

面向智慧化的重载铁路发展研究

孔鹏茗

国能朔黄铁路发展有限责任公司机辆分公司 河北 沧州 062350

摘要：本文聚焦面向智慧化的重载铁路发展研究。阐述智慧化技术概念及在交通领域的应用潜力，分析重载铁路在运输效率、安全性、运营成本方面的智慧化发展需求。介绍智能检测与监控、智能运维等智慧化技术在重载铁路中的应用。提出重载铁路智慧化发展路径，即试点先行、分阶段推广，旨在为重载铁路智慧化建设提供理论参考与实践指导。

关键词：智慧化；重载铁路；发展研究

引言：随着科技的飞速发展，智慧化技术正深刻变革各行业。在交通领域，重载铁路作为货物运输的关键力量，传统运营模式面临运输效率、安全性、运营成本等诸多挑战。智慧化技术为重载铁路发展带来新契机，通过实现设备互联、数据共享与智能决策，可提升运输效能、保障安全、降低成本。因此，深入研究面向智慧化的重载铁路发展具有重要的现实意义，有助于推动重载铁路迈向高质量发展新阶段。

1 智慧化技术概述

智慧化技术是在信息技术、物联网、大数据、人工智能等前沿科技深度融合基础上发展起来的新兴技术体系。它以数据为核心，通过各类传感器、智能设备等实现对物理世界的全面感知，借助高速通信网络实现数据的实时传输与共享，再运用先进的数据分析和挖掘算法，对海量数据进行深度处理，从而为各行业提供智能化的决策支持和服务。在交通领域，智慧化技术正深刻改变着传统交通模式。例如，智能交通系统利用视频监控、传感器等设备实时收集道路交通信息，通过数据分析预测交通流量变化，进而实现交通信号的智能调控，有效缓解城市交通拥堵。在铁路领域，智慧化技术同样展现出巨大的应用潜力，可助力铁路实现更高效、更安全、更智能的运营^[1]。智慧化技术应用于重载铁路，能够打破传统铁路运营中信息孤岛的局面，实现设备之间、系统之间的互联互通与协同工作。通过对铁路基础设施、列车运行状态、运输组织等多方面的实时监测和数据分析，可提前发现潜在问题，优化运输方案，提高铁路运营的整体效能。同时智慧化技术还能为铁路工作人员提供更便捷、更精准的管理工具，提升工作效率和服务质量。

2 重载铁路智慧化发展需求

2.1 运输效率提升

重载铁路承担着大量货物的运输任务，运输效率的高低直接影响着物流成本和经济发展。随着市场需求的不断增长，对重载铁路的运输能力提出了更高要求。传统重载铁路在运输组织、列车运行等方面存在诸多限制，导致运输效率难以进一步提升。例如，在列车编组环节，人工编组方式效率低下，容易出现编组错误，影响列车发车时间。在列车运行过程中，由于线路条件、信号系统等因素的限制，列车运行速度难以达到最优，且列车之间的追踪间隔较大，降低了线路的通过能力。智慧化技术的应用可以有效解决这些问题。通过智能调度系统，能够根据货物的流量、流向以及列车的实时状态，自动优化列车编组方案，提高编组效率。同时利用智能控制技术，可实现对列车运行速度的精准调控，缩短列车追踪间隔，提高线路的通过能力，从而提升重载铁路的整体运输效率。

2.2 安全性保障

重载铁路运输具有运量大、速度快、运行环境复杂等特点，安全问题至关重要。任何安全事故都可能导致严重的人员伤亡和财产损失，影响铁路运输的正常秩序。传统重载铁路的安全保障主要依赖于人工巡检和定期维护，这种方式存在检测不及时、漏检等问题。例如，对于铁路轨道、桥梁等基础设施的病害检测，人工巡检难以做到全面、细致，容易遗漏一些潜在的安全隐患。智慧化技术为重载铁路安全保障提供了有力手段。智能检测与监控技术可以实时监测铁路基础设施的状态，如轨道的几何尺寸、桥梁的应力应变等，一旦发现异常情况能够及时预警。智能安防技术能够对铁路沿线进行全方位监控，防止非法入侵和破坏行为，保障铁路运输的安全。

