

基于GIS+BIM城市地下管网智慧管理信息平台建设的思路

王维海

西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司 云南 昆明 650217

摘要: 随着城市化进程加速,地下管网作为城市基础设施的重要组成部分,其复杂性与日俱增,对维护管理提出了更高要求。平台构建旨在通过集成GIS的空间分析能力与BIM的三维建模及信息管理优势,实现地下管网的可视化管理、实时监控、灾害预警、维护决策支持等功能,提升城市管理效率和应急响应能力。本文提出了一种基于GIS(地理信息系统)和BIM(建筑信息模型)的城市地下管网智慧管理信息平台的建设思路,为提升城市地下管网管理水平提供参考。

关键词: GIS; BIM; 城市地下管网; 智慧管理

1 引言

城市化进程的快速发展,城市地下管网系统变得越来越复杂,这些系统对于保障城市居民的日常生活和公共安全至关重要^[1]。然而,传统的地下管网管理方式依赖于人工巡查和纸质记录,效率低下,难以应对紧急情况。随着GIS技术、BIM技术、物联网、互联网等技术的日趋成熟,数字孪生、实景三维、智慧城市等项目的推进,越来越多的城市开始探索利用GIS+BIM技术助推地下管网智慧化管理。但是,如何将GIS与BIM技术有效结合,克服数据集成、系统兼容性的挑战,成为当前研究的重点。

本研究旨在探索GIS与BIM技术融合在城市地下管网智慧管理中的应用,通过构建一个集成“GIS+BIM”及相关IoT设备等城市地下管网智慧管理信息平台,实现城市地下管网数据的集中管理和高效利用,推动城市地下管网“规、设、建、管”全流程决策信息化、智能化、数字化和科学化,辅助城市地下管网智慧化治理和科学化决策。

2 GIS和BIM在城市地下管网管理中的应用

2.1 GIS在城市地下管网管理中的应用

地理信息系统(GIS)是在计算机硬件、软件系统支持下,对地理空间数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。由于出色的空间数据管理和分析能力,成为城市地下管网管理中的重要角色。

GIS能够提供具有统一坐标系统的二维管网矢量数据、三维管网矢量数据、高清影像、倾斜模型等基础底图或通过一定的转换关系将不同坐标系的管网数据进行转换、统一;能提供各条管线相互之间的拓扑连接关系,如统计分析、断面分析、开挖分析、空间量算等;提供规模性管网数据的管理能力;再结合相关物联网设

备(IoT),通过实时数据,可用于监控管网的运行状况,及时发现和定位故障,降低维修成本。

2.2 BIM在城市地下管网管理中的应用

建筑信息模型技术通过创建地下管网的三维数字模型,使设计、施工及运维人员能够更直观地理解和管理管网系统。BIM模型包含了丰富的构件信息,如材料性能、供应商信息、维护记录和操作数据,这些信息对于管网的生命周期管理至关重要^[2]。使用BIM技术可以在管网设计的早期阶段进行碰撞检测,预防施工中的误差和返工。BIM的可视化功能也可以帮助维护团队更高效地执行检查和维修工作。如能源分析、流量模拟和结构安全评估,这些都是提升地下管网管理智能化水平的重要工具。

2.3 GIS和BIM结合在城市地下管网管理中的优势

将GIS和BIM技术结合在城市地下管网管理中可以带来多方面的优势。GIS系统提供了丰富的地理信息数据,如地形、地貌、地质等,而BIM系统则提供了管网设施的精确三维模型。两者相互结合可以实现管网管理信息的全面化、准确化呈现。通过将管网设施的三维模型嵌入到GIS系统中,实现对管网系统的可视化展示,使管理人员更直观地了解管网结构,并模拟管网设计、施工和维护过程,发现潜在问题。GIS和BIM系统都具有数据集成和共享的能力,实现不同部门和单位之间的数据互通互用,提高信息共享和管理效率。结合GIS和BIM技术可以实现空间分析功能,包括管网设施的空间关联分析、冲突检测等,为管网规划、设计和维护提供决策支持。通过引入智能算法和人工智能技术,结合GIS和BIM系统,可以实现管网管理的智能化,如智能巡检、故障预测等,提高管理效率和水平^[3]。

