

塑性加工學

戴宜傑 編著

塑性加工學

定價：250元

中華民國75年6月初版
中華民國75年9月第二版

版權
所有
翻
印
必
究

編著及發行人：戴 宜 傑
地址：台北市新生南路三段11巷23號
電話：(02)708-8153
郵政劃撥：0147477-4
印刷者：立辰美術印刷有限公司
電話：(02)591-6161

台內著字第40908號

經銷：新陸書局
股份有限公司

台北市南昌街一段125巷4號
電話：(02)3512587
(02)3951232
郵政劃撥：號碼：0758380-0

塑性加工學

戴宜傑 編著

國立台灣工業技術學院教授

前言

塑性加工在機械加工中屬於無切屑加工的範圍。此範圍包括鍛造、擠型、旋壓成型、輾製螺紋、液壓引伸及爆炸成型等。

本人應二年制及五年制工業專科學校教材之需求及提供鍛造工業界技術人員在工作方面之輔助，特撰寫此書。

全書分六章，茲將各章內容特點簡介如下：

第一章 鍛造概論——敘述鍛造機械之構造及功能。

第二章 加熱鍛造方法——敘述鍛模種類及各種實用鍛造加工。

第三章 冷鍛加工——敘述材料變形理論及工業上普遍使用的冷鍛方法，包括近代發展之旋壓成型，公及母螺紋輾製及旋轉捶擊等加工。

第四章 剪斷加工——敘述棒材、管材及板材的精密下料方法。

第五章 棒材及管材彎形加工——敘述彎形原理、彎形限界及彎形方法。

第六章 特殊塑性加工法——敘述非傳統模具之加工方法。

著者 撰寫於國立台灣工業技術學院機械系

75年元月

目 錄

第一章 鍛造概論	11
第一節 鍛造用之鍛錘及壓床	11
A. 鍛錘	11
B. 機械沖床	21
C. 油壓機	37
第二節 鍛錘、沖床及油壓機的選用	40
A. 根據加工情況所選用者	40
B. 根據所需鍛造能量選用大或小的機械	41
第三節 鍛模及其材料	42
A. 熱鍛鍛模材料之選用	42
B. 冷鍛鍛模材料之選用	42
第四節 鍛造品材料之選用	43
A. 冷或溫鍛造品材料之選用	43
B. 熱鍛造品材料之選用	43
第二章 熱鍛造方法	46
第一節 開模鍛造	46
A. 壓縮應力的求法	49
B. 壓縮應變的求法	53
第二節 閉模鍛造	55

第三節 加熱軋軋	57
A. 平板軋軋	57
B. 軋軋加工	60
C. 橫向熱軋軋	63
第四節 前向熱擠	66

第三章 冷鍛加工 69

第一節 材料塑性理論基礎	69
A. 應力與應變塑性曲線	69
B. 材料的加工硬化	70
C. 降伏條件	71
D. 變形法則	73
E. 變形抵抗	74
F. 材料的應變率對於加工之影響	74
第二節 壓印加工	76
A. 壓印沖床	76
B. 壓印加工狀況	80
C. 壓印加工壓力的估計	83
第三節 鍛頭加工	85
A. 鍛頭程序之例	85
B. 鍛頭機	87
C. 鍛頭加工限界	90
D. 預鍛推拔頭尺寸之制定	92
第四節 冷擠加工	93
A. 冷擠加工的分類	93
B. 後向擠出	95

C. 前向擠出	117
D. 前向及後向擠出	129
E. 冷（或溫）擠用之加工材料	130
F. 冷（或溫）擠用的潤滑劑	132
第五節 輾薄引伸	135
A. 加工及材料流動狀況	135
B. 壁厚減少率 ϵ_t	135
C. 沖頭壓力之計算	137
D. 沖模	138
E. 輾薄加工限界	138
第六節 旋壓成型	139
A. 旋壓成型分類	139
B. 冷擠製品之例	173
第七節 公螺紋輾製法	189
A. 螺紋輾製機	189
B. 螺紋輾子	189
C. 螺紋輾製特性	192
D. 螺絲胚料直徑尺寸之決定	192
E. 螺紋輾子轉速及進給率	192
第八節 母螺紋輾製法（無槽絲攻加工）	194
A. 使用機器	194
B. 無槽絲攻之設計	194
C. 無槽絲攻之型式	194
D. 預製鑽孔直徑之制定	198
E. 母螺紋輾製加工	198
F. 母螺紋輾製加工力矩	203

