



· 普通高等教育“十二五”规划教材

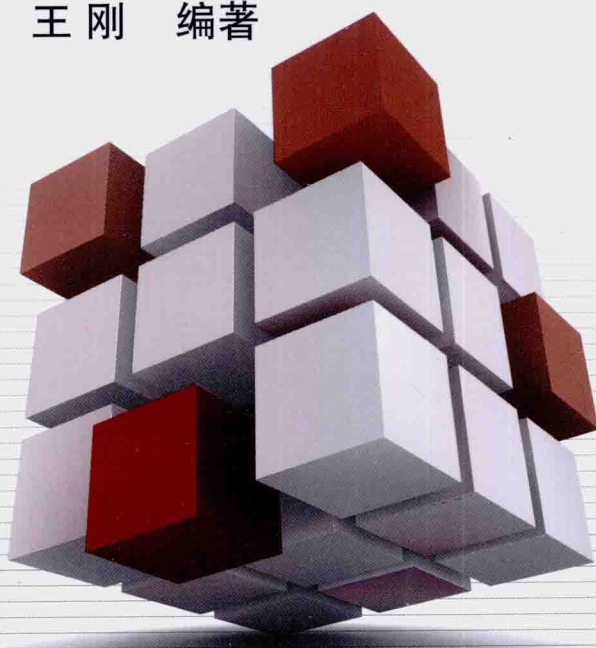
塑料成型 模具设计 (第2版)

SULIAO CHENGXING MOJU SHEJI

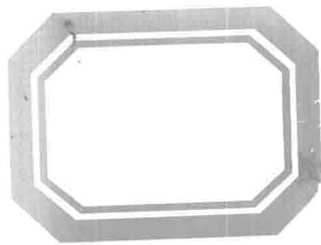
骆俊廷 王国峰 陈国清 王刚 编著
张凯锋 主审



教学资源索取
luojunting@ysu.edu.cn



国防工业出版社
National Defense Industry Press



育“十二五”规划教材

塑料成型模具设计

(第2版)

骆俊廷	王国峰	编著
陈国清	王刚	
张凯锋		主审

国防工业出版社

·北京·

内容简介

本书针对当今塑料制品的应用现实及高校“塑料成型模具设计”课程教学的基本情况,重点讲述如下内容:塑料的基本知识、塑料零件的设计准则与优化、塑料模具设计的基本知识、塑料注射成型模具设计、压制模具设计、热塑性塑料挤出成型机头、吹塑成型模具设计和新型塑料注射成型模具设计。

本书可供高等工科院校材料成型及控制工程、机械类模具方向及高分子材料的本、专科学生使用,也可作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型模具设计/骆俊廷等编著.—2版.—北京:国防工业出版社,2014.9
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-118-09679-8

I. 塑... II. 骆... III. 塑料模具—塑料成型—设计—高等学校—教材 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 213515 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16½ 字数 376 千字

2014 年 9 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 29.80 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

塑料工业是现代新兴工业之一,它包括塑料原料生产和塑料制品成型加工两大部分。由于塑料具有密度小、化学稳定性好、电绝缘性能高、比强度大等优异的性能,所以从国防到人们的日常生活(农业、电器工业、化工、家具等),塑料的应用都非常广泛,在国民经济中占有重要的地位。

塑料工业从 1872 年开始萌芽,已有一百多年的历史。塑料的增长率在四大材料(混凝土、金属、木材、塑料)中占第一位。在美国,塑料按体积计算,在四大材料中占第二位。改革开放以来,我国塑料工业的年平均增长率大于 10%。

模具是利用其特定形状去成型具有一定形状和尺寸制品的工具,塑料成型模具是成型塑料制品所采用的模具,它是成型塑料制品的主要工艺装备之一,对塑料制品的质量产生重要影响。因此,对于从事塑料模具设计的人员来说,除了应该了解塑料原料的基本情况,还要熟悉塑料制品的结构、工艺性与模具设计之间的关系,这样对于保证塑件质量,提高生产率及推广塑料应用都具有重要意义。

现代社会是信息社会,随着计算机技术的不断发展,塑料模具的生产速度和水平大大提高,塑料模具的生产与设计出现了如下几个发展趋势:塑料模具的理论研究进一步深化;高效率、自动化已经成为模具设计的基本要求之一;大型、超小型或微型模具是塑料模具设计的新兴研究热点;塑料模具设计将更加完善地实现标准化、系统化。

本书针对当今塑料制品的应用现实及高校“塑料成型模具设计”课程教学的基本情况,重点讲述如下内容:塑料的基本知识、塑料零件的设计准则与优化、塑料模具设计的基本知识、塑料注射成型模具设计、压制模具设计、热塑性塑料挤出成型机头和吹塑成型模具设计,并增加了近年来新发展起来的热流道、双色注射模具和热固性塑料注射模具设计的相关内容。

