

利用仿真分析实现新材料的创新设计

分析和优化工具帮助三星工程师在不牺牲性能的条件下降低设备成本

By Beverly A. Beckert

韩中合资的苏州三星电子公司开发和生产主流家电产品,包括冰箱和洗衣机等。公司通过在不牺牲产品性能的同时减少材料的使用,从而不断寻求新的途径来提升竞争力。

家电产品是竞争非常激烈的市场,所以家电设备制造商在创建新的设计时特别强调技术创新和成本效益。而简化产品结构和控制生产工艺是成本控制的重要因素,原材料的选择在降低成本方面起着重要作用。

仿真技术在三星实现这些目标方面

扮演着重要角色,为其商业产品线挖掘轻量化机会和替代材料的机会。

轻量化实现皮带轮的优化

程福萍,苏州三星经理,解释道公司为其某一型号的洗衣机优化皮带轮的设计。皮带轮在电机和滚筒之间起转乘作用。

传统的皮带轮通常为铸铝材料,由于生产成本的压力,像苏州三星这样的企业已经开始关注通过优化设计或使用新材料来减少皮带轮的重量,其中性能和成本是主要的考虑因素。所以苏州三星利用拓扑

优化技术来满足相关设计和材料的挑战。

为了实现皮带轮的优化设计,苏州三星选择了OptiStruct, Altair HyperWorks计算机辅助工程工具和现代结构分析与优化求解器的重要部分。“OptiStruct给我们提供了重要的优化功能,比如拓扑、尺寸和形状优化。”程工说,“我们对通过拓扑优化来获得最有效结构或材料布局特别感兴趣。”

苏州三星的工程师找出最优的材料布局或轮辐区最小的体积,优化5辐皮带轮。



“利用OptiStruct进行的拓扑优化帮助我们减少了可观的结构重量,使我们找到最优化的材料布局,而无需大量的试验,同时满足机构性能要求。”

—程福萍,工程经理,苏州三星电子公司

拓扑优化之后先创建4辐皮带轮。形状优化能够使工程师确定轮辐末端岔开的角度。相对于5辐皮带轮,重新创建的CAD模型显示皮带轮的总体积减少了6%。

现在,铸铝材料4辐皮带轮已经得到了大规模生产,三星公司也通过皮带轮的再设计获得了专利。尼龙材料的皮带轮目前还处于试验阶段。三星公司继续使用OptiStruct和HyperWorks CAE套件来挖掘可使用的替代材料,进一步降低皮带轮的成本,增强性能。

为材料替代设计

为了保持生产成本的下降,苏州三星考虑改变冰箱门盖的设计。冰箱门由上门盖、下门盖、钢板、内胆以及发泡料组成。ABS工程塑料通常是通过注塑成型而制成,用在上门盖和下门盖上,被安装在门端,固定门的位置。

为了控制成本,公司试图用HIPS来替代门盖的ABS材料进行注塑成型。不幸的是,在物理试验中,HIPS制成的门盖在三星的温度循环试验中发生了开裂。

工程师通过仿真来验证他们的物理测试结果,从而找到HIPS门盖设计的修改方法,消除开裂现象。

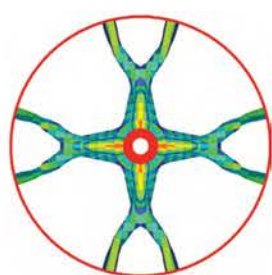
赵守振,CAE工程师,解释道,在物理可靠性测试过程中,门被放置在变温室内,温度起初先降低到令人不寒而栗的水平,然后提升到高温状态,最后再降到冰点。在这个温度循环过程中,由HIPS材料制成的冰箱上下门盖的顶部表面发生了开裂,裂纹开始于门盖前边缘的中间位置。

苏州三星的工程师开始对材料、结构和注塑成型流程进行分析,找出开裂的原因。他们知道相比ABS,HIPS的强度和韧性要差一些,并且热膨胀系数要大,在温度急剧变化的情况下变形较大。显而易见,材料的改变是导致开裂的主要因素。

