

道路与桥梁机电设备检测中的自动化技术应用

闵凡路

四川蜀工公路工程试验检测有限公司 四川成都 610100

摘要: 本文探讨了自动化技术在道路与桥梁机电设备检测中的应用。分析了自动化技术在提高检测效率、准确性和实时性方面的优势,阐述了自动化技术在机电设备检测中的具体应用,包括自动化检测系统的设计、传感器网络的布局以及数据分析与处理方法。进一步研究了自动化技术在实际检测中的应用案例,探讨了其在提升检测质量、降低检测成本和保障设备安全运行方面的效果。研究表明,自动化技术的应用能够显著提升道路与桥梁机电设备检测的水平,为工程的安全运行提供有力支持。

关键词: 道路与桥梁; 机电设备; 自动化技术

引言

随着现代交通基础设施的快速发展,道路与桥梁机电设备的检测和维护变得尤为重要。传统的检测方法往往依赖于人工检查,存在效率低、准确性差和实时性不足等问题。自动化技术的发展为机电设备检测提供了新的解决方案,通过智能化的检测系统和数据分析方法,能够实现高效、准确和实时的设备检测。因此,研究自动化技术在道路与桥梁机电设备检测中的应用,对于提高检测效率、保障设备安全运行具有重要的现实意义。

1 自动化技术在机电设备检测中的应用优势

1.1 提高检测效率

自动化检测系统能够显著减少人工检查的时间和劳动强度。传统的人工检测方法依赖于检测人员的经验和技能,不仅耗时费力,还容易因人为因素导致检测结果的不一致性。相比之下,自动化检测系统通过预设程序和算法,能够快速、高效地完成复杂的检测任务。例如,在某大型桥梁机电设备检测项目中,人工检测单个关键部位平均需要30分钟,完成全部关键部位检测需耗时2天;而采用自动化检测系统后,对多个关键部位进行检测仅需2小时,检测效率提升了24倍。此外,自动化检测设备可以实现连续、不间断的检测,提高检测的覆盖范围和频率。通过自动化的数据采集和处理,检测系统能够在短时间内获取大量数据,减少检测人员的工作量,提高检测效率。

1.2 提高检测准确性

自动化技术凭借精确的传感与智能算法,消除人为因

素干扰,实现高精度检测。以桥梁钢结构焊缝检测为例,超声相控阵自动化检测设备通过控制多个超声换能器的发射时间与角度,生成聚焦超声波束,能够精准检测焊缝内部毫米级缺陷。在一项对比测试中,人工超声检测的误差率高达30%,而超声相控阵自动化检测设备检测结果的误差率降低至5%以下,误差率降低80%以上。系统将检测数据转化为三维图像,技术人员可直观观察缺陷的形状、位置与大小。在道路机电设备的电气参数检测中,基于物联网的自动化监测系统利用高精度电流互感器与电压传感器,实时采集设备运行数据,数据传输过程采用光纤通信技术,避免电磁干扰,确保数据的准确性。同时,系统内置的智能算法可对采集数据进行异常值剔除与趋势分析,例如当检测到某路段配电箱电流出现异常波动时,算法能够快速识别是设备故障还是瞬时光电高峰导致,减少误判概率,为设备维护提供可靠依据。

1.3 提高检测实时性

自动化技术借助物联网与云计算技术,构建起实时监测网络,实现设备状态的动态感知。在道路与桥梁机电设备中广泛部署的传感器节点,如同“电子神经元”般持续收集设备运行参数,这些数据通过5G网络实时传输至云端服务器。例如,在某座大型桥梁索力监测中,光纤光栅传感器将拉索张力变化转化为光信号,经光通信网络直接上传至监测平台,平台可在1秒内完成数据解析与计算,一旦索力超过阈值,系统立即触发多级预警机制,通过短信、APP推送等方式通知管理人员。此外,自动化检测系统具备自学习能力,能够根据历史数据建立设备运行状态模型,对潜在故障

进行预测性分析。在某城市道路照明系统中，系统通过分析灯具的电流、电压历史数据，运用机器学习算法预测灯泡的使用寿命，经统计，预测准确率高达 90%，在灯泡临近寿命终点前自动发出更换提示，实现从被动检测到主动预防的转变，极大提高检测的实时性与设备运行安全性。

