

大型家电全瓦楞纸板缓冲包装设计

苟进胜, 惠飞飞, 谢瑞, 李泓成, 樊晓敏, 宁凯敏

(北京林业大学, 北京 100083)

摘要: 全瓦楞纸板缓冲包装在小型产品上应用较多,而在大型产品上应用较少。首先测试了5种楞型瓦楞纸板的力学性能参数,制作了4种瓦楞结构并对其静态和动态缓冲性能进行了测试。在此基础上,以海尔XQB45-10B波轮洗衣机为例,基于产品的基本参数和流通环境,设计并制作了海尔洗衣机的全瓦楞纸板缓冲包装。该设计方案通过了实验室安全性测试,证明了使用瓦楞纸板代替塑料缓冲包装材料的可行性。为在大型产品上推广应用全瓦楞纸板缓冲衬垫提供了参考。

关键词: 洗衣机; 缓冲垫; 瓦楞纸板; 缓冲包装; 结构设计

中图分类号: TB484.1; TB482.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)13-0001-04

Cushioning Structure Design for Large Appliances with Full Corrugated Paper Board

GOU Jin-sheng, HUI Fei-fei, XIE Rui, LI Hong-cheng, FAN Xiao-min, NING Kai-min

(Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Cushioning structure of full corrugated paper board has been widely used for small-scale goods, but has scarcely applied to large ones. Mechanical properties of 5 kinds of corrugated paper board were tested. 4 kinds of corrugated structure were manufactured and their static and dynamic cushioning performance was tested. Haier washing machine XQB45-10B was taken as example. Cushioning structure with full corrugated board was designed and manufactured for the washing machine based on its parameters and circulation environment. The designing scheme passed safety tests in the laboratory. It was proved that replacing plastic cushions with corrugated paper board for large products is feasible. The purpose was to provide reference for application of full corrugated board cushion in large products.

Key words: washing machine; cushioning pad; corrugated paper board; cushion packaging; structure design

瓦楞纸板由于其优良的缓冲和环境性能,在电子类、化妆品类、食品类等产品的包装中得到了广泛应用和迅速发展。一些质量小、体积小的电子产品,如mp3、手机、数码产品等已经实现了全瓦楞纸板包装的产业化普及^[1]。现在一些生产企业还在尝试采用瓦楞纸板作为大尺寸家电的缓冲衬垫材料,然而,到目前为止将全瓦楞结构的缓冲衬垫系统运用于冰箱、洗衣机、电视机等大型家电包装还没有大面积推广。

笔者以海尔波轮洗衣机的全瓦楞缓冲包装结构设计为例,在彭国勋等人的研究^[2]基础上,讨论了大

型家电全瓦楞缓冲包装结构的设计思路和方法,依据瓦楞纸板及其衬垫的相关性能测试结论,最终设计制作出了具有良好缓冲性能的海尔洗衣机全瓦楞纸板缓冲衬垫,这将对全瓦楞纸板衬垫在大型家电缓冲包装领域的推广和应用有一定促进作用。

1 产品相关参数确定

海尔波轮洗衣机型号为XQB45-10B,质量为28 kg,尺寸为53.7 cm×50 cm×88.2 cm,等效跌落高度为40 cm(参照GB/T 4857.18—92确定),脆值为110

收稿日期: 2013-06-02

基金项目: 北京林业大学科技创新计划(YX2013-01)

作者简介: 苟进胜(1979-),男,甘肃人,北京林业大学讲师,主要研究方向为城市固体废弃物资源化利用和包装工程技术。

g(参照日本防卫厅标准确定)。

2 瓦楞纸板基本性能测试

在实验室环境下分别根据 GB/T 451.2—1989 和 GB/T 6547—1998 对 E 楞、B 楞、A 楞、BE 楞、BC 楞、AB 楞这 6 种楞型瓦楞纸板的定量、厚度进行测定。分别根据 GB/T 6546—1998, GB/T 6545—1998, GB/T 2679.7—2005, GB/T 462—2003 对以上 6 种瓦楞纸板的边压强度、耐破强度、戳穿强度和含水率(质量分数)进行测定,结果见表 1。综合分析可知,双瓦楞纸板的力学性能

