

模具製造業原物料耗用通常水準情形

一、業務狀況：產品種類及用途

模具的種類很多，型態差異也很大，主要用途是產品的量產。依模具的用途來區分，目前大致可分為：金屬沖壓模、粉末冶金模、塑膠模、橡膠模、壓鑄模、鑄造用模。其中以沖壓模及塑膠模佔最大宗，以模具類的生產總金額來說，分別約為 40% 及 35%，其次為壓鑄模，約 10%。因此以下則分別針對此三種模具進行說明。

(一) 金屬沖壓模

金屬沖壓模是一般最常見的模具。主要加工的工件材料是金屬板，或是條狀金屬。此類模具以沖床或壓床為工具機械，對工件進行沖壓的動作。可依成型型態的不同，分為沖剪模、彎曲模、引伸模、成形模等幾類。圖 1 即為一典型的金屬沖剪模具圖。圖 2 則為一典型的曲軸式沖床。因應電子及汽車等工業的發展，配合市場需求多樣化及生產自動化之潮流，沖壓模具的主要用途及發展方向包括：

1. 配合電子工業等的發展，高精度、複雜性之連續沖模日益受到重視。
2. 配合汽車工業等的發展，大型化、複雜化及精密化之形成模及引伸模是主流，而此種模具可藉由精密測量技術(如三次元測定)，CAD/CAM 技術的逐漸成熟，而提高其精度及設計、製造效率。
3. 配合精密下料技術能快速地生產高精密度之製品，不必進行後續的整修加工，目前正被廣用於汽機車零件的生產。

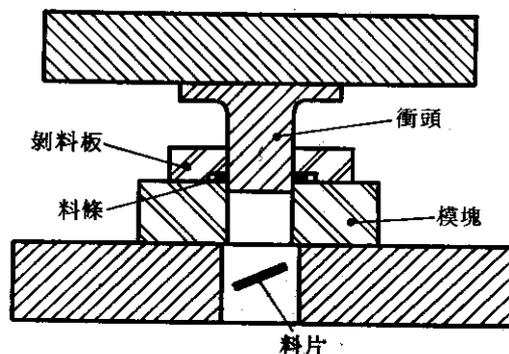


圖 1 金屬沖剪模具示意圖

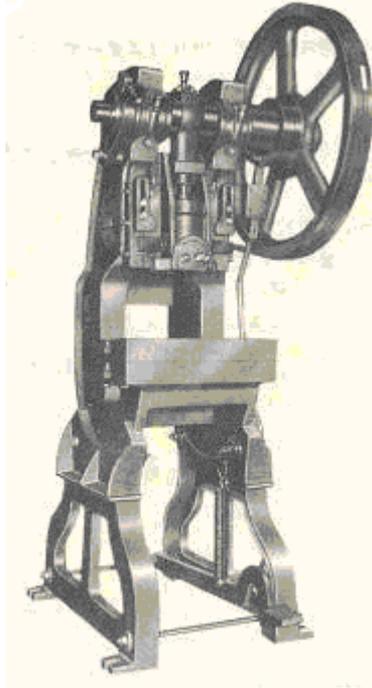


圖 2 曲軸式沖床

(二) 塑膠射出模

塑膠模具是使塑膠原料在受熱熔化及加壓流動之下，由液體狀態成形並固化為所需要的形狀之工具。塑膠模依加工方式的不同，有射出成形模具、押出成形模具、壓縮成形模具、吹製成形模具等各種式樣，其中又以射出成形模具為最多。圖 3 為一基本型態的塑膠射出成形模，圖 4 則為一射出成形機。塑膠模具的主要用途及發展方向包括：

1. 以工程塑膠製成之零件應用為主，如 3C 產品、汽機車零件、光電元件、醫療用品等，此類成形品之精度要求高，而且原料性質與一般塑膠不同，因此模具的設計及製造門檻也較高。
2. 熱澆道成型模具由於在製品成形過程中，能使澆道中之塑料始終保持熔融狀態，製品離模過程中均不必取出澆道中之塑料，可以節省塑料及縮短成型週期時間，提高製品品質，故將成為塑膠射出成形模發展之重要方向。

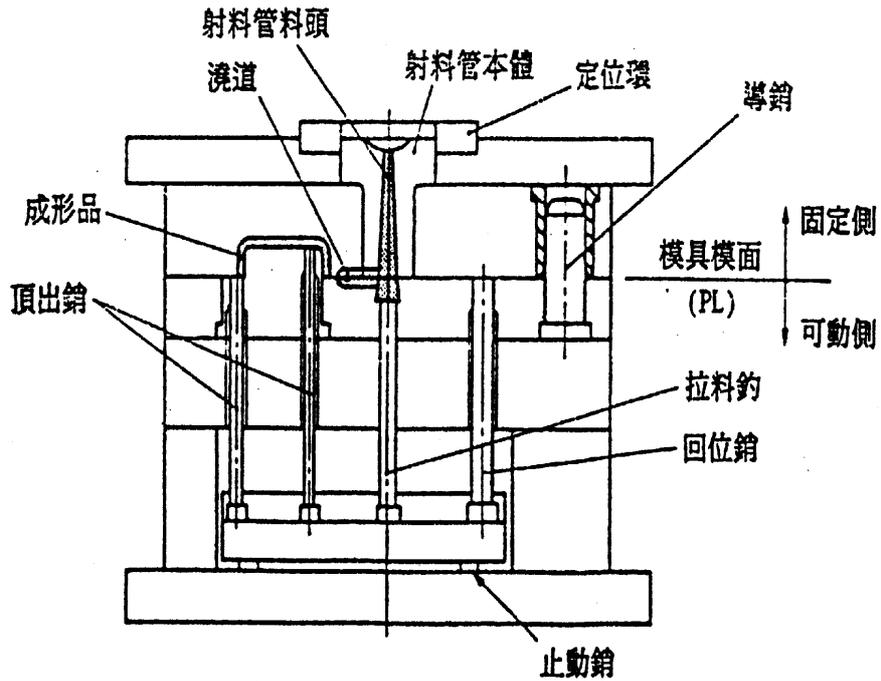
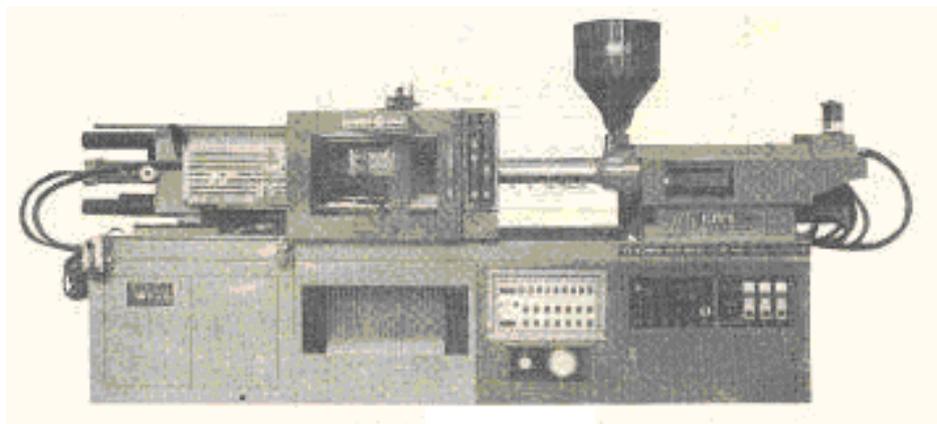
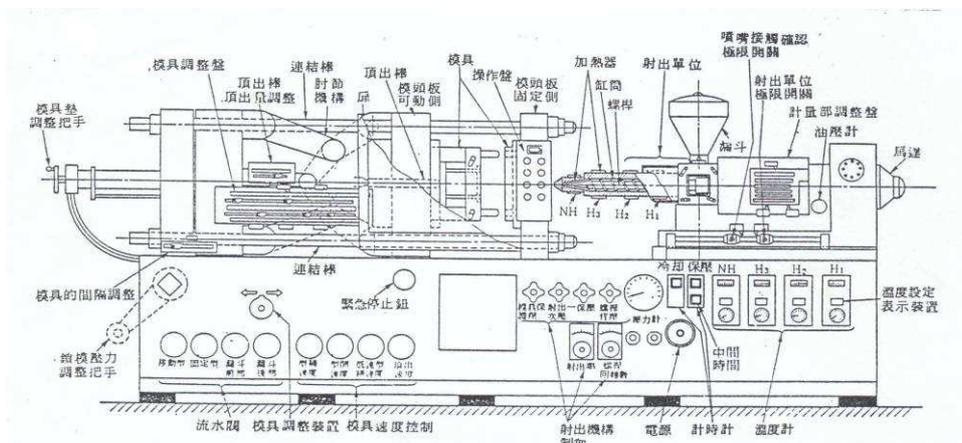


圖 3 二板式塑膠射出成形模具



實機圖



示意圖

圖 4 射出成形機

(三) 壓鑄模具

低熔點熔融之非鐵金屬或其合金，在壓力之下，於永久性鋼模中鑄造成為所需工件之形狀，稱之為壓鑄。而壓鑄作業使用的工具稱為壓鑄模。壓鑄模比一般的砂模耐用且精密，且鑄件表面平滑美麗，這都是壓鑄模的特點。壓鑄模具所能成形的材料大致有鋅、鋁、鉛、錫、鎂、銅、銀等合金，其中以鋅、鋁所占的比例較多。壓鑄機是使用壓鑄模具鑄造產品之工作機械，可分做熱室和冷室兩種，通常熱室壓鑄機用於鋅合金、鎂合金及熔點較低的合金。冷室壓鑄機則用於鋁合金及熔點較高之合金。圖 5 為一典型的壓鑄模，圖 6 為一冷室壓鑄機之外形。壓鑄模具的主要用途及發展方向：

1. 壓鑄加工過程中金屬溶液流動與空氣混入狀況之分析，壓鑄溫度之控制研究等，皆為未來發展的重點工作。
2. 配合市場需求，壓鑄件材料的開發益形重要。除了目前常用的鋁合金及鋅合金之外，銅合金及鎂合金等，都有助於壓鑄品市場的拓展，故因應此一需求，開發銅基或鎂基壓鑄模具將是主要的重點。

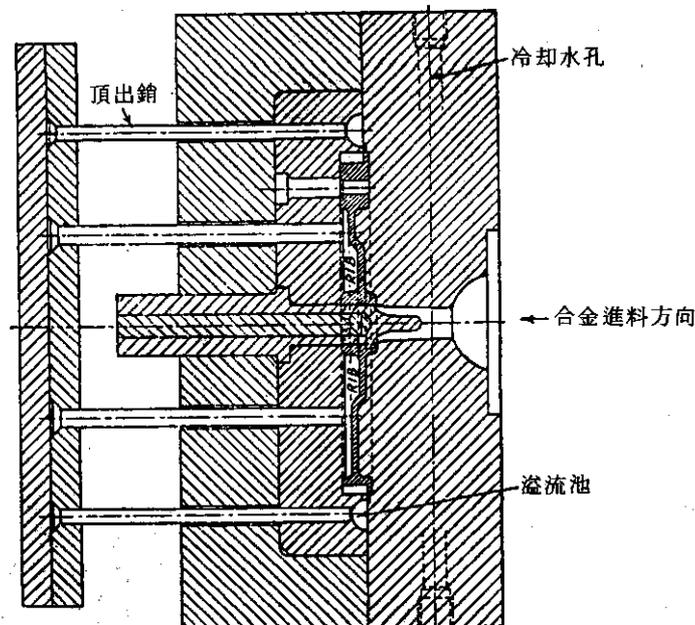


圖 5 壓鑄模示意圖

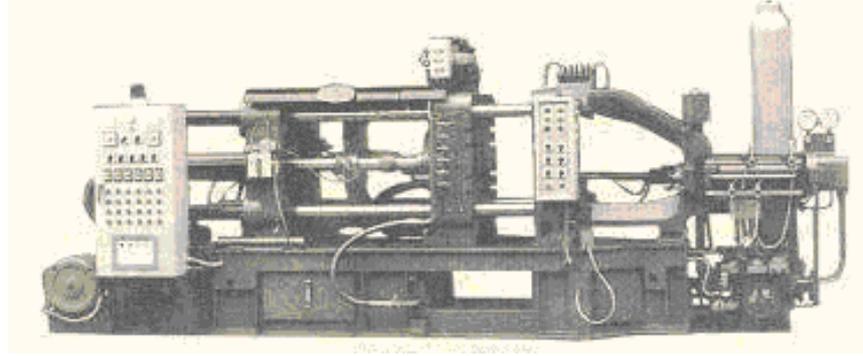


圖 6 冷室壓鑄機

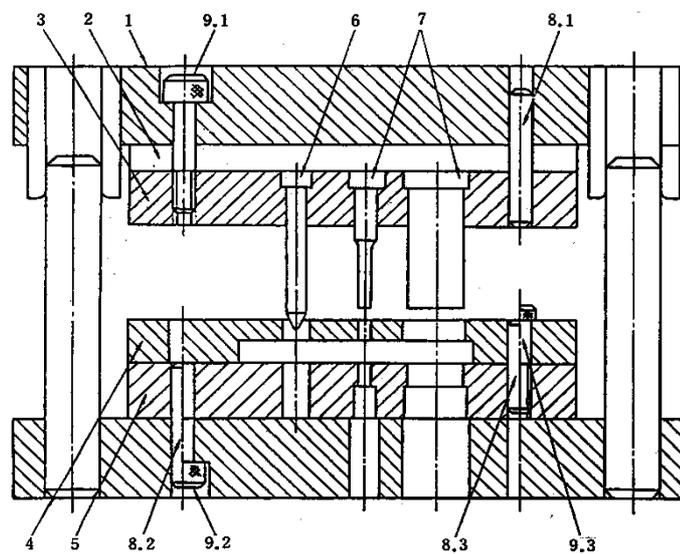
二、製造程序

模具的開發過程包括設計、零件加工、組裝、試模等步驟。以下則依沖壓模具、塑膠射出模具、壓鑄模具分別說明之。

(一) 沖壓模具

1. 基本結構

圖 7 為一簡單之沖剪模具構造圖。其各部分零件名稱及功能說明如下：



- | | |
|---------|--------------------------|
| 1 模座 | 8.1 模座與衝頭固定板用定位銷 |
| 2 均力板 | 8.2 模塊與模座用定位銷 |
| 3 衝頭固定板 | 8.3 剝料板與模塊用定位銷 |
| 4 剝料板 | 9.1 模座與衝頭固定板用螺栓 |
| 5 模塊 | 9.2 模座與模塊用螺栓 |
| 6 先導桿 | 9.3 剝料板與模塊用螺栓 |
| 7 衝頭 | (註：零件號碼 2 有時僅部份使用或全不使用。) |

