

普通高等院校机电工程类规划教材

塑料模具设计

刘元义 编著

清华大学出版社

普通高等院校机电工程类规划教材

塑料模具设计

刘元义 编著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是根据材料成型、机械、模具等方向的本科应用型人才培养目标与要求,结合多年教学实践经验和科研成果编写而成的。

本书以注塑模具设计的思路、方法和步骤为主线,全面系统地介绍了注塑模具设计的相关基础知识、各部分的结构设计方法和新技术的应用。并对其他压制模、压注模、挤出模等的设计及计算方法作了介绍。本书概念清晰易懂,理论讲解深入浅出,注重实践知识,书中附有大量模具结构图例和设计示范,实用性强,便于学生学习掌握。

本书可作为高等院校和高职院校相关专业的教材,也可供从事模具设计与制造工作的各类工程技术人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

塑料模具设计/刘元义编著. --北京:清华大学出版社,2014

普通高等院校机电工程类规划教材

ISBN 978-7-302-37766-5

I. ①塑… II. ①刘… III. ①塑料模具—设计—高等学校—教材 IV. ①TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 190389 号

责任编辑:庄红权

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:13.25 字 数:316千字

版 次:2014年9月第1版 印 次:2014年9月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00元

产品编号:059372-01

前 言

由于塑料原料丰富、成本低廉、制作方便,塑料工业得到了迅猛发展,已成为一门新兴工业。目前,在世界各国塑料制品产量排名中,中国已位居第二,成为世界塑料大国。塑料以其优异的性能,在某些领域已逐步替代钢铁、木材、水泥、陶瓷、玻璃、橡胶、皮革和布匹等,成为现代经济社会发展的基础材料之一,与钢铁、木材、水泥并称为材料领域的四大支柱。

塑料成型的方法很多,有注塑、挤出、压制、压注、吹塑、真空成型等工艺,但应用最广泛的还是注塑成型。据统计,世界注塑模具的产量占塑料模具总产量的一半以上。

作者结合二十多年在塑模设计方面的教学、科研和设计经验,本书在内容安排上,考虑模具专业的知识结构和学时限制,注重反映先进技术与最新成就,系统地叙述了注塑模具的设计原理和方法,扼要介绍了其他模具的设计原理,以使读者对各种模具有一个完整的概念。编写时力求理论联系实际,深入浅出,既结合国内外中小型企业的实际,又反映塑料成型技术的国际先进水平。

由于笔者水平所限,书中难免有不当之处,恳请读者批评指正。

编著者

2014年5月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 模具工业在国民经济中的地位与作用	1
1.2 国内模具工业现状	1
1.3 塑料模具的分类	2
1.4 本门课程的学习要求	3
第 2 章 塑料的基础知识与塑件设计	4
2.1 塑料的基础知识	4
2.1.1 塑料的组成	4
2.1.2 塑料的分类	5
2.1.3 塑料的特性	6
2.1.4 几种常用的塑料	6
2.2 塑料制件设计	8
2.2.1 塑件的尺寸和精度	9
2.2.2 塑件的表面质量	12
2.2.3 塑件的形状设计	13
2.2.4 塑件的脱模斜度	14
2.2.5 塑件的壁厚	14
2.2.6 加强筋与其他防变形的措施	15
2.2.7 支承面	16
2.2.8 圆角	17
2.2.9 孔的设计	17
2.2.10 螺纹的设计	18
2.2.11 嵌件设计	20
2.2.12 标记符号与表面彩饰设计	23
思考题	23
第 3 章 注塑模具概述	24
3.1 注塑模具的结构组成	24
3.2 注塑模具的分类	25
3.2.1 单分型面注塑模具	25
3.2.2 双分型面注塑模具	26
3.2.3 特殊注塑模具	27

