

# 城市地下管线测绘中的三维地理信息系统构建与应用分析

郑大东

重庆两江新区规划和自然资源局

DOI:10.12238/gmsm.v7i7.1902

**[摘要]** 构建应用三维地理信息系统能够提高城市地下管线测绘及管理效率,有利于人员实时了解城市地下管线相关数据信息,进而采取监管维护措施,以满足城市现代化建设发展需求。所以现阶段应意识到三维地理信息系统的重要性,明确其设计原则,并根据地下城市管线测绘管理要求及实际情况,做好系统设计建设工作,加强推广应用,以充分发挥三维地理信息系统的作用价值,进一步为城市的高效管理与安全发展提供有力保障。本文就市地下管线测绘中的三维地理信息系统构建作出分析,提出几点建议,以供参考。

**[关键词]** 城市地下管线测绘; 三维地理信息系统; 应用

中图分类号: P2 文献标识码: A

## Construction and application analysis of three-dimensional geographic information system in urban underground pipeline mapping

Dadong Zheng

Chongqing Liangjiang New Area Planning and Natural Resources Bureau

**[Abstract]** The construction and application of three-dimensional geographic information system can improve the efficiency of urban underground pipeline mapping and management, which is conducive to personnel to understand the relevant data and information of urban underground pipelines in real time, and then take measures to guide the supervision and maintenance to meet the needs of urban modernization development. So at present stage should be aware of the importance of 3 d geographic information system, clear its design principle, and according to the urban pipeline mapping management requirements and the actual situation, do a good job in the construction of system design, strengthen the application, to give full play to the role of 3 d geographic information system value, further for the efficient management and the safe development of urban thrust. This paper analyzes the construction of three-dimensional geographic information system in the mapping of municipal underground pipeline, and puts forward some suggestions for its reference.

**[Key words]** urban underground pipeline mapping; three-dimensional geographic information system; application

### 前言

随城市快速发展,传统的人工测绘及管理方法无法实现对城市地下管线的有效管控,整体效率较低,难以为城市的现代化建设提供推力,且还易引发更多隐患风险,所以建设城市地下管线三维地理信息系统已是必然需求<sup>[1]</sup>。通过三维地理信息系统的建设运行,能够对地下管线资源数据进行高效测量、存储、分析、输出、共享、管理等,更满足目前测绘需求,可切实提高城市地下管线测绘管理水平。所以为优化城市地下管线测绘工作,还应积极建设应用三维地理信息系统,通过系统的有效应用,让城市地下管线整体管理更为全面、有效、智能,也能为城市现代化发展提供有力依据和推力保障。

### 1 三维地理信息系统构建设计原则

针对城市地下管线测绘管理来说,三维地理信息系统构建设计应遵循以下相关原则。①先进性。应用先进的信息技术,能够根据地下管线测绘需求和发展方向进行系统设计,保证系统的运行能够为地下管线测绘管理提供便利优势,同时也能为系统后续的完善提升留下足够空间。②标准化。系统在设计时应严格按照国家标准、国家法律法规、行业标准等进行数据生成、审核、分析,以及系统开发,系统构建需按统一的规范与数据编码,实现数据格式、存储、输出的标准化<sup>[2]</sup>。③开放性。城市地下管线较多,且信息形式也较多,包括测量数据、表格、图片等,这种情况下为保证测绘有效性,提高管控效果,需要考虑多种数据格式间的有效转化,保证系统的建设运行可高效测量、分析、存储各类数据信息,更好地实现数据资源共享与管理。④

安全性。地下管线数据较为重要,系统设计时还要做好权限设置,保证数据安全,操作规范合理。⑤可靠性。以往人工测绘与管理受空间及时间的限制,为实现对城市地下管线的动态测绘管理,实时了解地下管线信息状况,还需增强系统的可靠性,能够实现全天候24小时运行。⑥可扩展性。互联网及计算机技术发展升级较快,且地下管线测绘管理需求也在不断变化,需要系统具有可扩展性,不仅可保证目前测绘管理的稳定性、有效性,还能进一步满足今后发展的需要<sup>[3]</sup>。

