

论大中型水闸工程精细化管理

章香保 李运龙

南昌市赣抚尾间水利枢纽管理中心 江西 南昌 330009

摘要:大中型水闸工程作为调节水资源、保障防洪安全的关键设施,其精细化管理是提升工程效能、保障安全运行的必然选择。本文基于全生命周期管理、风险管理及智能化理论,从标准化体系构建、动态监控、风险防控、智能化运维等方面系统阐述精细化管理的实施路径,旨在通过精准管控、资源优化与技术创新,实现工程安全性、经济性与应急响应能力的协同提升。

关键词:大中型;水闸工程;精细化管理

引言:大中型水闸工程作为流域防洪、供水、灌溉及生态调控的核心基础设施,其运行效能直接关系到区域经济社会可持续发展与水安全保障。然而,传统粗放式管理模式存在标准不统一、信息化滞后、风险防控能力不足等问题,难以适应新时代水利高质量发展需求。精细化管理通过整合全生命周期理论、智能化技术与标准化体系,为破解管理难题提供了新路径。

1 大中型水闸工程精细化管理理论基础

1.1 精细化管理的内涵与特征

(1)定义:大中型水闸工程精细化管理是贯穿工程全生命周期、覆盖所有管理要素、把控各个实施环节的精准化管理模式。其核心是摒弃传统粗放式管理思维,以精准管控为导向,实现对工程各环节的精准规划、精准执行与精准监督,保障工程运行效能最大化。(2)特征:标准化是管理实施的基础,明确各环节操作规范与技术标准;数据化依托量化指标实现管理精准度提升,为决策提供数据支撑;智能化借助现代技术实现管理流程自动化与智能化升级;动态化则强调根据工程运行状态与环境变化,实时调整管理策略,保障管理的时效性与适应性。

1.2 核心理论支撑

(1)全生命周期管理理论:覆盖工程规划、设计、施工、运维至退役的全阶段,强调各阶段管理的衔接与协同,通过全流程管控规避阶段性管理脱节问题,提升工程整体管理效益。(2)风险管理理论:通过系统的风险识别梳理工程潜在隐患,借助科学评估明确风险等级,针对性制定防控措施,构建全流程风险防控体系,降低风险事件对工程运行的影响。(3)智能化管理理论:以物联网、大数据、BIM等技术为核心,实现工程数据的实时采集、高效分析与可视化呈现,为管理决策提供精准依据,推动管理模式从经验驱动向技术驱动转型。

1.3 精细化管理的价值与目标

(1)提升工程安全性与可靠性:通过精准管控工程运行关键环节,及时排查治理隐患,强化工程结构与运行稳定性,保障工程在各类工况下安全可靠运行。(2)降低全生命周期成本:通过全流程精准规划与资源优化配置,减少无效投入,降低施工、运维等各阶段成本损耗,实现工程全生命周期经济效益最大化。(3)优化资源配置与应急响应能力:依托数据化与智能化管理,实现资源的精准调配,同时提升对突发险情的快速识别与响应能力,保障工程应对各类突发情况的处置效能^[1]。

2 大中型水闸工程精细化管理现状与问题

2.1 国内典型案例分析

(1)案例1:某流域水闸群联合调度管理。该流域搭建三级联合调度平台,整合水文、气象等多源数据实现精准调度。汛期动态调整水闸开度保障防洪安全,枯水期优化水量分配兼顾多元需求,验证了精细化协同管理提升流域水闸群运行效能的可行性,为跨区域统筹管理提供了实践参考。(2)案例2:某大型水闸标准化建设实践。以精细化管理为导向,制定运维、监测、操作全流程标准化规范,配套搭建智能化监测系统与闭环运维台账。建设后设备故障率大幅降低,运维效率提升30%以上,形成了单个大型水闸精细化管理的标准化范本。

2.2 现存问题与挑战

(1)管理标准不统一,区域差异显著。全国缺乏统一的精细化管理标准,各地规范在设备维护、数据采集、安全评估等方面差异较大,增加跨区域协同管理难度,制约信息共享与统筹调度。(2)信息化水平不足,数据孤岛现象突出。部分水闸监测设备老旧、采集手段单一,难以精准获取实时数据;各系统独立建设、数据格式不兼容,形成“数据孤岛”,无法为精细化决策提供全面支撑。(3)运维人员专业能力参差不齐。精细化管理对复

