

模具簡介

蕭德瑛

國立清華大學動力機械工程學系教授

dishaw@pme.nthu.edu.tw

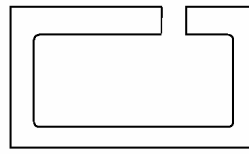
什麼是模具？簡單的說模具就是將素材(或原料)固定成為某一種形狀的裝置，在日常生活中模具的使用無所不在。例如蛋糕模、麵包模及塑身衣等都屬於模具的一種。目前由模具製造的產品，包括：金屬沖壓零件、塑膠成形零件等，可說與人類生活用品關係十分密切。如庭用品中的電視、電話機、電冰箱、洗衣機等所需零件，其他如飛機、汽車、鐘錶零件、電腦週邊設備，以至國防武器、軍用器材等所需零件，無不使用沖模製造而成。由被成型材料的變化，模具可粗分為被成型物資有相變化的成型模具(從液態變固態或由氣態變固態)及被成型物資不具相變化的模具(只使得物體的外形變化)。前者可以以蛋糕的製造為例，將蛋糕粉打成糊之後倒入蛋糕模內經烘烤成型後倒出蛋糕即完成蛋糕。後者，也可以以做餃子皮時將大張的麵皮以茶杯杯口將麵皮剪斷成圓型麵皮或通心粉的製造中其內心形狀成型為例。本文分別就這兩種模具介紹其基本原理。

1. 被成型物資有相變化的成型模具

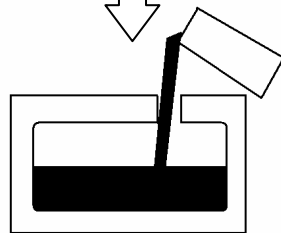
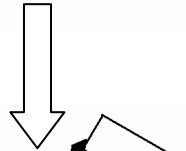
這種成型法如圖一所示。圖一中先將模具依被成型物之外型加工成模穴(有時要利用另一個模型來形成模穴)，然後利用澆道將液狀之物資倒入模穴中，等倒滿後靜待其形成固體(如烤蛋糕要加熱，若是金屬鑄造則是冷卻)，再將模脫開將內容物取出即成型完成。

利用此方法成型的應用有許多種，人類最早利用此原理鑄造銅器而有銅器時代。中國古代的許多精細銅器其之所以精細在於其模穴的形狀非常細緻，使得鑄造的成品花紋細緻(當然澆鑄時之銅的成份及溫度控制也很重要)。經過過去這幾千年的發展原理均是相同，而變的是模具的材料、被成型材料及材料進入模型的方式，依此基本原則各式各樣的製造方法被發展出來。例如壓鑄模具、塑膠模具、連續鑄造模等。

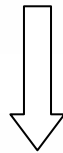
目前因塑膠的大量使用，使得射出成型塑膠模具變為相當重要的一種模具。射出成型的原理和圖一是相同的，不同的是將澆注的方法有所變更，圖一是將材料倒入，而射出成型則是將固態之塑膠粒經一螺桿機構將塑膠粒加壓加熱成熔融狀態後以高壓注入模具後，等塑膠凝固後取出並將餘料切除後即為成品。圖二為筆者正在申請專利之厚鏡片射出成型模具，圖中綠斜線為成品之位置，在此模具中除了模穴外尚包含了幾個機構，其目的是要使得在澆注的過程中模穴的大小會做改變以消除塑膠料在冷卻時因收縮而產生的殘餘應力造成光學特性不良。這種本身具有機構的模具一般來說因較貴都是精密射出才會用到。



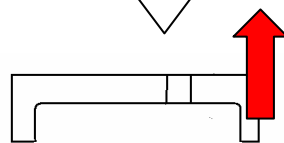
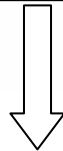
模具



