

第五章 坐标测量

1

全站仪坐标测量

全站仪简介

全站仪坐标的测量方法

2

GPS坐标测量

GPS简介

GPS定位技术基本原理

GPS坐标定位作业模式

3

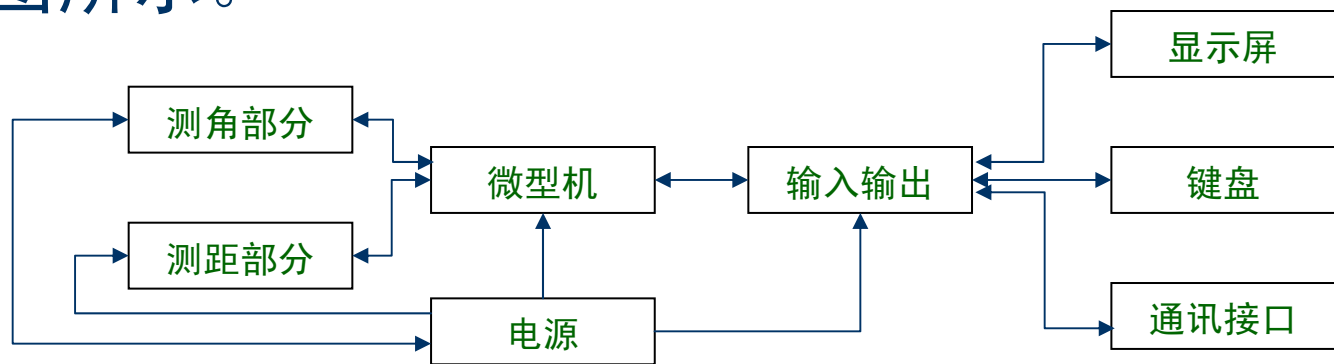
不同基准下坐标的转换

5.1.1 全站仪简介

坐标测量是数字化测量的重要组成部分，特点是使用仪器直接采集空间三维坐标，并存入测量仪器的内存。

1. 全站仪(Total station)的结构:

由电子测角、光电测距、微型机及其软件组成的智能型光电测量仪器，其结构如图所示。

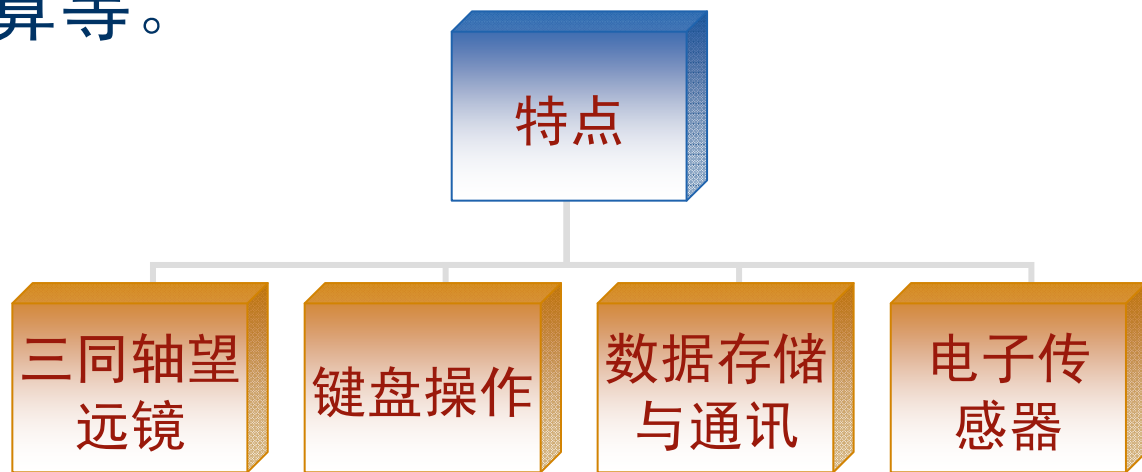


全站仪结构框图

5.1.1 全站仪简介

优点：利用光电技术和微处理机，实现观测数据的自动采集、存储和显示，减少了人为的读数误差和记录误差，提高了测量的精度和效率。

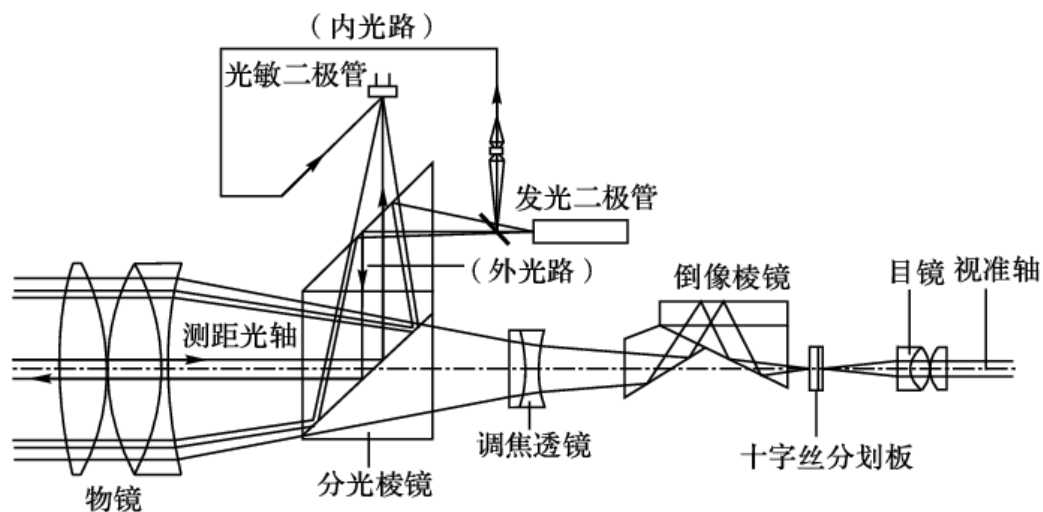
基本功能：可直接测定测量工作的三基本元素（角度、距离和高差），并借助机内固化软件，实现多种测量功能，如进行多种模式的放样、悬高测量、对边测量、面积计算等。



5.1.1 全站仪简介

(1) 三同轴望远镜

在全站仪的望远镜中，照准目标的**视准轴**、**光电测距的光轴**和**测角光轴**三个轴同轴。测量时使望远镜照准目标棱镜的中心，就能同时测定水平角、竖直角和斜距。



全站仪轴系及光路

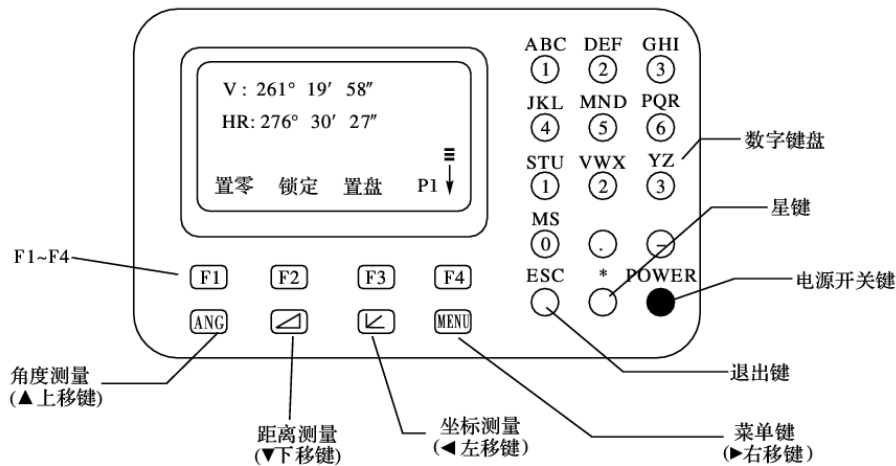


5.1.1 全站仪简介

(2) 键盘操作

全站仪通过键盘输入指令进行测量操作。

键盘上的键分为**硬键**和**软键**两种，每个硬键有一个固定功能，或兼有第二、第三功能。软键(一般为F1、F2、F3、F4等)的功能通过屏幕最下一行相应位置显示的字符提示，可在不同的菜单下进行不同功能操作。



5.1.1 全站仪简介

几种常见的全站仪键盘



5.1.1 全站仪简介

(3) 数据存储与通讯

主流全站仪内一般都带有可以至少存储3000个观测数据的存储卡，有些配有CF卡(Compact Flash)增加存储容量。仪器设有一个标准的RS-232C通讯接口或USB接口，使用专用电缆与计算机的COM或USB口连接，再通过自带软件或Windows的超级终端等接口软件实现与计算机的双向数据传输。



USB接口

5.1.1 全站仪简介

(4) 电子传感器

电子传感器有摆式和液体两种，其作用是自动补偿仪器水平或竖直度盘误差。

单轴补偿的电子传感器相当于竖盘指标自动归零补偿器。

双轴补偿的电子传感器不仅可修正竖直角，还可修正水平角。

5.1.1 全站仪简介

2. 测量原理

全站仪的测距系统原理与4.3节介绍的测距仪原理基本相似。

测角系统是通过角-码转换器，将角移量变为二进制码，通过译码器译成度、分、秒，并用数字形式显示出来。

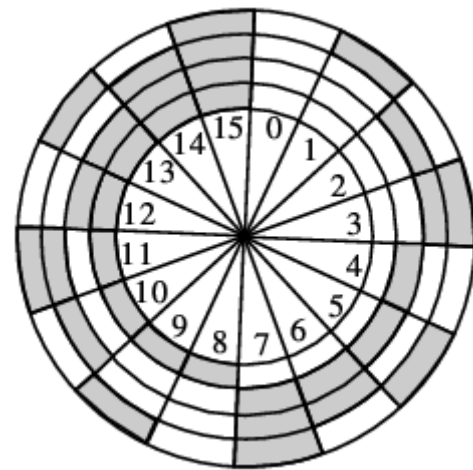
常见的角-码转换方法，包括编码度盘或光栅度盘，下面分别介绍其测角原理。

5.1.1 全站仪简介

(1) 编码度盘

编码度盘的构造如图所示，它是将度盘按放射状均匀地划分为若干区间，称为**码区**；再从里向外均匀划分为若干**码道**，以用于度盘的编码。

度盘划分了16个码区和四个码道，称为四码道度盘。每个码区的码道有黑色部分和白色部分，黑色部分不透光，白色部分透光。透光部分为导电区，不透光部分为非导电区。设透光为0，不透光为1。各码区从内向外对应码按二进制递增，如0码区为0000，1码区为0001，而15码区则为1111

