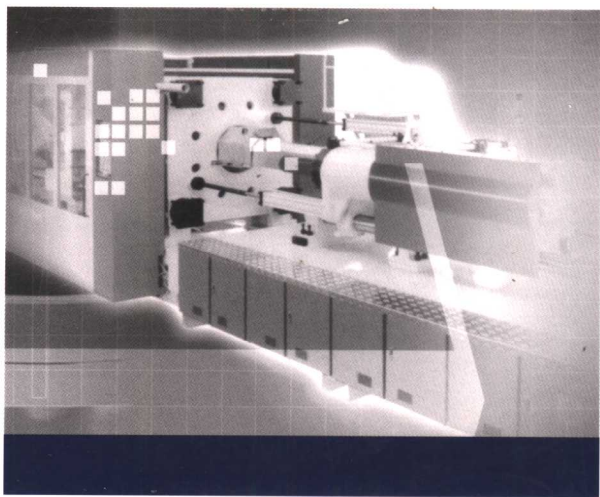


王加龙 主编

热塑性塑料 注塑生产技术



Chemical Industry Press



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

热塑性塑料注塑生产技术

王加龙 主 编

戴伟民 副主编

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

热塑性塑料注塑生产技术/王加龙主编. —北京:化学工业出版社, 2004. 5

ISBN 7-5025-5527-7

I. 热… II. 王… III. 热塑性塑料-注塑
IV. TQ325

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 043831 号

热塑性塑料注塑生产技术

王加龙 主编

戴伟民 副主编

责任编辑: 龚浏澄 杜春阳

责任校对: 陈 静 宋 玮

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
中国纺织出版社印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 13½ 字数 364 千字

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5527-7/TQ·1984

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

目前，塑料注射成型（简称“注塑”）这一生产方式已普遍应用于塑料加工领域。注塑有“生产周期短，能一次成型外形复杂、尺寸精确、带有金属或非金属嵌件的塑料制品”，“对所用原料的适应性强”，“生产效率高、能实现自动化生产”等一系列的优越性。因此，注塑是一种先进的、经济的成型技术，发展迅速。当然，注塑也有设备复杂、投资大，设备的维修与保养较难，工艺控制难度较大等方面的局限性。

我们编纂《热塑性塑料注塑生产技术》一书，旨在致力于解决注塑中的实际问题，为加快我国塑料加工行业的发展作一份贡献。

当你读完“塑料基础知识”、“注塑常用塑料材料”和“塑料注塑生产技术”这三章后，你对塑料材料基本构成、结构特点和基本特性就有一定的了解，懂得塑料材料各自的基本特性及其变化规律，了解注塑中常用热塑性塑料的用途；还了解注塑工艺过程、工艺参数的设定、注塑制品的质量分析和注塑车间质量管理，并介绍了许多实例，使你对注塑制品的生产过程有一定的了解，初步学会设置和调节工艺参数。“注塑机概论”、“塑料注塑模概论”和“注塑模的调试、验收、维修和保养”这三章使你对注塑用设备的结构组成、基本作用原理和重要的技术参数等有一定的了解，从而使你学会选用和使用注塑设备；即使你从未接触过注塑机，通过对“注塑机操作”的学习，也能初步学会操作注塑机；“注塑中的新材料、新装备、新工艺和新技术”使你对注塑动态有一定的了解。

本书由常州轻工职业技术学院的王加龙、戴伟民、戚亚光、卜建新、王玉溪、郑式光和徐应林编写。分工如下：王加龙任主编，并编写第五章，第四章中的第一节、第三节、第四节、第六节，第

七章中的第一节、第二节、第三节，第七章中的第二节、第三节、第四节、第六节；戴伟民任副主编，并编写第六章中的第二节、第三节和第七章中的第五节；戚亚光编写第一章的第一节、第二节、第三节和第七章中的第一节；徐应林编写第一章中的第四节；郑式光编写第二章；王玉溪编写第三章、第八章中的第四节和第五节；卜建新编写第四章；附录由王加龙供稿。周健（江苏技术师范学院）对本书提出了许多宝贵的意见，在此表示感谢。

本书内容丰富，密切结合生产实际，技术参数实用、具体，切实可靠，文、图、表紧密配合，文字通俗易懂，本书使中等文化程度的及非塑料专业的人员也能看懂。本书较多地介绍了生产实例，因而，对注塑厂是很有价值的专业技术参考书。

