

技术专论

基于 ANSYS 软件的产品跌落分析与耐跌结构设计

王长智, 陈文革

(浙江科技学院, 杭州 310023)

摘要:以某 MP3 电子产品的计算机模型为研究对象,以有限元技术为核心的分析软件 ANSYS 为平台,通过对产品进行跌落分析模拟,为产品设计和包装技术的研究提供新的思路。可以缩短产品设计周期,降低产品研发成本,使其结果更为科学可靠。

关键词:环境试验;跌落仿真;有限单元法;应力评估

中图分类号: TB482.2; TB484.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)01-0044-03

Drop Simulation Analysis and Structure Design of Product Based on ANSYS

WANG Chang-zhi, CHEN Wen-ge

(Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Finite element analysis software ANSYS was taken as platform and the geometrical model of a MP3 electronic product was taken as an objective through the simulation and analysis of drop processes. The new method and way of thinking was put forward for product design and study of packaging technology. The method can shortening product design period and reducing development cost, and improving reliability of product.

Key words: environmental test; drop simulation; FEM; stress evaluation

家电产品在运输过程中可能会受到冲击和碰撞,研究它们的抗跌落、抗冲击性能就显得尤为重要^[1]。但是像手机、掌上电脑、MP3 等便携式电子产品在使用过程中由于跌落结构很容易发生破坏。80% 的电子产品的损坏来源于跌落碰撞,是人为因素造成的^[2-3]。研发人员往往耗费大量的时间和成本,针对产品做相应的质量实验,最常见的结构实验是对产品实物进行自由跌落实验^[4]。然而,产品自由跌落实验缺陷明显:跌落碰撞作用时间很短,具有破坏性,经验积累难度大,产品的设计开发水平难以提高,同时这是验后结论即只有在实验做过后才能知道产品本身的设计是否存在缺陷,这会造成大量的时间和费用成本的增加^[5]。

基于上述原因,对产品的自由跌落实验采用计算机软件仿真即 CAE 方法,而该方法是以有限元技术为核心的^[6]。以有限元分析软件 ANSYS^[7]为平台,

针对某 MP3 在不同高度进行自由跌落模拟仿真,可得到各种参数,如结构整体应力分析等,可对设计师的设计起到指导。同时根据模拟仿真结果来确定 MP3 外壳结构的薄弱环节,从而指导设计师修改设计,对修改后的设计模型再重复进行上述过程,直到结果满意为止,为产品设计、正确使用和合理包装提供了理论依据。

1 实验

器材:MP3、坚硬的混凝土地面、计算机、ANSYS 软件。

跌落高度:自由跌落的高度为 1 m,在模拟仿真时跌落高度为 1.5 m。

实验:使 MP3 试验样品从某悬挂着的 1.5 m 高位置自由跌落或者从同样高度的口袋中自由跌落到

收稿日期: 2012-10-08

基金项目: 浙江省教育厅科研项目(Y201223999);浙江科技学院开放实验项目(KF2012289)

作者简介: 王长智(1961-),男,杭州人,浙江科技学院讲师,主要从事包装印刷工程实验方面的教学与研究。

地上。而 MP3 等在跌落时通常是以自由落体的速度以某点首先触地,即斜跌落,绕 x 轴逆时针旋转 20° ,绕 z 轴顺时针旋转 15° ,见图 1。



图 1 模型网格划分和斜跌落示意

Fig. 1 Model grid partition and oblique drop

2 建模与计算参数

所选 MP3 由外壳、LCD 屏幕、电池盖(内装电池)组成,产品外形尺寸:200 mm×90 mm×20 mm。外壳、电池盖的壳厚均为 0.55 mm,LCD 屏幕的壳厚为 0.75 mm。本例中涉及到 2 种单元类型,LCD 屏幕、电池盖均使用 SHELL163 壳单元,而电池则使用 SOLID164 实体单元。

实常数定义:对于 MP3,要对外壳、LCD 屏幕的壳单元定义实常数,它包括剪切因子、积分点数和壳厚等。其实常数的具体参数见表 1。

表 1 MP3 定义的实常数

Tab.1 Defined MP3 constants

项目	剪切因子	积分点数	壳厚
外壳	5/6	3	0.55
LCD 屏幕	5/6	3	0.75
电池盖	5/6	3	0.55

材料参数的选取是有限元分析成功与否的关键。使用 2 种材料模型,其中外壳、电池盖和 LCD 屏均使用双线性随动硬化材料模型,而电池则使用线弹性模型,选取的弹性模量 E 、泊松比 μ 、密度 ρ 、屈服应力 Y 见表 2。

表 2 各实体材料模型参数

Tab.2 Material model parameters of each entity

材料	$\rho/(\text{kg} \cdot \text{mm}^{-3})$	$E/(\text{N} \cdot \text{mm}^{-2})$	μ	Y
外壳(电池盖)	1.71×10^{-9}	17 200	0.35	228
LCD 屏	1.64×10^{-9}	10 500	0.30	125
电池	6.10×10^{-9}	70 000	0.29	

LCD 屏幕、电池盖均使用 SHELL163 壳单元,它适用于薄壳结构,适合于非线性大应变特性问题,计算时不仅考虑了拉压刚度,还考虑了弯曲刚度。施加荷载时,严格模拟真实的自重荷载,电池则使用 SOLID164 实体单元。

3 跌落仿真分析

产品结构跌落是一个很复杂的非线性问题,设置不同的跌落高度进行实验,跌落碰撞时间为 0.01 s。根据国家规定跌落高度的优先选择值为 25,100,500,1000 mm 等。为保证安全,先以 1500 mm 跌落高度进行实验,得到产品的 Von Mises 应力图(见图 2)。从

