

# 大型双轴圆振动筛动力学分析

关文

(中国铁建重工集团股份有限公司 湖南 长沙 410100)

**摘要:** 本文以大型双轴圆振动筛为例,采用 CREO4.0 建立三维模型,导入到 ABAQUS2018 软件进行有限元软件模拟运算。对振动筛进行模态分析和谐响应分析,得出振动筛在模态及谐响应状态下的的变化规律。该分析对振动筛避开共振风险区、薄弱部位加强、减轻整体重量、延长振动筛寿命等有指导作用。

**关键词:** 动力学分析;谐响应分析;ABAQUS 振动筛;模态分析

## 0 引言

圆振动筛在矿山企业中主要是物料分级使用。随着科技的快速发展和生产实际需求,圆振动筛也逐渐向大型化发展,其制造的难度越来越大。传统振动筛的设计方法,已不能有效保证振动筛设计的合理性。在设计过程中进行模态分析及谐响应分析,可以有效避免圆振动筛发生共振,提升振动筛整体寿命。

## 1 模型构建

本文以大型双轴圆振动筛为基础模型,对其结构进行探讨优化,对其连接结构进行简化,利用 Creo4.0 软件建立完善的三维模型,导入到 ABAQUS 2018,再进行有限元仿真计算,以得到数值准确的仿真结果。

前处理模块包括模型预处理、网格划分及建立合适的约束条件,以评估其变形和结构强度,为后续优化提供参考和依据。在确保重要部位有限元分析精度的前提下尽可能简化结构的几何模型细节特征,不考虑螺栓、铆钉、小孔等零件的附加影响,并填补缝隙,对节点绑定处理。振动筛有限元模型采用四边形为主的壳体单元,加强角钢采用实体单元。材料和许用应力振动筛主体采用碳钢,采用有限元前处理软件对简化模型进行网格划分,建立有限元模型所示,其节点数量 971874,单元类型为梁+壳+实体,单元尺寸 20mm,节点单元数量 908014 个。有限元模型网格划分的理想单元占比大于 99.2%。

在 Design Simulation 中对振动筛模型进行前期处理,根据振动筛实际使用的材料情况,对其添加材料属性。振动筛组成的材料主要是 Q235B,其材料的属性分别为:弹性模量 206GPa,泊松比 0.3,材料密度为  $7.850\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

## 2 模态分析

为了防止振动筛因为固有频率与运转频率发生共振,造成振动筛变形或局部应力过大,需要计算振动筛的模态,并对其进行分析。模态分析可以计算出振动筛的模态参数,这是设备故障诊断、结构动态设计、振动筛振动特性分析、结构力学优化、设备故障的依据。

振动筛每个支座上有 4 个橡胶弹簧,每个弹簧的刚度取 410N/mm。对振动筛相关区域和对象进行绑定,对 4 个支撑座底面进行固支约束。对振动筛进行模态综合计算,得到其前 9 阶模态,振动筛模态仿真分析计算结果统计如下表所示。

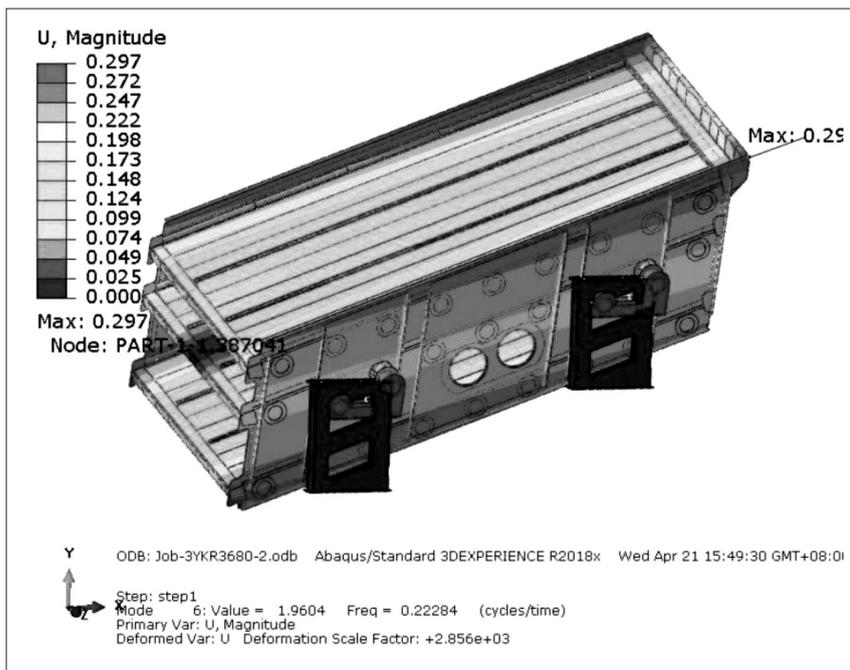


图 1 第 6 阶振型图

表 振动筛 1~9 阶模态分析结果

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
频率 Hz	0.058405	0.05843	0.0729	0.139	0.154	0.223	17.049	19.604	25.291

