

# 第一篇

## 最新测绘技术标准 与政策法规



# 第一章 最新测绘技术标准

## 大地天文测量规范

GB/T 17943 – 2000

### 1 范围

本标准规定了在陆地上测定天文经度、天文纬度和天文方位角的施测原则、测定方法和精度要求等。

本标准适用于一、二、三、四等大地天文测量作业。对于其他需要测定天文经度、纬度和方位角的测量作业可参照执行。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 17942 – 2000 国家三角测量规范
- GB/T 17944 – 2000 加密重力测量规范
- GB 12897 – 1991 国家一、二等水准测量规范
- CH 1001 – 1995 测绘技术总结编写规定
- CH 1002—1995 测绘产品检查验收规定
- CH 1003 – 1995 测绘产品质量评定标准
- JJG 414 – 1994 光学经纬仪计量检定规程

### 3 施测原则

#### 3.1 目的与任务

3.1.1 大地天文测量是通过观测恒星来测定地面测站的天文经度、天文纬度和天文方位角的一种大地测量方法。

3.1.2 大地天文测量主要用于地面参考系定向、大地水准面形状测定、工程定向

及水平测量控制网方向误差控制等。

3.1.3 当前大地天文测量的主要任务是：

- a) 为建立全国和区域大地水准面模型而进行垂线偏差测定；
- b) 为建立地面坐标系定向参数而进行高精度的大地天文测量；
- c) 为建立精密工程定向基准而进行天文测量。

3.2 坐标和时间系统

3.2.1 观测恒星坐标采用 FK5 系统。

3.2.2 极移坐标系采用 JYD1968.0 系统。极移改正时一般采用我国《地球自转参数公报》中所载的地极坐标改正数进行改正。采用其他极移坐标系时，应归算到 JYD1968.0 系统。

3.2.3 时间系统采用相对于 JYD1968.0 系统的世界时 UT1 系统。其时号改正时一般采用我国《地球自转参数公报》中所载的改正数进行改正。采用其他时间系统时应归算到相对于 JYD1968.0 系统的 UT1 系统。

3.2.4 地球椭球参数采用1980西安坐标系的椭球参数。

3.3 精度要求

大地天文测量各等级的最低测定中误差按表 1 规定执行：

表 1 精度要求

等级	经度, s	纬度 (")	方位角 (")
一	0.02	0.3	0.5
二	0.04	0.5	1.0
三	0.08	1.0	5.0
四	0.40	5.0	10.0

3.4 布点原则

3.4.1 天文测站点的布设密度应根据不同用途及其精度需要进行确定。

3.4.2 对于国家水平大地网和国家天文重力水准测量中拉普拉斯点的布设按照 GB/T 17942 和 GB/T 17944 执行。

3.4.3 天文测站点应选在视野开阔、便于联测和长期保存、地基稳固的地方。

3.4.4 方位角观测视线应远离障碍物、水域、沙漠、戈壁、沼泽地、森林、草原、水泥和柏油覆盖区等旁折光较大和影响地面目标成像质量的区域。一、二等方位角观测视线离障碍物的距离在平原地区不得小于：一等 6m，二等 4m；在山区不得小于：一等 4m，二等 2m。方位角观测视线更加远离大片障碍物。此外，确定视线高度时应考虑到植物的生长情况。

3.4.5 天文测站点上须埋设标志，一、二等天文测站点上应建造天文观测墩。标志埋设和天文墩建造按照 GB/T 17942 执行。

**3.4.6** 经纬度偏心观测点距中心点的距离不得大于50m，同时不得小于中心点上标高的一倍半，并便于直接测定归心元素。方位角偏心观测点尽量设在中心点至地面目标点的方向线上而不得设在其延长线上，且偏离方向线不得大于1m。

### 3.5 施测技术要求

**3.5.1** 在大地天文测量作业中应根据施测精度要求、观测条件、地理位置等情况在表2中选择合适的观测方法。

表2 观测方法

序号	观测方法	适用等级
1	北极星任意时角法测定方位角	1~4
2	南北星中天时角法测定方位角	3~4
3	太阳时角法测定方位角	4
4	津格尔法测定经度	1~4
5	东西星高度法测定经度	4
6	太阳高度法测定经纬度	4
7	塔尔科特法测定纬度	1~2
8	恒星高度法测定纬度	3~4
9	多星等高法同时测定经纬度	1~4

**3.5.2** 一、二等天文观测的仪器设站点的四周一般应设置观测幕，以减轻仪器受风力的影响。观测幕的顶盖应至少在观测前一小时打开，使观测幕内外温度趋于一致。

**3.5.3** 观测前应在天文墩周围修筑一合适的木质站台。当修筑站台有困难时，可沿天文墩四周挖一浅沟，以免观测员在地面走动时仪器受振动影响。当仪器置于脚架上观测时，应将仪器脚架安置在特别稳固的三个木桩上。

**3.5.4** 对于没有高程的天文点，可使用空盒气压计测定点的高程，其精度不应低于 $\pm 50\text{m}$ 。

**3.5.5** 对于需要记录观测时刻的大地天文观测，每时间段始末须收录时号，即采用“收时—观测—收时”的观测纲要。当经度观测时间段每超过6h、纬度和方位角观测时间段每超过8h、或观测星组每超过三组时应至少增加一次收录时号。当收时困难时，允许在收录第一个时号前一个小时内或收录最后一个时号后一小时内进行天文观测。时号收录方法见附录A。

**3.5.6** 对于需要定向的天文观测开测前应按照附录B规定的方法进行仪器定向。

3.5.7 当进行偏心观测时，须测定归心元素。归心元素的测定见附录 C。

3.5.8 方位角一般应在中心点上观测。在不得已的情况下，才可以进行偏心观测。

3.5.9 对于需要在室内标定子午线或引测天文方位角的测量作业，可参照附录 E 执行。

3.5.10 方位角观测时，应选在地面照准目标成像清晰、稳定的情况下进行观测。如果地面照准目标成像模糊或跳动剧烈时不得进行观测。一、二等观测地面照准目标应为回光，且回光大小、亮度应调整均匀适当。方位角一测回观测过程中不得变动焦距。

3.5.11 方位角观测限差和观测条件及超限处理办法按表3执行。

表 3 方位角观测限差和条件

项目	一等		二等		三等		四等		超限处理
	DJ07	DJ07	DJ1	DJ1	DJ2	DJ1	DJ2		
目镜测微器读数互差	3g <sup>*</sup>	3g <sup>*</sup>	-						重新开始读数
测微器两次重合读数互差	1"	1"	1"	1"	3"	1"	3"		重新开始两次读数
半测回两次地面目标方向值互差	4"	4"	6"	6"	8"	6"	8"		重测半测回
半测回两次恒星方向值互差	6"	6"	6"	6"	8"	6"	8"		重测半测回
一测回地面目标 2C 互差	6"	6"	8"	8"	12"	8"	12"		重测一测回
一测回地面目标 2C 和恒星 2C 互差	10"	10"	14"	14"	20"	14"	20"		重测一测回
2C 绝对值	20"	20"	20"	20"	30"	20"	30"		重测一测回
各测回方位角互差	6"	6"	9"	9"	12"	9"	12"		重测超限测回，重测测回数不得超过总测回数的三分之一
目标高度角绝对值	1°	2°							读记照准部水准器读数加入水平轴倾斜改正
水平度盘行差	0.5"	0.5"							加入行差改正

项目	一等	二等		三等		四等		超限处理
	DJ07	DJ07	DJ1	DJ1	DJ2	DJ1	DJ2	
测回数（星数）	18	9	12	4	6	2	3	
最小时间段数	4	2	3	1	1	1	1	
每时间段最多测回数	6	5	6					
夜晚最多测回数	10	8	6					
* g 为目镜测微器最小分格。								

3.5.12 方位角观测的各测回度盘配置按下式计算：

$$C = A + G + M + S \quad \dots\dots\dots (1)$$

且： $G = 180 \times (i - 1) / m$ （取至度）

$M = d \times (i - 1)$ （取至分）

$S = L \times (i - 0.5) / m$ （取至秒）

式中：A——方向概略值；

i——测回号；

m——测回数；

d——度盘分格值；

L——测微器周值。

3.5.13 正反天文方位角不符值不得大于：一等： $\pm 2.5''$ ；二等： $\pm 4''$ 。正反天文方位角不符值按下式计算：

$$\Delta\alpha = (\alpha_{12} - \alpha_{21} \pm 180^\circ) - (\lambda_1 - \lambda_2) \sin\phi_m \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中： $\alpha_{12}$ 、 $\alpha_{21}$ ——正反天文方位角；

$\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ ——两端点的天文经度；

$\phi_m$ ——两端点的平均天文纬度。

3.5.14 一、二等天文经度观测的时间段不少于：一等：3、二等：2，进行人仪差测定时，应增加一个时间段；一、二等天文纬度观测的时间段数不少于一等：2、二等：1。同时测定经纬度时按最多时段数要求执行。一个时间段观测的测回数或星对数、恒星数不得超过其平均数的三分之一。

3.5.15 一个测站、一个时间段、或一个星组中舍去的观测测回数或星对数、恒星数不得超过其观测数的三分之一，否则该测站、时间段或星组观测成果作废。

## 4 人仪技术要求

### 4.1 观测员要求

观测员应由业务水平高、技术熟练且人仪差稳定的技术人员担任，并经过专门技术培训和部门认可方能上岗。

## 4.2 仪器配备

主要仪器配备要求见表 4。

表 4 仪器配备

仪 器	型 号	适用等级	技 术 要 求
经纬仪	DJ07 DJ1 DJ2	1、2 2~4 3、4	用于一等的经纬仪应配备有接触测微器或光电装置
石英钟或电子表		1~4	钟速互差不大于 $5 \times 2^{i-1} \text{ms/h}$ (i 为等级)
电子记时仪		1、2	
短波收讯机			

## 4.3 仪器检验

4.3.1 对于经纬仪的检验要求按照 JJG 414 执行。对于经纬仪使用中不涉及的部件检验项目可不作检验。

4.3.2 对于水准器的格值和质量检验按照 GB 12897 - 1991 的附录 B20 执行。

4.3.3 对于经纬仪的附加装置和石英钟应进行如下检测：

- a) 望远镜目镜测微器丝距的测定 (见附录 D, 出测前检测一次)；
- b) 接触测微器隙动差的测定 (见附录 D, 每测站检测一次)；
- c) 天文钟的检测 (见附录 D, 出测前检测一次)。

4.3.4 用于测定归心元素的钢卷尺每两年送检定场检测一次。

4.3.5 作业中对计时仪要经常进行检测, 以保证计时仪正常、可靠, 出现故障应送交专门检修部门修理。

## 4.4 人仪差测定

4.4.1 测定一、二等天文点的观测员, 每期作业前后须在测区纬度相接近的基本天文点上测定人仪差。两次人仪差测定相隔时间不应超过一年。新观测员应酌情在第一期作业中间加测一次人仪差。

4.4.2 人仪差和天文点的经度测定须采用同一方法并用同一仪器进行。若作业中调换仪器须重新测定人仪差。

4.4.3 一、二等天文测量相邻两次人仪差的变动分别不得超过  $0.04\text{s}$  和  $0.06\text{s}$ 。

4.4.4 测定人仪差时, 不允许舍弃测定中误差合乎限差的任一组结果, 且只准测一份成果。

## 4.5 仪器维护和使用

4.5.1 测量仪器是进行天文测量的必要工具, 测量员必须精心维护和细心使用,

使之经常处于完好状态，保证天文测量工作的顺利进行。仪器需定期保养，及时维修，并及时建立档案，以便记录仪器维护、检修、检定和使用情况。

#### 4.5.2 经纬仪

##### 4.5.2.1 仪器装箱时的注意事项：

- a) 将仪器各部件擦拭干净；当仪器受潮后，应晾干后方可装箱；
- b) 水平轴轴颈和支架轴承，应涂上高级钟表油，并用软纸包好；
- c) 测微器、水准器等也应用软纸包扎好，并用线系紧；
- d) 仪器与箱底的固结螺旋应旋紧，其他螺旋要适当放松；
- e) 水准器的气室内要保持有一定的空气，防止水准管破裂；
- f) 仪器运输时应旋转基座护套上端的制动环，使滚珠轴承停止作用；
- g) 搬动仪器时不得握拿望远镜、度盘以及仪器基座底壳。

##### 4.5.2.2 仪器运输中应注意事项：

- a) 仪器托运时，必须有专人押运，仪器箱或套箱的顶面应贴上“精密仪器”、“小心轻放”、“防潮”、“防晒”等标签，侧面标记向上的箭头等不能倒置的记号；
- b) 装车和卸车时，必须有专人在场照顾，搬抬仪器要平拿轻放，以免仪器受剧烈震动和撞击。在任何情况下，仪器都不能倒置或侧置；
- c) 利用汽车运输仪器时，仪器箱应装在车身的前部，箱底部应垫一软垫；
- d) 将仪器升上或降下高标时，必须严格检查绳索、滑车等升降工具及其系结的牢固性。在整个升、降仪器过程中，必须由专人负责指挥，人员分工明确，动作协调一致，有组织有步骤地进行。

##### 4.5.2.3 仪器使用中的注意事项：

- a) 安置仪器时，须将水平轴轴颈和支架轴承擦拭干净，轴颈和轴承可用绸布轻轻擦拭，禁止用手握轴颈磨光部位。为防止轴颈落上灰尘，应给轴颈加盖护罩；
- b) 调整水准器气泡长度时，切记不得剧烈抖动，以免损坏气室隔板；挂（跨）水准器不使用时，应放置在仪器箱内；
- c) 使用固定螺旋时，只需旋至刚好接触时为宜，不要固定过紧，以免仪器受损。

##### 4.5.2.4 每日观测结束后，应进行下列工作：

- a) 用毛刷拂去仪器上的灰尘。物镜和目镜的透镜如有露水，可用镜头纸轻轻揩拭，不得用酒精或汽油擦洗。不许用手指触摸透镜表面；
- b) 将所有微动螺旋拧至螺旋中部位置。并用绸布擦拭轴颈，且当空气潮湿时，应涂上表油；
- c) 安置在观测幕内的仪器，每天观测结束后，应罩上仪器套，并须有人看管。如在高标上观测，每天工作结束后应将仪器装箱，盖上防雨布并绑在标架上。

#### 4.5.3 天文钟

- a) 领取天文钟时须细心检查，并根据钟的档案资料，详细了解该钟的使用经历，作为工作时的参考。钟在使用期间必须由观测员亲自维护；
- b) 迁站时电子钟内的电池应取出。钟不得托运，须由专人随身携带，并应特别注

意防止受振和快速转动；搬动钟时要轻拿轻放，并应注意使钟面保持水平。

#### 4.5.4 电子计时仪

计时仪应放在通风干燥的地方，防止受潮；随时防止灰尘或脏物落在计时器内，平时应将计时器放在保护箱内；使用或运输过程中防止受振；每晚工作结束后要关闭电源。

#### 4.5.5 收讯机

收讯机和电池应放在干燥通风的地方，防止受潮，并且要防止阳光曝晒，迁站时机内电池应取出。雷雨天应将外接天线接地，以防雷击。

## 5 观测方法

### 5.1 北极星任意时角法测定方位角

#### 5.1.1 第一纲要一测回观测程序如下：

- a) 观测地面目标；
- b) 沿顺时针方向观测北极星；
- c) 沿顺时针方向第二次观测北极星；
- d) 沿顺时针方向第二次观测地面目标；
- e) 纵转望远镜，沿逆时针方向重复以上操作。

#### 5.1.2 第二纲要一测回观测程序如下：

- a) 观测地面目标；
- b) 沿顺时针方向观测北极星；
- c) 纵转望远镜，沿顺时针方向第二次观测北极星；
- d) 沿顺时针方向第二次观测地面目标；
- e) 沿逆时针方向重复以上操作。

#### 5.1.3 一般情况采用第一纲要，对于 DKM3 - A 经纬仪应采用第二纲要。

5.1.4 采用 DJ07 仪器观测地面目标时，用望远镜目镜测微器的移动丝照准目标三次，每次读记测微鼓读数，然后读水平度盘读数。采用其他仪器观测地面目标时，照准一次后读水平度盘读数。

5.1.5 采用 DJ07 仪器观测北极星时，先读记挂（跨）水准器读数；采用第一纲要若在 4m 以上觇标上观测时应随即将挂（跨）水准器换置 180°；用移动丝照准目标三次并每次记录瞬间的钟面时和测微鼓读数；然后读记挂（跨）水准器读数，再读水平度盘读数；采用第一纲要若在不超 4m 的觇标上或墩标上观测时应将挂（跨）水准器换置 180°。采用其他仪器观测北极星时，照准北极星记录瞬间的钟面时，然后读记照准部水准器气泡两端读数。

5.1.6 采用 DJ07 仪器一测回观测中，水准器零点变动对于 T4 仪器不得大于 2.25 格，对于 DKM3 - A 仪器不得大于 1.5 格，在 12m 以上高标上观测时对于 T4 仪器可放宽到 3.0 格，对于 DKM3 - A 仪器可放宽到 2.0 倍。

#### 5.1.7 一测回方位角观测值按下式计算：

$$a = D_A - (M_L + M_R) / 2 \{ - (M_L - M_R) q/p + 0.16'' p \cos \phi \} \quad \dots\dots (3)$$

其中： $q = (\csc Z_R - \csc Z_L) / 2$

$$p = \csc Z_L + \csc Z_R$$

$$Z = \arccos (\sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos t)$$

$$M = D - \arcsin (\sin t \cos \delta / \sin Z) + V \operatorname{ctg} Z \{ \pm (m - 10) \mu \csc Z \}$$

$$t = 15 (S - \alpha)$$

式中：{ } ——三、四等可不计算的项；

D——北极星半测回度盘位置观测值；

V——竖轴倾斜观测值；

$\mu$ ——测微器格值；

m——测微器读数；

$D_A$ ——地面目标一测回度盘位置观测值；

L——北极星盘左位置；

R——北极星盘右位置；

S——半测回观测北极星时刻的恒星时；

$\alpha$ ——半测回北极星的视赤径；

$\delta$ ——半测回北极星的视赤纬；

$\phi$ ——测站天文纬度（符号说明下同）。

## 5.2 南北星中天时角法测定方位角

### 5.2.1 观测恒星选用中天附近的南北星对，其星对应满足如下条件：

- 天顶距应大于  $15^\circ$ ，小于  $75^\circ$ ；
- $\cos \delta / \cos Z$  一般应小于 1.5，最大不得大于 2；
- 一对星的  $\cos \delta / \sin \phi$  之差的绝对值小于 0.5；
- 所有星对的  $\cos \delta / \cos Z$  之差总和不大于 1；
- 相邻两星的赤径差大于 12min；
- 恒星距子午圈的角距应不大于  $2.5^\circ$ ；
- 星等不弱于 5。

### 5.2.2 一测回观测程序如下：

- 观测地面目标；
- 沿顺时针方向观测南（或北）星；
- 沿顺时针方向第二次观测地面目标；
- 纵转望远镜，沿逆时针方向重复以上操作。

5.2.3 观测恒星时，应事先按观测量表配置经纬仪，待星进入视场后，读取照准部水准器两端读数，用十字丝竖丝照准星三次，每次照准同时记读表面时和水平度盘读数，然后再读取照准部读数。

### 5.2.4 半测回方位角观测值按下式计算：

$$a = D_A - D + \arcsin (\sin t \cos \delta / \sin Z) - V \operatorname{ctg} Z \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{其中：} Z = \arccos (\sin\phi\sin\delta + \cos\phi\cos\delta\cos t) \\ t = 15 (S - \alpha)$$

式中：D——南北星半测回度盘位置观测值；

$D_A$ ——地面半测回度盘位置观测值；

S——半测回南北星的恒星时；

$\alpha$ ——半测回南北星的视赤经；

$\delta$ ——半测回南北星的视赤纬。

### 5.3 太阳时角法测定方位角

#### 5.3.1 选择太阳在日出后和日落前2h内测定方位角。

#### 5.3.2 一测回观测程序如下：

a) 照准地面目标，读记水平度盘读数；

b) 沿顺时针方向照准太阳，使太阳影像位于竖丝的右半部分中央，用竖丝切准太阳的左边缘，连续切准两次，每次读记表面时和水平度盘读数；

c) 纵转望远镜，沿逆时针方向照准太阳，使太阳影像位于竖丝的左半部分中央，用竖丝切准太阳的右边缘，连续切准两次，每次读记表面时和水平度盘读数；

d) 照准地面目标，读记水平度盘读数。

#### 5.3.3 一测回方位角按下式计算：

$$a = D_A - D + \arctg [\sin t / (\sin\phi\cos t - \text{tg}\delta\cos\phi)] \quad \dots\dots\dots (5)$$

且： $t = 15 (S - \alpha)$

式中： $D_A$ ——一测回地面目标度盘位置观测值；

D——一测回太阳度盘位置观测值；

$\alpha$ ——一测回的太阳视赤经，计算方法见附录 F；

$\delta$ ——一测回的太阳视赤纬，计算方法见附录 F；

S——一测回的地方恒星时。

### 5.4 津格尔法定经度

#### 5.4.1 观测恒星选用位于同一等高圈的东星对，其星对应满足如下条件：

a) 星对的天顶距在  $20^\circ \sim 55^\circ$  之间，特殊地区可放宽到  $60^\circ$ ；

b) 一星对东、西星方位角分别在  $245^\circ \sim 295^\circ$  和  $65^\circ \sim 115^\circ$  范围内；

c) 相邻两星对的时间间隔，以星对中央时刻为准应不小于  $7\text{min}$ ，采用电磁水准器可缩短至  $6\text{min}$ ；

d) 星等一般不弱于 5 等。

#### 5.4.2 观测限差和条件按表5执行。

表 5 津格尔法观测经度限差和条件

项目	一等	二等	三等	四等	超限处理办法
点观测星对数 $\geq$	36	24	16	3	

项目	一等	二等	三等	四等	超限处理办法
人仪差观测星对数 $\geq$	48	36	-	-	
每星对经度互差 $\leq$ , s	0.3	0.5	0.8	1.0	舍去超限星对
竖轴倾斜变化 $\leq$ , 格	6	6			校正仪器
气泡长度变化 $\leq$ , 格	0.4	0.4			重新观测

5.4.3 一对星的观测程序如下：

- a) 按观测星对的平均天顶距及东（或西）星的方位角安置好经纬仪，并使横轴水准器气泡精确居中；
- b) 设置好计时设备，准备记录时刻；
- c) 待星进入视场后，一、二等天文观测要求读记横轴水准器读数。当星进入观测区后，一、二等天文观测时用移动丝跟踪平分星象记录时刻，三、四等天文观测时读记星在竖丝附近经过水平丝的时刻；
- d) 旋转照准部按上述方法观测第二颗星。

5.4.4 一组星的观测程序应按照东星、西星、西星、东星或相反的次序交替进行。

5.4.5 一对星的天文经度观测值按下式计算：

$$\lambda = \alpha + n - m \{ + \delta_u + \delta_r \} + \delta_\alpha - S_g \dots\dots\dots (6)$$

其中： $\alpha = (\alpha_E + \alpha_W) / 2$

$$m = \text{arctg} ( \text{tg} \delta_t \text{ctg} \epsilon \text{ctg} t )$$

$$n = \text{arcsin} ( \text{tg} \phi \text{tg} \epsilon \text{cos} m / \text{sin} t )$$

$$\epsilon = (\delta_W - \epsilon_E) / 2$$

$$\delta = (\delta_E + \delta_W) / 2$$

$$t = 15 [ (\alpha_E - \alpha_W) / 2 + (X_W - X_E) / 2 ]$$

$$\delta_u = \pm (i_W - i_E) \tau'' / (60 \text{cos} \phi \text{sin} A_W) \text{ (小分划在近物镜端时为 + , 反之为 - )}$$

$$\delta_r = - M_x \text{sin} Z / (2 \text{cos} \phi \text{sin} t_w \text{cos} \delta_w)$$

$$\delta_\alpha = 0.021^\circ \text{cos} Z$$

$$Z = \text{arccos} ( \text{sin} \phi \text{sin} \delta_w + \text{cos} \phi \text{cos} \delta_w \text{cos} t_w )$$

$$t_w = 15 ( S_g + \lambda' - \alpha_w - 2^{\text{min}} )$$

式中： $\alpha_E$ 、 $\alpha_W$ ——东西星视赤经；

$\delta_E$ 、 $\delta_W$ ——东西星视赤纬；

$X_E$ 、 $X_W$ ——东西星表面时；

$\phi$ ——测站纬度；

$\lambda'$ ——测站近似经度；

$\tau''$ ——水准器格值；

$i_E$ 、 $i_W$ ——东西星水准器左右气泡读数之和；

$M_x$ ——接触测微器隙动差；

$S_g$ ——表面时刻  $(X_E + X_W) / 2$  时的格林尼治恒星时；

{ }——三、四等天文测量可不计算的改正项。

### 5.5 东西星高度法测定经度

5.5.1 采用此法进行四等天文观测时每测站至少观测的东西星对数：DJ1 为 2 对星，DJ2 为 3 对星，星对经度互差应小于  $1.0s$ ，其星对应满足如下条件：

- a) 一星对的天顶距应小于  $75^\circ$ ，且尽量相等；
- b) 东、西星方位角分别在  $240^\circ \sim 300^\circ$  和  $60^\circ \sim 120^\circ$  范围内；
- c) 星等应不弱于五等。

#### 5.5.2 一对星观测程序如下：

- a) 按照观测东（或西）星的天顶距和方位角，安置好经纬仪，并读记气温和气压；
- b) 照准东（或西）星三次，同时每次读记表面时和竖盘读数；
- c) 纵转望远镜，操作如 b)；
- d) 读记气温和气压；
- e) 观测西（或东）星，重复以上操作。

#### 5.5.3 一颗星的天文经度观测值按下式计算：

$$\lambda = \alpha + t - S_g \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$t = \arccos [ (\cos Z - \sin \phi \sin \delta) / (\cos \phi \cos \delta) ] / 15$$

其中： $Z = Z' + R$

式中： $\alpha$ ——恒星视赤经；

$\delta$ ——恒星视赤纬；

$Z'$ ——一颗星的天顶距平均观测值；

$R$ ——蒙气差改正数；

$S_g$ ——一颗星平均观测时刻的格林尼治恒星时；

$\phi$ ——测站纬度。

### 5.6 太阳高度法测定经度或纬度

5.6.1 选择太阳天顶距不大于  $75^\circ$  的卯酉圈附近测定经度；在子午圈左右各  $1.5h$  内测定纬度。

5.6.2 采用此法进行四等天文观测至少采用的测回数：DJ1 为 4，DJ2 为 6。测定经度时上下午时段应尽量对称。

#### 5.6.3 一测回始末应读记气温和气压。

#### 5.6.4 一测回观测程序如下：

a) 在盘左（或盘右）位置，使太阳影像位于视场下半部分的中央，用水平丝切准太阳的上边缘，连续切准两次，每次读记表面时和竖盘读数；

b) 纵转望远镜，使太阳位于视场上半部分的中央，用水平丝切准太阳的下边缘，连续切准两次，每次读记表面时和竖盘读数。

对于加鲁罗佛斯棱镜观测时，应使视场中四个太阳影像的交线与十字丝重合并固定棱镜位置后按上述步骤进行观测读数。

5.6.5 一测回经度、纬度按下式计算：

$$\lambda = \alpha + t - S_g \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\phi = m + n \quad \dots\dots\dots (9)$$

且  $t = \arccos [ (\cos Z - \sin \phi \sin \delta) / (\cos \phi \cos \delta) ] / 15$

$$t = 15 (S - \alpha)$$

$$m = \arctg (tg \delta / \cos t)$$

$$n = \arccos (\cos Z \sin m / \sin \delta)$$

$$Z = Z' + R - P_0 \sin Z'$$

式中： $\alpha$ ——一测回太阳的视赤经；

$\delta$ ——一测回太阳的视赤纬；

$Z'$ ——一测回天顶距观测值；

$P_0$ ——太阳地平视差，可取为  $8.8''$ ；

$S_g$ ——一测回的格林尼治恒星时；

$S$ ——一测回地方恒星时。

## 5.7 塔尔格特法测定纬度

5.7.1 采用此法每测站用 DJ05 仪器至少观测中天时的南北星对数：一等为 10 对，二等为 6 对，其星对应满足如下条件：

- 一星对平均天顶距小于  $40^\circ$ ；
- 一星对南、北星天顶距之差不得超过  $16'$ ；
- 一星对赤经之差应在  $3 \sim 15 \text{min}$  之间；
- 所有星对的南北星天顶距之差代数和不应超过  $\pm 20'$ 。

5.7.2 一对星观测程序如下：

a) 按照一星对的平均天顶距及第一颗星的方位角整置经纬仪，调整横轴水准器，使气泡居中；

b) 星进入视野后，读记横轴水准器两端读数，使移动丝概略平分星象，读记目镜测微器周数，当星依次经过五根垂直固定丝时，沿旋进方向使移动丝精确平分星象，同时读记测微器读数，最后再次读记水准器读数；

c) 将仪器照准部旋转  $180^\circ$ ，按测第一颗星的方法，观测第二颗星。

5.7.3 观测过程中注意的事项：

a) 一观测时间段内的观测程序应按照水准器在望远镜东侧、西侧、西侧、东侧……或相反次序交替进行；

b) 当发现一颗星的五次测微器读数出现递增或递减时，应重新校正目镜测微器移动丝使其水平，并重新进行仪器定向；

c) 望远镜倾斜变化不宜过大，当  $(i_w - i_E)$  大于 6 时，应重新校正仪器。一颗星观测过程中气泡长度变化不得超过 0.4 格；

d) 不允许测天顶星及用连续的三颗星组成两个观测星对。

5.7.4 一对星的天文纬度观测值按下式计算：

$$\phi = \delta + \Delta Z + (i_W - i_E) \tau / 4 + K \quad \dots\dots\dots (10)$$

且： $\delta = (\delta_s + \delta_n) / 2$

$$\delta_n = \begin{cases} \delta_N & \text{(当北星不在下中天时)} \\ 180^\circ - \delta_N & \text{(当北星在下中天时)} \end{cases}$$

$$\Delta Z = \begin{cases} + (1 + 0.0175 \sec^2 Z) (M_W - M_E) r / 2 & \text{T4 仪器} \\ - (1 + 0.0175 \sec^2 Z) (M_W - M_E) r / 2 & \text{DKM3 仪器} \end{cases}$$

$$K = F_s \operatorname{tg} \delta_s + F_N \operatorname{tg} \delta_n$$

$$F = \sum f_i^2 (20\rho'')$$

$$Z = (\delta_s - \delta_n) / 2$$

式中： $\delta_s$ 、 $\delta_n$ ——南北星的视赤纬；

$i_W$ 、 $i_E$ ——东西两侧时的水准器左、右气泡读数之和；

$M_W$ 、 $M_E$ ——东西侧时的测微器读数；

$r$ ——目镜测微器周值；

$\tau$ ——水准器格值；

$f_i$ ——第  $i$  个移动丝的丝距。

### 5.8 恒星高度法测定纬度

5.8.1 观测恒星选用位于中天附近的南北星对或北极星。三等观测须选用南北星。对于测站纬度小于  $15^\circ$  的地区，不得选用北极星。观测测回数对于三等不得少于 8 测回，四等不得少于 6 测回。南北星对应满足如下条件：

- a) 天顶距应小于  $70^\circ$ ；
- b) 星对天顶距之差应小于  $20^\circ$ ；
- c) 星对的赤经之差应小于 1h；
- d) 距子午圈的角距大于  $3^\circ$ 。

5.8.2 一测回始末应读记气温和气压。

5.8.3 一测回观测程序如下：

- a) 按照观测恒星的天顶距和方位角安置好仪器；
- b) 照准恒星三次，同时每次读记表面时和竖盘读数；
- c) 纵转望远镜，操作如 b)。

5.8.4 半测回纬度观测值按下式计算：

$$\phi = m + n \quad \dots\dots\dots (11)$$

且： $m = \operatorname{arctg} (\operatorname{tg} \delta / \cos t)$

$n = \pm \arccos (\cos Z \sin m / \sin \delta)$  (南星为 +，北星为 -)