2.3 运营成本优化

重载铁路的建设和运营需要巨大的资金投入，运营

成本的控制对于铁路企业的可持续发展至关重要。传统重载铁路在设备维护、能源消耗等方面存在成本较高的问题。在设备维护方面,由于缺乏有效的监测手段,往往采用定期检修的方式,这种方式不仅增加了维护成本,还可能导致设备过度维修或维修不足^[2]。在能源消耗方面,列车的运行能耗较大,缺乏有效的节能措施。智慧化技术可以通过对设备运行状态的实时监测和数据分析,实现设备的预测性维护,减少不必要的维修工作,降低维护成本。智能调度和控制技术可以优化列车的运行方案,降低列车的运行能耗,实现运营成本的优化。

3 智慧化技术在重载铁路中的应用

3.1 智能检测与监控技术

智能检测与监控技术是重载铁路智慧化的重要基础。它利用各类传感器、摄像头等设备,对铁路基础设施、列车运行状态等进行实时监测。在铁路基础设施检测方面,如轨道几何状态检测系统,通过在轨道上安装传感器,实时测量轨道的轨距、高低、方向等参数,一旦发现轨道变形超出安全范围,及时发出预警。桥梁健康监测系统则利用应变计、加速度计等传感器,对桥梁的应力、振动等参数进行监测,评估桥梁的结构安全状况。在列车运行状态监测方面,通过在列车上安装各种传感器,实时监测列车的速度、加速度、温度、压力等参数,确保列车运行安全。利用视频监控技术,对列车内部和外部进行实时监控,防止发生安全事故和货物被盗等情况。

3.2 智能运维技术

智能运维技术作为重载铁路智慧化发展的关键环节,依托大数据分析和人工智能算法,对铁路设备的运行数据进行全方位、深层次的挖掘与分析。在海量数据中,它精准捕捉设备运行的细微变化,通过对设备历史运行数据、故障记录等关键信息的系统分析,构建出科学可靠的设备故障预测模型。以机车车辆的关键部件为例,像发动机、制动系统等,这些部件的正常运行直接关系到铁路运输的安全与效率。智能运维技术能够实时监测这些部件的运行参数,如温度、压力、振动频率等。一旦数据出现异常波动,便会迅速结合故障预测模型进行分析,提前预判可能出现的故障,并据此制定详细的维护计划。另外,智能运维技术还具备强大的远程监控和诊断功能。维修人员无需亲临现场,只需通过网络就能远程获取设备的运行状态信息,快速准确地进行故障诊断,并提供专业的维修指导。这不仅大大缩短维修时间,提高维修效率,还降低维修成本,为重载铁路的安全稳定运行提供坚实保障。

3.3 智能安防技术

智能安防技术宛如一道坚不可摧的屏障,为重载铁路提供了全方位、多层次的安全保障,是重载铁路智慧化发展中不可或缺的重要一环。它涵盖了铁路沿线周界防范系统、视频监控系统以及入侵报警系统等多个关键子系统。铁路沿线周界防范系统运用红外对射、电子围栏等先进技术,构建起一道严密的封闭防线,对铁路沿线进行24小时不间断监控。一旦有非法入侵行为,系统会立即发出尖锐的警报,将危险扼杀在萌芽状态。视频监控则像一双双永不疲倦的眼睛,对铁路车站、线路、桥梁等重点区域进行实时、细致的监控。借助智能视频分析技术,它能够敏锐地识别出各种异常行为和事件,如人员闯入、货物掉落等,并迅速将相关信息通知给相关人员进行处理^[3]。而入侵报警系统与公安部门紧密联网,一旦发生安全事件,能够在第一时间将报警信息准确无误地传递给公安部门,大大缩短了应急响应时间,为及时处置安全事件赢得了宝贵的时间,确保重载铁路的安全稳定运行。

3.4 智能调度与控制技术

智能调度与控制技术堪称实现重载铁路高效运行的核心驱动力,在重载铁路智慧化进程中扮演着举足轻重的角色。它高度集成了列车运行计划编制、运行调整以及信号控制等一系列关键功能,构建起一个精密且高效的智能化调度与控制体系。智能调度系统宛如一位经验丰富的指挥家,能够依据货物的运输需求、列车的实时状态以及线路的通过能力等诸多因素,快速且精准地自动编制出最优的列车运行计划。在列车运行过程中,它还能像一位敏锐的洞察者,根据实际情况实时调整列车运行方案。无论是处理列车晚点问题,还是调整列车追踪间隔,都能做到游刃有余,确保列车运行的有序与高效。信号控制系统则采用了先进的通信技术和智能算法,为列车运行提供了自动控制和安全防护的双重保障。以基于无线通信的列车自动控制系统(CBTC)为例,它就像列车的“千里眼”和“顺风耳”,能够实时获取列车的位置、速度等关键信息,并自动调整信号显示。通过这种精准的控制,有效避免了列车追尾、冲突等安全事故的发生,确保列车始终在安全稳定的轨道上运行,为重载铁路的高效运输保驾护航。

