

PLASTIC

张玉龙 石磊 主编

塑料  
品种与选用

SULIAO  
PINZHONG YU XUANYONG



化学工业出版社

张玉龙 石磊 主编



# 塑料 品种与选用



化学工业出版社

· 北京 ·

本书简要介绍了塑料的基础知识及通用塑料、工程塑料、热固性塑料、功能塑料的主要品种、性能及应用；结合一些典型的配方实例与产品性能要求，重点介绍了通用制品（管材、型材、薄膜、中空制品、泡沫塑料制品等）、工程与结构制品（机械制品、汽车制品、防腐工程制品等）和功能制品（电功能制品、光功能制品、功能薄膜等）的塑料选用。本书可供塑料行业材料研究、产品设计、生产加工等技术人员阅读，对于管理销售人员也有很好的参考价值。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

塑料品种与选用/张玉龙, 石磊主编. —北京: 化学工业出版社, 2011.11  
ISBN 978-7-122-12301-5

I. 塑… II. ①张…②石… III. 塑料-品种 IV. TQ32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 187006 号

---

责任编辑: 仇志刚

文字编辑: 林丹

责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 关飞

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 22½ 字数 577 千字 2012 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 59.00 元

版权所有 违者必究

## 编写人员名单

主    编	张玉龙	石  磊			
副 主 编	张  雨	黄卫国	李  萍	石政杰	
参编人员	王  明	王建江	王四清	石  磊	石政杰
	厉  宁	闫惠兰	刘宝玉	孙德强	刘乃环
	汪业福	杜仕国	李旭东	李树虎	李  丽
	李  萍	杨欣欣	张玉龙	张冬梅	张  雨
	张  蕾	邵颖慧	官周国	段金栋	郭  毅
	周全超	姜维维	姜  萍	陶文斌	盖敏慧
	曹根顺	黄卫国	崔紫芳	喻腊梅	窦  鹏
	潘士兵	薛维宝			

# 前 言

塑料作为新型合成材料因其具备良好的物理、力学和电性能、优异的耐化学药品性和环境适应性、耐腐蚀性、绝缘性和易加工性等优点，故而，广泛地应用于国民经济建设、国防建设和人们的日常生活各个领域，在国计民生中发挥了重要作用。随着高新技术在塑料研究与加工中的应用，特别是塑料改性技术和配方设计技术等深入研究与发展，使众多的新型品级和新型牌号不断问世，品种牌号数量迅速增加，不断满足了人们选材与新产品的开发需求，然而，如此繁多的牌号与品级反过来又给人们的正确选材带来不少麻烦。为解决这一难题，有必要编写出一本《塑料品种与选用》的书，来指导人们正确而快捷地选择适当品级或牌号的材料，对新产品的开发有事半功倍的作用。

中国兵工学会科技出版工作委员会、山东兵工学会和兵工学会非金属专业委员会联合，在全面查阅国内外资料的基础上，组织编写了《塑料品种与选用》一书，全书九章四十六节，在扼要介绍塑料的基础知识，通用塑料（PE、PP、PVC、PS、ABS、PMMA）、工程塑料（PA、PC、POM、PET、PBT、MPPO、PTFE、PPS、PI、PSF、PEEK、PAR 和 LCP）、热固性塑料（酚醛、环氧、不饱和聚酯、聚氨酯、有机硅和氨基塑料）和功能塑料（导电塑料、抗静电塑料、电磁屏蔽塑料、压电塑料、磁性塑料、塑料光纤、透明类塑料、形状记忆塑料与可降解塑料）的主要品种、性能与应用的基础上，采用较大篇幅重点介绍了塑料选用的基础；并侧重介绍了通用制品（管材，板、片、卷、革材，型材、薄膜、中空制品、包装制品、鞋制品、实验室用品、日用品和泡沫塑料制品等）的塑料选用，工程与结构制品（机械制品、汽车制品、防腐工程制品、体育用品）的塑料选用，功能制品（电功能制品、光功能制品、热功能制品、无毒塑料制品、功能分离膜等）的塑料选用，是塑料行业材料研究、产品设计、生产加工、管理销售和教学人员必读必备之书，也可作为教材使用。

本书突出实用性、先进性和可操作性，理论叙述从简，侧重于用实用数据和配方实例说明问题。文中结构清晰严谨，语言精练、信息量大、数据可靠且图文并茂，若本书的出版发行能对我国塑料新产品开发和更新换代起到指导或促进作用，编者将感到十分欣慰。

