

Lenovo 3000 G430A 笔记本电脑缓冲包装设计

孙聚杰¹, 任艳玲², 郝笑梦²

(1. 青岛科技大学 高分子科学与工程学院, 山东 青岛 266042;
2. 江南大学 机械工程学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 以 Lenovo 3000 G430A 笔记本电脑为研究对象, 确定流通环境、基本参数、脆值等影响因素, 综合运用缓冲包装设计方法, 对其进行缓冲包装设计; 选用蜂窝纸板作为缓冲材料, 计算衬垫尺寸; 借助 Pro/E 软件, 进行三维结构建模; 并与现行缓冲包装进行了比较, 结果表明: 该设计绿色环保, 成本较低, 具有较好的市场发展前景。

关键词: 缓冲包装; 脆值; 缓冲系数; 蜂窝纸板

中图分类号: TB482

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2010)04-0023-04

Cushioning Package Design for Lenovo 3000 G430A Notebook Computer

Sun Jujie¹, Ren Yanling², Hao Xiaomeng²

(1. School of Polymer Science and Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao Shandong 266042, China ;
2. School of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi Jiangsu 214122, China)

Abstract : Cushioning package of Lenovo 3000 G430A notebook computer was studied. Based on the circulation environment, fragility and the explicit size of the designed object, a reasonable cushioning structure of notebook computer was designed following the traditional method of cushioning package. The cushioning material was honeycomb paperboard while the dimension of the structure was computed. With the help of Pro/E software, three-dimensional structure modeling was carried out. Compared with the existing packaging, honeycomb is green material while the cost of the new design is lower.

Key words: cushioning package; fragility; cushion coefficient; honeycomb paperboard

笔记本电脑因质量轻、携带方便, 市场占有率越来越大。电子类产品在运输、装卸、储存等流通环节中, 不可避免地会受到振动、冲击等外力作用。为了有效保护产品, 使其在外力作用下不受损坏, 进行科学、合理的包装设计及缓冲包装设计是至关重要的^[1]。目前电子类产品的缓冲设计主要集中在平板电视、电冰箱、冰柜等产品上^[2], 对笔记本电脑的缓冲包装设计研究较少, 且主要集中在缓冲材料基本性能研究方面^[3-5], 结构设计涉及不多。本文以 Lenovo 3000 G430A 笔记本电脑为例进行笔记本电脑缓冲包装整体设计研

究, 以期选择最合理的缓冲材料和设计最优的包装结构, 使之既满足缓冲保护的要求, 又最大限度地降低包装成本。

1 产品参数及流通环境分析

1.1 Lenovo 3000 G430A 笔记本电脑参数

Lenovo 3000 G430A 笔记本电脑的主要部件有: 外壳、液晶屏、处理器、散热系统、定位设备、硬盘、电池、声卡、显卡、内置变压器等, 其中的易损件为硬

收稿日期: 2010-06-28

作者简介: 孙聚杰(1980-), 男, 山东莱州人, 青岛科技大学讲师, 硕士, 主要从事运输包装和包装工艺方面的教学与研究,
E-mail: sun2004@126.com

盘, 据此进行缓冲包装设计。

1.2 流通环境分析

本文的研究对象为Lenovo 3000 G430A笔记本电脑, 生产地为北京, 销售区域为青岛。两地区同属于我国北方, 气候类型相同, 所以本文暂不考虑温湿度对Lenovo 3000 G430A笔记本电脑缓冲包装的影响。

生产厂家大多选用汽车作为运输工具(一般大的生产厂家都有自己的物流配送车, 从而可以减少搬运次数, 降低磨损率, 提高安全系数)。不论人工装卸还是机械装卸, 都可能因人为或偶发因素使包装件跌落。此时冲击碰撞发生在包装件与地面之间, 其冲击加速度取决于跌落高度, 而冲击力大小除了取决于跌落高度外, 还取决于包装件质量、内衬垫缓冲性能和地面的刚性。

等效跌落高度可以用来衡量包装件在流通过程中跌落冲击能量的大小。跌落高度越高, 冲击能量越大, 产品越容易损坏, 缓冲防护要求就越高。而跌落主要是在装卸过程中由人工作业或机械作业造成的。Lenovo 3000 G430A笔记本电脑的质量是2.4 kg, 根据我国国家标准关于跌落实验跌落高度的规定, 当运输包装件的质量小于10 kg时, 跌落高度为900 mm^[7]。

1.3 产品脆值分析

通常对产品脆值的测定方法有碰撞机试验法、自由跌落试验法、经验估算法、类比法等。根据客户提供的Lenovo 3000 G430A笔记本电脑, 查阅美国电子产品脆值常用数据, 确定其脆值为50g。

