



# CORS 系统在北部湾航测中的应用

潘元进<sup>1</sup>, 美琳<sup>1</sup>, 文鸿雁<sup>1</sup>, 罗满建<sup>2</sup>

(1. 桂林理工大学土木与建筑工程学院, 广西桂林 541004; 2. 广西壮族自治区测绘局, 广西南宁 530004)

**摘要:** 基于 CORS 系统, 结合网络 RTK 技术在北部湾测区(东区) 1: 10 000 航测外业控制测量项目中的应用情况, 分析了 CORS 系统在航测控制中的应用优势, 与常规方法相比此方法明显提高了工作效率, 且精度更高。

**关键词:** CORS; 北部湾; 网络 RTK; 航测; 精度分析

中图分类号: P228.42

文献标志码: B

文章编号: 1672-4623 (2011) 06-0072-03

连续运行卫星定位服务系统(Continual Operational Reference System, 简称 CORS 系统)可定义为: 一个或若干个固定的、连续运行的 GNSS 参考站, 利用现代计算机、数据通信和互联网(LAN/WAN)技术组成的网络, 实时地向不同类型、不同需求、不同层次的用户自动地提供经过检验的不同类型的 GNSS 观测值(载波相位, 伪距), 各种改正数、状态信息, 以及其他有关 GNSS 服务项目的系统。CORS 系统的建立给测绘行业带来了深刻的变革, 其核心技术--网络 RTK, 用户无需架设参考站, 省去了野外工作中的值守人员和架设参考站的时间, 不需要在四处找控制点, 降低了作业成本, 提高了生产效率, 扩大了作业半径, 网络覆盖范围内能够得到均等的精度。鉴于 CORS 巨大的应用前景, 许多地方相继投建, 目前, 广西已经建成北部湾(广西)经济区 CORS 系统, 并已经投入使用。本文结合 CORS 系统的优势, 着重介绍了 CORS 系统在北部湾航测中的应用, 提出了这种技术在航空控制测量中的优势。

## 1 测区概况

北部湾测区(东区) 1: 10 000 基础地理信息数据生产航测外业测绘任务, 是广西测绘局委托广西第二测绘院完成的广西基础测绘项目。测区跨 1: 100 000 地形图 6 幅, 跨 1: 50 000 地形图 21 幅, 包括 1: 10 000 图幅共为 275 幅。测区内有 B 级 GPS 点成果 2 个, C 级 GPS 点成果 16 个(全区拼网计算 1980 西安坐标系、1954 北京坐标系和 WGS-84 空间直角坐标系)和一定数量的 D 级 GPS 点成果级, 这些已知点均匀分布于测区内; 测区内可用高程控制成果有 I 等水准线路 3 条、II 等水准线路 2 条、III 等水准线路 10 条、IV 等水准线路 11 条。

广西 CORS 系统可以提供的功能主要有: 可获得厘米级精度的实时网络 RTK 定位服务; 可获得米级至分米级精度的实时网络 RTD 定位服务; 事后差分数据处理, 向用户提供厘米级精度、长距离、三维基准传递服务; 三维坐标转换, 为用户提供任意坐标系间的三维坐标转换, 结合广西似大地水准面成果提供 WGS84 坐标系下 GPS 大地高转换至 1985 国家高程基准下 GPS 正常高服务等。本文基于广西 CORS 系统提供的服务, 将网络 RTK 定位技术服务应用到航空控制测。

## 2 航测控制点布设

根据航测内业成图的需要, 像控点在相片上的分布应满足一定的要求, 因此航控点的布设对航测具有关键作用。

### 2.1 相片控制点布设要求

1) 像控制点距相片边缘应大于 1 cm (18 cm × 18 cm 像幅) 或 1.5 cm (23 cm × 23 cm 像幅); 综合法成图距垂直于航向的相片边缘可放宽到不小于上述规定的二分之一。

