

基于连续运行参考站网系统完备性监控设计与实现

陈日高,徐益群,白清波,洪 泽,张 锋

(92493 部队,辽宁 葫芦岛 125000)

摘要: GPS 连续运行参考站网系统完备性监控是 CORS 系统正常运行的关键和基础,通过对环渤海某区域连续运行参考站网系统建立的完备性监控有关内容进行分析,对完备性监控系统构建及技术实现进行了研究。

关键词: 连续运行参考站;完备性监控;技术实现

中图分类号: P228.4

文献标识码: B

文章编号: 1671-3044(2011)04-0053-03

1 引 言

GPS 连续运行参考站网系统(CORS)是在一定区域内建立一个或多个卫星定位基准站,对该地区构成网状覆盖,并以这些基准站中的一个或多个为基准,计算和播发误差改正信息,为区域内的定位用户提供实时差分改正。CORS 系统的主要优点是覆盖面广、定位精度高、可靠性好,并且可提供常规 RTK、网络 RTK 和精密单点定位技术的动态及事后数据处理等多种服务。系统在运行中,需对连续运行的 CORS 系统完备性进行必要的监控和有效的检验分析,才能确保用户安全使用。本文通过对环渤海某区域建立的连续运行 CORS 站网系统完备性监控有关内容进行分析,对完备性监控系统构建及技术实现进行了研究。

2 连续运行参考站网系统组成

GPS 连续运行参考站网系统一般由卫星定位基准站、数据分析处理中心、数据通信系统、数据发播系统和用户单元 5 部分组成。卫星定位基准站主要由 GPS 接收机、气象仪、交换机、串口服务器、数据记录仪、电源保障设备和各种防护设备组成,主要完成卫星定位数据跟踪、采集、传输和设备完好性监测。为提高系统的可靠性,基准站可采用双接收机方式,正常状态下固定基准站的接收机一台为工作机,另一台为备份机(监测站)。数据分析处理中心是整个系统的核心与枢纽,一般由网络服务器、计算机、路由器和系统软件组成,主要完成信息控制、收发、处理、系统监控、网络管理和用户管理等,完成各类差分修正数据的计算与差分信号的产生和系统维护与管理。数据通信系统主要完成基准站观测数据

向数据分析处理中心的传输以及数据分析处理中心数据向数据发播系统的传输。数据通信系统可借助公网或专网,一般要求 2M 以上带宽。数据发播系统主要为用户提供差分定位信息,数据发播可借助公用无线(GSM、CDMA)网络或中波、超短波电台等。用户单元一般由 GPS 接收机、通信单元、解码单元和解算软件组成,实现卫星定位数据采集、记录和进行实时定位应用等。

3 CORS 系统完备性监控

GPS 连续运行参考站网系统由多个子系统构成,要保障整个系统的正常运行,前提就是各子系统硬件设备及软件单元的正常运转和整个系统具备完好性,任一子系统某个环节发生故障都会影响整个系统正常运行。系统的完备性监控包括以下方面的内容。

3.1 设备完好性监控

设备的完好性监控主要指对卫星定位基准站、数据分析处理中心、数据通信系统、数据发播系统和用户单元等硬件设备进行监控。主要监控基准站、数据通信系统、数据播发系统及数据分析处理中心等单元设备运行情况,监控系统要在第一时间准确判断故障节点并及时报警和检测分析,提醒系统管理人员对系统故障进行修复,使系统恢复正常,或者向用户发出警告信息。

3.2 系统完好性监控

系统完好性监控是指在单个设备保持正常运行的情况下,监控因卫星信号质量原因而引起系统精度和可靠性的下降,主要通过监测站定位结果的残差检验来发现卫星原因引起的精度可靠性降低。引起系统精度和可靠性下降的因素有很多,大致可分为卫星原因、环境原因、设备原因等几类,这些因素

收稿日期: 2010-12-13; 修回日期: 2011-05-03

作者简介: 陈日高(1964-),男,河北迁安人,高级工程师,硕士研究生,主要从事大地测量和地理信息系统应用研究。

单独或共同作用引起了系统精度和可靠性的下降,主要表现为某个(或某几个)卫星的信息突然性失常、电离层的非正常扰动等。

在目前的技术水平和设备条件下,虽然不能完全计算出各因素的影响并加以修正,但可以在形成系统差分信息时通过删除某个(或某几个)卫星数据的方式保证系统的精度和可靠性;并且在系统可用卫星少于规定的个数(如 CDGPS 的 4 个,RTK 的 6 个)时系统报警,提示管理人员注意,并将系统完备性监测结果以规定协议格式向用户广播。发现卫星数据和定位可靠性存在问题时,及时通过数据通信链路向用户广播,由用户接收机自行决定是否使用该卫星,同时加入系统基准站工作状态标志位,向用户广播系统中各基准站的可用性以及 RTK、PPP 可用性信息,以使用户决定使用何种定位方法。