本书可供从事塑料加工科研部门及科技人员参考，也可供高等职业技术教育的院校、中技校有关专业师生参考，还可作为“塑料注塑工（初级、中级和高级）”考工人员、“塑料注塑技师”和“塑料注塑高级技师”考级人员的参考书。

对书中的错误和缺陷，恳请严正批评指正，帮助我们改进。

王加龙

2004年3月于常州轻工职业技术学院

内 容 提 要

本书详细阐述了热塑性塑料注塑生产中的各种技术问题，是一本实用性强的热塑性塑料注塑生产专业技术读物。

本书共分八章。本书首先阐述塑料基础知识，接着简述了热塑性塑料链结构和聚集态结构及其变化规律；介绍了注塑用热塑性塑料基本特性及其应用；详细地阐述了塑料注塑机和注塑模的基本结构、功能及其选用，并对这些设备的调试、验收、维修和保养也作了论述；详细阐述了注塑工艺与工艺参数的设置，对注塑制品的质量及其影响因素作了详细分析，并介绍了许多实例；简要地阐述了注塑领域中的新材料、新装备、新工艺和新技术；最后还阐述了注塑机操作细则。

本书内容详实、图文并茂，书中许多内容是工厂中的实际问题，可供从事塑料注塑的工程技术人员及有关院校师生阅读参考。

目 录

第一章 塑料基础知识	1
第一节 塑料的基本概念	1
一、塑料的定义	1
二、塑料的分类	1
第二节 高聚物的基本概念	3
第三节 高聚物的结构及其特性	6
一、高分子链结构	6
二、高聚物的聚集态	7
三、高聚物的力学状态及其转变	9
四、高聚物的结晶与熔融	11
第二章 注塑常用塑料材料	14
第一节 塑料的组成、性质和用途	14
一、塑料的组成	14
二、塑料的性质	14
三、塑料的用途	16
第二节 注塑常用塑料材料	17
一、聚乙烯	17
二、聚丙烯	18
三、聚氯乙烯	20
四、苯乙烯系树脂	22
五、聚酰胺	24
六、热塑性增强塑料	26
七、热塑性弹性体	30
第三章 注塑机概论	34
第一节 概述	34
一、注塑机的结构组成及作用	34

二、注塑机的工作过程	37
三、注塑机的类型	38
四、注塑机的规格及其表示法	42
第二节 注塑机的基本参数	43
一、注射量	43
二、注射压力	45
三、合模力与合模装置尺寸	46
四、开、合模速度	49
五、空循环时间	49
第三节 注塑机主要装置与机构	50
一、预塑装置	50
二、注射装置	56
三、合模装置	57
四、调模装置	60
五、顶出装置	62
六、加热/冷却装置	63
七、其它机构	64
第四节 注塑机的液压系统	65
一、注塑机液压系统的特点及组成	65
二、注塑机常用液压元件及工作原理	66
三、注塑机中液压基本回路	72
四、注塑机典型油路分析	80
第五节 注塑机电控系统	90
第四章 塑料注塑模具概论	94
第一节 注塑模的类型及基本结构	94
一、注塑模的分类	94
二、注塑模的基本结构	97
第二节 注塑机的选择和校核	98
一、注塑机的基本参数	98
二、注塑机基本参数的校核	98
第三节 成型零件设计	100
一、型腔分型面的设计	101
二、成型零件的结构设计	102

三、成型零件工作尺寸的计算	103
第四节 浇注系统设计	110
一、主流道的设计	110
二、冷料穴的设计	110
三、分流道设计	111
四、浇口的设计	112
五、排气系统设计	115
第五节 合模导向机构设计	116
第六节 脱模机构设计	119
一、概述	119
二、一次脱模机构	120
三、顺序分型机构	125
第七节 侧向分型抽芯机构	127
一、概述	127
二、机动侧向分型抽芯机构	128
三、液压侧向分型抽芯机构	143
四、手动侧向分型抽芯机构	144
第八节 温度调节系统设计	146
一、概述	146
二、冷却系统的设计原则与结构	147
第五章 注塑模的调试、验收、维修和保养	151
第一节 试模	151
一、注塑机的选用	151
二、模具的安装	154
三、试模用塑料材料的选择与工艺参数的设定	160
四、试模时的注射方式	161
五、试模时出现的不正常现象及其原因	165
六、试模后的修整	166
第二节 模具的验收、维修和保养	172
一、模具的验收	172
二、模具的管理	183
三、注塑模的维修	187
第六章 塑料注塑生产技术	194

