

• 地质与矿业工程 •

GPS RTK 常见作业模式的探讨

韩 昀*, 王 岩, 雷 新

(中国地质大学<武汉>信息工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要: GPS RTK 越来越多的运用于测绘的各个领域, RTK 的作业模式越来越灵活多样。列举出目前能够成熟运用的 RTK 作业模式, 并对其进行了测试比较和探讨。得出各种模式均能满足测绘精度需求, 并且有各自的优缺点。

关键词: GPS RTK; GSM; GPRS; CDMA; 单基站; CORS

中图分类号: P228.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004—5716(2010)07—0090—04

GPS RTK 技术是一种采用载波相位观测值进行实时定位的 GPS 相对定位技术。其测量定位的基本原理是, 在已知坐标的基准站上架设 GPS 接收机接收卫星信号, 通过数据链将基准站观测值、坐标等信息播发出去, 流动站在跟踪采集 GPS 卫星信号的同时, 通过接收来自基准站的数据, 在系统内按差分技术进行实时处理, 获得厘米级定位结果。卫星定位、无线通信、计算机网络等高新技术的交叉发展和融合, 使卫星定位技术向着实时、高精度、高可靠性的方向不断发展^[1-2], 同时也使 RTK 的作业模式越来越灵活。

1 GPS RTK 的作业模式

1.1 电台模式

电台模式采用无线电超高频 UHF、甚高频 VHF 播发差分信号。一般采用 UHF 电台, 其频率大约为 450~470MHz。根据电磁波理论, 它的传输属于一种视距传输(准光学通视), 其最大的传输距离是由接收天线的高度、地球曲率半径以及大气折射等因素决定的^[3]。

电台模式 RTK 操作方便, 初始化时间短。但是电台在山区、丘陵和无线电干扰较大的地方辐射范围小, 使基准站控制范围大大减小。另外, 电台架设不方便(需在地势较高地方架设以提高作业半径), 不同的测区需要不同的参数, 增加了基准站的架设次数, 因此越来越多用户采用中国移动通信(包括联通)的网络信号代替 UHF 和 VHF。

1.2 网络模式

常规网络模式 RTK 是指利用中国移动(联通)的 GSM、GPRS、CDMA 等代替电台传输基准站差分信号

的作业方法。由于作业原理和计费模式不同, 笔者将上述三种模式分成两类。

(1) GSM 模式: GSM(Global System for Mobile Communications)全球移动通讯系统。作业原理是将基准站接收机和 GSM 模块(或手机)相连, 流动站通过一个 GSM 模块(或手机)拨打基准站, 基准站应答后通过移动网络发送差分信号。

GSM 相对于电台模式, 作业距离大大增加, 基准站架设也相对灵活, 另外由于不再需要电台, 购置设备的成本也相应降低。

GSM 模式缺点是作业中会产生一定的费用, GSM 模式是按照流动站和基准站之间的连接时间计费的, 因此在作业(特别是放样)过程中会产生大量的费用, 跨地区作业时还会加收漫游费; 另外由于作业原理是流动站拨打基准站, 所以作业只能采用 1+1 配置, 降低了仪器利用率和作业效率。

(2) GPRS、CDMA 模式: GPRS(General Packet Radio Service)通用无线分组业务, 是一种基于 GSM 系统的无线分组交换技术, 提供端到端的、广域的无线 IP 连接。CDMA(Code Division Multiple Access)是码分多址的英文缩写, 它是在数字技术的分支——扩频通信技术上发展起来的一种崭新而成熟的无线通信技术^[4]。

其作业原理为: GPS 移动站的 GPRS/CDMA 数据终端通过网络登录到具有静态 IP 地址的网关服务器, GPS 基准站主机与网关服务器相连, 基准站实时不断地向基准站服务器输出标准格式的差分校正数据, 通过 Internet 和 GPRS 网络把数据发送到已登录到基站服务器的移动站数据终端, 数据终端把接收到的差分校正

