

# 物探技术在地下隐蔽物探测中的应用初探

田瑛

(成都市勘察测绘研究院, 成都 610081)

**摘要:** 探测地下隐蔽物是开展道路建设及建筑工程建设的前提。本文讨论了探测地下隐蔽物的多种方法及其应用特点, 包括传统探测方法和物探技术方法。通过分析可知, 目前探测未知地下隐蔽物的既经济方便又实用有效的方法是物探技术方法。针对不同隐蔽物的物性应采用不同的探测方法。对不明地下隐蔽物, 可采用多种物探技术进行探测。

**关键词:** 地下隐蔽物; 物探技术

**中图分类号:** P624; P631 **文献标识码:** A

## 1 引言

地下隐蔽物主要有地下管线、地下古代遗存和文物、地下洞穴等, 其典型用途为: 通水、交通、居住等。地下管线又包括金属质的给水管、气管, 混凝土材料制造的污水管、水渠, 金属质的电缆等。地下古代遗存和文物、地下洞穴的主要材料为水泥、砖石或火烧黏土。探测地下隐蔽物就是确定隐蔽物的存在和位置。

地面路基下的地下未知隐蔽物是影响市政道路、高速公路、各类建筑等工程建设的一个重要问题。地下隐蔽物现况不清不仅造成施工事故大量发生, 同时也给城市规划、交通事业的发展建设带来很大困难, 直接影响城市、交通事业等整体功能的正常发挥。因此, 在前期工作中, 查明地下隐蔽物分布情况, 对于保障施工安全非常重要。探测地下隐蔽物是开展道路建设及建筑工程建设的前提。

由于部分地下管线仍在使用中, 部分地下隐蔽物可能是文物, 因此, 在探测过程中, 必须特别注意不要损坏被探测对象。这对地下隐蔽物的探测方法提出了较高的要求。

## 2 传统探测方法

地下隐蔽物的传统探测方法一般比较简单, 主要有就地观察、开挖法以及机械钻探。

### 2.1 就地观察

就地观察方法直观, 但受观察者的经验及目视观察的能力限制, 对隐埋较深、地表特征较小的地下隐蔽物无能为力。

### 2.2 开挖法

开挖法是通过开挖, 了解地下隐蔽物。采用开挖法工作量大、效率低、准确性差, 且易损坏探测对象。故该方法已被逐步淘汰。

### 2.3 机械钻探

机械钻探方法虽然在钻探点上可以获得比较准确的地质资料, 但由于地下隐蔽物的典型线度为 2 m, 钻探的线密度必须达到 2 m 以内, 同时, 在对非钻探点地质信息的获取方面作用不大。加之机械钻探方法速度慢、易损坏探测对象、适用范围有限, 因此, 机械钻探方法受工作速度、经费、使用条件等限制, 不可能在市政道路、高速公路等探测地域较大的路基范围内使用。

目前,用传统方法探测地下隐蔽物主要的不足之处是:效率低、准确性差,且易损坏探测对象。

### 3 物探技术

随着物理技术与计算机技术的迅猛发展,地下隐蔽物探测技术也取得了全面快速的进步。近十多年来,地球物理勘探技术在地下隐蔽物探测中发挥着越来越重要的作用。

地球物理勘探技术即物探技术可用于探测地下隐蔽物,其原理是利用隐蔽物与周围介质的物性差异,通过测量各种物理场分布的特征来确定隐蔽物的存在和位置。物性的差异包括电性、弹性、磁性、电学性质、密度等,对应的地球物理场有电场、磁场、电磁场、电化学场、弹性波场、重力场等。利用仪器能够检测出这些细微的差异,通过分析就可以在不开挖一寸土地的情况下了解地下隐蔽物的情况。

目前,物探技术可分为多种方法,包括磁法、电磁法、电磁波法(即探地雷达)、重力测量、射线法、浅层地震等。其中,磁法、电磁法、电磁波法是较为成熟的勘探地下隐蔽物的物探技术。

#### 3.1 磁法

因为含磁性地下隐蔽物的存在破坏了地球磁场,因此在磁测中可发现磁异常信号。由于磁异常的特点与磁性体的形状有关,可根据磁异常的特点推断磁性体的形状、埋深。磁法勘探就是通过测量地磁异常以确定含磁性地下隐蔽物的空间位置和几何形状。

高精度磁法测量是根据物体磁场原理,通过探测地下介质(土、石、砂及人工物质)磁场的空间分布特征,根据其空间磁力线分布图像的不同,输入计算机分析,来判别地下隐蔽物是否存在及其形状。

由于地下隐蔽物中的金属管线、水泥管道以及地下古代遗存和文物的磁性周围介质存在磁性差异,因此,可以采用高精度磁法测量进行地下隐蔽物探测。

根据经验并结合地下未知隐蔽物的地磁特征,确定用高精度磁法测量探测地下隐蔽物的具体步骤如下:

