

人工智能在工程机械创新中的应用

郭 强

中铁三局集团桥隧工程有限公司, 河北 邯郸 056003

[摘要] 工程机械行业涵盖了包括挖掘机、推土机和起重机在内的多种机械设备, 这些设备在基础设施建设、矿业开采及工程项目中发挥着至关重要的作用。传统上, 这些设备的操作和维护高度依赖于人工操作和经验判断, 导致了设备效能和安全性能上的局限。此外, 设备的维护和故障诊断主要依赖于定期检查和人工评估, 这种方法在应对复杂的操作环境和突发故障时显得不足。随着工程项目规模的扩大和作业环境的复杂化, 传统模式的缺陷愈加显著。人工智能技术的迅猛发展为解决这些问题提供了全新的解决方案。借助数据驱动的方法, 人工智能技术能够实现对设备运行状态的实时监控与分析, 智能化地优化操作流程, 预见性地规划维护需求, 并在复杂情境下实现作业自动化。通过深度学习与智能控制机制, 人工智能技术不仅提升了工程机械的工作效率, 减少了人为操作偏差, 降低了维护成本, 还显著增强了设备的安全性。这些技术进步不仅推动了工程机械向智能化转型, 也加速了整个工程建设领域的现代化进程。

[关键词] 智能技术; 自动化控制; 工程机械; 应用

DOI: 10.33142/sca.v7i10.13648

中图分类号: TP18

文献标识码: A

Application of Artificial Intelligence in Innovation of Engineering Machinery

GUO Qiang

Bridge and Tunnel Engineering Co., Ltd. of China Railway No.3 Engineering Group, Handan, Hebei, 056003, China

Abstract: The construction machinery industry covers a variety of mechanical equipment, including excavators, bulldozers, and cranes, which play a crucial role in infrastructure construction, mining and engineering projects. Traditionally, the operation and maintenance of these devices have relied heavily on manual labor and empirical judgment, resulting in limitations in device efficiency and safety. In addition, the maintenance and fault diagnosis of equipment mainly rely on regular inspections and manual evaluations, which are insufficient in dealing with complex operating environments and sudden failures. With the expansion of engineering projects and the complexity of operating environments, the shortcomings of traditional models have become increasingly prominent. The rapid development of artificial intelligence technology provides new solutions to address these issues. With the help of data-driven methods, artificial intelligence technology can achieve real-time monitoring and analysis of device operating status, intelligently optimize operational processes, proactively plan maintenance requirements, and achieve job automation in complex scenarios. Through deep learning and intelligent control mechanisms, artificial intelligence technology not only improves the work efficiency of construction machinery, reduces human operation deviations, lowers maintenance costs, but also significantly enhances equipment safety. These technological advancements not only drive the transformation of construction machinery towards intelligence, but also accelerate the modernization process of the entire engineering construction field.

Keywords: intelligent technology; automated control; engineering machinery; application

引言

在科技进步迅猛发展的背景下, 人工智能(AI)技术逐渐在各个行业中深入应用, 特别是在工程机械领域, 其引发的变革尤为显著。工程机械作为现代基础设施建设与矿山开采的核心设备, 其效率、精度及安全性能直接影响到工程项目的质量与进度。传统的操作模式高度依赖人工操作与经验判断, 常常伴随效率低下、操作失误频发及高昂的维护成本等问题。人工智能技术的引入, 为工程机械行业提供了智能化升级的解决方案, 通过前沿科技显著提升了设备的自动化水平与操作精度, 极大推动了行业的现代化转型。这一过程不仅优化了工程机械的工作性能, 还为行业的发展注入了强劲的动力, 预示着工程机械领域即

