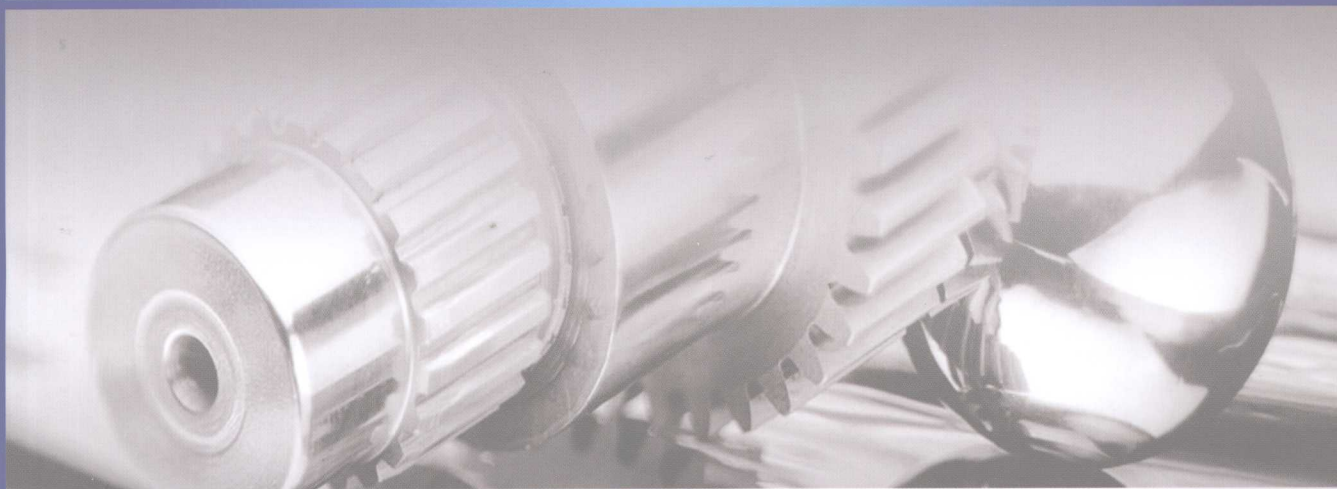


模具设计师手册系列

# 塑料模具设计师手册

王鹏驹 张杰 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



模具设计师手册系列

# 塑料模具设计师手册

主 编 王鹏驹 张 杰

副主编 阎亚林 傅 建

参 编 (以姓氏笔画为序)

孙建丽 严 正 孟 兵

高雪芹 彭志平 雷 军 等



机械工业出版社

塑料制品在汽车、家电、办公用品、工业电器、建筑材料、电子通信等领域得到了广泛应用,塑料模具是塑料制品生产的主要工艺装备。本手册以科学性、先进性和实用性为指导思想,兼顾理论基础和设计实践两个方面,较为详细地分析介绍了塑料模具设计常用资料、各类塑料模具设计方法、典型结构和设计实例、塑料模具 CAD/CAE 技术,并且包括了无流道凝料注射模、气体辅助注射成型模具、双色注射模、电子封装模具等新工艺、新技术方面应用的模具设计等内容,具有技术方法先进、典型结构图例丰富、标准数据资料新、实用性强等特点,可供从事塑料模具设计、制造以及塑料制品设计与生产的工程技术人员使用,也可供相关专业的工程技术人员以及大专院校相关专业师生参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

塑料模具设计师手册/王鹏驹,张杰主编. —北京:机械工业出版社, 2008. 8

(模具设计师手册系列)

ISBN 978-7-111-24689-3

I. 塑… II. ①王…②张… III. 塑料模具 - 设计 - 技术手册  
IV. TQ320.5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 107957 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:曲彩云 责任编辑:白刚 版式设计:霍永明

责任校对:张媛 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市胜利装订厂装订)

2008 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·58.5 印张·3 插页·2009 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-24689-3

定价:128.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

# 总 序

通过模具制造产品有“三高两低”的特点，即高生产率、高精度、高材料利用率和低成本、低能耗，而且产品的一致性好，有利于装配和互换，因而在汽车、家电、机械、电子、通信、军工、航空航天、轻工、建材等领域的产品制造中得到了广泛应用。模具制造技术水平的高低已成为衡量一个国家产品制造水平的标准。国外将模具比喻为“金钥匙”、“进入富裕社会的原动力”等。我国从20世纪80年代以来十分重视模具工业，相继成立了中国模具工业协会、全国模具标准化技术委员会和教育培训委员会。1989年在国务院“关于当前产品政策要点的决定”中，将模具列为机械工业产业技术改造序列的第一位。

据中国模具工业协会的统计数据，1995年我国模具工业产值约为145亿元，2001年为310亿元，2002年为360亿元，2003年为450亿元，2004年为530亿元，2005年为610亿元，2006年的销售额约为720亿元。在2001年至2006年的六年间，模具工业产值的平均年增长率达18%。据不完全统计，目前全国共有模具生产厂点约3万多家，大多为中小企业，从业人员近100万人，产值在1亿元以上的模具企业只有40多家，超过3000万元的企业约有200多家。

