

部編大學用書

機械製造

主編者 國立編譯館

編著者 劉 天 一



東華書局印行



版權所有・翻印必究

中華民國七十二年八月初版
中華民國七十三年八月二版

大學
用書

機 械 製 造

定價 新臺幣叁佰元整

(外埠酌加運費滙費)

著 者	劉	天	一
著 作 權	國	立	編 譯 館
所 有 人			
發 行 人	卓	鑫	森
出 版 者	臺灣東華書局股份有限公司		
	臺北市博愛路一〇五號		
	電話：3819470 郵撥：6481		
印 刷 者	龍	祥	印 刷 廠

行政院新聞局登記證 局版臺業字第零柒貳伍號
(72024)

翁 序

有史以來，人類即運用智慧，不斷研製各種機械，以替代人力，從而人類文明，隨時代不斷進步。近兩世紀，機械工程方面進步之速，領域之廣，極為驚人。人類的生活方式發生根本的變化，生活領域獲致重大的進展，皆歸功於機械之普遍使用。

任何機械，均由零件與組件結合而成，零組件不全時，極難發揮功能，有時零組件齊全，但精密度欠佳，功能亦難期理想。職是之故，欲期機械精良，除設計精巧、材料優良外，對機械製造過程、方法、以及品質管制等等，亟宜銳意講求！

劉天一先生，自台大機械系畢業後，旋赴美深造，專攻生產工程，並曾任職國內及美國各大工廠工程師，任教於國內各大學多年；對於機械製造之理論與實務，造詣極深。茲於教學之餘，將講授篇章，編輯成冊，付梓傳誦，藉以嘉惠學子。綜全值書，舉凡機件之型成、切削、表面處理、數值控制、及品質管制等，均有詳述；其取材精審，博約有度，學驗結晶，堪稱佳構。其敘述明確，文字洗鍊，尤其餘事，誠屬研習機械製造之範本，聊綴數語，樂爲之序。

翁通楹

一九八三年於台大工學院

謝 序

機械製造是大專機械系的一門主要課程，範圍廣泛，所需相關知識很多，因此要寫一本取材恰當，條理清晰的教本，頗非易事。劉天一教授多年來從事於機械製造的鑽研，樂而忘倦，時有論著發表於各權威刊物，深受學術界的推崇。今更本其在各大學的教學心得，寫成專書，內容分爲型成、切削、表面處理、裝配、生產自動化、品質控制等六大部分，提要鉤玄、層次分明。生產自動化爲當今世界各國製造工程的普遍趨勢，而品質控制更爲我國工業發展的重要課題，作者特將此分爲兩大部分，詳予闡述，尤爲本書的特色。茲以出版有日，謹書數語，以誌欽佩。

謝承裕

一九八三年於台大機械系

自序

古語說：「點石成金」，機械製造在機械工程方面就扮演著這樣一個重要的角色。經過機械製造過程，可以將價格比較低廉的金屬或非金屬材料轉換成價格高昂的機械，換言之，機械製造是將機械設計的構想付諸實施，可以增加產品的附加價值，在機械工程領域中佔有非常重要的地位。

機械製造的各種方法雖然追溯起來都有相當悠久的歷史，有些可遠溯至上古時代。然而，到了工業革命以後方有飛躍的進步，主要由於動力的使用，使得機械製造無論在速率、品質、精度、規模各方面的風貌都有大幅度的變化。近年來由於電腦乃至於微電腦的長足進步，使得生產自動化成為普遍的趨勢，機械製造漸趨無人化。上述兩次革命性的變化，不僅及於機械製造本身，而且大大地改變人類生活的方式！

本書是作者在返國將近九年的歲月中，任教於大學，擔任機械製造課程時，將此一領域各方面加以綜合整理，共計二十二章，凡機械製造之重要課題，皆有論述，並分門別類，以求層次分明，讀者較易於瞭解，適合於大專機械科系作為教材，亦可供製造工程師做為參考。

