

BIM 技术在水利工程施工中的应用探索

梁骏宇¹, 张良群²

1. 淮安新水建设有限公司, 江苏 淮安 223001

2. 江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223001

DOI:10.61369/WCEST.2025030012

摘 要 : BIM (建筑信息模型) 技术在水利工程施工中的应用, 正逐步改变传统施工模式, 通过数字化手段提升工程建设管理水平。其在设计优化、施工模拟、进度管理、成本控制和协同作业等方面展现出显著优势。利用三维可视化与信息集成能力, 能够提高施工效率, 降低差错率, 并加强各参与方之间的沟通协调。在复杂工序管理和安全风险控制中, BIM技术同样发挥着重要作用, 推动水利工程向智能化、精细化方向发展。

关 键 词 : BIM技术; 水利工程; 施工管理; 数字建造; 信息集成

Exploration of the Application of BIM Technology in Water Conservancy Construction

Liang Junyu¹, Zhang Liangqun²

1. Huai'an Xinsui Construction Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu 223001

2. Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu 223001

Abstract : The application of BIM (Building Information Modeling) technology in water conservancy construction is gradually changing the traditional construction mode and improving the management level of engineering construction through digital means. It demonstrates significant advantages in design optimization, construction simulation, schedule management, cost control, and collaborative work. Utilizing 3D visualization and information integration capabilities can improve construction efficiency, reduce error rates, and enhance communication and coordination among various participants. BIM technology also plays a vital role in managing complex processes and controlling safety risks, driving the development of water conservancy projects towards intelligence and refinement.

Keywords : BIM technology; water conservancy engineering; construction management; digital construction; information integration

引言

随着信息技术与工程建设的深度融合, BIM技术正逐步渗透至水利工程施工领域, 带来施工方式与管理理念的深刻变革。面对水利工程结构复杂、周期长、协作环节多等特点, 传统管理模式难以满足高效高质建设需求。BIM技术凭借其可视化、集成化和动态协同能力, 为项目全生命周期管理提供了全新解决方案。探索其在水利施工中的实际应用, 有助于推动工程管理水平升级, 实现数字化转型与高质量发展目标。

一、BIM技术概述与水利工程施工的契合性分析

BIM (Building Information Modeling, 建筑信息模型) 技术是基于三维数字模型, 实现建筑全生命周期信息集成与共享的一种现代工程管理工作方法。与传统二维图纸相比, BIM不仅提供可视化的空间展示, 更承载了丰富的工程信息, 如构件属性、施工工序、材料规格等, 为工程建设提供数据支撑和决策依据。在全球工程建设不断向数字化、智能化迈进的背景下, BIM技术已在建

筑、桥梁、地铁等领域取得了广泛应用和显著成效。其在提升设计质量、优化施工组织、实现成本控制和提高工程效率方面表现突出, 为工程建设提供了新的技术路径。

水利工程具有工期长、专业交叉多、施工环境复杂等显著特点, 对信息管理和多方协同的要求极高。以往依赖纸质图纸、人工传递信息的方式已难以满足现代化水利工程建设需求, 容易导致信息不对称、施工误差大和管理效率低等问题。BIM技术以其高度集成、可视化和可模拟的优势, 正好契合水利工程的施

工管理需求。在项目早期，通过构建三维模型可以直观展现工程结构和地理环境，有助于各专业之间的碰撞检查，减少设计阶段的错漏碰缺。在施工阶段，BIM技术能够精确模拟施工流程，实现资源优化配置和施工工序优化，提高施工效率，降低施工风险^[1]。

水利工程往往涉及大量地质、水文、结构和机电等专业数据的综合运用，而BIM平台提供的信息集成能力正是打破数据孤岛、实现统一管理的重要手段。通过将水文参数、地质剖面、结构构件等信息集成到统一模型中，管理人员能够实现对工程进度、物料消耗、安全风险等的实时掌握与预判，辅助科学决策与动态调整。同时，BIM还支持施工过程的可视化管理和远程协作，为分布式施工场景提供技术保障。综合来看，BIM技术在理念与功能层面都与水利工程施工高度契合，其推广应用不仅是技术更新的需要，更是提升水利建设质量和效率的重要手段。

二、BIM在水利工程设计优化中的实践应用

在水利工程的设计阶段，传统方法往往依赖二维图纸与经验判断，存在表达不直观、协同效率低、变更成本高等问题，尤其在涉及大体积混凝土结构、水工建筑物及复杂地质条件时，设计质量和施工可实施性难以保障。而BIM技术通过构建三维数字模型，实现设计构想的可视化表达，使工程各要素之间的空间关系更加清晰直观，有效避免因图纸理解偏差导致的设计冲突。据中国某省重点水利枢纽工程试点数据显示，采用BIM后，在设计阶段的碰撞检查中发现结构冲突点数较传统方法减少了62%，极大地提升了设计阶段的准确性与协调性。

