

第二章 工程塑膠

【進深探討】

1 a 工程塑膠

講起機械材料，任何人都立刻想起金屬。事實上，在塑膠發展到今日程度之前，幾乎全部機械，惟金屬是賴。但是現在，機械裝置材料或其零件之用塑膠製成者，不勝枚舉，且仍有日益增加之勢。查金屬雖為良好材料，但有下列各項缺點。1.重、2.易銹、3.精密加工時費工、價昂、4.不能用作熱及電的絕緣體、5.不透明、6.價格變更頻繁。反之，塑膠質輕，利用射出成形和壓縮模製等法，容易大量生產，又可用作耐蝕材料，''不銹、不爛''為熱及電的絕緣體。即一切金屬的缺點。適為塑膠之所長，這就是塑膠之能進入機械材料的理由。

又現在往往有所謂工程塑膠(engineering plastic)者，這是在機械裝置的分野內。塑膠取代金屬材料的主要用途之義，故可稱為用作機械材料的塑膠。但是機械材料須有在承受嚴酷的負重及溫度條件等下。長時間反覆使用，仍須充分忍耐的堅強能力。所以真能稱為工程塑膠者，種類並不挺多。

ABS 樹脂、Polycarbonate、PPQ、Polysulfone、phenoxy 樹脂。Polyamide、acetals 樹脂。纖維素樹脂、氟樹脂等，與此相當，其中常用的 Polypropylene、Highdensity、polyethylene、Phenol 樹

脂等含在其內。

2 a

1. 金屬與塑膠的機械性能的比較

為便利理解起見,先從金屬的性質開始陳述。例如把軟鋼管製的針。掛在上面,下端掛有重錘。把重量增加,則在初期鋼針的長度,與重量成比例地伸長如圖 1 所示。如將其伸長模樣圖 2 示。至 P 點後,雖加較小的重量,但其伸長較大。到達 A 點後,此種傾向益形加強。雖將重量減少,仍不斷伸長,直至 C 點。在 C 點再加重量時,則復開始急速伸長,到達 E 點,這時雖將重量減輕,也伸至 F 點而切斷。

