

# 浅谈几内亚铝土矿勘探地质工程测量经验



李保杰, 刘其军

(河南省地质矿产勘查开发局第二地质队, 河南 郑州 450001)

摘要: 针对几内亚铝土矿勘探中测区面积大、工期时间紧、可利用的已知资料匮乏、作业环境恶劣等实际情况, 总结了在对其进行地质工程测量时, 其坐标系的选择、控制网的建立、地形图的测绘及地质勘探时的工程测量等方法、经验与技巧。

关键词: GPS 网; 地形图测绘; 地质勘探工程测量

中图分类号: P258

文献标志码: B

文章编号: 1672-4623 (2011) 02-0114-02

## 1 几内亚铝土矿勘探项目的特点

经过 30 多年来的改革开放, 我国综合国力和国际竞争力增强, 国内企业到海外投资的法律法规先后出台, 相关政策放宽, 我国企业“走出去”开发国外资源步伐明显加快。同时, 非洲矿业法、矿业税费等方面修改和矿业投资环境的改善, 对与非洲有着深厚的友谊中国来说, 非洲成为我国矿产资源“走出去”重点地区之一。最近几年我国多家大中型企业在几内亚共和国取得了多处铝土矿、铁矿等矿种的勘探权。

它们的特点是: 面积大, 少则几十  $\text{km}^2$ , 多则数百甚至数千  $\text{km}^2$ ; 勘探权期限短, 大部分矿权的勘探期限为 3 年; 勘探区气候为热带季风型气候, 内地为热带草原气候。全境可分为 4 个地貌单元: 西部(下几内亚)为狭长的沿海平原; 中部(中几内亚)为平均海拔 900 m 的富塔贾隆高原, 西非的 3 条主要河流均发源于此; 东北部(上几内亚)为平均海拔 300 m 的台地; 东南部为几内亚高原, 有海拔 1 752 m 的宁巴山, 为全境最高峰, 年平均气温 240-320。勘探区内每年的 11 月进入旱季, 5 月份进入雨季。旱季高温无雨, 雨季大雨连绵。勘探区水系发达, 河流遍布全区, 旱季一般可以跨越, 雨季河水暴涨, 并在河流两岸的低缓地带形成沼泽区, 车辆、人员无法出入, 每年适合野外作业的时间为 12 月至来年的 5 月; 勘探区内山路崎岖, 多年生灌木丛生, 枝叶茂盛, 通行甚为困难; 几内亚基础测绘落后, 几乎是空白, 没有国家基本的测量控制体系, 搜集到的只有法国在 70 年代布设的 GPS 控制点, 经实地踏勘, 绝大部分控制点的标志被破坏<sup>[1]</sup>。

综上所述, 受季节影响, 几内亚境内的野外作业时间最多只有半年, 而且勘探区内荆棘丛生, 交通困

难, 基础测绘落后, 要在 3 年或者更短的时间内完成数百甚至数千  $\text{km}^2$  的控制测量、大比例尺地形测量以及地质勘探工程测量工作, 在技术人员的组织、测量仪器设备的配置、后勤保障等方面需要周密的计划和安排。我单位通过对我国某公司在几内亚铝土矿勘探项目的实施, 在控制测量、地形测量、地质勘探工程测量等实施中, 采用 GPS 等先进的测绘技术, 为地质勘探提供了强有力的测绘保障。同时也积累了点滴经验, 仅供参考。

## 2 控制网的建立

### 2.1 坐标系的选择

由于受到工期和野外有效作业时间的限制, 我们没有在采用什么坐标系、什么投影及参考椭球等方面进行无休止的论证。选择坐标系统时主要考虑以下几个方面: 要充分考虑已有的控制资料和已有图件的使用(搜集到的控制点成果和 1: 50 000 地形图坐标系均为克拉克参考椭球, UTM 投影); 无论采用什么投影, 投影长度变形值不能超过 2.5  $\text{cm}/\text{km}$ ; 建立的 GPS 控制网经检查验证相邻点点位中误差应不超过 0.1 m, 满足规范和设计的要求; 高程系统采用已有测绘成果的高程系统, 能够充分发挥已有 1: 50 000 地形图的作业<sup>[2]</sup>。

