



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

BAOZHUANG  
CESHI JISHU

# 包装测试技术

郭彦峰 许文才 付云岗 等编著



化学工业出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 包装测试技术

郭彦峰 许文才 付云岗 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书为包装工程专业“十二五”本科国家级规划教材，系统地介绍包括材料、包装容器和运输包装件的测试技术，内容包括包装测试技术概述、纸与纸板性能测试、塑料薄膜性能测试、包装容器性能测试、缓冲包装材料性能测试、运输包装件性能测试和包装试验研制法、食品/药品包装材料安全性能测试。附录中收入国内外包装试验标准目录。

本书可供高等院校包装工程专业本科、专科教学使用，也可供从事包装、食品、轻工、外贸的科研人员、设计人员、质量检测人员及其他相关专业人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

包装测试技术/郭彦峰, 许文才, 付云岗等编著. —3 版.  
北京: 化学工业出版社, 2015. 8  
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材  
ISBN 978-7-122-24016-3

I. ①包… II. ①郭…②许…③付… III. ①包装技术-检测-高等学校-教材 IV. ①TB487

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 106213 号

---

责任编辑: 李玉晖 杨 菁

文字编辑: 颜克俭

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 韩 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: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 16½ 字数 413 千字 2015 年 6 月北京第 3 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: 35.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

## Preface

包装测试技术是研究包装材料、包装容器和包装件性能测试与分析的一门科学技术。对包装材料、包装容器和包装件进行必要的测试分析,可以优化包装设计,提高包装质量,扩大产品影响,对提高企业的经济效益具有十分重要的意义。例如,在采用复合塑料防潮包装、保鲜包装中,需要对复合薄膜的透气性、透湿性、黏合强度、热封强度、抗针孔强度等进行测试分析。在运输包装系统设计中,需要对缓冲材料或结构的静态压缩特性、动态缓冲特性、蠕变与回复特性、振动传递特性,包装容器承载能力,以及包装件的抗压、抗冲击、抗振动性能等进行测试分析。

包装测试是包装设计中最基本的、不可忽视的内容之一。一个优良的包装测试试验方案将预示着包装产品在流通过程中可能出现的结果,不仅能给包装设计提供基本理论依据,还能降低包装成本。另外,产品质量管理与控制也要求对产品的包装工艺参数和过程进行检测和评价,这也需要包装测试技术。

全书内容共分7章,系统地介绍包装材料、包装容器和运输包装件的测试技术,力求反映国内外在包装测试技术领域的理论、方法和测试仪器。第1章概要介绍包装测试技术。第2章介绍纸与纸板性能测试,包括纸与纸板的基本性能、表面性能、光学性能、结构性能、强度性能测试以及纸箱性能测试。第3章介绍塑料薄膜性能测试,包括透气性能、透湿性能、耐药性能、强度性能测试。第4章介绍包装容器性能测试,包括一般包装用玻璃容器、药用玻璃包装容器、塑料包装容器、钙塑瓦楞箱/板、金属包装容器、软包装袋性能测试。第5章介绍缓冲包装材料性能测试,包括静态压缩特性、动态缓冲特性、蠕变与回复特性、振动传递特性测试。第6章介绍运输包装件性能测试,包括一般运输包装件、大型运输包装件、危险货物包装件、托盘与集装箱性能测试,以及包装试验研制法、基于适度包装评价体系的缓冲包装设计方法、ISTA运输包装性能测试技术。第7章介绍食品/药品包装材料安全性能测试,包括纸包装、塑料包装化学残留物的检测方法以及包装安全迁移试验。附录中提供了我国、ISO、ASTM、DIN包装标准试验方法目录,以及食品包装材料及容器卫生标准分析方法目录、药品包装材料试验标准目录。

全书的内容体系由郭彦峰和许文才确定,编写人员是郭彦峰、许文才、李小丽、付云岗、张伟、王玉珍。西安理工大学郭彦峰编写第1章,第6章,第5章的第2、4节,附录1,附录4、附录5、附录6;北京印刷学院许文才编写第3章;西安工业大学李小丽编写第4章的第1、2、6节;西安理工大学付云岗编写第2章,第5章的第1、3节,附录2,附录3;西安理工大学张伟编写第4章的第3、4、5节;西安理工大学王玉珍编写第7章。全书由郭彦峰统稿。

感谢化学工业出版社对本书出版给予的支持!