2) 像控点距相片上的各类标志不应小于 1 mm。

3) 像控点应布设在航向三片重叠和旁向重叠中线附近(见图 1)。

这样布点主要是为了使相片控制点在相邻相片、像对和航线间尽量公用, 减少外业布点数量, 增加内业量测次数, 提高内业测图精度, 并可使相片的使用面积大体相同, 量测精度基本一致。

4) 当像控点在相邻航线不能公用时, 需要分别布点, 此时两像控点所裂开的垂直距离不能大于 2 cm(见图 2)。

收稿日期: 2011-05-17

项目来源: 国家自然科学基金资助项目(41071294); 广西自然科学基金资助项目(0991023)。

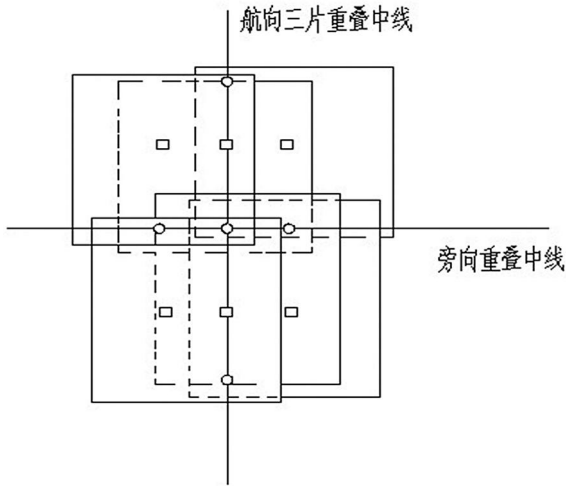


图1 相片控制点布设示意图

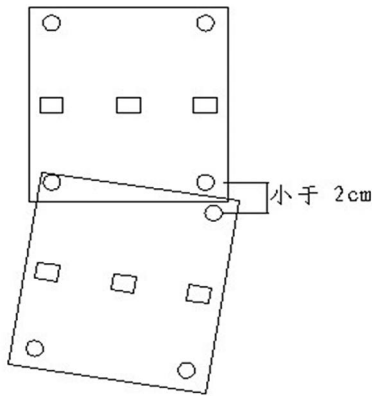


图2 像控点在相邻航线上示意图

5) 像控点离开方位线(像主点与相邻相片主点的同名点的连线)要大于3cm(18cm × 18cm 像幅)或4.5cm(23cm × 23cm 像幅)。

2.2 相片控制点精度

1) 平面控制点精度。鉴于北部湾(广西)经济区 CORS 系统能提供高精度的实时网络 RTK 定位功能,相片控制点的平面控制测量考虑采用网络 RTK 技术进行施测,以提高作业效率,测量精度要求符合《1:5000、1:10000 地形图航空摄影测量外业规范》要求。

2) 高程控制点精度。高程标准考虑采用可采用测图水准、视距高程导线、电磁波测距高程导线、支导线、经纬仪三角高程路线、独立交会、GPS 高程拟合或利用广西似大地水准面精化成果进行求解。无论采取那种方法,其精度必须符合《航外规范》要求。

1) 高级地形控制点对于附近国家等级三角点的平面位置中误差不超过图上 ± 0.05 mm(实地为 0.5 m)。相片平面和高程控制点对于附近国家等级三角点或高级地形控制点的平面位置中误差不超过图上 ± 0.1 mm(实地为 1 m);

2) 高级地形控制点、相片高程控制点对于附近水准点或三角点的高程中误差,平地、丘陵地、山地均

不得超过十分之一基本等高距(高山地按山地要求);

3) 最大误差以两倍中误差为限差。

3 网络 RTK (Network RTK)

在一定区域内建立多个参考站,对该地区构成网状覆盖,并进行连续跟踪观测。通过这些站点组成卫星定位观测值的网络解算,获取覆盖该地区和该时间段的 RTK 改正参数,用于该区域内 RTK 测量用户进行实时 RTK 改正的定位方式。

