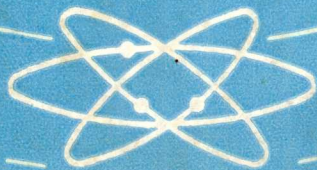


中等专业学校教材

# 型腔模设计

李钟猛 编著



西北电讯工程学院出版社

中等专业学校教材

# 型腔模设计

李钟猛 编

西北电讯工程学院出版社

1985

## 内 容 简 介

本书结合电子工业中所用型腔模的结构特点，着重介绍了塑料模和金属压铸模的结构设计及计算方法，并对熔模精密铸造压型、陶瓷模、玻璃模、橡胶模作了适当的论述。

全书的重点是塑料模具设计。书中系统地介绍了压塑模、挤塑模及注射模的设计计算方法，并对电子工业中常用塑料、成型工艺及所用设备作了扼要的介绍。

本书可作中等专业学校工模具设计与制造专业教材，也可供有关工程技术人员参考。

中等专业学校教材

### 型腔模设计

李钟猛 编

---

西北电讯工程学院出版社出版

中国人民解放军七二二六厂印刷

陕西省新华书店发行 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 19 14/16 字数 481 千字

1985年6月第一版 1985年6月第一次印刷 印数 1—11,000

---

统一书号：15322·27 891

定价：3.40元

## 前 言

本教材系由电子工业部中专电子机械类专业教材编审委员会工模具设计与制造专业编审小组审定，并推荐出版。

本教材由成都无线电机学校李钟猛编写，天津轻工业学院吴崇峰担任主审。编审者都是依据工模具设计与制造专业编审小组审定的编写大纲进行编写和审阅的。

本课程教学参考时数为150学时(包括课程设计)。全书共分八章，第一章介绍塑料的概念、特性、用途、成分、分类及常用塑料和工程塑料；第二章介绍塑料的工艺特性、主要模塑成型工艺、塑件设计的工艺要求、塑料模具分类和基本结构及分型面的选择；第三章的主要内容是塑料模具基本零部件的设计计算方法，并对模具的加热和冷却装置设计、模具材料作了适当的介绍；第四、五、六章分别论述了压塑模、挤塑模及注射模的设计计算方法；第七章是金属压铸模设计，系统介绍了压铸材料、压铸工艺、压铸机及压铸模设计要点；第八章简略介绍熔模铸造压型、陶瓷模、玻璃模、橡胶模的设计要点。

本教材系根据电子工业部《型腔模设计》教学大纲编写而成，考虑到招生对象及学制的不同，适当加深加宽了某些内容，使用时可根据各校具体情况对教材内容作适当取舍。

天津无线电机学校刘榴参加了本教材的审阅(第一至五章)工作，并提出了许多宝贵意见，林柏清为本书绘制了全部插图，在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望各位老师及广大读者批评指正。

编者

一九八四年七月

# 目 录

第一章 塑料概念	(1)
第一节 塑料的概念	(1)
一、树脂和塑料的概念	(1)
二、高分子与低分子的区别	(1)
三、高聚物的分子结构	(2)
第二节 塑料的特性与用途	(2)
一、塑料工业的发展	(2)
二、塑料的特性与用途	(3)
第三节 塑料的成分	(4)
一、树脂	(4)
二、填充剂	(5)
三、增塑剂	(5)
四、着色剂	(6)
五、稳定剂	(6)
六、润滑剂	(7)
第四节 塑料的分类	(7)
一、热塑性塑料	(7)
二、热固性塑料	(7)
第五节 通用塑料	(8)
一、酚醛塑料	(8)
二、氨基塑料	(9)
三、聚氯乙烯	(11)
四、聚苯乙烯	(12)
五、聚乙烯	(12)
六、聚丙烯	(14)
第六节 工程塑料	(15)
一、尼龙	(15)
二、聚甲醛	(16)
三、聚碳酸酯	(17)
四、ABS 塑料	(18)
五、聚砜	(19)
六、聚苯醚	(20)
第七节 其它塑料	(21)
一、氟塑料	(21)
二、环氧树脂	(23)