由于水平有限，文中不妥之处在所难免，敬请批评指教。

编 者

2011年5月

# 目 录

<b>第一章 基础知识</b> .....	1
<b>第一节 简介</b> .....	1
一、基本概念 .....	1
二、主要品种与分类 .....	1
三、塑料材料的组成 .....	1
四、应用 .....	1
<b>第二节 塑料性能</b> .....	4
一、物理性能 .....	4
二、力学性能 .....	5
三、热性能 .....	8
四、电性能 .....	9
五、耐环境适应性 .....	10
六、老化性能 .....	10
七、加工性能 .....	10
<b>第三节 塑料配方设计的要点及注意事项</b> .....	11
一、树脂的选择 .....	11
二、助剂的选择 .....	12
三、助剂的形态 .....	12
四、助剂的合理加入量 .....	14
五、助剂与其他组分的关系 .....	14
六、配方各组分应混合均匀 .....	15
七、配方对塑料性能的影响 .....	15
八、配方应具有可加工性 .....	16
九、配方组分的环保性 .....	16
十、助剂的价格和来源 .....	17
<b>第四节 塑料简易鉴别方法</b> .....	17
一、外观鉴别法 .....	17
二、燃烧鉴别法 .....	17
三、溶解鉴别法 .....	17
四、密度鉴别法 .....	18
五、元素鉴别法 .....	18
<b>第二章 通用塑料</b> .....	19
<b>第一节 聚乙烯</b> .....	19
一、简介 .....	19
二、主要性能 .....	19
三、应用 .....	21
四、高密度聚乙烯 .....	22
五、低密度聚乙烯 .....	22
六、线型低密度聚乙烯 .....	23
七、超高分子量聚乙烯 .....	23
八、氯化聚乙烯 .....	24
九、交联聚乙烯 .....	26
<b>第二节 聚丙烯</b> .....	27
一、简介 .....	27
二、主要性能 .....	27
三、应用 .....	30
四、改性聚丙烯 .....	30
<b>第三节 聚氯乙烯</b> .....	31
一、主要品种 .....	31
二、主要性能 .....	33
三、应用 .....	35
四、改性聚氯乙烯 .....	35
<b>第四节 聚苯乙烯</b> .....	38
一、简介 .....	38
二、主要性能 .....	38
三、应用 .....	38
四、通用聚苯乙烯 .....	38
五、高抗冲聚苯乙烯 .....	39
六、聚苯乙烯发泡料 .....	41
<b>第五节 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物</b> .....	42
一、简介 .....	42
二、主要性能 .....	42
三、应用 .....	44
<b>第六节 聚甲基丙烯酸甲酯</b> .....	44
一、主要品种 .....	44
二、主要性能 .....	46
三、应用 .....	47
<b>第三章 工程塑料</b> .....	48
<b>第一节 聚酰胺</b> .....	48
一、简介 .....	48

二、主要性能 .....	48	一、简介 .....	70
三、应用 .....	49	二、主要性能 .....	70
四、尼龙 6 .....	50	三、应用 .....	73
五、尼龙 66 .....	50	第七节 聚四氟乙烯 .....	73
六、尼龙 610 .....	51	一、简介 .....	73
七、尼龙 11 .....	53	二、主要性能 .....	73
八、尼龙 1010 .....	53	三、应用 .....	76
九、MC 尼龙 .....	54	第八节 聚苯硫醚 .....	76
十、尼龙 612 .....	55	一、主要品种 .....	76
十一、尼龙 12 .....	56	二、主要性能 .....	77
十二、尼龙 46 .....	57	三、应用 .....	78
十三、透明尼龙 .....	58	第九节 聚酰亚胺 .....	78
第二节 聚碳酸酯 .....	59	一、简介 .....	78
一、简介 .....	59	二、主要性能与应用 .....	78
二、主要性能 .....	60	第十节 聚砷类塑料 .....	80
三、应用 .....	60	一、主要品种 .....	80
第三节 聚甲醛 .....	62	二、双酚 A 聚砷 .....	80
一、简介 .....	62	三、聚醚砷 .....	82
二、主要性能 .....	62	四、聚芳砷 .....	84
三、应用 .....	64	第十一节 聚醚醚酮 .....	86
四、改性聚甲醛 .....	64	一、简介 .....	86
第四节 聚对苯二甲酸乙二醇酯 .....	65	二、主要性能 .....	86
一、简介 .....	65	三、应用 .....	88
二、主要性能 .....	66	第十二节 聚芳酯 .....	88
三、应用 .....	66	一、PAR 树脂 .....	88
第五节 聚对苯二甲酸丁二醇酯 .....	67	二、增强 PAR 塑料 .....	88
一、简介 .....	67	第十三节 液晶聚合物 .....	91
二、主要性能 .....	67	一、主要性能 .....	91
三、应用 .....	67	二、加工特性 .....	93
第六节 聚苯醚与改性聚苯醚 .....	70	三、应用 .....	93
<b>第四章 热固性塑料 .....</b>	<b>94</b>	第四节 聚氨酯塑料 .....	114
第一节 酚醛塑料 .....	94	一、主要品种 .....	114
一、酚醛树脂 .....	94	二、主要性能 .....	114
二、酚醛模塑料 .....	96	三、成型加工性能 .....	114
三、酚醛层压模塑料 .....	98	四、应用 .....	115
四、改性酚醛模塑料 .....	99	五、聚氨酯泡沫塑料 .....	115
五、纤维增强酚醛模塑料 .....	101	六、聚氨酯填充改性料 .....	118
第二节 环氧塑料 .....	104	第五节 有机硅塑料 .....	119
一、主要品种 .....	104	一、有机硅树脂 .....	119
二、主要性能 .....	105	二、有机硅模塑料 .....	119
三、应用 .....	106	第六节 氨基塑料 .....	121
第三节 不饱和聚酯 .....	106	一、脲醛塑料 .....	121
一、主要品种与特性 .....	106	二、三聚氰胺甲醛模塑料 .....	122
二、不饱和聚酯树脂 .....	107		

