

基于BIM与GIS融合的水利工程智慧施工管理平台构建

岳胜利

河南省水利第二工程局集团有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 随着信息技术的飞速发展,水利工程智慧施工管理成为行业发展的必然趋势。BIM(建筑信息模型)与GIS(地理信息系统)作为两种强大的信息技术,在水利工程领域具有广阔的应用前景。本文深入探讨了基于BIM与GIS融合的水利工程智慧施工管理平台的构建,分析了融合的必要性和优势,阐述了平台构建的关键技术、功能模块以及应用价值,旨在为水利工程智慧施工管理提供一种创新的解决方案,推动水利工程建设的信息化、智能化发展。

关键词: BIM; GIS; 水利工程; 智慧施工管理平台; 构建

1 引言

水利工程关乎国计民生,传统施工管理模式存在信息传递滞后、协同低效、决策缺数据支撑等问题,难适应现代建设需求。信息化时代,利用先进技术提升管理智能化水平成水利行业重要课题。BIM技术擅长三维建模、信息集成与协同,GIS技术长于地理空间数据处理分析。二者融合可优势互补,构建相关平台能实现施工全流程实时监控、精准管理与科学决策,降本增效。

2 BIM与GIS融合构建水利工程智慧施工管理平台的可行性

BIM与GIS融合构建水利工程智慧施工管理平台具备较高可行性。技术上,二者历经多年发展体系完善,市场上成熟的BIM(如Revit等)与GIS(如ArcGIS等)软件功能强大,为融合提供技术支撑,且计算机硬件性能提升、网络技术发展,能满足平台对大量数据存储、处理及实时交互需求。行业应用方面,BIM与GIS在水利工程已有一定基础,分别应用于设计建模、选址规划等环节,在其他行业融合应用也成效显著,积累的实践经验可加快平台建设与推广。政策与标准上,国家和地方政府重视水利信息化建设,出台政策鼓励新技术应用,相关组织积极制定完善数据格式、模型交付等标准规范,为平台构建及数据共享提供统一依据,推动其规范化、标准化发展。

3 基于BIM与GIS融合的水利工程智慧施工管理平台构建的关键技术

3.1 BIM与GIS数据融合技术

3.1.1 数据格式转换与标准化

BIM和GIS软件通常采用不同的数据格式,为了实现两者之间的数据共享和交互,需要进行数据格式转换。同时,建立统一的数据标准,规范数据的采集、存储和管理,确保不同来源的数据能够在平台上进行有效地整

合和利用。

3.1.2 空间坐标系匹配

由于BIM模型和GIS数据可能采用不同的空间坐标系,在融合过程中需要进行坐标系匹配,使两者能够在同一空间参考系下进行准确的空间定位和分析^[1]。

3.1.3 数据轻量化处理

水利工程BIM模型通常包含大量的几何信息和属性信息,数据量较大,直接加载到平台上可能会导致系统运行缓慢。因此,需要对数据进行轻量化处理,采用合适的的数据压缩算法和模型简化技术,在保证数据精度的前提下,减少数据量,提高系统的响应速度。

3.2 多源数据集成技术

3.2.1 传感器数据采集与集成

在水利工程施工现场部署各种传感器,如位移传感器、应力传感器、水位传感器等,实时采集工程结构、施工设备、周边环境等方面的数据。通过物联网技术将传感器数据传输到平台上,并进行集成和分析,为施工管理提供实时、准确的数据支持。

3.2.2 文档资料管理技术

水利工程涉及大量的文档资料,如设计图纸、施工方案、质量检验报告等。采用文档管理系统对这些资料进行分类存储、检索和管理,并与BIM和GIS模型进行关联,方便用户快速查找和使用相关文档资料。

3.2.3 视频监控数据集成

在施工现场安装视频监控设备,实时采集施工现场的图像和视频信息。将视频监控数据集成到平台上,与BIM和GIS模型进行叠加显示,使施工管理人员可以直观地了解施工现场的实际情况,及时发现安全隐患和违规行为。

3.3 三维可视化与交互技术

3.3.1 高性能三维渲染技术

为了实现水利工程BIM模型和GIS数据的高质量可视化展示,需要采用高性能的三维渲染技术,如基于OpenGL或DirectX的渲染引擎,提高模型的渲染速度和显示效果,使用户能够在平台上流畅地浏览和操作三维模型。