本书由燕山大学骆俊廷、哈尔滨工业大学王国峰、大连理工大学陈国清、哈尔滨工业大学(威海)王刚编著,哈尔滨工业大学张凯锋主审,全书插图由张丽丽绘制并校正。

在本书的编写过程中得到了燕山大学先进制造成型技术及装备国家地方联合工程研究中心、亚稳材料制备技术与科学国家重点实验室和先进锻压成形技术与科学教育部重点实验室各位老师的大力支持与热情帮助,在此表示衷心的感谢。

由于个人能力所限,书中缺点和错误在所难免,望读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 塑料的基本知识	1
1.1 树脂与塑料的概念	1
1.2 塑料的组成	1
1.3 塑料的分子结构	3
1.4 塑料的种类	4
1.5 塑料的成型工艺特性	7
1.6 常用塑料	8
1.6.1 热塑性塑料	8
1.6.2 热固性塑料	14
第 2 章 塑料零件设计准则与优化	17
2.1 引言	17
2.1.1 塑件设计特点	17
2.1.2 塑料制品设计原则	17
2.1.3 塑料制品设计程序	17
2.2 塑料零件设计准则	19
2.2.1 收缩性	19
2.2.2 分型面与毛边	20
2.2.3 壁厚	20
2.2.4 加强筋	23
2.2.5 出模角	26
2.2.6 支柱	28
2.2.7 扣位	29
2.2.8 入件	31
2.2.9 孔	33
2.2.10 螺纹设计	36
2.2.11 公差	38
2.2.12 表面粗糙度	38
2.2.13 标记、符号或文字	38
2.3 塑件结构优化设计举例	41
第 3 章 塑料模具设计的基本知识	44
3.1 塑料模具设计的基本零部件	44
3.1.1 凹模	44

3.1.2	凸模	51
3.1.3	成型芯	52
3.1.4	导向零件	55
3.2	成型零部件工作尺寸	59
3.2.1	计算成型零部件工作尺寸要考虑的要素	59
3.2.2	成型零部件工作尺寸计算	61
3.3	塑料模具的材料	64
3.3.1	塑料模具材料应具备的基本性能	64
3.3.2	塑料模具材料常用品种	65
3.4	塑料模具的温度调节系统	67
3.4.1	常用塑料成型的模具温度调节	67
3.4.2	温度调节与生产效率的关系	68
3.4.3	模具温度调节系统的重要性	68
3.4.4	对温度调节系统的要求	69
3.4.5	冷却系统	69
3.4.6	电热装置	75
第4章	塑料注射成型模具设计	80
4.1	概述	80
4.2	通用注射成型系统及工作循环	80
4.2.1	通用注射成型系统	80
4.2.2	注射成型的工作循环	81
4.3	塑料注射成型机	82
4.3.1	注射机的分类	82
4.3.2	注射成型机的选择	83
4.4	注射模具的特点及结构	86
4.4.1	注射模具的特点	86
4.4.2	注射模具的基本组成	87
4.5	注射模的分类	88
4.6	卧式注射模的结构形式	89
4.6.1	两板式注射模	89
4.6.2	三板式注射模	91
4.7	浇注系统的组成及设计原则	92
4.7.1	浇注系统的组成	92
4.7.2	浇注系统设计原则	93
4.8	主浇道的设计	93
4.8.1	主浇道的结构	93
4.8.2	主浇道设计要点	94
4.8.3	浇口套的结构形式	95
4.9	分浇道的设计	96

4.9.1	分浇道的设计要点	96
4.9.2	分浇道的截面形状	97
4.9.3	分浇道的布局	97
4.9.4	分浇道的计算	101
4.10	浇口的设计	101
4.10.1	浇口的基本类型	101
4.10.2	浇口设计要点	110
4.11	冷料穴和拉料脱模装置	115
4.11.1	冷料穴	115
4.11.2	拉料脱模装置	115
4.12	排气和引气系统	117
4.12.1	排气系统	117
4.12.2	引气装置	118
4.13	顶出机构及其基本形式	118
4.13.1	顶出机构的分类	119
4.13.2	顶出机构的设计原则	119
4.13.3	顶出机构的基本形式	119
4.14	注射模具的二次顶出机构	129
4.14.1	二次顶出机构及其应用条件	129
4.14.2	单推板二次顶出机构	129
4.14.3	双推板二次顶出机构	135
4.15	特殊顶出机构	138
4.15.1	定模顶出机构	138
4.15.2	双顶出机构	139
4.16	螺纹塑件的脱模机构	141
4.17	复位机构	147
4.18	注射模具的侧抽芯机构概述	148
4.18.1	侧抽芯机构的分类	148
4.18.2	抽拔力	148
4.18.3	抽芯距的计算	150
4.18.4	斜导柱侧抽芯机构	150
4.18.5	设计斜导柱侧抽芯时应注意的问题	161
4.18.6	先复位机构	163
4.18.7	斜导柱侧抽芯机构的分类	167
4.19	定距分型拉紧机构	170
4.19.1	定距方式	170
4.19.2	定距分型拉紧机构的基本形式	171
4.20	弯销抽芯机构	177
4.20.1	弯销与斜导柱侧抽芯机构的性能比较	177

