

BIM 技术在水利工程全生命周期中的集成应用及管理探索

童蔚强 夏宗帅

昭通市水利水电勘测设计研究院

DOI:10.32629/hwr.v10i7.7077

[摘要] 水利工程建设周期通常比较长,且参与主体比较多,在面对复杂系统的协同及信息集成需求时,传统管理模式逐渐难以适应。BIM技术以其多维信息集成、参数化建模及虚拟仿真模拟等功能与优势,为水利工程全生命周期管理提供了依据。文章在水利工程中BIM技术的应用优势分析基础上,阐述了BIM技术在水利工程各阶段的集成应用模式,并对BIM环境下的水利工程管理策略进行探索,为水利工程建设管理的智能化、精细化水平提升奠定基础。

[关键词] BIM技术; 水利工程; 集成应用; 协同管理

中图分类号: TV5 **文献标识码:** A

Integrated application and management exploration of BIM Technology in the whole life cycle of hydraulic engineering

Weiqliang Tong Zongshuai Xia

Zhaotong water resources and Hydropower Survey, design and Research Institute

[Abstract] the construction period of water conservancy projects is usually long, and there are many participants. In the face of the coordination and information integration requirements of complex systems, the traditional management mode is gradually difficult to adapt. BIM Technology, with its functions and advantages of multi-dimensional information integration, parametric modeling and virtual simulation, provides the basis for the full life cycle management of water conservancy projects. Based on the analysis of the application advantages of BIM Technology in water conservancy projects, this paper expounds the integrated application mode of BIM Technology in various stages of water conservancy projects, and explores the management strategies of water conservancy projects under the BIM environment, so as to lay the foundation for the improvement of the intelligent and refined level of water conservancy project construction management.

[Key words] BIM Technology; Hydraulic engineering; Integrated application; Collaborative management

水利工程建设质量关系到供水、防洪、生态及粮食等各方面安全,传统管理模式应用中存在各专业协同困难、信息传递失真等诸多问题。随着建筑信息模型(BIM)技术的发展,通过三维数字模型的构建,工程信息实现了可视化、集成化与可计算化。水利工程具有水文要素动态性、地质条件复杂性及结构功能特殊性等特点,BIM技术在应用中仍处于探索阶段,目前的应用主要在设计阶段的碰撞检查、施工阶段的进度推演中,覆盖工程多参与主体、贯穿工程全过程的集成应用缺乏,因此对BIM技术在水利工程全生命周期的集成应用与管理进行研究,对水利工程建设管理向精细化、数字化、智能化方向发展具有重要意义。

1 BIM技术在水利工程中的应用优势

1.1 可视化表达深化

水利工程建设中,涉及复杂的地质构造、地形地貌及水工建筑物,工程细部构造及空间关系很难通过二维图纸表达出来。BIM

技术则能借助三维建模对抽象设计建立起可视数字模型,在地形模型中对山川河流走势进行还原,地质模型对构造断裂带、岩土层分布进行分层展示,水工建筑物模型可将坝体、隧洞、溢洪道、渠系等结构的空間位置与几何形状呈现出来^[1]。可视化模型支持缩放、剖切与旋转,使工程参与各方对工程的全貌与细部直观地理解,读图误差大幅降低。与虚拟现实技术相结合,为工程提供了沉浸式体验,对设计中的缺陷与施工难点可提前发现,为科学决策提供依据。

1.2 协调性优化增强

水利工程设计中,涉及专业比较多,包含地质、水工、机电、结构、施工等多个专业。传统管理模式下,各专业独立作业,专业之间信息不畅容易出现设计冲突。BIM技术的应用将统一的三维协同平台构建起来,在同一模型基础上各专业开展工作,实现了信息实时共享。模型碰撞检测功能对不同专业模型间的空间

冲突能够自动识别, 此类问题在施工前可彻底解决。协同设计中, 各专业也能同步进行修改, 某一处出现变更时, 关联部位自动进行更新, 保证了设计的一致性。施工阶段, 可对资源配置、场地布置、工序衔接等方面进行协调, 通过对不同施工方案进行模拟, 施工组织设计得到不断优化, 设计变更与施工返工大幅减少, 工程建设整体效率大幅提升。

1.3 模拟性分析精准

水利工程受地质运动、水文循环及气候变迁等自然因素影响较大, BIM技术与其他分析工具的结合应用, 对复杂物理现象实现了精准模拟。水力模拟中可构建起, 计算流体动力学模型, 对不同水位条件、流量下的流速分布、水流流态及冲刷情况进行模拟, 优化堤防加固、河道整治及泄洪建筑物设计。地质模拟与勘察数据结合建立三维地质模型, 对地下水位变化、边坡稳定性及地基沉降趋势进行模拟, 实现对地质灾害风险的准确评估。结构模拟中借助有限元分析, 对不同荷载组合下闸墩、坝体、隧洞衬砌等结构的应力应变分布进行模拟, 保障了结构的安全性。施工模拟中进行4D进度模拟, 关联三维模型与施工进度计划, 建造过程可动态展示出来, 实现对潜在冲突与关键路径的识别。

