

HB-CORS 系统在工程中的应用

李国清, 洪春晓, 卢圣奇
(湖北省测绘工程院, 湖北 武汉 430074)



摘要: 在湖北省连续运行卫星定位服务系统 (HB-CORS) 建成并投入试运行后, 襄阳随州 1 10 000 像控测量就采用了 GPS 一体机流动站连结 HB-CORS 系统进行测量。对测量所取得的成果进行了分析和比较, 其结论是: 采用 HB-CORS 系统进行了 1 10 000 像控测量其精度完全满足要求。

关键词: GPS; HB-CORS; VRS; 像片控制测量

中图分类号: P208

文献标志码: B

文章编号: 1672-4623 (2011) 03-0073-03

连续运行卫星定位服务系统 (CORS 系统) 是现代 GPS 的发展热点之一。CORS 系统将网络化概念引入了大地测量应用中, 该系统的建立不仅为测绘行业带来深刻的变革, 而且也将为现代网络社会中的空间信息服务带来新的思维和模式。连续运行参考站系统可以定义为一个或若干个固定的、连续运行的 GPS 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 GPS 观测值 (载波相位, 伪距), 各种改正数、状态信息, 以及其他有关 GPS 服务项目的系统。由于传统的 RTK 技术需要有测区附的控制点的点位数据, 针对当前项目需要架设基准站以及考虑到初始化时间、改正模型等各方面的因素, CORS 系统的建立对于大中城市的基础测绘来说是实用且经济的。

1 CORS 的分类

单基站系统, 就是只有一个连续运行站。类似于一加一的 RTK, 只不过基准站由一个连续运行的基准站代替, 基准站上有一个控制软件实时监控卫星的状态, 存储和发送相关数据。

多基站系统: 分布在一定区域内的多台连续观测站, 每一个观测站都是一个单基站, 同时每一个单基站还有一个中央控制计算机控制。

最初的网络 RTK 是利用分布较为均匀连续运行参考站 (CORS) 进行单站控制, 用户站从一个参考站的有效精度范围进入另一个参考站的精度范围, 严格意义上讲是多参考站常规 RTK, 如果要使基线精度优于 3 cm, 需要在一个区域内密集的布设参考站, 站间距离应小于 30 km。精度随着基线的增长而衰减, 且分布不均匀, 如果要求按一定精度覆盖整个区域, 需要

架设较多的参考站。

多参考站常规 RTK 模式虽然在一个较大范围内满足了精度要求, 但需要的投资也是巨大的, 我们完全可以在一个较大的范围内均匀稀松的布设参考站, 利用参考站网络的实时观测数据对覆盖区域进行系统误差建模, 然后对区域内流动用户站观测数据的系统误差进行估计, 尽可能消除系统误差影响, 获得厘米级实时定位结果, 网络 RTK 技术的精度覆盖范围大大增大, 且精度分布均匀。CORS 技术目前在技术算法上分成 VRS、FTK、主辅站技术, 其中湖北 CORS 用的是天堡的 VRS 方案。

2 虚拟参考站 (VRS) 的原理及优势

1) 与常规 RTK 不同, VRS 网络中, 各固定参考站不直接向移动用户发送任何改正信息, 而是将所有的原始数据通过数据通讯线发给控制中心。同时, 移动用户在工作前, 先通过 GSM 的短信息功能向控制中心发送一个概略坐标, 控制中心收到这个位置信息后, 根据用户位置, 由计算机自动选择最佳的一组固定基准站, 根据这些站发来的信息, 整体的改正 GPS 的轨道误差, 电离层, 对流层和大气折射引起的误差, 将高精度的差分信号发给移动站。这个差分信号的效果相当于在移动站旁边, 生成一个虚拟的参考基站, 从而解决了 RTK 作业距离上的限制问题, 并保证了用户的精度。

其实 VRS 技术就是利用各基准站的座标和实时观测数据解算该区域实时误差模型, 然后对用一定的数学模型和流动站概略坐标, 模拟出一个临近流动站的虚拟参考站的观测数据, 然后建立观测方程解算, 虚拟参考站到流动站间这一超短基线。虚拟参考站极有可能就是运用的概略坐标, 这样的话, 由于单点定位的

