

基于UG的某洗碗机包装防震垫的设计

许洪龙

(江阴职业技术学院, 江阴 214405)

摘要: 用UG NX软件的三维建模功能设计出了某洗碗机防震垫的模型, 用其高级仿真模块对该防震垫进行了有限元分析, 发现了应力和变形存在的不足。用UG NX软件的优化功能, 以满足应力变形为优化条件, 模型相关尺寸为优化目标, 进行了优化计算, 并对优化结果进一步验证, 发现优化后的产品符合应力变形指标要求。此方法缩短了设计周期, 为类似产品设计提供了一种可靠的设计方法, 有参考价值。

关键词: 包装; 防震垫; 有限元; 优化设计

中图分类号: TB482.2; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)17-0070-04

Design of Antivibration Pad of Dishwasher Packaging Based on UG

XU Hong-long

(Jiangyin Polytechnic College, Jiangyin, 214405, China)

Abstract: Dishwasher antivibration pad model was designed using the three-dimensional modeling function of Unigraphics NX software. Finite element analysis was carried out on the antivibration pad using its advanced simulation module. Deficiencies in stress and deformation were found. The optimization was carried out with the target of model size optimization under the condition of meeting stress and deformation requirement by using the optimization function in UG NX software. The optimization results were verified. The results showed that the optimized products meet stress and deformation requirements. This approach can shorten design cycle. The purpose was to provide reference for similar product design.

Key words: package; antivibration pad; finite element; optimal design

随着能源和原材料的日益紧张, 纸浆模塑制品这一新兴的绿色环保型产品已越来越多地被人们所认识和接受, 原来的泡沫塑料制品已经逐渐被纸浆模塑制品取代。纸浆模塑材料具有原料来源广、无污染、易降解、可回收并可再生利用等优点, 符合环保要求^[1]。随着纸浆模塑制品生产规模的不断扩大和产品性能的不断完善, 目前已被食品包装、家电和工业包装等多领域应用。

UG NX 软件是面向企业工程的 CAD/CAE/CAM 一体化高端软件, 软件中的高级仿真模块吸收了世界优秀的有限元软件, 如 MSC. Nastran, I-deas, Adina, Ansys 和 L-DYNA 等, 其结构分析功能计算精度高、运行速度快, 在诸多行业中得到了广泛应用。用有限元法来对设计的产品进行模拟工况, 对其进行应力变形的分析, 根据分析判断产品是否合格。若强

度和变形存在不足或冗余现象, 则可以借助软件的优化功能, 以相应指标为约束条件, 模型的相关尺寸参数或者体积等指标为优化目标进行优化计算, 从而得到所需模型, 供工程实际参考。笔者研究设计某洗碗机的纸浆模塑包装防震垫。

1 洗碗机防震垫设计

某型号的洗碗机见图 1, 洗碗机的外形尺寸为: 长 600 mm, 宽 420 mm, 高 800 mm。在运输过程中, 洗碗机一般都是竖直放置, 底部垫在防震垫上, 外部用纸箱包装。在搬运过程中会有从高处往下掉落的现象存在, 为了确保洗碗机的安全需采用防震垫, 以起到缓冲作用^[3]。

防震垫设计时重点考虑模型结构, 底部设计成两

收稿日期: 2012-03-06

作者简介: 许洪龙(1975—), 男, 江苏江阴人, 硕士, 江阴职业技术学院副教授, 主要研究方向为机械设计、CAD/CAE/CAM



图1 洗碗机照片

Fig. 1 The photo of dishwasher

排十字型支撑柱用于承载。设计时同时考虑模具加工要方便,故模具的形状应符合模具制造加工工艺的基本要求。根据洗碗机的外形和底部的支撑形式,要求该防震垫在受力的情况下变形量小于 1%,强度满足要求。考虑受力特点,借助 UG NX 软件强劲的三维设计平台,设计出如图 2 所示的防震垫,根据经验,

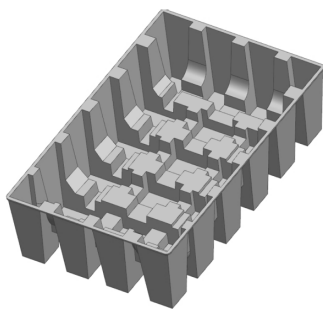


图2 防震垫模型

Fig. 2 The model of antivibration pad

底部厚度 x_1 和侧面厚度 x_2 均设计为 2 mm。

2 防震垫有限元分析与优化

2.1 基本假设

假设材料为塑性,各部分材料性能相同,各向同性,且不考虑温度、湿度等参数的影响。同时假设洗碗机对防震垫下表面的约束为刚性,只考虑静载。材料屈服极限为 3 MPa,弹性模量为 240 MPa,泊松比为 0.01^[3]。

