

城市地下管线探测精度检测研究

唐金樑

宁波市交通规划设计研究院有限公司 浙江 宁波 315100

摘要: 随着城市化进程的推进,地下管线管理成为城市基础设施维护的关键。本文概述当前主要的探测技术,如电磁法、示踪法、三维轨迹测量法、探摸法及、声波透射法、磁梯度法、探地雷达法等等,并分析其精度影响因素。针对现有技术的不足,探讨精度检测技术的创新点,如新型传感器应用、数据处理方法的优化等。通过实例验证,新技术显著提高探测精度和效率。本研究不仅为地下管线探测提供技术支持,也为城市管理决策提供重要依据,对保障城市地下管线安全、促进城市可持续发展具有重要意义。

关键词: 城市地下管线;探测精度;检测研究;评估体系

1 城市地下管线探测的重要性

城市地下管线是城市基础设施的重要组成部分,包括地下供水、排水、再生水、燃气、热力、电力、通信、监控、工业、石油等。这些元素是城市发展的“血管”和“神经”,日夜担负着输送物质、能量和传输信息的作用,是保障城市顺利运行的重要基础设施和“生命线”。

各类地下管线是保障城市居民生活和企业生产发展所必需的基础设施。近年来,随着社会的发展,各地由地下管网问题引发的城市内涝、道路塌陷、管线爆裂、电力伤人等事故不断涌现。探明各类地下管线,保持地下管线正常运行是维护城市的可持续发展至关重要。关乎国际民生,可谓意义重大。

2 城市地下管线探测技术概述

城市地下管线是城市基础设施的重要组成部分,包括给水、排水、燃气、电力、通信、石油、热力、工业等多种类型。随着城市化的快速发展,地下管线的复杂性和规模不断增加,对探测技术的要求也越来越高。

当前的地下管线探测技术主要可以分为两大类:浅层地下管线探测技术和深层地下管线探测技术。浅层地下管线探测技术主要采用管线仪探测法、直接量测法等,再通过在地面上RTK或全站仪的测量定位,从而获取地下管线信息。深层地下管线探测通常也叫地下管线精探,其通过电磁法、声波透射法、磁梯度法、钻机静压法、示踪法、三维轨迹测量法、磁吸法、可视化验证等方法根据现场情况、管线属性有选择的进行方法选择、综合探测分析。

无论浅层地下管线还是深层地下管线在复杂的地质和环境条件下,都可能会数据采集受到一定地干扰。在实际应用中,为了获得更为准确的探测结果,通常需要结合使用多种探测技术和设备,进行综合探测和分析^[1]。同时,

探测过程中的误差来源也不可忽视,如设备误差、人为误差、环境因素等,都可能对探测精度结果产生影响。

3 地下管线探测方法

对于地下管线,根据不同管线、不同属性情况须采用不同的方法手段进行探测。

3.1 给水管线

给水管线分为金属管线和非金属管线。金属给水管线可以采用地下管线探测仪感应法和直连法进行探查;非金属管线可以利用探地雷达进行探查,或者利用钎探、开挖方法直接确定管线位置和深度。当埋深较大时,则根据设计施工要求,对重要位置进行管线精探,通常采用静压、磁梯度、跨孔波速、水冲、磁吸法、可视化验证等手段探测^[2]。

3.2 通信管线

通信管线包含了电信、联通、网通、移动、铁通、国防、银行、电视等权属单位管线,其埋设方式一般分为直埋、管埋、沟埋、拖拉管埋等。管线探测仪传输信号一般都比较好,探查方法主要是夹钳法。夹钳法是利用管线探测仪的夹钳设备,直接夹在电信管线上,夹钳设备本身产生较强的环形磁场,使被夹住的电信管线产生较强的感应电流,产生二次感应场。通过追踪二次场的办法,从而确定管线位置及埋深。当拖拉管埋设时,由于埋深较大,管线仪探测信号较差,通常采用导向仪探测,导向仪的工作实质就是带场源的探棒(磁偶极子)置于所需探测的非金属管道内,在其周围空间产生一次交变磁场,由地面上的接收机接收探棒产生的磁场水平分量,根据磁场的分布规律与探棒之间的关系来确定探棒的定位、埋深、走向,从而确定非金属管道的定位、埋深、走向,由探棒和接收机两大部分及配件组成。能对非金属管道进行定位、追踪,分辨率较强,精

