

應用新科技

最新實用 塑膠成形加工

プラスチック成形加工入門

廣惠章利
本吉正信 原著

復漢出版社印行



630695



A0405173

香港總代理
香港世界出版社

香港荃灣德士古道220號—248號

荃灣工業中心14樓

電話：0-289081-6

定價：16.15

序

這是一本最新的實務書，旨在提供最現代技術的塑膠成形加工方法。與坊間既有的出版品，內容上有所不同的。

本書全盤討論塑膠成形加工的各種問題，並加強介紹現在塑膠成形工業分野的核心——射出成形。說明塑膠材料的基礎、材料的成形特性及各種塑膠成形方法的概要。

第1篇（總論）敘述有關塑膠成形加工的基本事項，及各種塑膠成形法。第2篇（射出成形加工）詳述射出成形及有關的問題。

通常塑膠成形品的品質要求可總括為製品外觀、尺寸精度、機能（物性）三項目，爲了提高商業界產品品質本書的重點在塑膠成形品品質上的各種問題，並從成形技術的觀點討論。

本書敘述盡量淺易，並仔細解說成形材料的問題、成形機械、模子、成形操作、2次加工的問題，對較難的專用術語都有注釋，數學式也止於最少限度，圖表、照片等很豐富，力求容易瞭解。

本書爲成形加工的專門書，可爲塑膠成形工廠第一線技術者的入門書，也可爲塑膠關連製品廠第一線技術者利用塑膠品時的手冊。

但因篇幅有限，只好著重基本事項，特殊技術不在本書篇幅之內，或因而有說明不周之處，尚待諸先進不吝斥正。

日文版 1979 年 5 月 30 日出版

中文版 1979 年 10 月 19 日完稿

編著

化工製造實用參考

界面活性劑

大專相關之科系
本書適用參考選用

理學科系
工學科系
農業科系
醫學科系
家政科系

相關之工業界
本書適用參考

資源化學
環境衛生
帶電防止
清潔洗劑
纖維織染
潤滑防腐
礦物浮選
工業油脂
食用油脂
藥劑製造
肥料製造
化粧品製造
消防化學劑

熔接專門技術用書

- 1 熔接原理與裝置
- 2 熔接管理方法
- 3 中、厚鋼板軟鋼熔接技術
- 4 薄鋼板軟鋼熔接技術
- 5 形鋼、鋼管構造熔接技術
- 6 配管、導管熔接技術
- 7 低溫用鋼熔接技術
- 8 不銹鋼、耐熱鋼熔接技術
- 9 加焊硬面熔接技術
- 10 鑄鋼、鑄鐵熔接技術
- 11 鋁熔接技術
- 12 銅、銅合金、鈦、鈦合金熔接技術
- 13 異種金屬熔接技術
- 14 高張力鋼熔接技術

現代機械設計輯覽

熱處理技術用書

1. 熱處理的基礎 (I)
2. 熱處理的基礎 (II)
3. 鋼鐵表面熱處理
4. 特殊鋼的熱處理
5. 鑄物與非鐵金屬材料的熱處理
6. 工具的熱處理
7. 機械構件的熱處理 (I)
8. 機械構件的熱處理 (II)
9. 熱處理的試驗與設備
10. 金屬組織與缺陷

鑄造技術用書

- | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|------|--------|--------|--------|-----|---------|
| 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 鑄造工場設備 | 鑄成品之整修 | 鑄物之試驗檢查 | 燃料、耐火物 | 特殊鑄造技術 | 特殊鑄造技術 | 普通鑄造技術 | 鑄造用模型 | 鑄物設計 | 非鐵合金鑄物 | 特殊鑄鐵鑄物 | 普通鑄鐵鑄物 | 鋼鑄物 | 鑄造技術的基礎 |

