

塑膠模具製造能力本位訓練教材 塑膠材料成型收縮率認識

編號：PMT-PIM0202

編著者：陳炳明

審稿者：湯誌龍、許建育、陳永泉

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

研製單位：中華民國職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十二月

單元 PMT-PIM0202 學習指引

在本單元，你必須學習的相關知識為：

- (1) 什麼是塑膠。
- (2) 塑膠材料的成形收縮。
- (3) 塑膠材料的流動性。
- (4) 塑膠材料的成形條件等。

以上所列之知識，依你自己的認知程度，按下列的指示進行學習：

- (1) 你全部無法勝任上列之工作，則請取出編號 PMT-PIM0201「塑膠材料分類認識」教材開始學習，或請教你的老師。
- (2) 假如你對「塑膠材料的成形收縮」不熟悉，則請取出編號 PMT-PIM0202「塑膠材料成形收縮率認識」教材開始學習。或請教你的老師。
- (3) 假如你對「塑膠材料的流動性」不熟悉，則請取出編號 PMT-PIM0203「塑膠材料流動性認識」教材開始學習。或請教你的老師。

引言

自塑膠被發現以來，由於使用量的不斷上升，僅次於鋼鐵，在二次大戰以後，世界真正進入了塑膠時代。在、衣、食、住、行、育、樂等各方面，塑膠對人類都做了很大的貢獻。因此，凡是從事與塑膠有關的從業人員，對塑膠必須有所瞭解。

學習目標

- 一、學生在不參考任何資料情況下，能正確的說出塑膠材料的成形收縮率。
- 二、學生能在不參考資料的情況下，正確的說出成形收縮與成形條件的關係。
- 三、學生在不參考任何資料的情況下，能正確的說出成形收縮與塑料流態(配向性)的關係。
- 四、學生在不參考任何資料的情況下，能正確的說出成形收縮與成形品肉厚的關係。

學習活動

本講義之學習活動部分：

(1) 相關知識。

凡從事與塑膠有關之行業，均必須學習塑膠材料有關之知識，你可以由下列之途徑選擇其一去學習。

- 一、閱讀本教材之 P 5 至 P 15 。
- 二、閱讀 塑膠工程學 謝俊雄 著 文京圖書有限公司 1976。P.1~P.100
- 三、閱讀 塑膠機與塑膠模具 游正晃 著 三民書局印行 1982。P.210~P.222
- 四、閱讀 塑膠產品設計 張子成 編著 全華科技圖書公司印行 1995。P.1~P.14
- 五、閱讀 塑膠射出成形 林信隆 編著 機械技術印行 1990。P.108~P.145

本單元的第一個學習目標：

學生在不參考任何資料情況下，能正確的說出塑膠材料的成形收縮率？

成形收縮率

塑膠材料在射出成型機的加熱筒內被加熱溶化後因受熱而產生膨脹，但經射入模窩後又因受到射出壓力及保壓之關係而收縮。接著，塑膠成形品在模具內冷卻固化又再度收縮，開模頂出後又因壓力的釋放而再使得成形品體積產生了若干膨脹，如此反覆變化所得總結的體積差，我們稱之為「成形收縮量」。

成形收縮的大小，因成形條件不同而異，在模具製作時需加上成形收縮的尺寸，才能使射出的塑膠成形品得到合乎規定的精確尺度。即使是相同的塑膠材料，當加熱筒內溫度較高而射出壓力較低時，則成形收縮較高，但當加熱筒內溫度較低而射出壓力較高時，則成形收縮較低。

一般計算成形收縮率的方法，是以常溫的模具尺寸減去塑膠成形品的尺寸再除以常溫的模具尺寸，以下列式子表示：

$$\text{成形收縮率}(S) = \frac{\text{常溫的模具尺寸}(M) - \text{塑膠成形品的尺寸}(P)}{\text{常溫的模具尺寸}(M)}$$