感谢西安理工大学包装工程系潘松年教授提供的宝贵意见和建议!

本教材编著过程中参考了公开发表和出版的文献资料、著作以及相关企业和检测机构的资料。在此,谨向本书所引用或参考文献的所有著者表示敬意和谢意!

由于作者水平有限,书中难免疏漏,不足之处恳请读者批评指正。

郭彦峰

2015年4月

# 第一版前言

## Preface

包装测试技术是一门研究包装材料、包装容器和包装件性能测试与分析的科学技术。对包装材料、包装容器和包装件进行必要的测试分析,可以优化包装设计,提高包装质量,扩大产品影响,对提高企业的经济效益都具有十分重要的意义。例如,在采用复合塑料防潮包装、保鲜包装中,需要对复合薄膜的透气性、透湿性、黏合强度、热封强度、抗针孔强度等进行测试分析。在运输包装系统设计中,需要对缓冲材料或结构的静态压缩特性、动态缓冲特性、蠕变与回复特性、振动传递特性,包装容器承载能力,以及包装件的抗压、抗冲击、抗振动性能等进行测试分析。

包装测试是包装设计中的一个最基本的、不可忽视的内容。一个优良的包装试验方案将预示着包装产品在流通过程中可能出现的结果,不仅能给包装设计提供基本理论依据,还能降低包装成本。另外,产品质量管理与控制也要求对产品的包装工艺参数和过程进行检测和评价,这也需要包装测试技术。

全书内容共分6章,系统地介绍包装材料、包装容器和运输包装件的测试技术,力求反映国内外在包装测试技术领域的理论、方法和测试仪器。第1章概要介绍包装测试技术。第2章介绍纸与纸板性能测试,包括纸与纸板的一般性能、表面性能、光学性能、结构性能、强度性能测试以及纸箱性能测试。第3章介绍塑料薄膜性能测试,包括一般性能、透气性能、透湿性能、耐药性能、强度性能测试。第4章介绍包装容器性能测试,包括一般包装用玻璃容器、药用玻璃包装容器、塑料包装容器、钙塑瓦楞箱/板、金属包装容器、软包装袋性能测试。第5章介绍缓冲包装材料性能测试,包括静态压缩特性、动态缓冲特性、蠕变与回复特性、振动传递特性测试。第6章介绍运输包装件性能测试,包括一般运输包装件、大型运输包装件、危险货物包装件、托盘与集装箱性能测试,以及包装试验研制法。

全书的内容体系由郭彦峰和许文才确定,编写人员是郭彦峰、许文才、张伟、付云岗。郭彦峰编写第1章、第2章、第6章、第4章的第1~2节和第6节、第5章的第1节、附录;许文才编写第3章;张伟编写第4章的第3~5节;付云岗编写第5章的第2~4节。全书由郭彦峰统稿并主编。

感谢西安理工大学包装工程系潘松年教授提供的宝贵意见和建议!

向本书所引用或参考的所有著者表示敬意和谢意!