CORS 系统关键技术是网络 RTK,现针对网络 RTK 技术的应用,详细地介绍外业操作步骤。

实际作业过程中,我们采用的测量仪器是华测华测 X91 型双频 GPS 接收机及华测 Recon400 手簿。

3.1 网络 RTK 具体测量步骤

- 1) 开机,仪器进行初始化、检查准备工作;
- 2) GPS 配套用手簿进行蓝牙连接,设置 CORS 网络参数、进行网络登陆,显示 VRS CORS 网络登陆;
- 3) 接收机仪器的安置、对中、整平;
- 4) 在观测手簿中输入正确点号及仪器高;
- 5) 点击屏幕上的移动站测量,待显示固定解时进行测量。

3.2 在网络 RTK 测量中的注意事项

- 1) RTK 观测时应符合表 1 要求。

表 1 RTK 外业观测要求

观测窗口状态	15° 以上的卫星个数	PDOP 值	作业要求
良好	6	<4	允许
可用	5	6	尽量避免
不可用	<5	>6	禁止

2) RTK 测量中数据采样间隔一般为 1s,经纬度记录到 0.00001,平面坐标和高程记录到 0.001 m;

3) RTK 必须在接收机已得到网络固定解状态下方可进行数据记录;

4) 3 min 内仍不能获得固定解的,断开数据链,重启接收机再次进行上面的测量操作;

5) 重复 4 步骤超过 3 次仍不能获得固定解时,换到布点的圈内其他地方再进行测量;

6) 观测时距接收机 10m 范围内禁止使用对讲机、手机等电磁发射设备。遇雷雨应关机停测,并卸下天线。

在进行网络 RTK 测量时,我们尽可能选择观测条件比较好的观测时段和环境,尽量避免中午 11:30 点到下午 2 点的时间段进行观测,因为这段时间里在电离层最活跃,较难得到固定解,精度差。

有时候由于测量点所在地接收不到 GPRS 信号,无法进行网络 RTK 测量,只能利用后处理静态进行观测,

连续观测 120 min 以上，与北部湾 CORS 基站进行联测，最后利用 CORS 基站的同步数据完成计算。

### 4 网络 RTK 测量成果精度分析

该测区外业通过网络 RTK 测量得出的经纬度数据或后处理数据需交由广西基础信息服务中心解算出平面坐标，而相片控制点的高程测定则利用广西似大地水准面成果进行正常高改正，求得正常高。

为了检核网络 RTK 的测量精度，利用测区内已有

的 C、D 或 E 级 GPS 点作为检测点进行检测，检测平面限差要求在 14 cm 以内。高程较差应满足要求：平地 ± 0.12 m，丘陵地 ± 0.25 m，山地和高山地 ± 0.5 m。本次测量一共检测已知点 42 个，这些点点位均匀分布于测区内，检测的已知点的数量占总像控点点数的 10.3%。

表 2 是检测过的已知点的已知坐标和经解算得到的测量坐标的残差对照表（部分行略）。

表 2 观测数据与已知数据对照

点号	坐标类型				残差					
	已知坐标/m		测量坐标/m		已知高程/m	测量高程/m	X/m	Y/m	S/m	H/m
	X	Y	X	Y						
B101	*.467	*.369	*.513	*.356	*.790	*.750	-0.046	0.013	0.048	0.040
C1037	*.323	*.804	*.354	*.779	*.713	*.682	-0.031	0.025	0.040	0.031
D008	*.091	*.941	*.142	*.942	*.051	*.059	-0.051	-0.001	0.051	-0.008
D012	*.847	*.914	*.871	*.919	*.108	*.188	-0.024	-0.005	0.025	-0.080
D054	*.692	*.376	*.771	*.351	*.582	*.580	-0.079	0.025	0.083	0.002
D042	*.098	*.482	*.108	*.568	*.862	*.943	-0.010	-0.086	0.087	-0.081
D045	*.665	*.321	*.701	*.294	*.687	*.580	-0.036	0.027	0.045	0.107
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
中误差							0.038	0.033	0.051	0.043

