

科學圖書大庫

實用塑膠模設計與製造

編著者 郭振杉 張建安 熊秉傑



TQ320.66

9

科學圖書大庫

實用塑膠模設計與製造

編著者 郭振杉 張建安 熊秉傑

徐氏基金會出版

序

綜觀國內，供吾人參考之塑膠模具設計、製造以及材料選擇之參考資料，寥若晨星，對塑膠模具設計與製造從業人員有無處着手之感。有鑑於斯，吾友等特取材美國 SPE 協會出版之 "plastic mold Engineering" 1965 年修訂版，係 SPE 出版雜誌中有關塑模資料編集而成。與匈牙利 L. Sors 君參考歐州方面各期刊雜誌而編集之 plastic Mould Engineering 等二書以及其他有關資料，摘要編著而成。本書內容着重於塑料與塑模材料之選擇，塑模設計技巧與實例，以及最新加工方法，提供從業人員參考。

本書第二、四、六、十一、十二與第三章第七節，第七與九章實例由張建安先生執筆。第一、三、七、八章與第五章第三節由郭振杉先生執筆。第五章部份與第十、十三章由熊秉傑先生執筆。

有關塑膠上的理論或名詞，在編著期間，承蒙中山科學院對高分子研究有成之專家提供卓見，特此致謝。編者才疏學淺，難免錯誤，尚祈先進讀者諸君不吝指正是幸。

張建安、郭振杉、熊秉傑
謹識於民國64年6月

目 錄

序

第一章 塑膠概論..... 1

第二章 塑膠製品之設計... 6

- 一、選擇塑料..... 6
- 二、可模塑性..... 8
- 三、塑膠製品之設計原則... 59

第三章 各種塑模之型式... 65

第一節 壓機操作..... 65

第二節 塑模形式特性..... 67

- 一、用於模塑螺紋類模具... 67
- 二、用於塑膠件清角之塑模 72

第三節 金屬嵌鑲件之壓製... 82

- 一、在壓製方向之金屬嵌入件..... 83
- 二、斜向壓製方向之金屬嵌入件..... 86
- 三、金屬嵌入件伸展至二邊之方法..... 87

第四節 擺動、轉動與多級塑模..... 89

- 一、擺動塑模..... 89
- 二、交換式衝頭的塑模..... 90
- 三、迴轉平板模..... 90
- 四、多級塑模..... 93

第五節 高度模塑薄壁之塑模 94

第六節 以大複合劑組成之塑模..... 94

第七節 特殊塑模之分類..... 96

- 一、成排低陷模窩之塑模... 96
- 二、脫料板塑模..... 97
- 三、彈簧座塑模..... 100
- 四、雙頂胚銑塑模..... 101
- 五、標準加塑模..... 102

第八節 塑模加熱..... 103

- 一、塑模之熱損失..... 103
- 二、電加熱系統與其尺寸... 106
- 三、電加熱器之控制..... 110
- 四、蒸汽與熱水加熱器之尺寸..... 111

第四章 製造塑膠模之材料113

- 一、模塑何種塑膠材料..... 113
- 二、模窩成形的的方法..... 114
- 三、塑膠模材料之型式..... 114
- 四、塑膠模材料之性能..... 120
- 五、塑膠模材料所含成份之影響..... 122