思考题	28
第4章 注塑模具与注塑机的关系	29
4.1 注塑机的分类	29
4.2 注塑机有关工艺参数的校核	31
4.2.1 最大注塑量的校核	31
4.2.2 注塑压力的校核	32
4.2.3 锁模力的校核	32
4.2.4 模具与注塑机安装部分相关尺寸校核	32
4.2.5 开模行程的校核	33
4.2.6 顶出装置的校核	35
思考题	36
第5章 注塑模具浇注系统设计	37
5.1 普通浇注系统设计	37
5.1.1 浇注系统的组成及设计原则	37
5.1.2 普通浇注系统设计	38
5.2 无流道浇注系统设计	49
5.2.1 无流道浇注系统的结构及其分类	49
5.2.2 无流道模具设计注意的问题	52
思考题	52
第6章 注塑模具成型零部件设计	54
6.1 型腔分型面的设计	54
6.1.1 分型面	54
6.1.2 选择分型面应遵循的原则	55
6.2 排气系统设计	58
6.3 成型零部件的结构设计	60
6.3.1 凹模设计	60
6.3.2 型芯与成型杆设计	61
6.3.3 螺纹型芯与螺纹型环设计	63
6.4 成型零部件工作尺寸计算	65
6.4.1 影响塑件尺寸精度的因素	65
6.4.2 成型零部件工作尺寸计算	66
6.4.3 螺纹型芯与螺纹型环的尺寸计算	72
6.5 成型腔壁厚计算	74
6.5.1 型腔侧壁厚度计算	75
6.5.2 型腔底板厚度计算	78
思考题	81

第 7 章 注塑模具的导向及脱模机构设计	82
7.1 导向机构设计	82
7.1.1 导柱导向机构	82
7.1.2 锥面和合模销定位机构	85
7.2 脱模机构设计	85
7.2.1 脱模机构的分类及设计原则	85
7.2.2 一次推出脱模机构	88
7.2.3 二次推出脱模机构	93
7.2.4 浇注系统凝料的脱出及自动脱落机构	97
7.2.5 螺纹塑件的脱模机构	98
思考题	103
第 8 章 侧向分型与抽芯机构设计	104
8.1 侧向分型与抽芯机构的分类	104
8.2 斜导柱侧向分型与抽芯机构	105
8.2.1 工作原理	105
8.2.2 斜导柱侧向分型与抽芯机构主要参数的确定	105
8.2.3 斜导柱侧向分型与抽芯机构结构设计要点	112
8.3 弯销侧向分型与抽芯机构	118
8.4 斜滑块侧向分型与抽芯机构	119
8.4.1 斜滑块侧向分型与抽芯机构的结构形式	120
8.4.2 斜滑块侧向分型与抽芯机构设计要点	121
8.5 齿轮齿条侧向分型与抽芯机构	123
思考题	124
第 9 章 注塑模温度调节系统	125
9.1 注塑模温度调节的重要性	125
9.2 模具冷却系统的设计	125
9.2.1 冷却系统的设计原则	125
9.2.2 冷却管道传热面积及管道数目的确定	128
9.2.3 冷却回路的形式	131
思考题	133
第 10 章 热固性塑料注塑模具与典型注塑模具设计	134
10.1 热固性塑料注塑模具	134
10.1.1 普通热固性塑料注塑模具	134
10.1.2 热固性塑料冷流道模具	138
10.2 典型注塑模具的设计	140

10.2.1	注塑模具的设计要点	140
10.2.2	典型注塑模具的尺寸计算	140
思考题		142
第 11 章	塑料压制成型模具	143
11.1	概述	143
11.1.1	压制模的结构组成	143
11.1.2	压制模具分类	144
11.1.3	压制模与压力机的关系	146
11.2	压制模成型零部件设计	148
11.2.1	塑件加压方向的确定	148
11.2.2	凸凹模的结构设计	150
11.2.3	成型零部件设计	152
11.3	压制模结构零部件设计	152
11.3.1	脱模机构	152
11.3.2	侧向分型与抽芯机构	155
思考题		159
第 12 章	塑料压注成型模具	160
12.1	概述	160
12.1.1	压注模的结构组成	160
12.1.2	压注模的分类	161
12.1.3	压注模与压力机的关系	163
12.2	压注模结构设计	164
12.2.1	加料腔设计	164
12.2.2	浇注系统设计	167
思考题		170
第 13 章	挤出模具	171
13.1	挤出模概述	171
13.2	管材挤出机头设计	173
13.2.1	机头的典型结构	173
13.2.2	管材机头主要零件尺寸及其工艺参数设计	175
13.2.3	定径套设计	179
13.3	异形材成型机头设计	181
13.3.1	异形材挤出成型机头设计	181
13.3.2	异形材定型模设计	186
13.4	其他挤出机头设计	187
13.4.1	板材及片材挤出成型机头设计	187

13.4.2 线缆敷层挤出成型机头设计	191
13.4.3 薄膜挤出吹塑成型机头设计	192
思考题	194
第 14 章 塑料气动成型模具设计	195
14.1 中空吹塑成型模具	195
14.1.1 中空吹塑模的典型结构	195
14.1.2 中空吹塑模的设计要点	195
14.2 气压成型模具	197
思考题	198
参考文献	199

