

# Research on Maintenance Management and Disease Treatment Technology of Urban Road Bridges

Yangjie Ma

Zhuji Transportation Survey and Design Office, Zhuji, Zhejiang, 311800, China

## Abstract

With the continuous advancement of urbanization, urban road bridges, as an important part of infrastructure, have become a focal point of social attention regarding their maintenance management and disease treatment. The frequent occurrence of bridge diseases not only affects traffic safety but also increases the maintenance pressure on urban infrastructure. Based on an in-depth analysis of the current situation of urban road bridge maintenance management, this paper explores the types, causes, and diagnostic methods of bridge diseases, with a focus on crack repair, reinforcement techniques, and the application of new materials in disease treatment. At the same time, practical issues in maintenance management are addressed, and the optimization and innovation of green and environmentally friendly materials, prestressed reinforcement technologies, and the development path of intelligent maintenance management technologies are proposed. The aim is to provide technical support for the long-term stability and sustainability of urban road bridges.

## Keywords

Urban road bridges; Maintenance management; Disease treatment; Reinforcement technology; Intelligent technology

# 城市道路桥梁养护管理与病害治理技术研究

马杨杰

诸暨市交通勘察设计室, 中国·浙江 诸暨 311800

## 摘要

随着城市化进程的不断推进,城市道路桥梁作为基础设施的重要组成部分,其养护管理与病害治理日益成为社会关注的焦点。桥梁病害的频繁发生,不仅影响交通安全,还加剧了城市基础设施的养护压力。本文基于对城市道路桥梁养护管理现状的深入分析,探讨了桥梁病害的类型、成因及其诊断方法,重点阐述了裂缝修复、加固技术以及新型材料在病害治理中的应用。同时,针对养护管理中的实际问题,提出了绿色环保材料、预应力加固技术的优化与创新,以及智能化养护管理技术的发展路径,旨在为城市道路桥梁的长期稳定性与可持续性提供技术支持。

## 关键词

城市道路桥梁; 养护管理; 病害治理; 加固技术; 智能化技术

## 1 引言

城市道路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分,承担着城市交通流畅、安全的责任。然而,由于长期的车流压力、环境侵蚀及自然老化等因素,桥梁的结构逐渐出现病害,严重影响了其功能和使用寿命。当前的桥梁养护管理仍面临着设施老化、养护资金不足、管理模式不完善等问题,导致养护效果不佳,病害防治滞后。随着技术的不断进步,智能监测、绿色材料等新兴技术逐渐应用于桥梁养护领域,成为解决桥梁病害治理的关键技术手段。通过对现有养护管理的分析及病害治理技术的研究,可以为今后城市道路桥梁的养护管理提供切实可行的优化策略,提升养护效果,延长桥梁

的使用寿命。

## 2 城市道路桥梁养护管理的现状与挑战

### 2.1 城市道路桥梁养护管理的基本概况

城市道路桥梁作为城市交通的重要组成部分,其养护管理工作直接影响到道路桥梁的使用寿命及安全性。当前,国内许多城市桥梁的养护管理工作依然处于传统模式,管理体制较为分散,养护投入和技术水平也存在一定差距。随着城市交通量的增加,许多老旧桥梁在交通荷载和环境因素的双重作用下逐渐暴露出病害,养护任务更加繁重。为了确保桥梁的长期稳定运行,许多城市已开始借助先进的监测技术和信息化管理手段,结合大数据和物联网技术对桥梁状况进行动态监控,及时进行维修与加固。养护管理体系逐步向智能化、信息化方向发展,确保对桥梁的全生命周期进行有效管理。

【作者简介】马杨杰(1990—),男,中国浙江诸暨人,本科,助理工程师,从事公路工程设计相关研究。

## 2.2 当前养护管理中的主要问题

尽管桥梁养护管理的技术不断进步,但在实际操作中依然存在许多问题。首先,养护资金不足是普遍存在的困境,许多城市的养护预算远远不足以满足日益增加的维护需求。其次,养护管理缺乏系统性和长远规划,往往依赖应急处理而非系统性维护,导致病害治理不彻底,桥梁病害重复出现。此外,养护技术的应用仍较为滞后,许多传统的养护方式依然存在,且缺乏有效的病害预测和风险评估手段,养护工作的效果难以量化,缺乏科学决策依据。随着城市化进程加快,桥梁病害的复杂性与多样性也使得养护管理面临更多挑战<sup>[1]</sup>。

## 3 城市道路桥梁病害类型与特征

### 3.1 常见病害类型及其危害

城市道路桥梁常见的病害类型包括裂缝、沉降、锈蚀、混凝土剥落、膨胀变形等。裂缝是桥梁病害中最为常见的一种,尤其是承受重载和长期环境变化的桥梁,经常出现裂缝。裂缝不仅影响桥梁的美观,还可能导致水泥结构的进一步破坏,加速结构老化。沉降问题多发生在桥梁的基础部分,通常由于地基承载力不足或施工质量问题导致沉降不均匀,造成桥梁结构的变形和功能失效。锈蚀则是钢结构桥梁面临的常见问题,钢材在潮湿环境中容易生锈,腐蚀会降低结构的承载能力。混凝土剥落和膨胀变形常见于受冻融影响的区域,水分渗透和温度变化会导致混凝土出现剥离或膨胀,影响桥梁的耐久性。这些病害不仅影响桥梁的安全性,还增加了维护成本。

