

# 铁路工程项目物资设备的智能化管理研究

袁 瑜

国家能源投资集团有限责任公司 北京 100009

国能包神铁路集团有限责任公司 内蒙 包头 014000

**摘 要：**在铁路工程建设规模持续扩张的背景下，物资设备管理在项目实施中的关键作用愈发显著。传统物资设备管理模式暴露出效率低下、信息不透明、资源浪费等诸多弊端，难以契合现代铁路工程大规模、高效率、高质量的建设需求。智能化管理依托先进信息技术，可达成物资设备全生命周期的精准管控，提升管理效率、削减成本、保障工程质量。本文深入剖析铁路工程项目物资设备智能化管理的必要性、关键技术及实施策略，旨在为铁路工程项目物资设备管理的智能化转型提供理论支撑与实践指引。

**关键词：**铁路工程项目；物资设备；智能化管理

## 1 引言

铁路作为国家重要的基础设施与民生工程，其建设规模与速度正不断加快。在铁路工程项目中，物资设备管理贯穿项目全生命周期，从规划设计、施工建设直至运营维护，均离不开物资设备的有效供应与合理使用。物资设备管理水平的优劣，直接关乎项目的进度、质量与成本。传统物资设备管理主要依赖人工操作与纸质文档记录，存在信息传递不及时、不准确，库存管理混乱，设备维护不到位等问题。这些问题不仅增加了管理成本，还可能引发工程延误与质量事故。随着信息技术的迅猛发展，智能化管理理念逐步渗透至各个领域。在铁路工程项目中引入物资设备智能化管理，能够借助物联网、大数据、云计算、人工智能等先进技术，实现物资设备的实时监控、精准调配、智能维护与科学决策，提升管理的精细化、自动化与智能化水平。

## 2 铁路工程项目物资设备智能化管理的必要性

铁路工程项目物资设备智能化管理十分必要。一是能提高管理效率，铁路工程物资设备种类多、数量大，传统人工管理难实时精准监控调配，而智能化管理系统借助物联网技术，实现物资设备实时定位、状态监测与数据采集，管理人员可随时获取信息并及时决策，如在大型施工现场能实时掌握材料库存，自动预警避免工程延误。二是可降低成本，智能化管理能优化采购、库存和使用环节，大数据分析预测需求量可降低采购成本，实时监控库存减少积压浪费，设备状态监测和故障预警可降低维修更换成本。三是能保障工程质量，智能化管理系统可对物资设备全过程质量追溯，在各环节筛选优质供应商、快速准确检测质量、监测运行参数避免质量问题。四是能提升安全管理水平，系统可实时监测物资

设备安全状态和施工现场危险区域，及时警报保障施工安全，如隧道施工中可监测安全参数。

## 3 铁路工程项目物资设备智能化管理的关键技术

### 3.1 物联网技术

物联网技术是铁路工程项目物资设备智能化管理的基础。通过在物资设备上安装传感器、射频识别（RFID）标签等设备，实现对物资设备的实时定位、状态监测和数据采集。在实时定位方面，可采用全球定位系统（GPS）、北斗卫星导航系统（BDS）或基于无线局域网（WLAN）、蓝牙等技术的室内定位系统。对于大型施工机械、运输车辆等移动设备，可安装GPS/BDS定位终端，实时获取设备的位置信息，并通过无线网络将位置数据传输至监控中心。在室内或地下等GPS/BDS信号较弱的区域，可采用WLAN、蓝牙等定位技术，结合室内定位算法，实现对物资设备的精准定位。在状态监测方面，根据物资设备的类型与特点，选择合适的传感器进行监测<sup>[1]</sup>。例如，对于轨道设备，可安装位移传感器、加速度传感器、应变传感器等，监测轨道的变形、振动、应力等参数；对于电气设备，可安装电流传感器、电压传感器、温度传感器等，监测设备的电流、电压、温度等运行参数。传感器将采集到的模拟信号转换为数字信号，并通过有线或无线方式传输至数据采集终端。数据采集终端对传感器传输的数据进行预处理，如滤波、放大、数字化等，然后将处理后的数据通过无线网络（如4G/5G、LoRa、ZigBee等）传输至监控中心。监控中心的数据处理服务器对接收到的数据进行存储、分析与展示，管理人员可通过监控平台实时查看物资设备的状态信息。

