

# 水利水电工程技术创新及管理研究

陈立威 王现春

开封第一黄河河务局

DOI:10.32629/bd.v9i6.4533

**[摘要]** 本文聚焦水利水电工程技术创新与管理。在技术创新上,涵盖关键技术领域创新、驱动因素及面临的挑战;管理优化策略包括全生命周期、风险、信息化与智能化、标准化与规范化管理。同时探讨技术创新与管理的协同机制,指出二者相互促进。展望未来,人工智能将深度融合,全球化背景下技术标准互认与管理模式创新成趋势。旨在为水利水电工程高质量发展提供理论支持与实践参考。

**[关键词]** 水利水电工程;技术创新;工程管理

**中图分类号:** TV5 **文献标识码:** A

## Research on Technological Innovation and Management of Water Conservancy and Hydropower Engineering

Liwei Chen Xianchun Wang

Kaifeng First Yellow River Bureau

**[Abstract]** This paper focuses on technological innovation and management of water conservancy and hydropower engineering. In terms of technological innovation, it covers key areas of technological innovation, driving factors, and challenges faced. Management optimization strategies include lifecycle management, risk management, information and intelligent management, and standardization and normalized management. At the same time, it explores the synergistic mechanism between technological innovation and management, pointing out that they promote each other. Looking to the future, artificial intelligence will be deeply integrated, and under the background of globalization, mutual recognition of technical standards and innovation in management models will become trends. The aim is to provide theoretical support and practical reference for the high-quality development of water conservancy and hydropower engineering.

**[Key words]** water conservancy and hydropower engineering; technological innovation; engineering management

### 引言

水利水电工程作为国家基础设施建设的关键部分,对保障水资源安全、推动经济发展意义重大。在时代发展浪潮下,传统水利水电工程面临诸多新挑战,技术创新与管理优化成为必然要求。技术创新能提升工程效能,管理优化可保障工程顺利运行。深入探究水利水电工程技术创新及管理,有助于解决实际问题,推动行业可持续发展,更好地服务国家战略与民生需求。

### 1 水利水电工程技术创新体系

#### 1.1 关键技术领域创新

水利水电工程关键技术领域创新聚焦工程建设、运行、管护全流程核心痛点,围绕高效开发、绿色低碳、安全可控目标持续突破。在水资源开发利用领域,创新高坝大库建设技术,优化混凝土配合比与浇筑工艺,提升坝体抗渗、抗裂性能,攻克高海拔、高地震烈度区筑坝技术难题;在水生态保护领域,研发生态友好型施工技术,推广鱼类增殖放流、生态流量调控等关键技术,

减少工程建设对流域生态系统的扰动。在水力发电领域,突破大容量水轮发电机组设计制造技术,提升发电效率与稳定性,推动抽水蓄能电站关键技术国产化,实现储能与调峰能力升级<sup>[1]</sup>。在智慧监测、节水灌溉、水土保持等领域,融合新技术研发新型监测设备与治理方案,推动关键技术从“跟跑”向“并跑”“领跑”转变,为水利水电工程高质量发展提供核心技术支撑,每一项技术创新都紧密贴合工程实际需求,兼顾实用性与前瞻性。

#### 1.2 技术创新驱动因素

水利水电工程技术创新的驱动因素呈现多元化、多层次特征,核心可归纳为政策、需求、科技、市场四大维度。政策层面,国家出台一系列水利强国建设规划,明确技术创新导向,加大财政投入与政策扶持力度,鼓励企业、科研院所开展产学研协同创新,为技术创新提供良好的政策环境与保障。需求层面,随着经济社会发展,水资源短缺、水旱灾害频发、生态环境脆弱等问题日益突出,对水利水电工程的防洪、供水、发电、生态保护等功

能提出更高要求, 倒逼技术持续创新以满足实际需求。科技层面, 信息技术、新材料、新能源等前沿技术的快速发展, 为水利水电技术创新提供了跨界融合的技术支撑, 推动传统工程技术向智能化、绿色化转型。市场层面, 行业竞争日趋激烈, 企业为提升核心竞争力、降低工程成本、提高工程质量, 主动加大创新投入, 聚焦关键技术突破, 形成“需求牵引、政策引导、科技支撑、市场推动”的多元驱动格局, 推动技术创新持续向前发展。

### 1.3 技术创新面临的挑战

当前水利水电工程技术创新仍面临诸多挑战, 制约创新效能的充分发挥。一是创新投入不均衡, 部分中小企业创新资金不足, 科研经费集中在大型企业与重点项目, 基层工程技术创新投入短缺, 难以开展常态化创新研究。二是产学研协同不够深入, 科研院所的技术研发与工程实际需求结合不紧密, 存在“重理论、轻应用”现象, 技术成果转化率偏低, 许多先进技术难以有效落地应用。三是高端创新人才匮乏, 水利水电工程领域兼具理论知识与实践经验的复合型人才短缺, 人才培养速度难以匹配创新发展需求, 核心技术研发与成果转化的人才支撑不足。四是核心技术受制于外, 部分高端施工设备、监测仪器与关键零部件仍依赖进口, 自主研发能力不足, 存在技术安全隐患。另外, 创新激励机制不完善、技术标准不健全等问题, 也进一步影响了技术创新的积极性与持续性。

