

矿山带式输送机机头架有限元分析研究

李喆

焦作煤业(集团)新乡能源有限公司 河南 焦作 454000

[摘要]通过对矿山带式输送机的深入分析,发现矿山带式输送机机头架的可靠性对整机可靠性具有重要的影响,本文基于有限元力学软件对矿山带式输送机机头架进行建模和数值分析,通过模态分析获取不利于机头架稳定运行的频段,得出对矿山带式输送机机头架影响的重要因素,并对后续的设计研究提供有价值的指导。

[关键词]带式输送机;机头架;有限元分析;模态分析

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.1756

Abstract: through the in-depth analysis of the mine belt conveyor, it is found that the reliability of the mine belt conveyor head frame has an important impact on the reliability of the whole machine. In this paper, the mine belt conveyor head frame is modeled and numerically analyzed based on the finite element mechanics software, and the frequency band unfavorable to the stable operation of the head frame is obtained through modal analysis. The important factors affecting the head frame of mine belt conveyor are obtained, and valuable guidance is provided for the follow-up design and research.

Key words: belt conveyor; head frame; finite element analysis; modal analysis

1 引言

带式输送机是一种散状物料连续输送机械,其应用场合非常广泛,包括农业、重工业以及轻工业等领域,用它可以将物料在一定的输送线上,从最初的供料点到最终的卸料点间形成一种物料的输送流程。结构简单,工作平稳可靠,噪音小,能实现连续长距离大倾斜输送,设备运行费用低,可在胶带的任意位置加料或卸料,具有生产效率高、输送量大、能源消耗少的特点,被广泛应用于煤炭、冶金、矿山、化工、港口、电站、轻工、建材、粮食等许多工业领域。经过近两个世纪的发展,带式输送机已经在技术上具备了高强力、大运量、大功率的现代化散状物料输送设备的特征。尽管散料输送企业和带式输送机生产企业都对带式输送机进行了多年的研究,并形成了相当成熟的设计理论,并对各种常用部件进行了不断的优化设计,但仍有短板不断暴露出来,这其中很重要的一部分就是长距离带式输送机的各种问题,尤其是启动制动及动态分析方面,还有些问题没有解决。解决这些问题的前提是确保矿山带式输送机机头架的安全可靠,所以本文开展矿山带式输送机机头架有限元分析,以期为后续的研究提供可靠保障。

2 矿山带式输送机机头架模型的建立

带式输送机是以输送带作为牵引机构和承载机构的一种连续运输机械,它是输送散状物料的主要设备之一。在带式输送机成本构成中,输送带占有的比重很大,大型带式输送机一般在50%左右,因此从成本方面考虑,延长输送带的使用寿命就很有必要。头架钢结构由钢板焊接而成,各个板的厚度远小于其长度和宽度,需要采用壳单元。使用壳单元来模拟头架的实体结构,可简化运算难度,提高运算速度,同时能保证运算精度。

带式输送机的有限元法求解问题的分析处理过程主要包括:带式输送机机头架的离散化、带式输送机机头架的有限元求解、带式输送机机头架的计算结果的后处理几个部分。由于带式输送机机头架的结构离散后的网格质量直接影响分析结果,对带式输送机机头架的三维实体模型进行自适应网格划分。实际工程应用中,如果要设计出带式输送机机头架的或者是一个输送机完整的结构,首先需要对带式输送机机头架的模型结构进行设计,然后再对带式输送机机头架的各项力学参数进行分析验证。以前,人们经常采用的设计方法一般是:首先根据现实情况的实际需求在思维中构思出大概

轮廓,然后出带式输送机机头架的二维图,完善后由专业人员来验证可行性。本文以双路皮带机头架为例,整体钢结构示意图如图1:

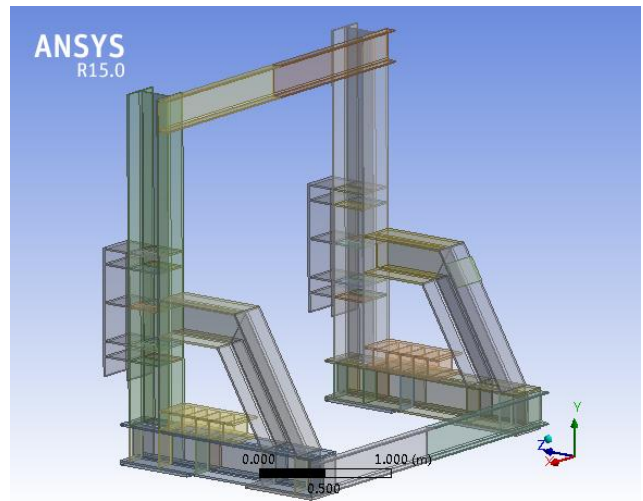


图1 头架的有限元模型

本文根据皮带机头架的结构特点复杂分析,运用了自动划分法的办法,循环的对单元做网格划分,来使分析过程既不会由于单元过多而使得分析的准确性下降,尺寸控制采用 Element Size,然后对支撑柱应力集中部分需要再一步网格细化,进行特殊处理,以此保证计算结果的精确性。皮带机运输过程中要求头架性能平稳且结构牢靠,所以头架是以紧固螺栓与地下钢板固定,则ANSYS分析时固定约束位置就是头架底座。通过理论公式计算得出,皮带机在正常运行工作状态下,头架轴承座受到来自皮带的拉力和轴承自身的重力,通过前文计算得出,拉力大小为 $2 \times 340\text{KN}$,重力大小为 $2 \times 25\text{KN}$ 。

3 数值分析研究

根据皮带机头架的结构特点,头架受到皮带机的牵引力和转运机轴承重力的作用,由于牵引力为皮带机工作时带来的,载荷频率高。若钢结构转运站产生共振,会严重影响整个结构和转运站内设备的安全性、稳定性和使用性,这些影响都是由共振引起的较大振动应力而引起的。在这种情况下考虑分析钢结构的固有频率和振型就显得比较重要了,因此

我们从模态分析来考虑皮带机工作过程中头架产生的振动问题。

模态分析主要用于确定机器零部件和结构的振动特性,即确定固有频率和模态振型。同时它也是其他动力学分析的基础,如谱分析、谐响应分析和瞬态动力学分析等。模态分析的本质是了解系统在动力环境作用下所表现出的特性,但这一特性是系统的固有特性,与系统所受的外力无关。对于实际的工程,用有限元软件分析需要的频率段,可查找振动原因或校核。根据皮带机头架的结构特点,通过有限元分析对问题进行求解,考虑无预应力模态分析和有预应力模态分析两种情况,将结果进行对比。以下为各阶固有模态振型图:

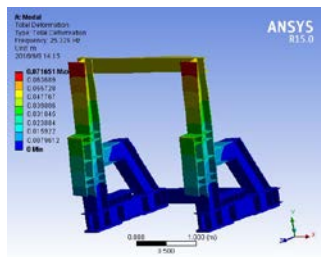


图2 第一阶固有振型图

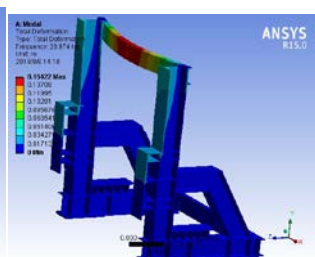


图3 第二阶固有振型图

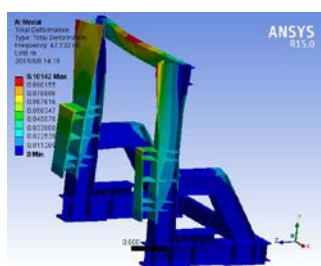


图4 第三阶固有振型图

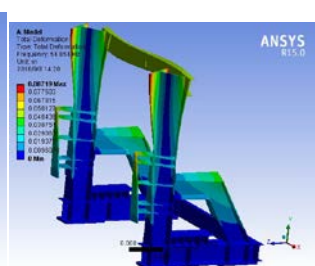


图5 第四阶固有振型图

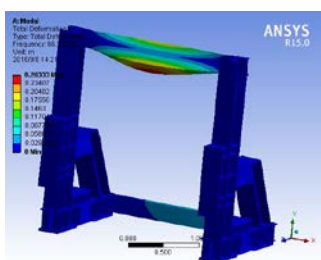


图6 第五阶固有振型图

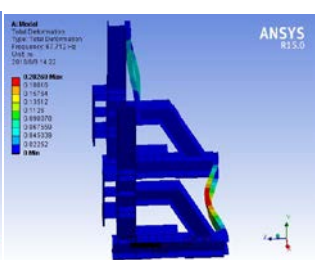


图7 第六阶固有振型图

从上面的求解结果和各阶振型图可以看出:

图2为第一阶模态振型,固有频率为25.329Hz,其振型表现形式为底座较为稳定,两竖梁有左右摆动,其最高处偏移位置最大。此振型带来的影响是头架上皮带机的轴承位置会发生改变,干扰皮带的正常工作。

图3为第二阶模态振型,固有频率为28.974Hz,此振型表现形式为顶端横梁弯曲较大,两竖梁有轻微摆动。

图4为第三阶模态振型,固有频率为42.732Hz,此振型表现形式为从轴承支座往上都发生程度不一的摆动,在竖梁顶端和上横梁中间位置位移最大。

图5为第四阶模态振型,固有频率为54.854Hz,此振型表现形式为轴承座在所在平面内左右摆动,肋板在拐角处上下摆动,两竖梁摆动最为明显,其顶端位移最大。

图6为第五阶模态振型,固有频率为66.162Hz,此振型表现形式为下横梁在X, Z平面内上下摆动,上横梁在X, Y平面上下摆动,其中部位移最大。

图7为第六阶模态振型,固有频率为67.712Hz,此振型表现形式为上横梁在X, Y平面有轻微摆动,下横梁在X, Z平面内摆动明显,其中部位移最大。综上分析可以得出有限元分析软件可以在一定程度上代替工业模态试验,且分析结果可以为工业试验减轻人员和资金损耗,为后续的研究奠定很好的基础。

4 结论

根据现有工况的相关参数通过有限元分析对问题进行求解,考虑无预应力模态分析和有预应力模态分析两种情况,将结果进行对比。结论表明:输送机机头架系统动态过程力学模型的建立与动态方程的解,从理论上对起制动工况动态响应的分析,考虑各种工况下的现场状况,分析各种因素对机构可靠性的影响。

根据目前机头架的基本结构数据利用有限元分析软件对输送机各主要零部件的受力状况,确保矿山带式输送机头架的安全可靠,应用这些结果可以进一步对各零部件进行强度设计,结果表明检验初步设计结果的合理性,通过分析结果对初步设计进行改进,进而为整机设计提供可靠的指导。

参考文献

- [1] 宋伟刚, 邓永胜. 现代带式输送机的设计方法, 2012 全国散装装卸输送高峰论坛暨新技术、新设备交流研讨会。
 - [2] 唐大放, 冯晓宁, 杨现卿. 机械设计工程学 [II]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2004
 - [3] 王启广, 李炳文, 黄嘉兴. 采掘机械与支护设备. 中国矿业大学出版社, 2006
 - [4] 王启广, 黄嘉兴. 液压传动与采掘机械. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2005
 - [5] 谢锡纯, 李晓谿. 矿山机械与设备. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2000
 - [6] 成大先. 机械设计图册. 北京: 化学工业出版社, 2000
 - [7] 王建升. 液压张紧装置电液比例控制系统的研究 [硕士学位论文]. 徐州: 中国矿业大学, 2007
 - [8] 赵应樾. 现代实用液压辅件. 上海: 上海交通大学出版社, 2002
 - [9] 甘永立. 几何量公差与检测. 上海: 上海科技技术出版社, 2005
 - [10] 张炳福. 大型带式输送机张紧装置. 煤矿机电, 1997 (4), 43-44
 - [11] 吴春信. 带式输送机输送带的张紧与张紧装置. 煤矿机械, 2004 (8), 91-93
 - [12] 张晓林. 液压自动张紧装置在胶带输送机中的应用. 煤炭技术, 2003 (9)
- 作者简介:
李喆 (1989—), 男, 河南焦作人, 2011年毕业于河南理工大学, 助理工程师, 主要从事煤矿机电管理工作。