

职业教育机电类技能人才培养规划教材
ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

模具设计与制造专业系列

塑料模具设计与制造

□ 张信群 主编

- ▶ 降低难度，强调基础知识
- ▶ 注重技能，增加工程实例
- ▶ 图文并茂，调动学习兴趣



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS


高级

职业教育机电类技能人才培养规划教材
ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

● 模具设计与制造专业系列

塑料模具设计与制造

□ 张信群 主编



YZLI0890117402

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

塑料模具设计与制造 / 张信群主编. -- 北京: 人民邮电出版社, 2011. 3
职业教育机电类技能人才培养规划教材. 模具设计与制造专业系列
ISBN 978-7-115-24144-3

I. ①塑… II. ①张… III. ①塑料模具—设计—职业教育—教材②塑料模具—制造—职业教育—教材 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第217420号

内 容 提 要

本书介绍了塑料成型工艺的基础知识和塑料模具的设计与制造方法。全书共9章, 主要内容包括: 塑料成型基础、塑料制件的工艺性设计、注射成型工艺与注射模设计、压缩成型工艺与压缩模设计、压注成型工艺与压注模设计、挤出成型工艺与模具设计、气动成型工艺与模具设计、塑料模具典型零件加工和塑料模具装配。

本书可以作为高级技工学校、技师学院和职业院校模具设计与制造专业教材, 也可供相关从业人员参考。

职业教育机电类技能人才培养规划教材
模具设计与制造专业系列
塑料模具设计与制造

-
- ◆ 主 编 张信群
责任编辑 李海涛
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.75 2011年3月第1版
字数: 347千字 2011年3月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-24144-3

定价: 25.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

职业教育机电类技能人才培养规划教材

专家指导委员会

陈德兴 陈玉堂 李春明 李献坤 邵佳明 俞勋良

编写委员会

主任委员

黄志 刘钧杰 毛祥永 秦伟 孙义宝

委员

蔡 菘	曹 琪	陈海舟	陈长浩	陈建国	陈移新	成百辆	成振洋	崔元刚	邓万国
丁向阳	董国成	董伟平	董扬德	范继宁	封贵牙	冯高头	冯光明	高恒星	高永伟
葛小平	宫宪惠	顾颂虞	管林东	胡 林	黄汉军	贾利敏	姜爱国	金伟群	孔凡宝
李乃夫	李 煜	梁志彪	刘水平	柳 杨	陆 龙	吕 燕	罗 军	骆富昌	穆士华
钱 锋	秦红文	单连生	沈式曙	施梅仙	孙海锋	孙义宝	汤国泰	汤伟文	唐监怀
汪 华	王德斌	王立刚	王树东	王以勤	吴琰琨	解晨宁	许志刚	杨寿智	叶光胜
于书兴	于万成	袁 岗	张 骛	张璐青	张明续	张启友	张祥宏	张 燊	赵 真
仲小敏	周成统	周恩兵	周晓宏	祝国磊					

审稿委员会

鲍 勇	蔡文泉	曹淑联	曹 勇	陈海波	陈洁训	陈林生	陈伟明	陈煜明	程显吉
崔 刚	但汉玲	邓德红	丁 辉	窦晓宇	冯广慧	付化举	龚林荣	何世勇	洪 杰
黄 波	黄建明	蒋咏民	康建青	李春光	李天亮	李铁光	梁海利	梁红卫	梁锦青
廖 建	廖圣洁	林志冲	刘建军	刘 立	刘 霞	柳胜雄	卢艾祥	吕爱华	罗谷清
罗 恺	罗茗华	罗晓霞	孟庆东	聂辉文	彭向阳	乔 宾	孙名楷	谭剑超	腾克勇
万小林	王大山	王 峰	王来运	王灵珠	王 茜	王为建	王为民	王学清	王屹立
王 勇	王玉明	王定勇	伍金浩	肖友才	谢 科	徐丽春	许建华	许启高	鄯光辉
严大华	严 军	杨小林	姚小强	姚雅君	叶桂容	袁成华	翟 勇	詹贵印	张 彬
张东勇	张旭征	张志明	钟建明	周朝辉	周凤顺	周青山	邹 江		

本书编委

张信群

序



随着我国制造业的发展，高素质技术工人的层次结构与数量远远不能满足劳动力市场的需求，技术工人的培养培训工作已经成为国家大力发展职业教育的重要任务。为此，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于进一步加强高技能人才工作的意见》的通知（中办发[2006]15号）。目前，技工学校等职业院校主动适应经济社会发展要求，积极开展教学研讨，探索更加适合当前技能人才需求的教育培养模式，在中高级机电类技能人才的教育和培训工作中，正发挥着日益重要的作用。

职业教育要根据行业的发展和人才的需求，来设定人才的培养目标。当前各行业对技能人才的要求越来越高，而激烈的社会竞争和复杂多变的就业环境也使得职业教育学生只有确实地掌握一技之长才能实现自我的价值。但是，加强技能培养并不意味着弱化或放弃基础知识的学习；只有扎实地掌握相关理论基础知识，才能自如地运用各种技能，甚至进行技术创新。所以，如何解决理论与实践相结合的问题，走出一条理实一体化的教学新路，是摆在职业教育工作者面前的一个重要课题。

