

GPS RTK 测量技术在高压输电线路勘测工程中的应用

谭吉学

(辽宁省第二测绘院, 辽宁 沈阳 110034)

摘要 GPS RTK 测量技术具有快捷、精确、操作简便等特点,特别是其定位、定线功能显示出了较强的优势。因此,被广泛地应用在高压输电线路勘测中。本文介绍了 RTK 工作原理以及定位、定线的勘测方法、断面图的生成过程,经常遇到的问题及其注意事项。

关键词 RTK 技术 定位 定线 断面图 测量 应用

中图分类号:P228.4 文献标识码:B 文章编号:1672-4097(2005)05-0028-03

1 引言

近年来 GPS RTK 测量技术在高压输电线路勘测工程中得到了广泛的应用,可完成线路勘测工程中的测图、定位、定线等多种工作。然而 RTK 的测量技术还存在一定的局限性,比如信号遮挡、强磁场干扰、超远距离、超大高差等因素都对测量质量有一定的影响。在高压输电线路勘测工程的生产实践中,总结出了 RTK 技术应用的一些作业方法和经验,现围绕 RTK 的工作原理和使用过程,将其在高压输电线路工程中的应用情况简单介绍如下。

2 RTK 适用条件及其数据链的传输特性

2.1 RTK 正常工作应该满足的条件

要想保证 RTK 能够正常工作应该满足以下三个基本条件,第一,基准站和流动站能够同时接收到 5 颗以上 GPS 卫星信号。第二,基准站和流动站能够同时接收到卫星信号和基准站发出的差分信号。第三,基准站和流动站还要连续接收 GPS 卫星信号和基准站发出的差分信号。即流动站在搬站过程中不能关机,不能失锁。否则 RTK 须重新初始化。

2.2 RTK 连续快速获得固定解的条件

要想使 RTK 连续快速地获得固定解,就必须把 RTK 基准站的信息及观测数据连续、可靠、快速地发送到流动站,并与流动站的观测数据进行实时处理。利用数据实时传输系统,流动站可以随时调阅基准站的工作状态和相关信息。在整周模糊度解算出以后,即可进行实时处理,只要保证锁定五颗以上的卫星,并具有足够的几何图形强度,就能随时给出厘米级的点位精度。

2.3 数据链的传输特性

数据链传输的高可靠性和强抗干扰性主要受地形、地势的影响。目前,在测绘领域应用的 RTK 系

统,都采用 UHF 电台播发差分信号。超短波(UHF)是沿地球表面绕射传播的,若基准站的发射天线和流动站的接收天线均没有足够的高度,电磁波在传播过程中就会不断被地面吸收而迅速衰减,严重地限制了 RTK 的有效工作半径;若基准站的发射天线和流动站的接收天线均有一定的高度且在直视距离内,超短波将以直线波和地面反射波组成的相干传播方式传播,使 RTK 的有效工作半径大大增强。

如果基准站的发射天线和流动站的接收天线由于障碍物阻隔不在直视距离内时,情况就较为复杂。在城镇的密楼区,基准站的发射天线和流动站的接收天线在不能直接通视时,主要靠反射波取得改正数据,这样,RTK 的有效作业半径就会很小,有时只有几百米。在野外,如果障碍物是树林等电磁波可以有效穿透的物体,数据链可正常传输;如果障碍物是较低的山体,流动站的接收天线可能接收到从障碍山体绕射过来的电磁波和从旁边较高山体反射过来的电磁波,这样 RTK 能正常工作;如果障碍物是很高的山体,电磁波的绕射和反射性能不发挥作用,则 RTK 不能正常工作。

3 GPS RTK 技术在线路勘测工程中的应用

3.1 测绘中小比例尺地形图

高压输电线路的选线设计通常都是在 1:1 万或 1:5 万地形图以及 1:5 千比例尺带状地形图上进行的。对于这些中小比例尺地形图,如采用航测方法成图,首先要进行航空摄影,然后建立控制网,再进行相片控制测量和外业调绘等工作,在野外采集控制数据和调绘信息,最后把这些信息拿到内业利用全数字摄影测量工作站进行测绘和编辑,便可绘制成所需的中小比例尺地形图。采用这种方法成图受外界干扰因素较多,通常受到空域审批和天气条件的限制,再加上工作步骤繁多,在一个成图