基于上述几方面的因素, 勘探区采用抵偿高程面的独立平面坐标系统和独立高程系。采用克拉克参考椭球, UTM 投影, 高程基准为 WGS-72 大地水准面。投影高的确定方法采用试算的方法求得, 即测定若干条 GPS 点之间的平距, 改变 GPS 网二维平差的投影高, 直至计算的边长和测定的平距相符合, 然后再检查若干条 GPS 边的平距或者采用 RTK 对平差后的 GPS 点进行检核, 验证结果和平差后的成果相符合, 此时的

收稿日期: 2010-09-13

投影高即为本测区的投影高。快速确立的坐标系统不仅在精度上满足规范和设计的要求,同时在速度上满足地质勘探工期的要求。

### 2.2 三、四等 GPS 网的建立

平面控制网和高程控制网是全野外数字化地形测量和地质勘探工程测量的基础。在国内的勘探项目,一般都是在已经建立控制网和大比例尺测图完成后开展的。但几内亚的铝土矿勘探项目的地质勘探工作受工期和雨季的影响,不能像国内的勘探项目一样,按部就班地进行。需要以最快的速度布设数百 km 的勘探线和数千个钻孔的放样,满足数十台修路机械及钻机安装调试结束后就要进行钻探作业的要求。在数百甚至上千 km<sup>2</sup> 的范围内完成三等、四等平面控制网及高程控制网的布设最少需要 2 个月甚至更长的时间,这样就无法保证勘探工作按期完成。

为保证地质勘探工作的按期实施,特别是保证钻机的如期开钻,首先在勘探区,以四等 GPS 网的基本要求布设一部分四等 GPS 控制点,平面坐标采用静态 GPS 联测,高程采用 GPS 拟合高程,在一周之内就能完成供布设勘探线及钻孔放样的 GPS 控制点测量,通过全站仪检测 GPS 边长或者通过 RTK 验证各控制点的坐标,初步确定控制网的投影参数,为 RTK 的测量作业提供基本的控制成果和参数。

在满足地质勘探正常生产的前提下,按照规范和设计要求布设三等 GPS 网。在三等 GPS 控制网的基础上布设四等 GPS 控制网,在三、四等 GPS 网中,分别施测部分三、四等水准点,没有施测水准高程的 GPS 点采用 GPS 拟合高程。在布设四等 GPS 网时,把先期在勘探区布设的 GPS 网全部纳入整个测区的四等 GPS 网,经整体平差确定最终控制网的平差成果。为全野外数字化测图、勘探线剖面的施测和钻孔等工程点的定测提供控制基础<sup>[3]</sup>。

## 3 全野外数字化地形测量

我队在 2008-2010 年三期勘探工程总计需要测绘 1:5 000 数字化地形图 570 km<sup>2</sup>,受各种因素影响,野外作业时间总计只有 9 个月。受工期及其他条件的限制,采用遥感测量的方法成图,无法保证在短时间内为地质勘探工作提供成图。

综合多种因素,1:5 000 全野外数字化地形图的测绘决定采用 RTK 进行无编码数据采集配合实地绘制草图,然后采用 CASS7.1 中小比例尺成图软件编绘。由于测区除去少量的开阔地外,均为茂密的多年生灌木,给野外测量造成很大的麻烦,人员很难穿越,并

且进去后很快就迷失方向,很难按常规的方法进行数据采集,严重影响测量工作的进度,不能保证按工期要求完成所有的测量工作。在经过认真分析测区的地形地貌特征的基础上,决定采用勘探线剖面测量、钻孔放样与地形数据采集同时进行,这样既保证地质勘探的需要,也保证了地形图的测绘进度。1:5 000 地质勘探线剖面的间距为 300 m(网度 300 m),利用 RTK 的直线放样功能施测勘探线剖面 and 钻孔放样,同时进行地形数据的野外采集。另外在勘探线之间(也就是 150 m 的间距(网度 150 m))按直线进行地形数据采集。沿直线进行数据采集的同时,均在直线的两侧各 50 m 处加测地形点,这样使野外地形点的采集密度基本上达到 50 m。遇到地类界、村庄、道路、河流等地物单独测绘,并绘制草图。采用上述作业方法在保证地形图的精度的同时,提前完成了 3 期 1:5 000 地形图的测绘、勘探线剖面测量、钻孔放样等工作,为整个勘探项目的完成奠定了基础。

