

地理信息系统在市政管网智能管理中的应用分析

李锦波

岳阳市规划勘测设计院有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2327

[摘要] 地理信息系统在市政管网管理中发挥着关键作用,通过空间定位、数据集成和动态可视化,实现管网设施的精细化监控与维护。利用GIS技术可实现管线分布、运行状态及风险隐患的实时掌握,促进信息共享与科学决策,提升城市基础设施的安全性与运行效率。本文从技术架构、应用模式及数据分析三个方面探讨GIS在市政管网智能管理中的综合应用,阐述其在信息化建设、应急调度及维护优化中的重要价值,为城市智慧管理体系建设提供技术参考。

[关键词] 地理信息系统; 市政管网; 智能管理; 空间数据; 信息化建设

中图分类号: TU99 文献标识码: A

Application Analysis of Geographic Information System in Intelligent Management of Municipal Pipeline Network

Jinbo Li

Yueyang Planning, Surveying and Design Institute Co., Ltd

[Abstract] Geographic information systems play a key role in municipal pipeline management, achieving precise monitoring and maintenance of pipeline facilities through spatial positioning, data integration, and dynamic visualization. The use of GIS technology can achieve real-time monitoring of pipeline distribution, operation status, and risk hazards, promote information sharing and scientific decision-making, and enhance the safety and operational efficiency of urban infrastructure. This article explores the comprehensive application of GIS in intelligent management of municipal pipeline networks from three aspects: technical architecture, application mode, and data analysis. It elaborates on its important value in information construction, emergency scheduling, and maintenance optimization, providing technical reference for the construction of urban smart management systems.

[Key words] Geographic Information System; Municipal pipeline network; Intelligent management; Spatial data; informatization construction

引言

市政基础设施的运行安全与高效管理已成为现代城市治理的重要命题。随着城市规模的不断扩大,地下管网系统结构复杂、数据分散、更新滞后的问题日益突出。地理信息系统的引入,为市政管网的数字化与智能化管理提供了强有力的技术支撑。通过多源数据整合与空间分析,GIS能够实现对管网资产的全生命周期管理,为运维、规划与决策提供科学依据。其在城市精细化管理中的应用,正在推动传统管网管理模式向智慧化、可视化与预测性方向转变,成为构建智能城市基础的重要支点。

1 市政管网管理中存在的主要问题

1.1 信息孤岛与数据更新滞后

市政管网管理长期存在信息分散与数据割裂的现象,传统

的档案式记录方式难以实现系统化的空间信息整合。不同部门间缺乏统一的数据标准与共享机制,导致管网资料重复录入、信息失真等问题频繁出现。部分管线资料仍停留在纸质图纸或二维电子图阶段,缺乏实时更新机制,使得管网动态运行信息无法同步反映到管理平台中。数据滞后不仅影响设施维护与规划,还可能在抢修与改造环节造成误判,制约了智能化管理体系的建设进程。

1.2 管网监测手段不足与管理效率低下

现阶段多数城市的管网监测系统依然依赖人工巡检与定期检测,缺少基于传感网络与遥感技术的自动化监控手段。管网运行状态、流量变化及压力异常等关键数据难以实现实时采集与分析,导致潜在隐患不能被及时识别。监测手段的滞后使运维部门在管网调度、泄漏检测和管段评估等环节中缺乏数据支撑,

工作依赖经验判断。管理体系的碎片化也使资源配置效率下降,难以实现对地下管网运行状态的全面掌控。

1.3 应急响应机制不完善

在突发事件如管道破裂、供水中断或燃气泄漏等情况下,缺乏基于空间信息的应急响应体系成为管理中的薄弱环节。部分城市未能构建与GIS数据库联动的应急指挥系统,现场信息采集、指令传达与调度决策存在明显滞后。应急资源的空间分布缺乏可视化分析,救援路线规划和设备调配往往依赖人工经验完成,难以实现科学调度。缺乏对管网节点、关键设施及风险区域的实时定位,也使得突发事件处置时间延长,影响公共安全与市政运行稳定性。

