

“十五”国家重点图书



# 塑料工业手册

HANDBOOK OF PLASTIC INDUSTRY

## 注塑、模压工艺与设备

瞿金平 黄汉雄 吴舜英 主编

化学工业出版社

“十五”国家重点图书

# 塑料工业手册

注塑、模压工艺与设备

瞿金平 黄汉雄 吴舜英 主编

化学工业出版社  
·北京·

(京)新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

塑料工业手册. 注塑、模压工艺与设备 / 瞿金平, 黄汉雄, 吴舜英主编. —北京: 化学工业出版社, 2001.6  
ISBN 7-5025-3092-4

I. 塑… II. ①瞿…②黄…③吴… III. ①塑料工业-技术手册②注塑-技术手册③塑料成型-模压-技术手册  
IV. TQ32-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 13628 号

---

“十五”国家重点图书

**塑料工业手册**

注塑、模压工艺与设备

瞿金平 黄汉雄 吴舜英 主编

责任编辑: 龚浏澄 白艳云

责任校对: 陈 静

封面设计: 郑小红

\*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64918013

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

\*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 57½ 插页 1 字数 1427 千字

2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-3092-4/TQ·1333

定 价: 128.00 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

## 《塑料工业手册》编委会

- 主任委员** 徐 僊 四川大学教授，中国科学院院士
- 副主任委员** 袁晴棠 中国石油化工集团公司教授级高级工程师，中国工程院院士
- 李俊贤 黎明化工研究院教授级高级工程师，中国工程院院士
- 杨元一 中国石油化工集团公司北京化工研究院院长，教授级高级工程师
- 顾觉生 国家《履行禁止化学武器公约》工作领导小组办公室副主任
- 顾问** 陶 涛 原化学工业部副部长
- 胡亚东 中国科学院化学研究所研究员
- 陈文瑛 原轻工业部塑料局教授级高级工程师

## 编委会成员（按姓氏笔画排序）

- 王贵恒 四川大学高分子材料科学与工程系教授  
申开智 四川大学塑料工程系教授  
申长雨 郑州大学教授  
朱复华 北京化工大学教授  
杜强国 复旦大学高分子科学系教授  
李滨耀 中国科学院长春应用化学研究所研究员  
吴持生 中国五矿公司复合材料集团公司高级工程师  
吴培熙 河北工业大学化工学院教授  
吴舜英 华南理工大学工业装备与控制工程系教授  
邱文豹 锦西化工研究院教授级高级工程师  
宋焕成 北京航空航天大学教授  
张传贤 兰州化学工业公司合成橡胶厂教授级高级工程师  
陈大俊 中国纺织大学高分子材料学院教授  
陈信忠 上海交通大学应用化学系教授  
陈祥宝 北京航空材料研究院研究员  
林兆安 山西省能源产业集团公司研究员  
施祖培 岳阳石油化工总厂研究院教授级高级工程师  
洪定一 中国石油化工集团公司技术开发中心教授级高级工程师  
姚康德 天津大学教授  
贺飞峰 上海合成树脂研究所教授级高级工程师  
徐传骧 西安交通大学教授  
徐新民 北京市化学工业研究院高级工程师  
益小苏 浙江大学高分子材料科学与工程系教授，北京航空材料研究院研究员  
黄锐 四川大学塑料工程系教授  
傅旭 晨光化工研究院教授级高级工程师  
焦扬生 华东理工大学高分子材料系教授  
潘祖仁 浙江大学高分子材料科学与工程系教授  
瞿金平 华南理工大学教授

## 本分册编写人员

- 第一章 王喜顺  
第二章 王喜顺  
第三章 易玉华  
第四章 王喜顺 岑运福 冯良为  
第五章 陈可娟  
第六章 钟汉如  
第七章 颜家华  
第八章 牟文杰  
第九章 牟文杰  
第十章 黄汉雄  
第十一章 黄汉雄  
第十二章 黄有发  
第十三章 易玉华  
第十四章 黄思铭  
第十五章 赵良知