第五章 最新塑模製造方法124

第一節 熱固性塑料之壓縮模與下注塑模現代製造方法..... 124

- 一、電浸蝕方法..... 124

二、包模鑄造法·····	124	第二節 標示塑模藍圖尺寸·····	168
三、冷模壓法·····	126	一、標示原則·····	168
第二節 模塑熱塑性塑料之現代模具製造法·····	131	二、公差與裕度·····	169
一、電積成型模之製造法·····	133	第三節 模 衝·····	171
二、以聚脂或環氧樹脂製造之塑模·····	133	第四節 塑模強度·····	171
三、金屬熔接模和金屬壓縮模·····	133	第五節 收縮配合之裕度·····	173
第三節 塑模表面精光拋磨·····	135	第六節 塑模銷·····	174
一、塑模表面精光的重要性·····	135	第七節 其他塑模組件·····	179
二、機械加工模面精光·····	136	第八節 模壓之模窩與衝頭·····	187
三、模件面精光打磨用料及工具·····	136	第七章 壓縮模之設計·····	188
四、模具拋磨方法·····	144	第一節 模窩之設計·····	191
五、活動模件之打磨·····	153	一、模 槽·····	191
六、一般打磨程序·····	156	二、模具封閉的各種形式，壓擠餘料的方向·····	192
七、翻壓主模之打磨·····	158	三、儲料室的尺寸註記與設計·····	197
八、模具損傷修補之再打磨·····	158	四、模窩座或模窩之設計·····	199
九、常用之工具·····	161	第二節 有關收縮配合的模窩尺寸·····	209
第六章 塑模設計與製圖要務·····	163	第三節 決定模窩數之經濟原則·····	215
第一節 設計原理與原則·····	163	第四節 衝 頭·····	215
一、藍 圖·····	163	第五節 模座與上模槽架·····	217
二、描 圖·····	163	第六節 上與下方型加熱板，支柱、夾板、結合銷及其襯套·····	223
三、標 題·····	163	第七節 噴射器與脫模裝置·····	226
四、投影圖·····	163	一、噴射器裝置·····	226
五、斷面圖·····	163	二、脫模裝置·····	235
六、製圖的一般原則·····	164	第八節 實 例·····	237
七、工廠標準·····	165	第一例 手動模之設計·····	237
八、設計資料卡·····	165	第二例 12 個模窩半自動	
九、基本資料·····	166		
十、設計程序·····	167		

塑模的設計.....	249	第四節 射出成型模之冷却與通風.....	306
第八章 下注塑模設計.....	266	一、射出成型模之冷却.....	306
第一節 下注塑模.....	266	二、射出成型模之通風.....	308
第二節 下注塑模另件.....	267	第五節 塑模之型式特性.....	309
一、下注鍋.....	269	一、清角設計.....	309
二、柱 塞.....	269	二、螺紋形模塑之射出成型模.....	311
三、豎澆口、流道、與澆口.....	271	三、複式開口模.....	315
第三節 下注塑模形式.....	273	第六節 實 例.....	315
一、下注鍋與模窩同定位在塑模部份(分型模).....	273	一、標準塑模架.....	315
二、下注鍋與模窩裝置於不同塑模部份(分離模與鍋).....	278	二、收音機鑰孔護片塑模.....	319
第九章 射出成型模塑法.....	282	第十章 擠壓模之設計.....	332
第一節 基本觀念.....	282	第一節 吹壓模塑法.....	332
一、射出模塑法概論.....	282	第二節 吹壓塑模材料與塑模組成方法.....	336
二、塑膠射出模塑中常用塑料.....	284	第十一章 冷激塑模之設計.....	338
第二節 射出成型模之形狀與尺寸.....	286	第十二章 吹壓塑模之結構與設計.....	343
一、豎澆口與流道之尺寸.....	286	第一節 吹壓模塑法.....	343
二、豎澆口與流道之位置.....	289	第二節 吹壓塑模材料與塑模組成方法.....	348
三、澆口形狀.....	290	第三節 吹壓塑模之加工.....	350
四、關於收縮率之模具模窩尺寸.....	296	第四節 吹壓製塑模之設計.....	353
五、模窩數之決定.....	297	第十三章 輔助裝備.....	359
第三節 各種塑模組件設計.....	299	第一節 裝填設備.....	359
一、退料銷、脫模環、放鬆銷裝置.....	300	第二節 預壓裝填(壓片).....	359
二、二階對料銷.....		第三節 預熱器.....	360
三、澆口殘餘材料之修整裝置.....	304	第四節 放鬆裝置.....	362
		第五節 冷却模型.....	363

