

综合物探技术在地下管线探测中的应用

Application of Comprehensive Geophysical Prospecting Technology in Underground Pipeline Detection

钱龙华

Longhua Qian

上海浦公检测技术股份有限公司 中国·上海 200120

Shanghai Pugong Testing Technology Co., Ltd., Shanghai, 200120, China

摘要: 为了保证施工人员详细了解地下管线系统,顺利完成施工,论文立足地下管线探测工作中应用的综合物探技术展开分析,了解地下管线的常见类型与技术特点,结合项目实际情况,从电磁物探、电磁波法、弹性波法与瞬变电磁法上述几种物探技术,总结在地下管线探测工作中应用综合物探技术的要点,根据管线的不同材质情况,选择合适的综合物探技术方案,结合项目已知基础信息,形成更为准确、全面且精准的地下管道探测记录。最后提出可以有效提升地下管线探测质量的方法,旨在可以获得更精准的探测结果,达到预期的工程效益。

Abstract: In order to ensure the construction personnel to understand the underground pipeline system in detail, the successful completion of the construction, this paper will be based on the underground pipeline exploration application of integrated geophysical technology analysis, to understand the common types and technical characteristics of underground pipelines, and combined with the actual conditions of the project, from electromagnetic geophysical prospecting, electromagnetic wave method, elastic wave method and transient electromagnetic method, in this paper, the main points of application of integrated geophysical prospecting technology in re-underground pipeline exploration are summarized, the suitable integrated geophysical prospecting scheme is selected according to the different material conditions of pipelines, and the basic information of the project is combined, form a more accurate, comprehensive and accurate underground pipeline detection record. At last, the method that can effectively improve the detection quality of underground pipelines is put forward in order to obtain more accurate detection results and achieve the expected engineering benefits.

关键词: 综合物探; 地下管线; 探测技术

Keywords: integrated geophysical prospecting; underground pipelines; detection technology

DOI: 10.12346/etr.v5i6.8204

1 引言

地下管线探测作为城市工程施工中的重要组成,在现代化城市改造发展背景下,有关单位落实具体的管线探测工作的同时,还要与环境特点和具体需求相结合,选择相应的物探技术对地下各类管线分布状况精准探查,获得准确的测绘结果^[1]。这个过程中所用的综合物探技术,需要调查城市地下管线,了解不同管线的具体埋深与所在位置,那么为了应对地下管线探测工作的复杂性,相关部门在探测工作开展中,科学应用物探技术避免发生挖穿、挖断地下管道等情况,保

障了工程项目的经济效益,也能提升工程项目的整体建设质量。接下来将对地下管线探测工作中综合物探技术的应用进行分析,总结综合物探技术的应用要点,希望为中国今后建设现代化城市打造良好技术保障。

2 地下管线探测技术特点

2.1 技术要求

在开展地下管线探测作业时,由于地下管线的工程隐蔽性极强,待探测区域的人口密度较大,因此探测工作开展中

【作者简介】钱龙华(1988-),男,中国安徽铜陵人,本科,检测师,从事管线物探、排水管道检测研究。

就要尽可能避开区域内的邻近建筑物和地面交通设施。再加上地下管线敷设复杂度较高，地下管线不论在材质、连接方式、形式类型各方面都存在一定差异。所以在地下管线探测工作开展中，应用物探技术要求可以在短时间之内定点探测，迅速精准地确定管线方向及埋深。并且强化设备抗干扰与连续跟踪能力，从而提升设备探测的精度与效率，对探测结果科学准确的判断分析。

2.2 探测特点

现代化城市建设背景下，地下管线的分布复杂度较高，甚至部分管线分布于街道、住房、工厂下方等区域，加大了管线探测工作的困难程度。使用传统探测方法并不能保障最终的管线探测效果。同时在落实地下管线施工中，管线在分布材料、类型各方面都有明显差异，在实际探测工作开展中，就要应用特定探测方法，更加高效地达成工作目标。在现代化技术水平不断创新发展中，探测设备与探测技术日渐完善，可以精准定位管线，从而排除各类干扰因素^[2]。

