

地质雷达在地下管线探测中的探索应用

吕钊

天津市测绘院

DOI:10.18686/gmsm.v1i1.1

[摘要] 随着地下空间的开发和利用,施工过程中保护地下管线是非常重要的。它对城市的规划建设具有非常重要的意义。从目前的发展情况来看,地质雷达探测技术并没有被熟练掌握,本文从其原理出发,结合实例阐述了地质雷达在地下管线中的应用。

[关键词] 地质雷达; 地下管线探测; 探索; 应用

地下管线能够保证城市的正常运转,是一项非常重要的基础设施,它拥有很多重要职能,例如信息运输、运水、排放污水、供暖等等。随着国家经济和科技水平的发展,地下管线的密度也越来越大,地下空间的开发力度也在随之增长,这就无法避免遇到之前修建的管线^[1]。传统的地下管线网络分布比较复杂且没有一定的规律,加上资料不完整,甚至没有相关图纸,不仅对地下空间的开发带来一些安全隐患,还有可能造成管线和管道的损害。所以,地下管线的探测工作是十分重要的。

1 地质雷达探测方法的原理

地质雷达简称 GPR,是一种探测地下物体的电子设备。

它以电磁波传播理论为基础,通过发射和接受高频电磁波进而对地下介质进行探测和判别^[2]。它的工作原理是:中心频率为 12.5m 到 1200M、脉冲宽度是 0.1ns 的脉冲电磁波讯号通过发射天线从发射机发射出来,当其在岩层中遇到探测目标的时候会产生一个反射讯号,此时,反射信号和直达讯号通过接收天线传入接收机内,经过示波器的放大作用显示出来。判断有无探测物的标准就是示波器有没有反射讯号,还可以根据其到达的时间和探测物的平均反射波速计算出目标探测物的距离^[3]。设 z 为探测物的深度,单位为 m, v 是雷达波在介质中传播的速度,通常情况下单位是 m/ns ($1\text{m/ns}=109\text{m/s}$),由反射波在介质中的传播时间为 $t = \sqrt{4z^2 + s^2} / v$ 这个公式可知, s 值是固定值,当 v 已知时,就能知道探测物深度 z 的数值。 v 值可以通过 CDP 的方式直接测量出数值。地质雷达不仅可以应用在地下管线的探测中,在考古、冰川、溶洞等方面也有广泛的应用。

2 探测方法和主要技术

2.1 设备参数的选取

中心频率 f (MHz) 的选择应该结合探测物的深度和大

小,用公式 $f = \frac{150}{x\sqrt{\epsilon_r}}$ 确定,地质雷达探测地下管线的时候,

雷达天线一般为 100MHz、300MHz、500MHz,采用剖面法进行

测量。

时窗 w 主要由电磁波在介质中长波的速度 v 和地质雷达最大的探测深度决定,可以通过 $w = \frac{2.6h_{\max}}{v}$ 公式进行计算。

采样率 vt 应该最少是反射波最高频率的 2 倍,它主要记录反射波采样点之间的时间间隔^[4]。对于大部分地质雷达探测系统来说,发射脉冲的能量覆盖频率范围是 0.5 到 1.5 倍,所以采样速率要达到中心频率的 3 倍,想要保证波形的完整,可能要更高。当中心频率为 f 的时候, $v_t = \frac{1000}{6f}$ 。

2.2 管道埋深的确定

管道埋深 H 的计算公式为 $H = vt/2$,其中 v 是电磁波的传播速度, t 代表电磁波从地表传到地下管道与岩土层界面的双层时间。在实际的探测工作中,只要知道了电磁波在岩土层中的传播速度 v ,将其输入进计算机之后就能通过相应的软件将记录的时间剖面自动转换成深度剖面。管道深度的计算结果不仅可以通过深度剖面图的形式表现出来,还可以用各处深度值的形式输出。根据反射波的相关特征,就能够将管道的顶界面确定,并大致计算出管道的尺寸和范围,进而确定管道的底界面。

