

型腔模具工入门丛书

塑料模具工入门

黄振源 主编



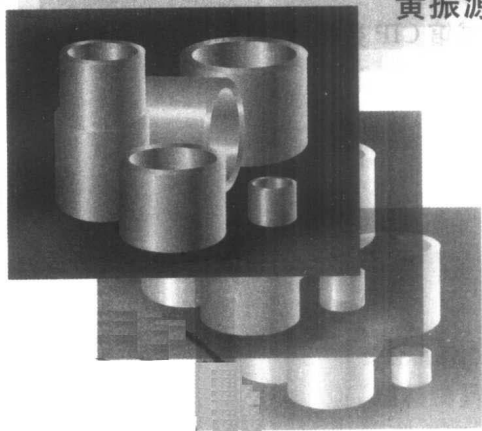
浙江科学技术出版社

1025197

型腔模具工入门丛书

塑料模具工入门

黄振源 主编



浙江科学技术出版社

责任编辑：吕粹芳

封面设计：潘孝忠

型腔模具工人

塑料模具工人

黄振源 主编

*

浙江科学技术出版社出版

浙江上虞印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本：787×1092 1/32 印张：10.25 字数：230 000

2001年2月第1版

2001年2月第1次印刷

ISBN 7-5341-1244-3/TQ·12

定 价：14.00 元



前 言

《塑料模具工入门》为型腔模具工入门丛书之一。本书用简洁的文字和图表阐述塑料模具的种类、形式和结构，同时介绍了简单塑料模具的设计方法，是塑料模具工的基础读物。

塑料制品在国民经济各个领域的应用非常广泛。绝大多数塑料制品都是用一定形式的模具生产的。因此塑料模具与塑料成型机械一起成为塑料制品生产的重要设备。

塑料模具的种类很多，最常见的是用于生产热塑性塑料制品的注射成型模具和用于生产热固性塑料制品的压制（亦称压塑）成型模具。因此本书将对这两种模具作较详尽的阐述，其他模具仅作简单介绍。

塑料模具的加工对象是各种塑料。塑料的性能特别是成型工艺性能和模具的结构有密切关系。因此本书用一定的篇幅介绍常用塑料品种及其主要性能，使读者具备必要的塑料基本知识，从而能更完整地理解模具的结构特点和设计要点。

一副塑料模具是由许多零件组装而成的。这些零件制造的难易程度及选用材料正确与否，将直接影响模具的制造成本、生产周期和使用寿命。为此，本书对零件结构工艺性和材料选用亦作简要介绍，以使读者在设计和制造模具时避免出现零件结构和选材方面的明显错误。

本书以文字叙述为主，配以必要的插图，以利读者图文对

照，更好地理解文字叙述的内容。同时还以表格的形式在各章节适当的位置列出部分实用数据和资料（一部分图表选自有关参考文献），供读者参考。

本书由黄振源主编，参加编写的有黄振源、张林初、陈培里、黄允正。

编者期望本书能成为塑料模具工和其他读者的良师益友。作者编写本书时虽然力求做到取材正确，内容精炼，叙述简明，文句通顺，但因编者知识有限，书中必定有许多缺点或错误，敬请读者批评指正。

编者

2000年1月

图书在版编目(CIP)数据

塑料模具工入门/黄振源主编. —杭州:浙江科学技术出版社, 2001. 2

(型腔模具工入门丛书)

ISBN 7-5341-1244-3

I. 塑... II. 黄... III. 塑料模具-基本知识

IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 11342 号

目 录

第一章 塑料的种类与性能	1
第一节 塑料的组成	1
一、树脂	1
二、添加剂	14
第二节 塑料的分类和常用塑料	19
一、塑料的分类	19
二、常用塑料	20
第三节 塑料的性能特点	33
一、力学性能	33
二、热性能	35
三、化学性能	37
四、电性能	37
五、其他性能特点	38
第二章 塑料制品的结构要求及成型方法	40
第一节 塑料制品的结构要求	40
一、外形结构	40
二、内腔结构	43
三、壁厚与筋	44
四、斜度与圆角	49
五、孔	50
六、文字与花纹	52

七、嵌件	54
八、螺孔	57
九、尺寸精度与表面粗糙度	58
第二节 塑料制品的成型方法	61
一、注射成型	61
二、压制成型	65
三、挤出成型	67
四、真空成型	69
五、吹塑成型	69
六、塑料及其制品的机械加工	70
第三章 注射成型模具	72
第一节 注射成型模的基本结构	72
一、型腔	72
二、浇注系统	73
三、其他结构件	73
第二节 注射成型模的主要结构要素	76
一、型腔数目的确定	76
二、分型面的选择	79
三、模具外形尺寸	86
第三节 浇注系统	87
一、浇注系统的功用及基本结构	88
二、主流道	89
三、冷料井与拉料杆	92
四、分流道	96
五、浇口	101
六、热流道浇注系统简介	124
第四节 成型零件	128
一、成型零件的工作尺寸	129