2.3 常用技巧

地下管线探测相较于其他应当完善各项前期准备工作，与探测地点性质相结合，科学选择探测仪器与探测技术。其次需要进行测量、定位，全方面收集整理管线探测相关资料，对所采集的数据信息进行系统分析，掌握地下管线的基本情况。并在最后开展测量工作时，优先测量管线稀少区域，逐渐拓展至密集区域。可以将电缆管线为优先探测目标，之后逐渐完成非金属、金属管线探测。所铺设管道不论在管径大小还是深浅方面都有一定差异，因此管线探测中应当严格遵循正确顺序，如先大后小、先浅后深等原则，保证探测过程更加系统技巧化，尽可能减少浪费人力与物力资源。

3 综合物探技术应用案例

3.1 项目背景

本次选取的地下管线探测项目作为某地雨污分流改造工程项目，项目所在地属于城市重要地段，管线分布状况尤为复杂，所以在实际改造施工前期，项目组委派专业技术人员开展管线探测工作，应用综合物探技术掌握地下管线的具体分布。主要探测对象有各类电力管道、给排水管道、通信管道等，此项目使用物探技术切实可行，关键在于应用物探技术的作用原理是管道和周围介质之间的物理性质差异。根据管道材质不同选用不同的探测技术，如金属管道、非金属管道，以及项目中的电力管道与通信管道的导电性相较于给水管道更优^[3]。

3.2 物探技术实际应用

3.2.1 电磁感应法

导电金属管线的周围处于磁场，可以与磁场状况相结合，对管线的具体分布情况准确判断，包括埋深与具体分布位置。电磁感应法作为对金属管线进行探测的常规思路，利用电磁感应原理即可用于各类具备导电性的地下管线，如各类

光缆、电缆、铸铁管等，为了充分提升管道探测整体效率，需要做到与管线类型相结合选择针对性的激发方法。

现有几种可以与项目管线特点结合的电磁感应方法，第一种是直连法，这类方法主要用于较大直径的金属管线，相关人员可以使用导线连接探测仪发射设备与管道，这样可以在管道上产生电流，成功接收电流磁场从而判断管线分布状况。第二种是夹钳法，用于管线探测实际工作中，由于光缆、电缆并未存在接口，技术人员无法直接将这类管线连接探测设备，对于这种情况可以在目标管道夹钳达到辅助作用^[4]。出现感应电流之后，技术人员便可接收管道传来的磁场并获取探测结果（图1）。第三种是感应法，在探测工作开展中，大多数金属管线并未露口，如各类光缆、电缆等，这时相关工作人员便可利用发射机线圈磁场负责探测。

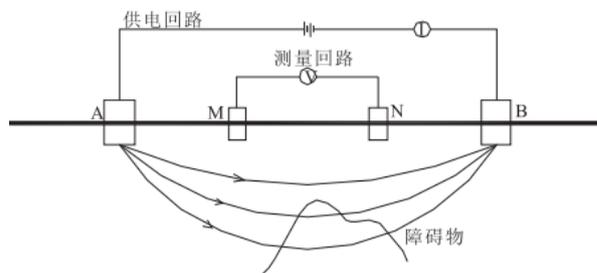


图1 电磁法探查示意图

使用综合物探技术对地下管线的具体分布深度和位置进行探测的主要原理，需要保证接收设备水平圈处于通电导线正上方，这时便可获得最为强烈的探测信号，以此信号为依据对管线分布状况即可作出判断，之后根据水平线圈与高度差值等数据，代入公式 $d=xEt/(Eb-Et)$ 即可获得管线埋深。在应用这类探测技术时，有着比较明显的优劣对比，具备快速探测与良好探测效果的同时，也存在无法用于非金属管线探测工作的劣势。

3.2.2 电磁波法

假若这类管线作为废金属材质，技术人员便可使用电磁波法开展探测工作，工作人员可以在实际探测中，首先埋设侧线后操作雷达便可发射电磁波，然后使用专业仪器成功接收电磁波，与电磁波实际情况相结合，对管线的分布状况与埋深加以分析。在这里需要注意的是技术人员需要具有技巧性的布设测线，一要保证侧线垂直于管道，二各个测点之间保持5cm固定间距；三所采集数据要进行滤波、时深转换等处理流程，之后即可获得直观图像用于判断管线分布^[5]。