(1) 根据场地环境,划分探测网络线或轴线,对于  $\Delta T$  异常幅度大的探测对象,探测网络线可适当放稀,对于  $\Delta T$  异常幅度小的探测对象,探测网络线密度需适当加密。在各网格线或轴线方向上均匀设置测量线。

(2) 在每一条测量线上测量地磁变化值。

(3) 测量该区域地磁曲线,绘制地磁曲线图。

(4) 对磁测数据进行处理,根据当地地质条件产生的地磁曲线变化而进行适当的修正。

(5) 确认地下隐蔽物的存在与形状。

高精度磁法测量探测仪器轻便,探测速度快,运用高精度磁法测量探测先进技术,能测到地下 50~60 m 的人工建造物,尤其是金银铜铁等金属物和砖头、陶瓦等烧制品。目前采用高精度磁法测量探测已进行了一系列实验与应用,并取得了较大的成功。

例如,在某高速公路路段内有一条生活用水管道,但不知准确位置,在该范围内进行了 4 条测线的测量。从图 1 可以清楚地发现地下未知隐蔽物通过公路表面时产生的地磁异常信号,根据此异常信号即可推断出用水管道的大致方位。按测量结果指示,对引水管道进行了现场开挖,结果证明测量准确。

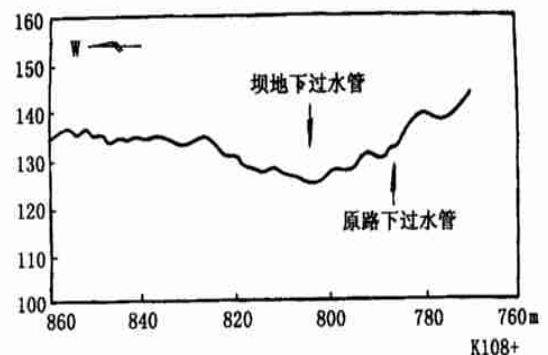


图 1 磁测曲线

Fig 1 The curve diagram of magnetic survey

由于电磁干扰对磁法探测有一定影响,因此,在电磁干扰相对较小的区域应用磁法探测较为理想。

#### 3.2 电磁法

电磁法是以地下隐蔽物与周围介质的导电性及导磁性差异为主要物性基础,根据电磁感应原理观测和研究电磁场空间与时间分布规律,从而达到寻找地下隐蔽物的目的。电磁法主要用于探测金属管线和电缆。对于有出入口的非金属管道,配上可放入管道内的示踪器,也可以进行探测。

用电磁法探测地下管线时,先使导电性好的地下管线带电,然后在地面上测量由这些电流产生的电磁异常,确定地下管线的位置和埋深。电磁法类探测仪器比较便宜,易于掌握。

给水管及钢煤气管为金属良导体,尽管它不带电,但可以设法通过外加电磁场对其进行充电或电

磁感应,使其周围空间产生交变电磁场;电力管线和通信管线因自身带电,在其周围空间存在有交变电磁场,而且电力管线为良导体,可以对其进行充电而激发产生二次交变电磁场。通过接收机探测电磁场异常后,便可确定地下隐蔽物的位置和埋深。

例如,某地的给水管道与排水管道平行。在给水管道的分支中采用充电法,效果不明显。而应用感应法,给、排水,甚至煤气管道都能被区分开来,见图2。探查的平面位置和埋深情况经开挖验证,给水管道的平面误差为4 cm,埋深误差为3 cm,煤气管道和排水管道平面误差为3 cm,埋深误差为4.2 cm。

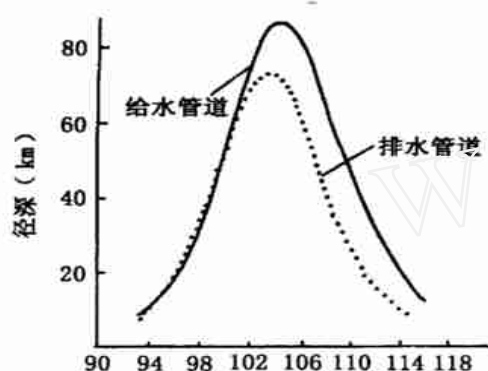


图2 管道探测示意图

Fig 2 The sketch map of pipe survey

### 3.3 电磁波法

电磁波(即探地雷达法)是利用高频电磁波由地面通过发射天线送入地下,由于周围介质与地下隐蔽物存在明显物性差异(主要为电导率和介电常数差异),使电磁波在界面上产生反射和绕射回波,接收天线收到这种回波后,通过光缆将信号传输到控制台,经计算机处理后,将雷达图像显示出来,并通过对雷达波形的分析、判断,确定地下隐蔽物的位置和埋深。

探地雷达具有仪器便携、无损探测、可重复探测等特点,因此具有较广泛的使用范围,适宜于在一定深度范围内(主要指普通介质的浅层)、对精度有一定要求的界面识别。如隐蔽孔洞探测、地下管线定位等,均适合采用探地雷达探测。探地雷达比较昂贵,要求操作人员素质较高。可探测地下的金属和非金属管线。常用于探测磁法难以奏效的口径较大,管道壁有钢筋网的非金属管线,如防空洞等。

