

ZK3654 同步直线振动筛横梁断裂分析

王明恒,程相文,孙秋爽,邢树雪

(河北联合大学 机械学院,河北 唐山 063009)

摘要: ZK3654 同步直线振动筛的横梁在实际使用过程中出现裂纹,采用高阶实体单元建立振动筛筛箱的有限元模型,进行谐响应分析,确定振动筛工作状态下的动态应力分布,找出最危险截面。同时用 Creo2.0 软件建立振动筛三维实体模型,确定质心位置。分析结果表明,原设计存在一定的缺陷,为此提出改进方案,并对改进后的结构进行分析计算,证明了该方案的有效性。

关键词: 振动筛; ANSYS; 谐响应分析; 动应力, 宽筛面, 裂纹

中图分类号: TH237⁺.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-349X(2014)06-0053-03

An Analysis of Beam Fracture of ZK3654 Synchronous Linear Vibrating Screen

WANG Ming-heng, CHENG Xiang-wen, SUN Qiu-shuang, XING Shu-xue

(School of Mechanical Engineering, Hebei United University, Tangshan 063009, China)

Abstract: The ZK3654 synchronous linear vibrating screen breaks in the actual use. A high-order entity unit is used to construct a finite element model of the vibrating screen box, and the harmonic response analysis determines the dynamic stress distribution in the working condition of the vibrating screen, finding out the most dangerous section. A 3D solid model is established by the Creo2.0 software to determine the location of the centroid. The analysis results indicate that the original design has some defects. Accordingly, the author of this paper puts forward an improvement scheme, analyzes and calculates the improved structure, and proves the effectiveness of the proposed scheme.

Key Words: vibrating screen; ANSYS; harmonic analysis; dynamic stress; wide screen surface; crack

0 引言

振动筛是利用周期变化的激振力强迫筛体持续振动机械,其作用是使物料产生一定运动而实现筛分目的,广泛应用于煤炭、石油、冶金、交通运输等工业部门^[1]。振动筛的振动筛分设备主要向着高振动强度、大型化和轻型化方向发展。振动筛满足大处理量和高工作效率要求的同时,首要任务就是保证结构的强度和刚度^[2]。为了得到较大的速度和加速度,筛机的振动强度随生产能力和筛分效果的高要求而逐渐增大,在使用过程中一些大型振动筛出现了一些问题,如:筛箱振动超限,侧板、横梁、筛板断裂^[3]。除了制造工艺、选用材料和对振动筛的使用不当等原因外,振动筛的结构设计也不能忽视。实际使用时 ZK3654 振动筛横梁断裂,如图 1 所