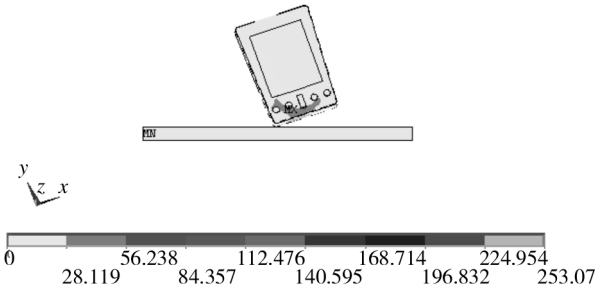


图 2 跌落高度为 1500 mm 时的应力(MPa)

Fig.2 Stress map of 1500 mm drop height

图 2 可知最大应力为 253.071 MPa,超过了外壳能承受的最大屈服应力 228 MPa,说明外壳在该跌落高度已经屈服或破裂。

选择不同的跌落高度:25,100,500,1000,1200,1400 mm 进行仿真模拟,得到外壳结构各个状态的跌落高度-最大应力曲线,见图 3 中的系列 1。

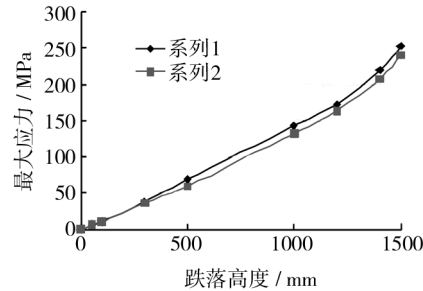


图 3 跌落高度-最大应力曲线

Fig.3 Drop height-maximum stress curve

从计算结果来看,MP3 产品在 1400 mm 高度自由跌落时外壳结构的最大应力为 220.142 MPa,小于

屈服应力,说明该产品在 1400 mm 以下的抗跌落符合设计要求。

4 防跌结构设计

设置不同的壳体厚度进行优化设计。将外壳、电池盖的壳厚均改为 0.5 mm 再进行仿真计算,得到不同跌落高度时的壳体最大应力,见图 3 中的系列 2。从图 3 中可见,在跌落高度分别为 1500 mm 和 1400 mm 时的最大应力为 240.294 MPa 和 207.523 MPa,分别小于外壳、电池盖的壳厚为 0.55 mm 的情况。所以,外壳、电池盖的厚度最终设计为 0.5 mm。

由以上结果,对上述结构的厚度进行设计修改,使该电子产品的跌落工况高度为 1400 mm,超过国家标准。

5 结语

利用 ANSYS 分析工具对 MP3 产品的自由跌落进行仿真模拟并分析,通过超过国家标准的跌落高度和测量 MP3 壳体材料采用 SHELL163 壳单元时耐冲击的能力,避免了破坏性实验带来的损失,从而为 MP3 类电子产品的设计开发、改型、材料选择提供一定的依据。但是,MP3 产品选用的材料不具普遍性,只讨论了单一材料的耐冲击性能,因此这个结论只能对相应的材料电子产品起指导作用,本身存在一定的局限性。

参考文献:

- [1] 陈满儒,张波涛. 基于 ANSYS 的产品缓冲包装的分析与设计[J]. 包装工程,2006,27(6):206-208.
CHEN Man-ru, ZHANG Bo-tao. Analysis and Design of Product Cushion Packaging System via ANSYS[J]. Packaging Engineering,2006,27(6):206-208.
- [2] 朱若燕,李厚民. 空调包装结构的跌落仿真分析[J]. 包装工程,2006,27(6):4-5.
ZHU Ruo-yan, LI Hou-min. Dropping Emulation Analysis of the Packaging Structure for Air Conditioner[J]. Packaging Engineering,2006,27(6):4-5.
- [3] JU R, HSIAO B. Drop Simulation for Portable Electronic Products[C]//The 8th International LS-DYNA Users Conference. Michigan,2004:1-6.
- [4] KIM J W. Optimum Design of a Cellular Phone Using LS-OPT Considering the Phone Drop Test[C]//The 7th International LS-DYNA Users Conference. Michigan,2002:1-10.
- [5] 李鹏忠,张为民,陈炳森,等. 手机环境试验自由跌落的 CAE 仿真[J]. 制造业自动化,2003,25(8):36-38.
LI Peng-zhong, ZHANG Wei-min, CHEN Bing-sen, et al. The CAE Based Simulation for Free Drop of Mobile Phone Environmental Examination[J]. Manufacturing Automation, 2003,25(8):36-38.
- [6] 刘乘,刘晶. 应力-能量法在求取包装材料最大加速度-静应力曲线方面的应用分析[J]. 包装工程,2011,32(1):74-75.
LIU Cheng, LIU Jing. Application of Stress-energy Method in Determination of Packaging Material's Buffer Characteristics[J]. Packaging Engineering,2011,32(1):74-75.
- [7] 宋洪震. ANSYS 在包装工程中的应用[J]. 包装与食品机械,2008,26(3):43-45.
SONG Hong-zhen. Application of ANSYS in Packaging Engineering[J]. Packaging and Food Machinery, 2008,26(3):43-45.
- [8] 华丽,钱静. 洗衣机运输包装件的跌落仿真分析[J]. 包装工程,2008,29(4):61-63.
HUA Li, QIAN Jing. Dropping Simulation Analysis of the Transport Package of Washing Machine[J]. Packaging Engineering,2008,29(4):61-63.