

市政桥梁常见病害检测与加固技术研究

李若晨 410403199212135512

摘要：市政桥梁作为城市交通网络的核心节点，长期承受车辆荷载反复作用与自然环境侵蚀，各类病害发生概率持续提升，不仅影响桥梁通行能力，更对城市公共安全构成潜在威胁。本文围绕市政桥梁常见病害类型展开分析，总结当前主流病害检测技术的应用特点，结合实际工程需求探讨针对性加固处理技术，为市政桥梁养护维修工作提供理论参考与实践指导，帮助延长桥梁使用寿命，保障城市交通运行安全。

关键词：市政桥梁；病害检测；加固技术；桥梁养护

一、市政桥梁常见病害类型及成因分析

市政桥梁投入使用后，在长期荷载作用与环境影响下，会逐步出现各类病害，不同病害的形成原因存在明显差异，对桥梁结构的影响程度也各不相同。目前我国市政桥梁最常见的病害主要分为四类，分别是混凝土结构病害、钢筋锈蚀病害、基础沉降病害与桥面系病害。

第一类是混凝土结构病害，最常见的表现形式为裂缝与碳化。混凝土裂缝产生的原因较为复杂，包括车辆荷载长期反复作用引发的疲劳裂缝，温度变化引发的热胀冷缩收缩裂缝，以及混凝土浇筑过程中养护不到位引发的收缩裂缝等。碳化则是混凝土中的碱性成分与空气中二氧化碳发生反应，导致混凝土碱度降低，失去对内部钢筋的保护作用，进而加速钢筋锈蚀。当混凝土碳化深度超过钢筋保护层厚度时，钢筋锈蚀的概率会大幅提升。

第二类是钢筋锈蚀病害，这是市政桥梁最危险的病害之一。除了混凝土碳化引发的锈蚀，环境中的氯离子侵蚀也是钢筋锈蚀的主要诱因，北方市政桥梁冬季除冰盐的大量使用，会让氯离子渗入混凝土内部，破坏钢筋表面的钝化膜，引发钢筋锈蚀。钢筋锈蚀后体积会膨胀，通常膨胀体积可达到原体积的 2-4 倍，进一步挤压周围混凝土，导致混凝土开裂脱落，形成恶性循环，持续降低桥梁结构的承载能力。

第三类是基础沉降病害，这类病害主要出现在软土地基区域建设的市政桥梁。市政桥梁基础长期承受上部结构荷载，如果地基土质不均匀或者前期勘察设计不到位，就容易出现不均匀沉降，引发桥梁上部结构错位、桥头跳车等问题，严重时还会导致桥梁结构开裂，影响桥梁整体稳定性。

第四类是桥面系病害，主要包括桥面铺装裂缝、坑槽、桥头跳车、伸缩缝堵

塞损坏等。这类病害直接影响通行舒适度，长期不处理还会导致雨水渗入桥梁结构内部，加速内部结构病害发展，是日常养护中最常发现的病害类型。

二、市政桥梁常见病害检测技术应用

病害检测是及时发现市政桥梁安全隐患，制定加固维修方案的前提，当前市政桥梁病害检测主要分为传统检测技术与新型无损检测技术两类，不同技术的适用场景各有不同。

（一）传统检测技术

传统检测技术以外观检测与常规力学检测为主，是当前市政桥梁检测最基础的方法。外观检测主要依靠检测人员现场观察，记录桥梁表面裂缝的位置、长度、宽度，混凝土脱落、钢筋外露的范围，以及桥面系病害的分布情况，对病害严重程度进行初步判定。这种方法操作简单，成本较低，能够快速掌握桥梁病害的整体情况，但是无法检测桥梁内部隐蔽病害，检测结果依赖检测人员的经验，存在一定主观性。常规力学检测则是通过对桥梁结构进行荷载试验，测量桥梁结构的挠度、应变等参数，与设计标准进行对比，判定桥梁的实际承载能力，这种方法能够直接获取桥梁结构的力学性能参数，但是检测流程复杂，成本较高，通常用于重要桥梁的安全评估。