<b>第五章 功能塑料</b> .....	126		
第一节 导电塑料 .....	126	一、简介 .....	136
一、简介 .....	126	二、性能与应用 .....	137
二、导电塑料的性能与应用 .....	126	<b>第七节 透明类塑料</b> .....	139
第二节 抗静电塑料 .....	129	一、简介 .....	139
一、简介 .....	129	二、聚 4-甲基-1-戊烯 .....	140
二、性能与应用 .....	129	三、苯乙烯/丁二烯共聚物 .....	141
第三节 电磁屏蔽塑料 .....	130	四、苯乙烯/丙烯腈共聚物 .....	142
一、简介 .....	130	五、聚降冰片烯 .....	142
二、性能与应用 .....	130	六、纤维素类透明塑料 .....	143
第四节 压电塑料 .....	132	七、其他透明类塑料 .....	144
一、简介 .....	132	<b>第八节 形状记忆塑料</b> .....	145
二、性能与应用 .....	132	一、简介 .....	145
第五节 磁性塑料 .....	133	二、形状记忆塑料的品种 .....	146
一、基本概念 .....	133	三、形状记忆塑料的用途 .....	148
二、分类 .....	133	<b>第九节 可降解塑料</b> .....	148
三、性能 .....	134	一、简介 .....	148
四、应用 .....	136	二、品种与特性 .....	148
第六节 塑料光纤 .....	136		
<b>第六章 塑料选用的基础</b> .....	150	<b>第二节 塑料性能与选材关系的分析</b> .....	174
第一节 简介 .....	150	一、简介 .....	174
一、基本原则 .....	150	二、塑料的性能 .....	174
二、塑料材料的选用方法 .....	151	三、塑料的应用 .....	198
三、塑料选用程序 .....	158		
四、塑料选材应考虑的主要因素 .....	161		
<b>第七章 通用制品的塑料选用</b> .....	207		
第一节 管材的塑料选用 .....	207	四、不同档次异型材 .....	231
一、管材对塑料的性能要求 .....	207	<b>第四节 薄膜制品的塑料选用</b> .....	233
二、管材常用塑料 .....	207	一、主要品种与特点 .....	233
三、塑料给水管系统 .....	211	二、薄膜常用塑料 .....	236
四、塑料排水管系统 .....	215	<b>第五节 中空制品的塑料选用</b> .....	239
五、硬聚氯乙烯雨水管、槽系统 .....	215	一、简介 .....	239
第二节 板、片、卷、革材制品的塑料 选用 .....	216	二、聚乙烯类中空容器 .....	242
一、板材制品的塑料选用 .....	216	三、聚丙烯容器 .....	243
二、片材制品的塑料选用 .....	222	四、聚氯乙烯容器 .....	244
三、防水卷材的塑料选用 .....	224	五、热塑性聚酯瓶 .....	245
四、塑料革类制品的塑料选材 .....	225	六、其他塑料中空容器 .....	246
第三节 门窗型材的塑料选用 .....	227	<b>第六节 其他通用制品的塑料选用</b> .....	247
一、简介 .....	227	一、包装制品的塑料选用 .....	247
二、技术要求 .....	228	二、鞋的塑料选用 .....	253
三、塑料异型材的选用 .....	228	三、日用制品的塑料选用 .....	255
		四、泡沫制品的塑料选用 .....	258



五、实验室用品的塑料选用 .....	261		
<b>第八章 工程与结构制品的塑料选用 .....</b>	<b>262</b>		
<b>第一节 机械制品的塑料选用 .....</b>	<b>262</b>	十二、方向盘 .....	293
一、选材原则 .....	262	十三、座椅及其配套系统 .....	293
二、承力制品的塑料选用 .....	262	十四、车门内板 .....	294
三、机械制品耐磨性能与塑料选用 .....	264	十五、车内顶棚 .....	294
四、经典制品的塑料选用 .....	268	十六、空调系统 .....	295
五、高精度制品的塑料选用 .....	274	十七、门锁系统 .....	295
六、精密仪器或设备制品的塑料选用 .....	279	十八、发动机及其周边零件 .....	295
<b>第二节 汽车制品的塑料选用 .....</b>	<b>280</b>	十九、汽车底盘 .....	295
一、简介 .....	280	二十、汽车刹车片 .....	295
二、汽车塑料制品的选用依据 .....	283	<b>第三节 防腐工程制品的塑料选用 .....</b>	<b>297</b>
三、塑料燃油箱的选用 .....	286	一、简介 .....	297
四、前后保险杠 .....	287	二、防腐蚀塑料的选择 .....	300
五、挡泥板和车轮罩 .....	288	三、塑料设备的塑料选用 .....	302
六、车身面板 .....	289	四、管道系统 .....	304
七、窗玻璃 .....	289	<b>第四节 体育用品的塑料选用 .....</b>	<b>307</b>
八、照明系统 .....	290	一、选材原则 .....	307
九、导流板 .....	290	二、塑料体育制品的品种 .....	308
十、风道及风机配件及其他制品 .....	291	三、通用塑料品种及特性 .....	308
十一、仪表板 .....	291		
<b>第九章 功能制品的塑料选用 .....</b>	<b>310</b>	八、光盘的塑料选用 .....	337
<b>第一节 电功能制品的塑料选用 .....</b>	<b>310</b>	<b>第三节 热功能制品的塑料选用 .....</b>	<b>338</b>
一、电气制品的塑料选用 .....	310	一、塑料的耐热性 .....	338
二、电子制品的塑料选用 .....	312	二、耐热塑料的选用原则 .....	339
三、塑料电线电缆类制品的塑料选用 .....	322	三、阻燃类塑料的选用 .....	340
四、家电制品的塑料选用 .....	328	四、导热类塑料的选用 .....	341
<b>第二节 光功能制品的塑料选用 .....</b>	<b>334</b>	<b>第四节 无毒塑料制品的塑料选用 .....</b>	<b>342</b>
一、塑料的透明性 .....	334	一、阻隔包装制品的塑料选用 .....	342
二、常用透明塑料的特性 .....	334	二、医用制品的塑料选用 .....	344
三、日用透明制品的塑料选用 .....	334	<b>第五节 功能分离膜的塑料选用 .....</b>	<b>348</b>
四、透明塑料玻璃制品的塑料选用 .....	336	一、简介 .....	348
五、太阳能制品的塑料选用 .....	336	二、功能膜的塑料选用 .....	348
六、透明封装材料的塑料选用 .....	336		
七、塑料光纤的塑料选用 .....	336		
<b>参考文献 .....</b>	<b>352</b>		