在編著過程中，許多友人、助教、學生的協助皆令作者十分銘感。此外，作者才疏識淺，因此誤謬在所難免，尚望高明不吝指正。

劉天一

一九八三年於中壢雙連坡

目 錄

第一部分 概 論

第 一 章 機器是怎樣造成的.....	3
---------------------	---

第二部分 型 成

第 二 章 鑄造法.....	31
第 三 章 金屬模鑄造.....	84
第 四 章 精密鑄造法.....	110
第 五 章 離心鑄造法.....	140
第 六 章 連續鑄造法.....	162
第 七 章 粉末冶金術.....	177
第 八 章 熱加工.....	205
第 九 章 冷加工.....	221
第 十 章 壓床工作.....	244
第 十 一 章 模具設計.....	275
第 十 二 章 塑膠.....	310

第三部分 切 削

第十三章 金屬切削.....	347
第十四章 機械加工.....	432
第十五章 非傳統性加工.....	496
第十六章 木材加工.....	503

第四部分 表面處理

第十七章 表面處理·····	539
----------------	-----

第五部分 裝配

第十八章 焊接·····	575
--------------	-----

第十九章 機械化裝配·····	615
-----------------	-----

第六部分 生產自動化

第二十章 數值控制與生產自動化·····	627
----------------------	-----

第七部分 品質管制

第二十一章 檢驗與品質管制·····	665
--------------------	-----

第二十二章 非破壞性試驗·····	688
-------------------	-----

參考書目·····	723
-----------	-----

第一部分

概 論

第 一 章

機械是怎樣造成的

§ 1 引言

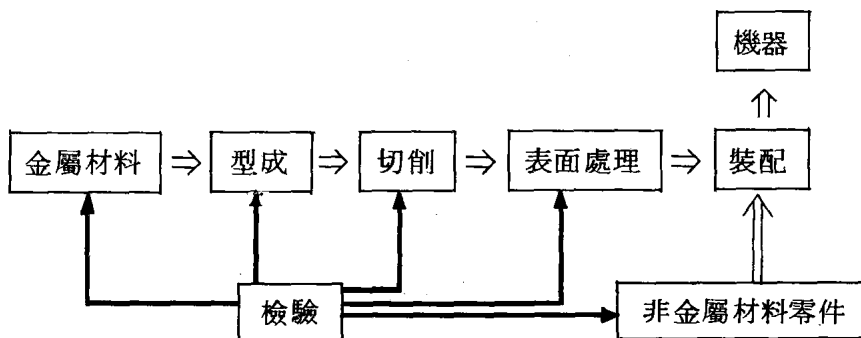
從十八世紀工業革命開始，機器與人類發生密切的關係，取代許多人類的工作，對人類的貢獻和影響非常巨大。但是到底機器是什麼呢？我們應先為它下一個定義：機器就是能夠把能量轉變為工作的裝置，例如：汽車、輪船、衝床、造紙機、紡織機等等。機器的種類很多，其所能做的工作也很多，但是，機器是怎樣造成的呢？

§ 2 機器的構成

任何機器都是由一些基本零件、構架及外殼組成的。換句話說，機器都是由一些零件和組件所構成，正如許多物質是由各種原子，人體是由各種細胞所構成的情形一樣。各種零件和組件以不同方式組合可以構成各種不同種類的機器！

§ 3 製造機器的過程

想要造成一部機器，首先必須製作各種零件和組件，然後加以裝配即成。下面的流程圖表示機器的製造過程：



製造機器首先應選擇材料，大體而言，機器絕大部分零件都是由金屬材料造成的，而在金屬材料中，鋼鐵又為最重要的材料。選定材料以後，便開始製作機器的零組件（流程圖中雙箭頭表示製造程序）。先把材料做成毛坯，即「型成」，亦即做出零件的大概形狀，然後利用「切削」，將零件的尺寸及形狀做得更加精確，如果為了表面美觀或是使表面更加耐磨，則要再進行「表面處理」。這樣我們可以做出很多零件，若干零件組合即成組件。然後把金屬及非金屬零件及組件裝配起來，即造出我們所需要的機器。以上每一製造過程都需要進行檢驗工作，以保證機器的品質。

§ 4 製造機器的各種方法

現在再深入介紹上述每一過程中所使用的各種製造方法。製造機器的各種方法可列於下頁之頁表：

首先介紹各種型成的方法，第一種方法是鑄造法，此法是把融化的金屬或合金注入模子，金屬冷卻凝固時，隨模子形狀而成形，因而製出所需的成品。通常模子是用濕砂造成的，稱為砂模。製造砂模常利用模型，堆砂於模型周圍而造成砂模，其過程如圖 1 - 1 所示。

