

高强瓦楞复合纸板侧压性能实验研究

温时宝

(青岛科技大学, 青岛 266042)

摘要: 为了了解高强瓦楞复合纸板侧压性能, 采用夹层结构材料侧压性能的测试方法对其进行了实验测试。实验选用了 10, 15, 20 和 30 mm 4 种厚度的高强瓦楞复合纸板样品, 分别按照横向和纵向进行了测试。结果表明: 相同厚度纸板纵向的侧压强度大于横向; 不同厚度纸板随着纸板厚度的增加, 横向和纵向侧压强度都呈降低趋势。研究结果对于提高高强瓦楞复合纸板托箱的堆码承载能力, 具有很强的实践应用价值。

关键词: 瓦楞复合纸板; 蜂窝纸板; 瓦楞纸板; 侧压强度

中图分类号: TB484. 1; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)19-0062-04

Experimental Investigation of Edgewise Compression Properties of High-strength Composite Corrugated Cardboard

WEN Shi-bao

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: In order to understand edgewise compression properties of high-strength composite corrugated cardboard, the edgewise compression test for sandwiched structure was applied to the composite corrugated cardboard. High-strength composite corrugated specimens with four kinds of thickness, 10, 15, 20 and 30mm were selected to test in accordance with longitudinal and transverse direction, respectively. The results showed that the edgewise compression test value in the longitudinal direction is greater than that in transverse one for the cardboard with the same thickness; with the thickness increase of composite corrugated cardboard, the edgewise compression strength in longitudinal and transverse directions both tends to decrease. The test results for high-strength composite corrugated cardboard are of significant application in practice, especially for improving stack bearing capacity of pallet container.

Key words: composite corrugated cardboard; honeycomb cardboard; corrugated cardboard; edgewise compression strength

瓦楞纸板和蜂窝纸板都属于夹层结构, 是目前广泛使用的包装、集装和缓冲保护材料。将瓦楞纸板与蜂窝纸板的结构特点结合在一起就形成了一种特殊的夹层结构——高强瓦楞复合纸板(瓦楞结构蜂窝纸板^[1]), 该纸板兼具瓦楞纸板和蜂窝纸板的特点。2002 年, 浙江中申板业有限公司在瓦楞纸板生产线的基础上, 开发了高强瓦楞复合纸板的复合机构^[2]和分切机构^[3], 对该纸板实现了规模化生产及应用。瓦楞纸板的性能测试有专门的标准, 而对纸夹层结构(蜂窝纸板、高强瓦楞复合纸板)的测试目前主要是按

照 GB/T 1446^[4] 系列标准进行的, 其中蜂窝纸板的性能研究文献[5—9]中有较多的报道, 但尚未发现对高强瓦楞复合纸板的相关性能研究的报道。在夹层结构的各种性能中, 侧压性能反映了在平行于夹层结构面板方向的抗压能力^[10—11], 通过测试可发现夹层结构在侧压时是否发生总体屈曲、剪切曲折、面板起皱、面板陷入芯子方向或脱粘而与芯子分离等破坏^[12]现象, 以及发生这些现象的原因及条件, 便于改进产品质量, 是夹层结构的一项重要性能指标。该测试方法与瓦楞纸板的边压测试(ECT)类似, 但又有所不同。

收稿日期: 2011-08-01

作者简介: 温时宝(1976—), 男, 山西平遥人, 博士生, 青岛科技大学讲师, 主要研究方向为运输包装材料与结构及包装计算机辅助设计。

相同点是 2 种测试都是考察材料在平行于结构(夹层或瓦楞)面板(面纸)方向上的抗压能力;不同点是瓦楞纸板边压强度是指纸板沿瓦楞方向单位长度上承受压缩载荷的能力^[13],其测试开始使用金属导块支撑纸板,当试验机对纸板施加压力时移开导块,直至压溃,测出纸板所能承受的最大压力,而夹层结构侧压强度在整个测试过程中都有专门的夹具一直支撑试样,而且侧压强度也并不仅仅局限于一个方向,通常要在横向和纵向^[14]上分别进行测试。

高强瓦楞复合纸板主要作为托盘的铺板和托箱(纸箱)的侧面使用。在第 1 种情况下主要考虑其平压强度和弯曲强度;而在第 2 种情况下则需要重点考虑其侧压强度,因为侧压强度反应了托箱的抗压能力,特别是在托箱需要堆码时尤其重要。

