

doi:10.3969/j.issn.1001-358X.2016.03.031

## 基于卫星连续运行基准站网的点观测模式探索

陈富强,魏 磊,王必成

(河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院,河南 郑州 450006)

**摘要:**文中简要介绍了连续运行参考站系统(CORS)和河南省地质信息连续采集运行系统(HNGICS)的基本原理,通过对GPS网的“传统网观测模式”和“基于卫星连续运行基准站网的点观测模式”两种观测模式的对比分析,证明了“基于卫星连续运行基准站网的点观测模式”在E级GPS控制中的可行性,也能极大地提高工作效率。

**关键词:** CORS; HNGICS; 观测模式

中图分类号:P228.4

文献标志码:A

文章编号:1001-358X(2016)03-0112-03

## Exploration of point observation mode based on satellite continuous operation reference station network

Chen Fuqiang, Wei lei, Wang Bicheng

(Institute of Surveying, Mapping and Geoinformation of Henan provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Zhengzhou 450006, China)

**Abstract:** In the paper, the basic principle of Continuously Operating Reference Station System and Henan Geology Information Continuously Collecting and Operating System were briefly introduced, feasibility of the point observation mode based on the continuous operation of the satellite station network was proved in E-class GPS control by the comparative analysis the traditional net observation model and the point observation mode based on the continuous operation of the satellite network of GPS network. It could also greatly improve the work efficiency.

**Key words:** CORS; HNGICS; observation mode

GPS测量系统以其高精度、高效率、全天候、操作快捷简便等优点被广泛应用于各种首级控制测量中<sup>[1]</sup>。但是,对于GPS网的观测模式,目前主要还局限于传统的网观测模式。本文对GPS控制测量的观测模式进行探索,并将“传统网观测模式”的观测数据与“基于卫星连续运行基准站网的点观测模式”的观测数据进行对比分析和精度检核,证明了在实际生产作业中的“基于卫星连续运行基准站网的点观测模式”可以满足精度要求,提高工作效率。

### 1 连续运行参考站系统(CORS)

#### 1.1 CORS的定义

CORS(Continuously Operating Reference Station,连续运行参考站)是一种将GPS导航定位技术、测绘技

术、现代通讯技术、计算机技术等多种技术集成的实用性分布式网络系统,它不仅提供动态、连续、高精度的空间定位信息服务,还通过GPS技术建立统一、连续的空间坐标基准框架,是地球空间信息获取、处理、共享的基础,也是城市、地区和国家不可或缺的空间信息基础设施之一。CORS由若干个固定的、连续运行的GPS参考站组成,参考站实时地向不同类型、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——载波相位和伪距,各种改正数、状态信息,以及其它有关GPS服务项目的系统<sup>[2]</sup>。

#### 1.2 河南省地质信息连续采集运行系统(HNGICS)

河南省地质信息连续采集运行系统(HNGICS),是利用现代计算机、数据通信和互联网技术,把分布

引用格式:陈富强,魏磊,王必成.基于卫星连续运行基准站网的点观测模式探索[J].矿山测量,2016,44(3):112-114.

在全省范围内的56个永久性全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System,简称GNSS)基准站连接起来,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。该连续运行参考站系统,以接收美国GPS卫星信号为主,兼顾俄罗斯的GLONASS,并兼容我国的“北斗”导航卫星信号。该系统已经成为河南省地理信息资源建设的基础和重要保障。

## 2 两种观测模式基本概念、优缺点及实例分析

### 2.1 两种观测模式的基本概念

#### 2.1.1 传统GPS网观测模式

传统GPS网观测模式一般采用5台以上的GPS接收机,分别安置在数条基线的两端,即多台接收机安置在不同的测站上,采用边连接和点连接相结合的方式,同步观测4颗以上卫星,每时段根据基线长度和测量等级观测45 min以上的时间。在完成一个时段的同步观测后,又迁移到其它测站进行同步观测,每次同步观测都可以形成一个同步图形。所有这些同步图形通过公共点或者公共边连接组成整个GPS网<sup>[3]</sup>。

#### 2.1.2 基于卫星连续运行基准站网的点观测模式

这是一种随着高精度GPS内业数据处理软件的成熟而产生的新的测量模式,即在整个测区的中间位置设置一台或多台连续运行的基准站进行同步观测,该点观测时段覆盖整个测区,通过长时间观测计算的高精度坐标,控制测区内其它以边连或者点连的模式进行GPS观测的同步观测环<sup>[4]</sup>。

### 2.2 基于卫星连续运行基准站网的点观测模式优缺点

#### 2.2.1 优点

相对于传统网观测模式,基于卫星连续运行基准站网的点观测模式的优点是:在满足控制精度条件下,减少了传统模式需要的点、边连接的重复观测,即不需要未知站之间的同步观测。测量人员到达未知站后即可开展观测,观测结束即可搬站,完全不需考虑其他作业人员的情况,大大提高了观测效率。

根据测区的实际情况,可利用1台或者多台GPS接收机采集数据,且相互之间完全不受影响。

这些接收机在各个基准站之间进行了长时间的观测,可以获得较高精度的定位结果,这些高精度的基线向量可以作为整个GPS网的骨架,对网形结构有较强支撑作用。

#### 2.2.2 缺点

相对于传统网观测模式,基于卫星连续运行基准站网的点观测模式的缺点是:未知站与基准站的距离较大,对整周模糊度的解算可能会造成一定的影响<sup>[5]</sup>。

