

徠卡测量新技术应用专栏

GPS RTK 技术在地籍测量中的应用

广西师范学院 韩世静

中国冶金地质总局中南局南宁地质调查所 苗书锋

一、概述

地籍测量常规的作业方法是先采用全站仪导线测量布设控制点,然后进行碎部测量。但这种方法由于经常受到起算控制点密度、测站间的通视条件等因素的影响,不仅会耗费大量的人力和资金,而且会影响工程质量和进度。近些年来,随着 GPS RTK 技术的进步,它已经广泛应用到测绘项目中。此外 GPS RTK 技术具有定位精度高、布点灵活、观测时间短、测站间无需通视、操作简便及全天候作业等优点,并显著提高了工作效率和经济效益,因此 GPS RTK 技术被广泛地应用在地籍测量项目中。

二、GPS RTK 的基本原理

1. GPS RTK 技术工作原理

GPS 实时动态测量(real time kinematic, RTK)是一种基于高精度载波相位观测值的实时动态差分定位技术。它利用 2 台以上的 GPS 接收机同时接收卫星信号,其中一台设置在已知点上作为基准站,并将基准站坐标、高程、坐标系转换参数、水准面拟合参数等输入 GPS 手簿,其他的 GPS 接收机则设置为流动站。基准站与流动站要同时跟踪至少 5 颗以上的卫星,然后基准站将接收的卫星信号通过基准电台发送到流动站,而流动站则将采集到的观测数据与基准站发来的信号传输到控制手簿,组成差分观测值,进行实时差分处理,实时得到本站的坐标和高程及其实测精度,并随时将实测精度和预设精度指标进行比较。当实测精度达到预设精度指标时,手簿将提示测量人员是否接受该成果,如接受,手簿则将测得的坐标、高程及精度同时记进手簿。

2. 坐标转换参数的求解

转换参数的求解是 RTK 动态测量的基础,其精度直接影响 RTK 测量精度,所以选取转换参数时要注意如下两个方面:① 测区外围要有一定数量的高等级并经过水准联测的控制点,所选公共点不要远离测区并要均匀分布在测区周围,尽量把 RTK 的基

准站布设在 RTK 有效测区中央最高的控制点上;② 为提高转化精度,通常要联测尽可能多的已知点,并利用最小二乘法求解转换参数。应用控制点求解转换参数时,可以有不同的作业方式:① 基准站位于已知点上时,将多个已知点的地心坐标与相应的当地坐标输入电子手簿中,实地虚拟联测,解算出转换参数;② 基准站架设在已知点或未知点上时,流动站依次测量各已知点的地心坐标,将各已知点所对应的当地坐标系的平面坐标和高程输入手簿中计算转换参数,淘汰残差比较大的已知点,从而解算出两套坐标系之间的转换参数。

3. 徠卡 Viva GNSS

徠卡 Viva GS15 GNSS 接收机是徠卡公司 2010 年在我国市场上推出的一款全新的产品,是测量行业首款第三代 GNSS 接收机,并支持北斗卫星系统。该仪器采用模块化设计,通信模块内置在主机中,用户自己可以进行更换,如将电台模块换成 GPRS 模块等;主机内置了电台天线和 GPRS 天线,是测量仪器行业首创的,可不接外接天线就可以使用;本仪器还采用了全新的外业软件,界面非常的直观和时尚,没有太多的专业术语,以菜单引导,使用起来非常简单。徠卡 Viva GS15 还具有测量行业最高的初始化可靠性(-99.99%),极高的 RTK 测量精度静态,RTK 测量平面精度为 $\pm(10\text{ mm} + 1 \times 10^{-6}D)$;RTK 测量高程精度为以及 $\pm(20\text{ mm} + 1 \times 10^{-6}D)$ 。由于地籍测量对精度和可靠性要求较高,因此徠卡 Viva GS15 能很好地满足要求。

三、案例分析

以襄阳市区地籍测量为例。本次所需测量的土地总面积约 26 km²,且权属关系复杂,权属界址点数量大。为按时保质完成此次测量任务,经过分析研究,部分观测条件合适的地区采用 GPS RTK 技术进行本工程图根测量及细部测量。首级控制是以国土资源局提供的四等 GPS 控制点为起算依据,在测区内以载波静态相对定位技术布设一级 GPS 控制网点,点与点之间都能满足 1 或 2 个以上方向通

