

角柱型瓦楞纸套箱抗压强度的研究

王悦, 张惠忠

(达成包装制品(苏州)有限公司, 苏州 215155)

摘要: **目的** 为了提高瓦楞纸箱的抗压强度,采用角柱型瓦楞纸套箱结构是一个新方向。**方法** 通过研究内围框4个角柱的三角边长、挡板位置、高度等对纸箱抗压强度的影响,并使之与相同尺寸、材质的0201型普通瓦楞纸箱对比。**结果** 角柱型瓦楞纸套箱的抗压强度可以提高2倍左右,其中长方形套箱抗压强度的提高幅度要优于正方形套箱,而内围框挡板位置、角柱的折叠角度等对抗压强度的影响不大。**结论** 角柱型瓦楞纸套箱属于重载荷纸箱,可以广泛应用于重型包装。

关键词: 角柱型瓦楞套箱; 等边角柱; 直角边角柱; 空箱抗压强度

中图分类号: TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)21-0030-05

Compressive Strength of Angle-type Corrugated Carton

WANG Yue, ZHANG Hui-zhong

(Tatseng Packaging (Suzhou) Co., Ltd., Suzhou 215155, China)

ABSTRACT: Objective Adoption of the structure of angle-type corrugated carton is a new direction to improve the compressive strength of carton. **Methods** The effects of factors such as the triangle side length of four angles, the baffle position and the carton height on the compressive strength of corrugated carton were studied, and compared with those of corrugated carton made of material 0201 type with the same size. **Results** The compressive strength of angle-type corrugated carton could be increased to 2 times or so, and the strength increase of rectangular corrugated carton was higher than that of square corrugated carton, while the influence of baffle position and folding angle of the angle on compressive strength was not significant. **Conclusion** Angle-type corrugated carton belongs to heavy-load carton, which can be widely used in heavy duty packaging.

KEY WORDS: angle-type corrugated carton; equilateral angle type; square edge angle type; compressive strength of empty box

2009年8月27日,国务院七部委联合发出了416号文“包装节材代木工程”,明确了重型瓦楞包装是今后的一个发展方向^[1-3]。为了提高纸箱的抗压强度,人们常常会采用提高纸张克重或等级、采用加厚楞型(如AA, ABC)、箱内增加立柱类支撑等方法,结果造成加工烦杂、使用麻烦、成本提高等问题。国内外都在积极研制开发“重型瓦楞纸箱”,以提高纸箱的抗压强度,力图实现以纸代木,以纸代金属,在低碳经济

中,减少资源消耗,降低生产成本^[4-6]。

文中介绍的角柱型瓦楞纸套箱结构是重型包装的一个新方向,其抗压强度是相同尺寸与材质的0201型普通纸箱的2倍左右,在高温高湿等恶劣条件下,纸箱的抗压强度下降较少,具有明显的耐压优势。

1 实验

角柱型瓦楞纸套箱是由2部分组成,外层是0201

收稿日期: 2014-05-04

作者简介: 王悦(1986—),女,满族,吉林人,硕士,达成包装制品(苏州)有限公司研发工程师,主要从事特种瓦楞纸箱的生产和新品研发。

型普通纸箱,在该箱内再套1个角柱型内围框(见图1),角柱型内围框制造工艺简单,由一张纸板经模切、折叠、粘结而成(见图2)。

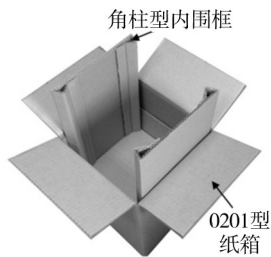


图1 角柱型瓦楞纸箱

Fig.1 Angle-type corrugated carton

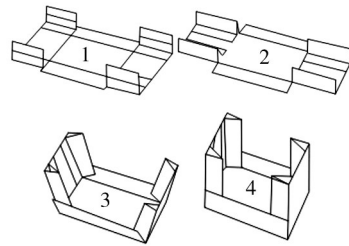


图2 角柱型内围框折叠示意

Fig.2 Folding diagram of inner box of angle-type carton

1.1 纸箱尺寸与材料

0201型纸箱A的尺寸为360 mm × 270 mm × 400 mm,0201型纸箱B的尺寸为360 mm × 360 mm × 400 mm。这两款中型纸箱的尺寸在日常生产中很普及,适合在标准托盘上3 × 4与3 × 3排列码放,外箱与角柱内围框所用材质都是市场上最常用的,它们分别为(200+120+100+120+200)g/m²,楞型为欧美使用较多的BC楞^[7]。0201型纸箱C俗称“托盘箱”或“吨箱”,尺寸为1050 mm × 1050 mm × 1000 mm,材质为(440+180+200+180+440)g/m²,楞型为AA。托盘箱的内围框材质与楞型同A,B箱,内围框角柱结合方式为热熔胶手工粘合。

