



模具设计与制造专业职业教育规划教材

塑料成型工艺 与模具设计

◎ 主编 张光荣 ◎ 主审 莫 虎

本书配有电子教学参考资料包



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

模具设计与制造专业职业教育规划教材

塑料成型工艺与 模具设计

主编 张光荣

主审 莫 虎

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书为模具设计与制造专业职业教育规划教材之一,是针对模具设计与制造专业人才培养而编写的。

本书打破知识体系的完整性,由浅入深,主要介绍塑料、塑料的成型工艺、塑料注射模设计、注射模的设计步骤及实例、注射模成型零部件设计、侧向分型与抽芯机构、压缩模设计、启动成型模具的设计、塑料模具用钢、模具试模、验收与维护、塑料模计算机应用技术。

本书可作为职业院校模具制造技术、模具设计与制造等专业的教学和培训用书,也可作为工程技术人员的自学参考书。

本书还配有电子教学参考资料包,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型工艺与模具设计/张光荣主编. —北京:电子工业出版社,2009.8

(模具设计与制造专业职业教育规划教材)

ISBN 978-7-121-09422-4

I. 塑… II. 张… III. ①塑料成型-工艺-专业学校-教材②塑料模具-设计-专业学校-教材
IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 147033 号

策划编辑:白楠

责任编辑:李影 白楠 特约编辑:王纲

印刷:北京京师印务有限公司

装订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:403.2 千字

印次:2009 年 8 月第 1 次印刷

印数:4 000 册 定价:25.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888

前 言

进入 21 世纪,塑料工业开始高速发展。塑料在各个领域、各个行业乃至国民经济中占据着举足轻重、不可替代的地位。许多塑料制成的家用电器、生活用品进入了千家万户。许多新产品的开发和生产,在很大程度上都依赖于模具设计,其中手机、汽车、轻工、电子、航空等行业尤为突出。继美国、日本之后,我国已成为第三大模具生产国。在日本,模具工业有“工业之母”之称,是其国民经济的基础工业。而塑料模具又在整个模具工业中一支独秀,发展极为迅速。很多发达国家如美国、日本,以及一些发展中国家如我国,目前都在朝以塑代钢、以塑代木的方向发展。

为了适应社会发展,满足企业对人才的需求,近年来,我国各级院校(包括技工类学校)纷纷开设了“模具设计与制造”专业,并将“塑料成型工艺及模具设计”定为主干课程之一。现在想学习这个专业的人相当多,而学生的文化水平又参差不齐,为了满足这类应用型人才的实际需求,本书在编写过程中,在理论上遵循以“够用”为度和以“应用”为目的的原则,根据中专技校课程与时俱进的特点,以注射模设计为主体,将塑料工艺、模具设计和成型设备等相关内容有机地融入其中,使各部分内容相互渗透、交叉,突出对学生综合素质的培养,以体现应用性、实用性、综合性和先进性。

本书在塑料模具的结构及设计方法方面以通俗的语言结合大量的图例进行介绍,在教材的编写上讲求设计性、实用性,注重让读者去了解、掌握、运用知识,同时自己去摸索,进行创造性的仿照设计,从而增强读者对模具设计的趣味感知和积极性。

本书共有 10 章。由于注射模具设计是全书的重点和难点,本书特别将注射模具设计单独编排为一章,此外重点将注射模具的分类及结构组成安排为一章,将注射模具的设计步骤、实例及典型结构设计实例安排为一章。

本书由张光荣担任主编,其中第八章、第九章由王文玲编写,第十章由宋联友编写。同时,在本书的编写过程中,莫虎给予了大量的建设性意见,并在百忙之中抽出时间审核。在此对给予本书出版帮助的人,一并表示感谢。

由于编者水平有限,时间紧迫,错误和欠妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

为了方便教师教学,本书还配有典型模具图册、常用设计数据、设计原则及标准汇编,请有此需要的教师登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后再进行下载,遇到问题时请在网站留言或与电子工业出版社联系(E-mail: hxedu@phei.com.cn)

