

《GPS原理及应用》

第五章 GPS控制网的设计与外业工作

长安大学地质工程与测绘学院

张双成

shuangcheng369@chd.edu.cn

GPS定位测量的高精度、高效率和低成本是以测前科学的**技术设计**和测后精确可靠的**数据处理**为基础的。

GPS测量的技术设计是按照GPS测量规范要求，兼顾精度、可靠性、经济性等指标，在测量前制订严格、科学、切实可行的布网及观测方案。

GPS设计与施测的依据主要是**测量任务书**和**GPS测量规范**。由于GPS测量技术属一门新型的正在发展的技术方法，因此，规范中某些条款在执行过程中可以商榷。但是，GPS测量规范仍旧是我们进行GPS测量的**主要技术标准**，应按照GPS测量规范的统一标准，进行**GPS网的设计和制定外业工作方案**。

本章着重介绍**GPS控制网的设计理论与方法**，以及**外业测量工作的实施**。

本章主要内容

第一节 概述

第二节 GPS测量规范

第三节 GPS网的布设

第四节 GPS控制测量的外业工作

第五节 GPS基线向量的解算

第六节 GPS基线向量网平差

第七节 GPS观测成果检验与技术总结

第四节 GPS控制测量的外业工作

- 选点与埋设标志
- GPS接收机的检验
- GPS卫星预报与观测调度计划
- GPS外业观测

1、选点与埋设标志

进行GPS控制测量，首先应在野外进行控制点的选设，即选点与埋设。由于GPS观测是通过接收天空卫星信号实现定位测量，一般不要求观测站之间相互通视。

而且，由于GPS观测精度主要受天空的观测卫星的几何状况的影响，与地面点构成的几何状况无关。因此，网的图形选择也较灵活。所以，选点工作较常规控制测量简单方便。

GPS选点工作中的注意事项

- 点位应紧扣测量目的布设
- 应考虑便于其他测量手段联测和扩展，通常最好能与相邻一至二个点通视
- 点应选在交通方便、便于到达的地方，便于安置接收设备。视野开阔，视场内周围障碍物的高度角一般应小于 15°
- 点位应远离大功率无线电发射源和高压输电线，以避免周围磁场对GPS信号的干扰
- 点位附近不应有对电磁波反射强烈的物体，例如：大面积水域、镜面建筑物等，以减弱多路径效应的影响
- 点位应选在地面基础坚固的地方，以便于保存
- 点位选定后，均应按规定绘制点之记，其主要内容应包括：点位及点位略图，点位交通情况以及选点情况等

类 别	形 式	适用级别
基岩标石	基岩天线墩	A
基本标石	基岩标石	A或B
	一般基岩标石	
	土层天线墩	
	岩层天线墩	
	岩层基本标石	
普通标石	冻土基本标石	B~E
	沙丘基本标石	
	一般标石	
	岩层标石	
	建筑物上标石	

➤全部选点工作结束后，还应绘制GPS网选点图，并编写选点工作总结。

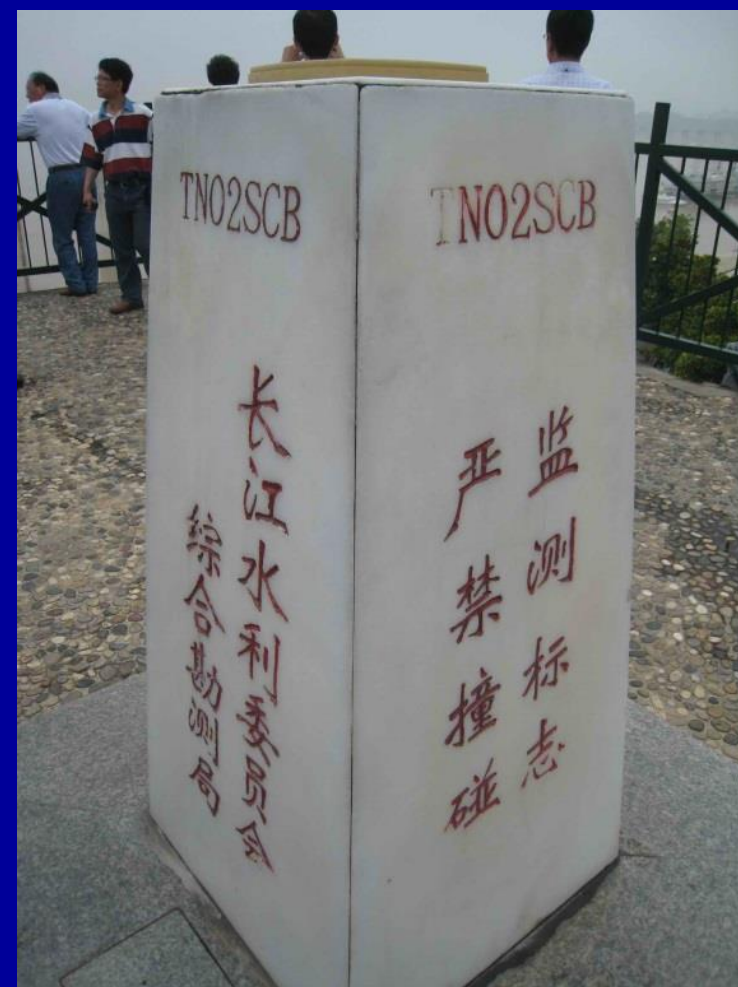
➤为了GPS控制测量成果的长期利用，GPS控制点一般应设置具有中心标志的标石，以精确标示点位，点位标石和标志必须稳定、坚固，以便点位的长期保存。而对于各种变形监测网，则更应该建立便于长期保存的标志。为了提高GPS测量的精度，可埋设带有强制归心装置的观测墩。

强制归心装置

(强制对中装置)



带有强制归心装置的观测墩



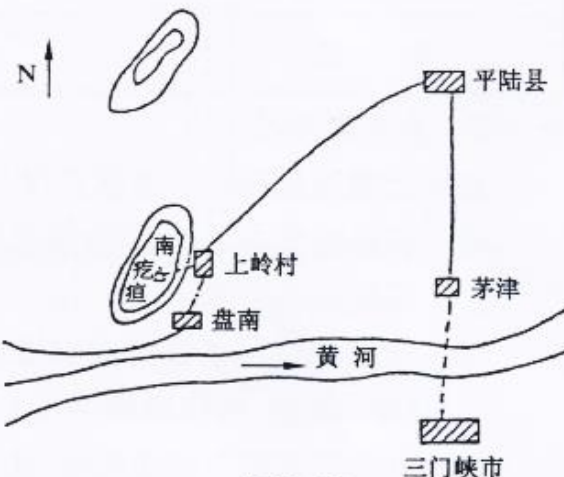
GPS点之记1

表 B. 1 点之记

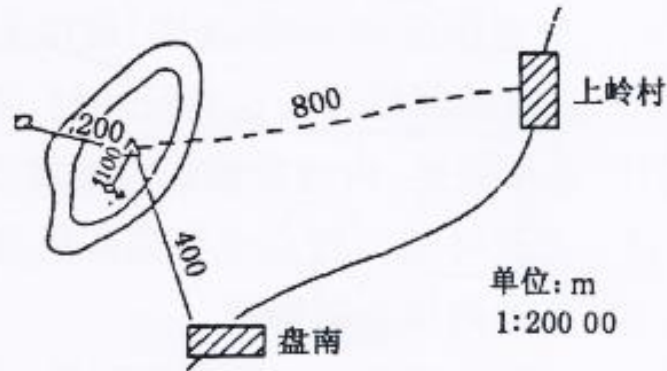
网区:平陆区

所在图幅:I49E008013

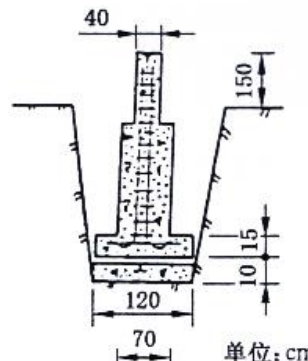
点号:C002

点名	南疙疸	级别	B	概略位置	$B=34^{\circ}50'$ $L=111^{\circ}10'$ $H=484$ m		
所在地	山西省平陆县城关镇上岭村			最近住所及距离	平陆县城区招待所,距点位 8 km		
地类	山地	土质	黄土	冻土深度		解冻深度	
最近电信设施		平陆县城邮电局		供电情况	上岭村每天可提供交流电		
最近水源及距离		上岭村有自来水, 距点 800 m		石子来源	点位附近	沙子来源	县城建筑公司
本点交通情况 (至本点通路 与最近车站、 码头名称及 距离)		由三门峡乘车轮渡过黄河,向北约 8 km 到山西平陆县城,再由平陆县城乘车向东南约 7 km 至上岭村,再步行约 800 m 到点上。每天有两班车,两轮人力车可到达点位。		交通 路 线 图			

GPS点之记2

选 点 情 况			点 位 略 图
单位	国家测绘局第一大地测量队		
选点员	李纯	日期 2000. 6. 5	
是否需联测坐标与高程	联测高程		
联测等级与方法	二等水准测量		
起始水准点及距离	点号为Ⅱ西三 023, 距离本点 1.5 km, 联测里程大约 2 km。		

GPS点之记3

地质概要、构造背景				地形地质构造略图	
埋 石 情 况				标石断面图	接收天线计划位置
单 位	国家测绘局第一大地测量队			 单位: cm	天线可直接安置在 墩标顶面上
埋石员	张勇	日期	2000. 7. 12		
利用旧点及情况		利用原有的墩标			
保管人		陈生明			
保管人单位及职务		山西省平陆县上岭村会计			
保管人住址		山西省平陆县上岭村			
备 注					

