

城市地下管线探测与建库技术探讨

王学生¹, 王学进², 徐义平¹

(¹ 江苏省测绘工程院, 江苏 南京 210013; ² 南京苏地技术工程服务有限公司, 江苏 南京 210031)

摘要 随着城市管网建设步伐的加快,有必要掌握各类管线的综合地理信息数据。结合江阴市地下空间数据探测项目,本文详细探讨了地下管线探测的技术要求与作业流程,并对测量数据质量控制及管线数据库建立的方法作了阐述,可为城市管线资料的数字化管理提供有效途径。

关键词 地下管线 探测 精度控制 数据库

中图分类号: TU196

文献标识码: B

文章编号: 1672-4097(2012)01-0037-03

1 引言

城市地下管线是确保生产经济高效发展、居民生活稳定有序的基础设施,其现有资料是城市规划、建设与管理的依据。随着地下管线种类及布设密度的增加,当前很多城市已建成纵横交错、遍布全市的地下管线网络。地下管线工程涉及单位多,传统的独自管理模式缺乏科学的协调机制,难以掌握地下管线的整体布局,使得施工维修过程中易出现人为损坏现象。为适应城市发展需要,优化管线设施建设,有必要在普查整个城市地下管线数据的基础上,建立现势性与共享性较强的综合管线数据库,实现地下管线信息网络化,有助于提高管理服务水平,为数字城市建设提供相关数据。

城市地下管线探测与数据库建立的基本思路为:以各管理单位提供的单类型管线数据作为基础数据,依据预先制定的统一标准进行地下管线探测,并建立完善的城市地下管线成果数据库。为满足数据共享管理应用的需求,可从成果数据库中提取综合管线数据进行数据扩充、属性添加及数据转换,这既能够符合各行业管线应用的要求,又可实现各类管线管理系统内数据的互联互通。本文以江阴市地下空间数据探测项目为参照,详细论述城市地下管线探测的技术流程,并给出数据质量检查与入库成图的主要方法。

2 地下管线探测

2.1 技术依据

- (1) 《城市测量规范》CJJ8-99;
- (2) 《城市地下管线探测技术规程》CJJ61-2003;
- (3) 《城市基础地理信息系统技术规范》CJJ100-2004;
- (4) 《国家基本比例尺地形图图式第 1 部分: 1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》GB/T20257.

1-2007;

(5) 《GPS 高程测量规范》DB32/T 1223-2008;

(6) 《测绘成果质量检查与验收》GB/T24356-2009;

(7) 《卫星定位城市测量规范》CJJ/T73-2010;

(8) 与项目相关的地方性规程及技术设计书,如《江阴市地下空间数据探测数据标准》。

2.2 技术指标

2.2.1 探测取舍标准

城市地下管线探测对象的种类繁多,包括给水、排水、燃气、电力、通信、热力、工业等用途的管道与线缆,除符合表 1 条件的设施外,其余管线均需全测。对于各类型管线,调查与探测项目各有所异,主要涵盖材质、断面尺寸、埋深、权属、附属物与特有属性等方面。

表 1 管线探测取舍标准

管线种类	取舍标准
给水	内径 < 100 mm
污水	内径 < 300 mm
雨水	方沟 < 400 mm × 400 mm, 内径 < 300 mm

2.2.2 地下管线探查精度

明显管线点埋深量测限差为 ±5 cm, 中误差为 ±2.5 cm; 地下隐蔽管线点的探测精度: 水平位置限差 $\delta_s = 0.10h$; 埋深限差 $\delta_h = 0.15h$ (h 为管线中心埋深, 单位 cm , 若 $h < 100 cm$, 取 100 cm)。