我们本着为职业教育教学改革尽一份社会责任之目的，依靠职业教育专家的研究成果，依靠技工学校、企业等一线工作人员，共同参与“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题研究工作。在对职业教育机电类专业教学进行规划的基础上，我们的课题研究以职业活动为导向、以职业能力为核心，根据理论知识完备、技能训练强化的原则，将理论和实践有机结合，制定出每门课程的教学大纲，然后组织教学一线骨干教师进行教材的编写。

本套教材针对不同课程的教学要求采用“理实相结合”或“理实一体化”两种形式组织教学内容，首批55本教材涵盖2个层次（中级工、高级工），3个专业（数控技术应用、模具设计与制造、机电一体化）。教材内容统筹规划合理安排知识点与技能训练点，教学内涵生动活泼，尽可能使教材体系与编写结构满足职业教育机电类技能人才培养教学的要求。

我们衷心希望本套教材的出版能促进目前职业院校的教学工作，并希望能得到职业教育专家和广大师生的批评与指正，以期通过逐步调整、完善和补充，使之更符合机电类技能人才培养的实际。

“职业教育机电类技能人才培养研究课题”专家指导委员会

2009年2月



前言

PREFACE

塑料是 20 世纪发展起来的新型材料,随着塑料工业的发展,塑料制品的应用越来越广泛,质量要求也越来越高。在塑料制品的生产中,塑料模具的地位也越来越突出。

“塑料模具设计与制造”课程的主要内容是介绍塑料成型工艺、塑料模具的设计和制造方法,是职业学校模具设计与制造专业开设的主要课程。本书主要具有以下特点。

1. 本书着重介绍与塑料模具相关的基本概念、基本原理和基本技能,略去了无实用价值的旧内容和复杂烦琐的理论计算,并增加了大量的工程实例分析,重点章节的最后安排有实训内容。

2. 本书将每种常用塑料模具的成型工艺与模具设计融为一体,不仅向学生介绍了各种塑料成型的工艺特点,还使学生了解典型塑料模具的结构和设计方法。

3. 为了减少教材篇幅,本书将各种塑料模具加工和装配的共同部分组合在一起,向学生介绍了塑料模具典型零件的加工方法和塑料模具装配方法。

4. 本书在内容上降低了难度,突出了职业教育的实用性和针对性。同时在章节的编排上,既考虑到内容的完整性和系统性,又兼顾了职业学校学生学习和教师教学的便利。

本书由滁州职业技术学院张信群教授编写。作者总结了几年来从事模具专业教学和实践工作的经验,并结合职业学校的教学特点编写了本书。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请专家和广大读者批评指正。

编者

2010 年 12 月



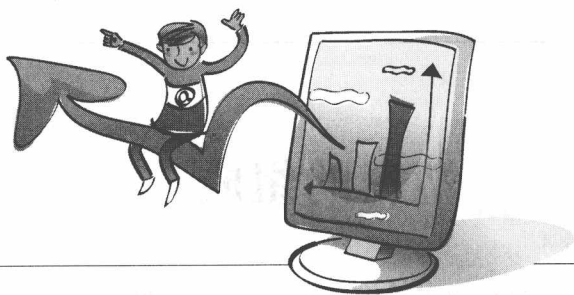
目录

CONTENTS

第 1 章 塑料成型基础 1	
1.1 塑料的组成..... 2	
1.1.1 树脂..... 2	
1.1.2 添加剂..... 2	
1.2 塑料的种类和性能..... 3	
1.2.1 塑料的种类..... 3	
1.2.2 塑料的性能..... 6	
1.2.3 塑料的成型工艺特点..... 7	
1.3 塑料模具的分类..... 8	
1.4 塑料模具技术发展趋势..... 8	
复习思考题..... 9	
第 2 章 塑料制件的工艺性设计 10	
2.1 塑料制件概述..... 11	
2.2 塑料制件的工艺性设计..... 11	
2.2.1 塑件的尺寸、精度和表面粗糙度..... 11	
2.2.2 塑件的结构工艺性..... 15	
2.3 塑料制件结构设计示例..... 23	
复习思考题..... 25	
第 3 章 注射成型工艺与注射模设计 26	
3.1 注射成型原理和工艺过程..... 27	
3.1.1 注射成型原理和特点..... 27	
3.1.2 注射成型工艺过程..... 28	
3.1.3 注射成型工艺条件..... 29	
3.2 注射模结构及分类..... 34	
3.2.1 注射模的结构组成..... 34	
3.2.2 注射模的分类..... 36	
3.3 注射成型设备..... 36	
3.3.1 注射机的分类..... 37	
3.3.2 常用注射机的主要技术参数..... 37	
3.3.3 注射模与注射机的关系..... 39	
3.4 分型面..... 42	
3.4.1 分型面的形状..... 43	
3.4.2 分型面的选择原则..... 43	
3.5 浇注系统..... 45	
3.5.1 浇注系统的组成及设计原则..... 46	
3.5.2 主流道的设计..... 46	
3.5.3 分流道的设计..... 47	
3.5.4 浇口的设计..... 49	
3.5.5 冷料穴设计..... 52	
3.6 成型零件..... 53	
3.6.1 成型零件的结构设计..... 53	
3.6.2 成型零件的工作尺寸计算..... 56	
3.6.3 型腔壁厚的计算..... 57	
3.7 合模导向机构..... 59	
3.7.1 导柱导向结构..... 60	
3.7.2 锥面定位机构..... 61	
3.8 推出机构..... 62	
3.8.1 推出机构的结构组成..... 62	
3.8.2 推出机构的设计原则..... 63	
3.8.3 典型推出机构..... 63	
3.9 抽芯机构..... 65	
3.9.1 侧向抽芯机构的分类..... 65	
3.9.2 斜导柱侧向抽芯机构..... 66	
3.10 温度控制系统..... 71	
3.10.1 模具的冷却装置..... 71	
3.10.2 模具冷却系统设计要点..... 74	
3.11 排气系统..... 75	
3.11.1 排气系统的作用和方式..... 76	
3.11.2 排气系统的设置..... 76	
3.12 注射模典型结构..... 77	

