

# Trimble GPS&TGO

## 静态培训教程

Version 1.0



美国天宝导航公司

[www.trimble.com](http://www.trimble.com)

# 目 录

第一章.	GPS 测量原理 .....	3
第二章.	5700/5800 接收机硬件介绍.....	12
第三章.	电台说明.....	21
第四章.	GPS 静态定位在测量中的应用.....	24
第五章.	静态数据内业处理.....	32
第六章.	TGO 软件功能模块介绍.....	54
附录.	专业术语.....	66

## 第一章：GPS 测量原理

## 1.1 GPS 简介

GPS 是英文 Navigation Satellite Timing and Ranging/Global Positioning System 的字头缩写词 NAVSTAR/GPS 的简称，它的含义是利用导航卫星进行测时和测距，以构成全球定位系统。它是美军 70 年代初在“子午卫星导航定位系统——**NNSS 系统**”的技术上发展而起的具有全球性、全能性（陆地、海洋、航空与航天）、全天候性优势的导航定位、定时、测速系统。利用该系统，用户可以在全球范围内实现全天候、连续、实时的三维导航定位和测速；另外，利用该系统，用户还能够进行高精度的时间传递和高精度的精密定位。

## 2、GPS 的组成

1973 年 12 月，美国国防部正式批准陆海空三军共同研制导航全球定位系统——**全球定位系统（GPS）**。1994 年进入完全运行状态；整套 GPS 定位系统由三个部分组成的，即由 GPS 卫星组成的空中部分、由若干地面站组成的地面监控系统、以接收机为主体的用户设备。三者有各自独立的功能和作用，但又是有机地配合而缺一不可的整体系统。

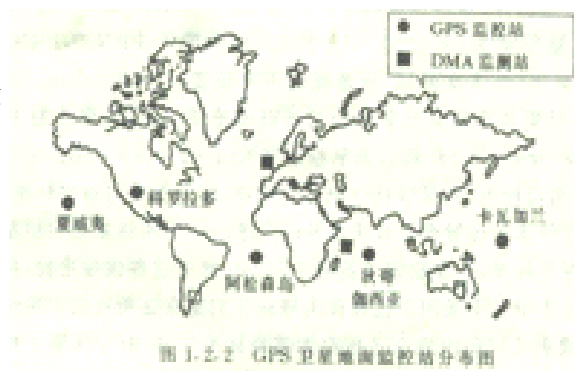
### (1)、空间卫星部分

GPS 的空间部分由 24 颗 GPS 工作卫星所组成，这些 GPS 工作卫星共同组成了 GPS 卫星星座，其中 21 颗为用于导航的卫星，3 颗为活动备用卫星。这 24 颗卫星分布在 6 个倾角为  $55^\circ$ ，高度约为 20200 公里的高空轨道上绕地球运行。卫星的运行周期约为 12 恒星时。完整的工作卫星星座保证在全球各地可以随时观测到 4-8 颗高度角为  $15^\circ$  以上的卫星，若高度角在  $5^\circ$  则可达到 12 颗卫星。每颗 GPS 工作卫星都发出用于导航定位的信号。GPS 用户正是利用这些信号来进行工作。

### (2)、地面监控部分

GPS 的控制部分由分布在全球的若干个跟踪站所组成的监控系统构成，根据其作用不同，这些跟踪站又被分为主控站、监控站和注入站。

**①主控站的作用：**主控站拥有大型电子计算机，用作为主体的数据采集、计算、传输、诊断、编辑等工作，它完成下列功能：



A、采集数据：主控站采集各监控站所测得的伪距

和积分多普勒观测值、气象要素、卫星时钟和工作状态的数据、监测站自身的状态数据等

B、编辑导航电文（卫星星历、时钟改正数、状态数据及大气改正数）并送入注入站。

C、诊断地面支撑系统的协调工作、诊断卫星健康状况并向用户指示的功能。

D、调整卫星误差。

**②监控站的作用：**监测站的主要任务是对每颗卫星进行观测，并向主控站提供观测数据。每个监控站配有 GPS 接收机，对每颗卫星长年连续不断地进行观测，每 6 秒进行一次伪距测量和积分多普勒观测，采集气象要素等数据。监测站是一种无人值守的数据采集中心，受主控站的控制，定时将观测数据送往主控站。

**③注入站的作用：**主控站将编辑的卫星电文传送到位于三大洋的三个注入站，定时将这些信息注入各个卫星，然后由 GPS 卫星发送给广大用户。

### (3)、用户接收部分

GPS 用户部分由 GPS 接收机（移动站、基准站等）、数据处理软件及相应用户设备, 如计算机气象仪器等所组成。它的作用是接收 GPS 卫星所发出的信号，利用这些信号进行导航定位等工作。

## 3、GPS 信号

GPS 导航定位系统属于无线电导航定位系统，用户只需通过接收设备接收卫星播的信号就能测定卫星信号传播时间延迟或相位延迟, 解算出接收机与 GPS 卫星间的距离（称为伪距），确定接收机位置。

GPS 卫星发射两种频率的载波信号——伪随机码，即频率为 1575.42MHz 的 **L1** 载波和频率为 1227.60MHz 的 **L2** 载波，它们的频率分别是基本频率 10.23MHz 的 154 倍和 120 倍，它们的波长分别为 19.03cm 和 24.42cm。在 L1 和 L2 上又分别调制着多种信号，这些信号主要有：

**(1)C/A 码：**C/A 码又被称为粗捕获码，它被调制在 L1 载波上，C/A 码是普通用户用以测定接收机到卫星间的距离的一种主要的信号。

**(2)P 码：**P 码又被称为精码，它被调制在 L1 和 L2 载波上，一般用户无法利用 P 码来进行导航定位。

**(3)Y 码：**P 码与 W 码进行模二相加生成保密的 Y 码。

**(4) 导航信息：**导航信息被调制在 L1 载波上，其信号频率为 50Hz，包含有 GPS 卫星的轨道参数、卫星钟改正数和其它一些系统参数。用户一般需要利用此导航信息来计算某一时刻 GPS 卫星在地球轨道上的位置，导航信息也被称为广播星历。

#### 4、GPS 误差

利用 GPS 定位时，GPS 卫星播发的信号受各种因素影响，使得测量结果产生误差，精度下降。影响 GPS 定位精度的因素可分为下列几个方面：

##### (1) 与 GPS 卫星有关的因素

① **SA 政策：**美国政府从其国家利益出发，通过对导航电文采用  $\epsilon$  技术、对 GPS 卫星基准频率加入高频抖动（ $\delta$  技术）、对 P 码采用译密技术（P 码经过译密技术处理成 Y 码——反电子欺骗 AS 政策），人为降低普通用户利用 GPS 进行导航定位时的精度。单机定位误差达 100m。现已取消 SA 政策，单机误差约 15m。（2000 年 5 月 1 日已经取消该政策）

② **卫星星历误差：**卫星星历是 GPS 卫星定位中的重要数据。卫星星历是由地面监控站跟踪监测 GPS 卫星测定的。由于地面监控站测试的误差以及卫星在空中运行受到多种摄动力影响，地面监测站难以充分可靠地测定这些作用力的影响，使得测定的卫星轨道会有误差。

- ③ **卫星钟差**: 卫星钟差是 GPS 卫星上所安装的原子钟的钟面时与 GPS 标准时间之间会有偏差和漂移, 并且随着时间的推移而发生变化。而 GPS 定位所需要的观测量都是以精密测时为依据, 卫星钟差会对伪码测距和载波相位测量产生误差。当卫星钟差总量达到 1ms 时, 产生的等效距离误差可达 300KM
- ④ **地球自转的影响**: GPS 定位采用的坐标是协议地球坐标系, 地面接收到卫星信号时与地球固连的协议坐标系相对于卫星发射瞬间的位置已产生了旋转(绕 Z 轴旋转), 这样接收到的卫星信号会有时间延迟。(卫星发送信号瞬间坐标与接收机接收的瞬间坐标产生位置上的旋转)。
- ⑤ **发射天线相位中心偏听偏差**: 发射天线相位中心偏差是 GPS 卫星上信号发射天线的标称相位中心与其真实相位中心之间的差异。

## (2) 与信号传播途径有关的误差

- ① **电离层延迟**: 地球周围的电离层对电磁波的折射效应, 使得 GPS 信号的传播速度发生变化, 这种变化称为电离层延迟。
- ② **对流层延迟**: 由于地球周围的对流层对电磁波的折射效应, 使得 GPS 信号的传播速度发生变化, 这种变化称为对流层延迟。
- ③ **多路径效应**: 由于接收机周围环境的影响, 使得接收机所接收到的卫星信号中还包含有各种反射和折射信号的影响, 这些信号会相互叠加, 这就是所谓的多路径效应。

## (3) 仪器本身的误差

- ① **接收机钟差**: 接收机石英钟与卫星的原子钟钟面时间的误差。
- ② **接收机天线相位中心偏差**: GPS 接收机天线的标称相位中心与其真实的相位中心之间的差异。
- ③ **接收机软件和硬件造成的误差**: 在进行 GPS 定位时, 定位结果还会受到诸如处理与控制软件和硬件等的影响。

## (4) 其他方面影响

- ① **GPS 控制部分人为或计算机造成的影响**: 由于 GPS 控制部分的问题或用户在进行数据处理时引入的误差等。

②**数据处理软件的影响**: 数据处理软件的算法不完善对定位结果的影响。

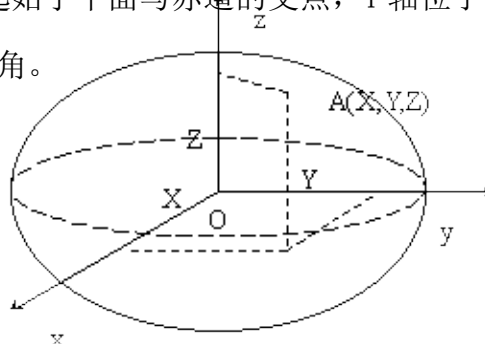
## 5、坐标系统

### (1) 坐标系的分类

所谓坐标系指的是描述空间位置的表达形式, 即采用什么方法来表示空间位置。如直角坐标系、极坐标系等。在测量中, 常用的坐标系有以下几种:

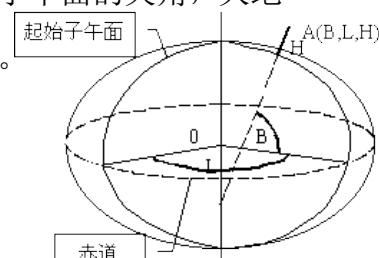
#### ①空间直角坐标系

空间直角坐标系的坐标系(见下图)原点位于参考椭球的中心  $O$ ,  $Z$  轴指向参考椭球的北极,  $X$  轴指向起始子午面与赤道的交点,  $Y$  轴位于赤道面上, 且按右手系与  $X$  轴呈  $90^\circ$  夹角。



#### ②空间大地坐标系

空间大地坐标系(见下图)是采用大地经、纬度和大地高来描述空间位置的。纬度是空间的点与参考椭球面的法线与赤道面的夹角, 经度是空间中的点与参考椭球的自转轴所在的面与参考椭球的起始子午面的夹角, 大地高是空间点沿参考椭球的法线方向到参考椭球面的距离。



#### ③平面直角坐标系

平面直角坐标系是利用投影变换, 将空间坐标(空间直角坐标或空间大地坐标)通过某种数学变换映射到平面上, 这种变换又称为投影变换。投影变换的方法有很多, 如 UTM 投影、Lambuda 投影等, 在我国采用的是高斯-克吕格投影, 也称为高斯投影。

### (2) GPS 测量中常用的坐标系统

#### ①WGS-84 坐标系

WGS-84 坐标系是目前 GPS 所采用的坐标系统, GPS 所发布的星历参数

就是基于此坐标系统的。WGS-84 坐标系统的全称是 World Geodical System-84（世界大地坐标系-84），它是一个地心地固坐标系统。WGS-84 坐标系的坐标原点位于地球的质心，Z 轴指向 BIH 1984.0 定义的协议地球极方向，X 轴指向 BIH1984.0 的起始子午面和赤道的交点，Y 轴与 X 轴和 Z 轴构成右手系。

WGS-84 系所采用椭球参数为：

$$a = 6378137m$$

$$f = 1/298.257223563$$

$$\overline{C}_{20} = -484.16685 \times 10^{-6}$$

$$\omega = 7.292115 \times 10^{-5} \text{ rad} \cdot s^{-1}$$

$$GM = 398600.5 \text{ km}^3 \cdot s^{-2}$$

## ②1954 年北京坐标系

1954 年北京坐标系是我国目前广泛采用的大地测量坐标系。该坐标系源自于原苏联采用过的 1942 年普尔科夫坐标系。该坐标系采用的参考椭球是克拉索夫斯基椭球。椭球长半轴 6378245 米，扁率 298.3；X 轴加常数为 0，Y 轴加常数为 500000 米。

## ③1980 年西安大地坐标系

椭球的短轴平行于地球的自转轴（由地球质心指向 1968.0 JYD 地极原点方向），起始子午面平行于格林尼治平均天文子午面，椭球面同似大地水准面在我国境内符合最好；椭球长半轴 6378140 米，扁率 298.257；X 轴加常数为 0，Y 轴加常数为 500000 米；高程系统以 56 年黄海平均海面为高程起算基准。

## 6、工作原理

### (1) 卫星三角测量：

①地球上任何一点坐标都能通过测量一组卫星到该点的距离计算而得。

假定某卫星与该点的距离为  $A_1$ ，则该点位于以该卫星为中心，半径为  $A_1$  的地球球面上（如图 1）。

②如第二个卫星与该点的距离为  $A_2$ ，则该点落在两球面相交的圆上（如图 2）。

③增加第三个卫星时，则该点落在三个球面相交的 2 个点（如图 3），此时只能得出一个点的经纬度，无法得到高程，属于二维。

④再增加一个卫星，就可以唯一确定一个点（如图 4），此时点的属性是三维，

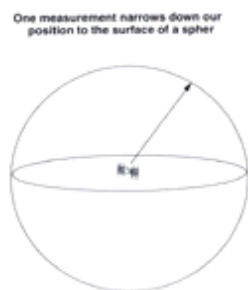


图 1

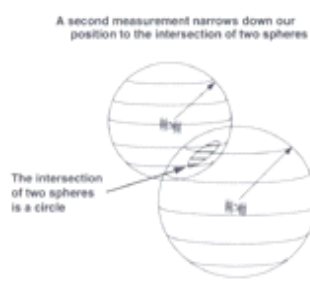


图 2

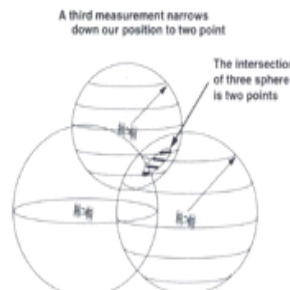


图 3

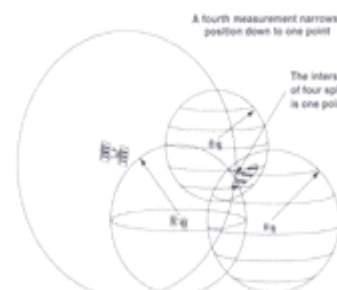


图 4

包括经度、纬度、高程。

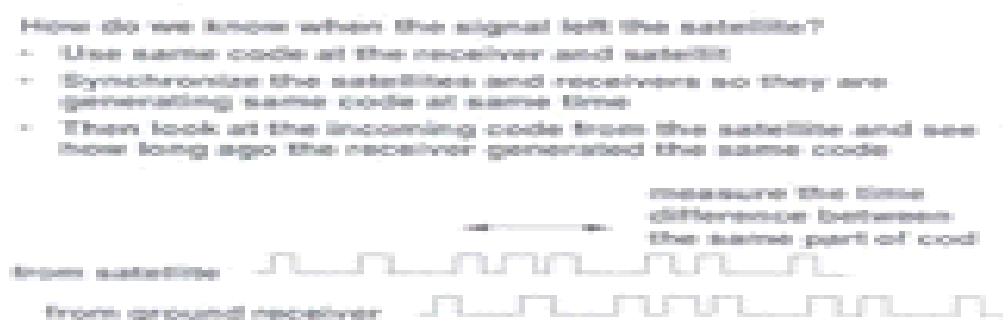
## (2) 卫星测距码

卫星与测点间距离是通过测量卫星信号到达接收机所需时间来计算的。

①要知道卫星信号到达接收机所需时间就需知道信号是什么时候离开卫星。

②当卫星信号离开卫星时，卫星同时广播一种伪随机码（测距码）附加在信号中。

③当接收机接收到信号时也产生同样的伪随机码，并与卫星信号中附加的伪随机码作比较并计算出卫星信号的传播时间延迟，再用时间差  $(\Delta t) \times$  光速 (300,000,000 米/秒) 就可算出卫星与接收机之间的距离。



## (3) 精确的时间

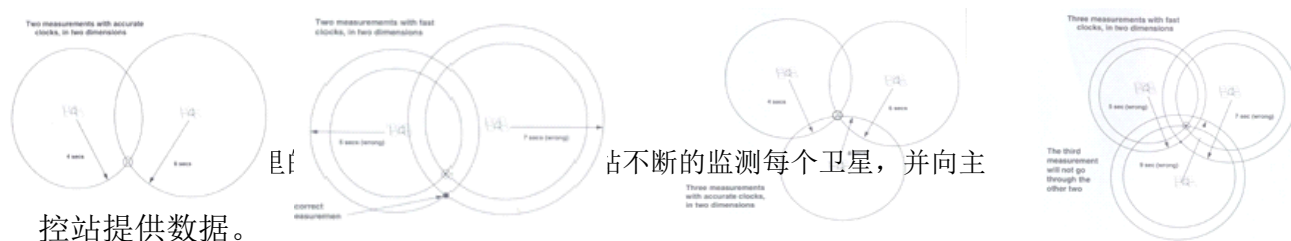
①GPS 工作卫星都安设有 4 台原子钟，一般是两台铷原子钟和两台铯原子钟。

②GPS 接收机则装一个普通的石英钟，用接收 4 个卫星来消除时钟误差。

③卫星和接收机的时钟都正确（无误差），那么 4 个卫星的测量结果应穿过同

一个点。

- ④若卫星和接收机时钟存在误差时，测量结果无法相交于一个点时，接收机的处理器开始调整时钟，直到它们相交于一个点为止。



- ②主控站计算卫星星历、时钟改正数并编辑成导航电文传送注入站。

- ③注入站将导航电文注入卫星。

## (5) 误差的调整

- ①卫星原子钟误差、卫星星历误差和卫星轨道（地球自转）误差由主控站调整。

- ②电离层折射、对流层折射使得信号穿过大气层时速度变慢，导致误差，接收机一般会做调整。

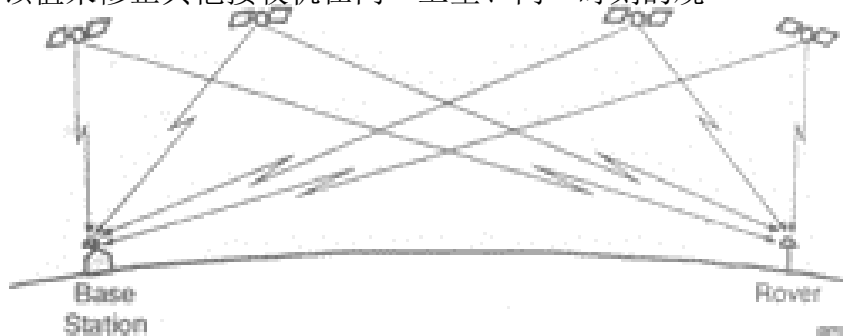
- ③多路效应误差，信号接近地球表面时可能会被反射，反射信号会干扰直线信号，抗干扰天线有助于减少这种误差。

- ④S/A 政策：现已取消该政策，使单机误差定位达 15m 的精度。

## 7、差分原理

### (1)GPS 差分定位技术：差分是一种 GPS 定位技术，能极大提高精度。

它需要一台接收机在一个已知点（点的经/纬度已知）上接收 GPS 信号（基准站），其他接收机在未知点同时进观测（如下图）。它利用已知点的精确坐标来计算出观测误差值，再利用该值来修正其他接收机在同一卫星、同一时刻的观测值。