编 者

2009 年 5 月

目 录

第一章 塑料	1
第一节 塑料的组成及其特性	1
一、塑料的组成	1
二、塑料的特性	1
三、塑料的分类	2
第二节 热固性塑料	2
一、工艺特性	3
二、成型特性	4
第三节 热塑性塑料	5
一、工艺特性	5
二、成型特性	8
第二章 塑料的成型工艺	10
第一节 塑料成型原理	10
一、注射成型	10
二、压缩成型	10
三、传递成型	11
第二节 注射成型工艺	11
一、注射成型工艺过程	11
二、注射成型工艺参数的选择	14
第三节 塑料制品的设计	20
一、塑料制品的几何形状	20
二、制品的尺寸精度	30
三、塑料制品的表面质量	32
第三章 塑料注射模具概述	34
第一节 塑料模具分类	34
一、塑料模具分类方法	34
二、热固性塑料模具	34
三、热塑性塑料模具	35
第二节 注射模具分类	35
一、单分型面注射模具	36
二、双分型面注射模具	37
三、活动镶块式注射模具	38
第三节 注射模与注射机的关系	40

一、注射机的基本组成	40
二、注射机的分类	41
三、注射机的规格及主要技术参数	42
第四章 热塑性塑料注射模具设计	44
第一节 成型零部件设计	44
一、型腔的总体布置和分型面选择	44
二、成型零部件结构设计	49
三、排气结构设计	60
第二节 浇注系统设计	62
一、浇注系统设计的基本要点	62
二、主流道设计	63
三、分流道设计	64
四、浇口设计	68
五、冷料穴	75
六、排气槽	75
七、热流道	77
第三节 导向机构设计	77
一、导柱导向机构	77
二、锥面和合模销定位机构	82
第四节 推出机构设计	83
一、推杆结构设计	83
二、反推杆结构设计	84
三、推板结构设计	84
四、推管结构设计	85
五、推出机构设计实例	85
六、其他推出机构设计	88
第五节 侧向分型与抽芯机构设计	98
一、侧向分型与抽芯机构分类	98
二、斜销侧向分型与抽芯机构设计	100
三、斜滑块抽芯机构设计	114
四、弯销抽芯机构设计	120
第六节 温度调节系统设计	121
一、温度调节的重要性	121
二、模具的冷却	123
三、模具的加热	132
第七节 注射机的选用	136
一、注射量的校核	136
二、锁模力的校核	136

三、最大注射压力的校核	137
四、安装部分的尺寸校核	137
五、开模行程的校核	138
六、顶出装置校核	141
第五章 热固性塑料注射模具设计	142
第一节 概述	142
第二节 热固性塑料注射模具设计要点	143
一、浇注系统	143
二、模具加热	144
三、对分型面的要求	144
四、对滑动零件的要求	144
第六章 注射模具的设计步骤及实例	145
第一节 注射模设计程序	145
一、接受设计任务书	145
二、分析制品及材料工艺性	145
三、初步确定注射机	145
四、确定模具结构	145
五、进行模具设计计算	147
六、绘制模具的装配图	147
七、绘制模具零件图	148
八、复核设计图样	148
第二节 注射模设计实例	148
一、实例一	148
二、实例二	154
第三节 典型塑料模具设计实例	161
一、淘米筐塑料注射模具	162
二、汽车座垫塑料注射模具	163
三、水桶塑料注射模具	165
四、水桶盖塑料注射模具	167
五、水瓢塑料注射模具	168
六、蜡烛台座塑料注射模具	169
七、线轮塑料注射模具	170
八、瓶盖塑料注射模具	171
九、洗衣机搅水轮塑料注射模具	172
十、盒全自动塑料注射模具	174
十一、收音机外壳塑料注射模具	175
十二、仪表壳塑料注射模具	177
十三、除臭器外壳铰链式塑料注射模具	179

十四、矩形盒塑料注射模具	183
十五、外壳挂把塑料注射模具	186
十六、电话机外壳塑料注射模具	188
十七、钢球周转箱塑料注射模具	189
十八、电视机外壳后盖塑料注射模具	191
第七章 压缩模设计	193
第一节 压缩模结构及分类	193
一、压缩模的结构组成	193
二、压缩模的分类	194
第二节 压缩模结构设计要点	197
一、制品在模具内加压方向的选择	198
二、型芯与加料腔的配合形式	200
三、加料腔尺寸计算	201
四、压缩模的脱模机构	203
第八章 气动成型模具的设计	207
第一节 中空吹塑模具设计	207
一、中空吹塑模具的分类及成型工艺	207
二、中空吹塑模具的基本结构和设计要点	210
第二节 真空成型模具设计	213
一、真空成型的方法	213
二、模具设计	215
第三节 压缩空气成型模具设计	217
一、压缩空气成型的特点	217
二、压缩空气成型模具	218
第九章 塑料模具用钢	220
第一节 塑料模具用钢的必要条件	220
第二节 选择钢材的条件	221
第三节 适用于塑料模具的钢材	222
一、结构零件用钢	222
二、模具钢	223
第四节 合理地选用钢材	225
第十章 模具试模、验收与维护	226
第一节 注射机的选用	226
第二节 模具安装与调整	226
一、试模前的准备	226
二、模具安装与固定方法	227
三、模具与注射机的调整	227
第三节 试模	228