4.20.2	弯销分型抽芯结构的基本形式	177
4.20.3	弯销抽芯机构应用实例	178
4.21	斜滑块侧抽芯机构	179
4.21.1	斜滑块侧抽芯机构的工作原理及其类型	179
4.21.2	斜滑块的导滑形式	180
4.21.3	滑块抽芯结构设计要点	181
4.22	顶出式侧抽芯机构	182
4.23	弹簧侧抽芯机构	185
4.24	齿轮条侧抽芯机构	186
第5章	塑料压制模具设计	188
5.1	概述	188
5.2	压制成型工艺的确定	188
5.2.1	压制成型工艺	188
5.2.2	成型压力	188
5.2.3	成型温度	189
5.2.4	模压时间	189
5.3	压制模具分类	189
5.3.1	按其是否装固在液压机上分类	189
5.3.2	按模具加料室的形式分类	190
5.4	压模与压机的关系	192
5.4.1	成型压力的校核	192
5.4.2	开模力和脱模力的校核	192
5.4.3	压制模高度和开模行程的校核	193
5.4.4	压机工作台面尺寸与模具的固定	194
5.4.5	压机顶出机构的校核	194
5.5	压制模的典型结构及组成	195
5.5.1	典型的压制模结构	195
5.5.2	压制模的工作原理	196
5.6	加料室的设计及其计算	196
5.7	压制模具实例	198
第6章	塑料挤出成型机头	200
6.1	挤出机头概述	200
6.1.1	作用及分类	200
6.1.2	结构组成	200
6.1.3	设计原则	201
6.1.4	机头与挤出机的关系	202
6.2	管材挤出机头	204
6.2.1	典型结构	204
6.2.2	工艺参数的确定	206

6.2.3	管材的定径和冷却	209
6.3	吹塑薄膜挤出机头	211
6.3.1	结构类型及参数确定	211
6.3.2	冷却装置	215
6.4	板材与片材挤出机头	215
6.4.1	鱼尾式机头	215
6.4.2	支管式机头	216
6.4.3	螺杆式机头	217
6.5	挤出机头实例	218
第7章	吹塑成型模具设计	220
7.1	吹塑成型原理及方法	220
7.1.1	概述	220
7.1.2	挤出吹塑成型	220
7.1.3	注射吹塑成型	220
7.2	中空塑件的设计	221
7.2.1	膨胀比	221
7.2.2	吹胀比	222
7.2.3	延伸比	222
7.2.4	塑件设计问题	223
7.3	吹塑成型模具的设计	225
7.3.1	吹塑模具的类型及组成零件	225
7.3.2	模具设计要点	227
第8章	新型塑料注射成型模具设计	230
8.1	热流道注射模具简介	230
8.1.1	概述	230
8.1.2	热流道模具的结构形式	231
8.1.3	热流道板	236
8.1.4	热流道喷嘴	239
8.1.5	热流道注射模具结构实例	241
8.2	双色注射模具简介	246
8.2.1	双色注射成型原理	246
8.2.2	注射成型双色制品生产工艺特点	246
8.2.3	双色注射模具实例	247
8.3	热固性塑料注射模具简介	251
8.3.1	概述	251
8.3.2	热固性塑料注射模具设计注意事项	251
8.3.3	热固性塑料注射模具实例	251
	参考文献	254

第 1 章 塑料的基本知识

1.1 树脂与塑料的概念

塑料的主要成分是树脂,最早,树脂是指从树木中分泌出的脂物,如松香就是从松树分泌出的乳液状松脂中分离出来的。后来又发现,从热带昆虫的分泌物中也可提取树脂,如虫胶。有些树脂还可以从石油中得到,如沥青。这些都属于天然存在的树脂,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,而不溶解于水。出于天然的树脂无论数量还是质量都不能满足现实需要,因此,在实际生产中所用的树脂都是合成树脂。合成树脂是人们按照天然树脂的分子结构和特性,用人工方法合成制造的。由于其是由相对分子质量小的物质经聚合反应而制得的相对分子质量大的物质,因此称之为高分子聚合物,简称高聚物。一般在常温常压下为固体,也有的为黏稠液体。

