

三维 GIS 在城市地下管网可视化管理系统中的应用

王冰

北京超图信息技术有限公司 北京

【摘要】城市地下管网管理是城市基础设施管理的关键组成部分，其管理效率直接影响到城市的运行效率与安全性。随着信息技术的发展，三维 GIS（地理信息系统）逐渐成为城市地下管网可视化管理系统的重要技术手段。三维 GIS 技术能够提供更直观的地下管网可视化效果，提升管网的监控、维护和应急管理能力。本文探讨了三维 GIS 在城市地下管网可视化管理系统中的应用，重点分析了该技术在地下管网数据整合、信息可视化、故障预测等方面的优势。通过案例研究，展示了三维 GIS 在实际应用中的成效与挑战。三维 GIS 技术能有效提高城市地下管网的管理水平，增强应急响应能力，促进智能化管理发展。

【关键词】三维 GIS；城市地下管网；可视化；信息整合；应急管理

【收稿日期】2025 年 7 月 15 日 **【出刊日期】**2025 年 8 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250142

Application of 3D GIS in visual management system of urban underground pipe network

Bin Wang

Beijing Chaotu Information Technology Co., Ltd, Beijing

【Abstract】 The management of urban underground pipe networks is a key component of urban infrastructure management, and its management efficiency directly affects the operational efficiency and safety of cities. With the development of information technology, 3D GIS (Geographic Information System) has gradually become an important technical means for the visual management system of urban underground pipe networks. 3D GIS technology can provide more intuitive visualization effects of underground pipe networks and improve the capabilities of pipe network monitoring, maintenance, and emergency management. This paper explores the application of 3D GIS in the visual management of urban underground pipe networks, focusing on analyzing the advantages of this technology in underground pipe network data integration, information visualization, and fault prediction. Through case studies, it demonstrates the effectiveness and challenges of 3D GIS in practical applications. 3D GIS technology can effectively improve the management level of urban underground pipe networks, enhance emergency response capabilities, and promote the development of intelligent management.

【Keywords】 3D GIS; Urban underground pipe network; Visual management; Information integration; Emergency management

引言

地下管网是城市基础设施的重要组成部分，其管理水平直接影响城市的安全与运行效率。传统的地下管网管理面临信息更新滞后、数据分散、系统反应迟缓等问题，亟需借助先进的技术手段进行优化。三维 GIS 技术作为一种创新的地理信息系统，通过将地下管网的空间、结构及运行数据可视化整合，提供了更为直观、全面的管理方案。该技术不仅支持地下管网的实时监控与故障预测，还通过可视

化展示提升了管理人员对管网状况的理解与决策能力。本文将探讨三维 GIS 在城市地下管网可视化管理系统中的应用，分析其优势与面临的实施挑战，并为智能化管网管理的未来发展提供技术支持。

1 三维 GIS 在地下管网数据整合中的应用

地下管网管理的核心之一是数据的整合与更新。地下管网涵盖了各种类型的设施和复杂的结构，如供水、排水、电力、燃气等，涉及的数据内容庞杂且分散。传统的管理方式往往面临数据不完整或更新

滞后的问题，这使得管网的维护与运营效率大打折扣。而三维 GIS 技术的应用为这一问题提供了解决方案。通过三维 GIS 技术，可以将地下管网的各种信息进行空间化、数字化的处理，实现多个系统之间的数据整合与互联互通。它将地下管网的地理位置、管道类型、直径、材质、运行状态等多维信息集成到一个统一的平台上，为管网的管理人员提供了一个全面、立体的信息视图。

通过三维 GIS，管网的各种数据可以得到实时更新和管理，尤其是空间数据的准确性大大提高。通过精确的空间定位，可以直观地展示地下管网的分布和位置，同时将管网的维护、修复及改造历史记录与当前的运行状况同步更新。这种数字化、实时化的管理方式，确保了地下管网的各类信息能够得到全面监控与优化，避免了传统管理中因信息断层或缺失所带来的隐患^[1]。GIS 技术还能够为各类管网管理人员提供动态可视化界面，实时展示地下管网的各类变动与异常，使得决策更加及时与精确。

