

特种设备中的起重机检测技术研究

何盼琪 汪舰汉 李仁仁

金华市特种设备检验检测院 浙江 金华 321000

摘要: 特种设备中的起重机检测技术研究是确保工业生产安全的关键环节。本文深入剖析起重机的结构、工作原理及常见缺陷, 全面综述当前起重机检测技术的最新进展, 包括无损检测技术中的多种方法以及智能检测与监控技术等, 详细探讨各检测技术在起重机检测中的应用效果、优缺点及发展趋势。研究表明, 综合运用多种检测技术并持续创新, 可实现对起重机运行状态的精准监测与故障预警, 有力保障生产安全。

关键词: 特种设备; 起重机; 检测技术

1 起重机的结构、工作原理及常见缺陷分析

1.1 结构与工作原理

起重机主要由金属结构、工作机构、电气系统和安全装置等部分组成。金属结构是起重机的骨架, 包括桥架、塔身、臂架等, 承受着各种载荷并将其传递到基础。工作机构包括起升机构、运行机构、变幅机构和回转机构等。起升机构用于实现重物的垂直升降; 运行机构使起重机在水平方向移动; 变幅机构可改变起重臂的幅度; 回转机构则让起重机上部结构绕回转中心转动。电气系统为起重机各机构的运行提供动力和控制, 而安全装置如限位器、制动器、缓冲器等则用于保障起重机的安全操作。以桥式起重机为例, 其桥架沿铺设在两侧高架上的轨道纵向运行, 小车在桥架上横向运行, 通过起升机构实现货物的吊起与放下。塔式起重机通过塔身支撑起重臂和平衡臂, 利用回转机构改变起重臂方向, 变幅机构调整起重臂幅度, 起升机构吊运重物, 实现对不同位置重物的吊运作业。门式起重机的门形结构通过支腿在地面轨道运行, 横梁上的起重小车完成货物的起重与搬运操作。

1.2 常见缺陷

1.2.1 金属结构缺陷

由于长期承受交变载荷、环境腐蚀等因素, 起重机金属结构易出现疲劳裂纹、腐蚀坑洼、变形等缺陷。例如, 桥架的焊缝处可能因应力集中产生疲劳裂纹, 在反复加载下裂纹逐渐扩展, 严重时会导致桥架断裂; 金属表面在潮湿、酸碱等环境中易发生腐蚀, 降低结构强度; 长期超载或不当操作可能使结构发生局部或整体变形, 影响起重机的正常运行和安全性。

1.2.2 工作机构故障

起升机构的钢丝绳可能因磨损、断丝、锈蚀等导致强度下降, 甚至断裂, 引发重物坠落事故。运行机构的

车轮、轨道磨损会造成运行不平稳、啃轨等现象, 增加运行阻力, 影响起重机定位精度。制动装置的制动片磨损、制动弹簧失效等会使制动失灵, 无法及时停止起重机运行, 带来严重安全隐患。另外, 各工作机构的传动部件如齿轮、轴承等也可能因润滑不良、过载等出现磨损、点蚀、过热等故障。

1.2.3 电气系统问题

电气系统可能出现线路老化、短路、断路等故障, 影响起重机的控制与运行。例如, 控制线路故障可能导致起重机动作失控; 电机过热可能因长时间过载、缺相运行或散热不良引起, 损坏电机; 接触器、继电器等电气元件故障可能使起重机的某些功能失效或误动作^[1]。

1.2.4 安全装置失效

安全装置对于保障起重机的安全稳定运行起着至关重要的作用, 一旦失效, 极易引发严重事故。例如限位开关, 其正常工作时能精准地限定起重机的运行行程, 然而当它失灵时, 起重机便可能冲破预设行程界限, 在惯性作用下与周边设施或建筑物发生碰撞, 造成设备损坏、货物坠落甚至人员伤亡等不可挽回的后果。超载限制器的职责是严格把控起重机的负载重量, 防止超载情况出现。可若其发生故障, 无法准确监测和限制起重量, 起重机就可能在超出设计承载能力的状态下作业, 这将极大地加重金属结构、工作机构等部件的负荷, 导致结构变形、部件损坏, 严重影响起重机的使用寿命与运行安全性。

2 起重机无损检测技术

2.1 射线检测技术

射线检测技术借助 X 射线或伽马射线穿透材料的特性, 依据射线穿过材料时因内部缺陷而产生的衰减差异来识别缺陷。其适用于检测金属材料内部结构, 尤其在检测起重机的关键金属部件如焊缝、铸件和锻件时作用

