

# 水利工程施工技术及其管理水平提升策略

朱建武 沙浩

灌南县水利建筑工程有限公司 江苏 连云港 222000

**摘要：**我国水利工程在施工技术与管理方面取得一定进展，但仍存诸多问题。施工技术上，存在机械化不足、质量通病、环保短板及极端环境适应性差等问题；管理层面，信息化程度低、协同机制缺失、风险管控与标准化管理不完善。提升策略包括推广新型材料与工艺、融合智能化技术、创新绿色施工，同时构建数字化管理平台、完善标准化与精细化管理体系、强化风险预警与人才队伍建设。

**关键词：**水利工程；施工技术；管理水平；提升策略

引言：水利作为国家基础性产业，在防洪、灌溉、发电等方面意义重大。随着时代发展，水利工程建设规模不断扩大、技术要求日益提高。然而，当前水利工程施工技术存在机械化程度不均、环保技术应用滞后等问题，管理水平也面临信息化不足、协同困难等挑战。这些问题制约着水利工程建设质量与效益。因此，深入探讨水利工程施工技术及其管理水平提升策略，具有重要的现实意义与紧迫性。

## 1 水利工程施工技术现状与问题分析

### 1.1 核心施工技术体系

(1) 土石方工程：作为水利工程基础施工环节，已形成涵盖开挖、填筑、支护的完整技术链条。开挖技术以机械开挖为主、人工开挖为辅，大型挖掘机、装载机广泛应用；填筑技术注重填料筛选与分层碾压，保障坝体密实度；支护技术则结合边坡稳定性需求，采用锚杆支护、喷锚支护等多种方式，提升边坡抗滑能力。(2) 混凝土工程：针对高坝等大型水利工程需求，高坝浇筑技术不断升级，泵送混凝土、碾压混凝土浇筑技术大幅提升施工效率；温控防裂技术成为核心重点，通过预埋冷却水管、优化配合比、分层浇筑等措施，有效控制混凝土水化热引发的裂缝问题。(3) 基础处理：聚焦地基承载力与防渗需求，地基加固技术采用振冲碎石桩、高压喷射注浆等工艺，改善地基土力学性能；防渗技术以防渗墙、帷幕灌浆为核心，构建全方位防渗体系，减少渗漏风险。(4) 机电安装与金属结构工程：随着智能化技术发展，大型水轮发电机组、闸门等设备安装精度不断提升，自动化控制技术逐步融入，实现设备运行的精准调控与高效管理<sup>[1]</sup>。

### 1.2 技术应用中的典型问题

(1) 施工效率低下：部分中小型水利工程机械化程度不足，仍依赖人工操作，不仅施工效率低，还增加人

为误差风险；大型设备调配不合理、各工序衔接不畅，也进一步制约施工进度。(2) 质量通病突出：混凝土裂缝、渗漏问题仍是高发隐患，部分工程因施工工艺不规范、材料管控不严，导致裂缝产生；防渗体系施工缺陷则易引发渗漏，影响工程使用寿命。(3) 环保技术短板：施工过程中泥浆处理不彻底，易污染周边水体；生态修复技术应用滞后，工程建设对周边植被、水生生态的破坏难以快速恢复，与绿色施工要求存在差距。(4) 极端环境适应性不足：在高寒、高原地区，低温、缺氧等环境导致混凝土凝结缓慢、设备性能下降，现有施工技术难以完全适配，制约极端环境下水利工程建设质量与进度。

## 2 水利工程施工管理现状与瓶颈

### 2.1 传统管理模式局限性

(1) 信息化程度低：多数水利工程施工管理仍依赖纸质台账、线下沟通等传统方式，各管理模块数据分散存储，形成“数据孤岛”。施工进度、质量检测、安全巡查等数据无法实时共享，导致管理层难以精准掌握现场动态，决策制定滞后于施工实际，易错失问题处置最佳时机。(2) 协同机制缺失：水利工程参建方众多，涵盖建设、施工、监理、设计等多个主体，传统管理模式缺乏高效协同平台。信息传递多通过层级汇报、会议沟通等方式，存在信息衰减、滞后问题，各参建方权责划分不清、沟通效率低下，易出现工序衔接脱节、问题推诿等情况<sup>[2]</sup>。(3) 风险管控能力不足：风险管控多依赖经验判断，缺乏系统的风险识别、评估及预警机制。针对施工安全中的高空作业、基坑开挖风险，质量管控中的材料验收、工艺规范风险，以及进度管控中的天气影响、设备故障风险，均缺乏精准预判和有效应对措施，易引发安全事故、质量隐患或进度延误。

