

地下管线探测及质量控制方法技术探讨

Exploration of Underground Pipeline Detection and Quality Control Methods

王臣龙

Chenlong Wang

苏州常宏建筑设计研究院有限公司 中国·江苏 苏州 215026

Suzhou Changhong Architectural Design and Research Institute Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215026, China

摘要: 进入 21 世纪, 随着国家经济的健康稳步发展, 中国各项基础设施工程陆续开展, 特别是地下轨道交通工程进入了快速发展通道。值得注意的是地下轨道交通是一项专业性强、复杂性高的系统工程, 做好施工前的各项基础工作是地下车站及盾构施工的前提条件。其中地下管线探测是轨道交通施工前非常重要的一个环节, 为了提高工程施工的质量及安全性, 做好地铁车站及盾构区间的地下管线探测工作是非常有必要的, 了解地下管线的分布特点, 为后续的施工决策提供科学依据。论文在对相关工程项目实例进行论述的基础上, 进一步分析地下管线探测内容和方法, 为后续城市地下管线探测工作质量的提高提供建议及参考。

Abstract: In the 21st century, with the healthy and steady development of the national economy, various infrastructure projects have been carried out in China, especially the underground rail transit projects have entered the rapid development channel. It is worth noting that underground rail transit is a professional, high complexity of system engineering, before the construction of the basic work of underground station and shield construction, underground pipeline detection is a very important link before rail transit construction, in order to improve the quality and safety of engineering construction, subway station and shield interval underground pipeline detection work is very necessary, understand the distribution characteristics of underground pipeline, scientific evidence for the subsequent construction decision. Based on the discussion of relevant engineering project examples, this paper further analyzes the content and method of underground pipeline detection, and provides suggestions and reference for the subsequent improvement of the quality of urban underground pipeline detection work.

关键词: 地下管线; 技术要点; 质量控制

Keywords: underground pipeline; technical points; quality control

DOI: 10.12346/etr.v4i6.6218

1 引言

进入新世纪, 随着中国经济的不断增长, 人们对各项国家基础设施工程的需求日益迫切, 地下轨道交通便是其中一种。而在轨道交通施工过程前, 地铁车站及盾构区间范围内的地下关系探测则是非常重要的一个环节, 查明车站及车站盾构区间的地下管线分布, 以此确保轨道交通施工的可行性及安全行。值得注意的是, 由于城建基础设施更新迭代较快, 城市地下管道错综复杂且缺乏完善的管理机制, 造成地下管线资料不够完善。因此, 在轨道交通施工前有必要利用现代

化科学技术, 查明地下管线的分布及埋深, 为工程的后续施工提供有效保障。由此可见, 从提升地下管线探测工作质量角度考虑, 论文围绕“地下管线探测技术”进行分析探讨价值意义显著。

2 工程项目概述

论文以中国苏州市轨道交通 S1 号线工程 S1-KTE 标段为例。苏州市轨道交通 S1 号线连接苏州市与昆山市, 线路起点与苏州 3 号线终点夷亭路站衔接, 止于昆山花桥镇, 终

【作者简介】王臣龙 (1987-), 男, 中国江苏苏州人, 本科, 工程师, 从事工程测量研究。

点与上海 11 号线花桥站换乘。线路连接苏州工业园区、沪宁城际阳澄湖站、昆山主城区、沪宁城际花桥站、昆山花桥镇。S1-KTE 标段探测范围包括：陆家站（不含该站）—花桥站、花桥停车场和出入场线以及两处变电所和进出线电缆通道。

地下管线探测是本工程土建施工前的重点环节，为了做好此环节的施工作业，需做好前期已有地下管线资料的收集工作，而在以往地下管线完成后，竣工资料存档的缺失及管理机制的不完善，很难收集完整工程施工所需的地下管线平面位置的分布、埋设深度及权属单位信息。因此，可利用现代化科学技术，采取先进的探测方法，获取完善的工程所需数据信息，有效规划并合理改迁重要的地下管线，进而保证后续施工作业的质量及安全性。

3 地下管线探测的内容及技术分析

3.1 地下管线探测工作内容

在本工程项目当中，地下管线探测的内容包括：以使用专业管线探查和进行实地调查为主要手段进行工作，内容包括探明地下管线在地面上的投影位置、埋深、管线类别、走向、连接关系、偏距、规格、材质、埋设年代以及附属设施等。建立地下管线数据库，并在管线数据库的基础上输出各种管线图和成果表。

