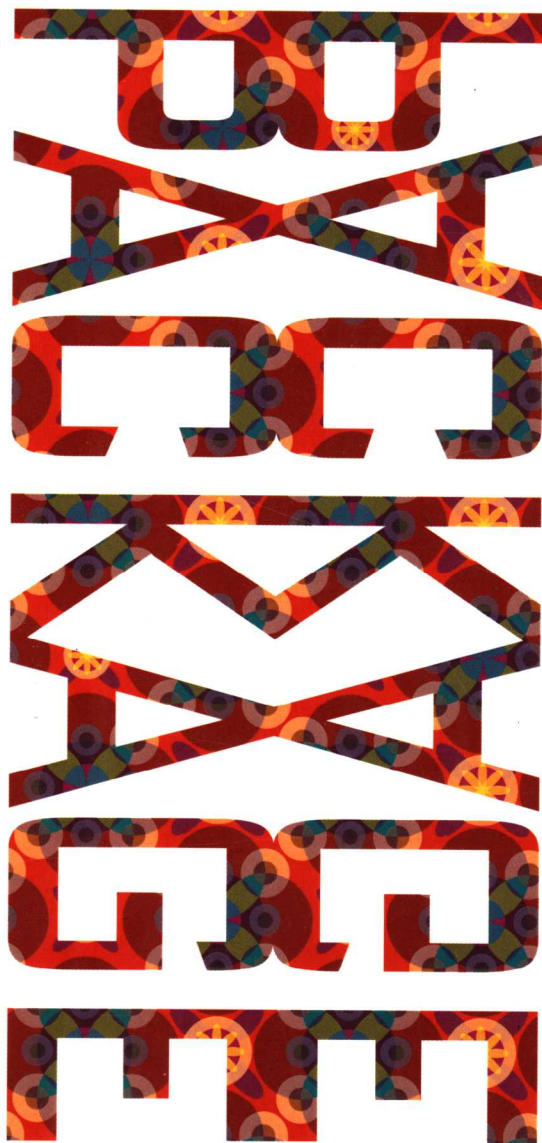


纸包装结构设计

PAPER PACKAGE STRUCTURE DESIGN

(第二版)

孙诚 编著



 中国轻工业出版社

纸包装结构设计

PAPER PACKAGE STRUCTURE DESIGN

(第二版)

孙诚 编著



中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

纸包装结构设计/孙诚编著.—2版.—北京:中国轻工业出版社,2006.3

ISBN 7-5019-5216-7

I.纸... II.孙... III.纸制品-包装-设计
IV.TB484.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 153172 号

责任编辑:林媛

策划编辑:林媛 责任终审:孟寿萱 封面设计:徐航宇

版式设计:马金路 责任校对:燕杰 责任监印:胡兵

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:河北省高碑店市鑫昊印刷有限责任公司

经销:各地新华书店

版次:2006年3月第2版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:17.75

字数:378千字

书号:ISBN 7-5019-5216-7/TS·3031

定价:35.00元

读者服务部邮购热线电话:010-65241695 85111729 传真:85111730

发行电话:010-85119817 65128898 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读者服务部联系调换

40715K4X201ZBW

前 言

(第一版)

1973年,中国教育界谁也不会忘记的年代;我们一群中学生来到校办工厂学工,第一次见到了瓦楞纸箱的生产,谁知这一面竟让我与纸包装结下不解之缘。高中毕业后我曾先后在纸箱厂和造纸厂工作,考入大学专攻造纸工程专业,毕业留校又担任《包装结构设计》的教学和科研工作,主要精力放在纸包装结构的研究上,近年来发表的十多篇论文几乎都与此有关,可以说本书倾注着我十多年来从事理论研究与实践的全部心血。