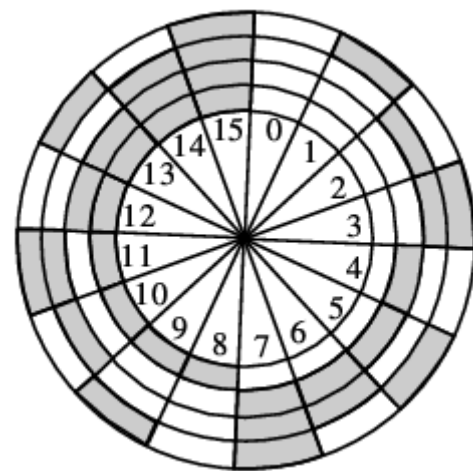


编码度盘

5.1.1 全站仪简介

光电读数系统主要电子元件为**发光二极管**和**光电二极管**。当发光二极管通过度盘透光区时，光电二极管收到这个信号，输出为0。对于不透光区，光电二极管收不到信号，输出为1。光电读数系统就是随着照准部的转动将各码区的电信号输入微机处理后求得角度的。

对于编码度盘，如果度盘的码区和码道划分密一些，测角分辨率就高一些。但是码道数的提高受限于度盘直径等，故编码度盘不易提高测角精度。



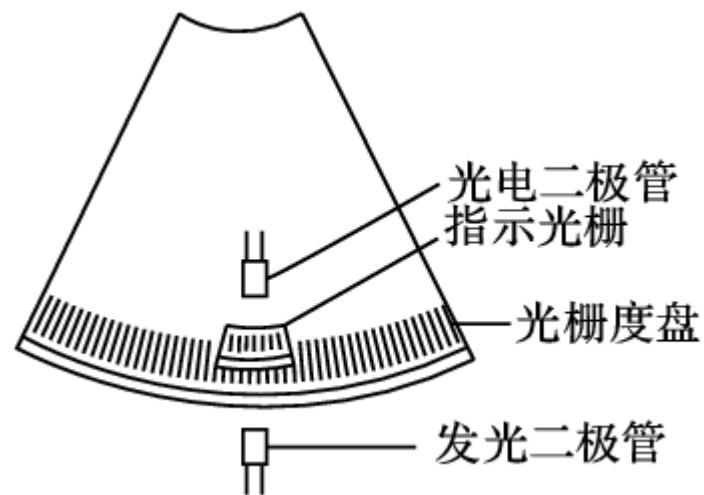
编码度盘

5.1.1 全站仪简介

(2) 光栅度盘

光栅度盘是目前电子测角方法中精度较高的一种，如图所示，在玻璃圆盘径向均匀地按一定密度刻有交替着透明与不透明的辐射状条纹，条纹与间隙同宽，此盘即为**光栅度盘**。若将两块密度相同的光栅度盘重叠，并使它们的刻线相互倾斜一个很小的角度，就会出现明暗相间的条纹，这种条纹称为**莫尔条纹**。

莫尔条纹的特征：两光栅的间距越小，相邻明暗条纹间的间隔就越大；两光栅在与其刻线垂直的方向相对移动时，莫尔条纹作上下移动

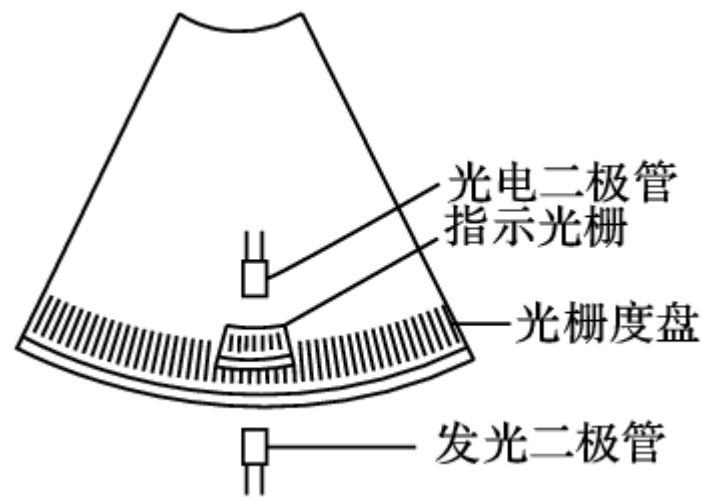


光栅度盘

5.1.1 全站仪简介

为了保证仪器转动度盘时可形成莫尔条纹，可在光栅度盘上装一个固定的指示光栅。如图示，将指示光栅与度盘下面的发光二极管位置固定。随着莫尔条纹的移动，光电二极管将产生按正弦归零变化的电信号，将此信号整形，可变为矩形脉冲。对脉冲计数即可求得旋转的角度。

为了提高角度分辨率，可对计数进一步细分，通常在光栅形成的两个脉冲中间，再填充若干个脉冲，可有效提高测角精度。

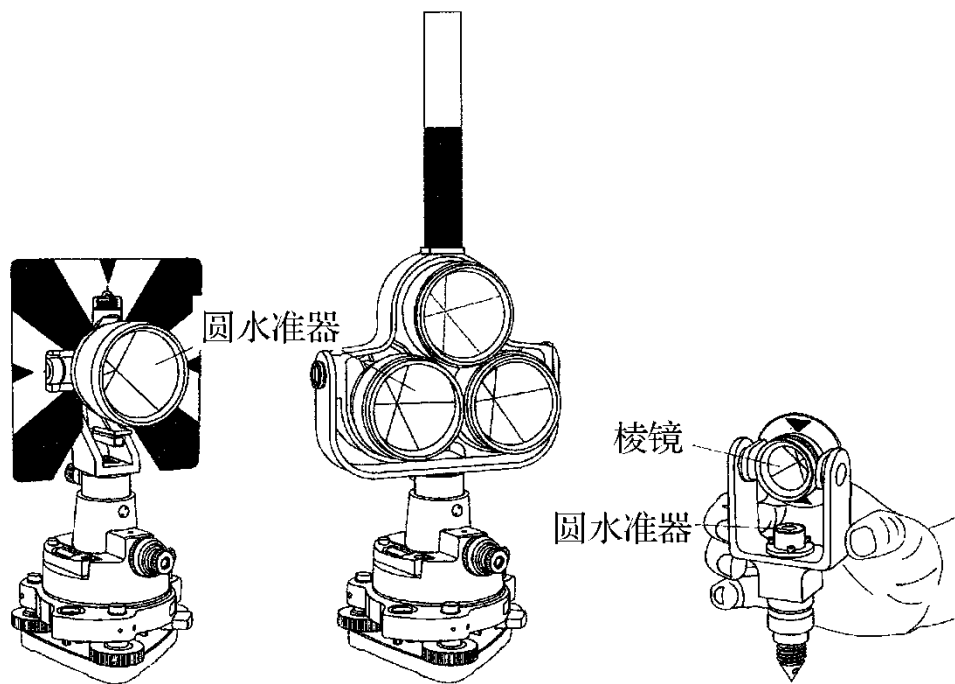


光栅度盘

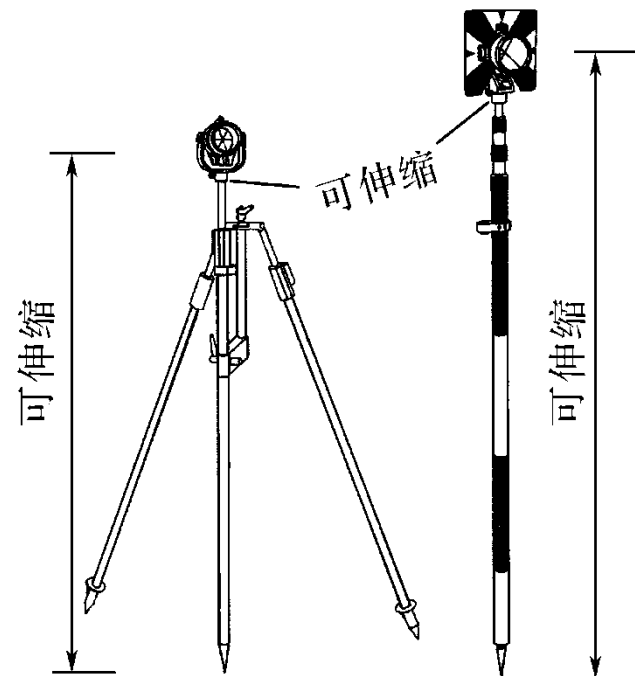
5.1.1 全站仪简介

3. 全站仪附属配件

全站仪在进行作业时，须在目标处放置反射棱镜。反射棱镜有单棱镜，三棱镜和九棱镜等。其作用是反射电磁波信号，获取仪器中心到棱镜中心的水平距离和高差。



(a)单棱镜与基座 (b)三棱镜与基座 (c)ADSmin102 微型棱镜



(a) 对中杆

(b) 测杆

5.1.1 全站仪简介

全站仪附属配件图片



第五章 坐标测量

1

全站仪坐标测量

全站仪简介

全站仪坐标的测量方法

2

GPS坐标测量

GPS简介

GPS定位技术基本原理

GPS坐标定位作业模式

3

不同基准下坐标的转换

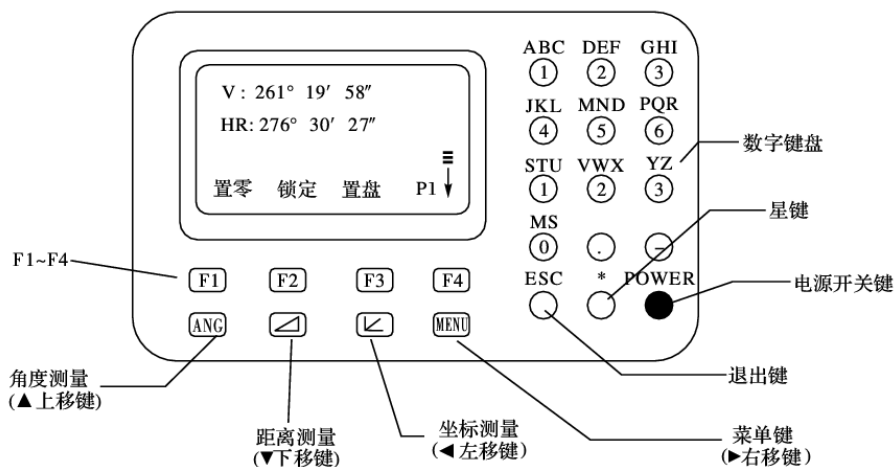
5.1.2 全站仪坐标测量方法

1. 基本功能介绍

NTS-355为我国南方测绘仪器有限公司生产的面向低端的普通型全站仪，具有价格优惠、操作简捷、功能全面等特点，适合各种普通测量工作，图为其操作屏幕界面。



数字键全站仪NTS-355



5.1.2 全站仪坐标测量方法

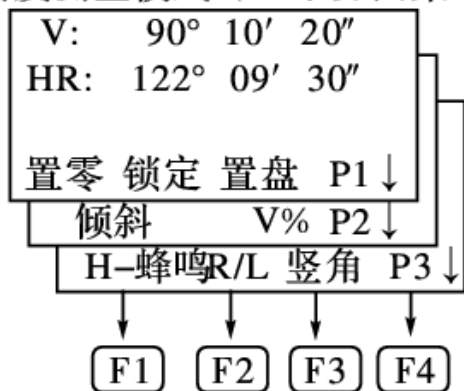
NTS-355各按键的主要含义

按键	名称	功能
	角度测量键	进入角度测量模式(▲上移键)
	距离测量键	进入距离测量模式(▼下移键)
	坐标测量键	进入坐标测量模式(◀左移键)
	菜单键进入	菜单模式 (▶右移键)
	退出键	返回上一级状态或返回测量模式
	电源开关键	电源开关
	软键-功能键	对应于显示的软键信息
	数字键	输入数字和字母、小数点、负号
	星键	进入星键模式

5.1.2 全站仪坐标测量方法

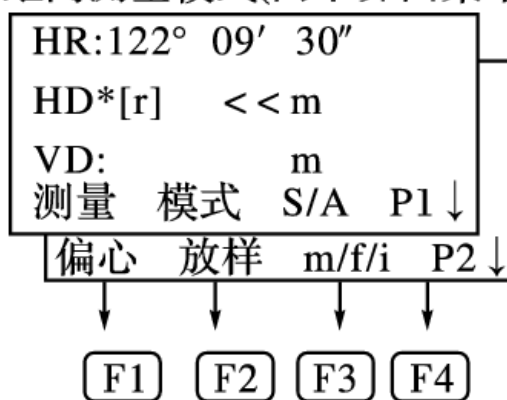
角度测量、距离测量和坐标测量模式下界面的菜单

角度测量模式 (三个界面菜单)



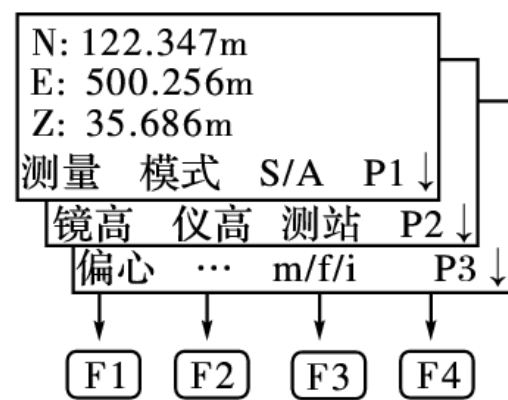
角度测量模式

距离测量模式 (两个界面菜单)



距离测量模式

坐标测量模式 (三个界面菜单)



坐标测量模式

5.1.2 全站仪坐标测量方法

2. 坐标测量步骤

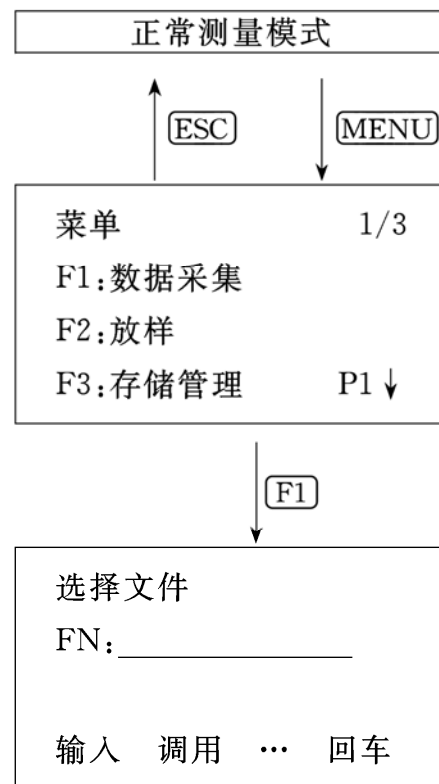
NTS-355全站仪可将测量数据存储在内存中。内存中有测量数据文件和坐标数据文件两种。

(1) 进入数据采集菜单，选择已有或新建一个坐标测量文件。

坐标数据采集菜单的操作如图所示。

按 **MENU** 键进入主菜单1/3模式。按 **F1** 键，显示数据采集菜单1/2。

正常测量模式可以调用已有文件，也可输入新的文件。



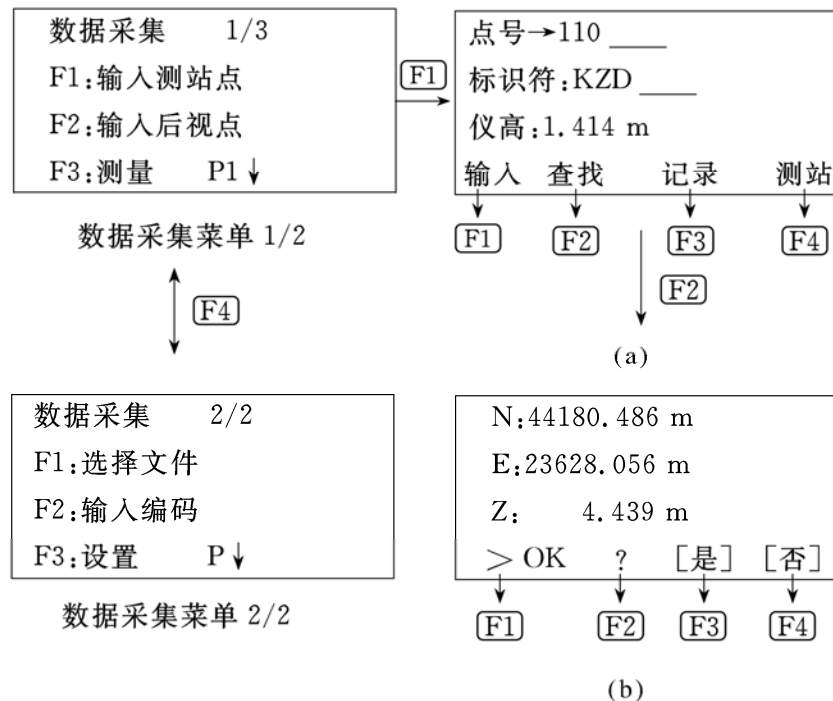
进入数据采集菜单

5.1.2 全站仪坐标测量方法

(2) 测站设置

进行坐标测量前，要先设置测站坐标、测站高、棱镜高及后视方位角。按 **F3** 键进入图所示操作过程。

对于每个测站(点号110)，测量前，在数据采集菜单1/2中，均要完成F1、F2步骤，即分别按菜单提示输入测站点和后视点号。



测站设置

5.1.2 全站仪坐标测量方法

后视点点号(O)及后视高等信息输入后,望远镜瞄准后视点,选择一种测量模式并按相应的软键。如,按斜距键 **F2** 进行斜距测量。根据定向角计算结果选择所设置的水平度盘的读数(定向方向角),寄存测量结果,然后显示屏返回到数据采集菜单1/2。准备进入测量,操作过程见表

输入后视点点号及后视高操作过程

操作过程	操作	显示
输入点号,按 (ENT)键 F4	输入点号 F4	后视 O H(R)=120° 30' 20" >照准?[是][否]

5.1.2 全站仪坐标测量方法

如果是新建文件或文件中对应点号不存在，还要进入设置，输入新点坐标，具体设置方法在数据采集菜单2/2。操作过程见表。

输入新点坐标操作过程

操作过程	操作	显示
①按 F3 (测站) 键	F3 测站坐标	N-> 0.000 m E: 0.000 m Z: 0.000 m 输入... ..回车
②输入N坐标	F1 输入数据 F4	N-> 39.976 m E: 0.000 m Z: 0.000 m 输入... ..回车

5.1.2 全站仪坐标测量方法

输入新点坐标操作过程

操作过程	操作	显示
③按同样方法输入E和Z坐标，输入数据后，显示屏返回坐标测量显示。		N-> 39.976 m E: 298.578 m Z: 45.330 m 测量 模式 S/A P1 ↓
④按仪器高 F2 键，显示当前值光标也可移到“输入”，输入新仪器高	测站高	仪高 输入 仪高 1.600 m 输入... .. 回车
⑤设置已知点O的方向角	设置方向角	V: 122° 09' 30" HR: 90° 09' 30" 置零 锁定 置盘 P1 ↓

5.1.2 全站仪坐标测量方法

(3) 测量未知点坐标原理

输入仪器高和棱镜高后测量坐标时，可直接测定未知点的坐标。未知点的坐标可由式(5-1) 计算出来并显示。

测站点A坐标: (N_0, E_0, Z_0)

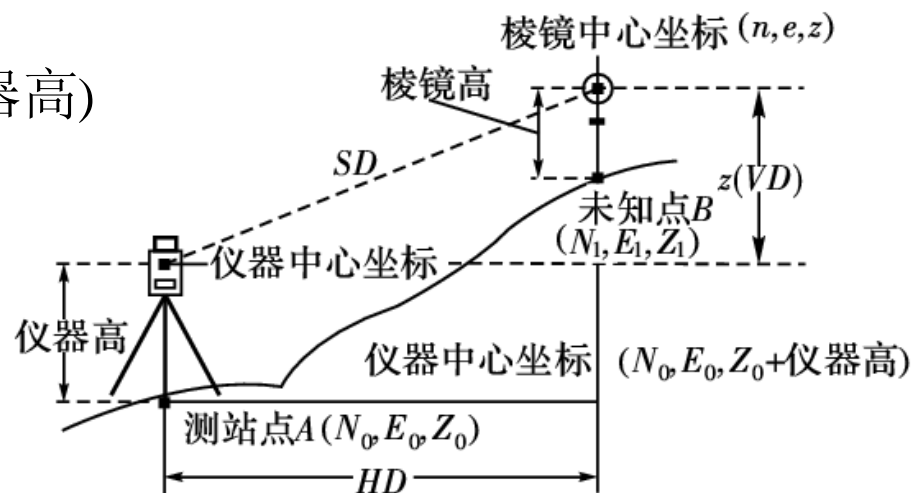
相对于**仪器中心点棱镜**的中心坐标: (n, e, z)