G. 母螺紋輓製加工速度	204
第九節 旋轉捶擊法	205
A. 旋轉捶擊機	205
B. 旋轉捶擊加工	208
C. 捶擊模之設計	209
D. 旋轉捶擊製品之例	210

第四章 剪斷加工 216

第一節 圓形棒材剪斷加工	216
A. 一般圓形棒材剪斷面的形成	216
B. 料塊體積之誤差	217
C. 圓棒材剪斷方法	217
D. 剪斷機	220
E. 剪斷機加工說明	223
F. 圓棒材剪斷壓力 P 之估算	224
第二節 管材剪斷加工	225
A. 心鐵剪斷法	225
B. 二重剪斷法	226
第三節 板材剪斷加工	228
A. 剪斷原理	228
B. 金屬板剪斷過程	229
C. 金屬板剪斷面的形狀	230
第四節 精密下料加工	232
A. 精密下料的定義	232
B. 精密下料原理	232
C. 精密下料沖頭設計	234

D. 精密下料冲床	241
E. 精密下料加工	247
F. 各項壓力估計	251
第五章 棒材及管材彎形加工	254
第一節 彎形原理	254
第二節 材料的彎形限界	255
第三節 彎形方法	256
A. 固定冲模彎形	256
B. 活動冲模彎形	258
C. 棒材、管材及板材迴轉彎形	263
第六章 特殊塑性加工法	275
第一節 聚合優力膠或橡膠充當母模之成型法	275
A. 聚合優力膠的彈簧特性	275
B. 冲模構造	277
第二節 液壓引伸加工法	291
A. 動力液壓法	291
B. 動力及靜力液壓法	292
C. 模穴充水引伸法	294
第三節 反轉引伸法	299
A. 反轉引伸法的檢討	299
B. 反轉引伸法之製品實例	301
第四節 膨脹法	302
A. 優力膠膨脹法	302
B. 液壓膨脹法	305

第五節 爆炸成型法	308
A. 爆炸成型之特長	308
B. 爆炸成型之方法	308
C. 爆炸成型製品之例	315

第一章 鍛造概論

第一節 鍛造用之鍛錘及壓床

鍛造加工是將金屬塊在常溫或高溫下施加壓力，使其在鍛模內大量變形而成為製品的形狀。施加壓力所用的機械稱為鍛錘或壓床。鍛造工件例如■1.1.1所示。

A. 鍛錘

(A) 自由落下鍛錘

■1.1.1(a)為鍛錘之照相圖。■1.1.1(b)為此鍛錘之線條圖。■1.1.1(c)為此鍛錘動力傳動部份。

1. 落錘主要部份之名稱及功用

- ①繞捲輪——由於馬達的動力，此輪使升降帶⑦提升或下降。
- ②冷却箱——內藏齒輪泵、冷却及潤滑繞捲輪之用。
- ③控制鈕——控制撞體上升之高度。
- ④體架——鍛錘的直立支架。
- ⑤槓桿——操縱轆輪⑥。
- ⑥轆輪——受槓桿⑤之作用，緊貼着升降帶。(圖1.1.1(c))
- ⑦升降帶——纖維材料製成，提升或放縱撞體⑨之用。