## **(2) 差分 GPS 定位原理:**

由安装在已知点位的基准站接收机测量出到 GPS 卫星的距离-伪距。其中包括到这颗卫星的真实距离加上几种误差。由于基准站的位置是已知的,可以利用卫星星历数据计算出基准站接收机到卫星的距离,计算出的距离与已知坐标之间的差包括上述几种误差值,将这一差值作为距离改正数传送给用户接收机,用户接收机就得到一个“校正过”的距离改正值。接收机接收的伪距经过改正值改正后可得到较准确的距离,这就是差分原理。

## **(3) 差分 GPS 定位的种类:**

### **① 依差分的时间分:**

**实时差分:** 基准站计算出观测值后,通过电台广播出去,移动站接收到该值后实时改正自己的观测值,并把结果显示在屏幕上。

**后处理差分:** 基准站计算出误差后记录成文件,移动站采集的数据也记录成计算机文件,野外作业回来后把文件导入 PC 机中,通过 GPS 软件,用基准站文件来对移动站文件进行差分,得出改正后的文件。

### **② 依基准站发送信息方式分:**

**位置差分:** 最简单的差分方法,基准站对每 4 颗卫星进行解算,得到一组改正数,基准站和移动站均需接收同一组卫星才能使用。

**伪距差分:** 目前普遍使用的差分方法,基准站上的接收机利用一个  $(\alpha - \beta)$  滤波器将解算的差值滤波,并求出其偏差,然后将所有卫星的测距误差传输给用户,用户利用改正后的伪距求出本身的位置。

**相位平滑伪距差分:** GPS 接收机获得载波多普勒频率计数的功能,这个载频多普勒计数能反映载波相位信息—即反映伪距变化率的特性,利用这个载波信息来辅助码伪距测量就可获得比单独采用码伪距离测量更高的精度。

**相位差分:** 载波相位差分技术又称为 RTK 技术,可达 mm 级的精度。

## **8. GPS 系统应用**

(1) **导航：**GPS 能以较好精度瞬时定出接收机所在位置的三维坐标，实现实时导航，因而 GPS 可用于海船、舰艇、飞机、导弹、出租车、交通车辆定位、110、120、119 等。

(2) **授时：**

(3) **高精度、高效率的地面测量**

## 第二章：5700/5800 接收机硬件介绍

### 一. 使用与保护

Trimble5700/5800 接收机的设计考虑了承受野外出现的典型恶劣情况。但是，接收机本身却是高精度的电子仪器，使用时需要注意保护。

从附近无线电或雷达发射机发出的大功率信号可能会抑制接收机电路。这虽然不损坏仪器，但却可能导致接收机出现不良的电性能。因此，应避免在大功率雷达、电视或其它发射机附近的 400 米范围内使用此接收机。小功率发射机（例如用于蜂窝电话和双工无线电的发射机）通常不会干扰 5700/5800 接收机的工作。

### 二. 5700 GPS 接收机组成

5700GPS 接收机的所有操作控制装置、端口和接头全部分布在四个主面板上，如图 2.1 所示。

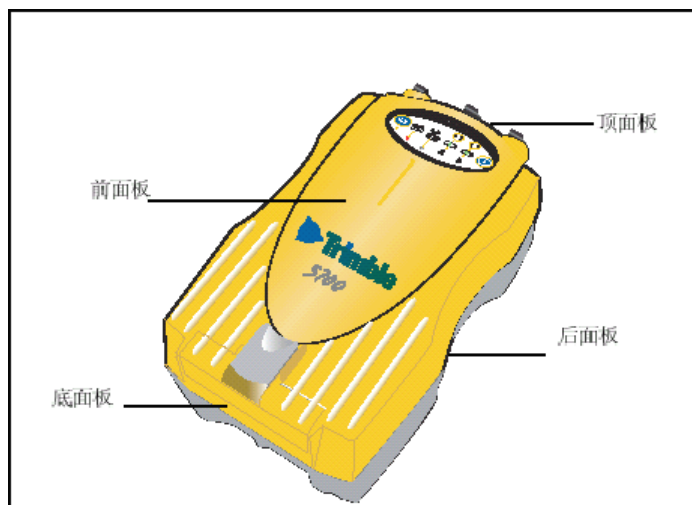


图 2.1

1. **前面板：**图 2.2 示出了 5700 接收机的前面板。此面板上有五个 LED（发光二极管）指示器、两个按钮和一个袖珍闪存/USB 门扣

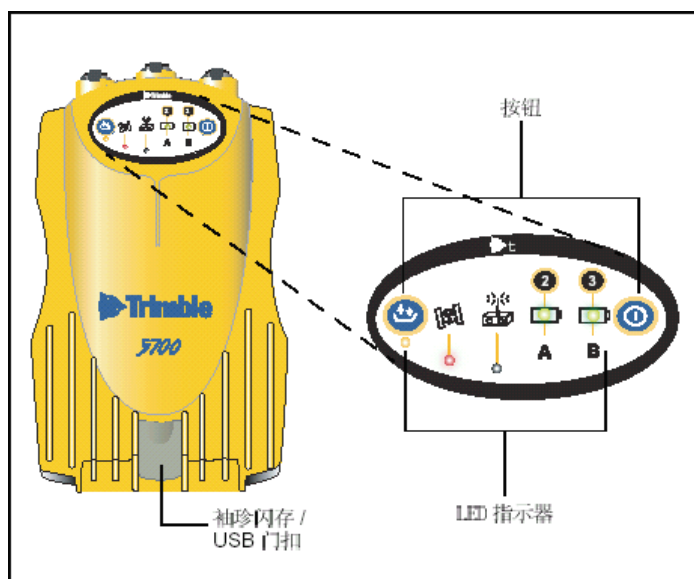


图 2.2

## 2. 顶面板

图 2.3 示出了 5700 接收机的顶面板。此面板上有三个电源/串行数据端口和进行 GPS 与无线电连接的（TNC）端口

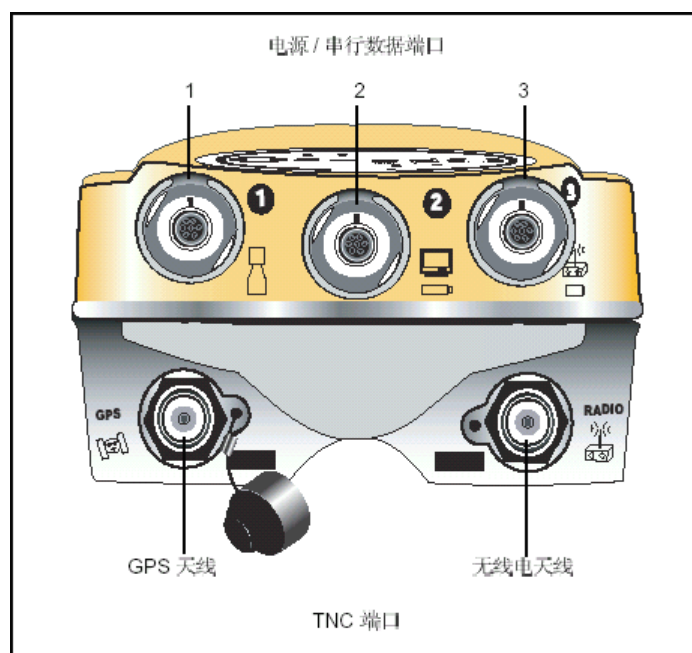





图 2.3

顶面板上的每个端口都用一个图标作标记，表示其主要功能。

表 2.1 5700 接收机端口

图标	名称	连接.....
	端口 1	Trimble 手薄、事件标记或计算机
	端口 2	外接电源接入、计算机、1PPS 或事件标记

	端口 3	外部无线电入、外接电源接入、基准站电台数据线接出。
	GPS	GPS 天线电缆接入
	无线电	流动站无线电通信天线接入

### 3. 底面板

图 2.4 示出了 5700 接收机的底面板。此面板上有 USB 端口、袖珍闪存端口和内置电池舱。

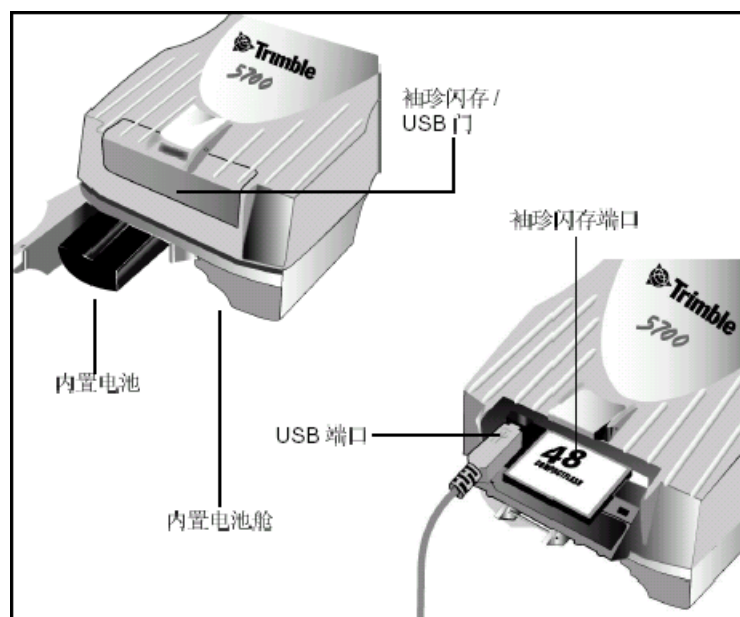


图 2.4

#### 数据记录卡



在数据记录卡记录数据之前，先对卡进行格式化，从而确保文件系统的完整性。如果要格式化卡，先把卡插入到 5700 接收机，然后按下电源开关键 30 秒种。

**注：**一定要在接收机内对数据记录卡进行格式化，这可以防止在记录数据期间取出卡时损坏卡中的数据。

**警告：**5700 允许数据记录卡上最多存储 512 个文件，不论卡的容量有多大。文件名必须是 8.3 格式，否则，在记录过程中往数据记录卡上复制文件会引起数据损坏或丢失。

如果卡没有正确地插在插脚上，切不要用力，以免损坏插脚。此时，应该取下卡，再小心地重新插入。

### 4. 按钮功能

5700 接收机只有两个按钮，即：在本手册中表示为  的电源按钮，以及表示为  的数据按钮。

电源按钮用来转换接收机的开关状态，并执行诸如删除文件或重设接收机的数据管理功能。

数据按钮用来开启或停止记录。只有当接收机开关打开并完成馈电和初始

化任务后，此按钮才会有效（即接收机完全跟踪四颗以上卫星后）。  
 表 2.2    **按钮功能**

表 2.2

动作	电源按钮	数据按钮
打开接收机	按	
关闭接收机	按下 2 秒	
开始内部记录数据		按
停止内部记录数据		按下 2 秒
删除星历文件	按下 15 秒	
重设接收机到工厂缺省设置	按下 15 秒	
删除应用文件	按下 30 秒	
格式化袖珍闪存卡	按下 30 秒	

注

注：语“按”是指按下按钮后立即释放。术语“按下”是指按下后保持此状态，直到过了规定时间。

## 5. 指示灯现象

接收机顶面板的五个 LED，用来指示各种操作状态。一般而言，发光或慢速闪烁的 LED 表明仪器正常操作，快速闪烁的 LED 表明需要引起注意，不发光的 LED 表明仪器表明没有出现作。如图 2.5 所示：

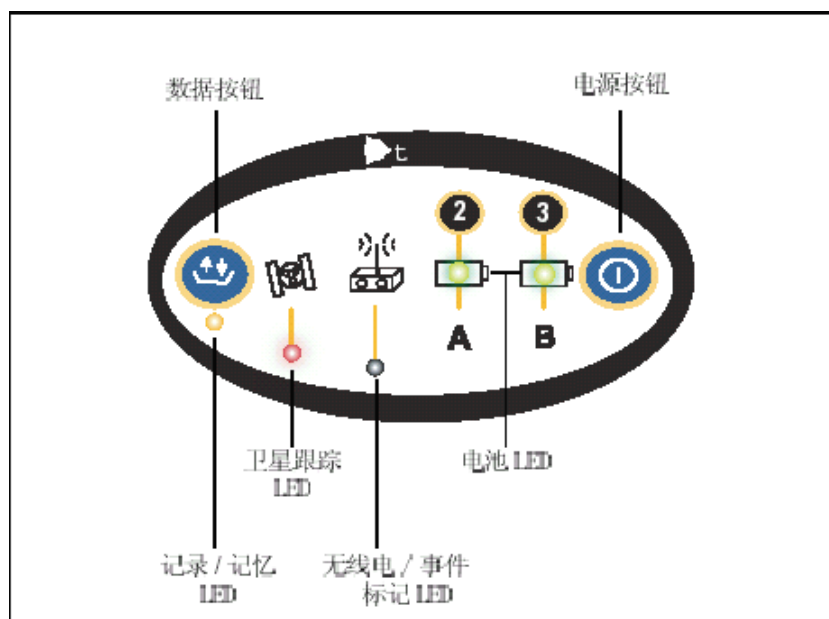


图 2.5

### ● 记录/内存指示灯

在数据记录按钮下面的典型黄色记录/内存 LED 表示的是数据记录状态和内存使用状态。

表 2.3

现象	含义	颜色
开	正在记录数据	橘黄色
慢速闪烁	记录了足够的快速静态数据。或者，如果与此同时，红色卫星跟踪 LED 稳定发光，则说明接收机处于监视模式，它正在检查要安装的新固件。（一般出现在计算机控制下）	
快速闪烁	数据正在被记录，但内存容量不大。	
闪烁	接收机处于休眠模式，在定时应用文件所指定的开始时间之前五分钟苏醒。	
关	数据没有被记录，或者袖珍闪存卡已满	

### ● 卫星跟踪 LED



卫星图标  下面的红色卫星跟踪 LED 用来指示卫星的跟踪状态。

表 2.4

现象	含义	颜色
慢速闪烁	跟踪四个或四个以上的卫星	红色
快速闪烁	跟踪三个或三个以下的卫星	


烁		
关	没有跟踪卫星	
开	接收机处于监视模式，并且正在检查要安装的新固件。	

### ● 无线电 LED

表 2.5 无线电图标  下面的绿色无线电 LED 用来指示数据输入和输出的状态。

现象	含义	颜色
慢速闪烁	收到了无线电数据包或事件标记（基准站的无线电 LED 总是无显示的）	绿色

### ● 电池 1LED 和电池 2LED

两个电池图标  内的两个电池 LED，指示的是两个内置电池的状态，或者连接在端口 1 和端口 2 上的外接电源。

每个电池的 LED 都缺省地指示其对应端口外部电源的状态。如果没有检测到外部电源，则每个 LED 指示的是内置电池的状态。LED 的颜色用来指示电源的当前状态：绿色表明当前正在使用电池，黄色表明电池处于备用状态。

表 2.6

颜色	含义	现象	含义
绿	电源在使用中	开	良好
		快速闪烁	功率低
		关	没有出现电源
黄	电源处于备用状态	开	良好
		快速闪烁	功率低
		闪烁	死
		关	没有出现电源

## 6. 电池和电源的管理及充电

5700 接收机的电源即可以由它的两个内置电池提供，也可以由连到端口 2 或端口 3 的外部电源提供。内置电池提供的容量取决于测量类型和操作条件。典型情况是，在用内置无线电进行 RTK 测量期间，一个电池可以提供大约 3.5 小时的电力；在没有内置无线电的情况下进行测量时，一个电池可以提供大约 5 小时的电力。

外部电源总是优先于内置电池。当没有连接外部电源时，或者当外部电源出现故障时，内置电池才被使用。两个内置电池依次消耗，当其中一个电池耗电完毕后，接收机自动切换到另一个充满电的电池。

如果在没有外部电源情况下，两个内置电池的电量都消耗完毕，则已经记录的数据不会丢失。如果掉电，则当内置或外部电源恢复后，接收机将重启。例如，如果接收机正在记录数据，则数据文件不会损坏。电源恢复后，接收机将按照先前相同的设置恢复记录。

给 5700 接收机供电的电源同时也可以给接收机的内置电池充电。方法：把电源加到电源/串行数据电缆上，把电缆接到接收机的端口 2 上，然后连接电源到交流电源。

如图：2.6

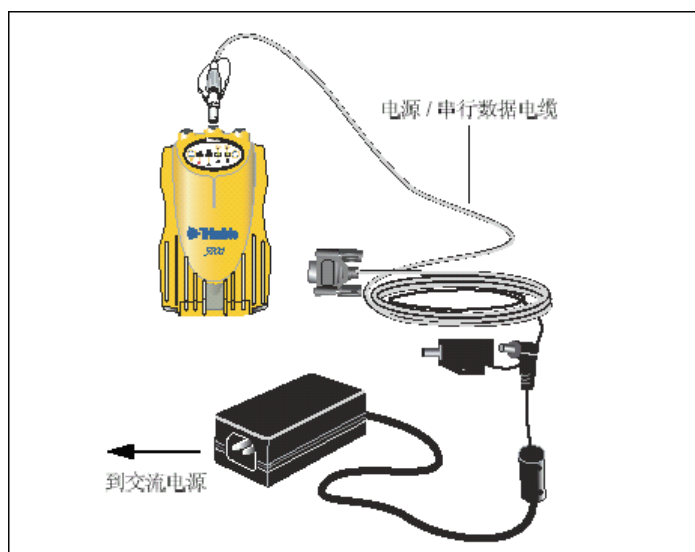


图 2.6

给两个内置电池充电大约需要 8 个小时。它们是分别充电，所以每个电池需要 4 个小时。时间过充则对接收机无任何影响。

### 电池保护和存放

注—电池不用时会放电（低温情况下放电迅速）。如果要长时间存放锂电池，在存放前要确认它充满了电，并且应该至少保证每隔三个月重新充电一次。

为了防止电池深度放电，设计时进行了如下考虑：当电池包放电到 5.9 伏时，5700 系统将切换电池或停止吸收电源。

达到深度放电的电池不能再次充电，只能更换。以下给出了使电池性能最佳化并且延长电池寿命的建议：

- 使用之前给所有新电池完全充电。
- 不要让电池放电到 5 伏以下。外业工作时，当第二块电池电量耗尽时，
- 应该结束测量工作；不要强行继续工作。
- 如果不加电源，则不要在接收机或外部充电器中放置电池。
- 如果必须存放电池，在存放前要完全充电。然后至少每三个月充电一次。

