

桥梁伸缩缝装置病害诊断与维护管理对策

周文豪

河南交通投资集团有限公司洛阳分公司 河南 洛阳 471000

摘要: 桥梁伸缩缝装置作为桥梁关键构成,其性能关乎桥梁安全与耐久性。本文剖析了伸缩缝装置重要性、常见病害类型及成因,涵盖结构损坏、材料老化、安装缺陷与外部环境影响。阐述外观检查、无损检测、结构力学性能测试等病害诊断方法与技术,构建综合评估体系。提出预防性维护计划、定期检查与监测、病害修复加固及信息化智能化管理等维护管理策略与措施,为桥梁伸缩缝装置维护管理提供理论依据与实践指导。

关键词: 桥梁伸缩缝;病害诊断;维护管理;策略措施

引言

桥梁伸缩缝装置在桥梁结构中占据重要地位,能适应桥梁伸缩变形,保障桥梁安全稳定运行,提升行车舒适性。然而,受多种因素影响,伸缩缝装置易出现各类病害,影响桥梁正常使用。深入了解其重要性、常见病害类型及成因,掌握科学的病害诊断方法与技术,制定有效的维护管理策略与措施,对于保障桥梁安全、延长使用寿命具有重要意义,本文将围绕这些内容展开探讨。

1 桥梁伸缩缝装置的重要性

桥梁伸缩缝装置作为桥梁结构中的关键组成部分,其重要性不容忽视。在桥梁日常使用过程中,受温度变化、车辆荷载反复作用以及混凝土收缩徐变等因素影响,桥梁结构会产生伸缩变形;若没有伸缩缝装置,这些变形将无法得到有效释放,会在桥梁内部产生巨大的内应力,进而导致桥梁结构出现裂缝、破损等病害,严重影响桥梁的承载能力与耐久性,缩短其使用寿命。伸缩缝装置的存在,如同为桥梁设置了一个灵活的“关节”,它能够适应桥梁的伸缩变形,保证桥梁在各种工况下都能安全稳定地运行;同时,它还能有效减少车辆行驶时产生的冲击与振动,提升行车的舒适性与平稳性,为人们的出行提供更加安全、便捷的交通环境,是保障桥梁安全与正常使用的不可或缺的重要设施^[1]。

2 桥梁伸缩缝装置常见病害类型及成因分析

2.1 伸缩缝结构损坏类型

桥梁伸缩缝装置常见结构损坏类型多样。橡胶条破损是较为普遍的一种,在车辆反复碾压、紫外线长期照射以及自然环境侵蚀下,橡胶条易出现老化、开裂、脱落等情况,导致伸缩缝密封性能下降,杂物侵入,加速内部结构损坏;锚固螺栓松动或断裂也不少见,车辆荷载的持续冲击、施工时螺栓预紧力不足或混凝土浇筑不密实,都可能使螺栓与混凝土间的握裹力降低,进而松

动甚至断裂,影响伸缩缝整体稳定性;伸缩缝混凝土破碎同样突出,混凝土强度不足、伸缩缝处车辆跳车产生的冲击力,以及伸缩缝反复伸缩导致的混凝土内部应力集中,都可能引发混凝土破碎、剥落,削弱伸缩缝承载能力,降低其使用性能,影响桥梁行车安全与舒适性。

2.2 伸缩缝材料老化与失效

桥梁伸缩缝装置的材料老化与失效是影响其性能的常见问题。橡胶材料作为伸缩缝的关键组成部分,长期暴露在自然环境中,受紫外线、氧气、臭氧等因素作用,会发生氧化反应,导致橡胶分子链断裂,弹性降低,出现硬化、脆化现象,进而失去应有的密封和缓冲功能;钢材部件在潮湿、含盐分的空气环境中,易发生电化学腐蚀,表面形成锈蚀层,随着时间推移,锈蚀不断向内部扩展,使钢材截面减小,强度降低,甚至出现穿孔、断裂等情况,严重影响伸缩缝的承载能力。此外,伸缩缝使用的密封胶等材料,在长期承受车辆荷载的反复挤压和温度变化引起的伸缩变形时,其粘结性能和柔韧性会逐渐下降,导致密封失效,雨水、杂物等侵入伸缩缝内部,加速其他部件的损坏,缩短伸缩缝装置的整体使用寿命。

2.3 伸缩缝安装与施工缺陷

桥梁伸缩缝装置安装与施工缺陷是引发病害的重要因素。安装时若未严格按设计要求控制伸缩缝的安装精度,如伸缩缝中心线与桥梁中心线偏差过大,会导致伸缩缝受力不均,在车辆荷载反复作用下,局部应力集中,加速结构损坏;混凝土浇筑环节若存在振捣不密实问题,混凝土内部会形成孔洞、蜂窝等缺陷,降低混凝土强度和密实度,影响伸缩缝与桥梁主体的连接牢固性,易出现松动、开裂现象;施工时对伸缩缝的预留间隙控制不当,间隙过小,在温度升高桥梁膨胀时,伸缩缝无法正常伸展,会产生挤压破坏;间隙过大,车辆行驶经过时