澆入液態物質



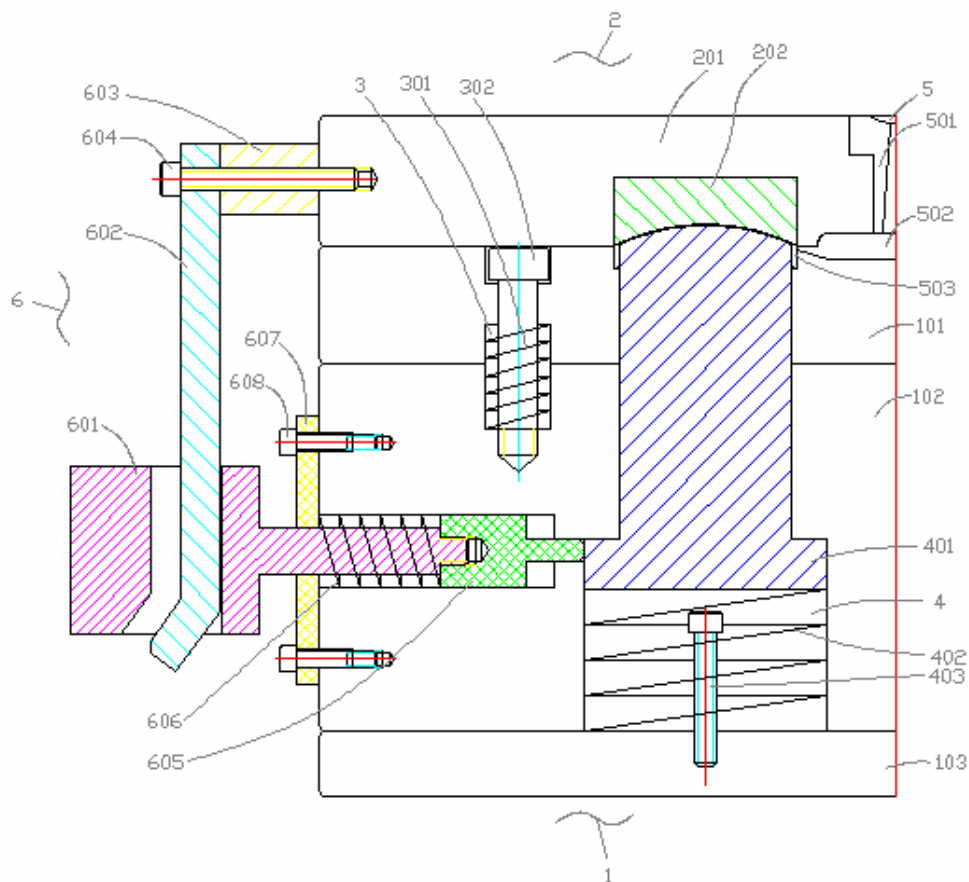
固化



脫模



圖一 有相變化的成型

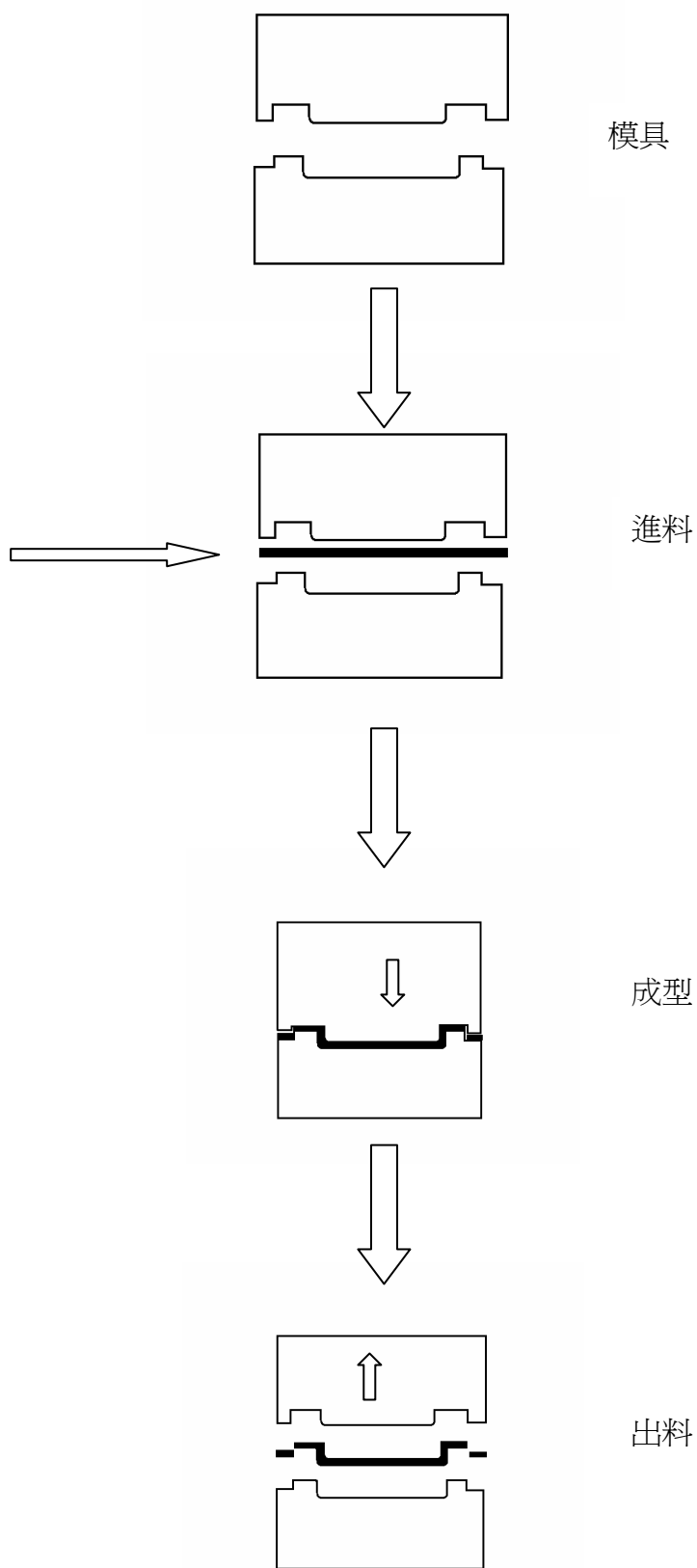


圖二 射出成型模具例

2. 被成型物資不具相變化的模具

這種成型法如圖三所示。圖三之模具上下的形狀相反，當要使物体成型時可將物體放置在兩個模具中間，尚模具合起來即將物體的形狀依合模所產生的模穴形狀成型，而多餘的料則可以同時切除(圖三最後一圖分離之黑色部份)。這種成型法是要靠外力使得物資產生永久塑性變形，因此有時會加熱物質使其變軟，再加以成型，鍛造(打鐵)即是一例。目前在不加熱的工作法比較常用的包括：沖壓模及鑽模、夾具等，本文介紹沖壓模具一項。沖壓模具的加工對象是鋼鐵板片或非鐵金屬板片，所用機器則為沖床及油壓機等。

經過沖床的運作，模具的使用使產品或零件在大量生產時尺寸變異量小，且成本低廉而又經久耐用，故模具在現代工業生產上所佔的地位相當重要。沖壓模為適應不同製造要求，形狀和結構千變萬化。如下料模可用以切片機沖孔；壓彎模可變換材料方向；引伸模可將材料延伸成杯狀；複合模可將下料、引伸組合在同一操作中一次完成；連續模可由數個單次沖模排列在一模座上，連續沖製，最後完成製品。



圖三 無相變化的成型

由上面介紹的兩種利用模具成型方法可發現，在第一種成型法中因有相的變化，在成型過程相變化時產生收縮或膨脹，直接的影響就是成型後的材料體積會與模穴的容積不同，且材料的厚薄不一收縮的大小不同，也易在厚薄變化的地方產生殘餘應力造成在脫模後成品因應力的原因變形，而造成要使得成型後的大小和設計的要求相同，模具的模穴就必須要先考慮材料的收縮才能得到精確的成品，一般的做法有利用冒口(在某些部份多開一個穴，使得材料在收縮時可以補充收縮量而保持其成品體積不變，在成品完全凝固後再將冒口部份切除)或模穴做大一點，或是如圖二將模具加上機構使得模穴的大小隨時變更，但是不論是任何方法要達到精密成型，精細的計算與老到的經驗是不可或缺的。