

刍议综合物探法在地下管线探测中的应用

文 / 管军峰 山东中实勘察测绘有限公司

摘要: 新时代环境下,城市化进程不断加深,各大工程企业采取现代化的理念和施工方式,在电力、通讯电缆施工作业中,用地下埋设的方式代替传统的架空设置,形成了庞大的地下管线系统,不同建设项目通常需要以掌握地下管线分布情况为前提,保障工程顺利有序开展,降低施工风险概率。地下管线探测技术是工程单位探查工作的核心,可以精准探查和测绘地下深埋的不同管线,技术人员需要根据现场环境情况,科学应用综合物探法,确定管线埋设的实际深度和具体位置,精准测量已经查明的地下管线并且绘制管线图。本文基于地下管线探测工作,分析地下管线的类型及具体特征,进一步了解地下管线对探测技术的应用要求,结合具体环境了解综合物探法应用要点,探索提高技术应用效率的路径。

关键词: 综合物探法; 地下管线; 探测技术; 应用路径

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.04.018

引言

地下管线探测工作是开展复杂作业的前提,随着科学技术水平不断提升,地下管线对探测技术提出新的要求,工程单位采用综合物探法开展探测工作,是现代化环境下管线无损检测的关键措施,有助于全方位了解管线的实际状态,及时发现病害情况,同时提升地下管线埋设与施工图之间的契合性,为开展管线维护和检修工作提供保障。综合物探法具有探测精度高、信息采集全面的优势特征,能够为工程建设提供数据支持。

一、地下管线类型及探测特点

(一) 地下管线类型

综合物探法是当前地下管线探测的技术方式,工程单位在采取探测技术之前,需要了解城市地下管线的具体类型,同时分析不同管线的具体特性,为探测工作提供前提。根据相关调查研究,城市地下管线主要包括排水管、燃气管、电力管线等。从物理性质视角分析可以分为两类,一类以铜、铝材料为主,常用于电缆和通讯电缆等;另一类是以钢、铁等材料构成的金属管线,从目前地下管线作业情况来看,金属管线在水、燃气、工业管道等领域广泛应用^[1]。

(二) 地下管线探测工作特点

地下管线探测工作往往处于特殊环境下,技术人员开展探测作业需要综合分析周边环境,选择与之相应的探测技术,避免工作中造成管线损坏问题。首先地下管线探测工作具有隐蔽性,大部分管线在最初埋设时选择工厂、街道下方等地段,加大了管线探测的难度和复杂性,可能会导致工作无法有序开展。其次由于地下管线类型繁多,不同管线在材质、规格、特性以及铺设等方面存在显著差异,如果管线之间距离较短则会产生信号干扰,进一步提升管线探测的难度,甚至无法保障探测结果的精确性,难以为后续工程作业提供可靠的数据支撑。此外地下管线探测工作需要确定不同管线的位置和深度,技术人员应当采用功能完备的探测仪器,充分发

挥仪器的快速定位和追踪功能,降低复杂地下环境对探测工作的影响,同时应当提高探测仪器的分辨率和抗干扰能力,避免产生严重的信号干扰等问题,提高结果的精确度。

二、现阶段地下管线对探测技术的新要求和应用要点

(一) 要求

随着社会经济水平不断提升,城乡一体化进程加速推进,工程企业需要根据工程项目要求选择不同类型的管线,使得地下管线呈现出类型多样化的特点,致使地下管网布局更为复杂。工程单位开展项目作业需要了解地下管线布局情况,科学判断工程作业是否会影响地下管线,因此对所需采用的探测技术提出新要求。首先以地下管线应用类型为依据,选择具有针对性和精准性的探测技术,由于工程项目众多,不同工程作业需要根据实际要求铺设管线,同时确保管线材质符合作业要求,例如工程单位在开展燃气、供热等相关项目过程中,一般需要采用由钢材、铸铁等金属材质的管线;另外包括塑料以及混凝土材质构成的地下非金属管线。管线材质不同性能也有所差异,使得地下复杂环境中产生不同的电性差、电位差、磁性差,因此工程单位需要保证探测技术与地下管线类型相适应^[2]。其次技术人员需要综合分析管线的实际布局情况,选择相应的探测技术提高工作效率,工程单位为了避免管线影响地面交通、建筑物布局,需要在复杂地下环境开展埋设作业,且埋设深度较大,容易产生管线交叉、重叠、分支、拐点等情况,技术人员需要根据管线布局提高探测精确度,全面真实地反映地下管线空间布局情况。