3 城市地下管网智慧管理信息平台的框架设计

3.1 智慧管理信息平台结构设计

平台采用B/S前后端分离式分层架构开发,总体分为表现层、接入层、网关层、业务层、持久层五层架构。

表现层负责将应用程序的数据和功能呈现给用户,本软件的表现载体为Web与APP。接入层,负责管理与用户之间的交互,并负载均衡到相应的服务器中。网关层,同时,在开发阶段时,对开发人员暴露API测试,提高程序开发效率。业务层,负责实现应用程序的具体业务逻辑。持久层,负责与数据存储系统进行交互,本系统拟接入非关系型数据库与对象存储系统等^[4]。

3.2 功能模块设计

通过用户需求调研,主要设计数据管理、统计分析、断面分析、开挖分析、空间测量、二三维切换等功能模块。

3.2.1 数据管理功能

(1) 数据上传及场景构建功能

通过交互方式,让用户或业主自主上传和更新所需的数据,数据格式主要包括:mdb/gdb、xlsx/xls、tiff/img、dem、dwg、三维模型等;针对用户需求使用不同数据构建地下管线二三维初始场景。

(2) BIM模型自动生成功能

根据用户或业主要求的类型,预制好管道及检查井等构筑物的三维模型库,利用用户或业主提供的标准数据库中的管道直径、埋置深度、管道类型、截面尺寸、流向及坡度、材质等数据,通过参数控制的方式控制管道及检查井的几何尺寸,此外管道及检查井等构筑物的属性信息同时读入系统并可以通过定制的UI进行查询及展示;利用数据库中的管道参数自动生成管线三维BIM模型,模型中保存管线属性信息,该三维模型能够在三维GIS底图中的正确位置展示,自流管道的排水流向动态可视化;如有数据更新的,管线相关属性及模型可联动更新;三维场景中,单击任何管道即可查询管道属性信息,属性信息展示需要单独设计UI,UI设计应注重美观、简洁、科技感,整体风格协调统一。

(3) 扩展数据功能

物联网数据接口,支持通讯协议。传感器终端、视频(点位跳转、查询),多监控同屏展示。

3.2.2 统计分析功能

支持管道类型分图层管理和可视化选择;能够实现筛选后的查询、统计、汇总及导出相关成果(含报告或表格);利用不同的图层、颜色标注不同类型的管道或构筑物,方便查询管道的属性信息;系统前端设置筛选的交互功能,方便业主根据自身的需要选择不同的构件,同时根据业主提供的数据库属性,在筛选中提供多

种筛选组合选择,方便业主快速实现构件的分层管理及可视化查询功能;查询及统计结果可直接导出图表,图表应美观、大方、直观、简洁,图表形式需单独设计。

3.2.3 断面分析功能

在三维GIS场景中,通过绘制的方式确定纵横断面的范围,自动计算和展示该断面的管道分布情况,断面图可保存或打印;断面的展示形式需要单独设计,展示后可方便保存断面图片。

3.2.4 开挖分析功能

在三维GIS场景中,通过自由绘制的方式确定开挖范围,开挖后该地形呈现基坑状,该区域内的管线分布情况清晰、直观的展现,方便查询管线类型、管线属性等信息。

3.2.5 空间测量功能

实现三维GIS的长度、面积、体积、坡度等测量功能。

3.2.6 二三维切换功能

预设二三维切换按钮,实现二三维GIS一键快速切换;二维GIS主要保留管线和真实地图的位置关系,管线属性、管线测量、管线统计、管线查询等核心功能。

4 智慧管理信息平台的建设实践与应用分析

云南省某边陲县城在城市化快速发展的过程中,面临着老旧管网改造和新建管网管理的双重挑战。为了提高管理效率,降低运营成本,业主方急需对县城建成区范围的地下综合管网做全面调查、采集,建设一个基于GIS+BIM的智慧管理信息平台,安装实时监测设备,实现该座城市地下管网智慧化管理。基于该需求,我单位组建项目技术团队开展了外业数据采集、数据建库、监测设备安装、平台开发、监测设备集成、运行测试、上线运行、移交业主方等工作环节,并通过一年期的运营维护,经调查掌握业主方对平台的使用情况、效益评估情况等,及时分析平台建设存在的问题、改进的空间、持续改进、提质增效。

4.1 某座城市地下管网智慧管理信息平台的建设步骤

(1) 数据采集与建库

通过常规调查、测量手段,获取某县建成区地下管网数据,并按标准规范要求,建立Gdb数据库,可导入到GIS系统中;采用低空无人机航拍手段采集建成区三维高清影像图,制作DOM和矢量地形图数据,作为平台的背景底图数据。