圖 7 沖剪模具構造圖

(1) 模座(die set)

模座分為上、下兩部分，其間以導柱(guide post)相互連接，而且為求上下模座能在固定的軌跡上運動，導柱大多有導套作緊密的滑動配合，促使上下模之切刃口正確的對準。圖 8 為模座的基本構造。模座的功能主要在包容並固定模具的主體，使上下模能在沖床上進行沖壓。

(2) 均力板(backing plate)

在精度要求標準較高的沖壓模中，上模座與衝頭固定板之間，通常都有均力板的設置。其外形與衝頭固定板一致，也有只是以鑲嵌的方式，用小塊的鋼料植入模座而已。如圖 9 所示，其材質均較模座為佳，以承受沖壓過程中所產生之力量，避免衝頭位置發生偏差，影響工件品質。

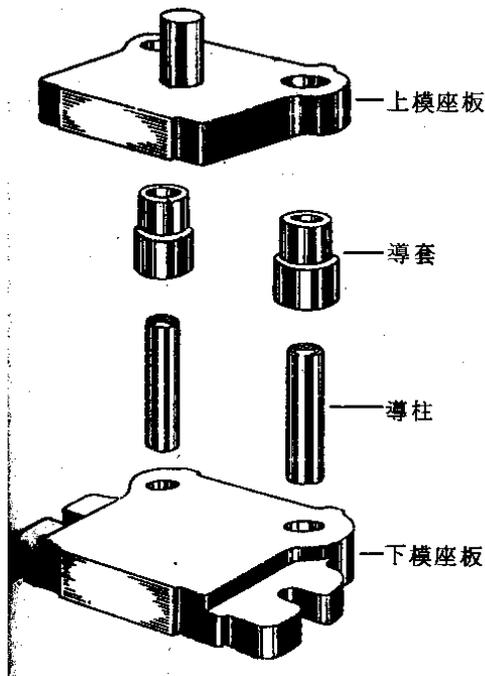
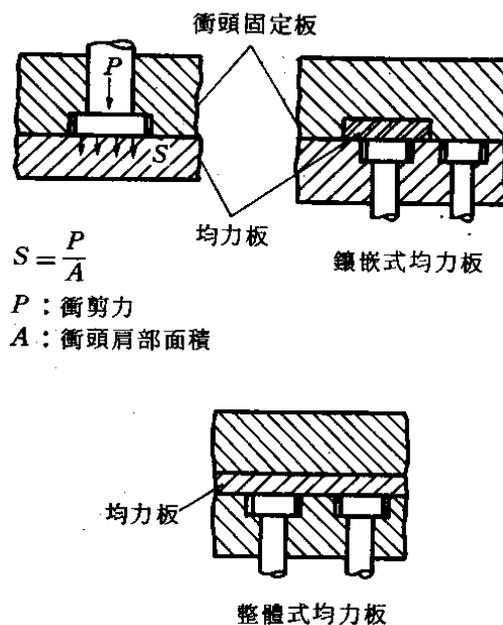


圖 8 模座的基本構造



$$S = \frac{P}{A}$$

P : 衝剪力
 A : 衝頭肩部面積

圖 9 均力板

(3) 衝頭固定板(punch plate)

固定衝頭以進行沖壓加工是衝頭固定板最主要的功能。圖 10 是衝頭固定板與衝頭之間的關係位置，由圖中可以了解，衝頭固定板的位置尺寸決定了衝頭的位置精度，若有誤差，將會造成沖壓工件位置尺寸的偏移。

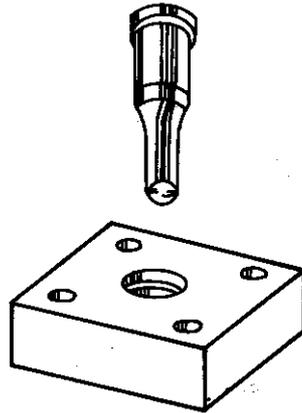


圖 10 衝頭固定板與衝頭之間的關係位置

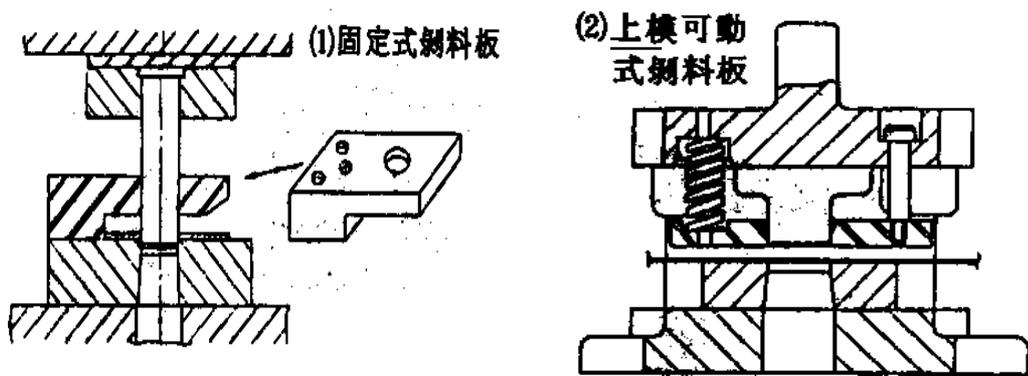


圖 11 固定式剝料板

圖 12 上模可動式剝料板

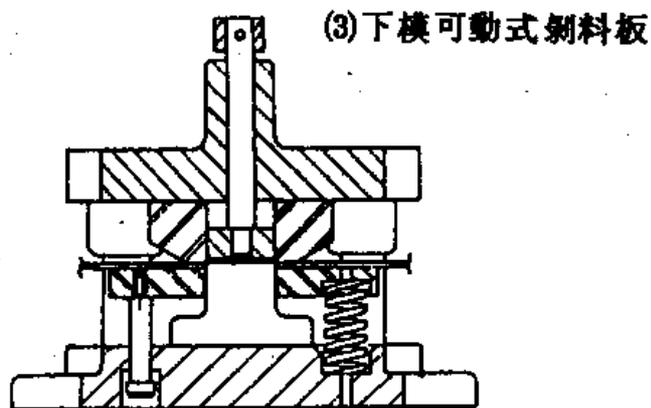


圖 13 下模可動式剝料板

(4) 剝料板 (stripper plate)

剝料板具有在高精度之沖剪時壓持料條，使細長脆弱之衝頭得以補強及剝除廢料的功能。此一構造在大量生產型態的沖壓模具上更形重要，可以免除許多費時的廢料處理工作。剝料板主要分為固定式及可動式兩大類，圖 11、12、13 是幾種較常見的剝料板。

(5) 模塊(die block)

模塊為模具的下刀刃，配合衝頭對料條作沖壓的動作。模塊依據所欲衝製工件的大小及複雜情形分類，有整體式和合併式兩種。欲沖壓之工件若是外形並不複雜，而且又屬於小型的話，則使用整體式模塊，加工較為容易，而且生產成本較低。若是衝製大型、精密且又形狀複雜的工件，則以使用合併式模塊較為適當，因為合併式模塊係將複雜之形狀分割成簡單的幾個部分，可以簡化製作及修磨的工作，節省時間。圖 14 為整體式模塊的外形，圖 15 為合併式模塊。

(6) 先導桿(pilot)

先導桿是一種前端有類似頭狀的銷子。在連續沖壓的過程中，工件上都會沖剪出一些定位孔，先導桿就在沖壓過程開始時，先插入定位孔中，引導料條進入正確位置以便沖壓。圖 16 是連續模中先導桿作用的情形。而先導桿的分類如圖 17 所式分為直接先導桿及間接先導桿。

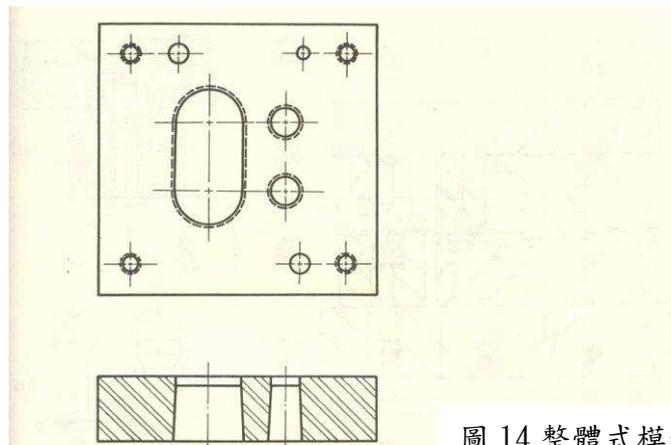


圖 14 整體式模塊的外形

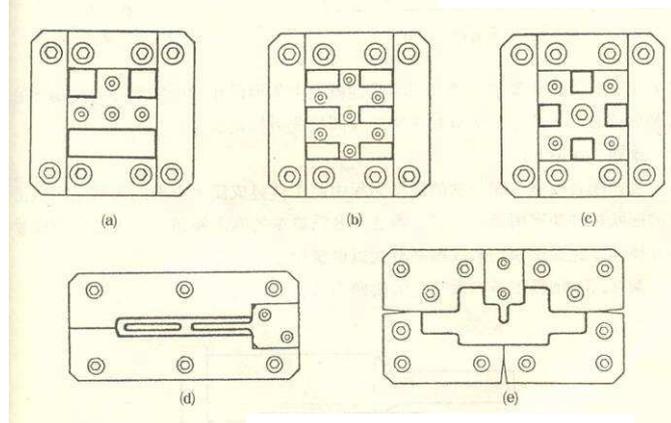


圖 15 合併式模塊的外形

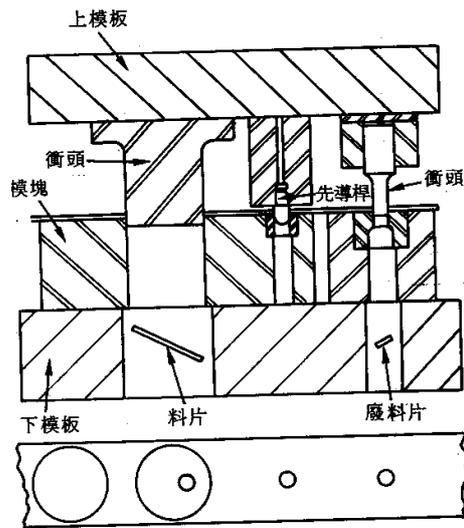


圖 16 連續模中先導桿作用的情形

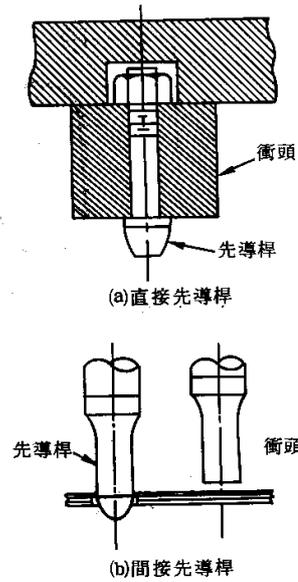


圖 17 直接先導桿及間接先導桿

(7) 衝頭 (punch)

衝頭配合模塊，在一次的沖壓過程中將工件製成為所需要的形狀。所以工件的形狀往往決定衝頭的形狀。圖 18 為標準的圓頭衝頭。為求使用方便並具互換性，此類衝頭均製成標準型式以供選用。圖 19 則為工業界最常見的衝頭形狀。



圖 18 為標準的圓頭衝頭

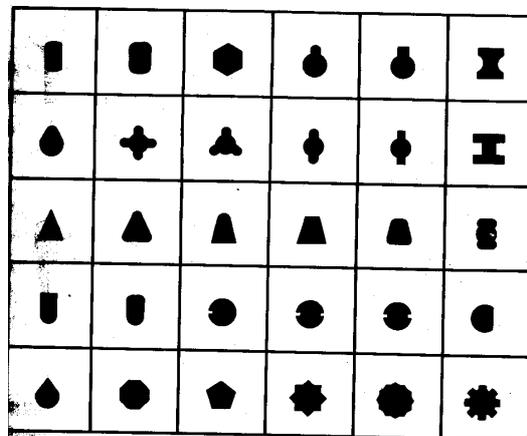


圖 19 工業界常見的衝頭形狀

(8) 定位裝置

如何使料條固定在正確的位置以進行沖壓工作，這是相當重要的課題，尤其在自動化生產的要求下，自動送料更需要有定位裝置的配合。圖 20 是常見的整緣定位裝置，在料條進給的第一站先設置一個止塊①，配合一個整緣衝頭②，當開始沖壓時，整緣衝頭沿著止塊①將料條的邊緣切除一部分，同時將料條定位，以便接下來的衝孔作業。止塊④配合整緣衝頭③，也同樣執行整緣並定位的工作。圖 21 則為板機式定位裝置，沖壓循環開始時，零件②迫使零件①自沖剪過之材料孔內移開，當沖壓循環結束時，零件②離開零件①，彈簧③便將零件①再置入另一個已沖剪完畢的孔內，料條往前送時，遇到零件①即可定位，開始另一個沖壓循環。

