

doi: 10.11720/wtyht.2020.0113

陈浩, 张文志, 舒晴, 等. CORS 系统在航空重力测量地面 GNSS 基站解算中的应用[J]. 物探与化探, 2020, 44(6): 1408-1414. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2020.0113>

Chen H, Zhang W Z, Shu Q, et al. The application of the CORS system to ground GNSS base station calculation in airborne gravimetry[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2020, 44(6): 1408-1414. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2020.0113>

# CORS 系统在航空重力测量地面 GNSS 基站解算中的应用

陈浩, 张文志, 舒晴, 李健, 杨怡, 张凯淞  
(中国自然资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

**摘要:** 航空重力测量是以飞机为载体, 快速、高效获取大面积中、高频地球重力场信息的航空物探测量方法。航空重力测量技术的商业化运行归功于动态差分 GNSS 定位技术的成熟, 使得载体的动态定位、动态测速和加速度解算精度大大提高, 而差分 GNSS 技术解算载体动态定位的精度又依赖于地面基准站坐标精度。在实际作业中, 通过组建控制网并设立地面 GNSS 基站, 联测国家 GNSS 控制点, 不仅需要花费较多的经济成本和时间成本, 而且在人迹罕至的沼泽、高原、荒漠无人区以及远离大陆的海岛礁地区, 这种方法都面临很大的困难。随着我国 CORS 站建设的不断深入, CORS 系统精度和网度不断提高, 利用 CORS 站数据, 通过 GAMIT 等软件进行地面 GNSS 基站解算来确定其准确坐标位置的方法成为一种新趋势。本文以某测区实际数据为例, 对比分析了两种方法得到的基站坐标精度及对重力测量结果的影响, 介绍了 CORS 系统在航空重力测量地面 GNSS 基站解算中的应用效果, 说明利用 CORS 系统解算不仅满足航空重力测量精度要求, 而且能够提高工作效率。

**关键词:** 航空重力测量; CORS 系统; Gamit; GNSS 基站

**中图分类号:** P631      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-8918(2020)06-1408-07

## 0 引言

航空重力测量是重力勘探技术与航空动态测量技术的一种组合, 广泛应用于地质调查、资源勘探、测绘研究等领域, 具有快速、高效和灵活的优势。随着近年来航空重力的发展, 特别是自 2006 年我国引进用于地质资源调查的国际先进的航空重力测量系统并获得了高质量的原始重力数据后<sup>[1]</sup>, 航空重力数据的精度和分辨率不断提高。

航空重力测量需要精确获得飞机的位置、飞行速度和加速度, 分别用于航空重力的地形改正、正常重力改正、高度改正、厄特渥斯改正和解算重力加速度等, 飞机定位的精度直接影响着航空重力测量的精度。就目前来说, 差分 GNSS 系统是航空重力测量最理想的定位方式<sup>[2]</sup>。为保证动态解算的可靠

性和精度, 航空重力作业过程中, 要求地面布设有一定密度的地面 GNSS 基站。这个基准站位置将作为航空重力飞行动态差分数据处理的基准位置, 来改正飞机上安装的移动站的定位数据, 最终得到移动站的精确差分坐标<sup>[3-4]</sup>。

地面 GNSS 基站的建立, 需要使用国家高等级点的精确位置, 建立静态同步观测网, 通过基线解算来确定差分 GNSS 基站的准确坐标位置。传统的地面 GNSS 基站的建立方式主要是同步静态观测法。即在测区范围内或周边寻找至少两个国家级控制点, 然后与待解算的基准站位置上同时架设 GNSS 接收机进行同步静态观测。观测结束后, 以国家等级点为位置基准, 利用商用专业软件(如 WayPoint 等)进行差分解算, 最后得到需要的基准站点位置坐标。实际作业中, 这种基准站建立方式往往会遇到以下困难: ① 依赖于传统的国家坐标点, 之前的

收稿日期: 2020-03-10; 修回日期: 2020-05-12

基金项目: 中国地质调查局项目(121201203000169802)