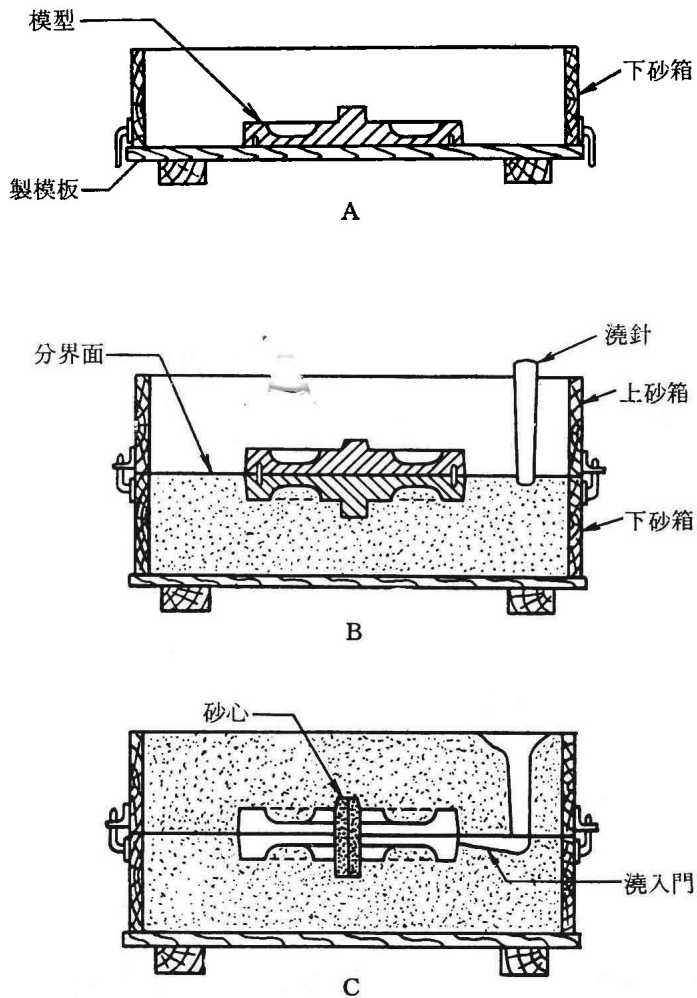
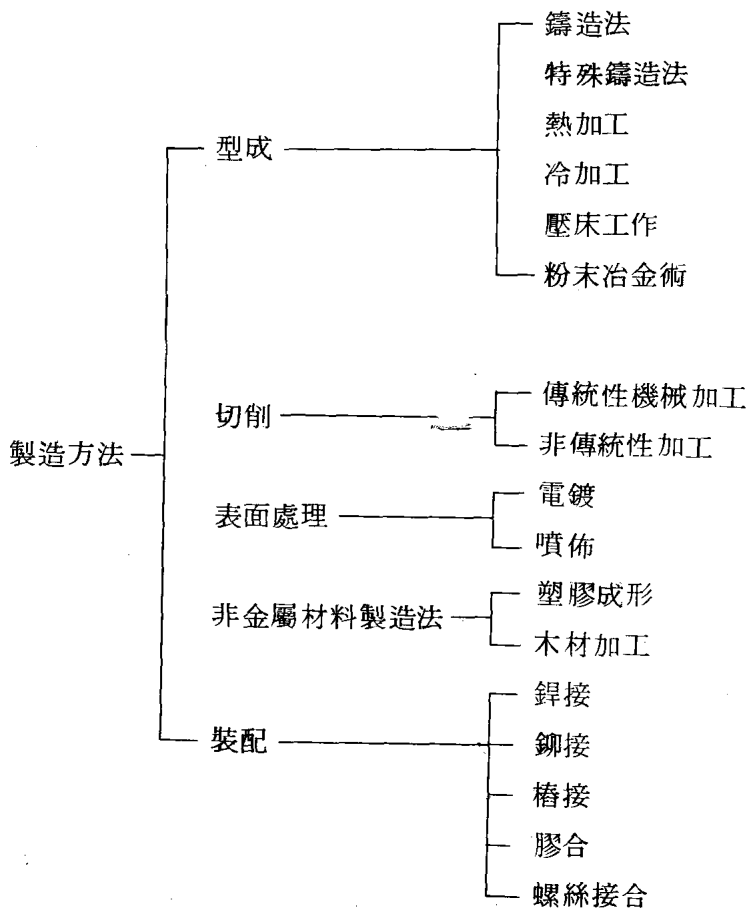