## 7. 5700 的安装

5700 连接电台示意图 2.7

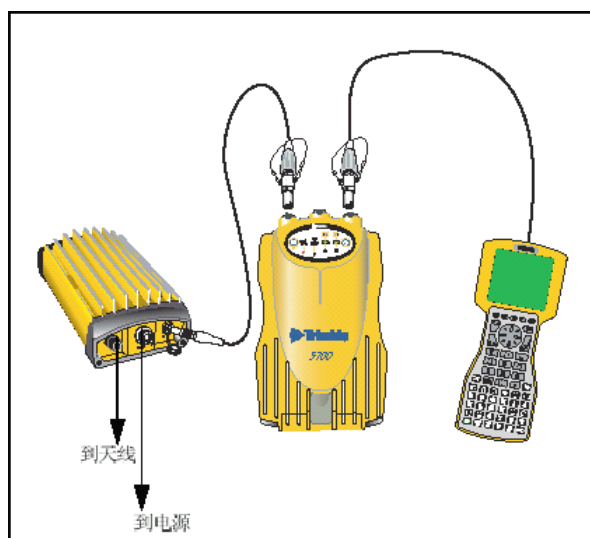


图 2.7

5700 流动站背包式安装

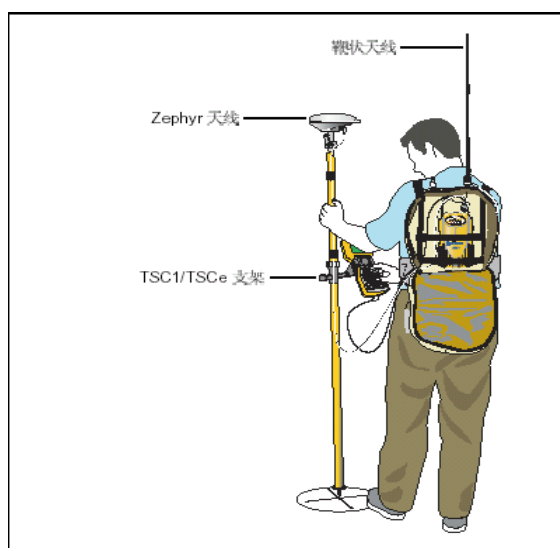


图 2.8

## 8. 5800GPS 接收机组成

5800 接收机的所有操作控制装置都位于前面板，串口和接头位于单元地部。

下图给出了 5800 接收机的前面板视图——此面板上有一个 LED 和一个电源按钮。

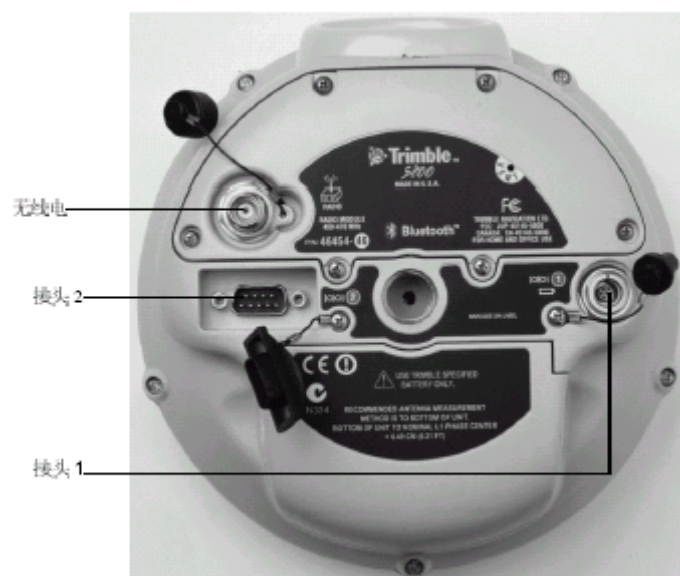

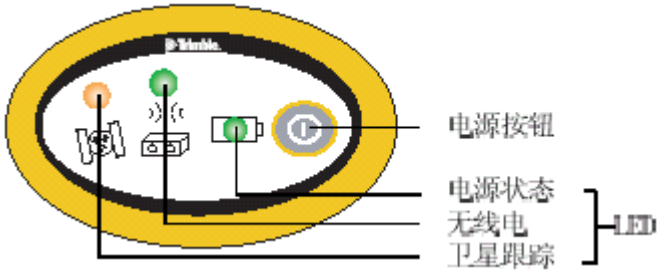



表 2.7

图标	名称	连接
	端口 1	设备、计算机、外部无线电、电源入
	端口 2	设备、计算机、外部无线电
	无线电	无线通讯天线

● 5800 按键功能



5800 接收机只有一个按钮——电源按钮。用  可以打开或关闭接收机并执行其它功能。如表\*\*

动作	电源按钮
打开接收机	按
关闭接收机	按下 2 秒钟
删除星历文件	按下 15 秒钟
把接收机重设到工厂缺省状态	按下 15 秒钟
删除应用文件	按下 30 秒钟

● 5800 流动站的安装



- 指示灯状况参照 5700 说明。

## 9. 5700/5800 常规注意事项

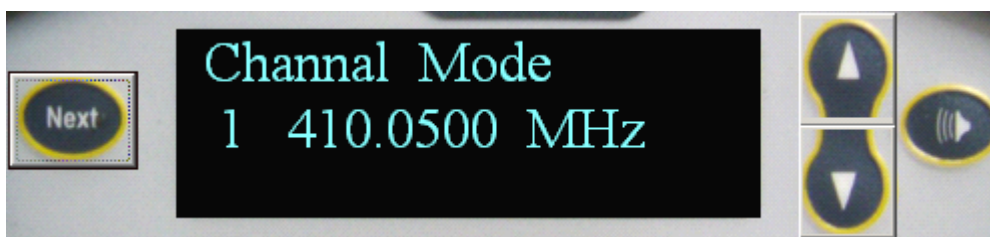
操作前安装接收机时，应注意以下事项：

- 插上 Lemo 电缆后，要确保接收机端口的红点与电缆接头对齐。千万不要用力插电缆，以防损坏接头的插脚。
- 断开 Lemo 电缆后，用滑动轴环或系索拉住电缆，然后从端口直拔电缆接头，不要扭动接头或拉拽电缆。
- 要安全地连接 TNC 电缆，把电缆接头与接收机插座对齐，再把电缆接头小心地插到插座上，直到完全吻合为止。
- 5700 放入内置电池，让电池正面向着袖珍闪存/USB 的门。电池下侧有一个中间凹槽，此凹槽用来作对齐线，以便把电池准确地插到接收机内。
- 5800 内置电池放到电池舱内时，确保接触点的位置准确地与接收机的接触点对齐。把电池和电池舱作为一个整体滑入到接收机内，直到电池舱安置到位并卡定为止。
- 收起电缆时，一定要把电缆盘成环状，避免电缆的扭折。
- 夏天工作时，尽量避免仪器直接暴晒在阳光下。

### 第三章 电台说明

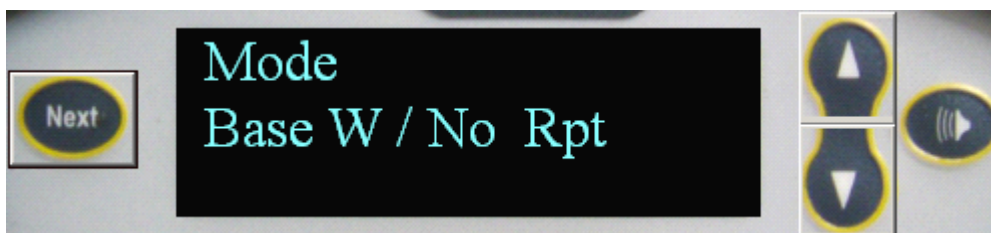
**TM3** 电台没有电源开关键，当你接通电源后，电台的液晶显示屏就会显示出信息。左侧有一个 **Next** 键，其功能是在电台 7 个界面间进行切换；右侧有上下移动键各一个，其功能是当 **Next** 键调整到某一界面后，按上下行键选择不同的子菜单。以下对各菜单进行说明。

1. Channel 频点选择。一般情况下电台有多个频点，按上下移动键，可以选择不同的频点。但流动站的频点必须要保持与它一致。  
410.05 Mhz  
.  
418.05 Mhz

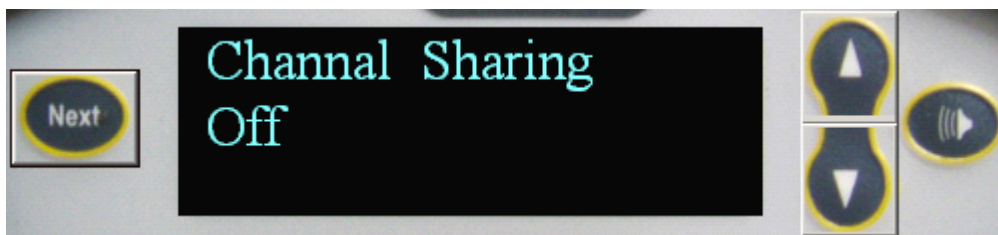


2. Mode 是否转发电台信号。通常情况下我们不转发信号，选择 **NO** 不转发。

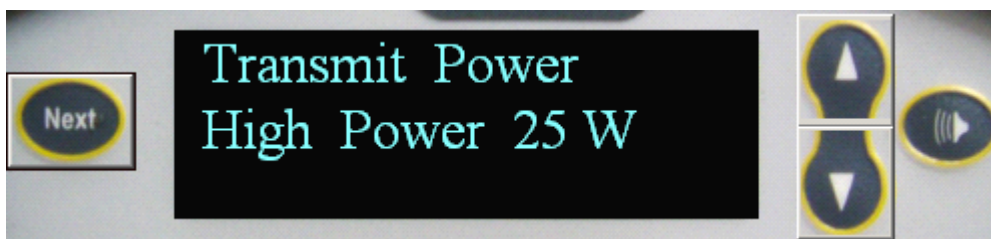
Base w/No Rpt



3. Channel sharing 通道是否共享。选择 **OFF** 不共享。  
**OFF**



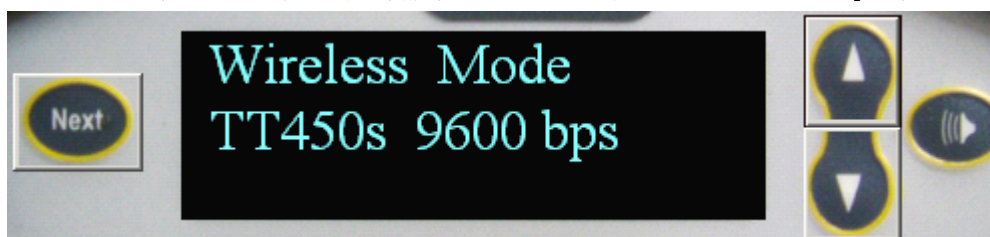
4. Transmit power 发射功率选择，用户可根据自己的作业范围选择不同的发射功率  
High power 25w  
Mid power 10w  
Lower power 2w



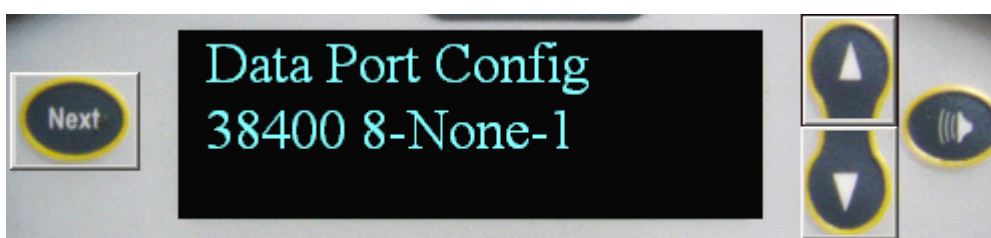
#### 5. Wireless Mode

TT450s 9600bps 无线电传输模式。按上下行键选择。

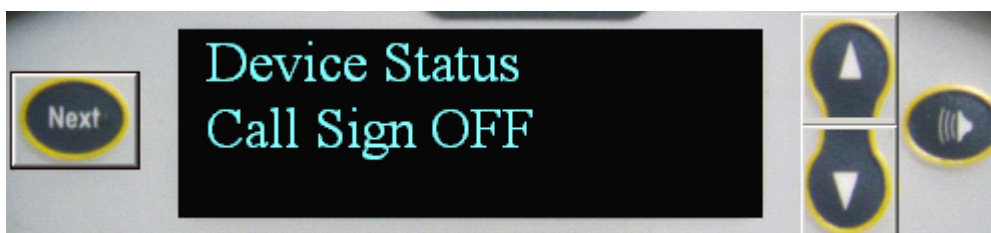
此处也可以选择 TM II 4800 bps 但流动站必须选择相对应的无线电传输模式。即手簿上选择第三个传输模式。（建议使用 TM II 4800 bps 模式）



#### 6. Data port config 数据传输协议。此传输协议是指 GPS 接收机与电台之间的通讯。如果用户没有对接收机传输协议更改，必须选择此项。



#### 7. Device status 抗外界干扰。当外界有与电台发射相接近的频点无线电时，选择 OFF，电台可不受其信号的干扰，继续工作。



## 电台常见问题说明及注意事项

TM3 电台正常工作后，在显示屏的右上角有 Tran 字母有规律的闪烁，代表电台正常工作，如果电台不工作，屏幕会有英文提示，做出相应的调整。使电台正常工作。如下：

1. Battery Low 供电电池电压底. 低于 11.6V 时会有此显示
2. Battery low, Radio Turned off 当供电电池电压底于 10.8V 时, 电台会自动关闭, 停止工作.
3. Data overload check GPS config 电台的第二项菜单没有设置对, 当你设置转发后而实际没有转发信号, 电台工作一段时间后会 出现此提示. 在第二项菜单 Mode 中设为 NO.
4. Comm Port Error Check Data Rate 接收机与电台之间通讯协议设置错误. 即第六项菜单设为 38400 8-None-1。或者用于启动基准站的手簿电台类型设置错误, 或电台数据电缆连接到 5700 的端口错误。应该 设为 TRIMMARK3/SiteNet450; 控制器端口: Com1; 接收机端口: 端口 3。
5. Warning Radio Hot 电台过热。当夏天工作时应避免电台直接暴晒 阳光下, 电台的放置应有利于其散热。
6. Warning Radio Hot output off 电台过热高于 85 度, 而自动停止工 作。
7. Warning, No External Battery 错误的电源, 此时电台的电源不是 从电台电源电缆获取的, 而是通过主机至电台的数据电缆由主机的电源 供给的。检查电台电源电缆或电缆内的保险管是否烧毁。
8. Connect Antenna to Radio 启动基准站后, 电台的发射天线没有连接 或电缆存在问题。电台会显示此信息。
9. Error, Bad Radio config 电台内部程序发生错误。一般出现在 电台升级时操作不当, 重新升级即可。
10. Hardware Error \*\* (code numble) 硬件错误。与经销商联系。
11. 连接电台电源电缆后, 显示屏无任何显示 正极电缆内保险管损坏, 更 换新的保险管 (15 安/国产, 10 安/进口)。
12. 启动基准站接收机后, 电台正常工作, 此间不要对电台的频率、功率和 其它配置进行改变, 如需更改, 应先断开 GPS 接收机与电台的数据传输线; 更改后重新启动基准站接收机。
13. 安装基准站时, 确保各接头完全接触; 鞭状天线的接触点尽量保持洁净; 接触弹簧片应保证 4—5 毫米的弹距。
14. 电台的发射天线尽量架设在开阔的区域, 周围近距离不要有建筑物以及 金属构筑物。
15. 电台主机应该安置在脚架上; 夏天工作时, 尽量避免暴晒主机
16. 结束基准站工作时, 应先关闭接收机电源, 然后再拆除连线。

## 第四章 GPS 静态定位在测量中的应用

目前, GPS 静态定位在测量中被广泛地用于大地测量、工程测量、地籍测量、物探测量及各种类型的变形监测等, 在以上这些应用中, 其主要还是用于建立各种级别、不同用途的控制网。

### 第 1 节 GPS 静态定位在测量中的应用

GPS 静态定位在测量中主要用于测定各种用途的控制点。其中, 较为常见的方面是利用 GPS 建立各种类型和等级的控制网, 在这些方面, GPS 技术已基本上取代了常规的测量方法, 成为了主要手段。较之于常规方法, GPS 在布设控制网方面具有以下一些特点:

- 测量精度高

GPS 观测的精度要明显高于一般的常规测量手段, GPS 基线向量的相对精度

一般在  $10^{-5} \sim 10^{-9}$  之间, 这是普通测量方法很难达到的。

- 选点灵活、不需要造标、费用低

GPS 测量, 不要求测站间相互通视, 不需要建造觇标, 作业成本低, 大大降低了布网费用。

- 全天候作业

在任何时间、任何气候条件下, 均可以进行 GPS 观测, 大大方便了测量作业, 有利于按时、高效地完成控制网的布设。

- 观测时间短

采用 GPS 布设一般等级的控制网时, 在每个测站上的观测时间一般在 1~2 个小时左右, 采用快速静态定位的方法, 观测时间更短。

- 观测、处理自动化

采用 GPS 布设控制网, 观测工程 and 数据处理过程均是高度自动化的。

### 第 2 节 布设 GPS 基线向量网的工作步骤

布设 GPS 基线向量网主要分测前、测中和测后三个阶段进行。

#### 一、测前工作

- 项目的提出

一项 GPS 测量工程项目, 往往是由工程发包方、上级主管部门或其他单位或部门提出, 由 GPS 测量队伍具体实施。对于一项 GPS 测量工程项目, 一般有如下一些要求:

- 测区位置及其范围

测区的地理位置、范围, 控制网的控制面积。

- 用途和精度等级

控制网将用于何种目的，其精度要求是多少，要求达到何种等级。

#### 点位分布及点的数量

控制网的点位分布、点的数量及密度要求，是否有对点位分布有特殊要求的区域。

#### 提交成果的内容

用户需要提交哪些成果，所提交的坐标成果分别属于哪些坐标系，所提交的高程成果分别属于哪些高程系统，除了提交最终的结果外，是否还需要提交原始数据或中间数据等。

#### 时限要求

对提交成果的时限要求，即何时是提交成果的最后期限。

#### 投资经费。

对工程的经费投入数量。

#### ■ 技术设计

负责 GPS 测量的单位在获得了测量任务后，需要根据项目要求和相关技术规范进行测量工程的技术设计。关于技术设计的具体内容将在**错误！未找到引用源。**中作详细介绍。

#### ■ 测绘资料的搜集与整理

在进行外业测量之前，现有测绘资料的搜集与整理也是一项极其重要的工作。需要收集整理的资料主要包括测区及周边地区可利用的已知点的相关资料（点之记、坐标等）和测区的地形图等。

#### ■ 仪器的检验

对将用于测量的各种仪器包括 GPS 接收机及相关设备、气象仪器等进行检验，以确保它们能够正常工作。

#### ■ 踏勘、选点埋石

在完成技术设计和测绘资料的搜集与整理后，需要根据技术设计的要求对测区进行踏勘，并进行选点埋石工作。

## 二、 测量实施

#### ■ 实地了解测区情况

由于在很多情况下，选点埋石和测量是分别由两个不同的队伍或两批不同的人员完成的，因此，当负责 GPS 测量作业的队伍到达测区后，需要先对测区的情况作一个详细的了解。主要需要了解的内容包括点位情况（点的位置、上点的难度等）、测区内经济发展状况、民风民俗、交通状况、测量人员生活安排等。这些对于今后测量工作的开展是非常重要的。

#### ■ 卫星状况预报

根据测区的地理位置，以及最新的卫星星历，对卫星状况进行预报，作为选择合适的观测时间段的依据。所需预报的卫星状况有卫星的可见性、可供观测的卫星星座、随时间变化的 PDOP 值、随时间变化的 RDOP 值等。对于个别有较多或较大障碍物的测站，需要评估障碍物对 GPS 观测可能产生的不良影响。

#### ■ 确定作业方案

根据卫星状况、测量作业的进展情况、以及测区的实际情况，确定出具体的作业方案，以作业指令的形式下达给各个作业小组，根据情况，作业指令可

逐天下达，也可一次下达多天的指令。作业方案的内容包括作业小组的分组情况，GPS 观测的时间段以及测站等。

#### ■ 外业观测

各 GPS 观测小组在得到作业指挥员所下达的作业指令后，应严格按照作业指令的要求进行外业观测。在进行外业观测时，外业观测人员除了严格按照作业规范、作业指令进行操作外，还要根据一些特殊情况，灵活地采取应对措施。在外业中常见的情况有不能按时开机、仪器故障和电源故障等。

#### ■ 数据传输与转储

在一段外业观测结束后，应及时地将观测数据传输到计算机中，并根据要求进行备份，在数据传输时需要对照外业观测记录手簿，检查所输入的记录是否正确。数据传输与转储应根据条件，及时进行。

#### ■ 基线处理与质量评估

对所获得的外业数据及时地进行处理，解算出基线向量，并对解算结果进行质量评估。作业指挥员需要根据基线解算情况作下一步 GPS 观测作业的安排。

#### ■ 重复确定作业方案、外业观测、数据传输与转储与基线处理与质量评估四步，直至完成所有 GPS 观测工作。

### 三、 测后工作

#### ■ 结果分析（网平差处理与质量评估）

对外业观测所得到的基线向量进行质量检验，并对由合格的基线向量所构建成的 GPS 基线向量网进行平差解算，得出网中各点的坐标成果。如果需要利用 GPS 测定网中各点的正高或正常高，还需要进行高程拟合。

#### ■ 技术总结

根据整个 GPS 网的布设及数据处理情况，进行全面的技术总结。

成果验收

## 第三节 GPS 静态作业的选点及布网

### 一：外业准备

#### 1. 出发点

GPS 网设计的出发点是在保证质量的前提下，尽可能地提高效率，努力降低成本。因此，在进行 GPS 的设计和测设时，既不能脱离实际的应用需求，盲目地最求不必要的高精度和高可靠性；也不能为追求高效率和低成本，而放弃对质量的要求。