作者简介: 陈浩(1985-), 男, 工程师, 硕士研究生, 从事航空物探测量与研究工作。Email: 497845396@163.com

国家控制点成果经过数十年后,数量少,精度低,且多位于山区不便于作业,有些点由于保存条件不好,存在被破坏的情况;② 进行同步静态观测需在至少 3 个点位上同时架设 3 台或以上的 GNSS 接收机及天线,且至少 3 组操作人员进行同步观测,人力物力成本较高;③ 时间上,在获取到国家控制点坐标后,需要使用 GPS 定位的方式前往测区及附近进行找寻,并进行点位的观测环境测试,时间成本较高,作业效率较低。

连续运行参考站 (continuously operating reference station, CORS) 技术的出现改变了传统的测量作业方式,而随着我国 CORS 站系统的建设,该技术已被广泛应用于国土资源动态监测、基础测绘、工程施工、地质灾害监测等领域<sup>[5-8]</sup>,大大提高了定位导航、工程测量和地理信息数据采集的效率和精度,有效降低了劳动强度和成本。该方法在地面重力调查中已得到应用<sup>[9]</sup>。本文探讨用 CORS 系统精确确定地面 GNSS 基站坐标,旨在改变传统的作业模式,使航空重力测量中地面 GNSS 基站的建设更加绿色高效,并进一步促进 CORS 站的应用与发展。

### 1 CORS 系统的发展应用

CORS 系统包含一个或若干个固定的、连续运行的 GNSS 基准站,利用由现代计算机、数据通信、互联网技术组成的数据传输网络,经过数据中心对数据连续、实时地进行高精度数据处理,数据产品产出和播发,实时地向不同类型、不同需求、不同层次的用户自动提供经过检验的不同类型的观测值、各种改正数据、状态信息,以及其他有关导航定位服务<sup>[10]</sup>。系统能够全年 365 天,每天 24 h 连续不断地运行,全面取代常规大地测量控制网。在参考站所覆盖的区域内,用户只需要一台 GNSS 接收机即可以进行厘米级、分米级、米级的实时、准实时的快速

定位和测量。与传统作业相比, CORS 系统具有作业范围广、精准度高、数据完整性强、野外单机作业等优点。

CORS 系统是 GNSS 地基增强系统的重要组成部分,同时也是国家信息化建设基础设施的主要组成部分。我国目前主要的 CORS 系统包括:国家测绘局的 GNSS CORS 系统、中国地壳运动观测网络、中国大陆构造环境监测网络、北斗地基增强系统等。

海南省连续运行卫星定位综合服务系统 (Hainan island continuously operating reference station, Hi-CORS) 是由海南省测绘地理信息局与海南省气象局共同建立的,该系统不仅使用 GPS 数据,还兼顾伽利略、GLONASS、我国的北斗系统等多个全球导航卫星系统的数据,其精度比一般民用 GPS 系统大幅提高<sup>[11]</sup>。

### 2 CORS 站数据处理及方法

利用 CORS 站数据进行地面 GNSS 基站坐标解算的数据处理过程可分为基线解算和网平差两个阶段<sup>[12]</sup>,如图 1 所示。基线解算是利用 GNSS 接收机接收到的载波相位观测值作为基本观测值,对其进行差分处理,建立观测值与基线向量的关系,通过最小二乘法求解基线向量及其精度。基线向量检核合格后,便可进行基线向量网的平差计算,平差后求得各 GNSS 基站之间的相对坐标差值,加上已知点的坐标值,最终求得各 GNSS 基站的坐标。

GNSS 基站的解算核心技术在于数据处理的使用,选用好的数据处理方法和软件对 GNSS 测量结果影响很大。在 GNSS 静态定位领域,几十千米以下的定位应用已经较为成熟,接收机厂商提供的随机软件可满足大部分的应用需要<sup>[13]</sup>。如 WayPoint 软件、天宝 GNSS Solution、国产的测绘软件等。但是在长距离的定位问题上,一般接收机厂商提供的随

