

华东交通大学教材建设基金资助项目

现代 注塑模具设计 实用技术手册

赵龙志 赵明娟 付伟 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

现代注塑模具设计实用技术手册

主 编	赵龙志	赵明娟	付 伟	
副主编	匡唐清	陈碧龙	麻春英	何柏林
	王小明	黎秋萍		
参 编	李树帧	熊光耀	姜 羨	胡 勇
	李德英	曹爱文	张 海	周泽杰
	张 馨	刘举平	罗理辉	朱金香
主 审	张 坚			



机械工业出版社

本书全面总结了近年来国内注塑模具设计、制造、使用和维修方面的技术和经验,系统地介绍了国内外对生产有实际指导意义的新工艺、新材料和新技术。全书共分18章,内容包括塑料及其性能,塑料制件结构工艺,注塑模具结构与注塑机,注塑模具分型面设计及成型零件设计,注塑模具浇注系统设计、流道脱落机构及排气,注塑模导向、定位机构设计,注塑模推出机构,侧向抽芯、斜顶及螺纹抽芯机构,注塑模具标准化,注塑模具温度调节系统,注塑模用模具材料及热处理,新型注塑工艺及其模具设计,热流道成型技术,注塑模具制造工艺,注塑工艺过程及质量控制,注塑模具的装配、维修、保养及入库管理,模具价格估算,注塑模模流分析技术。

本书内容丰富、数据翔实,具有很强的可读性和实用性,既适合注塑模具设计、制造等行业的工程技术人员使用,也可供高等院校、高职高专相关专业的师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代注塑模具设计实用技术手册/赵龙志,赵明娟,付伟主编. —北京:机械工业出版社,2012.10
ISBN 978-7-111-39416-7

I. ①现… II. ①赵…②赵…③付… III. ①注塑—塑料模具—设计—技术手册 IV. ①TQ320.66-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第188544号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:周国萍 责任编辑:周国萍 吕芳 版式设计:霍永明
责任校对:刘志文 封面设计:姚毅 责任印制:杨曦
北京圣夫亚美印刷有限公司印刷
2013年1月第1版第1次印刷
184mm×260mm·43印张·2插页·1205千字
0001—3000册
标准书号:ISBN 978-7-111-39416-7
定价:119.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

策划编辑:(010) 88379733

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

由于塑料具有很多优良的性能和特点,因此近年来在各领域得到了越来越广泛的应用。塑料制品成型的方法很多,注塑成型是其中非常重要的一种,在世界塑料模具市场中,注塑模具占塑料成型模具产量的半数以上。注塑模具已经成为生产各种工业产品的重要工艺装备。随着塑料工业的飞速发展以及塑料制品在航空、航天、电子、机械、船舶和汽车等工业领域的推广应用,对产品的要求也越来越高,这不仅推动了塑料模具工业的发展,也成为提高注塑模具设计技术水平的主要动力。

为了顺应形势,满足广大注塑模具学习者和使用者的需求,推动注塑模具技术的应用与发展,我们编写了这本书。

本书以热塑性塑料注塑模具为主线,广泛吸收了现代注塑模具发展的新技术、新工艺、新结构,遵循目前最新的国家标准,引入了大量国外先进的模具结构和最新的注塑模具研究成果,其中很大一部分内容是多位作者在实践中积累的一些有实用价值的设计实例和技巧,并对其进行了总结和延伸,以便读者在学习和实际运用中能够举一反三。

本书以实用和创新为特点,采取理论与实践相结合、图例和剖析相结合、模具设计和生产工艺相结合的方式,通过大量的图例和表格,对典型模具结构的设计思路和动作过程进行了详细阐述,对于注塑模具行业的工程技术人员来说,这是一本全面、系统、实用的工具书。

本书由华东交通大学赵龙志博士、赵明娟讲师、付伟高级实验师担任主编,匡唐清博士、陈碧龙高级工程师、麻春英讲师、何柏林教授、王小明高级工程师、黎秋萍讲师担任副主编,参加编写的人员还有李树帧、熊光耀、姜美、胡勇、李德英、曹爱文、张海、周泽杰、张馨、刘举平、罗理辉、朱金香。在编写过程中,华东交通大学材料工程系、制造工程系、机电工程系、实验教学中心和工程训练中心的许多同事都对本书提出了宝贵的意见,并提供了切实的帮助,在此表示衷心感谢。

全书由华东交通大学张坚教授主审。

全书共分18章。其中,第1、第12、第15和第18章由匡唐清编写,第2章由陈碧龙、熊光耀、胡勇、李德英、张馨、罗理辉、朱金香共同编写,第3、第11章由赵龙志编写,第4、第10章由麻春英编写,第7、第8章由赵明娟编写,其余章节由付伟、何柏林、王小明、李树帧、黎秋萍、姜美、曹爱文、张海、周泽杰、刘举平共同编写。

在编写过程中,江新炎、吴文妮、焦宇、谢斌、何学成和万萌进行了部分资料的收集整理和书稿校对工作,在此一并表示感谢。本书为华东交通大学教材建设基金资助项目。

本书在出版过程中得到了机械工业出版社的大力支持,在此表示最诚挚的感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有错误和不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 塑料及其性能 1