* 收稿日期: 2009-05-07

第一作者简介: 韩昀(1983-), 男, 湖北钟祥人, 中国地质大学(武汉)2008 级信息工程学院硕士研究生, 研究方向为机载激光雷达。

数据传递给移动站主机,移动站通过计算进行实时精确定位^[5]。在实际的应用当中根据不同的实际情况可采用多种工作模式,以天宝公司为例,GPRS RTK 系统有两种工作模式:一是用天宝公司自行建设的网关服务器,二是用一个手簿和可以上网的手机(或者模块)相连作为服务器。

GPRS/CDMA 相对于 GSM 更有优势:第一,GPRS/CDMA 拥有更快的访问速度;第二,GSM 是按连接时间计费的,而 GPRS/CDMA 只需要按数据流量计费,GPRS/CDMA 用户的连接时间可能长达数小时,却只需支付相对低廉的流量费用,目前移动运营商提供的按流量包月的资费方式大大降低了 GPRS/CDMA 在作业中产生的费用,这一点在测量放样中显得尤为突出;第三,GSM 是一对一的作业模式,而 GPRS/CDMA 是一对多的作业模式,因此这种模式更具有实用价值。

GPRS 和 CDMA 是两种不同的网络,其作业原理

一样。经笔者测试,在不同的地区,两者信号覆盖面各有不同,不同地区需要结合实际情况考虑使用。

1.3 单基站模式

单基站差分系统利用基站差分(GPSBase)软件接收 GPS 接收机的原始数据,经分析和处理,以标准 RINEX 格式记录星历和观测数据文件,一方面直接储存到本地计算机,另一方面按照用户设定的时间间隔自动通过网络上传到指定服务器,供处理后用户下载,差分数据由控制中心统一发布,流动站用户需要高精度定位时,通过 GSM/CDMA/GPRS 手机直接拨号到控制中心,获取差分数据,能提供多用户长时间连接,而且费用低廉,同时具备基准站接收机管理和用户管理等多种功能^[6]。单基站在结构和功能上是简化的 CORS 系统,比较适合固定区域范围内长期作业,且便于向连续运行参考站系统拓展,其建立方法如图 1 所示。

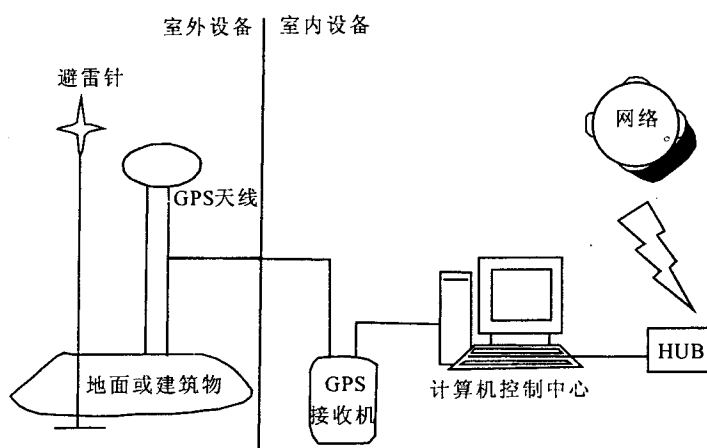


图1 单基站建立方法

单基站建立后,通过已知高精度控制点求出当地的七参数,将参数键入手簿即可实现单兵作业,差分系统工作方式如图 2 所示。

1.4 连续运行参考站

CORS (Continuous Operational Reference System)连续运行参考站系统,主要代表是 Trimble 公司的 VRS 技术,Leica 公司的主辅站技术和武汉大学的网络综合误差内插法^[7]。

CORS 作业原理与常规 RTK 不同,以 VRS 为例,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/GPRS/CDMA 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^[8]。

CORS 改变了传统的 RTK 测量,使 RTK 的作业距离不再受限制,也不需要进行繁琐的点校正过程,另外由于消弱了对流层、电离层的误差和随距离逐渐增加的比例误差,因此 CORS 较常规 RTK 测量精度更加可靠。

2 几种 GPS RTK 作业模式的比较

笔者对这几种 RTK 作业模式从作业距离、初始化时间、内符合精度和与已知控制点较差等方面进行了测试比较。

2.1 测试概况

基准站采用 Trimble 5700, 流动站采用 Trimble R8 GNSS。分别用电台 GSM、GPRS、CDMA 和单基站模式在不同的点上架设脚架观测, 每个点观测两次, 每

次观测时间为 5s, 并将两次观测的平均值与已知控制点进行比较。测试区域 VRS 还没投入使用, 故此次测试不包括 VRS 作业模式。

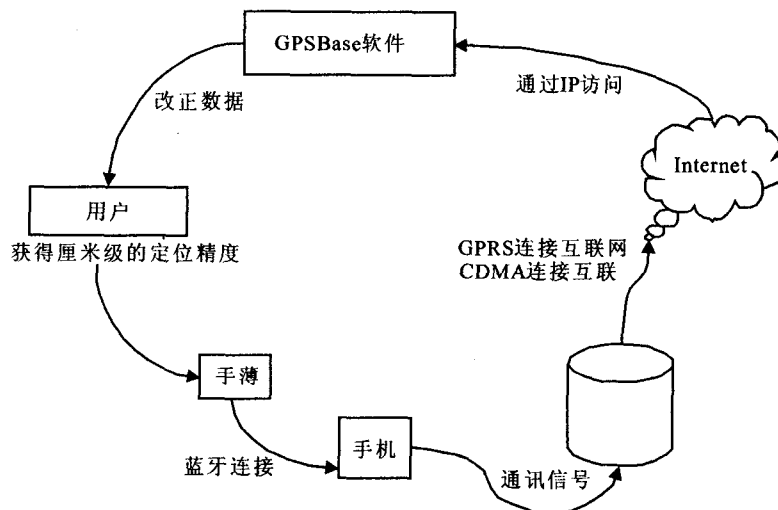


图2 单基站差分系统工作方式

2.2 测试结果及分析

在RTK测试过程中, 用4个已知控制点做校正

点, 检查其他6个已知点和33个未知点, 选取有代表性的检测结果列于表1。

表1 测试结果比较(部分)

点号及距离 基准站距离	作业模式	初始化时间 (s)	内符合精度(mm)		与控制点较差(mm)		备注
			ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	
GPS BYS 8KM	电台	8	10	14	12	9	
	GSM	50	13	11	26	3	
	GPRS	25	17	8	17	12	
	CDMA	30	21	16	20	8	
	单基站	28	19	5	15	16	
GPS JHQ 14.2KM	电台	40	25	13	23	19	信号不稳
	GSM	40	14	18	19	14	
	GPRS	51	23	15	23	10	
	CDMA	47	10	17	13	19	
	单基站	67	8	21	22	7	
GPS FXL 36.8KM	电台	—	—	—	—	—	无信号
	GSM	104	31	19	49	30	
	GPRS	82	26	20	52	29	
	CDMA	97	35	27	45	37	
	单基站	100	27	22	39	36	

检核点中, 最远点为 GPS FXL。因为此点在坐标校正范围之外, 因此内符合精度最大为 $\Delta X=35\text{mm}$, $\Delta Y=27\text{mm}$; 与控制点较差最大为 $\Delta X=52\text{mm}$, $\Delta Y=37\text{mm}$ 。其他未知点内符合精度均小于 30mm , 在坐标校正范围内的控制点较差均小于 30mm , 总体来说精度

能够满足要求。

另外, 在有电台信号情况下, 电台模式初始化比其他模式快, 因为其他模式均需要通过拨号或者访问 IP 与基准站建立连接; 在远距离网络作业时, 初始化时间 (下转第 95 页)

道的变形。经成巷三月后监测,该破碎带斜坡道的变形量只有 0.01mm。

参考文献:

- [1] Main R. J. Taylor, R. N. (1997). Theme Lecture: Bored tunneling in the urban environment. Proc. 14th Int. conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering[J]. Hamburg, 1997, 3: 2353-2385.
- [2] 福建省核工业 295 大队. 福建省武平县悦洋银多金属矿(东矿段)详查地质报告[R]. 2002.
- [3] JTJ026-90 公路隧道设计规范[S]. 北京:人民交通出版社, 2004.
- [4] 方创熙. 超前锚杆加固围岩的机理分析[J]. 广东科技, 2008(08).
- [5] 中华人民共和国原冶金工业局. GB50086-2001 锚杆喷射混凝土支护技术规范[S]. 北京:中国计划出版社, 2001.
- [6] 谢曙明. 超前锚杆支护在照壁山水库导流洞施工中的应用[J]. 西部探矿工程, 2008(2).
- [7] 伍佑伦, 王元汉, 古德生. 锚杆抑制临空结构面扩展的试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2006(2).
- [8] 陈荣, 杨树斌. 砂固结预应力锚杆的室内试验及锚固机理

分析[J]. 岩土工程学报, 2000, 22(3): 235-237.

Application of Forepoling Bolt of Ramp in Fracture Enclosing Rock

ZHOU Qiao, CHEN Huai-li

(Civil and Environmental Engineering School, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: As for underground engineering, it is the most important to prevent its enclosing rock, and keep it stability. In this article, how to cut and support in fracture under complex geological conditions, a way is introduced as follow: Using forepoling bolt, it reinforce the roadway's outline, where the worker can drive and cut in safety, then, permanent supporting such as radial bolting, shotcreting, U-shape channel beam in filling concrete. the construction of Ramp 230, Wupin Zijin Mining Co., which is took as a engineering example, shows the way is economical and safe.

Key words: forepoling bolt; fracture strata; combination support; ramp; enclosing rock

(上接第 92 页)

随着距离增加而增长,测量精度随着距离的增加而降低,且由于地球曲率的影响,用于求取转换参数的范围也不能太大,建议分段、分区段求取;在没有网络信号的地方(如山区、矿区),电台模式则能充分发挥作用。

3 结束语

通过测试对比可以看出,不论哪种 RTK 作业模式,在一定的条件下均可以满足测量要求。电台模式作业距离有限;GSM/GPRS/CDMA 模式作业受到移动网络信号的影响;单基站模式只能在相对固定的区域内作业;而 CORS 则需要花费较多的精力和资金去建设和维护。因此在不同的作业区域和用不同的仪器设备作业时,可以选取合适的作业模式,从而发挥最大的经济效益。

参考文献:

- [1] 刘经南,刘晖. 连续运行卫星定位服务系统——城市空间数据的基础设施[J]. 武汉大学学报:信息科学版, 2003, 28(3): 259-264.
- [2] 吴俐民,陈云波,丁仁军. 昆明市连续运行 GPS 参考站系统的研究及建设[J]. 测绘科学, 2006, 31(3): 47-49.
- [3] 邸国辉,刘幼华,陈汉文. RTK 测量的精度和可靠性分析[J]. 地理空间信息, 2007, 5(6): 8-10.
- [4] 苏安玉. 基于 CDMA 的 RTK 差分数据传输技术研究[J].

东北农业大学学报, 2006, 37(4): 516-521.

- [5] 黄继跃. GPRS 通信技术在 GPS RTK 系统中的应用[C]// 测绘科技信息论文交流集.
- [6] 赵礼剑,程新文,陈性义,等. 单基站 GPS 差分系统在山区线路测量中的应用探讨[J]. 测绘科学, 2008, 33(增刊): 223-226.
- [7] 祁芳. CORS 系统中 RTK 作业的质量控制方法研究[J]. 城市勘测, 2008(4): 66-68.
- [8] 王平. 虚拟参考站——GPS 网络 RTK 技术[J]. 测绘通报, 2001(增刊): 4-8.

Discussion on Several Methods of GPS-RTK Used in Project

HAN Yun, WANG Yan, LEI Xin

(School of Information Engineering, China University of Geosciences <Wuhan>, Wuhan Hubei 430074, China)

Abstract: The technology of GPS RTK is more and more used in all fields of survey, along with the increaseing methods of RTK. This paper disusses and compare these methods which can be practiced used in project. An conclusion can be made that demand of precision can be satisfied by these methods, and each of them has their merit and shortcoming.

Key words: GPS RTK; GSM; GPRS; CDMA; GPS Base; CORS