

注射成型及模具设计 实用技术

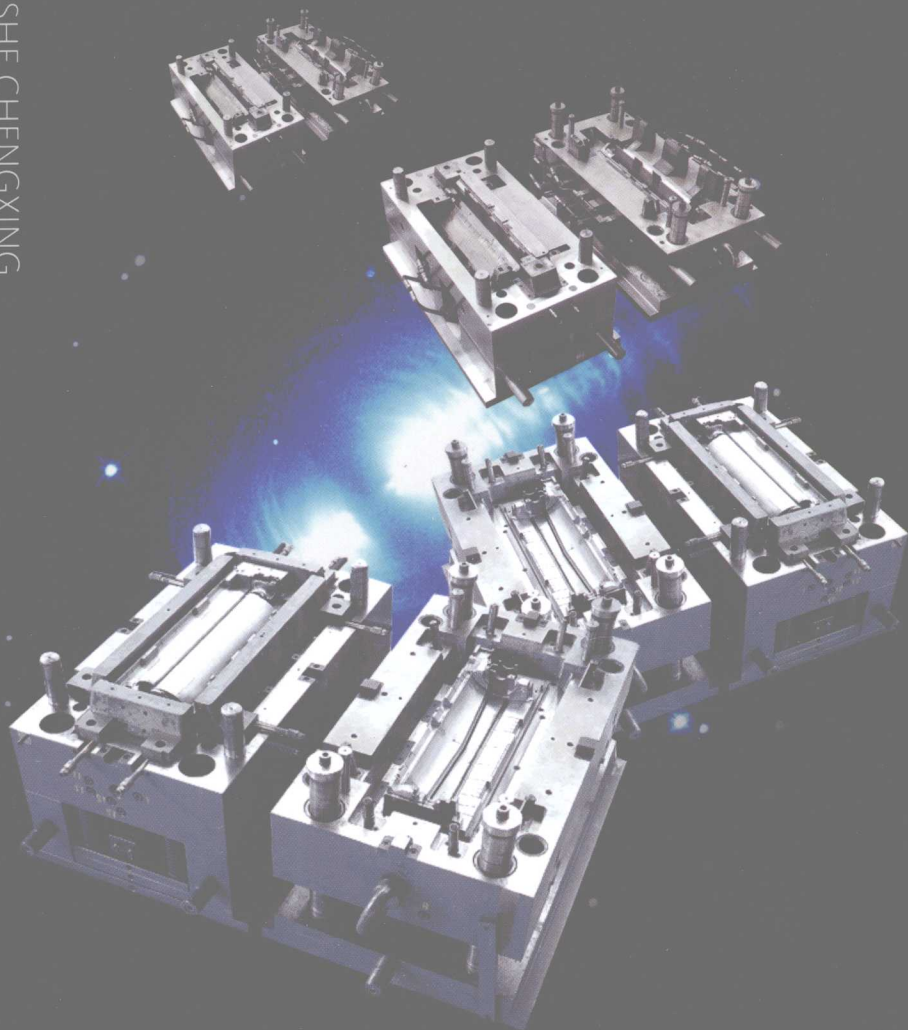
第二版

李海梅 主编

ZHUSHE CHENGXING

SHIYONG JISHU

JIMUJU SHEJI



化学工业出版社

注射成型及模具设计实用技术

第二版

李海梅 主编



化学工业出版社

·北京·

本书共分三篇。上篇介绍了塑料原料的组成、作用、分类,及常规注塑成型工艺的特点和参数,使读者领悟到材料、工艺、设备是互相联系的;中篇,先总体介绍模具的分类,再介绍成型模具与注塑机的关系,然后讲述浇注系统、成型零部件、导向机构与定位机构、脱模机构、侧向分型与抽芯机构、注塑模具温度调节系统的组成与设计思想,最后强调模具标准化等零件设计的补充要点及特种注塑技术及模具结构,使读者能用发展的观点看待注塑模具设计。下篇,介绍计算机技术在现代注塑模设计中的应用,介绍了流行的、市场占有率较高的注塑成型的模拟软件和一些应用实例,使读者能熟悉进而掌握现代的设计方法和手段。