笔者主要对高强瓦楞复合纸板的侧压性能进行测试分析,以便于纸板的科学化应用。

1 试验

1.1 测试仪器

万能电子拉力试验机,GT-TCS-2000,高铁检测仪器有限公司;电子天平(精确度为 0.001),北京赛多利斯仪器系统有限公司;游标卡尺(分度值是 0.002 mm)。

1.2 原材料

浙江中申板业有限公司生产的高强瓦楞复合纸板,厚度 10,15,20 和 30 mm。纸板面纸定量为 250 g/m² 的 A 级箱板纸;夹芯为 A 楞 2 层纸板结构,楞高 4 mm,芯纸为 150 g/m² 的 A 级瓦楞纸。4 种纸板密度依次为 136.55,108.76,103.24,83.45 kg/m³。

1.3 试样制备

与瓦楞纸板和蜂窝纸板相同,高强瓦楞复合纸板属于各向异性材料,因此在测试其侧压强度时,要按照 2 个方向分别制作试样,夹芯芯条方向垂直于纸板长边方向为横向,反之为纵向,见图 1。

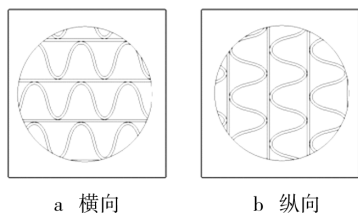


图 1 纸板方向示意图

Fig. 1 Schematic of cardboard orientation

参照 GB/T 1454—2005^[10],其测试原理见图 2,

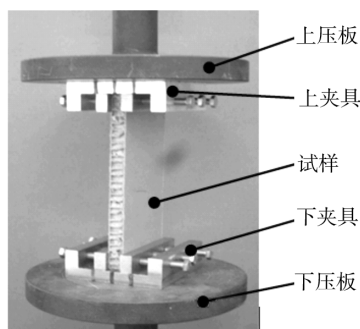


图 2 侧压实验装置

Fig. 2 The edgewise compression apparatus for the test

确定纸板的尺寸为 $b=60\text{ mm}$, $H=100\text{ mm}$, $H'=120\text{ mm}$, $d=10\text{ mm}$, 见图 3; 试验加载速度 $v=1$

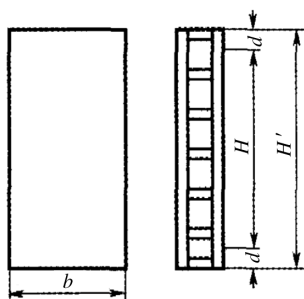


图 3 试样尺寸

Fig. 3 Specimen dimension

mm/min; 试验在 23 °C, 相对湿度 54% 条件下进行。

2 结果与讨论

2.1 实验现象

纸板侧压变形后照片见图 4。

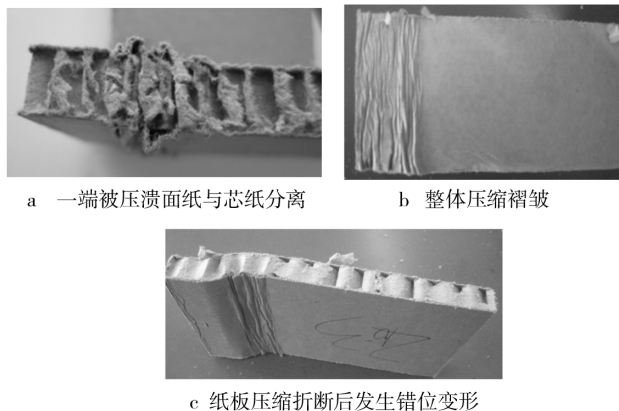


图 4 侧压变形照片

Fig. 4 Distortions after edgewise compression test

2.2 力学性能分析

不同厚度横向、纵向侧压试验载荷-变形曲线见图5和6。通过图5和图6可以看出:不同厚度试样

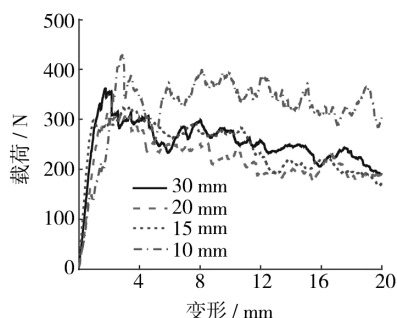


图5 不同厚度横向样品侧压试验载荷-变形曲线

Fig. 5 Load-deformation curves for specimens of different thickness in transverse direction

