

機 械 概 論

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

目 錄

第一章 機械工業	1
第一節 機械工業之意義	1
第二節 機械工業之發達	2
1. 工具時代 2. 近代工業之發生	
第三節 機械工業之地位	5
機械工業與其他工業之關連	
第四節 機械之製造工程	5
1. 機械製造工廠 2. 機械之設計 3. 機械之製造 4. 機械之裝配與檢查 5. 機械之油漆與包裝	
第二章 機械工作	7
第一節 手工加工、鑽床	7
1. 手工加工之作業內容 2. 手工具 3. 量具 4. 鑽床	
第二節 鑄造	17
1. 模型 2. 鑄模 3. 熔解與澆鑄 4. 特殊鑄造法 5. 機械設計與鑄件	
第三節 鍛造與熱處理	28
1. 鍛造 2. 鍛造設備 3. 鍛造作業 4. 熱處理	
第四節 熔接與焊接	35
1. 焊接 2. 氣熔接 3. 氧炔焰切割 4. 電弧熔接 5. 電阻熔接 6. 原子氫熔接 7. 焊接	
第五節 車床作業	43
1. 車床 2. 車床之種類 3. 車床之構造 4. 車床附件 5. 車床用刀具 6. 塔輪式車床之驅動裝置 7. 切削 8. 銼	

車削 9. 斜度車削 10. 曲面車削 11. 搪孔 12. 轆步 13. 切斷 14. 車螺紋 15. 夾持作業 16. 車床作業之大量生產	
第六節 牛頭鉋床 龍門鉋床	61
1. 牛頭鉋床 2. 插床 3. 龍門鉋床	
第七節 銑床	66
1. 平銑床 2. 萬能銑床 3. 立式銑床 4. 其他銑床 5. 銑刀之種類	
第八節 壓床	74
1. 手工板金 2. 板金材料 3. 手工板金作業 4. 板 金機械工廠設備 5. 剪切作業 6. 衝模作業 7. 彎曲 作業 8. 抽製作業 9. 壓床自動進給裝置與生產量	
第九節 精密加工	83
1. 輪磨 2. 拋光 3. 研磨 4. 搪磨 5. 超精磨	
第十節 其他工具機	91
1. 鋸機 2. 搪床 3. 切齒機 4. 拉床	
第十一節 測定與檢驗	95
1. 測定與檢驗 2. 長度之測定 3. 角、平面與螺旋之 測定檢驗 4. 齒輪之檢驗	
第十二節 金屬材料	101
1. 金屬與合金 2. 鐵與鋼 3. 銅與銅合金 4. 輕金 屬與輕合金 5. 其他金屬與其合金 6. 材料試驗	
第三章 機械設計	127
第一節 機械設計	127
1. 機械 2. 機件 3. 機械設計	
第二節 作用於機械之力	128
1. 力 2. 荷重與應力 3. 作用於梁、柱之力 4. 動 力之傳達	
第三節 機件	148
1. 螺紋 2. 螺栓與螺帽 3. 銷、鍵、鉚釘 4. 軸 5. 軸接頭 6. 軸承 7. 皮帶傳動 8. 磨擦輪與齒輪	

9. 連桿與凸輪 10. 軸 11. 彈簧 12. 管與閥

第四章 原動機 181

1. 能與原動機 2. 水輪 3. 鍋爐 4. 蒸汽機 5. 汽輪
機 6. 內燃機

第五章 泵、氣力機械、吊物搬運機械 210

第一節 泵 210

第二節 氣力機械 216

第三節 吊物機械搬運機械 220

索 引 228

第一章 機械工業

第一節 機械工業之意義

在現在的產業，製造業（物品之製造、加工之產業）自不用說，就是在原始產業（指農林、漁業、蠶業等，從自然界採取食料或工業原料、燃料等而言），也利用機械。不僅是產業如此，就是現代生活本身亦由機械維持。就是說，通信、運輸等工作亦完全機械化，商業、保健衛生設施等亦廣用機械。

工業雖然為物品之製造、加工、變形之產業，但在今日所有的工業，幾乎全靠機械工作維持。故若把使用機械製造物件之工業，均稱為機械工業，則其範圍非常廣大，故政府規定產業分類標準，將工業作如下之分類。

