

道路桥梁工程养护防治措施

郭远东

广州市花都区道路养护中心 广东 广州 510000

摘要: 道路桥梁工程在长期使用中易出现结构病害、附属设施病害及环境因素导致的病害。本文详细阐述针对各类病害的防治技术措施,包括结构修复、附属设施维护、路面性能提升及环境适应性防护等。同时,提出养护管理措施,如养护周期规划、资源调配、技术培训。还探讨养护技术创新方向,涉及智能化监测、绿色养护材料及无损检测技术,为道路桥梁工程科学养护提供参考。

关键词: 道路桥梁工程; 病害防治; 养护技术; 智能化监测; 绿色材料

引言: 道路桥梁工程作为交通基础设施的关键构成,对区域经济发展与民众出行意义重大。然而,受自然环境、车辆荷载等多种因素影响,工程在使用过程中易出现各类病害,如结构裂缝、附属设施损坏等。这些病害不仅影响工程正常使用,降低通行质量,还可能威胁结构安全,缩短使用寿命。因此,开展科学有效的养护防治工作至关重要,需针对不同病害类型采取针对性措施,保障道路桥梁工程长期稳定运行。

1 道路桥梁工程常见病害类型

1.1 结构病害

裂缝是结构病害中最为普遍的表现形式。表面裂缝多由混凝土收缩不均引发,其深度较浅但易随环境温湿度变化扩展,尤其在昼夜温差大的区域更为明显。贯穿裂缝危害更为严重,会破坏结构整体性,导致内部受力失衡,影响桥梁承载能力,严重时可能引发结构垮塌^[1]。混凝土剥落常伴随表层材料脱落,暴露内部骨料,削弱结构防护性能。露筋源于保护层失效,钢筋直接接触外界环境,加速锈蚀进程,进一步降低结构强度。结构变形体现在多个方面,沉降多因地基承载力不足或不均匀沉降引发,影响结构稳定性。倾斜由受力不均或地基病害导致,破坏结构受力体系。挠度超限反映结构刚度不足,长期发展会引发更为严重的结构损伤。支座老化与失效直接影响结构受力传递,老化表现为材料硬化、开裂,失效则导致荷载分布不均,加剧局部结构损耗。

1.2 附属设施病害

伸缩缝堵塞与破损影响结构伸缩性能,堵塞物不仅阻碍温度变化引发的伸缩变形,还会在车辆荷载作用下加剧结构损伤;破损则导致雨水渗入,侵蚀内部结构,引发钢筋锈蚀等次生病害。排水系统堵塞会造成雨水淤积,渗漏问题会侵蚀桥梁下部结构及基础,引发连锁病害。护栏腐蚀源于环境侵蚀,松动则降低安全防护功能,无法

有效抵御外力冲击。路面平整度下降直接影响通行质量,车辙由长期车辆荷载反复作用形成,表现为路面纵向凹陷。坑槽多由雨水渗透、材料老化及荷载作用共同导致,不仅影响通行舒适性,还会加剧路面结构破坏,逐步扩大病害范围,形成恶性循环。

1.3 环境因素导致的病害

冻融循环破坏常见于寒冷地区,水分渗入结构孔隙后,低温下冻结体积膨胀,解冻后体积收缩,反复作用使结构内部产生裂隙,逐步降低结构密实度,尤其在北方地区冬季表现明显。盐蚀与化学腐蚀多发生在沿海或工业区域,盐分及化学物质渗透到结构内部,与混凝土及钢筋发生反应,破坏材料性能。生物侵蚀包含植物根系与微生物作用,植物根系生长过程中产生机械力,挤压结构缝隙并使其扩大。微生物通过代谢产生酸性物质,侵蚀混凝土材料,分解内部成分,长期作用会削弱结构耐久性,引发各类次生病害。各类环境因素相互作用,加速病害发展,对道路桥梁工程使用寿命构成严重威胁。

2 道路桥梁工程养护防治技术措施

2.1 结构病害防治

裂缝处理可采用表面封闭法,选用环氧树脂涂刷覆盖裂缝区域时,需确保涂刷均匀,厚度控制在0.2-0.3毫米,形成致密防护层阻断水分与有害物质侵入^[2]。压力灌浆法适用于深层裂缝治理,水泥基浆液或化学浆液通过专业设备注入裂缝内部,固化后填充缝隙并增强结构整体性。碳纤维布加固技术适合结构性裂缝处理,借助材料高强度特性提升构件承载能力,强化结构稳定性,施工时需保证碳纤维布与混凝土界面粘结牢固。混凝土剥落修复需先清理破损区域,做好界面处理保障新旧材料结合度。选用高性能修补材料完成填充找平,聚合物砂浆、快凝混凝土都是常用材料,后续施加表面防护涂层,硅烷浸渍、防水涂料能有效提升混凝土抗渗性与耐久性,

