

轧钢机械设备故障分析与维修技术研究

尹丁南 郭琨

安阳钢铁建设有限责任公司, 河南 安阳 455000

[摘要]轧钢机械设备是钢铁生产流程中的主要设备,它的工作状况直接影响到钢材产品产量、质量以及生产成本。由于轧钢设备工作在高温、重载、高冲击的恶劣工况下,各种故障时有发生,大大降低了生产效率和设备利用率。文中在对轧钢机械设备类型及运行特点进行系统分析的基础上,对主传动系统、轧辊装置、液压系统、润滑系统等主要部分的常见故障进行了详细的分析,并从维修方式的选择、主传动和轧辊维修技术、液压和润滑系统维修技术、更换装配和质量控制等方面给出了相应的维修优化策略。经过研究得知,以状态监测为基础,以预防性维修为主导的差异化维修体系是提高轧钢机械设备可靠性、降低维修成本的一种有效方式。

[关键词]轧钢机械设备;故障分析;维修技术;状态监测;液压系统

DOI: 10.33142/ect.v4i8.20336

中图分类号: TF325

文献标识码: A

Research on Fault Analysis and Maintenance Technology of Steel Rolling Machinery Equipment

YIN Dingnan, GUO Kun

Anyang Iron & Steel Construction Co., Ltd., Anyang, He'nan, 455000, China

Abstract: Steel rolling machinery equipment is the main equipment in the steel production process, and its working condition directly affects the output, quality, and production cost of steel products. Due to the harsh working conditions of high temperature, heavy load, and high impact of steel rolling equipment, various failures occur from time to time, greatly reducing production efficiency and equipment utilization. On the basis of a systematic analysis of the types and operating characteristics of steel rolling machinery equipment, this article provides a detailed analysis of common faults in the main transmission system, rolling mill device, hydraulic system, lubrication system, and other major parts. Corresponding maintenance optimization strategies are also proposed from the selection of maintenance methods, main transmission and rolling mill maintenance techniques, hydraulic and lubrication system maintenance techniques, replacement assembly, and quality control. After research, it has been found that a differentiated maintenance system based on condition monitoring and dominated by preventive maintenance is an effective way to improve the reliability of steel rolling machinery and reduce maintenance costs.

Keywords: steel rolling machinery and equipment; fault analysis; maintenance technology; status monitoring; hydraulic system

引言

轧钢是钢铁生产流程中最后的成型环节,轧钢机械设备是实现金属塑性变形的工艺装备,运行状态的好坏直接影响产品尺寸精度、表面质量及生产效率。随着现代轧钢生产向着高速化、连续化、精密化的方向发展,设备的组成越来越复杂,各个部件之间的联系也越来越紧密,对设备运行的可靠性、稳定性要求也越来越高。轧钢机一般工作在高负荷、高速度、高冲击的环境下连续工作,设备长时间承受着强烈的周期性载荷和剧烈的冲击,各种机械故障和损伤也时有发生。轧钢设备故障率高、种类繁多,给

设备维护管理工作带来了很大的困难。长期以来,很多钢铁企业对轧钢设备的管理一直采用事后维修为主的模式,缺少故障预判能力,维修决策没有科学的依据,非计划停机频繁出现,维修成本居高不下。在此情况下,对轧钢机械设备故障分析及维修技术进行系统的探究,对准确掌握设备劣化规律、改善维修方案、保证轧钢生产线稳定高效运转有着十分重要的理论意义和实际意义。

1 轧钢机械设备的类型与运行特点

轧钢机械设备是为实现金属轧制变形而设计制造的专用机械设备,根据生产工艺和产品种类可分为型钢轧机、

板带轧机和钢管轧机等,不同类型的轧机在设备结构、传动方式和控制要求上存在差异。从设备组成上看,一套完整的轧钢机械设备一般由轧机主机系统(含牌坊、轧辊、轧辊轴承、压下装置)、主传动系统(含电动机、齿轮箱、联轴器)、辅助设备系统、液压及润滑系统等子系统组成,各个子系统之间在功能、结构上互相联系、互相配合。

