

基于 ANSYS 的植物纤维缓冲包装跌落仿真分析

王鹤腾, 董 静

(哈尔滨商业大学, 哈尔滨 150028)

摘要: 建立了基于有限元分析软件 ANSYS/LS-DYNA 的植物纤维缓冲包装件模型。根据实际的运输流通环境, 对模型进行了跌落试验, 获得了跌落冲击地面时的等效应力分布和独立部件加速度峰值曲线; 分析跌落冲击时衬垫对内装产品加速度峰值的弱化程度, 为植物纤维衬垫设计提供可靠的参数。

关键词: 植物纤维衬垫; 跌落仿真; 有限元

中图分类号: TB485; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)01-0047-02

Drop Simulation Analysis of Plant Fiber Cushion Packaging Based on ANSYS

WANG He-teng, DONG Jing

(Harbin University of Commerce, Harbin 150028, China)

Abstract: The finite element model of plant fiber cushion packaging structure was established using the finite element analysis software ANSYS/LS-DYNA. Drop simulation was carried out on the model according to practical transport environment. The stress strain cloud chart and acceleration dynamic response curves of product within packaging were obtained. The cushioning effect of the plant fiber cushion for the packed product during drop process was analyzed. The purpose was to provide reference parameters for improving design of plant fiber cushion.

Key words: plant fiber cushion; dropping simulation; finite element

植物纤维类缓冲包装材料能利用丰富的农林资源为原材料进行生产, 生产成本低。该缓冲材料能够实现自然降解, 可有效地保护环境, 是新型的绿色包装材料^[1], 已成为包装工作者竞相研究和开发的热点。目前对植物纤维类缓冲包装材料的研究主要集中于材料的制备工艺^[2-7], 将该材料用于缓冲衬垫研究其缓冲性能的报道甚少。文中以文献[4]开发研制的玉米秸秆纤维增强 EPS 缓冲包装材料为衬垫, 应用 ANSYS 分析软件建立电子产品和衬垫的有限元模型, 模拟实际运输流通环境下模型的跌落情况, 求得应力分布、冲击加速度峰值等情况, 探讨其缓冲性能, 为缓冲包装设计提供参考。

1 有限元模型

以 Pro/E 构造目前广泛使用的电子产品及其四

角缓冲衬垫实体模型, 见图 1。利用 ANSYS 与 PRO/

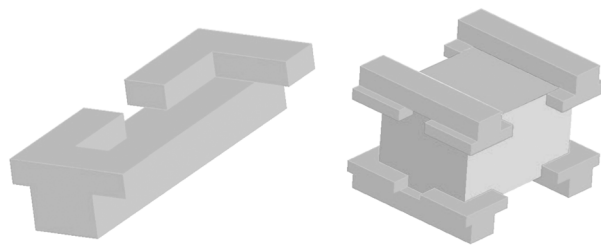


图 1 产品及衬垫 Pro/E 模型

Fig. 1 Pro/E modeling of product and cushion

E 的无缝集成功能, 将模型导入 ANSYS 中进行分析。通过 Crushable Foam Model 材料库以及文献[4]获得的材料本构关系(见图 2) 定义缓冲材料特性, 并定义地面、重物等材质。为分析方便, 将电子产品当成一个集中质量并用 solid164 实体单元模拟。各个部分

收稿日期: 2012-09-05

基金项目: 哈尔滨市科技创新人才专项基金(2011RFXXG018)

作者简介: 王鹤腾(1980-), 男, 吉林人, 硕士, 哈尔滨商业大学讲师, 主要从事包装结构设计研究。

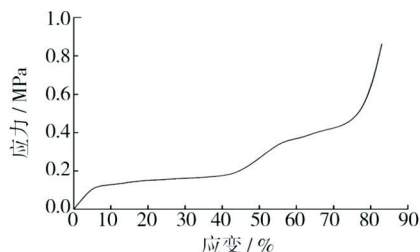


图2 玉米秸秆材料静态压缩应力-应变曲线

Fig.2 The stress-strain curve of materials produced by corn stalk fibers under static compression

