

浅析BIM技术在水利工程造价管理中的应用

王玉龙

西安市排水管理中心 陕西 西安 710018

摘要: BIM技术凭借三维参数化建模与信息集成共享特性,在水利工程造价管理中展现出显著优势。本文从前期规划、设计、施工及运维阶段,系统阐述了BIM技术在工程量预估、成本预测、多专业协同设计、施工进度模拟及资产全生命周期管理等方面的具体应用路径。针对专业人才匮乏、软件数据兼容性差等挑战,提出了强化人才培养、建立统一数据标准等应对策略,并展望了BIM技术与新兴技术融合的智能化发展趋势。

关键词: BIM技术;水利工程;造价管理;全生命周期管理

引言:水利工程规模庞大、建设周期长、专业性强,传统造价管理模式难以实现全生命周期成本动态监控与多专业高效协同。BIM技术以三维参数化建模为核心,通过信息集成与共享机制,为水利工程提供统一数据平台,支持各专业协同设计与成本数据动态更新。本文聚焦BIM技术在水利工程造价管理中的应用,探讨其如何通过全生命周期模型、多专业协同平台及智能化分析工具,提升造价管理精度与决策效率,为水利工程科学建设与成本管控提供技术支撑。

1 BIM技术基础与水利工程适配性

1.1 BIM技术核心特性

BIM技术,即建筑信息模型技术,其三维参数化建模能力为水利工程复杂结构精确表达提供技术支撑。水利工程中,坝体、隧洞、泵站等结构形态复杂、空间关系多样,传统二维图纸难以全面呈现几何特征与空间关系。BIM技术通过参数化建模,将结构尺寸、材料属性、构造细节等以参数形式嵌入模型,实现几何形状与物理属性联动调整。坝体模型通过参数控制坝高、坝坡、坝基处理等要素,自动生成三维实体,并关联混凝土强度、防渗材料等属性数据。隧洞模型模拟不同断面开挖形态、支护结构及衬砌参数,支持动态调整与方案比选。泵站模型集成机电设备、管道系统及建筑结构,实现多专业协同设计。参数化建模不仅提升设计精度,还为后续工程量统计、碰撞检测及施工模拟提供数据基础。BIM技术信息集成与共享机制,为水利工程多专业协同设计提供统一平台。水利工程涉及水工、地质、机电、施工等多个专业,传统管理模式各专业数据分散、沟通效率低。BIM技术通过建立统一数据模型,将各专业设计成果整合至同一平台,实现数据实时共享与协同更新。水工专业设计坝体模型可直接关联地质专业提供的岩土参数,自动生成基础处理方案;机电专业设计管道系统可与建筑结构模型进行碰撞检测,

提前规避施工冲突^[1]。BIM数据标准化接口(如IFC标准)支持不同软件间数据交换,确保设计、施工、运维各阶段数据连续性与一致性。信息集成与共享机制打破专业壁垒,提升项目管理效率与决策科学性。

1.2 水利工程特点与BIM技术适配性

水利工程规模庞大、建设周期长,传统管理模式难以实现全生命周期成本动态监控。BIM技术通过建立全生命周期模型,关联设计、施工、运维各阶段数据,支持成本数据动态更新与追溯。设计阶段利用BIM模型估算工程量与材料用量,生成成本概算;施工阶段实时关联进度款支付与模型进度,监控成本偏差;运维阶段集成设备运行数据与维护记录,预测长期维护成本。BIM全生命周期管理实现成本数据连续性与透明化,为项目决策提供数据支撑。水利工程涉及多专业领域,传统管理模式各专业数据分散、沟通成本高。BIM技术建立多专业协同平台,支持各专业在统一模型中开展设计、审核与修改。水工专业调整坝体设计时,模型自动关联地质参数,提示基础处理方案调整需求;机电专业设计管道系统时,模型实时检测与建筑结构碰撞冲突,避免施工返工。BIM协同平台通过数据共享与冲突解决机制,降低专业协调成本,提升设计质量与施工效率。水利工程常位于复杂地形区域,传统二维地形图难以准确表达地形特征。BIM技术通过三维地形建模,精确模拟地形地貌与水流动态,为坝体选址、施工道路规划等提供直观、精确的分析工具,支持科学决策与资源优化。水利工程涉及海量数据,传统管理模式数据分散、难以整合。BIM技术通过数据集成与可视化功能,将分散数据关联至三维模型,实现数据直观展示与高效分析,为水利工程提供统一数据管理平台,支持多维度分析与决策优化。