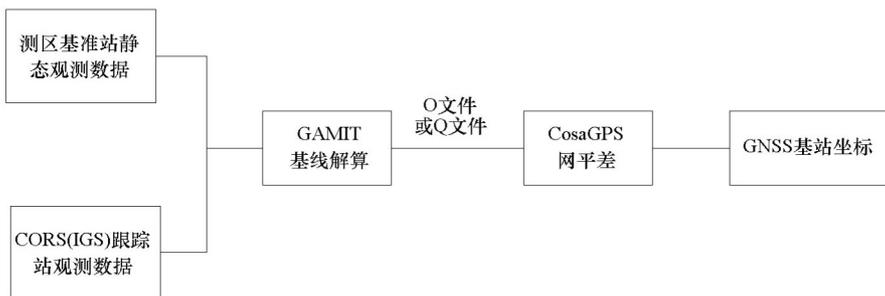


图 1 地面 GNSS 基准站观测数据处理流程

Fig.1 Flow chart of observation data processing of ground GNSS reference station

机软件不能满足需要<sup>[14]</sup>。因为这其中忽略了很多在定轨和长距离定位中不可忽略的因素,如有关轨道的各种振动计算、大气对流层改正、测站位置受地壳运动的固体潮引起的漂移等。现在世界上有 4 个比较有名的 GNSS 高精度科研分析软件,分别为美国麻省理工学院(MIT)和美国加利福尼亚大学 SCRIPPS 海洋研究所(SIO)共同开发的 GAMIT 软件、美国喷气动力实验室(jet propulsion laboratory, JPL)的 GIPSY 软件、瑞士伯尔尼大学研制的 Bernese 软件、德国 GFZ 的 EPOS 软件,另外还有武汉大学卫星导航定位技术研究中心自主研发的 PANDA 软件<sup>[15]</sup>。本文选择使用 GAMIT 软件进行数据处理。

## 2.1 GAMIT 软件基线解算

GAMIT/GLOBK 软件是由 MIT 和 SIO(加州大学圣地亚哥分校海洋研究所)共同研制的基于 LINUX 操作系统的 GPS 数据处置软件,可以估算卫星轨道和地面测站的三维相对位置<sup>[16]</sup>。它不但精度高而且开放源代码,应用者可以依据需要进行源程序的修改,现在已被国内外大量的高校和科研单位用于高精度大尺度的相对定位和地球动力学研究。

Gamit 处理数据基本步骤如下:

1) 数据准备:数据分为 4 大类,包括 RINEX 格式的 GNSS 观测数据、从相关站点 FTP 服务器上下载包含各种改正信息的参数 tables 表文件、精密星历文件.sp3 文件,全球导航信息.brdc 文件。在工程目录文件下创建链接并使用 ls-al 检查所有链接。

2) 制作测站信息文件:① 测站列表文件 sites.defaults,内容包含参与解算的所有测站的名称;② 测站近似坐标文件 lfile.,内容主要包括测站坐标的先验坐标,以空间直角坐标表示;③ station.info 测站信息文件,包含测站所有接收机和天线的类型、天线高等信息。

3) 配置信息处理控制文件。① 测站信息控制文件 sittbl.文件,设置测站三维坐标的约束量,一般采用默认值;② 测段分析策略文件 sestbl.文件,控制 GAMIT 运行过程中的计算方案和相应参数设置的文件;③ 处理过程控制文件 process.defaults 文件,一般默认设置。

4) 执行分布处理:① 运行 makexp,按提示输入包括项目名、轨道名、年、年积日、处理数、概略坐标文件、导航文件名,采样间隔,计算起止时间、历元数等相关信息,并自动创建时段信息文件 session.info;② 执行 sh\_check\_gfile-file gigsf7.247,根据星历文