3.3.2 虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术

引入VR和AR技术,为施工管理人员提供更加沉浸式的体验。通过VR设备,用户可以身临其境地感受水利工程的虚拟场景,进行虚拟施工模拟和培训;利用AR技术,将虚拟的BIM模型与真实的施工现场进行叠加,帮助施工人员更直观地理解设计意图,指导现场施工。

3.3.3 人机交互技术

设计友好的人机交互界面,支持多种交互方式,如鼠标操作、触摸屏操作、手势识别等,方便用户与平台进行交互。同时,提供丰富的交互功能,如模型缩放、旋转、平移、属性查询等,提高用户的使用体验。

3.4 数据分析与决策支持技术

3.4.1 大数据分析技术

对平台采集到的海量施工数据进行存储、管理和分析,挖掘数据中潜在的价值信息。利用数据挖掘算法,如关联规则挖掘、聚类分析、分类预测等,发现施工过程中的规律和趋势,为施工管理决策提供数据支持。

3.4.2 模拟仿真技术

基于BIM和GIS模型,结合施工工艺和工程参数,建立施工过程模拟仿真模型。通过模拟仿真技术,对施工进度、资源分配、质量安全等方面进行模拟分析,预测施工过程中可能出现的问题,并提前制定应对措施,优化施工方案^[2]。

3.4.3 智能决策支持系统

构建智能决策支持系统,将数据分析结果和模拟仿真结果与专家知识相结合,为施工管理人员提供决策建议。系统可以根据不同的决策场景,自动生成多种决策方案,并对方案的优劣进行评估和排序,帮助管理人员做出科学合理的决策。

4 基于BIM与GIS融合的水利工程智慧施工管理平台的功能模块

4.1 工程信息管理模块

对水利工程的项目名称、建设地点、建设规模、建设单位、设计单位、施工单位等基本信息进行管理,方便用户快速了解工程概况。实现水利工程BIM模型的上传、下载、存储和版本管理。用户可以在平台上对BIM模型进行浏览、查询和属性修改等操作,同时支持模型的对比分析,方便不同版本模型之间的差异比较。对GIS相

关的地理空间数据进行管理,包括地形地貌数据、地质数据、水文气象数据等。提供数据的查询、统计和分析功能,为工程决策提供地理环境信息支持。

4.2 施工进度管理模块

基于BIM模型和施工工艺要求,编制水利工程的施工进度计划。用户可以在平台上对进度计划进行可视化编辑,设置关键节点和里程碑,并生成甘特图、网络图等进度计划图表。通过与施工现场的进度数据采集系统集成,实时获取施工进度信息,并与计划进度进行对比分析。利用GIS技术将进度信息直观地展示在三维地图上,通过不同颜色的标注显示进度偏差情况,方便施工管理人员及时发现进度滞后问题,并采取相应的措施进行调整。利用模拟仿真技术,对施工进度计划进行模拟分析,预测不同施工方案下的工期和资源需求情况。根据模拟结果,对进度计划进行优化调整,确保工程能够按照预定的工期顺利完成。

4.3 质量管理模块

建立水利工程的质量标准库,包括国家和行业的相关标准、规范以及企业内部的质量标准。用户可以在平台上方便地查询和应用这些质量标准,为质量管理提供依据。在平台上记录施工过程中的质量检验信息,如检验项目、检验方法、检验结果等。通过与BIM模型关联,可以在模型上直观地查看质量检验点的位置和检验情况。同时,支持质量验收流程的在线办理,实现质量验收信息的实时共享和追溯。对施工过程中出现的质量问题进行统计分析,找出质量问题的主要类型和发生原因^[3]。利用数据分析技术,预测可能出现的质量问题,并提前制定预防措施。对于已经发生的质量问题,通过平台进行跟踪处理,记录处理过程和结果,确保质量问题得到彻底解决。

4.4 安全管理模块

基于BIM模型和GIS数据,结合水利工程的特点和施工工艺,识别施工过程中可能存在的安全风险因素。利用风险评估方法,对安全风险进行定量或定性评估,确定风险等级,并制定相应的风险应对措施。在施工现场部署安全监测设备,如边坡位移监测仪、水位监测仪、气体监测仪等,实时采集安全监测数据。将监测数据与BIM和GIS模型进行关联,通过数据分析算法对监测数据进行实时分析,当监测数据超过设定的阈值时,及时发出预警信息,提醒施工管理人员采取相应的安全措施。在平台上提供安全教育培训资源,如安全培训视频、安全操作规程等,方便施工人员进行在线学习和培训。同时,建立应急预案库,制定针对不同安全事故的应急预案,并通过平台进行应急演练模拟,提高施工人员的应

