

城市地下管线探测方法分析

李超群

河南省地质矿产勘查开发局第四地质矿产调查院

[摘要]经济的发展,促进城镇化进程的加快。近年来,伴随着城市快节奏的发展速度,地下管线如雨后春笋般地涌现,而旧的地下管线因为各种原因又无法拆除,新旧地下管线交替分布,给城市地下管线管理造成了很大的不便,又因为管线建设时路面开挖、施工不当等问题,导致管线泄漏爆炸、路面坍塌、电力电缆裸露使行人触电等事件时有发生,对人民群众的生命和财产安全造成了很大的影响。为提高城市地下管线的日常建设和管理水平,减少事故发生的概率,全面查清各类地下管线现状,获取各类地下管线的数据,掌握地下管线的基础信息情况和存在的事故隐患,明确管线责任单位,整合各行业和权属单位的管线信息数据,建立综合管理信息系统,各管线行业主管部门和权属单位建立完善专业管线信息系统,必须细致梳理城市地下管线。本文就城市地下管线探测方法展开探讨。

[关键词]地下管线探测仪;高密度电法;探地雷达;电磁法

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.1559

现代城市地下管线的布设日趋密集、纵横交错,管线的材质、类别、施工方式等也在不断更新变化,提高了地下管线探测的难度。因此,为提高成果数据的精准性,针对不同材质的地下管线,采用不同的探测方法就显得尤其重要。目前常用的地下管线探测仪器有雷迪RD8000探管仪、雷迪RD1100探地雷达、科探KT-900F地下寻管仪等。

一、物探方法的选定

(一)物探方法选定的依据。物探方法的选定必须依据下列几个方面的条件:(1)城市地下管线探测任务要求;(2)探测的对象;(3)测区地球物理条件;(4)测区的实际情况;(5)地下管线与其周围环境介质之间的物性差异;(6)保证地下管线能被管线探测仪探测到;(7)所使用的仪器能清楚地分辨出目标管线,从而排除差异,准确到所找到要探测的管线;(8)管线探测仪探测精度满足要求,当上述条件确定之后,才可通过探测方法试验来确定具体的物探方法,不同类型、不同材质的地下管线可能用到不同的物探方法。(二)城市地下管线探测的方法及原理。(1)电磁法:利用电磁感应原理,根据不同的地下管线的导电性和导磁性的不同,来对管线进行探测的方法;(2)电磁波(地质雷达)法:利用不同地下管线对电磁波吸收系数的不同,而产生不同的衰减系数的原理探测地下管线;(3)直流电法:利用地下管线的电阻率差异和极化率差异的电性差异得出直流电场的分布特点和规律来进行探测;(4)磁测充电法:将一般充电法中的电场观测改为磁场观测的探测方法;(5)反射地震波法:利用地震波在弹性介质传播的理论,通过人工在地面激发地震波向地下深处传播,遇弹性不同的介质,就会产生波的反射,用检波器接收其反波信号,通过浅层地震仪接收返回的反射地震波,进行时频特征和振幅特征分析,便能获得地下地质体的特征信息,从而达到地下管线探测的目的;(6)红外辐射法:根据不同类型、不同层面的地下管线辐射出不同的红外能量,从而得到地下管线平面位置和埋深的方法。

