

BIM 技术在水利工程造价中的应用浅析

朱兆勇 王琨琪 孙蔚

正国际项目管理集团有限公司 江苏 南京 210000

摘要: BIM技术凭借可视化、参数化、协同性等核心特征,在水利工程造价管理中展现出显著优势。通过三维模型实现工程量精准计算与动态更新,解决传统手工算量误差大、效率低的问题;利用协同平台整合设计、施工数据,实现造价全周期动态监控;结合5D模拟优化资源配置,有效控制工程投资。该技术推动了水利工程造价管理向精细化、智能化转型。

关键词: BIM技术;水利工程造价;应用

引言: 水利工程因结构复杂、地形多变、施工周期长,造价管理长期面临算量精度低、设计变更响应滞后、数据分散难追溯等挑战。传统造价模式依赖二维图纸与手工计算,已难以满足现代化工程对精细化管控的需求。BIM技术凭借其三维可视化、参数化驱动、多专业协同等特性,为水利工程造价提供了全周期动态管理解决方案,成为推动行业数字化转型的关键支撑。

1 BIM技术核心特征与水利工程造价适配性分析

1.1 BIM技术核心特征

(1) 可视化: 突破传统二维图纸局限,构建与实体工程一致的三维模型,可直观呈现水利工程中堤坝、水闸等复杂结构及地下隐蔽工程细节。如洞庭湖安造垸项目通过BIM模型让防渗墙等隐蔽工程“透明化”,帮助造价人员精准理解工程构造,减少因图纸解读偏差导致的造价估算误差。(2) 参数化: 将构件材质、规格等属性与工程量深度绑定,形成动态关联数据库。以水闸工程为例,通过Revit建模可自动提取工程量,且当构件参数调整时,工程量能同步更新,为造价计算提供实时数据支撑,解决传统人工算量的滞后性问题^[1]。(3) 协同性: 搭建跨专业共享平台,整合设计、施工、造价等多方数据。如湖南省水电设计院构建的“智慧工地平台”,实现注浆量、钻孔深度等指标与造价数据的实时共享,避免各参与方因信息孤岛重复核算,降低沟通成本与数据冲突风险。(4) 模拟性: 通过4D(三维+时间)、5D(三维+时间+成本)模拟优化全流程。在施工前开展碰撞检测,提前规避管线冲突等问题;还可模拟防渗墙施工等关键工序,预判资源需求与成本消耗,从源头减少返工造成的造价超支。

1.2 水利工程造价管理痛点与BIM适配性

(1) 痛点: 水利工程结构复杂且地形多变,传统手工算量需处理海量图纸数据,易出现漏算、重复计算问

题,工程量计算效率低下且精度不足;受地质条件变化等影响,设计变更频繁,传统造价方法难以快速响应调整,易导致造价失控;项目各阶段数据分散存储于不同载体,缺乏统一管理,造价动态监控缺乏数据支撑,全过程管控薄弱。(2) 适配性: BIM技术通过参数化模型自动提取工程量,结合构件属性实现分类统计,将算量误差率控制在极低水平,彻底解决手工算量繁琐问题;设计变更发生时,参数化模型驱动造价数据实时更新,确保造价测算与设计方案同步调整,快速生成变更成本清单;借助协同平台整合各阶段数据,结合5D模拟实现进度与成本的联动监控,实时追踪资源消耗情况;同时构建统一的造价数据库,实现数据跨阶段复用,推动造价管理从粗放式向精细化、全周期管控转变。

2 BIM技术在水利工程造价各阶段的应用

2.1 决策阶段: 投资估算与方案比选

(1) 历史数据复用与快速估算: 构建包含堤坝、水闸等典型构件的BIM造价指标库,通过提取历史项目中混凝土用量、钢材损耗率等核心参数,结合现行市场价格生成精准估算。如浙江寺桥水库工程依托Hydrostation平台积累的水库枢纽工程BIM数据,在同类项目决策时快速提取坝体浇筑、溢洪道施工等关键造价指标,将投资估算周期从传统的15天缩短至3天,估算偏差率控制在5%以内。这种模式解决了传统估算依赖经验、数据滞后的问题,为项目立项提供可靠经济依据^[2]。(2) 多方案量化对比决策: 通过BIM模型构建不同技术方案的三维可视化场景,同步关联成本数据实现经济性量化分析。深圳松岗河项目在跨河人行桥方案决策中,利用BIM技术模拟曲线钢箱梁与传统直线梁两种方案的施工流程,精准测算出胎架制作、构件吊装等环节的成本差异,最终选择的异形结构方案通过优化施工工艺,实际措施费用较原估算降低30%,同时缩短工期40天。对于水库除险加固等项