## 4 地质勘探工程测量

### 4.1 地质勘探工程测量的方法

以本勘探区四等 GPS 控制点或者加密控制点为控制基础,采用动态 GPS (RTK) 对浅井、钻孔进行布设和定测。均采用固定解进行测定,禁止使用单点解、差分解或者浮点解。具体方法为:在控制点上设置基站,用移动站到其它已知点上检测,确认检测成果和已知点成果较差 X、Y 不超过 5 cm, H 不超过 15 cm 后,才能进行施测。仪器主要参数设置如下:卫星截止高度角 15°;PDOP 值 4;有效观测卫星数 5 颗;同一基站的工作半径不超过 5 km<sup>[4]</sup>。

### 4.2 勘探线剖面测量

勘探线剖面的比例尺为 1:2 000,勘探线剖面测量,采用南方灵锐 S86 动态 GPS 的直线放样功能沿勘探线的设计方位对地形变换点、地质界限点等进行测量勘探线的端点由地质人员根据实际情况而定,端点均用油漆标记。所有剖面点的定测坐标全部达到固定解,由于 RTK 固定解精度达到厘米级,完全满足规范的要求,因此剖面线没有按规范要求加测剖控点<sup>[5]</sup>。成图采用南方 CASS7.1 中小比例尺成图软件自动生成,然后按规范要求手工进行修饰,成图格式为 .DWG,同时按地质工作需要转成 MapGIS 格式<sup>[6]</sup>。

## 5 结 语

在几内亚 3 期铝土矿地质勘查工程测量中,采用 GPS 全球定位测量等先进技术,选择(下转第 152 页)

避免用户自定义图幅出现不符合专题制图规范的要素。

### 2 基于 XML 的动态专题地图集实现

本文设计采用 Java 平台进行系统开发,以 servlet+jsp 的方案实现所有网络动态图功能,Web 服务器采用 Weblogic9,数据库使用 Oracle10g,分专题底图渲染系统、符号渲染系统、独立图表渲染系统、客户端系统和数据库系统、专题图维护和定制系统几大模块进行开发。其中专题图符号渲染系统使用 JFreeChart 软件开发,数据采用 XML 文件组织。

图 2、图 3、图 4 (不同风格、不同符号定制后得到的专题图) 为系统原型。



图 2 人口劳动力子专题图

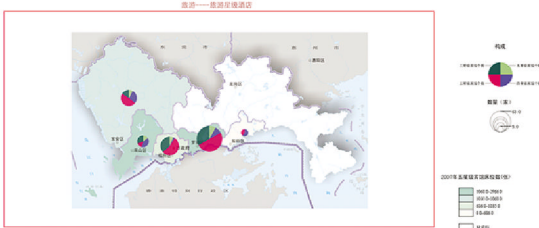


图 3 旅游专题图



图 4 人口与劳动力子专题图

(上接第 115 页) 比较合理的作业方式,科学组织、全力以赴、不畏艰险。通过全体员工的艰苦奋斗,在短短的 9 个月时间里,完成了三等 GPS 控制测量 50 点,四等 GPS 控制测量 115 点,三、四等水准测量 267.5 km, 1:5000 数字化地形图 570 km<sup>2</sup>, 钻孔放样 3 575, 钻孔定测 3 029 个,勘探线剖面测量 1 392.5 km。短时间内完成了在国内也难以完成的测绘工作量,为 3 期的铝土矿地质勘探提供了实时、高质量的测绘保障,受到我国驻几内亚大使、甲方及几内亚矿业部的高度赞扬。

### 3 结 语

本文设计并实现了一个基于网络的动态专题地图集系统,提出以 XML 来组织网络专题地图结构,实现对专题地图集图幅的管理和动态更新,以适于网络环境下对专题地图集进行发布、管理、共享;讨论了网络专题图集设计时应遵循的符号设计、图面设计的主要方法和应遵循的相应原则;提出网络专题图集的动态表达机制,专题底图符号、专题符号的实时生成来代替原有的静态成图方法,实现专题图的动态生成和更新,以专家定制的形式同用户个性化定义相结合实现用户的自定义图幅设计。当然,本文所设计的专题地图集的不足之处在于其表达方式种类还不够丰富,在这方面值得进一步去开展研究。

