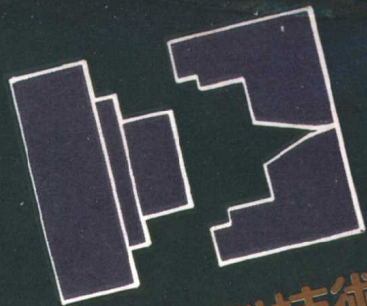


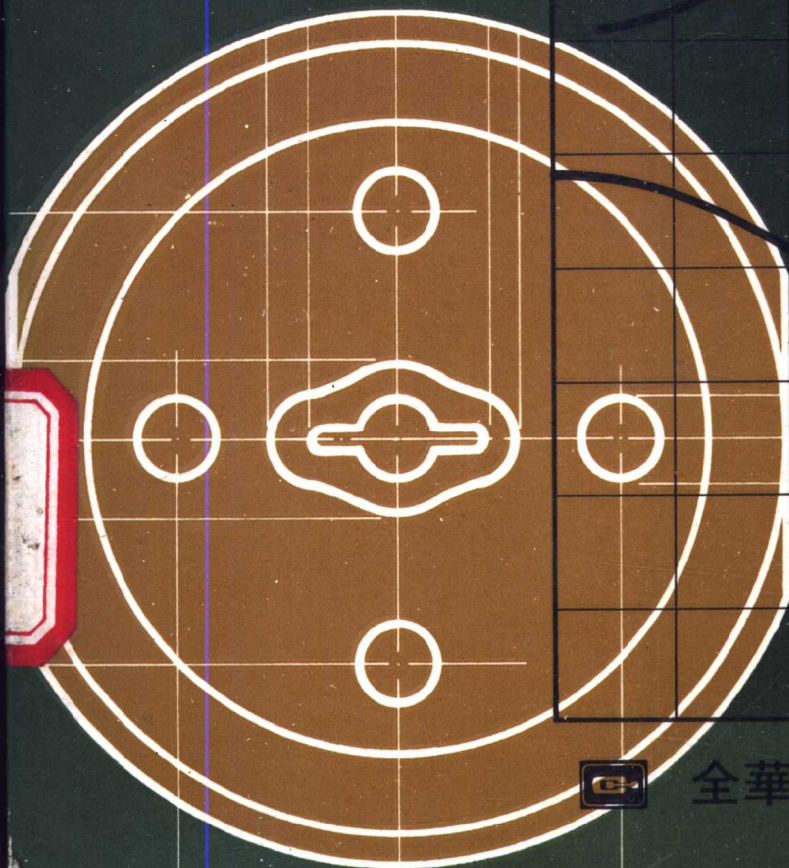


最新塑膠射出成型技術用書

塑膠模具設計

理論與實務

詹福賜 編著



全華科技圖書公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

塑膠模具設計

詹福賜 編著

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)

郵撥帳號 / 0100836-1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3612532 • 3612534

定 價 新臺幣 220 元

三版 / 77年 6 月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 0231092

我們的宗旨：

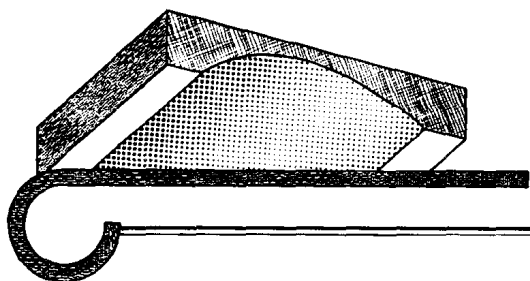
**推展科技新知
帶動工業升級**

**為學校教科書
推陳出新**

感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望

「圖書之可貴，在其量也在其質」，量指圖書內容充實，質指資料新穎夠水準，我們本著這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的“全華圖書”

