

城市复杂区域条件下的地下管线探测技术分析

邱成¹ 孙宇²

1. 江苏煤炭地质物测队 江苏 南京 210046

2. 中国冶金地质总局地球物理勘查院 河北 保定 071000

摘要: 地下管线是现代城市的重要组成部分, 承载着供水、供电、供气等关键基础设施功能。然而, 在城市复杂区域中, 地下管线的位置不易确定, 给城市规划、工程建设和维护带来了许多难题。因此, 地下管线的探测技术显得格外重要, 它能为城市管理者提供准确、高效的地下管线信息, 为城市建设和维护提供有力的保障。因此, 本文将深入分析城市复杂区域条件下的地下管线探测技术要点, 希望提高探测精准性, 为人们提供更加安全、舒适的城市生活环境。

关键词: 城市; 复杂区域条件; 地下管线; 探测技术

前言: 地下管线探测技术是一项在城市复杂区域中非常重要的技术, 它可以帮助我们了解地下管线的位置、类型和状态, 从而确保施工、维护和规划的顺利进行。地下管线探测技术可以提高工作效率、确保施工安全、节约成本和保护环境。在未来的城市建设和维护中, 相关施工人员应该更加重视和应用地下管线探测技术, 以实现城市的可持续发展和安全运行。

1 地下管线探测技术原理

地下管线探测技术是一种通过激发电流和观测电磁场来确定地下管线位置的技术。具体实施过程中, 可以采取主动场源激发或被动场源激发的方式。主动场源激发技术是指将一定的电流输入地下管线中, 从而在管线周围产生交变电磁场。这种方法常用于金属管线的探测, 其中一种常见的方法是通过直流电源将电流注入管线中, 然后通过变换电流的方向和强度来观测电磁场的分布情况。探测人员可以使用具有磁场传感器的探测仪器来测量电磁场的强度和方向, 从而确定管线的具体位置。被动场源激发技术是指利用自然存在的电磁场来探测地下管线的位置。地下管线通常会被交流电源或其他电磁场源激发, 从而在管线周围产生电流。探测人员可以使用具有电场传感器和磁场传感器的探测仪器来观测和测量这些电磁场。通过分析电磁场的强度和方向, 可以确定管线的准确位置。

通过上述的主动场源和被动场源激发技术, 探测人员能够准确地确定地下管线的具体分布位置。这种技术在城市规划和基础设施建设中非常重要, 可以帮助避免对地下管线的损坏, 并提高施工的效率 and 安全性^[1]。

2 城市复杂区域条件下的地下管线探测技术价值

地下管线探测技术具有很高的价值。首先, 地下管

线探测技术可以提高工作效率。在城市中, 地下管线错综复杂, 很难准确判断地下管线的位置和类型。传统的地下管线探测方式往往需要大量的人力和物力投入, 且工作效率低下。然而, 利用现代化的地下管线探测技术, 可以通过雷达、地磁仪等先进设备迅速准确地识别地下管线的位置和类型, 从而提高了工作效率, 节约了宝贵的时间和资源。其次, 地下管线探测技术可以确保施工安全。在城市复杂区域中进行施工工作时, 不了解地下管线的位置和类型可能会导致事故发生。在进行挖掘时, 如果不知道地下有一条电缆或燃气管道, 可能会产生电击或泄漏等严重后果。通过地下管线探测技术, 可以事先确定地下管线的位置和类型, 从而采取相应的安全措施, 确保施工过程中的安全性。第三, 地下管线探测技术可以节约成本。在进行城市建设或维护时, 了解地下管线的位置和类型对于预算和规划非常重要。传统的地下管线探测方式可能需要大量的人力和物力投入, 导致成本居高不下。然而, 现代化的地下管线探测技术凭借其高效准确的特点, 可以在较短的时间内完成工作, 并大大节约了成本。准确了解地下管线的位置和类型, 更好地规划施工过程, 避免不必要的重复工作和资源浪费^[2]。最后, 地下管线探测技术可以保护环境。在进行城市建设或维护时, 不了解地下管线的位置和类型可能会造成环境的污染和破坏。在进行挖掘工作时, 如果不知道地下有一条供水管道, 可能会导致水源被破坏。通过地下管线探测技术, 可以提前了解地下管线的位置和类型, 并采取相应的环保措施, 从而保护环境的完整性和稳定性。