3.2 地下管线探测技术方案

本项目采用英国雷迪公司生产的 RD8000PDL 型管线探测仪作为主要探测仪器，在项目开始前需进行方法实验及仪器一致性检测工作。管线探查施工前，选择了代表性路段的已知埋深和埋设位置的给水、天然气管道和电信、供电电缆等管线等进行了方法试验和仪器一致性检定，确定了对于给水、燃气等金属管道，宜采用感应法定位、定深，给水管道有接地条件的首选直接法，而对电信、供电电缆则优先选用夹钳法进行探测。对于具有一定口径的非金属管道采用电磁波法。方法试验结果表明：测区地电条件比较复杂，对于埋设较深的管线尽可能采用直接法或增大发射功率，选择最佳收发距等方法来突出有用异常以取得最佳探测效果。在测区方法试验的同时，对投入生产的 4 台管线仪器一致性进行了测定，测定精度为平面误差不大于 3cm，70% 深度定深误差不大于 5cm，表明 4 台仪器一致性良好。RD8000 收发间距试验曲线（感应方式）如图 1~ 图 3 所示。

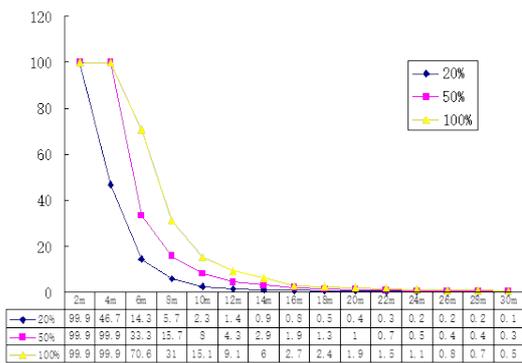


图 1 RD8000 收发间距试验曲线 (8KHz、9.8KHz、33KHz)

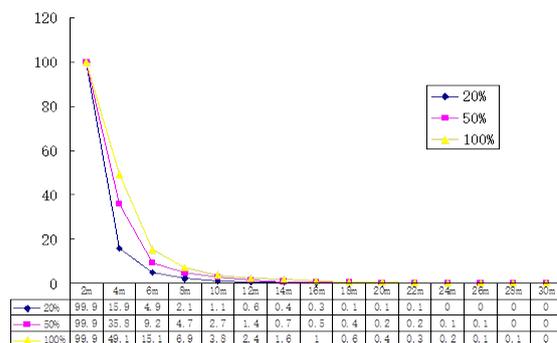


图 2 RD8000 收发间距试验曲线 (65KHz、83KHz)

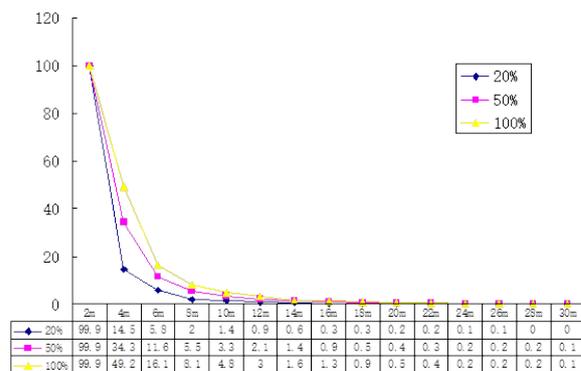


图 3 RD8000 收发间距试验曲线 (131KHz、200KHz)

本测区对隐蔽的地下管线均采用物探方法进行探查，特殊地段辅以钎探、开挖等其他方法手段。电磁法是探查金属管线或带有金属骨架管线的有效方法，也可采用示踪电磁法探查有出入口的非金属管道。该方法为本次地下管线探测的主要方法。电磁法包括：工频法、甚低频法（此方法在实际工作中应用较少）、直接法、感应法、夹钳法。其中，金属给水管线、金属燃气管线、金属工业管线大多采用感应法；电力、通讯管线采用直接法或夹钳法进行探测。排水管线一般都为非金属材料，管径也比较大，埋设方式有管理和沟埋等，探查时可直接采用 L 型探杆进行量测。

3.3 疑难管线探测重点与难点分析

随着建筑科技水平的不断发展，PE、PVC、混凝土等非金属材料在市政工程建设中越来越多的得到广泛的应用，非金属材料管线的探测也逐渐成为各管线管理部门及探测单位的一大难题，而解决这个问题目前比较有效的探测方法就是：人工开挖及利用地质雷达及高密度电阻率法进行管线探查，而往往人工开挖因场地条件限制无法大面积地进行，此时地质雷达探测法就成为非金属材料管线的主要探测方法之一。其工作原理是利用超高频短脉冲电磁波在介质中传播时其路径、电磁波强度与波形随通过介质的电性差异和几何形态的不同而变化的特征，根据接收到地下介质射回电磁波的旅行时间（双程走时）、幅度与频率资料来判断管线的深度、位置和估算管线直径的一种地球物理方法。主要代表仪器包括加拿大EKKO 100A型地质雷达等。其主要构造如图4、图5所示。

