

金屬成形加工

Metal Forming Processes

原著：A. Davidson

譯者：謝 金 吉



大中國圖書公司印行



版權所有・翻印必究

譯者：謝金吉
發行人：薛瑜
出版者：大中國圖書公司
印刷者：

台北市重慶南路一段66號
電話：3111437 郵撥：2619號

登記證：局版台業字第0653號

中華民國六十六年九月初版

基本定價五元四角

編號：692

陳 序

國內十項建設完成後，我國將由開發中國家步入已開發國家之林，各項工業亦將由現今之輕工業轉入重工業，尤以機械工業將逐漸進入高級精密之機械工業。

機械加工在機械工程中所佔地位甚為重要，直接影響產品之品質。其一般可分為造形加工、塑性加工、表面加工、裝配結合，金屬成形加工即包括造形加工和和塑性加工。

本曾譯自美國 McGraw Hill Book, Company 出版之精密工程手冊中之第十冊 Forming Processes，全書分五章，所涵蓋之內容有剪斷加工、彎形加工、深引伸成形加工、常溫鍛造、粉末冶金和鑄造等，均為我發展精密機械工業所必需。原書各篇均為由各門之專家執筆，內容充實，理論與實際並用，而且闡述清晰，深具參考價值。

精密工程不管在方法上或構想上均與一般機械工程不同，已成為一種專門之技術，在歐美逐漸自成一獨立工程學門之趨勢。國內尚無此方面有系統之圖書，謝金吉君能擇此書譯成中文出版，對今後我高級精密機械工業之發展必有助益。

國立台灣工業技術學院教授兼機械工程技術系主任

陳 贊 祥 識

六十六年元月二十日

編者序

在過去二、三十年中，精密工程雖沒有如造船工程和航空工程一樣嚴格劃分為一種獨立之工程，但不論在方法或構想方面均與一般機械工程有別，已成為一種專門的技術。

精密零件（通常稱為精密機構）之大小通常限制非常嚴格，而且數量之多寡變化極大。當然，並非很小，例如天文望遠鏡之傳動機構相當大，但却極為精密，而普通之手錶與之相比，顯得非常地小，精密度也差之甚遠。

精密機構，電訊設備中有之，如顯微鏡和比測儀等光學儀器中有之，如打字機、記帳機或計算機等事務機器中有之，各種技術性之玩具中有之，電動刮鬚刀中有之，各種家庭用電子設備中有之，不勝枚舉。

因此，在工業界和學校均需一套涵蓋各種精密機構設計之參考書籍，本會即應此而論著。有許多資料本身並不新穎，但亦歸屬精密工程，而且對設計者、製造者和使用者均為極珍貴之資料，因此亦編入本書中。

本書各章均聘請該門之專家編著，各細節未必完全包含於所屬章節中，但作者們於各主要特點之闡述均力求清晰，並詳列有關之參考書目，以應讀者需要。

本書分為十一冊，第一冊敘述設計產品之一般原理，第二冊為材料，對設計者和繪圖者有用之數據均有列入。

第三至第五和第八至第十冊討論生產技術，對於生產方法和工廠佈置有詳盡之闡述。第六、七、十一、十二冊討論精密產品及其所需

工具和設備之設計。對設計者、製造者和使用者有莫大之幫助。

編者在此謹向諸位作者及有關人員致謝。

A. Davidson

於Eindhoven

前 言

金屬成形加工爲大量生產之一種經濟的製造方法，於精密工程中佔有極重要的地位。

此類加工方法已發展至完全機械化，因此不斷地出現高性能的機器，工具亦愈趨精密與複雜。通常機器係向專門製造廠商訂購，而工具則由使用者自行製造。因此本書各章中對工具有極詳盡之介紹。另外，爲使讀者對機器有所認識，俾能解決可能發生之問題，本書對機器之主要特點亦有介紹。

第一章介紹剪斷加工及其用途與發展，本章之目的在使讀者對剪斷加工和可利用之衝模有充分之認識，期能以最低之成本設計和製造最佳之產品。

第二章討論彎形加工和引伸成形加工，其中亦包括高速成形以及如旋彎成形和深引伸成形等基本的板金工作。此類加工方法雖然大部份用於製造大型的產品，但在不久的將來，亦將廣用於精密工程。

第三章中所討論的常溫鍛造，近年來於製造程序上已漸趨重要，其比一般鍛造方法經濟。同一種機器和工具同時可應用於若干種常溫鍛造者均有分別詳述。這些成形方法之主要特點爲具有高成形度，亦即材料在高壓應力之下，經塑性變形而能達到希望的形狀。

