

水利工程管理的现代化与精细化研究

盛高陆

金华市水文管理中心 浙江 金华 321000

摘要: 随着水资源调控需求升级与数字技术发展,传统水利工程管理模式面临效率低、精度不足等问题,推动管理向现代化与精细化转型成为必然。本文围绕水利工程管理的现代化与精细化展开研究,界定了二者核心内涵,明确现代化管理的特征及核心要素,阐述精细化管理的要求与实施原则。构建了现代化关键技术支撑体系,涵盖基础感知、数据处理、综合管理平台与安全保障四层技术;设计精细化实施框架,包括目标分解、全生命周期流程与关键环节管控策略。最后提出二者融合的管理模式,搭建“技术-流程-决策”三层架构与双向协同机制。研究为水利工程管理转型提供理论支撑与实操路径,助力提升工程管理效能与安全保障能力。

关键词: 水利工程管理;现代化;技术支撑体系;精细化;实施操作路径

引言:当前我国水利工程规模扩大,对管理的系统性、智能化要求显著提升,而现有研究多单独探讨二者,缺乏融合路径设计。本文立足这一现实需求,系统分析现代化与精细化的核心内容,构建技术支撑体系与实施框架,探索二者融合模式,旨在破解传统管理瓶颈,为水利工程管理高质量发展提供科学方案,具有重要理论与实践意义。

1 水利工程管理现代化与精细化概述

1.1 现代化管理的特征与核心要素

水利工程管理现代化是顺应时代发展需求,以技术创新和管理变革为核心的转型过程,具有鲜明特征与核心要素。从特征来看,系统性是首要特点,强调打破传统分散管理模式,将工程规划、建设、运维等全流程纳入统一管理体系,实现各环节协同联动;智能化是关键标志,依托数字技术推动管理方式从“人工主导”向“人机协同”转变,提升决策的科学性与响应的及时性;开放性体现为管理体系与外部环境的动态适配,能结合政策导向、技术革新与社会需求调整管理策略,增强工程服务效能。

其核心要素包含三方面:(1)技术要素,以物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术为支撑,构建数字化监测、分析与管控体系,为管理提供技术底座;(2)制度要素,建立符合现代化要求的管理制度与标准规范,明确管理权责、流程与评价机制,保障管理活动有序开展;(3)组织要素,优化管理机构设置与人员配置,形成高效协作的组织架构,提升管理团队的执行力与创新能力。

1.2 精细化管理的本质要求与实施原则

水利工程管理精细化的本质,是通过对管理过程的

精准把控、对管理资源的高效配置,实现管理效益的最大化,核心要求体现为“精准化”“规范化”“高效化”。精准化要求聚焦管理中的关键节点与薄弱环节,通过细化指标、量化标准,消除管理盲区,确保各项工作精准落地;规范化要求建立统一的管理流程与操作规范,减少人为因素干扰,保障管理活动的一致性与稳定性;高效化要求以最小的资源投入(人力、物力、财力)实现最优的管理效果,提升工程运行效率与服务质量。

实施精细化管理要遵循三大原则:(1)全周期覆盖原则,将精细化理念贯穿水利工程规划、建设、运维、报废的全生命周期,避免管理断档;(2)问题导向原则,针对传统管理中存在的效率低下、成本失控、风险隐患等问题,制定精准的改进措施,靶向解决问题;(3)持续优化原则,结合管理实践中的反馈信息,动态调整精细化指标与流程,不断提升管理的精准度与有效性,形成“实践-优化-再实践”的良性循环^[1]。

2 水利工程管理现代化的关键技术支撑体系

2.1 基础感知与数据采集技术层

该技术层核心作用是实现对工程运行状态、周边环境等数据的实时、精准采集,为后续分析与决策提供原始数据支撑,主要包含以下技术类型:(1)物联网感知技术:通过部署各类传感器(如水位传感器、雨量传感器、渗压传感器、应力应变传感器等),实现对水利工程关键指标的自动化采集,无需人工干预,减少人为误差,提升数据采集的实时性与连续性;(2)遥感技术:利用卫星遥感、无人机遥感等手段,对水利工程流域范围的地形地貌、水体面积、植被覆盖等宏观数据进行采集,尤其适用于大范围、难抵达区域的数据获取,弥补地面监测的覆盖盲区;(3)数据传输技术:依托4G/5G、北斗

