

# Underground Pipeline BIM and QR Code Information Identification Query Project

Haitao Huang<sup>1</sup> Lingling Yang<sup>2</sup>

1.Housing and Urban-rural Construction Bureau of Xinghua City, Xinghua, Jiangsu, 225700, China  
2.Jiangsu Chengtai Surveying and Mapping Technology Co., Ltd., Taizhou, Jiangsu, 225300, China

## Abstract

This paper describes the project background, target tasks, project construction, key technologies, construction results, characteristics and innovations of the underground pipeline BIM and QR code information identification query project in Xinghua City, China. It is a typical case of BIM information technology in the urban management operation and maintenance stage.

## Keywords

underground pipeline; BIM; QR code; information query project

# 地下管线 BIM 及二维码信息识别查询工程

黄海涛<sup>1</sup> 杨玲玲<sup>2</sup>

1. 兴化市住建局, 中国·江苏 兴化 225700  
2. 江苏诚泰测绘科技有限公司, 中国·江苏 泰州 225300

## 摘要

论文阐述了中国兴化市地下管线BIM及二维码信息识别查询工程的项目背景、目标任务、项目建设、关键技术、建设成果、特色与创新, 为BIM信息技术在城市管理运维阶段的典型案例。

## 关键词

地下管线; BIM; 二维码; 信息查询工程

## 1 引言

城市地下管线作为居民生活保障设施中不可或缺的一部分, 主要负责各种物质的输送、调配以及通讯信息的传输等工作; 城市地下管道错综复杂, 隐蔽性工程的问题牵一发而动全身; 管网工程施工对地面的“开腔破肚”比比皆是<sup>[1]</sup>。由此引发的重大安全事故时有发生, 加强地下管线智能化安全管理迫在眉睫。2014年国务院办公厅颁布了《关于加强城市地下管线建设管理的指导意见》, 提出应用精确测控、示踪标识、无损探测与修复、非开挖、物联网监测和隐患事故预警等先进技术, 加强城市地下管线的智能化建设工作。2019年12月4日, 住房和城乡建设部等四部委联合发布《关于进一步加强城市地下管线建设管理有关工作的通知》, 通知要求各地有关部门要把集约、共享、安全等理念贯穿于地下管线建设管理全过程, 创新建设管理方式, 推动地下管线高质量发展。鼓励应用物联网、云

计算、5G网络、大数据等技术, 积极推进地下管线系统智能化改造, 构建安全可靠、智能高效的地下管线管理平台。

## 2 目标任务

### 2.1 总体目标

在地下管线数据库的基础上, 构建地下管线BIM模型, 建立一个完整透明的地下管网模型数据库。构建管线二维码数据, 实现每一根地下管线的精细化管理和维护。接入传感器设备, 实时监测地下管线的运行状态, 研发地下管线通App, 如图1所示。