有些合成树脂可以直接作为塑料使用(如聚乙烯、聚苯乙烯、尼龙等),但有些合成树脂必须要在其中加入一些助剂,才能作为塑料使用(如酚醛树脂、氨基树脂、聚氯乙烯等)。

1.2 塑料的组成

塑料的成分是相当复杂的,按其成分的不同,可分为简单组分塑料和多组分塑料。简单组分的塑料,基本上以树脂为主要成分,不加或加入少量助剂;多组的塑料除树脂以外,还需加入其他一些助剂。树脂和助剂按不同比例配制,可以获得各种性能的塑件,同一种树脂,不同配方,就可以获得迥然不同的塑料材料及塑件。

1. 树脂

塑料的主要成分是合成树脂,约占塑料总质量的 40% ~ 100%。其作用是使塑料具有可塑性和流动性,将各种助剂粘结在一起,并决定塑料的类型(热塑性或热固性)和主要性能(物理性能、化学性能、力学性能等)。

2. 填充剂

填充剂又称填料,一般是对聚合物呈惰性的粉末物质。它的加入可以改善塑料性能,扩大它的使用范围,减少树脂用量,降低成本(填料含量可达近 40%)。在许多情况下填充剂所起的作用并不比树脂小,是塑料中重要但并非必要的成分。对填料的要求是:易被树脂浸润,与树脂有很好的黏附性,性质稳定。填料的颗粒大小和表面状况对塑料性能也有一定影响,颗粒越小对制件稳定性和外观等方面的改善作用就越大。此外还要求填料分散性良好,不吸油和水,对设备磨损不严重。填料的加入改变了分子间构造,降低了结晶倾向,提高玻璃化温度和硬度,但常会使塑料的强度和耐湿性降低。填料过大时会使加工性能和表面光泽变差,因此需对填料品种和加入量严加控制。

填充剂按其形状可分粉状的、纤维状的和层状(片状)的。常用的部分填料及其作用,如表 1-1 所列。

表 1-1 部分塑料填料及其作用

填 料 名 称	作 用
碳酸钙(CaCO_3)	用于聚氯乙烯、聚烯烃等;提高制件耐热性、硬度;塑件稳定性好、降低收缩率、降低成本;遇酸易分解,不宜用于耐酸部件
粘土(Al_2O_3) 高岭土(Al, SiO_2) 滑石粉(Mg, SiO_2) 石棉($\text{Ca}, \text{Mg}, \text{SiO}_2$) 云母(硅酸盐)	用于聚氯乙烯、聚烯烃等;改善加工性能,降低收缩率,提高制件的耐热、耐燃、耐水性及降低成本;提高制件的刚性、尺寸稳定性以及使制件具有某些特性(如滑石粉可降低摩擦系数,云母可提高介电性能)
碳黑(C)	用于聚氯乙烯、聚烯烃等;提高制件导热、导电性能;也作着色,光屏蔽剂等
白炭黑(SiO_2)	用于聚氯乙烯、聚烯烃、不饱和酸脂、环氧树脂等;提高制件介电性、冲击性;可调节树脂的流动性
石膏(CaSO_4) 亚硫酸钙	用于聚氯乙烯、丙烯酸类树脂;降低成本提高制件尺寸稳定性、耐磨性
金属粉(铜、铝、锌等)	用于各种热塑性工程塑料、环氧树脂等;提高塑料导电、传热、耐热等性能
二硫化钼 石墨(C)	用于尼龙浇注制件等;提高表面硬度、降低摩擦系数、热膨胀系数、提高耐磨性
聚四氯乙烯粉或纤维	用于聚氯乙烯、聚烯烃及各种热塑性工程塑料;提高制件的耐磨性、润滑性
玻璃纤维	提高制件机械强度
木粉	用于酚醛树脂及聚氯乙烯等塑料;提高制件的电性能、抗冲击性能;耐水性及耐热性稍差

3. 增塑剂

有些树脂(如硝酸纤维、醋酸纤维、聚氯乙烯等)可塑性小,柔顺性差,为了降低树脂的熔融黏度和熔融温度,改善其成型加工性能,通常加入能与树脂相溶的不易挥发的高沸点有机化合物,这类物质称为增塑剂。树脂中加入增塑剂后,加大了聚合物分子之间的距离,削弱了大分子之间的作用力,使树脂分子变得容易滑移,从而使塑料能在较低温度下具有良好的可塑性和柔顺性。如图 1-1 所示。