将迎来全新的技术变革。

1 人工智能技术基础

人工智能(AI)领域旨在模拟和增强人类智能的各项功能, 其核心技术涵盖了多种前沿领域^[1]。机器学习作为AI的基石, 通过算法引导和数据驱动, 使模型能够自适应地从经验中学习和改进。机器学习包括监督学习、无监督学习和强化学习等多种方法, 各自针对不同类型的数据和任务进行优化。深度学习作为机器学习的一个重要分支, 依赖于多层神经网络来自动提取和学习复杂特征, 尤其在图像识别和自然语言处理领域展现出极大的应用潜力。计算机视觉技术赋予机器解析和理解图像及视频的能力, 通过图像处理和物体识别技术, 在自动驾驶和工业监控等领

域实现了显著突破。自然语言处理（NLP）技术则使机器能够理解、生成和交互自然语言，利用语音识别和文本生成技术推动了人机交互体验的革新。强化学习则是一种通过与环境持续交互来优化策略的方法，被广泛应用于游戏策略制定和机器人控制等领域。这些技术的综合运用，不仅推动了人工智能技术的广泛应用，还不断驱动其向更高水平发展。

2 人工智能在工程机械中的应用优势

2.1 提高效率和生产力

人工智能技术在工程机械领域的应用显著提升了效率和生产力。通过即时数据分析和智能调控，AI 能够精确优化机械操作参数，确保设备始终在最佳状态下运行。例如，基于实时监测数据，AI 系统可以自主调整机械的作业速率和负载，优化工作流程，提升作业效能。在面对复杂的施工环境时，智能算法能够自主规划最优作业路径和任务排程，减少人工干预和调整的频率，从而有效缩短项目周期。在重复性作业中，AI 驱动的自动化系统能够保持高度的稳定性和一致性，减少因人为差错和操作波动导致的效率损失。在生产和运营过程中，AI 技术通过分析海量数据，预判设备的最佳运行条件，并实施动态操作策略，以避免传统模式中的低效和浪费。进一步地，AI 系统通过深入挖掘设备运行数据，识别出潜在的效率提升机会，优化资源配置，减少能源消耗和物料浪费。

2.2 增强精准度和质量

人工智能技术在工程机械领域的引入显著提升了作业的精准度与质量。通过集成高精度传感器和实时数据分析，AI 系统能够持续监控机械的运行状态及其周围环境的变化。借助先进的计算机视觉技术和深度学习算法，AI 系统可以对图像和视频数据进行精细处理，实现对作业中各类细节的精确识别与定位。例如，在挖掘和切割工序中，AI 能够对材料进行精准操控，确保每一个操作环节都严格按照预设规范执行，从而显著提高作业质量。在机械操作方面，AI 技术通过自动优化操作路径和参数设置，确保所有操作与设计规范高度一致。在面对复杂工程挑战时，智能算法能够实时分析多维变量并自动进行必要的调整，从而有效减少人为失误。以建筑工程为例，AI 系统可以精确控制混凝土的浇筑厚度，从而确保结构的强度和耐久性。此外，AI 技术在生产流程的各个环节实施实时监控，及时识别并校正任何偏差或瑕疵，从而进一步提高产品的一致性和合格率。通过深度学习和模式识别，AI 系统能够不断优化操作策略，从历史数据中汲取经验并持续改进，进一步提升作业的精准度。

2.3 减少故障和维护成本

人工智能技术在工程机械领域的应用显著降低了故障发生频率，并有效减少了维护成本。通过结合高精度传感器与实时数据分析系统，AI 能够持续监控机械的运行状态，及时捕捉微小的异常信号，从而预判潜在的故障隐

患。AI 通过分析振动、温度、压力等关键运行参数，并应用预测性维护算法发出前瞻性警报，确保在故障影响生产活动之前采取预防性措施，有效规避因突发故障导致的停机损失。此外，基于数据驱动的智能维护系统优化了维护策略，减少了不必要的常规检查，确保维护操作在设备实际需求时实施。这种动态维护周期规划策略有效减少了资源浪费，同时降低了人工巡检的频次，减轻了人力成本负担。AI 技术还能够提供详尽的故障分析报告，帮助维修人员快速准确地定位问题，加快修复进程。

