文章编号：1671 - 1211(2006)06 - 0800 - 03

GPS RTK 技术在柬埔寨物探找矿中的应用

陈志勇，王　志，罗晓军，卢　忠
（湖北省地球物理勘察技术研究院，湖北 武汉　430056）

摘　要：介绍 GPS RTK 技术的基本原理和工作流程，结合柬埔寨柏威夏省罗文真地区格高铁矿磁法找矿的工程实例，通过和常规测量方法的比较，验证其在物探找矿中测量精度的可靠性和适用性。

关键词：GPS RTK；控制测量；剖面测量；地形测量；成果检核
中图分类号：TB22　　**文献标识码**：A

0　引言

为进一步查明柬埔寨柏威夏省罗文真地区格高铁矿的磁异常分布、规模，为下一步是否继续进行勘查提供科学依据，受柬埔寨国家工业部的委托，对格高铁矿 32 km^2 的区域进行 1∶5000 磁法找矿，测量工作的主要任务是为物探找矿敷设测线，对 6 km^2 的异常区域进行 1∶5000 地形测量，对 1 km^2 重点异常区域进行 1∶2000 地形测量。由于该测区属热带雨林气候，植被较发育，通视条件较差，如果采用常规手段敷设测线和地形测量，则需要布设大量的控制点，且很难保证通视，为了克服这一系列困难，结合当地树高但不密的实际情况，运用 GPS RTK 技术进行测线敷设和地形测量，取得了较好的效果。

1　GPS RTK 测量原理和工作流程

（1）GPS 仪器介绍　GPS 是全球定位系统的简称，到 20 世纪 90 年代这一技术在测量领域中发挥了显著的作用，它主要有空间运行的卫星、地面的监控部分和用户使用的 GPS 接收机三部分组成，湖北省地球物理勘察技术研究院使用的是徕卡双频 GPS1230 接收机，它是目前最先进、最新的 GPS 接收机之一，具备全新的界面和最强的使用功能。GPS1230 的 SmartTrack 技术保证了更好的卫星跟踪能力；长基线观测解算精度能达到 3 mm + 0.5 PPm；RTK 具有快、准、远的优越性能，作业距离可达 30 km；模糊度解算每 4 s 检核一次；参考站和流动站可以互换使用；放样功能灵活多样；其静态测量平面精度为 5 mm + 0.5 PPm，高程精度为 10 mm + 0.5 PPm，动态测量平面精度为 10 mm + 1 PPm，高程精度为 20 mm + 1 PPm，所有这些强大的功能为 GPS RTK 技术在本测区得到了很好的利用。

（2）GPS RTK 测量原理[1]　GPS RTK 测量系统由 GPS 接收设备、数据传输设备和软件系统三部分组成。GPS 接收设备包括一台基准站 GPS 接收机和两台流动站 GPS 接收机；数据传输设备由基准站的发射电台和流动站的接收电台组成，是实现实时动态测量的关键设备；软件系统具有能够实时解算出流动站三维坐标的功能。

RTK 测量技术是以载波相位观测测量为根据的实时差分 GPS 测量技术，可在野外实时获取点位厘米级的精度。其基本思想是：在基准站上设置一台 GPS 接收机，对所有可见 GPS 卫星进行连续地观测，并将其观测数据通过天线传输设备（电台），实时地发送给流动观测站。在流动站上，GPS 接收机在接收 GPS 卫星信号的同时，通过天线接收设备，接收基准站传输的观测数据，然后根据相对定位原理，实时解算模糊度未知数，并计算显示流动站的三维坐标及精度。

（3）求解地方坐标转换参数（建立地方坐标系统）　GPS RTK 测量是在 WGS-84 坐标系中进行的，而各种工程测量和定位是在地方坐标系中进行的，相互间存在坐标转换问题。GPS 静态时，坐标转换是在事后处理进行的，而 GPS RTK 是用于实时测量，要求及时给出地方坐标，故首先必须求出测区的转换系数。计算测区的转换参数，需要至少 3 个以上已知点，且分

收稿日期：2006 - 06 - 16；**改回日期**：2006 - 10 - 24
作者简介：陈志勇（1954 - ），男，工程师，工程测量专业。E - mail：WZ990717@163.com

别有 WGS-84 坐标和地方坐标,该点最好选在测区四周及中心,均匀分布,能有效地控制测区。参考站的安置是顺利实施 GPS RTK 的关键程序之一,它的安置应满足的条件有:地势高且交通方便,四周通视条件好,较为开阔,有利于卫星信号的接收和数据链的发射,点位应选在电磁波干扰比较少的地方,点位也可选在未知点上。本测区的参考站我们选在测区的最高点上,它处在测区的中央,发射的信号能有效履盖整个测区。我们根据收集到的已知点,选择 5 个有代表性的点作为确定转换参数的起算点,参考站架设好以后,流动站分别在这 5 个已知点上测量出各点的 WGS-84 坐标,用经典三维的方法即可解算出当地的坐标转换参数。