三、聚酯树脂	(23)
四、有机玻璃	(24)
<b>第二章 塑料模具设计基础</b>	(25)
<b>第一节 塑料模塑成型方法分类</b>	(25)
一、概述	(25)
二、塑料模塑成型方法分类	(25)
<b>第二节 塑料的工艺特性</b>	(26)
一、热固性塑料的工艺特性	(26)
二、热塑性塑料的工艺特性	(29)
<b>第三节 塑料的主要模塑成型工艺</b>	(32)
一、压塑成型工艺	(32)
二、挤塑成型工艺	(32)
三、注射成型工艺	(32)
<b>第四节 塑件设计的工艺要求</b>	(36)
一、塑件的尺寸、精度和表面粗糙度	(36)
二、塑料的几何形状	(36)
三、螺纹和齿轮	(44)
四、嵌件	(47)
<b>第五节 塑料模具的分类和基本结构</b>	(50)
一、塑料模具的分类	(50)
二、塑料模具的基本结构	(53)
<b>第六节 塑料模具分型面的选择</b>	(55)
一、概述	(55)
二、分型面选择的一般原则	(56)
<b>第三章 塑料模具基本零部件设计</b>	(59)
<b>第一节 成型零件的结构设计</b>	(59)
一、凹模的结构设计	(59)
二、凸模和型芯的结构设计	(62)
三、螺纹型芯和螺纹型环的结构设计	(64)
四、齿轮型腔的结构设计	(67)
<b>第二节 成型零件的尺寸计算</b>	(68)
一、影响塑件尺寸公差的因素	(68)
二、成型零件工作尺寸计算方法	(71)
三、型腔和型芯工作尺寸计算	(71)
四、中心距工作尺寸计算	(73)
五、从某一孔(或型芯)中心到某一成型面距离尺寸计算	(74)
六、螺纹型芯和螺纹型环工作尺寸计算	(74)
七、成型零件的尺寸计算示例	(77)
八、齿轮型腔工作尺寸计算	(79)
<b>第三节 型腔和底板的强度及刚度计算</b>	(80)

一、强度及刚度	(80)
二、型腔和底板的强度及刚度计算	(81)
<b>第四节 结构零件的设计</b>	(83)
一、导向零件的设计	(83)
二、支承件的设计	(86)
三、固定板及垫板	(87)
<b>第五节 加热和冷却装置设计</b>	(88)
一、概述	(88)
二、加热装置的设计	(89)
三、冷却装置的设计	(95)
<b>第六节 模具材料</b>	(101)
一、概述	(101)
二、常用模具钢材	(102)
三、零件硬度的选择	(103)
<b>第四章 塑料压塑模设计</b>	(105)
<b>第一节 概述</b>	(105)
一、压塑模的特点	(105)
二、压塑模的结构特征	(106)
<b>第二节 模具与压机的关系</b>	(108)
一、压机的分类	(108)
二、模具与液压机的关系	(108)
<b>第三节 压塑模设计的要点</b>	(113)
一、塑件在模具内加压方向的选择	(113)
二、凸模和凹模配合的结构形式	(115)
三、凹模加料室尺寸计算	(119)
四、压塑模的手柄	(123)
<b>第四节 压塑模的顶出机构和抽芯机构</b>	(124)
一、压塑模的顶出机构	(124)
二、压塑模的侧向分型抽芯机构	(129)
<b>第五节 压塑模结构示例</b>	(130)
一、移动式压塑模	(130)
二、固定式压塑模	(131)
<b>第五章 塑料挤塑模设计</b>	(134)
<b>第一节 概述</b>	(134)
一、挤塑模的特点	(134)
二、挤塑模的类型	(135)
<b>第二节 挤塑模设计要点</b>	(137)
一、液压机的选择	(137)
二、加料室的尺寸计算	(138)
三、加料室和压柱的结构设计	(139)

