

路桥工程建设中的人工智能技术应用探索

王守平

山东德达基础设施建设有限公司, 中国·山东 德州 251100

摘要: 随着人工智能 (AI) 技术的迅猛发展, 其在多个领域的应用逐渐深入, 尤其在交通和工程建设领域, AI 技术的介入大大提高了工作效率与质量。路桥工程作为重要的基础设施建设项目, 直接关系到社会经济的快速发展与人民的日常生活质量。人工智能技术的应用能够在路桥工程的设计、施工、监测、维护等多个环节中发挥积极作用, 尤其在提高建设效率、减少资源浪费、提高安全性以及优化管理方面具有显著优势。论文通过对当前路桥工程建设中人工智能技术应用的现状进行分析, 探讨了 AI 在设计优化、施工过程监控、智能交通管理、工程安全保障等方面的应用案例, 进一步阐明了其在提升工程质量、加速项目进程、降低成本和提高安全性方面的作用与潜力。论文还讨论了在应用 AI 技术过程中面临的挑战, 并提出了相应的对策与建议, 以期对未来路桥工程的智能化发展提供参考。

关键词: 路桥工程; 人工智能; 智能化建设; 工程监测; 施工管理

Exploration of the Application of Artificial Intelligence Technology in Road and Bridge Engineering Construction

Shouping Wang

Shandong Deda Infrastructure Construction Co, Ltd., Dezhou, Shandong, 251100, China

Abstract: With the rapid development of artificial intelligence (AI) technology, its application in various fields has gradually deepened, especially in the transportation and construction sectors. The introduction of AI technology has significantly enhanced work efficiency and quality. As a crucial infrastructure project, road and bridge engineering directly affects the rapid development of the social economy and the quality of people's daily lives. The application of AI technology can play a positive role in multiple aspects of road and bridge engineering, including design, construction, monitoring, and maintenance. It particularly excels in improving construction efficiency, reducing resource waste, enhancing safety, and optimizing management. This paper analyzes the current status of AI technology application in road and bridge engineering construction, explores application cases in design optimization, construction process monitoring, intelligent traffic management, and engineering safety assurance, and further clarifies its role and potential in improving project quality, accelerating project progress, reducing costs, and enhancing safety. The paper also discusses the challenges faced in the application of AI technology and proposes corresponding countermeasures and suggestions to provide references for the intelligent development of future road and bridge engineering.

Keywords: road and bridge engineering; artificial intelligence; intelligent construction; engineering monitoring; construction management

0 前言

随着城市化进程的加快和社会经济的持续发展, 路桥工程作为重要的基础设施项目, 对于提升交通运输效率、保障城市交通安全具有举足轻重的作用。然而, 传统的路桥工程建设过程中, 仍然存在着设计与施工周期长、资源浪费严重、项目管理效率低、工程质量难以保障等问题。近年来, 人工智能 (AI) 技术的快速发展为路桥工程的智能化管理提供了全新的思路和技术支持。AI 通过深度学习、数据分析、自动化控制等手段, 可以大幅提升路桥工程的设计精度、施工效率、监控能力以及安全保障水平。

当前, 人工智能在路桥工程中的应用主要集中在设计

优化、施工监控、材料管理、交通流量预测等领域。尤其在设计阶段, 通过 AI 技术的辅助, 能够在短时间内处理和分析大量复杂的设计数据, 自动生成最优设计方案, 极大缩短了设计周期并提升了设计质量。在施工阶段, AI 可以通过智能化设备、传感器和监控系统进行实时监控, 及时发现施工中的潜在风险, 减少人为错误, 提高施工安全性。在运营阶段, AI 技术能够通过数据分析与智能管理优化交通流量, 提高桥梁的通行效率和交通安全性。然而, 尽管 AI 技术在路桥工程建设中表现出巨大潜力, 其应用依然面临着诸如技术落地难度大、人才缺乏、数据安全问题等挑战。因此, 论文旨在探讨人工智能技术在路桥工程建设中的实际应用, 分析其优势、挑战及未来发展方向。

1 人工智能在路桥工程设计中的应用

1.1 设计优化

在路桥工程的设计过程中,传统的设计方法通常需要大量的人工干预与时间投入,而人工智能技术的引入为这一过程提供了更加高效与精确的解决方案。通过深度学习与算法模型,AI能够在分析大量历史数据与工程案例的基础上,预测不同设计方案的效果与可行性,从而优化设计方案。例如,AI可以根据道路交通流量、地理环境、气候条件等因素,自动选择最优的桥梁结构形式,或者通过遗传算法等技术,自动进行桥梁跨度、承重等关键参数的优化,确保设计方案的合理性和高效性。此外,AI还可以结合大数据与人工智能模型,实现基于历史数据的自动化设计,为工程师提供实时的数据支持与优化建议,提高设计的科学性与准确性。

