

路桥检测技术对于城市基础设施的重要性

刘锦山

广东省公路工程质量监测中心

摘要：本文旨在探讨路桥检测技术对于城市基础设施的重要性。首先介绍了路桥检测技术的定义。然后阐述了城市路桥的重要性和面临的挑战。详细解析了传统路桥检测方法的局限性，并介绍了现代路桥检测技术的优势，如无人机检测、数字孪生技术以及地质雷达和光学纤维传感器等高级技术。探讨了路桥检测技术在城市基础设施管理中的应用，包括提高设施维护准确性与效率、降低维护成本和延长使用寿命、防灾减灾以及促进城市的可持续性与发展。此外，还讨论了路桥检测技术的发展前景与挑战，并提出了如何更好地推广和应用路桥检测技术的建议。

关键词：路桥检测技术；城市基础设施；设施维护；可持续发展

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.16.049

前言

城市基础设施是支撑城市运行和发展的重要组成部分，而路桥作为城市基础设施的重要组成部分，承担着关键的交通和连接功能。然而，随着时间的推移和外部因素的影响，路桥结构可能会出现老化、损坏和腐蚀等问题，给城市的安全和可持续发展带来挑战。为了及时发现潜在问题、确保路桥的安全和可靠运营，路桥检测技术应运而生。通过本文的探讨，我们可以更好地了解路桥检测技术在城市基础设施管理中的重要性和应用，为确保城市的安全、可靠和可持续发展提供科学的技术支持。

一、路桥检测技术简介

路桥检测技术是一系列工具、方法和技术手段的综合应用，旨在全面、准确地评估和监测城市道路和桥梁的健康状况，为维护和管理提供科学的数据支持。通过现代技术的应用，如无人机检测、数字孪生技术和其他高级技术，路桥检测技术能够提供更全面、准确的数据和信息，促进城市基础设施的安全、可靠和可持续运营^[1]。

二、路桥的重要性和挑战

（一）城市路桥的关键性作用

城市路桥在城市基础设施中扮演着关键的角色。路桥作为城市交通网络的重要组成部分，连接起城市的各

个区域，提供交通连通性，便利人们的出行和货物的运输。它们允许人们通勤、商业活动、物流运输等，对城市的经济发展和交流至关重要。良好的路桥设施可以促进商业活动、投资和经济增长。它们为企业提供便捷的物流通道，支持产业链的畅通，促进就业和经济活动的繁荣。稳定和可靠的路桥结构对交通安全至关重要。它们承载着车辆和行人的重量和负荷，必须具备足够的强度和稳定性，以确保交通的安全和顺畅。城市路桥的设计和建造应考虑可持续性因素，如节能、环保和资源利用效率。通过合理规划和建设，路桥可以减少对自然资源的消耗，减少对环境的负面影响，推动城市的可持续发展^[2]。

（二）面临的挑战与威胁：自然老化、过度使用、自然灾害等

尽管城市路桥的重要性不可忽视，但它们也面临着一些挑战和威胁。随着时间的推移，路桥结构会受到自然老化的影响，材料会疲劳、腐蚀和破损，导致结构强度和稳定性下降。城市路桥承载着大量的交通负荷，特别是在人口稠密的城市地区。过度使用会导致结构疲劳和损坏，加速路桥的老化过程。自然灾害如地震、洪水、飓风等可能对路桥造成严重破坏。这些灾害会导致结构的坍塌、断裂和变形，威胁到交通安全和城市运行。维护和修复路桥需要大量的资金和资源投入。然而，有限的预算和资源可能限制了对路桥的适时维护和修复，导致潜在的风险和安全隐患。

三、路桥检测技术详解

（一）传统路桥检测方法及其局限性

传统的路桥检测方法通常依赖于人工巡检和简单的测量工具，如目视检查、锤击声测、钢尺测量等。尽管这些方法在一定程度上可以发现明显的结构问题，但存在一些局限性。传统方法依赖于人工巡检，受到人员经验和主观判断的影响。巡检人员可能会因为视觉疲劳、主观偏见或人为错误而忽视或误判一些细微的结构问题，导致检测结果的不准确性。传统方法通常只能提供有限的结构数据，如损伤的表面形态、裂缝的宽度等。这种数据的局限性使得对结构整体状况的全面评估和精确分析变得困难。某些路桥结构部位可能位于高处或难以到达的位置，如桥梁上部、悬索桥索等。传统方法往

往无法有效获取这些位置的数据，限制了对这些关键部位的检测和评估。传统方法需要耗费大量的时间和人力资源进行巡检和测量。对于大规模的城市路桥网络，人工巡检的成本和效率往往无法满足需求^[3]。