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

射出成形模具設計及其應用範圍，隨著我國工業的進步而越廣泛。國內早期的塑膠模具製造業，幾無設計可言，製作之前對於模具材料的選擇、結構的組織以及加工方法等，並未作完整的規劃與設計。從訂製至模具製作，全憑老師傅個人的想像及摸索來完成一組模具，這樣的生產雖可符合當時的供需條件，唯生產形態皆趨於家庭式之小型工廠，品質水準差異甚大，缺乏競爭能力，故模具工業進步緩慢。

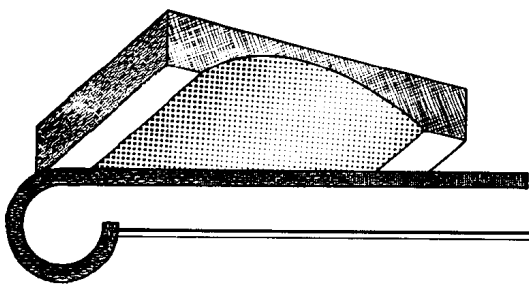
其後由於加工技術及設備皆有長足的進步，精度的要求也更提高，工業技術講求迅速、確實、美觀，才能迎合當今工業生產的需求。而模具是生產的主要工具，欲獲得高品質的成形品及生產率則須對模具製作加以完善的設計與施工。設計與施工必須分工合作，也就是設計者須瞭解施工方法，施工者須瞭解所有影響成形品精度及品質的諸多因素，以期相輔相成共同設計製作優良的生產工具。目前國內正迫切的需求優良的模具設計人員及瞭解模具設計的施工者，更需要實用的訓練教材，以期設計與施工能在不同的層面有效的發揮技術人力。

本書謹依內政部職業訓練局所頒之塑膠模具工在職技術人員進修訓練課程綱要編著。內容共分十章，前四章介紹射出成形模具的基本結構及相關知識。後四章介紹模具工作法及模具設計技術與實務。配合大型圖面，記述平易避免高深理論。適合於模具設計及模具製作人員參考，更適合於初次接觸塑膠模具之人士使用。