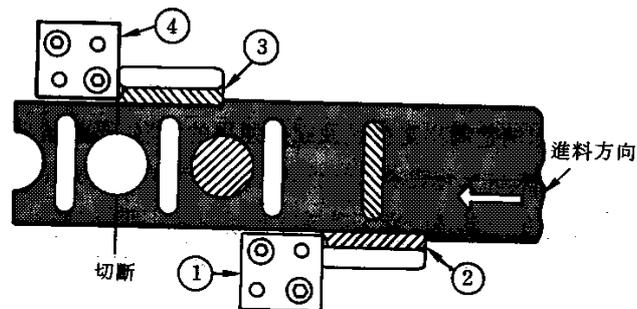


圖 20 常見的整緣定位裝置

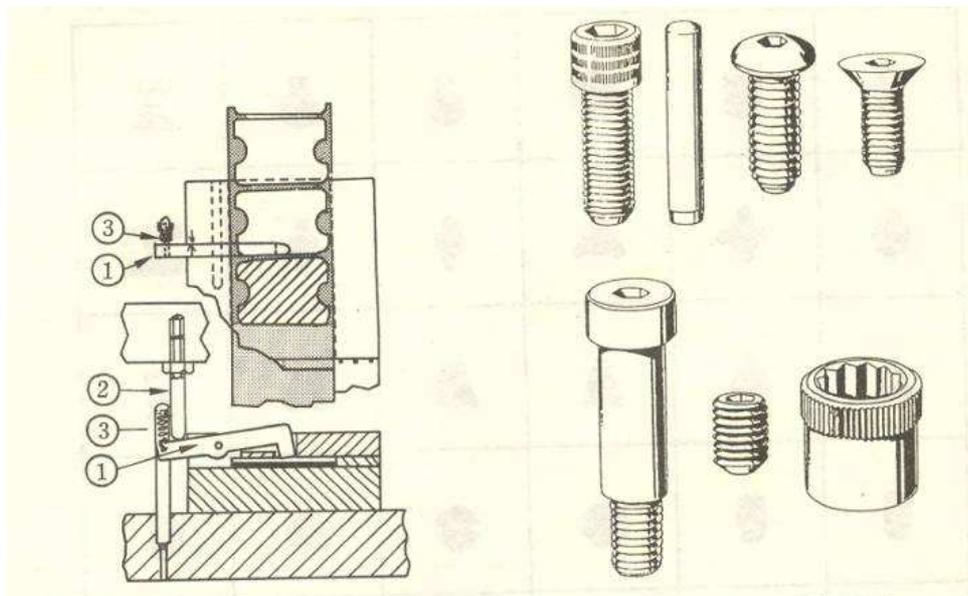


圖 21 板機式定位裝置

圖 22 衝模構造上所常用之固定零件

(9) 固定零件

固定零件包括定位銷及螺釘等零件，當一套沖模完成各零件之設計製作後，由圖 7 中可以清楚看出定位銷及螺釘運用的情形。圖 22 為沖模構造上所常用之固定零件。

2. 設計步驟

沖壓模具的設計基本上要考慮下列三項因素：

(1) 製品的可用性

沖壓模具的首要任務就是能製作出合於要求的製品，亦即所製成的工件必須形狀、尺寸正確、材質適當，以發揮製品的功能。

(2) 製品的經濟性

任何一種沖壓製品的生產，皆應考慮其生產成本。因此，料條的佈置、模具結構及材質的選擇、公差的制定等要求，都是模具者要特別注意的地方。

(3) 製品的製造性

製品的製造性係指所要沖壓的製品其製程的複雜性，以及製品材質的要求程度。形狀愈是複雜的製品，其沖壓的步驟(製程)愈是繁雜，在料條的佈置、模具型式的選擇等方面就必須費心考慮。

基於以上製品可用性、經濟性、製造性的考慮，在沖壓模具的設計階段，必須解決下列問題：

- 決定最經濟的胚料佈置方式，以節省材料的成本。
- 決定沖壓過程及每次沖壓的個數。
- 確定所需設備的型式、能量及尺寸。
- 尋求最有效的模具結構。
- 制訂模具各部分的尺寸及公差。
- 選擇適當的模具材料。

沖模的設計步驟有其邏輯性流程，如圖 23 所示，模具的結構設計主要是由內往外發展，在模具型式決定之後，都是由衝頭部位開始設計。當然每個步驟並非一成不變，常需要因工作條件的更改而做適當調整。

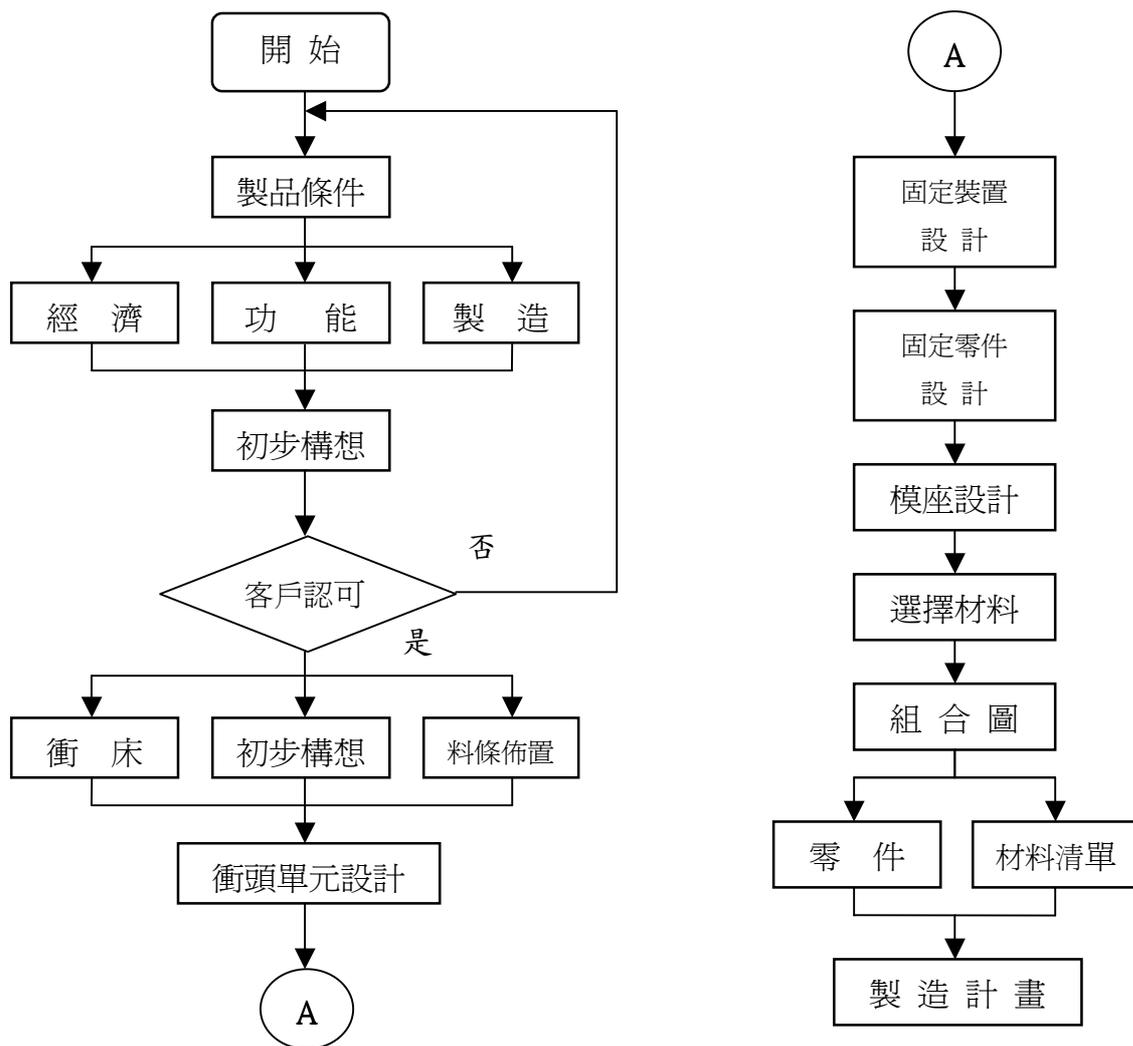


圖 23 沖模設計步驟

3. 製造

(1) 製造計畫

沖壓模具的製造是依據設計階段所完成的製造計畫而來。沖壓模製造計畫的內容主要包括製造步驟、模具零件圖及製程、材料清單。圖 24 則為沖模的製造步驟。大致言之，沖模的製造可分為：

- 準備階段
- 成形及熱處理階段
- 組合階段
- 檢查及試模階段

詳細的沖模製造計畫還包括各零件製成的敘述，而零件的製程則是依據各個零件圖而來，每一零件圖均應詳細註明該零件的尺寸要求，除了可以市購標準品外，若需經個別機械造型加工者，皆宜對其製程作敘述，以便再製作各零件時有所遵循。

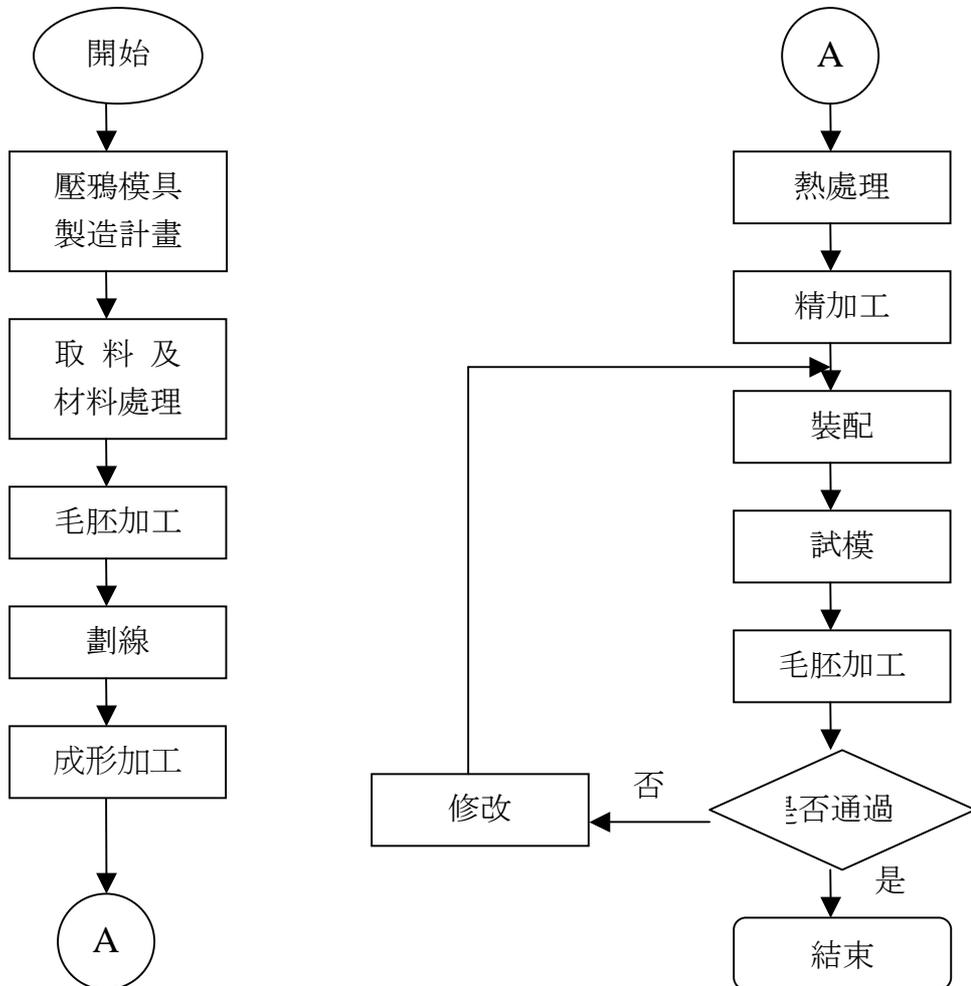


圖 24 衝模的製造步驟

(2) 準備階段

準備階段主要的工作是依據製造計畫所記載的材料清單，逐一準備材料，並整削毛胚及劃線。毛胚加工是只對備妥的材料施以整削，使其具有基本之塊狀或圓筒形狀，以便劃線。劃線作業是在整削材料，實施成形加工前重要的工程，用以顯示成形位置，以利加工。沖模劃線的方法、用具與一般鉗工的劃線作業相同，惟必須注意下列事項：

- 盡量畫成最精密尺寸，以避免精密加工時的困擾。
- 在一組衝頭和模塊上劃線時，應同時進行，以免產生誤差。

- 考慮成形加工順序，不劃不必要的線，簡化線條，以利辨識。
- 以同一基準劃線，以免產生重疊誤差。
- 完成劃線之後，應再由有關人員檢校。

由於具有精密座標的數據控制加工機的使用，較精密的沖模零件皆可藉設計好的程式加工完成，複雜的輪廓線往往不需再經劃線作業，但基本的零件製作，劃線工作仍屬必要。

(3)成形及熱處理階段

此階段是製造模具的重要關鍵，主要工作包括對材料施以成形加工、熱處理及精加工。

a. 成形加工

成形加工是依據零件圖及製程規範，使用各種加工機械將材料製成所需零件形狀及尺寸的過程。製作模具時所需使用之機器設備以銑床、磨床、雕刻機、放電加工機、線切割機（wire cutter）較為重要且常用。