$Z = Z' + R$

$t = 15 (S - \alpha)$

式中： $\alpha$ ——半测回恒星视赤经；  
 $\delta$ ——半测回恒星视赤纬；  
 $Z'$ ——半测回天顶距观测值；  
 $R$ ——蒙气差改正数；  
 $S$ ——半测回平均观测时刻的恒星时。

5.9 多星等高法同时测定经纬度

5.9.1 观测恒星选用均匀分布在 $60^\circ$ 或 $45^\circ$ 等高圈上的恒星，其恒星距子午圈和卯酉圈的角距分别不得小于 $15^\circ$ 和 $10^\circ$ ，采用光电装置时可放宽至 $25^\circ$ 和 $15^\circ$ 。

5.9.2 一等观测时须采用 DJ05 仪器附加光电装置，并须进行迟滞差测定。对于二~四等观测时须配备 $60^\circ$ 或 $45^\circ$ 等高棱镜，并在观测前应按附录 D 对等高棱镜进行校正。

5.9.3 观测条件见表6。

表 6 多星等高法观测条件

项 目	一等	二等	三等		四等	
	DJ05 光电	DJ1	DJ1	DJ2	DJ1	DJ2
最少星组数 人仪差 天文点	12	8				
	10	6	3	4	2	3
每组最少采用星数	8	12	8		6	
每象限最少星数	2	2	1		1	

5.9.4 一组星观测始末和气温变化时应读记气温和气压。

5.9.5 一颗星的观测程序如下：

- a) 按照观测恒星的方位角安置好仪器；
- b) 当星进入视场后，调整水平微动螺旋，使星象将从视场中央通过。对于光电装置，作好自动跟踪星象准备；
- c) 待两星象重合时记录观测时刻，或待星即将进入光栅时，读记水准器读数，并自动记录时刻，记录时刻完毕，再立即读记水准器读数。

5.9.6 一组星的观测经纬度计算方法如下：

a) 组成误差方程：

$$V_i = a_i r + b_i x + c_i y + l_i \dots\dots\dots (12)$$

且： $a_i = 1$

$$r = -dZ$$

$$b_i = \cos A_i$$

$$x = -d\phi$$

$$c_i = \sin A_i$$

$$A_i = \arcsin ( - \cos\delta_i \sin t_i / \sin Z_0 )$$

$$y = - 15 \cos\phi_0 d\lambda$$

$$l_i = Z_i - Z_0 - n + \Delta_i$$

$$Z_i = \arccos ( \sin\phi_0 \sin\delta_i + \cos\phi_0 \cos\delta_i \cos t_i )$$

$$Z_0 = Z' + R$$

$$t_i = S_i - \alpha_i$$

式中：dZ——近似天顶距的改正数，(″)；

dφ——近似纬度的改正数，(″)；

dλ——近似经度的改正数，(s)；

φ<sub>0</sub>——近似纬度；

α<sub>i</sub>——恒星视赤经；

δ<sub>i</sub>——恒星视赤纬；

Z'——观测天顶距，30°或 45°；

R——蒙气差改正数；

n——常数，一般取  $\sum (Z_i - Z_0) / n$ ，(″)；

Δ<sub>i</sub>——利用光电装置观测时应加的水准器改正值，(″)。

b) 组成和解算法方程式；

c) 计算一组星的经纬度观测值；

$$\phi = \phi_0 - x \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$\lambda = \lambda_0 - y / (15 \cos\phi_0) \quad \dots\dots\dots (14)$$

d) 估计一组星的观测精度：

$$\mu = \sqrt{[VV]} / (n - 3) \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$m_\phi = \mu / \sqrt{P_x} \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$m_\lambda = \mu / (15 \cos\phi_0 \sqrt{P_y}) \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中：P<sub>x</sub>——x 未知数的权；

P<sub>y</sub>——y 未知数的权。

## 6 数据处理方法

### 6.1 时间计算

6.1.1 时号传播改正数按下式计算：

$$V_t = \begin{cases} d/285000 & d > 1000\text{km 时的短波时号改正} \\ \sqrt{(R \sin d^\circ)^2 + [R(1 - \cos d^\circ) + 275]^2} / 149900 & \dots\dots\dots (18) \\ d \leq 1000\text{km 时的短波时号改正} \\ d/252000 & \text{长波时号改正} \end{cases}$$

且：d = 222.4d°

$$2d^{\circ} = \arccos [ \sin\phi_1 \sin\phi_2 + \cos\phi_1 \cos\phi_2 \cos (\lambda_2 - \lambda_1) ]$$

$$R = 6371$$

式中：d——测站距时号发播台的距离，km；

$\phi_1$ 、 $\phi_2$ ——发播台、测站纬度；

$\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ ——发播台、测站经度。

### 6.1.2 世界时时号改正按下式计算：

$$t = t_0 + V_t + \Delta UT1 + \Delta t \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中：t——接收到时号的世界时；

$t_0$ ——时号发播的名义世界时；

$V_t$ ——时号传播改正数；

$\Delta UT1$ ——协调世界时 UT1 的近似改正数；

$\Delta t$ ——综合时号改正数，外业可不作计算。

### 6.1.3 由表面时按下式计算世界时：

$$t = t_1 + (X - X_1)(t_2 - t_1) / (X_2 - X_1) \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中： $t_1$ 、 $t_2$ ——两次收录时号的世界时；

$X_1$ 、 $X_2$ 、 $X$ ——两次收录时号的表面时和任意时刻的表面时。

### 6.1.4 儒略日数按下式进行计算：

$$J = 1721013.5 + 367Y - \text{INT} ( 7 ( Y + \text{INT} ( ( M + 9 ) / 12 ) ) / 4 ) \\ + \text{INT} ( 275M/9 ) + D + h/24 \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中：INT——取整数函数；

Y——公元年数；

M——月份；

D——日数；

h——时间，h。

### 6.1.5 格林尼治恒星时按下式计算：

$$S_g = 6^{\text{h}}41^{\text{m}}50.54841^{\text{s}} + 8640184.812866^{\text{s}}T_U + \\ 0.093104^{\text{s}}T_U^2 - 6.2^{\text{s}} \times 10^{-6}T_U^3 + \Delta\psi \cos\epsilon / 15 \quad \dots\dots\dots (22)$$

且： $T_U = (J_U - 2451545.0) / 36525$

式中： $J_U$ ——世界时刻所对应的儒略日数；

$\Delta\psi$ ——黄经章动，(″)；

$\epsilon$ ——黄赤交角，计算见 6.2、6.3。

格林尼治恒星时也可以从中国天文年历中查取。

### 6.1.6 地方恒星时按下式计算：

$$S = S_g + \lambda$$

式中： $S_g$ ——格林尼治恒星时；

$\lambda$ ——测站经度。

6.1.7 质心力学时可按下式计算：

$$t_D = t + \Delta T$$

式中： $t$ ——世界时；

$\Delta T$ ——质心力学时与世界时之差，可从中国天文年历中查取，或采用满足精度要求的经验拟合式计算。

6.2 恒星视位置计算

6.2.1 恒星视位置可以按照中国天文年历提供的方法查表计算，也可以按照本标准规定的方法计算。

6.2.2 恒星地心平赤道坐标按下式计算：

$$P = P_0 + R_z(-90^\circ - 15\alpha_0) R_x(\delta_0 - 90^\circ) VT - \pi'' E_B / \rho'' \quad \dots\dots (23)$$

$$\text{且：} P_0 = \begin{bmatrix} \cos\alpha_0 \cos\delta_0 \\ \sin\alpha_0 \cos\delta_0 \\ \sin\delta_0 \end{bmatrix}$$

$$V = \begin{bmatrix} 15 \cos U_\alpha^s / \rho'' \\ U_\delta'' / \rho'' \\ k\pi'' V_r / \rho'' \end{bmatrix}$$

$$T = (J_D - 2451545) / 36525$$

$$k = 21.094953$$

式中： $\alpha_0$ ——J2000 历元的恒星平赤经；

$\delta_0$ ——J2000 历元的恒星平赤纬；

$U_\alpha^s$ ——赤经自行，s/世纪；

$U_\delta''$ ——赤纬自行，(″)/世纪；

$V_r$ ——径向自行，km/s；

$\pi''$ ——恒星周年视差；

$E_B$ ——地球的太阳系质心坐标；

$R$ ——绕 X、Y、Z 轴的旋转矩阵；

$J_D$ ——力学时所对应的儒略日数。

6.2.3 进行光线变曲和光行差改正的恒星地心平赤道坐标按下式计算：

$$P_2 = (\beta^{-1} P_1 + V_B + (P_1^T V_B) V_B (1 + \beta^{-1})) / (1 + P_1^T V_B) \quad \dots\dots (24)$$

$$\text{且：} P_1 = \bar{P} + (2\mu/c^2 |E|) [ (e - (P^T e) P) / (1 + P^T e) ]$$

$$\bar{P} = P / (P^T P)^{1/2}$$

$$e = E / |E|$$

$$|E| = (E^T E)^{1/2}$$

$$V_B = E_B / c = 0.0057755 E_B$$

$$\beta = (1 - V_B^T V_B)^{-1/2}$$

$$\mu/c^2 = 9.87063 \times 10^{-9}$$

式中：E——地球的日心坐标；

$E_B$ ——地球的太阳系质心坐标变率。

6.2.4 进行岁差和章动改正后的恒星地心真赤道坐标按下式计算：

$$P_3 = NSP_2 \dots\dots\dots (25)$$

且： $N = R_x (-\epsilon_A - \Delta\epsilon) R_z (-\Delta\psi) R_x (\epsilon_A)$

$S = R_z (-Z_A) R_r (\theta_A) R_2 (-\zeta_A)$

$\epsilon_A = 84381.448'' - 46.8150''T - 0.00059T^2 - 0.001813T^3$

$\zeta_A = 2306.2181''T + 0.30188''T^2 + 0.017998''T^3$

$\theta_A = 2004.3109''T - 0.42665''T^2 - 0.041833''T^3$

$Z_A = 2306.2181''T + 1.09468''T^2 + 0.018203''T^3$

式中： $\Delta\epsilon$ ——黄赤交角章动；

$\Delta\psi$ ——黄经章动。

6.2.5 由直角坐标计算恒星球面视位置按下式计算：

$$\alpha = \arctg (Y/X) \dots\dots\dots (26)$$

$$\delta = \arcsin [ Z / (P_3^T P_3)^{1/2} ] \dots\dots\dots (27)$$

式中： $\alpha$ ——视赤经；

$\delta$ ——视赤纬；

X——X 轴坐标分量；

Y——Y 轴坐标分量；

Z——Z 轴坐标分量。

6.3 章动计算

6.3.1 章动序列常数见表7。

表 7 章动序列常数

引 数					黄 经		交 角	
$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$m_5$	a	b	c	d
0	0	0	0	1	- 171996	- 174.2	92025	8.9
0	0	2	- 2	2	- 13187	- 1.6	5736	- 3.1
0	0	2	0	2	- 2274	- 0.2	977	- 0.5
0	0	0	0	2	2062	0.2	- 895	0.5
0	1	0	0	0	1426	- 3.4	54	- 0.1
1	0	0	0	0	712	0.1	- 7	0.0
0	1	2	- 2	2	- 517	1.2	224	- 0.6
0	0	2	0	1	- 386	- 0.4	200	0.0

第一篇 最新测绘技术标准与政策法规

引 数					黄 经		交 角	
m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	m <sub>4</sub>	m <sub>5</sub>	a	b	c	d
1	0	2	0	2	-301	0.0	129	-0.1
0	-1	2	-2	2	217	-0.5	-95	0.3
1	0	0	-2	0	-158	0.0	-1	0.0
0	0	2	-2	1	129	0.1	-70	0.0
-1	0	2	0	2	123	0.0	-53	0.0
1	0	0	0	1	63	0.1	-33	0.0
0	0	0	2	0	63	0.0	-2	0.0
-1	0	2	2	2	-59	0.0	26	0.0
-1	0	0	0	1	-58	-0.1	32	0.0
1	0	2	0	1	-51	0.0	27	0.0
2	0	0	-2	0	48	0.0	1	0.0
-2	0	2	0	1	46	0.0	-24	0.0
0	0	2	2	2	-38	0.0	16	0.0
2	0	2	0	2	-31	0.0	13	0.0
2	0	0	0	0	29	0.0	-1	0.0
1	0	2	-2	2	29	0.0	-12	0.0
0	0	2	0	0	26	0.0	-1	0.0
0	0	2	-2	0	-22	0.0	0	0.0
-1	0	2	2	1	21	0.0	-10	0.0
0	2	0	0	0	17	-0.1	0	0.0
0	2	2	-2	2	-16	0.1	7	0.0
-1	0	0	2	1	16	0.0	-8	0.0
0	1	0	0	1	-15	0.0	9	0.0
1	0	0	-2	1	-13	0.0	7	0.0
0	-1	0	0	1	-12	0.0	6	0.0
2	0	-2	0	0	11	0.0	0	0.0
-1	0	2	2	1	-10	0.0	5	0.0
1	0	2	2	2	-8	0.0	3	0.0
0	-1	2	0	2	-7	0.0	3	0.0

引 数					黄 经		交 角	
m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	m <sub>4</sub>	m <sub>5</sub>	a	b	c	d
0	0	2	2	1	-7	0.0	3	0.0
1	1	0	-2	0	-7	0.0	0	0.0
0	1	2	0	2	7	0.0	-3	0.0
-2	0	0	2	1	-6	0.0	3	0.0
0	0	0	2	1	-6	0.0	3	0.0
2	0	2	-2	2	6	0.0	-3	0.0
1	0	0	2	0	6	0.0	0	0.0
1	0	2	-2	1	6	0.0	-3	0.0
0	0	0	-2	1	-5	0.0	3	0.0
0	-1	2	-2	1	-5	0.0	3	0.0
2	0	2	0	1	-5	0.0	3	0.0
1	-1	0	0	0	5	0.0	0	0.0
1	0	0	-1	0	-4	0.0	0	0.0
0	0	0	1	0	-4	0.0	0	0.0
0	1	0	-2	0	-4	0.0	0	0.0
1	0	-2	0	0	4	0.0	0	0.0
2	0	0	-2	1	4	0.0	-2	0.0
0	1	2	-2	1	4	0.0	-2	0.0
1	1	0	0	0	-3	0.0	0	0.0
1	-1	0	-1	0	-3	0.0	0	0.0
-1	-1	2	2	2	-3	0.0	1	0.0
0	-1	2	2	2	-3	0.0	1	0.0
1	-1	2	0	2	-3	0.0	1	0.0
3	0	2	0	2	-3	0.0	1	0.0
-2	0	2	0	2	-3	0.0	1	0.0
1	0	2	0	0	3	0.0	0	0.0
-1	0	2	4	2	-2	0.0	1	0.0
1	0	0	0	2	-2	0.0	1	0.0
-1	0	2	-2	1	-2	0.0	1	0.0

第一篇 最新测绘技术标准与政策法规

引 数					黄 经		交 角	
m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	m <sub>4</sub>	m <sub>5</sub>	a	b	c	d
0	-2	2	-2	1	-2	0.0	1	0.0
-2	0	0	0	1	-2	0.0	1	0.0
2	0	0	0	1	2	0.0	-1	0.0
3	0	0	0	0	2	0.0	0	0.0
1	1	2	0	2	2	0.0	-1	0.0
0	0	2	1	2	2	0.0	-1	0.0
1	0	0	2	1	-1	0.0	0	0.0
1	0	2	2	1	-1	0.0	1	0.0
1	1	0	-2	1	-1	0.0	0	0.0
0	1	0	2	0	-1	0.0	0	0.0
0	1	2	-2	0	-1	0.0	0	0.0
0	1	-2	2	0	-1	0.0	0	0.0
1	0	-2	2	0	-1	0.0	0	0.0
1	0	-2	-2	0	-1	0.0	0	0.0
1	0	2	-2	0	-1	0.0	0	0.0
1	0	0	-4	0	-1	0.0	0	0.0
2	0	0	-4	0	-1	0.0	0	0.0
0	0	2	4	2	-1	0.0	0	0.0
0	0	2	-1	2	-1	0.0	0	0.0
-2	0	2	4	2	-1	0.0	1	0.0
2	0	2	2	2	-1	0.0	0	0.0
0	-1	2	0	1	-1	0.0	0	0.0
0	0	-2	0	1	-1	0.0	0	0.0
0	0	4	-2	2	1	0.0	0	0.0
0	1	0	0	2	1	0.0	0	0.0
1	1	2	-2	2	1	0.0	-1	0.0
3	0	2	-2	2	1	0.0	0	0.0
-2	0	2	2	2	1	0.0	-1	0.0
-1	0	0	0	2	1	0.0	-1	0.0

引 数					黄 经		交 角	
m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	m <sub>4</sub>	m <sub>5</sub>	a	b	c	d
0	0	-2	2	1	1	0.0	0	0.0
0	1	2	0	1	1	0.0	0	0.0
-1	0	4	0	2	1	0.0	0	0.0
2	1	0	-2	0	1	0.0	0	0.0
2	0	0	2	0	1	0.0	0	0.0
2	0	2	-2	1	1	0.0	-1	0.0
2	0	-2	0	1	1	0.0	0	0.0
1	-1	0	-2	0	1	0.0	0	0.0
-1	0	0	1	1	1	0.0	0	0.0
-1	-1	0	2	1	1	0.0	0	0.0
0	1	0	1	0	1	0.0	0	0.0

6.3.2 章动基本引数按下式计算：

l = 月球平近点角  
 $= 134^{\circ}57'46.773'' + (1325^r + 198^{\circ}52'02.663'') T + 31.310''T^2 + 0.064''T^3 \dots (28)$

l' = 太阳平近点角  
 $= 357^{\circ}31'39.804'' + (99^r + 359^{\circ}03'01.224'') T - 0.577''T^2 - 0.012''T^3 \dots (29)$

F = L - Ω (式中：L = 月球平黄经)  
 $= 93^{\circ}16'18.877'' + (1342^r + 82^{\circ}01'03.137'') T - 13.257''T^2 + 0.011''T^3 \dots (30)$

D = 日月平角距  
 $= 297^{\circ}51'01.307'' + (1236^r + 307^{\circ}06'41.328'') T - 6.891''T^2 + 0.019''T^3 \dots (31)$

Ω = 月球升交点平黄经  
 $= 125^{\circ}02'40.280'' - (5^r + 134^{\circ}08'10.539'') T + 7.455''T^2 + 0.008''T^3 \dots (32)$

6.3.3 黄经和交角章动按下式计算：

$$\Delta\psi = \sum_{i=1}^{106} (a_i + b_i T) \sin H_i \dots (33)$$

$$\Delta\epsilon = \sum_{i=1}^{106} (c_i + d_i T) \cos H_i \dots (34)$$

且：H<sub>i</sub> = m<sub>1i</sub>l + m<sub>2i</sub>l' + m<sub>3i</sub>F + m<sub>4i</sub>D + m<sub>5i</sub>Ω

式中：Δψ——黄经章动；

Δε——交角章动；

a<sub>i</sub> ~ d<sub>i</sub> , m<sub>1i</sub> ~ m<sub>5i</sub>——章动序列常数。

6.4 观测计算

6.4.1 恒星天顶距观测值的蒙气差改正值按下式计算：

$$R = R_0 (1 + \alpha A + B) \dots\dots\dots (35)$$

且： $R_0 = 60.1158 \text{tg} Z' - 0.0176 \text{tg}^2 Z' - 0.0599 \text{tg}^3 Z'$

$$\alpha = 1 + 0.0012 \text{tg}^2 Z'$$

$$A = \frac{-0.00383t}{1 + 0.00367t}$$

$$B = \frac{P}{1013.25} - 1$$

式中： $Z'$ ——天顶距观测值；

$P$ ——气压观测值，hPa (mbar)；

$t$ ——气温观测值， $^{\circ}\text{C}$ 。

6.4.2 观测值的权按下式计算：

$$P_i = \begin{cases} 1 & \text{各组观测恒星数相同时} \\ (c/m_i)^2 & \text{其他} \end{cases} \dots\dots\dots (36)$$

式中： $c$ ——常数；

$m_i$ ——观测值的中误差。

6.4.3 测站经纬度、方位角观测值按下式计算：

$$X = \frac{\sum P_i X_i}{\sum P_i} \dots\dots\dots (37)$$

式中： $X_i$ ——经纬度、方位角观测值；

$P_i$ ——观测值的权。

6.4.4 测站观测值中误差按下式计算：

$$m_x = \sqrt{\frac{\sum P_i V_i^2}{(k-1) \sum P_i}} \dots\dots\dots (38)$$

且： $V_i = X_i - X$

式中： $k$ ——观测值个数。

6.4.5 对于测定人仪差后的天文经度综合中误差按下式计算：

$$M_\lambda = \sqrt{m_\lambda^2 + m_r^2 + m_\delta^2} \dots\dots\dots (39)$$

式中： $m_\lambda$ ——测站天文经度观测中误差；

$m_r$ ——人仪观测中误差；

$m_\delta$ ——人仪差变动中误差。

6.5 观测归算

6.5.1 天文方位角归算改正值按下式计算：

$$\begin{aligned} \Delta\alpha = & \rho''/S (e_s \sin\theta_s + e_p \sin\theta_p) \\ & + \rho''/a ( (e_s \sqrt{1 - e^2 \sin^2\phi}) \sin\alpha_s \text{tg}\phi + e^2/2H_p \cos^2\phi \sin 2A) \\ & - (x \sin\lambda + y \cos\lambda) \sec\phi \dots\dots\dots (40) \end{aligned}$$

式中： $e_s$ 、 $e_p$ ——分别为测站点和照准点的偏心距；

$\theta_s$ 、 $\theta_p$ ——分别为测站点和照准点的偏心角；

$S$ ——测站标石中心点到照准标石中心点的距离；

$\alpha_s$ ——测站偏心点相对于测站中心点的天文方位角；

$A$ ——测站点到照准点的天文方位角；

$\phi$ ——测站中心点的天文纬度；

$H_p$ ——照准点的高程；

$a$ ——椭球长半径；

$e$ ——椭球第一偏心率；

$x$ 、 $y$ ——地极坐标。

### 6.5.2 天文纬度归算值按下式计算：

$$\Delta\phi = \rho'' (1 - e^2 \sin^2\phi)^{3/2} / [a(1 - e^2)] e_s \cos\alpha_s - 0.171'' H_s \sin 2\phi + y \sin\lambda - x \cos\lambda \dots\dots (41)$$

式中： $H_s$ ——测站点高程，km。

### 6.5.3 天文经度归算值按下式计算：

$$\Delta\lambda = \rho'' \sqrt{1 - e^2 \sin^2\phi} / a e_s \sin\alpha_s \sec\phi - (x \sin\lambda + y \cos\lambda) \operatorname{tg}\phi / 15 + (d\lambda_1 + d\lambda_2) / 2 \dots\dots (42)$$

式中： $d\lambda_1$ 、 $d\lambda_2$ ——测前、测后人仪差， $s_0$ 。

## 7 资料整理与上交

### 7.1 成果记录

7.1.1 成果中的一切数字、文字记载应正确、清楚、格式统一。

7.1.2 野外观测的一切原始数据和记录项目，须在现场逐项记录在规定格式的载体中，严禁转抄、补记等。

7.1.3 读错或记错秒数或测微器格数时应予以重测。更正其他错误时，应将错字用一横线整齐地划去，并在上方写上正确数字或文字，不得就字改字或使用橡皮，严禁连环改动数字。超限的读数用横线划去。整测站和整页成果作废，应用斜线划去。所有更正的数字或划去的数字均应注明原因。

7.1.4 在计算机上记录的一切原始数据和计算结果应严格检查。用于计算的程序应严格调试并经审批方可使用。

7.1.5 所有记录的时间和日期均以世界时为准。

7.1.6 每时间段始末应记录天气、气温、气压、风向和风力等气象情况。若天气有较大变化时，要随时记载。

7.1.7 观测成果中除记录规定的观测数据外，还应记录诸如：观测方法、等级、使用仪器、施测单位、观测记录者、点名、点号、点的坐标高程等。根据观测需要，在手簿中应绘制偏心观测略图。注记水准器零分划位置、仪器固定丝编号等。

7.1.8 每点观测结束后，应对工作情况、工作环境、条件、发生问题和处理情况，以及经验、体会等作以记载。

## 7.2 成果整理

7.2.1 所有记录、计算和成果说明等资料均应分别装订成册（或包装成袋），并以同期项目为单位统一包装。

7.2.2 装订成册的资料应按项目、时间统一编号和编写目录，并附有检查验收意见及有关说明。

## 7.3 技术总结、检查验收和质量评定

一期天文测量作业完成后，须按 CH 1001、CH 1002、CH 1003 进行技术总结、检查验收、质量评定。

## 7.4 上交资料

一期天文测量作业完成后，须上交下列资料：

- a) 仪器检验和常数测定等记录和计算资料；
- b) 天文观测所用的各种观测手簿、计算资料、成果表等；
- c) 天文测量布点资料；
- d) 技术设计、技术总结、检查验收报告。

## 附录 A 时号收录方法 (标准的附录)

A1 收录时号一般可选用陕西天文台 BPM 授时台发播的时号。

A2 用于天文测量的守时钟的表面时，一般用电子计时仪进行测定，对于四等天文测量可采用耳目法进行测定。

A3 分别测定对称于中央时号的五个时号的表面时，并求出中央时号的平均表面时。

A4 电子计时仪记录时表面时应记录到  $0.001\text{s}$ ，耳目法记录时应记录到  $0.1\text{s}$ 。

A5 中央时号的世界时计算按 6.1 执行。

## 附录 B 仪器定向方法 (标准的附录)

### B1 一般规定

**B1.1** 通过把经纬仪的度盘零位置设置在子午方向上完成仪器定向,且定向偏差应小于  $2'$ 。

**B1.2** 仪器定向可根据观测条件利用已知方向法、北极星法、太阳法或南北星法进行定向。

**B1.3** 仪器定向所需测站近似经纬度坐标可利用已知大地坐标结果或从不小于  $1:10$  万比例尺的地图上查取。

### B2 已知方向法

**B2.1** 利用测站和方位点的大地坐标计算出大地方方位角。

**B2.2** 在测站安置经纬仪照准方位点。

**B2.3** 利用大地方方位角设置好度盘位置。

### B3 北极星法

**B3.1** 照准北极星,读记表面时  $X$ 。

**B3.2** 利用表面时和测站近似经度计算地方恒星时  $S$ 。

**B3.3** 利用测站近似纬度和地方恒星时计算北极星方位角或从《中国天文年历》中查取。

**B3.4** 利用北极星的方位角设置度盘位置。

### B4 太阳法

**B4.1** 分别在盘左盘右位置照准太阳,读记表面时和竖盘读数。

**B4.2** 计算平均观测时刻的力学时和太阳的天顶距(需进行蒙气差改正),从《中国天文年历》中查取平均观测时刻的太阳视赤经  $\alpha$  和视赤纬  $\delta$  或者进行计算。

**B4.3** 按下式计算太阳的方位角

$$A_N = \arccos [ (\sin\delta - \sin\phi\cos Z) / \cos\phi\sin Z ]$$

**B4.4** 利用太阳的方位角设置度盘位置。

## B5 南北星法

- B5.1** 将经纬仪度盘零位置概略设置在子午方向上。
- B5.2** 参照5.2条分别观测南北星中天时的时刻，并计算南北星的方位角。
- B5.3** 利用南（或北）星的方位角设置度盘位置，利用北（或南）星作检查。

## 附录 C 归心元素的测定 (标准的附录)

### C1 偏心距测定

C1.1 偏心距用钢卷尺往、返各丈量一次,两次结果互差,对于方位角归心应小于 5mm,对于经纬度归心应小于 20mm。

C1.2 为了把丈量的距离化算为平距,应测定倾斜角两测回,其互差不大于 1',倾斜角观测与距离丈量的起止点必须一致。

### C2 偏心角测定

C2.1 偏心角观测两测回,测回间度盘变化  $90^\circ$ ,两测回结果互差应不大于  $30''$ 。

C2.2 根据参考方位,偏心角观测可以在偏心点或中心点上进行。

### C3 参考方位测定

C3.1 参考方位尽量选用已知方向,如方位角观测结果,通过大地坐标解算的方位角。

C3.2 当无已知方向时,可用规定的天文方位角测量方法观测两个测回,测回间变化水平度盘  $90^\circ$ ,两测回的结果互差不得大于  $30''$ 。

### C4 图解归心元素测定

C4.1 对于在觇标上进行天文方位角观测和照准觇标的偏心观测采用图解法测定归心元素。

C4.2 测前测后应至少各进行一次图解归心元素测定。两次测定时间间隔超过一个月时应增加测定次数。在观测过程中,如遇暴风雨等对觇标的稳定性发生怀疑时,须进行归心元素检测。测定正、反方位角时,测站偏心点的测后投影可作为照准点的测前投影,照准偏心点的测后投影可作为测站的测前投影。

C4.3 图解归心元素投影时,分别在投影面交角约为  $60^\circ$ 或  $120^\circ$ 的三个仪器位置上按盘左盘右位置进行投影。如因地形限制,亦可在交角约  $90^\circ$ 的两个位置连续投影两次。

C4.4 投影误差三角形的最长边或误差四边形的长对角线不得大于 5mm。

C4.5 在基板上可以用“正刺”、“反刺”、“交会”的方法确定偏心点在投影纸上的位置,并在投影纸上注明方法。

C4.6 由投影中心向地面目标和另一固定目标描绘方向线,并测定两方向间的夹角两测回,其观测角值与描绘角值互差不大于  $2^\circ$ 。

## 附录 D 仪器检验方法 (标准的附录)

### D1 望远镜目镜测微器丝距的测定

#### D1.1 测前准备

**D1.1.1** 整置仪器水平和仪器定向(定向误差应不大于 $2'$ )。转动测微器箱,利用北极星或地面目标严密调整固定丝垂直。

**D1.1.2** 选星:在《中国天文年历》恒星视位置表中,从预定观测的恒星时刻开始,选取 $\delta < 80^\circ$ 的北星,按下式计算各星上中天的时刻 $S$ 和天顶距 $Z$ 。

$$S = \alpha \quad \dots\dots\dots (D1)$$

$$Z = \delta - \phi \quad \dots\dots\dots (D2)$$

#### D1.2 观测方法

**D1.2.1** 根据所选恒星中天的时刻约提前 $5\text{min}$ 按其天顶距整置望远镜。

**D1.2.2** 按耳目法读记恒星经过各固定丝的表面时刻,通常以目镜西时上中天恒星首先通过的固定丝作为第一根丝。

#### D1.3 丝距的计算

**D1.3.1** 根据一颗星的观测结果,按下式计算各丝的丝距:

$$f_i' = 15\Delta S_i \cos \delta_i \quad \dots\dots\dots (D3)$$

式中: $\Delta S_i$ ——恒星通过各丝与过中丝的恒星时之差。

**D1.3.2** 观测4~6颗星,取各星测定的同一根丝丝距 $f_i'$ 的中数 $f_i$ 作为某一丝距的最后值。

### D2 接触测微器隙动差的测定

**D2.1** 将望远镜安置在天顶距 $35^\circ$ 的位置上,以望远镜视场内固定丝的双丝部分为照准目标,依次旋进和旋出测微器手轮,将动丝精确置于双丝中央,并读记测微鼓读数,旋进或旋出的读数差,即为隙动差。连续测定十次为一组,每次测定隙动差应测两组。两组取中数即得隙动差 $M_x$ 。

**D2.2** 当使用的仪器固定丝网没有双丝部分时,可选择其他较清晰的固定丝为照准目标。为了减少照准误差,隙动差测定应在视场亮度良好的情况下进行,一般在测表差前以自然光为背景测定为宜。

**D2.3** 当隙动差小于 $0.005''$ 和出现负值时,在表差计算中可不加此项改正。

## D3 等高棱镜校正

### D3.1 校正准备

给经纬仪配备一准直目镜，安置整平经纬仪和等高棱镜，并对无旁远调焦。

### D3.2 等高棱镜底面与视准轴垂直校正

启动准直目镜光源，使视场内的十字丝及其反射呈像清晰，调正棱镜板上的校正螺旋，使十字丝正反像重合。

### D3.3 等高棱镜前棱水平校正

在等高棱镜前棱的前面正上方悬挂一细线，并将前棱整置水平后，在水银盘上倒注适量的水银；若在目镜端两条细线呈像不重合，则可调正前棱校正螺旋，使细线呈像重合后再调正等高棱镜圆水准器校正的螺旋使气泡居中。