本书在内容上力求易于理解,强调自学能力。希望能使相关专业的从业人员针对注塑制品种类及成型模具方案的多样性,快速地入门,掌握注塑模具的结构和设计的要点。

图书在版编目(CIP)数据

注射成型及模具设计实用技术/李海梅主编. —2版.
北京:化学工业出版社,2008.12
ISBN 978-7-122-03747-3

I. 注… II. 李… III. ①注塑-技术②塑料模具-设计 IV. TQ320

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第150984号

责任编辑:王苏平
责任校对:宋夏

文字编辑:冯国庆
装帧设计:周遥

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京市振南印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张20 $\frac{1}{4}$ 字数533千字 2009年1月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:46.00元

版权所有 违者必究

第二版前言

《注射成型及模具设计实用技术》第一版完成后，山东大学、湛江模具学院和珠江、长江三角洲的一些企业先后采用该书作为教材或技术参考书；更让我惊奇的是在中国台湾中原大学访学期间，竟然也见到这本书。读者的热烈反应超出我的想象，一方面说明我国已经成为塑料工业大国，相关的需求增加；另一方面也是对第一版从材料、设备、装备到技术系统等编排内容的肯定。正是读者的肯定，使得第一版图书荣获河南省教育厅科技图书一等奖。

在美国威斯康星麦迪逊大学（University of Wisconsin-Madison）一年的访学期间，有机会听了相关的专业课程后，进一步印证了从材料、加工、性能三方面系统考虑注射成型及其模具的思路是科学的，利于合理设计塑料制品和模具，同时以这种思路完成的图书易被学生和读者理解。

第二版图书内容的变化，是在读者、老师、学生建议的基础上，结合自己的教学科研体验完成的。第二版图书，在保持第一版图书特点的基础上，更加突出“实用”和“易于理解”，对上篇材料和注塑工艺、中篇注射模结构设计、下篇计算机技术在注塑模中的应用，进行了充实和调整。

（1）上篇，增加塑料原料的识别、加工过程中材料的故障诊断，并充实了常用工程塑料的性能与加工、制品性能的关系。“知己知彼，百战不殆”，只有充分了解、认识原料的性能，才能充分利用它的优良特性，设计加工出高性能、高附加值的模具和塑料产品。

（2）中篇，注塑模具结构设计方面，对成型工艺及其革新技术一章进行了改写和重新编排，增加了一些新技术所带来的变化，如热浇道系统、微制品成型等；新增模具估价、模具/注塑机保养维修、模具材料选用原则等内容。

（3）下篇，计算机模拟技术的进展，删除了过时的内容，如 CAD 系统的组成，增加了目前流行的、市场占有率较高的注射成型商品化软件的应用案例和革新工艺的模拟技术。

与第一版图书相比，本版更侧重对塑料成型加工的理解和应用，仍定位于理论的可操作性。让管理人员和模具设计、成型过程控制的技术人员具有材料科学的知识，从工程应用的角度诠释材料性能、材料的可加工性；在工艺方面，在节能环保的大环境下，考虑工艺革新对制品性能的改善；就模具结构方面，新增了革新技术中的设备方面的内容。

本书可供高分子材料科学与工程专业、机械工程专业的大中专学生使用，也可供从事塑料加工方面的技术人员和管理人员参考。

感谢 Moldex3D 科盛公司协理蔡铭宏先生、原 Moldflow 模流公司的技术经理姜勇道先生，由于他们的协调和努力，使得相关的 CAE 模拟算例和实际应用案例更加丰富、真实，成为本版图书的特色之一。