其次,出于美观的角度,门盖的边缘采用了平面



铸铝材料5辐皮带轮的原始设计



Altair OptiStruct拓扑优化结果



铸铝材料4辐皮带轮的优化CAD模型



优化后的铸铝材料4辐皮带轮现在已批量生产

Design Strategies

倒斜角的形式,导致了外边缘强度的降低。在注塑成型的过程中,上门盖采用三点进胶,中间部位存在浇口,下门盖采用两点式进胶,中间部位存在熔接线,在浇口和熔接线附近会产生残余应力,这种残余应力的存在会加剧门盖在中间部位开裂的风险。

仿真催生解决方案

为了定性和定量分析门盖在热膨胀和收缩状态下的应力,工程师使用了HyperMesh,高效的有限元前处理工具

和RADIOSS,结构分析和优化求解器;两者都是Altair HyperWorks CAE解决方案中的一部分。工程师利用HyperMesh创建了冰箱门盖的温度场的计算机仿真。钢板和内胆采用面网格划分,发泡料采用体网格。

因为每个部件的材料参数是在室温下测定的数据,所以模拟分为两个工况:从室温到低温(工况1)和从室温到高温(工况2)。

仿真分析指出,在工况1中,门盖的应

力和变形较大,即门盖开裂是由低温时的收缩引起的,这与实验结果是一致的,最大应力发生在上下门盖的前边缘的中间部位,与实际断裂部位也是吻合的。

材料由ABS改为HIPS后,安全系数由2.0降低到1.3,由于HIPS更低的应力限制,最大变形也由2.8mm增加到3.3mm。再加上温度循环累计的效应,所以门盖会发生开裂。工程师接下去开始评估防止开裂的方法,从增加门盖顶部表面的厚度和增加纵向和横向加强筋开始。



“HyperWorks提升了我们产品的质量,同时获得竞争的价格优势,也增强了我们的研发能力并达到产品研发的目标。”

— 赵守振, CAE工程师, 苏州三星电子公司

“我们提出了两种改进方案,然后利用HyperMesh分别进行CAE分析,”赵工说,“经过分析,延长加强筋的长度和高度的方案将门盖的安全系数增加到2.0,和ABS材料的安全系数一样。”门体整体变形也由3.3mm减小到2.3mm(超过ABS)。

尽管上下门盖重量分别增加27.6g和17.5g, HIPS的成本还是少于ABS;所以即使重量稍有增加, HIPS还是降低了整体的材料成本。

利用低成本的材料改进强度

利用HyperWorks CAE工具进行有限元分析,苏州三星快速验证了门盖开裂的

原因。通过仿真分析,工程师能够改进门盖的结构强度,将ABS更换为HIPS材料,实现更低的成本效益的目标。

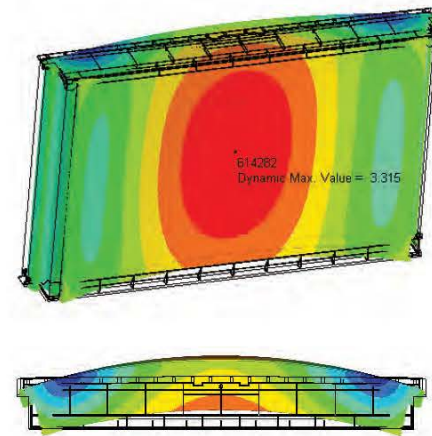
“利用HyperWorks工具来分析温度场、提高产品质量和成本竞争力,同时增强了研发目标,这是家电制造商的一个成功案例,”赵工说,“HyperWorks使我们实现了创新,利用新的材料来保持产品竞争力,维护高品质的产品声誉。” **C2R**

