

# 智慧城市地下管网信息化建设关键技术探讨

申展

西安市勘察测绘院

DOI:10.12238/gmsm.v7i11.2012

**[摘要]** 城市地下管网作为城市的“生命线”,担负着输送能量、传输物质和传递信息的重要任务,其安全、高效运行对于城市的正常运转至关重要。物联网、云计算、数字孪生、AI等新一代信息技术的快速发展,使得城市地下管网智慧化运营管理成为可能。通过建设数字管网、开发综合管理平台、完善信息链,可以实现地下管网数据的实时监测、预警、异常检测与智能识别等功能,提高管理效率,降低事故风险。此外,信息化建设还能促进管线信息资源的共享与应用,避免施工破坏管线事故的发生,保障城市生产和居民生活的正常进行。因此,研究智慧城市地下管网信息化建设关键技术,对于提升城市管理水 平、保障城市安全、推动城市可持续发展具有重要意义。

**[关键词]** 智慧城市; 地下管网; 信息化; 关键技术

中图分类号: TU821.3 文献标识码: A

## Discussion on Key Technologies of Information Construction of Underground Pipe Network in Smart City

Zhan Shen

Xi'an Survey and Mapping Institute

**[Abstract]** As the "lifeline" of the city, urban underground pipe network is responsible for conveying energy, materials and information, and its safe and efficient operation is very important for the normal operation of the city. The rapid development of next-generation information technologies, such as Internet of Things, cloud computing, digital twinning, AI, etc., makes intelligent operation and management of urban underground pipe network possible. By building digital pipe network, developing comprehensive management platform and perfecting information chain, the functions of real-time monitoring, early warning, abnormal detection and intelligent identification of underground pipe network data can be realized, which can improve management efficiency and reduce accident risk. In addition, information construction can also promote the sharing and application of pipeline information resources, avoid the occurrence of pipeline accidents caused by construction, and ensure the normal operation of urban production and residents' lives. Therefore, it is of great significance to study the key technologies of underground pipe network informatization construction in smart cities for improving urban management level, ensuring urban safety and promoting urban sustainable development.

**[Key words]** smart city; Underground pipe network; Informatization; key technology

## 引言

现如今,智慧城市的概念逐渐深入人心,地下管网承担着水、电、气、通信等资源的传输任务,是城市运行的“神经网络”,信息化建设已成为提升城市管理水平和保障城市安全的关键。然而,传统的管网管理方式存在信息孤岛、管理效率低下等问题,难以满足现代城市管理的需求。本文将从技术角度出发,深入分析智慧管网信息化建设的关键技术,旨在为智慧城市建设提供理论支持和实践指导,推动城市管理向更加智能化、高效化的方向发展。

## 1 智慧城市地下管网信息化建设的重要意义

首先,地下管网承载着供水、排水、燃气、热力、电力、通信等多种功能,是城市运营的“生命线”,其重要性不言而喻。信息化建设可以集成传感器技术、通信技术、数据分析技术等先进技术,实现对管网状态的全面掌控,不仅可以实时监测管网的运行数据,包括流量、压力、水质等关键指标,还能及时发现管网中的破损、泄漏、堵塞等病害,为维修人员提供准确的定位和故障信息,从而有效避免事故的发生,保障城市基础设施的安全稳定运行。

其次,信息化建设有助于优化城市地下管网的设计和管理。传统的管网管理方式往往依赖于纸质图纸和人工巡检,存在信息不准确、更新不及时等问题。而信息化建设通过建立地下管网数字档案,实现了数据的动态更新和资源共享,为城市规划、建设和管理提供了详细、准确的管网信息,帮助优化管网布局,提高资源利用效率,降低运营成本。

此外,有效增强城市的应急和防灾减灾能力。面对各类自然灾害或突发事件发生,基于现代化信息技术可以迅速启动应急预案,提供准确的管网信息,指导应急处置工作,从而有效减少灾害损失。同时,通过数据分析和预测,还可以提前发现潜在的安全隐患,采取预防措施,避免事故的发生<sup>[1]</sup>。

最后,智慧城市地下管网信息化建设具有良好的经济效益和社会效益。通过减少管线事故发生、降低管道漏损率、避免重复建设等措施,可以节约大量资源和资金。同时,信息化建设还改善了城市投资环境,提高了城市竞争力,对推动城市可持续发展具有重要的意义。

