

铁路给水系统自动化应用研究

桑多利

中国铁路上海局集团有限公司合肥房建公寓段 安徽 合肥 230011

摘要: 铁路给水系统自动化旨在实现精准、高效、智能运行,其技术架构含感知、控制、应用层。自动化技术具体应用于感知部署、自动控制、远程监控运维。优化路径包括技术融合升级、设备选型标准化、提升运维团队能力。应用成效显著,提升运行效率、降低成本、节约水资源,但也面临技术适配、兼容、人才短缺等挑战,需针对性采取研发、改造、培养等应对策略。

关键词: 铁路给水系统; 自动化技术; 应用研究

引言: 在铁路运输体系里,给水系统是保障列车运行与车站运营的关键基础设施。传统铁路给水系统依赖人工操作与经验判断,存在效率低、稳定性差、运维成本高、水资源浪费等问题。随着科技发展,自动化技术为铁路给水系统带来变革契机。通过实现精准化、高效化、智能化运行,可提升系统稳定性、降低运维成本、节约水资源。本文将深入探讨铁路给水系统自动化的核心目标、技术架构、具体应用、优化路径,以及应用成效、面临挑战与应对策略。

1 铁路给水系统自动化的核心目标与技术架构

铁路给水系统自动化的核心目标是通过技术赋能,实现系统运行的“精准化、高效化、智能化”,具体包括三个角度:(1)实时监测系统运行状态,精准捕捉水压、水位、流量、水质等关键参数,及时发现设备故障与异常情况;(2)动态调控供水流程,根据沿线用水需求的变化,自动调整供水量、水压,实现水资源的优化配置;(3)简化运维流程,通过远程监控与智能诊断,降低人工干预成本,提升故障处理效率^[1]。

铁路给水系统自动化的技术架构主要由感知层、控制层、应用层三部分组成。感知层通过各类传感器、智能仪表等设备,采集水压、水位、流量、水质、设备运行状态等数据,为系统调控提供基础数据支撑;控制层基于 PLC(可编程逻辑控制器)、SCADA(数据采集与监控系统)等核心设备,对感知层采集的数据进行分析处理,并根据预设逻辑发出控制指令,实现供水设备的自动启停、参数调节等功能;应用层则通过可视化平台,将系统运行数据、设备状态、调控指令等信息进行整合展示,支持管理人员远程监控、数据分析与决策制定。

2 自动化技术在铁路给水系统中的具体应用

2.1 感知技术的全面部署与数据采集

感知技术是铁路给水系统自动化的基础,通过在水

源地、蓄水池、输水管网、用水终端等关键节点部署各类智能感知设备,实现全流程数据的实时采集。在水位监测方面,采用超声波水位传感器、雷达水位传感器等设备,精准监测蓄水池、水箱的水位数据,测量精度可达 $\pm 0.01\text{m}$,能够实时反馈水位变化情况,避免出现水位过高溢出或过低缺水的问题;在水压监测中,安装压力变送器,实时采集输水管网各节点的水压数据,确保水压维持在合理范围,保障用水终端的正常供水;在流量监测方面,运用电磁流量计、超声波流量计等设备,记录供水量、用水量数据,为水资源优化配置提供数据支撑;在水质监测中,部署 pH 传感器、浊度传感器、余氯传感器等,实时监测水质指标,及时发现水质异常,保障用水安全。

这些感知设备通过物联网技术与控制层实现数据互通,数据传输延迟低于 1 秒,确保控制层能够及时获取准确的运行数据,为后续的智能调控提供可靠依据^[2]。

2.2 自动控制系统的实践应用

自动控制系统是铁路给水系统自动化的核心,通过 PLC、SCADA 系统等设备的协同工作,实现供水流程的智能调控。在水源地取水控制中,根据蓄水池水位数据,自动控制取水泵的启停与运行频率。当水位低于预设阈值时,系统自动启动取水泵,并根据水位缺口调节运行频率,加快取水速度;当水位达到预设上限时,自动关闭取水泵,避免水资源浪费。

在输水管网压力控制中,基于管网各节点的水压数据,自动调节加压泵的运行状态与阀门开度。当某段管网水压低于设定值时,系统自动增大加压泵运行功率或打开备用阀门,提升水压;当水压过高时,自动降低加压泵功率或关闭部分阀门,确保管网压力稳定。此外,自动控制系统还能实现故障自动报警与应急处理,当感知设备检测到漏水、设备故障等异常情况时,系统立即发出