在查管线的现场工作中,一般条件下,用管线探测仪就可以解决问题,但在复杂条件下则不行,如填土太厚、管线埋得太深而且没有出露点;用感应法探

测,信号太弱,这时,可采用垂直管线走向的方向布置雷达测线辅以地质雷达。

探地雷达易受外界干扰。电磁干扰、公路车辆干扰、地层的不均匀性、绕射、多次反射等干扰均对其探测有一定影响。这是在使用中需注意的。

### 3.4 应用物探技术探测地下隐蔽物应注意的问题

由于各种地球物理探测方法各有其限制及解析能力,利用物探技术探测地下隐蔽物时,首先必须考虑探测现场的环境、地形、地质条件、土层性质以及土地利用状况等,根据地层的物理特性及探测的目的以选择适当的探测方法。在选择探测方法时,主要考虑具有较强烈对比的地球物理特性,对比愈强烈者愈有效愈准确。针对不同隐蔽物的物性应采用不同的探测方法。对不明地下隐蔽物,可采用多种地球物理探测方法。

总之,根据经验,在复杂条件下,应采用以物探为先导、物探指导钻探、钻探印证物探、多种手段并举的方针来探测地下隐蔽物。

## 4 结束语

从以上分析可以看出,工程物探技术已逐步成熟,能够完成市政道路、公路建设中的地下未知隐蔽物的探测。与钻探相比,工程物探可以进行连续测量以及减少钻孔数量,不用开挖,不影响交通,是一种无损探测技术,具有较满意的探测深度及精度,应用范围广,具有较好的经济效益和社会效益。所以,采用物探技术探测精度高、成本低、对被探测的地下隐蔽物无损坏。

由于工程物探在技术上和经济上的明显优势,已成为探测地下隐蔽物不可缺少的重要技术手段,可为国家节约大量的工程勘探费用,大幅度提高公路等大范围区域性地质的勘探质量。随着物探技术的进一步发展,在探测地下隐蔽物方面还将起到更大的作用。

### 参考文献

- [1] 程日盛,郑连群,扬永康.高速公路建设中未知地下构造物的探测方法研究[J].交通科技,1999,(5).
- [2] 尹国耀,梁建青.电磁法在探查地下管道中的应用[J].油气储运,2001,20(4).
- [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).

## THE EXPLORATION OF UNDERGROUND OBJECTS

TIAN Ying

(Chengdu Reconnaissance and Mapping Research Institution, Chengdu 610081, China)

**Abstract** The exploration of underground objects is the precondition of the construction of roads and buildings. The methods of exploring underground objects, include traditional technology and the physics exploring technology have been discussed in this paper. After the analyses of the characteristics of different methods, it is suggested that at present the physics exploring technology is an economy, convenience, practical and effective method of exploring underground objects. Different exploring methods should be used for different kinds of underground objects. It is necessary to use several kinds of physics exploring technology for exploring unknown underground objects.

**Key words:** underground object; physics exploring technology

作者简介: 田瑛(1971—), 女, 工程师, 1992 年 7 月毕业于成都地质学院, 学士, 工作单位为成都市勘察测绘研究院。

### 《地质灾害与环境保护》 征 订 启 事

本刊为学术性的专业刊物。经国家科委批准为国内外“公开发行”, 季刊。主要刊载内容: 地质灾害防治、地质环境保护、工程地质和岩土工程等方面的理论与方法研讨、科研成果、科技经验总结等论文; 与本学科有关的新成就、新动向等论评性和报导性文章。每期约 16 万字。欢迎订阅, 欢迎投稿。

定价: 2003 年, 季刊, 每册定价 5.00 元, 全年 4 期共收订费 20.00 元(免收邮费)。另, 本刊 1990—1993 年(半年刊, 总第 1—8 期, 每册 1.00 元)及 1994—1997 年(季刊, 总第 9—24 期, 每册 2.00 元), 1998—1999 年(季刊, 总第 25—28 期、30—33 期, 每册 3.00 元), 2000—2001 年(季刊, 总第 34—41 期, 每册 4.00 元), 2002 年(季刊, 总第 42—45 期, 每册 5.00 元)各期均有库存, 可供补订或选购。

#### 订阅办法:

1 银行汇款: 必须填写征订单第二联, 并随银行汇款一并转来我部, 以免发生差错。收款户名: 成都理工大学(《地质灾害与环境保护》编辑部); 开户银行: 工商银行二仙桥分理处; 帐号: 4402228009004601405。

2 邮局汇款: 请在汇款单“附言”上写明: 需订年、期和册数, 收件人姓名与邮政编码等项。收款单位: 《地质灾害与环境保护》编辑部; 地址: 成都市二仙桥东三路 1 号 成都理工大学; 邮政编码: 610059。

《地质灾害与环境保护》编辑部

2003 年 12 月 25 日