

预压对瓦楞纸板蠕变特性的影响

丁艳风, 张玉灵

(郑州升达经贸管理学院, 郑州 451191)

摘要: **目的** 通过一系列的实验, 研究预压对瓦楞纸板蠕变特性的影响, 从而得到瓦楞纸板的蠕变曲线。**方法** 通过对瓦楞纸板进行 3 种恒定载荷、4 种不同预压处理条件下的蠕变特性研究实验, 得出其蠕变曲线, 并分别进行比较, 分析预压对瓦楞纸板蠕变特性的影响。**结果** 预压对瓦楞纸板的蠕变都有显著的影响, 在不同的预压下, A 瓦楞纸板和 BC 型双瓦楞纸板的蠕变量都是有所不同的。**结论** 瓦楞纸板的蠕变会随着预压的增加而增大。

关键词: 瓦楞纸板; 蠕变曲线; 蠕变特性; 预压

中图分类号: TB484.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)03-0038-03

Effect of Pre-stress on Creep Property of Corrugated Board

DING Yan-feng, ZHANG Yu-ling

(Zhengzhou Shengda University of Economics, Business & Management, Zhengzhou 451191, China)

ABSTRACT: The work aims to study the effects of pre-stress on the creep property of corrugated paperboard based on a series of experiments, so as to obtain the creep curves of corrugated paperboard. Research experiments had been done with corrugated paperboard under three constant compression loads and four different pre-stresses to obtain its creep curve as well as to compare and analyze the influence made by the pre-stress. The result indicates that pre-stress made a big difference to the creep of corrugated paperboard. Under various pre-stresses, the creep deformations of A corrugated paperboard and BC double corrugated paperboard are different. The creep of corrugated paperboard will become larger with the increase of pre-stress.

KEY WORDS: corrugated paperboard; creep curve; creep property; pre-stress

瓦楞纸板作为一种包装材料, 在产品包装件的仓储和堆码过程中, 由于瓦楞纸板的蠕变会使缓冲衬垫与包装箱之间产生空隙, 这样包装件在运输过程中就容易发生二次冲击现象从而导致产品损坏^[1-5]。国外关于瓦楞纸板的蠕变特性研究大多采用 column creep, 即把 2 块相同的纸板平行放置在加载装置下^[6-7]。Brezinski^[7]对纸板的蠕变进行了综合研究, 包括在低载荷和高载荷时纸板的蠕变变形与加载时间的关系, 结果表明纸板在高载荷下, 其变形量和时间在对数坐标系下变成了线性关系。国内关于蠕变特性的研究主

要是郭彦峰、付云岗^[8]等关于 AB 型双瓦楞纸板进行的一些试验, 即在环境温度为 20℃、4 种相对湿度、5 种恒定载荷条件下进行蠕变特性试验研究, 得到 AB 型双瓦楞纸板在平压方向的蠕变及回复特性。研究表明, 加载初期的变形基本上呈线性规律, 蠕变阶段的变形呈指数函数规律, 而卸载阶段有显著的参与变形, 表现出二次函数规律^[9-13]。文中通过一系列预压的预处理后, 在恒定载荷条件下的蠕变特性试验, 研究多种瓦楞纸板的蠕变特性, 为瓦楞纸板在缓冲包装设计中的蠕变量计算提供理论依据^[5-13]。

收稿日期: 2016-04-26

基金项目: 国家自然科学基金 (11271112, 71503103)

作者简介: 丁艳风 (1979—), 女, 硕士, 郑州升达经贸管理学院讲师, 主要研究方向为泛函分析、算子理论、数学建模等。

1 实验材料和仪器

主要材料: A 瓦楞纸板, 试样选用正方形、面纸为 160 g/m^2 的牛皮纸, 瓦楞芯纸、里纸都是 130 g/m^2 的瓦楞原纸, 厚度为 5 mm , 规格为 $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$; BC 型双瓦楞纸板, 试样选用正方形、面纸为 170 g/m^2 的牛皮纸, 瓦楞芯纸、里纸都是 140 g/m^2 的瓦楞原纸, 厚度为 7 mm , 规格为 $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ 。实验仪器选用 LRX Plus 材料试验机。

瓦楞纸板不同预压的预处理: 将已切割好的瓦楞纸板试样平稳放置在 LRX Plus 材料试验机上, 分别进行其高度的 50%, 65%, 80%, 90% 的压缩, 取下试样, 静置 2 h 以上。

2 A 瓦楞纸板的蠕变实验

将进行 50% 预压处理后的 A 型瓦楞纸板放置在 LRX Plus 材料试验机上, 测量其最大静载荷, 得到载荷-变形曲线, 见图 1。可知, 单瓦楞纸板在其应力-应变曲线的峰值处达到最大静载荷, 为 608 N 。文中取最大静载荷的 70% 进行蠕变试验 (下同), 即 426 N 。

