

液晶电视跌落测试动态脆值分析

赵郁聪, 张丽娜, 刘乘

(陕西科技大学, 西安 710021)

摘要: 论述了液晶电视全瓦楞缓冲包装结构设计方案, 并对跌落测试数据进行了分析, 论证了缓冲衬垫在装配过紧或较松的情况下, 包装件在跌落测试中会产生不同的冲击响应谱曲线。据此提出了动态脆值概念, 利用反推法寻求了最适合的动态脆值, 优化了产品缓冲包装设计。

关键词: 液晶电视; 缓冲包装; 冲击响应谱; 动态脆值

中图分类号: TB485.1; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)09-0040-03

Analysis of Dynamic Fragility of LCD TV in Drop Test

ZHAO Yu-cong, ZHANG Li-na, LIU Cheng

(Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

Abstract: The design scheme of corrugated board cushioning structure of LCD TV was introduced. Drop test was carried out and the data was analyzed. It was proved that different SRS curves of drop test of package will be produced while the pad assembly is too tight or too loose. Accordingly the concept of dynamic fragility value is put forward and reverse method was used to seek the most appropriate dynamic fragility value to optimize cushion design of package.

Key words: LCD TV; cushion packaging; shock response spectrum; dynamic fragility

我国的电子信息产品已进入更新换代的高峰期, 相应电子产品所需的包装箱、缓冲衬垫、托盘等包装材料随之迅速增长, 如 2011 年海尔集团、美的集团纸制品包装材料的费用均比去年增长了 10%^[1]。纸包装在包装行业被认为是绿色包装, 但经过统计分析, 发现纸包装在单位产品耗用包装材料的总碳排放量中占的比重较大。未来的包装发展趋势是包装材料和包装系统总成本的降低, 对于提供整体包装解决方案的包装供应商, 要为用户降低整个产品包装作业、物流、仓储系统的运作成本, 就要选择安全可靠的运输试验标准及设计标准, 使缓冲包装实现破损率与包装成本之间的最佳平衡^[2]。

家电产品在运输搬运过程中易受到跌落、冲击等, 包装件跌落时, 冲击传递到内装物与缓冲垫接触处的最大加速度 A_{\max} , 除与跌落高度有关外, 还与内装物结构、缓冲衬垫结构与衬垫缓冲性能等有关。包装件的损坏模式与内装物的结构动刚度、包装的结构及其特性有关。不同的包装件其损坏模式可能完全不同, 因此, 产品的脆值并非仅与产品的固有特性有

关, 而是具有统计意义的描述产品承受外界载荷作用后临界破损状态的一个度量值。由于外包装、缓冲垫、内包装、内装物在跌落冲击时产生的冲击加速度完全不同, 因此以跌落时内装物产生的冲击加速度作为衡量整个包装件的机械冲击脆值的评价参数^[3]。目前冲击谱作为试验规范已被广泛用于产品的耐冲击设计与冲击环境模拟试验^[4], 即通过对产品受到的冲击加速度信号进行最大冲击响应谱分析, 得到在该冲击脉冲作用下不同固有频率的产品零部件产生的冲击加速度^[5], 可以克服冲击脆值过于保守的不足。

1 液晶电视全瓦包装结构设计

液晶电视结构较简单, 缓冲部位为平面, 适合采用全瓦楞缓冲包装设计。近年来得到了广泛的推广, 亦成为家电产品包装的主流趋势之一, 目前, 国内进行液晶显示器的缓冲包装设计时存在两大难点^[6]。

1) 脆值测定难: 液晶电视属于高精密电子类产品, 价值较高, 因此不可能按照传统的用冲击试验机

收稿日期: 2013-01-11

作者简介: 赵郁聪(1975-), 女, 陕西西安人, 硕士, 陕西科技大学副教授, 主要研究方向为缓冲包装、包装结构等。

确定产品脆值的方法确定每一款产品的脆值。

2) 全瓦缓冲理论不完善: 瓦楞纸板缓冲结构目前尚无精确的理论指导, 设计的产品多为过包装产品, 因此必须对包装件进行严格的包装测试。

以某品牌 42 英寸液晶电视为例, 产品尺寸为 1132 mm×831 mm×355 mm, 产品质量为 25 kg, 其脆值取 90 g。参照不同楞型瓦楞纸板的 $G_m-\delta_s$ 曲线^[7], 根据计算及生产经验, 选用 C 楞纸板, 定量为 300 g/m² 的面纸和 200 g/m² 的芯纸, 纸板厚度约为 4.3 mm, 其性能参数为耐破度 1953 kPa, 边压强度为 10.4 kN/m。根据液晶电视的结构, 缓冲衬垫立体效果图见图 1, 制作的包装件原型见图 2^[6], 其具体尺寸依据

