

水利水电工程建设中BIM技术的应用研究

柳云彤

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300202

摘要: 在当今数字化浪潮中,水利水电工程作为国家基础设施建设的关键领域,正面临着前所未有的机遇与挑战。本文聚焦于水利水电工程建设中BIM技术的应用。先阐述BIM技术的概念,接着详细探讨其在设计阶段的应用,包括地形建模与分析(如地形数据采集处理、模型构建及分析应用)、水工建筑物建模(不同类型建模方法、参数化协同设计、可视化评审)以及多专业协同设计(协同模式、信息交互、冲突解决)。同时分析了BIM技术在水利水电工程中的应用优势,如提高信息沟通协同效率、增强设计可视化、助力成本控制、提升运营维护水平,为该领域BIM技术应用提供参考。

关键词: 水利水电; 工程建设中; BIM技术; 应用研究

引言: 水利水电工程作为重要的基础设施建设项目,其建设的科学性、高效性至关重要。随着科技的不断发展,BIM技术逐渐在工程领域崭露头角。在水利水电工程建设中,传统的设计和管理方式存在信息沟通不畅、协同效率低等问题。而BIM技术凭借其强大的信息整合和可视化等功能,为解决这些问题提供了新的思路和方法。深入研究BIM技术在水利水电工程中的应用,对于提升工程质量、优化项目管理具有重要的现实意义。

1 BIM 技术概述

BIM (Building Information Modeling) 即建筑信息模型,是一种基于数字化三维模型的综合管理技术,它将工程项目全生命周期的各种信息整合在一个三维信息数据库中,涵盖从设计、施工到运营维护各个阶段的详细信息。BIM技术具有三大核心特点。一是可视化,通过建立三维模型,将原本抽象的设计方案以直观的形式展现,各参与方能够清晰地理解设计意图。二是协同性,打破专业间的壁垒,不同专业的人员可在同一平台上协同工作,实现信息实时共享与交互,极大提升工作效率。三是参数化,模型中的各类构件都关联着相应参数,一处修改,相关联的部分自动更新,确保了数据的一致性与准确性。自BIM技术诞生以来,不断发展并在全球工程建设领域广泛应用。在水利水电工程这一复杂的建设领域,BIM技术也正逐渐成为提升项目管理水平、保障工程质量的重要手段,为工程建设的高效开展提供有力支撑^[1]。

2 BIM 技术在水利水电工程设计阶段的应用

2.1 地形建模与分析

2.1.1 地形数据采集与处理

在水利水电工程设计前期,需精准采集地形数据。

数据来源多样,可借助卫星遥感影像获取大面积地形概况,利用无人机低空摄影测量获取高分辨率局部地形信息,还可通过全站仪实地测量关键点位数据。采集到的数据存在噪声、缺失等问题,需运用专业软件进行去噪、插值等处理。将不同来源数据统一坐标系统,通过数据融合技术整合,构建起完整、准确的原始地形数据集,为后续地形建模筑牢基础,确保设计基于可靠的地形信息展开。

2.1.2 基于BIM的地形模型构建

以处理后的地形数据为依托,运用BIM软件强大的建模功能构建地形模型。首先,导入数据创建地形表面,依据等高线、离散点等信息生成精确地形曲面。利用软件工具对地形进行细化,添加山谷、山脊等特征。同时,关联地形属性信息,如土壤类型、地质状况等。构建过程中,可结合地理信息系统(GIS)数据,丰富模型地理信息维度。完成构建的BIM地形模型,能直观呈现地形起伏,为水工建筑物布局、施工场地规划等设计工作提供直观且全面的地形参照。

2.1.3 地形分析与应用

基于构建好的BIM地形模型,可开展多维度地形分析。进行坡度分析,明确不同区域坡度情况,辅助确定建筑物适宜建设位置,避免在陡坡区域布置重要设施。通过坡向分析,了解光照、通风条件,优化建筑物朝向设计。计算挖填方量,为工程土方调配提供数据支持,合理规划施工方案,降低成本。

2.2 水工建筑物建模

2.2.1 不同类型水工建筑物的建模方法

大坝结构复杂、规模大,多采用实体建模法。利用BIM软件,依据设计图纸,从坝基开始精准搭建坝体各部

分,通过布尔运算嵌入泄洪孔、导流洞等内部结构,还原其真实构造。水闸有较多规则结构,参数化建模优势明显。设定闸墩间距、闸门尺寸等关键参数,可快速生成不同规格模型,满足多样设计需求。引水隧洞建模以中心线为基准,结合断面形状数据,运用拉伸功能生成主体,并考虑衬砌、支护等细节,构建完整模型。各类建模方法都致力于让水工建筑模型精准契合设计意图。

