

芯子开槽对蜂窝纸板平压强度的影响

付应海, 王海伦, 张 星, 谢 勇

(湖南工业大学 包装与材料工程学院, 湖南 株洲 412007)

摘 要: 在试验的基础上, 研究了芯子开槽后蜂窝纸板平压强度的变化情况, 并得到了蜂窝纸板的压缩特性曲线。试验结果表明, 芯子的一侧均匀开槽后的蜂窝纸板, 其平压强度较未开槽的蜂窝纸板的平压强度高。

关键词: 平压强度; 开槽; 蜂窝纸板

中图分类号: TB482.2

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2010)04-0061-03

Influence of Slotted Core on the Flatwise Compressive Strength of Honeycomb Paperboard

Fu Yinghai, Wang Hailun, Zhang Xing, Xie Yong

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

Abstract: The changes of the flatwise compressive strength and the compression curve of the honeycomb paperboard are studied by means of an experimental analysis. Experiment results show that the flatwise compressive strength of the honeycomb paperboard with uniformly slotted core on one side is better than otherwise.

Key words: flatwise compressive strength; slotting; honeycomb paperboard

人们对蜂窝材料的研究主要集中在用于航空、航天、建筑等领域的金属蜂窝方面^[1], 而对于无污染、结构新颖、承重量大、成本低、弹性好且具有良好缓冲性能的纸蜂窝材料的研究甚少。目前, 蜂窝纸板的发展受到制约, 其主要原因之一是因为纸板的干燥速度慢、纸板干燥后易翘曲变形, 加热后其封闭的蜂窝胞易膨胀, 影响包装件的美观性。研究人员发现, 若对蜂窝纸板的芯子进行开槽处理, 能增强蜂窝纸板内外的空气流通, 加快纸板的干燥速度, 这是解决纸板因干燥不均引起霉变、翘曲变形等质量问题的可行解决方案。但蜂窝芯子开槽后, 纸板的平压强度等力学性能会不会降低? 并因而影响其使用呢? 本文拟对此进行试验研究。

1 蜂窝纸板的平压试验

1.1 蜂窝纸板简介

蜂窝纸板由芯纸和面纸构成: 芯纸呈蜂窝状, 由多层纸按照一定的规律粘贴之后拉伸而成, 主要承受剪应力; 面纸分上下两层, 由相同或不同材质的板材构成, 形成蜂窝夹层, 主要承受弯矩和扭矩。蜂窝纸板的制造采用蜂窝复合技术, 具有夹层结构, 蜂窝夹芯可起到工字梁腹板的作用, 空间结构优于瓦楞纸板, 缓冲能力较强^[2-4]。由于蜂窝纸板的这种特殊构造, 使得它具有多相性, 包括固相、液相及气相。固相成分包括植物纤维、胶料、填料等, 是决定蜂窝纸板力学性能的主要因素^[5]。液相(面纸和芯纸从空气

收稿日期: 2010-05-20

基金项目: 湖南省教育厅“大学生创新研究计划项目”基金资助

作者简介: 付应海(1985-), 男, 山东苍山人, 湖南工业大学06级本科生, 主要研究方向为包装结构设计和缓冲包装设计,

E-mail: fuyinghai2008@163.com

中吸收的水分)和气相(面纸和芯纸所包围的空气)的存在,使得蜂窝纸板的力学性能更为复杂多变。由于组成纸板材料的空间分布、排列及取向的差异,使得蜂窝纸板的力学性能具有显著的各向异性。

1.2 蜂窝纸板的平压试验

1.2.1 试样的制备

本试验用蜂窝纸板的芯纸从嘉兴合力蜂窝制品有限公司购买,面纸与芯纸的粘结用白乳胶。制备方式为:把胶均匀涂布于面纸上,然后把已经拉伸并定型的芯子放于两层面纸之间,并加压固化,最后进行裁切。芯子的开槽方法是,用电圆锯每隔 12 mm 锯开一条 4 mm × 4 mm 的槽,开槽后芯子的效果图如图 1 所示。