## D4 天文钟的检测

D4.1 每隔1~5h 收录一次时号，共收录同一时号 11 次。

D4.2 按下式计算出10个钟速

$$W_i = (t_{i+1} - t_i) / (X_{i+1} - X_i) - 3600 \quad \dots\dots\dots (D4)$$

式中： $t_i$ ——收录时号的世界时，s；

$X_i$ ——收录时号的表面时，h。

D4.3 钟速互差一般不得大于 $5 \times 2^{i-1} \text{ms}$ （ $i$ 为等级）。

## 附录 E 子午线标定方法 (标准的附录)

### E1 标定准备

**E1.1** 子午线标定时除准备天文观测设备外, 还需准备如下设备:

- a) 天文观测用经纬仪的准直目镜一个;
- b) 带有准直目镜的 DJ1 经纬仪 1~2 台;
- c) 平面反射镜和准直平行光管一套。

**E1.2** 准直平行光管用于维持子午方向, 平面反射镜用于检验子午方向变化。准直平行光管和平面镜应配备有可调节上下左右方向变化的机座。

**E1.3** 仪器检验按照第4章要求检验。

**E1.4** 在室外开阔地方选择一点 A 作为天文观测站点, 在室内选择一点 B 作为子午放样测站点, 且 B 点位于平面镜和准直平行光管前面, 同时三者构成一直线。A、B 两点要求通视, 否则应加一个过渡点。

**E1.5** 在 A、B 两点应建造仪器观测墩, 在室内符合要求的位置建造固定平面镜和准直平行光管的子午基准工作台。工作台和观测墩应稳定牢靠, 其高度应保证准直平行光管视准线水平。工作台的子午方向可采用适当简单方法进行放样, 其精度视子午方向调节范围而定。

### E2 观测方法

**E2.1** 按二等要求测定 A 点的天文经纬度。

**E2.2** 在 A 点安置天文经纬仪, 在 B 点安置准直经纬仪。通过概略观测, 把准直光管视准线概略调准子午方向, 并置水平。

**E2.3** 采用北极星任意时角法按一等要求在 A 点观测天文方位角。

**E2.4** 在 B 点采用同步对向观测法观测次序与 A 点对应, 按一等要求测定平行光管视准线的方位角。当在 A 的经纬仪照准 B 点的经纬仪时, B 点的经纬仪同时对照准 A 点的经纬仪, 同时注意相互照准后在完成观测读数前应不再移动目标。

**E2.5** 在 A、B 点同步对向观测时的经纬仪照准目标为目镜的十字丝并事先对无穷远调焦, 并使各照准目标成像清晰, 在观测中一般不得调焦。

**E2.6** 观测平行光管视准线的天文方位角不得少于9个测回, 测回间应变换度盘位置。各测回方位角观测值互差不得大于 6'。

**E2.7** 计算出平行光管视准线的天文方位角并加入子午收敛角改正后, 观测平行光管视准线所在的度盘位置 9 个测回 (不能变换度盘)。

**E2.8** 根据平行光管视准线的天文方位角和度盘位置，计算出子午方向的度盘位置，并以此调整平行光管，使其视准线水平指向子午方向后进行固定。

**E2.9** 调整好平行光管后，应反复检测其度盘位置 9 个测回，且与子午位置互差不得大于  $0.5''$ ，直至第二天仍符合检测要求。

**E2.10** 利用调整好子午方向的平行光管，把平面镜中心法线调整到与平行光管视准线重合，并固定平面镜。

## 附录 F 太阳视位置计算方法 (标准的附录)

### F1 适用范围

本标准规定了太阳视位置计算方法,适用于利用太阳进行四等天文观测时的太阳视位置计算。

### F2 太阳视黄经计算

$$\begin{aligned}
 L_0 = & 279.69019 + 36000.76892T \\
 & + (1.91946 - 0.00479T) \sin G + 0.02000 \sin 2G \\
 & + 0.00029 \sin 3G + 0.00179 \sin D \\
 & + 0.00134 \cos (299 + V + G) + 0.00154 \cos (148 + 2V - 2G) \\
 & + 0.00069 \cos (316 + 2V - 3G) + 0.00043 \cos (345 + 3V - 4G) \\
 & + 0.00028 \cos (318 + 3V - 5G) \\
 & + 0.00057 \cos (344 - 2M + 2G) + 0.00049 \cos (200 - 2M + G) \\
 & + 0.002000 \cos (180 - J + G) + 0.00072 \cos (263 - J) \\
 & + 0.00076 \cos (87 - 2J + 2G) + 0.00045 \cos (109 - 2J + G) \\
 & - 0.00479 \sin \theta - 0.00035 \sin (2L) \dots\dots\dots (F1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{其中: } T = & \{367Y - \text{INT}(7(Y + \text{INT}((M + 9)/12))) / 4 + \text{INT}(275M/9) \\
 & + D + h/24 - 694006.5\} / 36525
 \end{aligned}$$

$$G = 358.475 + 35999.050T$$

$$M = 319.856 + 19140.007T$$

$$D = 350.737 + 445267.110T$$

$$V = 213.208 + 58517.400T$$

$$J = 225.331 + 3034.600T$$

$$\theta = 259.133 - 1934.100T$$

$$L = 279.69019 + 36000.76892T + 0.0003T^2$$

其中: Y——年份;

M——月份;

D——日数;

h——世界时, h;

INT——取整数函数。

### F3 太阳视位置计算

$$\alpha = \arctg (\sin L_0 \cos \epsilon / \cos L_0) \dots\dots\dots (F2)$$

$$\delta = \arcsin (\sin L_0 \sin \epsilon) \dots\dots\dots (F3)$$

其中： $\epsilon = 23.45229 - 0.01301T + 0.00256\cos\theta$

# 全球定位系统（GPS）测量规范

GB/T 18314—2001

## 1 范围

本标准规定利用全球定位系统（GPS）按静态、快速静态定位原理，建立测量控制网（简称（GPS）控制网）的原则、等级划分和作业方法。

本标准适用于国家和局部 GPS 控制网的设计、布测与数据处理。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 12897—1991 国家一、二等水准测量规范
- GB 12898—1991 国家三、四等水准测量规范
- GB/T 17942—2000 国家三角测量规范
- CH 1002—1995 测绘产品检查验收规定
- GH 1003—1995 测绘产品质量评定标准
- CH/T 1004—1999 测绘技术设计规定
- CH 8016—1995 全球定位系统（GPS）测量型接收机检定规程

## 3 术语

### 3.1 观测时段 observation session

测站上开始接收卫星信号到停止接收，连续观测的时间间隔称为观测时段，简称时段。

### 3.2 同步观测 simultaneous observation

两台或两台以上接收机同时对同一组卫星进行的观测。

### 3.3 同步观测环 simultaneous observation loop

三台或三台以上接收机同步观测所获得的基线向量构成的闭合环。

### 3.4 独立观测环 independent observation loop

由非同步观测获得的基线向量构成的闭合环。

### 3.5 数据剔除率 percentage of data rejection

同一时段中，删除的观测值个数与获取的观测值总数的比值。

### 3.6 天线高 antenna height

观测时接收机天线相位中心至测站中心标志面的高度。

### 3.7 参考站 Reference station

在一定的观测时间内，一台或几台接收机分别固定在一个或几个测站上，一直保持跟踪观测卫星，其余接收机在这些测站的一定范围内流动设站作业，这些固定测站就称为参考站。

### 3.8 流动站 roving station

在参考站的一定范围内流动作业的接收机所设立的测站。

### 3.9 观测单元 observation unit

快速静态定位测量时，参考站从开始至停止接收卫星信号连续观测的时间段。

### 3.10 世界大地坐标系 1984 (WGS84) World Geodetic System 1984

由美国国防部在与 WGS72 相应的精密星历 NSWC—9Z—2 基础上，采用 1980 大地参考数和 BIH1984.0 系统定向所建立的一种地心坐标系。

### 3.11 国际地球参考框架 ITRF YY, International Terrestrial Reference Frame

由国际地球自转服务局推荐的以国际参考子午面和国际参考极为定向基准，以 IERS YY 天文常数为基础所定义的一种地球参考系和地心（地球）坐标系。

### 3.12 GPS 静态定位测量 static GPS positioning

通过在多个测站上进行若干时段同步观测，确定测站之间相对位置的 GPS 定位测量。

### 3.13 GPS 快速静态定位测量 rapid static GPS positioning

利用快速整周模糊度解算法原理所进行的 GPS 静态定位测量。

### 3.14 永久性跟踪站 permanent tracking station

长期连续跟踪接收卫星信号的永久性地面观测站。

### 3.15 单基线解 single baseline solution

在多台 GPS 接收机同步观测中，每次选取两台接收机的 GPS 观测数据解算相应的基线向量。

### 3.16 多基线解 multi-baseline solution

从  $m$  ( $m \geq 3$ ) 台 GPS 接收机同步观测值中，由  $m-1$  条独立基线构成观测方程，统一解算出  $m-1$  条基线向量。

## 4 坐标系和时间系统

### 4.1 坐标系

4.1.1 GPS 测量采用广播星历时，其相应坐标系为世界大地坐标系 WGS84。该坐标系的地球椭球基本参数以及主要几何和物理常数见附录 A（标准的附录）。

GPS 测量采用精密星历时，其坐标系为相应历元的国际地球参考框架 ITRF YY。当换算为大地坐标时，可采用与 WGS 84 相同的地球椭球基本参数以及主要几何和物理常数。

4.1.2 当要求提供 1980 西安坐标系或其他参考坐标系时，可按坐标转换等方法求得这些坐标系的坐标。

当要求提供 1985 国家高程基准或其他高程系高程时，可按高程拟合、大地水准面精化等方法求得这些高程系统的高程。

1980 西安坐标系及 1954 年北京坐标系的参考椭球基本参数以及主要几何和物理常数见附录 A（标准的附录）。

## 4.2 时间系统

GPS 测量采用 GPS 时间系统，手簿记录宜采用世界协调时（UTC）。

# 5 精度分级

5.1 GPS 测量按其精度划分为 AA、A、B、C、D、E 级。

GPS 快速静态定位测量可用于 C、D、E 级 GPS 控制网的布设。

5.2 各级 GPS 测量的用途：

AA 级主要用于全球性的地球动力学研究、地壳形变测量和精密定轨；

A 级主要用于区域性的地球动力学研究和地壳形变测量；

B 级主要用于局部形变监测和各种精密工程测量；

C 级主要用于大、中城市及工程测量的基本控制网；

D、E 级主要用于中、小城市、城镇及测图、地籍、土地信息、房产、物探、勘测、建筑施工等的控制测量。

AA、A 级可作为建立地心参考框架的基础。

AA、A、B 级可作为建立国家空间大地测量控制网的基础。

5.3 各级 GPS 网相邻点间基线长度精度用下式表示，并按表 1 规定执行。

$$\sigma = \sqrt{a^2 + (b \cdot d \cdot 10^{-6})^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中： $\sigma$ ——标准差，mm；

a——固定误差，mm；

b——比例误差系数；

d——相邻点间距离，mm。

表 1 精度分级

级 别	固定误差 a, mm	比例误差系数
AA	≤3	≤0.01
A	≤5	≤0.1
B	≤8	≤1
C	≤10	≤5
D	≤10	≤10
E	≤10	≤20

5.4 GPS 测量大地高差的精度，固定误差  $a$  和比例误差系数  $b$  按表 1 可放宽 1 倍执行。

5.5 AA、A 级站平差后在 ITRF YY 地心参考框架中的点位精度及对连续观测站经多次观测后计算的相邻站间基线长度年变化率测定精度，按表 2 规定执行。

表 2 点位精度和基线长度年变化率精度规定

级别	点位地心坐标精度, m	基线长度年变化率精度, mm/年
AA	$\leq 0.05$	$\leq 2$
A	$\leq 0.1$	$\leq 3$

## 6 网的技术设计

### 6.1 技术设计的基本要求

GPS 网布测前应进行技术设计，以得到最优的布测方案。技术设计书的格式、内容、要求与审批程序按照 CH/T 1004 进行。

### 6.2 技术设计准备

6.2.1 根据任务的需要，收集测区范围既有的国家三角网、导线点、天文重力水准点、水准点、甚长基线干涉测量站、卫星激光测距站、天文台和已有的 GPS 站点资料，包括点之记、网图、成果表、技术总结等。

6.2.2 搜集测区范围内有关的地形图、交通图、及测区总体建设规划和近期发展方面的资料。若任务需要，还应搜集有关的地震、地质资料等。

6.2.3 技术设计前，应对上述资料分析研究，必要时进行实地勘察，然后进行图上设计。

### 6.3 技术设计的原则

6.3.1 在设计图上应标出新设计的 GPS 点的点位、点名、点号和级别，还应标出相关的各类测量站点、水准路线及主要的交通路线、水系和居民地等。

### 6.3.2 GPS 网布设原则

6.3.2.1 GPS 网的布设应视其目的、要求的精度、卫星状况、接收机类型和数量、测区已有的资料、测区地形和交通状况以及作业效率综合考虑，按照优化设计原则进行。

6.3.2.2 AA、A、B 级 GPS 网应布设成连续网，除边缘点外，每点的连接点数应不少于 3 点。C、D、E 级 GPS 网可布设成多边形或附和路线。

6.3.2.3 A 级及 A 级以下各级 GPS 网中，最简独立闭合环或附和路线的边数应符合表 3 的规定。

表 3 最简独立闭合环或附和路线边数的规定

级 别	A	B	C	D	E
闭合环或附和路线的边数	$\leq 5$	$\leq 6$	$\leq 6$	$\leq 8$	$\leq 10$

**6.3.2.4** 各级 GPS 网相邻点间平均距离应符合表 4 要求。相邻点最小距离可为平均距离的  $1/3 \sim 1/2$ ；最大距离可为平均距离的  $2 \sim 3$  倍。

表 4 GPS 网中相邻点之间的平均距离 km

项 目 \ 级 别	AA	A	B	C	D	E
平均距离	1 000	300	70	10~15	5~10	0.2~5

**6.3.2.5** AA、A、B 级 GPS 网点，应与 GPS 永久性跟踪站联测；其联测的站数，AA 级不得少于 4 站，A 级不得少于 3 站，B 级不得少于 2 站。

**6.3.2.6** A、B 级 GPS 网，应尽量与周围的 GPS 地壳形变监测网、基本验潮站联测。

**6.3.2.7** AA、A、B 级 GPS 网点宜与参加过全国天文大地网整体平差的三角点、导线点和一、二等水准点并置或重合。

**6.3.2.8** 新布设的 GPS 网应与附近已有的国家高等级 GPS 点进行联测，联测点数不得少于 2 点。

**6.3.2.9** B 级 GPS 网，在高程异常变化剧烈地区，其点间的距离不宜超过 100km；在地壳断裂带或地震频发地区，其点间距离应适当缩短。

**6.3.2.10** 大陆、岛、礁之间的 A、B 级 GPS 网的边长可视实际情况变通，重要岛、礁与大陆之间的联测，其连接的点数不应少于 3 个。

**6.3.2.11** 为求得 GPS 点在某一参考坐标系中坐标，应与该参考坐标系中的原有控制点联测，联测的总点数不得少于 3 点。

在需用常规测量方法加密控制网的地区，C、D、E 级 GPS 网点应有  $1 \sim 2$  方向通视。

**6.3.2.12** 为求得 GPS 网点的正常高，应根据需要适当进行高程联测。AA、A 级网应逐点联测高程，B 级网至少每隔  $2 \sim 3$  点，C 级网每隔  $3 \sim 6$  点联测一个高程点，D 级与 E 级网可依具体情况确定联测高程的点数。

**6.3.2.13** AA、A 级 GPS 点的高程联测，应按 GB 12897 二等水准的方法进行；B 级 GPS 点的高程联测，应按 GB 12898 三等水准或与其精度相当的方法进行；C、D、E 级 GPS 点按 GB 12898 四等水准或与其精度相当的方法进行高程联测。

**6.3.2.14** GPS 快速静态定位网的布设，除应满足上述有关规定外，还应满足下列

要求：

a) 相邻地区两个观测单元之间的流动站的重合点数：C、D 级不应少于 2 点，E 级不应少于 1 点；

b) 相邻点的距离大于 20km 时，应采用 GPS 静态定位法施测；

c) 当网中相邻点间距离小于该级别所要求的相邻点间最小距离时，两相邻点必须直接进行同步观测；

d) 对于双参考站作业方式，不同观测单元的基准基线宜相互联结，以构成整个网的骨架；

e) D、E 级 GPS 网可采用单参考站作业方式，对相邻观测单元的一些流动测站点必须进行二次设站观测。

#### 6.4 技术设计后应上交的资料：

a) 野外踏勘技术总结；

b) 测量任务书与专业设计书（附技术设计图）。

## 7 选点

### 7.1 选点准备

7.1.1 选点人员在实地选点前，应收集有关布网任务与测区的资料，包括测区 1:50 000 或更大比例尺地形图，已有各类控制点、卫星跟踪站的资料等。

7.1.2 选点人员应充分了解和研究测区情况，特别是交通、通讯、供电、气象及大地点等情况。

### 7.2 点位基本要求

a) 周围应便于安置接收设备和操作，视野开阔，视场内障碍物的高度角不宜超过 15°；

b) 远离大功率无线电发射源（如电视台、电台、微波站等），其距离不小于 200m；远离高压输电线和微波无线电信号传送通道，其距离不得小于 50m；

c) 附近不应有强烈反射卫星信号的物件（如大型建筑物等）；

d) 交通方便，并有利于其他测量手段扩展和联测；

e) 地面基础稳定，易于点的保存；

f) AA、A、B 级 GPS 点，应选在能长期保存的地点；

g) 充分利用符合要求的旧有控制点；

h) 选站时应尽可能使测站附近的小环境（地形、地貌、植被等）与周围的大环境保持一致，以减少气象元素的代表性误差。

### 7.3 辅助点与方位点

7.3.1 非基岩的 AA、A 级 GPS 点的附近应埋设 1~3 个辅助点，并测定其与 GPS 点的距离和高差，精度应优于  $\pm 5\text{mm}$ 。

7.3.2 GPS 点可视需要设立与其通视的方位点，该点应目标明显，观测方便，和 GPS 点的距离一般不小于 300m。

## 7.4 造点作业

7.4.1 选点人员应按照技术设计书经过踏勘，在实地按 7.2 要求选定点位，并在实地加以标定。

7.4.2 当利用旧点时，应检查旧点的稳定性、可靠性和完好性，符合要求方可利用。

7.4.3 点名应取居民地名，C、D、E 级 GPS 点名也可取山名、地名、单位名，应向当地政府部门或群众进行调查后确定。少数民族地区应使用准确的音译汉语名，在译音后可附上原文。

新旧点重合时，应采用原有旧点名，不得更改，如确需更改应在新点名后括号内附上旧点名。如与水准点重合时，应在新点名后的括号内附上水准点等级、编号。

在同一网区有相同点时，应在点名后附上（一）（二）加以区别。

点名书写采用汉字，一律以国务院公布的简化字为准。

点号编排应便于计算机管理。

7.4.4 需要水准联测的 GPS 点，应实地踏勘水准路线情况，选择联测水准点和绘出联测路线图。

7.4.5 不论新选定的点或利用旧点（包括辅助点与方位点），应实地按附录 B 形式绘制点之记，其内容要求在现场详细记录，不得追记。

7.4.6 AA、A 级 GPS 点，在其点之记中应填写地质概要、构造背景及地形地质构造略图。

7.4.7 点位周围有高于  $10^\circ$  的障碍物时，应绘制点的环视图，其形式见附录 B。

7.4.8 一个网区选点完成后，应绘制 GPS 网选点图，其形式见附录 B。

## 7.5 选点结束后应上交的资料

- 用黑墨水填写的道林纸点之记、环视图；
- GPS 网选点网（测区较小，选点、埋石与观测一期完成时，可以展点图代替）；
- 选点工作总结。

# 8 埋石

## 8.1 标石类型

8.1.1 GPS 点的标石类型及其适用级别按表 5 规定执行。

表 5 GPS 点标石类型

标 石 类 型	适用级别
a. 基岩天线墩	AA、A
b. 岩层天线墩	AA、A
c. 基岩标石	B

标 石 类 型	适用级别
d. 岩层普通标石	B ~ E
e. 土层天线墩	AA、A
f. 普通基本标石	B ~ E
g. 冻土基本标石	B
h. 固定沙丘基本标石	B
i. 普通标石	B ~ E
j. 建筑物上的标石	B ~ E

C 级以下临时性工程网点，可埋设简易标志。

**8.1.2** 各种类型的标石应设有中心标志。基岩和基本标石的中心标志应用铜或不锈钢制作。普通标石的中心标志可用铁或坚硬的复合材料制作。标志中心应刻有清晰、精细的十字线或嵌入不同颜色金属（不锈钢或铜）制作的直径小于 0.5mm 的中心点。并应在标志表面制有“GPS”及施测单位名称。

**8.1.3** 各种标石的规格，则附录 B。

**8.1.4** 各种天线墩必须附有强制对中装置。

## 8.2 埋石作业

**8.2.1** 各级 GPS 点的标石应用混凝土灌制。在有条件的地区，也可用整块花岗石、青石等坚硬石料凿制，但其规格应不小于同类标石的规定。

**8.2.2** 埋设天线墩、基岩标石、基本标石时，应现场浇灌混凝土。普通标石可预先制做，然后运往各点埋设。

**8.2.3** 埋设标石，须使各层标志中心严格在同一铅垂线上，基偏差不得大于 2mm。强制对中装置的对中精度不得大于 1mm。

**8.2.4** 当利用旧点时，应首先确认该点标石完好，并符合同级 GPS 点埋石要求，且能长期保存。必要时需要挖开标石侧面查看标石情况。如遇上标石被破坏，可以下标石为准，重埋上标石。

**8.2.5** 方位点应埋设普通标石，并加适当标注，以便与 GPS 点相区分。

**8.2.6** GPS 点埋石所占土地，应经土地使用者或管理部门同意，并办理相应手续。新埋标石时应办理测量标志委托保管书，一式三份，交标石的保管单位或个人，上交和存档各一份。利用旧点时需对委托保管书进行核实，若委托保管情况不落实应重新办理。

**8.2.7** AA、A 和 B 级点标石埋设后，至少需经过一个雨季，冻土地区至少需经过一个冻解期，基岩或岩层标石至少需经一个月后，方可用于观测。

## 8.3 标石外部整饰

**8.3.1** 各类 GPS 点混凝土标石灌制时，均应在基上压印 GPS 点的类级、埋设年代

和国家设施勿动的字样。

**8.3.2** B级GPS点标石埋设后，需在周围砌筑混凝土方井或圆井护框，其内径根据情况而定，但至少不小于0.6m，高为0.2m。

**8.3.3** 荒漠或平原不易寻找的GPS点还需在其近旁埋设指示碑，其规格参见GB 12898。

#### 8.4 埋石结束上交资料

- a) 填写了埋石填况的GPS点之记；
- b) 土地占用批准文件与测量标志委托保管书；
- c) 埋石工作总结。

## 9 仪器

### 9.1 接收机选用

GPS接收机的选用，根据需要按表6规定执行。

### 9.2 接收设备检验

**9.2.1** 新购置的GPS接收机应按规定进行全面检验后使用。

**9.2.2** GPS接收机全面检验包括：一般检视、通电检验、试测检验。

**9.2.2.1** 一般检视应符合下列规定：

- a) GPS接收机及天线的外观应良好，型号应正确；
- b) 各种部件及其附件应匹配、齐全和完好；
- c) 需紧固的部件应不得松动和脱落；
- d) 设备使用手册和后处理软件操作手册及磁（光）盘应齐全。

表6 接收机选用

级别	AA	A	B	C	D、E
单频/双频	双频/全波长	双频/全波长	双频	双频或单频	双频或单频
观测量至少有	L1、L2载波相位	L1、L2载波相位	L1、L2载波相位	L1载波相位	L1载波相位
同步观测接收机数	≥5	≥4	≥4	≥3	≥2

**9.2.2.2** 通电检验应符合下列规定：

- a) 有关信号灯工作应正常；
- b) 按键和显示系统工作应正常；
- c) 利用自测试命令进行测试；
- d) 检验接收机锁定卫星时间的快慢，接收信号强弱及信号失锁情况。

**9.2.2.3** 试测检验前，还应检验：

- a) 天线或基座圆水准器和光学对中器是否正确；
- b) 天线高量尺是否完好，尺长精度是否正确；

- c) 数据转录设备及软件是否齐全, 数据传输性能是否完好;
- d) 通过实例计算, 测试和评估数据后处理软件。

9.2.3 GPS 接收设备一般检视和通电检验完成后, 应在不同长度的标准基线(6.3.2.4 规定的不同长度基线)上进行以下测试:

- a) 接收机内部噪声水平测试;
- b) 接收机天线相位中心稳定性测试;
- c) 接收机野外作业性能及不同测程精度指标测试;
- d) 接收机频标稳定性检验和数据质量的评价;
- e) 接收机高低温性能测试;
- f) 接收机综合性能评价等。

9.2.4 GPS 接收机测试检验的方法和技术要求, 见 CH 8016。

9.2.5 GPS 接收设备每年应定期检验: 第 9.2.2.1、第 9.2.2.2、第 9.2.2.3。

9.2.6 不同类型的接收机参加共同作业时, 应在已知高差的基线上进行比对测试, 超过相应等级限差时不得使用。

9.2.7 GPS 接收机或天线受到强烈撞击后, 或更新接收机部件, 或更新天线与接收机的匹配关系后, 应按新购买仪器做全面检验。

9.2.8 天线或基座的圆水准泡、光学对中器, 作业期间至少 1 个月检校一次。

### 9.3 接收设备的维护

9.3.1 GPS 接收机等仪器应指定专人保管, 不论采用何种运输方式, 均要求专人押运, 并应采取防震措施, 不得碰撞倒置和重压, 软盘驱动器在运输中应插入保护片或废磁盘。

9.3.2 作业期间, 必须严格遵守技术规定和操作要求, 作业人员须经培训合格后方可上岗操作, 未经允许非作业人员不得擅自操作仪器。

9.3.3 接收仪器应注意防震、防潮、防晒、防尘、防蚀、防辐射, 定期分别用清洗盘和专用清洁剂清洗软盘驱动器或磁带机的磁头; 电缆线不得扭折, 不得在地面拖拉、碾砸, 其接头和连接器要经常保持清洁。

9.3.4 作业结束后, 应及时擦净接收机上的水汽和尘埃, 及时存放在仪器箱内。仪器箱应置于通风、干燥阴凉处, 箱内干燥剂呈粉红色时, 应及时更换。

9.3.5 仪器交接时应按 9.2.2.1 规定的一般检视的项目进行检查, 并填写交接情况记录。

9.3.6 接收机在外接电源前, 应检查电压是否正常, 电池正负极切勿接反。

9.3.7 当天线置于楼顶、高标及其他设施的顶端作业时, 应采取加固措施, 雷雨天气时应有避雷设施或停止观测。

9.3.8 接收机在室内存放期间, 室内应定期通风, 每隔 1~2 个月应通电检查一次, 接收机内电池要保持充满电状态, 外接电池应按电池要求按时充放电。

9.3.9 严禁拆卸接收机各部件, 天线电缆不得擅自切割改装、改换型号或接长。如发生故障, 应认真记录并报告有关部门, 请专业人员维修。

## 9.4 辅助设备检验

GPS 定位测量所用通风干湿表与空盒气压表应定期送计量检定部门检验，在有效期内使用。

# 10 观测

## 10.1 观测区的划分

**10.1.1** AA、A、B 级网的布测视测区范围的大小，可实行分区观测。当实行分区观测时，相邻分区间至少应有 4 个公共点。

**10.1.2** 任一个同步观测子区或观测单元子区参加观测的接收机台数应符合表 6 第三项的规定。

## 10.2 观测计划

作业调度者根据测区地形和交通状况、采用的 GPS 作业方法（静态或快速静态定位测量）设计的基线的最短观测时间等因素综合考虑，编制观测计划表，按该表对作业组下达相应阶段的作业调度命令。同时依照实际作业的进展情况，及时做出必要的调整。

## 10.3 基本技术规定

**10.3.1** 各级 GPS 测量基本技术规定应符合表 7 要求。

表 7 各级 GPS 测量基本技术要求规定

项 目		级 别						
		AA	A	B	C	D	E	
卫星截止高度角 (°)		10	10	15	15	15	15	
同时观测有效卫星数		≥4	≥4	≥4	≥4	≥4	≥4	
有效观测卫星总数		≥20	≥20	≥9	≥6	≥4	≥4	
观测时段数		≥10	≥6	≥4	≥2	≥1.6	≥1.6	
时段长度 min	静态	≥720	≥540	≥240	≥60	≥45	≥40	
	快速 静态	双频 + P (Y) 码	—	—	—	≥10	≥5	≥2
		双频全波	—	—	—	≥15	≥10	≥10
		单频或双频半 波	—	—	—	≥30	≥20	≥15
采样间隔 s	静态	30	30	30	10 ~ 30	10 ~ 30	10 ~ 30	
	快速静态	—	—	—	5 ~ 15	5 ~ 15	5 ~ 15	

项 目		级 别						
		AA	A	B	C	D	E	
时段中任一卫星有效观测时间 min	静态	≥15	≥15	≥15	≥15	≥15	≥15	
	快速静态	双频 + P(Y) 码	—	—	—	≥1	≥1	≥1
		双频全波	—	—	—	≥3	≥3	≥3
		单频或双频半波	—	—	—	≥5	≥5	≥5
<p>注</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 在时段中观测时间符合表 7 中第七项规定的卫星，为有效观测卫星；</li> <li>2 计算有效观测卫星总数时，应将各时段的有效观测卫星数扣除其间的重复卫星数；</li> <li>3 观测时段长度，应为开始记录数据到结束记录的时间段；</li> <li>4 观测时段数 ≥ 1.6，指每站观测一时段，至少 60% 测站再观测一时段。</li> </ol>								

**10.3.2** AA、A 与 B 级观测时段的分布应尽可能日夜均匀，且夜间观测时段所占比例不得少于 25%。夜间观测从日落后 1 小时开始起算至日出为止（以同步环最西部点为标准）。

**10.3.3** AA、A、B 级测量必须同时观测记录各项气象元素和天气状况。C、D 与 E 级测量可不观测气象元素，而只记录天气状况。

**10.3.4** GPS 静态定位测量时，观察数据文件名中应包含测站名或测站号、观测单元、测站类型（是参考站还是流动站）、日期、时段号等信息，具体命名方法依采用的 GPS 静态定位软件而定。

**10.3.5** 雷电、风暴天气时，不宜进行 AA、A、B 级 GPS 测量。

#### 10.4 观测准备

**10.4.1** GPS 接收机在开始观测前，应进行预热和静置，具体要求按接收机操作手册进行。

**10.4.2** 天线安置应符合下列要求：

- a) 用三脚架安置天线时，其中误差不应大于 3mm；B 级不应在高标上安置天线；
- b) 需在觇标的基板上安置天线时，应先卸去觇标顶部，将标志中心投影至基板上，然后依投影点安置天线。投影点示误三角形的最长边或示误四边形的长对角线不得大于 5mm，投影方法见 GB/T 17942；

c) GPS 点上建有寻常标时，应在安置天线前放倒觇标或采取其他措施；

d) B 级及以上各级 GPS 测量，其定向标志线应指向正北，顾及当地磁偏角修正后，其定向误差应不大于 ± 5°，对于定向标志不明显的接收机天线，可预先设置标记，每次按此标记安置仪器；

e) 天线集成体上的圆水准气泡必须居中，没有圆水准气泡的天线，可调整天线基座脚螺旋，使在天线互为 120° 方向上量取的天线高互差小于 3mm。

## 10.5 观测作业的要求

10.5.1 观测组必须严格遵守调度命令，按规定的时间进行作业。

10.5.2 经检查接收机电源电缆和天线等各项联结无误，方可开机。

10.5.3 开机后经检验有关指示灯与仪表显示正常后，方可进行自测试并输入测站、观测单元和时段等控制信息。

10.5.4 接收机启动前与作业过程中，应随时逐项填写测量手簿中的记录项目，测量手簿格式、记录内容及要求见附录 D。

10.5.5 接收机开始记录数据后，观测员可使用专用功能键和选择菜单，查看测站信息、接收卫星数、卫星号、卫星健康状况、各通道信噪比、相位测量残差、实时定位的结果及其变化、存储介质记录和电源情况等，如发现异常情况或未预料到的情况，应记录在测量手簿的备注栏内，并及时报告调度组织者。