第三节 浇注系统的设计 .....	(143)
一、概述 .....	(143)
二、主浇道设计 .....	(143)
三、分浇道设计 .....	(145)
四、浇口设计 .....	(146)
五、反料槽及拉料杆 .....	(149)
六、溢料槽和排气槽 .....	(150)
第四节 挤塑模结构示例 .....	(151)
一、移动式挤塑模 .....	(151)
二、固定式挤塑模 .....	(154)
<b>第六章 塑料注射模设计</b> .....	(156)
第一节 概述 .....	(156)
一、注射模的特点 .....	(156)
二、注射模的分类 .....	(157)
第二节 模具用注射机的关系 .....	(159)
一、注射机的分类 .....	(159)
二、模具与注射机的关系 .....	(161)
第三节 浇注系统的设计 .....	(167)
一、浇注系统的组成及设计原则 .....	(167)
二、浇注系统的设计 .....	(169)
三、浇口的形式及特点 .....	(177)
四、浇口位置的选择 .....	(181)
五、浇注系统零部件设计 .....	(185)
六、排气和引气系统的设计 .....	(188)
第四节 热塑性塑料热浇道模具 .....	(190)
一、概述 .....	(190)
二、热浇道注射模结构 .....	(191)
第五节 侧面分型与抽芯机构的设计 .....	(197)
一、概述 .....	(197)
二、斜导柱分型与抽芯机构 .....	(200)
三、斜滑块分型与抽芯机构 .....	(210)
四、其它形式的分型抽芯机构 .....	(215)
第六节 顶出机构的设计 .....	(216)
一、概述 .....	(216)
二、简单顶出机构 .....	(217)
三、二级顶出机构 .....	(223)
四、双顶出机构 .....	(225)
五、带螺纹塑件的脱模机构 .....	(225)
第七节 热固性塑料注射模 .....	(228)
一、概述 .....	(228)

二、热固性塑料注射模设计特点 .....	(229)
<b>第八节 塑料注射模结构示例 .....</b>	<b>(232)</b>
一、热塑性塑料注射模 .....	(232)
二、热固性塑料注射模 .....	(239)
<b>第七章 金属压铸模设计 .....</b>	<b>(242)</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>(242)</b>
一、金属压铸法原理 .....	(242)
二、压铸法的优缺点 .....	(242)
三、压铸合金 .....	(243)
四、压铸工艺 .....	(244)
<b>第二节 压铸机 .....</b>	<b>(246)</b>
一、压铸机的分类 .....	(246)
二、压铸机的选用 .....	(251)
<b>第三节 压铸件的结构工艺性 .....</b>	<b>(254)</b>
一、壁厚及其均匀性 .....	(254)
二、加强筋 .....	(255)
三、圆角 .....	(256)
四、脱模斜度 .....	(256)
五、侧凹 .....	(256)
六、孔 .....	(256)
七、螺纹 .....	(257)
八、嵌件 .....	(257)
九、图案、文字和符号 .....	(258)
十、齿轮 .....	(258)
十一、加工余量 .....	(259)
<b>第四节 压铸模的组成和基本结构 .....</b>	<b>(259)</b>
一、压铸模的组成 .....	(259)
二、压铸模的基本结构 .....	(260)
<b>第五节 分型面选择和浇注系统设计 .....</b>	<b>(262)</b>
一、分型面的选择 .....	(262)
二、浇注系统、溢流槽和排气槽的设计 .....	(265)
<b>第六节 压铸模的结构设计 .....</b>	<b>(272)</b>
一、模体设计 .....	(272)
二、成型零件的结构 .....	(275)
三、成型零件尺寸计算 .....	(277)
四、结构零件的设计 .....	(279)
<b>第七节 压铸模材料和预热及冷却装置 .....</b>	<b>(282)</b>
一、压铸模材料 .....	(282)
二、压铸模的预热及冷却装置 .....	(282)
<b>第八章 其它型腔模概论 .....</b>	<b>(285)</b>

第一节 熔模铸造压型	285
一、概述	285
二、浇冒口系统的设计	286
三、压型	288
第二节 陶瓷模	290
一、概述	290
二、陶瓷模结构	292
三、热压铸模的浇口及排气进气槽	297
四、陶瓷模成型尺寸的计算	299
第三节 玻璃模	300
一、概述	300
二、玻璃制件的工艺要求和成型尺寸的确定	301
三、玻璃模	302
第四节 橡胶模	302
一、概述	302
二、橡胶制件的工艺性	303
三、橡胶模的分类及其基本结构	304
四、橡胶模设计要点	306

# 第一章 塑料概论

## 第一节 塑料的概念

### 一、树脂和塑料的概念

最早，树脂是指树木分泌出的脂物，如松香就是从松树分泌出的乳液状松脂中分离出来的。后来发现，从热带昆虫的分泌物中也可提取树脂，如虫胶；有的树脂还可以从石油中得到，如沥青。这些都属于天然树脂，其特点是无明显的熔点，受热后逐渐软化，可溶解于有机溶剂，而不溶解于水等。

随着生产的迅速发展，天然树脂不仅在数量上而且在质量上都远远不能满足需要，于是人们根据天然树脂的分子结构和特性，应用人工方法制造合成树脂。例如酚醛树脂、氨基树脂、环氧树脂、聚乙烯、聚氯乙烯等都属于合成树脂。

