



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

物流运输包装设计

主编
彭国勋

主审
宋宝丰

印刷工业出版社



责任编辑：范敏 艾迪

ISBN 7-80000-538-0

TB482 定价：48.00元

封面设计：刘岱安

建议分类：轻工业/包装

ISBN 7-80000-538-0



9 787800 005381 >

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等教育包装统编教材

物流运输包装设计

主 编 彭国勋

主 审 宋宝丰

编 著 巩桂芬 丁 毅 金国斌

张华良 韩雪山

印刷工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物流运输包装设计 / 彭国勋主编. —北京: 印刷工业出版社, 2006.9
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 普通高等教育包装统编教材
ISBN 7-80000-538-0

I. 物... II. 彭... III. 物流—货物运输—包装—设计—高等学校—教材 IV. TB482

中国版本图书馆CIP数据核字 (2006) 第104724号

物流运输包装设计

主 编: 彭国勋

、责任编辑: 范 敏 艾 迪

出版发行: 印刷工业出版社 (北京市翠微路2号 邮编: 100036)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 昌黎县第一印刷厂

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

字 数: 668千字

印 张: 27

印 数: 1~3000

印 次: 2006年10月第1版 2006年10月第1次印刷

定 价: 48.00元

如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话: 010-88275707, 88275602

普通高等教育包装统编教材编审委员会委员名单

主 任：张晓琪

副主任：刘承毅 彭国勋 戴宏民

秘书长：刘玉生

委 员：杨仲林 宋宝丰 潘松年 金国斌
王德忠 王志伟 许文才 王建清
骆光林 孙智慧 王经武 孙 诚
陈 洪 王一临 万晓霞 周立成
刘宝顺

普通高等教育包装统编教材

包装材料学（少学时）	骆光林主编
包装材料学（多学时）	王建清主编
包装防护原理与技术	陈 洪 向贤伟主编
销售包装设计	肖 禾主编
包装造型与装潢设计基础（修）	肖 禾主编
物流运输包装设计	彭国勋主编
运输包装设计	王志伟主编
包装容器结构设计与制造	宋宝丰主编
包装结构设计	孙 诚主编
包装工艺与设备	刘玉生主编
包装印刷及印后加工	许文才主编
包装管理与法规	韩永生主编
包装与环境	戴宏民主编
包装科技英语教程	金国斌主编
包装计算机辅助设计	王德忠主编
包装过程自动化控制	杨仲林主编
包装工艺学（修）	潘松年主编
包装测试技术	钟毓宁主编
包装机械概论（修）	孙智慧主编
包装机械	孙智慧主编
包装机械设计	王志伟主编
包装概论	向贤伟主编
包装经济学	程为宝 刘建国主编

序 言 一

在国家教育部的关心指导下，经过广大专家、学者、教师及出版社的共同努力，“普通高等教育包装统编教材”（以下简称“教材”）马上就要出版了。这不仅是中国教育界的一件大事，同时也是中国包装行业的一件喜事。值此，我代表中国包装行业，代表中国包装联合会，向参加教材编纂工作的全体专家、学者、教师表示热烈的祝贺，同时也对他们付出的辛勤劳动表示慰问。

本套教材是近 20 多年来为培养包装工业人才编纂的第三套全国包装统编教材。早在 1985 年，为推动我国包装工业的兴起和发展，在部分大专院校开辟了包装学科，编纂了一套十二本开拓性试用教材。1995 年，为推进全国包装统编教材建设，又出版了一套十二本探索性统编教材。上述两套教材为培养我国包装工业的专业科技人才，促进我国包装工业的发展，提升我国包装工业的水平，发挥了积极的作用。

随着我国改革开放的不断深入和世界经济一体化的日益显现，我国包装工业的发展又遇到了新的机遇与挑战。为了满足人们不断攀升的物质文化需求，跟上包装工业产品、质量的更高要求，适应包装生产科学技术的日新月异，作为包装工业发展支撑点和后助力的包装教育，必须与时俱进，不断更新和升级，努力提高教育质量。在这种前提下，我们编纂了第三套教材。

这套教材具有以下三个特点：一是时代性。教材采集了大量当今国际、国内包装工业的科技发展现状和实例，以及当前科技研发的成果和学术观点，内容较为先进。二是科学性。教材以科学发展观为统领，从理论的高度，全面总结了包装工业发展的成功经验，我们可以从中得到启发和借鉴。同时还采取科学的态度，分析和判断了包装工业发展的趋势和方向，富有科学哲理性。三是实用性。教材紧紧扣住包装工业实际，并注意联系相关产业的基本知识和发展需求，便于理论联系实际，学以致用。教材的内容十分丰富，具有较强的指导性，必将对培养包装工业的高级专门人才发挥重要的作用。