# 第一章 基础知识

## 第一节 简介

### 一、基本概念

树脂主要是指在常温下为固态、半固态或假固态，而受热后一般具有软化或熔融范围，在软化时，受外力作用，通常具有流动倾向的有机聚合物；而从广义上讲，凡可作为塑料基体的聚合物均称为树脂。

塑料是指以树脂为主要成分，其中添加某些添加剂或助剂（如填充剂、增塑剂、稳定剂、色母料等），经成型加工制成的有机聚合物材料。

### 二、主要品种与分类

塑料品种繁多，分类方法多样且不尽统一，本书仅介绍常用的几种分类方法（表 1-1）。

表 1-1 塑料的品种与分类

分类方法	类型	品种
按功能与用途分类	通用塑料	聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)、聚苯乙烯(PS)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)
	通用工程塑料	聚酰胺(PA)、聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、聚苯醚(PPO)或改性聚苯醚(MPPO)等
	特种工程塑料	聚四氟乙烯(PTFE)、聚苯硫醚(PPS)、聚酰亚胺(PI)、聚砜、聚酮与液晶聚合物
按功能与用途分类	功能塑料	导电塑料、压电塑料、磁性塑料、塑料光纤与光学塑料等
	通用热固性塑料	酚醛树脂、环氧树脂、不饱和聚酯、聚氨酯、有机硅与氨基塑料等
按受热后性能变化特征分类	热塑性塑料	通用塑料、通用工程塑料、特种工程塑料
	热固性塑料	酚醛树脂、环氧树脂、不饱和聚酯、聚氨酯、有机硅与氨基塑料等
按化学成分分类	聚烯烃类、聚酰胺类、聚酯类、聚醚类和含氟类聚合物等	
按结晶程度分类	结晶聚合物和无定形聚合物	

为叙述方便，本书将按塑料功能与用途分类法加以介绍。

### 三、塑料材料的组成

塑料是由树脂与助剂（添加剂）两部分经成型加工制备而成的。其组成及各组分作用详见表 1-2。

### 四、应用

#### 1. 塑料应用的领域

(1) 包装材料 包装材料为塑料的最大用途，占总量的 20% 以上，主要产品如下。

① 膜类制品，如轻重包装膜、阻隔膜、热收缩膜、自黏膜、防锈膜、撕裂膜及气垫膜等。

② 瓶类制品，如食品包装瓶（油、啤酒、汽水、白酒、醋、酱油及牛奶等的包装瓶）、

化妆品瓶、药品瓶及化学试剂瓶等。

表 1-2 塑料的组成及各组分作用

组分名称		功能作用	常用化合物
树脂		塑料的主要成分,对塑料及其制品性能优劣起主要作用	合成树脂为主体
特性助剂(添加剂)	填充剂	又称填料,主要用来改进塑料强度、提高耐久性、降低成本等	碳酸钙、云母、滑石粉、木粉等
	增强剂	主要用来提高塑料及其制品的强度与刚性	玻璃纤维、碳纤维、芳纶等
	冲击改性剂	主要用来改善结晶塑料的韧性和耐冲击性能	橡胶和弹性体
	增塑剂	主要用来改进塑料的脆性,提高柔韧性等	邻苯二甲酸酯类、磷酸三苯酯等
	偶联剂	主要用来提高聚合物与填料界面结合力	硅烷和钛酸酯等
特性助剂(添加剂)	阻燃剂	主要用于阻止或延缓塑料的燃烧	四溴邻苯二甲酸酐、三氧化二锑、氢氧化铝、金属氧化物、磷酸酯类等
	抗静电剂	主要用于减少塑料制品表面所带静电电荷	炭黑、碳纤维、金属纤维或粉末、阴离子型(季铵盐)和非离子型聚乙二醇酯或醚等
	着色剂	主要用于赋予塑料及其制品颜色	无机颜料、有机颜料和色母料等
加工助剂(添加剂)	发泡剂	能成为气体,可使塑料成为泡沫结构	氮气、氟氯烃、偶氮二甲酰胺(AC)等
	润滑剂	主要用于降低熔体黏度,阻止熔体与设备黏着,改善加工性能	硬脂酸类、金属皂类物质等
	脱模剂	主要用于防止塑料熔体与模具黏附,便于制品脱模	石蜡、聚乙烯蜡、有机硅、硬脂酸金属盐、脂肪酸酰胺等
稳定助剂	热稳定剂	主要用于防止聚合物在热作用下受破坏和发生降解	金属皂、有机锡、硫醇锡和铅盐等
	光屏蔽剂	主要用于吸收或反射紫外光,使光不能直接射入聚合物内部,抑制光降解	炭黑和二氧化钛等
	紫外线吸收剂	主要用来吸收紫外光,并将其转变成无害热能而放出	二苯甲酮(UV-S31)、苯并三唑(UV-327)和水杨酸酯(BAO)等
	抗氧化剂	主要用来防止聚合物氧化	受阻酚、芳香胺、亚磷酸酯、有机硫化物等
	抗老化剂	可吸收聚合物中发色团能量并将其消耗掉,从而抑制聚合物发生光降解	二价镍络合物等
	自由基捕获剂	可将聚合物中自由氧化的活性自由基捕获,防止聚合物氧化降解	哌啉衍生物(受阻胺)等
反应控制剂	催化剂	可改变化学反应速率,自身不消耗	NaOH、乙酰基己内酰胺、有机锡、金属盐与氧化锌等
	引发剂	在聚合物反应中能引起单分子活化产生自由基,常与催化剂并用	偶氮化合物和过氧化物
	阻聚剂	可阻止单体聚合的物质	酚类、醌类及硫化物等
	交联剂	可将线型热塑性树脂转化为三维网状聚合物	有机过氧化物、胺类、酸酐、咪唑类等