工業實用技術

機械技術用書

衝床作業讀本

最新板金工作法

最新機械製圖讀本

工具機之電系控制

1422種機械運動機構

圖解衝床模具構造與設計

微細加工技術

玩具遙控設計製作

自動機械機構學

工模設計製作技術實務

復漢出版社印行

復漢出版社印行

應用新科技

最新實用
塑膠成形加工
プラスチック成形加工入門

廣 惠 章 利
本 吉 正 信 原著

復漢出版社印行

最新實用塑膠成形加工

目 次

第 I 篇 總論

第 1 章	引言—現狀與將來	1
第 2 章	聚合物的構造與改質	4
2.1	聚合物的構造	4
2.1.1	何謂聚合物	4
2.1.2	橡膠、塑膠、纖維	6
2.1.3	成束容易性	6
2.1.4	結晶化的容易性	7
2.1.5	彈性體	9
2.2	聚合物的改質	10
2.2.1	防止聚合物分解	10
2.2.2	難燃化	12
2.2.3	軟化	12
2.2.4	減輕、加重	13
2.2.5	硬化、強化	14
2.2.6	聚合物混合	16
第 3 章	塑膠成形材料	18
3.1	有那些塑膠	18
3.2	熱硬化性塑膠	20
3.2.1	酚樹脂	20
3.2.2	氨基樹脂	22
3.2.3	不飽和聚酯	22
3.2.4	環氧樹脂	23
3.3	熱可塑性塑膠	24
3.3.1	結晶性塑膠	24
3.3.2	非晶性塑膠	28
3.3.3	新塑膠	30
3.4	成形品的應用特性	31
3.4.1	電特性	31
3.4.2	機械性特性	33

3.4.3 建材特性.....	34	3.4.4 輸送、包裝特性	35
-----------------	----	---------------	----

第4章 成形加工法概要 36

4.1 成形加工的原理.....	36
4.1.1 熔化(可塑化).....	36
4.1.2 流動(賦形)...	37
4.1.3 凝結(冷却)...	38
4.2 成形加工法與機械.....	39
4.2.1 壓縮成形.....	41
4.2.2 transfer成形...	43
4.2.3 射出成形.....	43
4.2.4 押出成形.....	44
4.2.5 中空成形(blow	44
molding) ...	49
4.2.6 輪壓成形.....	50
4.2.7 熱成形.....	52
4.2.8 流動成形.....	53
4.2.9 積層成形.....	55

第II篇 射出成形加工

第5章 射出成形用模具 56

5.1 射出成形用模具的基本構造.....	56
5.1.1 射出成形用模具的種類.....	56
5.1.2 模子基座.....	58
5.1.3 雌模部.....	59
5.2 橫澆道與澆口(澆道系統).....	60
5.2.1 豎澆口.....	60
5.2.2 橫澆口.....	61
5.2.3 滯料部(slag well).....	61
5.2.4 澆口的設法.....	62
5.2.5 澆口的種類形狀.....	63
5.2.6 無澆道模子.....	68
5.2.7 排氣孔.....	73
5.3 成形品的頂出裝置.....	74
5.3.1 製品的頂出.....	74
5.3.2 橫澆道的頂出.....	76
5.4 under cut 的處理.....	77
5.4.1 何謂under cut.....	77
5.4.2 避免under cut的製品設計.....	77
5.4.3 under cut 部份的強制脫模.....	79
5.4.4 滑動雌模構造.....	79
5.4.5 分件模構造(split mold).....	81

5 . 5	模子的溫度控制	83
5.5.1	溫度控制的必要性	83
	5.5.2 溫度控制法	83
		83

第6章 射出成形機 85

6 . 1	射出成形機的種類	85
6 . 2	射出裝置	88
6.2.1	代表性射出裝置的構造與特色	89
	主要部分	92
6.2.2	螺桿式射出裝置的	95
6.2.3	排氣式射出裝置	95
6 . 3	鎖模裝置	99
6.3.1	直壓式鎖模裝置	99
6.3.2	肘節式鎖模裝置	101
6.3.3	肘節、直壓式鎖模裝置	105
6 . 4	製品的頂出裝置	106
6.4.1	機械式頂出裝置	106
6.4.2	油壓式頂出裝置	106
6 . 5	油壓裝置	107
6.5.1	油壓的基本知識	107
6.5.2	油壓缸	109
6.5.3	油壓泵	111
6.5.4	油壓閥	113
6.5.5	蓄壓器	115
6 . 6	射出成形工程的控制方法	116
6.6.1	基本觀念	116
	控制	117
6.6.2	利用固態回路	116
6.6.3	射出工程的Program	120
6.6.4	用電腦控制射出行程工程	120
6 . 7	射出成形機的性能或大小的表示法 (型錄數值的看法)	120
6.7.1	選擇射出成形機時的關鍵	121
6.7.2	關連成形品之大小者 (成形能力)	121
6.7.3	關連模子之大小者 (模子關連尺寸)	124
6.7.4	關連成形循環者	126

