

# 南方 NGS - 200 型 GPS 测量系统及其应用

郭胜利

P2 B

(北京市水利规划设计研究院, 100044)

**摘要:** GPS(Global Positioning System)是全球卫星定位系统的缩写。南方 NGS - 200 型 GPS 测量系统及其在永定河干堤加固工程中的应用表明, GPS 测量相对传统的作业模式具有突破性的改变, 这一新技术的应用使得广大测量工作者从繁重的外业劳动中解脱出来, 并且工作效率有了根本性的提高。

**关键词:** GPS 测量系统; 应用

在过去的十年中, 测绘技术最为重大的进展就是全球卫星定位系统(GPS)的出现。GPS 测量系统是由围绕地球轨道的 24 颗卫星群、地面上的 GPS 接收机及内业处理软件组成。这些卫星在两种不同的载波频率上连续地发出编码信号。这种载波频率其强度足以使它们穿过云雾、雨雪、灰尘和恶劣的天气。

在地球上, 我们在任何时间、任何地点都能够同时观测到空中的数颗卫星。进行 GPS 测量时, 要求几台接收机工作时应连续、同步地采集数据, 否则数据就会不可靠。经过一段时间的采集, 地面上的几台接收机把相同时段接收到 GPS 信号转化为数字信息, 存储在接收机内部的存储模块中, 再将采集得到的数据经通讯软件传入计算机中, 通过内业处理软件进行计算处理后, 就可得出各接收机在地球上的位置和高程。通过 GPS 技术, 使测绘人员摆脱了传统测量的束缚, 提高了工作效率。

## 1 系统介绍

### 1.1 工作流程

GPS 测量与经典的测量工作相类似, 分为外业和内业两大部分。其中, 外业工作主要包括: 选点、建立测站标志、野外观测作业及成果质量的检核等; 内业工作主要包括: GPS 测量的技术设计、观测数据的处理及技术总结等。

南方 NGS - 200 型 GPS 测量系统工作流程如图 1。

### 1.2 数据采集

经过总体设计与选点、埋石后, 开始野外观测并采集观测数据。运行采集器中的数据采集软件, 在输入测站名、时段和测站高后, 系统进入自动监控状态, 开始采集数据。NGS - 200 型 GPS 测量系统采集的数据文件扩展名为\*.STH(\* 代表任意

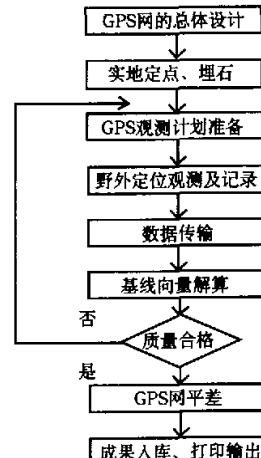


图 1 NGS - 200 测量工作流程

数字), 文件名长度为 8 个字符, 其中前 4 个字符代表测站名, 第 5 至第 7 的 3 个字符表示施测当天的年积日(年积日是从当年的 1 月 1 日算起, 每日累加 1 至当天的总和数), 最后 1 个字符表示当天观测的时段序号。数据文件的格式是南方公司规定的专有格式。

### 1.3 数据管理

该测量系统内业处理软件为 WINDOWS 版, 包括数据传输软件、基线向量处理软件、网平差软件以及星历预报、工程项目管理库、成果管理库等。在图形输出方面, 可自动绘制 GPS

基线向量网图、网平差成果图，并且可通过人机交互方式计算同步环和异步环闭合差及相对闭合差。在成果输出方面，有包括各种点位精度、边长精度、误差椭圆等平差结果的信息。该GPS数据处理软件在硬盘上创建了NCS200目录，其下的目录结构为(假设安装在D盘)：

```

D: \NCS200
  \BIN          可执行文件子目录
  \CPACK100    数据传输软件子目录
  \PROJ1
  \PROJ2
  .
  .
  }           各任务数据子目录
  \COLLECT     采集软件备份

```

在建立任务后，系统将自动在PROJ\*目录下创建三个子目录：

D: \NCS200\PROJ\*

\DATA 存放原始数据文件\*.sth，必须将原始数据存在此目录中

\DATACOPY 存放数据处理过程中的中间结果  
\Nfout 存放最终成果

#### 1.4 数据处理

(1)数据传输。野外采集的数据文件\*.sth需传入微机进行处理。在微机与采集器进行通信前，要设置必要的通信参数，如波特率、通信接口等。一般波特率的最大值为115200，只有微机与采集器的波特率值完全一致时，才可实现数据通信。运行“HP200通信软件”后，选择“Connect to HP”项，这时屏幕上并行显示出两个窗口，一个为微机的当前目录，另一个为采集器的当前目录。用鼠标点击采集器中要选择的文件，拖至微机，以实现数据的传输。传输结束后，点击“Disconnect From HP”，断开联系。