1.1 塑料的特点、组成、名称/代号及分类 1

1.1.1 塑料的特点 1

1.1.2 塑料的组成 2

1.1.3 塑料的分类 3

1.1.4 塑料的名称/代号 5

1.2 塑料的特性 7

1.2.1 塑料的性能术语 7

1.2.2 塑料的技术性能 8

1.2.3 常用塑料的使用性能 10

1.2.4 塑料的成型特性 14

1.3 塑料的模塑性和可加工性 18

1.3.1 塑料的流动性 18

1.3.2 塑料的结晶性 21

1.3.3 塑料的取向性 23

1.3.4 塑料的收缩性 24

1.3.5 塑料的吸湿性 26

1.3.6 水敏性 27

1.3.7 热敏性 27

1.3.8 水分和挥发物的含量 27

1.3.9 塑料的硬化性 28

1.3.10 塑料的开裂性 29

1.3.11 玻璃化转变温度 29

1.3.12 流长比和型腔压力 29

1.3.13 降解 29

1.3.14 交联 30

1.3.15 相容性 30

1.4 常用塑料的简易鉴别方法 31

1.4.1 常用塑料的外观鉴别法 31

1.4.2 常用塑料的密度鉴别法 32

1.4.3 常用塑料的燃烧鉴别法 33

1.4.4 常用塑料的溶剂处理鉴别法 34

1.5 塑料熔体的流动特性 35

1.5.1 塑料的黏性流动行为 35

1.5.2 影响塑料熔体流动的因素 37

1.5.3 塑料熔体状态方程 39

1.5.4 塑料熔体的弹性表现 40

1.5.5 塑料熔体在圆管及狭缝中的流动分析 42

第2章 塑料制件结构工艺 46

2.1 注塑工艺对塑件结构的要求 46

2.1.1 塑件的收缩 46

2.1.2 壁厚设计 47

2.1.3 加强筋 49

2.1.4 孔 50

2.1.5 螺纹与齿轮 52

2.1.6 支撑面 54

2.1.7 凸台 54

2.1.8 防转、防滑设计 55

2.1.9 侧孔与侧凹的避免 56

2.1.10 柱位防收缩的火山口设计 57

2.1.11 圆角 57

2.1.12 脱模斜度 57

2.2 装配对塑件结构的要求 58

2.2.1 装配间隙 58

2.2.2 搭扣连接 59

2.2.3 柱位连接 60

2.3 嵌件的设计 60

2.3.1 嵌件的结构形式 60

2.3.2 嵌件的设计要点 61

2.4 塑件的尺寸精度和表面质量 63

2.4.1 影响塑件尺寸精度的因素 63

2.4.2 塑件的尺寸精度 64

2.4.3 塑件的表面质量 65

2.4.4 文字、符号及花纹 68

2.4.5 表面纹理 68

第3章 注塑模具结构与注塑机 70

3.1 注塑成型原理及工艺过程 70

3.1.1 注塑成型原理及其成型特点 70

3.1.2 注塑成型工艺过程 70

3.2 注塑模具的结构 72

3.2.1 注塑模具的分类 72

3.2.2 注塑模具的基本结构及名称 74

3.3 注塑模具的设计 78

3.3.1 注塑模具设计与制造流程 78

3.3.2 注塑模具设计要点及注意的

问题	80	4.7.2 型腔壁厚和底板厚度的计算	116
3.4 注塑机的组成及分类	81	4.8 注塑模具型芯的结构设计	120
3.4.1 注塑机的组成结构	81	4.8.1 型芯的结构形式	120
3.4.2 注塑机的工作过程	82	4.8.2 小型芯的固定形式	124
3.4.3 注塑机的类型	82	4.9 注塑模具成型零件尺寸的确定	126
3.4.4 注塑机的规格及其表示方法	84	4.9.1 影响塑件尺寸的因素	126
3.5 注塑机的基本参数	85	4.9.2 确定成型零件尺寸的原则	128
3.5.1 注塑量	85	4.9.3 成型零件尺寸的计算	130
3.5.2 注塑压力	85	4.10 注塑模具螺纹成型零件的设计	131
3.5.3 锁模力与合模装置	86	4.10.1 螺纹注塑成型方法	131
3.5.4 开、合模速度	87	4.10.2 螺纹成型零件尺寸计算	133
3.5.5 空循环时间	87	4.10.3 螺纹成型零件的设计原则	136
3.6 注塑机的主要装置与机构	87	第5章 注塑模具浇注系统设计、流道	
3.6.1 预塑装置	87	脱落机构及排气	138
3.6.2 注塑装置	91	5.1 概述	138
3.6.3 合模装置	94	5.1.1 冷流道浇注系统的作用	138
3.6.4 调模装置	95	5.1.2 冷流道浇注系统的设计原则	139
3.6.5 推出装置	96	5.2 主流道设计	139
3.6.6 加热及冷却装置	97	5.2.1 直浇型主流道	140
3.6.7 其他装置	97	5.2.2 斜浇型主流道	141
3.7 注塑模与注塑机的关系	97	5.2.3 横浇型主流道	142
3.7.1 注塑量的校核	97	5.3 分流道设计	143
3.7.2 锁模力的校核	98	5.3.1 分流道的设计要点	143
3.7.3 最大注塑压力的校核	99	5.3.2 分流道的截面形状	144
3.7.4 注塑机安装模具部分尺寸的		5.3.3 分流道的平衡和型腔的布置	145
校核	99	5.4 辅助流道设计	153
3.7.5 脱模距的校核	101	5.5 注塑模具浇口设计	154
3.7.6 推出装置的校核	102	5.5.1 浇口大小的选择	154
3.7.7 注塑机性能参数校核与型腔数		5.5.2 浇口的形式和特点	155
目的确定	103	5.5.3 浇口位置的确定	165
第4章 注塑模具分型面设计及成型		5.6 冷料穴和拉料杆	169
零件设计	105	5.7 排气系统	171
4.1 分型面选择原则	105	第6章 注塑模导向、定位机构设计 ..	174
4.1.1 制品在模具中的位置	105	6.1 合模导向、定位机构的作用	174
4.1.2 分型面的形式	105	6.2 导向、定位机构的类型	175
4.1.3 分型面选择的基本原则	108	6.3 导向机构设计	175
4.2 滑块及斜顶分型要点	110	6.4 定位机构设计	180
4.2.1 滑块分型面设计要点	110	第7章 注塑模推出机构	182
4.2.2 斜顶分型面设计要点	112	7.1 推出机构的设计原则与分类	182
4.3 插穿、碰穿面分型要点	113	7.2 脱模力的计算方法	183
4.4 薄筋及深骨位的镶拼要点	114	7.2.1 简单估算法	183
4.5 尖、薄钢位的镶拼要点	114	7.2.2 薄壁制品脱模力的分析计算	185
4.6 细长芯子或镶件的对插防变形分析 ..	114	7.2.3 厚壁制品脱模力的分析计算	189
4.7 注塑模具型腔的结构设计	115	7.2.4 环形侧凹制品脱模力的分析 ..	
4.7.1 型腔的结构形式	115		