第7章 周邊機器 128

7 . 1	何謂周邊機器	128
-------	--------	-----

7.2	關連成形材料的處理和供給者	128
7.2.1	箱形乾燥機(恆溫槽)	128
7.2.2	漏斗乾燥器	129
7.3	關連製品之取出者	133
7.3.1	製品的自動取出裝置	133
7.3.2	製品的落下確認裝置	133
7.4	模子的溫度調整裝置	138
7.2.3	漏斗進料器	129
7.2.4	粉碎機	132
7.3.3	輸送帶	136

第8章 射出成形實務 140

8.1	成形材料流動特性的表示方法	140
8.1.1	熔融流動指數	140
8.1.2	渦旋流動長度	140
8.2	代表性塑膠材料的射出成形要訣	141
8.2.1	結晶性塑膠的射出成形	141
8.2.2	非晶性的塑膠射出成形	144
8.3	特殊材料的射出成形	146
8.3.1	玻璃纖維強化塑膠的射出成形	146
8.3.2	難燃性塑膠的射出成形	147
8.3.3	低發泡塑膠的射出成形	147
8.4	熱硬化性塑膠的射出成形	149
8.4.1	熱硬化性射出成形法概要	149
8.4.2	熱硬化性射出成形材料	151
8.4.3	射出成形條件	151
8.4.4	熱硬化性射出成形用模子的關鍵	152
8.4.5	熱硬化性塑膠用射出成形機	153
8.5	成形材料的預備乾燥	155
8.5.1	預備乾燥的目的	155
8.5.2	預備乾燥的方法	156
8.6	成形材料的着色	157
8.6.1	利用乾式着色劑的方法	157
8.6.2	利用master batch的方法	157
8.6.3	利用押出機的方法	157

8.6.4	利用液狀着色劑的方法	158
8.7	換料作業	158
8.7.1	同一樹脂的換色	158
8.7.2	異種材料的更換	158
8.8	成形不良的原因與對策	159
8.8.1	充填不足	160
8.8.2	毛口過剩	160
8.8.3	收縮下陷	160
8.8.4	氣泡	161
8.8.5	破裂	162
8.8.6	白化	162
8.8.7	翹曲、扭曲	162
8.8.8	熔接線	164
8.8.9	流痕	165
8.8.10	噴痕	166
8.8.11	銀條	166
8.8.12	燒焦	167
8.8.13	黑條	167
8.8.14	光澤不良(模糊)	167
8.8.15	表面剝離(層裂)	167

第9章 成形品的品質 169

9.1	成形品的尺寸精度	169
9.1.1	成形品發生尺寸誤差的理由	169
9.1.2	成形品的尺寸精度與模子構造的關係	170
9.1.3	成形收縮率	172
9.1.4	射出成形品的標準尺寸精度	177
9.2	塑膠成形品的實用物性	179
9.2.1	一般的特色	179
9.2.2	耐熱特性的重要性	179
9.3	成形品的機械性性質	179
9.3.1	與模子設計、成形方法等的關係	179
9.3.2	殘留應力所致成形品的破壞	184
9.4	成形品的加熱、調濕處理	185
9.4.1	退火	185
9.4.2	後烘烤	187
9.4.3	調濕處理	187