从运行特点上看,轧钢机械设备有如下几个明显的特点。首先就是高负荷、强冲击性,轧机在高负荷、高速度、高冲击的条件下连续工作,各个部件受到很强的周期性载荷和瞬时冲击。其次就是连续化、高节奏,现代化轧钢生产线使用连续轧制工艺,某一个环节出现故障会造成全线停产,损失巨大。第三就是高温、恶劣工况,高温辐射、大量氧化铁皮、冷却水三者共同作用下,加剧了零部件的磨损和劣化。第四是系统关联性,各个子系统高度相关联,一个子系统的故障往往会引起其它子系统的故障,从而造成整个系统的故障源无法找到。由此可以看出,轧钢机械设备故障分析和维修工作要全面考虑结构、工况、负荷、系统关联等各方面的相互影响。

2 轧钢机械设备运行现状及常见故障分析

2.1 轧钢机械设备运行管理现状

目前大部分钢铁企业轧钢机械设备运行管理还存在着很多问题。管理模式仍然以计划检修和事后维修为主,点检工作流于形式、设备状态监测体系不健全、维修决策依靠个人经验的粗放式管理现象比较普遍。虽然部分企业实行了点检定修制,但是点检标准不具体、点检数据没有被充分利用、设备健康状况没有定量化评价手段等仍然存在。轧钢机械设备检修工作具有设备结构复杂、作业人数多、检修时间长、危险源点多等特点,给运行管理的组织协调带来较大的困难。设备管理信息化中大部分设备运行数据没有得到充分的利用而“沉睡”在系统里,故障分析不够深入。另外设备管理组织结构上还存在着多头管理、责任不清的现象,设备管理、生产操作、维修执行之间缺少有效的协同配合,维修响应速度慢,不能满足设备综合保障能力提高的要求。

2.2 主传动系统与轧辊装置常见故障

主传动系统和轧辊装置是轧钢机械设备的主要执行部分,主要完成动力传递、金属轧制的功能,也是各种故障的高发部位。主传动系统常见故障有齿轮箱齿轮损伤、轴承损坏、联轴器损坏、万向接轴断裂等。齿轮箱中齿轮受到交变载荷和冲击载荷的作用,容易造成齿面疲劳点蚀、齿根裂纹甚至断齿等严重的损坏,一旦发生就会造成传动

中断,导致长时间的设备停机和高昂的维修费用^[1]。轧机主传动轴、万向接轴在工作时承受着很大的扭矩和弯曲应力,在高速、冲击大的情况下,常会出现轴颈磨损、键槽压溃、接轴叉头变形等损伤形式。轧辊装置中轧辊主要失效形式有轧辊磨损、轧辊裂纹、轧辊断裂。轧辊磨损属于正常的使用性劣化,但是当磨损量超过允许范围的时候,就会直接影响产品的尺寸精度和表面质量。轧辊裂纹的产生大多是由热疲劳或者局部过载引起的,如果不能及时发现,就会在循环应力的作用下迅速扩大,最后造成轧辊断裂这种最严重的一种失效形式。轧辊轴承是轧辊的支承件,它要承受很大的径向载荷和轴向推力,在高速旋转和冲击振动的共同影响下,很容易造成保持架断裂、滚子剥落、过热烧损等故障,是轧机故障中占比较大一部分的零部件。

2.3 液压与润滑系统常见故障

液压、润滑系统是轧钢机械设备重要的辅助系统,液压、润滑系统工作好坏影响设备的控制精度和重要部件的寿命。液压系统常见的故障有系统压力波动或者不足、执行元件动作迟缓、液压缸内外泄漏、油温过高、油液污染等。液压系统故障中最常见、最主要原因就是油液污染,固体颗粒、水分、空气等污染物进入系统之后会引发液压元件磨损加快、阀芯卡滞、密封件损坏等情况发生。液压缸故障大多为内泄漏增大、外泄漏明显,直接对轧机辊缝控制精度和稳定性造成影响。液压泵的磨损、液压阀的堵塞卡滞也会成为经常出现的故障形式,从而造成系统压力建立受阻。润滑系统常见的故障有润滑油压力过高或者过低、供油中断、油质变坏、滤清器堵塞等。干油润滑系统常见的故障有润滑泵不能建立压力、分配器不动作或者动作异常、管路堵塞等,会造成关键摩擦副得不到有效的润滑,加快磨损甚至烧损。润滑油粘度增大、水分超标、酸值上升、金属元素含量急剧上升等,都是设备劣化前兆。