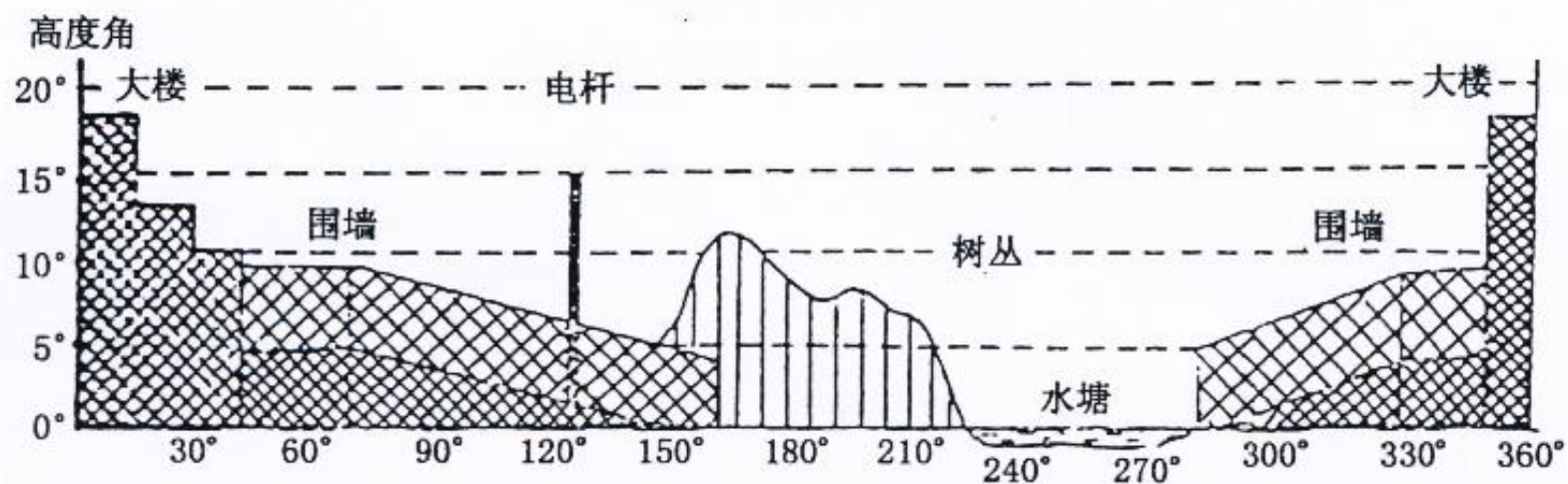
GPS点环视图

东局点环视图

(周围有高于 10° 障碍物时绘制)

网区名:陆原

图幅:H18E001003

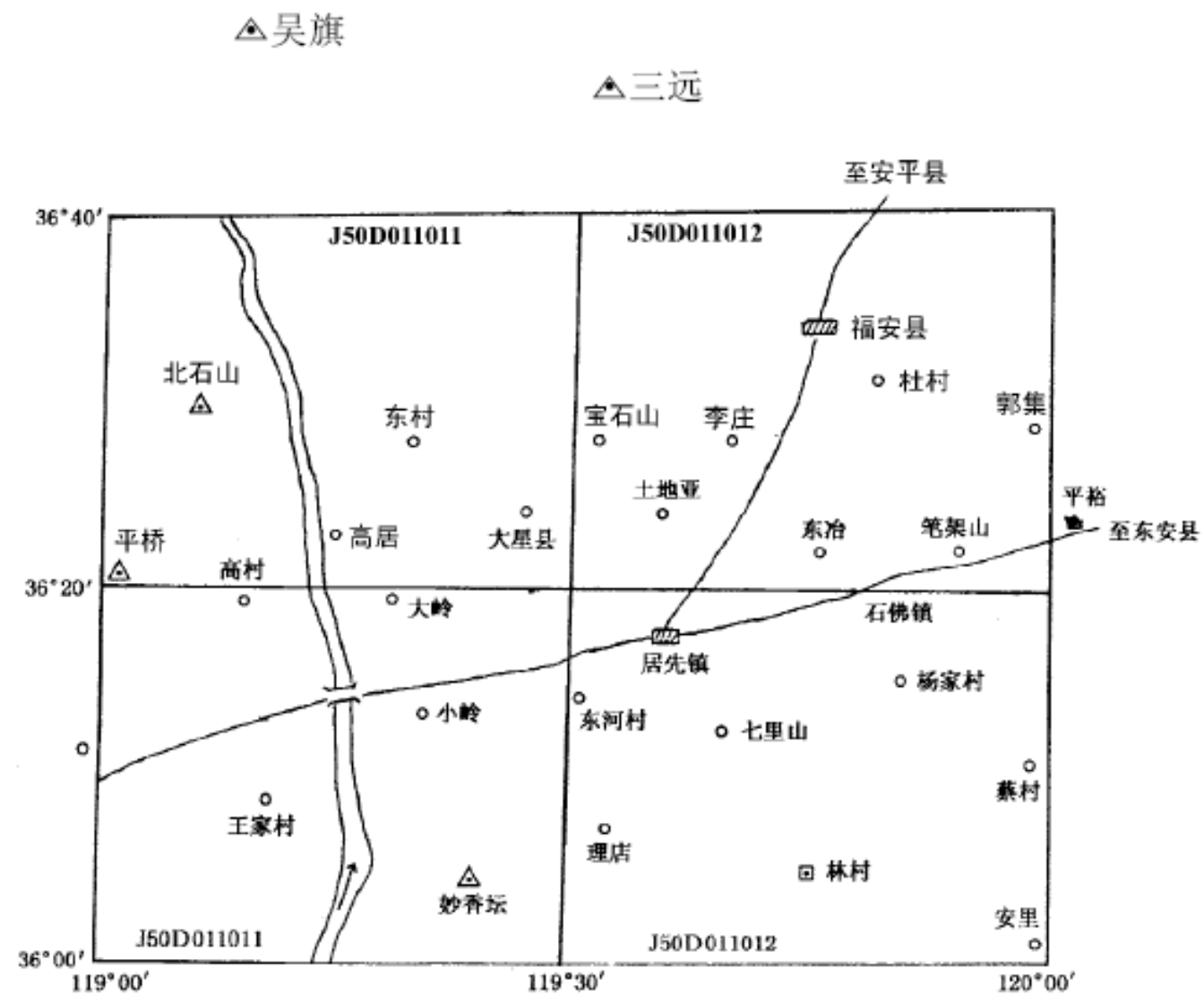


高于 10° 障碍物水平投影占总数 5%

绘制者:张承海

绘制日期:2001.3.10

顺区域 GPS 网选点图



图例

- GPS 控制网点
- ▲ 与国家三角网重合的GPS控制网点
- 需水准联测的GPS控制网点

比例尺: 1: 500 000

绘制者: 李 纯

检查者: 格承海

1990.7.12

GPS点 标石类型图

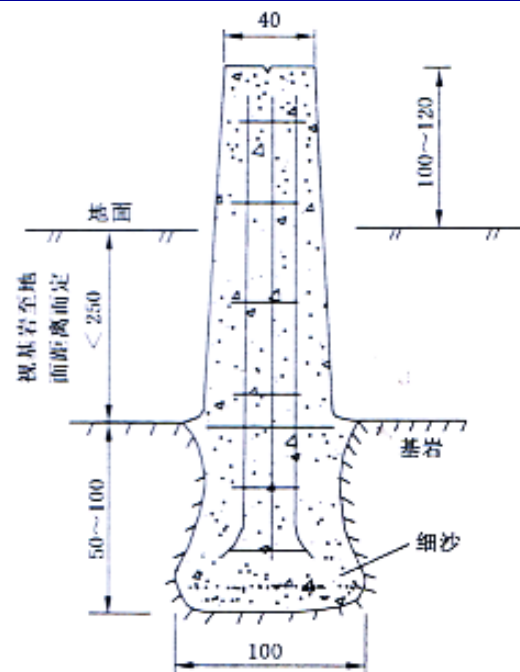


图 B.2 基岩天线墩

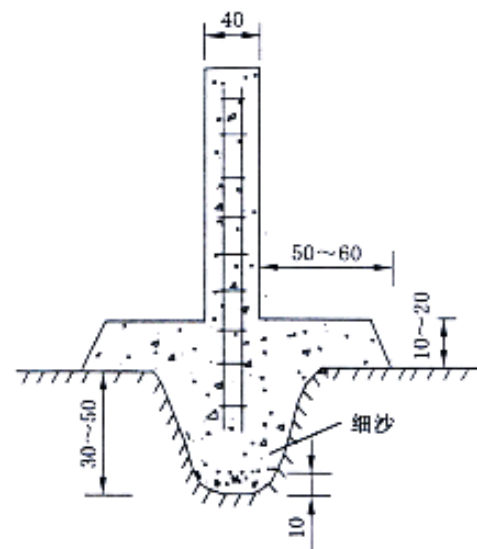


图 B.3 岩石天线墩

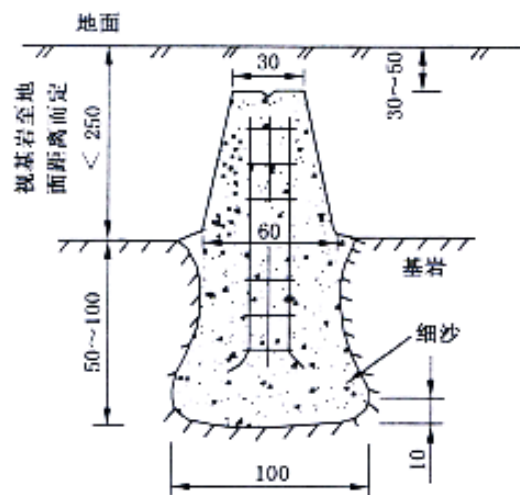


图 B.4 基岩标石

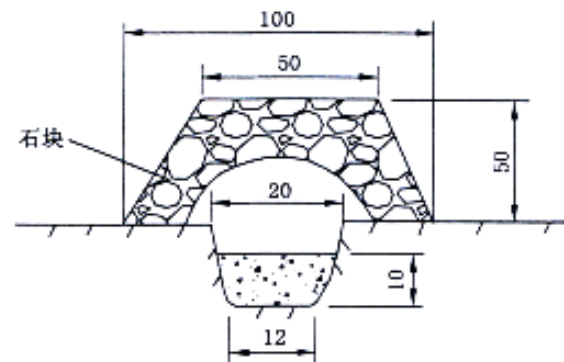


图 B.5 岩层普通标石
大型混凝土上标石

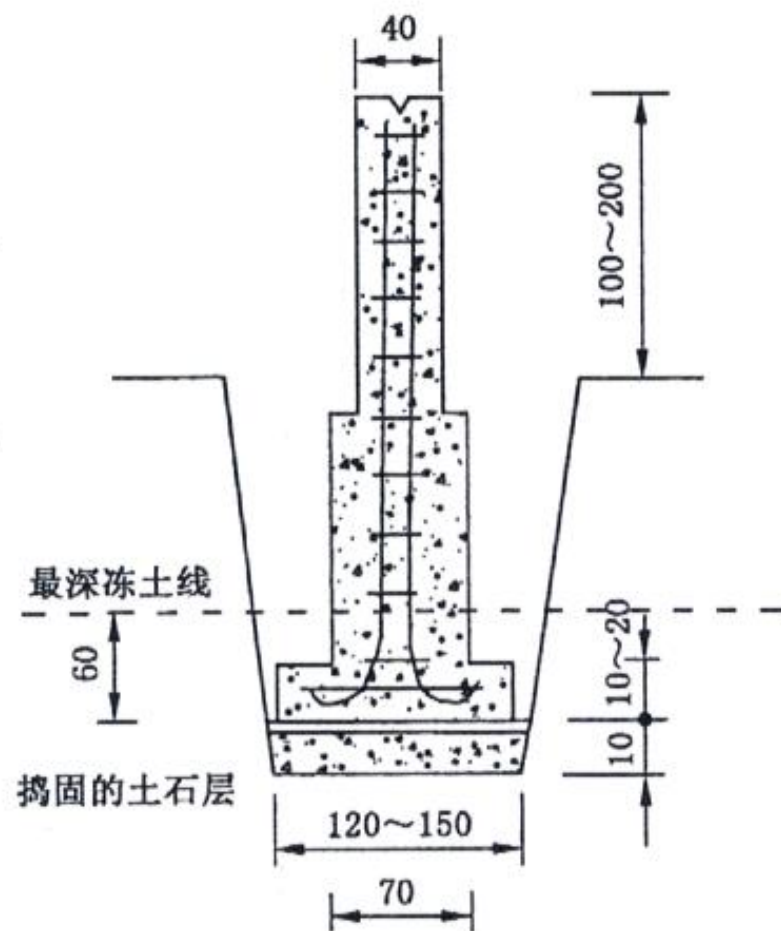


图 B.6 土层天线墩

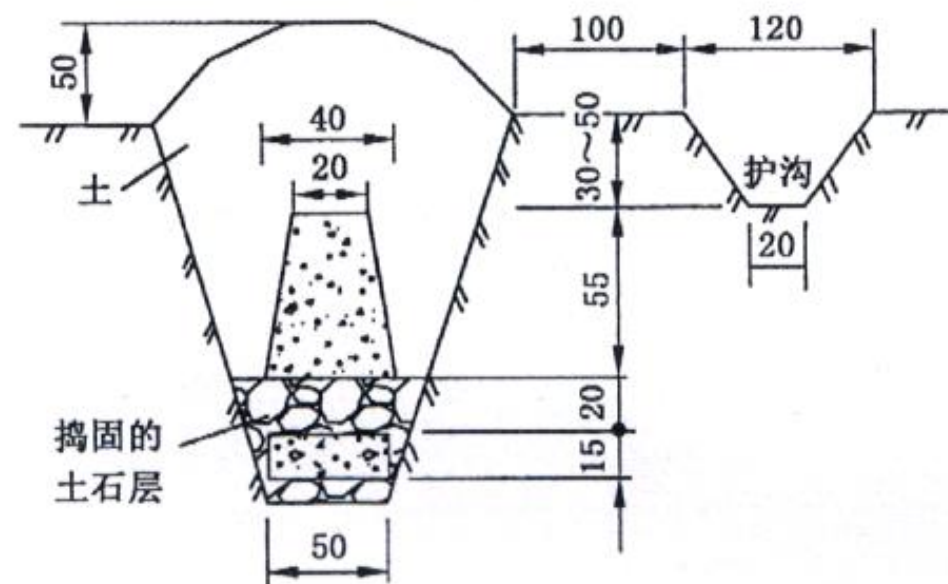


图 B.7 普通基本标石

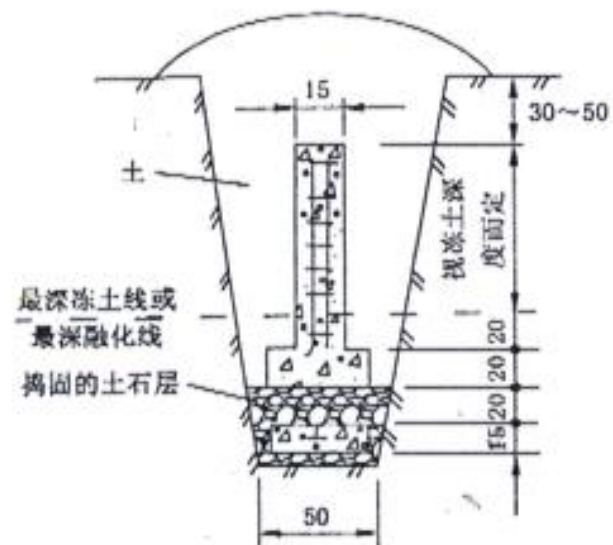


图 B.8 冻土基本标石

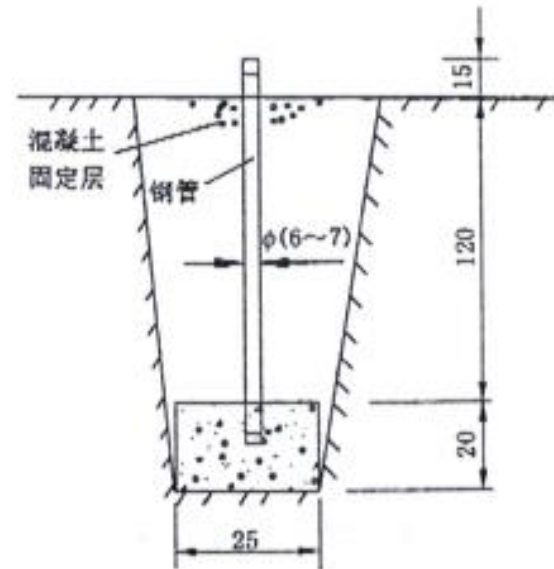


图 B.9 固定沙丘基本标石

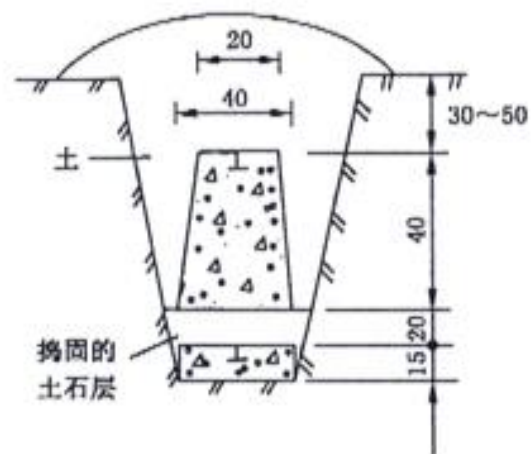


图 B.10 普通标石

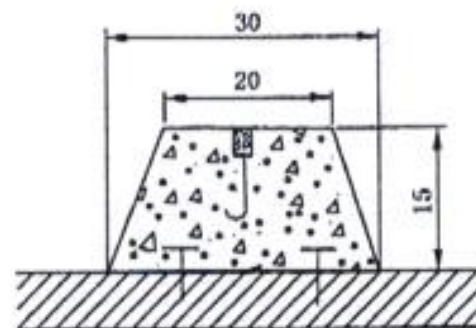


图 B.11 建筑物上标石

注 1: 本图例单位为厘米(cm);

注 2: 天线墩足筋 $\phi(12\sim20)$ mm, 裹筋 $\phi(6\sim10)$ mm.

2、GPS接收机的检验

为了保证观测的成果正确可靠，每次观测前应对GPS接收机进行一定的检验。而且每隔一段时间，特别是新购置的GPS接收机，均应对GPS接收机进行全面检定。接收机全面检定的内容主要有：

- 一般性检视
- 通电检视
- GPS接收机内部噪声水平测试
- 天线相位中心稳定性检验
- GPS接收机精度指标测试

(1) 一般性检视

➤一般性检视主要检查接收机主机和天线外观是否良好，主机和附件是否齐全、完好，紧固部件有否松动与脱落。

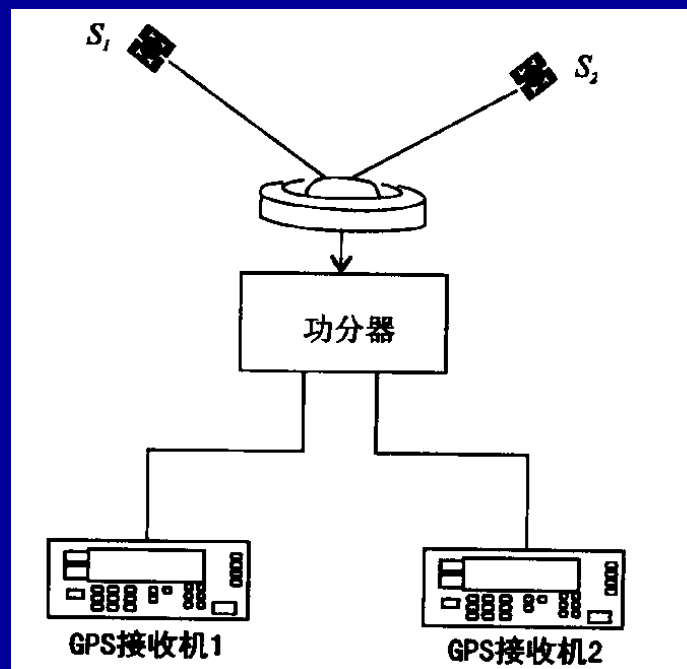
(2) 通电检视

➤通电检视主要检查GPS接收机与电源正确连通后，信号灯、按键、显示系统和仪器工作是否正常，开机后自检系统工作是否正常。自检完成后，按操作步骤进行卫星的捕获与跟踪，以检验卫星的捕获锁定卫星时间的快慢、接收信号的信噪比及信号失锁情况等。

(3) GPS接收机内部噪声水平测试

➤接收机的内部噪声，主要是由于接收机硬件不完善（如钟差、信号通道时延、延迟锁相环误差及机内噪声）所引起，测试方法有**零基线测试**和**超短基线测试**两种。

零基线测试



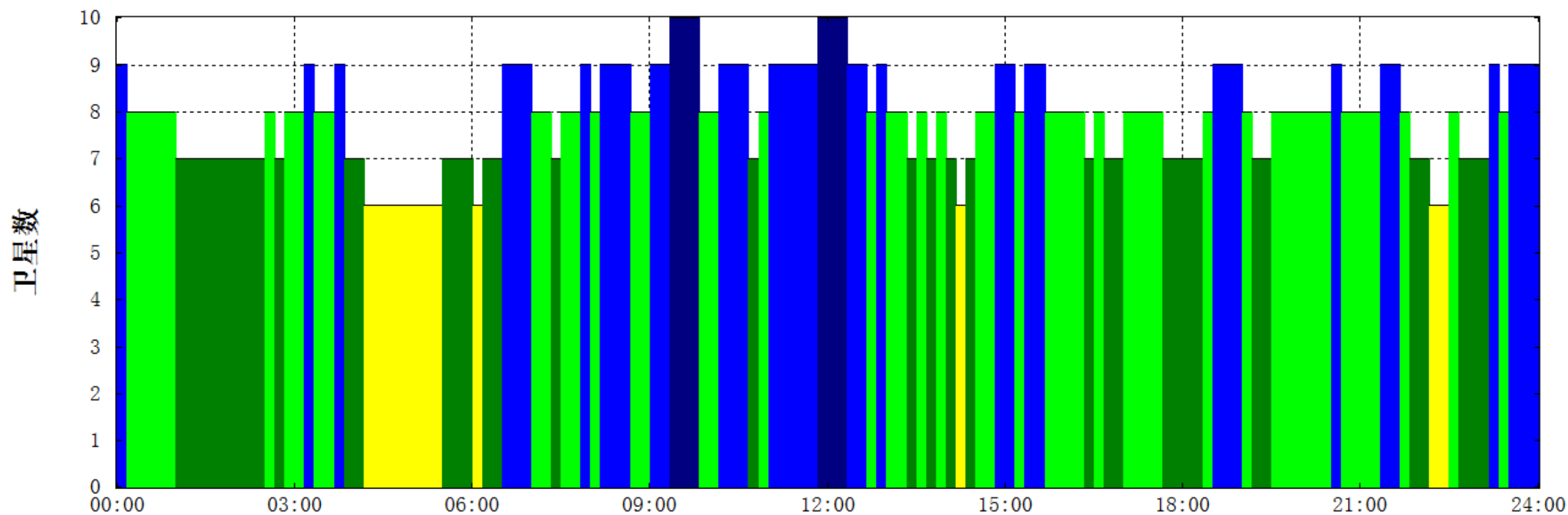
(4) GPS天线相位中心稳定性检验

(5) GPS接收机精度指标测试

3、GPS卫星预报与观测调度计划

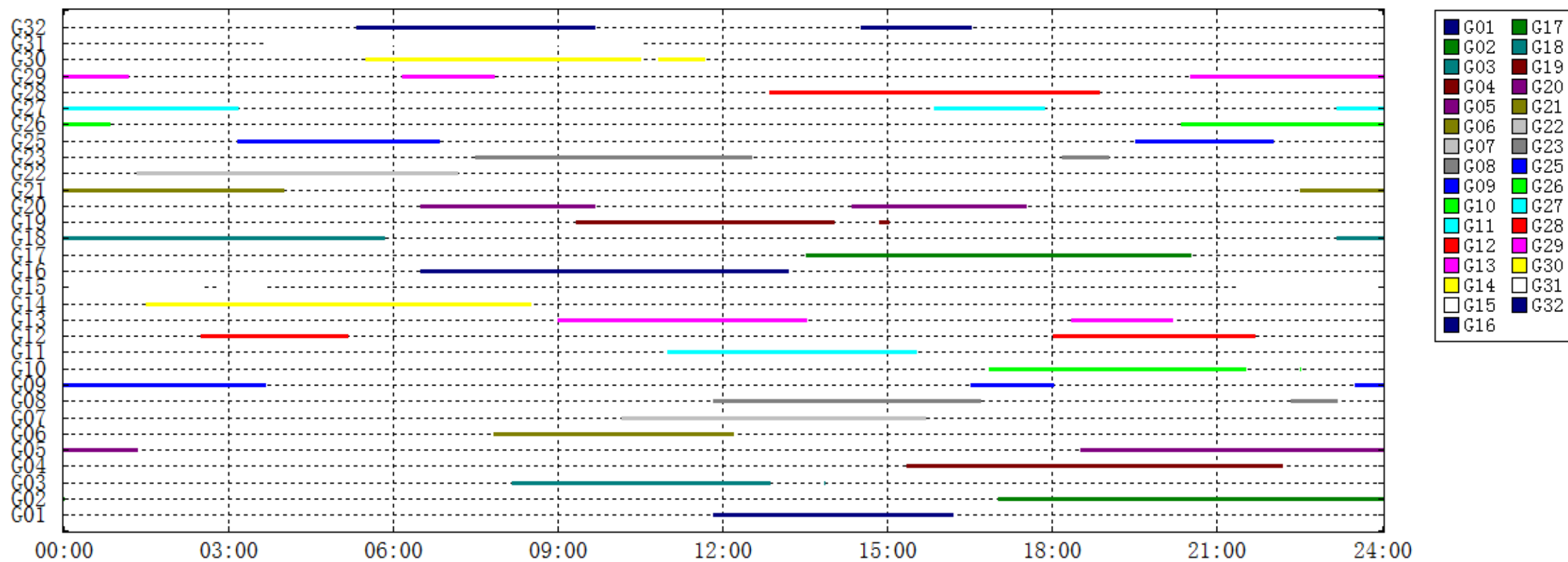
GPS野外观测工作主要是接收GPS卫星信号数据，由于GPS观测精度与所接收信号的卫星的几何分布及所观测的卫星数目密切相关。而作业的效率与所选用的接收机的数目、观测的时间、观测的顺序密切相关。

因此，在进行GPS外业观测之前要拟定观测调度计划，这对于保证观测工作的顺利完成、保障观测成果的精度及提高作业效率是极其重要的。

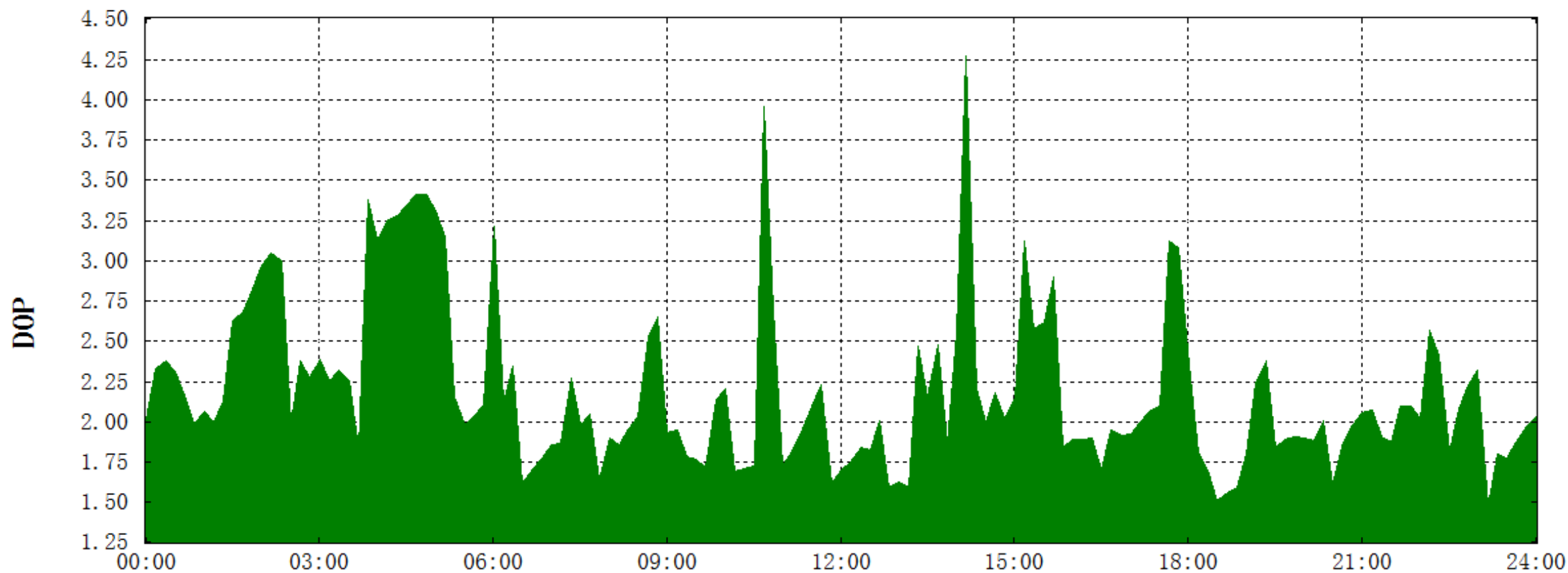


用星历预报软件预报的可视卫星数

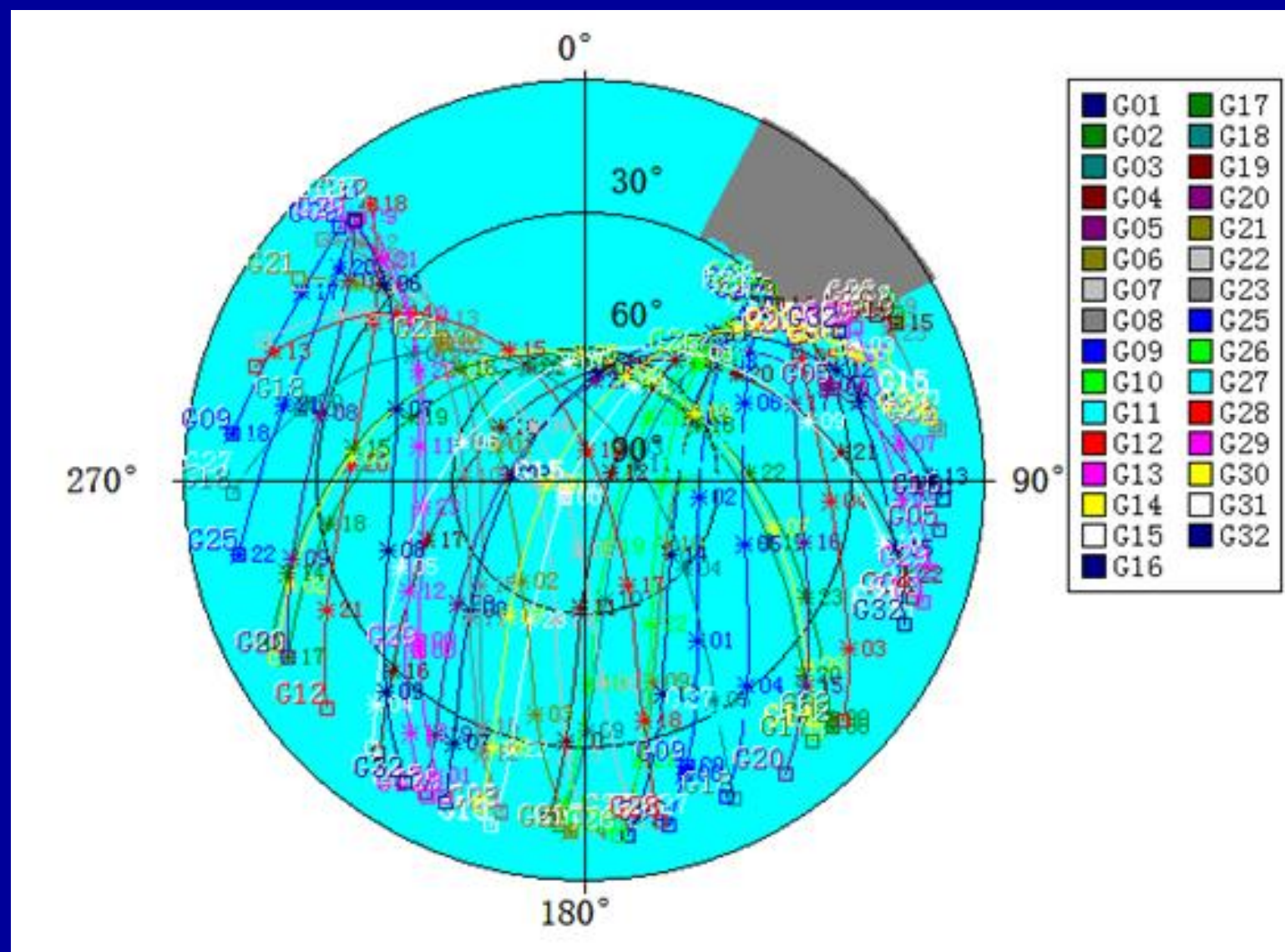
GPS 卫星



用星历预报软件预报的卫星可视性图

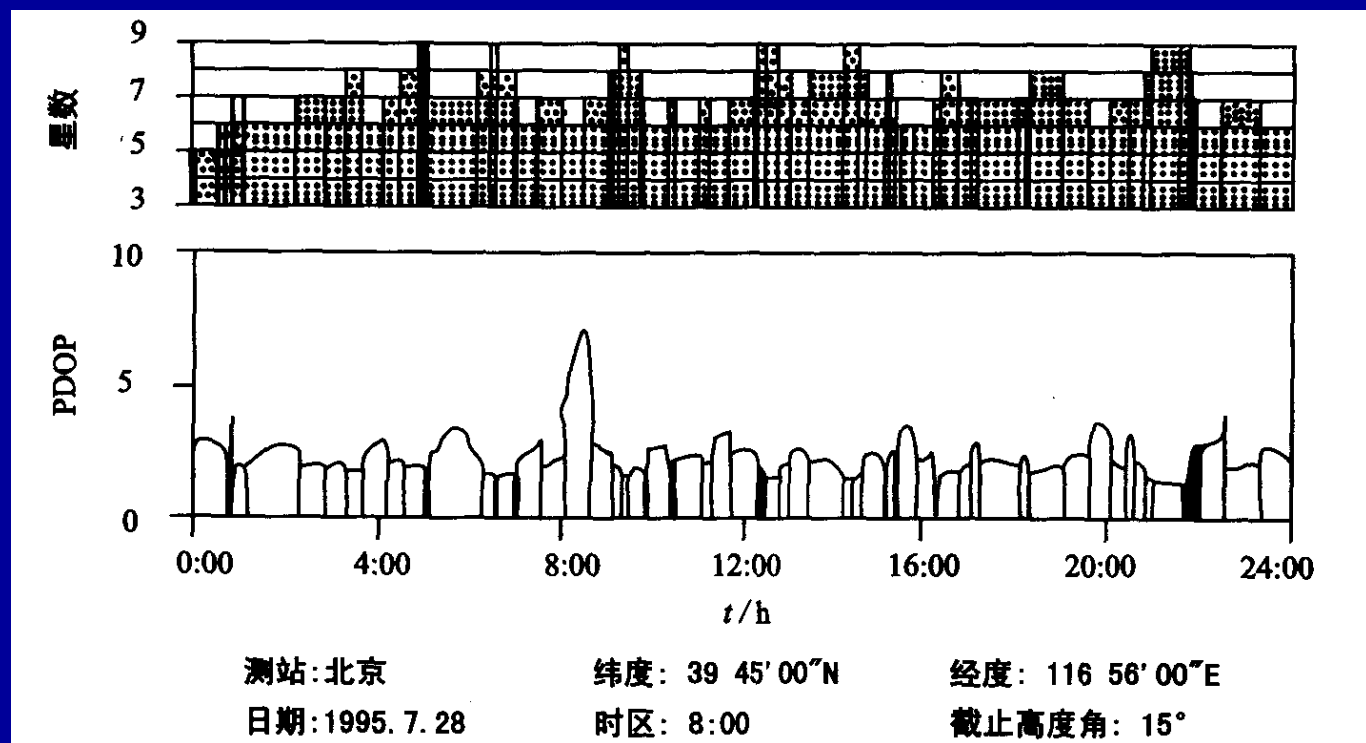


用星历预报软件预报的PDOP值



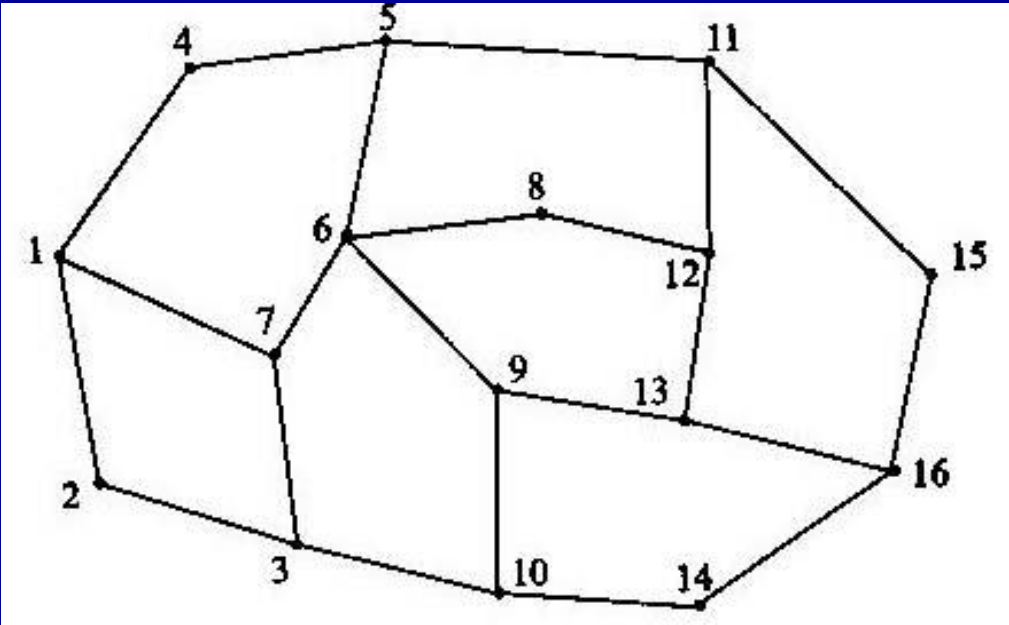
用星历预报软件预报的卫星天空分布图

制定观测计划前，首先进行可见GPS卫星预报，可利用商用软件，输入近期的概略星历(不超过30天)和测区的概略坐标及其观测时间，则可获得如下图所示的可见GPS卫星数和PDOP值变化图：



可视GPS卫星数和PDOP值变化图

最佳观测时间确定后，还应在观测之前根据GPS网的点位、交通条件编制观测调度计划，按计划对各作业组进行调度。在作业中，还可根据实际情况适当调整调度计划。



某市GPS网设计图

日期	时间及时段	接收机号		
		1	2	3
9月1日	8:30~10:00 A时段	4	1	2
	10:30~12:00 B时段	7	3	2
	2:00~3:30 C时段	7	6	1
9月2日	8:30~10:00 A时段	5	6	4
	11:00~12:30 B时段	9	6	8
	2:30~4:00 C时段	9	10	13
9月3日	9:00~10:30 A时段	3	10	14
	1:30~3:00 B时段	16	15	14
	4:00~5:30 C时段	16	12	13
9月4日	8:30~10:00 A时段	11	12	8
	1:00~2:30 B时段	11	15	5
	3:30~5:00 C时段			

4、GPS外业观测工作

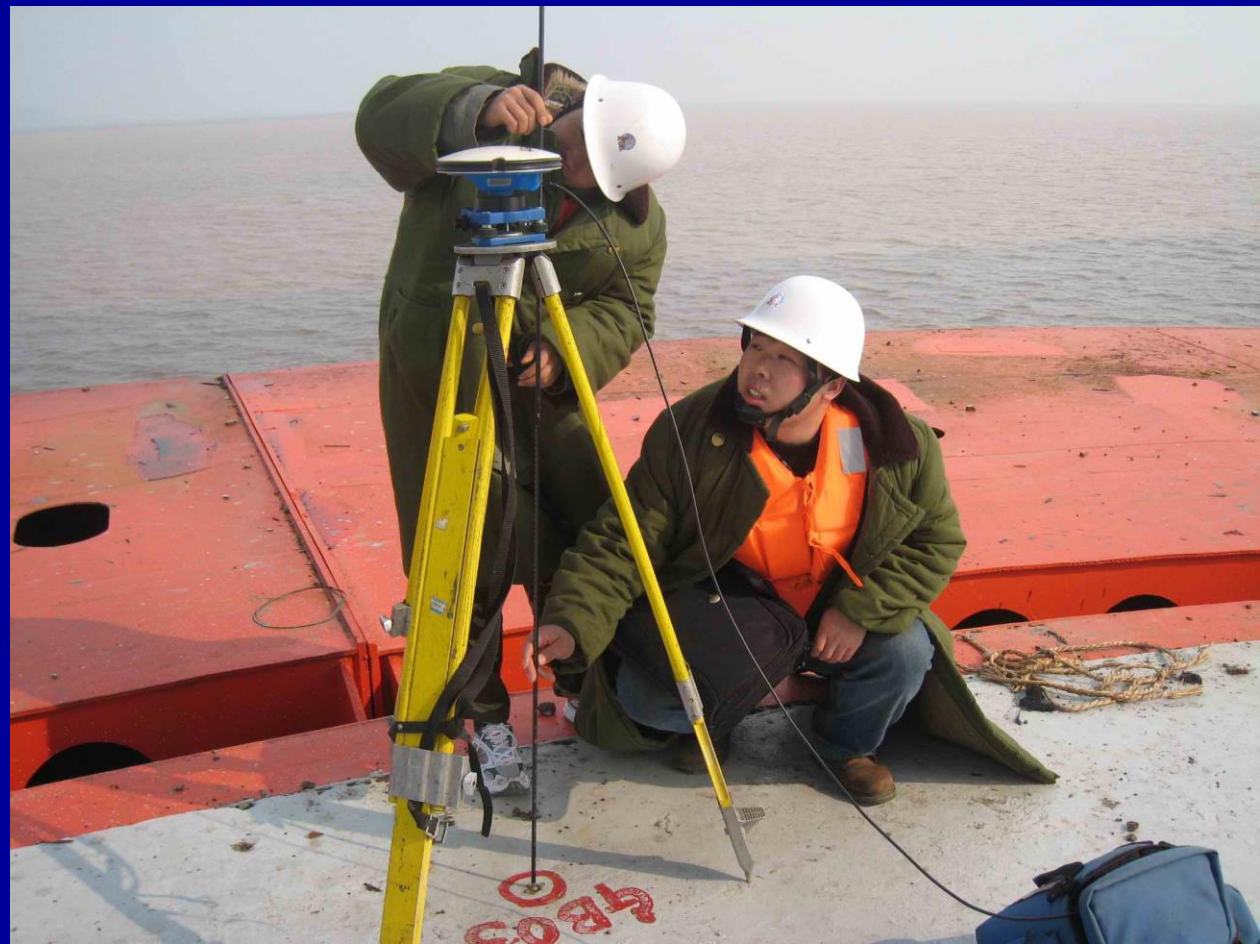
- 天线安置
- 观测作业
- 观测记录

(1) GPS天线安置

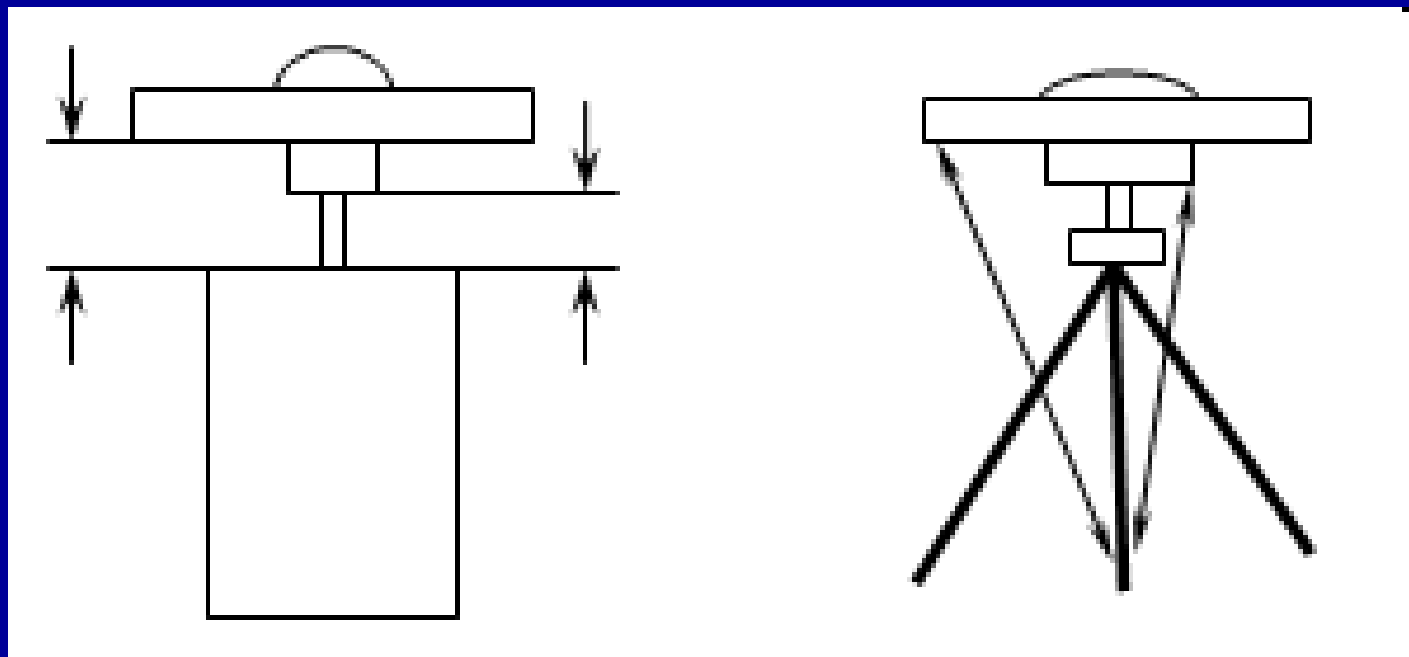
- 天线精确安置是实现精确定位的重要条件之一，因此要求天线应尽量利用三脚架安置在标志中心的垂线方向上直接对中观测。一般最好不要进行偏心观测。对于有观测墩的强制对中点，应将天线直接强制对中到中心。
- 对天线进行整平，使基座上的圆水准气泡居中。天线定向标志线指向正北。定向误差不大于 $\pm 5^\circ$ 。

- 天线安置后，应在各观测时段前后，各量测天线高一次。两次测量结果之差不应超过3mm，并取其平均值。
- 天线高指的是天线相位中心至地面标志中心之间的垂直距离。而天线相位中心至天线底面之间的距离在天线内部无法直接测定，由于其是一个固定常数，通常是由厂家直接给出，天线底面至地面标志中心的高度可直接测定，两部分之和为天线高。
- 对于有觇标、钢标的标志点，安置天线时应将觇标顶部拆除，以防止对GPS信号的遮挡，也可采用偏心观测，归心元素应精确测定。

天线高量测



天线高量测



天线高的量取应分别从三个方向进行测量，然后取平均值；当量取的天线高为斜高时，应注意记录相应的天线圆盘半径！

(2) GPS观测作业

GPS定位观测主要是利用接收机跟踪接收卫星信号，储存信号数据，并通过对信号数据的处理获得定位信息。

利用GPS接收机作业的具体操作步骤和方法，随接收机的类型和作业模式不同而有所差异。总体而言，GPS接收机作业的**自动化程度很高**，随着其设备软硬件的不断改善发展，性能和自动化程度将进一步提高，需要人工干预的地方愈来愈少，**作业将变得愈来愈简单**。

(3) GPS观测记录

GPS接收机获取的卫星信号由接收机内置的存储介质记录，其中包括：载波相位观测值及相应的观测历元，伪距观测值，相应的GPS时间、GPS卫星星历及卫星钟差参数，测站信息及单点定位近似坐标值。

在观测现场，观测者还应填写观测手簿，其记录格式和内容见下表。对于测站间距离小于10km的边长，可不必记录气象元素。

为保证记录的准确性，必须在作业过程中随时填写，不得测后补记。

D. 1.2 GPS 测量手簿记录格式见图 D. 2。

[illegible]

图 D.2 GPS 测量手簿记录格式

D.1.2 GPS 测量手簿记录格式见图 D.2。

点 号		点 名		图幅编号	
观测记录员		观测日期		时段号	
接收机型号 及编号		天线类型及 其编号		存储介质类型及 编号	
原始观测数据 文件名		Rinex 格式数据 文件名		备份存储介质 类型及编号	
近似纬度	° ' " N	近似经度	° ' " E	近似高程	m
采样间隔	s	开始记录时间	h min	结束记录时间	h min
天线高测定		天线高测定方法及略图		点位略图	
测前： 测定值 _____ m 修正值 _____ m 天线高 _____ m 平均值 _____ m		测后： _____ m _____ m _____ m _____ m			

时间(UTC)	跟踪卫星数	PDOP
记事		

图 D.2 GPS 测量手簿记录格式

GPS外业观测记录的关键信息

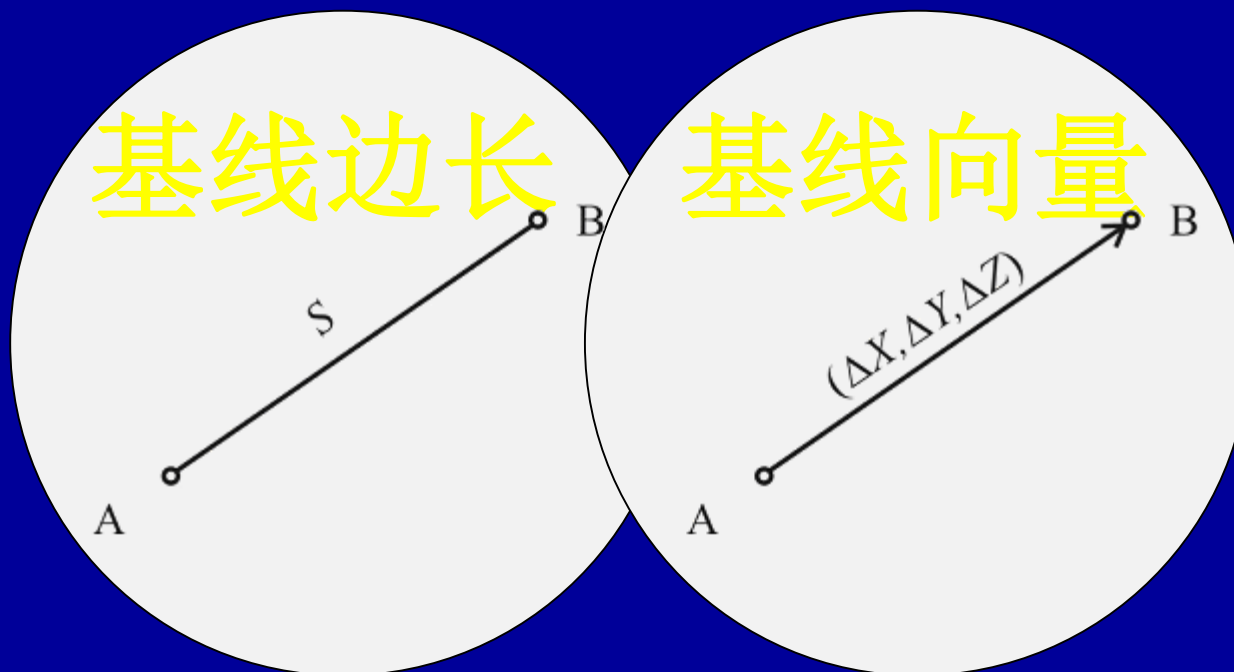
测站信息：测站名、测站号、时段号、开
关机时间、⁴采样间隔、卫星高度角、
位置、接收机即记录为一个时段，因此，在观测过程中应尽量避免关机！
仪器信息：主机型号、S/N、PN；天线型号、S/N、PN。
测站概略坐标

第五节 GPS基线向量的解算

- 基线解算的类型
- 基线解算结果的质量评定指标
- 影响GPS基线解算结果的因素及其应对方法

基线向量解

- 基线边长与基线向量



基线边长（左）与基线向量（右）

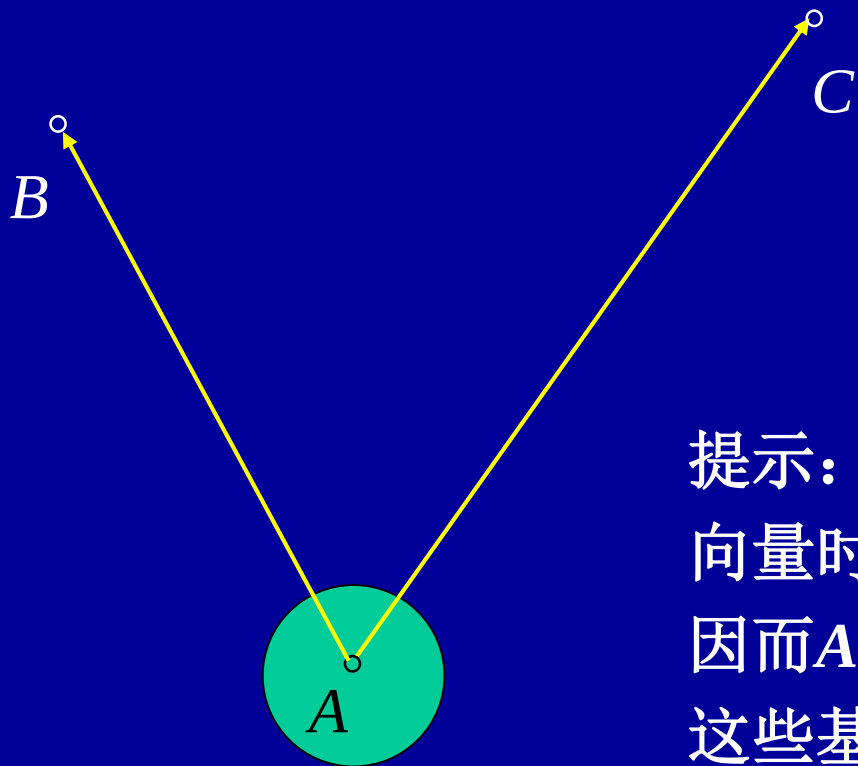
- 基线向量的表达方式

- 空间直角坐标的坐标差 $\mathbf{b}_i = [\Delta X_i \quad \Delta Y_i \quad \Delta Z_i]^T$

- 大地坐标的坐标差 $\mathbf{b}_i = [\Delta B_i \quad \Delta L_i \quad \Delta H_i]^T$

- 站心地平坐标的坐标差 $\mathbf{b}_i = [\Delta N_i \quad \Delta E_i \quad \Delta U_i]^T$

同步观测基线间的误差相关性



提示：由于在计算 AB 、 AC 两条基线向量时，均用到了A点的观测数据，因而A点观测数据中的误差将同时对这些基线产生影响。

1、基线解算的类型

—单基线解

定义：当有 T 台GPS接收机进行了一个时段的同步观测后，每两台接收机之间就可以形成一条基线向量，共有 $n=[T(T-1)/2]$ 条同步观测基线，其中最多可以选出相互独立的 $(T-1)$ 条同步观测基线，至于这 $(T-1)$ 条独立基线如何选取，只要保证所选的独立基线不构成闭和环就可以了。

—单基线解

也就是说，凡是构成了闭和环的同步基线是函数相关的，同步观测所获得的独立基线虽然不具有函数相关的特性，但它们却是误差相关的，实际上**所有的同步观测基线间都是误差相关的**。所谓单基线解算，就是在基线解算时不顾及同步观测基线间误差相关性，对每条基线单独进行解算。

特点：单基线解算的算法简单，但由于其解算结果无法反映同步基线间的误差相关的特性，不利于后面的网平差处理，一般只用在普通等级GPS网的测量中。

—多基线解

- 定义：与单基线解算不同的是，多基线解算顾及了同步观测基线间的误差相关性，在基线解算时对所有同步观测的独立基线一并解算。
- 特点：多基线解由于在基线解算时顾及了同步观测基线间的误差相关特性，因此，在理论上是严密的。

2、基线解算的基本过程

- (1) 数据传输
- (2) 数据分流
- (3) 统一数据文件格式
- (4) 卫星轨道的标准化
- (5) 探测周跳、修复载波相位观测值
- (6) 对观测值进行必要改正
- (7) 基线向量解算及结果分析

3、基线解算结果的质量评定指标

– 单位权方差因子

• 定义：

$$\hat{\sigma}_0 = \sqrt{\frac{V^T P V}{f}}$$

实质：反映观测值的质量，又称为参考方差因子。越小越好。

– RMS - 均方根误差

• 定义:

$$RMS = \sqrt{\frac{V^T V}{n}}$$

实质：表明了观测值的质量，观测值质量越好，越小，反之，观测值质量越差，则越大，它不受观测条件（观测期间卫星分布图形）的好坏的影响。

— 数据删除率

- 定义：在基线解算时，如果观测值的改正数大于某一个阈值时，则认为该观测值含有粗差，则需要将其删除。被删除观测值的数量与观测值的总数的比值，就是所谓的数据删除率。
- 实质：数据删除率从某一方面反映出了GPS原始观测值的质量。数据删除率越高，说明观测值的质量越差。

–RATIO

- 定义：RATIO值为在采用搜索算法确定整周未知数参数的整数值时，产生次最小的单位权方差与最小的单位权方差的比值。
- 实质：反映了所确定出的整周未知数参数的可靠性，这一指标取决于多种因素，既与观测值的质量有关，也与观测条件的好坏有关。

— 同步环闭合差

- 定义：同步环闭合差是由同步观测基线所组成的闭合环的闭合差。
- 实质：由于同步观测基线间具有一定的内在联系，从而使得同步环闭合差在理论上应总是为0的；如果同步环闭合差超限，则说明组成同步环的基线中至少存在一条基线向量是错误的；但反过来，如果同步环闭合差没有超限，还不能说明组成同步环的所有基线在质量上均合格。

—同步环闭合差

- 限值：同步多边形闭合环的坐标分量相对闭合差和全长闭合差应满足如下的限值

$$\left. \begin{aligned} W_x &= \sum_{i=1}^n \Delta x_i \leq \frac{1}{5} \sqrt{n} \sigma \\ W_y &= \sum_{i=1}^n \Delta y_i \leq \frac{1}{5} \sqrt{n} \sigma \\ W_z &= \sum_{i=1}^n \Delta z_i \leq \frac{1}{5} \sqrt{n} \sigma \end{aligned} \right\}$$

$$W = \sqrt{W_x^2 + W_y^2 + W_z^2} \leq \frac{\sqrt{3n}}{5} \sigma$$

— 异步环闭合差

- 定义：由独立基线所组成的闭合环称为**异步闭合环**，简称**异步环**；异步环的闭合差称为异步环闭合差。
- 实质：当异步环闭合差满足限差要求时，则表明组成异步环的基线向量的质量是合格的；**当异步环闭合差不满足限差要求时，则表明组成异步环的基线向量中至少有一条基线向量的质量不合格**，要确定出哪些基线向量的质量不合格，可以通过多个相邻的异步环或重复基线来进行。

—异步环闭合差

- 限值：由若干条独立基线边构成的异步闭合环，其闭合差应符合下式规定

$$\left. \begin{aligned} W_x &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W_y &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W_z &\leq 3\sqrt{n}\sigma \end{aligned} \right\}$$

$$W_{\text{异}} \leq 3\sqrt{3n}\sigma$$

– 重复基线较（互）差

- 定义：不同观测时段，对同一条基线的观测结果，就是所谓重复基线。这些观测结果之间的差异，就是重复基线较（互）差。
- 实质：当重复基线较（互）差满足限差要求时，则表明这些基线向量的质量是合格的；否则，则表明这些基线向量中至少有一条基线向量的质量不合格，要确定出哪些基线向量的质量不合格，可以通过多重条件进行判别。
- 限值：
$$W_{\text{互}} \leq 2\sqrt{2}\sigma$$

4、影响GPS基线解算结果的几个因素及其应对方法

—影响因素：

- 基线解算时所设定的起点坐标不准确。
- 少数卫星的观测时间太短，导致这些卫星的整周未知数无法准确确定。
- 在整个观测时段里，有个别时间段或个别卫星周跳太多，致使周跳无法完全修复。
- 在观测时段内，多路径效应比较严重，观测值的改正数普遍较大。
- 对流层折射或电离层折射影响太大。

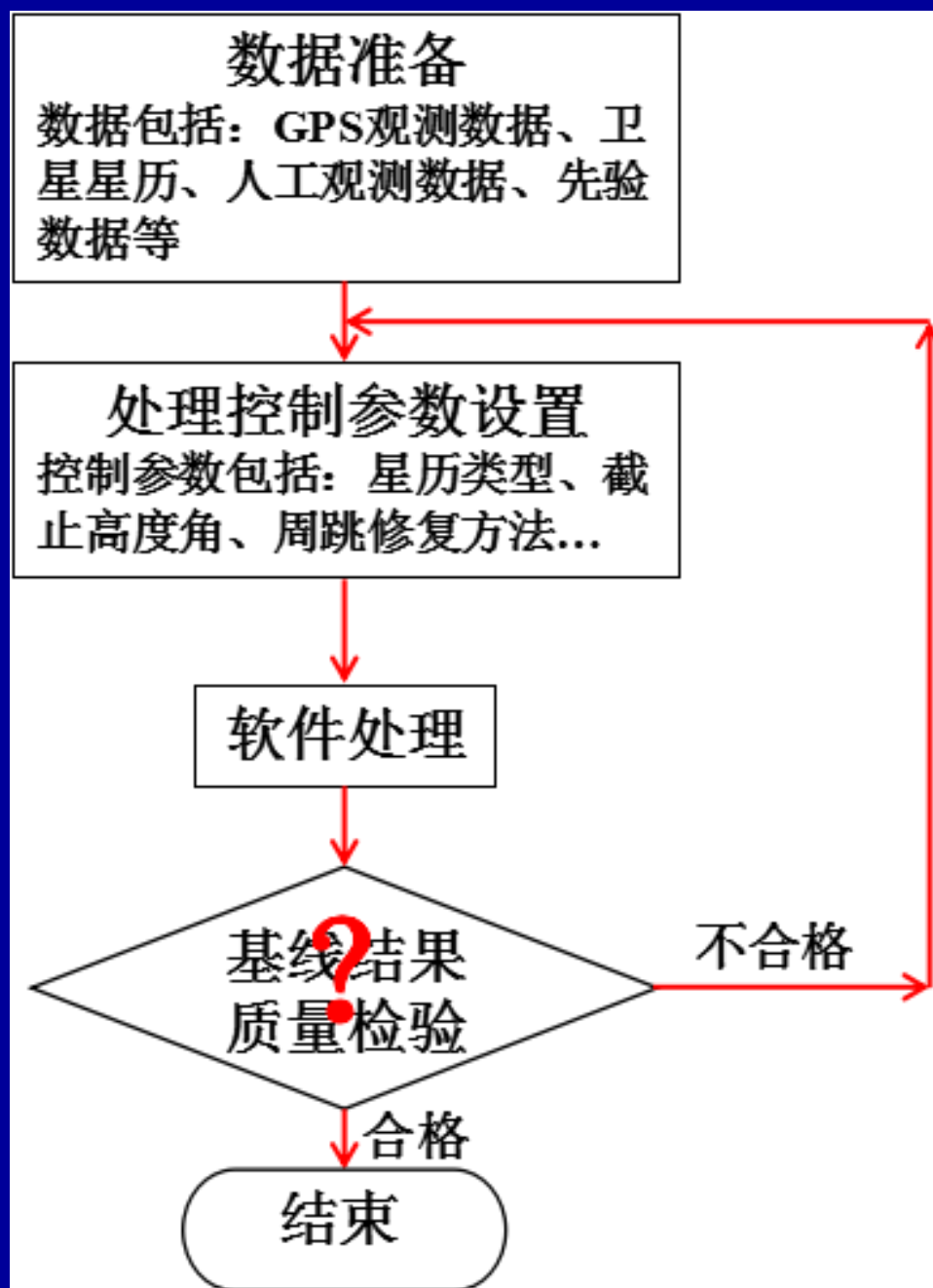
– 判别及应对方法:

- 判别: 通过卫星的可见性图和残差图来判别。
- 应对方法: 提供较准确的起点坐标、删卫星和截取时间段。

— 基线解算时常需修改的参数：

- 参与数据处理的特定时间段的观测值
- 卫星截止高度角（**Elevation Mask**）
- 观测值类型
- 星历类型（广播星历或精密星历）
- **Ratio**值限值
- 观测值编辑因子
- 电离层折射改正（模型）
- 对流层折射改正（模型）

软件操作流程图



第六节 GPS基线向量网平差

- 网平差的类型
- 无约束平差的作用
- 平差结果的质量评定

1、网平差的类型

❖ 无约束平差

定义：GPS网的无约束平差指的是在平差时不引入会造成GPS网产生由非观测量所引起的变形的外部起算数据。

常见的GPS网的无约束平差，一般是在平差时没有起算数据或没有多余的起算数据。

❖ 约束平差

定义：GPS网的约束平差指的是平差时所采用的观测值完全是GPS观测值（即GPS基线向量），而且，在平差时引入了使得GPS网产生由非观测量所引起的变形的外部起算数据。

❖ 联合平差

定义：GPS网的联合平差指的是平差时所采用的观测值除了GPS观测值以外，还采用了地面常规观测值，这些地面常规观测值包括边长、方向、角度等观测值等。

2、无约束平差的作用

- ❖ 评定GPS网的内部符合精度，发现和剔除GPS观测值中可能存在的粗差。
- ❖ 得到GPS网中各个点在WGS-84系下经过了平差处理的三维空间直角坐标。
- ❖ 为将来可能进行的高程拟合，提供经过了平差处理的大地高数据。

3、平差结果的质量评定

GPS网平差质量的评定指标：

- 相邻点距离中误差
- 相邻点的中误差和相对中误差
- 基线向量的改正数

第七节 GPS观测成果检验与技术总结

- GPS观测成果的检验
- GPS测量的技术总结与上交资料

1、GPS观测成果的检验

对于由野外测量获得GPS观测成果还应进行全面检查，发现和删除不合格成果，通过进行重测、补测，确保观测成果的质量。外业成果的检验主要内容有：

- 基线长度中误差的检验
- 基线求解时整周参数的整数性检验
- 基线观测值残差分析
- 基线浮点解与固定解之差检验
- 同步环闭合差检验
- 异步环闭合差检验
- 重复基线边较差检验

➤基线长度中误差的检验:

基线处理后基线长度中误差应在标称精度值内。对于20km以内的短基线，双差求解模型可有效地消除电离层的影响，其相应的中误差小于0.01~0.02m。若超过此项限差，基线解算成果的可信度就较差。

基线的单位权方差主要反映偶然误差，一般也应小于0.01m。

➤基线求解时整周参数的整数性检验:

对于20km以内的短基线，其求解的整周模糊度应具有良好的整数特性，若在基线平差解算中，有一两个模糊度与相近整数相差到0.15~0.20，则该成果较好，当差值超过0.30时，所求的结果往往不太可靠。此时，可采用换基准参考卫星，以及去掉周跳出现较多的某颗卫星或截去信号条件较差的一段时间的信号等措施，重新再求解基线。

➤基线观测值残差分析:

一些基线解算的软件中，通常都具有图或表的形式给出一个测段中每颗卫星与基准参考卫星之间观测值残差的功能。若每颗卫星的残差图形均在纵坐标零周附近，则该基解算较好。若某颗星的残差起伏较大，则表明该星的单差可能有问题，可考虑删去该星；若残差图中出现突然的跳跃或尖峰时，表明周跳未完全消除；若所有星的残差图形都不好，很可能是基准参考星的问题，可改用另一颗卫星作为基准参考星。

➤基线浮点解与固定解之差检验：

以平差解算的实数作为整周未知参数获得的解为浮点解(实数解)，而将实数取整后的整数作为整周未知参数获得解为固定解，两者之间的基线向量坐标应符合良好，在短基线情况下，两者的基线向量坐标差达分米级时，则处理结果可能有问题。

➤同步环闭合差检验

➤异步环闭合差检验

➤重复基线边较差检验

2、GPS测量的技术总结与上交资料

GPS控制网外业工作和数据处理工作全部结束后，应及时编写技术总结，其内容一般应包括：

- 1) 测区范围与位置，自然地理条件，气候特点，交通及经济等情况；
- 2) 任务来源，测区已有测量成果的情况，施测目的和基本精度要求；
- 3) 施测单位，施测起止时间，技术依据，作业人员情况，使用接收机类型和数量以及检验情况，观测方法，重测、补测情况，作业环境，重合点情况，工作量与工作日情况；

4) 野外数据检核情况和分析，起算数据和坐标系统，数据后处理内容、方法及软件情况，精度分析；

5) 外业观测数据质量分析与野外检核情况；

6) 方案实施与规范执行情况；

7) 工作量与定额计算；

8) 提交成果中尚存在的问题和需要说明的其它问题；

9) 上交资料清单；

10) 各种附表与附图。

GPS测量任务完成后，应提交下列资料：

- (1) 测量任务书；
- (2) 技术设计书；
- (3) 新设或重建的GPS点的点之记和测量标志委托保管书；
- (4) 外业观测记录(含软盘)、测量手簿及其它记录资料；
- (5) GPS控制网图；
- (6) 数据处理中生成的文件、资料的和成果表；
- (7) GPS接收机设备的检验资料；
- (8) 技术总结报告；
- (9) 成果验收报告。

本章结束，谢谢！

第5章 课后作业

(1周时间内完成)

➤教材P173:

1, 2, 3, 4, 5, 6