#### 2. GPS 网布网作业准则

##### 1. 选点

- 为保证对卫星的连续跟踪观测和卫星信号的质量，要求测站上空应尽可能的开阔，在  $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$  高度角以上不能有成片的障碍物。
- 为减少各种电磁波对 GPS 卫星信号的干扰，在测站周围约 200m 的范围内

不能有强电磁波干扰源，如大功率无线电发射设施、高压输电线等。

- 为避免或减少多路径效应的发生，测站应远离对电磁波信号反射强烈的地形、地物，如高层建筑、成片水域等。
- 为便于观测作业和今后的应用，测站应选在交通便利，上点方便的地方。
- 测站应选择在易于保存的地方。

### 3. 提高 GPS 网精度的方法

- 在布设 GPS 网时，引入高精度激光测距边，作为观测值与 GPS 观测值（基线向量）一同进行联合平差，或将它们作为起算边长。
- 若要采用高程拟合的方法，测定网中各点的正常高/正高，则需在布网时，选定一定数量的水准点，水准点的数量应尽可能的多，且应在网中均匀分布，还要保证有部分点分布在网中的四周，将整个网包含在其中。
- 为提高 GPS 网的尺度精度，可采用如下方法：增设长时间、多时段的基线向量。

## 4. 布设 GPS 网时起算点的选取与分布

- 若要求所布设的 GPS 网的成果与旧成果吻合最好，则起算点数量越多越好，若不要求所布设的 GPS 网的成果完全与旧成果吻合，则一般可选 3~5 个起算点，这样既可以保证新老坐标成果的一致性，也可以保持 GPS 网的原有精度。
- 为保证整网的点位精度均匀，起算点一般应均匀地分布在 GPS 网的周围。要避免所有的起算点分布在网中一侧的情况。

### 5. 布设 GPS 网时起算边长的选取与分布

- 在布设 GPS 网时，可以采用高精度激光测距边作为起算边长，激光测距边的数量可在 3~5 条左右，它们可设置在 GPS 网中的任意位置。但激光测距边两端点的高差不应过分悬殊。

### 6. 布设 GPS 网时起算方位的选取与分布

- 在布设 GPS 网时，可以引入起算方位，但起算方位不宜太多，起算方位可布设在 GPS 网中的任意位置。

## 二：GPS 网的等级。

根据我国 1992 年所颁布的全球定位系统测量规范, GPS 基线向量网被分成了 A、B、C、D、E 五个级别。下图是我国全球定位系统测量规范中有关 GPS 网等级的有关内容。

GPS 网的精度指标, 通常是以网中相邻点之间的距离误差来表示的, 其具体形式为:

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (b \times D)^2}$$

其中,

$\sigma$ : 网中相邻点间的距离中误差 (mm);

$a$ : 固定误差 (mm);

$b$ : 比例误差 (ppm[8]);

$D$ : 相邻点间的距离 (km)。

对于不同等级的 GPS 网, 有下列的精度要求:

测量分类	固定误差 $a$ (mm)	比例误差 $b$ (ppm)	相邻点距离 (km)
A	$\leq 5$	$\leq 0.1$	100 ~ 2000
B	$\leq 8$	$\leq 1$	15 ~ 250
C	$\leq 10$	$\leq 5$	5 ~ 40
D	$\leq 10$	$\leq 10$	2 ~ 15
E	$\leq 10$	$\leq 20$	1 ~ 10

A 级网一般为区域或国家框架网、区域动力学网; B 级网为国家大地控制网或地方框架网; C 级网为地方控制网和工程控制网; D 级网为工程控制网; E 级网为测图网。

美国联邦大地测量分管委员会 (Federal Geodetic Control Subcommittee-FGCS) 在 1988 年公布的 GPS 相对定位的精度标准中有一个 AA 级的等级, 此等级的网一般为全球性的坐标框架。

### 三. GPS 网的布设形式和实施方案

(以三台接收机为例)

GPS 静态网的布设形式通常有三种形式: 点连式、边连式和边点混合式。

点连式: 如图 1

所谓点连式就是在观测作业时, 相邻的同步图形间只通过一个公共点相连; 点连式观测作业方式的优点是作业效率高, 图形扩展迅速; 它的缺点是图形强度低, 如果连接点发生问题, 将影响到后面的同步图形。

边连式: 如图 2

所谓边连式就是在观测作业时, 相邻的同步图形间有一条边 (即两个公共点) 相连; 边连式观测作业方式具有较好的图形强度和较高的作业效率。

边点混合式: 如图 3 即有点连又有边连, 它综合了 3 点连和边连的优缺点。

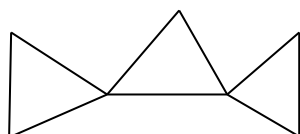


图 1

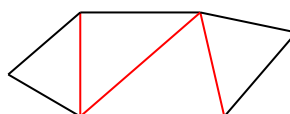


图 2

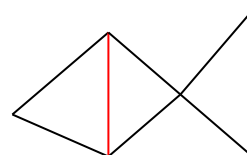


图 3

### 四: GPS 外业观测记录表

#### GPS 静态测量外业记录手簿

点名		点号		图幅编号	
观测员		日期段号		观测日期	
接收机名称及编号		天线类型及编号		存储介质编号 数据文件名	
近似纬度		近似经度		近似高程	
采样间隔		开始记录时间		结束记录时间	
天线高测定		天线高测定方法及略图		点位略图	
测前： 测 m 修 m 天 m 平 m	测后： 定 值 正 值 线 高 均 值				
天气状况					
记事					

## 第四节 静态作业的仪器准备及作业

### 1. 静态作业的仪器准备

- 5700GPS 接收机 3 台以上（含内置电池和数据记录卡）
- 配套 GPS 接收天线
- 配套 GPS 天线电缆

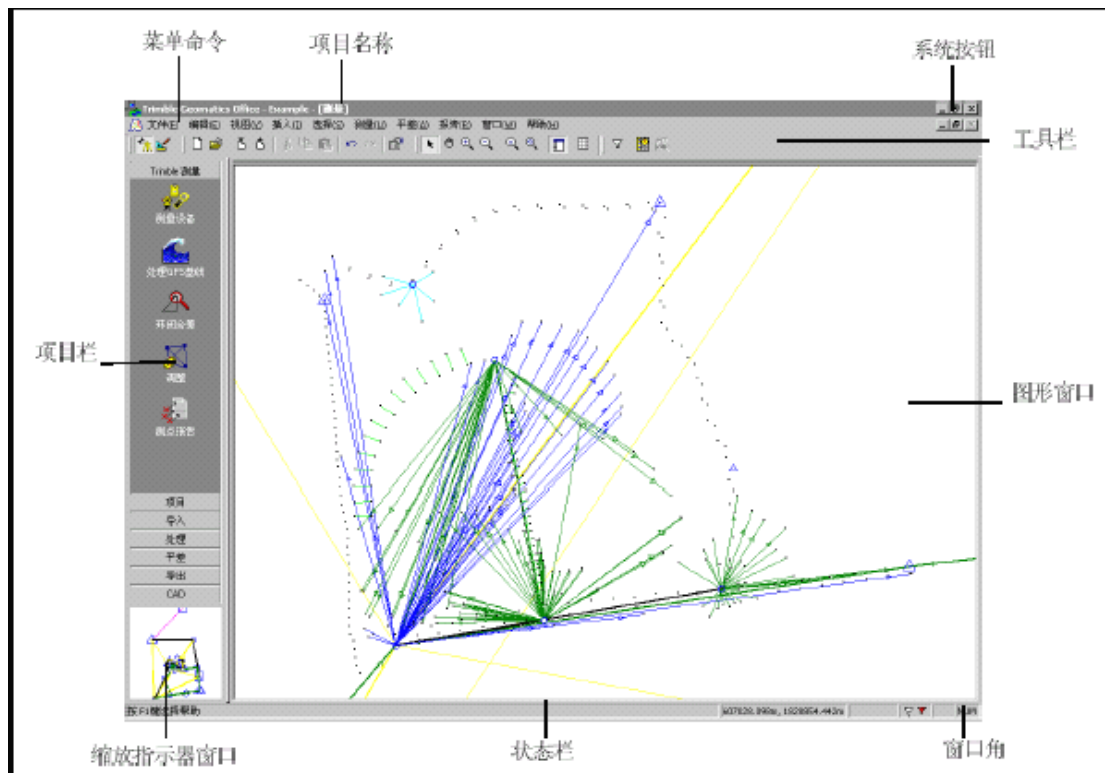
- 转接头
  - 脚架和基座
  - 测高尺
  - 外业观测记录表
2. 静态外业操作流程
- 放置脚架，对中整平，安置好仪器。
  - 量取天线高
  - 打开接收机电源，接收机跟踪大于 4 颗以上卫星时，卫星指示灯慢闪；打开数据记录灯；此时开始记录数据。（注：一定要保证数据记录灯亮，否则没有记录数据）
  - 认真填写外业记录表
  - 结束测量时，先关闭数据记录灯，再关闭接收机电源。
- 注：Trimble5700 接收机静态作业时，当打开数据记录灯后，每个观测时段会自动形成一个文件。文件名为：AAAABBC.dat。其中：AAAA 为接收机 S/N 号的后四位数；BBB 为 GPS 时间，以天数累计增加。C 为时段号，一天内（以格林威治时间为准）第一次开机的时段号为 0，依次 1, ..., 9, A, B, ..... Y, Z。文件的后缀名为\*.dat

## 第五章 静态数据内业处理

Trimble Geomatics Office 后处理软件系统是 Trimble 公司 GPS 后处理软件，是基于 Micro-soft Windows 的多任务操作系统。可以进行 GPS 数据后处理以及 RTK 测量数据处理。它可以处理所有 Trimble GPS 的原始测量数据和其他品牌的 GPS 数据（RINEX）还有传统光学测量仪器采集的数据以及激光测距仪

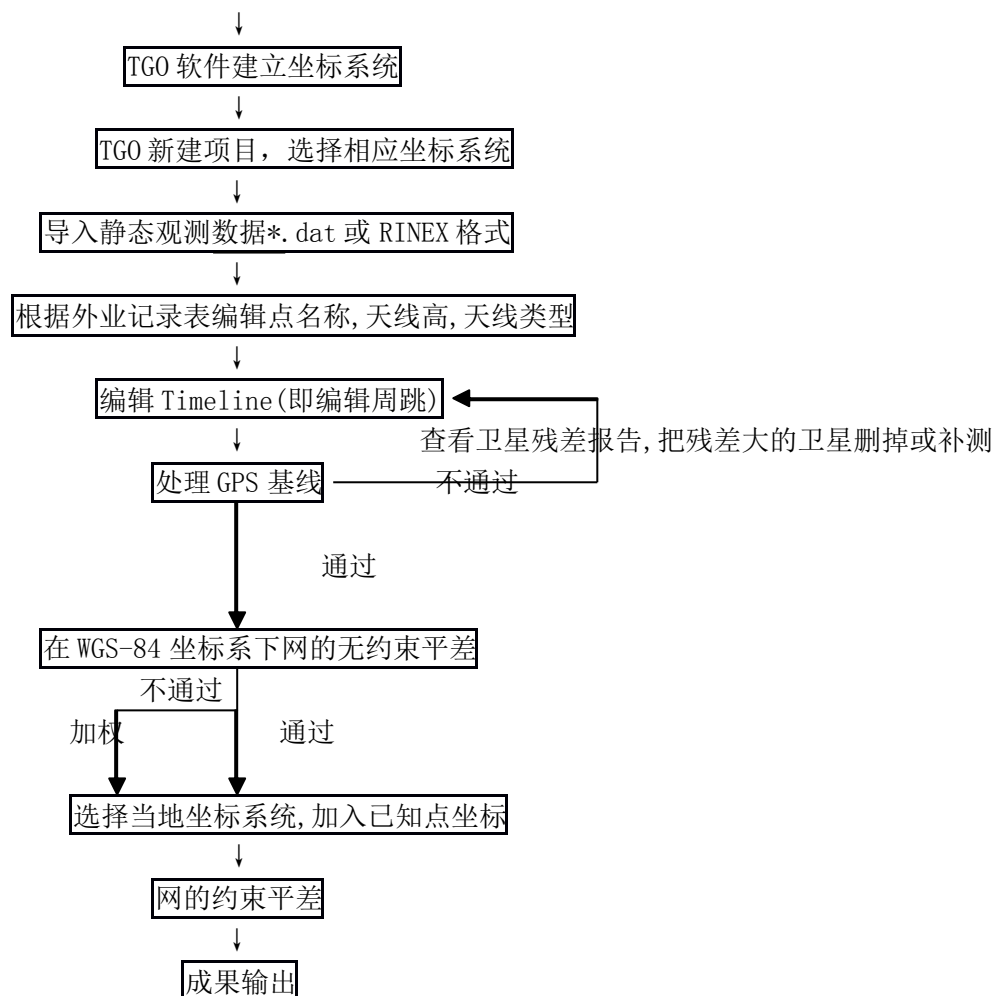
的数据。

整个软件包由多个模块构成。包括：数据通讯模块、星历预报模块、静态后处理、动态计算模块、坐标转换模块、网平差模块、RTK 测量数据处理模块、DTMlink 模块、ROADlink 模块。



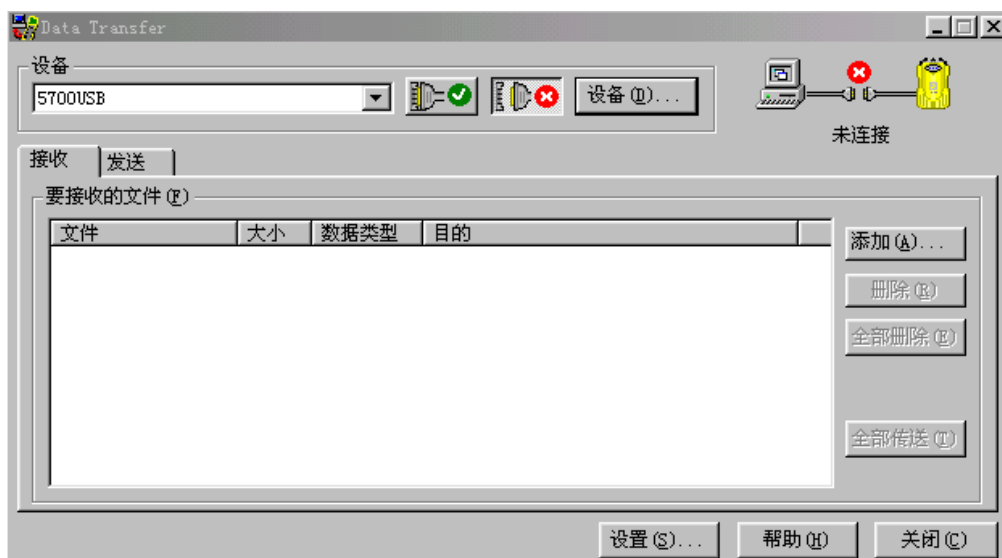
## TGO 静态数据处理流程

野外观测数据下载至计算机



## 第一节：数据传输

Trimble 数据传输 Data Transfer 软件全中文操作, 是 Trimble 所有产品共用的通讯软件, 包括 GPS 接收机、手簿控制器、全站仪、电子水准仪、以及 GIS 数据采集器。



## 1. 各按钮说明



**连接**，点击此按钮时，PC 机开始与所选设备硬件连接。



**断开**，点击此按钮时，PC 机断开与所选设备的连接。

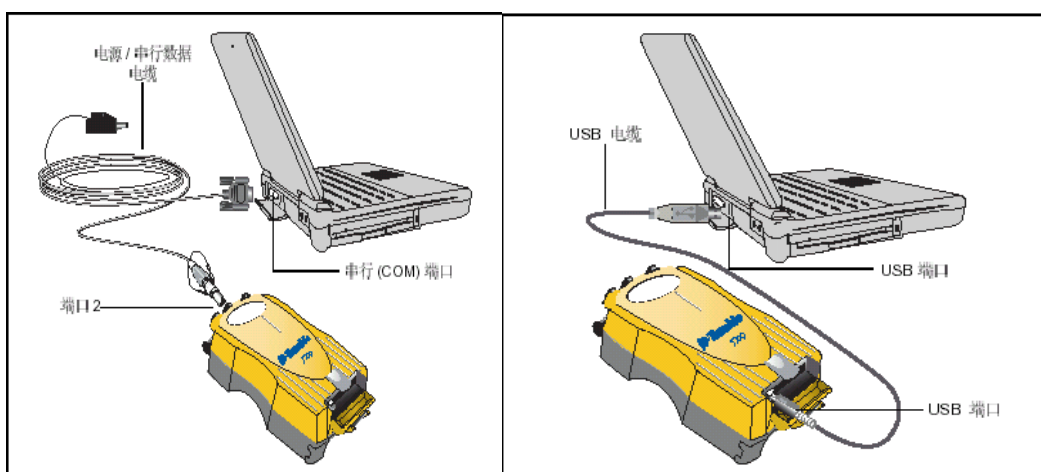


**接收**，表示建立连接后，外部所选设备数据传输至计算机内。



**发送**，表示建立连接后，计算机内部数据传输至所选设备内。

## 2. 连接设备（以 GPS5700 为例）



使用串口连接

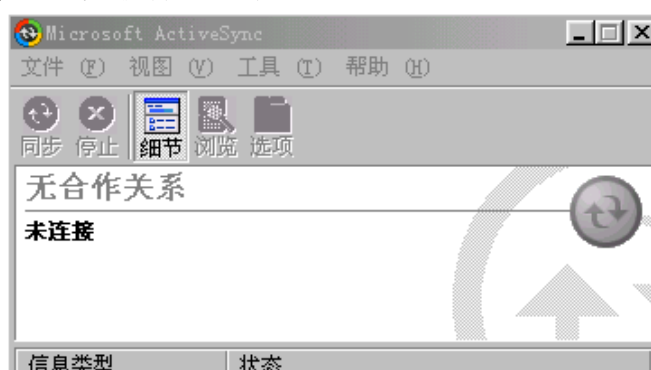
使用 USB 连接

### 3. 各设备名称对应表

在设备选项中提供 Trimble 所有硬件产品的名称，建立设备与计算机连接时，应该选择相对应的设备名称；否则不能建立与计算机的连接。

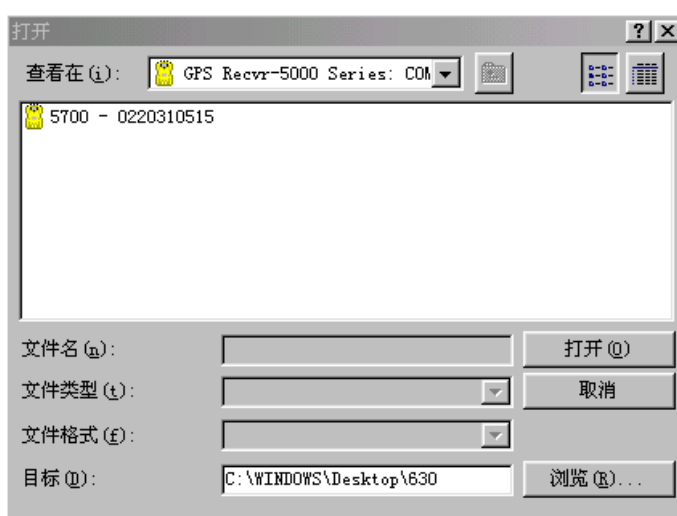
	通过串口建立连接	通过 USB 口建立连接
GPS5700 接收机	GPS Recvr—5000 Series: com1/com2 (com1 和 com2 为计算机端口名称)	5700USB(自添加 GPS5000 系列接收机 USB 端口)
5800 控制器 ACU	Survey controller on com1/com2	Survey controller(ACU) on ActiveSync
5700 控制器 TSCE	Survey controller on com1/com2	Survey controller(TSCE) on ActiveSync
4600LS	4600LS(自添加 GPS4000 系列接收机)	否
掌上电脑 /GeoCE	否	WindowsCE 上的 GIS 数据记录器

