

Application of Pipeline Detection Technology in the Reconstruction of the City Roads

Chao Zhang, Jinqiao Chu, Wei Liu, Huanzhong Hu

CCCC Second Highway Consultants Co., Ltd., Wuhan Hubei
Email: 632319821@qq.com

Received: Mar. 5th, 2020; accepted: Mar. 20th, 2020; published: Mar. 27th, 2020

Abstract

In the detection of urban underground pipelines, there are three types of underground pipelines: One is metal pipeline, mainly including water supply pipeline and partial gas pipeline; the other is various optical cables and cable cables, mainly including communication cables and power cables; the other is non-metal pipeline, mainly including drainage pipeline, partial water supply pipeline and partial gas pipeline. The geophysical field characteristics of underground pipelines with different materials are obviously different. This paper expounds the application effect of electromagnetic induction method and geological radar method in different types of pipelines. Through the application of electromagnetic induction method and geological radar method in the detection of urban pipelines, the distribution law of pipelines in the underground can be effectively determined, which is of guiding significance for the later drilling and excavation of urban roads.

Keywords

Metal Pipeline, Cable, Nonmetal Pipeline, Electromagnetic Induction, GPR

管线探测技术在城市道路改造中的应用

张超, 褚金桥, 刘伟, 胡焕忠

中交第二公路勘察设计研究院有限公司, 湖北 武汉
Email: 632319821@qq.com

收稿日期: 2020年3月5日; 录用日期: 2020年3月20日; 发布日期: 2020年3月27日

摘要

城市地下管线探测中,常遇到的地下管线主要分为三种类型:一类为金属管线,主要为给水管道、部分燃气管道等;一类为各种光缆、电缆线,主要为通讯电缆和电力电缆等;一类为非金属管线,主要为排水管道、部分供水管道和部分燃气管道等。地下管线材质的不同,其地球物理特征也会有明显的差异。本文结合实例阐述了电磁感应法及地质雷达法在不同类型管线中的应用效果。通过电磁感应法和地质雷达法在城市管线探测中的应用研究,能有效的确定管线在地下的分布规律,对后期城市道路的钻探及开挖具有指导性的意义。

关键词

金属管线, 电缆, 非金属管线, 电磁感应, 地质雷达

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着城镇化进程的不但推进,现有的基础设施已不能满足要求。在城市的建设与改造中,不可避免的要与布设在地下的各类管线产生联系,但目前国内许多城市地下管网分布不清,档案资料管理不够规范,给城市的建设与改造带来很大的困难,引发了许多管线损毁、人员伤亡等重大事故。地下管线的探测已成为市政工程施工的必不可少的前提条件[1]。

地下管线探测一般遵循如下原则:由已知到未知;由简单到复杂;在城市管线普查中优先采用快速、有效的探测方法;在复杂地区应采用多种手段相结合的探测方法[2]。目前地下管线探测中主要的物探设备有两种:一种是管线探测仪,一种是地质雷达。本文通过对上述两种方法在城市管线探测中的应用研究,能有效的确定管线在地下的分布规律,对后期城市道路的钻探及开挖具有指导性的意义。

2. 地下管线探测仪及地质雷达的工作原理

2.1. 地下管线探测仪的工作原理

地下管线探测仪的工作原理主要是电磁感应法,该方法主要是以各种金属管道或电缆与其周围的介质在导电率、导磁率等方面存在较为明显的差异为主要物性基础。在探测工作中通过发射机线圈对金属管道或电缆施加一特定频率的交变场,对其激发而产生感应电流[3] [4],电流沿管线流动的同时在管线周围产生二次磁场,通过接收机在地面测定二次磁场及其空间分布特征来判断金属管线所在空间位置(水平、垂直),地下管线探测仪的工作原理示意图如图1所示。

2.2. 地质雷达的工作原理

地质雷达法[5] [6]是一种利用高频脉冲电磁波检测地下管线的新技术,它利用发射天线向地下发射高频脉冲电磁波(几十 MHz 至上千 MHz)。电磁波在地层内传播时,遇到不同的物性分界面,有一部分电磁波能量反射回地面被地质雷达的接收天线接收。反射能量的强弱与物性分界面两侧物质的介电常数有关。假设上下两层的介电常数分别为 ϵ_1 、 ϵ_2 , 则反射系数 R 为:

$$R = \frac{\sqrt{\epsilon_1} - \sqrt{\epsilon_2}}{\sqrt{\epsilon_1} + \sqrt{\epsilon_2}} \quad (1)$$

就目前地质雷达而言，只要反射系数 R 的绝对值大于 0.1 即可获得满意的探测结果， R 值越大，通过式(1)可知，上下两层的介质差异就越大，地质异常体在地质雷达剖面图上的反映就越明显。

