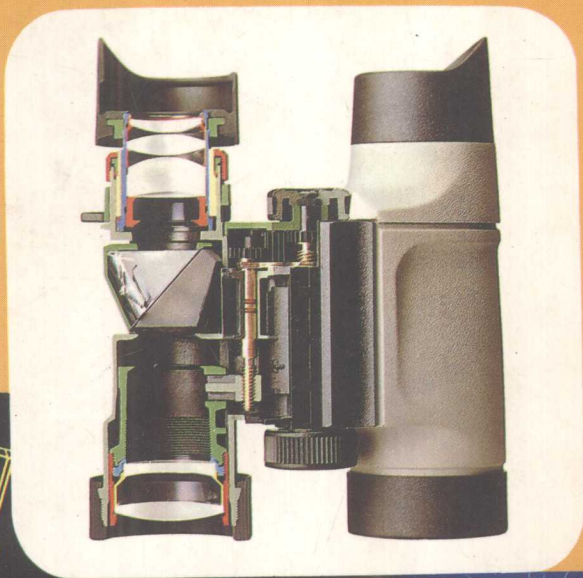


塑膠產品設計

張子成 編著



 全華科技圖書公司 印行

塑膠產品設計

張子成 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

國立中央圖書館出版品預行編目資料

塑膠產品設計 / 張子成編著 . - - 初版 . - - 臺

北市：全華，民 81

面； 公分

參考書目：面

ISBN957-21-0240-0（平裝）

1. 塑膠加工

467.4

81004035

法律顧問：蕭雄淋律師

塑膠產品設計

張子成 編著

定價 新台幣 250 元

初版一刷 / 81年 9 月

圖書編號 021 22 39

版權所有・翻印必究

出版者 / 全華科技圖書股份有限公司

地址：台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話：5071300(總機) FAX:5062993

郵撥帳號：0100836-1 號

發行人 / 陳 本 源

印刷者 / 宏懋打字印刷股份有限公司

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

ISBN957-21-0240-0

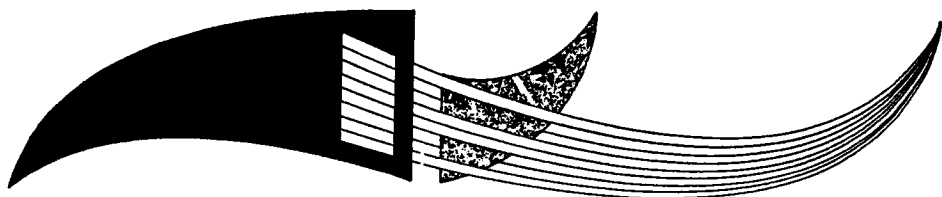
我們的宗旨：

**提供技術新知
帶動工業升級
為科技中文化再創新猷**

資訊蓬勃發展的今日，
全華本著「全是精華」的出版理念
以專業化精神
提供優良科技圖書
滿足您求知的權利
更期以精益求精的完美品質
為科技領域更奉獻一份心力！

為保護您的眼睛，本公司特別採用不反光的米色印書紙！！

序 言



設計是產品的心臟，好的設計不僅能充分發揮產品的品質，更能具有實質的價值而在市場上創造利潤。所以，產品設計是企業經營的核心，亦是工業界不斷進步的不二法門。

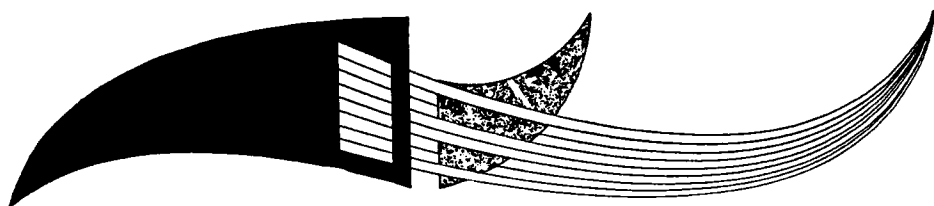
由於塑膠材料的多樣適用性、易加工性及低成本高價值性，遂使得塑膠產品設計成爲一種精緻的藝術與能滿足消費者期望的工具。鑑於坊間此類中文書籍，實如鳳毛麟角，故不揣淺陋，願獻綿薄之力幫助業界，以提昇國內塑膠產品設計之水準。