虽然我国的模具生产产值已成为世界第三，在2006年第十一届中国国际模具展中我国亦展出了不少已达到国际水平的高质量、高效率、高寿命的大型、复杂、精密模具，但与国外模具企业相比，我国模具企业在生产设备水平与先进技术应用，尤其在从业人员素质和人才培养方面，仍然有很大差距。

一个产品由设计到生产的过程大致如下：产品设计→模具设计→模具制造→试模→产品生产。其中，模具设计起着特殊的作用，它要将产品设计的理念“现实化”，一直到试模出合格制品，模具设计的任务才算完成和成功。

模具属单件生产，又是订单式生产。目前新产品的结构越来越复杂、质量要求越来越高、交货期越来越短，这就对模具设计和制造提出了更高的要求。一方面是新产品无经验可凭，另一方面又希望一次试模成功，以缩短周期、降低成本。

由于模具生产具有以上特点，因此世界上最先进的加工设备和制造技术，包括电火花线切割和成型加工、高速、多轴联动数控铣、各种快速原型制造和快速经济制模、各种新型高级模具钢、热处理及表面处理、三坐标测量及反求技术、CAD/CAE/CAM一体化技术等都已经是在模具企业中得到了广泛的应用。模具企业已由人力密集型转化为技术密集型和资金密集型企业。而这些新技术及加工设备仍在不断发展和改进。

对模具设计师的要求是：他应掌握力学、热学、材料学、机械制造学和计算机技术等，而且必须具有创新精神。

基于以上情况，在目前虽已有不少有关模具设计和制造方面书籍，然而仍不能满足需求的情况下，我们决心编写这套“模具设计师手册系列”，奉献给全国从事模具设计及相关工作的工程技术工作者及大专院校师生们，希望有助于他们的工作和学习。“科学性、先进性和实用性”是编写本手册的指导思想，也是我们希望达到的目标。

“模具设计师手册系列”内容包括塑料模具、冲压模具和压铸模具。分为《塑料模具设计师手册》、《冲压模具设计师手册》和《压铸模具设计师手册》三个分册。这三大类模具的数量约占我国模具总量的90%。

我们重点编写了当前先进成型工艺所用的模具，其中有气体辅助注射成型模具、电子元器件封装模具、塑料异型材挤出成型模具、双色注射模具、多点热流道注射模具、大型精密多工位级进模具、精密铁心自动叠片模具、汽车覆盖件模具、大型、精密、复杂压铸模具等。此外，我们通过全国模具标准化技术委员会收集到最新的模架及标准件的国家标准，如2003年的压铸模模架及标准件国家标准和2006年的注射模模架及标准件国家标准。

CAE（计算机辅助工程）也是本手册的重点内容。因为在现代模具设计中，CAE已成为必不可少的手段或工具。它能在设计阶段及早发现产品和模具设计的缺陷而及时修正，达到优化设计、保证质量、缩短工期、降低成本的目的。因此，CAD/CAE/CAM一体化、信息化和智能化技术的应用，已成为一个模具企业技术水平的标志。所以，应用CAE是模具设计的必由之路。在本手册中，我们重点编写了MOLDFLOW及华铸两种软件的应用及实例。

本手册的编写，除了有技术专家、教授外，还有许多年轻有为、完成博士后研究和学习的学者参加，他们的朝气及创新精神使本书增加了不少新意。

本书的编写，得到了成都市机械工程学会及其模具分会、重庆八菱汽车配件有限公司曹健总经理、成都航天模塑股份有限公司陈忠桂总设计师、成都宏明双新精密模具零件有限责任公司孙道骏总经理和李显中副总经理、成都天兴仪表股份有限公司模具中心王忠孝总工程师、成都蜀华模具研究所张元富所长等的大力支持，在此致以谢意。

虽然我们已尽力，但本手册仍有不足之处，热忱希望广大读者多加指正，以便改进、不断提高。

四川大学高分子科学与工程学院 王鹏驹

# 前 言

塑料是 21 世纪才发展起来的一大类新材料,具有重量轻、比强度高、电气性能优越、化学稳定性好、摩擦因数小、耐磨性能优良、吸振和消声隔声作用好等性能特点,同时易成型、易切削、易焊接,能很好地同其他材料相粘接,加之原料来源丰富,因此在汽车、家电、办公用品、工业电器、建筑材料、电子通信等领域得到了广泛应用,成为四大工业材料(钢材、木材、水泥和塑料)中发展最快的一种材料。经过“十五”期间的跨越式发展,我国的塑料制品业已逐步成为国民经济的支柱产业之一。据统计,2006 年我国塑料行业企业有 6 万多家,塑料制品产量达 2801 万 t。

塑料制品的成型离不开塑料模具,而塑料工业的快速发展也带动了塑料模具行业的发展。目前,我国有 2 万多家塑料模具生产企业,年产值约 530 亿元,塑料模具占整个模具行业比重的 40%。塑料模具结构和塑料成型工艺参数的合理性对于塑料制品质量、生产成本和模具的使用寿命都会产生极大的影响。塑料模具,特别是大型、精密塑料模具的造价都比较高,如果设计制造的不合理造成模具多次的反复试模和修模,势必增加模具成本和延长产品的生产周期,将会带来很大的经济损失。面向生产科研一线的工程技术人员和工科院校的有关师生的需要,编写一本反映近年来国内外的塑料模具先进设计技术、内容和实例丰富、反映最新设计标准资料、使用方便的塑料模具技术工具书是十分必要的。