第十四章 附 錄.....364

表 14-1 塑膠之物理常數...364

表 14-2 塑膠之機械性質...365

表 14-3 塑膠之電解性質...366

表 14-4 塑膠之化學阻力...367

表 14-5 塑膠製造性質.....368

表 14-6 苯酚樹脂壓縮塑膠
之製造性質.....369

表 14-7 標準沉頭螺絲.....370

表 14-8 彈簧資料表.....371

表 14-9 彈簧座.....371

表 14-10 側面彈簧的自由長
度.....371

表 14-11 標準導銷.....372

表 14-12 標準導銷襯套.....373

表 14-13 精密定位銷尺寸...374

表 14-14 支撐柱.....375

表 14-15 固持嵌鑲之塑模銷
尺寸.....376

表 14-16 標準脫模角度.....377

表 14-17 壓縮塑模的一般尺
寸與考慮事項.....378

表 14-18 選擇第 2 級與第 3
級配合之絲攻.....379

表 14-19 標準沉頭情況.....380

表 14-20 製造正常接合長度
之螺紋採用之孔徑 381

表 14-21 已知缸筒直徑與管
線壓力求噸位.....382

表 14-22 飽和蒸汽之溫度... 383

表 14-23 每件幾克換算成每
千件幾磅.....384

表 14-24 射出模塑法製造時
間表.....385

表 14-25 溫度轉換表與模塑
之關係.....386

表 14-26 有關塑膠材料之縮
寫.....387

一、塑膠與樹脂.....387

二、塑膠與樹脂添加劑.....388

表 14-27 縮寫與符號.....388

第一章 塑膠概論

在上一世紀，由於電機工業迅速地發展，迫切需要價廉且易加工之絕緣材料。化學家 Baekeland 首先發現這種需要，於是在 1909 年初次公佈了一個熱固性人造樹脂的壓縮模。

從此以後，使用天然與人造兩種材料製成了百餘種不同的塑膠。這些材料經由化學加工而轉變成高分子材料，為吾人日常生活中不可缺少的，同時也是近代工業與技術必需的材料。

根據製造方法，塑膠可概略分為兩大類：

- 一、加熱時，因化學性質改變，而成為硬化的塑膠材料，此稱為熱固性或硬塑膠材料。
- 二、加熱時軟化，冷卻時硬化的塑膠材料，此稱為熱塑性材料。

這些材料特性，對製造程序與使用模具有很大的影響。本書按照分類，將模具設計原理也分為二部份來說明。

前述第一種因化學性質改變而硬化的塑料，可在冷態下放入模內，或則為了促進冷凝過程，可稍為使塑料加熱，在一般原則上之情況，係使塑料冷態而模具為熱態。

前述第二種情況，係將塑料加熱使軟化而噴入冷模窩內，然後依其模窩形狀而成型同時變硬。此種情況，塑料是熱的而模具是冷的。

通常熱固性塑膠，含有二種成份：

1. 樹脂——決定塑膠之化學性質。
2. 填充劑——決定塑膠之物理性質與機械性質。

1. 按年代來說，最早的塑膠是酚類（甲酚）——以甲醛樹脂冷凝於鹼性介質內，在凝結的過程中有三個步驟，經由 A 狀態可溶酚醛樹脂（Resol），樹脂呈液狀可溶酒精內，連續使塑料加熱（按溫度而定）直至塑料達到凝結之 B 狀態為半溶酚醛樹脂（Resitol）為止。此時塑膠不溶於酒精內，但也許會膨脹。當繼續加熱時，或長時間保持此溫度，使凝結過程完成，樹脂即到達 C 狀態為不溶酚醛樹脂（Resit）而變硬。在酒精內之塑膠，不再膨脹。

2 實用塑膠模設計與製造

值得一提的是，酚類與甲醛若冷凝於酸性介質，就變成熱塑性材料。這樣製成的樹脂稱為酚醛清漆 (novolac)。六亞甲基四胺 ($(\text{CH}_2)_6 \cdot \text{N}_4$ (hexamethylenetetramine) 與酚醛清漆樹脂亦可複合成良好之熱固性塑料。實際上用此法製備樹脂可獲得最佳結果。由於塑造期間短，而產生整個冷凝所需時間比可溶性酚醛樹脂短，且其冷凝工作簡單。

可溶性酚醛樹脂係從純酚裝於鍍鎳或鎳板增壓鍋內冷凝，此時不加入任何着色料即可成為半透明與黃色光之形狀。若製成破碎薄片料可為一種剛性料，它具有良好絕緣電導與微量吸水之性質。

為了製造透明或明亮顏色之塑膠，使用尿素、甲醛樹脂，以尿素（甲硫脲）與甲醛冷凝製造之樹脂，正如水一般透明。

在電器工業方面由於切斷電流產生高電阻，其塑膠另件一般用三聚氰胺 $\text{C}_3\text{N}_3(\text{NH}_2)_3$ (Melamin) 樹脂製成，此種樹脂之組成係由三聚氰胺與甲醛製成的。

其他如雙氰胺 $\text{H}_2\text{NC}(:\text{NH})\text{NHCN}$ (dicyandiamide)，苯胺 (aniline)，及類似樹脂所製成塑膠為次要的，其詳細說明參考文獻。(Kovacs 1959, Lever and Rhys 1962)