示。本文应用 ANSYS 软件对 ZK3654 型强迫同步直线振动筛(以下简称 ZK3654 振动筛)进行有限元分析,并提出横梁断裂的有效解决方案。

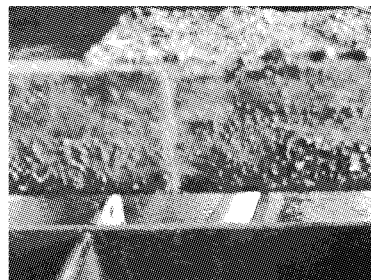


图 1 ZK3654 振动筛横梁断裂部位图

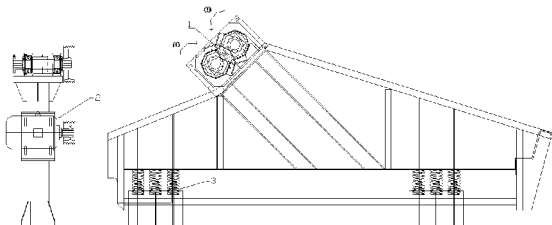
收稿日期:2014-07-26

作者简介:王明恒(1980-),男,河北唐山人,工程师,硕士,主要从事选煤设备的设计开发研究。

1 ZK3654 振动筛三维建模

1.1 ZK3654 振动筛的基本组成及工作原理

ZK3654 振动筛筛面宽度为 3.6 m, 长度为 5.4 m, 主要由筛箱、筛框、筛网、激振器、电机设备、隔振弹簧、支架等组成, 如图 2 所示。



1—偏心块; 2—电机; 3—弹簧

图 2 ZK3654 振动筛工作原理

ZK 系列的直线振动筛是我国科研人员在分析我国生产需要, 同时消化、吸收国内外振动筛特点的基础上, 总结多年的经验设计研究出的高效新型的筛分设备, 适用于选煤、选矿、发电、制糖、制盐、污水处理等部门。该系列振动筛主要对中细物料进行干、湿式粒度分级、脱水、脱介、脱泥作业。同其他直线振动筛一样, 采用双电机驱动, 两台电机做同步、反向旋转, 两个激振器(偏心质量和偏心距相等)等速反向旋转, 由偏心块所产生的离心力提供激振力在电机轴线平行方向抵消, 垂直方向成为合力。两偏心质量通过力学原理使振动筛在振动方向上做往复直线或近似直线运动, 实现自动同步运动。物料从给料机均匀地进入筛分机的进料口, 通过多层筛网产生数种规格的筛上物、筛下物, 分别从各自的出口排出, 从而达到对物料进行筛选和分级的目的^[4]。

1.2 ZK3654 振动筛的三维建模

应用 Creo2.0 软件对振动筛进行三维实体建模。三维建模在不影响结构刚度情况下对振动筛做一定的简化处理: 把铆钉连接简化为刚性连接, 这样导致刚度增加; 同时去掉主梁、横梁、后挡板, 这样导致刚度减小, 因此, 上述简化可行。除此以外, 去除筛体上所有尺寸较小的倒角和铆接孔, 在不影响筛体的强度和刚度的同时也不会导致离散化时小孔处网格细化, 从而不会耗费计算时间。

应用 Creo2.0 绘制振动筛整体简化三维模型, 如图 3。

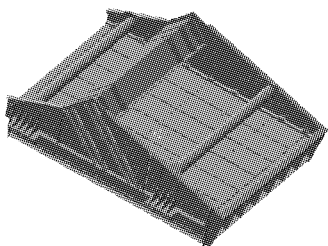


图 3 ZK3654 振动筛

2 ZK3654 振动筛有限元模型的建立

2.1 振动筛有限元模型单元的选取

振动筛可以看作是空间板梁组合结构。为了减少单元和节点的数目, 同时减少计算时间, 许多对振动筛的研究分析中在进行网格划分时都采用壳单元、梁单元。壳单元网格划分模拟结构时, 该结构一个方向的尺度(厚度)远小于其它方向的尺度, 会忽略沿厚度方向的应力。对于梁单元, 在有限元模型中会被抽象成直线, 侧板与横梁之间的接触面则被简化为一个点, 这样就会导致接触部位的应力值急剧增大, 因此计算结果不够准确。与大多数采用壳单元、梁单元进行网格划分的有限元分析不同, 本研究采用实体单元对振动筛进行网格划分。

采用实体单元进行网格划分来避免上述问题的出现: 选用实体单元 SOLID187、弹簧单元 COMBIN14、点质量单元 MASS21 对 ZK3654 振动筛进行网格划分。筛箱(包括弹簧支撑管梁)采用 SOLID187 单元划分。SOLID187 单元可以更好地用来模拟不规则的模型, 每个单元有 10 个节点组成, 各节点在其 X、Y、Z 方向上均有平移自由度, 单元的优点是具有可适应塑性、应力刚化、超弹性、大应变和大变形能力。

划分弹簧单元时通过两个节点创建弹簧单元, 通过弹簧—阻尼单元 COMBIN14 进行模拟。该模型共建立了 12 个轴向弹簧单元, 8 个横向弹簧单元。轴向弹簧单元的刚度为 365 N/mm, 横向弹簧单元的刚度为 121.7 N/mm, 是轴向刚度的 1/3。MASS21 单元用来表示具有质量的点元素, 有 6 个方向的自由度, 每个方向可赋予不同的质量和转动惯量。通过 MASS21 单元来模拟每组激振器偏心轮质量, 单元质量为 25 kg, 共 8 个偏心轮点质量单元。另外, 通过点质量单元创建支撑管梁来建立刚性区域的中心节点^[6]。

