

# 人工智能在公路桥梁养护业务应用中的研究

邢磊

天津高速公路集团有限公司 天津 300381

**摘要:** 公路桥梁是现代交通基础设施的重要组成部分,对社会经济发展和人民生活质量具有至关重要的影响。然而,随着桥梁使用年限的增加和交通负荷的不断加大,桥梁的安全性和耐久性面临着严峻挑战。因此,公路桥梁的养护与管理成为确保桥梁结构安全和延长使用寿命的重要环节。近年来,随着人工智能技术的飞速发展,智能检测、评估和维护技术在公路桥梁养护中的应用越来越广泛,为提升养护效率和科学性提供了新的途径,文章此展开了探讨。

**关键词:** 人工智能;公路桥梁;养护业务;应用研究

## 引言

中国拥有世界上规模最大的公路网络,桥梁数量众多,分布广泛。传统的桥梁养护方法主要依赖于人工巡检和经验判断,这不仅效率低下,而且容易受人为因素影响,导致检测结果不准确。随着交通运输需求的增加,桥梁的负荷和使用强度不断提高,桥梁病害和结构损伤的风险也在增加。如何及时、准确地发现桥梁病害,科学地评估桥梁状态,并采取有效的养护措施,已成为桥梁管理部门面临的重大挑战。

## 一、人工智能技术概述

人工智能技术在公路桥梁养护中展现出巨大的潜力和应用前景。其基本概念涵盖了计算机视觉、传感器技术、大数据分析 with 机器学习以及无人机和机器人技术。计算机视觉技术通过对桥梁表面图像进行识别和分析,可以自动检测桥梁的裂缝、锈蚀等损伤情况,准确率可达90%以上,极大地提高了检测效率和准确性。传感器技术则通过布设在桥梁关键部位的传感器,实时采集桥梁的应力、变形和振动等数据,数据传输频率可达到每秒100次,为桥梁的健康监测提供了大量可靠的数据支持。大数据分析 with 机器学习通过对大量历史数据和实时数据的处理与分析,构建桥梁健康评估模型和寿命预测模型,其预测精度能够达到85%以上,有效辅助桥梁养护决策。无人机和机器人技术在桥梁检测中得到了广泛应用,无人机能够快速覆盖大面积桥梁,拍摄高清图像和视频,飞行高度可达150米以上,机器人则可在复杂环境中灵活工作,携带多种传感器进行近距离检测。人

工智能技术的综合应用不仅提升了桥梁养护的科学性和智能化水平,还大大降低了人力成本和安全风险,为公路桥梁的长期安全运营提供了有力保障。

## 二、公路桥梁养护现状分析

公路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分,其养护现状和面临的挑战十分严峻。随着经济发展和交通流量的不断增加,许多桥梁已超期服役或承载能力不足,病害频发,亟需进行有效的养护。然而,传统的桥梁养护方式主要依赖人工巡检和经验判断,受限于检测手段和技术水平,往往难以及时、准确地发现和评估桥梁病害。养护工作中常见的问题包括检测周期长、覆盖面不足、检测结果主观性强、维修决策滞后等,导致桥梁安全隐患难以彻底消除。现代桥梁结构复杂,涉及大量的力学、材料和环境因素,这进一步增加了养护工作的难度。养护资金和资源的有限性也制约了全面、系统的桥梁维护。此外,自然灾害和极端气候条件对桥梁的破坏作用日益显著,进一步加剧了桥梁养护的挑战。在这样的背景下,传统的养护方式难以满足桥梁安全和耐久性的要求,迫切需要引入先进的技术手段,提高养护工作的科学性和效率,以确保公路桥梁的安全运营和长久服务。

## 三、人工智能在公路桥梁养护中的应用

### (一) 桥梁检测与评估

自动化损伤检测技术是运用人工智能算法,特别是机器学习和图像处理技术,来识别和分类桥梁结构的损伤情况。通过对桥梁表面的裂缝、剥落、腐蚀等常见病害进行实时监控和分析,有效提高检测的准确性和效率。