总之,智慧城市地下管网信息化建设是提升城市管理效率、增强城市韧性、优化管网设计和管理、提高应急和防灾减灾能力以及促进城市可持续发展的重要途径。随着物联网、大数据、云计算等技术的不断发展,未来智慧城市地下管网信息化建设将发挥更加重要的作用,为城市治理体系和治理能力现代化提供有力支撑。

## 2 智慧城市地下管网信息化建设的关键技术

### 2.1 物联网技术

智慧城市地下管网信息化建设中引入物联网技术,不仅提高了管网管理的智能化和自动化水平,还增强了城市基础设施的安全性和可靠性,为城市的可持续发展提供了有力支撑。

物联网技术作为一种能够实现物与物之间信息交换和通信的网络技术,我们可以借助物联网通过部署在地下管网关键节点的各类传感器和智能设备,实时采集并传输管网运行数据,包括流量、压力、水质、温度等关键参数。这些数据被收集后,通过网络传输至远程管理平台能够实现对管网的全面监控、智能分析和高效管理<sup>[2]</sup>。

以往传统的管网管理方式往往依赖于人工巡检和纸质记录,存在信息滞后、准确性差等问题。而物联网技术实现了对地下管网各项数据的实时监测和分析,能够及时发现管网中的异常状况,如泄漏、堵塞、压力异常等,为维修人员提供精确的故障定位和维修指导,从而有效避免事故的发生,保障城市基础设施的安全稳定运行。

此外,基于物联网技术还能够实现地下管网的远程控制和智能调度。管理人员可以通过远程管理平台对管网中的阀门、水泵等设备进行远程操控,提高运维效率。

### 2.2 大数据与云计算技术

大数据技术能够快速整合与分析地下管网中海量、多样、高速的管网运行数据。大数据技术能够对收集传感器实时上传的流量、压力、水质等关键指标进行清洗、去重、格式转换等预

处理操作,提高数据质量,进而运用数据挖掘、机器学习等技术,深入挖掘管网数据中的潜在规律和模式,为管网优化改造、风险评估等提供科学依据。

云计算技术则为大数据处理提供了强大的计算和存储支持。通过搭建基于云计算的地下管网大数据应用平台,实现资源池化、弹性扩展,满足不断增长的数据处理需求。云计算平台不仅能够提供高效的数据存储和计算能力,还支持数据的快速访问和共享,使得各部门和单位能够实时获取所需的管网信息,提升决策效率。更重要的是,云计算的安全技术和隐私保护手段很好地保障了地下管网数据的安全性和隐私性<sup>[3]</sup>。利用SSL/TLS等加密技术可以保证数据传输过程中的安全性;同时还可以对敏感数据进行脱敏处理,保护用户隐私;建立完善的访问权限控制机制,还能防止未经授权的访问和数据泄露。

### 2.3 GIS技术

GIS(地理信息系统)技术以其强大的空间分析、可视化展示以及精准定位能力,为地下管网的管理和应急响应带来了革命性的变革。其通过整合地下管网的空间数据和属性信息,构建出三维立体的管网模型,使得管理者能够直观地了解管网的布局、走向、埋深等关键信息。这种空间分析能力不仅有助于优化管网设计,避免重复建设和资源浪费,还能在规划阶段就预测并解决可能存在的冲突和隐患,提高城市基础设施的整体效能。基于该技术的图形化界面,管理人员还可以迅速捕捉到管网运行中的异常状态,如压力波动、水质变化等,从而及时采取措施进行干预<sup>[4]</sup>。此外,GIS还支持将分析结果以图表、报告等形式输出,为决策提供了直观、全面的数据支持。

GIS技术在地下管网应急响应方面同样发挥着十分重要的作用,一旦发生管网泄漏、断裂等紧急情况, GIS系统能够迅速锁定事故地点,并基于空间分析功能,预测事故可能扩散的范围和影响,为应急抢险提供精确的导航和指挥信息。同时, GIS还能整合周边的交通、医疗等救援资源,为快速响应和有效处置提供有力保障。

### 2.4 人工智能与机器学习

人工智能算法能够自动识别管网数据中的异常模式,预测故障发生的概率和位置,为维修人员提供前瞻性的维护建议。例如,通过对历史漏水数据的分析, AI模型可以学习到漏水事件的前兆特征,从而在漏水发生前发出预警,大大减少了因漏水导致的损失。此外,机器学习技术还能够根据管网的实际运行状况,动态调整管理策略,优化资源分配,提高运维效率。