Beverly A. Becker任《Concept To Reality》杂志编辑部主任。苏州三星电子公司工程经理程福萍, CAE工程师赵守振对本文亦有贡献。

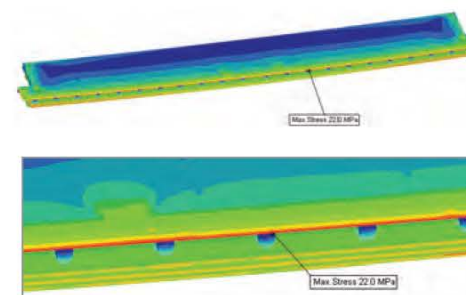
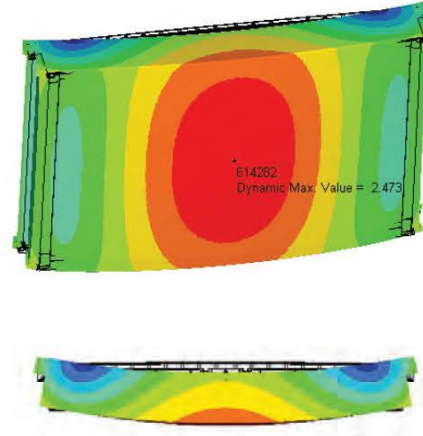
欲了解OptiStruct、Radioss、Hyper Mesh的详细信息,请访问www.C2Rmagazine.com/2013



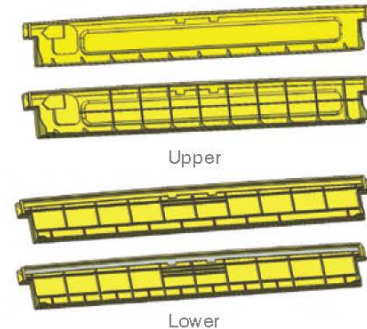
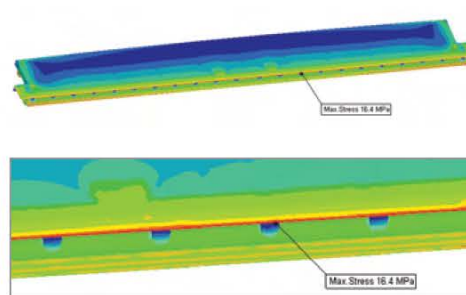
温度循环后冰箱门盖开裂



工况1(左)和工况2(右)的门体整体变形云图(HIPS)



工况1(左)和工况2(右)的上门盖应力云图



上门盖(上)和下门盖(下)的原始和改进优化对比



System Simulation DSHplus

DSHplus is a simulation program especially developed for the dynamic non-linear calculation of complex hydraulic and pneumatic systems and components. DSHplus models also comprise 1D mechanical structures and controller elements of the mechatronic system.

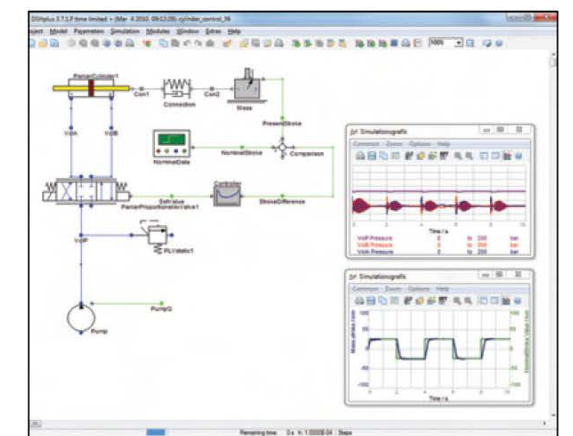
Benefits:

- Applicable for analysis of system dynamics, system revision, component selection, component development, and fault diagnosis;
- Compresses the product development cycle by detecting errors in an early state of the development process;
- Optimizes the development process for the product life.

“With the engineering tool DSHplus, we are in a position to design quickly and flexibly simulation models of complex hydraulic systems for conception analysis. FLUIDON provides competent and expeditious support in the development of highly specialized simulation models for research and development.”

Dr.-Ing. David van Bebber

Ford Forschungszentrum Aachen GmbH, Germany



To learn more about DSHplus, visit fluidon.com