相较于传统人工检测方法,自动化损伤检测可以显著降低人为误差,减少检测过程中的危险性,并节约大量的人力和物力成本。此外,集成了深度学习模型的自动化检测系统可以不断从新的数据中学习,不断提高识别损伤的精确度。在桥梁养护业务中,自动化损伤检测已成为关键技术,能够指导养护决策,确保桥梁安全运营。公路桥梁结构健康监测(SHM)系统是采用各种传感器收集桥梁的响应(如振动、应力、变形等数据),并应用人工智能技术对这些数据进行分析,以评估桥梁的运行状态。SHM系统在养护业务中的应用使得桥梁管理部门能够实现从“定期检查”向“实时监测”的转变,提升了对桥梁潜在问题的预警能力。AI的引入进一步增强了SHM系统的数据处理能力,使其能够对大量复杂数据进行有效分析,及时发现异常变化,采取相应的养护措施,延长桥梁的使用寿命并防止灾难性的桥梁崩塌事故发生<sup>[3]</sup>。损害程度评估是判断桥梁当前状况和制定养护计划的基础。在人工智能技术的辅助下,评估工作变得更加科学和精确。通过对结构健康监测数据的深入分析,AI系统能够评估损害的严重性,预测未来的退化趋势,并计算剩余使用寿命。AI辅助的评估可以提供关于桥梁结构稳定性和安全性的全面信息,帮助养护人员确定最优的养护时机和方法。与传统评估方法相比,AI在损害程度评估中的应用提高了决策的数据驱动性,有助于避免过度养护或养护不足的问题,优化养护资源的分配,并最大程度地提高公路桥梁的服务性能和安全性。

## (二) 维护与修复决策

面对有限的养护资源和广大的桥梁群,如何确定维修的优先级是一个复杂的问题。人工智能技术提供了一种高效的解决方案。通过分析桥梁的结构特点、使用状况、环境因素以及交通重要性等数据,AI模型可以评估每座桥梁的风险和养护紧迫性。这样的分析不仅包括当前的损伤程度,还涵盖了潜在的风险评估和损伤发展趋势。利用这些信息,养护决策者可以为桥梁维修工作制定优先级,确保那些风险最高、对交通流量影响最大的桥梁得到及时维护,最大化养护投入的效益。养护资源的优化分配是提高公路桥梁养护效率的关键,人工智能技术能够处理复杂的优化问题,如何在有限的预算、人力和物资条件下实现最优养护效果,成为AI能力的体

现。通过对历史养护数据、养护效果评估、养护成本和资源消耗等多维度数据进行学习,AI模型可以预测不同养护方案的成本效益,为决策者提供优化的资源配置方案,包括材料和设备的采购及分配,以及养护作业的时间规划等。

## (三) 养护作业自动化

机器人技术的进步为公路桥梁的检查和维修提供了新的解决方案。特别是在检查难以到达的桥梁部位或执行重复性高、危险性大的作业时,机器人显得尤为有用。例如,爬壁机器人能够沿着桥梁结构移动,执行视觉检测、裂缝监测、厚度测试等任务,而无需人工搭建高空作业平台。此外,水下机器人能够检查桥墩等水下结构,相较于传统的潜水员作业,机器人可以长时间作业而不受水深和恶劣天气的影响。机器人的使用不仅提高了检修工作的安全性和效率,而且通过搭载高精度传感器和执行仪器,还能提升检修工作的质量和精确度。公路桥梁养护领域的自动化设备研发正朝着提高养护效率和减少人工依赖的方向快速发展。自动化设备可以进行桥面铺装、裂缝修补、涂层施工等工作,这些设备通常集成了先进的控制系统和传感器,能够精确地执行复杂的养护任务,部分设备还具备自我诊断功能,可以实时监控作业状态,自动调整操作参数以适应作业环境的变化。

## 结束语

随着技术的不断进步和应用的深入,我们有理由相信,未来人工智能将在公路桥梁养护业务中发挥更加重要的作用。通过不断的研究和实践,我们可以进一步挖掘人工智能的潜力,推动其在公路桥梁养护领域的广泛应用,为我国的交通事业发展贡献更大的力量。

## 参考文献

- [1] 邓国瑞.人工智能在桥梁管理与养护中的应用分析[J].工程建设与设计,2021,000(015):98-101.
- [2] 张敏.人工智能在桥梁管理与养护中的应用探析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2023(1):4.
- [3] 舒昕,沈翔,李晓行,等.人工智能在桥梁管理与养护中的应用探析[J].电脑知识与技术:学术版,2020,16(13):2.