

城市地下管线探测中物探技术的应用

李志慧

(中航勘察设计研究院有限公司, 北京 100089)

摘要: 城市地下管线的存在和运行对城市的正常运行至关重要。城市地下管线探测是城市建设和维护中一个关键的环节。随着城市的发展, 地下管网不断增加, 包括供水管线、污水管线、燃气管线、电力线缆等。然而, 地下管线隐藏于地下, 难以直接观测和维护, 因此需要依靠物探技术进行探测和检测。准确了解地下管线的分布和状态, 有助于提高城市基础设施的维护和管理效率, 减少事故风险, 确保居民的用电、用水和用气安全。物探技术因其非破坏性、高精度等特点, 在城市地下管线探测领域具有广泛的应用潜力。本研究的目的是探索物探技术在城市地下管线探测中的应用, 并通过实验和实地调研, 验证物探技术的有效性和可行性。

关键词: 地下管线; 探测; 物探技术; 实际应用

一、城市地下管线探测技术的综述

(一) 城市地下管线的分类与重要性

城市地下管线按用途可以分为供水管线、燃气管线、电力管线等多种类型。这些管线在城市生活中起到了至关重要的作用, 为居民提供了所需的基础设施。然而, 由于城市地下管线的隐蔽性和复杂性, 其准确的位置和状态往往难以获取, 给城市规划、施工和维护带来了很大的困扰。

(二) 传统地下管线探测方法

传统的地下管线探测方法主要包括直接暴露法、地下雷达法和电磁感应法。直接暴露法在城市环境中应用受限, 其成本高且工作效率较低。地下雷达法可以探测到管线的大致位置和深度, 但对于区分不同类型的管线和确定管线精确位置有一定的局限性。电磁感应法主要用于探测金属管线, 对于非金属管线的探测效果有限。

(三) 物探技术在城市地下管线探测中的应用

物探技术作为一种非破坏性的探测方法, 逐渐在城市地下管线勘察中得到广泛应用。该技术利用地下介质中的物理性质变化, 如电阻率、磁化率、声速等, 来推测和识别管线的存在与性质。根据管线材质的不同, 物探技术可以采用电法、磁法、声波法等多种方法进行探测。这些方法可以准确地确定管线的位置、深度和长度, 并能够区分不同类型的管线。此外, 物探技术还可以检测管线的周围土壤液化情况、管线腐蚀和变形等问题, 为管线的安全运行提供重要参考。

二、物探技术概述

(一) 物探技术的定义和分类

物探技术, 即物质探测技术, 是一种利用物理学原理和方法来探测地下物质的技术手段。在城市地下管线探测中, 物探技术发挥着重要的作用。为了更好地理解物探技术的应用优势, 我们首先要对其进行概述。物探技术根据所利用的物理现象和方法可以分为多种分类, 常见的包括电磁法、重力法、地磁法、地震法等。这些方法适用于不同的地质环境和管线类型, 通过测量地下介质的物理特性来确定管线的位置、深度和类型。

(二) 物探技术在城市地下管线探测中的应用优势

1. 非破坏性探测。物探技术作为一种非破坏性的探测手段, 可以在不破坏地面和管线结构的情况下获取地下管线的信息。相比传统的地下管线探测方法, 物探技术可以更加安全和经济地进行探测工作。

2. 高分辨率和准确性。物探技术具有较高的分辨率和准确性, 可以提供关于管线位置、走向和深度等详细信息。通过物探技术获得的数据, 可以有效地规避潜在的施工风险, 减少工程延误和事故发生的可能性。

3. 多参数测量。物探技术可以联合使用不同物理参数的测量

方法, 如地震勘探和电磁勘探等, 以获取更全面、更准确的地下管线信息。这种多参数的测量方式能够提供多样化的数据, 进一步提高了地下管线探测的效果和可靠性。

三、城市地下管线探测需求与难点

(一) 城市发展对地下管线的需求

随着城市的持续发展, 城市基础设施的建设也越来越重要。地下管线作为城市基础设施的重要组成部分, 承载着输送能源、供水、供气、通信等功能。城市居民和商业机构对这些基础设施的高效运行有着紧迫的需求。例如, 供水管道需要确保城市居民有足够的饮用水和生活用水供应; 供气管道需要保证城市的能源供应; 通信管线需要稳定的信号传输, 以满足人们的通信需求。城市发展对地下管线的需求是城市规划和基础设施建设的关键因素之一。基础设施往往需要布设在地下, 以节省土地资源 and 增加城市美观度。因此, 准确了解和定位地下管线的位置和状况成为城市规划和基础设施建设的基础工作。