感谢第一版所有的合作者和同事，没有他们的配合，难有书稿问世！郑州大学橡塑模具国家工程中心的宋刚同志，完成新增的模具估价章节，美国威斯康星麦迪逊大学（University of Wisconsin-Madison）彭一燕博士（Dr. Yiyang Peng）完成了本书第 14 章、第 16 章内容的撰写，在此表示衷心感谢！

感谢中国台湾中原大学教授陈夏宗博士及其课题组，通过与他们的交流合作，让我真切

感受到科学和技术结合的魅力，科学理论对塑料成型加工技术的指导力量，基于此形成了部分内容的调整提纲。感谢美国威斯康星麦迪逊大学塑料工程中心主任、教授，童立生博士 (Dr. Lih-sheng Turng) 和奥斯瓦尔德教授 (Professor & Dr. Tim A Osswald)。童教授的邀请和努力，使得我有机会在他负责的工程中心访学，并有时间和条件整理资料；奥斯瓦尔德教授对教学的热爱及对塑料成型加工的深刻领悟，让我明白书稿的侧重点和学习关键，使得第二版的书稿更加系统化。

此外，这版图书的顺利出版，要感谢我的家人，正是他们的关心和忍耐，成就了这本书的写作时间。

最后，需要说明的是，由于图书内容涉及学科较多，不足之处难免存在，诚恳希望广大读者批评指正。读者和同行的关注和建议，是我们进步的动力和财富！

李海梅 申长雨
2008年6月10日

第一版前言

塑料加工是将原料转变为制品的关键环节。只有迅速地发展塑料加工业，才可能把各种性能优良的高分子材料变成功能各异的制品，在国民经济各领域充分地发挥作用。模具是塑料成型加工一种重要的工艺装备，同时又是原料及设备的“效益放大器”，模具生产的最终产品的价值，往往是模具自身价值的几十倍、上百倍。因此，模具工业是国民经济的基础工业，被称为“工业之母”，模具生产技术水平的高低，已成为衡量一个国家产品制造业水平高低的重要标志。模具工业的重要性已引起国家的高度重视，国务院2000年7月27日颁布的《当前国家鼓励发展的产业、产品和技术目录》中，信息产业、机械工业、汽车工业、轻纺工业四大领域，均把模具放在重要位置。

塑料成型加工及其模具技术是一门不断发展的综合学科，不仅随着高分子材料合成技术的提高、成型设备和成型机械的革新、成型工艺的成熟而进步，而且随着计算机技术、数值模拟技术等塑料成型加工领域的渗透而发展。

注射成型作为一种重要的成型加工方法，在家电行业、汽车工业、机械工业等都有广泛应用，且生产的制品具有精度高、复杂度高、一致性高、生产率高和消耗低的特点，有很大的市场需求和良好的发展前景。但由于注塑制品和成型模具结构的千变万化，再加上传统的注塑模设计多以人工经验为主，注射模具的结构和设计的要点不易在短期内被掌握。

作者根据注射成型及模具设计的学习与教学体会，结合河南省的“面向21世纪教改项目”完成了此书。本书的初衷是让高分子材料与工程专业的学生针对注塑制品种类及成型模具方案的多样性，能快速地入门，掌握注塑模结构和设计的要点。

本书在编写过程中，侧重易于理解及实用性，主要特点体现在以下诸方面。

(1) 在结构体系和编排上全面、系统，符合现代教育思想的要求。本书共分三篇：上篇为塑料及注射成型工艺，中篇为注塑模具结构设计，下篇为计算机技术在现代注射成型及模具设计中的应用，这样可使学生从注塑加工对象、注射成型过程、成型加工装备（模具结构）、注射成型的发展趋势、注射成型及注塑模的现代设计方法（计算机技术的应用）等方面纵深把握注射成型与模具设计的要点。

