

铁路生产调度指挥智能化升级路径探究

芦 博

国能包神铁路有限责任公司 内蒙古包头 017000

摘 要：复杂系统理论指出，高效的调度指挥是实现系统资源优化配置与协同运作的关键。在交通运输领域，智能化技术的深度应用正重塑调度指挥模式。铁路生产调度指挥作为保障铁路运输安全高效运行的核心环节，其智能化升级是适应现代运输需求的必然趋势。智能化通过数据驱动、智能决策、动态协同等特性，打破传统调度指挥的信息壁垒与决策局限。本研究系统阐述调度指挥智能化的主要特征，深入分析铁路生产调度指挥的现状，从数据整合、技术融合、流程再造、人才培育等维度提出智能化升级路径，旨在为提升铁路运输效率、增强运输安全性、推动铁路行业高质量发展提供理论与实践参考。

关键词：铁路生产；调度指挥；智能化升级；数据驱动；智能决策

引言

铁路作为国家重要的基础设施和国民经济大动脉，在综合交通运输体系中占据关键地位。随着经济社会的快速发展，铁路运输量持续增长，运输组织的复杂性不断提升，传统的铁路生产调度指挥模式逐渐难以满足日益增长的运输需求。与此同时，以大数据、人工智能、5G通信为代表的智能化技术快速发展，并在多个领域展现出强大的赋能作用。将智能化技术应用于铁路生产调度指挥，实现调度指挥的智能化升级，成为提升铁路运输效率、保障运输安全、增强行业竞争力的必然选择。深入探究铁路生产调度指挥智能化升级路径，对推动铁路行业高质量发展、构建现代化综合交通运输体系具有重要意义。

一、调度指挥智能化的主要特征

（一）数据驱动的精准感知与分析

调度指挥智能化以数据作为核心生产要素，具备强大的数据驱动特征。通过物联网技术，在铁路运输的各个环节部署大量传感器，如列车运行状态传感器、轨道监测传感器、信号设备传感器等，实现对列车运行速度、位置、设备状态、环境参数等多源数据的实时采集。这些数据涵盖结构化与非结构化信息，通过高速网络传输至数据中心进行集中存储与管理。智能化系统利用大数据分析技术，对海量数据进行清洗、整合与挖掘，能够精准感知铁路运输系统的运行状态。通过建立数据模型，分析数据间的关联关系与潜在规律，可预测列车运行趋势、设备故障概率、运输需求变化等。例如，通过分析

历史运行数据与实时天气数据，预测恶劣天气对列车运行的影响，提前制定应对策略。数据驱动的精准感知与分析，使调度指挥摆脱传统经验依赖，转向基于数据的科学决策，为实现精准调度提供有力支撑。

（二）智能决策的自动化与自适应

智能决策是调度指挥智能化的重要特征，依托人工智能技术实现决策的自动化与自适应。机器学习算法能够对历史调度数据、实时运行数据进行学习，构建智能决策模型。当系统接收到新的调度任务或运行状态变化信息时，智能决策模型可自动分析当前情况，快速生成多个调度方案，并依据预设的优化目标（如运输效率最大化、能耗最小化、安全性最高等）对方案进行评估与排序，推荐最优方案^[1]。面对复杂多变的运输环境，如突发设备故障、临时运输需求变化等，智能化调度指挥系统具备自适应能力。通过实时监测系统状态，智能决策模型能够动态调整调度方案，自动协调列车运行计划、设备维修安排、人员调配等。例如，当某段线路出现故障时，系统自动计算受影响的列车范围，调整相关列车的运行路径、速度与停靠站点，同时通知维修部门进行抢修，整个决策过程无需人工过多干预，实现高效、快速的自适应调度。

（三）动态协同的全域资源优化

调度指挥智能化实现了铁路运输系统全域资源的动态协同与优化配置。通过建立统一的智能化调度指挥平台，将列车、轨道、信号、供电、客运、货运等分散的资源纳入同一管理体系，打破信息孤岛，实现资源信息

的互联互通。在列车运行调度方面,智能化系统可根据实时运输需求与列车运行状态,动态调整列车运行图,优化列车开行方案,提高列车运行效率与线路利用率。在设备维护调度中,通过对设备运行数据的分析,预测设备故障,制定科学的维护计划,并与列车运行计划协同,避免因设备维护影响运输生产。同时,智能化系统还能实现客运与货运资源的协同调配,根据客流与货流变化,合理安排运力资源,提升铁路运输的整体效益。动态协同的全域资源优化,使铁路运输系统各要素紧密配合,实现整体效能的最大化。

