

基于传感技术的道路与桥梁机电工程检测研究

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: 本文研究了基于传感技术的道路与桥梁机电工程检测方法。分析了传感技术在道路与桥梁机电工程检测中的应用现状,探讨了其在提高检测效率、准确性及实时性方面的优势。进一步研究了传感技术在机电工程检测中的具体应用,包括结构健康监测、设备状态评估及故障诊断等方面,并结合实际案例分析了其应用效果。研究表明,传感技术能够显著提升道路与桥梁机电工程的检测水平,为工程的安全运行提供有力支持。

关键词: 传感技术;道路与桥梁;机电工程

引言

道路与桥梁机电工程作为现代交通基础设施的重要组成部分,其安全运行对于保障交通运输的顺畅和高效至关重要。随着交通流量的不断增加和使用环境的日益复杂,道路与桥梁机电工程的检测和维护面临着新的挑战。传统的检测方法往往依赖于人工检查和定期维护,存在检测效率低、准确性差及实时性不足等问题。传感技术的发展为道路与桥梁机电工程检测提供了新的解决方案,通过实时监测和数据分析,能够及时发现潜在问题,提高工程的安全性和可靠性。因此,研究基于传感技术的道路与桥梁机电工程检测方法具有重要的现实意义。

1 传感技术在道路与桥梁机电工程检测中的应用现状

传感技术在道路与桥梁机电工程检测领域发展历程丰富。早期,电阻应变片用于桥梁应力检测,测量精度约100微应变,误差 $\pm 5\%$,为后续发展奠基。随后,半导体传感器出现,其温度测量精度达 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$,压力测量精度 $\pm 0.01\text{MPa}$,在道路机电设备温度、压力检测中发挥作用。光纤传感技术让传感发展进入新阶段。光纤光栅传感器布设于桥梁关键部位,应变精度达1微应变,测量范围 ± 1500 微应变,温度精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,能精准监测桥梁状态。

传感技术在道路与桥梁机电工程检测中优势突出。检测效率大幅提升。传统人工检查中型桥梁,一次至少需2~3天,还得攀爬各部位;用传感器网络,数人在监控室就能实时监测,数据获取只需几分钟。像某特大桥,人工每月仅能全面检测一次,而传感技术可24小时不间断监测,每日生成多组数据。检测准确性显著提高。光纤传感器精度达微

米级,能精准测量桥梁应变和位移。在某大型桥梁监测中,它检测到主梁0.01毫米的位移变化,传统方法精度在毫米级,对小于1毫米位移难准确测量,光纤传感器精度比传统高100倍。检测实时性得以保障。道路和桥梁上的传感器能实时监测交通荷载,异常时系统立即报警。统计显示,采用传感技术后,道路桥梁事故预警平均提前15~30分钟。如某城市高架桥,车辆荷载超设计标准20%时,传感器10秒内报警,相关部门及时管制交通,保护了桥梁结构。这些优势让传感技术广泛应用,有力保障工程安全运行。

2 传感技术在道路与桥梁机电工程检测中的具体应用

2.1 结构健康监测

在道路与桥梁工程中,结构健康监测对工程安全运行至关重要,传感技术发挥着关键作用。桥梁建设方面,光纤光栅传感器常被安置在主梁关键受力部位。基于布拉格光栅效应,桥梁受车辆荷载、风力、温度影响产生应变时,会引起光栅周期变化,导致反射光波长偏移。技术人员据此经计算绘制应力分布云图,判断桥梁潜在风险。对于跨海大桥这类超长跨度桥梁,分布式光纤传感技术凭借“光指纹”特性全程监测。光纤既传感又传输,通过分析光在其中传输产生的散射光信号,可获取沿程应变数据和温度场分布。如某跨海大桥,利用该技术每隔1米设一个应变监测点,5年监测数据显示,强风时特定部位应变最大值达500微应变,温度在 -10°C ~ 40°C 变化,为维护提供关键依据。道路工程中,压阻式压力传感器配合温湿度、位移传感器埋于路基不同深度。它们实时感知车辆荷载下路基动态响应,结合土壤力学模型评估路基承载能力和沉降趋势。在某高速公路改扩建工