由于已知数据具有一定的保密性，本文对数据进行了加密处理。

经对照比较和分析，X 坐标最大误差为：-0.079 m，中误差为：0.038 m；Y 坐标最大误差为：-0.086 m，中误差为：0.033 m；边长 S 最大误差为：0.087 m，中误差为：0.051 m，限差为 0.140 m；高程 H 最大误差为：0.107 m，中误差为：0.043 m，限差为 0.120 m。误差在规范允许范围内，满足像控点测量要求。从测量数据分析可得：网络 RTK 测量精度达到一、二级 GPS 网的控制测量要求。

### 5 结 语

传统的测量相片控制点的坐标的方法主要有电磁波测距法、支导线法、交会及引点法等，这些方法耗时、费力，在航测控制外业测量中几乎不用这些方法。现在常规的航测控制测量外业测量方法是观测 GPS 网，利用同步观测 GPS 卫星来得到同步基线，由基线成网解算，最后得出点位坐标。这种方法比传统方法快且精度高，而在有 CORS 系统的地区，应用网络 RTK 与航空控制测量相结合体现的优势更加明显，具体表现在：

- 1) 作业效率高；
- 2) 定位精度高，可靠性强；
- 3) 降低了作业条件要求；

- 4) 作业自动化、集成化程度高，功能强大；
- 5) 操作简便，容易使用，数据处理能力强。

本文结合 CORS 系统的实际应用，对网络 RTK 技术应用的精度进行了分析，但运用网络 RTK 技术进行航空控制测量时，要进行星历预报，尽量选取 GPS 卫星多、构图好、GDOP 值小、电离层及对流层影响小的时间进行作业以及进行多余观测和粗差剔除等手段，以确保网络 RTK 定位的质量和可靠性。

### 参考文献

- [1] GBT\_13977-1992. 1 5000、1 10000 地形图航空摄影测量外业规范[S].
- [2] 张天寿. GPS 在航测外业控制测量中的应用[J]. 地矿测绘, 2005, 21(1): 19-21
- [3] 吴巧玲. 大比例尺数码影像航测像控布点方案探讨[J]. 测绘通报, 2009(05):39-41
- [4] 王佩军, 徐亚明. 摄影测量学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2005
- [5] 孙建勇, 张中原. GPS-RTK 技术在航测外控中的应用[J]. 华北水利水电学院学报. 2010(03):41-43
- [6] 余小龙, 胡学奎. GPS RTK 技术的优缺点及发展前景[J]. 测绘通报, 2007(10):39-41
- [7] 王勇, 吴俐民. 网络 RTK 技术在城市控制测量中的试验与研究[J]. 城市勘测, 2006(4): 27-28
- [8] 曾祥新, 邱蕾, 王泽民. 南宁市 CORS 系统的精度分析与应用[J]. 地理空间信息, 2011, 9(1) 20-21

第一作者简介：潘元进，硕士，主要从事 GPS 与大地测量方面研究。

## Exploring on Spatial Distribution of Danxia Landforms in China

by OUYANG Jie

**Abstract** The relationships among distributions of Danxia landform in China and natural elements such as terrains, climates, and red beds were explored by the use of computer technology through data processing, image-making, and space analysis. Accurate longitudes and latitudes for 799 Danxia Landform sites were obtained by Google Earth first, through spatial positioning. Those spatial data were then extracted by applying the free software, GPS Track Maker, version 13.6. After the data were processed and preserved in Excel, they were visualized by using ArcGIS 9.2. From this research we find that there are three high-density distributions of Danxia Landform in China: northeastern-southeastern Tibet Plateau; Wuyi Mountain-Nanling Mountain; Taihang Mountain-Wu Mountain-Xuefeng Mountain.

**Key words** Danxia landform ,spatial distribution, World Natural Heritage, visualization (Page:55)

## Research on Updating Spatial Database Technology Based on FME

by ZHANG Hongwen

**Abstract** In order to ensure that the database updating, use multi-source data to achieve rapid updates become inevitable, bulk data updating technology has become the trend. Combined with the Chongqing City 1 : 500 spatial data updating mechanism, the paper conducted the thorough research on the data characteristics, with the help of FME technology platform, study a set of spatial database updating technology process.