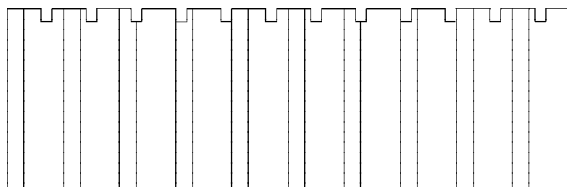


图 1 芯子开槽效果图

Fig. 1 The effect graph of slotted core

1.2.2 试验方法

按照 GB/T1453-2005《夹层结构或芯子平压性能试验方法》,对所制备的蜂窝纸板进行静态压缩试验。试验分为 3 组,第一组试样开槽,并且槽口朝上;第二组试样开槽,槽口朝下;第三组试样为普通蜂窝纸板,即不开槽。试验用蜂窝纸板的芯子厚度为 30 mm,面纸厚度为 0.35 mm,面积为 10⁴ mm²。蜂窝六边形的边长为 7 mm,试验环境温度为 11 ℃,相对湿度为 43.8%,试验仪器为 WDJ-W 微控电子万能试验机,由承德精密试验机有限公司生产。按照 GB/T 1453-2005,试验沿试样厚度方向以 2 mm/min 的速度加载载荷,电脑自动记录载荷 P 和位移 H 。实验压缩夹具如图 2 所示。

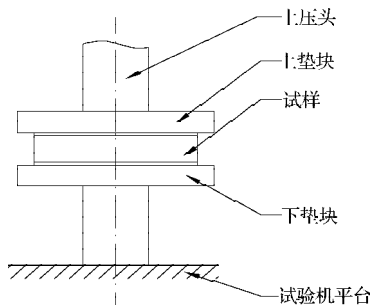


图 2 夹层结构压缩实验夹具

Fig. 2 The experiment fixture of sandwich structure for compression test

1.3 试验数据处理

对试验数据进行处理时,蜂窝纸板的平压强度按式(1)计算^[6]:

$$p=F/S, \quad (1)$$

$$S=a^2, \quad (2)$$

式(1)和式(2)中:

p 是平压强度,单位为 MPa;

S 是试样横截面积,单位为 mm²;

F 是屈服点载荷,单位为 N;

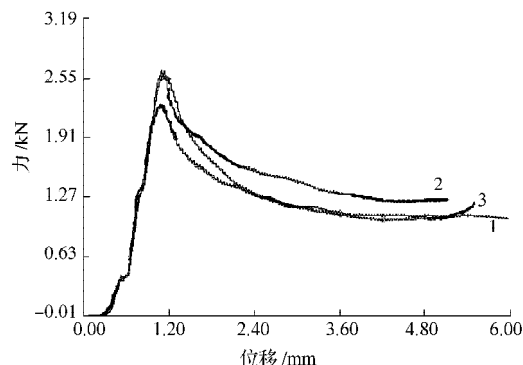
a 是试样边长,单位为 mm。

蜂窝纸板的平均平压强度按式(3)计算:

$$\bar{p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i. \quad (3)$$

2 试验结果与分析

对蜂窝纸板进行压缩试验时的力-位移实验曲线如图 3 所示。图 3 中,曲线的初始段的力为零,这表示上垫块还未与纸板接触的空程段。



1—芯子开槽, 槽口朝上; 2—芯子开槽, 槽口朝下; 3—未开槽

图 3 不同条件下蜂窝纸板的力-位移曲线

Fig. 3 The force-displacement curve of different cores and slotting directions

比较图 3 中的 3 条曲线可以看出,在蜂窝纸板压实之前,纸板的力-位移曲线可分为弹性阶段、失稳阶段和压溃阶段。

1) 弹性阶段。此阶段是指从开始压缩到屈服点(图中波峰位置处)的区间,在这个阶段中,压力随位移的增大快速增大,基本成线性关系。从图 3 中可看到,3 条曲线在开始阶段都有一小段曲线,其主要原因可能是纸板不是绝对平整的,在一定的压力作用下才逐渐被压得平整;3 条曲线均在加载力后产生 0.4 mm 位移左右有一个“台阶”,其主要原因为蜂窝纸板并非完全弹性材料,还具有黏弹性和塑性^[7]。