由于作者水平有限,书中难免疏漏,不足之处恳请读者批评指正。

编者

2005年10月于西安理工大学

# 第二版前言

## Preface

包装测试技术是研究包装材料、包装容器和包装件性能测试与分析的一门科学技术。对包装材料、包装容器和包装件进行必要的测试分析,可以优化包装设计,提高包装质量,扩大产品影响,对提高企业的经济效益都具有十分重要的意义。例如,在采用复合塑料防潮包装、保鲜包装中,需要对复合薄膜的透气性、透湿性、黏合强度、热封强度、抗针孔强度等进行测试分析。在运输包装系统设计中,需要对缓冲材料或结构的静态压缩特性、动态缓冲特性、蠕变与回复特性、振动传递特性,包装容器承载能力,以及包装件的抗压、抗冲击、抗振动性能等进行测试分析。

包装测试是包装设计中的最基本的、不可忽视的内容之一。一个优良的包装试验方案将预示着包装产品在流通过程中可能出现的结果,不仅能给包装设计提供基本理论依据,还能降低包装成本。另外,产品质量管理与控制也要求对产品的包装工艺参数和过程进行检测和评价,这也需要包装测试技术。

全书内容共分6章,系统地介绍包装材料、包装容器和运输包装件的测试技术,力求反映国内外在包装测试技术领域的理论、方法和测试仪器。第1章概要介绍包装测试技术。第2章介绍纸包装性能测试,包括纸与纸板的基本性能、表面性能、光学性能、结构性能、强度性能测试以及纸箱性能测试。第3章介绍塑料薄膜性能测试,包括透气性能、透湿性能、耐药性能、强度性能测试。第4章介绍包装容器性能测试,包括一般包装用玻璃容器、药用玻璃包装容器、塑料包装容器、钙塑瓦楞箱/板、金属包装容器、软包装袋性能测试。第5章介绍缓冲包装材料性能测试,包括静态压缩特性、动态缓冲特性、蠕变与回复特性、振动传递特性测试。第6章介绍运输包装件性能测试,包括一般运输包装件、大型运输包装件、危险货物包装件、托盘与集装箱性能测试,以及包装试验研制法。附录中提供了我国、ISO、ASTM、DIN包装试验标准方法目录。

全书的内容体系由郭彦峰和许文才确定,编写人员是郭彦峰、许文才、李小丽、付云岗、张伟。西安理工大学郭彦峰编写第1章,第6章,第5章的5.2、5.4节,附录1,附录4;北京印刷学院许文才编写第3章;西安工业大学李小丽编写第4章的4.1、4.2、4.6节;西安理工大学付云岗编写第2章,第5章的5.1、5.3节,附录2,附录3;西安理工大学张伟编写第4章的4.3~4.5节。全书由郭彦峰统稿。

感谢化学工业出版社对本书出版给予的支持!

感谢西安理工大学包装工程系潘松年教授提供的宝贵意见和建议!

本教材编著过程中参考了文献资料、著作的内容。在此,谨向本书所引用或参考的所有著者表示敬意和谢意!

由于作者水平有限,书中难免疏漏,不足之处恳请读者批评指正。

郭彦峰  
2011年5月

# Contents

<b>第1章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 包装测试的作用、分类及内容 .....	1
1.1.1 包装测试的作用 .....	1
1.1.2 包装测试的分类 .....	2
1.1.3 包装测试的主要内容 .....	3
1.2 包装试验的设计与结果评定 .....	4
1.2.1 包装试验设计与分析方法 .....	4
1.2.2 测试大纲及试验报告 .....	5
1.3 包装试验方法标准简介 .....	6
1.3.1 国际包装试验标准 .....	6
1.3.2 我国包装试验标准 .....	6
1.3.3 美国包装试验标准 .....	7
思考题 .....	8
<b>第2章 纸包装性能测试</b> .....	<b>9</b>
2.1 试样采集与预处理 .....	9
2.1.1 试样采集 .....	9
2.1.2 温湿度预处理 .....	10
2.2 纵横向与正反面鉴别 .....	10
2.2.1 纵横向鉴别 .....	10
2.2.2 正反面鉴别 .....	11
2.3 纸与纸板基本性能测试 .....	11
2.3.1 定量、紧度、松厚度 .....	11
2.3.2 厚度 .....	12
2.3.3 尺寸稳定性 .....	14
2.3.4 均匀性 .....	15
2.4 纸与纸板表面性能测试 .....	17
2.4.1 粗糙度/平滑度 .....	17
2.4.2 空气泄漏法 .....	17
2.4.3 光学接触法 .....	22