收稿日期: 2011-00-00

精度,虚拟参考站到流动站的距离一般为几米到几十米之间,如果将流动站发送给处理中心的观测值进行双差处理后建立虚拟参考站的话,这一基线长度可能只有数米。

天宝目前的 GPS 进行 RTK 作业的精度都是 $10\text{ mm}+1\times 10^{-6}$,如果用电台或者网络单基站的模式,在流动站距离基站 10 km 的时候,仪器的精度就是 2 cm,距离 20 km 的时候仪器的精度就是 3 cm,依此类推。如果用湖北 CORS 进行测量,由于消除了 1 ppm 的比例误差,在全省范围由于仪器本身产生的误差就是 1 cm。当然实际的测量误差还包括很多因数,比如人为操作的误差等。

2) 2 种 CORS 技术, VRS 技术与 FKP 技术的对比。VRS 允许服务器应用整个网络的信息来计算电离层和对流层的复杂模型;而相反,FKP 在对电离层残差影响的模型化方面能力有限,它用于修正的模型非常简单(大多数情况下仅采用了线性内插,如 SAPOS 中),在 FKP 中,流动站仅能获取 2 个站的数据来计算大气模型。VRS 在整个生产步骤中对流层模型是一致的。而在 FKP 模式中,则存在着服务器和流动站所用对流层模型不一致的危险。VRS 系统的成果的可靠性、信号可利用性和精度水平在系统的有效覆盖范围内大致均匀,同离开最近参考站的距离没有明显的相关性;而 FKP 技术的分布却不是均匀的,与最近参考站的距离有很大关系。

3 湖北 CORS 组建基本流程

1) 选择基站点。在选择基站点的时候考虑了诸多的因素,首先要考虑的是整个 CORS 的网形,其次考虑了站点的交通情况。由于各地已经建立了一些单基站点,从经济角度考虑要尽可能的利用以前的站点。

2) 基建工作及安装仪器。新增加的站点要依据国家标准建立观测墩子。更换老化的仪器,新的站点要安装调试仪器。在安装好后要检查卫星情况以及调试网络,检查与 CORS 中心的连接是否正常。

3) 静态观测以及解算。在联测国家的高等级控制点和所有的基站点,并进行解算得到各个站点的精确坐标。

4) 软件调试以及精度和稳定性能测试。在 CORS 中心调试 CORS 网的控制软件,在全省各个区域进行精度和稳定性的测试。

4 HB-CORS 在工程中的应用

湖北 CORS 建成投入试运行后,我院在襄阳、随

州 10 000 像控测量中进行了实际应用,测量方式为 GPS 一体机流动站连结湖北省连续运行卫星定位服务系统进行测量。

4.1 测量需要的仪器

天宝 GPS 一体机一台(5800, R4, R6, R8); TSC2 手簿一个; 蓝牙手机一部(不是所有的有蓝牙的手机都可以)。

4.2 流动站工作基本原理

CORS 也是一种 RTK 的测量模式,既然是 RTK 模式那么流动站就要接收差分信号。天宝的 GPS 在工作的时候 TSC2 手簿使用蓝牙一头连接手机一头连接 GPS。TSC2 手簿通过手机上网访问 CORS 中心的 IP 和端口获得差分数据,然后 TSC2 手簿把差分数据传递给 GPS 流动站, GPS 流动站通过自己内置的 GPS 天线接收卫星信号,结合 TSC2 手簿传送过来的差分数据进行解算,最终得到固定解。

4.3 第一次连接需要进行的工作

1) 设置手机。首先不是有蓝牙的手机都可以使用。其次各个品牌的手机的设置也不同,但是具体都包括下面的一些设置: 打开手机蓝牙功能; 设置手机蓝牙为可被其他设备发现; 设置分组数据。有一些手机不叫分组数据,有一些手机里面本身就设置的有,不用进行设置。需要设置的手机在设置的时候联通和移动的卡 APN 要输入: cmnet (电信的不一样); 打开手机的上网功能(使用的手机卡一定要开通流量功能)。

