

“十三五”国家重点出版物出版规划项目



造纸及其装备科学技术丛书（中文版）

[第十三卷]

纸和纸板加工

Paper and Paperboard
Converting

[芬兰] Jurkka Kuusipalo 著

[中国] 张美云 著

张美云 宋顺喜 杨 斌 赵会芳 译



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

中芬合著 : 造纸及其装备科学技术丛书(中文版)第十三卷

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

纸和纸板加工

Paper and Paperboard Converting

[芬兰] Jurkka Kuusipalo 著

[中国] 张美云 著

张美云 宋顺喜 杨斌 赵会芳 译

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

纸和纸板加工 / (芬)库居凯(Jurkka Kuusipalo),
张美云著;张美云等译. —北京:中国轻工业出版社,
2017. 6

(中芬合著;造纸及其装备科学技术丛书;13)

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

ISBN 978-7-5184-1105-4

I. ①纸… II. ①库…②张… III. ①纸板—纸加工

IV. ①TS758

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 221897 号

责任编辑:林 媛 责任终审:滕炎福 封面设计:锋尚设计
版式设计:锋尚设计 责任校对:燕 杰 责任监印:张 可

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印 刷:三河市万龙印装有限公司

经 销:各地新华书店

版 次:2017年6月第1版第1次印刷

开 本:787×1092 1/16 印张:17

字 数:435千字

书 号:ISBN 978-7-5184-1105-4 定价:100.00元

邮购电话:010-65241695 传真:65128352

发行电话:010-85119835 85119793 传真:85113293

网 址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

141228K4X101ZBW

中芬合著:造纸及其装备科学技术丛书(中文版)编辑委员会

名誉主任:杨 波 杨志海 余贻骥

顾问:(特聘中国工程院院士)

陈克复 孙优贤 柳百成 陈蕴博 姚 穆

主任:步正发

副主任:钱桂敬

委员:(按姓氏拼音排序)

步正发	巴云平	才大颖	曹春昱	曹朴芳	曹振雷
陈鄂生	陈洪国	陈嘉川	陈克复	陈小康	陈永林
陈蕴博	程言君	崔棣章	杜荣荣	樊 燕	范 泽
房桂干	顾民达	郭海泉	郭永新	何维忠	侯庆喜
胡 楠	胡宗渊	黄孝全	黄运基	贾克勤	江化民
江曼霞	姜丰伟	邝仕均	李 平	李 耀	李朝旺
李发祥	李国都	李洪法	李洪信	李建国	李建华
李金良	李威灵	李祥凌	李有元	李志健	李忠正
林 媛	林美婵	林昭远	刘焕彬	刘铸红	柳百成
陆文荣	马明刚	马思一	马志明	牛 量	牛庆民
庞景方	彭葵生	戚永宜	钱桂敬	裘 峥	邵爱民
沈 滨	沈根莲	宋鸿林	孙润仓	孙树建	孙优贤
孙有根	谭国民	田立忠	童来明	王淼辉	王维俭
王永平	徐 林	徐正源	许本棋	许超峰	许连捷
杨 旭	杨延良	姚 穆	姚献平	于 宏	于学军
袁晓宇	张 辉	张 磊	张 亮	张 熙	张 茵
张国安	张美云	张新平	张战营	赵 伟	赵传山
赵志顺	詹怀宇	郑 晓	钟侠瑞	周景辉	朱根荣

主 编:胡 楠

副 主 编:姜丰伟 曹振雷 曹朴芳

序

芬兰造纸科学技术水平处于世界前列,近期修订出版了《造纸科学技术丛书》。该丛书共 20 卷,涵盖了产业经济、造纸资源、制浆造纸工艺、环境控制、生物质精炼等科学技术领域,引起了我们业内学者、企业家和科技工作者的关注。

姜丰伟、曹振雷、胡楠三人与芬兰学者马格努斯·丹森合著的该丛书第一卷“制浆造纸经济学”中文版将于 2012 年出版。该书在翻译原著的基础上加入中方的研究内容:遵循产学研相结合的原则,结合国情从造纸行业的实际问题出发,通过调查研究,以战略眼光去寻求解决问题的路径。

