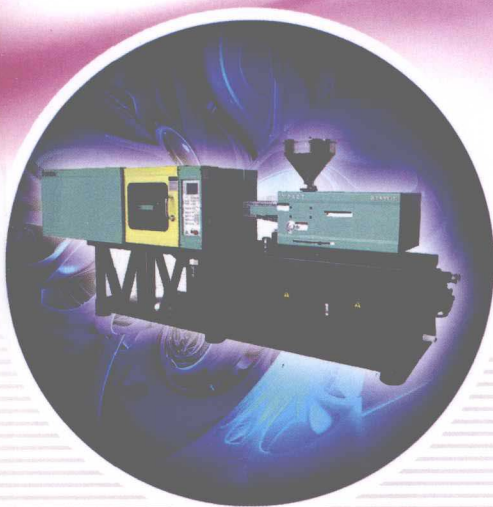




面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

塑料成型工艺 与模具设计

◆ 主 编 蒋昌华
◆ 副主编 郑 铮 宋 浩



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十二五”高等教育课程改期项目研究成果

塑料成型工艺与模具设计

主 编 蒋昌华

副主编 郑 铮 宋 浩



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内容简介

本书以几套典型注射模具为载体,按照模具设计的整个工作流程来培养学生确定塑料成型工艺与模具结构的设计能力和综合知识应用的能力。

全书共分 12 个项目。项目一至项目三是通过选择与分析塑料原料、分析塑料结构工艺性、确定塑料成型方式及其工艺过程来训练与培养学生分析塑料性能和确定塑料成型工艺性、塑件结构工艺性的能力;项目四至项目九通过确定模具结构及注射机,分型面及浇注系统、成型零件、推出机构、侧向分型抽芯机构、调温系统设计及模架选用来训练学生对注射模具各个部分的认识与设计;项目十通过 3 个实例来培养学生对注射模具的设计工作过程的认识,并进行完整训练,项目十一和项目十二对压缩、压注成型工艺的确定及模具结构设计进行了介绍,同时也介绍了塑料的其他成型方法。

本书可作为高等院校模具及相关专业的教学用书,也可作为从事模具设计与制造的工程技术人员参考书及培训用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型工艺与模具设计/蒋昌华主编. —北京:北京理工大学出版社,2010.7
ISBN 978-7-5640-3725-3

I. ①塑… II. ①蒋… III. ①塑料成型-工艺-高等学校-教材②塑料模具-设计-高等学校-教材 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 165398 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010)68914755(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市文通印刷包装有限公司

开 本/710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张/21.25

字 数/397 千字

版 次/2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数/1~1500 册

定 价/45.00 元

责任编辑/胡 静

王玲玲

责任校对/陈玉梅

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果
模具系列编委会

主任委员：蒋洪平 赵太平

副主任委员：孙亚玲 关 蕙 王昌福 朱芬芳

委 员：马佐贤 汤家荣 郑 铮 王宏霞

傅宝根 吴燕华 蒋昌华 叶莉莉

陈 婷 杨 峰

前 言

本书结合企业的模具设计流程,通过典型实例,系统地介绍了塑件的原料选择、结构设计,及成型工艺的确定,重点讲解了注射模具的设计;通过众多实例,充分体现知识的应用技巧;培养学生提出问题、分析问题、解决问题的能力;同时还介绍了压缩模、压注模的设计及塑料的其他成型工艺。

本书有以下特点:

◆以模具设计的工作过程为导向,以典型实例为载体,通过项目引入、知识准备、项目实施来完成个项目训练,最后以单元测试卷的形式来检验、加强巩固所学知识,用工作项目统领整个教学内容。

◆教材内容注重学生应用知识能力的培养,训练学生识读模具装配图并分析其动作过程的能力,为学生进入企业打下良好的基础。

◆书中给出了典型结构塑件完整的注射模具的设计实例,实例中塑件的设计、模具结构的确定、工艺计算、模架及标准件的选择等内容都非常详细。书中有大量的二维图、三维图,使学习内容更直观、更容易,对于初学者具有很强的指导意义和参考价值。

本教材由蒋昌华担任主编,郑铮和宋浩担任副主编,项目一到项目三由宋浩编写,项目四到项目十由蒋昌华编写,项目十一由姚伟编写,项目十二由郑铮编写。特别感谢蒋洪平副教授在项目化教学方面给予的指导意见,并感谢陈婷老师给予的宝贵意见。