一、注射工艺参数选择	229
二、试模方法	230
三、CAE 技术与试模	231
第四节 试模缺陷、原因与对策	232
第五节 模具验收	233
一、验收过程与验收质量控制	233
二、模具出厂验收内容	234
第六节 模具保养与保管	235
一、模具保养	235
二、模具保管	236
第七节 模具维修	236
一、模具修复手段	237
二、模具修复方法	239



第一章 塑料

第一节 塑料的组成及其特性

一、塑料的组成

塑料是以相对分子质量高的合成树脂为主要成分,并加入其他添加剂,可在一定温度和压力下塑化成型的高分子合成材料。

塑料均以合成树脂为基本原料,并视需要加入适当的添加剂。其组成成分如下。

1. 树脂

树脂是受热时软化,在外来作用下有流动倾向的聚合物。它是塑料中起黏结作用的成分,也叫黏料。树脂主要决定塑料的类型(热塑性或热固性),基本决定塑料的主要性能(物理性能、化学性能、力学性能及电性能等)。

2. 添加剂

为了改变塑料的性能而加入的添加剂有以下几种。

(1) 填料

填料在塑料中主要起增强作用,有时还可使塑料具有树脂所没有的新性能。正确使用填料,可以改善塑料的性能,扩大其使用范围,也可以减少树脂含量。

对填料的一般要求是:易被树脂浸润,与树脂有很好的黏附性,本身性质稳定,价格便宜,来源丰富。

(2) 增塑剂

增塑剂是为了改善塑料的性能和提高柔软性而加入塑料中的一种低挥发性物质。

对增塑剂的基本要求是:能与树脂很好地混溶而不起化学变化;不易从制作中析出及挥发;不降低制件的主要性能;无毒、无害,成本低。

(3) 稳定剂

稳定剂是指能阻缓材料变质的物质。常用的稳定剂有二盐基性亚磷酸铅、三盐基性硫酸铅、硬酯酸钙、硬酯酸钡等。

二、塑料的特性

塑料品种繁多,性能也各不相同。归纳起来,塑料的主要特性如下。



1. 质量轻

塑料的密度一般在 $(0.9 \sim 2.3) \text{ g/cm}^3$ 范围内,约为铝的 $1/2$,铜的 $1/6$ 。

2. 比强度和比刚度高

塑料的强度和刚度虽然不如金属好,但塑料的密度小,所以其比强度 (δ/ρ) 和比刚度 (E/ρ) 相当高。例如,玻璃前卫增强塑料和碳前卫增强塑料的比强度和比刚性都比钢材好,该类塑料常用于制造人造卫星、火箭、导弹上的零件。

3. 化学稳定性好

塑料对酸、碱等化学物质具有良好的抗腐蚀的能力,在化工设备及日用工业品中得到广泛应用。常用的耐腐蚀塑料是硬质聚氯乙烯,它可以加工成管道、容器和化工设备中的零部件。

4. 电绝缘性能好

塑料具有优越的电绝缘性能和耐电弧特性,被广泛应用于电机、电器和电子工业中,用做结构零件和绝缘材料。

5. 耐磨和减摩擦性能好

塑料的摩擦系数小,耐磨性强,可以作为减摩材料,如用来制造轴承和齿轮等零件。

6. 消声和吸震性能好

塑料制成的传动摩擦零件,噪声小,吸震性好。

三、塑料的分类

塑料的品种繁多,按其受热后所表现的不同性能可分为热固性塑料和热塑性塑料两大类。

1. 热固性塑料

热固性塑料是指在初受热时变软,可以塑制成一定形状,但加热到一定时间或加入固化剂后,就硬化定型,再加热则不熔融也不溶解,形成体型(网状)结构物质的塑料,如酚醛塑料、环氧塑料、氨基塑料等。