2.3 测线的布置原则

在理想的状态下,地下管线的探测应该垂直进行,但是在实际的工作中,地下管线的位置和分布情况等未知,合理设计探测区域内的线路和方案是十分重要的,它直接影响着地下管线探测的全面性和效率。

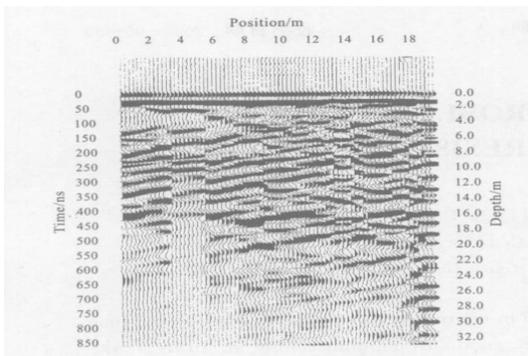
在对某片区域进行探测的时候,第一步应该根据已有的资料将测线间距确定,并用其等间距的对待测区域进行横向划分。测距的确定需要对探测区域的面积以及详细程度进行思考,如果在其中一部分区域需要重点探测,那么就应该适当的增加测线数量,缩短测距。第二步是沿着测线的方向布置多个等间距探测点。测线的方向一般是以地下管线的走向为原则。最后就是沿着划分好的线路进行横向和纵向探测,这种方法组成的探测路线图被称为 GPR 区域测网。

3 地质雷达在地下管线中的应用实例

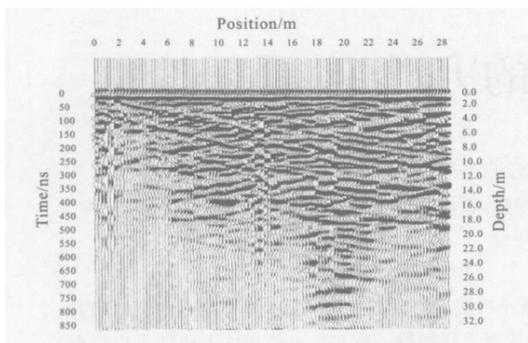
3.1 沪宁高速公路的改造工程

在此工程跨越丹阳运河的时候,需要进行大口径的灌注桩施工。因为石油天然气管道的位置离设计的灌注桩位置比较近,但是具体位置不详,所以为了保证灌注桩顺利安全的施工,就需要对其地下管线进行精准的探测供暖工作。加上跨越运河,地下管线的埋深很大,进而让探测工作的难度也大大增加。在使用静力触探钻无果之后,采用地质雷达进行探测。

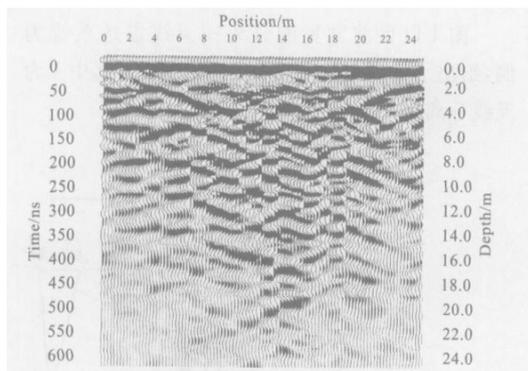
首先沿着地下管线的走向布置了三条垂直于其的剖面,并按照对应的桥桩进行编号,分别为55#,52#和50#。天线频率为50MHz,天线之间的距离为1m,测量点之间的间距为0.25m,探测结果分别如图一、图二和图三所示。图中的水平坐标是距离,单位为m,左侧的纵坐标表雷达波的双程传播时间,单位是ns,右侧是深度,单位是m^[5]。