二、铁路生产调度指挥的现状

(一) 信息系统分散,数据整合困难

当前铁路生产调度指挥涉及多个独立的信息系统,如列车调度指挥系统、货运管理信息系统、客运服务信息系统等。这些系统由不同部门开发与管理,采用不同的数据标准与技术架构,导致信息分散、数据格式不统一,形成信息孤岛。各系统之间缺乏有效的数据交互与共享机制,调度人员获取信息时需要在多个系统间切换查询,不仅效率低下,还容易出现信息遗漏或不一致的情况。例如,在编制列车运行计划时,调度人员需要分别从列车运行监控系统获取线路设备状态信息、从货运系统获取货物运输需求信息、从客运系统获取旅客运输信息等,信息整合难度大,影响调度决策的及时性与准确性。数据整合困难限制了铁路生产调度指挥的协同效率,难以满足复杂运输组织的需求。

(二) 决策依赖经验,智能化水平不足

目前铁路生产调度指挥在很大程度上仍依赖调度人员的经验进行决策。虽然部分系统具备一定的辅助决策功能,但多为简单的数据统计与展示,缺乏深入的数据分析与智能决策能力。在面对复杂的运输场景,如极端天气、突发事故等情况时,调度人员主要依靠个人经验和历史案例来制定应对方案,决策过程缺乏科学依据与精准性。同时,铁路生产调度指挥中人工智能、大数据等智能化技术的应用仍处于初级阶段,尚未形成完善的智能决策体系。例如,在列车运行调整方面,现有的系统难以根据实时数据快速生成多种优化方案并进行智能评估,导致调度决策效率较低,无法充分发挥铁路运输的潜在效能。智能化水平不足制约了铁路生产调度指挥的现代化发展。

(三) 协同效率低下,资源配置欠优

铁路生产调度指挥涉及多个部门与专业,包括行车、

客运、货运、设备维护等,但各部门之间存在职责划分不明确、协同机制不完善的问题。在实际工作中,部门间信息沟通不畅、协调配合困难,容易出现相互推诿、重复劳动等现象,导致运输生产效率低下。在资源配置方面,由于缺乏统一的智能化调度指挥平台,难以实现对铁路运输资源的全局优化配置。列车运行计划、设备维护安排、客运货运组织等往往各自为政,无法根据实际运输需求进行动态调整与协同优化。例如,设备维护计划与列车运行计划有时存在冲突,导致列车晚点或设备维护不及时;客运与货运资源调配缺乏协同,造成运力资源浪费或运输能力不足。协同效率低下与资源配置欠优,严重影响了铁路运输的整体效益。

三、铁路生产调度指挥智能化升级的路径

(一) 构建统一的数据平台,实现数据深度整合

铁路运输系统运行过程中产生的多源异构数据,是实现智能化调度指挥的核心资源。构建统一的数据平台,需从标准制定、架构搭建、质量管控等多维度着手,打破数据壁垒,实现数据深度整合^[2]。首先,制定涵盖数据采集频率、格式规范、编码规则、传输协议等全流程的数据标准体系,确保列车运行状态、设备监测参数、运输需求变化等不同来源数据具备兼容性与互操作性,为后续的数据融合奠定基础。在平台架构设计上,采用分层分布式存储架构,结合云计算技术实现数据的弹性存储与高效调用。通过建立铁路运输大数据中心,对结构化的列车时刻表、设备台账数据,以及非结构化的视频监控、文本记录等进行集中管理。运用数据治理技术,对采集的数据进行清洗、脱敏、标准化处理,并建立元数据管理系统,实现数据全生命周期的追踪与溯源。同时,搭建数据共享交换平台,基于服务接口(API)与消息队列技术,实现各业务系统间的数据实时交互,为智能化调度指挥提供统一、准确、及时的数据支持,促进铁路运输系统各环节协同运作。

(二) 融合智能技术,提升决策能力

智能技术的深度融合是提升铁路生产调度指挥决策能力的关键。以人工智能、大数据、物联网等技术为核心,构建智能化决策支持体系,实现从经验决策向数据驱动、智能决策的转变。在人工智能领域,基于深度学习算法构建多模态融合的智能决策模型,通过对历史调度案例、实时运行数据、设备状态信息等进行学习训练,使模型具备对复杂运输场景的理解、分析与决策能力。利用强化学习算法,以运输效率、能耗、安全性等为优