2. 填充劑種類有多種，最普通的為細木粉沉澱物，但有時亦用紙與纖維質或糊狀物，後兩者主要功用為使塑膠增加撓曲性與衝擊強度，石棉、玻璃纖維與雲母粉，均能增加塑膠熱能之穩定性，耐火黏土與石英石粉末，均能降低其吸水量，乾淨之白木料纖維素，係用尿素與三聚氰胺樹脂之產物，豆類粉末、煤煙、石墨，及其他材料亦用作填充劑。

除了少數特殊狀況外，否則熱塑性塑料是不包含填充劑，而包含軟質與着色劑，有些適用於射出成型模與擠壓模，其他則調入膜片或纖維質而製成。

最常用之重要塑料有多苯乙烯 (polystyrene)，聚氯乙烯基 (P.V.C) 聚丙烯酸脂類 (Polyacrylates) 及聚甲基丙烯酸脂 (polymetacrylates)，聚酰胺 (polyamides)，聚乙烯 (polyethylenes)；纖維素醋酸鹽 (cellulose acetate)，乙基纖維素 (ethyl cellulose) 等等。除以上所列以外，其他塑膠之較大變化則參考文獻：Kovacs 1959, Lever and Rhys 1962)。

大部份塑膠之重要化學與物理性質列表於附錄表 14-1 至 14-6，而塑膠模塑之不同方法則列表於表 1-1。

熱固性塑膠之模塑，係將常溫或稍微預熱之塑料，藉壓力注入熱的塑模整個模窩內，以其化學變化，而使塑料硬化，此法與簡單的鑄造方法大不相同，必要時可將壓擠餘料磨平，修整，然後工件即可由模內取出使用。

表 1-1 最普通塑膠之加熱成型法

模 壓 法		使用之塑膠		備 註
方法之名稱	特 性	類 別	形 狀	應 用 範 圍
壓縮模壓法	將冷態或稍微預熱之塑膠以高比壓向熱模內壓製成型。	熱固性塑膠	粉末狀或預熱之球丸狀	為最古老的製造方法，適用於特殊形之生產。
下注模壓法	將冷的或輕微預熱之塑膠藉高比壓力之力量從鑄料室壓入熱模之模腔內。	"	粉 末 狀	適用於特殊形之製造，產量遠超過壓鑄式，惟所能達到之公差較大。
射出模壓法	以高比壓力將熱而軟化之塑膠噴入冷模腔內壓製之。	熱塑性塑膠	粉狀、顆粒	適用於特殊形之製造。
擠製模法	將熱而軟化之塑膠藉大壓力經孔口加壓使成為孔之外形。	熱塑性塑膠 熱固性塑膠	" "	適於各種棒狀、管狀、條狀、工件或厚纖維板工件的製造。
吹壓模壓法	以低壓空氣將熱而軟化之塑膠在冷模內吹製成型。	熱塑性塑膠	薄 片 狀 薄 膜 狀	適用於空心工件之製造。
備 造 法	在一個沒有壓力的爐內，使模內塑膠在室溫或稍高溫度狀況下硬化。	熱固性塑膠	溶解之液體	適用於特殊件或規矩塊之製造。
壓 製 法	用一個充滿蒸汽或壓縮空氣的橡膠囊將漿狀或薄膜狀的塑膠壓入模腔內壓，在爐或增壓鍋硬化。	"	漿狀或膜狀 紙料，紡織物，礦物或玻璃纖維板。	適於較大模塑件的製造。 (例如大機匣、引擎壳)
熱 拉	在成型過程期間用冷模使預熱而軟化之塑膠成型。	熱塑性塑膠	片狀、膜狀	適於空心狀、盒子等工件之製造
真空成型法	以模具與板料間之真空使預熱的軟質板料成型。	熱塑性塑膠	片狀、膜狀	適於大模塑件製造。
滾 製 法	用反向轉動的兩個圓柱體使冷的或輕微預熱的塑膠形成板狀或條狀之工件。	"	粉末顆粒狀	適於片狀或條狀工件之製造。
纖維製造法	以空氣或化學溶液做為固化劑，或沉澱器將溶解之塑膠或溶液壓過某尺寸之孔。	"	溶解之塑膠 或溶液	纖維的適當厚度，可分幾道拉製法保持之。
溶液壓製法 (熱浸式)	在適當溫度下，大部份預熱的空心模內可注入軟質或溶解的塑膠，附着於模壁而成為膠質狀。	"	熔融之塑膠 或溶液製造	長靴、護板與類似薄壁工件。
噴 霧 法	用高壓熱空氣將熔融塑料吹向欲塗層之工件上，而能立即固化，成為連續之噴塗。	"	粉 末 狀	桶狀與管狀之塗層。

