

水利水电工程中BIM技术的应用研究

戴一平

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300202

摘要: BIM技术在水利水电工程中的应用,显著提升了设计、施工及运维管理的效率与质量。设计阶段, BIM实现三维协同设计,优化设计方案,精准计算工程量与造价。施工阶段, BIM助力施工进度管理,全方位追溯与管控施工质量,有效预控与管理施工安全风险。运维阶段, BIM技术为设备管理提供数字化身份标识,实现设施可视化维护管理,确保工程长期稳定运行。BIM技术的集成应用,推动了水利水电工程管理的现代化进程。

关键词: BIM技术; 水利水电工程; 工程设计; 施工管理; 运维阶段

引言

水利水电工程作为我国基础设施建设的重要组成部分,其复杂性和重要性不言而喻。随着信息技术的飞速发展, BIM技术以其强大的三维建模、信息集成与分析能力,在水利水电工程中展现出巨大潜力。BIM技术的应用,不仅革新了传统设计模式,提高了施工管理的精细化水平,还为运维管理带来了全新的可视化平台。本文旨在探讨BIM技术在水利水电工程各阶段的具体应用,分析其带来的管理变革与效益提升。

1 水利水电工程中 BIM 技术的应用的重要性

水利水电工程作为国家基础设施建设的关键领域,其复杂性和重要性不言而喻。随着信息技术的飞速发展,建筑信息模型(BIM)技术在水利水电工程中的应用愈发凸显其重要性。BIM技术在水利水电工程中的应用,首先在于其能明显提升设计的精确性和效率。通过三维建模技术, BIM能直观展示工程项目的立体结构和细节,使设计团队能够更全面地理解和规划工程要素。这种技术有助于发现设计冲突,还能优化设计方案,确保工程的可行性和稳定性。BIM技术的协同设计功能促进了多专业团队之间的信息共享和沟通,提高了设计工作的整体效率。在施工阶段, BIM技术的应用同样至关重要。它能模拟施工过程,预测潜在问题,并优化施工流程。这种模拟能力有助于减少施工中的错误和返工,节约时间和成本。BIM技术还能够实现施工进度的可视化管理,使管理团队能实时掌握工程进度,及时调整施工计划,确保工程按时完成。在水利水电工程的运维管理中, BIM技术也发挥着不可替代的作用。通过集成工程的详细信息和历史数据, BIM技术为运维人员提供了便捷的信息查询途径,有助于他们快速定位和解决设备故障。BIM技术还能够用于模拟分析和预测工程的运行状态,为运维决策提供了科学依据,提高了工程的可靠性和安全性。

2 BIM 技术在水利水电工程设计阶段的应用

2.1 三维协同设计革新设计流程

在传统水利水电工程设计体系中,二维图纸是主要的表达媒介。这种方式虽历经多年实践,但在各专业协同作业时暴露出诸多弊端。由于各专业图纸相对独立,信息传递需依靠人工解读与沟通,极易出现信息理解偏差、传递延误等问题。结构专业图纸与水电专业图纸在空间布局上的衔接,若仅通过二维图纸交流,会因标注不清晰或解读差异,导致设计冲突,增加设计变更的可能性。BIM技术引入后,彻底改变了这一局面。三维协同设计以集成化的BIM模型为核心,为各专业设计人员搭建了一个实时共享的协作平台。在大坝设计场景下,结构工程师运用专业建模工具,依据力学原理与设计规范,精心构建大坝主体结构的三维模型,精确呈现坝体的形状、尺寸与内部构造。地质工程师则借助专业软件接口,将前期勘探获取的详细地质信息,如地层分布、岩石力学参数等,精准融入模型。水电工程师也能在同一模型中添加水轮机、发电设备等关键设施,明确其空间位置与连接关系。各专业设计信息实时更新于模型之中,设计人员只需登录平台,即可随时查看最新设计状态,对模型进行修改与批注。如果出现设计冲突,系统会及时发出预警,相关人员能迅速协同解决,明显提升设计的准确性与效率,有效缩短设计周期^[1]。

2.2 借助可视化与分析功能优化设计方案

(1) BIM技术的可视化功能使得设计人员能以三维视角直观地审视工程全貌。通过建立水利水电工程的BIM模型,设计人员从不同方位、角度观察工程的布局合理性,全面评估建筑物的空间关系和流线组织。这种直观性有助于设计人员提前发现潜在的空间冲突与不合理之处,在设计初期就进行修正,避免后期施工中的重大变更。(2) BIM技术集成了丰富的分析工具,为设计方