### 参考文献

- [1] 杜清运, 鄢国峰. 万维网电子地图[J]. 测绘与信息工程, 2000(3):17-19
- [2] 蔡忠亮, 毋河海, 鄢国峰, 等. 基于电子地图的超媒体数据模型研究[J]. 武汉大学学报:信息科学版, 2001(5):459-463
- [3] 刘纪平. 电子地图超媒体模式研究[J]. 测绘科技与动态, 1994(4):7-10
- [4] 黄仁涛, 庞小平, 马晨燕. 专题地图编制[M]. 武汉:武汉大学出版社, 2003
- [5] 周巨锁. 网络统计地图制图系统的设计与实现[D]. 武汉:武汉大学, 2005
- [6] 廖小韵. 专题地图表示方法的研究[J]. 测绘通报, 2005(12):52-55
- [7] 马耀峰. 专题地图符号构成元素的研究[J]. 地理研究, 1997(3):23-31
- [8] 邓康伟, 曾旭红. 专题地图配色中颜色的平衡与协调[J]. 地图, 1998(1):39

第一作者简介:曾兴国, 博士生, 研究方向为地理信息科学理论与方法。

### 参考文献

- [1] 万国博览编写组. 万国博览(非洲卷)[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社, 2004
- [2] GB/T 18314-2009. 全球定位系统(GPS)测量规范[S].
- [3] 李朝阳, 陈龙珠, 陈进杰. 基于 GPS-RTK 技术定测铁路新线的铁路探讨[J]. 测绘通报, 2005(1):42-43
- [4] GB/T 18341-2001. 地质矿产勘查测量规范[S].
- [5] 李胜. 地质测量工程中 PTK 的应用技术[J]. 中国新技术新产品, 2010(11):95-96
- [6] 李晓东, 郭恒茂. 浅谈利用 CASS7.0 软件绘制地形图和断面图[J]. 中国科技信息, 2010(9):24-26

第一作者简介:李保杰, 工程师, 主要从事地质矿产测绘工作。

#### Experience on the Geological Engineering Survey in Guinea Bauxite Exploration by LI Baojie

Abstract Exploration for bauxite in Guinea is a large survey area, short period, lack of available information, and other adverse conditions. The paper summarized the methods, experience and skills of the coordinate system choice, control network, topographic mapping, engineering survey etc. in its geological exploration.

Key words GPS-net, topographic survey, geological engineering survey (Page:114)

#### Quality Control Research on the Highway GPS Survey by DU Xin

Abstract Highway Surveying work is the basis of highway engineering design, control, measurement and measure their quality on the highway played a decisive role. This paper described the road when the GPS control survey prone to problems, analyzed the cause of the error, put forward specific measures to ensure the quality of measurements, GPS control survey of the future highway has a guiding role.

Key words standard, coordinate system, GPS adjustment, quality control and inspection (Page:116)

#### Cross-section Morphology Analysis of the Yangtze River by WANG Yan

Abstract Extracting different historical period cross-sections at different locations could capture river flushes and siltation. This paper achieved creating DEM by the river point data through the Spline interpolation, extracting the cross section lines by using the ISurface interface to generate sections, implementing flushes and siltation analysis by copulating the cross-sections' areas. The shape of cross-sections, extracted at different locations in the Yangtze River, according to the actual style of river potential evolution, react the river situation very well.

Key words cross-section, ArcEngine, cross-section analysis (Page:120)

#### Subsidence Monitoring Methods and Data Processing of Guangzhou Metro by LIU Jianting

Abstract The ground subsidence observation is the most important thing for the safety of subway construction. The surveying data can evaluate the construction impact on the ground surface and the environment. The topics discussed in this paper included the method of subsidence observation used in Guangzhou subway construction, the data processing of subsidence observation and the deformation analysis for ground and buildings affected by the mentioned construction. The paper also gave a way to forecast the deformation value.

Key words subsidence observation, DSZ precise level, data processing, statistical analysis (Page:122)

#### MapGIS Second Development to Solve the Second Survey of Ownership Knee Moving Problems by HE Qiu-hua

Abstract This paper instructed using Visual Basic (VB) 6.0 based on MapGIS-SDK 6.7 to do second development to develop more suitable function for the instruction of the second survey database, which to make up for the shortage of the second Survey software in the instruction of database.

