

# 脱硫塔载荷有限元分析与理论计算比较

李旭朋

(中国恩菲工程技术有限公司 化工事业部, 北京 100038)

[摘要] 应用 ANSYS 有限元软件和 SW6 软件对脱硫吸收塔进行结构计算分析, 在不同载荷作用下得到结果进行对比分析, 发现地震载荷以均匀的水平加速度施加的加载方式的有限元计算结果与常规计算相对误差较大。

[关键词] 脱硫吸收塔; 有限元分析; 地震载荷

[中图分类号] X701.3 [文献标志码] B [文章编号] 1003-8884(2015)02-0019-04

## 0 前言

二氧化硫是煤燃烧的直接产物, 它的大量排放, 导致降雨酸化, 腐蚀植被、森林和建筑物, 破坏人类的生存环境。控制燃煤电厂二氧化硫排放, 减少酸雨发生, 是环境保护的重要任务之一。烟气脱硫是降低煤燃烧所产生主要污染物二氧化硫的重要措施。目前, 我国的火力发电厂以湿法烟气脱硫为主。吸收塔是湿法脱硫系统的核心设备, 因此对其合理设计及优化在工程中十分重要。

脱硫吸收塔为大型薄壁钢制圆筒形结构, 烟气的进、出口烟道开孔率较大, 内部有多层的喷淋和除雾装置且设有支撑梁, 设备尺寸大, 负荷范围宽且种类多, 防腐要求高, 结构形式特殊且复杂, 在结构分析中存在很多值得研究的技术难题。对于该类脱硫吸收塔的结构设计, 目前尚无现成完全适用的设计规范可循, 在很大程度上依赖于工程经验, 缺乏必要的理论分析和指导, 这对设备结构的安全设计稳定运行以及经济性是不利的。

近年来, 随着有限元计算软件的应用越来越广泛, 许多工程应用中的脱硫吸收塔设计都基于有限元计算。由于吸收塔结构的上述的特殊性, 在对吸收塔进行有限元计算时, 需要用梁、壳单元相结合的方法进行分析模拟。在进行计算时, 所考虑的载荷主要有内压, 风载荷和地震载荷。为了确定吸收塔有限元计算在工程实际应用中的可靠性, 本文对各种载荷加载方法的有限元计算结果进行研究。

[收稿日期] 2015-01-02

[作者简介] 李旭朋(1982-), 男, 河北保定人, 工程师, 工学硕士, 主要从事硫酸设备及脱硫设备的设计工作。

## 1 有限元计算与常规计算对比研究

以下对简化模型的不同加载方式的有限元计算结果与常规计算的结果进行对比。对比分析模型的计算条件为: 塔体内径: 1000 mm, 壁厚 10 mm, 筒体长度 6000 mm; 裙座内径 1000 mm, 壁厚 10 mm, 长度 1000 mm; 上下均为球形封头, 壁厚 10 mm。材料密度按  $7850 \text{ kg/m}^3$ , 弹性模量  $2 \times 10^5 \text{ MPa}$ , 泊松比 0.3; 内压 0.1 MPa; 基本风压 500 Pa, 地震烈度 7 度, 场地土类型 II, 场地土粗糙度类别 B。有限元计算采用 ANSYS 软件, 选用壳单元 shell63, 根据载荷的对称性建立图 1 所示有限元计算模型。对塔底做全约束, 对称面施加对称约束。网格剖分图见图 2, 共剖分 5625 个单元。