2.4 提升安全性

人工智能技术在工程机械领域的应用显著提升了作业的安全性。通过集成高精度传感器和数据解析系统，AI 不仅能够持续监测设备和作业环境，还能够及时识别潜在的安全风险。例如，AI 系统可以检测机械部件的异常振动或温度波动，并迅速触发警报和自动防护措施，以防止设备故障引发的意外事故。此外，AI 技术还能够通过分析现场视频监控，对操作员的安全状况进行实时监控，及时识别和预警潜在的危險操作或环境变化，从而预防事故的发生。在高风险环境中，智能自动化系统能够接管任务执行，大幅减少工作人员在不良条件下的暴露时间，进一步保障了劳动者的生命安全。通过这些智能化技术的应用，工程机械操作的安全性得到了显著提升，成功降低了事故发生率和工伤风险。

3 工程机械领域中的人工智能应用

3.1 智能驾驶系统

在工程机械领域，智能驾驶技术的应用正引领着一场技术革新。这些系统深度融合了人工智能的前沿成果，特别是在计算机视觉、激光雷达（LiDAR）以及深度学习算法的支持下，使工程机械实现了自动驾驶与作业流程的智能化。智能驾驶系统通过高灵敏度传感器和高清摄像头，能够连续采集周围环境的实时数据，包括障碍物的分布、地形的细微变化，以及工地上动态元素，如其他设备和工作人员的活动情况。借助深度学习机制，系统对收集的信息进行解析，使得 AI 能够准确识别和理解环境特征，包括障碍物的属性、位置远近及其相对运动趋势。基于精确的实时分析，智能驾驶系统能够生成操控指令，引导机械自主导航并执行任务。例如，在土方工程中，智能驾驶系统可以为挖掘机设计最优的挖掘路径，并对铲斗的操作进行精确控制，从而大幅提升作业效率^[2]。这些系统展现了卓越的环境感知和适应能力，在复杂多变的施工环境中能够自动调整操作模式，避免潜在障碍，减少人工干预，从而增强作业的安全性。此外，智能驾驶系统具有自我学习和进化的特性，随着操作经验的积累和数据的丰富，其算法将不断优化，进一步提升操作的精准度和作业速度。通过数据分析与模型迭代，智能驾驶系统能够灵活适应多样化的作业需求与环境条件，稳步提高自动驾驶的稳定性和可靠性。

3.2 预测维护

在工程机械领域,预测性维护作为一种利用人工智能技术增强设备维护与管理效能的关键手段,发挥着至关重要的作用。该技术通过整合传感器网络、数据采集平台和先进的数据分析算法,使预测性维护系统能够持续监控设备状态,解析其运行数据,预测潜在故障并提出前瞻性的维护策略。其核心在于数据驱动的决策过程。通过对设备的振动特性、温度控制指标、压力水平和工作负载等关键参数的连续监测,AI系统能够识别设备性能的微小变化,而这些变化通常是即将发生故障的早期预兆。借助机器学习模型,AI算法对历史故障记录和实时运行数据进行深入分析,识别与故障相关的模式和趋势。例如,系统通过回顾历史故障案例,可以揭示特定工况下设备故障频发的规律,从而在类似工况出现之前,提前发出警报。这种预警机制使得维护团队能够在设备实际发生故障之前进行干预,防止突发停机和生产流程中断。此外,预测性维护系统还能够优化维护日程,通过实时数据分析确定最佳维护时机,减少不必要的定期巡检和维护作业,提高维护工作的效率。与此同时,系统提供详实的故障诊断信息,帮助维护人员快速、准确地定位问题根源,减少传统维修中的试探性步骤,从而延长设备的使用寿命,并大幅降低维护成本和生产停工时间。