报警信号,并自动启动应急方案,如关闭故障区域阀门、切换备用设备等,最大限度减少故障对供水的影响。

2.3 远程监控与运维管理的智能化升级

远程监控与运维管理是铁路给水系统自动化的重要延伸,通过可视化平台与移动终端应用,实现对系统的远程管控与高效运维。管理人员可通过电脑端监控平台或手机 APP,实时查看水源地、蓄水池、输水管网等各节点的运行数据,包括水位、水压、流量、设备运行状态等,实现对供水系统的全方位、全天候监控,大幅降低人工巡检成本。

在运维管理方面,自动化系统具备智能诊断与预警功能,通过对采集的运行数据进行分析,能够提前预判设备故障风险,如水泵磨损、管道老化等,并发出预警信号,提醒管理人员及时进行维护保养。同时,系统可自动记录设备运行日志、故障处理记录等信息,为运维人员提供数据支持,帮助其快速定位故障原因,提高故障处理效率,避免因设备故障导致的供水中断。

3 铁路给水系统自动化的优化路径

3.1 技术融合与系统升级

实现铁路给水系统自动化水平的提升,推动多技术深度融合是关键举措。(1)要把人工智能、大数据分析等前沿技术与现有的自动化系统进行有机整合,达成系统智能化升级的目标。借助大数据分析技术,对海量的历史用水数据以及设备运行数据进行全面且细致的挖掘。通过深入分析这些数据,能够精准预测不同时段、不同季节的用水需求变化趋势,为供水调度制定科学合理的方案提供极具精准性的决策依据。(2)引入人工智能算法,可对供水系统的控制逻辑进行优化。让系统能够依据复杂多变的运行环境,自动且灵活地调整调控策略,显著提升系统对不同工况的自适应能力。此外,强化 5G、边缘计算等先进技术的应用,能有效降低数据传输过程中的延迟,大幅提高系统的实时响应速度。这一优势在偏远地区铁路给水系统的自动化改造中体现得尤为明显,可保障系统稳定高效运行。

3.2 设备选型与标准化建设

设备选型的合理性与标准化建设程度,对铁路给水系统自动化系统的运行稳定性及兼容性有着至关重要的影响。(1)在开展设备选型工作时,需秉持严谨科学的态度,优先挑选可靠性高、能耗低且兼容性强的智能设备。这类设备经过严格的质量检测与性能验证,能在复杂多变的运行环境中稳定运行,有效降低因设备自身质量问题引发系统故障的概率,保障自动化系统的可靠运转。(2)要着力构建统一的设备技术标准与数据传输协

议。通过明确不同厂家、不同类型设备的技术规范与接口标准,确保它们能够顺利实现无缝对接,达成数据的高效交互与共享。例如,统一规范传感器的数据输出格式,使数据采集更加规范统一;统一 PLC 的控制指令协议,保证控制指令的准确传达与执行。(3)还需强化设备的定期校准与维护工作,建立完善的设备全生命周期管理机制,从设备采购、安装、使用到报废,进行全程跟踪管理,以此延长设备使用寿命,降低设备更换成本^[3]。

3.3 运维团队的专业能力提升

运维团队的专业能力是铁路给水系统自动化系统稳定运行的坚实保障。(1)为提升其专业素养,需强化对运维人员的技术培训。培训应系统且全面,涵盖传感器原理,让运维人员深入了解数据采集机制;传授 PLC 编程知识,使其能根据实际需求编写或修改控制程序;指导 SCADA 系统操作,确保他们熟练运用该系统进行实时监控与高效管理;开展大数据分析培训,助力运维人员从海量数据中挖掘有价值信息,为系统优化提供依据。通过这些培训,提升运维人员的综合技术水平。(2)建立完善的运维管理制度不可或缺。明确各运维人员的职责范围与工作流程,规范操作行为,避免因职责不清或操作不当引发系统故障。此外,鼓励运维人员积极参与系统的设计与升级过程,将实际运维中积累的经验和遇到的问题融入其中,提出针对性的优化建议,使自动化系统更贴合实际应用需求,实现高效稳定运行。

