

特种设备钢丝绳的检测及维护信息化研究

崔樱慧

河北省特种设备监督检验研究院承德分院 河北 承德 067000

摘要: 本文围绕特种设备钢丝绳检测及维护信息化研究。分析传统检测方法依赖人工、精度受限等不足, 新兴检测技术各有优劣。设计信息化检测与维护系统, 阐述系统架构、关键技术模块与功能。探讨信息化系统实施路径, 包括试点应用、推广策略及用户培训与反馈。为特种设备钢丝绳检测及维护提供更高效、精准的信息化解决方案, 保障特种设备安全运行。

关键词: 特种设备; 钢丝绳; 检测技术; 信息化系统

引言: 特种设备钢丝绳广泛应用于各类工业场景, 其性能状态直接影响设备运行安全。传统检测方法在精度、效率等方面存在诸多局限, 难以满足日益增长的检测需求。随着信息技术飞速发展, 将信息化手段应用于钢丝绳检测及维护成为必然趋势。通过信息化系统, 可实现实时监测、精准诊断与科学维护, 提高检测效率与准确性, 降低安全风险。本文深入探讨特种设备钢丝绳检测及维护信息化相关内容, 为行业发展提供参考。

1 钢丝绳检测技术现状分析

1.1 传统检测方法

目视检查是最为基础的检测方式, 检测人员凭借肉眼直接观察钢丝绳的外观, 查看是否存在断丝、磨损、变形等明显缺陷。这种方法简单易行, 但严重依赖人工经验, 不同检测人员的判断标准可能存在差异, 且对于内部缺陷或细微损伤难以察觉。磁粉探伤利用钢丝绳被磁化后, 表面及近表面缺陷处会产生漏磁场, 吸附施加的磁粉, 从而显示出缺陷位置和形状。该方法对检测环境要求较高, 在油污、潮湿等环境下, 磁粉的附着和显示效果会大打折扣, 导致检测精度受影响。检测过程中数据记录往往依赖人工标注, 不够完整且易出现疏漏。超声波检测通过向钢丝绳发射超声波, 利用超声波在钢丝绳内部传播时, 遇缺陷会发生反射、折射和散射的特性, 接收并分析反射波来判断缺陷情况。在复杂的现场环境中, 如存在强电磁干扰或振动时, 超声波信号易受到干扰, 致使检测精度不稳定。其对检测人员的专业技能要求较高, 数据处理也相对复杂, 难以实现全面、便捷的数据记录。

1.2 新兴检测技术

光纤传感技术中的分布式应变监测, 借助光纤的应变传感特性, 能实时、连续地监测钢丝绳的应变分布情况。当钢丝绳出现局部损伤时, 其应变会发生异常变

化, 通过对光纤中传输光信号的分析, 可精准定位损伤位置及程度。该技术不受电磁干扰, 检测精度高, 且能实现长距离、大范围的监测, 但设备成本相对较高^[1]。机器视觉与AI图像识别技术, 通过摄像头采集钢丝绳表面图像, 利用人工智能算法对图像进行分析, 可自动检测出裂纹、磨损等缺陷。该技术具有非接触、检测速度快的优势, 能快速处理大量图像数据, 且随着算法不断优化, 检测精度不断提高。在光线条件复杂或钢丝绳表面存在油污、锈迹等干扰时, 可能影响图像采集和识别效果。电磁无损检测中的ECA(电化学腐蚀检测)/EMAT(电磁超声换能器)技术, 利用电磁感应原理, 检测钢丝绳的腐蚀、断丝等缺陷。ECA技术对钢丝绳表面及近表面腐蚀缺陷检测灵敏, EMAT技术则能有效检测内部缺陷, 且无需耦合剂, 检测效率高。该技术对检测设备的要求较高, 成本也相对较大。

1.3 技术对比与选择依据

在不同场景下, 检测技术的适用性差异明显。在高空作业场景中, 传统的目视检查存在安全风险且效率低下, 磁粉探伤和超声波检测受环境及操作便利性限制。此时, 机器视觉与AI图像识别技术凭借非接触检测的优势, 可在安全距离外快速检测; 光纤传感技术能实现对高空长距离钢丝绳的实时监测, 保障作业安全。而在地下环境, 如矿井中, 电磁无损检测技术因不受地下复杂地质环境的电磁干扰, 能有效检测钢丝绳状况; 但光纤传感技术可能因地下空间复杂, 布线难度大。成本效益方面, 传统检测方法成本相对较低, 但检测精度和效率有限, 可能因漏检导致安全隐患, 后期维修成本增加。新兴检测技术虽设备成本高, 但检测精度高、效率高, 能及时发现细微缺陷, 避免重大事故, 从长期看可降低总体成本。企业在选择检测技术时, 需综合考虑场景需求、设备成本、检测效率及后期维护成本等多方面因