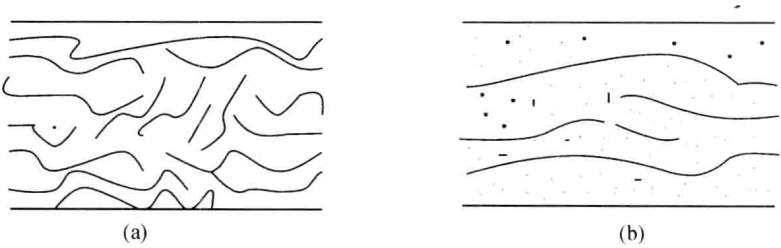


图 1-1 增塑剂的作用示意图

(a) 不含增塑剂; (b) 含有增塑剂。

对增塑剂的要求是:能与树脂很好地混溶而不起化学反应;不易从制件中析出及挥发;不降低制件的主要性能;无毒、无害、无色、不燃及成本低等。一般需多种增塑剂混用才能满足多种性能要求。增塑剂是一种低分子化合物或聚合物,通常为高沸点的难挥发性液体或低熔点的固体酯类化合物。如邻苯二甲酸酯类、脂肪族二元酸酯类及磷酸酯类等。目前,塑料工业中使用增塑剂最多的是聚氯乙烯塑料,用的增塑剂占总产量80%以上。

4. 着色剂

着色剂又称色料,它能赋予塑料以色彩,起美观和装饰作用,有些着色剂还又有改善塑件耐候性(提高抗紫外线能力)、耐老化性及延长塑件使用寿命,使塑料具有特殊的光学性能的作用。如聚甲醛塑料用炭黑着色后能在一定程度上有助于防止光老化;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,对树脂起屏蔽作用。一般对色料的要求是:性能稳定、不分解、易扩散、耐光和耐候性优良,不发生从制件内部向表层析出或移向与其接触的其他物质的迁移现象。要使塑料具有特殊的光学性能,可在塑料中加入金属絮片、珠光、磷光及荧光色料等。

5. 稳定剂

稳定剂是一类可以提高树脂在光、热、氧及霉菌等外界因素作用时的稳定性,阻缓塑料变质的一类物质。许多树脂在成型加工和使用过程中由于受上述因素的作用,性能会变坏;加入少量(千分之几)稳定剂就可以减缓这种情况的发生。稳定剂的种类主要有三类:光稳定剂、热稳定剂和抗氧化剂。对稳定剂的要求是除对聚合物的稳定效果好外,还要耐水、耐油、耐化学药品,并与树脂相溶,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。

6. 润滑剂

为改善塑料熔体的流动性,减少或避免对模具或设备的磨损和黏附,以及改进塑件表面质量而加入的一类助剂,称为润滑剂。润滑剂的主要作用是降低塑料材料内部分子之间的相互摩擦,因此润滑剂分内外两类。内润滑剂在高温下与聚合物有一定相溶性,削弱聚合物分子间力和分子链间的相互引力、起到塑化或软化作用;外润滑剂与聚合物的相溶性很低,能附着在熔融树脂表面,或附着在成型机械及模具的表面,降低它们之间的摩擦。常用的润滑剂有石蜡、硬脂酸、金属皂类、酯类及醇类等。当然,塑料的成分远不止上述几种,还有防静电剂、阻燃剂、增强剂、驱避剂、交联剂及固化剂等。

1.3 塑料的分子结构

塑料的主要成分是树脂,树脂有天然树脂和合成树脂两种。无论是什么种类的树脂,它们都属于高分子化合物,简称高聚物。每个高分子里含有一种或数种原子或原子团,这些原子或原子团按照一定的方式排列,首先是排列成许多相同结构的小单元,称之为结构单元,再通过化学键连成一个高分子。这些小单元称为“链节”,好像链条里的每个环节;

n 称为“链节数”(聚合度),表示有多少链节聚合在一起。由许多链节构成一个很长的聚合物分子,称为“分子链”,如图 1-2 所示。如果高聚物是由一根根分子链组成的,则称为线性高聚物(图 1-2(b));如果在大分子的链之间还有一些短链把它们连接起来,则称为体型高聚物(图 1-2(c)),此外还有一种网形高聚物,它介于线型与体型结构之间,与体型结构实际上没有严格区别,只是分子链之间交联的短链比较疏松而已。

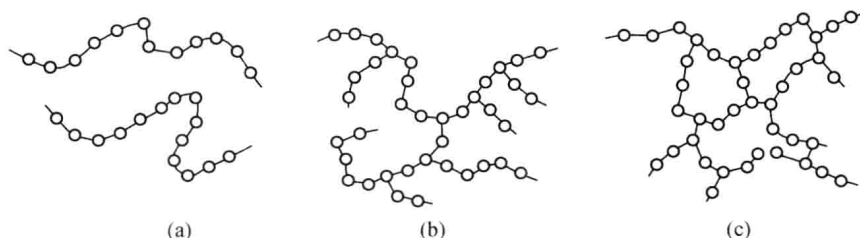


图 1-2 高聚物分子链几何形状示意图

(a) 高分子链; (b) 线型; (c) 体型。

1.4 塑料的种类

目前,已正式投产的塑料品种有 300 多种,但主要的只有 40 多种,而且每一品种又有多种牌号,为了便于识别和使用,需要对塑料进行分类。针对每一种塑料,一般都有成分和分子结构、制备方法、使用性能、工艺性能等几方面的考虑。对于塑料制备工程师来说,考虑比较多的是塑料的成分和分子结构及其制备方法;对于塑件设计工程师来说,考虑比较多的是塑料的使用性能及用途;对于模具工程师来说,考虑比较多的还是塑料的成型工艺性能。

