

# 第一章 塑料的种类与性能

塑料是以有机高分子化合物为基础，加入若干其他材料（添加剂）制成的固体材料。塑料同金属材料 and 陶瓷材料一起，成为当今三大类主要结构材料。

塑料具有许多优良的性能。塑料的密度是三类材料中最小的，具有较高的比强度。塑料还具有优良的电绝缘性和热绝缘性，良好的耐磨性和耐蚀性，以及优异的成型工艺性。这些优点使塑料得到广泛应用。塑料也存在一些缺点，如强度、硬度较低，容易老化等。

## 第一节 塑料的组成

塑料由主要组成物树脂和各种添加剂组成。

### 一、树脂

树脂是高分子化合物的聚合物。高分子化合物的特性及其聚集态决定了树脂的性质。树脂的性质在很大程度上决定了塑料的性质。

#### 1. 高分子化合物的合成与结构特点

(1) 单体 高分子化合物是相对分子质量（原称分子量）很大的化合物。它是由相对分子质量较小的低分子化合物经聚合反应而成。这种低分子化合物称为单体。

并不是所有低分子化合物都能成为单体，如食盐（NaCl）、

水 ( $H_2O$ )、甲烷 ( $CH_4$ ) 等都不能成为单体。因为这些化合物的分子处于饱和状态，不能进行聚合反应。目前可作为单体的低分子化合物主要是含双键的不饱和的碳氢化合物，某些复杂的环状化合物和含有特殊官能团的化合物。一些常见的单体列于表 1-1。

表 1-1 常见的单体

单体名称	结构式	聚合物名称
乙 烯	$  \begin{array}{c}  H \quad H \\    \quad   \\  C = C \\    \quad   \\  H \quad H  \end{array}  $	聚乙烯
苯乙烯	$  \begin{array}{c}  H \quad H \\    \quad   \\  C = C \\    \quad   \\  H \quad \text{C}_6\text{H}_5  \end{array}  $	聚苯乙烯
氯乙烯	$  \begin{array}{c}  H \quad H \\    \quad   \\  C = C \\    \quad   \\  H \quad Cl  \end{array}  $	聚氯乙烯
丙 烯	$  \begin{array}{c}  H \quad H \\    \quad   \\  C = C \\    \quad   \\  H \quad CH_3  \end{array}  $	聚丙烯

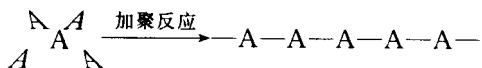
续表

单体名称	结构式	聚合物名称
四氟乙烯	$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\   \quad   \\ \text{C} = \text{C} \\   \quad   \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	聚四氟乙烯
三聚甲醛	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{CH}_2 - \text{O} \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2 - \text{O} \end{array}$	聚甲醛
己内酰胺	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CO} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{HN} \end{array}$	聚酰胺-6
双酚 A	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{HO} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{HO} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	聚碳酸酯

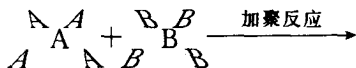
(2)聚合反应 由单体转变成聚合物的过程称为聚合反应。聚合反应有两种基本形式。

**加聚反应** 加聚反应亦称加成聚合反应，其特点是参加反应的分散单体，以共价键的形式连接在一起，成为相对分子质量很大的大分子链。这种反应必须借助光、热和其他引发剂的作用才能进行。这种反应只是单体的连接，没有其他小分子副产物生成。进行这种反应的单体主要是烯烃化合物和环状化合物。

参加加聚反应可以是一种单体，也可以是两种或两种以上单体。单一单体的加聚反应称为均加聚，其反应形式如下：

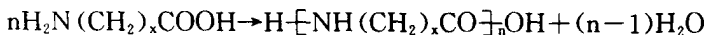


两种单体的加聚反应称为共加聚，其反应形式如下

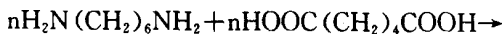


缩聚反应 缩聚反应的特点是在反应过程中有某种低分子化合物产生，如  $H_2O$ 、 $NH_3$ 、卤化氢等。这种反应仍然须借助光、热或引发剂的作用才能进行。缩聚反应生成的大分子链不是单体的简单重复，而是形成与单体不同的结构。进行这种反应的单体主要是含有特殊官能团的化合物。