模具的製造必須朝機械化、自動化以及特殊加工等方向發展。其加工方法也逐次擴大其範圍，除了上述的特殊加工機器，乃至於應用電腦控制加工、管理等之工作母機亦相繼被採用（如 CNC 車床、CNC 銑床及綜合切削中心等）。

b. 熱處理

材料在經過成形加工之後，還必須經熱處理的過程，以使零件能得到較佳之機械性質。沖模零件之熱處理主要以淬火、回火及表面硬化等三種型式為主。而依鋼材之成分及零件要求條件之不同，其處理溫度、操作時間及方式互有不同。至於表面硬化的方式，常被採用的有化學方法之滲碳（carburizing）、氮化（nitriding）、氰化（cyaniding）、滲碳氮化（carbon nitriding）、滲硫（sulfurizing）、滲鉻處理（chromizing）以及物理方法之高週波淬火、火焰硬化及電解淬火硬化等。化學方法均以改變材料表面之化學成分為原則；物理方法則僅使用局部加熱的方式，改變材料表面組織，而不改變其化學組成。由於這些方式僅硬化材料表面，保持心部韌性，所以材料表面堅硬且耐磨耗，內部強韌，雖受衝擊亦不易

損壞，正適合沖壓零件之要求。

c. 精加工

精加工是沖模零件組合前的必要步驟。經過熱處理之後的材料多少都會有些許的變形，而原先成形加工時所預留的材料部分，也必須在最後階段完成，故在精加工步驟中，常需再經研磨等之製程。

除了以磨床精密加工外，一些形狀特殊的衝頭或模塊，在經過熱處理之後，也必須經放電加工或線切割的製程，以完成其外部形狀。此外，為求提升製品表面之品質及沖模壽命，在精加工之最後階段，亦需依情況再施予拋光製程。

在銑削或放電加工後的加工面，尚留有 $30\sim 50\mu$ 之銑削痕或放電變質層，為了除去這些，首先以細銼刀、磨石或電動工具施以細加工，然後再以砂紙、細磨石，甚至於皮革、木片等做精細之鏡面加工。經過最後的磨光，加工表面粗度可達 5μ 以下，甚至達 0.5μ 以下，此時模具零件已可正式進行裝配步驟。

(4) 裝配階段

沖壓模具的裝配因種類、用途、精度不同而有所差異，需要充分的經驗和知識的配合。在所有的零件裝配前，首先必需依據模具的裝配圖，以主要零件為基準，逐一檢查各零件的尺寸，務求各零件均在允許的公差範圍內。其次，由於各零件在製造時均會產生誤差，累積之後的誤差量可能會造成裝配時之障礙，故在組合時要依其形狀，以模塊基準，做適當的修整。一般沖剪模具其裝配過程是：

a. 上模部分

此部分包括上模的定位、組合及間隙的調整。在模座及衝頭固定裝置之間設置固定銷及螺絲，將衝頭、均力板、衝頭固定板及上模座固定在一起，最後以固定好的衝頭與模塊配合，調整衝頭與模塊之間隙，確定模塊與下模座之正確組合位置。

b. 下模部分的組合

下模部分的組合包括下模座、剝料板之間的定位及組合。依前一步驟所

調整好的位置，在模塊與下模座間以定位銷及固定螺絲鎖定，並做該孔的倒角整修。同時將剝料板依裝配圖所設定的位置，利用鎖緊螺絲和定位銷，與模塊一併和下模座固定。

c. 上下模組合

擦拭各零件，尤其是導柱與導筒之間的灰塵，並注入適量的潤滑油，將上下模組合一起。

d. 檢查階段

沖模的檢查工作實際上非僅止於裝配之後才實施，依照製程而言，可分為製作各零件時之檢查、裝配時之檢查、試模時之檢查。

(i) 製作各零件時之檢查

此階段包括對購入品(如模座)、胚料、加工中零件、熱處理後之零件、表面處理後零件之檢查，以確保各零件之尺寸皆能在公差範圍內。

(ii) 裝配時之檢查

此階段除了在確認各零件之公差尺寸外，最主要的是檢查零件間之配合及壓入狀態，配合後之位置尺寸以及衝頭與模塊之間隙量。務求各零件能在適合的配合狀態及正確的位置。

(iii) 試模時之檢查

試模時應對試壓製品之尺寸、外觀做檢查，此外並應檢視沖壓過程中之送料、引導動作是否正確，安全措施是否正確運作。在試模階段的檢查，常會發生模具設計上的缺陷，而導致製品尺寸之不良或外觀的裂痕，這是模具設計時應盡量避免發生的。

(二) 塑膠射出模具

1. 結構分類

各類塑膠製品大多使用模具成形，塑膠模具的種類很多，主要是以成形的類別做為區分。例如射出模、壓縮模、轉移模、真空成形模等等。其中以射出成形模具最為複雜且具變化。以下則以射出成形模具為例作一詳細介紹。

射出成形模主要分為：冷澆道塑模、熱澆道塑模。前者又依模板數分類：兩片模、三片模。兩片模與三片模在結構上的差異，請詳見圖 3 及圖 25、26。通常三片式模具主要目的是為了使成品與流道在頂出時能夠分離，以減少後續加工；或是便於複雜成品的頂出，以心型角銷或滑塊配合三片式結構來頂出製品。

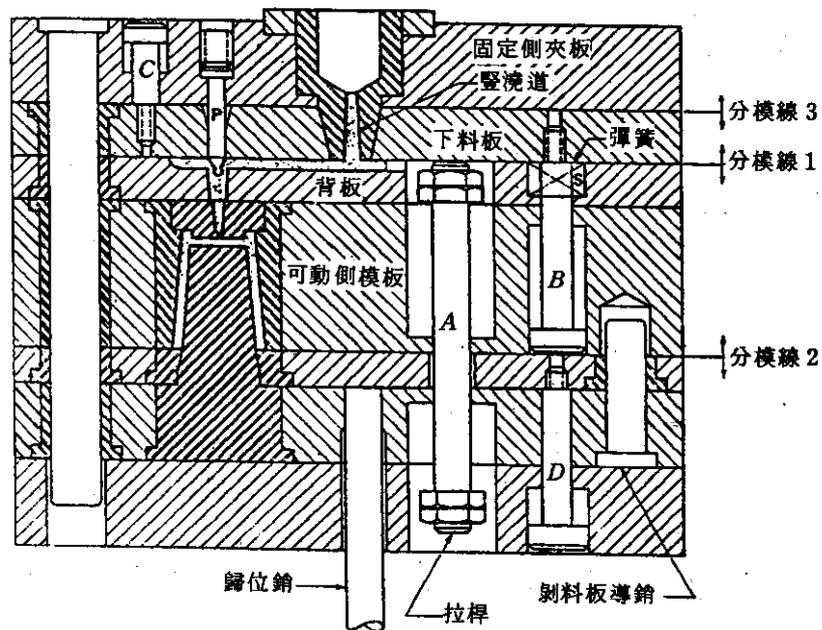


圖 25 三片式塑膠射出成形模具

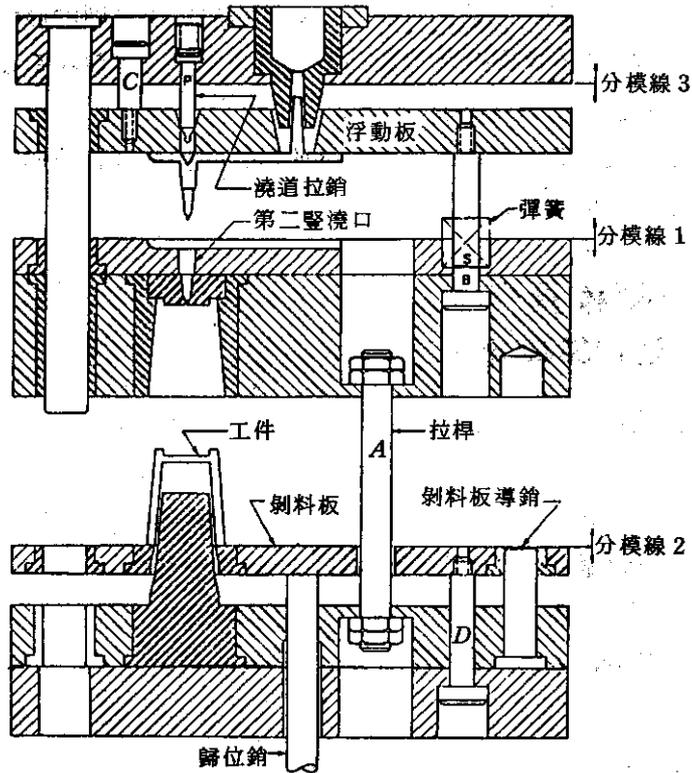


圖 26 三片式塑膠射出成形模具的開模情形

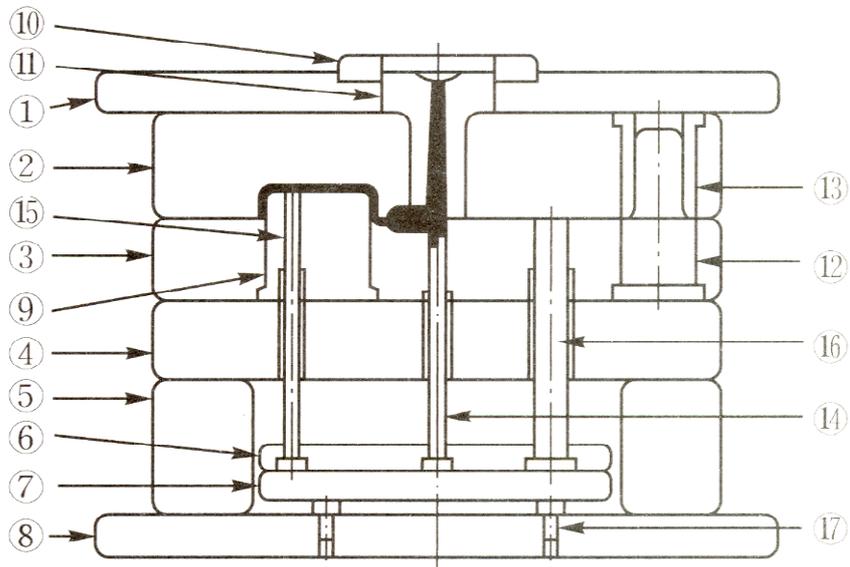


圖 27 典型的射出成形模具

2. 模具構造及各部名稱

圖 27 為一典型的射出成形模具。黑色部分為塑料流路及成品。依零件編號分別敘述如下：

(1)固定側固定板

承接固定側型模板以及定位環、澆注襯套，使用壓板或直接與射出成形機固定端板連接在一起。

(2)固定側型模板

是製品主要成形部，大致上包含模穴、澆道、冷卻水道、導桿或導套。也有少部分的模板反雕成心型的情況。

(3)可動側型模板

配合固定側型模板，以便製品成形。當塑模開啟時，製品通常因心型關係，附著在模板上，然後再配合頂出機構將成品頂出。可動側型模板一般包括心型、頂出板或頂出銷、冷卻水路、導柱及導柱襯套等。

(4)承板

活動側型模板上設計有埋入式心型時，此心型所承受之射出成形壓力皆由承板承擔。此板具有固定心型功能。

(5)間隔塊

置於活動側夾板與承板(或活動側模板)之間，其所成形的空間正用於容納頂出板、頂出背板、歸位銷，並提供所需距離空間。

(6)頂出銷定位板

此板將頂出銷及歸位銷分別定位，並於開模後引導頂出銷將製品頂出。

(7)頂出銷固定板

此板與頂出板配合使用，用以承受頂出銷及歸位銷所承擔的壓力。

(8)可動側固定板

此板係以壓板或直接固定於射出機之活動端板上，在成形過程中帶動可動側型模板前進與後退。

(9)心型

類似鑄造的砂心，用以形成製品中空部，如此可節省材料及加工時間，心型通常置於可動側型模板上。

(10)定位環

裝置於固定側夾板上，其大小尺寸與射出機之固定端的板孔直徑相配合。主要功能在使澆道中心與射出機噴嘴中心對準，不致於產生偏移，以利塑料

注入。

(11) 注道襯套

塑料由射出機噴嘴射出後，經由此注道襯套進入模穴。為防止塑料射出時因產生的衝擊力而造成注道的受損或磨耗，注道襯套通常都經過熱處理的製程以增其強度與硬度。

(12) 導柱

壓裝於模板上，配合導套使量側模板間之相關位置能相對正，並有效引導各板之間的運動。

(13) 導柱襯套

與導柱配合，其功用與導桿相同，為增長模具壽命，通常導柱襯套需經過熱處理、研磨與製程。

(14) 注道拉銷

頂端位於注口與流道交接處，此銷與注口在同一中心線上，一般裝置於頂出板或模板上。其功能在開模時拉住注口處之塑料，使與注口襯套分離，如此製品便能附著在活動側模板上。

(15) 頂出銷

裝置於頂出板上，當射出機頂出桿帶動頂出銷固定板向前時，頂出銷及同時將成品自模仁頂出。

(16) 歸位銷

裝置於頂出銷固定板上，直徑大於頂出銷，與頂出銷同時動作，模板先迫使歸位銷歸位，並帶動頂出銷固定板及頂出銷退回底部位置，如此即可避免頂出銷與模板間可能因誤差而產生偏折