10.5.6 每时段观测开始及结束前各记录一次观测卫星号、天气状况、实时定位经纬度和大地高、PDOP 值等。须观测记录气象元素的等级 GPS 网点，每时段气象观测应不少于 2 次。一次在时段开始时，一次在时段结束时。时段长度超过 2h 时，应每当 UTC 整点时增加观测记录上述内容一次，夜间放宽到 4h。

10.5.7 气象观测所用通风干湿表需悬挂在测站附近，与天线相位中心大致等高度处。悬挂地点应通风良好，避开阳光直接照射，便于读数。空盒气压表可置于测站附近地面，其读数应顾及至天线相位中心高度，加入相应的高程修正。

当测站附近的小环境与周围的大环境不一致时，可在合适的地方量测气象元素，然后加上高差修正化为天线相位中心处的气象元素。

10.5.8 每时段观测前后应各量取天线高一次，其测量方法及要求见附录 D。两次量高之差不应大于 3mm，取平均值作为最后天线高。若互差超限，应查明原因，提出处理意见记入测量手簿记事栏。

10.5.9 除特殊情况外，不宜进行偏心观测，若迫不得已进行时，应测定归心元素，其方法可参考附录 F 或 GB/T 17942。

10.5.10 观测员要细心操作，观测期间防止接收设备震动，更不得移动，要防止人员和其他物体碰动天线或阻挡信号。

10.5.11 观测期间，不得在天线附近 50m 以内使用电台，10m 以内使用对讲机。

10.5.12 天气太冷时，接收机应适当保暖；天气很热时，接收机应避免阳光直接照射，确保接收机正常工作。

10.5.13 一时段观测过程中不允许进行以下操作：

- a) 接收机关闭又重新启动；
- b) 进行自测试；
- c) 改变卫星仰角限；
- d) 改变数据采样间隔；
- e) 改变天线位置；
- f) 按动关闭文件和删除文件等功能键。

**10.5.14** 在 GPS 快速静态定位测量中，同一观测单元期间

- a) 参考站观测不能中断；
- b) 参考站和流动站采样间隔要相同，不能变更。

**10.5.15** 经认真检查，所有规定作业项目均已全面完成，并符合要求，记录与资料完整无误，且将点位和觇标恢复原状后，方可迁站。

## 11 外业成果记录

### 11.1 记录类型

GPS 测量作业所获取的成果记录应包括以下三类：

- a) 观测记录（磁盘、光盘或磁带存储）；
- b) 测量手簿；
- c) 其他记录，主要有观测计划、偏心观测资料等。

### 11.2 记录内容

**11.2.1** 观测记录项目主要有：

- a) 载波相位观测值、C/A 码伪距和 P(Y) 码伪距等；
- b) 对应观测值的 GPS 时间；
- c) GPS 卫星星历参数；
- d) 测站和接收机初始信息：测站名、测站号、观测单元号、参考站或流动站、时段号、近似坐标及高程、天线及接收机编号、天线高、观测日期、采样间隔、卫星截止高度角。

**11.2.2** 测量手簿分为四种。AA、A 与 B 级静态定位测量一种，C、D 与 E 级静态定位测量一种，GPS 快速静态定位参考站测量一种，及 GPS 快速静态定位流动站测量一种，格式见附录 D。

### 11.3 记录要求

**11.3.1** 观测前和观测过程中应按要求及时填写各项内容，书写要认真细致，字迹清晰、工整、美观。

**11.3.2** 各项观测记录一律使用铅笔，不得开刀和涂改，不得转抄和追记，如有读、记错误，可整齐划掉，将正确数据写在上面并注明原因。其中天线高，气象读数等原始记录不得连环涂改。

**11.3.3** 手簿整饰，存储介质注记和各种计算一律使用蓝黑墨水书写。

**11.3.4** 外业观测中接收机内存储介质上的数据文件应及时拷贝成一式两份，并在外存储介质外面适当处制贴标签，注明网区名、点名、点号、观测单元号、时段号、文件名、采集日期、测量手簿编号等。两份存储介质应分别保存在专人保管的防水、防静电的资料箱内。

**11.3.5** 接收机内存数据文件卸到外存介质上时，不得进行任何剔除、删改和编辑。

**11.3.6** 测量手簿应事先连续编印页码并装订成册，不得缺损。

11.3.7 其他记录，亦应分别装订成册。

## 12 数据处理

### 12.1 基线向量解算

#### 12.1.1 软件及要求

C 级及以下各级 GPS 网基线解算及 B 级 GPS 网基线预处理可采用随接收机配备的商用软件，AA、A、B 级 GPS 网基线精处理须采用专门的软件，计算结果中应包括相对定位坐标和协方差阵等平差所需的元素。新启用的软件需经有关部门的试验鉴定并经业务部门批准方能使用。

#### 12.1.2 准备工作

a) 基线解算前，应按规范、技术设计和 CH1002 及时对外业全部资料全面检查和验收，其重点包括：

- 1) 成果是否符合调度命令和规范要求；
- 2) 观测数据质量分析是否合理。

b) 起算点坐标系，AA、A、B 级应为 ITRF YY 国际地球参考框架，C 级以下可为 WGS 84 坐标系。

AA、A、B 级起算点的瞬时历元坐标精度应分别不低于 0.2m、1m、3m，C 及以下各级起算点坐标精度应不低于 20m。

- c) 外业观测的气象数据要换算成适合于处理软件所需要的单位；
- d) 当采用不同类型接收机时，应将观测数据转换成同一格式；
- e) 高点、偏心观测点，应根据天线高记录、投影手簿或归心用纸等计算归心改正数，计算公式可参见附录 F 或 GB/T 17942。

#### 12.1.3 解算方案

a) 根据外业施测的精度要求和实际情况、软件的功能和精度，可采用多基线解或单基线解；

- b) 每个同步观测图形只能选定一个起算点；
- c) 快速静态定位测量以观测单元为单位制定解算方案。

#### 12.1.4 基线向量解算基本要求

a) AA、A、B 级网基线精处理应采用精密星历。

B 级 GPS 网基线外业预处理和 C 级及以下各级网基线处理时，可采用广播星历。

b) 各级 GPS 观测值均应加入对流层延迟修正，对流层延迟修正模型中的气象元素可采用标准气象元素。

c) 基线解算，按同步观测时段为单位进行。按多基线解时，每个时段须提供一组独立基线向量及其完全的方差——协方差阵；按单基线解时，须提供每条基线分量及其方差——协方差阵。

d) B 级以上各级 GPS 网，基线解算可采用双差解、单差解或非差解。

C 及以下各级 GPS 网，根据基线长度允许采用不同的数据处理模型。但是 15km 内

的基线，须采用双差固定解。15km 以上的基线允许在双差固定解和双差浮点解中选择最优结果。

e) 对于所有同步观测时间短于 35min 的快速定位基线，必须采用合格的双差固定解作为基线解算的最终结果。

12.2 外业数据质量检核

12.2.1 同一时段观测值的数据剔除率，其值宜小于 10%。

12.2.2 B 级基线外业预处理和 C 级以下各级 GPS 网基线处理，复测基线的长度较差  $d_s$ ，两两比较应满足下式的规定：

$$d_s \leq 2\sqrt{2}\sigma \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中： $\sigma$ ——相应级别规定的精度（按实际平均边长计算）。

12.2.3 各级 GPS 网同步环闭合差，不宜超过附录 E 规定。

12.2.4 C 级以下各级网、及 B 级 GPS 网外业基线预处理结果，其独立闭合环或附合路线坐标闭合差应满足：

$$\begin{aligned} W_X &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W_Y &\leq 3\sqrt{n}\sigma \quad \dots\dots\dots (3) \\ W_Z &\leq 3\sqrt{n}\sigma \\ W_S &\leq 3\sqrt{3n}\sigma \end{aligned}$$

式中： $n$ ——闭合环边数；

$\sigma$ ——相应级别规定的精度（按实际平均边长计算）。

$$W_S = \sqrt{W_X^2 + W_Y^2 + W_Z^2}$$

12.3 AA、A、B 级基线精处理结果质量检核

12.3.1 AA、A、B 级基线精处理后应计算基线的  $\Delta X$  分量、 $\Delta Y$  分量、 $\Delta Z$  分量及边长的重复性，重复性定义为：

$$R_c = \left[ \frac{\frac{n}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{(C_i - C_m)^2}{\sigma_{C_i}^2}}{\sum_{i=1}^n 1/\sigma_{C_i}^2} \right]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中： $n$ ——同一基线的总观测时段数；

$C_i$ ——一个时段的基线某一分量或边长；

$\sigma_{C_i}^2$ ——该时段  $i$  相应于  $C_i$  分量的方差；

$C_m$ ——各时段的加权平均值。

还应对各基线边长分量、北分量和东分量的重复性进行固定误差与比例误差的直线拟合，作为衡量基线精度的参考指标。

12.3.2 AA、A、B 级 GPS 网，同一基线不同时段的较差，应满足下式规定：

$$d_{\Delta X} \leq 3\sqrt{2}R_{\Delta X}$$

$$d_{\Delta Y} \leq 3\sqrt{2}R_{\Delta Y} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$d_{\Delta Z} \leq 3\sqrt{2}R_{\Delta Z}$$

$$d_s \leq 3\sqrt{2}R_s$$

式中  $R$  由 (4) 计算。

12.3.3 AA、A、B 级基线精处理后，独立闭合环或附和路线坐标分量闭合差足：

$$W_X \leq 2\sigma_{WX}$$

$$W_Y \leq 2\sigma_{WY} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$W_Z \leq 2\sigma_{WZ}$$

而

$$\sigma_{WX}^2 = \sum_{i=1}^r \sigma_{\Delta X(i)}^2$$

$$\sigma_{WY}^2 = \sum_{i=1}^r \sigma_{\Delta Y(i)}^2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\sigma_{WZ}^2 = \sum_{i=1}^r \sigma_{\Delta Z(i)}^2$$

式中  $r$  为环线中的基线数， $\sigma_{\Delta C(i)}^2$  ( $C = \Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ ) 为环线中第  $i$  条基线  $C$  分量的方差，由基线处理时输出。

环线全长闭合差应满足：

$$W \leq 3\sigma_W \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\sigma_W^2 = \sum_{i=1}^r W D_{bi} W^T \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$W = \begin{bmatrix} \frac{\omega_{\Delta X}}{\omega} & \frac{\omega_{\Delta Y}}{\omega} & \frac{\omega_{\Delta Z}}{\omega} \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$$\omega = \sqrt{\omega_{\Delta X}^2 + \omega_{\Delta Y}^2 + \omega_{\Delta Z}^2} \quad \dots\dots\dots (11)$$

$D_{bi}$ ——环线中第  $i$  条基线方差——协方差阵。

12.3.4 AA、A、B 级基线精处理结果，同一测站的坐标分量在不同的同步图形中互差，在起算点松弛时应小于 1m，在起算点固定时应小于 0.2m。

12.3.5 AA、A、B 级基线精处理结果，必须对基线方差——协方差阵是否符合实际精度予以检核并在平差中调整。

## 12.4 重测和补测

12.4.1 未按施测方案要求，外业缺测、漏测，或数据处理后，观测数据不满足表 7 规定时，有关成果应及时补测。

12.4.2 允许舍弃在复测基线边长较差、同步环闭合差、独立环或附和路线闭合差检验中超限的基线，而不必进行该基线或与该基线有关的同步图形的重测，但必须保证舍弃基线后的独立环所含基线数，不得超过表 3 的规定，否则，应重测该基线有关的同步图形。

12.4.3 由于点位不满足 GPS 测量要求而造成一个测站多次重测仍不能满足各种限差检核要求时，经主管部门批准，可以布设新点重测或者舍弃该点。

12.4.4 对需补测或重测的观测时段或基线，要具体分析原因，在满足表 7 要求的前提下，尽量安排一起进行同步观测。

12.4.5 补测或重测的分析应写入数据处理报告。

## 12.5 GPS 网平差

### 12.5.1 软件及要求

AA、A、B 级网整体平差应使用专门研制的软件，C 级及以下各级 GPS 网可使用随机商用软件；

### 12.5.2 AA、A、B 级 GPS 网无约束平差

12.5.2.1 无约束平差应选取一个相应于观测历元的 ITRF 国际地球参考框架的点作为起算基准。

12.5.2.2 无约束平差时，根据外业作业期的分期、及作业技术要求的不同，可以分成若干子区，分别进行无约束平差。若进行相邻子区间无约束联合平差时，可引入若干系统误差参数（尺度、定向等），并对每一系统误差参数进行显著性检验。

12.5.2.3 无约束平差应作以下参数统计检验：

- a) 方差分量因子估值  $\sigma^2$  检验；
- b) 每个改正数粗差的检验。

12.5.2.4 无约束平差应输出在 ITRF 国际地球参考框架下各点的地心坐标和大地坐标、各基线的改正数和基线向量平差值、各基线的地心坐标分量、大地坐标分量及其精度信息。

### 12.5.3 AA、A、B 级 GPS 网整体平差。

12.5.3.1 整体平差应在相对于某一历元的 ITRF YY 国际地球参考框架下进行。

各子网历元不同时，应利用板块运动模型和速度场做统一的归算。

12.5.3.2 整体平差中作为起算基准的点的坐标应作为加权基准平差，即引入起算点的全方差——协方差阵，并乘以适当的松弛因子来进行权的确定。

12.5.3.3 整体平差应作以下参数检验：

- a) 验后单位权方差因子  $\sigma^2$  的检验；
- b) 转换参数和变形参数的显著性检验。

12.5.3.4 参数检验后，应从模型中消去不显著的转换权和变形参数，并重新平差。

12.5.3.5 整体平差后，应提供在 ITRF YY 国际地球参数框架下各点的地心坐标和大地坐标、各基线的地心坐标分量和大地坐标分量、所有参与平差的基线的改正数及平差值及其精度信息。

### 12.5.4 C 级及以下各级 GPS 网无约束平差

12.5.4.1 在基线向量检核符合要求后，以三维基线向量及其相应方差——协方差阵作为观测信息，以一个点的 WGS—84 系三维坐标作为起算依据，进行 GPS 网的无约束平差。无约束平差须提供各点在 WGS—84 系下的三维坐标、各基线向量及其改正数和其精度信息。

**12.5.4.2** 无约束平差中，基线分量的改正数绝对值（ $V_{\Delta X}$ 、 $V_{\Delta Y}$ 、 $V_{\Delta Z}$ ）应满足下式：

$$\begin{aligned} V_{\Delta X} &\leq 3\sigma \\ V_{\Delta Y} &\leq 3\sigma \quad \dots\dots\dots (12) \\ V_{\Delta Z} &\leq 3\sigma \end{aligned}$$

式中： $\sigma$ ——为相应级别规定的基线的精度。

否则，认为该基线或其附近的基线存在粗差，应在平差中采用软件提供的自动方法或人工方法剔除，直至上式满足。

### 12.5.5 C级以下各级 GPS 网约束平差

**12.5.5.1** 利用无约束平差后的可靠观测量，可选择在 WGS—84 坐标系（必要时）国家坐标系或地方独立坐标系下进行三维约束平差或二维约束平差。平差中，对已知点坐标、已知距离和已知方位，可以强制约束，也可加权约束。

**12.5.5.2** 平差结果应输出在相应坐标系中的三维或二维坐标、基线向量改正数、基线边长、方位、转换参数及其相应的精度信息。

**12.5.5.3** 约束平差中，基线分量的改正数与经过 12.5.4.2 粗差剔除后的无约束平差结果的同一基线相应改正数较差的绝对值（ $dV_{\Delta X}$ 、 $dV_{\Delta Y}$ 、 $dV_{\Delta Z}$ ）应满足下式

$$\begin{aligned} dV_{\Delta X} &\leq 2\sigma \\ dV_{\Delta Y} &\leq 2\sigma \quad \dots\dots\dots (13) \\ dV_{\Delta Z} &\leq 2\sigma \end{aligned}$$

式中： $\sigma$ ——为相应等级基线的规定精度。

否则，认为作为约束的已知坐标、已知距离、已知方位中存在一些误差较大的值应采用自动或人工的方法剔除这些误差较大的约束值，直至上式满足。

## 12.6 数据处理成果整理和编写技术总结

**12.6.1** 基线解算、无约束平差和约束平差（或整体平差）的结构均要求拷贝到磁（光）盘和打印各一份文件，磁（光）盘要装盒，打印成果要装订成册，并要贴上标签，注明资料内容。

### 12.6.2 外业技术总结内容应包括：

- a) 测区范围与位置，自然地理条件，气候特点，交通及电讯、供电等情况；
- b) 任务来源，测区已有测量情况，项目名称，施测目的和基本精度要求；
- c) 施测单位，施测起讫时间，作业人员数量，技术状况；
- d) 作业技术依据；
- e) 作业仪器类型、精度以及检验和使用情况；
- f) 点位观测条件的评价，埋石与重合点情况；
- g) 联测方法、完成各级点数与补测、重测情况，以及作业中发生与存在问题的说明；
- h) 外业观测数据质量分析与野外数据检核情况。

### 12.6.3 内业技术总结应包含以下内容：

- a) 数据处理方案、所采用的软件、所采用的星历、起算数据、坐标系统，以及无约束平差、约束平差情况；
- b) 误差检验及相关参数和平差结果的精度估计等；
- c) 上交成果中尚存问题和需要说明的其他问题、建议或改进意见；
- d) 各种附表与附图。

## 13 成果验收与上交资料

### 13.1 成果验收

13.1.1 成果验收按 CH 1002 进行。交送验收的成果，包括观测记录的存储介质及其备份，内容与数量必须齐全、完整无损，各项注记、整饰应符合要求。

#### 13.1.2 验收重点包括：

- a) 实施方案是否符合规范和技术设计要求；
- b) 补测、重测和数据剔除是否合理；
- c) 数据处理的软件是否符合要求，处理的项目是否齐全，起算数据是否正确；
- d) 各项技术指标是否达到要求。

13.1.3 验收完成后，应写出成果验收报告。在验收报告中应按 CH 1003 对成果的质量做出评定。

### 13.2 上交资料

- a) 测量任务书（或合同书）、技术设计书；
- b) 点之记、环视图、测量标志委托保管书、选点资料和埋石资料；
- c) 接收设备、气象及其他仪器的检验资料；
- d) 外业观测记录、测量手簿及其他记录；
- e) 数据处理中生成的文件、资料和成果表；
- f) GPS 网展点图；
- g) 技术总结和成果验收报告。

## 附录 A 大地坐标系有关说明 (标准的附录)

### A1 WGS—84 大地坐标系的地球椭球基本参数 及主要几何和物理常数

#### A1.1 地球椭球基本参数

长半径  $a = 6\,378\,137\text{m}$

地球引力常数 (含大气层)  $GM = 3\,986\,005 \times 10^8 \text{m}^3 \text{s}^{-2}$

正常化二阶带谐系数  $C_{2,0} = -484.166\,85 \times 10^{-6}$

地球自转角速度  $\omega = 7\,292\,115 \times 10^{-11} \text{rads}^{-1}$

#### A1.2 主要几何和物理常数

短半径  $b = 6\,356\,752.314\,2\text{m}$  扁率  $\alpha = 1/298.257\,223\,563$

第一偏心率平方  $e^2 = 0.006\,694\,379\,990\,13$

第二偏心率平方  $e'^2 = 0.006\,739\,496\,742\,227$

椭球正常重力位  $U_0 = 62\,636\,860.849\,7 \text{m}^2 \text{s}^{-2}$

赤道正常重力  $\gamma_0 = 9.970\,326\,771\,4 \text{ms}^{-2}$

**A1.3 WGS 84 (G730) 大地坐标系**  $GM = 3\,986\,004.418 \times 10^8 \text{m}^3 \text{s}^{-2}$ , 其他地球椭球基本参数及主要几何和物理常数同 A1.1、A1.2 规定。

### A2 1980 西安坐标系的参考椭球基本参数 及主要几何和物理常数

#### A2.1 参考椭球基本参数

长半径  $a = 6\,378\,140\text{m}$

地球引力常数 (含大气层)  $GM = 3\,986\,005 \times 10^8 \text{m}^3 \text{s}^{-2}$

二阶带谐系数  $J_2 = 1\,082.63 \times 10^{-6}$

地球自转角速度  $\omega = 7\,292\,115 \times 10^{-11} \text{rads}^{-1}$

#### A2.2 主要几何和物理常数

短半径  $b = 6\,356\,755.288\,2\text{m}$  扁率  $\alpha = 1/298.257$

第一偏心率平方  $e^2 = 0.006\,694\,384\,999\,59$

第二偏心率平方  $e'^2 = 0.006\,739\,501\,819\,47$

椭球正常重力位  $U_0 = 6\,263\,683 \times 10 \text{m}^2 \text{s}^{-2}$

赤道正常重力  $\gamma_0 = 9.780\,318 \text{ms}^{-2}$

### A3 1954年北京坐标系参考椭球的基本几何参数

长半径  $a = 6\,378\,245\text{ m}$       短半径  $b = 6\,356\,863.018\,8\text{ m}$

扁率  $\alpha = 1/298.3$

第一偏心率平方  $e^2 = 0.006\,693\,421\,622\,966$

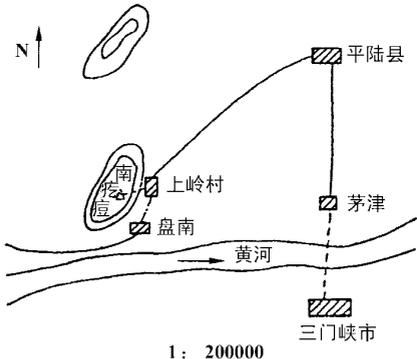
第二偏心率平方  $e'^2 = 0.006\,738\,525\,414\,683$

## 附录 B 选点与埋石资料及其说明 (标准的附录)

### B1 GPS 点之记 (见表 B1)

表 B1

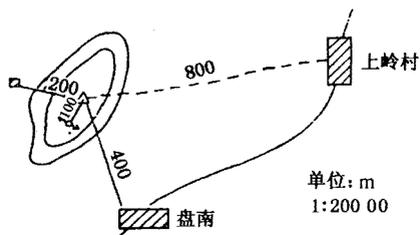
GPS 点之记

				所在图幅	149E008013	
				点号	C002	
网区：平陆区						
点名	南疙瘩	等级	A	概略位置	B = 34°50'    L = 111°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	平陆县城县招待所距点 8 km	
地类	山地	土质	黄土	冻土深度	解冻深度	
最近邮电设施		平陆县城邮电局 (电报电话)		供电情况	上岭村每天有交流电	
最近水源及距离		上岭村有自来水, 距点 800m		石子来源	山上有石块	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)	由三门峡搭车轮渡过黄河向北到山西平陆县城约 8 km, 再由平陆县城搭车向城南到上岭村 7 km (每天有两班车), 再步行到点上约 800 m, 两轮人力车可到达点位。			交通路线图		
选点情况				点位略图		

所在图幅	149E008013
点号	C002

网区：平陆区

单位	黄河水利委员会测量队		
选点员	李纯	日期	1990.6.5
是否需联测坐标与高程	联测高程		
建议联测等级与方法	Ⅲ等水准测量		
起始水准点及距离	1.5 km		

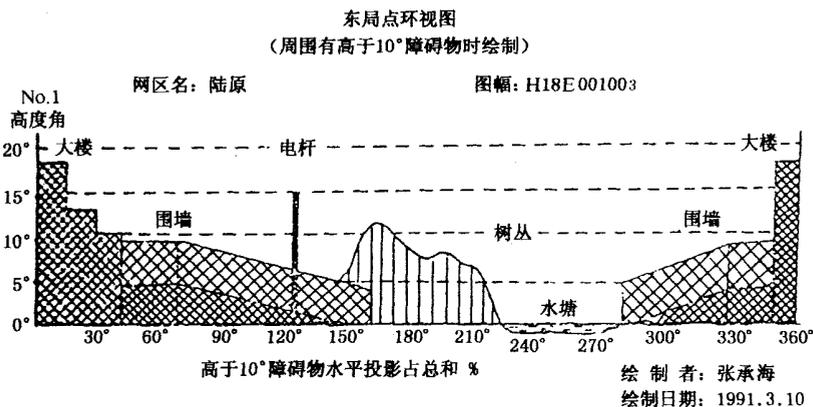


地质概要、构造背景	地形地质构造略图		
-----------	----------	--	--

埋石情况			
单位	黄河水利委员会测量队		
埋石员	张勇	日期	1990.7.12
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			

标石断面图	接收天线计划位置
<p>标石断面图。图中显示了一个标石的横断面。标石顶部有一个直径为40mm的孔。标石总高度为150mm。标石底部有一个直径为70mm的基座，基座高度为10mm。基座下方有一个直径为120mm的墩。图下方有文字“单位：cm”。</p>	天线可直接安置在墩标顶面上

## B2 GPS 点环视图

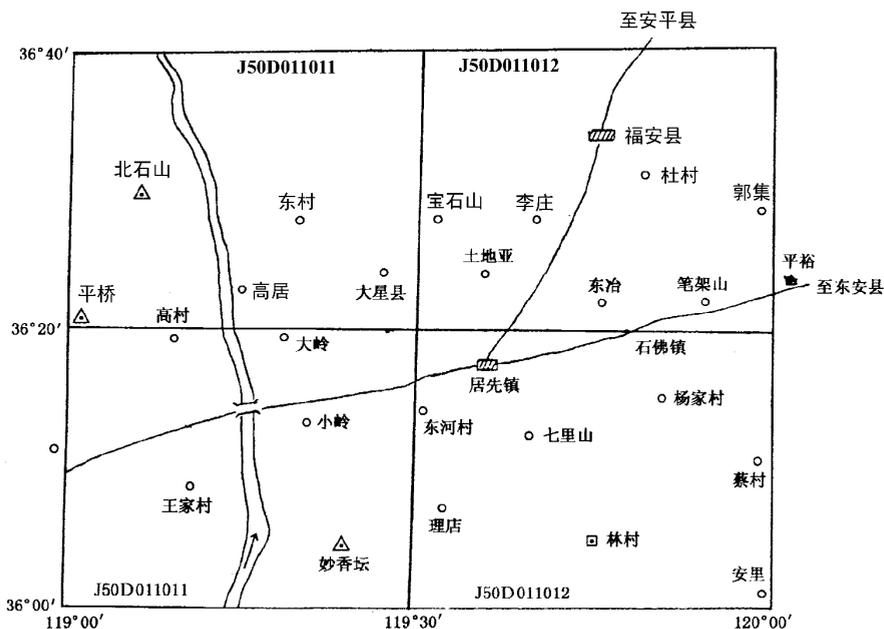


## B3 GPS 网选点图

顺区域 GPS 网选点图

△吴旗

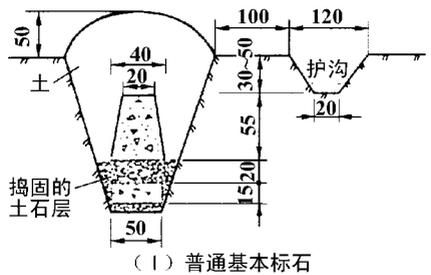
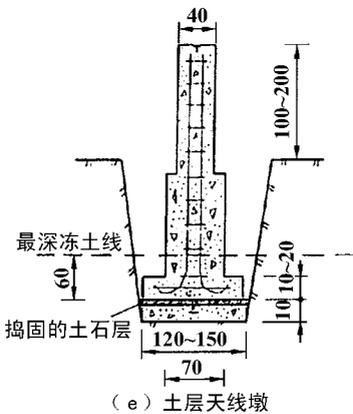
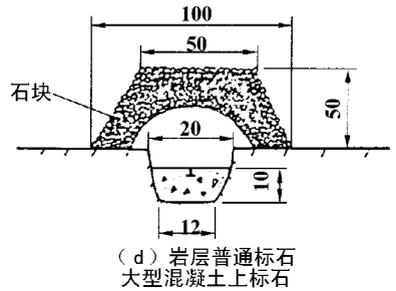
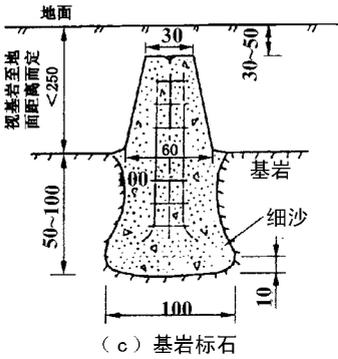
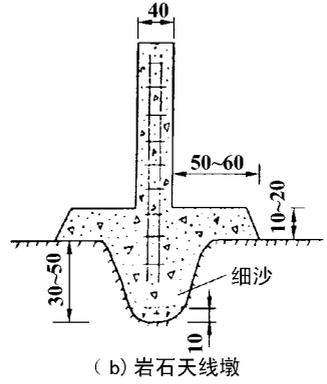
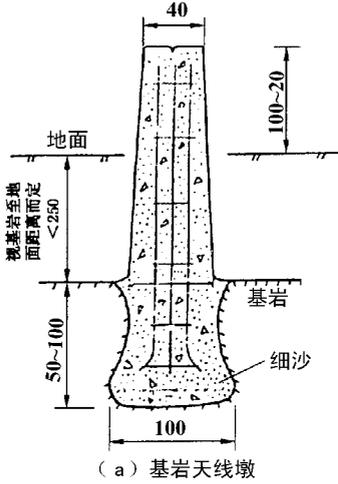
△三远

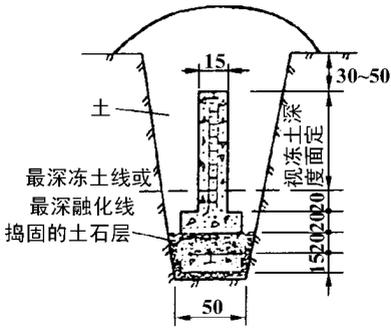


- 图例
- GPS 控制点
  - △ 与国家三角网重合的GPS控制点
  - 需水准联测的GPS控制点

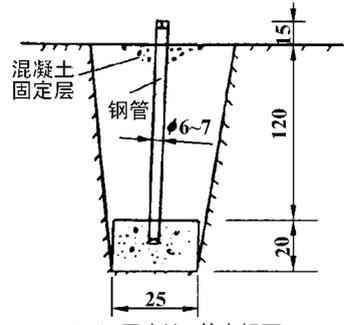
比例尺: 1: 500 000  
 绘制者: 李 纯  
 检查者: 格承海  
 1990.7.12

## B4 标石类型图

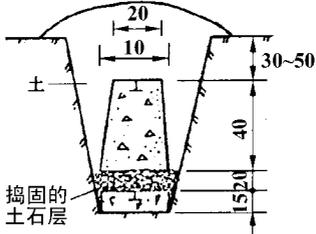




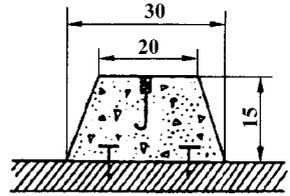
(g) 冻土基本标石



(h) 固定沙基本标石



(i) 普通标石



(j) 建筑物上标石

说明：①本图例单位：cm

②天线墩足筋  $\phi 12 \sim 20$  mm 裹筋  $\phi 7 \sim 10$  mm。

## 附录 C 气象仪表的主要技术要求 (标准的附录)

### C1 通风干湿表的主要技术要求和使用

#### C1.1 主要技术要求

- a) 在温度  $-10 \sim +45^{\circ}\text{C}$  的范围内, 可测  $10\% \sim 100\%$  的相对湿度;
- b) 温度表的刻度应在  $-26 \sim +51^{\circ}\text{C}$  或  $-26 \sim +41^{\circ}\text{C}$  的范围内, 其最小分度值应为  $0.2^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 通风器开动后, 在第 4 分钟末, 温度表球部周围的通风速度不得小于  $2.5\text{m/s}$ , 在第 6 分钟末, 不得小于  $2.2\text{m/s}$ ;
- d) 每分钟末通风速度的改变不应大于  $0.2\text{m/s}$ 。