这种合著方式的实践使参与者和知情者得到启示,产生了把这一工作扩展到整个丛书的想法,并得到了造纸协会和学会的支持,也得到了芬兰造纸工程师协会的响应。经研究决定,从芬方购买丛书余下十九卷的版权,全部译成中文,并加入中方撰写的书稿,既可以按第一卷“同一本书”的合著方式出版,也可以部分卷书为芬方原著的翻译版,当然更可以中方独立撰写若干卷书,但从总体上来说,中文版的丛书是中芬合著。

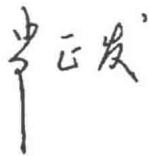
该丛书为“中芬合著:造纸及其装备科学技术丛书(中文版)”,增加“及其装备”四字是因为芬方原著仅从制浆造纸工艺技术角度介绍了一些装备,而对装备的研究开发、制造和使用的系统理论、结构和方法等方面则写得很少,想借此机会“检阅”我们造纸及其装备行业的学习、消化吸收和自主创新能力,同时体现对国家“十二五”高端装备制造业这一战略性新兴产业的重视。因此,上述独立撰写的若干卷书主要是装备。初步估计,该“丛书”约 30 卷,随着合著工作的进展可能稍许调整和完善。

中芬合著“丛书”中文版的工作量大,也有较大的难度,但对造纸及其装备行业的意义是显而易见的:首先,能为业内众多企业家、科技工作者、教师和学生提供学习和借鉴的平台,体现知识对行业可持续发展的贡献;其次,对我们业内学者的学术成果是一次展示和评价,在学习国外先进科学技术的基础上,不断提升自主创新能力,推动行业的科技进步;第三,对我国造纸及其装备行业教科书的更新也有一定的促进作用。

显然,组织实施这一“丛书”的撰写、编辑和出版工作,是一个较大的系统工程,将在该产业的发展史上留下浓重的一笔,对轻工其他行业也有一定的

借鉴作用。希望造纸及其装备行业的企业家和科技工作者积极参与,以严谨的学风精心组织、翻译、撰写和编辑,以我们的艰辛努力服务于行业的可持续发展,做出应有的贡献。

中国轻工业联合会会长



2011 年 12 月

中芬合著:造纸及其装备科学技术丛书(中文版)的出版
得到了下列公司的支持,特在此一并表示感谢!



UPM

芬欧汇川集团



维美德集团



河南江河纸业有限责任公司



河南大指造纸装备集成工程有限公司



前 言

随着我国经济的快速稳定发展以及商品流通速度日益加快,现代物品的商品化对包装提出了更高的要求。在四大包装材料(纸、塑料、金属、玻璃)中,纸以其资源广、成本低、可回收、安全无害等诸多经济和环保优势,成了重要的绿色包装材料。当今的纸和纸板加工涉及许多生产工序和应用领域,尤其是包装领域。因此,高性能纸基包装材料及其相关技术的发展就显得尤为重要,这也为造纸工业的发展提出了新的挑战 and 机遇。

本书为芬兰造纸工程师协会、美国浆纸工业技术协会(TAPPI)和 Fapet Oy 公司联合出版的《造纸科学与技术丛书》中的第 12 卷《纸和纸板加工》,着重阐述了传统的和新型的纸加工材料、技术和相关理论,同时也对纸基包装材料的典型应用及其特性进行了分析。在此基础上,增加了第 10 章。第 10 章主要结合近些年我国纸基功能材料的研究热点和发展趋势,介绍了多种高性能纸基功能材料的性能及其制备、加工方法。由于纸和纸板加工技术涉及的领域非常广,我们本着虚心学习的态度,在翻译的过程中克服了诸多困难,在查阅大量文献资料的基础上完成了此书的翻译,希望能为从事纸和纸板加工及包装科学技术的人员提供有效的帮助。

本书的翻译工作由陕西科技大学的张美云教授主持协调,并翻译了第 1 章(概述)和第 7 章(纸基包装材料),编著了第 10 章(高性能纸基材料应用举例);第 2 章(浸润和黏附)和第 3 章(分散液涂布)由浙江科技学院赵会芳副教授翻译;第 4 章(挤压涂布及其产品)、第 5 章(传统与新型涂布方式)和第 6 章(层压)由陕西科技大学宋顺喜博士翻译;第 8 章(纸基包装材料的加工)和第 9 章(加工纸和纸板作为包装材料的应用)由陕西科技大学杨斌老师翻译。特别感谢陕西科技大学轻工与能源学院硕士研究生李钦宇、苏治平、李秋梅、刘强、李琳、王茹楠、强丹丹、刘毅娟在翻译过程中为本书所进行的图表编辑和校对工作。由于作者的知识水平有限以及本书学科交叉的特点,译著过程中难免有不完善和差错之处,敬请读者批评指正。