### 2.2 现代管理技术渗透不足

(1) BIM技术应用深度有限：虽有部分工程引入BIM技术，但多停留在三维建模、图纸审核等基础层面，未实现全生命周期深度应用。在施工模拟、进度可视化管控、各专业协同碰撞检查等核心场景的应用不足，未能充分发挥其优化施工方案、降低成本的核心价值。(2) 智能化监控系统覆盖率低：智能化监控技术推广应用滞后，仅少数大型水利工程配备了视频监控、环境监测等基础系统。针对施工质量的实时监测（如混凝土强度监测）、安全风险动态预警（如边坡位移监测）等智能化系统覆盖率低，难以实现对施工全过程的精准管控。(3) 标准化管理体系不完善：缺乏统一、细化的施工管理标准化流程，各工程在质量验收标准、安全管控规范、进度管理要求等方面存在差异。部分工程管理流程随意性大，标准执行不到位，导致管理质量参差不齐，影响工程整体管控效果。

### 3 水利工程施工技术创新与优化策略

#### 3.1 新型材料与工艺应用

(1) 推广高性能混凝土应用：重点研发并采用自修复混凝土、低热高性能混凝土等新型材料。自修复混凝土通过内置微生物菌剂或胶囊型修复剂，可自主愈合微小裂缝，大幅降低渗漏风险，延长工程使用寿命；低热高性能混凝土通过优化胶凝材料配比、掺入矿物掺合料，显著降低水化热峰值，解决大坝等大型混凝土结构温控防裂难题，提升结构稳定性。(2) 探索3D打印技术在异形结构施工中的应用：针对水利工程中闸门井、异形廊道等复杂异形结构，推广3D打印施工工艺。利用专用混凝土打印设备，结合BIM建模技术精准控制打印路径，实现异形结构的一体化成型，不仅减少模板损耗、降低人工成本，还能提升结构尺寸精度与施工效率，尤其适用于常规施工难度大的特殊部位<sup>[3]</sup>。(3) 普及生态友好型材料：优先选用透水混凝土、植物纤维加固材料等生态友好型产品。透水混凝土用于堤岸护坡施工，可增强水体渗透能力，维持地下水循环平衡；植物纤维加固材料替代传统刚性支护材料，结合植被种植实现护坡加固与生态修复的协同，减少工程建设对周边生态环境的破坏。

#### 3.2 智能化施工技术融合

(1) 融合无人机与遥感技术实现进度动态监测：利用无人机搭载高清摄像头、激光雷达等设备，结合卫星遥感技术，对施工区域进行全方位、高频次巡查。通过图像识别与数据建模技术，实时生成施工进度可视化报表，精准掌握土石方开挖、坝体填筑等关键工序进展，及时发现进度滞后问题并优化调整，提升进度管控精度。(2) 部署物联网传感器构建实时监控体系：在施工

区域全域布设物联网传感器，对环境参数（如风速、降水、水质）、结构应力（如坝体沉降、边坡位移）、施工质量（如混凝土温度、强度）等关键指标进行24小时实时监测。监测数据通过无线传输至控制中心，实现异常数据自动预警，为施工安全与质量管控提供数据支撑。(3) 应用AI算法优化施工组织设计：基于大数据技术整合历史工程数据、现场施工条件等信息，利用AI算法对施工方案、资源配置、工序衔接等进行智能优化。通过模拟不同施工场景下的进度、成本与风险，生成最优施工组织方案，实现人力、设备、材料等资源的高效调配，降低施工成本与风险<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 绿色施工技术创新

(1) 推广节能减排技术应用：在施工场地广泛采用太阳能供电系统，为监控设备、照明设施等提供清洁能源，降低传统能源消耗；构建废水循环处理系统，对施工废水进行过滤、净化处理后，回收用于混凝土养护、场地降尘等，实现水资源循环利用；优化施工设备选型，选用低噪声、低排放的环保型设备，减少施工扬尘与噪声污染。(2) 创新生态修复技术：在水利工程设计与施工中，同步规划建设鱼类洄游通道、生态缓冲带等生态设施，保障水生生物生存环境；针对施工破坏的植被区域，采用植被重建、土壤改良等技术进行生态修复，选用本土植物品种提升植被存活率；对施工弃渣、泥浆等废弃物进行规范化处理与资源化利用，减少固体废弃物堆积对生态环境的影响。

### 4 水利工程施工管理水平提升路径

#### 4.1 数字化管理平台构建

(1) 推行基于BIM的全生命周期管理：以BIM技术为核心，构建覆盖工程设计、施工、运维全阶段的数字化管理体系。施工阶段重点实现BIM模型与施工进度、质量、安全等数据的深度融合，通过施工模拟优化工序衔接，提前规避管线碰撞、空间冲突等问题；利用模型可视化功能开展技术交底，提升施工人员对方案的理解度；将施工过程中的质量检测、进度节点等数据实时关联至BIM模型，实现工程实体与数字模型的动态同步，为后续运维管理奠定数据基础。(2) 搭建云平台实现数据共享与协同决策：依托云计算技术构建跨参建方的协同管理云平台，整合建设、施工、监理、设计等多方数据资源，打破“数据孤岛”。平台设置进度管理、质量管控、安全监督、资源调度等功能模块，支持参建方实时上传、查询相关数据，实现信息传递的扁平化与高效化；嵌入数据分析引擎，对施工数据进行实时研判，生成可视化报表与决策建议，助力管理层精准把握工程动态，快速响