3.12.1	单分型面注射模	77
3.12.2	双分型面注射模	77
3.12.3	斜导柱侧向抽芯注射模	79
3.13	注射成型工艺与模具设计实训	80
3.13.1	塑件的工艺性分析	81
3.13.2	模具的基本结构及模架选择	81
3.13.3	模具结构尺寸的设计计算	84
3.13.4	模具加热和冷却系统设计	86
3.13.5	绘制模具总装图	87
	复习思考题	88
第 4 章	压缩成型工艺与压缩模设计	90
4.1	压缩成型原理和工艺过程	91
4.1.1	压缩成型原理和特点	91
4.1.2	压缩成型工艺过程	91
4.1.3	压缩成型工艺参数	92
4.2	压缩模结构及分类	94
4.2.1	压缩模的基本结构	94
4.2.2	压缩模的分类	96
4.3	压缩成型设备	98
4.3.1	液压机的种类和结构	98
4.3.2	压力机有关参数的校核	100
4.4	压缩模的设计	103
4.4.1	塑件在模具内加压方向的确定	103
4.4.2	凸模与凹模配合的结构形式	105
4.4.3	加料室尺寸的计算	108
4.4.4	导向机构的设计	110
4.4.5	脱模机构的设计	111
4.4.6	侧向分型抽芯机构的设计	119
4.5	压缩成型工艺与模具设计实训	121
4.5.1	塑件的工艺性分析	122
4.5.2	模具基本结构的选择	122
4.5.3	模具结构尺寸的设计计算	124
4.5.4	模具加热和冷却系统设计计算	126
4.5.5	绘制模具总装图	127
	复习思考题	128
第 5 章	压注成型工艺与压注模设计	129
5.1	压注成型原理和工艺过程	130
5.1.1	压注成型原理和特点	130
5.1.2	压注成型工艺过程	130
5.1.3	压注成型工艺参数	130
5.2	压注模结构及分类	132
5.2.1	压注模的基本结构	132
5.2.2	压注模的分类	133
5.2.3	压力机的选择	136
5.3	压注模的设计	137
5.3.1	加料室的结构设计	137
5.3.2	压柱的设计	139
5.3.3	加料室与压柱的配合	140
5.3.4	浇注系统设计	142
5.3.5	排气槽设计	144
	复习思考题	145
第 6 章	挤出成型工艺与模具设计	146
6.1	挤出成型原理和工艺过程	147
6.1.1	挤出成型原理和特点	147
6.1.2	挤出成型工艺过程	147
6.1.3	挤出成型工艺参数	148
6.2	挤出模结构及分类	149
6.2.1	挤出成型模具的结构组成	149
6.2.2	挤出模的分类	151
6.2.3	挤出成型设备	151
6.3	管材挤出成型模具	154
6.3.1	管材挤出机头的结构类型	154
6.3.2	管材挤出机头主要零件的设计	156
6.3.3	管材定径套的设计	158
6.4	棒材挤出成型机头	160
6.4.1	棒材挤出成型机头的典型结构	161
6.4.2	棒材挤出成型机头的结构类型	161
6.4.3	棒材定径套的设计	162
6.5	板材、片材挤出成型机头	162