**Key words** spatial database ,batch update ,technology of FME (Page:57)

## Research on Digital City

by ZHAO Shang

**Abstract** With the high development of information technologies such as computers and communication, the progress of urbanization has been improved to a new level. High efficiency and intensivism show that the era of digital city has come. Digital city has been a fashionable word, and every country has its own plans for the development of digital city. In this paper, the development and technology about digital city had been introduced, meanwhile, the development and achievement, the problems and the solutions of digital city in china had been detailed description.

**Key words** digital city ,technique structural system ,urbanization development current situation (Page:60)

## Measurement Technology of Guangzhou 1:2 000 Orthophoto Map Based on ADS40

by OU Wensi

**Abstract** ADS40 airborne digital sensor carries high precision POS system, and direct access to digital images, and other characteristics of much concern to the industry. This paper described the measurement technology of Guangzhou 1 : 2000 orthophoto map based on ADS40 , production processes and results-based management and application.

**Key words** ADS40 ,high precision POS ,push-broom camera ,Leica Photogrammetry Suite (Page:63)

## Water Pollution Sources Investigation Program in Guangzhou Based on GZCORS-RTK

by YI Fengbin

**Abstract** This paper specific applied water pollution sources investigation program in Guangzhou based on GZCORS, expounded the working flow of GZCORS, analysed of the GZCORS precision application, summed up the application of advantage of the GZCORS in water pollution sources investigation program.

**Key words** Continuous Operational Reference System ,GuangZhou Continuous Operational Reference System ,water pollution sources in-

vestigation program

(Page:66)

## Online-service Platform of Real Estate Properties Based on WebGISby LI Wenhui

**Abstract** This paper, with technological analysis and practice, summarizes AJAX and other key technologies about how to construct client solutions, providing detailed description of key technologies and system operation procedure. With this "digital real estate" flat, the paper proves current new Web technology. AJAX elevates WebGIS flat efficiency, enhancing consumer experience and exchange, improving traditional GIS model in great deal.

**Key words** Online-service ,WebGIS ,Supermap ,AJAX (Page:69)

## Application of CORS System to the Surveying of Beibu Gulf

by PAN Yuanjin

**Abstract** This paper introduces CORS system, combining with network RTK technology measure in beibu Gulf area (east) 1:10 000 aerial field control measuring project application situation, analyses the application of CORS of surveying control method than the conventional advantage, and this method obviously improve the work efficiency, and the precision is higher.

**Key words** CORS; Beibu Gulf; Network RTK;Aerophotogrammetry; Precision analysis (Page:72)

## Using the Aitken Interpolation Method to Interpolate Precision GPS Coordinates

by LIU Jingye

**Abstract** The calculation of GPS satellite coordinate is a important step in GPS data processing, its accuracy directly affects the result of GPS positioning. Any epoch of precision satellite coordinates can be got primarily through interpolated methods in the precise point positioning of the data processing, the common interpolation methods are Lagrange interpolation method, Neville admixture-frequency syntheses, and chebyshev interpolation method [1, 6]. In this paper, it introduced Aitken interpolation method in detail ,then analysed and compared the result of these algorithm, finally reached that the Aitken interpolation method also could meet the accuracy of the practical application.

**Key words** Aitken interpolation ,Lagrange interpolation ,Neville interpolation ,Chebyshev interpolation (Page:75)

## Design and Development of Dalian Tour Information System

by WAN Tingting

**Abstract** Based on Google Maps API, we embed Google Maps into ourselves website, use the function provided by API to import the required electronic map. It has some parts of functions, including map browsing and tour information showing. And it has realized tourist attractions, routing of travel and tourist area mark, and the tourists could get the information around the place facility and quickly, and they could rationally make their travel plans.

**Key words** Google Maps API; JavaScript; Tour Information Management (Page:77)