

公路桥涵主要病害分析及应对措施

熊自轩

海南路桥养护工程有限公司 海南海口 570100

摘要: 针对公路桥涵病害导致结构受损、稳定性差、行车安全隐患多等问题, 本文聚焦公路桥涵主要病害的应对措施。从设计、施工、养护管理三个维度综合剖析公路桥涵主要病害的原因, 了解桥面系病害、上部结构病害、桥台护坡病害, 提出常见病害的应对措施。研究表明, 根据公路桥梁病害类型及成因采取专项应对措施, 例如裂缝修补、结构加固、支座换新、护坡修复等, 保证病害处理的及时性、可靠性及经济性, 使公路桥涵恢复正常运行状态, 提升公路桥涵耐久性。研究成果为公路桥涵病害防控提供技术参考, 通过科学的防控措施改善道路交通条件。

关键词: 公路桥涵; 病害类型; 成因分析; 应对措施; 养护管理

随着社会经济的发展, 公路网的车流量持续增加, 重载车辆占比大, 加重公路桥涵负荷。当前, 物流运输行业蓬勃发展, 重载货车、工程运输车辆等高频通行于各级公路, 其长期超负荷碾压不仅会加剧桥涵结构的疲劳损耗, 还会加速混凝土开裂、钢筋锈蚀等问题的出现, 大幅缩短桥涵使用寿命。虽然公路桥涵设计阶段已根据交通条件预测可能出现的病害并通过设计优化策略予以规避, 但公路桥涵实际使用条件复杂, 除了车辆超载这一核心诱因, 连续强降雨、极端高温严寒等恶劣天气会破坏桥涵基础稳定性, 地质沉降、周边施工扰动也会对桥涵结构造成隐性损伤, 局部路段仍可能出现各类病害。

更为关键的是, 公路桥涵作为交通网络的关键节点, 一旦病害恶化引发结构失效, 不仅会导致交通中断, 造成巨大的经济损失, 更会直接威胁过往车辆和行人的生命安全, 影响区域交通物流的顺畅运行与社会秩序稳定。因此, 科学应对公路桥涵病害对保障交通安全、维护社会经济正常运转具有不可替代的重要意义。公路桥涵病害类型多, 成因复杂, 下文提出公路桥涵主要病害, 通过对病害的了解, 探讨应对措施, 旨在提升公路桥涵病害综合防控水平, 为公路基础设施的长效运维提供有力支撑。

1 公路桥涵病害成因分析

1.1 设计因素

(1) 参数计算失误。部分设计人员未准确分析公路桥涵结构受力, 导致公路桥涵难以满足交通需求, 提升病害发生率。以某城市立交桥为例, 设计人员未考虑不同工况下的

车辆荷载分布特征, 立交桥建成使用后部分结构存在应力集中现象, 局部因作用力过强而出现裂缝。部分设计人员在设计公路桥涵时未合理进行荷载取值, 例如设计取值低于实际交通荷载, 公路桥涵使用过程中所受荷载远超过设计值, 且随着车流量增加和重载车辆增多, 该问题更加明显, 导致桥面铺装受损、结构变形等病害。

(2) 结构设计不合理。部分公路桥涵的结构选型不适应现场条件且不满足通车要求, 例如简支梁桥具有结构简单、施工便捷的优势, 但若此类桥梁的跨度较大, 将由于跨中弯矩过强引起局部开裂或变形, 虽然增加梁高和配筋量能够解决该问题, 但结构自重加大, 加重局部受力负担, 且造价攀升。拱桥对基础承载力提出较高要求, 但在软土地基地质条件下建设拱桥可能因地质特殊引起基础沉降、拱圈开裂。

1.2 施工因素

(1) 材料质量缺陷。公路桥梁建设效果受水泥、钢材、骨料等材料质量的影响, 使用劣质材料将增加公路桥涵病害。例如, 水泥安定性差、强度等级不达标, 用此类水泥制备的混凝土强度不足, 公路桥涵容易出现裂缝。钢材存在锈蚀、裂纹等缺陷, 钢材力学性能下降, 其与混凝土的粘结力有限, 公路桥涵承载性能不达标。骨料级配不合理或含泥量偏高, 用此类骨料拌制的混凝土强度不足、和易性异常, 公路桥涵混凝土硬化后容易出现收缩裂缝。