第 1 章 绪 论

1.1 模具工业在国民经济中的地位与作用

1. 模具概述

模具是技术密集型、资金密集型的产业,是工业产品成型的重要工艺装备。模具被各行业广泛用于生产最终产品,其产生的价值往往是模具自身价值的几十倍、上百倍,被誉为“效益放大器”。

2. 模具的分类

- (1) 冲压模具(简称冷冲模):将金属板料变成制品的一种工艺装备。
- (2) 塑料模具(简称塑料模):将塑料原料变成塑料制品的一种工艺装备。
- (3) 锻压模具(简称锻压模):将金属棒料、块料变成毛坯或零件的一类模具。
- (4) 压铸模具(简称压铸模):将液体金属(铝合金、锌基合金、铜合金等)变成制品的一类模具。
- (5) 粉末冶金模具:将合金粉末放入模具中压制坯料,烧结后成为需要的制品。
- (6) 橡胶模具(简称橡胶模):将橡胶原料变成制品的一类模具。
- (7) 拉丝模具(简称拉丝模):将金属材料拉制成金属丝的一类模具。
- (8) 无机材料模具:主要有玻璃、陶瓷模具。
- (9) 铸造金属模具:大批量生产铸件中采用的一类模具。
- (10) 其他模具:如食品模具、皮革模具等。

我国模具产业的结构比例:冲压模约占 37%,塑料模约占 43%,铸造模、压铸模约为 10%,锻模、轮胎模、玻璃模等其他类模具约占 10%,这与工业发达国家的模具类别比例基本一致。

3. 模具工业的地位与作用

模具是工业生产的基础工艺装备,被称为“工业之母”。75%的粗加工工业产品零件、50%的精加工零件由模具成型,绝大部分塑料制品也由模具成型。作为国民经济的基础行业,模具涉及机械、汽车、轻工、电子、化工、冶金、建材等各个行业,应用范围十分广泛。其中,飞机、汽车、拖拉机零件 60%由模具成型;电视机、录音机、收音机、计算机零件 80%由模具成型;手表、洗衣机、风扇、冰箱零件 85%由模具成型。因此,模具技术已成为衡量一个国家产品制造水平的重要标志之一。日本人认为:模具是促进社会繁荣富裕的动力,模具工业是整个工业发展的秘密。美国人认为:模具工业是美国工业的基石,是不可估量其力量的工业。

1.2 国内模具工业现状

1. 模具工业的发展

国内模具工业的发展经历了 5 个历史阶段:钳工手工操作→钳工手工操作+机械化→

数字控制加工(NC 机床)→计算机数控(CNC 机床)→计算机辅助设计、工程、制造一体化(CAD/CAE/CAM)。

2. 模具产值

2003 年全世界模具年产值约 600 亿美元,我国模具产值约 450 亿元;2006 年我国模具产值 555 亿元,出口 10 亿美元,进口 14.7 亿美元;2007 年国内模具产值已达 600 亿元,中国模具生产总量已位居世界第三;2012 年中国模具进口总额为 23.6 亿美元,出口总额为 32.3 亿美元;2013 年我国模具产值近 2100 亿元。

3. 存在的主要差距

(1) 模具设计制造周期。首先是先进的加工设备,总体水平仍比国外企业落后许多,特别是设备数控化率和 CAD/CAM/CAE 应用覆盖率要比国外企业低许多;其次是标准件使用覆盖率低,对模具制造周期影响甚大;再次是模具企业专业化生产水平低,专业化分工不细,模具企业之间协作差,目前国内每年生产的模具,商品模具只占 45%左右,其余为自产自销,存在“肥水不外流”的现象。同时,随着时代进步和技术发展,能掌握和运用新技术的人才异常短缺,高级模具钳工及企业管理人才也非常紧缺。欧洲模具设计和生产的时间分别要比我国快 44%和 61%左右。

(2) 模具的标准化程度。模具标准化水平和模具标准件使用覆盖率低,国外先进国家模具标准件使用覆盖率达 70%以上,国内模具标准件使用覆盖率只有 45%左右。模具标准件的应用需要大力推广。

(3) 模具材料和先进的热处理技术。国产模具钢与国外进口钢相比,无论是质量还是品种规格,都有较大差距,模具材料的性能、质量和品种往往会影响模具质量、寿命及成本。为提高模具寿命和质量,优质的模具材料和先进的表面处理技术的应用非常必要。