（二）现代路桥检测技术及其优势

1. 无人机检测

无人机检测技术利用无人机设备进行航拍和数据采集。无人机可以在较短的时间内覆盖大面积的路桥，从而提高检测的效率和速度。相比传统的人工巡检，无人机可以快速飞越整个路桥，全方位地获取数据。无人机能够飞到高空，获取传统方法难以到达的位置的数据。例如，在桥梁上部或隧道内部进行检测，传统方法需要搭建脚手架或使用绳索下降，而无人机可以直接飞行获取信息。无人机可以搭载高分辨率摄像机，获取清晰、详细的图像和视频数据。这些数据可以用于结构分析、缺陷检测和异常情况的识别。无人机拍摄的图像可以通过图像处理 and 计算机视觉技术进行进一步分析，提供更准确的结构评估结果。使用无人机进行检测可以避免人员进入高风险区域，从而减少了人员的伤害风险和安全隐患。无人机可以在遥远的位置进行飞行和数据采集，实现远程操作和监控^[4]。

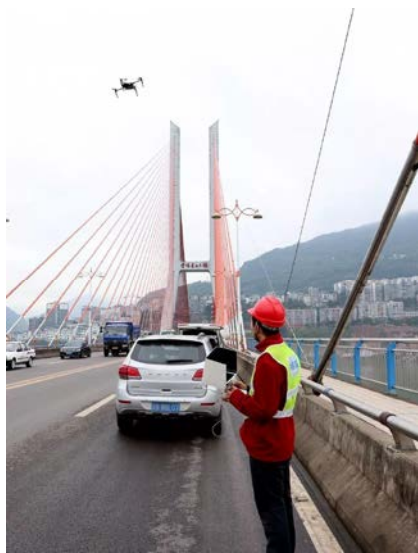


图1

2. 数字孪生技术

数字孪生技术可以综合考虑结构、材料、环境等多种因素，模拟和评估路桥的性能和可靠性。通过对实际路桥的数学模型进行分析和仿真，可以更好地理解结构的行为和响应，评估其在不同条件下的性能。数字孪生技术可以实现预测性维护和优化资源分配。通过实时监测和模拟分析，数字孪生技术可以预测路桥的健康状况

和寿命，提前制定维护计划，并合理分配资源和预算。数字孪生技术为决策者提供全面、准确的数据和信息。通过对数字孪生模型进行分析，可以了解结构的脆弱点、瓶颈和改进空间，为维护决策提供科学依据。数字孪生技术可以减少对实际路桥的干扰和风险。在数字孪生模型中进行虚拟实验和优化，可以避免对实际路桥进行大规模的试验和测试，减少对现有结构的干扰。



图2

3. 其他高级技术：如地质雷达、光学纤维传感器等

除了无人机和数字孪生技术外，还有其他高级路桥检测技术可应用。地质雷达可以通过探测地下结构和土壤条件，提供关于桥梁基础和支撑土壤状况的信息。这有助于评估结构的稳定性和地质风险，为决策者提供更全面的结构评估数据。光学纤维传感器可以监测和测量桥梁的形变、温度、湿度等参数。它可以实时掌握结构的运行状态和健康状况，提供及时的警报和异常检测^[5]。

四、路桥检测技术在城市基础设施管理中的应用

（一）提高设施维护的准确性与效率

路桥检测技术的应用可以显著提高设施维护的准确性和效率。传统的人工巡检方法可能会忽视或误判一些细微的结构问题，而现代技术如无人机检测和数字孪生技术能够提供更全面、准确的数据和信息。通过无人机航拍获取的高分辨率影像，可以清晰识别出结构的缺陷和损伤，帮助进行准确的评估和分析。数字孪生技术则能够模拟和预测结构的性能和健康状况，提供重要的决策支持。这些技术的应用能够使设施维护工作更加精确、高效，及时发现和解决问题，避免因维护不当而导致的事故和损失。

（二）降低维护成本和延长设施使用寿命

路桥检测技术的应用还能够降低维护成本并延长设施的使用寿命。通过定期、科学地使用现代技术进行检测和评估，可以实现预防性维护，及时发现并修复潜在的结构问题，防止其进一步恶化。这种及时维护能够避