应现场问题，提升协同决策效率。

#### 4.2 标准化与精细化管理体系

(1) 制定分部分项工程标准化操作流程：结合水利工程施工特点，针对土石方开挖、混凝土浇筑、基础处理等关键分部分项工程，制定统一、细化的标准化操作手册。明确各工序的施工工艺要求、质量验收标准、安全管控要点及人员设备配置规范，确保施工全过程有章可循；建立标准化考核机制，将流程执行情况与施工班组绩效挂钩，强化流程落地执行，减少人为操作差异对工程质量的影响。(2) 引入精益管理理念优化管理模式：积极推广5S管理、看板管理等精益管理工具，提升施工现场管理精细化水平。通过5S管理规范施工现场物料堆放、设备摆放、环境卫生等，减少资源浪费与安全隐患；利用看板系统实时公示施工进度、质量检测结果、安全预警信息等关键数据，实现施工状态的可视化管控，便于及时发现并解决施工过程中的堵点、难点问题；建立精益管理改进机制，定期梳理管理流程中的冗余环节，持续优化资源配置与工序衔接，提升管理效率<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 风险预警与应急机制

(1) 构建大数据驱动的风险识别模型：整合历史工程风险案例、现场施工监测数据、气象水文数据等多源信息，基于大数据分析技术构建全维度风险识别与评估模型。针对施工安全（如边坡失稳、基坑坍塌）、工程质量（如混凝土裂缝、渗漏）、进度延误（如极端天气、设备故障）等核心风险点，实现风险的自动识别、等级评估与实时预警；定期更新风险数据库，优化模型算法，提升风险预判的精准度。(2) 建立动态化应急预案与演练体系：结合工程实际风险特点，制定分级分类的动态应急预案，明确不同风险等级的响应流程、责任分工、资源保障等内容，并根据施工进度、环境变化及时修订完善；建立常态化应急演练机制，定期组织开展安全事故、极端天气等场景的应急演练，提升参建人员的应急处置能力与协同配合能力；配备充足的应急物资与设备，建立应急物资动态管理台账，确保应急状态下能够快速调配使用。

#### 4.4 人才队伍建设与培训

(1) 强化复合型技术管理人才培养：搭建“高校-企业-行业”协同培养平台，定向培养兼具水利施工技术、数字化管理、安全管控等多领域知识的复合型人才；制定内部人才培养计划，选拔优秀青年员工参与大型工程、数字化项目实践，通过“师徒结对”“岗位轮换”等方式，提升其综合业务能力；邀请行业专家开展BIM技术、数字化管理等专题培训，更新管理人员知识体系，适配现代管理技术发展需求。(2) 建立技能竞赛与实操考核机制：定期组织开展施工技能竞赛与管理能力比拼活动，聚焦关键施工工艺、数字化设备操作、风险应急处置等核心内容，以赛促学、以赛促练，激发员工学习热情与创新活力；完善实操考核机制，将数字化工具应用、标准化流程执行等内容纳入日常考核范围，考核结果与岗位晋升、绩效奖励挂钩，强化员工实操能力与责任意识；建立人才评价体系，全面考量员工的技术能力、管理水平与创新贡献，形成良性的人才成长生态。

#### 结束语

水利工程施工技术与管理水平的提升，是保障工程质量、推动行业可持续发展的关键。通过推广新型材料工艺、融合智能化技术，可有效突破现有施工技术瓶颈；借助构建数字化平台、完善标准化管理体系等举措，能显著增强管理效能。未来，需持续创新探索，将先进理念与技术深度融入水利工程建设各环节，以提升工程综合效益，为国家水利事业高质量发展筑牢坚实基础。

#### 参考文献

- [1]吕峰.水利工程全过程施工管理的重要性及要点[J].大众标准化,2023(20):81-83.
- [2]肖龙飞.探究水利工程施工技术关键点[J].低碳世界,2023,13(10):40-42.
- [3]唐铁.水利水电项目施工技术与工程管理分析[J].中国设备工程,2022,(24):195-197.
- [4]张坤.水利工程施工技术管理的研究[J].低碳世界,2022,12(10):127-129.
- [5]王永亮.水利工程施工技术措施与水利工程施工技术管理[J].水上安全,2025,(02):22-24.