

文章编号: 1005-2712(2009)03-0042-04

基于 ANSYS 的陶瓷过滤机真空转筒的强度分析

赵运才, 雷发成

(江西理工大学机电工程学院, 江西 赣州 341000)

摘 要: 针对陶瓷过滤机真空转筒存在的问题, 对筒体进行受力分析, 利用 ANSYS 有限元设计软件中的静力分析对其进行设计, 模拟其受力及约束情况。结果表明, 通过 ANSYS 软件对转筒两种工况下的静力强度分析, 算出在缩减原有 12 块站筋数量 50 % 的情况下强度安全可靠。

关键词: 陶瓷过滤机; 真空转筒; 站筋; ANSYS; 强度分析

中图分类号: TG407; TB121

文献标识码: A

0 前 言

某公司研制的 TT 系列陶瓷过滤机作为一项高新技术产品, 集机电、自动化控制、超声波清洗、微孔陶瓷等高新技术于一体, 具有高效、节能、过滤效果好、自动化程度高、运行成本低、滤液清澈可综合利用、滤饼干燥且水份可调、适应性强等特点。过滤物料涉及铜、硫、铁、金、钴、硅、锌、锡、石膏、氰化渣等品种的精矿和尾矿脱水, 以及在化工和环保领域的污酸、污水、废渣过滤脱水处理^[1]。物料细度从 75 μm 占 50 % 到 38 μm 占 90 % 以及各种超细物料^[2]。由于 TT 系列陶瓷过滤机对过滤介质适应性强, 而且滤板采用微孔陶瓷, 具有耐温、耐腐蚀、微孔孔径可选择等优良性能, 广泛应用于矿山选矿、冶炼、环保、化工、污水处理及煤炭等行业^[3]。

陶瓷过滤机采用真空转筒过滤装置, 工作时起到过滤矿浆的作用。但该设备当初设计过程中, 难以找到合理的布料分布, 由于缺乏现代设计理论与方法指导, 设计时仍存在较大的盲目性。因此, 公司提出在保证现有工作效率的前提下缩减真空转筒上站筋数量的要求, 对原有 12 块站筋缩减到 6 块站筋进行强度分析。本文对该真空转筒在多种工作状态下的应力及应力分布进行分析, 以 ANSYS 有限元分析软件为技术平台, 分析真空转筒与站筋焊接部分的强度, 使现代 CAE 技术融入到传统工业机械设计中, 与传统设计方法相比较, 简化了分析过程, 减轻了工作强度, 提

高了工作效率, 进而降低陶瓷过滤机生产成本^[4]。

1 有限元模型建立

1.1 模型输入

ANSYS (Analysis System 的简写), 是在 20 世纪 70 年代由 ANSYS 公司开发的工程分析软件。开发初期是为了应用于电力工业, 现在已经广泛应用于航空、航天、电子、汽车、土木工程等领域, 能够满足各行业有限元分析 (FEA) 的需要。

ANSYS 分析过程中包含 3 个主要步骤: 步骤 1, 创建有限元模型。①创建或读入几何模型; ②定义材料属性; ③划分网格 (节点及单元)。步骤 2, 施加载荷并求解。①施加载荷及载荷选项, 设定约束条件; ②求解。步骤 3, 查看结果。①查看分析结果; ②检验结果 (分析是否正确)^[5]。

利用 ANSYS 软件与 Pro/ENGINEER 软件的接口模块 “Connection for Pro/Engineer”^[6]。先在 Pro/ENGINEER 内建立真空转筒模型。在采用通用有限元分析软件对转筒进行分析时为了减少单元数和计算工作量, 在建立有限元工作模型时, 需要进行多方面的合理简化, 只保留相对重要的特征, 而将那些无关紧要的细节舍弃:

(1) 去除不需要重点分析地方的圆角过渡及小倒角。例如转筒与主轴连接处凸台的圆角, 对整个计算过程影响微乎其微。

(2) 根据对称性按照站筋的数量取结构的 1/12

收稿日期: 2009-04-24

基金项目: 江西理工大学博士启动基金和安徽铜都特种环保设备有限公司科学研究合作项目 (2007J012 号)

