

基于BIM技术的水利水电工程施工管理优化

姚浩宇

广西南宁西江工程建设监理有限责任公司 广西南宁 530007

摘要：文章聚焦BIM技术在水利水电工程施工管理的优化应用。BIM技术具备可视化、协同性与模拟性等特点，可将二维图纸转化为三维模型，打破信息壁垒，模拟施工全过程。针对水利水电工程施工复杂性高、管理难度大等问题，提出优化策略：深化全流程信息集成管理，构建全生命周期平台；强化多专业协同作业，制定统一标准流程；推进施工动态模拟优化，科学决策施工方案；构建智能化质量安全管控体系，融合物联网技术实现精细化管理。这些策略助力提升施工管理效率、保障工程质量与安全，推动水利水电工程建设数字化转型。

关键词：BIM技术；水利水电工程；施工管理

引言

水利水电工程施工具有专业交叉多、周期长、环境影响复杂等特点，传统管理模式在信息协同、风险预判等方面存在显著短板。建筑信息模型（BIM）技术凭借可视化、协同性、模拟性等优势，为工程全流程管控提供新路径。本文聚焦BIM技术在施工管理中的应用价值，探讨其在信息集成、专业协同、过程模拟及质量安全管控等方面的优化策略，旨在为水利水电工程提升管理效能、实现数字化升级提供理论参考与实践借鉴。

一、BIM技术的特点

（一）可视化

在水利水电工程复杂的建设流程中，BIM技术凭借其强大的可视化能力，重塑了工程信息的呈现与交互方式。传统二维图纸以平面线条和符号为载体，需依赖专业人员对投影规则、图例标注的熟练掌握才能解读，不同专业背景的工程参与方在理解时易产生歧义，这种认知偏差往往成为施工阶段沟通障碍和错误决策的根源。而BIM技术构建的三维立体模型，突破了二维图纸的空间表达局限，将水利水电工程的大坝、输水管道、发电厂房等各类复杂构件以直观的三维形态呈现。模型通过精细的几何建模，准确还原工程实体的尺寸、形状与材质特征，使各参与方无需进行复杂的空间想象，即可从任意视角、任意剖切位置观察工程整体结构与空间布局，快速把握不同构件间的拓扑关系和空间衔接方式。这种可视化特性还赋予信息交互新的维度。通过动态漫游、虚拟剖切等操作，设计人员可直接展示设计构思，施工人员能提前熟悉施工环境，管理人员可直观评估施工方

案可行性，各方在统一的三维视觉语境下进行交流，有效消除因二维图纸信息表达不直观导致的理解偏差，大幅减少沟通成本，降低因信息传递不畅引发的施工错误与返工风险，为高效协同管理奠定坚实基础。

（二）协同性

在水利水电工程建设中，BIM技术如同构建起一座贯通各参与方的信息桥梁，彻底瓦解传统模式下专业与部门间的信息壁垒，为工程管理带来革命性变革。水利水电工程建设涉及水利、地质、机电、建筑等多专业深度交叉，传统模式下，各专业分别以独立的二维图纸、文档承载信息，设计、施工、监理及业主单位因信息格式不统一、更新不同步，极易形成“信息孤岛”。各环节信息传递依赖人工整理与交接，过程繁琐且易出现信息丢失、错漏，严重影响项目推进效率。而BIM技术构建的统一信息交流平台，以三维信息模型为核心载体，整合工程全生命周期数据^[1]。设计单位可在模型中实时更新设计变更，如大坝结构优化、管线走向调整等信息；施工单位依据最新模型数据进行施工模拟，预判施工难点，提前规划施工方案；监理单位能对照模型对施工进度、质量进行可视化监督；业主单位也可通过平台随时掌握工程全貌，参与关键节点决策。各方基于同一数据源协同工作，任何信息更新都会即时反馈至模型，其他参与方能够同步获取，避免了信息滞后导致的重复工作与决策失误。通过BIM平台，各参与方还能开展多专业协同设计与施工讨论。例如，机电安装专业与土建专业可在模型中共同核查设备预留孔洞位置是否准确，提前发现并解决潜在的碰撞冲突；设计与施工人员能就复杂施工工艺进行线上研讨，优化施工流程。这种高效的信