4 實用塑膠模設計與製造

這種基本原理可應用在所有熱固性塑膠的模塑工作上，但實際上已有如下三種不同之方法：

一、壓縮製法：將熱固性塑膠粉末或預壓胚件置於模窩內，經壓成型，而模窩本身形狀製成工件的一部份，另一部份由銜頭製成。如圖 1-1 所示為熱固性塑料之壓縮模塑。

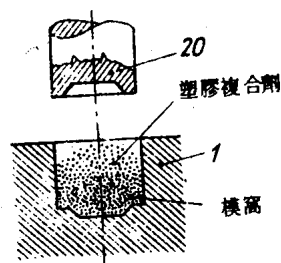


圖 1-1 熱固性塑料之壓縮模塑

二、下注模塑法：在成形前，將模具之兩半閉合，而使儲料室內之塑料，經一個或數個流道，噴入模窩內。如圖 1-2 所示為熱固性下注模塑。

三、活塞式壓製法：為以上二種之綜合法，即是以一活塞將塑料壓入模窩內，模窩本身形狀為工件表面的一部份，如圖 1-3 所示，為熱固性塑料之活塞式壓縮法。

以上三種方法之比較如表 1-2。

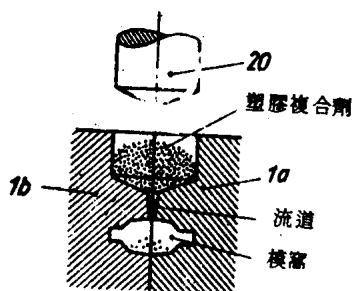


圖 1-2 熱固性塑料之下注模塑

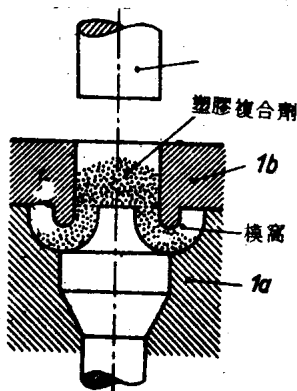


圖 1-3 熱固性塑料之活塞式壓縮法

1—模座（可由 1a 與 1b 組成）20—上模部份在壓縮狀況為銜頭，在下注與活塞壓縮式模型為柱塞
圓型分模線 半端分模線

表 1-2

模 塑 法	成 型 之 初 塑 模 之 位 置	在 塑 模 之 入 流 道	塑 模 之 密 合 要 素
壓 製 法	開 式	無	以工件表面為密合面
下注模塑法	閉 式	有	密合面與工件表面無關
活塞式壓縮法	部份關閉式	無	僅以工件部份表面為密合面。

選用何種方法設計模具，在事前應特別地謹慎，壓製法係塑膠加工法中最古老的，也是塑膠成型法中最著名而常用的一種，其設計比下注塑模簡單，塑料損耗少，操作容易。而下注塑模卻能使工件得到較精確，減少模具表面的加工，這二種製法所用時間相差無幾，因為下注塑法中塑造時間正相當於壓製法在開模，閉模所需之時間。下注塑法之優點是通過小流道的塑料於加熱狀況時，比注入壓製模內的塑料均勻，因而能得到更好且更均勻的塑造面。其缺點為不能完全適用於所有各種特性之塑料，若細小金屬壓入工件內，會引起內應力不相等，同時造成製造上的困難，因此下注塑法更顯得有好處。

活塞式壓縮法主要功用係在壓力不太夠的情形下。

第二章 塑膠製品之設計

塑膠設計者的第一個責任是將塑膠產品加以深思熟慮，核對其是否利於製造同時考慮需要何種設備來加工。在設計模具以前必須先弄明白產品之設計是否正確才行。

一、選擇塑料 塑模設計者必須考慮用何種材料才能達到所需之要求。材料的選擇能決定吾人使用何種模塑法。塑模設計人員必須先充分瞭解幾類模塑材料的知識，同時對選擇材料方面作深入的研究。一般來說，塑模設計者必須先瞭解各類材料的優缺點，沒有一種材料能夠不含任何缺點的，但是這些缺點可由優良的產品設計來彌補。產品必須考慮的因素有尺寸穩定、冷態流動性、吸濕性、可燃性、硬度、電機性能、耐化學性、耐衝擊性與機械性能等。欲改變原來的規格必須在模具設計以前先決定。

