

双层三轴椭圆振动筛筛下横梁断裂原因分析及改造

高晓国

内蒙古太平矿业有限公司 内蒙古 巴彦淖尔 015310

摘要：双层三轴椭圆振动筛作为重要的筛分设备，其筛下横梁断裂问题影响设备稳定运行。断裂原因主要包括超负荷运行、结构设计不合理、激振器不同步及投料不均匀与冲击。为解决此问题，提出了优化结构设计、确保激振器同步运行、改进投料方式及加强设备维护与保养等改造方法。改造后，有效提升了振动筛的可靠性和使用寿命，为破碎生产提供了有力保障。

关键词：双层三轴椭圆振动筛；筛下横梁断裂原因；改造

引言

双层三轴椭圆振动筛因其高效的筛分性能，在矿山、冶金等领域得到广泛应用。然而，筛下横梁断裂成为制约其稳定运行的关键因素，断裂不仅影响筛分效率，还增加维修成本和安全风险。深入分析断裂原因，并提出有效的改造方法，对于提高振动筛的可靠性和延长使用寿命具有重要意义。本文将对此展开深入研究，为相关行业的设备维护与优化提供参考。

1 双层三轴椭圆振动筛概述

双层三轴椭圆振动筛是一种高效、先进的筛分设备，广泛应用于矿山、冶金、化工、煤炭、建材、电力等行业。该设备通过三轴驱动产生的椭圆运动轨迹，实现物料的筛分和分级。双层三轴椭圆振动筛的工作原理主要基于三轴驱动系统，振子的上旋转重锤使筛面产生平面回旋振动，而下旋转重锤则使筛面产生锥面回转振动，两者联合作用使筛面产生复旋型振动。其振动轨迹在水平面投影为一圆形，而在垂直面上的投影为一椭圆形，这种独特的运动方式使得物料在筛面上能够充分分散、分层，从而提高筛分效率。双层三轴椭圆振动筛具备多项显著优势。第一，其椭圆轨迹和振幅可调，能够根据实际物料状况选择最优振动轨迹，对难筛分的物料更具优势；第二，三轴驱动逼迫同步激振，使筛机获得稳定的工作状态，对处理量大的筛分作业尤为有利；第三，三轴驱动还改善了筛框受力状况，减轻了单个轴承负荷，提高了筛机的可靠性和使用寿命。双层三轴椭圆振动筛的结构设计先进，采用高强度螺栓、环槽铆钉等连接方式，确保设备的坚固耐用，其振动频率、振幅、振动方向角等参数均可根据实际使用需求进行调整，以获得理想的筛分效率和处理能力。在实际应用中，双层三轴椭圆振动筛已展现出高效、稳定、可靠的性能，成为各行业物料筛分和分级不可或缺的重要设备。

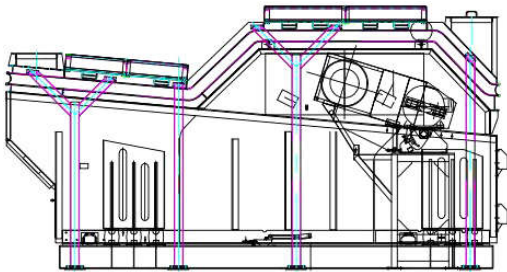


图1 TTHBM8202双层三轴椭圆振动筛结构图

2 筛下横梁断裂原因分析

2.1 超负荷运行

双层三轴椭圆振动筛在破碎生产中承担着物料筛分的关键任务，然而，当设备长期处于超负荷运行状态时，筛下横梁面临着巨大的压力考验。在实际工况里，若进料量超出了振动筛的设计处理能力，大量物料堆积在筛面上，使得筛网承受的负荷急剧增加。这种超负荷不仅直接作用于筛网，更通过筛网传递至筛下横梁。由于横梁需承受额外的物料重量以及由此产生的惯性力，其内部应力分布发生显著变化。正常情况下，横梁的材料强度能够在设计负荷范围内保持结构稳定，但当负荷超出极限时，横梁内部的微观结构开始出现损伤。随着时间的推移，超负荷运行使得横梁承受的应力不断累积，超过了材料的疲劳极限。微观层面上，金属材料内部的晶体结构在反复的高应力作用下，晶界处逐渐产生微小裂纹，这些裂纹在持续的超负荷振动中，不断扩展、连接。起初，裂纹的扩展较为缓慢，但随着运行时间的增加，裂纹扩展速率加快。当裂纹扩展到一定程度，横梁的有效承载面积大幅减小，其实际承载能力远低于设计要求，最终，在某一时刻，横梁无法承受物料和设备运行产生的巨大作用力，导致断裂。