同时，注重各个章节之间的横向联系。上篇介绍了塑料原料的组成、作用、分类及常规注射成型工艺的特点和参数，使学生领悟到材料、工艺、设备是互相联系的；中篇先总体介绍模具的分类，再介绍成型模具与注塑机的关系，然后讲述浇注系统、成型零部件、导向机构与定位机构、脱模机构、侧向分型与抽芯机构、注塑模具温度调节系统的组成与设计思想，最后强调模具标准化等零件设计的补充要点，及基于注射成型工艺的特种注射技术与模具结构，使学生能用发展的观点看待注塑及模具设计。下篇介绍计算机技术在现代注塑模设计中的应用，强调了注塑模CAD/CAE/CAM的概念及区别，并举例说明CAD、CAE、CAM技术的具体应用，使学生对比中篇的传统设计方法，理解现代设计理论的必要性及局限性，能动地吸取现代与传统设计的精华。

(2) 在内容上易于理解，强调学生的自学能力。由于现行的多数注塑模书籍脱胎于塑料工程手册或专著，有的地方跳跃过大，有的地方过于烦琐，系统性、整体性不强，不利于整

体把握，给初学塑料模具的人设置了许多障碍；而技校、中专的培训教材又过于简单，知其然，不知其所以然，不利于读者的后续学习。因此在本书的编写中，对于工程化的名词，尽量避开学生较少见的专业词汇，或加入一些深入浅出的解释，使本书的内容适于初学者。对于模具设计中所用的公式、计算，将原理详细说明，并讲解必要的推导过程，让读者有专业知识的拓展空间。

本书可作为高分子材料与工程专业的教材，也可供高分子材料、模具行业的工程技术人员及相关专业的研究生、本科生、专科生参考。

感谢国家自然科学基金委员会、河南省自然科学基金委员会、河南省教育厅的项目支持以及郑州大学橡塑模具国家工程中心的领导、同志的支持，正是他们的工作成果丰富了本书的内容。

感谢《工程塑料应用》杂志社的张震副主编，感谢化学工业出版社的龚浏澄老师，没有他们的鼓励，难有本书的问世。

参与本书工作的有：李海梅、申长雨、逯晓勤、王亚明、翟震、刘保臣、郝向丽、李倩、丁雪佳、李占伟、石军、曹伟、高峰、余晓容、王利霞、董斌斌、韩健、谢英、田中、杨扬。

注射成型及模具设计是一门发展迅速的学科，由于计算机技术的渗入，更具边缘学科的性质，涉及的内容较多，限于编者水平，书中的错误与不妥之处在所难免，诚恳地希望读者批评指正。

编者
2002年1月

目 录

上篇 塑料及注射成型工艺	1
第1章 塑料	2
1.1 塑料的组成及分类	2
1.1.1 塑料的组成及其作用	2
1.1.2 塑料的分类	4
1.2 塑料的实用性能及技术指标	4
1.2.1 塑料的实用性能	5
1.2.2 塑料的技术指标	6
1.3 塑料成型工艺特性及相关参数	6
1.3.1 温度、聚合物的力学状态与成型加工的关系	6
1.3.2 与成型加工有关的主要参数	8
1.3.3 性能参数数据测试方法及应用	12
1.4 成型加工原料的选用原则	15
1.5 塑料的识别及成型加工中的材料问题诊断	16
1.5.1 塑料原料的识别	16
1.5.2 成型加工中的材料问题诊断	18
第2章 注射成型	19
2.1 注塑系统及注塑原理	19
2.1.1 常规注射成型加工系统	19
2.1.2 注射成型的特点	20
2.1.3 注射成型基本过程	20
2.1.4 注塑原理	22
2.2 注射成型工艺条件	25
2.2.1 温度	25
2.2.2 压力	27
2.2.3 成型周期	29
2.2.4 pVT 曲线图的应用	30
2.3 注塑制品常见缺陷及对策	31
2.3.1 注塑制品的常见缺陷	31
2.3.2 注射成型出现的问题及解决办法	34
2.4 注塑工艺对制品性能的影响	37
2.4.1 快速模温技术对制品外观性能的影响	38
2.4.2 成型工艺对制品性能的影响	38
第3章 常用塑料、制品的注射成型	42
3.1 常见塑料的注射成型	42

