

试析 RTK 地下管线测绘技术及应用

Analysis on the Mapping Technology and Application of RTK Underground Pipeline

何颖学

Yingxue He

北京中土凯林勘测设计有限公司 中国 · 北京 102600

Beijing Zhongtu Kailin Survey and Design Co., Ltd., Beijing, 102600, China

摘要: 地下管线逐渐增多, 是满足城市正常运转需求的关键, 同时也会对城市化建设产生一定程度的影响, 只有做好地下管线测绘工作, 才能全面了解管线的走向和布局等特点, 防止在建设中出现冲突和矛盾问题。RTK 技术以其良好的优势受到业内人士的广泛欢迎, 可以在地下管线测绘中更快地获得相关数据信息, 降低外界因素的干扰。论文将对 RTK 地下管线测绘技术的概念加以介绍, 分析 RTK 地下管线测绘技术的优势, 探索 RTK 地下管线测绘技术的应用措施, 研究技术应用过程中的精度影响因素及其控制措施。

Abstract: The gradual increase of underground pipelines is the key to meet the normal operation needs of the city, and will also have a certain impact on the urbanization construction. Only by doing a good job in underground pipeline mapping, can we fully understand the direction and layout of the pipeline, and prevent conflicts and contradictions in the construction. RTK technology is widely welcomed by the industry with its good advantages. It can obtain relevant data and information faster in underground pipeline mapping and reduce the interference of external factors. This paper introduces the concept of RTK underground pipeline mapping technology, analyze the advantages of RTK underground pipeline mapping technology, explore the application measures of RTK underground pipeline mapping technology, and study the precision influencing factors and control measures during technology application.

关键词: RTK; 地下管线; 测绘技术

Keywords: RTK; underground pipeline; mapping technology

DOI: 10.12346/se.v4i2.6496

1 引言

RTK 技术已经成为当前测绘领域中不可或缺的重要技术手段, 特别是在智慧城市建设背景下, RTK 技术的应用可以实现区域内数据信息的快速获取与分析, 以加快测绘工作进程。在工程项目建设中, 需要全面了解地下管线情况, 以制定针对性建设方案, 防止对管线造成严重损坏, 以保障城市供电、供热和供水等工作的顺利开展。RTK 技术可以在地下管线测绘中发挥自身的辅助性作用, 具有严格的测绘流程和手续, 需要加强对各个关键节点的控制, 以减少测绘过程中的影响因素, 获得更加可靠的测绘结果。

2 RTK 地下管线测绘技术的概念

RTK 技术是一种实时化测量技术, 除了可以更加高效

地测量载波相位外, 还可以实现测绘信息的快速传递, 使得整个测绘工作更具集成化特点。数据链、基准站信息接收机和信息流动站接收机等, 是当前 RTK 系统中的主要组成部分。基准站在接收信号后实施处理并向流动站传递, 以满足实时化监控观测值的要求, 在处理信号时采用差分模式, 准确计算坐标差。流动站子系统是该系统的核心, 包括了电源装置、天线装置和发射装置等, RTK 地下管线测绘如图 1 所示。RTK 定位技术是该系统中的关键技术, 以相位动态定位为依托, 在三维空间中完成坐标信息的录入, 从而定位管线位置, 能够达到厘米级精度要求^[1]。在完成测量工作后, 可以更快地完成坐标信息传输, 以满足基准站的处理工作需求。通常情况下, 会将 RTK 技术和 GPS 技术融合在一起, 以达到点位跟踪的目的, 数据传输更加可靠。

【作者简介】何颖学 (1991-), 男, 中国河北唐山人, 工程师, 从事 RTK 地下管线测绘应用研究。

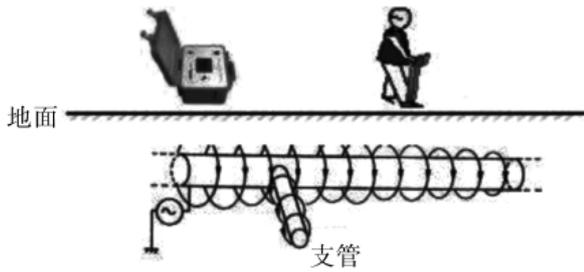


图1 RTK 地下管线测绘

3 RTK 地下管线测绘技术的优势

首先,运用 RTK 技术开展地下管线测绘工作可以确保良好的精确度,而且测绘模式更加简单易操作。在平面位置和高程位置上,接收机标称精度分别为 $1\text{cm} \pm 1\text{ppm}$ 和 $2\text{cm} \pm 1\text{ppm}$,能够满足当前标准要求,为地下管线布局状况的分析评估和决策提供可靠数据。同时,精度均匀性特征较强,因此可以防止累积误差对最终的测绘结果产生干扰。在传统工作模式下,全站仪测量方法的应用较多,平面中误差和高程中误差分别在 5cm 和 3cm 以内,可以看出 RTK 技术相较于传统模式而言更具精准性。同时,在传统模式下需要借助于地下管线测量平面控制网,而 RTK 技术则可以有效解决上述问题,通过获取坐标系和当地坐标的转换系统,可以获取坐标成果,整个过程更加便捷,降低了工作的难度。场地状况对于 RTK 技术的影响较小,尤其是在在通视状况不佳的情况下,也可以满足测绘工作的标准化要求^[2]。