(2) 施工工艺不规范。公路桥涵混凝土浇筑速度快、卸料高度大, 混凝土中的粗细骨料分离, 混凝土原材料分布均匀性差, 局部出现空洞、蜂窝麻面等缺陷。混凝土振捣不

充分,混凝土中夹杂气泡,结构密实性差,或振捣过度导致泌水。预应力张拉精度低,例如某公路桥涵预应力张拉阶段未精准控制钢束应力,钢束实际伸长量较设计值更低,由于预应力张拉工艺不合理,引起梁体下挠变形、开裂。

(3) 施工管理不到位。部分施工单位未构建完善的公路桥涵施工质量管理体系,材料进场检验不到位,施工期间缺乏全面监管,尤其是遗漏隐蔽工程施工质量。施工人员专业技术水平低,或工作态度不端正,盲目精简工序或减少材料用量,例如未按规范振捣混凝土,导致公路桥涵局部结构内部存在小孔。

1.3 养护管理疏忽

部分公路管理部门的公路桥涵巡查工作流于形式,未深入检查公路桥涵各结构的隐蔽病害,例如钢筋锈蚀、内部裂缝等,部分隐患持续发酵,造成严重的不良影响。部分公路桥涵养护方法不科学,例如支座养护阶段未及时清理杂物,混凝土养护阶段未按规范浇水保湿。部分公路桥涵病害的处理不彻底,例如仅通过简单修补的方式处理病害,未从根本上解决问题,病害反复出现,同时维修施工技术水平低,经过维修后的公路桥涵结构难以满足设计的承载性能要求。

2 公路桥涵主要病害类型

2.1 桥面系病害

(1) 裂缝类病害。上部结构裂缝反射或温度应力等原因引起的沿桥宽分布的横向裂缝;振捣不密实、桥面板裂缝反射等原因引起的沿桥长延伸的纵向裂缝;层间间隙或养护不到位等原因引起的龟裂。

(2) 变形类病害。铺装层材料不均、荷载反复作用等原因引起的坑槽;层间粘结不稳、高温沥青软化等原因引起的拥包;钢筋锈蚀或钢筋保护层厚度不足等原因引起的露筋;沥青高温稳定性不足致塑性变形等原因引起的车辙;铺装层与桥面板脱空或支撑不足引起的断裂破损。

2.2 上部结构病害

按桥梁类型,分析桥梁上部结构主要病害:

(1) 钢筋混凝土板桥。宽板双向受力筋不足,底板裂缝,桥下净空小被擦伤,接缝渗水等病害。

(2) 预应力混凝土箱梁桥。底板接缝横向裂缝,跨中受弯裂缝、腹板弯剪斜裂缝等病害。

2.3 支座病害

按支座类型,分析桥梁支座主要病害:

(1) 板式橡胶支座。钢板锈蚀、位置串动、垫石破碎等病害。

(2) 其他支座。球形支座、盆式支座的转动不灵活、密封性差等病害。

2.4 墩台身病害

以裂缝类病害为主,例如:温变或收缩导致的网状裂缝,基础不均匀沉降导致的竖向裂缝,水平力或温变引起的水平裂缝。裂缝破坏墩台身结构完整并降低其稳定性,致保护层剥落、钢筋锈蚀,若裂缝持续发展,其影响范围扩大,可能导致墩台身倒塌。

2.5 桥台护坡病害

以砌石散落、填土塌陷为主,主要原因:设计不合理,例如坡度陡、缺乏完善的排水设施;填土压实度不足,填土呈松散状;雨水冲刷,土壤大量流失。

3 公路桥涵主要病害的应对措施

根据及时性、可靠性及经济性原则采取公路桥涵病害的应对措施:及时性原则,精准发现病害和快速处理病害,实现对公路桥涵病害的高效响应;可靠性原则,根据病害类型采取可行的处理措施,使结构恢复完整,结构力学性能可靠;经济性原则,在取得良好病害处理效果的同时合理节约成本。同时,加强公路桥涵全流程管控:设计施工阶段,保证公路桥涵结构类型、材料类型的合理性,规范施工,注重现场组织和协调,加强质量监测,及时排除质量问题;运营阶段,根据公路桥涵使用情况建立养护体系,定期组织养护,并预测可能出现的病害,制订应急预案,根据病害类型采取合适的处理技术。