1.2 设备与仪器

实验设备与仪器:瓦楞纸板流水线,德国BHS;分纸压线机,台湾显宏;三刀一角开槽机,台湾显宏;微电脑程控抗压强度试验仪,QD-3001A,东莞市勤达仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 套箱加工

0201型外箱是由1片瓦楞纸板组成,顶部和底部折叠(俗称上、下摇盖)构成箱底和箱盖,通过粘合或打钉的方式制成纸箱^[8-9]。角柱型内围框也是由1片瓦楞纸板经模切、折叠,然后用热熔胶粘合而成。

1.3.2 实验设计

内围框角柱三角边边长分别设计为40,50,60,

70,80 mm,挡板高度分别设计为120,150,180,210,240 mm(见图3),研究不同三角边长对长方形纸箱A和正方形纸箱B抗压强度的影响。当内围框角柱三角边边长分别设计为40,70 mm,挡板高度分别为120,210 mm,研究挡板位置(长边或短边)对纸箱抗压强度的影响。

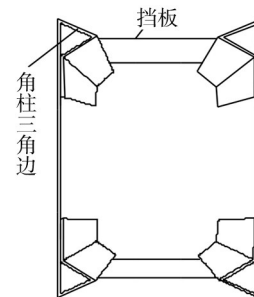


图3 角柱型内围框结构示意图

Fig.3 Structure diagram of inner box of angle-type carton

当角柱三角边周长相等时,研究角柱三角形等边和直角对纸箱抗压强度的影响,见图4—5。

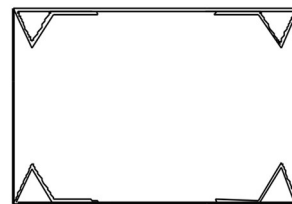


图4 等边角柱型

Fig.4 Equilateral angle type

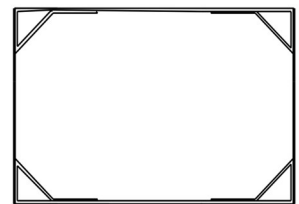


图5 直角边角柱型

Fig.5 Square edge angle type

设纸箱的高宽比为1.2:1,1.6:1,2:1(此时纸箱尺寸分别为360 mm × 270 mm × 324 mm,360 mm × 270 mm × 432 mm,360 mm × 270 mm × 540 mm),研究纸箱高度对抗压强度的影响。内围框角柱三角边边长为100,200 mm,挡板高度分别设计为300,600 mm,研究C型大尺寸托盘角柱套箱抗压强度的变化。

1.3.3 测试指标和方法

纸箱抗压强度是指在压力试验机上均匀施加动态载荷至箱体变形或压溃时的最大载荷,是重型瓦楞纸箱质量好坏的一个重要技术指标。

纸箱抗压强度按照GB/T 4857.4—2008测定,将封箱后的角柱型瓦楞套箱放在微电脑程控抗压强度试验仪2个压板之间的中间位置处,试验机上压板按设定速度向下运动,在接触纸箱后对其施压,同时测量纸箱所受的压力值,并从压力值达到预设值开始测量

纸箱的变形量,在纸箱被压溃后试验机将自动记录下压力峰值和受压变形量^[10-13]。

2 结果与讨论

2.1 角柱三角边长对套箱抗压强度的影响

角柱三角边长对套箱抗压强度的影响较大,图6(长方形箱)、图7(正方形箱)中内围框三角边长为0时(即无内围框普通0201型纸箱的抗压强度),与加内围框的纸箱比较,无论是长方形还是正方形,其抗压强度是无内围框纸箱抗压强度的2倍以上。