二、成型零件的强度与刚度	149
三、成型零件结构	157
第五节 导向机构、脱模机构、侧向抽芯机构	165
一、导向机构	165
二、脱模机构	171
三、侧向抽芯机构	181
第六节 注射模的加热与冷却	201
一、模具温度对塑件生产的影响	202
二、模具冷却的主要参数	203
三、冷却系统的布置	208
四、注射模的加热	213
第四章 压制成型模具	214
第一节 压制成型模具的特点与基本结构	214
一、压制成型工艺特点	214
二、压制模与注射模的异同点	215
三、压制模的基本结构	216
四、压制模型腔的结构形式	218
第二节 压制成型模具与压机的关系	223
一、压机最大压力	223
二、压制模闭合高度和开模行程	226
三、压机顶出力和顶出行程	227
四、模具安装尺寸	227
第三节 成型部件	228
一、型腔方位与分型面的位置	228
二、型腔结构形式的选择	234
三、凹凸模的工作尺寸	236
四、凹凸模结构	243
第四节 其他结构件	249

一、导向部件	250
二、顶出部件	250
三、侧向抽芯部件	254
第五节 压制模的加热	254
一、压制模加热的目的	254
二、压制模加热的方法	255
三、电加热元件功率的确定	256
第五章 其他成型模具简介	260
第一节 真空成型模具	260
一、真空成型工艺	260
二、真空成型模具	261
第二节 压缩空气成型模具	264
一、压缩空气成型工艺	264
二、压缩空气成型模具	266
第三节 中空成型模具	267
一、中空成型原理及工艺过程	267
二、中空成型模具	268
第四节 发泡成型模具	270
一、发泡成型工艺	271
二、发泡成型模具	271
第六章 模具零件结构工艺性、常用模具材料及其热处理	275
第一节 模具零件结构工艺性	275
一、零件结构工艺性的概念	275
二、锻件结构工艺性	276
三、铸件结构工艺性	278
四、零件热处理工艺性	281

五、零件切削加工工艺性	282
六、零件装配与拆卸工艺性	290
第二节 常用模具材料及其热处理	293
一、模具零件常用的热处理工艺	294
二、模具零件常用材料	301

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。塑料同金属材料和陶瓷材料一起，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} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	聚乙烯
苯乙烯	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} $	聚苯乙烯
氯乙烯	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array} $	聚氯乙烯
丙 烯	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array} $	聚丙烯

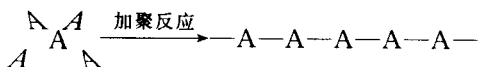
续表

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	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{CH}_2 - \text{O} \end{array}$	聚甲醛
己内酰胺	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CO} \\ \quad \\ \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH} \end{array}$	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

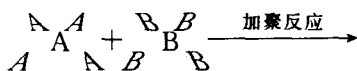
(2) 聚合反应 由单体转变成聚合物的过程称为聚合反应。聚合反应有两种基本形式。

① 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：

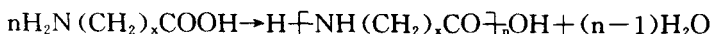


两种单体的加聚反应称为共加聚，其反应形式如下：



②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。



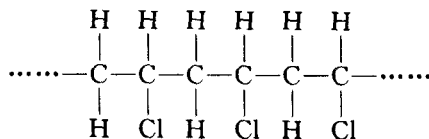
由两种单体进行的缩聚反应称为共缩聚反应，例如己二胺和己二酸经过共缩聚反应得到聚酰胺-66。



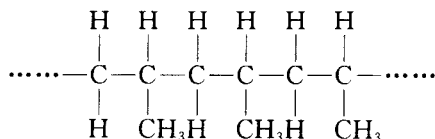
以上两种聚合反应中，均聚所得的聚合物亦称均聚物；共聚所得的聚合物亦称共聚物。

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 $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$ 和 $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$ 。

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，不利于模型成型。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 (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。

① 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。

② 支链型高分子结构 支链型高分子结构主链有一定数量

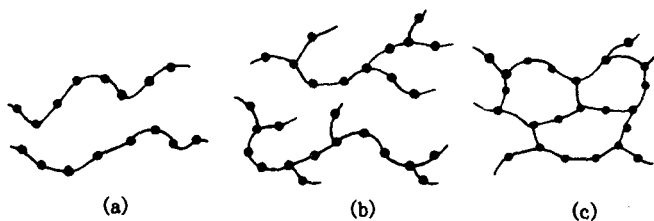


图 1-2 高分子化合物的形态

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