2.4.4	针描法	23
2.4.5	水迹法	23
2.4.6	摩擦系数	24
2.5	纸与纸板的光学性能测试	26
2.5.1	光源	26
2.5.2	白度	27
2.5.3	颜色	30
2.5.4	光泽度	31
2.5.5	透明度/不透明度	32
2.6	纸与纸板结构性能测试	33
2.6.1	透气度	33
2.6.2	透湿性	37
2.6.3	施胶度	43
2.7	纸与纸板强度测试	44
2.7.1	拉伸性能	44
2.7.2	抗压强度	49
2.7.3	耐破度	56
2.7.4	戳穿强度	60
2.7.5	挺度	62
2.7.6	耐折度	69
2.7.7	撕裂度	74
2.7.8	瓦楞纸板黏合强度	79
2.8	纸箱性能测试	80
2.8.1	瓦楞纸箱压缩强度	80
2.8.2	纸箱压缩试验	82
2.8.3	纸箱开封力测试	84
	思考题	84

<b>第3章</b>	<b>塑料薄膜性能测试</b>	<b>85</b>
3.1	鉴别方法	85
3.1.1	外观、物理性能和燃烧性	85
3.1.2	溶解性试验	87
3.1.3	显色反应试验	87
3.1.4	红外线吸收光谱试验	87
3.1.5	复合薄膜的鉴别	88
3.2	尺寸及变化率的测定方法	88
3.2.1	调节处理	88
3.2.2	基本尺寸的测定方法	89
3.2.3	尺寸变化率的测定方法	91
3.3	透气性能测试	91

3.3.1	透气性原理	91
3.3.2	测试方法	93
3.4	透湿性能测试	100
3.4.1	透湿性原理	100
3.4.2	测试仪器	100
3.4.3	测试方法	102
3.5	耐药性能测试	105
3.5.1	耐药性试验	106
3.5.2	药品渗透性试验	106
3.6	拉伸强度测试	107
3.6.1	试验原理	107
3.6.2	测试方法	108
3.7	直角撕裂强度测试	109
3.7.1	试验原理	109
3.7.2	测试方法	109
3.8	黏结性能测试	110
3.8.1	耐黏结性试验	110
3.8.2	黏结力测试	110
3.8.3	剥离强度测试	110
3.9	抗针孔性能测试	111
3.9.1	针孔测试法	111
3.9.2	抗针孔强度试验	113
3.10	抗冲击性能测试	113
3.10.1	自由落镖法	114
3.10.2	抗摆锤冲击试验	115
	思考题	116

<b>第4章</b>	<b>包装容器性能测试</b>	<b>118</b>
4.1	一般包装用玻璃容器性能测试	118
4.1.1	外观缺陷检测	118
4.1.2	内应力测试	119
4.1.3	强度性能测试	121
4.1.4	耐热冲击强度测试	124
4.1.5	水冲强度测试	125
4.1.6	防止飞散性试验	126
4.1.7	化学稳定性测试	127
4.1.8	密封性能测试	127
4.1.9	其他参数测试	128
4.2	药用玻璃包装容器性能测试	129
4.2.1	规格尺寸检测	129

4.2.2	外观缺陷检测	130
4.2.3	清洁度检测	130
4.2.4	理化性能测试	130
4.3	塑料包装容器性能测试	131
4.3.1	力学性能测试	132
4.3.2	密封性能测试	133
4.3.3	卫生性检验	134
4.3.4	耐药性测试	136
4.4	钙塑瓦楞箱/板性能测试	137
4.4.1	空箱抗压强度测试	137
4.4.2	拉伸性能测试	138
4.4.3	压缩性能测试	138
4.5	金属包装容器性能测试	139
4.5.1	卷边质量检测	139
4.5.2	气密性测试	140
4.5.3	耐压性能测试	140
4.5.4	化学稳定性测试	141
4.5.5	卫生性检验	141
4.6	软包装袋性能测试	141
4.6.1	耐压强度测试	141
4.6.2	热封强度测试	142
4.6.3	密封性能测试	147
4.6.4	透湿性能测试	149
4.6.5	塑料编织袋跌落性能测试	150
4.6.6	水泥包装袋牢固度测试	150
4.6.7	复合包装袋适用温度测试	151
	思考题	151