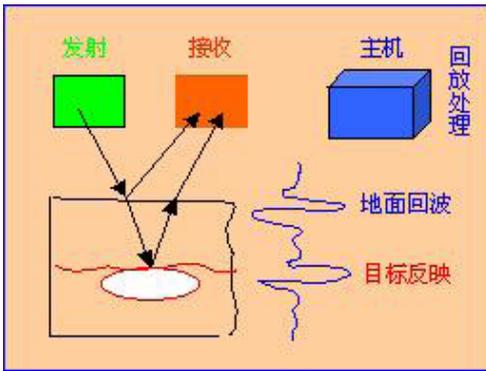


图4 加拿大EKKO 100A型地质雷达构造图

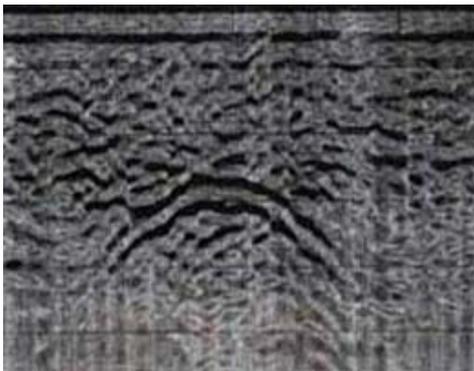


图5 地质雷达剖面图

此外也可采用非金属管线探测仪探测法等。针对一些电力、通讯类空管管线、非开挖管线，包括未使用的非开挖燃气、自来水、雨污水管线，可采用导向仪探测法定位、定深。对于有出入口的非金属管道可采用示踪电磁法，钢筋混凝土管道可采用磁偶极感应法等。

多条平行相邻地下管线的探测问题，一向是地下管线探测领域的难题，由于相邻管线走向一致，且相互间距较小，两条管线对仪器发出的激发信号会产生互感现象，使仪器探测目标管线所产生的异常值很难区分或者存在较大的偏差是探测人员难以区分。根据电磁场理论及探测经验分析，在一定相对位置下，感应工作频率越高，相邻平行管线相互感应影响较大，因此，在此类管线探测中，应选用低频电磁感应或直接连接法探测。

3.4 地下管线探测技术成果精度分析

本项目采用上述论述方法进行野外施工探测后，项目部质检组都对探测成果进行了精度抽查，其中，明显点总数5462个，共检查个308明显点，占明显管线点总数的5.6%；隐蔽点总数3350个，共检查个175隐蔽点，占隐蔽点管线总数的5.2%；共开挖检查个37点，占隐蔽点管线总数的1.1%；检查点分布面广、均匀，满足规范检查要求，本项目地下管线探测精度如表1所示。

①明显管线点重复量测的埋深中误差：

$$|Mtd| \leq 2.5cm$$

$$Mtd = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta t d_i^2 / 2n}$$

式中， $\Delta t d_i$ 为重复量测差值；n 为重复量测点数。

②隐蔽管线点采用仪器同精度的仪器检查，平面位置中误差 Mts 和埋深中误差 Mth 如下：

$$Mts = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta t s_i^2 / 2n}$$

$$Mth = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n \Delta t h_i^2 / 2n}$$

式中， $\Delta t s_i$ 为平面位置偏差； $\Delta t h_i$ 为埋深差值；n 为检查点数。

表1 地下管线探测检查精度统计表

项目 点性	检查 点数	检查 比例 (%)	平面位置 (cm)			埋深 (cm)		
			平面中误差 (±)	限差 (±)	最大误差 (±)	中误差 (±)	限差 (±)	最大误差 (±)
明显点	308	5.6				1.29	5	5
隐蔽点	175	5.2	3.18	0.10h	13	4.15	0.15h	15
开挖点	37	1.1	1.85	0.10h	5	1.93	0.15h	6

③隐蔽管线点开挖检查。

开挖检查点，无水平位置和埋深超过限差的点，开挖合格率 100%。

丝重复探查检查隐蔽管线点、开挖点水平位置中误差限差和埋深中误差限差分别为：

$$Mts(\text{限})=0.5 \times 0.1/n(h_1+h_2\dots h_n)$$

$$Mth(\text{限})=0.5 \times 0.15/n(h_1+h_2\dots h_n)$$

式中，n 为总检查点数； h_1 、 h_2 、分别为各检查点的埋深， $h \leq 1m$ 时以 1m 代入计算。

4 地下管线探测质量措施

质量保证体系的中心思想是如何避免和防止在施工中出现质量问题，具体做法是随时分析和预防可能出现的问题。以预防为主，防检结合，出现问题及时解决。质量管理贯穿于工程的全过程。

5 结语

综上所述，在轨道交通工程项目施工前期开展地下管线探测是非常重要的，随着中国各城市地下管线普查工作的陆续完成，普查的成果数据为各类地下空间工程的施工展开提供了有力保障。对疑难地下管线探测的理论方法研究及硬件设备的开发，借助强化不同流程的控制，尽可能规避各类质量问题，加强管控措施，提高成果质量以相关成果要求。

参考文献

- [1] 赵海旺.翁源县城市地下管线探测技术方法选择与实施[J].工程技术与应用,2019(13):98-100.
- [2] 邹广黔.城市地下管线探测技术及质量控制探讨[J].能源·地矿,2015(8):136.
- [3] 赵欢欢.基于复杂条件下城市地下管线探测技术的要点分析[J].科技创新与应用,2020(27):153-154.