计算	189	第 8 章 侧向抽芯、斜顶及螺纹抽芯	
7.3 简单推出机构	190	机构	239
7.3.1 推杆推出机构	190	8.1 斜导柱侧向分型与抽芯机构	240
7.3.2 推管推出机构	197	8.1.1 侧向抽芯的受力分析与抽拔力的	
7.3.3 推板推出机构	200	计算	240
7.3.4 推块推出机构	202	8.1.2 侧向抽芯距的计算	242
7.3.5 拉板机构	204	8.1.3 楔紧块设计	243
7.3.6 气动推出机构	204	8.1.4 斜导柱机构受力分析及斜导柱	
7.3.7 强制推出机构	205	直径计算	245
7.3.8 联合推出机构	207	8.1.5 斜导柱抽芯机构的结构形式	252
7.3.9 推出机构的复位与导向机构	207	8.2 弯销抽芯机构	257
7.4 二次推出及多次推出机构	210	8.2.1 弯销的结构特点	257
7.4.1 浮动型芯式二次推出机构	211	8.2.2 弯销的基本形式	257
7.4.2 浮动推管式二次推出机构	211	8.2.3 弯销在模具上的安装方式	257
7.4.3 双组顶针板式二次推出机构	211	8.2.4 弯销抽芯与斜导柱抽芯的比较	259
7.4.4 超前二次推出机构	214	8.2.5 弯销抽芯机构的典型结构	259
7.4.5 滞后二次推出机构	214	8.3 斜导槽分型与抽芯机构	260
7.4.6 弹簧推板式二次推出机构	215	8.4 楔块分型机构	261
7.4.7 楔板滑块式二次推出机构	215	8.5 其他抽芯机构	262
7.4.8 杠杆式二次推出机构	215	8.5.1 弹簧驱动的侧滑块机构	262
7.4.9 推珠式二次推出机构	215	8.5.2 齿条驱动的侧滑块机构	262
7.4.10 摆杆式二次推出机构	216	8.5.3 液压(气压)驱动的侧滑块	
7.4.11 摆钩式二次推出机构	217	机构	264
7.4.12 弹簧-滚柱式二次推出机构	218	8.5.4 瓣合模滑块机构	265
7.4.13 橡胶套式二次推出机构	218	8.5.5 定模侧向分型与抽芯机构	266
7.4.14 滑板(块)式二次推出机构	218	8.5.6 暗抽抽芯机构	266
7.5 特殊推出机构	219	8.5.7 滑块走顶针机构	266
7.5.1 定模推出机构	219	8.5.8 内抽芯机构	267
7.5.2 制品留模不定时的推出方式	221	8.5.9 手动旋转式抽芯机构	268
7.5.3 超高塑件的推出方式	221	8.5.10 自动旋转式抽芯机构	269
7.5.4 双推出机构	223	8.5.11 偏心式辐射抽芯机构	271
7.6 先复位机构	223	8.5.12 二级抽芯机构	271
7.6.1 三角式先复位机构	224	8.5.13 组合转换抽芯机构	271
7.6.2 楔块式先复位机构	225	8.5.14 联合抽芯机构	273
7.6.3 连杆式先复位机构	225	8.6 斜顶机构	274
7.6.4 弹性件先复位机构	225	8.6.1 斜顶机构的工作原理及受力	
7.7 浇口凝料和塑件的自动化脱落	227	分析图	275
7.7.1 侧浇口和潜伏浇口凝料及塑件的		8.6.2 摆杆式斜顶机构	278
自动化脱落	227	8.6.3 斜推杆平移式斜顶机构	278
7.7.2 点浇口凝料的自动化脱落	228	8.6.4 直推杆平移式斜顶机构	279
7.7.3 塑件脱落与掸落装置	232	8.6.5 定模斜顶机构	279
7.8 推出元件尺寸校核和计算	233	8.6.6 连杆式斜顶机构	280
7.8.1 推杆直径与尺寸校核	233	8.6.7 自带式斜顶机构	280
7.8.2 推板厚度计算	233	8.6.8 滑块式斜顶机构	280
7.9 多板开模机构设计	234	8.6.9 滑块内走斜顶机构	282

8.7 螺纹抽芯机构	282	9.4.5 模架的标记方法	334
8.7.1 螺纹脱模扭矩及脱模功率的 计算	282	第10章 注塑模具温度调节系统	335
8.7.2 强制脱螺纹	284	10.1 模具冷却系统参数的计算	336
8.7.3 活动螺纹型芯或型环的形式	284	10.1.1 冷却时间的计算	336
8.7.4 手动脱螺纹机构	286	10.1.2 模具冷却系统其他参数的 计算	339
8.7.5 弹板式螺纹抽芯机构	287	10.2 冷却系统设计	341
8.7.6 齿轮齿条脱螺纹机构	289	10.2.1 冷却水道在模具中的位置	341
8.7.7 马达脱螺纹机构	289	10.2.2 模板冷却水道设置	344
8.7.8 电动机脱螺纹机构	291	10.2.3 型芯冷却水道设置	344
8.7.9 液压缸齿条脱螺纹机构	291	10.2.4 型腔冷却水道设置	346
8.7.10 牙型需要定位的脱螺纹机构	292	10.2.5 模具冷却系统的组成	348
8.7.11 蜗轮脱螺纹机构	292	10.2.6 密封圈	349
第9章 注塑模具标准化	295	10.2.7 冷却水(或油)管与模具的 连接	350
9.1 模具标准化的意义	295	第11章 注塑模用模具材料及 热处理	355
9.2 注塑模具目前实行的标准	295	11.1 注塑模具常用材料的分类	355
9.3 注塑模零件	295	11.1.1 模具钢	355
9.3.1 推杆	296	11.1.2 铝合金	359
9.3.2 直导套	297	11.1.3 铜合金	360
9.3.3 带头导套	298	11.1.4 锌合金	360
9.3.4 带头导柱	299	11.2 模具钢的基本要求	360
9.3.5 带肩导柱	300	11.2.1 强度与硬度	360
9.3.6 垫块	302	11.2.2 韧性	361
9.3.7 推板	303	11.2.3 耐磨性	362
9.3.8 模板	303	11.2.4 导热性与耐热性	363
9.3.9 限位钉	306	11.2.5 尺寸稳定性	364
9.3.10 支承柱	306	11.2.6 失效形式	364
9.3.11 圆形定位元件	307	11.3 模具材料的加工性能	364
9.3.12 推板导套	308	11.3.1 可加工性	364
9.3.13 复位杆	309	11.3.2 电加工性能	366
9.3.14 推板导柱	309	11.3.3 热加工性能	366
9.3.15 扁推杆	309	11.3.4 冷成形性	366
9.3.16 带肩推杆	311	11.3.5 热处理性能	367
9.3.17 推管	312	11.4 模具选材	367
9.3.18 定位圈	313	11.4.1 模具选材原则	368
9.3.19 浇口套	313	11.4.2 塑料模具零部件的选材	369
9.3.20 拉杆导柱	314	11.5 模具常用钢材及热处理	371
9.3.21 矩形定位元件	315	11.5.1 碳素结构钢	372
9.3.22 圆形拉模扣	316	11.5.2 合金结构钢及碳素工具钢	372
9.3.23 矩形拉模扣	317	11.5.3 合金工具钢	374
9.4 注塑模模架	317	11.5.4 时效硬化钢	377
9.4.1 模架组成零件的名称	317	11.5.5 渗碳钢、渗氮钢	381
9.4.2 模架的主要结构形式和名称	317		
9.4.3 基本型模架组合尺寸	324		
9.4.4 导向件与螺钉的安装形式	332		