(17) 停止銷

位於活動側夾板上，以控制頂出板退回時之最後位置，如此頂出距離才不會產生變化。

當產品在開模方向有干涉時，模具在設計上必須考慮側向心型的設計，在開模時，利用斜角銷將側向心型移開，使產品能順利脫模。圖 28 為具有側向心型的塑膠射出成型模具，依零件編號分別敘述如下：

(1) 固定側固定板

承接固定側型模板以及定位環、澆注襯套，使用壓板或直接與射出成形機固定端板連接在一起。

(2) 固定側型模板

是製品主要成形部，大致上包含模穴、澆道、冷卻水道、導桿或導套。也有少部分的模板反雕成心型的情況。

(3) 剝料板

開模後，利用回位銷頂出的動作，使剝料板前進，將產品順利脫模。

(4) 可動側型模板

配合固定側型模板，以便製品成形。當塑模開啟時，製品通常因心型關係，附著在模板上，然後再配合頂出機構將成品頂出。可動側型模板一般包括心型、頂出板或頂出銷、冷卻水路、導柱及導柱襯套等。

(5) 承板

活動側型模板上設計有埋入式心型時，此心型所承受之射出成形壓力皆由承板承擔。此板具有固定心型功能。

(6) 間隔塊

置於活動側夾板與承板(或活動側模板)之間，其所成形的空間正用於容納頂出板、頂出背板、歸位銷，並提供所需距離空間。

(7) 頂出銷定位板

此板將頂出銷及歸位銷分別定位，並於開模後引導頂出銷將製品頂出。

(8) 頂出銷固定板

此板與頂出板配合使用，用以承受頂出銷及歸位銷所承擔的壓力。

(9) 可動側固定板

此板係以壓板或直接固定於射出機之活動端板上，在成形過程中帶動可動側型模板前進與後退。

(10) 側向心型

主要是在製品側方向形成凹狀，開模時藉由斜角銷的導引，使側向心型產生橫向位移，讓製品能順利脫模。

(11) 心型

類似鑄造的砂心，用以形成製品中空部，如此可節省材料及加工時間，心

型通常置於可動側型模板上。

(12)導柱

壓裝於模板上，配合導套使量側模板間之相關位置能相對正，並有效引導各板之間的運動。

(13)導柱襯套

與導柱配合，其功用與導桿相同，為增長模具壽命，通常導柱襯套需經過熱處理、研磨與製程。

(14)導柱襯套

與導柱配合，其功用與導桿相同，為增長模具壽命，通常導柱襯套需經過熱處理、研磨與製程。

(15)斜角銷

斜角銷在開模時導引側向心型向外側產生橫向位移，使製品能自模穴中順利脫出。

(16)拉桿

開模時藉由拉桿上端凸緣卡住活動側模板，限制頂出板 3 的頂出行程，避免在頂出時，因頂出行程過大而心型碰撞斜角銷。

(17)歸位銷

裝置於頂出銷固定板上，直徑大於頂出銷，與頂出銷同時動作，模板先迫使歸位銷歸位，並帶動頂出銷固定板及頂出銷退回底部位置，如此即可避免頂出銷與模板間可能因誤差而產生偏折。

(18)注道拉銷

頂端位於注口與流道交接處，此銷與注口在同一中心線上，一般裝置於頂出板或模板上。其功能在開模時拉住注口處之塑料，使與注口襯套分離，如此製品便能附著在活動側模板上。

(19)注道襯套

塑料由射出機噴嘴射出後，經由此注道襯套進入模穴。為防止塑料射出時因產生的衝擊力而造成注道的受損或磨耗，注道襯套通常都經過熱處理的製程以增其強度與硬度。

(20)定位環

裝置於固定側夾板上，其大小尺寸與射出機之固定端的板孔直徑相配合。主要功能在使澆道中心與射出機噴嘴中心對準，不致於產生偏移，以利塑料注入。

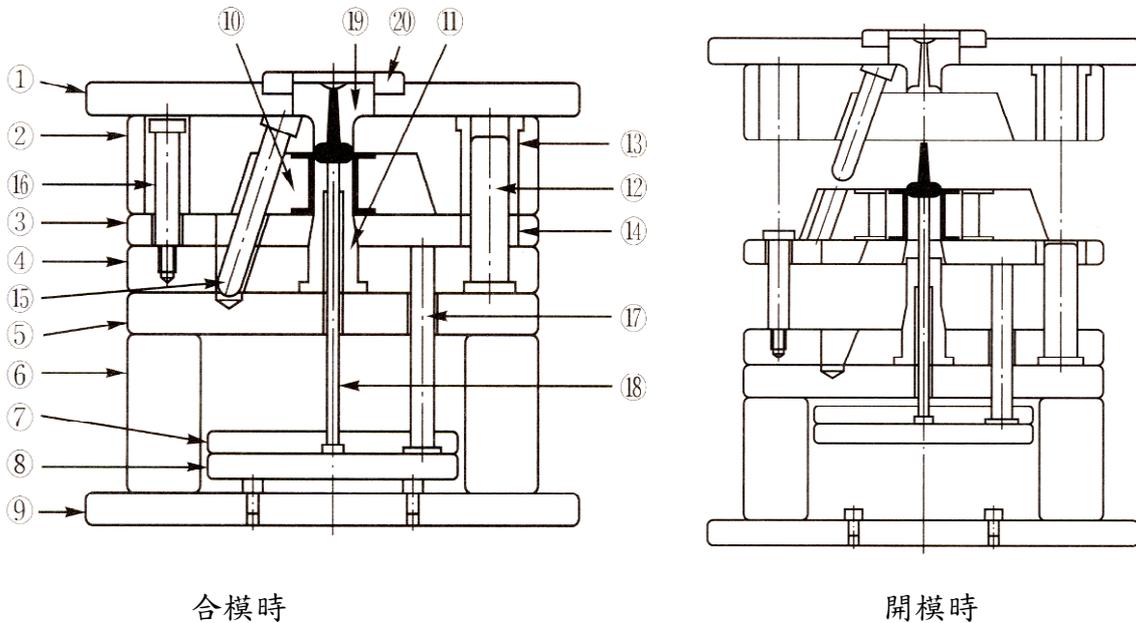


圖 28 具有側向心型的射出成形模具

射出成形模具的零組件依其功能，選擇的鋼材亦不同，如表 1，不過目前大部份的零組件市面上均有標準品的提供，因此模具業者在開發模具時，除模板須要切削加工，其餘零組件可購置標準品，因此在耗損率的計算上，零組件的部分不須納入。

表 1、模具零組件所使用的鋼材

項目	零件名稱	材料
1	固定側固定板	SS41, SS50, S25C~S55C
2	固定側型模板	S50C, S55C, SCM4, SK7
3	可動側型模板	S50C, S55C, SCM4, SK7
4	流道剝料板	S50C, S55C, SCM4, SK7
5	剝料板	S50C, S55C, SCM4, SK7
6	承板	S50C, S55C, SCM4, SK7
7	間隔塊	SS41, SS50, S25C~S55C
8	頂出板	SS41, SS50, S25C~S55C
9	可動側固定板	SS41, SS50, S25C~S55C
10	心型	SK2, SK3, SK5, SK7, SKS2, SKS3, SKD1, SKD11, SKD61

11	定位環	S50C , S55C , SK7
12	注道襯套	SK5~SK7 , SCM4
13	導銷	SK3 , SK5 , SUJ2 , SKS2 , SKS3
14	導銷襯套	SK3 , SK5 , SUJ2 , SKS2 , SKS3
15	注道抓銷	SK3~SK5 , SKS2 , SKS3 , SACM1
16	頂出銷	SK3~SK5 , SKS2 , SKS3 , SACM1
17	頂出套筒	SK3~SK5 , SKS2 , SKS3 , SUJ2
18	回位銷	SK3 , SK5 , SKS2 , SKS3
19	停止銷	S25C~S55C , SK3~SK5
20	定位銷	S25C~S55C , SK3~SK5
21	頂出板導銷	SK3~SK5 , SKS2 , SKS3 , SUJ2
22	支座	S25C , S55C
23	頂出桿	S25C , S55C
24	止動螺栓	S25C , S55C
25	流道抓銷	SK3~SK5 , SKS2 , SKS3 , SACM1
26	連桿(張力環)	SS41 , SS50 , S25C~S55C
27	連桿用螺栓	S25C~S55C
28	鏈條配件	SS41 , SS50 , S25C~S55C
29	鏈條配件用螺栓	S25C~S55C
30	側向心型	SK2 , SK3 , SK5 , SK7 , SKS2 , SKS3 , SKD1 , SKD11 , SKD61
31	側向心型導承塊	SK3 , SK5 , SKS3
32	滑動保持件	S50C~S55C
33	定位件	S50C , S55C , SK3~SK5 , SKS2 , SKD11
34	斜角銷	SK3~SK5 , SKS2~SKS3 , SUJ2
35	斜角凸輪	S50C , S55C , SK3 , SK2
36	塞	S20C , S30C

3. 設計流程

設計射出成型模時需要考慮的因素很多，主要應包括：

(1) 對製品條件的了解

射出成型製品的公差尺寸、形狀、產量以及使用塑料的種類均是影響模具結構、模具材料選用的重要因素。製品產量少、形狀較大或精度要求較高時，即可考慮一次射出一件的模具結構；製品產量多、形狀較小時，可以考慮一次射出多件的模具結構。若須為高精度或須長壽命的模具，則

其材料的選擇就應考慮使用較高級的工具鋼。因此對製品條件的了解是模具設計的首要步驟。

(2)分模面、流道系統的設計

分模面及澆口、流道等澆注系統的設計是決定模具結構、影響成型效率的重要依據。在設計分模面及流道系統時應考慮製品頂出的難易、外觀要求、使用塑料種類、形狀及尺寸之限制等因素，統籌規劃完善的模具結構。

(3)脫模方式及機構的設計

製品成型之後必須自模穴中取出，由於製品形狀的複雜程度不一，製品的脫模方式及機構依需要亦各不一致。因此設計模具時，在了解製品形狀及特性之後，決定以何種脫模方式，將製品順利的由模穴中取出，亦為重要的考量要項。

(4)溫度控制方法之決定

射出成型過程中，模具溫度是影響製品外觀、精度、生產效率的關鍵。因此在設計塑模時，應依製品條件，以冷卻液或空氣等介質控制模具於適當的溫度。

(5)模具零件尺寸的決定

完成流道系統、分模面、脫模機構、溫度控制方法的設計之後，接著即需決定塑模各部分零件尺寸。選用模具零件主要是以應有的模具強度為依據。因此設計模具時，應針對射出成型時射出壓力、鎖模力的大小、決定零件之尺寸。此外，製品精度也是左右零件尺寸的重要因素，應依製品精度等級，決定各零件的尺寸。由於標準零件之經常使用，模具零件尺寸可以參考各式標準設定之。

(6)模具材料的選用

模具材料決定模具的使用壽命及製品精度。為了提升塑模的效率，選用適當且經濟的模具材料極有必要，尤其是模板、心型、滑動件、剝料板、流道板等與塑料有直接關係的零件，其材質的選用更須格外注意，這是設計模具時重要考量因素之一。

除了上述幾項，設計塑模亦應考慮射出成型機之選用、模具圖形繪製等之問題，務求設計完成的塑模能配合成型機射出量、射出壓力、關模壓力，製品產

量少、形狀較大或精度要求較高時，即可考慮一次射出一件的模具結構；製品產量多、形狀較小時，可以考慮一次射出多件的模具結構。若須為高精度或須長壽命的模具，則其材料的選擇就應考慮使用較高級的工具鋼。圖 29 是射出成型模具的設計步驟。

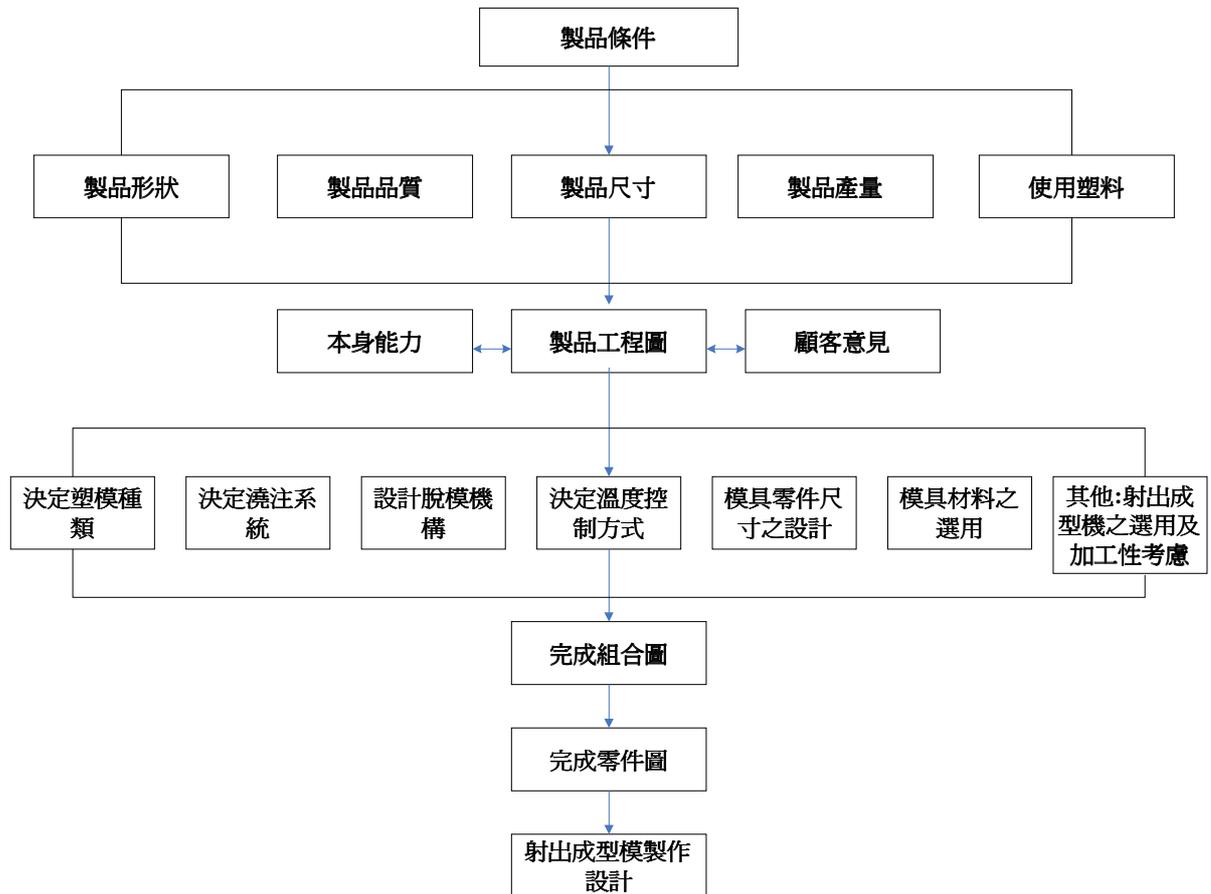


圖 29 射出成型模具設計步驟

4. 模具材料

模具材料對模具成本及模具壽命影響甚大，模具壽命是指模具所生產合格工件的件數。若欲生產數量很大且品質優良的工件，則需由模具材料和加工技術來決定。塑膠模具是由許多的構件組合而成的，每一構件分別用於支承、引導、組合、成型等方面。

