

BIM 技术与绿色施工融合在水利水电土建工程中的应用研究

邵金强

新疆兵团水利水电工程集团有限公司，新疆乌鲁木齐市，830000；

摘要：本文深入探讨了 BIM 技术与绿色施工融合在水利水电土建工程中的应用。阐述了 BIM 技术和绿色施工的概念及特点，分析了两者融合的优势，详细介绍了在工程规划设计、施工过程管理、资源与能源管理等方面的具体应用，并结合实际案例展示应用效果，最后对发展趋势进行了展望。研究表明，该融合应用能有效提升水利水电土建工程的建设水平，实现经济效益、社会效益和环境效益的统一，具有广阔的应用前景。

关键词：BIM 技术；绿色施工；水利水电土建工程；应用研究

DOI：10.69979/3060-8767.25.10.048

引言

水利水电土建工程是国家基础设施的重要部分，在能源供应、防洪灌溉、水资源调配等方面作用关键。但传统建设模式常存在资源浪费、环境污染、施工效率低等问题。随着科技进步与环保理念普及，BIM 技术与绿色施工的融合提供了新解决方案。BIM 技术凭借信息集成和可视化功能实现工程全过程精细化管理；绿色施工强调施工中节约资源、保护环境以实现可持续发展。二者融合有望为水利水电土建工程带来全新发展模式，提升建设质量和效益。

1 BIM 技术与绿色施工概述

1.1 BIM 技术的概念与特点

BIM (Building Information Modeling) 技术即建筑信息模型技术，它是以三维数字技术为基础，集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型。该模型不仅包含了建筑物的几何信息，还涵盖了材料、设备、进度、成本等多方面的非几何信息，是对工程项目相关信息的详尽表达。

BIM 技术具有以下显著特点：

可视化：能够将传统的二维图纸转化为直观的三维模型，使工程各参与方可以清晰地看到建筑物的外观、内部结构以及各系统的布局，有效避免因对图纸理解不一致而产生的沟通障碍和施工错误。

信息完备性：整合了工程项目全生命周期的各种信息，从规划设计到施工建设，再到运营维护，所有相关数据都可以在 BIM 模型中得以体现，为各阶段的决策提供全面、准确的数据支持。

协同性：打破了各参与方之间的信息壁垒，设计单位、施工单位、监理单位等可以在同一个 BIM 平台上进行协同工作，实时共享信息，及时发现并解决问题，大

大提高了工作效率和项目管理水平。

模拟性：可以对工程项目的各种情况进行模拟，如施工进度模拟、施工工艺模拟、能耗模拟等。通过模拟，提前发现潜在问题，优化施工方案，降低施工风险。

1.2 绿色施工的概念与原则

绿色施工是指在工程建设过程中，在保证质量、安全等基本要求的前提下，通过科学管理和技术进步，最大限度地节约资源与减少对环境负面影响的施工活动，实现四节一环保（节能、节地、节水、节材和环境保护）。

绿色施工遵循以下原则：

可持续发展原则：将可持续发展理念贯穿于工程建设的全过程，从项目规划开始就充分考虑资源利用和环境保护，实现经济、社会和环境的协调发展。

资源节约原则：在施工过程中，通过优化施工方案、采用先进技术和设备等手段，尽可能减少资源的消耗，提高资源利用效率。例如，合理安排施工顺序，减少材料的二次搬运；采用节能灯具和节水器具，降低能源和水资源的浪费。

环境保护原则：采取有效的措施减少施工对环境的污染和破坏，如控制施工扬尘、噪声污染，妥善处理建筑垃圾等。同时，注重对生态环境的保护，避免对周边自然景观和生态系统造成不必要的影响。

全过程控制原则：绿色施工不仅仅局限于施工阶段，而是涵盖了项目的整个生命周期，包括规划设计、施工建设、运营维护和拆除等各个阶段。在每个阶段都应遵循绿色施工的理念和要求，实现全过程的绿色化。

2 BIM 技术与绿色施工融合的优势

2.1 提升工程规划设计的科学性

在水利水电土建工程规划设计阶段，BIM 技术与绿色施工的融合意义重大。借助 BIM 建立的三维模型，设

计人员可直观优化工程布局、结构形式及设备选型。结合绿色施工理念,利用BIM软件分析功能,对工程能耗、水资源利用、土地占用等进行模拟分析,能制定更科学的设计方案,实现资源高效利用与环境影响最小化。如设计水利枢纽时,可通过BIM模型模拟不同坝型、布置方案下的水流、占地及施工能耗,为最优方案选择提供依据。