通信、光纤通信等多种传输方式,构建稳定、高速的数据传输网络,确保采集到的各类数据能及时上传至管理平台,避免数据滞留,保障数据的时效性。

2.2 数据处理与分析技术层

采集到的原始数据需经过处理与分析,才能转化为有价值的管理信息,该技术层主要承担数据清洗、存储、分析与挖掘的功能,具体包括:(1)数据清洗与标准化技术:通过数据去重、异常值剔除、格式统一等操作,解决原始数据中存在的冗余、错误问题,同时按照统一的数据标准对数据进行规范化处理,确保数据的准确性与一致性,为后续分析奠定基础;(2)大数据存储技术:采用分布式存储架构(如Hadoop、Spark等),应对水利工程海量数据(包括实时监测数据、历史数据、文档数据等)的存储需求,实现数据的安全存储与高效调用,避免因数据量过大导致的存储瓶颈;(3)数据分析与挖掘技术:运用统计分析、机器学习、深度学习等算法,对处理后的data进行多维度分析,如工程运行趋势预测(如水位变化趋势、裂缝发展趋势)、风险隐患识别(如渗漏风险、结构失稳风险)、资源优化配置分析(如水资源调度方案优化),将数据转化为可指导管理实践的决策依据。

2.3 综合管理与应用平台技术层

该技术层将数据处理与分析的结果整合到统一平台,实现对工程管理全流程的数字化、可视化管控,推动管理流程的优化与协同,主要涵盖以下技术模块:(1)地理信息系统(GIS)技术:将水利工程的空间数据(如工程位置、设施分布、流域地形等)与属性数据(如工程参数、运行数据、管理信息等)进行叠加整合,构建可视化的空间信息平台,直观呈现工程全貌,支持基于空间位置的查询、分析与决策;(2)工程运行管控模块技术:在平台中搭建工程日常运维管理功能,包括设备巡检管理(制定巡检计划、记录巡检结果、跟踪问题整改)、维修保养管理(生成维修工单、管理维修资源、记录维修过程)、调度管理(如闸门调度、水资源调度),实现管理流程的线上化、规范化;(3)应急指挥模块技术:整合预警信息、应急资源信息(如应急队伍、物资储备、救援设备)、应急预案等,在突发情况(如暴雨、洪水、工程险情)发生时,能快速调取相关信息,辅助制定应急处置方案,实现应急指挥的高效协同。

2.4 安全保障技术层

水利工程管理现代化依赖大量技术与数据的应用,安全保障技术层主要围绕数据安全、系统安全、物理安全展开:(1)数据安全技术:采用数据加密(传输加密、存储加密)、访问控制(基于角色的权限管理、数据访问日

志记录)、数据备份与恢复(定期备份、异地备份)等技术,防止数据泄露、篡改、丢失,保障数据的安全性与完整性;(2)系统安全技术:通过防火墙、入侵检测系统(IDS)、入侵防御系统(IPS)等技术,抵御外部网络攻击与恶意代码入侵,同时定期对管理平台进行漏洞扫描与系统更新,修复安全隐患,确保系统稳定运行;(3)物理安全技术:针对传感器、数据采集设备、服务器等硬件设施,采取防雷、防腐蚀、防破坏等防护措施,同时建立硬件设备的定期巡检与维护机制,避免因硬件故障导致技术体系中断运行^[2]。

3 水利工程管理精细化的实施框架与操作路径

3.1 精细化管理的目标分解与指标体系

水利工程管理精细化要先明确目标并细化指标,形成可落地、可衡量的管理指引,具体包含目标分解与指标设计两方面:(1)目标分解:遵循“总体目标-阶段目标-环节目标”的层级逻辑,将“提升工程运行效能、保障工程安全、优化资源配置”的总体目标,拆解为规划阶段“精准匹配需求”、建设阶段“严控质量成本”、运维阶段“高效保障运行”、报废阶段“规范资源回收”的阶段目标,再进一步细化为各环节的具体目标,确保目标层层传递、无断层;(2)指标体系设计:从“安全、质量、效率、成本”四大维度构建量化指标,安全维度涵盖工程结构稳定系数、隐患排查覆盖率等;质量维度包含工序合格率、材料达标率等;效率维度涉及运维响应时效、设备完好率等;成本维度包括单位运维成本、资源利用率等,指标需明确计算方法、数据来源与考核标准,避免模糊表述。