食品製造業 紡織業 衣服與日用品（纖維與類似品）製造業 木材與木製品製造業（傢具製造除外） 家具與建築五金製造業 紙與類似品製造業 印刷、出版與類似產業 化學工業 石油與煤製品製造業 橡皮製品製造業	皮革與皮革製品製造業 玻璃與土石製品製造業 第一次金屬製造業 *金屬製品製造業 *機械製造業（電力機械、器具製造除外） *電力機械、器具製造業 *輸送用機械、器具製造業 *醫療機械、理化學機械、照相機、光學機械器具與鐘錶製造業 其他製造業
--	---

其中有 *記號者，即為機械工業之範圍。若將工業作大分類，即為：

- 1) 生產對人類日常生活有用之物質之工業
- 2) 製造生產上項物質之機械之工業

例如，製造麵粉或紡織品者即屬第一類，製造製粉機或紡織機械者則屬第二

2 機械概論

類。

在機械工業亦同樣，製造工具機、水車、鍋爐、發電機、電動機、傳動裝置、燈泡製造機、製粉機、紡織機等產業機械者乃屬第二類，而製造照相機、鐘錶、打字機、醫療機械等則屬第一類。

隨着機械、器具種類之增加，及其生產量之增多，機械工業之規模愈來愈增大，及至內容變為複雜，日月進步而無止境。

第二節 機械工業之發達

1. 工具時代 人類被稱為是「製造工具之動物」，從原始時代開始，人類就製造工具而使用它。

往昔之農民，凡是對衣食住有必要之東西，均親自製造。不久，熟練造火及紡織品等手工業者，乃以此為專業，而離開了農村搬到都市來。聚集於都市之手工業者成為老闆，在自己的家擁有工作場所，除家族與手工匠之外亦雇用徒弟而從事工作，但其所使用之工具都極簡單，幾乎沒有機械。

這些手工業者，因各製造一定種類之產品，故不久之後，為了謀求自己的利益與技術之提高而結成同業公會，而於都市成立鍛造業、染業等多種同業公會。此種手工業者之同業公會稱為手工業同業公會（Craft guild）。

老闆這樣地同時從事生產與買賣，但在老闆之中，較優秀者逐漸擴張勢力，雇用很多手工匠增加生產，提高利益，但手工匠與勢力較弱之老弱就無法發展了。

手工業發達於十四世紀至十五世紀，且隨其發達而使商業漸盛，商人乃將原料供給小手工業者令其工作，支付加工工資以製造商品。此種生產方式謂之批發商制家庭工業，至此手工業同業公會即告衰落。自十五世紀至十六世紀隨着國際貿易之興盛，無法僅靠手工業同業公會與批發商制家庭工業以滿足需要，因此，不得不集中多數勞動者於一工作場所進行工作。這時的工具與技術，當然還是保持手工業時代之情形。這就是工廠之開始。此種生產方式稱為工廠制手工業（Manufacture 製造業）。為此，向來獨立的手工業者竟變成勞動者。此種工廠制手工業時代，一直維持到十八世紀。

初期之工廠制手工業，只不過是獨立的手工業者們集中在同一工廠內，一起工作而已，但不久在工作上發生很大的變化。那就是，以分業方式製造同一產品，於是工作效率得以提高，生產額亦增多。

由於勞動之分類化，勞動者乃分為腦力勞動者與體力勞動者，並更由此分成熟練勞動者與未熟練勞動者，其使用之工具亦被細分化，這成為促進近代工業之特長——機械發明——之開端。

2. 近代工業之發生 工廠制手工業與近代工業之差異，乃為一方以工具製造產品，另一方則以機械製造產品。隨着以機械代替工具進行生產之傾向漸盛，社會情勢亦發生顯著的變化。此種改革稱為產業革命（Industrial revolution）。

（1）工具與機械 改革社會情勢之機械，究竟與工具有何種差別呢？關於此問題雖然有人說，機械（Machine）是複雜的工具，工具（Tool）是簡單的機械，但實際上，工具不過是人們作為勞動手段之補助而使用而已，然而機械則是代替人工作之勞動手段。例如，手用之縫針是工具，但縫紉機則是能代人作縫紉工作之機械。開動機械須要動力。