件,生成 GAMIT 的星历表 T 文件;③ 执行 sh\_check\_sess-sess 247-type gfile-file gigsf7.247,检查 g 文件,确定 session.info 文件有对应的卫星;④ 执行 makej auto2470.17n jigsf7.247 igs19651.sp3,读取 RINEX 格式观测文件,并利用精密星历 sp3 文件,得到用于分析卫星时钟的 J 文件;⑤ 执行 sh\_check\_sess-sess 247-type jfile-file jigsf7.247,检查 j 文件,确定 session.info 文件中游对应的卫星;⑥ 执行 makex sany.makex.batch 命令,生成 x 中间文件,将原始观测文件转换成 GAMIT 所需文件格式;⑦ 执行 fixdrv dsany7.247,数据处理驱动程序,执行 FIXDRV 程序产生分析的批处理文件;⑧ 执行 csh bsany7.bat 命令,进行批处理工作,主要由软件的 ARC(轨道积分)、MODEL(求偏导数,生成观测方程)、AUTCLN(自动修复周跳)、CFMRG(创建观测方式文件,定义选择参数)、SOLVE(求解各参数)。

最后软件会生成结果文件 Q 文件、完全解算结果文件 O 文件、协方差文件 H 文件。

上述过程在运行过程中,由于涉及的环节步骤较多,会因为诸如参数文件未更新、文件名大小写不准确、参数设置不合理、天线类型不匹配等因素,导致程序中断或结果不理想,遇到此类问题,应根据错误提示认真分析原因,找到解决方案<sup>[17]</sup>。

## 2.2 CosaGPS 软件网平差

CosaGPS 数据处理系统是武汉大学研发,具有在世界空间直角坐标系(WGS-84)进行三维向量网平差(无约束平差和约束平差)及高程拟合等功能的软件,并带有常用的工程测量计算工具,可以实现各种坐标转换。

首先,在 WGS84 空间直角坐标系中进行三维向量网平差,先需要至少输入一个点的三维坐标,并生成基线向量文件,进行无约束平差;再将观测网中联测的多个国家 GNSS 点(比如 A 级点、B 级点)全部作为固定点输入,进行约束平差。计算结果是 WGS84 坐标,而在航空重力处理软件中,使用的也是 WGS84 坐标,不存在坐标转换的问题。

## 3 CORS 站解算坐标在航空重力测量中的应用对比

以在我国海南省某地区开展的航空重力测量作业为例。作业使用国产运 12 双发涡桨轻型运输机为测量平台,俄罗斯 GT-2A 型航空重力仪为测量主体。考虑作业方便及点位附近的电力供应及通信,分别在机场停机坪附近及野外驻地建立地面 GNSS

基站, 选址点位附近视野开阔, 安置天线周边遮挡物的高度角不大于 15°, 远离大功率无线电发射源。基站编号分别为 BAS1、BAS2, 接收机型号为 Ash-tech ProFlex800, 天线类型为 Ash111661, 观测时段 9:20~17:20, 基站数据采样频率设为 2 Hz, 飞机上安装同样型号的双频 GNSS 天线, 并按 2 Hz 采样频率采集记录定位数据。

首先按照传统引点方式, 经过前期搜集、查找测区内及附近的高等级 GNSS 基准站, 通过手持 GPS 踏勘选点和环境测试后, 选择距离较近且联测网能够形成较好几何形状的 2 个国家 GNSS 大地控制网大地坐标成果基点, 使用相同采样率的 4 台双频差分 GNSS 接收机在 4 地 (两处国家 GNSS 基点及停机坪、野外驻地基站) 构成联测网, 以国家基准点为基准对控制网进行整体平差, 将控制网中的 GNSS 控制点坐标成果统一至 WGS84 坐标。控制网设计如图 2 所示。