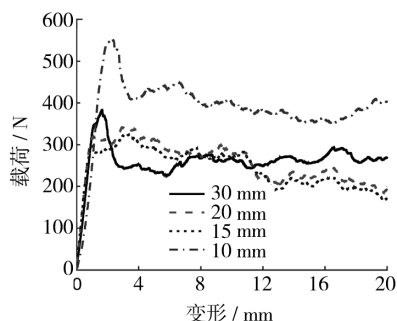


图6 不同厚度纵向样品侧压试验载荷-变形曲线

Fig. 6 Load-deformation curves for specimens of different thickness in longitudinal direction

的载荷-形变曲线形状总体上相似,开始都有一段近似线性变化的弹性段,此时纸板应是均匀变形的;在达到屈服之后,载荷值随着变形量的增加总体呈下降趋势;横向与纵向侧压试验载荷-变形曲线相比,曲线在屈服后的形状有所差别,在横向载荷中曲线尽管总体呈现下降趋势,但也表现出明显的波动性,而纵向载荷曲线没有这样的规律,这主要是因为:对于横向样品来说,由于其夹芯为横向的2层瓦楞纸板叠加,所以屈服后纸板受压时从2个方面产生变形,一是整体纸板继续被压缩,二是较弱的瓦楞芯层逐层被压缩,所以最终纸板的载荷呈现出总体下降并波动的情形;相对于横向样品而言,纵向样品的压缩载荷曲线尽管也有一些波动变化,但不是很明显,这可能是由于纸板加工因素——如面纸和夹芯粘合不均匀、脱胶等因素造成的。

将图5和图6中屈服力作为纸板所能承受的最

大侧压力,计算纸板的侧压强度,侧压强度计算公式:

$$\sigma_b = \frac{P_b}{bh} \quad (1)$$

式中: σ_b 为夹层结构侧压强度(MPa); P_b 为破坏载荷(屈服力)(N); b 为试样宽度(mm); h 为试样厚度(mm)。

将各次实验的载荷最大值按照公式(1)计算其侧压强度值,制作成的柱状图见图7。由图7中可以看

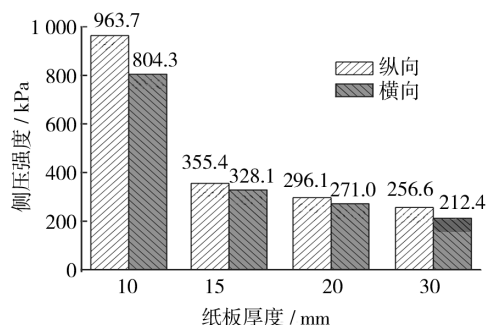


图7 不同厚度横向和纵向样品的侧压强度

Fig. 7 Edgewise compression strength for specimens of different thickness in transverse and longitudinal directions

出:各厚度纸板的纵向侧压强度大于横向侧压强度的8%~20%,主要是因为单面瓦楞纸板在涂胶分切成条和90°翻转时,瓦楞纸板芯产生塌楞(倒瓦)^[15],从而使制成的高强瓦楞复合纸板在横向上侧压强度降低;不同厚度纸板的横向和纵向侧压强度都随着纸板厚度的增加而减小,这是由于纸板的容重降低,使得纸板的抗压能力减弱。

采用高强瓦楞复合纸板制作托箱或封闭的纸箱时,为提高纸箱的抗压承载能力,纸箱的4个侧面(立面)纸板应采用夹芯芯条与纸箱高度平行的形式——即纵向纸板制作,所制的纸箱具有更高的抗压承载能力,见图8。

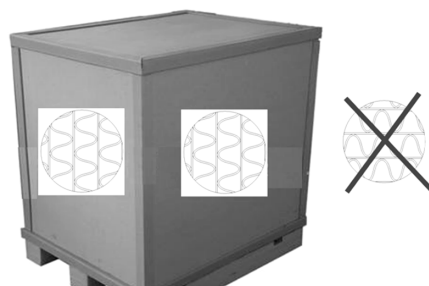


图8 纸箱侧面的夹芯结构方向

Fig. 8 Orientations of sandwich structure in the side of box

3 结语

1) 由于高强瓦楞复合纸板纵横向结构的不同,各厚度纸板的侧压强度纵向大于横向 8%~20%。

2) 不同厚度高强瓦楞复合纸板随着厚度的增加,横向和纵向侧压强度都呈降低趋势。

制作高强瓦楞复合纸板箱时,箱的侧面(立面)应采用夹芯芯条与纸箱高度平行的形式,所制的纸箱有更好的抗压能力,研究对于提高高强瓦楞复合纸板托箱(纸箱)的堆码承载能力具有很强的实用价值。

