

智能建造技术在无棣拦河闸施工中的应用

刘朝凤¹, 郑科学², 任泽俭³

(1. 山东省水利水电建筑工程承包有限公司, 山东 济南 250100; 2. 长江水利水电工程建设(武汉)有限责任公司, 山东 济南 250109; 3. 山东润鲁工程咨询集团有限公司, 山东 济南 250109)

【摘要】 依托无棣县黄瓜岭拦河闸列入山东省水利厅水利工程智能建造试点项目和采用 EPC 建设模式, 将 BIM 技术、智慧化建管平台、智慧工地建设等智能建造技术与工程施工有机结合, 综合应用 BIM、GIS、物联网等技术, 实现贯穿全生命周期的工程建设管理, 为水利工程的智能建造技术应用提供了借鉴。

【关键词】 智能建造; BIM 技术; 智慧化平台; 水闸

【中图分类号】 TV698

【文献标志码】 A

【文章编号】 1009-6159(2025)-02-0046-03

Application of Intelligent Construction Technology in Regulating Dam Construction in Wudi

LIU Chaofeng¹, ZHENG Kexue², REN Zejian³

(1. Shandong Water Conservancy and Hydropower Construction Engineering Contractor Co., Ltd., Jinan, Shandong 250100, China;
2. Yangtze River Hydropower Construction (Wuhan) Co., LTD., Jinan, Shandong 250109, China;
3. Shandong Runlu Engineering Consulting Co., LTD., Jinan, Shandong 250109, China)

Abstract: This paper is based on Huang Gualing regulating dam project in Wudi County, Shandong Province, which was listed in intelligent construction pilot project in Water Resources Department. The project adopts EPC construction mode, the BIM technology, intelligent construction management platform, smart site construction, and combined with other engineering construction, comprehensive application of BIM, GIS, Internet of Things and other technologies, to achieve project construction management throughout the whole life cycle. It provides a reference for the application of intelligent construction technology in water engineering.

Key words: Intelligent construction; BIM technology; Intelligent platform; regulating dam

山东省无棣县黄瓜岭拦河闸 EPC 项目位于无棣县埕口镇黄瓜岭村东, 马颊河桩号 331+055 处, 距原黄瓜岭橡胶坝下游 2.0 km, 为中型、Ⅲ等工程, 主要永久性水工建筑物级别为 2 级。新建拦河闸共 9 孔, 单孔净宽 12 m, 闸门高 7.8 m, 正常蓄水水位 2.2 m, 最高挡潮水位 3.7 m, 附桥桥长 122.4 m, 总宽 9 m, 荷载等级为公路-Ⅱ级, 设计洪水标准为“61 年雨型”, 设计流量为 1 040 m³/s。

项目充分利用列入智能建造试点和 EPC 模式优势, 在设计初期阶段就推行工程数字化设计, 以 BIM 技术系列软件为工具, 进行全专业协同正向设计, 同时开发工程智慧建管数字化平

台, 实现了工程参建各方基于一个平台、一套流程下的高效便捷工程建设管理目标。

1 BIM 模型建立

以 BIM 技术系列软件为工具, 依据《水利水电工程型分类和编码标准》《水利水电工程信息模型设计应用标准》《水利水电工程设计信息模型交付标准》等多项标准进行多专业三维信息模型建模, 针对闸墩、圆弧翼墙、机架桥板等复杂结构, 建立异型结构专用簇和钢筋模型。根据智慧建管要求, 将 BIM 模型轻量化后与智慧建管平台

收稿日期: 2024-10-27

作者简介: 刘朝凤(1980—), 女, 工程师

进行挂载联动,实现手机端的实时数据录入、BIM模型同步三维直观展示和查询、智慧工地现场视频监控查看等便捷功能。

2 智能建造技术在工程中的应用分析

2.1 原始地形测量

利用 BIM、GIS 技术辅助工程选址,新建拦河闸与上游孙马村闸之间的拦蓄水量,需要满足周边农业灌溉和呈口水库正常引水量,运用“BIM+GIS”模型可以清晰直观地分析备选布置方案,通过投资金额、影响范围、征地范围、灌溉区域等进行对比,最终选择最优的水闸布置方案。基于 Civil 3D 软件的 BIM 技术进行施工导流设计、模拟,辅助建立准确的导流方案,缩短导流计算周期,提高工作效率。