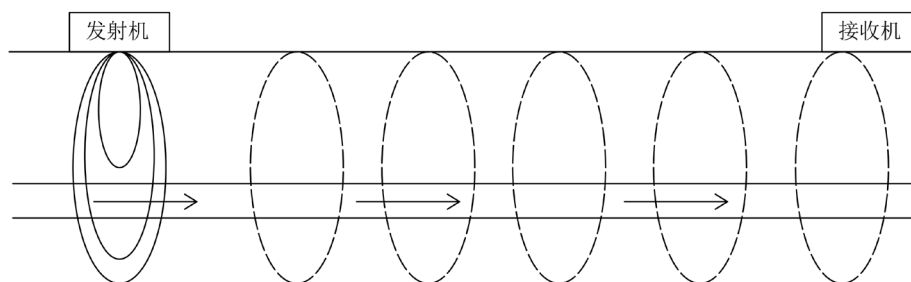


Figure 1. Working principle of underground pipeline detector
图 1. 地下管线探测仪工作原理示意图

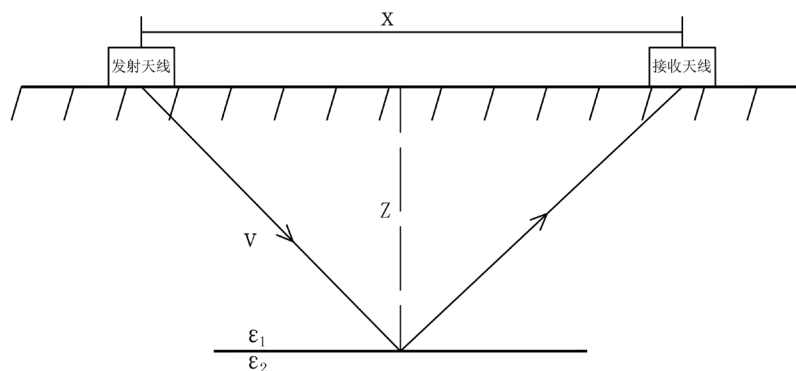


Figure 2. Geological radar detection principle diagram
图 2. 地质雷达探测原理示意图

如图 2 所示，设高频电磁波从发射天线到接收天线行程需时为 T ，则有：

$$T = \sqrt{4z^2 + x^2} / v \quad (2)$$

式中 z 为目标体或界面的深度， x 为发射天线与接收之间的距离， v 为电磁波在地下介质中传播的速度。可见当地下介质中的电磁波波速 v 为已知时，可根据实际测到的 T 值，求出目标体或界面的深度 z 。 v 可用宽角法直接测量，也可根据如下公式计算：

$$v \approx c / \sqrt{\epsilon_r} \quad (3)$$

式中 c 为电磁波在真空中的传播速度， ϵ_r 为地下介质的相对介电常数。最常用的检测方法是同步移动地质雷达的发射天线和接收天线，每移动一次，得到该点处的探地雷达图像，沿测线移动天线，即可获取指定检测区域内的地质雷达剖面图像[7] [8] [9]。

3. 应用实例

3.1. 工区概况

武汉市江夏区金城(金口)大道为城市次干路，标准路段红线宽度 40 m，本项目范围为南环公路至金

郑公路, 道路里程桩号 K0 + 060~K2 + 750, 全长约 2.69 km。沿途地下管网密集, 地下管线分布杂乱, 材质多样。为防止后期施工对现有地表以下埋设的各类地下管线造成破坏, 形成不必要的损失, 故道路施工之前需要进行地下管线探测工作, 为道路的合理设计和安全施工提供有利的参考依据。地下管线探测平面布置图见图 3。