2　野外作业

野外作业包括控制测量、敷设物探测线和地形测量三部分。

(1) 控制测量　埋设控制点的目的是为以后的常规测量考虑,我们在测区内均匀成组埋设了控制点 20 组共 40 个,每组控制点之间都必须通视。控制点的埋设按 GPS E 级要求钢筋混凝土现场浇灌,都埋在视野开阔地基稳固地段。将 GPS 参考站安置好以后,调出参考站在地方转换参数中的点号和 WGS-84 坐标,输入天线高,参考站开始进入工作状态。参考站同时连续接收可视卫星信息,并通过电台将其测站坐标、观测值、卫星跟踪状态及流动站工作状态发送出去。通过一台或两台 GPS 流动站接收机,在各个控制点上的观测,接收来自参考站的数据,进行处理后获得该点的 WGS-84 坐标,并通过测区坐标转换参数,将 WGS-84 坐标转换成地方坐标,并实时显示。

(2) 敷设物探测线(剖面测量)　本测区工作范围 32 km^2,东西向长 8 km,南北向宽 4 km,物探测线由西向东编号,测线间距 100 m,测点由南向北编号,测点间距 20 m。参考站安置好以后,流动站即可根据各测线上百米点的设计坐标用放样的功能将各百米点测放于实地上,单人操作就行,80 条测线共 320 km 长,20 d 就完成了敷设任务,大大提高了工作效率。在个别树林比较密的地段,可以让接收机捕获卫星信号的初始化时间长一点,也可人工将旁边比较高大的树枝砍掉,通过实时解算的点位 3DCQ 精度可以判别各点的点位精度情况。

(3) 地形测量　由于视距的限制,全站仪采集数据需要在测区建立大量图根控制点,并要求碎部点与测站点之间相互通视。考虑到本测区的特殊情况,我们选择 GPS RTK 技术采集碎部点数据,首先在参考站上安置好 GPS 接收机,用两台流动站同时进行数据采集,单点采集的时间为一二秒钟,也可单人操作。其次在 1:2000 测图部分及部分卫星信号较差的地段,使用全站仪采集数据。两种方法配合进行地形测量,达到了相当好的效果,6 km^2 的范围 15 d 就完成了外业任务,大大缩短了工期,提高了工作效率。

(4) 精度评定　本工程精度控制要遵循的规范主要有两个,一是磁法测线的精度必须遵循《地面高精度磁测技术规程》(DZ/T0071—93),它主要要求的是单点误差不超过 5 m,基线累计误差不超过 20 m,用 GPS RTK 技术完全能满足点位精度,而且不存在累计误差;二是地形测量的精度必须遵循《工程测量规范》(GB50026—93),在卫星信号无遮挡的情况下,用 GPS RTK 技术进行数据采集是完全可行的。GPS RTK 方法的精度评定一是可以通过仪器本身解算的适时 3DCQ 来判别;二是可以通过其它方法来检核。

本测区敷设物探测线时采集了测点数据 3 200 个,地形测量采集了碎部点数据近 3 000 个,这些数据中 3DCQ 最大值为 0.108 m,3DCQ 最小值为 0.019 m,从 3DCQ 值来看,所有观测数据点位精度能满足 1:5000 磁法找矿及 1:5000 地形测量精度。

我们使用全站仪复核相邻测点间距及重合点坐标的方法来评定各点精度,共抽查了 30 条边和 30 个点。边长较差范围为 0 mm ~ 20 mm 的有 6 条边,在 20 mm ~ 50 mm 的有 17 条边,在 50 mm ~ 100 mm 的有 5 条边,在 100 mm ~ 120 mm 的有 2 条边;坐标 ΔX 最大值为 36 mm,ΔY 最大值为 33 mm,ΔH 最大值为 44 mm,点位中误差最大值为 38 mm,从这些复核数据来看,点位精度完全符合要求。

3　GPS RTK 技术和常规测量方法的比较

通过 GPS RTK 技术在本测区的广泛应用,我们总结了 RTK 技术的三大优势:

(1) 实时知道定位精度,操作方便快捷　如果采用传统的常规测量方法,像这种大面积的物探找矿项目,需要布设大量的控制点,不仅费工费时,要求点间通视,而且精度分布不均匀,且在外业不知道点位精度如何,如果外业完成后,回到内业处理后发现精度不合要求,还必须重测。而采用 RTK 方法进行控制测量,通过其测量控制手簿在测量过程中适时提供的点位精度就能够实时知道点位精度,不仅可以大大减少人力强度、节省费用,且大大提高工作效率,测一个控制点在几分钟甚至于几秒钟内就可以完成,并给出适时结果。