作者简介: 赵运才, (1964-), 男, 湖南益阳人, 教授, 主要从事机械优化设计和摩擦学研究。

和 1/6 进行分析。陶瓷过滤机真空转筒是由 12 块站筋均匀的焊接在圆柱筒体表面,进行有限元分析时,每一个站筋在同一种工况下的受力情况是完全相同的,所以只分析每一种工况下的一根站筋即可。

(3) 陶瓷过滤板固定架也可忽略,因为我们只是考虑站筋与筒体的焊接部分强度的分析,站筋与上方陶瓷板固定架的焊接面积和筒体相比大很多,而且根据公司客户反馈,与固定架连接处从未出现过断裂情况。

(4) 去除一些对受力影响很小的螺栓及螺栓孔。真空转筒与主轴需要用螺栓固定,但此连接处对整体分析几乎没影响,所以建模时可省略一些螺栓和螺栓孔。

图 1 为简化后的 12 块站筋是真空转筒的 1/12 结构。同理,按公司要求用 6 根站筋焊接时简化图即为原结构的 1/6。

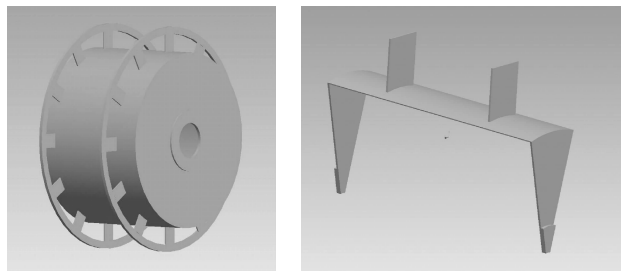


图 1 12 块站筋的真空转筒图及模型简化后的 1/12 图

最终通过接口模块在 ANSYS 中建立真空转筒的模型如图 2 所示。模型由站筋、筒体和轴承固定部分组成,各部分之间的加工均采用焊接。

选用 SOLID45 三维实体结构单元对主轴进行网格划分。SOLID45 单元用于仿真三维实体结构,该单元有 8 个节点,每个节点具有 x 、 y 、 z 3 个方向的平移自由度,单元具有塑性、潜变、膨胀、应力强化。大变形和大应变的特性。有限元模型的网格划分如图 3 所示。