動力雖然有時也使用人力與畜力，但這些動力不僅太貴，而且小而無耐久力，因此勢必廣用自然力。

將火力、水力等能變為機械能之機械就是原動機。原動機有蒸汽機、渦輪機、內燃機及電動機（電動機是用水力、火力等發生機械能，再將之變為電能而加以利用，故為次要原動機。為此不把它視為原動機之學者亦很多。）等。將這些動力，用軸、皮帶、齒輪等傳到工作機械之裝置謂之傳動裝置，而被原動機開動，以進行生產之機械謂之工具機（亦稱作業機）。機械生產，必須具備原動機、傳動裝置、工具機三樣始能工作。

（2）工具機之發明 工廠制手工業，由於勞動之分化，其作業雖趨簡單，但尚須依賴手指之熟練，故其生產量之提高仍有限度。產業革命，係始於代替手指熟練之工具機之發明。

就是說，產業革命始於十八世紀末葉（1767年），在英國紡織工業界，哈格里夫（J. Hargreaves）發明了紡織機，而阿克萊特（Sir Richard Arkwright 1732-92，本為理髮師，1768年於Preston創設紡織工廠，而於1769年獲得專利權。他對於工廠組織，亦發揮了獨創才華。）發明了用水力開動之方法。其後，於1771年建設了容納300名工人之紡織工廠，於是誕生了近代工廠。而後，有關紡織機之發明與改良陸續出現，而確立英國紡織工業之基礎（這些紡織工廠均利用水力，故都沿河川二旁建設。）。

（3）原動機之發明 1774年，蒸汽機被發明。發明者為英國人瓦特（James watt）。他是由修理鑛山、煤坑用以排水之蒸汽泵而想到的。因為他

4 機械概論

使其成為驅動紡織機等機械之原動機，故紡織工廠全變成以蒸汽為動力之工廠。蒸汽力之馬力大，其力量不但常能保持一定，且可調節，而且與水力不同，到處都可使用。所以由於蒸汽機之發明，給予工業帶來莫大地發展。

(4)煉鋼法之發明 產業革命初期之機械大多為木製，故機械壽命甚短，因此機械材料改用鐵材，木炭精煉鐵礦的方法自古已有，但於1713年才想出用焦炭煉鋼之方法。1740年漢茲曼(B. Auntsman)發明了坩堝煉鋼法。但都不適合大量生產，因此，產業革命促進了新煉鋼法之發明。1784年自亨利科特(Henry Cort)發明了攪煉法(Puddling process)之煉鋼法後，鋼鐵之生產量大增，爾後工廠之機械，自木製變成鐵製，並且工廠之建築亦使用鐵材建設大工廠。

(5)工具機之發達 鋼鐵之生產增多，機械使用鋼鐵製造後，加工鋼鐵的工具機亦漸發達。簡單的工具機雖自古已有，但正式的工具機則開始於較蒸汽機之發明稍早之研究時期。現今之工具機之濫觴，乃為1775年英人威爾金森(J. Wilkinson)發明之搪床。其次則為1797年莫斯雷(H. Maudslay)發明之車床。工具機是製造機械之機械，因而隨着其發達，近代工廠才能以鐵材製造各種機械，其形態也逐漸齊全。

(6)重工業之發達 開始於英國之產業革命，大多以生產衣料等消費品之輕工業為中心。但自十九世紀至二十世紀，金屬工業與機械工業等製造生產原料之重工業興盛後，動力亦由蒸汽變為電力，更新興了化學工業，因此，再度給予社會情勢以極大革新。

在金屬工業，1860年出現了轉爐煉鋼法，普通以攪煉法需要一天半之工作，以此法則僅需二十分鐘即可完成。及至平爐煉鋼法與電氣煉鋼法發明後，鋼鐵之生產額就迅速的增加。

煤炭之用途，除作為燃料外，亦廣被作為原料使用。又燃料亦因出現了石油，且隨着內燃機之發達，變成汽車、飛機等不可缺少之燃料。發電機是1831年法拉第(Michael Faraday)發見其原理後，於1840年由阿姆斯特隆(William George Armstrong 英人，1810～1900，本為律師，自克里米亞戰爭歸鄉後專心從事於機械製造工作，發明了著名之阿姆斯特隆砲，為阿姆斯特隆公司之創設人。)完成水力發電機。由此，價格低廉的電力，始得用於工廠以及電燈、電車等。電又不僅作為動力之用，就是在金屬工業、化學工業等亦廣被使用。電力除了水力發電之外，另有由汽輪機而來之火力發電，由柴油機(狄賽爾機 diesel engine)而來之油力發電等，而能豐富地獲得，故變成只要裝設電線，到處均可建設工廠之方便情況。

