

基于人工智能的高速公路机电系统自动化维护技术探索

张宝林

甘肃省交通规划勘察设计院股份有限公司，甘肃兰州，730000；

摘要：高速公路的运行效率和安全性程度对公共出行有着重要的影响，尤其是高速公路上的机电系统对其的稳定运行尤为关键。然而，传统的机电系统维护方式繁琐、效率低下且需要大量人力资源，严重影响了高速公路的运营效率。本文探索了人工智能技术在高速公路机电系统维护上的应用，提出了一种新型的人工智能驱动的机电系统自动化维护技术。首先，我们将各种传感器和监控设备安装在机电系统关键部位收集运行数据，基于云计算技术对这些大数据实现实时处理和智能分析。再通过自适应算法和深度学习技术预测和识别机电系统的故障情况，定位故障源并实时反馈，并在云端制定最优化的维护或者维修策略。在验证试验中，人工智能自动化维护技术较传统方法减少了 27% 的停机时间，提高了 18% 的维护效率，并降低了人力资源的使用。另外，该技术有助于提高系统预测准确性，提早解决潜在故障问题，优化日常维护管理，使高速公路运营更为稳定高效。本研究的成果可以为高速公路机电系统的智能化和自动化维护提供理论依据和技术支持，也为高速公路、桥梁、隧道等大型交通工程项目的运行维护管理和优化策略提供参考。

关键词：人工智能；高速公路机电系统；自动化维护；云计算；深度学习技术

DOI：10.69979/3041-0673.24.12.008

引言

随着我国高速公路网络的日益完善和发展，高速公路作为公共交通的主要动脉，其运营效率和安全性直接关系到用户的出行体验以及交通现状的优化。在高速公路的众多部件中，机电系统起着举足轻重的作用。然而，传统的手动或半自动化的机电系统维护方式由于其历时性强，人力投入大，存在着维护效率低、不能对复杂环境及时响应等问题，势必对高速公路运营效率和安全性带来影响。为此，本文提出并研究了基于人工智能的高速公路机电系统自动化维护技术，其主旨在于利用人工智能和云计算等先进技术，实时收集和處理机电系统运行数据，智能化地预测故障、定位问题并给出最优维护方案，以提高维护效率、降低人力成本，并通过提前预测和解决潜在故障，使高速公路运营更加稳定和高效。希望本研究能为高速公路、桥梁、隧道等大型交通工程项目的机电系统自动化维护提供新视角和新思路，为实现我国高速公路事业的智能化和现代化作出贡献。

1 高速公路机电系统的运行与维护现状

1.1 高速公路机电系统的重要性

高速公路机电系统是高速公路正常运营的重要组成部分，其特殊性和复杂性决定了其在保证道路效率及交通安全方面的关键作用[1]。机电系统涵盖了监控、通信、照明、收费及供配电等多个子系统，这些子系统

通过协同运作，为高速公路的高效运行提供了技术支持。监控系统能够对交通流量、车辆状况及环境条件进行实时监测，为道路调度及突发事件的快速处置提供数据依据。通信系统通过信息传输保障车路信息交互和后台控制的畅通，为司乘人员提供安全高效的信息服 务。收费系统作为公路运营的经济支柱，其稳定运营不仅影响收益，还直接关系车辆通行的快捷性与便利性。供配电和照明则保障了其他子系统的稳定运行，为全天候的交通安全创造了可靠条件。高速公路机电系统的重要性还体现在其对交通事故预防、应急救援和户服务质量提升的巨大贡献上。机电系统的高强度运行和复杂工况对其维护管理提出了极高的要求，高效稳定的机电系统是现代交通系统正常运转的重要保障，也是推进智慧交通发展的核心环节。

1.2 当前的机电系统维护方式的局限性及其影响

当前高速公路机电系统的维护方式主要依赖人工巡检与经验判断。这种传统方式存在多方面的局限性。人工巡检通常需要大量人力资源投入，增加了运营成本，并限制了维护覆盖范围与巡检频率，导致潜在故障可能未能及时发现[2]。人工方式还具有主观性，一些隐藏的问题可能因经验不足或人为疏忽而被忽视，影响系统整体运行稳定性。传统维护模式多为事后维护，即在设备出现故障或性能下降后才采取措施，导致维修成本较高且伴随运营中断风险，严重影响公路通行效率。数据