由于时间仓促,编者水平和经验有限,书中难免有欠妥和错误之处,敬请读者不惜赐教,以便加以修改和完善。

编者

目 录

项目一 选择及分析塑料	(1)
1.1 塑料的组成	(2)
1.2 塑料的分类	(4)
1.3 塑料受热时的物理状态	(6)
1.4 塑料的性能	(8)
1.5 常用塑料	(16)
项目二 分析塑件结构工艺	(29)
2.1 塑件的尺寸、精度和表面粗糙度	(30)
2.2 塑件的几何形状	(35)
2.3 塑件的其他结构	(47)
项目三 确定塑料成型方式及工艺过程	(57)
3.1 注射成型工艺	(57)
3.2 压缩成型工艺	(66)
3.3 压注成型工艺	(72)
3.4 挤出成型工艺	(74)
3.5 中空吹塑成型	(78)
项目四 确定注射模结构及注射机	(84)
4.1 注射模具的分类与组成	(84)
4.2 典型的注射模结构	(86)
4.3 注射机的选用和注射模的关系	(91)
项目五 分型面的确定与浇注系统的设计	(104)
5.1 型腔总体布置	(104)
5.2 分型面的设计	(107)
5.3 浇注系统	(112)
5.4 排气系统设计	(130)
项目六 注射模成型零件的设计	(138)
6.1 成型零部件的结构设计	(138)
6.2 成型零部件的工作尺寸计算	(141)
6.3 成型型腔壁厚的计算	(149)
项目七 注射模推出机构的设计	(162)
7.1 推出机构的组成分类及设计原则	(162)

7.2 脱模力的计算及推出零件尺寸确定	(163)
7.3 一次推出脱模机构	(165)
7.4 二次推出脱模机构	(171)
7.5 浇注系统凝料的脱出和自动脱落机构	(175)
7.6 塑件螺纹的脱模机构	(176)
项目八 注射模侧向分型抽芯机构的设计	(185)
8.1 侧向分型与抽芯机构	(186)
8.2 弯销侧向分型与抽芯机构	(198)
8.3 斜滑块侧向分型与抽芯机构	(200)
8.4 齿轮齿条侧向分型与抽芯机构	(204)
项目九 调温系统设计及模架选用	(208)
9.1 注射模模温控制系统设计	(208)
9.2 标准模架的选用	(216)
9.3 模架结构零部件的设计	(221)
项目十 注射模设计程序	(230)
10.1 注射模设计程序	(230)
10.2 塑料模设计实例	(233)
10.3 塑料模实例(电池后盖)	(247)
项目十一 压缩模具和压注模具的设计	(253)
11.1 压缩模具	(253)
11.2 压注模具	(272)
项目十二 其他塑料成型技术	(282)
12.1 无流道凝料注射	(282)
12.2 热固性塑料注射成型	(292)
12.3 挤出成型塑料注射模	(298)
12.4 中空吹塑成型	(307)
12.5 真空成型方法与模具	(311)
12.6 气体辅助注射成型	(316)
12.7 发泡成型	(320)
12.8 精密注射成型与模具	(324)
12.9 快速成型	(329)
参考文献	(331)

项目一 选择及分析塑料

知识目标

- (1) 了解塑料的组成及作用。
- (2) 掌握塑料的概念、分类及应用。
- (3) 掌握热塑性塑料和热固性塑料的区别。
- (4) 熟悉常用塑料代号、性能及用途。