#### C1.2 通风干湿表遇有下列情况之一时, 应进行再检定。

- a) 在同一海拔高度上, 发条盒转动第二周的作用时间增长  $6\text{s}$  以上;
- b) 检定或更换温度表;
- c) 修理及更换配件;
- d) 对检定结果有怀疑时。

### C2 空盒气压表的主要技术要求和使用

#### C2.1 主要技术要求

- a) 空盒气压表应能在大气压力  $53\ 329 \sim 106\ 658\ \text{Pa}$ , 空气温度为  $-10 \sim +40^{\circ}\text{C}$  的条件下正常工作;
- b) 温度系数的变化, 每度不得超过  $\pm 27\ \text{Pa}$ ;
- c) 示值修正值的最大差值不得超过绝对值  $400\ \text{Pa}$ ;
- d) 空盒气压表的空盒组、传动系统和指示部分应连接牢固, 无松脱和摩擦现象;
- e) 当空盒气压表倾斜  $45^{\circ}$  时, 转击表身, 指针位置的改变不得大于  $\pm 53\ \text{Pa}$ ;
- f) 当正、反方向转动调节螺丝时, 指针的位移量不得小于  $4\ 000\ \text{Pa}$ ;
- g) 空盒气压表的刻度盘表面应呈白色、刻线清晰, 无划痕缺陷;
- h) 指针应平直, 具有弹性, 末端应扭转  $90^{\circ}$  角, 且与刻度盘表面垂直, 指针与度盘表面的间距为  $0.3 \sim 1.0\ \text{mm}$ 。

#### C2.2 空盒气压表遇有下列情况之一时, 应进行再检验。

- a) 气压表被剧烈震动过, 或对示值有怀疑时;
- b) 气压表的读数与本站水银气压表的气压相比较, 经过示值修正后, 其差值超过  $\pm 400\ \text{Pa}$ 。

## 附录 D 测量手簿记录及有关要求 (标准的附录)

### D1 测量手簿

#### D1.1 测量手簿封面

GPS 测量手簿 No. \_\_\_\_\_  
 类级 \_\_\_\_\_ 起止日期 \_\_\_\_\_  
 项目名 \_\_\_\_\_  
 测量模式 \_\_\_\_\_  
 图幅 \_\_\_\_\_

(测量单位)

#### D1.2 AA、A 与 B 级测量手簿记录格式

点号		点名		图幅编号	
观测记录员		日期段号		观测日期	
接收机名称 及编号		天线类型 及其编号		存储介质编号数 据文件名	
温度计类型 及编号		气压计类型 及编号		备份存储介质 编号	
近似纬度	°'N	近似经度	°'E	近似高程	m



## 测站跟踪作业记录

时间 (UTC)	跟踪卫星号 (PRN) 及信噪比	纬度 ° ' "	经度 ° ' "	大地高 m	PDOP

注：气象元素各栏内应记录气象仪器读数和相对应的修正值。

## D1.3 C、D、E 级测量手簿记录格式

点号		点名		图幅编号	
观测员		日期段号		观测日期	
接收机名称及编号		天线类型及其编号		存储介质编号 数据文件名	
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：	测后：				
测定值	_____ m				
修正值	_____ m				
天线高	_____ m				
平均值	_____ m				

点号	点名		图幅编号			
时间 (UTC)	跟踪卫星号 (PRN) 及信噪比		纬度 ° ' "	经度 ° ' "	大地高 m	天气状况
记事						

#### D1.4 快速静态定位参考站测量手簿记录格式

点号	点名		图幅编号			
观测记录员	观测日期		观测单元号			
接收机名称及编号	天线类型及其编号		时段号 数据文件名			
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：      测后： 测定值 _____ m 修正值 _____ m 天线高 _____ m 平均值 _____ m						
时间 (UTC)	跟踪卫星号 (PRN) 及信噪比		纬度 ° ' "	经度 ° ' "	大地高 m	天气状况

点号		点名		图幅编号	
记事					

## D1.5 快速静态定位流动站测量手簿记录格式

参考站名		参考站号		观测单元号	
流动站名		流动站号		观测员	
时段号 数据文件名		接收机名称 及编号		天线类型 及编号	
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：	测后：				
测定值_____	_____m				
修正值_____	_____m				
天线高_____	_____m				
平均值_____	_____m				

参考站名		参考站号	观测单元号			
时间 (UTC)	跟踪卫星号 (PRN) 及信噪比		纬度 ° ' "	经度 ° ' "	大地高 m	天气状况
记 事						

## D2 GPS 测量手簿记录内容及要求

### D2.1 AA、A、B 级静态定位测量手簿记录内容及要求：

- a) 点号、点名；
- b) 图幅编号：填写 1:50 000 地形图图幅编号；
- c) 观测员、记录员；
- d) 观测日期：在填写的月、日下打一斜线填写年积日；
- e) 接收机名称及编号、天线类型及编号、存储介质及编号、数据文件名、通风干湿表编号、空盒气压表编号、备份存储介质及编号；
- f) 近似纬度、近似经度、近似高程：近似经纬度填至 1'，近似高程填至 100m；
- g) 采样间隔、开始记录时间、结束记录时间；
- h) 站时段号、日时段号；
- i) 天线高及其测定方法及略图：测定方法见 D3，各项测定值取至 0.001m；

j) 点位略图：按点附近地形地物绘制，应有 3 个标定点位的地物点，比例尺大小视点位具体情况确定；

k) 气象元素及天气状况：其中气压读记至 10Pa (0.1mbar)，气温读至 0.1℃，天气状况按晴、多云、阴、小雨、小雪、雨、雪选一填写，同时记录云量及分布；

l) 测站跟踪作业记录：记载卫星信噪比等；

m) 记事：记载是否进行偏心观测，其记录在何手簿，以及整个观测是过程中出现的重要问题，出现时间及其处理情况。

**D2.2** C、D 与 E 级静态定位测量手簿有关项目要求同 D2.1。

**D2.3** GPS 快速静态定位测量需填写观测单元号，其时段号应为观测单元内的时段序号，其他项目要求同 D2.1。

## D3 天线高测定方法及要求

### D3.1 天线墩上天线高测定

用天线高量测杆或小钢卷尺从厂家规定的天线高量测基准面彼此相隔 120°的三个位置分别量取至天线墩中心标志面的垂直距离，互差应小于 2 mm，取平均值为天线高  $h_0$ 。

### D3.2 三脚架上天线高测定

备有专用测高标尺的接收设备，将标尺插入天线的专用孔中，下端垂准中心标志，直接读出天线高（或需加一常数）。

其他接收设备，可采用倾斜测量方法。从脚架三个空档（互成 120°），测量天线高量测基准面至中心标志面的距离，互差应小于 3mm，取平均值为  $L$ ，天线底盘半径为  $R$ ，按天线高

$$h = \sqrt{L^2 - R^2} \dots\dots\dots (D1)$$

求出。

### D3.3 觇标仪器台上天线高测定

按 D3.1 方法量取天线高量测基准面至仪器台上表面的高差  $h'$ ，再量取仪器台的厚度  $h''$ ，再用钢卷尺不同部位，量取仪器台下表面至中心标志面的高差三次，其互差不应大于 5mm，取平均值为最后结果  $h'''$ ，则天线高

$$h = h' + h'' + h''' \dots\dots\dots (D2)$$

**D3.4** 在 GPS 测量手簿中应绘出天线高量测方法略图。

## 附录 E 同步观测环检核 (标准的附录)

三边同步环中只有两个同步边成果可以视为独立的成果，第三边成果应为其余两边的代数和。由于模型误差和处理软件的内在缺陷，第三边处理结果与前两边的代数和常不为零，其差值应小于下列数值：

$$\begin{aligned} W_x &\leq \frac{\sqrt{3}}{5} \sigma \\ W_y &\leq \frac{\sqrt{3}}{5} \sigma \quad \dots\dots\dots (E1) \\ W_z &\leq \frac{\sqrt{3}}{5} \sigma \end{aligned}$$

式中： $\sigma$ ——相应级别规定的精度（按网的实际平均边长计算）。

对于四站以上同步观测时段，在处理完各边观测值后，应检查一切可能的三边环闭合差。

## 附录 F 归心元素测定与计算 (提示的附录)

### F1 归心元素的测定

#### F1.1 GPS 方法

如图 F1 所示, P 为标志中心, A 为已测 GPS 点, B 为 GPS 方位点。

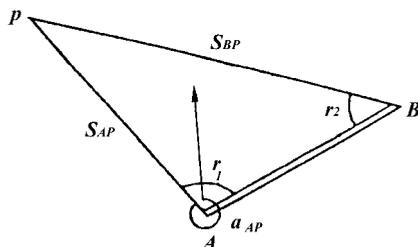


图 F1

在 A、B 点上安置接收机, 观测一时段后, 交换天线, 再观测一时段, 共两时段, 获得 A、B 点 WGS—84 坐标。用经纬仪以三等三角测量的要求观测水平角  $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$  各 4 测回, 用红外测距仪, 观测 4 测回, 得到 AP 间的距离  $S_{AP}$  与 BP 间的距离  $S_{BP}$ , 用水准测量或经纬仪高程方法分别测出 PA 间的高差  $h_{AP}$  与 PB 间的高差  $h_{BP}$ , 即可计算出归心元素  $\Delta X_A$ 、 $\Delta Y_A$ 、 $\Delta h_{AP}$  与  $\alpha_{AP}$ 。

#### F1.2 纯 GPS 方法

在 A、P 点上安置接收机, 观测一时段后, 交换天线再观测一时段, 共两时段, 获得 A、P 点间的 WGS—84 坐标系坐标差  $\Delta X_{AP}$ 、 $\Delta Y_{AP}$ 、 $\Delta Z_{AP}$ 。时段长度: 双频接收机不得少于 30 min, 单频接收机不得少于 1 h。

#### F1.3 三角联测方法

若已知 P 点至某一方向的大地方位角, 可通过 P 点上对该方向与 PA 方向间角度观测求出  $\alpha_{PA}$ , 进而得到  $\alpha_{AP}$ , 以代替 F1.1 通过测角求  $\alpha_{AP}$  的方法。按三等三角测量要求, 角度观测四测回。

### F2 归心元素计算

已知 A、B 两点的 WGS—84 空间直角坐标分别为  $X_A$ 、 $Y_A$ 、 $Z_A$  与  $X_B$ 、 $Y_B$ 、 $Z_B$ , 以 A 点坐标为原点, 求得 B 点在 A 点站心坐标系中的站心地平坐标:

$$\begin{bmatrix} X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin B_A \cos L_A & -\sin B_A \sin L_A & \cos B_A \\ -\sin L_A & \cos L_A & 0 \\ \cos B_A \cos L_A & \cos B_A \sin L_A & \sin B_A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_B - X_A \\ Y_B - Y_A \\ Z_B - Z_A \end{bmatrix} \quad \dots\dots (F1)$$

式中： $B_A = \text{tg}^{-1} (Z_A / \sqrt{X_A^2 + Y_A^2})$

$L_A = \text{sin}^{-1} (Y_A / \sqrt{X_A^2 + Y_A^2})$

然后按下式计算  $\alpha_{AP}$

$\alpha_{BA} = \text{tg}^{-1} y_B / x_B \dots\dots\dots (F2)$

$\alpha_{AP} = \alpha_{BA} + (360^\circ - \gamma_1) \dots\dots\dots (F3)$

$\alpha_{PA} = \alpha_{AP} - 180^\circ = \alpha_{BA} + 180^\circ - \gamma_1 \dots\dots\dots (F4)$

$\Delta X_A = S_{AP} \cos \alpha_{PA} \dots\dots\dots (F5)$

$\Delta Y_A = S_{AP} \sin \alpha_{PA} \dots\dots\dots (F6)$

$\Delta Z_A = \Delta h_{AP} = h_{AP}$  (A 点高于 P 点时取正, 反之取负)

用类似的公式和方法, 可求得归心元素  $\Delta X_B$  和  $\Delta Y_B$  与  $\Delta h_{BP}$ 。

为检核  $\Delta X_A$ 、 $\Delta Y_A$  与  $\Delta h_{AP}$  计算的正确性, 可依下列两式分别求出 P 点球心直角坐标。

$$\begin{bmatrix} X_{PA} \\ Y_{PA} \\ Z_{PA} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin B_A \cos L_A & -\sin L_A & \cos B_A \cos L_A \\ -\sin B_A \sin L_A & \cos L_A & \cos B_A \sin L_A \\ \cos B_A & 0 & \sin B_A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X_A \\ \Delta Y_A \\ \Delta Z_A \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{bmatrix} \dots\dots (F7)$$

$$\begin{bmatrix} X_{PB} \\ Y_{PB} \\ Z_{PB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin B_B \cos L_B & -\sin L_B & \cos B_B \cos L_B \\ -\sin B_B \sin L_B & \cos L_B & \cos B_B \sin L_B \\ \cos B_B & 0 & \sin B_B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X_B \\ \Delta Y_B \\ \Delta Z_B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{bmatrix} \dots\dots (F8)$$

$\Delta X_P = X_{PA} - X_{PB}$   
 $\Delta Y_P = Y_{PA} - Y_{PB} \dots\dots\dots (F9)$

$\Delta Z_P = Z_{PA} - Z_{PB}$

则  $\Delta R = \sqrt{\Delta X_P^2 + \Delta Y_P^2 + \Delta Z_P^2} \dots\dots\dots (F10)$

$\Delta R$  应小于  $4\sqrt{3}\text{mm}$ 。

# 国家三角测量规范

GB/T 17942—2000

## 1 范围

本标准规定了三角测量的布设原则，基本精度指标与主要技术要求；适用于国家一、二、三、四等三角测量和区域性的三角测量，其他三角测量和导线测量亦可参照执行。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 12898—1991 国家三、四等水准测量规范
- GB/T 16818—1997 中、短程光电测距规范
- CH 1001—1995 测绘技术总结编写规定
- CH 1002—1995 测绘产品检查验收规定
- CH 1003—1995 测绘产品质量评定标准
- CH/T 1004—1999 测绘技术设计规定
- CH/T 2004—1999 测量外业电子记录基本规定
- CH/T 2005—1999 三角测量电子记录规定
- JJG 100—1994 全站型电子速测仪计量检定规程
- JJG 414—1994 光学经纬仪计量检定规程

## 3 总则

### 3.1 国家三角测量的等级与布设原则

#### 3.1.1 国家三角测量的等级

国家三角测量分为一、二、三、四等，一、二等三角测量属于国家基本控制测量，三、四等三角测量属于加密控制测量。

#### 3.1.2 国家三角网的布设原则

国家三角网是国家大地控制网的重要组成部分；国家三角网的布设应遵循从整体到局部，从高级到低级分级布网的原则。

### 3.2 国家三角网的布设形式

#### 3.2.1 一等三角的布设形式

一等三角测量覆盖全国以三角锁或连续三角网的形式布设；一等三角锁应分别沿经

线和纬线方向布设成锁环状，锁环的锁段全长 200km 左右，在锁环锁段的交叉处测定一等起始边，在一等起始边的两端点上加测一等天文经、纬度和一等天文方位角，并在每锁段中央的一个三角点上测定一等天文经纬度。

以连续三角网形式布设时，每隔 200km 左右加测一条一等起始边，起始边两端加测一等天文经、纬度和一等天文方位角，并在中间部位的三角点上测定一等天文经纬度。

### 3.2.2 二等三角的布设形式

二等三角网在一等三角锁环内以连续三角网形式布设，并在二等三角网的中央部位布设一条一等起始边，在起始边的两端点上测定一等天文经、纬度和天文方位角。

在布设一等连续三角网的地方则可以不再布设二等三角网，而直接加密三等或四等三角点或三角网。

### 3.2.3 三、四等三角的布设形式

三、四等三角测量是一、二等三角锁网下的加密测量，三、四等三角网采用插点形式或连续网形式布设。

在没有二等三角网的地方，也可以在一等三角锁环内或一等三角网之下，直接布设三等或四等三角网。

## 3.3 国家三角点的密度

### 3.3.1 一等三角锁、网的边长

一等三角锁网的平均边长：山区在 25km 左右，平原在 20km 左右，受地形条件限制时，边长可在 15 ~ 45km 范围之内变动，跨越海峡、大湖等水系时，边长不受上述限制。

### 3.3.2 二等三角点的密度

二等三角网的平均边长：城市地区及部分工农业经济发达地区在 9km 左右，其他地区在 13km 左右，山区或荒漠地区可以适当放长。

### 3.3.3 三、四等三角点的密度

三、四等三角测量的边长可根据一、二等平面控制点的分布情况和实际需要而定，三等三角网的边长可在 4 ~ 10km 左右的范围内变动，四等网的边长可在 1 ~ 6km 左右的范围内变动。

## 3.4 三角测量的精度

### 3.4.1 起始边的精度

一等三角锁、网起始边的边长相对中误差不超过  $\pm 1/35$  万；

### 3.4.2 天文经度、纬度和方位角的精度

一等天文经、纬度和方位角的中误差不超过表 1 的规定。

表 1

等 级	天文经度	天文纬度	天文方位角
一等	$\pm 0''.02$	$\pm 0''.3$	$\pm 0''.5$

### 3.4.3 三角测量的精度

各等三角测量按三角形闭合角计算的测角中误差不超过表 2 的规定。

表 2

等 级	一 等	二 等	三 等	四 等
测角中误差	$\pm 0''.7$	$\pm 1''.0$	$\pm 1''.8$	$\pm 2''.5$

各等三角测量中最弱边的边长相对中误差和方位角中误差不超过表 3 的规定。

表 3

等 级	一 等	二 等	三 等	四 等
边长相对中误差	1/20 万	1/12 万	1/7 万	1/4 万
方位角中误差	$\pm 0''.9$	$\pm 1''.5$	$\pm 2''.5$	$\pm 4''.5$

## 3.5 国家三角测量的基准

### 3.5.1 坐标系统

国家三角测量采用 1980 西安大地坐标系。

1980 西安大地坐标采用的参考椭球的基本参数值为：

长半径： $a = 6\,378\,140\text{m}$ ；

地心引力常数（含大气层） $GM = 3.986\,005 \times 10^{14} \text{m}^3/\text{s}^2$

二阶带谐系数  $J_2 = 1.082\,63 \times 10^{-3}$

地球自转角速度  $\omega = 7.292\,115 \times 10^{-5} \text{rad/s}$

### 3.5.2 高程系统

国家三角测量的高程采用正常高系统；由 1985 国家高程基准面起算；青岛高程基准原点的高程为 72.260m。

### 3.5.3 平面坐标系

国家三角测量的平面坐标采用高斯—克吕格平面坐标系统。国家三角点均计算出高斯平面的六度带或三度带的平面直角坐标。

六角带或三度带的主子午线经度均由东经 3°起，分别每隔 6°或 3°划分投影带，每个投影带内以主子午线和赤道的交点作为平面直角坐标的纵、横坐标原点，主子午线的投影长度比定为 1，主子午线上各点的横坐标定为 500 000m。

## 3.6 国家三角测量的基本技术要求

### 3.6.1 一等三角

一等三角锁采用单三角锁时，三角形应尽量接近于等边三角形，任何角不应小于 40°，采用中点多边形或大地四边形或采用三角网形式布设时，任一推算路线的传距角

不得小于  $30^\circ$ 。

一等三角锁各锁段图形权倒数之和应不超过 100，对于个别特殊困难地区由于地形限制或锁段过长时，图形权倒数之和可放宽至不超过 120。超过 120 时则应在锁段中部加测起始边。

### 3.6.2 二等三角

二等三角网和一等三角锁以连续三角网形式联接。

二等三角网中的三角形的内角不得小于  $30^\circ$ ，对地形复杂等困难地区的个别三角形内角可放宽至不小于  $25^\circ$ 。

二等三角点至起始边的距离，一般不超过 12 个三角形。

### 3.6.3 三、四等三角

三、四等三角网以连续三角网形式或插点或插网形式，在一等或二等控制点下进行加密。

三、四等三角网中任一三角形的内角都不得小于  $30^\circ$ ，受地形限制等困难地区，个别三角形内角可放宽至不小于  $25^\circ$ 。

### 3.6.4 对已有大地控制点的联测

对测区已有的一、二、三、四等大地控制网点应进行重合或联测，重合点和联测点之和不应少于三个。

## 3.7 三角点高程测量

### 3.7.1 三角点高程测量的方法

三角点的高程以水准测量或用高程导线测量或用三角高程测量方法求得。

需要用三角高程方法测定三角点高程的各级三角锁网的三角测量观测边均应对向观测垂直角，量取仪器高和觇点高，计算往返三角高程的高差，计算出各三角点的高程。

三角高程由水准点或水准联络点或符合精度要求的高程导线点起算。

### 3.7.2 三角高程测量的主要技术指标

任一三角高程点至三角高程起算点的距离，以三角高程推算边计算，不超过表 4 的规定。

表 4

三角点等级	推算边边数	平差后的三角点高程中误差, m
一等	7	$\pm 1.0$
二等	10	$\pm 0.5$
三等	5	$\pm 0.25$
四等	10	$\pm 0.20$

三角高程平差后的各级三角点高程中误差不超过表 4 的规定。

## 4 技术设计与选点

### 4.1 技术设计

#### 4.1.1 技术设计的基本要求

三角测量布测前应进行技术设计，获得三角点网的最优布设方案。技术设计书的格式、内容、要求与审批程序参照 CH/T 1004 进行。

#### 4.1.2 资料收集

技术设计前，应充分收集测区内各项有关资料进行分析研究并进行实地勘察，然后进行图上设计，编写技术设计书。

#### 4.1.3 图上设计

图上设计应标绘出已有平面和高程控制点的位置和新设计的三角点位置和观测方向以及和已知平面控制网，已有高程控制网的联测方向和联测路线。

### 4.2 实地选点

#### 4.2.1 各等三角点的点位要求

a) 选定的三角点应扩展方便，计划观测方向均应通视良好，视线应超越和偏离障碍物一定的高度和距离：在山区一等不小于 4m，二等不小于 2m；在平原地区，一等不小于 6m，二等不小于 4m；三、四等方向以能保证成像清晰，便于观测为原则。

决定视线高度时，须考虑到树林和农作物高度的增长。视线应尽量避免沿斜坡或河坎旁通过。当视线通过稻田、草原、沙漠、戈壁、沼泽、湖泊、大片树林、较大城市以及工矿区时，视线高度一等不低于 8m，二等不低于 6m。

b) 三角点一般应选在便于造标和观测，埋石后标志能长期保存的制高点上，点离开公路、铁路、河流不得少于 50m，离高压线不少于 120m。

c) 在起始边两 endpoint 及锁段中央须测定天文经纬度的三角点上，如不便进行天文观测时，应另行选定天文墩的位置。天文墩至三角点的距离应不小于该点的觇标高度，但不大于 60m，并须便于直接测定天文墩的归心元素。起始边两 endpoint 尚须测定天文方位角，为此天文墩应尽量设在起始边的方向线上，其偏差不大于 1m。

#### 4.2.2 三角点点名确定

三角点一般应以村名、山名、地名作为点名；少数民族地区应用译音；荒漠地区无法查询地名时，可根据地形特征命名或以点号表示。

新旧点重合时，一般采用旧点名，如果原来所依据的村名、山名、地名已有变更，则应在所采用的新点点名之后附上旧点名，并加括号。

同一条三角锁或同一个 1:10 万图幅的三角点中有相同点名时，须加以区别。

点名书写必须准确、正规，所用简体字一律以国务院公布的为准。

#### 4.2.3 方位点

平原地区各等级三角点根据需要可以设置方位点，方位点不少于 2 个，方位点至三角点的距离为 500 ~ 1 000m；同一三角点上两方位点方向间的夹角不应小于 60°。

方位点应选在目标明显，易于寻找，观测方便，并能长期保存的地方，方位点应设置永久性固定标志。

从三角点地面能直接看到某一三角点的觇标基底，则该三角点可作为方位点。

#### 4.2.4 三角点点之记

一、二、三、四等三角点均应按 A1 的格式填绘三角点点之记。

#### 4.2.5 旧点利用

对测区内已有的各等级水平控制点和高程控制点应尽量重合利用或进行联测。有关利用或联测情况，应在点之记和技术总结中进行详细而具体的记录和说明。

标石已部分或全部被损坏的旧点，应按新测点和旧点的最高等级的要求进行补埋或重埋。

新点为一、二等点，旧标石为二层或三层，且均完整稳固能长期保存，其标石规格不低于本规范三、四等点的标准时，可不重埋。

新点为三、四等点，旧标石为一层且坚固完整可长期保存者，可不重埋。

凡不满足本规范要求的旧点，均须重新埋设新标石，新旧标石的标志中心应尽量重合，不允许在其附近另埋标石。

利用旧点均应按 A2.1 和 A2.2 的内容和格式填记“旧点重合利用登记表”和“旧点重新埋石记录表”，并准确量记有关尺寸。

#### 4.2.6 水准联测三角点

选点中应将设计进行水准联测的三角点的联测路线、联测点名记于点之记位置说明内，并在技术总结中说明。

## 5 三角点的标志

### 5.1 造标埋石的基本要求

a) 各等级三角点均应建立永久性的测量标志。

b) 标石是三角点永久性的点位标志，标石中心应嵌入中心标志，中心标志代表三角点的中心位置。

c) 建造的觐标必须标形端正，标心和圆筒应与铅垂线平行，结构牢固；内架与基板结构密合；基面平整；内外架无接触。觐标的圆筒中心、回光台中心、标石中心应位于同一铅垂线上，其最大偏离以标石中心的铅垂线为准，不得超过 0.1m。

d) 一、二等观测方向的视线应离开檐柱，距离不小于 0.2m，三、四等观测方向的视线离开檐柱的距离应不小于 0.1m。

e) 应在檐柱的适当位置应用色漆注明三角点的点名、等级、建造单位、建造年月；无外架的墩标，则用红漆写在仪器墩向南的侧面上。

f) 造标埋石时应将点之记的点位说明，标石断面图的相关高度和有关数据填注清楚。

g) 造标埋石完成以后，应向当地政府办理测量标志委托保管手续。

### 5.2 测量觐标的类型

各等级三角点上的测量觐标类型统一采用以下名称：

a) 寻常标——没有内架的木质三脚或四脚觐标；

b) 钢寻常标——没有内架的钢质三脚或四脚觐标；

c) 混凝土寻常标——用钢筋混凝土建筑的没有内架的三脚觐标；

d) 复合标——内、外架相联结的木质三脚或四脚觐标；

- e) 双锥标——内、外架不相连结的木质三脚或四脚觐标；
- f) 钢标——钢材制成的有内、外架的觐标；
- g) 墩标——用混凝土、天然石、砖块或木材筑成的仪器墩上加设圆筒的觐标；
- h) 原生树标——在森林区用原生树去掉树梢，树枝作为外架檐柱的觐标；
- i) 马架标——用钢材或木材建造的高度约 1.5m 左右的内架，并架设圆筒的觐标；
- j) 活动标——可以移动的钢标或木标。

### 5.3 标石和中心标志

#### 5.3.1 标石类型

三角点的标石类型统一采用以下名称：

- a) 一、二等三角点标石；
- b) 三、四等三角点标石；
- c) 岩石地区三角点标石；
- d) 冻土地区三角点标石；
- e) 沙漠地区三角点标石；
- f) 特殊困难地区三角点标石。

#### 5.3.2 标石的材料

三角点标石一般用混凝土灌制，也可用相同规格的花岗石、青石等坚硬石料代替。

#### 5.3.3 标石埋设要求

- a) 盐碱地区埋设混凝土标石，须加涂沥青，以防腐蝕。
- b) 在泥土松软、地下水位较高的地区或沼泽地区埋设标石时，除应尽量选择好埋石地点以外，应在盘石下边浇灌混凝土底层。
- c) 埋石时，须使各层标石的标志中心严格在同一铅垂线上，其偏差不大于 3mm。并用钢卷尺量取各层标石面间的垂直距离，填记于点之记的标石断面图中，结果取至厘米。

#### 5.3.4 钢管标志

钢管上端应焊接封闭，并刻划或嵌入中心标志。

钢管外壁应涂刷粘性沥青，并用布或其他材料缠绕，刷涂沥青，其厚度不少于 3mm。

钢管内应灌满混凝土，防止钢管内壁腐蚀。

#### 5.3.5 中心标志

三角点标石的盘石和柱石的中央均需嵌入一个中心标志，并应安放正直，粘接牢固。

中心标志可用金属材料或瓷质材料制成，其规格标准见附录 A3.1。

以石料凿成的标石，应在盘石或柱石中心位置凿刻断面成“V”形的十字中心标志，线长约 5cm，线的上宽和深度各约为 5mm，内涂红色油漆，以代替瓷质或金属中心标志。

柱石的中心标志应稍高于柱石顶面，以便于安放水准标尺。

#### 5.3.6 重埋标石

与旧有水平控制点重合需要重新埋设标石时，应通知原理石单位或测绘管理部门。

重埋中应检查原标石的上下标石的中心标志中心是否在同一铅垂线上，当偏离值大于 3mm 时，应以最下标石的标志中心为准埋设新标石。

在保证新标石稳固的原则下，尽量使新旧上标石面在同一水平面上，在重埋过程中应量取新旧上标石面间的高差和觇标有关部位至柱石面的高度。

重埋标石面上，应用红漆标注“重埋”二字。

重埋标石后应按 A2.2 填写“旧点重新埋石记录表”。

## 6 水平角观测

### 6.1 测角仪器

#### 6.1.1 各级三角测量使用仪器观测方法和测回数

各等级三角测量水平角观测使用的仪器、观测方法和测回数按表 5 规定执行。

表 5

等级	使用仪器类型	全组合测角法方向权：n·m	方向观测法测回数	备注
一	DJ07	36 (35)		n. 方向数 m. 测回数
	DJ1	42 (40)		
二	DJ07	24 (25)	12	
	DJ1	30 (28, 32)	15	
三	DJ07		6	
	DJ1		9	
	DJ2		12	
四	DJ07		4	
	DJ1		6	
	DJ2		9	

#### 6.1.2 经纬仪的检验

水平角观测使用的经纬仪使用前应进行检验，检验项目、检验方法与限差以及检定周期，均按 JJG 414 和 JJG 100 的有关规定执行。

### 6.2 各级水平角观测的基本要求

#### 6.2.1 仪器安置

观测一等三角点时，仪器应安置在仪器台上。二、三、四等三角点在寻常标下仪器安置在脚架上观测时，根据土质状况，采取打脚桩或其他措施，保证仪器有稳定的观测环境。

#### 6.2.2 仪器及操作要求

a) 观测水平角应事先调整好望远镜焦距，同一测回中应保持不变；照准目标尽量不要使用垂直制动和微动螺旋；使用水平微动螺旋或目镜测微器照准目标和测微螺旋对准

分划线时，其最后旋转均应使用旋进方向。

b) 在观测过程中，如发现二倍视准轴差（ $2C$ ）的绝对值 DJ07、DJ1 型仪器大于  $20''$ ，DJ2 型仪器大于  $30''$  时，本测回无效，应校正后再继续观测。

c) 观测过程中应使仪器保持水平、照准部上水准器气泡偏离中心，对于 DJ07 最大不超 1.5 格，DJ1、DJ2 最大不超过 1 格。

### 6.2.3 垂直轴倾斜改正

当照准点的垂直角一等超过  $\pm 2^\circ$ 、二等超过  $\pm 3^\circ$  时，应在观测方向值中加入垂直轴倾斜改正。在观测该方向时须读记照准部上水准器气泡位置，确定垂直轴在水平轴方向的倾斜分量，来求得方向改正值。