## 2 城市地下管线测绘中三维地理信息系统设计

2.1 总体设计。该系统的设计构建包括前期调研、数据采集、管线建库、应用系统四方面,在了解分析用户需求后,需确定数据采集标准,建立详尽的外业数据采集技术规程<sup>[4]</sup>。在上述相关操作完成的基础上,一同开展数据采集和系统开发设计工作。在数据采集时按建库需求采取有效保护措施,并通过试验检测,确保城市地下管线数据可正常入库。采用混合型C/S与B/S体系为系统架构模式,同时结合ArcGIS Server平台和Web Service技术实现交互性GIS系统,满足各项工作需求。系统总体设计研发的全生命周期管理具体流程详见图1。

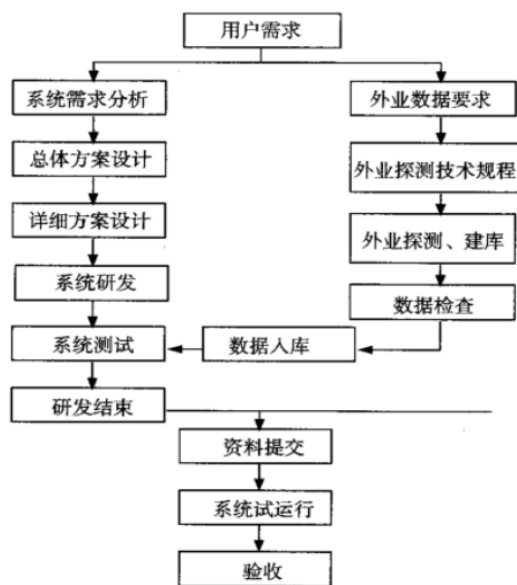


图1 系统研发全生命周期

2.2 功能设计。三维地理信息系统的建设使用能够对城市地下各种管线进行可视化管理,功能多样,以下主要对几种功能设计做出分析。①三维浏览。可自由切换和浏览多个三维场景,包括自定义路线开挖地形三维场景等,且角度不仅包括地下,也涉及地上。同时,支持自定义设置地面透明度、纹理、碰撞开合、排水管线流向显示等操作<sup>[5]</sup>。②三维查询。人员可根据工作内容及需求在系统软件中通过图片查询属性,或根据属性查询图片,且所得的查询结果进行高亮显示,若有更高需求,也可经转化自动生成Excel报表。③数据统计。系统针对数据统计方面提供两种功能,其中分段统计功能主要对管径、埋深等进行分段统计;分类统计功能主要对管径、材质、点性质等进行分类统计

及汇总。系统分析后还可根据实际需求,将结果转为Excel报表。④空间分析。支持三维场景下的多种分析功能。⑤规划设计。通过数据测绘分析,制定相应的规划方案,而在系统功能支持下可将方案加载入三维场景中,提高可视化效果,进一步对各个内容进行调整,为决策提供有效参考。目前系统功能支持加载设计文件、CAD格式文件、mdb文件、Excel文件,且支持手动输入<sup>[6]</sup>。

2.3 数据库设计。数据库的建立能够存储大量数据信息,更利于城市地下管线测绘及管理的开展,针对数据库设计来说,主要包括空间地形数据、管线数据、管线属性数据三部分。①空间地形数据。主要涉及地形地貌、测量控制点、独立地物等。②管线数据。主要涉及给排水、电力、燃气、工业管道等管道信息。③管线属性数据。主要涉及管线材料、地面高程、管顶高程、埋设方式、管径、光缆条数、建设年代、连接方向等属性信息。

