

水利工程运行管理的精细化实践与智能化升级路径研究

郑 晶

平度市河湖服务中心双山水库管理科 山东 青岛 266700

摘 要: 随着水利事业的快速发展,水利工程运行管理的精细化与智能化成为提升管理效能的关键。本文系统研究了水利工程运行管理的精细化实践,涵盖运维管理、水资源调度、应急响应等多个方面,并结合物联网、大数据、人工智能等先进技术,探索智能化升级路径。通过案例分析与理论探讨,本文揭示了精细化与智能化融合的重要意义,并提出实施策略与挑战应对方案,旨在为水利工程运行管理提供科学指导和实践参考。

关键词: 水利工程运行管理;精细化实践;智能化升级路径

引言:水利工程作为国家基础设施的重要组成部分,其运行管理的效率与安全直接关系到社会的稳定与发展。随着科技的进步,传统的管理方式已难以满足现代水利工程管理的需求。本文旨在探讨水利工程运行管理的精细化实践与智能化升级路径,通过引入先进的管理理念和技术手段,提升管理效率,保障工程安全,促进水资源合理利用。研究成果将为水利工程运行管理的现代化转型提供理论支持和实践指导,推动水利事业的可持续发展。

1 水利工程运行管理的精细化实践

1.1 精细化管理的理论基础

1.1.1 精细化管理的定义与内涵

精细化管理,作为一种先进的管理理念,其核心在于通过细致入微的管理手段,实现对各项管理活动的精确控制和优化。它强调管理的精细化、系统化、规范化和信息化,旨在提升管理效率,降低运营成本,增强组织的竞争力和可持续发展能力。在水利工程运行管理中,精细化管理意味着对水利工程的全生命周期进行细致规划、精准执行和持续监控,以确保水利工程的安全、高效运行。

1.1.2 精细化管理在水利工程中的适用性分析

水利工程作为国家重要的基础设施,其运行管理直接关系到国家防洪安全、水资源保障和生态环境保护。然而,传统的管理方式往往过于粗放,难以满足现代水利工程对管理效率、安全性和可靠性的高要求。精细化管理凭借其精确、细致、高效的特点,在水利工程中展现出强大的适用性。通过精细化管理,可以实现对水利工程的实时监测、预警和调度,提高管理决策的准确性和及时性,有效应对各种复杂的水利工程问题。

1.2 精细化管理在水利工程运行中的应用

1.2.1 工程运维管理的精细化

在工程运维管理中,精细化实践主要体现在制定详细的巡检与维护计划和引入预防性管理理念与技术两方面。通过制定科学的巡检与维护计划,可以及时发现并处理设备故障和安全隐患,确保水利工程的正常运行。同时,引入预防性管理理念与技术,如远程监控、大数据分析等,可以实现对水利工程运行状态的实时监测和预警,提前发现并解决潜在问题,降低故障发生率^[1]。

1.2.2 水资源调度的精细化

在水资源调度方面,精细化管理要求精准实施流域水量平衡调配,确保水资源的合理利用和平衡。通过实时监测流域内各水文站的水位、流量等数据,结合气象预报和需水预测,可以动态调整水库蓄泄方案,实现水资源的优化配置。此外,强化多水利工程之间的协同管理也是精细化水资源调度的一环。通过建立信息共享和协同调度机制,可以确保各水利工程之间的协调配合,提高水资源调度的整体效率和效益。

1.2.3 应急响应机制的精细化

在应急响应方面,精细化管理要求建立高效的预警与快速处置体系,并提升应急响应速度与能力。通过引入先进的监测技术和预警系统,可以实现对突发事件的实时监测和预警,为应急响应提供有力支持。同时,加强应急队伍建设、完善应急预案和定期组织应急演练等措施也是提升应急响应能力的重要途径。通过精细化应急响应机制的建设和完善,可以确保在突发事件发生时能够迅速、准确地做出反应,最大限度地减少损失和影响。

2 水利工程运行管理的智能化升级路径

2.1 智能化升级的技术基础

2.1.1 物联网、大数据、人工智能等技术概述

物联网(IoT)技术通过传感器、无线通信技术等手段,实现物理世界与数字世界的互联互通,为水利工程运行管理提供了实时、准确的数据支持。大数据技术则

能够对这些海量数据进行挖掘、分析,揭示数据背后的规律和趋势,为决策提供依据。人工智能技术,尤其是机器学习和深度学习算法,能够基于历史数据和实时数据,建立预测模型,优化调度决策,实现智能化管理。