2.4 故障诊断与维修管理中存在的问题

目前轧钢机械设备故障诊断及维修管理还存在着很多问题。从故障诊断角度来说,部分轧钢企业的设备管理方式比较落后,检修维护人员没有精密诊断的能力,主要依靠“望、闻、问、听”这些传统的手段,对于那些隐蔽性的故障以及早期的劣化征兆,识别起来存在着严重的不足。就技术手段而言,设备状态监测技术的应用范围和深度比较小,不能及时发现设备的故障隐患,先进的传感技术以及数据分析的方法没有在现场得到充分的使用。维修决策上设备维修还以周期性维修、事后维修为主,缺少根据设备实际运行状况作出准确判断的依据,科学性、针对

性较差^[2]。从管理体系角度来讲,设备信息数据的管理存在滞后现象,许多设备的运行数据没有被系统所记录并加以分析,故障案例与经验知识并未形成有效知识库以及闭环管理机制,类似故障屡次出现致使造成不计其数的损失。

3 轧钢机械设备维修技术与优化策略

3.1 维修方式选择与适用条件

合理的维修方式选择,对于提高轧钢机械设备维修效率,降低维修成本有着十分重要的作用。常用的维修方式有事后维修、预防性定期维修、状态监测维修和改善性维修等几种类型,每种维修方式都有它所适用的条件。事后维修适合于非关键设备或者故障后果不严重的情况,预防性定期维修适合于有规律性磨损的设备,状态监测维修适合于故障无法预测但是可以通过状态参数反映的设备。在实际应用中,以可靠性为基础的维修思想被越来越多地应用到轧钢设备的管理当中,通过对设备的故障模式进行分析来确定设备的维修重要性,并据此制定出相应的维修措施。维修方式的组合优化要全面考量设备在生产流程中所处的重要位置,故障后果的严重程度,状态监测是否可行以及维修经济性等诸多要素,防止出现单一维修方式造成的过修或者欠修状况,从而达成维修资源的精准安排和高效运用,如下表所示。

3.2 主传动系统与轧辊维修技术

根据主传动系统及轧辊装置主要故障模式,采用科学有效的有针对性的维修技术手段。齿轮箱维修中轻度点蚀、磨损用修形、磨削修复,严重断齿等用新齿轮更换。齿轮箱装配时要保证齿轮副的齿侧间隙、接触斑点满足技术标准,轴承的游隙调整要准确。万向接轴维修时要重点检查十字包轴承的磨损情况,磨损严重时要及时更换,对叉头做探伤检测。轧辊维修一般采用轧辊磨削、表面处理技术,根据磨损量定期重车恢复辊形精度。轧辊裂纹用磁粉探伤、超声波探伤检测,表面裂纹用车削清除^[3]。轧辊轴承维修的重点是间隙的准确控制、润滑状况的持续观察,装配时要依照轴承游隙要求来执行安装工作。另外,激光熔覆、热喷涂等表面工程技术在磨损修复方面正在得到越来越

