

BIM 与 GIS 集成的泵站三维可视化运维平台开发

刘冬侠 卢荻 赵金刚

徐州市水利工程运行管理中心, 中国·江苏 徐州 221000

摘要: 本文聚焦于 BIM 与 GIS 集成的泵站三维可视化运维平台开发。随着水利工程信息化的发展, 传统泵站运维管理模式已难以满足需求。通过将建筑信息模型 (BIM) 与地理信息系统 (GIS) 集成, 能够实现泵站设施的精准三维建模与地理空间信息的融合。本平台利用先进的信息技术, 构建了涵盖泵站设备、管道、建筑结构等多方面的三维可视化模型, 实现了设备状态实时监测、故障预警、运维管理等功能。用户可通过平台直观了解泵站运行状况, 提高运维效率, 降低运维成本, 为泵站的安全稳定运行提供有力保障, 具有重要的实际应用价值和推广意义。

关键词: BIM; GIS; 泵站; 三维可视化; 运维平台

Development of 3D visualization operation and maintenance platform for pump station integrating BIM and GIS

Liu Dongxia, Lu Di, Zhao Jingang

Xuzhou Water Conservancy Project Operation Management Center, China Jiangsu Xuzhou 221000

Abstract: This paper focuses on the development of a 3D visualization operation and maintenance platform integrating BIM and GIS for pumping stations. With the advancement of information technology in water conservancy engineering, traditional operation and maintenance management models for pumping stations have become inadequate. By integrating Building Information Modeling (BIM) with Geographic Information System (GIS), this platform achieves precise 3D modeling of pumping station facilities and the integration of geospatial information. Utilizing advanced information technology, the platform constructs comprehensive 3D visualization models covering equipment, pipelines, and building structures, enabling real-time equipment monitoring, fault prediction, and operational management functions. Users can intuitively assess pumping station operations through the platform, enhancing maintenance efficiency while reducing costs. This provides robust support for safe and stable station operations, demonstrating significant practical value and promotion potential.

Keywords: BIM; GIS; Pump station; 3d visualization; Operation and maintenance platform

0 引言

泵站作为水利系统的关键组成部分, 承担着水资源调配、防洪排涝等重要任务。传统的泵站运维管理主要依赖纸质文档和二维图纸, 信息获取不直观、管理效率低下, 难以满足现代化水利工程的需求。近年来, 建筑信息模型 (BIM) 和地理信息系统 (GIS) 技术发展迅速。BIM 能够创建详细的三维建筑模型, 包含丰富的构件信息; GIS 则擅长处理地理空间数据。将 BIM 与 GIS 集成应用于泵站运维管理, 开发三维可视化运维平台, 可以打破信息壁垒, 实现数据的共享与整合, 为泵站运维提供全面、直观、高效的管理手段, 提升泵站的运行管理水平。

1 BIM 与 GIS 集成技术概述

1.1 BIM 技术特点

BIM 技术以三维数字模型为载体, 集成了建筑工程项

目从规划设计到运营维护全生命周期的各种信息。在泵站建设中, BIM 模型可以精确呈现泵站的建筑结构、设备布局、管道走向等细节。通过参数化设计, 模型中的每个构件都具有唯一的属性和参数, 方便进行信息查询和修改。例如, 在设计阶段, 设计师可以利用 BIM 模型进行碰撞检测, 提前发现设计中的冲突问题, 避免在施工过程中出现错误和变更, 从而节省成本和时间。

BIM 模型具有可视化的特点, 能够为不同参与方提供直观的沟通平台。业主、设计单位、施工单位和运维人员可以基于同一模型进行交流和协作, 提高工作效率和沟通效果。在泵站运维阶段, 运维人员可以通过 BIM 模型快速了解设备的位置、规格、维护记录等信息, 为设备的维护和管理提供有力支持。

BIM 技术支持数据的动态更新。随着泵站的建设和运

营,模型中的信息可以实时更新,确保模型与实际情况保持一致。这使得运维人员能够及时掌握泵站的最新状态,做出准确的决策。

1.2 GIS 技术优势

GIS 技术具有强大的空间分析和数据管理能力。它可以处理和分析各种地理空间数据,如地形地貌、水系分布、土地利用等。在泵站运维管理中, GIS 能够提供泵站的地理位置信息,将泵站与周边环境进行关联。通过 GIS 平台,运维人员可以直观地了解泵站在区域内的位置和周边的地理环境,为泵站的规划、建设和运维提供决策依据。

GIS 还可以进行空间分析,如缓冲区分析、网络分析等。在泵站选址时,利用缓冲区分析可以确定泵站周边一定范围内的影响区域,评估泵站建设对周边环境和居民的影响。网络分析则可以用于优化泵站的输水管道布局,提高输水效率。GIS 技术支持多源数据的集成和共享,能够将不同格式、不同来源的数据整合到同一平台上,为泵站运维管理提供全面的数据支持^[1]。