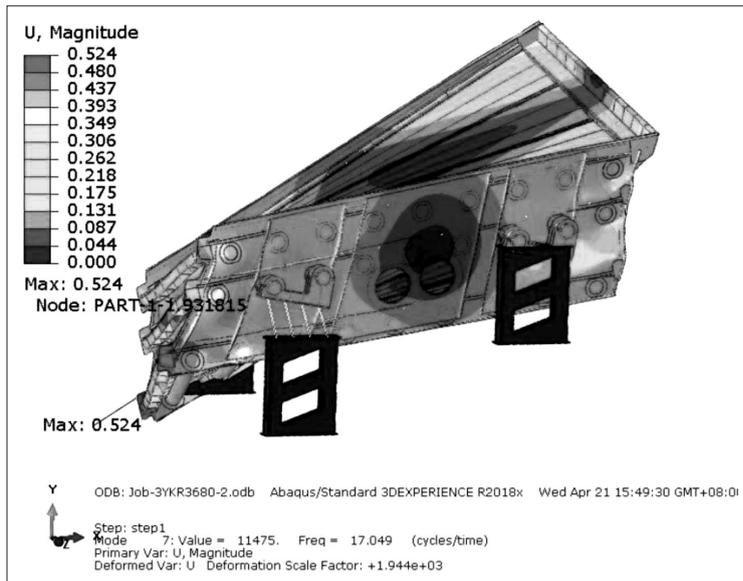


图2 第7阶振型图

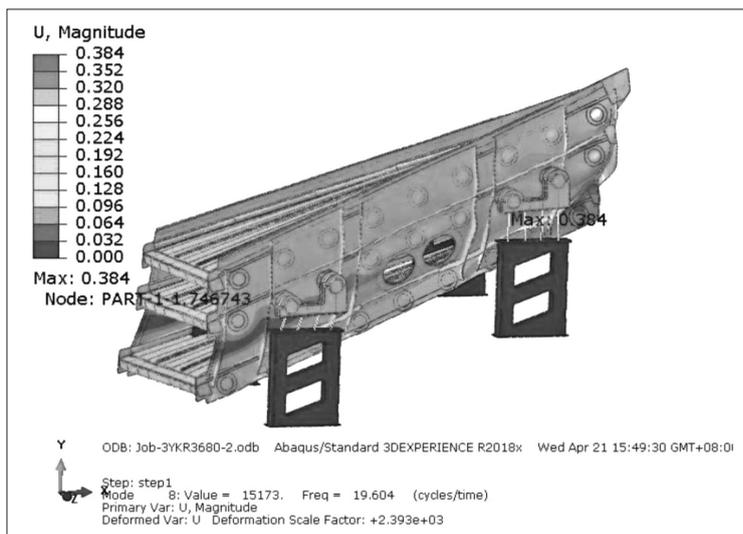


图3 第8阶振型图

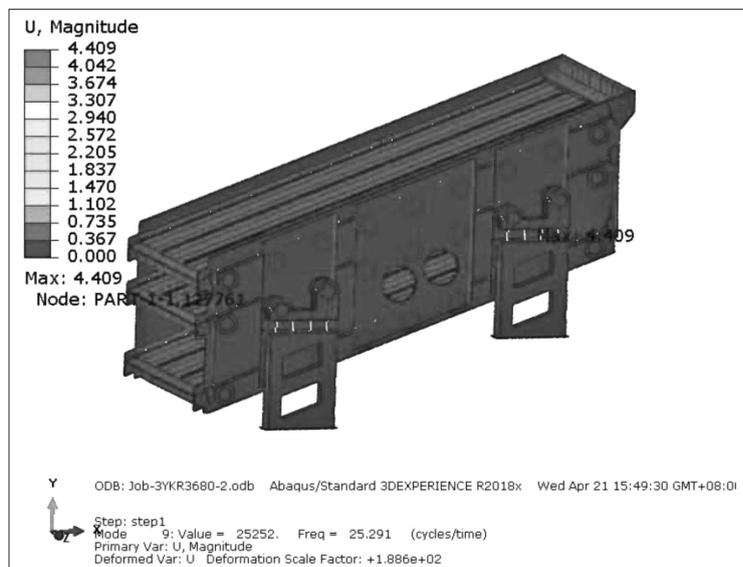


图4 第9阶振型图

并对比工作频率相接近的几个频率。计算结果显示，当某一阶固有频率与工作频率接近时，振动筛的相对扭曲变形增大，筛箱上局部应力变大，影响振动筛的整体寿命。从表模态分析频率可知，前6阶模态频率与工作频率相差较远，对振动筛无实质性影响。第7、第8模态与振动筛实际工作频率接近，第9阶模态已远超过正常工作范围，包括更高的模态就不再做计算，只进行分析6~9阶模态振型，其6~9阶振型图如图1、图2、图3、图4所示。

振动筛初步设计转速为800r/min ~ 900r/min，对应激励频率分别为13.33Hz ~ 15Hz，均位于振动筛的第6阶和第7阶模态之间。当振动筛工作频率与固有频率接近时容易产生不利影响，需要分析振动筛的振型，对筛箱薄弱的部位加强，使其模态的固有频率远离工作频率。根据计算结果，振动筛在激振器转速800r/min ~ 850r/min作用下，可以避免激振频率范围的±15%，共振风险可控；振动筛在激振器转速900r/min作用下，其第7阶模态17.09Hz为激振频率15Hz的1.1366<1.15，即无法避开激振频率范围的±15%，存在一定共振风险。