2. 热塑性塑料

热塑性塑料是指在特定温度范围内能反复加热和冷却硬化的塑料,如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等。

第二节 热固性塑料

常用的热固性塑料有酚醛、氨基聚酯、聚邻苯二甲酸二丙烯酯塑料等。它们主要用于压



缩、传递和注射成型。此外,如硅酮、环氧树脂等热固性塑料,主要用做低压传递封装电子元件及浇注成型。

一、工艺特性

1. 收缩性

塑料制品从模具中取出,冷却到室温后,发生尺寸收缩,这种性能称为收缩性。由于树脂本身不仅产生热胀冷缩,而且收缩后还与各种成型因素有关,所以成型后塑料制品的收缩,称为成型收缩。

(1) 成型收缩的形式及特点

① 塑料制品的先尺寸收缩

热胀冷缩及塑料制品脱模时的弹性恢复、塑性变形等因素,会导致塑料制品脱模冷却到室温后尺寸缩小。因此,在设计模具型腔、型芯时应予以补偿。

② 收缩方向性

成型时塑料分子按方向排列,使塑料制品呈现各向异性,沿料流方向则收缩大、强度高,与料流垂直方向则收缩小、强度低。另外,成型时因塑料各部位密度及填料分布不匀,故收缩也不匀,产生收缩差,使塑料制品发生翘曲、变形、裂纹,尤其在传递和注射成型时其方向性更为明显。因此,在设计模具时应考虑收缩方向性,按塑料制品形状、料流方向来选取收缩率。

③ 后收缩

塑料制品成型时,由于各种成型因素的影响,塑料制品内存在残余应力,塑料制品脱模后残余应力发生变化,使塑料制品发生再收缩。一般塑料制品在脱模后 10 小时内变化最大,24 小时后基本定型,但其最后稳定要经 30 ~ 60 天。

④ 后处理收缩

有时塑料制品按其性能及工艺要求,在成型后需进行热处理,热处理后也会导致塑料制品尺寸发生变化,这称为后处理收缩。在模具设计时,对高精度的塑料制品则应考虑后收缩及后处理收缩的误差,并予以补偿。

(2) 影响收缩性的因素

① 塑料品种

每种塑料的收缩性各不相同,同类塑料由于填料、相对分子质量及配比等的不同,则其收缩情况及方向性也各不相同。

② 塑料制品特性

塑料制品的形状、尺寸、壁厚、有无嵌件,对收缩性也有很大影响。

③ 模具结构

模具分型面及加压方向、浇注系统的形状及尺寸,对塑料制品的收缩及方向性影响也较大。

④ 成型工艺

传递和注射成型工艺一般收缩较大,方向性明显。同时,预热情况、成型温度、成型压



力、保压时间及填装料形式等对收缩及方向性均有影响。

2. 流动性

塑料在一定温度与压力下填充型腔的能力称为流动性。这是模具设计时必须考虑的一个重要工艺参数。流动性好的塑料,在成型时易形成溢料过多,填充型腔不密实,塑料制品组织疏松,树脂、填料分头聚集,易黏膜,硬化过早等缺陷;流动性差的塑料则会填充不足,不易成型。由此可见,选用塑料的流动性必须与塑料制品的要求、成型工艺及成型条件相适应。对面积大、嵌件多、型芯及嵌件细弱、有狭窄深槽及薄壁的复杂形状塑料制品,应选用流动性好的塑料。在模具设计时,应根据塑料流动性来设计浇注系统、分型面及进料方向等。

3. 硬化特性

热固性塑料在成型过程中,在加热受压的条件下软化转变成可塑性黏流状态,随之流动性增大,可迅速填充型腔,在此同时发生缩合反应,密度不断增加,流动性迅速下降,熔料逐渐固化。在模具设计时,对硬化速度快、保持流动状态时间短的塑料则应注意要便于装料,便于装卸嵌件,并且选择合理的成型条件,以免过早硬化或硬化不足,导致塑料制品成型不良。

