

GPS 与导线混合测量方法在土地界址普查中的应用

贾 满¹, 安治国², 高清荣², 李伟峰², 魏二虎³

(1. 西安煤航信息产业有限公司 测绘分公司 陕西 西安 710054; 2. 68011 部队, 甘肃 兰州 730020; 3. 武汉大学 测绘学院 湖北 武汉 430079)

On the Application of Combined Methods of GPS and Traverse Survey in Land Boundary Survey

JIA Man, AN Zhiguo, GAO Qingrong, LI Weifeng, WEI Erhu

摘要: 在土地界址点调查中, GPS 由于受周边环境等因素影响, 许多地方的数据难以采集。全站仪导线作业时, 视线遮挡使得个别点数据需要多次搬站才能采集, 劳动强度大, 作业效率低。GPS 和全站仪联合采集数据, 即可以利用 GPS 作业效率高等优势, 随时为全站仪设站, 克服全站仪的不足, 同时又可以利用全站仪的优势弥补 GPS 由于遮挡等不能采集数据的劣势。通过实例介绍 GPS 和全站仪联合采集数据的作业流程, 分析界址点数据采集、处理的方法。

关键词: GPS 和全站仪; 联合; 数据采集

一、引言

由于受测区地理条件与周边环境的限制, 在一些高层建筑比较密集的地方, 要进行某个单位的界址点测量, 对其土地权限进行详细调查, 无法采用单一的方法进行测量。外业测量是土地勘界的重要步骤, 它的精度对土地勘界起着决定性的作用。土地界址点调查测量的传统方法是导线法, 该作业方法需要大量的人力、物力, 且需要频繁地搬站, 增加了测量的成本。GPS 测量方法由于其自动化程度高、仪器操作简单、人工干预少, 可以大大降低野外作业及数据处理的劳动强度, 但 GPS 测量的自身缺点是容易受到卫星状况、周边环境等因素的影响, 因而在城区等复杂环境下, 对土地界址点的测量往往需要通过 GPS 与全站仪测量相结合的方式进行。本文结合实例介绍了 GPS 和全站仪导线法联合进行土地界址点数据采集的应用情况, 着重分析其精度问题。

二、GPS 和全站仪联合采集数据

1. 传统数据采集方式

常规测量工作遵循“从整体到局部, 先控制后碎部, 分级测量”的原则。对于一个单位的界址点测量来说, 用传统的方式需要数次进入作业场地, 有可能需要在同一测站上多次设站, 不但加大了劳动强度,

导致作业效率低下, 而且多次设站造成了不必要的精度流失(如对中误差和定向误差的增加等)。

2. GPS 和全站仪联合采集数据模式

GPS 和全站仪联合采集数据, 主要是利用 GPS 作业效率高、定位精度高、数据安全可靠、没有误差累积、作业自动化程度高和集成化程度高、操作简便、容易使用、数据处理能力强等特点来克服全站仪作业效率低、计算繁琐等不足, 同时采用全站仪的优势来弥补 GPS 作业受卫星状况限制、天气环境等因素的影响, 稳定性容易受到外界干扰等问题。从而达到优势互补、简化测量程序、减小误差、提高效率、保证质量、节省人力和物力等目的。

3. 布设界址点测量主控点

在被测单位靠近中心地带的制高点上架设双频 GPS 接收机, 以利于接收卫星信号, 主控点的选点要求必须避免无线电干扰和多路径效应。基于连续运行基准站的主控点测量模式要求连续观测的时间不少于 4 h, 因此每次观测之前要仔细检查接收机存储设备情况并确保电源的有效性。主控点坐标值可通过与临近的国家高等级连续运行基准站联测解算得出。

4. 界址点数据采集

主控点架设完成并正确记录数据后, 即可利用单频 GPS 联合全站仪导线法进行具体的界址点坐标数据采集工作。界址点数据采集采用单频 GPS

收稿日期: 2011-04-29; 修回日期: 2011-09-07

基金项目: 国家 863 计划(2008AA12Z308); 国家自然科学基金(40974003)