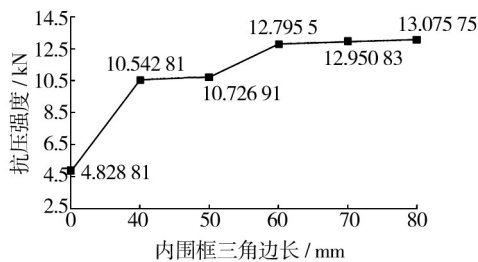


图6 三角边长对长方形套箱抗压强度的影响

Fig.6 Effect of triangle length on the compressive strength of rectangular carton

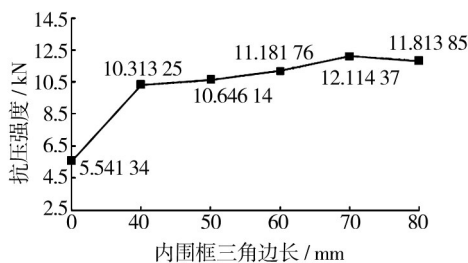


图7 三角边长对正方形套箱抗压强度的影响

Fig.7 Effect of triangle length on the compressive strength of square carton

2.1.1 三角边长对长方形角柱型套箱(尺寸360 mm × 270 mm × 400 mm)抗压强度的影响

由图6可知,随着内围框角柱三角边长的增加,纸

箱抗压强度呈上升趋势。内围框角柱三角边长为60, 70, 80 mm时,纸箱的抗压强度接近,说明再增加角柱三角边长对纸箱抗压强度影响不大,且边长为60 mm时较为经济。

2.1.2 三角边长正方形角柱型套箱(尺寸360 mm × 360 mm × 400 mm)抗压强度的影响

由图7可知,随着内围框角柱三角边长的增加,纸箱抗压强度呈缓慢上升趋势。内围框角柱三角边长为40, 50, 60, 70, 80 mm时,纸箱的抗压强度接近,说明再增加角柱三角边长对纸箱抗压强度影响不大,且边长为40 mm时较为经济。

2.2 挡板位置对套箱抗压强度的影响

针对长方形纸箱,内围框挡板位置(在纸箱长边或短边处)对纸箱抗压强度的影响见表1。挡板位置对纸箱抗压强度的影响很小,可以忽略不计,但它对用材面积有影响,所以设计时要特别注意,应将挡板设在纸箱的长边处,此时用材最省。

2.3 折叠角度对套箱抗压强度的影响

角柱形成角度有2种形式:直角三角形和等边三角形。假设这2种三角形的周长相等,针对长方形纸箱,内围框角柱折叠角度对纸箱抗压强度的影响见表2,折叠角度对纸箱抗压强度的影响较小,可以不考虑。

2.4 角柱型套箱高度对抗压强度的影响

由图8可知,无论是加内围框的角柱型瓦楞纸箱,还是不加内围框的普通瓦楞纸箱,纸箱高宽比为1.6:1时,纸箱(360 mm × 270 mm × 432 mm)抗压强度最大,它符合“黄金分割比”的法则。当高宽比为1.2:1时,纸箱尺寸为360 mm × 270 mm × 324 mm,加内围框的角柱型瓦楞纸箱抗压强度提高最明显,角柱型瓦楞纸箱

表1 不同挡板位置套箱抗压强度

Tab.1 Compressive strength of carton with baffle at different positions

序号	套箱尺寸/mm	角柱三角边长/mm	挡板		抗压强度/N			
			在短边处高度/mm	在长边处高度/mm	第1次	第2次	第3次	平均值
1	360 × 270 × 400	40	120		9937.53	11 498.30	10 192.59	10 542.81
2		40		120	10 425.08	11 457.09	11 034.28	10 972.15
3		70	210		13 463.24	12 795.18	12 594.07	12 950.83
4		70		210	13 666.31	12 420.44	12 856.98	12 981.24

表2 不同折叠角度纸箱抗压强度

Tab.2 Compressive strength of carton with different folding angles

序号	套箱尺寸/mm	角柱三角边长/mm	抗压强度/N		备注
			直角	等边	
1	360 × 270 × 400	40	9775.47	10 542.81	相差7.8%
2		70	12 205.60	12 950.83	相差6.1%