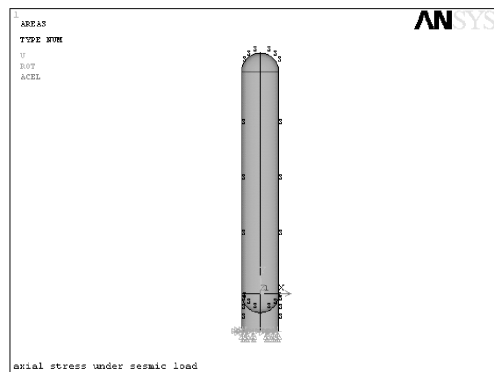


图 1 有限元计算模型

### 1.1 载荷处理

由于 SW6-1998 考虑附件质量计算系数为 1.2, 为此有限元计算中材料密度乘以 1.2 倍。

风载荷: 风压利用表面效应单元施加, 但乘以系数 1.19 (即体型系数  $K_1 = 0.7$ , 由于  $H < 20 \text{ m}$ , 风振系数  $K_2$  取 1.7,  $K_1 \times K_2 = 0.7 \times 1.7 = 1.19$ )

地震载荷: 阻尼比取为 0.01, 则阻尼调整系数

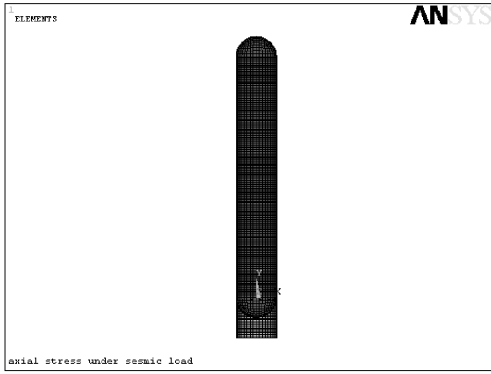


图2 网格剖分图

为 1.519。地震烈度为 7 度 (0.1 g), 地震影响系数最大值为 0.08, 由于塔的一阶自振周期为 0.07 s, 可算得地震影响系数为 0.096, 塔体从上到下, 地震载荷按均匀的水平加速度 0.096 g 施加。