## 2 水利水电工程管理优化策略

### 2.1 全生命周期管理模式

水利水电工程全生命周期管理模式, 是将工程规划、设计、建设、运行、管护、退役等各个阶段作为一个有机整体, 实施全过程、系统性管理, 打破各阶段相互割裂的管理壁垒。在规划设计阶段, 充分考虑工程建设的经济性、安全性与生态性, 结合流域水资源禀赋与经济社会发展需求, 制定科学合理的规划方案, 为工程全生命周期管理奠定基础。建设阶段, 强化施工质量、进度、成本与安全管理, 严格落实施工规范, 加强现场管控, 避免施工过程中的盲目决策与资源浪费。运行阶段, 建立常态化监测与维护机制, 实时掌握工程运行状态, 及时排查安全隐患, 保障工程稳定运行<sup>[2]</sup>。管护与退役阶段, 加强日常管护, 合理安排维修改造资金, 在工程达到服役年限后, 科学实施退役处置, 减少对生态环境的影响。全生命周期管理通过统筹各阶段管理工作, 实现资源优化配置, 提升工程整体管理效能, 延长工程使用寿命。

### 2.2 风险管理机制

水利水电工程具有投资大、工期长、技术复杂、受自然环境影响大等特点, 面临的风险种类繁多, 构建完善的风险管理机制至关重要。首先, 建立全面的风险识别体系, 结合工程实际, 系统识别规划设计、建设、运行等各阶段可能存在的自然风险、技术风险、经济风险、安全风险与生态风险, 明确风险类型与影响范围。其次, 完善风险评估机制, 采用科学的评估方法, 对各类风险的发生概率、影响程度进行量化评估, 划分风险等级, 明确重点管控对象。再次, 制定针对性的风险应对策略, 针对不同等

级的风险, 分别采取规避、降低、转移、承受等应对措施, 建立风险应急预案, 确保风险发生时能够快速响应、有效处置, 最大限度降低风险损失。最后, 强化风险全过程管控, 建立风险动态监测与更新机制, 实时跟踪风险变化情况, 及时调整风险管控措施, 同时加强风险管理考核, 将风险管理责任落实到具体岗位与个人, 形成“全员参与、全过程管控”的风险管理格局。

### 2.3 信息化与智能化管理

信息化与智能化管理已然成为水利水电工程管理优化的关键方向。借助融合大数据、物联网、人工智能等一系列前沿技术, 能够有力推动管理模式从传统人工管理朝着智能化、精准化管理大步转型。在工程监测环节, 大量部署智能监测设备, 这些设备如同敏锐的“哨兵”, 可实时采集坝体沉降、渗流量、水位、流速等关键数据。通过对海量数据的深度挖掘与分析, 利用大数据分析技术, 能够提前洞察潜在的风险隐患, 并实现精准研判, 为工程安全保驾护航。运行管理方面, 构建智能化运行管控平台意义重大。借助该平台, 可实现对水轮发电机组、闸门等设备的远程控制与自动化调度, 让设备运行更加高效有序。这不仅极大提升运行效率, 还减少人工干预, 降低人力成本与运营成本。管护工作中, 无人机巡检、智能巡检机器人等先进设备大显身手, 逐步替代传统人工巡检。它们能够轻松抵达人工难以到达的区域, 扩大巡检范围, 提高巡检效率与精度, 及时发现并处置工程隐患。建立工程大数据管理中心, 整合工程各阶段、各领域的管理数据, 实现数据的深度共享与高效利用, 为管理决策提供坚实、科学的依据, 推动水利水电工程管理朝着数字化、智能化、精细化方向稳步迈进, 全面提升管理的科学性与高效性。

### 2.4 标准化与规范化管理

标准化与规范化管理是提升水利水电工程管理质量与效率的重要保障, 通过建立健全统一的管理标准与规范体系, 规范管理流程与行为, 避免管理的随意性。在工程建设方面, 制定统一的施工质量标准、安全管理规范、进度控制标准, 明确施工各环节的技术要求与管理要求, 确保施工质量与安全<sup>[3]</sup>。在运行管护方面, 建立标准化的运行操作规程、设备维护规范、监测评价标准, 明确运行管护的职责与流程, 提升运行管护的规范化水平。同时完善管理标准的更新机制, 结合技术创新与工程实际需求, 及时修订完善相关标准与规范, 确保标准的科学性、适用性与前瞻性。加强标准化与规范化管理的宣传培训, 提高管理人员的标准意识与执行能力, 推动各项标准与规范落到实处, 形成“有标准可依、有规范可循、有责任可究”的管理格局, 全面提升工程管理水平。

