

利用雷达物探技术监测市政管网地下空间占用情况

杨 峰

江苏省矿产地质调查大队 江苏 南京 210012

摘 要: 本文深入探讨了雷达物探技术在市政管网地下空间占用监测中的具体应用。随着城市化进程的加速,地下管网作为城市生命线的核心组成部分,其安全与高效运行对于城市功能的正常发挥至关重要。然而,地下空间占用情况复杂且多变,传统监测方法存在诸多局限。雷达物探技术,以其非破坏性、高分辨率、实时快速等独特优势,为地下空间监测领域带来了革命性的变革。本文将从雷达物探技术的基本原理出发,详细分析其技术特点,具体阐述其在市政管网地下空间占用监测中的多方面应用,并提出相应的技术实施策略与建议。

关键词: 雷达物探技术;市政管网;地下空间占用;非破坏性监测;高分辨率

引言

市政管网是城市基础设施的骨架,涵盖了供水、排水、燃气、电力、通信等多种管线系统。随着城市建设的蓬勃发展,地下空间资源愈发紧张,管网布局日益复杂,地下空间占用情况成为城市管理和规划中的一大难题。传统监测方法如开挖探查、钻探取样等不仅成本高昂、效率低下,而且破坏性大,难以满足现代城市管理的精细化需求。雷达物探技术作为一种先进的非破坏性监测手段,为地下空间占用监测提供了全新的解决方案。

1 雷达物探技术基本原理

雷达物探技术,又称地质雷达技术,是一种利用电磁波在地下介质中传播和反射特性来探测地下物体分布和结构的方法。其基本原理是:发射机发射电磁波,电磁波在地下不同介质界面上发生反射,接收机接收这些反射信号,并通过处理和分析这些信号,推断出地下物体的位置、形状、大小和材质等信息。雷达物探技术具有穿透力强、分辨率高、操作简便等特点,适用于各种地质条件和地下环境。

2 雷达物探技术特点

一是非破坏性:雷达物探技术无需开挖或钻探,对地下管网和周围环境无任何破坏作用,保证了监测过程的安全性和环保性。二是高分辨率:雷达物探技术能够准确识别地下细小结构和物体,如管线的接头、弯头等,提高了监测的精度和准确性。三是实时快速:雷达物探数据采集和处理速度快,可实时显示地下物体的分布情况,适用于大面积、快速监测的场景。四是适用范围广:雷达物探技术不受地质条件和地下环境的限制,可应用于不同类型的土壤、岩石和地下水环境中。

3 雷达物探技术在市政管网地下空间占用监测中的应用

3.1 管线位置与走向监测

传统的管线探测方法,如开挖探查、金属探测器等,不仅效率低下,而且可能对管线造成损伤。雷达物探技术则通过发射电磁波并接收其在地下管线界面上的反射信号,实现了对管线位置和走向的非破坏性监测。具体来说,雷达物探设备沿管线布设测线,发射的电磁波在遇到管线时会发生反射,反射信号被设备接收并记录下来。通过处理和分析这些反射信号的时间延迟、幅度和相位等信息,可以计算出管线在地下空间中的具体位置。同时,结合多条测线的探测结果,还可以绘制出管线的三维分布图,直观展示管线的走向和分布情况。雷达物探技术在管线位置与走向监测中的优势在于其高效性和准确性。相比传统方法,雷达物探技术可以大大提高探测效率,减少人力和物力的投入。同时,由于雷达物探技术是非破坏性的,不会对管线造成损伤,因此更加安全可靠。这对于确保管网的正常运行、避免施工破坏现有管线以及新管线的布局规划具有重要意义^[1]。在实际应用中,雷达物探技术可以应用于各种类型的管线监测,包括给水、排水、燃气、电力等。通过准确掌握管线的位置和走向,可以为城市规划和建设提供有力支持,确保新管线与现有管线的协调布局,避免管线冲突和交叉现象的发生。

3.2 管线埋深与直径测量

管线埋深和直径是评估管线安全状态的重要指标。埋深不足可能导致管线受到外力破坏,而直径过小则可能影响管线的承载能力。雷达物探技术利用其深度分辨能力,可以准确测量管线的埋深。雷达物探设备发射的电磁波在地下传播过程中,会遇到不同介质的分界面,