张美云
2015. 07

目 录

CONTENTS

第①章 概述	1
第②章 浸润和黏附	3
2.1 引言	3
2.2 黏附理论	3
2.2.1 机械连锁	3
2.2.2 扩散理论	4
2.2.3 静电理论	5
2.2.4 热力学吸附理论和表面能	5
2.2.5 化学黏附	8
2.2.6 合并理论	8
2.2.7 弱边界层理论	8
2.2.8 黏附功和破坏能	9
2.3 浸润、黏附和剥离强度的测定	10
2.3.1 浸润张力溶液	10
2.3.2 接触角和表面能	11
2.3.3 黏附测定的基本信息	14
2.4 工业和实际应用	16
2.4.1 纸和纸板作为基材	16
2.4.2 挤压涂布中的黏附	17
2.4.3 黏附的其他应用	21
2.4.4 表面处理	22
参考文献	27

第③章 分散液涂布 35

3.1 引言 35

3.2 聚合物分散液作为阻隔涂料 36

3.3 应用技术 40

3.3.1 简介 40

3.3.2 刮刀涂布 41

3.3.3 棒式涂布机 42

3.3.4 气刀涂布机 42

3.3.5 凹版式涂布机 42

3.3.6 浸渍涂布机 43

3.3.7 预计量施胶压榨 43

3.3.8 喷射式涂布机 43

3.3.9 喷雾式涂布机 44

3.3.10 幕帘式涂布机 44

3.3.11 干燥和冷却 45

3.4 聚合作用及配方 46

3.4.1 乳液聚合理论 47

3.4.2 苯乙烯-丁二烯 48

3.4.3 丙烯酸类 49

3.4.4 其他合成聚合物 50

3.4.5 生物高分子 50

3.4.6 填料和助剂 51

3.4.7 纳米复合材料 52

3.5 膜的成形 53

3.5.1 基本机理 53

3.5.2 胶体粒子间的分子间作用力 55

3.5.3 膜成形理论 56

3.5.4 最低膜成形温度 59

3.6 流变性 60

聚合物分散液的流变性 61

3.7 原纸对分散液涂布的影响 63

3.8 聚合物分散液薄膜的性质 64

3.8.1 阻隔性能 64

3.8.2 胶合、热封和黏结	66
3.8.3 抗油性、气味和味觉特性	67
3.9 聚合物分散液涂布产品	67
3.10 回收利用	68
参考文献	68
第④章 挤压涂布及其产品	70
4.1 引言	70
4.2 挤压涂布设备	70
4.2.1 料斗、挤出机和承接管	70
4.2.2 口模	72
4.2.3 多层共挤出机	73
4.2.4 复合系统	75
4.2.5 辅助设备	76
4.3 挤压涂布过程	77
4.3.1 挤压涂布原理	77
4.3.2 挤压涂布流变学原理	80
4.3.3 缝模中的熔流	82
4.3.4 挤压过程中熔体破裂现象	84
4.4 关键过程与产品性能	84
4.4.1 挤压涂布过程的流变学行为	84
4.4.2 臭味	87
4.4.3 针眼	88
4.4.4 摩擦因数	88
4.5 挤压涂布用的树脂	89
4.5.1 概述	89
4.5.2 聚烯烃类	90
4.5.3 聚丙烯	92
4.5.4 共聚物	93
4.5.5 胶黏剂	95
4.5.6 阻隔性的聚合物	97
4.5.7 其他聚合物	98
4.5.8 生物聚合物	99
4.5.9 化合物	103
4.5.10 涂布树脂的添加剂	103