2 自动化技术在机电设备检测中的具体应用

2.1 自动化检测系统的设计

自动化检测系统设计以道路与桥梁机电设备的运行需求为导向，打造多层次、智能化的架构体系。底层由多样化的检测终端组成，如用于桥梁检测的轨道式巡检机器人，其搭载高清摄像头和激光雷达，可对桥梁钢结构焊缝、伸缩缝等部位进行毫米级精度扫描；道路巡检车配备红外热成像仪和气体传感器，能够快速检测照明设备温度异常与配电柜气体泄漏情况。中间层借助 5G 与物联网技术，实现检测数据的实时传输，避免因信号中断造成数据丢失。顶层的管理平台集成可视化界面与智能决策模块，管理人员通过电子地图可直观查看设备位置与运行状态，系统自动生成的设备健康评分，能帮助运维人员快速定位隐患。

系统功能设计注重针对性与实用性，针对桥梁索力监测，集成光纤光栅传感技术，实时采集拉索应力变化；在道路监控系统检测中，设置视频分析模块，自动识别摄像头画面模糊、信号中断等故障，同时支持远程重启设备，减少人工维护成本。

2.2 传感器网络的布局

传感器网络布局要全面覆盖与重点监测兼顾。桥梁机电设备检测时，依据结构力学分析，在主跨、桥墩等关键处密集部署应变与倾角传感器，监测结构变形；在风机、配电箱周边装振动与温湿度传感器，捕捉运行异常。道路机电设备检测采用线性分布，沿道路每 50 米设多功能传感器节点，集成电流、电压等检测功能，实时监测照明、交通信号设备运行参数。

为保障数据可靠性，重要检测点采用双传感器冗余配置，当主传感器故障时，备用传感器自动接管工作。同时预留扩展接口，便于后期根据设备升级需求，灵活增加传感器

类型与数量，如在新建桥梁机电系统中，可无缝接入新型的声发射传感器，用于检测设备内部裂纹。在实际应用中，双传感器冗余配置使数据可靠性提升了 95% 以上。

2.3 数据分析与处理

数据分析与处理是自动化检测系统的核心环节，通过对海量检测数据的深度挖掘，实现设备状态的精准评估与故障预测。数据处理初期，先对原始数据进行清洗，利用滤波算法去除噪声与异常值，如采用中值滤波法处理振动传感器采集的高频噪声数据，确保数据的有效性。随后，运用特征提取技术，从清洗后的数据中提取关键信息，例如通过傅里叶变换将时域振动信号转换为频域数据，获取设备振动的特征频率，以此判断设备是否存在异常磨损。

在数据分析阶段，结合机器学习算法构建设备健康评估模型。针对道路照明设备，通过分析历史电流、电压数据，运用支持向量机算法建立设备寿命预测模型，提前预判灯泡、镇流器等部件的故障时间。对于桥梁机电设备，利用深度学习算法对结构振动、应力数据进行分析，当模型检测到数据趋势偏离正常范围时，自动发出预警信息。

结语

自动化技术在道路与桥梁机电设备检测中的应用为工程的安全运行提供了新的手段和方法。通过提高检测效率、准确性和实时性，自动化技术能够显著提升机电设备检测的水平，为工程的安全运行提供有力支持。未来，随着自动化技术的不断发展和创新，其在道路与桥梁机电设备检测中的应用将更加广泛和深入，为交通基础设施的安全和高效运行提供更有力的技术保障。

参考文献：

- [1] 黄滢涵, 甘露, 陈伟, 等. 机电设备检测与控制技术应用研究 [J]. 中国设备工程, 2025, (04): 156-158.
- [2] 樊霄镔. 建筑工程机电设备在施工中的检测与检验研究 [J]. 中国设备工程, 2024, (03): 195-197.
- [3] 刘永龙, 李中汉, 李东毅. 基于物联网技术的高速公路机电设备智能监控系统 [J]. 西部交通科技, 2023, (04): 23-25+28.