3.1.1	ABS	42
3.1.2	PC	42
3.1.3	PC/ABS	43
3.1.4	PA6	43
3.1.5	PA66	44
3.1.6	PBT	44
3.1.7	HDPE	45
3.1.8	LDPE	46
3.1.9	PMMA	46
3.1.10	POM	46
3.1.11	PP	47
3.1.12	PS	48
3.1.13	PVC	48
3.2	典型制品的注射成型	49
3.2.1	塑料箱体类	49
3.2.2	管件阀门类	50
3.2.3	风叶类	52
3.2.4	玻璃纤维增强工程塑料	53
3.2.5	灯座、首饰等工艺美术制品	53
中篇 注塑模结构及设计		55
第4章 注塑模概述		56
4.1	注塑模分类	56
4.2	注塑模的典型结构	57
4.3	设计注塑模应考虑的问题	59
第5章 注塑模与注塑机的关系		60
5.1	注塑机的技术规范	60
5.1.1	最大注射量	60
5.1.2	最大注射压力	61
5.2	工艺参数的校核	61
5.3	注塑模安装尺寸的校核	62
5.4	开模行程的校核	63
第6章 浇注系统设计		65
6.1	浇注系统设计原则	65
6.2	流道设计	66
6.2.1	主流道设计	66
6.2.2	冷料井设计	66
6.2.3	分流道设计	67
6.3	浇口设计	69
6.3.1	浇口的形式及特点	69
6.3.2	浇口尺寸确定	74
6.3.3	浇口位置的选择	75
6.4	浇注系统的平衡	78
6.4.1	分流道的平衡	78

6.4.2	浇口的平衡	78
6.5	浇注系统截面尺寸的计算公式	79
6.5.1	普通浇注系统截面尺寸的确定	79
6.5.2	热流道浇注系统尺寸计算	80
6.6	型腔压力估算	82
第7章	成型零部件设计	85
7.1	型腔数目的确定	85
7.2	分型面的设计	86
7.2.1	分型面的类型	86
7.2.2	分型面的选择原则	87
7.3	排气系统的设计	90
7.4	凹模结构设计	91
7.5	凸模结构设计	92
7.6	螺纹型芯或螺纹型环的结构设计	94
7.6.1	螺纹型芯	94
7.6.2	螺纹型环	95
7.7	成型零件工作尺寸的计算	96
7.8	型腔壁厚的计算	98
7.8.1	圆形型腔厚度计算	98
7.8.2	矩形型腔厚度计算	100
第8章	导向机构与定位机构	103
8.1	导向、定位机构的作用	103
8.2	结构设计	103
8.2.1	导向机构的总体设计	103
8.2.2	导柱的设计	104
8.2.3	导套及导向孔的设计	105
8.2.4	精定位装置	106
第9章	脱模机构设计	108
9.1	脱模机构的分类及设计原则	108
9.1.1	脱模机构的分类	108
9.1.2	脱模机构的设计原则	109
9.2	脱模阻力计算	110
9.3	简单脱模机构	111
9.3.1	推杆脱模机构	111
9.3.2	推管脱模机构	114
9.3.3	推板脱模机构	115
9.3.4	推块脱模机构	116
9.3.5	利用成型零件的脱模机构	117
9.3.6	多元件联合脱模机构	117
9.3.7	气动脱模机构	118
9.3.8	推出零件的尺寸确定	118
9.4	二次脱模顶出机构	120
9.4.1	气动/液动二次顶出脱模机构	120