化目标,动态生成并优化调度方案。大数据技术通过对海量运输数据的深度挖掘与分析,揭示运输系统运行规律与潜在风险。运用关联分析、时序分析等方法,预测列车运行趋势、设备故障概率、运输需求变化等,为决策提供前瞻性依据^[3]。物联网技术则通过在铁路沿线、列车、设备等部署大量传感器,构建全方位、立体化的感知网络,实现对运输环境、设备状态、列车运行等信息的实时采集与传输,确保决策信息的及时性与准确性。此外,开发具备自然语言处理能力的智能交互界面,实现人机之间高效、准确的信息交互,促进人机协同决策,全面提升调度指挥决策的科学性与效率。

(三) 再造调度指挥流程,优化协同机制

传统的铁路生产调度指挥流程因部门分割、信息不畅等问题,难以适应智能化发展需求。以智能化理念为指导,对调度指挥流程进行系统性再造,优化协同机制,是实现智能化升级的重要保障。在流程再造方面,运用业务流程再造(BPR)理论,以提升整体效率为目标,重新梳理列车运行调度、设备维护调度、客运货运组织等核心业务流程。打破部门界限与职能壁垒,去除冗余环节,简化操作流程,建立端到端的一体化业务流程。在协同机制优化上,构建以统一调度指挥平台为核心的协同运作体系。明确各部门在调度指挥中的职责与权限,建立跨部门、跨专业的协同工作机制^[4]。通过制定标准化的协同作业规范与信息交互流程,实现部门间信息共享、资源共用、工作协同。在列车运行调度中,实现运行图的动态编制与智能调整,与设备维护计划、客运货运需求进行实时协同;在应急处置中,建立多部门联合响应机制,利用智能化技术实现应急事件的快速感知、智能研判与协同处置。通过流程再造与协同机制优化,提升铁路生产调度指挥系统的整体协同效率与响应能力。

(四) 加强人才培养,夯实发展基础

铁路生产调度指挥智能化升级的顺利推进,离不开高素质、复合型人才队伍的支撑。人才培养需从知识体系更新、实践能力提升、创新意识激发等多方面发力,为智能化发展奠定坚实基础。在知识体系构建上,针对现有调度人员,开展大数据分析、人工智能应用、智能化系统操作与维护等相关课程培训,帮助其掌握智能化调度指挥的核心技术与理念,实现知识结构的转型升级。

对于新引进人才,注重选拔具备智能化技术背景与铁路运输专业知识交叉能力的复合型人才,充实人才队伍^[5]。在实践能力培养方面,建立校企合作的实训基地,模拟真实的铁路运输场景与智能化调度环境,通过案例教学、项目实践、模拟演练等方式,提升人才的实际操作能力与问题解决能力。同时,鼓励人才参与智能化技术研发、调度指挥创新等实践项目,在实践中积累经验、提升能力。此外,建立完善的人才激励机制,通过设立创新奖励基金、晋升通道倾斜、荣誉表彰等方式,激发人才的创新活力与工作积极性,营造良好的人才发展环境,为铁路生产调度指挥智能化升级提供持续的人力保障与智力支持。

结语

铁路生产调度指挥智能化升级是适应时代发展需求、提升铁路运输竞争力的必然选择。通过深入分析调度指挥智能化的主要特征,认清铁路生产调度指挥的现状,从数据整合、技术融合、流程再造、人才培养等方面提出的智能化升级路径,为铁路行业的智能化转型提供了清晰的方向。在实施过程中,需要铁路行业各部门协同合作,克服技术、管理、人才等方面的挑战,逐步推进智能化升级工作。随着智能化技术的不断发展与应用,铁路生产调度指挥将实现更高水平的自动化、智能化与协同化,为铁路运输的安全高效运行和行业高质量发展提供强大支撑,助力构建现代化综合交通运输体系。

参考文献

- [1]侯小雨,苗蕾,赵俊铎,等.我国铁路调度生产组织模式创新方向研究[J].铁道运输与经济,2022,44(06):29-34+55.
- [2]陈洪亮,孙博.北京西站安全生产调度指挥信息系统构建研究[J].铁道运输与经济,2020,42(12):32-37.
- [3]刘结平.神华铁路调度信息系统建设方案研究[J].铁路通信信号工程技术,2018,15(10):25-31.
- [4]张海凤.论煤炭矿区铁路运输调度指挥的优化[J].能源与节能,2018,(05):155-156+192.
- [5]敖晓峰,叶众兵,陈文贵.电气化铁路供电生产调度指挥中心平台研究与建设[J].电气化铁道,2018,29(02):1-4.