

水利水电工程运行管理现代化路径

罗宇江

中国南水北调集团中线有限公司河北分公司, 中国·河北 石家庄 050000

摘要: 随着中国水利水电工程规模的不断扩大, 运行管理现代化已成为提升工程效益和保障资源可持续利用的核心课题。当前运行管理中信息化程度低、运行效率偏低等问题仍较突出, 亟须通过数字化、智能化、信息化系统集成及管理机制创新实现现代化转型。论文结合水利水电工程的实际运行需求, 提出了现代化管理的实现路径, 并探讨了关键技术支撑与未来发展方向, 为提升中国水利水电工程运行管理水平提供科学参考。

关键词: 水利水电工程; 运行管理; 现代化路径

The Modernization Path of Operation and Management of Water Conservancy and Hydropower Projects

Yujiang Luo

Hebei Branch of China South to North Water Diversion Group Middle Route Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the continuous expansion of China's water conservancy and hydropower engineering scale, modernization of operation and management has become a core issue in improving engineering efficiency and ensuring sustainable resource utilization. The problems of low level of informatization and low operational efficiency in current operational management are still prominent, and it is urgent to achieve modernization transformation through digitization, intelligence, information system integration, and innovative management mechanisms. The paper combines the actual operational needs of water conservancy and hydropower projects, proposes the implementation path of modern management, and explores key technical support and future development directions, providing scientific reference for improving the operational management level of water conservancy and hydropower projects in China.

Keywords: water conservancy and hydropower engineering; operation management; modernization path

0 前言

水利水电工程规模持续扩增, 运行管理现代化意义重大, 关乎效益提升与资源可持续性。然而当下其信息化不足、效率欠佳等状况显著。本研究聚焦于此, 结合实际需求探寻现代化管理之路, 剖析关键技术与未来走向, 旨在为运行管理水平进阶献力。

1 水利水电工程运行管理现代化的内涵和目标

1.1 现代化的基本内涵

水利水电工程运行管理现代化是指通过智能化、数字化和精细化的手段, 全面提升工程管理的效率和质量。这一过程以技术为驱动, 旨在实现水利水电工程从传统人工管理向全自动化、智能化转型的飞跃。智能化作为现代化的核心, 广泛应用人工智能技术、物联网设备和大数据分析等前沿科技手段, 对水利工程运行状态进行实时监控、精确预测和科学决策。通过智能化手段, 管理者能够掌握工程的运行状况, 对潜在故障进行预测预报, 并在异常情况发生时快速采取应对措施。此外, 智能化管理还能基于实时数据分析自动优化调度决策, 实现水资源的高效利用。例如, 在洪涝灾害中, 智能调度系统能够根据实时水文数据调整水库泄洪策略, 有

效降低灾害风险。

数字化管理是实现现代化的根本, 而全面的信息采集、分析与利用是实现信息化的关键。通过部署传感器和远程监控系统, 能对项目生产过程中的数据进行实时采集和可视化显示, 确保信息的高效流转。搭建一个项目数字管理平台, 对各个阶段的信息进行集成, 既能提高数据管理的效率, 又能为科学的决策提供基础。

精细化管理则是实现现代化的重要补充, 强调对运行过程的每个环节进行深入分析与优化。精细化管理注重对管理流程和调度机制的精准设计, 保证有效地配置和利用资源。在此基础上, 建立起一套规范化、科学化的水利管理系统, 以更好地适应复杂变化的用水需求, 保证项目的经济与社会效益。

1.2 运行管理现代化的核心目标

首先, 实现水利工程运营管理现代化, 其主要目的是提高其运行效益与安全水平。现代化管理通过引入智能调度系统和自动化设备, 在经营过程中, 可以减少资源的浪费, 降低运营成本。与此同时, 实时监测和预警系统的建立可以有效提高工程的安全运行水平, 通过对生产过程中出现的各种异常现象的检测, 及早采取预防措施, 防止重大事故, 确

保项目长期稳定运行。

其次,运行管理现代化旨在实现水资源的高效利用和优化配置。通过数字化和智能化技术的应用,可以科学预测水资源的供需变化,制定精准的调度方案,使其综合效益最大化。例如,通过优化水库调度,可以在满足防洪、发电和灌溉需求的同时,尽量将对生态环境造成的破坏降到最低。这种高效的资源调度方式不仅能够提升经济效益,还能促进生态环境的可持续发展。

最后,运行管理现代化还追求提升应对极端气候和突发事件的能力。在全球气候变暖背景下,洪涝、旱灾等极端气候事件频发且严重。通过建设现代运营管理系统,工程能够更加有效地处理突发事件,保证调度命令的及时传递与执行,减少自然灾害造成的损失。同时,现代化管理还可以推动工程运行与区域防灾体系的协同发展,全面提高灾害预防和减轻灾害的综合能力,确保社会的稳定和稳定。