2) 配对手机和 TSC2 手簿的蓝牙和 TSC2 手簿配对 GPS 步骤是一样的,只是要输入个配对密码,密码具体是什么无所谓,但是一定要在手机上输入一样的密码。

3) 在 TSC2 手簿上添加一个用手机上网的连接在手簿的连接设置里面,添加一个上网连接。联通和移动的是 G 网,拨号一般设置成*99***1#,在高级设置里面要输入网络初始化命令,+cgdcont=1,"ip","cmnet"。电信的是 C 网,拨号设置成#777,网络初始化命令为空,但是电信的网络有时候要输入帐号和密码。189 的卡帐号为: ctnet@mycdma.cn,密码为: vnet.mobi。非 189 的号帐号为: card,密码为: card。设置完成后在管理当前连接里面连接一下,检查网络连接是否成功。

4) 进入 SC 软件添加一个拨号简表。在拨号简表里面,网络连接就设置成刚刚添加的连接,PIN 设置成空,APN 输入: cmnet,使用 NTRIP,在下面输入自己的帐号和密码,IP 地址是 :119.97.235.67,端口为 :2101。

5) 配对 GPS 和 TSC2 手簿的蓝牙。这个和我们通常做电台模式 RTK 的时候的操作一样。

6) 进入 SC 软件配置测量形式。在这里你可以自己新建一个测量形式然后编辑,也可以直接对现有测量形式进行编辑。在流动站选项里面,测量形式类型还是选:RTK。播发格式可以选 VRS (CMR) 或者 VRS (RTCM);其他配置和电台模式是一样的。在流动站电台里面类型就选:互联网连接,拨号简表就选刚刚建立的拨号简表。

7) 点“测量/开始测量”,仪器获得固定解后就可以开始测量。最新的 SC 软件和 TSC2 手簿在点“测量/开始测量”后是可以自动连接手机上网的。如果不能

自动连接,进入手簿的连接设置里面先连接上网络再点“测量/开始测量”。

5 像控点观测精度评价

1) 像控点观测要求每一个点观测次数为 4 次,每次时间为 32 s 由于测区共布设了 360 多个像控点,所以只从东、西、南、北和中间 5 个方向各抽 2 个像控点列表说明。同一像控点不同观测次数的观测值较差见表 1。

表 1 像控点较差表/m

点名	同一像控点第二、三、四次观测值较第一次观测值之误差表											
	1			2			3			平均值		
	X ₁	Y ₁	H ₁	X ₂	Y ₂	H ₂	X ₃	Y ₃	H ₃	X	Y	H
P532	+0.021	-0.019	+0.030	+0.028	+0.020	+0.029	+0.028	-0.021	-0.031	0.026	0.020	0.023
P536	+0.025	-0.021	+0.032	+0.028	-0.026	+0.035	+0.021	-0.030	-0.023	0.024	0.026	0.030
P541	-0.018	+0.019	-0.031	-0.025	+0.021	-0.031	-0.018	+0.026	+0.020	0.020	0.022	0.027
P552	-0.015	+0.020	+0.026	-0.028	+0.019	+0.026	-0.017	+0.030	+0.026	0.020	0.023	0.026
P557	+0.023	-0.018	+0.030	+0.019	+0.017	+0.031	+0.020	+0.018	-0.028	0.020	0.018	0.030
P562	+0.018	-0.020	-0.032	+0.017	-0.022	+0.029	-0.025	+0.019	-0.032	0.020	0.020	0.031
P636	-0.022	+0.023	-0.031	+0.025	-0.016	+0.032	-0.019	-0.025	-0.033	0.022	0.021	0.032
P666	+0.009	-0.024	+0.033	+0.010	-0.015	+0.029	+0.011	-0.020	+0.031	0.010	0.020	0.031
P676	-0.013	-0.016	+0.020	-0.015	-0.019	+0.025	-0.016	+0.020	-0.009	0.014	0.018	0.018
P583	-0.015	+0.011	+0.030	-0.017	+0.021	+0.016	-0.014	+0.023	+0.011	0.015	0.018	0.019