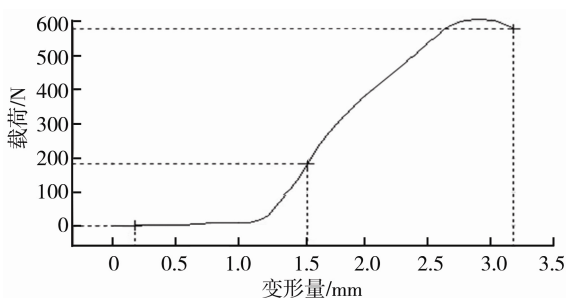


图1 50%预压时 A 瓦楞纸板的载荷-变形曲线

Fig.1 Load-deformation curve of corrugated board A under 50% pre-stress

将 50% 预压处理后的材料放置在 LRX Plus 材料试验机上进行蠕变曲线, 恒定载荷为 426 N , 试验时间为 30 min , 得到蠕变曲线, 见图 2a。可知, A 瓦楞纸板在 50% 预压下, 恒定载荷为 426 N 时的蠕变区域为 $2.42 \sim 2.54 \text{ mm}$, 即蠕变量为 0.12 mm 。

同上, 测量进行 65% 预压下的 A 瓦楞纸板的最大静载荷为 515.8 N , 80% 预压下的最大静载荷为 369 N , 90% 预压下的最大静载荷为 261 N , 分别取最大静载荷的 70% 进行蠕变试验, 时间均为 30 min , 得到蠕变曲线, 见图 2。可知, A 瓦楞纸板在 65% 预压下, 恒定载荷为 361 N 时的蠕变区域为 $2.50 \sim 2.82 \text{ mm}$, 即蠕变量为 0.32 mm ; 在 80% 预压下, 恒定载荷为 258 N 时的蠕变区域为 $2.75 \sim 3.13 \text{ mm}$, 即蠕变量为 0.38 mm ; 在 90% 预压下, 恒定载荷为 183 N 时的蠕变区域为 $3.07 \sim 3.58 \text{ mm}$, 即蠕变量为 0.51 mm 。

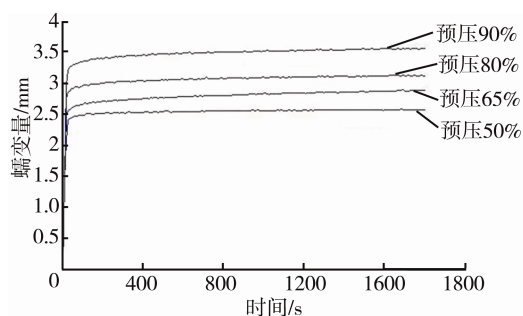


图2 预压对 A 瓦楞纸板的蠕变曲线的影响

Fig.2 Effect of pre-stress on creep curve of corrugated board A

3 BC 型双瓦楞纸板的蠕变实验

利用上述方法, 将经过 50%, 65%, 80%, 90% 预压的 BC 型双瓦楞纸板分别放置于 LRX Plus 材料试验机上测量其最大静载荷, 依次为 $1652, 963, 900, 715 \text{ N}$, 取最大静载荷的 70% 进行蠕变试验, 得到蠕变曲线, 对蠕变试验数据进行处理, 结果见图 3。可知, BC 型双瓦楞纸板在 50% 预压下, 恒定载荷为 1156 N 时的蠕变区域为 $3.25 \sim 3.43 \text{ mm}$, 即蠕变量为 0.18 mm ; 在 65% 预压下, 恒定载荷为 674 N 时的蠕变区域为 $3.22 \sim 3.42 \text{ mm}$, 即蠕变量为 0.20 mm ; 在 80% 预压下, 恒定载荷为 630 N 时的蠕变区域为 $3.90 \sim 4.12 \text{ mm}$, 即蠕变量为 0.22 mm ; 在 90% 预压下, 恒定载荷为 500 N 时的蠕变区域为 $4.70 \sim 5.01 \text{ mm}$, 即蠕变量为 0.31 mm 。

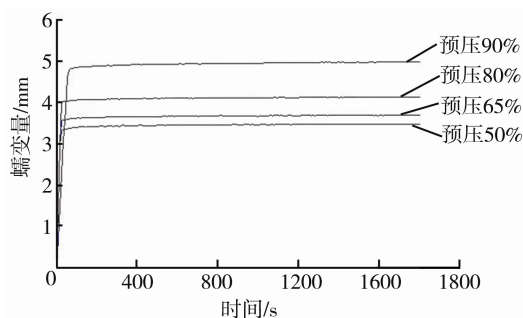


图3 预压对 BC 瓦楞纸板的蠕变曲线的影响

Fig.3 Effect of pre-stress on creep curve of corrugated boards B&C

将 2 种不同瓦楞纸板的蠕变曲线整合起来, 分别对比其在不同预压下的蠕变情况。试验结果表明, 在不同的预压下, A 瓦楞纸板和 BC 型双瓦楞纸板的蠕变量都是有所不同的, 可知, 瓦楞纸板的蠕变会随着预压的增大而增大。