硬化速度应适合成型工艺要求,例如注射、传递成型时应要求在塑化、填充时化学反应慢,硬化慢,应保持较长时间的流动状态,当充满型腔后在高温、高压下应快速硬化。

二、成型特性

热固性塑料的成型特性与塑料的品种有关,也与所含填料品种和粒度及颗粒均匀度有关。例如细料流动性好,但预热不易均匀,充入空气多且不易排出,传热不良,成型时间长。粗料则易使塑料制品不光泽,表面不均匀。塑料过粗或过细均直接影响比容、压缩率和模具加料室容积。

常见热固性塑料的成型特性见表 1.2.1。

表 1.2.1 常见热固性塑料的成型特性

塑 料 名 称	成 型 特 性
酚醛塑料	① 成型性较好,适用于收缩成型,部分适用于传递成型,个别适用于注射成型 ② 含水分、挥发物,应预热、排气 ③ 模温对流动性影响较大,一般超过 160℃ 时流动性迅速下降 ④ 收缩及方向性较大 ⑤ 硬化速度慢,硬化时放出的热量大,厚壁大型塑料制品内部温度易过高,故易发生硬化不匀及过热
氨基塑料	① 常用于压缩和传递成型 ② 含水分及挥发物多,易吸潮而结块,使用时要预热干燥,要注意排气 ③ 成型温度对塑料制品质量影响较大。温度过高易发生分解、变色、气泡、开裂、变形、色泽不匀;温度过低则流动性差、欠压、不光泽,故应严格控制温度 ④ 流动性好,硬化速度快,因此装料、合模和加压速度要快 ⑤ 性脆,嵌件周围易应力集中,尺寸稳定性差

续表

塑料名称	成型特性
有机硅塑料	① 流动性好,硬化速度慢,适用于压缩成型 ② 压制温度较高 ③ 压缩成型后塑料制品要经高温固化处理
硅酮塑料	① 主要用于低压传递成型,封装电子元件等 ② 流动性好,易溢料,收缩小 ③ 硬化速度慢,成型后需高温固化,会发生后收缩 ④ 一般成型温度为 $160 \sim 180^{\circ}\text{C}$,成型压力为 $4 \sim 10\text{MPa}$
环氧树脂	① 常用于浇注成型,低压传递成型,封装电子元件等 ② 流动性好,收缩小 ③ 硬化速度快,装料后应立即加压,硬化时一般不需排气 ④ 一般预热温度为 $140 \sim 170^{\circ}\text{C}$,成型压力为 $10 \sim 20\text{MPa}$,保压时间为 $36\text{s}/\text{mm}$

第三节 热塑性塑料

常用的热塑性塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、苯乙烯-丙烯腈 (ABS 塑料)、改性聚甲基丙烯酸甲酯 (有机玻璃)、聚酰胺 (尼龙)、聚甲醛、聚砒、聚苯醚、聚四氟乙烯等。

一、工艺特性

1. 收缩性

热塑性塑料成型收缩的形式与热固性塑料类似。影响热塑性塑料成型收缩的主要因素有以下几个方面。

(1) 塑料品种

热塑性塑料在成型过程中由于存在结晶化引起的体积变化、内应力强、塑料制品内的残余应力大、分子取向性强等因素,因此与热固性塑料相比收缩率较大,方向性明显。另外,热塑性塑料脱模后收缩和后处理收缩也比热固性塑料大。

(2) 塑料制品特性

塑料制品成型时,熔料与型腔表面接触外层立即冷却,形成低密度的固态外壳。由于塑料导热性差,使塑料制品内层缓慢冷却而形成收缩大的高密度固态层。因此塑料制品壁越厚则收缩越大。

(3) 浇口形式和尺寸

这些因素直接影响料流方向、密度方向、保压补缩作用及成型时间。采用直接浇口,浇口截面大时则收缩小,但方向性明显。

(4) 成型条件

模具温度、注射压力、保压时间等成型条件对塑料制品收缩均有直接影响。模具温度高,熔料冷却慢,密度高,收缩大,尤其是结晶料,因其体积变化大,故收缩更大。模温分布是



否均匀也直接影响塑料制品各部分收缩量的大小及方向性。注射压力高,熔料黏度差小,层间剪切应力小,脱模后弹性回跳大,收缩减小。保压时间对收缩也有影响,保压时间长则收缩小,但方向性明显。

