

# 地下管线探测新技术应用研究综述

吕钊

天津市测绘院有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v6i3.1509

**[摘要]** 对城市埋地管道进行监控,对于提高对管道的监控水平,保障人们生命财产的人身安全,是非常必要的。国家科学技术的发展,各种先进技术在城市地下管道探测中的运用日益增多,这不但可以降低工作人员的工作量,而且还可以提高工作效率。随着国内各种先进的管道探测技术的不断发展和推广,管道探测技术在城市管道探测中得到了越来越多的运用,极大地提升了管道探测的效率。

**[关键词]** 管道检测; 高科技; 应用; 城市管道

**中图分类号:** U173.9 **文献标识码:** A

## Research on the Application of New Technology for Underground Pipeline Detection

Zhao Lyu

Tianjin Institute of Surveying and Mapping Co., Ltd

**[Abstract]** Monitoring of urban buried pipelines is necessary to improve the level of monitoring of pipelines and to guarantee the safety of people's lives and properties. With the development of science and technology, more and more advanced technologies are used in the detection of urban underground pipelines, which can not only reduce the workload of workers, but also improve work efficiency. With the development and popularization of advanced pipeline detection technology, pipeline detection technology has been used more and more in urban pipeline detection, which greatly improves the efficiency of pipeline detection.

**[Key words]** pipeline inspection; high-tech; application; urban pipeline

### 前言

地下管线探测技术是城市地下管道勘探的主要方法之一,从理论上讲,世界上将该技术分为波动场法、谐和场法、感应场法,常用的技术有:地震散射波法、超声导波检测法、地质雷达法等。其中,地质雷达法采用高频电磁波对地下对象进行检测,一旦碰到检测对象,就会立刻发生反射信号,通过接收天线输入接收机,最终通过示波器将放大后的信息进行直接的展示,不仅可以对检测区域内的被测对象进行判定,还可以通过滞后时间、平均反射波速来推算出检测对象的距离。

### 1 传统地下管线探测方法

埋地管线的探测技术是随着社会的发展而不断进步的。在中国,对地下管线的研究已经经过了起步阶段、稳定发展阶段、快速发展阶段和共享应用阶段,这些阶段都是由无到有,从人工到智能化,并逐渐走向了成熟。基于这一认识,本课题还将研究和开发新的检测技术和手段。常用的埋地管线探测技术主要有选择激发法、压线法、夹子法以及计算机正反演等。

#### 1.1 选择性激励方法

在石油和天然气管线的识别和选择探测中,选择性激励是一种很好的选择。该技术是通过信号源与干扰源的交互作用,

使信号源表现出差异性来实现对目标的选择性检测。

#### 1.2 压线法

压线法是利用发送线圈和管线在不同部位之间的相互作用来压制管线的噪声,从而达到强化管线信号的目的。该技术主要应用于三个方面:

①横压导线:在干燥机管路的顶部放置一个发送线圈,然后通过它来实现对它的控制。

②斜压导线:通过在被测管上方放置一个发送线圈,使得被测管发生一定角度的倾角,来控制被测管的信号的强弱。

③采用竖直压线方式,即使发送线圈垂直于管线水平方向,实现管线信号的有效控制。

#### 1.3 直接法

将暴露于空气中的电线,改为接地型或带电型,称之为“直接型”。这样做的目的,就是为了突出自己的目标。

#### 1.4 夹钳法

利用一种专用的电感器来夹住被检测管线,利用磁场的工作原理来完成管线的辨识。

#### 1.5 计算机解释法(正/反演)

而计算机解译则是利用多种断面数据,使其与实测数据

相符合,从而实现了对地下管线的解译。正面说明:在特定的环境下,人工设定管道的理论曲线的值,并通过变换参数的方式,将其与实测曲线进行对比,进而判断出管道的实际分布状况。反演解释:在理论曲线的基础上,通过数学建模(如最小平方算法),使其与测量数据的偏差最小化,从而判断出管线的实际分布情况。

## 2 城市地下管线探测的方式和原理

在进行城市埋地管道检测时,依据管道与环境介质的物性差别,准确判定管道的定位是一项基础工作。当前,在对城市地下管线进行探测时,可以使用的探测手段有:电磁波法、电磁法、地震波法等,其中,电磁法是最常见的一种管道探测手段,这是因为这种技术相对来说较为成熟,而且具有较高的检测准确性,在进行地下管线工作时,可以获得良好的结果。电磁法的原理用于地下管线的分析,即将一个交变电磁信号加到地下金属管线上,使其在大地之间构成一个回路,利用金属管道的集聚效应,形成交流电,并通过仪器在地面上实现线路电流的交流电磁信号,从而对地下管线的位置进行精确定位。