塑料的主要成分是树脂，目前一般都用合成树脂，很少采用天然树脂。塑料之所以具有良好的可塑性，就是由合成树脂所赋予的。也就是说，塑料是以高分子合成树脂为主要成分，在一定的温度和压力下具有可塑性和流动性，可被模塑成一定形状，且在一定条件下保持形状不变的材料。

有些合成树脂可以直接作塑料用（如聚乙烯、聚苯乙烯、尼龙等），但有些合成树脂必须在其中加入一些添加剂，才能作为塑料（如酚醛树脂、氨基树脂、聚氯乙烯等）。

### 二、高分子与低分子的区别

无论是天然树脂还是合成树脂，它们都属于高分子化合物，简称为高聚物。塑料的许多优异性能都与高聚物的分子结构密切相关。下面首先谈谈高分子与低分子的区别。

大家知道，一切物质都是由分子组成的，而分子又是由原子构成的。无论是无机物还是有机物，它们的分子中所含的原子数一般都不多。例如，水分子  $H_2O$  由 3 个原子构成，石灰石分子  $CaCO_3$  由 5 个原子构成，酒精分子  $C_2H_5OH$  由 9 个原子构成，每个蔗糖分子  $C_{12}H_{22}O_{11}$  中也只含有 45 个原子。有一种比较复杂的有机物称为三硬脂酸甘油酯，其分子  $C_{57}H_{110}O_6$  中也不过只有 173 个原子。再复杂一点的化合物，其分子中所含的原子数，最多也不过是几百个。

但是，高聚物就不同了，一个高聚物分子中含有几千个、几万个、几十万个、甚至几百万个原子。例如尼龙分子中大约含有四万个原子，天然橡胶分子中大约含有五万到六万个原子，纤维素（木材中含有此成分）分子中大约含有十万到二十万个原子。

从分子量来看，如水的分子量为 18，石灰石为 100，酒精为 46，蔗糖为 324，三硬脂酸甘油酯也只有 890。这些统称为低分子化合物，其分子量只有几十或几百，而高分子化合物（简称高分子）的分子量比低分子高得多，一般可自几万至几十万、几百万甚至上千万。例

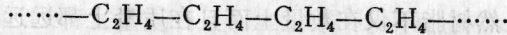
如尼龙分子的分子量为二万三千左右，天然橡胶的为四十万。

再从分子长度来看，例如低分子乙烯的长度约为  $0.0005 \mu\text{m}$ ，而高分子聚乙烯的长度则为  $6.8 \mu\text{m}$ ，后者是前者的 12600 倍。

由此可见，高分子是含有原子数很多，分子量很高，分子很长的巨型分子。正是由于高分子与低分子存在着如此悬殊的差异，才使高聚物具有许多与低分子化合物很不相同的特性。

### 三、高聚物的分子结构

单就分子中所含原子个数、分子量的大小和分子的长短还不足以表达高分子的结构特性。现在我们来进一步研究高聚物的分子结构。每个高分子里含有一种或数种原子或原子团，这些原子或原子团按照一定的方式排列，首先是排列成许多相同结构的小单元，称之为结构单元，再通过化学键连成一个高分子。例如聚乙烯分子里的小单元是  $\text{C}_2\text{H}_4$ ，每个聚乙烯分子里含有  $n$  个象下面这样连接起来的小单元：



这些小单元称为“链节”，好象链条里的每个环节； $n$  称为“链节数”（聚合度），表示有多少链节聚合在一起。由许多链节构成一个很长的聚合物分子，称为“分子链”。例如聚乙烯的分子量若是 56000，那么一个聚乙烯分子里就含有二千个乙烯单体分子。

如果高聚物是由一根根分子链组成的，则称为线型高聚物；如果在高分子的链之间还有一些短链把它们连接起来，则称为体型高聚物（图 1-1）。此外，还有一种所谓网型高聚物，它介于线型与体型结构之间，与体型结构实际上没有严格区别，只是分子链之间交联的短链比较疏松而已。

