



化工技工学校教材

# 塑料性能测试

马玉珍 主编

化学工业出版社

化工技工学校教材

# 塑料性能测试

马玉珍 主编

化学工业出版社  
·北京·

(京)新登字039号

图书在 编目(CIP)数据

塑料性能测试/马玉珍主编. —北京: 化学工业出版社,  
1993.10(1996重印)  
化工技工学校教材  
ISBN 7-5025-1128-8

I. 塑… II. 马… III. 塑料制品-性能-测试-技工学校-  
教材 IV. TQ320.77

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第03287号

---

出版发行: 化学工业出版社(北京市朝阳区惠新里3号)

社长: 俸培宗 总编辑: 蔡剑秋

发 行: 新华书店北京发行所  
印 刷: 三河科教印刷包装集团  
装 订: 三河科教印刷包装集团  
版 次: 1993年10月第1版  
印 次: 1996年4月第2次印刷  
开 本: 787×1092 1/32  
印 张: 8  
插 页: 1  
字 数: 178千字  
印 数: 4 001-9 000  
定 价: 9.00元

## 前 言

本书系根据化工部技工教材编审委员会于1991年审查批准的化工技工学校塑料专业《塑料性能测试》教学大纲编写而成。

《塑料性能测试》是化工技工学校塑料专业的一门专业课程，继《塑料工艺》、《塑料成型机械及设备》等课程后开设。它也可作为高分子专业的一门后续课程。

本书系统而简洁地介绍了塑料的物理、化学、力学、电、热、老化、燃烧以及卫生等性能的各种常用测试方法和原理。通过教学，能使学生既了解塑料的结构、性能与性能测试原理之间的相互依赖关系，又掌握测试塑料性能的各种常用方法和实际操作本领。

本书的编审工作是在化工部化工技工学校有机专业教材编审委员会领导下进行的，由上海化工厂技工学校（特聘）专业教师、高级工程师马玉珍任主编，上海化工厂高级工程师朱焯男任主审。参加编写的还有上海化工厂高级工程师俞美玲、上海世强塑料制品公司高级工程师鲍惠棠和嘉兴绝缘材料厂高级工程师曾启国。

由于水平有限、时间仓促，书中肯定有不少错误和欠妥之处，请读者在使用时给以批评、指正。

编 者

1991年10月

## 内 容 提 要

本书共分九章，主要介绍了塑料的一般特性，物理和化学性能的测定，力学性能的测定，电性能测定，热性能测定，老化性能测定，燃烧性能测定，卫生性能测定，塑料的基料分析。并附有思考题及实验。

本书可作为化工技工学校的高分子和塑料专业教材用，同时，也可供化工、轻工系统相应工种的职工培训使用。

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
一、标准 .....	1
二、塑料的一般特性 .....	3
三、试样的制备及预处理 .....	7
四、误差的基本概念与数据处理 .....	10
思考题 .....	15
实验一 软聚氯乙烯塑料试样的制备 .....	15
<b>第二章 物理和化学性能测定</b> .....	20
<b>第一节 密度和相对密度</b> .....	20
一、浸渍法 .....	20
二、密度瓶法 .....	21
三、浮沉法 .....	23
四、密度梯度柱法 .....	23
<b>第二节 吸水性</b> .....	27
一、试样 .....	27
二、测试仪器 .....	27
三、测定步骤 .....	28
四、结果计算 .....	28
<b>第三节 透气性</b> .....	29
一、试样 .....	29
二、测试仪器 .....	30
三、测定步骤 .....	30
四、结果计算 .....	31
五、影响因素 .....	32

第四节 透湿性 .....	34
一、试样 .....	34
二、测试仪器 .....	34
三、测定步骤 .....	35
四、结果计算 .....	36
五、影响因素 .....	36
第五节 透光率和雾度 .....	38
一、试样 .....	38
二、测试仪器 .....	38
三、测定步骤 .....	39
四、结果计算 .....	39
五、影响因素 .....	39
第六节 熔点 .....	40
一、试样 .....	40
二、测试仪器 .....	41
三、测定步骤 .....	41
四、影响因素 .....	42
第七节 导热系数 .....	42
一、试样 .....	43
二、测试仪器 .....	43
三、测定步骤 .....	44
四、结果计算 .....	45
第八节 线膨胀系数 .....	45
一、试样 .....	46
二、测试仪器 .....	46
三、测定步骤 .....	46
四、结果计算 .....	46
五、影响因素 .....	47
第九节 耐化学药品性 .....	48
一、浸渍 .....	48

