

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2013.01.008

# 瓦楞纸箱提手孔位置对抗压强度的影响

胡亚萍, 谢 勇

(湖南工业大学 包装与材料工程学院, 湖南 株洲 412007)

**摘 要:** 对同一规格、不同开孔位置的某重型装饰灯具外包装瓦楞纸箱进行了抗压强度的试验, 以探讨提手孔位置对纸箱抗压强度的影响。在瓦楞纸箱侧面中线上方  $H/6$  以内的高度进行四等分, 得到实验的 4 个测试点, 以此 4 点为中心开取弧型提手孔, 分别对其进行空箱抗压强度测试。结果表明: 纸箱侧面开孔后, 纸箱的抗压强度会降低; 当提手孔开孔位置处于箱面中线上方  $H/18$  高度时, 抗压强度损失最小。

**关键词:** 瓦楞纸箱; 提手孔; 抗压强度

中图分类号: TB487

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2013)01-0035-04

## Effect of Location of Handle Holes on the Compressive Strength of Corrugated Boxes

Hu Yaping, Xie Yong

(School of Packaging and Material Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

**Abstract:** Strength tests are conducted on the packaging corrugated boxes of heavy decorative lights with same size and different handle locations to discuss the effects of handle hole on the compressive strength. The height within  $1/6$  above the height of the lateral center line is evenly quartered and 4 test points are determined, based on which handle holes are opened and compressive strength tests of empty box are taken. The results show the compressive strength degrades if the box is punched on the lateral side, and the loss of strength is minimal when the handle hole is located at  $1/18$  of the height above the center line on the box.

**Key words:** corrugated boxes; handle holes; compressive strength

## 0 引言

瓦楞纸箱被广泛应用于产品外包装, 以方便储运并保护内装物。当包装件较重时, 往往会在箱体两侧开设搬运提手孔, 这样瓦楞纸板会被切断, 从而破坏了纸面结构的完整性, 有可能造成整箱抗压强度的下降<sup>[1]</sup>。

综合分析现有相关文献<sup>[2-4]</sup>, 对于同一规格的瓦楞纸板, 不同提手孔位置对纸箱抗压强度的影响具有如下规律: 同一高度位置, 瓦楞纸箱抗压强度随提手孔位置距宽度中心线的距离增加而下降, 提手孔越接近纸箱垂直折叠线, 强度降低越大; 提手孔位置越接近纸箱顶端或底端, 强度降低越明显; 提手孔位置在箱宽度中线上方  $H/6$  高度以内时 ( $H$  为箱

收稿日期: 2012-10-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (61170101)

作者简介: 胡亚萍 (1991-), 女, 湖南衡阳人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为功能包装材料与包装防伪技术,

E-mail: yapingde@qq.com

高),对纸箱抗压强度影响最小。根据人机工程学原理,包装箱提手孔的轮廓尺寸应为 $86\text{ mm} \times 31\text{ mm}$ ,才能方便多数人搬运或提携<sup>[5]</sup>。文献[6]总结了常见的6种提手孔形状,并比较了其舒适度,认为弧形提手孔最适用于包装重物的瓦楞纸箱,且弧形手孔比其他常规形状的手孔具有更强的撕裂强度。瓦楞纸箱上提手孔位置的选择,应根据被包装物品的质量、高度及对称性等特点,结合人工搬运作业的特点及人机工程学理论进行综合分析,不能简单地采用相同的开孔位置<sup>[2]</sup>。

实地调查发现:某瓦楞纸箱供应商所生产的用于包装重型装饰灯具的瓦楞纸箱存在一定的设计缺陷,如包装箱未设计提手孔,这给运输、装卸及产品堆码等造成极大的不便,降低了工人工作效率,增加了产品损坏的风险。为此,本文以该装饰灯具包装纸箱作为研究对象,通过试验,探讨弧形提手孔在箱面的理想开孔位置,及其对瓦楞纸箱抗压强度的影响。

## 1 试验

### 1.1 材料与仪器

试验材料为该装饰灯具的包装瓦楞纸箱,纸板为BC型五层板,箱型为0201,尺寸为 $535\text{ mm} \times 290\text{ mm} \times 330\text{ mm}$ ,两板成型。

试验仪器为:电子分析天平(AE100),苏州市莱顿科学仪器有限公司生产;纸与纸板厚度测定仪(ZUS-20),边压黏合强度取样器(ZBQ-100),环压强度取样器(ZHQ-152),电子式压缩强度试验仪(ZSO-3),均为长春市纸张试验机厂生产;全自动破裂强度试验机(HT-8321),电脑式万能材料试验机(HT-8506),均为台湾宏达仪器股份有限公司生产。