3.3 卫星观测数据质量分析

在实时监控设备和系统完好性的同时,还需对 GPS 观测数据质量做出定量或定性的分析,为用户事后数据处理或结果评定提供依据。GPS 观测数据误差来源主要有三个方面,与卫星有关的误差、与信号传播有关的误差和与接收设备有关的误差。其中卫星星历误差、电离层折射误差、对流层折射误差是影响卫星定位精度的主要因素。对于上述误差,在野外测量时无法避免,也无法得知其对定位精度影响到底有多大,只有通过一定的方法加以分析。卫星观测数据质量分析可采用美国 UNAVCO 科研机构开发的 TEQC 软件或 GNSS QC 网络参考站质量监测软件。卫星观测数据质量分析的主要内容包括数据完好观测比例、电离层延迟微分(Ionospheric Delay Derivative, IOD)载波失锁数、多路径影响、电离层影响、信噪比、周跳、接收机钟漂、跟踪卫星数等方面。数据完好观测比例可通过理论历元数与实际跟踪到的卫星数目及观测时间长度来计算,载波相位的数据完好性观测比例一般高于 95%。MP1 是 P1(或 C1)、L1、L2 的线性组合,MP2 是 P2、L1 和 L2 的线性组合,这些值可以很好地反映接收机噪声和多路径效应。一般对于连续运行点要求是 $MP1 < 0.4$ 、 $MP2 < 0.5$,MP1、MP2 值越小,说明净空条件越好。周跳反映接收机由于某种原因对卫星短时间失去跟踪,周跳越小越好。可通过载波相位观测值进行分析,对于高度角大于 10° 的卫星观测历元数进行统计,用每天的观测历元数除以当天的周跳数,总周跳数为 MP1、MP2 和 IOD 周跳数之和。对于周跳较多的接收机,可将截止高度角设为 15° ,再计算单日平均周跳观测数,以确定周跳是否发生在

15° 角以下,如若不然,则可能是其他因素(如电离层等)造成的。受电磁信号的干扰,IOD 载波和 IOD/MP 伪距会出现失锁,一般对 10° 以上的 IOD 载波和 IOD/MP 伪距的失锁数进行分析,若失锁数较大,说明该点受电磁干扰严重。

4 环渤海某区域连续运行 CORS 系统监控与数据质量分析

环渤海某区域连续运行 CORS 系统由在辽东湾、渤海海峡附近沿岸建立的 4 个连续运行参考站构成,可为用户提供网络 RTK、精密单点 PPP 实时定位和事后精密数据处理服务,满足区域内全天候三维空间定位服务。

图 1 为卫星分布状态监控界面,主要监控内容包括各基准站 GPS 卫星分布及状态、卫星广播星历和精密星历信息、卫星钟差估计、网络 RTK 改正数等信息。

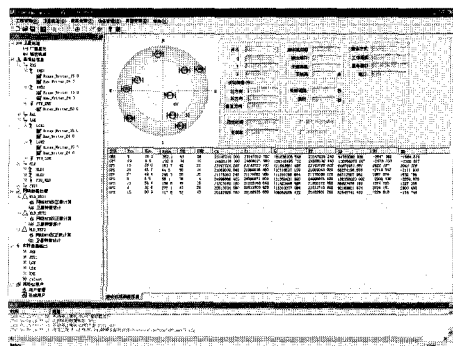


图 1 卫星分布状态监控界面

图 2 为基准站工作状态监控界面,主要监控内容包括各基准站接收机类型和参数、数据通讯状态和工作方式、接收机数据采样率、接收机钟信息、实时数据传输和存储情况、构建子网数据处理及同步观测值等信息。

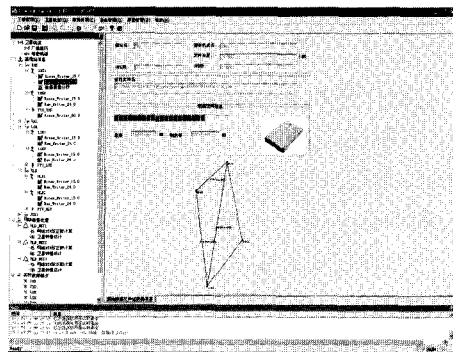


图 2 基准站工作状态监控界面

图 3 为播发站工作状态监控界面,包括播发主站、子网数据源、数据通讯方式、串口参数、播发数据格式和播发状态等监控信息。

图 4 为系统定位精度监控界面,监控网络 RTK

和精密单点定位实时定位中误差、平面误差、高程误差、RATIO 以及网络 RTK 和精密单点定位数据在 X 、 Y 、 Z (或 B 、 L 、 H) 方向误差分布等信息。