(2)基线向量处理。基线是指两台接收机之间的连线。基线向量处理是GPS数据处理中最重要的一环，系统可以方便地实现对野外观测数据的处理，得出每一条基线的相关数据，如基线长ds、各项坐标增量dx、dy、dz等。在GPS测量中，由于GPS系统本身的限制，定位结果会受到各种误差的影响。除卫星与接收机之间的时钟误差、卫星的轨道误差外，卫星信号在传播中还要受到电离层、对流层等环境的影响以及多路径的影响。因此，不可能期望每一次观测都完美无缺，基线处理结果还有可能出现劣质解。野外采集的数据是否合格，可以在基线向量处理后通过鉴别基线成果的优劣来进行判断。若基线成果不佳，应考虑到野外重新设站观测。基线向量处理流程如图2。

系统运行后，经过选择待解算的测点和“基线向量初始化”后，屏幕上即可显示出本次处理的各条基线的相应情况。用户可查看测站名、测站高等信息。在解算基线向量中，由于实际作业的情况比较复杂，所采用的模式各不相同，因此有必要在解算时指定具体的条件，如历元间隔、起始历元、历元总数、卫星高度角、方差因子、卫星基准、有效历元等信息。尤

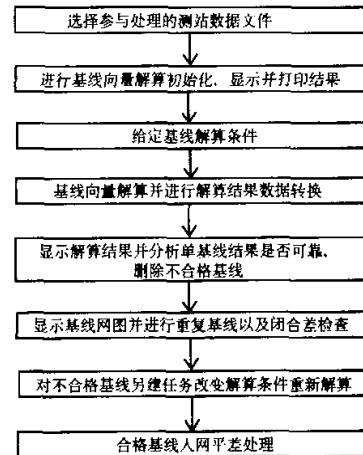


图2 基线向量处理流程图

其在测站的观测卫星条件较差，初步解算结果不理想的情况下，对解算条件进行编辑是很有必要的。单击“基线解算条件”后，屏幕弹出上述参数项，用户可以根据实际情况设置各种参数，完毕后便可进行基线向量解算。值得注意的是，对各种解算条件的修改有利也有弊，如历元的删除可能会使一些有用的数据未能参与运算，增加高度截止角会使可处理的卫星数目减少等。解算后，解算结果显示在屏幕上，用户可以查看基线解的具体情况，并根据衡量解算质量的指标对基线进行相应的处理。

检查基线解算质量的指标主要有均方差和方差比。均方差单位为m，主要用于衡量观测质量，反映观测噪音，周跳修复程度。其值与基线长短有关，越小越好。当基线长在20km以内而均方差大于0.020m时，则有必要对基线进行检查。方差比是反映GPS成果的一个很重要参数，它是一个比值，通常情况下，方差比值应大于3，否则结果不可信。对于不合格的基线，双击该基线则可剔除。被剔除的基线也可恢复剔除。

(3)网平差处理。网平差处理具有丰富的平差信息，包含点位精度、边长精度、误差椭圆等；投影方式上有高斯投影和UTM投影(横墨卡托投影)；图形输出方面可以很方便地绘出网平差成果图和误差椭圆图；成果管理方面设有成果管理库。南方GPS网平差软件处理过程如图3。

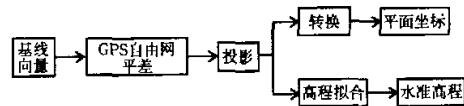


图3 南方GPS网平差软件处理过程

我国基本上采用高斯投影的方法，是将地球椭球面上与一

截面为椭圆的横柱面相切的子午线，其两旁的一条带状区域按正形投影的规律投影到平面上。投影后，只有相切的这条子午线的长度比等于1。也就是说，只有相切的这条子午线的长度不变，离开子午线越远，长度比越大，或者说变形越大。此外，局部坐标系及地方独立坐标系其原点、方向及尺度与WGS-84坐标系不一致，因此必须强制符合进行平移、尺度、旋转变换。

运行“网平差软件”后，通过选取“基线来源任务名”以及“组网”，确定被选任务的所有基线，并查看被选基线，剔除出相同的基线。基线确定后，根据用户给定的条件进行平差。通常情况下，坐标系统选为“北京54坐标系统”，投影类型为“高斯投影”，基线类型是“双差固定基线”，平差方法是“二维约束平差”，再输入坐标已知点和高程已知点的个数及相应值，就开始平差计算了。进行二维约束平差后，用户可以查看并打印平差值、点位精度、边长精度等。点击“入库”后，可以把所得成果输入成果管理数据库。至此，平面位置计算完毕。在主菜单中点击“高程拟合”后，系统自动计算出待测点的高程及其精度，确认无误后可点击“高程入库”，把高程成果输入成果管理数据库。