十多年来,中国的纸包装工业有了突飞猛进的发展,用我们曾经用得太过而今又用得太过苛的语言如“雨后春笋般地”“星罗棋布”来形容则恰如其分,因为全国仅瓦楞纸箱厂就有一万多家,而与纸包装有关的造纸厂、印刷厂也有数千家之多。但是,在这上万家工厂中,采用自动化设备生产的不足300家,其余均用单机生产。不仅设备落后,结构设计人员也非常缺乏。我国的包装装潢设计曾多次夺得“世界包装之星”、“亚洲包装之星”的桂冠,而出口包装却因结构设计不佳而屡屡受挫。相信本书的出版将会对全国的纸包装结构设计人员有所帮助。

包装的结构,指组成包装的各部分之间相互联系,相互作用的方式。包装设计是将技术与艺术结为一体,运用到产品的保护和美化的设计。而包装结构设计,则是指从科学原理出发,根据不同材料,不同成型方式,根据包装的各部分结构要求,对包装的外形结构及内部结构所进行的设计。从包装的功能上,主要体现容装性和保护性。从设计的目的上,主要解决科学性与技术性。从设计的内容上,主要考虑包装与产品的关系、包装与环境的关系,包装与消费

者的关系以及包装内部结构要素之间的关系。本书力图覆盖纸包装结构的上述全部内容。

本书中的五个“TLIC公式”是作者近年来研究的成果,取“天津”、“轻工业学院”、“工业艺术工程系”及作者名字英译文的第一个字头组合而成。所选数百种盒型和箱型均在教学中应用验证具有一定的实用性。

本书的编著过程得到作者单位领导大力支持。第五章承蒙葛玉琛先生悉心指导。张廉明、张晓军、万静、焦勇、栗晓峰等同志做了大量的校稿和描图工作,在此表示深切谢意。

因为水平有限,书中难免存在错误和不当之处,诚恳希望读者批评指正。

作者

前 言

(第二版)

本书第一版出版至今已有 13 个年头。6 次印刷畅销不衰,读者中有从事包装结构设计、装潢设计和工业设计的人士,有包装企业的工程技术人员、管理人员和生产一线的工人,有大中专学校及部分省市高自考相关专业的师生,人数之众、范围之广完全超出了作者最初的期待。想到有这么 多读者,总希望能为大家再奉献一本更好更实用的作品,第二版的出版,了却了作者的这一夙愿。

事实上,这 13 年来,中国包装已经发生了翻天覆地的变化。我们从一个包装弱国成长为一个包装大国,现在正在向包装强国迈进。与此同时,在世界范围内,包装科技依然加速着前进的脚步。新结构不断在包装市场上涌现,这就为本书的写作提供了更为广阔的视野。在这 13 年中,作者及其同事对纸包装结构设计理论进行了更加深入的研究,提出了一些新的观点,修正了一些错误的见解,30 多篇研究论文的内容悉数写入书中,不仅增加了书的篇幅,而且理论水平上了一个台阶。

“创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。”在写作方法上,作者试图把创新思维和创新能力的培养融入其中。在不同包装结构的编排、衔接与串联上,在同一包装结构的设计思路与设计技巧上都希望能够铺垫出一条创新的路径。尽管可能弄巧成拙,但值得一试。

第二版增加了概论中纸材料的篇幅,另辟一章介绍纸包装结构设计基础理论。在折叠纸盒、粘贴纸盒和瓦楞纸箱几章中增加了大量新结构,丰富了结构类型、成型特点、结构计算、尺寸计算和强度计算的内容,特别在纸包装 CAD/CAM 一章中,重点介绍了几个较为成熟的软件。附

表 1 中介绍了 FEFCO/ESBO 制定的国际标准纸箱箱型,与第一版相比,增加了 50 个新箱型,同时将作者研究的各种箱型理想省料比例中相关数据一并列入,以飨读者。

根据第一版读者的信息反馈,本书可供高等学校包装工程、印刷工程、轻化工程、艺术设计、工业设计等本专科专业选作教材,并可作为包装结构设计或包装装潢设计从业人员理想的包装设计工具书。对于已经阅读过第一版的读者,第二版也适合作为资料使用。