按 GB/T 4857—5 和 ASTM D3332 要求, 采用苏州试验仪器总厂生产的 DY-600-5 的低频运输试验振动台进行振动测试, 采用宁夏吴忠材料试验机厂生产的 DJ-100B 包装件跌落试验机对产品进行跌落测试。

试验后按产品包装测试规范检查包装件的损坏情况, 并对受试样品进行检测。若在一定高度进行跌落试验得到的测试数据, 如跌落的最大加速度、速度变化、脉冲宽度、冲击响应谱峰值及其对应的响应频率等动力学参数, 均在安全许用范围之内, 且跌落后包装结构的变形情况也在允许范围之内, 说明设计的结构及选材合理。

3 动态 G 值的测试分析

针对缓冲结构设计方案, 在 DJ-100B 包装件跌落试验机上进行跌落测试。在衬垫装配较紧和较宽松的 2 种情况下, 对采用瓦楞缓冲包装衬垫的液晶显示器进行了全面的跌落测试, 跌落高度为 500 mm。采用冲击响应谱进行产品脆值实验, 只要产品关键件在所有频率下冲击响应谱的加速度值 G_a 不要超过允许限即可, 阻尼系数设定为 0.05, 滤波频率设定为 5000 Hz。因产品属于较大型的包装件, 故仅对其进行面跌落试验^[8]。

在上述 2 种情况下, 包装件的左面在跌落试验时采集到的冲击加速度脉冲曲线, 以及通过 DASP-V10 动态信号数据采集分析系统对安装在液晶电视几何中心刚性面上的三向加速度传感器采集到的数据进行傅里叶变换处理后得到相应冲击响应谱(SRS)曲线^[9], 见图 3。图 3 中最上面那条为测试面曲线, 其中图 3a 为装配松散时采集的曲线, 图 3b 为装配紧密时采集的曲线。

从图 3 曲线可以看出, 全瓦楞缓冲结构在进行跌落测试的时候: 若缓冲垫结构装配较松散, 即缓冲衬垫与产品间隙较大, 衬垫尺寸较大时, 则加速度-时间曲线中会产生很多杂波, 导致冲击响应谱中对应频域内的 G 值过大; 若缓冲垫结构装配略微过盈, 即缓冲衬垫与产品配合紧密无间隙, 衬垫尺寸设计合理时, 加速度-时间曲线中会出现较为标准的半正弦波, 其冲击响应谱中各频域的 G 值也会比较标准, 试验证明即使动态 G 值达到了接近 140 g, 包装件也没有破损。

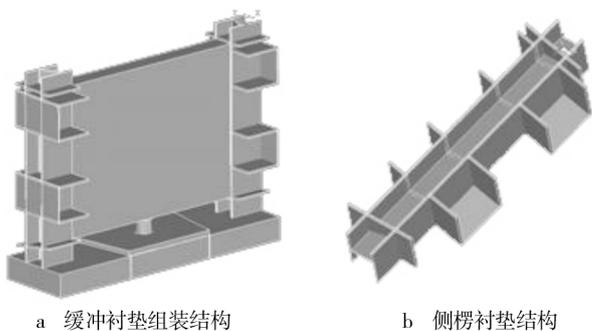


图 1 液晶电视全瓦楞缓冲包装结构

Fig. 1 Structure of corrugated pad for LCD TV



图 2 包装件跌落测试

Fig. 2 Drop test of package

产品的尺寸进行设计。

2 液晶电视包装件跌落测试验收标准

液晶显示器的包装检测: 将运输包装件处于准备运输状态, 将加速度传感器安装在液晶电视几何中心的刚性位置, 对包装件进行安全性测试。按 GB/T 4857—2 的规定进行预处理 4 h, 然后将运输包装件

