

水利工程造价中的BIM应用优势探究

孟 瑶

新疆峻特设计工程有限公司 新疆 喀什 844000

摘 要：在水利工程造价管理中，BIM技术凭借可视化、协调性、模拟性等优势，有效解决了传统造价管理中信息传递低效、决策依赖经验、变更成本高昂等痛点。通过提升设计与造价协同效率、实现全生命周期投资控制、优化施工组织与资源管理，BIM技术显著提高了造价计算的准确性和效率，为水利工程建设提供了科学、精准的投资决策支持，推动了水利工程造价管理的现代化转型。

关键词：水利工程造价；BIM技术；应用优势

引言：水利工程具有规模大、周期长、专业性强等特点，传统造价管理易受信息孤岛、人工误差和动态调控不足等因素制约，导致成本超支、资源浪费等问题频发。BIM技术（建筑信息模型）通过三维可视化、多专业协同、动态模拟及数据联动等特性，为水利工程造价管理提供了创新解决方案。本文旨在系统探究BIM技术在水利工程各阶段的应用优势，分析其面临的挑战并提出对策，为行业数字化转型提供参考。

1 BIM 技术概述与水利工程造价管理现状

1.1 BIM技术核心特征

（1）可视化：突破传统二维图纸局限，构建水利工程三维立体模型，可直观呈现大坝、渠道、水闸等复杂结构细节，支持施工过程动态模拟，让设计方案、施工进度等清晰可见，便于各参与方快速理解工程全貌，减少因图纸解读偏差引发的问题。（2）协调性：能整合水利工程设计、施工、运维等多专业数据，打破各部门信息壁垒，实现多团队协同工作。例如在水利枢纽工程中，可协调结构、水文、机电等专业设计，及时发现并解决专业间冲突，提升工程整体建设效率。（3）模拟性：可对水利工程施工进度进行模拟，预测施工关键节点，优化施工流程；同时能模拟资源投入情况，实现人力、材料、设备等资源的合理配置，还可提前预警地质灾害、施工安全等风险，降低工程事故发生率。（4）可出图性：基于三维模型自动生成水利工程所需的平面图、剖面图，精准提取工程量信息并生成工程量清单，减少人工计算量，避免手动统计误差，为造价计算提供准确数据支撑。（5）精准可控性：实时采集水利工程建设过程中的各类数据，更新BIM模型，动态反映工程成本变化，支持造价管理人员及时调整造价方案，实现对工程投资的精准控制^[1]。

1.2 传统水利工程造价管理痛点

（1）信息传递低效：设计、施工、造价部门各自为政，数据存储格式不统一，信息传递需人工转换，导致工程量需重复录入。不仅增加工作量，还易因人工操作失误引发数据错误，影响造价计算准确性，延误工程进度。（2）决策依赖经验：在水利工程施工组织设计阶段，缺乏科学的多方案比选工具，主要依靠管理人员过往经验制定方案。难以全面考虑工程地质条件、水文环境等因素，导致方案优化空间受限，可能存在资源浪费或施工风险隐患。（3）变更成本高昂：传统模式下，设计阶段难以全面排查设计漏洞，工程进入施工阶段后易出现设计变更。而变更会导致施工返工，增加材料损耗、人工成本及工期延误成本，使得工程投资难以有效控制，超出预算的情况时有发生。

2 BIM 技术在水利工程造价管理中的核心优势

2.1 提升设计与造价协同效率

（1）三维建模与自动算量：相较于传统人工翻图算量，BIM技术通过构建水利工程三维模型，可直接从模型中提取大坝、闸门、渠道等构件的工程量，大幅减少人工计算环节。以行业常用的Revit平台为例，通过二次开发定制水利专业算量插件，可实现钢筋、混凝土等关键材料工程量的快速提取与统计，不仅将算量时间缩短50%以上，还能避免人工计算中因漏项、错算导致的误差，为造价精准计算奠定基础。（2）实时数据联动：在水利工程设计阶段，BIM模型具备数据实时联动特性，一旦设计方案发生变更，模型会自动更新相关构件参数，同时同步关联造价数据，实现设计与造价的动态协同。如东庄水利枢纽工程在设计过程中，利用BIM模型开展各专业碰撞检查，及时发现并优化管线与结构构件的冲突布局，仅通过管线走向调整这一项优化，就使工程造价比初始方案降低5%-8%，有效实现了设计方案的经济性比选。