(7)人與機械 隨着工業之發達，工具亦漸次專門化，工人也得使用專門工具，連續不斷地作反覆單一作業。到這個時期為止，作業之主體顯然是人。可是機械被發明，機械成為作業主體後，人的主體地位幾被忽視。但是，從事機械之發明、改良、運用等仍然是人，而非機械。若由各工人之立場來看，或許有受到機械支配之感覺，但工業的主體總是人。機械不過是人把它利用於工業生產而已。換句話說，使機械充分發揮能力，或發明優良之機械，還是人的力量。

第三節 機械工業之地位

機械工業與其他工業之關連 若依生產物之種類將工業予以分類，則有：機械工業、冶金工業、化學工業、纖維工業、食品工業、土木工業、建築工業等。

由上述可知機械工業乃由其他工業所使用之工具機之發明、改良，並因原動機之發明以後，始發達的。若欲發達其他工業，則必須製造優良的工具機，這是極其重要之事。

第四節 機械之製造工程

1.機械製造工廠 機械之製作，雖然依機械之種類、企業規模之大小、經營方針等而有所不同，但通常必須要有如圖 1-1 之工廠設備。即使利用轉包工廠製作，最低限度亦需要設計室，手工加工、機械加工、裝配、試驗、包裝等工廠。

此外，亦需要材料庫、試作工廠、研究工廠以及管理整個工廠之管理處。

2.機械之設計 設計就是訂立合乎機械目的之計劃，考慮機械之構造或零件之形狀，以及計算強度以便選擇經濟的材料，同時謀求零件之標準化，使其容易工作、裝配與修理。根據設計，照設計者之構想作成工作圖，以便製造產品之工作就是製圖。這些工作雖在設計室內進行，但當設計時，必須參考試作研究報告、一般研究資料、他廠製造之產品之資料以及商品目錄等。

3. 機械之製造 當製造機械時，首先要依照工作圖訂立程序計劃與日程計劃，並充分準備材料，備齊機械、工具，安排材料、零件之運輸計劃等，以利着手製造。材料有：鍛造品、鑄造品、元條、型鋼、鋼板等。鍛造品係用鍛製工廠做好之模型，鑄造品係用木模工廠做好之模型，在鑄造工廠製造。將這些材料於手工加工廠、機械加工廠製成零件。

機械加工廠之機械配置，計有依機械類別予以配置者，與依零件之製造工程予以配置者二種。若產品之種類多而製造數目少，則大多依機械類別予以配置。反之，若將一定產品大量生產時，則依製造工程配置機械。同時零件之搬運亦用滾動運送機或帶式運送機。此種生產方式稱為流水作業，而大多為小型電動機、電話機、汽車等之生產工廠所採用。

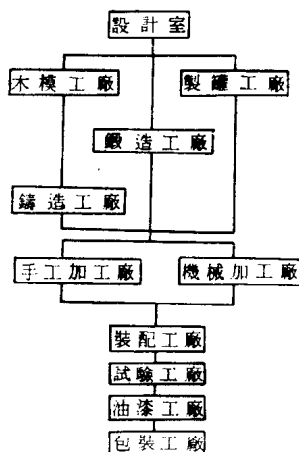


圖 1-1 工廠系統圖

4. 機械之裝配與檢查 零件經過嚴密的檢查之後，合格品才被送到裝配工廠。裝配分為部分裝配與總裝配二種。總裝配完畢後即送至檢查工廠，檢查是否按照設計圖樣施工，是否能發揮預期性能等。檢查工廠不僅是檢查，同時還須根據檢查結果加以調整或修理不良處所。