（二）新型无损检测技术

目前应用较为广泛的主要包括超声波检测法、雷达检测法、红外热成像检测法三种。

超声波检测法的原理是通过超声波在不同介质中传播速度与衰减程度的差异，判定混凝土内部是否存在空洞、裂缝等缺陷。这种方法能够检测混凝土内部缺陷的位置与大小，设备轻便，检测成本较低，是目前混凝土内部病害检测最常用的方法之一，但是对于复杂缺陷的判定精度还有待提升。

雷达检测法也就是探地雷达检测，通过发射高频电磁波，接收不同介质界面反射的电磁波信号，分析信号特征判定地下基础与混凝土内部的病害情况，能够快速连续检测，覆盖范围大，不仅可以检测混凝土内部病害，还可以检测桥梁基础的地下缺陷，在市政桥梁大面积检测中效率优势明显。

红外热成像检测法则是利用不同病害位置的热辐射差异，通过热成像设备获取桥梁表面的温度场分布，以此判定内部缺陷位置，这种方法适合检测混凝土内部的空洞、钢筋锈蚀等病害，检测速度快，能够实现大面积远距离检测，在大型市政桥梁检测中应用越来越广泛。

三、市政桥梁常见病害的加固技术

（一）混凝土结构裂缝加固技术

对于宽度较小的稳定裂缝，通常采用表面封闭法加固，使用环氧树脂类胶结材料涂抹在裂缝表面，封闭裂缝，防止水与有害物质进入混凝土内部，阻止裂缝进一步发展。对于宽度较大、影响结构受力的裂缝，则采用压力注浆法，将环氧树脂或者水泥浆通过压力注入裂缝内部，填充裂缝，恢复混凝土结构的整体性与承载能力，这种方法技术成熟，加固效果稳定，应用较为广泛。

（二）增大截面加固技术

增大截面加固技术是通过增大桥梁结构构件的截面面积，增加配筋，提升构件的承载能力，是一种传统的加固方法，适用于梁、板、桩等各类构件的加固。这种方法工艺简单，适应性强，技术成熟，加固效果可靠，但是施工周期较长，会增大桥梁自重，对基础承载能力要求较高，而且施工过程中会对现有交通产生较大影响，通常用于小型桥梁构件的加固。

（三）粘贴纤维复合材料加固技术

粘贴纤维复合材料加固技术是近年来发展较快的新型加固技术，主要使用碳纤维复合材料或者玻璃纤维复合材料，粘贴在构件受拉区域，利用纤维复合材料高强度的特点，提升构件的承载能力与抗裂性能。这种方法施工便捷，不需要大型设备，纤维复合材料重量轻、耐腐蚀，不会增加桥梁自重，对现有交通影响较小，加固效果好。

（四）体外预应力加固技术

体外预应力加固技术是在桥梁结构外部设置预应力钢束，通过施加预应力抵消部分荷载作用，提升桥梁结构的整体承载能力，改善结构受力性能。这种方法不需要破坏原有结构，施工速度快，能够有效提升桥梁的承载能力，还可以调整桥梁的内力分布，改善桥梁长期变形性能，适合大跨度市政桥梁的加固，但是对施工技术要求较高，造价相对较高。

（五）基础病害加固技术

针对基础不均匀沉降病害，通常采用注浆加固法，通过向基础周围地基注入水泥浆或者化学浆液，挤密地基土体，提升地基的承载能力，减少后续沉降。如果基础病害较为严重，还可以采用增设辅助桩的方法，在原有基础两侧增设新的桩基础，将上部荷载传递到新的桩基础，提升基础整体稳定性。

四、结语

市政桥梁的安全性直接关系到城市交通运行与公众安全,做好病害检测与加固工作是市政桥梁养护的核心内容。在实际工作中,需要根据桥梁的实际情况,选择合适的检测技术,准确判定病害类型与严重程度,再结合工程需求、交通影响、造价等多方面因素,选择合理的加固技术,保障加固效果,延长桥梁使用寿命,提升市政桥梁的安全水平。

参考文献

- [1] 张树仁. 桥梁钢筋混凝土结构加固设计原理与工程实践[M]. 北京: 人民交通出版社, 2005.
- [2] 李中培. 市政混凝土桥梁常见病害检测及加固技术应用研究[J]. 工程技术研究, 2023, 8(12): 142-144.
- [3] 王建华. 市政桥梁病害检测与加固技术研究[J]. 城市道桥与防洪, 2021(05): 318-320+36.