度较高,并可直接读取深度。

3.3 电力管线

电力管线当埋深较浅时,一般可采用工频法或夹钳法来进行探查,周围干扰信号较少时也可根据感应法探测;当埋深较大时,如拖拉管埋设,则通常采用导向仪或陀螺仪探测。

工频法不需要建立人工场源,方法简便,成本低,工作效率高,但分辨率不高,深度精确率较低,用于电缆探查的初探,在地下管线盲探中非常实用。

夹钳法的使用同电信管线中的夹钳法使用方法一样。电力管线使用夹钳法信号相对比较好,探查精度比较高,是电力管线探查的主要方法。

导向仪、陀螺仪探测,则分辨率较强,探测精度较高,在设计施工要求较高时,通常选用此法进行管线精探。

3.4 燃气管线

燃气管线根据管线材质的不同,结合现场情况,一般可采用感应法或直接法来进行探查。通常燃气管道敷设有示踪线,通过采用对示踪线直接法即可追踪管线位置埋深及走向。

当感应法信号较差或干扰较大,埋深较深,又无示踪线时则需采用精探的方式进行探测,如静压、水冲法、磁梯度法、跨孔波速测试法及孔内电视等。另外,拖拉管埋设且PE材质时,根据情况,也时常进行停气切割后陀螺仪贯入探测。

3.5 热力管线

热力管线一般采用感应法进行探查,场地允许时也可利用探地雷达进行探测,当干扰较大,埋深较深时,可以采用钎探或静压、磁梯度、磁吸法等方式进行探明。

3.6 石油管线、工业管线

石油管线、工业管线埋深较浅时,一般采用感应法进行探查,当埋深较大时则采用管线精探的方式进行探测,如采用钎探或静压、磁梯度、跨孔波速、磁吸法、孔内电视等方式进行探明。

3.7 排水管线

排水管线主要有雨水、污水及雨污合流管线,一般利用L尺直接量取井内管道埋深并目测流向、材质、管径等属性。

4 地下管线外部测量

地下管线测量通常采用RTK及全站仪进行定位,

RTK是能够在野外实时得到厘米级定位精度的测量方法,它采用了载波相位动态实时差分方法,通过在基准站和流动站之间建立数据链,实时传输观测数据和坐标信息,实现高精度定位。流动站可以处于静止或运动

状态,通过系统内差分处理求解载波相位整周模糊度,从而得到厘米级的定位精度。

另外,当测量隐蔽点时,可以利用全站仪进行管线点坐标及高程采集,可以事先建立好控制点,并在全站仪中设置对应的测量参数,以便在测量过程中更加准确。建立控制点的目的是为了在测量过程中将隐蔽点的数据与已知数据进行比较,从而得出更加准确的测量结果。

5 数据处理方法

地下管线数据处理是至关重要的环节,通常采用相应的地下管线处理软件进行管线的类型、材质、管径、埋设方式、埋深、压力、电压等属性录入成库、导入坐标点后成图,检查管线碰撞等不合理情况,并进行处理。最终进行优化出图。

6 影响管线探测精度的因素分析

6.1 环境因素对探测结果的影响

环境对地下管线探测精度的影响因素较多,归纳如下:

第一,土壤的介电特性对地下雷达、电磁波等探测方法的信号传播有重要影响。介电常数、电导率等土壤属性的变化会导致探测信号衰减,从而影响探测结果的准确性^[3]。

第二,地下水流、水位也会对管线探测造成影响。高水位或强烈的地下水流可能导致管线位移、土壤侵蚀或管线腐蚀,从而改变管线的实际位置或状态。

第三,井盖被掩埋或井盖掩埋较深,且无其它参考资料时,可能导致误判或漏判,尤其为排水。

第四,干扰较大,又无法目视判断管线方向,且无其它参考资料或参考资料错误时,可能导致误判或漏判。

第五,目标管线上方或临近其它管线干扰,材质管径类似,易将管线误判。

第六,非金属管线又无权属参考资料,因为无法电磁感应探测,在管线普查中极易误判或漏判。

第七,误将报废地下管线当做在用管线进行探测,权属单位自己亦不清管线情况,甚至权属错误提供竣工资料,此时,极易在错判,在施工中发生事故。

第八,对地下管线导电性差、埋深深或信号衰减较快的大管径管线甚至受周围干扰较强时,则探测难度较大,在常规探测中时常需要参考权属单位管线资料,容易误判或漏判。

综上,地下管道的材质、埋深、干扰、权属资料错误、障碍物等均会影响探测精度,这些因素都可能导致探测结果的偏差。

6.2 仪器设备性能对探测结果的影响

在地下管线探测过程中,设备的精度和分辨率直接决

定探测结果的准确性。一个高精度的探测设备，能够更为敏感地捕捉和解析地下管线发出的微弱信号，从而在复杂的地下环境中获取更为精准的数据。这种设备的精密度和分辨率往往是通过先进的传感技术、信号处理技术以及精密的机械结构来实现的。除了精度和分辨率外，设备的稳定性和可靠性也是至关重要的因素。因此，选择那些经过严格测试、具有可靠稳定性的设备是至关重要的。

6.3 操作人员技术水平对精度的影响

地下管线探测工作的高精度实现，离不开操作人员的专业技能与丰富经验。探测工作不仅需要掌握先进的探测技术和设备，更需要对地下环境、管线材料特性以及多种干扰因素有深入的了解。操作人员作为探测任务的直接执行者，他们的技能水平直接决定了探测设备能否得到正确的使用与配置，同时也决定了探测数据的准确性。经验丰富的操作人员能够根据现场情况灵活选择最合适的探测方法和设备，他们了解各种设备的优缺点。在复杂的地下环境中，这可能涉及到对多种设备进行组合使用，或者根据不同的管线材料和布局调整探测参数。一个认真负责的操作人员能够严格遵守操作规程，确保每一步操作都准确无误。他们在探测过程中能够时刻保持警惕，及时发现并处理各种潜在的问题。随着技术的不断进步，操作人员也需要不断学习和更新自己的知识体系。通过定期的培训和学习，可以掌握最新的探测技术和方法，了解设备的最新功能和特点。这样不仅能够提高探测工作的效率和精度，也能够确保操作人员始终保持在行业的前沿。

7 城市地下管线探测精度检测技术改进与应用展望

随着城市化进程的加速，地下管线作为城市的“生命线”，其管理和维护变得愈发重要。对地下管线探测精度的提高也愈发迫切。探测精度的提高对确保城市地下管线的安全、高效运行具有重大意义。

7.1 精度检测技术的改进

近年来，地下管线探测精度检测技术得到了显著的改进。其中，GPS和GNSS技术的应用范围不断扩大，尤其是在信号覆盖和数据处理方面取得了显著进展。新型的高精度接收机和算法提高了定位的准确性，减少误差。同时，物探设备不断更新，物探技术手段也得到了显著的提升，新的探测方法和数据处理技术使得管线分辨率更加清晰，提高了管线的识别精度。随着人工智能和机器学习技术的发展，数据驱动的探测方法逐渐成为研究的热点。这些方法利用大量的历史数据训练模型，通过模式识别和预测算法来提高管线位置和性质的识别精度。这不仅大大提高探测效率，也为复杂环境下的管线探测提供了新的解决思路。

7.2 改进技术在城市地下管线勘察中的潜在作用

改进后的精度检测技术在城市地下管线勘察中发挥着越来越重要的作用。高精度的探测技术能够更准确地确定管线的位置和走向，为后续的开挖和维修工作提供精确的指导。这不仅可以提高工作效率，也有助于避免不必要的破坏和损失。新的探测技术还可以提供更为丰富的管线信息，如管线的材质、埋设深度、破损情况等。这些信息对于管线的管理和维护具有重要意义，有助于制定更为科学合理的维护计划和管理策略。精度检测技术的改进也为城市规划和建设提供有力支持。通过精确的管线探测，可以更加准确地评估地下空间的利用潜力，为城市的可持续发展提供数据支持^[4]。

7.3 未来技术趋势及发展方向

未来，地下管线探测精度检测技术将继续朝着更高精度、更高效、更智能化的方向发展。一方面，随着新型传感器和设备的不断涌现，探测精度将得到进一步提升。同时，数据处理和分析技术也将不断创新，为探测结果的准确性和可靠性提供有力保障。另一方面，随着物联网、大数据等技术的发展，地下管线探测将与智能城市管理相结合，实现管线信息的实时监测和预警。这将大大提高城市地下管线的安全性和运行效率，为城市的可持续发展提供有力支撑。人工智能和机器学习技术将在地下管线探测中发挥更大的作用。通过不断学习和优化，这些技术将能够更准确地识别和预测管线的位置和性质，为城市地下管线的管理和维护提供更加智能化的解决方案。

结束语

随着城市地下管线规模的不断扩大和复杂性的增加，探测精度检测技术的重要性愈发凸显。通过对当前精度检测技术的深入研究和改进方法的探讨，为城市地下管线探测提供了更加准确、高效和智能化的解决方案。相信在不久的将来，随着新技术的不断涌现和应用，城市地下管线探测将实现更高精度、更智能化、更实时监测的目标，为城市的可持续发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]苏海伦.李荣亮.白顺宝.综合物探方法在城市地下污水管线探测中的应用[J].矿产勘查.2019.14(6):1476-1481.
- [2]邓诗凡.张智华.李想.等.城市老旧小区内外业一体化给水管线探测[J].地球物理学进展.2021.23(5):311-312.
- [3]刘绣峰.王延杰.张伟.etal.关于验证电磁法在高原城市地下管线探测中的有效性分析[J].科学技术创新.2019(08):21-22.
- [4]王国方.基于方位测量的地下管线探测系统设计与研究[J].电子设计工程.2020(22):60-63.