(2) 设备安装与调试

通过调查数据和日常管理情况等分析建成区重点排污单位,并在排污口安装实时监测设备,监测设备预留通讯接口,待下一步与智慧管理平台集成。

(3) 平台设计与开发

基于以上第3点城市地下管网智慧管理信息平台建设的思路,并与业主方充分沟通交流后,开发形成某县城市地下管网智慧管理信息平台。

(4) 数据上传与集成

将采集的某县建成区地下管网数据、影像数据、矢量数据等按预定的格式处理完毕,上传至管网智慧管理信息平台,自动生成BIM,并对各条、各类管线拓扑结构、逻辑错误等逐一检查;同时与安装的监测设备做通讯调试,集成实时监测设备,并对已集成的监测设备的空间信息做逐一检查。

(5) 用户访问与查询

在平台的用户界面设计上,项目团队采用了响应式Web设计,确保用户可以通过不同设备访问平台,并进行便捷的操作。平台提供了丰富的可视化功能,用户可以通过地图浏览、3D模型查看等方式,直观地了解管网的状态和相关信息。

4.2 成效评估与应用效果分析

平台自建成、投入使用一年期间,该县的地下管网管理水平得到了显著提升。通过平台的实时监控和预警功能,管网泄漏和破裂事件的发生率降低了30%,应急响应时间缩短了50%。通过平台的空间分析和模拟功能,管网规划和设计阶段的错误率降低了80%,大大减少了由于设计不合理导致的返工和修改。

在经济效益方面,平台的建设和应用使得管网系统的运维成本降低了20%,主要得益于平台提供的精准维护计划和资源优化配置。

在社会效益方面,平台的建立提升了公众对城市基础设施管理的满意度。通过平台的公众访问接口,市民可以查询到管网施工、维护等实时信息,提高了透明度和公众参与度。

5 结论与展望

5.1 研究成果总结

本研究通过对GIS和BIM技术在城市地下管网智慧管理中的应用进行深入探讨,提出了一种基于GIS+BIM的城市地下管网智慧管理信息平台的构建框架。该框架综

合考虑了数据整合与建模、空间数据分析与智能决策支持、系统集成与应用等多个方面,为城市地下管网的管理提供了全面的技术支持。案例研究显示,该平台在实际应用中显著提升了管网的运行效率和安全性,降低了运营成本,增强了政府部门间的协作效率^[5]。

5.2 存在问题与改进方向

尽管基于GIS+BIM的智慧管理信息平台在理论和实践中都展现出巨大的潜力,但在实际应用过程中仍存在一些问题和挑战。数据的多样性和异构性导致数据整合和处理的难度增加,需要进一步研究和开发高效的数据处理算法和工具。平台的用户界面和交互设计仍有改进空间,需要更加人性化和智能化,提高用户体验。

5.3 发展前景与展望

随着城市化的不断推进和信息技术的高速发展,基于GIS+BIM的城市地下管网智慧管理信息平台具有广阔的发展前景。未来,随着物联网、大数据、云计算等技术的进一步融合和应用,平台的智能化水平将得到进一步提升,实现更加精准的预测、预警和决策支持。随着公众对城市基础设施管理的要求和期待不断提高,平台的公众参与和透明度也将成为重要的发展方向。平台还可以向其他城市基础设施领域拓展,如交通、能源、水资源等,实现城市基础设施的全面智慧化管理。

参考文献

- [1]邢云飞,丁雨晴,马莉,等.基于BIM+GIS的智慧灌区水资源管理分析[J].中国水运,2023(15):137-139.
- [2]王旭军.BIM+GIS技术在公路工程建设智慧管理平台中的应用[J].运输经理世界,2023(24):58-60.
- [3]申鹏,邹育麟,彭华军,等.基于BIM+GIS技术的公路工程建设智慧管理平台探析[J].中国交通信息化,2022(7):23,26-29.
- [4]马莉,蒋佳慧,邢云飞,等.基于BIM+GIS技术的大型智慧灌区运维管理研究[J].现代农业科技,2023(23):141-145,153.
- [5]陈杰,朱学英,徐彤.基于BIM+GIS的水利工程智慧管理平台原型设计与应用研究[J].治淮,2021(11):82-84.