第10章 成形品的設計 189

10 . 1	成形品設計的基本事項	189
10.1.1	設計過程	189
10.1.2	分模緣的決定法	
10 . 2	構造設計的要點	190
10.2.1	退模斜度	190
10.2.2	肉厚	190
10.2.3	補強肋	191
10 . 3	使成形品獲得裝飾效果 (加飾) 的方法	195
10.3.1	加飾方法的種類	195
10.3.2	文字、數字、記號	195
10.2.4	轂部	192
10.2.5	以螺紋結合成形品	193
10.3.3	褶皺加工面	196

第11章 成形品的整形與二次加工 197

11 . 1	整修	197
11.1.1	澆口整修	197
11.1.2	擦光加工	198
11 . 2	接着	199
11.2.1	用溶劑接着	199
11.2.2	用接着劑接着	199
11 . 3	熱熔着	200
11.3.1	熱歛縫	200
11.3.2	超音波熔着	200
11 . 4	塗裝與印刷	202
11.4.1	塑膠塗裝須知	202
11.4.2	塗料	203
11.4.3	印刷	203
11 . 5	熱壓印	204
11.5.1	何謂熱壓印	204
11.5.2	熱壓印箔	205
11.5.3	加工方法	205
11 . 6	鍍金	206
11.6.1	真空蒸着	206
11.6.2	塑膠鍍金 (電解鍍金)	207

第 1 篇 總論

1. 引言—現狀與將來

不論動物、植物，各種生物的基本成分都是蛋白質、纖維質等高分子物質，直到本世紀才以適當的化學反應作出此種高分子物質。

以 1939 ~ 1945 年的二次大戰為契機，合成化學工業顯著發達，技術上、數量上都大有進展，掀開塑膠時代，合成高分子物為完全異於天然高分子的新化合物，有斬新的特性，且有天然高分子物的長處。輕而容易成形加工，透明，耐水，不腐敗，不導電，不傳熱，對吾人的生活改善大有貢獻，這已是一個不可缺少塑膠的新時代，從電子機器到各種家庭用品，甚至塗料、接著劑、建材、包裝材，無一不利用塑膠。

所謂塑膠 (Plastics) 是指以分子量很大的有機化合物為主體，最終狀態常為固體，但途中可藉熱、壓力等的作用而流動化，可自由成形的一群材料。亦即為有機高分子化合物而可自由成形的一群材料。高分子化合物而不能自由成形者不算是塑膠。將高分子化合物改質，加補助材料而能自由成形者即是塑膠。例如纖維素雖為高分子，却不能自由成形，若加醋酸或酪醋酸，成為醋酸纖維素、酪醋酸纖維素，即可自由成形，可視為塑膠的一員。

可見塑膠的一大特色是可自由成形，這也是它本身名稱的來源，Plastics 為英語，其語源為希臘語的「Plastikos」，意義為「生長」「成形」「發達」等，「成形」即為「可塑性」。

孟山都化學公司的普拉爾薩認為理想的塑膠是鋼般的強、羽毛般的輕，玻璃般的透明、石英般的耐熱、紙般的便宜。目前尚無塑膠符合這些條件。例如與碳纖維複合時，比鋼強，發泡品也輕如羽毛，也可如玻璃般透明，但未有完全滿足這些條件的塑膠，也許今後也不可能合成。但可依其使用目的，利用有所需優秀特性的塑膠。

歷史最久的塑膠是賽璐珞，這是以硝酸將天然纖維素變成硝基纖維素，再加樟腦而可成形，由美國的海約特在 1870 年發明。但這是由天

然高分子衍生而成，最先由低分子物作成的是貝克蘭博士發明的酚樹脂，貝克蘭使酚與福馬林反應，作成松脂狀粘稠物，將之成形，為紀念發明人而命名 bakelite (電木)，至今酚樹脂仍慣用 bakelite 之名，宣告塑膠誕生。此樹脂為熱硬化性，有耐熱性，富電絕緣性，主要用於插頭、絕緣性積層板等電器，逐步擴大用途，不過正式的發展是在二次大戰後。