协助作者完成本书部分内容的研究和编写工作的同志有:段瑞侠、魏娜、尹兴、成世杰、黄利强等,封面设计为徐航宇,在此一并表示致谢。

本书独创部分未经作者允许,不得以任何形式在其他媒体上转载。

本书依然诚恳期待读者和同行的指教。

作者

目 录

一、纸包装在包装领域内的地位	(1)	第一章 概论
二、纸包装的原材料	(4)	
三、纸包装生产工艺与设备	(20)	
<hr/>		
第一节 纸包装绘图基础	(25)	第二章 纸包装结构设计基础
一、绘图设计符号与计算机代码	(25)	
二、设计尺寸标注	(33)	
三、纸包装各部结构名称	(35)	
第二节 纸包装结构设计基本原理	(36)	
一、结构要素	(36)	
二、成型理论	(39)	
三、包装提手尺度设计的研究	(42)	
<hr/>		
第一节 折叠纸盒	(45)	第三章 折叠纸盒结构设计
一、折叠纸盒的定义	(45)	
二、折叠纸盒的特点	(45)	
三、折叠纸盒的原材料	(45)	
四、主体结构、局部结构和特征结构	(46)	
五、折叠纸盒包装设计“三·三”原则	(47)	
第二节 管式折叠纸盒	(48)	
一、管式折叠纸盒的定义与特性	(48)	
二、管式折叠纸盒的箱体结构	(49)	
三、管式折叠纸盒的盒盖结构	(54)	
四、管式折叠纸盒的盒底结构	(62)	

五、平分角设计	(77)
第三节 盘式折叠纸盒	(79)
一、盘式折叠纸盒的定义与特性	(79)
二、盘式折叠纸盒的成型方式	(80)
三、盘式折叠纸盒的盒盖结构	(83)
四、盘式折叠纸盒的平分角设计	(85)
五、叠纸包装盒	(92)
第四节 管盘式折叠纸盒	(93)
一、管盘式折叠纸盒结构	(93)
二、管盘式自动折叠纸盒	(94)
第五节 非管非盘式折叠纸盒	(96)
一、非管非盘式折叠纸盒	(96)
二、多间壁非管非盘式折叠纸盒	(97)
第六节 折叠纸盒的功能性结构	(100)
一、异型	(100)
二、间壁	(103)
三、组合	(111)
四、多件集合	(112)
五、提手	(112)
六、开窗	(114)
七、展示	(116)
八、方便结构	(119)
九、易开结构	(121)
十、倒出口结构	(125)
第七节 折叠纸盒的尺寸设计	(126)
一、尺寸设计	(126)
二、一般盒体的尺寸设计	(127)
三、罩盖盒盒盖尺寸设计	(131)
第八节 纸盒模切版设计	(131)
一、排版设计	(131)
二、“搭桥”设计	(133)
三、模切工艺对模切版设计的影响	(134)
第九节 折叠纸盒强度计算	(134)
一、折叠纸盒强度	(134)
二、折叠纸盒强度计算公式	(135)

第一节 粘贴纸盒	(137)
一、粘贴纸盒	(137)
二、粘贴纸盒的原材料	(137)
三、粘贴纸盒各部结构名称	(137)
第二节 粘贴纸盒结构	(138)
一、粘贴纸盒结构	(138)
二、粘贴纸盒成型	(140)
第三节 粘贴纸盒尺寸设计	(142)

第四章 粘贴纸盒结构设计

第一节 瓦楞纸板结构	(144)
一、瓦楞纸板的表示方法	(144)
二、瓦楞纸板厚度	(145)
三、瓦楞纸箱箱坯结构	(145)
第二节 瓦楞纸箱箱型标准	(148)
一、国际纸箱箱型标准	(148)
二、非标准瓦楞纸箱	(151)
第三节 瓦楞纸箱尺寸设计	(168)
一、内装物排列方式	(168)
二、理想尺寸比例与最佳尺寸比例	(172)
三、瓦楞纸箱尺寸设计	(179)
第四节 瓦楞纸箱强度设计	(190)
一、影响瓦楞纸箱强度的因素	(190)
二、抗压强度	(190)
三、载荷	(205)
第五节 瓦楞纸箱材料选择	(208)
一、根据原纸环压强度选择瓦楞纸板原纸	(208)
二、根据纸板边压强度选择瓦楞原纸	(209)
三、根据纸板强度系数值选择瓦楞原纸	(211)