表 1 不同楞型瓦楞纸板的力学性能

Tab.1 The strength of corrugated paper board with different flute

楞型	定量 / ($g \cdot m^{-2}$)	厚度 / mm	边压强度 / ($N \cdot m^{-1}$)	耐破强 度/kPa	戳穿强 度/J	含水率 /%
BE	1061.1	4.33	8238	388.4	6.81	3.1
AB	1042.4	6.85	5756	428.8	6.52	3.4
BC	1136.2	6.17	5128	413.8	6.60	4.3
B	679.8	2.69	3502	382.4	4.29	4.5
E	813.5	1.75	4394	395.6	3.60	3.8
A	753.7	4.36	2420	411.0	3.70	3.1

普遍好于单瓦楞纸板。微型瓦楞(如 E 楞),因楞高较低,缓冲性能不佳^[3]。文中选用 AB 楞瓦楞纸板作为洗衣机缓冲衬垫的材料。

3 瓦楞纸板衬垫的缓冲性能测试

3.1 瓦楞纸板衬垫的结构设计与制作

对于高负载(产品较重),应选择折叠型衬垫^[4]。笔者使用厚度为 6.85 mm 的 AB 型瓦楞纸板,制作了 0940,0941,0946,0947 4 种缓冲衬垫结构,其截面尺寸见图 1,承受面积为 150 mm×150 mm。

3.2 瓦楞纸板衬垫的缓冲性能测试

3.2.1 静态缓冲性能测试

采用 DCP-KY50KS 型电脑测控抗压试验机,根据 GB 8168—87 对以上缓冲衬垫进行静态缓冲性能测试,得到 4 种衬垫结构的应力-应变曲线,见图 2。由图 2 可知,0941 型衬垫结构单位体积吸收变形能最多,0940 型、0947 型次之,而 0946 型最小。

3.2.2 动态缓冲性能测试

采用 DY-2 冲击试验机,根据 GB 8167—87 对以

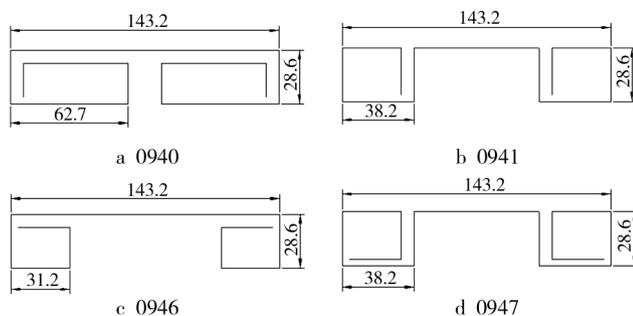


图 1 4 种缓冲衬垫结构截面图(mm)

Fig.1 Section views of four kinds of cushion structures

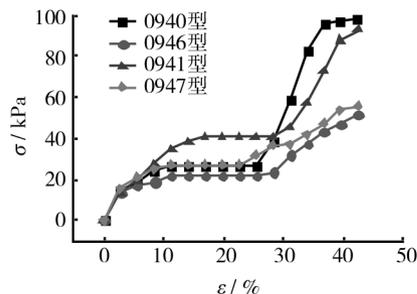


图 2 4 种结构的 σ - ε 曲线

Fig.2 σ - ε curves of four kinds of cushion structure

上缓冲衬垫进行动态缓冲性能测试,得到 4 种衬垫结构在跌落高度 $H = 60$ cm 时的动态缓冲特性曲线,见图 3。由图 3 可知,相同静应力下,0941 型、0947 型结

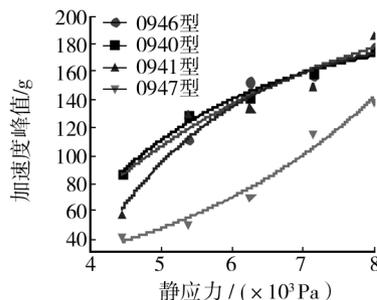


图 3 4 种结构的动态缓冲特性曲线

Fig.3 Dynamic cushioning curves of four kinds of cushion structure

构的峰值加速度小于 0946 型、0940 型的峰值加速度,其中 0947 型的最小而 0946 型的最大。这一趋势与文献中提及的结果一致^[5]。

综合考虑,0941 型、0947 型缓冲衬垫的静态和动态缓冲性能优良。考虑缓冲结构的稳定性,结合 0947 型和 0941 型衬垫结构的优点并稍加改进,成型后的结构图见图 4。