同加聚反应一样，缩聚反应可以是一种单体，也可以是两种或两种以上单体。由单一单体进行的缩聚反应称为均缩聚反应，例如氨基酸均缩聚得到聚酰胺。



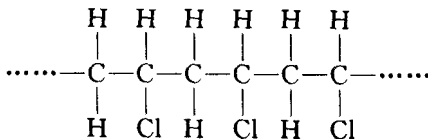
由两种单体进行的缩聚反应称为共缩聚反应，例如己二胺和己二酸经过共缩聚反应得到聚酰胺-66。



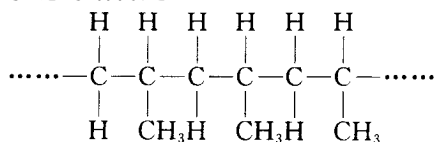
以上两种聚合反应中，均聚所得的聚合物亦称均聚物；共聚所得的聚合物亦称共聚物。

日用品塑料大多数是通过加聚反应制得的，工程上应用的塑料大多数是通过缩聚反应制得的。

(3) 大分子链的特性 由单体经聚合反应形成的高分子化合物很像一条长链，故亦称大分子链。不论是加聚反应或是缩聚反应形成的大分子链，都是由许多单元重复连接而成的。例如聚氯乙烯大分子链的结构是



聚丙烯大分子链的结构是



这两种大分子链分别由  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ -\text{C} - \text{C}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array}$  (单元) 和  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ -\text{C} - \text{C}- \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$  (单

元) 重复构成。为了既简单又准确地表达这种大分子链的结构，将上述大分子链分别写成  $[-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-]_n$  和  $[-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-]_n$ 。

方括号内为大分子链的重复单元，称为链节。n 表示链节的重复个数，称为聚合度。

一个大分子的相对分子质量等于链节的相对分子质量乘以聚合度。在分子化合物中，每个大分子的聚合度是不同的，因此每个大分子的相对分子质量也是不同的。这样在表示分子化合物的相对分子质量时就不能以某个大分子为依据，而是用平均相对分子质量表示。

改变聚合条件可以控制分子化合物的平均相对分子质量。相对分子质量大的聚合物具有较高的强度和硬度及较好的抗龟裂和抗蠕变性能。但随着相对分子质量的增大，聚合物的熔融粘度增大，不利于模塑成型。设计和制造塑料模具时应对此影响予以充分注意。

上述大分子链中的碳-碳链 ( $-\text{C}-\text{C}-\text{C}-$ ) 是大分子链的核心，称为主链。氢原子 (H)、氯原子 (Cl) 和 ( $\text{CH}_3$ ) 基团称为侧基。主链和侧基的性质决定了大分子链的许多特性。

主链原子一般都是共价键连接的，共价键具有较高的键能，因此大分子链具有一定的强度。在主链上（尤其是碳—碳键构成的主链）相邻两个原子的位置可以有多种方位的变化，所以大分子链不是一条直线，而是一条不规则的曲线，如图 1-1 所示。由于大分子链的形状随时可变，故高分子材料不像金属材料那样坚硬，具有一定的柔顺性，而且随着温度的提高柔顺性更好。

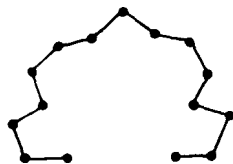


图 1-1 大分子链的形状

(4) 高分子化合物的形态 根据大分子链组成物的不同和聚合工艺的不同，高分子化合物有三种形态。

**线型高分子结构** 线型高分子结构的主链一般没有分支或只有极少的分支，自然状态下呈卷曲状，如图 1-2 (a) 所示。当受到外力作用时容易伸直，去除外力后又呈卷曲状。以线型高分子化合物组成的塑料具有较好的弹性和塑性，而且随温度的升高而提高。

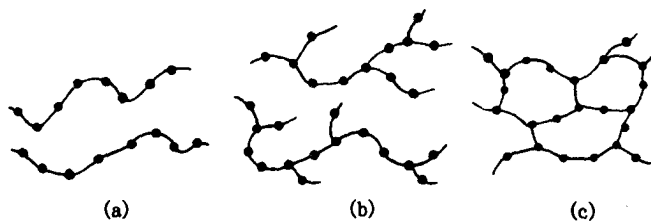


图 1-2 高分子化合物的形态

的分支，分支部分称为支链，如图 1-2 (b) 所示。支链不同于侧基，支链链轴的原子与主链原子相同，并且带有侧基。有时也

可以由不是主链原子的其他原子接枝而成，自成一段较短的高分子链。以支链型高分子化合物组成的塑料其弹性和塑性比线型结构的塑料略差，但机械强度较高。

**体型高分子结构** 体型高分子化合物是在线型或支链型的大分子链之间由原来单体或其他化合物或原子团产生交联作用而形成的，如图 1-2 (c) 所示。交联后大分子链形成空间三维的庞大网格，故体型结构亦称网状结构。交联是在相邻大分子之间的若干位置进行的，控制生产工艺可以控制交联点的数目。体型结构的高分子材料几乎无弹性和塑性，硬度较高而且脆性很大。

## 2. 高分子化合物的聚集态

高分子化合物以单个大分子分散存在时，不能成为有实用价值的材料。但当高分子化合物的大分子以某种方式（通过键力或范德华力的作用）聚集在一起时，就成为各种各样的树脂，成为塑料的主要组成物。

按照高分子化合物本身的性质及某些外界条件的影响，高分子聚合物的聚集态有两种类型。

(1) **线型无定形聚合物** 线型无定形聚合物的特点是大分子之间不是规则地排列在一起，而是彼此交叉缠绕呈无序排列，如图 1-3 所示。线型无定形聚合物亦称非晶态聚合物。然而近代研究表明，线型无定形聚合物中存在某些近程有序区域，即在微小范围内大分子呈现规则排列，只是这种有序区范围小、数量少，对聚合物性能的影响不大，予以忽略。

线型无定形聚合物都是由大分子链结构不规整，侧基不对称或侧基有庞大基

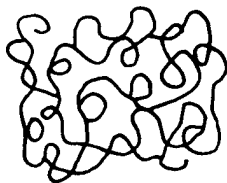


图 1-3 线型无定形聚合物的聚集态

团的线型或支链型高分子化合物聚集而成的。线型无定形聚合物在不同温度范围内明显地表现出不同的力学性质。这些不同的力学性质对塑料的使用和模塑成型加工具有重要意义。

线型无定形聚合物不同温度时的力学状态可用形变—温度曲线表示，如图 1-4 所示。图中显示在一定温度范围内聚合物呈现三种不同的力学状态并用形变能力（在外力作用下变形难易程度）表示。

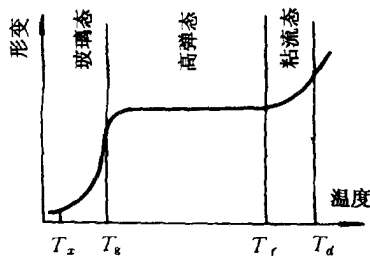


图 1-4 线型无定形聚合物形变—温度曲线

$T_x$ —脆化温度       $T_g$ —玻璃化温度  
 $T_f$ —粘流温度       $T_d$ —分解温度

①玻璃态 高分子聚合物的玻璃态存在于图中  $T_x \sim T_g$  温度范围内。所谓玻璃态就是在温度较低时大分子所具有的能量很小，大分子链之间的运动不能进行，分子内的链段运动也难以进行，聚合物表现出像玻璃一样的刚硬，故称玻璃态。聚合物呈现玻璃态时具有较好的力学性能，此时若对聚合物施加外力，只能产生微小的变形，去除外力后立即恢复原状，这种变形形式称为普弹形变。温度低于  $T_x$  时，不仅链段运动不能进行，连分子的局部热振动也不能进行，聚合物呈现脆性状态。此时若对聚合物施加外力，即产生脆性断裂。温度高于  $T_g$  时，在外力作用下聚合物会产生较大变形，故  $T_x \sim T_g$  的温度范围为结构材料的使用温度范围。凡  $T_x$  低于室温而  $T_g$  超过室温的聚合物均可用作结构材料。 $T_x \sim T_g$  的温度范围越大，其使用温度范围也越大。

高弹态 高分子聚合物的高弹态存在于图中  $T_g \sim T_f$  之

间。此时因温度较高，大分子链能够较自由地进行链段运动。在外力作用下，原来卷曲状的大分子链缓慢伸直，去除外力后大分子链又缓慢恢复成卷曲状，因此可以产生百分之数百的变形量，这种变形称为高弹形变。高弹形变是具有柔顺性的大分子链在外力作用下缓慢伸直及缓慢恢复的过程，故这种变形是高分子聚合物独有的，金属材料 and 陶瓷材料无此特征。产生高弹形变时大分子链之间没有相对滑动，因此高弹形变是可逆的。

要求具有高弹性的橡胶材料，高弹形变温度应处于室温，而且  $T_g$  应低于室温，越低越好， $T_f$  应高于室温，越高越好。而要求具有一定力学性能的结构材料，其高弹形变温度越高越好，因为结构材料呈现高弹态是不能使用的。

**粘流态** 高分子聚合物的粘流态存在于图中  $T_f \sim T_d$  之间。此时因温度更高，除了大分子链能够更自由地进行链段运动外，大分子链之间也能产生相对滑动。因此在外力的作用下，高分子聚合物会产生流动变形，这种变形称为粘流变形。

粘流变形是塑料模塑成型加工的工艺基础。由于粘流变形是聚合物中大分子的相对滑动，所以这种变形是不可逆的。也正是由于这种变形的不可逆性，才能通过模塑制造出各种塑料制品。

然而，粘流变形的过程伴随着高弹形变。高弹形变是链段运动，所以在生产模塑塑料制品时必须将原料加热到足够高的温度，使高弹形变部分得到完全松弛，否则塑料制品会由于高弹形变的恢复而产生严重的内应力，导致制品断裂或变形。

从高弹态转变为粘流态的转变温度  $T_f$  是一个重要的工艺参数。对于塑料的模塑成型而言， $T_f$  应尽可能低，以简化加热装置和减少能源消耗，而且  $T_f \sim T_d$  的温度范围愈大愈好。温度范围大可使生产时对加热温度的控制比较宽松，反之就必须严

格控制加热温度，增大生产操作的难度。

粘度也是聚合物粘流态的一项重要参数，对模塑工艺尤为重要。粘度大的塑料，模塑时难以充满型腔，或需要较高的温度和压力才能完成充型，这就增大了生产工艺的复杂性。

聚合物粘流温度的高低和粘度的大小同大分子的结构和相对分子质量的大小有关。凡大分子结构复杂，相对分子质量大的聚合物，其粘度大，粘流温度高。这是因为大分子结构复杂时，链段运动比较困难，大分子之间的相对滑动也比较困难。相对分子质量大的聚合物，即大分子链较长，大分子间彼此缠绕点较多，大分子间的吸引力也较大，这就使得大分子之间的滑动更加困难。降低大分子的聚合度或在模塑时加入增塑剂，可以降低粘流温度和粘度，提高模塑温度也可以降低粘度，不过粘度太小对模塑也不利，容易产生溢流现象。如果加热温度接近或超过  $T_d$ ，则聚合物发生分解。

室温时呈现粘流态的聚合物，即为目前广泛使用的有机粘剂。

(2) 结晶型聚合物 高分子聚合物的结晶概念与金属材料的结晶概念不完全相同。金属结晶的特点是每一种金属晶体都有特定的晶格形式，而且有固定的晶格常数。绝大多数金属原子都存在于相应的晶格节点上。高分子聚合物结晶的特点是长分子链远程有序排列。虽然一些结晶型聚合物也有晶胞、晶片、晶球的结构模型，也可以用电子显微镜拍摄某些聚合物的晶体结构照片，但从总体上看，结晶型聚合物中的大分子链不可能百分之百规则有序排列，也没有像金属材料那样有固定的晶型。结晶聚合物的聚集态结构如图 1-5 所示。图中显示在一些区域大分子呈规则排列，而在另一些区域大分子呈无序排列。规则排列区域称为晶区，无序排列区域称为非晶区。结晶型聚合物