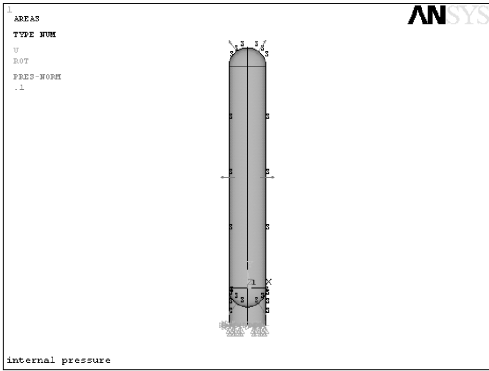
自重: 施加竖直方向的重力加速度 g。

各种载荷的加载如图 3 所示。

## 1.2 计算结果

### 1.2.1 内压

内压作用下计算结果如图 4 所示, 远离连接边界区, 塔体环向应力为 5 MPa, 轴向应力为 2.5 MPa。



a. 内压

### 1.2.2 风载荷

风载荷作用下计算结果如图 5 所示, 由于塔体筒体与封头连接区存在边缘应力, 此处仅考察裙座底部的轴向压应力, 为 2.81 MPa。

### 1.2.3 地震载荷

地震载荷作用下的计算结果如图 6 所示, 仅考察裙座底部的轴向压应力, 为 1.60 MPa。

### 1.2.4 自重、内压、风载荷共同作用

自重、内压、风载荷共同作用下计算结果如图 7 所示, 轴向拉应力筒体与下封头连接区最大, 为 4.61 MPa。

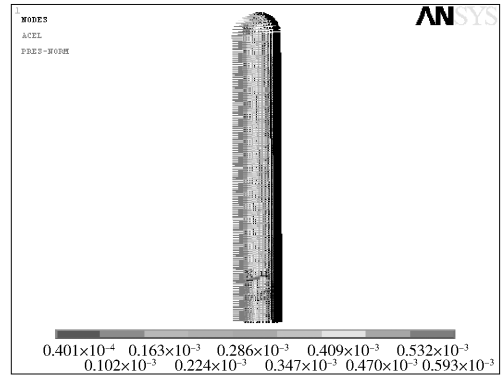
### 1.2.5 自重、风载荷共同作用

自重、风载荷共同作用下计算结果如图 8 所示, 仅考察裙座底部的轴向压应力, 为 3.87 MPa。

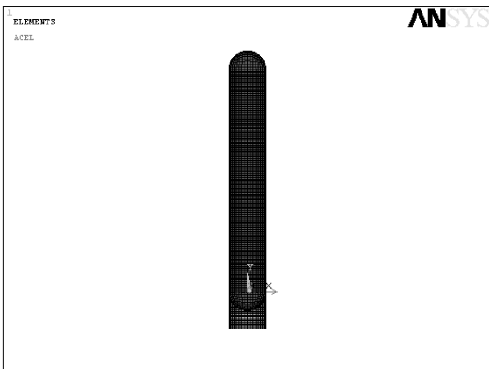
## 1.3 结果比较

针对以上 ANSYS 分析的各个工况与 SW6-1998 常规计算结果做对比, 如表 1 所示。

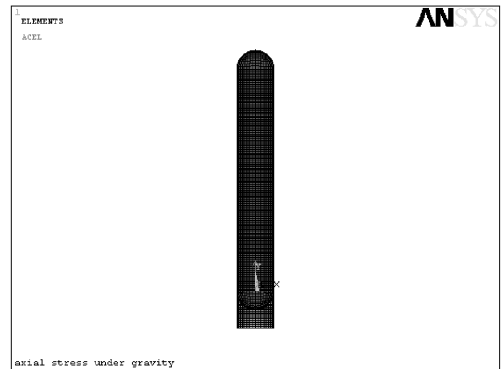
从表 1 中可以看出, 内压和风载荷计算结果误差较小, 适合工程实际应用; 地震载荷以均匀的水平加速度施加的加载方式的有限元计算结果与常规计