## 3 地下管线探测的现状

目前,我国对地下管线的研究主要集中于三个方面:一是管线并行埋设,相互之间相互影响很大,为了节省城区的占地面积,通常采取并行埋设。但是,这些管线之间的距离非常窄,因此,它们之间的相互影响非常大,特别是在邻近管线之间。二是对于埋藏在暗处的非金属材料管线,难以进行无损探测,因为不能使用电磁波来探测管线,导致管线探头不能精确定位管线的位置和埋深。目前,国内对埋地管线的探测技术主要是以金属管线探测技术为主导,且对刚性管线探测技术发展迅速,对非金属管线探测技术发展缓慢,造成探测困难。三是因埋在地下深处的管线常位于较大深度处,用常规地震检测器很难对管线进行准确探测。在地下管线探测中,存在着一些问题。

### 3.1 测仪器本身存在一些不足

在此基础上,通过对比检测器的相容性试验,得到了系统的校正系数。

### 3.2 土质条件不同导致探测精度不够

由于直埋管道的土质状况不同,会对检测结果造成不同程度的影响,所以,还需进行某些开挖证实,或者在能够准确确定埋深的地方证实,才能确定是否要增加埋深和平面位置的修正因子。在实践中,该方法适用于细湿性土壤,但对于干旱、砂质土壤,特别是水渍区和高铁土层,则不适用。

### 3.3 探测效果受管道埋深影响大

然而,埋地管线会对探测装置的探测效果产生很大的影响,特别是采用电感法探测管线时,管线收到的信号很弱,导致探测效果不佳。这个时候,他们就必须改变自己的侦察手段,改变自己的炮口位置。

### 3.4 探测重叠管道误差大

对于市政管道,即使在交叉情况下,也能保证其正常运行。在使用电磁法探测重叠管道时,由于重叠管道之间的相互影响,

导致上下管道出现异常重叠,同时,由于重叠管道之间的相互影响,导致了上下管道的异常重叠。一般情况下,这两种方法均可分别设置在不同的岔口,并应用于重叠管线的测深。

### 3.5 地下管线的探测精度受以下因素影响

由于外界条件的改变,如埋藏深度与管道直径之比、接收器是否置于管道之上、探针与管道相交部位的间距等,因此,在跟踪与定位时,必须密切注意探针的方位,并将其表达为探针在某一断面内的深度。

## 4 管线探测方法及其应用类型

伴随着中国市政管道测试技术的日趋成熟和完善,测试技术已经从过去的钻孔测试发展到现在的全方位测试,并且被越来越多的使用,为市政管道的建设,管理,运营,维护等提供了丰富的数据,带来了巨大的社会和经济利益。

### 4.1 传统开井调查技术

上世纪九十年代前,受开发水平、管理水平、专业队伍数量等方面的限制,我国目前的油气资源勘查技术还很落后,主要依靠已有的油气资源资料,通过钻井进行油气资源勘查。

### 4.2 瞬变电磁法

本文介绍了瞬变电磁法在城镇地下埋地管线探测中的应用,并对自来水、雨水、污水等管线进行了测试。在使用瞬变电磁法进行勘查的时候,要对地下管线进行脉冲电磁辐射,进而在地下介质中形成一个二次电磁场,再由一个线圈来接收信号,再经过对这个信号的分析,就能得到地下管线的各种信息。从技术上讲,瞬变电磁波与探地雷达有很多相似之处,当对整个探地雷达系统进行全面检测时,金属管线与管线之间的电阻呈低值分布,而周边的绝缘层则呈高值分布,因此瞬变电磁波就可以精确定位管线的厚度与方位。瞬变电磁法因其灵敏度高,可用于排水管道等各种施工现场,其测试结果可靠性高。