三维 GIS 的引入改变了数据整合的方式。传统的管网数据多为孤立的二维平面数据，而三维 GIS 将所有相关数据集成到三维模型中，可以更加直观地展现管网的整体布局和个别设施的位置与状态。此举不仅提高了信息整合的效率，也使得管网的空间关系更加清晰，减少了由于数据缺失或不一致造成的潜在风险。借助三维 GIS 技术，管理人员能够在空间和时间两个维度上对管网进行动态跟踪和全面掌控，从而为管网的运行提供了更为准确和全面的支持。

2 三维 GIS 技术在地下管网可视化管理中的优势

三维 GIS 技术在地下管网可视化管理中的优势主要体现在信息的直观呈现和决策支持能力的提升上。地下管网的管理，尤其是在城市复杂环境中，面临着高密度、高风险的管理难题，传统的管理模式往往依赖于二维数据和手工操作，难以提供足够的支持和实时的反馈。而三维 GIS 技术的应用，使得地下管网的管理变得更加直观和有效。通过三维可视化，管理人员不仅可以清晰地看到地下管网的空间分布，还能全面了解管道的尺寸、材质、运行状况等多维数据，提升了管网的可视化管理效果。与传统二维平面图相比，三维模型更加直观，便于对管

网状态进行快速判断和决策。

三维 GIS 技术的应用，能够大大提升地下管网的应急响应能力。在发生突发事件时，传统的管网管理系统往往由于信息处理速度慢、数据不完整等问题，难以及时做出反应。而三维 GIS 能够将地下管网的实时数据集成，进行空间位置的动态跟踪，确保管理人员能够在最短的时间内掌握管网的变化情况。通过对管网状态的实时监控，系统可以在故障发生时立即发出预警，提前采取应对措施，减少事故的发生与损失^[2-6]。三维 GIS 技术还能够通过模拟预测管网可能发生的问题，并为应急管理提供科学的数据支持。这样的系统不仅提高了管理效率，也增强了地下管网的安全性与可靠性。

三维 GIS 技术的引入，提高了地下管网管理的智能化程度。通过数据整合和空间分析，三维 GIS 能够对管网的运行状态进行深度挖掘，发现潜在的风险点和管理盲区。在管网老化、腐蚀或堵塞等情况下，系统能够通过数据模型预测管网的运行趋势，提前采取维护措施。这种基于数据预测的管理方式，能够有效避免传统管理中由于信息滞后或错误导致的管网问题，确保地下管网在长期运营中始终处于最佳状态。

3 三维 GIS 助力地下管网故障预测与应急响应

三维 GIS 不仅在日常的管网管理中发挥作用，还能够故障预测和应急响应中起到至关重要的作用。地下管网作为一个复杂的系统，常常面临管道破裂、泄漏等突发事件，如何及时有效地发现并解决这些问题，是现代管网管理的一大挑战。通过三维 GIS 技术，能够实现对管网运行状态的实时监控和故障预警。通过对管网数据的全面采集与分析，三维 GIS 能够及时发现管网运行中的异常情况，并通过建立预警模型预测潜在故障的发生。这样一来，管理人员可以根据系统的预警信息，提前采取维护或修复措施，避免了事故的进一步扩展和损失。

三维 GIS 技术在地下管网的故障预测中表现出的优势，体现在其强大的数据分析能力和空间预测能力。通过对管网运行数据、环境数据和历史维修数据的分析，系统能够智能识别出管网的潜在问题，如管道的老化、压力异常等。当某一段管网出现隐患时，系统会通过预设的算法进行分析，生成故障预测报告，并提供维护建议。这样不仅可以减少突

发性事故的发生,还能优化资源分配,提前做好预防工作,提升管网的管理水平。

在应急响应过程中,三维 GIS 通过强大的数据可视化功能,为管网管理人员提供了一个直观且高效的应急指挥平台。遇到管网故障时,管理人员可以实时查看管网的运行数据,并通过系统准确定位故障发生的具体位置、受影响的范围以及可能造成的次生影响。这种空间数据的精准性和动态分析能力,使得管理人员可以迅速做出响应决策,及时调动维修人员和设备进行处理^[7]。三维 GIS 技术还能够模拟不同应急处理方案的效果,帮助管理人员选择最佳的应急措施,从而有效缩短故障处理时间,减少对城市交通、水电气供应等关键服务的影响,保障城市正常运营的稳定性和安全性。