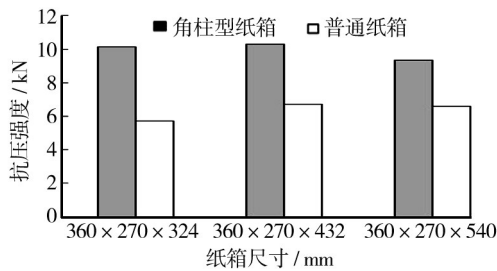


图8 套箱高度对抗压强度影响

Fig.8 Effect of carton height on the compressive strength

高度越高,纸箱抗压强度提高越不明显。

2.5 角柱型瓦楞托盘套箱(大尺寸)的抗压强度

针对大尺寸角柱型瓦楞纸箱(1050 mm × 1050 mm × 1050 mm),研究角柱型对纸箱抗压强度的影响,见表3。当角柱三角边长和挡板高度均为0时(即普通托盘箱不加角柱型内围框),与加角柱型内围框的托盘箱相比,角柱型内围框对大尺寸纸箱抗压强度的影响相对较小,说明大尺寸瓦楞纸箱插入角柱型结构优势不明显,不如采用其他组合结构的方法来提高纸箱的整体抗压强度。

表3 三角边长与挡板高度对大尺寸套箱抗压强度的影响

Tab.3 Effect of triangle length and baffle height on the compressive strength of big carton

序号	套箱尺寸/mm	角柱三角边长/mm	挡板高度/mm	抗压强度/N			
				第1次	第2次	第3次	平均值
1	1050 × 1050 × 1050	0	0	21 450	22 730	21 630	21 936.67
2		100	300	29 600	30 740	30 220	30 186.67
3		200	600	33 010	33 320	31 150	32 493.33

3 结语

与相同尺寸0201型普通瓦楞纸箱相比,角柱型瓦楞套箱(中小型尺寸)抗压强度得到明显提高,一般可以提高2倍左右。增加角柱三角边尺寸,长方形角柱型瓦楞套箱抗压强度增加幅度明显优于正方形角柱型瓦楞套箱。内围框挡板位置、角柱折叠角度对套箱抗压强度的影响不大,可以忽略。角柱型瓦楞套箱高度越高,套箱抗压强度提高越不明显。针对大尺寸瓦楞纸箱,角柱型结构并无优势,设计时应从实际出发,考虑采用其他结构来降低成本。外箱与内围框在加工时,应考虑内外箱的配合间隙,一般以2~5 mm为宜,间隙过小,易造成外箱鼓肚,间隙过大,会降低套箱的整体抗压强度。角柱型瓦楞套箱具有节约运输与存储成本,可平行叠放运输的特点,用户可以自行粘接角柱型内围框,因为热熔胶粘合工艺非常简单方便,不需要专业学习,一支热熔枪仅一百余元,胶棒几

毛钱一支,成本十分低廉。角柱型内围框会占用纸箱一定的内容积,所以实际生产中需要适当放大纸箱尺寸,但对于袋装、粉状、颗粒状、线盘、圆柱形等内装物影响很小。角柱型瓦楞套箱属于重载荷纸箱,可以广泛应用于重型包装。

参考文献:

[1] 温丽娜. 重型瓦楞纸箱的“成”与“惑”[J]. 印刷技术, 2012(1): 12—15.
WEN Li-na. Growing and Confusing of Heavy Duty Corrugated Carton[J]. Printing Technology, 2012(1): 12—15.

[2] 黄昌海. 重型瓦楞纸箱性能的影响因素[J]. 印刷杂志, 2010(2): 17—19.
HUANG Chang-hai. The Influence Factors of Heavy Duty Corrugated Carton Performance[J]. Printing Field, 2010(2): 17—19.

[3] 陈希荣. 解读《“十二五”规划》探索瓦楞纸箱行业未来发展之路[J]. 印刷技术, 2011(2): 15—19.
CHEN Xi-rong. Interpretation of "Shierwu" Planning to Ex-