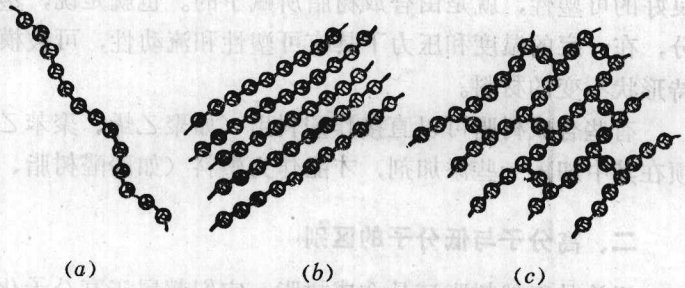


图 1-1 高聚物分子链的几何形状示意图  
(a) 高分子链；(b) 线型；(c) 体型

高聚物的分子结构不同，其性质也不同。线型高聚物成型前具有可溶性和可熔性，成型后仍具有这种特性，因而可以多次成型。体型高聚物成型前是可溶与可熔的，而一经成型硬化后，就变成既不溶解又不熔融的固体，所以不能再次成型。

## 第二节 塑料的特性与用途

### 一、塑料工业的发展

塑料工业是年轻的新兴工业之一。自 1868 年硝化纤维素开创以来，世界塑料工业至今有百余年的历史，如从 1909 年酚醛塑料工业化生产算起，仅仅只有七十多年的历史，而塑料成为工程材料应用至今还不过三十年，塑料工业真正获得大发展只是近十几年的事情。

塑料工业的发展历史虽然很短，但其发展速度相当惊人。据统计，1909年全世界塑料产量只有2万吨，1930年达10万吨，1960年已达640万吨，1980年就激增到6009万吨。有人估计，到1985年世界塑料产量将达1亿吨，到本世纪末将达3.5亿吨。

几十年前，塑料还只能作为象牙、玳瑁、宝石、牛骨等的代用品，可是到现在，它已成为许多工业部门中必不可少的工程材料。在国民经济中推广塑料，对加速我国四个现代化建设具有重大意义。

目前，塑料工业的基本原料绝大多数来自石油和天然气。我国石油和天然气的蕴藏量十分丰富，为大力发展塑料工业奠定了雄厚的物质基础。

## 二、塑料的特性与用途

塑料的发展如此迅速，且具有十分广泛的用途，是与它的特性分不开的。

综合起来，塑料的特性与用途可归纳如下：

### (一) 重量轻

塑料是一种轻质材料。一般塑料的比重约在0.83~2.2之间，最轻的塑料是聚4-甲基戊烯(1)，比重只有0.83，比水还轻；最重的塑料是聚四氟乙烯，比重为2.2。总的说来，塑料的平均比重约为铝的1/2，钢的1/5，铅的1/8。

以空气或其它气体作为填料而制得的泡沫塑料比重更小，几乎比软木轻9~10倍，比木材轻30~35倍。

塑料的比重小，对于要求全面减轻自重的汽车、飞机、船舶、建筑、宇航工业等，具有特别重大的意义。

### (二) 优越的化学稳定性

一般塑料对酸、碱、盐等化学药物均具有一定的抗腐蚀能力。有些塑料不仅能耐受潮湿空气的影响，而且也能耐受酸、碱、盐、气体和蒸汽的化学腐蚀作用，在这方面它们大大地超过了金属。

由于塑料具有优越的化学稳定性，因而在化工设备制造中有着极其广泛的用途。

### (三) 优良的电绝缘性能

塑料具有优良的电绝缘性能，加之它的机械强度较高，耐电弧性好，所以被广泛用于电机、电器、电子工业中作为结构材料和绝缘材料。某些塑料无论在高频，还是低频，高压还是低压情况下，绝缘性能都是十分优良的。尤其在高频、超高频条件下，是陶瓷、云母等其它绝缘材料所不能相比的。

### (四) 比强度高

目前，在飞机、船舶、汽车、宇航上使用的电子设备，不但要求强度高，而且要求重量轻。比强度是强度与密度之比。许多塑料的比强度相当高，其中玻璃纤维增强塑料的比强度达到甚至超过了钢材的水平。

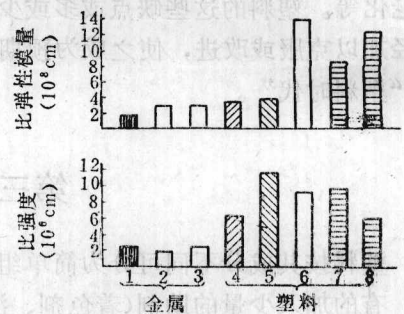


图 1-2 塑料与金属的比较

- 1—钛合金；
- 2—铝合金；
- 3—高强度钢；
- 4—70%玻璃纤维环氧塑料；
- 5—75%高强度玻璃纤维环氧塑料；
- 6—70%硼纤维环氧塑料；
- 7—60%高强度碳纤维环氧塑料；
- 8—60%高模量碳纤维环氧塑料