### 3.2 病害的形成原因分析

城市道路桥梁病害的形成原因多种多样,主要包括环境因素、荷载作用以及施工质量等。环境因素是导致桥梁病害的重要原因之一,桥梁常年暴露在自然环境中,风雨、温度变化和冻融作用都会对桥梁造成影响。例如,温差变化使得桥梁材料频繁膨胀与收缩,长期积累的应力容易引发裂缝。荷载作用也是一个关键因素,尤其是交通量增加和重型车辆的长期通过,会导致桥梁结构的逐渐疲劳,出现沉降、裂缝等问题。此外,施工质量不合格也是桥梁病害的重要原因之一,基础施工不当、混凝土配比不合适、钢筋埋设不到位等问题,都会使桥梁容易出现早期病害。材料选择不当、设计缺陷及未能按照标准进行施工,都会为桥梁病害埋下隐患。

### 3.3 病害发展过程的诊断方法

城市道路桥梁病害的诊断方法多种多样,主要包括目视检查、非破坏性检测、超声波检测、红外成像等。目视检查是最基础也是最常用的方法,通过对桥梁外观的检查可以初步发现裂缝、剥落等表面病害,但此方法只能发现表面问题,难以进行深层次的评估。非破坏性检测技术,如声波、超声波和地质雷达等,能够有效检测桥梁内部的缺陷,帮助分析裂缝的深度、形态及扩展趋势。红外成像技术通过检测

桥梁表面温度差异来发现潜在的结构问题,如水分渗透、材料剥落等。激光扫描技术则通过获取桥梁的三维数据,辅助评估其几何形状变化与变形情况。结合这些检测手段,可以全面、准确地诊断桥梁的病害发展过程,为后续的维修与加固提供科学依据<sup>[2]</sup>。

## 4 城市道路桥梁病害治理技术

### 4.1 裂缝修复与防水处理技术

城市道路桥梁的裂缝修复通常采用环氧树脂、聚氨酯材料或高性能水泥基修复材料。环氧树脂是修复裂缝常用的材料,其粘结强度高,可有效填充微小裂缝,防止水分侵入。据相关研究,使用环氧树脂修复裂缝的强度可达到25 MPa以上,且其抗渗性可达到0.4 MPa,能够有效防止水的侵入。在防水处理方面,聚氨酯涂料常被用于桥梁的防水层。聚氨酯防水涂层的厚度一般为2-3 mm,其抗渗性能达到1.0 MPa,并且具有较好的耐温性能和耐候性。结合高性能防水砂浆与聚氨酯材料进行复合修复,在裂缝修复后的防水效果能够得到显著提升。根据施工案例,复合修复后桥梁的渗水率下降至原有的20%以下,有效提高了桥梁的使用寿命与结构稳定性<sup>[3]</sup>。

### 4.2 加固技术与耐久性提升方法

桥梁加固技术包括外包钢、碳纤维增强复合材料(CFRP)加固、预应力加固等。碳纤维材料由于其优异的拉伸强度和耐腐蚀性,已成为桥梁加固的主流材料。CFRP加固技术的强度提升效果非常明显,研究显示,CFRP加固后,桥梁的承载力可提升30%-50%。此外,预应力加固技术可以有效地提升桥梁的耐久性与抗裂性能。预应力钢筋或碳纤维绞线的应用,在桥梁受力部位施加预应力,使得桥梁在长期使用过程中能够有效抗击变形。据统计,应用预应力加固后,桥梁的变形量可减少20%-30%,而桥梁的耐用期可延长15%-20%。耐久性提升方法则侧重于材料的选择与施工工艺,通过使用高性能混凝土、高耐腐蚀钢筋及合理设计防护层,显著提高桥梁抗冻、抗渗、抗腐蚀的能力,尤其适用于低温和潮湿地区。

### 4.3 病害治理中的新型材料与施工技术

近年来,新型材料在桥梁病害治理中的应用逐渐增多,主要包括自修复混凝土、纳米修复材料、超疏水性涂料等。自修复混凝土在遇到裂缝时,可以通过微生物、胶体或化学反应进行裂缝修复,从而恢复混凝土的原始强度和密度。据研究,自修复混凝土能够在裂缝发生后24小时内自我修复,修复效果可持续5年,修复效果达到80%以上。纳米修复材料通过微小颗粒填充桥梁的微裂缝,并能够与桥梁材料产生化学反应,增强其结构强度和抗渗性。超疏水性涂料可在桥梁表面形成一层疏水膜,防止水分的渗透,从而减少水分对桥梁的侵害,延长桥梁使用寿命<sup>[4]</sup>。在施工技术方面,结合机器人修复技术与无人机检测技术,可以实现精准修复