### 1.2 相关数据的测试

采用电子分析天平,测得内外面纸定量为 $193.9\text{ g/m}^2$ ,芯纸定量为 $146.7\text{ g/m}^2$ ;采用纸与纸板厚度测定仪,测得面纸厚度为 $0.229\text{ mm}$ ,芯纸厚度为 $0.184\text{ mm}$ ;采用全自动破裂强度试验机,测得面纸正反两面耐破度分别为 $0.37$ 和 $0.36$ ,芯纸耐破度为 $0.35$ ;采用电子式压缩强度试验仪,测得面纸纵横向环压强度分别为 $173\text{ N}$ 和 $123\text{ N}$ ,芯纸纵横向环压强度分别为 $127\text{ N}$ 和 $96\text{ N}$ ,瓦楞纸板纵横向边压强度分别为 $45\text{ N}$ 和 $364\text{ N}$ 。

### 1.3 提手孔开孔位置的确定

通过查阅相关文献<sup>[2-6]</sup>及市场调查,发现在纸箱的宽度中线上方 $H/6$ 以内开孔时,对纸箱的抗压强度影响较小,因此,本文以此位置作为提手孔开口的

初始位置,将瓦楞纸箱宽度中线上方 $H/6$ 以内的高度分为四等分,得到本实验的4个测试点。以各测试点为中心开出弧型提手孔,再将开孔的纸箱放在抗压强度仪器上进行测试,每一个测试点使用3个纸箱试样,进行3次重复试验,结果数据取其平均值。将4个位置的试验结果与无开孔纸箱的测试结果进行比较,纸箱抗压强度损失最小的位置,即为受力最佳的提手孔位置。

采用如下方法确定瓦楞纸箱提手孔的最佳受力位置:以瓦楞纸箱侧面对称中心为原点,采用坐标分析法建立 $XY$ 坐标系;在 $Y$ 轴上将 $(0, H/6)$ 四等分,得到4个中心点,即 $A(0, 54.9)$ ,  $B(0, 36.6)$ ,  $C(0, 18.3)$ ,  $D(0, 0)$ ,分别在4个中心点处使用同一开孔器开取尺寸为 $86\text{ mm} \times 31\text{ mm}$ 的弧形提手孔。弧形提手孔如图1所示,提手孔开孔位置的设定如图2所示。

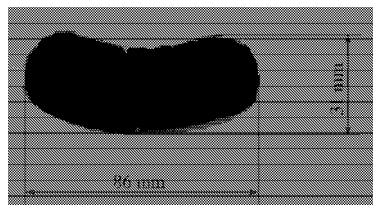


图1 弧形提手孔

Fig. 1 The arc handle hole

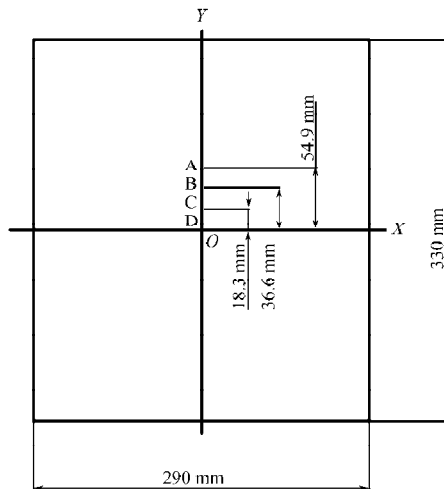


图2 提手孔开孔位置的设定

Fig. 2 The handle hole location set of test points

### 1.4 制样

受试验条件的限制,采用手工制备箱面提手孔。为了减小误差,首先在AutoCAD中画好弧形提手孔,打印后裁切成提手孔轮廓模版,然后在纸箱侧面使用钢尺测量标示出提手孔的具体位置,将提手孔模版贴在纸箱上并画出轮廓,再用刀片切割去多余的部分,完成瓦楞纸箱提手孔的开取。

试样按GB/T10739—2002《纸、纸板和纸浆试样

处理和试验的标准大气条件》进行预处理,即将瓦楞纸箱置于温度为 $(23\pm 1)^{\circ}\text{C}$ ,湿度为 $(50\pm 2)\%$ 的标准大气环境中,使其水分和大气平衡<sup>[7]</sup>。

### 1.5 瓦楞纸箱抗压强度的测试

使用电脑式万能材料试验机(HT-8506)对瓦楞纸箱的抗压强度进行测试。试验时,将瓦楞纸箱置于下压板的中央位置,上压板以 $(10\pm 3)\text{mm/min}$ 的速度匀速下降,纸箱平面受压,直到压溃变形为止,电脑试验机上显示的曲线峰值即纸箱的抗压强度<sup>[8]</sup>。