之间的接触(缓冲衬垫与电子产品,以及包装系统与跌落目标面)采用自动单面接触 ASSC 形式。有限元模型见图3。

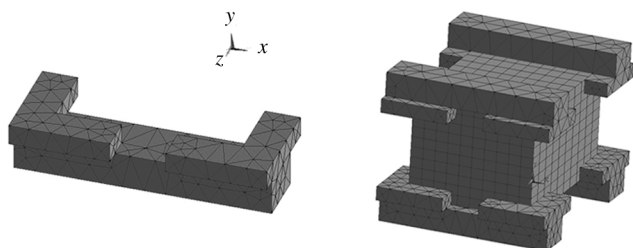


图3 产品及衬垫有限元网格

Fig.3 FE grid of product and cushion

2 有限元分析

模拟质量约为6 kg的缓冲包装件在实际运输过程中的跌落冲击响应,最大跌落高度1.9 m。为节省计算时间,设置电子产品包装件以6.1 m/s初速度与地面刚性撞击,呈30°角跌落。

缓冲包装件在等效跌落高度为1.9 m时,等效应力在不同时刻的动态过程截图见图4。由图4可知应力主要集中在4个角上,在跌落过程中,应力由小变大,在回弹过程中,又由大变小,最大应力发生在包装件接触地面的瞬间,最大达到564 170 Pa,没有达到材料的屈服极限。根据材料损伤模式以及破坏准则可知,该缓冲衬垫结构可靠,可以达到理想的缓冲效果。

跌落冲击时产品是否损坏,与物品脆值的大小有关,脆值以冲击最大加速度为特征值。为了全面反映植物纤维缓冲包装系统的跌落冲击特性,对比分析了缓冲包装件在不同高度跌落时的最大加速度和冲击作用时间的仿真分析和实测数据,结果见表1。

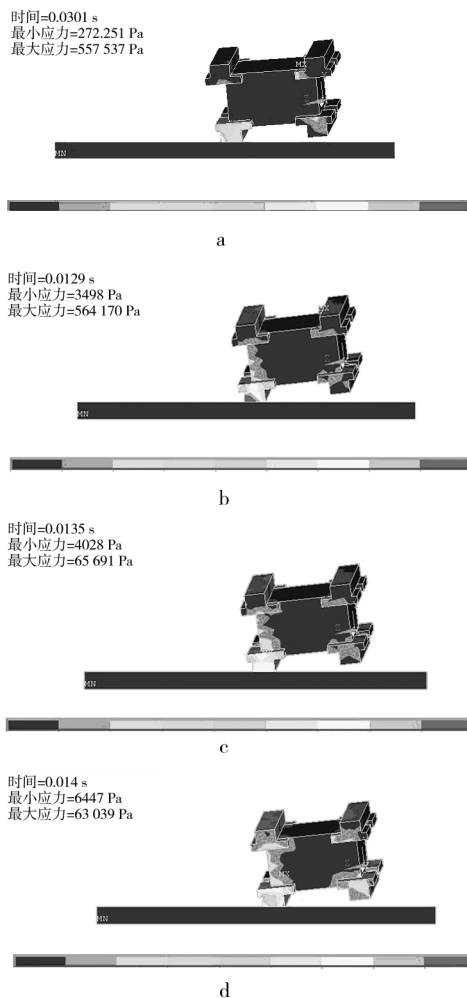


图4 等效应力云图

Fig.4 Equivalent stress von misses cloud

表1 缓冲包装件跌落冲击响应

Tab.1 Drop impact response of cushioning package

跌落高度 /m	冲击加速度峰值/ <i>g</i>		冲击作用时间/ms	
	仿真值	实测值	仿真值	实测值
0.5	23.4	21.5	8.2	7.9
1.0	44.6	43.8	7.5	7.2
1.5	68.1	65.4	6.4	6.3
1.9	77.2	76.3	6.2	5.9

由表1可知,仿真分析结果与实测数据基本吻合,缓冲包装件在各高度跌落均未超过电子产品允许的最大加速度,说明该四角衬垫缓冲性能良好。

3 结论

将植物纤维缓冲包装系统应用于实际动态冲击

(下转第64页)