第 12 章 新型注塑工艺及其模具设计	383	13.5.4 连接系统	454
12.1 多物料注塑	383	13.5.5 热半模	455
12.1.1 多物料注塑分类	383	13.6 热流道选型	456
12.1.2 清双色注塑	384	13.6.1 喷嘴的选用原则	456
12.1.3 混双色注塑	388	13.6.2 喷嘴的注塑量	457
12.2 气体辅助注塑	392	13.6.3 分流板的板厚	459
12.2.1 气体辅助注塑原理	392	13.6.4 热流道的选用实例	460
12.2.2 气体辅助注塑的分类与工艺过程	393	13.7 热流道结构	460
12.2.3 气体辅助注塑技术的特点与应用	395	13.7.1 绝热热流道	460
12.2.4 气体辅助注塑系统	397	13.7.2 加热热流道	463
12.2.5 气体辅助注塑件设计要点	398	13.8 热流道系统的安装	468
12.2.6 气体辅助注塑模设计要点	400	13.8.1 通用安装指南	468
12.2.7 气体辅助注塑工艺实施要点	401	13.8.2 热流道安装	469
12.3 水辅助注塑	402	13.9 热流道模具的故障处理	473
12.3.1 水辅助注塑原理	402	13.10 主要热流道生产商	480
12.3.2 水辅助注塑的分类与工艺过程	402	第 14 章 注塑模具制造工艺	481
12.3.3 水辅助注塑的特点与应用	402	14.1 概述	481
12.3.4 水辅助注塑系统	406	14.1.1 制造工艺的发展过程	481
12.3.5 水辅助注塑模设计要点	406	14.1.2 机械制造技术的变化	481
12.4 低发泡注塑	407	14.2 钳加工	483
12.4.1 低发泡注塑方法	407	14.2.1 锯削	483
12.4.2 低发泡注塑的工艺参数	409	14.2.2 划线	487
12.4.3 低发泡注塑模设计要点	410	14.2.3 锉削	488
12.5 熔芯注塑	411	14.2.4 钻孔、扩孔及铰孔	489
12.5.1 熔芯注塑的原理与过程	411	14.2.5 攻螺纹和套螺纹	489
12.5.2 熔芯注塑的特点与应用	412	14.3 切削机床加工	492
12.5.3 熔芯注塑的工艺参数	413	14.3.1 车	492
12.5.4 熔芯注塑模设计要点	414	14.3.2 铣	499
第 13 章 热流道成型技术	416	14.3.3 刨	500
13.1 热流道成型原理	416	14.3.4 磨	503
13.2 热流道成型技术的特点	416	14.4 特种加工	504
13.3 热流道基础知识	418	14.4.1 电火花成形加工	504
13.3.1 熔融塑料的性能	418	14.4.2 电火花线切割加工	508
13.3.2 塑料材料与复合的影响	428	14.4.3 激光加工	510
13.3.3 成型参数	435	14.5 数控加工	511
13.3.4 热传递	436	14.5.1 数控加工简介	511
13.3.5 热膨胀	436	14.5.2 数控加工工艺基础	516
13.4 热流道系统	438	14.5.3 数控铣床	518
13.5 热流道系统的组成	441	14.5.4 加工中心	523
13.5.1 喷嘴	441	14.6 现代制造技术	524
13.5.2 分流板	450	14.6.1 高速加工技术 (HSM)	524
13.5.3 热流道的温度及流动控制	451	14.6.2 逆向工程技术 (RE)	525
		14.6.3 快速成形技术 (RP)	526
		14.6.4 虚拟制造技术 (VMT)	526
		14.6.5 敏捷制造技术 (AM)	526
		14.6.6 并行工程 (CE)	527

14.6.7 精良生产 (LP)	528	16.1.4 总装配	587
14.7 模具加工工艺实例	529	16.2 试模	591
14.7.1 坯料的加工	531	16.2.1 试模前的准备工作	591
14.7.2 模板的加工	531	16.2.2 试模过程	596
14.7.3 孔及孔系的加工	531	16.3 注塑模具的维修	597
14.7.4 型腔的加工	532	16.3.1 模具维修概述	597
14.7.5 综合加工	533	16.3.2 模具维修的原因分析	597
第 15 章 注塑工艺过程及质量控制	540	16.3.3 零件维修加工	598
15.1 注塑工艺过程	540	16.3.4 维修过程中的质量检查	598
15.2 注塑工艺参数	542	16.3.5 导柱和推杆的损坏原因及修理 方法	598
15.3 常用塑料的注塑工艺参数	544	16.3.6 侧抽机构的损坏原因及修理 方法	600
15.4 注塑常见问题、产生原因及解决 措施	554	16.3.7 分型面的损坏原因及修理 方法	602
15.4.1 短射	554	16.3.8 意外事故造成型腔型芯损坏的 修复	604
15.4.2 飞边	555	16.3.9 推管与型芯互相啃坏的修复	607
15.4.3 凹痕与空洞	556	16.3.10 锥形托盘推杆修飞边	607
15.4.4 尺寸变化	557	16.3.11 薄壁、深腔、不通孔型芯的 防偏措施	608
15.4.5 翘曲变形	558	16.4 注塑模具的保养及入库管理	609
15.4.6 表面光泽不良	558	16.4.1 注塑模具的日常保养	610
15.4.7 表面混浊	558	16.4.2 注塑模具的入库管理	611
15.4.8 表面色泽不均	559	第 17 章 模具价格估算	613
15.4.9 银纹	560	17.1 概述	613
15.4.10 黑斑与黑条纹	561	17.2 模具的报价策略	616
15.4.11 焦痕	561	17.3 结算方式	617
15.4.12 波流痕	562	17.4 实例	618
15.4.13 迟滞痕	563	第 18 章 注塑模模流分析技术	620
15.4.14 喷射痕	563	18.1 概述	620
15.4.15 熔接痕与熔合线	564	18.2 注塑模 CAE 的内容	620
15.4.16 气泡	566	18.3 注塑模 CAE 的应用	621
15.4.17 制件开裂与表面龟裂	567	18.4 注塑模 CAE 技术的发展概况	622
15.4.18 分层 (剥离)	568	18.5 注塑模 CAE 专用软件	624
15.4.19 脆化	569	18.6 Autodesk Moldflow Plastic Insight (AMI) 的使用	630
15.4.20 强度下降	569	18.6.1 分析前的准备	630
15.4.21 白点 (鱼眼)	570	18.6.2 Moldflow 分析的一般流程	639
15.4.22 冷料僵块	570	18.6.3 充填分析与优化	639
15.4.23 顶白	571	18.6.4 流道平衡与尺寸优化	647
15.4.24 推出不良	571	18.6.5 冷却分析与优化	652
15.4.25 塑化中产生噪声	572	18.6.6 保压分析与优化	661
15.4.26 主流道容易残留物料	572	18.6.7 翘曲分析与优化	668
15.4.27 制品和推杆或滑块粘在一起	573	参考文献	675
第 16 章 注塑模具的装配、维修、 保养及入库管理	574		
16.1 注塑模具的装配	574		
16.1.1 模具装配概述	574		
16.1.2 装配要点	574		
16.1.3 各部件的装配技巧及经验	577		