<b>第5章</b>	<b>缓冲包装材料性能测试</b>	<b>153</b>
5.1	静态压缩特性测试	153
5.1.1	缓冲效率与缓冲系数	153
5.1.2	测试方法	155
5.1.3	绘制静态缓冲特性曲线	157
5.2	动态缓冲特性测试	159
5.2.1	动态缓冲特性	159
5.2.2	测试系统	160
5.2.3	测试方法	161
5.2.4	绘制动态缓冲特性曲线	162
5.2.5	影响缓冲系数的因素	163
5.3	蠕变与回复特性测试	166

5.3.1	压缩箱 .....	166
5.3.2	测试方法 .....	166
5.4	振动传递特性测试 .....	168
5.4.1	测试系统 .....	168
5.4.2	测试方法 .....	169
	思考题 .....	171
<b>第6章</b>	<b>运输包装件性能测试 .....</b>	<b>172</b>
6.1	部位标示与调节处理 .....	172
6.1.1	部位标示方法 .....	172
6.1.2	温湿度调节处理 .....	173
6.2	一般运输包装件性能测试 .....	174
6.2.1	冲击试验 .....	174
6.2.2	振动试验 .....	180
6.2.3	滚动试验 .....	185
6.2.4	压力试验 .....	187
6.2.5	堆码试验 .....	189
6.2.6	耐候试验 .....	190
6.3	大型运输包装件性能测试 .....	192
6.3.1	跌落试验 .....	192
6.3.2	堆码试验 .....	194
6.3.3	起吊试验 .....	195
6.3.4	铁路运输试验 .....	195
6.4	危险货物包装件性能测试 .....	196
6.4.1	跌落试验 .....	196
6.4.2	防渗漏试验 .....	197
6.4.3	液压试验 .....	197
6.4.4	堆码试验 .....	198
6.4.5	制桶试验 .....	198
6.5	托盘与集装箱性能测试 .....	198
6.5.1	平托盘性能测试 .....	198
6.5.2	箱式托盘性能测试 .....	200
6.5.3	集装箱性能测试 .....	202
6.6	产品易损性测试方法 .....	204
6.6.1	产品易损性 .....	204
6.6.2	冲击易损性试验方法 .....	205
6.6.3	振动易损性试验方法 .....	207
6.6.4	计算机仿真分析法 .....	208
6.6.5	典型产品的脆值 .....	208
6.7	包装试验研制法 .....	209

6.7.1	包装防护设计“五步法”	209
6.7.2	包装防护设计“六步法”	211
6.7.3	对两种方法的比较分析	211
6.7.4	基于适度包装评价体系的缓冲包装设计方法	212
6.8	ISTA 运输包装性能测试技术	213
6.8.1	ISTA 运输包装性能测试与评估技术	213
6.8.2	ISTA 系列测试项目	216
6.8.3	ISTA 3A 测试项目及顺序	217
	思考题	218
<b>第7章</b>	<b>包装材料安全性能测试</b>	<b>219</b>
7.1	纸包装化学残留物的检测方法	219
7.1.1	重金属的检测方法	219
7.1.2	有毒有害有机物的检测方法	221
7.2	塑料包装化学残留物的检测方法	222
7.2.1	残留单体、低聚体的检测方法	222
7.2.2	添加剂的检测方法	224
7.2.3	残留溶剂的检测方法	225
7.2.4	重金属的检测方法	225
7.3	包装安全迁移试验	225
7.3.1	食品/药品包装安全	226
7.3.2	迁移试验	227
	思考题	228
<b>附录1</b>	<b>我国包装试验标准目录(部分)</b>	<b>229</b>
<b>附录2</b>	<b>我国食品包装材料及容器卫生标准分析方法目录(部分)</b>	<b>235</b>
<b>附录3</b>	<b>我国药品包装材料试验标准目录(部分)</b>	<b>237</b>
<b>附录4</b>	<b>ISO 包装试验标准目录(部分)</b>	<b>238</b>
<b>附录5</b>	<b>ASTM 包装试验标准目录(部分)</b>	<b>244</b>
<b>附录6</b>	<b>DIN 包装试验标准目录(部分)</b>	<b>247</b>
	<b>参考文献</b>	<b>251</b>