2 缓冲包装材料的选用

缓冲包装材料是指包装物品在流通过程中, 因受外力的作用而遭受到冲击和振动时, 能吸收外力产生的能量, 以防止产品受损坏而使用的保护材料。

目前国内常用的缓冲包装材料有: 1) 泡沫塑料, 如聚苯乙烯泡沫塑料、聚乙烯泡沫塑料、聚氨酯泡沫塑料、乙烯-醋酸乙烯共聚物橡塑制品、聚乙烯交联发泡塑料; 2) 纸制品, 包括瓦楞纸板、蜂窝纸板、皱纹纸垫和纸浆模等; 3) 橡胶、木屑、棉花、化纤丝和金属弹簧等; 4) 塑料薄膜气垫、塑料薄膜悬挂等。

本文拟选用绿色包装材料蜂窝纸板作为缓冲衬垫。蜂窝纸板具有环保、易黏合、与蜂窝纸箱协调好、使用范围比泡沫塑料宽等优点, 经过特殊处理后具有阻燃、防潮、防水、防霉以及防静电等保护作用, 且3个方向的缓冲系数差异很大, 缓冲效果较好。其主要以包装纸箱、包装缓冲垫、托盘等结构形式, 应用于电子电工产品、精密仪器、家用电器等产品包装。

3 缓冲包装设计方案

本设计中利用最大加速度-静应力($a_m-\sigma_s$)曲线来确定缓冲衬垫的厚度。对于局部缓冲包装法, 首先根据等效跌落高度找到所对应的曲线, 然后在曲线上找出所对应的许用脆值, 并作1条水平直线, 它与缓冲曲线有很多交点。为节省材料, 一般取与之相交的厚度较小的缓冲材料进行设计, 那么就得出缓冲材料厚度 t , 脆值与该厚度的缓冲曲线就有2个交点。在2个交点之间的曲线上的每一点所对应的加速度值都小于脆值, 在设计时都可选用。但是选择最右边的交点(静应力较大的交点)进行设计时, 用料面积最省; 选择最低点进行设计时, 安全性最高。缓冲厚度确定后, 根据公式 $A=W/\sigma_s$ 计算缓冲面积, 其中 A 为缓冲面积, 单位为 cm^2 ; W 为重力, 单位为 N ; σ_s 为静应力, 单位为 Pa 。

3.1 确定缓冲垫的厚度

蜂窝纸板在跌落高度为900 mm时的 $a_m-\sigma_s$ 曲线如图1所示, 厚度为30 mm的蜂窝纸板在不同跌落高度时的 $a_m-\sigma_s$ 曲线如图2所示。

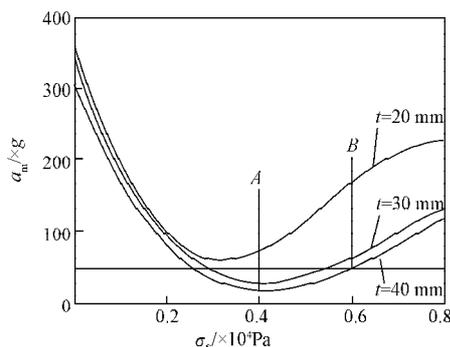


图1 跌落高度为900 mm时的 $a_m-\sigma_s$ 曲线

Fig. 1 $a_m-\sigma_s$ curve with falling height of 900 mm

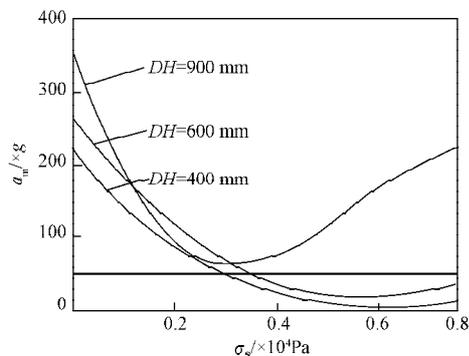


图2 厚度为30 mm时的 $a_m-\sigma_s$ 曲线

Fig. 2 $a_m-\sigma_s$ curve with thickness of 30 mm

图1中, 取 $a_m=50g$ 作1条水平直线与缓冲曲线族相交, 发现其与厚度为30 mm和厚度为40 mm的蜂窝

纸板的 $a_m-\sigma_s$ 曲线中均有 2 个交点。结合图 2, 厚度为 30 mm 的蜂窝纸板在 40, 60, 90 cm 这 3 种跌落高度条件下的 $a_m-\sigma_s$ 曲线, $a_m=50g$ 时与跌落高度为 900 mm 的 $a_m-\sigma_s$ 曲线没有交点, 所以选择厚度为 40 mm 的蜂窝纸板作为 Lenovo 3000 G430A 笔记本电脑的缓冲衬垫。