技能目标

- (1) 根据塑件使用要求能够选择塑料的种类。
- (2) 给定塑料品种能够分析其使用和工艺性能。

项目引入

如图 1-1 所示,塑料制品(简称塑件)为电器盖,要求外表无痕、美观,有一定的强度、韧性及耐磨性。为小批量生产,请选择塑料原料并对其使用性能和工艺性能进行分析。

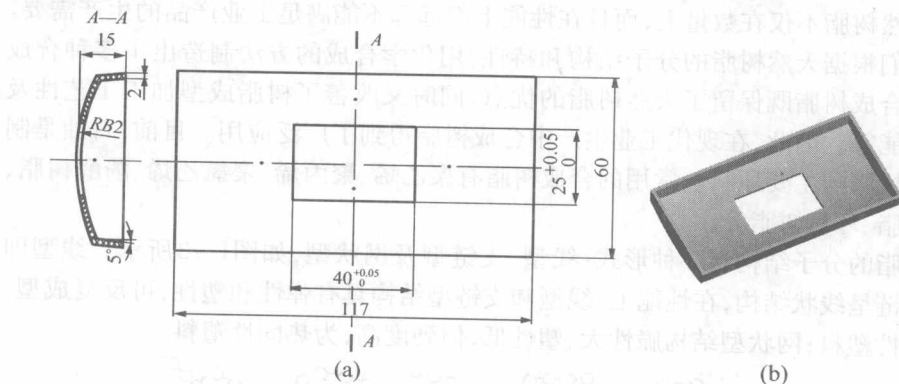


图 1-1 电器盖产品图纸

塑料的品种很多,不同的塑料原料,其使用性能、成型工艺特性及应用范围不同。选择塑料的品种首先要了解塑件的用途、使用环境,如使用温度高低、是否需要导电;塑料的成型工艺性能,如收缩性和流动性等。在满足塑件的使用要求后,还要考虑材料的成本及成型的难易程度等。

知识准备

1.1 塑料的组成

塑料是指以树脂为主要成分,加入适量添加剂制成的混合物。塑料在一定温度和压力下具有可塑性和流动性,可以用模具成型出具有一定形状和尺寸的塑件,并且当外力解除后,在常温下仍能保持加工时的形状和尺寸。塑料原料形状主要呈粉状、粒状或纤维状,如图1-2所示。

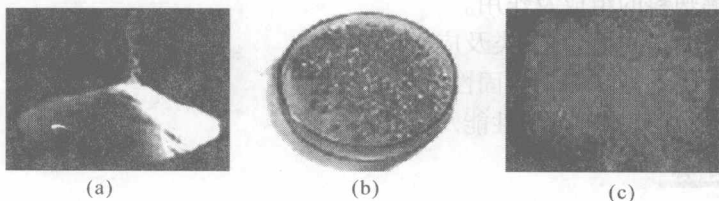


图1-2 塑料原料

塑料主要由合成树脂和添加剂组成。

1. 树脂

树脂是一种高分子有机化合物,其特点是无明显的熔点,受热后逐渐软化,可溶解于有机溶剂,但不溶解于水。树脂分天然树脂和合成树脂两种。从松树分泌出的松香,从热带昆虫分泌物中提取的虫胶,从石棉中提炼的沥青等都属于天然树脂。天然树脂不仅在数量上,而且在性能上都远远不能满足工业产品的生产需要。于是人们根据天然树脂的分子结构和特性,用化学合成的方法制造出了多种合成树脂。合成树脂既保留了天然树脂的优点,同时又改善了树脂成型加工工艺性及使用性能等。因此,在现代工业生产中合成树脂得到了广泛应用。目前,石油是制取合成树脂的主要原料。常用的合成树脂有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、酚醛树脂、氨基树脂、环氧树脂等。

树脂的分子结构有3种形式:线型、支链型及网状型,如图1-3所示。线型即大分子链呈线状结构,在性能上,线型和支链型结构具有弹性和塑性,可反复成型,为热塑性塑料;网状型结构脆性大、塑性低,但硬度高,为热固性塑料。

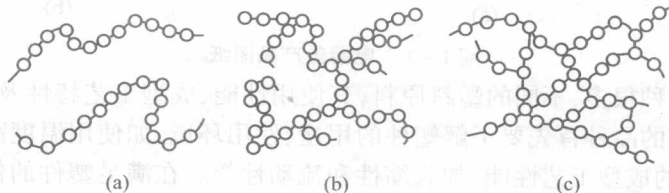


图1-3 树脂的分子结构示意图

(a)线型;(b)支链型;(c)网状型

合成树脂是塑料的主要成分,占40%~100%,决定了塑料的性质和种类。

2. 添加剂

在合成树脂中加入某些添加剂,则可以得到各种性能的塑料品种,一般添加剂在塑料中所占比例较小。

(1) 填充剂

填充剂又称填料,其主要作用两分为以下两个方面:一个是增量,增加了塑料质量的和体积,同时减少了树脂的用量,降低了成本;另一个是改性,树脂中加入填充剂后,改变了树脂分子间的结构,增加了原来不具有的性能。如在酚醛树脂中加入木粉后,既克服了它的脆性,又降低了成本;在聚乙烯、聚氯乙烯等树脂中加入钙质填充剂后,就可成为刚性强、耐热性好、价格低廉的钙塑料;尼龙、聚甲等树脂中加入二硫化钼、石墨、聚四氟乙烯后,其耐磨性、抗水性、耐热性、硬度及机械强度等均会得到改善。用玻璃纤维作为塑料填充剂,能使塑料的机械强度大幅度地提高。