射出成形模具為最普遍的成形模具，雖然構造簡單，但仍須充分理解才能發揮高度的設計技術。且對於其他模具之理解也有幫助。

編者 詹 福 賜

於內政部職訓局中區職訓中心

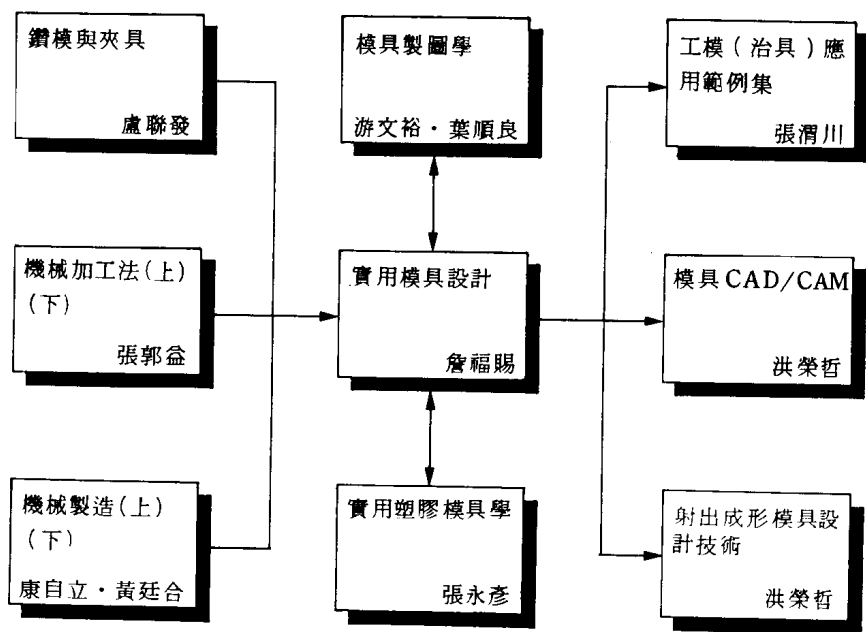


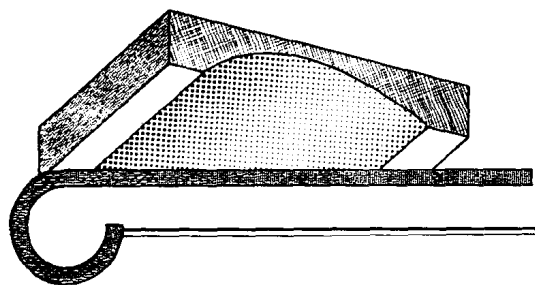
編輯部序

「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。

全憑老師傅個人的想像及摸索以完成一組模具的時代已經過去，代之而起的是講求迅速、確實、美觀、分工合作的工業生產需求。本書以職訓局之課程綱要為主，並針對以上需求來詳述模具工作法、使用法、檢查法及成形技術對模具設計的影響等，內容流暢、簡明易懂，不但是模具設計人員及高工模具科最佳參考，同時也是職訓所不可缺少的教本。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習模具方面叢書，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，我們將竭誠為您服務。





目 錄

1

概 論 ————— 1

- 1-1 前 言 2
- 1-2 塑膠的種類 2
 - 1-2.1 熱固性塑膠 2
 - 1-2.2 熱塑性塑膠 2
- 1-3 塑膠成形品之設計 3
 - 1-3.1 成形品設計的先決條件 3
 - 1-3.2 成形品設計上之要點 3
 - 1-3.3 成形品尺寸公差 16
- 1-4 塑膠的成形法及其模具 18

2

射出成形用模具的種類及構造 ————— 25

- 2-1 前 言 26
- 2-2 射出成形模具的種類 26
- 2-3 射出成形模具的構造名稱及組件說明 31
 - 2-3.1 射出成形模具之構造名稱 31
 - 2-3.2 射出成形模具之組件說明 31
- 2-4 模座規格表示法 35
 - 2-4.1 二片模表示法 35
 - 2-4.2 三片模表示法 36

3

射出成形模具的基本機能 ————— 39

- 3-1 前 言 40
- 3-2 材料的流通機構 40
 - 3-2.1 注 道 40
 - 3-2.2 流 道 40

3-2.3	澆口	41
3-2.4	澆口之種類	41
3-2.5	澆口平衡	45
3-2.6	澆口位置與材料的流動狀態	46
3-2.7	排氣溝	47
3-3	成形品頂出裝置	47
3-3.1	頂出銷	47
3-3.2	脫模板	48
3-3.3	頂出管	48
3-3.4	空氣頂出	49
3-3.5	綜合頂出	49
3-3.6	二段頂出	49
3-4	流道頂出裝置	52
3-4.1	流道脫模板	53
3-4.2	利用凹陷拉出流道	54
3-4.3	在固定側模板中裝設頂出機構	54
3-5	凹陷處理	55
3-5.1	利用傾斜銷法	55
3-5.2	利用斜角凸輪法	57
3-5.3	在移動側裝置傾斜頂出銷法	57
3-5.4	預置嵌件法	59
3-5.5	利用彈簧推開分件模法	60
3-5.6	迴轉滑動模蕊法	60
3-5.7	螺紋處理法	61
3-6	無流道裝置法	62
3-6.1	延長噴嘴式	63
3-6.2	儲液式噴嘴	64
3-6.3	熱流道	65
3-6.4	絕熱式流道	65
3-6.5	閥式噴嘴	66
3-7	模具強度	67
3-7.1	移動側的承板強度	67
3-7.2	模穴的模面寬度	69
3-7.3	模穴的側壁厚度	69

3-8	模具的溫度控制	71
3-8.1	模溫控制的目的	71
3-8.2	溫度控制的方法	71
3-8.3	模具溫度的測定與調節	71
3-8.4	模具的冷卻法	71