作者简介: 贾 满(1981—), 男, 甘肃会宁人, 工程师, 主要从事空中三角测量加密研究与管理工作。

接收机和全站仪结合进行,这样不但可以解决水平方向遮挡(全站仪视线)问题,同时也解决了上方遮挡及周边高层建筑影响(卫星信号)的问题。

对于周边环境比较理想的界址点,适合采用单频 GPS 接收机测量的方式。测量员在界址点上架设单频 GPS 接收机,通过与主控点双频 GPS 接收机联测,并以主控点的坐标值直接解算被测界址点的坐标值,此法可以提高作业效率。一个界址点测量完成后,关闭电源,搬站至另一个界址点上重复架站测量。单频 GPS 接收机测量数据采用 Topcon 随机软件 Pinnacle 解算。单频 GPS 进行界址点测量的基本流程如图 1 所示,计算的基本流程如图 2 所示。

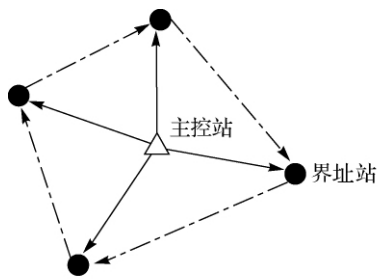


图 1 单频 GPS 进行界址点测量的基本流程

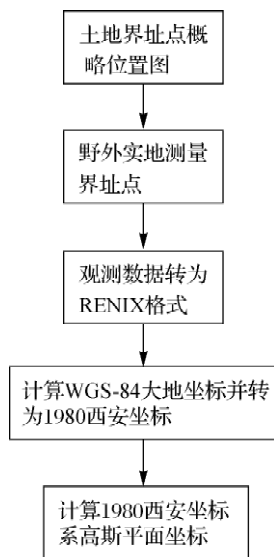


图 2 计算的基本流程

对于周边环境较为复杂,不利于 GPS 作业的界址点,测量需要通过全站仪布设支导线的方法进行,而支导线所需的起算数据(站点及方向点的坐标值)则需要利用单频 GPS 接收机在合适的位置测量两个过渡点。对界址点进行导线法测量时,测量员经过对中整平后,立尺员在另外一已知点上立棱

镜,主站测量员将全站仪对准棱镜完成定向工作。进行具体的界址点测量时,立尺员扶好棱镜后,要及时将棱镜高告知测量员,以便记录。为确保导线测量的精度,支导线最多只能连续支 3 次,导线边的夹角为确保无粗差,测量时均采用左角、右角分别盘左、盘右读数且两测回。导线法测量的坐标计算公式为

$$\left. \begin{aligned} X_p &= X_a + D_{ap} \cos \alpha_{ap} \\ Y_p &= Y_a + D_{ap} \sin \alpha_{ap} \\ H_p &= H_a + D_{ap} \tan \beta + I - V \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

式中 (X_p, Y_p, H_p) 为界址点的三维坐标; (X_a, Y_a, H_a) 为测站点的三维坐标; D_{ap} 为测站点至界址点的水平距离; α_{ap} 为测站点至碎部点的方位角; β 为垂直角; I 为仪器高; V 为棱镜高。

立尺员除负责在界址点上立棱镜外,还负责绘制草图,以便内业检查、数据整理。导线法进行界址点测量的基本原理如图 3 所示。

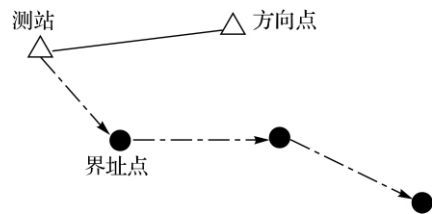


图 3 导线法进行界址点测量的基本原理

三、应用实例

结合全国范围内的第二次土地调查工作,笔者参加部分单位的界址点测量工作。为精确确定某单位的土地使用情况,需要对该单位的所有界址点进行准确测量。

1. 测量技术要求

主控点按照施测 GPS D 级点的观测要求使用双频接收机进行观测,利用 GPS 连续运行参考站作为基准进行坐标解算。基准站观测主要技术指标如表 1 所示。

表 1 基准站观测主要技术指标

卫星截止高度角/(°)	15
同时观测最少卫星数	4
观测时段数	1
采样间隔/s	5
连续观测时间不少于/h	4
PDOP 一般应小于	6

界址点的测量采用单频接收机进行观测,考虑

到界址点距基准站一般不会大于5 km,其观测技术指标中除观测时间定为15 min,其余与主控点相同。若界址点与基准站距离大于5 km 小于10 km时,界址点的观测时间相应延长为30 min。

