈球形，如圖 C。錘常以工具鋼爲之，錘頂錘底須加以健淬而略反淬之，使達適當硬度，須以不易破碎爲限；受柄處仍須保持原有柔韌性質。錘重：大者約  $\frac{1}{4}$ —1.8 磅，其小者約  $\frac{1}{4}$ —1 磅；前者多用錘擊大錢釘及普通工事之用，施行鑿削



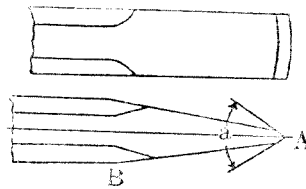
第一一四圖

時，尤為打擊必要之工具；後者則用於精微工作物，錘擊小鉸釘時，亦多使用之。

錘之使用，有一定方式，即錘由上下擊時，須在一平面內，稍帶傾斜。又用錘時，不可執柄之中央，須執其近端之處。於施行重大工作時，尤須執柄之極端；因用力小而擊力大故也。初學用錘，一輕一重，尤為深忌，務留意避免之。

4. 鑿 (Chisel) 機械工場所用之鑿，以  $\frac{3}{4}$  吋八角鋼為之，新者長 8 吋；如用於精微工作物，有以徑  $\frac{1}{2}$  吋鋼為之者。普通使用之鑿為平鑿及尖嘴鑿；他如側鑿，半圓鑿，中心鑿等，因各應其用，其形狀亦迥異焉。

(a) 平鑿 (Flat chisel) 平鑿如第一一五圖所示。切剖面 A B 之長，約為鑿之全長三分之一，刃口呈扁平狀，厚約  $\frac{3}{32}$  吋，



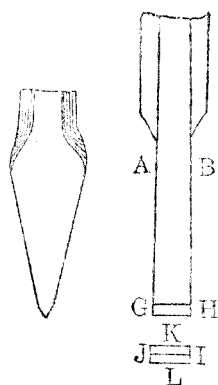
第一一五圖

其小者可稍薄，其最厚者不可過  $\frac{3}{16}$  吋。刃口之角度  $a$ ，依切削材料之質而異，大約對於

- 鍊鐵及鋼..... $60^{\circ}-70^{\circ}$
- 鑄鐵..... $45^{\circ}-55^{\circ}$

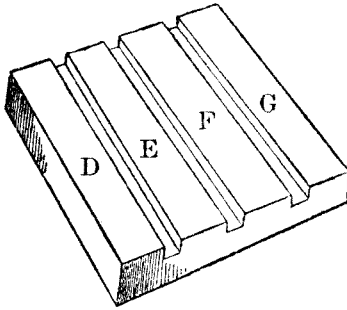
鉛銅等類軟金屬…………… $25^{\circ}-50^{\circ}$

(b)尖嘴鑿 尖嘴鑿如第一一六圖所示，邊與刃口成直角，其頸 AB 較鑿口 GH 稍窄，為開鑿溝道及鑄槽 (Key way) 等之用。因其頸甚窄，故無阻礙前進及傷損緣溝道兩側隆起部分之弊。

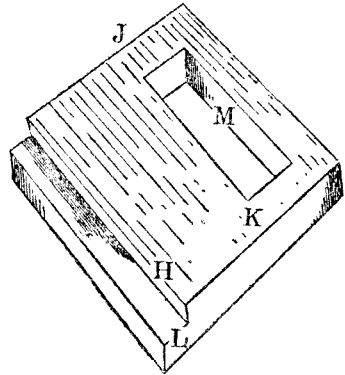


第一一六圖

平鑿用於鑿削平面及普通工事之用，又工作物面有須削去之者亦必使用平鑿；其削去之深度，不能超過八分之一吋，如須鑿削再深若溝道等，非用尖嘴鑿不可。如第一一七圖所示，為施鑿削工事於工作物之臺面，用尖嘴鑿以開鑿溝道，用平鑿以光削溝道之兩側面者也。至若開鑿工作物之榫口，亦須使用尖嘴鑿，如第一一八圖所示，為完成之榫口。其法：先將榫口 M 大部分之金屬，用鑽鑽去之，每方僅留  $\frac{1}{32}$  吋，於是用尖嘴鑿再將存留之部分削去，最後用細銼光銼而完成之。如榫口深過  $\frac{1}{2}$  吋時，則用側鑿光削榫



第一一七圖



第一一八圖

口之各面。

(c)光削(Smooth chipping) 凡用鑿，須執其頭部，勿執與刃端相近之處。凡鑿削鑿口與工作物之剖面，須有一定斜度；其適當斜度，務於最初一二鑿削決定之，倘角度太大，則鑿入太深；太小，則刃不能入，大抵角度愈小，(在上述限度之內)鑿削之功效愈大，然須有甚尖之刃而後可。但刃太尖則易鈍，故鑿削之角度，不可太小，職是之故耳。凡鑿削至工作物之四角或邊緣之部分，必須反對其方向，向內部鑿削，或成正交鑿削之；否則，必致破裂，鑄鐵尤甚，最宜注意。

### 問 題

1. 試述鉗工之順序。
2. 虎鉗分幾種？試比較其優劣。
3. 用錘時何以不可執柄之中央？
4. 鑿可分為幾種？其功用又若何？試條述之。

## 第三章 銼

1. 定義 銼以工具鋼爲之，尖其一端以受柄，餘則遍刻以銳利之齒；用爲銼削金屬而不規則之隆起部分爲鑿之所不能削光者；或其面須加以琢磨之工作，而先以此光削其面之工具也。

2. 銼之分類 (Classification of files) 銼之分類，有以齒之刻法分之者，有以銼之橫斷面之形狀分之者，茲略述之如次。

(a) 以齒之刻法分類 銼以其齒之刻法，可略分之如次。

(1) 單齒銼 (Simple-cut file)

(2) 複齒銼 (Double-cut file)

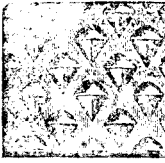
(3) 粗齒銼 (Rough-cut file)

由上述三類中，復可分爲粗銼細銼等等，如第一一九圖所示。但單齒銼所刻之齒，單於一方向刻齒，與銼之中心線所成之角度爲  $65^{\circ}$ — $85^{\circ}$ ，其齒幅甚大，故削層亦粗，需力必大；此等之銼，單用於錫鉛等之軟金屬。複齒銼有多數之細齒，如第一列之齒與銼之中心線成  $40^{\circ}$ — $45^{\circ}$  之角，第二列之齒與銼之中心線成  $70^{\circ}$ — $85^{\circ}$  之角，最爲適宜。粗齒銼之齒，與前述者迥異，因所刻之齒，用打錐 (Punch) 一一打成之，各齒不相連續，多用於柔軟之材料，如木材，橡皮，牛皮等面之工作。

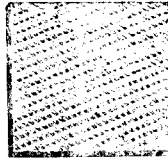
(b) 以銼之橫斷面之形狀分類 機械廠所用之銼，通例依其橫斷面之形狀而附之以名稱，約爲下列之五種。

(1) 平銼；

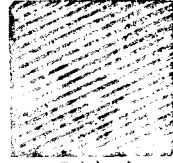
(2) 方銼；



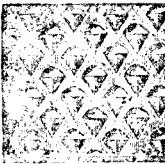
粗齒粗錐



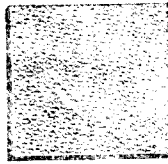
複齒粗錐



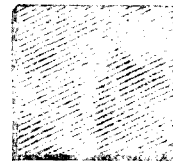
單齒粗錐



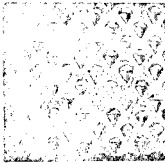
粗齒中錐



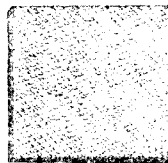
複齒中錐



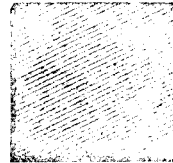
單齒中錐



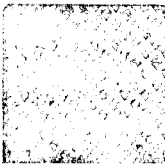
粗齒半細錐



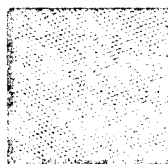
複齒半細錐



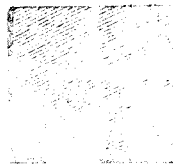
單齒半細錐



粗齒細錐



複齒細錐



單齒細錐

30 — — 九 圖

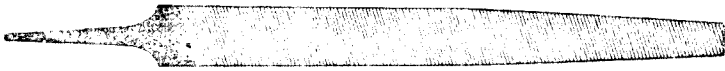
(3) 圓錐；

(4) 半圓錐；

(5) 三角錐。

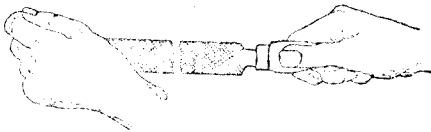
錐之長以全長除去柄之部分之長計之，例如 12" 平錐云者，即由柄部之肩至其齒端之長為 12" 之平錐也。如第一二〇圖所示，為

一平銼之全形。

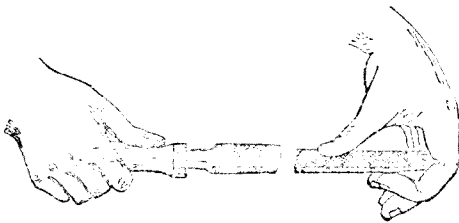


第 一 二 〇 圖

3. 銼之把持法 工作物之銼削部分甚厚，而欲其銼削之速率加高，必須使用粗銼。其把持法，則如第一二一圖所示。右手之拇指壓於銼柄之上，而以手掌抵之，手頸與銼柄須在一直線上。若銼小而薄，受壓力過大時，即生彎曲；欲避免此弊，則把持之法，須如第一二二圖所示。左手之拇指向下壓緊，其餘各指向上抵住，以支持之。否則，施壓過大，致銼屈曲，則銼削之工作物，不能得正確之平面矣。



第 一 二 一 圖



第 一 二 二 圖

虎鉗之高，自地至頸，約為42吋，於需重力銼削時，則工作者之身體，宜稍向前俯，利用慣性能率及身體之重，增加銼削之推移

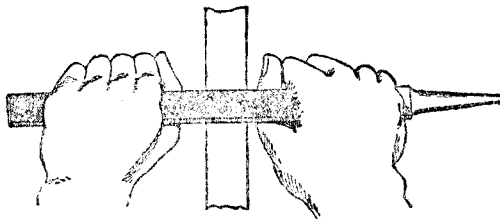


力，故此時虎鉗之高，須較 42 吋稍為低下。若施行普通工作，則虎鉗之高，以 42 吋為最適宜，且工作者之身體不妨直立，銼削之主力，純由其臂之伸屈推動之也。

上述銼之把持法，為直銼法，係將銼順直推動之。若為輕微工作，以一手握之已足；遇有特別情形，例如銼削滑輪之長轂，則以雙手持銼之一端可也。

橫銼較直銼工作率為低，然若銼削光滑之平面，須用橫銼法。橫銼者，係與銼長成直角推動之銼削也。其把持法如第一二三圖所示。

若銼面不甚平直，銼削常沿原路徑而推動，則銼削之工作物必成曲面；欲除此弊，須時常變更銼削之路徑。



第一二三圖

橫銼法專為工作物平面須磨光之預備工作。凡平面須磨光者，先用粗銼銼削工作物所欲成之正確形狀，次用細銼以橫銼法銼光之，終乃礮磨之即得。

4 銼之使用於機械工場者 平銼，半圓銼，方銼，三角銼，乃機械工場中最普遍使用者。各種銼之使用，當視所銼削工作物之面而定。例如銼削平面，則用平銼；小圓孔則用圓銼；油槽等則用長

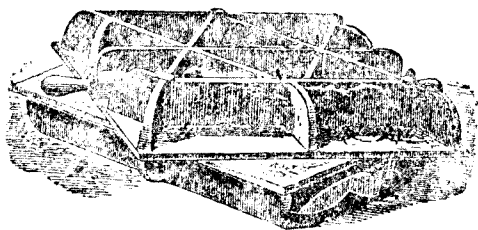
方銼；但平銼與方銼可以交互爲用。銼之粗者用於粗削工作，其細者僅用於完成之工作物。又銼齒間所附着之鋼鐵屑，須用銼刷子 (file-brush) 時時刷去之。

### 問 題

1. 銼之分類法若何，試略述之。
2. 試述銼之把持法。又銼削時，何者宜使用直銼法？何者宜使用橫銼法？

## 第四章 平板刮刀及擴孔器

1. 平板 (Surface plate) 平板爲最正確之平面鑄鐵板，甚至直規不能證其謬誤。欲作最精密之平面工作物 (例如機械工具之滑動平面) 爲機械所不能作成者，則此工具是否爲最精確之平面，須用平板以正之。第一二四圖所示，爲最普通式樣之平板。平板大小不一，約爲  $2\frac{1}{2}' \times 4'$  至  $36' \times 68'$ ，其大者重在1000磅以上。



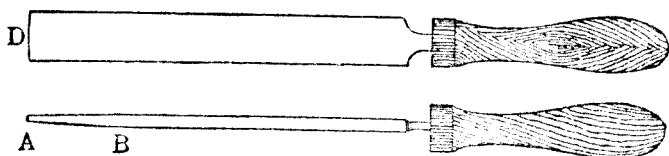
第一二四圖

製造大平板之須留意點爲：(一)不可過重，(二)須堅實，(三)須正確。保存平板之方法：(一)平板所在地，溫度相差不

可過遠，以免歪曲；（二）未使用時，須保存於木箱中並塗油於其上，以免銹壞。

平板之使用法，前已言之，即於平板上塗以鉛丹與油之混合物，於是置平板於工作物上，或置工作物於平板上，（此當視工作物及平板之大小而定）反覆推動之，則工作物面上之凸出部分，即有混合物附於其上而顯赤色，可用刮刀或銼削平之。使用銼削與否，當視削去之部分若何而定。為經濟時間計，以用銼削去其不平均部分較為便利也。

2. 刮刀 (Scraper) 刮刀用上等之工具鋼或廢銼打成。第一二五圖所示，為機械工場中最普通使用之刮刀。口厚約為  $\frac{1}{16}$  吋，斜面 AB 之長為  $1\frac{1}{2}$  吋，B 點厚約  $\frac{3}{16}$  吋；A 端與刮刀中線成直角，然刃口須稍圓，以免刮削時刻傷工作物。又因刮削純用腕力，不須錘擊，故刮刀須健淬至極高硬度；軟則易鈍，砥磨費時，殊不經濟。



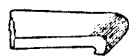
第一二五圖

第一二六圖所示為雙面刮刀 (Double-end scraper)，兩端俱可用以刮削，較普通刮刀為長，（長約 9—11 吋）刀身中部稍為凹入，以便把持。此刀之把持法：以右手緊握刀身上部，左手壓住下部，施行刮削。第一二七圖所示為鉤形刮刀 (Hooked form of scraper)，

專用於光削精密且美麗之工作物，

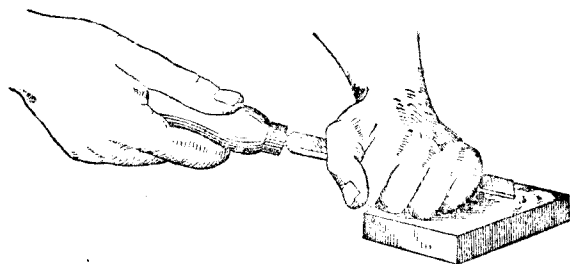


第一二六圖



第一二七圖

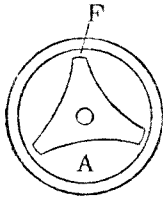
刮刀之把持法，如第一二八圖所示。惟施行刮削時，壓力僅施於向前推動之刮削，後退則勿須緊壓。



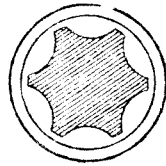
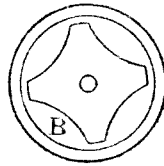
第一二八圖

3. 擴孔器 (Reamer) 欲開直徑精密而且美麗之孔，須用擴孔器。此有以用手使用及以機械使用之二種，又依其頭部之形狀分類之時，有時法一定者，有可多少加減其直徑者之二種。

普通之擴孔器，具有三個以上之齒，如第一二九圖所示，為其齒之斷面。A 具三齒，最為簡單，但若遇如 F 之鑄築或凹處之時，A 齒為其餘之齒擠入凹處，不能開得完全之孔。B 具有四齒，亦有與 A 相同之趨向，但其弊較 A 為稍遜耳。至具有五齒以上者，則無上述之缺點矣。齒數以奇數為宜，然如第一三〇圖所示，齒之間隔不同，則雖齒數為偶數，亦無相對之齒，可與奇數者奏同一之功效。第一三一圖所示者，即普通所用擴孔器之齒形也。

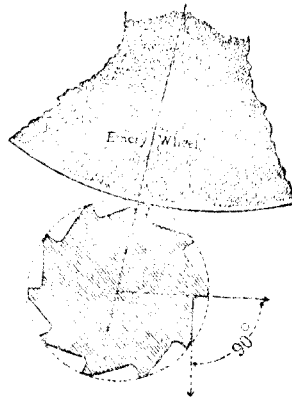


第一二九圖



第一三〇圖

擴孔器僅用爲完成精密而且美麗之孔。自不可以之除去存留孔中大部分之金屬，祇可用爲光潤細微之部分爲他種工具所殘餘



第一三二圖

者，使成一最正確之直徑之孔。存留於孔中周圍之殘餘部分，須在 0.001 吋以內，最大不得過 0.002—0.0010 吋，須依照所開之孔之大小而定。如除去孔中金屬之部分太多，則擴孔器之折損愈快，其規定之直徑，即不可復得矣。

第一三二圖所示，爲手用擴孔器。A 端比規定直徑約小 0.01

吋。由 A 至 B 刃部全長四分之一間，爲圓錐台形。又由 B 至 C 間，每吋長減小 0.0002 吋之直徑，D 至 E 之部分，則較 B 點減小 0.001 吋，此蓋因作業時，擴孔器與孔之上部接觸較久，有擴大孔徑之虞；欲防此弊，故擴孔器之上部須稍較小也。



第一三二圖



第一三三圖

第一三三圖所示之圓錐柄擴孔器，可附於鑽床及車床之用，其構造與第一三二圖所示者略同，但由 A 至 B，直徑相等，不爲圓錐台形耳。因利用機械，切削較易，且又迅速，其轉動之始，固不如以手力工作之感困難也。

擴孔器之溝有作螺旋狀者，如第一三四圖所示。專用於擴大孔徑，以爲完成精密而且美麗之孔的預備工作。



第一三四圖

### 問 題

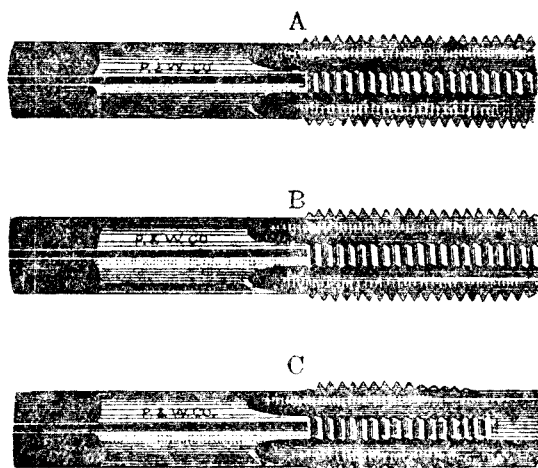
1. 試述平板之功用及其保存法。

2. 刮刀分爲幾種？並略述其功用。

3. 擴孔器之功用爲何？

## 第五章 絞絲工具

1. 絞絲公 (Taps) 絞絲公用以絞陰螺絲之陽螺絲型。普通以三個爲一組，如第一三五圖所示，C 爲初步絞絲公 (Taper tap)；B 爲二步絞絲公 (Plug tap)；A 爲三步絞絲公 (Bottoming tap)。三者合爲一組，皆以上等工具鋼爲之。初步絞絲公之下端，將絲削去，令與絞絲公之心徑相同大，以便適於初步絞絲工作。二步絞絲公僅將下端之絲二個或三個削去。三步絞絲公之下端，則具有完全之絲焉。



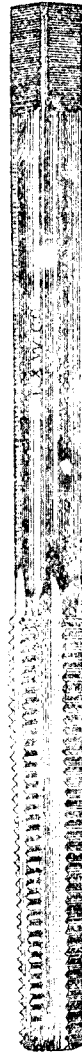
第一三五圖

凡欲用絞絲公以絞陰螺絲時，須先用鑽穿孔；此孔之直徑，約

等於絞絲公之心徑；穿孔之後，方用絞絲公以絞之。初步絞絲公，於絞絲之開始，固為必要，然非穿通之孔，不能完全絞成，即第二步絞絲公，亦不能充分絞削螺絲到底；即最下二絲或三絲，不能完全絞出。故欲絞削螺絲到孔底之極端時，必用三步絞絲公，然三步絞絲公，僅以其最下之二絲或三絲為絞絲之用，故難持久。若孔稍深而於工作物無妨害時，寧用鑽穿孔略深，以二步絞絲公完成之。

螺帽 (Nut) 之絞絲公，如第一三六圖所示。其形狀與手用初步絞絲公相同。因使用機械切削，故名機械絞絲公。

第一三七圖所示，為滑輪絞絲公 (Pulley tap)。用固定螺釘 (Set-screw) 固着滑輪於輪軸上時，先須用滑輪絞絲公絞成陰螺絲。滑輪絞絲公之桿甚長，其方頭須射出於滑輪之輪輞外，以便使用板棍絞絲。又絞絲時，先用鑽穿孔，由輪輞 (Rim) 穿至輪殼 (Hub)，所穿輪輞之孔，須較輪殼為



第一三六圖

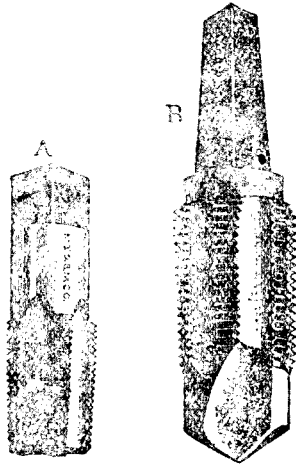


第一三七圖



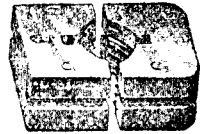
大。因此桿之直徑與絲部之外徑同大故也。

第一三八圖所示為管子絞絲公。絲桿甚短，略與初步絞絲公相同，如圖A所示；亦有於其下端附以鑽頭者，如圖B所示。使用此種絞絲公，穿孔與絞絲，能於同一之工作完成之。



第一三八圖

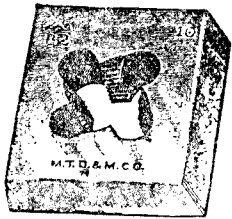
2. 絲板 (Dies) 絲板用以絞陽螺絲之陰螺絲板。此項絲板，分為二種。其一如第一三九圖所示，為二個分離之絲板。絞絲時，將絲板夾於第一四〇圖所示之絞杠中，而以螺釘 A 旋緊之。於絞絲之始，稍開其口。漸次將螺釘 A 旋緊，令絲板閉至一定之寸法。其二則如第一四一圖所示，為一固定之絲板，一次可以完全絞成螺絲。



第一三九圖

螺絲之直徑在  $\frac{1}{4}$  吋以下者，用鋸形絲板絞之。

用絲板以絞成之螺絲，不甚正確；故欲切削完善之螺絲，宜用車床或車絲機以切削之。

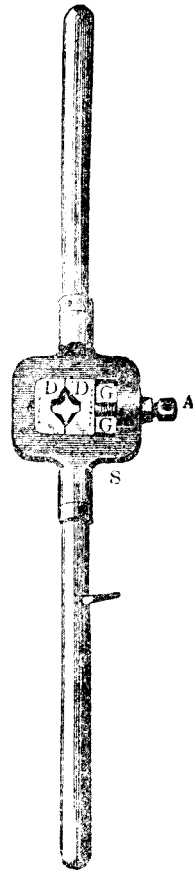


第一四一圖

3. 絞螺絲法 絞螺絲開始之際，用力不可太大，免致損壞絞絲公絲板之絲。熟鐵絞絲時，須常潤油。凡絞絲須用絞絲公將陰螺絲先行絞成，然後用絲板絞陽螺絲桿上之絲，使陽螺絲恰能旋入陰螺絲內為度；不可太緊，亦不可過鬆，先須絞成陰螺絲者，因絞絲公之直徑為一定，不能加大，亦不能減小。而活螺絲板可絞成直徑較大或較小之陽螺絲故也。又絞直徑小於  $\frac{1}{4}$  吋之絲，用力須小，且須均勻，以免損壞螺絲及折斷絞絲公，最宜注意。

### 問 題

1. 絞絲公常用三個為一組，何故？
2. 絲板分為幾種？試分別述之。



第一四〇圖

- 
3. 絞成直徑較小之螺絲，用力不可過大，何故？
  4. 凡配螺絲，須先將陰螺絲絞成，然後方絞陽螺絲，其理安在？

## 第五編 機械工作

### 第一章 工作機械之分類(Classification of machine tools)

1. 工作機械者，機械製作上減省勞力所用之機械也。其動作爲製造種種之金屬工作物，或將已成形之工作物更施以精密之加工。

2. 工作機械，依金屬工作物之形狀，而異其動作。分爲五種如下：

- (a) 切削工作機；
- (b) 旋刀工作機；
- (c) 壓縮工作機；
- (d) 剪斷工作機；
- (e) 研磨工作機；

第一類之機械，係備刃物於工作機械上，以切削金屬製之工作物者也。機械工場中所使用之工作機械屬於此類者甚多，其最重要者，有如下述之六種：

- (1) 車床(Lathe)；
- (2) 鑽床(Drill)；
- (3) 鏜床(Planing machine)；
- (4) 滑動刨床(Shaping machine)；
- (5) 內面車床(Boring machine)；

(6) 插床 (Slotting machine)。

第二類之機械，其作用雖與前者相同，然以多數之鋒刃刀，同時爲切削之動作。且刀身自動旋轉，而其被切削之工作物，則固定於機械上，與前者稍異。有如下述之三種：

(1) 洗床 (Milling machine)；

(2) 鋸床 (Metal saw)；

(3) 切齒機 (Gear cutter)。

第三類之機械，係加衝擊力或壓力於工作物而壓榨之，使成所需要之形狀者也，有如下述之六種：

(1) 蒸汽錘 (Steam hammer 見本書第三編第一章)，

(2) 落下錘 (Drop hammer)；

(3) 機力錘 (Power hammer)；

(4) 鉛釘機 (Rivetter)；

(5) 金屬轉展機 (Roll)；

(6) 壓縮機 (Press)。

第四類之機械，乃將鐵或他種金屬板剪斷之機械也。製造爲爐，尤爲必要，有如下述之二種：

(1) 剪機 (Shearing machine)；

(2) 打孔機 (Punching machine)。

第五類之機械，與上述四種不同，不用刃物而用堅硬礫石之粉末以製成輪器，用以研磨金屬，改變其大小或形狀。此種機械，近來頗盛行使用之。有如下述之三種：

(1) 研磨機 (Grinding stone)；

(2) 金鋼砂研磨機(Emery grinding machine);

(3) 精磨機(Polishing machine)。

以上五類二十種之機械，其用途各有不同。如第一類切削工作機械中之車床，用於切削斷面圓形之工作物，又於圓棒上切削螺絲時，亦當使用之。鑽床為穿金屬板之小孔所用之機械。鏜床於鏜削長而且大之平坦面之工作物時使用之。滑動鏜床為鏜削小平面之工作物之用。內面車床為切削圓筒內面之機械。插床者切削垂直面之機械也。

第二類旋刀工作機械中如洗床，係將有鋒刃之圓形洗刀迴轉之，以切削工作物，令成需要之形狀，此機之用途最廣。鋸床有橫斷金屬板之作用。切齒機當製作多數齒輪時，使用此機最便。