第1章 塑料及其性能

1.1 塑料的特点、组成、名称/代号及分类

1.1.1 塑料的特点

塑料的优缺点,见表1-1。

表1-1 塑料的优缺点

特 点	说 明	
优点	密度小、质量轻	塑料一般都比较轻,其密度在 $0.83 \sim 2.3\text{g/cm}^3$ 范围内,只有钢铁的 $1/7 \sim 1/4$ 、铝的 $1/2$ 。这对于减轻机械设备的重量是非常有利的,尤其对要求减轻自重的车辆、船舶、飞机、火箭、导弹、人造卫星和其他尖端技术产品,具有更重要的意义
	比强度、比刚度高	通常情况下,塑料的强度都低于金属,但各种增强塑料的力学性能却可以与金属相比。由于其密度远小于金属,因此其比强度(即强度/密度)、比刚度(即刚度/密度)与金属相当,甚至远比金属高。在空间技术领域,塑料的这一特性具有非常重要的意义
	化学稳定性好	塑料的耐化学腐蚀性优于金属,它对酸、碱等化学药品具有良好的耐腐蚀能力。其中“塑料王”聚四氟乙烯塑料的化学稳定性最高,连“王水”对其也无奈何。因此,塑料在化工设备及其防腐设备中广泛应用。最常见的硬聚氯乙烯管道与容器被广泛用于防腐领域及建筑给水、排水工程中
	电绝缘性优异,介质损耗小	塑料是电的不良导体,其电绝缘性优良,介电常数较低,介质损耗很小,可与陶瓷和橡胶媲美。因此许多塑料成为不可或缺的高频材料,被广泛地用于电力、电机和电子工业中制作绝缘材料和结构零件,如电线电缆、旋钮插座、电器外壳等
	减摩、耐磨和自润滑性好	大部分塑料的摩擦系数都很小,可用作减摩、耐磨材料,有的甚至能在无润滑剂的情况下有效工作,自润滑性能良好。适用于在磨粒或杂质存在的恶劣条件下工作的摩擦材料。加上比强度高,传动噪声小,所以可以制成齿轮、凸轮和滑轮等机器零件,例如纺织机中许多铸铁齿轮已被塑料齿轮取代。还可粘贴或喷涂机床金属导轨(用尼龙1010)、制造刹车块(石棉酚醛塑料)等
	消声和隔热性优良	塑料具有优良的消声、隔热性能。用塑料制成的传动摩擦件能减少噪声,降低振动,改善劳动条件。尤其是泡沫塑料,常常用来作隔声、隔热或保温材料
	成型及着色性能好	塑料在一定的条件下具有良好的可塑性,这为其成型加工创造了条件。塑料的着色比较容易,而且着色范围广,可根据需要染成各种颜色。此外,有些如有机玻璃、聚苯乙烯、聚碳酸酯等具有良好的光学透明性
缺点	多种防护性能	除防腐外,塑料还具有防水、防潮、防透气、防振、防辐射等多种防护性能。尤其经改性后,优点更多,应用更为广泛
	刚性差,不耐压	在载荷作用下,塑料会缓慢地产生黏性流动或变形,即蠕变现象
	耐热性差	大多只能在 100°C 左右使用,仅有少数品种在 200°C 左右使用
	热胀系数大、易老化、易燃烧	一般塑料的热胀系数比金属大 $3 \sim 10$ 倍,其尺寸稳定性容易受温度变化影响。在阳光、空气、热及酸、碱、盐等环境介质中,塑料容易发生老化,其力学性能变坏,甚至发生硬脆、破坏等现象。通过配方和加工技术等改进,塑料制品的使用寿命可以大大延长 塑料不仅可燃,而且在燃烧时发烟量大,甚至产生有毒气体。通过改进配方,如加入阻燃剂、无机填料等,也可制成自熄、难燃,甚至不燃的产品。不过其防火性能仍比无机材料差,在使用中应注意
制品精度较低	塑料的成型性能虽好,但因受成型工艺的影响,收缩率难以控制,制品的尺寸精度较低	

1.1.2 塑料的组成

塑料是以高分子树脂为主要成分,在一定条件下(如温度、压力等)可制成一定形状且在常温下保持形状不变的材料。树脂可分为天然树脂和人造树脂,后者又称合成树脂。合成树脂是以煤、电石、石油、天然气以及一些农副产品为主要原料,先制得具有一定合成条件的低分子化合物(单体),进而通过化学、物理等方法合成而得到的高分子化合物。这类化合物的特性类似于天然树脂(如松香、琥珀、虫胶等),但性能比天然树脂优越。树脂属于高聚物,这些高聚物有独特的分子内部结构与分子外部结构。内部结构决定了高聚物最基本的物理化学性质,而外部结构则决定了高聚物的加工性能和物理力学性能。因此树脂决定了塑料的主要物理化学性能、加工性能和物理力学性能。

塑料可以是纯的树脂(如“有机玻璃”就是由聚甲基丙烯酸甲酯组成的),也可以是加有各种添加剂的混合物。加入添加剂的目的主要是为了改善纯树脂的物理力学性能、加工性能,提高使用效能或节约树脂、降低成本。添加剂在塑料用料中所占比例较少,但对塑料制品的质量却有很大影响。不同种类的塑料,因成型加工方法以及使用条件不同,所需助剂的种类和用量也不同。塑料的组分及其作用见表 1-2。

表 1-2 塑料的组分及其作用

组分		作用说明
树脂		塑料的基本组分,也是最重要的组分,在多组分塑料中约占 30%~70%(质量分数),单组分的塑料中树脂几乎达 100%。树脂不仅起着胶结其他组分的作用,而且决定了塑料的类型和主要性能,如机械强度、硬度、耐老化性、弹性、化学稳定性、光电性等
添加剂	填充剂	<p>填充剂又称填料,是塑料中的另一个重要组分,约占 40%~70%(质量分数)</p> <p>加入的目的是为了改善塑料的强度、硬度、冲击强度、电绝缘性、耐热性、收缩率等性能和扩大使用范围,或只为降低成本等</p> <p>常用的填料有木粉、滑石粉、硅藻土、石灰石粉、铝粉、炭黑、云母、二硫化钼、石棉、纸张、玻璃纤维等。其中纤维填料可提高塑料的结构强度;石棉填料可改善塑料的耐热性;云母填料能增强塑料的电绝缘性;石墨、二硫化钼填料可改善塑料的摩擦和耐磨性能等</p>
增塑剂		<p>增塑剂能提高塑料的柔软性、延伸性、可塑性,降低塑料的流动温度、脆化温度和硬度,有利于塑料制品的成型。增塑剂应与树脂有较好的相容性,无色、无味、无毒,挥发性小,不燃,化学稳定性好,对光、热稳定</p> <p>常用的增塑剂是高沸点难挥发的液体或低熔点的固体有机物,主要为酯类和酮类。常用的增塑剂有邻苯二甲酸酯类、癸二酸酯类、磷酸二辛酯、磷酸二甲苯酯、己二酸酯、二苯甲酮、氯化石蜡及樟脑等</p>
添加剂	稳定剂	<p>用于阻止或减缓塑料制品在成型加工和使用过程中因受热、光、氧、射线或其他因素的作用而降解、氧化断链、交联以致产品褪色、脆化、裂开等老化现象的发生,稳定塑料制品的质量,延长使用寿命。通常都要求稳定剂能与树脂互溶,且成型时不会分解,不与其他添加剂发生化学反应,在使用环境中稳定,挥发小,无色</p> <p>常用的稳定剂有抗氧剂(酚类化合物等)、光屏蔽剂(炭黑等)、紫外线吸收剂(2-羟基二苯甲酮、水杨酸苯酯等)、热稳定剂(硬脂酸铝、三盐基亚磷酸铅等)</p> <p>当今,性能最优秀的塑料稳定剂是甲基锡热稳定剂(简称 181),对硬聚氯乙烯(PVC)的成型非常有效;又由于它安全性高,所以特别适用于食品包装和高清晰度的硬聚乙烯制品;因其无毒又广泛取代其他高毒性的塑料热稳定剂。在美国、欧洲、日本得到了广泛的应用,在我国近几年也开始大量应用</p>
着色剂		<p>用于使塑料具有一定的色泽且美观鲜艳。塑料制品中约有 80%是经过着色后制成最终制品的。一般要求着色剂的性质稳定,耐热、耐光,不易变色,着色力强,色泽鲜艳,与塑料结合牢靠</p> <p>着色剂按其着色介质中的溶解性分为有机染料和无机颜料。染料可溶于被着色的树脂中,制品透明;颜料不溶于被着色介质,制品半透明或不透明。颜料不仅对塑料具有着色性,同时还兼有填料和稳定剂的作用</p>