目,还可结合GIS数据模拟不同防渗方案的长期运维成本,为决策提供全周期经济评估。

2.2 设计阶段:工程量统计与造价控制

(1) 正向设计与清单生成:采用全专业协同BIM平台实现正向建模,直接关联水利工程定额标准自动生成工程量清单。武汉黄孝河综合治理项目通过建立参数化族库,让设计人员在建模过程中同步完成沉淀池、管网等构筑物的工程量统计,避免了传统“二维图纸→三维建模”的“翻模”环节,清单编制误差率从12%降至2%以下,且效率提升40%以上。柯城寺桥水库更是通过“一模到底”模式,将设计阶段工程量核算周期缩短30%,为造价控制奠定精准数据基础。(2) 碰撞检测与设计优化:整合土建、机电、金结等多专业BIM模型开展碰撞分析,提前规避施工阶段变更风险。安阳市第六水厂项目在工艺管道设计中,通过BIM模型检测出32处管线与土建结构的碰撞点,经优化调整后减少后期开洞、返工成本约80万元。湖南省洞庭湖分洪闸工程则通过BIM三维配筋模拟,优化钢筋排布方案,节省钢材用量3%,直接降低材料造价逾百万元,实现设计阶段的成本前置控制^[3]。

2.3 招投标阶段:工程量清单编制与投标报价

(1) 招标方清单标准化编制:基于BIM模型自动提取符合水利工程计价规范的工程量数据,生成结构化清单。黄孝河项目招标时,通过BIM平台将24公里管网工程的土方开挖、管道铺设等分项工程进行精准拆分,清单条目清晰对应模型构件,有效减少传统清单中“描述模糊”“漏项缺项”等问题,招标答疑次数减少60%,清单编制周期缩短至传统模式的1/3。标准化清单也为后续造价管控提供统一基准。(2) 投标方精准报价与策略制定:投标方可通过BIM模型快速复核清单工程量,结合施工方案模拟制定报价策略。松岗河项目投标阶段,施工方利用BIM技术对钢箱梁吊装方案进行模拟,测算出不同吊装机械的租赁成本差异,最终选择履带吊与汽车吊组合方案,在投标报价中实现机械费用优化,较常规报价降低5%且保持竞争力。对于大型灌区项目,还可通过模型拆分流水段,精准测算各阶段资源需求,实现不平衡报价的科学制定。

2.4 施工阶段:动态成本控制与资源优化

(1) 5D模拟与实时监控:集成三维模型、施工进度与成本数据构建5D平台,实现“进度-成本”联动管控。安阳市第六水厂通过广联达BIM5D平台,将施工流水段与成本节点绑定,管理人员可实时查看混凝土浇筑等工序的实际消耗与计划成本偏差,累计发出成本预警17次,有效避免超支风险。黄孝河项目则通过该模式实现汛期

施工资源的动态调配,在降雨应急工程中节约临时措施成本200余万元。(2) 物资精准管控与损耗降低:基于BIM模型的构件参数自动计算材料用量,实现限额领料与损耗控制。寺桥水库在坝体混凝土施工中,通过模型精准测算不同标号混凝土用量,结合施工损耗系数制定采购计划,实际损耗率从传统的4%降至1.5%,节省材料费用超200万元。安阳市第六水厂对二次结构进行BIM排砖优化,导出精准砌块用量表,减少材料浪费与二次搬运成本,单项目节约砌筑材料费用12万元。

2.5 竣工阶段:结算审核与数据复用

(1) 高效结算审核与争议化解:通过竣工BIM模型与合同清单模型的自动比对,实现工程量差异的快速识别。鄂州市审计局在水利工程结算审计中,利用BIM技术对防渗墙、溢洪道等关键部位进行三维量测,将审核周期从平均90天缩短至30天,核减不实造价比例达8%。洞庭湖分洪闸工程通过模型还原施工过程,清晰界定设计变更与合同外工程的造价范围,结算争议减少70%,大幅提升审核效率^[4]。(2) 造价数据库构建与传承:将竣工模型与结算数据、变更记录等整合形成数据库,为后续项目提供参考。黄孝河项目构建的水环境治理BIM数据库,包含管网施工、净水厂建设等200余项造价指标,已为湖北省同类项目提供估算依据,使新项目决策阶段的造价偏差率进一步降低。寺桥水库则通过Hydrostation平台实现竣工数据与设计、施工阶段数据的贯通,形成“项目全周期造价档案”,为水库运维及改扩建提供精准数据支撑。