其次,运用 RTK 技术能够降低劳动负担。在 RTK 系统的支持下,能够充分发挥各类数字化设备和计算机软件的作用,使整个测绘过程更具一体化和集成化。在采用全站仪实施测绘的过程中,需要依靠多名工作人员才能完成工作,而且在转站工作中的效率不高,严重影响了测绘工作的进度,而随着 RTK 技术的广泛应用,可以实现智能化及数字化测绘,通过合理设置流动站就能快速获取地管线数据信息。而且当前设备体积不断缩小,更加方便携带,对于劳动力资源的需求量降低^[3]。

最后,能够有效拓展测绘的范围。采用 RTK 技术时能够将测绘半径提升到 10km 左右,因此满足了大范围测绘的要求。特别是当前地下管线的长度不断扩增,而且涉及范围加大,只有发挥 RTK 技术的优势,才能在更大的区域内完成快速测绘。

4 RTK 地下管线测绘技术的应用措施

4.1 确定测量基点

测量基点的质量是决定 RTK 测绘结果质量的关键因素,因此在工作中应该做好规范化控制,以降低对数据精确性的影响。工作人员需要对测绘区域进行全面调查和分析,保障测量基点位置和数量达到测绘工作要求,尤其是在城市发展

速度加快的趋势下,对于测绘工作进度要求也更高,必须在地下管线测绘中提高工作效率,因此应该融合 RTK 技术和全站仪的优势实施测绘。结合当地地质状况、地形地貌和水文条件等设置基点,为数据采集奠定保障。数据接收装置的性能是决定基点数据采集效果的重要设备,应该确保有效连接 GPS 卫星,同时满足信号发射的要求,帮助测绘人员实时化获取基点数据信息^[4]。在对数据进行处理的过程中要使用专门的计算机软件,完成测量数据的录入和转换,通过坐标的形式体现区域内的管线状况,防止空间坐标存在较大的偏差。

4.2 运用行图根点

观测工作在地下管线测绘中也十分关键,尤其是对于重复观测的要求较高,通常情况下应该观测两次,以获得更加可靠的信息。为了降低观测中的误差,在实践中一般采用行图根点的方式,在相关规定中对于观测误差提出了明确的要求,通常不能超过 5cm ,只有确保数据信息达到误差控制标准后才能继续实施观测。点位失锁等问题在行图根点观测中较为常见,尤其是当前建筑物的数量逐渐增多,是影响观测工作的主要因素,造成信号传输受到限制,对测绘结果产生干扰^[5]。为此,应该对接收装置进行合理设置,以降低周围建筑物的影响,达到固锁要求后可以促进行图根点观测工作的顺利实施。

4.3 引入数字测绘系统

在现代化测绘工作当中,数字测绘系统的应用已经十分常见,可以有效发挥 RTK 技术的优势,在保障精度的前提下加快工作进度。尤其是在地下管线的普查工作中,数字测绘系统可以更加快速的采集管线信息并实施存储和传输,测绘数据也能够依托于可靠的计算机测绘软件转化为测图数据,帮助工作人员更加直观化的分析地下管线状况,获得更加完整和真实的信息。

在软件支持下,能够自动化生成相关报表,而且满足了工作人员的多元化编辑需求,促进了测绘领域的自动化及智能化发展。测绘人员依靠数字测绘系统,需要完成绘图资料的快速提取,构建可靠的测绘数据库,为后期计算工作提供支持。地下管线的编号数据库也可以根据信息的变化情况进行实时更新,确保各项属性数据和空间数据的可靠性,从而为城市化建设中的管线敷设工作和其他项目建设工作提供依据。

4.4 参数转换

通过各项数据的对比分析,可以发现 RTK 技术和 GPS 技术的优势特点,包括了边长、角度和高差等信息。在使用 RTK 技术实施地下管线测绘时,边长误差、高差误差分别在 8mm 和 9mm 以内,极限误差也不超过 15mm 和 20mm ,可以满足测绘工作的实际要求。在获得相关参数后应该尽快完成参数转换工作,可以运用 4 参数法和坐标校正法、7 参数法等实施转换,借助于 WGS-84 坐标系和 WGS-54 坐标