(4) 大型、精密、复杂、长寿命模具。国内模具总量中属大型、精密、复杂、长寿命模具的比例只有 30%左右,国外在 50%以上。产品水平低主要表现在精度、型腔表面粗糙度、寿命及模具的复杂程度上;工艺水平低主要表现在设计、加工、工艺装备等方面。

1.3 塑料模具的分类

塑料成型模具是成型塑料制件的主要工艺装备之一,它使塑料获得一定的形状和所需性能。对应不同工艺要求的塑料制品加工,塑料模具可分为下列几类:

(1) 塑料注塑成型模具。塑料注塑成型模具的加工设备是注塑成型机,塑料首先在注塑机料筒内受热熔融,然后在螺杆或柱塞推动下,经喷嘴、模具的浇注系统进入模具型腔,塑料经冷却后固化成型,脱模得到制品。注塑成型加工通常多适用于热塑性塑料制品生产,是塑料制品生产中应用最广的一种加工方法。

(2) 塑料压制成型模具。将计量好的成型物料放入成型温度下的模具型腔或加料室中,闭合模具,塑料在高温、高压作用下呈软化黏流,经一定时间后固化成型,成为所需制品形状。压制模具多用于成型热固性塑料制品,也可成型热塑性塑料制品。

(3) 塑料压注成型模具。通过柱塞使在加料腔内受热塑化熔融的热固性塑料,经浇注系统压入被加热的闭合型腔并固化成型,这种成型方法称压注成型,所使用的模具称压注成型模具。压注模具多用于成型热固性塑料制品。

(4) 塑料挤出成型模具。利用挤出机的加热加压装置,使处于黏流状态的塑料在高温高压下通过具有特定断面形状的机头口模,并经冷却定型装置硬化定型,以获得具有所需断面形状连续型材,这种成型方法称为挤出成型,所使用的模具称为挤出成型模具或挤出机头。挤出工艺通常只适用于热塑性塑料制品的生产。

(5) 中空吹塑成型模具。将挤出或注塑出来的熔融状态的管状坯料置于模具型腔内,依靠压缩空气使管坯膨胀贴紧于模具型腔壁,冷却后获得中空塑件的一种成型方法,称为中空吹塑成型。

(6) 气压成型模具。此类模具为一独立的阳模或阴模,借助压缩空气或抽真空,使固定在模具上并被加热软化的塑料板材、片材紧贴在模具壁上,冷却定型即得塑件。

1.4 本课程的学习要求

通过本课程的学习,要达到以下要求:

(1) 了解塑料制品的设计方法,能够对塑件进行合理设计。

(2) 掌握注塑模具的设计方法,能够独立设计一般复杂程度的塑料成型模具。主要掌握注塑模与注塑机的关系;能够设计出合理的浇注系统、导向和顶出系统、温度调节系统、侧向分型与抽芯机构及型腔部分。

(3) 了解其他模具的结构。

(4) 查阅相关的参考文献,主要有《塑料模具设计手册》、塑料模具设计各种图册以及《模具工业》等有关杂志。

另外,本课程中的主要内容是在生产实践中逐步总结和丰富起来的,因此,学习本课程除应具备必要的力学、金属材料、热处理和机制工艺知识外,应特别注意理论联系实际,配合必要的现场教学、实验以及课程设计等教学环节。

第2章 塑料的基础知识与塑件设计

为了获得合格的塑料制品,在模具设计之前,必须了解塑料的基础知识及合理地设计塑料制件。

2.1 塑料的基础知识

2.1.1 塑料的组成

塑料是指以树脂(或在加工过程中用单体直接聚合)为主要成分,以增塑剂、填充剂、润滑剂、着色剂等添加剂为辅助成分,在加工过程中能流动成型材料。合成树脂(或称高分子聚合物)是塑料的主要成分,为了改进塑料的性能,获得性能良好的塑料,还要在聚合物中添加各种辅助材料,如增塑剂、稳定剂、着色剂、润滑剂、填料等,这些辅助材料称为助剂。因而,塑料是由高分子聚合物和助剂两类物质复合而成的。

1. 合成树脂

合成树脂是塑料的最主要成分,起着胶黏剂的作用,能将塑料和其他成分胶结成一个整体,在塑料中的质量含量一般在40%~100%。由于含量大,所以树脂的性质常常决定了塑件的基本性能。