(二) 地下管线探测要点

地下管线探测与其他探测工作存在差异,需要应用在更为复杂的环境中,因此技术人员需要优化探测作业流程,做好相关准备工作,通过分析探测地点的环境情况选择适用的技术方式和仪器。在具体探测环节需要

明确设备的作用要点,通过对比试验明确仪器的改正系数,有序开展测量和定位工作,与此同时应当整合分析相关探测数据,为后续工程建设提供依据。根据地下管线布局和类型情况,技术人员应当由管线较少的区域过渡到密集区域,并且优先探测电缆管线,随后依次探测非金属、金属管线。部分管线基于工程项目需求埋设深度大,给管线探测工作增加了难度,不利于技术人员获取探测信号,因此需要根据信号接收情况选择适合的技术方式,或者转变发射机摆放形式。此外由于管道管径的深浅程度和大小情况不同,技术人员需要严格要求各个环节的技术操作,提高探测技术应用的灵活度,保障整体探测流程的系统化,从而达到工程成本控制的目标。

三、综合物探法在地下管线探测中的应用价值

(一) 探测地质构造

城市人口密度大、工程项目多、建筑物多样化,使得城市环境趋于复杂化,工程企业在开展项目作业中需要制定完善的规划,通过分析周边环境避免在频繁发生地震的区域开展作业,以便于降低工程建设中的事故风险,为施工作业提供安全保障。工程单位为达到安全作业目标,需要在具体规划之前探测地质构造带。传统凭借地质图以及技术人员经验的模式相对落后,无法满足探测工作的精度要求,不利于保障工作的安全性和稳定性,因此技术人员需要选择与实际情况相符的物探技术,及时发现施工区域是否潜藏安全隐患,加大风险事故控制力度^[3]。

(二) 提高探测精度

城镇化进程加快,促使地下管网趋于完善,工程企业在开展各种项目的同时应当保护避让地下管线。由于地下管线埋设密集度高,涉及范围广,与日常生活环境息息相关,如果工程单位未能做好管线探测工作,则会因为基坑开挖等工作严重干扰管线状态,导致不同管线受到机械性损伤,增大了破裂、位移、使用期限缩短等问题,严重阻碍工程进展。钎探等人工探测方式相对滞后,通常需要技术人员根据环境情况开挖、校验,总体探测工作难度水平高,工程量大且探测精度较低,无法满足现代化地下管线探测要求。工程单位采用综合物探法可以充分发挥各种探测技术的应用优势,实现电磁法、地质雷达等物探技术的有机整合,通过多种类型仪器设备协同作业,同步开展探测与校准工作,有助于提升地下管线探测精确度,为工程建设提供安全保障。

四、综合物探法在地下管线探测中的应用

(一) 电磁感应法

综合物探技术是通过多种物理场的测量和分析获取信息的技术,根据目前地下管线探测工作分析,主要涵盖电磁波法、地质雷达法、磁梯度法、电磁感应法等多种技术类型,不同探测技术在具体场景中各有特点。