在空间技术上使用的结构材料，不但要求高强度和高刚性，而且要求质轻，因而衡量一种材料的强度和刚性更常用的是比强度和比弹性模量（弹性模量与密度之比）。图 1-2 列出了几种金属和增强塑料的比强度和比弹性模量。从图中可知，玻璃纤维增强塑料的比强度虽然很高，但它的比弹性模量却相形见绌。碳纤维和硼纤维增强塑料的比强度相当高，比弹性模量也居于几种材料之上。

#### （五）优良的耐磨、自润滑和吸震性能

由于塑料具有摩擦系数小、耐磨性高、自润滑性好等特点，并具有一定的机械强度，因而在电子设备的传动机构和摩擦机构中得到推广应用。目前，许多机械传动零件和润滑零件，例如齿轮、齿条、蜗杆、蜗轮、滑轮、轴承等都可以用塑料来制造。同时这些塑料零件在传动时还无噪音。

#### （六）粘结能力强

一般的塑料都有一定的粘结能力。有一种号称“万能胶”的环氧树脂，它不但可以粘结木材、橡胶、皮革、玻璃、陶瓷等非金属材料，而且还可以粘结钢、铜、铝等金属材料。用环氧树脂粘结金属构件（如桥架、屋架、机翼等）可以代替金属结构的铆接和焊接。此外，还可以用环氧树脂修补铸件的某些缺陷，修理设备，制造模具，浇注电器等。

#### （七）卓越的成型性能

塑料的可塑性很好，可以用许多高生产率的成型加工方法来制造产品，这样就可节约原料，节省工时，简化工艺过程，且对工人技术要求低，易于组织大批量生产。

此外，塑件的着色范围宽，可染成各种色调。

以上仅是塑料的一些主要特性。塑料虽有上述特性，但在某些性能上也存在着不足之处，如机械强度和硬度远不及金属材料高，耐热性也低于金属，导热性也差，且吸湿性大，易老化等。塑料的这些缺点或多或少地影响与限制了它的应用范围，但可以采用不同的工艺途径加以克服或改进，使之成为预期的符合要求的材料。可以预言，人们会在不久的将来跨入“塑料时代”。

### 第三节 塑料的成分

塑料按其成分不同可分为简单组分和多组分的塑料。简单组分的塑料基本上以树脂为主，有的加入少量的助剂（着色剂、润滑剂），例如有机玻璃、聚苯乙烯等；多组分的塑料除树脂外，还加入填充剂、增塑剂、稳定剂、着色剂、润滑剂等，例如酚醛压塑粉、聚氯乙烯等。

可见，一般塑料由树脂及添加剂组成。尽管树脂在塑料中起决定性作用，但也不能忽视添加剂的重要影响。例如酚醛压塑粉中若无填充剂，聚氯乙烯中若无稳定剂，硝化纤维素中若无增塑剂等，就不能作为塑料，而且也无法进行成型加工。

一般说来，多组分的塑料成分如下：

#### 一、树脂

树脂是塑料中主要的必不可少的成分，塑料之所以具有可塑性或流动性，就是树脂所赋

子的。

树脂的主要作用是将塑料的其它成分加以粘合，并决定塑料的类型（热塑性或热固性）和主要性能，如物理、化学、机械与电性能等。

塑料中的树脂主要是合成树脂，其次是纤维素酯（醚），很少用天然树脂（松香、虫胶、沥青等）。

## 二、填充剂

填充剂又称填料，它是塑料中的另一重要的但并非必要的成分。在许多情况下填充剂所起的作用并不比树脂小。因此，正确地选择填充剂可以改善塑料的性能和扩大它的使用范围。

填充剂既有增量作用又有改性效果。塑料中加入填充剂后，不仅能使塑料的成本大大降低，而且还能使塑料的性能得到显著改善，对塑料的推广和应用起了促进作用。

例如酚醛树脂中加入木粉后，既克服了它的脆性，又降低了成本。聚乙烯、聚氯乙烯等树脂中加入钙质填料后，便成为十分价廉的具有足够刚性和耐热性的钙塑料。尼龙、聚甲醛等树脂中加入二硫化铝、石墨、聚四氟乙烯后，使塑料的耐磨性、抗水性、耐热性、硬度及机械强度等得到全面的改进。用玻璃纤维作为塑料的填充剂，能使塑料的机械强度大幅度地提高。有的填充剂还可以使塑料具有树脂所没有的性能，如导电性、导磁性、导热性等。