2. 增塑剂

增塑剂可增加塑料的可塑性和柔软性,从而易于加工成型。常用的增塑剂有:邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、磷酸三甲酚酯、樟脑和二苯甲酮等。

3. 填充剂

填充剂主要用于改善塑料的成型性能和降低成本。常用的填充剂有木粉、纸浆、云母、石棉、炭黑、玻璃纤维等。填充剂在很大程度上决定着塑料的物理力学性能和工艺性能。例如,酚醛树脂中加入木粉后可大大降低成本,同时还能显著提高机械强度。填料在塑料中的用量一般占10%~50%。

4. 稳定剂

为了防止或抑制聚合物在加工和使用过程中受光、热和氧的作用分解和破坏,延长使用寿命,要在塑料中加入稳定剂。一般稳定剂可分为光稳定剂、热稳定剂和抗氧化剂等,常用的有硬脂酸盐、铅白、环氧化物等。稳定剂用量一般是2%~5%之间。

5. 着色剂

在塑料中加入着色剂,可使塑料具有各种鲜艳、美观的颜色。要求着色剂与塑料中的其他成分不起化学作用,成型过程中不因温度、压力变化而分解变色,而且在塑料的使用中长期保持稳定。其用量一般为0.01%~0.02%之间,常用有机染料(如油溶苯胺黑)和无机颜料(如氧化铁红)作为着色剂。

6. 润滑剂

润滑剂的作用是改善塑料溶体的流动性,减少或避免与设备的摩擦、黏附,并改善制品的表面粗糙度。常用的润滑剂有硬脂酸及其钙镁盐等。常用的润滑剂有烃类、酯类、金属皂

类、脂肪酸类及脂肪酸酰胺类等,一般用量为 0.05%~0.15%。

7. 固化剂

某些树脂在成型前必须加入固化剂才能变为坚硬的材料。如在酚醛树脂中加入六次甲基四胺,在环氧树脂中加入乙二胺或顺丁烯二酸酐等。

生产塑料时还可增加一些其他添加剂,如加入阻燃剂可降低塑料的燃烧性,加入发泡剂可将树脂制成泡沫塑料等。还可以把不同品种、不同性能的塑料用机械的方法掺和在一起,或者将不同单体的塑料经化学处理得到性能完全不同的塑料。如 ABS 就是由丙烯腈、丁二烯、苯乙烯三种组分制成的三元复合物。因此,可以采用不同的树脂和添加剂,配制成各种成分不同、性质各异的塑料,以适应各种不同的使用要求。

2.1.2 塑料的分类

塑料的分类体系比较复杂,各种分类方法也有所交叉,按常规分类主要有以下三种:一是按用途分类,二是按理化特性分类,三是按加工方法分类。

1. 根据塑料的用途分类

(1) 通用塑料:一般指产量大、用途广、成型性好、价格低廉的塑料,一般都具有良好的成型工艺性,可采用各种工艺成型出多种用途制品。通用塑料主要包括聚烯烃、聚氯乙烯、聚苯乙烯、酚醛塑料以及氨基塑料五大品种。

(2) 工程塑料:一般指能承受一定的外力作用,并具有良好的机械性能和尺寸稳定性,在高、低温下仍能保持其优良性能,可以作为工程结构件的塑料。例如聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、ABS 树脂、聚四氟乙烯、聚酯、聚砜、聚酰亚胺等。工程塑料具有密度小、化学稳定性高、机械性能良好、电绝缘性优越、加工成型容易等特点,广泛应用于汽车、电器、化工、机械、仪器、仪表等工业,也应用于宇宙航行、火箭、导弹等方面。

(3) 特种塑料:指具有某一方面特殊性能的塑料,可用于航空、航天等特殊的应用领域。这类塑料在耐热性、绝缘性、耐腐蚀性、耐磨性等方面具有某一方面或多种特殊性能,如氟塑料、聚酰亚胺塑料、聚苯塑料、导电塑料、导磁塑料及有机硅塑料等。氟塑料和有机硅具有突出的耐高温、自润滑等特殊功用,增强塑料和泡沫塑料具有高强度、高缓冲性等特殊性能。