此项目应用此探测方法，通过在道路两侧绿化带不布设侧线，在地下管网的上方覆盖填土，减少探测过程受外界影响，保证管线探测方便程度（图2）。最终获得的成果图像内，观察到两条管线分别为自来水、电信管线，其中自来水管线采用球墨铸铁材质，整体导电性不高，共有1.0m埋深，30cm管径，垂直于侧线，电信管线200mm管径，PVC材质共有1.4m埋深，平行于侧线，最终可以获得直观、清晰

方便判断的成果。实际应用时这类技术方法在非金属管线探测工作中更为适用，能够准确直观地掌握管道的具体分布位置，因此整体性能优势良好。但是这类方法在应用时也有一定缺陷，整体效率不高容易受环境因素影响，例如在用于地下管线埋设钢筋网的情况时，就会影响电磁波传导效果，无法保障最终探测结果的准确性。

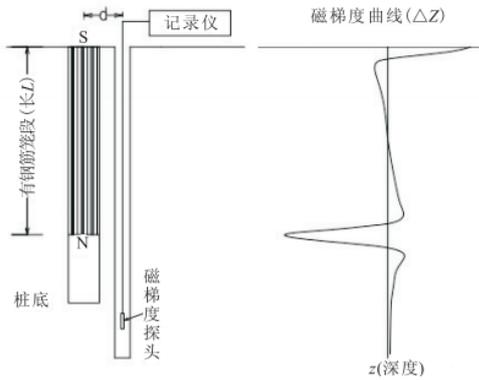


图2 电磁波法探测示意图

3.2.3 弹性波法

这类方法比较适用于非金属管线，主要处于沥青路面、水泥下方，技术人员往往无法使用雷达法探测。用于此项目时需要使用弹性波法探测，这种技术原理主要依据水泥、沥青路面所具备的弹性波激振有利条件，可以在仪器操作中出现质点振动现象，应力波所受波阻抗的影响，成功反射然后采用传感器负责接收反馈应力波，与数据图像相结合即可判断管线分布状况。实际应用中可以采用自激自收系统，与反射共偏移观测系统这两类不同技术系统^[6]。

将此种探测技术用于本次工程项目中，成功探测160mm直径的燃气管线，所用PE材质，2.5m埋深。使用此探测技术时以至于电磁波法，所采集数据在所形成的图像面前，会经过具体的滤波、时深转换等处理流程（图3）。应用此方法时虽然优势明显，但是也有极易受环境因素影响，工作效率不高的劣势，所以需要与实际应用状况相结合。

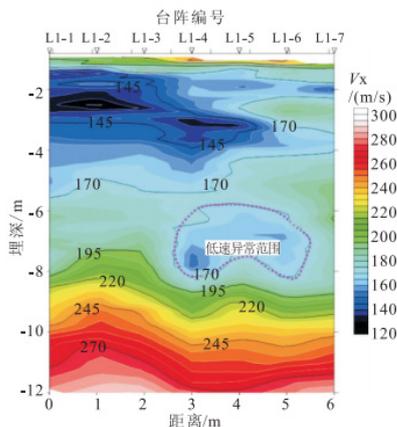


图3 弹性波法探测S波速度剖面图

3.2.4 瞬变电磁法

假若管道内有水含量并未存在任何露点，可以选择瞬变电磁法负责探测，这样可以获得清晰、直观的探测结果。应用此方法时通过利用一次脉冲电磁法激励地层介质，之后使用接收器负责接收磁场，根据所采集的数据最终生成地下管线的分布图像。可以看出采用这类方法，与雷达法的技术原理尤为相似，具体的探测流程也并无差异，相关技术人员可以布置合理的探测位点，然后重叠发射与接收线框，控制线框沿着侧线采集数据。采集点之间保持0.1m间距，成功采集数据之后即可操作获得管道分布探测结果图。以高阻、低阻等角度触发，判断管道材质状况，获得直观的管道类型、埋深、位置结果。

