

# 土地资源整治中 GPS 应用的关键技术

陈志国<sup>1</sup>, 崔马军<sup>2</sup>, 王琦<sup>3</sup>

(1. 长江下游水文水资源勘测局 江苏 南京 210011; 2. 扬州环境资源职业技术学院 江苏 扬州 225127;  
3. 扬州高弘勘测规划设计有限公司 江苏 扬州 225002)

**摘要:**首先介绍了静态 GPS 地籍控制测量方法,然后介绍了 GPS RTK 技术在数据采集方面的应用,最后结合具体的地籍测量应用实例,应用 GPS 技术,实现全天候、无需通视、实时获取控制点和采集点的 3 维坐标,无需再使用受光学观测条件影响的全站仪,为内业成图和整个测量工程项目提供快速、高效、可靠的技术保障。

**关键词:**地籍测量; GPS; RTK; 控制测量; 碎部测量

中图分类号:P228.4 文献标识码:B 文章编号:1672-5867(2011)05-0206-04

## Key Technology of GPS Applications in Remediation of Land Resources

CHEN Zhi-guo<sup>1</sup>, CUI Ma-jun<sup>2</sup>, WANG Qi<sup>3</sup>

(1. Yangtze River Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Nanjing 210011, China;  
2. Yangzhou Environmental Resources College, Yangzhou 225127, China;  
3. Yangzhou Gaohong Survey Planning and Design Co., Ltd., Yangzhou 225002, China)

**Abstract:** This paper 1) described the method of static GPS cadastral control survey, and then 2) introduced the application method of GPS RTK technology in the data collection aspects, and finally 3) with the specific cadastral application examples, leveraging GPS technology, this paper proposed a method to acquire real time three-dimensional coordinates of the control point and collection point under any weather condition, which provides fast, efficient and reliable technical support for the entire survey project.

**Key words:** cadastral survey; GPS; RTK; control survey; detail survey

## 0 引言

常规的测绘技术和仪器设备存在着速度慢、精度低,成果主要是以图、表、卡、册、簿等形式存在,不便于管理和使用,容易出现差错,而且更新费时费力。现在在控制测量上多采用 GPS 定位技术,点与点之间不需要通视,在外业只要安置好仪器便可自动采集数据,无须人工操作,而且可以全天候作业,使外业工作变得简单、清闲。将外业采集的数据传入微机用解算软件便可解算出 3 维坐标。

基本地籍要素测绘方面主要应用全站仪,它有测量速度快、精度高、测程远、自动记录等优点,在外业可以直接采集 3 维坐标。但是,点与点之间需要通视,而且不可以全天候作业,受光学观测条件影响。GPS RTK (Real-Time Kinematic, 实时动态载波相位差分) 技术是在 GPS 基础上发展起来的,能够实时提供流动站在指定坐标系中的 3 维定位结果,并在一定范围内达到厘米级精度的一种新的 GPS 定位测量方式,是 GPS 应用的重大里程碑,它的

出现为地形测图和工程放样等工作带来了新曙光,极大地提高了外业作业效率。

本文拟通过使用 GPS 及 RTK 技术,实现全天候、无需通视、实时获取控制点和采集点的 3 维坐标,为内业成图和整个工程提供快速、高效、可靠的数据保障。

## 1 地籍测量概述

### 1.1 地籍测量定义

地籍测量指在土地权属调查基础上,借助仪器,以科学的方法,在一定区域内,测量宗地的权属界线、界址位置、形状等,计算面积,测绘地籍图和宗地图,为土地登记提供依据。

### 1.2 地籍测量的特点

地籍测量不同于普通测量。普通测量一般只注重于技术手段和测量精度,而地籍测量则是测量技术与土地法学的综合应用,涉及土地及其附着物权利的测量。地籍测量有以下 7 个特点:

收稿日期:2010-09-01

作者简介:陈志国(1982-)男,江苏盐城人,助理工程师,学士,主要从事测绘工程方面的工作。

1) 地籍测量是一项基础性的具有政府行为的测绘工作,是政府行使土地行政管理职能时具有法律意义的行政性技术行为;

2) 地籍测量为土地管理提供了精确、可靠的地理参考系统;

3) 地籍测量具有勘验取证的法律特征;