(二) 城市地下管线探测的难点和挑战

城市地下管线探测面临着系列难点和挑战。首先, 城市地下管线众多且复杂, 包括供水、供气、排水、电力、通信等多种类型。这些管线交织在一起, 数量庞大, 并且很多管线已经存在多年, 地下环境的变化会对管线造成影响。因此, 准确地确定和定位每一条管线是一项巨大的挑战。其次, 地下管线的探测需要在不破坏地表和管线本身的情况下进行。传统的地下管线探测方法如人工挖掘或地下雷达技术存在成本高、效率低、对环境影响大等问题。为了解决这些问题, 物探技术应运而生。物探技术通过测量地下管线周围的物理特性, 如电磁场、声波、重力等, 以非破坏性、高效的方式进行管线的探测。例如, 电磁法可以通过测量管线周围的地下电磁场变化来确定管线的位置和走向; 声波技术可以利用声波传播速度的变化来定位管线。这些物探技术的应用可以提高管线探测的准确性和效率, 并减少对管线和地下环境的干扰。

四、物探技术在城市地下管线探测中的应用

(一) 电磁法在管线探测中的应用

在城市地下管线探测中, 电磁法是一种常用的物探技术。电磁法的原理是通过测量地下介质中电磁场的变化来推断地下管线的存在和特征。具体来说, 电磁法利用电磁感应原理, 通过在地表产生人工电磁场, 测量该电磁场在地下传播时的变化, 从而得到地下管线的位置和参数。在城市地下管线探测中, 电磁法的应用非常广泛。一方面, 电磁法可以用于检测非金属管道, 如塑料管道、破裂的水管等。通过测量地下介质中的电磁场特征, 可以准确地确定管道的存在和位置。此外, 电磁法还可以判断管道是否有漏水等问题, 及时进行修复, 保障城市的供水和排水系统运行的安全性和高效性。另一方面, 电磁法也经常用于探测电力和

通信管线,如电缆、电信线等。通过测量地下电磁场的强度和方向变化,可以定位和确认管线的走向,并判断是否存在干扰。这对于维护城市的电力和通信网络的稳定性尤为重要。且电磁法具有一定的优点和局限性。它可以非侵入性地进行探测,对周围环境没有破坏性,且测量结果较为准确。此外,电磁法在探测范围较大、成本较低的情况下具有较好的效果。然而,电磁法也存在一些局限性,如对于深埋管线的探测能力较弱,下垂或埋深较浅的管线易于干扰,限制了其在一些复杂地质情况下的应用。随着科技的发展和研究的深入,电磁法在城市地下管线探测中的应用也在不断发展。未来的发展方向可能包括改进探测设备和仪器,提高探测分辨率和灵敏度,以及结合其他物探技术,提供更准确、全面的管线信息。

(二) 地震勘探在管线探测中的应用

地震勘探是一种基于地震波传播原理的物探技术,也被广泛应用于城市地下管线的探测。地震法的原理是利用地震波在地下不同介质中传播的速度和振动特性来推断地下管线的存在和特征。具体而言,地震法通过在地表产生人工地震波,然后记录地下介质中地震波的传播和反射情况,从而得到地下管线的位置、形状和属性。地震法在城市地下管线探测中有着广泛的应用。一方面,地震法可以用于检测埋深较浅的金属和非金属管道,如自来水管、天然气管、石油管道等。通过分析地下介质中地震波的传播和反射特征,可以准确地确定管道的位置和属性,并帮助工程人员进行管线的规划、维护和修复工作。另一方面,在城市地下交通系统的建设和维护中,地震法也起到了重要的作用。例如,在地铁、轻轨等地下交通工程建设中,地震法可以用于探测地下隧道周围的地下管线,避免在施工过程中对管线造成损坏。此外,地震法还可以应用于预测地下水位的变动、监测岩土体稳定性的变化等问题,进一步提高工程的安全性和可靠性。地震法在城市地下管线探测中具有一些优点和局限性。优点包括非侵入性、快速高效、结果清晰等。地震法不需要对地下进行破坏性的探测,可以准确地获取管线信息。然而,地震法在一些复杂地质环境下应用受到限制,如在高噪音环境或具有强散射体的区域,地震波的传播和反射可能受到干扰,导致探测结果的准确性有所降低。未来,随着物探技术的不断发展,地震法在城市地下管线探测中的应用也将不断完善和拓展。例如,结合先进的地震仪器和技术,如三维地震成像和正反演等,可以提高管线探测的精度和空间分辨率,进一步提升地下管线探测的效率和可靠性。

