

基于BIM技术的水利工程施工管理信息化平台构建

曹昌月 阚亚鹏 许志勇

如皋市新濬水利市政工程有限公司 江苏 如皋 226500

摘要：随着水利工程建设规模不断扩大、复杂度日益提升，传统施工管理模式面临诸多挑战。本文聚焦基于BIM技术的水利工程施工管理信息化平台构建，阐述其应用理论基础，详细介绍如BIM建模、数据集成与交换等关键技术，以及工程信息、进度、质量等各功能模块。分析该平台在提高管理效率、优化方案、控制质量安全、降低成本和提升可持续性等方面的应用优势，旨在为水利工程施工管理的信息化发展提供有益参考。

关键词：基于BIM技术；水利工程；施工管理；信息化平台；构建

引言：水利工程在国民经济发展中占据重要地位，然而其施工管理存在信息沟通不畅、协同困难等问题。BIM技术凭借可视化、信息集成等特性，为解决这些难题带来契机。近年来，其在建筑领域应用广泛，但在水利工程施工管理中的应用尚需深入探索。本文旨在探讨基于BIM技术构建信息化平台的相关要点，剖析关键技术与功能模块，展现其应用优势，助力水利工程施工管理迈向信息化新高度。

1 BIM 技术在水利工程施工管理中的应用理论基础

BIM（建筑信息模型）技术作为一种数字化的先进手段，在水利工程施工管理中有着坚实的应用理论基础。从信息集成角度来看，它能够将水利工程从规划设计到施工乃至运维全生命周期的各类信息，如工程地质数据、水工建筑物结构参数、施工进度安排、资源调配信息等，整合到一个三维可视化的信息数据库中。通过唯一的信息模型，实现数据的集中管理与共享，打破了传统模式下信息分散、流通不畅的壁垒。在协同工作方面，基于BIM平台，水利工程各参与方，包括业主、设计单位、施工单位、监理单位等，可以实时进行信息交互与协同作业。例如，设计单位对工程设计的变更能够及时反馈给施工单位，施工单位可在模型上标注施工过程中的实际问题并反馈给设计与监理方，各方围绕统一的BIM模型协同工作，有效减少沟通成本与误解，提高工作效率^[1]。

2 基于 BIM 技术的水利工程施工管理信息化平台关键技术

2.1 BIM建模技术

BIM建模技术是构建水利工程施工管理信息化平台的核心基础。在水利工程中，需依据工程特点与设计 requirements 创建高精度模型。首先，对水利枢纽、渠道、堤坝等各类水工建筑物进行精确的几何建模，准确表达其形状、

尺寸与空间位置关系。例如大坝建模，要细致到坝体结构分层、内部廊道布局等。赋予模型丰富的非几何信息，如材料属性、施工工艺参数、设备性能指标等，使模型成为信息的集成载体。通过参数化建模手段，方便对模型进行修改与调整，如根据不同的设计方案快速改变坝高、坝顶宽度等参数，模型自动更新相关信息，为后续的分析、模拟与施工管理提供准确且动态的数据支持，确保施工过程与设计意图的高度契合。

2.2 数据集成与交换技术

数据集成与交换技术保障了BIM平台信息的流畅性与完整性。对于水利工程而言，涉及多源数据，包括地理信息系统（GIS）中的地形地貌数据、水文监测数据、设计软件生成的CAD图纸信息以及施工现场采集的实时数据等。该技术通过建立统一的数据标准与接口，如采用工业基础类（IFC）标准，将各类数据转换并集成到BIM模型中。在不同软件平台间，能够实现数据的无缝交换，例如设计单位的BIM设计软件与施工单位的项目管理软件之间的数据传输，支持数据的实时更新与同步，确保各参与方获取的信息一致且为最新状态。

2.3 三维可视化技术

在施工前，可通过三维可视化模型全面展示水利工程的整体布局、建筑物结构细节以及施工场地环境等。例如，直观呈现水利枢纽中各水工建筑物之间的空间关系，帮助施工人员更好地理解设计意图。在施工过程中，实时反映工程进度，如已浇筑的混凝土部分、安装的设备等以不同颜色或形式在模型中标识，使管理人员能清晰掌握施工进度情况。对于质量安全管理，可在三维模型中定位质量缺陷或安全隐患部位，并关联相关检测数据与处理措施，便于直观分析问题。此外，通过虚拟现实（VR）或增强现实（AR）技术的结合，施工人员可进行沉浸式的施工方案预演或现场辅助施工，如在AR