4) 地籍测量的技术标准必须符合土地法律的要求;

5) 地籍测量工作有非常强的现势性;

6) 地籍测量技术和方法是对当今测绘技术和方法的应用集成;

7) 从事地籍测量的技术人员,不但要具备丰富的测绘知识,还应具有不动产法律知识和地籍管理方面的知识。

### 1.3 地籍测量的内容

1) 进行地籍平面控制测量,测设地籍基本控制点和地籍图根控制点;

2) 土地权属界址点和其他地籍要素平面位置的测定;

3) 基本地籍图和宗地图的绘制;

4) 面积量算、汇总和分类统计;

5) 进行土地信息的动态监测,进行地籍变更测量,包括地籍图的修测和地籍簿册的修编,以保证地籍成果资料的现势性与正确性;

6) 建设项目用地勘测定界测量;

7) 根据土地调整整治、开发与规划的要求,进行有关地籍测量工作;

8) 面积量算汇总。

## 2 静态GPS地籍控制测量方法

对于边长小于8~10 km的二、三、四等基本控制网和一、二级地籍控制网的GPS基线向量,都可采用GPS静态定位的方法。使用GPS技术布测城镇地籍控制网时,应与已有的控制点进行联测,联测的控制点最少不能少于2个。

在地籍测量中,GPS测量的作业模式主要有经典静态相对定位测量、快速静态相对测量和RTK测量。经典静态相对定位测量精度可达到毫米级,快速静态相对测量和RTK测量精度可达到厘米级。

GPS测量外业实施主要包括准备工作、数据采集和成果整理三个阶段。

### 2.1 外业准备工作

外业准备阶段的主要工作是技术设计和选点埋石。技术设计应首先根据有关规程说明、测区范围、测量任务的目的及精度要求、测区已有测量资料的状况以及测区所采用的参考坐标系统,考虑GPS技术的特点,在实地踏勘的基础上,优化设计GPS网设计方案。该技术设计应包括点数、各点间连接方法、设站次数、观测时段等,还需要根据作业日期的卫星状态图表,制定作业进程安排计划。

### 2.2 外业数据采集

GPS外业数据采集是指用GPS接收机获取卫星信号,其主要工作包括天线设置、接收机操作和测站记录等。天线的对中、整平应符合相关规程要求,并应精确测量测天线高。安置好仪器后开机搜索卫星,并输入点名、天线高、观测时段、截止高度角、历元间隔等,进入3D状态并使PDOP值小于限值后方可开始观测。同步观测的几台接收机全部准备完毕之后统一开始观测。

### 2.3 外业成果整理

包括GPS基线向量解算(GPS供应商提供的软件)、计算同步环闭合差、计算异步环闭合差、检查重复基线较差,检查其是否满足规定的限差,如果超限分析原因并重新解算。对于观测质量不符合要求的基线,应进行重测或补测。

目前GPS网平差软件主要有两类。一种是GPS接收机研制商随同硬件赠送给用户的。如徕卡(Lecia)的SKI软件、天宝(Trimble)的TGO软件、阿什泰克(Ashtech)的Solutions软件、南方的GPS PRO软件、中海达的HD软件等。另一种是由国内单位自主研发的,如武汉大学测绘学院研发的Power ADJ软件、同济大学研发的TGPPS软件等。

## 3 RTK地籍碎部测量方法

### 3.1 安置仪器

RTK设备分为基准站和流动站两部分,基准站包括三脚架、主机、转换器(放大器)、电源(蓄电池)、天线、连接电缆。流动站包括碳素对中杆、主机、手簿。手簿和主机之间使用蓝牙传输。目前很多RTK设备向一体化发展,使用内置电源,不再使用沉重的大电瓶。同时数据链发送天线(UHF)也逐渐使用内置电台。有些RTK设备同时具备电台传输(UHF)和通信网络传输(GPRS)两种功能,在测区较小时使用电台传输,测区较大时使用通信传输。

RTK基准站的设置可以分为基准站架设在已知点和未知点两种情况。常用的方法是将基准站架设在已知点地势较高、视野开阔的未知点上,使用流动站在测区内的两个或两个以上的已知点上,进行点校正,并求解转换参数。

