

RTK 技术在老挝甘蒙省钾盐矿勘查区 地形图修测中的应用

姜松^{1,2}, 马海州¹, 王明祥^{1,2}, 孙志国¹

(1. 中国科学院青海盐湖研究所 青海 西宁 810008; 2. 中国科学院研究生院 北京 100049)

摘要:以老挝人民民主共和国甘蒙省钾盐矿勘查区 1:500 00 地形图修测项目实例, 介绍 GPS RTK 技术的基本原理和 workflow, 总结出这种技术的优势所在以及实践操作中应该注意到的问题。

关键词:GPS RTK; 地形图修测; 控制测量; 坐标系统

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1008-858X(2008)01-0032-04

0 引言

为查明老挝人民民主共和国甘蒙省他曲、农波县富钾盐层位, 在勘查区北部 24 km² 的范围内, 利用多种找矿方法进行详细探察, 圈出优选的首采区。于 2006 年 12 月对勘查区 24 km² 的区域进行了地形图的修测, 本次工作的主要任务是对异常区域进行 1:500 00 地形图修测, 水工环地质测量和重力测量中 RTK 定位。由于该区属热带雨林气候, 植被较发育, 通视条件较差, 如果采用常规手段进行地形测量, 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, 结合当地实际情况, 运用先进的 GPS RTK 技术。本文便是以勘查区的 1:500 00 地形图修测阐述 GPS RTK 技术的基本原理和 workflow 以及实际操作中的注意事项等问题。

1 RTK 系统介绍

1.1 RTK 基本原理

GPS RTK (Global Positioning System Real

Time Kinematic) 技术, 也就是全球定位系统载波相位动态实时差分技术。其工作原理是: 位于基准站的 GPS 接收机通过数据链将其观测值及基准站信息一同发给流动站的 GPS 接收机, 流动站不仅接收来自基准站的数据, 还直接接收 GPS 卫星发射的观测数据, 组成相位差分观测值, 进行实时处理^[1]。能够实时提供观测点在基准站指定坐标系的三维坐标成果, 只要能保证有效观测卫星数达到 4 颗以上和 PDOP (几何图形强度) 小于 6, 流动站就可以达到厘米级定位精度, 历时不到 1 s。

1.2 RTK 系统组成和仪器技术指标

RTK 系统的最低配置可包括 3 部分: (1) 基准站接收机; (2) 流动站接收机; (3) 数据链, 包括基准站的发射电台及流动站的接收电台。

作业中使用的仪器为南方测绘灵锐 S82 GPS 接收机三台, 一台为基准站接收机, 另外两台为流动站接收机。主要技术指标: 静态平面精度 3mm + 1ppm, 静态高程精度 5mm + 2ppm, 静态作用距离优于 80 km。RTK 平面精度: 1cm + 1ppm, 高程精度: 2cm + 1ppm^[2]。地质矿产勘查测量规范规定^[3], 图根点对最近的基本控制点的平面位置中误差应不大于图上 0.1 mm; 本

收稿日期: 2007-09-24; 修回日期: 2007-12-10

作者简介: 姜松 (1980-), 男, 硕士研究生, 地球化学专业, 主要从事地球化学、矿产勘查方面的工作。

次地形测量 1:500 00, 相对应于地面误差为 5 m; 项目设计书要求碎部点测量平面位置中误差应不大于图上 0.4 mm, RTK 测量精度完全满足上述精度要求。

2 RTK 技术在实际测量工作中的应用

2.1 勘查区概况

勘查区位于(如图 1)东印板块, 在沙空那空盆地中东部, 隶属于老挝甘蒙省农波县, 地理坐标为: 东经 $104^{\circ}50'58'' \sim 104^{\circ}53'50''$, 北纬 $17^{\circ}05'48'' \sim 17^{\circ}05'56''$ 。本区地势平缓, 植被茂盛, 交通不便, 多为田间小路, 不利于车辆通行, 海拔一般在 150 m 左右, 气候具有典型的热带季风型特点, 气温终年较高, 天气闷热潮湿, 雨量较为充沛, 季节性温差变化不大, 只有雨、旱两个季节。