第五章 瓦楞纸箱结构设计

第一节 CAD/CAM 和 NAD	(213)
第二节 TUST-PAK 纸包装结构设计软件	(215)
一、TUST-PAK 简介	(215)
二、TUST-PAK 工作流程	(215)

第六章 纸包装结构 CAD/CAM 简介

三、TUST-PAK 系统的应用实例	(216)
第三节 ePack 设计软件	(221)
一、ePack 简介	(221)
二、ePack 工作流程	(222)
三、ePack 软件应用实例	(224)

附表

附表 1 国际箱型标准及省料理想尺寸比例	(234)
附表 2 内装物排列数目	(265)

主要参考文献	(270)
---------------	-------

第一章 概 论

中国是纸的故乡,人们用纸来传播文化,传递信息。纸包装的起源却在外国,1885年英国商人威廉·利弗为维护自己商品的信誉,首先推出带有商标的纸包装香皂,这也是商品包装进入市场的开端。

20世纪初,瓦楞纸箱的发明猛烈撼动着木箱包装的霸主地位,迫使美国木箱行业不得不联手铁路运输业,制定一系列苛刻条件限制瓦楞纸箱的发展。在这生死攸关的时刻,瓦楞纸箱生产厂家团结一致,联合将对手诉诸法律,经过漫长而艰苦的诉讼,终于大获全胜。这就是著名的洛杉矶“普赖德哈姆事件”,它揭开了纸包装发展史上的光辉一页。

光阴荏苒,金属、玻璃、塑料、复合材料等包装相继崛起,面对强手如林的21世纪,纸包装还能继续保持昔日的风采吗?

一、纸包装在包装领域内的地位

1. 纸包装在竞争中的有利地位

世界纸和纸板夹19年产量和消费量持续增长的雄风进入21世纪,即使在遭受亚洲金融风暴余波,欧洲经济发展缓慢,美国制造业持续衰退等影响,特别是经历“9·11”的恐怖袭击后也没有一蹶不振,只是在2001年出现了短暂下降趋势,产量从2000年的3.28亿t降至3.2亿t。2002年世界纸和纸板产量超过3.3亿t。2003年产量再创新高达到3.38755亿t,比2002年增长2.8%;消费量则达到3.38943亿t。其中瓦楞纸板1.0366亿t,同比增长3.2%;其他纸板4377.4万t,同比增长3.3%;废纸回收量1.61994亿t,回收率为47.8%,同比增长3.1%。有统计说明,1993年到2005年全球卡纸消费量的年增长率达到2.5%(表1-1)。

表 1-1 全球卡纸板消费量

地 区	消费量/Mt				平均年增长率/%	
	1981	1993	2000	2005	1981—1993	1993—2005
西 欧	5.0	6.6	7.1	7.5	2.3	2.0
东 欧	2.4	1.1	1.4	2.1	(6.3)	5.5
北 美	6.2	7.8	8.8	9.6	1.8	1.7
日 本	1.5	2.3	2.5	2.7	2.9	1.5
中 国	0.4	2.1	3.0	3.7	14.8	5.5
其他远东地区	1.6	3.5	4.7	5.9	6.7	5.0

续表

地区	消费量/Mt				平均年增长率/%	
	1981	1993	2000	2005	1981—1993	1993—2005
拉丁美洲	0.8	1.2	1.4	1.7	3.4	3.0
非洲	0.2	0.3	0.4	0.4	2.5	3.0
大洋洲	0.2	0.2	0.2	0.3	2.5	1.8
全世界	18.3	25.1	29.5	33.9	2.6	2.5