息共享与协同机制,让各环节沟通更顺畅、协作更紧密,显著提升项目管理效率,使决策制定基于全面、准确、实时的信息,有力保障了水利水电工程建设的科学性与可靠性。

(三) 模拟性

在水利水电工程复杂的建设体系中,BIM技术的模拟性为工程全流程管控提供了强大的预演工具,其通过数字化手段构建逼真的虚拟场景,对工程建设各环节进行深度模拟与分析,成为规避风险、提升工程品质的关键支撑。在施工进度管理维度,BIM技术打破传统甘特图仅依赖时间轴规划的局限,将工程三维模型与进度计划深度融合,以动态可视化的方式展现施工过程的时间演进。各阶段施工任务、资源调配情况在模型中被精准呈现,管理者可直观洞察施工顺序是否合理、关键线路是否存在延误风险,及时调整施工时序与资源投入,确保进度可控。施工工艺模拟方面,BIM技术通过参数化建模与仿真算法,将复杂的施工工艺转化为可操作的虚拟流程。从基础开挖、混凝土浇筑到机电设备安装,每个施工步骤的细节与逻辑均可在模型中完整呈现。施工人员能提前熟悉工艺要点,技术人员可评估工艺可行性,从而在实际施工前优化施工参数与流程,减少因工艺不熟悉导致的质量问题与工期延误。针对水利水电工程特有的水流特性与结构安全需求,BIM技术整合流体力学与结构力学原理,实现水流模拟与结构受力模拟。在水流模拟中,模型可精准计算水流速度、压力分布、冲刷影响等参数,帮助工程师优化导流方案、预测洪水风险;结构受力模拟则通过有限元分析,将外部荷载、地质条件等因素纳入考量,直观展示结构在不同工况下的应力应变状态,辅助设计人员强化薄弱环节,提升工程结构的可靠性与安全性。

二、BIM技术在水利水电工程施工管理优化的策略

(一) 深化全流程信息集成管理

在水利水电工程全生命周期管理中,深化全流程信息集成管理是发挥BIM技术优势的核心路径。传统工程建设各阶段信息分散存储于不同格式文件,形成数据断层与信息孤岛,严重制约管理效能。基于BIM技术构建的全生命周期信息管理平台,以三维信息模型为数据中枢,打破设计、施工、运维阶段的信息壁垒,实现工程全流程数据的有机整合与深度贯通。

在设计阶段,BIM模型不仅承载工程的几何形体与空间关系,更集成了材料性能、结构参数、工艺要求等核心技术信息,形成数字化设计知识库。进入施工阶段

后,平台实时接入进度管理系统采集的施工进度数据、质量检测设备反馈的实测量信息,以及安全监控系统捕捉的现场风险数据,将这些动态信息与BIM模型精准匹配。通过BIM模型的参数化驱动机制,任何设计变更、施工进度调整或质量问题整改,都会触发关联数据的自动更新与同步推送,确保各参与方获取的信息始终保持动态一致^[2]。运维阶段,平台持续接收设备运行监测数据、维护检修记录等信息,进一步丰富BIM模型内涵。这种全流程数据集成模式,使工程管理者能够通过单一数据平台,快速追溯工程建设历史信息、实时掌握施工进度、精准预测运维需求。例如,施工单位可基于集成模型快速调取设计意图与施工规范,监理单位能通过历史质量数据对比分析施工偏差,业主单位更可借助全生命周期数据支撑运维决策,真正实现工程信息从源头到末端的无缝流转与高效利用,为科学决策提供坚实的数据基石。

(二) 强化多专业协同作业机制

在水利水电工程建设中,多专业协同作业的复杂性常导致沟通不畅、效率低下等问题。强化多专业协同作业机制,以BIM模型为核心枢纽,能够有效打破专业壁垒,实现高效协作。

水利水电工程涉及水利、地质、土木、机电等多个专业领域,各专业工作既有独立性又紧密关联。传统模式下,不同专业基于各自的二维图纸开展工作,专业间缺乏有效的信息交互与整合,导致设计冲突、施工矛盾频发。而以BIM模型为协同工作核心,将各专业信息集成于同一三维数据平台,形成可视化、参数化的协同工作环境。各专业人员可基于同一数据源进行设计、施工规划等工作,实时查看其他专业的设计成果与施工安排,提前发现潜在冲突。建立跨专业、跨部门的协同管理体系是保障协同作业顺利开展的关键^[3]。在项目启动阶段,需明确设计单位、施工单位、监理单位、业主等各方在BIM协同工作中的角色与职责,从模型创建阶段开始,规定各专业模型的建模标准、精度要求以及交付时间。例如,水利专业需按时完成大坝、渠道等模型构建,机电专业同步完成发电设备、输电线路等模型,且所有模型要遵循统一的坐标系与数据格式。在信息更新环节,制定严格的版本管理规则,确保模型修改过程可追溯,避免信息混乱。统一的BIM应用标准和工作流程是协同作业的“指南针”。标准需涵盖BIM软件的选用、模型的命名规则、信息编码体系等内容,确保各参与方使用的模型具备兼容性与互操作性。工作流程则需细化从模型创建、审核、共享到更新的全环节操作规范,明确信息

