橡胶带式真空过滤机驱动辊有限元分析及优化[*1]

梁永生[1,2], 石 炜[1], 汤燕燕[2]

(1. 内蒙古科技大学机械工程学院, 内蒙古 包头 014010;
2. 中国北方稀土(集团)高科技股份有限公司, 内蒙古 包头 014030)

摘 要: 文章根据橡胶带式真空过滤机的系统参数, 利用 ANSYS 有限元分析软件, 进行驱动辊建模与有限元仿真分析, 获得橡胶带式真空过滤机运行过程中驱动辊的结构、应力参数, 进而提出驱动辊的优化措施。

关键词: 橡胶带式真空过滤机; ANSYS; 驱动辊; 优化措施
中图分类号: TP391.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2019)01 - 0077 - 04
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.01.019

Finite Element Analysis and Optimization for Driving Roll of Rubber Belt Vacuum Filter

Liang Yong - sheng[1,2], *Shi Wei*[1], *Tang Yan - yan*[2]

(1. *School of Mechanical Engineering, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *High - Tech Co., Ltd. of China Northern Rare Earth (Group) Corp., Baotou* 014030, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In the paper, it is introduced the modeling and finite element simulation analysis on driving roll are carried out with the system parameters of rubber belt vacuum filter and finite element analysis software ANSYS. The structure and stress parameters for driving roll of rubber belt vacuum filter during its operation are obtained as well as the optimization measures are further put forward.

Key words: rubber belt vacuum filter; ANSYS; driving roll; optimization measures

橡胶带式真空过滤机[1-3]是以真空负压为推动力实现固液分离的设备, 可以连续完成过滤、吸干、滤布再生等作业, 设备具有生产能力大、连续机械化生产、滤饼水分低、操作灵活、维修简单等优点。驱动辊作为橡胶带式真空过滤机的重要纠偏装置[4], 其运行状态直接影响橡胶带的跑偏程度, 进而影响整个真空系统以及过滤效果。文章运用 ANSYS 有限元[5-7]分析, 针对驱动辊建模, 进行仿真分析, 获得驱动辊在运行过程中的结构参数与应力参数, 提出驱动辊的优化措施。

1 ANSYS 有限元分析方法

1.1 有限元法

所谓有限元法(Finite Element Method)就是关于连续体(连续结构)的一种离散化的数值计算方法, 亦即在力学模型上近似的数值方法, 它的基本思路是: 假想地将连续体(连续结构)划分为有限个单元, 这些单元都由具有一定自由度的节点相互连接

* 收稿日期: 2018 - 08 - 20
作者简介: 梁永生(1985 -), 男, 内蒙古包头市人, 在读硕士, 工程师, 主要从事稀土冶炼分离设备管理工作。

而成。这样连续体(连续结构)就变成为由有限个单元装配而成的离散结构,原有连续体的无限个自由度的问题就变为离散结构的有限个自由度的问题。

1.2 ANSYS有限元分析流程

有限元分析(FEA)软件ANSYS具有功能强大的解算器,能够进行包括结构、热、声、流体以及电磁场等学科的计算,是目前国际上最流行的有限元分析软件之一[5]。一般的ANSYS有限元分析流程,如图1所示。

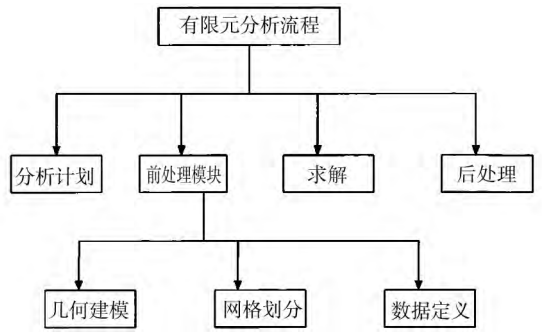


图1 有限元分析流程

1.3 ANSYS有限元模型的建立方法

在ANSYS中建立有限元模型[7]时有主要有两种方法:直接法与间接法(或叫做实体模型)。间接法一般适合于比较复杂结构的机械系统,其节点和有限元素较多。本文在建模时采用间接法进行有限元建模。

1.4 ANSYS坐标系的选择

本文对驱动辊的分析过程中主要采用了总体坐标系以及局部坐标系相结合的方式。总体坐标系主要有总体笛卡尔坐标系、总体柱坐标系以及总体球坐标系3种。

2 过滤机驱动辊结构有限元分析

2.1 橡胶带式真空过滤机主要参数

输送带宽度:$B = 2\ 000$ mm;

驱动辊的长度:$L = 2\ 040$ mm;

筒壳厚度:$t = 38$ mm;