基于地形模型的建立,将 BIM 三维模型嵌入及有机结合,作为基础数据,可以辅助规划选址方案、工程量计算、数据采集等。

2.2 BIM 参数化模型

首先明确 BIM 建模标准,采用 Revit、Inventor 三维建模软件进行多专业三维信息模型建模。各专业设计人员在基于同一个环境下,应用同一套标准,共同完成水工、金属结构、电气、建筑、施工组织等专业的工程设计及模型建立。对比较复杂的异型构件建模和可视化展示,能使参建人员更直观的了解工程,如拦河闸海漫段岸墙模型如图 1 所示。

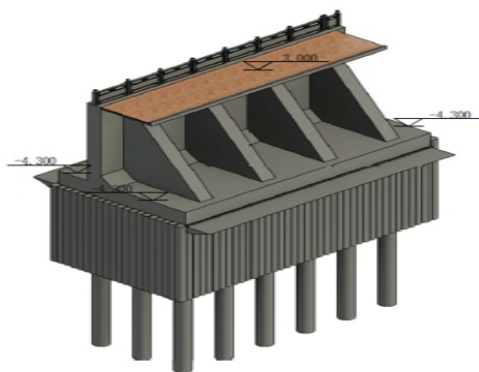


图 1 海漫段岸墙异型构件模型

2.3 可视化交底及设计优化

按照制图标准进行各专业 BIM 正向出图,包含二维视图及三维轴测图,针对主要构件、异型模板、钢筋模型,进行三维可视化交底。

采用 Navisworks 进行碰撞检查,建筑专业及

水工专业模型体量较大,设计过程中初次碰撞检查结果显示碰撞点均在 200 处以上,对各专业整合的模型进行初次碰撞检查结果显示碰撞点约 30 处,根据碰撞检查结果,逐项对设计进行优化,最终剩余碰撞点为个位数或者无碰撞,消除设计冲突 $\geq 97\%$,明显提高设计效率及质量,减少施工工期变更甚至返工,缩短设计周期 15%以上,经济效益显著。

2.4 工程量计算便捷

按照概预算的工程计量要求,明确各类构件的统计参数,利用 Revit 的明细表功能整理汇总由模型得到的各类明细表,形成常规工程量表。采用模型工程量对常规工程计量进行复核,误差基本在 4%以内,与传统统计方式相比更加快捷精确,且在遇到设计调整时工程量会跟随模型的变化自动更新,减少了大量的重复计量工作,提高工作效率 20%以上。

3 工程建设智慧化管理

以业务流程为主线,实现了工程参建各方能统一基于一个平台、一套流程下进行工程建设管理,实现线下流程信息化。通过信息化手段重点实现进度、质量、安全和合同管理的综合管控,变被动监督为主动监控。同时,将 BIM 模型轻量化后与智慧建管平台进行挂载联动,系统开发手机端,实现信息的便捷查询。

3.1 进度管理

基于 BIM 模型,科学合理地设计关键线路,充分考虑进度计划控制与三维模型和人员、材料、设备等相应的施工资源相关联,将 BIM 模型轻量化后与智慧建管平台进行挂载联动,提供实时计划进度与实际进度对照分析,及时调整施工安排。实现施工进度的 4D 动态演示,可以直观显示进度的实施部位和构件,既可以检查施工内容是否有遗漏、工序安排是否合理、施工资源调度是否科学,还可以显示进度偏差的部位,进行颜色标记,从而便于现场施工管理人员进行合理优化,最终形成可执行性强的施工进度计划。

通过进度线路的偏差标记提醒、预警,根据系统模拟参数及时优化、调配各种施工资源,实现施工进度的优化调整,并达到减少占用和浪费资源的目标。

3.2 质量管理

首先 BIM 模型设计与项目划分要高度统一,每个模块的信息都包含单元(工序)项目的验收标准,将检验项目、检查方法、取样要求、检验表格等数字化、结构化,便于与实体检查验收一一对照,更便于实现现场验收的手机端操作。其次实现三维可视化交底、构件二维码上墙,交底人与接受人手机扫描二维码查看交底项目的模型、属性、工艺工法等,可以让施工人员更容易理解施工节点做法和相应模块结构尺寸,支持对关键工序进行施工模拟,确保工程质量。