## 3 城市地下管线测绘中三维地理信息系统关键功能实现

3.1 依托GIS网络平台的信息共享。目前城市地下管线数据信息共享应用效果不足,且随着系统功能的拓展升级,用户对应的需求也随之增多,使得轻量化式面向服务的WebGIS技术成为开发主流<sup>[7]</sup>。为提高三维地理信息系统的共享水平,系统网络以GIS为基础平台,而地下管线各类数据信息均存储在数据库中,用户可通过GIS引擎系统查询了解所需的管线数据信息。相关单位可借助光纤网络和数据的同步中心互联,实现数据实时交互共享。通常情况下,中间级由多个业务构成,包括Web Service、接口业务,应用层根据GIS网络平台进行拓展,运用GIS软件等更多技术工具开展相关操作<sup>[8]</sup>。

3.2 二维与三维一体化管理技术。城市地下管线类型及管道数量较多,且整体结构布局较为复杂,若使用传统的测绘方法和二维GIS技术,会使得平面图纸上地下管线分布混乱,不利于人员查看了解信息,还会因管线交叉、错乱等情况影响后续相关工作的开展质量,降低决策水平。而三维地理信息系统的构建应用,可进一步提高数据信息的可视化,由二维平面向三维立体仿真转变。但二维视图也有其自身的优势特点,如视觉表达较为简单,数据信息较为全面,同时三维视图在空间分析方面对应的水平还有待提高,为提高城市地下管线的测绘管理能力,还应将二维技术与三维技术结合运用,更好地发挥地理信息系统的优势作用。首先,可将二维数据信息与三维数据信息进行整合,如对管线构筑物的二维平面图和三维空间模型进行统一管理<sup>[9]</sup>。其次,可将二维及三维技术融合于同一坐标系,工作人员在查看了解地下管线信息时,二维及三维数据能够实时展现在三维空间中。最后,两项技术一体化管理,深度集成,能够让空间分析在二维及三维中同时开展,且所得到的结果也能在二维视图和三维视图中展现。

3.3 管线数据动态更新技术。现阶段城市地下管线的测绘工作已经基本完成,但在实际工作开展期间也会存在修测数据的情况,为了提高管网系统数据的全面性与可靠性,还应积极设计运用管线数据动态更新技术,以保证数据完整精确。对于数据

动态更新来说,在工作开展期间应注意以下几方面内容,由于管线数据规格多样,需要统一核对整理,规范数据规格后再完成数据更新。同时,新建或变化管线段零散分布,需要工作人员通过外业测绘确定范围。地下管线数据类型、数量较多,且数据信息的时间跨度也较大,还包括很多新增数据,为确保数据信息准确无误,能够规范入库存储,还需加大数据库更新管理力度。

为保证管线数据动态更新质量及效果,还应积极运用相关技术手段,以下就要素比对识别技术、监管平台建设应用作出具体分析。

**要素比对识别技术:**三维地理信息系统将耦合CAD作业平台和SDE库,利用要素比对识别技术,将管线测量结果“提交-规整-监理-入库”的全过程进行数据动态更新<sup>[10]</sup>。具体流程详见图2。技术应用时,通过计算机、互联网等先进手段,对被更换的数据、实物进行逐一比对,根据比对分析结果对数据进行更新,更新状态主要分为新建、更改、丢弃。不同状态对应的不同操作,像“新建”来说,需输入一种新实体至SDE库;像“更改”来说,需将新增的数据替换SDE库中原有的数据;像“丢弃”来说,需利用新管道编号将SDE库中相应的新实体迁移至历史库中。

**专职监管平台建设应用:**在技术支撑和系统功能的应用下能够动态更新地下管线数据信息,但还需要建设运行专职监管平台,提高管控力度,保证地下管线测绘数据可及时更新到三维地理信息系统中。平台运行期间可针对不同部门单位发挥不同的监督管理功能,如对于施工单位来说,可便于其递交材料,提高相关工作开展效率;对于行政部门来说,有利于高效开展违法监管、征信录入等工作。