4

塑膠材料與模具材料 75

4-1	塑膠材料	76
4-1.1	塑膠的種類及名稱	76
4-1.2	塑膠材料的簡易分辨法	79
4-1.3	熱塑性塑膠的成形條件	81
4-1.4	熱固性塑膠的成形條件	82
4-1.5	熱塑性塑膠的特徵與用途	83
4-1.6	熱固性塑膠的特徵與用途	85
4-1.7	主要射出成形材料成形時應注意事項	86
4-2	模具的主要材料	86
4-2.1	模具的主要材料	86
4-2.2	特殊用途模具材料	86

5

模具工作法 91

5-1	前言	92
5-2	機械加工法	92
5-2.1	車削加工法	92
5-2.2	鑽床加工法	97
5-2.3	銑床加工法	98
5-2.4	鉋床加工法	100
5-2.5	彫刻機加工法	102
5-2.6	磨床加工法	103
5-2.7	帶鋸床加工法	104
5-2.8	手工加工法	105
5-3	金屬散逸加工法	107
5-3.1	放電加工法	107
5-3.2	電解加工法	109
5-3.3	電鑄加工法	110

5-3.4	電鍍加工法	111
5-3.5	腐蝕加工法	112
5-4	金屬易形加工法	112
5-4.1	壓造法	112
5-4.2	鑄造法	113
5-4.3	粉末冶金法	114
5-5	非金屬模型加工法	115
5-5.1	層壓法	115
5-5.2	注型法	115
5-5.3	石膏法	116

6

模具使用法及檢查法 ————— 117

6-1	成形機的選定法	118
6-1.1	有關成形機的能力方面	118
6-1.2	有關成形機的大小方面	118
6-1.3	有關成形機的構造方面	118
6-2	模具裝卸法及成形機之操作法	119
6-3	模具的簡單修理法	121
6-4	模具檢查法	121
6-4.1	直接檢查法	122
6-4.2	間接檢查法	123
6-5	判斷	127

7

成形技術與模具設計 ————— 129

7-1	前言	130
7-2	成形加工之特性	130
7-2.1	材料的流動性	130
7-2.2	收縮性	137
7-2.3	熱安定性	144
7-2.4	熱的性質	144
7-3	成形條件的選定	145
7-3.1	預備乾燥	145
7-3.2	材料溫度	145
7-3.3	射出壓力	145

7-3.4	射出速度	146
7-3.5	模具溫度	146
7-3.6	成形週期	146
7-3.7	防止模垢產生的成形條件	148
7-4	模具設計	148
7-4.1	流道	150
7-4.2	澆口	152
7-4.3	脫模斜度	152
7-4.4	排氣溝	153
7-4.5	模溫調整法	154
7-5	成形品的品質	157
7-5.1	尺寸精度	157
7-5.2	成品強度	166
7-5.3	外觀問題	168



模具設計 ————— 173

8-1	前言	174
8-2	模具設計的注意事項	174
8-3	模具設計程序	174
8-4	模具設計實例	178
8-4.1	二片模品名：手把（標準澆口設計）	178
8-4.2	三片模品名：正齒輪（針尖澆口設計）	186
8-4.3	二片模品名：液晶顯示器罩框（押切凹陷處理）	198
8-4.4	三片模品名：鏈輪與正齒輪（滑塊凹陷處理）	212