延长结构使用寿命。支座更换与加固需先完成病害诊断,精准识别脱空、偏位、老化等问题。采用顶升更换工艺,依托同步顶升系统实现构件平稳抬升,避免结构受力不均。施工中做好临时支撑布设,更换完成后落实永久固定流程,确保支座受力均匀、运行稳定,满足桥梁整体承载需求。

2.2 附属设施养护

伸缩缝维护注重定期清理杂物,清理周期应根据交通流量与环境状况确定,一般每月至少清理一次,及时更新密封胶保障伸缩功能。更换止水带时同步加固锚固系统,防止使用中出現松动渗漏。排水系统疏通采用管道高压冲洗方式,清除内部沉积物避免管道堵塞,冲洗压力应控制在30-50兆帕。恢复泄水孔与集水井正常功能,确保雨水快速排离结构表面,减少积水对桥梁部件的侵蚀,集水井内应设置防坠网保障安全。护栏修复与防腐需紧固松动部件,对损坏处进行焊接加固,焊接时应采用合适的焊接工艺与材料,保证焊接质量。采用热镀锌或环氧富锌涂层防护工艺,提升护栏抗腐蚀能力,延长使用寿命,保障通行安全防护性能,涂层厚度应符合设计要求。

2.3 路面性能提升

局部病害修复针对坑槽问题,开挖破损部分时应保证边线整齐,深度至稳定结构层,一般不小于10厘米,开挖后需对坑槽底部及周边进行彻底清理,去除松散颗粒与浮尘,若坑槽底部存在软弱层还应进一步挖除至坚实基层,再用热拌沥青填补压实,恢复路面平整度。车辙处理采用铣刨工艺清除变形层,铣刨深度根据车辙严重程度确定,铺设薄层罩面优化路面形态,罩面厚度宜控制在2-4厘米。抗滑性能恢复可通过精表处施工实现,搭配改性乳化沥青与集料增强路面摩擦系数,施工时应控制好材料用量与施工温度。若路面出现裂缝伴随抗滑性能下降,可先对裂缝进行灌缝处理,再实施精表处施工,确保路面整体性能提升。微表处技术选用聚合物改性沥青磨耗层,兼顾路面防护与抗滑性能,提升路面整体使用品质,施工后应进行适当养护,确保材料充分固化。

2.4 环境适应性防护

抗冻融措施采用混凝土表面封闭处理,硅烷浸渍能有效阻断水分渗透,浸渍深度应不小于3毫米,且表面应形成均匀的憎水膜。优化排水系统设计,减少路面与结构缝隙积水滞留,降低冻融循环对构件的破坏,排水坡度应符合设计规范要求。抗盐蚀技术可在混凝土中掺入阻锈剂,强化钢筋防护效果,阻锈剂掺量应根据混凝土配合比与使用环境确定。选用低碱度骨料、防水剂配制

耐腐蚀混凝土,提升结构抗盐蚀能力,配制时应严格控制材料质量与配合比。生物侵蚀防治需安装根障系统阻断植物根系侵入,避免结构被根系破坏,根障系统应具有足够的强度与耐久性。施加微生物抑制涂层,抑制微生物繁殖生长,减少对桥梁结构的侵蚀,保障工程结构在复杂环境下的稳定性与耐久性,涂层应定期进行维护与更新。

3 道路桥梁工程养护管理措施

3.1 养护周期规划

养护周期规划需结合工程实际情况制定分级管控方案。日常巡查按每日或每周频次开展,巡查人员应具备专业素养,聚焦结构表层状态、附属设施功能及路面通行情况,及时捕捉初期病害迹象,记录详细信息,为后续养护提供基础数据支撑^[3]。定期检测分月度与年度实施,月度检测侧重病害发展趋势跟踪,针对前期巡查发现的问题复核变化情况,采用专业检测设备与方法;年度检测开展全面排查,覆盖结构受力性能、材料老化程度及设施完好状态,形成系统性检测报告,为养护决策提供科学依据。专项检查针对性解决复杂问题,荷载试验验证结构承载能力是否满足使用要求,试验前应制定详细的试验方案;无损检测在不破坏结构前提下探查内部隐蔽病害,为精准养护提供技术依据,三类检查方式层层递进,构建全方位养护监测体系。

3.2 养护资源调配

养护资源调配核心是保障养护工作高效有序推进。专业化养护团队组建注重人员技能与岗位需求精准匹配,吸纳具备结构检测、病害修复、设备操作等专业能力的人员,定期组织培训与考核,打造分工明确、协同高效的作业队伍。应急养护物资储备围绕抢修需求落实,提前筹备足量抢修材料与专业设备,做好分类存放与定期检修,建立物资管理台账,确保突发病害发生时能够快速调用,缩短抢修周期。跨区域协作机制针对重大病害处置搭建沟通平台,打破区域管理壁垒,整合各方技术力量与资源优势,开展联合研判、联合施工,明确各方职责与分工,提升重大病害处置效率与质量,避免单一区域资源不足导致养护工作滞后。