电磁感应法是综合物探法当中广泛应用的技术形式,根据其应用特点通常用于金属管线和电缆管线的探测,技术人员需要利用电磁感应原理提高探测精度,此类探测方式操作流程相对简单,有利于减少技术人员操作失误等问题。工程单位在利用电磁感应法探测金属管线的过程中,管线会因为自身材质性能与磁场发生感应,产生相对微弱的电流,从而形成磁场,技术人员则需要根据形成的磁场强度和分布情况,开展测量和定位工作,明确地下金属管线的埋设位置。在实际操作中需要根据实际情况调整探测方案,例如对于已经在表面露出一部分的金属管线,应当采取电磁感应中的直接测量法,科学选择探测仪器与金属管线连接,直接测量管线埋设的深度,并且整合分析相关数据确定地下管线状态。

在实际操作中,技术人员如果要提升探测技术与地下管线的适应度,就需要进一步细分电磁感应法的操作形式,根据施加信号的不同可以将电磁物探法分为直接法、感应法、夹钳法、甚低频法,不同技术方式应用场景和适用范围存在差异,因此需要掌握不同物探方式的技术操作要点。技术人员采取直接法需要掌握信号输出端与地下管线的连接方式,需要根据地下管线的实际情况选择连接形式,通常包括单端连接、双端连接以及远端接地连接等形式,完成连接之后需要应用接收机接收管线电流产生的交变磁场,通过相关数据信息分析管线深度和位置情况。技术人员应用直接法需要注意相关要点,首先应当避免金属管线绝缘涂层影响探测效果,需要在探测之前采取科学方式刮去绝缘涂层,根据金属管线走向的垂直方向布置接地电极,与此同时需要把握接地电极与管线之间的距离,距离相隔越远效果越明显。此外电磁物探直接法适用于露点、接地良好的金属管线探测,根据技术应用情况来看,具有精度高的优势。

感应法应用一般的电磁物探技术原理,技术人员一般需要向地下发射谐波变磁场,地下管线会受到磁场刺激产生电流形成二次磁场,工作人员可以整合分析磁场信息,进一步确定地下管线的空间位置。感应法在管线探测中具有适用范围广等优势,但是技术人员需要控制外界磁场的干扰问题,提高感应法在较大的金属燃气、供热和供水管线中的应用效率。夹钳法在实际探测中呈现出高精度、信号强等优势特征,技术人员需要掌握夹钳法应用要点,将环形金属夹钳夹在金属管线上,通过谐波磁场与地下管线的耦合产生电流,从而获得感应磁场。这一方式总体操作流程较为简单,一般适用于口径较小的管线。工程单位根据施工需求可能需要延长探测时间,甚低频法是适用于长时间探测的技术方式,主要以低频平台完成信号发射,根据地下管线与信号形成的感应磁场确定管线情况,但是实际应用精度相对较低,技术人员通常将甚低频法应用于地下管线盲探环节。

(二) 地质雷达法

地质雷达法是地下管线探测常用的技术方式，能够发挥高频电磁波的技术优势，工作人员可以利用地质雷达法扫描被测管线和地质情况，随后利用天线接收地下管线反射的电磁波，精确判断被测管线埋设的实际深度和分布状态，如图1所示。

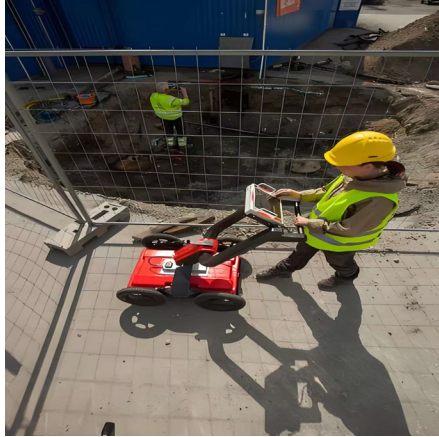


图1 地质雷达法地下管线探测

地质雷达法本质上属于一种高频电磁技术，工程单位开展探测作业需要掌握技术要点，首先应当明确方法试验各项要点，收集整理有关工程项目的资料信息，同时调取地下管线的相关资料，从宏观上把握地下管线的整体情况，选择测区内具有代表性的已知管线开展方法试验。方法试验完成之后需要选择最佳工作参数，建立不同已知管线的反射波异常特征，根据相关数据信息得出管线埋深结果，技术应当采取科学的计算方式，重复计算验证测区范围内介质电磁波的波速值、介电常数等相关信息，以便于后续针对地下管线开展定量计算、定性分析等工作。其次应当收集探测区域现有的地下管网资料，遵循理论与实践相结合的原则，开展实地调查工作。根据技术应用总体情况，地质雷达法一般应用于非金属管道，如果地下管线埋设深度大、管径大，则需要利用地质雷达法探测，一般采用等间隔测点的剖面探测方式。