2.2.3 地下管线点测量精度

相对于临近控制点, 平面位置中误差不得大于 ±5 cm; 高程测量中误差不得大于 ±3 cm。

2.2.4 地下管线图测绘精度

地下管线的实际位置与邻近建筑物、道路中心线及相邻管线的间距误差不得大于图上 ±0.5 mm。

2.2.5 地形图修测精度

修测的明显地物点间距中误差不得大于图上

±0.4 mm; 相对于邻近控制点, 明显地物点平面位置中误差不得大于图上 ±0.5 mm; 高程注记点中误差不得大于 ±0.15 m。

2.2.6 图根控制点精度

相对于起算点, 图根控制点的点位中误差不得大于 ±5 cm; 高程中误差不得大于 ±5 cm。

2.3 作业流程

城市地下管线探测工作包括资料搜集、实地踏勘、仪器检验、管线探查、管线测量等步骤, 再在检核探测成果的基础上, 完成数据库建立、管线图编绘等任务。

2.3.1 管线探查

地下管线探查应在充分搜集分析已有资料的基础上, 采取实地调查与仪器探测相结合的方法进行。对于明显管线点, 须对其相关属性进行实地调查, 并采用经检验的钢尺与量杆下井或直接量测埋深、管径等。对于隐蔽管线点, 将应用性能稳定的雷达系列管线探测仪探查管线的地面投影位置和埋深。

管线探测仪正常工作的前提条件是地下管线与其周边介质存在较为明显的物性差异。顾及地下管线材质的多样性及其埋深与埋设方式差异性, 加上电磁波干扰等因素, 通常需采取最小收发距、最佳收发距、最佳发射频率等方式进行方法试验, 用以确定适合各类管线的探测技术与所选仪器的相关参数。经试验分析, 为保证数据的可靠性, 决定按以下原则探查管线隐蔽点。

(1) 对于给水、燃气等金属管道, 采用直接连接法或电磁感应法。若直接连接明显管线点作为信号源接触点, 工作频率主要选用 33 KHz; 当采取感性法时, 最小收发距应大于 15 m。此外, 管线平面位置定位宜采用极大值法; 定深采取比值法; 三通及转折点采用方向交汇法定位, 每一方向至少探测三个点。

(2) 对于电力、通信等管线, 主要采用夹钳法, 通过对明显点位置的电缆施加信号, 在隐蔽点定出管块的中心位置及埋深。经极大值法对施加信号的电缆进行定位, 比值法定深后, 根据施加信号电缆至中心位置的垂直距离与其到管块顶部的垂直距离, 分别对原先的定位与埋深进行修正。

(3) 对于砼管或塑料等非金属管线, 借助已有资料, 在相应管理单位协助下, 结合相邻明显点实地位置与管线通过的出露点, 辅以钎探、开挖等方法做定位分析, 若分支为金属管线, 则利用支管末端法探测管线三通位置。

2.3.2 管线测量

管线测量任务主要包括图根控制测量、管线点数据采集以及原有地形图的修测。在图根控制点平面位置与高程测量过程中, 以基于江苏省连续运行卫星

定位参考站综合服务系统(JSCORS)的 GPS-RTK 模式为主, 并通过与已知点作对比或同一点重复测量的方式检验成果精度与可靠性。对于未能满足 GPS-RTK 观测条件的位置, 则借助光电测距导线法加密图根控制点, 采用附和和水准路线测定图根点高程。

就管线点连测而言, 若满足 GPS-RTK 施测条件, 则直接采集管线点的平面坐标与高程数据; 对于不符合要求的, 运用全站仪极坐标法采集平面坐标, 光电测距三角高程法获取高程数据。地形图修测主要是对地下管线周边的地物进行重新测量与调绘, 需使其数据满足 1:500 地形图成图要求。

2.4 质量控制

依据相关技术规程要求, 须对管线探测成果实行质量控制, 在各作业小组自查互检的基础上, 组织专业检查人员进行 100% 过程检查, 最终由上级部门随机抽取不低于管线总点数的 5% 实施检查验收。对于关键的管线空间地理数据, 其成果质量可通过以下几方面精度指标作衡量:

2.4.1 明显管线点探查精度

明显管线点埋深重复探查中误差 m_{td} 的计算公式为:

$$m_{td} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta d_i^2}{2n}} \quad (1)$$

其中, Δd_i 为重复探查点埋深较差, n 为参与计算的重复探查点数。

2.4.2 隐蔽管线点探查精度

隐蔽管线点重复探查的平面位置中误差 m_{ts} 与埋深中误差 m_{th} 的计算公式为:

$$\begin{cases} m_{ts} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta s_i^2}{2n}} \\ m_{th} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta h_i^2}{2n}} \end{cases} \quad (2)$$