其中选择 B 点进行最省材料设计, 对应的静应力 $\sigma_{s1}=0.6 \times 10^4$ Pa, 所需的承载面积 A_1 :

$$A_1 = \frac{W}{\sigma_{s1}} \times 10^4 = \frac{2.4 \times 9.8}{0.6 \times 10^4} \times 10^4 = 39.2 (\text{cm}^2) \quad (1)$$

从图 2 可知, 蜂窝纸板的厚度为 40 mm 时曲线与 $a_m=50g$ 的直线的交点最低点是 A 点, 其静应力 $\sigma_{s2}=0.4 \times 10^4$ Pa, 所需的承载面积 A_2 :

$$A_2 = \frac{W}{\sigma_{s2}} \times 10^4 = \frac{2.4 \times 9.8}{0.4 \times 10^4} \times 10^4 = 58.8 (\text{cm}^2) \quad (2)$$

这是最安全的设计方案。由于蜂窝纸板受温湿度变化影响较大, 当环境条件较差时, 其缓冲性能会有所降低, 因此选取缓冲面积较大的安全方案, 即选取缓冲面积 $A_2=58.8 \text{ cm}^2$ 。由于缓冲衬垫是由 2 块相同的缓冲垫组成, 每块衬垫的承载面积为 A :

$$A = \frac{A_2}{2} = \frac{58.8}{2} = 29.4 (\text{cm}^2) \quad (3)$$

以上设计是局部缓冲法的设计, 若进行全部缓冲, 则底面积 A_3 :

$$A_3 = 33.4 \times 23.85 = 796.59 (\text{cm}^2) \quad (4)$$

静应力 σ_{s3} :

$$\sigma_{s3} = \frac{W}{A_3} \times 10^4 = \frac{2.4 \times 9.8}{796.59} \times 10^4 = 0.03 \times 10^4 (\text{Pa}) \quad (5)$$

参照图 1 和图 2, 静应力 $\sigma_{s3}=0.03 \times 10^4$ Pa 与 $a_m=50g$ 均没有交点, 说明静应力过小, 没有必要用整个底面进行全面缓冲保护, 所以选择局部缓冲即可满足产品缓冲保护的要求。

缓冲结构与尺寸的设计除了考虑按缓冲系数和脆值确定厚度外, 还应校核缓冲垫的压缩挠曲。厚度较厚的缓冲垫容易弯曲, 承载能力下降。缓冲设计时通常采用如下的经验公式进行校核:

$$\frac{A_{\min}}{(1.33t)^2} > 1 \quad (6)$$

其中 A_{\min} 为最小承载面积。

将以上计算出的 A_2 作为最小承载面积, 即

$A_{\min}=58.8 \text{ cm}^2$, 厚度 $t = 40 \text{ mm}$ 代入式 (6) 得:

$$\frac{58.8}{(1.33 \times 4)^2} = 2.08 > 1, \text{ 满足压缩挠曲的要求。}$$

3.2 设计缓冲垫造型

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司开发的 3D 实体模型

设计系统, 是现代 CAD 技术发展的里程碑, 代表着 CAD 软件继实体技术和曲面技术之后进入了全新的特征技术时代。它属于高端的 CAD 软件, 支持复杂产品开发的多方面需求。Pro/ENGINEER 是应用最广泛的 3D 实体模型设计软件, 具有完善的 3D 实体模型设计系统和以特征为基础的参数式模型结构。

本设计采用 Pro/ENGINEER 软件, 绘制出 Lenovo 3000 G430A 笔记本电脑的三维视图 (见图 3), 缓冲衬垫图 (见图 4), 包装件的三维造型图 (见图 5)。

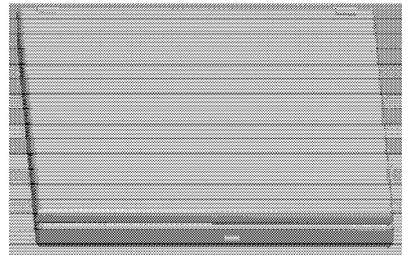
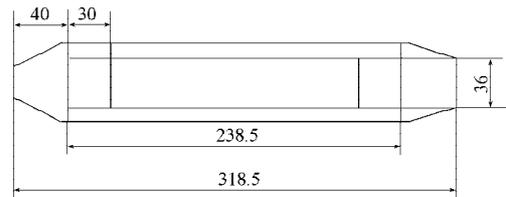
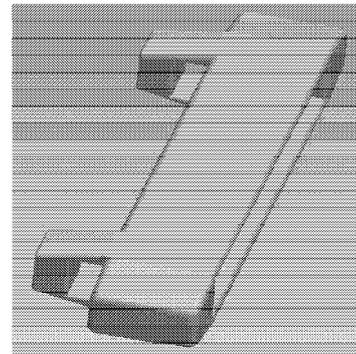