## 序

材料是现代科学技术和社会发展的支柱，高分子材料在尖端技术、国防建设和国民经济各个领域已成为不可缺少的重要材料。合成树脂和塑料世界年产量目前已高达 1.4 亿吨以上，占三大合成材料产量 80% 以上。我国国民经济和高科技已进入高速发展时期，对高性能、廉价的高分子材料的需求日益增加。据报道，近年来我国五大合成树脂（PE，PP，PVC，PS，ABS）年需求量为 1300 万吨左右，塑料制品总产量居世界第二位（1600 万吨以上），农地膜产量居世界首位，地膜和棚膜覆盖面积分别突破 1 亿亩和 1000 万亩，均居世界首位。我国是世界人口大国，需求量大，与先进国家对比，国产树脂在产品品种、质量、技术水平、生产成本等方面还有较大差距，每年还需要从国外进口大量高档次树脂，大量废弃塑料制品的回收处理和再生利用等问题亦有待解决，希望发展能与环境协调、高效益的高分子材料制备技术。

科学技术进步日新月异，合成树脂及塑料的性能不断得到提高。有关实现通用高分子材料的工程化和工程高分子材料的高性能化方面的新技术、新措施的报道不断出现。纳米材料在高新技术领域有极为广阔的应用前景，被称为“21 世纪最有前途的材料”。金属、无机非金属和聚合物的纳米微粒、纳米丝、纳米薄膜、纳米块体以及由不同组元和联结型构成的纳米复合材料将构成丰富多彩的纳米材料世界。塑料制品的质量取决于原料的选择和加工条件，塑料的成型加工是控制制品结构和性能的中心环节，其任务是：了解原料的加工特性，确定最适宜的加工条件，制备最佳性能的产品。它是一门学科交叉，科学与工程紧密结合的学科，内容涉及化学、物理、力学、机械、数理逻辑、计算机等多学科，对它早已不再停留在“来料加工”的概念。这些皆是我们在近期需要赶超的。

本手册执笔人皆是在科研、生产、信息或高教战线有多年工作经验的知名专家学者。本手册对塑料的制备、加工工艺、成型机械、制品与模具设计、质量控制和使用的基本知识、世界合成树脂的发展概况等作了比较详尽的介绍和综合评述；对合成树脂的聚合机理和结构与性能作了充分论述，并重点阐述了塑料的改性、成型加工工艺。目的在于使从事合成树脂及塑料科技工作者、高校师生和使用部门对这一学科和行业领域的现状、水平、存在问题以及发展趋势有所了解，在运用这一领域的成就的同时，共同努力，力求在基础性研究的某些领域有所创新，达到国际先进水平，开发新产品，使我国合成树脂和塑料，跃上一个新台阶。

徐倬

1999 年 1 月 20 日，成都

## 前 言

20 世纪 90 年代以后，塑料原材料的体积年产量已超过钢的体积年产量，并一直保持强劲的增长势头。这说明世界经济发展对塑料的需求呈明显的增长，也说明塑料工业在世界经济发展中占有重要地位。

我国塑料工业的发展起步于 20 世纪 50 年代，但是一直到 80 年代才真正进入大发展时期。至今虽然时间不长，但是发展速度惊人。现在我国已成为世界上塑料加工机械拥有量第一大国、塑料制品生产第二大国和塑料原材料生产第五大国。当然，我们还应清醒地看到，我国仍不是塑料工业强国，业内人士仍面临着变塑料工业大国为塑料工业强国的艰巨任务。