### 3.2 大数据技术

铁路工程项目物资设备管理过程中会产生大量的数据,如物资设备的采购数据、库存数据、使用数据、维修数据等。大数据技术可对这些数据进行存储、管理和分析,挖掘数据背后的潜在价值。在数据存储方面,采用分布式文件系统(如 Hadoop Distributed File System, HDFS)和分布式数据库(如 HBase、Cassandra 等)来存储海量的物资设备数据。分布式文件系统具有高容错性、高扩展性等优点,能够满足大规模数据存储的需求;分布式数据库则可实现对结构化和非结构化数据的高效存储与查询。在数据管理方面,运用数据仓库技术对物资设备数据进行整合与清洗,建立统一的数据视图。数据仓库将分散在不同系统中的数据进行抽取、转换和加载(ETL),消除数据冗余与不一致性,为数据分析提供高质量的数据源。同时,采用数据治理技术对数据进行分类、分级管理,确保数据的安全性、完整性和可用性。在数据分析方面,运用数据挖掘算法和机器学习算法对物资设备数据进行分析。例如,通过关联规则挖掘算法分析物资设备的采购与使用关系,发现潜在的物资需求规律;通过时间序列分析算法预测物资设备的需求趋势,为采购计划制定提供依据;通过聚类分析算法对设备故障数据进行分类,找出常见的故障类型与原因;通过决策树算法、神经网络算法等建立设备故障预测模型,提前预测设备故障发生的概率与时间,制定合理的维修计划。

### 3.3 云计算技术

云计算技术为铁路工程项目物资设备智能化管理提供了强大的计算能力和存储能力。物资设备智能化管理系统需要处理大量的数据和复杂的计算任务,云计算技术可将这些任务分配到云端服务器进行处理,提高系统的响应速度和处理能力。采用基础设施即服务(IaaS)、平台即服务(PaaS)和软件即服务(SaaS)等云计算服务模式。IaaS 模式为企业提供虚拟化的计算资源、存储资源和网络资源,企业可根据自身需求动态调整资源配置,无需自行建设大规模的数据中心。PaaS 模式为企业提供软件开发与运行平台,企业可在平台上快速开发、部署和管理物资设备智能化管理系统,降低系统开发成本与难度。SaaS 模式则为企业提供基于云计算的软件应用服务,企业可通过互联网直接使用物资设备智能化管理系统,无需进行系统安装与维护,按使用量付费,降低了企业的信息化建设成本<sup>[2]</sup>。同时,云计算技术还可实现数据的集中存储和管理,方便管理人员随时随地访问和使用数据。企业可将物资设备管理信息平台部署在云端,多个项目可共享平台的资源,实现数据的集中管理

与分析。通过云计算平台的数据共享功能,不同项目之间可进行经验交流与数据对比,为企业决策提供更全面的支持。

### 3.4 人工智能技术

人工智能技术在铁路工程项目物资设备智能化管理中具有广阔的应用前景。在设备故障诊断方面,通过机器学习算法对设备的故障进行智能诊断。收集设备正常运行状态和故障状态下的各种数据,如振动信号、声音信号、温度信号等,构建故障诊断模型。常用的机器学习算法包括支持向量机(SVM)、随机森林(RF)、深度学习中的卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)等。利用历史数据对模型进行训练,使模型能够学习到设备故障的特征与规律。在实际应用中,将实时采集到的设备数据输入到训练好的模型中,模型可自动判断设备是否存在故障以及故障的类型和位置,提高故障诊断的准确性和效率。在物资设备调配方案优化方面,运用智能优化算法进行优化。考虑物资设备的需求时间、地点、数量、运输成本等因素,建立物资设备调配优化模型。智能优化算法如遗传算法、粒子群优化算法、蚁群算法等可用于求解该模型,得到最优的物资设备调配方案。通过优化物资设备调配方案,可降低物流成本,提高物资设备的供应效率。此外,人工智能技术还可实现物资设备的自动化控制。例如,智能仓储系统通过人工智能算法实现对物资的自动存储和分拣。系统根据物资的出入库指令,自动规划货物的存储位置和搬运路径,控制自动化搬运设备(如自动导引车 AGV、堆垛机等)完成物资的搬运与存储任务,提高仓储管理的效率与准确性。

## 4 铁路工程项目物资设备智能化管理的实施策略

### 4.1 加强顶层设计

铁路建设企业应加强对物资设备智能化管理的顶层设计,制定统一的发展规划和标准规范。明确智能化管理的目标、任务和实施步骤,确保各个项目之间的管理系统和设备能够兼容和互操作。在发展规划方面,结合企业的发展战略和铁路工程建设的特点,制定物资设备智能化管理的短期、中期和长期目标。短期目标可设定为在部分项目试点应用智能化管理系统,积累经验;中期目标为实现企业内大部分项目的物资设备智能化管理,建立统一的管理平台;长期目标则是构建行业级的物资设备智能化管理平台,实现全行业的资源共享与协同发展。在标准规范制定方面,组织行业专家和企业技术人员,共同制定物资设备智能化管理的相关标准规范。包括物联网设备选型与安装标准、数据采集与传输