1. 按塑料的使用特性分为通用塑料、工程塑料和功能塑料

(1) 通用塑料。是指一般只能作为非结构材料使用,产量大,用途广,价格低,性能普通的一类塑料。主要有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、酚醛塑料和氨基塑料等品种,约占塑料总产量的 75% 以上。

(2) 工程塑料。是指可以作为工程结构材料,力学性能优良,能在较广温度范围内承受机械应力和较为苛刻的化学及物理环境中使用的一类塑料。主要有聚酰胺(尼龙)、聚碳酸酯、聚甲醛、ABS、聚苯醚、聚砒等各种增强塑料。

工程塑料与通用塑料相比产量小,价格较高,但具有优异的力学性能、电性能、化学性能、耐磨性、耐热性、耐腐蚀性、自润滑性及尺寸稳定性,且具有某些金属性能,因而可代替一些金属材料用于制造结构零部件和传动结构零部件等。

(3) 功能塑料。是指用于特种环境中,具有某一方面的特殊性能的塑料。主要有医用塑料、光敏塑料、导磁塑料、高耐热性塑料及高频绝缘性塑料等。这类塑料产量小,价格较贵,性能优异。

表 1-2 为常用塑料原料名称中英文对照及用途,可供参考。

表 1-2 常用塑料原料名称中英文对照及用途

	塑料类别	俗 称	中文学名	英文简称	主 要 用 途
热塑性塑料	聚苯乙烯类	硬胶	通用聚苯乙烯	PS	灯罩,仪器壳罩,玩具等
		不脆胶	高冲击聚苯乙烯	HIPS	日用品,电器零件,玩具等
	改性聚苯乙烯类	ABS 料	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯	ABS	电器用品外壳,日用品,高级玩具,运动用品
		AS 料(SAN 料)	丙烯腈-苯乙烯	AS(SAN)	日用透明器皿,透明家庭电器用品等
		BS(BDS)K 料	丁二烯-苯乙烯	BS(BDS)	特种包装,食品容器,笔杆等
		ASA 料	丙烯酸-苯乙烯-丙烯腈	ASA	一般建筑领域,家具,汽车外侧视镜壳体
	聚丙烯类	PP(百折胶)	聚丙烯	PP	包装袋,拉丝,包装物,日用品,玩具等
		PPC	氯化聚丙烯	PPC	日用品,电器等
	聚乙烯类	LDPE(花料,筒料)	低密度聚乙烯	LDPE	包装胶袋,胶花,胶瓶电线,包装物等
		HDPE(孖力士)	高密度聚乙烯	HDPE	包装,建材,水桶,玩具等
	改性聚乙烯类	EVA(橡皮胶)	乙烯-醋酸乙烯酯	EVA	鞋底,薄膜,板片,通管,日用品等
		CPE	氯化聚乙烯	CPE	建材,管材,电缆绝缘层,重包装材料
	聚酰胺	尼龙单 6	聚酰胺-6	PA-6	轴承,齿轮,油管,容器,日用品
		尼龙孖 6	聚酰胺-66	PA-66	机械,汽车,化工,电器装置等
		尼龙 9	聚酰胺-9	PA-9	机械零件,泵,电缆护套
		尼龙 1010	聚酰胺-1010	PA-1010	绳缆,管材,齿轮,机械零件
	丙烯酸酯类	亚加力	聚甲基丙烯酸甲酯	PMMA	透明装饰材料,灯罩,挡风玻璃,仪表壳
	丙烯酸酯共聚物	改性有机玻璃	甲基丙烯酸甲酯-苯乙烯	MMS	高抗冲要求的透明制品
			甲基丙烯酸甲酯-乙二烯	MMB	机器架壳,机器框及日用品等
	聚碳酸酯	防弹胶	聚碳酸酯	PC	高抗冲的透明件,作高强度及耐冲击的零部件
	聚甲醛	赛钢	聚甲醛	POM	耐磨性好,可以作机械的齿轮,轴承等
	纤维素类	赛璐璐	硝酸纤维素	CN	眼镜架,玩具等
		酸性胶	醋酸纤维素	CA	家用器具,工具手柄,容器等
			乙基纤维素	EC	工具手柄,体育用品等
	饱和聚酯	涤纶(的确凉)	聚对苯二甲酸乙二醇酯	PET	轴承,链条,齿轮,录音带等
	聚氯乙烯类	PVC	聚氯乙烯	PVC	制造棒,管,板材,输油管,电线绝缘层,密封件等
	氟塑料类 PVF	F4 氟料	聚四氟乙烯	PTFE	高频电子仪器,雷达绝缘部件
		F46 氟料	聚全氟代乙丙烯	FFP, F46	高频电子仪器,雷达绝缘部件
		F3 氟料	聚三氟氯乙烯	PCTFE	透明视镜,阀管件等