GIS 平台具有良好的可视化效果,能够以地图的形式展示各种地理信息和泵站运行数据。运维人员可以通过地图直观地查看泵站的分布、设备状态、水位变化等信息,及时发现问题并采取相应的措施。GIS 的可视化功能还可以用于制作各种报表和图表,为管理层提供决策支持。

1.3 BIM 与 GIS 集成的意义

将 BIM 与 GIS 集成,能够充分发挥两者的优势,实现建筑信息与地理空间信息的深度融合。在泵站运维管理中, BIM 模型提供了泵站内部的详细信息,而 GIS 则提供了泵站的外部地理环境信息。通过集成,运维人员可以在一个平台上同时获取泵站内外的信息,实现对泵站的全面管理。

BIM 与 GIS 的集成还可以解决传统运维管理中信息不连贯的问题。在传统模式下,泵站的设计、施工和运维信息往往分散在不同的系统和文档中,难以实现信息的共享和整合。而集成后的平台将各个阶段的信息统一管理,形成一个完整的信息链,提高了信息的利用效率。

BIM 与 GIS 集成的平台可以为泵站的应急管理提供有力支持。在遇到突发情况时,如洪水、地震等,运维人员可以通过平台快速了解泵站的受损情况和周边的地理环境,制定合理的应急救援方案,减少损失。

2 泵站三维可视化运维平台架构设计

2.1 平台总体架构

泵站三维可视化运维平台采用分层架构设计,主要包

括数据层、服务层和应用层。数据层是平台的基础,负责存储和管理各种数据,包括 BIM 模型数据、GIS 地理空间数据、设备监测数据、运维记录数据等。这些数据通过不同的数据库进行存储,如关系型数据库用于存储结构化数据,文件数据库用于存储 BIM 模型和 GIS 地图数据。

服务层位于数据层和应用层之间,提供各种服务接口,如数据访问服务、模型展示服务、分析计算服务等。通过服务层,应用层可以方便地调用数据层的数据和功能,实现平台的各项业务需求。服务层采用微服务架构,将不同的功能模块拆分成独立的服务,提高了平台的可扩展性和维护性^[2]。

应用层是平台的用户界面,为不同的用户角色提供相应的功能应用。例如,运维人员可以通过应用层进行设备状态监测、故障诊断、维护计划制定等操作;管理人员可以进行数据分析、决策支持等工作。应用层采用 Web 技术开发,支持多终端访问,用户可以通过电脑、手机等设备随时随地访问平台。

2.2 数据集成与管理

数据集成是平台建设的关键环节。为了实现 BIM 与 GIS 数据的集成,需要解决数据格式不兼容、数据语义不一致等问题。对 BIM 模型和 GIS 数据进行预处理,将其转换为统一的数据格式。例如,将 BIM 模型导出为通用的 IFC 格式,将 GIS 数据转换为 GeoJSON 格式。通过数据映射和匹配的方法,将 BIM 模型中的构件信息与 GIS 数据中的地理信息进行关联,实现数据的集成^[3]。

在数据管理方面,建立完善的数据管理制度和数据标准。对数据进行分类、编码和标注,确保数据的准确性和一致性。采用数据备份和恢复机制,保障数据的安全性。利用数据挖掘和分析技术,对平台中的数据进行深度挖掘,提取有价值的信息,为泵站运维管理提供决策支持。

为了实现数据的实时更新,平台与泵站的监测设备进行实时数据交互。通过传感器采集设备状态、水位、流量等数据,并将其实时传输到平台中。平台对实时数据进行处理和分析,及时更新模型中的数据信息,确保平台展示的信息与实际情况一致。

2.3 三维可视化展示

三维可视化展示是平台的核心功能之一。通过三维建模技术,将 BIM 模型和 GIS 数据进行融合,创建泵站的三维可视化场景。在场景中,用户可以从不同的角度和视角查看泵站的建筑结构、设备布局和周边地理环境。利用虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术,还可以为用户提

供更加沉浸式的体验。

在三维可视化展示中,采用实时渲染技术,确保场景的流畅性和真实感。对模型进行优化处理,减少模型的复杂度,提高渲染效率。为模型添加材质、纹理和光照效果,增强场景的真实感。用户可以通过鼠标、键盘等设备对场景进行交互操作,如缩放、旋转、平移等,方便查看细节信息。

平台还提供数据可视化功能,将泵站的运行数据以图表、报表等形式进行展示。例如,通过折线图展示设备的运行参数变化趋势,通过柱状图比较不同泵站的运行效率。数据可视化可以帮助用户快速理解数据,发现数据中的规律和问题。

3 平台功能实现与应用

3.1 设备状态监测

平台通过与泵站的监测设备连接,实时获取设备的运行状态数据,如电机的电流、电压、温度,水泵的流量、扬程等。在三维可视化场景中,以不同的颜色和图标表示设备的运行状态,如绿色表示正常运行,红色表示故障。运维人员可以通过平台实时查看设备的状态信息,及时发现设备的异常情况。