仪器中心坐标: $(N_0, E_0, Z_0 + \text{仪器高})$

设两点高差: $Z(VD)$

未知点B坐标: (N_1, E_1, Z_1)

$$\begin{cases} N_1 = N_0 + n \\ E_1 = E_0 + e \\ Z_1 = Z_0 + \text{仪器高} + z - \text{棱镜高} \end{cases} \quad (5-1)$$



全站仪点坐标测量

5.1.2 全站仪坐标测量方法

测量未知点坐标操作过程

操作过程	操作	显示
<p>① 由数据采集菜单1/2， 按（测量 F3）键，进入 待测点测量</p>	<p>F3</p>	<p>数据采集 1/2 F1: 测站点输入 F2: 输入后视 F3: 测量 P↓</p>
<p>② 按 F1（输入）键，输 入点号后按 F4 确认</p>	<p>F1 输入点号(P1) F4</p>	<p>点号 -> 编码: 镜高: 0.000 m 输入 查找 测量 同前</p> <p>点号 = P1 编码: 镜高: 0.000 m 回退 空格 数字 回车</p>

5.1.2 全站仪坐标测量方法

测量未知点坐标操作过程

操作过程	操作	显示
③按同样方法输入编码，棱镜高	<p>F1</p> <p>输入编码 (ROAD)</p> <p>F4</p> <p>F1</p> <p>输入棱镜高 (1.20)</p> <p>F4</p>	<p>点号: P1</p> <p>编码 -> ROAD</p> <p>镜高: 1.200 m</p> <p>输入 查找 测量 同前</p> <p>角度 *斜距 坐标 偏心</p>
④按 (测量) 键	<p>F3</p>	
⑤照准目标点	望远镜照准	
⑥按 F3 (坐标) 键开始测量，数据被存储，显示屏变换到下一个镜点	<p>F3</p>	<p>N* 286.245 m</p> <p>E: 7 6.233 m</p> <p>Z: 14.568 m</p> <p>测量 模式 S/A P1 ↓</p>

5.1.2 全站仪坐标测量方法

测量未知点坐标操作过程

操作过程	操作	显示
⑦输入下一个镜点数据并照准该点		点号 ->P2 编码: ROAD 镜高: 1.200 m 输入 查找 测量 同前
⑧按 F4 (同前) 键,按照上一个镜点的测量方式进行测量,测量数据被存储,按同样方式继续测量,按 ESC 键即可结束数据采集模式	照准 F4	点号 ->P3 编码: ROAD 镜高: 1.200 m 输入 查找 测量 同前

第五章 坐标测量

1

全站仪坐标测量

全站仪简介

全站仪坐标的测量方法

2

GPS坐标测量

GPS简介

GPS定位技术基本原理

GPS坐标定位作业模式

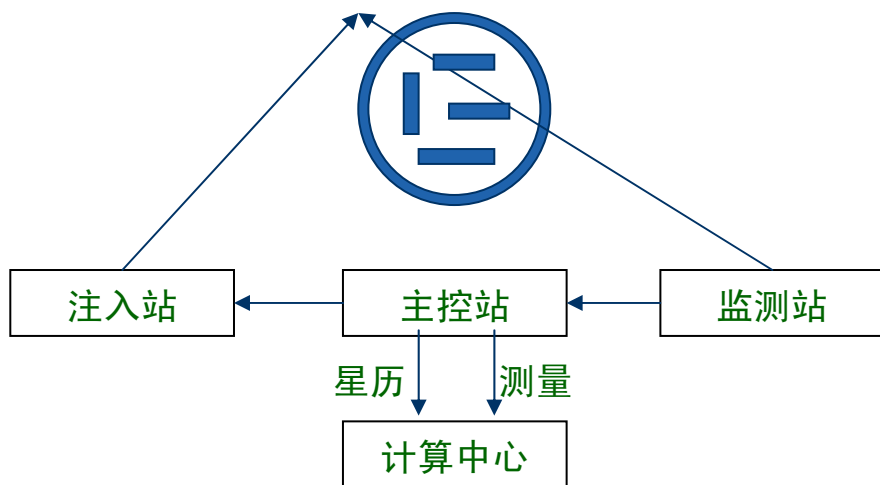
3

不同基准下坐标的转换

5.2.1 GPS简介

1. 地面控制部分

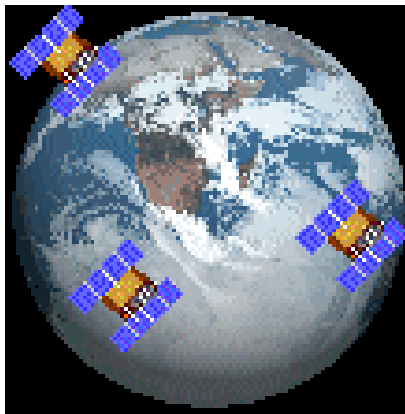
地面控制部分由1个主控站（负责管理、协调整个地面控制系统的工作）、3个地面注入站（在主控站的控制下，向卫星注入导航电文）、5个监测站（数据自动收集中心）和通讯辅助系统（数据传输）组成。地面控制部分的关系如图所示。



5.2.1 GPS简介

2. 星座部分

星座部分由24颗GPS卫星组成，分布在2万公里高的6个轨道平面上；卫星上安装了精度很高的原子钟(10-12级)，以确保频率的稳定性，在载波上调制有表示卫星位置的广播星历、用于测距的C/A码和P码以及其它系统信息，能在全球范围内，向任意多用户提供高精度、全天候、连续、实时的三维测速、三维定位和授时。



5.2.1 GPS简介

3. 用户部分

用户部分主要由GPS卫星信号接收机组成。GPS卫星信号接收机的种类很多，测量工作中使用的一般是测地型。

与传统光电测量相比，GPS定位测量的优点有：

- ① 各测站间无需通视；
- ② 定位精度高；
- ③ 观测时间短；
- ④ 提供动、静态三维坐标；
- ⑤ 操作简便；
- ⑥ 全天候作业。

第五章 坐标测量

1

全站仪坐标测量

全站仪简介

全站仪坐标的测量方法

2

GPS坐标测量

GPS简介

GPS定位技术基本原理

GPS坐标定位作业模式

3

不同基准下坐标的转换

5.2.2 GPS定位技术基本原理

GPS信号是调制波，包含载波(L_1 、 L_2)、测距码粗码(C/A码)和精码(P码)、数据码(D码)等。

GPS信号接收机可以在任何地点、任何时间、任何气象条件下进行连续观测，并且在时钟控制下，测定出卫星信号到达接收机的时间 t ，进而确定卫星与接收机之间的距离 ρ ：

$$\rho = c \cdot t + \sum \delta_i \quad (5-2)$$

式中， c 为电磁波信号传播速度； Σ 为有关的改正数之和。

GPS定位就是把卫星看成是“飞行”的控制点，根据测量的星站距离，进行空间距离后方交会，进而确定地面接收机的位置。

5.2.2 GPS定位技术基本原理

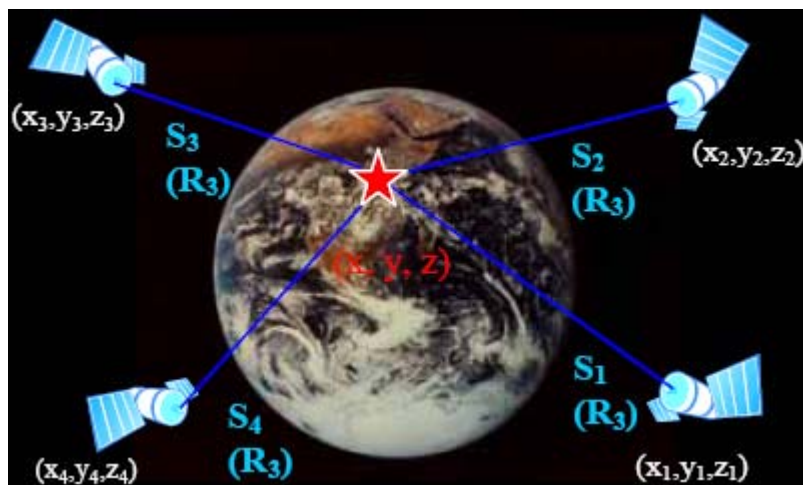
GPS定位的基本原理是以GPS卫星和用户接收机天线之间的距离(或距离差)的观测量为基础,并根据已知的卫星瞬时坐标来确定用户接收机所对应的三维坐标位置。而卫星至接收机之间的距离 ρ 、卫星坐标 (X_s, Y_s, Z_s) 与接收机三维坐标 (X, Y, Z) 间的关系式为

$$\rho^2 = (X_s - X)^2 + (Y_s - Y)^2 + (Z_s - Z)^2 \quad (5-3)$$

式中,卫星坐标 (X_s, Y_s, Z_s) 可根据导航电文求得;理论上只需观测3颗卫星至接收机之间的距离 ρ ,即可求得接收机坐标 (X, Y, Z) 中的3个未知数。