2.2.2 模型参数化与协同设计

在水工建筑物建模进程中,模型参数化起着关键作用。将建筑物各构件属性,如大坝混凝土强度等级、水闸闸门开启角度、隧洞衬砌材质等定义为参数。如此一来,当某一参数变动,与之关联的构件自动更新,维持模型整体一致性。协同设计方面,各专业设计师依托BIM平台紧密协作。结构工程师依据建筑布局确定水工建筑结构框架并设定参数,如坝体结构受力参数。建筑专业参考结构模型,优化建筑外观与内部空间布局。设备专业根据结构与建筑模型,合理规划水轮机、启闭机等设备安装位置,同时将设备参数反馈至模型。

2.2.3 模型可视化与设计评审

构建完成的水工建筑物BIM模型具备高度可视化特性。通过渲染技术,赋予模型逼真材质与光影效果,生动展现建筑物外观。运用剖切功能,可清晰呈现内部结构细节,如大坝内部廊道走向、水闸闸室构造等。在设计评审环节,业主、施工单位、监理等多方参与。业主从使用功能角度,借助可视化模型直观感受建筑物空间布局,提出优化建议,例如调整电站厂房操作空间大小。施工单位依据模型评估施工可行性,指出如复杂结构施工难点,像大坝溢流面模板支设难题。各方基于可视化模型充分沟通,设计团队据此进一步完善设计,确保水工建筑物设计兼顾各方需求,提高设计方案可行性与科学性。

2.3 多专业协同设计

2.3.1 BIM平台下的协同工作模式

在水利水电工程建设中,BIM平台成为多专业协同工作的核心枢纽。借助云计算与网络通信技术,构建起实时在线协同模式。各专业设计师通过各自专属的终端,凭借安全加密的账号登录统一的BIM平台。以大坝设计项目为例,结构工程师在平台上依据地质勘察数据搭建大坝主体结构模型,详细标注混凝土强度等级、钢筋配置等关键信息;电气工程师同时接入平台,参考结构模型,规划变电站、输电线路等电气设施布局。当结构工程师调整坝体内部廊道位置时,电气工程师的模型界面实时更新,能立刻依据新空间结构,重新规划电缆走

向,确保电气线路设计契合结构变化。这种同步协作模式,让分散各地的设计团队如同身处同一办公室,突破地域与时间障碍,大幅提升协同设计效率,保障各专业设计无缝对接。

2.3.2 专业间信息共享与交互

BIM平台为水利水电工程各专业间信息共享与交互打造了高效通道。它将建筑、结构、给排水、电气等多专业模型数据汇总整合,形成庞大且有序的信息数据库。在设计初期,建筑专业率先将水工建筑物整体外形、尺寸、空间布局等基础信息录入BIM模型。结构专业以此为依据,开展力学分析,精确计算坝体应力、桩基承载等数据,随后把结构设计方案及关键力学参数反馈至平台。给排水专业随即参考建筑与结构布局,结合水流流量、压力要求,规划管道走向、确定设备选型,并将管径、流速、水压等详细数据共享到平台,供其他专业参考。

2.3.3 设计冲突检查与解决

BIM平台配备的智能冲突检测功能,成为保障水利水电工程设计精准性的有力武器。在各专业模型初步搭建完成后,平台运用先进算法,对不同专业模型进行交叉比对、整合分析。以某大型水利枢纽设计为例,当系统检测到通风管道与电气桥架在机房区域出现空间位置重叠时,会立即发出醒目警报,并在三维模型上精确定位冲突点,详细标注冲突构件名称、所在位置坐标等信息。设计团队迅速响应,基于BIM模型召开线上或线下协调会议。会上,相关专业设计师围绕冲突点展开深入研讨,结构专业评估调整空间结构的可行性,电气与通风专业协商优化设备布局与管道走向^[2]。