对填充剂的一般要求为: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。填充剂按其形态分为粉状、纤维状和片状3种。常用的粉状填充剂有木料、大理石粉、滑石粉、石墨粉、金属粉等;纤维状填充剂有石棉纤维、玻璃纤维、碳纤维、金属须等;片状填充剂有纸张、麻布、石棉布、玻璃布等。

(2) 增塑剂

增塑剂是指能改善树脂成型时的流动性和提高塑件柔顺性的添加剂,其作用是降低聚合物分子之间的作用力。如普通聚氯乙烯只能制成硬聚氯乙烯塑件,加入适量增塑剂后,可以制成软聚氯乙烯薄膜或人造革。

对增塑剂的要求为:与树脂有较好的相溶性,性能稳定,挥发性小;不降低塑件的主要性能,无毒、无害、成本低。常用的增塑剂有酸酯类、磷酸酯类和氯化石蜡等。

增塑剂的使用应适量,过多会降低塑件的力学性能和耐热性能。

(3) 稳定剂

稳定剂是指能阻缓塑料变质的物质。其目的是阻止或抑制树脂受热、光、氧和霉菌等外界因素作用而发生质量变异和性能下降。对稳定剂的要求为:能耐水、耐油、耐化学药品,并能与树脂相溶;在成型过程中不分解、挥发小、无色。常用的稳定剂有硬脂酸盐、铅的化合物及环氧化合物等。

(4) 固化剂

固化剂主要用于热固性塑料。固化剂的作用为:在热固性塑料成型时,使其原来的线性分子结构变为网状型分子结构,加速硬化过程,故又称为硬化剂。如在酚醛树脂中加入六亚甲基四胺,在环氧树脂中加入乙二胺、顺丁烯二酸酐等固化剂,均可使塑料成型为坚硬的塑件。

(5) 着色剂

在塑料中加入着色剂主要是起美观和装饰作用。对着色剂的要求为:性能稳定,不易变色,不与其他成分(增塑剂、稳定剂等)起化学反应,着色力强;与树脂有

很好的相溶性。日常生活用塑件应注意选用无毒、无臭、防迁移的着色剂。

有些着色剂兼有其他作用,如本色聚甲醛塑料用炭黑着色后可防止光老化;聚氯乙烯用二盐基性亚磷酸铅等颜料着色后,可避免紫外线的射入,对树脂起着屏蔽作用,因此,它们可提高塑料的稳定性。在塑料中加入金属絮片、珠光色料、磷光色料或荧光色料时,可使塑件获得特殊的光学性能。

6) 润滑剂

润滑剂是一种能防止塑料在成型过程中黏模,减少塑料对模具的摩擦,改善塑料的流动性,提高塑件表面的光泽度而加入的添加剂。润滑剂的用量通常小于1%,常用的润滑剂有硬脂酸、石蜡、金属皂类等。

塑料添加剂除上述几种外,还有发泡剂、阻燃剂、防静电剂、导电剂和导磁剂等,可根据塑件的需要选择适当的添加剂。

1.2 塑料的分类

塑料的种类很多,大约有300种,常用的塑料也有几十种,而且每一种塑料又有多种牌号,为了便于识别和使用,需要用不同方法对其进行分类。

1. 按成型结构和性能分类

按塑料中合成树脂的分子结构及热性能的不同,可分为热固性塑料和热塑性塑料两大类。表1-1列出常用的热固性塑料和热塑性塑料汉语名称和英文代号。

表1-1 常用塑料名称和英文代号

类别	汉语名称	英文代号
热塑性塑料	聚乙烯	PE
	聚丙烯	PP
	聚苯乙烯	PS
	聚氯乙烯	PVC
	聚甲基丙烯酸甲酯	PMMA
	丙烯腈 丁二烯 苯乙烯共聚物	ABS
	丙烯腈 苯乙烯共聚物	AS
	聚对苯二甲酸乙二酯	PET
	聚对苯二甲酸丁二酯	PBT
	聚酰胺(尼龙)	PA
	聚甲醛	POM
	聚碳酸酯	PC
	聚苯醚	PPO
热固性塑料	聚砒	PSF
	酚醛树脂	PF
	脲 甲醛	UF
	三聚氰胺 甲醛	MF
	环氧树脂	EP