在模具设计时,应根据各种塑料的收缩范围、塑料制品壁厚、形状、进料口形式尺寸,按经验确定塑料制品各部位的收缩率,再计算模具型腔尺寸。对高精度塑料制品,在模具设计时应留有修模余地,通过试模后逐步修正模具,以达到塑料制品尺寸、精度要求,以及改善成型条件。

2. 流动性

(1) 流动性

塑料流动性的大小,可从塑料的相对分子质量、熔融指数、阿基米德螺旋线长度、表观黏度及流动比(流程长度/塑料制品壁厚)等方面进行分析。塑料相对分子质量小,熔融指数高,螺旋线长度长,表观黏度小,流动比大,则流动性好。按模具设计要求,可将常用塑料的流动性分为三类。

① 流动性好

此类塑料常见的有尼龙、聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、醋酸纤维素、聚4-甲基戊烯等。

② 流动性中等

此类塑料常见的有改性聚苯乙烯(如ABS、AS)、有机玻璃、聚甲醛、氯化聚醚等。

③ 流动性差

此类塑料常见的有聚碳酸酯、聚硬氯乙烯、聚苯醚、聚砒、氟塑料等。

(2) 影响流动性的主要因素

① 温度

料温高则塑料流动性增大,料温对流动性的影响视不同塑料而异,有的影响大,有的影响小。所以在成型时可通过调节温度来控制流动性。

② 压力

注射压力增大则熔融塑料受剪切作用大,其流动性也随之增大。特别是聚乙烯、聚甲醛对压力的反应十分敏感。所以成型时可以通过调节注射压力控制流动性。

③ 模具结构

模具浇注系统的形状、尺寸和布置,冷却系统设计的合理性,熔料流动阻力(如型腔面粗糙度、流道截面厚度、型腔形状和排气系统设计)等因素都直接影响熔料在型腔内的设计流动性。凡促使熔料降低温度和增加流动阻力的因素,都会使流动性降低。在模具设计时应根据所用塑料的流动性,选用合理的模具结构。

3. 结晶性

热塑性塑料按其冷凝时有无出现结晶现象可划分为结晶性塑料和非结晶形(又称无定形)塑料两大类。

塑料的结晶现象是指塑料由熔融状态到冷凝的过程中,分子由无次序的自由运动状态而逐渐排列成为正规模型的倾向的一种现象。



一般来说,结晶性塑料是不透明和半透明的,非结晶性塑料是透明的。但也有例外,如聚4-甲基戊烯为结晶性塑料,却有高透明性,ABS为非结晶性塑料,却是不透明。

对结晶性塑料在模具设计及选择注射机时应注意以下几点:

- ① 料温上升到成型温度所需的热量多,要选用塑化能力大的设备;
- ② 冷凝时放出热量大,模具要充分冷却;
- ③ 塑料制品成型后收缩大,易产生缩孔、气孔;
- ④ 塑料制品壁厚,则冷却快,结晶度低,收缩小;塑料制品壁厚,则冷却慢,结晶度高,收缩大,物理性能好;因此,对结晶性塑料应按塑料要求控制模温;
- ⑤ 塑料各向异性明显,内应力大,脱模后塑料制品易发生变形、翘曲;
- ⑥ 塑料结晶熔点范围窄,易发生未熔粉末注入模具或堵塞进料口。

4. 热敏性和水敏性

热敏性是指某些塑料对热较为敏感,在料温高和受热时间长的情况下就会产生变色、降解、分解。具有这种特性的塑料称为热敏性塑料,如聚氯乙烯、聚甲醛、聚三氟氯乙烯等。为防止热敏性塑料在成型过程中出现变色、分解现象,一方面可在塑料中加入热稳定剂,另一方面应选用螺杆式注射机,正确控制成型温度和成型周期,同时应及时清除分解产物,对模具和设备采取防腐措施。

水敏性是指某些塑料即使只含有少量水分,但在高温、高压下也会发生分解,如聚碳酸酯等。这类塑料必须进行预先加热干燥。

5. 应力开裂和熔融破裂

有些塑料对应力敏感,成型时易产生内应力且质脆易裂,塑料制品在外力作用下或在溶剂作用下会发生开裂现象。为此,除在原料内加入附加剂提高抗裂性外,对原料应注意干燥,同时选用合理的成型条件,使塑料制品形状结构尽量合理。在模具设计时应增大脱模斜度,选用合理的进料口和顶出机构。在成型时应适当调节料温、模温、注射压力及冷却时间,尽量避免塑料制品在冷脆的情况下脱模。在塑料制品成型后要进行处理以提高抗裂性,消除内应力。