数据采集完成后, 使用加拿大 Waypoint 公司开发的商用 GPS/GLONASS 后处理软件 GrafNet 7.6 版

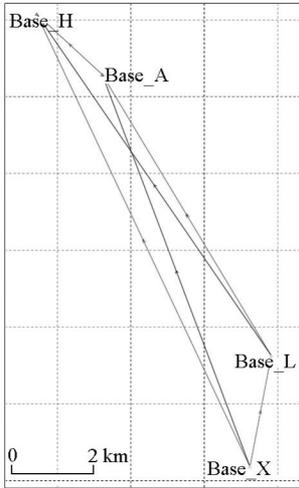


图 2 基线解算控制网示意

Fig.2 Sketch map of the baseline solution control network

表 1 两种不同观测方法解算的地面 GNSS 基准站点位精度

Table 1 Precision table of ground GNSS reference station position calculated by synchronous observation

解算参数	同步观测解算地面 GNSS 基准站点位精度		CORS 站解算地面 GNSS 基准站点位精度	
	BAS1	BAS2	BAS1	BAS2
点号	BAS1	BAS2	BAS1	BAS2
经度 (E)	XXX.xx3675898	XXX.xx4313955	XXX.xx36752513	XXX.xx43132659
纬度 (N)	XX.xx1711920	XX.xx0444264	XX.xx17118971	XX.xx04442297
高程/m	-1.758	30.746	-1.724	30.827
北向定位精度 $M_x$ /cm	0.56	0.55	0.82	1.05
东向定位精度 $M_y$ /cm	0.51	0.50	1.63	1.95
天向定位精度 $M_z$ /cm	1.10	1.11	0.73	0.92

本进行静态处理及网平差, 计算出控制点 WGS84 坐标值, 如表 1 所示。同时, 结合海南 HiCORS 站分布, 选择周边分布均匀, 能够形成较好几何形状的 CORS 站点, 将 HiCORS 的 HL、SY、WZ、WN 4 个基准站与地面 GNSS 基站构成联测网, 以 HiCORS 站为基准对控制网进行整体平差, 使控制网中的 GPS 控制点坐标成果统一至国家坐标系。使用 GAMIT 软件进行控制点解算及 CosaGPS 数据处理系统进行平差计算, 控制网如图 3 所示, 控制网点位解算精度见表 1。

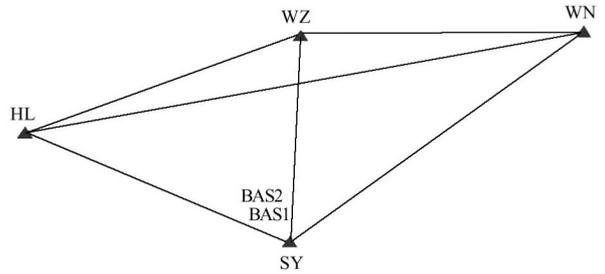


图 3 CORS 站解算 GNSS 控制网

Fig.3 Sketch map of the CORS station baseline solution control network

以上两种解算 GNSS 基站结果 (表 1) 显示, 两种方式的结果差异在厘米级, CORS 站解算结果各项误差最大值为  $dx = 0.010\text{ m}$ ,  $dy = 0.019\text{ m}$ ,  $dz = 0.009\text{ m}$ 。平面及高程定位精度均优于航空重力测量作业要求的  $\pm 0.1\text{ m}$  的精度要求。

使用两种地面 GNSS 基站建设方案得到的不同基站坐标, 在航空重力数据处理软件中对同架次、同条测线进行处理比较, 验证 CORS 站引点方式取代传统引点方式的可行性。选择某一架次 3 条测线数据, 分别为 860、8070、8080 线, CORS 站计算方式测线号前加 90 前缀以示区别, 数据处理后对比结果, 质量评价采用重复测线内符合精度均方误差公式计算<sup>[18]</sup>:

$$\sigma_j = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_{ij}^2}{n}} ;$$

$$\delta_{ij} = F_i - F_j, \quad F_i = \sum_{j=1}^m F_{ij} / m ,$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$$

式中: $\delta_{ij}$ 为第 $j$ 条重复线公共段各点观测值 $F_{ij}$ 与该点各重复线观测的平均值 $F_i$ 之差, $m$ 为重复线数目, $n$ 为重复线公共段数据点数。然后,根据计算结