Key words second development, second survey, ownership (Page:125)

#### Teaching and Practice Reform of "Quantitative Remote Sensing" Course by CHEN Jian

Abstract According to the development characteristics of remote sensing professional and the specific situation of students in universities, this paper analysed quantitative remote sensing course based on the current situation to determine the course teaching outline and content. The teaching methods and means in practice of the course were summarized and discussed so that the course was adopted to China's remote sensing science and technology development and personnel training needs.

Key words quantitative remote sensing course, multimedia, heuristic teaching, project-based teaching (Page:127)

#### Discussion on the Construction of GIS Practice Base under University-Industry Cooperation for Local Colleges by ZHENG Chunyan

Abstract CEEUSRO is an important way to training GIS applied talents. Taken Jiaying University as an example, the paper analyzed the existing training modes of GIS talents based on CEEUSRO for local colleges. Aiming at these main problems for local colleges to establish practice base, some improvement measures were proposed.

Key words CEEUSRO practice base, GIS, local colleges, training mode (Page:130)

#### Construction and Research of Map Website of Hubei Province by LI Yongfeng

Abstract Map Website of Hubei Province provides a map service platform for public, and it is a promotion version based on the original dynamic electronic Map Website of Hubei Province. In this paper, the construction and research of Hubei Map Website was introduced. And we mainly discussed system function, system architecture and key technology of this website. In the end, we made an analysis and summarize of status and development for Hubei Map Website.

Key words Hubei Map Website, electronic map, tile, map publish, geographic information platform (Page:132)

#### South Tibet Toponym Proving National Ascription of Monba and Lhoba by LIAO Xiaoyun

Abstract After author conducted filler research on south Tibet toponyms in the Map of China and raised the number of south Tibet toponyms on map from the original 9 to 36, according to the characteristic that the names of Lhoba and Monba coinciding with the toponyms of residence, and the Lhoba language meaning of south Tibet toponym 'Pasighat' coinciding with the Tibet meaning of Sichuan toponym 'Zhaxika', we demonstrated the close connection between the two national minorities and mainland together with south Tibet in cultural geography, and further explained people of Lhoba and Monba living in the south Tibet areas for generations are not trans-border ethnic people in this paper.

Key words south Tibet, toponym, Monba, Lhoba, ascription (Page:136)

#### Characteristics of Compilation of Atlas of Fujian Provincial Administrative Divisions by DAI Jiping

Abstract Material usage, content selection and symbol and color design of Atlas of Fujian Provincial Administrative were discussed and analyzed in this paper, which can stress the subject of administrative divisions.

Key words administrative divisions, features, symbol (Page:142)

#### Implementation of User Information Custom Service in Personalized Electronic Map by FAN Baomei

Abstract The paper described key technologies and implementation methods of user information custom service in electronic map in details, from the aspect of information classification, data mining and map marker adding, and designed and realized the function modules in implements.

Key words personalization, electronic map, information custom (Page:144)

#### Design and Compilation of Henan Province City-County Administrative Boundary Atlas by YANG Xiaochao

Abstract The Atlas of County-city Boundary in Henan Province contains zonal maps based on materials of administrative boundary survey agreement (attached maps, agreements, and boundary post coordinates). This paper introduced basic layouts, contents and features of this atlas which was followed by technical flow and requirements. We also discussed major technical problems in the map compilation. The importance of this work was summarized as well.

Key words administrative regions at city-county level, detailed boundary atlas, zonal topological maps, printing (Page:147)

#### Design and Implementation of Web Thematic Atlas Based on XML by ZENG Xingguo

Abstract Thematic atlas is a collection of relative maps which reflect the statistic data about natural resources, social economy, develop planning etc of a specific area. Publishing thematic atlas in web Environment will acquaint the masses get more information from the thematic atlas services, which means a lot. However, there existed some problems in online thematic atlas such as the organization of structure, the representation of maps, and the retardation of thematic data update. To solve these problems, this paper created the concept of dynamic online atlas, taking use of the technology as xml, experts designing, real time map producing and the result is approved by experiment.

Key words thematic atlas, thematic map update, experts design, online dynamic atlas, online map representation (Page:150)