至於第二種成型法主要是靠物質的塑性變形來達到成型的目的，但一般的材料除了塑性變形外尚有彈性變形，因此在模具強迫材料變形之後，當材料離開模具彈性變形會因外力移除而回復，材料成型的形狀會和模穴不同，同時因各個區域的塑性變形不一也造成殘餘應力的產生，也會造成成型形狀之不確定，這些都是造成成型不精密的原因，要克服這些因子同樣的精細的計算與老到的經驗是不可或缺的。除了以上的原因外不論是第一種成型法或是第二種成型法，在考慮了上述因子外精密的模具加工是必須的，無論是模具本身的尺寸精度還是模具本身的表面粗糙度在愈精密的的模具上要求就愈高。而精密成型除了模具外另外還要配合精密的成型機具來作動模具，才能達到精密度。綜合上面的述說，可以發現精密的成型是必須要有精密度的模具設計，穩定的材料性質，精密的模具製造及精密的模具操作機具(如精密射出成型機、精密沖壓機)缺一不可，因而他是和一個國家的工業水準是息息相關，這也就是為什麼高精度的模具仍掌握在幾個工業大國的原因。

模具業現況及未來發展趨勢

模具關聯產業之產值約佔我國製造業一半，模具工業可謂是整個製造業關鍵零組件之關鍵產品。我國模具工業年產值超過 550 億元(2004 年)，1988 年總產值高達 604 億，總產值曾位居世界第五，過去幾年曾呈現負成長，到 2002 年又再度開始成長。負成長的最大原因除了經濟原因外，也因缺乏高附加價值模具之自主設計與製造能力及大陸低價競爭的影響(2002 年大陸產值已是世界第三)。在模具需求朝高品質、高精度、交貨期短、降低成本的國際趨勢中，如何提昇國內精密模具業之技術水準，已成為當前重要課題。以台灣、韓國及中國大陸來看，我國在技術上落後於日美德，但仍優於南韓與中國大陸，同時在生產速度上也遙遙領先，但是南韓與中國大陸最近幾年的市場生產與需求規模則呈現成長走勢，尤其中國大陸模具業正快速發展中(許多是臺商的幫助)，各國知名大廠進駐生產設備，無形中提升模具開發實力與設計能力。成本方面，中國大陸與南韓因擁有相對低的人力成本優勢，故對於模具售價上，採取低價行銷，也因此在全球景氣欠佳的局勢中，成功攫取市場買家的青睞。

我國的模具業產值雖高，但對於精密模具，如 IC 封裝用模，高腳數 IC 與 LCD 金屬罩沖壓模等仍不能提供足夠的數量，如要能抵抗中國大陸及韓國的緊逼，精密化是必須要努力的方向。