

基于耐久性的道路桥梁伸缩缝病害防治措施研究

吴国华

江苏现代路桥有限责任公司 江苏 南京 210000

【摘要】：道路桥梁伸缩缝作为衔接关键构件，其耐久性不足易引发多种病害，影响桥梁安全与服役寿命。研究发现，伸缩缝病害由疲劳损伤、环境侵蚀与车辆荷载耦合作用导致，现有防治措施存在全生命周期理念缺失、材料工艺适配性差、缺乏有效监测等局限。本文以提升耐久性为核心，采用全寿命周期设计优化、高性能材料与规范施工结合、预防性养护与耐久性监测协同的方法，构建全方位病害防治体系。研究可有效延缓伸缩缝性能衰减，解决现有措施长效性不足的问题，为道路桥梁伸缩缝病害防控提供理论与实践支撑。

【关键词】：道路桥梁伸缩缝；耐久性；病害防治；全寿命周期；预防性养护

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.056

引言

道路桥梁作为交通基础设施的核心组成部分，其服役安全性与耐久性直接影响交通通行质量和公共安全。伸缩缝作为桥梁与道路衔接的关键构件，承担着适应结构变形、缓冲车辆荷载的重要功能，其工作状态与桥梁整体耐久性密切相关。在长期服役过程中，受复杂工况影响，伸缩缝易出现多种病害，不仅影响行车舒适性，还会加速桥梁结构退化，缩短工程服役寿命，增加运维成本。当前针对伸缩缝病害的防治仍存在诸多不足，难以实现耐久性长效提升。因此，立足耐久性导向，系统分析伸缩缝病害特征与成因，探索科学有效的防治措施，对保障道路桥梁工程安全稳定运行、提升工程全寿命周期效益具有重要的现实意义与工程价值。

1 耐久性导向下道路桥梁伸缩缝病害特征与成因分析

1.1 伸缩缝装置疲劳损伤与耐久性衰减的关联机制

伸缩缝装置疲劳演化进程和耐久性能退化具备深层内在联系，构件内部损伤逐步累积会造成整体耐久性持续下滑，两类病害状态互相作用并形成恶性循环。路桥衔接位置布设的伸缩缝承担关键承载作用，长期适配结构温变与沉降形变，还要承受行车荷载往复冲击，往复外力作用促使构件内部形成周期性应力应变响应。材料力学指标抵达疲劳临界值时，伸缩缝板面滋生微细裂纹，锚固构件受往复外力影响产生松动锈蚀，密封材料也会在形变作用下出现老化开裂。构件原有结构稳固性与密封能力遭到破坏，雨水杂物渗入结构内部加速构件腐蚀老化，服役阶段极易诱发破损脱空渗漏等常见病害，结构整体工作状态会随损伤累积持续劣化。

1.2 环境侵蚀与荷载耦合作用下的典型病害类型

温湿度循环变化与车辆动载反复作用相互叠加，易诱发路

桥伸缩缝各类典型损伤，这类损伤演化受外界作用强度、作用时长及伸缩缝自身构造特征制约，见图1。温变往复带来的胀缩形变作用于伸缩缝构件，行车产生的竖向与水平外力共同施加后，伸缩缝面板易发生破碎与局部缺损，边缘受力集中位置常出现缺角及裂隙，损伤发展严重还会蔓延至桥梁主体结构^[1]。雨雪积水等介质沿缝体缝隙向内渗透，构件受行车外力长期碾压形成内部空隙，会造成锚固钢筋锈蚀滑移，锈蚀钢筋形体扩张扰动周边混凝土，造成锚固区域破损及内部空洞。密封材料受外界侵蚀与外力往复挤压逐步老化开裂乃至脱落，密封防护效能逐步丧失，水分下渗与结构老化进程随之加快，缝体构件还易发生偏移卡滞，伸缩调节效能逐步丧失，最终形成多种损伤交织共存的工程现状。

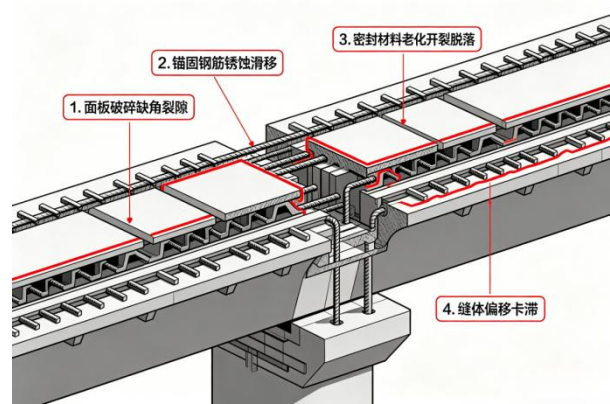


图1 环境侵蚀与荷载耦合作用下的路桥伸缩缝典型病害示意图

1.3 现有防治措施在提升耐久性方面的局限性

现有道路桥梁伸缩缝病害治理手段多侧重破损后的修缮处置，缺少立足耐久性能提升的全周期管控思路，治理成效仅能维持短期稳定，无法从根源延缓构件耐久性能衰减。多数处置方式只对破损构件做局部更换或表层修复，修补用材和原有

