

基于BIM技术的水利工程三维测绘模型构建与动态更新方法

彭李阳

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司

DOI:10.32629/hwr.v9i12.6714

[摘要] 伴随信息化技术于水务行业的深度整合,传统二维测绘和管理方式已难以契合现代水利工程全生命周期精准化管理的要求。建筑信息模型(BIM)技术依靠其三维直观化、信息集合与协同治理优势,为水利工程数字化开辟了新的途径。本文重点研究BIM技术在水利工程三维测绘模型创建与动态更替中的应用方式。首先说明了该技术应用的关键意义,其次全面论述了包含数据采集、处理以及模型创建的模型搭建流程与办法,最终提出了一种融合多源数据融合、变化莫测和协同机制的动态更新办法,以期为水利工程的数字化、智能化运维管理给予理论与技术参考。

[关键词] BIM技术; 水利工程; 三维测绘; 模型构建; 动态更新; 信息管理

中图分类号: F416.9 **文献标识码:** A

Construction and dynamic updating method of 3D surveying and mapping model for water conservancy engineering based on BIM technology

Liyang Peng

XPCC Surveying & Designing Institute Group Co.,Ltd.

[Abstract] With the deep integration of information technology in the water industry, traditional two-dimensional surveying and management methods are no longer able to meet the requirements of precise management throughout the entire lifecycle of modern water conservancy projects. Building Information Modeling (BIM) technology, relying on its advantages of three-dimensional visualization, information aggregation, and collaborative governance, has opened up new avenues for the digitization of water conservancy engineering. This article focuses on the application of BIM technology in the creation and dynamic replacement of 3D surveying and mapping models in hydraulic engineering. Firstly, the key significance of the application of this technology was explained. Secondly, the model building process and methods including data collection, processing, and model creation were comprehensively discussed. Finally, a dynamic update method that integrates multi-source data fusion, unpredictable changes, and collaborative mechanisms was proposed, aiming to provide theoretical and technical references for the digital and intelligent operation and maintenance management of water conservancy projects.

[Key words] BIM technology; Water conservancy engineering; 3D surveying and mapping; Model construction; Dynamic updates; Information Management

引言

水利工程作为国家关键的基础设施,具备体量庞大、构造繁杂、服役期限长、环境效应深远等特性。传统的工程管理大多依靠二维图纸以及分散的文档资料,存在信息碎片化、直观性差、变更追踪困难等状况,难以实现工程规划、设计、施工、运维各阶段的高效衔接与精准化管理。BIM技术借助构建并运用蕴含几何与属性信息的数字化三维模型,为工程实体及其功能特性提供了高度逼真的数字呈现。把BIM技术和现代测绘技术相融合,搭建水利工程全生命周期的三维测绘信息模型,并实现其动

态更新,对于提高工程勘察设计质量、优化施工环节、保障长期安全高效运行具有革命性价值。本文旨在深入研究这一应用的核心要点,也就是三维模型的体系化构建方式与全流程动态更新举措。

1 水利工程三维测绘模型构建与应用的重要意义

BIM技术在水利工程中的应用,跳出了单一的三维可视化模式,其搭建的三维测绘信息模型是工程物理实体与数字虚体的深度结合,具备深远的实践意义。

1.1 实现工程信息的全生命周期集成与管理

传统水利工程的相关信息分散在不同阶段与不同部门的图纸、报告和表格里,信息割据现象严重。依托BIM的三维测绘模型作为一个聚焦式的信息载体,可将地形、地质、枢纽建筑物、机电设备、金属结构等所有工程要素的空间几何特性、物理属性、功能参数以及过程管理数据(如进度、成本、质量)合理集成于一个统一的数字平台中,这为实现从规划论证、勘察设计、施工建设直至运行维护、除险加固的全生命周期信息不间断传递与集成化管理筑牢了稳固根基。

1.2 提升工程勘察设计与决策的科学性

利用融合了倾斜摄影、激光扫描等现代测绘技术所获取的高精度实景数据,BIM模型能够真切、精准地呈现工程区的地形地貌、地质条件以及既有设施状况。设计人员能够在高度逼真的三维场景中开展方案对比、工程布局、工程量精准核算和碰撞排查,大幅减少因信息偏差引发的设计失误与变更。该模型具备可视化分析功能,如淹没分析、水流模拟、结构应力分析等,为工程方案的完善与科学决策提供了有力支撑。