通常基准站和流动站安置完毕之后,打开主机及电源,建立工程或文件,选择坐标系,输入中央子午线经度和y坐标加常数。通常先建立一个工程文件,以后每天工作时新建文件即可。

### 3.2 求解参数

GPS接收机输出的数据是WGS-84经纬度坐标,需要转化到施工测量坐标,这就需要软件进行坐标转换参数的计算和设置。四参数是同一个椭球内不同坐标系之间进行转换的参数。四参数指的是在投影设置下选定的椭球内GPS坐标系和施工测量坐标系之间的转换参数。四参数的四个基本项分别是:X平移、Y平移、旋转角和比例。需要特别注意的是参与计算的控制点原则上至少要

用两个或两个以上的点,控制点等级的高低和分布直接决定了四参数的控制范围。经验上四参数理想的控制范围一般在 5~7 km 以内。

### 3.3 检验校正

点校正是 RTK 测量中一项重要工作,每天测量工作开始之前都要进行点校正,如果工程文件中已经输入了转换参数,则每次工作之前找到一个控制点,输入已知坐标,进行单点校正,然后找到邻近的另一个控制点,测量其坐标,最后和已知坐标对比,即可验证。点校正时一定要精确对中整平仪器。碎部测量过程中如果出现基准站位置有变化等提示,通常都是基准站位置变化或电源断开等原因造成,此时需要重新进行点校正。

### 3.4 碎部测量

RTK 碎部点采集的过程同全站仪类似,在各碎部点上采点,存入仪器内存中,同时按照存储的点号绘制草图。采点时一定要在固定解(FIXD)状态下采点,PDOP 值也有要求。数据采集时 RTK 跟踪杆气泡尽量保持水平,否则天线几何相位中心偏离碎部点距离过大会导致精度降低。

## 4 实际案例成果分析

### 4.1 测区概况

测区位于江苏省某市镇,位于市境东南部,距市府 25 km。面积 37 km<sup>2</sup>,人口 1.7 × 10<sup>4</sup>,有 15 个村委会和 1 个居委会;以农业和种养殖业为主,农作物有水稻、麦、油菜、棉花、西瓜、薄荷、丝瓜、中药材、豆类等。特种水产品养殖列苏北第一家;企业有琼花环保设备制造、制鞋业、新型材料、不锈钢材料厂等。为国家亿斤粮食储备库。

测区总面积为 967.81 hm<sup>2</sup>(14 517.2 亩),地处东经 119°37'13"~119°39'50",北纬 32°42'55"~32°44'49",北依友谊河,南至八里长河,西靠小泾沟,东临三阳河,与 2005 年土地整理项目区连成一片。

### 4.2 GPS 控制网的设计和观测

GPS 控制网技术设计的主要依据是 GPS 测量规范(规程)和技术设计书(测量任务书)。本工程项目选择 1992 年国家测绘局发布的测绘行业标准《全球定位系统(GPS)测量规范》。

GPS 网中相邻点间的平均距离为 9 km;相邻点间的最小距离可为平均距离的 1/2;最大距离可为平均距离的 2 倍。

GPS 观测技术要求见表 1 所列。

表 1 GPS 观测技术要求

Tab. 1 GPS observation technical requirements

项目	技术要求
卫星高度角	≥15°
有效卫星观测总数	≥5
数据采样间隔	15 s
图形强度因子	≤8

GPS 网的同步图形选择点连式三角形网,如图 1 所示。

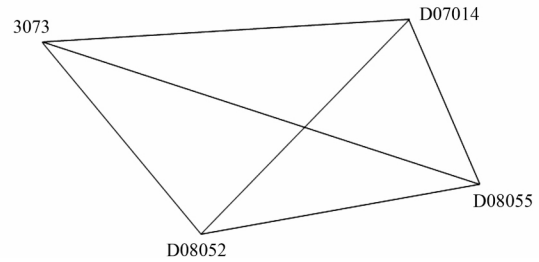


图 1 静态 GPS 点连式三角形网  
Fig. 1 Static GPS points triangular mesh

投入本项目作业的仪器设备均为专业仪器鉴定合格的仪器设备。

- 1) 中海达 HD 8200G 静态 GPS 标称平面精度 ±5 mm + 1 ppm, 标称高程精度 ±10 mm + 2 ppm;
- 2) 中海达 V8 高精度 GPS RTK 标称平面精度 ±10 mm + 1 ppm, 标称高程精度 ±20 mm + 1 ppm;
- 3) 电脑 3 台,惠普 HP - 500 绘图仪 1 台,打印机 1 台;
- 4) 汽车 1 辆。