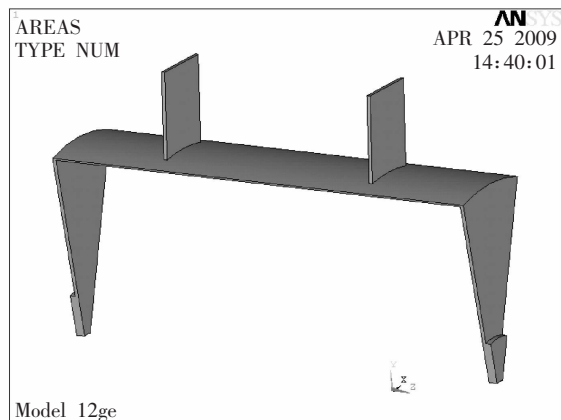


图 2 输入到 ANSYS 内的模型

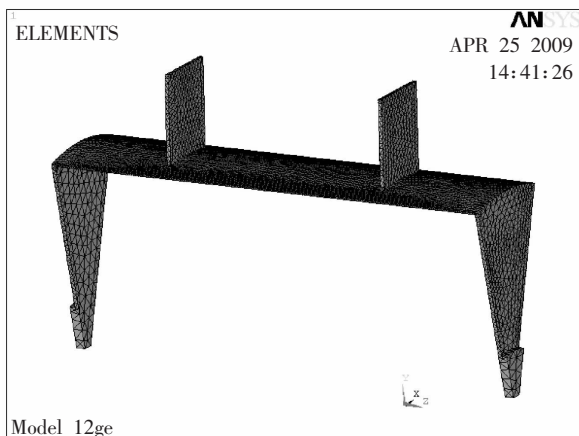


图 3 有限元模型的网格划分

在 ANSYS 中应用复制面命令后实现将几个对称模型融合为整体,图 4 为 12 个模型复制后形成的转筒模型图,可以方便的进行整体分析。

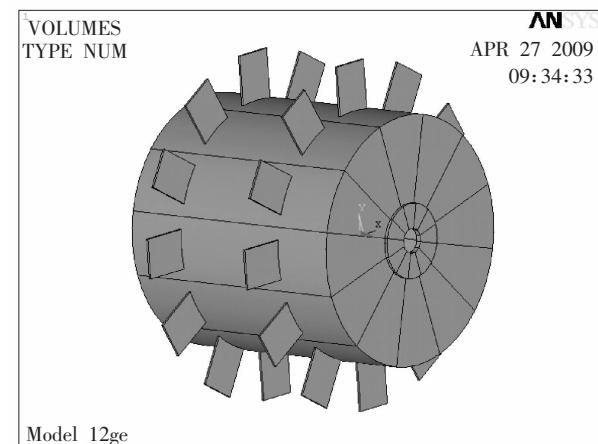


图 4 复制面后的整体模型图

1.2 约束条件

约束条件的简化是分析中极为重要的一个环节,适当的简化约束条件可更好地模拟物体受力及边界条件从而得出精确的解答。建立有限元分析模型应当在每个坐标轴方向上至少给定一个约束,受约束节点的数量应根据实际情况确定^[7]。

(1) 螺栓约束条件简化。转筒与轴的连接是通过螺栓来实现的,螺栓的实际连接情况十分复杂,但在静力分析中,只将筒体与轴由螺栓的连接相接触的部分作为固定面是可取的。

(2) 对称边界简化。取原结构的 1/12 或 1/6 计算有着极大的优点,但前提必须是处理好对称边界上的约束条件。

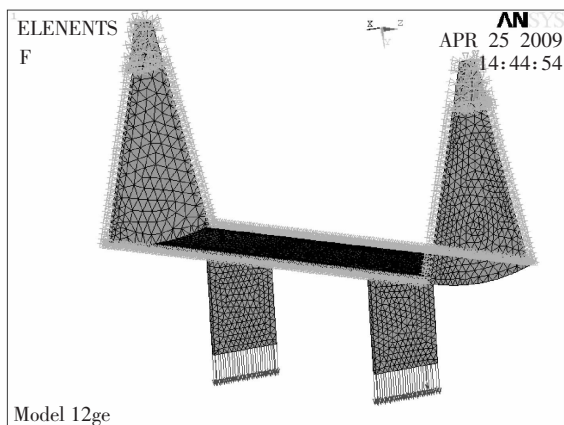
(3) 侧面连接单元约束简化。侧面是剖开后的对称结构,根据实际情况约束条件应为:限制垂直于侧对称剖面的法向位移自由度,以及除了这个方向以外的其余两个方向上的转角自由度。在 ANSYS 中使

用它的对称面边界条件,即自动给它此种约束条件。

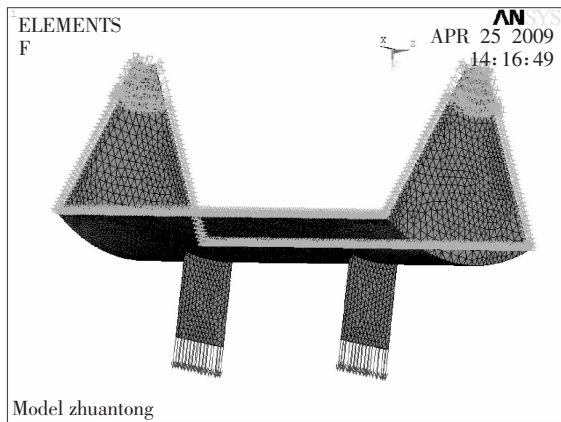
(4) 上下边界约束简化。真空转筒中心孔是与真空泵橡胶上管相接触的,但由常识得知橡胶管上基本无径向力作用,因此,将其看作自由面是可行的。

1.3 载荷简化

现实的载荷作用形式千变万化,将它转化为在 ANSYS 程序中容易表示的载荷形式也是极其重要的。本研究中,转筒组件所受的应力载荷主要来自外圈陶瓷过滤板及其固定架的重力;由于转筒是真空对称的,所以来自外界的大气压力相互抵消可忽略;另外,本研究重点考虑了站筋与筒体焊接部分的强度分析,所以来自矿浆对筒体的压力也可忽略。图 5 为 12 根站筋和 6 根站筋时的约束及受力情况。