1.2 自动化设计工具

人工智能的引入不仅为路桥工程设计提供了优化的思路,还促使了自动化设计工具的出现。当前,一些AI辅助设计软件已经在路桥工程中得到应用,这些工具能够根据工程需求自动生成设计图纸,并且通过算法模拟不同设计方案的实际效果。通过这种智能化设计工具,设计师可以大大减少重复性劳动,提升设计质量和效率。这些工具还能够根据工程变化实时更新设计方案,为设计团队提供更灵活的应变能力,同时缩短了设计周期。此外,AI技术还能够实现设计方案的数字化与虚拟化,提升工程的可视化水平,使得各方协同工作更加高效。

1.3 可持续设计与环境适应性分析

随着环保和可持续发展理念的不断深入,路桥工程的设计不仅要考虑工程的经济性和功能性,还需要兼顾环境的适应性与资源的可持续利用。人工智能能够通过对环境因素的深入分析,优化设计方案的环境适应性。例如,AI技术可以通过气候模型预测未来几年的气候变化对桥梁结构的影响,或者通过环境监测数据分析,优化桥梁所用材料的选择和施工方式,减少工程对生态环境的破坏。在可持续设计方面,AI技术还可以分析不同设计方案的能效和资源利用效率,帮助设计人员选择最为绿色和环保的方案。

2 人工智能在路桥工程施工中的应用

2.1 智能化施工设备与自动化施工

在路桥工程施工阶段,人工智能技术的应用大大提升了施工的效率 and 精确度。智能化施工设备的出现,使得施工人员能够利用自动化设备进行土方开挖、桥墩建设、混凝土浇筑等环节,减少了人工操作的误差与风险。例如,通过无人驾驶的施工机械与智能吊装系统,施工效率得到了极大提高,同时也降低了施工现场的安全风险。AI技术能够通过实时监控施工现场的情况,对机械设备进行远程操作与调度,确保施工进度顺利推进。此外,智能设备可以通过传感器实时检测施工质量,确保每一步施工都符合设计标准。

2.2 施工过程监控与风险预测

在路桥工程的施工过程中,安全性一直是一个至关重要的问题。人工智能技术能够通过实时数据监测与分析,预测潜在的安全风险,并及时采取预防措施。AI技术可以通过安装在施工现场的传感器与摄像头,对施工过程进行24小时不间断监控。通过图像识别和数据分析,AI可以及时发现施工中的异常情况,如建筑物倾斜、桥梁裂缝、机械故障等,并自动发出警报。此外,AI技术还可以分析历史数据,预测施工过程中可能出现的安全隐患,例如天气变化、地质条件的变化等因素,并为施工团队提供应对方案,减少安全事故的发生。

2.3 材料管理与资源优化

在路桥工程中,材料的管理和资源的优化利用至关重要。人工智能能够通过精准的库存管理与资源调配,确保施工过程中材料的高效利用,减少浪费。例如,AI系统可以根据施工进度预测所需材料的种类与数量,自动调整供应链的运输安排,避免因材料短缺而造成施工停滞。同时,AI技术还能够通过分析施工现场的材料消耗数据,优化材料使用方案,降低材料采购与运输成本。

3 人工智能在路桥工程运营中的应用

3.1 智能交通管理

路桥工程不仅仅包括建设过程,还涉及投入使用后的运营与管理。随着城市交通需求的不断增加,智能交通管理系统已成为提高交通运行效率的关键手段。人工智能技术能够通过数据采集与分析,对城市交通流量进行实时监测,并通过智能算法对交通信号进行优化调整。例如,AI系统可以根据道路的实时车流量和交通状况,自动调整红绿灯的周期,优化交通流量,减少交通拥堵。此外,AI技术还可以通过车联网技术和路桥智能感知设备,实时监测道路状况,提前预警交通事故或交通堵塞,确保交通的畅通无阻。通过智能交通系统,AI能够整合来自不同传感器和设备的数据,进行大数据分析,为交通管理者提供精准的决策支持。这些决策支持不仅帮助优化交通流,还可以对突发事件(如交通事故、自然灾害等)做出快速反应,并通过智能化系统对交通进行重新调度。随着城市交通的复杂性增加,传统的人工管理方法已经无法满足高效运营的需求,智能交通管理系统的普及将成为解决城市交通问题的一个重要方向。未来,AI与5G、物联网等新兴技术的结合,将进一步提升智能交通管理系统的效率和智能化水平,使其在交通流量预测、交通瓶颈消除以及应急响应等方面发挥更大作用。

3.2 桥梁健康监测与维护

人工智能在桥梁的健康监测和维护方面具有巨大潜力。随着桥梁的老化和使用年限的增长,桥梁健康管理已成为确保交通安全和基础设施长效运行的关键。传统的桥梁健康监测方法通常依赖人工巡检和定期的检查手段,这种方式效率低、成本高且容易受人为因素影响。AI技术的引入为桥梁