2. 根据塑料的理化特性分类

(1) 热塑性塑料:指在特定温度范围内能反复加热软化和冷却硬化的塑料。这种塑料由不互相交织在一起的线型长分子链组成,线型分子链呈线状,如图 2-1(a)所示。在性能上,线型分子链的聚合物具有弹性和塑性,在适当的溶剂中可溶胀或溶解,升高温度时则软化至熔化而流动,而且,可反复多次熔化成型。此外,还有一些聚合物的大分子主链上带有一些或长或短的小支链,整个分子链呈枝状,如图 2-1(b)所示,称为带支链的线型聚合物。因为存在支链,结构不太紧密,因此,聚合物的机械强度较低,但溶解能力和塑性较高。低密度聚乙烯等聚合物分子链属此种结构形式。

属于热塑性塑料的有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、ABS、有机玻璃、尼龙、聚甲醛、聚碳酸酯、聚砜、聚苯醚、聚四氟乙烯、聚三氟乙烯、聚全氟乙烯、氯化聚醚等。

(2) 热固性塑料:因受热或其他条件能固化成不熔和不溶性物质的塑料。这种塑料的原料是具有链状结构、有交叉的聚合物,在受热时发生软化,可以塑制成一定的形状,但受热到一定程度或加入少量固化剂后,大分子链之间的一些短链会互相交联起来,发生交联反应,成为立

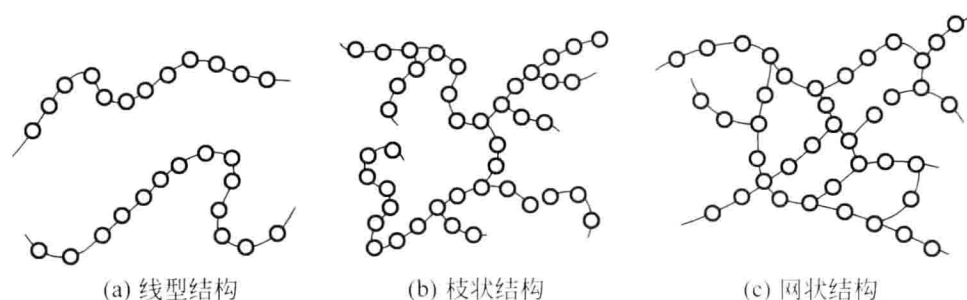


图 2-1 高分子物质的分子链结构示意图

体网状结构,称为体型聚合物或网型聚合物,如图 2-1(c)所示。体型聚合物脆性大,硬度高,成型前既能溶解又能熔化,一经成型硬化后,再加热也不会变软和改变形状,成为既不溶解又不熔融的固体,不能再次成型,因此也不能回收再用。但其耐热性好、不容易变形,而且价格比较低廉。

属于热固性塑料的有酚醛塑料、氨基塑料、环氧塑料、聚邻苯二甲酸二烯丙酯、有机硅塑料、硅酮塑料等。

3. 根据塑料的加工方法分类

根据各种塑料不同的成型方法,可分为模压、层压、注射、挤出、吹塑、浇铸塑料和反应注射塑料等多种类型。

模压塑料是指供模压用的树脂混合料,是与一般热固性塑料相类似的塑料;层压塑料是指浸有树脂的纤维织物,经叠合、热压而结合成为整体的材料;注射、挤出及吹塑多为物性和加工性能与一般热塑性塑料相类似的塑料;浇铸塑料是指在不加压力或稍加压力的情况下,倾注于模具中能硬化成一定形状制品的液态树脂混合料,如 MC 尼龙(又称浇铸尼龙,学名聚己内酰胺)等;反应注射塑料是用液态原材料,加压注入模腔内,使其反应固化成一定形状制品的塑料,如聚氨酯等。

2.1.3 塑料的特性

塑料的特性包括使用性能、加工性能、技术性能等,主要有:

- (1) 大多数塑料质轻,化学稳定性好,不会锈蚀;
- (2) 耐冲击性好;
- (3) 具有较好的透明性和耐磨耗性;
- (4) 绝缘性好,导热性低;
- (5) 一般成型性、着色性好,加工成本低;
- (6) 大部分塑料耐热性差,热膨胀率大,易燃烧;
- (7) 尺寸稳定性差,容易变形;
- (8) 多数塑料耐低温性差,低温下变脆;
- (9) 容易老化;
- (10) 某些塑料易溶于溶剂。

2.1.4 几种常用的塑料

现已大规模工业化生产、应用范围较广的五大通用塑料有聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯及 ABS;五大工程塑料有聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、聚酯、聚苯醚,它们都是热塑性塑料。