4.6	挤压涂布纸板的应用	103
4.6.1	液体包装	104
4.6.2	其他刚性包装	105
4.6.3	工业用品	105
4.6.4	软包装	106
4.6.5	照相纸	106
	参考文献	107
第⑤章	传统与新型涂布方式	110
5.1	引言	110
5.2	金属箔复合加工	110
5.2.1	过程	110
5.2.2	基材	111
5.2.3	产品应用	111
5.3	传统的涂布方法	112
5.3.1	涂蜡	112
5.3.2	热熔胶涂布	112
5.3.3	漆涂	112
5.3.4	冷封胶涂布	113
5.4	新型涂层	113
5.4.1	无机涂层	113
5.4.2	溶胶—凝胶涂层	115
5.4.3	壳聚糖涂层	116
5.5	沉积法	116
5.5.1	等离子体增强的化学气相沉积(PECVD)	116
5.5.2	蒸发镀膜技术	117
5.5.3	溅射	118
5.6	电子束	118
5.7	等离子体聚合	119
	参考文献	120
第⑥章	层压	122
6.1	引言	122

6.2 层压方法	122
6.2.1 基材	122
6.2.2 层压复合方法	124
6.2.3 干燥	129
6.2.4 辐射固化	129
6.2.5 黏合	129
6.2.6 层压制品的应用	130
6.3 压敏胶标签制品	130
6.3.1 概述	130
6.3.2 压敏胶层压制品	131
6.3.3 压敏胶标签纸的制造	132
6.3.4 贴标签	133
6.3.5 压敏胶标签纸的功能性要求	134
参考文献	134
第 7 章 纸基包装材料	136
7.1 引言	136
7.2 包装纸	136
7.2.1 硫酸盐浆纸(或称牛皮纸)	137
7.2.2 漂白包装纸	137
7.2.3 植物羊皮纸	137
7.2.4 防油纸和玻璃纸	138
7.2.5 抗水、抗油、抗油脂纸	138
7.2.6 蜡纸	138
7.2.7 特殊处理纸	139
7.2.8 湿强纸	139
7.2.9 薄页纸	140
7.2.10 涂布纸	140
7.3 纸板	140
7.3.1 盒用纸板	140
7.3.2 箱纸板	142
7.4 瓦楞纸板制造	143
7.4.1 简介	143
7.4.2 瓦楞纸板种类	143
7.4.3 瓦楞纸板的生产	145

7.4.4	涂胶	151
7.4.5	瓦楞纸板的质量特性	152
7.4.6	瓦楞纸板的纸病	153
7.4.7	模切	154
7.4.8	瓦楞纸板的印刷	155
7.4.9	包装机对瓦楞纸板的技术要求	156
	参考文献	156
第⑧章	纸基包装材料的加工	158
8.1	引言	158
8.2	包装印刷	158
8.2.1	印刷方法	158
8.2.2	印刷附着力	159
8.3	纸板加工技术	161
8.3.1	上光	161
8.3.2	裁切和压痕	162
8.3.3	浮雕加工	166
8.3.4	烫印	167
8.3.5	刮削	168
8.4	密封和黏合	168
8.4.1	热封理论概述	169
8.4.2	影响热封性和密封强度的因素	170
8.4.3	不同的密封方法	173
8.4.4	上胶	174
8.5	纸基包装材料和包装机	177
8.5.1	折叠纸盒	177
8.5.2	液体包装	178
8.5.3	软质包装	181
	参考文献	182
第⑨章	加工纸和纸板作为包装材料的应用	186
9.1	引言	186
9.2	包装材料、包装食品和环境之间的关系	187
9.2.1	聚合物的渗透性	187

9.2.2 迁移	196
9.3 食品的包装	197
9.3.1 食品的保质期	197
9.3.2 食品腐败变质机理	197
9.3.3 不同食品类型及其对包装材料的要求	199
9.3.4 提高食品质量安全的包装技术	203
9.3.5 包装材料的测试	207
9.4 非食品的包装	210
9.4.1 非食品包装材料的基本要求	210
9.4.2 不同类别产品对包装材料的要求	210
9.4.3 非食品包装材料的检测	213
9.5 包装对环境的影响	214
参考文献	215
第 10 章 高性能纸基材料应用举例	221
10.1 芳纶纤维纸	221
10.1.1 间位芳纶纤维纸基材料(Nomex)	221
10.1.2 对位芳纶纸基材料(Kevlar)	223
10.2 新型芳纶云母纸	224
10.3 聚酰亚胺纤维纸	226
10.4 环保型纸基摩擦材料	228
10.5 电池隔膜纸	229
10.5.1 应用范围	229
10.5.2 性能指标	230
10.5.3 原料	230
10.5.4 制备工艺	231
10.6 玻璃纤维纸	231
10.7 育果套袋纸	233
10.7.1 育果套袋纸及其分类	233
10.7.2 育果套袋纸的特点及其性能指标	233
10.7.3 育果套袋纸的生产方法	235
10.8 燃料电池用碳纤维纸	235
10.9 合成革用离型纸	237