(1)彈性塑膠 (Elastic plastics)：若產品需要可撓性塑膠，則選用 PE, PP, PV 類, fluorocarbon, Si, polyurethane, plastisols, acetal 與 mylon 等。薄片斷面者可撓性越好。

(2)溫度：產品應用於 450° F 者應選 Silicones，玻璃雲母或 phospho-asbestos 塑膠。用於 450 至 550° F 之產品應選 EP, DAP 與 PF 類塑膠。用於 250 至 450° F 之產品應選 glass or mineral filled phenolics, silicones, nylons, nylons polysulfon, PPO, PC, DAP 等。在 0 至 212° F 範圍使用之塑膠最廣。低溫用之塑膠不可用熱塑性材料。

(3)可燃性 (Flame Resistance)：若產品要求能自滅性者 (Self-extinguishing) 應使用熱固性塑料。所有熱固性皆為自滅性。在熱塑性塑料中俱有自滅性之塑料有 PPO, PC, PV, CTFE, Nylon, polysulfone, chlorinated polyether, fluorocarbon 等塑料。

(4)耐衝擊性 (Impact)：塑膠材料的衝擊強度沒有一個特別的設計值，僅能作比較。同時比較值也很少發表。因此必須使材料選定後再作衝擊試驗。

(5)防弧光性 (Arc. Resistance)：電子設備需能防弧光，高電流，高溫之

電弧會貫穿塑膠。因此對於強弧光者應選用 cold mold, phosphoasbestos, glass-bonded mica, 或 mineral-filled fluorocarbon 類塑膠。普通弧光可用 polysulfone, polyester glass, alkyd, melamine, urea 或 phenolics 等塑料。對於低電流弧光用 glass-filled Nylon 或 urea, PC 等塑料即足夠應付。有時在塑料上加一層 fluorocarbon 能改善防弧光性。

(6) 防輻射性 (Radiation) : 一般來說塑膠的防輻射性優於彈性材料 (elastomers), 但不及金屬與陶瓷。每克有 10^{10} 與 10^{11} erg 能量之塑膠材料有 glass and asbestos filled phenolics, mineral-filled polyesters, mineral-filled, silicones, furane resins, EP, PU, PS 等塑料。另一類防輻射性塑料按次序為 PE, melamine, UF, unfilled phenolics 與 silicone resins。防輻射性差的塑料有 PA, methyl methacrylate, unfilled polyesters, collalosics, 與 fluorocarbons。

(7) 軸承、凸輪、齒輪 : 重負荷用的齒輪, 軸承與凸輪大部份由 fabric-filled phenolic laminate 塑料製成。對於軸承與凸輪可用某些特殊合成物如 polyester, PU 與 PE 塑料。高負荷者必須用 nylon 與 acetal resin。軸承方面有一種新材料為 FEP-fluorocarbon-acetal 化合物。

(8) 透明度 (Transparency) : 透明度最大的塑料為 acrylic, polyolefin 與 styrene 化合物。其他熱塑性塑料也有部份透明度。Ureas 塑料在高溫時呈半透明可以“讀出數字”(reading)。

(9) 受應力性 (Applied Stress) : 許多熱塑性塑料在某些環境中會裂開, 此類塑料用於高應力時必須特別小心。若產品必須受連續或重複之負荷時最好用熱固性塑料。

(10) 耐濕性 (Moisture) : 在濕度高的情況下, 可選用 PPO, DAP, CTFE, PVC, acrylics, butyrates, glass-bonded mica mineral-filled phenolic, Vinylidene fluoride 與 fluorocarbons 等塑料。其中 DAP 與 PPO 更適合一面有蒸氣與濕氣, 另一面有空氣的用途。

(11) 耐化學性 (chemical) : 塑膠之耐化學性仍盡人皆知者。許多塑料製造者也提供其各項資料。唯曾注意者仍對環境中各種情況的影響如各類塑料在水中的影響。塑料中以 chlornated polyether 最具有耐化學性。其他如 fluorocarbon 塑料, PPO, 某些 phenolic 與 DAP 化合物等也有很好的耐化性。在選定材料以前, 必先在將各種塑料實際的環境中加以仔細地試驗。