2 BIM技术在水利工程造价管理中的具体应用路径

2.1 前期规划阶段

水利工程前期规划阶段,地形与工程量预估对造价管理至关重要。借助BIM与GIS技术融合,将GIS采集的地形数据导入BIM软件,构建三维地形模型,直观呈现地形起伏与地貌特征。基于该模型,运用BIM软件算量功能,可快速得出土方开挖及回填量。以大型水库建设为例,分析三维地形模型,精准算出各区域土方工程量,明确开挖与回填区域,合理规划土方调配方案,避免不必要的土方运输成本。对于护坡工程量,模型依据地形坡度和护坡设计要求,自动生成护坡面积及所需材料用量,为造价估算提供坚实数据基础。方案比选与成本预测是前期规划核心。以不同坝型为例,在BIM模型中分别构建重力坝与拱坝模型,并输入详细设计参数。通过模型精确算出坝体体积,结合混凝土配合比,得出准确混凝土使用量。依据结构受力分析结果,在模型中模拟各部位钢筋布置,算出钢筋用量。考虑不同坝型混凝土浇筑工艺差异,将施工机械使用成本、人工成本等因素纳入模型^[2]。借助造价分析软件与BIM模型对接,模拟不同坝型从基础施工到坝体建成的全过程成本,输出经济性分析报告。报告涵盖建设成本、施工周期成本等多方面对比数据,为决策者提供直观清晰的成本对比结果,助力选择经济合理的坝型方案。

2.2 设计阶段

设计阶段,借助BIM技术参数化设计优化可实现成本与设计高效联动。水利工程设计里,混凝土强度等级、钢筋直径等关键参数调整对成本影响大。在BIM模型中,设计人员调整混凝土强度等级参数,模型依据材料用量变化及市场价格信息,实时更新混凝土成本数据。调整钢筋直径时,模型依据钢筋用量变化,迅速算出钢筋成本变动情况。结合结构力学分析模块,可验证参数调整后设计的合理性,确保结构安全性能不受影响。如设计水闸结构,合理调整钢筋直径优化结构配筋,在满足结构承载要求基础上,降低钢筋成本,达成成本与设计协同优化目标。多专业协同设计在设计阶段作用关键,能避免后期返工增加成本。结构设计团队构建水利工程主体结构BIM模型,如大坝、隧洞等。机电设计团队搭建水轮机、发电机等机电设备模型。将两类模型在统一BIM平台整合,利用模型联动功能,实现结构与机电设计协同作业。以设计水电站厂房为例,结构模型构件与机电设备模型开展碰撞检查。可提前察觉结构预留孔洞与机电管道走向冲突,及时调整设计。如改变管道走向,或在结构设计中合理规划预留孔洞位置,确保机电设备安装顺利,避免施工阶段拆除重建或修改设计,大幅降低返工成本,保障项目造价可控。

2.3 施工阶段

施工阶段的施工进度模拟基于4D-BIM模型展开。在BIM三维模型基础上融入时间维度,形成4D模型。以混凝土浇筑施工为例,在模型中详细设定混凝土浇筑顺序,考虑不同部位混凝土浇筑的先后关系以及模板周转周期。通过模拟施工过程,能清晰看到各施工环节的时间安排与资源利用情况。若发现某区域混凝土浇筑因模板周转不及时导致施工停滞,可据此优化施工组织设计,提前安排模板调配,合理增加模板投入,确保混凝土浇筑施工连续进行,避免因施工停滞造成的人工、机械闲置成本增加。优化后的施工组织设计能有效缩短施工周期,降低整体施工成本。现场变更管理是施工阶段造价控制的重点。当施工现场发生签证变更时,施工人员及时将变更信息录入BIM模型。例如,因地质条件变化需加深基础,在模型中调整基础深度等相关参数,模型会自动更新相关工程量,如土石方开挖量、混凝土浇筑量等。借助造价分析软件,依据变更后的工程量及合同单价,快速自动生成变更成本清单。清单详细列出变更涉及的各项费用,包括新增材料费用、人工费用等,避免人工计算可能出现的漏算、重复计算问题^[3]。造价管理人员依据变更成本清单,及时掌握变更对造价的影响,为变更决策提供准确数据支持,有效控制施工阶段因变更导致的造价增加。