(1) 热塑性塑料

这类塑料的合成树脂都是线型或带有支链型结构的聚合物。在一定的温度下受热就会变软,成为可流动的熔体,在此状态下具有可塑性。可塑制成型制品,冷却后保持既得的形状;如再加热,又可变软塑制成另一形状,可以如此反复进行。塑件是冷却固化后的成型制品。热塑性塑料在成型加工过程中,一般只有物理变化,因而其变化过程是可逆的,在塑料加工中产生的边角料及废品可以回收再利用。

热塑性塑料按固化时分子链排列的几何特征不同,又可分为结晶型塑料和非结晶型塑料两种。结晶型塑料分子链排列整齐、稳定、紧密,具有较高的强度、硬度、刚度,耐热、耐化学腐蚀,不透明,但与链运动有关的弹性、伸长率和冲击强度不是很高;而非结晶型塑料分子链排列则杂乱无章,相关性能与结晶型塑料正好相反。常见的结晶型塑料有聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚甲醛(POM)、聚酰胺(PA6、PA66)、PET、PBT等。

(2) 热固性塑料

这类塑料的合成树脂是带有线型网状结构的聚合物。在加热之初,因分子呈线型结构,具有可熔性和可塑性,可塑制成一定形状的制品。但当加热温度达到一定程度后,分子呈现网状结构,树脂变成了不熔的线型结构,此时即使再加热到接近分解的温度,也不再软化。塑件是加热固化,在加热过程中,既有物理变化也有化学变化,因而其变化过程是不可逆的,废料不可回收利用。

2. 按塑料的应用范围分类

(1) 通用塑料

通用塑料指产量大、成型性好、价格低、用途广,常作为非结构材料使用的塑料。聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、酚醛塑料和氨基塑料合称6大通用塑料。它们构成了塑料工业的主体,占塑料总生产量的75%以上。

(2) 工程塑料

工程塑料指具有优良的力学性能和较宽温度范围内的尺寸稳定性,同时还具有耐磨、耐腐蚀、自润滑等综合性能,能在一定程度上代替金属作为工程结构材料使用的塑料。

常用的工程塑料包括聚酰胺(PA)、聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)、聚苯醚(PPO)、聚砜(PSF)、ABS塑料、聚四氟乙烯(PTFE)等。

(3) 特殊塑料

特种塑料是指具有某种特殊性能、适用于某些特殊用途的塑料,如氟塑料、聚酰亚胺塑料、有机硅树脂、环氧树脂等,它们常用于导电、导磁、感光、防辐射等场合,有的具有耐摩擦、耐磨损的特殊性能。这类塑料产量小、价格高,但性能优异。

1.3 塑料受热时的物理状态

塑料在受热时的物理状态对塑料的成型加工有着非常重要的意义,不同类型的塑料在受热时会表现出不同的物理状态。

1. 热塑性塑料受热时的物理状态

热塑性塑料在恒定的压力下,随着温度变化,塑料会表现出 3 个物理状态体和 2 个转变。图 1-4 所示为线型无定型聚合物和完全线型结晶型聚合物受恒定压力时变形程度与温度关系的曲线,也称热力学曲线。

在图 1-4 中, T_b 为聚合物的脆化温度,是聚合物保持高分子力学特性的最低温度; T_g 为玻璃化温度,是聚合物从玻璃态转变为高弹态(或相反)的临界温度; T_f 为黏流温度,是无定型聚合物从高弹态转变为黏流态(或相反)的临界温度; T_m 为熔点,是结晶型聚合物由晶体态转变为熔融态(或相反)的临界温度; T_d 为热分解温度,是聚合物在加热到一定温度时高分子主链发生断裂并开始分解的临界温度。