## 2 应用实例及简单分析

1998年底，我院利用该套GPS测量系统，成功地完成永定河黄良铁路桥以下至北京市界全长近50km的布控任务。共布设GPS点24个，已知点2个，基线长度在11km以内，观测条件良好的地方一般同步观测30min，历元间隔15s，卫星高度角 $\geq 15^\circ$ ，卫星颗数 $\geq 4$ 。经内业平差计算，基线长度误差在 $\pm 5\text{ mm}$ 之间，点位中误差在 $\pm 13\text{ mm}$ 之间，测量精度满足规范

要求。

在GPS测量过程中，几台接收机只有接收到的是同一时段的同组卫星的同步数据，才能保证观测质量。而实际观测过程中，由于卫星的运动及健康状况或GPS点受附近电线、树木、房屋等地面附着物的影响，使GPS接收机收到某颗卫星的传输信号时间短，或收到的数据不干净，都使个别点位观测精度不高。在基线解算时，把影响个别点位精度的有关同步环基线单独解算，同时剔除每个同步环中影响精度的个别卫星。然后把分别解算的结果重新组合，进行整体网平差，使原来精度较低的个别点精度提高，以提高整个网的平差精度。

## 3 结束语

该套GPS是单频静态测量系统，自投入使用以来，又陆续在清河综合治理、京引技改等工程中使用，取得较满意的成果。系统采用先进的卫星定位技术，以较新的测量方式，以较快的处理速度解决以往控制测量中一些无法解决的问题，缩短了工作时间，降低了工作者的劳动强度；提高内业数据处理速度并将成果存入微机，形成数据库，便于日后的管理。

但是，在内业数据处理软件的实际操作中，系统的灵活度过大，要求用户介入运算过程的参数过多，大部分情况下，只需选择“确定”按钮退出本菜单而不需要修改该菜单中所罗列的那么多参数，使得操作过程不够简便。在基线向量处理过程中，由于野外观测所形成的基线数目较多，建议系统能够对所有基线的优劣加以判断，优化成果。因为本系统是单频接收机，所以测站的观测时间比双频接收机长，若观测条件不好，还要适当延长观测时间。

(责任编辑：林跃朝)

(上接28页)

### 3.2 图像传输质量

摄像机采集的图像信号为6~8M的模拟信号，将其传输到中心机房的方式有很多。考虑到自动化系统采用了光纤通信，信号的传输距离又很近，所以采用模拟视频光端机传输图像信号，保证了图像的清晰度和实时性。

### 3.3 防雷保护

官厅水库大坝雷电危害十分严重，必须采取合理措施，一级一级地削弱雷电干扰的强度，减轻雷击的危害。系统以下几个方面考虑防雷保护：传感器、采集终端等设备配备必要的避雷器件；在传感器信号线、通信线上采取避雷措施；电源避雷。工程实施过程中采用了电源避雷保护器、信号线避雷保护器，

并注意做好机房、通信线路、信号电缆的接地，有效地防止了雷电侵害。

### 4 系统可靠性分析

自动监控技术在水库安全管理中的应用，是一个十分热门的话题。合理运用高技术，提高水库的管理水平，必须以保证自动化系统的可靠性为前提。在官厅水库大坝安全自动监测系统的设计过程中，充分考虑了防雷保护、防电磁波干扰的措施，保证了通信系统的可靠性。此外自动监测设备还提供在异常情况下监测和报警功能。设备可自动监测自身的工作状态，一旦发生故障，会立即向中心发出警报，提示管理人员进行必要的维护。

考虑到大坝安全监测数据必须具有

连续性，系统在设计过程中充分考虑了由于非常原因造成的通信中断。系统分别在两个MCU中配置了存储卡，它可将暂时无法送出的数据保存下来，当通信恢复后，再将它们传送给中心站。

在采用了多种安全手段后，官厅水库自动监测系统具有较高的可靠性。

水库的安全监测是水库管理非常重要的内容，对提高水库的管理水平，充分发挥水库的调蓄能力，满足新形势下对防汛、水工设施安全、供水的需要，适应水库管理现代化的发展，都有十分重要的意义。官厅水库大坝安全自动监测系统的建设，为以后水库自动化管理提供了一些经验。

(责任编辑：林跃朝)