案的优化提供了科学依据。基于计算流体力学(CFD)原理的流体力学分析模块,对工程水流状态进行数值模拟,获取流速、压力分布等关键数据。结构力学分析工具则运用有限元方法,对工程结构在各种荷载工况下的受力情况进行分析,评估结构的安全性与可靠性。这些分析结果能够指导设计人员针对性地调整设计参数,优化结构形式,在保障工程安全的前提下,降低工程成本,提高工程的经济性。(3)借助BIM技术的可视化与分析功能,设计人员能够更加全面、深入地理解工程整体布局与细节构造,精准模拟分析各种复杂工况,制定出更加科学、合理的设计方案。

2.3 基于BIM模型实现精准工程量计算与造价估算

在水利水电工程设计阶段,准确的工程量计算与造价估算对于工程投资决策、成本控制至关重要。传统的工程量计算方式依赖人工手动计算,过程繁琐、效率低下,且容易出现计算错误。造价估算则基于工程量计算结果,结合定额标准进行编制,同样存在数据不准确、时效性差等问题。BIM技术的应用为这一难题提供了高效解决方案。基于BIM模型,利用其强大的参数化特性与数据关联功能,能够快速、准确地提取各项工程量信息。在混凝土工程量计算时,系统可根据模型中混凝土构件的几何尺寸与材质属性,自动统计不同标号混凝土的体积;对于钢筋用量,过识别模型中钢筋的规格、长度与布置方式,精确计算钢筋的重量。将BIM模型中的工程量信息与专业造价软件进行无缝对接,借助造价软件内置的定额库与计价规则,可自动生成详细的工程预算书。这种方式提高了工程量计算与造价估算的效率,还提升了数据的准确性与可靠性。设计人员在设计过程中,可实时查看工程量与造价的动态变化,根据投资限额及时调整设计方案,为工程投资决策提供科学、可靠的依据,有效避免因设计变更导致的造价失控风险^[2]。

3 BIM技术在水利水电工程施工管理阶段的应用

3.1 施工进度管理

(1) BIM技术通过构建施工进度模型,实现了施工进度的精细化管理。该模型以三维BIM模型为基础,将工程进度计划中的各项任务,按照时间顺序和逻辑关联,精确映射到模型构件上。在大坝施工等复杂工程中,不同施工环节如基础开挖、混凝土浇筑、坝体填筑等,均能在模型中通过颜色、透明度或动态效果进行直观展示,使管理人员能清晰掌握每个施工阶段的起止时间、持续时间以及任务间的衔接关系。(2) BIM技术结合施工现场的实时监测技术,实现了施工进度的动态监控与预警。通过传感器、无人机测绘等手段,实时采集施工进

度数据,并反馈至施工进度模型中。如果实际进度与计划进度出现偏差,模型将自动触发预警机制,以直观的方式指出偏差的具体位置和程度,为管理人员提供及时、准确的信息支持。(3) BIM施工进度模型还能通过模拟不同施工方案下的进度情况,为施工资源的优化配置提供科学依据。管理人员可根据模拟结果,合理调配人力、物力和机械设备,确保施工资源的高效利用,提高施工效率,缩短工期,实现项目的经济效益最大化。

3.2 BIM赋能施工质量全方位追溯与管控

施工质量是水利水电工程的生命线,BIM技术在施工质量管理中发挥着不可替代的作用。传统施工质量管理中,质量信息多以纸质文档或分散的电子文件形式存在,信息查找不便,难以实现全过程的质量追溯与动态管理。利用BIM技术,在施工过程中,每一道施工工序的质量检验报告、质量问题整改记录等信息都能与BIM模型中的对应构件进行关联。例如,在混凝土浇筑施工中,将混凝土的配合比、坍落度检测数据、试块强度检测结果等质量信息录入模型中对应的混凝土构件属性里。如果出现质量问题,通过点击模型中的相应构件,即可快速调取该构件的所有质量相关信息,实现质量问题的精准定位与全过程追溯,BIM模型的可视化特性为施工质量管理提供了直观的工具。通过对模型进行剖切、渲染等操作,可清晰展示工程内部结构的施工质量情况,如钢筋的布置是否符合设计要求、混凝土是否存在孔洞等缺陷。利用BIM软件的数据分析功能,还能对质量数据进行统计分析,绘制质量趋势图,提前发现质量隐患。如果发现质量隐患,管理人员可立即组织相关人员制定针对性的质量控制措施,如加强施工过程监控、调整施工工艺等,确保工程质量符合设计及规范要求^[3]。