③ 盒类制品,如食品盒(饭盒、糕点盒、礼品盒及冰淇淋盒等)以及五金、工艺品、文教用品等盒类。

④ 杯类制品,如一次性饮料杯、牛奶杯及酸奶杯等。

⑤ 箱类制品,如啤酒箱、汽水箱、食品箱、工装周转箱、炮弹箱、水果箱、蔬菜箱及瓦楞箱等。

⑥ 袋类制品,如手提袋及编织袋等。

(2) 日用品 塑料制日用品主要包括以下几种。

- ① 杂品类制品,如盆、桶、盒、篓、盘、椅子、凳子、皮箱、暖瓶、丝及网等制品。
- ② 文体用品,如笔、尺、夹、刀、乒乓球、羽毛球及球拍等。
- ③ 服装类制品,如鞋底、人造革类、合成革类、纽扣、发夹、拉链、帽类、雨衣、皮带及项链等。
- ④ 厨房用品,如盆、碗、盘、桶、叉、勺、菜板、打火机及打火器等。
- (3) 农用材料 如地膜、棚膜、育秧盘、灌溉管、滴灌管、喷雾器及渔网等。
- (4) 建筑材料 主要有以下几种。
- ① 管材,如上水管、下水管、输气管、穿线管及供暖管等。
- ② 型材,如门、窗、家具、楼梯扶手、装饰线及暖气罩等。
- ③ 板材,如装饰板、天花板、地板、外墙装饰铝塑复合板、阳光板、隔墙板及屋顶隔热板等。
- ④ 其他,如地毯、地板革、壁纸、人造大理石、人造玛瑙、整体浴室及防水材料等。
- (5) 绝缘材料 如高、中、低压绝缘电缆及护套电缆,电容器介质膜、接线盒、开关、继电器及空气开关等。
- (6) 机械制品 如各类壳体、泵类材料、拉杆、绳索、链条、链轮、齿轮、凸轮、轴承、导轨、密封件及垫片等。
- (7) 汽车配件 如仪表盘、保险杠、轮壳罩、方向盘、座椅、油箱、输油管、散热器格栅、烟灰缸、顶棚、扶手、镜架、灯罩及摩擦片等。
- (8) 医学材料 人体器官材料,如人造骨、气管、血管、皮肤、牙、肾及心脏瓣膜等;医疗器械类,如一次性注射器、手术器械、输血管、内窥镜管及导尿管等。
- (9) 光学材料 主要有光学透镜材料、光纤材料及光盘材料等。
2. 主要塑料品种的基本特性与用途 (表 1-3)

表 1-3 主要塑料品种的基本特性与用途

名称	特性	用途
聚乙烯	柔韧性好,介电性能和耐化学腐蚀性能优良,成型工艺性好,但刚性差	化工耐腐蚀材料和制品,小负荷齿轮、轴承等,电线电缆包皮,日常生活用品
聚丙烯	耐腐蚀性优良,力学性能和刚性超过聚乙烯,耐疲劳和耐应力开裂性好,但收缩率较大,低温脆性大	医疗器具,家用厨房用品,家电零部件,化工耐腐蚀零件,中、小型容器和设备
聚氯乙烯	耐化学腐蚀性和电绝缘性能优良,力学性能较好,具有难燃性,但耐热性差,升高温度时易发生降解	软硬质难燃耐腐蚀管、板、型材、薄膜等,电线电缆绝缘制品等
聚苯乙烯	树脂透明,有一定的机械强度,电绝缘性能好,耐辐射,成型工艺性好,但脆性大,耐冲击性和耐热性差	不受冲击的透明仪器、仪表外壳、罩体,生活日用品如瓶、牙刷柄等
丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)	具有韧、硬、刚相均衡的优良力学特性,电绝缘性能、耐化学腐蚀性、尺寸稳定性好,表面光泽性好,易涂装和着色,但耐热性不太好,耐候性较差	汽车、电器仪表、机械结构零部件(如齿轮、叶片、把手、仪表盘等)
丙烯酸类树脂	具有极好的透光性,耐候性优良,成型性和尺寸稳定性好,但表面硬度低	光学仪器,要求透明和具有一定强度的零部件(如窗、罩、盖、管等)
聚酰胺	力学性能优异,冲击韧性好,耐磨性和自润滑性能优良,但易吸水,尺寸稳定性差	机械、仪器仪表、汽车等方面耐磨受力零部件
聚碳酸酯	有优良的综合性能,特别是力学性能优异,耐冲击性优于一般热塑性塑料,其他如耐热、耐低温、耐化学腐蚀性、电绝缘性能等均好,制品精度高,树脂具有透明性,但易产生应力开裂	强度高、耐冲击结构件,电器零部件,小负荷传动零件等