(12) 表面耐磨性 (Surface Wear) : 耐磨性不一定塑料有很高的硬度而言熱固性塑料的耐磨性 (abrasion resistance) 一般比較高些。Acrylic,

8 實用塑膠模設計與製造

與 SAN 也有很好的耐磨性。

13) 可透性 (Permeability) : 許多塑膠材料的可透性很差。PE 能使塵蹄草 (Wintergreen) 炭氫化合物與許多其他化學劑通過。有時可用它來隔離氣體，因它能通過一部份，同時也阻擋另一部份物質。實際上應以廠商供應之資料作參考。

14) 電機性質 (Electrical) : 高頻高溫所用之塑料最不易解決。高電壓用之塑料常帶臭氣味，只有使用玻璃結合之雲母可以解決，因其熱膨脹率能配合鋼，同時能防止冠狀間隙 (corona gap) 的形成。有些產品上用真空法滲以 EP 能有好的電機性質。設計前，應在實際的環境中作最後試驗以決定之。

15) 尺寸穩定性 (Dimensional Stability) : 有尺寸穩定性的塑料有 PPO, DAP, EP, SRP, polysulfone, phenoxy, mineral-filled phenolic 與 phenolic 等。這些塑料在烘後即有尺寸穩定性。玻璃填充物 (glass fillers) 能改善所有塑料的尺寸穩定性。有吸濕性與高熱膨脹性的塑料；穩定性不好。尺寸收縮 (Shrinkage) 低的塑料有 phenolic glass 與 DAG (diallyl phthalate glass)。熱塑性材料達到冷流點 (cold flow point) 時尺寸急劇改變。因此選擇材料時宜特別注意主要尺寸之塑件，最好用嵌入尺寸穩定性高的塑件的方法來保持重要尺寸 (critical dimension)。

16) 風化性 (Weathering) : 許多塑料的壽命在室外時會急速的降低。黑色塑料較適於室外使用。適於室外使用的材料有 CTEF, acrylic, Vinylidene fluoride, polyester, alkyd, 黑色 PE 與玻璃接合之雲母等。

17) 氣味性 (Odor-Taste) : 包裝食物儲藏於冷凍狀態之塑料必須注意選擇。MF 與 UF 塑料最適合此類用途。其他有 PS, ABS, styrene acrylonitrile polyethylene, acrylics 與其他無氣味的熱塑性塑料。

18) 製造程序的影響 : 有許多產品的設計，被製造方法的經濟與否所限制。例如熱固性材料不能用吹壓模塑 (Blow molded) 法成型，因其流動性差之故。有些工件可以用普通的塑膠板或擠出的塑膠桿與管以傳統的切削加工法成型之。用熱塑性塑料時，因嵌入物 (Inserts) 之使用常增加工件的價格，因此設計工件時若能使其雙用柱式塑模 (Post-molding) 法，則能改用全自動方法製造。這些加工方法會改變吾人對材料的選用，此點塑模製造人員與塑膠操作人員應互相連繫。

二、可模塑性 模塑硬化完成的工件，當然要能順利的退出塑模。因此為了經濟起見，設計塑膠工件時，儘量避免使工件產生內清角 (undercut)，以免

工件鎖在模內不易退出。若工件因某種原因一定要有清角存在，則可使用鬆動尖劈 (loose wedges)，當工件模塑完成後，尖劈隨工件一起退出塑模。但是此法仍然有去除尖劈費時的缺點。因此寧可重新設計產品，以避免清角的產生。在圖 2-1 中，原設計在工件底部有內清角；在分模線 (parting line)

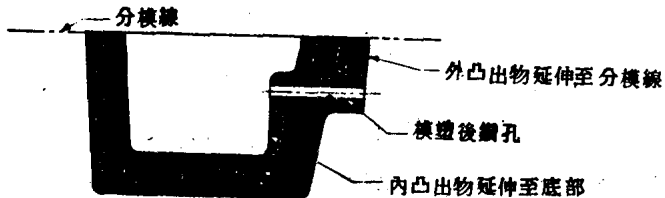


圖 2-1：為易於模塑，重新設計工件，虛線指原設計之工件形狀。

處又有外清角，皆應避免。簡單之清角可於模塑後，機械切削完成之。或將

清角處設計成另一組件。工件上的凸出肋 (projection) 若很淺如圖 2-2 所示，只要退模時，凸出肋不致折斷工件也可以允許有清角存在，這種情形僅限於小而淺的清角或使用較為韌性的塑料而言。