3.3 养护技术培训

养护技术培训聚焦能力提升与工作优化,筑牢养护工作质量根基。新材料与新工艺应用培训紧跟行业技术发展趋势,邀请专家进行授课,讲解新型修补材料特性、施工工艺要点及适用场景,通过现场示范与实际操作,帮助作业人员掌握前沿技术,提升病害修复精准度与耐久性。安全操作规范与应急处置演练强化风险防控意识,明确

各环节安全操作标准,制定详细的应急预案,通过实战化演练提升人员应对突发安全事件、突发病害的处置能力,减少安全事故与病害扩大风险。养护效果评估与反馈机制贯穿养护全过程,对养护作业质量、技术应用效果进行科学评估,采用定量与定性相结合的方法,梳理工作中的不足与改进方向,将评估结果反哺至养护方案优化、技术选用及人员培训中,形成“培训-应用-评估-优化”的闭环管理,持续提升养护管理整体水平。

4 道路桥梁工程养护技术创新方向

4.1 智能化监测技术

智能化监测技术为道路桥梁养护提供精准化、高效化支撑^[4]。结构健康监测系统依托传感器网络实现全域数据采集,传感器应合理布设,覆盖结构受力、变形、环境作用等多维度信息,通过数据云平台完成信息整合、分析与共享,实时捕捉结构状态变化,对异常数据及时预警。无人机巡检突破传统人工巡检局限,搭配图像识别技术快速扫描桥梁全域,精准识别表层裂缝、剥落等病害,大幅提升巡检效率与覆盖面,降低人工作业强度,尤其适用于大型桥梁与复杂结构。机器学习技术融入病害预测环节,依托海量监测数据构建预测模型,挖掘病害发展规律与影响因素,提前预判潜在病害风险,为预防性养护提供技术支撑,推动养护模式从被动修复向主动防控转变,提高养护工作的前瞻性与科学性。

4.2 绿色养护材料

绿色养护材料研发与应用契合生态环保发展理念,兼顾养护效果与环境效益。再生骨料混凝土通过对建筑废弃物的回收加工实现资源再利用,减少天然骨料开采与废弃物排放,优化材料性价比的同时降低环境负荷,适配各类基层修复场景,使用前应进行性能检测与配合比设计。生物基防腐涂料以天然生物原料为基础研发,替代传统化学防腐材料,具备环保无毒、耐侵蚀性强等优势,有效延长结构使用寿命且不对周边环境造成污染,施工工艺与传统涂料类似。自修复材料凭借自身特性实现病害自主修复,微胶囊技术通过胶囊内修复剂释放填充裂缝,细菌诱导矿化依靠微生物代谢产物形成矿化物质封堵缺陷,减少人工修复频次,提升结构耐久性与养护

经济性,但目前成本相对较高,需进一步降低成本以推广应用。

4.3 无损检测技术

无损检测技术在不破坏结构完整性前提下,实现隐蔽病害精准探查,为养护决策提供可靠依据。红外热成像检测利用结构内部缺陷与正常区域的热传导差异,精准识别脱空、空洞等隐蔽问题,检测过程快速高效且适用于各类结构部位,尤其适用于对结构外观要求较高的部位^[5]。探地雷达通过电磁波反射原理探测结构内部状态,准确定位内部缺陷位置、大小与分布情况,为深层病害处置提供精准数据,检测深度可根据设备性能与结构特点调整。声发射技术聚焦裂缝扩展监测,捕捉裂缝产生与扩展过程中释放的应力波信号,实时追踪裂缝发展动态,及时预警结构安全隐患,避免裂缝进一步扩展引发严重结构损伤,助力养护工作精准落地,可与其他检测技术结合使用,提高检测准确性。

结束语

道路桥梁工程养护防治是一项系统性、长期性工作,关乎工程安全与使用寿命。通过实施科学合理的病害防治技术措施,加强养护管理,能有效控制病害发展,提升工程整体性能。积极推动养护技术创新,应用智能化监测、绿色材料及无损检测等先进技术,可进一步提高养护工作的精准性与高效性。只有持续完善养护体系,才能确保道路桥梁工程始终处于良好运行状态,为社会经济发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]张豹.道路桥梁养护中常见病害与维护措施[J].砖瓦世界,2022(12):141-143.
- [2]任心和.市政道路桥梁工程中混凝土裂缝成因及防治措施[J].城镇建设,2025(9):154-156.
- [3]尹月华,贾志贺,马泽林.市政道路桥梁施工质量通病防治处理分析[J].运输经理世界,2024(3):118-120.
- [4]高悦轩.探讨道路桥梁工程路面养护防治对策研究[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2022(8):2149-2150.
- [5]季学勇.市政道路桥梁工程裂缝的防治措施[J].新材料·新装饰,2022,4(11):133-135.