《塑料模具设计师手册》遵循“科学性、先进性和实用性”的编写指导思想,兼顾理论基础和设计实践两个方面,由塑料模具设计常用资料、塑料模具设计和塑料模具 CAD/CAE 技术三篇共 18 章组成。第一篇包括塑料性能、塑料制品设计、塑料成型机械、塑料模具的标准化和塑料模具常用材料及热处理等内容,为塑料模具的设计提供相关资料和数据。第二篇详细介绍各种塑料模具的设计,并提供典型模具结构实例。针对新型成型方法的发展和应,编写有特种注射模设计(包括无流道凝料注射模具、气体辅助注射成型模具、双色注射模具等)、电子封装模具设计及塑料异型材挤塑模具设计等章节。第三篇包括挤塑模具 CAD 技术、注射模具 CAD/CAE 技术,在阐述注射模具 CAD/CAE 基本原理的基础上,重点介绍基于 Delcam 系统的注射模具 CAD 设计技术、基于 Moldflow 的注射模具 CAE 技术和分析实例。本手册是一本比较全面的有关塑料模具设计的工具书,具有塑料模具设计技术先进、收集典型结构图例丰富、标准数据资料新、实用性强等特点,可供从事塑料模具设计、制造以及塑料制品设计与生产的工程技术人员使用,也可供相关专业的工程技术人员以及大专院校相关专业师生参考。

《塑料模具设计师手册》由四川大学王鹏驹教授、张杰教授担任主编。王鹏驹教授负责“模具设计师手册系列”的总体规划和组织实施工作,对本手册的内容进行审阅修改。全书由成都市 4 所高等院校的老师共同编写,具体分工如下:成都航空职业技术学院的孟兵老师编写第 1 章;四川大学严正副教授编写第 2、3、4 章;四川大学高雪芹博士编写第 5、10、14 章;成都电子机械高等专科学校的阎亚林教授、彭志平教授编写第 6、9 章;成都航空职业技术学院的孙建丽老师编写第 7 章的第 1、2、4、5 节和第 8 章;四川大学张杰教授编写第 7 章的第 3、6 节和第 12、13、15 章;四川大学雷军博士编写第 11、16 章;西华大学傅建教授编写第 17、18 章。此外,参加手册编写工作的还有成都航天模塑股份有限公司余玲工程师,西华大学材料科学与工程学院彭必友博士,四川大学图书馆赵兰蓉馆员,四川大学高分子科学与工程学

院的朱计、类彦威、杨良波、周起雄、陆颖和彭欢，成都电子机械高等专科学校的葛志宏、彭臻茂、叶凯、陈金勇、苏原、夏灵、张舒、李力、田茂淋、杨虎和王明江。全书由张杰教授统稿和文字整理。

本手册在编写过程中得到成都航天模塑股份有限公司的陈忠桂总设计师、美国 Moldflow 公司驻上海办事处余卫东博士、姜勇道技术总监，英国 Delcam 中国有限公司副总经理唐志军先生的鼎力帮助与支持，在此表示衷心感谢。同时，我们参考了许多国内外的论著资料，谨向所有参考文献的作者们表示深深地谢意。由于本手册编写作者们的学识水平有限，疏漏与错误之处在所难免，敬请读者不吝赐教，并致以衷心的感谢。

编者

# 目 录

总序

前言

## 第一篇 模具设计常用资料

### 第1章 塑料性能

1.1 材料特性	1-3
1.1.1 塑件分类	1-3
1.1.2 塑料名称与代号	1-4
1.1.3 塑料特性	1-9
1.2 塑料的可模塑性	1-47
1.2.1 流动性能	1-47
1.2.2 收缩性能	1-48
1.2.3 结晶特性	1-49
1.2.4 取向作用	1-50
1.2.5 吸湿性能	1-52
1.2.6 硬化特性	1-53
1.3 塑料熔体的流动特性	1-53
1.3.1 粘性流动行为	1-54
1.3.2 塑料熔体的在管缝中的流动分析	1-55
1.3.3 影响粘性流动的因素	1-56
1.3.4 粘性模型	1-59
1.4 塑料熔体的热力学性质	1-60
1.4.1 PVT 状态方程	1-60
1.4.2 热导率	1-62
1.4.3 比热容	1-62
1.4.4 热扩散系数	1-62
1.4.5 热熔	1-63
1.4.6 不流动温度	1-63
1.5 塑料熔体的弹性表现	1-64
1.5.1 入口效应	1-64
1.5.2 出模膨胀	1-65
1.5.3 熔体破碎	1-66
参考文献	1-66

### 第2章 塑料制品设计

2.1 概述	1-67
2.2 塑料制品的精度与表面粗糙度	1-67
2.2.1 尺寸精度	1-67
2.2.2 表面粗糙度	1-68
2.3 材料选择的通用规则	1-68
2.4 塑料制品形状与结构设计	1-68
2.4.1 注塑制件	1-71
2.4.2 挤出成型制件结构设计	1-77
2.5 典型塑料制件设计	1-78
2.5.1 齿轮设计	1-78
2.5.2 光学塑件设计	1-87
2.5.3 电气用塑料零件的设计	1-91
2.5.4 铰链	1-96
2.5.5 塑料搭扣与压扣	1-97
2.5.6 阻尼器设计	1-97
2.5.7 夹芯板	1-99
参考文献	1-103