和监测,提升修复效率和精度,避免人工操作带来的误差。通过这些新型材料和技术的应用,桥梁的修复效果和耐久性得到了显著提升,表1为某工程桥梁病害治理技术数据分析表。

## 5 城市道路桥梁养护与病害治理的优化策略

### 5.1 绿色环保材料的使用与推广

随着环保意识的提升,绿色环保材料在桥梁养护中的应用愈发重要。绿色环保材料不仅对环境友好,且具有较好的性能,能够有效提高桥梁的耐久性。以水性聚合物为例,

水性聚合物可以替代传统的溶剂型涂料,其挥发性有机化合物(VOC)含量低,且能够为桥梁提供良好的防水和抗腐蚀保护。研究显示,水性聚合物的抗渗性比传统涂料高出30%。此外,新型高性能环保混凝土也得到了广泛应用,该混凝土采用可再生资源 and 环保原材料,减少了对环境的污染,同时增强了桥梁的抗裂性和耐腐蚀性。其在交通繁忙区域的应用,能有效提升桥梁的使用寿命,降低养护频率,并减少养护过程中产生的环境污染。未来,随着更多绿色环保材料的研发和推广,桥梁养护将更加符合可持续发展的要求。

表1 某工程桥梁病害治理技术数据分析表

| 项目名称      | 修复材料       | 材料强度(MPa) | 抗渗性(MPa) | 修复前裂缝宽度(mm) | 修复后裂缝宽度(mm) |
|-----------|------------|-----------|----------|-------------|-------------|
| 桥梁A 裂缝修复  | 环氧树脂       | 25        | 0.4      | 0.5         | 0.1         |
| 桥梁B 防水处理  | 聚氨酯涂料      | 30        | 1        | 0.3         | 0           |
| 桥梁C 加固技术  | CFRP 碳纤维加固 | 60        | 1.5      | 0.6         | 0.2         |
| 桥梁D 耐久性提升 | 预应力加固      | 50        | 1.2      | 0.4         | 0           |
| 桥梁E 病害修复  | 自修复混凝土     | 35        | 0.8      | 0.8         | 0.2         |

### 5.2 预应力加固技术的优化与创新

预应力加固技术在城市道路桥梁的病害治理中起到了至关重要的作用。随着材料科学和施工工艺的发展,预应力加固技术在设计和施工中的创新不断涌现。例如,采用预应力碳纤维绞线代替传统的钢丝绳,在提高承载力的同时,还能大幅减轻桥梁的自重,提高抗震性能。根据实验数据,预应力碳纤维加固的桥梁,其承载力提升幅度可达到40%-60%。此外,智能预应力技术的引入也为桥梁加固带来了新的突破。智能传感器可以实时监测预应力钢筋的张拉力,确保加固过程中的张拉力符合设计要求,避免因过度或不足的张拉导致加固效果不佳。未来,预应力加固技术将朝着智能化、模块化方向发展,能够更好地满足不同桥梁的加固需求<sup>[9]</sup>。

### 5.3 养护管理技术的智能化与集成化

随着信息技术的不断进步,养护管理技术正逐步走向智能化与集成化。智能化养护管理系统通过无线传感器、物联网技术和大数据分析,可以实现对桥梁状态的实时监控,提前预警潜在的病害问题。基于实时数据的动态监控,可以对桥梁的裂缝、沉降、变形等进行精确分析,从而指导养护决策。近年来,基于BIM(建筑信息模型)技术的桥梁养护管理平台也得到了应用。BIM技术可以在数字化平台上对桥梁进行全生命周期的管理,优化养护过程中的资源配置,提高管理效率。集成化管理系统则将多项养护技术和管理流程进行整合,提供一个综合性的桥梁管理平台,从而提高养护管理的科学性与系统性。随着技术的不断发展,未来的养护管理将更加高效、精准,能够实现桥梁养护的自动化

与智能化。

## 6 结语

综上所述,城市道路桥梁的养护管理与病害治理在现代城市交通中具有重要意义。随着桥梁病害种类的增多和复杂性的提升,采用新型材料与先进技术成为解决问题的关键。裂缝修复、防水处理、加固技术以及绿色环保材料的应用,不仅有效延长了桥梁的使用寿命,还提高了其安全性和耐久性。智能化、集成化的养护管理系统也为桥梁的长期稳定性提供了保障。未来,随着技术的不断创新与应用,城市道路桥梁的养护管理将更加科学、高效,并为城市基础设施的可持续发展提供坚实支撑。

### 参考文献

- [1] 陶凯辰.高速公路道路与桥梁养护管理体系的构建与优化[J].汽车周刊,2026,(02):160-162.
- [2] 曹洪.市政道路桥梁养护市场化运作模式与监管机制研究[A].新质生产力驱动第二产业发展与招标采购创新论坛——绿色智造·采购革新专题[C].《中国招标》期刊有限公司:2025:808-811.
- [3] 杨海滨.道路桥梁养护中存在的问题思考与预防对策研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(09):167-169.
- [4] 雷静瑶.智能监测技术在道路桥梁养护施工中的应用[J].汽车画刊,2025,(02):134-136.
- [5] 王涛.新形势下道路桥梁养护存在的问题及质量提升策略[J].汽车画刊,2025,(01):230-232.