注：5700 控制器 TSCE 和 5800 控制器/ACU 通过 USB 建立连接前，应该先使用微软的 ActiveSync 同步软件建立桌面连接。



### 4. 添加要传输的数据文件

建立连接后，点击添加



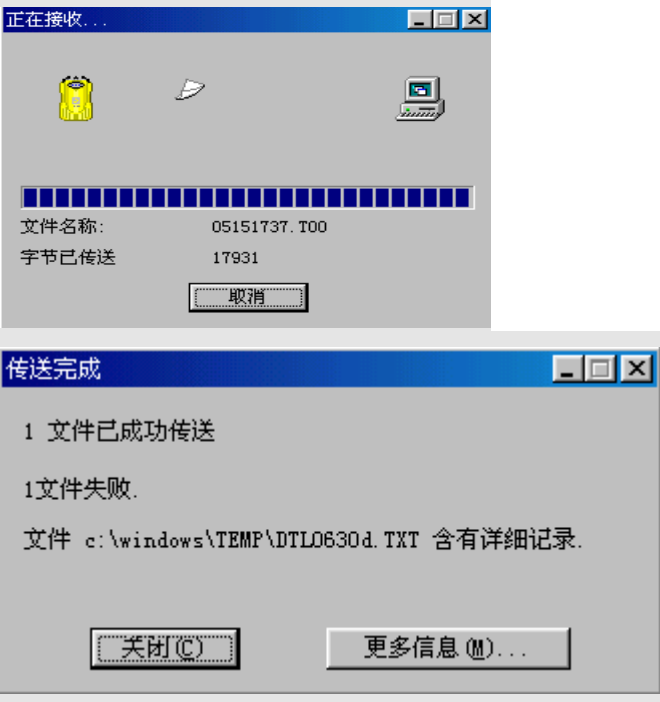
其中 5700—0220210515 是仪器主内存的名称，打开此文件后，静态观测数据显示出来，可点击细节按钮查看具体内容。

**目标：是数据传输至计算机后，数据存放的地址可通过浏览进行设置。**



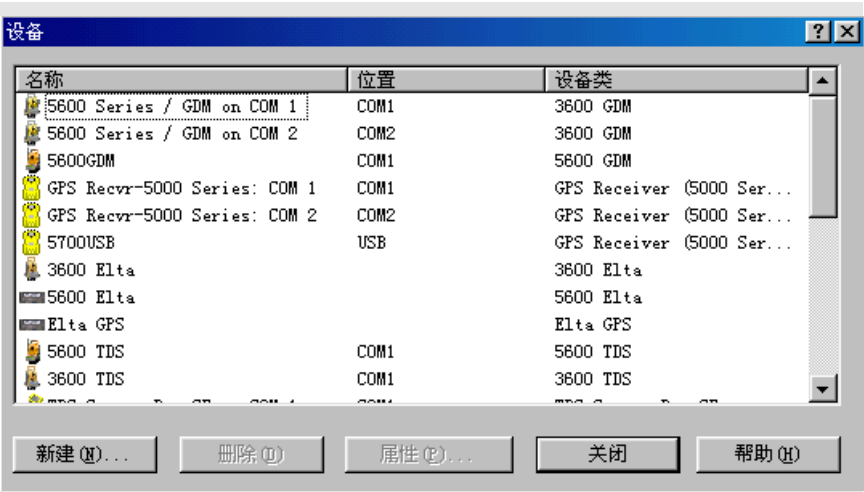
### 5. 数据传输

选中要传输的数据后，点击全部传送



### 6. 自添加设备名称

点击 **设备(D)...**，添加所需的设备名称。



新建设备。



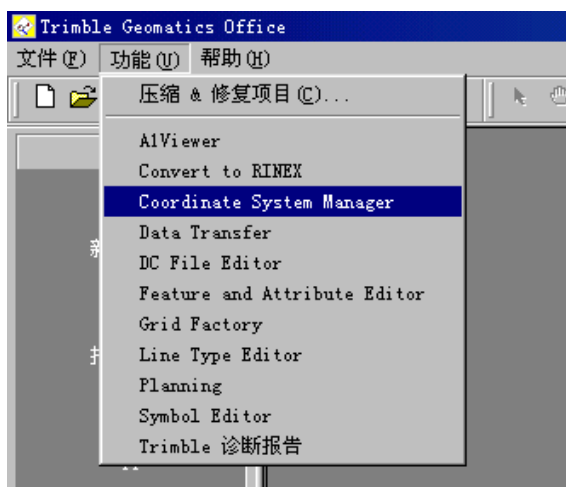
其中 GPS5700、5800 接收机统称为 5000 系列，4600LS、4700、4800 统称为 4000 系列。

TSCe&ACU 如果采用 USB 口连接，选择 Survey controller (ActiveSync)

注：对于 XP 操作系统的计算机，第一次使用 USB 电缆传输 5700 静态数据时，计算机提示你安装驱动程序，此时把 5700 随机光盘置入光驱，搜索 USBDriver 文件夹即可。

## 第二节：TGO 软件建立坐标系统

1. 打开 TGO 软件，在功能菜单下选择坐标系统编辑模块（Coordinate System Manager）



2. 进入坐标系统管理器，单击 **编辑** / **增加椭球**



3. 输入定义坐标系统的椭球名称、地球的长半轴、扁率，短半轴和偏心率会自动计算出来。

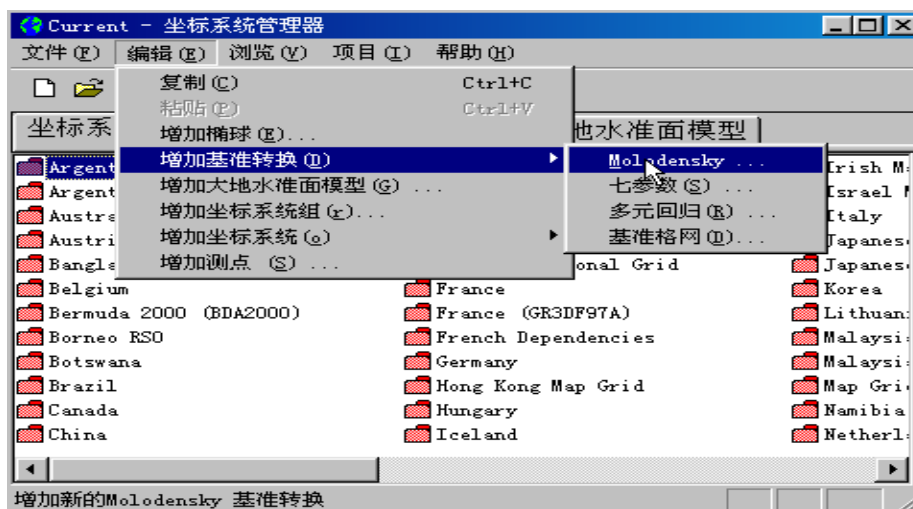
椭球属性

名称 (N):	beijing54
输出名称 (O):	beijing54
长半轴 (a) (m):	6378245
短半轴 (b) (m):	6356863.018773
扁率 (f) (1/f):	298.3
偏心率 (e):	0.081813334016930

确认 取消 帮助

(西安 80 坐标系与北京 54 坐标系的区别在于: 西安 80 长半轴: 6378140; 扁率: 298.257, 其它一样)

4. 增加基准转换/Molodensky (即三参数转换)

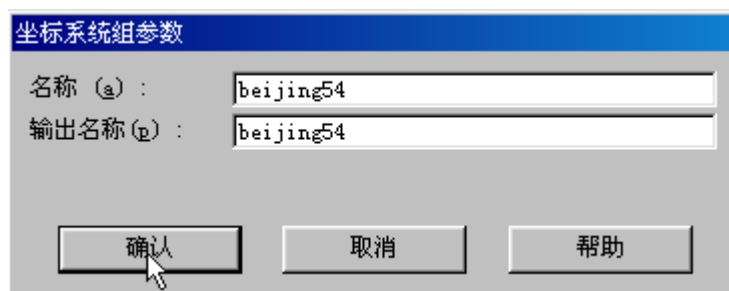


## 5. 创建新的基准转换组

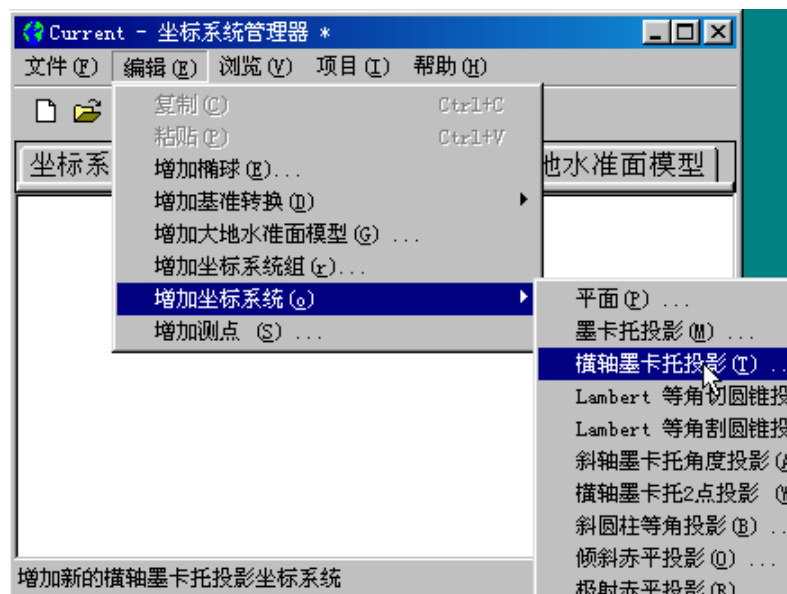


注：此处的椭球一定选择上一步定义的椭球名称。

## 6. 增加坐标系统组



7. 选择投影方式: 横轴墨卡托投影



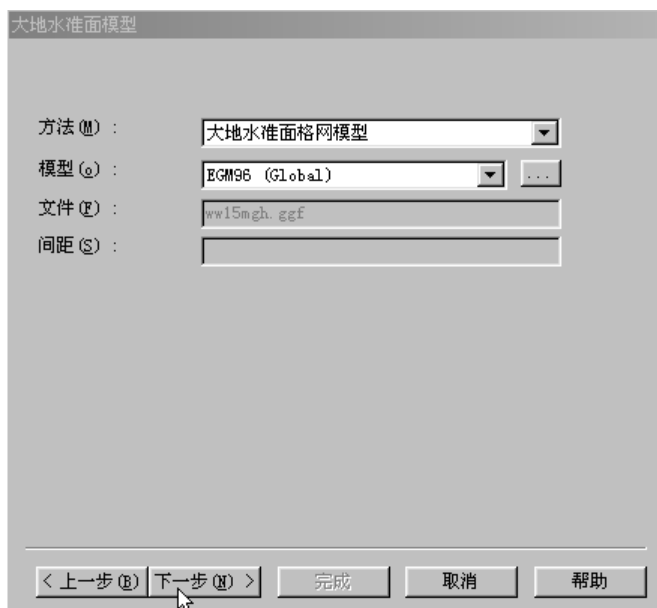


在投影带参数名称中，为明了可以采用投影带中央子午线数值命名。



注：基准名称应该选择上一步自定义的基准转换名称，不能默认为 *WGS—84*。

下一步



注：因我国没有既定的大地水准面模型，此处可以选择无大地水准面模型，也可选择全球性水准面模型 *EGM96(Global)*。

下一步



其中，中心经度应该填写坐标投影的中央子午线度数，如果是整数中央经度，可直接填写；若为非整数，则在度后面加小数点。如：117 度 28 分，则：117.28 完成。


## 8. 文件保存退出。

注：此步骤并不是每次处理数据前都需要做的，第一次作好之后，只要不改变坐标系统或投影中央子午线，以后仅调用此坐标系统即可。

### 第三节: TGO 软件新建项目

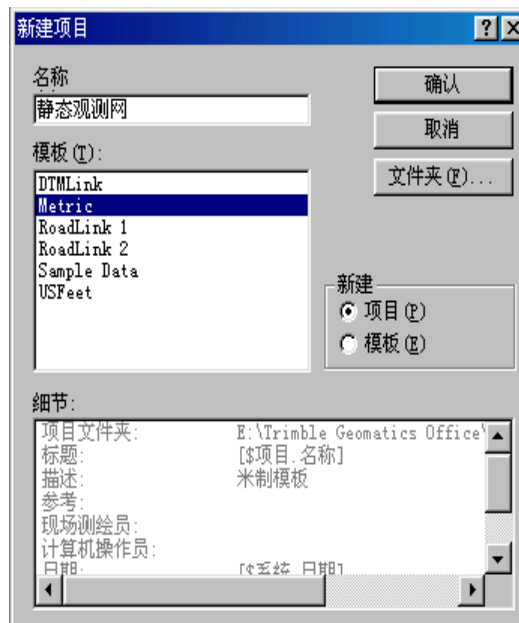
打开 TGO 软件,第一个任务是创建项目,因为这是软件组织数据的方法.通常,一个项目可以包含用不同设备采集到的几天数据.

要开启 Trimble Geomatics office 软件:

- 单击  开始, 选择程序/Trimble Office/Trimble Geomatics office

创建新项目

1. 选择**文件/新建项目**, 以下对话框出现:



2. 输入项目名称
3. 选择模板。这将确定项目单位和坐标系统，并确定显示数据的方式。一般都选择 **Metric**.
  - \* DTMLink: 数字地面模型
  - \* **Metric** 米制单位模板: 常用模板
  - \* Roadlink 道路设计模板
  - \* Sample data: 样本数据模板
  - \* USFeet: 美制英尺模板
4. 在新建组中,确认项目选项已被选择.
5. 如果必要,指定软件存储项目文件的文件夹.否则,它将把文件存储在安装时指定的文件夹中.
6. 单击确认.

项目被创建, 项目属性对话框紧接着出现, 用该对话框可以查看并进一步指定项目属性, 改变坐标系统。

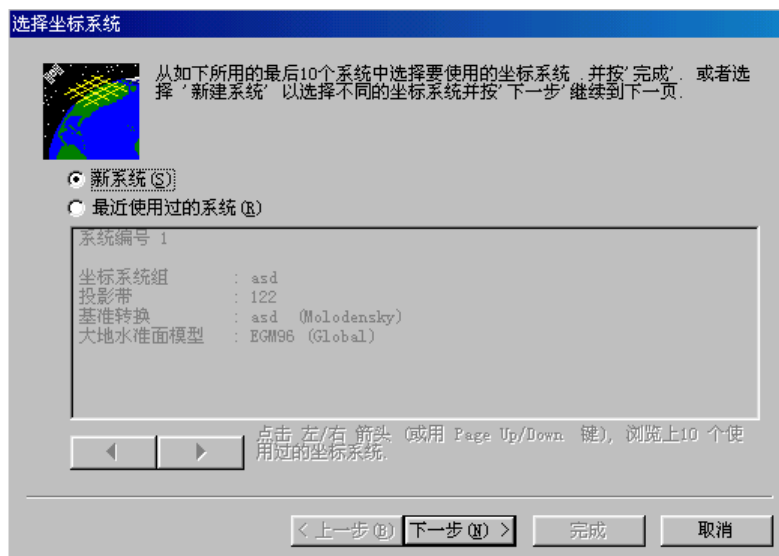
注: 通过选择文件/项目属性, 也可以访问项目属性对话框。



用此标签....	指定....
项目细节	想要包括在报告和绘图中的项目信息。项目被创建后，描述和日期域被自动填充。所有其他域都可选择，也可以随时给它们输入数值或空缺。
坐标系统	或查看项目的坐标系统。项目的缺省坐标系统由项目模板确定，使用上面的改变选择项目对应的坐标系统。
单位和格式	Trimble Geomatics Office 软件当前项目的单位值，用在屏幕显示、导入、导出和报告中。
要素	Trimble Geomatics Office 项目的要素和属性设置。导入测量控制器 (*.dc) 文件时，如果野外采集使用代码，可以用指定的要素和属性库选择自动处理要素代码。
报告	创建了系统生成报告后的通知方法。例如：把测量控制器 (*.dc) 文件导入到项目后，软件将创建一个导入报告。通常，系统生成的报告会通告 Trimble Geomatics Office 软件发现的数据问题或错误。要查看报告，请从项目文件夹中的报告文件夹访问它们。
重新计算	Trimble Geomatics Office 软件项目中对所有点位置的计算方法。软件计算每个观测值到点的位置。如果有多重观测值，它用限差数值确定何时报告闭合差误差。

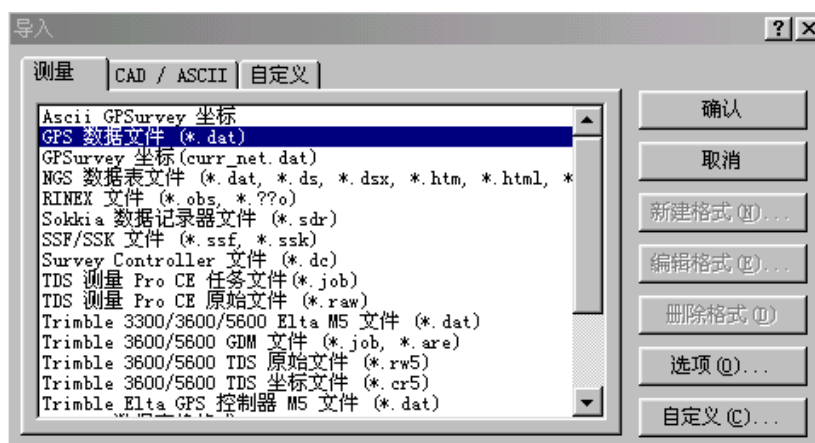
#### 7. 改变坐标系统

使用坐标系统设置改变，选择需要的坐标系统。



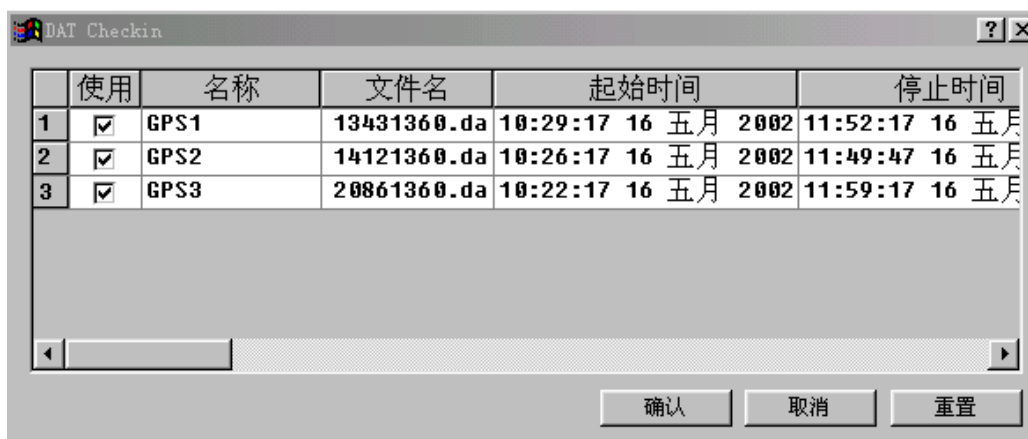
## 第四节：导入静态观测数据(\*.dat 或 RINEX) 数据

### 1. 文件/导入



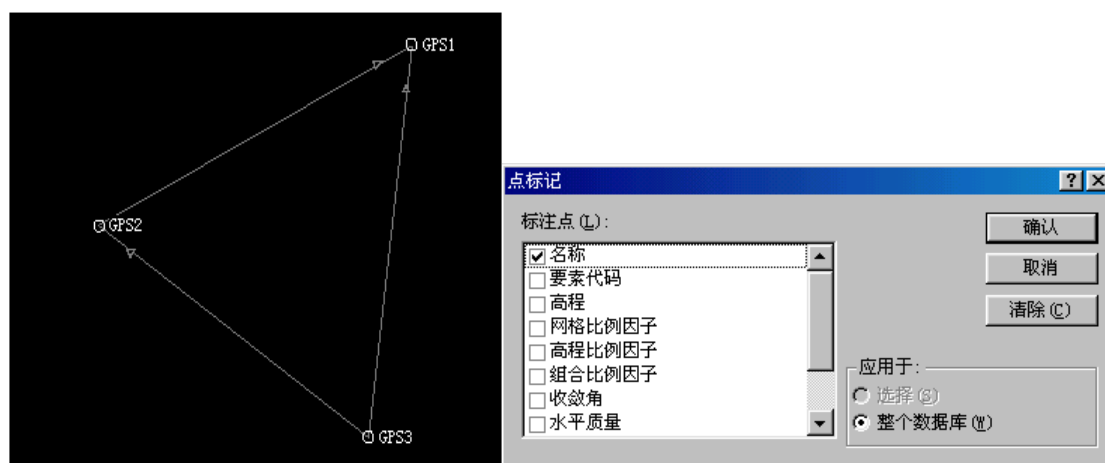
- \* RINEX 文件 (\*.obs, \*.??o) : 导入 GPS 标准数据格式文件
- \* GPS 数据文件 (\*.dat) 导入 Trimble 接收机静态数据文件
- \* SSR/SSK 文件 导入基线文件
- \* Survey Controller 文件 (\*.dc) 导入手簿动态采集的文件