### 第3章 成型机械

3.1 注射机	1-104
3.1.1 注射机的基本结构与分类	1-104
3.1.2 主要生产厂家及产品基本参数	1-121
3.2 挤出机	1-133
3.2.1 挤出机的基本结构与分类	1-133
3.2.2 主要生产厂家及产品基本参数	1-160
3.3 压力机	1-162



3.3.1 压力机的基本结构与分类 .....	1-162
3.3.2 主要生产厂家及产品基本参数 .....	1-169
参考文献 .....	1-171

## 第4章 模具标准化

4.1 模具标准化的重要性 .....	1-172
4.1.1 模具标准化的意义 .....	1-172
4.1.2 模具标准体系 .....	1-172
4.1.3 模具标准化的制订原则 .....	1-173
4.1.4 我国塑料模标准化的实施 .....	1-173
4.2 注射模国家标准模架 .....	1-174
4.2.1 标准模架组合形式 .....	1-174
4.2.2 基本型模架组合尺寸 .....	1-175
4.2.3 标准模架的技术条件 .....	1-184
4.3 龙记五金有限公司及其标准模架 .....	1-190
4.3.1 公司介绍 .....	1-190
4.3.2 标准模架 .....	1-190
4.4 注射模模架选择 .....	1-198
4.4.1 注射模标准模架 .....	1-198

4.4.2 标准模架 CAD .....	1-198
参考文献 .....	1-198

## 第5章 塑料模具常用材料及热处理

5.1 塑料模具材料的基本性能要求 .....	1-199
5.1.1 概述 .....	1-199
5.1.2 塑料模具的工作条件 .....	1-199
5.1.3 塑料模具的主要失效形式 .....	1-199
5.1.4 塑料模具材料的主要性能要求 .....	1-200
5.2 塑料模具材料 .....	1-203
5.2.1 塑料模具常用材料的分类 .....	1-203
5.2.2 塑料模具材料的选择原则 .....	1-211
5.3 塑料模具材料热处理 .....	1-215
5.3.1 塑料模具钢热处理 .....	1-215
5.3.2 其他塑料模具材料及热处理 .....	1-228
5.4 常用塑料模具材料性能数据 .....	1-229
5.4.1 塑料模具专用钢性能数据 .....	1-229
5.4.2 其他塑料模具材料性能数据 .....	1-266
参考文献 .....	1-272

## 第二篇 塑料模具设计

### 第6章 普通注射模设计

6.1 概述 .....	2-3
6.1.1 注射模的分类 .....	2-3
6.1.2 注射模的组成 .....	2-7
6.1.3 注射模与注射机的关系 .....	2-10
6.2 浇注系统设计 .....	2-20
6.2.1 浇注系统的设计原则 .....	2-20
6.2.2 熔体在浇注系统和型腔中的流动分析 .....	2-21
6.2.3 主流道和冷料穴的设计 .....	2-24
6.2.4 分流道设计 .....	2-28
6.2.5 浇口设计 .....	2-32
6.2.6 浇注系统截面尺寸计算 .....	2-39
6.3 分型面与排气槽设计 .....	2-42
6.3.1 分型面设计 .....	2-42
6.3.2 排气结构设计 .....	2-45
6.4 成型零件设计 .....	2-46
6.4.1 成型零件的结构设计 .....	2-46
6.4.2 成型零件工作尺寸计算 .....	2-54
6.4.3 型腔侧壁及底板厚度的强度、刚度计算 .....	2-64
6.5 导向与定位机构设计 .....	2-70
6.5.1 机构的功能 .....	2-70
6.5.2 导柱导向机构的设计 .....	2-70
6.5.3 精确定位合模机构的设计(锥面定位机构) .....	2-73
6.6 推出机构设计 .....	2-75
6.6.1 设计原则及分类 .....	2-75
6.6.2 脱模力的计算 .....	2-76
6.6.3 简单脱模机构 .....	2-76
6.6.4 定模脱模机构 .....	2-86
6.6.5 双脱模机构 .....	2-87
6.6.6 二级脱模机构 .....	2-88
6.6.7 顺序脱模机构 .....	2-92
6.6.8 浇注系统凝料脱出机构 .....	2-96
6.6.9 螺纹塑件脱出机构 .....	2-100
6.7 侧向分型与抽芯机构的设计 .....	2-104

6.7.1	机构分类和特点	2-104
6.7.2	抽拔距和抽拔力的计算	2-106
6.7.3	手动分型抽芯机构	2-108
6.7.4	机动分型抽芯机构	2-109
6.7.5	液压或气动抽芯机构	2-131
6.8	模温调节系统的设计	2-133
6.8.1	概述	2-133
6.8.2	冷却系统设计计算	2-136
6.8.3	冷却回路的布置与设计	2-138
6.8.4	模具加热	2-147
6.9	普通注射模典型结构	2-150
6.9.1	大家电零件注射模结构	2-150
6.9.2	小家电零件注射模结构	2-150
6.9.3	汽车零件注射模结构	2-153
6.9.4	通信零件注射模结构	2-154
6.9.5	管件注射模结构	2-156
6.9.6	瓶盖注射模结构	2-158
	参考文献	2-159