9.4.2	单推出板二次顶出脱模机构	120
9.4.3	双推出板二次顶出脱模机构	123
9.5	双脱模机构	125
9.6	顺序脱模机构	126
9.7	定模顶出脱模机构	128
9.8	浇注系统凝料的脱出机构	128
9.8.1	普通浇注系统凝料的脱出机构	128
9.8.2	点浇口式浇注系统凝料的脱出机构	128
9.8.3	潜伏浇口式浇注系统凝料的脱出机构	131
9.9	带螺纹塑件的顶出脱模机构	132
9.9.1	设计带螺纹塑件顶出机构的注意事项	132
9.9.2	带螺纹塑件的顶出机构	132
9.9.3	脱出螺纹塑件所需扭矩和功率的计算	138
第10章	侧向分型与抽芯机构设计	141
10.1	侧向抽芯机构的分类及特点	141
10.2	抽芯机构抽拔力、抽拔距的计算	141
10.3	手动分型抽芯机构	142
10.4	液压或气压抽芯机构	144
10.5	机动式侧分型抽芯机构	145
10.5.1	斜导柱分型抽芯机构	145
10.5.2	弯销分型抽芯机构	146
10.5.3	斜滑块分型抽芯机构	147
10.5.4	齿轮齿条分型抽芯机构	148
10.5.5	弹簧分型抽芯机构	149
10.6	斜导柱侧向分型抽芯机构的设计	150
10.6.1	斜导柱(斜销)的设计	150
10.6.2	滑块设计	152
10.6.3	压紧楔设计	154
10.6.4	斜导柱分型抽芯机构的结构形式	155
第11章	注塑模具温度调节系统	159
11.1	温度调节系统的必要性	159
11.2	模具冷却系统的计算	160
11.3	模具冷却系统设计原则	163
11.4	冷却系统的结构形式	166
11.5	加热装置	169
11.6	模具温度调节系统的外围设施	169
第12章	模具零件设计的补充要点	170
12.1	模具零件设计的其他要点	170
12.2	模具材料的选用	171
12.2.1	对模具材料的要求	171
12.2.2	选用原则	173
12.2.3	常用的模具材料	173
12.3	模具的维护、保养及维修	175

12.3.1	模具保养的意义	176
12.3.2	模具的保养维护	176
12.3.3	模具的维修	177
12.4	注塑模检修规程	178
12.4.1	注塑模具验收	178
12.4.2	注塑试模	178
12.4.3	模具保养程序	179
12.5	注塑机维修保养及故障成因	180
12.5.1	注塑机保养的意义	180
12.5.2	注塑机的常见故障及诊断	180
12.5.3	注塑机故障规律	182
12.5.4	注塑机保养维护的管理	182
第13章	注塑模具价格估算	184
13.1	现状及有关概念	184
13.2	模具价格组成	186
13.2.1	模具设计制造的特点	186
13.2.2	模具价格组成	187
13.3	模具价格估算方法	189
13.3.1	对价格估算方法的要求	189
13.3.2	模具估算方法简介	189
13.4	改进工时法	190
13.4.1	注塑模具价格计算公式	190
13.4.2	注塑模具价格计算公式参数确定	191
13.4.3	注塑模具的销售价格计算	192
13.5	注塑模具成本计算	193
13.5.1	估价用模具结构分类	193
13.5.2	费用(1): 型腔加工费用 C_1	193
13.5.3	费用(2): 模架费用 C_2	196
13.5.4	费用(3): 基本功能单元费用 C_3	197
13.5.5	费用(4): 特殊功能件的费用 C_4	199
13.6	塑料制品的成本估算	199
13.6.1	塑料制品成本确定	199
13.6.2	制品成本价格算例	200
13.7	模具结算方式	201
第14章	注射成型新工艺及技术	203
14.1	热流道技术	203
14.1.1	热流道技术的特点	203
14.1.2	热流道形式	204
14.1.3	热流道应用	208
14.1.4	其他	209
14.2	注射-压缩成型	210
14.2.1	工艺特点	210
14.2.2	成型工艺	210