针对工程施工中质量隐患缺陷较多、整改流程和责任人不明确、责任心不强等问题,该项目整合智慧平台资源,在手机端实现“随手拍”功能,将工地巡查发现的质量隐患随手拍照、手机端即时录入登记,流程自动流转至下一层,形成隐患排查、隐患整改和整改验收的闭环管理,提高工作效率和管理效率,及时排除隐患确保施工质量。

3.3 安全管理

针对水利工程建设过程中的安全管理工作,根据管理角色权限,重点将事前、事中、事后各管理流程与相关安全信息数据进行整合。在事前控制方面,通过信息化手段,将安全交底数据进行上传建设管理平台留痕保存,防止信息随意修改。在事中控制方面,通过将安全检查过程中形成的安全问题、整改通知、隐患信息、整改报告及相关影像资料等通过智慧平台实现实时查询,实现对安全管理信息的线上审批、全程跟踪和闭环管理。在事后控制方面,通过回溯查询,可快速追溯安全管理源头,有利于查找事故原因,厘清事故责任。

安全管理工作流程同样支撑手机移动端,与质量管理一样,通过现场人员实时录入的方式,将检查、整改、复查的工作任务链串接起来,形成安全链的闭环,数据流程真实可靠,避免后期的再次补录。

3.4 合同管理

当前在工程项目管理过程中,工程款结算支付需要承包单位、监理单位、审计单位、发包单位等多方共同确认,大多采用现场沟通协调、人工核查工程款申请文件,效率较低。合同变更、签证

和索赔等手续复杂,发承包双方协商、协调工作量大,取证困难,需要耗费大量的人力物力。因此,利用区块链信息无法篡改、可追溯的特点,将工程合同签订、履行、变更、索赔的各个环节信息统一到建设管理智慧化平台进行管理,实现工程合同管理的公开透明,当纠纷发生时,能够第一时间追溯相关信息,以便为合同仲裁提供依据。

4 智慧化工地建设

基于该项目前期的 BIM 模型设计和智慧化管理平台建设,在施工阶段,整合视频监控、物联监测等技术,对现场人员、施工机械设备、物料、进度、质量、安全及综合信息管理,实现智慧化管理、辅助决策和科学监管,大大提高了工程建设效率。如对水位监测实现了智慧化,如图 2 所示。

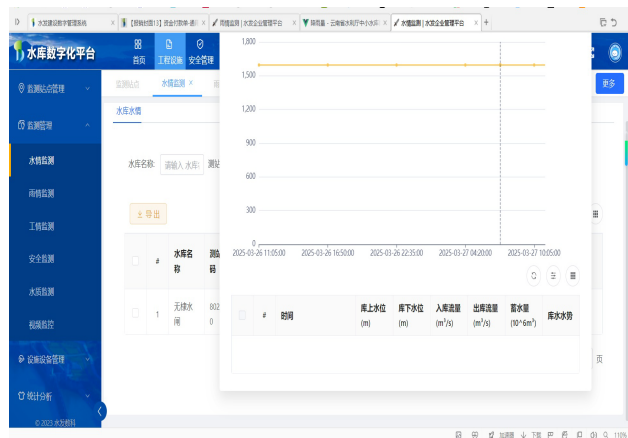


图 2 智慧化平台中的水位监测功能

5 结 语

山东省无棣拦河闸项目也仅仅是对水利智慧化建造的尝试探索,如何进一步构建便捷化、集成化、易管理的智慧化平台,构建更贴合水利施工实际的智慧化建造技术,突破智慧化技术标准的统一和标准化建设、建设资金的支持等方面桎梏,将对水利工程智能化建造的发展具有重要推动作用。

参考文献

- [1] 薛向华,皇甫英杰,皇甫泽华,等.BIM 技术在水库工程全生命期的应用研究[J].水力发电学报,2019(7):87-99.
- [2] 隋高阳,于莉.BIM 技术应用于水利工程设计的实践探讨[J].山东水利,2023(3):55-56,59.
- [3] 魏国,李磊.BIM 技术在机电设备安装及运行管理中的应用[J].山东水利,2022(3):65-67.

(责任编辑 崔春梅)