结果说明同一像控点各不同的观测次数之间的观测值误差较小且稳定

2) 为了确保成果的可靠性,在对像控点进行观测时,对测区内和测区边缘的 C 级网控制点进行联测,所测结果与已知点进行较差计算(如表 2 所示)。

表 2 已知点较差表/m

点号	观测值			已知值			较差		
	X 坐标	Y 坐标	H 高程	X 坐标	Y 坐标	H 高程	X	Y	H
C120	582.763	985.311	131.215	582.791	985.332	131.185	-0.028	-0.021	+0.030
C123	395.861	472.110	98.156	395.882	472.085	98.135	-0.021	+0.025	+0.021
C125	826.351	137.651	130.253	826.321	137.622	130.223	+0.030	+0.029	+0.030
T137	485.262	862.845	86.314	485.241	862.816	86.368	+0.021	+0.029	-0.054
T147	618.123	454.540	72.811	618.146	454.507	72.771	-0.023	+0.033	+0.040
T220	670.713	584.126	111.231	670.745	584.095	111.189	-0.032	+0.031	-0.042

X < 5 cm Y < 5 cm H < 10 cm

6 结 语

襄阳随州 1 10 000 像控点的测量,采用 GPS 一体机流动站连接湖北省连续运行卫星定位服务系统进行测量其成果可靠,精度较高且在 VRS 的有效覆盖范围内基本均匀,完全满足内业成图的要求,同时表明外业作业较之传统的 RTK 更方便无需更换基准站且测量范围远远大于传统 RTK 测量的范围,外业工作效率显著提高。

参考文献

- [1] 何保国,魏忠,高长元.HBCORS 运营管理机制的思考[J].地理空间信息,2011,9(2):6-8,12
- [2] 肖建华,李江卫,严小平.HBCORS 建设的构想与建议[J].地理空间信息,2009,7(1):4-7
- [3] 彭璇.连续运行卫星定位综合服务体系结构研[J].地理空间信息,2010,8(4):111-113
- [4] 王华,陈晓茜,祁信舒.试论数字城市地理空间框架在城市规划中的应用[J].地理空间信息,2010,8(2):1-4

第一作者简介:李国清,工程师,从事航空摄影测量和工程测绘。

Research of 2D&3D Integration Based on Skyline and SuperMap6R by
CHEN Peng

Abstract A 2D&3D integration technology was introduced in this article based on the Skyline platform and SuperMap Realspace tech. All technical details were analysed about this technology and the problem we meet when apply it. At the same time, the data was published by the internet through importing 2D and 3D data into the system and can be accessed by clients.

Key words GIS 2D&3D integration Realspace 3D GIS (Page:65)

Valuation of Ecosystem Services in the Hills Area of East Part of
Guangdong Province by LI Xiao feng

Abstract Base on the theories and methods of valuating the ecosystem service and land-use database of Fengshun country, the total value of ecosystem service, intensity and regional index were calculated and analyzed. The results showed that: (1) the total value of ecosystem services throughout the county was 4.657 billion yuan, the woodlands and waters were the most major ecological service types; (2) the average value of ecosystem services was 17200 yuan per hectare, the value of ecosystem services of the regional differences in intensity was obvious; (3) the value of ecosystem services of the regional differences in location index was obvious. In these discussions, it concluded the value of ecosystem services assessment system inadequacies.

Key words ecosystem service function , valuation , Fengshun country (Page:69)

Application of HBCORS System to Projects by LI Guoqing

Abstract After the continuously operating reference stations system of Hubei province (HB-CORS) built and put into use, the practice of Xiangyang and Suizhou 1:10000 photo control survey worked with HB-CORS. We analyzed and compared the measurement results, it fully meet the requirements of precision. Key words GPS ; HBCORS ; VRS ; photo control survey (Page:73)

DLG Data Coordinate Conversion of ADS40 Digital Photogrammetry
by YANG Weijun

Abstract Coordinate conversion of DLG data based on ADS40 digital photogrammetry is discussed. Direct project parameter conversion instead of seven-parameter conversion is adopted in horizontal direction. A grid model is adopted to simulate geoid refinement and the strict conversion relationship is created. At the same time, the conversion relationship is tightly combined with the DLG data production. The work flow is simplified and the production efficiency is increased.