第一節 鍛造用之鍛錘及壓床

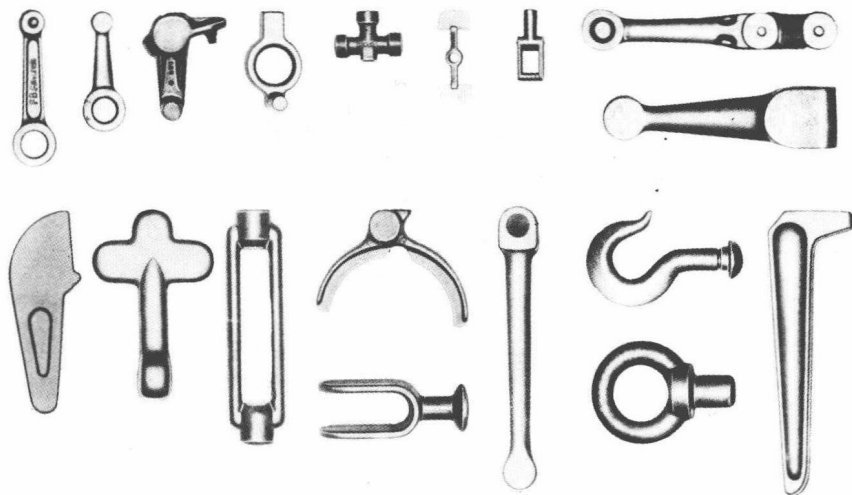


圖 1.1 鍛件之例

⑧接頭處——升降帶與撞體⑨之連接。

⑨撞體——由自身重量及其自由落下的加速度所產生的動能供鍛造加工之用。

⑩鬆緊把手——旋轉把手可夾緊或放鬆撞體⑨。

⑪上鍛模——鍛模的上部份，安裝在撞體的下面。

⑫下鍛模——鍛模的下部份，安裝在鐵砧之上。

⑬鐵砧——承載着下鍛模，承受鍛造加工的衝擊力。

⑭底座——鍛錘的基座。

2. 鍛錘機構之操作

自由落下鍛錘之操作程序如下：

啓動馬達→繞捲輪①捲起升降帶⑦→撞體⑨上升接觸控制鈕③→由③的作用使⑨停止→撞體⑨自由降下，供給鍛造能量。

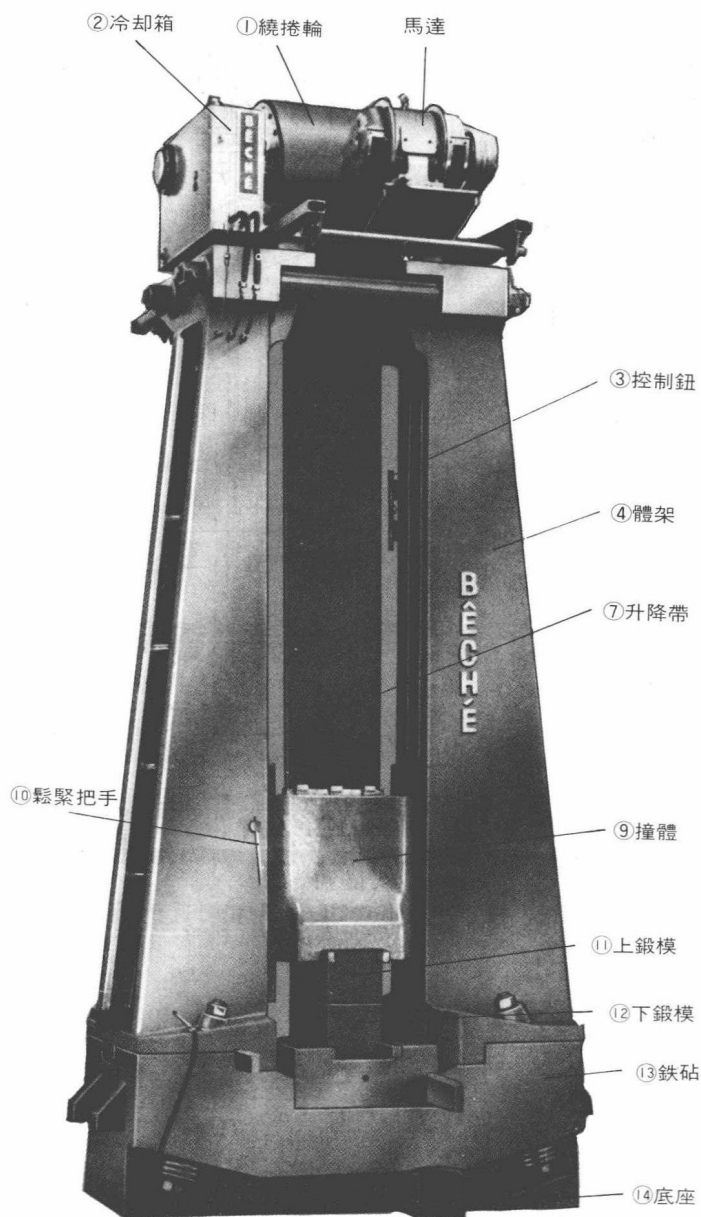


圖 1.1.1 (a) 自由落下鍛錘

第一節 鍛造用之鍛錘及壓床

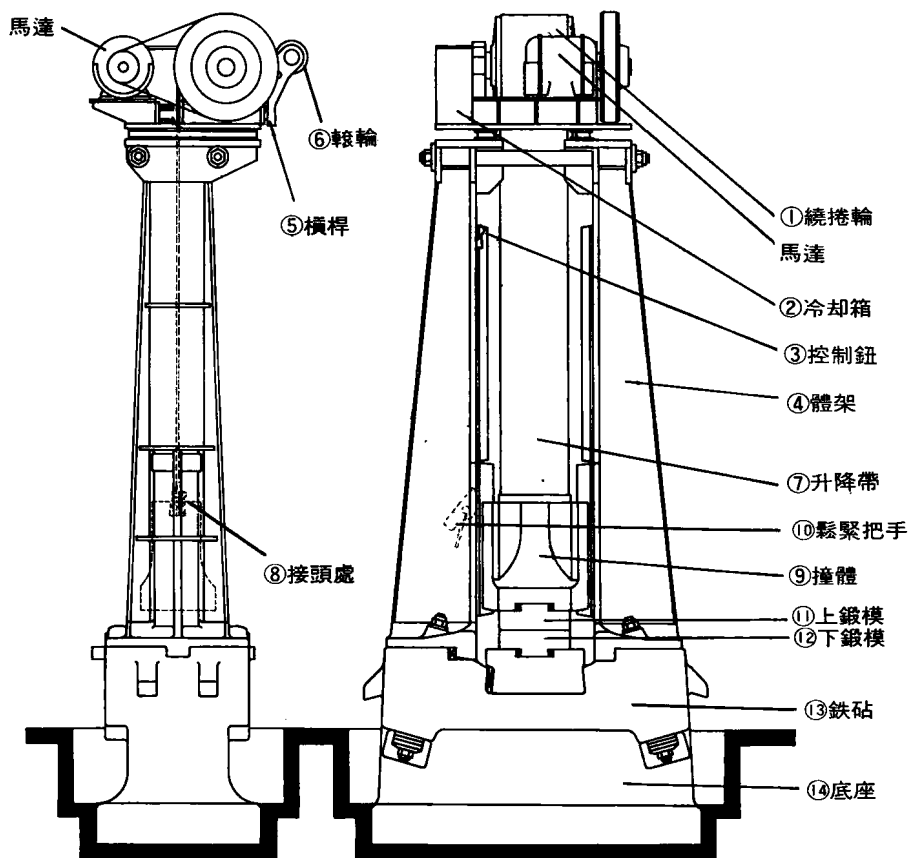


圖 1.1.1 (b) 圖 1.1.1 (a)之正視及右側透視圖

3. 自由落下鍛錘的特性