## 第7章 特种注射模设计

7.1	无流道凝料注射模	2-161
7.1.1	绝热流道注射模	2-161
7.1.2	热流道注射模	2-164
7.1.3	温流道注射模	2-173
7.1.4	热流道注射模典型结构	2-174
7.2	热固性塑料注射模	2-176
7.2.1	热固性塑料注射模总体结构	2-177
7.2.2	热固性塑料注射模设计	2-177
7.2.3	热固性塑料注射模典型结构	2-181
7.3	气体辅助注射成型模具	2-182
7.3.1	气体辅助注射成型原理及工艺	2-182
7.3.2	气体辅助注射成型制件设计	2-191
7.3.3	气体辅助注射成型模具设计要点	2-192
7.3.4	气体辅助注射成型模具典型结构	2-197
7.4	低发泡注射模	2-201
7.4.1	低发泡的工艺特点	2-201
7.4.2	低发泡注射模设计要点	2-201
7.5	反应成型注射模	2-203
7.5.1	反应成型的工艺特点	2-203
7.5.2	反应成型注射模设计要点	2-205
7.6	双色注射模	2-206

7.6.1	双色注射成型工艺的分类及特点	2-206
7.6.2	双色注射制品及模具设计要点	2-209
7.6.3	双色注射模典型结构	2-210
7.6.4	夹心注射	2-214
	参考文献	2-215

## 第8章 压模设计

8.1	概述	2-217
8.1.1	压模结构	2-217
8.1.2	压模类型	2-218
8.1.3	压模与压力机的关系	2-220
8.2	压模结构设计	2-226
8.3	压模零件设计	2-230
8.3.1	成型零件结构设计	2-230
8.3.2	结构零件设计	2-235
8.3.3	压模加热与冷却	2-244
8.4	聚四氟乙烯压锭模设计	2-247
8.4.1	聚四氟乙烯加工特点	2-247
8.4.2	压锭模设计要点	2-247
8.4.3	压锭模典型结构	2-248
8.5	泡沫塑料压模	2-250
8.5.1	泡沫塑料模压特性	2-250
8.5.2	泡沫塑料压模设计要点	2-251
8.5.3	泡沫塑料压模典型结构	2-253
	参考文献	2-255

## 第9章 传递模设计

9.1	概述	2-256
9.1.1	传递成型特点	2-256
9.1.2	熔体充模流动特性	2-257
9.2	传递模的类型与结构	2-257
9.2.1	传递模的类型	2-257
9.2.2	传递模的结构	2-258
9.3	传递模结构设计	2-260
9.3.1	加料室设计	2-260
9.3.2	压料柱塞设计	2-262
9.3.3	浇注系统设计	2-263
9.3.4	溢料槽和排气槽设计	2-265
9.4	传递模典型结构	2-266
	参考文献	2-269

**第 10 章 塑料热成型模具设计**

10.1	概述	2-270
10.1.1	热成型方法简介	2-270
10.1.2	热成型方法的分类	2-270
10.2	热成型制品的工艺性设计	2-274
10.2.1	几何形状设计	2-274
10.2.2	脱模斜度和转角	2-274
10.2.3	制品外观	2-275
10.2.4	凹槽设计	2-275
10.2.5	引伸比、径深比和展开倍率	2-275
10.2.6	产品尺寸精度和形位精度	2-276
10.2.7	壁厚控制	2-276
10.2.8	修边考虑	2-276
10.3	热成型机及模具设计	2-276
10.3.1	热成型机	2-276
10.3.2	热成型模具	2-277
	参考文献	2-282

**第 11 章 挤出模设计**

11.1	概述	2-283
11.1.1	挤出生产过程	2-283
11.1.2	挤出产品类型及其设计原则	2-284
11.1.3	挤出生产设备	2-290
11.1.4	挤出模的种类	2-292
11.1.5	挤出模设计的一般原则	2-292
11.1.6	挤出模设计须考虑的因素	2-293
11.1.7	挤出模与挤出机的联接	2-293
11.1.8	塑料熔体在挤出模中的流动过程	2-296
11.1.9	塑料熔体在挤出过程中的一些特殊现象	2-300
11.2	塑料棒材挤出模设计	2-302
11.2.1	塑料棒材产品的发展	2-302
11.2.2	塑料棒材挤出模的相关计算	2-302
11.2.3	塑料棒材挤出模典型结构	2-303
11.2.4	其他常用塑料棒材挤出模	2-305
11.2.5	棒材冷却定型装置	2-311
11.2.6	塑料棒材挤出模的发展趋势	2-313
11.3	塑料管材挤出机头设计	2-313
11.3.1	概述	2-313
11.3.2	塑料管材的发展过程	2-313
11.3.3	塑料管材的挤出过程	2-314
11.3.4	典型塑料管材挤出机头结构	2-314