### 3 谐相应分析

谐响应分析是振动筛在受到交变载荷作用下，整体综合力学状态情况分析。本次对振动筛稳态受迫振动情况计算分析，未考虑振动筛开机及停机时的瞬态振动及停机共振的影响。通过谐响应的分析，能预测振动筛的持续性动力特性，验证设计是否能克服受迫振动引起的有害效果、避免共振、减少因疲劳失效而引起的整机过早损坏。振动筛工作过程中，振动筛主要受到作用力来自激振器，其主要是由偏心块旋转而产生的。因此，在对振动筛进行强度分析时，筛箱所受载荷主要为激振器产生的激振力，并起主导作用，同时对振动筛加载重力方向的载荷，弹簧阻尼力忽略不计。对于使用铆钉连接的对象相关面组之间设置接触，对其它相关对象面组之间进行绑定。

经统计与分析，有限元模型质量为34.85t与设计模型质量36.48t最大相对误差为-5.09%，满足工程应用精度要求。

对激振单个激振力为278kN并加载重力载荷仿真，激振器转速频率10Hz ~ 20Hz区间进行分析结果进行提取和整理，得到激振筛运转在时，振动筛在频域10Hz ~ 20Hz的稳态应力响应曲线，如图5所示。

(下转第22页)

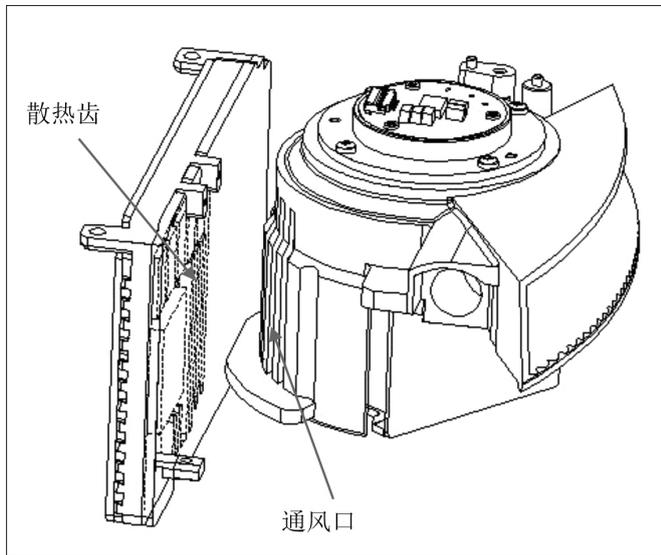


图 5 增加散热面积和对流换系数

增加“通风口”和散热齿的新型散热方式，将车载混合固态激光雷达主控-电源模组的芯片温度最大程度的散发到结构件和周围环境中，大大降低了车载混合固态激光雷达主控-电源板芯片的温度。