5. 機械之油漆與包裝 油漆與電鍍的目的不僅使機械之外觀精美，又可防止生銹，故極為重要。產品是商品，故其外觀必須考慮到能充分發揮商品價值方可。發送之產品則必須包裝。包裝似乎是件極為簡單的工作，但其好壞，對於當機械運交訂戶時，是否能保持檢查終了當時之性能有極大影響，故應特別注意包裝，使搬運中之振動、衝擊等不致影響機械之性能。可見包裝亦為一件很重要之技術。

第二章 機械工作

第一節 手工加工、鑽床

1. 手工加工之作業內容 機械工作可大別為鑄造、鍛造、加工三種。加工復可分為機械加工與手工加工二種。

機械加工使用車床、鑽床、鉋床、銑床、磨床等工具機 (Machine tool)，把鑄件、鍛件用機械鉋光後加工。手工加工則使用銼、刮刀等手工具 (Hand tool) 加工。

一般所謂手工加工，其作業有下列種類：

1. 劃線作業 為使材料完成指定之形狀、尺寸，先於表面劃綫，或孔位置先用尖衝打點之作業謂之劃綫作業。這是整個機械工作之準備工作。
2. 整平作業 用整平切削鑄件表面，使其成為指定之形狀與尺寸之作業謂之整平作業。這在今日，除非有特殊情況皆不用人工作業。
3. 銼削作業 對鑄件、鍛件等材料，或已作機械加工、整平之表面，再用銼刀銼成平面或曲面之作業謂之銼削作業。此為手工加工中最重要的作業。
4. 刮削作業 機械之中須要光滑面之部份很多，用刮刀修正機械加工面之不規則部份，使其成為光滑面之作業謂之刮削作業。

2. 手工具

(1) 劃線工具 劃線台普通使用鑄鐵製之平板，但精密之劃綫則須使用精密之劃綫台。其大小有 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm} \sim 200\text{ cm} \times 400\text{ cm}$ 。

直尺 (Straight edge) 有鋼製與鑄鐵製二種。圖 2-1 為其例子。鋼製直尺用於直線劃綫或平面之檢查。鑄鐵製之直尺則用於車床床面之平面檢查與刮削等。

角尺 (Square) 是檢查工件之角度與平面度，或作為直線劃綫之用。

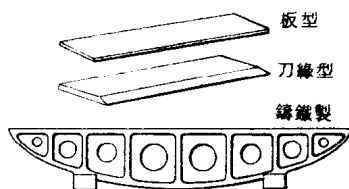


圖 2-1 直尺

圖 2-2 為其使用例。

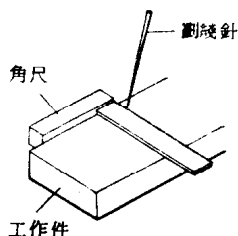


圖 2-2 角尺之使用例

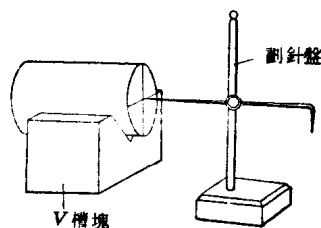


圖 2-3 劃針盤之使用例

劃針盤 (Scribing block, Surface gauge) 劃針盤係用以在工作件側面劃出與台面平行之線，或檢查平行面與軸心。圖 2-3 是在圓料上劃中心點之例。此圖圓料下之規矩塊稱為 V 槽塊，其底面正平，上面中央成直角。

平行台 (Parallel block) 是相向二面互為平行，相鄰二面互成直角，各面均為正平面之六面體台。圖 2-4 為其一例，普通稱為金屬製量具。

除此之外，亦使用銜頭、分規、異腳規、分角器等。為使劃線鮮明，有時在材料之表面塗抹顏料。例如黑皮材料，則塗抹白粉，平滑之材料，則塗抹藍顏料。

(2) 壓平工具 需壓平之工作件，如圖 2-5 須用 長腿虎鉗 (Leg Vice) 夾持。長腿虎鉗之主要構造是利用螺絲桿收緊兩個相對的鉗口，以夾持工作件。

普通的平行虎鉗 (Parallel vice)，只要把手柄轉動，鉗口即可平行開閉。但如圖 2-6 之活動虎鉗，將手柄轉動沿着螺桿後移，鉗口立刻鬆開，可很快地取下工作件。平行虎鉗之夾力較長腿虎鉗稍弱，故不適用於強力的