11.3.5	挤管机头结构参数设计	2-317
11.3.6	其他新型及特殊塑料管材挤出机头结构	2-318
11.3.7	塑料管材定径装置设计	2-325
11.4	挤出吹塑薄膜机头设计	2-328
11.4.1	吹塑薄膜产品的发展过程	2-328
11.4.2	常用吹塑薄膜机头设计	2-328
11.4.3	其他吹塑薄膜机头设计	2-336
11.4.4	辅助装置设计——冷却装置设计	2-341
11.5	中空吹塑型坯挤出模设计	2-343
11.5.1	概述	2-343
11.5.2	型坯挤出模设计的基本原则	2-343
11.5.3	型坯挤出模的典型结构	2-344
11.5.4	型坯挤出模工艺参数	2-345
11.5.5	型坯机头中存在的典型问题	2-345
11.5.6	储料缸设计	2-348
11.6	板、片及平膜机头设计	2-350
11.6.1	板、片及平膜产品的发展过程	2-350
11.6.2	板、片及平膜机头典型结构	2-350
11.6.3	其他板、片及平膜机头结构	2-354
11.6.4	平缝式机头的调节措施	2-358
11.7	线缆包覆机头设计	2-362
11.7.1	电线电缆产品类型	2-362
11.7.2	线缆包覆机头的典型结构	2-363
11.7.3	其他线缆包覆机头设计	2-365
11.7.4	不偏心机头设计	2-368
11.8	塑料异型材挤出模设计	2-370
11.8.1	概述	2-370
11.8.2	塑料异型材发展概述	2-370
11.8.3	塑料异型材挤出机头的典型结构	2-372
11.9	结构发泡型材挤出机头设计	2-389
11.9.1	概述	2-389
11.9.2	结构发泡型材挤出机头结构类型	2-389
11.9.3	结构发泡型材挤出机头的流道设计	2-390
11.10	其他常见挤出成型模具	2-390
11.10.1	单丝挤出机头	2-390
11.10.2	造粒机头	2-392
11.10.3	塑料网成型机头	2-392

11.11 挤出机头力学设计 .....	2-394	13.2 塑料封装工艺 .....	2-419
11.11.1 圆形挤出机头力学设计 .....	2-394	13.2.1 成型原理 .....	2-419
11.11.2 平缝形挤出机头力学设计 .....	2-395	13.2.2 成型工艺 .....	2-420
11.12 挤出机头的制造、加热 与维护 .....	2-397	13.2.3 塑封原料 .....	2-421
11.12.1 制造挤出机头的材料选择 .....	2-397	13.2.4 塑封料性能对器件可靠性的 影响 .....	2-422
11.12.2 挤出机头的加热 .....	2-398	13.3 电子封装模具设计 .....	2-423
11.12.3 熔体压力与温度的测量 .....	2-400	13.3.1 塑封模的构成 .....	2-423
11.12.4 挤出机头的装配、拆卸、 清理与维护 .....	2-400	13.3.2 塑封模的分类 .....	2-425
参考文献 .....	2-401	13.3.3 塑封模设计方案要点 .....	2-427
		13.3.4 模具结构设计 .....	2-429
		13.4 塑封常见工艺问题及其解决 方法 .....	2-435
		参考文献 .....	2-436
<b>第 12 章 中空吹塑模设计</b>			
12.1 吹塑成型的分类 .....	2-403		
12.1.1 挤出吹塑成型 .....	2-403		
12.1.2 注射吹塑成型 .....	2-403		
12.1.3 拉伸吹塑成型 .....	2-404		
12.1.4 共挤出吹塑和共注射吹塑 模具 .....	2-405		
12.2 中空型坯和塑件的设计 .....	2-405		
12.2.1 型坯尺寸设计 .....	2-405		
12.2.2 中空塑件的设计 .....	2-406		
12.3 中空吹塑成型模具的设计 .....	2-408		
12.3.1 挤出吹塑模具设计 .....	2-408		
12.3.2 注射吹塑模具设计 .....	2-411		
12.4 典型中空吹塑模具结构 .....	2-412		
12.4.1 挤出吹塑模 .....	2-412		
12.4.2 注射吹塑模 .....	2-412		
参考文献 .....	2-416		
<b>第 13 章 电子封装模具设计</b>			
13.1 电子与封装 .....	2-417		
13.1.1 电子封装的分类 .....	2-417		
13.1.2 微电子集成电路塑料封装 工艺流程 .....	2-419		
<b>第 14 章 快速经济制模技术</b>			
14.1 概述 .....	2-438		
14.2 铸造法 .....	2-438		
14.2.1 锌基合金塑料模具 .....	2-438		
14.2.2 精密铸造 .....	2-440		
14.2.3 低压铸造 .....	2-442		
14.3 挤压法 .....	2-445		
14.3.1 冷挤压 .....	2-447		
14.3.2 超塑挤压 .....	2-450		
14.3.3 锌合金温挤压 .....	2-455		
14.4 电铸法 .....	2-456		
14.5 快速原型制造技术 .....	2-459		
14.5.1 快速原型制造技术的基本 原理和特点 .....	2-459		
14.5.2 快速原型制造的典型工艺 方法 .....	2-460		
14.5.3 基于 RP 的快速制模技术 .....	2-463		
参考文献 .....	2-470		