6.5.1 鱼尾式机头·····	163	8.1.2 型腔的抛光·····	188
6.5.2 支管式机头·····	163	8.2 注射模模架的加工·····	189
6.5.3 螺杆式机头·····	165	8.2.1 模架的技术要求·····	189
6.6 吹塑薄膜挤出成型机头·····	165	8.2.2 模架零件的加工·····	190
6.6.1 芯棒式机头的结构·····	166	8.3 注射模其他结构零件的加工·····	191
6.6.2 芯棒式机头零件的设计·····	166	8.3.1 浇口套的加工·····	191
复习思考题·····	167	8.3.2 侧型芯滑块的加工·····	192
第7章 气动成型工艺与模具设计 ·····	168	8.4 塑料模典型零件加工实训·····	194
7.1 中空吹塑成型工艺与模具设计·····	169	8.4.1 确定注射模中部分零件的 加工路线·····	194
7.1.1 中空吹塑成型原理和分类·····	169	8.4.2 确定压缩模中型腔的 加工工艺路线·····	196
7.1.2 中空吹塑成型制件的 结构工艺性·····	171	复习思考题·····	197
7.1.3 中空吹塑成型模具的设计·····	173	第9章 塑料模具装配 ·····	198
7.1.4 中空吹塑成型模具的材料·····	176	9.1 塑料模具主要组件的装配·····	199
7.2 真空成型工艺与模具设计·····	176	9.1.1 型芯的装配·····	199
7.2.1 真空成型原理和分类·····	176	9.1.2 型腔的装配·····	201
7.2.2 真空成型制件的结构工艺性·····	179	9.2 塑料模具其他组件的装配·····	202
7.2.3 真空成型模具的设计要点·····	180	9.2.1 浇口套的装配·····	202
7.2.4 真空成型模具的材料·····	182	9.2.2 导柱和导套的装配·····	202
7.3 压缩空气成型工艺与模具设计·····	182	9.2.3 推出机构的装配·····	203
7.3.1 压缩空气成型原理和分类·····	182	9.2.4 抽芯机构的装配·····	204
7.3.2 压缩空气成型模具的结构·····	183	9.3 塑料模具总装配·····	205
7.3.3 压缩空气成型模具的 设计要点·····	184	9.3.1 塑料模的常规装配过程·····	205
复习思考题·····	184	9.3.2 塑料模的试模·····	205
第8章 塑料模具典型零件加工 ·····	185	9.4 塑料模具装配实训·····	207
8.1 塑料模型腔的加工·····	186	复习思考题·····	209
8.1.1 型腔的加工方法·····	186	参考文献 ·····	210



塑料成型基础

塑料是 20 世纪发展起来的新型材料，具有质量轻、强度高、耐腐蚀、绝缘性好、易着色、价格低廉等优点，应用日益广泛，与金属、木材和硅酸盐 3 种传统材料一起，成为现代工业生产中 4 种重要的原材料。随着塑料工业的发展，新型塑料的不断产生和对塑料制品需求的不断多样化，促进了塑料成型技术的不断发展与创新。将塑料原材料变成具有一定形状和尺寸精度的塑料制品的过程称为塑料成型，塑料成型所用的模具称为塑料模。



1.1

塑料的组成

塑料是以高分子合成树脂为基本原料，加入一定量的添加剂而组成，在一定的温度和压力下可塑制成具有一定结构形状，能在常温下保持其形状不变的材料。

塑料的成分比较复杂，几乎所有的塑料都是以各种树脂为基础，再加入改善其性能的各种各样的添加剂制成的。合成树脂决定了塑料的类型和基本性能，同时也不能忽视添加剂的作用。

1.1.1 树脂

树脂是塑料中最重要的成分，它决定了塑料的类型和基本性能（如热性能、物理性能、化学性能、力学性能等）。在塑料中，它联系或胶粘着其他成分，并使塑料具有可塑性和流动性，从而具有成型性能。

树脂包括天然树脂和合成树脂。天然树脂是由自然界中得到的，如松香、虫胶、沥青等。天然树脂产量有限，而且性能也较差，目前已不能满足工业生产的需要。合成树脂是用人工合成的方法制成的，如聚乙烯、聚氯乙烯、酚醛树脂等。合成树脂种类较多，性能广泛，所以在塑料生产中，一般都采用合成树脂。不论是天然树脂还是合成树脂，均属于高分子化合物。

1.1.2 添加剂

1. 填充剂

填充剂又称为填料，它在塑料中的作用有两方面，一是减少合成树脂用量，降低塑料成本；二是改善塑料的某些性能，扩大塑料的应用范围。例如，用玻璃纤维作为塑料的填充剂，可以大幅度地提高塑料的力学性能；用石棉作为塑料的填充剂，可以提高塑料的耐热性。

2. 增塑剂

有些合成树脂的可塑性很小，柔软性也很差，可以加入增塑剂，能够降低合成树脂的熔融黏度和熔融温度，改善塑料的成型加工性能，改进塑件的柔韧性、弹性以及其他各种必要的性能。

3. 着色剂

在塑料中加入着色剂可以使塑料获得各种所需要的色彩。对着色剂的要求是着色力强，与合成树脂有很好的相容性，不与塑料中的其他成分发生化学反应，在成型过程中不因温度、压力变化而分解变色，并在长期使用过程中保持稳定。

4. 稳定剂

在塑料中加入稳定剂，可以防止或抑制塑料在成型、储存和使用过程中，因受热、光、氧、射线等外界因素的作用所引起的变化，即所谓“老化”。

5. 固化剂

在成型热固性塑料时，线型高分子结构的合成树脂需发生交联反应转变为体型高分子结构。在塑料中加入固化剂的目的是促进交联反应，例如在环氧树脂中加入乙二胺、三乙醇胺等。

1.2

塑料的种类和性能

目前世界上生产的塑料,已有一万余种之多,其中常用的有百余种。某些塑料由于具有优异的性能,在庞大的塑料家族中,已成为工业产品造型设计应用最广泛的非金属材料。

1.2.1 塑料的种类

1. 按塑料的应用范围分类

按照塑料的应用范围可分为通用塑料、工程塑料和特种塑料。

(1) 通用塑料。通用塑料指产量大、用途广、价格低的一类塑料。主要包括聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料和氨基塑料 6 大品种,它们的总产量占塑料总产量的一半以上。