(2) 快速实测碎部地形地貌,并能数字成图　如

果采用传统的常规测量方法,地形测量时一般要在测区建立图根控制点,然后在图根控制点架设全站仪或平板仪,都要求在测站上测四周的地形地貌等碎部点,这些碎部点必须与测站通视,一般要求至少 2 ~3 人操作,遇不通视就要放支点,浪费很多时间,而且很难保证精度。而采用 RTK 方法进行地形测量,仅需一人背着仪器在要测的地形地貌碎部点上停留约 3 s,并同时输入特征编码,通过手簿可以适时知道点位精度,把一个区域测完后回到室内,由专业的软件接口加上适当的编辑就可以输出所要求的地形图,这样仅需一个人操作,不要求点间通视,大大地提高了工作效率。

(3) 能事先输入设计点坐标进行工程放样 如果采用传统的常规测量方法,进行工程放样时要选择合适的方法和合适的仪器,往往需要来回移动目标,而且要 2 ~3 人操作,同时在放样过程中还要求点间通视情况良好,在生产上效率不是很高,有时放样中遇到困难的情况会借助于很多方法才能完成。而采用 RTK 方法进行工程放样,仅需把设计好的点位坐标输入到电子手簿中,背着 GPS 接收机,它会提醒你走到要放样点的位置,既迅速又方便,由于 GPS 是通过坐标来直接放样的,而且精度很高,因而在外业放样中效率会大大提高,且只需一个人操作。

4 结束语

从检核结果以及和常规测量方法的比较分析可知,GPS RTK 技术应用于物探找矿中的测量精度是完全可行的,特别是在这种大面积的物探找矿中,不需要建立图根控制,不需要常规测量,可节省大量人力、物力和财力。实现单人操作,在保证参考站安全的前提下,用 GPS RTK 方法进行物探测线敷设、地形测图,其点位误差不积累、不传播,多台接收机可同步工作,而且互相不影响,实践证明一台 GPS RTK 流动站的工作效率大约是一台全站仪的 2 ~3 倍。应用 GPS RTK 技术,使得测绘的精度作业效率和实时性达到最佳融合,在本次大面积的物探找矿中充分显示出无可比拟的优越性。

参考文献:

[1] 焦明连. GPS RTK 技术在临港产业区测量中的应用[J]. 测绘信息与工程,2005(6):46 -47.

THE APPLICATION OF GPS RTK IN PHYSICAL PROSPECTING IN CAMBODIAN

CHEN Zhi-yong, WANG Zhi, LUO Xiao-jun, LU Zhong

(*Hubei Institute of Geophysical Investigation Technology, Wuhan, Hubei* 430056)

Abstract: The authors introduce at first the principle and procedure of GPS RTK technology, then discuss its reliability and feasibility of the new method compared with the traditional method through a magnetic prospecting activities in Luo Wenzhen, Bai Weixia Province, Cambodian iron mine.

Key words: GPS RTK; control survey; section survey; terrain survey; result control

《长江三峡国家地质公园(湖北)重要地质遗迹保护暨首批园区建设》项目通过专家验收

为了推动长江三峡国家地质公园建设,促进地质遗迹保护、开发和利用,国土资源部批准实施“长江三峡国家地质公园(湖北)重要地质遗迹保护”项目。通过一年多的努力,目前通过了湖北省国土资源厅所组织的专家组验收。

长江三峡国家地质公园(湖北)是湖北省第一个获国土资源部批准建设的国家级地质公园,该公园西起巴东,东抵宜昌南津关,园区内地质遗迹类型多样,既珍藏有距今 3232 年前形成的中国南方最古老的地质岩基底,又发育有自晚太古宇以来纪录华南地壳演化和古地理变迁历史的完整地层剖面和所发育的各门类化石,还保存有价值与之相关联的重大构造地质事件和海平面升降事件所留下的纪录。公园中完整而又丰富的地质纪录和集峡谷,岩溶、山水和人文景观为一体的自然风光无疑让它成为一本纪录地壳演变历史的教科书;探索大自然的奥秘,展示多种峡谷,岩溶地貌的殿堂;进行科普教育,了解长江演变和学习中华民族悠久历史和文化的基地。

专家们一致认为项目成果为湖北省地质公园建设和地质遗迹保护工作开创了有益的探索,其工作经验和方法值得借鉴。

(地质学会办公室)