中國國家標準規格 ————— 225

9-1	成形用模具材料及相關尺度	226
9-2	射出成形機的模具相關尺度	226
9-3	壓縮成形機及轉移成形機用模具的相關尺度	226



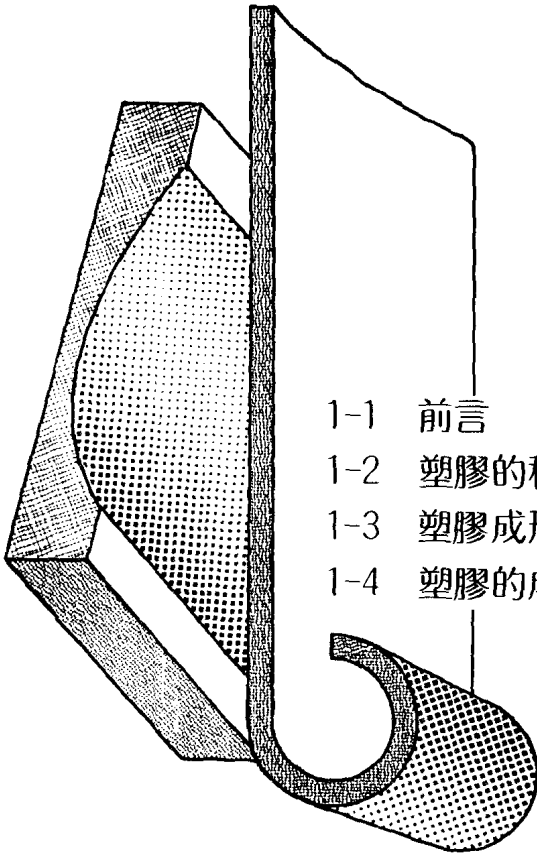
附 錄 ————— 261

10-1	各種主要塑膠材料之射出成形品一般精度表	262
10-2	常用塑膠材料的性質表	272
10-3	成形資料記錄表及不良原因與解決法	276

10-4	雙色模具示意圖	278
10-5	模蕊分割範例(疊層法)	279

概

論



1-1	前言	1
1-2	塑膠的種類	2
1-3	塑膠成形品之設計	3
1-4	塑膠的成形法及其模具	18

1-1 前言

塑膠製品材料，其種類繁多，製品的種類更是花樣百出，且製品的製法亦不相同，一般的製品均為一次加工即可完成，必要時得二次加工或三次加工才能完成。目前最常用的一次加工法有：射出成形法、壓縮成形法、轉移成形法、押出成形法、吹製成形法、積層法、注塑法、發泡法等。二次加工法有真空成形法及高頻率接合法等。

然而，欲獲得好的成形品，則模具業者須瞭解下列四個要素：①成形品設計；②成形品機械；③成形模具 ④成形材料。以上四者均須相輔相成，同時應瞭解其成形技術，尤其是模具方面；縱使是用途相同，若由於製品設計、模具設計、模具製法、模具費用、成形性等之不同而成品的品質亦會各有不同。更何況各種塑膠製品不論其形狀、材料或用途皆不相同。因此，欲使模具規格化，亦是一件極困難的事。

塑膠加工業與模具業均屬理論與實務並重型態，模具業過去全憑老師傅按樣摸索，雖實務與想像並重，設計和施工合而為一，唯人才難求且速度慢、品質差。因此，所有的模具作業者對於模具的理論及實務方面，均有加強的必要，以期設計與施工在不同的層面，對人力資源做最有效的發揮。

1-2 塑膠的種類

塑膠的種類很多，且各有其特點及應用範圍，如欲善加應用則必須充分瞭解其性質及特色。（詳述於第四章）塑膠材料一般分為兩類：①熱固性塑膠（thermosetting plastics）；②熱塑性塑膠（thermo plastics）。

1-2.1 熱固性塑膠

熱固性塑膠在加熱之初被軟化而有可塑性，再繼續加熱則成固化之物質稱之。屬於此類之塑膠有：PF、UF、MF、PDAP、UP、EP、PUR及呋喃樹脂等。

1-2.2 熱塑性塑膠

熱塑性塑膠在加熱時會隨溫度之升高而逐漸軟化，但冷卻後則又固化稱之。屬於此類之塑膠有：PS、ABS、AS、PC、PE、PP、PVC、PVDC、PVAC、PVB、PA、POM、CA、CN、CAB、EC、PMMA、PETP、PTFE、SI及氟素樹脂等。又熱塑性塑膠可依分子排列之規則性分別為結晶形塑膠與非結晶形塑膠兩種。