本書乃趁公餘之暇，參考多種國外期刊、技術文獻及書籍編寫而成，並承蒙同事們之資料提供及李吉祥先生的悉心校閱，在此一併致謝。

有感於科技之進步，一日千里，本書在內容上亦需不時添入新知。企盼各先進不吝賜教，並請諸位讀者提供寶貴意見，以互相交流、成長。謹先致上萬分謝忱。

張子成 謹識

編輯部序

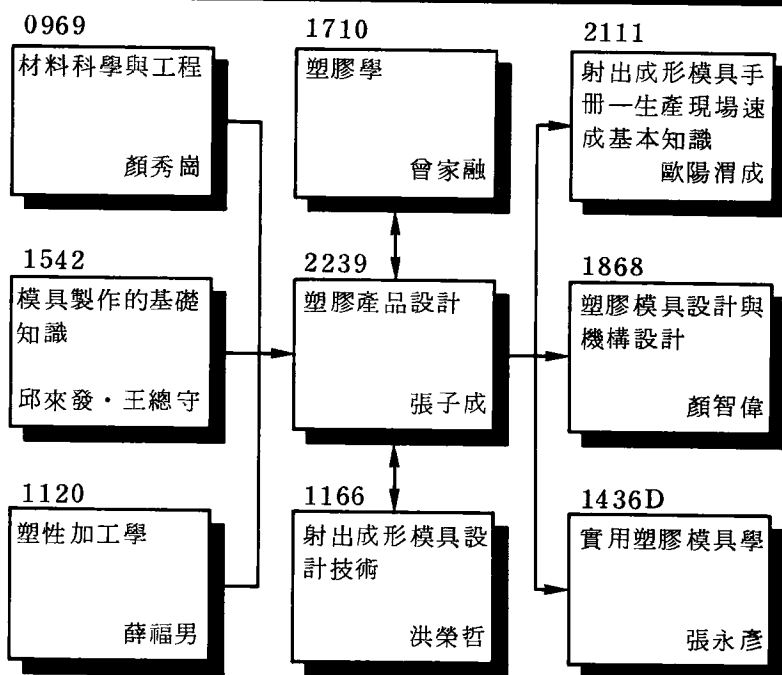


「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

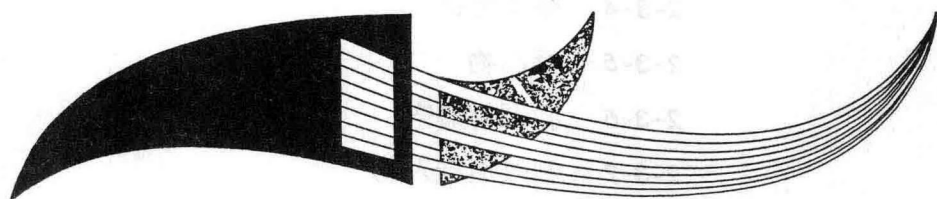
作者張子成先生任職工研院化工所，對塑膠材料已有多年研究經驗。本書由高分子物性、化性及機械性進而去設計並探討如何選擇適當的塑膠材料，並將塑膠模具製作中，易遇到之不良狀況一一解說，並提供解決之道。文中對日益嚴重之廢棄物也有再回收、再製作的各種方法。對學校「塑膠模設計」及從業人員而言是一本值得大夥相互推薦的一本好書。

同時，爲了使您能有系統且循序漸進研習相關方面的叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠爲你服務。

流程圖



目 錄



第一章 塑膠概論

	1
1-1 分 類	2
1-2 高分子物性、化性與結構之關係	8
1-3 高分子之機械性質	9
1-3-1 應力與應變	10
1-3-2 蠕變與鬆弛	14

第二章 設計原則與方法

	17
2-1 通 論	18
2-2 原型之設計	20
2-2-1 機械加工圓桿或平板、塊法	21
2-2-2 鑄模法	21
2-2-3 原型模具法	22
2-2-4 生產試模法	22
2-3 產品設計	23
2-3-1 壁 厚	23

2-3-2	半 徑	26
2-3-3	傾斜角	27
2-3-4	肋及角板	28
2-3-5	浮凸物	29
2-3-6	孔洞及鑄空	33
2-3-7	螺紋與嵌入物	36
2-3-8	尺寸公差	40
2-4	模具設計	40
2-4-1	澆道襯套及其拉出機構	41
2-4-2	傳統之模具	42
2-4-3	無澆道模具	47
2-4-4	澆 口	49
2-4-5	排 氣	53
2-4-6	頂出機構	55
2-4-7	冷 却	56
2-5	組裝設計	58
2-5-1	機械組裝	58
2-5-2	溶劑接著	71
2-5-3	黏著劑接著	72
2-5-4	銲接組裝	72
2-6	設計方程式	77
2-6-1	應力方程式	77
2-6-2	材料之強度	81
2-6-3	等剛撓度之設計	103