第三類壓縮工作機中，如蒸汽錘為利用蒸汽之壓力並錘之重量，以鍛鍊甚大工作物之機械也。落下錘為升錘於高處，使之急速下降，因利用其衝擊力，以改變工作物之形狀者也。機力錘者，利用動力運轉，成其錘擊之工作者也。鉛釘（亦稱綴釘）機於鐵板用鉛釘連綴時使用之。金屬轉展機者，為展開金屬板之用。壓縮機者，加大壓力於金屬工作物，使成為所需要之形狀者也。

第四類剪斷工作機中，如剪機為剪斷金屬板之用，多用於柔軟之鋼板。打孔機用為穿鑿鐵板之孔者也。其效用與鑽床同，然其鑽削之動作大異。剪機及打孔機為製造鍋爐及鐵煙筒必需之機械。

第五類研磨工作機中，如研磨機乃一迴轉之圓形砂石，為砥磨刃物者也。金鋼砂研磨機係用堅硬礫石之粉末為輪，迴轉之，以研磨鋼鐵工作物或他種金屬。精磨機為精磨黃銅表面之機械，以除去

前次工作中所附之削痕，使工作物表面呈美麗之光澤者也。

以上所述，爲一般工場中通常使用之工作機械，稱爲普通工作機械(General machine tools)。此外有供特別工作時使用之機械，稱爲特別工作機械(Special machine tools)。以下就前者中之主要者說明之。

### 問 題

1. 工作機械分爲幾種？試條述之。
2. 試述第二類之工作機械與第一類之工作機械之異點。
3. 試述第三類，第四類及第五類工作機械之功用。

## 第二章 車床

1. 車床之分類 車床之功用甚廣，爲工作機械中最重要之機械。種類繁多，茲約分之如次：

- (a) 手車床(Hand-lathe)
- (b) 機力車床(Engine-lathe)
- (c) 附有轉刀臺之車床(Turret Lathe)
- (d) 特種車床(Special Lathe)

手車床，僅利用動力以運轉工作物，而車刀則以手動送削者也。

機力車床機械工場中常廣用之，除憑動力以運轉工作物外，且附有令車刀自動送削之裝置。

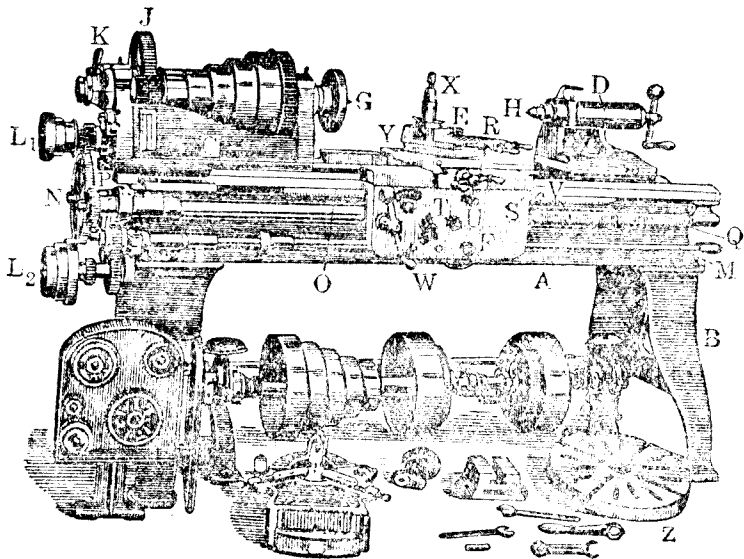
附有轉刀臺之車床，此車床上附有轉刀臺，轉刀臺上安有切削用之車刀數個，順次使各車刀爲切削之動作者也。

特種車床，依所切削之工作物而異其構造，不能作普通車床之

用。如車軸車床僅能用之於車削軸桿，車輪車床僅能用之於車削輪盤等是也。

機械工場中所用之車床，除如上述之分類外，又分英國式與美國式兩種。英國式車床構造較為簡單，適合一切工作，小工廠多用之。美國式車床構造複雜，且為自動送削，非熟練工人不能用。然由此機所製成之工作物，尤為精美而迅速，凡規模宏大之工廠，多喜用之。

2. 車床上各部之名稱 因車床之種類甚多，其構造自不能逐一詳述，除木車床（手車床之一）已於第一編第一章略述其構造外，茲就最普通之機力車床說明之，以概其餘。



第一四二圖



第一四二圖所示，爲美國式機力車床之一種，其各部之名稱如下：

- A 床架(Bed)；
- B 床足(Legs)；
- C 頭架(Head stock)；
- D 尾架(Tail stock)；
- E 行刀架(Carriage)；
- F 前被部(Apron)；
- G 活心(Live center)；
- H 死心(Dead center)；
- I 傳動階級輪(Driving cone)；
- J 後列齒輪(Back gear)；
- K 後列齒輪手柄(Handle on back gear)；
- L<sub>1</sub>L<sub>2</sub>階級輪(Step pulley)；
- M 押送軸(Feed rod)；
- N 交換齒輪(Change gear)；
- O 齒桿(Rack)；
- P 領徑螺桿上之齒輪(Change gear on leading screw)；
- Q 領徑螺桿(Leading screw)；
- R 手動縱送手柄(Handle for traverse feed)；
- S 手動橫送手柄(Handle for cross feed)；
- T 自動縱送把栓(Knob for traverse feed)；
- U 自動橫送把栓(Knob for cross feed)；

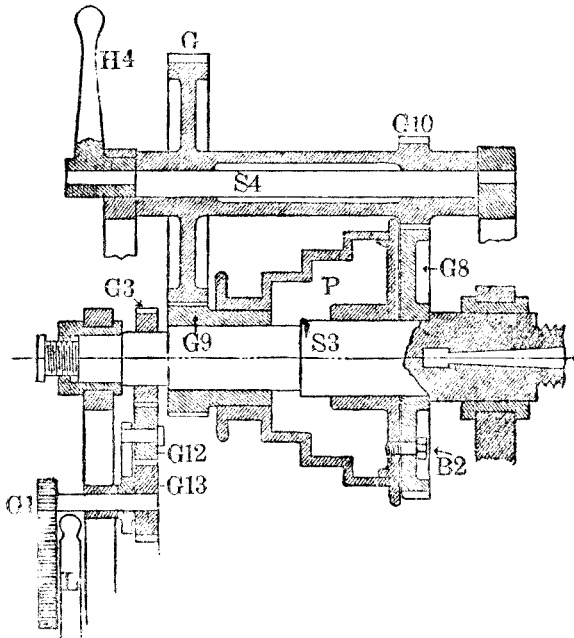
- V 關閉絲箱手柄(Handle for thread box);
- W 移送行刀架搖手(Handle for carriage);
- X 車刀支持器(Tool post);
- Y 行刀架滑動片(Slide rest);
- Z 花盤(Face plate);

車床之動作，係由工場中副軸(Counter shaft)上之皮帶傳送動力於傳動階級輪，使主軸迴轉。工作物則支持於活心與死心之間，旋緊於主軸上之花盤夾緊工作物，令與主軸同迴轉，而以夾緊於行刀架上之車刀切削工作物焉。

3. 後列齒輪 (Back gear) 後列齒輪為減低主軸迴轉之速度之裝置。機力車床，大都備有後列齒輪。蓋切削工作物之際，因工作物之巨細及其對於車刀所生抵力之大小，而主軸之迴轉速度，須要變換。第一四三圖所示，為後列齒輪之切斷面。S<sub>3</sub> 為主軸(Main spindle)，P 為階級輪(Cone pulley)，以銷子固定於 G<sub>9</sub> 上，但不固着於主軸 S<sub>3</sub>，故階級輪 P 迴轉時，主軸 S<sub>3</sub> 仍靜止也。

然齒輪 G<sub>8</sub> 則固着於主軸上。如用螺釘 B<sub>2</sub> 將 G<sub>8</sub> 及階級輪固着時，則階級輪迴轉，主軸即隨之迴轉也。G 及 G<sub>10</sub> 為一體鑄造之齒輪。套在偏心軸 S<sub>4</sub> 上，偏心軸之兩端，則支持於頭架之軸座。移動把手 H<sub>4</sub>。因偏心軸之作用，可使 G 及 G<sub>10</sub> 與 G<sub>8</sub> 及 G<sub>9</sub> 相啮合或分離；故迴轉主軸之方法，有如下述之二種：

(a) 使用後列齒輪 使用後列齒輪時，使各齒輪安置如圖之位置。抽出螺釘 B<sub>2</sub>，則由副軸以皮帶(Belt)傳動於階級輪 P 之動力，再由齒輪 G<sub>9</sub> 經 G 及 G<sub>10</sub> 而傳動 G<sub>8</sub> 使主軸 S<sub>3</sub> 迴轉。



第四三圖

(b)不用後列齒輪 不用後列齒輪時，將螺釘 B2 插入階級輪 P 中。則動力由階級輪 P 直接傳達於齒輪 G8。此時須將把手 H4 向後方迴轉，使後列齒輪啮合斷絕。於是階級輪 P 所傳之動力，經齒輪 G8 以迴轉主軸 S3 矣。

今於第一種傳動（即使用後列齒輪時）命 N 為階級輪每分鐘間之迴轉數，G9, G, G10 及 G8 各為齒輪之齒數，則主軸每分鐘之迴轉數 S 如下：

$$S = \frac{G9}{G} \times \frac{G10}{G8} \times N$$

加以各齒輪之數爲  $G_9=20$ ,  $G=60$ ,  $G_{10}=20$   
 $G_8=60$ ;

$$\text{則 } S = \frac{20}{60} \times \frac{20}{60} \times N = \frac{1}{9} N$$

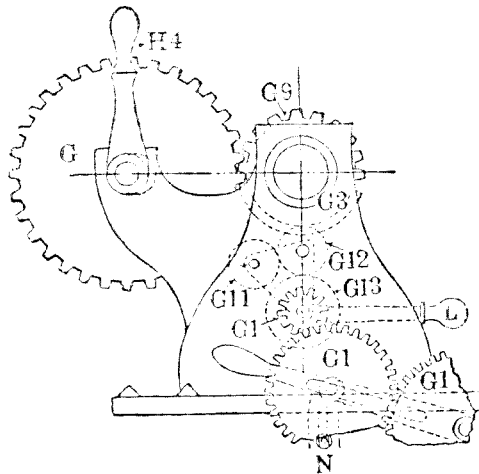
此 1:9 之比，稱爲後列齒輪之比 (Ratio of back gear)。

若於第二種傳動 (不使用後列齒輪) 之時，使皮帶之位置與前相同，則主軸每分鐘間之迴轉數爲：

$$S_3 = N$$

故階級輪各級之速度，因用後列齒輪而各得變化一種速度。設階級輪之級數爲四，使用後列齒輪，可得八種不同之迴轉速度。如切削工作物之抵抗力太大時，則須使用後列齒輪，以減低其迴轉速度而減少其抵抗力。

4. 順逆迴轉裝置 (Reversing mechanism) 第一四三圖及第一四四圖所示之運動齒輪， $G_1$  可不與  $G_3$  同時迴轉或與  $G_3$  爲相反之方向迴轉，均由把手  $L$  向上下移動司之。移動把手  $L$  可使  $G_{12}$  及  $G_{11}$  在  $G_1$  (最上之齒輪) 軸上爲短弧線之轉動。當把手  $L$  向上舉時， $G_{12}$  與  $G_3$  相啮合，(如第一四三圖及第一四四圖所示)  $G_3$  迴轉使  $G_{12}$  及  $G_{13}$  迴轉， $G_{13}$  與  $G_1$  (最上之齒輪) 同軸，故  $G_1$  亦隨之迴轉。如將把手  $L$  下壓，則  $G_3$  與  $G_{11}$  相啮合，而與  $G_{12}$  分離。於是四個齒輪 ( $G_3$ ,  $G_{11}$ ,  $G_{12}$ , 及  $G_{13}$ ) 互相啮合，故  $G_3$  迴轉， $G_{13}$  即隨之迴轉。 $G_1$  亦因之而迴轉。但其迴轉之方向，適與前相反。當  $G_1$  與  $G_3$  相啮合時， $G_{11}$  爲無效之迴轉。 $G_{11}$  與  $G_3$  相啮合時， $G_{12}$  乃被  $G_{11}$  所迴轉。若置把手於正中之位

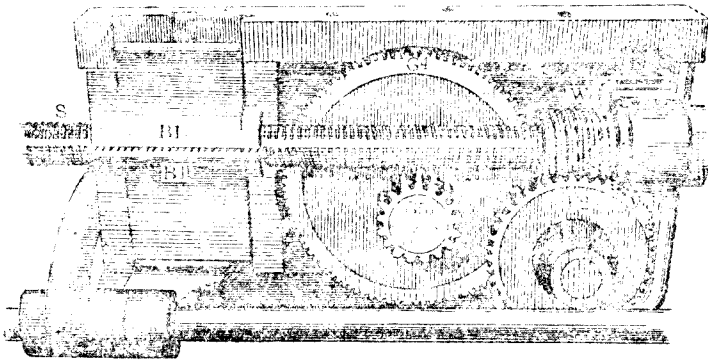


第一四四圖

置，G11 及 G12 均與 G3 啮合斷絕，連動齒輪 G13 乃停止迴轉，交換齒輪 G1 之軸則以螺旋固定於橫臂 M 之長孔中，橫臂之下附有圓弧，此圓弧亦具有長孔，以螺釘旋附於床架之側，因之圓弧能上下移動以求得交換齒輪 G1 之軸之適當距離，而置換大小不同之齒輪焉。

5. 切絲機構 (Screw-cutting mechanism) 當切削螺絲時，行刀架須有最正確之滑動，因之領徑螺桿為切削螺絲時所必需之機構。領徑螺桿 Q 之迴轉，則由連動齒輪 G3 傳達動力於交換齒輪 G1，以迴轉領徑螺桿，如第一四二圖所示。領徑螺桿上套有絲箱，此絲箱為兩半部所組成，如第一四五圖所示。如將開閉絲箱手柄向上移，則絲箱分離，與領徑螺桿不相啮合，領徑螺桿為無效之迴轉，行刀架不因之而滑動。若將開閉絲箱手柄向下壓，則絲箱與領徑螺桿

相啮合，蝸桿螺桿迴轉，行刀架因之沿床架而滑動。滑動之速度，則視蝸桿螺桿之螺距及交齒齒輪數之比而定。



第一四二圖

6. 押送機構 (Feed mechanism) 因須保護蝸桿螺桿以爲切削螺絲之用，故添設押送軸，以爲自動押送之用。迴轉押送軸之動力，則由階級輪  $L_1$   $L_2$  上之皮帶傳送而來，如第一四二圖所示。前被部內押送軸上會有螺齒桿 (Worm)，中用銷子傳動之，但此銷子能充分使螺齒桿沿押送軸滑走。當押送軸迴轉，螺齒桿即隨之迴轉，動力得以傳達於連動齒輪。此連動齒輪第一個爲螺齒輪，最後一個爲一小齒輪，此小齒輪則與齒桿 (Rack) O 相啮合，齒桿則以螺釘固定於床架者也，故小齒輪迴轉，能使行刀架沿床架作縱送，若需車刀支持器自動橫送時，則使用別一組連動齒輪，使行刀架上之滑動片 Y 向前後滑動作橫送。此兩種送動之開動或停止，則以射出前被部外之二自動把柄 TU 司之。

## 7. 切削速度及切削馬力 (Cutting speed and cutting horse

power) 用車床以切削工作物時，其切削工作物之速度不可不適當選擇之。此速度因使用之工作物鋼與車刀之形狀，工作物之大小與材料之種類及切削之面積等而異其值。今欲示實驗上之數值，不可不知下列各項之定義。

(a) 切削深度 (Depth of cut) 切削深度者，謂車刀切入工作物之深度，即切削之初，給與車刀之橫送也。

(b) 縱送 (Traverse feed) 縱送者，即工作物一週轉時，車刀沿工作物之縱軸線所進行之距離也。

(c) 切削面積 (Area of cut) 切削面積者，謂切削工作物之面積，即切削之深度與縱送之相乘積也。

(d) 切削力 (Cutting force) 切削力者，謂工作物在切削中垂直於車刀面所作用之抵抗力也。

(e) 切削應力 (Cutting stress) 切削應力者，切削工作物一平方吋之面積時，垂直於車刀面之抵抗力也。以切削面積除切削力即得。

(f) 切削速度 (Cutting speed) 切削速度者，車刀切削工作物之速度也。普通以每分呎表之。

(g) 切削馬力 (Cutting horse power) 切削馬力者，切削工作物時所需之馬力數也。以切削力 (磅) 乘切削速度，(以每分呎計) 以 33000 呎磅除之即得。

設  $d$  = 切削深度 (以吋計)

$t$  = 縱送 (以吋計)

$a$  = 切削面積 (以平方吋計)

$a$  = 切削應力 (以每平方吋噸計又每噸 = 2240磅)

$v$  = 切削速度 (以每分呎計)

$f$  = 切削力 (以磅計)

HC = 切削馬力

$$s = \frac{f}{a} \times \frac{1}{2240} = \frac{f}{2240a}$$

$$HC = \frac{fv}{33000} = \frac{as \times 2240 v}{33000}$$

$$= 0.068 asv \dots \dots \dots (1)$$

實驗上,關於切削速度,加守羅 (Tashuarose) 氏認下記之數值為適當:

鋼

工作物直徑 (吋)	粗 削		精 削	
	切削速度 (每分呎)	縱 送	切削速度 (每分呎)	縱 送
1吋以下	20	25	20	30
1—2	18	25	18	30
2—3	18	25	15	30
3—6	15	20	15	30



鍊 鐵

工作物直徑 (吋)	粗 削		精 削	
	切削速度 (每分呎)	縱 送	切削速度 (每分呎)	縱 送
1吋以下	35	25	38	30
1—2	25	20	30	30
2—4	25	20	25	25
4—6	23	20	23	25
6—12	20	15	23	20
12—20	18	12	18	16

鑄 鐵

工作物直徑 (吋)	粗 削		精 削	
	切削速度 (每分呎)	縱 送	切削速度 (每分呎)	縱 送
1及1以下	38	20	38	20
1—2	35	20	35	16
2—4	30	20	30	16
4—6	25	15	25	16
6—12	20	14	20	16
12—20	20	10	20	14

## 黃 銅

工作物直徑 (吋)	粗 削		精 削	
	切削速度 (每分呎)	縱 送	切削速度 (每分呎)	縱 送
1 及 1 以下	120	25	120	25
1—2	100	25	100	25
2—4	80	25	100	25
4—6	70	25	70	25
6—12	60	25	70	25

## 銅

工作物直徑 (吋)	粗 削		精 削	
	切削速度 (每分呎)	縱 送	切削速度 (每分呎)	縱 送
1 及 1 以下	350	25	400	25
2—5	250	25	300	25
5—12	200	25	200	25
12—20	150	25	150	30

此表中縱送行中所記入之數值，爲車刀進行一吋之距離工作物所迴轉之數也。例如縱送 30 云者，即工作物凡 30 轉，而後進一吋，是工作物一週轉之縱送，爲  $\frac{1}{30}$  吋也。又上表以切削面積不能確實算出，故不記入切削深度。然在普通工場中，其所取深度，因工作物之直徑及車刀與機械之強度，而有限制。故在一定範圍內，可認其無大差異。例如切削鋼或鍊鐵之時，切削深度，在八分之一吋以內，罕有超過此值者也。

上表所記之速度，係就普通刃物鋼（即 High carbon steel 硬，淬於水者）作成之車刀用以實驗而得者。概言之，在不十分損傷車刀耐久度之範圍內，切削面積，務以大爲宜。反之，若小其切削面積，以高速度切削之，則不徒大減車刀耐久度，且其效果亦不如前。

倪卡孫曾將普通之刃物鋼，風鋼（Mushet steel）高速鋼（High speed steel）等，作成車床用車刀，而實驗其切削速度與工作物之切削面積之關係。茲將其所得結果，次第述之。

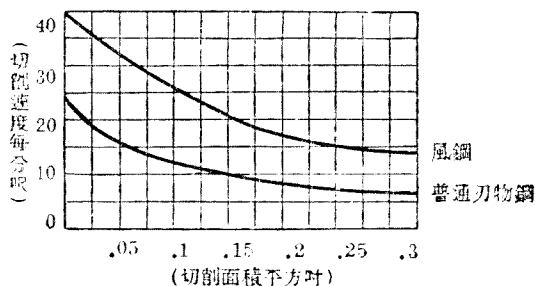
風鋼係於普通之刃物鋼加錳（Manganese）及鎢（Tungsten）者，將鋼熱之，冷卻於空氣中，而使之堅硬，故名風鋼（Air hardening steel）。其種類甚多，今取其最普通之三種，示其成分如次。（以百分率表之）

元 素	碳	硅	硫 黃	錳	錫
1	2.30	1.50	—	2.57	6.12
2	2.00	1.60	0.02	2.72	8.22
3	1.36	.42		2.50	2.58

高速度鋼於1900年間始初出世，同爲風鋼，亦係以鎢鉻(Chromium)錳等配合於普通之刃物鋼者。然其耐久之度，遠勝於風鋼，其成分依各製造所而異。市場上所售普通之高速度鋼成分如次：

元 素	碳	硅	鉻	鎢
1	0.98	0.24	3.1	7.96
2	0.55	0.15	3.5	13.50

第一四六圖示風鋼及普通刃物鋼切削軟鋼時切削速度及切削



第一四六圖

面積之關係。A 示風鋼之切削速度。B 示普通刃物鋼之切削速度，此曲線以代數式表之如下：

$$V = \frac{4}{a+0.2} \dots\dots\dots(2)$$

$$V = \frac{8}{a+0.2} \dots\dots\dots(3)$$

V = 切削速度 (以每分呎計)

a = 切削面積 (以平方吋計)

計算普通刃物鋼之速度用(2)式；風鋼則用(3)式。茲設一例以

明之如次：

例一 於車床用普通之水硬淬鋼 (Water hardening steel) 車刀切削直徑 4 吋之軟鋼棒，若切削之深度為  $\frac{1}{8}$  吋，縱進給  $\frac{1}{20}$  吋，問此棒於每分間應為若干週轉？

解 先用(2)式算出切削速度

$$V = \frac{4}{a+0.2} = \frac{4}{\frac{1}{8} + \frac{1}{20} + 0.2} = 19.2 \text{ 每分呎}$$

若以工作物每分間之週轉數為  $N$ ，則

$$\pi DN = V$$

$$N = \frac{V}{\pi D} = \frac{19.2}{3.14 \times \frac{4}{12}} = 18.6 \text{ 次}$$

即每分鐘 18.6 次週轉。

切削之深度甚大之時，棒之外周及其與車刀尖端相接觸之部分，其切削速度不同。故取其平均直徑，以定切削速度。然切削深度不甚大之時，即以工作物之外周計算其切削速度可也。

倪卡孫博士曾用高速度刃物鋼切削鑄鐵及軟鋼多次，實驗之結果，得出切削面積及適中之切削速度如下式：

$$V = \frac{K}{a+L} = M \dots \dots \dots (4)$$

$V$  = 切削速度 (每分呎)

$a$  = 切削面積 (以半平方吋計)

$K, L, M$  之數值如下表：

定 數	軟 鋼			鑄 鐵		
	柔	中	硬	柔	中	硬
K	1.95	1.85	1.63	3.10	1.65	1.30
L	0.011	0.016	0.016	0.025	0.030	0.035
M	15	6	4	8	7	5.5

蓋當時倪卡孫博士實驗之材料，於軟鋼，鑄鐵中，復分柔(Soft)中(Medium)硬(Hard)三種也。

例二 於車床用高速刃物鋼車刀，削直徑4吋之軟鋼桿。其切削之深度為十六分之三吋，縱送為十六分之一吋，求切削速度。

解 用(4)式及中軟鋼之數值

$$V = \frac{K}{a+L} + M = \frac{1.85}{\frac{3}{16} + \frac{1}{16} + 0.016} + 6 = 72 \text{ 每分呎}$$

據倪卡孫博士實驗之結果，切削應力之數值如下表所示：

切 削 應 力	軟 鋼			鑄 鐵		
	柔	中	硬	柔	中	硬
噸 平方吋	103	115	150	51	64	82

然其概略之值，在軟鋼取每平方吋110噸。在鑄鐵取每平方吋55噸可也。

切削工作物之切削應力及切削面積已知之時，則用於切削之

動力(即切削馬力)容易求出之。

例三 用車床以普通刃物鋼車刀切削直徑三吋之軟鋼桿。切削之深度為八分之一吋，縱送為二十分之一吋，問需切削馬力幾何？但軟鋼之切削應力每方吋為一百一十噸。

解 先用(2)式計算切削速度

$$V = \frac{4}{a+0.2} = \frac{4}{\frac{1}{8} + \frac{1}{20} + 0.2} = 19.2 \text{ 每分呎}$$

又由(1)式計算

$$HC = \frac{as \times 2240 V}{33000} = \frac{\frac{1}{8} \times \frac{1}{20} \times 110 \times 220 \times 19.2}{33000} = 0.89 \text{ 馬力}$$

切削馬力之近似值，可用次式求之。

$$HC = CW \dots \dots \dots (5)$$

W為每時所切削材料之重量，以磅表之；C為定數，如下表所示。

實 驗 者	材 料 之 種 類		
	鑄 鐵	鍊 鐵	鋼
哈體格 (Hartig)	.030	.032	.049
司米詞 (Smith)	.023	.028	.042
賀巴特 (Hobart)	.024	—	.044
C 之 平 均 值	.026	.030	.044

若命  $Q$  爲材料一立方呎之重量，(以磅計)  $a$  爲切削面積，(平方吋計)  $v$  爲切削速度，(以每分呎計) 則

$$W = \frac{av \times 60}{144} \times Q$$

依公式(1)

$$HC = \frac{as \times 2240 V}{33000}$$

$$\begin{aligned} \text{故 } C &= \frac{HC}{W} = \frac{as \times 2240 V}{33000} \times \frac{144}{av \times 60 \times Q} \\ &= \frac{s \times 2440 \times 144}{33000 \times 60Q} = \frac{0.163s}{Q} \end{aligned}$$

鑄鐵每立方呎重 450 磅。軟鋼每立方呎重 490 磅。並前記切削應力之值代入。則得

$$\text{鑄鐵 } C = \frac{0.163 \times 55}{450} = 0.0199 \text{ (略爲 } 0.02 \text{)}$$

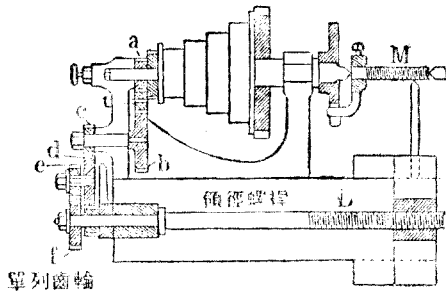
$$\text{軟鋼 } C = \frac{0.163 \times 110}{490} = 0.0366 \text{ (略爲 } 0.037 \text{)}$$

此  $C$  之數值，比較上表中實驗所得之數值，鑄鐵約小 23%。軟鋼比較上表中所列鋼之數值小，約等於鍊鐵與鋼之平均值。蓋當時實驗，鋼之品質爲削鋼，故與計算之數值微有差異也。據倪卡孫之實驗裝置，其切削應力，僅表示垂直作用於車刀之抵抗力。而前表中所列者，切削之際，切削作用於車刀面之摩擦抵抗力，亦加入其中，故其定數之數值有差異也。是以計算車床之馬力時，以取用定數多者爲宜。且須加入旋轉車床各部之摩擦力及抵抗力所需之馬力之數值。