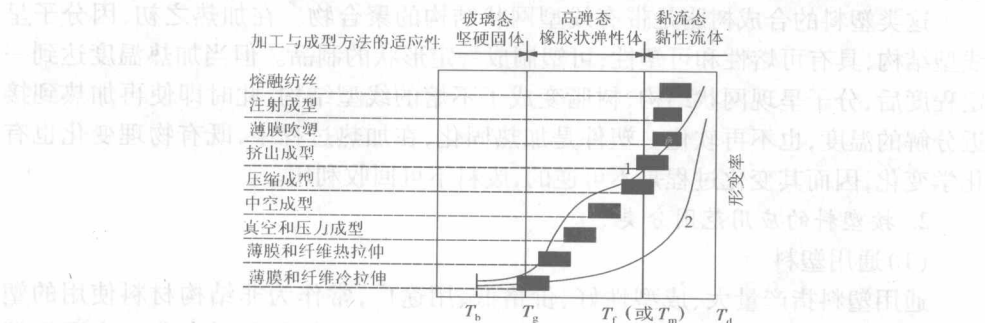


图 1-4 聚合物的物理状态与温度及加工的关系
1—线型无定型聚合物;2—完全线型结晶型聚合物

(1) 玻璃态

聚合物处于温度 T_g 以下的状态,曲线基本是水平的,变形程度小,并且是可逆的,弹性模量较高,聚合物呈现刚性固体状,聚合物受力变形符合胡克定律,应力和应变成正比。处于玻璃态的聚合物可作为结构材料,能进行车、铣、锯、削、刨等机械加工。多数聚合物的温度都高于室温,只有极少数聚合物温度低于室温,如高密度聚乙烯玻璃化温度为 -80°C ,玻璃态是大多数聚合物的使用状态。 T_g 是大多数聚合物使用温度的上限,而 T_b 是使用温度的下限。当温度低于 T_b 时,聚合物在很小的外力作用下就会发生断裂,无使用价值。从聚合物的使用角度来看, T_b 和 T_g 之间的范围显然越宽越好。

常温下,玻璃态的典型材料是有机玻璃。

(2) 高弹态

当聚合物受热温度超过 T_g 时 ($T_g \sim T_f$), 曲线开始急剧变化, 聚合物进入柔软而富有弹性的高弹态。变形能力显著增大, 弹性模量显著降低, 但变形仍然具有可逆性。

在高弹态状态下, 可进行弯曲、吹塑、真空成型拉伸、冲压等成型加工, 成型后会产生较大的内应力。进行上述成型加工时, 应考虑到高弹态具有的可逆性, 由于高弹态形变比普通形变大1万倍左右, 且属于与时间有依赖性的可逆形变。因此, 必须将成型后的塑件迅速冷却到 T_g 以下, 以保证得到符合产品质量要求的塑件。

常温下, 高弹态的典型材料是橡胶。

(3) 黏流态

当聚合物受热温度超过 T_f 时, 分子热运动能量进一步增大, 直至能解开分子链间的缠结而发生整体大分子的滑移, 变形迅速扩展, 聚合物开始有明显的流动, 聚合物开始进入黏流态变成液体, 具有了流动性, 通常称为熔体。在这种状态下聚合物的变形不具有可逆性, 一经成型和冷却后, 其形状就能永久保持下来。

T_f 是塑料成型加工的最低温度, 在这种黏流状态下, 聚合物熔体形变在不太大的外力作用下就能引起宏观流动, 可进行注射、挤出、压注、纺丝等成型加工, 成型后内应力较小。

增高温度将使塑料的黏度大大降低, 流动性增大, 有利于塑料熔体充型, 但不适当的增大流动容易导致如注射成型过程中的溢料、挤出成型塑件形状的扭曲、收缩和纺丝过程中纤维的毛细断裂等现象。当温度升高到分解温度 T_d 附近时还会引起聚合物分解, 以致降低塑件的物理力学性能或引起外观不良等缺陷。因此, T_f 和 T_d 可用来衡量聚合物的成型性能, 温度区间大时, 聚合物熔体的热稳定性好, 可在较宽的温度范围内变形和流动, 不易发生热分解。 T_f 和 T_d 都是聚合物材料进行成型加工的重要参考温度。

常温下, 黏流态的典型材料是熔融树脂(如胶黏剂)。

2. 热固性塑料的受热时的物理状态

与线型无定型聚合物的热力学曲线相比较, 完全线型结晶型聚合物的热力学曲线通常无明显的高弹态, 说明完全结晶的聚合物不存在高弹态。在高弹态温度下也不会有明显的弹性变形, 但结晶型聚合物一般不可能完全结晶, 都含有非结晶的部分, 所以, 它们在高弹态温度阶段仍能产生一定程度的变形, 只不过比较小而已。因此, 对线型结晶型聚合物, 可在玻璃化温度至熔点温度之间的区间内进行薄膜吹塑和纤维拉伸。