在同一测回中由于读数误差及其他原因而产生水准器气泡长度的变化，不能超过 0.6 格。

三、四等三角观测一般不加垂直轴倾斜改正。

### 6.2.4 各级水平角观测的照准目标

一等三角观测照准发光标志（即回光）。

二、三、四等三角观测，照准圆筒、标心柱或其他稳固的照准标志。

### 6.2.5 观测时间的选择和时段数的要求

各等级水平角观测均应在通视良好、成像清晰，能精确照准时进行。

a) 观测一等三角点，至少应有三个时间段，每个时间段观测的基本测回数不应超过全部基本测回数的  $2/5$ 。在一个时间段内观测任一单角的测回数不能超过其总测回数的  $1/2$ ，且不宜连续观测同一单角（重测时例外）。

对日、夜测比例一般不作要求，当视线上有较明显的旁折光影响时，要求日夜测比例在  $30\% \sim 70\%$  范围内变通，并注意选择有利的观测时间段。

b) 观测二等三角点一般不少于两个时间段，每一时间段观测的基本测回数不超过总基本测回数的  $2/3$ 。个别特殊情况下也可在一时间段测完。

c) 上午、下午、夜间各为一个时间段。

### 6.2.6 零方向选择及方向编号

观测前应将点上方向编号，可任选一目标清晰的方向作为第一方向（即零方向），然后按顺时针方向依次编为 2、3……n。测锁时，总是将最左边的方向作为零方向。

### 6.2.7 偏扭镜观察标志

使用 DJ07 型仪器测一等时，应在距点  $1 \sim 1.5\text{km}$  处设偏扭镜观察标志。

## 6.3 编制观测度盘表

### 6.3.1 编制观测度盘表的原则

使用光学经纬仪观测时应使水平角观测的各测回均匀地分配在度盘和测微器的不同位置上。

a) 观测前应先编出基本度盘位置表，然后计算观测度盘位置表，确定点上观测的每一角度或方向组各测回的起始方向读数。

b) 基本度盘位置是相对于三角点上确定的第 1 方向（零方向）的度盘位置。它分

别由度盘上的度刻划、分刻划和秒盘刻划三部分组成。

c) 当观测的角度或方向值其起始方向不是 1 方向, 而是第  $n$  方向时, 应将该基本度盘位置加上角度  $(1, n)$  的概略值 (取到度) 成为观测度盘位置。

起始方向是 1 方向的角度或方向组, 其基本度盘位置就是观测度盘位置。

### 6.3.2 方向观测法的观测度盘位置编制

a) DJ07、DJ1 型仪器第  $k$  测回的观测度盘位置的计算公式:

$$\frac{180}{m} (k-1) + i' (k-1) + \frac{i'}{2m} (k-1) + \frac{i'}{4m} \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $m$ ——按三角点等级规定的测回数;

$k$ ——测回序号 ( $k = 1, 2, \dots, m$ )

$i'$ ——度盘上的最小刻划

b) DJ2 型仪器第  $k$  测回的观测度盘位置的计算公式:

$$\frac{180}{m} (k-1) + \frac{i'}{2} (k-1) + \frac{i'}{2m} (k-1) + \frac{i'}{4m} \dots\dots\dots (2)$$

随着  $k$  值的递增, 式中第二项  $\frac{i'}{2} (k-1)$  的值会达到度或大于 1 度, 则应舍去“度”, 只取该项的“分”, 当为整度时取零分。

### 6.3.3 全组合测角法观测度盘位置表的编制

a) 基本度盘表的编制

由测站上的方向数  $n$  计算应观测的角度数  $T = \frac{n}{2} \times (n-1)$

将全部角度分为  $\gamma$  组, 同一组中的角度不能有同名方向。该组中各角的基本度盘位置相同。

则  $n$  为奇数时,  $\gamma = n$

$n$  为偶数时,  $\gamma = (n-1)$

设  $m$  为单角的测回数, 计算得

$$\text{每测回间水平度盘变换值 } \delta = \frac{180^\circ}{m} + i'$$

$$\text{每组间水平度盘变换值 } \delta = \frac{180^\circ}{\gamma \cdot m} + i'$$

$\frac{180^\circ}{m}$  和  $\frac{180^\circ}{\gamma \cdot m}$  两项计算及逐项相加时, 均应算至  $0^\circ \cdot 1$ , 然后舍去小数取度整数编算出基本度盘位置。

式中:  $i'$  为度盘最小刻划

第一组第一测回的基本度盘位置为  $0^\circ 0'$

任一角各测回测微器整置位置按下式计算

$$\frac{i'}{2m} (k-1) + \frac{i'}{4m}$$

式中:  $k$  为测回序号 ( $k = 1, 2, \dots, m$ )

b) 计算观测度盘表

以选定的 1 方向为准，观测各方向的水平方向概值，取至整数。

将左方向不是 1 方向的观测角的基本度盘位置加上左方向概值，即得观测度盘位置。

## 6.4 水平角及水平方向观测

### 6.4.1 全组合测角法一测回的操作程序

#### 6.4.1.1 DJ1 型仪器的操作

- a) 将仪器照准左右目标，按观测度盘表对好度盘和测微器位置（允许  $\pm 5''$ ）；
  - b) 顺时针（或逆时针）方向旋转照准部一周精确照准左方目标，用测微器使度盘对径分别重合，读定度、分和光学测微器读数两次（重合两次读两次数）；
  - c) 顺时针（或逆时针）方向旋转照准部精确照准右方目标，读数（方法同 b）条）；
  - d) 纵转望远镜；
  - e) 照准右方目标，操作同 c）条；
  - f) 顺时针（或逆时针）方向旋转照准部精确照准左方目标读数（方法同 b）条）。
- 以上操作为一测回，每一观测时间段内顺、逆转照准部观测的测回数应大致相等。

#### 6.4.1.2 DJ07 型仪器的操作

- a) 将仪器照准左方目标，按观测度盘表对好度盘位置和测微器位置（允许  $\pm 5''$ ）；
- b) 顺时针或逆时针方向旋转照准部一周，重新照准左方目标，首先读定水平度盘和测微器读数（重合对径分划两次读两次数），然后用主望远镜目镜测微器精确照准目标三次并读数，紧接着用偏扭观察镜目镜测微器照准标志三次并读数；
- c) 顺时针或逆时针方向旋转照准部，照准右方目标，用主望远镜目镜测微器照准目标三次并读数，紧接着用偏扭镜照准标志三次并读数，然后读定度盘读数和测微器读数；
- d) 纵转望远镜顺时针或逆时针方向旋转照准部重新照准右方目标，按 b）条规定顺序进行照准和读数；
- e) 顺时针或逆时针方向旋转照准部照准左方目标，按 c）条规定顺序进行照准和读数。

以上操作为一测回，每一观测时间段内顺、逆转照准部观测的测回数应大致相等。是否使用偏扭观察镜，由观测员根据觇标扭转量的大小来决定。

### 6.4.2 方向法一测回的操作程序

- a) 将仪器照准零方向（即第一方向），按观测度盘表对好度盘和测微器位置；
- b) 顺时针方向旋转照准部 1~2 周后精确照准零方向，读定度、分和光学测微器读数两次（重合两次、读两次数）；
- c) 顺时针方向旋转照准部，精确照准 2 方向，按 b）条方法读数。继续顺时针方向旋转照准部依次观测 3、4.....n 方向，最后闭合至零方向。
- d) 纵转望远镜，逆时针方向旋转照准部 1~2 周后，精确照准零方向，按 b）条方向读数；

e) 逆时针方向旋转照准部, 按上半测回观测的相反次序  $n \dots 4、3、2$ 、观测至零方向。

以上操作为一测回, 当方向数小于四个时, 可不闭合至零方向。

使用 DJ07 型仪器, 应将主望远镜目镜测微器置于零位, 一测回的操作同上。

### 6.4.3 方向观测的分组观测

采用方向法观测, 当方向数多于 6 个观测有困难时, 可考虑分两组观测, 每组方向数大致相等, 应有两个共同方向。两组观测结果分别取中数后, 共同方向之间的角值互差不得大于  $\pm 2m''$  ( $m''$  为本等级的测角中误差)。两组观测值按等权分组观测进行平差。

### 6.4.4 方向观测的补测

当方向数多于三个时, 方向观测一测回中可以暂时放弃不宜观测的方向, 放弃的方向数不得超过应测方向数的三分之一, 补测放弃的方向可只联测零方向。

### 6.4.5 关于联测的规定

a) 在已经观测过的点上第二次设站观测, 应联测两个已知方向;

b) 在高等点上设站联测低等方向时, 一般应联测两个高等方向。同一人在一点上观测不同等级方向时可只联测一个自己观测过的高等方向。

c) 联测两个方向时, 其夹角化至同一中心的新、旧角值之差的限值为  $\pm 2$

$$\sqrt{m_1^2 + m_2^2}$$

式中:  $m_1、m_2$  为相应新、旧成果等级规定的测角中误差。

## 6.5 水平角观测的限差和重测

### 6.5.1 全组合测角法观测限差按表 6 执行。

表 6

序 号	项 目	一 等		二 等	
		DJ07	DJ1	DJ07	DJ1
1	主望远镜、偏扭观察镜目镜测微器三次读数互差	3 格		3 格	
2	光学测微器两次重合读数差	1''	1''	1''	1''
3	上、下半测回角值的差	5''	6''	5''	6''
4	同一角度各测回互差	4''	5''	4''	5''
5	直、间接角互差				
	3~4 个方向	2''5		3''	
	5~6 个方向	3''		4''	
	7 和 7 个以上方向	4''		5''	
6	三角形最大闭合差	2'' .5		3'' .5	

二等采用三方向法观测时, 三方向组执行表 7 的限差, 其余各项均按本表限差要

求。

### 6.5.2 方向观测法限差

方向观测法限差按表 7 执行。

表 7

序号	项 目	二 等		三 等			四 等		
		DJ07	DJ1	DJ07	DJ1	DJ2	DJ07	DJ1	DJ2
1	光学测微器两次重合读数差	1"	1"	1"	1"	3"	1"	1"	3"
2	半测回归零差	5"	6"	5"	6"	8"	5"	6"	8"
3	一测回内 $2C$ 互差	9"	9"	9"	9"	13"	9"	9"	13"
4	化归同一起始方向后, 同一方向值各测回互差	5"	6"	5"	6"	9"	5"	6"	9"
5	三角形最大闭合差	3".5		7".0			9".0		

### 6.5.3 超限观测值的重测

a) 超出表 6、表 7 规定限差的完整测回都要重测。

b) 测角法的重测数按应重测的基本测回数计算。重测数超过基本测回数的  $1/3$  时, 应全点重新观测。

c) 方向观测法的重测数按应重测的方向测回数计算。一份成果的方向测回总数为  $(n-1)m$ ,  $n$  是方向数、 $m$  是测回数。当重测方向数超过方向测回总数的  $1/3$  时, 本点应重新观测。

d) 测回互差超限, 除明显的孤值外, 一般都应对称重测该组观测值中的最大值和最小值。

e) 方向观测法一测回中, 重测方向数超过  $1/3$ 、及观测三个方向有一个方向要重测, 则应重测整测回。此时只按超限方向测回计算重测数。因零方向超限而全测回重测, 算作  $(n-1)$  重测方向测回。

f) 方向观测重测只须联测零方向。

g) 观测的基本测回和重测测回结果均应载入记簿。每一测回 (即每一度盘位置) 只采用一个符合限差的结果。

h) 全组合测角法, 直、间接角之间超限时可重测单角。

## 6.6 归心元素的测定

归心元素包括偏心距  $e$  和偏角  $\theta$

### 6.6.1 测定归心元素的专用符号

a)  $e_y$ 、 $e_H$ 、 $e_r$  依次代表仪器、回光、圆筒 (或标心柱) 投影中心至标石投影中心的距离, 称作偏心距, 量至毫米;

b)  $\theta_y$ 、 $\theta_H$ 、 $\theta_r$  依次代表以仪器、回光、圆筒（或标心柱）投影中心为角顶，由偏心距方向起顺时针方向量至零方向线的角度，称为偏心角，量至 15'；

c) 当一点上有多个仪器、回光中心时，则应对投影点的偏心距和偏心角加注 1、2……等下标。如  $e_{y1}$ 、 $\theta_{r1}$ ，并分别注明各自应改正的方向。

### 6.6.2 测定归心元素的方法和要求

a) 测定归心元素一般采用图解法；使用经纬仪，在三角点周围约成 120°（60°）的三个方向设站，每站用盘左、右两个位置照准要投影的中心点作垂直面，分别记录到安置水平的投影用纸上，交会出各中心的投影点。当某一中心的三条投影线构成示误三角形时，取其内切圆心为投影点。

b) 如因地形限制，也可在交角约 90°的两个方向上设站，每站连续投影两次（两次之间略微变动仪器左、右位置）。当投影线构成示误四边形时，取其对角线交点为投影点。

c) 上述投影示误三角形的最长边或示误四边形的长对角线，对于标石、仪器、回光中心的投影不得大于 5mm，对于圆筒、标心柱的投影不得大于 10mm。

d) 根据实际情况亦可采用其他严密的方法求出投影点。当投影用纸安置在仪器台上时，可以用交会等方法决定仪器或回光中心在投影纸上的位置。

e) 在投影用纸上投影交会各中心完毕后，除标石中心外，在其他各投影中心上均应描绘两个本点观测的方向，最好有一个是观测零方向。在不设站观测的三角点上测定照准点归心元素时，必须描绘包括测站点方向在内的两个方向。若没有点上方向值时，还应观测描绘方向间的夹角一测回，记于投影用纸上取至分。

f) 各投影中心描绘的两方向间的夹角和观测值的差，当偏心距小于 0.3m 时，不应超过 2°；当偏心距大于 0.3m 时，不应超过 1°。

g) 一、二等三角观测时，其测站点或照准点偏心距一般不得大于 0.5m，三、四等三角观测可适当放宽。

当偏心距过大，不能用图解法测定归心元素时，可用经纬仪直接测定偏心角，二测回取至分，用解析法或直接丈量偏心距（平距）两次，两次差不得超过 10mm。

### 6.6.3 归心元素的测定次数与时间要求

a) 观测一等三角点，其测站点归心元素，应在紧接观测前后各测定一次。照准点归心元素只要求有测前、测后控制。以上两次测定归心元素间隔的时间均不得超过两个月，否则应增加测定次数。

b) 观测二等三角点时，测站点和照准点归心元素测定两次。尽量在到点设站观测前后各测定一次。

照准点归心元素测定距观测的日期：8m 和 8m 以上觇标不得超过两个月；8m 以下觇标不超过三个月。

c) 三、四等点观测，测站点和照准点归心元素一般只测定一次。投影距观测的时间不超过三个月。

d) 各等级观测，对于高标或遇天气突变等，应根据情况，及时增加测定次数。

### 6.6.4 投影偏差的限差

a) 将两次投影的仪器（或回光、圆筒）中心的投影点和从该点所描绘的同一方向线重合后，标石中心两次投影点间的距离，称作投影偏差。采用的归心元素其同一中的各次投影偏差不应超过 10mm。

b) 当控制观测所必需的数次投影，其投影偏差超过 10mm 时，经检测证实仍超限，则分别计算归心改正数。对于任一方向两次改正数的差，一、二等小于  $0''.2$  仍可取归心元素中数计算改正数，否则应考虑重测相关点的水平角。

### 6.6.5 归心元素结果的取用

测站点和照准点同一中心的各次投影，若投影偏差不超限，则归心元素一律采用取中数。

取中数时，当两次投影偏心角的差接近  $180^\circ$ （在  $150^\circ \sim 210^\circ$  左右）时，应以两次标石中心投影位置连线的中点作为标石中心投影点，量取归心元素的中数（即图解中数）。

若两次投影中有一次归心元素为零（正刺的情况），则偏心距取两次的中数，偏心角采用另一次的投影值。

## 7 大地点高程测定

### 7.1 三角高程测量

#### 7.1.1 三角高程测量测定高程的方法

三角高程测量不分等级，它是测定大地点高程的一种方法。一般都是在三角点上观测水平角期间，同时测定各方向的垂直角（即高度角）求相邻点之间的高差，推算大地点高程。

#### 7.1.2 垂直角观测的基本要求

a) 观测垂直角的仪器，其精度应不低于 DJ2 经纬仪。

b) 一般地区必须在地方时 10 ~ 16 点之间观测。在戈壁、沙漠等困难地区，观测时间可酌情放宽。

c) 点上方向数较多时，应分组观测，每组包括 2 ~ 4 个方向。遇到通视条件不好，亦可单方向连续观测。

d) 各方向垂直角观测的照准部位，按下列符号记入手簿中：

∏ ——— 圆筒上沿

入 ——— 标顶

○ ——— 回光

⋈ ——— 标尖

e) 盘左、右两位置照准目标时，目标的成像应位于垂直丝左、右附近对称的位置上。

f) 观测过程中当发现指标差的绝对值大于  $30''$  时，可继续观测，本测回有效，测完该测回后应即校正。

### 7.1.3 垂直角中丝法观测的操作程序

- a) 盘左（或盘右）开始，照准一组中的第一方向。用中丝切准目标；
- b) 将垂直度盘指标水准器居中，重合度盘对径分划两次读数两次；
- c) 依次照准第二方向……直到本组方向测完；
- d) 纵转望远镜成盘右（或盘左）；
- e) 按上述相反的次序照准各方向目标，观测读数，回到第一方向。

以上操作为一测回。

### 7.1.4 中丝法测定垂直角的测回数

各等级三角点上，每一方向按中丝法观测应测四测回。

### 7.1.5 垂直角和指标差的计算公式

计算垂直角和指标差的公式，因仪器而异，下面列出两种常用仪器的计算公式

- a) WILDT3 仪器

$$\alpha = L - R \quad i = L + R - 180^\circ$$

- b) WILDT2 仪器

$$\alpha = \frac{R - L - 180^\circ}{2}, \quad i = \frac{L + R + 360^\circ}{2}$$

} ..... (3)

式中： $\alpha$  为垂直角； $i$  为指标差； $L$ 、 $R$  为盘左、右垂直度盘读数。

### 7.1.6 垂直角观测的限差与重测

- a) 垂直度盘测微器两次读数的差，DJ07、DJ1 型仪器不超过 2"（等于测微仪器上 0.5 大格）；DJ2 型仪器不超过 3"。

- b) 同一方向垂直角互差不得大于 10"。

- c) 指标差互差不得大于 15"。当分组观测时，仅在一测回内的各方向间比较；单方连续观测时，则在连续观测的测回间比较。

根据以上比较指标差的原则，每次观测对一个方向至少应测两测回，或两个方向一组测一测回。

- d) 超限的观测值均应重测，最后每个方向取四个符合限差要求的测回。

### 7.1.7 丈量觇标和仪器水平轴中心至杯石上标志表面的高度

- a) 量取部位：圆筒上沿（或标顶）、标尖、回光台，仪器台及其他观测时被照准过的部位。

仪器安置在脚架上观测时每光段开始均应量取仪器水平轴高，并使同一观测时段内的仪器高尽量一致。

- b) 司光站应量取回光中心至回光台、或仪器台的高度。特殊情况下，则应直接量取回光中心至标石上标志面的高度。

当一点上有几个回光高度时，应分别注明照准方向的名称。

回光站的量高记录应及时交测站转载到本点垂直角观测手簿中。

- c) 量高方法。用钢卷尺以不同的两个尺段各量取一次，读至厘米记入手簿。

- d) 量高限差。两次丈量结果的差不得大于 5cm。

## 7.2 水准联络点（简称水联点）

### 7.2.1 水联点的设立

当大地点的高程难以用几何水准直接测定时，要测设水联点，然后再测定水联点与大地点之间的高差，以推算出大地点的高程。

### 7.2.2 水联点至大地点间高差测定方法

- a) 用电磁波测距高程导线测量时，按 GB 12898 的规定施测。
- b) 用三角高程测量时，在水联点和三角点间对向观测垂直角，中丝法测六测回。

### 7.2.3 水联点至三角点间的距离测定

a) 三角交会法。至少须由三个大地点双向交会，并要求边长不超过本等级三角测量的规定，按四等三角测量的要求观测水平角。

b) 条件困难，水联点只能和一个三角点方向相连时，有两种求距方法供选用。（本条方法只能在一等三角点上应用）。

参照 GB/T 16818 中的四等要求测定水联点至三角点的距离。但边长不能超过 4km。

用解析法求定水联点至三角点的距离  $D$ 。要求  $D$  不能超 2km，高差不得大于 400m。依水联点为一端点，在与距离  $D$  接近垂直的方向布设两条辅助基线，其长度应大于  $D/20$ 。每条辅助基线用检定过的钢卷尺作往返丈量，读至毫米，其长度相对误差应小于  $1/1\ 000$ 。角度用 DJ1 型仪器测三测回，用 DJ2 型仪器测四测回。两次解析求得的  $D$  值，其相对误差应小于  $1/800$ 。

## 8 成果的记录、整理与验算

### 8.1 记录方式与要求

#### 8.1.1 记录方式

按记录载体分为电子记录和手簿记录两种方式、三角测量优先采用电子记录，在不适宜电子记录的特殊地区亦可采用手簿记录。

#### 8.1.2 记录项目

a) 每一三角点应记载测站名称、等级，觇标类型。水平角观测照准点栏，测角法观测时每测回只记录方向号，照准目标；方向观测时每点第一测回应记录所观测的方向号、点名和照准目标。其余测回记方向号。

b) 每一观测时间段须记录观测日期、时间（北京时）、天气、成像，风向风力。

c) 每方向须记录方向观测值。

#### 8.1.3 手簿记录要求

a) 一切外业观测值和记事项目，必须在现场直接记录。

b) 手簿一律用铅笔填写，记录的文字与数字力求清晰，整洁，不得潦草模糊。手簿中任何原始记录不得涂擦，对原始记录有错误的数字与文字，应仔细核对后以单线划去，在其上方填写更正的数字与文字，并在备考栏内注明原因。对作废的记录，亦用单线划去，并注明原因及重测结果记于何处。重测记录应加注“重测”二字。

c) 各级三角测量记录与计算的小数取位要求参照表 8 执行。

表 8

项目及等级		读 数	一测回中数	记簿计算
水平角	一、二等	0".1	0".01	0".01
	三、四等	1"	1".1	0".1
垂直角		1"	1"	

电子记录参照 CH/T 2004 和 CH/T 2005 执行。

### 8.1.4 观测记录的整理和检查

观测工作结束后应及时整理和检查外业观测手簿。检查手簿中所有计算是否正确、观测成果是否满足各项限差要求。确认观测成果全部符合本规范规定之后，方可进行计算。

## 8.2 三角测量成果的验算

### 8.2.1 三角测量的验算项目

- a) 三角形闭合差、测角中误差计算；
- b) 极条件自由项及限差计算；
- c) 基线条件自由项及限差计算；
- d) 方位角条件自由项及限差计算；
- e) 三角高程高差的验算。

### 8.2.2 三角形闭合差、测角中误差计算

#### a) 三角形闭合差计算公式

$$W = 180^\circ - (A + B + C) + \epsilon'' \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：W——三角形闭合差；

A、B、C——三角形三个内角；

$\epsilon''$ ——三角形球面角超。

#### b) 测角中误差按菲列罗公式计算

$$m''_\beta = \pm \sqrt{\frac{[WW]}{3n}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：n——三角形个数；

W——三角形闭合差。

### 8.2.3 极条件自由项限差计算

#### a) 自由项限差计算公式

$$W_J = \pm \left( \frac{m''_\beta}{\rho''} \sqrt{\sum \text{ctg}^2 \beta} \right) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中： $m_\beta$ ——测角中误差；

$\beta$ ——传距角；

$\rho''$ ——206 265。

b) 极条件自由项不应超过  $\pm 2W_j$ 。二、三、四等极条件自由项, 在验算过程中超出  $\pm 2W_j$ , 但不超过  $\pm 2.5W_j$  者, 允许达 5%。

### 8.2.4 基线条件自由项限差

基线条件自由项限差计算公式

$$W_D = \pm 2 \sqrt{\frac{m_\beta^2}{\rho''^2} \sum \text{ctg}^2 \beta \left( \frac{m_{s1}}{s_1} \right)^2 + \left( \frac{m_{s2}}{s_2} \right)^2} \dots\dots\dots (7)$$

式中:  $m_\beta$ ——测角中误差;

$\beta$ ——传距角;

$\rho''$ ——206 265;

$\frac{m_{s1}}{s_1}$ 、 $\frac{m_{s2}}{s_2}$ ——基线边长相对中误差。

### 8.2.5 方位角条件自由项限差计算

方位角条件自由项限差计算公式

$$W_F = \pm 2 \sqrt{n \cdot m_\beta^2 + m_{\alpha 1}^2 + m_{\alpha 2}^2} \dots\dots\dots (8)$$

式中:  $n$ ——推算路线的经过的测站数;

$m_\beta$ ——测角中误差;

$m_{\alpha 1}$ 、 $m_{\alpha 2}$ ——起始方位角中误差。

### 8.2.6 三角高程测量验算的项目与限差

a) 同一条边由对向垂直角按本地区平均地球曲率和大气折光差改正系数  $C$  值分别计算的高差值不应超过  $\pm 0.1D$  (m) ( $D$  为边长的公里数)。

b) 用对向观测求得高差的中数、沿闭合图形各边求和, 或从一个高程起算点沿三角边推算至另一个高程起算点, 其闭合差不应超过  $\pm 0.05 \sqrt{\sum D_{\text{km}}^2}$  (m)。

$D$  为各高差边的边长, 以 km 为单位, 对向高差之差超限, 但其中数能满足闭合图形限差要求时, 仍采用中数; 若不满足, 且其中一个单向高差能满足时, 可采用单向高差。

c) 通过验算舍弃不合格成果后, 每个三角点必须保证至少有三个双向或两个双向两个单向的高差成果。

## 9 成果的检查验收与上交

### 9.1 外业成果的检查验收和质量评定

#### 9.1.1 外业成果的检查验收

三角测量任务完成后, 参照 CH 1002 进行检查和验收并编写检查验收报告。

#### 9.1.2 外业成果的质量评定

三角测量成果在检查验收以后参照 CH 1003 进行质量评定。

### 9.2 技术总结

#### 9.2.1 三角测量的技术总结

技术总结是在三角测量任务完成后，对技术设计书和技术标准执行情况、技术方案、作业方法、新技术的应用、完成质量和主要问题的处理等进行分析 and 总结。它是与测绘成果有直接关系的技术性文件，是永久保存的重要技术档案。

### 9.2.2 技术总结的编写

技术总结参照 CH 1001 编写，并有单位主要技术负责人审核签名，方可上交。

## 9.3 上交资料

### 9.3.1 资料的整理与上交

经过检查验收后的三角测量成果，须清点、整理、装订成册、编制目录，开列清单，上交资料管理部门。

### 9.3.2 上交资料的范围

- a) 技术设计书；
- b) 三角锁、网展点图；
- c) 三角点点之记；
- d) 测量标志委托保管书（两份）及批准征用土地的文件；
- e) 旧点利用记录资料；
- f) 水平角、水平方向以及垂直角（包括水联点）的观测手簿，记录磁带，磁盘和纸带；
- g) 归心投影用纸和测定的归心元素资料；
- h) 仪器检验资料；
- i) 外业成果验算资料两份；
- j) 技术总结；
- k) 验收报告。

# 附录 A 选点与埋石标准

## (标准的附录)

### A1 三角点点之记

系  
区(锁)

等三角点点之记

所在图幅 (1:100000)	
点号	

点名		概略经度		本点位置 说明及 交通情况	
		概略纬度			
地类		概略高程			
土质		水层深度			
冻结深度		解冻深度			
所在地					
最近水源及里程				点位置略图	
最近住所及里程					
本点之有关方向				实造觐标高度	实埋标石断面图
选点员对造埋工作的要求					
觐标类型	标石类型	觐标必需高度			
		基板:	圆筒:		
与旧点重合情况	旧点点名:			类型:	
	旧点所属锁网及等级:				
	施测单位:			标尖:	
	测定年代:			回光台:	
	觐标及标石规格,可否利用或修复:			基板:	
				均由上标石面量起	
本点( )测支线水准		便于联测的水准路线和点号		联测方法:	
本点( )天文点		本点向导:			

选点	作业单位		造 标 埋 石	作业时间	
	姓 名			姓 名	
	时 间			时 间	
备注					

队检查者：\_\_\_\_\_

检查者：\_\_\_\_\_

## A2 旧点利用记录

### A2.1 旧点重合利用登记表

旧点重合利用登记表

新点名及等级	1:10万 图幅编号	施测单位名称	住 地	年 月	新系区名称	重合情况		原中心标石 类型坚固程度 和是否利用	觇标高度 类型及其 利用情况	备注
		联测单位名称	住 地	年 月	旧系区名称	平面	高程			

填表者：

年 月 日

### A2.2 旧点重新埋石记录表

旧点重新埋石记录表

点 名		所在地	
		原点名	
原造埋 单 位		重埋单位	

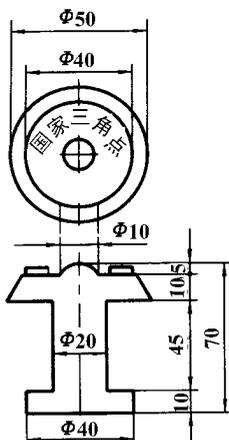
原造埋 时 间		重埋时间	
原系区名 称和等级		新系区名 称和等级	
旧中心标石断面图		新埋中心标石断面图	
重 要 事 项 记 载	重埋标石时 的投影方法		
	新旧标石中心的平面关系（以偏心元素略图表示）。		
	旧标石中心的相对平面关系（即柱石、盘石中心投影元素，以略图表示）。		
	新旧柱石顶面的高差：旧标石柱石顶面至新柱石顶面的高差以米为单位（旧标石低于新标石时高差为正，反之为负）。		
备注			

年 月 日

### A3 三角点标石标准

#### A3.1 中心标志图

- a) 金属标志图（见图 A1）
- b) 瓷质标志图（见图 A2）



单位：mm

R—弧的曲率半径； $\Phi$ —直径

图 A1

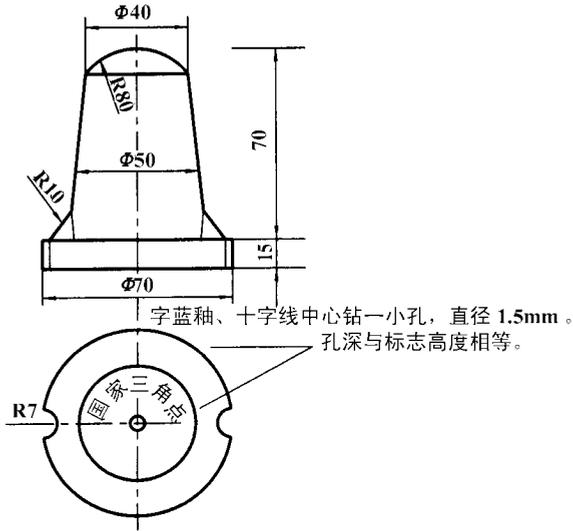
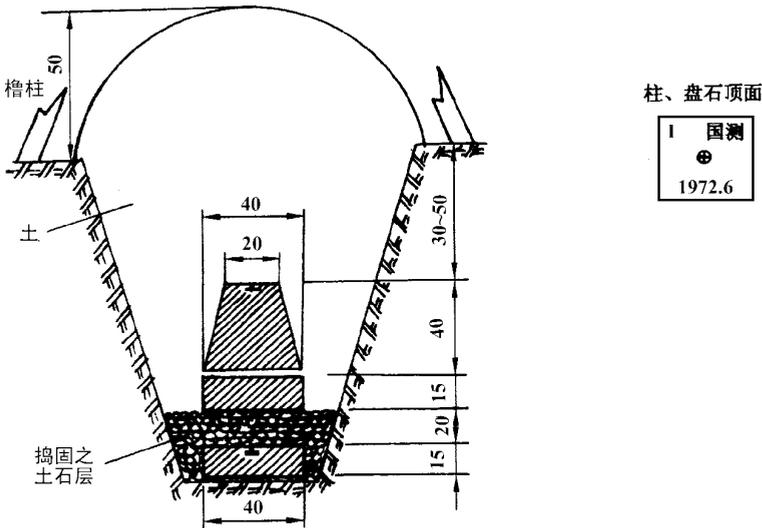