参考文献：

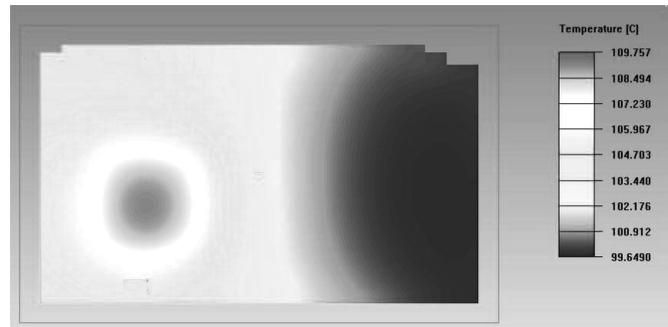


图 6 新型散热方式温度仿真

- [1] 杰拉尔德·马歇尔. 光学和激光扫描技术手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.
- [2] 张春蓉. 激光雷达在自动驾驶中的技术应用 [J]. 产业与科技论坛, 2021.
- [3] 王建彬, 张轩望, 谭卓, 侯明. 基于激光雷达的自动驾驶的方案设计 [J]. 时代汽车, 2021(10).
- [4] 江南雨. 一种新型扫描系统在无人驾驶激光雷达上的应用 [J]. 科技与创新, 2021(19).

作者简介: 李进强 (1985.09-), 男, 汉族, 河北石家庄人, 本科, 工程师, 研究方向: 激光雷达。

(上接第 19 页)

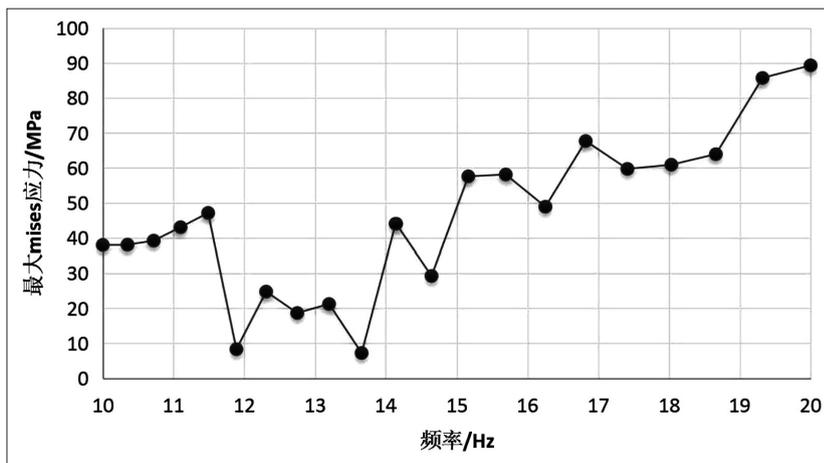


图 5 振动筛在频率 10Hz ~ 20Hz 范围内最大 mises 应力曲线

从图 5 振动筛最大 mises 应力曲线可以看出，振动筛较低应力的运行频率为不应超过 15Hz，对应的转速为 900 r/min，否则，振动筛的应力较大，对振动筛的寿命影响较大。

#### 4 结语

通过有限元仿真计算，根据计算结果，得到以下结论及建议：

(1) 本文通过 Creo4.0 构建圆振动筛的三维模型，导入到 ABAQUS 2018 中，采用有限元分析方法运算，得到

振动筛的前 9 阶固有频率和模态振型，对模态结果进行分析研究，确定了其结构的薄弱部位及可能产生共振的频率。

(2) 进行了谐响应分析，从计算结果看，振动筛在激振器转速 800r/min ~ 850r/min 作用下，可以避免激振频率范围的 ±15%，共振风险可控；振动筛在激振器转速 900r/min 作用下，是其第 7 阶模态 17.09Hz 为激振频率 15Hz 的 1.1366 倍，存在一定共振风险。

振动筛的模态分析及谐响应分析的有限元分析方法，为设计优化设计提供了依据。

对振动筛的设计、结构优化、生产制造、日常维护、现场问题处理等具有重要意义。

参考文献：

- [1] 丁传广. 大型振动筛动力学特性分析及振动控制 [D]. 济南大学, 2013.
- [2] 吴丽娟, 李惠彬. 直线振动筛振动特性分析 [J]. 机械工程师, 2004(8):3.
- [3] 韩春胜, 张雁, 孙涛, 等. HFVB2445 型高频筛模态分析与试验 [J]. 矿山机械, 2016,44(8):4.