如管线与周围土壤的界面。当电磁波遇到这些界面时,会发生反射和折射现象。通过处理和分析反射信号的时间延迟和幅度等信息,可以计算出管线埋深。同时,反射信号的形状和强度也与管线的直径有关。通过分析这些特征参数,可以推断出管线的直径。雷达物探技术在管线埋深与直径测量中的优势在于其非破坏性和高效性。传统方法往往需要开挖探查或使用专用测量工具,不仅效率低下,而且可能对管线造成损伤。而雷达物探技术则可以在不破坏管线的情况下,快速准确地测量出管线的埋深和直径,为管线的安全评估和维护提供有力支持。在实际应用中,雷达物探技术可以应用于各种类型的管线埋深和直径测量。通过准确测量管线的埋深和直径,可以评估管线的安全状态,及时发现并处理埋深不足或直径过小的管线,确保管线的正常运行和承载能力。

3.3 地下空间占用情况探测

地下空间占用情况复杂多变,包括地下空洞、埋藏物、非法侵占等。这些未知物体和结构可能对市政管网的安全运行构成威胁。雷达物探技术能够发射电磁波并穿透地下介质,接收其不同物体界面上的反射信号,通过处理和分析这些反射信号,可以探测出地下空间中的未知物体和结构。具体来说,雷达物探设备发射的电磁波在地下传播过程中,会遇到各种物体和结构的分界面。当电磁波遇到这些界面时,会发生反射现象。通过处理和分析反射信号的时间延迟、幅度和相位等信息,可以判断地下空间中是否存在未知物体和结构。同时,结合多条测线的探测结果,还可以绘制出地下空间的三维分布图,直观展示地下空间的占用情况。雷达物探技术在地下空间占用情况探测中的优势在于其全面性和准确性^[2]。传统方法往往只能探测到地表附近的物体和结构,而雷达物探技术则可以穿透地下介质,探测到更深层次的物体和结构。同时,由于雷达物探技术是非破坏性的,不会对地下物体和结构造成损伤,因此更加安全可靠。

3.4 管网泄漏与破损检测

管网泄漏和破损是市政管网管理中的常见问题,也是导致城市水资源浪费和环境污染的主要原因之一。雷达物探技术则通过分析反射信号中的异常变化,如信号强度的突然减弱或增强、信号形状的突变等,来判断管网是否存在泄漏或破损情况。具体来说,当管网发生泄漏或破损时,泄漏点或破损处会成为电磁波传播过程中的一个异常界面。当电磁波遇到这个界面时,会发生反射和散射现象,导致反射信号的强度和形状发生变化。通过处理和分析这些异常变化,可以判断管网是否存在

泄漏或破损情况,并确定泄漏点或破损处的具体位置。雷达物探技术在管网泄漏与破损检测中的优势在于其敏感性和准确性。传统方法往往需要依赖人工巡检或专用检测设备,效率低下且可能遗漏泄漏点或破损处。而雷达物探技术则可以在不破坏管网的情况下,快速准确地检测出泄漏点或破损处,为及时修复管网、防止事故发生提供有力支持。在实际应用中,雷达物探技术可以应用于各种类型的管网泄漏与破损检测,包括给水、排水、燃气等。通过及时发现并处理管网泄漏和破损问题,可以保障城市水资源的安全和有效利用,防止环境污染事故的发生,确保市政管网的正常运行和城市居民的生活质量。

4 技术实施策略与建议

4.1 制定详细的监测计划

在实施雷达物探技术监测前,制定一个详细且周全的监测计划是至关重要的。这个计划需要明确监测的具体区域,这通常基于城市管理的需求、管网的分布状况以及历史维护记录来确定。对于重点区域,如老旧城区、施工频繁地带或管线密集区,应给予特别的关注。测线的布设是监测计划中的另一个关键要素。测线应沿着管线的预计走向设置,以确保能够全面覆盖监测区域。同时,测线的间距和密度也需要根据管线的类型、埋深以及地质条件来合理确定。在复杂地质条件或管线走向不明确的情况下,可以适当增加测线的密度,以提高监测的准确性和可靠性。此外,监测计划还需要考虑地质条件、地下环境以及管线类型等因素对监测结果的影响^[3]。例如,在湿润或导电性较强的土壤中,雷达信号的衰减可能较大,需要采取相应的措施来提高信号的信噪比。同时,不同类型的管线(如金属管线、塑料管线等)对雷达信号的反射特性也可能不同,这需要在数据处理和分析时予以考虑。

4.2 选择合适的雷达设备

雷达设备的选择直接关系到监测结果的质量和准确性。在选择雷达设备时,应综合考虑设备的频率、分辨率、探测深度以及操作简便性等因素。频率是雷达设备的一个重要参数,它决定了设备的分辨率和探测深度。一般来说,频率越高,分辨率越高,但探测深度相对较浅;反之,频率越低,分辨率越低,但探测深度较深。因此,在选择雷达设备时,需要根据监测目标和地质条件来合理确定频率。分辨率是雷达设备的另一个关键指标,它决定了设备能够区分的最小物体尺寸。在市政管网监测中,需要能够准确区分管线的位置和走向,以及管线周围的土壤和其他地下物体。因此,选择具有较高

