

RTK 技术在地下管线测量工程中运用分析

张明航

(怀远县规划建筑设计院有限责任公司, 安徽 怀远 233400)

【摘要】RTK 技术在诸多领域有所应用, 包括工程测量、土地测量等。在地下管线测量中, 应用 RTK 技术, 能够有效保证测量准确性, 促进相关项目顺利推进。为进一步发挥 RTK 技术在地下管线测量中的作用, 本文分析了从定位精准和工作效率两方面, 分析了 RTK 技术在地下管线测量工程中的运用优势, 重点从工作原理、测量设备、作业环境、测量过程、精度控制几方面, 研究了 RTK 技术在地下管线测量工程中的运用要点, 并结合实例验证分析 RTK 技术的测量过程, 希望能够对相关工作提供一定帮助。

【关键词】RTK 技术; GPS; 地下管线; 测量工程

引言: 随着城市化进程的不断推进, 建筑工程对地下管线测量工作提出更高的要求。地下管线探测工程, 是集合多学科为一体的综合性技术类型, 其中包含工程测量、计算机技术、通信工程等。在地下管线探测工程中, 地下管线测量占据重要地位。由于建筑工程的复杂性和长期性特点, 往往地下管线规划混乱、分布复杂, 且受不同区域地形地貌的影响, 管线复杂程度更是各不相同, 对测量工作造成一定难度。为提高地下管线测量精准度, 运用 RTK 技术展开测量工作发挥重要作用。

一、RTK 技术在地下管线测量工程中的运用优势

(一) 保证定位精准

在地下管线测量当中, RTK 技术的应用能够保证定位更加精准, 提高操作便捷性和稳定性。在实际施工过程中, RTK 技术作为一种动态实时监测技术, 对定位有着极高的需求, 以此才能更好地保证测量工程的定位精准性。传统测量工作中, 需要对测量设备进行多次搬运、尝试, 会产生不同程度的误差累积。而 RTK 技术可以有效避免误差问题, 在应用前, 就保证平面测量的高度精准性。在测量工程中, 利用 RTK 技术, 可以减少误差产生。同时, RTK 技术在应用期间, 还具有较高的自动化水平, 流动站可利用其中的附加软件, 实时掌握运行情况, 减少人工参与压力, 不需人工辅助, 就可实现高精度的测量工作, 减少测量误差。在此过程中, 即便测绘基站无设施, 也可实现坐标放样、移动测量等工作, 且保证相关测量数据输入准确性、处理精准性^[1]。

(二) 提高工作效率

RTK 技术在应用过程中, 可实现全方位动态监控。在进行野外测量过程中, RTK 技术能够保证厘米级精准度, 且测绘数字化和自动化水平不断提高,

整个测量过程效率不断提升。在一般地形条件下, 利用 RTK 技术, 可以通过 RTK 设站, 高效、精准地一次性完成该范围内的测量工作。相较于传统测量方法而言, RTK 技术的应用, 可以有效减少测量仪器的使用频率, 减少控制点数量。在实际工程操作过程中, 只需要在每个放样点停留短时间, 就可以进行测量工作, 整体工作过程较为便捷, 工作效率明确提高。

二、RTK 技术在地下管线测量工程中的运用要点

(一) 工作原理

RTK 技术在实际使用实践中, 属于一个以载波相位观测值为基准的移动位置技术, 能够在即时掌握坐标系当中, 观察点的三维位置状态时, 其精确度甚至能够到达 cm 量级。利用 RTK 技术, 就可以利用数据链, 把所探测到的资料与数据连同所探测位置上的坐标数据, 由基准站运输至流动站当中。流动站接收基准站发出的相关数据信息, 同时还会进一步收集 GPS 观测数据, 在相应系统内部, 处理数据信息, cm 级别精度的标定结果。在实际使用过程中, 流动站既有停止状态又有正常运行状态。流动站和基准站之间的接收器可同步地对 GPS 等卫星导航位置信息进行检测, 并使用基准站接收器, 对其所获取的测量点已知信息, 与三维定位信息进行对比研究, 从而判断出 GPS 位置信息的调整要求, 并确定将数据调整至。通过调整值和校正状态后, 由接收机进一步确定测量的实时位置信息, 准确定位测量区域, 实时动态监管位置信息, 保证测量的精准性。

(二) 测量设备

地下管线测量工程中, RTK 技术一般使用于基准站和流动站等装置。其中, 基准站设备主要包含了 GPS 等信号接收器和天线装置, 通过接受 GPS 等卫星

信息,以获取现场的三维坐标值;无线电发送装置,包括通讯设备、短距电台、无线收发天线等,用来发送基站的无线信息;以及电子手簿,用于设置电台、基准站等相关设备参数。流动站,主要包括天线设备和GPS信号接收机,用来接收GPS卫星信号,获取三维坐标值;天线设备和无线电接收电台,用来接收基准站电台所发射的无线电信号;电子手簿,用来设置电台相关参数和调整校对流动站参数,控制各项测量工作的开展^[2]。