资料来源：M&M 欧洲数据。

作为世界纸和纸板发展的重要标志和主要力量,2003 年中国纸和纸板产量为3 780万 t,比 2002 年增加了 473 万 t,增幅为 12.5%。预计在未来几年内,中国的纸板需求量每年将增长 7% 以上,高于世界平均增长速度。

在诸多市场因素中,环境问题是纸包装能够与其他包装材料和包装容器相抗衡的主要原因。它可以作为再生资源重复利用,还可以在不改变保护功能和结构特性的前提下实现轻量化,从而保证了纸包装产品处于竞争的有利地位。全球纸包装产品无论从产量还是从产值上都占到包装材料和容器的 1/3 以上。

使用纸和纸板包装还有其他许多优点,优良的适印性能可以美化和宣传产品,起到“无声推销员”的作用;作为廉价且保护性能良好的运输包装,可以降低物流成本,提高包装的效益。因此,纸包装在世界包装业中的“大哥大”地位还将一直持续下去。

2. “与环境友好”的包装

在世界市场上,对“与环境友好”的包装(Environmentally - friendly packaging)的需求量的增长比包装总量的增长快 3 倍。冠以“与环境友好”的包装,能否回收利用是其分界线,也是市场的决定因素。根据盖洛普民意测验表明,两个一模一样的商品,一个外包装上有回用纸板标志[图 1-1(a)],另一个则没有,70%的消费者投票赞成选用有标志的产品。消费者的喜爱是纸包装长盛不衰的原因。回用纸板标志的寓意深长:它由三个箭头组成,第一个箭头代表废纸的回收,第二个箭头代表这些纸板可加工成优质、耐用、价格颇具竞争力的纸板,第三个箭头代表消费者的参与——纸板的重新使用。三个箭头构成一个永恒的圆环。图 1-1(b)~(d)是欧美国家的瓦楞纸板回收标志。

图 1-1(e)为美国 100% 回用纸板联合会(100% Recycled Paperboard Alliance, RPA-100%)的标志,其企业会员提倡使用 100% 回收纸板而将此标志印在其包装上。这个组织对回用纸板有一定的要求,例如防水纸板不允许涂蜡只允许轻涂易于脱除的防水材料。图 1-1(f)为日本 100% 回用纸包装的标志。加拿大环境选择规划(the Environmental Choice Program, ECP)标志图案包括一片枫叶和三只头部互相交叉的鸽子[图 1-1(g)]。

德国有两种环保标志,即面向包装用户的“绿点”(the Green Dot)标志和有关运输包装的“蓝天使”(the Blue Angel)标志[见图 1-1(h)]。“绿点”标志由一家私营公司创立用于收集和回收低级包装材料,本是一种财政策略,后来加入的厂家必须支付一定费用,根据其使用的材料和销售业绩才可以使用此标志,在 1999 年,已达到 16 200 个厂家或产品。这个标志在中国市场上也可以看到。“蓝天使”标志早已涵盖 70 余类产品。