选择了导入\*.dat 数据文件后，DAT Checkin 对话框出现。

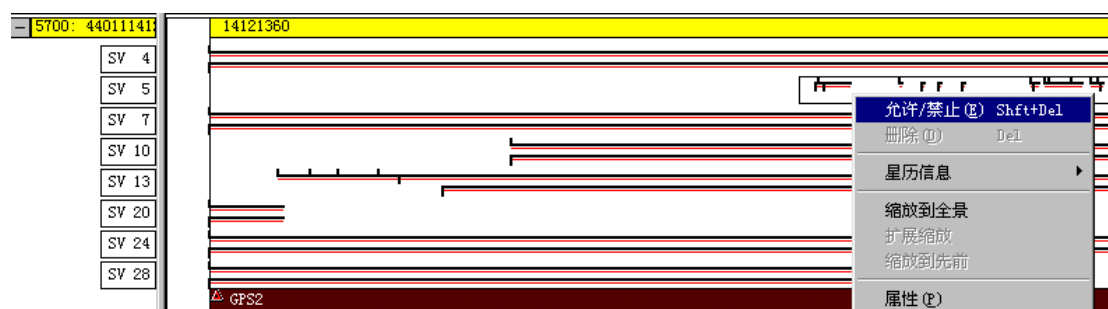


在 使用工具条下选择需要的数据，依据外业记录表，名称中根据 文件名输入测站的名称，如果需要高程则要在 天线高中输入天线高度；选择相对应的天线类型例如：Zephyr 、Zephyr Geodatics 或 5800 internal(天线背面有标识) ，测量方法要选槽口顶部 、槽口底部或护圈的中心（5800 接收机）。

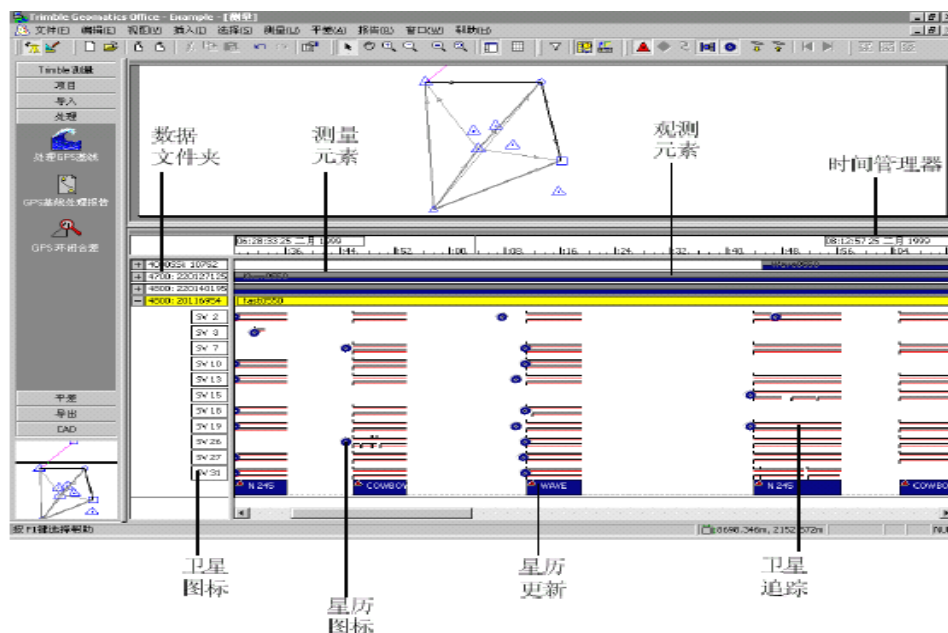
点击确定后，布网的图形显示出来；若显示每个点的名称，点击右键/点标记/名称。



## 第五节：处理视图中的Timeline

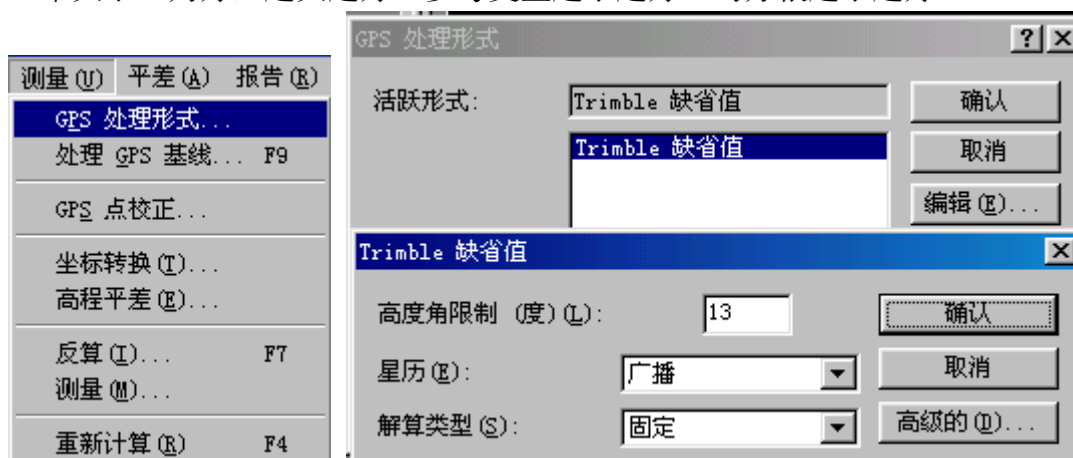


如上图，对于一些突起部分使用左键框起后，点击右键禁止使用；不允许此数据参与解算。另外，在观测很短时间就消失的卫星要去掉，刚开始出现的前一部分可去掉。有时由于卫星的颗数较少，可以把一些卫星有条件的保留下来。

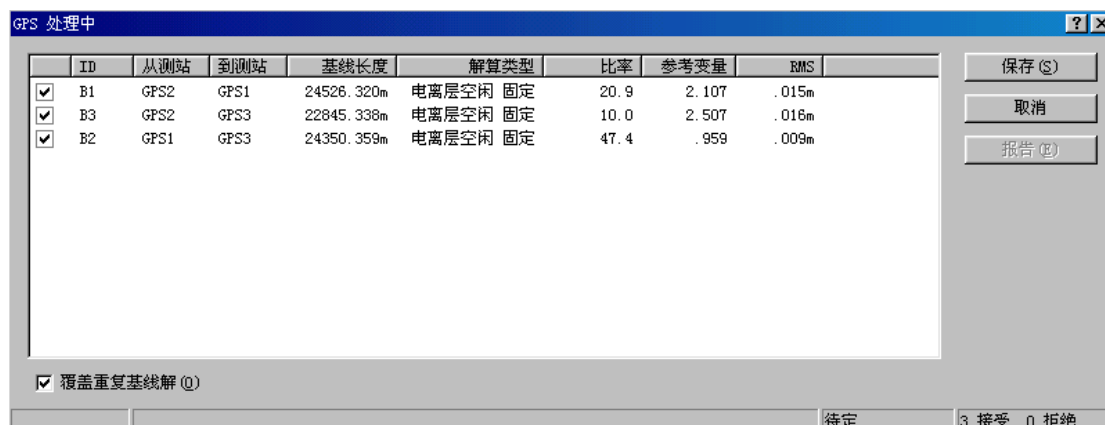


## 第六节：处理GPS 基线

处理 GPS 基线前，可以查看 GPS 处理形式，主要是改变卫星高度截止角、电离层模型改正方式、对流层天顶延迟等。质量控制只作为了解，是基线解算质量的三个恒量标准，即比率(ratio)、参考变量(reference factor)、均方根(rms)。比率大于 3 为好，越大越好。参考变量越小越好。均方根越小越好。

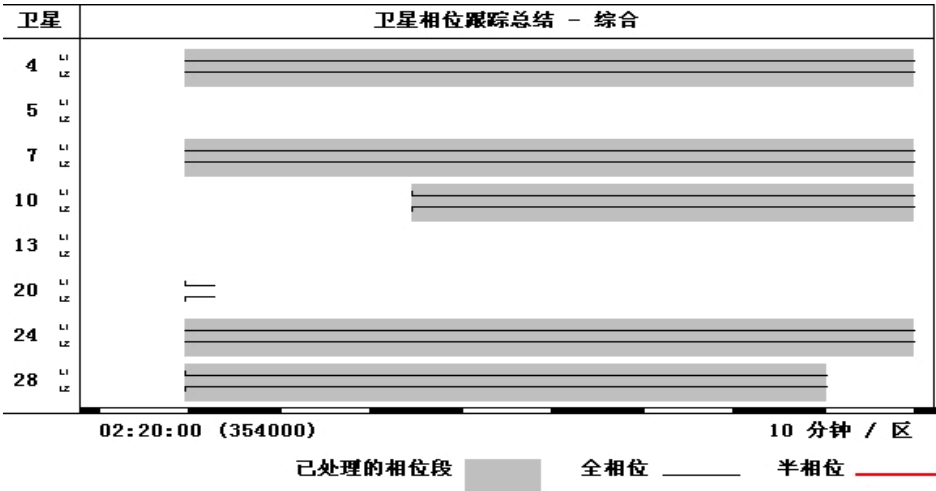


点击处理 GPS 基线。

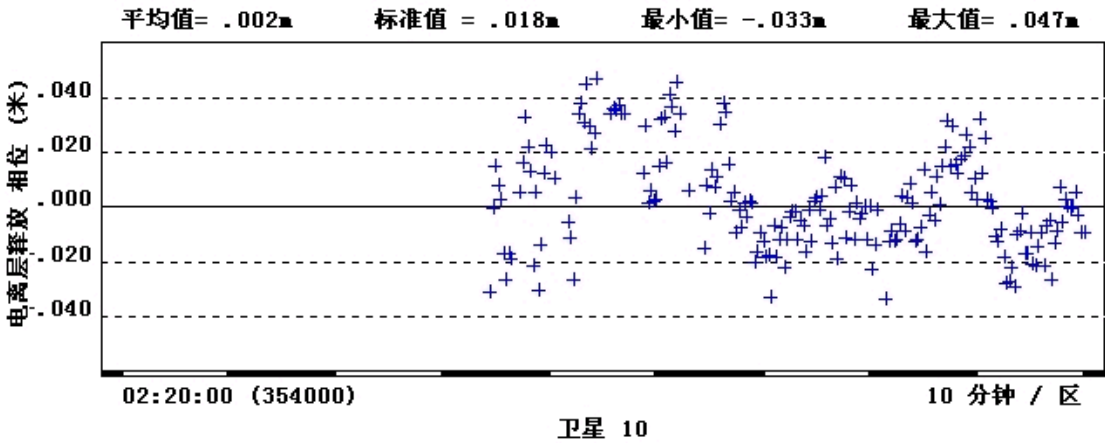


处理完毕可以看到基线长度、解算类型（固定才可，否则要从新处理星历）、比率（一般大于 3）、参考变量（5 或更小）、均方根（越小越好）等因子，点击保存。点击每条基线，可以查看基线解算报告，主要查看未固定基线的公用卫星、卫星残差等。对于卫星残差大的卫星可从 timeline 里将该卫星数据部分删除

注：对于双频 GPS 接收机，当基线长度大于 5km（也可以在 GPS 处理形式中的高级选项中设定此距离）时，软件加入电离层改正，称为电离层空闲。



残差分布图



残差部分是对用于基线解算的每颗卫星的残差观测值的几何表示。残差部分显示从每颗卫星接收到的数据的质量。利用该部分来求解中噪声的数量。该部分显示每个测量周期每颗卫星的残差量。卫星噪声可能影响来自其他卫星的数据。图表中的线应绕零点居中。解中噪声的数量显示了相对于零点的距离。

残差一般分布相位中线成正弦曲线，若分布比较离散，则说明此颗卫星信号质量差，删除此卫星。

基线解算完毕后，可以查看环闭合差报告。（报告/GPS 环闭合差报告或设置查看环闭合差报告的详细内容）

基线验收标准

处理完成后，测量视图中地图的基线将改变颜色，以表明处理结束。在一条或多条的这些基线上也可以有红色警告标志。每条基线的单行总结显示在 GPS

处理中对话框。

接受等级

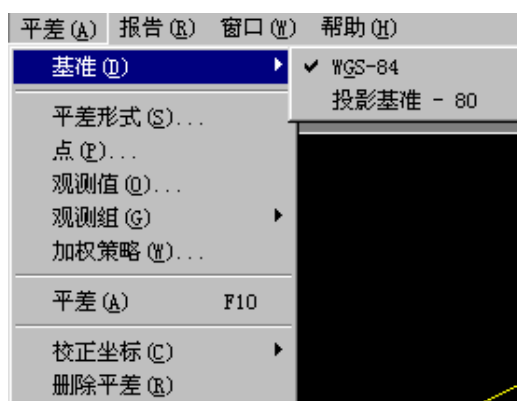
Trimble Geomatic office 软件有三个接受等级：

- 通过——基线符合指定活动处理形式中的验收标准。使用检查框为这些基线所选择，并且不产生红色警告标志。
- 标志——一个或一个以上的基线质量指示器不符合通过状态标准集，但还未坏到失败状态。这些基线应该被更密切地检验，以查看他们与网的拟合程度。使用检查框为这些基线所选择，并产生红色警告标志。
- 失败——一个或一个以上的基线质量指示器不符合通过或标志状态的标准集。

## 第七节：GPS 网的无约束平差

测量时，应该采集额外数据，以便检查观测值的完整性。当测量有额外观测值（冗余度）时，在产生最终结果之前，可以用它们把固定误差的影响降低到最小程度。

在基准下选择 WGS—84，进行无约束平差。



点击平差，软件自动平差。因为平差是一个迭代的过程，所以应该平差 3—5 次，让残差收敛到最小值。

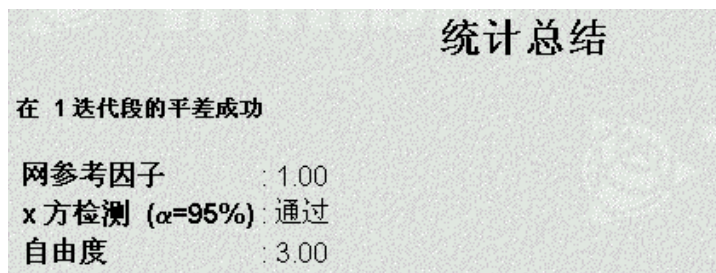
平差完毕后，查看网平差报告；在统计总结下显示迭代平差是否通过；如果不通过，选择加权策略

统计总结	
在 2 迭代段的平差成功	
网参考因子	: 3.56
x 方检测 ( $\alpha=95\%$ )	: 失败
自由度	: 3.00
GPS 观测值统计	
参考因子	: 3.56
冗余数 (r)	: 3.00

加权策略/交替的

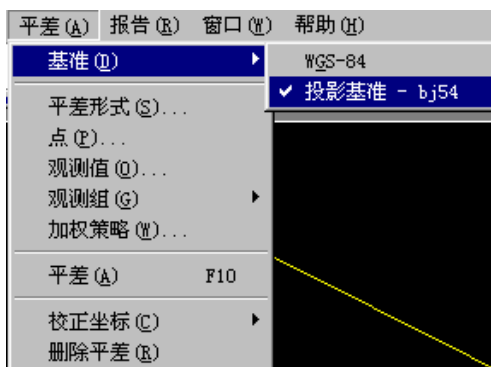


再次进行平差，直到通过为止。然后查看网平差报告，查看点位误差分量及边长相对中误差。

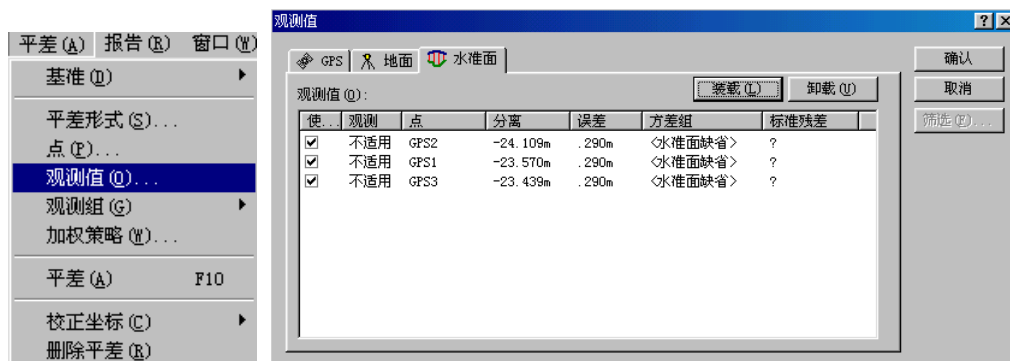


## 第八节：网的约束平差

- 首先在平差/基准选择当地投影基准。



- 然后点击观测值，加载水准面模型。



选择水准面后，点击装载/确认。

- 输入已知点坐标。点击点。输入二维或三维坐标。然后点击确认。

点 (P):

平差基准: 80

点	北坐标	东坐标	高度	高程	固定
GPS2	2531677.233m	231617.215m	116.54	143.64	北东
GPS1	2542517.051m	253755.389m	99.176	125.74	
GPS3	2518387.008m	250221.623m	97.051	123.48	北东

固定  
☒ 2D  
☐ 高度 (H)  
☐ 高程 (E)

☒ 网格 (G)
 ☐ 当地 (L)
 ☐ WGS-84

- 点击平差，进行网的约束平差。

对于平面坐标，固定至少两个点，输入已知坐标。而对于高程，则要求更多的已知大地水准点。

进行平差，看结果是否通过，通过报告看未知点坐标，及坐标误差分量、边长相对中误差等/可选择编辑器编辑报告

#### 平差网格坐标

用...报告误差 1.96σ.

