

技术方法

单基站 CORS 系统在胜利油区石油天然气井位测量中的应用

苏艳红¹, 刘沙²

(1. 东营市国土资源局, 山东 东营 257091; 2. 胜利石油管理局地质录井公司, 山东 东营 257064)

摘要:随着 GPS 技术的飞速前进, 利用网络 RTK 技术建立的连续运行卫星定位系统已成为 GPS 应用的发展热点之一。通过对胜利油田单基站 CORS 系统的组成、功能及在胜利油区石油天然气井位测量中的应用方式及精度分析的论述, 对单基站 CORS 系统在石油天然气井位测量中的现实意义和应用前景进行了展望。

关键词: CORS; 网络 RTK; 精度分析; 石油天然气; 井位测量; 胜利油田

中图分类号: P228.4

文献标识码: B

0 引言

目前, GPS 卫星定位模式已经发展到基于网络通讯条件下的大区域实时动态定位测量模式。随着油田勘探开发工作不断发展和建设信息化、数字化油田的迫切需要, 高质量、高效率、高精度、低成本的石油天然气井位测量数据的获取、更新和使用已成为当前石油天然气井位测量工作的主要问题。建立单基站 CORS 系统, 是石油天然气井位测量工作发展的必然趋势。

连续运行参考站系统 (Continuous Operational Reference System, 缩写为 CORS) 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^[1]。

单基站 CORS 系统, 就是只有一个连续运行参考站。类似于一加一或一加 N 的 RTK, 只不过基准站由一个连续运行的基准站代替。它将尖端科技领域的卫星定位技术和地理信息技术、通信技术和先进的软件开发技术有机地结合在一起, 为用户提

供了全新、透明、可视、实时的测量服务^[2]。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, 同时有一个服务器, 提供网络差分服务和用户管理。基准站连续不间断地观测 GPS 的卫星信号, 获取该地区 and 该时间段的“局域精密星历”及其他改正参数, 按照用户要求把静态数据打包存储并把基准站的卫星信息送往服务器上 GPSNET 软件的指定位置。移动站用户接收定位卫星传来的信号, 并解算出地理位置坐标。移动站用户的数据通讯模块通过局域网, 从服务器的指定位置获取基准站提供的差分信息后, 输入用户单元 GPS 进行差分解算。移动站用户在野外完成静态测量后, 可以从基准站软件下载同步时间的静态数据进行基线联合解算^[3]。

1 系统实现

1.1 系统构成

胜利油田单基站 CORS 系统由 GPS 参考站子系统、通讯子系统、数据控制子系统、用户子系统等组成 (图 1), 各功能如下:

(1) GPS 参考站子系统: 由 2 个独立的参考站组成, 分别位于黄河南、北, 两站相距 45 km。其主要功能是全天 24 小时不间断接收 GPS 卫星信

* 收稿日期: 2011-03-18; 修订日期: 2011-05-04; 编辑: 王秀元

作者简介: 苏艳红 (1972—), 女, 山东东营人, 主要从事土地管理和测绘管理工作; E-mail: syh107@sina.com。

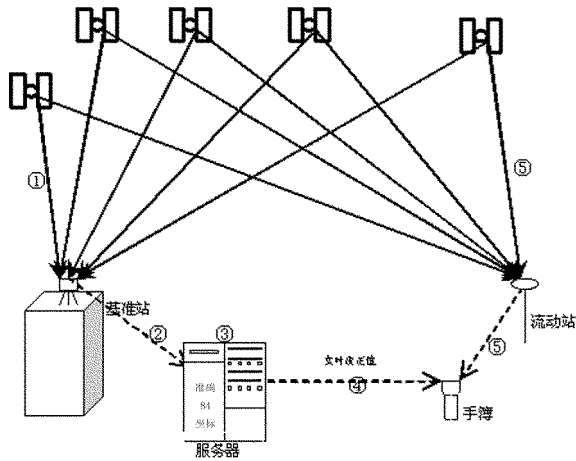


图 1 单基站 CORS 系统示意图

号、采集并存储原始数据,并可根据作业区域的不同进行转换。

(2)通讯子系统:由 2 条静态 IP 组成的 VPN 网络及 GPRS 无线通讯网组成,功能是实时传输和发送差分数据到流动站用户。

(3)数据控制子系统:由服务器和相应的软件构成。功能是控制、监控、处理和管理参考站 GPS 数据,计算网络 RTK 改正数,生成改正数据并发送给流动站。同时对登录的流动站用户进行管理。