圖 1 - 1 砂模製造程序

- A. 模型置於製模板上，準備在砂箱中堆砂。
- B. 反置下砂箱，模型組合完成，準備在上砂箱中堆砂。
- C. 砂模完成並裝上乾砂心。



融化金屬的可塑性很大，所以鑄造法可以造出非常複雜的產品，此外，由於砂模可以做得很大，甚至可以在地下挖坑做成，因此大件和笨重的成品，也常用鑄造法做出。圖 1 - 2 是由鑄造法造出來的一部鑽床底座，從圖上可以看到，此一構件比人還要高，當然非常巨大沉重。不過，鑄造法必須先將金屬從融化狀態冷凝成為成品，不但金

屬是從液態變為固態，而且溫度下降極多，因此做出來的成品精確度較差，表面也比較粗糙，強度也低。



圖 1 - 2 鑄造製成的鑽床底座

第二種方法是特殊鑄造法，也是將融化金屬倒入模子中，但是模子常使用特殊材料如瓷、石膏等製成，如此可以使成品表面較為光滑，精確度也較佳。有時可使用耐熱鋼刻成模子，如此，模子可以反覆使用多次，便於大量生產，其法是利用空氣或柱塞壓力，將融化的低融點金屬如錫、鉛、鋅等壓入金屬模內，直到凝固成形後取出，如圖 1 - 3 所示。有時可將模子高速旋轉，利用離心力將融化金屬灌入模

8 機械製造

內。以上所述皆為使用特殊方法以鑄造成品，故統稱為特殊鑄造法。

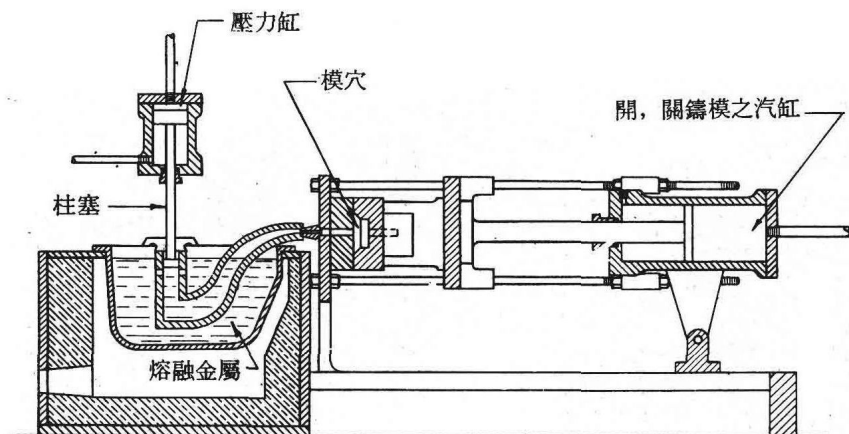


圖 1 - 3 金屬模鑄造法

第三種方法是熱加工，此法是把金屬加熱至高溫，使其紅熱軟化，亦即所謂「塑性狀態」，此時施以鎚擊或壓力可以使金屬成形。常見的鍛造即屬於熱加工。小件成品鐵匠常用手工鎚打成形，大件則必須利用機器鎚擊成形，圖1 - 4 即為鍛造用的機器，稱為蒸氣鎚機。將工作件放在模子內，利用蒸氣推動鋼鎚鎚打，使其逐漸成形。

第四種方法是冷加工，亦即工作件不需加熱，即可直接施力使其成形的的方法，因為有些金屬材料，在常溫時其延展性亦很大，可以不加熱便能施力使其成形。圖1 - 5 即為一種冷加工方法，稱為金屬旋壓加工，將薄金屬片放在旋轉模上，一方面使模子旋轉，同時利用手工具把金屬片壓成與旋轉模同樣形狀的成品。另一種冷加工方法為高能量造形法，此種方法是利用爆炸所產生的壓力，將工作件造成所需的形狀，如圖1 - 6 所示。