参考文献:

- [1] PFLUG J,IGNACE V. Folded Honeycomb Structure Consisting of Corrugated Paperboard and Method and Device for Producing:European,EP1165310[P]. 2003-01-15.
- [2] 戴武. 一种复合纸板的复合机构:中国,02220677. 9[P]. 2002-05-17.
- [3] 戴武. 一种复合纸板的分切机构:中国,02220676. 0[P]. 2002-05-17.

- [4] GB/T 1446—2005,纤维增强塑料性能试验方法总则[S].
- [5] 孙亚平,卢立新,蔡和平. 纸蜂窝结构平压性能的实验研究[J]. 包装工程,2003,24(1):14—15.
- [6] 王冬梅,廖强华. 蜂窝纸板静态压缩力学性能建模研究[J]. 包装工程,2006,27(4):129—132.
- [7] 计宏伟,徐革玲,李俊超,等. 蜂窝纸板侧压强度实验研究[J]. 包装工程,2006,27(6):90—91.
- [8] 邵文全,计宏伟,李砚明,等. 蜂窝纸板剪切强度实验研究[J]. 包装工程,2008,29(2):10—11.
- [9] 徐革玲,计宏伟,曹健,等. 蜂窝纸板平拉强度实验研究[J]. 包装工程,2006,27(6):97—97.
- [10] GB/T 1454—2005,夹层结构侧压性能试验方法[S].
- [11] ASTM C364—99,Standard Test Method for Edgewise Compressive Strength of Sandwich Constructions[S].
- [12] 王兴业,杨孚标,曾竟成,等. 夹层结构复合材料设计原理及其应用[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
- [13] GB/T 6546—1998,瓦楞纸板边压强度的测定法[S].
- [14] 彭明军,孙勇,段永华,等. 杆焊蜂窝铝板侧压变形模式分析研究[J]. 材料导报,2010,24(6):75—77.
- [15] 施裕华. 瓦楞纸复合板分条机的改造[J]. 包装与食品机械,2006,24(1):48—49.

· 简讯 ·

CHIPF 北京国际包装博览会——中外包装新技术、新设备、新产品的最佳发布平台

CHIPF 北京国际包装博览会是亚洲最大的包装综合展,并被评价为“规模大、规格高、效果好、影响深远”的博览会,将会在促进中外包装新技术、新设备、新产品交流方面发挥更大的作用。

在中国包装联合会、各地方包装技术协会和专业委员会的大力支持下,CHIPF 2010 北京国际包装博览会举办得相当成功,得到了行业内的高度认可,82%的参观商对展会表示满意。展会面积达 5.5 万平方米,参展包装企业中国际参展商约占 25%,涵盖了主流包装行业的众多门类,包括包装技术、包装材料及制品、包装机械及设备。

2012 年将要举办的 CHIPF 北京国际包装博览会将着重展示国内外的新产品、新技术和新理念,尤其是先进包装设备的展示。博览会是企业展示品牌形象的最佳平台,汇聚于此的世界各国专业人士,将成为新产品发布的最佳见证人。

中国是世界最大的商品生产和出口大国,为全球发展最快、规模最大、最具潜力的包装市场。据不完全统计:2010 年中国包装工业完成工业总产值达 1.2 万亿元,其中规模以上企业实现工业总产值首次突破 1 万亿元,成为仅次于美国的世界第二包装大国。这样庞大的市场,必然需要国外先进的包装技术与包装设备来提高国内行业的产能与专业水平。而中国的包装企业有意识,也有实力与去购买国际先进的设备,以缓解人工费用不断升高的压力。博览会正是国内外交流技术的良好契机,也是国外先进设备展示的最好平台。因此,博览会在展示包装设备的同时,也将世界先进的包装技术、理念与产品向国内包装企业推介。

(CHIPF 2012 北京国际包装博览会 供稿)