其中, Δs_i 、 Δh_i 为重复探查点平面位置与埋深较差, n 为参与计算的重复探查点数。

2.4.2 管线点测量精度

管线点重复观测平面点位中误差 m_{cs} 和高程中误差 m_{ch} 的计算公式分别为:

$$\begin{cases} m_{cs} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2)}{2n}} \\ m_{ch} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta h_i^2}{2n}} \end{cases} \quad (3)$$

其中, Δx_i 、 Δy_i 分别为重复观测点的 X、Y 坐标较差, 为重复观测点高程较差, n 为参与计算的重复观测点数。

通过以上公式获取的中误差均需满足技术指标中的要求。此外,对于隐蔽点,应按相关规定进行开挖验证。

3 地下管线数据建库

地下管线数据主要包含空间数据和属性数据,空间数据用于表达管网的空间分布、管线与周边地物间的空间关系;属性数据用来描述各类管线及其附属物的特征信息。由于城市地下管线种类繁多,利用经检验合格的探测数据,对其进行有效存储与统一管理至关重要。

数据表结构设计是管线数据有序入库的前提,可在实现统一管理的同时,满足各专业领域应用分析需求。各类管线数据库主要由管线点数据表 XXPoint 与管线数据表 XXLine 组成,XX 为各地下管线类型代码(表 2)。

表 2 管线类型代码

类型	给水	雨水	污水	电力	路灯	信号	燃气	电信	移动
代码	JS	YS	WS	GD	LD	XH	RQ	DX	YD
类型	联通	电视	监控	电通	军用	工业	热力	石油	未知
代码	LT	DS	JK	DT	JY	GY	RL	SY	BM

数据表用于描述识别管线及其特征点的地理位置与相关属性,以管线点为例,其数据表结构如表 3

表 3 管线点数据表结构

字段	类型	宽度	小数	内容
Prj_No	字符	10		测区编号
Map_No	字符	8		图上点号
Exp_No	字符	10		探测点号
X	数值	10	3	X 坐标
Y	数值	10	3	Y 坐标
High	数值	7	2	高程
Code	字符	6		点符号代码
.....				
]]Notes	字符	50		备注

所示。其中,物探点号为各测区唯一编号,由 2 位识别码+管线类型代码+4 位顺序号组成;点符号代码为管线点对应的代码,由 GX+3 位数字编码组成(如给水阀门井代码 GX202)。

作为数据入库平台之一,VFP 完善了关系数据库的内涵,严格区分了数据库与数据表的概念,单个索引文件中可包含多条索引,可进行数据交换,且支持 SQL 命令,只需少量代码即可创建功能强大的应用程序。鉴于上述原因,选择 Visual Foxpro 9.0 将采集的管线空间数据及探查的属性数据录入到数据库中,经检查无误后,借助开发的地下管线测量综合数据处理系统生成综合管线图。最后,将数据库数据与图形数据分别转存为与 MS Access 兼容的 mdb 文件以及与 AutoCAD 兼容的 dwg 文件,作为正式提交成果。

4 结束语

通过地下管线探测,可了解城市地下管网现状,其数据成果有助于地下管线资料的科学化、精细化管理,可为城市公共服务平台及各部门管理系统的建设提供共享信息。地下管线现已成为城市经济发展与居民生活的生命线,其新建与改造规模正日益扩大,今后有必要进行地下管线的动态管理,定期探查变化,及时更新数据,以确保信息具有较强的现势性,为城市合理规划建设提供依据。

参考文献

- 1 北京市测绘设计研究院(CJJ61-2003).城市地下管线探测技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2003,9-28.
- 2 GB/T24356-2009,测绘成果质量检查与验收[S].中国国家标准化管理委员会,2009,3-4.

Technical Discussion on Detection and Database Building for Urban Underground Pipelines

WANG Xue-sheng¹, WANG Xue-jin², XU Yi-ping¹

⁽¹⁾ Jiangsu Province Surveying and Mapping Engineering Institute, Nanjing Jiangsu 210013, China;

⁽²⁾ Nanjing Sudi Technology Engineering Services Co., Ltd., Nanjing Jiangsu 210031, China)

Abstract With the quick development of urban pipeline network, it's necessary to obtain the comprehensive geographic information of various pipelines. Combined with the detection project of underground pipelines in Jiangyin, the technical requirements and working procedure of pipeline detection were discussed in detail. Then, the methods of data quality check and database building were described to provide guidance for digital pipeline management.

Key words underground pipeline; detection; precision control; database