(2) 工程塑料。工程塑料在工程技术中常作为结构材料来使用,它们的力学性能、耐摩擦性、耐腐蚀性、尺寸稳定性等均较高,具有某些金属特性,因而现在越来越多地代替金属来制作某些机械零件。

目前用得较多的工程塑料有聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、ABS、聚砜、聚苯醚,氯化聚醚、聚四氟乙烯等。

(3) 特殊塑料。特殊塑料是一类具有某些特殊性能的塑料。如氟塑料、聚酰亚胺塑料、有机硅树脂、环氧树脂、导电塑料、导磁塑料、导热塑料以及为某些专门用途而改性得到的塑料。

2. 按塑料的成型特性分类

按照塑料的成型特性可分为热塑性塑料和热固性塑料。

(1) 热塑性塑料。在常温状态下,热塑性塑料是硬的固体,加热后会变软,成为可流动的稳定黏稠液体,在此状态下具有可塑性,可塑制成一定形状的塑料件,冷却后会变硬定型。热塑性塑料可以反复加工,废品可以回收再利用,所以得到广泛应用。在塑料的成型过程中只有物理变化,而无化学变化,其变化是可逆的。生产中常用的各种热塑性塑料见表 1.1。

表 1.1 常用的热塑性塑料

塑料名称	性能	用途
硬聚氯乙烯 (HPVC)	力学强度高,电气性能优良,耐酸碱力极强,化学稳定性好,但软化点低	适于制造棒、管、板、焊条、输油管及耐酸碱零件
软聚氯乙烯 (SPVC)	伸长率大,力学强度、耐腐蚀性、电绝缘性均低于硬聚氯乙烯,且易老化	适于制作薄板、薄膜、电线电缆绝缘层、密封件等
聚乙烯 (PE)	耐腐蚀性、电绝缘性(尤其高频绝缘性)优良,可以氯化、辐射改性,可用玻璃纤维增强; 高密度聚乙烯(HDPE)熔点、刚性、硬度和强度较高,吸水性小,有突出的电气性能和良好的耐辐射性; 低密度聚乙烯(LDPE)柔软性、伸长率、冲击韧度和透明性较好; 超高分子量聚乙烯冲击韧度高,耐疲劳,耐磨,用冷压烧结成型	HDPE 适于制作耐腐蚀零件和绝缘零件; LDPE 适于制作薄膜等; 超高分子量聚乙烯适于制作减摩、耐磨及传动零件
聚丙烯 (PP)	密度小,强度、刚性、硬度、耐热性均优于 HDPE,可在 100℃ 左右使用。具有优良的耐腐蚀性,良好的高频绝缘性,不受湿度影响,但低温变脆,不耐磨,易老化	适于制作一般机械零件、耐腐蚀零件和绝缘零件