中总是存在一定比例的非晶区。晶区所占的百分比称为结晶度。通常结晶度在 80% 以上的聚合物称为结晶型聚合物。

影响聚合物结晶度的主要因素有以下几点。

大分子链化学结构的复杂性 化学结构简单，无支链或少支链的大分子彼此容易靠紧，就容易结晶。例如聚乙烯的分子结构式为

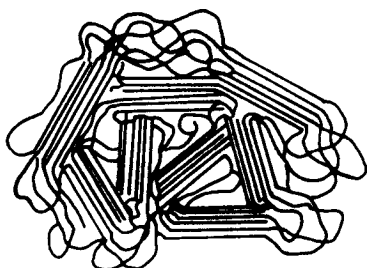
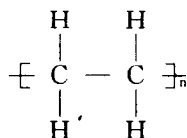
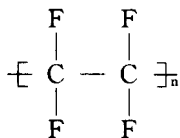


图 1-5 结晶型聚合物的聚集态结构



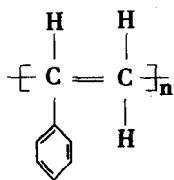
是高分子聚合物中最简单的一种大分子结构，而高密度聚乙烯支链又很少，故高密度聚乙烯的结晶度可达 90%~95%。

侧基体积大小及对称性 带有其他取代基的大分子，凡侧基体积小，对称性好的，则大分子容易相互靠紧，就容易结晶。例如聚四氟乙烯，其分子结构式为

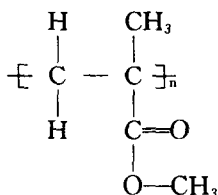


侧基 F 原子体积小，分布完全对称，故聚四氟乙烯也是高结晶度的聚合物。反之，像聚苯乙烯这样的结构，侧基有一个庞大的苯环，对称性又很差，大分子不容易彼此靠紧，故聚苯乙烯属非结晶型聚合物。又如聚甲基丙烯酸甲酯（有机玻璃）侧基

的原子基团庞大，对称性极差，也是非结晶型聚合物。聚苯乙烯和聚甲基丙烯酸甲酯的分子结构式如下：



(聚苯乙烯)



(聚甲基丙烯酸甲酯)

大分子链间的作用力 有些聚合物其大分子的化学结构相当复杂，侧基也不对称，但大分子之间有较大的作用力，这种聚合物也能结晶。例如聚酰胺（尼龙）就是一个典型的例子。虽然聚酰胺大分子结构复杂，侧基不对称，但其大分子之间能产生氢键，具有很大的作用力，故聚酰胺具有较高的结晶度，属结晶型聚合物。

外界条件 高分子聚合物的结晶过程是一个热力学过程，并伴随一定的动力学条件。也就是说结晶过程有热交换并需在一定时间内完成。结晶前聚合物处于熔融状态，大分子无序排列。随着温度下降，大分子逐渐失去活动能力慢慢转变成固态，并在此期间进行有序化过程。如果降温的速度大于聚合物内部有序化过程的速度，则结晶就难以充分进行，聚合物的结晶度就低。反之，即可提高聚合物的结晶度。在冷却过程中如有适当的外力作用，也能促进聚合物结晶。故生产中可采用控制冷却速度和调整外界作用力等工艺因素控制聚合物的结晶度。

结晶型聚合物与无定形聚合物两者的力学性能和工艺性能有许多区别，对塑料制品的选材和模具制造有密切关系。

在一般情况下，结晶型聚合物的物理与力学性能是密度、熔

点、强度、硬度较高，而与链段运动有关的性能如弹性、冲击韧性、延伸率、透明性和溶解性等较低。

工艺性能的特点尤为重要。结晶型聚合物具有与无定形聚合物不同的温度—形变曲线，如图 1-6 所示。结晶型聚合物在温

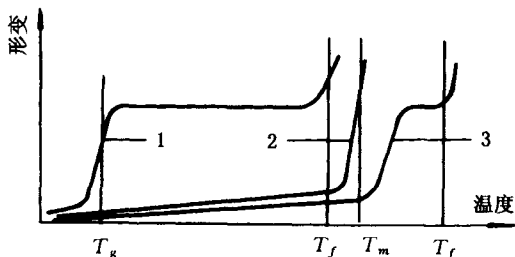


图 1-6 结晶型聚合物与无定形聚合物温度—形变曲线比较

1—无定形聚合物

2—结晶型聚合物

3—相对分子质量更高的结晶型聚合物

度较低时也会脆化，而且其脆化温度比无定形聚合物略高。随着温度升高，结晶型聚合物不出现高弹形变，即没有高弹态。温度升高至熔融温度  $T_m$  时，呈现粘流态。结晶聚合物的  $T_m$  有相对稳定的数值，类似于金属材料的熔点，其数值比一般无定形聚合物的  $T_f$  略高。常用塑料的  $T_m$  值列于表 1-2。