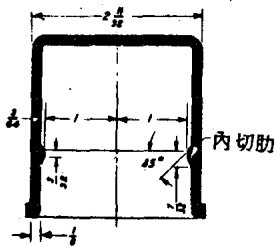


圖 2-2：清角的大小與工件斷面比

對射出模而言，工件側邊有心孔並不是難事，因為側邊之心孔可以用凸輪操作使其全自動，但在下注塑模 (Transfer) 與壓縮塑模 (compression) 中，用手動操作較佳。

在射出模與下注模成型之工件，也必須考慮澆口 (Gates) 的位置，有時為了澆口位

置迫使工件重新設計，此點塑模設計人員應該仔細研究。一般說來澆口位置最好在隱秘處，務使塑製品上之痕跡降至最小為宜。同時也將澆口放在工件厚度較大的部位，因為塑料由寬處流向窄處比其相反方向為易。對於熱塑性材料，澆口位置最好在易於折斷處，或能以模具切斷之位置，如此一次動作，能將所有模窩內的澆口切除。

(1) 分模線 (parting lines)：分模線是模塑中塑料自塑模合口處向外溢流時對工件所造成的痕跡。在壓縮塑模中分模線更明顯。優秀的塑模設計者知道使用直線型分模線，清除與擦光 (buff) 容易，能使清除的價格降低。由線型或成階梯型的分模線會增高工件的價格。分模有圓角分模線 (Beaded parting line) 與尖鋒分模線 (peaked parting line) 二種，如圖 2-3 所示。模塑件

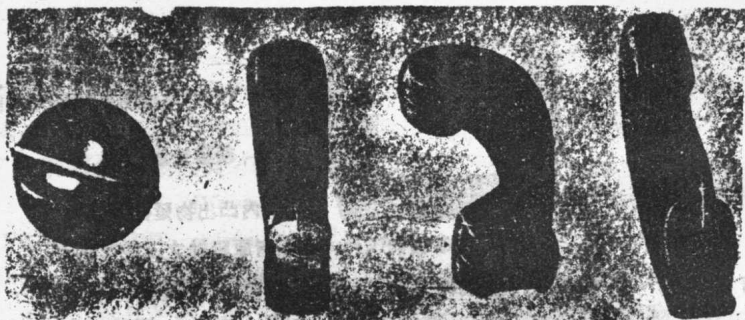


圖 2-3：熱固性塑件常用“圓角”或“尖鋒”分模線，用小刀或銼刀即容易的除去分模線之表面常以捲簧 (Reeds) 與直槽做為裝飾。這些捲簧與直槽必須到分模線之下為止，如圖 2-4 所示。另有一種為枱階式分模線 (Stepped parting lines)，如圖 2-5 所示。模窩與柱塞的對準容易。這點在多窩塑模上很重要。枱階分模線之枱階為 0.010 至 0.020 吋。

若分模線不規則；最好考慮使用射出或下柱式模塑法，能減少餘料線。

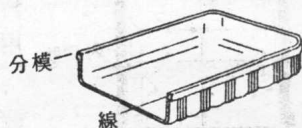


圖 2-4：裝飾捲簧止於分模線之下，分模線很容易用銼刀清除。

2) 頂坯銷 (Knockout Pins): 許多塑模以頂坯銷將工件推出模外。頂坯銷上常刻上模窩數與塑模製造廠商之記號；如圖 2-6 所示。通常頂坯銷置於工件的穩秘處，同時記號的凸出與凹入深度應在 0.015 吋以內。頂坯銷不要頂在塑件的落斷面處，儘可能頂住肋斷面 (ribs)，此點對熱塑性材料尤其重要。

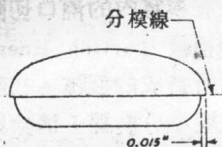
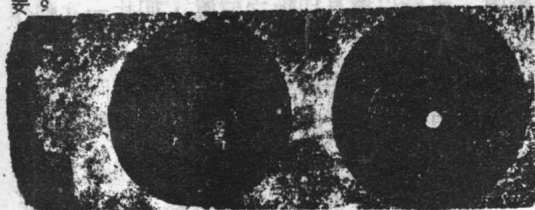


圖 2-5：此種枱階的分模線，因此模窩與柱塞間易對準分模線的清除簡單。