显著,能精准定位诸如裂纹、夹渣和气孔等内部缺陷。优点方面,射线检测结果呈现直观、精确,可发现极其微小的内部缺陷,检测图像便于存档和后续分析。然而,该技术也存在诸多不足。射线对人体健康有危害,检测时必须配备严格的防护措施以保障操作人员安全;设备购置、维护成本高昂且操作复杂,需要专业技术人员操作;对于厚度较大的材料或形状复杂部件,射线检测效果会大打折扣,可能无法准确识别缺陷或检测过程耗时过长。在实际起重机检测中,常将射线检测与其他无损检测技术联合使用,以弥补其局限性,提高检测综合效能。

2.2 超声检测技术

超声检测技术基于超声波在材料中的传播特性,通过发射超声波并接收分析反射信号来评估材料内部质量与结构完整性。在起重机检测领域,广泛应用于金属材料内部缺陷检测,如检测金属结构中的裂纹、夹杂物和分层等缺陷。通过灵活调整超声波频率与波形,能够适配不同材料及各类缺陷检测需求,同时还可用于测量材料厚度和评估力学性能。超声检测技术优势明显,检测速度快,操作相对简便,且对人体无伤害。不过,其也有局限性。对于某些特殊材料或特定缺陷类型,超声波传播特性可能发生改变,致使检测准确性下降。检测结果准确性在很大程度上依赖操作人员的专业技能和经验,操作人员需经过专业培训才能准确操作设备和分析结果。另外,超声检测设备的采购、维护需要一定资金与技术支持。为提升超声检测的可靠性,通常需精确控制检测参数,并对检测结果进行综合分析,必要时结合射线检测等其他技术,对检测结果相互验证,以确保检测结果的可信度。

2.3 渗透检测技术

渗透检测技术属于表面缺陷检测方法,利用液体渗透剂对材料表面微小缺陷的渗透能力,通过观察渗透剂在缺陷处的留存与分布状况,判断材料表面质量与完整性。在起重机检测中,主要用于检测关键部件如吊钩、滑轮和轴等表面缺陷,这些部件在长期使用过程中,因磨损、腐蚀等因素易产生表面裂纹、气孔和夹渣等缺陷,渗透检测能够及时发现并提示修复,有效预防因表面缺陷引发的安全事故。渗透检测技术操作简单便捷,成本较低,检测速度快。但该技术仅能检测材料表面缺陷,对内部缺陷无能为力。检测结果受渗透剂种类、渗透时间、清洗条件等多种因素制约,需严格把控检测参数以保障检测结果的准确性^[2]。对于部分材料或特定缺陷类型,可能出现渗透效果不佳的情况,导致检测结果偏差较大。因此,在实际应用

中,严格规范检测流程,并对检测结果进行全面综合分析,可与磁粉检测等技术配合使用,相互验证检测结果,提高检测的准确性与可靠性。

2.4 红外检测技术

红外检测技术是一种非接触式在线监测技术,利用红外热像仪接收物体发射的红外线,将物体表面温度分布转化为直观的图像信息,实现对物体表面温度分布的实时监测与分析。在起重机检测方面,主要用于监测关键部件如电机、减速器和轴承等在运行过程中的温度变化与异常热状态。由于这些部件在运行时,因摩擦、磨损、过载等因素易产生热量积聚,导致温度升高,进而影响部件性能与起重机整体运行安全,红外检测技术能够及时发现并精确定位这些异常热状态,为起重机的维护保养提供关键依据。红外检测技术的显著优点是非接触式监测,不会干扰起重机正常运行,能够实时连续监测并记录关键部件温度变化,为故障预警与早期诊断提供有力支持。其检测结果受环境因素影响较大,如环境温度、湿度、风速等均可能干扰检测结果准确性。对于某些特殊类型故障,可能不会产生明显热状态变化,导致检测效果不理想。为提高红外检测准确性与可靠性,需严格控制检测环境条件,并对检测结果进行深入综合分析。例如,在检测起重机电机时,可结合红外热像仪实时监测数据与历史数据、故障模式进行综合研判,准确判断电机运行状态与潜在故障,同时可联合振动分析技术、油液分析技术等其他检测技术,对检测结果进行交叉验证,确保检测结果的准确性与可靠性。

3 起重机智能检测与监控技术

3.1 传感器监测技术

传感器监测技术是起重机智能检测与监控体系的基础构成部分,通过在起重机关键部位精准安装多种类型传感器,可实时采集起重机运行数据以及所处环境参数。常见的传感器类型涵盖位移传感器、力传感器、温度传感器、加速度传感器以及倾角传感器等。位移传感器能够精确测定起重机的移动距离与位置信息,确保其运行轨迹在预设安全范围之内;力传感器可实时监测起重机的承重状况,有效预防超载现象发生,保障起重机结构与部件安全;温度传感器对起重机各部件温度进行实时监控,及时察觉因过热可能引发的故障隐患;加速度传感器与倾角传感器则专注于监测起重机的运动状态与稳定性,使其在复杂工况条件下仍能安全可靠运行^[1]。

传感器监测技术的核心优势在于能够实时、精准地捕捉起重机的运行状态,并将其转化为可量化的数据信息,为后续计算机监测与智能分析提供坚实的数据基

础。随着传感器技术的持续创新与发展,传感器的精度、稳定性以及可靠性均得到显著提升,有力推动了起重智能检测与监控系统性能的优化升级。不过,传感器监测技术在实际应用过程中也面临一些挑战,例如传感器在起重机上的布置位置优化问题,合理的布置位置能够确保采集数据的全面性与准确性;传感器数据的实时传输与高效处理也是关键难题,需要构建稳定高速的数据传输网络与强大的数据处理平台,以保障数据的及时性与有效性,这些问题均需要在实践应用中不断探索与创新解决方案。

3.2 计算机监测技术

计算机监测技术处于起重智能检测与监控体系的核心地位,它以传感器采集的海量数据为基础,运用先进的算法模型与数据处理技术,对起重机运行状态进行实时、精准的监测与深度分析。计算机监测系统不仅能够直观地展示起重机各项运行参数,如承重、位移、速度、温度等实时数据,还具备强大的故障诊断与预警功能。通过将实时采集数据与历史数据进行智能对比与分析,能够及时、敏锐地发现起重机运行过程中的异常状态,例如轴承磨损、电机过热等潜在故障,并为维修人员提供详尽、精准的维修建议与方案,有效避免故障的进一步恶化与扩大,保障起重机的安全稳定运行。另外,计算机监测技术还实现了起重机的远程监控与智能化管理。借助构建起重机远程监控系统,管理人员能够突破地域限制,随时随地通过网络终端查看起重机的实时运行状态,并可对起重机进行远程操控与智能调度。这种智能化管理模式极大地提高了起重机的运行效率,显著降低了管理成本与人力投入,为企业的安全生产与高效运营提供了坚实有力的保障。然而,计算机监测技术同样面临一些挑战,如数据处理算法的优化升级问题,需要不断研发更加高效、精准的数据处理算法,以提高监测系统的实时性与准确性;监测系统的稳定性与可靠性也是关键问题,需要构建完善的安全防护体系,防止数据泄露、恶意攻击等安全事件发生,确保监测系统的持续稳定运行。

3.3 智能检测技术的发展趋势

随着物联网、大数据、人工智能等前沿技术的迅猛

发展,起重智能检测与监控技术正朝着智能化、自动化、集成化的方向加速演进。未来,起重智能检测与监控系统将更加注重多源数据的深度融合与智能分析,通过挖掘海量数据之间的内在关联性与规律性,实现对起重机运行状态的更为精准的预测与诊断,提前发现潜在故障隐患并及时预警。同时,传感器技术将不断创新突破,朝着小型化、智能化、集成化方向发展,进一步提升起重智能检测与监控系统的整体性能与检测精度。未来起重智能检测与监控系统还将加强与其他相关系统的集成与协同作业。例如,与智能制造系统深度融合,实现起重机在智能化生产线上的精准调度与协同作业,提高整个生产流程的自动化水平与生产效率;与智能物流系统无缝对接,优化物料搬运与存储流程,提升物流运作效率与智能化管理水平;与智能安全系统紧密结合,构建全方位、多层次的安全防护网络,对起重机运行过程中的各类安全隐患进行实时监测、预警与快速处置,为企业安全生产提供更为全面、可靠的保障^[4]。

结束语

综上所述,特种设备中的起重机检测技术研究对于保障工业生产安全意义非凡。随着科技的持续进步,众多新型检测技术不断涌现并逐步应用于起重机检测领域,为起重机的安全监测与故障预警提供了更为丰富多样的技术手段与解决方案。未来,应进一步加大对起重机检测技术的研发投入与应用推广力度,持续优化检测技术与方法,不断提升检测精度与效率,加强技术创新与人才培养,构建完善的检测技术标准与规范体系,为工业生产的安全、高效运行筑牢坚实的技术支撑与保障防线。

参考文献

- [1]晋良海,夏露,陈述,等.特种设备安全事故时间序列拓扑网络特征研究[J].科技导报,2022,40(24):78-84.
- [2]李国.大型及特种机械设备安全管理问题与对策研究[J].造纸装备及材料,2022,51(12):40-42.
- [3]贾延相.特种设备检验检测安全问题与管理策略研究[J].造纸装备及材料,2022,51(11):64-66.
- [4]鄢鹏程,勾通,陈立新.基于桥式起重机多层布置的空间避让策略[J].起重运输机械,2022(4):78-80.