2.2 建立有限元模型

分析并简化防震垫的结构,忽略对计算结果影响不大的圆角、倒角等细小结构^[4-5],用网格类型为 3D 四面体中的 CTETRA(10)类型,对防震垫进行有限元网格划分^[6],得到的有限元模型见图 3。

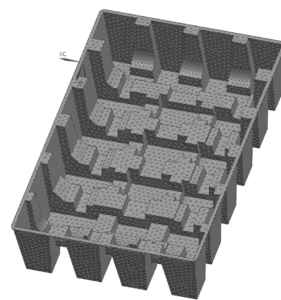


图3 防震垫有限元模型

Fig. 3 Finite element model of antivibration pad

2.3 施加载荷和约束

防震垫的受力主要来自洗碗机对它的压力,根据包装产品的设计规范,考虑动载特点,通过计算得到该洗碗机防震垫所受的压力约为 1240 N。对防震垫指定材料,对底面进行固定约束,对受力面进行施加载荷后得到的工况模拟有限元模型见图 4^[7]。

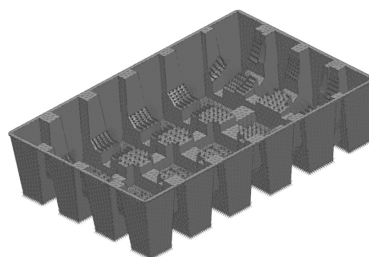


图4 防震垫加载和约束后的模型

Fig. 4 Model of antivibration pad after loading and constraints

2.4 分析计算

利用 UG NX 中的 SESTATIC 101 静力结构求解器^[8],对上述模拟工况后的有限元模型进行解算,结果见图 5。由图 5 可见,当防震垫的厚度为 2 mm 时, X, Y, Z 3 个方向的变形都偏大,最大变形量达到了 57.2 mm,超出了允许的变形量,故不再对应力进行检验。

2.5 优化计算

由上述分析可见,根据经验设计的防震垫在应力和变形指标上均不符合设计要求。以防震垫的应力和变形为约束条件,以防震垫底部厚度 x_1 、侧面厚度 x_2 作为目标函数,设置最大应力为屈服极限的 90%,为 2.7 MPa,设置 X, Y, Z 3 个方向的位移为洗碗机总体尺寸的 1%,即为长 6 mm,宽 4.2 mm,高 8 mm。利用 UG NX 软件的 Altair Hyper Opt 优化类型进

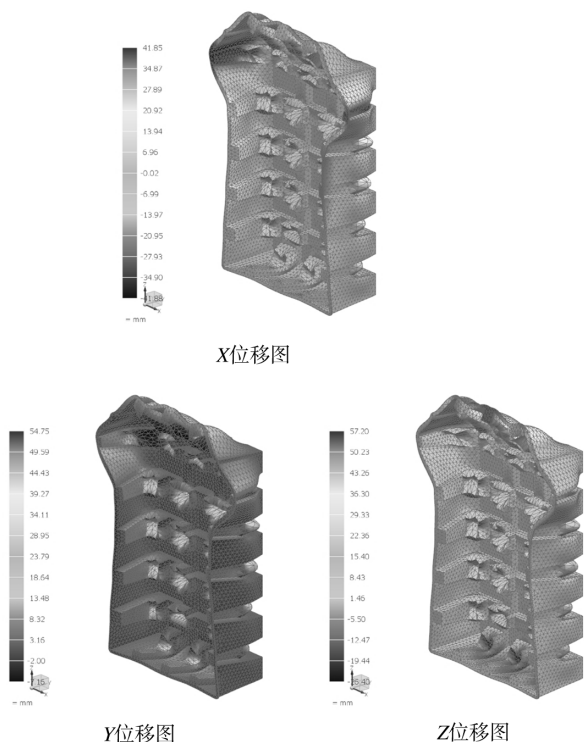


图5 受力后的位移云图(mm)