表 1-2 常用塑料的  $T_m$  值

塑料名称	$T_m$ (°C)	塑料名称	$T_m$ (°C)
聚乙烯	137	有机玻璃	160
聚丙烯	176	聚酰胺-6	215
聚苯乙烯	237	聚酰胺-66	255
均聚甲醛	175	聚酰胺-610	220
共聚甲醛	160	聚酰胺-1010	205

通过聚合反应得到的高分子聚合物就是树脂，可直接作为制作塑料制品的原材料。

## 二、添加剂

塑料的主要组成物是树脂。但单纯树脂不能成为理想的结构材料，必须加入若干种添加剂才能获得满意的使用性能和工艺性能，成为理想的结构材料。有时添加剂还显示十分重要的作用，甚至不可缺少。

塑料中加入的添加剂与合成树脂所用的催化剂、引发剂或交联剂不同。添加剂不影响树脂的化学结构，只是以物理的形式分散存在于树脂中，形成多相或微多相结构。

常用的添加剂及其在塑料中的作用如下：

### 1. 填充剂

填充剂是塑料中较重要的添加剂，在塑料中的百分比较大，其作用也是多方面的，主要有：

(1)提高抗拉强度 树脂的力学性能比金属材料差得多，限制了塑料作为结构材料的应用。提高强度是扩大塑料应用范围的重要手段。其主要方法是在塑料中加入增强材料。常用的增强材料是各种高强度、耐高温和高模量纤维及其织物，如玻璃纤维、石棉纤维、碳纤维和硼纤维等。这些材料在塑料中其界面能与树脂形成牢固的粘附结合。在受到外力作用时，这些纤维状的填充剂承受大部分应力，树脂起传递应力和保护纤维的作用，从而极大地提高塑料的强度。以玻璃纤维增强的某些塑料（如 ABS 塑料、聚甲醛、尼龙-6、尼龙-66、聚碳酸酯、聚酰胺等），其抗拉强度与一般灰铸铁的抗拉强度相近。这种增强塑料俗称玻璃钢。高强纤维增强的增强塑料不仅提高抗拉强度，而且也明显提高抗蠕变强度和疲劳强度，提高热变形温度，降低

热膨胀系数，还能有效抑制与纤维方向垂直的微裂纹的扩展。

加入某些金属粉末或其他材料（如酚醛树脂中加入木粉）也能提高塑料的强度，增强承载能力。

(2) 提高硬度和耐磨性 树脂是硬度很低的固体材料，抵抗磨粒磨损的能力较差。为了提高塑料制品的硬度，增强抵抗磨粒磨损的能力，常用的方法也是在塑料中加入某些填充剂。这类填充剂主要是一些高硬度的氧化物或碳化物，如氧化铝、氧化硅、氧化钛和碳化硅等。这些化合物在塑料中也是以宏观分散相的状态存在，不影响树脂本来的性质，在摩擦环境中这些高硬度化合物起着抵抗磨损的作用，有效减缓整体材料的磨损。

(3) 降低摩擦系数，提高自润滑性 大多数树脂都具有一定程度的自润滑性和较小的摩擦系数。但当塑料作为减摩材料使用时，其自身的自润滑性显得不够，故常在塑料中加入某些固体润滑材料作为填充剂，以进一步降低摩擦系数，提高自润滑性能。这类填充剂常用的有石墨、二硫化钼、硫化铅、聚四氟乙烯和滑石粉等。

(4) 改变导电、导热性能 塑料是良好的电、热绝缘材料。但有时塑料制品的工作条件对塑料的导电、导热性能有特殊要求，就须在塑料中加入某些填充剂以达到使用要求。加入石棉、云母能提高耐热性和电绝缘性，加入石墨和金属粉末则可提高导热性。