周期内往往要花费较长的时间。如采用工测方法成图,应用 GPS RTK 动态测量技术,只需在野外采集碎部点的数据和其属性信息,在现场即可编辑成图,这种方法采集速度快,工作方法简便,可大大降低测图的难度,既省时又省力。以上两种测图方法各有不同的优势,对于 100 km 以上的线路,通常采用航测方法成图,对于 100 km 以下的线路,通常应用 GPS RTK 动态测量技术,采用工测方法成图。

3.2 定位测量和定线测量

绘制中小比例尺地形图后,设计人员便可在地形图上确定高压输电线路的走向,选定带状线路并初步确定转角塔的位置。然后勘测人员依据设计人员提供的塔位坐标,通过以下步骤进行定位和定线测量。

3.2.1 求解坐标转换参数 为了使控制点成果适用于统一的独立坐标系统,对于一定区域内的高压输电线路测量,通常利用以往的控制点成果求取“区域性”的转换参数。每次测量前总要先对测区进行点校正(WGS84 地心坐标与独立坐标间的转换),即测前应在测区边沿选择三个分布均匀的控制点进行点校正,求解坐标转换参数。基准站的 WGS84 坐标的获得方法有两种:第一,直接求取法,即利用已有的静态数据,将控制点的 WGS84 坐标和地方坐标直接输入手簿进行求取;第二,点位采集法,即将仪器架设在基准站上,直接从手簿中读取基准站的 WGS84 坐标,然后将流动站安置于控制点上采集 WGS84 坐标。测量时应将校正参数记录在笔记本上,以其它已知控制点作为检核,当检核精度满足拟测量等级时,方可开始正常作业。

3.2.2 定位测量 勘测人员依据设计人员提供的塔位坐标,使用 RTK 的定位功能,将塔位点的坐标输入 GPS 手簿中,系统就会确定出塔位的实际位置。采用这种方法测量,可直接查看观测手簿上的收敛值来确定放样点的定位精度。当达到要求的点位精度时,即可停止观测,将点位坐标存入相应的存储单元。在无干扰的测区,当仪器锁定 5 颗以上卫星时,在 5 秒钟内 RTK 测量即获得固定解,手簿显示的收敛值一般在 2 cm 以内。此时的收敛值真实地反映了天线中心测量的内符合精度。当测区存在一些干扰源,或因遮挡等原因影响电台通讯效果时,从手簿上可以看出其收敛速度很慢,RTK 测量一般需要几十秒甚至几分钟才能求得固定解,此时的收敛值通常在 2~8 cm 之间,并且可能存在伪值,有时测量误差可能达到几十厘米甚至几米。这时,要慎重对待采集的数据,最好重置整周模糊度,应用重复采集数据的方法来检核观测质量,或

用另一台流动站重复采集数据来判定观测质量,从而进一步确认定位点的可靠性。

3.2.3 定线测量 勘测人员依据设计人员提供的塔位坐标,使用 RTK 的定线功能,将相邻两个转角塔的坐标输入 GPS 手簿中建立一条基准线,系统就会在手簿的屏幕上显示一个单位圆和所确定的那条主线,并实时给出流动站的实际位置相距主线的距离和偏离主线的角度,从而引导流动站靠近主线,当流动站与主线重合时,便可依据现场的实际情况确定两个转角塔之间的直线塔的位置,并测定其平面坐标和高程,按编码存储到相应的单元中。重复上述方法便可确定出两个转角塔之间在直线上的其它点位。

3.3 断面图测量和风偏点测量

现以姜承线 500 kv 高压输电线路为例说明断面图的测量过程。

3.3.1 采集野外数据信息 启动 RTK 的定线功能,输入一个耐张段内两个转角塔的坐标,然后按照 GPS 手簿上的引导找准中线点的位置,根据地形地貌和跨越地物的实际情况,沿中线每隔一定距离采集一个中线点的信息,采集信息点一般间隔为 20~50 m。将采集到的信息按编码存储到 GPS 手簿相应的存储单元中。如遇到铁路、公路、电信线路和房屋等交差跨越时,要准确测出交差点点的三维坐标并记录跨越点相距起始点的距离等信息。在线路中线左右 50 m 的范围内,如有危险点还要同时采集危险点的三维坐标等信息。

3.3.2 内业编辑生成断面图 启动《SLCAD 架空送电线路平断面处理系统》,把在野外采集到的信息从 GPS 手簿调入到计算机中,然后将计算机内存中的数据信息读入到系统的表单中,通过编辑整理便可生成断面图。输入数据的方法有三种:第一,手工输入法,即将野外采集的原始数据信息,通过即输即现或批量输入等方式输入到计算机中;第二,表单输入法,该方法可以批量输入测量原始数据;第三,直接导入法,即通过 GPS 手簿和计算机的数据连接线,将野外采集的原始数据信息直接读到计算机内存的表单中。这三种方法中,手工输入法,费时费力还容易出现输入错误,因此,在较大的电力工程中一般不宜采用,通常采用表单输入法或直接导入法,这两种方法可批量处理数据,自动化程度高。