(三) 作业环境

RTK技术在地下管线测量工程应用期间,流动站对作业环境要求较高,需尽量避开高压线下、通信线下、草丛或楼群等较为密集的区域使用。同时,只有在同时接收5颗卫星时,才可使用流动站。由于基准站与流动站之间的距离,会在一定程度上影响RTK技术操作稳定性,影响测量结果精准度,一般来说,二者之间的距离越大,操作稳定性就越弱,测量结果精准度也就越低,所以,最好在作业环境下,缩小作业范围,将作业半径控制在5km以下,以此提高技术精度。

(四) 测量过程

(1) 基准站设置

在选择了合适的流动站作业环境后,要合理设置基准站。首先,选择无障碍区域,位于GPS天线平面15度倾斜角位置设置基准站,确保基准站所处区域视野开阔,不存在高大建筑等遮挡。在设置基准线时,应尽量远离辐射源,如微波站、高压线等,避免出现阻挡或干扰信号等问题,影响测量的顺利进行。一般来说,基准站的设置采用两种方式,其一为在已知点设置,其二则在未知点设置。相比较而言,在未知点上设置基准站更加灵活,且可以随时在测量过程中,结合地形条件、外界环境等因素,调整合适的设置未知。所以,通常在实际操作中,会选择将基准点设置在符合要求的未知点上。

(2) 参数转换

RTK技术在地下管线测量中,一般获取坐标为WGS-84,按照相关技术标准规定,WGS-84坐标转换必须要转换为与当地平面坐标相一致的坐标,所以,在测量过程中,需进行参数转换工作。一般来说,参数转换利用七参数方法,在坐标转换的过程中,确保平面控制点全面覆盖探测区域,并在其上方均匀分布,一般最少要保证有3个平面控制点,以此确保高程控制点达到4个以上^[3]。若在参数转换过程中,出现了超过4个公共点的情况,那就证明转换过程出现了残差,需要利用平差系统线性模式,对残差和观测误差之间的情况进行描述和分析。

(3) 管线点测量

运用RTK技术进行地下管线测量过程中,应尽量在超于5颗卫星时进行,且尽量选择较好的卫星时段开展相关工作。每次测量都重复两次,保证平面较差和高差较差低于5cm。若平面较差和高差较差超过5cm,则需重新进行测量工作。在测量过程中,既要RTK技术测量期间获得的三维坐标成果记录,还需要详细记录所观察的原始数据。对于工程当中,不符合RTK技术要求的地下管线,在数据收集处理过程中,可利用RTK技术测量模型,建立对应的图根控制点,使用全站仪,采集各碎部点数据信息。在此过程中,需要重点注意图根点的布置需以点组形式进行,确保每组有2个图根点,以此保证全站仪测站效果,实现定向检查。

(五) 精度控制

由于RTK技术在应用过程中,容易受环境等因素的干扰,因此,为保证其在地下管线测量工程中的应用效果,提高测量精准度,应重点注意以下几方面问题:

1. 条件合适的情况下,选择RTK技术能够获得较好的测量效果,但若是条件有限,那么可以在特定的位置,基于RTK技术,布设图根级控制点,以此为全站仪提供辅助,结合全站仪与RTK技术,充分发挥各自作用,实现高精度测量。

2. 若在测量中,出现RTK失锁的问题,需对其初始化设定,并在初始化后,科学校核临近已知点。对于失锁较为频繁的区域,可借助全站仪,对物探点进行收集,采集相关数据信息。

3. 在利用RTK技术测量过程中,控制点加密处理,应当保证其高程控制数据的精准度,合理选择流动站位置和基准站位置。正常情况下,要保证自然条件高于物探点采集,尽可能多地校验周边已知点,利用合理处理方式,对不合理数据进行剔除,减少误差。

4. 图根控制加密过程,一般尽可能使用双基站,以此可有效减少RTK技术在应用过程中对流层的影响,避免出现随机偶然误差问题,通过此设置,减少基准站对RTK系统误差的不良影响。

5. RTK参数转换设置过程,尽量选择七参数方法,以此保证结果准确性和可靠性。

6. RTK技术应用的整个作业范围,应当利用全站仪进行全方位检测,并由RTK技术检查全站仪探测的区域,提高校验质量,通过对比分析,提高测量精度。

三、RTK技术在地下管线测量工程中的运用实例分析

(一) 工程概况

某城市地下管线探测工程,位于地势相对平坦的区域。该工程施工区域道路宽阔,两旁没有密集的高

层建筑,两侧有大部分空地,且建筑物与道路之间的树木不会实现视野范围。利用 RTK 技术进行地下管线测量工作,不需要考虑过多影响因素,但该工程工期紧张,工作量较大,只有提高测量效率,才能更好地完成施工任务。基于此,施工单位选择使用 RTK 技术配合全站仪,共同进行地下管线测量工作。