8. 切削螺絲法 (Screw cutting) 切螺絲之裝置，依車床而異其構造。今取其最簡單者說明之如次。

(a) 用單列齒輪 (Single gear) 之切法 如第一四七圖所示，M 為所切之螺絲桿，L 為領徑螺桿。兩者以 c, d, f 之單列齒輪連結之。今命



第一四七圖

$P_1$  = 所切螺絲之螺距

$N$  = 所切螺絲每時間之絲數

$P_2$  = 領徑螺桿上之螺距

$M$  = 領徑螺桿每時間之絲數

$c$  = 短軸上齒輪之齒數

$f$  = 領徑螺桿上齒輪之齒數

則  $M$  一週轉時，由  $L$  所給與之縱進，使切螺絲用之車刀進行  $P_1$  之距離；然  $L$  一週轉時，車刀之進行為  $P_2$ ，故  $M$  一週轉，則  $L$  須

$\frac{P_1}{P_2}$  之週轉。今因左端有齒輪連結，故  $M$  一週轉時， $L$  當週轉  $\frac{c}{f}$ 。

因之得式如下：

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{M}{N} = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(6)$$

即用單列齒輪之時，可將領徑螺桿之螺距，除所切螺絲之螺距，則其分母為置於領徑螺桿齒輪之齒數，分子為固定於短軸上齒輪之齒數，其中間齒輪之齒數，毫無關係。

例一 領徑螺桿之螺距為  $\frac{1}{6}$  吋。今用單列齒輪以切螺絲桿，其螺距為  $\frac{1}{10}$  吋。問短軸及領徑螺桿並各處應置之齒輪之齒數如何？

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{10} = \frac{6}{10} \times \frac{4}{4} = \frac{24}{40} = \frac{c}{f}$$

得 40 枚齒之齒輪置於領徑螺桿，其 24 枚者置於短軸上，中間可選用適當之齒輪。

上例因 6, 10 係各齒輪之齒數，為實際所無，故以 4 乘之。然美國式雖以 4 或 4 之倍數乘之，而英國式則多用 5 或 5 之倍數乘之也。

若車床短軸上之齒輪與主軸上之齒輪之數不相等時，則主軸與短軸上各齒輪齒數之比，須一同計算在內。

$$\frac{P_1}{P_2 \times \frac{a}{b}} = \frac{M \times \frac{b}{a}}{N} = \frac{c}{f} \dots\dots\dots(7)$$

例二 設 b 齒輪之齒數為 40，A 齒輪之齒數為 20，領徑螺

桿上之螺距為  $\frac{1}{4}$  吋。今欲切削  $\frac{1}{4}$  吋螺距之螺絲桿，問短軸及領徑螺桿上應置各齒輪之齒數若何？

$$\frac{M \times b}{N} = \frac{c}{f} = \frac{4 \times 40}{4} = 8$$

分子分母均以5乘之，得

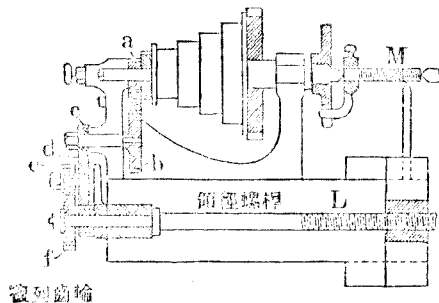
$$\frac{8 \times 5}{4 \times 5} = \frac{40}{20} \dots \frac{\text{短軸上齒輪之齒數}}{\text{領徑螺桿上齒輪之齒數}}$$

例三 前例領徑螺桿之螺距為  $\frac{1}{6}$  吋，今欲切削每吋  $11\frac{1}{2}$  絲之螺絲桿，齒短軸及領徑螺桿上應置各齒輪之齒數如何？

$$\frac{M \times b}{N} = \frac{6 \times 40}{11\frac{1}{2}} = \frac{12}{11\frac{1}{2}} \times \frac{4}{4} = \frac{48}{46}$$

=  $\frac{\text{短軸上齒輪之齒數}}{\text{領徑螺桿上齒輪之齒數}}$

(b) 用複式齒輪 (Compound gear) 之切法 用複式齒輪切



第一四八圖

螺絲之裝置，如第一四八圖所示。命

$P_1$  = 所切螺絲之螺距

$N$  = 所切螺桿每時間之絲數

$P_2$  = 領徑螺桿之螺距

$M$  = 領徑螺桿每時間之絲數

$c, d, e$  及  $f$  為各齒輪之齒數

依上述單列齒輪之理論

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{M}{N} \times \frac{c}{d} \times \frac{e}{f} \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{或} \quad \frac{M}{N} \times \frac{c}{d} = \frac{c}{f} \quad \text{或} \quad \frac{M}{N} \times \frac{e}{f} = \frac{e}{d}$$

要言之，若  $a, b$  二齒輪齒數之比為  $1:1$  時，用複列齒輪切螺絲，將所切螺絲桿之螺距，以領徑螺桿之螺距除之，分其母子為二因子後，以同數乘之，則第一分數中之分子，為短軸上齒輪之齒數，分母為與此嚙合之中間軸上從動齒輪之齒數，其第二分數之分子為中間軸上原動齒輪之齒數，分母為領徑螺桿上齒輪之齒數。

例四 用複列齒輪切  $1/50$  吋螺距之螺絲桿，設領徑螺桿之螺距為  $1/6$  吋，問各齒輪之齒數如何？

今以  $C, D, E, F$  為所需各齒輪之齒數

據(8)式

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{50} = \frac{6}{50} = \frac{3}{10} \times \frac{2}{5}$$

$$= \left(\frac{3}{10} \times \frac{8}{8}\right) \times \left(\frac{2}{5} \times \frac{8}{8}\right) = \frac{24}{80} \times \frac{16}{40} = \frac{c}{d} \times \frac{e}{f}$$

由是  $c = 24 \quad d = 80 \quad e = 16 \quad f = 40$

若 a, b 二齒輪數不相等時，則二齒輪齒數之比，亦須計算，其式如下：

$$\frac{P_1}{P_2 \times \frac{a}{b}} = \frac{M \times \frac{b}{a}}{N} = \frac{c}{d} \times \frac{e}{f} \dots\dots\dots(9)$$

例五 設 a 齒輪之齒數為 20, b 齒輪之齒數為 40, 領徑螺桿之螺距為  $\frac{1}{4}$  吋, 今欲切每吋 40 絲之螺絲桿, 問各齒輪之齒數如何?

據 (9) 式

$$\begin{aligned} \frac{M \times \frac{b}{a}}{N} &= \frac{4 \times 40}{49} = \frac{1}{2} \times \frac{2}{5} \\ &= \left(\frac{1}{2} \times \frac{40}{40}\right) \times \left(\frac{2}{5} \times \frac{10}{10}\right) = \frac{40}{80} \times \frac{20}{50} = \frac{c}{d} \times \frac{e}{f} \end{aligned}$$

美國式車床所用領徑螺桿之螺距為  $\frac{1}{4}$  吋或  $\frac{1}{6}$  吋, 英國式車床大都為  $\frac{1}{2}$  吋。

以下就用英國式車床切削螺絲之際, 普通所使用交換齒輪組合之表抄示之, 各齒輪之配置如第一四七圖及第一四八圖所示: C 為固定於短軸上之齒輪, D 為中間軸上之從動齒輪, E 為中間軸

上之原動齒輪，F 爲固定於傾徑螺桿上之齒輪，a b 二齒輪齒數之比爲 1 : 1，傾徑螺桿之螺距爲 1/2 吋。

表 一

所切螺絲 桿每吋之 絲數	短軸上齒 輪之齒數	中間軸從動 齒輪之齒數	中間軸原動 齒輪之齒數	傾徑螺桿上 齒輪之齒 數
	C	D	E	F
40	20	100	30	120
24	20	60	30	120
20	20	100	60	120
19	20	95	60	120
18	20	90	60	120
16	20	80	60	120
14	20	70	60	120
13	25	65	40	100
12	25	75	40	80
11	20	此間用二	個同數之	100
10	20	齒輪或一	個之齒輪	100
9	20			90
8	20			80
7	20			70

6	20		60
5	20		50
$4 \frac{1}{2}$	40		90
4	40		80
$3 \frac{1}{2}$	40		70
3	40		60
$2 \frac{1}{2}$	40		50
2	60		60
$1 \frac{1}{2}$	40		30
1	80		40

表 二

所切螺絲 桿之螺距 (吋)	短軸上齒 輪之齒數	中間軸從動 齒輪之齒數	中間軸原動 齒輪之齒數	頂徑螺桿上 齒輪之齒數
	C	D	E	F
$\frac{1}{8}$	20	此間用二	個同齒數	80
$\frac{3}{16}$	30	之齒輪或	一個之齒	80
$\frac{1}{4}$	40	輪		80
$\frac{5}{16}$	50			80
$\frac{3}{8}$	45			60

	$\frac{7}{16}$	70			80
	$\frac{1}{2}$	60			60
	$\frac{9}{16}$	45			40
	$\frac{5}{8}$	50			40
	$\frac{11}{16}$	55			40
	$\frac{3}{4}$	60			40
	$\frac{13}{16}$	65			40
	$\frac{7}{8}$	70			40
	1	80			40
1	$\frac{1}{8}$	90			40
1	$\frac{1}{4}$	50	40	60	30
1	$\frac{3}{8}$	40	80	110	20
1	$\frac{1}{2}$	50	25	60	40
1	$\frac{5}{8}$	65	35	70	40
1	$\frac{3}{4}$	60	30	70	40
1	$\frac{7}{8}$	60	20	70	60



2	80	40	120	65
$2 \frac{1}{8}$	60	30	85	40
$2 \frac{1}{4}$	90	40	120	60
$2 \frac{1}{2}$	100	40	120	60
$2 \frac{3}{4}$	100	40	120	60
3	90	30	120	60
$3 \frac{1}{4}$	60	20	120	60
$3 \frac{1}{2}$	70	20	120	60
$3 \frac{3}{4}$	70	20	120	60
4	80	20	120	60

有時用英國式車床以切削耗表螺距之螺絲時，須用特別齒數之齒輪，即該齒輪須有 127 枚齒數之齒輪也。茲說明之如次：

因  $1000 \text{ 耗} = 1 \text{ 米} = 39.37 \text{ 吋}$

而  $1000 \div 39.37 = 25.40005$

即  $1 \text{ 吋} = 25.4 \text{ 耗}$

故切削一耗螺距（即  $\frac{1}{25.4}$  吋之螺距）之螺絲時，如 a b（第一四八圖）二齒輪齒數之比為 1 : 1，領徑螺桿之螺距為  $1/4$  吋，由(7)式得

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{4}{25.4} \times \frac{5}{5} = \frac{20}{127} = \frac{e}{f}$$

領徑螺桿上齒輪之齒數不能少於 127 者，因無他數少於 127 時而能以 25.4 除盡之者故也。

短軸上之齒輪，雖當視領徑螺桿之螺距而定，然領徑螺桿之螺距為 1/4 吋時，而所切削之螺絲之螺距為 2 耗，則短軸上齒輪之齒數必為 40，若螺距為 4 耗時，則其齒數必為 80。茲據(6)式證明之如下：

$$\frac{M}{N} = \frac{4}{25.4} = \frac{4}{25.4} \times \frac{5}{5} = \frac{20}{127}$$

1 耗螺距之螺絲

$$\frac{M}{N} = \frac{4}{25.4} \times \frac{5}{5} = \frac{40}{127}$$

2 耗螺距之螺絲

$$\frac{M}{N} = \frac{4}{25.4} \times \frac{5}{5} = \frac{80}{127}$$

4 耗螺距之螺絲

例五 有一車床其領徑螺桿之螺距為 1/2 吋，今欲用此以切削 5 耗螺距之螺絲，設使用複列齒輪，問各齒輪之齒數應為若干？

據(8)式

$$P_2 = \frac{1}{2} \text{吋} \quad P_1 = \frac{1}{25.4} \times 5 = \frac{5}{25.4} \text{吋}$$

$$\begin{aligned}
 P_1 &= \frac{5}{25.4} = \frac{2 \times 5 \times 5}{25.4 \times 5} = \frac{25}{127} \times \frac{2}{1} \\
 P_2 &= \frac{1}{2} \\
 &= \frac{25}{127} \times \frac{2}{1} \times \frac{40}{40} = \frac{25}{127} \times \frac{80}{40} = \frac{c}{d} = \frac{e}{f}
 \end{aligned}$$

即得第一四八圖所示各齒輪之齒數，但 A、B 二齒輪之齒數之比為 1:1。

如上述用 1/2 吋螺距之傾徑螺桿，切削以耗表螺距之螺絲時，127 故齒數之齒輪為必要者，然其最接近之略數，得以下表所示之齒數之各齒輪切削之。

例如切削 1 耗表螺距之螺絲，各齒輪之齒數比為

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{1}{25.4}}{\frac{1}{2}} = \frac{2}{25.4} \times \frac{5}{5} = \frac{10}{127} = .07874$$

依下表，螺絲之螺距為 1 耗時，C, D, E, F 齒輪之齒數為 36, 160, 35, 100。

各齒輪之齒數比為

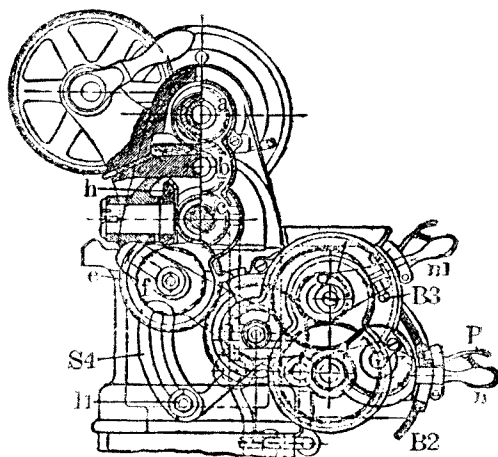
$$\frac{36}{160} \times \frac{35}{100} = .07875$$

上記二數之差，僅為 0.00001，故普通之工作，使用下表可也。

所切螺絲 之螺距(耗)	C	D	E	F
1	36	160	35	100
2	63	100	20	80
3	63	100	30	80
4	63	100	40	80

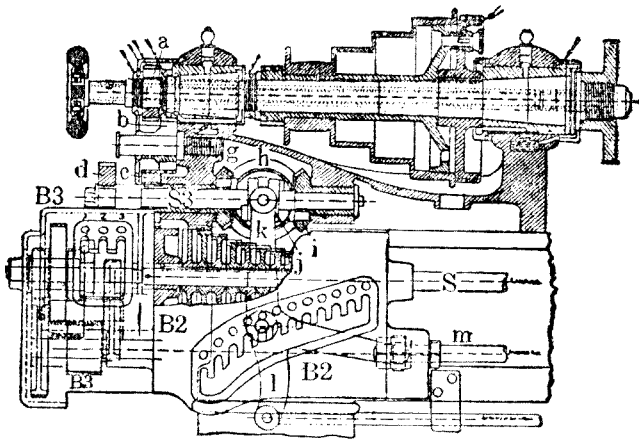
5	63	100	50	80
5	90	100	35	80
6	63	100	60	80
7	63	100	70	80
8	63	—	—	100
8	20	50	105	100
9	63	100	90	80
10	63	—	—	80
10	90	100	70	80

(c) 切削螺絲之交換齒輪裝置 車床切削螺絲時，因所切削之螺絲每吋之絲數各殊，而交換齒輪之配置亦隨之而異。當車床切削每吋絲數不同之螺絲時，須停止其工作，以配置齒輪，即時間之浪費甚多，工廠之生產額必因而減少。為補救此缺點，乃於車床上附設交換齒輪裝置，如第一四九圖，第一五〇圖及第一五一圖所示。第一四九圖為此裝置之側面圖，第一五〇圖為



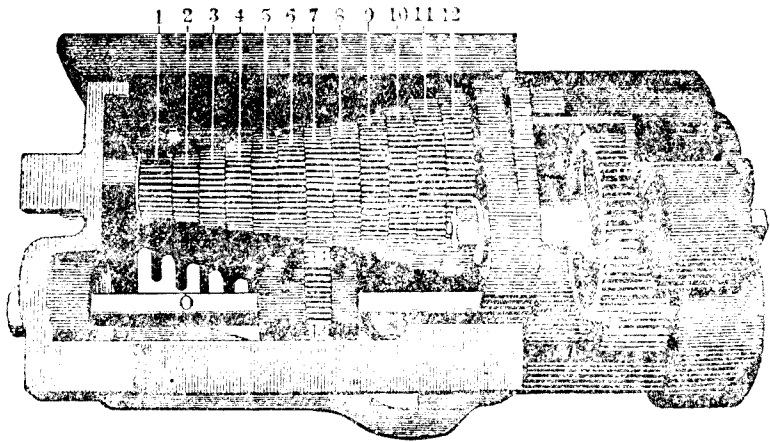
第一四九圖

其正面圖，第一五一圖爲其圓錐形齒輪 (Cone of gears) 之切面圖。領徑螺桿之一端，載有圓錐形齒輪，其動力由車床主軸之齒輪 a 經由齒輪 b, c, d 以迴轉齒輪箱 (Gear box)。B3 內之交換齒輪如第一四九圖及第一五〇圖所示。齒輪箱 B3 內之交換齒輪迴轉齒輪箱 B2 內之齒輪，以迴轉補助軸 O，如第一五一圖所示。O 軸上套有齒輪 13。齒輪 13 又與中間齒輪 14 相



第一五〇圖

啮合。此二齒輪能以槓桿 n 使在 O 軸上左右滑動，並繞 O 軸作短弧線之迴轉，令齒輪 14 與圓錐形齒輪 1 至 12 逐一相啮合。此圓錐形齒輪迴轉，領徑螺桿即隨之迴轉，其迴轉速度之比，等於各交換齒輪之齒數比。因圓錐形齒輪上之齒輪凡十二，可得十二種不同之速度；又齒輪箱 B3 內之交換齒輪，因槓桿 n 所在記號 1, 2 及 3 之各殊位置，而有三種不同之速度，即三



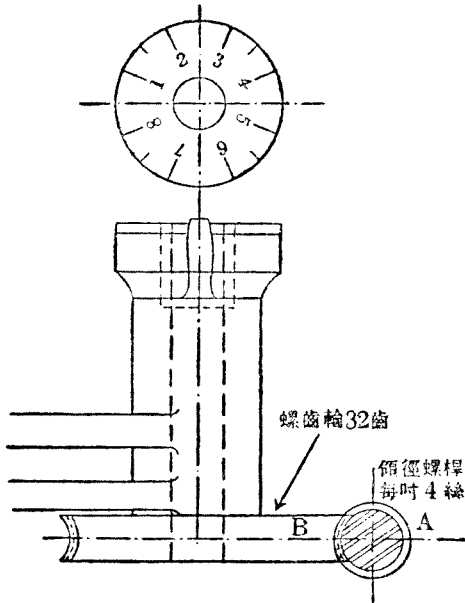
第 一 九 一 圖

倍十二種不同之速度，合共得三十六種不同之速度，故可用以切削三十六種每吋不同絲數之螺絲。切削螺絲時，僅須檢查車床上所附記之表以定槓桿  $n$  及  $a$  所在之位置而已，毋須配置各交換齒輪也。茲節示美國亨德公司 (The Hendey Machine Co.) 製造之車床附記之表如下：

n 所 在之 位置	n 所在之位置及每吋所切之絲數											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5	4½	4	3½	3¼	3	2½	2¼	2	1½	1¼	1
2	20	18	16	14	13	12	11	10	9	8	7	6
3	80	72	64	56	52	48	44	40	36	32	28	24

(d) 切削螺絲用指標板 用車床切削螺絲時，須觀察車刀在

適當之位置，始將絲箱關閉，令與領徑螺桿相嚙合。普通方法：即於領徑螺桿及床架上附以相對之記號，俟第二次彼此記號相對時，乃將絲箱關閉而再切削之。若相對之記號稍誤，則必損傷螺絲，此初學車螺絲者不可不注意。為免除此缺點計，有附設特種裝置於車床上者，如第一五二圖所示。A 為領徑螺桿，每吋4

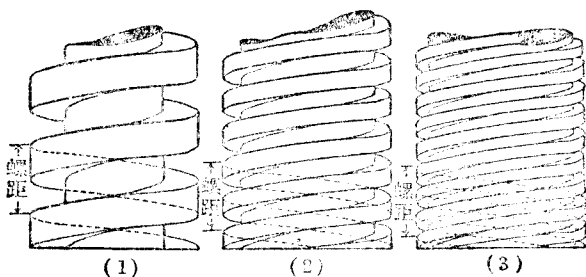


第一五二圖

絲。B 為與領徑螺桿相嚙合之螺齒輪(Worm wheel)，其齒數為 32。又螺齒輪 B 之軸的上端有指標板。板之周圍刻有度數，分全周為八等分，今因領徑螺桿之絲數為 4，則此領徑螺桿每一週轉，刀架進行  $\frac{1}{4}$  吋。但領徑螺桿週轉四次，而指標板之週轉僅為

$\frac{4}{32} = \frac{1}{8}$  而已。即指標板為 $\frac{1}{8}$ 迴轉時，恰與刀架進行一吋之距離相當也。故若於最初切削螺絲之際，使指標板架上之記號與指標板之度數 1, 2, 3 …… 等之中任一數相合後，乃開始切削，則第二次及第三次以後各次切削時，其架上之記號，須與指標板上原來所對之記號任一數符合後，乃將絲箱關閉再行切削。如此，則前後所切削者，毫無差異也。

(e) 雙絲螺絲 (Double threads) 及三絲螺絲 (Triple threads) 之切法 第一五三圖所示：(1) 為單絲方螺絲，(2) 為雙絲方螺絲，(3) 為三絲方螺絲。雙絲螺絲之中心距離，為其螺距二分之一；三絲螺絲之中心距離，為其螺距之三分之一。當切削雙絲螺



第一五三圖

絲時，須先作成適合於一絲螺絲形之車刀而切削與其螺距相等之一絲螺絲。乃將與原動齒輪啮合之交換齒輪分離或取出之，迴轉主軸二分之一周，復將取出之交換齒輪置入，再切第二絲，即成。切削三絲螺絲之時，先切與其螺距相等之一絲螺絲；次將主軸迴轉三分之一，切第二絲；切完之後，再將主軸迴轉三分之一，



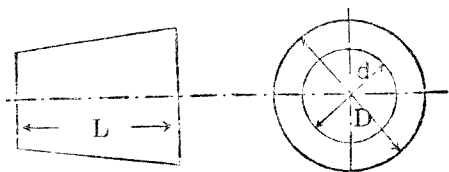
切第三絲，即得三絲螺絲桿。但切雙絲螺絲之時，短軸上之原動齒輪須具得以二除盡之齒數；切三絲螺絲時，須具得以三除盡之齒數，此最為重要者也。例如領徑螺桿之螺距為  $1/2$  吋，今欲切  $2\frac{1}{4}$  吋螺距之三絲螺桿，則須用下列齒數之齒輪：

- A (短軸上之齒輪之齒數) = 60
- B (中間軸上之從動齒輪之齒數) = 30
- C (中間軸上之原動齒輪之齒數) = 85
- D (領徑螺桿上之齒輪之齒數) = 40

以此短軸上之齒輪之齒數，須得以3除盡之方可故也。

9. 斜度切削法 (Taper turning) 車床切削斷面同大之圓桿，(即圓柱體)所謂平行切削 (Parallel turning) 者是也，最為普通，然間有切削一定斜度之工作物，稱曰斜度切削。斜度者，以所切削之圓桿之長，除該桿兩端直徑之差所得之數也，稱為每呎有幾吋之斜度。如第一五四圖所示，命  $D$  及  $d$  為圓桿兩端之直徑，(以吋計)  $L$  為圓桿之長，(以呎計) 則斜度  $T$  為

$$T = \frac{D-d}{L} \dots \dots \dots (16)$$



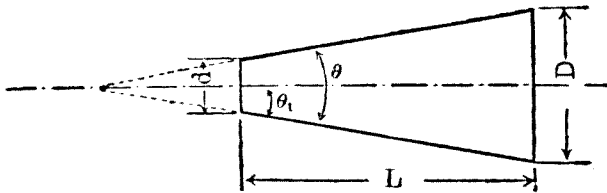
第一五四圖

例 有桿長  $4$  吋，其兩端之直徑為  $\frac{3}{4}$ ， $\frac{1}{4}$  吋，求斜度。

$$\text{解} \quad T = \frac{D-d}{L} = \frac{\frac{3}{4} - \frac{1}{4}}{\frac{4}{12}} = 1 \frac{1}{2}$$

答斜度爲每呎一時又二分之一

下表示斜度與角度之關係，實地工作時，使用甚爲便利。表中所載各項之意義，觀第一五五圖自明。



第一五五圖

表 一

直徑差與 其長之比	角 $\theta$	直徑差與 其長之比	角 $\theta$
1:2	28	1:9	$6 \frac{1}{3}$
$1:2 \frac{1}{4}$	$24 \frac{2}{3}$	$1:9 \frac{1}{2}$	6
$1:2 \frac{1}{2}$	$22 \frac{2}{3}$	1:10	$5 \frac{2}{3}$
$1:2 \frac{3}{4}$	$20 \frac{1}{2}$	$1:10 \frac{1}{2}$	$5 \frac{1}{2}$
1:3	19	1:11	$5 \frac{1}{5}$
$1:3 \frac{1}{4}$	$17 \frac{1}{2}$	$1:11 \frac{1}{2}$	5

$1:3\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{3}$	$1:12$	$4\frac{3}{4}$
$1:3\frac{3}{4}$	$15\frac{1}{6}$	$1:12\frac{1}{2}$	$4\frac{3}{5}$
$1:4$	$14\frac{1}{3}$	$1:13$	$4\frac{1}{2}$
$1:4\frac{1}{4}$	$13\frac{1}{3}$	$1:13\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{4}$
$1:4\frac{1}{2}$	$12\frac{2}{3}$	$1:14$	$4\frac{1}{12}$
$1:4\frac{3}{4}$	$12$	$1:14\frac{1}{2}$	$4$
$1:5$	$11\frac{1}{3}$	$1:15$	$3\frac{3}{4}$
$1:5\frac{1}{4}$	$11$	$1:16$	$3\frac{3}{5}$
$1:5\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{3}$	$1:17$	$3\frac{2}{5}$
$1:5\frac{3}{4}$	$10$	$1:18$	$3\frac{1}{6}$
$1:6$	$9\frac{1}{2}$	$1:19$	$3$
$1:6$	$8\frac{4}{5}$	$1:20$	$2\frac{5}{6}$
$1:7$	$8\frac{1}{5}$	$1:25$	$2\frac{1}{4}$
$1:7\frac{1}{2}$	$7\frac{2}{3}$	$1:30$	$2$
$1:8$	$7\frac{1}{16}$	$1:35$	$1\frac{3}{5}$
$1:8\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$1:40$	$1\frac{2}{5}$

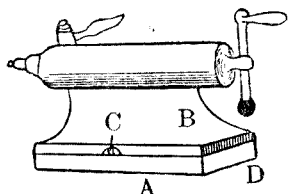
表 二

一呎所有 之斜度	圓錐之角度 $\theta$		圓錐之母線與中心線 所成之角度 $\theta_1$	
	度	分	度	分
$\frac{1}{8}$	0	36	0	18
$\frac{1}{4}$	1	12	0	36
$\frac{5}{16}$	1	30	0	45
$\frac{3}{8}$	1	47	0	53
$\frac{7}{16}$	2	25	1	02
$\frac{1}{2}$	2	23	1	11
$\frac{3}{4}$	3	35	1	47
$\frac{15}{16}$	4	38	2	14
1	4	45	2	23
$1\frac{1}{2}$	7	08	3	34
$1\frac{3}{4}$	8	20	4	10
2	2	34	4	46
$2\frac{1}{2}$	11	54	5	57