2.2 结构设计不合理

双层三轴椭圆振动筛的结构设计对其整体性能和筛

下横梁的可靠性有着至关重要的影响。在一些振动筛设计中,可能存在筛下横梁结构设计不合理的问题,例如,横梁的截面形状和尺寸选择不当。若横梁的截面面积过小,在承受设备运行过程中的各种力时,其抗弯强度不足。当振动筛工作时,横梁受到物料的冲击以及筛网振动传递的交变应力,较小的截面无法提供足够的抵抗弯矩的能力,容易产生较大的弯曲变形。长期处于这种变形状态下,横梁内部的应力集中现象加剧,导致材料过早出现疲劳损伤。横梁与筛箱的连接方式也是结构设计中的关键因素,若连接部位的设计不合理,如焊接工艺不当、螺栓连接的预紧力不足或连接结构的刚性不够,在振动筛运行时,连接部位容易产生相对位移或松动。这种不稳定的连接会使横梁在工作过程中承受额外的剪切力和扭转力,进一步恶化横梁的受力状况。即使横梁本身的材料强度满足要求,但由于连接结构的缺陷,也可能导致横梁在相对薄弱的部位首先出现裂纹,随着裂纹的发展最终引发断裂。不合理的结构设计可能使得振动筛在运行时产生共振现象,当设备的激振频率与筛下横梁的固有频率接近或相等时,横梁会发生剧烈的共振,振幅急剧增大,所承受的动载荷大幅增加,远远超出正常工作状态下的负荷,从而大大缩短了横梁的使用寿命,导致其迅速断裂^[1]。

2.3 激振器不同步

双层三轴椭圆振动筛依靠激振器产生的激振力来实现物料的筛分运动,激振器的同步运行对于保证设备稳定、高效工作以及筛下横梁的安全至关重要。当激振器不同步时,会给筛下横梁带来复杂且恶劣的受力情况,在三轴椭圆振动筛中,多个激振器协同工作,通过产生特定频率和相位的激振力,使筛箱产生椭圆轨迹的振动。若其中某个激振器由于各种原因(如电机转速差异、皮带松紧不一致、激振器内部零件磨损等)出现工作不同步,各激振器产生的激振力无法按照设计要求进行合成,筛箱的振动轨迹将发生紊乱。这种紊乱的振动使得筛下横梁受到的力不再是均匀、稳定的,而是呈现出复杂的交变特性。横梁的不同部位会在不同时刻承受大小和方向不断变化的力,导致其内部应力分布极不均匀,在应力集中的部位,材料容易产生疲劳损伤。例如,在激振器不同步导致的振动不协调区域,横梁的某些部位可能会承受远超正常水平的冲击力,使得该部位的材料迅速出现微观裂纹。随着设备的持续运行,这些裂纹在交变应力的作用下不断扩展,逐渐削弱横梁的整体强度,激振器不同步还可能引发筛箱的异常振动,这种振动会传递至筛下横梁,使横梁承受额外的动载荷。

长期处于这种异常受力状态下,筛下横梁的疲劳寿命大幅缩短,最终因无法承受不断增加的应力而发生断裂。

2.4 投料不均匀与冲击

在双层三轴椭圆振动筛的工作过程中,投料的均匀性和稳定性对筛下横梁的运行状况有着显著影响。若投料不均匀,物料在筛面上分布不均,会导致筛网受力不均,进而将这种不均匀的力传递至筛下横梁。当大量物料集中在筛网的某一区域时,该区域下方的筛下横梁承受的压力明显增大,与均匀投料情况相比,不均匀投料使得横梁局部承受过高的负荷,导致横梁内部应力分布严重不均。在应力集中的部位,材料的疲劳损伤加剧,投料过程中若存在冲击现象,对筛下横梁的危害更为严重。例如,当物料从高处直接冲击筛网时,冲击力通过筛网瞬间传递至筛下横梁,这种冲击力具有较大的瞬时值,远远超过了横梁在正常工作状态下所承受的静载荷和动载荷。在冲击作用下,横梁内部会产生很高的瞬时应力,可能导致材料内部的晶体结构发生瞬间变形和损伤^[2]。

3 筛下横梁断裂改造方法

3.1 优化结构设计

(1)对筛下横梁的结构进行全面评估,依据力学原理重新设计横梁的形状与尺寸。将传统的等截面横梁改为变截面横梁,在受力较大的部位适当增加横梁的厚度与宽度,以提高其承载能力。通过有限元分析软件,模拟横梁在不同工况下的受力情况,精准确定应力集中区域,针对性地对这些区域进行结构优化,降低应力集中程度,有效提升横梁的抗断裂性能。(2)合理选择横梁的材质。优先选用高强度、高韧性的合金钢材,此类钢材具有良好的综合力学性能,能更好地承受振动筛工作时产生的交变载荷。对材质的质量进行严格把控,确保其内部无缺陷,避免因材质问题引发横梁断裂。在加工过程中,采用先进的加工工艺,如数控加工,保证横梁的加工精度,减少因加工误差导致的应力集中。(3)改进横梁与筛体的连接方式。摒弃传统的简单焊接连接,采用螺栓与焊接相结合的复合连接方式。先通过螺栓将横梁初步固定在筛体上,再进行焊接,这样既能保证连接的牢固性,又能在一定程度上释放因焊接产生的残余应力。在连接部位增加加强筋,进一步增强连接的可靠性,使横梁与筛体形成一个稳定的整体结构,共同承受振动筛工作时的各种载荷。