(a) 12 根站筋焊接



(b) 6 根站筋焊接

图 5 约束及受力情况

2 应力计算与分析

直径为 1000 mm 的陶瓷过滤机真空转筒,材料为不锈钢 0Cr19Ni10NbN,弹性模量为 $2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$,密度为 7800 kg/m^3 ,泊松比为 0.26,转速为 1000 r/min。0Cr19Ni10NbN 的应力 $[\sigma] = 341 \text{ MPa}$ 。

对于塑性材料,本来应该应用第三强度理论,某处的最大拉应力与最大压应力之差小于材料的最大允许应力 $[\sigma]$ 。从应力等值线图中容易看出的是整个结构上的最大应力与最小应力,并不好判断某处的最大应力与最小应力之差为最大。基于这种情况,只有应用第一强度理论,即结构的最大拉应力与最大压应力的绝对值都小于允许应力。

针对真空转筒的工作环境,列出两种最有代表性的工况,为有限元站筋模型在转筒最下方和水平方向时,这两种工况对强度分析最有代表意义。

工况 1: 真空转筒的中有限元站筋模型转到最下方时,转速为 1000 r/min,站筋上承受来自陶瓷过滤板及其支架的重力包括陶瓷板上粘附的矿浆 12 根站筋时约 250 N,6 根站筋约为 500 N。如图 5 即为工况 1 情况下的受力及约束状况示意图。

图 6 为有限元模型的应力分布图,可以看出站筋与筒体焊接处为应力最大处,且拉应力数值为:12 根站筋时 60.051 MPa,6 根时 209.872 MPa。均没有超过 314 MPa,所以工况 1 下的强度可靠。

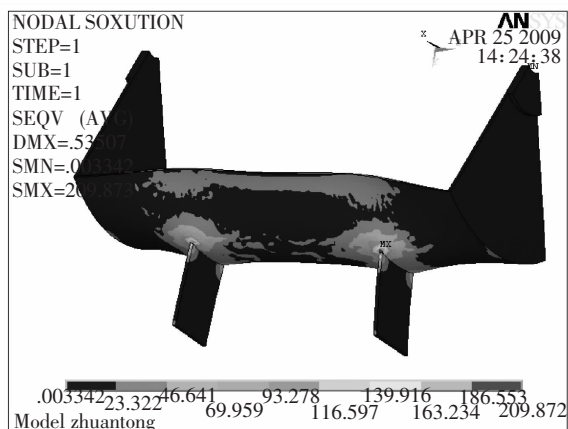
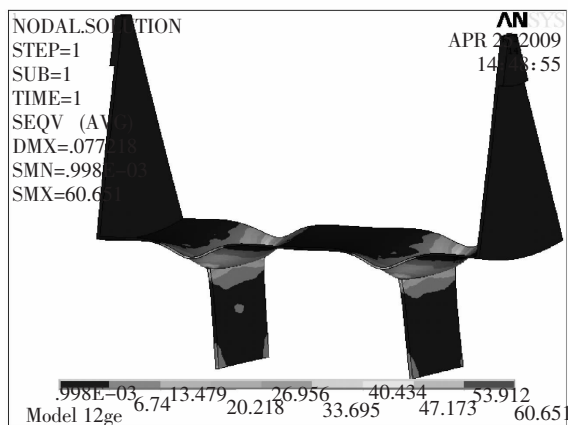


图 6 工况 1 下 12 根站筋与 6 根时的应力分布图

工况 2: 当有限元站筋模型转到水平位置时,即来自陶瓷过滤板及其支架的重力与筒体表面平行。其他条件与工况 1 相同。图 7 为有限元模型的应力

分布图,可以看出应力最大处的拉应力数值:12根站筋时为 144.43 MPa,6根时为 246.864 MPa。同样均没有超过 341 MPa,所以工况 2 下强度也可靠。

最终计算结果如表 1 所示.从表 1 中可以看出,当使用 6 块站筋进行焊接时,强度依然可靠.但应尽量减小站筋的长度或加工时增加焊接处的强度,避免发生应力集中而导致断裂等现象的发生^[8]。