10.9.1	离型纸的特点与要求	237
10.9.2	离型纸的分类	238
10.9.3	离型纸使用工艺流程	238
10.9.4	合成革的种类和发展趋势	238
10.10	茶叶滤纸	238
10.11	覆铜箔层压板原纸	239
10.12	造纸法烟草薄片	240
10.13	自感应纸基调湿材料	242
10.14	高填料高松厚度特种纸	242
10.15	高速喷墨印刷专用纸	243
10.16	自洁型高效空气过滤材料	244
10.17	纸基高性能过滤材料	245
10.18	新型功能壁纸	245
10.19	新型能源纸	246
10.20	造纸法高强密封材料	246
	参考文献	247
附 录		250

第 1 章 概 述

尽管印刷纸市场形势严峻,但纸基包装材料仍具有一定的市场前景。纸基包装材料所具有的可循环再生的特点是推动其发展的原动力。木材除了作为纸和纸板的原材料外,还可加工成许多其他产品,如生物高聚物,它可进一步应用在纸基包装材料中。众所周知,以化石燃料为原料制备的聚合物价格的升高,为可再生原料开辟了新的市场。另外,出于对废弃物的管理和温室气体的排放等环境问题的关注,人们对可再生原料的兴趣逐渐增加。可持续发展也可通过立法和公共观念得以发展。

大多纸产品的加工工艺较为简单,而且几十年保持不变,尤其对于聚乙烯涂布或与铝箔复合的纸与纸板的加工工艺更是如此。然而,近几十年来,利用共挤压涂布工艺加工的具有高阻隔性能的纸产品已经拥有了广阔的市场。典型的挤压涂布产品包括包装纸、柔性包装纸、液体包装纸盒和一次性餐具。然而,塑料包装近些年来也在包装行业中显示出强劲的增长势头。这主要有两方面原因,一方面是塑料包装可以与各种材料组合,并且可以以不同形式使用,如膜状、盘状和瓶状结构等。另一方面,新的涂布技术及涂布材料,新的结构设计和包装技术的创新,使纸和纸板能够更加有效地应用在包装行业中。

加工纸和纸板将在包装行业中继续发挥重要作用。新产品的开发将聚焦在包装材料上,尤其是消费品包装。在全球市场上,包装材料必须能适应剧烈的气候变化(主要是湿度和热量),可延长产品保质期以及具有一定的阻隔性能。对湿度、香味、油脂、氧气以及光的阻隔性能的要求使得塑料和其他阻隔材料与纸基材料必须能够有效地复合。由于黏结材料化学性质的差异,各层之间的黏结性能成为关键问题。包装材料的构造通常都并非完美,其主要的问题在于密封性不好,渗透物质可以通过边角渗透到包装结构内部。货架上产品的包装必须引人注目,所以对产品包装的设计是非常重要的。例如:高品质个性化的印刷产品的包装将越来越趋于精致,这就需要较高的印刷品质,如数字印刷。毫无疑问,在线操作时免不了要在纸和纸板中添加阻隔材料。在欧洲,废品管理制度的逐渐严格对包装材料的高效回收提出了更高的要求,这可推动生物聚合物基包装材料的使用,例如源于再生资源的包装材料。随着生物基聚合物产量的提升,它在薄膜、纤维以及汽车制造工业中具有更广泛的用途。发展具有更好阻隔特性的生物聚合物涂布材料将使得生物聚合物涂布纸和纸板包装拥有更广阔的应用市场。

具有优异阻隔性能的多层薄膜结构包装材料的使用会越来越广泛,这就对材料和生产过程提出了更高的要求。传统生产工艺是通过涂布、覆膜和镀箔(尤其是通过层合)等方法赋予包装材料较好的阻隔性能。利用一些新的专用的聚合物或涂料(例如分散纳米颗粒)能够赋予包装薄膜更有效的阻隔性能,基于以上需要,超薄膜状材料、纳米级、功能性涂料将被不断开