注塑、模压、挤塑和吹塑是塑料成型加工的四大加工过程。世界塑料原材料产量中 30% 左右用于注塑；世界注塑机的年产量（台数）为塑料加工机械年总产量的 50%（个别国家达 80%），由此可见注塑在塑料成型加工中的重要地位。模压成型虽然相对注塑而言没有那么重要，然而也是塑料工业中不可替代的重要成型加工方式。我国注塑和模压加工的发展虽然取得了长足的进步，但仍无我国自己编著的有关全面综述其技术的工程专著，有鉴于此，华南理工大学结合国内外注塑和模压生产的情况和自己的科学研究成果，参考大量国内外近期的文献资料编写了本书，全面介绍了注塑与模压成型的基本理论、加工原理、工程技术及其应用，这一工作无疑将对我国注塑与模压成型加工技术水平的提高产生积极的作用，为我国塑料成型加工工业作出有益的贡献。

瞿金平

2000 年 12 月 21 日

于广州



# 目 录

## 第一篇 注 塑

第一章 概述 .....	1
1.1 注塑原理 .....	1
1.1.1 塑化过程 .....	1
1.1.1.1 柱塞式塑化过程 .....	2
1.1.1.2 螺杆式塑化过程 .....	7
1.1.2 注塑过程 .....	22
1.1.2.1 熔体在喷嘴区中的流动 .....	22
1.1.2.2 熔体在模腔中的流动 .....	26
1.2 注塑机的基本参数 .....	41
1.2.1 注塑机的技术参数 .....	41
1.2.1.1 注射装置的技术参数 .....	41
1.2.1.2 合模装置的技术参数 .....	41
1.2.1.3 其他(整机性能参数)参数 .....	42
1.2.2 注塑机标准 .....	42
1.2.3 注塑机的选用 .....	43
1.2.3.1 与成型工艺有关的参数校核 .....	44
1.2.3.2 与安装模具有关的参数校核 .....	44
1.2.3.3 与取出制品有关的参数校核 .....	45
1.2.3.4 与机器安装有关的参数校核 .....	46
1.2.3.5 螺杆结构型式的选用 .....	46
1.3 注塑技术的应用 .....	46
1.3.1 注塑技术的应用 .....	46
1.3.2 常用的注塑塑料 .....	47
1.3.2.1 热塑性塑料 .....	47
1.3.2.2 热塑性弹性体 .....	48
1.3.2.3 热固性塑料 .....	49
1.4 注塑理论及技术的发展 .....	50
1.4.1 注塑理论的发展 .....	50
1.4.1.1 塑化阶段的理论研究发展简介 .....	50
1.4.1.2 注塑阶段的理论研究发展简介 .....	51
1.4.2 注塑技术的发展 .....	53
参考文献 .....	56
第二章 注塑工艺及主要工艺参数 .....	59
2.1 注塑操作过程及工艺 .....	59
2.1.1 注塑操作过程 .....	59
2.1.1.1 合模和锁紧 .....	59