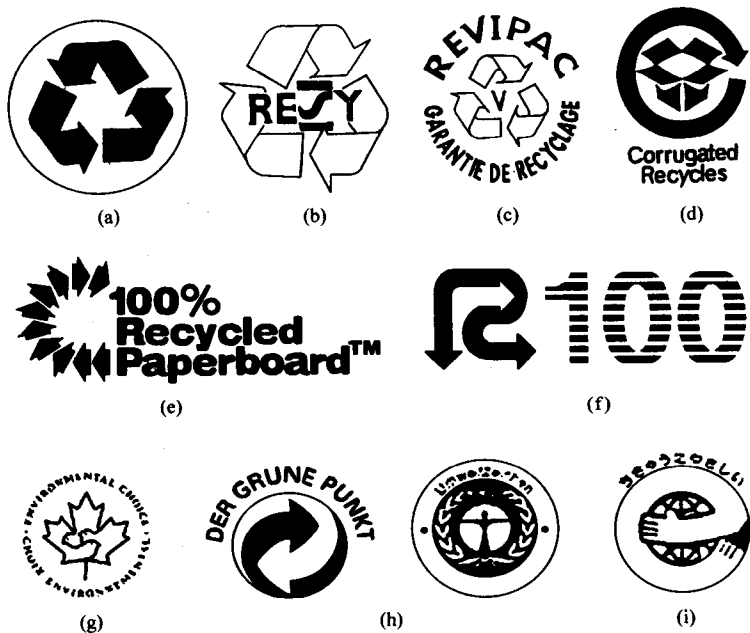


图 1-1 世界各国或组织的纸板回用及环保标志

- (a) 美国回用纸板标志 (b) 德国回用纸板标志 (c) 法国回用纸板标志
- (d) 北美回用纸板标志 (e) 美国 100% 回用纸板标志
- (f) 日本 100% 回用纸板标志 (g) 加拿大环境规划标志
- (h) 德国绿色组织的回用包装标志 (i) 日本回用包装标志

日本是在回收及转化能源方面做得最好的国家之一,其环保标志[图 1-1 (i)]的涵义,在注意生命周期评价的基础上,更注重产品性能本身。

3. 中国纸包装工业的现状

进入 21 世纪后,我国已成为纸包装生产和消费大国。2000 年全国纸和纸板总产量为 2 805 万 t,2001 年迅速增长为 3 200 万 t,消费量达到 3 683 万 t,总产量和消费量仅次于美国,跃居世界第二。2002 年总产量达到 3 780 万 t,年增长率为 8.4%。在 2003 到 2004 两年间,又增建和扩建 100 万 t 的生产能力,使总生产能力接近 5 000 万 t,估计 2005 年,纸和纸板产量可能达到创纪录的 3 920 万 t,见表 1-2。

表 1-2 2000 年我国主要纸产品输出量及 2005 年预测(万 t)

产 品	2000 年	2005 年	产 品	2000 年	2005 年
新闻纸	145	230	纸箱纸板	370	640
书写印刷用纸	760	1 000	瓦楞芯纸	550	720
生活用纸	250	320	特种纸和卡纸	60	150
包装用纸	420	460	合计	2 805	3 920
白卡纸	250	400			

资料来源：中国第十个五年计划。

在我国,瓦楞纸板包装的消费量占纸包装消费量的 74%,纸箱行业成为中国包装行业的一支重要力量,产量一直保持着良好的增长趋势。1995 年,瓦楞纸板产量为 74 亿 m^2 ,仅次于美国和日本,2000 年达到 123 亿 m^2 ,成为年产量超过 100 亿 m^2 的三个国家之一,2003 年突破 158 亿 m^2 ,超越日本位居世界第二,2004 年总产量达到 165 亿 m^2 ,预计 2006 年可达到 180 亿 m^2 ,而消费量则可能达到 200 亿 m^2 。

我国有纸包装企业 5 000 多家,2003 年的工业产值为 866.4 亿元,占中国包装工业总产值的 32.1%,截至 2004 年,全国已有近 3 400 条瓦楞生产线,中速以上五层瓦线 1 280 条,单面机组 7 000 多台。大中型企业已经可以利用计算机进行文字处理,桌面制版,CAD/CAM(计算机辅助设计/计算机辅助制造),记录生产信息,存取生产程序,控制生产精度等。虽然我国已经成为纸包装的一个主要生产国和消费国,但年人均纸消费量只占世界平均消费水平的一半左右,纸包装企业多数规模小,自动化程度不高,生产能力较低,生产效益不佳,因此技术发展的空间还很大。只有真正解决了小型企业技术问题,利用“集中制版分散制箱”等先进方式进行集约化生产,才能使我国真正由纸包装大国成为纸包装强国。

二、纸包装的原材料

1. 纸板

纸板通常用装有 4~7 个圆网的造纸机制造,厚度一般在 0.3~1.1mm 之间,用不同配比的纸浆可以抄造出不同的纸板。

(1) 标准纸板

标准纸板是一种用于制作精密的特殊模压制品以及重要制品的包装用的纸板。标准纸板的原料一般是 30%~40% 的本色硫酸盐木浆和 60%~70% 的褐色磨木浆,其技术指标如表 1-3。

