水利工程施工管理信息化技术探析

徐 超
泰安市泰山区水利局 山东 泰安 271000

摘 要 近年来，大中型水利工程建设规模和技术复杂度持续提高，传统依靠人工经验和纸质资料的施工管理方式，在进度统筹、质量追溯、安全风险预警以及多参建主体协同方面的局限日益显现。借助BIM、GIS、物联网、移动终端与数据分析等技术，将施工阶段的人、机、料、法、环信息纳入统一平台，已成为提升水利施工管理精细化水平的重要方向。围绕施工阶段的实际需求，本文从建设目标与原则、数据与模型体系、进度与质量安全一体化管控、造价与合同联动管理以及信息安全与运维保障等方面，对水利工程施工管理信息化的关键环节进行梳理和分析，并结合工程实践提出具有操作性的实施对策，为不同类型水利项目规划和推进信息化建设提供思路。

关键词 水利工程；施工管理；信息化；BIM；物联网

Analysis of Information Technology in Construction Management of Water Conservancy Projects

Xu Chao
Taian City Taishan District Water Conservancy Bureau, Taian 271000, Shandong Province, China

Abstract In recent years, the construction scale and technical complexity of large and medium-sized water conservancy projects have continuously increased. Traditional construction management methods relying on human experience and paper-based data are increasingly showing limitations in progress coordination, quality traceability, safety risk early warning, and collaboration among multiple participating entities. Integrating information on personnel, machinery, materials, methods, and environment during the construction phase into a unified platform using technologies such as BIM, GIS, the Internet of Things, mobile terminals, and data analysis has gradually become an important direction for enhancing the refinement level of water conservancy construction management. Focusing on the actual needs of the construction phase, this paper sorts out and analyzes key aspects of information technology in water conservancy project construction management, including construction objectives and principles, data and model systems, integrated control of progress, quality, and safety, linked management of cost and contracts, as well as information security and operation and maintenance guarantees. Combined with engineering practice, operational implementation countermeasures are proposed, providing ideas for planning and promoting information-based construction for different types of water conservancy projects.

Key words Water Conservancy Engineering; Construction Management; Informatization; BIM; Internet of Things

水利工程投资大、周期长、专业众多，导流、主体、金属结构和机电安装等工序紧密耦合，一旦管理失衡，易引发工期拖延和质量安全风险。当前不少项目仍依赖纸质图纸和零散台账，设计变更、材料到货及施工记录难以及时汇总共享，工程一放大，管理层常陷入被动“救火”。同时，质量、安全、环保和投资控制等监管要求不断提高，过程信息留痕与可追溯被反复强调。在此背景下，以BIM、物联网和移动终端为支撑的信息化施工管理逐步推广，通过重构流程、打通数据链条，提升水利工程现场管控和精细化水平。

1 水利工程施工管理信息化的目标与原则

水利工程施工管理信息化应紧扣项目实际，通过统一平台汇集进度、质量、安全、物资、设备、人员等数据，减少多头记录和口径不一的问题，便于实时掌握关键部位和工序状态，形成可追溯的资料链，为质量责任划分、运维管理和成本控制提供依据。同时坚持问题导向与分步实施，在统一编码、数据格式和流程节点的基础上，为不同标段和工艺保留适度弹性，选用可靠、易维护的技术，并配合冗余配置和数据备份，保障系统长期稳定运行。

2 信息化在水利工程施工各环节中的应用

2.1 施工准备和方案优化

在施工准备阶段，引入信息化手段的关键，是把原本分散在纸质图纸、零散表格和个人经验中的内容，统一纳入一个可计算、可对比的平台。依托BIM+GIS构建的三维场景，可在真实地形和河道背景上叠加围堰、导流渠、施工便道、拌和站、

钢筋加工场、材料堆场等布置方案，对占地范围、土石方开挖与回填量、弃渣运距、临时占河时间以及对既有道路、村庄和管线的影响进行直观比对。不同方案的导流标准、度汛风险、行洪断面收缩情况均可在模型中进行模拟和校核，为导流方式选择、围堰级配和围护形式确定提供形象化依据，减少单纯凭经验“拍板”的成分[1]。

进度策划方面，可将总进度目标分解到关键结构物和主要工序，将施工顺序、工序搭接关系与三维模型关联，以时间轴形式演示开挖、支护、浇筑、拆模和回填的时空演变过程，提前暴露施工便道交叉干扰、临时构筑物占位矛盾、雨季施工窗口不足等问题，便于在开工前对施工组织设计进行针对性调整。