通过以上方式对振动筛网络加以划分, 共划分成 300 多万个单元、将近 600 万个节点进行, 如图 4 所示。

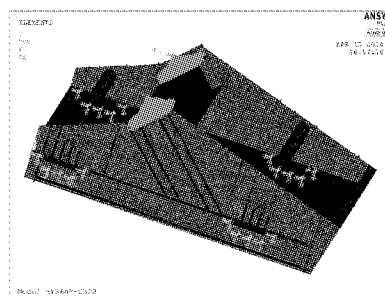


图 4 ZK3654 振动筛有限元模型

2.2 载荷和约束施加

2.2.1 激振力的施加

振动筛的激振力: $P = MA\omega^2 = n_2 m r \omega^2$ 。

式中: M —参阵质量; A —振幅; ω —激振器回转角速度, $\omega =$

$\frac{\pi n}{30}$, $n = \frac{n_1}{i}$, n_1 为激振器的工作转速, i 为速比; n_2 —偏心轮的

组数,数量为 4 组; m —单组偏心块的质量; r —偏心轮质心的回转半径。

ZK3654 振动筛激振器的工作转速为 1 480 r/min,速比为 1.63。经计算 $\omega=95.08$ rad/s,激振力为 255 348 N。建立 ZK3654 振动筛的有限元模型时,通过 MASS21 单元来模拟每组激振器的偏心轮的质量。此振动筛共有 2 组激振器,每组激振器由 4 个偏心块组成,每一组偏心块用一个点质量单元代替,通过刚性区域法将点质量单元连接到激振器安装座上。

谐响应分析首先假定对模型施加的体载荷是符合简谐规律变化的。指定一个完整的简谐载荷需要输入 3 条信息:相位角、幅值和强制频率范围。振动筛偏心轮旋转产生两对离心力,将离心力沿坐标轴方向投影后得到 4 对同频不同相位的简谐力,按上述加载方式将简谐力施加在筛箱有限元模型上,对筛箱进行谐响应分析,如图 5 所示。

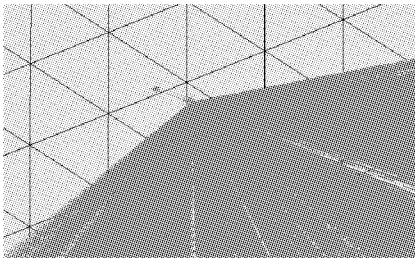


图 5 ZK3654 振动筛激振力施加图

2.2.2 约束施加

通过建立横向弹簧单元来模拟橡胶弹簧横向刚度,弹簧支撑管梁的中心主节点是由筛箱的轴向与横向弹簧通过公共节点连接在一起,另一端采用全约束,如图 6 所示。

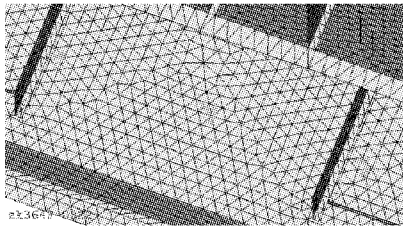


图 6 ZK3654 振动筛约束施加图

振动筛的座耳通过弹簧与机架支座连接,起轴向支撑作用。振动筛的主要运动形式为平面运动,但筛箱会沿激振力方向做直线振动,同时在工作过程中也会受到诸多不确定因素的影响,因此振动筛有限元模型通过弹簧的轴向刚度和横向刚度来模拟振动筛的三维空间运动。

3 有限元分析结果

将计算出的激振力施加在模型上,通过有限元计算得出迭代频率为 16 Hz 时,出现最大应力为 121.493 MPa。ZK3654 振动筛的位移云图如图 7 所示。动应力云图如图 8 所示。从图中可以看出,ZK3654 振动筛的最大应力主要集中在振动筛横梁中间部位,最大应力值为 121.5 MPa。

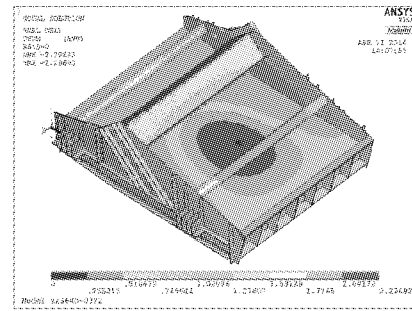


图 7 ZK3654 振动筛位移云图

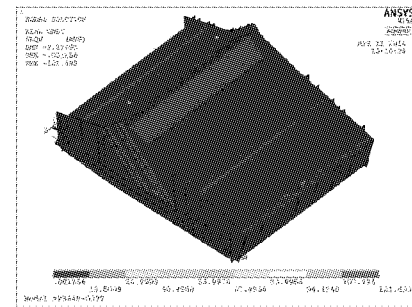


图 8 ZK3654 振动筛动应力云图

根据有限元分析结果,提出解决方案:将振动筛横梁与侧板均加厚 2 cm,调整激振器的位置使其与箱体质心对齐,将应力减小到 44 MPa,满足振动筛设计规范要求。对改进后的振动筛进行谐响应分析,得到修改后的 ZK3654 振动筛的位移云图如图 9 所示。动应力云图如图 10 所示。最大应力减小到 44.046 9 MPa,说明提出的修改方案行之有效。