素,以实现最佳的成本效益比。

2 信息化检测与维护系统设计

2.1 系统架构

信息化检测与维护系统,依托多个紧密协作的层级架构运作。感知层作为根基,由应力、温度、振动传感器构建传感器网络。应力传感器精准捕捉外界应力变化,清晰呈现结构受力状态,辅助判断设备结构稳固性。温度传感器持续监测环境与设备温度,异常波动往往暗示设备内部隐患。振动传感器聚焦设备运行振动信号,经精细解析,准确判断运行稳定性。这些传感器如系统触角,广泛分布于监测区域与设备,持续采集各类物理量信息。数据层负责采集、存储与预处理。采集环节汇总感知层传感器信息,存储采用可靠设备与数据库系统,保障信息安全留存,为后续分析奠定基础。同时引入边缘计算优化,在数据源附近的网络边缘处理部分信息,无需传输至远程核心数据中心,极大减少传输量,降低网络延迟,提升系统响应速度。像简单重复计算在边缘设备即可快速完成,使系统能对实时信息迅速反应。分析层运用前沿AI算法。深度学习算法构建深度神经网络模型,深度挖掘复杂信息,自动提取有价值特征,探寻隐藏模式与规律。时间序列分析算法专注处理按序排列的信息,预测设备运行状态变化趋势^[2]。通过综合分析历史与实时信息,提前洞察潜在故障隐患。应用层直面用户,提供多元交互方式。简洁的用户界面方便用户查看信息、设置操作。移动端APP让用户通过移动设备随时随地访问系统、查看设备状态。预警平台是应用层关键,一旦分析层算法检测到设备异常或潜在风险,立即发出警报,提醒相关人员及时处理。

2.2 关键技术模块

信息化检测与维护系统的关键技术模块各有其重要作用。数据采集模块专注于多源传感器融合,振动、应力、温度等不同传感器所采集的数据,从不同层面反映设备运行状态。借助加权融合等算法,根据各类传感器数据对设备状态描述的重要程度,赋予相应权重,进而整合这些数据,得以全面且精准地呈现设备实时运行状况。状态评估模块以基于机器学习的钢丝绳健康度模型为依托。由于钢丝绳在工业场景应用广泛,其健康与否直接关系到生产安全和设备稳定运行。该模块收集大量钢丝绳应力变化、振动特性等特征信息,运用机器学习算法进行深度训练,从而构建出能精准判断钢丝绳健康状态的评估模型,有效识别诸如磨损、断裂等潜在风险。风险预警模块运用阈值设定与动态调整算法。依据设备过往运行情况及行业标准设定初始阈值,一旦监测

数据超出此阈值便即刻发出预警。充分考量设备运行环境及工况的动态变化,算法根据实时获取的设备状态,灵活调整阈值。例如设备长时间处于高负荷运行时,适时调整振动、应力等参数阈值,使预警能精准反映实际风险。维护决策模块则基于大数据来优化维护计划。系统汇总设备历史运行与维护记录等海量信息,运用大数据分析技术,深入挖掘故障发生规律以及维护活动与设备状态间的关联,进而制定科学合理的维护计划,确定最佳维护时机与内容,避免过度或不足维护,降低维护成本,提升设备可靠性与使用寿命。

2.3 系统功能

实时监测功能借助感知层的实时采集,搭配各层级高效传输与处理,用户在应用层界面能便捷查看设备应力、温度、振动等参数的实时变化,随时掌控设备即时运行状态,为设备稳定运行筑牢根基。历史数据回溯功能允许用户自主选定时间段,系统即刻检索并展示该时段设备运行参数。用户分析这些参数,可深入了解设备长期变化趋势,为故障诊断和维护决策提供有力历史依据。故障诊断是系统核心。设备运行异常时,系统运用分析层AI算法,精准对比当前与正常运行情况,结合状态评估,快速且精准判断故障类型与位置。系统还依据过往维修记录和专家经验,自动生成详尽维修建议,助力维修人员高效维修。维护任务自动派发实现智能化管理。系统检测到设备需维护,便依据预设维护策略,综合考量维修人员技能水平与工作负荷,自动合理分配任务^[3]。维修人员通过移动端APP或系统界面接收任务通知,内容涵盖设备位置、故障描述、维修建议等关键信息。维护进度跟踪功能便于维修人员通过移动端APP及时更新任务进度,用户在系统界面能直观查看,方便统筹维护工作。

3 信息化系统实施路径

3.1 试点应用

试点应用阶段是信息化系统迈向广泛应用的关键起始点。选择典型场景进行试点,能够在有限范围内充分检验系统的适用性与稳定性。例如高层建筑电梯和港口起重机这类场景,具有鲜明的代表性。高层建筑电梯作为垂直运输的关键设备,运行频次高,对安全性和稳定性要求极为严苛。其运行环境复杂,涉及不同楼层的频繁停靠、人员流量的动态变化等因素。港口起重机则工作于高强度、高负载的作业环境,吊运货物种类繁多、重量不一,且需在恶劣的户外环境下持续作业。选定场景后,便进入系统部署环节。在高层建筑电梯试点中,需合理安装各类传感器,像用于监测电梯轿厢振动的振

动传感器,要安装在轿厢底部及关键连接部位,确保能精准捕捉运行时的振动信息;应力传感器则安装在电梯钢索、曳引机等关键受力部件处,以实时感知应力变化。对于港口起重机,振动传感器可安装在起重臂、回转支撑等部位,温度传感器安装在电机、变速箱等易发热部件附近。部署完成后,紧接着进行参数调优。针对高层建筑电梯,要根据电梯的额定载重、运行速度等参数,对传感器采集频率以及系统分析算法的相关参数进行细致调整。比如,若电梯运行速度较快,适当提高振动传感器的采集频率,以便更及时准确地捕捉异常振动。在港口起重机场景中,依据起重机的起吊重量范围、作业周期等,对系统参数进行适配性调整。例如,当起重机经常吊运重载货物时,调整应力传感器的灵敏度,使其能更精准地监测关键部件的应力状况。

3.2 推广策略

推广信息化系统需采用分阶段实施策略。从相对简单的小型设备入手,小型设备结构和运行原理相对清晰,涉及的关联因素较少,便于系统快速适配和部署。通过在小型设备上的成功应用,积累实践经验,熟悉系统与不同类型设备的融合要点。随后逐步拓展到大型系统,大型系统结构复杂、集成度高,涵盖众多子系统和部件。在这一过程中,需充分考虑系统的兼容性和扩展性。与现有设备管理平台集成也是推广的重要举措。以EAM系统为例,EAM系统在设备管理方面已经积累了丰富的数据和成熟的管理流程。将信息化系统与之集成,首先要打通数据传输通道,使信息化系统采集到的设备运行实时信息,如设备的振动状态、温度情况等,能够顺畅传输至EAM系统。EAM系统中的设备维护计划、历史维修记录等信息,也可作为信息化系统的分析和决策提供参考。在集成过程中,要确保两个系统在功能上相互补充、协同工作。例如,当信息化系统监测到设备出现异常时,能够及时将预警信息传递给EAM系统,EAM系统则依据预警信息,结合自身的维护计划和资源调配功能,快速生成维修任务并安排维修人员。

3.3 用户培训与反馈

操作人员技能培训是确保信息化系统有效运行的基础。对于传感器的使用培训,要让操作人员清晰了解各类传感器的安装位置、功能特点以及日常维护要点。例如,振动传感器在安装后,操作人员需知晓如何定期检查其安装是否牢固,避免因松动导致数据采集不准确。在传感器分析培训方面,要教导操作人员如何解读传感器采集到的信息。比如,当振动传感器采集到的数据出现异常波动时,操作人员要能初步判断可能是设备的哪个部位出现问题,是机械部件的磨损,还是连接部位的松动。系统迭代优化离不开用户反馈。用户在实际使用信息化系统过程中,会发现各种问题和潜在的改进方向。比如,操作人员可能反馈系统的操作界面不够简洁直观,某些功能操作流程过于繁琐。基于这些反馈,开发团队对系统进行针对性优化。简化操作界面,去除不必要的操作步骤,重新设计功能布局,使操作人员能够更快速、便捷地使用系统。对于用户反馈的关于系统稳定性、准确性等方面的问题,及时进行技术攻关和改进,不断提升系统的性能和用户体验,让信息化系统在持续迭代中更好地服务于实际应用场景。

结束语

特种设备钢丝绳检测及维护信息化研究,对保障特种设备安全运行意义重大。通过对传统与新兴检测技术的分析,明确了不同技术的适用场景与优缺点。信息化检测与维护系统的设计,为钢丝绳检测及维护提供了全新思路与方法。实施路径的探讨,为系统在实际应用中的推广与优化指明了方向。未来,应持续深化研究,不断完善信息化系统,推动特种设备钢丝绳检测及维护向智能化、高效化方向发展。

参考文献

- [1]何清锋.特种设备钢丝绳的检测及维护信息化研究[J].中国设备工程,2023(10):198-200.
- [2]戚云岗.机电类特种设备钢丝绳检测中无损检测技术的应用[J].今日自动化,2022(2):166-168.
- [3]杨奎丰.机电类特种设备钢丝绳检测中无损检测技术的应用[J].商品与质量,2023(16):69-72.