成形收縮率常以 1/1000 為單位表示之，或以百分率(%)表示之。模具尺寸的決定，必須依塑膠成形品而先查得該塑料之成形收縮率才能計算出模具的尺寸。即

$$M = (1+S) \times P$$

成形收縮率雖可從表 2-1 中查得，但在模具設計時亦需參考其成形條件，塑料的流態,成形品的形狀肉厚等。每個成形品應如何決定其成形收縮率，仍需借助個人經驗之累積。

表 2-1 所示為常用塑膠材料的線膨脹係數與成形收縮率。

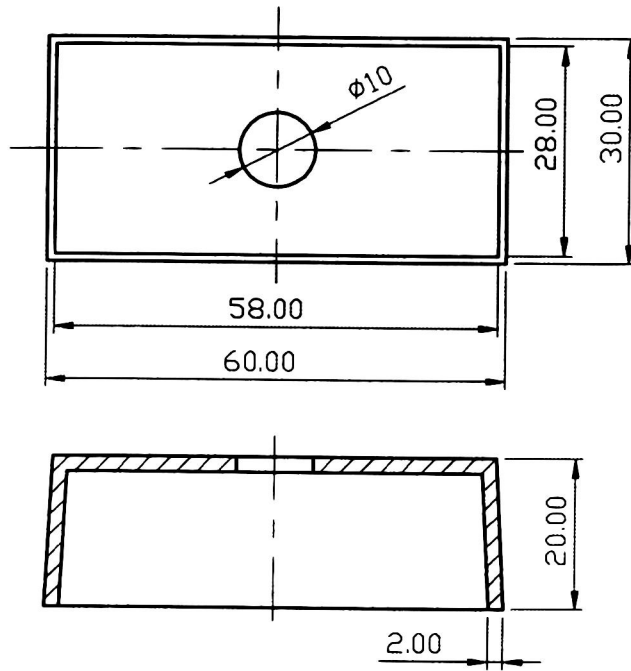
表 2-1 塑膠材料的線膨脹係數與成形收縮率

成 形 材 料		線膨脹係數 (10 ⁻⁶ /°C)	成形收縮率 (%)		
塑 膠 名 稱	充填材(強化材)				
熱 固 性 塑 膠	酚樹脂	木粉、棉屑	3.0~4.5	0.4~0.9	
	酚樹脂	玻璃纖維	0.8~0.6	0.01~0.4	
	尿素樹脂	纖維素	2.2~3.6	0.6~1.4	
	三聚氰胺樹脂	纖維素	4.0	0.5~1.5	
	diallyl Phthalate 樹脂	玻璃	1.0~3.6	0.1~0.5	
	環氧樹脂	玻璃纖維	1.1~3.5	0.1~0.5	
	聚酯	玻璃纖維	2.0~3.3	0.1~1.2	
熱 塑 性	結 晶	PE (低密度)	-	10.0~20.0	1.5~5.0
		PE (中密度)	-	14.0~16.0	1.5~5.0
		PE (高密度)	-	11.0~13.0	2.0~5.0
		PP	-	5.8~10.0	1.0~2.5
		PP	玻璃纖維	2.9~5.2	0.4~0.8
	性	耐龍 (6)	-	8.3	0.6~1.4
		耐龍 (6/10)	-	9.0	1.0
		耐龍	20~40%玻璃纖維	1.2~3.2	0.3~1.4
		聚縮醛	-	8.1	2.0~2.5
		聚縮醛	20%玻璃纖維	3.6~8.1	1.3~2.8
塑 膠	非 結 晶	PS (一般用)	-	6.0~8.0	0.2~0.6
		PS (耐衝擊用)	-	3.4~21.0	0.2~0.6
		PS	20~30%玻璃纖維	1.8~4.5	0.1~0.2
		AS 塑膠	-	3.6~3.8	0.2~0.7
		AS 塑膠	20~33%玻璃纖維	2.7~3.8	0.1~0.2
		ABS 塑膠(耐衝擊用)	-	9.5~13.0	0.3~0.8
	性	ABS 塑膠	20~40%玻璃纖維	2.9~3.6	0.1~0.2
		壓克力	-	5.0~9.0	0.2~0.8
		PC	-	6.6	0.5~0.7
		PC	10~40%玻璃纖維	1.7~4.0	0.1~0.3
		PVC 塑膠	-	5.0~18.5	0.1~0.5
		醋酸纖維素	-	8.0~18.0	0.3~0.8