当一定熔融指数的聚合物熔体,在恒温下通过喷嘴孔时,其流速超过一定值后,挤出的熔体表面发生明显的横向裂纹称为熔融破裂。发生熔融破裂会影响塑料制品的外观和性能,故若选择熔融指数高的聚合物,在模具设计时应增大喷嘴、流道和浇口截面,减小注射速度和提高料温。

6. 热性能和冷却速度

各种热塑性塑料有不同的比热容、热导率、热变形温度等热性能。比热容高的塑料在塑化时需要热量大,应选用塑化能力较强的注射机。热变形温度高的塑料的冷却时间短,脱模早,但脱模后要防止冷却变形。热导率低的塑料冷却速度慢,必须充分冷却,要加强模具冷却效果。

各种热塑性塑料根据其品种特性及塑料制品形状,要求保持适当的冷却速度。因此模



具设计时必须按成型要求设置加热和冷却系统,以控制模具温度。

二、成型特性

常用热塑性塑料的成型特性见表 1.3.1。

表 1.3.1 常见热塑性塑料的成型特性

塑料名称	成型特性
聚氯乙烯 (硬质)	① 非结晶性塑料,吸湿性小,极易发生分解 ② 流动性差 ③ 成型温度范围小,应严格控制料温 ④ 模具浇注系统应短而粗,浇口截面要大,不要有死角
聚乙烯 (低压)	① 结晶性塑料,吸湿性小 ② 流动性极好,溢边值为 0.02mm 左右,流动性对压力变化敏感 ③ 加热时间长则易发生分解 ④ 冷却速度快,必须充分冷却,设计模具时要设冷料穴和冷却系统 ⑤ 收缩率大,方向性明显,易变形、翘曲,结晶度及模具冷却条件对收缩率影响大,应控制模温 ⑥ 宜用高压注射,料温要均匀,填充速度应快,保压要充分 ⑦ 不宜采用直接浇口注射,否则会增加内应力,使收缩不均匀和方向性明显,应注意选择浇口位置
聚丙烯	① 结晶性塑料,吸湿性小,易发生分解 ② 流动性极好,溢边值为 0.03mm 左右 ③ 冷却速度快,浇注系统及冷却系统应缓慢散热 ④ 收缩率大,易发生缩孔、变形,方向性明显 ⑤ 应注意控制成型温度,料温低则方向性明显,模温低于 50℃,注出的塑件不光泽,易产生熔结不良,有流痕,模温高于 90℃,易产生翘曲和变形 ⑥ 塑件壁厚要均匀,避免缺口、尖角
聚苯乙烯	① 非结晶性塑料,吸湿性小,不极易分解,性脆易裂,热膨胀系数大,易产生内应力 ② 流动性极好,溢边值为 0.03mm 左右 ③ 宜用高料温,高模温,低注射压力,延长注射时间有利于降低内应力,防止缩孔和变形 ④ 可采用各种形状的浇口,浇口与塑件连接处应圆滑过渡,脱模斜度 2° 以上,顶出要均匀 ⑤ 塑件壁厚应均匀,不宜有嵌件、缺口、尖角,各面应圆滑连接
改性聚甲基 丙烯酸甲酯 (有机玻璃)	① 非结晶性塑料,吸湿性大,不易分解,质脆,表面硬度低 ② 流动性中等,溢边值约为 0.03mm 左右 ③ 宜用高压注射,并采用高料温和高模温,可增加流动性,降低内应力,减少方向性,改善透明性和强度 ④ 模具浇注系统对料流阻力要小,脱模斜度应大些
聚酰胺 (尼龙)	① 结晶性塑料,吸湿性较大,极易发生分解 ② 流动性极好,溢边值约为 0.02mm ③ 收缩率大,方向性明显,易发生缩孔和变形 ④ 应注意控制模温,否则对结晶度和塑件性能有影响 ⑤ 可采用各种形式浇口,浇口与塑件连接处应圆滑过渡,流道和浇口截面尺寸大些为好,以利于成型 ⑥ 塑件壁不宜太厚,并且应均匀