(续)

组分	作用说明
固化剂	<p>固化剂又称硬化剂或熟化剂。其主要作用是在高聚物分子间生成横跨键,使大分子交联,从而使某些合成树脂的线型结构交联成体型结构,使树脂具有热固性</p> <p>不同品种的树脂应采用不同品种的固化剂。酚醛树脂常用六亚甲基胺;环氧树脂常用胺类、酚酞类和高分子类;聚酯树脂常用过氧化物等</p>
润滑剂	<p>润滑剂又称脱模剂,能防止塑料在成型过程中粘附模具或设备,从而使制品易于脱模,且表面光洁</p> <p>常用的润滑剂有硬脂酸及其盐类、石蜡、合成蜡等,其用量为0.5%~1.5%(质量分数)</p>
添加剂	<p>增强材料——提高塑料制品的强度和刚性</p> <p>最常用的增强材料有玻璃纤维、石棉、石英、炭黑、硅酸盐、碳酸钙、金属氧化物等</p>
	<p>阻燃剂——提高塑料的耐燃性,或能使之自熄</p> <p>常用的阻燃剂有氧化铋及铝、硼的化合物,卤化物和各类磷酸酯、四氯苯二甲酸酐、四溴苯二甲酸酐</p>
其他	<p>抗静电剂——消除或减少塑料在加工、使用中因摩擦而产生的静电,保证生产操作安全,并使塑料表面不易吸尘。抗静电剂大多数是电解质,它们与合成树脂的相容性有限,这样可以迁移至塑料表面,起到吸潮和消除静电的作用</p> <p>常用的有长链脂肪族胺类、酰胺类等</p>
	<p>发泡剂——一定温度下可以汽化或者受热时会分解出气体,主要用于制备泡沫塑料,使之产生泡沫结构</p> <p>常用的有二氯二氟甲烷、偶氮二甲酰胺、偶氮苯胺等</p>
	导电剂、导磁剂等

1.1.3 塑料的分类

塑料的种类很多,分类方法也很多种,具体分类见表1-3。

表1-3 塑料的分类

分类方法	类别	特点	举 例
按受热特征分	热塑性塑料	<p>受热后发生物理变化,由固体软化或熔化成黏流体状态,但冷却后又可变硬而成固体,且过程可多次反复,塑料本身的分子结构不发生变化</p> <p>加工成型简便,具有较高的力学性能,但耐热性和刚性比较差</p> <p>应用广泛,可再生利用</p>	<p>聚氯乙烯(PVC)、聚苯乙烯(PS)、聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚酰胺(尼龙,PA)、聚甲醛(POM)、聚碳酸酯(PC)、ABS、聚苯醚(PPO)、聚砜(PSU)、氟塑料、聚酯和有机玻璃(PMMA)等</p>
	热固性塑料	<p>在一定温度下,经一定时间的加热、加压或加入硬化剂后,发生化学反应而硬化。硬化后的塑料化学结构发生变化、质地坚硬、不溶于溶剂、加热也不再软化,如果温度过高则会分解</p> <p>具有耐热性高、受压不易变形等优点,但力学性能不好</p> <p>目前主要作为低压挤塑封装电子元件及浇注成型等用</p>	<p>酚醛、环氧、氨基、不饱和聚酯、呋喃、聚邻苯二甲酸二烯丙酯和聚硅醚树脂等</p>
按用途和特性分	通用塑料	<p>产量大(约占塑料总产量的四分之三以上)、价格低、应用范围广。性能一般,只可作为一般非结构性材料使用,多用于制作日用品</p>	<p>六大通用塑料:聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、酚醛塑料和氨基塑料</p>

(续)