发展教育事业，培育社会主义建设的现代化科技人才，是党中央、国务院

一贯坚持的经济发展战略的重要组成部分。《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006~2020年）》的若干配套政策提出，要“充分发挥高等学校在自主创新中的重要作用。深化高等教育改革，调整高等教育结构，加强重点学科建设”。包装产业虽然属于配套产业，但它在保护工业和农副产品安全，提高产品的附加值以及改善人民群众物质文化生活等方面居于十分重要的地位。因此，加强包装学科的建设非常重要。

高等教育教学的三大基本建设是师资队伍、教材和实验室建设，教材是办学的基本条件之一。希望以第三套教材的出版为契机，进一步增强创新意识，加强教材编纂工作，提高教材的编纂质量，更好地把握时代脉搏，引领包装工业的科技前沿，为培育造就现代包装工业的生力军，为把我国早日建成包装强国，做出更新更大的贡献。

石军鹏

2006年6月

李海内

序 言 二

高等教育教学的三大基本建设是师资队伍、教材和实验室建设,教材是办学的基本条件之一。

近 20 多年来,中国包装学科教育的兴起、发展,始终紧扣包装专业的教材建设。1985 年开创的高等学校试用教材建设,出版一套 12 本开拓性教材;1995 年起步全国包装统编教材建设,又出版一套 12 本探索性教材;跨入 21 世纪,2005 年在中国包装联合会包装教育委员会与教育部包装工程专业教学指导分委员会联合组织、规划,全国包装教材编审委员会指导下,规划、出版新一套 23 本创新教材,称为第三套“普通高等教育包装统编教材”。这是一项极有意义、非常必要的基本建设工作,仅参加编著就调动了全国 70 多个单位的 100 多位学者、专家共同的智慧和劳动。印刷工业出版社、中国轻工业出版社、国防工业出版社和化学工业出版社等都非常热情地加盟这套教材的出版。全国包装教材编审委员会先后三次召开全体会议,组织学习教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》等有关教材建设的文件,认真研讨教材的规划、主编人选、大纲审查和内容协调。可以欣慰地看到,这套新世纪的教材,在原来出版的两套教材基础上有了很大提高和创新。整个建设过程反映了如下的特点:

一、参编积极性高。全国设置有包装工程专业的学校、研究所和企业十分关注新教材建设。中国包装联合会自始至终关心、支持这项工作。

二、教材的规划更趋成熟。对包装科学与技术的学科认识更加深刻,教材体系有较大更新和进步。

三、包装科学与技术学术气氛浓厚。许多紧跟科技进步的新成果和新的学术观点在教材中得到充实。

四、教材体系更符合教学实际。为各学校教学计划提供了有选择余地的系列教材。

值得特别提出的是教材建设非常注重继承和发扬第一、二套教材的成果,鼓励他们修改重版,并纳入到教材规划体系中来。非常重视教育部组织编著的

国家级规划教材，例如陈洪教授主编的《包装防护原理与技术》、孙诚教授主编的《包装结构设计》、刘玉生教授主编的《包装工艺及设备》和许文才教授主编的《包装印刷及印后加工》等高等教育国家级“十五”规划教材，均纳入到整体教材体系中进行配套、协调编著。

可以深信，第三套全国包装统编教材的出版是包装高等教育教学中的一件有深远意义的大事，必将为包装教学质量的提高提供有利的条件，为包装科学与技术的学科发展起到积极的推动作用。

应该看到，科学技术的突飞猛进，教材建设还会面临不断更新、提高的进程。我希望为包装教材建设付出辛勤劳动的专家作者，继续探索、不断提升已有成果。更殷切地希望广大的读者、关心包装事业的有识之士都来关心和支持新兴的包装教育事业，为包装的明天，培养造就合格的、富有创新精神的高级专门人才。