3	14	16	7	08
$3\frac{1}{2}$	16	36	8	18
4	18	54	9	27

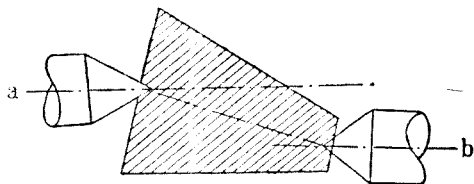
使用車床以切削斜度之方法如下：

(a) **移動尾架之中心** (Setting over the tall stock) 如第一五六圖所示, A 爲底部之臺, B 爲上部之臺, 若將螺絲 C 旋轉之, B 對於 A 依螺絲 C 旋轉之方向, 而前後移動; 其移動之大小, 視 D 處所載之刻度而知, B 之移動距離若大, 則其斜度亦甚大也。



第一五六圖

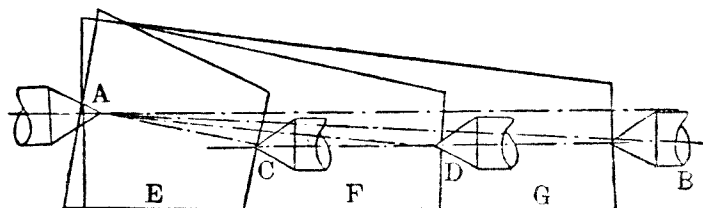
第一五七圖示切削斜度時支持工作物之狀況。如圖所示, 工作物與死心只有二點接觸, 有死心與中心孔不能互相嚙合之弊, 不利一也。凡長不相同之工作物, 而欲切同一之斜度, 必一一移動尾架之中心。如第一五八圖所示, A 爲活



第一五七圖

心, C, D, B 各爲死心。若頭之中心不動, 當死心在 C 時, 其斜度爲 E; 在 D 時, 其斜度爲 F; 在 B 時, 其斜度爲 G, 可知死心之移轉雖同,

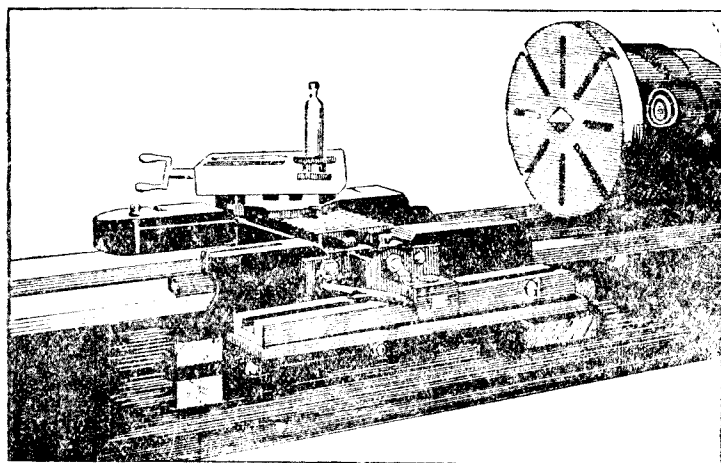
而兩中心間之距離若變，則斜度亦隨之而變，不利二也。



第一五八圖

移轉尾架之中心以切削斜度，有上述不利之二點，故工作物須切削斜度時，常使用下述之斜度切削裝置。

(b)斜度切削裝置(Taper attachment) 斜度切削裝置，其構造要部為車床後部支臺上所支持之導桿(Guide bar)。第一五九圖所示，B為支臺，其右端記有刻度，G為導桿，桿之右端刻

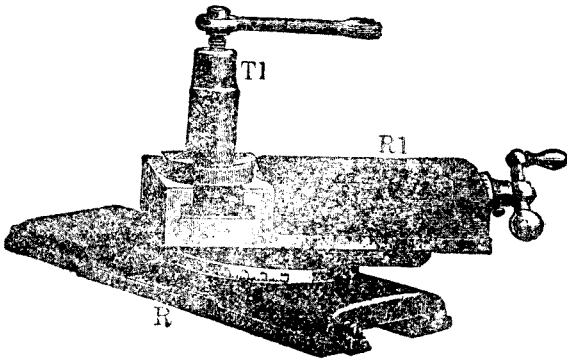


第一五九圖

有中線。當切削斜度時，先將導桿 G 移轉一定之斜度，並令與橫送滑動片連結，則刀架因車床前部領徑螺桿給與之縱送，致沿車床左右滑動，同時刀架上之橫送滑動片，因車床後部導桿之作用，給車刀支持器以橫送，使向車床前後移動。故不論工作物長短若何，皆可視導桿 G 移轉之角度，以定切削之斜度焉。

刻度之單位，普通為每呎八分之一之斜度。若導桿 G 之中線與刻度之 O 一致，此時導桿 G 與車床之軸平行，則為平行之切削。若欲切每呎二分之一之斜度，須令導桿 G 之中線與刻度第四線相合；切每呎三分之二之斜度，須令導桿 G 之中線與刻度第六線相合；導桿 G 移轉之斜度與所切削工作物需要之斜度一致後，乃固定該桿於支臺上，而工作焉。

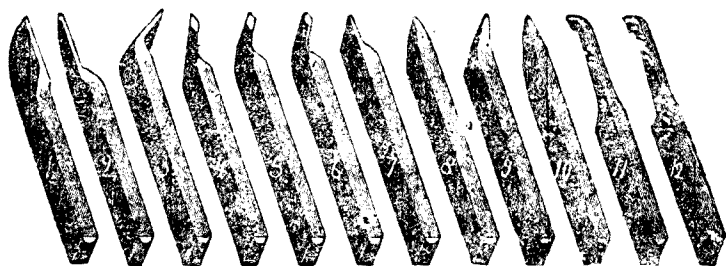
(c) 複式車刀臺 (Compound rest) 切削工作物之斜度太急而又甚短之時，則用複式車刀臺以切削之。此臺如第一六〇圖所示之 R 及 R1 組成之。R 支臺上記有弧形刻度，R1 可以在支臺



第一六〇圖

R 上左右移轉若干度，視移轉度數之多少，以定切削之斜度。

10. 車刀及其角度 車床上使用之車刀，依工作物切削之不同，而形狀亦異。普通所使用之車刀，如第一六一圖所示。各種車刀切削工作物之狀況，則如第一六二圖所示。

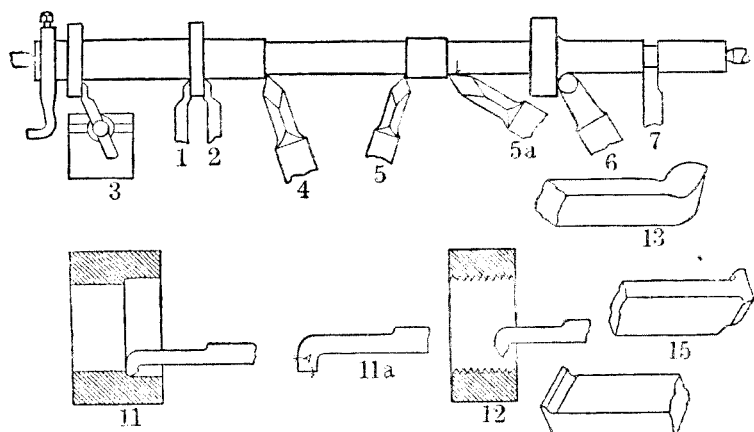


第 一 六 一 圖

- (1) 左切側刀 (Left-hand side tool)
- (2) 右切側刀 (Right-hand side tool)
- (3) 右切彎刀 (Right-hand bend tool)
- (4) 右切菱形尖嘴刀 (Right-hand diamond-point tool)
- (5) 左切菱形尖嘴刀 (Left-hand diamond-point tool)
- (6) 圓口刀 (Round-nose tool)
- (7) 切斷刀 (Cutting-off tool)
- (8) 切絲刀 (Threading tool)
- (9) 彎絲刀 (Bend threading tool)
- (10) 粗車刀 (Roughing tool)
- (11) 內車刀 (Boring tool)
- (12) 內絲刀 (Inside threading tool)



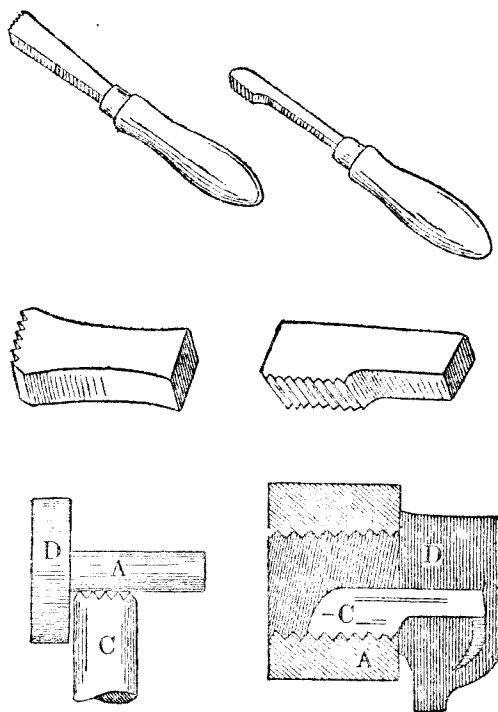
左切側刀用以切削工作物之左側。右切側刀用以切削工作物之右側。右切彎刀之功用與右切側刀同，用以切削工作物接近花盤之部分。右切菱形尖嘴刀係為粗削之用。左切菱形尖嘴刀之功用與右切菱形尖嘴刀同，惟前者之切削，由工作物之右而左，後者則自左而右。圓口刀之刃端為半圓形，用以切削工作物之肩部。切斷刀係為橫送車刀，為切斷工作物或切削深溝時之用。切絲刀於切螺絲時用之。彎絲刀為切削螺絲接近於花盤時用之。粗車刀於粗削時用之，與右切菱形尖嘴刀及左切菱形尖嘴刀之功用同；又工作物被削去之部分甚厚之時，於使用左切側刀及右切側刀之前，先用此種車刀以切削之。內車刀於切削工作物內面之大圓孔時用之，內絲刀於工作物之內面切螺絲時用之。



第一六二圖

第一六二圖所示之(5a)切削之狀況，即(5)之車刀，使刀面始與圓柱體之軸平行而密接，以供精削之用。但切削之深度約百分之

一吋，若切削太深，則不能得平滑之削面也。(11)之用法，如圖(11)所示之狀，此車刀之一隅之角度 A，須磨之令其比 90 度略小，方能切削工作物至於隅底 (Extreme corner)，且防止噪音之發生，若欲正確切出所需之角度，須使用(1)及(2)之車刀。切削螺絲於工作物時最後加工用橢圓形車刀者多，第一六三圖示各種車刀之形式及工作之狀況。



第一六三圖

下表乃使用各種車刀切削鑄鐵時實驗之結果。若命每時所切

削材料之重量爲W, (以磅計) 定數爲C, 切削馬力爲HC, 則

$$HC = CW$$

車刀名稱	平均切削速度 呎 分	切削深度 (吋)	縱 送 (吋)	平均所需馬力	每時切削之材料 (磅)	定 數 C
側刀	37.60	.125	.015	.342	13.30	.025
菱形尖嘴刀	30.50	.025	.015	.213	10.70	.020
圓口刀	42.61	.025	.015	.352	14.95	.023
左切圓口刀	25.29	.125	.015	.237	9.22	.026

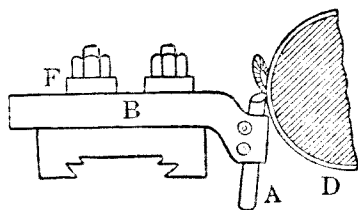
工作物之粗削，美國主用菱形尖嘴刀，在英國則主用圓口刀，二者各有得失。菱形尖嘴刀之尖端有尖點，故切削開始之際，容易切入工作物之中，且切削中所受之抵抗力較小。例如上表所示C之值，在菱形尖嘴刀爲0.02，在圓口刀則爲0.023至0.026。即二者之切削面積若同，則前者比後者所受之抵抗力較小也，此爲菱形尖嘴刀之利點。其不利之點，爲其製作費多及其用鈍之後有研磨三面之必要；又粗削時生多數之凸凹，精切較難也。近來美國多數之工場，於粗削時，多用第一六四圖所示之圓口刀，其尖端曲度甚小，兩側具有平面，蓋欲使車刀有充分之強力也。



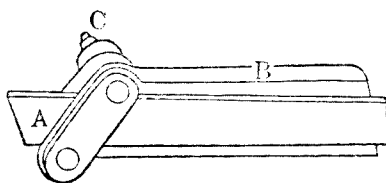
第一六四圖

若欲用少量之刃物鋼而得充分之切削動作，及切削之際得容易定準車刀之角度，須使用車刀支持器(Tool holder)。此器如第一

六五圖所示: D 爲工作物, A 爲車刀, 其尖端磨成橢圓形, B 爲車刀支持器, F 爲固定於刀架上之螺絲釘; 車刀則用固定螺絲 (Set screw) 以固定於 B 上。車刀被切鈍後, 可鬆固定螺絲取出研磨之。



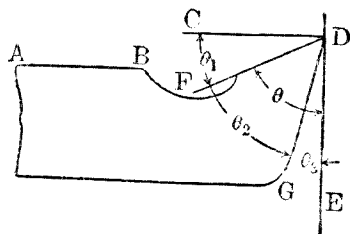
第一六五圖



第一六六圖

第一六六圖所示, 爲切斷及側削車刀 (Cutting-off tool and side tool) 之支持器。A 爲車刀, 以 C 螺絲固着於支持器 B 之上。此種車刀甚薄, 故須使用車刀支持器方能工作。

當車床切削工作物之際, 其使用之車刀, 須應所切削之材料而附以適當之角度。第一六七圖示車床所用之車刀; D 爲車刀之尖嘴, DC 爲水平線, 與 AB 平行, DE 爲垂直線 DF 與 DC 所夾之角爲  $\theta_1$ ; 稱爲斜角 (Angle of rake)。FD 與垂直線 DE 所夾之角



第一六七圖

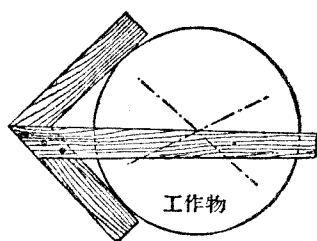
爲  $\theta$  稱爲切削角 (Cutting angle)。GD 與 DE 所夾之角爲  $\theta_3$ ,

稱爲間隙角(Clearance angle)。FD與DG所夾之角爲 $\theta_2$ ，稱爲銳利角(Angle of keenness)。然實地工作上，以 $\theta_2$ 爲切削角；此切削角對車刀切削之作用，大有關係，取同一之材料，以相同之切削面積加工之時，切削角大者，抵抗力大，即切削應力大；切削角小者，抵抗力小，即切削應力小；但車刀尖端之磨耗甚速而易鈍，減少其耐久之度。故須依上述之二要件，以定切削之角度也。

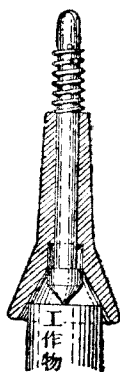
下表示切削角度及間隙角度之值：

角 度	工 作 物 之 材 料			
	鍊 鐵	軟 鋼	鑄 鐵	黃 銅
$\theta_2$	55°—65°	65°—75°	70°—80°	80°—85°
$\theta_3$	5°—10°	5°—10°	5°—10°	3°—6°

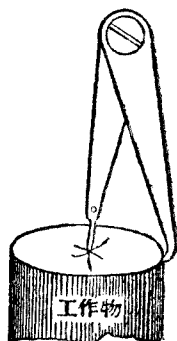
11. 工作物裝置法 學者既略知車床之構造及其使用之方法，茲略述工作物裝置法。車床工作，裝置工作物，最爲重要，否則雖有優良手術，亦無由施其技藝，其重要可想而知。若長圓桿如軸等，須視其直否，如稍彎曲，先須矯直；次將兩端鏢平，使豎於水平面上，可以直立不偏，又次以鉛粉塗其端面，求得兩端之中心而記於其上。求中心法亦可分三種：(1)用中心角尺求中心法，如第一六八圖所示，工作物之直徑甚大者用之。(2)用中心錐求中心法，如第一六九圖所示，工作物之直徑甚小者用之。(3)用陰陽兩性卡求中心法，如第一七〇圖所示，工作物無論大小，均可使用此法，惟手續稍繁，且難正確。法將陰陽兩性卡畫數曲線，此種曲線，勢不能使之相交於一點，但漸次相接近，由此可求得中心所在之地位。乃以手錐在



第一六八圖



第一六九圖

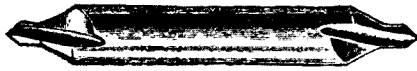


第一七〇圖

此中心打眼，次用手鑽鑽一淺孔，將軸裝於車床之兩心間，用手迴轉之，同時在車架上裝一車刀，使刀尖與軸面觸近，以試驗軸心之是否準確。如屬未準，則軸迴轉時，其偏高一面，必與刀尖相觸，而偏低一面，則不見刀痕，須另打中心眼，各端依次試驗，且軸幹處須與刀尖觸近相同，否則須再矯正，至軸迴轉準確為止。此時軸仍未可車作，尚須用一小鑽將眼鑽深，鑽之大小，則依工作物直徑之大小而定，如下表：

工作物直徑 (吋)	眼大 (吋)	工作物直徑 (吋)	眼大 (吋)
$\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{32}$	$1\frac{1}{4}$ — 3	$\frac{1}{8}$
$\frac{5}{8}$ — 1	$\frac{1}{16}$	3 $\frac{1}{2}$ 以上	$\frac{5}{32}$

此眼之深度，須爲其直徑之三倍，繼用60度斜面鑽將此孔之口擴大之，使成一沉首眼（Countersink hole）以適合車床兩心之斜度。此種工作，如以手鑽爲之，頗爲困難，最便之法，莫如用一種特製鑽頭如第一七一圖所示，此種鑽頭能將小孔及沉首眼同時鑽成。



第一七一圖

將其箝於鑽頭軋套（Drill chuck）之內，而以車床尾架之心，抵住軸之一端以鑽之，則鑽工自能準確，而得精細之中心孔矣。鑽時速度宜高，潤油宜足，並須十分留意，毋使鑽頭折斷。沉首眼引深之小孔，用以盛油，所以防軸端轉動時發熱者也。於是將軸之一端，箝於喫圈（dog）內，而以死心抵住軸之一端，然後從事車削軸幹，至軸之直徑與規定尺寸一致而後止。

車削時，軸之全身未曾車至近於規定之尺寸之前，必不可將其一段車好，然後車及他段，則此軸完成尺寸，欲求其一致，頗爲難能；對於工作時間，尤不經濟。軸幹車成後，復用側刀車光軸之兩端，再用砂皮及油擦之即成。

車削輪盤或圓筒等甚短之工作物，須將工作物箝於車床之花盤內或大號之四齒獨立軋盤（Four jaw independent chuck）內，用手迴轉而以劃針試之，務使工作物車削之中心與車床之兩心（即活心與死心）相合。用劃針試驗時，先須將相對之方試準，然後及於其餘相對之方，較易試準。次從容迴轉之，視劃針與工作物欲車去之部分相觸近，是否處處一致，務至十分準確，方能施工。如爲不

規則之工作物車削圓孔或陰螺絲時，先須求得車削之中心，以兩腳規劃圓，其圓之半徑須與車削圓孔之半徑同大，次用手錐沿圓周打眼作記，一以示車削之尺寸，一以作裝置之標識；裝置時，亦用劃針試準如前法。

**12. 運轉車床所需馬力之計算法** 安置車床之時，不可不知車床所需之馬力。普通多假定加工於切削應力(Cutting stress)最大之軟鋼時，而計算其切削馬力，(即因摩擦力抵抗力所生之馬力)以求得所需之全馬力數也。車床之馬力，因摩擦抵抗而生者，視車床之大小及構造而異其值。茲就美國式車床之工作直徑在二十吋以下者略述之，其計算之公式如下：

$$HF = 0.095 + 0.0012N \dots\dots\dots (a)$$

$$HF = 0.100 + 0.0060N \dots\dots\dots (b)$$

式中馬力 HF 為因摩擦抵抗所生之馬力數，N 為握心軸每分鐘之迴轉數。車床未附有後列齒輪者，用(a)式；附有後列齒輪者，則用(b)式。

例 有美國式車床，其工作物直徑為 14 吋，長 6 呎。今用此以切直徑 4 吋之軟鋼桿，使用普通刃物鋼之車刀，切削之深度為  $\frac{1}{8}$  吋，縱送為  $\frac{1}{32}$  吋，切削應力為每方吋 110 噸，問運轉此車床所需之馬力若干？

解 先用(2)式，以求出切削速度

$$v = \frac{4}{a+0.2} = \frac{4}{\frac{1}{8} \times \frac{1}{32} + 0.2} = 19.6$$



命  $N$  為每分間之迴轉數，則

$$V = \pi DN$$

故 
$$N = \frac{V}{\frac{4\pi}{12}} = \frac{19.6}{\frac{4}{12}\pi} = 19$$

命 HC = 正規切削馬力 (Net horse power)

$$HC = \frac{48 \times 2240 V}{33000} = \frac{1}{8} \times \frac{1}{32} \times 110 \times \frac{2240 \times 19.6}{33000} = 0.57$$

命 HF = 因摩擦抵抗所失耗之馬力 (Frictional horse power) 並假定此車床為附有後列齒輪者

$$HF = 0.10 + 0.006N = 0.10 + 0.006 \times 19 = .214$$

又命 Hg = 所需之全馬力數 (Gross horse power)

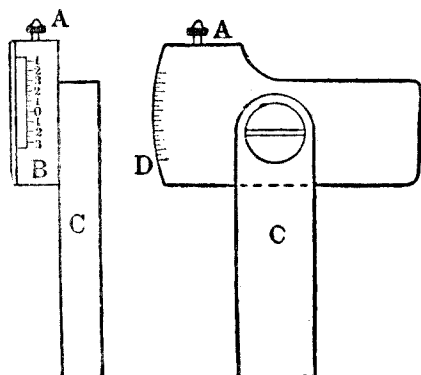
$$Hg = HC + HF = 0.57 + 0.214 = 0.784$$

即此時之動力為 1 馬力可也。

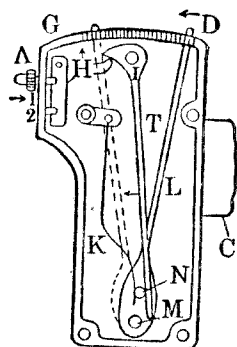
13 試驗車床法 新購車床或製作車床之時，須先試驗各部精密之度。今於述試驗法之前，先說明普通所用之車床試驗器 (Lathe indicator) 之構造。使用此器試驗車床及其他之工作機械時，須測出千分之一吋及至二千分之一吋之差誤。第一七二圖示此器之正面及側面。C 為把手，A 為試驗用栓，D 為指示針。當試驗時，將 C 固定於相當之處，令 A 之尖端與試驗物相接觸，然後將試驗器沿車床左右移動，測知被試驗物各部之差誤；其差誤之多少，則視 D 所指示 B 上之刻度讀出之。

此器內部之構造，如第一七三圖所示：H 為槓桿，G 為支點。

H 槓桿上具有 1 及 2 兩孔，以便 A 栓插入其中；G 至 1 孔之距離，

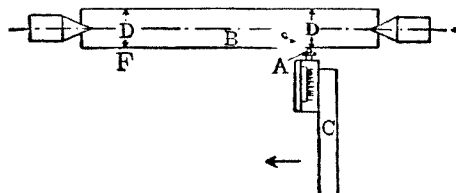


第一七二圖



第一七三圖

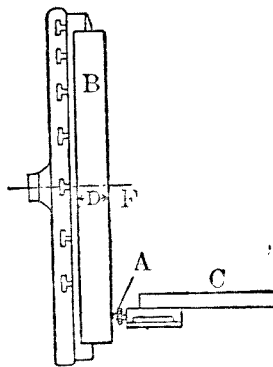
等於 1 孔至 2 孔之距離。又槓桿 T 之支點為 1，槓桿 L 之支點為 M。L 上有 N 栓，常被彈條 K 壓向右移，當 A 栓接觸試驗物時，被壓向右移。此時 H 槓桿之一端上昇，壓 T 槓桿向左轉，同時 T 又壓於 N 栓上，使 L 向左轉，故 D 針即隨之向左移。視 D 進行左方之度數，得知 A 所運動之距離，若 A 在 1 孔之時，D 進行二刻度；A 在 2 孔之時，則 D 當進行一刻度也。



第一七四圖

第一七四圖及第一七五圖，示使用試驗器之狀況。如第一七四

圖所示，B 爲支持於車床兩中心之圓桿，此圓桿係施以極精密之工作者。今以 C 固定於行刀架上，令 A 栓與 B 桿接觸，此時指示針 D 須與刻度上之零一致。然後將 C 沿車床左方滑動，使至 F 之位置，若指示針仍指刻度之零上，則知所測之部分甚爲正確；否則，視其



第一七五圖

所指示之刻度而測得其差誤。第一七五圖所示，係以 B 圓板裝於花盤之上，用試驗器以檢查車床之狀況也。

### 問 題

1. 車床約分幾類？有何不同？試略述之。
2. 使用後列齒輪時，須將螺釘 B2 旋出，何故？
3. 設 G9, G, G10 及 G8 之齒數爲 27, 85, 24, 88。階級輪每分鐘之旋轉數爲 1870 次。倘使用後列齒輪，問主軸每分鐘之旋轉數爲若干次？
4. 欲刀架沿床架往返滑動，其方法若何？試就第一四三圖說明之。

5. 試述切螺絲之機構。

6. 押送軸有何功用？

7. 試證切削馬力。

$$HC = 0.068 \text{ asv}$$

8. 用風鋼車刀切削直徑 4 吋之軟鋼桿，若切削之深度為  $\frac{1}{32}$  吋，

縱送為  $\frac{1}{20}$  吋，問此桿每分鐘應為若干迴轉？

9. 高速度鋼車刀切削直徑 6 吋之鑄鐵皮帶輪，其切削之深度為  $\frac{1}{8}$  吋，縱送為  $\frac{3}{16}$  吋，求切削速度。

10. 車床交換齒輪之齒數為 20, 24, 30, 32, 36, 40, 40, 56, 65, 66, 70, 76, 80, 90, 100, 120, 127, 領徑螺桿每吋 4 絲。今用以切下列各種螺絲，問應置齒輪之齒數各為若干？

(a) 所切螺絲桿每吋之絲數如下：

40, 30, 24, 20, 19, 18, 16, 15, 14,  
13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5,  
 $4\frac{1}{2}$ , 4,  $3\frac{1}{2}$ , 3,  $2\frac{1}{2}$ ,  $2, 1\frac{1}{2}$ , 1,

(b) 所切螺絲之螺距（以吋計）如下：

$\frac{1}{8}$ ,  $\frac{3}{16}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{5}{16}$ ,  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{7}{16}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{9}{16}$ ,  $\frac{5}{8}$ ,  $\frac{11}{16}$ ,  
 $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{13}{16}$ ,  $\frac{7}{8}$ , 1,  $1\frac{1}{8}$ ,  $1\frac{1}{4}$ ,  $1\frac{3}{8}$ ,  $1\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{3}{8}$ , 2,

$$2\frac{1}{4}, 2\frac{1}{2}, 2\frac{3}{4}, 3, 3\frac{1}{2}, 4.$$

若領徑螺桿每吋 6 絲，問所切上列各齒輪之齒數若何？

11. 車床之領徑螺桿每吋 4 絲，今欲用以切削 6 耗螺距之螺絲，設使用複列齒輪，問各齒輪之齒數應為若干？(用前題交換齒配合)