3.2 确保激振器同步运行

(1)选用性能优良、精度高的激振器。优质激振器的偏心块质量分布均匀,运转时能产生稳定且一致的激振力。在安装激振器时,严格按照设备安装说明书的要

求进行操作,确保激振器的安装位置准确无误,其轴线与筛体的中心线平行度控制在极小的误差范围内,为激振器的同步运行奠定基础。(2)建立完善的激振器同步控制系统。采用先进的传感器实时监测激振器的运行状态,包括转速、相位等参数。通过控制系统对监测数据进行分析处理,一旦发现激振器之间出现不同步现象,立即自动调整激振器的驱动电机转速,使激振器迅速恢复同步运行。定期对同步控制系统进行校准和维护,确保其工作的准确性和可靠性。(3)加强对激振器的日常检查与维护。定期检查激振器的轴承、偏心块等关键部件的磨损情况,及时更换磨损严重的部件,保证激振器的正常运转。为激振器添加合适的润滑剂,降低部件之间的摩擦阻力,减少能量损耗,提高激振器的工作效率,从而确保激振器在长时间运行过程中始终保持同步状态,避免因激振器不同步导致筛下横梁受力不均而断裂^[3]。

3.3 改进投料方式

(1)对投料装置进行升级改造。将传统的单点投料改为多点均匀投料方式,通过在筛体上方设置多个投料口,并合理调整投料口的位置与角度,使物料能够均匀地分布在筛面上。这样可以避免物料在筛面上局部堆积,减少因物料分布不均对筛下横梁产生的不平衡冲击载荷。(2)安装物料流量控制装置。根据振动筛的处理能力,精确调节物料的投料速度,使物料流量保持稳定。避免因投料速度过快,导致筛面物料过多,增加筛下横梁的负荷;(3)优化物料的预处理流程。在物料进入振动筛之前,对其进行适当的破碎和筛分,去除过大或过硬的颗粒。过大过硬的物料在筛面上运动时,容易对筛下横梁产生较大的冲击力,通过预处理可有效减小这种冲击力,保护筛下横梁。对物料进行除杂处理,避免杂物混入物料中,防止杂物在筛面上卡滞,影响物料的正常流动,进而减少对筛下横梁的不利影响。

3.4 加强设备维护与保养

(1)制定详细的设备维护保养计划。明确规定每

天、每周、每月以及每季度需要对振动筛进行的维护保养项目,包括检查筛网的磨损情况、紧固各部位的螺栓、清洁设备表面及内部的积尘等。按照计划严格执行维护保养工作,及时发现并解决问题,确保设备始终处于良好的运行状态。(2)定期对筛下横梁进行探伤检测。采用超声波探伤、磁粉探伤等先进的检测技术,检查横梁内部是否存在裂纹等缺陷。对于早期发现的微小裂纹,及时进行修复处理,防止裂纹进一步扩展导致横梁断裂。根据设备的使用频率和工作环境,合理确定探伤检测的周期,一般情况下,频繁使用且工作环境恶劣的振动筛,探伤检测周期应适当缩短。(3)加强对设备操作人员的培训。提高操作人员的专业技能和责任心,使其熟悉振动筛的工作原理、操作规程以及常见故障的处理方法。操作人员在日常工作中要严格按照操作规程操作设备,避免因操作不当对设备造成损坏^[4]。

结语

综上所述,通过对双层三轴椭圆振动筛筛下横梁断裂原因的深入分析,我们明确了超负荷运行、结构设计不合理、激振器不同步及投料不均匀与冲击等主要因素。针对这些问题,提出了具体的改造方法,并付诸实践。改造后的振动筛在性能上得到了显著提升,不仅提高了筛分效率,还有效降低了维修成本和安全风险。本文为双层三轴椭圆振动筛的优化设计与维护提供了有益的探索 and 实践经验。

参考文献

- [1]陈兵,刘涵,任江,等.物料冲击对椭圆振动筛筛分性能的动力学影响[J].振动、测试与诊断,2024,44(5):907-915.
- [2]诸葛敏.三轴椭圆振动筛激振器的结构优化和改进[J].装备制造技术,2023(10):215-218.
- [3]曾爱民,吴泽洲,涂晓琴.脱水筛振动横梁断裂原因分析[J].有色冶金设计与研究,2023,44(4):27-31.
- [4]李孙力,杨雪芹,王昕,等.某大型装载机动臂横梁摇臂支座断裂分析及改进[J].建筑机械,2021(5):59-61.