b. 风载荷

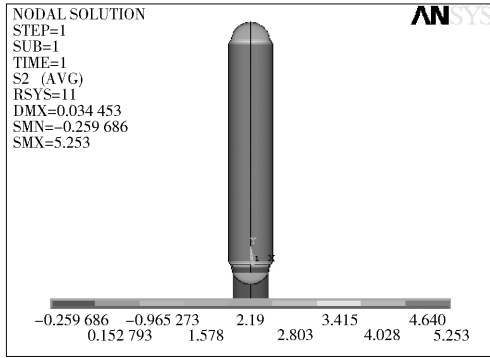


c. 地震载荷

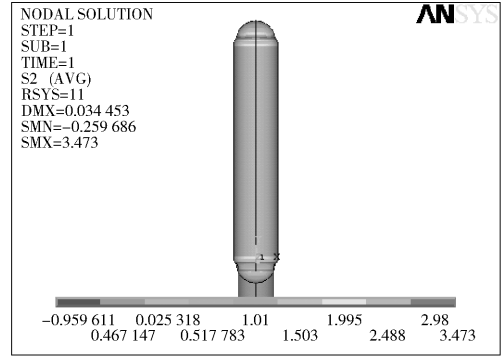


d. 自重

图3 各种载荷的加载



a.环向应力



b.轴向应力

图4 内压作用下的应力云图

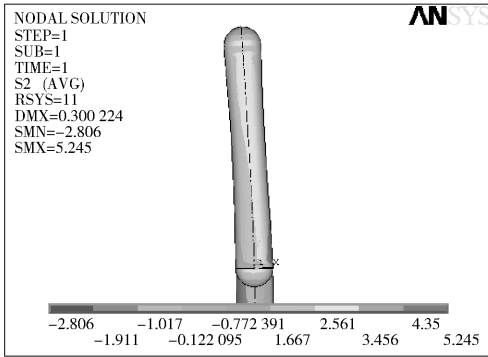


图5 风载荷作用下轴向应力云图

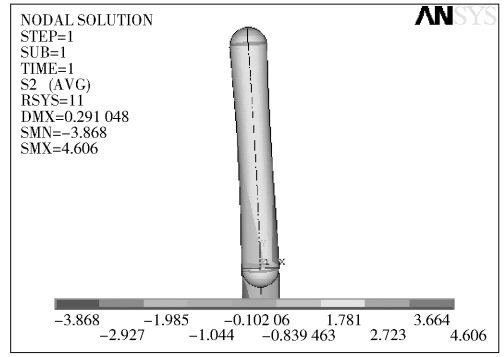


图7 自重、内压、风载荷共同作用轴向应力云图

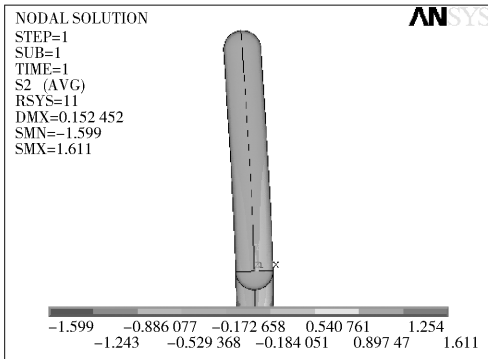


图6 地震载荷作用下轴向应力云图

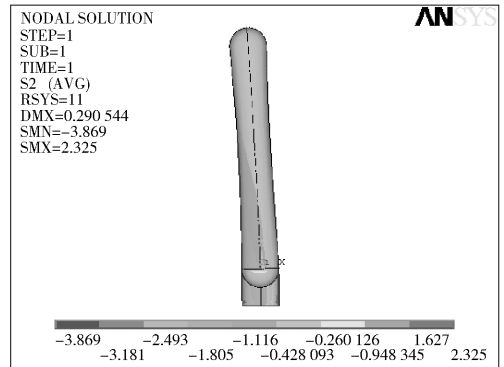


图8 自重、风载荷共同作用轴向应力云图

表1 有限元计算结果与SW6-1998的比较

	内压环向 应力/MPa	内压轴向 应力/MPa	风载轴向压应 力(裙座)/MPa	地震轴向压应力 (裙座)/MPa	组合应力 A1/MPa	组合应力 A2/MPa
SW6-1998	5.48	2.74	2.86	1.09	4.06	3.78
有限元	5.0	2.5	2.81	1.60	4.61	3.87
有限元壁厚修正后	5.43	2.72	3.05	1.74	5.01	4.21
误差/%	-0.91	-0.73	6.64	59.63	23.40	11.38

注:由于SW6计算应力时考虑了钢板负偏差0.8 mm,即钢板有效厚度为9.2 mm,而有限元计算壁厚为10 mm,故对有限元应力计算结果进行了修正。

算相对误差较大,不适合工程实际应用,地震载荷按速度的方法结果相对误差要小。  
分段加速度的方法施加所得结果比整体施加均匀加

## Applying Loads Compared Between Finite Element Analysis and Theoretic Calculation of FGD Absorbing Tower

LI Xu-peng

**Abstract:** The structure of the flue gas desulfuration absorbing tower is analyzed by means of finite element method analysis software ANSYS and compared with results from SW6 software. It is found that finite element method calculation results with conventional seismic load loading applied in a uniform horizontal acceleration of the relative error is large.

**Key words:** flue gas desulfuration absorbing tower; finite element analysis; seismic loads



.....  
(上接第 15 页)

## Technology Research of Giant Tires Wear Rate of the Electric Wheel Cars in Large Mine

ZHANG Wei-qi

**Abstract:** The paper analyzes wear rate of mining electric wheels giant tires in Dexing copper mine, combines with the mining actual operation situation, breaks the foreign technology blockade and monopoly for a long time, creates the corresponding wear model, the working model and the mathematical model of cost, through exploring the worn out accident basic rule and the wear mechanism of the giant tires, improves the level mining process technology and equipment, plays an important role for industry science, technology progress and industrial structure optimization, fills a lot of key technologies gaps in the home and abroad.

**Key words:** giant tire; wear rate; model creating