2.2 全生命周期投资控制

(1) 决策阶段: BIM技术可整合水利工程历史造价数据, 建立标准化造价指标库, 为项目投资估算提供数据支撑。在那棱格勒河水利枢纽工程决策阶段, 技术团队基于BIM模型构建不同枢纽布置方案的三维可视化模型, 并结合历史工程成本数据进行模拟分析, 对比不同方案的投资额度与效益, 最终选定的优化方案较初始方案节约成本12%, 为项目投资决策提供了科学依据。(2) 施工阶段: 通过BIM+时间+成本的5D模拟技术, 可将三维模型与施工进度计划、成本预算深度融合, 实现资源动态调配与造价实时监控。黄河勘测设计院研发的“数字那河”系统, 在那棱格勒河工程施工中, 整合了进度管理、质量管控、费用计量三大核心模块, 施工方、监理方、业主方可通过系统实时查看工程进度与已完工程量, 自动生成计量支付报表, 减少了因数据不对称引发的计量支付纠纷, 使工程投资偏差控制在3%以内。(3) 运维阶段: 水利工程运维期长达数十年, BIM模型可关联设备型号、维护周期、检修记录等信息, 形成完整的设备运维数据库。管理人员通过模型能快速定位设备位置、查询设备状态, 提前制定预防性维护计划, 避免因设备突发故障导致的高额维修成本与工程停运损失, 显著降低工程全生命周期成本^[2]。

2.3 优化施工组织与资源管理

(1) 虚拟施工模拟: 借助BIM+4D(三维模型+时间维度)技术, 可在施工前对水利工程施工过程进行虚拟预演, 精准识别施工流程中的冲突点与不合理环节。大藤峡水利枢纽工程在混凝土浇筑施工前, 利用BIM模型模拟不同浇筑顺序下的施工进度与资源需求, 发现传统浇筑顺序存在的施工面冲突问题, 通过优化浇筑分区与时间安排, 不仅解决了施工拥堵问题, 还将混凝土浇筑工期缩短15%, 提升了施工效率。(2) 材料精准管控: BIM技术构建的工程数据库, 可实时跟踪施工过程中材料的进场、消耗、库存情况, 实现材料用量的动态监控。黄藏寺水库工程在施工中, 通过BIM模型将设计材料用量与实际消耗数据关联, 当钢筋实际用量超出模型预算阈值时, 系统自动发出预警, 提醒管理人员核查浪费环节。通过这一管控方式, 该工程钢筋用量较设计预算节约3%, 有效避免了材料超支问题, 降低了施工成本。

3 BIM技术在水利工程造价中的应用

3.1 工程量清单编制

(1) 自动算量: 传统工程量清单编制依赖人工对照图纸统计, 易因人为疏忽出现漏项、错算。而BIM技术可基于水利工程三维模型, 自动提取大坝、渠道、闸门等构件的工程量信息, 并按照行业规范或项目要求, 导出

规范化的工程量清单。例如, 中国电建华东院针对水利工程特点开发的QTM工程量计算软件, 能适配《水利工程工程量清单计价规范》等不同计量规则, 支持将BIM模型中的构件数据直接转化为清单条目, 不仅省去人工录入环节, 还将清单编制效率提升40%以上, 大幅降低数据错误率。(2) 碰撞检查: 水利工程涉及结构、机电、水文等多专业设计, 各专业图纸叠加易出现管线、设备与结构构件的空间冲突。借助Navisworks、Fuzor等BIM碰撞检查工具, 可在工程量清单编制阶段提前检测此类冲突, 如泵站内管线与梁体的位置重叠问题。通过提前修正设计缺陷, 避免施工阶段因构件冲突导致的返工、材料浪费, 从而降低返工成本, 确保工程量清单与实际施工需求高度匹配。

3.2 多方案经济性比选

(1) 参数化设计: 在水利工程设计阶段, 设计人员可利用BIM软件的参数化功能, 通过调整模型关键参数(如坝体坡度、闸门尺寸、渠道断面形式等), 快速生成多个设计方案。同时, BIM模型关联的造价模块会实时响应参数变化, 自动计算各方案的成本数据, 如混凝土用量、钢材消耗量对应的造价金额。设计与造价数据的同步联动, 让决策人员能在短时间内对比不同方案的经济性, 高效选定最优设计方案。(2) 价值工程分析: 将BIM模型与成本数据深度融合, 可开展价值工程分析, 通过计算构件的功能系数与成本系数, 识别出“功能低、成本高”的高成本构件。例如, 在水利枢纽闸门设计中, 借助BIM模型分析不同材质闸门的功能效果与造价差异, 若钢制闸门成本过高但功能与铸铁闸门差异较小, 可优先选用铸铁闸门, 在保证工程功能的前提下降低成本, 实现设计方案的优化升级^[3]。