## 3 技术创新与管理的协同机制

### 3.1 技术创新对管理的促进作用

技术创新是推动水利水电工程管理优化升级的核心动力, 对管理模式、管理方法、管理效率具有显著的促进作用。一方面, 技术创新推动管理模式转型, 随着智能化、信息化技术的创新应用, 传统的人工管理、分散管理模式难以适应技术发展需求, 倒逼管理模式向智能化、集中化、精细化转型, 打破管理壁垒,

实现各环节的协同管理。另一方面,技术创新优化管理方法,新型监测技术、大数据分析技术等的应用,使管理决策更加科学精准,改变了传统“经验型”管理的局限性,能够基于实时数据实现风险预警、精准调度与高效管护,提升管理的科学性与针对性。另外,技术创新提升管理效率,自动化设备、远程控制技术等的应用,减少人工投入,降低管理人员的工作强度,缩短了管理流程,实现管理资源的优化配置,推动管理效率大幅提升,同时也促进管理理念的更新,推动管理人员树立创新、高效、绿色的管理理念。

### 3.2 管理创新对技术落地的支撑作用

管理创新是技术创新落地生根、发挥实效的重要保障,没有完善的管理体系支撑,先进技术难以有效应用于工程实际。首先,管理创新完善技术成果转化机制,通过建立产学研协同管理平台、技术成果推广体系,打通技术研发与工程应用的通道,明确技术成果转化的流程、责任与激励措施,推动科研成果快速转化为实际生产力。其次,管理创新优化资源配置,通过科学的管理机制,合理调配人力、物力、财力等资源,为技术创新与技术应用提供充足的资源保障,确保先进技术能够顺利投入使用并发挥作用。再次,管理创新强化技术应用的考核激励,将技术应用效果纳入管理人员与企业的考核体系,建立健全激励机制,鼓励管理人员主动学习、应用先进技术,提升技术应用的积极性与主动性。此外,管理创新完善技术应用的保障体系,建立技术培训、设备维护、标准规范等配套机制,解决技术应用过程中遇到的各类问题,为技术落地提供全方位支撑。

## 4 未来展望

### 4.1 人工智能与水利水电工程的深度融合

未来,人工智能将与水利水电工程深度融合,推动工程技术与管理实现跨越式发展,开启智慧水利新时代。在技术研发方面,人工智能技术将用于优化工程设计方案,通过大数据分析 with 模拟仿真,精准预测工程建设过程中的各类问题,提升设计的科学性与合理性;在施工方面,人工智能将结合机器人技术,实现高空作业、水下作业等危险环节的自动化施工,提升施工安全与效率,降低施工成本。在运行管护方面,人工智能将实现工程运行状态的实时监测、智能研判与自动调控,构建智能化预警防控体

系,能够提前预判水旱灾害、工程隐患等风险,实现精准防控与快速处置<sup>[4]</sup>。人工智能还将与水资源调度深度融合,结合流域水资源禀赋与用水需求,实现水资源的智能调配,提升水资源利用效率,推动水利水电工程向“智慧化、绿色化、高效化”方向发展,为水利强国建设提供强大的技术支撑。

### 4.2 全球化背景下技术标准互认与管理模式创新

在全球化深入发展的背景下,水利水电工程领域的国际合作日益密切,技术标准互认与管理模式创新成为未来发展的重要趋势。一方面,积极推动我国水利水电工程技术标准与国际标准对接,参与国际标准的制定与修订,提升我国技术标准的国际话语权,实现技术标准互认,为我国水利水电企业“走出去”提供支撑,促进国际技术交流与合作。另一方面,借鉴国际先进的管理经验,结合我国工程实际,创新管理模式,推动管理理念、管理方法、管理体系的国际化升级,提升我国水利水电工程的国际竞争力。同时,加强与沿线国家的水利水电合作,共享技术创新成果与管理经验,推动全球水利水电工程高质量发展,实现互利共赢,助力构建人类命运共同体。

## 5 结束语

水利水电工程技术创新与管理研究意义深远。技术创新为工程发展注入动力,管理优化保障工程高效运行,二者协同共进推动行业进步。未来,人工智能深度融合与全球化背景下技术标准互认、管理模式创新,将开启新篇章。应持续关注行业动态,加强研究与实践,不断提升水利水电工程的技术水平与管理能力,为国家水利事业发展和构建人类命运共同体贡献力量。

### [参考文献]

- [1]覃文琨.水利水电工程技术创新及管理研究[J].建筑技术与设计,2024,12(14):163-165.
- [2]尚海峰,范晓利,马宏斌.基于大数据的水利水电工程全生命周期管理研究[J].水上安全,2025(14):64-66.
- [3]罗为.水利水电工程施工技术管理研究[J].垂钓,2022(10):152-154.
- [4]曾俊明.水利水电工程建设前期投资风险管理研究[J].城市周刊,2025(24):121-123.