Fig. 5 Displacement nephogram of direction X,Y and Z after stressed

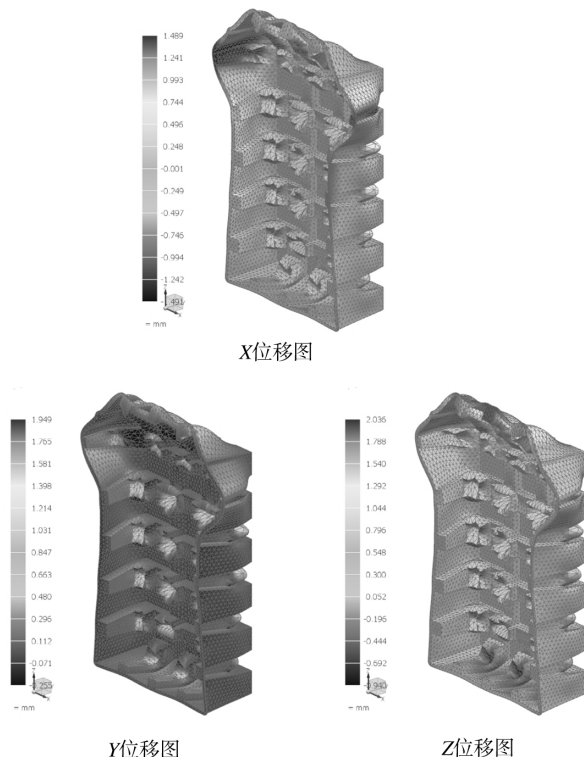


图6 模型更改后的位移云图(mm)

Fig. 6 Displacement nephogram of direction X,Y and Z after stressed and model changed

行优化,设置迭代次数 10 次。对有限元模型进行约束和施加载荷(同前),通过计算,软件优化并自动改写了模型中 x_1, x_2 的尺寸。修改后的尺寸分别为 $x_1 = 3.96 \text{ mm}, x_2 = 2.89 \text{ mm}$ 。根据模具设计和相关制造标准,对上述尺寸取整,定为 $x_1 = 4 \text{ mm}, x_2 = 3 \text{ mm}$,即将底部厚度改为 4 mm ,侧面壁厚改为 3 mm 后,重新建模并对模型进行施加载荷与约束,分析得到的位移图见图 6。

由图 6 可见,模型重新构建后,其变形最大的为 Z 向(对应洗碗机的长度尺寸),为 2.036 mm ,而防震垫本身 X 向长度为 600 mm ,变形量仅为 0.34% ,满足设计需求。模型更改并模拟工况后,应力云图见图 7,由图 7 可得产品最大应力为 2.606 MPa ,小于屈服极限 3 MPa ,满足强度要求。

3 结语

在该纸浆制品的设计中,用 UG 软件对洗碗机的防震垫的三维建模进行构建,用其高级仿真模块对设计的纸浆制品进行变形和应力的校核,并根据计算情

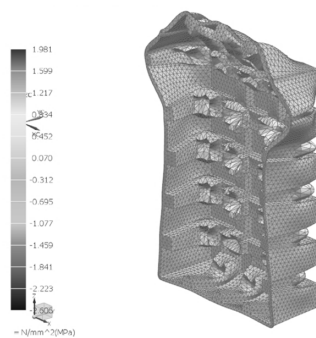


图7 应力云图(MPa)

Fig. 7 The stress nephogram

况进行模型优化决算,得出了满足应力和变形为目标的模型理论尺寸,结合模具设计和制造的实际情况从而确定了最终尺寸,利用 UG NX 软件重新验算,发现优化后的设计满足各项指标要求。此举省去了试开模具、试生产这些环节,节约了生产成本,避免了不必要的资源、人力和财力投入,很好地避免了产品强度不够和变形过大等现象,明显缩短了设计周期,充分发挥了 UG NX 软件的 CAE 功能,对其他类似产品的设计有很好的参考价值。

参考文献:

- [1] 李新芳. 纸浆模塑材料性能的研究现状和开发应用[J]. 包装工程, 2009, 30(1): 124.
LI Xin-fang. Research Progress and Application of Pulp Molded Material [J]. Packaging Engineering, 2009, 30 (1): 124.
- [2] 鄂玉萍, 王志伟. 纸质缓冲材料能量吸收特性研究进展 [J]. 振动与冲击, 2010, 29(5): 40—44.
E Yu-ping, WANG Zhi-wei. Advance in Study on Energy-absorbing Property of Paper-based Cushion Packing Materials [J]. Journal of Vibration and Shock, 2010, 29 (5): 40—44.
- [3] GURZVSP, BEREZNITSKIA, HEIDWEILLER A, et al. Mechanical Properties of Paper-pulp Packing [J]. Composites Science and Technology, 2003, 63: 1325—1334.
- [4] LANNIELLO Carmine, MAFFEI Luigi. A Lumped Parameter Model for the Iterative Analysis of Cylinder like Ant Vibration Mounts [J]. The Journal of the Acoustical Society of America, 1982, 72(2): 482—487.
- [5] ZUO Kong-tian, CHEN Li-ping, ZHANG Yun-qing, et al. Study of Key Algorithms in Topology Optimization [J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2007, 32: 7—8.
- [6] H SUEH W J. Analysis of Vibration Isolation Systems Using a Graph Model [J]. Journal of Sound And Vibration, 1998, 216(3): 399—412.
- [7] HOFFMANN J. Compression and Characteristics of Molded Pulp Packaging [J]. Packaging Technology and Science, 2000 (13): 211—220.
- [8] 庄宿涛, 孟晓军. 基于UG的液体黏性调速离合器被动轴有限元分析 [J]. 机电产品开发与创新, 2011(6): 101—102.
ZHUANG Su-tao, MENG Xiao-jun. UG-based Finite Element Analysis of Driven Shaft in Hydro-viscous Drive [J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2011(6): 101—102.

(上接第 62 页)

异面力学性能研究。得出了蜂窝壁厚边长比和冲击速度对蜂窝材料的动态峰应力的影响规律,并给出了相应峰应力的计算公式,为高速冲击研究提供依据,同时为蜂窝缓冲优化设计提供理论参考。

参考文献:

- [1] 王冬梅. 纸蜂窝压缩临界应力经验评估 [J]. 包装工程, 2007, 28(8): 14—15.
WANG Dong-mei. Critical Compression Stress Evaluation for Paper Honeycombs [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(8): 14—15.
- [2] YAMASHITA M, GOTOH M. Impact Behaviour of Honeycomb Structures with Various Cell Specifications-numerical Simulation and Experiment [J]. International Journal of Impact Engineering, 2005, 32(1—4): 618—630.
- [3] WU E, JIANG W S. Axial Crush of Metallic Honeycombs [J]. International Journal of Impact Engineering, 1997, 19(5—6): 439—456.
- [4] FAN Xin-yu, VERPOEST Ignaas, VANDEPITTE Dirk. Finite Element Analysis on Out-of-plane Compression Properties of Thermoplastic Honeycomb [C]. Sandwich Structures 7: Advancing with Sandwich Structures and Materials. Proceedings of the 7th International Conference on Sandwich Structures, 2005: 875—884.
- [5] LEVENT A, ALASTAIR F Johnson, BERND H K. Numerical Modelling of Honeycomb Core Crush Behaviour [J]. Engineering Fracture Mechanics, 2007.
- [6] WIERZBICKI T. Crushing Analysis of Metal Honeycombs [J]. International Journal of Impact Engineering, 1983, 1 (2): 157—174.
- [7] 张安宁, 童小燕, 刘效云, 等. 不同速率下蜂窝纸板静态压缩特性的试验研究 [J]. 包装工程, 2004, 25(3): 19—20.
ZHANG An-ning, TONG Xiao-yan, LIU Xiao-yun, et al. The Research on Static Compression Properties of Honeycomb Paperboard at Different Compression Rates [J]. Packaging Engineering, 2004, 25(3): 19—20.
- [8] 郭彦峰, 张景绘, 许文才, 等. 蜂窝纸板及其衬垫缓冲特性研究 [J]. 包装工程, 2002, 23(5): 110—112.
GUO Yan-feng, ZHANG Jing-hui, XU Wen-cai, et al. Research on the Cushioning Properties of Honeycomb Paperboard and Its Cushion [J]. Packaging Engineering, 2002, 23(5): 110—112.
- [9] 王梅. 蜂窝纸板缓冲性能的研究及应用 [J]. 包装工程, 2000, 21(4): 5—8.
WANG Mei. The Research of The Honeycomb Fiberboard Cushioning Performance and The Application [J]. Packaging Engineering, 2000, 21(4): 5—8.