3 城市复杂区域条件下的地下管线探测技术

3.1 雷达电波技术

随着城市化进程的不断加速,地下管线网络日益复杂,使得传统的地下管线探测方法难以满足需求。在这种情况下,雷达电波技术的应用越来越受到重视。雷达电波技术是利用电磁波在地下传播的原理,通过发送和接收信号来获取地下管线的信息。与传统的地下管线探测方法相比,雷达电波技术具有许多优势。雷达电波技术能够提供高分辨率的地下管线图像。通过对地下管线发送的电磁波进行分析和处理,可以获得管线的精确位置、尺寸和材质等信息。这对于城市规划和施工过程中的管线管理非常重要,可以避免不必要的损失和风险。其次,雷达电波技术能够应对城市复杂区域的挑战。传统的地下管线探测方法常常受到地下障碍物的干扰,如建筑物、地铁、地下车库等。而雷达电波技术能够穿透这些障碍物,获取地下管线的信息,从而提高探测效率和准确性。雷达电波技术还能够实时监测地下管线的变化。在城市中,地下管线的位置、状况常常会发生变化,需要及时更新和管理。通过定期进行雷达电波探测,可以实时监测管线的状态,及时发现问题和隐患,并采取相应的措施进行修复和管理^[3]。

3.2 高密度电法技术

地下管线是城市基础设施中至关重要的组成部分,确保了供水、供电、通信和污水处理等功能的正常运行。然而,在城市复杂区域建设中,地下管线位置的准确定位成为了一个具有挑战性的任务。在这种情况下,高密度电法技术成了一种有效的地下管线探测方法。高密度电法技术是一种基于电流传导原理的地下探测技术。其原理是通过将电流注入地下,利用地下介质的电阻差异来确定不同物质的存在与分布情况。在城市环境中,地下存在着各种形状和材质的管线,这使传统的探测方法变得困难。而高密度电法技术通过提供较高的电流密度,可以有效地穿透不同材质管线的干扰,提高探测精确度。

高密度电法技术的工作原理相对简单,但其应用却需要一定的专业知识和技术。在实施高密度电法技术前,需要对目标区域进行细致的勘探,了解地下管线的类型、深度和分布情况。然后,通过选择合适的电极配置和电流注入参数,在地表上施加电流,并通过地面电极接收电压信号。通过对信号进行分析和处理,可以推断出地下管线的存在位置和属性^[4]。

高密度电法技术在城市管线探测中,可以在不破坏地面的情况下,迅速准确地确定地下管线的位置,避免了不必要的人力和物力浪费。高密度电法技术对于不同类型管线的探测都具有一定的适应性,包括金属管线、塑料管线和混

凝土管线等。高密度电法技术还可以提供较高的探测精度,使管线定位误差减小到数米甚至更小的范围。

3.3 精度磁测技术

城市发展迅猛,人口密集,因此地下管线不可避免地存在于城市的复杂区域。为了维护城市基础设施的安全和正常运行,对地下管线进行精确的探测是非常必要的。在此背景下,精度磁测技术成了一种应用广泛的方法。精度磁测技术是利用地球的磁场和人工产生的磁场来探测地下管线的方法。这种技术是非侵入性的,不会对地下管线造成任何破坏。它具有较高的准确性和灵敏度,因此在城市复杂区域的地下管线探测中得到了广泛应用。