完全线型结晶型聚合物的 T_f 对应的温度为熔点温度 T_m , 是线型结晶型聚合物熔融或凝固的临界温度。由于其熔点很高, 甚至高于其分解温度, 所以, 不能采用一般的成型加工方法, 如四氟乙烯塑件就是采用高温烧结法制成的。线型结晶型聚合物可在脆化温度和熔点之间使用, 使用温度范围较宽, 耐热性能好。

1.4 塑料的性能

塑料的性能包括使用性能和工艺性能,使用性能体现了塑料的使用价值,工艺性能体现了塑料的成型特性。

1. 塑料的使用性能

塑料的使用性能指塑料制品在实际使用中需要的性能,主要有物理性能、化学性能、力学性能、热性能和电性能等。这些性能都可以用一定的指标衡量并可通过一定的试验方法测得。

(1) 物理性能

塑料的物理性能主要有密度、表观密度、透湿性、吸水性、透明性、透光性等。

密度是指单位体积塑料的质量,而表观密度是指单位体积的试验材料包括空隙在内的质量。

透湿性是指塑料透过蒸气的性质,它可用透湿系数表示。透湿系数是在一定温度下,试样在两侧单位压力不同的情况下,单位时间内在单位面积上通过的蒸气量与试样厚度的乘积。

吸水性是指塑料吸收水分的性质,它可用吸水率表示。吸水率是指在一定温度下,把塑料放在水中浸泡一定时间后质量增加的百分率。

透明性是指塑料透过可见光的性质,它可用透光率来表示。透光率是指透过塑料的光通量与其入射光通量的百分率。

(2) 化学性能

塑料的化学性能有耐化学性、耐老化性、耐候性、光稳定性、抗霉性等。

耐化学性是指塑料耐酸、碱、盐、溶剂和其他化学物质的能力。

耐老化性是指塑料暴露于自然环境中或人工环境下,随着时间推移而不产生化学结构变化,从而保持其性能的能力。

耐候性是指塑料暴露在日光、冷热、风雨等气候条件下,保持其性能的性质。

光稳定性是指塑料在日光或紫外线照射下,抵抗褪色、变黑或降解等的能力。

抗霉性是指塑料对霉菌的抵抗能力。

(3) 力学性能

塑料的力学性能主要有抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、断后伸长率、冲击韧度、疲劳强度、摩擦因数及磨损、硬度等。

与金属相比,塑料的强度和刚度绝对值都比较小。未增强的塑料、通用塑料的抗拉强度一般为 20 ~ 50 MPa;工程塑料一般为 50 ~ 80 MPa,很少有超过 100 MPa 的塑料品种。经玻璃纤维增强后,许多工程塑料的抗拉强度可以达到或超过 150 MPa,但仍明显低于金属材料。如碳钢的抗拉强度上限可达 1 300 MPa,高强度钢可达 1 860 MPa,铝合金可达 165 ~ 620 MPa。但由于塑料密度小,其比强度和比

刚度都高于金属材料。

(4) 热性能

塑料的热性能主要是线膨胀系数、热导率、玻璃化温度、耐热性、耐烘性、热变形温度、热稳定性、热分解温度、耐燃性、比热容等。

耐热性是指塑料在外力作用下,受热而不变形的性质,它可用热变形温度或马丁耐热温度来度量。热稳定性是指高分子化合物在加工或使用过程中受热而不分解变质的性质。热分解温度是高分子化合物在受热时发生分解的温度。

耐燃性是指塑料接触火焰时,抵制燃烧或离开火焰时阻碍继续燃烧的能力。

(5) 电性能

塑料的电性能主要有介电常数、介电强度、耐电弧性等。

介电常数是以绝缘材料(塑料)为介质与以真空为介质制成的同尺寸电容器的电容量之比;介电强度是指塑料抵抗电击穿能力的量度,其值为塑料击穿电压值与试样厚度之比,单位为 kV/mm 。

耐电弧性是塑料抵抗由于高压电弧作用而引起变质的能力,通常用电弧焰在塑料表面引起碳化导致表面导电所需的时间来表示。

2. 塑料的工艺性能

塑料与成型工艺、成型质量有关的各种性能,统称为塑料的工艺性能,了解和掌握塑料的工艺性能,直接关系到塑料能否顺利成型和塑件质量,同时也影响着模具的设计要求。下面分别介绍热塑性塑料和热固性塑料成型的主要工艺性能和要求。