3.3 智能操作与控制

人工智能技术的引入在工程机械领域促成了智能操作与控制系统的实现,这一创新显著提升了设备管理的精细化与自动化水平,从而极大地提高了作业效率与操作精度。该系统依托于先进的感应装置、实时数据分析能力和智能算法,赋予机械设备在复杂作业环境中自主调节操作模式和控制参数的能力。通过传感器和摄像头的密切监控,机械的运行状态及周围环境的变化能够被实时捕捉,并作为数据输入到AI系统中进行深度处理与分析。基于这些详细的数据,AI算法能够自主优化机械的操作策略,例如,根据不同的任务需求和环境变量动态调整动力输出和作业速度,以实现最优操作效果^[3]。在实际应用中,智能操作与控制系统可以自主执行高精度的作业任务,例如在建筑施工中实现材料的精准搬运与放置,或在采矿作业中确保挖掘与装载的精确性。这些系统通过精密算法控制机械臂的每一个动作,确保所有操作严格遵循预设规程,从而显著提高了作业的准确度与稳定性。此外,智能操作系统具备快速响应突发环境变化或操作异常的能力,能够即时调整操作方案,以规避潜在风险和故障。系统还内置自适应学习机制,使其能够从历史操作记录与实时数据反馈中持续学习并优化,从而不断迭代升级其操作策略的智能化程度。例如,AI系统通过持续审视设备性能与作业效果,能够识别出最优操作参数和作业路径,逐步提高作业

效率与质量。

3.4 工程机械优化设计

人工智能技术的融入使工程机械设计领域在性能提升与设计流程的精细化方面实现了显著突破。AI技术为设计者提供了强大的工具,在初步设计阶段即可通过仿真与优化算法,对多种设计方案进行全面探索并预测其性能表现。这类AI主导的设计工具能够处理复杂的设计变量和海量数据,执行高强度的结构分析与优化任务,如增强机械组件的强度与耐久性、减少材料消耗,同时提升结构的整体稳定性。在设计流程中,人工智能通过仿真分析,模拟工程机械在多种工况下的运行表现,仿真范围广泛,涵盖从承载能力评估到环境适应性测试等各方面,以确保设计方案能够应对实际操作中的多样化挑战。此外,智能化设计系统利用深度学习机制分析以往案例与实际操作经验,自主识别设计环节中的潜在缺陷并提出改进建议,从而大幅提高了设计的可靠性与效率。AI技术的介入还为个性化设计开辟了新路径,通过对用户特定需求的深入分析,系统能够生成量身定制的解决方案。面对矿场、建筑工地等独特的作业场景,AI可以根据具体作业要求与环境特征,定制最适宜的机械配置与功能性特征,这种个性化设计不仅提高了设备的工作效率,还优化了资源配置,降低了生产与运营成本。

4 结语

人工智能技术在工程机械领域的深度融入,正在根本性地变革该行业的运作模式和发展方向。通过智能驾驶系统、预测性维护、智能操作与控制,以及优化设计等应用,AI不仅显著提升了机械设备的效率和生产力,还大幅度提高了作业的精准度与安全性。这些前沿技术推动了工程机械向高度自动化与智能化的转型,优化了资源配置,降低了维护成本,减少了安全隐患,为工程项目的执行提供了更高水平的效率和质量保障。随着人工智能技术的不断进步与创新,其在工程机械中的应用领域将不断扩展,驱动行业迈向更高层次的发展阶段。展望未来,人工智能将继续作为工程机械领域的核心推动力,引领行业向更加智能化、精细化与高效化的方向不断前行。

[参考文献]

- [1]郭海奎.人工智能在工程机械创新中的应用[J].集成电路应用,2024,41(3):210-211.
- [2]张学强,尹彬,孙娜,等.人工智能在工程机械无人驾驶领域的应用探讨[J].价值工程,2022,41(21):97-99.
- [3]杨宇康.人工智能在工程行业的应用[J].农村经济与科技,2019,30(12):48-50.

作者简介:郭镔(1992.11—),单位名称:中铁三局集团桥隧工程有限公司,毕业学校和专业:山西农业大学 电气工程及其自动化。