# 第1章

## 绪论

测试技术是人类对客观世界认识和改造活动的基础，是科学研究的基本方法。通过测试技术，可以获得客观对象的状态、特征和内在规律以及有用信息。对包装材料、包装容器和包装件进行必要的性能测试与分析，可以优化包装设计，提高包装质量，扩大产品影响，对提高企业的经济效益具有十分重要的意义。包装测试是包装设计中的最基本的、不可忽视的内容之一。一个优良的包装试验方案将预示着包装件在流通过程中可能出现的结果，不仅能给包装设计提供基本理论依据，还能降低包装成本。另外，产品质量管理与控制也要求对产品的包装工艺参数和过程进行检测和评价，这也需要包装测试技术。

本章主要介绍包装测试技术的作用、分类及内容，包装试验的设计与结果评定以及国内外包装试验方法标准简介。

### 1.1 包装测试的作用、分类及内容

#### 1.1.1 包装测试的作用

包装测试技术是研究包装材料、包装容器和包装件的性能测试与分析的一门科学技术，用于检验包装材料、包装容器的性能，评定包装件在流通过程中的性能。它既包括对包装材料、包装容器和包装件的性能测试与分析，还包括各种包装试验方法。

包装测试的目的是为了评定包装的好坏程度及结果，即在一定的流通条件下，检验包装件的防护性能是否良好；考察包装件可能的损坏以及研究其损坏原因和预防措施；比较不同包装的优劣；检查包装件以及所使用的包装材料、包装容器的性能是否符合有关标准、规定和法令。包装测试的主要作用可概括为三个方面。

##### (1) 预测包装性能，评价包装功能

通过相应的包装试验，预测包装件的性能，评定包装材料、包装容器对内装物的防护能力。例如，在采用复合塑料防潮包装、保鲜包装中，需要对复合薄膜的透气性、透湿性、黏合强度、热封强度、抗针孔强度等进行测试分析。在运输包装系统设计中，需要对缓冲材料或结构的静态压缩特性、动态缓冲特性、蠕变与回复特性、振动传递特性，包装容器承载能力以及包装件的抗压、抗冲击、抗振动性能等进行测试分析。

再如，在奶制品包装材料与结构研制过程中，需要对包装材料的渗透性、拉伸性能、耐破度、撕裂度、戳穿强度、卫生性、耐压强度、热封强度测试分析，而且还需要对包装结构（如包装袋、利乐包）的密封性能、抗压性能、跌落冲击/振动性能进行测试分析。

## (2) 控制包装制品和产品包装质量

预测包装性能可以使得设计或改进的包装达到规定的性能要求，但这还不是包装质量控制的全部，只有控制每一批或每一件出厂交货的包装产品的质量，才能保证所生产的包装符合有关标准或规范的要求。例如，在啤酒灌装工艺过程中，对气体压力、液体流量、灭菌温度等物理参数的检测和控制，是保证啤酒包装质量的重要条件。一般情况下，在控制包装质量中所需采用的包装测试项目较少，试验方法也比较简单，但是要求试验速度快、结果明显，一般只要判定合格或不合格。有时也要求得到一个定量的结果。