2.1.1.2 注射 .....	59
2.1.1.3 保压 .....	59
2.1.1.4 制品冷却和预塑化 .....	60
2.1.1.5 开模顶出制品 .....	60
2.1.2 注塑工艺参数 .....	60
2.1.2.1 注射部分的工艺参数 .....	60
2.1.2.2 合模部分的工艺参数 .....	65
2.1.2.3 温度控制参数 .....	68
2.1.2.4 成型周期参数 .....	72
2.2 注塑主要工艺参数对制品质量的影响 .....	74
2.2.1 塑化过程参数的影响 .....	74
2.2.1.1 存料区熔体温度分布 .....	74
2.2.1.2 影响存料区熔体温度的因素 .....	74
2.2.1.3 存料区熔体温度分布的测量 .....	76
2.2.2 注射过程参数的影响 .....	77
2.2.2.1 塑料在模腔中流动的取向特点 .....	77
2.2.2.2 塑料在注塑过程中的结晶特点 .....	78
2.2.2.3 接缝线及其力学性能 .....	79
2.2.3 多级注塑工艺 .....	81
参考文献 .....	87
<b>第三章 注塑用材料</b> .....	<b>88</b>
3.1 塑料的成型工艺性及在注塑中的影响因素 .....	88
3.1.1 热塑性塑料的成型工艺性及在注塑中的影响因素 .....	88
3.1.1.1 热塑性塑料的流动性 .....	88
3.1.1.2 热塑性塑料的结晶性 .....	90
3.1.1.3 热塑性塑料的取向性 .....	90
3.1.1.4 热塑性塑料的成型收缩性 .....	92
3.1.1.5 热塑性塑料的热稳定性 .....	94
3.1.1.6 热塑性塑料的吸湿性 .....	95
3.1.2 热固性塑料的工艺性及在注塑中的影响因素 .....	95
3.1.2.1 热固性塑料的流动性 .....	96
3.1.2.2 热固性塑料的成型收缩性 .....	96
3.1.2.3 热固性塑料的固化反应特性 .....	98
3.2 热塑性塑料 .....	100
3.2.1 聚乙烯 .....	100
3.2.1.1 聚乙烯的流变性 .....	101
3.2.1.2 聚乙烯的流动性 .....	101
3.2.1.3 聚乙烯的成型收缩性 .....	102
3.2.1.4 聚乙烯的结晶性 .....	104
3.2.1.5 聚乙烯的取向性 .....	104
3.2.1.6 聚乙烯的热性能 .....	104
3.2.1.7 聚乙烯的吸湿性 .....	105
3.2.1.8 聚乙烯的注塑工艺条件 .....	105
3.2.2 聚丙烯 .....	105

3.2.2.1	聚丙烯的流变性	105
3.2.2.2	聚丙烯的流动性	105
3.2.2.3	聚丙烯的成型收缩性	106
3.2.2.4	聚丙烯的结晶性	107
3.2.2.5	聚丙烯的取向性	107
3.2.2.6	聚丙烯的热性能	107
3.2.2.7	聚丙烯的吸湿性	108
3.2.2.8	聚丙烯的注塑工艺条件	108
3.2.3	聚氯乙烯	108
3.2.3.1	聚氯乙烯的流变性	108
3.2.3.2	聚氯乙烯的流动性	108
3.2.3.3	聚氯乙烯的成型收缩性	109
3.2.3.4	聚氯乙烯的热性能	109
3.2.3.5	聚氯乙烯的吸湿性	110
3.2.3.6	聚氯乙烯的注塑条件	110
3.2.4	聚苯乙烯	110
3.2.4.1	聚苯乙烯的流变性	110
3.2.4.2	聚苯乙烯的流动性	111
3.2.4.3	聚苯乙烯的成型收缩性	111
3.2.4.4	聚苯乙烯的热性能	111
3.2.4.5	聚苯乙烯的吸湿性	112
3.2.4.6	聚苯乙烯的注塑工艺条件	112
3.2.5	聚甲基丙烯酸甲酯	112
3.2.5.1	聚甲基丙烯酸甲酯的流变性	112
3.2.5.2	聚甲基丙烯酸甲酯的流动性	112
3.2.5.3	聚甲基丙烯酸甲酯的成型收缩性	113
3.2.5.4	聚甲基丙烯酸甲酯的热性能	114
3.2.5.5	聚甲基丙烯酸甲酯的吸湿性	114
3.2.5.6	聚甲基丙烯酸甲酯的注塑工艺条件	114
3.3	热固性塑料	115
3.3.1	酚醛树脂	115
3.3.1.1	酚醛树脂的流动性	115
3.3.1.2	酚醛树脂的成型收缩性	116
3.3.1.3	酚醛树脂的热性能	116
3.3.1.4	酚醛树脂的固化特性	117
3.3.1.5	酚醛树脂的吸湿性	119
3.3.1.6	酚醛树脂的注塑工艺条件	119
3.3.2	环氧树脂	119
3.3.2.1	环氧树脂的流动性	119
3.3.2.2	环氧树脂的成型收缩性	119
3.3.2.3	环氧树脂的热性能	120
3.3.2.4	环氧树脂的固化特性	121
3.3.2.5	环氧树脂的吸湿性	122
3.3.2.6	环氧树脂的注塑工艺条件	122