续表

名称	特性	用途
聚甲醛	力学性能优异,刚性好,耐冲击性能好,有突出的自润滑性、耐磨性和耐化学腐蚀性,但耐热性和耐候性差	代替铜、锌等有色金属和合金作耐摩擦部件(如轴承、齿轮、凸轮等)及耐蚀制品
热塑性聚酯	热变形温度高,力学性能优良,刚性大,电绝缘性能和耐应力开裂性好,但注射成型各向异性突出	高强度电绝缘零件,一般耐摩擦制品,电子仪表耐焊接零件,电绝缘强韧薄膜
聚苯醚	有优良的力学性能,热变形温度高,使用温度范围宽,耐化学腐蚀性、抗蠕变性和电绝缘性能好,有自熄性,尺寸稳定性好	代替有色金属作精密齿轮、轴承等零件,耐高温、耐腐蚀电器部件等
含氟塑料	有突出的耐腐蚀、耐高温性能,摩擦系数低,自润滑性能优良,但力学性能不高,刚性差,成型加工性不好	高温环境中的化工设备及零件,耐摩擦零部件,密封材料等
聚砜类	耐热性优良,力学性能、电绝缘性能、尺寸稳定性、耐辐射性好,成型工艺性差	高温、高强结构零部件,耐腐蚀、电绝缘零部件
聚醚醚酮	耐热性好(220℃以上),力学性能、耐化学腐蚀性、电绝缘性能、耐辐射性能良好,成型加工性好	飞机、宇航高强耐热零部件、电器零部件
聚芳酯	是透明的耐温等级较高的工程塑料,有良好的电绝缘性能和耐化学腐蚀性能,有自熄性,成型加工性好	耐温、绝缘电器制品等

## 第二节 塑料性能

### 一、物理性能

#### 1. 透气性

透气性用透气量和透气系数表示。透气量是指一定厚度的塑料薄膜,在0.1MPa气压差下,1m<sup>2</sup>的面积中在24h内所透过气体(在标准状况下)的体积(m<sup>3</sup>)。透气系数是单位时间内,单位压差下,透过单位面积和单位厚度塑料薄膜的气体量(标准状况下)。

#### 2. 透湿性

透湿性用透湿量和透湿系数表示。透湿量是在薄膜两侧蒸汽压差和薄膜厚度一定的条件下,1m<sup>2</sup>薄膜在24h内所透过的水蒸气的质量(g)。透湿系数是单位时间内,单位压差下,透过单位面积和厚度薄膜的水蒸气量。

#### 3. 透水性

透水性测定是将被测试样在一定水压作用下经一定时间,用肉眼直接观察试样的透水程度。

#### 4. 吸水性

吸水性是指规定尺寸的试样浸入一定温度的蒸馏水中,经过一定时间后所吸收的水量。

#### 5. 相对密度与密度

在一定温度下,试样的质量与同体积水的质量之比称为相对密度。在规定温度下单位体积物质的质量称为密度,单位为kg/m<sup>3</sup>、g/m<sup>3</sup>或g/mL。

#### 6. 折射率

光线从第一介质进入第二介质时(除垂直入射外),任一入射角的正弦和折射角的正弦之比,称为折射率。介质的折射率一般都大于1。同一介质对不同波长的光具有不同的折

射率。

### 7. 透光率

塑料的透明性可用透光率或雾度来表示。

透光率是指透过透明或半透明体的光通量与其入射光通量的百分比。透光率用以表征材料的透明性，所用的测定仪器是总透光率测定仪，如国产积分球式 A-4 光度计。

雾度是指透明或半透明塑料的内部或表面由光散射造成的云雾状或混浊的外观，以向前散射的光通量与透过光通量的百分比表示。

### 8. 光泽

光泽是指物体表面反射光的能力，以试样在正反射方向相对于标准表面反射光量的百分比（光泽度）表示。

### 9. 成型收缩率

成型收缩量是指制品尺寸小于模具型腔尺寸的量，以 mm/mm 表示。

$$\text{成型收缩率} = \text{成型收缩量} \times 100\%$$

## 二、力学性能

### 1. 拉伸性能

(1) 拉伸强度 在规定的试验温度、湿度与试验速度下，在试样上沿纵轴方向施加拉伸载荷使其破坏，试样断裂时所受的最大拉伸应力。单位以 Pa 表示。

(2) 断裂伸长率 在应力作用下，试样断裂时标线间距离的增加量与初始标距之比，用百分率表示。

(3) 拉伸弹性模量 在比例极限内，材料所受拉伸应力与材料产生的相应应变之比。

(4) 泊松比 在材料比例极限内，由均匀分布的纵向应力所引起的横向应变与相应的纵向应变之比的绝对值。

(5) 应变 材料在应力作用下，产生的尺寸变化与原始尺寸之比。

(6) 拉伸应力-应变曲线 由应力-应变的相应值彼此对应地绘成的曲线图。通常以应力值作为纵坐标，应变值作为横坐标。

### 2. 冲击性能

(1) 悬臂梁冲击强度 悬臂梁冲击试验是使用悬臂梁冲击试验机，在规定的标准试验条件下，对垂直悬臂夹持的试样施以冲击载荷，使试样破裂，以试样单位宽度所消耗的功表征材料韧性的一种方法。

(2) 简支梁冲击强度 简支梁冲击试验是使用简支梁冲击试验机，在规定的标准试验条件下对水平放置并两端支撑的试样施以冲击力，使试样破裂，以试样单位截面积所消耗的功表征材料韧性的一种方法。

### 3. 压缩性能

塑料的压缩性能主要包括压缩应力、压缩应变、压缩变形、压缩负荷-变形曲线、压缩屈服应力、压缩偏置屈服应力、压缩强度、细长比和压缩模量。

(1) 压缩应变 指试样的压缩变形与试样原始高度的比，为无量纲的比值。

(2) 压缩负荷-变形曲线 以压缩试验全过程中的压缩负荷为纵坐标，以对应的变形为横坐标绘图所获得的曲线图。

(3) 压缩屈服应力 指在压缩试验的负荷-变形曲线上第一次出现的应变或变形增加而负荷不增加的压应力值，以 MPa 表示。应力无增加而应变增加时的第一点被称作屈服点。