2-6-4	耐衝擊之設計	105
2-6-5	熱應力之設計	105
第三章 塑膠材料及加工方式之選擇		109
3-1	塑膠材料之選擇	110
3-2	塑膠加工方式之選擇	117
第四章 塑膠零件設計		127
4-1	塑膠軸承	128
4-2	鉸鏈與帶環之設計	131
4-3	塑膠齒輪	139
4-3-1	齒輪材料	141
4-3-2	模造齒輪之設計	146
第五章 熱固性成品設計		157
5-1	概 論	158
5-2	塑品設計之通則	161
第六章 結構發泡之設計		171
6-1	結構發泡成形方法	172
6-1-1	低壓法	172
6-1-2	高壓法	173
6-1-3	三明治 / 共射出成形法	173
6-1-4	結構網狀法	175

6-2	結構發泡設計之考慮	176
6-2-1	結構設計	176
6-2-2	耐衝擊性之設計考慮	180
6-2-3	化學環境之設計考慮	182
6-2-4	高溫環境下之設計考慮	182
6-3	塑品設計	183
6-3-1	肉 厚	183
6-3-2	圓角及半徑	184
6-3-3	公差及翹曲之控制	185
6-3-4	傾斜角	186
6-3-5	肋骨及浮凸物	186
6-3-6	放熱孔	187
6-3-7	迫壓嵌合	187
6-4	組裝方法	189

第七章 異形押出之產品設計 191

7-1	概 論	192
7-2	材料之考慮	193
7-3	設計之建議	195
7-4	發泡異形押出	199
7-5	拉擠成形	200

第八章 熱成形(thermoforming)之產品設計 203

8-1	概 論	204
-----	-----	-----

8-2	材料之考慮	208
8-3	設計之考慮	209
8-4	尺寸因素與公差	213

第九章 中空成形之產品設計 215

9-1	概 論	216
9-2	模具設計	220
9-2-1	製造材料	220
9-2-2	冷卻系統	221
9-2-3	模穴與分模線	222
9-2-4	接合刃與夾斷料	223
9-2-5	收縮與尺寸公差	224
9-3	產品設計之建議	225
9-3-1	肉 厚	225
9-3-2	傾斜角	227
9-3-3	角 邊	229
9-3-4	底部設計	230
9-3-5	雙牆式	231
9-3-6	垂直負荷強度	232
9-3-7	形狀剛(韌)性化	235

第十章 緊密公差之設計(tight-tolerance design) 239

10-1	材料之影響	240
10-2	機台之影響	241

10-3	模具之影響	244
------	-------	-----

10-4	澆口之影響	247
------	-------	-----

第十一章	產品設計應用於廢塑料回收	251
------	--------------	-----

11-1	概 論	252
------	-----	-----

11-2	廢塑料回收性之評估	253
------	-----------	-----

11-2-1	單種塑料之回收	253
--------	---------	-----

11-2-2	各種混和塑料之回收	255
--------	-----------	-----

11-2-3	熱固性塑料之回收	257
--------	----------	-----

11-3	塑品之拆卸設計	259
------	---------	-----

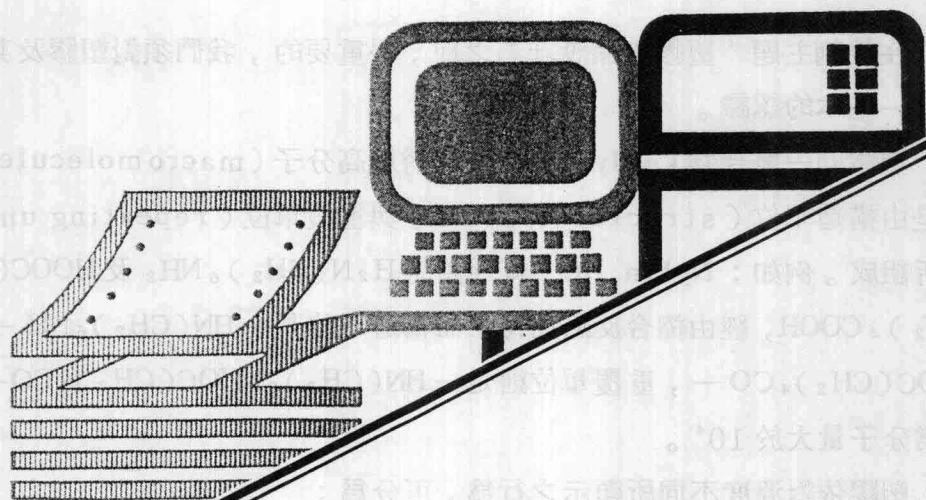
11-3-1	材料之選擇	261
--------	-------	-----

11-3-2	嵌合法與拆卸之關係	262
--------	-----------	-----

11-3-3	二次加工法	264
--------	-------	-----

11-4	產品設計成功之回收例子	265
------	-------------	-----

參考書目	268
------	-----



第一章

塑膠概論

2 塑膠產品設計

在談到主題“塑膠產品設計”之前，很重要的，我們須對塑膠及其特性有一基本的認識。

塑膠乃一聚合物 (polymer)，又稱為高分子 (macromolecules)，是由構造單位 (structural units) 與重覆單位 (repeating units) 所組成。例如：Nylon 66，其單體是 $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ 及 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ ，經由縮合反應而得，而構造單位是 $-\text{HN}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-$ 及 $-\text{OC}(\text{CH}_2)_4\text{CO}-$ ，重覆單位則是 $-\text{HN}(\text{CH}_2)_6\text{NHOC}(\text{CH}_2)_4\text{CO}-$ ，通常分子量大於 10^4 。