2.2 优化施工过程管理

施工中,二者融合可实现对进度、质量、安全的精细化管理。基于BIM模型的施工进度模拟,能帮助施工人员预判关键节点与潜在问题,合理安排施工顺序和资源调配,避免延误。利用BIM可视化特点,可实时监控施工质量,及时纠偏,例如模拟混凝土浇筑过程以确定最佳方案和振捣位置,保障浇筑质量。此外,将绿色施工要求融入BIM管理平台,实时监测施工场地扬尘、噪声等环境指标并关联模型,超标时及时整改,有效保障施工绿色化。

2.3 促进资源与能源的合理利用

二者融合有助于资源与能源的合理利用。BIM模型能准确计算工程量,为材料采购和资源调配提供精准数据,避免浪费。同时,利用BIM模拟分析施工能耗,找出重点环节和部位,采取优化设备配置、合理安排施工时间等针对性节能措施,降低能耗。如大型水利水电工程中,通过BIM分析施工机械运行参数,合理调度以避免空载,达到节能目的。

2.4 增强工程各方的沟通与协作

融合为工程各方提供协同平台,提升沟通与协作效率。设计、施工、监理及业主等方可在BIM平台实时共享信息,及时沟通解决工程问题。例如施工单位发现设计图纸问题,可通过平台反馈给设计单位,修改后信息实时更新至BIM模型供各方查阅,避免因信息传递不及时导致施工错误和延误,提高工程整体效率,保障工程顺利推进。

3 BIM技术与绿色施工融合在水利水电土建工程中的应用

3.1 工程规划设计阶段的应用

此阶段以建立BIM模型为基础,设计人员依据地形、地质、规模等资料,用专业软件构建三维模型,录入建筑结构、材料及设备参数等信息,为后续分析优化提供支撑。

绿色设计分析通过BIM工具实现,集成能耗软件模拟不同方案运营能耗以选最优,同时分析施工用水规划

以减少浪费,并评估工程对周边环境的噪声、水土流失影响,制定环保措施。

设计方案优化依托BIM的可视化与信息集成,实现多专业协同设计,在同一模型上及时发现并优化冲突,如地下洞室设计中避免碰撞;结合绿色施工要求优化场地布置与交通组织,降低对周边环境的影响。

3.2 施工过程管理阶段的应用

施工进度管理将BIM模型与进度计划结合形成4D模型,管理人员可直观掌握各阶段形象进度,预判延误风险并调整。以大坝浇筑为例,通过模型对比实际与计划进度,滞后时及时优化以保障进度。

施工质量管理借助BIM建立管理模型,关联质量标准与构件、工序,施工人员可随时查阅;通过现场数据与模型对比及时发现问题,如检查钢筋布置偏差,标记问题并记录整改,实现闭环管理。

施工安全管理利用BIM的可视化与模拟功能,识别高处坠落等风险并制定防护措施,合理布置安全设施;在边坡施工中模拟开挖分析稳定性并提前支护,还通过三维模型开展安全教育提升施工人员意识。

绿色施工管理将绿色理念融入全过程,用BIM优化场地布局减少占地与干扰;实时监测扬尘、噪声等指标,超标时及时采取降尘、降噪等措施,如通过监测设备联动平台实现自动报警与快速处理。

3.3 资源与能源管理阶段的应用

资源管理中,BIM模型精准计算工程量,为材料采购调配提供依据,结合进度计划合理安排材料进场,避免积压浪费;跟踪材料使用情况,如混凝土施工中精确计算用量并安排生产运输,减少损耗。

能源管理通过BIM监测分析施工能耗,找出重点环节与设备,优化配置并合理安排施工时间,如监测大型机械能耗,更换低效设备,避开用电高峰降低成本;还优化照明、通风系统,采用节能设备减少浪费。

4 案例分析

4.1 工程概述

本研究涉及一重大水利水电枢纽工程,其总装机容量达到120万千瓦,为区域内关键的能源供应及水资源调节设施。该工程由多个核心建筑组成,包括一座高度为150米、长度为800米的混凝土重力坝,以及地面式水电站厂房,内设4台30万千瓦的水轮发电机组,年设计发电量可达50亿千瓦时。此外,溢洪道设计最大泄洪量为8000立方米/秒,具备应对百年一遇洪水的能力。工程位于山地丘陵地带,地形变化显著,地质条件复杂,存在多处断层和破碎带,对基础处理和结构施工

构成了极大挑战。特别地,该工程毗邻国家级自然保护区缓冲区,属于生态敏感区域,施工期间对噪声、扬尘和水土流失的控制要求极为严格,环保标准远超常规工程。为确保工程质量和进度,同时最大限度减少对环境的影响,实现经济、社会和环境效益的和谐统一,工程建设方采纳了BIM技术与绿色施工相结合的建设模式。