精度磁测技术的原理是通过测量地下管线所产生的磁场异常来确定其位置和走向。当电流通过地下管线时,会在其周围形成一个磁场。这个磁场的强度和方向与管线的电流和磁性材料有关。利用磁感应原理,我们可以测量这个磁场的变化,从而确定管线的位置。在城市复杂区域中,地下管线被其他地下设施、建筑物等物体所遮挡,使得管线的准确探测变得十分困难。精度磁测技术具有一定的穿透能力,可以穿过地下的物体对管线进行探测。通过对磁场强度和方向的测量,我们可以确定地下管线的存在和走向,为城市基础设施的规划和管理提供准确的信息。精度磁测技术在城市规划和基础设施建设中可以帮助工程师和设计人员确定地下管线的位置,避免在施工过程中误碰到管线,减少事故风险,还可以在维护和修复工作中提供准确的定位信息,提高工作效率,降低成本^[5]。

3.4 地形电导率仪技术

地下管线探测在城市复杂区域中具有重要的意义,而地形电导率仪技术则是其中一项关键技术。地下管线的存在对城市建设和运行起着至关重要的作用,包括给水、排水、天然气、电力和通信等方面。因此,准确探测地下管线的位置和走向是必不可少的。在城市复杂区域的管线探测工作中,地形电导率仪技术的应用能够有效解决一些技术难题,并提高探测效率和准确性。

地形电导率仪技术采用电磁感应原理,能够较为准确地测量地下管线的位置和走向。在城市复杂区域,地下存在着大量的地铁、地下交通和各种基础设施,因此地下管线的位置往往十分复杂。传统的管线探测方法往往需要依赖人工挖掘和试验,费时费力且成本高昂。而地形电导率仪技术则能够通过测量地下介质的电导率来推测出管线的位置,无需进行破坏性探测,减轻了工作量和工期,并降低了工程成本。

地形电导率仪技术能够应对城市复杂区域中地下环境的变化。城市复杂区域的地下环境包括了不同材质的土壤、岩石、建筑物和其他干扰源。这些因素会干扰传统的探测方法,并导致探测结果的不准确性。而地形电导率仪技术则能够通过测量地下介质的电导率来判断地下环境的变化,并对探测结果进行修正,从而提高探测的准确性和可靠性。

地形电导率仪技术的应用还能够对城市复杂区域中地下管线的维护和管理起到积极的作用。地下管线的维护和管理需要准确的地下管线数据,而地形电导率仪技术能够提供准确的管线位置和走向信息。这些信息可以帮助相关部门进行管线的定期检查和维修,避免因管线老化、损坏而导致的事故和故障发生^[6]。

4 城市复杂区域条件下的地下管线探测技术要点

4.1 在探测近间距并行式管线中的应用

在城市中,地下管线是城市基础设施的重要组成部分,负责供水、供电、供气等功能。然而,由于城市复杂区域的特殊性,地下管线的布置难度较大,因此对地下管线进行探测显得尤为重要。探测近间距并行式管线主要面临两个核心问题:管线间距较小以及管线路径重叠。在传统的地下管线探测中,通常使用金属探测仪器进行探测,但是由于管线间距较小,传统的金属探测仪器很难实现精确探测。因此,在探测近间距并行式管线时,我们需要寻找更加精确、有效的探测方法。

随着技术的不断进步,地下管线探测技术也得到了较大的突破。其中比较常用的方法是地质雷达探测技术。地质雷达探测技术采用电磁波辐射原理,通过向地下发送电磁波,利用反射信号来确定地下物体的位置和性质。与传统的金属探测仪器相比,地质雷达探测技术具有探测范围广、精度高、非侵扰性等优势,可以有效地解决管线间距较小的问题。在探测近间距并行式管线时,可以采用多种方法进行地下管线的探测工作:

4.2.1 直接法

直接法是一种比较常见且简单的地下管线探测方法。它主要通过使用地下雷达或金属探测仪等设备,直接在地表面对管线进行探测。这种方法具有操作简单、探测快速的优点,可以在较短的时间内获取一定准确度的管线位置信息。但是,直接法对于管线深埋或者环境复杂的情况可能存在一定的局限性。