12. 試述雙絲螺絲及三絲螺絲之切法。

13. 一長 6 吋之鋼桿，其兩端之直徑為  $1\frac{1}{2}$ ， $\frac{3}{4}$  吋求斜度。又若

用複式車刀臺切削此桿之斜度，須將 R1 移轉若干度？

14. 粗削車刀，以使用何種為最適宜？

15. 車床裝置工作物最重要之條件為何？試略述之。

16. 有美國式車床其工作物直徑為 18 吋，長 8 呎，今用以切削直徑 6 吋之軟鋼桿，使用風鋼車刀，切削之深度為  $\frac{1}{8}$  吋，縱送為  $\frac{1}{32}$  吋，切削應力為每方吋 110 噸，(a) 設此車床附有後列齒輪，(b) 設無後列齒輪。問運轉此車床所需之馬力各為若干？

17. 試就第一七四圖及第一七五圖說明試驗車床之法。

### 第三章 鑽床 (Drilling Machine)

I 鑽床之分類 鑽床在機械工場中為必要之機械，以鑽孔為主，然亦有用之以製作陰螺絲者。種類甚多，茲約分之如次：

(a) 臺上鑽床 (Bench drill)；

- (b) 壁掛鑽床(Wall drill) ;
- (c) 柱狀鑽床(Pillar drill);
- (d) 射出鑽床(Radial drill);
- (e) 多軸鑽床(Multiple drill)。

臺上鑽床及壁掛鑽床，均爲手搖鑽床；而柱狀鑽床，射出鑽床及多軸鑽床，須有原動力方能工作，然柱狀鑽床亦有用手迴轉之者，凡甚大面或甚重不容易移動之工作物須鑽孔時，以使用射出鑽床爲便。若工作物所鑽之孔甚多，且所鑽之孔或在一直線上，或在一個周上，或互爲垂直者，則以使用多軸鑽床爲便。茲就最普通之柱狀鑽床說明如下：

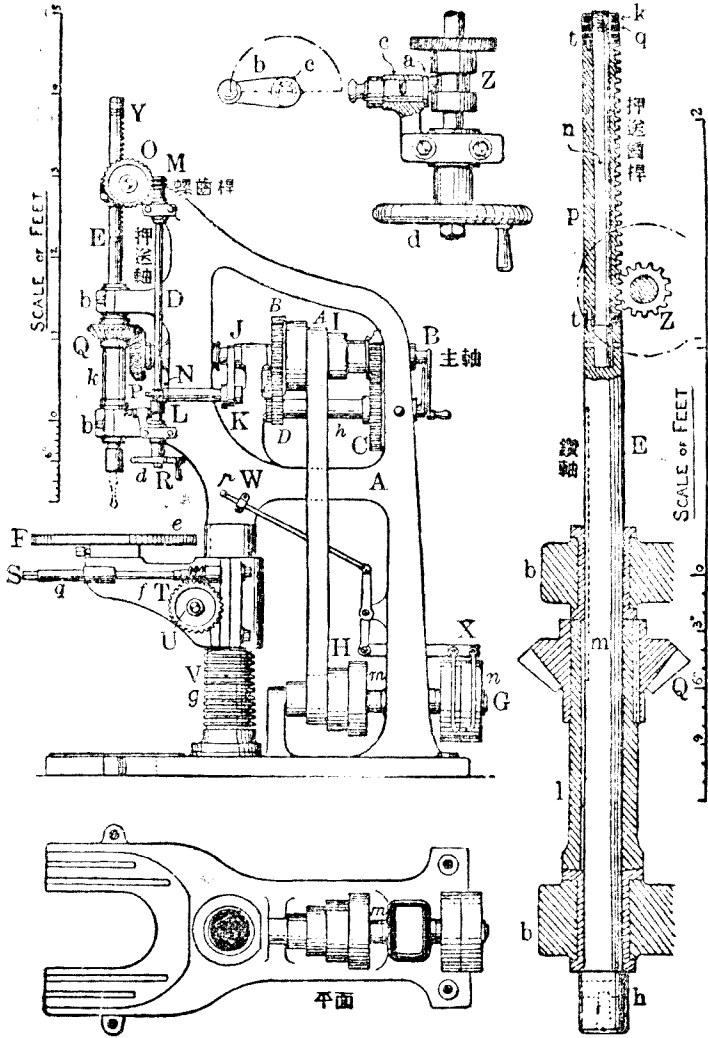
2. 鑽床之構造 鑽床之構造，如第一七六圖及第一七七圖，第一七八圖所示。其各部之名稱如下：

- A 機架(Frame)
- B 主軸(Mandrel)
- C 後列齒輪(Back gear)
- D 押送軸(Feed shaft)
- E 鑽軸(Drilling shaft)
- F 工作臺(Table)
- G 軸(Shaft)
- H, I 傳動階級輪(Driving cone)
- J, K 押送階級輪(Feed cone)
- L, M 螺齒桿(Worm)
- N, O, U 螺齒輪(Worm wheel)

- P, Q 斜齒輪 (Bevel gear)  
R 手柄 (Handle)  
S 小軸 (Spindle)  
T 射出臂 (Projecting arm)  
V 鑽柱 (Pillar)  
W 槓桿 (Lever)  
X 皮帶夾 (Belt fork)  
Y 押送齒桿 (Feed rack)  
Z 小齒輪 (Rack pinion)  
b 軸座 (Bearing)  
l 套筒 (Sleeve)  
u 小軸 (Smaller spindle)  
P 小套筒 (Smaller sleeve)  
k 鎖螺帽 (Check-nut)

軸G右端載有固定皮帶輪及浮乘輪，工作時，推動槓桿W以移動皮帶夾X，使皮帶套於固定輪上，軸G隨之迴轉，鑽軸因以迴轉。如移動皮帶夾，使皮帶套於浮乘輪上，鑽軸即停止迴轉。軸G之左端有固定階級輪H，與階級輪I成爲一對。I並不固定於主軸B上，然亦得固定，令其直接傳動主軸B也。倘令I與主軸B脫離，而以後列齒輪間接傳動主軸B亦可。又主軸B上固定有階級輪J及斜齒輪P。其階級輪J與固定於螺齒桿L之軸上之階級輪K成爲一對。螺齒桿L與押送軸D之下端所附之螺齒輪N相嚙合。但螺齒輪N並未固定於押送軸上，如第一七七圖。

第一七六圖



一 七 七 圖

第一七八圖



移動手柄  $b$ ，則曲拐  $a$  能使螺齒輪與螺齒桿  $L$  相嚙合或分離。當二者互相嚙合時，螺齒桿  $L$  之軸迴轉，得直接傳動押送軸  $D$ ，再經螺齒桿  $M$ ，螺齒輪  $O$ ，小齒輪  $Z$ ，押送齒桿  $Y$  及鑽軸  $E$  內部之作用，以司自動押送於工作物。

若螺齒輪  $N$  與螺齒桿  $L$  互相分離之時，得迴轉手柄  $R$ ，使押送軸  $D$  迴轉，而行手動押送於工作物。至迴轉鑽頭，則為斜齒輪  $P$  旋轉作用：蓋斜齒輪  $P$  與斜齒輪  $Q$  相嚙合，當主軸  $B$  迴轉時，斜齒輪  $Q$  即隨之迴轉也。斜齒  $Q$  與小軸  $n$  並不為一體，如第一七八圖所示，因斜齒  $Q$  係以銷子固定於套筒  $I$  上，而套筒  $I$  則竊於二軸座  $b, b$  之間。套筒  $I$  上嵌有銷子  $m$ ，此銷子之一半則嵌於鑽軸  $E$  之長銷槽中，使鑽軸  $E$  得以滑上滑下，且同時使其作迴轉運動也。鑽軸  $E$  上之小軸  $n$  外，套有小套筒  $p$ ，以螺帽  $q$  及鎖螺帽 (Check out)  $k$  結合之。若小齒輪  $Z$  迴轉，因齒桿  $Y$  之作用，鑽軸  $E$  得以上舉或下壓，然於鑽軸之迴轉，則毫無影響。銅板  $t t$ ，用以減少兩接觸面之摩擦力而已。

工作臺  $F$  以固定螺釘固着於射出臂  $T$  上。射出臂  $T$  則以鑽柱  $V$  支持之。鑽柱  $V$  上備有齒程，以為昇高或降下射出臂之用。

小軸  $S$  右端之螺齒桿與螺齒輪  $U$  相嚙合，而螺齒輪之軸之他端，又固定一小齒輪，（圖中不見）此小齒輪與鑽柱  $V$  上之齒程互相嚙合。若用搖手迴轉小軸  $S$ ，動力即由螺齒桿經螺齒輪  $U$  以迴轉小齒輪，因而射出臂  $T$  得以昇高或降下。

**3. 鑽頭之押送計算法** 前節已詳述鑽床之押送機構及其傳動之方法，茲更就第一七七圖及第一七八圖所示之押送之計算法。令

$f$  = 鑽頭每迴轉之押送 (以吋計, 鑽頭押送云者, 鑽頭每迴轉向垂直方向所進行之距離也, 有時以每分間鑽頭鑽入工作物中之深度表之)

$N$  = 鑽頭每分間之迴轉數

$F$  = 鑽頭每分間之押送 (以吋計)

則 
$$f = \frac{F}{N}$$

設 皮帶在圖示之位置, 求鑽頭之押送。令

$N_0$  = 主軸每分間之迴轉數

$D_1 D_2 D_3 d_1 d_2 d_3$  = 押送階級輪各段之直徑

$T_1$  = 斜齒輪 P 之齒數

$T_2$  = 斜齒輪 Q 之齒數

$N_1$  = 螺齒輪 N 之齒數

$N_2$  = 螺齒輪 O 之齒數

$N_3$  = 小齒輪 Z 之齒數

$p$  = 齒桿 Y 之齒間 (以吋計)

$F$  = 鑽頭每分間之押送 (以吋計)

$N$  = 鑽頭每分間之迴轉數

$f$  = 鑽頭每迴轉之押送 (以吋計)

$$F = \frac{D_2}{d_2} \times \frac{1}{N_1} \times \frac{1}{N_2} \times N_3 \times p \times N_0$$

$$N = N_0 \times \frac{T_1}{T_2}$$

$$f = \frac{F}{N} = \frac{D_2 N_3 p N_0}{d_2 N_1 N_2} \times \frac{T_2}{N_0 T_1}$$

$$= \frac{D_2 N_3 p T_2}{d_2 N_1 N_2 T_1} \dots \dots \dots (a)$$

設  $C = \frac{N_3 p T_2}{N_1 N_2 T_1}$

則  $f = C \times \frac{D_2}{d_2}$

設  $f_1$  爲最大之押送       $f_2$  爲最小之押送

則  $f_1 = C \times \frac{D_3}{d_3}$ ,       $f_2 = C \times \frac{D_1}{d_1}$

例 設  $D_1 = d_3 = 6''$      $D_2 = d_2 = 7 \frac{1}{4}''$

$D_3 = d_1 = 8 \frac{1}{2}''$        $T_1 = 20$ ,       $T_2 = 23$

$N_1 = 40$ ,       $N_2 = 30$        $N_3 = 12$

$p = \frac{1}{2}$       求最大及最小押送之值

$$C = \frac{N_3 p T_2}{N_1 N_2 T_1} = \frac{12 \times \frac{1}{2} \times 23}{40 \times 30 \times 20} = 0.007$$

$$f_1 = C \times \frac{D_3}{d_3} = 0.007 \times \frac{8 \frac{1}{2}}{6} = 0.01 \text{吋}$$

$$f_2 = C \times \frac{D_1}{d_1} = 0.007 \times \frac{6}{8 \frac{1}{2}} = 0.005 \text{吋}$$

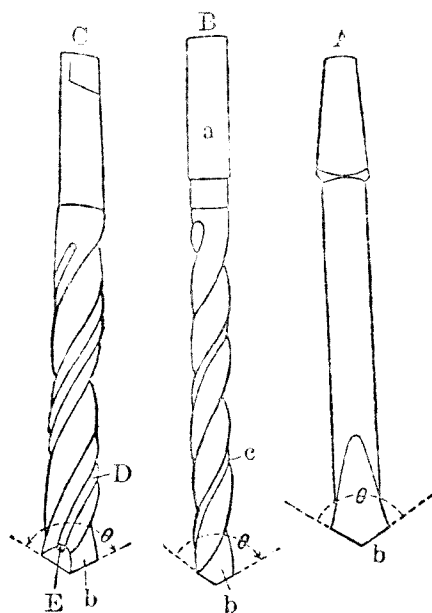
4. 鑽頭之切削速度 普通機械工場所使用之鑽頭，如第一七

九圖所示：A爲平頭鑽頭(Flat drill)，鑽頭之角度 $\theta$ ，普通多用100度乃至120度；使用此種鑽頭有下述之各弊：

(a)鑽孔時，須時時抽出鑽頭，以除去所切削之金屬屑。

(b)須常加鍛治，方能保持正確之形狀；否則，所鑽之孔，難期正確；

(c)在鑽孔中，鑽頭之側部，少誘導之作用。



第一七九圖

使用平頭鑽頭，有如上所述各弊，近來一般機械工場中多用螺旋鑽頭(Twist drill)，如圖 B所示；a爲鑽柄，b爲刃口，c爲螺旋形溝。此種鑽頭之角度(Angle of twist drill)  $\theta$ ，由118度至120度。鑽

頭之直徑，由刃口至鑽柄，逐漸減少，得以減小鑽頭與工作物間之摩擦；螺形溝用以排去所鑽下之金屬屑。圖 C 所示之鑽頭，於高速度鑽孔時用之。此種鑽頭之周圍具有螺形溝，溝中固定小直徑 D 之油管 (Oil tube)。當鑽孔時，油常由 E 孔噴出，以便容易鑽入。又此鑽頭往往自身固定於一定之位置，而使工作物以高速度迴轉，名曰油管螺絲鑽頭 (Oil tube twist drill)。

鑽頭之切削速度，係指刃口周圍之線速度而言，普通以每分呎表之，有時亦以每分吋表之。令

$D$  = 鑽頭之直徑 (吋)

$N$  = 鑽頭每分間之迴轉數

$V$  = 鑽頭之切削速度

$$\text{則 } V = \frac{\pi D}{12} \times N$$

切削速度，依所切削材料之種類製作鑽頭之鋼及押送之多少而異其值。在美國則小其押送而大其切削速度；在英國則與之相反。美國用普通刃物鋼之鑽頭切削軟鋼時，為每分間三十呎；切削鑄鐵時為每分間三十五呎；切削黃銅時，為每分間六十呎。

表 1-1

鑽頭之直徑 (以吋計)	軟 鋼		鑄	鐵
	每分間之迴轉數	押送每吋之迴轉數	每分間之迴轉數	押送每吋之迴轉數
$\frac{1}{8}$	650	300	420	240

$\frac{1}{4}$	320	200	256	160
$\frac{3}{8}$	230	150	194	120
$\frac{1}{2}$	150	100	120	80
$\frac{5}{8}$	130	100	104	80
$\frac{3}{4}$	110	100	88	80
$\frac{7}{8}$	90	100	72	80
1	70	100	56	80
$1\frac{1}{8}$	67	100	54	80
$1\frac{1}{4}$	64	100	52	80
$1\frac{1}{2}$	55	100	44	80
$1\frac{3}{4}$	45	100	36	80
2	34	100	27	80
$2\frac{1}{4}$	32	100	26	80
$2\frac{1}{2}$	30	100	24	80
$2\frac{3}{4}$	28	100	23	80
3	26	100	21	80

$3 \frac{1}{2}$	22	100	18	80
4	17	100	14	80

表 二 (鑽頭每分間之迴轉數)

鑽頭直徑 (吋)	軟 鋼	鑄 鐵	黃 銅
1	855	1196	1772
1 8	397	565	855
1 4	265	377	570
1 8	183	267	412
1 2	147	214	330
1 5	121	168	265
1 8	96	144	227
1 3	76	115	191
1 4	72	108	180
1 16	68	102	170
1 18	64	97	161
1 3	58	89	150
1 16			
1 4			

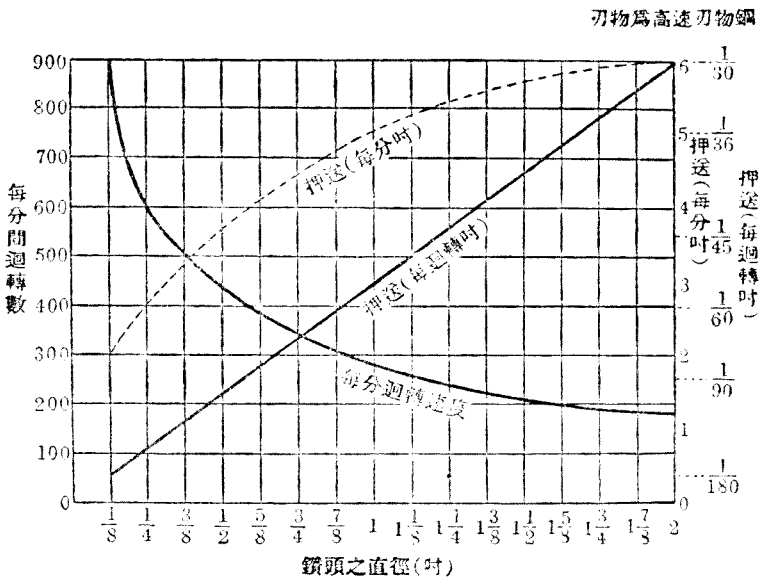
1 $\frac{5}{16}$	55	84	143
1 $\frac{3}{8}$	53	81	136
1 $\frac{7}{16}$	50	77	130
1 $\frac{1}{2}$	46	74	122
1 $\frac{9}{16}$	44	71	117
1 $\frac{5}{8}$	40	66	113
1 $\frac{11}{16}$	38	63	109
1 $\frac{3}{4}$	37	61	105
1 $\frac{13}{16}$	36	59	101
1 $\frac{7}{8}$	33	55	98
1 $\frac{15}{16}$	32	53	95
2	31	51	92

表一係示英國普通所使用之螺絲鑽頭之迴轉數與速度之關係。表二係示美國所使用之螺絲鑽頭之迴轉數。其押送於直徑四分之一吋之鑽頭為每迴轉0.005吋之押送；對於直徑二分之一吋之鑽頭為每迴轉0.007吋之押送；直徑四分之一吋之鑽頭，則為每迴轉0.010吋之押送。



用高速度刃物鋼製作之鑽頭，其切削速度及押送，與前表所記者不同，英國峇佛市 (Sheffield) 佐馬斯否斯 (thomasfirth) 會社使用該社所製之高速度刃物鋼螺絲鑽頭，試驗切削速度及押送，其結果如第一八〇圖及第一八一圖所示。第一八〇圖為軟鋼板鑽孔時之結果。第一八一圖為鑄鐵鑽孔時之結果。依此結果得定切削速度及押送之量也。

例 如鑽軟鋼板之孔時，英鑽頭之直徑為一時，則按第一八〇圖之曲線，求得：



第一八〇圖

切削速度為 300 每分鐘迴轉數  
 押送為 5 每分鐘吋

押送爲  $\frac{1}{60}$  每迴轉吋

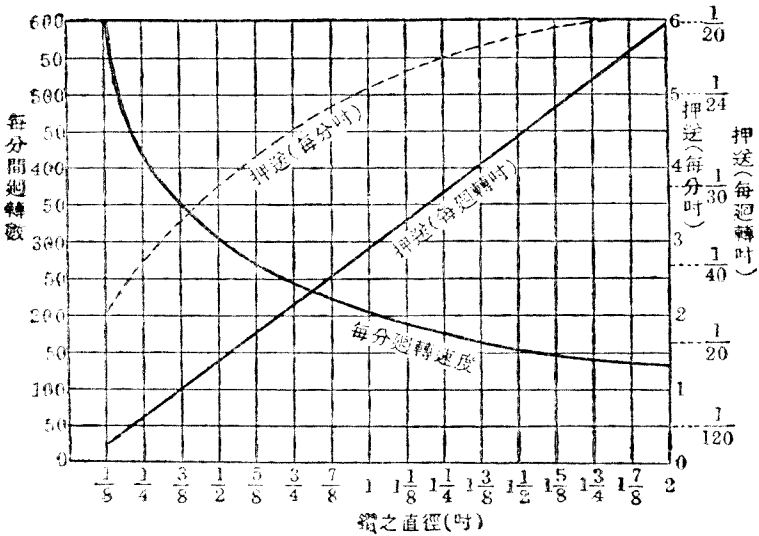
鑽鑄鐵板時，若鑽頭之直徑爲一吋，由第一八一圖，求得：

切削速度爲 200 每分迴轉數

押送爲 5 每分吋

押送爲  $\frac{1}{40}$  每迴轉吋

刃物爲高速刃物鋼



第一八一圖

問 題

1. 鑽床約分幾種？試比較其優劣。
2. 鑽床上多裝設後列齒輪，其作用爲何？
3. 試就第一七八圖說明鑽軸之構造。

4. 有鑽床押送階狀輪之直徑  $D_1 = d_2 = 6''$ ,  $D_3 = d_1 = 9''$ ,  
 $T_1 = 17$ ,  $T_2 = 30$ ,  $N_1 = 50$ ,  $N_2 = 35$ ,  $N_3 = 14$ ,  $p = \frac{1''}{2}$ ; 問

最大及最小押送之值各為鑽頭每迴轉若干吋?

5. 試比較平頭鑽頭與螺絲鑽頭之優劣。

6. 鑽孔時, 鑽頭每分間之迴轉數與押送之深度有何關係? 試詳述之。

## 第四章 刨床 (Planing Machine)

1. 刨床之功用 刨床用以刨削金屬品之平面為主, 固定其刨刀, 裝工作物於工作臺上, 令其在刨刀下往復滑動以刨削之。

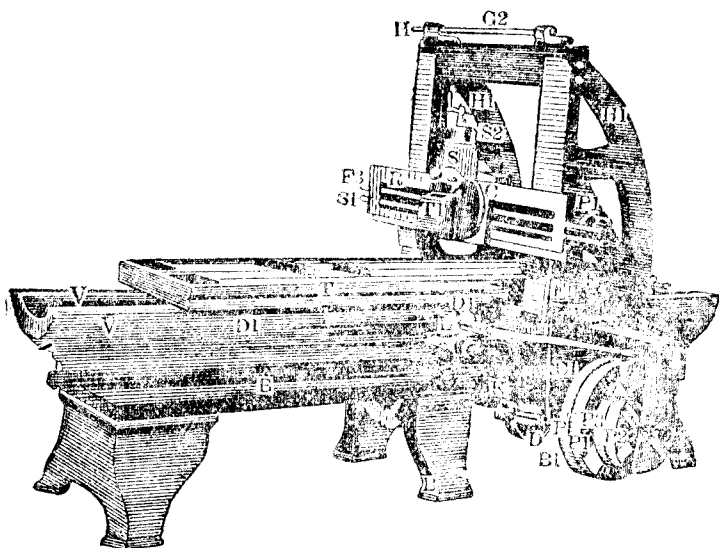
2. 刨床之構造 刨床分為二種: (1) 鎖閉刨床, (2) 開展刨床。刨床有二個之直柱者, 名曰鎖閉刨床, 亦曰複柱刨床 (Crossed planer)。在此刨床工作物之幅為直柱間之距離所限制, 故有除去一柱, 使得可削廣大之工作物者, 名曰開展刨床; 亦曰單柱刨床 (Open planer)。

第一八二圖所示為鎖閉刨床之一種, 其各部名稱如下:

- B 床架 (Bed)
- T 工作臺 (Work table)
- H/H1 直柱 (Housing)
- E 交叉軸 (Cross shaft)
- C 橫頭 (Cross head)
- S 滑動片 (Slide)

- T1 夾刀板 (Tool block)  
 PP2 浮乘輪 (Loose pulley)  
 PIP3 固定輪 (Tight pulley)  
 D 送動盤 (Feed disk)  
 F 送動齒輪 (Feed gearing)  
 Fl 齒桿 (Back)  
 DIDi 制動機 (Dogs)  
 L 槓桿 (Lever)  
 Y 皮帶交換器 (Belt shifter)

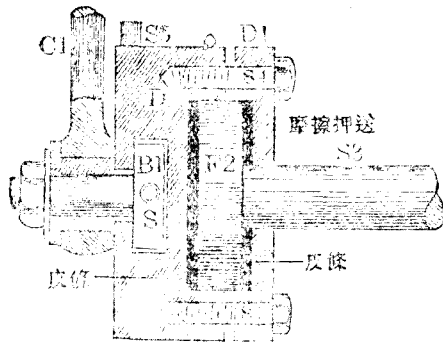
直柱 H1H1 以螺釘固定於床架之兩旁，直柱上安有斜齒輪 G2，以搖手套於 H 上，旋轉斜齒輪 G2，則交叉軌 R 即隨之在直柱



第一八二圖

H 由 H 上下滑動。橫頭 C 因送動盤 D，送動齒輪 F 及齒桿 F1 之作用，自動的在交叉軌上左右滑動。刨刀滑動片 S 附於橫頭 C 之前方，可以在垂直平面上迴轉任意之角度，並以自動的送動沿橫頭 C 上下滑動。

3. 送動盤 (Feed disk) 第一八三圖示送動盤之切面，第一八四圖示送動盤之側面及其附屬機構。軸 S3 爲齒輪 G1 所迴轉，當

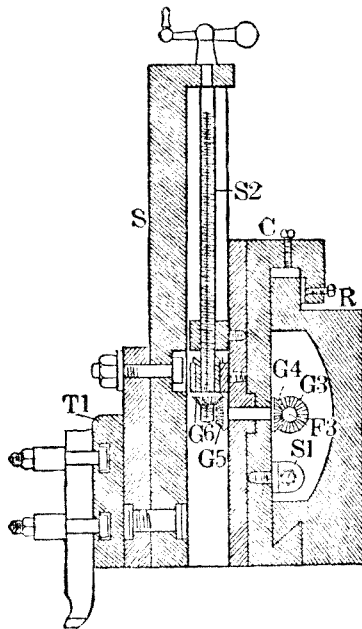


第一八三圖

每衝擊歸回時，S2 卽向反對之方向而迴轉。(見第一八六圖) 軸 S3 之一端，送動盤套於 F2 之上；又此送動固着於盤爲 D 及 D1 分離之二部所組成，F2 與 D 及 D1 相接之部分有皮條二，以螺釘 S4 旋緊，全與 F2 密合；當 S3 迴轉時，利用皮條與 D 及 D1 中間之摩擦作用，送動盤因之迴轉；其迴轉之快慢；則以螺釘旋緊之度定之。若將螺釘 S4 旋鬆。則 F2 在 D 及 D1 中間爲無效之迴轉，此時送動盤卽在靜止中矣。軸 S3 迴轉之次數，雖以工作臺每衝擊之距離而定，然無論 S3 迴轉次數之多少，因 S3 之滾動，



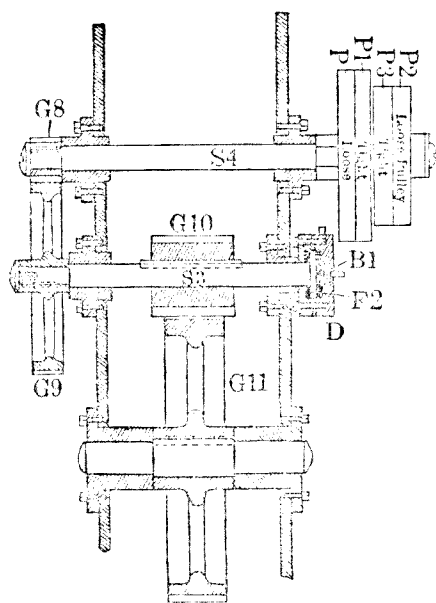
(Pawl) P4 司之。若 P4 在正中之位置時，(如圖所示)則送動停止。



第一八五圖

5. 工作臺之滑動 (Table movement) 工作臺在床架之 V 形溝上前後滑動。工作物則安於工作臺上，工作臺每一衝擊，橫頭 C (插有切削刨刀) 依照切削材料之性質，送動  $\frac{1}{64}$  至  $\frac{1}{4}$  吋而刨削焉。送動力之傳達，則如第一八六圖所示。軸 S4 上安有皮帶輪四：一為開展皮帶輪，其一為交叉皮帶輪；開展皮帶輪有二，一為浮乘輪 P，一為固定輪 P1；交叉皮帶輪亦有二，一為浮乘輪 P2，一為