(4) 压缩偏置屈服应力 在压缩试验的负荷-变形曲线的横坐标上, 在规定的变形百分数处平行于曲线的直线部分作一直线, 此直线与曲线的交点称偏置屈服点, 偏置屈服点所对应的应力称偏置屈服应力, 以 MPa 表示。

(5) 压缩强度 指在压缩试验中试样所承受的最大压缩应力, 以 MPa 表示。

(6) 细长比 指横截面积均匀的实心圆柱体的高度与最小回转半径之比。

(7) 规定压缩应变 指材料不破坏时的最大允许压缩应变。

(8) 规定应变压缩应力 指达到规定应变时的压缩应力, 以 MPa 表示。

(9) 压缩模量 指应力-应变曲线的线性范围内, 压缩应力与压缩应变之比, 以 MPa 表示。

#### 4. 弯曲性能

工程塑料的弯曲性能是衡量塑料在经受弯曲负荷作用时的重要性能之一, 分为挠度、弯曲应力与弯曲强度。

(1) 挠度 弯曲试验过程中, 试样跨度中心的顶面或底面偏离原始位置的距离。

(2) 弯曲应力 试样在弯曲过程中的任意时刻, 中部截面上外层纤维的最大正应力。

(3) 弯曲强度 试样在弯曲负荷下破裂或达到规定挠度时能承受的最大应力。

#### 5. 剪切性能

(1) 层间剪切强度 由纤维增强塑料相邻层之间沿平行层方向产生的相对滑动称为层间剪切, 抵抗由层间剪切而产生的切应力称为层间剪切强度。

(2) 冲压式剪切强度 对层合材料在垂直层合方向施加切应力而发生的剪切称为冲压剪切, 抵抗由冲压式剪切而产生切应力的能力称为冲压式剪切强度。对玻璃纤维织物增强的塑料板材, 这种强度也称为断纹剪切强度, 对短切玻璃纤维增强的塑料称为剪切强度。

(3) 硬质微孔塑料剪切强度 在剪切作用下硬质微孔塑料发生破坏时单位剪切面积承受的剪切力称为剪切强度。

#### 6. 硬度

硬度是指塑料抵抗其他材料或物体的压入、划痕或回弹性的能力。硬度是表征材料软硬程度的有条件性的定量反映, 其本身不是单纯的确定的物理量, 而是由材料的塑性、弹性和韧性等力学性能组合的综合性能参数。工程塑料硬度的大小不仅与材料本身的特性有关, 在很大程度上也取决于测试条件和测量方法。

测试硬度的方法很多, 主要有布氏 (Brinell) 硬度、洛氏 (Rockwell) 硬度、邵氏 (Shore) 硬度、巴氏 (Barcol) 硬度、莫氏 (Mohs) 硬度、刮痕 (Scratch) 硬度、维氏 (Vickers) 硬度, 努普 (Knoop) 硬度、比尔鲍姆 (Bierbaum) 硬度和球压痕硬度等。

(1) 布氏硬度 (HB) 把一定直径的钢球, 在规定的负荷作用下, 压入试样并保持一定时间后, 以试样上压痕深度或压痕直径来计算单位面积上承受的力。

(2) 洛氏硬度 洛氏硬度有两种表示方法: 洛氏标尺硬度和洛氏  $\alpha$  硬度。

① 洛氏标尺硬度 用规定的压头对试样先施加初负荷, 接着施加主负荷, 然后再返回初负荷, 用前后两次初试验负荷作用下压头压入试样的深度差计算便可得到洛氏标尺硬度。洛氏标尺硬度适用于硬质塑料, 适用于硬质塑料的洛氏硬度计有 L、M、R 三种标尺。

② 洛氏  $\alpha$  硬度 规定使用唯一的 R 标尺、压头直径为 12.7mm、主试验负荷为 588.4N 的条件下, 以在总试验负荷作用下测得的压入深度, 并将其计作以 0.002mm 为单位的数值, 经换算便可得到洛氏  $\alpha$  硬度。洛氏  $\alpha$  硬度适用于软质塑料。

(3) 邵氏硬度 邵氏硬度也称为肖氏硬度,是指在规定负荷的标准压痕器作用下,经过严格规定的时间,压痕器的压针压入试样的深度。邵氏硬度分为邵氏 A 和邵氏 D 硬度。邵氏 A 适用于较软的塑料,邵氏 D 适用于较硬的塑料。

(4) 巴氏硬度 巴氏硬度也称为巴柯尔硬度,属于压入式(压痕)硬度,是以特定压头在标准弹簧的压力作用下压入试样,以压痕的深浅来表征试样的硬度。测试时可以直接从巴氏硬度计读取巴氏硬度值。巴氏硬度适用于测量硬质和纤维增强塑料及其板材、型材和制品的硬度。

(5) 球压痕硬度 球压痕硬度是指以规定直径的钢球,在试验负荷作用下,垂直压入试样表面,经过规定的时间后,以单位压痕面积所承受的压力表示该试样的硬度。

### 7. 耐撕裂性能

塑料的耐撕裂性能是衡量软质或薄膜塑料耐撕裂力的程度。测量塑料耐撕裂性能的方法有埃莱门多夫撕裂法、裤形撕裂法和软质泡沫塑料撕裂法等。

(1) 埃莱门多夫撕裂法 埃莱门多夫撕裂法是指在规定载荷条件下使薄而软的塑料薄膜或片材试样切出规定的切口,测定试样切口承受规定大小摆锤贮存能量所产生的撕裂力,以撕裂强度表示,单位为 N。