环境下查看地下管道铺设的准确位置与走向, 有效提高施工的准确性与安全性, 提升施工管理的可视化水平与沟通效率。

2.4 信息管理技术

在水利工程施工管理中, 它首先对各类信息进行分类存储, 如按照工程文档、模型数据、施工记录等分类, 并建立索引以便快速检索。对于不同用户角色, 如项目经理、施工技术员、质量监督员等, 设置相应的信息访问权限, 确保信息的安全性及保密性。具备信息版本管理功能, 记录信息的变更历史, 方便追溯与对比分析。例如, 对设计变更过程中的不同版本图纸与模型进行管理, 明确变更内容与时间。此外, 信息管理技术还能根据施工管理需求进行数据挖掘与分析, 如分析施工进度数据预测工期延误风险, 对质量检测数据进行统计分析找出质量问题的共性与规律, 为施工决策提供数据支持与智能辅助, 实现水利工程施工管理的精细化与科学化^[2]。

3 基于 BIM 技术的水利工程施工管理信息化平台功能模块

3.1 工程信息管理模块

工程信息管理模块是整个信息化平台的基础数据枢纽。它集中存储水利工程的各类基础信息, 包括工程概况(如工程名称、地点、规模、用途等)、设计文档(设计图纸、设计说明、计算书等)、地质勘察报告、合同文件等。通过数字化录入与分类整理, 形成条理清晰的信息库。该模块支持多格式文件上传与在线浏览, 方便各参与方随时查阅所需信息。具备信息更新与版本控制功能, 确保各方获取的信息始终是最新且准确的。例如, 当设计发生变更时, 能及时推送通知并更新相关文档信息, 使施工、监理等单位能够快速知晓并调整工作, 保障工程信息在全生命周期内的有效传递与共享, 为其他功能模块提供数据支撑与信息溯源依据。

3.2 施工进度管理模块

施工进度管理模块借助BIM技术的可视化与数据集成优势, 实现对水利工程施工进度的全方位管控。首先, 依据施工计划在BIM模型上进行施工工序的分解与时间节点设定, 生成详细的进度计划横道图或网络图, 并直观展示在三维模型中, 如以不同颜色标识不同施工阶段。在施工过程中, 通过现场数据采集(如施工人员打卡、设备运行记录、工程量完成情况等)与模型关联, 实现进度的实时跟踪。当实际进度与计划进度出现偏差时, 系统能自动分析偏差原因(如资源短缺、施工工艺问题等)并提供调整建议, 如调整工序逻辑关系、优化资源

分配等, 以确保施工进度的顺利推进。

3.3 施工质量管理模块

施工质量管理模块以BIM模型为载体, 构建全面的质量管理体系。在施工前, 将水利工程的质量标准、规范条文整合到平台中, 并与BIM模型的构件相关联, 使施工人员明确各部位的质量要求。施工过程中, 支持质量检验数据的录入, 包括原材料检验报告、工序质量检验记录等, 这些数据可直接与对应的BIM构件绑定。利用三维可视化功能, 能够直观定位质量问题发生的部位, 并详细记录问题描述、照片、处理措施等信息, 形成质量问题台账。通过对质量数据的统计分析, 如质量缺陷分布统计、合格率分析等, 可及时发现质量管控的薄弱环节并采取针对性措施加以改进。

3.4 施工安全管理模块

在项目前期, 结合工程设计与施工环境信息, 对施工现场可能存在的安全风险点进行识别与评估, 如高边坡稳定性分析、深基坑支护风险评估等, 并在BIM模型中进行标记与预警设置。施工期间, 通过物联网传感器(如位移传感器、压力传感器、环境监测传感器等)与BIM模型实时连接, 采集安全相关数据, 一旦数据超出安全阈值, 系统立即触发预警信息, 并在三维模型中精确定位风险源, 方便管理人员快速响应与处置。该模块具备安全培训资料管理功能, 如制作安全操作规程动画、事故案例视频等。可通过BIM模型进行可视化展示与培训交底, 提高施工人员的安全意识与操作技能, 从多方面保障水利工程施工安全。

3.5 资源管理模块

资源管理模块主要负责水利工程施工过程中的资源规划、调配与监控。在资源规划阶段, 依据施工进度计划与BIM模型, 精确计算所需的人力、材料(如水泥、钢材、砂石料等)、设备(如挖掘机、起重机、混凝土搅拌机等)资源的种类、数量及进场时间, 并生成资源需求计划。在资源调配过程中, 对各类资源的库存、采购、租赁等情况进行实时跟踪与管理, 如材料库存预警、设备调度安排等, 确保资源供应的及时性与合理性。通过对资源使用情况的记录与分析, 如材料消耗统计、设备利用率分析等, 能够发现资源浪费或配置不合理的环节, 进而优化资源配置方案, 提高资源利用效率, 降低施工成本, 保障水利工程施工的顺利进行与资源的高效利用。