标准、大数据分析与应用标准、云计算平台建设与使用标准、人工智能算法应用标准等。通过标准规范的制定,统一行业内的技术要求和管理流程,促进物资设备智能化管理的规范化、标准化发展。同时,要加强对智能化管理系统的建设和运维管理,保障系统的稳定运行和数据安全<sup>[3]</sup>。建立系统建设项目管理机制,明确项目建设的责任主体、进度要求和质量标准,确保系统按时、按质交付使用。加强系统的运维管理,建立专业的运维团队,制定运维管理制度和应急预案,定期对系统进行巡检、维护和升级,及时处理系统故障和数据安全问题。

#### 4.2 推进系统集成

打破信息孤岛,实现物资设备管理各个环节和各个系统之间的有效集成和共享。建立统一的物资设备管理信息平台,将采购、库存、调配、维修等业务整合到一个平台上,实现信息的实时传递和协同工作。在系统集成过程中,采用面向服务的架构(SOA)和应用程序编程接口(API)等技术,实现不同系统之间的数据交互与业务协同。例如,通过定义统一的数据接口标准,使采购系统、库存系统、财务系统等能够实时交换物资设备的采购订单、出入库记录、发票信息等数据。利用企业服务总线(ESB)技术,将各个系统的服务进行集成和调度,实现业务流程的自动化流转。同时,加强与其他相关系统的集成,如与施工管理系统的集成,实现物资设备供应与施工进度的紧密衔接。施工管理系统将施工进度计划、物资需求计划等信息实时推送给物资设备管理信息平台,物资设备管理信息平台根据这些信息合理安排物资设备的采购、调配和供应,确保物资设备按时到达施工现场,满足施工需求。

#### 4.3 加强安全保障

物资设备智能化管理涉及到大量的数据和信息系统,安全保障至关重要。要加强对系统的安全防护,采取防火墙、入侵检测、数据加密等技术手段,防止数据泄露和系统被攻击。在网络安全方面,部署防火墙设备,对网络流量进行监控和过滤,阻止非法访问和恶意攻击。采用入侵检测系统(IDS)和入侵防御系统

(IPS),实时监测网络中的异常行为,及时发现并阻止网络入侵事件。同时,对网络进行分区管理,将物资设备智能化管理系统与其他网络进行隔离,限制不同网络之间的访问权限,降低网络安全风险。在数据安全方面,对敏感数据进行加密处理,采用对称加密算法(如AES)或非对称加密算法(如RSA)对数据进行加密存储和传输<sup>[4]</sup>。建立数据备份与恢复机制,定期对物资设备管理数据进行备份,并将备份数据存储在异地安全的地方。一旦发生数据丢失或损坏的情况,能够及时恢复数据,确保系统的正常运行。同时,要建立健全的安全管理制度,加强对管理人员和操作人员的安全教育,提高他们的安全意识。制定系统安全操作规程,规范员工对智能化管理系统的操作行为。定期组织安全培训和应急演练,使员工熟悉安全事件的处理流程和方法,提高应对安全事件的能力。

#### 结语

铁路工程项目物资设备智能化管理是现代铁路工程建设必然趋势,借助物联网、大数据等技术可实现全生命周期精准管控,提升管理效率、保障质量与安全,虽存在技术应用不成熟等问题,但通过加强顶层设计等策略可推动智能化转型。展望未来,随着信息技术发展,智能化管理将更智能、自动、集成。5G技术凭借高速率等特性,能为实时监控和远程控制提供支持,实现精细化管理;区块链技术以其特性增强管理安全与可信度,实现全生命周期可追溯,促进供应链协作。此外,智能化管理系统将与其他管理系统深度融合,形成更完善体系,保障铁路工程高质量发展。

#### 参考文献

- [1]武晨.铁路枢纽工程物资管理信息系统设计与实现[J].铁路计算机应用,2022,31(02):33-36.
- [2]毕爱文.铁路工程建设物资管理信息化探讨[J].今日财富,2023,(01):62-64.
- [3]林鑫煌.高速铁路建设项目工程物资管理的创新探讨[J].工程技术研究,2021,6(16):183-184.
- [4]车红宇.铁路工程建设物资设备管理信息系统探讨研究[J].铁路采购与物流,2020,15(11):48-50.