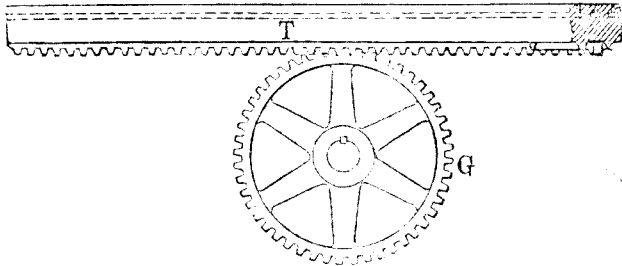
固定輪 P3。開展皮帶套在 P1 上旋轉時，工作物則向刨刀前方衝擊。當工作臺達到一衝擊之終，掣動機 D1 觸於槓桿 L 上，皮帶交代器即將皮帶之位置更動，使工作臺回歸，回歸之速度則較刨削之速度為大。先是開展皮帶在固定輪 P1 上，交叉皮帶在浮乘輪 P2 上，今則交叉皮帶套於固定輪 P3 上面迴轉軸 S4 矣。換言之，當開



第一八六圖

展皮帶推工作臺向前衝擊時，交叉皮帶則在浮乘輪 P2 上為無效之迴轉；當交叉皮帶送動工作臺回歸時，開展皮帶則在浮乘輪 P 上為無效之迴轉。齒輪 G8 則以銷子固定於軸 S4 上，與 G8 相嚙合之齒輪則為 G9，G9 與 G10 同軸，與 G10 相嚙合之齒輪則為 G11，而





第一八七圖

G11 則與附於工作臺下之齒桿相嚙合，故動力因軸 S4 之迴轉而傳於工作臺，便在 V 形溝上滑動也。第一八七圖示齒輪 G11 之側面及工作臺之斷面。

### 問 題

1. 試述刨床之功用及其種類。
2. 試就第一八二圖說明刨床之構造。
3. 送動盤有何功用？試就第一八三圖及第一八四圖說明送動經過之程序。
4. 欲使橫頭 C 在交叉軌上向左右滑動，其方法若何？又使刨刀上下之方法有幾，能敘述之歟？
5. 工作臺為刨削之衝擊時，開展皮帶須套在較大之固定皮帶輪上；回歸時，交叉皮帶須套在較小之固定皮帶輪上，何故？
6. 試述制動機之功用。

## 第五章 滑動刨床(Shaping Machine)

1. 滑動刨床與刨床之異點 (Difference between shapers and

planer) 滑動刨床爲小刨床之一種。其主要之特點爲：刨床係以工作物在刨刀下往復滑動。刨刀則固定不動；滑動刨床係以刨刀在工作物上往復滑動，工作物則固定於工作臺上，以備切削。

2. 滑動刨床之分類 (Difference between shapers) 滑動刨床分爲二種：(1) 曲拐滑動刨床。春枕 B 之運動由曲拐司之。(2) 齒輪滑動刨床。床之一側裝有齒輪，與附於春枕下之齒桿相嚙合，以傳動春枕也。茲就曲拐滑動刨床說明之。

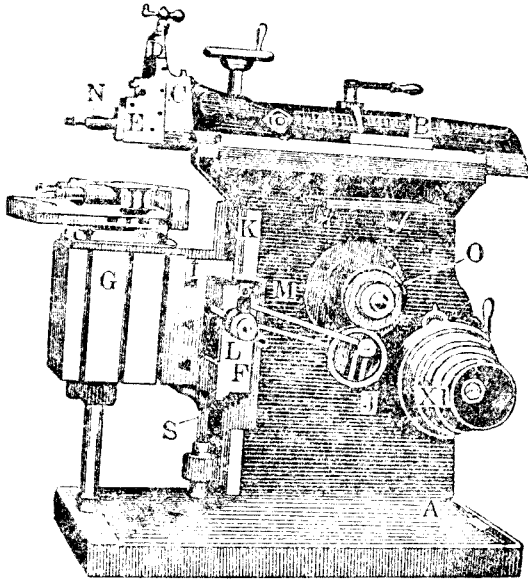
3 曲拐滑動刨床 (Crank-shaper) 之構造 本機之構造，如第一八八圖所示。各部之名稱如下：

- A 機架 (Frame)
- B 春枕 (Ram)
- C 刻度迴轉盤 (Graduated swiveling-plate)
- D 刨刀滑動片 (Tool-slide)
- E 夾刀板 (Tool block)
- F 交叉軌 (Cross rail)
- G 工作臺 (Table)
- H 虎鉗 (Vice)
- I 鞍 (Saddle)
- J 偏心 (Eccentric)
- K 前面 (Front face)
- L 制動輪 (Ratchet wheel)
- M 掣子 (Pawl)
- N 刨刀支持器 (Tool holder)

O 齒輪 (Tooth wheel)

N<sub>1</sub> 階級輪 (Step pulley)

本機以利刀爲主動，隨脊枕 B 往復衝擊，而刨削工作物也。A 爲機身，其上成平坦面，面上載脊枕 B，B 得沿平坦面爲往復運動。此運動由階級輪 N<sub>1</sub> 傳達而來，經過內部之特別構造（如第一八九圖所示）及於脊枕者也。脊枕之前面有刀頭 E，刨刀支持器則固定於 E 上。刻度迴轉盤 C 能使刀頭在垂直面上迴轉任何角度。H 爲安置工作物之虎鉗，設置於工作臺 G 之上。工作臺 G 乃固定

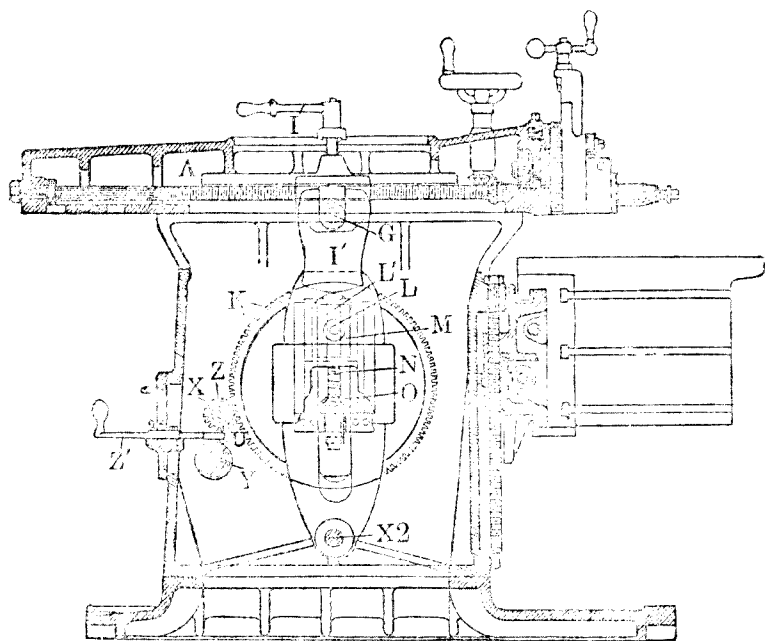


第一八九圖

於鞍 I，然得沿交叉軌左右移動，所以押送工作物也。此自動押送係由齒輪 O 傳來，經過偏心 J，型子 M 及制動輪 L，使押送螺旋爲

間歇運動而移動鞍 I 也，此交叉軌復可用曲拐撥於工作臺下之方形頭軸上迴轉之，使沿機身前面 K 上下滑動，又此運動有由 L 制動輪之軸下裝設 P 軸使自動昇降之者。蓋 P 軸之中央裝有螺齒輪與垂直螺旋桿 S 上之螺齒輪相嚙合，先由 P 軸迴轉，傳及螺旋桿，而令交叉軌沿 K 前面上下也，此亦押送工作物者。以上所說兩種自動押送，皆得變更偏心之位置，而增減其押送之大小。

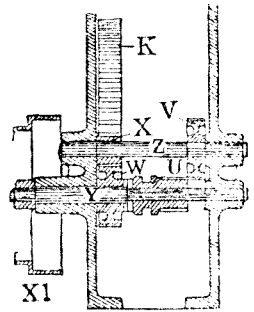
4. 原動機輪 (Driving gear) 第一八九圖及第一九〇圖所示，



第一八九圖

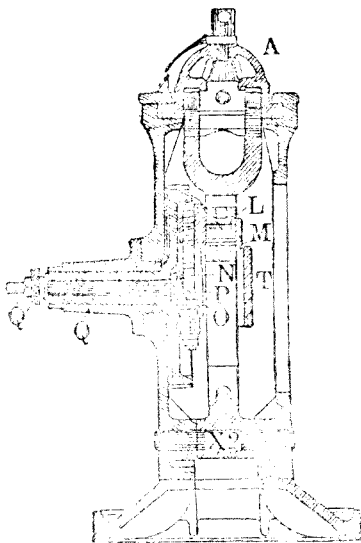
爲原動機輪之切面圖，階級輪 X1 固定於軸 Y 之一端，此軸之中央套有嚙合子 U，U 之左裝有齒輪 W，(W 浮乘於軸 Y 上) 嚙

合子 U 得以槓桿 Z'，推合沿軸 Y 左右滑動。當嚙合子 U 在第一九〇圖所示之位置時，齒輪 W 因嚙合子 U 之作用，即隨軸 Y 而迴轉，經由齒輪 X 而迴轉齒輪 K。若移動槓桿 Z' 推嚙合子 U 向右轉，則 U 與齒輪 W 脫離而與齒輪 V 相嚙合，此時軸 Y 迴轉，經由 U 而迴轉齒輪 V，但齒輪 V 與齒輪 X 同軸，故齒輪 V 迴轉，齒輪 X 即隨之迴轉而傳動齒輪 K 也。傳動桿 (Link) I 以曲拐鍵 (Crank pin) L 連於齒輪 K 上，又曲拐鍵上套有滑動片 M，能在傳動桿



第一九〇圖

I 溝中滑動，如第一九一圖所示。當齒輪 K 迴轉時，曲拐鍵即壓傳動桿 I 使向前後搖動，以傳動存枕 A 令作往復衝擊。但存枕 A 衝擊之距離，視曲拐鍵距齒輪 K 中心之距離而定：距中心愈遠，則存枕 A 衝擊之距離愈大；若距中心甚近，則存枕 A 衝擊之距離甚小。曲拐鍵在齒輪 K 上之移動，則由螺絲桿 N 司之。螺絲桿 N 之下套有斜齒輪 O，與固着於 Q 軸上之斜齒輪 P 相嚙合，以搖手套於軸 Q 之一端 Q'，而迴轉之，可使曲



第一九一圖

拐鍵移近或遠離齒輪 K 之中心也。

5. 速歸運動(Quick return) 當春枕 A 爲刨削之衝擊時，曲柄鍵 L 須在經過之軌道上半弧內迴轉。當春枕 A 回歸時，曲柄鍵 L 須在下半弧內迴轉，因回歸速度須較切削衝擊之速度爲大，以增加其工作率故也。曲柄鍵在上半弧內迴轉，距樞軸 X2 稍遠，故其速度小；曲柄鍵在下半弧內迴轉，距樞軸 X2 較近，故其速度大。

### 問 題

1. 刨床與滑動刨床，有何不同？
2. 試述曲拐滑動刨床之構造。
3. 春枕往復衝擊之原動力，由何部而來？試詳述之。
4. 加長春枕之衝程或減短春枕之衝程之方法若何？
5. 春枕爲刨削之衝擊時，曲柄鍵須在經過之軌道上半弧內迴轉，何故？

## 第六章 插床 (Slotting Machine)

1. 插床之功用 插床用以切削巨大之工作物及不規則之形爲主。插刀與工作臺面成直角，由上削下，故名其機曰插床，亦稱鑿削機。

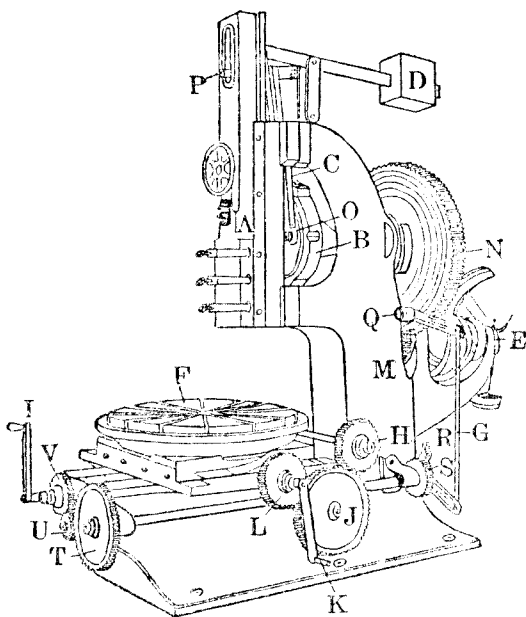
2. 插床之構造 本機各部之構造如第一九二圖所示，各部之名稱如下：

- A 春枕 (Ram)
- B 曲拐板 (Crank plate)
- C 連桿 (Connecting rod)

- D 押力錘(Counter weight)  
 E 原動輪(Driving pulley)  
 F 工作臺(Work table)  
 G 押送槓桿(Feed lever)  
 H, J, L 正齒輪(Spur wheel)  
 I, K 把手(Handle)  
 M 機柱(Column)  
 O 曲拐鍵(Crank pin)  
 P 螺絲(Screw)  
 Q 滾球(Bowl)  
 R 扣輪刺(Click)  
 S 制動輪(Ratchet wheel)  
 N, T, V 正齒輪(Spur gear)

機柱 M 爲此機支持之體，前面嵌有春枕 A，得沿床溝而作上下運動。春枕之重量，適與押力錘 D 相平衡，取意在不使春枕無故落下。其動作惟聽命於曲拐板 B，蓋曲拐板 B 與大齒輪 N 固定於同一軸上，B 板之表面設有連歸運動之裝置，由曲拐鍵 O 及連桿 C 皆與春枕連絡者也。

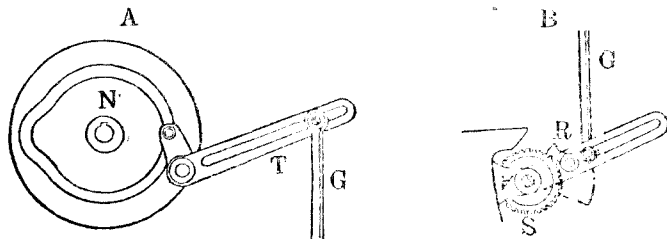
工作臺 F 之押送運動，則由大齒輪經過許多關節間接傳來；蓋大齒輪 N，本與原動軸 E 上之齒輪相啮合。N 內面有傳動機形之溝，嵌入滾球 Q 於溝中，如第一九三圖所示，經過槓桿 G 扣輪刺 R 及制動輪 S 關係作用，而顯工作臺 F 押送運動之功能也。此機工作臺 F 之押送運動，共有三種，皆由制動輪 S 執掌。茲分別說明之



第一九二圖

如下：

(a) 迴轉運動 第一九四圖示迴轉運動及橫送運動之機構  
軸 S 上固定斜齒輪及正齒輪 T；其斜齒輪（圖中不見）與正齒

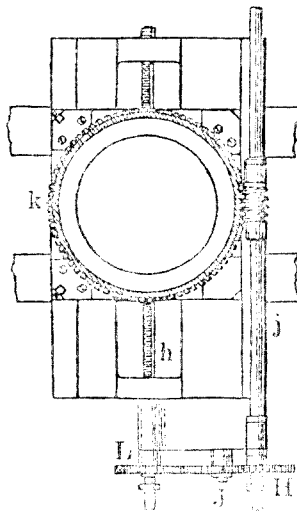


第一九三圖



輪 J 軸上附着之斜齒輪相嚙合，而齒輪 J 則與齒輪 H 及齒輪 L 相嚙合。至於執掌工作臺 F 迴轉運動，則由齒輪 H 之軸上固定有螺齒輪，因螺齒輪復與工作臺下之螺齒桿相嚙合；故齒輪 H 迴轉時，因輾轉作用而迴轉工作臺也。

(b)橫送運動 齒輪 L 固定於螺旋桿上，此桿套入固定於工作臺下之陰螺旋中，故制動輪 S 傳動齒輪 J，J 即迴轉齒輪 L，再經過螺旋桿之作用，使工作臺為自動的橫送運動。



第一九四圖

(c)縱送運動 齒輪 T 連在軸 S 之一端上，如第一九二圖所示，其運動由軸 S 傳至齒輪 T。再經過齒輪 U，傳動齒輪 V。齒輪 V 之軸為一螺旋桿，與附着於工作臺下之陰螺旋為一對而套入其中，故齒輪 V 迴轉，螺旋桿即隨之迴轉，而工作臺得藉此

成縱送運動也。

### 問 題

1. 試述插床之功用。
2. 春枕上下運動，原動力傳動之方法若何？
3. 工作臺滑動，約分幾種？試條述之。

## 第七章 洗床(Milling Machine)

1. 洗床之功用 洗床之功用，在使洗刀自身旋轉以切削工作物，與車床之迴轉工作物以供切削者異。其利益之點亦多：洗刀之刃口甚多，磨耗較緩一也；繼續呈切削之作用，減短工作時間二也；容易切削成複雜之形狀三也。其結果所得之工作物精良，且較他種機械工作迅速，故可減少工作費，而其用途亦較他種機械為廣也。

2. 洗床之分類 (Classification of milling machine) 洗床之用途既廣，故其構造之變態亦多，視工作之需要，其形狀各有異同，用法各有難易，工作各有繁簡，茲略分之如次：

- (a) 林孔洗床(Lincoln millers),
- (b) 橫臥洗床(Horizontal millers),
- (c) 直立洗床(Vertical millers),
- (d) 平刨洗床(Plans-millers),
- (e) 特種洗床(Special millers)。

林孔洗床，形式與車床頗相似。惟車床支持工作物之頭架及尾架，林孔洗床則用以裝置刀軸，車床之刀架，林孔洗床則用以為工作臺，此其異點也。橫臥洗床又分為二種：一為通常洗床(Plan

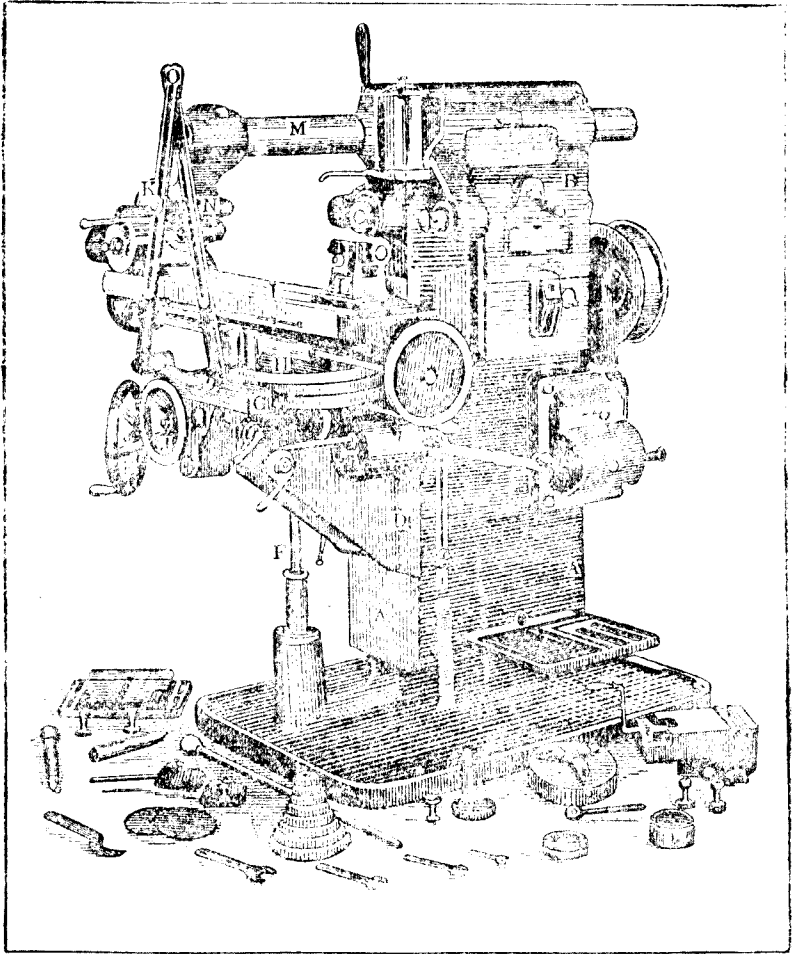
milling machine : 一爲萬能洗床 (Universal milling machine)。其構造通常洗床不如萬能洗床之複雜，因萬能洗床，乃洗床中構造最複雜，工作最精良，動作變化最多者也。直立洗床，形式與鑽床略相似，惟構造較鑽床爲複雜，其用途爲洗削平坦之表面，筒狀體或缺口筒狀體之表面或側面，與夫傳動子 (Cam) 之側面等，此類洗床具有二動軸者稱爲子母洗床。平刨洗床，其構造與工作之性質，亦頗似刨床。惟展開之立架及片面之立架，則爲此類洗床所獨有。特種洗床，即洗齒機，因其形式近似洗床，故亦視爲洗床之一種。

### 3. 洗床之構造 茲就萬能洗床說明之如次。

萬能洗床之構造，如第一九五圖所示。其各部之名稱茲分列如下：

- A 機架 (Frame)
- B 頭架 (Head stock)
- C 主軸 (Main spindle)
- E 膝架 (Knee)
- D, D' 手輪 (Hand wheel)
- F 螺旋桿 (Screws)
- G 夾架 (Clamp bed)
- H 鞍 (Saddle)
- I 工作臺 (Work table)
- K 螺狀頭 (Apron lead)
- L 腳架 (Foot stock)
- M 懸臂 (Overhanging arm)

- N 垂臂 (Pendent arm,
- O 支柱 (Braces)



第 一 九 五 圖

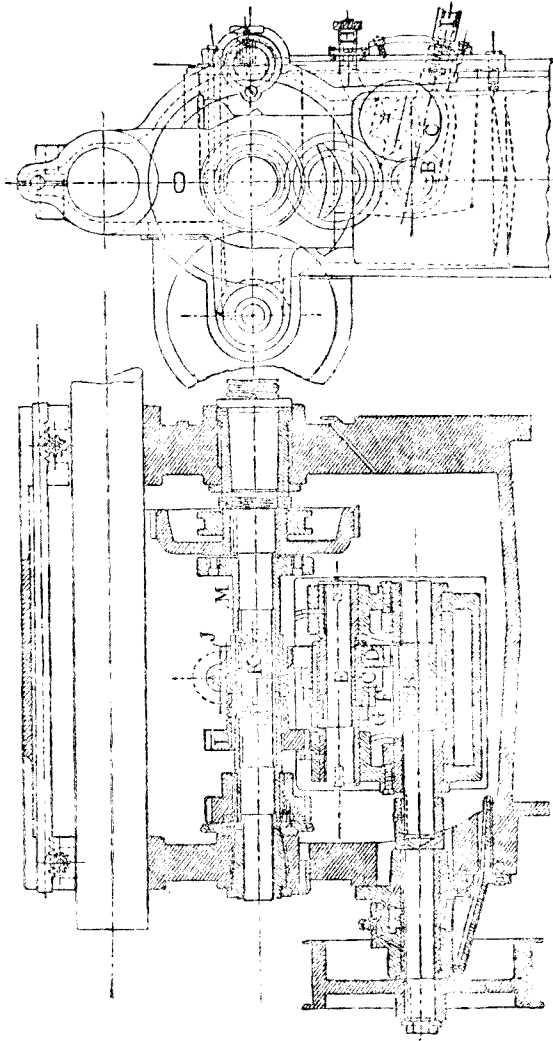
機架 A 爲中空筒狀架，用以儲藏本機之附屬機件；背面有一門，爲出納機件之用。頭架 B 與機架 A 爲一體之鑄造，主軸 C 則裝置於其中，而主軸之迴轉則由於各齒輪之傳送動力也。

膝架 D 可沿機架 A 而上下滑動。若將手輪 E 迴轉，則依斜齒輪之裝置，使螺旋桿 F 旋轉，膝架因隨之上下滑動。膝架 D 上裝有夾架 G，鞍 H 及工作臺 J。迴轉手輪 E，因固定於此輪之螺旋桿與附於夾架下之陰螺旋爲螺旋對之作用，使夾架 G 在膝架 D 上爲與主軸 C 成平行之滑動。鞍 H 下部有圓座，座之側面刻有左右各 45 度之刻度；其上端，可以在此圓座上任意迴轉若干角度。設於鞍 H 之上則爲工作臺 J，此臺能在鞍 H 上爲與主軸 C 成直角之滑動；或因鞍 H 之迴轉而對於主軸 C 成若干角度之押送。螺狀頭 K 及腳架 L，則以螺釘固着於工作臺 J 上。

垂臂 N 附着於懸臂座上，賴此以支持刃物軸。主軸 C 之內有圓錐孔，其外部有螺紋，若用小旋刀，其刀軸之柄插入圓錐孔中，並置支持於垂臂之上，以施行作業；若遇重大之切削時，則須用夾子 O 以支持之。

4. 原動機輪 (見第一九七圖) 第一九六圖示原動機輪之構造圖，第一九七圖之虛線，示此機輪之側面。第一機輪爲一長齒輪 B，動力則由皮帶輪 A 傳遞而來，故齒輪 A 之速度當爲一定。齒輪 B 和啮合，與其中間齒輪 C；(見第一九七圖) 此齒輪當依動槓桿 H 及 I 使與齒輪 D, E, F 或 G (見第一九六圖) 相啮合，由是支持此四齒輪之獲得四種不同之迴轉速度。又移轉槓桿 K，可使齒輪 J 或 L 與前述之四齒輪 D, E, F 或 G 之任一齒輪相啮

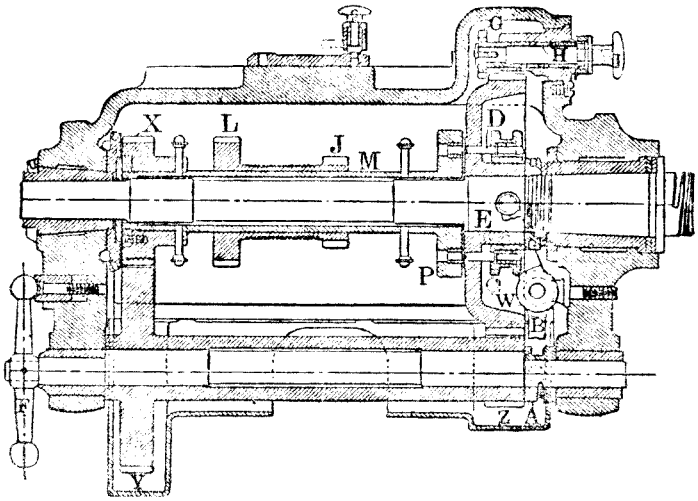
合，前此每一種速度復倍爲二，合得八種不同之迴轉速度。



第一九七圖

第一九六圖

5. 後列齒輪 (Back gear) 後列齒輪之設計，其理由與普通所用者無異，惟構造則迥不相同。第一九八圖所示齒輪 J 及 L，以銷子固着於套筒 (Quill) M 上，其左端有一小齒輪 X 與後列齒輪 Y 相嚙合，又後列齒輪 Z 與主軸上之大齒輪 W 相嚙合，如第一九八圖所示。齒輪 W 之右有頸圈 (Collar) C，插銷 D 及 E 附於其中，因彈簧之作用，常壓此插銷穿過齒輪 W 而套入閘筒 N 右端之凸緣 (Flange) P 中。若迴轉槓桿 F，使後列齒輪相嚙合，同時 A 處