视。此次测量中使用的仪器是徕卡 Viva GS15。

1. 控制测量

(1) 转换参数的求解

架设好基准站后,先选择测区内及外围的6个一级GPS点(高程已知,四等水准精度)作为公共点,然后通过GPS RTK流动站观测,并利用随机软件计算地心坐标系(WGS-84)与当地坐标系的坐标转换参数和高程拟合参数。参数解算完成后,检测3个已知点,对比后发现检查点观测坐标与已知坐标之差最大值小于 ± 2 cm,从而说明转换参数的计算是正确的。

(2) 图根控制测量

求解出转换参数后,用流动站在图根点上进行观测。每次观测时,记录当前的观测结果,同时输入点名和天线高。对每个图根点,采用不同时段进行两次观测。外业结束后将观测结果导入Microsoft Excel电子表格中,计算两次观测值的坐标较差。本项目共施测RTK图根点1007个,其中11个点的坐标较差超限,再施测第三次进行比较,舍去较差大的那个观测值。经过比较,最大值为 ± 2.822 cm,最小值为0 cm。由于两次观测采用了不同基准站,观测条件不相同,两次观测结果可看作为独立双观测值,因此点位观测中误差为: $M_p = \pm \sqrt{[\Delta\Delta]/n} = \pm 1.73$ cm;同样对两次观测的高程差数据进行统计计算,得出高程观测值较差中误差为 ± 1.61 cm。由此可见,用RTK进行图根控制测量,无论是平面精度还是高程精度都能很好地满足规范要求。

2. 地籍图测绘

地籍测量是为了获取和表达地籍信息所进行的测绘工作。其基本内容是测定土地及其附着物的权属、位置、数量、质量和利用状况等。《城镇地籍调查规程》(TD 1001—93)中对界址点精度的规定为:城镇街坊外围界址点及街坊内明显的界址点间距允许误差为 ± 10 cm;城镇街坊内部隐蔽界址点及村庄内部界址点间距允许误差为 ± 15 cm。而RTK能在野外实时得到厘米级的定位结果,所以在一定的条件下,可以利用RTK进行地形、地籍的碎

部测量来代替常规的数字测图。

野外测绘时,一人架设好基准站后,可同时将若干台GPS流动站接收机分别进行碎部点测量。RTK的采集速度非常快,由于初始化速度快(小于30 s),并且在线运动过程中始终有固定解,每个碎部点采集时间一般不超过5 s,因此可以充分发挥RTK快速高精度定位的优势,大大提高了工作效率。野外结束后将数据以“点名,X坐标,Y坐标,高程”的形式存入电脑,并使用图形处理软件对其进行编辑处理,最终生成数字化地形、地籍图。

四、结 论

GPS RTK能快速、准确地测定图根点、碎部点的坐标和高程,实时提供精度可达厘米级经检核的三维坐标,为本工程如期完工提供了有力保障。为了提高测量的精度和效率,经实践证明,以下几个方面需要引起重视。

1) 基准站位置的选择非常重要,它将直接影响到流动站的施测精度和测量速度。基准站应尽量架设在开阔无遮挡的高处,四周100 m内无大的电磁波辐射源(如微波塔、高压线、雷达装置),以免影响卫星信号的接收。

2) 应根据测区的实际情况选择合适的坐标转换参数求解方法,求转换参数时测区外围要有3个以上的高等级并有经过水准联测的控制点,且分布要均匀。

3) 流动站在测量时,圆气泡必须严格居中,因为RTK固定解是在稳定收敛至毫米级后,开始记录和储存的。在实际操作中,RTK施测图根控制点时可用三脚架对中整平来提高对中精度,并采用平滑采集模式取平均值进一步提高观测精度。

4) 在个别高大建筑物或建筑稠密地区,GPS会出现盲区,影响碎部测量精度和速度,不可勉强作业。可以使用徕卡隐蔽点测量方案来进行测量,或者采用RTK增补图根控制点,配合全站仪进行测量。