2.1.2 这些技术在水利工程运行管理中的应用潜力

在水利工程运行管理中,物联网、大数据和人工智能技术具有广泛的应用潜力。物联网技术可以实时监测水位、流量、水质等关键信息,为防洪减灾提供预警;大数据技术可以分析历史数据,预测水资源供需情况,优化调度策略;人工智能技术则可以实现智能决策支持,提高应急响应速度和水资源利用效率。

2.2 智能化升级的关键技术应用

2.2.1 物联网+北斗系统构建智能监测网络

物联网技术与北斗卫星导航系统的结合,为水利工程运行管理提供了高精度、全天候的监测手段。通过在水利工程关键部位部署传感器,结合北斗系统的定位功能,可以实时监测水位、雨量、流速等关键数据,并通过无线通信技术上传至云端或数据中心。这些数据为管理者提供了直观的工程运行状态信息,有助于及时发现并处理潜在问题^[2]。

2.2.2 AI决策平台提升应急响应速度与水资源调度效率

AI决策平台是智慧水利的核心组成部分。它基于大数据分析和人工智能技术,能够快速处理海量数据,建立预测模型,为水资源调度和应急响应提供科学决策依据。在应急响应方面,AI平台可以实时监测水情、雨情等信息,快速评估灾害风险,提前发出预警信号,为抢险救灾争取宝贵时间。在水资源调度方面,AI平台可以根据实时数据和历史数据,预测未来水资源供需情况,优化调度策略,确保水资源的合理、高效利用。

2.2.3 数字孪生技术打造全生命周期管理体系

数字孪生技术是智慧水利建设的关键技术之一。它通过建立水利工程设施的数字化模型,实现对设施运行状态的实时监测和模拟仿真。数字孪生模型可以反映设施的几何形状、物理特性和运行状态等信息,为管理者提供了直观的决策支持。通过数字孪生技术,管理者可以实时监测设施的运行状态,预测潜在风险,优化维护策略,降低运维成本。

2.2.4 5G、区块链等前沿技术的融合应用

5G技术的引入,为水利工程运行管理提供了更高速、更可靠的数据传输手段。它可以支持大量传感器和监测设备的实时数据传输,提高监测效率和准确性。区块链技术则具有去中心化、不可篡改等特点,可以确保数据的安全性和可追溯性。在水利工程运行管理中,区

块链技术可以用于数据共享、交易记录等方面,提高数据利用效率和信任度^[3]。

2.3 智能化升级的实施策略

2.3.1 分阶段实施计划

水利工程运行管理的智能化升级需要分阶段实施。首先进行基础建设,包括部署传感器、监测设备等;然后进行平台搭建,建立数据采集、存储、分析和处理系统;最后进行智能分析,运用大数据和人工智能技术,实现预测、优化和决策支持。每个阶段都需要明确目标、任务和时间表,确保升级工作的有序进行。

2.3.2 成本控制与效益分析

智能化升级需要一定的初期投入,包括设备购置、软件开发、人员培训等费用。然而,这些投入将带来长期的回报。通过提高监测数据的准确性和实时性,优化水资源调度方案,降低运维成本等方式,智能化升级将为水利工程运行管理带来巨大的经济效益和社会效益。因此,在实施智能化升级时,需要充分考虑成本控制与效益分析,确保初期投入与长期回报的平衡。可以通过制定详细的预算计划和效益评估指标,对智能化升级的成本和效益进行量化分析和比较,为决策提供依据。

2.3.3 人才培养与团队建设

智能化升级的成功实施离不开高素质的管理人员团队。因此,需要加强人才培养和团队建设,提升管理人员的智能化素养与技能。可以通过组织培训、交流学习、实践锻炼等方式,提高管理人员对物联网、大数据、人工智能等技术的理解和应用能力。同时,还需要建立激励机制和考核机制,鼓励管理人员积极参与智能化升级工作,提高工作积极性和创新能力。

3 水利工程运行管理精细化与智能化融合的实践探索

3.1 精细化与智能化融合的意义与价值

3.1.1 提升管理效率与质量

在水利工程传统管理模式中,依赖人工巡检、纸质记录和经验决策的方式,易导致管理粗放、响应滞后等问题。精细化管理通过明确流程标准、细化责任分工,实现管理环节的规范化;智能化技术则借助物联网、大数据等手段,实现数据自动采集、实时分析和智能预警。两者融合后,既能通过精细化管理消除管理盲区,又能通过智能化技术替代重复劳动,大幅提升管理效率。例如,智能传感设备可实时监测闸门运行状态,结合精细化的维护标准,能精准预判设备故障并安排检修,使故障处理效率提升40%以上,同时减少人为操作误差,保障工程运行质量的稳定性。