2) 失稳阶段。失稳阶段是指从屈服点到曲线平稳的区间。在失稳阶段,由于纸芯、蜂孔结构不均匀及

施胶不均匀,造成纸板局部压溃,大量释放压力,反映在曲线上就是力大幅度下降。

3) 压溃阶段。压溃阶段指曲线相对平稳的阶段,此阶段位移不断增加,但压力基本保持不变,在曲线上表现为小范围不断波动的水平线。

根据试验所得数据,并按照式(1)和(3)进行计算,所得结果见表1。

表1 平压实验数据

Table 1 Flatwise compressive test data

开槽方式	纸板编号	F/kN	p/MPa	\bar{p}/MPa
开槽, 槽口朝下	1-1-1	2.67	0.267	0.256
	1-1-2	2.47	0.247	
	1-1-3	2.46	0.246	
	1-1-4	2.64	0.264	
开槽, 槽口朝上	1-2-5	2.55	0.255	0.257
	1-2-6	2.43	0.243	
	1-2-7	2.56	0.256	
	1-2-8	2.73	0.273	
不开槽	2-1	2.34	0.234	0.231
	2-2	2.39	0.239	
	2-3	2.21	0.221	

由表1可知:

1) 芯子开槽后,无论是槽口朝上还是槽口朝下,蜂窝纸板的平压强度基本不变;

2) 芯子开槽后,蜂窝纸板的平压强度比未开槽的普通纸板的平压强度略好。

蜂窝纸板的结构复杂,影响其平压强度的因素众多,导致此结果的原因,初步分析应与开槽的位置、槽形集合参数有关,这有待进一步验证。但至少说明,对蜂窝芯子进行合理开槽,不会对蜂窝纸板的平压性能造成明显的降低。

3 结语

对于试验所用的蜂窝纸板,在纸板芯子的一侧均匀开槽后能稍微提高纸板的平压强度。因此可用芯子开槽的方法来改善蜂窝纸板的内、外部气体的流通性,从而使纸板能够均匀、快速地干燥而不影响其平

压强度。

参考文献:

- [1] 黄善祥. 评蜂窝纸板的现状及发展[J]. 包装世界, 1999, (3): 43-44.
Huang Shanxiang. Evaluation of the Status and Development of Honeycomb Paperboard[J]. Packing World, 1999, (3): 43-44.
- [2] 孙亚平, 卢立新, 蔡和平. 蜂窝纸板平压性能的实验研究[J]. 包装工程, 2003, 24(1): 14-15.
Sun Yaping, Lu Lixin, Cai Heping. A Study to the Strength to the Paper Honeycomb Core under Axial Compression[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(1): 14-15.
- [3] 郭彦峰, 许文才, 王 梅. 蜂窝纸板缓冲性能的实验研究[J]. 包装工程, 1999, 20(2): 12-15.
Guo Yanfeng, Xu Wencai, Wang Mei. Test and Study on Cushioning Property of Bee-Board[J]. Packaging Engineering, 1999, 20(2): 12-15.
- [4] 郭彦峰, 张景绘, 许文才, 等. 蜂窝纸板及其衬垫缓冲特性研究[J]. 包装工程, 2002, 23(5): 110-112.
Guo Yanfeng, Zhang Jinghui, Xu Wencai, et al. Research on the Cushioning Properties of Honeycomb Paperboard and Its Cushion[J]. Packaging Engineering, 2002, 23(5): 110-112.
- [5] 李厚民, 朱若燕, 杨小俊, 等. 蜂窝纸板与瓦楞纸板组合结构缓冲特性研究[J]. 包装工程, 2005, 26(4): 9-11.
Li Houmin, Zhu Ruoyan, Yang Xiaojun, et al. Research on the Cushioning Properties of Combination of Honeycomb Paperboard and Corrugated Paperboard[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(4): 9-11.
- [6] GB/T 1453-2005, 夹层结构或芯子平压性能试验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
GB/T 1453-2005, Test Method for Flatwise Compression Properties of Sandwich Construction or Core[S]. Beijing: Standard Press of China, 2005.
- [7] 戴宏民. 新型绿色包装材料[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 32.
Dai Hongming. New Green Packaging Material[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005: 32.

(责任编辑: 廖友媛)