点名称	北坐标	纵轴误差	东坐标	横轴误差	高程	高程误差	固定
GPS2	2531677.233m	.000m	231617.215m	.000m	143.647m	.545m	北 东
GPS1	2542514.358m	.088m	253641.303m	.122m	125.728m	.524m	
GPS3	2518387.008m	.000m	250221.623m	.000m	123.501m	.526m	北 东

## 第九节：成果输出。

成果输出一般有两个报告和两套坐标——环闭合差报告和网的约束平差报告；以及当地坐标和 WGS—84 坐标。

输出坐标：选择导出/自定义

导出

测量 CAD / ASCII GIS 自定义

cass  
 rangi  
 rq01  
 Trimble MediaMapper  
 z2  
 道路 - 信息牌  
 道路 - 终点  
 分界点  
 固定宽度点  
 路上的点  
 名称, 北, 东, 高程, 代码  
 名称, 北, 东, 高程, 纬度, 经度, 高度, 代码 (地方)  
 名称, 北, 东, 高程, 纬度, 经度, 高度, 代码 (WGS-84)  
 名称, 东, 北, 高程, 代码  
 名称, 纬度, 经度, 高度 (WGS-84十进制度数)  
 名称, 纬度, 经度, 高度 (地方十进制度数)  
 名称, 纬度, 经度, 高度, 代码 (WGS-84)  
 名称, 纬度, 经度, 高度, 代码 (地方)  
 设计点 - 作为放样  
 所有已放样点 - 作为放样

导出  
☐ 选择 (S)  
☒ 整个数据库 (D)

其中，名称，北，东，高程，代码 输出是当地坐标。

名称，纬度，经度，高度，代码 (WGS—84) 输出是 WGS—84 坐标

## 第十节：地方独立坐标系统处理

有些地方采用地方独立坐标，不知道椭球参数以及投影中央子午线，此时应采用点校正的方法。一般情况下，采用这种方法作业时，应该联测三个以上已知点且已知点基本覆盖控制网区域。

- 处理方法沿用上文第一、三、四、五、六步；其中第三步坐标系统不需要改变，采用默认值。如下图：



- 网的无约束平差完成之后，执行点校正：测量/GPS 点校正



一般情况下，在更新缺省投影起点、水平平差前划“√”；设置比例尺为(F)前不划“√”；让软件自动计算比例尺；如果高程也参与平差，那么在垂直平差前划“√”。

- 点击点列表

GPS 点校正 - 点列表

点 (P):

名称	数值
GPS 点	GPS1
纬度	30° 49' 46.5830
经度	120° 53' 31.447
高度	12.998m
网格点	
北坐标	12473.741m
东坐标	85272.188m
高程	3.041m
类型	平面和垂直
GPS 点	GPS2
纬度	30° 49' 34.8701

统计

平面平差比例尺: 1.00000422

最大的高程平差残差: .000ppm

最大平面残差: .000m

最大高程残差: .000m

确认  
取消  
插入 (I)  
删除 (D)

上图中 GPS 点可通过鼠标在图上拾取，网格点即使已知点坐标，输入即可；点击确认；然后计算校正坐标。

GPS 点校正

校正组成

☐ 基准转换 (U)  
☒ 三参数 (U)  
☐ 七参数 (D)  
☒ 更新缺省投影起点 (U)  
☒ 水平平差 (H)  
☐ 设置比例尺为 (E)  
☒ 垂直平差 (V)  
水准面模型: 无

点列表 (L)...

计算

点另存为 (S)...  
坐标系统 (Y)...  
报告 (R)...

计算综述

平面平差比例尺: 1.00000422

最大的高程平差残差: 259.244ppm

最大平面残差: .000m

最大高程残差: .000m

- 计算完成后，输出坐标成果。如上文第九步。

## 第六章：TGO 软件功能模块介绍

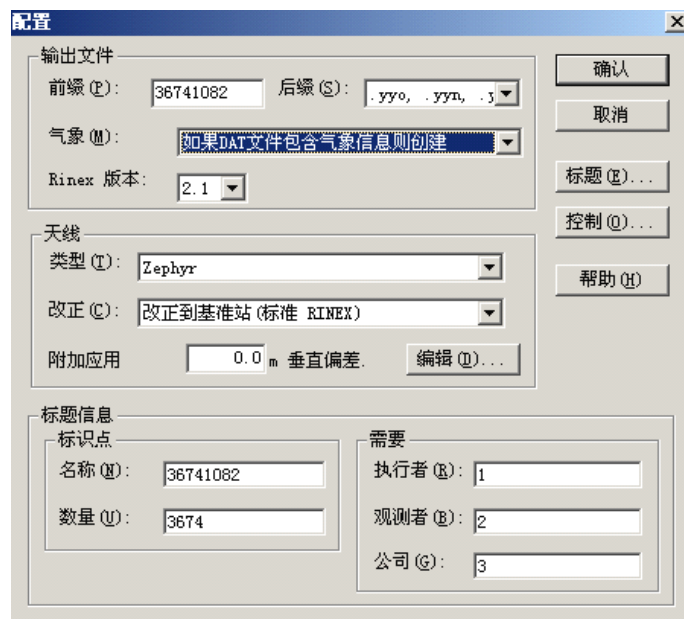
### 第一节：Convert to RINEX

Rinex 格式是 GPS 接收机静态数据的通用格式，可以将不同接收机的观测数据转换成 Rinex 格式，采用 TGO 软件结算；也可以把天宝的静态数据转换成 Rinex 格式，采用其他软件结算；不同接收机配备的软件有其各自的 Rinex 格式转换模块，以下介绍 TGO 软件的 Rinex 格式转换模块。

在 TGO 功能菜单下点击 Convert to RINEX，打开格式转换模块：



如上图显示：输入文件：通过浏览选择要转换的\*.dat 文件；输出文件：通过浏览选择转换后 Rinex 文件存放的地址；然后点击确认。

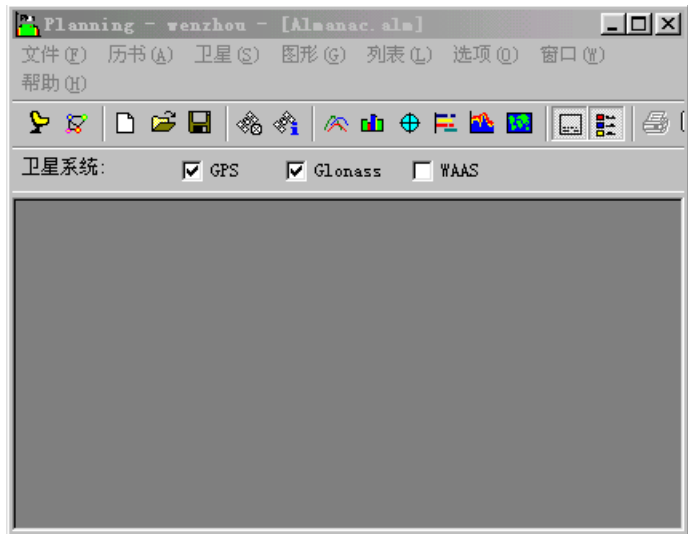


在配置对话框内，可以输入文件名的前缀、Rinex 版本、天线类型等一些信息，然后点击完成即可，文件转换成功！

### 第二节：Planning

Planning 卫星星历预报模块。此模块主要用于卫星的可见性预报；在 GPS 系统还没有完全投入运营状态时，在轨的 GPS 卫星颗数比较少，如果要进行静态观测前，必须对第二天卫星的可见性预报，查看那一时间段卫星颗数大于 4 颗方能进行观测；而今，在轨卫星为 29 颗，在对空条件好的地方，任何时间都能可见 4 颗以上卫星，一般在 8 颗左右，此模块已失去其固有的意义。但是，在此简单介绍此模块的使用。

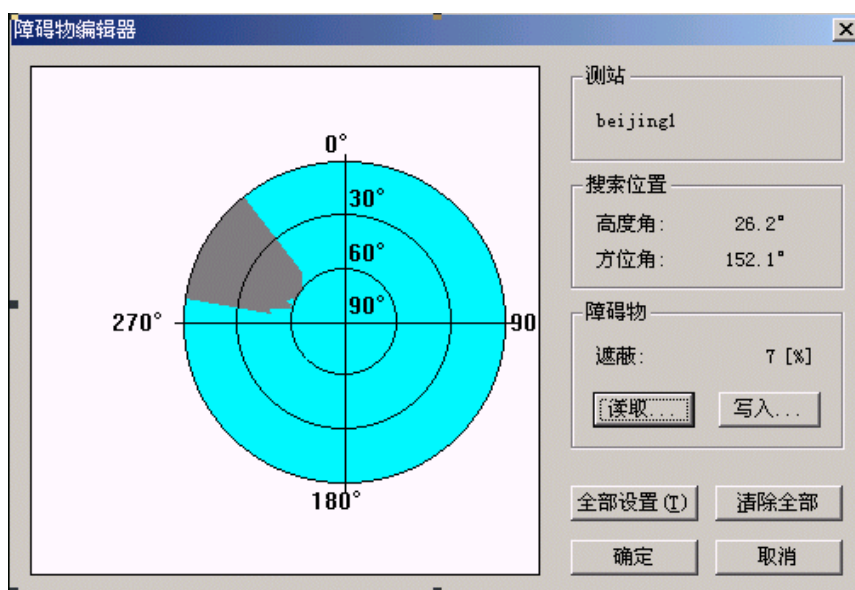
当你典型安装 TGO 软件后，星历预报模块也自动安装。如下图：



1. 建立测站位置，输入测站名称及当地概略经纬度。文件→测站



测站名称一栏输入测区名称。位置栏输入测区的大致坐标，同时输入截止高度角。点击右边的障碍物，出现如下对话框，用来描述测站点的遮挡情况：



障碍物的方位和遮蔽程度可以用鼠标直接在圆形区域内画出。

地图按钮提供了世界地图的大致模型可以由此选择预报区域。

城市按钮仅是提示当前的范围。

时间一栏：开始日期即指预测的日期，右边是复选按钮，可前后增减日期，也可直接输入。

开始时间——预报的有效起始时间

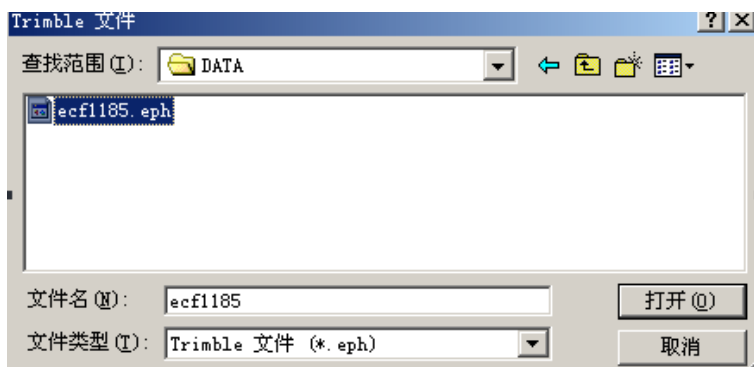
持续时间——预报的有效时间范围

时间间隔——保证最小工作要求的时间间隔，如静态一般需要 40 分钟

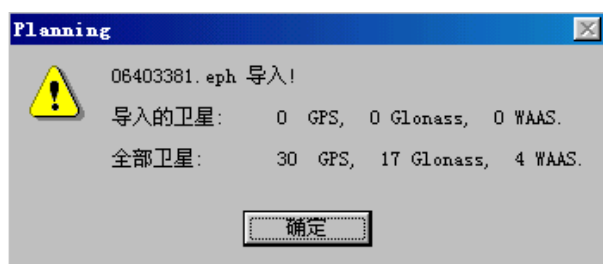
时区一栏：选择当地时区，如北京东 8 区

2. 导入最新星历文件：导入天堡的\*.eph 星历文件或其他厂家的星历文件即可。





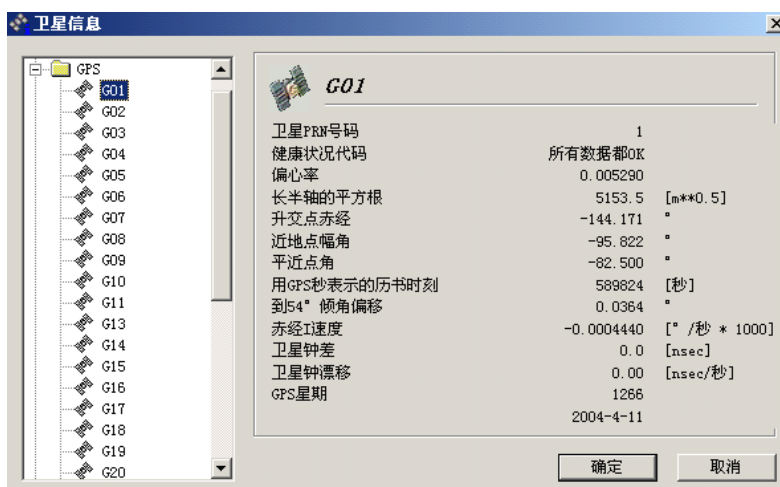
出现如下对话框，提示可预报的卫星类型及颗数。



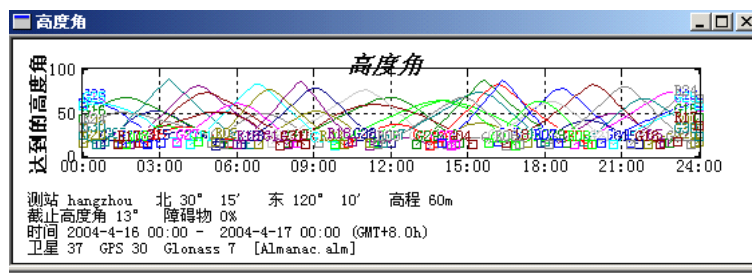
3. 卫星——选择：用来选择用于预报的卫星类型和卫星编号，一般对于 GPS 来说，用全选。对于有 GLNOSS 和 WASS 追踪能力的也可据需要选择。



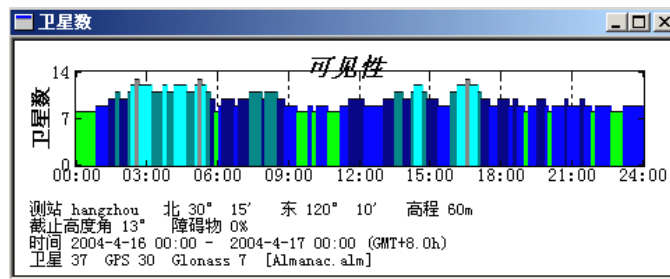
——信息：提供有星历文件得到的有关卫星的详细情况。



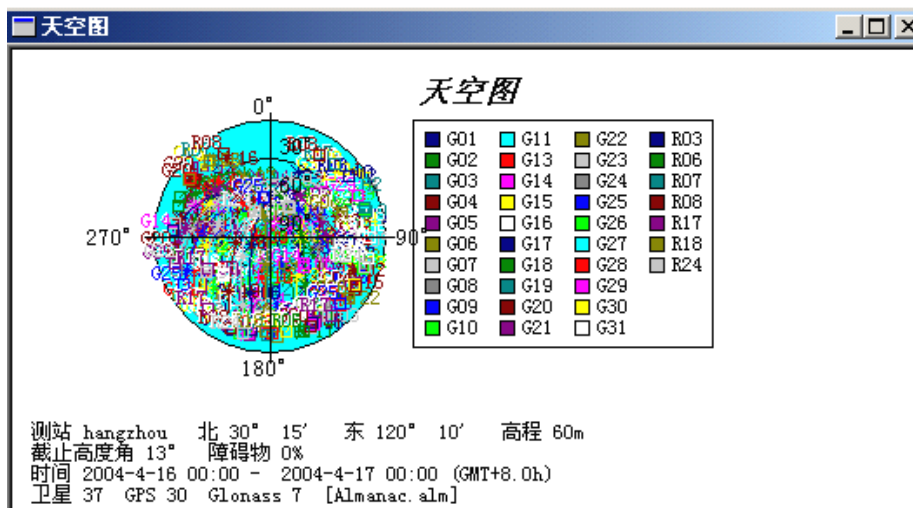
4. 图形——主要是用来绘制预报的卫星的各种图形，如高度角、卫星数等。  
高度角——指预报时间段内各颗卫星的高度角变化情况：



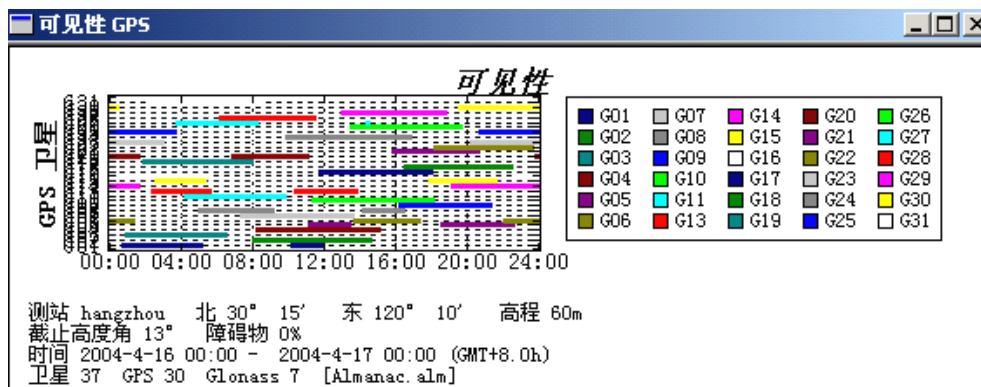
卫星数——预报时间段内卫星个数及可见性的柱状图



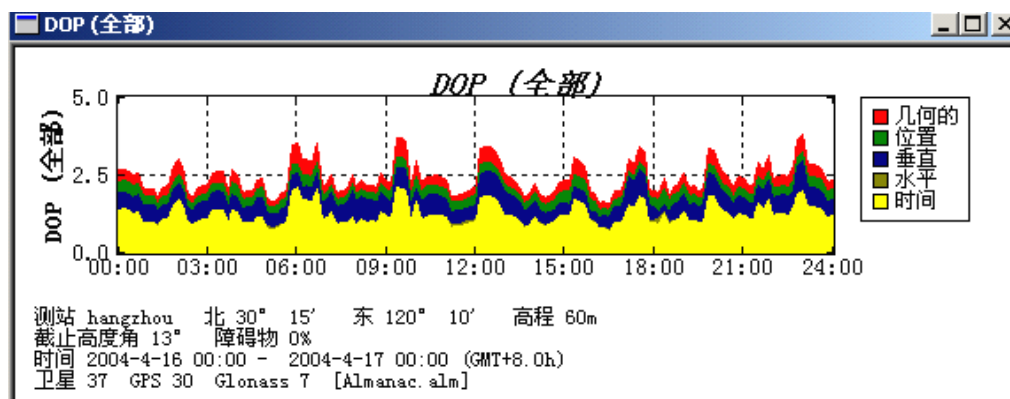
天空图——预报时间内各颗卫星的天空分布情况



可见卫星——各个系统内各颗卫星的可见时间段



DOP——预报时间内各种 DOP 的变化图



5. 列表——预报时间内，以最小时间间隔为条件的卫星报告，包括时间间隔、高度角、DOP 值。

时间间隔——各个时间间隔内的卫星数、卫星代码、PDOP 值等

高度角/方位角——以最小时间间隔分割的各颗卫星的高度角和方位角值

DOP 值——各个最小时间段内的各种 DOP 值和卫星数



## Planning: DOP 值表

[www.trimble.com](http://www.trimble.com)

Planning / Copyright (C) 2001 - 2002 by Trimble Navigation Limited.