传递的节点与方式。比如，规定每周固定时间进行模型版本更新，通过共享平台发布更新日志，使各方及时了解模型变动情况。

（三）推进施工过程动态化模拟优化

水利水电工程施工过程具有高度复杂性与不确定性，推进施工过程动态化模拟优化，是借助BIM技术提升工程管理科学性与风险防控能力的重要途径。BIM技术以其强大的数字化模拟能力，将施工全流程从传统的经验驱动模式转向数据驱动的精准管控模式，为工程建设注入创新动能。

在施工准备阶段，BIM技术构建的三维模型与时间维度深度融合，形成可视化的施工进度模拟体系。通过将施工任务分解为具体工序，并关联相应的资源投入、时间节点等参数，能够以动态的方式呈现整个施工过程的时间演进。同时，针对复杂的施工工艺，BIM技术通过参数化建模与仿真算法，将基础开挖、混凝土浇筑、机电设备安装等工艺转化为可操作的虚拟流程，细致模拟每道工序的操作细节、技术要点以及各工序间的衔接逻辑^[4]。此外，资源调配模拟也同步开展，对人力、材料、机械设备等资源在不同施工阶段的需求与配置进行预演，直观展示资源供需平衡状况。在方案决策环节，基于BIM的模拟系统可针对不同施工方案生成多维度的模拟结果。通过对比分析各方案在工期、成本、安全等核心指标上的表现，例如不同导流方案对施工进度的影响、不同浇筑工艺带来的成本差异、不同资源配置下的安全风险水平等，为项目团队提供量化的数据支撑，从而科学比选并确定最优施工方案。这种模拟分析不仅能够避免传统决策模式下的主观臆断，还能有效减少因方案不合理导致的返工与资源浪费。

（四）构建智能化质量安全管控体系

在水利水电工程施工管理中，质量与安全是不可逾越的红线。构建智能化质量安全管控体系，通过BIM技术与物联网、传感器等前沿技术的深度融合，将传统粗放式的质量安全管理模式升级为数据驱动、智能感知的精细化管控体系，为工程建设筑牢安全防线，保障质量目标的实现^[5]。

BIM技术作为信息集成的核心枢纽，与物联网、传感器技术形成优势互补。物联网技术依托大量部署在施工现场的智能监测设备，如混凝土强度传感器、位移监测仪、温湿度传感器、安全帽定位芯片、塔吊荷载传感器等，构建起全方位、立体化的数据采集网络。这些设

备如同工程现场的“神经末梢”，能够实时捕捉施工过程中各类关键数据，包括混凝土浇筑温度、边坡位移变化、作业人员位置、机械设备运行状态等。传感器所采集的海量数据，通过无线网络实时传输至智能化质量安全管控平台，并与BIM模型中的对应构件、区域进行精准关联，使原本静态的三维模型成为动态反映现场实际情况的数字化孪生体。基于BIM模型的可视化特性，质量安全隐患能够以直观易懂的方式呈现。一旦监测数据触发预设的阈值，如混凝土养护温度异常、深基坑位移超限、高空作业人员未佩戴防护设备等，系统将立即在BIM模型上以醒目的颜色标注出隐患位置，并通过手机APP、短信、现场警报器等多种渠道发出预警信息。项目管理人员可通过平台快速调取隐患点的详细信息，包括隐患类型、发生时间、历史数据变化趋势等，从而及时做出决策。

结语

BIM技术为水利水电工程施工管理注入了数字化动能，其可视化、协同性与模拟性特点，有效破解了传统管理模式中信息孤岛、协同低效、风险预判不足等难题。通过深化全流程信息集成、强化多专业协同机制、推进动态模拟优化及构建智能化管控体系，可显著提升施工管理的精细化与科学化水平。未来，随着技术融合深化与标准体系完善，BIM技术在水利水电工程中有望实现与人工智能、物联网等技术的更深度整合，进一步拓展应用场景，为工程全生命周期管理提供更全面的支持，推动行业向高效化、智能化、绿色化方向持续迈进，助力水利水电工程建设高质量发展。

参考文献

- [1] 孙祥宾, 熊国庆. BIM技术在水利工程施工中的应用[J]. 农业工程技术, 2024, 44(29): 106-107.
- [2] 江涛. BIM技术在水利工程总承包项目中的应用[J]. 水利科学与寒区工程, 2024, 7(08): 11-13.
- [3] 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.
- [4] 江涛, 梁林, 李成. BIM技术在水利工程施工管理中的应用研究[J]. 内蒙古水利, 2024, (03): 98-100.
- [5] 尹建部, 李振卿, 赵香玲, 任晨曦, 尹凯. 浅析BIM技术在水利水电工程施工安全管理中的实践应用[J]. 中国设备工程, 2022, (05): 88-90.