2 地理信息系统的技术支撑与架构构建

2.1 空间数据模型与管网数字化映射

地理信息系统在市政管网管理中的核心基础是空间数据模型的建立与数字化映射。通过构建高精度空间数据模型,可实现管网节点、管径、埋深、材质及附属设施的全量表达。数字化映射将传统二维图纸转化为可量测、可分析的空间信息图层,使地下设施实现可视化、可检索与可量化管理。该过程依托遥感测绘、地理编码与地理要素拓扑关系分析,确保数据结构具备一致性与扩展性。空间数据库通过唯一标识符将管线要素与属性信息关联,为后续的运行监测、维护分析及风险预测提供数据支撑,从而实现管网资源的精确定位与智能管理。

2.2 多源数据融合与动态数据库建设

在市政管网智能管理中,多源数据融合是实现信息共享与综合决策的关键环节。GIS平台可整合来自物联网传感器、遥感影像、BIM模型及地理测绘的多维数据,通过空间配准、数据清洗与属性匹配,建立统一的数据标准体系。动态数据库在融合静态结构信息与实时监测数据后,可实现数据的时空同步更新,为管网运行状态分析提供连续性支撑。数据融合过程依托云计算与大数据处理框架,使不同来源的数据在同一平台下实现动态交互与高效调用。系统还可通过API接口与城市管理系统、应急平台互联,构建多层次的数据协同架构,提升市政基础设施的全局可控性与数据决策能力。

2.3 可视化监测与三维建模技术的应用

基于GIS的三维建模技术,通过激光雷达扫描、地理编码与影像匹配等方式,将地下管线以三维形式重构,实现地上与地下空间一体化管理。该技术可精确呈现管线走向、节点分布及设施关联,配合实时传感数据,可动态显示流量、压力及温度变化,便于监测与分析。三维模型与虚拟现实技术结合后,可用于运维培训与应急演练,实现场景级的可视化决策支持。系统还可通过多维渲染算法对异常区域进行高亮显示,辅助管理人员快速识别风险点,推动管网管理向可视化、智能化与预测性方向发展。

3 GIS在市政管网智能管理中的应用实践

3.1 实时监测与风险预警系统构建

在市政管网智能管理体系中,实时监测与风险预警是保障系统安全运行的核心功能。基于GIS平台的时空数据管理能力,

可将压力传感器、流量计、水质监测仪、气体探测装置等物联网设备采集的数据以空间维度进行动态映射。系统通过构建数据流模型,实现管网运行状态的实时可视化监控。当监测到流量异常、压力突降或水质指标偏离时,GIS系统可自动触发预警算法,对异常区域进行空间定位与风险分级,并推送至管理终端。预警模块结合历史运行数据与机器学习模型,可对隐患管段进行趋势预测,提前识别潜在泄漏或老化风险。多维数据叠加分析技术使风险信息与地形、人口密度及建筑分布等空间要素关联,实现多源风险评估,为应急响应提供数据支撑。系统还可通过移动终端实现远程监测与告警推送,形成多层次、全时段的监控体系,提升管网运行的安全韧性与应对效率。

3.2 运维调度与应急决策的智能支持

GIS技术在市政管网运维与应急管理中的智能决策支持作用日益突出。通过空间分析与网络拓扑建模,系统可快速识别关键管段、控制节点及阀门位置,优化检修与巡查路径。运维人员可在GIS平台上实时查看设备运行状态、工单分布与作业进度,实现任务动态调度与资源合理分配。当突发事件发生时,应急指挥中心可依托GIS系统生成空间决策图,自动规划最优抢修路线与应急物资调配方案。结合历史维修记录与地理分布特征,系统可利用决策树算法或模糊逻辑模型对抢修优先级进行排序,提高响应效率。GIS与移动终端互联后,现场人员可通过智能终端获取实时位置、设备状态与调度指令,确保指挥链条的高效运作。系统还支持与城市综合应急管理平台的数据互通,实现跨部门协同调度与统一调控,从而在复杂环境下保持管网系统的持续稳定运行。

3.3 管网规划与更新的科学优化

GIS在市政管网规划与更新中为科学决策提供了重要的数据支撑与空间分析工具。通过集成地形地貌、土地利用、人口密度、建筑布局及未来发展规划等多维数据,系统可实现对管网布局的空间模拟与优化分析。基于缓冲区分析、最短路径算法及空间叠加模型,可识别供水盲区、排水瓶颈及高风险老化区域,为新建或改造工程提供定量依据。管网更新规划中,GIS系统可结合历史维护记录与运行数据,建立寿命周期评估模型,预测管材老化趋势并制定分阶段改造方案。系统还能通过模拟不同负荷条件下的管网运行效果,对规划方案进行多场景评估,降低建设风险。三维可视化技术的应用,使规划人员能够在虚拟空间中直观查看地下管网与地表设施的空间关系,避免施工冲突。数据驱动的规划方式不仅提升设计精度,也为后续的建设与管理奠定技术基础,使城市基础设施在动态发展中保持科学性与连续性。