分辨率的雷达设备是必要的。探测深度是雷达设备能够探测到的最大地下深度。在市政管网监测中,管线的埋深可能因地区而异,有的较深,有的较浅。因此,选择具有足够探测深度的雷达设备是确保监测结果准确性的关键。

4.3 加强数据处理与分析

雷达物探技术的数据处理与分析是监测过程中的关键环节。采集到的雷达数据通常包含大量的噪声和干扰信息,需要通过数据处理来提取有用的信号。去噪是数据处理的第一步。可以利用滤波技术来去除数据中的高频噪声和低频干扰,提高数据的质量。滤波技术的选择应根据数据的特性和噪声的类型来确定,以确保去噪效果的最佳化。成像是数据处理的另一个重要步骤。通过成像技术,可以将处理后的雷达数据转换为直观的图像,便于后续的解释。成像技术的选择应基于监测目标和地质条件来综合考虑,以确保图像的准确性和可读性。在数据处理和分析过程中,还需要结合地质资料和管线图纸等信息。地质资料可以提供地下土壤和岩层的分布情况,有助于解释雷达数据中的异常信号^[4]。管线图纸则可以提供管线的位置和走向信息,用于验证雷达数据的准确性。综合分析和解释是数据处理的最后一步。通过对比处理后的雷达数据、地质资料和管线图纸等信息,可以得出准确的监测结果。这些结果可以为城市管理和规划提供有力的数据支持,有助于确保市政管网的安全和高效运行。

4.4 建立监测数据库

为了便于后续查询、分析和管理监测数据,需要建立监测数据库。数据库应包含采集到的雷达数据、处理后的图像、分析报告以及相关的地质资料和管线图纸等信息。数据库的设计应考虑数据的完整性、一致性和可访问性。数据的完整性要求数据库中包含所有必要的监测信息,以确保分析的全面性和准确性。数据的一致性要求数据库中的数据格式和编码标准统一,以便于数据的比较和整合。数据的可访问性要求数据库应易于查询和使用,以满足不同用户的需求。建立监测数据库有助于提高监测效率和质量。通过集中存储和共享数据,可以避免数据的重复采集和处理,节省时间和资源。同

时,数据库还可以提供数据的长期保存和备份功能,确保数据的安全性和可靠性。

4.5 加强人员培训与交流

雷达物探技术是一项专业性较强的技术,需要技术人员具备较高的专业水平和实践能力。因此,加强人员培训与交流是推动雷达物探技术在市政管网地下空间占用监测领域广泛应用的关键。应定期组织雷达物探技术培训和交流活动。培训内容可以包括雷达设备的基本原理、操作方法、数据处理和分析技术等方面。通过培训,可以提高技术人员的专业素养和实际操作能力,确保他们能够熟练掌握雷达物探技术的核心要点。还应加强与相关机构和专家的合作与交流。可以邀请国内外知名专家和学者来进行学术讲座和技术交流,引进先进的监测技术和管理经验。同时,还可以与其他城市或地区的市政管理部门进行经验分享和合作研究,共同推动雷达物探技术在市政管网监测领域的发展和应用。

结语

雷达物探技术以其非破坏性、高分辨率、实时快速等独特优势,在市政管网地下空间占用监测中展现出巨大的应用潜力。通过合理应用雷达物探技术,可以准确测定管线位置、埋深和直径,探测地下空间占用情况,及时发现并处理管网泄漏和破损问题。为了充分发挥雷达物探技术的作用,需要制定详细的监测计划、选择合适的雷达设备、加强数据处理与分析、建立监测数据库以及加强人员培训与交流。未来,随着技术的不断发展和完善,雷达物探技术在市政管网地下空间占用监测中的应用前景将更加广阔。

参考文献

- [1]杨添,刘丙宇,林来冠,等.探地雷达检测在市政道路管线施工中的应用[J].建筑技术开发,2021,48(02):103-105.
- [2]岳永军,闫政强.激光雷达技术在物探采集中的应用[J].物探装备,2023,33(01):44-46.
- [3]王世鑫.倾斜摄影和探地雷达技术在市政管线BIM孪生分析中的应用[J].电子技术,2024,53(10):158-159.
- [4]韩舒.基于市政道路三维探地雷达检测技术研究[J].山西建筑,2020,46(13):106-108.