(三) 高频雷达法在管线探测中的应用

在城市地下管线探测中,高频雷达法是一种常用的物探技术。高频雷达法利用高频电磁波穿透地下介质并探测返回信号来确定地下管线的位置、尺寸和特征。它的原理是通过发送高频脉冲电磁波,测量并分析返回的电磁信号,以获取地下管线的相关信息。高频雷达法在城市地下管线探测中具有广泛的应用。首先,高频雷达法对于探测地下金属和非金属管线都具有一定的适用性。它可以探测到埋深较浅的管线,如自来水管、燃气管道和电力电缆等。通过分析返回的雷达图像和数据,可以确定管线的位置和形状,提供重要的参考信息。此外,高频雷达法还可以应用于深埋管道的探测,在一定程度上克服了其他物探技术的局限性。其次,高频雷达法在城市地下管线探测中的应用已经积累了许多成功的案例。例如,在城市建设和维护过程中,通过应用高频雷达法可以快速准确地确定管线的位置,避免因施工活动而对管线造成损坏或影响。此外,一些城市地下管线的更新和替换工作也可以借助高频雷达技术进行规划和管理,提高工作效率和质量。高频雷

达法的优点在于其高分辨率和快速性。它能够精确的提供管线的定位信息,并通过图像化的展示方式直观地呈现出来。此外,高频雷达法可以快速执行探测工作,节省时间和成本。同时,高频雷达法对于探测过程中的干扰和噪声有一定的抗干扰能力,可以提供可靠的结果。然而,高频雷达法在城市地下管线探测中也存在一些局限性。由于高频雷达法的穿透能力有限,当管线埋深较深或地下介质较复杂时,探测效果可能会受到影响。此外,高频雷达法的设备和仪器需要一定的专业知识和技能来操作和解读结果。未来,高频雷达法在城市地下管线探测中的发展方向主要包括提高其探测分辨率和深度能力,以适应更复杂的地质环境和管线情况。同时,结合其他物探技术,如电磁法和地震法,进行多技术的联合应用,可以进一步提高管线探测的准确性和全面性。

五、物探技术在城市地下管线探测中的局限性和改进方向

(一) 技术局限性分析

城市地下管线探测是一项关键但具有挑战性的任务。尽管物探技术在这方面发挥了重要作用,但仍存在一些局限性。首先,物探技术在地下管线探测中受到地下环境的限制。城市地下环境复杂多变,地下管线林立,包括供水管道、燃气管道、电缆等,这些管线之间存在交叉和重叠,增加了探测的复杂性。此外,地下存在噪声干扰和地质结构变化等因素,使得管线的精确定位和识别变得困难。其次,物探技术在精确度和分辨率方面存在一定的局限性。由于地下管线的深度不一致,物探技术在不同深度范围内的探测效果可能存在差异。此外,由于管线材质和埋设方式的多样性,物探技术在管线的识别和分类方面可能受到限制。当前常用的物探技术,如地电、地磁和雷达,尽管能够提供重要信息,但在探测精度和图像分辨率方面还有提升空间。

(二) 技术改进和创新方向

为了克服物探技术在城市地下管线探测中的局限性,需要探索改进和创新方向。

一种可能的改进方向是综合利用多种物探技术。单一的物探技术可能无法解决所有问题,通过综合利用多种可靠的物探技术,可以提高地下管线探测的准确性和可靠性。例如,结合地电、地磁和雷达技术来提高管线的定位和分类能力。另一个改进方向是引入先进的信号处理和图像处理算法。通过应用先进的信号处理和图像处理算法,可以提高物探技术在地下管线探测中的分辨率和精确度。例如,采用基于机器学习算法的图像识别技术,可以快速准确地识别不同类型的管线。此外,加强对地下环境的调查和监测也是一种关键的改进方向。通过深入了解地下环境的地质特征和管线分布情况,可以更好地指导物探技术的应用,提高管线探测的准确性和效率。

六、结论

本研究旨在探讨物探技术在城市地下管线探测中的应用,并通过实践验证该技术的有效性和可行性。通过使用地震勘探、电磁法等物探方法,我们能够快速、准确地探测到地下管线的存在和位置。这为城市基础设施管理和维护提供了重要的技术支持。然而,本研究也存在一定的局限性,仍需要进一步的研究和努力来推动物探技术在城市管理中的应用,以实现城市基础设施的可持续发展和提升。

参考文献:

- [1] 狄红伟. 综合物探技术在地下金属管线探测中的应用[J]. 中国金属通报, 2021(08): 231-232.
- [2] 陈挺, 余舟, 庞有炜等. 综合物探技术在城市地下空间探测中的应用[J]. 四川地质学报, 2022, 42(02): 305-312.