4 三维 GIS 在城市地下管网管理中的实施挑战与对策

尽管三维 GIS 技术在地下管网管理中展现出诸多优势,但其在实际应用中的实施仍面临一定的挑战。三维 GIS 的建设和维护成本较高,特别是在数据采集、系统开发和硬件设施方面的投入。地下管网的空間信息和运行数据需要经过详尽的采集和整合,涉及到各类传感器、监控设备和数据库的建设,这对于一些中小型城市或资金不足的地区来说,可能会成为一大障碍。三维 GIS 系统的建设和维护还需要专业的技术团队进行操作与更新,这对于一些管理单位而言,是一项不小的挑战。

三维 GIS 技术的有效应用离不开大量准确、高质量的数据支持。由于地下管网的系统庞大且复杂,数据的采集与维护往往面临巨大的挑战。地下管网中的管道材料、运行年限、管道状态等信息极为重要,但往往存在数据缺失、过时或不准确的情况^[8]。尤其是管网老化、维护记录不全等因素,进一步加大了数据的完整性和时效性的管理难度。为了确保三维 GIS 系统的高效运行,必须建立一套完善的实时数据更新机制,并确保数据源的准确性与一致性。这不仅要求管理部门对现有数据进行全面审查和清理,还需加强数据采集、更新和验证的工作,推动地下管网信息的标准化、系统化处理,从而提高管理效率并确保决策的科学性。

三维 GIS 系统的应用面临的技术适应性问题,主要来源于地下管网系统在不同地区的地理环境、

管网结构、运行方式等方面的差异。由于各地的地下管网在设计和实施过程中存在一定的差别,如何根据当地的具体需求,定制个性化的三维 GIS 解决方案,成为了关键问题。某些城市的管网结构复杂,涉及多种类型的管道设施,而其他城市的管网可能较为简单,这要求 GIS 系统具备更强的灵活性与适应性。各地区在管网数据格式、传感器接口、系统平台标准等方面的差异,可能导致系统集成和数据交换过程中出现技术障碍。为了顺利实施三维 GIS 系统,必须加强跨地区的技术标准化建设,制定统一的接口规范和数据标准,以实现不同管网系统间的无缝衔接和协同工作,保障系统的高效运行与稳定性。

5 结语

三维 GIS 技术在城市地下管网管理中的应用展现了巨大的潜力,特别是在数据整合、故障预测、应急响应等方面,有效提升了管网管理的效率与安全性。实施过程中仍面临数据准确性、技术适应性及系统集成等挑战。为了最大化三维 GIS 的应用价值,需加强数据采集与更新机制,推动技术标准化,并解决跨区域兼容性问题。随着技术的持续进步和完善,三维 GIS 将在智能化城市管网管理中发挥越来越重要的作用,为城市基础设施的安全、高效运行提供坚实保障。

参考文献

- [1] 曹春山,樊友丽,任文颖,等.高精度三维地质建模技术在城市再生水厂深大基坑中的应用[J/OL].水利水电技术(中英文),1-6[2025-07-10].
- [2] 肖秋风.地理信息系统在城市地下空间规划中的应用[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024 新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(二).南京慧龙城市规划设计有限公司,;2024:116-117.
- [3] 陈子辉.基于 GIS 的城市地下管线综合管理系统设计探究[J].新城建科技,2024,33(08):110-112.
- [4] 刘欣宇.地下管网参数化三维建模方法研究[D].北京建筑大学,2024.
- [5] 贾思楠.基于 GIS 的地下管网系统构建及可视化分析[D].华北理工大学,2023.
- [6] 吴樊.BIM+GIS 技术在城市地下道路规划中的应用研究

- [C]//中国图学学会土木工程图学分会,《土木建筑工程信息技术》编辑部.《第十届 BIM 技术国际交流会——BIM 赋能建筑业高质量发展》论文集.上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,;2023:313-318.
- [7] 田红霞.城市地下管线三维空间 GIS 建模关键技术及计算[J].科学技术创新,2022,(32):64-68.
- [8] 郭亚峰.城市综合管廊多尺度空间数据模型构建研究[D].桂林理工大学,2022.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS