

冶金起重机械钢丝绳无损检测技术的实践

高晓清

江苏法尔胜材料分析测试有限公司 江苏江阴 214400

摘要: 钢丝绳是冶金起重机械的关键承力部件,其运行状态直接影响设备的安全性和可靠性。定期开展无损检测是及时发现钢丝绳缺陷、消除事故隐患的有效手段。然而,当前检测工作中仍存在检测方法落后、人员素质参差、管理制度不健全等问题,制约了检测技术的有效应用。本文在分析钢丝绳无损检测重要意义的基础上,系统剖析了检测工作存在的突出问题,并从引进先进技术、加强人才培养、健全管理制度、强化数据分析等方面提出了切实可行的优化对策,以期为钢丝绳无损检测水平的提升提供参考和借鉴。

关键词: 冶金起重机械; 钢丝绳; 无损检测; 磁粉探伤; 涡流检测

引言

冶金行业是国民经济的重要支柱,在新时代高质量发展的征程中肩负着先行示范的重任。作为冶金生产的重要装备,起重机械直接服务于原料输送、铁水浇注、钢材吊装等关键工序,在确保生产连续性、保障职工生命安全等方面发挥着不可替代的作用。钢丝绳是起重机的“生命线”,其性能的优劣、状态的好坏直接决定了设备的运转效率和使用寿命。因此,加强钢丝绳的无损检测,构筑全过程、全方位的安全防护体系,对于维护冶金生产安全、推进行业转型升级具有十分重要的意义。

一、钢丝绳无损检测的重要意义

(一) 保障人身安全

冶金生产环境复杂,存在高温、潮湿、腐蚀性气体等诸多不利因素,对起重机械钢丝绳的性能提出了严苛考验。受力不均、疲劳磨损、锈蚀老化等因素影响,钢丝绳极易产生断丝、变形等缺陷,进而引发断裂、脱落等事故,给作业人员的生命安全构成重大威胁^[1]。及时开展无损检测,准确诊断钢丝绳健康状态,有助于及早发现各类危及安全的致命缺陷,消除事故隐患,从源头上保障一线作业人员的生命安全,为企业安全生产保驾护航^[2]。

(二) 延长设备使用寿命

起重机械作为冶金企业的重要固定资产,其安全可靠运行直接影响生产效率和经济效益。钢丝绳是起重机的易损部件,因承载交变应力、反复弯曲等因素影响,极易产生强度下降、刚度退化等性能劣化问题,进而引

发功能退化甚至失效^[3]。定期开展无损检测,能够准确评估钢丝绳服役状态,判断其是否满足继续使用要求,把握设备维护、更新的最佳时机。通过状态监测与寿命预测相结合,合理制定检修策略,可以最大限度延长钢丝绳使用周期,减少更换频次,节约检修成本,提高设备综合效益。由此可见,加强钢丝绳在役检测对于实现起重设备全寿命周期管理、提升资产使用效率具有重要意义^[4]。

(三) 降低生产经营风险

冶金生产以其工艺流程长、设备联系紧、产品附加值高的特点,对连续稳定运行提出了极高要求。一旦发生起重事故,不仅会造成设备和产品的损毁,而且会严重影响生产节奏,甚至带来灾难性的连锁反应,给企业生产经营和社会稳定埋下重大隐患^[5]。起重机械的检修和停运也会给企业带来巨大的经济损失和市场风险。据测算,起重机械每停运1小时,就会给企业造成上百万元的直接经济损失。而钢丝绳作为事故多发、检修频繁的薄弱环节,其状态直接关系到起重作业的安全性和连续性。采用无损检测手段,实现钢丝绳缺陷的早发现、早预警、早处置,能够有效规避各类生产安全事故,减少非计划停机时间,保障生产经营活动的有序开展,为企业稳健运行提供坚实保障。

二、钢丝绳无损检测工作存在的问题

(一) 检测方法和手段滞后

当前,国内冶金行业钢丝绳无损检测工作主要采用人工目视检查、锤击音响检测等传统方法,仅能发现表面明显的断丝和变形等缺陷,对于内部缺陷和早期微小

裂纹难以准确诊断,极易造成漏检和误判。同时,人工检测效率低、可靠性差,难以满足大型冶金企业设备多、点位分散的实际需求。一些先进的无损检测技术,如磁粉探伤、涡流检测、超声导波等,尚未在行业内得到广泛推广和应用。检测设备陈旧落后、智能化程度不高,难以适应钢丝绳结构日益复杂、安全要求日益严格的新形势。先进检测技术与装备的缺乏,制约了一线检测作业的质量和效率提升。

（二）检测人员专业水平参差

钢丝绳无损检测涉及冶金、机械、电子、信息等多学科交叉融合,对检测人员的知识结构和专业能力提出了较高要求。目前,国内从事该领域工作的人员普遍存在专业背景不足、理论功底薄弱、实践经验欠缺等问题,整体素质难以适应新时代检测工作的需要。部分企业重视程度不够,缺乏专门的人才引进和培养机制,检测人员多为兼职,专业化队伍建设滞后。从业人员知识更新不及时,对新技术新方法了解和掌握不够,创新意识和解决实际问题的能力不强。现有的培训体系同质化严重,缺乏针对钢丝绳检测特点的专业化、差异化课程设置,难以满足不同层次、不同岗位人员的发展需求。检测人员素质的参差不齐,严重制约了检测工作的规范化、标准化、精细化发展。

（三）缺乏系统的检测管理制度

完善的制度是保证钢丝绳检测工作科学有序开展的重要基础。目前,国内相关法规标准和管理制度还不够健全,尚未形成全面系统的制度体系。一些关键环节缺乏可操作的规范和指南,如检测频次、检测方法、判废标准等,实践中多依据设备使用年限或个人经验确定,随意性大,难以保证检测的有效性和可靠性。检测管理的信息化、智能化水平不高,缺乏检测全过程的信息化管理和数据分析手段,检测过程控制和质量追溯存在薄弱环节。考核评价体系不完善,缺乏科学合理的量化指标,检测工作的积极性和主动性难以调动,管理的精细化水平有待提高。这些问题的存在,使得钢丝绳检测工作缺乏规范指导,难以形成常态长效机制,影响了检测效果的充分发挥。

（四）检测结果分析与应用不足

无损检测获取的数据信息,蕴含着钢丝绳性能演变和失效规律的奥秘。但在实际工作中,检测数据分析不够深入,未能充分挖掘其中的价值。一些企业满足于完成例行检测任务,对海量检测数据的分析、评估、预警

重视不够。对常见失效模式、典型缺陷特征的认识不足,对于检测中发现的问题不能及时形成评估报告,提出切实可行的整改措施。由于缺乏大数据分析等先进技术手段,对检测数据的综合集成应用不足,难以支撑设备状态预测、剩余寿命评估、检修策略优化等智能化应用场景。一些企业重检测、轻分析,重发现、轻处置,导致检测工作的针对性和实效性大打折扣。检测成果的转化应用不够,管理部门与操作人员对检测结果的认知和重视不足,未能真正落实到设备管理、维护、检修等各环节的全过程中。这些问题严重制约了无损检测在冶金起重机械安全运维中的效用发挥。

三、加强钢丝绳无损检测技术的对策

（一）引进先进检测设备与技术

要准确诊断钢丝绳的健康状态,必须与时俱进,大力引进先进的无损检测装备和技术。要密切关注行业发展前沿,积极对接国内外先进的检测机构和科研院所,借鉴成熟经验做法,不断拓宽检测手段。重点加强磁粉探伤、涡流检测等电磁无损检测技术的应用,建立电磁-光电多参数融合检测系统,实现内外兼顾、表里共探的综合检测。大力推广锚固端腐蚀检测、金属磁记忆等新兴检测技术,提高检测的灵敏度和识别率。加快在线监测系统建设,布设振动、声发射等多种传感器,实现钢丝绳力学性能参数的实时感知和状态评估。引进AR眼镜、机器人等智能装备,探索开展无人化、远程化检测作业模式。要坚持供给侧发力,大力开发适应性强、实用性好的专用检测装备,加快成果工程化、产业化进程,为一线检测作业提供更加高效便捷的硬件支撑。

（二）建立检测人员培训体系

检测人员的专业素质是确保检测质量的关键因素。要建立多层级、多形式的培训体系,努力提升检测队伍的整体能力和水平。一是开展岗前培训,重点学习检测基础知识、操作规范、质量标准、职业道德等,使其尽快胜任工作岗位。二是开展岗位技能培训,采取理论教学与实操训练相结合的方式,重点强化检测方法、仪器设备使用、数据分析等关键技能。三是开展继续教育培训,采取脱产学习、函授教育等形式,帮助检测人员拓展专业视野,及时更新知识结构。同时,要建立检测人员职业资格认证制度,将其纳入企业人才队伍建设总体规划,搭建科学的职业发展通道,完善配套的考核评价和激励机制,调动其岗位工作的积极性。通过加强人才队伍建设,为钢丝绳无损检测工作提供坚实的智力支撑。

（三）健全检测管理制度和标准

标准是无损检测工作的重要依据。要加快构建覆盖检测全过程、全要素的标准规范和管理制度，夯实钢丝绳检测工作的制度基础。积极参与国家、行业检测标准的制修订工作，加快成熟经验向标准转化，增强标准的适用性和指导性。结合冶金起重机械的实际需求和特点，研究制定设备检测、钢丝绳报废、检测人员管理等企业技术标准，对检测项目、周期、方法、流程等进行规范。建立覆盖检测的策划、实施、评价、改进等环节的全过程质量管理体系，加强检测过程控制和质量追溯。建立检测绩效评价体系，将检测范围、问题发现率、整改完成率等纳入考核指标，建立与之匹配的激励约束机制。同时，加强检测信息化系统建设，利用大数据、区块链等技术，实现检测任务部署、过程管理、质量评价的自动化和智能化。通过制度和流程再造，不断提高检测管理的科学化、标准化、精细化水平。

（四）加强检测数据分析与综合应用

海量检测数据是认识钢丝绳性能演变规律、指导后续维护策略制定的重要依据。要高度重视检测数据的深度分析和综合应用，最大限度地挖掘其在设备管理中的应用价值。一是要构建涵盖设备台账、运行工况、缺陷信息、检测报告等的钢丝绳大数据中心，为数据综合集成分析提供平台支撑。二是要运用大数据分析、人工智能等先进技术，对检测数据进行分类整理、关联分析、趋势预测，准确把握钢丝绳性能退化规律，实现设备故障的预警和诊断。三是要建立健全数据共享应用机制，统筹推进检测、监测、维修等数据的互联互通，最大限度发挥数据的增值效应。要以数据为驱动，建立设备全生命周期管理模型，对设备后续运维策略进行动态优化，

切实提高运维的预见性和有效性。

结语

钢丝绳作为冶金起重机械的“生命线”，其安全性能直接关系到设备的运转效率、作业人员的安全和企业的生产效益。新时代加强钢丝绳无损检测，既是确保冶金生产安全、推动行业高质量发展的必然要求，更是践行以人民为中心发展思想、筑牢安全发展基石的重要举措。相关单位必须从战略和全局的高度，切实加强组织领导，完善顶层设计，加大资源投入，破解发展瓶颈，在体制机制、技术创新、人才培养等方面持续用力，加快构筑钢丝绳无损检测的新优势。

参考文献

- [1] 郭建. 起重机械用钢丝绳断丝及磨损无损检测新技术[J]. 重庆交通学院学报, 1996, 15(2): 96-99.
- [2] 闫亮亮. 起重机械检验检测中无损检测技术应用实践[J]. 机械管理开发, 2023, 38(8): 280-281+286.
- [3] 贾华龙, 李福森, 王旭虹, 王晓敏, 王乔. 基于LMA和LF的起重机械钢丝绳电磁无损检测技术[J]. 起重运输机械, 2020(2): 87-90.
- [4] 雷阳. 基于LMA和LF的起重机械钢丝绳电磁无损检测技术研究[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2021(5): 0049-0049+51.
- [5] 麦晓俊, 潘灿威, 戴建芯. 基于缺陷理论的起重机械钢丝绳无损检测方法分析[J]. 中国设备工程, 2021(14): 166-167.
- [6] 高扬. 冶金起重机使用现状和检验应特别重视的若干问题[J]. 中国金属通报, 2021, (11): 171-172.