鑿削工作。不過其優點在於鉗口可平行開閉，故一般手工加工均用此種虎鉗。

圖 2-7 是代表性的鑿 (Chisel)。
。平鑿用於鑿平平面或切斷。起槽鑿則用於起槽或比較粗之鑿平工作。

(3) 銼刀 (File) 銼是手工具中最普遍使用之工具。圖 2-8 是銼之各部名稱。其長度 (由銼肩至銼尖，不包括樺舌在內) 以公釐或英寸表示。

銼紋係用鑿切而成，而依銼紋之數量分為單紋與雙紋。普通使用雙紋銼，但像銅、鉛、錫、鋁等軟質金屬之

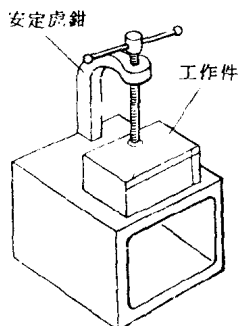


圖 2-4 平行台

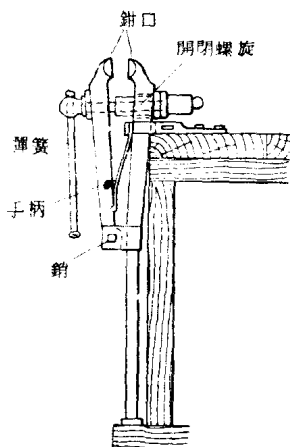


圖 2-5 長腿虎鉗

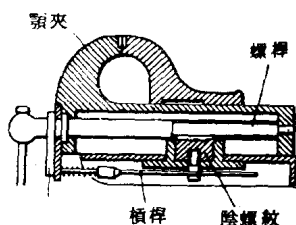


圖 2-6 活動虎鉗

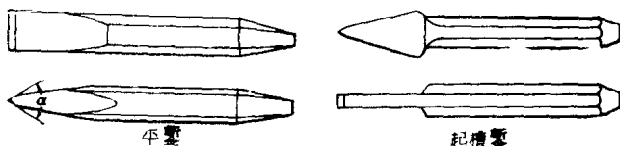


圖 2-7 鑿

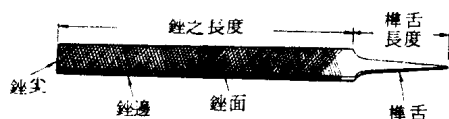


圖 2-8 半銼之各部名稱

加工，則使用單紋銼較合適。銼齒中若留有金屬細粒或碎屑，不但銼削性能會減低，而且會刮壞工件，故應經常用鋼絲刷(Wire brush)除去碎屑。這時鋼絲刷宜沿銼紋方向刷之。

銼紋之粗細，依其長度各有粗、中、細、油四種區別。即使用同一細紋，長 300mm 之細紋較長 200mm 之細紋為粗。用銼刀銼削時，通常由粗而細，更換銼之，不過需要比油紋更細之細紋時，宜將細布銼撕成適當寬度，捲在銼面銼之。

銼之斷面形狀有平、角、三角、圓、半圓、長圓、菱形等種類，宜依作業選用適合之銼刀。

套銼是使用於精密加工與細工之小型銼刀。這是將各種形狀之銼刀配合成套的。計有5支裝、8支裝、10支裝、12支裝四種。5支裝之銼紋最粗，12支裝者最細。

銼刀之握法平常如圖 2-9。



圖 2-9 銼刀之握法(a)

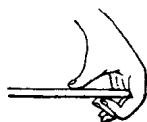


圖 2-10 銼刀之握法(b)

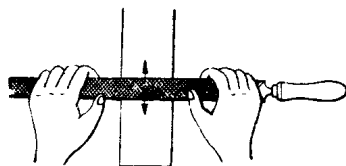


圖 2-11 銼刀之握法(c)