(1) 热塑性塑料的工艺性能

热塑性塑料的成型工艺性能除了热力学性、结晶性、取向性外,还有收缩性、流动性、热敏性、水敏性、吸湿性、相容性等。

①收缩性。塑料通常是在高温熔融状态下充满模具型腔而成型,当塑件从塑模中取出冷却到室温后,其尺寸会比原来在塑模中的尺寸缩小,这种特性称为收缩性。它可用单位长度塑件收缩量的百分数来表示,即收缩率。

由于这种收缩不仅是塑件本身的热胀冷缩造成的,而且还与各种成型工艺条件及模具因素有关,因此,成型后塑件的收缩称为成型收缩。一般可以通过调整工艺参数或修改模具结构,以缩小或改变塑件尺寸的变化情况。

成型收缩分为尺寸收缩和后收缩两种形式,而且两种形式都具有方向性。

a. 尺寸收缩。由于塑件的热胀冷缩以及塑件内部的物理化学变化等原因,导致塑件脱模冷却到室温后发生的尺寸缩小现象,因此在设计模具的成型零部件时必须考虑通过模具设计对它进行补偿,避免塑件尺寸出现偏差。

b. 后收缩。塑件成型时,因其内部物理、化学及力学变化等因素会产生一系列应力,塑件成型固化后存在残余应力。塑件脱模后,因各种残余应力的作用将会使塑件尺寸产生再次缩小的现象称为塑件的后收缩。通常,一般塑件脱模后 10 h

内的后收缩较大;24 h 后基本定型,但要达到最终定型,则需要很长时间,一般热塑性塑料的后收缩大于热固性塑料。注射和压注成型的塑件收缩大于压缩成型塑件。

为稳定塑件成型后的尺寸,有时根据塑料的性能及工艺要求,塑件在成型后需要进行热处理,热处理后也会导致塑件的尺寸发生收缩,称为后处理收缩。在对高精度塑件的模具设计时应补偿后收缩和后处理收缩产生的误差。

c. 塑件收缩的方向性。塑料在成型过程中高分子沿流动方向的取向效应会导致塑件的各向异性,塑件的收缩必然会因方向的不同而改变。通常沿料流的方向收缩大、强度高,而与料流垂直的方向收缩小、强度低。同时,由于塑件各个部位添加剂分布不均匀,密度不均匀,故收缩也不均匀。从而塑件收缩时会产生收缩差,容易造成塑件翘曲、变形以至开裂。

塑件成型收缩率分为实际收缩率与计算收缩率。实际收缩率表示模具或塑件在成型温度的尺寸与塑件在常温下的尺寸之间的差别;计算收缩率则表示在常温下模具的尺寸与塑件的尺寸之间的差别。计算公式如下

$$S' = \frac{L_c - L_s}{L_s} \times 100\% \quad (1-1)$$

$$S = \frac{L_m - L_s}{L_s} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中 S' ——实际收缩率;

S ——计算收缩率;

L_c ——塑件或模具在成型温度下的尺寸;

L_s ——塑件在常温下的尺寸;

L_m ——模具在常温下的尺寸。

因实际收缩率与计算收缩率数值相差很小,所以,在普通中、小模具设计时常采用计算收缩率来计算型腔及型芯等的尺寸。而对大型、精密模具设计时,一般采用实际收缩率来计算型腔及型芯等的尺寸。

在实际成型时,不同塑料品种其收缩率不同,而且在同一品种塑料中的批号也可不同,甚至同一塑件的不同部位的收缩值也会不同。影响收缩率变化的主要因素有4个方面。

a. 塑料的品种。各种塑料都有其各自的收缩率范围,即便是同一种塑料由于相对分子质量、填料及配比等不同,则其收缩率及各向异性也各不相同。

b. 塑件结构。塑件的形状、尺寸、壁厚、有无嵌件、嵌件数量及布局等,对收缩率有很大影响。一般塑件壁厚越大收缩率越大,形状复杂的塑件小于形状简单的塑件的收缩率,有嵌件的塑件因嵌件阻碍和激冷也会使其收缩率减小。

c. 模具结构。塑模的分型面、加压方向及浇注系统的结构形式、布局及尺寸等,直接影响料流方向、密度分布、保压补缩作用及成型时间,对收缩率及方向性影