4 结语

通过一系列的试验, 获得了不同预压下瓦楞纸板的蠕变曲线, 得出了瓦楞纸板的蠕变特性会随着预压的改变而改变。预压越大, 瓦楞纸板的蠕变越大。文

中将理论和试验相结合,通过分析和对比,为研究瓦楞纸板的仓储堆码提供一些重要信息。

参考文献:

- [1] 刘映平, 桑波, 郭彦峰. 蜂窝纸板缓冲系数及性能的研究[J]. 西安工业学院学报, 2003, 23(3): 194—197.
LIU Ying-ping, SANG Bo, GUO Yan-feng. The Research of the Honeycomb Fibreboard Cushioning Coefficient and Performance[J]. Journal of Xi'an Institute of Technology, 2003, 23(3): 194—197.
- [2] CONSIDINE J M, STOKER D L, LAUFENBERG T L, et al. Compressive Creep Behavior of Corrugating Components Affected by Humid Environment[J]. TAPPI, 1994, 77(1): 87—95.
- [3] 余本农, 蔡惠平, 陈松, 等. 瓦楞纸板力学性能的实验研究[J]. 天津商学院学报, 1989(2): 13—19.
YU Ben-nong, CAI Hui-ping, CHEN Song, et al. An Experimental Study of Mechanical Properties of Corrugated Board[J]. Journal of Tianjin University of Commerce, 1988(2): 13—19.
- [4] 张连文, 冯冰冰, 程金茹, 等. 双面国家 A 级高强度 AB 楞纸板边压和耐破强度试验研究[J]. 包装与食品机械, 2015, 33(5): 5—8.
ZHANG Lian-wen, FENG Bing-bing, CHENG Jin-ru, et al. Research on Edgewise Crush Resistance and Bursting Strength Tests of Double-sided National A Level High Strength AB Corrugated Paperboard[J]. Packaging and Food Machinery, 2015, 33(5): 5—8.
- [5] 徐朝阳, 徐奕超. 瓦楞楞型对瓦楞纸箱蠕变性能的影响[J]. 包装工程, 2011, 32(19): 50—53.
XU Zhao-yang, XU Yi-chao. Effect of Flute-type on Creep Performance of Corrugated Box[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(19): 50—53.
- [6] THIELERT R. Determination of Stacking Load-stacking Life Relationship of Corrugated Cardboard Containers[J]. TAPPI, 1984, 67(11): 62—68.
- [7] BREZINSKI J P. The Creep Properties of Paper[J]. TAPPI, 1956, 39(2): 175—181.
- [8] 郭彦峰, 付云岗, 张伟. AB 型双瓦楞纸板的蠕变与回复特性研究与分析[J]. 包装工程, 2007, 28(3): 13—16.
GUO Yan-feng, FU Yun-gang, ZHANG Wei. Study on Creep Properties and Recoverability of Double-wall Corrugated Paperboard[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(3): 13—16.
- [9] 崔艳娥. 瓦楞纸箱蠕变特性的研究[J]. 包装工程, 2009, 30(5): 30—32.
CUI Yan-e. Study on the Creep Characteristic of Corrugated Box[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(5): 30—32.
- [10] 寇东鹏, 虞吉林, 郑志军. 随机缺陷对蜂窝结构动态行为影响的有限元分析[J]. 力学学报, 2009(6): 859—868.
KOU Dong-peng, YU Ji-lin, ZHENG Zhi-jun. Effect of Randomly Removing Cell Walls on the Dynamic Crushing Behaviour of Honeycomb Structures[J]. Chinese Journal of Theoretical and Applied Mechanics, 2009(6): 859—868.
- [11] TUCKER M T, HORSTEMEYER M F, WHITTINGTON W R, et al. The Effect of Varying Strain Rates and Stress States on the Plasticity, Damage, and Fracture of Aluminum Alloys[J]. Mechanics of Materials, 2010, 42(10): 895—907.
- [12] 曾克俭, 刘珊. 蜂窝纸板动态缓冲性能分析研究[J]. 包装工程, 2014, 35(17): 15—18.
ZENG Ke-jian, LIU Shan. Analysis on Dynamic Cushioning Property of Honeycomb Paperboard[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(17): 15—18.
- [13] KONING J W, STERN R K. Long-term Creep in Corrugated Fiberboard Containers[J]. TAPPI, 1997, 60(12): 128—131.