## 2 结果与讨论

图3a为未开孔瓦楞纸箱抗压强度曲线图,图3b~e为分别以A、B、C、D为中心点开取同样大小弧形提手孔后,所测得的瓦楞纸箱抗压强度曲线图。

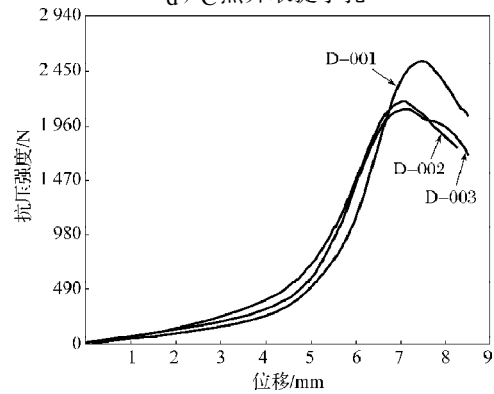
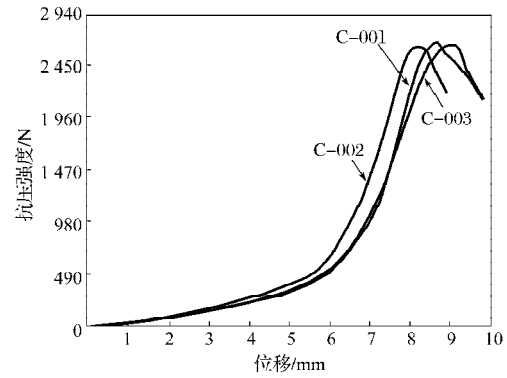
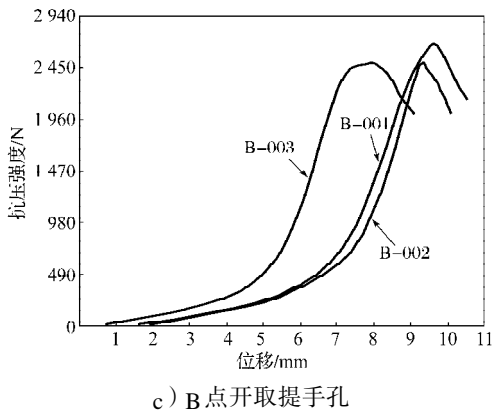
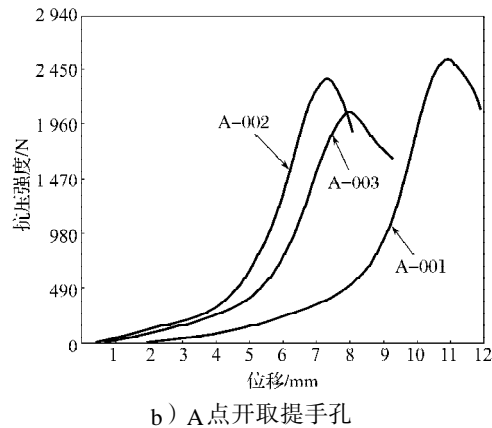
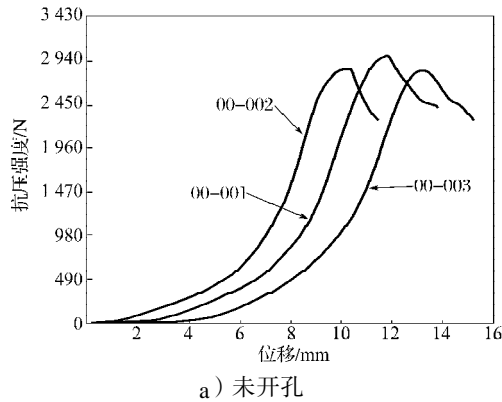


图4 纸箱抗压强度曲线

Fig. 4 The compressive strength curve of openings in carton

根据图4中曲线的走势和试验过程中曲线上显示的坐标,以C点为例,即在图3d中,C-001曲线上的坐标 $(5.0\text{ mm}, 343.0\text{ N})$ 和 $(8.8\text{ mm}, 2\,646.0\text{ N})$ ,则有C-001组瓦楞纸箱抗压强度为 $2\,646.0\text{ N}$ ,受压变形阶段的位移为 $3.8\text{ mm}$ ;C-002曲线上的坐标 $(5.0\text{ mm}, 343.0\text{ N})$ 和 $(9.0\text{ mm}, 2\,616.6\text{ N})$ ,则有C-002组瓦楞纸箱抗压强度为 $2\,616.6\text{ N}$ ,受压变形阶段位移为 $4.0\text{ mm}$ ;C-003曲线上的坐标 $(5.0\text{ mm}, 490.0\text{ N})$ 和 $(8.2\text{ mm}, 2\,616.6\text{ N})$ ,则有C-003组瓦楞纸箱抗压强度为 $2\,616.6\text{ N}$ ,受压变形阶段的位移为 $3.2\text{ mm}$ 。同理,可测得其他3个开取提手孔位置的纸箱抗压强度。未开孔及A、B、C、D 4个开取提手孔位置所测得的抗压强度数据及其平均值见表1。