构件适配度偏低,拼接位置易产生空隙,积水杂质侵入后诱发次生损伤。常规修缮流程设计较为粗放,未兼顾行车外力冲击、温湿度循环波动等复杂工况对修复区域的持续影响^[2]。不少治理方案忽视伸缩缝和桥梁主体的协同受力特性,只着眼构件本身性能复原,未强化锚固体系抗疲劳与抗腐蚀能力,锚固松动、钢筋锈蚀等隐患反复显现。相关治理手段也缺少专属耐久监测体系,构件内部疲劳损耗、材料老化等潜在隐患难以及时察觉,只能事后处置既有破损,构件耐久性能长效改善难以落地。

2 基于耐久性提升的伸缩缝病害防治对策与实施路径

2.1 面向全寿命周期的伸缩缝耐久性设计优化方法

面向全寿命周期的伸缩缝耐久性优化设计,应贯穿型号选取、材料匹配、结构规划及后期运维预判各个环节,依托系统设计规避疲劳损耗、环境侵蚀带来的耐久性能退化。设计环节结合桥梁跨径、交通流量及地域气候条件匹配适配伸缩缝类型,优先选用抗疲劳、耐腐蚀与密封表现优异的构件,规避型号选配不合理引发的后期性能弱化^[3]。材料甄选贴合长期服役标准,面板采用高强耐磨钢材,锚固构件使用防腐处理高强度钢筋,密封材质选用耐温变、抗老化弹性原料,从源头强化整体抗损特质。

2.2 高性能材料与施工工艺对病害防治的强化作用

高性能材料与标准化施工工艺相互配合,成为强化伸缩缝病害防控、提升结构耐久水平的重要依托,能够从源头降低疲劳损伤、渗漏及结构破损等常见问题发生概率。适配伸缩缝实际服役环境甄选高性能建材,高强耐蚀合金面板可增强抗冲击与抗压耐磨性能,规避面板早期开裂缺损;改性聚氨酯密封胶弹性恢复与耐老化特质突出,适配温变产生的伸缩形变,阻隔雨水杂物侵入锚固内部构造。规范落实配套施工流程可充分释放材料固有性能,精准把控安装标高与表面平整度,弱化行车

荷载带来的应力集中,合理调整锚固埋深与布设间距,加固伸缩缝和桥梁主体的衔接稳固性,规避锚固松脱等隐患。精细化施工管控规避工艺缺陷,结合建材本身优良性能构建材料防护与工艺管控并行的双重保障体系,减缓伸缩缝耐久性能退化,切实筑牢病害防控整体成效。

2.3 预防性养护与耐久性监测结合的动态控制策略

预防性养护的核心在于建立分级响应机制,依据监测数据动态调整养护优先级。庄浪公路段在新庄中桥伸缩缝养护中采用“棉麻填充+两次灌缝”工艺,结合封霸 F880 液体止水带与 AI 智能检测技术,构建了三位一体的预防性养护体系。监测系统实时采集伸缩缝位移量、密封性能及螺栓预紧力等参数,依据现行测缝计技术标准,位移传感器精度可达 0.01mm。当某项指标超过预设阈值时自动触发相应养护指令:对于差异超过设计值 15% 的早期变形(累计位移量大于 8mm),采取灌缝填充和弹性元件更换等轻度干预;当位移量持续三个月超出限值 20% (超过 12mm) 时,启动锚固区重新浇筑和止水带整体更换等深度修复。参照同类工程实践数据估算,伸缩缝大修周期可从常规的 5 年延长至 8 年以上,全寿命周期维护成本可望降低约 25% 至 30%。

3 结语

道路桥梁伸缩缝耐久状态关乎桥梁整体安全与服役年限,自身病害由疲劳损耗、环境侵蚀及外力耦合作用共同诱发,现有治理方式存在固有限制,难以实现耐久性能长效提升。立足全寿命周期视角,优化构件选型设计、匹配高性能建材并落实标准施工流程,配合预防性养护与智能耐久监测实施动态管控,可搭建多层次病害防控体系,减缓伸缩缝性能退化。科学治理方式能够拉长构件服役时长,压缩后期运维开支,行业还需深化建材与施工工艺协同革新,完善智能监测落地应用,朝着精细化长效治理方向推进,为路桥工程安全平稳运行提供坚实保障。

参考文献:

- [1] 李文飞.道路桥梁伸缩缝施工应用分析[J].汽车画刊,2025,(03):131-133.
- [2] 崔凌秋,熊延华,张丽娟,等.影响桥梁伸缩缝耐久性的关键因素分析及技术对策[J].科技创新与应用,2023,13(15):152-155.
- [3] 陈宇鹏.普通公路桥梁伸缩缝的病害及养护措施[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(02):154-156.