為了使模具能用得更久更有效，選擇適當且經濟的模具材料是有必要的。一般而言，除了受塑料直接影響的模板、心型、滑動件、剝料板、流道板外，大部分構件所用的材料在受力和應用上都相當固定。常用於模具製造

的鋼材如下：

- (1)機械構造用鋼：S25C ~S55C 由於價廉且易加工，常用於夾板、頂出板、承板、定位環、支承件、間隔塊等方面。
- (2)碳工具鋼(SK3、SK5)、低合金工具鋼(SKS2、SKS3)及高碳鉻軸承鋼(SUJ2)，用於滑動部分及需要硬度和耐磨耗的導柱、導套、頂出銷、頂出套筒、歸位銷、滑塊等。
- (3)對於品質要求不甚嚴格的塑膠模具，可使用 S50C、S55C、SK7 等價廉的鋼材於模板及心型的製作上。

由於工程塑膠在工業零件、家電、事務機器、汽車、建材、通信器材等方面的運用愈廣泛，品質要求愈精密，對模具的負荷也愈大，因此在選擇適用的模具材料時，需考慮以下事項：

- a. 材料的取得是否容易。
- b. 耐磨耗性
- c. 耐蝕性
- d. 強度及硬度要好
- e. 要有韌性
- f. 加工性良好
- g. 熱處理變形小及淬火性要優良
- h. 鏡面加工性
- i. 熱膨脹係數小
- j. 熱傳導性要好

一種模具材料無法同時擁有以上諸性質，因此模具材料製造商即針對某一項或數項製成各類不同的塑膠模具材料，供應各模具製造廠。

5. 模具的熱處理

影響模具壽命的另一個因素，是模具的熱處理。熱處理或表面處理可以顯著的增加硬度、強度、韌性、耐磨耗性與耐蝕性，延長模具的壽命。

正常化、退火、淬火、回火、滲碳、氮化、氰化、電鍍等方式，都是常用於熱處理及表面處理的方式。模具熱處理時，模具材料的選用及注意事項

包括：

(1)選擇適合的熱處理模具材料

模具材料若需施予熱處理，最好不要選擇必須急速冷卻才能得到的高硬度材料，如此容易導致變形，空冷鋼具有不易變形的特性。因此在形狀複雜易於變形的模具構件，為了減少熱處理後的加工，最好採用空冷鋼。

(2)統一材料的方向性

模具材料的方向性不一致時，熱處理後將產生尺寸變化的情況，使模具喪失精度。材料壓延的方向固定，熱處理後的尺寸變化於同一方向亦將相等，因此使用於模具可動側或固定側模板，若方向性一致時，將可避免分模面的不吻合，造成模具損傷或零件品質不良。

(3)以調質來避免熱處理所產生的變形及尺寸變化

調質是使材料在壓延或鍛造塑性加工中所產生不均一的結晶粒予以微細化、均等化的重要熱處理。進行調質可以大幅提高韌性，也可以減少加工應變的熱處理引起的尺寸變化和變形，以及提高被削性。預硬鋼是合金鋼熱處理後經調質處理，使其具有硬度(HRC 30°以上)、韌性及切削性質的一種模具材料。

(4)模具的時效變化

時效變化是熱處理過的材料中殘留沃斯田鐵，在低溫時，因為分解、安定化而引起的變化。欲防止時效變化，最好在熱處理後，施予分解沃斯田鐵的亞冷處理(subzero)，或施予高溫回火。

(5)熱處理變形對模具形狀及大小的影響

模具形狀複雜不均衡，在熱處理時容易產生變形的現象。模板單邊尺寸若在 120mm 以下時，其變形大都能在容許範圍。模具材料的裁取即使方向性一致，仍會因活動側和固定側模板兩者厚度差異太大，產品尺寸變化而造成配合面不吻合。要避免此情況，兩者模板厚度比最好在 3:2 的範圍內。

(6)熱處理的現場處理

精密塑膠模具的熱處理，最好不要在產生氧化、脫碳的真空熱處理爐中處理。爐中的溫度控制能在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以內。昇溫的速度能使材料各部分一

致。冷卻時依各鋼材的冷卻速度進行冷卻，材料各部分降溫須保持一致。

6. 特殊用途之精密塑膠模具用鋼材

(1) 鏡面加工用模具材料

無非金屬存在物，微視組織均勻細微，硬度高，須以真空熔解法製造之極純淨模材，一般以麻時效鋼(YAG)、預硬化鋼(HPM17、HPM33、HPM38、HPM50)為主。

(2) 耐腐蝕用模具材料

- a. 材質含鉻，如不銹鋼(SUS系)、預硬化鋼、鉻鉬鋼(SCM)。
- b. 表面鍍硬鉻層。

(3) 耐磨耗用的模具材料

耐磨性取決於碳化物的種類及含量，主要有預硬化鋼(HPM31、HPM38)、粉末高速鋼(HAP)。

(4) 快削性、韌性、非磁性模具材料

- a. 使用快削性的預硬鋼模材，可以提高模具的硬度及加工性，有助於對模板含有多且細的頂出銷孔時的加工，對嵌入模塊與模板接合面的精密保持亦有很大的效果。HPM1、HPM2都是屬於快削性的預硬鋼。
- b. 塑膠模具中常有薄形、長形或尖銳的形狀，這些在成形中容易斷裂或折損，若要使模具不易損壞，要選用硬度及韌性很高的模材，如YAG塑膠模具材料。
- c. 樹脂中若含有磁粉，則須選擇硬度較高且非磁性的模具材料。YHD50是析出硬化型沃斯田鐵，正常化處理後，經700°C的時效處理，可得到HRC42~47的硬度。透磁率在1.01以下。

(三) 壓鑄模具

1. 壓鑄模具的種類

壓鑄用模具之分類方式主要有：依模具製作與結合的方式區分、依壓鑄一次所得的鑄品數量區分、依使用的壓鑄機區分。

(1) 依模具製作與結合的方式區分

a. 直雕式鑄模

此類模具係直接在模塊上製作所需之形狀，一體成形，所使用的材料一致，如圖 30。通常直雕式模具的構造比較簡單，規模較小，適用於比較小型壓鑄機之加工。但製造時，模塊通常會因熱處理變形而使導柱與導柱孔的距離產生誤差，且此種模具的本體由於需要整塊模具鋼製成，在材料的使用上較不經濟。

b. 嵌入式鑄模

如圖 31，嵌入式鑄模由兩部分組成，鑄模比較重要部位，如模穴、澆道、溢流池等，以模具鋼製成一鑲嵌塊，嵌入由一般碳鋼所製成的保持塊框中。如此不僅可減低鑄模之材料費，並可分開嵌入物，容易雕模。在製程中亦可由不同的作業員擔任製作，減少製作時間及熱處理費用，且可降低熱處理之變形，目前的壓鑄模多屬於此種型式。

c. 單元鑄模

此種鑄模之製品成形部位做成可拆卸的構造，而其他部分則做成標準保持機構。如圖 32，在製模時，主要成形部分之尺寸必須配合保持座的定位裝置，方能裝入，而保持座的單元模塊本身已有大部分的模具機能(如頂出機構及冷卻系統)。此種模具之裝卸簡單，可節省換模時間，但在設計上常會受到限制。

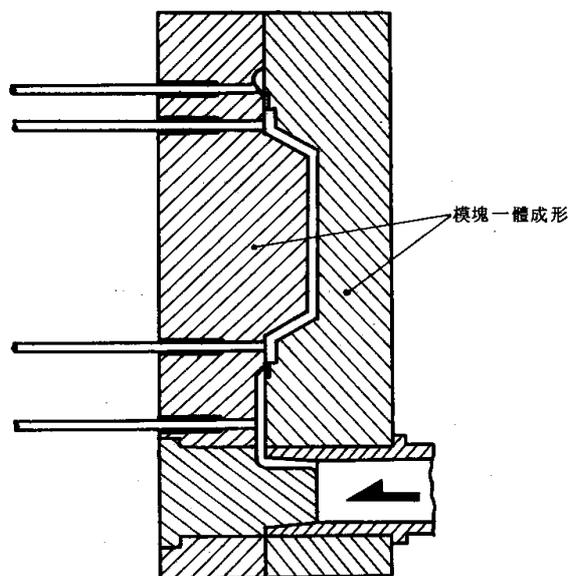


圖 30 直雕式鑄模

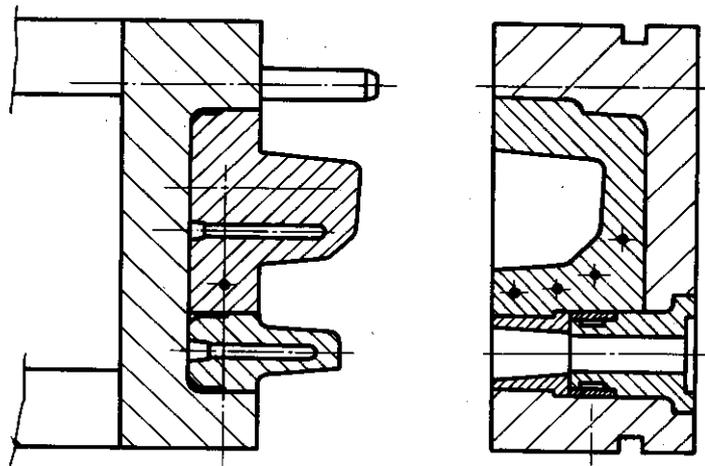


圖 31 嵌入式鑄模

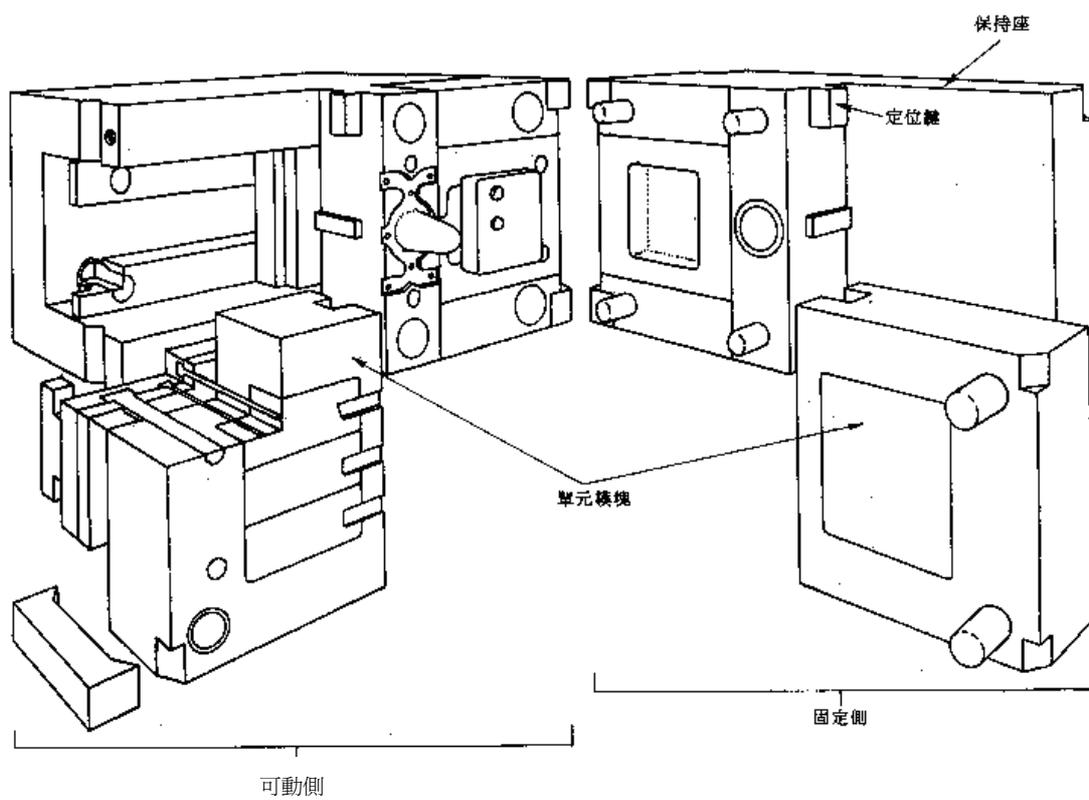


圖 32 單元鑄模

(2)依壓一次所得的鑄品數量區分

a. 單件式鑄模

單件式鑄模只有一個模穴，壓鑄一次只得一個鑄件，適合於少量但高精度要求之生產，大型製品或製品形狀複雜時，亦常用此種模具，以降低製造費用。此型模具如圖 33 所示。

b. 多件式鑄模

此種模具設有多個模穴，壓鑄一次可得多個鑄件。多件式鑄模可分為同型多件式及異型多件式兩種。前者各模穴形狀相同，製品形狀一致，但製作較費時間，精度也較難控制一致，常用於生產小型而形狀簡單的鑄件；後者則以不同形狀之模穴，同時生產不同形狀之製品，此型模具適合生產性質相近而外形不很複雜之鑄件，較能節省生產成本。但若鑄件發生不良的模穴一致時，則不同模穴的製品產量會造成不平衡的情況。