图1 总体目标

### 2.2 主要任务

第一, 地下管线二、三维一体化建设。实现地下管线的BIM模型、地下空间以及地上的地形地貌、倾斜摄影等

【作者简介】黄海涛(1969-), 男, 中国江苏兴化人, 本科, 正高级工程师, 从事建设工程质量监督、市政工程建设管理研究。

数据的三维可视化。

第二,地下管线二维码建设。扫描二维码查看地下管线,在三维场景中定位 BIM 管段,从而确定该管线的空间位置、属性信息、工程资料等内容。

第三,地下管线 BIM 建模与应用。将 BIM 模型数据与地下管线的 GIS 数据库、倾斜摄影数据、二维码数据、传感器数据进行整合。

第四,研发地下管线移动应用软件。研发 App 软件,扫描二维码,查看管线信息、BIM 模型,实现传感器监测与预警、空间分析等。

### 3 项目建设

#### 3.1 建设历程

项目实施前制定了实施方案,明确项目立项、方案设计、项目实施、平台部署、项目验收的节点时间,如图 2 所示。



图 2 建设历程

#### 3.2 质量控制

##### 3.2.1 数据质量控制

第一,严格执行数据产品质量的检查、验收制度(两级检查、一级验收)。

第二,采用二级检查制度,包括建设过程质量检查和最终数据成果检查,其中建设过程质量检查在多个环节进行把关。

##### 3.2.2 软件质量控制

第一,功能实现情况、界面友好程度、稳定性、运行效率、可扩展性、技术先进性和实用性。

第二,软件测试将经过开发人员测试、测试小组测试、试运行等环节的测试和修改完善。

#### 3.3 安全保障

为保障平台正常稳定运行,项目从管理安全、数据安全、应用安全、系统安全、网络安全和物理安全六个方面构建了安全保障体系,如图 3 所示。



图 3 安全保证体系

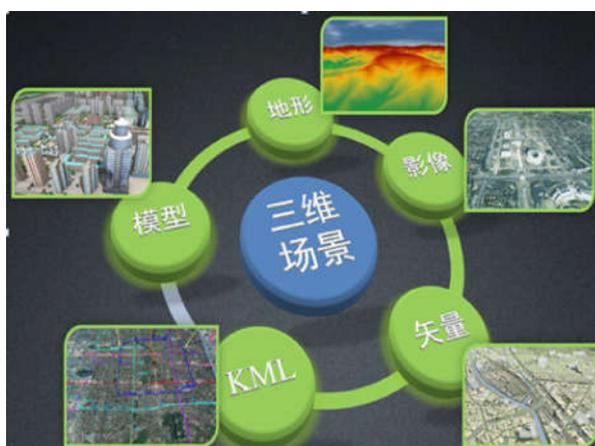


图 4 构建三维场景数据

第二,针对 BIM 模型、倾斜摄影、矢量数据、影像数据、地形数据等多源的二、三维时空异构提供了整体解决方案,接入地下管线信息平台,如图 5 所示。



图 5 数据导入信息平台

### 4 关键技术

#### 4.1 多源二三维时空异构数据融合技术

第一,通过管线探测,获取 GIS 数据,以二、三维一体化 GIS 技术平台 SuperMap 为基础平台,整合地下管线的矢量数据、BIM 模型、二维码数据以及正射影像、倾斜摄影等三维场景数据<sup>[2]</sup>,如图 4 所示。

第三,采用先进的 HTML5 WebGL 技术,支持跨平台,支持硬件加速的三维渲染,免除三维渲染对插件的依赖,可高效浏览三维服务,如图 6 所示。



图6 三维渲染

#### 4.2 BIM 模型与新型数据集成技术

第一, BIM 技术用于工程的模型设计和性能分析, GIS 数据提供大尺度的二、三维场景管理和空间决策分析。以 BIM 模型为基础, 实现了从工程设计、施工、运营到维护的无缝衔接与协同工作<sup>[9]</sup>。

第二, BIM 模型与 GIS 二、三维数据融合分为模型导入、数据检查、模型编辑、数据优化、场景构建五个步骤。其中, 数据优化是提高模型加载效率和空间分析能力的重要方法, 包括去除冗余节点、实例化、三角网简化、切片缓存、LOD 分层等。

第三, 将倾斜摄影数据与 BIM 模型数据统一转换 S3M 格式数据, 发布为三维服务, 统一管理。实现三维场景中海量的实景三维地理信息数据和精细至设备零部件的 BIM 模型的高效融合。

第四, BIM 模型将管线的管段结构数据化、模型化, 物联网技术能将各类管线的监测数据通过传感器收集起来。在 GIS 支持下精准定位地下管线各类要素发生异常的位置、时间, 实现三维场景下地下管线运行状态的动态监测与实时预警。

第五, 扫描地下管线的二维码铭牌, 快速在三维场景中定位 BIM 管段, 从而确定该管线的空间位置、属性信息、工程资料等内容。在不破坏、不开挖的情况下, 市政管理人员、工程施工人员在现场可以快速查看地下管线设施的详细情况, 从而避免挖断、错挖管线的事故发生。

#### 4.3 地上地下一体化虚拟现实技术

第一, 地上地下一体化虚拟现实技术是智慧城市研究

的重要内容。地形地貌、建筑物、精细模型、地下管线、地质体等三维空间数据, 精度高、数据量大, 地上地下一体化虚拟现实的难点在于海量数据的管理和可视化<sup>[4]</sup>。