(Modern Plastics Encyclopedia 1969 摘要)

學習評量一：

- 一、不要參考任何資料,在五分鐘之內能正確的說出何謂塑膠材料的成形收縮率?
- 二、在參考資料的情況下能正確的計算出圖(一)之成形品尺寸加上成形收縮率後所得的模具精確尺度。



1. 成型收縮率為 5/1000

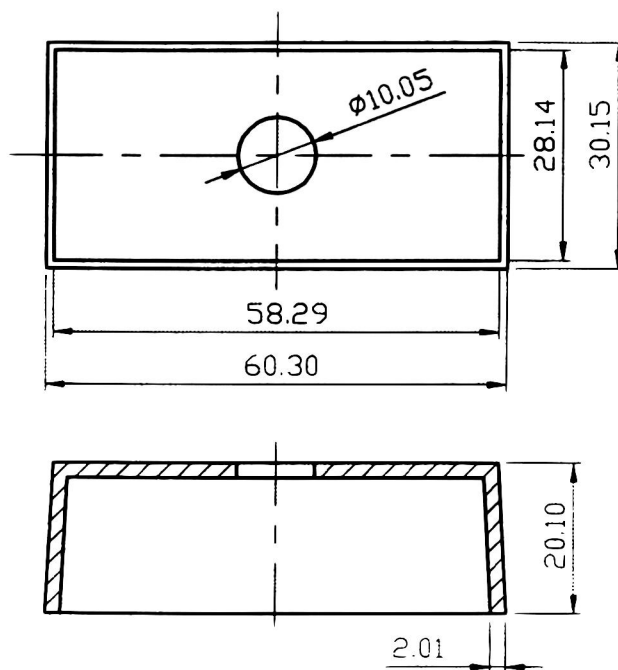
2. 平均肉厚為 2 mm

圖一

學習評量一答案：

一、參考 P 5

二、如圖二所示：



圖二

本單元的第二個學習目標：

學生能在不參考資料的情況下正確的說出成形收縮與成形條件的關係。

成形收縮與成形條件的關係

塑料在射出成形過程中會影響到成形收縮率變動的有加熱筒中之塑料溫度、模具溫度、射出速度、射出壓力、射出時間、射出量、保壓時間、冷卻時間等成形條件因素。

其影響關係為：

加熱筒內之塑料溫度**上升** 則 → 塑膠成品之冷卻速度**慢** 則 → 成形收縮率**變大**。
 模具溫度**高** → 塑料的結晶化度**增加**

射出壓力**加大** → 則 → 則模窩內塑料密度**增加** → 則 → 成形收縮率**變小**。
 保壓時間**增長** → 收縮下陷**減少**

學習評量二：

塑膠成品之成形收縮率受到哪些成形條件之影響？

學習評量二答案：

塑膠成品之成形收縮率受到了下列所示之成形條件影響：

- (1) 加熱筒中之塑料溫度。
- (2) 模具溫度。
- (3) 射出速度。
- (4) 射出壓力。
- (5) 射出時間。
- (6) 射出量。
- (7) 保壓時間。
- (8) 冷卻時間。

本單元的第三個學習目標：

學生在不參考任何資料的情況下,能正確的說出成形收縮與塑料流態(配向性)的關係。

成形收縮與塑料流態

所謂塑料流態,即指塑料流動的配向性,當在射出成形時,加熱筒內的熔融塑料以高速度通過狹窄的澆口,此時熔融的塑料分子即在此流方向上被拉伸,如圖 PM-2 所示,這就是所謂的高分子的流動配向或分子配向。因塑料流態的關係,所以產生了兩種成形收縮率之值,也就是在此流向(一般是指縱方向)上產生之值,與其直交之方向(一般是指橫方向)上所產生之值,此兩種方向上所產生的收縮率不同,甚至在各方向之拉張強度和衝擊強度都不相同,按常理是縱方向的拉張強度和衝擊強度較高,而橫方向較低,以衝擊強度而言,幾乎達五倍之鉅。