健康监测提供了新的思路,通过在桥梁结构中安装传感器, AI 技术可以实时监测桥梁的结构变化、温度变化、应力变化等数据,及时发现桥梁的潜在问题,如裂缝、腐蚀等。这些传感器可以不断地采集桥梁各个部位的关键数据,通过人工智能算法对数据进行分析 and 处理,识别出任何可能导致结构故障的异常情况。AI 系统不仅能够实时发现问题,还能通过对历史数据的学习,预测桥梁的潜在故障和寿命周期,从而在问题发生之前采取预防性维护措施。通过智能化的监测与维护管理,不仅可以有效降低维护成本,减少人工巡检的工作量,还可以提高工作效率和监测的准确性。此外, AI 技术能够帮助管理者对桥梁健康进行全面评估,指导后续的维护工作,使得桥梁的生命周期管理更加科学、精准。未来,随着传感技术、物联网技术的不断进步, AI 在桥梁健康监测和维护中的应用将进一步普及,推动桥梁管理进入智能化、自动化的新时代。

3.3 桥梁运营管理与数据分析

桥梁作为交通基础设施的一部分,其运营管理不仅关乎交通流量的合理分配,也直接影响到整个交通系统的效率 and 安全性。人工智能技术在桥梁运营管理中的应用,能够通过大量交通数据的分析与处理,优化桥梁的通行能力和运营效率。AI 技术通过对交通流量、车速、桥梁载荷等数据的实时分析,可以有效地评估桥梁的通行能力,并为交通管理者提供科学的决策支持。例如, AI 系统通过对历史交通数据和实时监控数据的深度学习分析,能够评估桥梁在不同条件下的使用状态,为桥梁的车流分配、通行能力评估、维护计划制定等提供依据。

另外, AI 系统能够通过模拟不同情境下的交通流量变化,为桥梁运营管理提供优化方案。特别是在交通事故、恶劣天气等突发情况下, AI 能够实时进行交通流量的预测和调整,帮助管理者制定合理的疏导方案,减少拥堵,避免事故的发生。AI 还可以通过对交通数据的长时间跟踪与分析,提供交通流量和桥梁负荷的预测模型,帮助管理部门进行提前规划和预警。例如,通过 AI 算法,管理者可以预测某一桥梁的通行负荷,提前进行桥梁维护,避免由于负荷过大导致的结构损坏。

通过数据分析与智能决策, AI 技术帮助桥梁管理者优化运营效率,减少资源浪费,提升桥梁的使用寿命与安全性。此外,随着智能感知设备的不断发展, AI 技术还将能够通过深度学习和大数据分析,不断优化桥梁的运营管理策略,推动整个交通系统的智能化与高效化。

3.4 人工智能在路桥工程中的挑战与发展趋势

尽管人工智能技术在路桥工程中的应用前景广阔,但

在实际应用过程中仍然面临一些挑战。第一, AI 技术的高成本和技术复杂性,使得许多路桥工程项目在实施过程中存在一定的资金压力和技术落地困难。特别是在一些经济条件较为薄弱的地区,智能化设备的投入较高,导致其应用范围受限。第二, AI 技术在实际应用中,尤其是在大规模数据处理和深度学习算法的精准性方面,仍然存在一定的局限性。尤其是在复杂的施工环境和不断变化的现场条件下, AI 系统的稳定性和可靠性仍需进一步验证。

此外,数据安全和隐私问题也是人工智能应用中的重要挑战。在大量数据采集与处理的过程中,如何确保数据的安全性,避免因数据泄露或被篡改而造成损失,已经成为实施 AI 技术的一大难题。因此,未来在 AI 技术应用的过程中,必须加强数据安全保护,并建立完善的数据管理和监督机制。

4 结语

人工智能技术的引入,为路桥工程的设计、施工、运营和维护提供了全新的解决方案。AI 在提高设计效率、施工精度、安全性保障等方面表现出了显著的优势,有效提升了路桥工程的整体质量和效率。然而, AI 技术在路桥工程中的应用仍面临技术难度、资金投入和数据安全等多重挑战。随着技术的持续进步与创新,人工智能将为路桥工程带来更多的机遇,推动整个行业的智能化和可持续发展。未来,随着相关政策的支持和技术的不断突破, AI 将在路桥工程的各个环节中发挥越来越重要的作用,成为推动行业进步和创新的核心力量。

参考文献:

- [1] 赵炎.市政桥梁工程安全管理技术创新与实践[J].科技创新与应用,2025,15(1):35-38.
- [2] 吴颖峰.“一带一路”倡议下高职路桥工程国际化人才培养模式探索[J].现代职业教育,2025(1):49-52.
- [3] 赵慧臣,王莹,李琳,等.中小學生技术与工程素养及其培养研究:促进交叉型创新人才的发展[J/OL].广西师范大学学报(哲学社会科学版),1-16[2025-01-13].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/45.1066.C.20241227.1042.002.html>
- [4] 单彤文.中国海油人工智能发展探索与实践[J].中国海上油气,2024,36(6):177-185.
- [5] 郭俊辰.水利工程建设项目工程保险发展现状及思考[J].海河水利,2024(12):112-117+121.

作者简介:王守平(1978-),男,中国山东齐河人,本科,高级工程师,从事桥梁结构的监测与维护研究。