合型知识需求高,但部分地区运维队伍结构老化、专业人才流失,人员缺乏系统培训,智能化操作与数据分析能力不足,难以适配管理需求。(4)应急预案与实际需求脱节。部分预案照搬通用模板,未结合水闸自身特点与流域水文特征针对性编制;应急演练流于形式,实战性不足,突发险情时难以有效落地,处置效率低下。

3 大中型水闸工程精细化管理关键要素

3.1 标准化管理体系构建

(1) 制度标准:作为精细化管理的核心保障,需建立覆盖全流程的制度体系。操作规程需明确水闸启闭、设备运行等关键环节的操作流程与安全规范,避免人为操作失误;维护手册要细化设备日常巡检、定期保养的周期、内容及标准,确保运维工作有序开展;考核机制应结合管理目标设定量化指标,涵盖工程安全性、运维效率、成本控制等维度,通过奖惩激励提升管理人员责任意识与工作效能^[2]。(2) 技术标准:需衔接国家及行业规范,制定统一的技术标准体系。设计规范要结合水闸规模、水文条件等实际情况,明确结构设计、材料选用等技术要求;施工标准需规范施工工艺、质量控制要点,保障工程建设质量;验收标准要细化各阶段验收指标与流程,确保工程从建设到投用全程符合精细化管理要求,为后续运维管理奠定基础。

3.2 全生命周期动态监控

(1) 监测技术:构建多元化监测体系支撑全生命周期管控。传感器网络可实时采集闸室结构应力、渗流量、设备运行参数等关键数据;无人机巡检能快速覆盖水闸全域,精准识别坝体裂缝、周边环境隐患等视觉难以企及的问题;数字孪生技术通过构建虚拟仿真模型,实现工程运行状态的可视化呈现与动态模拟,为管理决策提供直观依据。(2) 数据整合:搭建多源数据融合与可视化平台,打破数据壁垒。通过标准化数据接口整合水文、气象、监测、运维等多领域数据,采用大数据技术进行清洗、分析与挖掘;可视化平台将处理后的数据以图表、模型等形式直观展示,实现工程运行状态实时监控、异常数据自动预警,提升管理决策的精准性与时效性。

3.3 风险防控与应急管理

(1) 风险识别:建立常态化风险排查机制,聚焦核心风险点。结构安全方面重点排查闸室、坝体等关键部位的结构稳定性;设备老化方面关注启闭机、电机等核心设备的损耗状态与寿命预警;极端天气方面针对暴雨、洪水、寒潮等灾害,预判其对工程运行的潜在影响,形成全面的风险清单。(2) 应急预案:构建分级响应机制并强化模拟演练。根据风险等级划分应急响应级别,明

确不同级别下的处置流程、责任主体与资源调配方案;定期开展针对性模拟演练,模拟极端天气、设备故障等场景,检验预案可行性与人员处置能力,通过演练优化预案细节,提升应急响应的实战效能^[3]。

3.4 智能化运维与决策支持

(1) AI预测性维护:依托AI技术实现设备运维智能化升级。通过分析设备运行历史数据与实时监测数据,构建故障预警模型,提前预判设备潜在故障并发出预警;同时开展设备寿命评估,制定个性化维护计划,变“事后维修”为“事前预防”,降低设备故障率与运维成本。(2) 优化调度:基于水文模型制定科学的闸门启闭策略。整合长短期水文、气象预测数据,构建精准的水文预测模型,模拟不同水文情景下的水量变化;结合防洪、灌溉、供水等多元需求,智能优化闸门启闭时序与开度,实现水资源高效利用与工程安全运行的协同保障。

4 大中型水闸工程精细化管理优化路径

4.1 政策与制度保障

(1) 完善法律法规,明确管理责任主体。针对当前大中型水闸管理责任界定模糊、监管缺位等问题,需进一步修订完善水利工程管理相关法律法规,明确各级政府、水利部门、工程管理单位的权责边界,构建“权责清晰、分工明确、监管到位”的责任体系。同时,将精细化管理要求纳入法规条款,细化管理考核与问责机制,对管理失职、违规操作等行为实施严格追责,为精细化管理的推进提供刚性制度约束。(2) 推动行业标准统一与区域协同。由国家水利主管部门牵头,整合各地区现有管理规范,制定全国统一的大中型水闸精细化管理行业标准,涵盖数据采集、设备维护、安全评估、调度运行等关键环节的技术参数与操作规范。建立跨区域协同管理机制,打破行政壁垒,推动流域内各地区共享管理经验、统一调度标准,通过建立区域联动平台实现水情信息、风险预警、应急资源等要素的互联互通,提升全域水闸管理的协同效能。