圖 2-10 表示輕銼削時銼尖之握法。這時不可太用力握緊手柄，用左手壓銼尖之力量，與右手之推力應保持平衡，而平滑地反覆操作。

銼刀是向前銼磨時才有銼削作用，故後退時無須用力，略為提高而自工

件面撤回。圖 2-11 為欲將大致完成之工件表面之銼紋，磨成爲單方向美紋時之執法。這時往復均能銼削，故後退時亦要加壓力。

(a) 銼之平面加工法 銼刀之操作方法，有斜進法與直進法二種。其中，一般使用的是斜進法，圖 2-12 就是斜進法之要領。銼削時亦應由與圖相反之方向銼削，如此周而復始，交互操作，工作件就有斜交之銼紋，故由此可知沒有交叉的地方就是較低之處，這可作爲水平之標準。

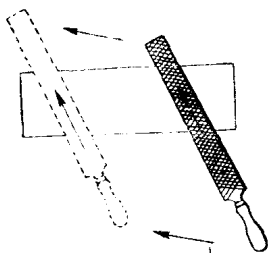


圖 2-12 銼之斜進法

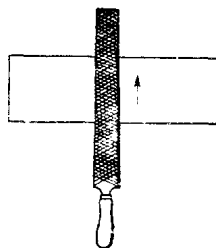


圖 2-13 銼之直進法

對於無法充分使用斜進法之局部加工，宜使用圖 2-13 之直進法，但用此種方法不熟練，則面之兩端容易鬆弛。

(b) 銼之曲面加工法 外曲面之加工使用平銼，內曲面之加工，則選用圓銼或半圓銼、長圓銼。

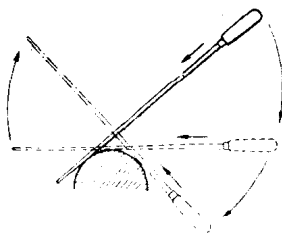


圖 2-14 外曲面加工之要領

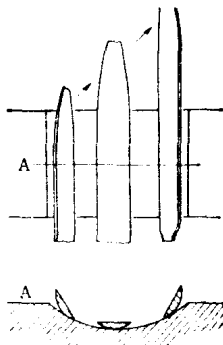


圖 2-15 內曲面加工之要領

12 機械概論

外曲面之加工，如圖 2-14，將銼之尖端朝向材料之對側，而平均加壓把銼尖向上推動。

圖 2-15 為使用半圓銼之內曲面加工之例。

(4) 刮削工具 在刮削作業中，最簡單而普遍之作業就是刮刀作業。

刮刀 (Scraper) 之長度大約為 200~500 mm，通常裝上木柄使用。刮變鈍時，應力最重要為雙口，如於作業中雙口隨時用油石 (Oilstone) 磨利。

圖 2-16 為平刮刀，此為最常用者。其使用法如圖 2-17，將雙口壓住工作件之表面，一層一層地把高的部分削去。

欲以平板檢查平面之精度，則先在平板表面塗一層紅鉛丹，然後將工作件表面置於平板上輕輕移動磨擦，則工作件上高的部份就染上紅鉛丹斑點，將這些斑點削除，表面就漸漸平坦，紅鉛丹斑點亦將增多。其次，將平板拭擦乾淨，而於工作件表面塗以紅鉛丹再用平板檢查，則高出部份就會

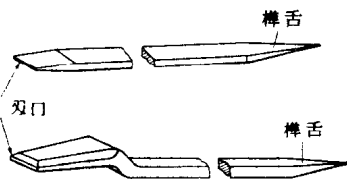


圖 2-16 平刮刀

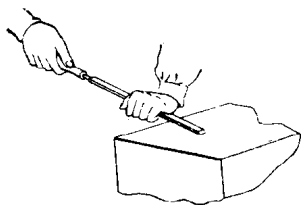


圖 2-17 刮削作業

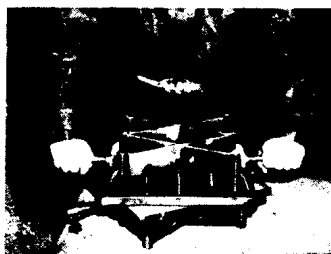


圖 2-18 配合平板

顯出黑光，再以刮刀將此黑斑點刮削。平面精度有時以單位面積之黑斑點數目表示。

刮刀除平刮刀之外，另有一種柳葉形之半圓刮刀，此種刮刀係用於圓筒內部等之加工。

3. 量具