

The application prospect of intelligent technology in the use of EMU

Ruxin Li

China Railway Chengdu Bureau Group Co., Ltd. Guiyang Rolling Stock Depot, Guiyang, Guizhou, 550005, China

Abstract

As railway transportation advances toward high-speed and intelligent development, maintenance operations in EMU depots face new opportunities and challenges. Intelligent technologies, leveraging advanced approaches such as artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), and big data analytics, can significantly improve maintenance efficiency, reduce operational costs, and enhance safety protection levels. This paper provides a detailed analysis of the fundamental concepts, main categories, and development status of intelligent technologies. It examines the limitations of traditional maintenance models and the necessity for intelligent transformation, with a focus on key application areas including fault prediction, automated detection, and intelligent decision-making. Implementation pathways are proposed from aspects such as data collection, algorithm development, and system integration. Finally, the paper summarizes the primary benefits, potential challenges, and advancement strategies brought by intelligent technologies, offering theoretical references for the intelligent construction of EMU depots.

Keywords

Intelligent technologies; EMU depots; Maintenance operations; Fault prediction; Automated detection; Intelligent decision support

智能化技术在动车运用所的应用前景

李儒鑫

中国铁路成都局集团有限公司贵阳车辆段, 中国·贵州 贵阳 550005

摘要

铁路运输朝着高速化、智能化方向前进的时候, 动车运用所的地勤检修维护工作碰到新的机会和难题, 智能化技术凭借人工智能, 物联网, 大数据分析这些先进手段, 可以明显改进检修速度, 削减运维花费, 改善安全保护水平, 本文细致剖析了智能化技术的基本概念, 主要种类和发展状况, 探讨了地勤检修维护传统模式的不足之处和智能化转型的必要性, 重点研究了故障预测, 自动化检测, 智能决策等关键应用方向, 从数据搜集, 算法创建, 系统整合等方面给出实施路径。最后, 本文总结了智能化技术带来的主要效益、潜在挑战及推进策略, 为动车运用所的智能化建设提供理论参考。

关键词

智能化技术; 动车运用所; 地勤检修; 故障预测; 自动化检测; 智能决策支持

1 引言

铁路运输属于国家关键的基础设施, 它的安全性效率同经济社会发展直接相关联, 动车运用所是动车组检修维护的主要场所, 担负着保证列车安全运行的重大责任, 随着列车运行密度加大, 技术日趋复杂, 传统的地勤检修模式已经不能满足高效率, 高精度的运维需求, 近些年来, 像人工智能, 物联网, 大数据这样的智能化技术飞速发展, 给动车运用所的运维模式革新提供了技术支持, 通过智能化转型, 可以做到检修过程的精准化, 自动化和智能化, 进而改善运维质量与效率, 本文旨在系统探讨智能化技术在地勤检修维护中的应用前景, 分析其理论基础、应用方向及实施路径,

【作者简介】李儒鑫(1994-), 男, 中国贵州遵义人, 本科, 初级工程师, 从事高铁动车组随车机械师培训研究。

以期为行业技术升级提供参考。

2 智能化技术概述

2.1 智能化技术的基本概念

智能化技术是基于现代信息技术, 模仿人的智能行为来完成某项工作并做出决定的一种技术, 它主要依靠计算机的算法、传感器网络以及数据处理的方法, 去达到对一个复杂系统进行感知、分析与控制的目的。智能化技术不仅仅包含传统自动化技术的延续, 它还注重系统自身的学习与适应能力, 借助各种技术手段, 智能化系统可以从海量数据当中提炼出有用的信息, 并且依靠这些信息来做判断或者决策, 在工业界里面, 智能化技术已然成为促使生产效率提升以及运维模式发生改变的关键力量。

2.2 智能化技术的主要类型

智能化技术种类繁多, 最具有代表性的有三种, 即人

工智能技术、物联网技术和大数据分析技术。人工智能技术利用机器学习、深度学习等方式,让系统拥有识别、预测和决策的能力。物联网技术依靠传感器网络和设备相连,把物理世界变成数字映射,并做到即时监控。大数据分析技术侧重于从大量数据中找出规律和趋势,给运维决策给予数据支撑,而且,边缘计算,数字孪生,自动化机器人等技术也是智能化体系的关键部分,这些技术彼此交融,形成了智能化运维的技术基础。

2.3 智能化技术的发展现状

目前智能化技术已经广泛应用于各个工业领域,在制造业中,智能生产线可以对生产过程中的数据进行实时采集与分析,从而达到优化调控的目的,在能源领域,智能电网可以通过预测性维护以及故障诊断来提升整个系统的运行可靠性。铁路行业智能化技术的应用正处在发展期,不过已经体现出很大的潜力,国内外不少铁路公司正在试着创建智能化检修系统。例如,广州局采用了一套动车组智能巡检机器人系统,它配备了先进的视觉图像采集单元和数据处理中心,能够实现实时采集、数据传输以及整理分析。这套系统利用先进的传感器装置和分析算法,让动车组检修已从初期的“人主机辅”,转变为“机主人辅”,在提高检修质量的同时,有效降低了地勤机械师的劳动作业强度。采用先进的传感器装置和分析算法,慢慢朝着从传统的定时检修到状态修,预估修的方向迈进,智能化技术在铁路运维方面的深入应用还需继续推动。