日本戰前的塑膠最高產量是在 1940 年頃，酚樹脂 7000 噸，尿素樹脂 50 噸，以煤炭為原料，其數量在今天看來實微不足道，戰後，日本從美國等引入各種塑膠技術，以石油為原料的熱可塑性塑膠更是突飛猛進。塑膠原料是在 1957 年改用石油，以 naphtha 分解生產乙烯，其後的塑膠生產量如圖 1.1 所示，1965 約 190 萬噸，1974 年達世界第 2 位的 670 萬噸，在此時期發生石油危機，油價暴漲，又逢經濟蕭條，生產量在 1975 年降為 516 萬噸、1976 年 580 萬噸、1977 年 584 萬噸，日漸復甦。

表 1.1 為近年的世界塑膠生產量，1975 年的世界性石油危機造成的影響也在 1976 年回復，開始增加。

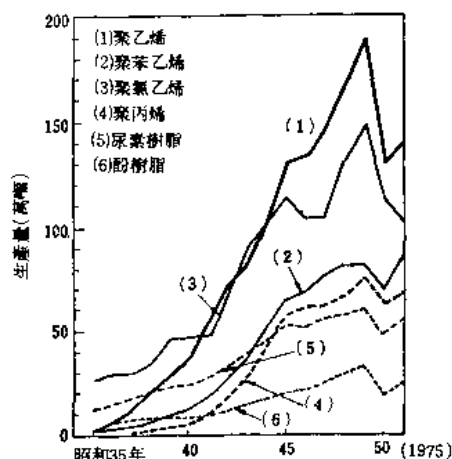


圖 1.1 塑膠生產量的推移(日本)

表 1.1 世界塑膠生產量

(單位: 1000 噸)

	美國	西德	日本	蘇聯	意大利	法國	英國	其他	總計
1974	12,445	6,271	6,693	2,500	2,650	2,616	1,865	9,738	44,783
1975	9,626	5,046	5,167	2,800	2,150	2,030	1,662	9,988	38,469
1976	12,400	6,440	5,803	(3,100)	(2,500)	(2,400)	2,070	11,005	45,718

構造與塑膠同樣的化合物(有機高分子化合物)有橡膠、合成纖維，橡膠、塑膠、合成纖維的區別在常識上很簡單，橡膠有彈性，加外力時會變形，外力消失時，回復原形，纖維成線狀，容易識別。為何同為有機高分子化合物，却會有如此不同？這是很難答覆的問題，但也是塑

膠的根本問題，詳第2章。確是同為高分子物，隨塑膠的發達而激增，例如合成纖維的生產量在1976年達125萬噸，合成橡膠在1974年達88萬噸。

塑膠今後的展望如何？表1.2為美國Predicasts公司的預估，1990年將達1億8千萬噸，每年成長率約9%。

表1.2 未來塑膠生產量的推定 (單位:1000 噸)

	人口 (100萬人)	消費 (kg/人)	TS	TP	PE	PP	PVC	PS	其他	總計
1963~ 1965	3,227	3.8	4,311	8,273	2,429	224	2,740	1,343	1,537	12,584
1972~ 1974	3,820	10.9	10,750	32,582	11,675	2,419	8,536	4,715	5,237	43,332
1990	5,202	34.6	30,760	152,880	57,565	18,270	35,075	20,380	21,590	183,640
年成長率 實際	1.9	12.4	10.7	16.5	19.1	30.0	13.5	15.0	14.6	14.7
預測	1.8	7.0	6.4	9.5	9.8	12.6	8.7	9.0	8.7	8.9

(Predicasts 公司，美國)

(注) TS:熱硬化性樹脂·TP:熱可塑性樹脂

但今後要考慮石油資源的前途，將從大量揮霍無度的高度成長時期，轉變為整理目標而較有效活用的安定成長時代，也要慮及塑膠廢品的公害問題，為了較有效活用，例如感光性樹脂、半導體高分子、醫用高分子等機能性高分子材料、或與無機資源、天然高分子複合，適應自然界的循環。

塑膠有無限的可能性，可直接成形為複雜形狀的最終製品，可減少能源的消費，這也是戰後取代木材、金屬、玻璃材料，顯著發展的理由。若能具備各種優秀的機能，並納入自然界的循環過程，無疑是完美的素材。解決之道，首在充分瞭解塑膠。