系可以达到转换要求^[6]。在得到坐标值后,在上述坐标系中完成录入并对其加以校正处理,转换参数则选择校正误差,更加有效地控制差分,一般不超过3cm。

4.5 注意事项

运用RTK技术开展地下管线测绘工作,需要充分发挥GPS技术的优势,以明确地线管线的具体位置信息,因此对于GPS技术的要求较高,自然环境因素会对测绘结果造成干扰,特别是区域内的地形地貌状况较差时,会导致定位失准的情况。为此,在应用RTK技术开展工作时,应该合理选择接收设备类型,确保在运行过程中能够更加高效地接收GPS信号。

5 RTK 地下管线测绘技术的精度影响因素及控制措施

5.1 影响因素

转换控制点会对测量任务范围产生影响,如果在测绘工作中没有确定控制点的具体位置,在测绘中超出相应的区域,则会导致结果中数据误差增大,无法反映目标区域内的地下管线分布状况。由于卫星数量不会固定,而且随着时间的推移,其位置也会发生改变,如果位置较差则会对基准站和流动站中信号的接收效果产生影响,这也是影响地下管线测绘精度的主要因素之一。在基准站全球定位卫星接收机的帮助下,可以通过射频波向流动站全球定位卫星接收机传输查验讯息,这是保障动态控制系统高效化运行的关键点,射频波信号的传输效果成了影响数据可靠性的主要因素^[7]。然而,由于在外界环境中存在较多的电磁干扰,因此会对数据链信号的传输造成限制,特别是当建筑物和树木较多时,容易造成信号失常的状况,系统可信度下降。

在参数转换处理过程中采用WGS284坐标系时,未能对参数转换的精度实施控制,因此导致载波相位差分技术的优势无法得到有效体现,测绘结果也无法正确反映地下管线的实际情况。三角架和中杆等,在流动站设置中的应用较多,采用中杆的方式时可以降低工作难度,然而精度控制效果较差;而采用三角架时会增加工作的难度,然而精度控制效果更好。如果在测绘中没有选择合适的流动站布置方式,也会对整体精度产生影响。在使用电源的过程中没有保障足够的电量,因此在信号接收过程中遇到阻碍。

5.2 控制措施

为了降低建筑物和树木等因素对测绘过程的干扰,创造良好的测绘环境,需要在较高的区域设置参考点,尤其是在设置发射设备时应该选择自然环境良好的位置,因此在工作中应该对过往测绘经验进行总结与分析,选择已知点进行设置可以降低工作的难度。在测绘工作中时间段的选取也十分关键,因此应该对星历预报进行全面分析,防止对几何图形

产生较大影响,以更多的卫星为依托实施测量。在观测中应该结合具体工作需求,延长观测时间,这是控制数据误差的有效方式,在工作中也需要全面检查天线设置状况,降低流动站对最终测绘结果的负面影响。此外,对于作业半径的合理设置,也有助于提高数据精度,一般不超过10km,定向天线的引入可以满足长距离测绘的要求,也可以设置中继站电台辅助工作,作业范围也会相应扩大。

在参数转换工作当中,需要对坐标实施校对,分析V残差值和H残差值的情况,将误差控制在合理范围之内,防止在转换过程中不规范而造成数据失准的情况^[8]。在录入数据的过程中,传统模式下对于人工操作的依赖性较强,因此会由于人员经验不足或者专业能力不高、疏忽大意等问题而出现错误。为此,应该引入先进的数字化技术实施录入,外业人员在获取数据后能够实时化完成录入工作,同时在数据检查和核对中更加高效。在设置电源的过程中,应该提供更多电池,保障电能供应的连续性。

6 结语

在地下管线的测绘工作中,RTK技术的应用已经较为成熟,具有高效性、便捷性、精确性等特点,可以获得更加可靠的测绘结果。在应用RTK测绘技术时,应该注重确定测量基点、运用行图根点、引入数字测绘系统和参数转换等环节技术要点的严格控制,以降低测绘数据中的误差。然而,测绘区域环境、卫星信号等因素会对其精度产生不同程度的影响,因此在实践工作中需要采取科学有效的精度控制措施,为数据使用人员提供可靠保障。

参考文献

- [1] 姜宗波,韦庆礼.RTK地下管线测绘技术应用与发展研究[J].粘接,2022,49(1):188-191.
- [2] 李远文.数字化技术在城市地下管线测量中的应用[J].智慧城市,2021,7(23):71-72.
- [3] 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.
- [4] 姚俊娜,鲁坤,王聪,等.RTK技术在地下金属管线测量工程中的应用[J].世界有色金属,2021(20):140-141.
- [5] 李娜,于森.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(7):82-83.
- [6] 杨立树,姚益峰,路佳.GPS RTK技术在地下金属管线控制测量中的应用研究[J].世界有色金属,2021(3):176-177.
- [7] 吴桦.RTK技术在地下管线测量工程中的应用[J].科技风,2021(3):104-105.
- [8] 李学良.地下管线测量工作中现代测绘技术的应用[J].中国高新科技,2019(22):96-98.