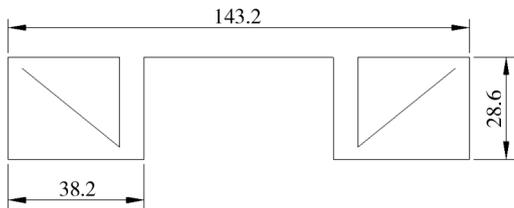


图4 改进结构的截面图(mm)

Fig. 4 Section view of improved cushion structure

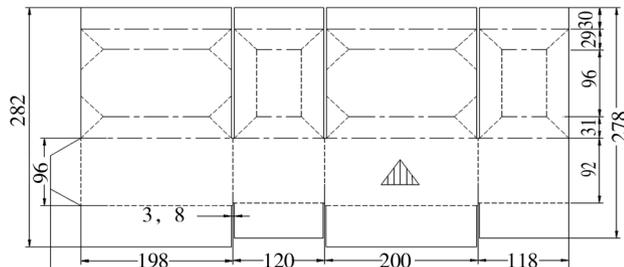


图6 电机保护结构展开图(mm)

Fig. 6 Expanded view of motor protection structure

4 洗衣机瓦楞纸板缓冲包装结构设计方案

该波轮洗衣机原泡沫缓冲包装主要分为3部分:底部缓冲衬垫、护棱和顶部缓冲衬垫,因此,全瓦楞纸板缓冲包装也可考虑分为3部分。

4.1 关键部位的确定和缓冲衬垫设计

波轮洗衣机的关键防护部位是盛水桶底部的离合器组件^[6],因此,底部缓冲衬垫设计要求既要保护好洗衣机四壁,又要重点保护底部的电机。

为了增加包装的安全性,确定底部缓冲衬垫的厚度为6 cm;根据洗衣机的尺寸,同时考虑环境中温度、湿度等条件因素所产生的边压折损影响^[2],确定底部主体结构外尺寸为640 mm×640 mm。

为确保洗衣机的断面及侧面能更好的承受运输过程中的水平冲击,需在底板四围加护栏结构对洗衣机起限位、护角的作用。

底部的护栏分为A、B两部分,与底座粘合成型,其外尺寸设计见图5。A、B两部分中间为洗衣机排水管留一定的空隙。

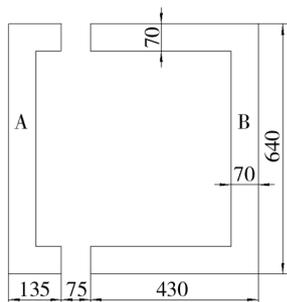


图5 底部护栏俯视图(mm)

Fig. 5 Top view of bottom guardrail

关键部位的缓冲衬垫对电机不仅要起到支撑和缓冲保护作用,还应有足够的侧向支撑刚度^[6],以防因振动和冲击作用产生破损。因此,设计了一个固定结构,用来保护、固定电机,与底板粘合成型。其展开图见图6,结构示意图见图7。

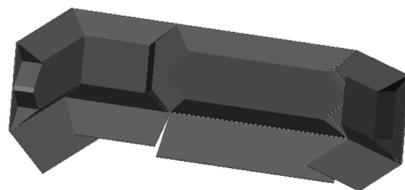


图7 电机保护结构示意图

Fig. 7 Schematic view of motor protection structure

4.2 洗衣机护棱和顶部缓冲衬垫结构设计

为了保护洗衣机的4个棱在运输过程中不因水平冲击而损坏,需要设计护棱结构,其尺寸主要依据洗衣机和底部缓冲衬垫的外尺寸。确定的护棱高为690 mm,其截面外径尺寸设计见图8。