续表

塑料名称	性能	用途
聚苯乙烯 (PS)	电绝缘性 (尤其高频绝缘性) 优良, 无色透明, 透光率仅次于有机玻璃, 着色性、耐水性、化学稳定性良好, 机械强度一般, 但性脆, 易产生应力碎裂, 不耐苯、汽油等有机溶剂	适于制作绝缘透明件、装饰件及化学仪器、光学仪器等零件
丁苯橡胶改性聚苯乙烯 (203A)	与聚苯乙烯相比, 有较高的冲击韧度, 其余性能相似	适于制作各种仪表和无线电结构零件
聚苯乙烯改性有机玻璃 (372)	透明性极好, 力学强度较高, 有一定的耐热、耐寒和耐候性, 耐腐蚀。绝缘性良好, 综合性能超过聚苯乙烯, 但质脆, 易溶于有机溶剂, 如用做透光材料, 其表面硬度较低, 容易擦毛	适于制作绝缘零件及透明和强度一般的零件
苯乙烯-丙烯腈共聚物 (AS)	冲击强度比聚乙烯高, 耐热、耐油、耐腐蚀好, 弹性模量为现有热塑性塑料中较高的一种, 并能很好地用做耐某些使聚苯乙烯应力开裂的烃类	广泛用来制作耐油、耐热、耐化学腐蚀的零件及电信仪表的结构零件
苯乙烯-丁二烯-丙烯酸腈共聚物 (ABS)	综合性能较好, 冲击韧度、力学强度较高, 尺寸稳定, 耐化学性、电气性能良好; 易于成型和机械加工, 与 372 有机玻璃的熔接性良好, 可用做双色成型塑料, 且表面可镀铬	适于制作一般机械零件、减摩耐磨零件、传动零件和电信结构零件
聚酰胺 (PA)	坚韧、耐磨、耐疲劳、耐油、耐水、抗霉菌, 但吸水性大; PA6 弹性好, 冲击强度高, 吸水性较大; PA66 强度高, 耐磨性好; PA610 与 PA66 相似, 但吸水性和刚性都较小; PA1010 半透明, 吸水性较小, 耐寒性较好	适于制作一般机械零件, 减摩耐磨零件, 传动零件, 以及化工、电器、仪表等零件
聚甲醛 (POM)	综合性能良好, 强度、刚度高、抗冲击、疲劳、蠕变性能较好, 减摩耐磨性好, 吸水性小, 尺寸稳定性好, 但热稳定性差, 易燃烧, 长期在大气中暴晒会老化	适于制作减摩零件、传动零件、化工容器及仪器仪表外壳
聚碳酸酯 (PC)	冲击韧度高, 并具有较高的弹性模量和尺寸稳定性。无色透明, 着色性好, 耐热性比尼龙、聚甲醛高, 抗蠕变和电绝缘性较好, 耐蚀性、耐磨性良好, 但自润性差, 不耐碱、酮、芳香烃, 有应力开裂倾向, 高温易水解, 与其他树脂相容性差	适于制作仪表小零件、绝缘透明件和耐冲击零件
氯化聚醚	突出的耐腐蚀性能 (略次于氟塑料), 摩擦因数低, 吸水性很小, 尺寸稳定性高, 耐热性比硬氯乙烯好, 抗氧化性比尼龙好, 可焊接、喷涂, 但低温性能差	适于制作腐蚀介质中的减摩耐磨零件、传动零件, 以及一般机械及精密机械零件
聚砜 (PSF)	耐热耐寒性、抗蠕变及尺寸稳定性优良, 耐酸, 耐碱, 耐高温蒸汽。聚砜硬度和冲击韧度高, 可在 $-65^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 下长期使用, 在水、湿空气或高温下仍保持良好的绝缘性, 但不耐芳香烃和卤化烃; 聚芳砜耐热和耐寒性好, 可在 $-240^{\circ}\text{C} \sim -260^{\circ}\text{C}$ 下使用, 硬度高, 耐辐射	适于制作耐热件, 绝缘件, 减摩耐磨零件, 传动零件, 仪器仪表零件, 计算机零件及抗蠕变结构零件。聚芳砜还可用于低温下工作的零件
聚苯醚 (PPO)	综合性能良好, 抗拉、刚性、强度冲击、抗蠕变及耐热性较高, 可在 120°C 蒸汽中使用。电绝缘性优越, 受温度及频率变化的影响很小, 吸水性小, 但有应力开裂倾向。改性聚苯醚可消除应力开裂, 成型加工性好, 但耐热性略差	适于制作耐热件、绝缘件、减摩耐磨零件、传动零件、医疗器械零件和电子设备零件
氟塑料	耐腐蚀性、耐老化及电绝缘性优越, 吸水性很小。 聚四氟乙烯对所有化学药品都能耐蚀, 摩擦因数在塑料中最低, 不粘, 不吸水, 可在 $-195^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 下长期使用, 但冷流性大, 不能注射成型。 聚三氟氯乙烯耐蚀、耐热和电绝缘性略次于聚四氟乙烯, 可在 $-180^{\circ}\text{C} \sim 190^{\circ}\text{C}$ 下长期使用, 可注塑成型, 在芳香烃和卤化烃中稍微溶胀。 聚全氟乙丙烯除使用温度外, 几乎保留聚四氟乙烯所有的优点, 且可挤塑、压塑及注塑成型, 自粘性好, 可热焊	适于制作耐腐蚀件、减摩耐磨零件、密封件、绝缘件和医疗器械零件

续表

塑料名称	性能	用途
醋酸纤维素 (EC)	强韧性好, 耐油、耐稀酸, 透明有光泽、尺寸稳定性好, 易涂饰、染色、粘合、切削, 在低温下冲击韧度和抗拉强度下降	适于制作汽车、飞机、建筑用品, 机械、工具用品, 化妆品器具, 照相、电影胶卷
聚酰亚胺	综合性能优良, 强度高, 抗蠕变、耐热性好, 可在 $-200^{\circ}\text{C}\sim 260^{\circ}\text{C}$ 下长期使用, 减摩耐磨、电绝缘性优良, 耐辐射, 耐电晕, 耐稀酸, 但不耐碱、强氧化剂和高压蒸汽。 均苯型聚酰亚胺成型困难。 醚酰型聚酰亚胺可挤塑、压塑、注塑成型	适于制作减摩耐磨零件、传动零件、绝缘零件、耐热零件, 用做防辐射材料、涂料和绝缘薄膜

(2) 热固性塑料。在常温状态下, 热固性塑料也是固体, 加热之初, 它的化学结构产生了变化, 具有可塑性, 可塑制成一定形状的塑件, 当加热达到一定程度后, 使形状固定下来, 不再变化。若继续加热也不会变软, 不再具有可塑性, 所以只能一次成型, 废品不能回收利用。在这一变化过程中, 既有物理变化, 又有化学变化, 变化过程是不可逆的。生产中常用的各种热固性塑料见表 1.2。