第四章討論粉末冶金，此種加工方法爲製造金屬製品古老的方法之一，惟最近始廣用以製造高精度之產品。此外，如整形和光製等成品處理工作亦有討論。

第五章討論流體成形（鑄造），雖然其發展自重工業，但亦廣用於小零件之製造。鑄造金屬對鑄件之良否關係重大，因此在相關章節

中有詳細之介紹。

每一章開始均先討論加工理論與技術，次介紹工具與機器，最後再介紹各種應用實例。

本書中所有之單位均採用 I S O 制，以符時勢。

目 錄

第一章 剪斷加工

M.L.L.P.J. Ledel

1·1 概 說	1
1·2 原理和方法	2
1.2.1 衝剪過程	
1.2.2 衝模間隙	
1.2.3 衝力和衝功	
1.2.4 剝料力	
1.2.5 衝模間隙與收縮量對產品尺寸之影響	
1.2.6 合成樹脂結合紙之衝胚	
1·3 切斷或剪斷衝模	15
1.3.1 簡單衝胚或衝孔衝模	
1.3.2 從動或級進衝模	
1.3.3 截斷和衝孔衝模	
1.3.4 模座	
1.3.5 衝胚鋼衝孔複合衝模	
1.3.6 尺綱衝模	
1.3.7 橡皮衝模	
1.3.8 整平衡模	
1·4 模具及其元件之設計	45
1.4.1 彈簧導板與上模之扣接	
1.4.2 導板與衝頭板之嵌接	

1.4.3	分件衝模	
1.4.4	衝模內硬質金屬之使用	
1.4.5	Ferro-TiC 切削工具	
1.4.6	放電加工	
1.4.7	最小可衝孔徑	
1.4.8	模內廢料或胚料之排除	
1.4.9	級進或從動衝模之設計	
1.4.10	保護裝置	
1.5	衝胚和衝孔衝床	64
1.5.1	C型偏心衝床	
1.5.2	門式衝床	
1.5.3	高速衝床	
1.6	刮光	69
1.6.1	原理和方法	
1.6.2	特殊光衝床	
1.7	精密衝胚與精密衝孔	73
1.7.1	原理和方法	
1.7.2	使用機器	
1.8	冷流動剪斷	77
1.9	剪床	80
1.9.1	原理	
1.9.2	使用機器	
1.10	剪床附件	85
1.11	應用附件	92
1.12	安全裝置	97

第二章 彎形與引伸

S. von Marinelli

A. Davidson

2·1 概 說	103
2·2 彎 形	104
2.2.1 原理和方法	
2.2.2 使用工具和機器	
2.2.3 應用實例	
2·3 線 成 形	120
2.3.1 原理和方法	
2.3.2 使用工具和機器	
2.3.3 應用實例	
2·4 旋彎成形	130
2.4.1 原理和方法	
2.4.2 使用工具和機器	
2.4.3 應用實例	
2·5 深引伸成形	141
2.5.1 原理	
2.5.2 使用工具和機器	
2.5.3 深引伸成形之方法	
2.5.4 應用實例	
2·6 高速成形	167
2.6.1 爆炸成形	
2.6.2 電液力成形	
2.6.3 氣力機械成形	
2.6.4 電磁成形	

H.A.V. Lieshout
H. Swets
A. Davidson

第三章 流動成形

3·1 概 說	177
3·2 原理和方法	177
3.2.1 材料	
3.2.2 壓縮力	
3.2.3 潤滑	
3.2.4 常溫成形之分類	
3.2.5 使用工具	
3.2.6 使用機器	
3·3 鍛 粗	199
3.321 原理和方法	
3.332 使用工具和機器	
3.3.3 應用實例	
3·4 衝壓和壓印	210
3.4.1 原理和方法	
3.4.2 使用工具和機器	
3.4.3 應用實例	
3·5 衝 擠	226
3.5.1 原理和方法	
3.5.2 使用工具和機器	
3.5.3 應用實例	
3·6 桿 壓 擠	241
3.6.1 原理和方法	
3.6.2 使用工具和機器	
3.6.3 應用實例	

3·7 輥壓成形	247
3.7.1 原理和方法	
3.7.2 使用工具和機器	
3.7.3 應用實例	
3·8 其它加工方法	262
3.8.1 模壓	
3.8.2 型鍛和轉動型鍛	
3.8.3 抽線	
3.8.4 靜液力壓擠成形	
3.8.5 輥壓	
3.8.6 校直	

第四章 粉末冶金

F. Magendans

4·1 概 說	285
4·2 原理和方法	288
4.2.1 粉末之製造方法	
4.2.2 粉末之性質	
4·3 金屬粉末之壓實	294
4.3.1 原理和方法	
4.3.2 使用機器	
4.4 其它壓實方法	300
4.4.1 滑流鑄造	
4.4.2 金屬粉末之壓擠	
4.4.3 靜液力壓擠	
4.4.4 粉末輥壓	
4.4.5 高速壓實	

4·5 衝壓構造用零件之模具	311
4·6 燒 結	317
4.6.1 原理和方法	
4.6.2 合成材料	
4.6.3 使用設備	
4·7 燒結後之處理	326
4.7.1 燒結後之加工	
4.7.2 燒結材料之光製工作	
4·8 構造用零件之精加工	332
4·9 燒結製品之性質	332
4.9.1 機械性質	
4.9.2 物理性質	
4·10 應 用	343
4.10.1 構造用零件	
4.10.2 軸承材料	
4.10.3 過濾用材料	
4.10.4 摩擦材料	
4.10.5 接點材料	
4.10.6 硬質金屬	
4.10.7 Fe-TiC	
4.10.8 燒結刀柄	