测试时可以直接从埃莱门多夫撕裂测试仪上读得撕裂强度。该方法适用于测试由聚烯烃、聚氯乙烯、聚酯、复合薄膜和薄片等材料的成品和半成品裁取的试样。

(2) 裤形撕裂法 裤形撕裂法是指测量撕裂试样增生所需能量的测试方法,测试时采用切口长度为试样长度一半的试样,在切口所形成的两“裤腿”上进行拉伸试验,使试样在长度方向上被完全撕裂所需的平均力或最大力来表示,以试样单位厚度承受的力表示撕裂强度,单位为 N/mm。

裤形撕裂法适用于厚度为 1mm 以下的软质和硬质薄膜材料或片材,但是测量时材料不能硬到在试验中发生脆性破坏或延伸性太大。该方法不适用于测量泡沫材料。

(3) 软质泡沫塑料撕裂法 软质泡沫塑料撕裂法是指将规定形状和尺寸的软质泡沫塑料试样夹在拉力试验机夹具上,测定试样撕裂时最大力值的一类试验。试样撕裂最大力值与试样厚度之比称为撕裂强度。

### 8. 蠕变性能

在恒定温度和湿度条件下,塑料在恒定外加载荷作用下,首先发生弹性变形,变形随着载荷作用时间的增加而增加,当变形达到一定程度后,作为结构材料的塑料构件就不能再使用了;当变形达到一定程度后,去除外载荷后变形能够逐渐恢复,这种变形随载荷作用时间的增加而增加的变化称为蠕变。因此在应用工程塑料作为受力结构件的产品设计中,蠕变性能是材料非常重要的参数。

根据作用力的不同,塑料的蠕变性能可分为拉伸蠕变、压缩蠕变和弯曲蠕变等。

### 9. 疲劳性能

疲劳性能是指材料承受交变循环应力或应变时所引起的局部结构变化和内部缺陷发展的过程,使材料的力学性能下降并最终导致龟裂或完全断裂。

### 10. 摩擦与磨损性能

(1) 摩擦 当两个互相接触的物体之间彼此有相对位移或相对运动趋势时,相互间产生阻碍位移或运动的机械作用力称为摩擦。阻碍物体之间产生相对位移或运动的力即为摩擦力。

按物体之间位移或运动形式的不同,摩擦可分为滚动摩擦、滑动摩擦和滚动-滑动摩擦;



按位移或运动的状态的不同,摩擦可分为动摩擦和静摩擦;按物体接触界面的润滑状况不同,摩擦可分为干摩擦、湿摩擦、纯净摩擦和边界摩擦等。

表征材料摩擦性能的主要指标是材料的摩擦因数。

(2) 静摩擦因数  $\mu$  指两个互相接触的物体之间具有相对滑动趋势时,接触表面上所产生的阻碍其相对运动的最大摩擦力  $F_{\max}$  与接触表面上的法向力  $N$  之比。

(3) 动摩擦因数  $\mu_D$  指正压力与两物体之间产生相对滑动时的摩擦力之比。

(4) 磨损 指在规定的试验载荷、温度、湿度和速度等条件下,经一定时间或距离后材料表面损失的量。

### 三、热性能

#### 1. 负荷热变形温度

负荷热变形温度是指具有一定尺寸的矩形塑料试样浸在一种等速升温导热介质中,在三点式简支梁静弯曲负载作用下,试样弯曲变形达到规定值的温度。单位以 $^{\circ}\text{C}$ 表示。

#### 2. 维卡软化点

维卡软化点是指在等速升温条件下,用一根带有规定负荷、截面积为  $1\text{mm}^2$  的平顶针放在试样上,当平顶针刺入试样  $1\text{mm}$  时的温度即为该试样的维卡软化点。单位以 $^{\circ}\text{C}$ 表示。

#### 3. 马丁耐热温度

马丁耐热温度是指试样在一定弯曲力矩作用下,在一定等速升温环境中发生弯曲变形,试样达到规定变形量时的温度。单位以 $^{\circ}\text{C}$ 表示。

#### 4. 线膨胀系数

(1) 线膨胀系数 指单位长度塑料温度每升高  $1^{\circ}\text{C}$  的伸长量。

(2) 平均线膨胀系数 指单位长度塑料在某一温度区间,温度每升高  $1^{\circ}\text{C}$  的平均伸长量。

一般采用连续升温法测试工程塑料的线膨胀系数;采用连续升温法或者两端点温度法测试平均线膨胀系数。单位以 $^{\circ}\text{C}^{-1}$ 表示。

#### 5. 熔点

工程塑料的熔点是指在一定的温度下由固体状态通过熔化明显地转变成液态的温度。

#### 6. 熔体质量流动速率和熔体体积流动速率

熔体质量流动速率(MFR)和熔体体积流动速率(MVR)是指热塑性材料在一定的温度和压力下,熔体每  $10\text{min}$  分别通过规定标准口模的质量或体积。过去常称为熔体指数,俗称熔融指数,也称为熔体流动指数。以  $\text{g}/10\text{min}$  表示熔体质量流动速率,以  $\text{cm}^3/10\text{min}$  表示熔体体积流动速率。

#### 7. 热导率

热导率是指在稳定条件下,垂直于单位面积方向的每单位温度梯度通过单位面积上的热传导速率。单位为  $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

#### 8. 玻璃化温度

无定形或半结晶或非结晶聚合物以黏流态或高弹态向玻璃态转变或反向转变的过程称为玻璃化转变,发生玻璃化转变的较窄温度范围的近似中点的温度称为玻璃化温度,通常用  $T_g$  表示。

#### 9. 低温脆化温度

低温脆化温度是工程塑料低温力学行为的一种量度。是指将塑料试样以悬臂梁的方