

GPS RTK 技术在数字化图根控制测量中的应用

王治军

(益阳市国土资源规划设计测绘院,湖南 益阳 413000)

摘要: GPS RTK 技术在数字化图根控制测量中的应用,与传统控制测量比较,GPS RTK 测量作业效率高,定位精度高,数据安全可靠,作业不受通视条件影响、单站测量控制范围广、操作简单,能有效减少因地形复杂带来的繁重工作量,显现出 RTK 的作业优势。

关键词: RTK 技术;图根控制测量网;基准站;流动站;中继站

中图分类号: P228.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-5867(2011)05-0135-03

The Application of GPS RTK Technique in Digital Mapping Control Surveying

WANG Zhi-jun

(Yiyang Land Resources Planning and Design Surveying and Mapping Institute, Yiyang 413000, China)

Abstract: This paper introduced the application of GPS RTK technique in digital mapping control surveying. Compared to traditional control surveying, GPS RTK technique has the advantages of high working efficiency, high positioning accuracy, secure and reliable data, not influenced by sighting condition, wide controlling area by individual station, simple manipulation, and reduction of heavy working load caused by complex terrain.

Key words: RTK technology; mapping control surveying; reference station; moving station; relay station

0 引言

随着卫星定位技术的快速发展,人们对快速高精度位置信息的需求也日益强烈。而目前使用最为广泛的快速高精度定位技术就是 RTK(实时动态定位: Real Time Kinematic),RTK 技术的关键在于使用了 GPS 的载波相位观测量,并利用了参考站和流动站之间观测误差的空间相关性,通过差分的方式除去流动站观测数据中的大部分误差,从而实现高精度(分米甚至厘米级)的定位。它的出现为工程放样、地形测图,各种控制测量带来了新曙光,极大地提高了外业作业效率。

1 RTK 系统的组成

RTK(Real Time Kinematic)实时动态测量技术,是以载波相位观测为根据的实时差分 GPS 技术,它是测量技术发展里程中的一个突破,RTK 系统由一个基准站、若干个流动站及无线电通讯系统三部分组成。基准站包括 GPS 接收机、GPS 天线、无线电通讯发射系统、供 GPS 接收机和无线电台使用的电源及基准站控制器等部分。流

动站由以下几个部分组成:GPS 接收机、GPS 天线、对中杆、无线电通讯接收系统、供 GPS 接收机和无线电使用的电源及流动站控制器等部分。

2 GPS RTK 测量

2.1 基准站的观测点位选择和系统设置

1) 基准站的观测点位选择

GPS RTK 定位的数据处理过程是基准站和流动站之间的单基线处理过程,基准站和流动站的观测数据质量好坏、无线电的信号传播质量好坏对定位结果的影响很大。野外工作时,测站位置的选择对观测数据质量、无线电传播影响很大。但是,流动站作业点只能由工作任务决定观测地点,所以基准站位置的选择非常重要。

2) 基准站的系统设置

基准站的设置包括:建立项目和坐标系统管理、基准站电台频率的选择、GPS RTK 工作方式的选择、基准站坐标输入、基准站工作启动等。

2.2 流动站 GPS 的设置

流动站 GPS 的设置包括:建立项目和坐标系统管理、

收稿日期:2011-03-25

作者简介:王治军(1978-)男,湖南益阳人,工程师,大学本科,主要从事工程测量工作。

流动站电台频率的选择、有关坐标的输入、GPS RTK 工作方式的选择、流动站 RTK 工作启动、使用 RTK 流动站测量地形点等。

2.3 中继站电台的设立

由于工作环境的复杂性,基准站和流动站之间往往无法避免障碍物对电台通信的影响,这时中继站电台可以起到比较好的补救作用:一是它可以接收来自基准站的信号,又可以将其发送出去供流动站使用;二是中继站电台只转发信号,不必安排在已知点上,完全可以按需要随时任意安排位置。

3 RTK 技术的优缺点

3.1 RTK 技术的优点

1) 作业效率高

在一般的地形条件下,高质量的 RTK 设站一次即可测完 4 km 半径内测区的点位测量,大大减少了传统测量所需的控制点数量和测量仪器的“搬站”次数。只需一人操作,在一般的电磁波环境下几秒钟即可获得一组移动站的坐标,作业速度快,劳动强度低,节省了外业费用,提高了劳动效率。

2) 定位精度高,数据安全可靠,没有误差积累

只要满足 RTK 的基本工作条件,在一定的作业半径范围内(一般为 4 km),RTK 的平面精度和高程精度都能达到厘米级,完全可以满足一般工程测量的精度。如中海海的 V8 RTK 的点位测量精度可优于 2.5 cm。