5.2.2 GPS定位技术基本原理

但实际上因接收机钟差改正也是未知数，所以接收机必须至少同时测定到4颗卫星的距离才能解算出接收机的三维坐标值。



GPS定位基本原理图

5.2.2 GPS定位技术基本原理

根据使用的卫星电磁波信号不同，GPS测距定位可分为伪距测量和载波相位测量。

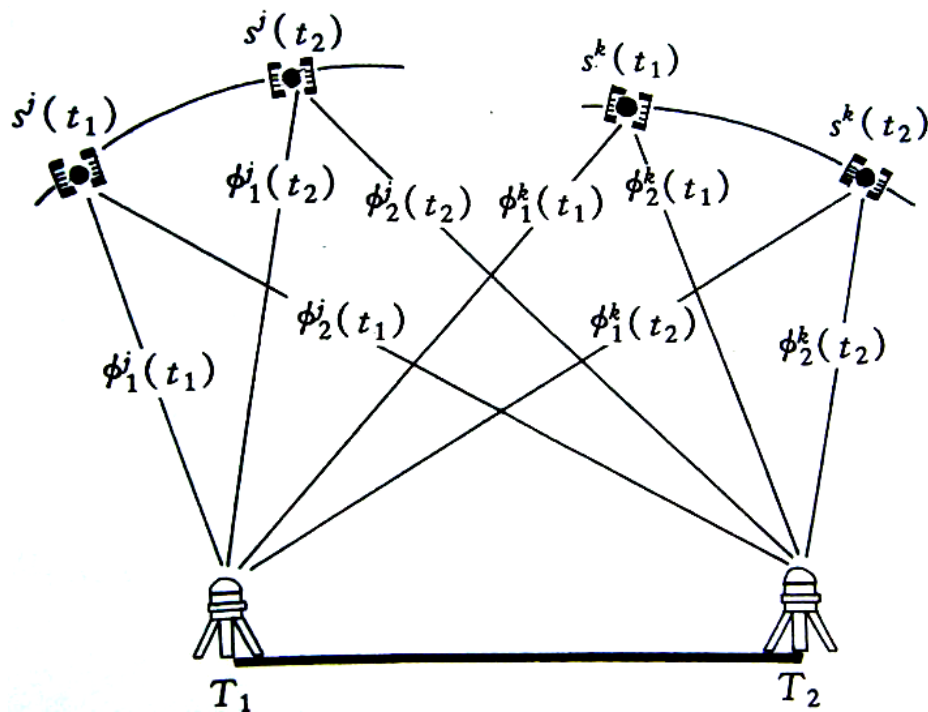
1. 伪距测量

GPS卫星能够发射某一结构的测距码信号(即C/A码或P码)。该信号经过时间 t 后到达接收机天线，则用上述信号传播时间 t 乘以电磁波速度 c ，就是卫星至接收机的距离。

实际上，由于传播时间 t 中包含有卫星时钟与接收机时钟不同步的误差、测距码在大气中传播的延迟误差等，由此求得的距离值并非真正的站星几何距离，一般称为“伪距”，用 ρ' 表示，与之对应的定位方法称为伪距法定位。

5.2.2 GPS定位技术基本原理

其中用C/A码进行测量的伪距称**C/A码伪距**；
用P码进行测量的伪距称**P码伪距**。



5.2.2 GPS定位技术基本原理

设在某一标准时刻 T_a 卫星发出一个信号，该瞬间卫星时钟的时刻为 t_a ，该信号在标准时刻 T_b 到达接收机，此时相应接收机时钟的读数为 t_b ，于是伪距测量测得的时间延迟即为 t_b 与 t_a 之差。所以伪距为

$$\rho' = \tau \cdot c = (t_b - t_a) \cdot c \quad (5-4)$$

由于卫星时钟和接收机时钟与标准时间存在误差，设信号发射和接收时刻的卫星和接收机钟差改正数分别为 V_a 和 V_b ，则有

$$\begin{cases} t_a + V_a = T_a \\ t_b + V_b = T_b \end{cases} \quad (5-5)$$

5.2.2 GPS定位技术基本原理

将式(5-5)代入式(5-4)，可得

$$\rho' = \tau \cdot c = (T_b - T_a) \cdot c + (V_a - V_b) \cdot c \quad (5-6)$$

式中， $(T_b - T_a)$ 为测距码从卫星到接收机实际传播时间 ΔT

由上述分析可知，在 ΔT 中已对钟差进行了改正；但由 $\Delta T \cdot c$ 所计算出的距离中，仍包含有测距码在大气中传播的延迟误差，必须加以改正。设定位测量时，大气中电离层折射改正数为 $\delta\rho_I$ ，对流层折射改正数为 $\delta\rho_T$ ，则所求GPS卫星至接收机的真正空间几何距离 ρ 应为

$$\rho = \Delta T \cdot c + \delta\rho_I + \delta\rho_T \quad (5-7)$$

5.2.2 GPS定位技术基本原理

联立式(5-6)与式(5-7)，可得

$$\rho = \rho' + \delta\rho_I + \delta\rho_T - c \cdot V_a + c \cdot V_b \quad (5-8)$$

式(5-8)为伪距测量定位的基本观测方程式。

伪距测量定位的精度与测距码的波长及其与接收机复制码的对齐精度有关。目前，接收机的复制码精度一般取1/100，而公开的C/A码码元宽度(即波长)为293m，故上述伪距测量的精度最高仅能达到3m($293 \times 1/100 \approx 3\text{m}$)，难以满足高精度测量定位工作的要求。

5.2.2 GPS定位技术基本原理

2. 载波相位测量

利用测距码进行伪距测量是全球定位系统的基本测距方法，然而由于测距码的波长较长，对一些高精度的应用其测距精度过低，不能满足要求。

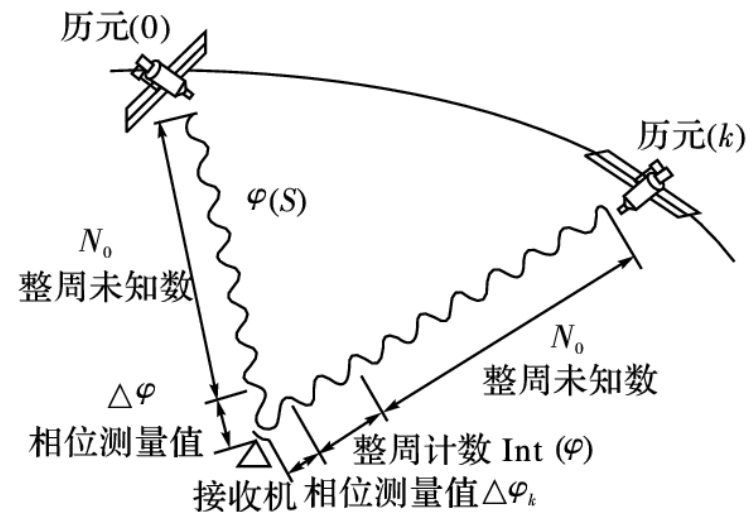
载波相位测量是把波长较短的载波作为测量信号，从而提高定位精度，载波相位测量的观测量是卫星的载波信号与接收机参考信号之间的相位差。

载波的波长($\lambda_{L1}=19\text{cm}$, $\lambda_{L2}=24\text{cm}$)比测距码的波长要短的多，可以达到较高的测量定位精度。

5.2.2 GPS定位技术基本原理

如图所示，假设卫星 S 在 t_0 时刻发出一载波信号，其相位为 $\varphi(S)$ ；此时，若接收机产生一个频率和初相位与卫星载波信号完全一致的基准信号，在 t_0 瞬间的相位为 $\varphi(R)$ 。假设这两个相位之间相差 N_0 个整周信号和不足一周的相位 $F_r(\varphi)$ ，由此可求得 t_0 时刻接收机天线到卫星的距离为

$$\rho = \lambda \left[N_0 + \frac{F_r(\varphi)}{2\pi} \right] \dots (5-9)$$



第五章 坐标测量

1

全站仪坐标测量

全站仪简介

全站仪坐标的测量方法

2

GPS坐标测量

GPS简介

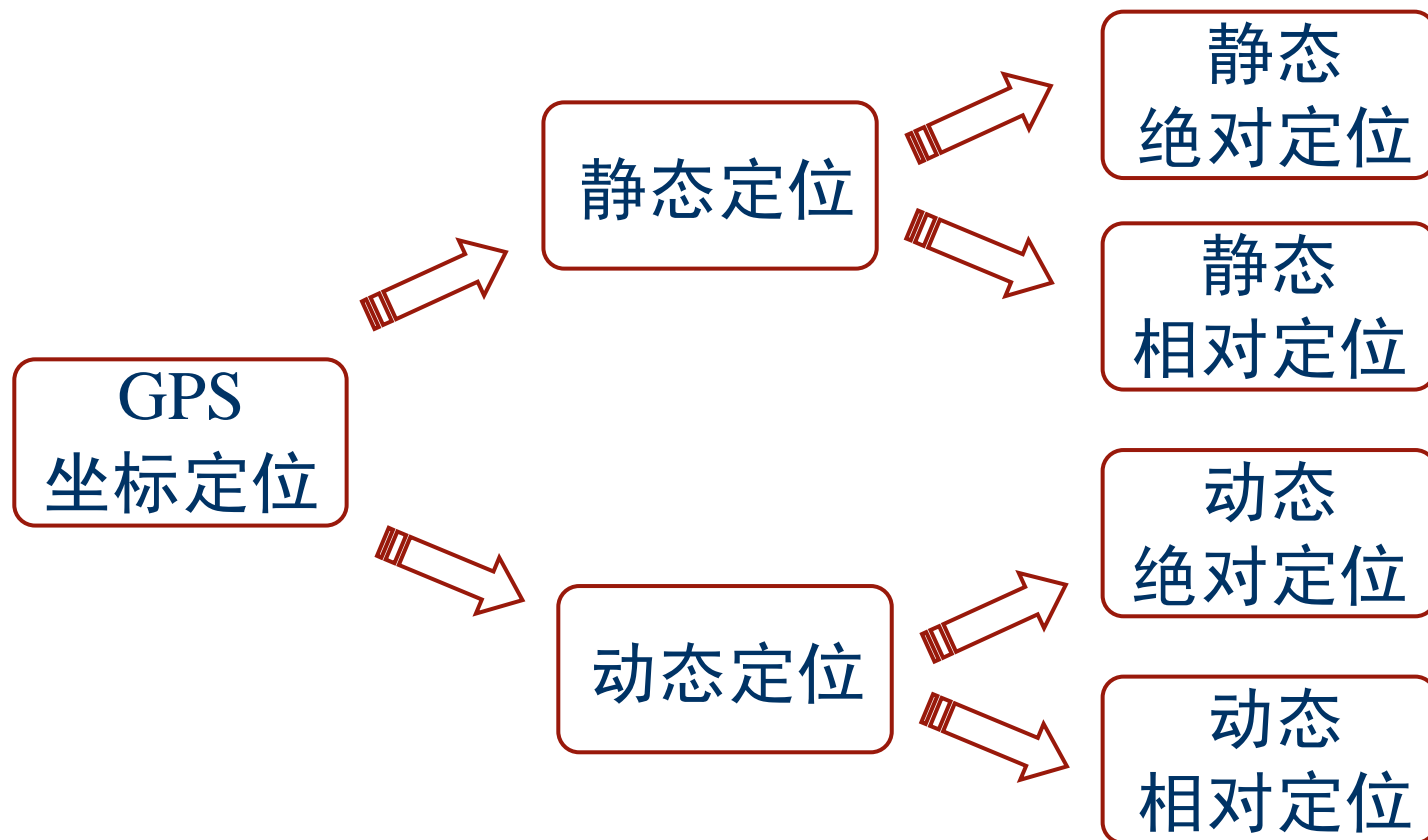
GPS定位技术基本原理

GPS坐标定位作业模式

3

不同基准下坐标的转换

5.2.3 GPS坐标定位作业模式



5.2.3 GPS坐标定位作业模式

1. 绝对定位

动态绝对定位：用户接收机处于运动的载体上，在动态情况下确定载体瞬时绝对位置的定位方法。

这种定位方法得到的实时解一般没有或者很少有多余的观测量。飞机、船舶以及车辆等常用这种方法导航。此外，也可用于航空物探和遥感等领域。

静态绝对定位：接收机天线处于静止的状态，用以确定观测站绝对坐标的方法。

这时测得的测站至卫星的伪距有足够的多余观测量。通过数据后处理可以消除或者削弱伪距的影响因素，提高卫星的定位精度。这种方法多用于大地测量。

5.2.3 GPS坐标定位作业模式

无论是动态绝对定位还是静态绝对定位，所得到的数据都是测站至卫星的伪距，所以绝对定位法也叫伪距法。伪距法分为测码伪距和测相伪距，所以绝对定位可以分为测码伪距绝对定位和测相伪距绝对定位。