3 BIM技术在水利水电工程建设中应用的优势

3.1 提高信息沟通与协同效率

在传统水利水电工程建设中,信息分散于各专业图纸、文档,不同参与方获取与理解信息困难,协同效率低。BIM技术引入后,作为信息中枢,集成了工程全生命周期数据。各专业人员可在同一平台实时共享信息。设计阶段,建筑设计师完成初步设计,结构工程师能即刻查看建筑布局并开展结构设计,无需漫长的图纸交接与沟通会议。施工阶段,施工人员可随时从平台获取设计变更信息,结合BIM模型直观了解变更部位与影响,快速调整施工方案。此外,BIM技术支持多种沟通方式,如模型注释、标记功能对复杂设计点详细说明,可视化功能让各方基于直观三维模型交流,避免语言表述模糊导致的误解。这种高效模式减少了信息传递损耗与延误,加快项目推进,使工程各环节紧密衔接,大幅提升整体工作效率。

3.2 增强设计可视化与可理解性

在传统水利水电工程设计过程中,设计成果多以二维图纸呈现,这种方式对于非专业人员甚至部分专业人员而言,理解设计意图存在一定难度。因为二维图纸缺乏直观性,难以全面展现工程的空间结构与复杂构造。BIM技术的应用,让设计可视化实现质的飞跃。它构建出逼真的三维模型,全方位、多角度展示水利水电工程的设计细节。从大坝的宏伟轮廓,到内部复杂的廊道系统,再到各类设备的精准布局,都能清晰呈现。设计师之间也能通过可视化模型更高效地交流,及时发现设计冲突与不合理之处,如管道碰撞、空间布局不合理等问题。这种可视化特性,不仅提升了设计团队内部的沟通效率,也使业主、施工方等其他参与方能轻松理解设计方案,为项目决策提供有力支持,减少因设计理解偏差导致的工程变更与延误。

3.3 助力成本控制与优化

在水利水电工程建设里,成本控制极为关键,BIM技术为此提供强力支撑。一方面,BIM模型能够精准算量。通过设定工程各构件详细参数,可自动计算混凝土用量、钢材长度等工程量,相较于传统手工算量,大幅提升准确性与效率,避免算量误差引发的成本超支。像大坝建设时,借助BIM模型能精确核算坝体混凝土方量,助力合理采购材料,减少浪费与积压成本。另一方面,BIM技术的施工模拟功能可预演施工过程。模拟不同方案下资源调配与施工进度,以此确定最经济高效的方案,例如在水电站施工中,通过模拟优化大型设备安装流程,减少设备闲置与二次搬运费用。此外,BIM技术还能减少设计变更导致的成本增加。在设计阶段,各方基于可视化模型充分交流,提前解决问题,降低施工阶段变更频率。即便有变更,利用BIM模型也能迅速评估成本影响,及时调整预算,实现成本动态控制,保障工程在预算内顺利推进。

3.4 提升运营维护管理水平

水利水电工程运营维护工作复杂且长期,BIM技术的应用极大提升了这一环节的管理水平。在设备管理方面,BIM模型整合了设备的规格参数、安装位置、维护记录等详细信息。运维人员通过模型能快速定位设备,调取相关资料,制定精准的维护计划,避免盲目排查设备故障,节省大量时间与人力成本。BIM技术还具备故障预警功能。与传感器数据相连,实时监测设备运行状态,一旦参数超出正常范围,模型立即发出预警。比如,当大坝渗流监测数据异常时,BIM模型能直观显示异常区域,提示运维人员及时排查处理,防止问题恶化。此外,在维护规划上,利用BIM模型可模拟不同维护方案的实施效果,综合考虑工程运行状况、设备寿命周期等因素,制定最合理的维护计划,确保工程长期稳定运行,降低整体运营维护成本,延长水利水电工程的使用寿命^[3]。

结束语

综上所述,BIM技术在水利水电工程建设中展现出卓越效能。从设计阶段的地形建模、水工建筑精准构建与多专业协同,到建设中信息沟通、成本把控,再到运营维护管理水平的显著提升,全方位优化工程全生命周期。它打破传统模式局限,为行业注入创新活力。随着技术持续发展,BIM有望在水利水电领域深度融合更多前沿科技,如物联网、人工智能,进一步推动工程建设智能化、精细化,为保障水资源合理利用与能源开发发挥更大作用,引领行业迈向新高度。

参考文献

- [1]曹庭,王嘉斌,宦如胤.BIM技术在水利工程设计施工运维中的应用[J].水利科学与寒区工程,2018,1(07):167-169.
- [2]田林钢,王素云,王福强,等.我国水利行业BIM技术应用现状[J].华北水利水电大学学报(社会科学版),2022,34(03):20-23.
- [3]龙潜,周宜红.我国水利水电工程中BIM技术应用现状研究[J].价值工程,2018,37(05):191-192.