

现代测绘技术在地下管线测量中运用研究

宋家娟

(怀远县规划建筑设计院有限责任公司, 安徽 怀远 233400)

【摘要】为提高地下管线的测量质量和效率, 本文首先分析了现代测绘技术在地下管线测量中的应用优势, 包括高精度、高效率、非接触式等特点; 其次, 提出了现代测绘技术在地下管线测量中的应用策略, 包括激光雷达、遥感技术、地球物理探测技术、GIS 等技术的应用, 以及数据处理方面的措施。通过上述措施, 实现了地下管线测量的高精度、高效率、非接触式等目标, 为城市管理和施工管理提供了有力支持。

【关键词】现代测绘技术; 地下管线; 激光雷达

前言: 地下管线是城市基础设施的重要组成部分, 包括各种供水、排水、燃气、电力、通信等管线。随着城市化进程的加速, 地下管线数量不断增加, 分布区域覆盖范围也越来越广, 给城市管理和施工管理带来了巨大的挑战。因此, 如何精确快速地获取地下管线的位置、深度、类型等信息, 已经成为现代城市管理和施工管理中的重要问题。近年来, 随着现代测绘技术的发展, 特别是激光雷达、遥感技术、GIS 等技术的应用, 地下管线测量的效率和精度得到了极大的提高。例如, 激光雷达可以通过非接触式测量获得高精度的三维空间数据, GIS 可以通过自动跟踪测量获得准确的地面坐标, 遥感技术可实现高精度的位置定位。这些现代测绘技术在地下管线测量中的运用, 不仅提高了测量的精度和效率, 还为城市管理和施工管理提供了有力的支持。

一、现代测绘技术在地下管线测量中的应用优势

现代测绘技术是指利用现代科技手段, 对地表或空间物体进行精密、高效的测量和分析。在城市基础设施管理和施工管理中, 地下管线的测量是必不可少的环节。传统的地下管线测量方法, 如人工探测、开挖、派位等, 存在着破坏性大、效率低、安全风险高等缺点。而现代测绘技术的应用, 可以有效地解决这些问题, 具有以下几个方面的优势。

(一) 高精度

现代测绘技术具有高精度的特点, 可以实现对地下管线位置、深度、类型等信息的精确测量。其中, 激光雷达技术是一种非接触式测量技术, 通过激光束扫描, 可以获取地下管线周围的三维空间信息, 并实现管线位置的精确确定。GIS 技术则可以实现高精度的地面坐标测量, 通过自动跟踪测量, 可以精确测量地下管线的位置和深度信息, 为地下

管线的施工维护提供准确信息。遥感技术也可以实现高精度的位置定位, 通过遥感技术的各类传感器, 可以将地下管线的位置信息定位到厘米级精度。这些现代测绘技术的应用, 大大提高了地下管线测量的精度, 并为城市管理和施工管理提供了更加准确的数据支持^[1]。

(二) 高效率

现代测绘技术具有高效率的特点, 可以快速获取大量的地下管线信息。激光雷达技术可以实现非接触式、自动化、高速度的三维扫描, 可以在短时间内获取大量的地下管线信息; GIS 技术也可以实现自动化、高速度的测量, 可以快速测量大面积地下管线信息; 遥感技术则可以实时获取地下管线位置信息, 无需人工干预。这些现代测绘技术的应用, 不仅提高了地下管线测量的效率, 而且能够更好地满足城市基础设施管理和施工管理的要求。

(三) 非接触式

现代测绘技术具有非接触式的特点, 可以避免对地下管线的破坏, 保障施工的安全性和可持续性。传统的地下管线测量方法, 如人工探测、开挖、派位等, 都需要对地下管线进行破坏性的操作, 会给地下管线带来一定的损害和风险。而现代测绘技术的应用, 则可以通过非接触式测量, 避免对地下管线的破坏和风险, 并保证管线的正常使用和长期可持续性^[2]。

二、现代测绘技术在地下管线测量中的应用策略

(一) 激光雷达技术的应用

激光雷达是一种非接触式的测量技术, 能够高效、精确、灵活地获取地理空间数据。激光雷达测量系统通常包括激光发射器、扫描机制设备以及数码相机等基本组件, 如 ScanStationP50, Trimble' sTX8

等激光雷达设备。以 ScanStationP50 为例,它包有最长 1000m 的范围测量距离和极高所级的角度精度(最大 1"),而且,它具备全景拼接功能以及高帧率视频记录,使得激光雷达设备可以捕获广阔的场景数据和连续运动的对象。