第五章 流體成形

L.B.J. Janssen

5·1 概 說	357
5·2 金屬凝固時之物理性質	
5.2.1 收縮	

5.2.2	氣體之釋出	
5.2.3	偏析	
5.2.4	散熱	
5.3	鑄件之設計	367
5.3.1	概說	
5.3.2	鑄件結構之設計	
5.3.3	涉及鑄件清理之設計提示	
5.4	一般鑄造方法	377
5.4.1	砂模鑄造	
5.4.2	殼模鑄造	
5.4.3	包模鑄造	
5.4.4	重力模鑄造	
5.4.5	壓鑄法	
5.4.6	一般鑄造方法之相互比較	
5.5	特殊鑄造方法	426
5.5.1	連續鑄造	
5.5.2	澀鑄法	
5.5.3	離心鑄造	
5.5.4	雙金屬鑄造	
5.5.5	熔化模壓	
5.6	一般鑄造方法之變型	438
5.7	鑄造用金屬	447
5.7.1	概說	
5.7.2	分類	
5.7.3	各種鑄造金屬之性質	
5.8	鑄件之機械性質	486

5.9 鑄件之處理	486
5.9.1 鑄件之熱處理	
5.9.2 鑄件之清理	
5.10 鑄件之檢查	488
5.10.1 尺寸之檢驗	
5.10.2 表面瑕疵之檢驗	
5.10.3 內部瑕疵之檢驗	
5.10.4 機械性質之檢驗	
5.10.5 化學成份之分析	
5.10.6 耐蝕試驗	
5.11 定 貨	500

金屬成形加工

第一章 剪 斷 加 工

1.1 概 說

剪斷加工（或稱無切屑之加工法）為屬自標準之板材、條材或捲材製造零件之金工作法之一，其原理為利用機械方式施重壓力於材料上而剪斷之。壓力來自偏心衝床，工件因衝頭之作用而剪斷成形工業生產及對產量之需求（此項需求亦導致產品品質與精度標準之提高）的提高，刺激此類技術的廣泛應用與發展。機械產品和小型產品之迅速發展亦刺激此種技術之發展。為了適應這些精密之要求，因此需採用此種製造程序與方法，並配合量測系統、機器和材料以及衝模和其它工具之設計，方可達成。

效率乃為一應考慮之重要因素，其受特殊產品之總產量及其品質、精度和材料等條件之限制，而這些條件亦影響生產方法之選擇。

另外，尚須考慮產品功能之要求，最好能試以可預見的生產方法之潛在可能性去設計產品。

本章所討論的剪斷係指利用二工具之相對運動而切斷材料的工作程序，至於衝剪（punching）、衝胚（blanking）、衝孔（piercing）和切斷（cutting-off）均為剪斷之特殊型式。剪斷加工之主題乃利用對剪斷和衝模必備之知識，決定如何以最低之成本製造最佳之產品。

1.2 剪斷理論

1.2.1 衝剪過程

衝剪為利用衝頭 (punch) (1) 與模 (die) (3) 自一板材 (2) 上剪割精密外形之工作程序，見圖 1.1 a。

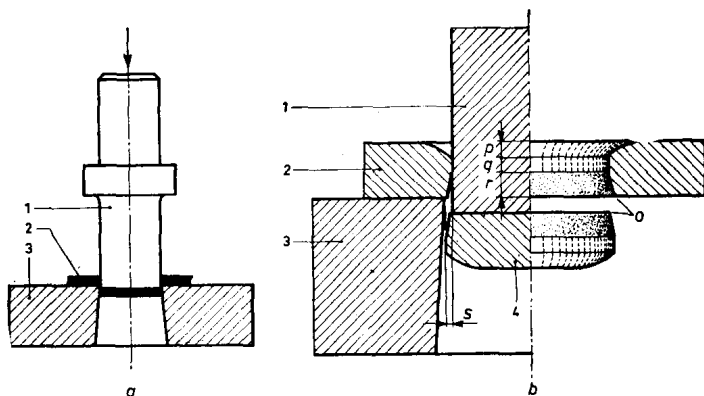


圖 1.1 衝剪

a. 衝模 b. 衝剪情形

1 = 衝頭 2 = 材料 3 = 模 4 = 胚料

衝孔工作有三個動作。首先，衝頭加壓於材料，迫使材料產生彈性變形。其次，衝頭開始刺穿材料，然後迫使材料產生塑性變形，而將外形內之材料壓入模口 (die opening)。最後發生剪斷和撕斷，材料因此而分為兩部份，一為胚料 (blank)，另為廢料 (scrap)，見圖 1.16。

圖 1.2 示衝孔動作的三個狀態。在第一個狀態 (如截面 a) 中，衝頭開始加壓力於材料，當超過材料之降伏點時，即發生彈性變形。

接着在第二狀態 (如截面 b) 中，衝頭刺穿材料，並將外形內之材料壓入模口內一相對深度，材料因此被壓至超過其降伏點而開始受