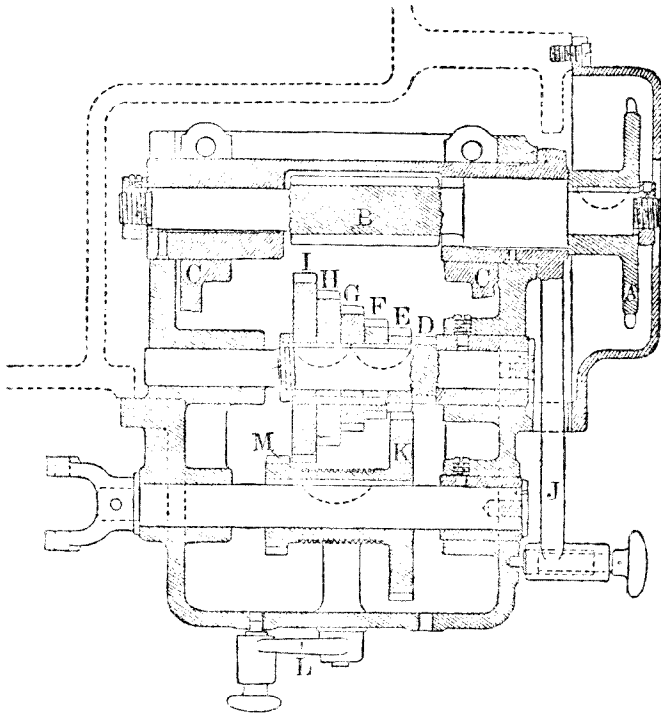


第一九八圖

之傳動子 (Cam) 隨後列齒輪軸迴轉，使槓桿 B 向左移，頸圈 C 因之向右移，於是插銷 D 及 E 體與凸緣 P 脫離，動力乃經過後列齒輪而傳動齒輪 W，以迴轉主軸 C。若不用後列齒輪，則於主軸第一

次迴轉時，插銷 D 及 E 卽被彈簧壓入凸緣 P 中，動力卽直接由套筒 M 以傳動齒輪 W 而迴轉主軸 C。主軸 C 因有後列齒輪之裝置，前八種速度又變爲二倍，合之可得十六種不同之速度。

G. 押送機構 第一九五圖所示之傳動輪 A 下之左方，有押送箱，其剖面如第一九九圖所示。原動力則以鍊條由原動軸傳送於



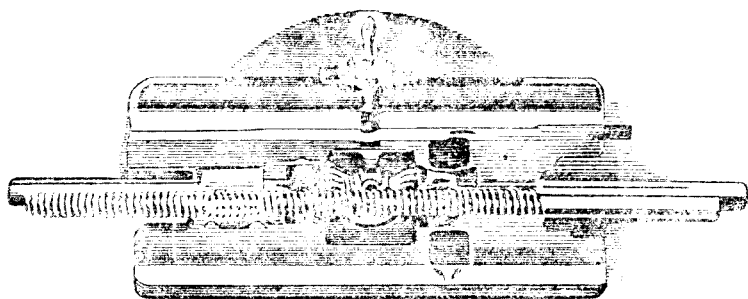
第一九九圖

A，使之迴轉。長齒輪 B 與 A 同軸，因之 B 以同速度隨 A 迴轉，再經小齒輪（圖中不見）以迴轉齒輪 D, E, F, G, H, I。而齒輪



I 及 F，則交替與齒輪 M 及 K 相啮合，以傳動並能接頭軸 ( Universal joint shaft )。由此可得十種不同之押送。

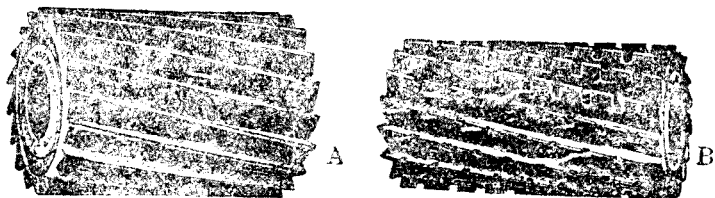
押送運動經由押送齒輪及第一九五圖所示之傾斜自由軸 ( telescopic shaft )，再經押送箱內之押送齒輪及螺桿，使工作臺行自動押送，螺桿則與工作臺下之墊基各連相，如第二〇一圖所示。



第一九五圖

7. 洗刀 ( Grinding wheel ) 之形狀甚多，茲擇其重要者述之於次：

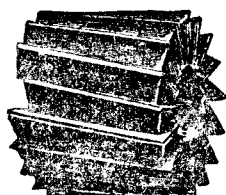
第二〇一圖 A 所示，為圓筒形洗刀，其周圍附有螺旋形之鋒刃，用以平削工作物表面者之。第二〇二圖所示，亦為圓筒形



第二〇一圖

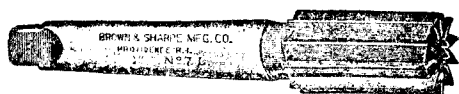
洗刀，除其周圍附有平行之螺旋形鋒刃外，下面具有放射狀之鋒

刃，故與第二〇一圖所示者稍異。第二〇三圖所示，為同時可使旋削互為直角之兩面者也。第二〇四圖示切削角度之洗刀，為切削



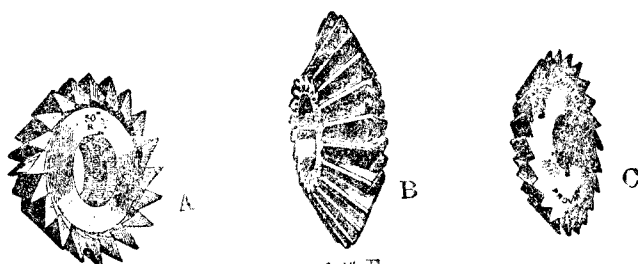
平側兩面洗刀

第二〇二圖



左手平側洗刀

第二〇三圖

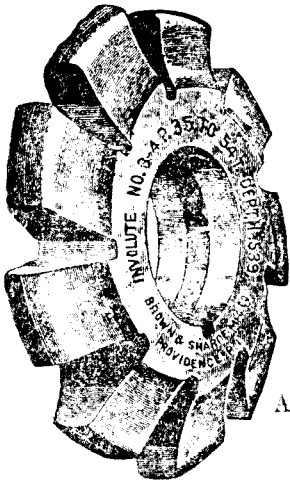


角洗刀

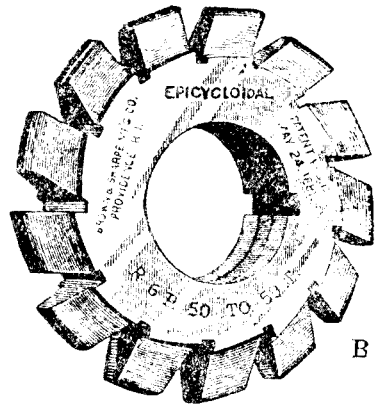
第二〇四圖

V形溝時所必需者也。第二〇五圖示切齒之洗刀；A於切削漸開線齒輪之齒時使用之；B於切削擺線齒輪之齒時使用之。故此種洗刀之刀口，須與所切削齒輪之齒隙等大，且須具有其齒之正確曲線。切法：先將一齒切完後，乃迴轉齒輪，再切第二齒，於是次第完成之。然在六吋以上之洗刀，其他津極為困難，故製造普通使用之刀頭，將多數之刀插入其中，以作成之，如第二〇六圖A B所示，第二〇七圖A示側削洗刀，B示組合側削洗刀。第二〇八圖示切削螺旋鑽頭之洗刀。第二〇九圖示切削工作物曲面之洗刀，所謂

模型洗刀是也。

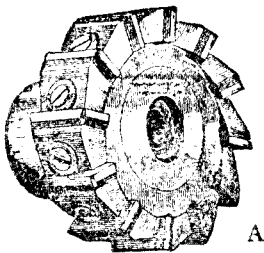


滾曲線齒輪洗刀

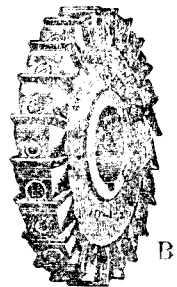


擺線齒輪洗刀

第二〇五圖



插齒平洗刀



插齒側洗刀

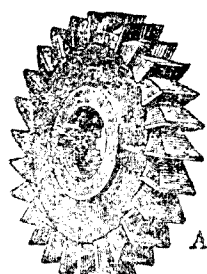
第二〇六圖

洗刀之鋒刃之角度，亦關重要，茲將切削鑄鐵，鍊鐵及軟鋼時所採用之角度示之如次：

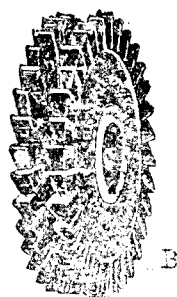
$\theta = 70$  度

 $\theta_1 = 10$  度

 $\theta_2 = 10$  度

 $\theta_3 = 80$  度


倒洗刀



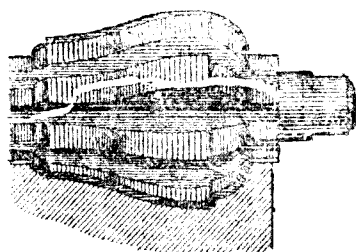
組合倒洗刀

圖 二 〇 七



螺旋滾頭洗刀

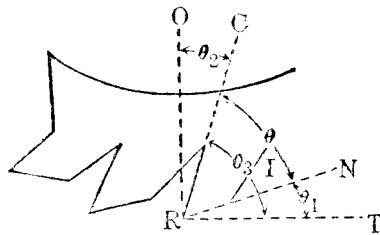
圖 二 〇 八



橫型洗刀

圖 二 〇 九

第二一〇圖所示： $\theta$  稱爲銳利角， $\theta_1$  稱爲間隙角， $\theta_2$  稱爲斜角， $\theta_3$  稱爲切削角。洗刀之鋒刃之銳利角，以70度爲最適宜，太小則鋒刃之磨耗甚易；太大則抵抗力即隨之增大也。又鋒刃須微呈蝶形或傾斜形，得以易於施行旋刀作業。



第二一〇圖

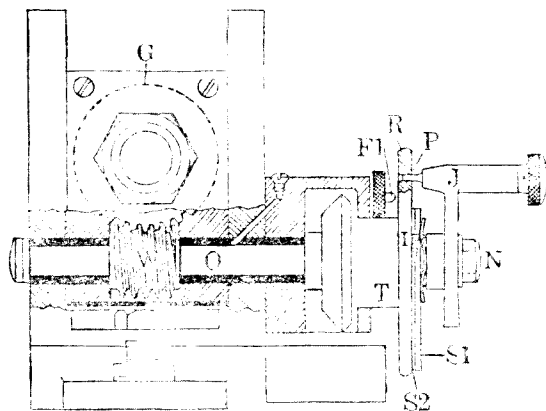
洗刀之鋒刃之切削速度，須較普通之刃物切削速度為高，蓋鋒刃所接觸之部分甚少，且有廣大之傳熱面以發散熱度也。實驗上所得之數值如下表所示：

材 料	粗 削		精 削	
	每分間之速度(呎)	每分間之迴轉數	每分間之速度(呎)	每分間之迴轉數
鋼	30	57/R	40	76/R
鍊 鐵	40	69/R	55	105/R
鑄 鐵	60	114/R	75	143/R
黃 銅	100	190/R	120	220/R

上表R為洗刀之半徑，以吋計。

S. 分割臺及其用法 分割臺 (Dividing headstock) 為洗床附具之一種，置於工作臺之上，於任意等分齒輪或其他工作物之周圍時用之。第二一一圖所示，為分割臺之切面圖。G 為螺齒輪，有齒40枚。W 為螺齒桿，與螺齒輪相嚙合，且螺齒桿固定於軸 O 上。R 為

指數板，J 爲曲柄，P 爲附於曲柄上之門，能任意插入指數板任一孔中。當使用此分割臺時，以螺旋帽 N 固定曲柄 J 於軸 O 上。迴



第 二 一 一 圖

轉曲柄 J，以迴轉軸 S，齒輪或其他工作物，即隨軸 S 而迴轉矣；但指數板則以門 F 固定於原有位置。故迴轉曲柄 J 時，須將門 P 引出，俟迴轉至需要之角度後，復將門 P 插入。若用二重法時，先將曲柄 J 對指數板移轉若干孔後，乃以門 P 固定曲柄於指數板上，乃引出門 F，復將指數板移轉若干孔，即可等分齒輪或其他工作物之周圍矣。

指數板普通有三張；其一之孔數爲 15, 16, 17, 18, 19, 20。其二之孔數爲 21, 23, 27, 29, 31, 33。他板之孔數爲 37, 39, 41, 47, 49。各板皆以此等孔數等分其周圍，有此十七類之指數，則齒輪或其他工作物之周圍等分數，大抵可求得矣。茲述其使用法如次。

按第二一一圖，若將曲柄 J 作一迴轉時，致令 G 及齒輪移轉

$\frac{1}{40}$  週轉。倘欲切削 40 齒輪之齒，僅須將曲柄 J 移過一週轉，而每齒之等分距離，即正確求得矣。如欲切 80 齒之齒輪，將曲柄 J 移轉  $\frac{1}{2}$  週轉可也。汎言之，欲以任意之數等分齒輪或其他工作物之周圍時，則曲柄 J 所週轉之數，為以齒輪或其他工作物之等分數除 40 所得之商；即

曲柄 J 之週轉數 = 40 ÷ 齒輪之齒數

例 一 若所切齒輪之齒數為 30 枚時，曲柄 J 之週轉數須為：

$$40 \div 30 = 1 \frac{1}{3}$$

即曲柄 J 移轉  $1 \frac{1}{3}$  週轉，則可切削在其次之齒也。但欲移轉  $\frac{1}{3}$  週轉時，須由指數板上之孔以定之。按  $1 \div 3 = 1 \times 6 \div 3 \times 6 = 6 \div 18$ ，即依 18 孔之孔數處週轉 6 個孔；或於 15 孔之孔數處，週轉 5 個孔均可。其餘之使用法，均由此類推。

上述數孔之法，難免錯誤，乃於指數板上附以尺規，以補救之，如第二一一圖所示之  $S_1$  及  $S_2$ ，為規尺之側面，第二一二圖所示之  $S_1$  及  $S_2$ ，為規尺之正面。 $S_1$  及  $S_2$  兩腳之開度，則以螺釘 C 固定之。今舉例說明其使用法。設欲分齒輪之周圍為 144 等分，則曲柄之週轉數為  $(40 \div 144 = \frac{5}{18} = \frac{5}{18})$  週轉。即曲柄依 18 孔數之處週轉 5 孔是也。此時先將門 P 插入 A 孔中，次數 1, 2, 3, 4, 5 至 D 孔（即曲柄 J 應週轉之處）將尺規 (Sector) 移至點線之位置，然後週

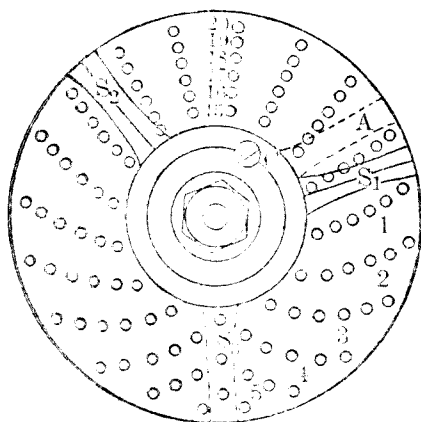


圖 二 一 一

轉曲柄  $J$  於尺規之側，則差誤自無，而達於  $D$  處矣。

**指數板之二重法** 用前述之分法有不能等分之數，例如 51, 53, 57, 及 67 等數是也。此中如 51, 69, 及 77 等數，可用二重法完全等分之，但數 53, 67, 等數，則雖用二重法，亦難完全等分之矣。今舉一二例以說明之。

**例一** 今欲切齒數 69 枚之齒輪，試求曲柄之迴轉方法。

依前法，則曲柄之迴轉數應為  $40 \div 69$ ；然無 69 孔之指數板，故須用二重法。其法如下：

$$\frac{40}{69} = \frac{63-23}{69} = \frac{63}{69} - \frac{23}{69} = \frac{21}{23} - \frac{1}{33} = \frac{21}{23} - \frac{11}{33}$$

計算之結果，得以  $\frac{21}{23} - \frac{11}{33}$  代  $\frac{40}{69}$ ，即須將曲柄  $J$ （見第二一一圖）依指數板 23 孔之處迴轉 21 個孔，次將指數板  $R$  依 33 孔之處，對前逆轉 11 個孔也。



例二 今欲切91枚齒數之齒輪，問曲柄 J 之迴轉方法如何？

$$\text{解 } \frac{40}{91} = \frac{14+26}{13 \times 7} = \frac{14}{13 \times 7} + \frac{26}{13 \times 7} = \frac{2}{13} + \frac{2}{7} = \frac{6}{39} + \frac{14}{49}$$

依上式之結果，先將曲柄 J 在指數板 39 之處迴轉 6 個孔，次將指數板 B 在 49 孔之處，與前同一方向迴轉 14 個孔。

由上二例，可知使用二重法時，其二分數式之符號相同者，曲柄 J 與指數板 B 為同方向之迴轉，若分數式之符號一正一負者，則曲柄 J 與指數板 B 互為反對方向之迴轉。

### 問 題

1. 試述洗床之功用。
2. 工作臺押送之方向有幾，能條述之歟？
3. 使洗刀迴轉之速度增高或減低之法若何？
4. 切下列齒數之齒輪，問曲柄迴轉之方向若何？  
(a)42齒 (b)56齒 (c)66齒 (d)75齒 (e)82齒

## 附錄一 曬圖法

工廠中所用之工作圖，多用透映術所製成的，因藥水之感光作用，以映出其圖形；其白線藍地者，謂之白線法；藍線白地者，謂之藍線法；黑線白地者，謂之黑線法。茲分述其製法如次：

1. 白線法 製造工作圖，以白線法最爲便利；藥價既廉，操作亦易，故採用之者最多。又因圖線呈白色，圖紙呈藍色，故稱此種工作圖藍圖工。茲將藥水配合法，藥紙製造法，曬圖作業法，分別述之如次：

### (a) 藥水配合法

(1)	{	枸橼酸鐵銹 $C_6H_5O_7FeC_6H_5O_7 \cdot NH_4)_3$	25克
		(Ferric ammonia citrate)	
		水 (沙濾水或蒸餾水)	60c.c.
(2)	{	赤血鹽 $K_3Fe(CN)_6$	9克
		(Red prussiate of potash)	
		水	60c.c.

上列兩種藥水，須各儲於一瓶，並須置於暗處，勿令感光。

(b) 藥紙製造法 製造藥紙，須於暗室內行之，暗室內祇能稍透紅色光線，故須用紅色玻璃燈罩或裝設紅色玻璃小窗，乃將上述之兩種藥水，以濾紙濾過後，混合於一瓶，用連排毛筆迅速勻塗於有皺紋之圖紙上，藥量不可太多，並須濃淡一致，塗畢即懸於暗室壁上乾之；乾後，須以紅紙或黑紙包裹完密，切不可使

之感光，亦不可觸濕氣，良好者可保存十日甚至半月不壞，過此即不堪用矣。

(c)曬圖作業法 先用透光紙將圖樣描出，乃將描出之圖緊貼於曬圖框之玻璃板上，不可令有皺折，復置藥水紙於描出圖紙之背面，再疊一二層毛布，加以適當壓力，務使圖紙與玻璃板密接，乃曝於日光直射之處，夏日需時五分至十分鐘，冬日需時十分至二十分鐘，迨藥紙呈濃藍色，急取出投之水中，反覆推動數次，次復置於淨水中約十餘分鐘，乃取出懸於陰處乾之，圖即成矣。如圖中有不明顯及不潔淨之處，則加少量鹽酸於水洗之，必得完善之圖矣。

2.藍線法 藍線法者，由透映而成之圖，其圖線呈藍色，圖紙呈白色者也。亦分藥水配合法，藥紙製造法，曬圖作業法三種，茲復分別說明如次：

(a)藥水配合法

(1) {	阿拉比亞橡皮 $C_{12}H_{22}O_{11}$	20克
	(Arabia gum)	
	水	100c.c.
(2) {	枸橼酸鐵銻	50克
	水	100c.c.
(3) {	氯化第三鐵 $FeCl_3$	50克
	(Ferric chloride)	
	水	100c.c.

以上各藥水，除(1)外，皆可久藏，使用時再如下法配合之：

(4)	{	第一液	20c. c.
		第二液	8c. c.
		第三液	5c. c.

(b) 藥紙製造法 與白線法同。

(c) 曬圖作業法 曬圖作業法，亦與白線法同，惟經日光曬後，圖中詳細部分，仍不甚明顯，須用顯圖液刷之，其顯圖液之配合如下：

(1)	{	黃血鹽 $K_4Fe(CN)_6$	20克
		(Yellow prussiate of potash)	
		水	100c. c.

俟圖之詳細部分十分明顯後，乃投於水以洗滌之，次以稀鹽酸十分之一之水溶液洗之，再以此水浸之，即得。

2. 黑線法 此法曬出之圖紙為白色，圖線為紫黑色，故名之為黑線法。其法有二種，茲分述之如次：

第一法 其藥水之配合法如下：

(1)	{	水	500c. c.
		膠質 (Gelatin)	8克
		氯化第二鐵 $FeCl_2$	31克
		硫酸鐵 $FeSO_4$	8克
		酒石酸 $[CH(OH)_2COOH]_2$ (Tartaric acid)	31克

(2)	{	水	500c. c.
		沒食子酸 $C_6H_2(OH)_3COOH$	10克

(Gallic acid)	
酒精 $\text{CH}_3\text{OH}$	
(Alcohol)	
	100c.c.

迨藥配齊後，僅用(1)液在暗室勻塗紙面，使之乾燥，餘如前法。

及曬過後，以之浸於(2)液中，即現黑線之圖，次用淨水洗之，並取出乾之，即得。

第二法 其藥水之配合法如下：

(1)	氯化第二鐵	10克
	脛酸 $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$	8克
	(oxalic acid)	
	阿拉比亞橡皮	4克

氯化第二鐵 10 克及阿拉比亞橡皮 4 克，須各以水 100c.c. 之比例溶解之。並各儲於一瓶中。使用時，入脛酸粉末 8 克於瓶中，然後注入阿拉比亞橡皮溶液 40 c.c. 及氯化第二鐵 30 c.c. 於其內，再加以 30 c.c. 之水即得。此液製成後，須速使用之，如欲久藏，須妥為包裝，置諸暗處。

此外藥紙製造法及曬圖作業法，均與白線法相同，惟曬後，須以沒食子酸之水溶液浸之，再水洗之，其圖即成，遠觀之與人工繪製者無異。

## 附錄二 關於金工工作各種重要圖表

### 表 一

分數表吋及小數表吋對照表

$\frac{1}{32}$	.015625	$\frac{25}{64}$	.390625	$\frac{49}{64}$	.765625
$\frac{1}{16}$	.03125	$\frac{13}{32}$	.40625	$\frac{25}{32}$	.78125
$\frac{3}{64}$	.046875	$\frac{27}{64}$	.421875	$\frac{51}{64}$	.796875
$\frac{1}{8}$	.0625	$\frac{7}{16}$	.4375	$\frac{13}{16}$	.8125
$\frac{5}{64}$	.078125	$\frac{29}{64}$	.453125	$\frac{63}{64}$	.828125
$\frac{3}{32}$	.09375	$\frac{15}{32}$	.46875	$\frac{27}{32}$	.84375
$\frac{7}{64}$	.109375	$\frac{31}{64}$	.484375	$\frac{65}{64}$	.859375
$\frac{1}{4}$	.125	$\frac{1}{2}$	.50	$\frac{7}{8}$	.875
$\frac{9}{64}$	.140625	$\frac{33}{64}$	.515625	$\frac{57}{64}$	.890625
$\frac{5}{32}$	.15625	$\frac{17}{32}$	.53125	$\frac{29}{32}$	.90625
$\frac{11}{64}$	.171875	$\frac{35}{64}$	.546875	$\frac{59}{64}$	.921875
$\frac{3}{16}$	.1875	$\frac{9}{16}$	.5625	$\frac{15}{16}$	.9375
$\frac{13}{64}$	.203125	$\frac{37}{64}$	.578125	$\frac{61}{64}$	.953125
$\frac{7}{32}$	.21875	$\frac{19}{32}$	.59375	$\frac{31}{32}$	.96875
$\frac{15}{64}$	.234375	$\frac{39}{64}$	.609375	$\frac{36}{64}$	.984375
$\frac{1}{4}$	.25	$\frac{5}{8}$	.625		
$\frac{17}{64}$	.265625	$\frac{41}{64}$	.640625		
$\frac{9}{32}$	.28125	$\frac{21}{32}$	.65625		
$\frac{19}{64}$	.296875	$\frac{43}{64}$	.671875		
$\frac{5}{16}$	.3125	$\frac{11}{16}$	.6875		
$\frac{21}{64}$	.328125	$\frac{45}{64}$	.703125		
$\frac{11}{32}$	.34375	$\frac{23}{32}$	.71875		
$\frac{23}{64}$	.359375	$\frac{47}{64}$	.734375		
$\frac{3}{8}$	.375	$\frac{3}{4}$	.75		

## 表

呎 及 吋

吋		1"	2"	3"	4"
		25.3995	50.7990	76.1986	101.598
$\frac{1}{64}$	0.3968	25.7964	51.1959	76.5954	101.995
$\frac{1}{32}$	0.7937	26.1932	51.5928	76.9923	102.391
$\frac{3}{64}$	1.1906	26.5901	51.9896	77.3892	102.788
$\frac{1}{16}$	1.5874	26.9870	52.3865	77.7860	103.185
$\frac{5}{64}$	1.9843	27.3838	52.7834	78.1829	103.582
$\frac{3}{32}$	2.3812	27.7807	53.1802	78.5798	103.979
$\frac{7}{64}$	2.7780	28.1776	53.5771	78.9766	104.376
$\frac{1}{8}$	3.1749	28.5744	53.9740	79.3735	104.773
$\frac{9}{64}$	3.5718	28.9713	54.3708	79.7704	105.169
$\frac{5}{32}$	3.9686	29.3682	54.7677	80.1672	105.566
$\frac{11}{64}$	4.3655	29.7650	55.1646	80.5641	105.963
$\frac{3}{16}$	4.7624	30.1619	55.5614	80.9610	106.360
$\frac{13}{64}$	5.1592	30.5588	55.9583	81.3579	106.757
$\frac{7}{32}$	5.5561	30.9556	56.3552	81.7547	107.154
$\frac{15}{64}$	5.9530	31.3525	56.7520	82.1516	107.551
$\frac{1}{4}$	6.3498	31.7494	57.1489	82.5485	107.948
$\frac{17}{64}$	6.7467	32.1462	57.5458	82.9453	108.344
$\frac{9}{32}$	7.1436	32.5431	57.9426	83.3422	108.741
$\frac{19}{64}$	7.5404	32.9400	58.3395	83.7391	109.138
$\frac{5}{16}$	7.9373	33.3368	58.7364	84.1359	109.535
$\frac{21}{64}$	8.3342	33.7337	59.1333	84.5328	109.932
$\frac{11}{32}$	8.7310	34.1306	59.5301	84.9297	110.329
$\frac{23}{64}$	9.1279	34.5274	59.9270	85.3263	110.726
$\frac{3}{8}$	9.5248	34.9243	60.3239	85.7234	111.122
$\frac{25}{64}$	9.9216	35.3212	60.7207	86.1203	111.520
$\frac{13}{32}$	10.3185	35.7180	61.1176	86.5171	111.916
$\frac{17}{64}$	10.7154	36.1149	61.5145	86.9140	112.313
$\frac{7}{16}$	11.1122	36.5118	61.9113	87.3109	112.710
$\frac{29}{64}$	11.5091	36.9087	62.3082	87.7077	113.107
$\frac{15}{32}$	11.9060	37.3055	62.7051	88.1046	113.504
$\frac{31}{64}$	12.3029	37.7024	63.1019	88.5015	113.901
$\frac{1}{2}$	12.6997	38.0993	63.4988	88.8983	114.297
$\frac{35}{64}$	13.0966	38.4951	63.8957	89.2952	114.694
$\frac{17}{32}$	13.4934	38.8930	64.2925	89.6921	115.091