(三) 磁梯度法

磁梯度法是地下管线探测的重要技术方式，在实际探测中，技术人员需要优化探测流程，首先应当预留大小适中的孔洞，将磁力梯度设备安置于孔洞中，随后需要利用设备测量水平方向的金属管道，整合分析管道在竖直方向的相关数据。技术人员可以利用管道探测中产生的曲线变化，精确测定管道在地下环境中的分布情况。此外技术人员在判断管线深度和位置情况时，需要利用管线的横截面开展工作，同时严格执行探测操作要求，将探测误差降低到最小^[4]。

(四) 地震波映像法

地震波映像法以最佳偏移距技术为基础，属于反射

波法的范畴，在地下管线探测中可以应用多种反射波作为有效波，满足管线探测的实际需求，技术人员根据被测管线的情况可以采用特定反射波为有效波，提高探测技术应用效率。从地震映像波应用的基本原理来看，通常需要采取人工措施发出地震波，促使地震波在利用地下介质有效传播，由于介质性质的不同，地震波在与介质分界面接触时会产生特定的反射波，随后向地面反射带有一定能量的反射波，技术人员利用埋设在地面以下的检波器接收信息，传达给相应的地震仪，之后利用分析、存储、采样等措施详细记录波形数据信息，如图2所示。最后应用计算机软件可以确定反射波接收的具体时间、相位和振幅等信息，为进一步确定地下管线水平、垂直方向的变化情况提供信息依据。

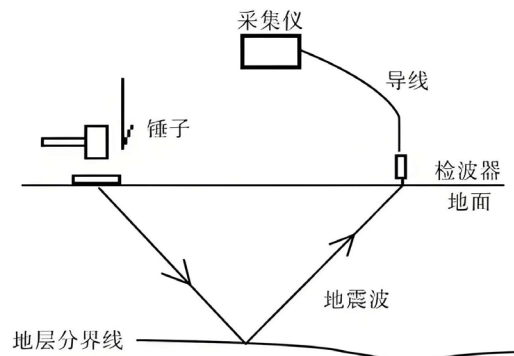


图2 地震波映像法工作原理图

结束语

社会经济水平的提升推动工程项目规模不断扩大，工程单位基于各种项目需求埋设管线，管线埋设于复杂的地下环境，施工人员在开展项目作业之前应当分析管线埋设情况，把握深度、位置等参数信息。综合物探法是地下管线探测中的重要手段，不同探测技术于地下环境之间具有适应性，有助于提高探测结果的精度和效率。技术人员需要在工作实践中严格执行操作标准，根据被测管线的材质和规格选择相应的技术方式，降低探测结果的误差概率。

参考文献

[1]李俊明, 孟宪超. 综合物探方法在地下管线探测中的应用分析[J]. 门窗, 2021(9): 185-186.
[2]朱军锋. 探析综合物探方法在地下管线探测中的运用[J]. 新型工业化, 2022, 12(3): 49-51.
[3]吴强. 探析综合物探方法在地下管线探测中的运用[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2022(7): 73-75.
[4]陈燕. 基于综合物探技术在地下管线探测中的应用分析[J]. 西部资源, 2019(4): 130-131.
作者简介: 咎军峰(1993.08.16), 男, 汉, 山东省德州市武城县, 本科, 毕业于山东科技大学, 中级工程师, 研究方向: 工程测量。