1-3 塑膠成形品之設計

成形品設計時，通常有二種情形：①由需求者決定形狀及材質，再由成形技術者修正。②由成形技術者根據需求者所敘述而依用途、構造及機能外觀等做全面的考慮再進行設計。一般皆以第①種情形較多，第②種情形則設計者對成形法、塑膠的性質、模具的知識以及金屬材料、電氣、機械等方面須具有相當的認知始能著手設計。

1-3.1 成形品設計的先決條件

- (1) 材料方面：諸如成形材料的熱塑性或熱固性及膨脹、收縮、帶電性、吸水性等的認識，需有相當的瞭解始能設計良好的成形品。
- (2) 模具及成形加工法：對於各種塑膠，應用何種成形機？何種模具？以及如何加工？均須充分瞭解，以便設計。
- (3) 成形品本身所需求的條件：對於成形品在實際使用上的性質及其必要的條件如：使用環境、外觀、電氣性和機械的精密度等都要完全瞭解。

1-3.2 成形品設計上之要點

- (1) 收縮率：材料的收縮率直接影響成形品的尺寸精度，所謂的收縮率係指模穴尺寸與成形品室溫時尺寸兩者之差與模穴尺寸之比，稱之為收縮率。成形品收縮的原因，一般為下列四點：①塑膠材料的膨脹係數與模具材料的膨脹係數之差異：（塑膠之熱膨脹係數為 10^{-5} 單位，模具之熱膨脹係數為 10^{-6} 單位）在成形加工當中，塑膠材料完全注滿模穴的時候，兩者尺寸皆相同，當溫度降至常溫時，成形收縮程度因膨脹係數之差異而不同，此為成形收縮之最大原因。②彈性回復：成形加工時，塑膠材料會受強大的射出壓力壓縮，但模具開啓時此壓力消失，因此，塑膠材料會造成反收縮（膨脹）。③塑性變形：模具開啓時，由於成形品之各部位所受之壓力不均勻，而使成形品產生翹曲。④容積之變化：比容積較大的結晶性塑膠材料，從模具溫度降至室溫時，產生相的變化，形成不定形高分子，因此容積變化很大。基於上述複雜的收縮原因，成形品之收縮率不易確定，故要求尺寸精密的成形品或多數個模穴的模具時，其收縮率必須先行試製才能確定。
- (2) 脫模角度：脫模角度取決於材料本身的性質及其形狀以及模具的構造常識與經驗。一般 20 mm 以上之深度，最低為 0.25° ；可能的情況下，角度儘量取大一些，特別需求時得為 0° 。此外在模具開啓時，成形品將附著在模穴或模蕊，成形品附著的那一側，其脫模角度宜取較小值。

- (3) 分模面：分模面如圖 1-3.1 在模具當中是絕對必要的，因為分模面與成形品的外觀尺寸精度以及模具加工的難易度有極密切的關係。基於成形品形狀的因素及加工的難易，宜考慮下列各點：①分模線（P.L）宜設在成形品表面比較看不到的地方。②由於分模面處，較易產生毛邊，因此須設於毛邊易於處理的部位。③分模面儘可能為直線或單純曲線。若為複雜的分模面，則模具加工困難，不易修理，且造價較高；因此，在可能的範圍內，改變其設計使分模面單純化。如圖 1-3.2 所示。