陈洪

2006年5月

目 录

第一章 包装动力学引言	1
第一节 包装动力学与运输包装的发展	1
第二节 包装动力学与物流运输包装的作用	5
第三节 物流运输包装的设计原则	5
第四节 课程设置	6
第二章 包装力学与流变学基本概念	7
第一节 包装力学概念	7
一、力和加速度	7
二、力的时间效应	8
三、力的位移效应	9
四、应力与应变	14
第二节 包装流变学概念	16
一、弹性	16
二、塑性	19
三、黏性(阻尼)	20
四、蠕变	20
五、松弛现象	21
六、滞后现象	22
第三章 振动与冲击理论基础	23
第一节 单自由度线型系统的振动	23
一、自由振动	24
二、简谐激励力的强迫振动	26
三、简谐激励位移的强迫振动	28
四、非简谐激励的强迫振动	29
五、瞬态激励的强迫振动	30
第二节 多自由度系统的振动*	34
一、双自由度系统的振动	34
二、多自由度系统的振动	37
第三节 包装系统的随机振动	41
一、随机振动的理论基础	41
二、随机过程的频域分析	46
三、包装系统对随机激励的响应	51

第四章 包装件的流通环境	56
第一节 概述	56
第二节 流通环境的冲击特性	58
一、装卸时的冲击	59
二、运输过程的冲击	60
第三节 流通环境的振动特性	62
一、汽车运输振动	62
二、火车运输振动	64
三、空运与海运振动	65
第四节 流通环境的气象条件	67
一、温度和湿度变化的影响	67
二、湿度的影响	68
三、水的影响	70
四、太阳辐射的影响	71
五、盐雾的影响	72
第五节 环境条件的标准化	72
一、环境条件的分类	72
二、流通环境的简化	73
三、环境条件的量化标准	73
第五章 脆值理论	80
第一节 包装损坏模式与脆值的定义	80
一、包装损坏模式	80
二、脆值的定义	82
三、传统的脆值理论	82
第二节 冲击脆值的边界理论	84
一、冲击响应分析	84
二、冲击损坏边界曲线	85
三、使用缓冲包装材料进行的产品机械冲击脆值试验方法	87
四、位移损坏边界曲线	88
五、组合损坏边界曲线	89
第三节 振动脆值损坏边界理论	89
一、振动脆值的概念	89
二、Burgess 损坏边界曲线	89
第四节 产品脆值的确定方法	90
一、冲击脆值的确定方法	90
二、振动脆值的确定方法	94
第五节 脆值理论的最新发展*	95
一、冲击脆值合理化	95
二、冲击响应谱分析技术	95

第六章 缓冲包装与防振包装设计	104
第一节 缓冲与防振包装设计的六步法	104
一、概述.....	104
二、六步法.....	104
三、案例.....	104
第二节 缓冲包装材料的缓冲特性	106
一、概述.....	106
二、缓冲效率.....	107
三、缓冲系数.....	109
四、缓冲材料.....	112
第三节 缓冲包装设计	128
一、设计步骤.....	128
二、结构设计.....	129
三、尺寸设计.....	134
第四节 防振包装设计	136
一、传递率曲线的应用.....	136
二、防振包装设计方法.....	138
第五节 缓冲包装系统的最新发展	139
一、缓冲包装系统的 CAD	139
二、缓冲包装的可靠性分析.....	143
第七章 面向现代物流系统的运输包装	147
第一节 包装在现代物流系统中的地位	147
一、物流的概念及过程.....	147
二、包装在物流系统中的作用与地位.....	148
第二节 面向现代物流系统的包装技术	148
一、用于物流系统的包装技术分类.....	148
二、物流包装技术的合理化与现代化.....	153
第三节 面向现代物流系统的包装标识代码与自动识别*	154
一、包装标识代码简介.....	154
二、自动识别技术简介.....	155
三、一维条码	157
四、二维条码.....	163
五、条码技术在物流系统中的应用.....	166
六、RFID (射频识别技术) 的发展与应用	167
第四节 危险品运输包装	168
一、危险货物运输包装类别划分.....	168
二、危险品包装设计要求.....	170
三、危险品防护包装方法.....	171
四、危险货物包装标志.....	171