3) 降低了作业条件要求

RTK 技术不要求两点满足光学通视,只要求满足“电磁波通视”。因此,和传统测量相比,RTK 技术受通视条件、能见度、气候、季节等因素的影响和限制较小,在传统测量看来由于地形复杂、地物障碍而造成的困难通视地区,只要满足 RTK 的基本工作条件,它也能轻松地进行快速的高精度定位作业,使测量工作变得更轻松、更容易。

4) RTK 作业自动化、集成化程度高,测绘功能强大

RTK 可胜任各种地形地籍测量的内、外业或工程放样工作。移动站利用其控制器内装备的软件控制系统,无须人工干预便可自动实现多种测绘功能,使辅助测量工作极大减少,减少人为误差,保证了作业精度。

5) 操作简便,使用容易,数据处理能力强

只要在设站时进行简单的设置,就可以边走边获得测量结果坐标或进行坐标放样。

3.2 RTK 技术的不足

1) 受卫星状况限制

当卫星系统位置对美国境内是最佳的时候,世界上有些国家在某一确定的时间段不能很好地被卫星所覆盖,容易产生假值。另外,在高山峡谷深处及密集森林区、城市高楼密布区,卫星信号被遮挡的时间较长,使一天中可用于作业的时间受到限制。

2) 天空环境影响

白天中午前后,由于受到电离层的干扰比较大,公用卫星数较少,RTK 系统经常接收不到 5 颗卫星,因而初始化时间长,甚至不能初始化,也就无法进行测量。

3) 数据链传输受干扰和限制、作业半径比标称距离小的问题

RTK 数据链传输易受到障碍物如高大山体、高大建筑物和各种高频信号源的干扰,在传输过程中衰减严重,严重影响作业精度和作业半径。在地形起伏、高差较大的山区和城镇密楼区数据链传输信号受到限制,另外,当 RTK 作业半径超过一定距离(一般为几公里,每种机型在不同的环境又各不相同)时,测量结果误差就会超限,所以 RTK 的实际作业有效半径比其标称半径要小很多,工程实践和专门研究都证明了这一点。

4) 初始化能力和所需时间问题

在山区,一般林区、城镇密楼区等地作业时,GPS 卫星信号被阻挡机会较多,容易造成失锁,采用 RTK 作业有时需要经常重新初始化,这样测量的精度和效率都会受影响。

5) 高程异常问题

RTK 作业模式要求高程的转换必须精确,但我国现有的高程异常模型在有些地区,尤其是山区,存在较大误差,在有些地区还是空白,这就使得将 GPS 大地高程转换至正常高系统的工作变得相当困难,精度也不均匀。

6) 耗电量大问题

RTK 耗电量较大,需要大容量电池、电瓶才能保证连续作业,在电力供应缺乏的偏远作业区受到限制较大。

7) 精度和稳定性问题

RTK 测量的精度和稳定性都不及全站仪,特别是在稳定性方面,这是由于 RTK 较容易受卫星状况、天气状况、数据链传输等状况影响的缘故。不同质量的 RTK 系统,其精度和稳定性差别较大。

4 RTK 图根控制测量

传统的图根控制测量采用导线(网)方法来施测,不仅费工费时,要求点间通视,而且精度分布不均匀,且在外业不知精度如何,如果测设完成后,回到内业处理后发现精度不合要求,还必须返测。

利用 RTK 进行控制测量不受天气、地形、通视等条件的限制,控制测量操作简便、机动性强,工作效率比传统方法提高数倍,大大节省人力,不仅能够达到导线测量的精度要求,而且误差分布均匀,不存在误差积累问题。

利用 RTK 进行控制测量的过程作如下介绍。

4.1 收集测区控制点成果

含控制点的坐标、等级、中央子午线等。

4.2 求定测区坐标转换参数

对于 RTK 测量,要求实时得出待测点在实用坐标系

(1980 西安坐标系、1954 年北京坐标系或地方独立坐标系等)中的坐标,因此,坐标转换问题就显得尤为重要。对于 WGS-84 到国家平面坐标(如 1980 西安坐标系)的转换,我们可以采用高斯投影的方法,这时首先需要确定 WGS-84 与国家平面坐标(如 1980 西安坐标系)两个大地测量基准之间的转换参数(三参数或七参数),需要定义 3 维空间直角坐标轴的偏移量和(或)旋转角度并确定尺度差。但通常情况下,对于一定区域内的工程测量应用,我们往往利用以往的控制点成果求取“区域性”的地方转换参数。