急处置能力。

4.5 资源管理模块

对施工人员的个人信息、岗位信息、技能证书等进行管理。通过人员定位系统,实时掌握施工人员在施工现场的位置分布情况,合理安排人员工作任务,提高人员工作效率。建立施工设备信息库,记录设备的基本信息、采购信息、维修保养记录等。利用物联网技术对设备的运行状态进行实时监测,如设备的开机时间、运行参数、故障报警等。根据设备的使用情况,合理安排设备的维修保养计划,确保设备正常运行。对施工材料的采购、入库、出库、库存等信息进行管理。通过与供应商的信息系统集成,实现材料的实时采购和配送。利用BIM模型对材料的用量进行精确计算,合理安排材料的采购计划,避免材料的浪费和积压。

4.6 协同工作模块

为各参与方提供一个统一的信息共享平台,实现工程信息、施工进度、质量安全等方面的实时共享。支持在线讨论、留言、文件传输等功能,方便各参与方之间进行沟通和交流,及时解决施工过程中出现的问题。施工管理人员可以在平台上对施工任务进行分配,明确各参与方的工作职责和任务要求。通过任务跟踪功能,实时了解任务的执行情况,对任务进度进行监控和督促,确保施工任务按时完成^[4]。在水利工程施工过程中,可能会出现设计变更、施工方案变更等情况。平台提供变更管理功能,对变更申请、审批、实施等过程进行记录和管理,确保变更信息能够及时、准确地传达给各参与方,避免因变更导致的施工混乱。

5 基于 BIM 与 GIS 融合的水利工程智慧施工管理平台的应用价值

5.1 应对水利工程复杂性的需求

现代水利工程规模宏大、结构复杂,涉及多个专业领域和众多参与方。施工过程中需要综合考虑地形、地质、水文等多种因素,施工环境复杂多变。传统的二维图纸和文档管理方式难以直观、全面地展示工程信息,导致各参与方之间信息沟通不畅,容易出现设计变更、施工冲突等问题。BIM与GIS融合的平台可以构建水利工程的三维可视化模型,将地理空间信息与工程建筑信息有机结合,使管理人员能够更直观地了解工程全貌和周边环境,提前发现潜在问题,优化施工方案,提高施工

效率和质量。

5.2 提升施工过程协同管理的需求

水利工程施工涉及设计、施工、监理、业主等多个参与方,各参与方之间的协同工作至关重要。然而,在实际施工过程中,由于信息传递不及时、不准确,各部门往往各自为政,导致工作衔接不畅,出现重复劳动、资源浪费等现象。基于BIM与GIS融合的平台可以打破信息壁垒,实现各参与方之间的信息实时共享和协同工作。通过统一的平台,各方人员可以及时获取工程进展情况、设计变更信息、质量安全数据等,共同参与决策和问题解决,提高施工管理的协同性和整体效率。

5.3 适应智慧水利发展趋势的需求

智慧水利是水利行业未来发展的方向,旨在通过信息化、智能化技术手段,实现水利工程的精准感知、智能决策和高效管理。BIM与GIS作为智慧水利建设的重要支撑技术,其融合应用是构建水利工程智慧施工管理平台的必然选择。通过平台的建设,可以实现水利工程数据的标准化、规范化和集中管理,为后续的工程运行维护、防洪减灾、水资源管理等提供基础数据支持,推动水利工程全生命周期的智慧化管理。

结语

本文深入探讨了基于BIM与GIS融合的水利工程智慧施工管理平台构建,分析了其融合可行性、关键技术与功能模块,平台能实现施工过程实时监控、精准管理及科学决策,提升效率质量、降低成本风险,推动水利信息化智能化。不过,平台应用存在数据安全、标准不统一、推广难等问题。未来可加强数据安全研究,完善技术标准规范,推动平台普及应用,探索与物联网等新技术融合,以提升智能化水平,推动水利工程建设转型升级。

参考文献

- [1]谢明坤,贺东旭,孔莉莉,等.水利工程视角下的BIM与GIS数据融合研究[J].水利信息化,2023,(06):45-50.
- [2]白忠.水利工程信息化与BIM+GIS融合应用的研究[J].江西建材,2021,(04):172+174.
- [3]苏本谦,于德湖,孙宝娣,等.水利工程信息化与BIM+GIS融合应用的研究进展[J].青岛理工大学学报,2020,41(05):126-132.
- [4]徐敏月.新时代背景下GIS技术在水利工程信息化中的应用[J].价值工程,2024,43(34):166-168.