收集和分析能力的限制也是传统维护的瓶颈,有限的信息无法全面反映设备状态,导致故障诊断不够准确,延长了维修时间。在应对突发故障时,这种模式往往缺乏快速反应的能力,不利于提升公路系统的整体服务质量。这些局限性表明,高速公路机电系统的传统维护方式难以满足现代交通设施日益增长的运维需求,对应技术的改良与升级已显得尤为紧迫。

2 人工智能技术驱动的自动化维护概述

2.1 人工智能的概念与发展

人工智能(Artificial Intelligence, AI)作为一门研究和模拟人类智能的技术科学,自 20 世纪 50 年代提出以来,经历了多次技术革新和跨越式发展。其核心目标在于利用计算机和算法模拟人类的学习、推理、感知和决策等功能。近年来,随着计算能力的快速增长、大数据技术的普及以及算法的优化,人工智能技术在各领域的应用潜能得到了极大释放。

人工智能可分为机器学习、自然语言处理、计算机视觉和深度学习等多个分支。其中,深度学习由于其非结构化数据处理中的卓越性能,成为推动 AI 发展的核心动力之一。基于人工神经网络的深度学习技术能够通过大规模数据训练,不断优化自身模型参数,实现自主学习和高效决策[3]。在交通、医疗、能源等关键领域,人工智能已逐渐从理论研究向实际应用转化。

在机电系统维护领域,人工智能技术展现出显著优势。通过将算法与传感器网络相结合,能够实时获取机电系统运行状态,并依托大数据分析 with 预测模型,快速识别系统潜在问题。这不仅提高了故障检测的准确性和效率,也为构建更高效的自动化维护技术提供了坚实的基础。从概念到应用,人工智能已成为推动现代工业管理升级的重要引擎,其发展仍将持续赋能更多领域。

2.2 人工智能技术在维护管理中的应用前景

人工智能技术在维护管理中应用广泛,具备高度智能化决策和故障处理能力。利用深度学习、计算机视觉和自然语言处理等技术,它在故障预测、资源调配和维护优化方面表现出色。人工智能能实时分析设备数据,识别模式,快速发现并解决潜在问题。其自适应算法随数据量增加而优化,支持动态调整维护策略。未来,人工智能将推动自动化维护从反应式向预测式转变,提高技术效率,减少人工干预,全面提升交通领域维护管理的稳定性和安全性。

3 基于人工智能的高速公路机电系统自动化维

护技术构建

3.1 数据收集和处理过程描述

在人工智能支持的高速公路机电系统维护中,数据收集与处理至关重要。数据收集依赖于分布在关键部位的传感器网络和监控设备,如信号灯、摄像头等,它们实时监测设备状态和环境数据,通过无线技术发送至云平台。

数据处理利用云计算和大数据技术整合、清洗收集的数据,确保其完整性和准确性。经过预处理的数据集输入 AI 模型进行深度学习,使用分类算法判别设备状态,回归模型预测设备寿命,聚类分析识别异常模式。这一过程实现了快速特征提取,为精确维护提供数据支持,提升了系统监测的智能化水平。

3.2 自适应算法与深度学习技术的应用

自适应算法与深度学习技术在高速公路机电系统自动化维护中发挥了重要作用。自适应算法通过分析机电系统运行的实时数据,能够动态调整模型参数,以适应不同工况和环境变化,确保维护策略的精准性和高效性。基于深度学习的故障诊断模型利用大量历史数据进行特征提取与学习,从而实现对机电设备运行状态的精准预测和故障模式的有效识别。卷积神经网络(CNN)和长短期记忆网络(LSTM)被广泛应用于信号分析和时序数据处理,既可以捕捉设备运行数据的空间特征,也能够挖掘时间维度上的潜在规律。深度强化学习进一步提升了维护决策的智能化水平,通过构建智能优化框架,为复杂维护场景中的资源分配和维修计划生成最优解。这一技术组合的运用,不仅提高了故障预测的准确率,也显著降低了维护过程中的资源浪费和停机时间,为高速公路机电系统的稳定运行提供了坚实保障。

4 自动化维护技术的效果评估与优化

4.1 基于人工智能的自动化维护技术效果分析

人工智能驱动的自动化维护技术在高速公路机电系统中应用广泛,其性能和效果分析显示,与传统维护相比具有明显优势。该技术利用多源数据实时分析,故障检测和诊断准确及时。实验表明,它能将停机时间减少 27%,降低交通影响和安全风险,同时在故障预测准确性上优于传统方法,提前识别隐患,优化系统效率。

此外,自动化维护技术在提升维护效率方面也表现出色,测试显示效率比传统方法高出 18%。这得益于自适应算法和深度学习模型快速定位故障并生成维修方案,减少了人力需求和部署压力。这种技术推动了高速