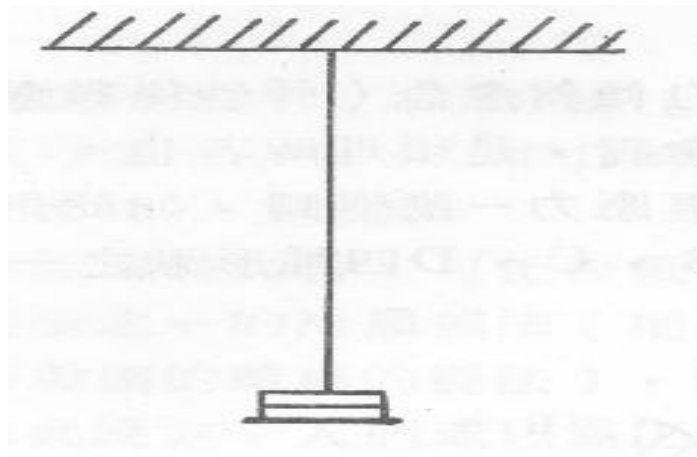


圖 1

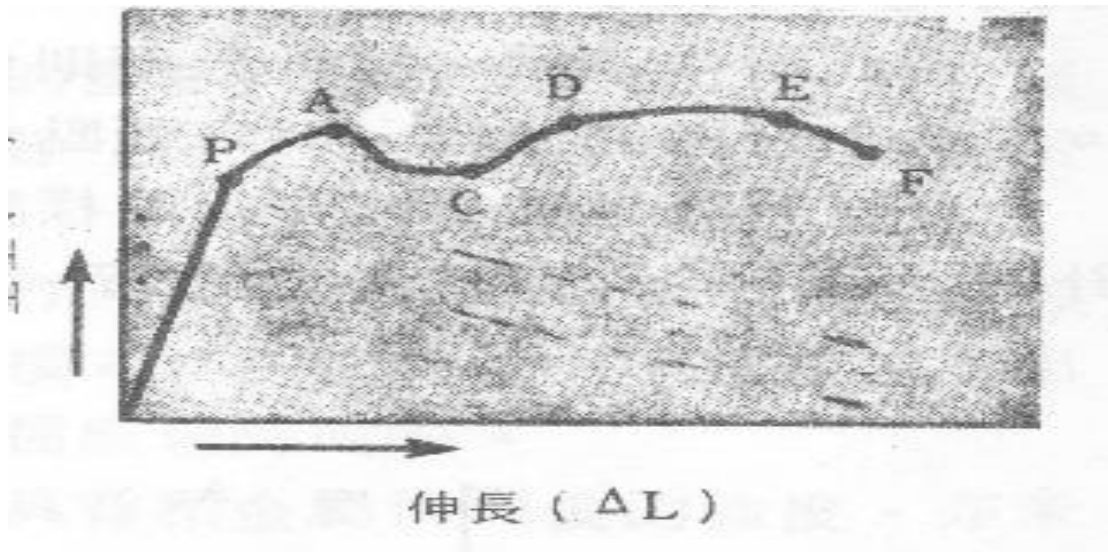


圖 2

在此實驗中，鋼針隨者伸長而變細。是時把重量除以鋼針橫斷面積，換算成每單位面積的荷重(Kg/cm²)，把它和鋼針的伸長率間的關係，予以描寫則成圖 3。此圖一般稱為應力應變圖(stress-strain diagram)。在此圖中 OP 間為直線，它的斜率(應力與應變之比)，謂之彈性係數(modulus of elasticity)，B 點謂之降伏點(Yield point)。

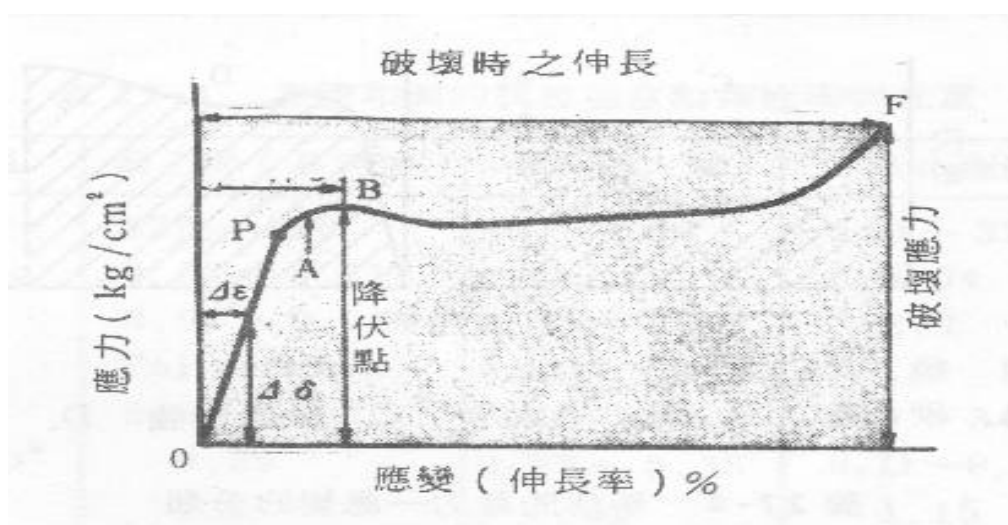


圖 3

在此圖中表示，材料愈硬則 OP 線段的傾斜愈急(彈性係數愈高)。

又愈加堅強的材料，則降伏點 B 的位置愈高，是須理解者也。

現在對於各種塑膠舉行同樣試驗，畫張應力—應變圖。如此則和鋼針的場合不同，它將畫成圖 4 的 A、B、C、D 四種形狀之一，其中 C 形和 D 形的塑膠，比較和金屬相似，茲再分別如次。

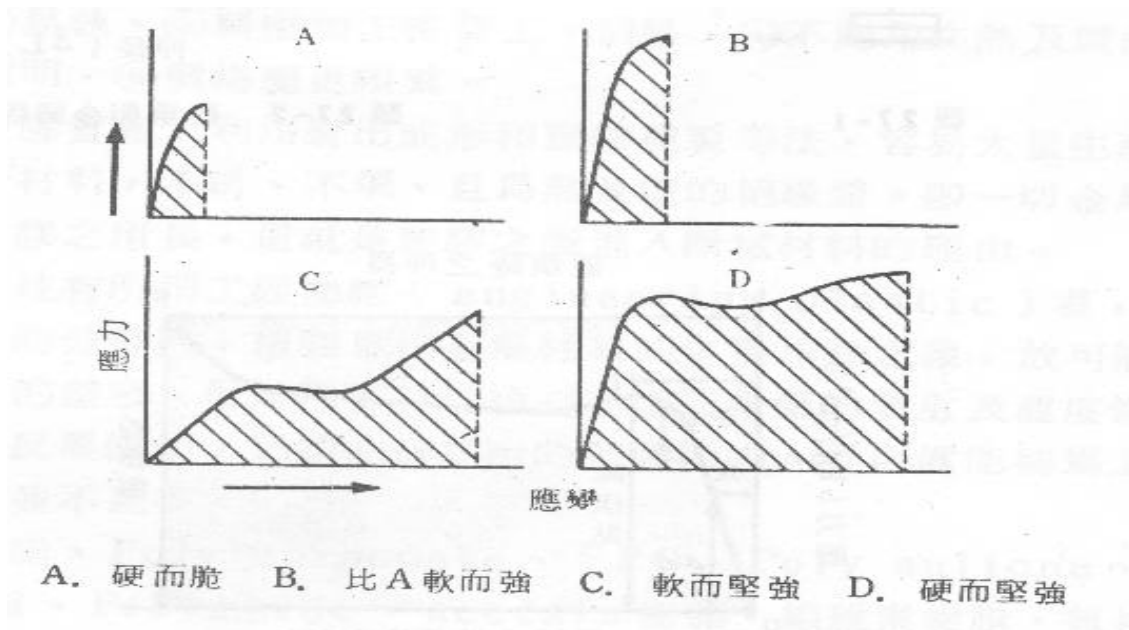


圖 4

A 圖的塑膠雖硬，但在伸長之際，即起破壞。例如苯乙烯樹脂、乙甲基丙烯酸酯類樹脂、筋樹脂等。

B 圖的塑膠，比 A 圖的塑膠，在稍微伸長後，便即破壞。例如硬質氯乙烯樹脂、AS 樹脂等。

C 圖的塑膠，品質較軟而頑強，例如聚乙烯、聚丙烯、ABS 樹脂(丁二烯含量較多者)。

D 圖的塑膠最與金屬相似，硬而堅強。例如 ABS 樹脂、縮醛類樹脂、聚胺、纖維素塑膠、Polycarbonate、Phenoxyresin、PPO、Polysulfone 等。

2. 尼龍(Polyamide)(PA)(Nylon)

結構式： $[NH(CH_2)_m NHC(O)(CH_2)_n - 2CO]$

尼龍樹脂為一種優良之工程塑膠，在化學上屬於聚醯胺類物質，係由伊複雜化學方法製成；其構造頗與自然介在人體內創造之蛋白質相似，當 Emil Fisher 仔細分析天然蛋白質時，尼龍之發展已告開始。如 W.H. Carothers 綜合安類與酸類，以製長鏈之聚醯胺，結果產生尼龍。分為 nylon6、nylon12、nylon66、nylon610，具有優良之電氣特性、機械特色，廣泛地被應用於汽車零件、電子零件、機械零件之領域內，更發展於食品包裝及其他新科領域使用。

尼龍樹脂具有下列特色：

(1) 高吸濕特性：尼龍樹脂剛成型後是處於乾燥狀態，物性很脆，但成型後會迅速吸濕。三天之內在自然大氣中可吸濕 3% 到 4% 水分，如果於 90 熱水中強制加濕，可會吸收到 5% 水分而達飽和狀，吸濕後之成型品會有下列變化：

(a) 成型品變成具有柔軟性，不會再有易脆現象。

(b) 成型品吸收水分後會變成具有強韌性，不易破斷，衝擊強度很高。

(c) 成型品吸濕後，會有膨脹而發生尺寸變化。

(d) 如果將成品置於蒸氣爐中蒸，更可增加其韌性。

(2) 耐熱性佳：尼龍 6 或 66 具有高熔點之特性，尼龍 6 熔點 235 ；尼龍 66 熔點 260 ，故耐熱性佳，高溫下使用沒有問題，耐熱性更佳，不易加熱溶解，高溫使用材質不易變化。

(3) 潤滑性：尼龍具有自己潤滑之特性，耐磨耗性佳，是良好之工程塑膠，常被使用於磨擦面，例如：齒輪、滑塊等。

(4) 良好之電氣特性：廣泛地被使用於端子接頭、變壓器線軸、開關零件等。

(5) 良好防火特性：尼龍樹脂本身具有防火特性，不自燃，不加防火劑就具有 UL94V-2 之特性。添加防火劑則達 UL94V-0 之防火度。

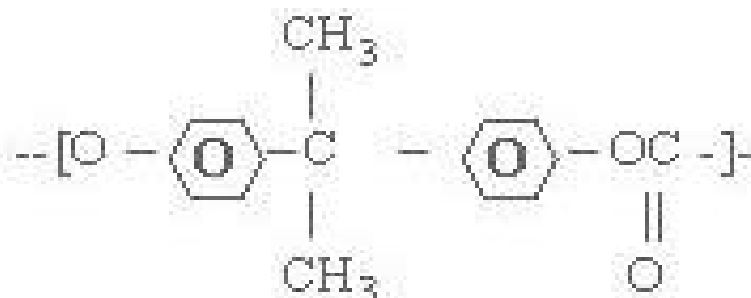
(6) 耐候性：廣泛地使用於汽車外觀配件。

(7) 耐藥品性：碳氫化合物、鹵素、油類、酯類、醇類、銅類、醚類、強鹼類等，對尼龍樹脂沒有影響；耐強酸類比較不好。

(8) 衛生性：尼龍樹脂使用於食品包裝或容器沒有毒性，符合 FDA (美國)、PL (日本) 之使用許可範圍。

3. 聚碳酸樹脂 (Polycarbonates) (PC)

結構式：



聚碳酸樹脂為無色至淡黃色的材料，引漲強度、彎曲強度、彈性率、耐衝擊性都很大，為非結晶性熱塑性塑膠，這些物理性質可以金屬材料匹敵，這些性質不會因溫度而有太大的變化，這是其它熱可塑性塑膠少見的特徵，在 140 附近仍可保持實用的強度。脆化溫度低到 -100 至 140 ，所以聚碳酸樹脂可說是在廣泛的溫度區域中都很安定材料。

對紫外線的抵抗力很強，進行曝露屋外的耐候性試驗後，機械性質仍毫無變化；尤其耐衝擊性也很高，常被使用於防彈玻璃及安全頭盔。電氣性質也很優秀，溫度或週波數大幅度變動後其特性也無大變化，所以聚碳酸樹脂優越的機械性質及自消性適用於電氣外殼與零件的材料。

聚碳酸樹脂以優越的特性常被當作工程塑膠，為各種機械零件計量錶的護罩或外殼等，並用於耐熱性、絕緣性、強度性、透明性、尺寸安定性、耐振動性等電氣機械零件，譬如電動工具、吹髮機等，也

可用於打火機、哺乳瓶、眼藥瓶、化妝瓶、食器等容器材料，其缺點是接觸到鹼性溶液時，就會分解且與汽油接觸會產生裂縫。

4. 聚縮醛樹脂 (Polyacetal Resin) (POM)

結構式：

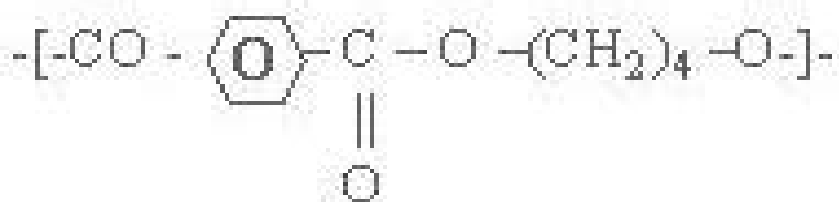


聚縮醛樹脂是甲醛的聚合物，以耐熱性及耐溶劑之腐蝕為其特點，且為強度、剛性及彈性都佳的塑膠，目前廣泛在工業上，為結晶性熱可塑性塑膠，又稱塑鋼。聚縮醛樹脂在常溫下，可以說沒有溶劑可以溶解。但對酸鹼的抵抗力相當弱，遇火會燃燒而無自熄性。其本色為乳白色、不透明，對紫外線之抵抗能力不強，故常加入其它防止紫外線的顏料保護。

聚縮醛樹脂之抗強度與尼龍及聚碳酸脂相當。此種塑膠可耐低溫，在結冰溫度以下，尚具有優良的耐衝擊強度。在溫度上下變化中，其抗拉強度、衝擊強度及剛性變化均不大，且在高溼度中及相當高溫下，保持其尺寸安定性及少許之潛變 (creep)，因此 80 至 90 時，即使在適當荷重情況下，也可以運用。此種塑膠之摩擦阻力小，而且耐磨，故宜於製造機件，如齒輪、偏心輪、扣件、彈簧等。

5. 聚對苯二甲酸丁脂 (Polybutylene Terephthalate) (PBT)

結構式：



此性質與聚乙烯及聚丙烯相似，為高結晶性熱可塑性塑膠，耐衝擊性及摩擦性很卓越，不過其的特點就是融解後再冷卻固化時，會成為融點 116 、比重 0.88 的柔軟結晶，但將置在室溫中放置四至七日後，又會產生融點 124 、比重 0.912 的結晶。

(A) 特點：

- (1) 耐熱性良好，可以長期在高溫環境(120 -140)中使用。
- (2) 尺寸安定性好，成型品不吸水，不會產生尺寸變化，適合精密電子零件用。
- (3) 耐酸性良好，但耐鹼性不佳也不耐熱水。
- (4) 耐候性良好，可使用在汽車外面配件。
- (5) 電氣特性良好，抗電服弧、抗電擊，介電強度很好。
- (6) 耐油性、耐化學性，容易染色。
- (7) 可添加玻璃纖維補強，以及添加防火劑，以抗然。

(B) 用途：汽車零件、電子零件、電器零件等。

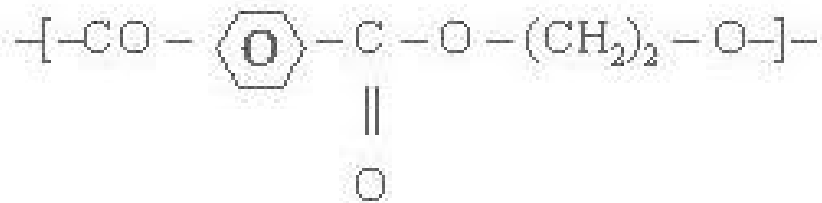
(C) 注意事項：

(1) PBT 如果含有水份，對成型品強度有不良影響，使用前乾燥至 2 % 以下。

(2) 不加玻璃纖維融點 230 到 240 ，模具溫度 40 到 60 ；
加玻璃纖維融點 240 到 250 ，模具溫度 80 到 90 。

6. 聚對苯二甲乙脂 (Polyethyleneterephthalate) (PET)

結構式：



PET 為結晶性熱可塑性塑膠，在日常生活中最常使用的就是寶特瓶、包裝膠布、錄音帶等。工業使用有電容器外殼、家電產品零件、鐘錶零件等。生產方式有射出成型、押出成型、壓縮成型、出氣成型。

特點如下：

(1) 耐熱，融點溫度約 245 ，疲勞小。

(2) 抗耐弱酸、有機溶劑、油。

(3) 無毒且吸水亦少。

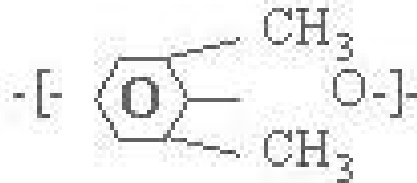
(4) 電器特性優，溫度影響較小。

(5) 強韌，若經加熱延伸，則強度增加。

(6) 原料為無色透明，可加色料。

7. 變性聚氧化二甲苯樹脂 (MPP0)

結構式：



優點：

- (1) 具良加工安定性
- (2) 機械性能優異
- (3) 耐熱性高
- (4) 具自熄性
- (5) 耐水性良好
- (6) 電氣特性佳
- (7) 成形收縮率小
- (8) 具良加工安定性
- (9) 機械性能優異

- (10) 耐熱性高
- (11) 具自熄性
- (12) 耐水性良好
- (13) 電氣特性佳
- (14) 成形收縮率小

缺點：抗化學藥品性差

用途：電子電器：連接器、開關、定時計外殼、線軸斷電器、照相機、整流器外殼

汽 車：儀表板、視鏡外殼、輪圈蓋、後擋風板

工業零件：機具外殼、馬達蓋、水量計器等

參考文獻

一、 書名：合成塑膠

作者：國立台灣大學化工系 廖明隆 編著

出版者：台灣文源書局有限公司印行 民 71 再版

二、 書名：科學圖書大庫—塑膠學

譯者：張志純

出版者：徐氏基金會出版 民 68 六版

三、 書名：科學圖書大庫—實用聚合物化學及塑膠之成形與應用

編譯者：郁仁貽

出版者：徐氏基金會出版 民 72 初版

四、 書名：新材料—塑膠

作者：楊思廉,甘炳陽,戴瑞益,賴義成,王東源 合編

出版者：中國化工研究所 民 58 出版

五、 書名：塑膠性質及加工 I、熱塑塑膠

編者：徐武軍 著

出版者：友寧出版有限公司 民 65 出版

六、 書名：高分子加工與工程（塑膠、纖維、橡膠之技術）

編者：林建中 著

出版者：文京圖書有限公司 民 63

七、 書名：國際貿易工業知識便覽

編者：孫增興

出版者：新陸書局股份有限公司 民 88 初版

製作群

熱流組 碩一 陳俊霖 R90522319

熱流組 碩一 陳柏綸 R90522311

製造組 碩一 陳昶璋 R90522730

製造組 碩一 陳家正 R90522727