分类方法	类别	特点	举 例
按用途和特性分	工程塑料	通用工程塑料 综合工程性能(包括力学性能、耐热耐寒性能、耐腐蚀性和绝缘性能等)良好。一般可以部分代替金属材料作为承载结构件、高温环境下的耐热件和承载件,高温、潮湿、大范围变频条件下的介电制品和绝缘用品 产量较小,价格也较昂贵,用途范围相对狭窄	七大工程塑料:ABS、聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)、聚酰胺(尼龙,PA)、聚对苯二甲酸乙二酯(PET)、聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)、聚苯醚(PPO) 聚砜、聚四氟乙烯、热塑性聚酯、氯化聚醚、聚醚醚酮、超高分子量聚乙烯、环氧塑料和不饱和聚酯等
		特种工程塑料 特种工程塑料又称功能塑料,具有某种特殊功能。适于某种特殊用途,例如用于导电、压电、热电、导磁、感光、防辐射、光导纤维、液晶、高分子分离膜以及专门用于摩擦磨损等的塑料。还包括为某些专门用途而改性制得的塑料	聚砜、聚酰亚胺、聚苯硫醚、聚芳酯、聚苯酯、聚醚醚酮、氟塑料、有机硅橡胶以及环氧塑料等 导磁塑料、导电塑料、光敏树脂等
	耐高温塑料 耐热性好,大都可以在150℃以上工作,有的还可在200~250℃下长期工作,但一般价格较高,产量较小,应用范围不广	聚四氟乙烯、聚三氟氯乙烯、有机硅树脂、环氧树脂、聚酰亚胺、聚苯硫醚、聚苯并咪唑、聚二苯醚、芳香尼龙、聚砜等	
按塑料中树脂大分子的有序状态分	非结晶型塑料 树脂大分子链呈现无规则的随机排列。在纯树脂状态,这种塑料是透明的 力学特性表现为各向同性	ABS、PC、PVC、PS、PMMA、EVAC、AS等	
	结晶型塑料 从熔融状态冷却变为制品的过程中,树脂的分子链能够有序地紧密堆砌产生结晶结构。无完全结晶型塑料,都是半结晶的,呈现出无定形相与结晶相共存的状态 结晶结构只存在于热塑性塑料中	PE、PP、PA、POM、PET、PBT等	
按塑料的透光性分	透明塑料 透光率在88%以上	PMMA、PS、PC、Z-聚酯等	
	半透明塑料 透光但透光率在88%以下	PP、PVC、PE、AS、PET、MBS、PSU	
	不透明塑料 不透光	POM、PA、ABS、PS-HI、PPO等	
按塑料的硬度分	硬质塑料 拉伸弹性模量在700MPa之间	ABS、POM、PS、PMMA、PC、PET、PBT、PPO等	
	半硬质塑料 拉伸弹性模量在70~700MPa之间	PP、PE、PA、PVC等	
	软质塑料 拉伸弹性模量在70MPa以下	软PVC、苯乙烯-丁二烯共聚物、TPE、TPR、EVAC、TPU等	
按树脂合成方法分	聚合型塑料 由聚合反应制得。这种树脂一般是由含不饱和键(主要是双键)的单体借双键打开相互连接成的庞大分子,并且基本化学组成不发生变化,反应过程中无低分子产物释出 聚合型塑料都是热塑性塑料	聚烯烃、聚卤代烯烃、聚苯乙烯、聚甲醛、丙烯酸类塑料等	
	缩聚型塑料 由缩聚反应制得。这种树脂一般是由含有某种官能团(一般最少含有两个官能团)的单体,借官能团之间的反应使两个或两个以上的单体连接起来而形成的、与原来分子完全不同的化学反应物,化合时还会生成水或其他简单物质	酚醛塑料、氨基塑料、有机硅塑料等	

1.1.4 塑料的名称/代号

塑料的中文名称、代号及英文全名见表1-4。

表1-4 塑料的中文名称、代号及英文全名

中文名称	代号	英文全名
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料	ABS	Acrylonitrile-butadiene styrene plastic
丙烯腈-甲基丙烯酸甲酯共聚物	AMMA	Acrylonitrile-methyl meth acrylate copolymer
苯乙烯-丙烯腈共聚物	AS 或 SAN	Acrylonitrile-styrene copolymer
丙烯腈-苯乙烯-丙烯酸酯共聚物	ASA	Acrylonitrile-styrene-acrylate copolymer
乙酸纤维素	CA	Cellulose acetate
乙酸丁酸纤维素	CAB	Cellulose acetate-butyrate
乙酸丙酸纤维素	CAP	Cellulose acetate propionate
纤维素醚	CE	
甲酚-甲醛	CF	Cresol-formaldehyde
羧甲基纤维素	CMC	Carboxymethyl cellulose
硝酸纤维素	CN	Cellulose nitrate
丙酸纤维素	CP	Cellulose propionate
酪素	CS	Casein
三乙酸纤维素	CTA	Cellulose triacetate
乙基纤维素	EC	Ethyl cellulose
环氧化物,环氧树脂	EP	Epoxide, Epoxy resin
乙烯-丙烯共聚物	E/P	Ethylene-propylene copolymer
乙烯-丙烯-二烯三元共聚物	EPDM	Ethylene-propylene-diene terpolymer
乙烯-四氟乙烯共聚物	ETFE	Ethylene-tetrafluoroethylene copolymer
乙烯-乙酸乙烯酯共聚物	EVAC	Ethylene-vinyl acetate copolymer
乙烯-乙醇共聚物	EVAL	Ethylene-vinyl alcohol copolymer
全氟(乙烯-丙烯)共聚物	FEP	Perfluoro(ethylene-propylene) copolymer
通用聚苯乙烯	GPS	General polystyrene
玻璃纤维增强塑料	GRP	Glass fiber reinforced plastic
甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯共聚物	MBS	Methyl methacrylate-butadiene-styrene copolymer
甲基纤维素	MC	Methyl cellulose
三聚氰胺-甲醛树脂	MF	Melamine-formaldehyde resin
三聚氰胺-酚醛树脂	MPF	Melamine-phenol-formaldehyde resin
聚酰胺(尼龙)	PA	Polyamide(Nylon)
聚丙烯酸	PAA	Poly(acrylic acid)
聚丙烯腈	PAN	Polyacrylonitrile
聚丁烯	PB	Polybutene
聚丁二烯-丙烯腈	PBAN	Poly(butadiene-acrylonitrile)
聚丁二烯-苯乙烯	PBS	Poly(butadiene-styrene)
聚对苯二甲酸丁二酯	PBT	Poly(butylene terephthalate)
聚碳酸酯	PC	Polycarbonate
聚三氟氯乙烯(特氟龙)	PCTFE	Polychlorotrifluoroethylene
聚邻苯二甲酸二烯丙酯	PDAP	Poly(diallyl phthalate)
聚间苯二甲酸二烯丙酯	PDAIP	Poly(diallyl isophthalate)
聚乙烯	PE	Polyethylene
氯化聚乙烯	PE-C	Polyethylene, chlorinated
高密度聚乙烯	PE-HD	Polyethylene, high density
低密度聚乙烯	PE-LD	Polyethylene, low density
线型低密度聚乙烯	PE-LLD	Polyethylene, linear low density
中密度聚乙烯	PE-MD	Polyethylene, medium density
聚环氧乙烷,聚氧化乙烯	PEOX	Poly(ethylene oxide)

(续)