(4)用户子系统:由流动站组成。功能是接收改正数,并解算出流动站的精确位置,进行测量工作。

1.2 系统特点

(1)投入少。随着单基站 CORS 技术的成熟,只需较少的投资即可在一个中小城市建立一个 CORS 基站,满足当地测量用户不同层次空间信息技术服务的需要。

(2)随时可以升级和扩展。单基站系统可以随时增加新的基站,加大网络 RTK 作业的覆盖区域,一旦建立虚拟参考站系统的条件成熟,只要进行系统软件的升级,花费不大的投资,单参考站系统即可轻松地升级成虚拟参考站网络系统。

(3)数据可靠、稳定、安全。基站连续观测,静态数据全天候采集,点位精度高,数据稳定;用户登录采取授权方式,数据中心可以对登录用户进行管理,数据安全性高。

(4)作业范围广。目前建立的基于天宝单基站系统的作业半径已经扩大到 70 km,能够实现快速厘米级实时定位。

2 应用情况及精度分析

石油天然气井位测量主要是应用了 CORS 系统的网络 RTK 技术,并结合石油天然气井位测量的实际情况,推行的一种特殊的测量方式。由于单基站 CORS 系统 2 个基站之间没有网络连接,移动站接收的实时差分信号未做漫游处理,所以在远离基准站的工作区域,测量精度会有所降低,但石油天然气井位测量对精度的要求较低,一般可控制 50 ~ 70 km 范围内。并可在不同的作业区域,更换相应的基准站,以保证测量的精度。目前,所建立的 2 个基站,足以对全作业区进行有效覆盖。

2.1 单基站网络 RTK 测量模式检测

在单基准站网络连接正常时,随着时间的延长,测量精度仅在毫米级有微小变化。说明网络连接正常时,单基准站测量精度仅随着卫星在空间中的几何分布而变,并随观测条件有微小变化(表 1,表 2)。

表 1 1 天内不同时间观测数据统计

时间	纵坐标	横坐标	观测类
08:30	4154833.878	20641023.656	固定
09:00	4154833.877	20641023.644	固定
10:10	4154834.135	20641024.395	自主
11:00	4154834.568	20641024.305	自主
12:00	4154834.776	20641024.464	自主
13:00	4154834.334	20641024.072	自主
13:30	4154833.874	20641023.647	固定
14:00	4154834.506	20641024.172	自主
14:30	4154833.873	20641023.661	固定
15:00	4154833.873	20641023.651	固定
15:30	4154833.870	20641023.654	固定

注:①固定:是获得实时差分信号状态下的测量结果;②自主:是未获得实时差分信号状态下的测量结果。

表 2 网络连接正常时不同时间段测量精度比较

编号	北向	东向	观测类	卫星	HDOP
1	4154824.816	20641052.899	固定	9	0.3
2	4154824.821	20641052.897	固定	9	0.3
3	4154824.819	20641052.894	固定	9	0.3
4	4154824.817	20641052.897	固定	8	0.3
5	4154824.819	20641052.892	固定	8	0.3
6	4154824.816	20641052.895	固定	8	0.3

网络连接正常与不正常时,数据质量差距较大。然而网络连接时,当卫星颗数少并且位置分布不佳时,测量精度也会有所降低。总的来说,单基准站测量在网络连接正常、卫星颗数较多且位置分布好时,

测量精度较高(表3)。

表3 同一时间段网络连接正常与不正常时测量精度比较

编号	北向	东向	观测类	卫星	PDOP	HDOP
1	4154821.277	20641050.696	浮动	7		1.2
2	4154821.374	20641050.585	固定	8		0.3
3	4154821.378	20641050.586	固定	8		0.4
4	4154821.480	20641050.807	自主	8	2.2	1.1
5	4154821.758	20641051.009	自主	9	1.9	1
6	4154820.253	20641050.683	自主	7	2.6	1.2

2.2 检测结果分析

通过以上的实验数据可以看出,测量数据有“固定”和“自主”之分,而且“自主”状态下的测量数据占的比例较多。“自主”状态是未获得实时差分信号状态下的测量结果,出现这种情况的根源主要有2种,一是服务器网络连接不正常,二是作业区域GPRS数据传输不连续。为了对检测数据有更准确的认识,对在“固定”状态下的测量数据进行了统计,并求出平均值,以平均值为准与每个测量数据进行比较,计算出横纵坐标值的偏差和位置偏差(表4)。