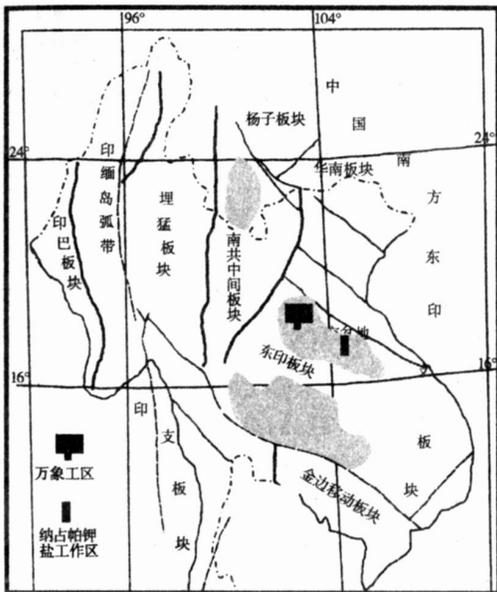


图 1 钾盐矿区位置示意图

Fig. 1 The sketch map of the potash deposit's position

2.2 采用坐标系统

平面坐标系统采用 97 老挝国家坐标系, 高程基准面为越南 HONDAU 平均海平面

2.3 地形测量实施

2.3.1 平面控制测量

根据规范要求^[4], 地形图测量必须先布置一定数量的图根控制点。本次工作为了测图和以后工作需要, 首先在测区布设 D 级 GPS 点 7 个, 作为矿区首级控制点; E 级 GPS 点 30 个, 作为矿区的基本控制点。利用 GPS 联测当地二等 GPS 点 3 个, D 级、E 级控制点平面精度均达到规范要求。为满足 GPS 控制网高程拟合的需要, GPS D 级、E 级控制点联测了 3 个四等水准点, GPS 高程达到等外水准精度。在数据处理时, 平面坐标系统采用 97 老挝国家坐标系, 高程基准面采用越南 HONDAU 平均海平面, 相应求出控制点在这两个坐标系统中的坐标。

2.3.2 坐标转换参数的求解

GPS RTK 测量是在 WGS-84 坐标系中进行的, GPS RTK 是用于实时测量要求及时给出当地坐标, 而本次工作采用 97 老挝国家坐标系进行, 它们之间存在坐标转换问题, 首先必须求出测区的转换参数。规范要求计算测区的转换参数, 至少需要 3 个以上已知点, 且分别有 WGS-84 地心坐标和地方坐标。

本次工作转换参数的求解过程: 首先用 RTK 测出平面控制测量中布设的 7 个 D 级 GPS 控制点的 WGS-84 地心坐标和 97 老挝国家坐标系坐标; 其次用手簿自带的转换参数求解程序, 求出矿区坐标转换参数。

2.3.3 RTK 地形测量具体流程

(1) 基准站的布设。在已知点上架设好 GPS 接收机和天线, 按要求连接好连线后, 打开接收机, 建立项目, 设置好基准和转换参数等。输入基准站坐标、天线高, 启动基准站, 确认电台处于发射状态; (2) 作业前定位精度检核为避免人为和其它因素造成错误, 保证定位精度, 必须要做到每天作业前, 第一个观测点应是控制点或已知坐标点, 以检核第一个 RTK 测量结果是否精确。实践表明, 开始 RTK 测量的第一个成果检核很重要, 它可以发现很多问题, 如输入的控制点坐标、坐标系统设置参数有误、卫星状况不佳等; (3) 流动站进行碎部点测量和绘制地

形图碎部点测量只需要一名测量人员背着仪器在待测地物、地貌等碎部点呆上 1~2s,并同时输入特征编码,通过手簿实时测定碎步点坐标,另外一名测量人员现场绘制地形草图。测完一个区域后便可回到室内,将所测数据导入南方测绘成图软件 CASS 6.0,展绘于数字化好的底图上,根据外业所绘草图,人机交互编辑,连线成图。

2.4 实地检查及精度分析

所有外业和内业工作完成,用绘图仪打出样图,拿样图到测区进行实地检查。首先是点位精度的检查,用 RTK 测量出待检查点的当地三维坐标,然后用高精度的直尺根据格网线进行展点读出图上坐标,然后对照,误差小于 0.1 mm,精度符合。其次进行了地形、地物的检查,对于漏测的地物及时进行补测,将坐标数据存为一个新文件,绘制补测草图,内业处理时把补测的坐标数据展到原地形图上,进行地形图的修补;对于一些特殊地物的连接关系也进行了详细的检查,如电线杆等,并绘制草图,以备内业处理。

3 小结

通过运用 RTK 技术对勘查区地形图的具体修测,可以看出 RTK 技术的优点^[5-7]:

(1)工作效率高。流动站在每个地物地貌点上的观测时间仅 1~2 s 左右,一般地形条件下,一台流动站一个工作日可以采集 250~300 个数据。用传统的测图方法需要 20~30 d 测绘完毕的地形图,用 RTK 技术仅用 5 d 时间就可完成全部测图工作;

(2)测量精度高。测量精度达到厘米级,高精度满足小比例尺地形测量要求;

(3)点位精度分布较均匀。每个点的误差均为随机产生,不会像传统测量一样产生误差积累,成果可靠;

(4)节省人力。RTK 流动站仅需一人操作,一人画草图,基准站在设置好后可以自动运行。通过实践操作我们也可以得出使用 RTK 技术的注意事项^[8-12] : a. 基准站的架设。基准站的