则会产生较大冲击力,造成伸缩缝构件损坏。此外,施工过程中若未做好清洁工作,杂物混入伸缩缝内部,会影响其正常伸缩功能,长期积累还会加剧部件磨损,缩短伸缩缝装置使用寿命^[2]。

2.4 外部环境因素导致的病害

桥梁伸缩缝装置受外部环境因素影响易出现多种病害。自然气候条件变化是重要诱因,在寒冷地区,反复的冻融循环会使伸缩缝内部的水分结冰膨胀、融化收缩,产生巨大应力,导致混凝土破碎、锚固件松动,橡胶部件也因低温变硬变脆,易开裂损坏。高温环境下,橡胶材料会加速老化,弹性降低,密封性能变差,同时钢材在高温下强度有所下降,长期受热还可能发生蠕变,影响伸缩缝整体稳定性;在降水频繁且雨量大的地区,雨水不断冲刷伸缩缝,若排水不畅,积水会侵蚀混凝土和金属部件,加速锈蚀,降低结构强度。此外,空气中的有害化学物质,如工业废气中的酸性物质,会与伸缩缝材料发生化学反应,腐蚀钢材、破坏橡胶性能,而沙尘天气中,沙尘颗粒进入伸缩缝内部,在车辆荷载作用下,会加剧部件磨损,影响伸缩缝正常使用与耐久性。

3 桥梁伸缩缝装置病害诊断方法与技术

3.1 外观检查与初步评估

外观检查与初步评估是桥梁伸缩缝装置病害诊断的基础且关键环节。检查人员需在适宜天气条件下,近距离细致观察伸缩缝整体外观;查看橡胶条是否存在老化开裂、破损脱落情况,若橡胶条出现多处裂缝或缺失,会降低密封性能,导致杂物侵入;观察锚固螺栓有无松动、断裂,松动螺栓会使伸缩缝与桥梁主体连接不稳固,断裂螺栓则直接影响结构受力。留意伸缩缝处混凝土是否有破碎、剥落现象,破碎混凝土会削弱伸缩缝承载力;同时,检查伸缩缝周边路面是否平整,有无坑洼、错台,车辆经过时若产生明显跳车,会加剧伸缩缝损坏;通过全面外观检查,能直观发现伸缩缝装置存在的明显病害,对其损坏程度和范围做出初步判断,为后续深入检测与准确诊断病害类型及成因提供重要依据。

3.2 无损检测技术应用

无损检测技术在桥梁伸缩缝装置病害诊断中发挥着重要作用。超声检测可精准探测伸缩缝内部混凝土是否存在孔洞、疏松等缺陷,通过超声波在混凝土中的传播速度、衰减情况等参数变化,判断内部结构完整性,若传播速度异常或衰减过大,可能暗示存在缺陷;红外热成像技术利用红外辐射原理,检测伸缩缝装置表面温度分布,当装置内部存在脱空、裂缝等病害时,热量传导受阻,导致表面温度出现异常,通过分析温度异常区

域,可定位潜在病害位置。雷达检测能穿透混凝土等非透明介质,检测伸缩缝处钢筋的锈蚀、位置偏移等情况,依据反射波的频率、幅度等信息,评估钢筋状态,为判断伸缩缝结构安全性提供依据;这些无损检测技术相互补充,可全面、准确地诊断伸缩缝装置病害,避免对结构造成二次损伤^[3]。

3.3 结构力学性能测试

结构力学性能测试是深入评估桥梁伸缩缝装置健康状况的关键手段。通过在伸缩缝装置上布置应变计、位移传感器等精密仪器,可实时采集其在车辆荷载、温度变化等作用下的应变与位移数据;对采集的数据进行分析,能精准判断伸缩缝的受力状态是否合理,若应变值超出设计范围,可能表明装置局部受力过大,存在结构损伤隐患;位移数据则可反映伸缩缝的伸缩性能,若位移异常,说明其伸缩功能受损,无法正常适应桥梁的变形需求。此外,还可进行静载与动载试验,模拟不同工况下伸缩缝的受力情况,进一步验证其承载能力与动力特性;结构力学性能测试能从力学层面揭示伸缩缝装置的病害本质,为准确诊断病害类型、评估病害程度及制定科学合理的维修加固方案提供可靠依据。

3.4 病害诊断综合评估体系构建

桥梁伸缩缝装置病害诊断综合评估体系构建,需融合多类检测数据实现全面精准评判。外观检查获取的直观病害信息,如橡胶条开裂程度、混凝土破损范围,是评估的基础表象;无损检测技术揭示的内部缺陷,像混凝土内部疏松、钢筋锈蚀深度,为深入判断病害本质提供依据;结构力学性能测试得到的应变、位移等数据,反映装置在荷载下的受力与变形状态,明确其承载能力与工作性能;对各类数据量化处理后,依据病害对装置安全性、耐久性及使用功能的影响程度,科学分配权重。通过建立综合评估模型,将不同权重的数据进行融合计算,得出综合评估值;依据该值划分病害等级,确定病害严重程度,为后续制定合理的维修加固方案、保障桥梁伸缩缝装置正常运行提供可靠支撑。

4 桥梁伸缩缝装置维护管理策略与措施

4.1 预防性维护计划制定

桥梁伸缩缝装置预防性维护计划制定需综合考虑多方面因素。依据桥梁所处地理环境,如气候条件,在寒冷地区,要针对冻融循环对伸缩缝的破坏特点,增加冬季前的检查与防护频次,提前做好排水疏通,防止积水结冰膨胀损坏装置;在高温多雨地区,则注重橡胶部件的老化与雨水侵蚀问题,定期检查橡胶条密封性并做好防水处理;结合桥梁交通流量与车辆类型,交通繁忙且

大型车辆多的桥梁,伸缩缝承受的荷载大、磨损快,需缩短检查周期,加强对锚固部件、混凝土结构的检查力度。同时,依据过往病害记录与检测数据,分析病害发生规律,预测可能出现病害的部位与时间,提前安排维护资源;通过科学制定预防性维护计划,定期开展检查、清洁、紧固等维护工作,可有效降低伸缩缝装置病害发生率,延长其使用寿命^[4]。

4.2 定期检查与监测制度

桥梁伸缩缝装置定期检查与监测制度是保障其正常运行的关键。定期检查应明确检查周期,依据桥梁使用频率、环境条件等因素,一般可设定每月或每季度进行外观详细检查,查看橡胶条有无老化开裂、破损,锚固螺栓是否松动、缺失,混凝土表面有无裂缝、剥落等;每年开展一次全面深入检查,借助专业工具检测装置的平整度、顺直度;监测制度则需运用先进技术手段,在伸缩缝处安装位移传感器、应变计等设备,实时采集装置在车辆荷载、温度变化等作用下的位移与应变数据。通过对定期检查记录的病害发展情况以及监测数据的动态分析,能及时发现装置潜在问题,判断病害发展趋势;依据分析结果,迅速调整维护策略,安排针对性维修,防止病害进一步恶化,确保桥梁伸缩缝装置始终处于良好工作状态。

4.3 病害修复与加固技术

桥梁伸缩缝装置病害修复与加固技术需针对不同病害精准施策。对于橡胶条老化开裂、破损问题,先彻底清除破损橡胶条,清理安装槽内杂物,选用与原橡胶条性能匹配的新材料,采用专用胶粘剂或机械卡扣方式重新安装,确保密封性与伸缩性能;若锚固螺栓松动、缺失,对松动螺栓进行紧固处理,缺失螺栓则根据原设计规格重新钻孔、植筋并安装新螺栓,保证锚固牢固。针对混凝土表面裂缝,视裂缝宽度采用不同方法,宽度较小时进行表面封闭处理,涂抹专用封闭材料;宽度较大时采用压力灌浆法,注入环氧树脂等灌浆材料填充裂缝;当混凝土结构强度不足时,可采用粘贴碳纤维布、钢板加固等方法,增强结构承载能力,提升伸缩缝装置整体

稳定性,保障桥梁安全运营。

4.4 维护管理信息化与智能化

桥梁伸缩缝装置维护管理信息化与智能化是提升管理效能的关键方向。借助信息化手段,搭建专门的桥梁伸缩缝装置管理数据库,将装置的设计参数、安装信息、过往维护记录等详细资料录入其中,实现数据的集中管理与便捷查询;利用智能传感器技术,在伸缩缝处安装位移、应变、温度等传感器,实时采集装置运行数据并传输至管理平台,通过数据分析模型自动判断装置工作状态,及时发现潜在病害。引入无人机巡检技术,定期对桥梁伸缩缝进行空中巡查,快速获取装置外观图像,结合图像识别技术自动识别裂缝、破损等病害;同时,开发维护管理移动终端应用,维护人员可随时接收任务指令、上传现场数据与照片,实现维护工作的实时调度与动态跟踪,提升维护管理的及时性与精准性^[5]。

结束语:桥梁伸缩缝装置的病害诊断与维护管理是保障桥梁安全运营的关键环节。通过对伸缩缝装置常见病害的深入分析,以及多种诊断方法与技术的综合应用,能够准确判断病害情况。而科学合理的维护管理策略与措施,如预防性维护、定期检查监测、病害修复加固和信息化智能化管理等,可有效提升伸缩缝装置的性能,降低病害发生率,为桥梁的安全与耐久性提供坚实保障,促进交通运输事业的健康发展。

参考文献

- [1]裴选平.高速公路养护中桥梁伸缩缝维护措施探讨[J].交通世界,2024,(20):147-149+153.
- [2]王辉.高速公路桥梁伸缩缝常见问题及防治措施[J].上海建设科技,2023,(03):77-79.
- [3]张莺飞.高速公路养护中桥梁伸缩缝维护措施[J].交通世界,2023,(11):172-174.
- [4]薛文劼,丁菊良.公路桥梁伸缩缝病害处理对策研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(11):012-015.
- [5]谯峰.高速公路桥梁伸缩缝病害成因及维修处治分析[J].运输经理世界,2024,(06):133-135.