从控制网形上比较,基于卫星连续运行基准站网的点观测模式也比较弱。临时连续运行基准站网观测模式由于没有异步环的检测,且由单点连接当天观测的同步环,网形不太稳定,从而影响观测精度。

### 2.3 基于卫星连续运行基准站网的点观测模式的实例分析

#### 2.3.1 实例测区概况

2013年1月,河南省国土资源厅通过招标方式,分别与河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院等4家作业单位签订了合同,委托开展河南省全省的“农村集体土地登记发证省级专项工作‘控制测量’项目”。全省行政范围土地总面积约 $16.57 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,共布设了D、E级GPS控制点20 140个。全部工作需在2013年5月31日前完成,并且顺利通过了专家组的验收。

#### 2.3.2 基于卫星连续运行基准站网的点观测模式的运用

根据技术设计书中控制网的布设要求:“E级GPS网观测方法也可使用基于卫星连续运行基准站网的点观测模式,但需同时满足网观测模式的要求,以便进行精度检核<sup>[6]</sup>。”整个测区共选择两个区块的E级GPS网开展了“基于卫星连续运行基准站网的点观测模式”实验。

实验区分别为新郑市和平顶山市新华区。新郑市周边的CORS站有“郑州中心(ZZZX)、郑州中牟(ZZZM)、郑州新郑(ZZXZ)”等3个,参与实验的E级点有90个。平顶山市新华区周边的CORS站有“宝丰(BAOF)”和“平顶山学院(PDXY)”2个,参与实验的E级点有28个。

实地作业时,采用传统的网观测模式和“基于卫星连续运行基准站网的点观测模式”进行。当采用“基于卫星连续运行基准站网的点观测模式”观测时,观测时段长度为90 min。而全省E级网常规观

测模式的时段长度为45 min。

表1 两种观测模式计算得到的同名点坐标差值表

点号	X 差值/cm	Y 差值/cm	H 差值/cm	备注
EA4001	0.6	-2.4	-1.6	新郑网
EA4002	0.8	-2.1	-6.5	新郑网
EA4003	0.6	-2.1	-1.0	新郑网
EA4065	-0.7	-0.8	-1.3	新郑网
EA4066	0.1	0.2	-6.2	新郑网
EA4067	0.3	0.5	-4.1	新郑网
EA4068	-0.5	-1.0	-4.0	新郑网
EA4069	-0.4	-1.4	-5.0	新郑网
EA4070	-0.3	-2.3	7.3	新郑网
EA4071	-0.9	-0.8	-3.5	新郑网
EA4072	0.2	-1.1	-2.6	新郑网
EA4073	-0.4	-0.8	-2.4	新郑网
EA4074	0.0	-0.5	-3.5	新郑网
EA4075	0.5	-0.2	-2.9	新郑网
EA4076	-0.2	-1.6	-5.3	新郑网
EA4077	-0.8	-1.8	0.9	新郑网
EA4078	-0.1	-0.9	1.1	新郑网
EA4079	-1.8	-0.8	-1.5	新郑网
EA4080	-0.2	-0.6	-6.3	新郑网
ED0922	-0.3	-0.7	-0.8	新华区网
ED0923	-0.5	0.3	-2.8	新华区网
ED0924	0.1	-0.1	-1.7	新华区网
ED0925	0.0	0.4	-1.4	新华区网
ED0926	-0.3	0.3	-2.4	新华区网
ED0933	-0.8	0.6	1.3	新华区网
ED0935	0.3	0.6	-0.3	新华区网
ED0941	-0.7	1.0	-2.1	新华区网
ED0942	-0.1	0.6	-0.8	新华区网
ED0945	-1.1	1.0	-5.1	新华区网
ED0946	-0.3	0.9	-1.1	新华区网

### 2.3.3 两种模式成果的比较分析

两种模式计算得到的部分同名点坐标差值见下表1。其中X最大差值为1.8 cm, Y最大差值为2.4 cm, H最大差值为8.4 cm。点位平面中误差为1.2 cm, 高程中误差为3.0 cm。

## 3 结 语

通过两种观测模式成果的比较分析可以得出: E级GPS控制网观测使用“基于卫星连续运行基准站网的点观测模式”代替“传统的网观测模式”, 可以满足设计精度要求, 提高作业效率。同时可以避免因同步观测带来的大量的人员设备浪费, 节省了时间。

### 参考文献:

- [1] 田海勇. GPS网测量的“4+2”观测模式[J]. 城市勘测, 2009(2):81-85.
- [2] 王军见. 河南省地质CORS建设与应用[M]. 郑州: 河南人民出版社, 2013.
- [3] 刘基余. GPS卫星导航定位原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [4] 武晓莉, 廖文兵, 林生. 基于国家新旧测量规范的GPS观测模式比较分析[J]. 测绘标准化, 2014(2):21-23.
- [5] 李存文. GPS控制网的两种观测模式的对比试验[J]. 地理空间信息, 2014(4):107-108.
- [6] 王默然. 南极IGS基准站坐标时间序列分析[J]. 矿山测量, 2015, 43(5):24-27.

作者简介: 陈富强(1980-), 男, 汉族, 河南方城人, 工程师, 武汉大学测绘工程领域工程硕士, 现就职于河南省地质矿产勘查开发局测绘地理信息院, 主要从事地籍地形测量、工程测量和管线测绘方面的生产研究和管理工作的。

(收稿日期: 2016-03-01)