### 4.3 金属管线仪探测法

金属管道探测器主要用于探测金属管道、地下电缆等,现有英国雷迪(RD)及日本(富士)PL两种探头,均具有较大的电磁波段、较强的稳定性及较高的分辨能力。本文介绍了几种常用的金属管道探测技术,包括直接探测、电磁感应探测和耦合探测等。直接探伤(填充)是当前探伤的主流手段,在探伤含露点管道(例如,气门等)方面表现出良好的应用前景。在进行探测时,要将发射机输出线红色端与管线的裸露金属相连,而另外一端为接地,并保持好的电接触、接地,以便目标管道通电、产生磁场。操作者要拿着探测器的接收机,与发送机在同一频率下,在管线前方左转右转,根据磁场信号的强弱,确定管线的位置,便于追踪探测。电磁探伤:该方法适合于探伤管径大、露头少的金属管道。当被测管道的大概方向已经知道之后,发射端将被测管道水平放置在与被测管道平行的地方,打开电源,发射端所生成的电信号会被导入到被测管道中,从而在被测管道中生成一个电磁场,操作员将接收端与被测管道保持正交,根据被测管道中所出现的磁场的强度,对被测管道进行跟踪和检测。耦合性:此法适用于管线裸露,但不能(或不能)与其金属部位相接触,而且被

测的地下管线的近、远端均需接地,形成回路,特别适用于电力电缆及弱电电缆。这种方式使用了一个与电感器工作原理相似的外部电感器(又称为耦合器)。由发射机产生电磁信号,夹钳部位电缆感应到电磁信号后,在电缆上产生感应电流,在电流的传播过程中,通过该地下电缆向地面辐射出电磁波并由接收机接收信号。

#### 4.4 嵌入式系统PDA技术

近年来,由于电脑科技及资料读取技术的日新月异,使得嵌入式掌上电脑也有了长足的发展。在城市地下管线的测绘工作中,测绘工作人员的一个主要工作就是整理好相关的测绘数据,包括管线的属性数据,管线,控制导线,水准数据等。并在此基础上,进行了相应的统计与分析。若按常规方法进行测量,则会加大测量人员的劳动强度,同时也会使测量结果的错误率增大。而使用PDA技术,则能很好的解决这个问题,从而提升了对地下管道的调查工作的效率,降低了对人工的要求,同时也能增加了对检测结果的准确度,具有很好的推广和应用价值。

#### 4.5 互联网计算机技术的应用

伴随着互联网和计算机技术的不断发展和运用,新一代的通讯在速率和模式上都呈现出了更加多元化的趋势,通讯的效率也在逐渐提高,信息化的运用也在不断地扩大。互联网通信技术在智慧城市、综合管廊、智能城管等方面的运用,已经成为了一个新的发展趋势。地下管道是城市的“生命线”和基本建设,是建设智慧城市的重要组成部分,其数据采集、传输和应用技术正在向智能化、智能化和便捷化方向发展,特别是多源传感器、GIS和遥感等技术对其进行有效的监测和监控。同

时,基于互联网、通信等技术的动态监测、动态模拟、自动管理和应急处置等信息化系统平台,也日益广泛地运用于地下管线管理的各个方面,为建设智慧城市各组件的大规模数据管理,提供了技术支持。

## 5 结论

以上对在各种情况下,如何高效利用城市地下管道检测技术的方法进行了较为全面的分析与深入的探讨,我们能够明确的看到,在现代的数字城市建设过程中,城市地下管道检测技术起着不可取代的重要作用。以往,由于城市地下管线的信息不完备,准确率低,加之其管理体制缺乏科学性,缺乏科学的规划和管理意识,缺乏相应的对策,法律、法规的内容也不健全,因此,在获取复杂条件下的城市地下管线的精度相关数据时,主要依赖于地球物理勘探技术。当前,相关部门应当借鉴和总结世界上其他国家在这方面的成功经验,从源头上消除这种“乱建”的行为,在管道中采用“记标钉”或“金属示踪”等手段,并通过各种手段,对非金属管道的检测手段和检测设备进行改进和创新,从而降低今后对城市地下管道检测工作的难度,从而为提升我国城市的现代化发展水平做出积极的贡献。

## [参考文献]

- [1]刘鑫.大断面小净距隧道穿越复杂建(构)筑物群安全风险及管理分析及其控制[J].城市地理,2018(4):201-203.
- [2]邹立斌.盾构施工组织因素与掘进效率关系的研讨——以石家庄地铁1号线06标段为例[J].中国科技投资,2018(14):411-413.
- [3]宋瑞刚.大断面小净距隧道穿越复杂建(构)筑物群安全风险及管理分析及其控制[D].北京:北京交通大学,2016.