物资与设备准备同样需要信息化支撑。通过平台建立统一的材料、设备编码和供应商库，将招标合同条款、供应周期、质量要求、检验标准等信息集中录入，并与分阶段工程量计划关联，系统自动生成按月或按旬滚动的采购计划和到货需求，对关键材料和长周期设备给出提前预警，减少临时插单采购和现场停工待料的风险。重要设备如闸门启闭机、起重设备、大型泵组等，可在设备档案中完整保存出厂合格证、安装调试记录、检测报告和维保手册，形成电子台账，后续安装、联调及运行阶段均可随时调阅，避免纸质资料遗失。

2.2 进度计划与过程控制

在信息化平台中，进度计划实现了动态化、精细化管理：将年度、季度及节点工期分解至关键线路和控制性工序，并与工程分解结构、施工段及资源计划绑定，形成可滚动更新的基准计划。现场人员通过移动终端按日填报实际完成数据（如方量、钢筋量），系统自动汇总并与基准对比，生成形象进度曲线，直观呈现偏差。一旦进度滞后，管理人员可调取该工序的资源记录与外部数据（劳动力、机械台班、材料、天气），精准分析原因并针对性调整。对于关键线路的工序，可重新推演工期、评估赶工强度，将调整方案电子化同步各参建单位，避免沟通偏差。平台还可按周期自动生成进度报表与预警清单，为生产会议提供直观依据，推动进度控制从被动统计转向过程跟踪与提前干预。

2.3 质量管理与资料归档

质量管理环节的信息化建设，核心是以检验批、分项、分部工程为基本单元，把原本分散的记录、试验数据和影像资料串成一条完整链条。现场质量检查、混凝土和砂浆试块制作、钢筋原材复试、隐蔽工程验收、分部工程验收等，各类表单均通过统一系统录入，关键节点必须附带现场照片、视频和对应试验报告扫描件，形成“文字记录＋实测数据＋影像佐证”的复合档案。系统按规范预设必填项和逻辑校验规则，自动检查签字是否齐全、数据是否超限，减少因漏项、错项导致的返工或后期“补手续”。

在工程推进过程中，系统可根据检验批编号和工程分解结构，自动汇总各分部工程的完成情况和资料完备率，列出尚未验收或资料缺失的部位，提醒项目部及时组织复测、补验，避免竣工前集中“补资料”。对防渗系统、廊道衬砌、闸门埋件等关键部位，可将质量记录与三维模型关联，在模型中点选构件即可调出对应的试验数据、施工记录和影像资料，实现“看图即见资料”的可视化追溯。资料归档不再局限于纸箱和档案柜。各类质量文档、原始记录、检测报告和验收证明按工程层级和时间顺序分类存储，并进行版本管理和权限控制；对已归档资料加密备份，定期在异地存储，降低丢失和损坏风险。竣工后，这套电子质量档案可整体移交给运行管理单位，为后期缺陷处理、加固设计和安全鉴定提供可靠依据，使质量管理真正贯穿工程全寿命周期[2]。

2.4 安全生产与环境保护

在安全生产方面，可将危险性较大的分部分项工程清单、专项施工方案报审、班前安全交底、日常检查记录以及隐患整改全过程纳入同一平台管理。各类高风险作业，如深基坑开挖、高边坡施工、起重吊装、模板支架搭设、爆破和水下作业等，需在系统中建立作业台账，方案编制、技术审查、现场条件确认、旁站记录等环节逐项留痕。现场巡查发现的隐患通过移动终端即时录入，自动关联位置、作业队伍和责任人，系统生成整改任务单，明确完成时限和复查要求；整改完成后需上传现场照片并由复查人确认，平台同步更新隐患状态，形成从“发现—整改—复查—销项”的闭环链条，避免口头交办后下落不明[3]。

部分工程在此基础上叠加视频监控、人员定位和接入式传感设备，对有限空间、高处、临水临边、爆破警戒区等重点区域实施动态监管。人员进入受限区域前，系统比对其持证信息和当班任务；若出现无证人员闯入、人员未按要求佩戴安全帽或未系安全带，可通过语音广播、短信或平台弹窗发出提醒，并记录为行为违章事件，纳入考核。环境保护管理则将弃渣场防护、施工便道硬化与排水、泥浆与污水处理、噪声与粉尘控制、水土保持措施落实等内容逐项建账，配合水质、噪声、浊度和植被恢复等监测数据的分段录入，对超标情况进行标记和追踪。完工后，平台可按工程单元自动汇总环保措施执行情况

和监测结果，生成图表和台账，为水土保持验收、环境保护专项验收及后续监管提供直观、完整的资料支撑，使安全与环保工作真正融入施工全过程管理。

3 信息化技术在水利工程实施中面临的问题

3.1 认知层面停留在表面应用

部分项目把信息化简单理解成“把纸质资料搬上网”，重点放在资料上传、报表上报和应付检查，对进度调度、质量追溯、成本管控等核心业务并未真正嵌入系统流程。项目经理和专业负责人更习惯沿用原有台账、电话、微信群的工作方式，系统只是“多一道手续”，难以发挥统筹和分析作用。

3.2 系统标准不统一、数据碎片化

不同阶段、不同参建单位各自采购进度软件、监测系统、视频平台和物资管理系统，编码规则、数据接口缺乏统一规划，进度数据进不了监测平台，监测数据又进不了施工管理系统，形成多个“孤立岛”。同一工程量在不同系统中口径不一，既增加维护成本，又削弱了数据的可信度和利用价值[4]。

3.3 信息安全与运维保障薄弱

在一些项目上，服务器、监控设备、传感器等一次性采购投入较大，但缺少配套的运维预算和责任分工，设备故障后长期得不到检修，监测点大量“离线”。数据备份、权限分级、操作日志等安全措施规划不足，系统更换或项目结束时缺乏统一的数据迁移方案，导致前期积累的大量施工数据难以在后续运行管理阶段继续发挥作用。

4 对策建议

4.1 将信息化纳入项目管理目标

信息化要落得下，必须在目标和责任中“写清楚”。建设单位在招标文件、合同条款中明确统一平台和必备功能，将进度填报、资料在线归档、隐患闭环等指标与支付节点、评优挂钩。项目经理部把平台使用情况纳入绩效考核，细化到项目经理、总工程师、专业工程师及各施工队负责人。对分包单位在合同中约定必须通过平台办理计量、验收和整改反馈，并与计量支付、评价打分直接关联，使信息化成为刚性要求。

4.2 建立统一的数据标准和接口规范

破解“信息孤岛”，关键在前期把编码和接口统一好。围绕单位工程、分部工程、施工段、构件、监测点和物资品种，制定统一编码规则，各参建单位按同一规则建账用数。对进度软件、监测系统、视频平台、财务系统等，提前确定数据交换频率、字段格式、坐标和时间戳等技术要求，新建系统优先采用开放接口，既有系统通过中间件或数据中台汇聚。这样同一工程量、同一构件在不同系统中只有一种表达方式，便于统计分析和跨系统调用[5]。

4.3 完善信息安全和运维机制

信息系统要贯穿整个建设周期，离不开安全和运维保障。建设阶段应结合项目规模配置服务器、存储和网络，明确数据存放位置和安全等级，实行分级授权和操作留痕，对合同价格、考核结果等敏感信息严格管控。数据备份采取本地与异地结合、增量与全量结合，并定期演练恢复。物联网监测设备、视频终端和采集终端在采购时同步明确备件、维保和响应时限，避免“坏了无人管”。工程完工前编制系统与数据移交方案，将模型、图纸、监测和质量档案整理后交运行管理单位，落实后续运维主体和经费，使信息化成果在全寿命周期内持续发挥作用。

5 结束语

水利工程施工管理信息化本质上是利用信息技术重塑管理模式和业务流程，而非简单增加一套软件。通过统一平台和数据体系，综合运用BIM、GIS、物联网和移动终端等手段，可减轻现场管理压力，提升协同效率和质量安全管控水平，并为后续运行维护提供可靠的数据基础。今后信息化施工管理将在更多水利项目中常态化应用，但仍需立足工地实际，结合流域条件和工程类型差异，探索切实可行的实施路径。

参考文献

[1]焦刘霞,吴云飞.基于信息化技术的水利工程施工质量安全管理方法[J].城市建设理论研究(电子版),2025(32):202-204.

[2]汤磊,徐晖.基于信息化技术的水利工程施工质量安全管理方法[J].大众标准化,2025(3):170-172.

[3]卢鹏,郭庆.信息化技术在农田水利工程施工管理中的应用[J].农业科技创新,2025(5):63-65.

[4]管魁.水利工程施工管理中信息化技术的应用分析[J].黑龙江水利科技,2024,52(2):131-133,155.

[5]袁礼伟.新时代信息化技术与水利工程施工管理的融合研究[J].水上安全,2024,(21):70-72.

（本文编辑 吴文博）