中文名称	代 号	英文全名
聚对苯二甲酸乙二酯	PET	Poly(ethylene terephthalate)
超高分子量聚乙烯	PE-UHMW	Polyethylene, ultra-high molecular weight
酚醛树脂(电木)	PF	Phenol-formaldehyde resin
聚酰亚胺	PI	Polyimide
聚异丁烯	PIB	Polyisobutylene
聚 α -氯丙烯酸甲酯	PMCA	Poly(methyl α -chloroacrylate)
聚甲基丙烯酸甲酯(亚克力)	PMMA	Poly(methyl methacrylate)
聚甲基丙烯酰亚胺	PMI	Polymethacrylimide
聚氧亚甲基, 聚甲醛	POM	Polyoxymethylene, polyacetal
聚丙烯	PP	Polypropylene
聚苯醚(聚 2,6-二甲基-1,4-苯醚)	PPO 或 PPE	Poly(phenylene oxide) 或 Poly(phenylene ether)
聚环氧丙烷, 聚氧化丙烯	PPOX	Poly(propylene oxide)
聚苯硫醚	PPS	Poly(phenylene sulfide)
聚苯砜	PPSU	Poly(phenylene sulfone)
聚苯乙烯	PS	Polystyrene
高抗冲聚苯乙烯	PS-HI	Polystyrene, high impact
聚砜	PSU 或 PSF	Polysulfone
聚四氟乙烯(氟树脂)	PTFE	Poly tetrafluoroethylene
聚氨基甲酸酯(尿烷)	PU 或 PUR	Polyurethane
聚乙酸乙烯酯	PVAC	Poly(vinyl acetate)
聚乙烯醇	PVAL	Poly(vinyl alcohol)
聚乙烯醇缩丁醛	PVB	Poly(vinyl butyral)
聚氯乙烯	PVC	Poly(vinyl chloride)
聚(氯乙烯-乙烯乙酸酯)	PVC/PVAC	Poly(vinyl chloride-vinyl acetate)
氯化聚氯乙烯	PVC-C	Poly(vinyl chloride), chlorinated
聚偏二氯乙烯	PVDC	Poly(vinylidene chloride)
聚偏二氟乙烯	PVDF	Poly(vinylidene fluoride)
聚氟乙烯	PVF	Poly(vinyl fluoride)
聚乙烯醇缩甲醛	PVFM	Ploy(vinyl formal)
聚-N-乙烯基吡唑	PVK	Poly-N-vinylcarbazole
聚-N-乙烯基吡咯烷酮	PVP	Poly-N-vinylpyrrolidone
增强塑料	RP	Reinforced plastic
间苯二酚-甲醛树脂	RF	Resorcinol-formaldehyde resin
苯乙烯-丁二烯	SB	Styrene-butadiene
有机硅塑料	SI	Silicone Plastic
苯乙烯橡胶塑胶	SRP	Styrene-rubber plastic
热塑性弹性体	TPE 或 TPEL	Thermoplastic elastomer
热塑性聚酯	TPES	Thermoplastic polyester
脲-甲醛树脂	UF	Urea-formaldehyde-resin
不饱和聚酯(达克龙)	UP	Unsaturated polyester
氯乙烯-乙烯共聚物	VCE	Vinyl chloride-ethylene copolymer
氯乙烯-乙烯-丙烯酸甲酯共聚物	VCEMAK	Vinyl chloride-ethylene-methyl acrylate copolymer
氯乙烯-乙烯-丙烯酸乙酯共聚物	VCEVAC	Vinyl chloride-ethylene-vinyl acrylate copolymer
氯乙烯-丙烯酸甲酯共聚物	VCMAC	Vinyl chloride-methyl acrylate copolymer
氯乙烯-甲基丙烯酸甲酯共聚物	VCMAA	Vinyl chloride-methyl methacrylate copolymer
氯乙烯-丙烯酸辛酯共聚物	VCOAK	Vinyl chloride-octyl acrylate copolymer
氯乙烯-乙酸乙烯酯共聚物	VCVAC	Vinyl chloride-vinyl acetate copolymer
氯乙烯-偏二氯乙烯共聚物	VCVDC	Vinyl chloride-vinylidene chloride copolymer

1.2 塑料的特性

1.2.1 塑料的性能术语

塑料的性能包括物理性能、热性能、力学性能、电气性能、工艺性能和化学性能等，具体的各种性能名称、含义及其在使用上的意义见表1-5。

表 1-5 塑料的性能名称、含义及其在使用上的意义

类别	性能名称	性能含义及其在使用上的意义
物理性能	密度	在一定温度下,物质单位体积的质量称为密度,单位为 g/cm^3
	吸湿性	塑料的吸湿性是指规定尺寸的试样浸入一定温度($25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$)的蒸馏水中,经过一定时间(24h)后所吸收的水量。吸水量与试样质量之比称为吸水率
	透明度	透明度通常以透光率来表示。所谓透光率是指透过物体的光通量和射到物体上的光通量的百分数之比(%),它是用光度计测定出来的
	摩擦系数	根据摩擦定律,通常把摩擦力(F)与施加在摩擦部件上的垂直载荷(N)的比值,称为摩擦系数(μ),即 $\mu = F/N$ 良好的减摩耐磨材料应当具有低的摩擦系数和小的磨耗量
	磨耗	磨耗是塑料在摩擦过程中微粒从摩擦表面不断地被分离,引起摩擦件尺寸不断改变的机械破坏过程,也可称为磨损或磨蚀。磨耗量的大小表示塑料的耐磨耗程度,常用质量磨耗、体积磨耗、磨痕宽度等指标来表示
力学性能	拉伸强度	拉伸强度表示材料破坏时所承受的最大拉伸应力,它是衡量材料强度的一项重要指标
	弹性模量	弹性模量是一种表示材料刚性大小,是否容易拉伸变形的物理量。弹性模量越高,就意味着刚性越大,越不易变形
	伸长率	伸长率是指材料断裂破坏时的长度变化率,它表示材料的韧性大小。伸长率越大,就表明这种塑料越柔软
	弯曲强度	弯曲强度是指试样放在两支点上,在两支点间施加集中载荷,使试样变形直至破裂时的强度
	弯曲屈服强度	对非脆性塑料而言,弯曲强度是指当载荷达到某一值时,其弯曲变形继续增加,而载荷不增加的强度。此时的载荷即为破坏载荷
	弯曲弹性模量	弯曲弹性模量是指在屈服之前的比例极限内,弯曲应力与应变的比值,是表示该塑料是否容易弯曲变形的物理量
	压缩强度	对材料施加压缩载荷直至破坏或产生屈服现象时,试样原单位横截面积上所能承受的载荷称为压缩强度
热性能	冲击强度	冲击强度是指以极快的速度对试样施加载荷(冲击力)使之破坏时的应力,以单位断裂面积所消耗的能量大小来表示,单位为 kJ/m^2 。塑料冲击试验用的试样有两种:一种试样中间刻有缺口;一种没有缺口。对于强度较高的塑料多用带有缺口的试样进行测定
	疲劳强度	塑料在一定循环次数(10^7 次)的交变应力作用下发生破坏的极限强度称为塑料的疲劳强度。也可以用实际循环次数下的破坏应力来表示
	硬度	硬度是指材料抵抗其他物体压入表面的能力。材料硬度越高,其他物体越难压入。塑料的硬度与金属硬度的测定方法相同,都可用布氏硬度、洛氏硬度和邵氏硬度表示。常用的是布氏硬度和洛氏硬度两种,其洛氏硬度以 M、L 和 R 标尺表示
	热导率	热导率是指当两个平行传热面间的垂直距离为 1m,其间温差为 1K 时,单位时间内在 1m^2 面积上传递的热量,单位为 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。塑料的热导率一般只有 $0.23 \sim 0.7 \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,是优良的隔热、保温材料,但对于要求散热的制品,例如摩擦零件,热导率小是一个缺点