图 A2

### A3.2 标石类型及埋石图

a) 一、二等三角点中心标石埋石图 (见图 A3)

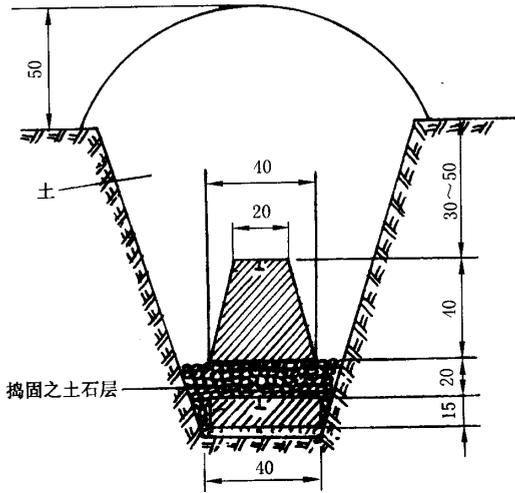


单位：cm

注：在人烟稀少的地区，柱、盘石顶面应刻划（或漆注）点号。

图 A3

b) 三、四等三角点中心标石埋石图 (见图 A4)



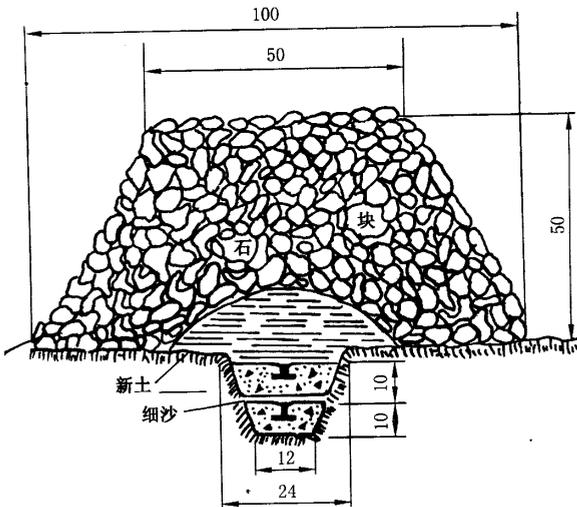
单位:cm

注：护沟与柱、盘石顶面之规格同一、二等三角点（略）。

图 A4

c) 岩石地区三角点中心标石埋石图（见图 A5）

一、二等三角点



单位:cm

图 A5

三、四等三角点，只埋一个标志，其他同一、二等三角点埋设尺寸

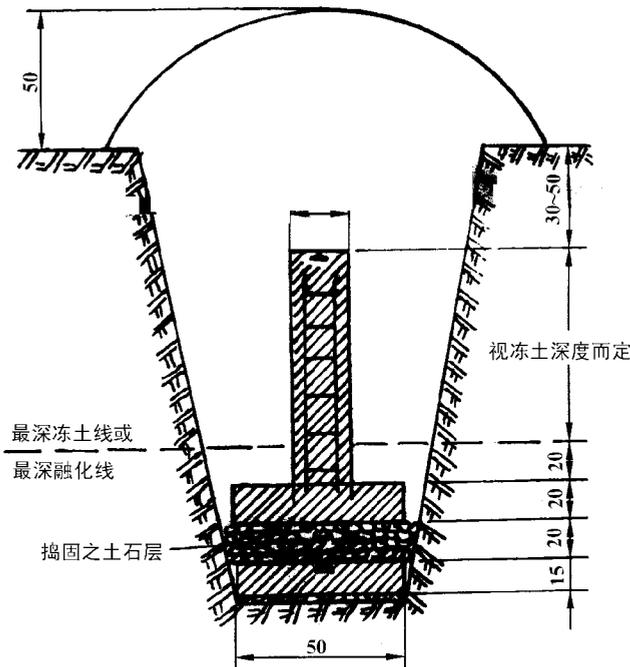
岩石地区三角点标志埋设的规定

序号	岩石面距地面之深度 m	一、二等三角点			三、四等三角点		
		岩石标志	盘石	柱石	岩石标志	盘石	柱石
1	0.0~0.4	2	-	-	1	-	-
2	0.5~0.7	1	1	-	1	1	-
3	0.8~0.9	1	-	1	1	-	1
4	1.0 以上	1	1	1	-	1	1

注

- 1 表中所列柱石和盘石的尺寸见 A3.2.1 (一、二等山地中心标石) 和 A3.2.2 (三、四等山地中心标石)。
- 2 第一种岩石地区标志埋设的外部整饰如上图, 第二、三、四种岩石地区标志埋设的外部整饰与一般三角点相同, 在放盘石或柱石时, 应先将岩石面打平, 并在其上铺一层细砂。

d) 冻土深于 0.8m 地区的一、二等三角点埋石图 (见图 A6)



单位: cm

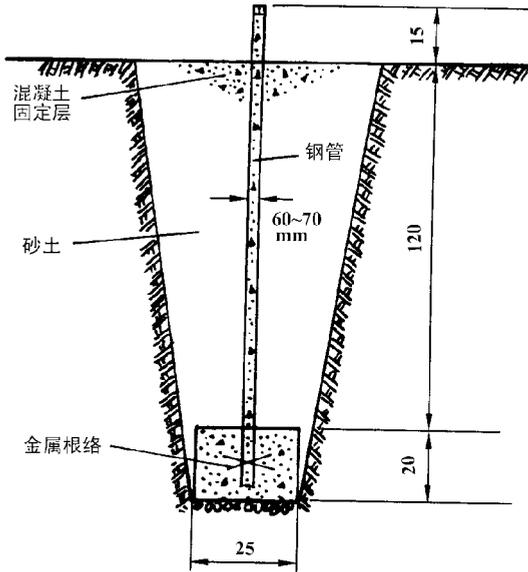
注

- 1 混凝土柱石内安钢筋三根, 浇灌时先用细铅丝将钢筋扎成三角柱件, 然后再灌混凝土。
- 2 混凝土柱石上不必加根络, 一般和基座同时浇灌。
- 3 基座亦可用一般盘石模型灌制。
- 4 在永久冻结地区, 图中的最深冻土线为最深融化线。
- 5 混凝土柱石亦可用钢管代替。

图 A6

e) 沙漠地区三角点中心标石埋石图 (见图 A7、图 A8)

固定沙丘钢管标石埋设图

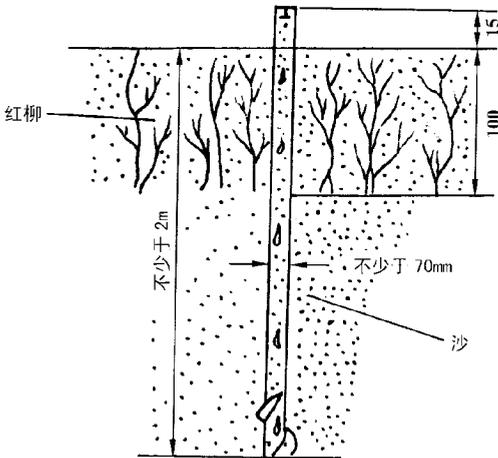


单位: cm

注: 钢管直径的大小以能安放瓷标志为原则。

图 A7

流沙丘钢管标石埋石图



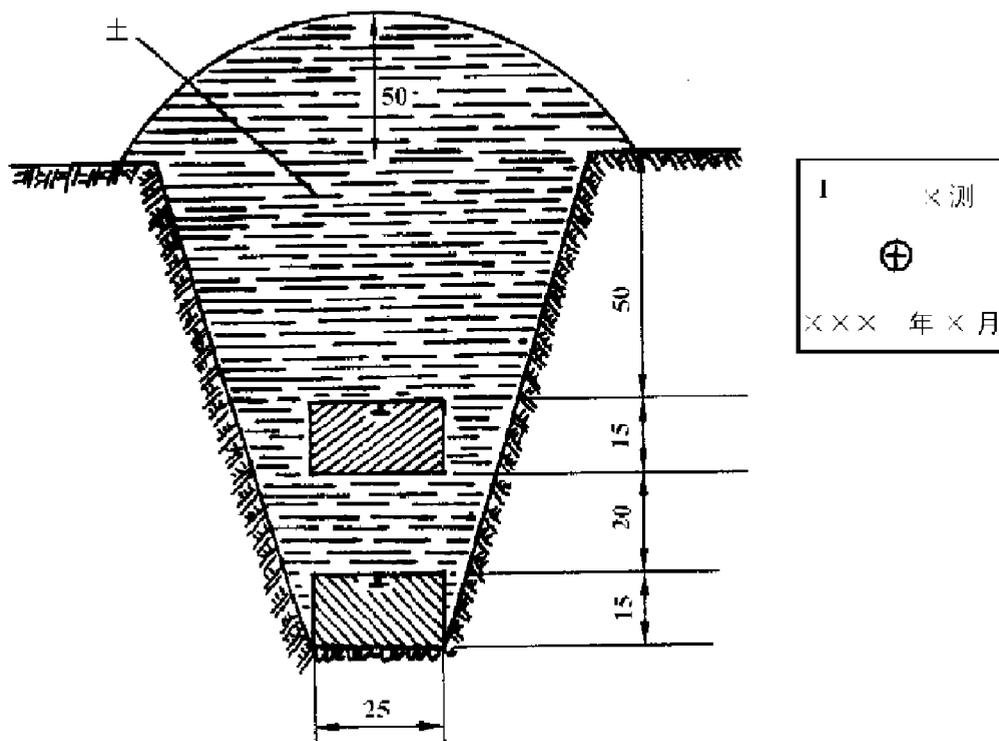
单位: cm

注: 1 螺旋钢管标石打入流沙丘后, 应用木桩和红柳围成半径不小于 0.75m 的护圈。钢管标志周围不宜加固定层。

2 当在高水位流沙地区埋设时, 钢管底端应用钢板封闭, 并在钢管外壁加涂沥青, 以防腐蚀。

图 A8

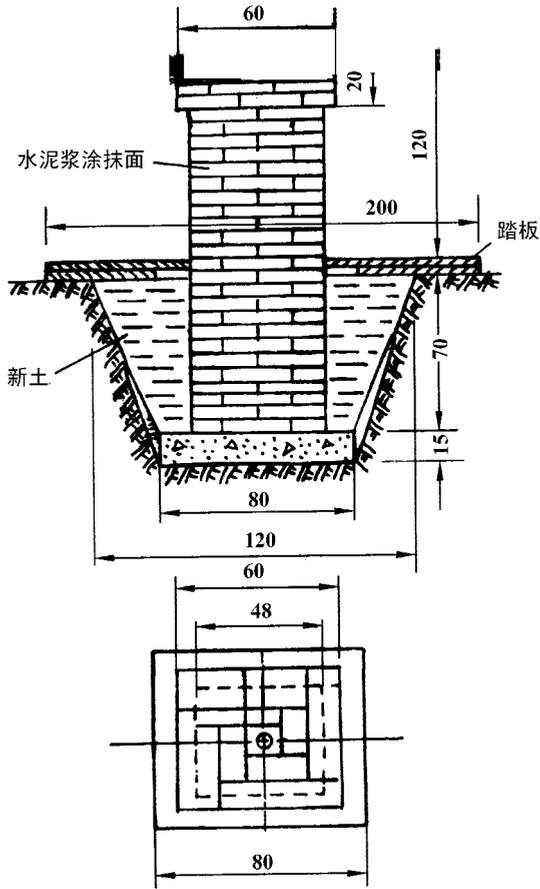
f) 特殊困难地区一、二、三、四等三角点中心标石埋石图 (见图 A9)



单位: cm

图 A9

g) 砖砌天文墩 (见图 A10)



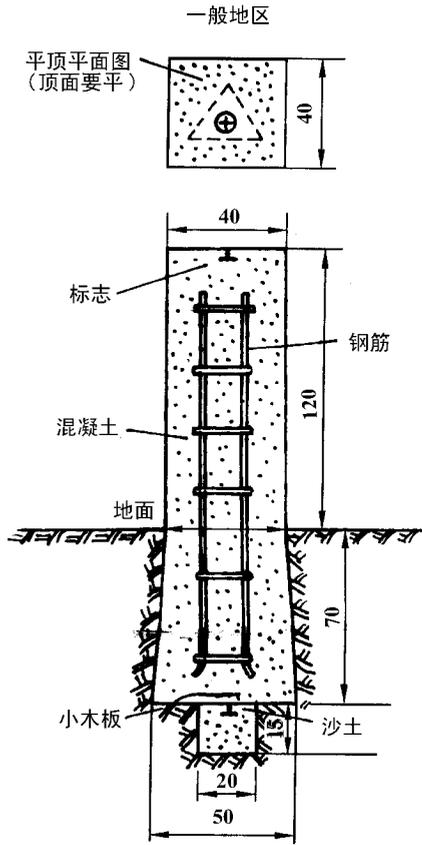
单位：cm

注：

- 1 本天文墩约需砖 450 块， $3 \times 30 \times 200$  木板 10 块，第一层 4 块，第二层 6 块。
- 2 上端边缘凸出部分亦可去掉，改为整个方柱体，顶面每边宽为 0.48m。

图 A10

h) 混凝土仪器墩(天文墩)(见图 A11、图 A12)



单位:cm

注:

- 1 天文墩若不与仪器墩合一,可不埋盘石。
- 2 无法避免埋设于土质松软和流沙地区时,应适当加深埋设,并应在底层打几排木柱(长1~1.5m),其上填灌约0.2m厚混凝土后再行灌制。流沙地区还应在其周围埋设防风树枝或采用其他措施,以保证其稳固。

图 A11

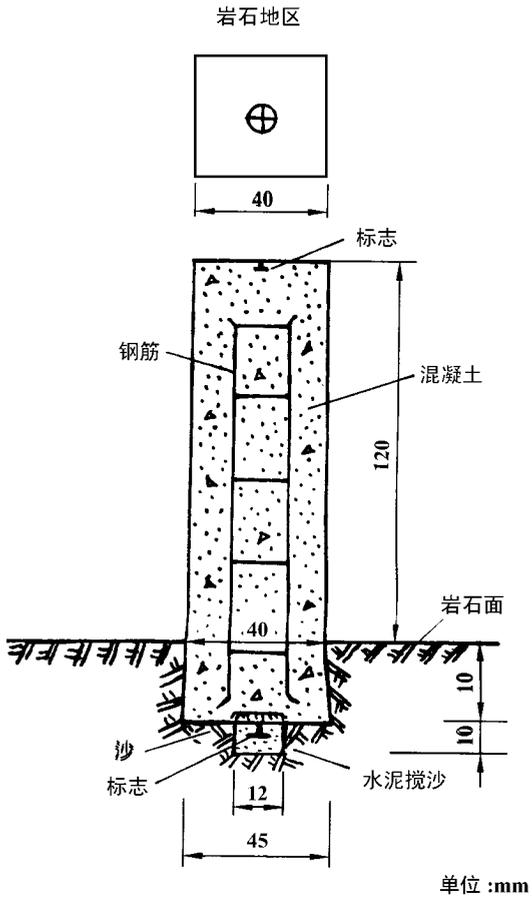
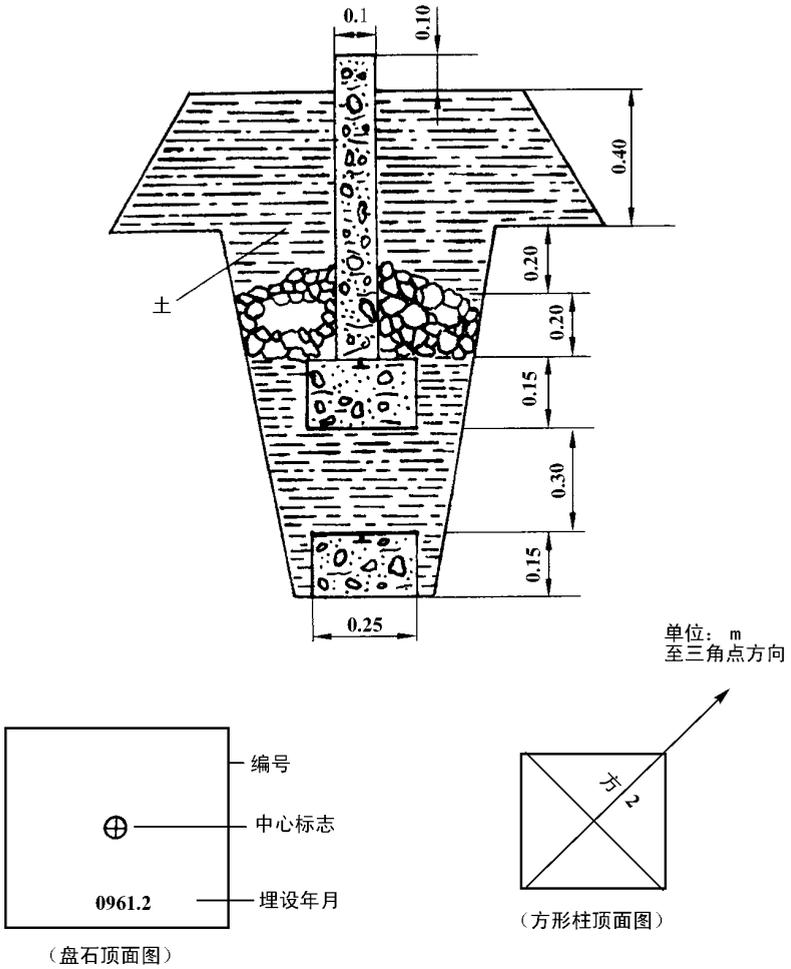


图 A12

i) 方位点埋石图 (见图 A13)



注：

- 1 盘石顶面上加刻方位点编号和埋设年月。
- 2 方形水泥柱顶面上加刻对角十字线。埋设时使对角线之一位于方位点至三角点的方向线上，并在此对角线两侧加刻方位点编号（字头对三角点）。
- 3 方位点设于岩层上时，按 A3.2c) 的规格埋设下标志后，再在其上加埋方形水泥柱。

图 A13

## 附录 B 测量标志委托保管登记表 (提示的附录)

测量标志委托保管登记表

序号	图幅号	点名或点号	测标种类	测标类型	等级	完成情况 (或重建、新建)	托管单位及时间	接管单位及 保管人姓名

注：此表由测量标志的建造、维修或普查单位填写、报县（市）主管单位和省、自治区、直辖市主管部门各一份。

# 加密重力测量规范

GB/T 17944—2000

## 1 范围

1.1 本标准规定了在陆地上进行加密重力测量的布测原则、精度要求、施测方法等。

1.2 本标准适用于在全国范围内进行加密重力测量，其他区域性的均匀重力测量可参照执行。

## 2 引用标准

GB 12897—1991 国家一、二等水准测量规范

GB/T 17942—2000 国家三角测量规范

GB/T 17943—2000 大地天文测量规范

CH 1001—1991 测绘技术总结编写规定

CH 1002—1995 测绘产品检查验收规定

CH 1003—1995 测绘产品质量评定标准

CH/T 1004—1999 测绘技术设计规定

CH 2001—1992 全球定位系统（GPS）测量规范

CH/T 2003—1999 国家一等重力测量规范

CH 8016—1995 全球定位系统（GPS）测量型接收机检定规程

## 3 布测原则

### 3.1 目的与任务

3.1.1 加密重力测量是为各种科学目的对有关区域在各级重力控制点的基础上加密一定的重力点所进行的重力测量。

3.1.2 加密重力测量主要用于测定地球重力场的精细结构，为大地测量学、地球物理学、地质学、地震学、海洋学和空间技术等领域所需的重力异常、垂线偏差、高程异常和空间扰动引力场等提供地球重力场数据。

3.1.3 国家加密重力测量的主要任务是：

a) 为在全国建立  $5' \times 5'$  的国家基本格网（对于个别大片重力测量空白区域的困难地区可以建立  $30' \times 30'$  格网）的数字化平均重力异常模型而进行的全面重力测量；

b) 为精化大地水准面，采用天文、重力、GPS 水准测量方法确定全国范围的高程异常值而进行的加密重力测量；

- c) 为内插大地点的天文大地垂线偏差而进行的局部加密重力测量；
- d) 为精密水准测量正常高系统改正而进行的局部加密重力测量。

### 3.2 采用基准

3.2.1 加密重力测量的重力基准采用“1985国家重力基本网系统”。

3.2.2 加密重力点的大地坐标采用“1980西安坐标系”；平面坐标采用高斯平面坐标系，并按六度分带。

3.2.3 加密重力点的高程系统采用正常高系统，高程基准采用“1985国家高程基准”。

3.2.4 正常椭球采用“1975国际椭球”。

### 3.3 精度要求

3.3.1 加密重力点相对于起算点的重力联测中误差不得超过 $0.60 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ ，困难地区可放宽到 $1.00 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ ；当需要联测二等重力点（包括引点）时，二等重力点相对于起算点的重力联测中误差不得超过 $0.30 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ 。

3.3.2 天文重力水准以及GPS重力水准测量的布设精度能满足以大地原点至国家最远点推算高程异常累计中误差不得超过1.0m的要求，且布设路线每条边的重力改正项的中误差不得超过 $0.020\sqrt{s} \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ （式中： $s$ ——路线边长，km）。

3.3.3 对于 $5' \times 5'$ 国家基本格网的平均空间重力异常中误差一般不应超过 $5.0 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ ，困难地区可放宽至 $10.0 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ ；对于 $30' \times 30'$ 格网的平均空间重力异常中误差一般不应超过 $3.0 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ 。

3.3.4 加密重力点的点位相对于国家天文大地点的平面点位中误差不得超过100m，相对于精度不低于国家四等水准点的高程点的中误差一般不应超过1.0m，困难地区可放宽到2.0m。

### 3.4 布点原则

3.4.1 加密重力点的布设方案应根据不同用途和重力场的特征以及不同地形类别进行确定。

3.4.2 重力异常代表误差系数是反映重力场等位面起伏变化的特征之一，是加密重力点布设方案的重要依据，空间重力异常代表误差系数按下式计算：

$$C = \Delta H / (90\sqrt{d}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中： $d$ ——最小格网的边长，km；

$\Delta H$ ——最小格网中的最大高差，m。

对于 $30' \times 30'$ 格网，可划分成 $5' \times 5'$ 的分格网，分别计算出各分格网的空间重力异常代表误差系数，取平均值作为 $30' \times 30'$ 格网的空间重力异常代表误差系数。

3.4.3 地形类别与代表误差系数的对应关系按表1执行。

表 1 地形类别与代表误差系数

地形类别	代表误差系数	
	布格异常 ≤	空间异常 ≤
平原	0.5	0.5
丘陵	0.7	0.8
小山区	0.8	1.4
中山区	1.0	2.3
大山区	1.3	3.5
特大山区	1.6	5.0

3.4.4 加密重力点应尽量均匀布设在重力场特征点和已有的大地点（三角点、天文点、水准点、GPS 点）上。在经济发达地区和重力场变化大的地区应尽量增大布设密度。

3.4.5 在垂线偏差变化剧烈和垂线偏差大的地区，除应在一等天文大地点上布设加密重力点外，根据内插垂线偏差的精度要求，应在天文大地点周围布设合适的加密重力点。

3.4.6 在山区沿二等和二等以上水准路线在每个水准点上应布设加密重力点。对于国家一、二等水准路线上布设加密重力点应按照 GB 12897 中的规定布设。

3.4.7 对于全面重力测量，在一般地区每 5' × 5' 应布设一个加密重力点，在困难地区可适当放宽。在山区对于 30' × 30' 格网进行全面重力测量的最低布点密度按表 2 执行，并均匀布设在格网不同高程的地方，且布点的平均高程值与格网平均高程互差不得大于 ± 200m。

表 2 山区布点密度

类别	地区	布设点数			
		小山区	中山区	大山区	特大山区
一	交通方便、大地点多	6	9	12	16
二	青藏、沙漠边境等交通困难地区	6	9	9	12
三	特殊困难地区	4	6	9	9

3.4.8 天文重力水准测量应在全面重力测量的基础上进行。在天文点周围 15' × 15' 的区域内应适当加密重力点。

3.4.9 GPS 重力水准测量应在全面重力测量的基础上采用 GPS 定位和 GPS 水准测

量方法测定重力点的坐标和高程。

### 3.5 重力联测

3.5.1 加密重力测量的起算点为各级重力控制点。若重力基本点和一等重力控制点密度不够时，可布设二等重力点，其点位可根据加密重力测量需要确定。二等重力点的施测应根据本标准的有关规定按照 CH/T 2003 中的一等重力测量相应规定执行。

3.5.2 重力测线应形成闭合或附合路线，即从高级重力控制点或者待定点出发，测定若干点后再返回起始点，或者从一高级重力控制点出发附合到另一高级重力控制点上，且闭合或者附合时间对于二等重力测量一般不应超过 36h，困难地区可放宽到 48h；加密重力测量一般不应超过 60h，困难地区可放宽到 84h。

3.5.3 二等联测起算点为重力基本点、一等重力点或其引点。二等联测的附合路线和闭合环路线中的二等重力点数不得超过 4 个，在支测路线中允许支测 2 个二等重力点。一般情况下，二等联测应尽量采用三程循环法，即  $A-B-A$ ， $B-A-B$  作为两条测线计算。当零漂稳定时，允许在困难地区个别二等测线中加测加密重力点。

3.5.4 重力联测的仪器数和合格段差数按表3执行。

表 3 仪器和段差数

等 级	LCR 型重力仪		其 他 仪 器	
	仪器数	段差数	仪器数	段差数
二等	1	2	2	4
加密	1	1	2	2

3.5.5 当联测中误差超限时，应舍去分群的超限段差观测值，并补测相应段差；舍去的段差数不得超过总段差数的三分之一，否则应重测整条测线。

### 3.6 技术设计

加密重力测量布测前必须进行技术设计。技术设计要求、内容和审批程序按照 CH/T 1004 执行。

## 4 重力仪的技术要求

### 4.1 重力仪的选用

二等重力点及加密重力点的重力联测可以采用石英弹簧重力仪（如：ZSM、Wor-den）或金属弹簧重力仪（如：LCR）。

### 4.2 重力仪的检验与调整

4.2.1 重力联测作业前及作业期间至少每隔一个月按规定项目进行一次检验与调整。

4.2.2 对于 LCR 型重力仪的检验与调整按 CH/T 2003 执行。

4.2.3 对于石英弹簧重力仪须进行如下检验与调整：

- a) 面板位置的检查与调整 (见附录 A);
- b) 纵、横水准器的检验与调整 (见附录 A);
- c) 亮线灵敏度的检验与调整 (见附录 A);
- d) 测量范围的调整 (见附录 A)。

**4.3 重力仪格值标定**

**4.3.1** 对于新出厂和经过修理的重力仪须进行格值标定。用于作业的重力仪每两年应进行一次格值标定。

**4.3.2** 格值标定场一般应采用国家级重力基线场。对于 LCR-G 型重力仪必须在国家基本(准)点间或国家级长重力基线场进行比例因子标定,并采用飞机作为运输工具。

**4.3.3** 允许在国家短基线场上对 LCR-G 型重力仪的比例因子进行检测,当检测结果与以前的标定结果互差与比例因子之比值不大于  $2 \times 10^{-4}$  时,可以不进行标定而采用以前的标定结果。

**4.3.4** 重力仪格值标定条件按表 4 执行。

表 4 格值标定条件

条 件	LCR-G 重力仪	LCR-D 重力仪	其他重力仪
段差数	2, 检测时为 4	6	8
段差互差 $\leq$	$0.04 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$	0.04 格	2 格
相对中误差 $\leq$	$5 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-4}$	$6 \times 10^{-4}$
超限处理	重测	补测不得超过 2 个段差	补测不得超过 2 个段差

**4.3.5** 格值或比例因子按下式计算:

$$C = C' \times \Delta G / \Delta g \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $C'$ ——近似格值或比例因子;  
 $\Delta G$ ——测段已知重力差;  
 $\Delta g$ ——重力段差平均观测值,重力段差计算按 7.1 执行。

**4.3.6** 格值或比例因子测定相对中误差按下式计算:

$$m_C / C = m_{\Delta} / \Delta g \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:  $m_{\Delta}$ ——重力联测中误差,计算按 7.1.6 执行;  
 $\Delta g$ ——重力段差平均观测值。

**4.4 重力仪的性能试验**

**4.4.1** 对于新出厂和每年作业前的重力仪须进行性能试验,并要求在重力仪的检验与调整之后进行。

**4.4.2 静态试验**

**4.4.2.1** 试验应在无外界干扰、地基稳定、温度变化小的室内进行。

4.4.2.2 每间隔30min 读一次数，连续观测16h以上。在观测过程中，LCR 型重力仪应保持在松摆状态。

4.4.2.3 读数加固体潮改正后，绘制静态零漂曲线。

#### 4.4.3 动态试验

4.4.3.1 试验应在重力差不小于 $50 \times 10^{-5} \text{ms}^{-2}$ 的 A、B 两点间按往返对称观测法进行，且不少于三个往返。

4.4.3.2 按照7.1要求进行计算，并分别计算出各台重力仪的联测中误差，以及按下式计算出每台重力仪之间的一致性中误差：

$$m = \sqrt{[VV] / (n - 1)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中： $V$ ——某台重力仪的平均重力段差与各台重力仪平均重力段差之差；

$n$ ——重力仪台数。

4.4.3.3 仪器间的一致性中误差必须达到仪器所用最高等级的重力点联测精度的要求。

#### 4.5 重力仪的维护

4.5.1 建立严格的重力仪交接手续，明确责任，对重力仪的安全负责。

4.5.2 重力仪入库时要擦拭干净，附件齐全，存放中要注意防潮。

4.5.3 重力仪长途运输时要采取防震措施，并有专人负责，杜绝意外事故。

4.5.4 使用重力仪时动作要轻、稳，严禁碰撞。

4.5.5 禁止将重力仪大角度倾斜或卧置，严禁在松摆情况下搬运 LCR 型重力仪。

4.5.6 遇有重力仪粘摆时，可用手指轻击面板，禁止用工具敲击面板。

4.5.7 重力仪发生故障时，应仔细分析原因，细心排除，不允许盲目拆卸。排除一般故障时应由有经验的操作人员进行。重大故障必须送回大队，并附有详细报告。

## 5 重力观测

### 5.1 观测前的准备

5.1.1 LCR 型重力仪的测前准备：

- a) 必须在 24h 前给仪器通电恒温，给电池充电；
- b) 至少在观测前 30min 切断充电电源，换上电池电源；
- c) 检查仪器的光学读数系统、水准器及照明是否正常；
- d) 静放的仪器必须运动 5min 后方可观测；
- e) 各种工具及有关资料、函件是否齐全。

5.1.2 石英弹簧重力仪的测前准备：

- a) 检查各工作系统是否正常；
- b) 根据测线的安排，估算各待定点与起测点的概略重力差，调好起测点的仪器读数，尽量避免在测线中调测程。

### 5.2 观测程序

5.2.1 LCR 型仪器的观测程序：

- a) 清理场地，消除不安全因素；
- b) 安置底盘和仪器。将仪器小心地从仪器箱中提出，轻置在底盘上，并使仪器的横水准器和磁北方向平行；
- c) 精确整平仪器；
- d) 松摆，并将亮线调到读数线附近；
- e) 读数：一般应该在松摆 5min 后按下面程序进行读数，并使读数轮沿同一方向归零：
  - 1) 顺时针（或逆时针）转动读数轮，使亮线精确对准读数线（或使检流计、数字电压表归零），读取计数器和读数轮读数；
  - 2) 反方向转动读数轮半圈，再顺时针（或逆时针）转动读数轮归零，读取第二次读数；
  - 3) 重复上面操作，读取第三次读数。
- f) 每次读数后，立即记录读数和时间，时间记录至整分；
- g) 锁摆并把仪器装箱；
- h) 检查手簿记录；
- i) 观测结束。

#### 5.2.2 石英弹簧重力仪的观测程序：

- a) 安置底盘；
- b) 整平仪器；
- c) 顺时针方向旋转读数轮使亮线精确对准零线，读取读数轮读数；
- d) 反方向转动读数轮一圈，再顺时针旋转读数轮使亮线精确归零，读取第二次、第三次读数；
- e) 检查纵、横水准器是否居中，若偏离大于 0.2 格，则重新整平仪器、读数；
- f) 每次读数后，立即记录读数和时间，时间记至整分；
- g) 检查手簿记录并把仪器装箱；
- h) 观测结束。