1.3 赋能施工精细化管理与运维智慧化转型

在建筑施工过程中,利用BIM技术的三维模型可应用于施工模拟、施工进度管控(4D)、项目成本监控(5D)和施工方案的技术交底,提高施工效率,防范工程风险。进入运营维护阶段,整合了竣工测绘信息的“数字孪生”模型,成为工程运营的数字化映射^[1]。运维人员能够依托模型开展资产清查、巡检计划制定、安全监测数据解析、应急预案推演等工作,达成从“被动响应”到“主动预测性维护”的智慧运维模式转变,切实保障工程长久安全与经济运转。

2 水利工程三维测绘BIM模型的构建方法

搭建一个信息完备、精准度高的水利工程BIM模型属于一项系统性工作,其中心流程囊括数据采集、加工和模型创建三大阶段。

2.1 多源异构测绘数据的采集与处理

水利工程覆盖流域广泛、要素繁杂,应综合多源测绘技术开展全方位数据获取。面向大范围地形地势,借助机载激光雷达(LiDAR)或倾斜摄影测量方法,迅速获取高分辨率的数字高程模型,为宏观规划提供精准地形依据。针对关键建筑物(如坝体、闸室)以及复杂地质构造,利用地面三维激光扫描或无人机贴近摄影测量手段,采集毫米级精度的精细化点云,还原细微结构与形态。将GNSS与全站仪相结合开展控制网布设和特征点补测工作,保障空间基准的统一。整合地质钻孔、水文监测记录、历史设计蓝图等非空间数据,构建多维度信息基底,原始点云及影像数据经过去噪、配准、拼接等处理。利用三维建模生成连续、精准的数据体,为BIM建模提供可靠的空间框架与背景环境。

2.2 参数化构件库的创建与模型组装

根据水利工程专业特点,应创建包含大坝、水闸、泵站、隧洞等的标准化、参数化BIM构件族库。每个构件借助参数驱动开展设计,只需改变长、宽、高程及曲线参数等,即可迅速生成不同规格和尺寸的实体模型,显著提高设计复用率与一致性^[2]。在

统一的工程坐标系统中,把前期处理好的测绘地理信息数据当作精准的空间基准与地形基础,将设计完成的参数化构件(像坝段、闸墩、输水管道)导入BIM平台(如Revit、Bentley)开展精准定位与组装。对于曲面、非标准形状结构或者历史建筑结构体,能够依托高精度点云数据借助逆向工程开展表面重建与模型优化,保障BIM模型与实体对象在几何形态、空间位置上高度契合,为后续分析测算奠定精准几何根基。

2.3 多维属性信息的挂接与模型轻量化

几何模型搭建完成后,应按照工程全生命周期各阶段的需求,为其挂载大量的非几何属性信息。构建智慧数字资产,在设计环节,关联材料规格、力学参数、设计标准等信息;在工程建设阶段,将施工工艺、进度节点、质量检验记录与供应商资料进行关联;在设备运维阶段,整合设备型号、保养历史、安全监测传感器编码及实时数据端口。模型渐渐发展成融合几何(3D)、时间进展(4D)、成本资源(5D)乃至更多维度的信息聚合体,以达成多端协同作业、移动查看内容与网络发布需求。对高细节模型进行有损或无损的轻量化处置:借助几何简化、纹理压缩、冗余剔除等手段,在保障关键特征与属性完好的基础上,大幅削减模型数据量,加快传输速率与渲染效能,让其能够自如应用于云端平台、移动设备及沉浸式系统。