- Chinese Journal of Mechanical Engineering, 1993, 16(4): 293-298.
- [8] 邓星桥, 王进戈, 张均富, 等. 无侧隙包络环面蜗杆计算机辅助建模[J]. 机械设计与研究, 2011, 5(5): 49-52.
DENG Xing-qiao, WANG Jin-ge, ZHANG Jun-fu, et al. The Comparative Research on the Solid Modeling Method of the Non-backlash Double-roller Enveloping Hourglass Worm [J]. Machine Design and Research, 2011, 5(5): 49-52.
- [9] 王进戈. 滚锥包络环面蜗杆传动[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2002.
WANG Jin-ge. Rolling Cone Enveloping Hourglass Worm Gearing[M]. Chengdu: Sichuan Publication House of Science and Technology, 2000.
- [10] BAO Zhong-ping. Article Characteristics in Database[M]. Beijing: Standards Press of China, 2002.
- [11] 鲁玉军, 余军合, 祁国宁, 等. 基于事物特性表的产品变型设计[J]. 计算机集成制造系统-CIMS, 2003, 10(5): 840-845.
LU Yu-jun, YU Jun-he, QI Guo-ning, et al. Product Variant Design Based on Tabular Layouts of Article Characteristics [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2003, 10(5): 840-845.
- [12] CECIL B, STEVE C. A Contingency View of Time-based Competition for Manufactures [J]. International Journal of Operations & Production Management, 1996, 16(6): 56-67.
- [13] LU Yu-jun, LIU Guang-wei. Research on Variant Design of Parts Based on Tabular Layouts of Article Characteristics [J]. Advanced Materials Research, 2011(181/182): 782-786.
- [14] 顾巧祥, 苏少辉, 余军合, 等. 基于事物特性表的产品变型设计研究[J]. 中国机械工程, 2004, 19(4): 1713-1716.
GUN Qiao-xiang, SU Shao-hui, YU Jun-he, et al. Research on Product Variant Design Based on the Tabular Layouts of Article Characteristics [J]. China Mechanical Engineering, 2004, 19(4): 1713-1716.
- [15] 鲁玉军, 祁国宁. 基于 MC 环境的面向订单产品设计方法研究[J]. 中国机械工程, 2006, 17(22): 2354-2359.
LU Yu-jun, QI Guo-ning. Study on Rapid Design for Engineering to Order Product in MC [J]. China Mechanical Engineering, 2006, 17(22): 2354-2359.
- [16] 姚干勤, 薛澄岐. 基于知识重用的毛绒玩具设计方法研究[J]. 包装工程, 2011, 32(14): 58-60.
YAO Gan-qin, XUE Cheng-qi. Study on Plush Toy Design Method Based on Knowledge Reuse [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(14): 58-60.

(上接第 48 页)

试验, 仿真分析结果与真实测试数据基本吻合。基于有限元分析方法分析了植物纤维缓冲包装材料制备的常用四角衬垫包装系统跌落时的冲击响应, 为该材料在缓冲衬垫的应用提供了理论基础。

参考文献:

- [1] 高德. 植物秸秆绿色包装材料的研究现状与发展前景[J]. 包装工程, 2008, 29(12): 15-18.
GAO De. Current Status and Prospect of Development of Plant Straw Green Packaging Materials [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(12): 15-18.
- [2] 王高升. 农作物秸秆缓冲包装材料的研制[J]. 包装工程, 2002, 23(4): 96-99.
WANG Gao-sheng. Development of Cushioning Packaging Materials Making Use of Crops Straw [J]. Packaging Engineering, 2002, 23(4): 96-99.
- [3] 宋日恒, 张治国. 基于 ANSYS 的笔记本电脑包装件跌落仿真研究[J]. 浙江科技学院学报, 2009, 21(4): 332-335.
SONG Ri-heng, ZHANG Zhi-guo. Simulation on Laptop Package Dropping by Using ANSYS Soft Ware [J]. Journal of Zhejiang University of Science and Technology, 2009, 21(4): 332-335.
- [4] 刘壮. 植物纤维发泡聚苯乙烯复合型缓冲包装材料及其性能的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学, 2006.
LIU Zhuang. Studies on Cushioning Package Material Made of Plant Fiber and EPS and its Properties [D]. Harbin: Harbin University of Commerce, 2006.
- [5] REED P E, BREEDVELD G, LIN B C. Simulation of the Drop Impact Test for Moulded Thermoplastic Containers [J]. International Journal of Impact Engineering, 2003(24): 133-153.
- [6] 阿伦. 基于 ANSYS 的植物纤维包装制品静态特性模拟分析[J]. 包装工程, 2011, 32(1): 8-10.
A Lun. Simulation and Analysis of Static and Dynamic Characteristics of Plant Fiber Packaging Product Based on ANSYS [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(1): 8-10.
- [7] 宋姝妹. 组合式纸浆模塑结构的缓冲性能及其计算机模拟[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
SONG Shu-mo. Research on Cushioning Property and Computer Simulation of Combined Molded Pulp Structure [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008.