(续)

	塑料类别	俗 称	中文学名	英文简称	主 要 用 途
热塑性塑料	聚砒	—	聚砒	PSU(PSF)	电器零件,结构件,飞机及汽车零件等
		—	聚醚砒	PES	电器零件,结构件,飞机及汽车零件等
		—	聚芳砒	PAS	可用作C级绝缘材料制造电子电器零件
	氯化聚醚	—	氯化聚醚	PENTON (CPT)	代替不锈钢,氯塑料等材料
	聚苯醚	—	聚苯醚	PPO,MPPO	较高温度下工作的齿轮,轴承,及其他零部件
	聚芳酯	—	聚芳酯	PAR	汽车电器,医疗器械
	聚苯硫醚	—	聚苯硫醚	PPS	耐热性优良,电器零件,汽车零件,化学设备
	聚醚酮	—	聚醚醚砒	PEEK	耐化学品,电线被覆,高温接线柱
	聚亚胺	—	结晶型聚酰亚胺	PAI	耐高温,自润滑,耐磨太空,电子,飞机,汽车零件
		—	非结晶型聚醚亚胺	PEI	耐高温,自润滑,耐磨太空,电子,飞机零件,汽车零件
		—	热固性双马来酰亚胺	BMI	耐高温,自润滑,耐磨太空,电子,飞机零件,汽车零件
	液晶聚合物	—	自增强聚合物	LCP	微波炉灶容器,电子电器和汽车机械零件
热固性塑料	酚醛塑料	电木粉	苯酚-甲醛树脂	PF	无声齿轮,轴承,钢盔,电机,通讯器材配件等
	氨基塑料	电玉尿素	脲-甲醛树脂	UF	生活用品,电机壳,木材黏接剂等
	环氧树脂	冷凝胶	环氧树脂	EP	汽车拖拉机零件,船身涂料
	聚氨酯	PU	聚氨酯树脂	PU	鞋底,椅垫床垫,人造皮革,油漆等
	硅树脂	Silicone	硅氧烷	SI	橡胶制品,脱模剂,清漆涂料
	不饱和聚酯	—	醇酸树脂	AK	涂料,玻璃钢,装饰件,地板,纽扣等

2. 按塑料受热后呈现的基本特性分热塑性塑料和热固性塑料

(1) 热塑性塑料。这类塑料的合成树脂都是线型或支链型高聚物,因而受热变软,甚至成为可流动的黏稠液体,在此状态时具有可塑性,可塑制成一定形状的塑件,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,如此可以反复进行多次。在这一过程中一般只有物理变化,而无化学变化,因此其变化过程是可逆的。简而言之,热塑性塑料是由可以多次反复加热而仍具有可塑性的合成树脂制得的塑料。常见的热塑性塑料有聚氯乙烯(PVC)、聚苯乙烯(PS)、聚乙烯(PE)、聚丙烯、尼龙(聚酰胺PA)、聚甲醛

(POM)、聚碳酸酯(PC)、ABS 塑料、聚砜(PSU)、聚苯醚(PPO)、氟塑料、有机玻璃(PM-MA)等。

(2) 热固性塑料。这类塑料的合成树脂是体型高聚物,因而在加热之初,因分子成线型结构,具有可熔性和可塑性,可塑制成一定形状的塑件;当继续加热时,分子呈现网状结构;当温度达到一定程度后,树脂变成不溶和不熔的体型结构,使形状固定下来不再变化。如再加热,也不软化,不再具有可塑性。在一定变化过程中既有物理变化,又有化学变化,因此其变化过程是不可逆的。简而言之,热固性塑料是由加热硬化,且只能一次性使用的合成树脂制得的塑料。常见的热固性塑料有酚醛塑料(PF)、氨基塑料、环氧树脂(EP)等。

1.5 塑料的成型工艺特性

塑料在常温下是玻璃态,若加热则变为高弹态,进而变为黏流态,从而具有优良的可塑性,可以用许多高生产率的成型方法来制造产品,这样就可节约原料,节省工时,简化工艺过程,且对工人技术要求低,易于组织大批量生产。

1. 收缩率

塑料从热的模具中取出并冷却到室温后,其尺寸发生变化的特性称为收缩率。由于收缩率不仅是树脂本身的热胀冷缩,而且还与各种成型因素有关,因此成型后塑件的收缩称为成型收缩。