第八章 木箱的设计	172
第一节 木材及代木材料	172
一、树种与品质特性	172
二、木材的许用应力及强度试验	174
三、木材选用的原则	176
四、塑木材料	177
第二节 木箱分类	178
第三节 压杆截面尺寸的确定	179
一、稳定许用压力的计算	179
二、压杆的许用压曲强度公式及其应用	179
三、压杆的许用压曲强度曲线的应用	181
第四节 木箱的外形结构及其尺寸	182
一、木箱的外形结构	182
二、木箱的结构尺寸	186
三、木箱的构件尺寸	187
四、木箱设计尺寸要求及木箱选择	191
第五节 强度计算	196
一、起吊强度	196
二、堆码强度	204
第六节 框架木箱的防水通风及箱内产品的固定	209
一、框架木箱的防水通风	209
二、产品在箱内的固定方法	210
第七节 木箱的制箱及设计举例	212
一、滑木箱的制箱	212
二、框架木箱的制箱	214
四、框架木箱设计举例	216
三、滑木箱设计举例	218
第八节 其他木制品包装	222
一、包装用竹制品	222
二、胶合板	222
第九章 纸制品运输包装	223
第一节 瓦楞包装设计	223
一、概述	223
二、种类	224
第二节 蜂窝包装	263
一、概述	263
二、结构	264
三、要求	265
四、应用	267

五、发展·····	267
第三节 纸制品运输包装的发展* ·····	268
第十章 塑料制品运输包装·····	272
第一节 概述·····	272
一、塑料包装材料·····	272
二、常见的塑料容器分类·····	274
三、塑料包装容器的成型方法·····	274
四、塑料包装废弃物的回收·····	274
第二节 塑料运输包装容器·····	276
一、塑料桶·····	276
二、塑料周转箱·····	276
三、包装容器的结构设计·····	283
第三节 钙塑瓦楞箱·····	286
一、钙塑瓦楞箱的原料·····	286
二、钙塑瓦楞箱的生产工艺·····	287
三、钙塑瓦楞箱的箱形结构·····	287
四、钙塑瓦楞箱的性能检测和应用·····	287
五、钙塑瓦楞箱的技术要求·····	287
六、钙塑瓦楞箱的试验方法·····	289
七、钙塑瓦楞箱的标志、包装、运输、储存·····	291
第四节 塑料袋与编织袋·····	291
一、塑料袋的原料及其分类·····	291
二、塑料编织袋·····	292
第十一章 金属制品运输包装·····	295
第一节 概述·····	296
一、金属包装材料·····	296
二、金属包装容器的基本类型·····	297
第二节 金属箱·····	302
第三节 金属桶·····	303
一、钢桶的结构及分类·····	304
二、钢桶的制造工艺·····	310
三、金属桶的质量检验·····	315
四、钢桶的选用·····	316
第十二章 集合包装·····	318
第一节 集合包装的作用与方法·····	318
一、集合包装的概念·····	318
二、集合包装的作用与流通合理化·····	318
三、集合包装分类·····	319
第二节 托盘设计·····	319

一、常用托盘与尺寸规格	320
二、包装箱在托盘上的堆码与固定	322
三、木制联运托盘	326
第三节 集装袋	329
一、集装袋及其储运特点	329
二、集装袋的材料与结构分类	330
三、集装袋的设计	331
第四节 集装架	332
一、集装架的结构形式	332
二、玻璃集装架	334
第五节 集装箱	337
一、集装箱的定义和分类	337
二、集装箱尺寸标准	339
三、集装箱的搬运	341
四、集装箱内货物的装载及支撑与固定	342
五、集装箱的技术要求	343
第六节 集装桶	344
一、集装桶的分类	344
二、IBC 塑料集装桶	346
第十三章 运输包装系统设计	347
第一节 运输包装的最优化	348
第二节 运输包装件规格标准化	350
一、运输包装件规格标准化的概念、作用和意义	350
二、运输包装规格尺寸标准	350
第三节 运输包装标志	358
一、运输包装标志的含义和作用	358
二、运输包装标志的分类与内容	359
三、运输包装标志的要求及应用	365
第四节 运输包装 CAD/CAE *	369
一、运输包装 CAD	369
二、运输包装 CAE	373
第十四章 运输包装件试验	376
第一节 概述	376
一、运输包装件性能试验的目的	376
二、运输包装试验分类	376
三、运输包装件试验方法及标准	377
第二节 环境试验	379
一、温湿度试验	380
二、喷淋试验	381

三、低气压试验	382
四、盐雾试验	383
第三节 振动试验	384
一、概述及分类	384
二、试验设备	385
三、定频振动	386
四、变频振动	387
五、随机振动	389
第四节 冲击试验	391
一、水平冲击试验	391
二、跌落试验	395
三、转动跌落试验	397
四、倾翻试验	398
第五节 压力试验	400
一、堆码试验	400
二、压力试验	402
第六节 机械搬运试验	403
第七节 试验大纲的编制	404
一、基本原则	404
二、性能试验大纲的编制	405
三、试验报告的编写要求	408
后 记	409
参考文献	411