### 4.3 成果展示

- 1) GPS 控制点坐标解算结果见表 2 所列。

表 2 GPS 控制点坐标  
Tab. 2 Coordinates of GPS control points

序号	点号	X/m	Y/m	Z/m
1	3073	3 627 274.383	466 255.019	2.447
2	D 07014	3 620 874.076	468 702.785	3.341
3	D 08052	3 624 206.160	468 678.054	3.841
4	D 08055	3 622 062.630	464 074.359	3.683

- 2) RTK 数据采集的坐标,下载到计算机后,经解算(解算参数见表 3 所列)应用 CASS 7.0 地籍成图软件,进行地籍碎部点连接成图,地籍图如图 2~5 所示。

表 3 解算 RTK 七参数  
Tab. 3 Calculation of RTK 7 parameters

名称	值	单位
X 平移	110.874 087	m
Y 平移	190.086 394	m
Z 平移	135.927 223	m
X 轴旋转	0.214 453 519 055 106	s
Y 轴旋转	4.000 217 146 433 68	s
Z 轴旋转	-2.383 802 365 797 69	s
尺度	-0.000 000 961 577 6	



图 2 RTK 地籍数据图  
Fig. 2 RTK cadastral map

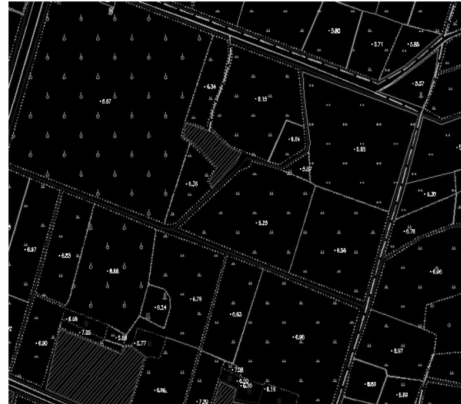


图 5 RTK 地籍数据图  
Fig. 5 RTK cadastral map



图 3 RTK 地籍数据图  
Fig. 3 RTK cadastral map



图 4 RTK 地籍数据图  
Fig. 4 RTK cadastral map

介绍了 GPS RTK 技术在数据采集方面的应用方法,最后结合具体的地籍测量应用实例,进行分析,并得出以下结论:

- 1) 点与点之间不需要通视,在外业只要安置好仪器便可自动采集数据,无须人工操作,而且可以全天候作业。将外业采集的数据传入微机用解算软件便可解算出 3 维坐标。
- 2) 采用 GPS 方法布设控制网,因其图形强度系数高,能够有效地提高点位趋近速度。网形优化比较方便。
- 3) 采用 GPS - RTK 方法与常规测量法相比,效率可提高一倍以上,并能大幅度降低作业人员的劳动强度。
- 4) 用 RTK 技术测定点位不仅不要求点间通视,甚至可以布设各级控制点,仅依据一定数量的基准控制点,便可高精度并快速地测定目标点的坐标。应用 RTK 技术进行实时定位可以达到厘米级的精度。

参考文献:

[1] 徐绍铨,张华海. GPS 测量原理及应用(3S 丛书) [M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社,1998.  
 [2] 杨红,李久进. 现代地籍测量 [M]. 北京: 科学出版社 2004.  
 [3] 王永智. GPS 测量技术 [M]. 北京: 中国电力出版社 2007.  
 [4] 王依. 地籍测量 [M]. 北京: 测绘出版社 2008.  
 [5] 卞正福. 测量学 [M]. 北京: 中国农业出版社 2002.  
 [6] 韩杰. 土地资源调查中 3S 集成应用的关键技术 [J]. 测绘通报 2006(5): 47 - 49.  
 [7] 冯仲科,余新晓. 3S 技术及其应用 [M]. 北京: 中国林业出版 2000.

[编辑: 栾丽杰]

5 结束语

本文首先介绍了静态 GPS 地籍控制测量方法,然后