填充剂按其化学性能可分为无机填料和有机填料；按其形状可分为粉状的、纤维状的和层状（片状）的。粉状填料有木粉、纸浆、硅藻土、大理石粉、滑石粉、云母粉、石棉粉、高岭土、石墨、金属粉等；纤维状填料有棉花、亚麻、石棉纤维、玻璃纤维、碳纤维、硼纤维、金属须等；层状填料有纸张、棉布、麻布、石棉布、玻璃布、木片等。

## 三、增塑剂

有些树脂（如硝酸纤维、醋酸纤维、聚氯乙烯等）的可塑性很小，柔软性也很差，为了降低树脂的熔融粘度和熔融温度，改善其成型加工性能，改进塑件的柔韧性、弹性以及其它各种必要的性能，通常加入能与树脂相溶的不易挥发的高沸点有机化合物，这类物质称为增塑剂。

树脂中加入增塑剂后，加大了其分子间的距离，因而削弱了大分子间的作用力。这样便使树脂分子容易滑移，从而使塑料能在较低的温度下具有良好的可塑性和柔软性（图1-3）。

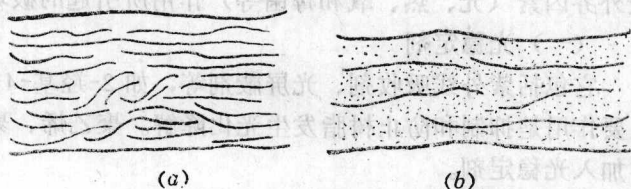


图1-3 增塑剂作用的示意图

加有增塑剂固然可以使塑料的工艺性能和使用性能均得到改善，但也降低了树脂的某些性能，如硬度、抗拉强度等。

除要求增塑剂具有相溶性好、不易挥发、化学稳定性好和耐光、耐热性能外，还要求无色、无臭、无毒、不燃、吸水性小、在水和肥皂水中的溶解度小、电性能好、塑件外观和手感好以及价廉等。要求一种增塑剂同时兼有这些性能是困难的，但其中相溶性好和不易挥发

是最基本的要求。在多数情况下，常将几种增塑剂混用来达到要求。

增塑剂通常是一种高沸点液体或低熔点固体的酯类化合物，如樟脑、磷酸三苯酯、磷酸三甲酚酯、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、癸二酸二丁酯、癸二酸二辛酯等。由于树脂的类型不同，所用增塑剂也不相同。例如硝酸纤维塑料(俗称赛璐珞)中，一般加入樟脑或磷酸三苯酯；聚氯乙烯中使用的增塑剂为数很多，其中又以邻苯二甲酸酯类用得最多，如邻苯二甲酸二辛酯。

#### 四、着色剂

着色剂又称色料，它主要起美观和装饰作用。在塑料中加入色料不仅能使塑料鲜艳、美观，同时还能改善塑件的耐候性，即提高抗御紫外线能力。例如本色聚甲醛塑料在中等程度的紫外线照射下，会导致表面粉化、龟裂和机械强度下降，用碳黑着色后就能在一定程度上有助于防止光老化。又如二盐基性亚磷酸铅等颜料，主要对树脂起屏蔽作用，避免紫外线的射入，因此它同时又是聚氯乙烯的稳定剂。

着色剂包括染料和颜料两大部分，也可分为无机颜料、有机颜料和染料三大类。无机颜料是不溶解的固体有色物质，它是不透明的，和被着色物以机械拼合方式着色，而不起化学作用。它具有良好的耐光性、耐热性与化学稳定性，但着色力差，色泽不好，如钛白粉、立德粉、铬黄、镉红、群青等。染料可溶于水或有机溶剂，它以溶解的方式分散在塑料中，在着色过程中能以分子形式扩散到高分子中去，甚至可以产生一定的化学反应，因而染色力极强，透明性极好，并有鲜艳的光泽，但其耐光性、耐热性与化学稳定性较差，如分散红、士林黄、士林兰等。有机颜料的特性介于无机颜料和染料之间，如联苯胺黄、立索尔宝红、酞青兰等。