5 作业过程中应注意的问题

尽管 RTK 的测量技术有很多优点,但它的使用也存在一定的局限性,在高压输电线路测量过程

中应注意以下几个问题。

5.1 使用 RTK 时应注意的问题

5.1.1 作业前应将仪器进行一次总复位,以确保仪器工作状态最佳。

5.1.2 把基准站布设在 RTK 有效测区中央最高的控制点上,增加基准站和流动站天线的架设高度,以提高数据链的传输速度延长传输距离,保证成果精度。

5.1.3 基准站与流动站之间的距离不宜太远,应控制在能够满足“电磁波通视”的范围内,在山区一般控制在 5 km 以内,特别是在有信号干扰或有信号遮挡的情况下,还应适当缩短基准站与流动站之间的距离,或使用高增益天线及高灵敏度接收机。

5.1.4 基准站的卫星截止高度角应设置在 10 度以上。

5.1.5 选定基准站时应避开强磁场的干扰。如:高压线、微波塔、雷达和磁铁矿等。

5.1.6 第一次设置基准站或重新设置基准站后,应联测一个已知点进行检核。

5.2 施测过程中应注意的问题

5.2.1 在整段线路中,必须保证基准站 WGS84 坐标系统和控制点所对应的 WGS84 坐标系统相一致,每次测量前都应认真核对 7 参数,以确保本测区参数的唯一性。

5.2.2 在点采集作业前,要检查已知点的可靠性,准确无误后方可进行施测。

5.2.3 在塔位和中继站的定位测量时,应在天线对中杆的气泡准确居中时存储点位坐标,并且要增加测回数,对两组成果进行比较,较差小于 2 cm 的取中数使用,大于 2 cm 的应返工重测,以保证点位的测量精度。

5.2.4 在定线测量时,应选择可能架设直线塔的特征地物点进行采集,同时要留好方向桩,以便于施工时复测和定位。当改变耐张段时,要在流动站

的手簿上重新输入两个端点的坐标,按照新的定线引导进行定线测量。

5.2.5 在断面图测量时,要验证输入的两个端点坐标是否正确,准确无误后方可采集中线点的坐标,同时要注意在有效范围内的特征地物点、交差跨越点和危险点的采集。对于采集的数据信息都要按数据编码存储到 GPS 的手簿中。

6 结束语

通过姜承线 500 kv 高压输电线路的测量过程,得到如下体会:

6.1 GPS RTK 测量技术在高压输电线路勘测中的应用,基本实现了数据信息处理的自动化、智能化,能进一步提高测量作业效率,大大降低了劳动强度,节省了测量费用,使勘测工作变得更加容易。

6.2 应用 RTK 技术进行施测,其观测质量主要受观测时卫星的空间分布、卫星信号质量和电台通讯质量的影响。因此,在山区作业时,选择最佳观测时段观测,选择功能强大、电台通讯距离较远的机型观测效果较好。

6.3 断面图的生成,应用《SLCAD 架空送电线路平断面处理系统》,采用表单法和直接导入法传输数据信息,避免了手工输入的繁杂性和不准确性,只需在表单中进行简单编辑便可生成断面图。自动化程度较高,同时降低了内业人员的劳动强度,提高了断面图的编辑效率。

参考文献

- 1 周忠谟, GPS 卫星测量原理与应用(修订版)[M]. 北京:测绘出版社. 2004
- 2 姜晨光,等. GPS RTK 系统通讯效果的测试与研究[J]. 勘察科学技术. 2001,6
- 3 宋秉红,等. RTK 技术在城市测量中的应用[J]. 测绘通报. 2005,2

The Application of GPS RTK Surveying Technology in the High — Voltage Electric Transmission Line Engineering

Tan Jixue

(The Second Surveying and Mapping Institute of LiaoNing Province, Shenyang 110034)

Abstract GPS RTK surveying technology has the characteristics of speed, high precision, easy manipulation, especially displays strong predominance in the functions of locating and alignment, so it can be used in the high — voltage electric transmission line reconnaissance. This paper introduces the work principle of RTK, the reconnaissance method of locating and alignment, the generative process of sectional drawing, the problems meet frequently and matters need attention.

Key words RTK technology locating alignment sectional drawing surveying application