第一节 注塑工艺过程	194
一、概述	194
二、成型前的准备工作	194
三、注塑过程	200
四、制品的后处理	204
第二节 注塑工艺参数分析	207
一、注塑参数	207
二、合模参数	211
三、温控参数	211
四、注射压力与熔料温度的组合	215
五、成型周期	215
六、多级注塑	217
第三节 常用塑料注塑工艺参数	220
一、热塑性塑料注塑特性	220
二、聚苯乙烯塑料注塑工艺特性与工艺参数的设定	221
三、ABS等聚苯乙烯改性系列塑料注塑工艺特性与工艺参数的 设定	223
四、聚烯烃塑料的注塑工艺特性与工艺参数的设定	224
五、硬质聚氯乙烯注塑工艺特性与工艺参数的设定	227
六、聚甲醛注塑工艺特性与工艺参数的设定	230
七、聚碳酸酯注塑工艺特性与工艺参数的设定	231
八、聚酰胺及玻纤增强聚酰胺注塑工艺特性与工艺参数设定	235
九、聚甲基丙烯酸甲酯注塑工艺特性与工艺参数的设定	239
十、聚砜注塑工艺特性与工艺参数的设定	243
十一、聚对苯二甲酸丁二醇酯的注塑工艺特性与工艺参数的设定	247
十二、改性聚苯醚的注塑工艺特性与工艺参数的设置	248
十三、其它特种工程塑料的注塑工艺特性和工艺参数的设定	250
十四、塑料合金的注塑工艺特点及工艺参数的设定	251
十五、热塑性弹性体注塑工艺特性与工艺参数的设定	253
十六、常用塑料的注塑工艺参数汇总	256
第四节 典型塑料制品注塑工艺实例分析	257
一、硬质聚氯乙烯给水管件注塑工艺	257
二、塑料箱包注塑工艺	266

三、接线座注塑工艺	267
四、啤酒箱注塑工艺	268
五、透明调味瓶的注塑工艺	270
第五节 注塑车间质量管理	271
一、注塑制品的质量检验	271
二、技术质量工作规程	276
三、注塑工艺卡的制定	276
第六节 热塑性注塑制品质量分析与控制	278
一、内应力	278
二、收缩率	281
三、熔接痕与熔接强度	283
四、冲击强度	284
五、透明性	285
六、欠注	286
七、缩痕与凹陷	288
八、变形与尺寸不稳定	289
九、热塑性弹性体注塑时的缺陷及其解决方法	291
第七章 注塑中的新材料、新装备、新工艺和新技术	300
第一节 特种工程塑料	300
第二节 注塑中的茂金属聚合物	315
一、茂金属催化剂及其特性	315
二、注塑用茂金属聚合物	316
三、茂金属聚合物的加工特性	321
四、茂金属聚合物的应用	325
第三节 注塑中的新装备	327
一、热流道模具	327
二、新型注塑机	330
三、注塑中的控制系统	335
第四节 注塑新工艺	336
一、精密注塑工艺	336
二、气体辅助注塑工艺	340
三、排气注塑工艺	343
四、共注塑工艺	346

五、流动注塑工艺	347
六、反应注塑工艺	349
七、塑料夹芯结构的注塑工艺	353
八、动力熔融注塑工艺	354
第五节 注塑新技术及其进展	355
一、成型技术新进展	355
二、计算机在注塑中的应用技术	362
第八章 注塑机的操作	366
第一节 介入操作	366
一、了解所需的注塑信息	366
二、学会键盘操作	369
第二节 工艺参数的设定和注塑制品	377
一、射出	377
二、中子的使用	380
三、其它条件及其功能	382
四、工艺参数设定实例	385
第三节 优化调整	385
一、画面检测	385
二、故障排除警报	394
三、其它方面的优化调整	397
第四节 注塑机的保养与维护	397
一、注塑机的保养	397
二、注塑机的维护	399
第五节 注塑机一般故障的排除与安全生产	400
一、没有工作压力	400
二、注塑机速度不正常	400
三、注塑机动作不正常	402
四、模板动作不均匀、爬行	402
五、噪声和振动	403
六、油温过高	404
七、注塑安全生产措施	405
附录 塑料注塑工等级要求	412
主要参考文献	415