程中,依靠长期监测数据,提前3个月发现路基沉降速率超0.05毫米/天,且路基湿度长期在70%–80%,超出正常范围加速沉降。相关部门据此及时加固,避免了路面塌陷事故,保障了道路安全。

2.2 设备状态评估

道路与桥梁机电工程包含众多设备,如照明系统、通风设备、监控摄像头等,传感技术为这些设备的状态评估提供了有效手段。温度传感器和振动传感器是设备状态评估的常用工具。在风机设备上安装振动传感器,可实时采集设备运行时的振动信号。不同的振动频率和幅值对应着设备不同的运行状态,通过对振动信号进行频谱分析,能够判断风机是否存在轴承磨损、转子不平衡等故障隐患。一般来说,当风机振动幅值超过0.5毫米/秒时,就需要对风机进行检修,以避免故障进一步扩大。某桥梁通风风机在运行过程中,振动幅值达到0.6毫米/秒,经检查发现轴承存在轻微磨损,及时更换轴承后,风机恢复正常运行。

对于电气设备,红外热成像传感器发挥着重要作用。该传感器通过检测设备表面的热辐射,生成温度分布图像。技术人员可根据图像中温度异常区域,判断电气设备是否存在接触不良、过载等问题。例如,在道路照明配电箱中,红外热成像传感器可及时发现接线端子过热现象,避免因高温引发电气火灾。当接线端子温度超过70℃时,就存在较大的安全风险,需及时处理。在某路段照明配电箱的监测中,发现一处接线端子温度达到85℃,立即进行了维修处理,避免了火灾事故的发生。

2.3 故障诊断

传感技术不仅能够监测设备和结构的运行状态,还可实现故障的快速诊断。当传感器采集到异常数据时,智能诊断系统通过预设的算法模型对数据进行分析处理。在桥梁索力监测中,拉力传感器实时监测拉索的受力情况。一旦某根拉索的拉力出现异常波动,诊断系统结合历史数据和结构力学模型,可快速定位故障拉索,并分析故障原因,如拉索锈

蚀、锚具松动等。在某大型桥梁的监测中,当拉索拉力变化超过10%时,诊断系统能够在5分钟内准确定位故障拉索并给出故障原因。该桥梁在一次监测中,发现一根拉索拉力下降了12%,诊断系统迅速判断是由于锚具松动导致,及时进行修复,保障了桥梁安全。

在道路机电设备故障诊断方面,多传感器数据融合技术发挥着关键作用。例如,对于交通信号灯故障诊断,通过融合电流传感器、电压传感器和信号灯状态传感器的数据,结合机器学习算法,可准确判断信号灯故障类型,如电源故障、灯组损坏等。故障诊断系统还可根据故障的严重程度自动分级,向维护人员发送不同级别的报警信息,以便及时采取维修措施,减少故障对交通运行的影响,提高道路与桥梁机电工程的可靠性和安全性。根据实际应用数据,采用多传感器数据融合技术后,交通信号灯故障诊断的准确率从原来的70%提升至90%以上。在某城市的交通信号灯管理中,应用该技术后,信号灯故障平均修复时间从原来的2小时缩短至30分钟,大大提高了交通效率。

3 结语

传感技术在道路与桥梁机电工程检测中的应用为工程的安全运行提供了新的手段和方法。通过结构健康监测、设备状态评估和故障诊断等具体应用,传感技术能够显著提高检测效率、准确性和实时性,为道路与桥梁机电工程的安全运行提供有力支持。未来,随着传感技术的不断发展和创新,其在道路与桥梁机电工程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] 温世英.道路桥梁检测中的无损检测技术及其应用简述[J].汽车周刊,2025,(03):35–37.
- [2] 于凯,杨剑创,徐绍滨.光纤传感技术的桥梁结构检测分析[J].运输经理世界,2021,(02):71–72.
- [3] 陈学鑫.桥梁新型检测技术的研究[J].工程技术研究,2020,5(02):79–80.