(3)依使用的壓鑄機區分

壓鑄模若依鑄造機種類可區分為冷室機鑄模及熱室機鑄模兩種，其間最主要的差別在鑄入口或豎澆口的形狀互有不同。

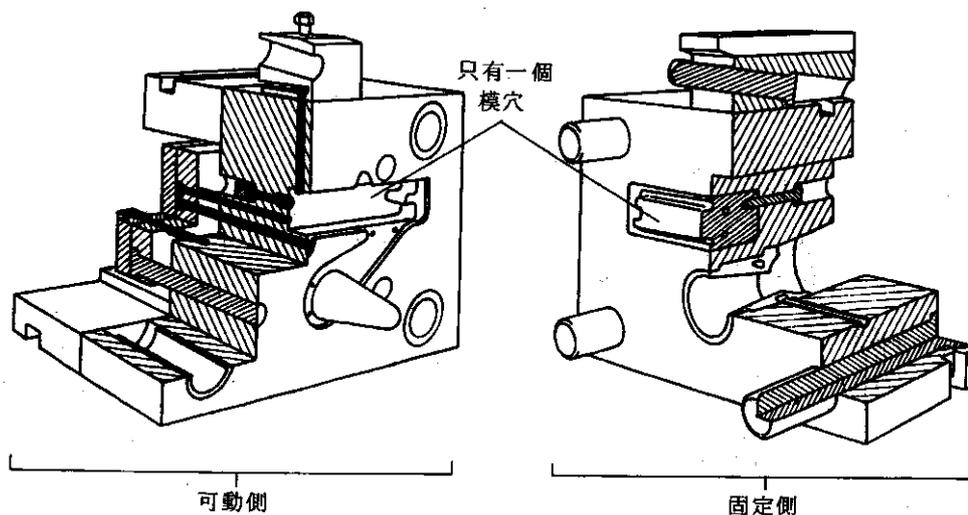


圖 33 單件式鑄模

2 基本結構

圖 34 為一單件嵌入式冷室壓鑄模之立體形狀。圖 35 則為其正視圖及剖面圖。壓鑄模具可概分為固定模塊與可動模塊兩部分。固定模塊安裝於壓鑄機之固定模盤，可動模塊則安裝於可動模盤。其各部分功能及名稱如下：

(1) 可動側模框

固定於可動側模盤，用以支持可動側嵌模塊，並和固定側模框相互配合定位，進行壓鑄加工。

(2) 固定側模框

夾持於固定側模板，用以承置固定側嵌模塊、定位及送料。無論是可動側或是固定側模框，在設計時其強度應足以承受鎖模力及射出力。

(3) 固定側嵌模塊

係鑄模之模穴部分，與可動側嵌模塊配合即成為鑄品形狀。由於無頂出裝置，在設計時必須考慮鑄件外形，將較易脫模的方向置於此部分，以利脫模。

(4) 可動側嵌模塊

為製品成形的地方，除了製作有鑄件之形狀外，另有溢流池、澆道、排氣道等之設置。配合頂出銷及定位銷，可以將製品頂出，並在合模時使模穴對正。

(5) 導柱

與導套配合，使固定側模塊與可動側模塊能夠精密定位。

(6) 導套

與導柱配合使用。

(7) 射料套筒

為冷室壓鑄模入口，配合柱塞，將熔融合金經澆道注入模穴中。

(8) 鑄入口配合塊(riser)

配合射料套筒及柱塞，使合金順利進入澆道。

(9) 冷卻水管

通入冷卻劑，以調節鑄模之溫度。

(10) 活動心型座

配合心型角銷，控制心型動作。

(11)心型角銷

控制心型開模時退出製品。

(12)角銷固定座

固定心型角銷，使其在一定位上活動。

(13)活動心型

於鑄件側方向形成所需之孔狀。

(14)頂出銷

在開模時將鑄件自模穴中頂出。除頂出銷之外，頂出裝置尚有頂出片、頂出套筒等等。

(15)定位銷

配合固定模塊，以確保模穴之定位。

(16)歸位銷

使頂出銷在頂出鑄件後能安全正確的歸位。

(17)頂出板

用以支持頂出銷及歸位銷。

(18)冷卻水套

防止心型或分流器(熱式壓鑄模)過熱。

(19)溢流池(overflow)

收集模穴之空氣及壓鑄時之金屬餘料，以免製品產生瑕疵。

(20)通氣孔(vents)

導引空氣自模穴中溢出。

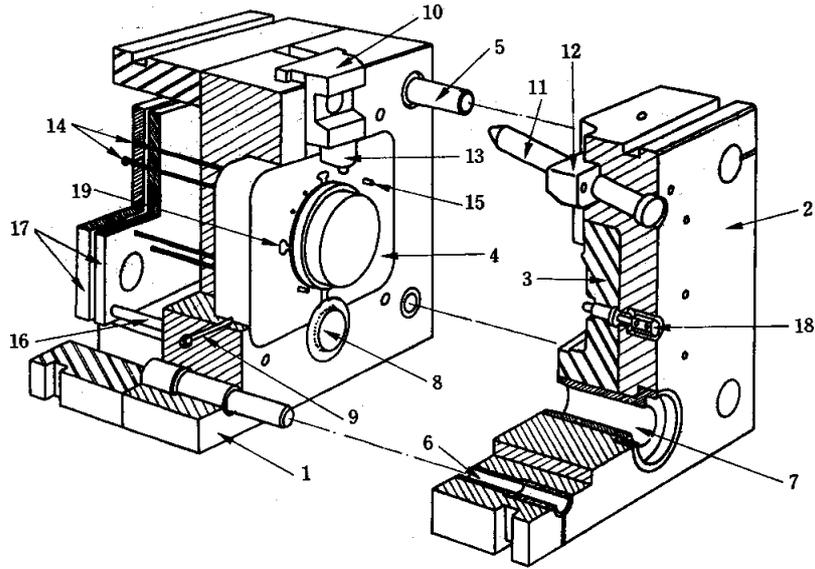
(21)豎澆道撒播器(sprue spreader)

熱室壓鑄模中連接噴嘴的一枚推拔銷，配合豎澆道襯套(sprue bushing)

使熔融合金經由豎澆道進入模穴中。

(22)豎澆道襯套(sprue bushing)

配合豎澆道撒播器使用。



- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1. 可動側模框 | 6. 導套 | 11. 心型角銷 | 16. 歸位銷 |
| 2. 固定側模框 | 7. 射料套筒 | 12. 角銷固定座 | 17. 頂出板 |
| 3. 固定側嵌模塊 | 8. 鑄入口配合塊 | 13. 活動心型 | 18. 冷却水套 |
| 4. 可動側嵌模塊 | 9. 冷却水管 | 14. 頂出銷 | 19. 溢流池 |
| 5. 導柱 | 10. 活動心型座 | 15. 定位銷 | |

圖 34 單件嵌入式冷室壓鑄模之立體圖

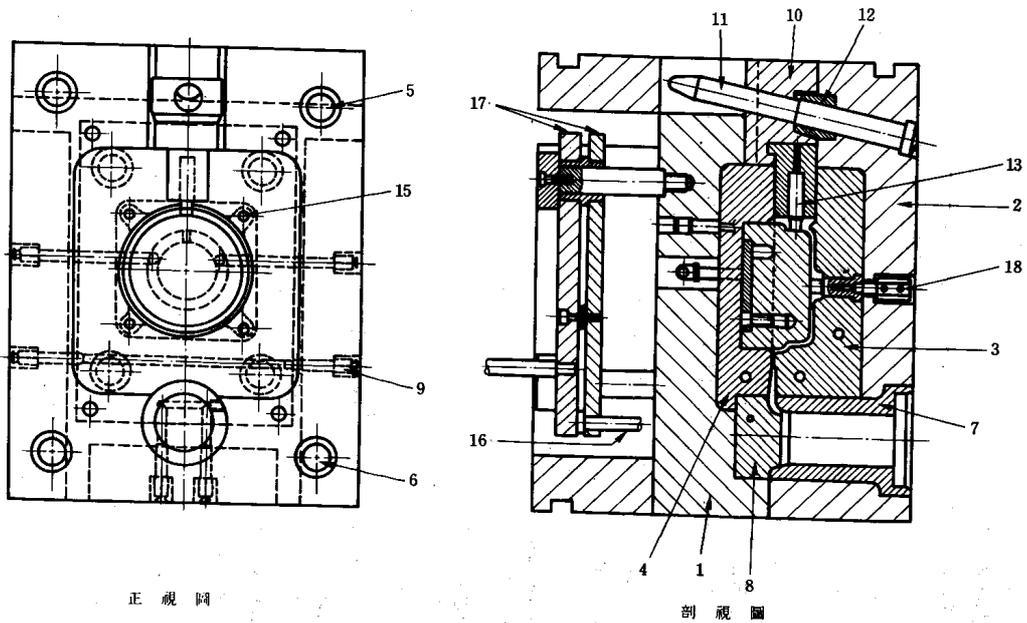


圖 35 單件嵌入式冷室壓鑄模之正視圖及剖面圖

3 設計流程及相關範圍

圖 36 為壓鑄模設計的基本流程。由圖中可以瞭解，鑄模設計範圍應包括：

(1) 對製品條件的瞭解

製品所需達到的公差、形狀品質、產量或已決定使用何種合金等等，皆足以影響模具的結構及尺寸決定。而且在經過製品工程設計之後，往往

還需要對原始製品的要求做適度的修正，以符合壓鑄加工的原則。

(2) 壓鑄計畫的擬定

針對製品的要求，完成製品工程圖之後，最重要的就是建立壓鑄計畫。壓鑄計畫的內容應包括鑄模種類的決定、壓鑄機機種的選擇、每次壓鑄件數、模具材料的選擇及成形方式的確立(是否使用心型、是否使用側滑塊機構)。壓鑄計畫的建立必須與有關人員做充分的溝通，例如顧客或市場銷售人員、工具工程師、製模人員等等。於基本方向確立之後，再進行模具細部分析。

(3) 鑄模強度的計算

依據製品條件即已決定之模具結構，計算出鎖模力、鎖模塊強度、各模塊強度，以做為選擇壓鑄機規格及制定各零件尺寸之依據。

(4) 澆注系統的設計

澆注系統包括鑄入口、澆道、澆口、溢流池、通氣孔等結構。此系統的設計攸關製品的品質，故需仔細的考量與配置。

(5) 頂出機構的設計

頂出機構為取出製品的重要裝置，在設計階段必須配合製品分模面的設計，考慮製品的形狀，規劃適當的頂出機構，以利製品的取出。

(6) 溫度系統設計

鑄模溫度之高低，直接影響製品的品質、鑄造週期及鑄造性，必須予以適當的控制。溫度控制系統包括；冷卻管路、循環流體及溫度控制器，設計壓鑄模具時，必須經仔細考量，妥善的佈置此一系統。