Key words ADS40, coordinate conversion, geoid refinement, digital photogrammetry, data handling (Page:76)

Analysis of Geographic Information Services by OU Qijian

Abstract The article gave a comprehensive analysis based on development connotation and social needs of geographic information services, and put forward the suggestion of enhance geographic information service.

Key words geographic information geographic information services , serving platform ,co-construction and sharing (Page:79)

Spatio-temporal Query Algebra Based on XML Data Model

by LIU Xiaohua

Abstract The spatio-temporal query algebra is one kind of abstract spatio-temporal query language; it uses the subset of basic predicates, operations, the functions of spatio-temporal abstract data type to express the spatio-temporal query. While the data model of the spatio-temporal microscopic operates employed the XML data model which the Native XML Database (NXD) adopt to store semi-structured spa-

tial-temporal data, therefore this article held the space and time expansion to the XML query algebra - XQuery FS data type and the query, and introduced in GML to describe the geography feature and it's relationships, has defined one kind newly based on the XML data model space and time inquiry algebra.

Key words spatio-temporal query algebra ,XML data model ,XML query algebra (Page:81)

Application of Laser Scanning in Digitalizing Building

by ZHANG Hongfei

Abstract The way was studied to obtain digital building model based on ground laser scanner in this paper. Through the experiments to digitalize the buildings in activity centre of college students and school history museum, the process of digital building existed was summed up, which includes five steps: collecting data, culling noise and repairing holes, registering data, reconstructing surface, and textures mapping of models. There was high geometry precision, abundanced details and real textures in the surfaces of models generated by the method. However, the data of models was so large that the speed of render was affected.

Key words 3D modeling ,digital architecture ,laser scanner ,data collection points cloud data (Page:86)

Discussion on the RapidEye Image Orthophoto Map Production Process
by XIONG Deke

Abstract This paper described the orthophoto production in some of the key link. For example, we used the photoshop software to remove and fusion a thin cloud of RapidEye images. For the mountainous area, the images were used the small unit of area differential to correct. Through this method we summed up a set of fast and efficient production processes for RapidEye image to remove the thin cloud and difficult mountain Image Correction.

Key words RapidEye ,channel ,levels ,correct (Page:89)

Design for Reconstruction of Sanjiu Information System Using New-
Map Server by WAN Baolin

Abstract NewMap Server is a strongly GIS software based on SOA. Base on the software, we can construct various thematic WebGIS information system rapidly. In this paper, the design for reconstruction of "Sanjiu"(old town, old village, old factory) information system was mainly introduced, which may give some use for reference to other thematic applications expectantly.

Key words NewMap Server ,reconstruction of "Sanjiu" ,SOA (Page:92)

Research of 3D Model by Erdas Image by YANG Weiwei

Abstract The paper took a campus for example. To make research about the three dimensional landscape. The three dimensional model was mainly divided into two parts, architectural model and topographical model. Firstly, made fully use of 3DS Max tentatively establish the basic model of the campus buildings and complete the frame structure of the buildings. Secondly, combined with remote image data in Erdas Image to analogy the campus' surface. Finally, matched the founded model with images, completed the campus' three dimensional model, furthermore to realize the primary operation of the space inquirer and three dimensional wander of the founded model, and to explain the geographical significance of the founded model.

Key words 3DS Max ,Erdas Image ,3D model (Page:94)

Summarization of Error Control Research in 3D-Terrain Model Simplification
by NIU Ruitao

Abstract There are series of errors in the process of terrain model simplification, how to settle the error control is the key to ensure the terrain simplification model's precision. Referring on a great deal con-