果绘制内符合精度图。

从实测数据计算结果可以看出,采用不同的引点方式确定的基站坐标处理相同测线 860 的内符合精度为 0.039 mGal(图 4),测线 8070 的内符合精度为 0.052 mGal(图 5),测线 8080 的内符合精度为  $0.026 \times 10^{-5}$  m/s(图 6),异常曲线高度重合,说明 CORS 站解算基准站坐标的结果完全满足航空重力测量作业。

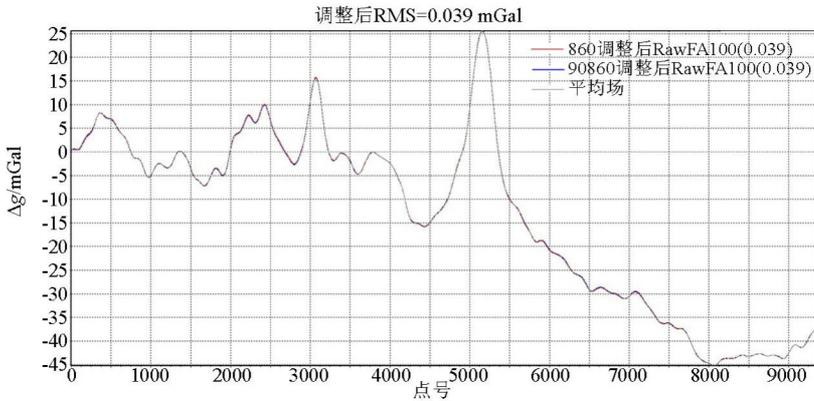


图 4 水平调整后 860 线内符合精度计算结果

Fig.4 The internal accord accuracy of repeat lines after adjusting level of line 860

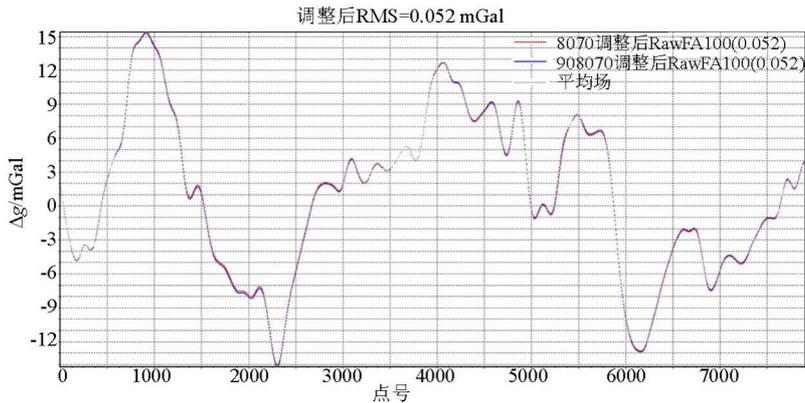


图 5 水平调整后 8070 线内符合精度计算结果

Fig.5 The internal accord accuracy of repeat lines after adjusting level of line 8070

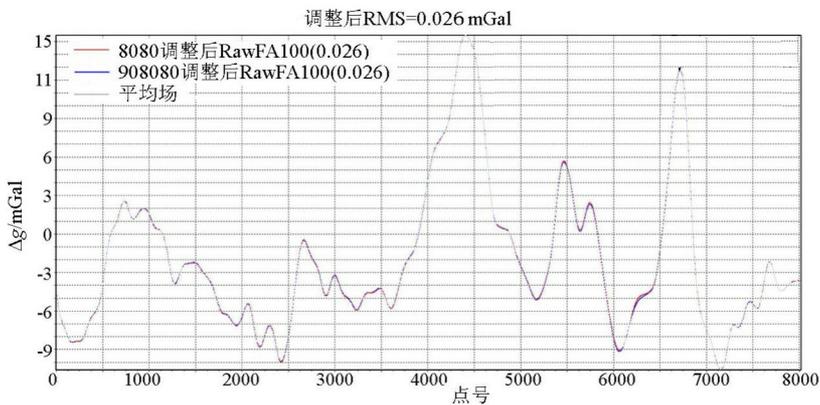


图 6 水平调整后 8080 线内符合精度计算结果

Fig.6 The internal accord accuracy of repeat lines after adjusting level of line 8080