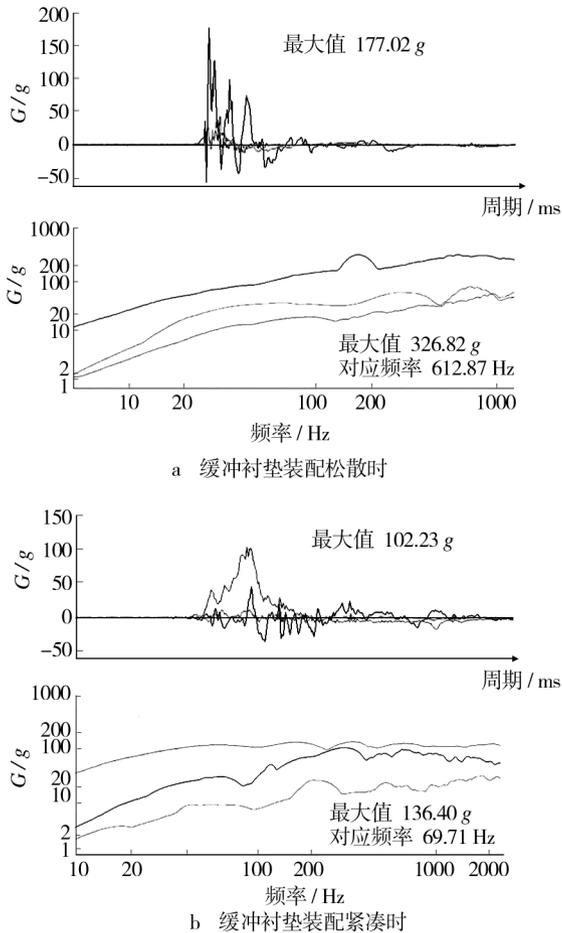


图3 加速度-脉冲曲线及冲击响应谱

Fig. 3 Acceleration-pulse and SRS curves of cushioning pads

4 结语

采用冲击响应谱理论进行缓冲包装设计大约可以节约 10% 的包装成本与包装材料^[3],缓冲衬垫的结构及尺寸设计直接影响了包装件冲击加速度脉冲及响应谱曲线,因此,可将冲击响应谱中各频域的 G 值作为动态 G 值,采用反推优化的设计方法,用相对较精确的 G 值代替传统的过于保守的 G 值^[10]。这样设计的缓冲衬垫既能满足运输过程中的安全性要求,另一方面则为缓冲衬垫的设计提供了可靠的数据,为进一步改进并优化产品缓冲包装设计提供了理论基础。

参考文献:

[1] 陈希荣. 我国家电包装新需求分析与供应链趋势[J]. 中国包装工业, 2010(11): 10-12.

CHEN Xi-rong. The New Demand Analysis and Supply Chaintrend of China's Household Electrical Appliance of Packaging[J]. China Packaging, 2010(11): 10-12.

- [2] 中国机械工业联合会. 现代家电产品包装的发展趋势与创新问题. <http://news.10jqka.com.cn/20100608/c62691101.shtml>.
- China Machinery Industry Federation. The Development Trend and Innovation Problems of Modern Electrical Appliances of Packaging. <http://news.10jqka.com.cn/20100608/c62691101.shtml>.
- [3] 彭国勋. 物流运输包装设计[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2012.
- PENG Guo-xun. Logistics Transport Packaging Design[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2012.
- [4] BRESK F C, IRVING K. Application of Fragility Information in Packaging Design[J]. Packaging Technology, 1986(9, 10): 10-20.
- [5] ASTM Designation: D3332-99, Standard Test Methods for Mechanical-shock Fragility of Products, Using Shock Machine[S].
- [6] 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.
- [7] 宋海燕. 运输包装理论与技术发展动态[J]. 包装工程, 2005, 26(3): 108-110.
- SONG Hai-yan. Analysis of the Development Trends on Transport Packaging Theory and Technology[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(3): 108-110.
- [8] 杨朝丽. 大平面液晶显示器的缓冲包装设计研究[J]. 包装工程, 2009, 30(8): 52-54.
- YANG Chao-li. Research and Design of the Cushion Packaging Structure for LCD with Large Plane[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(8): 52-54.
- [9] 彭国勋, 张波涛. 面向电脑 SRS 要求的缓冲包装设计[J]. 包装工程, 2007, 28(8): 93-95.
- PENG Guo-xun, ZHANG Bo-tao. Cushioning Packaging Design of Computers Required by SRS Specification[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(8): 93-95.
- [10] 张允峰, 彭国勋. 反推 G 值法在缓冲包装设计中的应用[J]. 包装工程, 2008, 29(4): 63-64.
- ZHANG Yun-feng, PENG Guo-xun. Application of G Reverse Method in Cushion Packaging Structure Design[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(4): 63-64.