二、不同类型管线探测方法的选定

(一)雷迪RD8000探管仪

(1)感应法搜索。此探测方法适用于城市地下管线中多条管线并行且没有明显的外漏点,无法直接找到待测量目标

管线的情况,在这种情况下,可采用感应搜索法来确定该区域内管线数量和各条管线走向。该方法需要两个人同时操作仪器,首先,将发射机和接收机调到同一频率。然后,一人手持发射机站在感应搜索区域一端的起始位置,将发射机信号调到100%(可根据管线材质,发射机和接收机距离远近,适应现场情况来控制发射机信号的大小),发射机的方向与预测管线的方向一致;另一端则手持接收机站在感应搜索区域另一端的起始位置,使接收机的天线方向与预测的地下管线方向保持垂直(一般相距在20~30m比较适宜,距离太远,接收信号弱、搜索效果差、管线定位不准确)。当发射机与接收机处于平行状态时,两个人同时移动,直到接收机的探测信号到峰值,在地面相应位置做好标记。再从其他可能有管线穿过的方向重复搜索,逐一标好位置,所有管线的位置都做好标志后,将发射机和接收机的位置互换。将发射机依次放在每一条管线的标志位置上,用接收机定位地下管线的第二走向位置点。(2)测点跟进法。当地下管线埋设距离较长时,为提高管线走向探测的准确性,通常采用测点跟进法来定位管线的位置。由于发射机发射的信号是有距离限制的,为确保接收机能更准确地接收到发射机的信号,我们将每段测好的管线做好标记,然后将发射机移至这个标记好的点上,再向前推进,测量下一个埋点位置,以此类推,直至测出此条管线走向全部位置,提高了测量精度。(3)夹钳法。夹钳法是通过电流流过管线时传出的信号,用夹钳测到感应电流,将电流信号传输到接收机,发射机和接收机之间来回交互,形成闭合传输系统,测得管线走向,管线的电流信号越强,测量精度就越高,单次夹线测得距离越长,效率也就越高。此方法主要适用于通电电缆,多条电缆并行,相互交叉靠近,在同一点去向不同方向几条电缆。为了确保每根通电电缆的准确性,通常将发射机和接收机的位置互换,确认接收机在另一端接收到信号是同一通电电缆传输的。

(4)连线法。此方法适用于带有阴极保护的长输管线,长输石油管线大多是钢管,导电性较好,传输信号强。具体操作方法:将发射机分出正负两根线,正极端接在管道事先埋好的阴极保护线(或是管道破损点。检测前要除锈,用磁铁将正极端线头固定在管道)上,负极端接地。接地线位置要垂直

于管道，离管道5~10m最为适宜。接地线要牢固，阻抗要小，阻抗越小接地效果越好，发射机信号会更强，测得位置精度高，埋深数据更准确。

（二）金属管线探测方法

（1）导电性能好的金属管线探测。对导电性能好的金属管线采用直接法探测，探测时先从明显点处开始，用直接法连接管线和接地，逐步向四周追踪，探测出管线走向。当地下管线的隐蔽点出现转折点或三通等情况时，先在所探测出的每个方向上探测两个以上管线点的位置和埋深，并用记号笔做临时标记，通过绳线或钢尺直线交汇出管线点的准确位置，取其各个方向的埋深中间值作为管线点的埋深。在地下管线周围多处定位，排除遗漏其他管线分支、定错管线连接关系等错误，确保管线点的准确性。（2）导电性能差的铸铁管线的探查。许多地方在敷设地下管线时惯用灰口铸铁管或球墨铸铁管，其连接处多用橡胶垫圈或水泥密封，此种连接方式导致它的电流不流通、电磁信号传输距离短，且此种类型管线多用于给水、排水等与居民生活息息相关的管线，探测难度大，特别是一些无明显管线点的地域，给管线探测造成了很大的不便。探测时，先从明显管线点处开始探测，用直接法将发射机连接到目标管线上，调整发射机和接收机的频率，选择最佳频率，左右调整接收机的位置，准确探测出地下管线平面位置和埋深；也可用钎探法，即使用细钢钎，在不破坏管线的前提下向下砸到管线上，并保证钢钎与管线接触，用直接法探测。当直接法难以见效时，可采用感应法探测，探测结果经多次验证后方可使用。