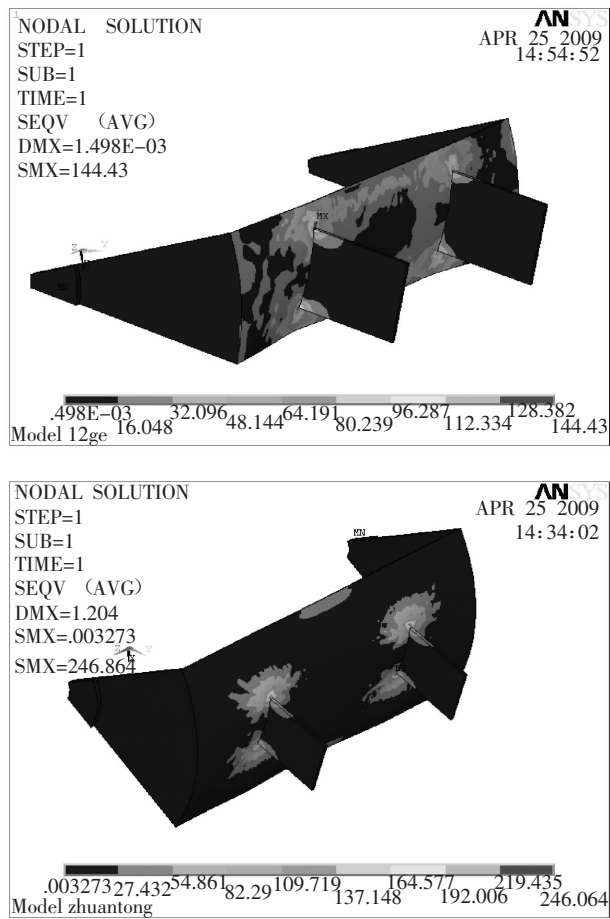


图7 工况 2 下 12 根站筋与 6 根时的应力分布图

表 1 真空转筒站筋焊接部分在两种工况下最大应力 /MPa

转筒站筋数/根	工况 1	工况 2
12	60.051	144.43
6	209.872	246.864

3 结 论

(1) 通过对陶瓷过滤机真空转筒的有限元分析表明,高应力区主要集中在站筋与筒体的焊接处,也就是最易断裂的区域.为进一步的结构优化设计提供了必要的理论基础;

(2) 改用 6 块站筋焊接方式,最易断裂处的强度依然可靠,达到了公司的设计要求,与现有设计相比节约了制造成本,为进一步改进设计、优化加工提供了可靠的数据支持。

参考文献:

[1] 张高进,王 陵.TT 型特种(陶瓷)过滤机的研究与应用[J].黄金,2002, 23(1):22-26.

[2] 张高进,王 陵.TT 型特种(陶瓷)过滤机的应用[J].安徽冶金,2001,(4):33-37.

[3] 刘传国,孙功伟.TT 型特种陶瓷过滤机在山东金创股份有限公司的应用[J].矿业快报,2007,(12):68-69.

[4] 蒋苏民,侯 力,马朝玲,等.基于 ansys10.0 的空心输入轴有限元分析[J].大型铸锻件,2009,(1):16-19.

[5] 张正旺,基于有限元与动态仿真的陶瓷过滤机结构优化设计[D].赣州:江西理工大学,2008.

[6] 伍胜男,杨枝衡,戴光泽.基于 ANSYS 的地铁弹条强度模拟分析[J].江西理工大学学报,2008,29,(5):65-68.

[7] 刘玉琳,戚俊清.基于 ANSYS 的轴对称旋转构件优化设计方法[J].煤矿机械,2008,29,(4):22-24.

[8] 王 依,江应国.轴流风机叶片裂纹的非线性研究[J].江西理工大学学报,2006,27(6):16-18.

Strength Analysis of Ceramic Filter’s Rotary Vacuum Based on ANSYS

ZHAO Yun-cai, LEI Fa-cheng

(Faculty of Mechanical and Electroic Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, Jiangxi,China)

Abstract:Ceramic filter for a vacuum tube to existing problems, to carry out stress analysis of cylinder using ANSYS finite element design software for static analysis of its design, simulation and control of their situation by force. The results show that the software through the ANSYS two drum static conditions of the intensity analysis, calculated in the original 12 stations to reduce the number of tendons under 50 % of the strength of safe and reliable.

Key words:ceramic filter; vacuum drum; station tendons; ANSYS; strength analysis