4.2 技术创新与应用

(1) 推广BIM+GIS技术,实现工程三维可视化。大力推广BIM(建筑信息模型)与GIS(地理信息系统)融合技术的应用,在工程规划设计阶段构建全要素三维模型,整合地形、地质、水文等基础数据;在施工阶段实现施工过程的可视化监控与质量追溯;在运维阶段通过模型与实际工程数据的实时联动,直观呈现工程结构状态、设备运行参数等信息,支持管理人员精准定位隐患、制定维修方案。同时,依托GIS技术的空间分析能力,为跨区域水闸群的统筹调度提供空间数据支撑^[4]。(2) 构建

“云-边-端”一体化智能管理平台。以数字化转型为契机,搭建“云端存储计算+边缘节点处理+终端感知控制”的一体化智能管理平台。终端层面升级改造监测设备,实现数据实时采集与本地初步处理;边缘节点负责就近处理海量实时数据,降低传输延迟,提升应急响应速度;云端平台承担数据存储、深度分析、模型运算等核心功能,结合AI算法实现故障预警、调度优化等智能决策。通过该平台打破“数据孤岛”,实现全生命周期数据的整合共享与高效利用,推动管理模式从“被动应对”向“主动预判”转型。

4.3 人才培养与团队建设

(1) 专业化培训体系:技术、管理、应急能力。建立分层分类的专业化培训体系,针对管理人员、技术人员、运维人员等不同岗位需求,定制培训内容。技术培训聚焦BIM、大数据、智能监测等新技术应用;管理培训侧重精细化管理理念、标准化流程、成本管控等知识;应急培训强化风险识别、预案执行、应急处置等实操能力。采用“线上课程+线下实操+案例教学”相结合的方式,定期组织培训与考核,将考核结果与岗位晋升、绩效评价挂钩,提升队伍整体专业素养。(2) 引入第三方专业机构参与运维。针对部分地区运维队伍能力不足、资源短缺等问题,积极推行“政府监管+第三方运维”模式,通过市场化招标引入具备专业资质的第三方机构参与水闸运维工作。明确第三方机构的服务范围、质量标准与考核要求,借助其专业技术团队与先进设备,提升运维工作的专业化、精细化水平。同时,建立政府监管与社会监督相结合的评价机制,定期对第三方服务质量进行评估,保障运维工作成效^[5]。

4.4 公众参与与社会监督

(1) 信息公开透明化。建立水闸工程管理信息公开制度,通过政府官网、政务新媒体等渠道,定期公开水闸运行状态、水质监测数据、调度方案、维修养护等关

键信息,保障公众的知情权与监督权。重点推进水质监测数据、防洪调度信息等与公众生活密切相关的内容共享,让公众直观了解水闸工程的公益价值与管理成效,增强公众对精细化管理工作的理解与支持。(2) 建立公众反馈渠道与激励机制。搭建多元化公众反馈渠道,开通热线电话、网络留言平台、意见箱等,鼓励公众参与水闸管理监督,及时反馈工程运行隐患、周边环境问题等。同时,建立公众监督激励机制,对提供有价值线索、提出合理化建议的公众给予精神或物质奖励,提升公众参与积极性。定期梳理公众反馈意见,建立问题整改台账,及时向公众反馈整改情况,形成“公众参与-监督反馈-整改落实-结果公开”的闭环管理。

结束语

大中型水闸工程精细化管理是推动水利现代化的关键举措,其通过标准化体系构建、全生命周期动态监控、智能化技术融合及多方协同共治,实现了工程安全、资源节约与应急能力的全面提升。未来,需进一步强化政策引导、技术创新与人才培养,打破数据壁垒与区域局限,构建“技术-管理-社会”多元协同的精细化管理模式,为保障国家水安全、推动水利高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]尹杨辉.水闸工程实施精细化资料管理的研究[J].山西建筑2024(6):75-77.
- [2]邱爱华,苗艳丽,王连勇.德州市陵城区水利工程标准化管理实践与探讨[J].中国水能及电气化,2023(5):59-63.
- [3]范志永,胡丽媛.内蒙古自治区水利工程安全运行存在问题及对策[J].内蒙古水利,2023(5):56-57.
- [4]刘晨,格桑旺久,刘洋等.拉萨河水闸工程运行管理现状与建议对策[J].治淮,2023(10):41-42.
- [5]马宁辰.浅析水闸维修养护精细化管理[J].工程技术,2022(9):117-119.