3.6 协同管理模块

基于BIM平台, 它打破了传统沟通模式的时空限制, 实现各方信息的实时共享与交互。各参与方(业主、设

计单位、施工单位、监理单位等)可在平台上进行即时通讯、召开视频会议,针对BIM模型中的工程问题展开讨论并形成决策。例如,设计单位可在模型上标注设计意图与变更信息,施工单位及时反馈施工难点与现场情况,监理单位对施工过程进行监督并提出整改意见,所有信息都围绕BIM模型进行集成与流转。该模块具备任务分配与跟踪功能,明确各参与方的工作职责与任务进度要求,并实时监控任务执行情况,确保各项工作有序推进,有效提高水利工程施工管理的协同效率与整体执行力,减少因沟通不畅导致的工程延误与失误。

4 基于BIM技术的水利工程施工管理信息化平台应用优势

4.1 提高施工管理效率

BIM技术使水利工程施工管理流程得到优化。各方基于统一的信息平台共享数据,减少信息传递的时间损耗与错误。管理人员能通过三维模型快速获取工程全貌,精准定位问题并及时决策。例如,施工进度可直观呈现,偏差能迅速察觉与调整。文档管理更便捷,资料查找与调用瞬间完成,极大地节省了人力与时间成本,使施工管理工作高效有序推进,避免因信息滞后或管理混乱导致的效率低下,整体提升水利工程施工管理的运行效率与响应速度。

4.2 优化施工方案

在水利工程中,BIM技术助力施工方案的深度优化。借助其强大的模拟功能,可对不同施工方案进行虚拟建造。比如对大坝浇筑方案,能模拟不同的浇筑顺序、设备配置与资源投入,对比分析各方案在工期、成本、质量等方面的表现。还可结合地形、水文等实际条件,优化水工建筑物的选址与布局。通过精确的数据分析,筛选出最优方案,避免施工过程中的不合理变更与资源浪费,确保水利工程施工方案在技术可行的基础上实现经济与效益的最大化。

4.3 加强施工质量与安全控制

在质量控制方面,将质量标准与模型构件关联,施工时可实时对比实际情况与标准要求,精准定位质量问题并追溯根源。安全管理上,对危险区域与施工环节提前进行风险评估与预警设置,结合物联网监测数据,如实时监控高边坡位移、水情变化等,一旦异常立即报警

并提供应对措施。这种可视化、数据化的质量与安全管理模式,使问题预防更精准,处理更及时,有效降低质量事故与安全风险发生的概率,保障水利工程顺利施工^[3]。

4.4 降低施工成本

BIM技术在水利工程施工中可显著降低成本。首先,通过优化施工方案减少不必要的资源投入与浪费,如精准确定材料用量与设备使用时间,避免材料积压与设备闲置。其次,提高施工效率缩短工期,降低人力成本与设备租赁成本。再者,在质量安全方面的有效控制减少了返工与事故赔偿费用。例如,基于BIM的碰撞检查可避免施工中的设计变更与错误施工,节省变更成本与修复成本,从多方面实现成本的节约与控制,提高水利工程施工的经济效益。

4.5 提升工程可持续性

基于BIM的水利工程施工管理信息化平台有助于提升工程可持续性。在设计阶段,通过模拟分析可优化建筑物的能源利用与环境影响,如设计更合理的水力发电设施布局以提高能源转换效率。施工过程中,精确的资源管理减少了资源浪费与废弃物排放,降低对周边生态环境的破坏。运营阶段,BIM模型为设施维护与管理提供数据支持,可延长工程使用寿命,实现水利工程在经济、社会与环境效益上的长期平衡与可持续发展,更好地服务于水资源综合利用与生态保护战略目标。

结束语

综上所述,基于BIM技术构建的水利工程施工管理信息化平台具有深远意义与广阔前景。通过整合多种关键技术,打造功能完备的各模块,有效提升了施工管理的效率、质量、安全水平,降低成本并助力工程可持续发展。然而,目前其应用仍处于发展阶段,在数据标准统一、技术融合深度等方面尚存挑战。

参考文献

- [1]李成,王奋,江涛.BIM技术在大河水库工程施工阶段中的应用[J].水电站机电技术,2021,44(3):78-81.
- [2]王宇恒,李大成,张德朝,等.基于Cesium的地表覆盖数据可视化[J].无线电通信技术,2021,47(3):353-362.
- [3]熊英.基于Cesium 3D Tiles技术的模型分级加载研究[J].人民珠江,2019,40(8):117-122.