图一 50#剖面地质雷达探测波形图



图二 52#剖面地质雷达探测波形图



图三 55#剖面地质雷达探测波形图

在图一中,水平位置17.0到18.75m,深度方向为26到28m之间的区域异常反射波比较明显,并且异常区域内的反射波振幅比周围介质的反射波振幅要更强。这就说明在啊这个位置有很强的反射体存在,也就证明天然气管道在这个位置。

图二中,水平位置19.0到21.0m,深度方向为26到28m的区域出现很明显的异常反射波,在圈定的异常范围内,其反射波振幅要明显比周围介质的反射波振幅高,所以,可以确定台燃气管道的位置就在此处。

同理,图三中在13.5到15.5m的水平位置和16到18m的深度方向区域谈,异常反射波的振幅强于周围,证明天然气管道的位置就在这个地方。

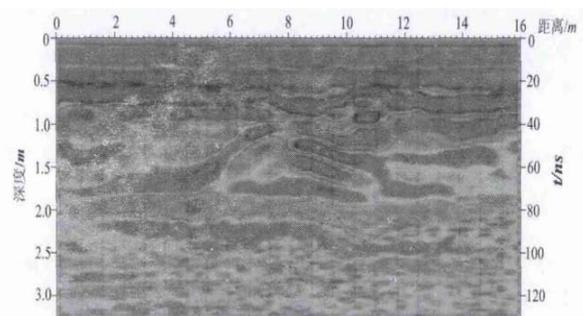
需要说明的是,在雷达剖面结束的地方没有看见地下管道反射波和另一侧岩土层分界面的原因是因为在此处与一条水沟,测线只能在此探测结束,所以不能将全部的异常区域显示出来。

有此次的探测结果可以知道,高速公路桥的灌注桩位置应该最小与天然气管道的中心地面投影位置保持3.5m的距离,才能在施工的时候不会对天然气管道造成损害,安全施工。

因为此处天然气管道的深度是在26m,所以探测的难度很高。在地下管道的埋深比较大的时候,剖面上异常区域在观测的时候也应该相应变大,水平定位的误差也会增加。在实际的探测工作中,通常把异常区域内的中心当做水平位置,经过实际证明之后发现所产生的水平定位误差可以控制在施工要求的范围之内。

3.2 合肥市巢湖路某处沉井探测

因为建设场地施工造成的部分污水沉井井盖被掩埋,所以要对井室的位置进行探测并疏通,并采用地质雷达的探测方法进行寻找。



图四 地质雷达探测结果图像

由图四可知,采用的是100MHz的天线,采样时窗的长度为200ns,测量点之间的间距为0.20m,并进行了64次叠加。图像经过指数增益模式的除了你,可以清晰的看见在大约8m左右的地方出现了一组异常反射波,通过时深转换之火,第一次出现异常反射波的位置大概在1.3m,结合现场的调查和推断,可以确定此位置就是沉井井室的位置^[6]。

简析地矿工程测绘工作中的现代测绘技术应用

刘宝林

蓬莱市国土资源局

DOI: 10.18686/gmsm.v1i1.3

[摘要] 随着科学技术的进步发展以及矿山资源的不断开采,地矿工程测绘向工程型转变是其必然趋势,也就是地矿工程测绘除了注重仪器在生产中的运用外,还要从服务型向决策型转变,因此为了充分发挥地矿工程测绘工作的有效性,本文阐述了地矿工程测绘工作的重要意义以及地矿工程测绘工作的基本要求,对地矿工程测绘工作中的现代测绘技术应用进行了简要分析,旨在加强地矿工程管理。

[关键词] 地矿工程; 测绘工作; 重要意义; 要求; 应用

现代测绘技术在地矿工程测绘相关领域中得到了普遍应用,为了采矿的安全,每一位地矿工程测绘人员都承担着提高测量水平的责任。因此必须提高地矿工程测绘人员的素质,合理运用现代测绘技术,从而提高地矿工程测绘质量。