3.3.3 不饱和聚酯树脂 .....	122
3.3.3.1 不饱和聚酯树脂的流动性 .....	122
3.3.3.2 不饱和聚酯树脂的成型收缩性 .....	122
3.3.3.3 不饱和聚酯树脂的热性能 .....	123
3.3.3.4 不饱和聚酯树脂的固化特性 .....	124
3.3.3.5 不饱和聚酯树脂的吸湿性 .....	125
3.3.3.6 不饱和聚酯树脂的注塑工艺条件 .....	126
3.3.4 有机硅树脂 .....	126
3.3.5 脲醛树脂 .....	126
3.4 工程塑料 .....	128
3.4.1 ABS .....	128
3.4.1.1 ABS 的流动性 .....	128
3.4.1.2 ABS 的成型收缩性 .....	129
3.4.1.3 ABS 的热性能 .....	129
3.4.1.4 ABS 的吸湿性 .....	129
3.4.1.5 ABS 的注塑工艺条件 .....	130
3.4.2 聚碳酸酯 .....	130
3.4.2.1 聚碳酸酯的流变性 .....	130
3.4.2.2 聚碳酸酯的流动性 .....	131
3.4.2.3 聚碳酸酯的成型收缩性 .....	132
3.4.2.4 聚碳酸酯的热性能 .....	133
3.4.2.5 聚碳酸酯的吸湿性 .....	134
3.4.2.6 聚碳酸酯的注塑工艺条件 .....	134
3.4.3 聚酰胺 .....	135
3.4.3.1 聚酰胺的流变性 .....	136
3.4.3.2 聚酰胺的流动性 .....	136
3.4.3.3 聚酰胺的成型收缩性 .....	137
3.4.3.4 聚酰胺的结晶性 .....	138
3.4.3.5 聚酰胺的热性能 .....	139
3.4.3.6 聚酰胺的吸湿性 .....	139
3.4.3.7 聚酰胺的注塑工艺条件 .....	140
3.4.4 聚甲醛 .....	141
3.4.4.1 聚甲醛的流变性 .....	141
3.4.4.2 聚甲醛的流动性 .....	141
3.4.4.3 聚甲醛的成型收缩性 .....	142
3.4.4.4 聚甲醛的结晶性 .....	143
3.4.4.5 聚甲醛的热性能 .....	143
3.4.4.6 聚甲醛的吸湿性 .....	144
3.4.4.7 聚甲醛的注塑工艺条件 .....	144
3.4.5 聚苯醚 .....	144
3.4.5.1 聚苯醚的流变性 .....	145
3.4.5.2 聚苯醚的流动性 .....	145
3.4.5.3 聚苯醚的成型收缩性 .....	145
3.4.5.4 聚苯醚的热性能 .....	146