3 水利工程BIM模型进行动态更新的方法

水利工程在建造和运营阶段呈现不断变化的态势,保障BIM模型和实体工程的一致性极为关键,这依靠着一套有效的动态更新体系。

3.1 基于周期性监测与事件触发的多源更新数据获取

模型的动态更新依靠持续、多样的数据输入,需要搭建一个周期性与触发式相融合的数据采集系统。周期性监测借助设定恒定的时间间隔,采用无人机倾斜摄影、移动激光扫描系统等方式,对工程的整个区域进行常态化的巡查与测绘,有体系地获取地形、结构形态以及周边环境的整体变动情况,形成基准时空序列数据。构建事件触发体系,当施工达到关键节点、完成重大革新,抑或遭遇特大洪水、地质灾害等外部突发情形后,即刻启动应急测绘,迅速取得特定区域的高精度现场资料。借助标准接口与现有的自动化安全监测网络(像GNSS地表位移监测、渗压渗流监测、应力应变传感等)开展深度衔接,让传感器时序数据以实时或准实时的方式流入,为模型赋予持续变化的物理属性与状态参数,进而构建起覆盖广泛、响应迅速、动静互补的多维数据供给网络,为模型奠定持续鲜活的数智底座。

3.2 变化检测分析与模型的增量式更新

为把获取的新数据转变为模型进化动力,需要借助智能变化检测技术,通过新收集的点云、正射影像等高精度测量数据。和模型当前几何情形进行自动配准及比对,全面运用点云差分、影像特征提取与深度学习识别等手段,精准查找几何形态或纹理出现变化的区域。检测成效推动BIM平台实施针对性更新:针对几何上的改变,像构件移动、外形调整或增添拆除,可于平台之上对对应构件进行参数化编辑、局部更替或精细化重建;针

对非几何属性的更新事宜,像材料状况、监测数据、维护档案等,可直接对相关构件的属性信息予以修订^[3]。整个进程采用增量式更新举措,仅针对已察觉的变动部分开展修改与保存,无需开展全模型重建,这极大地增进了大规模模型的更新速率,明显减少了计算与存储的成本。同时完好留存了未改动部分的全部历史数据、关联关系以及业务逻辑,保障了模型在长期演变过程中版本脉络清楚、历史状态可追溯。

3.3 协同工作流与版本化管理机制的建立

模型动态更新作为一项横跨多阶段、多参与对象的协同项目,务必构建职责明确、流程标准的协作工作流程与版本管理体系,确定各参与方(设计、施工、运维、监测单位)在更新环节中的职能、数据提交规范、更新触发情形、审核批准权限范围及发布程序^[4]。依托云协同管理平台,达成从更新需求发起、任务自动分发、数据提交与处置、变更内容核查到最终模型版本发布的全流程在线化、留痕化管控,推行严苛的版本控制举措:每一回经核实的重大更新均应创建独立的模型版本,同时自动关联更新说明文档,细致记载此次更新的时间、责任人、变更位置、具体内容(如几何调整、属性修订),以及所依据的源数据或审批文件,进而打造结构化的模型变化历史文档,保障在工程的所有生命周期节点,都能够迅速、精准地追溯到特定历史情形,为安全与健康诊断、工程责任判定、技术方案复盘以及未来改造决策提供完整、可信的数字孪生依据。

4 总结

创建集成几何、属性与过程信息的水利工程BIM模型,是达成工程数字化、提高全生命周期管理成效的核心要素。模型的搭建应依照从多源数据收集处理、至参数化建模、再至信息整合的体系化路径,而模型价值得以长久发挥的重点,在于打造一套结合周期性监测与事件触发、变化检测分析与增量式更新,以及协同版本化管理的动态更新模式。伴随着物联网、人工智能与BIM技术的更进一步交融,水利工程三维测绘模型会朝着更灵敏感知、更自动更新、更透彻分析的“数字孪生”体系发展,为水利行业的智能化转型注入更强劲的动力。

[参考文献]

- [1]胡海翔.基于BIM技术的水利水电工程三维协同设计研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(12):4.
- [2]闫译文.基于BIM技术与三维激光扫描技术的不规则隧道建模方法研究[J].武汉大学学报(工学版),2022(S1):233-238.
- [3]伍根,熊小龙.基于三维激光扫描测绘技术的BIM逆向建筑建模方法研究[J].城市勘测,2023(5):33-37.
- [4]牛作鹏.基于BIM构建航道地形曲面模型的改进方法*[J].水运工程,2019(7):5.

作者简介:

彭李阳(1992--),男,汉族,石河子人,本科,助理工程师,研究方向:水利测绘。