表 1.2 常用的热固性塑料

塑料名称	性能	用途
酚醛树脂 (PF)	可塑性和成型工艺良好; 冲击韧度、耐油、耐磨性、耐水、耐酸性、介电性、机械强度良好、电绝缘性能优良, 适宜于压缩成型。也可压注成型	主要用来制造日用电器的绝缘结构件和文教用品; 制造耐磨、受热较高的电气绝缘件和电热仪器零件。适宜在湿热带使用
氨基树脂	耐弧性和电绝缘性良好, 耐水、耐热性较高。适宜于压塑成型, 塑 33-5 还适宜于压注成型	主要用来制造要求耐电弧的电工零件以及绝缘、防爆等矿用电器零件
	着色性好, 色泽鲜艳, 外观光亮, 无特殊气味, 不怕电火花, 有灭弧能力, 防霉性良好, 耐热、耐水性比酚醛塑料弱	用来制造日用品、航空和汽车的装饰件、电器开关、灭弧器材及矿用电器等
有机硅树脂 (SI)	耐高温和低温、耐潮、憎水性好, 电阻高、高频绝缘性好, 耐辐射、耐臭氧	主要用于电工、电子元件及线圈的灌封与固定。 用来制造耐高温、耐电弧和高频绝缘件
硅铜树脂	电绝缘性能良好, 可在很宽的频率和温度范围内保持良好性能, 耐热性好, 可在 $-90^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 下长期使用, 耐辐射、防水、化学稳定性好, 抗裂性良好。可低压成型	主要用于低压压注封装整流器、半导体管及固体电路等
环氧树脂 (EP)	强度高、电绝缘性优良、化学稳定性和耐有机溶剂性好, 对许多材料的粘结力强, 但性能受填料品种和用量的影响。脂环族环氧塑料的耐热性较高。适用于浇注成型和低压压注成型	主要用于电工、电子元件及线圈的灌封与固定, 还可用来修复零件
脲醛树脂 (UF)	硬度、机械强度优良, 有发脆、具有吸水性、尺寸稳定性不良的缺点, 甚至静置也往往产生裂纹	脲醛树脂是可用做模压料、粘接剂等无色塑料; 可制造餐具、瓶盖等日用品和机械零部件, 还可做粘接剂
三聚氰胺-甲醛树脂 (MF)	无色透明, 成型色彩鲜艳, 耐热性、表面硬度大, 机械特性、电学性能良好, 耐水性、耐溶剂性和耐化学药剂性优越	可用于餐具、各种日用品 (包括家具)、工业用品
聚氨酯 (PU)	聚氨酯弹性体是一种合成橡胶, 具有优异的性能	主要用途是在温度低, 要求绝缘性能好, 如低温运输车辆做保温层, 还可用于建材, 家具等
氟树脂	具有优异的耐热性 (260°C)、耐冷性 (-260°C)、摩擦因数低、自润滑性很好, 且具有极好的耐化学药品性, 能在“王水” (硝酸与盐酸混合物) 中煮沸, 有“塑料王”之美称。但不能用通常的加工方法加工, 价格高	氟塑料主要用做防腐、耐热、绝缘、耐磨、自润滑材料, 还可用做医用材料

综上所述,塑料的品种很多,部分塑料的性能也很相似,选择恰当的原材料是一个关键环节。目前塑料成型加工企业都会对不同的产品系列推荐相应材料种类,见表 1.3。

表 1.3 不同塑料零件的推荐材料

序号	零件分类	推荐材料	注意事项
1	家电外壳	ABS	结构复杂
2	扳手类	阻燃级 ABS	真空镀,电镀性能不好
3	小面板类	阻燃级 ABS	真空镀,电镀性能不好
4	灯罩 导光柱类	PC PMMA	透明 PC 韧性好,不易脆裂,价格高,透光性差些。PMMA 易脆,透光性较好,价格低些。PC 和 PMMA 的流动性不好,设计要充分考虑
5	镜片 透明窗	透明 PC	
6	防尘网	阻燃级 ABS	如果使用环境温度太高,要考虑改换材料
7	双色注塑 标牌	PC	双色注塑工艺较复杂

1.2.2 塑料的性能

1. 密度小,质量轻

塑料的密度为 $0.9\sim 2.3\text{g/cm}^3$,是铝材的一半左右,密度小意味着质量轻,在实际生产中,适合于制造轻的日用品和家用电器,如笔记本电脑和手机的外壳。

2. 绝缘性能好

塑料是现代电器行业不可缺少的原材料,许多电器用的插头、插座、开关、手柄等,都是塑料制成的。

3. 耐腐蚀性能好

和金属材料相比,多数塑料对酸、碱和许多化学药品都具有良好的耐腐蚀能力。俗称“塑料王”的聚四氟乙烯耐腐蚀性能最好,可耐“王水”等极强腐蚀性电解质的侵蚀。所以在化学工业中,塑料用来制成各种管道、密封件和换热器等。

4. 吸振性能好

塑料具有良好的吸振、消音性能,常用来制造高速运转的机械零件和汽车的保险杠及内装饰板等结构零件。

5. 耐磨性能好

多数塑料都耐磨损,而一般金属零件无法与其相比,在现代工业中,齿轮、轴承、密封圈等机械零件的原材料已采用塑料,渐渐取代了金属材料。

此外,塑料还具有很好的绝热性、可电镀性、可焊接性、易着色性、防水性、防潮性、防辐射性、透光性等。

虽然塑料有一系列的优点,但也有不足之处,例如与金属相比,其强度不高,耐热性及散热性差,制品的尺寸稳定性差,易老化,不容易自行降解等。但是随着科学技术的不断发展,这些不足之处正得以逐步克服。