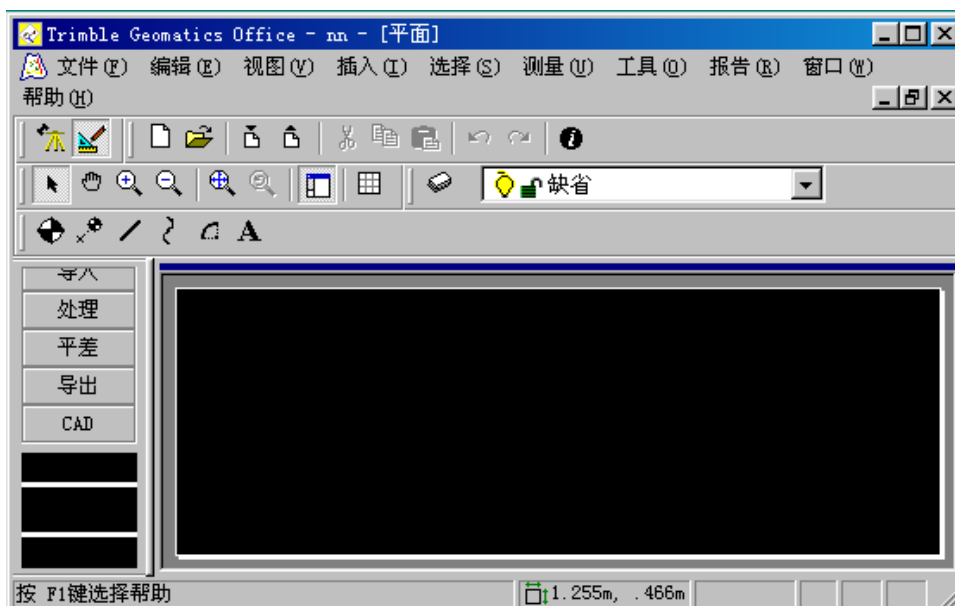
测站名称	hangzhou
纬度	30° 15'
经度	120° 10'
高程	60 [m]
时间跨度	2004-4-16 0:00:00 - 2004-4-17 0:00:00
时区	中国标准时间
GMT 偏移	+8.0 [h]

### 第三节：道路设计模块

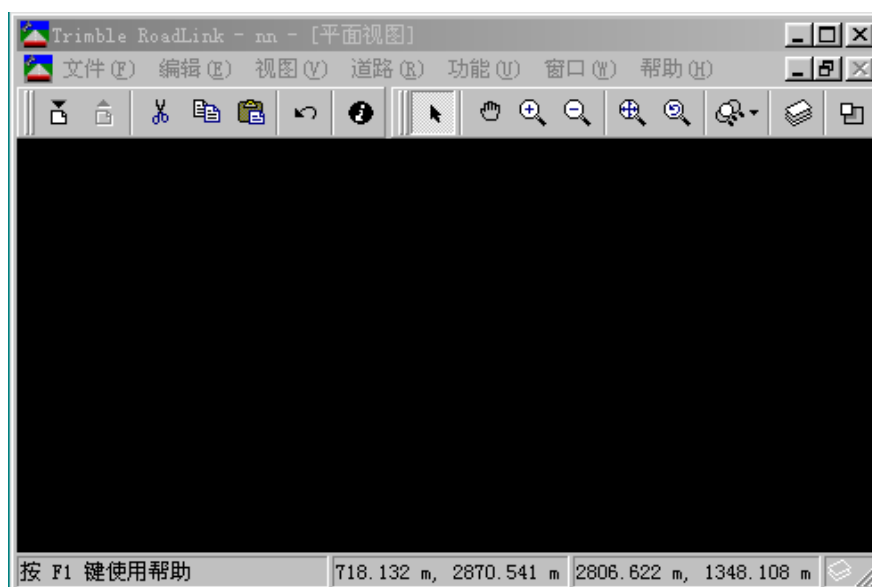
Trimble Survey Controller 软件中的 Roadlink 模块是专为道路设计数据采集和放样的专用程序。用户可通过手工输入或在 TGO 软件中定义道路数据传输的方式进行道路设计或将公路设计参数输入生成放样桩号、放样坐标、土石方的填方、挖方计算，在施工现场进行测量和放样。

本文以在计算机上应用 TGO 软件 Roadlink 模块交点法定义道路，然后上传到手簿中。

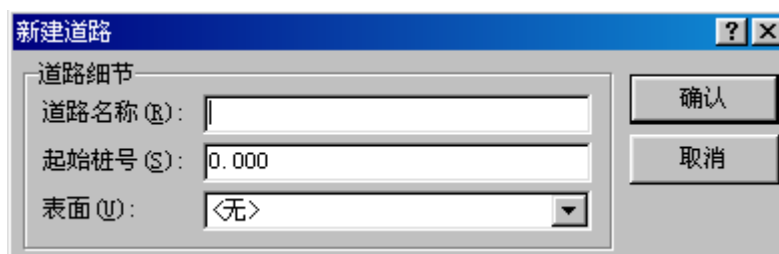
1. 打开 TGO 软件，新建项目。切换到平面。



在‘工具’菜单下，→Roadlink→开始，软件切换到另一界面：



2. 定义道路：“文件”→“新建道路”



在“道路细节”中输入道路名称，以及起始桩号（以实际设计为准）。如下：

**新建道路** [?] [X]

道路细节

道路名称 (R): Road

起始桩号 (S): -24.510

表面 (U): <无>

确认

取消

点击“确认”

**水平** [?] [X]

主要

PI 元素 定线名称 (N): 中心线

元素	北	东	方位角	半径	长度	偏角	桩号
点	?	?					

插入 (I) 删除 (D) 应用 (Y)

关闭 (C)

编辑 PI (E)...

报告 (R)

计算 (A)

入曲线

☒ 长度 (L)

☐ 偏角 (C)

我们采用交点法定义道路，点击“PI”

**水平** [?] [X]

主要

PI 元素 定线名称 (N): 中心线

PI: 0

曲线类型 (Y):

半径 (U): 0.000 曲线长度 (U): 0.000

螺旋线长度 (入) (S): 0.000 螺旋线长度 (出) (L): 0.000

切线长度 (入) (T): 0.000 切线长度 (出) (E): 0.000

插入 (I)... 删除 (D) 应用 (Y) 路线 (R)...

关闭 (C)

编辑 PI (E)...

报告 (R)

计算 (A)

点击“插入”：

**插入 PI - 0** [?] [X]

PI 位置

北坐标 (N): ?

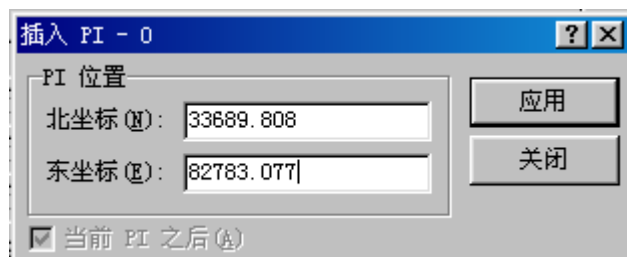
东坐标 (E): ?

☒ 当前 PI 之后 (A)

应用

关闭

逐一输入全部交点的 北坐标和东坐标（包括起始点和结束点）。



插入 PI - 0

PI 位置

北坐标 (N): 33689.808

东坐标 (E): 82783.077

☒ 当前 PI 之后 (A)

应用

关闭

点击“应用”后输入下一个交点的坐标。  
全部交点输完后，出现下图。



水平

主要

PI 元素

定线名称 (N): 中心线

PI: 0

曲线类型 (V):

半径 (R): 1.000

螺旋线长度 (入) (S): 0.000

切线长度 (入) (T): 0.000

曲线长度 (H): 0.000

螺旋线长度 (出) (U): 0.000

切线长度 (出) (G): 0.000

插入 (I)...

删除 (D)

应用 (Y)

路线 (R)...

关闭 (C)

编辑 PIs (E)...

报告 (R)

计算 (A)

移动游标，至第一个交点处，选择相对应的曲线类型，以及设计的曲线半径。  
(其中“螺旋线/曲线/螺旋线”是我们常用的缓和曲线，“螺旋线/螺旋线”是少有的卵形曲线。) 如下：



水平

主要

PI 元素

定线名称 (N): 中心线

PI: 1

曲线类型 (V): 圆曲线

半径 (R): 1100.000

螺旋线长度 (入) (S): 0.000

切线长度 (入) (T): 529.457

曲线长度 (H): 986.911

螺旋线长度 (出) (U): 0.000

切线长度 (出) (G): 529.457

插入 (I)...

删除 (D)

应用 (Y)

路线 (R)...

关闭 (C)

编辑 PIs (E)...

报告 (R)

计算 (A)

当你输入半径后，曲线长度和切线长度会在鼠标点击后自动显示。



水平

主要

PI 元素

定线名称 (N): 中心线

PI: 3

曲线类型 (V): 圆曲线

半径 (R): 1000.000

螺旋线长度 (入) (S): 0.000

切线长度 (入) (T): 69.551

曲线长度 (H): 138.879

螺旋线长度 (出) (U): 0.000

切线长度 (出) (G): 69.551

插入 (I)...

删除 (D)

应用 (Y)

路线 (R)...

关闭 (C)

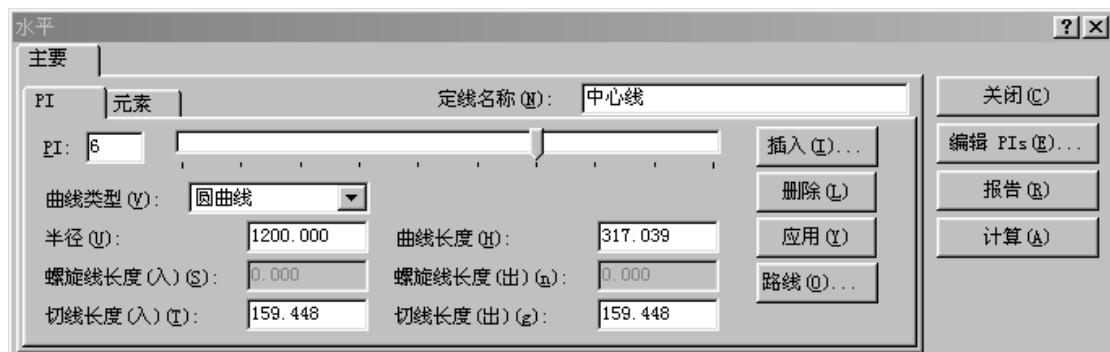
编辑 PIs (E)...

报告 (R)

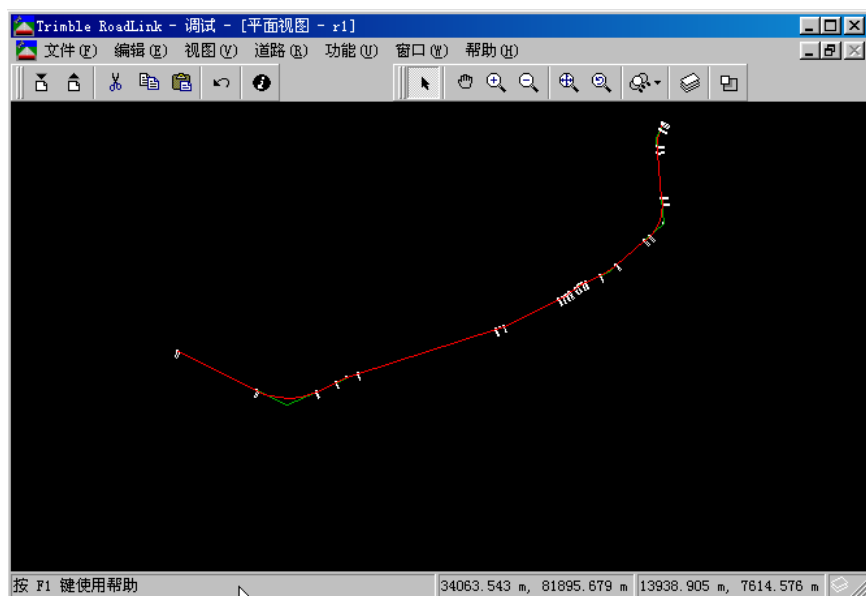
计算 (A)



对于缓和曲线，不仅要输入半径，还有输入螺旋线的两个长度。

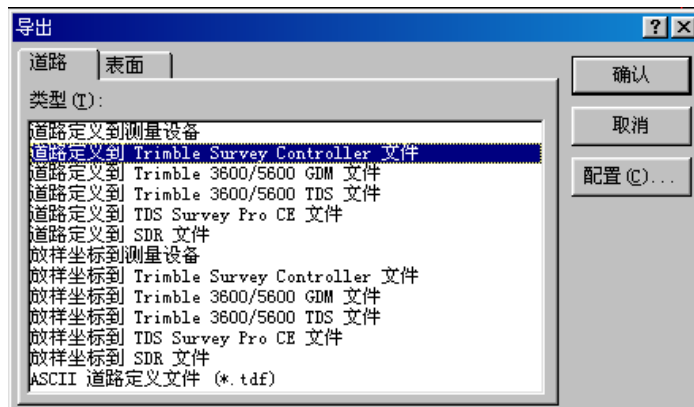


道路全部定义完毕，点击“应用”→“关闭”后，路线图自动出现在显示区。

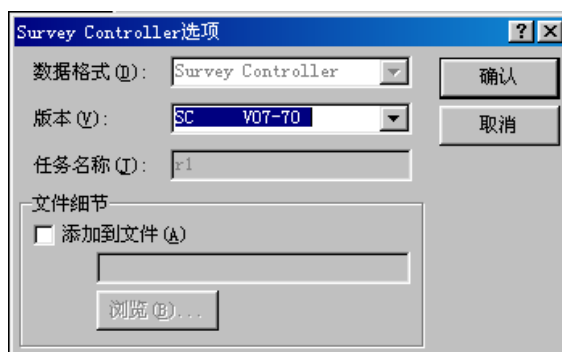


检查线路走向是否与实际一致，以及结束桩号是否相对应。检查无误后导出文件。

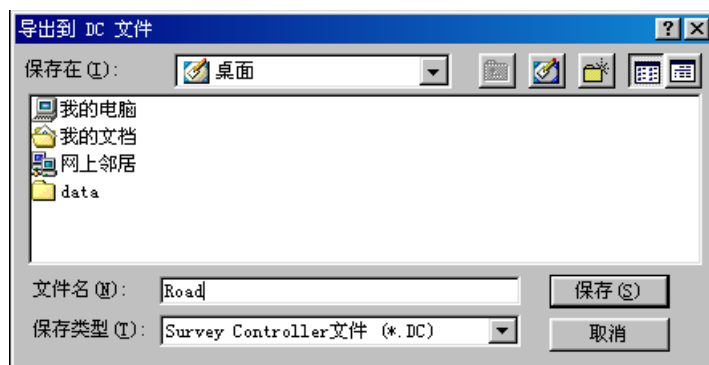
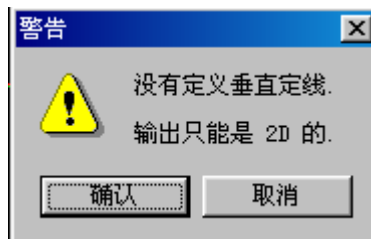
### 3. 导出文件：“文件” → “导出”



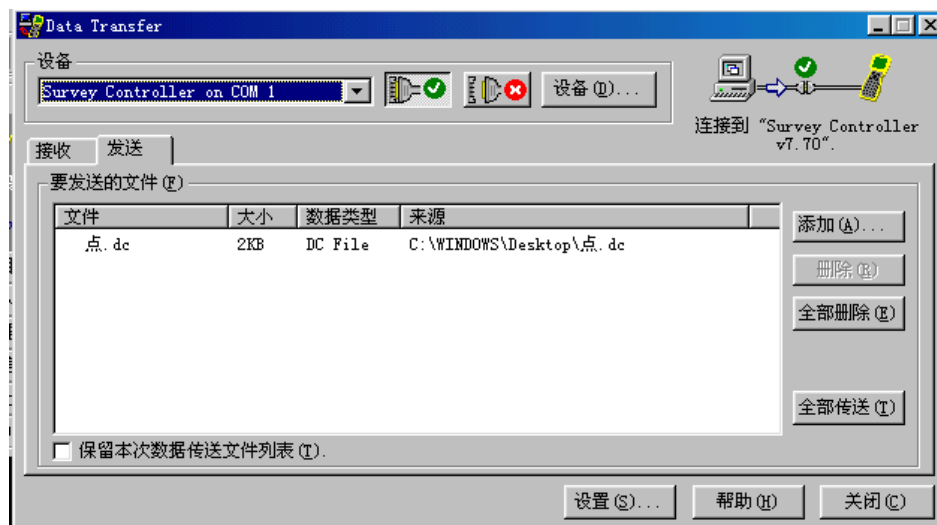
点击“配置” 选择手簿软件相对应的版本。



“确认”。



4. 通过传输软件，把 Road. dc 文件发送到手簿中。



全部完成。外业 RTK 道路中桩放样。

## 附录：专业术语

1. 星历：由 GPS 卫星播发的数据，包括所有卫星的轨道信息、星种改正和大气延迟参数。星历用于快捕获 SV。轨道信息是降低了精度的星历数据的子集。
2. 天线高度：GPS 天线相位中心在观测点以上的高度。从被测点到天线上已知点所测得的不正确的天线高，在软件中由人工或自动修改为正确的垂直距离。
3. 基线：一点相对于另一点的位置。在 GPS 测量中，是一台接收机相对于另一台接收机的位置。当这两台接收机的数据被联合使用的时候，所得结果是包含这两个站之间三维向量的一条基线。
4. 校正点：校正点定义为现有坐标系统加改正值转换。这使得一个特定区域（或点）上，可以最好地与数据相符。由于坐标系统被应用于很大的区域区，则必须有改正值转换。但不允许在地方坐标系内转化。必须新的适合于现有控制点的任务，因此，特殊的改正值转换对这些地方变化进行改正，这些改正仅在有限区域内有效。这解释了“校正点”这个术语。Trimble Geomatics Office 软件能计算适用于地方控制点的特殊转换，并将这些定义保存在坐标系统的数据库里。
5. 闭合差：网中观测数据和已知数据之间的一致性。
6. CMR：压缩测量记录，动态作业时，由基准站接收机发播，实时动态测量使用并计算基准站到流动站的精确基线向量的卫星观测值信息。
7. 协方差：两个观测值或所获大量观测值间的误差的相关性测量。也可参见方差—协方差矩阵中的非对角线术语。
8. 协方差值：Trimble Geomatics Office 软件使用的是从网平差中得出的多对控制点间传播的方位、距离和高度的后验误差。术语协方差表明计算中使用了平差控制点的方差—协方差矩阵中的协方差术语。
9. 周跳：接收机锁定一颗卫星时的无线电信号的中断。基线解算过程中，周跳需要重新估计整周模糊度。
10. 自由度：对网的冗余度衡量。
11. 星历：描述天体位置随时间变化函数的一组数据。每颗 GPS 卫星定期发送一个由控制段上载的广播星历，描述它在短期内的预测位置。事后处理程序也能使用一个描述卫星过去的确切位置的精密星历。
12. 固定解：当基线处理器能够确定从搜索中选择一个整周的整周模糊度时所得到的解。它被称作固定解，因为从估算的浮动值到确定的整周值，模糊度总是固定的。
13. 环闭合差：环闭合差说明了在网内一组观测值中的误差数量。通过选择点的一个或多个已知观测值，将其中一个观测值增添到测点坐标，基于观测值计算第二点的坐标来计算环闭合差。这个过程是围绕一个环重复一次或多次，最后结束在开始的测量点上。如果观测值中没有误差，最终计算的坐标将与原来的起点坐标完全相同。通

过从起点坐标中减去计算出的坐标，闭合差就被确定了。误差除以线的长度，就得到误差的百万分比。这种方法也能用于两个高精度的已知点，这种方法也被称作横断闭合差。

14. 多路径：当 GPS 信号通过不同的路径到达天线时，会产生干扰（类似于电视屏幕中的“幻影”）。信号穿过较长路径产生一个较大的伪距估计，增加了误差。多路径可通过天线附近的建筑物发射产生。
15. PRN：伪随机噪声码。数字 1 和 0 像噪声一样随机分布，但能准确复制的序列。除非它们完全相同，伪随机噪声码对所有延迟都有一个很小的自动的相关值。每颗卫星都能被它唯一的 C/A 和伪随机噪声码辨别出来，因此，PRN 这个术语有时用作 GPS 卫星或 SV 的另一个代名词。
16. 比率：初始化过程中接收机确定每颗卫星的波长整数。对于特定的一组整数，可算出其正确性的概率。比率是当前最好的一组整数的正确概率和下一组好整数的正确概率之比。因此，高比率说明最好的一组数据优于其他任何组。我们可确信它是正确的。对于新的测点和 OTF 初始化，比率必须大于 5。
17. 冗余：控制网的数量过多，或严格计算所需的观测值过多。
18. 残差：为了得到控制网的整体闭合差，观测值的改正数或平差值。或观测的量和该量的计算值之差。
19. RINEX：接收机独立交换格式（Receiver Independent Exchange format）标准 GPS 原始数据文件格式，用于多个接收机制造商的转换文件。
20. RMS：均方根。RMS 表示点的观测值精度，它是包括大约 70% 的定位数据的误差圆半径。它可用于距离单位或波长周数表示。
21. SNR：信噪比。对卫星信号强度的衡量。越大越好。
22.  $\tau$ （值）：基于观测值，自由度和给定概率（95%）的内部频率分布来计算的值。在平差中，这个值用于判断一个观测值与其它观测值是否相符。如果一个观测残差超过了这个值  $\tau$ ，它就被标志为一个超限值。标准残差柱状图中的  $\tau$  线，中心垂线左右的重线。
23. UTC：世界通用时间。基于格林威治子午线的地区日照平均时间的标准。
24. 天顶时延：从天顶观测到的来自卫星的 GPS 信号穿过对流层产生的时延。当卫星接近地平线时，信号穿过对流层的路径更长，时延增加。
25. Y—码：Y 码是包含在 P 码里的信息被加密而形成的。当 A/S 有效时，卫星发送 Y 码代替 P 码