## 第三篇 塑料模具 CAD/CAE 技术

### 第 15 章 注射模 CAD 技术

15.1 概述 .....	3-3	15.2 模具设计准则和数据处理 .....	3-5
15.1.1 注射模结构 CAD 的工作内容 .....	3-3	15.2.1 数据表格的处理 .....	3-5
15.1.2 注射模结构 CAD 的特点 .....	3-5	15.2.2 线图的处理 .....	3-6
		15.3 注塑制品的几何造型 .....	3-6
		15.3.1 线框模型 .....	3-7

15.3.2	表面模型	3-7
15.3.3	实体模型	3-7
15.3.4	特征造型	3-8
15.4	标准模架的选择	3-9
15.5	模具型腔及型芯的生成	3-9
15.5.1	型腔和型芯的设计	3-9
15.5.2	动模板和定模板的生成	3-10
15.6	浇注系统的人机交互设计	3-10
15.6.1	型腔布置和流道系统的描述	3-10
15.6.2	流道的优化设计	3-11
15.6.3	浇口设计	3-12
15.6.4	浇注系统的交互式设计流程	3-12
15.7	冷却系统的分析与设计	3-12
15.8	模具装配图及零件图的输出	3-13
15.9	Delcam 注射模设计	3-13
15.9.1	PowerSHAPE 简介	3-14
15.9.2	塑料模具设计系统 PS-Moldmaker	3-15
15.9.3	注射模设计	3-16
	参考文献	3-47

## 第 16 章 挤塑模 CAD

16.1	概述	3-48
16.1.1	CAX 技术概念	3-48
16.1.2	挤出模中运用 CAX 技术的必要性	3-48
16.2	挤出模 CAD 系统	3-49
16.2.1	CAD 软件总体构思	3-49
16.2.2	CAD 软件的组成	3-49
16.2.3	CAD 软件的基本功能	3-50
16.2.4	CAD 软件的优点	3-50
16.2.5	CAD 软件在模具绘制中的作用	3-51
16.2.6	CAD 软件在模具工程计算中的作用	3-51
16.2.7	挤塑模 CAD 数据管理系统	3-51
16.3	挤出模 CAE 系统	3-52
16.3.1	CAE 软件概述	3-52
16.3.2	挤出过程仿真	3-53
	参考文献	3-55

## 第 17 章 注射模 CAE 技术

17.1	概述	3-56
------	----	------

17.1.1	注射模 CAE 常用数值方法	3-56
17.1.2	应用 CAE 技术求解工程问题的一般流程	3-57
17.1.3	注射模 CAE 的主要应用	3-58
17.1.4	注射模 CAE 商品软件	3-58
17.2	注射成型流动分析	3-59
17.2.1	数学模型	3-59
17.2.2	流动模型与分析过程	3-60
17.3	注射成型保压分析	3-67
17.3.1	假设与简化	3-67
17.3.2	数学模型	3-67
17.3.3	数值求解	3-68
17.4	注射成型冷却分析	3-69
17.4.1	基本假设	3-69
17.4.2	热传导模型	3-69
17.4.3	冷却模型与分析过程	3-70
17.5	注射成型应力与翘曲分析	3-74
17.5.1	应力分析	3-74
17.5.2	翘曲分析	3-76
17.6	注射模 CAE 的发展趋势	3-79
	参考文献	3-80

## 第 18 章 Moldflow 应用

18.1	概述	3-81
18.1.1	MPI 的主要功能	3-81
18.1.2	MPI 的操作界面	3-82
18.1.3	MPI 的应用流程	3-91
18.1.4	MPI 的工作参数设置	3-91
18.2	工程项目管理	3-94
18.2.1	创建一个新的工程项目	3-94
18.2.2	打开已有工程项目	3-94
18.2.3	关闭当前工程项目	3-94
18.2.4	工程项目管理及其操作	3-95
18.2.5	工程项目中的研究任务管理	3-95
18.2.6	工程项目中的文件类型	3-96
18.3	输入和编辑 CAD 零件模型	3-97
18.3.1	零件模型输入步骤	3-97
18.3.2	MPI 支持的三种内定分析模型	3-98
18.3.3	CAD 零件模型可用性检查	3-98
18.3.4	面片边界编辑	3-99
18.4	网格划分与编辑	3-100
18.4.1	网格划分	3-100
18.4.2	网格质量检查	3-102

18.4.3 网格编辑 .....	3-108	18.10.2 输出项的绘图属性 .....	3-159
18.4.4 局部网格创建工具 .....	3-126	18.10.3 常用默认输出项含义 .....	3-160
18.5 浇注系统与冷却系统设计 .....	3-131	18.11 分析报告的生成与编辑 .....	3-162
18.5.1 浇注系统设计 .....	3-131	18.11.1 分析报告的生成 .....	3-162
18.5.2 冷却系统设计 .....	3-141	18.11.2 分析报告的编辑 .....	3-165
18.6 模塑类型与分析序列设定 .....	3-146	18.12 Moldflow 应用实例 .....	3-165
18.6.1 模塑类型 .....	3-146	18.12.1 塑料堵盖的注射成型 .....	3-165
18.6.2 分析序列 .....	3-146	18.12.2 某电器底座的成型外观质量 改进 .....	3-174
18.7 塑件选材 .....	3-148	18.12.3 汽车空调除霜口的注射浇口 定位 .....	3-177
18.8 工艺参数设置 .....	3-150	18.12.4 汽车内饰覆盖件的成型材料 选择 .....	3-178
18.9 分析求解 .....	3-154		
18.10 分析结果利用 .....	3-156		
18.10.1 后处理输出项的典型操作 .....	3-156		