4.2 BIM技术与绿色施工融合应用分析

规划设计阶段,设计单位构建了LOD400精度的BIM三维模型,详细记录建筑物结构参数、材料及设备特性,为8个备选方案(含总体布局、结构形式等)的比选提供数据支撑。

通过与绿色设计软件联动,模型对方案能耗、水资源利用及环境影响量化模拟。如方案C年运营能耗950万度,方案D经优化降至820万度而被选定。大坝坝型选择中,BIM模拟显示混凝土重力坝施工期总能耗5.2万吨标准煤,较拱坝低8%、土石坝低12%,植被破坏面积少15%,结合地质与运行要求确定此方案。

施工过程管理阶段,施工单位以BIM模型开发进度管理系统,与进度计划结合形成4D模型,直观呈现各阶段形象进度,预警12处滞后节点,调整资源后保障关键线路推进。

同时,借助BIM搭建质量与安全管理平台:质量管理查出38项钢筋间距偏差等问题,均反馈整改;安全管理识别25处高处坠落等风险点,制定措施后风险降至可接受范围。

绿色施工管理上,BIM优化场地布置使临时占地从12万平方米减至9万平方米(降25%),减少生态干扰。现场设15套环境监测设备,数据实时传至BIM平台,扬尘超 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 或噪声超70分贝时自动报警,42次报警均1小时内处理,超标时长 ≤ 0.5 小时,减轻环境影响。

资源与能源管理阶段,BIM模型计算工程量,混凝土、钢筋等材料误差 $\leq 3\%$,为采购调配提供依据。实时跟踪材料使用,钢材损耗率从5%降至3%(节约800吨),水泥损耗率从6%降至2.5%(节约1200吨)。

能源管理中,监测30台大型机械能耗,更换维修5台低效设备后单台能耗降22%;混凝土搅拌站经节能改造及生产时间优化,能耗降18%。

4.3 应用效果评估

通过BIM技术与绿色施工的融合应用,该水利水电枢纽工程取得了显著成效。在工程进度方面,原计划总工期为48个月,实际提前3个月竣工,提前发电创造

经济效益约1.5亿元。在工程质量方面,共完成单元工程验收5200个,合格率达100%,优良率达92%,高于行业平均水平8个百分点。

在安全管理方面,借助BIM技术的安全风险识别和评估功能,有效预防了安全事故的发生,实现了施工过程零安全事故,较行业同类工程平均安全事故发生率降低100%。

在绿色施工方面,通过优化施工场地布置、采取有效环保措施以及合理的资源与能源管理,工程建设过程中的资源浪费和环境污染得到有效控制。经统计,与传统施工方式相比,该工程施工过程中的能耗降低16%,折合标准煤约8000吨;水资源利用率提高30%,节约施工用水约50万吨;建筑垃圾产生量减少40%,减少建筑垃圾约1.2万吨,全面达成了预期的绿色施工目标。

5 结论与展望

研究表明,BIM技术与绿色施工融合优势显著,能提升水利水电工程规划设计科学性、优化施工管理、促进资源能源合理利用及增强各方协作。其在工程多阶段应用前景广阔,通过建模、绿色分析等可提高质量效益,实现可持续发展;案例验证了其可行性与有效性,能在保障质量安全的同时实现节能减排,提供全新管理模式。虽有应用成果,但仍需突破挑战。未来需加强技术研发、制定统一标准、培养复合型人才、加大推广力度、建立效益评价体系以平衡两者。总体而言,该融合应用价值重大、前景广阔,将推动工程向高效、绿色、可持续方向发展。

参考文献

- [1]刘敬伟.水利水电工程施工安全管理中BIM技术的应用探究[J].城市建设理论研究:电子版,2015,000(017):7009-7010.
- [2]侯远明,李光磊.绿色施工模式下BIM技术在市政工程管理中的应用[J].建筑机械,2023(7):31-35.
- [3]刘洋.BIM技术在建筑工程绿色施工中的实践研究[J].电脑校园,2023:4675-4676.
- [4]祝羿,陆杰.BIM+绿色施工技术在高层住宅建筑群中的应用[J].建筑工程技术与设计,2018,000(018):333.
- [5]李洋,崔飞,臧越,等.基于BIM施工技术的绿色施工理念在装饰装修工程中的应用研究[J].价值工程,2024,43(2):163-165. DOI:10.3969/j.issn.1006-4311.2024.02.052.