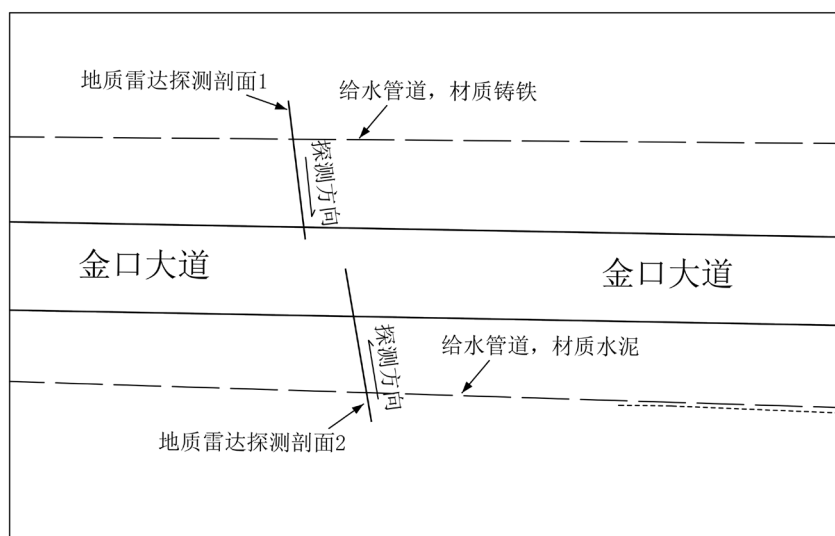


Figure 3. Layout plan of underground pipeline detection

图 3. 地下管线探测平面布置图

3.2. 各类管线地球物理特征分析

金属管线具有良好的导电性, 导磁性, 且与周围介质存在明显的电性差异, 尽管它本身不带电, 但可以管线发射机对其进行充电或感应, 在电磁场的作用下容易产生激发电流, 从而在其周围空间产生交变电磁场, 使之具备使用电磁感应法进行探测的前提。带电线性管线因自身带有电流, 在其周围空间存在有交变电磁场; 而且电力线和通信线均为良导体, 可以对其进行夹钳感应而激发产生二次交变电磁场。非金属管线的材质多为砗(相对介电常数为 7)、PE (相对介电常数为 3.3), 与周围松散的土层(相对介电常数为 20)之间存在明显的介电常数(ϵ)差异, 为地质雷达法探测非金属管道提供了较好的地球物理前提[10]。

3.3. 现场地下管线探查

本次地下管线的探查, 主要采用实地调查和仪器探测相结合的方法, 先从明显点着手, 采用实地调查的方法测定明显点位置和深度, 再采用仪器探测的方法确定隐蔽点平面位置和埋深。在仪器探测前, 针对测区内的实际情况, 选择有代表性的已知管线点进行方法试验。通过与已知管线点数据的对比, 确定采用的方法和选择的仪器, 以提高工作效率及探查成果的精度。经过对比试验, 本次管线探测投入的仪器为英国雷迪公司生产的 RD8000 地下管线探测仪及意大利 IDS 公司生产的 RIS-K2 型透地雷达系统。RD8000 地下管线探测仪探测采用的频率为 50 Hz、8 KHz、33 KHz。地质雷达天线采用 200 Hz。

3.4. 地下管线探测结果

在进行管线探测的过程中, 一般情况下, 地下管线探测仪就可以满足要求, 但在复杂条件下, 如管线分布较密集, 管线材质为非金属时, 地下管线探测仪就无法达到理想效果。本次在使用管线仪探测的基础上对有疑问地段进行了地质雷达探测, 得到的地质雷达剖面图见图 4, 图 5。

通过图4的地质雷达成果可以看出,在水平距离2 m左右,深度0.3 m左右有一明显异常反射波,振幅明显强于周围介质,且向下延伸较深,结合实地调查分析,推断此处为路灯电缆。在水平距离4~6 m,深度0.7 m左右有一明显的双曲线反射波异常,且在异常下方出现一明显的管底反射,结合实地调查分析,推断此处为供水管道,材质为钢筋混凝土。

通过图5的地质雷达成果可以看出,在水平距离2~6 m左右,深度1.0 m左右有一明显的双曲线反射波异常,在异常下方未出现明显的管底反射,结合实地调查分析,推断此处为供水管道,材质为铸铁。