多的应用,可以明显提高重要零部件的使用寿命。

3.3 液压与润滑系统维修技术

液压和润滑系统维修应以清洁度控制为本,以预防性维修为主。液压系统维修要建立油液清洁度分级管理及定期检测制度,定期取样检测,按污染度等级来定滤芯更换周期。对液压泵、液压阀等精密件在洁净的环境中拆卸清洗,检测其配合间隙和密封性。液压缸维修时要检查缸体内壁的磨损和拉伤情况,更换磨损大的密封件,必要时做珩磨修复。维修后液压系统要进行压力试验、动作试验,保证系统性能达到要求。润滑系统维修时必须严格执行润滑“五定”制度,保证各个润滑点有足够的、合适的润滑脂。稀油润滑系统应定期对油品的理化指标进行检测,根据检测结果来确定换油周期。干油润滑系统要重点检查分配器动作是否可靠、管路接头密封性、各润滑点出油情况,发现堵塞或者分配不均时及时清洗管路、更换分配器。对大型轧机润滑站要安装在线监控装置,可以对润滑状况实行连续监控并发出异常报警信号。

3.4 更换装配、质量控制与安全管理

关键零部件的更换装配、质量控制、安全管理属于轧钢机械设备维修的最后一环,它直接影响到维修后的设备是否可靠、安全。更换装配时要建立关键零部件更换标准及装配工艺规范,对各类轴承、齿轮、密封件等零部件的报废条件及更换周期做出规定。装配时要严格按照各项技术标准执行,关键配合部位的间隙、过盈量、预紧力等参数必须控制在技术要求范围内。关键部位螺栓连接要使用力矩扳手按规定的力矩和顺序紧固,防止由于紧固不当时造成连接失效。质量控制要建立维修全过程质量检验体系,维修完毕后做空载、负荷试车,保证设备运行参数符合技术要求。维修记录和质量检验报告要即时归档,创建维修技术档案^[4]。轧钢设备检修包含高处作业、有限空间作业、动火作业、起重作业等危险作业,必须按程序执行审批制度以及安全操作规程。设备检修前必须做好停电、挂牌、上锁等能量隔离工作,保证维修作业全过程的安全控制。

表 1 轧钢机械设备常用维修方式对比

维修方式	适用条件	优点	缺点	典型应用
事后维修	非关键设备,故障后果不严重	维修成本低,充分利用设备寿命	停机时间不可控,可能引发次生故障	辅助辊道、冷却水管
预防性定期维修	磨损规律明确,故障周期稳定	便于计划组织,可提前准备备件	易出现过修或欠修,维修经济性差	轧辊定期车削、轴承定期更换
状态监测维修	状态可监测,故障无固定周期	维修时机精准,充分利用寿命	监测设备投入大,需专业人员分析	齿轮箱振动监测、油液分析
改善性维修	同类故障频繁发生,存在设计缺陷	从根本上消除故障根源	改造成本较高,实施周期较长	轴承密封结构改进、润滑管路优化

4 结语

轧钢机械设备故障分析及维修技术研究属于综合性很强的工程。本文从设备运行特点和故障模式入手,对关键部位常见的故障及原因进行了系统的整理,给出了相应的技术优化方案。经过研究发现,创建以预防性维修为主的维修策略体系,结合状态监测技术、精密诊断手段以及现代维修管理思想,是削减设备故障率、缩减停机时间的行之有效的办法。伴随着传感技术、大数据分析、人工智能的发展,轧钢机械设备维修也由原来的以预防性维修为主向状态监测实时化、故障诊断智能化、维修决策精准化方向发展。未来钢铁企业要不断加大维修技术研究力度,促使维修管理由经验型向数据型转变,给轧钢生产线的高效稳定运行赋予强有力的技术支撑。

[参考文献]

- [1]董子轩.轧钢机械设备的故障分析技术及发展[J].科学技术创新,2018(23):171-172.
- [2]韩耀学,刘庆辉,李希罕,等.轧钢机械设备运维技术与安全运转保障措施[J].冶金设备管理与维修,2026,44(3):69-70.
- [3]吴志斌.轧钢机械设备故障诊断与安全运转的研究[J].冶金与材料,2022,14(1):41-42.
- [4]于宇,王彦鹏.轧钢机械设备故障分析及对策[J].冶金管理,2019(17):78-79.

作者简介:尹丁南(1988—),男,河南安阳人,工程师,河南工程学院机械设计制造及其自动化毕业,现就职于安阳钢铁建设有限责任公司,从事生产设备维修与维保工作。