当设备出现异常时,平台会自动发出预警信息,提醒运维人员进行处理。预警信息可以通过短信、邮件等方式发送到运维人员的手机或邮箱。平台还会提供故障诊断功能,根据设备的历史数据和实时数据,分析故障原因,为运维人员提供维修建议。

平台还支持设备的远程控制。在紧急情况下,运维人员可以通过平台远程控制设备的启动、停止和调节,确保泵站的安全运行。例如,当水位过高时,可以远程启动水泵进行排水;当设备出现故障时,可以远程停止设备,避免进一步损坏^[4]。

3.2 运维管理

平台提供完善的运维管理功能,包括维护计划制定、维护任务分配、维护记录管理等。运维人员可以根据设备的运行时间、维护周期等信息,制定合理的维护计划。平台会根据维护计划自动生成维护任务,并将任务分配给相应的运维人员。

运维人员在完成维护任务后,需要在平台上记录维护情况,包括维护时间、维护内容、更换的零部件等信息。这些维护记录会被存储在平台的数据库中,方便后续的查询和统计分析。通过对维护记录的分析,可以了解设备的维护历史和故障规律,为设备的维护和管理提供参考。

平台还支持库存管理功能,对泵站的备品备件进行管理。记录备品备件的名称、规格、数量、存储位置等信息,实现备品备件的信息化管理。当需要更换备品备件时,运维人员可以通过平台查询库存情况,及时补充库存,确保设备的正常运行。

3.3 应急管理

在应急管理方面,平台提供应急预案管理和应急指挥功能。平台存储了各种应急预案,如洪水应急预案、地震应急预案等。当发生紧急情况时,运维人员可以快速查询相应的应急预案,按照预案的流程进行处理。

平台还支持应急指挥功能,通过三维可视化场景和实时数据,为应急指挥人员提供全面的信息支持^[5]。应急指挥人员可以在平台上实时了解泵站的受灾情况、设备状态和周边环境信息,制定合理的应急救援方案。平台可以与其他应急部门进行信息共享和协同作战,提高应急响应速度和救援效率。

平台还提供应急演练功能,模拟各种紧急情况,对运维人员进行应急培训。通过应急演练,提高运维人员的应急处理能力和协同作战能力,确保在实际发生紧急情况时能够迅速、有效地进行应对。

4 结语

BIM与GIS集成的泵站三维可视化运维平台的开发,为泵站的运维管理带来了新的变革。通过将BIM的详细建筑信息与GIS的地理空间信息相结合,实现了泵站信息的全面整合和共享。平台具有设备状态监测、运维管理、应急管理等多种功能,能够为泵站的安全稳定运行提供有力保障。

在设备状态监测方面,平台实时获取设备运行数据,及时发现设备异常并发出预警,同时提供故障诊断和远程控制功能,提高了设备的可靠性和运维效率。运维管理功能涵盖了维护计划制定、任务分配、记录管理和库存管理等方面,实现了运维工作的规范化和信息化。应急管理功能则为泵站应对突发情况提供了有效的支持,通过应急预案管理、应急指挥和应急演练,提高了泵站的应急响应能力。然而,该平台在实际应用中还面临一些挑战。例如,数据的准确性和完整性需要进一步提高,BIM与GIS数据的集成还需要不断优化。未来,需要加强数据采集和管理技术的研究,提高数据质量。进一步拓展平台的功能,如引入人工智能和大数据分析技术,实现设备的智能诊断和预测性维护。还需要加强平台的推广和应用,提高用户的使用意识和技能水平,让更多的泵站受益于该平台,推动

水利工程运维管理向智能化、信息化方向发展。

参考文献:

[1] 吴科军, 徐雷, 孙煜涵等. 面向数字孪生的排涝泵站管理信息系统设计与应用[J]. 浙江水利水电学院学报, 2025,37(03):45-50.DOI:10.3969/j.issn.2095-7092.2025.03.009.

[2] 刘德谦, 曹思宇, 谢冰清等. 基于犬木塘水库工程 BIM 三维可视化平台的图模中心系统开发与应用[J]. 信息记录材料, 2024,25(03):129-132.

[3] 罗克伟. 基于三维数字化平台的变电站智能可视化

运维系统研究[J]. 电工技术, 2020,(11):155-158.DOI:10.19768/j.cnki.dgjs.2020.11.053.

[4] 程佳妮, 郭亨波. 三维可视化运维平台与综合监控系统数据集成的研究与应用[J]. 现代建筑电气, 2019,10(09):13-18.DOI:10.16618/j.cnki.1674-8417.2019.09.004.

[5] 韩晓光. 基于 GIS 的水文站网三维可视化信息平台开发及应用研究[D]. 湖北省: 华中科技大学, 2018.

作者简介: 第一作者: 刘冬侠(1981-), 女, 江苏铜山, 工程师, 研究方向: 水闸、泵站技术与运行管理等。