(1) 聚乙烯(PE)。聚乙烯是塑料工业中产量最高的品种。聚乙烯是不透明或半透明、质轻的结晶性塑料,具有优良的耐低温性能(最低使用温度可达 $-100\sim-70^{\circ}\text{C}$),电绝缘性、化学稳定性好,能耐大多数酸碱的侵蚀,但不耐热。聚乙烯适宜采用注塑、吹塑、挤塑等方法加工。

(2) 聚丙烯(PP)。聚丙烯是由丙烯聚合而得的热塑性塑料,通常为无色、半透明固体,无臭无毒,密度为 $0.90\sim0.919\text{g}/\text{cm}^3$,是最轻的通用塑料。其突出优点是具有在水中耐蒸煮的特性,耐腐蚀,强度、刚度和透明性都比聚乙烯好;其缺点是耐低温冲击性差,易老化,但可分别通过改性和添加助剂加以改进。

(3) 聚氯乙烯(PVC)。聚氯乙烯是由氯乙烯聚合而得的塑料,通过加入增塑剂,其硬度可大幅度改变。用它制成的硬制品以及软制品都有广泛的用途。聚氯乙烯的生产方法有悬浮聚合法、乳液聚合法和本体聚合法,以悬浮聚合法为主。

(4) 聚苯乙烯(PS)。通用的聚苯乙烯是苯乙烯的聚合物,外观透明,但有发脆的缺点,因此,通过加入聚丁二烯可制成耐冲击性聚苯乙烯(HTPS)。聚苯乙烯的主要生产方法有本体聚合、悬浮聚合和溶液聚合。

(5) ABS。ABS是丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物,英文名 acrylonitrile-butadiene-styrene,三者的一般比例为 $20:30:50$,熔点 175°C 。只要改变三者的比例、聚合方法、颗粒的尺寸,便可以生产出一系列具有不同冲击强度、流动特性的品种。ABS是一种综合性能良好的树脂,无毒,微黄色,具有良好的成型加工性,制品表面光洁度高,且具有良好的涂装性和染色性,可电镀成多种色泽。ABS可与多种树脂配混成塑料合金,使之具有新的性能和新的应用领域,比如与PMMA掺混可制成透明的ABS,透光率可达 80% 。ABS虽未列入五大通用工程塑料(因其热变形温度 $\text{HDT}=80^{\circ}\text{C}$ 左右,未大于 100°C),但它的使用量远远超过五大类通用工程塑料中的任何一种。ABS综合性能优于一般通用塑料,所以一般把ABS称为亚工程塑料,应用领域非常广泛,汽车工业中有众多零件是用ABS或ABS合金制造,每辆桑塔纳轿车用ABS 11kg ,其中仪表板PC/ABS做骨架、车内装饰件大量使用了ABS。办公设备中电话机外壳、存储器外壳以及计算机、传真机、复印机中都大量使用了ABS制作的零件。在家电和小家电中更有着广泛的市场,如有些大屏幕电视机的前后壳体使用阻燃ABS制成,家用传真机、音响、VCD中也大量选用ABS为原料,电风扇、空调、冷气机、吸尘器中也使用了很多ABS制作的零件,此外厨房用具、玩具、通信设备等也大量使用了ABS制作的零件。

(6) 聚酰胺(PA)。聚酰胺又称尼龙,由于它独特的低比重、高抗拉强度、耐磨、自润滑性好、冲击韧性优异、刚柔兼备的性能而赢得人们的重视,在世界各国,PA的生产能力与产量都占工程塑料的第一位,加之其加工简便、效率高、比重轻(只有金属的 $1/7$)、可以加工成各种制品来代替金属,因此,广泛应用于汽车、电子电器、包装、机械、日用消费品等众多领域。典型的制品有泵叶轮、风扇叶片、阀座、衬套、轴承、各种仪表板、汽车电器仪表、冷热空气调节阀等零部件,每辆汽车消耗尼龙制品达 $3.6\sim4\text{kg}$ 。

(7) 聚碳酸酯(PC)。聚碳酸酯是一种无臭、无毒、高度透明的无色或微黄色、性能优良的热塑性工程塑料,既具有类似有色金属的强度,又兼备延展性及强韧性,它的抗冲击强度极高,用铁锤敲击不能被破坏,能经受住电视机荧光屏的爆炸。聚碳酸酯的透明度又极好,并可施以任何着色,是五大工程塑料中唯一具有良好透明性的产品,也是近年来增长速度最快的通用工程塑料。由于聚碳酸酯的上述优良性能,已被广泛用于各种安全灯罩、信号灯,体育馆、体育场的透明防护板,采光玻璃,高层建筑玻璃,汽车反射镜、挡风玻璃板,飞机座舱