2 当前水利水电工程运行管理存在的问题

2.1 信息化程度低,难以满足现代需求

目前,中国水利水电工程项目信息化程度不高,主要体现在资料收集手段不完备,信息系统覆盖面不够广。目前,很多工程仍采用手工记录和传统的管理方法,存在资料采集速度慢、准确性差等问题,很难满足现场实时监控的需要。与此同时,由于各系统间缺少有效的互联互通机制,存在着大量的“信息孤岛”问题,使得跨部门、跨地域的数据无法共享,制约了其科学的调度和协作管理的效能。

此外,信息化系统的研发和部署资金不足也是阻碍现代化进程的重要原因。一些老项目因其设备基础较差,很难进行数字化改造,但有些新项目在设计之初就没有对其进行足够的重视,致使其在运营过程中出现了信息化应用的缺陷。上述问题的存在,使其很难对复杂运营环境及现代化管理需求作出迅速调整,从而影响到项目整体效益的充分发挥。

2.2 运行效率偏低,存在资源浪费现象

目前,中国水利水电项目在运行过程中,仍存在着调度方式落后、效益低下等问题。目前,部分工程运行仍以经验为主,缺少科学的调度模式支撑,造成了水资源的不合理配置和利用率低下。例如,在防洪调度中,有些水库没有为以后的旱灾做好准备,或者错过了最好的发电时间,造成了水资源的浪费。此外,由于工程运行的智能化水平不足,设备运行中容易出现频繁停机或能耗过高的现象,进一步降低了运行效率。

资源浪费还表现在生态环境保护方面。部分工程由于缺少科学合理的生态调控措施,造成了鱼类栖息地减少和水质恶化等问题。与此同时,发电、防洪和灌溉的用水需求也不能在综合利用中得到合理的平衡,部分功能效益难以充分发挥。工程的运行效率低下,已成为制约项目效益提高和生

态环境可持续发展的重要因素。

2.3 人才队伍建设与管理技术发展不匹配

水利水电工程运行管理现代化进程中,专业技术人才的短缺问题较为突出。在当前的水利水电工程管理队伍中,具有信息化和智能化的人才所占比重偏小,不能适应现代科技发展的需要。部分管理者对新技术的理解不足,导致在运行管理中对智能化设备和系统的应用力度不够。此外,行业内的人才培养机制滞后,在现代技术管理中缺少系统的人才培养,严重制约了工程的综合技术能力。

同时,管理技术开发与应用也严重落后于产业的实际需要。例如,一些地区的管理技术标准和规范不够完善,在智能调度和风险评估等方面,缺少现代管理手段的支持。由于技术开发与管理水平之间的不协调,导致了新技术的大面积推广与应用,成为制约水利水电项目运营管理现代化的瓶颈。因此,迫切需要在项目运营管理方面加大人才培养力度,完善研究开发和应用机制,促进项目运营管理整体水平的提高。

3 现代化管理的关键技术支撑

3.1 大数据与云计算技术

大数据和云计算是现代管理的重要支持,利用大数据技术,能够高效地收集、分析和挖掘水利水电工程运营过程中所产生的大量数据,并从中挖掘出其中的规律和存在的问题,从而为实现科学的调度和最优的管理奠定基础。云计算为其提供了海量的存储与计算资源,可以在不同的部门之间进行实时的数据处理,从而提高了系统的运行效率和准确性。比如防洪减灾,云平台可以将水文、气象等多源信息快速集成,为实时调度提供全方位的支撑。此外,基于大数据技术,管理者可以预测未来的水资源需求,制定出更加精确的操作方案。大数据和云计算的融合,在提高科学管理水平的同时,也为解决复杂工程运营环境问题提供技术支持。

3.2 物联网与传感器技术

物联网与传感器技术实现了水利水电工程的实时感知和智能化监测。通过在大坝、水库、渠道等关键部位设置传感器,实现对水库水位、流量、压力、设备运行状况等信息的采集,并将其通过无线网络传送到调度中心,实现对工程目的实时监控。该技术不仅提高了运行管理的精确性,还支持远程监控和控制功能,为应急响应和故障处理提供了可靠保障。传感器具有很高的敏感性,能够及早地检测出潜在的安全隐患,从而避免了工程事故的扩大。同时,基于物联网的高效率互联,可实现跨地域协同调度,为水资源的有效利用与安全保障提供有力保证。

3.3 人工智能与机器学习技术

人工智能与机器学习技术通过对历史数据和实时数据的分析,为水利水电工程提供了智能化的调度和预测能力。利用机器学习算法,可以构建洪水预测模型、优化调度方案,

并实现设备运行状态的智能诊断。AI 技术还能够预测设备故障并给出维修建议,由此可以有效地减少维修费用,提高装备的工作可靠性,促进运营管理模式向智能化的决策模式过渡。通过深度学习技术,AI 还可以模拟极端天气条件下的工程响应方案,为应急管理提供科学依据。人工智能技术的普及,可以将传统经营管理中的烦琐过程得到了更有效和准确的解决,使得现代化管理体系更加智能化。