3.3 BIM助力施工安全风险预控与管理

在水利水电工程施工管理中,施工安全风险预控与管理是保障工程顺利进行的关键环节。BIM技术的引入,为施工安全管理带来了革新性的解决方案。(1) BIM技术通过建立施工安全模型,实现了对施工场地、建筑物布局、施工设备等信息的集成管理。利用BIM软件的模拟分析功能,对施工过程中的不同场景进行细致模拟,自动识别潜在的安全隐患,如设备碰撞、高空坠物等,并在模型中显著标识,为管理人员提供直观的安全风险视图。(2) 基于BIM模型的安全风险识别结果,管理人员能够有针对性地制定安全防护措施,合理规划施工设备的运行路线和停放位置,设置安全防护网和警示标识等,有效防控安全风险。利用BIM模型进行施工安全教育培训,提升施工人员的安全意识和自我保护能力。(3)

在施工过程中,通过实时监测技术与BIM安全模型的对比,及时发现并处理新出现的安全问题,实现施工安全的动态监控与管理,确保水利水电工程施工的安全平稳进行。

4 BIM技术在水利水电工程运维阶段的应用

4.1 设备管理

水利水电工程涵盖大量机械设备,从水轮机、发电机到各类辅助设备,这些设备的稳定运行是工程持续发挥效益的关键。在运维阶段,传统设备管理方式依赖纸质记录与人工巡检,信息分散且难以实时跟踪设备状态。而基于BIM技术建立设备管理模型,可实现设备管理的全面革新。设备管理模型以三维BIM模型为核心载体,录入设备的基础信息,包括设备型号、规格、生产厂家、采购时间等,为设备建立唯一的数字化身份标识。通过传感器与物联网技术,将设备运行时的关键参数,如温度、压力、振动频率等实时传输并关联至模型中。设备的维护记录,如每次保养时间、维修内容、更换零部件等信息也一并纳入模型管理。借助这一模型,运维人员可实时监控设备运行状态。如果设备参数超出正常范围,系统自动预警,精准定位故障设备及故障类型。当水轮机的振动频率异常升高,模型能迅速反馈,提示运维人员检查设备的轴承、叶片等部件。基于设备的运行数据与历史维护记录,运用数据分析算法,可预测设备潜在故障,制定前瞻性的维护计划^[4]。

4.2 BIM驱动的设施可视化维护管理

在水利水电工程的运维阶段,设施的维护管理是保证工程长期稳定运行的关键。BIM技术的引入,为设施维护管理带来了全新的可视化平台。(1)BIM技术能整合设施的设计图纸、施工资料、验收报告等基础信息,将其与BIM模型相结合,形成设施维护管理的全面数据库。设施运行过程中的维护信息,如大坝渗流监测数据、渠道淤积情况、厂房结构变形测量结果等,均与模型中的

对应设施构件相关联,实现了信息的实时更新与动态管理。(2)BIM模型的可视化功能为运维人员提供了直观查看设施整体状况与局部细节的手段。通过三维视角,运维人员能够清晰了解大坝坝体不同部位的混凝土强度、裂缝分布,直观掌握渠道水流流速、渠道壁磨损程度等信息。这些信息为制定科学合理的维护方案提供了重要依据。(3)基于BIM技术的可视化管理方式,运维人员能迅速识别设施病害,及时安排局部修复或全面检修,提高了设施维护的效率与质量,确保了水利水电工程设施的安全稳定运行。通过BIM技术的三维模型,运维团队可以直观地监控设备状态,在问题初现时即刻采取措施。这种预防性维护策略减少了突发故障的风险,延长了设备的使用寿命。

结束语

综上所述,BIM技术在水利水电工程中的应用,实现了设计、施工及运维管理的全面革新。通过三维协同设计、施工进度管理、施工质量追溯与管控、施工安全风险预控、设备数字化管理及设施可视化维护管理,BIM技术显著提高了水利水电工程的管理效率与质量。未来,随着BIM技术的不断成熟与完善,其在水利水电工程领域的应用前景将更加广阔,为推动工程管理的现代化进程贡献更大力量。

参考文献

- [1]苗天宇.水利水电工程中BIM技术的应用研究[J].水利电力技术与应用,2025,7(3):1-2.
- [2]杨曼.BIM技术在水利水电工程施工安全管理中的实践应用研究[J].水上安全,2024(16):71-73.
- [3]王健.水利水电工程中BIM技术的应用研究[J].地下水,2020,42(3):246-248.
- [4]葛松.水利水电工程中BIM技术的应用研究[J].建筑技术与设计,2020(26):544-545.