

文章编号:1671-251X(2015)12-0070-03

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.12.019

王波,宋玉彬,王鑫.基于ANSYS Workbench的隔爆壳体目标驱动优化设计[J].工矿自动化,2015,41(12):70-72.

基于 ANSYS Workbench 的隔爆壳体 目标驱动优化设计

王波¹, 宋玉彬², 王鑫²

(1.中煤科工集团常州研究院有限公司,江苏常州 213000;

2.北华航天工业学院 电子与控制工程学院,河北廊坊 065000)

摘要:为了更加高效地设计具有最优壁厚的煤矿设备隔爆壳体,使用 Pro/E 三维设计软件建立隔爆壳体的三维参数化模型,设置需要进行优化的变量,应用 ANSYS Workbench 有限元分析软件对模型进行有限元分析并对变量进行目标驱动优化分析,得出在满足防爆要求和壳体质量最轻情况下的最优壁厚,从而节约了材料,降低了设计成本。

关键词:隔爆壳体;目标驱动优化;ANSYS Workbench;Pro/E

中图分类号:TD684 文献标志码:A 网络出版时间:2015-12-04 15:45

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20151204.1545.019.html>

Goal driven optimization design of flameproof shell based on ANSYS Workbench

WANG Bo¹, SONG Yubin², WANG Xin²

(1.CCTEG Changzhou Research Institute, Changzhou 213000, China; 2.School of Electrical and Control Engineering, North China Institute of Aerospace Engineering, Langfang 065000, China)

Abstract:In order to design flameproof shell of coal mine equipment with the optimum wall thickness more efficiently, three-dimensional parametric model of the flameproof shell was established and variable need to be optimized was set by use of Pro/E three-dimensional design software, finite element analysis of the model and goal driven optimization analysis of the variable were performed by use of ANSYS Workbench finite element analysis software, and the optimum wall thickness was obtained which meet requirement of flameproof and the lightest shell weight, so as to save material and reduce design cost.

Key words:flameproof shell; goal driven optimization; ANSYS Workbench; Pro/E

0 引言

所谓隔爆壳体,是指将可能点燃爆炸性气体混合物的设备全部封闭在一个外壳内,该外壳能够承受通过外壳任何接合面或结构间隙,渗透到外壳内部的可燃性混合物在内部爆炸而不损坏,并能保证内部的火焰气体通过间隙传播时降低能量,不足以引爆壳外的气体^[1]。隔爆壳体是处于爆炸性气体环

境中机电设备的主要防护装置,尤其在化工厂及煤矿井下应用广泛。目前,GB 3836.2—2010《爆炸性环境 第2部分:由隔爆外壳“d”保护的设备》已经对隔爆壳体的具体结构形式进行了规定,但如何寻找最优的壳体壁厚,使得其既能满足强度要求,又能使壳体质量最轻,仍依靠设计人员的经验,因此往往所设计的隔爆壳体虽然满足安全性要求,但质量过重、浪费材料且不利于搬运移动^[2-4]。

收稿日期:2015-09-18;修回日期:2015-11-14;责任编辑:盛男。

基金项目:中煤科工集团常州研究院有限公司科研项目(14SY006-05)。

作者简介:王波(1988—),男,山东德州人,助理工程师,硕士,主要从事防爆产品检测、检验工作,E-mail:723895682@qq.com。

现阶段,各种机械优化设计理论广泛发展,但对于一般企业尤其小企业来说,使用复杂的优化理论去解决问题不太现实;而使用 CAD 与 CAE 软件对机械结构进行设计往往过程繁琐^[5-6]。因此,本文应用 Pro/E 三维设计软件与 ANSYS Workbench 有限元分析软件进行联合仿真,设置优化目标,自动寻找最优参数,对隔爆壳体进行目标驱动优化设计,使得该隔爆壳体既能满足强度要求,又能最大限度地节约材料,同时提高设计效率。

1 隔爆壳体参数化建模

某煤矿设备隔爆壳体尺寸(长×宽×高)为 600 mm× 460 mm × 240 mm,在 ANSYS Workbench 平台进行强度仿真时,先创建隔爆壳体的三维模型,并使用 Pro/E 软件进行参数化建模。由于隔爆壳体内的电气设备大小固定,隔爆壳体内腔尺寸也随之固定,所以只将壳体壁厚作为优化变量,并设为 DS_T。

2 隔爆壳体目标驱动优化分析

本文优化的目的是寻找最优的壳体壁厚,使其构成的隔爆壳体具有最小质量的同时满足规定的抗压强度。

2.1 优化过程

在进行目标驱动优化时,为了节约计算时间和成本,需要对优化变量赋初值。根据煤矿设备隔爆壳体需承受 1 MPa 瓦斯爆炸压力的要求,在进行优化设计前,使用 ANSYS Workbench 对隔爆壳体的三维模型进行有限元分析。采用 Q690 钢板作为壳体材料,其屈服应力为 690 MPa。依据经验分别设置 DS_T=8 mm 和 DS_T=12 mm 作为壳体壁厚初值,得到应力云图分别如图 1、图 2 所示。