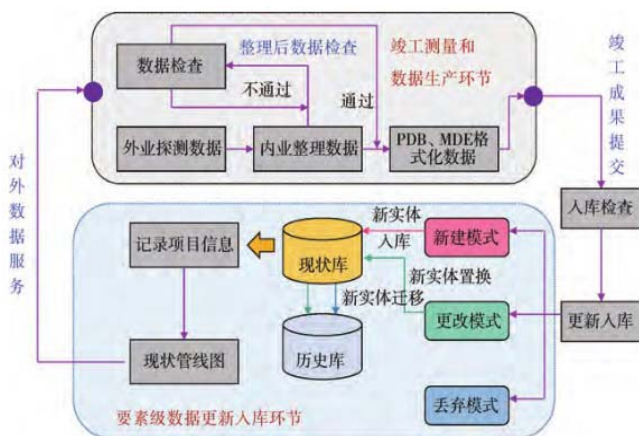


图2 要素比对识别技术应用流程图

#### 4 提高三维地理信息系统应用效果的相关建议

三维地理信息系统应用于城市地下管线测绘管理中具有明显优势作用,且满足城市现代化发展需求,但为了系统能够长效运维,进一步提高应用效果,还需要加强做好以下相关工作。①加大技术研发升级。城市快速发展中,地下管线数据信息量也在不断增加,为满足未来测绘管理需求,还需拓展系统功能,加大软硬件设施研发升级力度,促进系统具备可持续发展能力。同时,也要对软硬件设施进行定期检查维护,保证整体应用环境的稳

定安全。②开展人员培训。三维地理信息系统中涉及多个应用平台和技术,功能多样化,为保证系统运行稳定性,提高系统功能应用的有效性,还需要对相关工作人员展开培训工作,通过专项培训学习提高工作人员的信息素养,确保其能够规范准确操作系统功能。同时,技术更迭速度较快,软硬件设施功能也在不断优化创新,需要定期将更新内容告知工作人员,促进工作人员及时掌握新知识技能。③制定信息管理制度。根据三维地理信息系统运行内容、工作需求等,制定相应的信息管理制度,对系统运行全过程进行监督管理,避免违规行为的发生,以保护系统中地下管线数据及相关信息的安全。而对于存在的违规行为也要及时处理,按规章制度对相关部门及人员进行处罚。

#### 5 结语

综上所述,三维地理信息系统的构建与应用能够进一步提高城市地下管线测绘及管理水平,可实时更新管线数据信息,促进测绘管理可视化、高效化、全面化。所以现阶段应积极设计建设三维地理信息系统,开发运用多项功能,以实现地下管线信息的高效采集、分析、存储、共享、管理。同时,还要做好技术研发,人员培训,管理制度制定等工作,以不断提高三维地理信息系统在城市地下管线测绘管理中的应用效果,为城市有效规划与可持续发展提供有力依据和保障。

#### [参考文献]

- [1]殷浩,江健,耿龙君,等.基于GIS与三维仿真技术的地下管线信息系统综合管控研究[J].市政技术,2022,40(10):192-197.
- [2]李志刚,赵艳珍,董绍环,等.地下综合管廊三维可视化管理关键技术研究[J].城市勘测,2018(4):17-20.
- [3]张奎,王军.徐州市三维地下管线信息系统设计与实现[J].城市勘测,2019(1):41-45.
- [4]高立,关雷,曹景庆.地上地下一体化校园三维地理信息系统开发研究[J].测绘与空间地理信息,2019,42(7):95-97.
- [5]顾娟,杨伯钢.北京市地下管线共享应用系统的设计与实现[J].北京测绘,2017(z2):24-28.
- [6]曹卢佳.基于GIS的地下管线全周期动态管理研究[J].测绘与空间地理信息,2023,46(11):121-124.
- [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]郭红志.基于三维GIS的城市地下管线管理系统研究[J].计算机产品与流通,2022(4):81-83.
- [9]赵亚蓓,时建新.城市地下管线三维可视化系统关键技术研究[J].电子测试,2022(24):50-53.
- [10]李思宇,任晓磊,周泽睿,等.地下管网三维模型的自动化构建与可视化[J].测绘与空间地理信息,2024,47(8):30-34.

#### 作者简介:

郑大东(1973--),男,汉族,重庆铜梁人,本科,研究方向:测绘地理信息。