(5) 降低材料成本 选择一些既能改善塑料某些性能又比树脂价格低廉的材料作填充剂，可以使材料成本降低。如烯烃塑料填充硫酸污泥制成钙塑板，酚醛塑料填充木粉制成各种电器元件，都是既改善材料性能又降低材料成本的实例。

## 2. 增塑剂

合成树脂一般都具有一定的可塑性。但树脂本身所具有的

可塑性常常不能满足某些塑料制品的使用要求和成型工艺要求，因此在塑料中添加增塑剂是满足上述要求的重要途径。常用增塑剂为液态或低熔点固态有机低分子化合物，如甲酸酯类、磷酸酯类和氯化石蜡等。这些低分子物质的加入使树脂中大分子链拉开距离，降低分子间的作用力，从而提高大分子链的柔顺性。为提高增塑效果，增塑剂必须与树脂有良好的相溶性，挥发性小，无毒、无味、无色，对光和热比较稳定。

### 3. 稳定剂

塑料与金属材料相比，一个显著的缺点就是容易老化，即在光、热和氧的作用下发生降解、断链和交联，制品失去使用性能。在塑料中加入稳定剂可以有效地延缓老化。稳定剂主要是抗氧化剂和紫外线吸收剂。稳定剂除了能抵抗氧和紫外线的有害作用外，还应能耐水、耐油、耐化学药品并与树脂有良好的相溶性，在成型过程中不分解。常用的稳定剂有硬脂酸盐、铅或锡的化合物和环氧化合物等。

### 4. 润滑剂

在塑料中添加润滑剂目的是满足成型工艺的需要。在相同工艺参数条件下，希望塑料的粘度小，流动性能好，使之容易填充整个型腔，同时要求塑料制品成型后容易脱离模具并保持表面光洁。因此润滑剂的润滑作用实际上包含两种。一是降低塑料的熔融粘度，减少内摩擦。这类润滑剂要求与塑料有良好的相溶性，如在塑料中加入低相对分子质量的聚乙烯或聚四氟乙烯可以获得良好的效果。这种润滑作用亦称内润滑。另一种作用则是使塑料容易脱模，不必要求润滑剂与塑料相溶，而要求在成型过程中能在熔融塑料与金属模具之间形成一层很薄的隔离膜，使塑料不粘着模具表面即可。这种润滑作用亦称外润滑。常用的润滑剂是硬脂酸及其盐类。

## 5. 染色剂

合成树脂多为半透明乳白色或无色透明，以此制成的塑料制品必定是色泽单调不美观。许多塑料制品，如日用品、儿童玩具和各种装饰品都要求颜色鲜艳、花纹美观。许多电器导线，为安装接线方便也要求用各种不同颜色的塑料作包皮。因此塑料的染色也是生产塑料制品的重要一环。添加的染色剂分染料与颜料两类。染料通常是在生产原材料时加入，应能与树脂有良好的相溶性。颜料一般在成型加工时加入。各种染色剂都应该是性能稳定，不易变色，不与其他添加剂起化学反应。有些染色剂同时还有促使塑料性能稳定的作用，而有些染色剂则相反，降低塑料性能的稳定性的。

## 6. 固化剂

固化剂的作用是使原线型聚合物通过交联成为体型聚合物，使制品具有良好的刚度和硬度。通常固化剂只添加于热固性塑料中，如酚醛树脂添加六次甲基四胺，环氧树脂添加酸酐类化合物，聚酯树脂添加过氧化物等。

## 7. 阻燃剂

许多合成树脂都有遇火燃烧的特性，有的甚至离火后继续自燃。金属材料及陶瓷材料则无此缺点。为使用安全，常在塑料中加入阻燃剂以防止塑料制品遇火燃烧。常用的阻燃剂有三氧化二锑、氢氧化铝等。

## 8. 抗静电剂

塑料是良好绝缘材料，但塑料制品在使用过程中如与其他材料发生摩擦，很容易在表面产生静电。轻者表面吸尘变脏，重者火花放电引起火灾。加入抗静电剂的作用是使制品表面形成导电层而放电。常用的抗静电剂为有机氮化合物等。