3.4 无人机与遥感技术

在巡检监控中,无人机、遥感等技术起着不可或缺的作用。无人机能够灵活、有效地执行巡视工作,及时发现大坝裂缝、渗漏等隐患,减少人工巡视的费用和风险。而遥感是一种大面积的遥感监测手段,它可以为流域水资源管理、生态保护、灾害防治等领域的发展提供重要的科学依据。这些技术还可以通过定期航拍生成高精度地形图,帮助优化工程设计和周边环境治理。将无人机与遥感相结合,可以有效地提升监测效能,为水利工程长期运营、生态环境保护等提供重要的技术支撑。

4 水利水电工程运行管理现代化的实现路径

4.1 数字化技术的全面应用

将数字技术运用到水利水电项目运营管理中,可以提高资料处理的效率和管理的准确性。通过构建数字化管理平台,该系统能对水文信息、设备运行状况等多维度信息进行实时采集与分析,为科学决策提供数据支撑。如乌东德水电站采用数字技术对库区水文条件、设备运行状态进行实时监控,并利用调度算法对发电、泄流决策进行动态调整,保证了水电站运行收益和防洪安全之间的均衡。

此外,数字化技术还推动了全生命周期管理的实现,从设计、施工到运行和维护的每个环节都能实现数据的无缝衔接。例如白鹤滩水电站,在建设初期就采用了 BIM 技术,将施工过程中的施工信息以数字化的形式记录下来,并将其转换为设备维修、操作优化等方面的重要参考,从而极大地提高生产效率、节约成本。数字技术的充分运用,不但提高了项目的管理水平,而且为资源的优化配置提供了有力的技术支撑。

4.2 智能化技术的深化发展

智能化技术通过引入人工智能、大数据分析和机器学习等手段,为水利水电工程的运行管理提供了全新的解决方案。智能化技术可以实现复杂调度决策的优化,通过分析历史数据和实时信息,自动生成最优调度方案,提高资源配置效率。此外,智能化技术能够通过预测模型提前评估风险,为突发事件的应对提供科学的决策依据,从而显著提升工程的运行安全性。

在设备管理中,采用智能控制技术,能够实时监控设备的运行状况,并进行故障预报。通过该系统的应用,能够及早地发现设备的隐患,并给出维护意见,防止突发故障

对项目的正常运营产生不利的影 响。随着智能技术在工程运营中的深入运用,可以实现管理由经验式管理向数据驱动、自动化方向发展,极大地提高了项目运营管理的效率与可靠性。

4.3 信息化系统的全面集成

信息化系统的全面集成是实现水利水电工程现代化管理的重要路径。通过将设计、施工、运行、维护等阶段的信息整合到统一的平台,可以实现各部门之间的信息共享和协同管理。信息化系统的集成能够消除传统管理中存在的信息孤岛问题,提升管理的整体效率,同时为科学决策提供系统化的支持。

全面集成的信息化系统还可以实现多工程的协同管理和调度。通过构建区域或流域的综合管理平台,可以实现多工程之间的运行数据共享和统一调控,优化水资源的整体配置。同时,信息化集成还可以提高应急调度的能力,特别是在面对极端天气和突发事件时,通过信息化系统的支持,能够快速完成风险评估和调度指令的执行,提升整体防灾减灾能力。

4.4 现代管理机制的创新

现代管理体制改 革是实现水利水电项目经营管理现代化的重要保证。在此基础上,要建立一套科学、合理的管理制度,使各部门之间的责任划分清晰,从而保证管理工作的标准化、高效率。管理机制的创新还需要结合现代技术的发展,构建柔性化的管理模型,提高项目在复杂环境下的适应性。只有建立规范化的项目管理标准,才能全面提升项目运营的整体水平。

同时,要重视人才的培养,优化组织机构。通过强化人才队伍建设,提高队伍的信息化、智能管理水平,保证新技术得到有效运用。此外,通过引入灵活的管理模式,如分级管理和责任制,可以增强管理的科学性和执行力,为水利水电工程运行管理的现代化提供持续动力。

5 结语

水利水电工程运行管理现代化是保障工程效益、资源可持续利用和生态环境保护的关键路径。通过数字化、智能化、信息化和机制创新的多维融合,可以全面提升工程运行效率和风险应对能力,推动行业迈向高质量发展。今后,随着科技的不断突破,管理方式的不断优化,水利工程向智能化、高效化、绿色化方向发展。

参考文献:

- [1] 张键,唐雨竹.北京地区水利工程管理现代化与精细化建设路径研究[J].水利技术监督,2024(7):102-105.
- [2] 王禹苏.水利工程现代化发展常见问题及其对策浅谈[J].中国水运(下半月),2024,24(10):75-76+79.
- [3] 潘韵静.水利工程管理现代化与精细化分析[J].河南水利与南水北调,2024,53(7):86-87.