可用单色着色剂，也可用混色着色剂，颜料和染料也可以同时并用。

要使塑料具有特殊的光学性能，可在塑料中加入珠光色料、磷光色料和荧光色料或金属絮片等。

#### 五、稳定剂

凡能阻缓塑料变质的物质即称为稳定剂。在塑料中加入稳定剂是为了防止或抑制树脂因受外界因素(光、热、氧和霉菌等)作用所引起的破坏。稳定剂主要包括以下三类：

##### (一) 光稳定剂

它包括紫外线吸收剂、光屏蔽剂等，如2-羟基-4-甲氧基二苯甲酮、水杨酸苯酯等，其主要作用是抑制和防止树脂发生光化降解。聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚碳酸酯等塑料中常加入光稳定剂。

##### (二) 热稳定剂

它的作用不但能抑制树脂在加工过程中的受热降解，使成型加工顺利进行，同时还能防止或延缓塑件在使用过程中受光、热、氧作用而引起的分解，提高其使用寿命。例如聚氯乙烯在加热时，产生分解现象，放出氯化氢气体，这种气体对聚氯乙烯的继续分解起着催化作用，促使聚氯乙烯进一步分解，最终造成树脂的结构破坏。为防止这种破坏，需要加入热稳定剂。

常用的热稳定剂有三盐基性硫酸铅、硬脂酸钡等。

### (三) 抗氧剂 (包括金属离子纯化剂)

许多树脂在制造、贮存、加工和使用过程中都会因氧化而加速降解,从而使塑料的性能恶化。加入抗氧剂的目的就是为了延缓或抑制氧化速度。抗氧剂按其作用机理分为主抗氧剂(游离基抑制剂)和辅助抗氧剂(氢过氧化物分解剂)。易于氧化而采用抗氧剂的塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚甲醛、ABS等。

### 六、 润滑剂

为改进塑料熔体的流动性,减少或避免对设备或模具的摩擦和粘附,以及改进塑件表面光洁度等而加入的一类添加剂称为润滑剂。

常用热塑性塑料中需要加入润滑剂的有聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、醋酸纤维素、尼龙、ABS、聚氯乙烯等。常用的润滑剂有硬脂酸、石蜡、低分子量聚乙烯、金属皂类等。

当然,塑料的成分远不止上述几种,还有发泡剂、阻燃剂、防静电剂、驱避剂(防止老鼠、昆虫、细菌、霉菌等危害而加入的一种添加剂)、增强剂、偶联剂、交联剂、硬化剂等。

## 第四节 塑料的分类

目前,已正式投产的塑料品种有300多种,但主要的只有40多种。塑料的分类方法很多,但大都不完善和不确切。按塑料中合成树脂的制造方法可分为聚合塑料和缩聚塑料;按塑料应用状况可分为通用塑料、工程塑料、耐高温塑料及其它塑料;按塑料的介电性能可分为低频塑料和高频塑料;也可按填料的形状而将塑料分为粉状塑料,纤维状塑料和层状塑料。

比较科学的分类方法是根据塑料中合成树脂的分子结构及其特性,将塑料分成以下两大类:

### 一、 热塑性塑料

这类塑料的合成树脂都是线型或支链型高聚物,因而受热变软,甚至成为可流动的稳定粘稠液体,在此状态时具有可塑性,可塑制成一定形状的塑件,冷却后保持既得的形状,如再加热又可变软塑制成另一形状,如此可以反复进行多次。在这一过程中一般只有物理变化,而无化学变化,因此其变化过程是可逆的。

简而言之,热塑性塑料是由可以多次反复加热而仍具有可塑性的合成树脂制得的塑料。聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、有机玻璃、尼龙、聚甲醛、ABS、聚碳酸酯、聚砜等塑料均属此类。

### 二、 热固性塑料

这类塑料的合成树脂是体型高聚物,因而在加热之初,因分子呈线型结构,具有可熔性和可塑性,可塑制成一定形状的塑件;当继续加热时,分子呈现网型结构;当温度达到一定程度后,树脂变成不熔和不溶的体型结构,使形状固定下来不再变化。如再加热,也不再软化,不再具有可塑性。在这一变化过程中既有物理变化,又有化学变化,因此其变化过程是不可逆的。

简而言之,热固性塑料是由加热硬化的合成树脂制得的塑料。酚醛塑料、氨基塑料、环