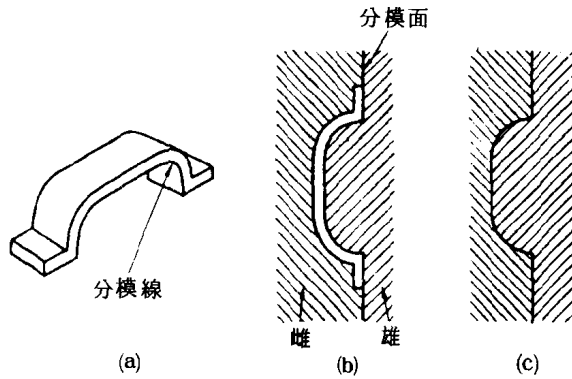


圖 1-3.1 分模面

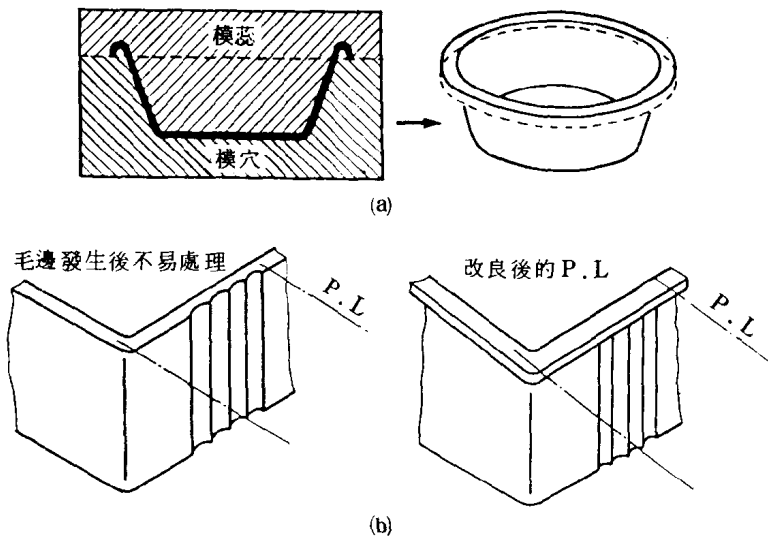


圖 1-3.2 複雜的分模面改良例

- (4) 凹陷：如圖 1-3.3 所示之成形品，其模具之雌側與雄側不能順利開模取出成形品，即此成形品具有凹陷。有凹陷之模具構造較為複雜而且容易故障、造價高、成形品貴。因此，設計成形品時，宜改變其設計，以減少凹陷存在

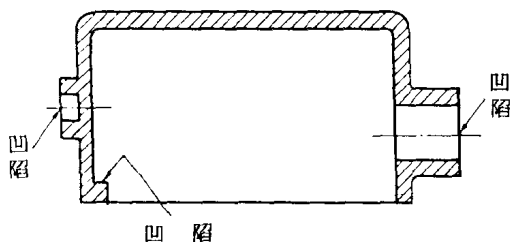


圖 1-3.3 凹陷

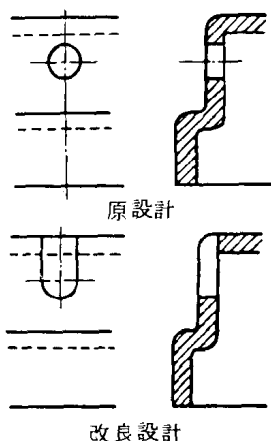


圖 1-3.4 側面孔凹陷改良例

。設計原則請參考圖 1-3.4 所示。

- (5) 厚度：製品的厚度一般皆依製品規格而定，決定厚度之條件可分為①使用的條件：如構造、重量、強度、電氣性質、尺寸之安定性及外觀等。②製法上的條件：如成形時之流動情形、硬化狀態、頂出方法及精度等條件。以上這些條件皆相互關聯，一般熱可塑性材料的最小厚度約 0.8 mm，熱固性材料約 1.6 mm（如圖 1-3.5），若材質較脆弱者則約 3 mm。

決定厚度應注意的事項：①厚度應以均一為宜，以防止因冷却之時間及收縮率之不同，所產生的內應力而變形。如圖 1-3.6 所示。②嵌入金屬件時須注意其膨脹係數，一般塑膠的膨脹係數為鋼的 3 ~ 12 倍。③極厚的部位易生凹入現象，可將其表面做成縐紋或微凸狀。