3.4.5.5	聚苯醚的吸湿性 .....	147
3.4.5.6	聚苯醚的注塑工艺条件 .....	147
3.4.6	聚砜 .....	148
3.4.6.1	聚砜的流变性 .....	148
3.4.6.2	聚砜的流动性 .....	148
3.4.6.3	聚砜的成型收缩性 .....	148
3.4.6.4	聚砜的热性能 .....	150
3.4.6.5	聚砜的吸湿性 .....	150
3.4.6.6	聚砜的注塑工艺条件 .....	150
3.4.7	聚醚醚酮 .....	150
3.4.7.1	聚醚醚酮的流变性 .....	150
3.4.7.2	聚醚醚酮的流动性 .....	150
3.4.7.3	聚醚醚酮的成型收缩性 .....	150
3.4.7.4	聚醚醚酮的热性能 .....	150
3.4.7.5	聚醚醚酮的吸湿性 .....	152
3.4.7.6	聚醚醚酮的注塑工艺条件 .....	152
3.4.8	聚亚胺 .....	153
3.4.8.1	聚亚胺的流变性 .....	153
3.4.8.2	聚亚胺的流动性 .....	153
3.4.8.3	聚亚胺的成型收缩性 .....	153
3.4.8.4	聚亚胺的热性能 .....	154
3.4.8.5	聚亚胺的吸水性 .....	154
3.4.8.6	聚亚胺的注塑工艺条件 .....	155
3.4.9	聚苯硫醚 .....	155
3.4.9.1	聚苯硫醚的流变性 .....	155
3.4.9.2	聚苯硫醚的流动性 .....	155
3.4.9.3	聚苯硫醚的成型收缩性 .....	155
3.4.9.4	聚苯硫醚的热性能 .....	156
3.4.9.5	聚苯硫醚的吸湿性 .....	157
3.4.9.6	聚苯硫醚的注塑工艺条件 .....	157
3.4.10	聚醚砜 .....	158
3.4.10.1	聚醚砜的流变性 .....	158
3.4.10.2	聚醚砜的流动性 .....	158
3.4.10.3	聚醚砜的成型收缩性 .....	159
3.4.10.4	聚醚砜的热性能 .....	160
3.4.10.5	聚醚砜的吸湿性 .....	160
3.4.10.6	聚醚砜的注塑工艺条件 .....	160
3.4.11	聚芳酯 .....	161
3.4.11.1	聚芳酯的流变性 .....	161
3.4.11.2	聚芳酯的流动性 .....	162
3.4.11.3	聚芳酯的成型收缩性 .....	162
3.4.11.4	聚芳酯的热性能 .....	162
3.4.11.5	聚芳酯的吸湿性 .....	163
3.4.11.6	聚芳酯的注塑工艺条件 .....	163

3.4.12 聚苯酯 .....	164
3.4.12.1 聚苯酯的流变性 .....	164
3.4.12.2 聚苯酯的流动性 .....	164
3.4.12.3 聚苯酯的成型收缩性 .....	164
3.4.12.4 聚苯酯的热性能 .....	165
3.4.12.5 聚苯酯的吸湿性 .....	165
3.4.12.6 聚苯酯的注塑工艺条件 .....	165
3.4.13 聚甲基戊烯 .....	166
3.4.13.1 聚甲基戊烯的流动性 .....	166
3.4.13.2 聚甲基戊烯的成型收缩性 .....	166
3.4.13.3 聚甲基戊烯的热性能 .....	166
3.4.13.4 聚甲基戊烯的吸湿性 .....	166
3.4.14 超高分子量聚乙烯 .....	166
3.4.14.1 超高分子量聚乙烯的流动性 .....	167
3.4.14.2 超高分子量聚乙烯的热性能 .....	169
3.4.14.3 超高分子量聚乙烯的注塑工艺条件 .....	169
3.4.15 液晶高聚物 .....	169
3.4.15.1 液晶高聚物的流变性 .....	170
3.4.15.2 液晶高聚物的流动性 .....	170
3.4.15.3 液晶高聚物的成型收缩性 .....	172
3.4.15.4 液晶高聚物的热性能 .....	174
3.4.15.5 液晶高聚物的吸湿性 .....	174
3.4.15.6 液晶高聚物的注塑工艺条件 .....	175
3.5 纤维增强塑料 .....	175
3.5.1 增强聚酰胺类 .....	175
3.5.1.1 增强聚酰胺类的流动性 .....	175
3.5.1.2 增强聚酰胺的成型收缩性 .....	175
3.5.1.3 增强聚酰胺的热性能 .....	176
3.5.1.4 增强聚酰胺的吸湿性 .....	177
3.5.2 增强聚碳酸酯 .....	179
3.5.2.1 增强聚碳酸酯的流动性 .....	179
3.5.2.2 增强聚碳酸酯的成型收缩性 .....	179
3.5.2.3 增强聚碳酸酯的热性能 .....	180
3.5.2.4 增强聚碳酸酯的吸湿性 .....	181
3.5.3 增强聚丙烯 .....	182
3.5.3.1 增强聚丙烯的流动性 .....	182
3.5.3.2 增强聚丙烯的成型收缩性 .....	183
3.5.3.3 增强聚丙烯的热性能 .....	183
3.5.3.4 增强聚丙烯的吸湿性 .....	184
3.5.4 增强聚苯乙烯类树脂 .....	184
3.5.4.1 增强聚苯乙烯类树脂的流动性 .....	184
3.5.4.2 增强聚苯乙烯类树脂的成型收缩性 .....	186
3.5.4.3 增强聚苯乙烯类树脂的热性能 .....	187
3.5.5 增强聚对苯二甲酸乙二醇酯 .....	188