## 4 结语

通过对比不同基准站解算方式的处理结果可以看出,利用 CORS 站解算不仅满足航空重力测量精度要求,而且能够提高工作效率,弥补现有引点方式的不足。

一般商用软件在解算基准站坐标上具有一定的局限性,且价格昂贵,而 GAMIT 软件不仅开源,而且在处理长基线时,采用了一系列的参数估计和模型改正,提高了解算精度,具有商用软件无法比拟的优势。

随着 CORS 系统的建设,基于网络或卫星的 CORS 服务将会变得越来越普及,未来航空重力测量将有望不再依赖其他地面参考站而实现动态精密单点定位。

## 参考文献 (References):

- [1] 李文勇,周坚鑫,周锡华,等.航空重力局部异常地质成因分类及找矿意义[J].地球科学进展,2010,25(10):1061-1069.  
Li W Y, Zhou J X, Zhou X H, et al. Geological-genetic classification and prospecting significance on local anomaly of airborne gravimetry[J]. Advances in Earth Science, 2010, 25(10): 1061-1069.
- [2] 熊盛青,周锡华,郭志宏,等.航空重力勘探理论方法及应用[M].北京:地质出版社,2010.  
Xiong S Q, Zhou X H, Guo Z H, et al. Theory, method and application of the airborne gravity prospecting[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2010.
- [3] 高维,舒晴,屈进红,等.国外航空物探测量系统近年来若干进展[J].物探与化探,2016,40(6):1116-1124.  
Gao W, Shu Q, Qu J H, et al. New progress of aerogeophysical techniques abroad[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2016, 40(6): 1116-1124.
- [4] 罗锋,李冰,姜作喜,等.DGPS在航空重力测量中的应用[J].物探与化探,2014,38(6):1212-1217,1221.  
Luo F, Li B, Jiang Z X, et al. The applications of DGPS to airborne gravimetry[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2014, 38(6): 1212-1217, 1221.
- [5] 汪伟,史廷玉,张志全.CORS系统的应用发展及展望[J].城市勘测,2010(3):45-47,55.  
Wang W, Shi T Y, Zhang Z Q. The Development and expectation of CORS application[J]. Urban Geotechnical Investigation and Surveying, 2010, 114(3): 45-47, 55.
- [6] 李萌,黄丁发,严丽,等.汶川地震前后四川盆地 CORS 站运动特性分析[J].测绘学报,2014,43(6):582-589.  
Li M, Huang D F, Yan L, et al. Characteristics of position time series at CORS station in SiChuan basin before and after Wenchuan earthquake[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2014, 43(6): 582-589.
- [7] 万广欣.基于 CORS 系统下 GPS 测量技术在地质测绘中的应用[D].北京:中国地质大学(北京),2014.  
Wan G X. GPS measurement technology application in geological surveying and mapping based on CORS system[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2014.
- [8] Wang L, Hu W S. Study and application in road survey on CORS technique[J]. Procedia Social and Behavioral Sciences, 2013, 96: 1707-1711.
- [9] 滕龙,倪四道,张宝松,等. CORS 系统在重力调查中的应用[J].物探与化探,2013,37(6):1018-1022.  
Teng L, Ni S D, Zhang B S, et al. The application research of CORS to gravity prospecting[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2013, 37(6): 1018-1022.
- [10] 陈明,张鹏,武军.我国 CORS 发展与技术应用[J].中国测绘,2016(1):30-34.  
Chen M, Zhang P, Wu J L. The development and technology application of CORS in China[J]. China Surveying and Mapping, 2016(1): 30-34.
- [11] 林韬,吴锡昭,赵紫.海南 CORS 系统建设及其在常规测量中的应用[J].测绘与空间地理信息,2014,37(9):151-154.  
Lin T, Wu X Z, Zhao Z. Hainan CORS system construction and its application in a conventional survey[J]. Geomatics and Spatial Information Technology, 2014, 37(9): 151-154.
- [12] 夏斌.GAMIT 和 CosaGPS 数据处理在工程中的运用[J].地理空间信息,2015,13(6):118-120,14.  
Xia B. Application of GAMIT and CosaGPS data processing in engineering[J]. Geospatial Information, 2015, 13(6): 118-120, 14.
- [13] 王应建.航空重力测量及其地面 GPS 基准站研究[D].郑州:解放军信息工程大学,2012.  
Wang Y J. Airborne gravimetry measuring and research of ground GPS base station[D]. Zhengzhou: The Information Engineering University, 2012.
- [14] 王井利,由迎春.基于 GAMIT 中、长基线解算在 CORS 系统中的应用与精度分析[J].沈阳建筑大学学报:自然科学版,2014,30(1):98-103.  
Wang J L, You Y C. CORS system based on GAMIT for medium- and long baseline solution and accuracy analysis[J]. Journal of Shenyang Jianzhu University: Natural Science, 2014, 30(1): 98-103.
- [15] 李征航,张小红.卫星导航定位新技术及高精度数据处理方法[M].武汉:武汉大学出版社,2009.  
Li Z H, Zhang X H. New Techniques and precise data processing methods of satellite navigation and positioning[M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2009.
- [16] Document for GAMIT reference manual GPS analysis at MIT release 10.6[R]. Department of Earth, and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology, 2015.
- [17] 赵建三,杨创,闻德保.利用 GAMIT 进行高精度 GPS 基线解算的方法及精度分析[J].测绘通报,2011(8):5-8,35.  
Zhao J S, Yang C, Wen D B. Method and precision analysis of high-precision GPS baseline solution by GAMIT[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2011(8): 5-8, 35.
- [18] 姜作喜,张虹,郭志宏.航空重力测量内符合精度计算方法[J].