（三）高密度电法

在应用高密度电法进行地下管线的探测过程中，需要把握好目标体和周围介质之间的电性差异，根据不同的电极分布，尽可能多地获取相应的观测信息，这样才能更加清楚直观地反映出地下管道的具体位置以及埋深程度和管线走向，为今后的地下管线探测提供基础。在探测的过程中，还可以搭配结合其他的物探手段，这能够在一定程度上解决金属管线探测仪无法探测地下非金属管道的问题。相对于常规的直流电法，高密度电法拥有的优势众多，它能够在一定程度上提高检测效率，还能够拥有较高的分辨率，但是理论探测基础并没有较大的改变，作为体积探测法来说，这种方法会受到多方面因素的影响，如果目标体的埋深过大，或是管道的直径太小，都会影响其探测效果，甚至探测不出来。工作人员在开展地下管线的探测过程中，需要根据不同情况来进行专门处理。对于金属管道或是集束型的地下电缆、光缆而言，其显著特点就是本身的电性特征与周围土层比较接近；除此之外，由于单根线缆直径过小，这就导致在进行探测的工作过程中无法分辨，但是在具体的实施过程中，一般都会明挖管线沟、回填砂石，这样才能保证管线通畅，并最大程度地避免地形条件对城市地下管线的影响。工作人员可以在工作的过程中间接测量其埋设填充物与周围土层的电性差异，通过这种方法进一步确定城市地下管线的埋设深度，从而为后期工作奠定基础。除此之外，在勘测时，

如果发现钢质供水管道和钢质煤气管道的外面都包裹有塑料防腐材料这一情况，需要确保供热的钢质管道应当包裹有一定厚度的泡沫海绵及橡胶保护层，这样才能进一步保护城市地下管道。在埋设地下集束型通讯电缆以及光缆时，也需要注意在铺设之前应当对塑料材质的外管进行保护处理，利用这些高绝缘物质，才能进一步保证其与周围土层有明显的电性差异，才能更好地保护好城市地下管线，以避免施工对地下管线造成的伤害。与其他方法相比较而言，高密度电法数据处理速度较快、采集数据的效率也很高，并且拥有较高的分辨率，能够充分地反映地电断面等特点。从这些特点来看，能够在一定程度上满足几乎所有的勘察需求。除此之外，该方法广泛地应用在了大中小城市的地下管道勘测工作中，在应用中也会受到外界环境的直接影响，相关工作人员需要做好防范措施，才能保证工作的准确性。为了确保工程建设的安全性，采用高密度电法不仅可以快速地获得工程所在区域的地质勘察结果，而且降低了地质勘察的成本，具有较好的经济效益。

（四）线缆类管线探测方法

对电力电缆、通讯线缆等线缆类管线进行探测时，尽量采用电磁法探测，管线探测仪使用夹钳法，在无条件的情况下可以采用感应法探测，探测数据经多次验证后方可使用。探测时，对于断面尺寸较小的管块，取其中心位置的管线施加信号，探测其埋深和平面位置；对于较大断面尺寸的管块，分别取其两侧上端管线施加信号进行探测，各自探测其埋深和平面位置，由此两点确定一中心位置作为此处管线的平面定位点，此两点埋深的平均值即为此处管线的埋深。当管线遇到弧线弯曲时，增设管线点以确保真实反映地下管线的走向。

结语

综合以上几种探测方法，在城市复杂的地下管线探测中，不同材质的管线应选择不同的探测方法，这既能提高探测的精度，也能提高工作效率。地下管线的探测方法有很多种，不同地域有不同的物理特征，即使同一地域地磁影响也不尽相同，不管用何种方法探测，都是为完成地下管线探测工作服务的。选择合适探测方法是地下管线探测工作的重要步骤，多数情况下要几种探测方法配合使用，才能准确地反映出被探测管线的真实走向、分支情况和管线深度，为建立管线信息系统提供数据支持。

参考文献：

- [1] 李华, 鲁光银, 何现启, 等. 探地雷达的发展历程及其前景探讨[J]. 地球物理学进展, 2019(8): 1492-1502.
- [2] 李大心. 探地雷达方法与应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2019.
- [3] 巨兆强. 中国几种典型土壤介电常数及其含水量的关系[D]. 北京: 中国农业大学, 2019.
- [4] 龚慧斌. 城市复杂条件下地下管线探测中地质雷达的应用[J]. 地下管线管理, 2020(6): 39-42.