4 铁路给水系统自动化应用的成效与挑战

4.1 应用成效

铁路给水系统自动化应用成效斐然,在多个关键维度展现出显著优势。其一,运行效率与稳定性得到极大提升。借助自动监测与智能调控技术,供水系统对水压、水位等关键参数的控制精度实现了质的飞跃,波动范围被精准控制在 $\pm 5\%$ 以内。这一精细控制有效规避了缺水、漏水等状况的发生,为铁路运输提供了稳定可靠的用水保障,确保列车运行、车站运营等各项用水需求得以满足。其二,运维成本显著降低。远程监控技术的广泛应用,使得传统人工巡检模式逐步被取代,巡检所需的人力投入大幅削减。同时,智能诊断系统能够快速精准定位故障,故障处理效率提升 50% 以上,不仅减少了人力成本支出,还降低了因故障导致的运营损失。其三,水资源节约成效突出。系统可根据实时用水需求动态调整供水量,避免了过量供水造成的水资源浪费,水资源利用率普遍提高 15% - 20%,为铁路行业的可持续发展提供了有力支撑。

4.2 面临的挑战

尽管铁路给水系统自动化应用已取得一定成果,但在推进过程中仍面临诸多现实挑战。(1)技术适配性方面存在突出问题。部分偏远地区铁路沿线自然环境极为恶劣,高温、严寒、强风沙等极端条件频繁出现。这些因素对自动化设备的稳定性构成了严峻挑战,现有设备在防护性能上难以完全适应如此复杂的环境,导致设备故障率上升,影响系统正常运行。(2)系统兼容性不足也是一大难题。早期建设的铁路给水系统,其设备老化严重、技术陈旧落后。当引入新的自动化设备时,新旧设备之间难以实现无缝对接,出现数据传输受阻、系统运行卡顿等现象,严重制约了自动化系统整体效能的发挥。(3)运维技术人才短缺同样不容忽视。自动化系统融合了传感器技术、自动控制、大数据分析等多学科知识,对运维人员的专业素养要求极高,需要具备复合型技能。然而,目前行业内此类专业人才供给严重不足,难以满足自动化系统日常运维及故障处理的需求,给系统的稳定运行带来潜在风险。

4.3 应对策略

为有效应对铁路给水系统自动化应用中面临的挑战,可采取以下针对性策略。(1)在设备防护技术层面,需加大研发力度。依据不同地区铁路沿线的自然环境特征,开展定制化研发工作。针对高温地区,研发具备高效散热功能的设备;对于严寒区域,增强设备的保温性能;在风沙大的地方,提升设备的密封性与防尘能力,全方位提升自动化设备的抗高温、抗严寒、抗风沙能力,保障设备在恶劣环境下的稳定可靠运行。(2)系统改造与兼容升级方面,要对早期建设的给水系统进行有序改造。逐步更换老化设备,安装适配的兼容性接口,确保新旧系统能够无缝对接,实现数据顺畅传输与系统稳定运行。同

时,制定统一的系统集成标准,为后续系统的升级拓展预留充足空间,避免因标准不统一导致后续改造困难。(3)人才培养与引进上,高校和职业院校应发挥基础作用,开设铁路给水系统自动化相关专业课程,构建完善的理论教学与实践培养体系,为行业输送专业人才。企业则通过内部培训提升现有运维人员技能水平,积极从外部招聘高素质专业人才,组建实力强劲的运维团队。此外,建立科学合理的人才激励机制,提高人才待遇与发展空间,提升人才留存率^[4]。

结束语

铁路给水系统自动化是提升铁路运输保障能力、推动行业可持续发展的重要举措。其通过精准监测、动态调控与智能运维,在提升运行效率、降低成本、节约水资源等方面成效显著。然而,在推进过程中,技术适配、系统兼容及人才短缺等挑战也不容忽视。未来,需持续加强设备防护技术研发、推进系统改造升级、完善人才培养与激励机制。通过多维度协同发力,不断提升铁路给水系统自动化水平,使其更好地适应复杂多变的运行环境,为铁路运输的高效、稳定、绿色运行提供坚实支撑,助力铁路行业迈向更高质量的发展阶段。

参考文献

- [1]马浩轩.自动化视域下铁路供电系统配电自动化技术应用研究[J].科技资讯,2023,21(14):36-39.
- [2]张超.智能化技术在建筑给排水工程中的应用[J].工程建设与设计,2022,(10):119-122.
- [3]陈斌.铁路工程监理单位现场监管研究[J].中外企业文化,2023,(04):104-106.
- [4]李宗智.建筑工程施工中深基坑支护桩技术应用策略研究[J].大众标准化,2023,(06):51-53.