二、环境应力龟裂 .....	50
思考题 .....	54
实验二 用浸渍法测量块状塑料的密度和相对密度 .....	54
<b>第三章 力学性能测定</b> .....	<b>59</b>
<b>第一节 拉伸和模量</b> .....	<b>59</b>
一、试样 .....	61
二、测试仪器 .....	63
三、测定步骤 .....	63
四、结果计算 .....	63
五、影响因素 .....	64
<b>第二节 压缩</b> .....	<b>68</b>
一、试样 .....	69
二、测试仪器 .....	69
三、测定步骤 .....	69
四、结果计算 .....	70
五、影响因素 .....	70
<b>第三节 弯曲</b> .....	<b>71</b>
一、试样 .....	73
二、测试仪器 .....	73
三、测定步骤 .....	73
四、结果计算 .....	75
五、影响因素 .....	75
<b>第四节 冲击</b> .....	<b>76</b>
一、塑料简支梁冲击试验 .....	77
二、塑料悬臂梁冲击试验 .....	79
<b>第五节 硬度</b> .....	<b>82</b>
一、邵氏硬度 .....	82
二、塑料球压痕硬度 .....	84
<b>第六节 摩擦和磨损</b> .....	<b>86</b>
一、试样 .....	86



二、测试仪器 .....	86
三、测定步骤 .....	87
四、结果计算 .....	88
五、影响因素 .....	88
思考题 .....	88
实验三 软聚氯乙烯试样拉伸试验 .....	89
<b>第四章 电性能测定</b> .....	<b>94</b>
<b>第一节 绝缘电阻和电阻率</b> .....	<b>94</b>
一、试样 .....	96
二、测试仪器 .....	101
三、测定步骤 .....	105
四、结果计算 .....	107
五、影响因素 .....	110
<b>第二节 击穿电压介电强度</b> .....	<b>111</b>
一、试样 .....	114
二、测试仪器 .....	120
三、测定步骤 .....	121
四、结果计算 .....	123
五、影响因素 .....	123
<b>第三节 介电常数和介质损耗因数</b> .....	<b>124</b>
一、试样 .....	127
二、电极系统 .....	127
三、测试仪器 .....	130
四、测定步骤 .....	134
五、结果计算 .....	136
六、影响因素 .....	138
思考题 .....	139
实验四 体积电阻率测定 .....	140
<b>第五章 热性能测定</b> .....	<b>148</b>
<b>第一节 耐热性</b> .....	<b>148</b>

一、热稳定性 .....	150
二、分解温度 .....	153
第二节 耐寒性 .....	156
一、塑料低温伸长率试验 .....	157
二、塑料低温冲击压缩试验 .....	159
三、塑料冲击脆化温度试验 .....	162
第三节 热变形温度 .....	165
一、试样 .....	165
二、测试仪器 .....	166
三、测定步骤 .....	167
四、结果计算 .....	168
五、影响因素 .....	168
第四节 软化温度 .....	168
一、热塑性塑料软化点(维卡软化温度)试验 .....	169
二、热变形试验 .....	172
思考题 .....	174
实验五 塑料弯曲负载热变形温度试验 .....	175
<b>第六章 老化性能测定 .....</b>	<b>179</b>
第一节 热老化 .....	179
一、试样 .....	179
二、测试仪器 .....	180
三、测定步骤 .....	180
四、结果计算 .....	181
五、影响因素 .....	183
第二节 自然气候老化 .....	184
一、主要因素 .....	185
二、试验环境 .....	187
三、试样 .....	188
四、测试仪器 .....	188
五、测定步骤 .....	189

六、结果计算 .....	189
第三节 人工气候老化 .....	189
一、光源 .....	190
二、试样及试验条件 .....	191
三、测试仪器 .....	192
四、测定步骤 .....	192
五、结果计算 .....	193
思考题 .....	193
实验六 软聚氯乙烯塑料热老化试验 .....	194
<b>第七章 燃烧性能测定 .....</b>	<b>200</b>
第一节 氧指数法 .....	200
一、试样 .....	200
二、测试仪器 .....	200
三、测定步骤 .....	201
四、结果计算 .....	203
第二节 垂直燃烧法 .....	203
一、试样 .....	203
二、测试仪器 .....	203
三、测定步骤 .....	203
四、结果计算 .....	204
第三节 水平燃烧法 .....	206
一、试样 .....	206
二、测试仪器 .....	206
三、测定步骤 .....	206
四、结果计算 .....	208
第四节 炽热棒法 .....	208
一、试样 .....	208
二、测试仪器 .....	208
三、测定步骤 .....	208
四、结果计算 .....	211

思考题 .....	211
实验七 测定阻燃型软聚氯乙烯塑料的氧指数值 .....	211
<b>第八章 卫生性能测定 .....</b>	<b>216</b>
<b>第一节 氯乙烯单体含量 .....</b>	<b>216</b>
一、试样 .....	217
二、样品的贮存与保管 .....	217
三、测试仪器 .....	217
四、氯乙烯标准气和标准样的配制 .....	218
五、测定步骤 .....	220
六、影响因素 .....	221
<b>第二节 溶出物试验 .....</b>	<b>221</b>
一、试验液的制备 .....	221
二、试验 .....	221
<b>第三节 食品包装容器卫生标准和极限 .....</b>	<b>222</b>
思考题 .....	222
<b>第九章 塑料的基料分析 .....</b>	<b>223</b>
<b>第一节 聚氯乙烯树脂稀溶液粘度的测定 .....</b>	<b>223</b>
一、试样 .....	223
二、测试仪器 .....	223
三、测定步骤 .....	224
四、影响因素 .....	225
五、聚氯乙烯树脂各种粘度间的关系 .....	226
<b>第二节 热塑性塑料熔体流动速率的测定 .....</b>	<b>227</b>
一、试样 .....	228
二、测试仪器 .....	228
三、试验条件 .....	230
四、测定步骤 .....	231
五、影响因素 .....	232
<b>第三节 增塑剂的酸值测定 .....</b>	<b>233</b>
一、试样 .....	233

二、测试仪器 .....	234
三、测定步骤 .....	234
四、结果计算 .....	235
五、精密度 .....	236
第四节 增塑剂环氧值的测定 .....	236
一、试样 .....	236
二、测试仪器 .....	237
三、测定步骤 .....	237
四、结果计算 .....	238
五、精密度 .....	238
思考题 .....	239
附录 .....	240
表一 饱和水蒸气压与温度的关系 .....	240
表二 纯水在室温范围的密度值 .....	241
表三 食品包装容器卫生标准和极限值 .....	242

# 第一章 绪 论

## 一、标准

以现代科学和实践先进经验的综合成果为基础，以取得最大经济效果为目的，对具有多样性、相关性特征的重复事物，以特定的程序和特定的形式发布的统一规定，叫做标准。

### (一) 标准体制

我国的标准体制根据《中华人民共和国标准化法》规定，标准分四级，即国家标准，行业标准，地方标准和企业标准。

各级标准的范围对象：

国家标准是对需要在全国范围内统一的技术要求；

行业标准是对没有国家标准，而又需要在全国某个行业范围内统一的技术要求；

地方标准是对没有国家标准和行业标准，而又需要在自治区、直辖市范围内统一的工业产品的安全、卫生

企业标准是对企业生产的产品没有国家标准和而又需要在厂内统一的技术要求，以作为组织生

### (二) 强制性标准和推荐性标准

强制性标准和推荐性标准之分是《中华人法》中的新规定，过去，我国的标准全部是国家标准、行业标准和地方标准被分为强种。

强制性标准的对象有三类：保障人身、财产安全的标准；法律、行政法

从目前我国的情况来看，下列标准应该是强制性标准：药品标准、食品卫生标准、劳动卫生标准；产品生产、贮存运输和使用中的安全标准、劳动安全标准；环境保护标准；信息传递中需要统一的语言、接口标准；属于共同语言、互换性、配套性的标准；必须统一的检验方法、试验方法标准；国家需要控制的、关系到国计民生的重要产品的质量性能标准。

强制性标准，必须执行，不符合强制性标准的产品，禁止生产、销售和出口。推荐性标准，国家鼓励企业自愿采用。

执行技术标准是检验人员通过设备与检测手段来进行的。检测手段的齐全与检验方法标准的齐全，是执行技术标准的一个重要措施，检测必须要按照规定的检验方法标准进行，相同的检验方法所测得的数据是有可比较意义，不同的试验方法所测得的数据无可比性，这对检测人员来说，了解产品标准与方法标准概念具有重要意义。

检验方法标准化大体上可分为四种。

1. 现场检验，包括生产控制现场测试和施工现场测试，特点：快速、准确。

2. 实验室检验，按产品技术标准或技术条件、产品图纸，由公正地位，经质量监督管理部门审查认可的检验机构所做的检验和结论。

3. 系列化和通用化。

4. 方法。

5. 产品类型。

6. 法规、术语、符号、标识、单位、定义

- ②产品标准，如质量规格、性能指标等。
- ③原材料及半成品标准，如外购原材料、备品备件等；
- ④工艺、工装标准，如工艺规程、设备维修规程等；
- ⑤检测方法标准，如分析规程、采样方法、成品及中间产品控制检测方法等。
- ⑥包装贮运标准，如包装容器标准、贮存标准等。
- ⑦卫生、安全和环境保护标准，如安全规程、劳动保护、操作环境及污染物排放标准等。

#### (四) 国际标准与主要国外标准的名称、符号、编号

国际标准 (ISO) 和国际电工委员会 (IEC) 分别是世界上规模最大、影响较广的标准文件和国际标准化机构。

各国标准	符号	编 号
国际标准	ISO	ISO + 顺序号 + 制定年份
国际电工委员会	IEC	IEC + 顺序号 + 制定年份
英国标准	BS	BS + 顺序号 + 制定年份
西德标准	DIN	DIN + 顺序号 + 制定年份
日本工业标准	JIS	JIS + 字母类号 + 制定年份
苏联标准	ГОСТ	ГОСТ + 序号 + 制定年份
法国标准	NF	NF + 字母类号 + 小类编号 + 制定年份
美国标准	ANSI	ANSI + 字母类号 + 序号 + 制定年份
美国材料与试验	ASTM	ASTM + 字母类号 + 序号 + 制定年份

## 二、塑料的一般特性

塑料的发展在我国虽然只有几十年的历史，但是其发展速度之快，应用之广，是其它材料所不能比拟的，这主要是塑料



具有其它材料所没有的性能与特点。

### 1. 质轻

塑料的性能特点之一是质轻，具体表征是相对密度小。一般塑料的相对密度在0.9~2.3之间，仅为钢铁的1/8~1/4，为铝的1/2左右。而泡沫塑料的相对密度更小，约在0.01~0.5之间。塑料的相对密度随着制成件品种的不同而有差异，见表1-1。

表 1-1 主要塑料的相对密度

品 种	相对密度	品 种	相对密度	
低密度聚乙烯	0.91~0.925	聚酰胺树脂	尼龙9	1.05
高密度聚乙烯	0.941~0.965		尼龙11	1.04
聚丙烯	0.90~0.91	聚碳酸酯		1.20
聚苯乙烯	1.04~1.08	聚甲醛		1.41
硬聚氯乙烯	1.35~1.45	聚苯醚		1.00~1.07
软聚氯乙烯	1.16~1.35	聚砜		1.24
苯乙烯-丁二烯-丙烯 腈共聚物	1.02~1.16	聚酚氧		1.17
聚甲基丙烯酸甲酯	1.17~1.20	氯化聚醚		1.40~1.41
聚对苯二甲酸乙二醇酯	1.32~1.37	聚四氟乙烯		2.1~2.2
聚酰胺树脂	尼龙1010	聚三氟氯乙烯		2.11~2.3
	尼龙6	聚偏氯乙烯		1.76
	尼龙610	聚酰亚胺		1.40~1.43
	尼龙66	酚醛树脂		1.25~1.30

### 2. 比强度高

塑料强度低、模量低，尤其模量要比金属低得多，即使是硬质塑料也比金属低100倍，但按单位密度的强度来计算它的比强度（拉伸强度/相对密度）要比金属高，如表1-2所示。因此，目前塑料被广泛地用于制造各种机械零部件。

### 3. 化学稳定性好