使用激光雷达技术进行地下管线测量的过程可分为以下几步:在开始实际测量之前,需要进行仔细的前期调研和设备的选择。选择合适的激光雷达设备,并配置 GNSS 设备用于定标或者控制网络。根据实际需求进行参数设置,包括扫描方位范围、解析度,以及目标反射率的预期阈值。因为这些参数会影响采集数据的质量和使用效率。执行激光雷达扫描,发出激光脉冲,并接收从被测目标反射回来的激光信号。基于时间差原理计算出目标点的距离,然后根据设备的旋转角度和倾斜角度,确定目标点的三维坐标。数据采集完成后,导入专门的软件进行处理,如 LeicaCyclone, BentleyMicrostation 等。数据处理主要包括:数据导入、滤波、分类、向量化等步骤。在此阶段,将生成高精度的三维模型,并进行分析和解释,为后续的工作提供准确信息。

对于操作过程,需要注意以下几点:①由于激光雷达的采样间隔、激光束发散角、探测器面积和系统内在噪声的限制,都会影响激光雷达的垂直和水平精度,所以在选择激光雷达设备时需特别注意设备的技术参数。②在数据采集过程中,需要密切配合 GNSS 系统和惯性导航系统,以获取精确的地理坐标和姿态角。③数据规模远大于传统测量,数据管理以及数据分析的复杂性也相应提高,需要配备高效的计算机及相关软件处理。

(二) 遥感技术的应用

遥感是无需接触目标就能获取其性质信息的技术。在地下管线探测领域,遥感技术不仅能减少人力物力的投入,而且毫无破坏性。首先,应用在地下管线测量中的遥感设备主要有地面穿透雷达(GPR)、红外热探测器、传感器网络等。①地面穿透雷达:GPR 是通过发射高频率电磁波到地下,然后通过对反射回的电磁波进行分析,得到地下结构的信息。该设备在地下管线探测上具有很高的精确度,并且可以覆盖深层。例如 MALAHDRProEx,其理论最深探测深度可达 200 米,但实际应用中常设定在 2~5 米深度,根据污位因素和土壤湿润程度进行调整。使用时需注意分析地面反射信息,以便确定管线位置及深度。②红外热探测器:红外热探测器可以通过检测地表温度差异,找出地下包括水管、煤气管、电缆等管线的

大概位置。这主要基于管线运行改变了周边土壤温度的特性。例如 FLIRE95 红外热像仪,其温度测量范围达到 -20℃ ~1500℃,注意事项是如果地下管线运行条件极端,或者与周围土壤环境相差非常小,则可能影响探测效果。③传感器网络:包括了各类声波、电磁、压力、化学等传感器,通过监测地下情况提供数据支持。注意事项是传感器网络需要大量的部署和维护工作,且可能受到环境因素的干扰。

遥感设备的选用根据不同作业环境和要求进行。通常,地面穿透雷达适用于较大面积、深度的探测,红外热探测器更适合找出具有明显温度特征的管线,传感器网络则更适合对某一区域进行长期、详细的监测。实际应用中,应用流程可大体分为三步。①依据项目的特定需求选择适宜的卫星遥感数据。例如,如果是一般的地表情况获取,可选 Landsat8 卫星的数据,其具备 30 米空间分辨率,足够详细;如果需要更精细的数据,就可能选择 WorldView 或 Pliades 等商业卫星数据,其空间分辨率可以达 0.5 米。需要注意的参数是卫星传感器类型,例如 TM、ETM+、OLI、MSS 等,每种传感器获取的光谱信息特点不同。同时还需考虑影像日期,以保证在地下管线建设时间前后获取到有关情况。②在数据获取后,使用专业软件,如 ENVI、ERDAS IMAGINE 等对数据进行预处理,包括辐射校正、大气校正、几何校正等,目的是消除数据获取过程中的非物理因素对数据的影响。这一步最重要的参数是地理坐标系,通常采用 WGS 84 地理坐标系,确保后续处理的准确性。再针对预处理后的数据进行遥感解译,分析地表和地质情况。注重的参数主要是各类指数,比如归一化差值植被指数(NDVI)等,通过计算,可以准确捕捉地表不同要素的特征。结合 GIS 技术,简化地表状况,便于进一步分析和规划地下管线布局。③在遥感解译的基础上进行详测,生产地形图和挖掘的剖面图。根据实地测量整合各类数据进行优化设计。创建地理数据库,将地表情况、地面建筑物、地质状况、管线位置等多元信息整合到三维模型中,为仔细规划管线路径和查漏补缺提供必要依据。

(三) 地球物理探测技术的应用

地球物理探测技术主要包括电磁勘查法、频率域电磁法、时域电磁法、电阻率法和重力法。这些方法的简要应用流程如下:①电磁勘查法:计算电磁场对地下物体的影响提供地下结构的信息。可 GEM-2 设备,它通过不同频率范围的电磁场来观察地下结构的变化,频率范围大约从 3kHz 到 95kHz。实际应