1 地矿工程测绘工作的重要意义

地矿工程测绘对矿山地区的整体测评、保护环境、管理环境信息、以及整治因开采资源而导致地面凹陷等方面具有重要意义。目前地矿工程测绘的主要工作是:勘探资源、设计开采的方式;矿山地区的地面和地下测量;对当地的环境信息进行收集、分析、利用以及处理。地矿工程测绘在寻找资源、开采资源、利用资源和保护资源等方面,为人类提供着持续的服务。地矿工程测绘承担着绘制地貌、地形图;开采监督;测量开采沉降程度和对因开采导致的损害进行修护等任务。因此地矿工程测绘工作对于社会经济发展具有重要意义。

2 地矿工程测绘工作的基本要求

地矿工程测绘工作的基本要求主要表现为:

2.1 对测量人员的要求。第一、地矿工程测绘人员首先要明确任务的性质、工作量、要求和地矿工程测绘的原则。第二、地矿工程测绘人员应认真做好作业区情况的踏勘和调

查分析工作。第三、地矿工程测绘人员要深入第一线检查了解地矿工程测绘方案的正确性,发现问题要及时处理。

2.2 编写测量计划书的要求。第一、地矿工程测绘计划书内容要明确,文字简练,标准已有明确规定的,一般不再重复,对地矿工程测绘作业中容易混淆和忽视的问题应重点叙述。第二、名词、术语、公式、符号、代号和计量单位等应与地矿工程测绘的有关法规和标准一致。第三、以地矿工程测绘的实际需要与工程特点为基础,以测量规范为准绳,以分级布网控制测量误差,确保校核条件控制测量质量,最大限度地保证地矿工程测绘成果的可靠性。第四、地矿工程测绘工作中采用新方法、新技术和新工艺时,要说明地矿工程测绘计划书可行性研究或试生产的结果以及达到的精度,必要时可附鉴定证书或试验报告。

3 地矿工程测绘工作中的现代测绘技术应用分析

3.1 全球定位系统和地理信息系统在地矿工程测绘工作中的应用分析。全球定位系统(GPS)技术应用范围广,其最大特点就是能够提供实时、全天候和全球性的导航服务,而当全球定位系统运用到地矿工程测绘工作中,则同样能够以高速运行的状态来准确的获取空间立体的三维坐标,这些都是其他技术所不能够达到的,当要了解地面上的相关信息时,它只

4 结束语

综上所述,地下管线是一项比较隐蔽的工程,对其管线分布、走向的埋深等信息掌握之后对城市的建设有着不可替代的作用。所以,如何保护地下管线是一项十分重要的问题。地质雷达的分辨率比较高,探测准确,快捷,在管线探测中发挥的作用也越来越大,但需要注意施工场地和地质条件,探测工作应该结合实际情况,按照步骤有序进行,对于无法获得目标物的地段,要仔细认真探测,从简单到复杂,合理采用不同的探测方法,进而让探测工作更加顺利。可以预见,地质雷达在未来将会是城市地下管线探测方法中最有效的工具。

[参考文献]

[1]潘中良,薛晓轩,徐凯.地质雷达在地下管网普查中的应用[J].北京测绘,2015,(06):126-128+121.

[2]缪敏,徐地保,张爱明,等.江阴市全市域地下空间数据(地下管线)探测项目[Z].江阴市规划局,江苏省测绘工程院,江阴市城市规划信息咨询中心,江苏省测绘产品质量监督检验站,广州城市信息研究所有限公司.2013.

[3]晏华平.地下管线探测中地质雷达的应用[J].价值工程,2016,35(07):200-202.

[4]李琦.基于地下管线探测下的地质雷达技术研究[J].建筑技术开发,2017,44(14):73-74.

[5]刘金龙.浅析地质雷达在地下管线探测中的应用[J].建筑工程技术与设计,2017,(31):751.

[6]孙洪强.地质雷达法探测地下煤气管线位置[J].城市建设理论研究(电子版),2013,9(6).15-18.