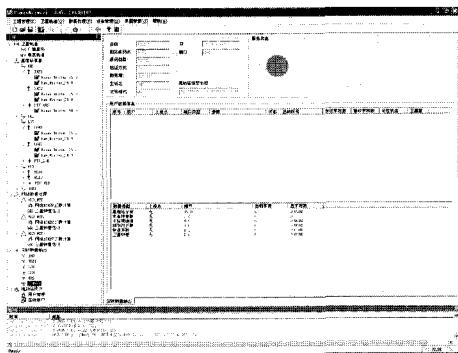


图3 播发站工作状态监控界面

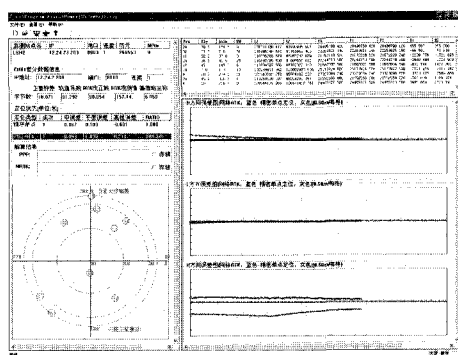


图4 系统定位精度监控界面

5 结束语

对连续运行参考站网系统的完备性进行监控,及时向用户播发差分改正信息及报警信息,是 CORS 系统建设和运行的关键和基础。通过对基准站、数据通信系统、数据播发系统、数据分析处理中心等单元运行情况以及差分改正数据质量、系统定位精度和卫星观测数据质量进行监控与分析,对确保整个系统的可用性和差分定位可靠性应用至关重要。就此而言,对连续运行的 CORS 系统的完备性进行实时监控在 CORS 系统建设中具有更重要的地位。环渤海某区域连续运行 CORS 系统自 2006 年

12 月投入运行以来,多次对系统出现的设备故障和观测数据出现的干扰进行了及时报警,对保证系统正常运行和为用户提供及时、准确的差分定位服务发挥了重要作用。

参考文献:

- [1] CH/T2008-2005. 全球导航卫星系统连续运行参考站网建设规范[S]. 北京:测绘出版社,2006.
- [2] 刘经南,陈俊勇,张燕平,等. 广域差分 GPS 原理和方法[M]. 北京:测绘出版社,1999.
- [3] 陈俊勇,党亚民. 全球导航卫星系统的新进展[J]. 测绘科技,2005(2):9-12.
- [4] 葛茂荣,刘经南. GPS 定位中对流层折射估计研究[J]. 测绘学报,1996,25(4):285-291.
- [5] 何海波,杨元喜. GPS 动态测量连续周跳检验[J]. 测绘学报,1999,28(3):199-204.
- [6] 白 锋. 徕卡 GNSS QC 用于 GNSS 数据质量分析的研究[J]. 测绘通报,2010(6):72-73.
- [7] 林良光. 应用 GPS 网络 RTK 技术建立区域性动态服务体系的几点思考[J]. 东北测绘,2002(3):42-44.
- [8] 秘金钟. 广域差分 GPS 系统完备性监测[J]. 测绘学,2000,25(1):9-40.
- [9] 毛海峰. 基于多基站网络的 VRS 技术及其系统误差分析[J]. 技术与创新管理,2009(2):243-246.
- [10] Ulrich Vollath, Alois Buecherl. Multi-base RTK Positioning Using Virtual Reference Stations[J]. ION GPS2000, 19-22 September 2000, Salt Lake City, UT.
- [11] Brown N. Quality Control and Integrity Monitoring of the Victorian GPS Reference Station Network [C]// FIG XX II International Congress. Washington DC, 2002. 19-26.
- [12] Zhang K, Roberts C. Recent Development of the Victorian High Precision Permanent GPS Tracking Network with Real-time Positioning Capacity [C]// Proceedings of the 5th International Symposium on Satellite Navigation Technology and Application. Melbourne, Australia, 2003. 22-25.

Design and Implementation of Complete Monitoring Based on CORS Network

CHEN Ri-gao, XU Yi-qun, BAI Qing-bo, HONG Ze, ZHANG Feng

(92493 Troops, Huludao, Liaoning, 125000)

Abstract: The complete monitoring is the base and key to support CORS network to operate normally. The article researches at the framework and techniques of CORS network according to analyzing relevant content of reference station at a regional of Ring Bohai Sea.

Key words: CORS; complete monitoring; technology