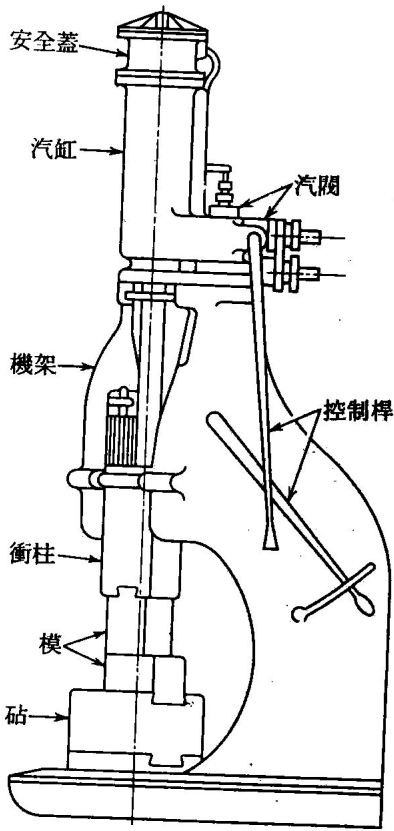


圖 1 - 4 蒸氣鎚機

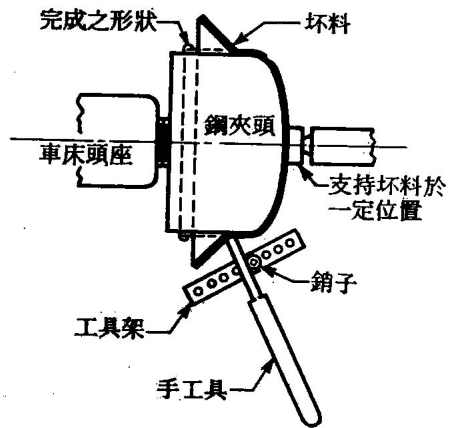
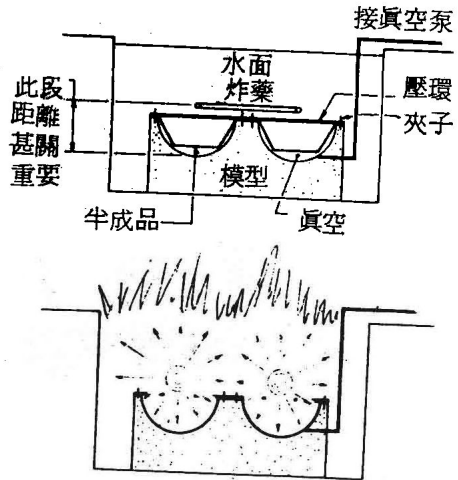


圖 1 - 5 金屬旋壓加工

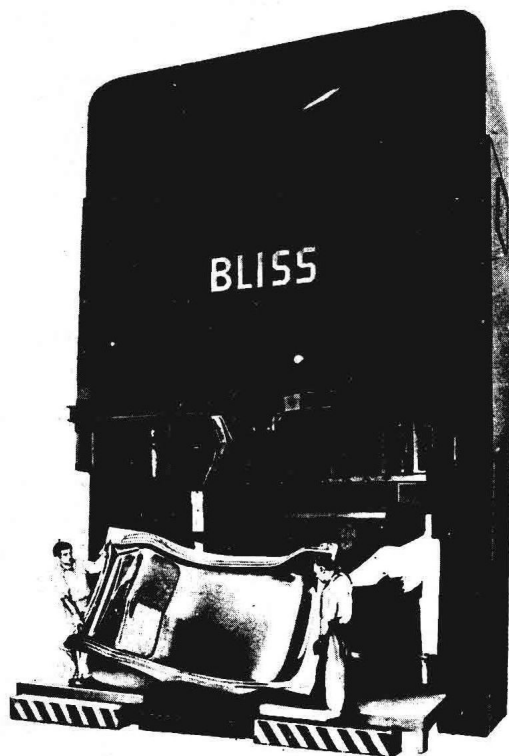


爆炸造形法之工作原理。此法只要五角錢的炸藥，可代替價值數千元之壓力機。

圖 1 - 6 爆炸造形法

10 機械製造

第五種方法是壓床工作，利用機器所產生的壓力，加壓於工作件，將其造成所需形狀，如圖 1 - 7 所示。



最後一種型成方法是粉末冶金術。此法是先將金屬製成粉末，然後在模子內加高壓使其結合，再加高溫以增加其強度。圖 1 - 8 為一種粉末冶金術，稱為火花燒結法，可造成炭化物與鋼鐵複合材料的成