3.5.5.1	增强聚对苯二甲酸乙二醇酯的流变性	188
3.5.5.2	增强聚对苯二甲酸乙二醇酯的流动性	188
3.5.5.3	增强聚对苯二甲酸乙二醇酯的成型收缩性	189
3.5.5.4	增强聚对苯二甲酸乙二醇酯的热性能	190
3.5.5.5	增强聚对苯二甲酸乙二醇酯的吸湿性	191
3.5.5.6	增强聚对苯二甲酸乙二醇酯的注塑工艺条件	191
3.5.6	增强聚对苯二甲酸丁二醇酯	192
3.5.6.1	增强聚对苯二甲酸丁二醇酯的流变性	192
3.5.6.2	增强聚对苯二甲酸丁二醇酯的流动性	192
3.5.6.3	增强聚对苯二甲酸丁二醇酯的成型收缩性	193
3.5.6.4	增强聚对苯二甲酸丁二醇酯的热性能	195
3.5.6.5	增强聚对苯二甲酸丁二醇酯的吸湿性	196
3.5.6.6	增强聚对苯二甲酸丁二醇酯的注塑工艺条件	197
	参考文献	198
	<b>第四章 注塑机的结构与</b> 设计	<b>201</b>
4.1	注塑机的基本结构、类型、各部件的主要职能及主要技术性能参数	201
4.1.1	注塑机的组成	201
4.1.1.1	注塑机的组成简述	201
4.1.1.2	注塑机的分类	202
4.1.2	注塑机的主要技术参数	207
4.1.2.1	注射部分参数	207
4.1.2.2	合模部分的参数	214
4.1.2.3	机器技术经济性指标	217
4.2	注塑装置	218
4.2.1	注射装置的结构类型及工作原理	218
4.2.1.1	柱塞式注射装置	220
4.2.1.2	螺杆式注射装置	225
4.2.2	注射装置的设计	226
4.2.2.1	柱塞式注射装置的设计	227
4.2.2.2	螺杆式注射装置的设计	231
4.2.3	喷嘴的设计	249
4.2.3.1	喷嘴的结构形式	249
4.2.3.2	喷嘴的主要参数及技术要求	252
4.2.4	传动装置	253
4.2.4.1	螺杆的传动装置	253
4.2.4.2	注射座的整体移动及转动装置	259
4.2.5	加料装置	261
4.2.5.1	柱塞式注射装置的加料装置	261
4.2.5.2	螺杆式注射装置的加料装置	262
4.3	合模装置	263
4.3.1	合模装置的结构类型	263
4.3.1.1	液压式合模装置	264
4.3.1.2	液压机械式合模装置	270
4.3.1.3	机械式合模装置	276