3 BIM技术在水利工程造价应用中的挑战与对策

3.1 主要挑战

(1) 数据交互壁垒:水利工程造价涉及的BIM平台与计价软件分属不同技术体系,数据格式与逻辑架构存在天然差异,导致模型中的构件参数、工程量等核心数据难以直接流转。多数场景下需通过中间文件转换或手动录入实现数据传递,不仅效率低下,还易引发数据失真。这种接口不兼容问题,使得BIM模型参数化优势无法在造价环节充分释放,需额外投入资源进行二次开发适配,增加了技术应用的复杂度与成本。(2) 人才短缺:水利工程造价具有较强的行业专业性,需掌握水利工程定额、施工工艺及造价管控逻辑;而BIM技术则要求具备建模、数据处理与平台操作能力,两者的深度融合对人才提出复合型要求。当前行业内,传统造价人员普遍缺乏BIM技术应用能力,而BIM技术人员又对水利工程造价的专业规则理解不足,人才供给存在明显断层,难以满足项目全流程BIM造价管理的需求。(3) 标准缺失:水利工程类型多样,涵盖水库、堤坝、灌区等多个细分领域,但目前

尚未形成统一的BIM模型交付标准,不同项目、企业的模型深度、构件分类及信息挂载规则存在差异,导致模型数据无法跨场景复用。同时,基于BIM模型的计价规则尚未明确,工程量计算口径、造价指标提取方式缺乏统一规范,使得BIM技术在造价环节的应用缺乏依据,易引发数据争议。(4)技术成本: BIM技术应用需承担高额的初始投入与维护成本,包括高性能工作站采购(单台成本常超2万元)、专业软件授权(单套年费约3万元/人)及后期技术升级费用。对于中小企业而言,这类投入占其运营成本的较高,且短期内难以看到明确的投资回报。此外,为适配水利工程造价需求进行的软件二次开发,还需额外支付技术服务费用,进一步抬高了应用门槛。

3.2 优化对策

(1)技术层面: 由行业协会牵头,联合BIM软件企业与造价软件企业建立技术联盟,推动数据接口标准化建设,明确模型数据与造价数据的交互格式、字段定义及传输协议。同时,聚焦水利工程特色场景,开发专用插件与功能模块,实现坝体、水闸等典型构件的工程量自动提取、定额匹配及造价核算,打通“模型-算量-计价”的数据闭环,减少二次开发需求,提升技术适配性。(2)人才层面: 深化高校与企业的产学研协同,在高校工程造价专业中构建“岗课赛证”融通的课程体系,将水利工程概论、BIM建模、造价软件操作等课程模块化整合,对接“1+X”证书制度要求。企业通过与高校共建实训基地、创新工作室,为学生提供沉浸式实践机会,同时定期开展内部培训,推动传统造价人员向BIM技术方向转型,打造“懂造价、精BIM、通水利”的复合型人才队伍。(3)管理层面: 政府主管部门联合行业协会加快制定水利工程BIM应用指南,明确模型交付深度、信息分类编码及成果审核标准。同步出台基于BIM的计价规范,统

一工程量计算规则与造价指标体系,为技术应用提供统一依据。此外,通过遴选标杆项目形成示范案例库,系统梳理BIM技术在造价管控中的实施路径与成效,以现场观摩、经验交流会等形式推广,发挥示范引领作用^[5]。(4)政策层面: 政府出台专项扶持政策,对中小企业采购BIM相关软硬件给予资金补贴或税收减免,降低初始投入成本。建立BIM技术应用激励机制,将BIM技术应用情况纳入工程评优、招投标评审指标,引导企业主动投入。同时,搭建公共BIM技术服务平台,为中小企业提供低成本的模型存储、数据处理及技术咨询等服务,通过资源共享降低应用门槛。

结束语

BIM技术以数字化、可视化的独特优势,为水利工程造价管理注入了全新动能,实现了从投资估算到竣工结算的全流程精准管控与动态优化。尽管当前数据交互标准、人才储备及技术成本等问题仍制约其深度应用,但随着行业标准的逐步完善、复合型人才培养机制的健全以及政策扶持力度的加大,BIM技术必将在水利工程领域实现更广泛的应用,助力行业迈向高质量发展的新阶段。

参考文献

- [1]王家琪,徐袁博,宋霞.浅谈BIM技术在工程造价中的应用现状[J].工程经济,2021(7):55-57.
- [2]刘万海.BIM技术在水利工程造价专业中的应用[J].中国招标,2023(9):146-148.
- [3]李梦雅,陈佳琪.浅谈BIM在水利工程造价管理中的应用[J].治淮,2022,(02):58-59.
- [4]张瑾红.浅析BIM技术在水利工程造价管理中的应用[J].科技与创新,2024,(24):191-193.
- [5]熊骏鹏.探究BIM技术在工程造价管理中的应用[J].房地产世界,2024,(21):170-172.