第一章 塑料基础知识

第一节 塑料的基本概念

一、塑料的定义

塑料是以合成树脂为基体的、在一定温度和压力下能塑化流动成型并冷却后能保持其既定形状的一大类可塑性材料。而合成树脂则是指由单体合成的或将某些天然高分子（如纤维素）经化学改性所得到的一类高聚物的总称。塑料的组成中除了有被称为合成树脂的高聚物外，还含有某些具有特定用途的添加剂（在少数情况下，可以不加添加剂）。添加剂（或称助剂）可以根据需要与可能适当选用，主要有稳定剂、润滑剂、着色料、增塑剂、填料（包括增强材料）等。显然，合成树脂（或高聚物）是塑料的最基本也是最重要的组分，它决定着塑料的基本性质。这就是人们常用塑料中树脂组分划分塑料和称呼塑料的依据。

二、塑料的分类

塑料的种类繁多，主要的就有几十种。塑料的常见分类方法有以下几种，如表 1-1 所示。

1. 按加热时的行为分类

以加热时塑料的表现行为，可将塑料划分为热塑性塑料和热固性塑料两大类。

(1) 热塑性塑料 热塑性塑料在加热时会变软，达到一定温度以上会成为具有一定流动性的黏稠物质。此时具有良好的可塑性，可塑制成一定形状的制品，冷却后硬化定型；若再加热，它又软化并熔融，可再塑制成别的形状，冷却后又定型。这种变化可反复多

次进行。具有这种行为（常称为“热塑性”）的塑料，就称为热塑性塑料。PVC、聚烯烃、PS、PMMA、POM、PA 以及 PC 等都是热塑性塑料。

表 1-1 塑料的分类

塑料分类方法	塑料种类		常见实例
按塑料加热时的行为划分	热塑性塑料		聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)、聚苯乙烯(PS)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)等
	热固性塑料		酚醛树脂(PF)、脲醛树脂(UF)、环氧树脂(EF)等
按原料树脂的合成途径划分	加成聚合树脂的塑料		PVC、PE、聚丙烯(PP)等
	以缩聚树脂为基础的塑料		聚碳酸酯(PC)、聚酰胺(PA)、聚对二甲酸丁二醇酯(PBT)等
	以天然高分子为基础的塑料		硝化纤维、醋酸纤维等
按塑料的不同用途划分	通用塑料		PVC、PE、PS、PP、ABS、聚丙烯酸酯类等
	工程塑料	通用工程塑料	PA、聚甲醛(POM)、PC、(ABS)、改性聚苯醚(mPPO)、PBT等
		特种工程塑料	聚苯硫醚(PPS)、聚芳酯、芳香族尼龙、聚醚砜(PESU)、聚醚醚酮(PEEK)等

(2) 热固性塑料 热固性塑料在加工初期，具有一定的可塑性，可制成一定形状的制件，但继续加热或加入固化剂后则随化学反应的进行而变硬（固化），使形状固定下来而不再具有可塑性（定型）。固化定型后的塑料，质地坚硬而不溶于溶剂之中，即使再加热也不会软化或具可塑性，温度过高就会发生分解。具有这种性质（常称“热固性”）的塑料，就称为热固性塑料。

PF 塑料（电木）、UF 塑料（电玉）、EP 塑料以及 UP 塑料等都是热固性塑料。

2. 按原料树脂的合成途径分类

以原料树脂的合成途径不同，塑料可以分三种。

(1) 以加聚树脂为基础原料的塑料 加聚树脂即以加聚反应得到的合成树脂。以加聚树脂为基础的塑料，常见的有 PVC、PE、PP、PS、聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、ABS 等。

(2) 以缩聚树脂为基础原料的塑料 缩聚树脂即以缩聚反应得到的合成树脂，以缩聚树脂为基础的塑料，常见的有聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT)、PC、PA-66 等。

(3) 以天然高分子为原料的塑料 以天然高分子为基础原料，经过化学加工并加入各种必要的添加剂而制得的塑料。常见的有硝化纤维素 (赛璐璐)、醋酸纤维素等。

3. 按用途分类

根据塑料的主要应用领域，塑料还可划分为通用塑料和工程塑料两大类。但这种划分并不严格。

(1) 通用塑料 通用塑料是指目前产量较大、用途较广、成本较低、性能多样的一类常用塑料。如 PVC、PE、PP、PS、ABS 等 (ABS 有时也被划入工程塑料范畴)。

(2) 工程塑料 工程塑料是指性能优良、能作为工程材料或结构材料的一类塑料。如 PA、POM、PC、聚砜等都是具有优良的力学性能或耐热、耐腐蚀、耐磨等特性的工程塑料。工程塑料常用作齿轮、轴承等机械零部件或代替金属材料使用，可用于需要承载或使用在环境温度较高的场合。