利用GPS进行绝对定位时，其精度受到卫星轨道误差、钟差、信号传播误差等诸多因素的影响。对于其中的系统误差可以通过建立模型来削弱，但是残差仍然不能忽略。

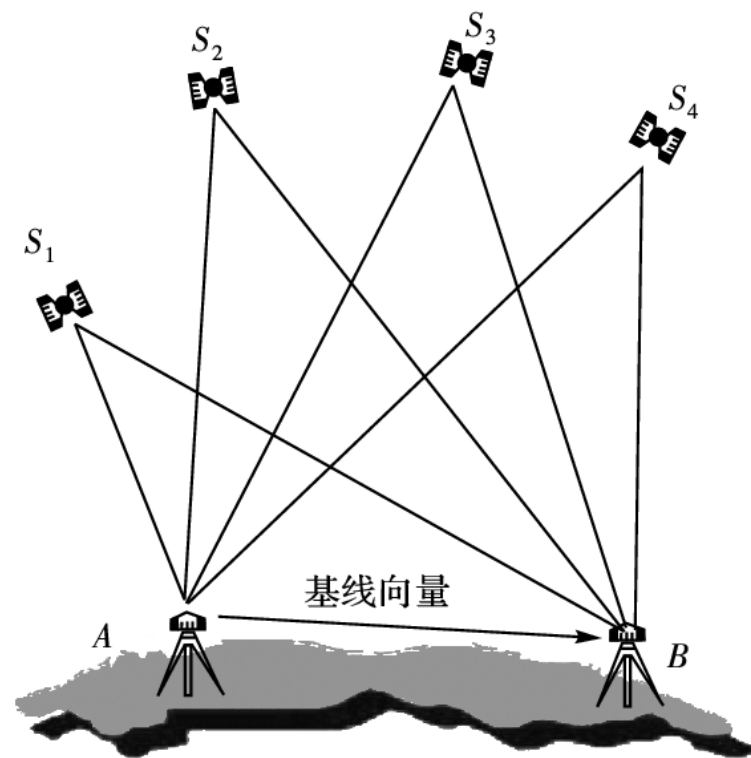
目前静态绝对定位只能达到米级，远不能满足精密测量领域的需要。在定位精度要求比较高的大地测量、精密工程测量、地球动力学等领域一般采用相对定位方法。

5.2.3 GPS坐标定位作业模式

2. 相对定位

相对定位确定待测点与某一已知参考点之间的相对位置。如图所示，利用两台GPS接收机，分别安置在基线两端A、B上，通过同步观测GPS卫星来确定基线的端点，进而求得在协议地球坐标系中的相对位置或者基线向量。

如果将多台接收机安置在多条基线的端点上，这种方法可同时确定多条基线向量，大大提高工作效率。



GPS相对定位示意图

5.2.3 GPS坐标定位作业模式

卫星的轨道误差、卫星钟差、接收机钟差、对流层和电离层折射误差等观测量的影响具有一定的相关性，这种在多个测站同步观测卫星的方法，可以有效地消除这些误差，提高定位的精度。

当前普遍采用的观测量线性组合形式有三种，即单差法、双差法和三差法。实践证明，以载波相位测量为基础，在中等长度的基线上对卫星连续观测1~3h，其静态定位精度可达 10^{-6} ~ 10^{-7} 。

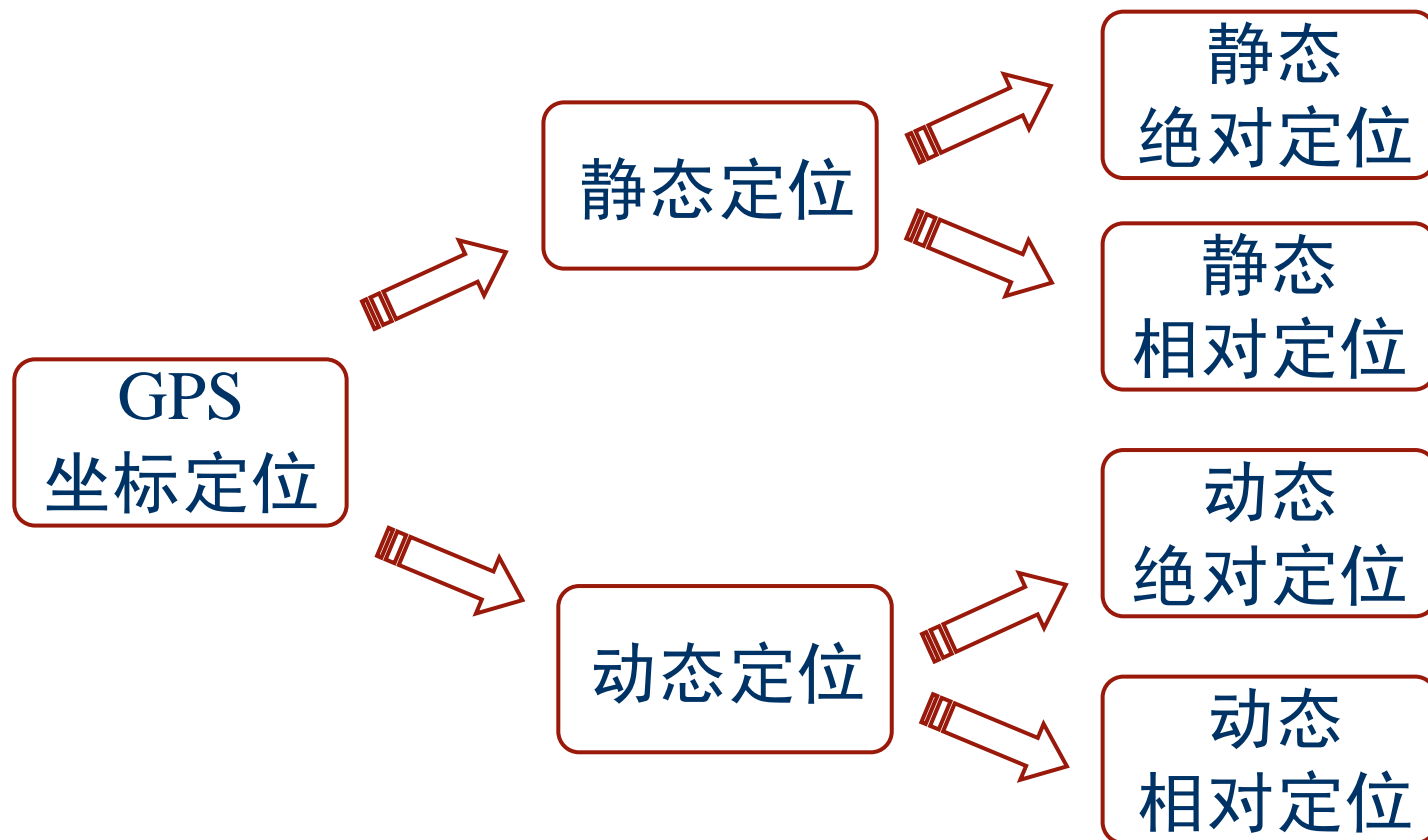
相对定位包括静态相对定位和动态相对定位，它们的区别在于定位过程中GPS接收机所处的状态。