3.2 全生命周期精细化管理流程

以水利工程全生命周期为脉络,将精细化管理理念贯穿各阶段,形成闭环管理流程:(1)规划阶段:聚焦“需求精准匹配”,通过梳理区域水资源供需、防洪标准等核心需求,细化工程功能定位与规模设计,明确技术参数、建设标准的细化要求,同时开展环境影响、成本测算的精细化分析,为工程建设奠定基础;(2)建设阶段:围绕“过程精准管控”,细化施工流程,明确各工序的操作规范、质量控制点与验收标准,建立施工进度、质量、成本的实时跟踪机制,同步做好材料进场检验、施工人员培训的精细化管理,避免过程偏差;(3)运维阶段:侧重“动态精准保障”,制定精细化巡检计划,明确巡检频次、范围与内容,建立设备台账与维护档案,细化维护周期与操作流程,同时实时监测工程运行数据,及时识别异常并启动处置流程;(4)报废阶段:注重“资源精准回收”,制定精细化报废方案,明确工程拆除流程、

废弃物分类标准与回收利用要求，同步开展工程退役后的环境修复规划，确保全周期管理闭环。

3.3 关键环节的精细化管控策略

针对水利工程管理中的核心环节，制定针对性管控策略，强化管理精度：（1）质量管控：建立“事前预防-事中监督-事后验收”的全流程策略，事前细化质量标准与技术交底要求，事中加强关键工序旁站监督与抽样检测，事后严格按照细化指标开展验收，对不合格项建立闭环整改机制；（2）安全管控：构建“风险识别-评估-防控-应急”的全链条策略，定期开展精细化风险排查，量化风险等级，针对高风险环节制定专项防控措施，同时细化应急预案，明确应急响应流程、责任分工与资源调配要求；（3）成本管控：实施“预算细化-过程管控-结算审核”的全周期策略，编制精细化成本预算，分解至各环节与时间段，过程中实时跟踪成本支出与预算偏差，及时调整管控措施，结算时按细化标准审核各项费用，确保成本可控^[3]。

4 现代化与精细化融合的水利工程管理模式构建

4.1 融合模式的整体架构设计

融合模式以“技术为基、精细为魂”搭建三层架构。（1）底层为技术支撑层，整合物联网、大数据等现代化技术，搭建统一数据采集与处理平台，为精细化管理提供实时、精准的数据支撑，实现“数据驱动精细决策”；（2）中间层为流程管控层，将精细化管理要求嵌入工程全生命周期流程，细化各环节管理指标与操作标准，借助数字化平台实现流程透明化、管控精准化，达成“技术赋能精细执行”；（3）顶层为决策优化层，基于数据分析结果与精细化管控反馈，动态调整管理策略，平衡工程安全、效率与成本目标，形成“数据-流程-决策”的闭环管理。

4.2 技术赋能与流程优化的协同机制

建立双向协同机制保障融合落地。（1）技术赋能流程优化，通过数字化平台打破流程壁垒，实现各环节数据实时共享，减少信息滞后导致的管理偏差，同时利用智能分析工具精准识别流程中的冗余环节，推动流程精简与重构；（2）流程优化反哺技术应用，根据精细化管理对数据精度、响应速度的需求，明确技术升级方向，避免技术应用与管理实际脱节，同时通过流程规范明确数据采集、分析与应用的标准，确保技术输出成果能直接服务于精细化管控，形成“技术-流程”相互促进的良性循环^[4]。

结束语：本文通过对水利工程管理现代化与精细化的系统研究，明确了二者的内涵、技术支撑与实施路径，提出的融合管理模式有效衔接技术创新与精细管控，形成闭环管理体系。未来，可进一步结合新兴技术迭代优化融合模式，针对不同类型水利工程细化管控指标，推动研究成果落地应用。相信随着模式的推广，将持续提升水利工程管理水平，为保障水资源安全与社会经济发展提供更强支撑。

参考文献：

- [1]周延良.水利工程管理现代化与精细化建设分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)农业科学,2025(9):072-074.
- [2]陈琳.水利工程管理现代化与精细化建设路径探究[J].工程建设与设计,2024(16):239-242.
- [3]王元.浅析基层水利工程现代化精细化管理策略[J].治淮,2024(6):63-64.
- [4]杨培福.水利工程管理现代化与精细化建设探讨[J].前卫,2024(12):210-212.