2.4 运维阶段

运维阶段的资产全生命周期管理依托BIM模型与运维数据的深度融合。将水利工程建设过程中的BIM模型与设备运维数据整合,建立资产全生命周期档案。对于各类设备,如水泵、阀门等,在模型中关联设备采购价格、安装调试费用、日常维护记录、故障维修历史等信息。利用大数据分析技术,对运维数据进行挖掘分析,结合设备运行年限、使用频率等因素,预测设备未来的维修、更换成本。例如,通过分析大量同类水泵运维数据发现,运行一定年限后水泵叶轮易出现磨损需更换,据此预测本工程中水泵在相应年限的维修、更换成本。这些预测数据为水利工程长期成本规划提供科学依据,帮助运维管理者合理安排运维资金,保障水利设施长期稳定运行,实现运维阶段的成本有效控制与管理。

3 BIM技术在水利工程造价管理应用中的挑战、策略与展望

3.1 应用挑战

尽管BIM技术为水利工程造价管理带来显著优势,实际应用中仍面临诸多挑战。一方面,专业人才匮乏问题突出。水利工程领域运用BIM技术,不仅要求人员掌握水

利工程专业知识, 还需精通BIM软件操作与数据管理。当前, 既懂水利工程设计、施工流程, 又能熟练运用BIM技术进行造价分析、模型搭建与优化的复合型人才稀缺, 这在一定程度上阻碍了BIM技术在水利工程造价管理中的深度推广与应用。另一方面, 软件与数据兼容难题亟待解决。水利工程建设涉及多种专业软件, 不同软件在数据格式、接口标准上存在差异。例如, 地形建模使用的GIS软件与BIM建模软件的数据交互存在障碍, 导致地形数据导入BIM模型时易出现数据丢失、精度下降等问题。水利工程全生命周期中各阶段产生的海量数据, 在存储、传输与共享过程中, 因缺乏统一的数据标准, 难以实现高效整合与利用, 影响BIM技术在造价管理中信息集成与协同优势的发挥。

3.2 应对策略

针对专业人才匮乏, 需强化人才培养体系建设。高校水利工程相关专业应增设BIM技术课程, 从理论知识到实践操作, 系统培养学生运用BIM技术解决水利工程问题的能力。行业企业要加强在职人员培训, 通过组织内部培训、邀请专家讲座、开展实操演练等方式, 提升员工BIM技术应用水平, 鼓励员工考取相关专业证书, 为企业储备BIM技术人才。为攻克软件与数据兼容难题, 行业需推动建立统一的数据标准与接口规范^[4]。相关部门与行业协会应牵头组织软件开发商、科研机构以及水利工程建设单位, 共同制定适用于水利工程领域的BIM数据标准, 明确不同软件间数据交换格式、精度要求以及数据更新机制。开发数据转换与集成工具, 实现不同软件数据的无缝对接与高效整合, 确保BIM模型在水利工程全生命周期中数据的完整性与准确性, 充分发挥BIM技术在造价管理中的数据支撑作用。

3.3 未来发展趋势

展望未来, BIM技术在水利工程造价管理中将朝着智能化方向发展。随着人工智能、大数据、物联网等新兴技术与BIM的深度融合, BIM模型将具备智能分析与决策

支持能力。例如, 利用大数据分析技术对海量历史项目数据与实时施工数据进行挖掘, 预测项目成本风险, 提前制定应对措施; 借助物联网技术, 实时采集施工现场设备运行数据、材料使用数据等, 并自动关联至BIM模型, 实现成本动态监控与智能预警, 进一步提升水利工程造价管理的精细化与智能化水平。云平台将成为BIM技术应用的重要载体。通过云平台, 水利工程各参与方能够随时随地访问BIM模型与相关数据, 实现真正意义上的实时协同与信息共享。云平台强大的计算能力与存储能力, 可支持大规模BIM模型的快速加载与处理, 降低企业硬件投入成本, 提高工作效率。基于云平台的BIM应用还便于进行数据备份与安全管理, 保障水利工程建设数据的安全性与稳定性, 为BIM技术在水利工程造价管理中的广泛应用提供有力支撑。

结束语

BIM技术在水利工程造价管理中的应用, 不仅革新了传统造价管理模式, 更推动了水利工程全生命周期成本的精细化管控。尽管当前面临专业人才短缺、软件数据兼容性不足等挑战, 但随着人才培养体系的完善与技术标准的统一, BIM技术将进一步释放其数据集成与协同优势。未来, 随着人工智能、大数据等新兴技术的深度融合, BIM模型将具备智能分析与决策支持能力, 为水利工程提供更高效、更精准的成本管理方案, 助力行业高质量发展。

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,2021,31(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]孟祥欣.浅谈BIM技术在建筑工程造价管理中的应用[J].中国建筑金属结构,2021(03):30-31.
- [4]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.