3 地勤检修维护的现状与挑战分析

3.1 地勤检修维护的主要内容

地勤检修维护属于保证动车组安全运行的关键部分,它的工作内容包含诸多方面,日常检查涉及对车体,走行部,制动系统等重要部件执行视觉检查并开展功能测试,定期检修依照运行里程或者时间周期,开展更为细致的部件检测及替换。专项检修针对特定系统或者部件展开,比如牵引系统,网络控制系统等等,故障处理是在出现异常情况的时候所实施的应急修理工作,这些事情都是地勤检修维护体系当中必不可少的部分,需要耗费不少的人力和技术方面的资源。

3.2 传统检修模式的局限性

传统检修模式主要依靠人工检查与定期维修,存在明显局限性,第一,人工检查会受人员经验,疲劳程度等主观因素干扰,致使漏检或者误判,第二,定期维修依照固定周期,未充分考量设备实际状况,导致维修不足或者过度维修。而且,传统模式下的数据处理能力不足,不能对历史运维信息进行有效的挖掘和利用,决策过程大多依靠人工经验,缺少科学的数据支持,这些局限性使传统检修模式很难符合高密度,高效率的运行需求。

3.3 智能化转型的必要性

面对传统模式的局限,智能化转型成为行业发展必然

趋势,智能化技术能提升检修精度和效率,自动化检测设备可以减少人为误差,智能化技术可以优化维修计划,智能化技术可以提升资源利用效率,智能化技术可以实现基于数据的预测性维护。更重要的就是智能化系统可以实现对设备状态的实时监控以及早期预警,从而避免出现重大的故障情况。动车组高级修智能化信息管理系统在传统检修模式的基础上加入了智能化、信息化技术,以数字化贯通全检修过程,以关键环节智能化为核心,以网络互联为支撑,实现了动车组检修过程的智能管控和信息化管理,对提高动车段检修效率和检修质量具有重要作用,对推进检修行业智能化、信息化建设具有借鉴意义。

4 智能化技术的核心应用领域

4.1 故障预测与健康管理

故障预测与健康管理是智能化技术的重要应用方向,动车组重要部位装有传感器网络,系统可以随时获取设备运转数据,这些数据通过处理和分析就能体现设备性能衰退规律以及故障出现征兆。依靠机器学习算法,系统可创建起设备健康状态评判模型,进而达成对剩余使用寿命的预测,此种预测性维持手段既可免除突发故障,又能改善部件替换的最佳时间,从而明显改进维修经济性,健康管理系统还能能为维修决策提供科学依据,提升运维管理的精细化水平。

4.2 自动化检测与诊断

自动化检测技术采用机器视觉、激光测量等先进技术,可以对部件的状态进行检测,相比于人工检测,自动化设备具有更高的检测精度和一致性,可以检测到肉眼难以察觉的微小缺陷。智能诊断系统依靠专家知识和历史数据创建故障诊断模型,一旦检测到异常数据,就能迅速找出故障原因并给出解决办法,这样的自动诊断过程让故障处理时间大幅缩减,检修效率得以提高,同时,系统还能不断学习新的故障模式,持续提升诊断能力。

4.3 智能调度与维护决策

智能调度系统通过剖析检修任务,资源情况,设备状态等诸多要素,来创建最恰当的检修规划,它会考量人员技能,设备是否可用,时间窗口等限定条件,进而做到检修资源的合理安排。在维护决策上,智能化系统依靠多目标优化算法,均衡安全,成本,效率等方方面面的影响要素,决策支持系统给管理者提供可视化的分析成果和方案意见,助力做出科学合理的运维决策,系统围绕动车组高级修的计划管理、工艺管理、作业管理、质量管理、人员管理、设备管理和物料管理等方面,通过现场作业指导和检修过程数据采集,对动车组检修提供全面的信息化覆盖和智能化的信息协作,最终实现动车组高级修全过程的检修管理信息化。

5 实施路径与技术支持

5.1 数据采集与处理技术

高质量的数据采集是智能化应用的基础,要对动车组

的关键部位安装各种类型的传感器,随时收集振动,温度,压力等物理参数,还要把已有的检修设备的数据输出集成起来,形成一个完整的数据采集网络。数据处理技术涵盖数据清洗,特征提取,数据融合等内容,采集到的原始数据经常带有噪声和异常值,所以要用算法预先处理,特征提取是从原始数据里挖掘有价值信息的重要步骤,给后面分析给予输入,数据融合技术可以综合多种来源的数据,形成全面的设备状态描述。