14.2.3	注射-压缩成型的应用	212
14.3	气体辅助注射成型	213
14.3.1	工艺特点	213
14.3.2	成型工艺	214
14.3.3	成型设备	215
14.3.4	工艺参数	216
14.3.5	应用	216
14.4	多组分注射成型	217
14.4.1	双组分注射成型	217
14.4.2	三组分注射成型	219
14.4.3	共注射成型	219
14.4.4	间歇式注射成型	220
14.4.5	典型应用	220
14.5	模内装饰	221
14.5.1	工艺特点	221
14.5.2	工艺说明	221
14.5.3	典型应用	222
14.6	微发泡注射成型	223
14.6.1	工艺特点	223
14.6.2	工艺说明	224
14.6.3	典型应用	225
14.7	金属/陶瓷粉末注射成型	225
14.7.1	工艺及特点	226
14.7.2	材料要求	226
14.7.3	典型应用	227
14.8	薄壁成型	227
14.8.1	薄壁概念	227
14.8.2	对设备、原料的要求	228
14.8.3	应用案例	229
14.9	微注射成型	229
14.9.1	微注射成型分类	229
14.9.2	微成型装备	229
14.9.3	微型模具制造	230
14.9.4	应用案例	231
下篇	计算机技术在注射成型及模具设计中的应用	233
第15章	注塑模 CAD/CAE/CAM 概述	234
15.1	CAD/CAE/CAM 的意义	234
15.2	注塑模 CAD/CAE/CAM 的系统配置	234
15.3	注塑模 CAD、CAE、CAM 的概念及特点	238
15.4	注塑模 CAD、CAE、CAM 的内容	238
15.5	注塑模 CAD、CAE、CAM 的软件功能	240
15.6	几种商品化软件简介	240

15.7	发展趋势	242
第 16 章	注塑模 CAD 技术	244
16.1	注塑模 CAD 的内容	244
16.2	注塑模 CAD 中的数据处理	245
16.2.1	注塑模 CAD 中的数据类型	245
16.2.2	数据流图	246
16.3	注塑模 CAD 软件的应用	247
16.3.1	设计手册的计算机化	247
16.3.2	造型的计算机化	248
16.3.3	专家知识的计算机化	252
第 17 章	常规注塑模 CAE 技术	254
17.1	注塑模 CAE 的内容	254
17.1.1	流动模拟	255
17.1.2	保压分析	255
17.1.3	冷却分析	256
17.1.4	结晶、取向分析	257
17.1.5	翘曲分析	258
17.2	注塑模 CAE 的应用	259
17.2.1	注塑模的 CAE 使用过程	259
17.2.2	注塑模的 CAE 功能	260
17.2.3	注塑模 CAE 的应用举例	260
17.3	注塑模 CAE 软件 Z-mold 的工程应用实例	263
17.3.1	Z-MOLD 系统简介	263
17.3.2	工程应用实例	263
17.4	注塑模 CAE 实例	268
17.4.1	汽车配件制品	269
17.4.2	3C 产品	272
第 18 章	注塑模 CAM 技术	273
18.1	注塑模生产加工的特点	273
18.1.1	工艺特点	273
18.1.2	几何模型与加工的关系	274
18.2	注塑模 CAM 的构成	275
18.2.1	注塑模 CAM 的研究内容	275
18.2.2	注塑模 CAM 的配置要求	276
18.3	CAM 中的数控加工技术	276
18.3.1	数控加工技术	276
18.3.2	CAM 自动编程	277
18.3.3	CAM 自动编程的基本步骤	277
18.4	CAM 软件 MasterCAM 的应用	278
18.4.1	MasterCAM 软件简介	278
18.4.2	MasterCAM 造型的基本方法	279
18.4.3	MasterCAM 的曲面加工功能	280
18.4.4	MasterCAM 的曲面加工参数	281