3.1 裂缝修补技术

(1) 缝宽 $< 0.2\text{mm}$ 的裂缝,采用表面封闭法,在清理干净病害处设置封闭层,材料可选用环氧树脂胶。(2) 宽裂缝的处理可采用填充密封法,先凿除裂缝部位,清理干净后再填充密封材料,例如水泥砂浆、环氧砂浆,保证裂缝内部密实且外观良好。(3) 压力灌浆法也是常用的裂缝处理方法,其适用于处理各宽度裂缝,作业思路是在裂缝部位钻孔,用泵压注浆液填充裂缝,修补材料可选用水泥浆、环氧浆。

3.2 结构加固技术

(1) 增大截面法,根据原结构尺寸和力学特性配筋并

浇筑混凝土，加大结构宽度和高度，提升结构抗弯抗剪能力，但此方法将导致公路桥涵自重增加。（2）粘贴钢板法，在公路桥涵表面粘贴钢板，具有效率高、增重小的特点，但钢板易锈蚀，且钢板粘贴稳定性要求高。（3）体外预应力法，利用外部预应力筋优化公路桥涵结构受力，加固效果良好但对施工装置要求高，例如需配置专用锚固装置。（4）纤维增强复合材料法，例如在公路桥涵结构表面粘贴高强、轻质、耐腐蚀的碳纤维布等材料，此方法对环境要求严格且成本高。

3.3 支座更换与调整技术

（1）板式橡胶支座的更换。根据桥涵稳定性要求，采取临时支撑措施，撤除旧支座，清理现场，精准安装新制作，可用千斤顶辅助以免新支座串动或脱空。（2）盆式支座的更换。设置临时支撑以保障结构稳定，精准安装新支座，若密封性差或转动不灵活，更换密封件或加注润滑油。

3.4 桥台护坡修复技术

塌陷、散落与排水是桥台护坡修复的重点考虑要素。若填土塌陷，清理松散土，分层回填新料并压实，填料可选用粘性土或砂性土。若砌石散落，先清理现场，重铺砌石，协调砌石位置，用水泥砂浆辅助作业，保证砌石稳定。若排水异常，在护坡设置排水孔促进排水，但要填碎石以免排水孔经长时间使用后堵塞，底部设置排水沟，避免护坡因水流冲刷而缺乏稳定性。

4 结语

综上所述，公路桥涵病害的萌生与发展是自然环境、设计规划、施工工艺及养护管理等多因素耦合作用的结果。

自然环境中温度应力的反复作用、雨水与有害介质的侵蚀、地质条件的动态变化，会持续损伤桥涵结构的物理力学性能；设计阶段若荷载标准选取不当、结构体系设计不合理，易形成先天性结构缺陷；施工环节材料质量不达标、工艺操作不规范，将直接降低结构的施工质量与服役可靠性；而养护管理的滞后性则会导致初期微小病害不断扩展，最终引发结构性安全隐患。加强全生命周期的源头预防与精准管控，是提升公路桥涵病害治理效率、保障通车安全的关键路径。本文结合工程实践，从病害精准排查、结构加固修复、高性能材料应用等维度提出针对性应对措施，可为行业内桥涵病害治理工作提供技术参考与实践借鉴。

未来研究需进一步聚焦智能化防控技术的研发与应用，依托物联网、大数据、人工智能等现代信息技术，构建桥涵结构健康监测与预警系统，实现病害的实时感知、早期识别与精准处置。通过持续优化病害防控技术体系，可有效降低病害对桥涵结构的不利影响，提升交通基础设施的安全耐久性与服役寿命，为交通运输行业的高质量发展提供坚实保障。

参考文献：

- [1] 黄鲁明.公路桥涵病害防治及养护管理分析[J].科技创新与应用.2025,15(18):154-157.
- [2] 徐彦利.公路桥涵病害成因及养护措施[J].交通建设与管理.2020(06):146-147
- [3] 赵春环.公路桥涵病害的成因及处治措施交通世界[J].2016(21):116-117.