人工智能与机器学习技术在管网规划与设计阶段同样发挥着重要作用。AI通过模拟不同场景下管网的运行状态,可以辅助工程师评估不同设计方案的优劣,提出优化建议,从而设计出更加安全、高效、经济的管网系统。这种智能化的规划与设计能力,有助于提升城市基础设施的整体效能,增强城市的韧性和可持续发展能力。

除此之外,人工智能与机器学习技术的引入,使得管网管理逐渐从被动应对转向主动预防。通过实时监测、预警和分析, AI

系统能够在故障发生前采取行动, 避免或减少事故的发生, 保障城市基础设施的安全稳定运行。这种智能化的管理方式不仅提高了管网管理的效率和准确性, 还为城市的智慧化发展注入了新的动力。

### 3 智慧城市地下管网信息化建设的实践案例

#### 3.1 案例背景

西安市作为陕西省省会, 其地下管线数量大、种类繁多, 包括排水、供水、燃气、热力、电力、通讯、工业等七大类28种管线。然而, 传统的管网管理方式面临着数据分散、更新不及时、维护成本高等问题, 严重影响了城市管理和运行的效率。为了破解这一难题, 按照住建部相关文件要求, 西安市决定运用新兴技术, 整合地下管线数据资源, 打造高效实用的管理平台。

#### 3.2 实践过程

首先, 西安市通过地下管网普查与信息化建设、市政管网一张图等工作, 对全市地下管网实测数据进行数字化处理, 将测绘数据进行数字化转换, 打造二三维可视化数据底座, 同步完成数据普查、数据整治工作。截至2024年底, 累计形成地下管线数据底座超过47000公里, 并实现了数据动态更新。

其次, 在摸清数据的基础上, 不断建立健全全市地下管线管理办法与标准规范, 建立并不断完善城市地下管线动态更新机制和有效的管理运行机制。同时, 西安市以市资源规划局作为主体, 同步编制地下管线数据标准规范, 并在全市“地下一张网”工作中推行实施。

再次, 西安市地下综合管网信息管理平台建设自2015年启动, 历经多期建设和完善, 最终形成了包含一个主体平台、5个子系统的综合管理系统。该系统采用GIS、工作流、三维等信息化技术, 实现了地下管线数据的管理、分析和维护以及地下管线数据的地上地下一体化三维立体展示<sup>[5]</sup>。

另外, 引入数字孪生与数字模拟模型, 系统还具备风险事故模拟推演功能, 可以基于数字孪生场景和专业模型数据库, 对管网爆管、路面积水等事件进行全过程模拟推演, 系统能够预测管网故障发生的概率和位置, 为维修人员提供前瞻性的维护建议,

为制定应急预案和风险评估提供有力支持。

#### 3.3 应用成效

系统自建成运行以来, 已多次为相关部门、权属单位、建设单位等提供城建档案和地下管线资料查询服务, 有效配合了城市规划、建设和管理工作。同时, 系统通过实时监测和预警功能, 及时发现并处理了多起管网故障事件, 有效避免了因故障导致的损失。

### 4 结束语

总而言之, 智慧城市地下管网信息化建设过程中, GIS、大数据、人工智能等先进技术的有效整合, 实现了地下管网数据的全面数字化、动态更新与智能分析。这一变革不仅大幅提升了管网管理的精确度和效率, 减少了因故障导致的资源损失和安全隐患, 还通过实时监测和预警系统, 有效预防了管网事故的发生。同时, 信息化平台的建设促进了跨部门的数据共享与协同作业, 优化了资源配置, 降低了运维成本。更重要的是, 这一进程增强了城市基础设施的韧性和可持续性, 为城市的智慧化发展和居民生活质量的提升奠定了坚实基础。

### 参考文献

- [1] 马远征, 王瑞峰, 罗杰, 等. 城市地下管网断面可视化方案设计与实现[J]. 测绘标准化, 2023, 39(04): 150–153.
- [2] 颜新娟. 论建立城市地下管网信息档案管理系统的重要性[J]. 陕西档案, 2023, (03): 33–34.
- [3] 李明海, 李伟. 浅析安防与城市地下管网管理融合发展[J]. 中国安防, 2022, (11): 63–66.
- [4] 万冬桂. 城市地下管网建设和管理浅析[J]. 未来城市设计与运营, 2022, (06): 65–67.
- [5] 于明亮. 地下管网可视化研究与应用[J]. 电视技术, 2022, 46(04): 221–223+228.

### 作者简介:

申展(1995—), 男, 汉族, 陕西西安人, 硕士, 助理工程师, GIS 工程。西安市勘察测绘院。