第二, 地表地形地势 DOM、DEM、DSM 等三维场景数据使用金字塔结构模型进行组织与管理, 将数据预处理为具有不同的分辨率、细节程度和数据量的地形成果。

第三, 三维精细模型数据采用 R+ 树索引方式组织与管理, 建立模型内不同要素的索引关系以及三维场景不同模型的空间关系。

第四, 合并根节点减少 tile 文件数量, 就近合并相近的倾斜摄影数据。对于不同用途的数据, 采用不同的纹理压缩方式, 以减少纹理图像所使用的显存数量。

第五, 地上场景, 利用细节层次 (Levels of Detail, LOD) 技术控制场景复杂度, 加速复杂三维场景的实时可视化绘制效率。

第六, 地下场景, 采用潜在可见集合 (potentially visible set of polygons, PVS) 计算, 提高可视化效率。

第七, 顶点绕序确定实时视野中的背面, 放弃背面渲染。丢弃模型表面法线和相机到多边形向量的点积大于或等于零的所有多边形。

### 5 建设成果

#### 5.1 文档成果

形成《地下管线 BIM 及二维码识别查询工程技术设计书》《地下管线 BIM 及二维码识别查询工程总结报告》。

#### 5.2 数据成果

第一, 完成了试点区域 3km<sup>2</sup> 倾斜摄影三维模型生产、地下管线数据修补测与数据入库。完成了试点区域内地下管线的二维码数据成果, 已接入地下管线二维码管理信息平台, 铭牌均已实地布设到位。

第二, 制作完成了试点区域 3km<sup>2</sup> 的 15 类管线 BIM 模型。构建地下管线移动 App 软件, 用于扫描二维码, 查看管线信息, 展示地下管线三维场景、BIM 模型, 查看传感器监测数据、预警信息等。

第三, 使用国产 GIS 技术研发了地上地下二、三维一体化的移动端 App 应用软件, 实现了地下管线的 BIM 模型、地下空间以及地上的地形地貌、倾斜摄影等数据的三维可视化, 满足了地下管线三维管理、空间分析的应用需求。

#### 5.3 实用成果

第一, 二维码识别、定为地下管线。使用移动终端扫描地下管线的二维码铭牌, 解析二维码内容, 查询二维码数据库, 查看二维码对应管段的详细信息。根据二维码信息可快速定位到地下管线, 在三维场景中查看该管段的地理位置、走向等空间信息。

第二, 地下管线 BIM 三维展示。三维场景的实时浏览漫游, 场景任意尺度自由缩放, 360° 任意角度查看, 实现从任意尺度、不同方位角度自由浏览地下管线的 BIM 三维模型。

## 6 特色与创新

### 6.1 基于二维码技术实现了地下管线的精准化管理

扫描地下管线的二维码铭牌,快速在三维场景中定位 BIM 管段,从而确定该管线的空间位置、属性信息、工程资料等内容。在不破坏、不开挖的情况下,市政管理人员、工程施工人员在现场可以快速查看地下管线设施的详细情况,从而避免挖断、错挖管线等事故发生。

### 6.2 开展了 BIM 模型与新型数据的集成技术研究

开展 BIM 模型与新型数据的集成技术研究,将 BIM 模型数据与地下管线的 GIS 数据库、倾斜摄影数据、二维码数据、传感器数据进行整合,实现了地下管线的地上地下一体化的三维可视化,地下管线的精准化管理、动态监测和实时预警。

### 6.3 研发了地上地下二、三维一体化的技术平台

使用国产技术研发了地上地下二三维一体化的移动端 App 应用软件,实现了地下管线的 BIM 模型、地下空间以及地上的地形地貌、倾斜摄影等数据的三维可视化,满足地上地下三维场景空间分析的统一。项目构建了试点区域周边 3km<sup>2</sup> 的地上地下一体化的虚拟现实场景。

### 6.4 研究了一种三维模型倾斜数据优化方法

面向大场景研究了一种三维模型倾斜数据优化方法,

从根节点合并和纹理压缩对数据进行了优化。节点个数缩减为原始数据的 1/4,存储量缩减为原始数据的 1/2,但模型的质量并没有降低。经项目测试检验,优化的数据成果,网络传输速度、加载响应速度相对于原始数据分别提高了 100%、400%,显著降低了三维可视化对显卡的性能开销。

## 7 结语

目前,传感器的安装、数据上传以及预警功能尚处于虚拟阶段,投入效益分析还需进一步深化,达到实时预警尚需进一步研究,智慧城市建设是城市建设发展的必然趋势,需要城市建设与管理者不断探索研究。

## 参考文献

- [1] 尹燕运,李士锋,陈真,等.二维码技术在地下管线标识中的应用[J].岩土工程技术,2020,34(5):282-285.
- [2] 孟婵媛,王振宇,林海峰.城市地下管线信息二维码自动生成技术研究[J].海洋测绘,2014,34(6):71-73+77.
- [3] 郑李青.加强城市地下管线管理 补齐城市地下管线档案信息化短板——枣庄市城区现有地下管线信息化综合管理的研究与对策[J].工程建设标准化,2021(9):83-84+87.
- [4] 唐庆.城市地下管网综合安全监测平台[J].江西建材,2021(7):259-260.