## (3) 获得包装改进信息

随着流通环境、装卸机械或包装产品本身性能的改变，原先的包装可能不再适用于新的使用要求，这就要求对包装进行改进。改进包装包含两个方面，一是增强包装的防护功能，减少流通过程中的包装破损；二是减少某些不必要的包装功能，消除过包装或夸大包装，降低包装成本。这两种情况下都应进行严格的包装试验，分析包装可能引起的损坏，研究其原因，并采取相应的预防措施。

例如，在第二次世界大战之后，美国采用沥青纸筒包装弹药，取得了良好效果。但在越南战争中，沥青纸筒出现了问题。由于越南丛林地带高湿高温，致使沥青纸筒受潮膨胀。不仅纸筒打不开，而且弹药受潮变质。为此，美军做了大量试验，先后采用了纸筒中夹铝箔层、纸筒内弹药外套防潮袋、纸筒外套防潮袋等多种改进方案进行试验研究，最终解决了沥青纸筒对弹药的防潮问题，并修订了军用标准。

又如，我国的照相机包装原先都采用木箱，运输过程中被盗现象很严重。后来改用集装箱运输，解决了被盗问题。但是，采用集装箱运输后木箱搬运的次数少了，照相机在流通过程中受冲击、振动的影响也小了，此时仍采用木箱包装显得不必要，出现了过分包装。通过试验，证明用瓦楞纸箱完全能够满足要求。这不仅使包装更加美观大方，而且降低了包装费用。

### 1.1.2 包装测试的分类

#### (1) 按试验目的分类

按照试验目的分类，包装试验分为对比试验、评价试验和探索试验三种类型。

① 对比试验 把新设计的包装与原包装进行对比试验，这是一种最简单的试验方法。通过对比试验不仅能判断出新设计的包装是否比原包装的性能优良，还能给出它们之间的差别程度。

② 评价试验 模拟包装件、包装容器或材料的流通过程和使用条件，根据试验结果评价包装件、包装容器或材料在流通过程及实际使用中可能发生的情况。

③ 探索试验 收集一些现有的包装材料或包装结构，进行某些试验，找出性能最佳者用于包装设计。探索试验还可用于某些基础研究中，如对某些包装材料或容器进行规定的性能试验，然后将测试结果汇编成册或输入数据库，供包装工作者查阅。

#### (2) 按试验形式分类

该种分类法主要适用于包装容器和包装件。

① 单项试验 只进行一系列试验中的某一项试验，但可以用相同的试样和试验强度、重复进行多次；也可以对相同的试样采用逐步提高试验强度的方法进行多次试验。单项试验一般用于检验、评价包装件对某一特定危害因素的防护能力，通常用于科学研究或对某包装件破损事故的原因分析。对于单项试验，在测试之前应进行温湿度预处理。

② 多项试验 是对于一系列试验中的若干项（包括综合试验）或全部试验所进行的顺序试验。多项试验一般用于检验、评价包装件在整个流通过程中的防护能力。对于多项试

验，首先应根据流通过程中各环节所遇到的危害因素的实际情况，确定试验项目；再根据危害出现的先后顺序，合理安排试验。

③ 综合试验 有两种或两种以上的危害因素同时作用于包装件上的试验属于综合试验。它一般用于检验、评价包装件在两种或两种以上的危害因素同时作用情况下的综合防护能力，如包装件的高温堆码试验、堆码振动试验、低温垂直冲击跌落试验等。

### (3) 按试验对象分类

- ① 纸与纸板试验方法
- ② 塑料薄膜试验方法
- ③ 包装容器试验方法
- ④ 缓冲包装材料试验方法
- ⑤ 一般运输包装件试验方法
- ⑥ 大型运输包装件试验方法
- ⑦ 危险货物包装件试验方法
- ⑧ 托盘试验方法
- ⑨ 集装箱试验方法