4.3.2	合模机构的运动和力分析	277
4.3.2.1	液压式合模机构的运动和力分析	277
4.3.2.2	液压机械式合模机构的运动和力分析	281
4.3.3	合模装置主要零部件设计	300
4.3.3.1	模板	300
4.3.3.2	拉杆	306
4.3.3.3	肘杆机构的设计	310
4.3.3.4	调模机构	313
4.3.3.5	顶出机构	318
4.3.3.6	合模机构的优化设计简介	319
4.4	加热冷却系统	322
4.4.1	加热功率及冷却介质用量的确定	322
4.4.2	加热冷却方法	323
	参考文献	325
	<b>第五章 注塑机液压系统</b>	<b>326</b>
5.1	概述	326
5.1.1	注塑机工作特点	326
5.1.2	注塑机液压系统的组成	326
5.1.3	注塑机对液压系统的要求	327
5.2	液压基本回路	327
5.2.1	压力控制回路	327
5.2.1.1	调压回路	327
5.2.1.2	卸荷回路	328
5.2.1.3	减压回路	329
5.2.1.4	增压回路	330
5.2.1.5	保压回路	330
5.2.1.6	卸压回路	331
5.2.2	速度控制回路	332
5.2.2.1	节流调速回路	333
5.2.2.2	容积式调速回路	334
5.2.2.3	多油泵分级控制调速回路	335
5.2.2.4	快速回路	336
5.2.3	方向控制回路	338
5.2.3.1	换向回路	338
5.2.3.2	锁紧回路	338
5.2.4	顺序动作回路	338
5.2.4.1	行程控制的顺序动作回路	339
5.2.4.2	压力控制的顺序动作回路	339
5.2.4.3	时间控制的顺序动作回路	339
5.3	液压系统设计计算	339
5.3.1	设计步骤	339
5.3.2	工况分析和负载图的编制	340
5.3.2.1	油缸的负载和负载图	340
5.3.2.2	油马达的负载和负载图	342



5.3.3 液压系统主要技术参数的选择与计算 .....	343
5.3.3.1 压力的选择与计算 .....	343
5.3.3.2 流量的确定 .....	345
5.3.3.3 功率的选择与计算 .....	345
5.3.4 液压系统方案和工作原理图的拟定 .....	346
5.3.4.1 液压系统方案的拟定 .....	346
5.3.4.2 液压系统工作原理图的拟定 .....	348
5.3.5 液压元件的选择 .....	348
5.3.5.1 油泵的选择 .....	348
5.3.5.2 各类控制阀的选择 .....	351
5.3.5.3 辅助元件的选择 .....	351
5.3.5.4 液压元件的连接方式 .....	359
5.3.5.5 液压系统性能的验算 .....	359
5.3.5.6 正式工作图的绘制 .....	363
5.4 常用液压元件类型和性能 .....	363
5.4.1 液压泵和液压马达 .....	363
5.4.1.1 泵的型式选用 .....	363
5.4.1.2 叶片油泵的结构和工作原理 .....	364
5.4.1.3 轴向柱塞泵和柱塞油马达 .....	366
5.4.2 液压控制阀 .....	371
5.4.2.1 方向阀 .....	372
5.4.2.2 压力控制阀 .....	379
5.5 典型回路介绍及原理分析 .....	404
5.5.1 普通阀油路 .....	404
5.5.2 比例阀油路 .....	406
5.5.3 插装阀油路 .....	409
5.5.4 伺服阀闭环控制 .....	410
5.6 液压系统的设计计算举例——XS-ZY-500 塑料注塑机液压系统的设计计算 .....	410
5.6.1 XS-ZY-500 塑料注塑机设计技术参数 .....	410
5.6.2 工况分析 .....	411
5.6.3 油缸工作压力和流量的确定 .....	412
5.6.4 液压系统方案和工作原理图的拟定 .....	415
5.6.5 液压元件的选择 .....	417
5.6.5.1 油泵工作压力的确定 .....	417
5.6.5.2 控制阀的选择 .....	419
5.6.5.3 油管内径的确定 .....	420
5.6.6 液压系统性能的验算 .....	421
5.6.6.1 系统的压力损失验算 .....	421
5.6.6.2 液压系统发热量的计算和油冷却器传热面积的确定 .....	422
参考文献 .....	424
<b>第六章 注塑机电气装置控制系统 .....</b>	<b>426</b>
6.1 注塑机电控系统组成 .....	426
6.1.1 注塑机控制工作原理 .....	426
6.1.1.1 温度控制部分 .....	426