4.2.2 夹钳法

夹钳法是一种地下管线探测的比较精确的方法。它通过在地表面使用夹钳式测量仪器,夹取或固定在地下管线上,并通过测量管线上的物理参数来确定管线的位

置和走向。夹钳法具有高精度、高可靠性的优点,适用于各种复杂环境下的管线探测工作。然而,夹钳法的操作相对较为繁琐,需要对夹具进行精确定位,对操作人员的要求较高。

4.2.3 水平和垂直以及垂直压线法

水平和垂直以及垂直压线法也是常用的地下管线探测方法之一。水平和垂直法主要通过测量地面上多个标志点与管线的水平和垂直距离来获取管线的位置信息,进而绘制管线的走向图。而垂直压线法则是通过在管线上放置一条垂直线,通过测量垂直线与地表面上的标志点的距离来确定垂直距离,从而综合得出管线的位置。这两种方法都需要通过精确的测量和计算,可以较准确地确定管线的位置和走向。

4.2.4 同侧感应法

同侧感应法是一种基于电磁原理的管线探测方法,它通过激励信号和感应信号之间的相互作用,来确定地下管线的位置、尺寸和深度等信息。该方法具有操作简单、探测效率高、精度较高等优点,被广泛应用于城市地下管线探测工作中。在同侧感应法中,可以选择合适的激励源和感应线圈进行探测作业。激励源可以发出特定频率和强度的电磁信号,而感应线圈则负责接收并分析这些信号。通过对激励信号与感应信号的相互作用进行分析,可以确定管道的水平位置、尺寸和深度等重要信息。

4.2 在探测各种非金属类管线中的应用

4.2.1 雷达剖面上地下管线异常的特征

雷达剖面上地下管线的异常特征是地下管线探测中的重要依据。通过分析雷达探测的数据,可以发现以下几点特征。一是地下管线通常会在雷达剖面上表现为明显的反射信号,与周围的土壤和地质差异形成对比。这些反射信号可以帮助我们确定地下管线的位置和走向。二是地下管线在雷达剖面上的异常形态通常呈现出明显的变化,如尺寸、形状、深度等。这些异常变化可以提供关于地下管线的具体信息,比如管线的类型、材质等。三是地下管线周围的地形和地质条件也会影响到雷达探测的结果。如若地表有较厚的混凝土或被水埋没,会导致雷达的信号衰减或散射,从而降低对地下管线的探测效果。

4.2.2 探地雷达探测地下管线的主要影响

探地雷达在地下管线探测中的主要影响有以下几个方面。一是探地雷达的频率和功率选择对地下管线的探测效果有很大影响。低频率的雷达信号能够穿透地表深入地下,但对于非金属类管线的探测效果相对较差。高

频率的雷达信号对非金属类管线具有较强的敏感性，但穿透能力较弱。因此，在实际探测中，需要根据具体情况选择合适的频率和功率。二是地下管线的材料和尺寸对雷达探测的影响较大。不同材质的管线在雷达剖面上的反射特征各异，而管线的尺寸与雷达信号的反射量和传播距离有关。针对不同材质和尺寸的管线，需要针对性地选择合适的雷达参数。三是地下管线周围环境的干扰也会影响到雷达探测的结果。如如果周围地表杂乱、金属物体过多等因素会造成雷达信号的散射和干扰，进而影响到对地下管线的探测。

结语：地下管线是现代城市基础设施中不可或缺的重要组成部分，它们承载着供水、供气、供电以及通信等关键功能。在城市中，地下空间非常有限且复杂，这为地下管线的探测带来了许多挑战。因此，开展城市

复杂区域条件下的地下管线探测技术的研究非常重要。通过研发和应用这些技术，可以提高地下管线的探测效果，确保城市基础设施的安全和稳定运行。

参考文献

- [1]尹军.城市复杂区域条件下的地下管线探测技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(21):178-180.
- [2]仲波.观澜河流域地形测量及地下管线探测技术分析[J].资源信息与工程,2023,38(03):53-56.
- [3]刘奕青.城市区域复杂条件下的地下管线探测技术探究[J].流体测量与控制,2022,3(05):21-24+40.
- [4]刘华雄.复杂条件下城市地下管线探测技术分析[J].低碳世界,2022,12(02):74-76.
- [5]梁玉宁,吴雪莲.复杂条件下城市地下管线探测技术分析[J].科技风,2018(32):238.DOI:10.