1.4 应用性拓展广泛

BIM模型集成了丰富设施信息, 包括设备型号、安装日期、生产厂家、维修记录、保修期限等, 将海量数据提供给运维管理。设施管理中模型通过对设备位置快速定位, 查询技术参数, 将检修计划制定出来, 运维效率显著提高。应急管理中能够对洪水、火灾、地震等突发事件发生后的救援通道、疏散路径、设备关停程序进行模拟, 提升了灾害的应急响应能力。资产管理中基于模型统计材料用量、设备数量及折旧情况, 实现了精细化、可视化管理。改扩建管理中可对原BIM模型中的基础资料进行利用, 避免重复测绘, 设计效率与准确性得以保证。

2 BIM技术在水利工程各阶段的集成应用模式

2.1 决策规划阶段应用

这一阶段对BIM技术的应用重点是进行方案比选与可行性论证, 在地形测绘数据及遥感影像基础上, 将项目区域三维地形模型快速构建起来, 地形地貌、地理位置及周围环境可直观展示。与水文气象数据结合, 对不同库容、不同坝址方案下的移民安置量、淹没范围及环境影响进行模拟, 为方案比选提供可视化依据^[2]。借助BIM模型对土方平衡进行计算, 优化土石方开挖填筑方案, 使弃渣场占地减少, 还能进行景观协调性分析, 提升水利工程结构与周边自然景观融合的效果, 工程美学价值得以实现。三维可视化展示效果方便了投资方、政府主管部门及公众对方案的理解, 决策更加科学。

2.2 勘察设计阶段应用

本阶段是BIM技术深度应用重要环节, 涵盖参数化设计、多专业协同与地质建模。在BIM软件中导入地质勘察数据, 构建三维地质模型, 将岩性特征、地层分布及地质构造精确展示出来, 为结构设计提供依据。采用参数化设计方法对水工建筑物设计, 定义坝型、坝高、溢洪道尺寸等关键参数, 随着参数的调整, 模

型可自动更新, 设计效率显著提高。多专业协同设计时, 在同一模型平台上水工、机电、结构、金属结构等专业开展工作, 信息可实时共享, 进行碰撞检测与优化。在钢筋放样中可进行三维模拟, 计算钢筋用量, 为精细化施工提供指导。BIM模型可自动生成剖面图、平面图、立面图及细部构造图, 保证了施工图纸与模型一致。

2.3 施工建造阶段应用

施工阶段BIM技术的应用重点是将模型转化为现场施工的精准指导, 开展4D施工进度模拟, 在三维模型基础上关联Project等进度计划软件, 施工过程能动态地展示, 各工序的时间安排、空间占用能直观反映出来, 为施工组织优化提供依据。实施5D成本管控, 关联模型构件与材料价格、工程量清单, 对已完成工程量的造价实时统计, 并与预算成本对比, 实现成本精准控制。模拟施工场地布置, 优化材料堆场、临时设施、施工道路及机械设备停放位置, 使二次搬运情况减少。复杂节点开展施工模拟, 如隧洞开挖支护、大坝混凝土浇筑、大型闸门安装等, 通过模拟对安全风险进行识别, 进而通过优化施工工艺来规避风险^[3]。利用移动终端查看BIM模型, 现场对施工实际情况与设计意图进行对比, 对施工精准指导。

2.4 运营维护阶段应用

BIM技术在该阶段的应用重点是借助BIM模型进行设施性能监测与管理。建立设施设备台账, 在BIM模型中录入设备技术参数、保修期限、供应商信息等, 对设备信息集中管理。集成物联网传感器数据, 对大坝渗流、应力应变、变形及水位、流量等关键指标实时监测, 监测数据可通过BIM模型直观展示, 进行安全预警。根据设备运行状态及时间, 制定检修维护计划, 将检修任务在模型中标记出来, 并跟踪进度, 记录结果。利用模型优化办公区域、设备机房及仓储空间的布局, 进行空间管理, 提高空间利用率。开展应急演练, 模拟设备抢修、洪水调度等场景, 对应急预案的有效性与其可行性进行检验^[4]。

3 BIM环境下的水利工程管理策略

3.1 数据标准统一规范

BIM应用对数据这一核心资产的依赖程度较高, 因此需建立统一标准体系, 模型创建标准应明确精度等级、单位设置、坐标系及文件命名规则。信息深度需规范, 属性信息、几何信息及关联信息的详细程度要定义清楚, 确保模型信息完整。分类编码标准对设备材料、工程构件统一编码, 方便数据统计与信息检索。数据交换标准需明确不同软件平台间的数据接口格式, 保障信息顺畅流转。BIM交付标准规定各阶段模型交付的内容、格式及质量要求, 保证模型资产有序移交。数据标准统一是BIM技术推广的基础, 应由行业主管部门带头, 联合设计、施工、运维等单位共同制定并强制执行。