3.3 动态造价管理

(1) 变更影响分析: 水利工程施工过程中, 受地质条件、政策要求等因素影响, 设计变更难以避免。传统模式下, 变更对造价的影响需人工重新计算, 效率低且误差大。而BIM技术可在设计变更发生时, 自动更新模型中相关构件的参数, 同步计算工程量增减情况, 并结合当前市场价格, 快速评估造价变动幅度。例如, 渠道开挖深度增加0.5米, BIM模型可自动算出增加的土方开挖量及对应的造价变化, 帮助管理人员及时掌握变更对总投资的影响, 制定合理的成本控制措施。(2) 进度款支付: 通过将BIM模型与施工进度计划关联, 可实现按形象进度计量支付。在水利工程施工中, 管理人员可依据BIM模型中已完成的构件(如某段渠道浇筑、某座水闸安装), 自动提取对应工程量, 结合合同单价计算进度款

金额。这种基于模型的计量方式，避免了人工核对工程量的争议，减少了施工方与业主方的进度款支付纠纷，确保进度款支付准确、及时，保障工程施工顺利推进。

4 水利工程造价中 BIM 应用面临的挑战与对策

4.1 主要挑战

(1) 标准化滞后：当前水利工程计量、计价体系仍以传统二维图纸为核心，与BIM技术的三维数据逻辑不兼容。行业内缺乏统一的BIM数据交换标准、模型交付标准及造价计算规则，导致不同企业、不同软件生成的BIM模型数据无法高效互通。例如，某省水利项目中，设计单位用Bentley建立的模型与造价咨询单位用广联达软件计算造价时，需人工转换数据格式，不仅增加工作量，还易出现数据失真，影响造价计算的准确性与效率。(2) 软件适配性差：主流BIM软件（如Revit、Bentley）多基于建筑行业开发，其内置构件库、参数设置难以满足水利工程特殊需求。水利工程中的大坝、溢洪道、船闸等水工结构形态复杂、受力特殊，现有软件缺乏专用建模工具与计算模块。比如用Revit建模时，无法直接生成符合水利规范的弧形坝体，需手动调整大量参数，且模型与造价软件衔接时，部分水工构件的工程量计算规则不匹配，需额外手动修正，制约BIM技术的应用效果^[4]。

(3) 人才缺口：水利工程造价中BIM应用需复合型人才，既要精通水利工程专业知识（如水文地质、水工结构、造价计价），又要熟练掌握BIM软件操作、模型搭建与数据分析技能。目前高校水利专业课程中BIM相关内容较少，在职人员多仅熟悉传统造价方法，缺乏BIM技术应用能力。某水利造价咨询公司调研显示，仅15%的员工能独立完成BIM模型与造价的联动分析，人才匮乏成为制约BIM推广的关键瓶颈。

4.2 发展对策

(1) 推动标准制定：由水利行业主管部门牵头，联合科研机构、企业参考建筑工程BIM标准体系，制定水利行业专属的BIM标准。明确模型分类与编码规则、数据交

换格式、各阶段模型交付要求及造价计算应用规范，实现BIM技术在水利工程造价管理中的标准化应用，解决不同主体间数据互通难题。(2) 加强二次开发：鼓励水利企业、软件厂商合作开展BIM软件二次开发，针对水工结构特点研发专用插件与模块。例如开发混凝土配筋设计插件，满足大坝、水闸等构件的复杂配筋需求；研发水工金属结构建模工具，实现闸门、启闭机等设备的快速建模与工程量自动提取，提升软件对水利工程的适配性，降低建模与造价计算难度。(3) 完善人才培养：高校需优化水利专业课程体系，增设BIM技术基础、水利BIM建模、BIM造价应用等课程，培养具备专业知识与BIM技能的复合型人才。同时，行业协会与企业应开展在职人员技能培训，通过案例教学、实操训练等方式，提升现有造价管理人员的BIM应用能力，逐步填补人才缺口，为BIM技术推广提供人才支撑。

结束语

BIM技术为水利工程造价管理带来了革命性变革，通过三维可视化、全生命周期数据联动及多专业协同，显著提升了造价计算的精准性、决策的科学性与资源利用效率。尽管当前面临标准化滞后、软件适配性不足及人才缺口等挑战，但随着行业标准的完善、软件二次开发的深化及复合型人才培养的加强，BIM技术必将在水利工程造价领域发挥更大价值，推动水利工程向智能化、精细化方向高质量发展。

参考文献

- [1]谷洪斌.BIM技术在水利工程造价中的应用浅析[J].水利技术监督,2025,(04):74-75.
- [2]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.
- [3]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,(09):146-148.
- [4]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.