表4 网络连接正常时不同时间段测量精度比较

编号	时间	纵坐标	横坐标	观测类	ΔX	ΔY	ΔS
1	08:30	4154833.878	20641023.656	固定	0.004	0.004	0.0053
2	09:00	4154833.877	20641023.644	固定	0.003	-0.008	0.0086
3	13:30	4154833.874	20641023.647	固定	0.000	-0.005	0.0052
4	14:30	4154833.873	20641023.661	固定	-0.001	0.009	0.0089
5	15:00	4154833.873	20641023.651	固定	-0.001	-0.001	0.0017
6	15:30	4154833.870	20641023.654	固定	-0.004	0.002	0.0046

通过对表4数据的统计:测量坐标的平均值 $X=4154833.874$, $Y=20641023.652$ 。以平均值为准,最大偏差 $|\Delta X|=0.006$, $|\Delta Y|=0.008$ 。最大偏移距离 $\Delta S=0.0086$,极限误差 $2\Delta S=0.0172$ 。说明网络连接正常时,单基站测量数据的稳定性很好,并满足石油天然气井位测量的精度要求。

3 建立单基站 CORS 系统的意义

3.1 加快石油天然气井位测量速度

可为甲方及各施工单位节约时间,可以减少石油天然气井位的初测及复测的施工周期,加快石油天然气井钻井施工的进度。

3.2 提高井位测量的数据质量

单基站 CORS 系统可以在距离基准站较远的地

方快速、实时地得到高精度的坐标,大大提高了石油天然气井位测量的数据质量,由过去的亚米级精度提高到厘米级精度。所提供的井口坐标数据不仅能为设计部门提供参考,也能为各建设部门提供精确的数据。

3.3 为多基站 CORS 系统建设提供前期经验

单基站 CORS 系统是 CORS 系统的一种特殊的应用形式,通过单基站 CORS 系统的建立来探索多基站 CORS 系统的建设方式、系统组成、应用方式、管理方式,了解系统的特性,为多基站系统的建设打下坚实的理论基础并提供实践经验。

3.4 为信息化建设提供技术服务

CORS 系统将是城市信息化的重要组成部分,并由此建立起城市空间基础设施的三维、动态、地心坐标参考框架,从实时的空间位置信息面上实现城市真正的数字化。CORS 系统的建成能使更多的部门和更多的人使用 GPS 的高精度服务,必将在城市经济建设中发挥重要作用,带给城市巨大的社会效益和经济效益,进一步提供良好的城市建设和投资环境^[4]。

4 结语

“胜利油区单基站 CORS 系统”的成功建设,不仅能应用于石油天然气井位测量,还将更好地为胜利油田的规划、建设及管理服务,加快胜利油田信息化建设的进程,提高胜利油田的管理水平和决策水平,为数字化油田、数字化胜利的建设打下坚实的基础^[5]。

参考文献:

- [1] 刘基余,李征航.全球定位系统原理及其应用[M].北京:测绘出版社,2004,92-126.
- [2] 王必成.南方GPS连续行单参考站实现方法的探析[J].科技资讯,2008,(29):216.
- [3] 朱明建,张伟.GNSS连续运行参考站系统的建设[J].魅力中国,2009,(27):60-61.
- [4] 王秉里.中小城市单基站CORS的建设和应用探讨[J].中国勘察设计,2010,(8):22-23.
- [5] 刘喜,罗金锐,盛德新,等.大庆油田有限公司第十采油厂连续运行GPS参考站系统的研究志建立[J].测绘与空间地理信息,2008,(8):147-149.

Application of Single Base Station CORS System in Oil and Gas Wells Measurement in Shengli Oil Field

SU Yanhong¹, LIU Sha²

(1. Dongying Bureau of Land and Resources, Shandong Dongying 257091, China; 2. Geological Logging Company of Shengli Petroleum Administration Bureau, Shandong Dongying 257064, China)

Abstract: Accompanying with rapid development of GPS technology, the establishment of continuous operation of GPS satellite positioning system by using net RTK has become a hot spot in the application of GPS technology. Through analysis on components and functions of single base station CORS system in Shengli oil field, application model and accuracy analysis in Shengli petroleum oil wells measurement, application future and significance in oil and gas wells and in the future of the single base station CORS system are predicated.

Key words: CORS; network RTK; accuracy analysis; oil and gas; wells measurement; Shengli oil field