选择必须严格,因为基准站接收机每次卫星信号失锁将会影响网络内所有流动站的正常工作。周围应视野开阔,截止高度角应超过 15°;周围无信号反射物(大面积水域、大型建筑物等),以减少多路径干扰。并要尽量避开交通要道、过往行人的干扰;基准站应尽量设置于相对制高点上,以方便播发差分改正信号;基准站要远离微波塔、通信塔等大型电磁发射源 200 m 外,要远离高压输电线路、通讯线路 50 m 外;b. 观测卫星的图形强度要高。在进行坐标解算时,所采用的卫星数越多,分布越均匀,则 PDOP 值越小,RTK 的精确性和可靠性越高,且初始化的时间也越短。因此,一般情况下,在接收卫星数保持 4 颗以上,且 PDOP < 6 时,才能进行 RTK 测量;c. 观测成果要注意复核。RTK 测量具有显著的实时、快捷等优点,但其初始化(整周模糊值)的置信度通常为 95%~99%,且作业中缺乏检核条件,个别点可能会出现粗差。因此,为了保证 RTK 的实测精度和可靠性,作业中必须注重成果的复核;d. 用 RTK 方法进行控制测量时,应采取一定的措施保证测量精度;e. 不同的坐标系统要进行坐标转换参数的求解,以达到统一。

4 结束语

GPS RTK 技术的优势是相当突出的,不只是在地形图的修测这一个方面,随着 RTK 技术的不断完善,RTK 测量的初始化速度、成果精度及可靠性会越来越高,这种技术被广泛地应用于矿山测量、地籍测量、水文地质勘查、公路勘测等方面。我们要充分利用它的高效、准确、省时省力的优点;与此同时为了保证 RTK 定位能达到高精度更不能忽视卫星信号、接收机状态、测站周围环境及仪器操作的影响。因此,在作业中要根据 RTK 技术的特点及测区状况,采取有效措施,严格按操作规程作业,并加强成果的复核,以确保 RTK 成果的精确性和可靠性,更好地为我们的生产、生活服务。

参考文献:

[1] 徐绍铨,张华海,杨志强,等. GPS 测量原理及应用[M].

- 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998.
- [2] 南方测绘灵锐S82产品手册
- [3] GB/T 18341-2001,地质矿产勘查测量规范[S].
- [4] CH2001-1992,全球定位系统(GPS)测量规范[S].
- [5] 王志康. GPS RTK技术在图根控制测量中的应用研究[J].山西煤炭科技,2004,7.
- [6] 刘大杰,施一民,过静.全球定位系统(GPS)的原理与数据处理[M].上海:同济大学出版社,1996.
- [7] 杨德麟.大比例尺数字测图的原理方法与应用[M].北京:清华大学出版社,1997.
- [8] 朱波,聂桂根.伽利略系统对RTK作业的改善[J].铁道勘察,2005(4):12-15.
- [9] 陈基炜,熊福文.GPS-RTK的若干技术问题与思考[J].上海地质,2004(3):47-50.
- [10] 于润波.GPS RTK技术在地形测量中的应用[J].水利科学与经济,2005(6):371-373.
- [11] 张晓明,高旭光.浅谈GPS RTK测量技术的应用[J].合肥工业大学学报2004(10):1341-1343.
- [12] 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.

Application of RTK Technology in Topographic Map Revision of the Potash Deposit Exploration Area in Ganneng Province of Laos

JIANG Song^{1,2}, MA Hai-zhou¹, WANG Ming-xiang^{1,2}, SUN Zhi-guo¹

(1. Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Taking the topographic map revision project of the potash deposit exploration area (scaled in 1:50 000) in Ganneng province of Laos as an example, the basic principle and working process of the GPS/RTK technology were introduced. And the advantages of this technology with the problems to be noticed in the practice were also summarized in this paper.

Key words: GPS; RTK; Topographic map revision; Control survey; Coordinate system

(上接第31页)

Study on Content Determination of PS and CaCO₃ in Package Materials by TGA

WANG Fang, YAO Jie

(Analysis & Testing Center, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

Abstract: The contents of Polystyrene (PS) and CaCO₃ in package materials were determined mainly by TGA. The orthogonal design was applied and a systematic study of the conditional experiments was carried out, such as the influence of different heating rates, sample weights, gas flow rates and their interactions on the determination results. A rapid, accurate, convenient and low dosage optimal TGA method was put forward. And the stability index of the experiment was calculated so as to provide a theoretical and experimental basis for the quality-control in the production of such kind of PS/CaCO₃ package materials.

Key words: Package material; Polystyrene (PS); CaCO₃; TGA; FT-IR; Orthogonal design