BIM的参数化建模功能为水利工程设计带来了高度灵活性。在大坝、水闸、泵站等典型水工结构的设计过程中，可以通过设置关键控制参数快速生成并调整构件模型，自动关联结构尺寸、材料信息与施工顺序，大幅提升建模效率与方案比选能力。例如，在某大型灌区改扩建工程中，通过BIM对不同渠道断面和衬砌方案进行模拟分析，不仅在设计周期上缩短了约30%，还通过优化断面设计节省了约12%的混凝土用量。此外，基于BIM平台的可视化模型可与水文、水力模拟软件对接，实现水流路径、压力分布与过水能力等设计指标的动态分析，提高设计科学性与工程安全性^[2]。

设计阶段的优化不仅体现在结构与功能层面，更延伸至设计协同与信息管理方面。水利工程涉及多个专业团队协作，如水工结构、机电设备、水文分析与环境影响评估等，传统沟通模式下信息分散、变更滞后常导致设计返工，影响工期。引入BIM后，各专业可在同一平台进行协同建模与信息同步，确保设计数据在版本管理、模型集成与审查流转中的一致性与实时性。以某跨流域调水工程为例，设计团队通过BIM平台完成了约50次跨专业协同会审，模型变更响应时间由原来的平均72小时缩短至24小时，设计工作效率明显提高。可见，BIM技术在水利工程设计中的深度融合不仅优化了成果质量，更推动了协作机制的转型升级，为后续施工阶段的顺利实施奠定了坚实基础^[3]。

三、施工阶段 BIM技术的集成管理与协同机制

施工阶段是水利工程落地实施的关键环节，涉及人、机、料、法、环等多要素的综合协调，管理链条长、风险点多，对组织与信息的集成管理提出了更高要求。BIM技术通过三维模型的动态展示，将设计意图以可视化形式传递至施工现场，实现图纸、进度、资源和成本信息的同步管理，有效解决了传统施工中信息割裂、沟通低效等难题。施工团队可基于BIM模型提前规划施工工序，模拟施工流程，识别潜在冲突并进行预处理，提升施工计划的可执行性与现场管理的精细化水平^[4]。例如，在某大型水利枢纽工程中，施工单位采用BIM进行混凝土浇筑模拟后，优化了施工顺序，浇筑效率提升约20%，施工缝数量减少了15%。

BIM平台具有强大的信息集成功能，可将各类施工信息，如构件编号、进度状态、设备参数、安全风险等统一集成至模型中，形成“数字工地”的核心支撑。通过与施工管理系统、物料管理系统及传感设备对接，能够实时获取施工进度、材料消耗、设备运行等数据，实现动态监控和智能预警。在某引水隧洞工程中，BIM与传感系统结合，对开挖面位移、围岩变形及衬砌厚度进行动态监测，一旦数据异常即触发预警机制，显著提升了现场安全管理水平。此外，BIM还能与无人机航拍、激光扫描等技术结合，实现模型与实际施工情况的对比分析，保障工程实施与设计模型的一致性，有效降低返工率和资源浪费。

协同机制的构建是BIM应用落地的关键保障。水利工程建设周期长、参与方众多，各方职责交叉，若无高效的沟通与协同机制，极易导致信息断层与管理漏洞。BIM通过建立统一的协同工作平台，使设计、监理、施工、业主等各方在同一数据环境中进行交流与决策，实现信息的实时共享与权限控制。例如，在某重点引调水工程中，施工单位基于BIM协同平台开展周计划审查与问题会签，各专业之间通过模型标注方式进行问题提报与解决，减少了传统会议沟通时间约40%，大幅提升了协同效率。同时，平台中集成的版本管理与模型变更记录功能也有助于责任追踪与工程留档，为项目全过程管理提供制度保障^[5]。可见，BIM在施工阶段不仅作为技术工具支撑现场操作，更以集成与协同的理念推动施工管理方式的全面转型。

四、BIM在水利工程进度、成本与安全控制中的作用

水利工程因其体量庞大、周期较长、作业环境复杂，常面临进度滞后、成本超支及安全事故频发等问题。BIM技术的引入为这一传统领域提供了高效的技术手段与管理工具，尤其在施工进度度的计划与控制方面表现突出。利用BIM进行四维建模，即将时间维度与三维模型融合，可实现施工过程的动态模拟和工序排布的可视化分析，辅助管理人员进行科学决策。在某大型水电站项目中，通过BIM技术制定施工总进度计划并进行多次模拟推演，较传统方式提早识别并解决了6项关键路径冲突点，使项目整体工期压缩约10%，极大提升了进度执行力与应变能力^[6]。

成本控制是水利工程项目管理的重要核心，而BIM技术可

通过集成工程量清单、材料价格、施工方案等数据，构建全过程造价管理体系。相比传统人工核算和经验决策，BIM可在设计阶段精准提取工程量信息，在施工阶段结合实际进度自动更新费用数据，实现预算控制、过程管控与决算结算的一体化管理。例如，在某中型水库除险加固工程中，项目团队依托 BIM 模型提取细化构件信息并动态调整采购与施工计划，使材料浪费率降低约 13%，人工成本节约超过 8%。此外，BIM 的方案比选与建模优化功能还可在项目前期帮助业主进行投资效益评估，为资源配置提供更加科学的依据，避免重复投资与无效支出^[7]。