4 综合分析与管理模式创新

4.1 智能化管理体系的构建路径

市政管网的智能化管理体系构建依赖于多层信息融合与技术协同。通过GIS平台作为核心支撑,结合物联网、大数据与人工智能算法,可实现数据采集、传输、处理与分析的全链条智能闭环。系统在架构设计上以空间数据中心为核心,建立基础地理

数据库、管网运行数据库与应急指挥数据库的多层级结构,实现动态信息的高效联动。管理体系通过统一数据接口标准,打通规划、建设、运维等环节间的信息壁垒,使管网资产实现可追溯、可量化与可分析管理。在运行层面,通过引入智能调度算法与自动控制模块,可依据实时监测数据进行阀门调节、流量控制与能耗优化,形成自学习与自适应的管理模式。体系建设还需强化可视化管理与移动端应用,实现多终端联动与远程决策支持,从而构建出具备高精度、高响应与高稳定性的智慧管网运行体系。

4.2 数据驱动下的科学决策机制

在智能化管网管理中,数据驱动的决策机制成为实现科学治理的重要手段。通过GIS平台的空间分析能力与大数据计算框架,系统可对监测数据、维护记录、历史事件与环境变量进行综合分析,提取关键影响因子并构建预测模型。基于时空分析技术,可识别管网运行的规律性变化,预测压力异常、流量波动及管材老化趋势,为维护与改造计划提供量化依据。决策模型结合机器学习算法与多维数据挖掘,可自动生成最优调度方案与风险预警等级。通过数据可视化与动态报表功能,管理者可实时掌握运行态势,实现从经验判断向数据驱动的管理转变。系统还可实现多部门数据互联,使规划、财政、应急等单位在同一信息平台下进行协同决策。数据驱动的管理机制强化了市政管网治理的科学性与前瞻性,推动决策过程的自动化与智能化发展。

4.3 市政管网信息化管理的未来方向

未来的市政管网信息化管理将向更高层次的智能协同与自适应控制方向演进。随着5G通信、云计算与边缘计算技术的成熟,管网系统将实现超低延迟的数据传输与实时响应,形成城市级的感知网络。GIS平台将在融合BIM与CIM(城市信息模型)的基础上,构建数字孪生城市的核心模块,实现管网设施的虚实映射与动态仿真。通过AI智能分析引擎,系统可对不同环境、气候及

负荷条件下的运行状态进行模拟推演,为规划与风险防控提供预测支持。未来的管理模式将强化跨系统协同,使供水、排水、燃气、通信等管网在统一平台下实现互联互控,形成综合运行体系。以数据安全和标准化体系为基础,信息化建设将更加注重可扩展性与持续更新能力,使管网管理具备自感知、自学习与自优化特征,推动城市基础设施迈向全生命周期的智慧化管理新阶段。

5 结语

地理信息系统在市政管网智能管理中的应用体现了技术与城市治理的深度融合。通过空间数据集成、动态监测与智能分析,GIS有效提升了管网的运行安全性与管理精度。其在实时监控、风险预警及决策支持中的创新应用,使城市基础设施管理迈向数字化与智能化阶段。随着人工智能与大数据技术的不断发展,GIS将成为城市基础设施现代化管理体系的重要支撑力量。

[参考文献]

- [1]王志刚.地理信息系统在城市地下管网管理中的应用研究[J].城市勘测,2021,28(3):45-49.
- [2]刘珊珊,陈建伟.基于GIS的市政管网智能管理系统构建[J].测绘科学,2022,47(6):112-118.
- [3]赵文杰,孙晓东.GIS与物联网融合的城市管网监测技术研究[J].城市建设理论研究,2023,29(5):78-84.
- [4]张惠敏,周立军.数字孪生视角下的市政管网可视化信息管理研究[J].智慧城市,2024,10(2):33-39.

作者简介:

李锦波(1988--),男,汉族,湖南岳阳人,本科,测绘地理信息高级工程师,研究方向:测绘工程、测绘地理信息。