18.4.5	MasterCAM 生成 NC 加工程序的一般过程	282
18.4.6	CAM 应用实例	283
第 19 章	CAE 模拟技术进展	285
19.1	Mucell 成型模拟	285
19.2	剪切热对流动平衡的影响	286
19.3	透明光学制品的光学性能模拟	287
19.4	带有热源的多周期模拟技术	288
附录一	常用的学习资源	290
一、	互联网网站	290
二、	国内外关于塑料方面的技术研究所	291
三、	英文期刊及其图书	298
附录二	广东模具术语、行话	303
一、	材料方面	303
二、	模具加工成型方面	303
参考文献	309

上篇

• 塑料及注射成型 工艺

第 1 章 塑料

塑料是一种以树脂为主体的高分子材料。由于树脂的分子量很大，故又被称为高分子聚合物或高聚物。单纯的聚合物性能往往不能满足加工成型和实际使用的要求，因此根据需要，可适当地加入助剂（增塑剂、稳定剂、色料、填料等）。由树脂和助剂组成的塑料具有一系列优异特性，在一定的温度和压力下可加工成符合使用要求的各种各样的制品和零件。

1.1 塑料的组成及分类

1.1.1 塑料的组成及其作用

(1) 聚合物 聚合物(树脂)有天然和合成两大类型，常呈液状、粉状和粒状。作为塑料的主要成分聚合物大多是合成树脂，它决定了制件的基本性能，在制件中为均匀连续相。树脂的作用在于将各种助剂黏结成一个整体，使之具有一定的物理、力学性能。

聚合物的种类很多，可满足各种制件的要求而具有不同的性能；但另一方面，即使一种聚合物也可能因为合成方法不同而产生性能上的差异。因此从配料的角度来讲，对聚合物的选择主要是从分子量大小及分布、颗粒大小、结构以及与增塑剂、溶剂等相互作用的难易程度诸方面考虑。

聚合物分子量大，则强度好而流动性差，需用的配料和成型温度的要求高；分子量小，聚合物的配料和成型虽方便些，但制件的使用性能降低。当聚合物和增塑剂配合时，其分子量增大引起混合物溶胀和塑化速度减小，物料配制将变得困难。一般情况下，分子量的分布不宜过宽，大分子量组分有可能因配料温度低未经塑化而纳入制件；或者小分子量组分有可能因配料温度过高而引起热降解，这都影响到制件的成型性能和实际使用性能，并影响到配料的过程。

聚合物颗粒大小匀称、表面粗糙、形状不规则和结构疏松，则容易吸收增塑剂，且配料温度较低，配料时间较短。但是，大颗粒者有可能混合不均或塑化不完全；细颗粒者又容易吸附尘埃。

此外，聚合物的水分、密度、结晶度和挥发物含量等对成型性能和成型后的实际使用性能也会带来影响，故在配料和成型工艺过程中都应给予关注。

聚合物种类繁多，由它们组成的塑料可达数百种，其符号表示可见 GB 1844—80 的规定。要注意的是，一个代号有可能又包含了多个品种。例如，PE（聚乙烯）代表了 LDPE（低密度聚乙烯）、LLDPE（线型低密度聚乙烯）、MDPE（中密度聚乙烯）、HDPE（高密度聚乙烯）和 UHMPE（超高分子量聚乙烯）等。

(2) 增塑剂 增塑剂是为了改善聚合物成型时的流动性能和增进制件的柔顺性所添加的助剂。它能降低聚合物分子之间的作用力，因此而被称为增塑剂，这种作用就称为增塑作用。

增塑剂通常是一类对热和化学试剂都很稳定的有机物，大多数是挥发性低的液体，少数则是熔点较低的固体。从化学组分来看，有邻苯二甲酸酯、脂肪族二元酸酯、磺酸酯、磷酸酯、环氧化合物等。对增塑剂的要求是与聚合物相容性良好，挥发性低；此外还要兼颜色、