(1) 構造簡單

(2) 鍛造能量為撞體⑨落下來的動能E，

$$E = \frac{1}{2g} GV^2$$

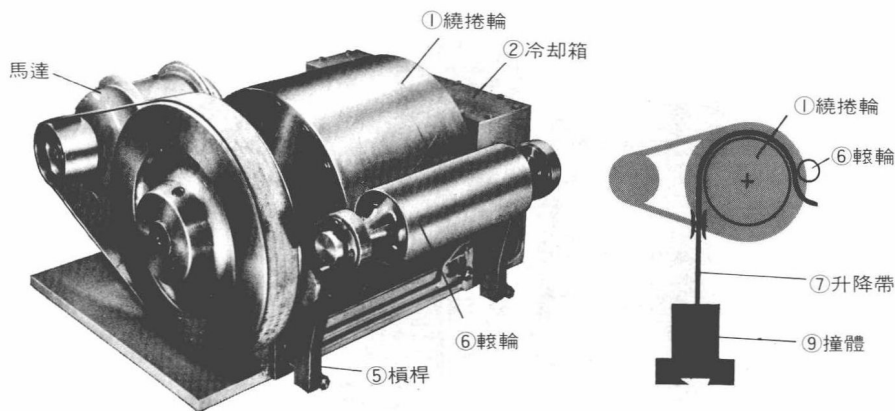


圖 1.1.1 (C) 鍛錘傳動部份

式中 G = 撞體⑨連同上部鍛模之重量

V = 撞體進行鍛造時之速度

g = 重力加速度, 980 mm/sec^2

4. 自由落下鍛錘之最大鍛造能量

鍛造能量可以根據撞體之重量，利用上面公式估計之。鍛造機之大小，製造商則以撞體之重量稱呼之，如 200 kg 鍛錘、500 kg 鍛錘等。

(B) 空氣(或蒸氣)動力鍛錘

空氣錘及蒸汽錘的構造相似，前者利用壓縮空氣作為動力，後者則利用蒸汽作為動力。但因蒸汽出自鍋爐，設備煩雜，故工廠中多採用空氣錘。

1. 空氣錘主要部份之名稱及功用

■1.1.2(a)為空氣動力鍛錘之照相圖，■1.1.3(b)為其縱斷面圖。

①體架——承載空氣錘的各零件。

②蝸母——與蝸母輪②相配，減低曲軸②的轉速。

③皮帶及皮帶輪——傳遞馬達②的動力，使蝸母②旋轉。