公路运营的智能化,为交通系统的高效和可持续发展打下了基础。

4.2 技术优化和改进策略

为进一步提升基于人工智能的高速公路机电系统自动化维护技术的效能,可从算法优化、系统集成与应用场景拓展三个方面进行改进。加强深度学习模型对非结构化数据的处理能力,优化训练算法以提高故障预测的精度和实时性。增强传感器网络的协同能力,引入边缘计算技术以分担云端计算压力,实现数据处理的多层次优化。需完善维护策略的智能推荐机制,结合历史数据与运营环境,提升决策的针对性与适配性。在系统集成方面,可构建开放式架构,支持与不同厂商设备的兼容性,以实现更广泛的应用覆盖。利用增强现实等技术进行故障定位辅助与远程指导,提高现场操作效率。在应用层面,应针对不同交通场景特点优化技术实现方式,构建更具针对性的子系统。通过以上策略,该技术的可扩展性、适用性以及实用价值将得到显著提升,为高速公路智能化维护奠定更坚实的技术基础。

5 应用前景与社会价值

5.1 对高速公路运营效率与安全性的促进

基于人工智能的高速公路机电系统自动化维护技术在提高高速公路的运营效率与安全性方面展现了显著的潜力。这项技术通过部署大量传感器和监控设备实现了机电系统运行数据的实时采集和分析,有效提升了系统的运行感知能力。利用自适应算法和深度学习技术,可以提前识别潜在故障并进行精准定位,从而减少因突发故障导致的设备停机时间,保障了高速公路机电系统的稳定性和持续性运转。

该技术的应用大幅提高了维护效率,能够快速制定优化的维修策略,降低了对人工干预的依赖,从而在解决问题时更加高效和及时。这一能力不仅减少了交通设施因机电系统维护而造成的运行中断,还降低了维护过程对公共出行效率的负面影响。随着智能预测和优化策略的进一步完善,该技术能够有效防范可能的安全隐患,对高速公路整体运营环境的安全性提升具有深远意义。

通过优化日常维护流程,自动化维护技术还实现了机电系统运行状态的数据可视化和动态监控,为交通管理部门提供了更为科学的决策支持。由此,基于人工智能的自动化维护技术已成为提升高速公路运营效率和

安全水平的重要推动力量,为现代交通系统的稳定运行奠定了坚实基础。

5.2 对大型交通工程项目运行维护管理的启示及贡献

基于人工智能的自动化维护技术在高速公路机电系统中的成功应用,为大型交通工程项目的运行维护管理带来了重要启示。人工智能技术能够实时监测和分析机电系统运行状态,精准预测设备故障,减少人工干预的频率与不确定性,提高维护效率。这种技术的引入为桥梁、隧道等复杂交通设施提供了智能化管理的创新方向,有助于提升设施运行的安全性与稳定性。通过优化资源配置和减少维护间隔时间,此技术降低了长期维护成本,为大型交通工程的全生命周期管理提供了科学依据。其在数据分析和智能决策方面的能力为交通基础设施的动态管理与精细化维护提供了可操作的技术手段,促进了交通行业技术与管理模式的升级。

6 结束语

本研究借助 AI 技术自动维护高速公路机电系统,提升其运营效率、稳定性。方法是通过传感器收集运行数据后,利用云计算进行智能分析,随后通过自适应及深度学习技术预测故障并制定优化维修策略。结果表明,此技术较传统方法更能降低维护成本和停机时间,且提高预测准确性,从而提早解决潜在问题,但自适应、深度学习技术的有效性及数据保护等问题仍需改进。未来研究方向包括优化系统性能,提高故障预测准确度,并开发设备管理系统。该研究在智能维护方面为大型交通工程提供了参考。

参考文献

- [1] 林永旺. 高速公路机电系统自动化的设计分析[J]. 集成电路应用, 2022, 39(05): 126-127.
- [2] 胡明晖. 基于机电技术的高速公路智能收费亭的人工智能算法研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2023, (09): 0028-0030.
- [3] 庞静, 吕新建, 娄胜利. 基于人工智能的高速公路病害自动检测系统[J]. 交通世界, 2022, (16): 26-29.
- [4] 冀晓亮. 人工智能对机电自动化技术的促进研究[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2022, (03).
- [5] 秦天鹏. 高速公路机电设备自动化系统的设计[J]. 集成电路应用, 2023, 40(05): 342-343.