表1 提手孔位置与瓦楞纸箱抗压强度的关系

Table 1 The relationship between handle hole locations and compressive strength of corrugated boxes

试样类型	抗压强度 1	抗压强度 2	抗压强度 3	平均值
未开孔	3 018.4	2 842.0	2 842.0	2 900.8
A 点开孔	2 548.0	2 352.0	2 058.0	2 319.3
B 点开孔	2 695.0	2 499.4	2 479.8	2 558.1
C 点开孔	2 646.0	2 616.6	2 616.6	2 626.4
D 点开孔	2 548.0	2 205.0	2 124.4	2 292.5

由表1可知,C点开提手孔后瓦楞纸箱的抗压强

度明显高于 A、B、D 点的抗压强度。

由图 3 及表 2 分析可知:瓦楞纸箱侧面开孔后,整箱的抗压强度会降低;当提手孔开孔位置为距离纸箱侧面高度方向中线上方  $H/18$  处时,纸箱的抗压强度损失最小。

### 3 结论

本文针对某装饰灯具包装瓦楞纸箱提手孔开孔位置设定的问题,提出了一种开孔位置的优化设计方案,并且进行了空箱抗压强度的试验,得出以下结论:

1) 弧形提手孔符合人机工程学原理,适用于包装重物的瓦楞纸箱;

2) 瓦楞纸箱的抗压强度随着提手孔位置距宽度中心线距离的增加而下降,提手孔位置越接近纸箱压痕线,强度降低越大;提手孔位置越接近纸箱顶端或底端,强度降低越明显;提手孔位置处于纸箱侧面中线上方  $H/6$  高度以内时,对纸箱抗压强度的影响最小。

3) 对于本试验所用装饰灯具包装瓦楞纸箱,当提手孔位于纸箱侧面中线上方  $H/18$  高度时,其抗压强度损失最小。但对于其他箱型和结构尺寸,该结论是否成立尚需进一步研究和验证。

#### 参考文献:

- [1] 廖玉文.印刷和开孔对瓦楞纸箱抗压强度的影响[J].印刷技术, 2008(24): 26-28.  
Liao Yuwen. Effects of Printing Process and Opening on Compressive Strength of Corrugated Box[J]. Printing Technology, 2008(24): 26-28.
- [2] 李立.人机工程学在搬运手孔设计中的运用[J].包装工程, 2005, 26(5): 147-149.  
Li Li. Application of Ergonomics in the Design of Handling Holes[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(5): 147-149.
- [3] 廖梓廷,金潇明.瓦楞纸箱开孔对耐压强度的影响[J].包装工程, 1996, 17(3): 22-24.  
Liao Ziting, Jin Xiaoming. The Effects of Holing Corrugated Fiber Box on Pressure-Resisting Strength[J]. Packaging Engineering, 1996, 17(3): 22-24.
- [4] 李春伟,王桂英,陈春晟.手孔对瓦楞纸箱抗压强度的影响[J].东北林业大学学报, 2008, 36(6): 34-36.  
Li Chunwei, Wang Guiying, Chen Chunsheng. Effects of Handling Hole on Compressive Strength of Corrugated Box [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2008, 36 (6): 34-36.
- [5] 孙诚,刘晓艳,鲍梅山.包装提手的尺度设计[J].中国包装, 1995, 15(1): 69-70.  
Sun Cheng, Liu Xiaoyan, Bao Meishan. Scale Design of Packaging Handle[J]. China Packaging, 1995, 15(1): 69-70.
- [6] 黄秋艳,肖颖喆.一体式提手结构的力学性能研究[J].中国包装, 2011, 21(9): 54-57.  
Huang Qiuyan, Xiao Yingzhe. Study of the Mechanical Properties of the Structure of the Integrated Handle[J]. China Packaging, 2011, 21(9): 54-57.
- [7] 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 Jianwen. Analyzing the Crush Resistance Testing of Corrugated Paper Board Box[J]. Paper Science & Technology, 2009, 28(4): 67-69.
- [8] 魏风军.瓦楞纸箱抗压强度的计算与抗压性能测试[J].印刷技术, 2008(24): 29-31.  
Wei Fengjun. Calculation and Test of Compressive Strength of Corrugated Box[J]. Printing Technology, 2008(24): 29-31.

(责任编辑:徐海燕)