收缩率用尺寸相对收缩的百分数来表示。收缩率分为实际收缩率和计算收缩率。实际收缩率表示模具或塑件在成型温度时的尺寸与塑件在室温时的尺寸之间的差别,而计算收缩率则表示室温时模具尺寸与塑件尺寸的差别。

2. 比体积和压缩率

比体积是单位质量的松散塑料所占的体积;压缩率是塑料的体积与塑件的体积之比,其值恒大于1。比体积和压缩率都表示粉状或短纤维状塑料的松散性。它们都可用来确定模具或注射机加料量的大小。比体积和压缩率大,则要求加料量大。

3. 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。常用热塑性塑料的流动性分为三类:流动性好的,如尼龙、聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、醋酸纤维素等;流动性中等的,如改性聚苯乙烯、ABS、AS、有机玻璃、聚甲醛、聚氯醚等;流动性差的,如聚碳酸酯、硬聚氯乙烯、聚苯醚、聚砜、氟塑料等。

4. 吸湿性、热敏性及挥发物含量

塑料中的水分及挥发物来自两个方面:其一是塑料在制造中未能全部除净水分,或在储存、运输过程中,由于包装或储存条件不当而吸收的水分;另一方面则是来自成型过程中化学反应或热敏分解等的副产物。

根据塑料对水分亲疏程度的差别,塑料大致可以分为两种:①吸湿或黏附水分的,如纤维素酯、有机玻璃、尼龙、聚碳酸酯、ABS、聚砜、聚苯醚、酚醛塑料、氨基塑料等;②不吸湿也不黏附水分的,如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚甲醛、氟塑料等。

热敏性是指某些热稳定性差的塑料,在高温下受热时间较长或浇口截面过小及剪切

作用过大时,料温增高就易发生变色、降解、分解的倾向。具有这种特性的塑料称为热敏性塑料,如硬聚氯乙烯、聚偏氯乙烯、聚甲醛、聚三氟氯乙烯等。

5. 结晶性

根据塑料冷凝时是否有结晶现象,可将塑料分成结晶型塑料和非结晶型塑料两大类。前者有聚乙烯、聚丙烯、聚四氟乙烯、聚甲醛、尼龙、聚氯醚等;后者有聚苯乙烯、有机玻璃、聚碳酸酯、ABS、聚砒等。

6. 应力开裂及熔体破裂

有些塑料(如聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚砒等),在成型时易产生内应力而使塑件质脆易裂,在外力作用下或在溶剂作用下即发生开裂现象。

熔体破裂是指一定熔融指数的塑料,在恒定温度下通过喷嘴孔时其流速超过一定值后,熔体表面发生明显横向裂纹的现象。

7. 定型速度

热固性塑料在成型过程中要完成交联反应,即树脂分子由线型结构变成体型结构,这一变化过程称为硬化。硬化速度通常以塑料试样硬化一毫米厚度所需的秒数来表示。此值越小,硬化速度就越快。

1.6 常用塑料

1.6.1 热塑性塑料

热塑性塑料质轻,密度 $0.83\text{g/cm}^3 \sim 2.20\text{g/cm}^3$;电绝缘性好,不导电及耐电弧等;化学稳定性好,能耐一般的酸、碱、盐及有机溶剂;有良好的耐磨性和润滑性;比强度高,尤其玻璃纤维及碳纤维增强的塑料,可达到或超过钢的比强度;着色性良好,可以采用喷涂、热压印及印刷等方法获得各种外观颜色的塑件;可以采用多种成型方法加工,生产效率高。

主要缺点是耐热性差,热膨胀系数大,尺寸稳定性差;在载荷作用下,易老化等,但可以通过各种方法改善和提高。

由于合成热塑性塑料的原料来源广泛,工艺技术成熟,所以目前全世界塑料总产量中,3/4 以上为热塑性塑料,而且还将持续增长。

1.6.1.1 聚氯乙烯树脂(PVC)

1. 概述

聚氯乙烯是氯乙烯单体经聚合而成,早在 20 世纪 30 年代就已实现工业化生产。由于原料易得,价格低廉,性能较好、是热塑性通用塑料中耗能和生产成本最低的品种,因此应用广泛。目前聚氯乙烯世界产量仅次于聚乙烯,我国聚氯乙烯在 20 世纪 90 年代前产量一直位居第一,90 年代以后被聚乙烯取代,产量居第二位。

2. 聚氯乙烯的类型、特性

聚氯乙烯是白色粉料,其硬质塑料的密度为 $1.35\text{g/cm}^3 \sim 1.45\text{g/cm}^3$;软质塑料密度为 $1.16\text{g/cm}^3 \sim 1.70\text{g/cm}^3$ 。聚氯乙烯是以聚氯乙烯树脂为基础,加入各种助剂后成为塑料的。聚氯乙烯根据增塑剂量的不同,可制成硬质和软质聚氯乙烯,其性能和用途也不同。