安全管理作为水利施工的关键环节，尤其在隧洞开挖、高边坡施工、涉水作业等高风险场景中更显重要。BIM 技术能够提前模拟高风险施工段落，识别安全隐患并制定针对性的防护措施，实现事前预警与过程可控。通过将施工现场的安全标识、监测数据与模型关联，管理人员可在平台上实时查看高危区域状态、作业人员分布及机械运行情况，提升安全管控的精准度与响应速度。在某引水隧洞施工项目中，结合 BIM 与传感器技术布设的监测系统，实现对围岩稳定性、隧洞渗压及作业环境的连续监控，显著降低了施工期间突发性塌方和人员伤害的风险。可以看出，BIM 不仅提升了水利工程的安全可控性，更推动了施工现场向“智能安全”体系的转型。

五、BIM 技术应用的挑战与水利工程数字化发展展望

尽管 BIM 技术在水利工程施工中展现出巨大的应用潜力与管理价值，但其推广应用仍面临诸多现实挑战。首先，行业整体信息化基础薄弱，部分项目单位在人员配置、技术储备与软件系统等方面仍不具备 BIM 实施条件，尤其在中小型水利工程中更为明显。其次，不同专业间存在建模标准不统一、数据接口兼容性问题，导致模型难以实现高效集成与协同使用。同时，BIM 对项目管理者与技术人员提出了更高的复合型能力要求，人才短缺成为制约其深入发展的关键因素。大量工程实践表明，BIM 应用效果与管理团队的认知程度、执行力及制度配套密切相关，当前

在部分项目中仍存在“重模型、轻管理”的误区，影响了其实际成效。

在应对这些挑战的同时，水利行业正加快数字化转型步伐，推动 BIM 技术向更深层次、更广范围融合发展。一方面，通过制定统一的 BIM 标准与行业规范，可实现不同专业与不同阶段的信息互通，为模型的跨平台协作和数据沉淀打下基础。国家层面也已发布多项政策鼓励水利项目数字建造与 BIM 推广，如《水利信息化发展纲要（2021—2025 年）》明确提出要提升工程建设数字化水平，将 BIM 作为重点发展方向。另一方面，BIM 技术正与物联网、GIS、AI 等新兴技术深度融合，逐步拓展至运维管理与资产管理等后期阶段，推动水利工程实现全生命周期的数字化管理闭环，为建设“智慧水利”提供有力支撑^[8]。

展望未来，随着技术进步与管理理念的更新，BIM 将在水利工程中发挥更加重要的战略作用。从设计到施工、再到运营维护，BIM 将不再仅是可视化工具，而是集成决策、过程管理与智能运维于一体的数字化基础平台。通过持续推进 BIM 与项目实践深度结合，构建标准统一、数据贯通、职责清晰的管理体系，将有望提升水利工程的质量、安全与效益水平。同时，行业应加大培训力度，培育一批精通 BIM 应用的复合型人才队伍，为 BIM 技术的高效落地提供智力支撑。可以预见，BIM 将在水利工程数字化转型进程中发挥不可替代的核心作用，引领行业迈向高质量、智能化发展新阶段。

六、结语

BIM 技术凭借其可视化、集成化与协同化优势，在水利工程施工各阶段均展现出显著成效，推动了工程设计优化、施工管理提效以及进度、成本与安全控制的全面升级。尽管当前在推广应用过程中仍存在技术瓶颈、标准不统一及人才短缺等问题，但随着数字建造理念深入人心，BIM 正逐步成为水利工程高质量发展的重要支撑。未来，持续推进技术融合与制度建设，将进一步释放 BIM 在智慧水利建设中的核心价值与发展潜力。

参考文献

- [1] 张其辽. 浅谈 BIM 技术在水利大型土方工程施工中的应用 [J]. 治淮, 2023, (11): 38-39.
- [2] 王忠林, 李小妮, 张少露. BIM 技术在水利工程装配式施工中的应用研究 [J]. 科技与创新, 2024, (01): 171-173. DOI: 10.15913/j.cnki.kjycx.2024.01.052.
- [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] 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. DOI: 10.16815/j.cnki.11-5436/s.2024.29.045.
- [5] 叶煜. BIM 技术在水利工程施工管理中的应用研究 [C]// 广西网络安全和信息化联合会. 第六届工程技术管理与数字化转型学术交流会议论文集. 杭州中邦生态环境有限公司, 2025: 359-361. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2025.007275.
- [6] 黄旭红. BIM 技术对建筑施工图审查效率的影响 [J]. 中国高科技, 2022, (11): 25-26.
- [7] 张礼平. BIM 技术在建筑工程管理中的应用实践 [J]. 建设监理, 2019, (05): 18-22.
- [8] 张英伟, 韩立美. 信息化时代背景下的农业水利工程管理方法 [J]. 智慧中国, 2024, (04): 88-89.