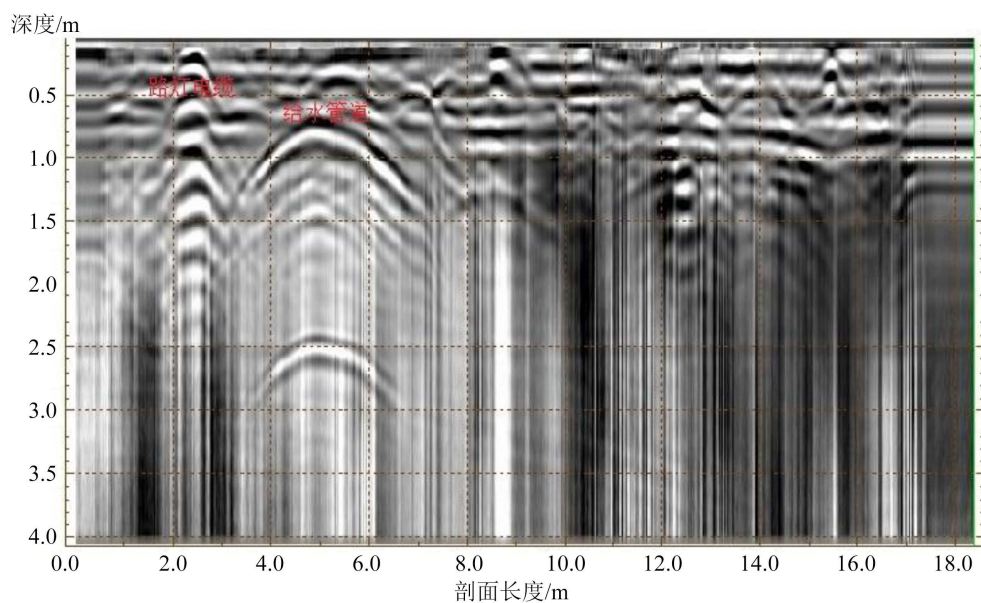


Figure 4. GPR profile 1 for pipeline detection

图4. 管线探测地质雷达剖面1

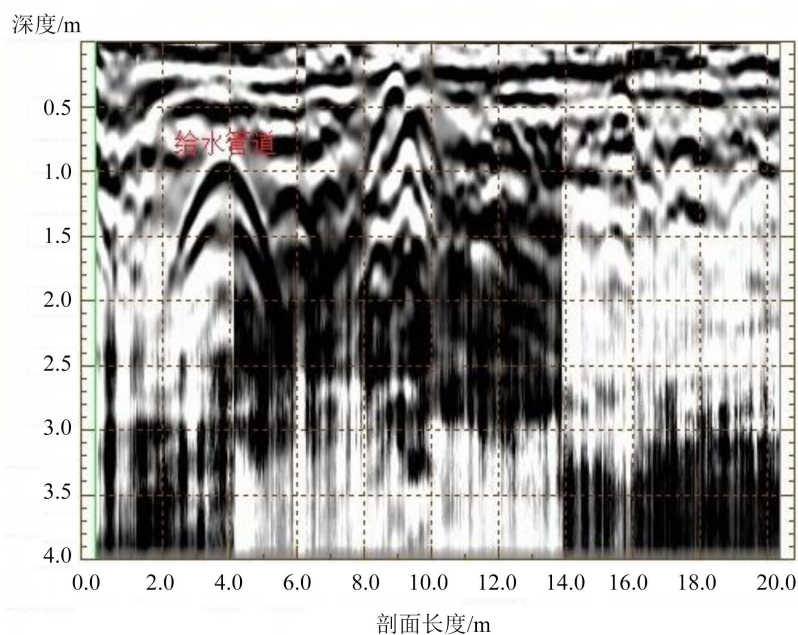


Figure 5. GPR profile 2 for pipeline detection

图5. 管线探测地质雷达剖面2

4. 结语

通过选用不同的物探方法对管线探测效果进行分析, 得出如下结论:

1) 城市地下管线普查时, 优先采用电磁感应法, 利用地下管线探测仪, 对测区进行盲探, 大致了解地下管线的分布情况, 在有检查井的地方, 对于金属管线, 宜采用夹钳法或直连法进行探测, 探测结果准确, 效率高, 且在管线分布复杂时, 能更好的分辨目标管线。

2) 非金属管线的探测, 优先采用高频电磁法, 利用地质雷达, 根据测区的地球物理特征, 选用合适的天线, 对非金属管线进行探测, 探测效果好, 定位准确, 但工作效率较低。

3) 根据不同的工区, 不同类型的管线, 通过对比试验确定合适的工作频率, 以达到最佳的探测效果。

参考文献

- [1] 邹延延. 地下管线探测技术综述[J]. 勘探地球物理进展, 2006, 29(1): 14-19.
- [2] 陈军, 赵永辉, 万明浩. 地质雷达在地下管线探测中的应用[J]. 工程地球物理学报, 2005, 4(2): 260-263.
- [3] 杨向东. 地下管线综合探测技术在道路改造中的应用[J]. 物探与化探, 2001, 25(6): 477-479.
- [4] 杜良法. 电(磁)法技术在地下管线探测中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2008, 31(6): 7-13.
- [5] 李大心. 探地雷达方法与应用[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [6] 杨剑, 李华, 焦彦杰. 探地雷达在城市管线探测中的应用[J]. 物探与化探, 2010, 32(6): 669-673.
- [7] 周立军, 董荣伟, 徐波, 等. 探地雷达在城市地质调查中的应用[J]. 工程地球物学报, 2009, 6(5): 632-635.
- [8] 常铮. 地质雷达的工作原理及应用[J]. 山西建筑, 2007, 21(33): 126-127.
- [9] 戴前伟, 吕绍林, 肖彬. 地质雷达的应用条件探讨[J]. 物探与化探, 2000, 24(2): 157-160.
- [10] 汤洪志, 黎正根, 贺小军, 等. 探地雷达在管线探测与工程勘察中的应用[J]. 华东地质学院学报, 1999, 22(2): 156-166.