用中首先设定采集路径和采集参数,再进行连续波形采集,出现异常时进行详细勘察。文件存储后,进行后期的数据处理和解释,初步得出勘察结论。

②频率域电磁法:这种方法主要用于测量地层的电磁参数并以此推断地层的物理性质。实际应用中先在地面上部署好发射线圈和接收线圈,然后改变发射线圈电流的频率,计算出接收线圈电磁感应强度的各频率分量,最后利用算法将这些频率分量转化成地壳的电磁参数。③时域电磁法:与频率域电磁法类似,但是特点是在时间域内实现信号响应的监测与解析,如ProTEM是一种常见设备,其电流瞬变窗口为20 μ s-10s。实际应用中是由特殊形状线圈产生瞬变电磁场,电磁场在地下感应产生次级电流,产生次级电磁场,通过检测地面上的次级电磁场变化,在不同的时间窗口下获得地下地质体的电磁响应。④电阻率法:主要通过测量地层的电阻率变化,如AGISuperSting设备,其电阻率倍数误差为0.5%。应用时先设置电极参数和测量深度等参数,再使用发射电极向地下传输电流,在接收电极处测量电势值,计算电阻率,得出地质体的电磁参数。

(四) 地理信息系统的应用

地理信息系统(GIS)不仅可以提供有效的数据管理、分析和可视化功能,而且通过集成其他技术提升了地下管线检测和维护的效率。

GIS在地下管线的勘察环节可以获取、存储并可视化各种地下设施的位置及属性信息。例如,使用地理信息系统可以将各类地下设施如水管、燃气管道、光缆等的位置信息准确的探测并录入到系统中,形成二维或三维的地下设施地图。并实时更新和维护地下管线设施数据库,使其反映出设施的最新状态。借助GIS,可以快速定位需要维修或升级的地下管线设施,避免发生问题后大范围、盲目的地面开挖,从而极大降低了维修成本。有些地下管线可能会穿越地质敏感区,因此需要进行更为频繁和详尽的监测。地理信息系统可以集成地质、气候、人口密度等数据,构建地下管线风险评估模型,可以在设计、施工甚至是管线运营阶段预判并规避风险。

(五) 引入大数据和人工智能技术

基于大数据的地下管线测量可以实现大规模的信息收集、整合与分析。在这个过程中,通过各种现代测绘工具收集到的海量数据被存储并实时更新在云服务器中。再采用一些数据挖掘技术将这些蔚为壮观的数据进行系统性分析,提炼出有价值的信息,包括但不限于管线的位置、类型和结构等。这种方法

不仅可以有效地避免信息的冗余和碎片化,而且还能极大地提高信息利用率和工作效率。随着大数据技术的深度应用和发展,人工智能也在地下管线测量的各个环节中发挥着越来越重要的作用。例如,在数据预处理阶段,人工智能可以借助算法模型,自动识别和消除数据中的噪声,并且将离散的数据整合在一起,使之成为可供分析和使用的信息。此外,人工智能还可以在地下管线的检测和定位方面起到关键作用。即利用机器学习等技术,基于历史数据和实时数据,生成相对精准的预测模型。从而实现了对于地下管线的精准定位,以及对其变化情况的准确预测。尤其是深度学习这一类人工智能技术,比如卷积神经网络(CNN)等,可以对高维的图像和语义信息进行深层次的学习和理解。这种技术在地下管线测绘中尤为重要,因为地下管线的空间分布特性和周围环境复杂,需要高质量的信息获取和快速准确的数据处理能力。此外,云计算、物联网、5G等先进技术的使用不仅可以实现数据的实时传输和共享,而且还为数据处理和挖掘提供了足够的算力支持。

结束语:综上所述,现代测绘技术在地下管线测量中的运用已经成为现代城市管理和施工管理中的重要问题。通过激光雷达,遥感、GIS等技术的应用,地下管线测量的效率和精度得到了极大的提高,不仅可以精确快速地获取地下管线的位置、深度、类型等信息,还可以为城市管理和施工管理提供有力的支持。因此,今后应进一步加强现代测绘技术在地下管线测量中的研究和应用,推广其在城市管理和施工管理中的应用,为城市化进程提供更好的服务。

参考文献:

- [1] 孙永兵.复杂条件下的城市地下管线测量方法[J].自动化应用,2023,64(15):135-137.
- [2] 周静山.现代测绘技术在地下管线测量中的应用[J].华北自然资源,2022,(06):92-94.
- [3] 陈杰.现代测绘技术在地下管线测量中的应用[J].中国金属通报,2022,(05):210-212.
- [4] 韦庆礼,姜宗波.地下管线测量中的现代测绘技术应用[J].粘接,2021,48(11):154-157.
- [5] 李娜,于淼.现代测绘技术在地下管线测量中的应用[J].技术与市场,2021,28(07):82-83.

作者简介:宋家娟(1983.9.16—),女,安徽省蚌埠市,专科,工程师,研究方向:测绘。