(2) 白纸板

白纸板用化学浆配以废纸浆制成,有单面白纸板、单面涂布白纸板和铸涂白纸板等。

单面白纸板的面层选用漂白化学浆,衬层选用有一定白度的机械浆或废纸浆,芯

层用一般废纸浆,底层用质量较高的废纸浆,主要用于单面彩色印刷的纸盒包装,其技术指标如表 1-4。

表 1-3 标准纸板技术指标(QB/T 1314—1991)

指标名称	单位	规定	
		A等	B等
紧度	≥ g/cm ³	0.75	0.75
横向抗张强度	≥		
厚度:			
1.0mm	kN/m	15.0	12.0
1.5mm		22.0	18.0
2.0mm		29.0	24.0
2.5mm		37.0	29.0
3.0mm		44.0	35.0
4.0mm		59.0	47.0
5.0mm		78.0	59.0
横向伸长率	≥ %	5.5	5.0
灰分	≥ %	2.0	2.0
水抽提液酸度	%	0.05	
交货水分	%	10.0±2.0	

表 1-4 单面白纸板技术指标(QB/T 2250—2005)

技术指标	单位	规定					
		优等品		一等品		合格品	
		定量 /(g/m ²)	定量偏 差/%	定量 /(g/m ²)	定量偏 差/%	定量 /(g/m ²)	定量偏 差/%
定量和定量偏差		200		200		200~250	±5
		220		220			
		250		250			
		270	+5	270	+5	270~350	-4
		300	-3	300	-3		
		350		350			
		400		400		400~450	+5
		450		450			
紧度	g/cm ³	0.60~0.80		0.60~0.85		≥0.60	
施胶度	≥ mm	0.5					
耐折度(横向)	≥ 次	10		5		3	
平滑度	≥ s	14		12		12	
亮度(白度)	≥ %	80.0		80.0		70.0	

续表

技术指标		单位	规定		
			优等品	一等品	合格品
挺度(横向)≥	200g/m ²	mN·m	3.70	2.10	1.60
	220g/m ²		4.30	2.10	1.60
	250g/m ²		4.80	2.70	2.10
	270g/m ²		4.80	3.20	2.70
	300g/m ²		4.80	3.70	3.20
	350g/m ²		7.00	4.30	3.70
	400g/m ²		7.00	5.40	4.80
	450g/m ²		11.00	6.40	5.40
尘埃度	0.3~1.5mm ² ≤	个/m ²	20	40	72
	其中: 1.0~1.5mm ² 黑色		4	4	8
	>1.5mm ²		不应有	不应有	≤4
交货水分		%	5.0~9.0	6.0~10.0	6.0~10.0

涂布白纸板是原纸面层为漂白纸浆,经单面涂布后,压光制成的纸板,其用途也是用于制作彩色印刷包装纸盒,其技术指标如表 1-5。

表 1-5 涂布白纸板技术指标(GB/T 10335.4—2004)

技术指标		单位	规定							
			优等品		一等品		合格品			
			白底	灰底	白底	灰底	白底	灰底		
1	定量	g/m ²	200	220	250	300	350	400	450	500
2	定量偏差 ≤	%	+5.0, -3.0							
3	横幅定量差 ≤	%	3.0		4.0		5.0			
4	紧度 ≤	≤300g/m ²	0.88	0.85	0.90	0.87	—	—		
		>300g/m ²	0.85	0.82	0.87	0.84	—	—		
5	亮度 ≤	正面	80.0	80.0	78.0	78.0	75.0	75.0		
		反面	70.0	—	70.0	—	70.0	—		
6	印刷表面粗糙度 ≤	μm	2.50	2.00	3.00	2.60	4.00			
7	平滑度 ^a ≥	s	70	150	50	80	30	50		
8	印刷光泽度 ≥	%	88		80		60			
9	油墨吸收性	%	15~28							
10	印刷表面强度 ^b ≥	中黏油墨	1.40		1.20		0.80			
		低黏油墨	4.00		3.80		2.50			