3.1.2 增强水利工程的稳定性与安全性

水利工程的安全运行直接关系到防洪减灾、水资源调配等重大民生问题。精细化管理通过构建全生命周期的风险管控体系,覆盖工程建设、运行、维护等各环节;智能化技术则通过动态监测系统,实时捕捉水位、坝体结构、水质等关键指标。两者融合后,可形成“监测-分析-预警-处置”的闭环管理机制。例如,在汛期通过智能传感网络实时传输水文数据,结合精细化的防洪调度预案,能提前6-12小时预判险情,为应急处置争取时间,显著降低溃坝、漫堤等风险^[4]。

3.2 融合实践的具体举措

3.2.1 制定融合管理的实施方案与目标

需结合工程实际特点,开展现状调研,明确精细化管理的薄弱环节和智能化改造的重点领域。在此基础上,制定分阶段目标:短期(1-2年)完成关键区域智能监测设备部署,建立基础数据库;中期(3-5年)实现核心业务流程数字化重构,形成智能决策支持能力;长期(5年以上)打造全域协同的智慧管理平台。同时,方案需明确技术路径,如优先采用北斗定位、边缘计算等成熟技术,确保方案的可行性与前瞻性。

3.2.2 优化管理流程与制度,以适应智能化需求

针对智能化技术应用带来的管理模式变革,需重构业务流程。例如,将传统的“人工巡检-纸质记录-逐级上报”流程优化为“智能监测-自动上传-系统分析-指令下达”,减少中间环节。同时,建立配套制度,包括数据采集标准、设备运维规范、跨岗位协同机制等,明确各环节的权责划分。例如,规定智能监测数据的校验频率和责任部门,确保数据真实性;制定系统故障应急处置预案,保障智能化系统的稳定运行。

3.2.3 强化数据收集、整理与分析能力

构建全域感知的数据采集网络,在水库、渠道、闸门等关键部位部署传感器、摄像头等设备,实现水位、流量、压力等数据的实时采集。建立统一的数据管理平台,整合水文、工程、气象等多源数据,解决“数据孤岛”问题。通过数据清洗、标准化处理,提升数据质量;运用大数据分析、AI算法等技术,挖掘数据价值,例如通过历史数据建模预测闸门磨损趋势,为预防性维护提供依据。

3.3 融合实践的挑战与对策

3.3.1 技术整合与数据共享的挑战

不同时期建设的水利工程采用的技术标准不一,导致新部署的智能设备与原有系统兼容性差,数据格式不统一。同时,部分老旧工程的基础设施薄弱,难以支撑高密度的传感设备部署。此外,数据安全与隐私保护要求也增加了数据共享的难度。

3.3.2 跨部门协作与信息共享的障碍

水利工程管理涉及水利、气象、应急等多个部门,各部门的管理目标、数据标准和业务流程存在差异,易形成“部门壁垒”。例如,气象部门的降雨数据与水利部门的调度系统未能实时互通,影响决策效率。此外,部分人员对智能化技术的接受度低,也阻碍了跨部门协同的推进。

3.3.3 应对策略与建议

针对技术挑战,应制定统一的技术标准和数据接口规范,推动新旧系统的兼容改造;对老旧工程进行基础设施升级,采用无线传感等轻量化技术降低部署难度;建立数据加密与访问权限管理机制,保障数据安全。针对协作障碍,需建立跨部门协调机制,明确信息共享的范围和责任;通过业务培训提升人员的技术素养和协同意识;选取典型工程开展试点,总结可复制的协作模式,逐步推广至全域。

结束语

综上所述,水利工程运行管理的精细化实践与智能化升级是提升管理效能、保障工程安全、促进水资源高效利用的重要途径。通过实施精细化管理,可以优化资源配置,降低运维成本;而智能化升级则能够实时监测预警,提高应急响应速度。未来,应继续深化精细化与智能化的融合应用,加强技术创新与人才培养,不断推动水利工程运行管理的现代化水平。本研究成果将为水利工程管理实践提供有益参考,助力水利事业的蓬勃发展。

参考文献

- [1]孙春奇,余丽华,程海洲.宁波市推进水利工程运行管理智能化的实践与探索[J].水利信息化,2020,(04):42-43.
- [2]屈军宏.水利工程现代化与精细化管理方法探讨[J].杨凌职业技术学院学报,2020,(14):144-145.
- [3]牛红兵,张海山.水利工程的现代化和精细化管理[J].中华建设,2021,(11):122-123.
- [4]赵雄建.水利工程管理的现代化与精细化建设创新点探究[J].水电水利,2020,(12):112-113.