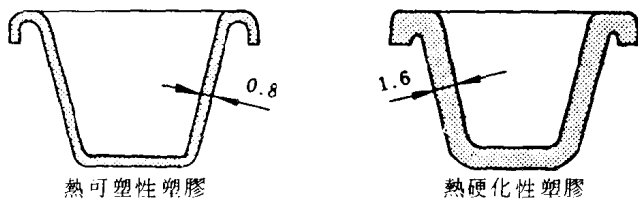


圖 1-3.5 熱可塑性塑膠與熱硬化性塑膠之最小厚度

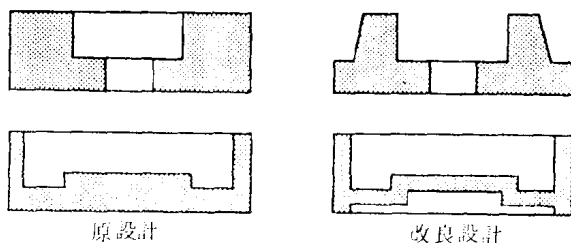


圖 1-3.6 厚度以均一為佳

- (6) 補強肋 (rib)：對於較大平面，為了防止翹曲及增加強度而設置補強肋。其設置原則：①厚度不宜過大，否則易產生凹入情形或應力集中的現象而造成許多缺陷。如圖 1-3.7 所示。②增加其高度倒不如增加其數量，其間隔一般為 2 倍肋厚。③配置法如圖 1-3.8 所示。

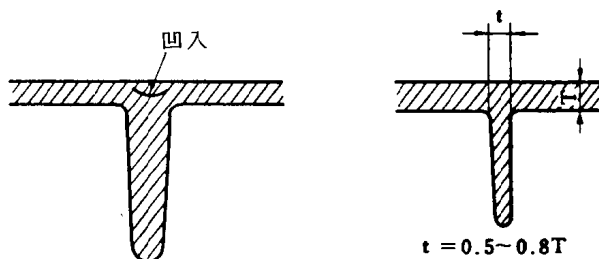


圖 1-3.7 補強肋與厚度的關係

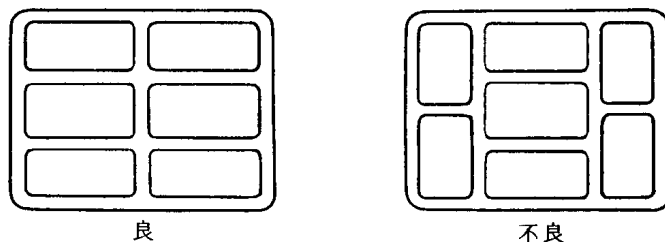


圖 1-3.8 補強肋之位置

- (7) 穀：穀為成形品的孔周圍或配合組立需要所設置之凸出物稱之。其設置原則與補強肋同。穀之位置應儘量靠近角隅處，大小適當，高度應低於直徑的 2 倍為宜，且留有充分的脫模角。由於穀的低部位置，在射出成形時，空氣易於滯留造成缺陷。因此在穀的側面應設置補強肋加以改善。如圖 1-3.9 所示。

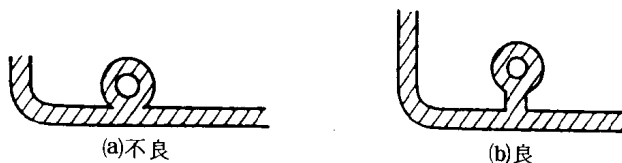


圖 1-3.9 穀

- (8) 角隅：角隅處也以均一厚度為原則如圖 1-3.10，彎角處為減低應力集中的現象，其圓弧 R 以壁厚的 1.5 倍為宜。
- (9) 孔：成形品上由於需要而留有孔時，其孔邊應儘量增加其強度而使其不易受損。成形品的孔可分為三種：
- ① 橫孔：成形品上的橫孔如圖 1-3.11 (a) 若以凹陷處理的方法加以處理時