1) 采用已有的静态数据,直接将控制点的 WGS-84 坐标和国家平面坐标(如 1980 西安坐标系)或者工程施工坐标输入手簿,利用随机软件求解坐标转换参数。

2) 测区有足够控制点的坐标,相对位置关系精确,在这种情况下,我们可以利用 RTK 测量方法,以基准站为起算位置(这个起算位置的坐标由 GPS 接收机观测确定,是一个精度有限的大地坐标,但它不影响 RTK 观测的相对位置关系),确定各控制点之间相对精确的位置关系,并实时测定 WGS-84 大地坐标。该方法具体实施时可能会遇到难点,比如控制点的距离太远,而 RTK 的作用距离有限。

3) 当某些地方无合适的控制点坐标来设置基准站,也可以采用基准站任意摆放的方式,即虚拟一个基准站,基准站的 WGS-84 坐标直接从测量手簿读取,然后流动站再到各个控制点上去采集 WGS-84 坐标。

4.3 选择及设置基准站

GPS RTK 定位的数据处理过程是基准站和流动站之间的单基线处理过程,基准站和流动站的观测数据质量好、无线电的信号传播质量好对定位结果的影响很大,基准站位置的有利选择非常重要。RTK 测量中,流动站随着基准站距离增大,初始化时间增长,精度将会降低,所以流动站与基准站之间距离不能太大,一般不超过 10 km 范围。同时要考虑基准站上空无卫星信号的大面积遮盖和影响 RTK 数据链通讯的无线电干扰,以及提高基准站无线架设高度。

基准站的设置含建立项目和坐标系统管理、基准站电台频率选择、GPS RTK 工作方式选择、基准站坐标输入、基准站工作启动等,以上设置完成后,可以启动 GPS RTK 基准站,开始测量并通过电台传送数据。

4.4 设置流动站

流动站设置包括建立项目和坐标系统管理、流动站电台频率选择、有关坐标的输入、GPS RTK 工作方式选择、流动站工作启动等。以上设置完成后,可以启动 GPS RTK 流动站,开始测量作业。

4.5 测量前的质量检查

为了保证 RTK 的实测精度和可靠性,必须进行已知点的检核,避免出现作业盲点。研究表明,RTK 确定整周模糊度的可靠性最高为 95%,RTK 比静态 GPS 还多出一些误差因素如数据链传输误差等。因此,和 GPS 静态测量相比,RTK 测量更容易出错,必须进行质量控制。我们一般采用已知点检核比较法——用 RTK 测出已知控制点的坐标进行比较检核,发现问题即采取措施改正,符合要求后开始作业。

4.6 内业数据处理

数据传输就是在接收机与计算机之间进行数据交换。GPS RTK 测量数据处理相对于 GPS 静态测量简单得多,如用中海达软件处理接收机导入的测量数据(*.XLS),可以直接将坐标值以文件的形式输出和打印,得到控制点成果。

5 工程应用及精度分析

在益阳市东部新区的控制测量测区 1:500,1:2 000 数字化地形测量中(面积约 13.60 km²)用 GPS RTK 进行图根控制。为了检验 RTK 控制点的实际精度,RTK 测量结束后,我们用全站仪(2")对部分相互通视的点实测的边长、高差与测量坐标反算边长、高差比较,最大边长较差 0.023 m,最小边长较差 0.006 m,边长间距中误差为 0.023 m,高差(ΔH)最大较差为 0.026 m,最小为 0.001 m。结果表明所测点精度良好。可以看出,RTK 实测精度完全符合导线测量精度要求,而且误差分布均匀,不存在误差积累问题。

6 结束语

与传统的导线测量比较,RTK 图根控制测量自动化程度高,实时提供经过检验的成果资料,无需数据后处理。拥有彼此不通视条件下远距离传递 3 维坐标的优势,并且不像导线测量那样会产生误差累积,定位精度高,数据安全可靠。操作简单,作业速度快,劳动强度低,节省了外业费用,提高了劳动效率。

参考文献:

- [1] 李征航,黄劲松. GPS 测量与数据处理[M]. 武汉: 武汉大学出版社 2005.
- [2] 周忠谟,易杰军,周琪. GPS 卫星测量原理与应用[M]. 北京: 测绘出版社 1997.
- [3] 蔺生祥,李伟英. RTK 在城市控制测量中的应用[J]. 黑龙江科技信息 2008(2): 33.
- [4] 魏二虎,黄劲松. GPS 测量操作与数据处理[M]. 武汉: 武汉大学出版社 2007.

[编辑:宋丽茹]