塑料流態之縱方向與橫方向的方向差,在模具溫度較低,射出壓力較大及加熱筒溫度較低時更顯著。若用上述成形條件,模具以直接澆口進料時,則極容易發生放射狀割裂之不良狀態。若加熱筒之溫度愈高,模具溫度亦高,射出壓力愈低之成形條件成形,則因流動方向所產生的成形成品物性之差異就愈小,同時也容易得到較好的成形成品;但是這將使得成形作業時間延長而導致產量的降低,提高了成形成品的成本。

流動配向乃是受到模具結構與澆口設計之影響,因為澆口的形狀與尺寸、位置等均會使熔融的塑料產生不同的流動配向,同時也使得射出壓力產生差異。例如,澆口太小時,則壓力下降,容易產生充填不足、燒焦、收縮下陷、熔接線等外觀上的缺陷,也使得成形收縮增大。澆口太大時,可減少成形收縮,但在澆口附近會發生過剩的殘留應力,致使成形成品變形或破裂。而模具結構主要受到塑膠成形成品形狀之影響,因此成形成品的肉厚要均一,不可太厚,肉厚愈大,成形收縮也愈大,這是熔融的塑料與模具表面接觸時,肉厚較薄處其冷卻速度較快所致,所以成形收縮率小。

在結構複雜或多點澆口的模具,這種流動配向所產生的異方性,更導致模具內的塑料更趨於複雜,因而使得塑膠成形成品產生了翹曲、扭曲或存有殘留應力及在機械性質上產生有方向性等不良現象。所以塑料流態對塑膠成形成品的影響很大。

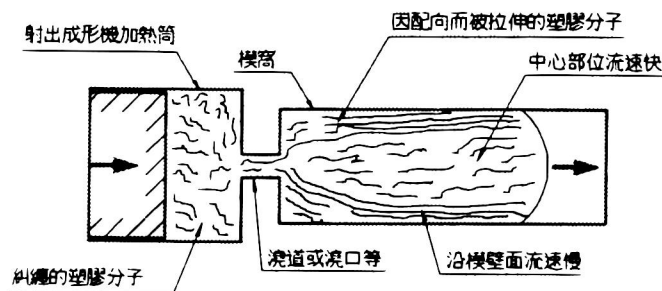


圖 PM-2

學習評量三：

- (1) 什麼是塑料流態？
- (2) 塑料流態是受到什麼影響？
- (3) 成形收縮與澆口有何關係？
- (4) 成形收縮與成形品肉厚有何關係？

學習評量三答案：

一、什麼是塑料流態？

答：所謂塑料流態即指塑料流動的配向性，當在射出成形時，加熱筒內的熔融塑料以高速度通過狹窄的澆口，此時熔融的塑料分子即在此流方向上被拉伸，如圖 PM-2 所示，這就是所謂的高分子的流動配向或分子配向。

二、塑料流態是受到什麼影響？

答：塑料流態乃是受到模具結構與澆口設計之影響，因此在結構複雜或多點澆口的模具，這種流動配向所產生的異方性，更導致模具內的塑流更趨於複雜，因而使得塑膠成形品產生了翹曲、扭曲或存有殘留應力及在機械性質上產生有方向性等不良現象。所以塑料流態對塑膠成形品的影響很大。

三、成形收縮與澆口有何關係？

答：澆口太小時，則壓力下降，容易產生充填不足、燒焦、收縮下陷、熔接線等外觀上的缺陷，也使得成形收縮增大。澆口太大時，可減少成形收縮，但在澆口附近會發生過剩的殘留應力，致使成形品變形或破裂。

四、成形收縮與成形品肉厚有何關係？

答：模具結構主要受到塑膠成形品形狀之影響，因此成形品的肉厚要均一，不可太厚，肉厚愈大，成形收縮也愈大，這是熔融的塑料與模具表面接觸時，肉厚較薄處其冷卻速度較快所致，所以成形收縮率小。