5.2 智能算法与模型构建

智能算法是智能化系统的动力核心,机器学习算法可以从历史数据中学习设备运行规律,建立状态评估和故障预测模型,深度学习算法对高维数据和非线性问题处理能力较强,适合复杂系统建模。模型搭建要顾及动车组系统的特点,牵扯到诸多部件耦合,运行环境多变等状况,集成学习手段可以融合多个模型的优势,从而提升预测的准确性,而且要创建起模型更新的制度,使系统能够适应设备老化和运行条件的变化。

5.3 系统集成与平台建设

系统集成是智能化应用的重要部分,要把数据采集设备,分析算法,决策支撑等各个功能模块融合起来,建成一个统一的运维平台,平台创建的时候要按照标准化,模块化的准则,做到系统的可扩充性,兼容性。运维平台要有可视化界面,便于用户查阅设备状况,接收警报消息,制订修理计划,还要具备数据管理,权限把控,系统监视等辅助功能,通过系统集成,平台创建,最终形成完整的地勤检修智能化解决方案。

6 发展前景与应对策略

6.1 技术应用的主要效益

智能化技术应用会带来很多效益,在安全上,早期故障预警和准确诊断,行车安全事故风险能大幅下降,在经济上,预测性维护优化维修资源分配,过度维修和突发维修的成本可减少。从效率上讲,自动化检测与智能调度可缩减检修时长,从而提升动车组的利用程度,智能化系统还可累积大量的运维数据,为技术改进和优化设计提供数据支持。这些效益共同促进了铁路运维水平的整体提升。

6.2 面临的潜在挑战

智能化技术应用也遇到一些问题,技术上,动车组系统复杂,建立准确预测模型难,数据质量上,传感器数据要可靠完整,人才上,缺少既懂铁路又懂智能的复合型人才。

管理上,传统运维模式的改变需要时间,可能会有组织架构调整的阻力,投资上,智能化系统建设需要较大的前期投入,投资回报周期长,安全方面,网络安全和数据隐私保护也需要特别关注。此外,系统运行稳定性与极端工况下

的适应性仍需验证。标准体系不完善也制约了技术的规模化推广,各系统间的接口兼容性问题亟待解决。这些挑战需要通过持续的技术创新和管理优化来逐步克服。

6.3 推进发展的策略建议

为了推动智能化技术的应用,就要采取全面的策略,技术研发上要加大对关键技术的攻关力度,提升算法的准确性与可靠性,人才培养上要创建起跨学科的培训体系,培育复合型的技术人才。标准建设上要加快有关技术标准的制定,促使系统彼此之间实现联通,政策扶持方面要完善鼓励技术创新的政策,实施途径上可以采取逐步推进的方法,从试点应用逐步推广到全面实施。通过这些策略的综合实施,能够有效推动地勤检修维护的智能化转型。

7 结语

智能化技术给动车运用所地勤检修维护带来革命性变革机遇,利用故障预估,自动检测,智能决策等技术,可以显著提升检修工作品质与效率,然而,智能化转型是个系统工程,要靠技术创新,人才培养,管理优化等多种因素协同推动。未来,随着技术慢慢成熟并得到广泛应用,智能化运维系统会越发完善且可靠,动车运用所应当抓住技术发展的机遇,大力推进智能化建设进程,给铁路运输安全高效运转提供强有力的支持,而且还要持续关注技术发展动态,不断改进和完善智能化运维体系。

参考文献

- [1] 谢运清.动车组智能化调度与协同运行平台设计研究[J].运输管理世界,2025,(18):160-162.
- [2] 张辉.动车段(所)控制集中系统智能化研究及设计[J].铁道标准设计,2024,68(11):185-190.
- [3] 马建军.京张高速铁路智能化服务关键技术与冬奥科技保障应用示范[J].铁道运输与经济,2022,44(09):1-10.
- [4] 付翔,王岳,王小中,等.复兴号高速动车组便携式智能化车钩检测装置[J].铁道车辆,2022,60(01):112-115.
- [5] 王凯,刘成瑞.动车组智能化网络控制系统研究[J].智慧轨道交通,2021,58(05):13-18.
- [6] 张笑天.动车组高级修智能化信息管理系统研究[J].铁道车辆,2020,58(11):37-39+6.
- [7] 卢万胜,荣剑.高速铁路动车组列车办客股道智能化系统研究[J].中国铁路,2020,(02):52-56.
- [8] 赵红卫,高枫,穆瑞琦,等.智能高速动车组关键技术现状及展望[J].中国铁路,2024,(07):77-86.
- [9] 邓海,张国芹,张岩,等.下一代高速智能化动车组研发构想[J].城市轨道交通研究,2022,25(02):11-15.
- [10] 梁建英.开启智能化轨道交通装备新时代[J].科学,2020,72(02):17-22+64+4.