(二) 参数转换

在应用 RTK 技术进行测量的过程中,还需要进行坐标系转换。一般来说,使用 RTK 技术测量地下管线,通常采用七参数法、四参数法和坐标校正法转换坐标系。在该测量过程中,使用坐标校正法进行参数转换工作。在测量范围内,存在 5 个已知控制点,使用 RTK 移动站,接入 CORS 参考站,开展测量工作,此过程不需进行参数校正环节。通过这种测量方式,获得固定解,将这五个点的 WGS-84 坐标系全部记录下来,使用 RTK 电子手簿,对所提供的已知点坐标进行校正,同时校正 WGS-84 坐标系,进而确定转换参数,控制各点之间的残差分量小于 3cm。

(三) 管线点测量

管线点测量中,首先进行外业测量工作。利用 RTK 技术,进行地下管线测量,首先掌握管线点的三维位置,并保持观测采样率在 3s 以内,控制测量历元素高于 5。确保 GPS 接收机在稳定情况下正常工作,并在检测任务完成的过程中,设有强制正中杆,以保证定位瞬间效果。对于 RTK 技术检测的管线点位置,要保证其位置坐标符合管线点位检测精度的有关要求规定。然后,再进行图根点测试。图根点测量过程中,应注意对同一观测点反复测量两次,求取两次测量的平均值,严格控制每次测量的误差在 3cm 以内,以此确保图根点精度达到工程施工要求。在测量过程中,针对出现了点位失锁的问题,要做好重新测量工作,直到固定解位置确定为止。在测量过程中,由于存在部分控制点四周有较多的障碍物,信号传输质量相对较弱,坐标解确定难度相对较大,所以适当将接收机向现场附近移动,以此更快速地得到固定解,在此之后,再缓慢移动接收机返回至原本固定位置,在相应点位进行继续测量工作^[4]。

(四) 精度分析

为确保该城市地下管线测量中,RTK 技术的稳定性和精确度,对其进行科学的精度分析工作。该测量中,使用测距精度 2mm+2ppm 和测角精度 2s 的全站仪,对管线点坐标和部分相邻的图根点距离进行再次测量,重新校验。通过重新测量发现,其中的最大点位误差为 6cm,点位中误差平均在 2.5cm,最大高程误差为 7cm,高程中误差平均在 2.6cm。通过分析发现,其中高程测量结果精度在 5cm 内,满足规定要求。

边长中误差在 0.9cm,最大误差为 1.8cm,也在测量精度标准范围内,由此可见,该工程测量精度达到了规定要求。

(五) 注意要点

在该地下管线测量工程进行的过程中,RTK 技术操作基于 GPS 定位技术实施,必须确保在此过程中,动态跟踪 GPS 卫星,保证跟踪符合要求的卫星数目。在测量过程中,尽量在地势较高或相对开阔的位置设置测量点。由于 RTK 技术在测量期间,产生的误差要高于静态 GPS 误差,存在着数据链接传输等误差问题,所以,为了进一步提高测量结果的精准度和可靠性,还必须验证 RTK 技术测量结果。在测量过程中,还需保证随时关注电台信号的接收情况,保证采集和接收数据信息的准确性,避免影响测量结果的精度^[5]。此外,由于 RTK 技术测量精准度、稳定性都比如全站仪,且其在操作过程中,容易受数据链传输、卫星等多方面因素的影响,因此,在使用 RTK 技术测量地下管线的过程中,应尽量多的设置控制点,以此作为 RTK 技术测量结果检验的重要条件。在运输 RTK 系统设备时,还务必做好保护措施,避免造成碰撞等损伤,保证测量精度,延长设备使用期限。

结论:综上所述,在地下管线测量工程当中,RTK 技术有着明显的操作便捷、精确度高、观测时间短、实时定位等优势特征。将 RTK 技术合理应用于地下管线测量工作中,能够有效降低人工工作压力,提高测量精度和效率。在应用 RTK 技术测量地下管线时,工作人员应根据实际工程情况和要求,注意选择合适的测量点,严格把控测量中的各个环节,做好测量精度的控制,确保 RTK 技术应用的精准度和可靠性,保证地下管线测量结果的有效性。

参考文献:

- [1] 刘建祥.RTK 技术在城市地下管线测量中的应用[J].工程技术研究,2023,8(07):63-65.
- [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] 廖银.RTK 技术在地下管线测量工程中的应用研究[J].信息系统工程,2022,(02):61-64.
- [4] 姚俊娜,鲁坤,王聪.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] 吴桦.RTK 技术在地下管线测量工程中的应用[J].科技风,2021,(03):104-105.

作者简介:张明航(1978—)男,安徽省蚌埠市怀远县,本科,工程师,研究方向:测绘。