---

# 第一篇 模具设计 常用资料

---





# 第1章 塑料性能

## 1.1 材料特性

塑料 (plastic) 是以合成或天然的高分子化合物为基本成分, 在其制造或加工过程中的某一阶段能流动成型或原位聚合而成型, 而产品最后能固化成保持形状不变的材料。大多数塑料是以合成高分子化合物 (树脂) 为基本成分, 并在聚合物中添加一定数量的助剂, 通过这些助剂来改善聚合物的性能。因此可以认为, 塑料是由聚合物和某些助剂结合而成的。

### 1.1.1 塑件分类

常用的塑料分类如下。

#### 1. 根据塑料的来源分

可分为天然树脂和合成树脂。

#### 2. 根据聚合物链之间在凝固后的结构形态分

(1) 非结晶型 (无定型) 塑料 无定型塑料在凝固时, 没有晶核的形成和晶体成长过程, 只是自由的大分子链的“冻结”, 如聚苯乙烯、聚氯乙烯、有机玻璃、聚碳酸酯等。

(2) 半结晶型、结晶型 结晶型塑料在凝固时, 有晶核到晶粒的生成过程, 形成一定的形态结构, 如聚乙烯、聚丙烯、尼龙等。

#### 3. 根据化学结构及其基本行为分

(1) 热塑性塑料 指在特定温度范围内可反复加热软化和冷却硬化 (成型) 的塑料, 或者说是反复可溶可熔、可以多次成型的塑料。常用的热塑性塑料有聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、聚酰胺 (又称尼龙)、ABS、聚甲基丙烯酸甲酯、热塑性聚酯、聚甲醛、聚碳酸酯、聚苯醚、氯化聚酯、聚砜和氟塑料等以及由这些塑料组成的共混物或塑料合金。

(2) 热固性塑料 指在一定条件 (如加热、加压) 下能通过化学反应固化成不熔不溶性物料的塑料。常用的热固性塑料有酚醛塑料、聚氨酯塑料、氨基塑料、环氧塑料、饱和聚酯塑料、呋喃树脂、有机硅树脂、烯丙基树脂等及其改性树脂为基体制成的塑料。

#### 4. 根据塑料用途分

(1) 通用塑料 指产量大、用途广、价格低的一类塑料。主要包括六大品种, 即聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、酚醛塑料和氨基塑料。这类

塑料虽然只有六种, 但是它们的产量占塑料总产量的75%以上, 构成了塑料工业的主体。

(2) 工程塑料 指能承受一定的外力, 有良好的力学性能和尺寸稳定性, 在高、低温下能保持优良性能, 可用作为工程结构构件的塑料。这类塑料可替代金属作某些机械构件或作其他特殊用途。常用的工程塑料有聚碳酸酯、尼龙、聚甲醛、聚砜、ABS、聚苯醚、聚苯硫醚、氯化聚酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、超高分子量聚乙烯、环氧树脂、酚醛-环氧树脂和聚氨酯等。

(3) 特种塑料 指具有特种功能 (如耐热性、自润滑性), 应用于特殊场合的塑料。按聚合物交联与否, 可分为交联型和非交联型特种工程塑料。常用的交联型特种工程塑料品种有聚氨基双马来酰胺、聚三嗪、交联聚酰亚胺、耐热环氧树脂等; 常用的非交联型特种工程塑料品种有氟塑料、有机硅、聚苯硫醚、聚苯酯、聚醚醚酮和聚苯并咪唑等。

#### 5. 根据塑料成型方法分

(1) 模压塑料 指供模压成型用的树脂混合料, 如酚醛模压塑料、聚酰胺模压塑料、聚苯并咪唑模压塑料。

(2) 层压塑料 指浸有树脂的纤维织物片材经叠合、模压成型制成的塑料。

(3) 注射、挤出和吹塑塑料 指供注射、挤出和吹塑用的树脂混合料。可以是单一树脂组分为基体的树脂混合料, 也可以是以多种树脂组分为基体的树脂混合料 (如塑料合金、共混物和复合材料)。如注射级、挤出级的各种专用牌号的改性塑料。

(4) 浇铸塑料 指能在无压或低压力的情况下, 注入模具中硬化成一定形状制品的液态树脂混合物以及粉状的树脂混合料, 如浇铸 PVC 糊、MC 尼龙、浇铸环氧混合液。

(5) 反应注射模塑料 指将各种液态组分, 经加压进入混合头混合后, 再注入模腔内, 使其反应固化制得成品所用的液态混合料, 如聚氨酯反应液。

(6) 烧结塑料 指供烧结成型用的树脂混合料, 如氟塑料烧结粉料、超高分子量聚乙烯烧结粉料。

#### 6. 按塑料产品特性分

(1) 增强塑料 指将合成树脂与各种增强材料 (如玻璃纤维、碳纤维及其织物) 和助剂经成型加工