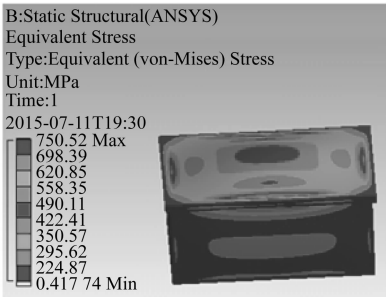


图 1 壳体壁厚为 8 mm 时应力云图

从图 1 可看出,隔爆壳体在壳体壁厚为 8 mm 时的最大应力为 750.52 MPa,大于材料的屈服应力,不满足使用条件;从图 2 可看出,隔爆壳体在壳

体壁厚为 12 mm 时的最大应力为 591.85 MPa,小于材料的屈服应力,满足使用条件。因此在进行自动优化时,设置壳体壁厚取值范围为 8~12 mm。进行优化设计所需的相关输入/输出参数见表 1。

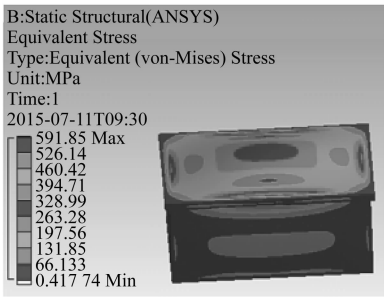


图 2 壳体壁厚为 12 mm 时应力云图

表 1 输入/输出参数

参数	单位	参数类型
壳体壁厚	mm	输入参数
最大应力	MPa	输出参数
壳体质量	kg	输出参数

然后利用 ANSYS Workbench 软件中的 Goal Driven Optimization 优化程序进行优化。优化程序将输入参数(壳体壁厚)平均分为 10 组进行试验,并记录每组试验的输出参数,得到壳体壁厚与最大应力的关系曲线如图 3 所示。

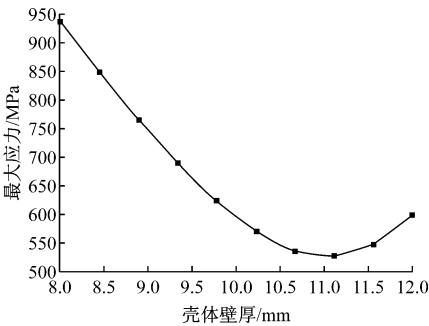


图 3 壳体壁厚与最大应力的关系曲线

2.2 结果处理与分析

从壳体壁厚与最大应力的关系曲线中理论上可得到最优的壳体壁厚,但由于只计算了 10 组数据,仍不是最优结果,需要对所得结果进一步处理。首先设置变量的权重,以便程序进行分析。变量优化目标及权重设置见表 2。

表 2 变量优化目标及权重设置

项目	最大应力	壳体质量
目标	小于 690 MPa	最轻
权重	高	低

设置权重后,优化程序继续对结果进行更加细

致地计算,本文设置进行 100 次细分运算,并根据所设置的目标选择最优的计算结果,如图 4 所示,其中曲线①—③即为程序推荐的最优曲线,具体优化结果见表 3。

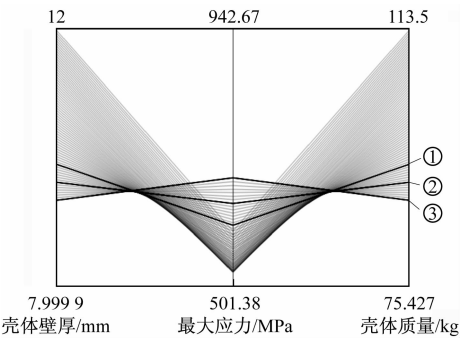


图 4 最优曲线

表 3 优化结果

曲线	壳体壁厚/mm	最大应力/MPa	壳体质量/kg
①	9.90	606.01	93.4
②	9.62	664.32	90.8
③	9.34	687.36	88.1

从表 3 可看出,曲线①中壳体质量最重,而曲线③中最大应力最接近壳体材料的屈服应力 690 MPa,故综合考虑安全系数及壳体质量最轻的要求,选择曲线②即壳体壁厚为 9.62 mm 作为最优壁厚。

3 结语

通过使用 Pro/E 三维设计软件对某隔爆壳体进行参数化建模,基于 ANSYS Workbench 有限元分析软件的目标驱动优化功能对隔爆壳体进行优化设计,得出在满足屈服应力要求和壳体质量最轻情况下的最优壳体壁厚,从而达到减少材料用量、减轻设计工作强度的目的,可为同类型壳体的设计提供借鉴。

参考文献:

[1] 李孝杰. 电气隔爆理论及新防爆方法探讨[J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(6): 89-91.

[2] 李岩, 蔡冬霞. 基于 SolidWorks 的矿用隔爆电池箱壳体优化设计[J]. 工矿自动化, 2011, 37(2): 74-76.

[3] 姜振南, 顾巧明, 毛华锋, 等. 矿用隔爆产品减重方法研究[J]. 煤矿机械, 2013, 34(8): 20-22.

[4] 郭春红, 王俊峰, 郭俊杰. 隔爆外壳门体的优化设计[J]. 科技创新与生产力, 2014(12): 57-59.

[5] 丁杰, 荣智林. 基于 ProE 和 ANSYS 的变流器柜体结构分析[J]. 变流技术与电力牵引, 2008(2): 27-31.

[6] 汪宇, 王东方. 基于 AnsysWorkbench 的立式加工中心床身有限元分析和优化设计[J]. 制造业自动化, 2009, 31(9): 129-131.