(7) 模具零件之選用

依據已完成之分析，在決定鑄模各部位尺寸時，可以考慮選用標準化零件，以節省模具製造時間及便於日後模具維修。標準零件包括模塊、導柱、歸位銷、頂出銷等。

(8) 模具材料之選用

依據各項加工條件，選擇適當之材料加工，或選用適當之標準零件，一一列舉在材料表中，以便於製作模具時有所依循。

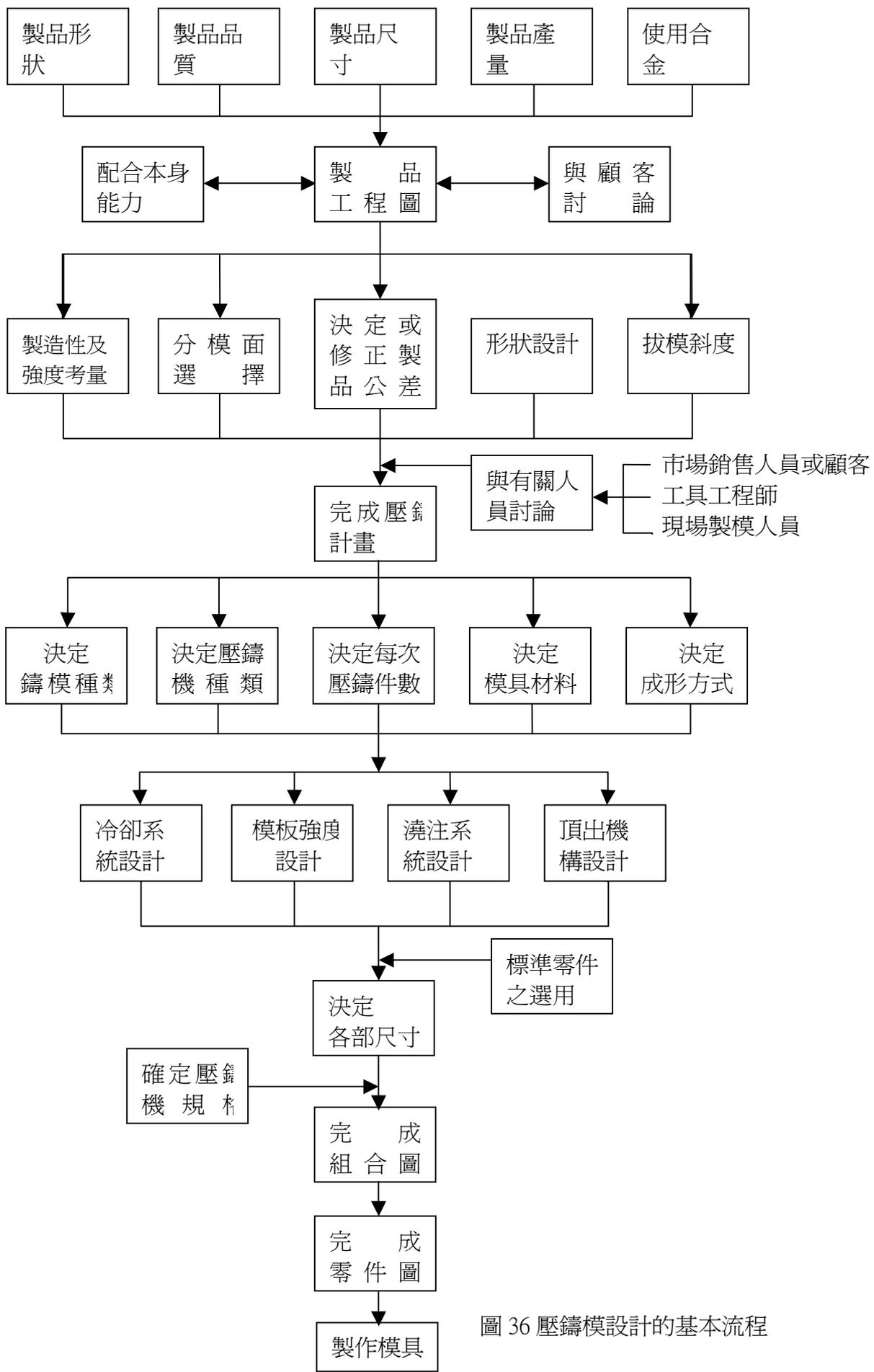


圖 36 壓鑄模設計的基本流程

(四)精密電子產品模具及微米/奈米模具

生產精密電子產品之模具，主要大多為沖壓模及塑膠射出成型模具，由於體積小、精密度高，因此在加工過程比較著重在加工精度、鏡面拋光、表面處理等，對模具材料的耗損率影響不大，但模具價格則明顯提高。微米/奈米模具是指模具的精度要求，或是所生產的製品有微小的尺寸精度要求，例如生產導光板的射出成型模具，在模仁表面須要有微米到奈米級的尺寸特徵要求，因此模仁表面的加工就非常精密，常用的方法有蝕刻、噴砂、雷射打點、超精密加工 V-溝…等，但僅限於模仁表面，雖然加工費用高，但對模具材料的耗損率影響甚為微小，除非加工不良，整個模仁必須捨棄，重新取材再進行模仁加工，才會造成模具材料的耗損率明顯增加。

三、原物料耗用情形

(一)原物料名稱、來源及是否有替代品

依各類鋼材的品質及國內外技術及售價，其來源如下：

1. S45C、SS41、S55C 等鋼材主要以國內產製為主。
2. SKD11、DC53、SLD、SKH9、ASP23、SKD61、PDS5、PDS20、FDAC、NAK80 等鋼材以日本產製為主，替代品為大陸產製或韓國產製。

以模具廠的模具開發製造方式可分為二種，第一種是直接購入標準模座，再進行內部各項子系統(如塑膠射出模的流道系統、冷卻系統、頂出系統)的加工，第二種是購入模塊，以模塊進行銑削，加工成模具零件。對此兩種方式而言，模具的原物料均為各類鋼材，只是在選擇鋼材時，會因加工用途、零件要求、模具壽命而有所不同。以量產模具而言，由於強度及精度的要求非常重要，因此並無其他材料可取代模具用的鋼材，僅偶而在暫用模具方面會以其他材料，如鋁、矽膠、木材、石膏等作為替代品，但此類比重極低。暫用模具是指產品需求量在數百件以下，或僅需要試作產品形狀時所用之暫時性模具。

(二)製造過程中的損耗率及損耗原因

模具製造過程的損耗原因可分為下列幾項主要的部分：

1. 模板在銑削或雕刻成模仁或模穴鑲入塊時，所切除掉的部分。

2. 模板為了鑲入模仁鑲入塊、或模穴鑲入塊、或衝頭，所必須挖除的空間。
3. 模板為了各種零組件，如襯套、定位銷(桿)、螺栓、導引柱(桿)、頂出銷(桿)所必須鑽除的孔洞空間。
4. 為了讓熔膠或熔融金屬液流入模具，模板必需銑削出一些可讓液體流通的流道。
5. 為了讓熔膠或熔融金屬液固化成型，模塊必須設計冷卻水路，因此必須有鑽除的孔洞空間。
6. 模具設計或加工錯誤，導致必須重新準備鋼料及加工。

模具製造過程中，依模具種類、大小及產品形狀差異，其切削和鑽除的比例亦有很大的不同。說明如下：

(1) 沖壓模具

- a. 大型模具，如製造汽車鈹金的沖壓模具，由於衝頭斷面積大、定位銷(桿)、螺栓、導引柱(桿)也多，其損耗率約 25%~30%。
- b. 小型模具，如一般製造五金零件的沖壓模具，衝頭斷面積小、定位銷(桿)、螺栓、導引柱(桿)也少，其損耗率約 20%~25%。

(2) 塑膠射出模及壓鑄模

- a. 產品高度比較高，約 150mm 以上，如果汁機的容器、置物箱、垃圾筒、杯子，或側面有倒角(under cut)，需要設計滑塊機構，則模塊需要切削掉的部分比較多，若包括定位、頂出及冷卻所需之鑽孔損耗，其整體損耗率約 35%~40%。
- b. 產品高度比較低，約 150mm 以下，或是平板狀，如導光板，則模塊需要切削掉的部分比較少，若包括定位、頂出及冷卻所需之鑽孔損耗，其整體損耗率約 25%~30%。
- c. 產品機構複雜，有肋、凸榫、孔、倒角等設計，如 3C 產品外殼、汽機車零件、車燈組，模具常採用分割式設計，零件組塊多，因此切削掉的部分比較多，若包括定位、頂出及冷卻所需之鑽孔損耗，其整體損耗率約 30%~35%。

表 2 模具種類及產品特性對損耗率的影響

材料名稱	種類		損耗率	損耗原因	損耗的製程階段	備註
模板	沖壓模	大型模具	25%~30%	1. 模板在銑削或雕刻成模仁或模穴鑲入塊時，所切除掉的部分。	模板的加工階段，包括模穴的銑削、雕刻、線切割、定位，以及頂出及冷卻所需鑽孔之損耗	
	沖壓模	小型模具	20%~25%			
	塑膠射出模及壓鑄模	產品高度比較高	35%~40%	2. 模板為了鑲入模仁鑲入塊、或模穴鑲入塊、或衝頭，所必須挖除的空間。		
		產品高度比較低	25%~30%			
		產品機構複雜	30%~35%			
			3. 模板為了各種零組件，如襯套、定位銷(桿)、螺栓、導引柱(桿)、頂出銷(桿)所必須鑽除的孔洞空間。			
			4. 為了讓熔膠或熔融金屬液流入模具，模板必需銑削出一些可讓液體流通的流道。			
			5. 為了讓熔膠或熔融金屬液固化成型，模塊必須設計冷卻水路，因此必須有鑽除的孔洞空間。			
			6. 模具設計或加工錯誤，導致必須重新準備鋼料及加工。			

(三)單位成本耗用各主要原料之數量

模具開發過程，主要的成本包括設計(人事)、加工製造(含表面處理、熱處理)、模具材料等。但常會因加工精度、模具壽命、特殊用途(如鏡面、防蝕)而有所不同。例如加工精度高的模具，加工製造的成本較高，模具壽

命要求高或需要特殊用途(如鏡面加工、防腐蝕)的鋼材，材料成本較高。

表 3 模具的開發成本

	設計(人事)	加工製造	模具材料
精密級(如汽車鈑金、醫療元件)	25%~30%	40%~45%	30%~35%
模具壽命要求高	25%~30%	30%~35%	40%~45%
一般級(如民生五金)	30%~35%	30%~35%	30%~35%

四、副產品及下腳料的處理情形

(一)副產品及下腳料的產製比例

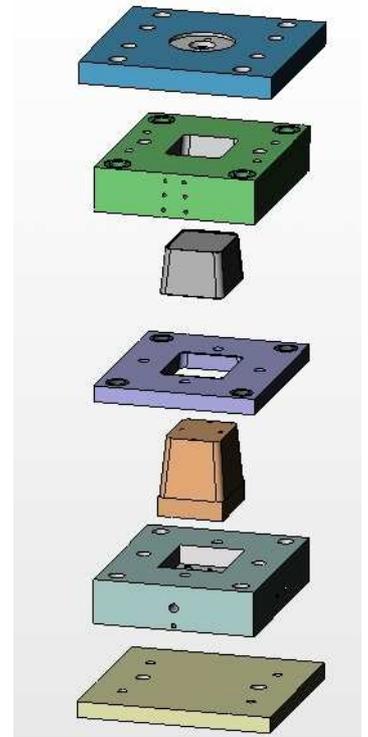
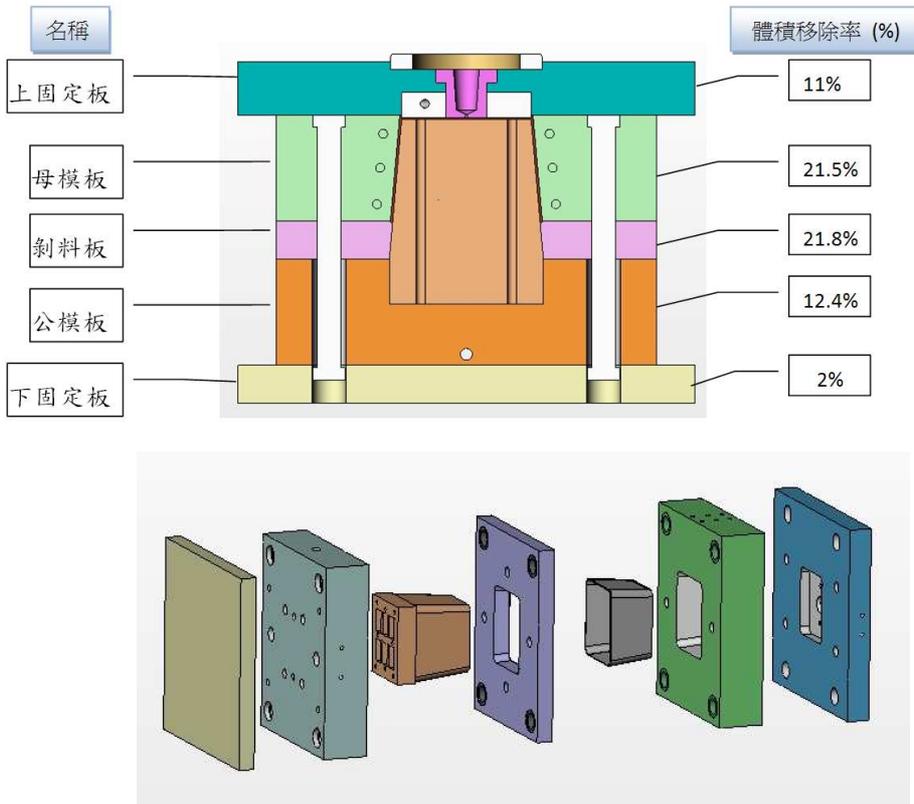
1. 模具開發過程，並無副產品產生，因此副產品的產製比例為零。
2. 模塊所銑削或雕刻出的下腳料主要為鐵屑，其比例如前述所提之模具在開發過程的鋼材耗損率。
3. 經由線切割加工所得的下腳料主要為切割出來的不規則模塊，在沖壓模具所占比例比較高，約 3%~5%，在塑膠射出模及壓鑄模則更低，約 2% 以下。

(二)副產品及下腳料的用途及價值

模塊所銑削或雕刻出的鐵屑，一般模具廠商大都販售給五金回收商。若經由線切割加工所得的不規則模塊，若模塊尚可使用，亦可儲存作為小零件的用料。

五、實例說明

- 產品形式： 盒狀產品
- 模具型式： 簡易剝料板兩板模
- 體積移除率定義= $(1 - \text{模具材料加工移除體積}) * 100\%$



六、註解

(一)一般所謂工程塑膠是指至少具有下列條件之一的塑膠材料：

1. 機械强度高且要有適當的平衡，所謂適當的平衡是指各項機械性能均能達一定的水準，例如有高的抗拉強度、有高的彎曲強度、有高的衝擊強度、有高的連續使用溫度、有低的吸水率、低的熱膨脹係數。
2. 耐熱性耐久性高，能保持某種程度的長壽命，長時間連續使用下不會發生異常。
3. 具有特殊機能，如轉動特性。

具有這些條件的塑料適用於機械、電氣、化學機械零件或構造品。工程塑膠又分為汎用工程塑膠特殊工程塑膠，汎用工程塑膠是指除上述條件外，還具備下述幾項：

4. 廉價性，不會非常昂貴
5. 加工性優良，不須特殊的加工方法
6. 產量大，總消費量高。