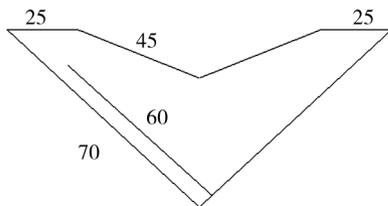


图8 护棱结构截面图

Fig. 8 Section view of protection ridge

洗衣机顶部缓冲衬垫结构与底部相同(无电机保护结构),主要起到角部防护和减小顶部振动的作用。最终设计的缓冲衬垫结构示意图见图9。

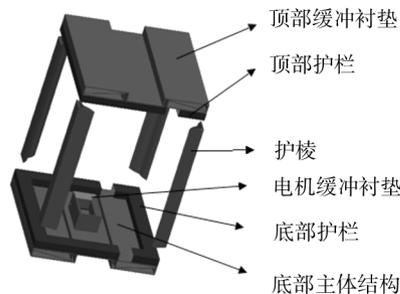


图9 最终设计完成的缓冲衬垫结构示意图

Fig. 9 Schematic view of finished cushion packaging

5 结构的安全性测试

5.1 跌落试验

根据 GB/T 4857.5,对波轮洗衣机包装件进行跌落试验。结合厂家及标准要求,分别对包装件样品进行底面跌落、棱跌落和角跌落,每次跌落后检查产品及包装缓冲衬垫的破损情况。面跌落和棱跌落高度均为 60 cm,角跌落高度为 45 cm。测试完成后,底部主体结构衬垫和电机保护结构有轻微变形,洗衣机外观完好,可以正常工作,通过测试。

5.2 振动试验

根据 GB/T 4857.23,对波轮洗衣机包装件进行随机振动试验。采用标准中推荐的天津外环路随机振动功率密度曲线。测试完成后,底部护栏部分有轻微压痕,但未破损,洗衣机外观完好,可以正常工作,通过测试。

6 结语

1) 由瓦楞纸板性能测试结果的分析知,AB 楞瓦楞纸板综合性能最佳,0941 和 0947 型的衬垫缓冲性能较优,因此可考虑优先采用 AB 楞瓦楞纸板和 0941,0947 折叠型纸板缓冲衬垫进行洗衣机等大型家电的缓冲衬垫设计。

2) 为海尔 XQB45-10B 波轮洗衣机设计的缓冲包装结构完全满足其在运输过程中的安全性需求,因采用全瓦楞纸板可有效降低产品包装对环境造成的污染,并且其成本较低,外箱材料可与其一致,便于统一回收,回收成本低于 EPS 衬垫,符合环保需求,具有较好的发展前景^[7-8]。

参考文献:

- [1] 李志强,刘乘,李国志.液晶电视的瓦楞纸板缓冲结构设计[J].包装工程,2007,28(11):103-104.
- [2] 彭国勋,张波涛.液晶电视全瓦楞纸板缓冲包装设计[J].包装工程,2007,28(7):19-21.
PENG Guo-xun, ZHANG Bo-tao. LCD TV's Cushioning Structure Design with Corrugated Board[J]. Packaging Engineering,2007,28(7):19-21.
- [3] 微型瓦楞包装市场潜力巨大[J].中国包装工业,2008(4):42-43.
Micro-corrugated Packaging Has a Huge Potential Market [J]. China Packaging Industry,2008(4):42-43.
- [4] 许文才.瓦楞纸板衬垫缓冲特性研究[J].包装工程,1997,18(Z1):78-79.
XU Wen-cai. Research on the Cushion Properties of Corrugated Board[J]. Packaging Engineering,1997,18(Z1):78-79.
- [5] 郭彦峰,付云岗,马宴苹.折叠型双瓦楞纸板衬垫动态缓冲特性的试验研究[J].包装工程,2008,29(2):1-3.
GUO Yan-feng, FU Yun-gang, MA Yan-ping. Experimental Research on Dynamic Cushioning Property of Folded-type Double-wall Corrugated Paperboard Cushion[J]. Packaging Engineering,2008,29(2):1-3.
- [6] 郝丽敏.波轮洗衣机纸质环保缓冲包装的若干关键问题研究[D].无锡:江南大学,2012.
HAO Li-min. Research on Some Key Problems of Environmental Protection Paper Cushion Packaging of Pulsator Washing Machine[D]. Wuxi:Jiangnan University,2012.
- [7] 李杨,陈曲.基于 ANSYS 的打印机全瓦楞缓冲包装设计[J].包装学报,2012(2):37-41.
LI Yang, CHEN Qu. Design of Full Corrugated Cardboard Cushioning Packaging for Printer Based on ANSYS [J]. Packaging Journal,2012(2):37-41.
- [8] 缪丽娜.瓷砖产品的全瓦楞纸板缓冲包装设计研究[D].无锡:江南大学,2011.
MIAO Li-na. Cushion Packaging Design Research of Ceramic Tile with Corrugated Board[D]. Wuxi:Jiangnan University,2011.