對 照 表

5"	6"	7"	8"	9"	10"
126.998	152.397	177.797	203.196	228.596	253.995
127.394	152.794	178.193	203.393	228.902	254.392
127.791	153.190	178.590	203.990	229.389	254.789
128.188	153.588	178.987	204.386	229.786	255.186
128.585	153.984	179.384	204.783	230.183	255.582
128.982	154.381	179.781	205.180	230.580	255.979
129.378	154.778	180.177	205.577	230.977	256.376
129.775	155.175	180.574	205.974	231.373	256.773
130.172	155.572	180.971	206.370	231.770	257.170
130.569	155.969	181.368	206.768	232.167	257.567
130.666	156.365	181.765	207.164	232.564	257.964
131.363	156.762	182.162	207.561	232.961	258.360
131.760	157.159	182.559	207.958	233.358	258.757
132.156	157.556	182.956	208.355	233.755	259.154
132.553	157.953	183.352	208.752	234.152	259.551
132.950	158.350	183.749	209.149	234.548	259.948
133.347	158.747	184.146	209.546	234.945	260.345
133.744	159.143	184.593	209.943	235.342	260.742
134.141	159.540	184.940	210.339	235.739	261.139
134.538	159.937	185.337	210.736	236.136	261.535
134.935	160.334	185.734	211.133	236.532	261.932
135.331	160.731	186.131	211.530	236.930	262.329
135.728	161.128	186.527	211.927	237.326	262.726
136.125	161.525	186.924	212.324	237.723	263.123
136.522	161.922	187.321	212.721	238.120	263.520
136.919	162.318	187.718	213.118	238.517	263.917
137.316	162.715	188.115	213.514	238.914	264.313
137.713	163.112	188.512	213.911	239.311	264.710
138.109	163.509	188.909	214.308	239.708	265.107
138.506	163.906	189.306	214.705	240.105	265.504
138.903	164.303	189.702	215.102	240.501	265.901
139.300	164.700	190.019	215.499	240.898	266.298
139.697	165.097	190.476	215.896	241.295	266.695
140.094	165.493	190.893	216.292	241.692	267.092
140.491	165.890	191.290	216.689	242.089	267.488



吋		1"	2"	3"	4"
$\frac{35}{64}$	13.8903	39.2899	64.6894	90.0989	115.489
$\frac{9}{16}$	14.2872	39.6867	65.0863	90.4858	115.885
$\frac{37}{64}$	14.6841	40.0836	65.4831	90.8827	116.282
$\frac{19}{32}$	15.0809	40.4805	65.8800	91.2795	116.679
$\frac{39}{64}$	15.4778	40.8773	66.2769	91.6764	117.075
$\frac{5}{8}$	15.8747	41.2742	66.6737	92.0733	117.472
$\frac{41}{64}$	16.2715	41.6711	67.0706	92.4701	117.869
$\frac{21}{32}$	16.6684	42.0679	67.4675	92.8670	118.266
$\frac{43}{64}$	17.0653	42.4648	67.8643	93.2639	118.663
$\frac{11}{16}$	17.4621	42.8617	68.2612	93.6608	119.060
$\frac{45}{64}$	17.8590	43.2585	68.6581	94.0576	119.457
$\frac{23}{32}$	18.2559	43.6554	69.0549	94.4545	119.854
$\frac{47}{64}$	18.6527	44.0523	69.4518	94.8513	120.250
$\frac{3}{4}$	19.0496	44.4491	69.8487	95.2481	120.647
$\frac{49}{64}$	19.4465	44.8460	70.2455	95.6451	121.044
$\frac{25}{32}$	19.8433	45.2429	70.6424	96.0419	121.441
$\frac{51}{64}$	20.2402	45.6397	71.0393	96.4398	121.838
$\frac{15}{16}$	20.6371	46.0366	71.4362	96.8357	122.235
$\frac{53}{64}$	21.0339	46.4335	71.8330	97.2326	122.632
$\frac{27}{32}$	21.4308	46.8303	72.2299	97.6294	123.029
$\frac{55}{64}$	21.8277	47.2272	72.6267	98.0263	123.425
$\frac{7}{8}$	22.2245	47.6241	73.0236	98.4232	123.822
$\frac{57}{64}$	22.6214	48.0209	73.4205	98.8200	124.219
$\frac{29}{32}$	23.0183	48.4178	73.8173	99.2169	124.616
$\frac{59}{64}$	23.4151	48.8147	74.2142	99.6137	125.013
$\frac{15}{16}$	23.8120	49.2116	74.6111	100.011	125.410
$\frac{61}{64}$	24.2089	49.6084	75.0080	100.408	125.807
$\frac{31}{32}$	24.6057	50.0053	75.4048	100.804	126.203
$\frac{63}{64}$	25.0026	50.4021	75.8017	101.201	126.600








5''	6''	7''	8''	9''	10''
140.888	166.287	191.687	217.086	242.486	267.885
141.284	166.684	192.084	217.483	242.883	268.282
141.681	167.081	192.480	217.880	243.279	268.679
142.078	167.478	192.877	218.277	243.676	269.076
142.475	167.875	193.274	218.674	244.073	269.473
142.872	168.271	193.671	219.071	244.470	269.870
143.269	168.668	194.068	219.467	244.867	270.266
143.666	169.065	194.465	219.864	245.263	270.663
144.063	169.462	194.862	220.261	245.661	271.060
144.459	169.859	195.258	220.658	246.058	271.457
144.856	170.256	195.655	221.055	246.454	271.854
145.253	170.653	196.052	221.452	246.851	272.251
145.650	171.050	196.449	221.849	247.248	272.648
146.047	171.446	196.846	222.245	247.645	273.045
146.444	171.843	197.243	222.642	248.042	273.441
146.841	172.240	197.640	223.039	248.439	273.838
147.237	172.637	198.037	223.436	248.836	274.235
147.634	173.034	198.433	223.833	249.232	274.632
148.031	173.431	198.830	224.230	249.629	275.029
148.428	173.828	199.227	224.627	250.026	275.426
148.825	174.224	199.624	225.024	250.423	275.823
149.222	174.621	200.021	225.420	250.820	276.220
149.619	175.018	200.418	225.817	251.217	276.616
150.016	175.415	200.815	226.214	251.614	277.013
150.412	175.812	201.211	226.611	252.001	277.410
150.809	176.209	201.608	227.008	252.407	277.807
151.206	176.606	202.005	227.405	252.804	278.204
151.603	177.003	202.402	227.807	253.201	278.601
152.000	177.399	202.799	228.198	253.598	278.998

## 表 三

## 美國標準螺釘表

螺 絲				
螺絲外徑	每吋絲數	螺絲心徑	心徑橫斷面積(方吋)	螺釘橫斷面積(方吋)
$\frac{1}{4}$	20	.185	.027	.049
$\frac{5}{16}$	18	.240	.045	.077
$\frac{3}{8}$	16	.294	.068	.110
$\frac{7}{16}$	14	.344	.093	.150
$\frac{1}{2}$	13	.400	.126	.196
$\frac{9}{16}$	12	.454	.162	.249
$\frac{5}{8}$	11	.507	.202	.307
$\frac{3}{4}$	10	.620	.302	.442
$\frac{7}{8}$	9	.731	.420	.601
$1$	8	.837	.550	.785
$1\frac{1}{8}$	7	.940	.694	.994
$1\frac{1}{4}$	7	1.065	.893	1.227
$1\frac{3}{8}$	6	1.160	1.057	1.485
$1\frac{1}{2}$	6	1.284	1.295	1.767
$1\frac{5}{8}$	$5\frac{1}{2}$	1.389	1.515	2.074
$1\frac{3}{4}$	5	1.491	1.746	2.405
$1\frac{7}{8}$	5	1.616	2.051	2.761
2	$4\frac{1}{2}$	1.712	2.302	3.142
$2\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	1.962	3.023	3.976
$2\frac{1}{2}$	4	2.176	3.719	4.909
$2\frac{3}{4}$	4	2.426	4.620	5.940
3	$3\frac{1}{2}$	2.629	5.428	7.069
$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	2.879	6.530	8.296
$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	3.100	7.548	9.621
$3\frac{3}{4}$	3	3.317	8.641	11.045
4	3	3.567	9.963	12.566
$4\frac{1}{4}$	$2\frac{7}{8}$	3.798	11.329	14.186
$4\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	4.028	12.753	15.904
$4\frac{3}{4}$	$2\frac{5}{8}$	4.256	14.226	17.721
5	$2\frac{1}{2}$	4.480	15.763	19.635
$5\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	4.730	17.572	21.648
$5\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{8}$	4.953	19.267	23.758
$5\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{8}$	5.203	21.262	25.967
6	$2\frac{1}{4}$	5.423	23.098	28.274

以上係粗形螺絲及螺釘頭之尺度其精密尺度則如次  $H = d - 1/16$

螺 帽				螺 釘 頭		鑽 孔 直 徑
						
1/4 5/16 3/8 7/8 1/2 9/16 5/8 3/4 7/8	1/2 19/32 11/16 25/32 7/8 31/32 1 1/16 1 1/4 1 3/16	37/64 11/16 51/64 9/10 1 1/8 1 7/32 1 7/16 1 21/32	7/10 10/12 63/64 1 7/64 1 15/64 1 23/64 1 1/2 1 19/64 2 1/32	1/4 5/16 3/8 7/8 1/2 9/16 5/8 3/4 7/8	1/4 10/64 11/32 25/64 7/16 31/64 17/32 5/8 23/32	3/16 1/4 5/4 23/13 13/44 13/31 15/32 17/32 5/8 9/16
1 1 1/8 1 1/4 1 3/8 1 1/2 1 5/8 1 3/4 1 7/8	1 5/8 1 13/16 2 2 3/16 2 3/8 2 9/16 2 3/4 2 15/16	1 7/8 2 3/32 2 5/16 2 17/32 2 3/4 2 31/32 3 3/16 3 13/32	2 19/64 2 9/16 2 33/64 3 3/32 3 23/64 3 5/8 3 57/64 4 5/32	1 1/3 1 1/4 1 5/8 1 1/2 1 5/8 1 3/4 1 7/8	1 9/16 2 9/32 1 3/32 1 3/10 1 9/32 1 3/8 1 15/32	2 7/32 3 1/32 1 3/8 1 5/16 1 9/32 1 13/32 1 1/2 1 5/8
2 2 1/4 2 1/2 2 3/4	3 1/8 3 1/2 3 7/8 4 1/4	3 5/8 4 1/16 4 1/2 4 21/32	4 27/64 4 61/64 5 31/64 6	2 2 1/4 2 1/2 2 3/4	1 9/16 1 8/4 1 15/16 2 1/8	1 3/4 1 31/32 2 3/16 2 7/16
3 3 1/4 3 1/2 3 3/4	4 5/8 5 5 3/8 5 3/4	5 3/8 5 13/16 6 7/32 6 21/32	6 17/32 7 1/16 7 39/64 8 1/8	3 3 1/4 3 1/2 3 3/4	2 5/16 2 1/2 2 11/16 2 7/8	2 5/8 2 29/32 3 1/32 3 11/32
4 4 1/4 4 1/2 4 5/4	6 1/8 6 1/2 6 7/8 7 1/4	7 7/32 7 9/16 7 31/32 8 13/32	8 41/64 9 3/16 9 3/4 10 1/4	4 4 1/4 4 1/2 4 3/4	3 1/16 3 1/4 3 7/16 3 5/8	3 15/32 3 13/16 4 1/32 4 9/32
5 5 1/4 5 1/2 5 3/4 6	7 5/8 8 8 3/8 8 3/4 9 1/8	8 27/32 9 9/32 9 21/32 10 3/32 10 13/32	10 19/64 11 23/64 11 7/8 12 3/8 12 15/16	5 5 1/4 5 1/2 5 3/4 6	3 13/16 4 4 3/16 4 3/8 4 9/16	4 1/2 4 3/4 4 31/32 5 7/32 5 7/16

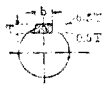


$$F = 1\frac{1}{2}d + \frac{1}{16}$$

$$h = J - \frac{1}{16}$$

$$h_1 = (1\frac{1}{2}d + \frac{1}{16})/2$$

# 表 四

## 銷 子 比 例 表

軸之直徑 (以吋計)	銷 子 寬 b (吋)	銷 子 厚 T (吋)		
		沉 銷 子 	平 面 銷 子 	弧 形 銷 子 
5/8	5/16	1/4	3/16	
1	3/8	1/2	3/16	
1 1/4	7/16	1/2	3/16	
1 1/2	1/2	5/16	3/16	
1 5/8	9/16	5/16	1/4	
2	5/8	5/16	1/4	
2 1/4	11/16	3/8	1/4	
2 1/2	3/4	3/8	5/16	
2 3/4	13/16	7/16	5/16	
3	7/8	7/16	5/16	
3 1/2	1	1/2	8/8	
4	1 1/8	1/2	1 1/16	
4 1/2	1 1/4	9/16	1/2	
5	1 3/8	5/8	1/2	
5 1/2	1 1/2	11/16	9/16	
6	1 5/8	3/4	5/8	
7	1 7/8	13/16	11/16	
8	2 1/8	15/16	3/4	
9	2 2/8	1	7/8	
10	2 5/8	1 1/16	15/16	
11	2 7/8	1 3/16	1 1/16	
12	3 1/8	1 1/4	1 1/8	

## 表 五

### 中西術語對照表

中 文	西 文
二 畫	
二步絞絲公	Plug tap
刀架	Carriage
刀架	Tool block
刀架	Rest
刀架滑動片	Slide rest
刀頭	Tool block
三 畫	
工作臺	Table
工作臺	Work table
工作臺之滑動	Table movement
工作機械	Working machine
工作機械之分類	Classification of machine tools
三步絞絲公	Bottoming tap
三絲螺絲	Triple threads
小套筒	Smaller sleeve
小軸	Spindle
小軸	Smaller spindle
小圓筒	Small cylinder

小齒輪	Rack pinion
大氣管	Gas pipe main
大圓筒	Large cylinder
大鐵錘	Sledge hammer
四 畫	
中	Medium
支柱	Braces
引型砂	Loam sand
化學機械	Chemical machine
方鏟子	Square trowel
尺度	Rule
尺規	Sector
分砂	Parting sand
分割臺	Dividing headstock
切削力	Cutting force
切削角	Cutting angle
切削面積	Area of cut
切削馬力	Cutting horse power
切削深度	Depth of cut
切削速度	Cutting speed
切削速度及切削馬力	Cutting speed and cutting horse power
切削應力	Cutting stress

---

切削螺絲法	Screwcutting
切絲刀	Threading tool
切絲機構	Screw-cutting mechanism
切齒機	Gear cutter
切斷刀	Cutting-off tool
手車床	Hand-lathe
手柄	Handle
手動橫送手柄	Handle for cross feed
手動縱送手柄	Handle for traverse feed
手撞	Hand rammer
手輪	Hand wheel
手錘	Hand hammer
內車刀	Boring tool
內面車床	Boring machine
內部測微器	The inside micrometer gauge
內絲刀	Inside threading tool
內絲卡	Inside-thread caliper
內燃機關	Internal combustion engine
心型砂	Core sand
心型箱	Core box
心型樣板	Template
水槽	Tank
水力機械	Hydraulic machine



水健淬鋼	Water-hardening steel
木工廠	Pattern-making shop
木車床	Wood lathe
木銼	Wooden files
五    畫	
打孔機	Punching machine
打錐	Foundry
左切側刀	Left-hand side tool
左切菱形尖嘴刀	Left-hand diamond-point tool
右切側刀	Right-hand side tool
右切菱形尖嘴刀	Right-hand diamond-point tool
右切彎刀	Right-hand bend tool
<u>加守羅氏</u>	Tashirose
平行切削	Parallel turning
平刨洗床	Plans-millers
平板	Surface plate
平貫鑽頭	Flat drill
平錘	Flatter
平鑿	Flat chisel
用樣板製作鑄型法	Moulding with template
用模型製作鑄型法	Moulding with pattern
用鑄型製作機製作鑄型法	Moulding with moulding machine
<u>白納多法</u>	Bernardos process

皮帶	Belt
皮帶交換器	Belt shifter
皮帶夾	Belt fork
主軸	Main spindle
主軸	Mandrel
外絲卡	Out-thread calipers
正齒輪	Spur wheel
正齒輪	Spur gear
四螯獨立軋盤	Four-jaw independent chuck
卡儀	Calipers
卡儀之使用法	Use of calipers
六 畫	
交叉軌	Cross rail
交換齒輪	Change gear
死心	Dead center
曲拐板	Crank plate
曲拐滑動刨床	Crank shaper
曲拐鍵	Crank pin
考拍拉爐	Capota
光削	Smooth chipping
自動橫送把栓	Knob for cross feed
自動縱送把栓	Knob for traverse feed
多軸鑽床	Multiple drill

---

合鍛	Working double-handing
凸緣	Flange
扣輪刺	Click
有分度卡儀	Graduated calipers
七 畫	
刨刀支持器	Tool holder
刨刀滑動片	Tool-slide
刨床	Planing machine
車刀支持器	Tool post
車刀支持器	Tool holder
車床	Lathe
車床試驗器	Lathe indicator
角尺	Square
把手	Handle
完全工作	Finishing
完成溫度	Finishing temperature
赤血鹽	Red prussiate of potash
床足	Legs
床架	Bed
夾鉗及各種工具	Tongs and other tools
初步絞絲公	Taper tap
尾架	Tail stock
夾架	Clamp bed

沒食子酸	Gallie acid
沉首眼	Countersink hole
<u>佐馬斯否斯</u>	Thomafirth
吹管	Blow pipe
汽錘	Steam hammer
八 畫	
刮刀	Scraper
押力錘	Counter weight
押送軸	Feed rod
押送軸	Feed shaft
押送階級輪	Feed cone
押送槓桿	Feed lever
押送齒桿	Feed rack
押送機構	Feed mechanism
松木	Pine
<u>林孔洗床</u>	Lincoln millers
直立洗床	Vertical millers
直柱	Housing
斧拉	Fullers
阿拉比亞橡皮	Arabia gum
阿膠	Gelatine
固定輪	Tight pully
固定錘	Set hammer

固定螺釘	Set-screw
固定螺絲	Setscrew
表砂	Facing sand
刻度迴轉盤	Graduated swiveling-plate
空圓套	Thimble
空管	Barrel
空氣鐘	Air vessel
制動桿	Tappet
制動輪	Ratchet
制動輪	Ratchet wheel
制動機	Dogs
兩腳規	Wing compass
虎鉗	Vice
油管	Oil tube
油管螺絲鑽頭	Oil tube twist drill
花盤	Face plate
軋盤	Chuck
金剛砂研磨機	Emery grinding machine
金屬轉展機	Roll
九 畫	
柔	Soft
洗刀	Milling-machine cutters
洗床	Milling machine

洗床之分類	Classification of milling
挑子	Lifters
苦土	MgO Magnesia
退火	Annealing
活心	Live center
穿孔鑿	Punch
後列齒輪	Back gear
後列齒輪之比	Ratio of back gears
後列齒輪手柄	Handle on back gear
紅脆	Red shortness
紅熱	Red-hot
前面	Front face
前被部	Apron
括具	Lancet
型砂之成分	Composition of moulding sand
型砂之種類	Kinds of moulding sand
型箱	Moulding box
柱狀鑽床	Pillar drill
<u>美國亨德公司</u>	The Hendey Machine Co.
<u>英國奢佛市</u>	Sheffield
枸橼酸鐵銹	Ferric ammonia citrate
風鋼	Musher steel
風鋼	Air hardening steel

研磨機	Grinding stone
十 畫	
耗	Milli-meter
酒石酸	Tartaric acid
酒精	Alcohol
原有狀態	Natural condition
原動輪	Driving pulley
原動機構	Driving gear
原動機輪	Driving gear
射出臂	Projecting arm
射出鑽床	Radial drill
特別工作機械	Special machine tools
特種車床	Special lathe
特種洗床	Special millers
桃花心木	Mahegany
紡紗機械	Spinning machine
浮乘輪	Loose pulley
送動齒輪	Feed gearing
送動齒輪裝置	Feed gear in cross head
送動盤	Feed disk
送動盤	Feed disk
高速度鋼	High speed steel
套筒	Quill

套筒	Sleeve
造頭板	Heading tool
垂臂	Pendent arm
十一 畫	
匙	Spoon
偏心	Eccentric
探礦機械	Mining machine
斜尺	Sliding bevel
斜角	Angle of rake
斜度切削法	Taper turning
斜度切削裝置	Taper attachment
斜齒輪	Bevel gear
開孔器	Reamer
開閉絲箱手柄	Handle for thread box
組合中心規	Center head
組合分度器	Bevel protractor
組合角尺	The combination square
黃血鹽	Yellow prussiate of potash
粗車刀	Roughing tool
粗齒銼	Rough-cut file
側削車刀	Cutting-off tool and side tool
硅酐	SiO <sub>2</sub> Silica
移送刀架搖手	Handle for carriage



移動尾架之中心	Setting over the tail stock
深規	Micrometer depth gauge
連桿	Connecting rod
通常洗床	Plan milling machine
副軸	Counter shaft
陰陽兩性之卡尺	Hermaphrodite caliper
間隙角	Clearance angle
頂槌	Rammer
剪機	Shearing machine
帶鋸機	Band sawing machine
乾燥型砂	Dry sand
乾燥鑄型	Dry sand moulding
速歸運動	Quick return
規類	Gauge
軟鑲附法	Soft soldering
十二 畫	
軸	Shaft
軸塵	Bearing
硬	Hard
硬碳素	Hardening carbon
硬鑲附法	Hard soldering
犁子	Pawl
插床	Slotting machine

---

絲卡	Thread caliper
絲板	Dies
單列齒輪	Single gear
單柱刨床	Open planer
單鍛	Working single-handing
單齒銼	Single-cut file
隅底	Extreme corner
存枕	Ram
湯姆生法	Thomson process
極限規	Limit gauge
階級輪	Cone pulley
階級輪	Step pulley
階級輪	Elev pulley
測厚規	Thickness gauge
測微器	Micro-meter
喫圈	Dog
普通工作機械	General machine tools
普通刃物鋼	High carbon steel
絞絲公	Taps
絞螺帽	Nut
無分度卡儀	Not graduated calipers
華魯	Stop valve
畫線規	Marking gauge

畫線儀	Scribing block
十三畫	
鉛	Lead
滑子	Slick
滑動片	Slide
滑動刨床	Shaping machine
滑動刨床之分類	Difference between shapers
滑動刨床與刨床之異點	Difference between shapers and planer
滑輪絞絲公	Fulley tap
煙囪	Chimney
圓口刀	Round-nose tool
鉗工廠	Finishing department
落下鎚	Drop hammer
遊尺	Vernier caliper
氯化第二鐵	Ferrie chloride
鉤形括刀	Hooked form of scraper
暗紅	Dull red
腳架	Foot stock
裏砂	Floor sand
鼓風機	Blast
萬能洗床	Universal milling machine
電氣機械	Electric machine

傳動子	Cam
傳動桿	Link
傳動階級輪	Driving cone
傳動萬力接貫軸	Universal joint shaft
傾斜自由軸	Telescopic shaft
裝配廠	Erecting shop
試驗室	Testing room
鉋	Planes
十四 畫	
銅	Brass
管子	Pipe
臺上鑽床	Bench drill
碳化物碳素	Carbide carbon
精作餘裕	Amount of finish
精測絞絲公	Tap
精磨機	Polishing machine
蒸汽錘	Steam hammer
蒸汽機關	Steam engine
劃針	Surface gauge
劃線規	Marking gauge
領徑螺桿	Leading screw
領徑螺桿上之齒輪	Change gear on leading screw
槓桿	Lever

滾球	Bowl
蓆酸	Oxalic acid
<u>奧司蒙</u>	Osmond
製圖廠	Drawing room
十五 畫	
鞍	Saddle
鋁	Aluminium
銼之分類	Classification of files
銼刷子	File-brush
複式車刀臺	Compound rest
複式齒輪	Compound gear
複柱刨床	Crossed planer
複齒銼	Double-cut file
銳利角	Angle of keenness
樣板	Template
橫臥洗床	Horizontal millers
橫樑	Girder beam
模型組織法	Formation of pattern
模型製作法	Pattern building
模範卡規	Standard caliper gauge
模範圓柱規	Standard cylindrical gauge
模頭	Cross head
線規	Wire gauge

齒間	Pitch
齒桿	Rack
齒輪	Toothed wheel
齒輪	Tooth wheel
齒輪	Cone of gear
齒輪箱	Gear box
輪圈	Rim
輪殼	Hub
輪殼	Boss
輪緣	Rim
彈簧卡儀	Spring calipers
膝架	Knee

## 十六 畫

鋼	Steel
錘	Hammer
錳	Manganese
鋸	Saws
鋸床	Metal saw
機力車床	Engine-lathe
機力鎚	Power hammer
機身	Frame
機柱	Column
機架	Frame

---

機械廠	Machine shop
頭架	Head stock
頭圈	Collar
導桿	Guide bar
壁掛鑽床	Wall drill
十七畫	
濕砂	Green sand
濕鑄型	Green sand moulding
鍛工廠	Forging shop
鍛鐵爐	The hearth
鍛鑄鐵	Malleable cast iron
鍛接法	Welding
鍛接粉	Welding paste
螺狀頭	Spiral head
螺釘鍛造法	Forging a bolt
螺旋柄	Shank
螺旋桿	Screw
螺旋運動	Screw motion
螺旋測微器	Screw-thread micrometer caliper
螺旋機	Worm
螺絲	Screw
螺絲節規	Screw pitch gauge
螺絲鑽頭	Twist drill

螺帽鍛造法	Forging a nut
螺齒輪	Worm wheel
縱送	Trasverse feed
鉚工廠	Rivetting shop
鉚釘機	Rivetting machine
鉚釘機	Rivetter
鍊輪	Chain pulley
鍋爐	Steam boiler
壓縮機	Press
十八畫	
顎	Jaw
鎢	Tungsten
鉻	Chromium
織布機械	Weaving machine
銷槽	Key way
銷槽呎	Key seat rule
鎖螺帽	Check-nut
雙口刮刀	Double end scraper
雙卡	Double caliper
雙絲線料	Double thread
雙頭螺旋扳手鍛造法	Forging a double-ended spanner
十九畫	
鑿	Chisel



鍍子	Finishing trowel
藏燒	Stock fire
二十畫	
懸臂	Overhanging arm
礬土	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Alumina
二十一畫	
鐵架	Shears
鐵砧	Anvil
鐵錘	Hammer
露燒	Open fire
二十二畫	
鑄工廠	Casting shop
鑄型	Machine mould casting
鑄鐵	Cast iron
二十三畫	
鑲附法	Soldering
鏜床	Planing machine
二十五畫	
彎絲刀	Bend threading tool
二十七畫	
鑽	Boring tools
鑽床	Drill
鑽床	Drilling machine

---

鑽柱	Drill
鑽軸	Drilling shaft
鑽頭之角度	Angle of twist drill
鑽頭軋套	Drill chuck
二十八畫	
	Chisels



金工工作法 價洋一元

1350