物探与化探,2010,34(5):672-676.

Jiang Z X,Zhang H,Guo Z H.The method for calculation of inter-

nal accord accuracy in airborne gravity survey[J].Geophysical and

Geochemical Exploration,2010,34(5):672-676.

## The application of the CORS system to ground GNSS base station calculation in airborne gravimetry

CHEN Hao, ZHANG Wen-Zhi, SHU Qing, LI Jian, YANG Yi, ZHANG Kai-Song

(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Natural Resources, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Airborne gravimetry surveying is a geophysical survey method with the aircraft as a carrier. It can rapidly and efficiently extract middle and high frequency earth's gravity field information in large areas. The commercialization of aeronautical gravity measurement technology is due to the maturity of dynamic differential GNSS positioning technology, which greatly improves the accuracy of dynamic velocity measurement and acceleration calculation of the carrier. And the accuracy of carrier dynamic positioning using the differential GNSS positioning technology depends on the accuracy of the ground reference station coordinates. In the actual work, through the establishment of GNSS control network to calculate the ground GNSS base station coordinates on the synchronization observation of national GPS geodetic control network, it not only spends much time and needs much cost but also has many difficulties in establishing the ground GNSS base station in the rare swamp, plateau, desert, unmanned areas and distant mainland's island reef areas. With the construction of CORS station in China, the precision and the net dimension have been continuously improved. By using the data of CORS station, the method for determining the coordinates of the ground GNSS base station is employed by GAMIT, which has become a new trend. With the actual data of a survey area as an example, the authors conducted check and analysis of the base station coordinate accuracy and the measured gravity anomaly of the two methods, and readers can understand the application effect of the CORS system in the ground GNSS base station calculation in airborne gravimetry. It shows that the CORS system can not only meet the accuracy requirements of airborne gravimetry, but also improve the work efficiency.

**Key words:** airborne gravimetry; CORS; Gamit; GNSS base station

( 本文编辑:王萌)