1.2.3 塑料的成型工艺特点

塑料的成型工艺特点包括收缩性、结晶性、流动性、吸湿性、热敏性、水敏感性等。

1. 收缩性

塑料制件从模具中取出冷却到室温后,发生尺寸收缩的特性称为收缩性。用收缩率来表示,即模具设计时常温下模具尺寸与制件尺寸之差与制件尺寸的比值。其表示式为

$$k = \frac{L_m - L_1}{L_1} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中, k ——塑料收缩率;

L_m ——模具在室温时的尺寸 (mm);

L_1 ——塑件在室温时的尺寸 (mm)。

设计模具前一定要查清原材料的收缩率,便于以后的设计计算。

2. 结晶性

一般热塑性塑料的结构分为结晶形和非结晶形两种。结晶形塑料在成型时需要的热量比非结晶形塑料多,并且结晶形塑料需要冷却的时间也比非结晶形塑料长。

结晶形塑料有聚乙烯、聚丙烯、尼龙等,非结晶形塑料有聚苯乙烯、聚氯乙烯、ABS等。

3. 流动性

塑料在一定的温度与压力下填充模具型腔的能力称为塑料的流动性。

流动性是塑料成型中一个很重要的因素,流动性的好坏,直接影响塑料制件结构设计、成型工艺及模具的设计。流动性过高,容易导致溢料、填充不实、制件组织疏松、易粘模等不良现象;流动性过低,容易产生填充不足、缺料、不易成型等缺陷。

提高流动性的方法是增加增塑剂或润滑剂;降低流动性的方法是增加填充剂。

4. 吸湿性

塑料中因为含有各种添加剂,对水分有不同的亲疏程度,所以塑料可分为吸湿、粘附水分和不吸湿、不粘附水分两种。

塑料的吸湿性对其成型很不利。凡是具有吸湿或粘附水分的塑料,当水分含量超过一定限度时,成型后制品将出现气泡、银丝或斑纹等缺陷,这是由于成型过程中,水分变成气体促使塑料高温水解,因此,塑料在加工成型前,一般要经过干燥处理,使水分含量控制在0.2%以下。

5. 热敏性

热敏性是指塑料对热降解的敏感性。有些塑料对温度比较敏感,如果成型时温度过高,容易变色、降解,如聚氯乙烯、聚甲醛等。为了改善热敏性塑料的成型特性,可在塑料中加入热稳定剂(如碱式铅盐类等),合理地选择设备,严格控制成型工艺温度和周期,在模具型腔表面镀铬等。

6. 水敏感性

有的塑料即使含有少量水分,在高温、高压下也会发生分解,称为水敏感性。例如聚碳酸酯就是水敏感性塑料,必须预先加热干燥。

1.3

塑料模具的分类

塑料模具是成型塑料制件的工艺装备。塑料模具的分类方法很多,根据塑料制件的成型工艺方法不同,通常将塑料模具分为以下几类。

1. 注射模具

注射模具又称为注塑模具。注射模具的成型工艺特点是将粒状或粉状的塑料原料加入注塑机的料筒中,加热使其成为熔融状态,再以一定的流速通过料筒前端的喷嘴射入闭合的模具型腔中,经过一定的保压,塑料在模内冷却、硬化定型为塑件。注射模具主要用于热塑性塑料制品的成型。近年来,热固性塑料的注射成型也在逐渐增加。由于注射模具能成型形状复杂的制件并且生产效率较高,所以在塑料制件的生产中占有很大比重。据统计,世界上注射模具的产量占塑料成型模具产量的一半以上。

2. 压缩模具

压缩模具又称为压塑模具。压缩模具的成型工艺特点是将预热过的塑料直接加在经过加热的模具型腔(加料室)内,然后合模,塑料在热和压力作用下呈熔融状态后,以一定压力充满型腔,然后再固化成型。压缩模具多用于热固性塑料,以这种方法成型的塑件大多用做机械零部件、电器绝缘件和日常生活用品。

3. 压注模具

压注模具的加料室和型腔是通过浇注系统连接起来的,在一定压力作用下,将加料室内受热呈熔融状态的热固性塑料经浇注系统压入被加热的闭合型腔,最后固化成型。压注模具主要用于热固性塑料制件的成型。

4. 挤出模具

挤出模具的成型工艺特点是利用挤出机料筒内的螺杆旋转加压的方法,将塑化好的呈熔融状态的塑料从料筒中挤出,通过特定截面形状的机头口模而获得连续的型材。它广泛用于热塑性塑料的管材、棒材、板材、薄膜、线材及其他异型材的成型。

除了以上几种常用的塑料成型模具以外,还有吹塑模具、真空成型模具、压缩空气成型模具、泡沫塑料成型模具等。

1.4

塑料模具技术发展趋势

塑料模具的结构、性能、质量均影响着塑料制件的质量和成本。例如,一副优良的注射模可以成型上百万次,一副好的压缩模能成型 25 万次以上。从塑料模具的设计、制造及材料选择等方面考虑,塑料模具技术的发展趋势可归纳为以下几方面。

1. 塑料模具标准化

塑料模具标准化程度对于缩短模具制造周期、节省材料消耗、降低成本、适应大规模批量化