## 1.1.3 包装测试的主要内容

### (1) 包装材料性能测试

主要涉及纸、纸板、塑料、玻璃、金属等性能测试。

#### ① 纸与纸板性能测试项目

- a. 基本性能 如定量、紧度、松厚度、尺寸稳定性、均匀性等。
- b. 表面性能 如粗糙度、平滑度、摩擦系数等。
- c. 光学性能 如白度、颜色、光泽度、透明度、不透明度等。
- d. 结构性能 如透气性、透湿性、施胶度等。
- e. 强度性能 如拉伸性能、抗压强度、耐破度、戳穿强度、挺度、耐折度、撕裂度、黏合强度等。
- f. 其他性能 如印刷适性、隔热性能、绝缘性能、介电性能、击穿性能等。

#### ② 塑料薄膜性能测试项目

- a. 外观性能 如光泽度、透明度、色调、挺度、耐划伤性等。
- b. 强度性能 如拉伸强度、撕裂强度、黏结性能、抗针孔性、抗冲击性等。
- c. 物理化学性能 如透气性、透湿性、热封性、热收缩性、易燃性、耐药性、热传导性、导电性等。

#### ③ 缓冲材料性能测试项目

- a. 静态压缩与缓冲性能
- b. 动态压缩与缓冲性能
- c. 蠕变与回复特性
- d. 振动传递特性与防振性能

### (2) 包装容器性能测试

主要包括纸袋、纸盒、纸箱、塑料袋、复合袋、塑料瓶、玻璃瓶罐、金属容器和其他容器性能测试。

#### ① 软包装容器性能测试项目

- a. 耐压强度测试



- b. 热封强度测试
- c. 密封性能测试
- d. 透湿性能测试
- e. 包装袋跌落性能测试
- f. 包装袋牢固度测试
- g. 包装袋适用温度测试

② 硬包装容器性能测试项目

- a. 纸箱、瓦楞纸箱性能测试
- b. 钙塑瓦楞箱性能测试
- c. 塑料容器性能测试
- d. 玻璃容器性能测试
- e. 金属容器性能测试

(3) 运输包装件性能测试

① 试验强度 一般用量值表示, 运输包装件的各项试验需要确定相应的量值。

- a. 温湿度调节处理需要确定温度、相对湿度、时间、预先干燥条件等。
- b. 堆码试验需要确定负载及其持续时间、温度、相对湿度、试样数量和状态。
- c. 垂直冲击跌落试验需要确定跌落高度、冲击次数、温度、相对湿度、试样数量和状态。
- d. 水平冲击试验需要确定水平加速度、冲击次数、冲击面、附加的障碍物、吊摆质量、温度、相对湿度、试样数量和状态。
- e. 正弦(定频、变频)振动试验需要确定频率、加速度、位移幅值、试验持续时间、附加负载、温度、相对湿度、试样数量和状态。
- f. 压力试验需要确定最大负载(预定值)、压板移动速度、温度、相对湿度、试样数量和状态。
- g. 低气压试验需要确定气压及其持续时间、温度、试样数量和状态。
- h. 喷淋试验需要确定喷水量及其持续时间、试样数量和状态。
- i. 滚动试验需要确定滚动次数、试样数量和状态。

② 静态性能测试项目 如堆码试验、压力试验、低气压试验、喷淋试验等。

③ 动态性能测试项目 如冲击试验、振动试验、滚动试验、产品易损性等。

④ 其他性能试验项目 如防霉试验、防潮试验、防腐试验、防锈试验等。

试验项目的选择, 应主要依据流通过程中各个环节可能出现的危害因素, 并根据不同的试验目的, 适当考虑试验设备条件、试验时间、试样数量、试验费用等因素。

另外, 包装内装物的测试项目包括温度、湿度、气体成分、物理化学性能等, 但内装物性能测试不属于包装测试技术的研究范畴, 在包装件性能测试时, 一般情况下对内装物只做外观检查, 必要时可考虑做功能试验。需要注意的是, 在电子类、机电类产品的运输包装性能测试分析与优化设计过程中, 产品易损性是一类重要的测试项目。

## 1.2 包装试验的设计与结果评定

### 1.2.1 包装试验设计与分析方法

#### (1) 包装试验设计