- plore the Corrugated Box Industry Future Development Road[J]. Printing Technology, 2011(2):15—19.
- [4] ZHANG Yao-li, CHEN Jing, WU Yue, et al. Analysis on Hazard Factors of the Use of Corrugated Carton in Packaging Low-temperature Yogurt During Logistics[J]. Procedia Environmental Sciences, 2011(10):968—973.
- [5] HAN J, MIN P J. Finite Element Analysis of Vent Hand Hole Designs for Corrugated Fiberboard Boxes[J]. Packaging Technology and Science, 2007, 20:39—47.
- [6] 彭国勋. 瓦楞包装设计[M]. 北京:印刷工业出版社, 2013.
PENG Guo-xun. Corrugated Packaging Design[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2013.
- [7] 唐少炎, 魏星, 吴若梅, 等. 瓦楞纸箱配纸方法的研究[J]. 包装工程, 2011, 32(9):27—30.
TANG Shao-yan, WEI Xing, WU Ruo-mei, et al. Study of Paper Matching Method for Corrugated Box[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(9):27—30.
- [8] 孙诚. 纸包装结构设计[M]. 北京:中国轻工业出版社, 2010.
SUN Cheng. Paper Packaging Structural Design[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2010.
- [9] BIANCOLINI M E, BRUTTI C. Numerical and Experimental Investigation of the Strength of Corrugated Board Packages[J]. Packaging Technology and Science, 2003, 14:47—60.
- [10] 何理, 丁毅, 贾丽萍. 不同湿度条件下瓦楞纸箱抗压强度的实验研究[J]. 包装工程, 2012, 33(17):68—70.
HE Li, DING Yi, JIA Li-ping. Study of Corrugated Box Compression Strength under Different Humidity[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(17):68—70.
- [11] 滑广军, 赵德坚, 魏专. 大长宽比对纸箱抗压能力影响的研究与分析[J]. 包装工程, 2010, 31(21):45—47.
HUA Guang-jun, ZHAO De-jian, WEI Zhuan. Research and Analysis of Influence of Big Aspect Ratio on the Compression Strength of Corrugated Box[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(21):45—47.
- [12] 梁健文. 谈谈瓦楞纸箱抗压强度的测定[J]. 造纸科学与技术, 2009, 28(4):67—69.
LIANG Jian-wen. Analyzing the Crush Resistance Testing of Corrugated Paper Board Box[J]. Paper Science & Technology, 2009, 28(4):67—69.
- [13] 崔艳娥, 钱静. 瓦楞纸箱蠕变模型的研究[J]. 包装工程, 2009, 30(5):30—33.
CUI Yan-e, QIAN Jing. Research on Creep Model of Corrugated Box[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(5):30—33.

(上接第19页)

- Century the Field of Papermaking Fiber Morphology[J]. Paper and Paper Making, 1998(4):7—9.
- [11] 苏文会, 范少辉, 彭颖, 等. 车筒竹、籐竹和越南巨竹竹材的纤维形态与组织比量[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(3):386—390.
SU Wen-hui, FAN Shao-hui, PEN Ying, et al. Fiber Morphology and Anatomy of Car Tube of Bamboo, Bambusa Blumeana and Vietnam Giant Bamboo[J]. Journal of Zhejiang Agricultural and Forestry University, 2011, 28(3):386—390.
- [12] 刘洪斌. 纤维特性与纸页撕裂性能关系的研究[D]. 天津:天津科技大学, 2005.
LIU Hong-bin. Study on the Relationship between Fiber Properties and Tearing Strength[D]. Tianjin University of Science and Technology, 2005.
- [13] 方红, 刘善辉. 造纸纤维原料的评价[J]. 北京木材工业, 1996, 16(2):19—22.
FANG Hong, LIU Shan-hui. Evaluation of Raw Materials for Papermaking[J]. Beijing Wood Industry, 1996, 16(2):19—22.
- [14] SATYANARAYANA K G, PILLAI C K S, SUKUMARAN K, et al. Structure Property Studies of Fibers from Various Parts of the Coconut Tree[J]. Journal of Materials Science, 1982, 17:2453—2462.
- [15] KULKARNI A G, SATYANARAYANA K G, SUKUMARAN K, et al. Mechanical Behavior of Coir Fibers under Tensile Load[J]. Mater Sci, 1981, 16:929—936.
- [16] 尚莉莉. 毛竹维管束的形态特征及拉伸力学性能研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2011.
SHANG Li-li. Study on the Characteristics and Mechanical Properties of Bamboo Vascular Bundle Morphology[D]. Beijing: China Academy of Forestry, 2011.
- [17] 孔葆青, 魏丽芬. 植物纤维形态对纸张的影响[J]. 西南造纸, 2000(6):24.
KONG Bao-qing, WEI Li-fen. Effects of Plant Fiber Morphology on Paper[J]. Southwest Paper, 2000(6):24.