界址点上不适宜架设GPS时,通过在过渡点上架设全站仪测量界址点,采用支导线的方法进行观测,支导线的测量技术指标如下:

1) 水平角观测。水平角施测左、右角各一测回,其测站圆周角闭合差不超过 $\pm 40''$,半测回方向值较差不超过 $12''$ 。

2) 垂直角观测。垂直角施测两测回,指标差较差不超过 $15''$,垂直角较差不超过 $15''$,结果取测回中数。

3) 边长观测。其边长单程测定二测回,取中数。

界址点最终测量的精度指标如表2所示。

表2 界址点精度指标及适用范围

界址点对邻近 误差控制点		界址点间 允许误差	界址点与 邻近地物 点关系距 离误差
点位中误差	允许误差		
$\leq \pm 5.0$	$\leq \pm 10.0$	$\leq \pm 10.0$	$\leq \pm 10.0$

按照以上测量指标,笔者为了验证GPS测量与全站仪测量的精度,选取了某单位测量时3个GPS过渡点之间的夹角,利用两种方法对其进行了比较。表3为GPS测量得出的过渡点夹角;表4为全站仪导线法得出的过渡点夹角。两种方法测量得出的左角较差为 $20''$,右角的较差为 $20''$,符合第二次土地调查技术设计书中两种方法同一角度测量较差不超过 $1'$ 的要求。通过实践,笔者认为在第二次土地调查中,可以采用GPS与导线混合测量法进行土地界址点测量,此混合方法可以达到技术规定要求。

表3 GPS测量法过渡点夹角计算结果

GD2		GD1		GD3		夹角	
X	Y	X	Y	X	Y	左角	右角
/m	/m	/m	/m	/m	/m	$/(^{\circ} \cdot ' \cdot '')$	$/(^{\circ} \cdot ' \cdot '')$
3 992 596.873	400 093.634 6	3 992 586.217	400 128.275 1	3 992 605.124	400 065.957 6	359 46 44	0 13 16

表4 导线法过渡点夹角计算结果

测站	目标点	水平读数		水平角		平均值	夹角	
		盘左	盘右	盘左	盘右		左角	右角
GD1	GD2	0 00 10	180 00 35	109 49 15	109 49 06	109 49 10	359 47 04	0 12 56
	J4	109 49 25	289 49 41					
GD1	J4	0 00 20	180 00 36	249 57 51	249 57 58	249 57 54		
	GD3	149 58 11	69 58 34					

四、结论

1) GPS与导线混合测量法是一种实用的测量方法,无论地理环境多么复杂,GPS与导线混合测量法总能达到精度要求。

2) GPS技术打破了以往常规导线控制,但它并不能彻底地取代导线测量方法。

3) GPS与导线测量方法形成了互补,交叉使用可以克服相互的不足,使得界址点测量达到高效、高精度的目的。

参考文献:

[1] 张凤录,陈品祥. GPS RTK在城市导线测量中的应用研究[J]. 测绘通报,2005(7):13-16.
 [2] 张书华. RTK和全站仪联合采集数据应用于濮阳污水处理系统有关问题的探讨[J]. 测绘科学,2007,

32(4):168-170.
 [3] 李英伟,蔺生祥. RTK技术在土地勘测定界中的应用[J]. 民营科技,2008(1):10.
 [4] 中华人民共和国城乡建设环境保护部. CJJ 8—85 城市测量规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,1985.
 [5] 王志勇,守华英. 浅谈GPS在土地勘测定界中的应用[J]. 科技信息,2010(21):400-401.
 [6] 石利军. GPS RTK技术在土地勘测定界中的应用[J]. 邢台职业技术学院学报,2009,26(1):102,104.
 [7] 吴云孙,晁定波,杨堂堂. 广州市国土GPS控制网联测改造数据处理与分析[J]. 测绘通报,2005(11):32-34.
 [8] 魏瑞娟,李学军,任维成,等. 单基站CORS的建设与应用研究[J]. 测绘通报,2010(6):23-26.
 [9] 杨沾吉,陈永奇,郭陈明,等. 深圳市GPS测图一体化系统的研制[J]. 测绘通报,2005(10):30-32.
 [10] 吴少林. 山区土地勘测定界GPS技术的应用研究[J]. 科技创新导报,2010(15):15-16.