5.2.3 GPS坐标定位作业模式

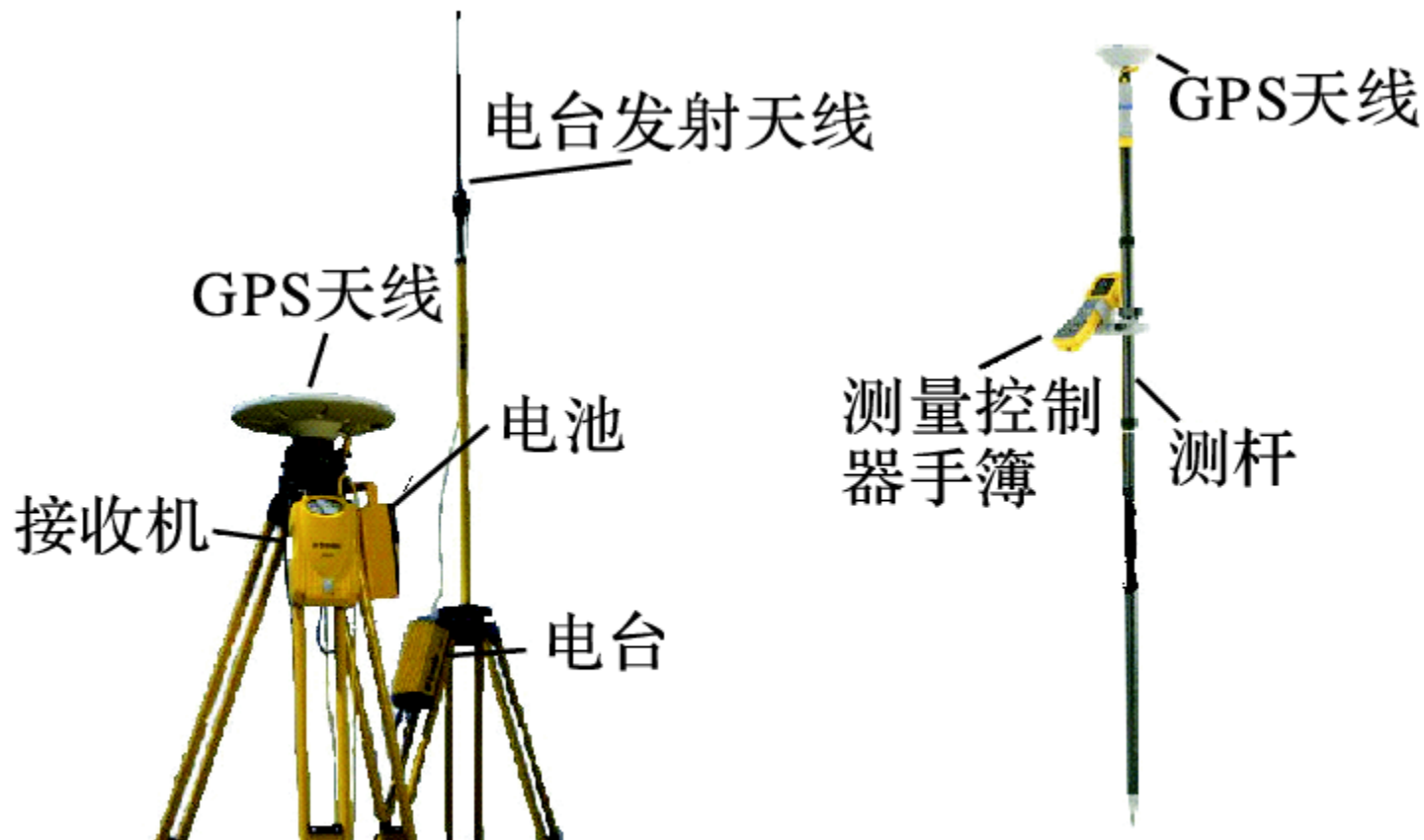
静态相对定位最基本的形式是用两台GPS信号接收机分别安置在基线的两端，固定不动，第三台GPS信号接收机安置在待定点上；同步观测相同的GPS卫星，以确定基线端点在WGS-84坐标系中的相对位置或基线向量，由于在测量过程中，通过重复观测取得了充分的观测数据，因此改善了GPS定位的精度。

动态相对定位是将一台接收机安置在基准站上固定不动，另一台安置在运动的载体上，两台接收机同步观测相同的卫星，以确定运动点相对于基准点的实时位置。在工程测量中有多种动态相对定位方法，应用较多的一种是实时动态载波相位测量**RTK**(**R**eal **T**ime **K**inematic)方法。

5.2.3 GPS坐标定位作业模式



5.2.3 GPS坐标定位作业模式



(a) 基准站部分

(b) 流动站部分

5.2.3 GPS坐标定位作业模式

3. 基于RTK技术下坐标测量

(1) RTK测量基本流程

RTK技术的关键在于数据处理技术和传输技术。RTK定位时要求基准站接收机实时地将观测数据（伪距观测值，相位观测值）及已知数据传输给流动站接收机，数据量比较大，一般要求9600的波特率，这在无线电台传输上不难实现。



测量软件界面

5.2.3 GPS坐标定位作业模式

Trimble TSC-
界面显示的几个

- ①文件：用于文件以及坐标系统的建
- ②键入：通过键盘
- ③配置：用于设置如，项目属性单位
- ④测量：用于执行
- ⑤坐标几何：用于
- ⑥仪器：用于查看



(Controller)测量软件

数据查看，数据传输

设计数据。

硬件以及软件环境。

点位校正。

些特定的测量数据。

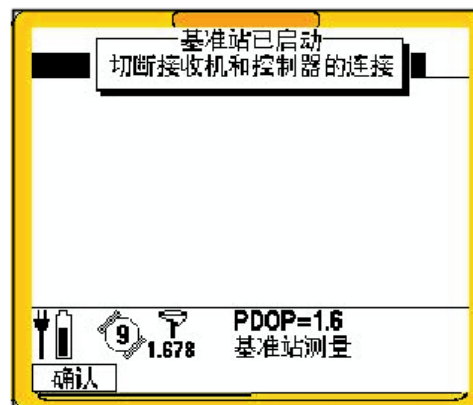
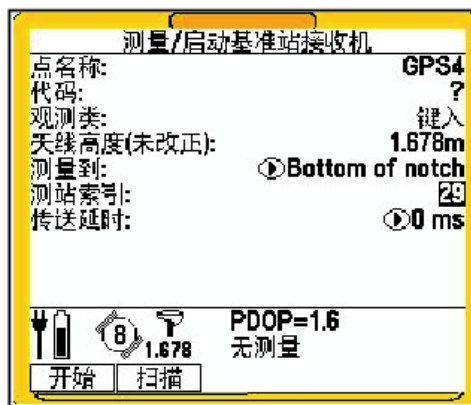
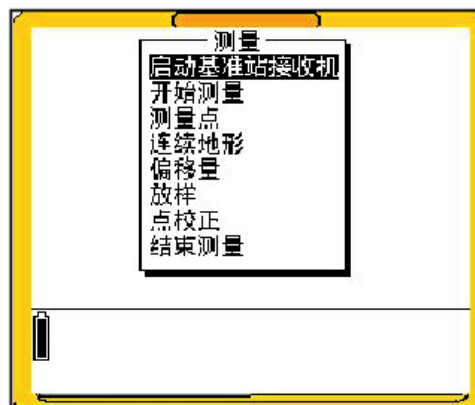
中的接收状况。

5.2.3 GPS坐标定位作业模式

(2) RTK测量方法实施

① 基准站设置

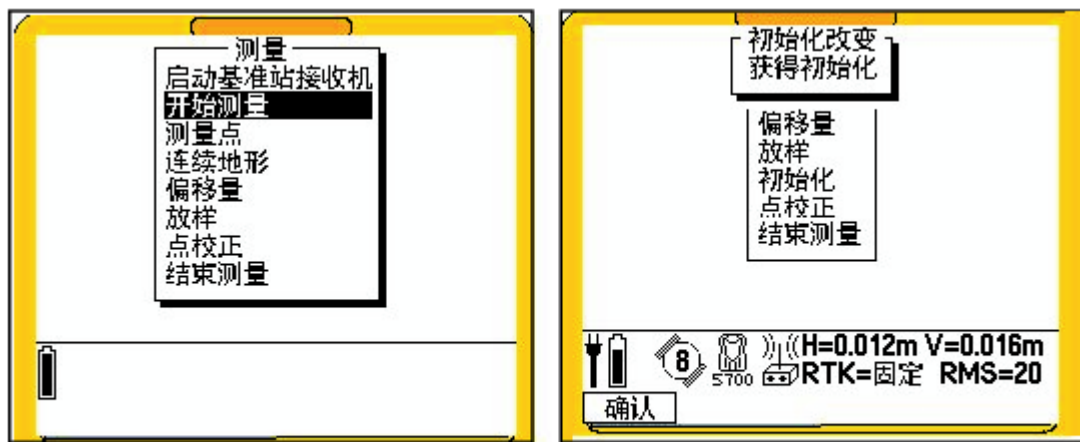
利用TSC1手簿，完成项目文件建立，包括名称、投影基准、控制点录入、参数转换等设置后，就可以选择测量。为了建立基准站和流动站数据链的连接，首先要启动基准站，如图所示。



5.2.3 GPS坐标定位作业模式

② 流动站测量

如图(a)所示，选择开始测量、测量点或连续地形均可。当出现图(b)界面提示时，就可以进行采点存坐标的工作。



仪器进行初始化，也就是进行整周模糊度的固定，需要约1min时间。初始化完成后，控制器提示“初始化完成”，此时，可以进行RTK测量。如图所示，在状态框中，显示水平精度H和垂直精度V。

5.2.3 GPS坐标定位作业模式

a. 单点测量

输入：点名称（图中DTN2），代码（0），天线高度（5700流动站是固定高2.000m），测量到规定的天线位置。当内符合精度（图中H、V显示值）满足限差要求（限差可在选项中设置）时，左下角显示“贮存”字样就可以存储数据。

b. 连续地形测量

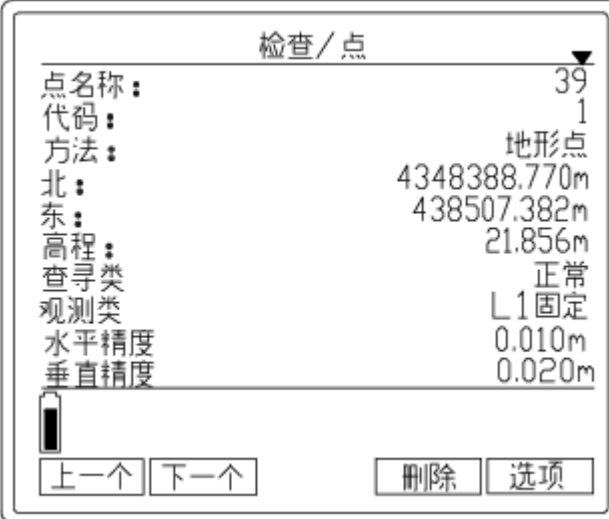
Trimble-5700 RTK提供连续地形测量功能，用户可以事先定义固定时间间隔或距离间隔，接收机就可连续地采集数据，并且自动记录数据。