图 3 Lenovo 3000 G430A 笔记本电脑三维视图
Fig.3 3D picture of PC Lenovo 3000 G430A



a) 缓冲衬垫尺寸图/mm



b) 缓冲衬垫三维图

图 4 缓冲衬垫图

Fig. 4 dimensions of cushion pad

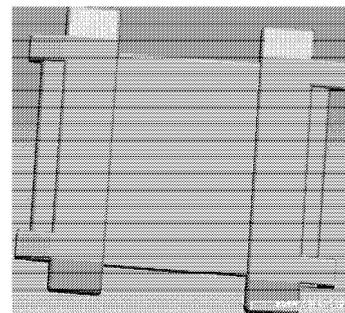


图 5 缓冲包装三维造型图

Fig.5 3D picture of the buffer pad

4 成本比较

现有的 Lenovo 3000G430A 笔记本电脑缓冲衬垫材料为 LDEPE 泡沫, 缓冲垫的质量为 76 g, LDEPE 泡沫的单价为 12 100 元/t, 即 1 台笔记本电脑的缓冲包装成本为 0.92 元。如果选用蜂窝纸板衬垫, 即采用本文的设计方案, 可测算得 1 台笔记本电脑的缓冲包装成本为 0.32 元。2 种设计方法都在不提供缓冲保护功能的部分适当减少缓冲材料的厚度以节省材料, 从而降低包装成本。在同样满足产品缓冲保护功能的前提下, 蜂窝纸板的成本相对较低; 且蜂窝纸板属纸制产品, 可回收利用, 绿色环保。因而本设计中的缓冲衬垫比现有缓冲衬垫更具成本优势, 且符合可持续发展理念, 具有较好的发展前景。

参考文献:

- [1] 邓 丽. 家电气产品的运输包装设计[J]. 国外包装技术, 1990(3): 31-34.
Deng Li. The Transport Packaging Design of Home Electrical Products[J]. International Packaging Technology, 1990(3): 31-34.
- [2] 王志伟, 胡长鹰. 洗衣机包装系统在矩形波冲击下的特性研究[J]. 包装工程, 1997, 18(3): 14-16.
- [3] 孙聚杰, 郝笑梦. 准静态压缩下蜂窝纸板应力-应变模型[J]. 中国印刷与包装研究, 2009(6): 59-63.
Sun Jujie, Hao Xiaomeng. Model for Stress-Strain of Honeycomb Paperboard under Quasi-Static Compression[J]. China Printing and Packaging Study, 2009(6): 59-63.
- [4] 任冬远, 卢立新. 空气垫几何压缩模型的研究[J]. 包装工程, 2008, 29(2): 12-14.
Ren Dongyuan, Lu Lixin. Research on the Geometry Modeling of Airbag in Static Compression[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 12-14.
- [5] 孙聚杰, 卢立新. 疲劳振动对瓦楞纸板承载能力与缓冲性能的影响[J]. 包装工程, 2007, 28(5): 21-23.
Sun Jujie, Lu Lixin. Influence of Fatigue Vibration on the Load Capacity and Cushion Performance of Corrugated Fiberboard[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(5): 21-23.
- [6] 彭国勋. 运输包装[M]. 北京: 印刷工业出版社, 1999: 9.
Peng Guoxun. Transport Packaging[M]. Beijing: Graphic Communications Press, 1999: 9.
- [7] William I K. Developments in Testing Products for Distribution[J]. Package Technology and Science, 2000, 13: 89-98.

(责任编辑: 徐海燕)

第 17 届 IAPRI 世界包装大会在天津圆满闭幕

第 17 届国际包装研究机构协会 (International Association of Packaging Research Institute, 简称 IAPRI) 世界包装大会于 2010 年 10 月 15 日在天津滨海新区圆满闭幕。这次大会由中国包装科研测试中心主办, 为期 3 d。

本届大会为国际包装研究机构协会成立 39 a 来首次在中国举办, 规模超过历届大会。本届大会的主题为“科技创新成就包装”。来自近 30 个国家和地区的 350 多位代表出席了大会。

会议期间, 与会代表就食品安全包装、运输包装、危险品包装、包装设计与原理、包装法规与标准、包装教育、新型测试技术、流通环境测定、包装物流一体化、新型包装材料和环境可持续等主题, 以论文演讲和成果展示等方式进行了充分地研讨与交流。

第 17 届 IAPRI 世界包装大会不仅是一次包装行业的盛会, 一次蕴藏着无限商机的盛会, 一次和谐交流的盛会, 更是中国包装行业打开世界包装大门的一把金钥匙, 将极大地推动中国包装经济的发展。

(中国包装科研测试中心 齐畅)