驱动辊的直径:$D = 820$ mm;

两辐板中心线间的距离:1 540 mm;

轴承座中心线间距:2 280 mm;

辐板尺寸:内径160 mm,外径800 mm,宽度20 mm;

输送带速度:$v = 4$ m/s;

摩擦系数:$\mu = 0.3$;

围包角:$\alpha = 180°$。

采用一端驱动,轴承采用球面调心滚子轴承。经分析,受力$F = 4.99 \times 10^4$ kN,扭矩$T = 2.05 \times 10^4$ kN。

2.2 驱动辊建模中的简化

驱动辊有限元分析模型包括输送带、筒壳、轮毂、幅板以及轴5个子装配体,在ANSYS软件中直接建模。根据所研究重点,对三维模型进行如下简化:

(1)把一些驱动辊的小特征比如倒角、圆角、槽以及孔等进行压缩,不予考虑;

(2)假设整个驱动辊筒体的焊缝工艺是合格的;

(3)将驱动辊外壳以及圆盘之间的一些焊接结构简化掉,认为它们之间是搭接结构;

(4)简化驱动辊轴承,在相应的位置代以等效约束;

(5)认为驱动辊是刚性地压装在轴上;

(6)输送带在驱动辊的整个围包角上无滑动现象,并且围包角全部利用。

2.3 单元属性的划分

模型在对驱动辊轴、筒壳、轮毂进行分析时采用的为SOLID45单元。SOLID45单元经常被用在三维实体结构模型当中,它有8个节点且每个节点处有3个自由度,具有抵抗大变形以及大应变的能力,分别定义轴、筒壳、幅板的材料属性,见表1。

表1 材料属性

驱动辊零件	材料	弹性模量/GPa	泊松比
筒壳	A3	212	0.28
轴	40Cr	206	0.30
幅板	A3	206	0.32

2.4 网格的划分

网格划分由以下两个方面组成:

(1)把各单元的刚度矩阵集合为整个研究对象的刚度矩阵;

(2)把作用在各个单元上的等效节点力的矩阵集合成总的研究对象上的整体载荷矩阵。

驱动辊属于弹性体,且其所受应力与变形都是三维的。需要在对驱动辊上某些过渡面和焊缝处以及一些危险面处进一步细化,对其他部分粗化,自由网格划分即达到这种效果。图2为驱动辊与输送带三维模型网格划分示意。

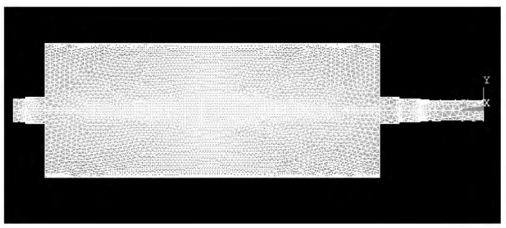


图 2　模型网格划分

2.5　ANSYS 软件中的接触分析

驱动辊与输送带接触分析采用刚体三柔体接触的面面接触类型。在 ANSYS 程序中通常用九个实常数与若干个单元关键字来进行控制面面接触单元的接触行为。输送带与驱动辊间的摩擦接触对的划分见图 3。