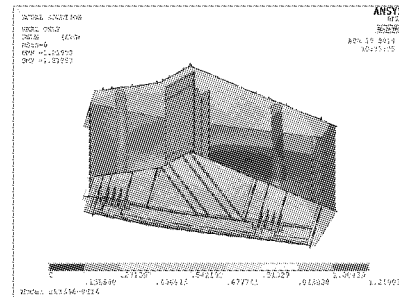


图 9 ZK3654 振动筛修正后位移云图

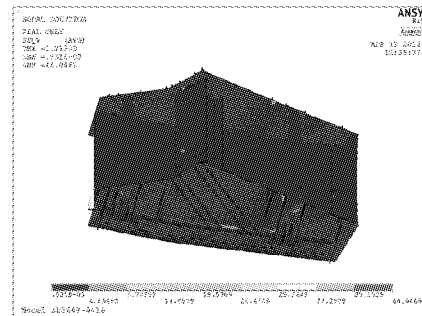


图 10 ZK3654 振动筛修正后动应力云图

(下转第 63 页)

与监控,其控制界面如图4所示。



图4 短信控制模块的控制界面

4 结束语

汽车导航防盗控制系统可作为车辆上的车载设备,实现车辆实时智能导航与车内舒适化控制。车主可随时随地通过手机监控自己车辆的实时状态,车辆防盗控制进一步加强。双模式的安卓手机客户端能使车辆的远程控制省去许多繁琐的操作,用户只需简单触摸按键便可实现对车辆的各种控制并查看车辆实时状态。

(上接第55页)

4 结论

对振动筛的研究中大都采用壳单元和梁单元进行网格划分,而得到的横梁断裂结果出现在横梁与侧板交接处,与实际不符。针对ZK3654振动筛的研究,如果采用壳单元和梁单元建立振动筛的有限元模型,在横梁与侧板交接处也会产生应力集中。所以,本文采用实体单元划分网格,对ZK3654振动筛进行有限元分析,得到的动应力结果与实际横梁断裂部位相吻合。振动筛有限元模型的单元选取及网格划分可直接影响分析结果的准确性。根据最大应力的部位和值,通过对结构进行改进使动应力大大降低,结构设计准确、合理、可靠。

参考文献:

- [1] 林粤伟,吴则举.基于AT89C52的GPS车辆导航设备研制[J].电子产品世界,2012(10):48-49,60.
- [2] 刘军,石存杰,韦龙平,等.智能车载导航与电话系统设计[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2013,32(1):139-142,151.
- [3] 来印敬,张曙光.基于S3C2440的车载GPS/GPRS跟踪监控系统研究与实现[J].现代电子技术,2011,34(19):168-170,182.
- [4] 何小卫,王爱华,马跃.基于GPRS的GPS车载终端通信技术研究[J].计算机应用,2008,28(11):2952-2954.
- [5] 邓利,赵又群,王乐,等.嵌入式与GPS在汽车运动状态实时监控中的应用[J].农业装备与车辆工程,2008(11):11-14.

(责任编辑:李高峰)

参考文献:

- [1] 段志善,郭宝良.我国振动筛分设备的现状与发展方向[J].矿山机械,2009(4):1-5.
- [2] 闻邦椿,刘树英,何勍.振动机械的理论与动态设计方法[M].北京:机械工业出版社,2001:56-60.
- [3] 苏梅,童昕,刘强,等.振动筛筛箱的动应力分析及结构改进[J].建筑机械,2010(13):59-64.
- [4] 苏梅,童昕,刘强,等.振动筛筛箱模态特性分析及动强度校核[J].金属矿山,2011(1):112-116.
- [5] 王国强.实用工程数值模拟技术在ANSYS上的实践[M].西安:西北工业大学出版社,1999:123-146.

(责任编辑:李高峰)