将此方法用于本次项目管道探测中，探测位点选择沥青路面，由于此路面有改造历史，并无任何阀门、窨井。操作时以窨井的附属物具体分布状况为依据，与探测经验相结合，判断此区域内的地下管道共计三条，分别是自来水管、污水管道、雨水管道，可是具体的管道位置未知。了解此项目所在区域地下管道存在3处低阻区域，分别对应于三条管线。结合以往探数据判断地下管线的分布状况，得知160mm直径的自来水管，PE材质2.2m埋深，正常的供水状态；500mm直径的污水管道，钢筋混凝土材质3m埋深，正常的输水状态；600mm直径的雨水管道，钢筋混凝土材质4m埋深，在管道内发现少量积水现象。

根据本次项目使用详情能够发现，应用此方法时的优缺点尤为明显，尤其用于金属、导体探测时的灵敏性极高，含水管道探测适用性较强，可以灵敏反映管线分布特点。但是缺陷在于所测量管线的具体埋深、管径多种信息，准确性方面十分有限，所以要求技术人员在操作此探测技术时，要和以往成熟的探测工作经验相结合，准确判断管线的实际情况。管道内的导电体量变化，也存在对低阻范围造成影响的可能性，工程内的雨水管道管径超出污水管道，由于含水量较小，低阻范围小于污水管道，所以有必要与以往探测经验相结合。

4 综合物探技术应用技术要点

在与实际地下管线探测项目相结合，应用综合物探技术时，总结技术要点如下：首先，如果所探测管线材质为金属，那么电磁感应法则作为首选方法，技术人员可以操作此种探测技术的专用仪器设备，完成对地下分布电缆、光缆、铸铁管的具体探测，最终生成清晰、准确、直观的地下管线分布效果图，这种探测技术的整体效率较高，且有着明显的探测成果。其次，假若所探测场地的电磁干扰问题并不明显，非金属材质管道则可以应用电磁法，如燃气管道、自来水管、污水管道、雨水管道等，这些都可以确保最终获得良好的探测成效，可是不足之处就是此种探测技术的工作效率不高，需要与工程项目的整体进度综合考虑。再者，如果探测场地

区域存在明显的强电磁干扰问题,所探测废金属材质管道的情况,可以优选弹性波法探测,操作地震仪对管线分布状况综合评估,探测工作所受外界干扰,能够获得更准确、直观的数据成果,同样这种探测方法的工作效率也有待考虑。最后,对于地面无露点的非金属的管道探测,则可以使用瞬变电磁法,虽然可以获得准确的管道探测定位结果,但是在精准度方面依然有很大的优化空间。所以实际工作中技术人员可以与已知信息及探测经验相结合,对管道分布状况做出综合判断,未来也相信这种探测技术将得到进一步改进,具备更强的技术适用性。

5 结语

总之,在城市化建设发展中,面对日渐复杂的地下管线,相关工作者可以与项目实际情况相结合,综合选用恰当的物探技术,掌握地下管线的埋深、材质、管径、用途等多方面情况,物探技术的针对性则有力保障工程建设最终质量,

在电磁物探、电磁波法、弹性波法与瞬变电磁法等物探技术的支持下,相信未来会为整个社会发展提供更优化的技术支撑。

参考文献

- [1] 杨宇.探析综合物探方法在地下管线探测中的运用[J].工程技术发展,2022,3(5):118-120.
- [2] 裴世建.诱导偶极电磁感应法探测地下非金属管道技术的应用与探讨[J].工程地球物理学报,2021,18(5):6.
- [3] 杨雷,何辉.内窥检测与物探技术在排水设施管网排查中的应用[J].能源与环保,2022,44(12):113-118.
- [4] 谢红青.综合物探技术在煤矿采空区探测中的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2022(4):263-266.
- [5] 钟以春.综合物探技术在深埋隧道建设中的应用[J].内蒙古石油化工,2022,48(9):66-68.
- [6] 周超,刘怡,赵思为.综合物探在城市地下空间地质调查隐伏断层探测中的应用[J].工程地球物理学报,2022,19(1):64-70.