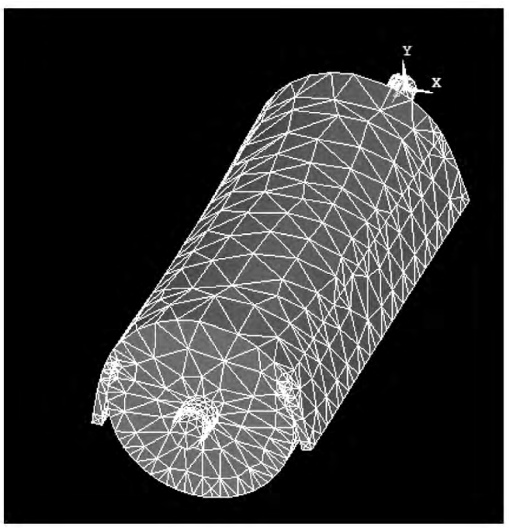


图 3　输送带与驱动辊壳接触对

3　有限元仿真结果分析

驱动辊有限元模型建立仿真完成后，对计算结果进行后处理，得出比较关心的驱动辊某些部件的应力云图、应变云图以及一些变形曲线，见图 4、图 5。

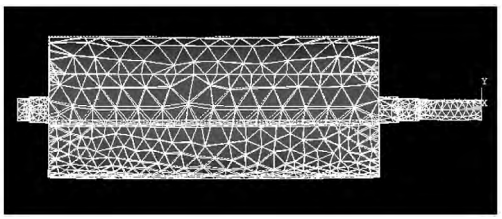


图 4　筒壳中央界面变形前与变形后的对比

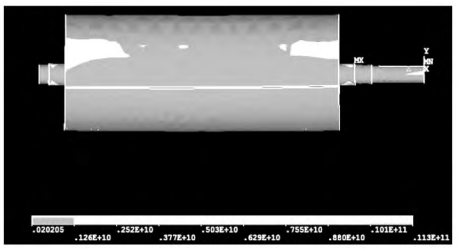


图 5　筒壳的应力云图

4　优化措施

(1) ANSYS 有限元分析建模可靠，根据分析结果可知，虽然带式过滤机在运行过程中驱动辊本身的变形较小，但该设备长度较长，连续运转造成变形量的增加，又因在实际运行中通过测量排除制造和装配误差，故滚筒和皮带的变形是引起胶带跑偏的主要原因。

(2) 设计新型的“凹”型驱动辊对原有的辊子进行更换，“凹”型驱动辊使橡胶带产生两边对中心线的趋向力，阻碍皮带跑偏。

(3) 将原有的橡胶皮带进行更换，原有橡胶带已使用 10 年以上，橡胶带的各项性能指标也在变化，且已老化严重，影响跑偏。

(4) 根据需要，在橡胶带式过滤机皮带两侧增加挡向辊，并将挡向辊和皮带边缘调节为定值，将皮带跑偏控制在一定的区域内。

5　结论

(1) 驱动辊沿轴线方向的径向变形和两端固定梁变形结果一致，在筒壳中央径向变形最大并向两端逐渐减小。

(2) 在筒壳中央径向变形从趋入端开始先快速增大到最大值 0.050 953 mm，随后减小。

(3) 驱动辊的筒壳中央的环向变形从输送带趋入点开始逐渐增大，到奔离点处达到最大值 0.032 mm。

(4) 筒壳的最大径向应力出现在筒壳和辐板的连接处，此处出现应力集中，这是由筒壳的弯曲引起的，其应力的最大值为 2.02 MPa；环向应力的最大值在靠近输送带趋入端附近，最大环向应力约 11.3 MPa。

参 考 文 献

[1] 段付岗，郭小红. 带式真空过滤机在气化灰水处理中的应用[J]. 煤炭加工与综合利用，2015，10(4)：76－79.

[2] 李鹤. DU型橡胶水平带式真空过滤机应用及改造[J]. 科技与企业，2012，202(1)：170－171，173.

[3] 魏克帅，蔡建新，彭湘林，等. DU橡胶带式真空过滤机在沙特铜锌选矿厂的应用与改进[J]. 现代矿业，2016，10(1)：237－238.

[4] 田洪瑞. 带式输送机胶带跑偏原因分析与纠偏措施[J]. 工艺与装备，2016，(2)：103－106.

[5] 周宁. ANSYS机械工程应用实例[M]. 北京：中国水利水电出版社，2006.

[6] 李骁春，吴胜兴. 基于ANSYS的混凝土早期徐变应力仿真分析[J]. 系统仿真学报，2008，20(15)：3944－3947.

[7] 张朝晖. ANSYS结构分析工程应用实例解析[M] 北京：机械工业出版社，2010.

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.01.027

关于《包钢科技》2018年增设“专家论坛”栏目的启示

《包钢科技》是经国家科技部和国家新闻出版广电总局批准，由包头钢铁(集团)有限责任公司主管，内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心主办的科技类综合性刊物。45年来，《包钢科技》刊物质量和学术影响力不断提高，已成为展示包钢科技进步、创新成果的重要窗口和交流平台。为加强办刊特色，丰富栏目内容，《包钢科技》2018年开始增设“专家论坛”栏目，邀请公司内外学术与管理方面的权威、专家学者在期刊上发表论文。一般为特约稿件，包括省内外各学科的院士、知名专家、各学会会长、各大专院校的校长或在某专业、学科方面有特殊贡献的专家、教授撰写的学术论文。《包钢科技》真诚期待您在百忙之中赐稿，为技术人员提供指导，不断提高期刊影响力，促进技术传承，使《包钢科技》期刊进入更好更健康的发展轨道。

感谢大家对《包钢科技》给予的大力支持!

联系地址：内蒙古包头市昆区包钢技术中心信息研究所

邮政编码：014010

联系人：安琪

联系电话：0472－2186065　0472－2183081

传真：0472－2183081

投稿途径(任选其一)：

(1) 包钢协同平台：技术中心——信息研究所——安琪；

(2) E－mail：bgkj2005@126.com

《包钢科技》编辑部