塑膠依對溫度不同所顯示之行爲，可分為：

1. 熱塑性體(thermoplastics)

受熱後可以軟化，此時施以壓力可使其流動。當再冷卻後，它將可逆的回復其固態，如表 1-1 所列之聚合物。

2. 熱固性體(thermosets)

加熱後亦會軟化，施加壓力也可造成流動，但此過程並非可逆，亦即熱固性體在合成反應後是以交連狀態出現，進一步的加熱，將使其裂化，而無法造成軟化與流動。表 1-2 為一些熱固性樹脂的例子。

其兩者之加工方式差異甚巨，所表現之產品物性亦各有利弊，在做產品設計的材料選擇時，不可不慎察，故本書會在第三，五章詳加探討。

1-1 分類

其實若要簡單的替高分子分類，其情形大概如下：

1. 依分子鏈結構而分：

- 線性 (linear)，如圖 1-1(a)。

表 1-1 熱塑性樹脂

聚 合 物	重 複 單 位	用 途
聚乙烯 (polyethylene, PE)	$\left(\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right)$	家庭用品、絕緣材、膠管、膠布、膠膜、容器
聚丙烯 (polypropylene, PP)	$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right)$	水管、膠膜、膠布、纖維、電線蔽護材料、容器、汽車、保險桿、儀表板。
聚氯乙烯 (polyvinyl chloride, PVC)	$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right)$	唱片、瓶子、人造皮、地板材料、薄板、膠膜、熱縮套管、鞋子。
聚苯乙烯 (polystyrene, PS)	$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right)$	電氣用品外殼、文具、玩具、壁磚、保麗龍餐具。
聚四氟乙烯 (polytetrafluoroethylene, PTFE)	$\left(\text{CF}_2 - \text{CF}_2 \right)$	墊圈、絕緣材料、襯裏材料、無黏著表面 (例如：“不沾鍋”的表面)。
聚甲基丙烯酸甲酯 (poly methyl methacrylate, PMMA)	$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{C} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}}{\text{C}} \right)$	汽車零件、光學透鏡、燈罩、窗玻璃、按鈕、標示牌、硬式隱形眼鏡
聚碳酸酯 (polycarbonate, PC)	$\left(\text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{O} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} \right)$	電機、機械零件、打火機、安全帽、絕緣材料、透鏡、特殊包裝材料
聚縮醛 (poly acetaldehyde, POM)	$\left(\text{O} - \text{CH}_2 \right)$	手錶外殼、玩具之機械齒輪、塑膠拉鏈、打火機、精密機械零件。
聚對苯二甲酸乙二酯 (polyethylene terephthalate, PET)	$\left(\text{C} \begin{array}{c} \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{C}_6\text{H}_4 - \underset{\parallel}{\text{C}} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} \right)$	保特瓶、磁碟片、錄音帶、錄影帶、打字機鍵盤、合成纖維。
聚磺 (polysulfone, PSO)	$\left(\text{C}_6\text{H}_4 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{S} \begin{array}{c} \parallel \\ \text{O} \end{array} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{O} \right)$	咖啡壺、外科醫用器皿、照相機零件。

4 塑膠產品設計

表 1-1 熱塑性樹脂 (續)

聚 合 物	重 覆 單 位	用 途
聚氧化二甲苯 (polyphenyleneoxide, PPO)	$\left(\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 - \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$	電器、電子零件、汽車輪圈蓋、電視旋轉鈕、水龍頭、擾流板。
聚醋酸乙烯脂 (polyvinyl acetate, PVAc)	$\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{OOCCH}_3}{\text{CH}} \right)_n$	接著劑、漆料、口香糖
聚硫化二甲苯 (polyphenylene sulfide, PPS)	$\left(\text{C}_6\text{H}_4 - \text{S} \right)_n$	精密電子配件、電纜線 (cable) 接頭、軸承、引擎活動電裝部品之絕緣零件。
聚二醚酮 (polyether ether ketone, PEEK)	$\left(\text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \underset{\text{O}}{\underset{ }{\text{C}}} - \text{C}_6\text{H}_4 \right)_n$	船用電纜之塗被、航空機用複合材料、纖維、薄膜 (印刷電路板用)