5.2.3 GPS坐标定位作业模式

c. 测量数据实时查询

在图中的文件菜单里选择“当前任务”，就可以得到下图测量数据查询界面，包括点号、坐标及精度等信息。



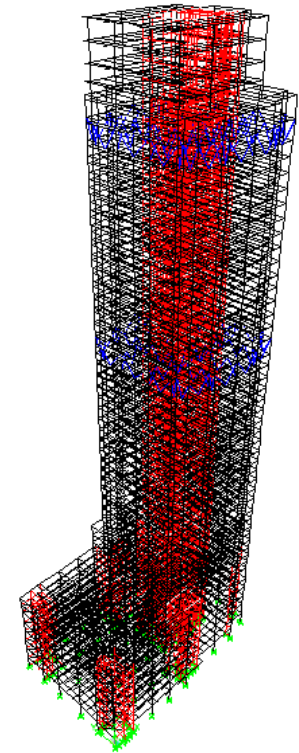
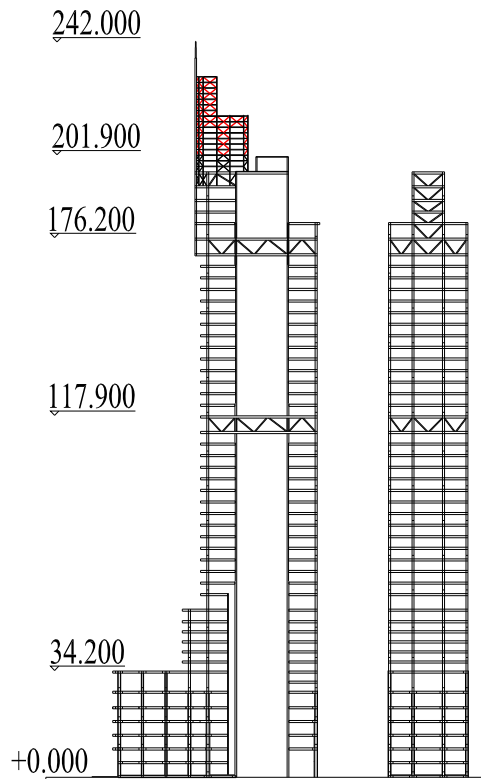
The screenshot shows a software window titled "检查/点" (Check/Point). It displays the following data for a selected point:

点名称:	39
代码:	1
方法:	地形点
北:	4348388.770m
东:	438507.382m
高程:	21.856m
查寻类:	正常
观测类:	L1固定
水平精度:	0.010m
垂直精度:	0.020m

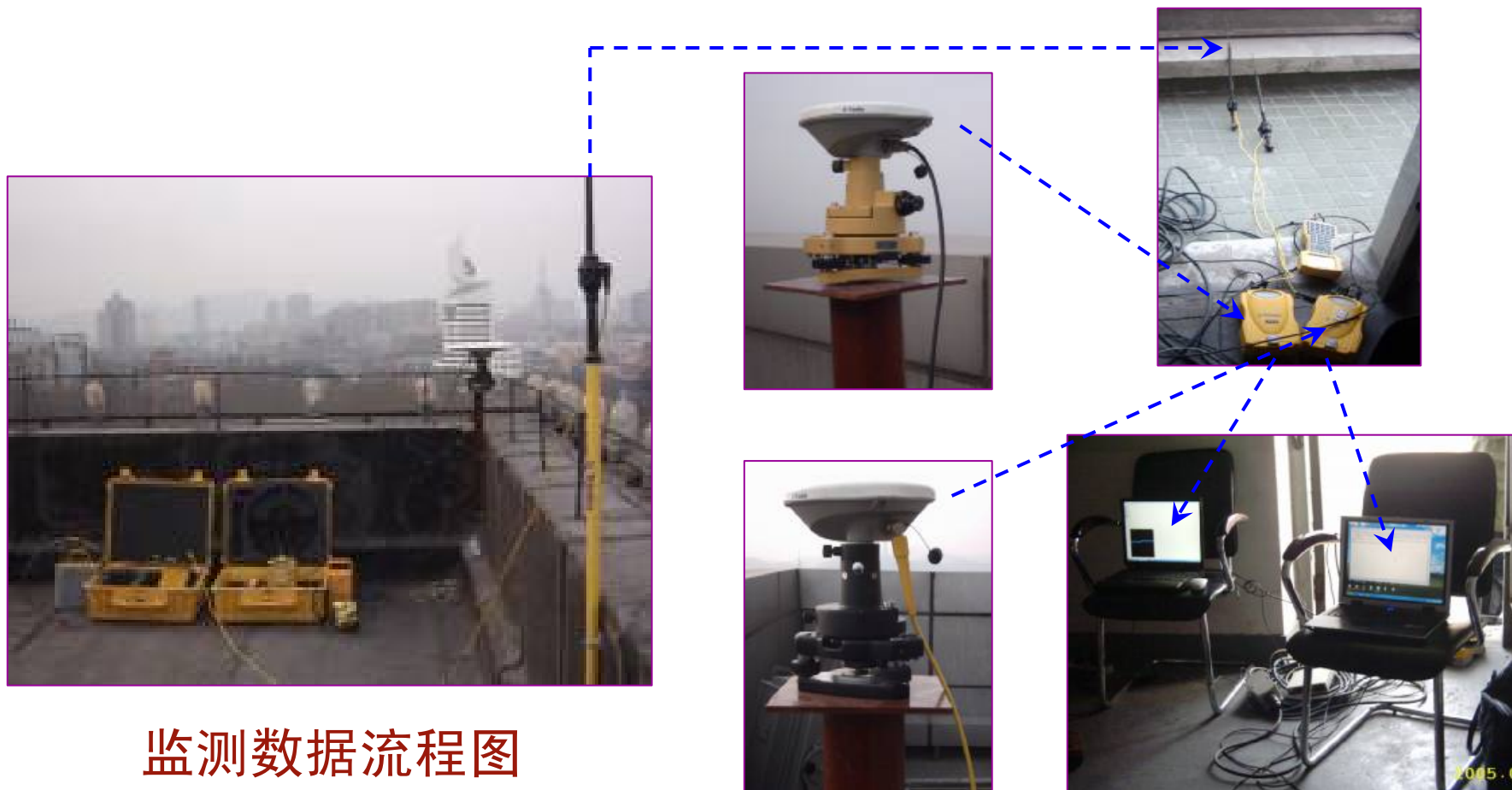
At the bottom of the window, there is a battery level indicator and four buttons: "上一个" (Previous), "下一个" (Next), "删除" (Delete), and "选项" (Options).

测量坐标数据查询

5.2.3 GPS坐标定位作业模式



5.2.3 GPS坐标定位作业模式



第五章 坐标测量

1

全站仪坐标测量

全站仪简介

全站仪坐标的测量方法

2

GPS坐标测量

GPS简介

GPS定位技术基本原理

GPS坐标定位作业模式

3

不同基准下坐标的转换

5.3 不同基准下坐标的转换

1. 54北京坐标

54北京坐标系采用克拉索夫椭球，并与前苏联1942年普尔科沃坐标系进行了联测，高程基准采用1956年青岛验潮站求出的平均海平面，通过计算所建立的坐标系。

2. 80国家大地坐标系（80西安坐标系）

坐标原点在陕西泾阳县永乐镇，三轴具体定义是：

Z轴： 平行于由地球地心指向地极原点的方向。

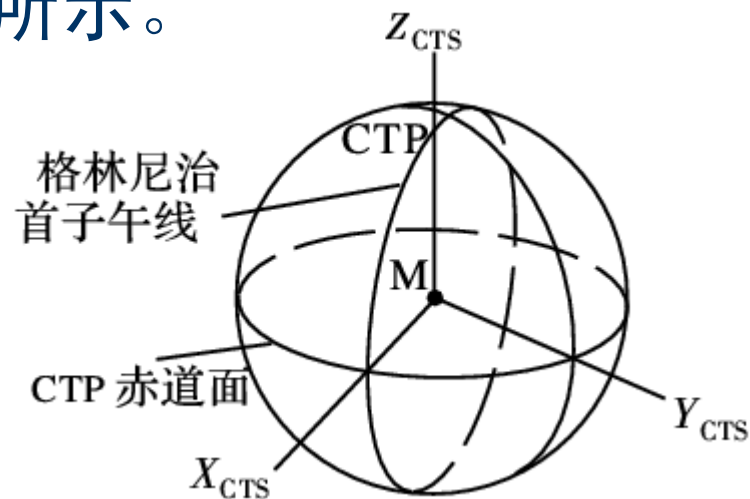
X轴： 在大地起始子午面内与Z轴垂直指向经度零方向，X、Y、Z轴构成右手坐标系。

对应的椭球参数为1975年IUGG第16届大会推荐的数值。高程基准则与54北京坐标系相同。

5.3 不同基准下坐标的转换

3. WGS-84大地坐标系

WGS-84大地坐标系即1984年世界协议大地坐标系，几何定义为，原点位于地球质心， Z_{CTS} (Conventional Terrestrial System, 即CTS)轴指向国际时空局BIH于1984年定义的协议地球极CTP (Conventional Terrestrial Pole)方向， X_{CTS} 轴指向BIH1984零子午面和CTP赤道的交点， Y_{CTS} 轴按构成右手坐标系取向，如图所示。



5.3 不同基准下坐标的转换

地球椭球和参考椭球的基本几何参数

参数名称	地球椭球	参考椭球	
	WGS-84	80西安坐标系	54北京坐标系
长半轴a/ m	6 378 137	6 378 140	6 378 245
短半轴b/m	6 356 752.314 2	6 356 755.288 2	6 863.018 8
扁率 α	1/298.257223563	1/298.257	1/298.3
第一偏心率平方 e^2	0.00669437999013	0.00669438499959	0.006693421622966
第二偏心率平方 e'^2	0.006739496742227	0.00673950181947	0.006738525414683

5.3 不同基准下坐标的转换

4. 地方独立坐标系

地方独立坐标系，即根据地区或工程实际需要选定的坐标系，它与前述三种坐标系应能实现转换，即求出转换系数，可以利用已知重合点的对应坐标量按三参数（2个平移变量、1个旋转变量）或七参数（3个平移变量、3个旋转变、1个尺度系数）求解。

式(5-14)反映的是54坐标系统和地方独立坐标系转换关系，其中R为转换参数矩阵。

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix}_{54} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{pmatrix}_{54} + R \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (5-14)$$

5.3 不同基准下坐标的转换

对于转换精度要求不高的点如小比例尺地形图，也可以用近似拟合的公式推算相互间的转换，式(5-15)即为某地区80西安坐标系（80国家大地坐标系）和54北京坐标系的仿射变换拟合式。

$$\begin{cases} X_{\text{西安}} = -76.913 + 1.000\ 007\ 795\ 729\ 7 X_{\text{北京}} - 0.000\ 004\ 374\ 488 Y_{\text{北京}} \\ Y_{\text{西安}} = -39.829 + 1.000\ 007\ 795\ 729\ 7 Y_{\text{北京}} - 0.000\ 004\ 374\ 488 X_{\text{北京}} \end{cases} \quad (5-15)$$

对于同一个点，根据需要可能以地理坐标(B,L)或高斯平面坐标(X,Y)表达，而原始的数据表达方式则可能相反，因此需要在(B,L)和(X,Y)两种坐标表达方式下建立解析关系式并进行换算，以满足不同工程用图的目的。