3.2 协同平台搭建完善

构建统一的BIM协同工作平台, 以打破信息壁垒, 实现多方高效协作, 平台应具备模型存储、权限控制、版本管理、在线浏览及问题追踪等功能。云端模型库集中存储各阶段模型及关联

文档,支持多用户同时访问与编辑。移动端应用支持现场人员通过手机或平板查看模型、记录问题、上传照片,实现现场与办公室实时联动。项目管理模块集成进度、质量、成本、安全等业务数据,将其与BIM模型关联,推动项目动态化、可视化管理。数据接口实现BIM平台与ERP、财务、OA等企业信息系统互通,协同平台是BIM落地应用的载体,需根据项目特点和管理需求定制化开发并持续优化^[5]。

3.3 组织流程重构优化

BIM技术应用要求对传统项目管理组织及业务流程进行重构优化,团队结构需调整,增设BIM工程师、项目经理等岗位,明确其权限与职责。跨专业BIM协同小组打破部门壁垒,促进设计、施工、监理等单位深度协作。设计流程应重构,推行正向设计,从方案阶段即采用BIM技术,避免后期翻模造成信息损失。优化审批流程,利用BIM模型进行可视化汇报与审查,使审批周期缩短。验收流程改革,将BIM模型及电子数据作为重要验收依据,替代部分纸质文档。BIM应用考核机制纳入项目绩效评价体系,激励各参与方积极应用新技术。组织流程重构是BIM发挥效能的保障,需管理层强力推动与全员参与。

3.4 人才梯队培育提升

为保证BIM技术的有效应用,对BIM技术的潜力进行深入挖掘,这就需要大批具备专业技能的复合型人才。高校相关专业应加强建设,增设BIM理论及实践课程,培养后备力量。在职人员培训需针对设计师、项目经理、工程师等不同群体,制定差异化方案,提升软件操作、应用分析及模型创建的能力。引进高层次BIM人才充实技术研发与管理团队,BIM技能认证体系通过等级考试提升从业人员职业素养,鼓励校企合作,建立BIM实训基地,开展产学研联合教学。还可举办BIM应用大赛,针对先进经验与创新成果加强交流与推广,BIM持续发展的动力离不开人才梯队的培育,需将长效培养机制建立起来,营造出学习创新的氛围^[6]。

3.5 安全机制健全强化

BIM模型包含大量工程核心数据,需建立健全信息安全保障机制,数据访问权限管理制度根据岗位职责设置不同访问级别,

防止敏感信息泄露。数据加密存储与传输保护模型文件及关联数据库安全。数据备份与恢复机制制定定期备份模型及项目数据,防止丢失。网络安全防护部署入侵检测系统与防火墙,防范网络攻击。信息安全应急预案明确系统故障、数据泄漏等突发事件处置流程,遵守国家信息安全法律法规,确保BIM应用符合国家安全等级保护要求。安全机制健全是BIM技术健康发展的前提,需贯穿于应用各环节。

4 结语

水利工程建设中BIM技术的应用弥补了传统管理模式的不足,通过在工程实施各阶段集成应用BIM技术,实现了工程信息的全过程贯通与全要素集成。BIM技术在实际应用中,还需统一数据标准、搭建协同平台、重构组织流程及培养人才梯队等管理措施的支持,共同构成了BIM环境下水利工程管理体系。随着更多新兴技术的融合应用,BIM技术必然会向更自动、智能的方向发展,BIM技术的潜能也将更充分地发挥,为我国智慧水利事业的发展注入更强劲的动力。

[参考文献]

- [1]朱佳辉,张鑫伟,高云.基于BIM技术的水利工程混凝土施工质量控制方法研究[J].科学技术创新,2026(4):163-166.
- [2]徐剑斌,赵泽月.BIM与云计算技术在水利工程项目管理中的应用探讨[J].治淮,2026(5):34-36.
- [3]刘恋,李灵芝.基于BIM技术的水利工程建设造价信息化管理应用研究[J].广西水利水电,2026(3):157-159.
- [4]王百乐.BIM技术在水利工程全生命周期设计中的应用与实践研究[J].工程技术与质量管理,2025(8):13.
- [5]贺爽,张玉.BIM技术在水利工程全生命周期中的集成应用与管理[J].河南水利与南水北调,2026(1):81-83.
- [6]张永新.BIM+GIS技术在水利枢纽工程全生命周期管理中的应用[J].河南科技,2026(7):66-69.

作者简介:

童蔚强(2000--),男,汉族,云南省昭通市人,本科,助理工程师,研究方向:水利水电工程。