工程塑料又可分为通用工程塑料和特种工程塑料。通用工程塑料耐热性 (即长期使用温度) 为 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，通常在汽车、机械、电子、电器等领域作为结构部件用途，其产量相对较大、品级多、用途广。特种工程塑料是耐热性更高，可在 150°C 以上高温下长期使用的工程塑料。特种工程塑料又称高性能工程塑料，其产量少，价格昂贵，性能特异。

第二节 高聚物的基本概念

1. 高聚物的定义

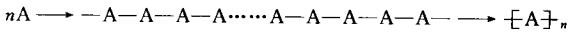
经典的有机化合物中，相对分子质量超过 1000 的很少。通常，把相对分子质量低于 1000 的化合物称为低分子化合物，其分子长度约为 $0.1\sim 10^2\text{nm}$ ；相对分子质量在 10^3 以上的化合物称为高分

子化合物（高聚物）。一般典型的高聚物相对分子质量可达 $10^4 \sim 10^6$ ，其分子长度为 $10^2 \sim 10^4 \text{ nm}$ 。

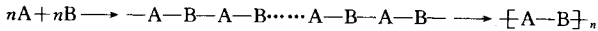
2. 单体、重复结构单元

高聚物是由小分子（单体）相互反应形成的。有时是同一种单体分子自身相互反应而形成；有时则是由两种或两种以上的单体相互反应而形成。

高聚物相对分子质量虽然高达 $10^4 \sim 10^6$ ，构成其分子的原子数多达 $10^3 \sim 10^5$ 个，但是一个高聚物分子是由许多基本结构单元以共价键连接而成。一般，把能构成这种基本结构单元的低分子化合物叫作单体；高聚物分子中每个重复连接的部分叫做重复结构单元。



(n 个单体 A 分子) (具有 n 个重复结构单元 A 的高聚物)



(n 个单体 A 与 n 个单体 B 分子) (具有 n 个重复结构单元 A-B 的高聚物)

结构式中，A 与 A'、B 与 B' 中的原子组成可以相同，也可以不相同。

由于单体是决定高聚物基本特性的最重要的化学结构因素，所以人们在命名和区分塑料时，常在其单体名称前面加个“聚”字，就变成某种树脂或塑料的名称。

3. 线型高聚物、支化型高聚物与体型高聚物

高聚物分子有线型、支化型与体型（交联型）之分，分别称之为线型高聚物、支化型高聚物与体型高聚物。

支化型高聚物分子为在线型高聚物分子的基础上，带有分枝结构，而体型高聚物分子可看成是由许多线型高聚物分子连接（交联）而成，具有网状结构。

线型高聚物与支链型高聚物是可溶可熔的，而网状高聚物则是不溶不熔的。

热塑性塑料的分子结构一般为线型或支链型的大分子，这种塑料在适当的溶剂中能溶解或一定的温度条件下能熔融。热固性塑料分子结构一般形成网状结构，这种结构使树脂的相对分子质量变得

十分巨大，且不再具有熔点，也不在溶剂中溶解。

4. 链节、链段、大分子链

如果把低分子化合物看作为“点”状分子，则线性高聚物恰似一条“链”或者是一串“珠子”，如图 1-1。

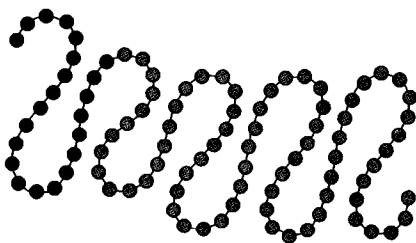


图 1-1 高聚物分子链的串珠状模型

由于线型高聚物的相对分子质量很大，分子链很长，故称为大分子链（或高分子链）。大分子链上每个重复结构单元称作大分子链的一个链节；重复单元数 n 称为链节数。高聚物的链段是大分子链中可以独立运动的一个区段，可由几十个至上百个链节组成，视高聚物分子链的柔性程度而定。

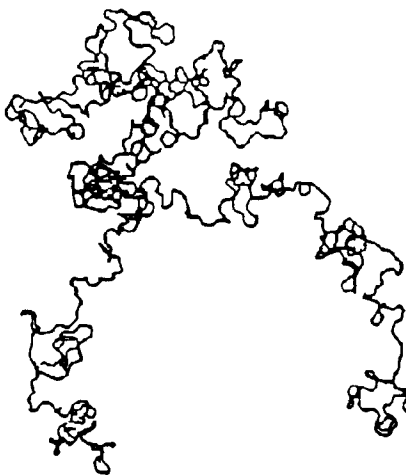


图 1-2 单个高聚物分子链的无规卷曲形态