3.5 客户服务与信息管理平台

客户服务与信息管理平台是重载铁路迈向智慧化的关键拼图,在提升铁路服务质量和运营效率方面发挥着不可替代的作用。对于客户而言,该平台宛如一个贴心的运输小助手。它提供了极为便捷的货物运输信息查

询、预订、支付等一站式服务。客户只需轻点鼠标或滑动屏幕,就能实时掌握货物的运输状态、预计到达时间等关键信息,货物运输的透明度得到了极大提高。而且,平台还具备在线预订和支付功能,客户无需再奔波于各个线下网点,足不出户就能轻松办理货物运输业务,大大节省了时间和精力。在铁路运营管理方面,信息管理平台就像是一个强大的信息中枢。它集成了运输生产、设备维护、安全管理等各方面的信息,打破了信息孤岛,实现了信息的实时共享和协同工作。通过先进的数据分析和挖掘技术,平台能够从海量的信息中提炼出有价值的内容,为铁路企业的决策提供精准、科学的支持。这不仅提高了铁路运营管理的效率,还增强了决策的科学性,助力重载铁路在智慧化的道路上稳健前行。

4 重载铁路智慧化发展路径

4.1 试点先行

重载铁路智慧化发展是一项复杂的系统工程,涉及到技术、管理、安全等多个方面。为了确保智慧化建设的顺利进行,应采取试点先行的策略。选择部分具有代表性的重载铁路线路或区段作为试点,开展智慧化技术的应用和示范。在试点过程中,充分验证智慧化技术的可行性、可靠性和有效性,积累建设经验。例如,可以先在一条重载铁路干线上试点智能检测与监控技术,对铁路基础设施和列车运行状态进行实时监测,评估系统的性能和效果。同时在试点过程中,要注重与相关部门和企业的合作,共同推进智慧化建设。加强与科研机构的合作,开展关键技术的研发和创新;与设备供应商合作,共同开发适合重载铁路的智慧化设备和系统。

4.2 分阶段推广

在试点取得成功的基础上,逐步扩大智慧化技术的应用范围,分阶段进行推广。第一阶段,在试点线路的基础上,将智慧化技术推广到周边相邻的线路或区段,形成小规模智慧化铁路网络。在这个阶段,重点完

善智慧化系统的功能和性能,提高系统的稳定性和可靠性。第二阶段,将智慧化技术应用到整个重载铁路干线,实现干线铁路的智慧化运营。在这个阶段,要加强不同线路之间的互联互通和协同工作,建立统一的智慧化运营管理平台^[4]。第三阶段,将智慧化技术拓展到重载铁路的枢纽站场、物流基地等,实现重载铁路运输全过程的智慧化。同时加强与其他运输方式的衔接和协同,构建综合交通运输智慧化体系。在分阶段推广过程中,要注重制定统一的标准和规范,确保不同阶段的智慧化系统能够相互兼容和协同工作。同时要加强对智慧化建设的评估和监管,及时发现和解决存在的问题,保障重载铁路智慧化建设的健康发展。

结束语

重载铁路智慧化发展是顺应时代潮流的必然选择,对提升铁路运输竞争力、促进经济发展意义重大。通过试点先行、分阶段推广的发展路径,智慧化技术在重载铁路中的应用将不断深化。未来,需持续加强技术创新与合作,完善标准规范,强化评估监管,确保智慧化建设稳步推进。相信在各方共同努力下,重载铁路将实现全面智慧化,为构建高效、安全、绿色的综合交通运输体系贡献重要力量。

参考文献

- [1]孙雁胜,于海军,魏玉光.大秦铁路重载列车“速密重”合理匹配研究[J].铁道运输与经济,2020,42(11):1-5,11.
- [2]李艳玲.智慧城市背景下档案信息化转型策略[J].档案管理理论与实践-浙江省基层档案工作者论文集,2021,(00):308-310.
- [3]齐成坤.面向智慧化的重载铁路研究[J].现代交通与路桥建设,2025,4(1).DOI:10.37155/2811-0633-0401-60.
- [4]朱雨,石利刚,王健慧.面向智慧化的重载铁路发展研究[J].交通科技与经济,2021,23(4):59-64.DOI:10.19348/j.cnki.issn1008-5696.2021.04.010.