玻璃,摩托车驾驶安全帽,以及 CD 和 DVD 光盘、高透明塑料瓶等。

(8) 聚甲醛(POM)。聚甲醛是乳白色不透明的塑料,抗磨性、回弹性及耐热性等性能优良,可进行注塑、挤出、吹塑、滚塑、焊接、粘接、涂膜、印刷、电镀、机加工等。通过注塑法广泛用于制造机械部件,还可以制作弹簧,是典型的工程塑料,被誉为“超钢”,常用来代替铜、锌、锡、铅等有色金属,广泛用于制造各种滑动、转动机械零件,做各种齿轮、杠杆、滑轮、链轮,特别适宜做轴承、热水阀门、精密计量阀、流量计、汽车内外部把手、电子开关零件、紧固固体、电风扇零件、水龙头、洗浴盆零件、冲浪板、帆船及各种雪橇零件、人造心脏瓣膜、假肢等。

(9) 聚酯(PET、PBT)。常用的聚酯为聚对苯二甲酸乙二酯(PET)和聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)。

PET 是由对苯二甲酸与乙二醇进行缩聚反应制得的,是生产涤纶纤维的原料。而工程塑料树脂可分为非工程塑料级和工程塑料级两大类,非工程塑料级 PET 主要用于瓶、薄膜、片材、耐烘烤食品容器等。如双向拉伸吹塑制品的瓶子,由于透明及二氧化碳不易透过,常用作碳酸饮料的容器。工程塑料级 PET 一般通过增强、填充、共混等方法改进其加工性和物理性质,以玻璃纤维增强效果明显,改性后的聚酯具有耐热性和良好的耐磨性,并具有一定强度和优良的不透气性。增强 PET 主要采取注射成型法加工,其他方法还有挤出、吹塑、涂覆和焊接、封接、机加工、真空镀膜等二次加工方法。PET 制成的双向拉伸薄膜广泛用于录音带、电影及照相软片等。电子电器方面的应用主要有电器插座、电子连接器、电饭煲把手、断电器外壳、仪表机械零件、点钞机零件、电熨斗、汽车工业中的流量控制阀、机械工业齿轮、叶片、皮带轮、泵零件、排水管接头、拉链、钟表零件、喷雾器部件等。

PBT 是一种热塑性聚酯,非增强型的 PBT 与其他热塑性工程塑料相比,加工性能和电性能较好。玻璃化温度低,模具温度在 50℃ 时即可迅速结晶,加工周期短。PBT 被广泛应用于电子电器和汽车工业中。由于 PBT 的高绝缘性及耐温性,可用作电视机的回扫变压器、汽车分电盘和点火线圈、办公设备壳体和底座、各种汽车外装部件、空调机风扇、电子炉灶底座、办公设备壳件等。

(10) 聚苯醚(PPO 或 PPE)。聚苯醚是 20 世纪 60 年代发展起来的高强度工程塑料,具有优良的物理机械性能、耐热性和电气绝缘性,且吸湿性低、强度高、尺寸稳定性好,高温下耐蠕变性是所有热塑性工程塑料中最优异的。PPO 可应用于洗衣机压缩机盖、吸尘器机壳、咖啡器具、头发定型器、按摩器、微波炉器皿等小型家用电器具方面。改性聚苯醚还用于电视机部件、电传终点设备的连接器等方面。但由于 PPO 流动性较差,通常与其他塑料共混改性形成工程塑料合金使用(简称 MPPO),是目前工程塑料领域最典型、用量最大的工程塑料合金。MPPO 具有优良的综合性能和成型加工性能,在家用电器、电子、办公自动化、机械、汽车、输送机械、建材、航空及军事等领域具有广泛的用途,成为各开发国家的核心材料之一。在五大工程塑料中,MPPO 工程塑料规模与产量比 PBT 略低,居第 5 位。近年来,随着经济的复苏及 MPPO 新市场机会的出现,特别是电子信息用壳体材料及高性能印刷电路板用交联 PP 合金的强劲市场需求,导致世界各大生产公司纷纷扩大其生产规模。

2.2 塑料制件设计

在进行塑料制件的结构设计时,必须遵循以下原则:

(1) 满足使用要求。在保证制件的使用性能、物理性能与力学性能、电气性能、耐化学