免昂贵的紧急维修和重建，减少维护成本。此外，通过数字孪生技术的模拟和分析，可以优化维护计划，合理安排资源和工作，最大限度地延长设施的使用寿命，提高投资回报率。

（三）对于防灾减灾的贡献

路桥检测技术在防灾减灾方面发挥着重要作用。通过对路桥的全面监测和评估，可以及早发现结构的异常和潜在风险，为灾害预警和应急响应提供科学依据。无人机检测和地质雷达等技术能够快速、高效地获取数据，评估结构的稳定性和地质状况。在灾害发生后，数字孪生技术可以模拟灾害对结构的影响，指导救援工作和灾后重建。这些技术的应用能够减少灾害造成的损失和风险，保障公众的安全和利益。

（四）提高城市的可持续性与发展

路桥检测技术在城市基础设施管理中的应用还能够促进城市的可持续性与发展。通过及时检测和评估，可以制定科学的维护策略，优化资源配置和工作计划，减少资源的浪费和能源的消耗。定期维护和预防性维护能够延长设施的使用寿命，减少重建和新建的需求，降低对自然环境的影响。此外，路桥检测技术的应用也为城市规划和设计提供重要参考，确保新建设施的可靠性和可持续性。通过提高设施的安全性和可靠性，路桥检测技术为城市的可持续发展做出贡献。

五、路桥检测技术的发展前景与挑战

（一）预测性维护与智能化的未来

未来的路桥检测技术将更加注重预测性维护和智能化应用。通过数字孪生技术和大数据分析，可以实现对路桥结构的实时监测、远程诊断和预测性维护。利用传感器、物联网和人工智能等先进技术，可以实现智能化的路桥健康监测系统，实时收集和分析结构数据，提供准确的预警和决策支持。这种预测性维护和智能化应用可以进一步提高设施管理的效率和准确性，延长设施的使用寿命，降低维护成本，确保城市基础设施的安全和可持续发展。

（二）技术、经济和政策方面的挑战

在路桥检测技术的发展过程中，仍然存在一些挑战需要克服。首先，技术方面的挑战包括：提高数据采集和分析的精度和速度，改善传感器的可靠性和耐久性，发展更先进的无人机和机器人技术，提高数字孪生模型的准确性和可靠性。其次，经济方面的挑战包括：降低设备和技术的成本，提高技术的经济可行性，确保投资回报和资源的有效利用。最后，政策方面的挑战包括：

制定和实施相关的法规和标准，推动技术的推广和应用，建立合作机制和数据共享平台，促进跨部门和跨领域的合作与交流。

（三）如何更好地推广和应用路桥检测技术

为了更好地推广和应用路桥检测技术，需要采取一些有效措施。加强技术研发和创新，推动技术的不断进步和应用的拓展，开发更具效益和可行性的解决方案。加强政策支持，建立健全的政策和法规框架，鼓励和规范路桥检测技术的应用，提供资金和政策支持。加强合作与交流，促进学术界、产业界、政府机构和社会组织之间的合作与交流，共享经验和最佳实践。提高公众意识，加强对路桥检测技术重要性的宣传和教育，增强公众对安全和可持续发展的认识。通过这些措施，可以促进路桥检测技术的发展和應用，进一步提升城市基础设施管理的水平，确保道路和桥梁的安全性、可靠性和可持续性。

六、结论

本文探讨了路桥检测技术在城市基础设施中的重要性。路桥作为城市交通和基础设施的关键组成部分，承担着连接、支撑和促进城市发展的重要角色。然而，路桥也面临着自然老化、过度使用和自然灾害等挑战和威胁。为了解决这些问题，现代的路桥检测技术应运而生。现代的路桥检测技术如无人机检测、数字孪生技术以及其他高级技术，能够提供更全面、准确的数据和信息。这些技术的应用可以提高设施维护的准确性与效率，降低维护成本，延长设施使用寿命，对防灾减灾作出贡献，并促进城市的可持续发展。随着技术的不断发展和创新，路桥检测技术的前景广阔，将进一步提升城市基础设施管理的水平，确保城市的安全、可靠和可持续发展。

参考文献

- [1] 杨柳. 试析桥梁加固中路桥检测技术的应用[J]. 价值工程, 2022, 41(15): 132-134.
- [2] 范智越. 电子信息技术在路桥检测中的应用[J]. 工程技术研究, 2021, 6(13): 53-54.
- [3] 黄绍河. 路桥检测中雷达检测技术的应用分析[J]. 工程技术研究, 2020, 5(18): 68-69.
- [4] 刘丽芳. 无人机航测技术在路桥检测中的应用[J]. 交通世界, 2019, (28): 10-11.
- [5] 赵秋霞. 路桥检测技术在桥梁加固中的应用[J]. 交通世界, 2019, (27): 104-105.