#### 5.3 观测中的注意事项

5.3.1 观测过程中的各项操作必须谨慎，严禁碰撞仪器。

5.3.2 仪器安置在底盘上以后，观测员不得离开，以防意外。

5.3.3 LCR 型重力仪观测中，读数轮转动一圈以上时必须先锁摆。禁止在松摆时挪动仪器。

5.3.4 LCR 型重力仪在工作过程中必须保持连续恒温，不得断电，如需要更换电池，至少在观测前 30min 更换。

5.3.5 一测线中，除石英弹簧重力仪的测程外，其余均不得进行调整。

5.3.6 石英弹簧重力仪在读数时应尽量避免计数器的极限位置。

5.3.7 测线中仪器静放 3h 以上时，必须在静放前后读数，按静态零漂计算。

5.3.8 测线闭合观测前，若发现读错、记错或仪器受到猛烈震动时，应返回前一

站重测，按静态零漂计算。

**5.3.9** 测站上应注意仪器的防晒、防淋。

**5.4** 观测要求

**5.4.1** 在控制点上观测时仪器应置于标志中心，多台仪器同时观测时应靠近标志中心。

**5.4.2** 在加密点上作重复观测或检查观测时，仪器应置于同一位置且同一高度上。

**5.4.3** 加密点在各类三角点或水准点上观测而仪器不能置于标石上时，可以在标石旁观测，但必须在记录中注明仪器至标石的高度。

**5.4.4** 测站上各类仪器的读数均估读到 0.1 格，三次读数的互差不得大于 0.5 格。若超过限差可补测一次，仍超限时，需重新整平仪器后重测。

## 6 坐标和高程测定

**6.1** 一般规定

**6.1.1** 各类重力点均须测定坐标和高程。

**6.1.2** 坐标测定一般可采用如下方法：

- a) 图上量测法；
- b) 交会法；
- c) 导线法；
- d) 锁网形法；
- e) GPS 定位法。

**6.1.3** 高程测定一般可采用如下方法：

- a) 高程导线法；
- b) 独立交会点高程法；
- c) GPS 水准法。

**6.1.4** 观测仪器可采用 DJ2、DJ6 型经纬仪和 II、III 级测距仪，以及相应的全站型电子速测仪或精度不低于  $10\text{mm} + 3 \times 10^{-6}D$  的 GPS 定位接收机。

**6.1.5** 坐标和高程测定中除按本标准规定外，其他诸如观测方法，以及对观测仪器的检验等均按第 2 章中引用的相应标准执行。

**6.1.6** 坐标和高程测定的限差按表 5 执行。

表 5 坐标和高程测量限差

类别	限差名称	限 差		备 注
		DJ2	DJ6	
水平角观测	测回数	1	2	
	半测回归零差	12"	24"	
	2C 变动范围	18"	36"	
	各测回同方向较差	12"	24"	
	三角形闭合差	60"		
	导线起算点新旧角较差	30"		
垂直角观测	测回数	2	4	
	指标差之差	15"	24"	
	各测回垂直角较差	10"	15"	
测距	测回数	2		
	测距相对精度	1/20 000		
坐标计算	点位闭合差, m	5		$n$ 为方位角的传递次数
	方位角闭合差	$20''\sqrt{n}$		
	导线全长相对闭合差	1/15 000		
高程计算	往返高差较差, m	$0.14\sqrt{D}$		$D$ 为往返测边长 km
	独立点最大高程较差, m	2		
	高程闭合差, m	$0.1\sqrt{L}$		$L$ 为路线长度 km

6.1.7 坐标高程点分为三级。一级点的起算控制点为国家三角点和国家水准点,其他各级点均可在高一级点控制基础上进行布测。所有锁网形坐标点、附和或闭合导线坐标高程点、GPS 点均可作为一、二、三级点,交会坐标点、独立高程点可作为二、三级点、支导线坐标高程点只可作为三级点。交会坐标点和独立高程点不得作为锁网形点和导线坐标高程点的起算控制点。

## 6.2 图上量测法

6.2.1 图上量测坐标所采用的地形图其比例尺一般不应小于1:5万,特殊地区可放宽到1:10万。

6.2.2 重力点应选择在图上可靠、明显的地面目标和地物点上。点位的判别和坐标量测应有第二人检查,两人量测结果互差不大于图上0.3mm。

6.2.3 地形图上量测坐标的部位不应有褶皱。

## 6.3 交会法

6.3.1 交会法坐标测定可采用四个已知点的后方交会、三个已知点的前方交会和

侧方交会，即观测三个角的单三角形。

**6.3.2** 各种交会点的交会角不应小于 $30^\circ$ 或大于 $150^\circ$ ；困难时，个别交会角不得小于 $20^\circ$ 或大于 $160^\circ$ 。后方交会点不得位于三个已知构成的圆周附近，即两个交会角与所对已知角之和不得在 $170^\circ \sim 190^\circ$ 之间。

## 6.4 导线法

**6.4.1** 导线布设一般采用附合导线形式，在大地点稀少的地区可按闭合导线或支导线形式布设。导线边长用电磁波测距仪测定。

**6.4.2** 在导线起闭点上一般应联测两个已知方向，两已知方向之间的新旧角比较不得超过 $30''$ ，困难时也可只测一个已知方向。

**6.4.3** 导线测量一般应与高程导线测量同时进行，其导线的图形条件与高程导线要求一致。

## 6.5 锁网形法

**6.5.1** 锁网形应起始于两点，闭合于两点，困难时也可起始于一点闭合于另一点。

**6.5.2** 锁网中的三角形个数不得超过 15 个。全长不得超过 150km。

**6.5.3** 锁网中的三角形图形条件应满足 6.3.2 的要求。

## 6.6 GPS 定位和 GPS 水准法

**6.6.1** GPS 定位可采用 GPS 静态载波相位定位或快速静态定位方法。定位精度不得低于 E 级的精度要求。

**6.6.2** 对于 $15 \sim 30\text{km}$ 的基线边观测时段长度不得小于 10min；小于 15km 的基线边不得小于 5min。

**6.6.3** WGS84 坐标系与 1980 西安坐标系的坐标转换可采用精度不低于 5m 的转换参数或在 GPS 网中至少联测三个国家天文大地点以便进行坐标转换。

**6.6.4** 在 GPS 网中须均匀联测一定数量的国家水准点，其水准点的布设密度一般应满足表 6 的要求。对于困难地区的水准点可放宽到 2 倍。

表 6 GPS 网中水准点的布设密度

地形类别	平原	丘陵	小山区	中山区	高山区	特大山区
间距, km	100	90	80	65	50	40
最少点数	6	6	5	4	3	3

**6.6.5** GPS 网应尽量与附近的国家级 GPS 网点进行联测。

## 6.7 高程导线和独立高程法

**6.7.1** 高程导线应尽量布设成附合路线，困难地区也可布设成闭合路线或支导线。

**6.7.2** 高程导线全长不得超过 60km，边长不得超过 3km。支导线从起始点起算允许发展两条边。

**6.7.3** 独立高程应有两个起算点的一个对向一个单向，或三个起算点的三个单向

垂直角测定。高程导线的垂直角应对向观测。

6.7.4 支导线、独立点的边长不应超过10km。困难时，个别边长可放宽至 15km，边长放宽过的独立点不得作为起算控制点。

## 7 数据处理

### 7.1 测线计算

7.1.1 测站观测值的固体潮改正按下式计算：

$$\begin{aligned} \delta t = & -1.16 [ 165.17 F ( B ) ( C / r )^3 ( \cos^2 Z - 1/3 ) \\ & + 1.37 F^2 ( B ) ( C / r )^4 \cos Z ( 5 \cos^2 Z - 3 ) \\ & + 76.08 F ( B ) ( C_s / r_s )^3 ( \cos^2 Z_s - 1/3 ) ] + 4.83 \\ & - 15.73 \sin^2 \phi + 1.59 \sin^4 \phi \dots\dots\dots ( 5 ) \end{aligned}$$

且： $F ( B ) = 0.998 327 + 0.001 67 \cos 2B$

$\phi = \text{tg}^{-1} ( 0. 993 306 \text{tg} B )$

式中： $\delta t$ ——固体潮改正值， $10^{-8} \text{ms}^{-2}$ ；

$B$ ——测站大地纬度（精确到角分）；

$C$ 、 $C_s$ ——分别为地心至月心和至日心的平均距离，km；

$r$ 、 $r_s$ ——分别为地心至月心和至日心的距离，km；

$Z$ 、 $Z_s$ ——分别为测站点对月亮和对太阳的地心天顶距。

7.1.2 测站观测值的仪器高改正按下式计算：

$$\delta h = 0. 308 6h \dots\dots\dots ( 6 )$$

式中： $\delta h$ ——仪器高改正值， $10^{-5} \text{ms}^{-2}$ ；

$h$ ——测站点的仪器高，m。

7.1.3 测站观测归算值按下式计算：

$$g' = RC + \delta t \times 10^{-3} + \delta h$$

式中： $g'$ ——测站观测归算值， $10^{-5} \text{ms}^{-2}$ ；

$R$ ——测站观测值，格或  $10^{-5} \text{ms}^{-2}$ ；

$C$ ——格值，或比例因子。

7.1.4 测站观测归算值按下式进行零漂改正计算：

$$g_i = g_i' + K ( t_i - t_A ) \dots\dots\dots ( 7 )$$

且： $K = \frac{( G_B - G_A ) - ( g_B' - g_A' ) - \sum ( g_D' - g_C' )}{( t_B - t_A ) - \sum ( t_D - t_C )}$

式中： $G_A$ 、 $G_B$ ——测线始、末点已知重力值， $10^{-5} \text{ms}^{-2}$ ；

$g_A'$ 、 $g_B'$ 、 $g_i'$ ——测站始、末、待定点观测归算值， $10^{-5} \text{ms}^{-2}$ ；

$g_C'$ 、 $g_D'$ ——各静调点的始、末观测归算值， $10^{-5} \text{ms}^{-2}$ ；

$t_A$ 、 $t_B$ 、 $t_i$ ——测线始、末、待定点的观测时间；

$t_C$ 、 $t_D$ ——各静调点的始、末观测时间。

## 7.1.5 重力段差和测线各待定点重力值按下式计算：

$$G_i = G_A + \Delta g_i \quad \dots\dots\dots (8)$$

且： $\Delta g_i = g_i - g_A$

式中： $\Delta g_i$ ——重力段差， $10^{-5}\text{ms}^{-2}$ ；

$G_i$ ——待定点重力值， $10^{-5}\text{ms}^{-2}$ 。

## 7.1.6 重力联测中误差按下式计算：

$$m_{\Delta} = \sqrt{[VW] / [n(n-1)]} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中： $V$ ——重力段差与平均值之差， $10^{-5}\text{ms}^{-2}$ ；

$n$ ——段差个数。

当段差数为 1 时， $m_{\Delta}$ 用重力闭合差的二分之一来计算。

## 7.1.7 重力点的重力值中误差按下式计算：

$$m_g = \sqrt{m_0^2 + m_{\Delta}^2} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中： $m_0$ ——起算控制点的重力值中误差， $10^{-5}\text{ms}^{-2}$ ；

$m_{\Delta}$ ——重力联测中误差， $10^{-5}\text{ms}^{-2}$ 。

## 7.2 重力异常计算

## 7.2.1 重力异常计算中的正常重力按下式计算：

$$\gamma_0 = 978\,032.68 (1 + 0.005\,302\,4\sin^2 B - 0.000\,005\,8\sin^2 2B)$$

式中： $B$ ——计算点的大地纬度。

## 7.2.2 空间异常按下式计算：

$$\Delta g_h = G - \gamma_0 + [0.308\,6 (1 + 0.000\,7\cos 2B) - 0.72 \times 10^{-7} H] H \quad \dots\dots (11)$$

式中： $G$ ——计算点的实测重力值， $10^{-5}\text{ms}^{-2}$ ；

$\gamma_0$ ——计算点在正常椭球面上的正常重力值， $10^{-5}\text{ms}^{-2}$ ；

$H$ ——计算点的正常高， $\text{m}$ 。

## 7.2.3 布格异常按下式计算：

$$\Delta g_B = \Delta g_h - 0.111\,6H \quad \dots\dots\dots (12)$$

## 8 资料整理与上交

## 8.1 成果记录

## 8.1.1 成果中的一切数字、文字记载应正确、清楚、整齐、格式统一。

8.1.2 野外观测的一切原始数据和记录项目，须在现场逐项完整地记录在规定的格式的载体中，严禁转抄和补记。

8.1.3 凡在成果中更正错误时，应将错字用一横线整齐地划去，并在上方写上正确数字或文字，不得就字改字或使用橡皮，严禁连环改动数字。超限的读数用横线划去。整测站和赖页成果作废，应用红铅笔斜线划去（由左上方至右下方），并注明原因。观测记录的点名、测微读数、观测时间不得更改。对记错 12h 的观测时间和 LCR 型重

力仪的标尺错误读数允许更改一次。

**8.1.4** 在计算机上记录的一切原始数据和计算结果应严格检查。用于计算的程序应严格调试并经审批方可使用。

## **8.2 成果整理**

**8.2.1** 所有的记录、计算和成果说明等资料均应分别装订成册（或包装成袋），并以同期项目为单位统一包装。

**8.2.2** 装订成册的资料应按项目、时间统一编号和编写目录，并附有检查验收意见以及有关说明。

**8.2.3** 重力成果表按附录 B 规定的格式进行整理。

## **8.3 检查验收、质量评定和技术总结**

重力测量作业完成后，应按照 CH 1003、CH 1002、CH 1001 要求进行检查验收、质量评定和技术总结。

## **8.4 上交资料**

重力测量作业完成后须上交下列资料：

- a) 仪器检验和仪器调整、比例因子测定等记录和计算资料；
- b) 各种观测手簿、计算手簿、精度计算，重力成果表、计算程序说明等资料；
- c) 重力点点之记，委托保管书；
- d) 地形平均高求定和地形类别确定资料；
- e) 坐标、高程测定资料及量测坐标的地形图；
- f) 技术设计、技术总结、检查验收报告。

## 附录 A 石英弹簧重力仪的检验与调整方法 (标准的附录)

### A1 面板位置的检验与调整

重力仪面板位置按如下步骤进行检验与调整：

- a) 将仪器整置水平；
- b) 顺（逆）时针转动纵水准器的脚螺旋，使仪器向前（或向后）倾斜（对观测者而言），同时观察横气泡的移动方向；
- c) 若横气泡向左（或向右）移动，则将仪器主体部分与外壳脱离并顺时针（或逆时针）方向转动一角度，再将仪器主体部分安装好；
- d) 重复 a) ~ c) 的步骤，直至顺时针或逆时针方向转动纵水准器的脚螺旋时，横气泡均居中为止。

### A2 纵、横水准器的检验与调整

**A2.1** 出测前对仪器进行全面检查和调整时，采用测定气泡曲线的方法，其步骤如下（以纵水准器为例）：

- a) 绘制一个直径约 5cm 的圆度盘，将圆周分成 16 等份，以任一分划为零，沿顺时针方向标上 +1 ~ +8，沿逆时针方向标上 -1 ~ -8 等字样，把圆度盘粘在纵水准器脚螺旋上，使脚螺旋中心与圆度盘中心重合；
- b) 将仪器整置水平，在纵水准器脚螺旋上正对圆度盘零刻划处作一固定标志；
- c) 按顺序分别读出纵向脚螺旋在度盘各个刻划位置时仪器相应的读数；
- d) 以仪器倾角（纵脚螺旋的圆度盘刻划）为横坐标，仪器相应的读数为纵坐标，绘出仪器读数与仪器倾角的关系曲线——气泡曲线；
- e) 将纵脚螺旋上的固定标志对准气泡曲线上仪器读数的极大值相对应的圆度盘刻划处，调节纵水准器的调节螺丝，使气泡居中。

横水准器的检查与调整步骤与纵水准器基本相同，不同点在于：在任选一个横水准器脚螺旋粘贴圆度盘，并做好固定标志后，在测定气泡曲线的过程中，不允许动另一个横脚螺旋；同时，每改变一次横脚螺旋的刻度以后，必须将纵水准器调居中后方可读数。

检验与调整中的注意事项如下：

- a) 在测定气泡曲线的过程中，须沿同一方向旋转脚螺旋，以消除脚螺旋隙动差的影响；
- b) 气泡调节以后，须进行复查；
- c) 纵气泡曲线往往不能测出一条完整的对称曲线，主要是仪器灵敏度与纵向倾角

有关,当倾角增大到某个限度时,仪器零敏度会趋向无穷大而无法读数。

**A2.2** 野外作业中要定期按如下操作步骤检查纵、横气泡,现以横气泡为例:

a) 将仪器整置水平,旋转计数器使亮线与零线重合。

b) 旋转横水准器的脚螺旋,使横水准气泡向左(或向右)移动一格,观察亮线移动的方向;然后再旋转横水准器的脚螺旋,使横水准器向右(或向左)移动两格(即偏离居中位置一格),再观察亮线的移动方向。当移动横气泡时应始终保持纵气泡居中。

c) 当横水准气泡向左和向右偏离时,若亮线均由零线向左移动,则横水准器位置正确。若横水准气泡向左和向右偏离时,亮线向不同方向移动,则应调节横水准器。

d) 调整的方法:逐渐旋转横水准器脚螺旋,使亮线逐渐向右移动至最大距离,并不再向右移动,此时调节横水准器的校正螺丝,使横气泡居中。

e) 校正后再按 a) ~ d) 步骤进行复查,直至横水准气泡向左和向右偏离时,亮线均向左移动,并两次向左移动的距离相等。

f) 纵水准器的检查、调整参照以上步骤进行。

### A3 重力仪亮线灵敏度的检查与调整

**A3.1** 检查方法:

将仪器整平,分别读取亮线与零线重合时的计数器读数  $S_0$  和亮线与零线左、右一大格刻划重合时的计数器读数  $S_{0+1}$ 、 $S_{0-1}$ , 并进行记录。按下式计算灵敏度:

$$S_0 - S_{0+1} \text{ 或 } S_{0-1} - S_0$$

重力仪亮线的灵敏度在 16 ~ 20 格时,表示灵敏度合适。当小于 16 格时,灵敏度偏高;大于 20 格时灵敏度偏低。偏高或偏低均应进行调整。

**A3.2** 调整方法:

a) 将仪器整平,使亮线与零线重合;

b) 如需提高(或降低)灵敏度时,将目镜相对面板顺时针(或逆时针)方向旋转  $30^\circ \sim 60^\circ$  的角度,此时亮线与零线必然交叉;

c) 目镜座不动,相对目镜座转动目镜筒,使亮线与零线平行。此时零线的位置改变;

d) 重新调整纵水准器,使新零位和水平位置一致;

e) 重新检查亮线灵敏度,若仍不符合要求,则重复 a) ~ d) 的步骤再次调节,直至符合要求为止。

### A4 重力仪测量范围的调整

重力仪的测量范围按如下步骤进行调整:

a) 将仪器整平,把计数器的读数调到所需要的读数位置上;

b) 打开测程调节孔的孔塞,按下面的方向转动测程调节连杆,把亮线调到零线附近:

1) 当亮线在零线的右边时,逆时针方向转动调节连杆;

2) 当亮线在零线的左边时，顺时针方向转动调节连杆；

3) 转动调节连杆时，注意使其稳定；

c) 读取一组读数后，将仪器提起晃动几下，再重新调平仪器并读数，当两次读数之差在允许范围之内时，表明仪器已稳定，即可投入工作。

## 附录 B 重力成果表格式 (标准的附录)

点 名	点 号	图幅号	$B/X$	$m_s$	$G$	备 注 (包括资料来源,改正说明等)
			$L/Y$		$m_g$	
			$h$	$m_h$		

编制者：

检查者：

日期：

# 专题地图信息分类与代码

GB/T 18317—2001

## 1 范围

本标准规定了专题地图宏观信息的分类体系与代码。

本标准适用于建立专题地图数据库及制作相关数字产品。

## 2 定义

本标准采用以下定义。

### 2.1 专题地图 thematic map

专题地图是突出表示某一种或几种自然和人文现象特征的地图。除了普通地图和地形图以外的地图，均属于专题地图之列。

### 2.2 专题地图信息 thematic map information

专题地图信息是突出表示某一种或几种自然和人文现象特征的地图信息。

## 3 信息分类、编码原则与方法

### 3.1 信息分类原则

a) 本标准规定了专题地图信息的宏观分类体系。

b) 以专题地图的内容信息为主要分类对象，适当兼顾地图的数学基础、符号化方法和地图说明信息等各种制图要素。

c) 以定位信息为主体，建立宏观的专题地图信息分类体系。

d) 基础地理信息与各相关专业的一级分类信息一致，或是一级以下的集成信息。

e) 以线分类为主，以各种定位信息为基础，组成一个多层次的整体。同时，各层信息均保持自身的开放性、可扩充性。

### 3.2 信息编码原则

a) 等长性原则，无论分类体系中级数多少，其代码长度相等。

b) 唯一性原则，每一代码都唯一地表示某一类、某一级或某一种特定的要素，同时每一类、每一级或每一个特定的要素有专一的代码，亦即建立数据项与代码之间一一对应的关系。

c) 可扩充性的原则，分类的容量和数据的类别将随着系统的发展而增加或减少。编码体系为此提供较大的扩充空间。

d) 合理性原则，编码体系的结构与信息的分类体系相适应，反应客观系统的层次、机理及其相关联系的特性。

e) 简单性原则, 代码的结构尽量简单, 长度尽量短, 以减少计算机存储空间和数据录入的差错率, 同时提高机器处理的效率。

f) 实用性原则, 代码的含意清晰, 反应出要素的特点, 以助记忆。

g) 规范性原则, 代码的结构、类型以及编写的格式统一, 便于系统的检索和调用。

### 3.3 信息分类

按信息的结构特征及其在专题制图中的作用, 将专题地图信息分为地理基础、专题信息、附加信息等三个主题类, 以下共设 10 个一级子类 (具体见“分类代码表”):

#### 地理基础

基础地理信息

地理单元

统计单元

#### 专题信息

自然条件

自然资源

基础设施

社会经济

生态环境

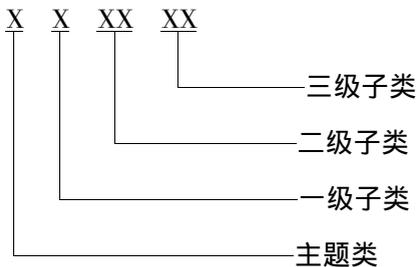
#### 附加信息

图例

地图文本记录

### 3.4 信息代码

采用六位数字型代码, 其结构如下:



第一位代表主题类, 用一位数字 1~9 表示;

第二位代表一级子类, 用一位数字 1~9 表示;

第三、四位代表二级子类, 用两位数字 01~99 表示;

第五、六位代表三级子类, 用两位数字 01~99 表示;

四级及以下子类信息的分类与代码在相关专业标准中规定。

## 4 分类代码表

主题类	一级子类	二级子类	三级子类	名称	说明
1	11			地理基础	
		1101		基础地理信息	
			110101	地理格网	
			110102	经纬网	
			110102	控制点	
		1102		水系	
			110201	河流	
			110202	运河、渠道	
			110203	湖泊	
			110204	水库	
			110205	沼泽	
			110206	海域	
		1103		居民地	
			110301	首都	
			110302	省级行政中心	
			110303	特别行政区中心	
			110304	地、市级行政中心	
			110305	县级行政中心	
			110306	镇、乡级行政中心	
			110307	村庄	
		1104		交通、通讯	
			110401	铁路	
			110402	公路	
			110403	通讯设施	
			110404	能源设施(油、气管线)	
			110405	航空线	
			110406	航海线	
		1105		行政区	
			110501	国家级	
			110502	省级	

主题类	一级子类	二级子类	三级子类	名称	说明	
2	12	1106	110503	特别行政区		
			110504	地、市级		
			110505	县级		
			110506	乡、镇级		
				地形		
			110601	高程点		
		1107	110602	等高线		
			110603	数字高程模型		
				地面特殊地物		
			110701	自然景观地物		
			110702	人文地物		
			110703	其他地物		
		13			地理单元	
			1201		综合自然地理单元	
				120101	遥感图像类型识别单元	
				120102	地势单元	
				120103	地貌形态单元	
			120104	地表物质单元		
				统计单元		
			1301	行政单元		
		1302	邮政分区单元			
		21			专题信息	
				自然条件		
			2101		地质	
				210101	普通地质	
				210102	构造地质	
				210103	新构造	
210104	第四纪地质					
210105	水文地质					
210106	工程地质					

主题类	一级子类	二级子类	三级子类	名称	说明
		2102		地貌	
			210201	地貌区划	
			210202	地貌类型	
			210203	特殊地貌	
		2103		气候	
			210301	气候区划	
			210302	气候类型	
		2104		水文	
			210401	流域分区	
			210402	水文区划	
			210403	水质分区	
		2105		土壤	
			210501	土壤区划	
			210502	土壤类型	
			210503	土壤母质	
			210504	土壤养分	
			210505	土壤化学	
		2106		植被	
			210601	植被区划	
			210602	植被类型	
		2107		动物	
			210701	动物区划	
			210702	动物分布	
		2108		自然保护区	
	22			自然资源	
		2101		土地资源	
			220101	土地资源类型	
			220102	土地利用	
			220103	土地覆盖	
			220104	土地规划	

主题类	一级子类	二级子类	三级子类	名称	说明
			220105	土地权属	
		2202		水资源	
			220201	水资源分区	
			220202	水资源利用分区	
			220203	水利工程	
		2203		矿产资源	
			220301	金属矿产	
			220302	非金属矿产	
			220303	能源矿产	
		2204		森林资源	
			220401	用材林	
			220402	经济林	
		2205		海洋资源	
			220501	海洋矿产资源	
			220502	海洋生物资源	
		2206		旅游资源	
			220601	自然风光	
			220602	人文景观	
	23			基础设施	
		2301		交通运输	
			230101	铁路	
			230102	公路	
			230103	水运	
			230104	航空	
			230105	管道	
		2302		邮电通信	
			230201	邮政	
			230202	电信	
	24			社会经济	
		2401		人口	

主题类	一级子类	二级子类	三级子类	名称	说明
25		2402	240101	性别构成	
			240102	年龄构成	
			240103	文化程度	
			240104	职业构成	
			240105	人口变动	
			240106	民族构成	
		2403	综合经济		
			240201	工业	
			240202	农业	
			240203	服务业	
			240204	国民生产统计	
			240205	国民收入统计	
			240206	财政统计	
		2404	240207	对外经济贸易	
			文化教育		
			240301	教育	
			240302	科研	
		2501	240303	文化	
			240304	历史	
			医疗卫生		
			240401	体育	
			240402	医疗病理	
			240403	卫生	
			生态环境		
			自然灾害		
			250101	水灾	
			250102	旱灾	
			250103	风灾	
	250104	冰雹雪灾			
	250105	森林火灾			

主题类	一级子类	二级子类	三级子类	名称	说明	
3	31	2502	250106	滑坡、泥石流		
			250107	地震		
			250108	病、虫灾害		
				生态环境变化		
			250201	植被指数变化		
			250202	水质变化		
			250203	土壤养分变化		
			250204	水土流失		
			250205	荒漠化		
			250206	土壤侵蚀		
			2503			环境污染
				250301		空气污染
				250302		水体污染
				250303		土壤污染
				附加信息		
		3101		图例		
				符号系统		
			310101	点状符号		
			310102	线状符号		
			310103	面状符号		
			310104	体状符号		
			3102			色彩体系
				3103		地图表示方法
			310301	个体符号法		
			310302	线状符号法		
			310303	等值线法		
310304	范围线法					
310305	质底法					
310306	量底法					
310307	点值法	又称“点描法”、“点数法”				

主题类	一级子类	二级子类	三级子类	名称	说明
			310308	定点统计图表法	
			310309	分区统计图表法	
			310310	分级统计图形法	
			3103011	运动线法	又称“动线法”
			3103012	格网法	
		3104		制图指标量化测度	
			310401	名义量表	又称“定名量表”
			310402	顺序量表	
			310403	间距量表	
			310404	比率量表	
		3105		专题内容说明	
	32			地图文本记录	
		3201		数学基础说明	
			320101	坐标系	
			320102	投影	
			320103	比例尺	
		3202		地理底图说明	
			320201	底图符号化原则	
			320202	信息概括原则	
		3203		图历记录	
			320301	作者及编制时间	
			320302	使用资料记录	
			320303	资料(数据)处理记录	
		3204		地图文字说明	
			320401	文本	
			320402	作者及编写时间	
			320403	使用资料记录	
			320404	资料(数据)处理记录	
		3205		版权说明	
			320501	图书在版编目(CIP)数据	
			320502	出版单位	
			320503	出版时间	

# 数字地形图系列和基本要求

GB/T18315 – 2001

## 1 范围

本标准规定了数字地形图的分类、产品标记、构成内容和基本要求。

本标准适用于 1:500、1:1000、1:2000、和与国家基本比例尺地形图相对应的数字地形图。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 7929—1995 1:500, 1:1000, 1:2000 地形图图式

GB/T 13923—1992 国土基础信息数据分类与代码

GB/T 13989—1992 国家基本比例尺地形图分幅和编号

GB 14804—1993 1:500、1:1000、1:2000 地形图要素分类与代码

GB/T 17798—1999 地球空间数据交换格式

GB/T 1005—2000 基础地理信息数字产品数据文件命名规则

## 3 定义

数字地形图：根据地形图制图表示的要求，将地形图要素进行计算机处理后，以矢量或栅格数据方式组织、储存并可以图形方式输出的包含元数据和数据体的数字产品。

## 4 分类

### 4.1 数字地形图系列

数字地形图系列按比例尺范围分为以 1:500、1:2000、1:10 000、1:50 000、1:250 000、1:1 000 000 为主的主比例尺系列。其他比例尺数字地形图可由主比例尺数字地形图派生或直接采用临近比例尺。

### 4.2 代号

数字地形图按数据形式分类。分为矢量数字地形图和栅格数字地形图两类产品，代号分别为 DV 和 DR。

### 4.3 密级

数字地形图应包含密级要求，密级的划分按国家有关的保密规定执行。

## 5 产品标记

产品标记规定为：产品名称 + 分类代号 + 分幅编号 + 使用标准号

示例：采用本标准的分幅编号为 J50C001001 的矢量数字地形图

其产品标记为：

数字地形图 DV J50C001001 GB/T 18315 - 2001

## 6 构成

数字地形图由分幅产品和辅助文件构成，每一分幅产品由元数据、数据体和整饰数据等相关文件组成。辅助文件可包括《使用说明》等，但辅助文件不作为数字地形图产品的必备部分。元数据作为一个单独文件，用于记录数据源、数据质量、数据结构、定位参考系、产品归属等方面的信息；数据体用于记录地形图诸要素的几何位置、属性、拓扑关系等内容。《使用说明》用于帮助、解释和指导用户使用数字地形图产品，可以包括分层规定、要素编码、属性清单、特殊约定、帮助文件、版权、用户权益等内容。

## 7 基本要求

### 7.1 定位参考系

#### 7.1.1 平面坐标系

平面坐标系采用以“1980 西安坐标系”为大地基准、高斯-克吕格投影或正轴等角割圆锥投影的平面直角坐标系，特殊情况下 1:500 ~ 1:2000 可采用独立坐标系。

#### 7.1.2 投影方式

1:1 000 000 数字地形图采用正轴等角割圆锥投影。

1:25 000 ~ 1:500 000 数字地形图采用高斯-克吕格投影，按 6°分带。

1:5 000 ~ 1:10 000 数字地形图采用高斯-克吕格投影，按 3°分带。

1:500 ~ 1:2000 数字地形图采用高斯-克吕格投影，按 3°分带。亦可选择任意经度作为中央子午线的高斯-克吕格投影。

#### 7.1.3 高程基准及深度基准

高程基准采用“1985 国家高程基准”，特殊情况下 1:500 ~ 1:2 000 可采用独立高程系。深度基准一般采用理论最低潮面。

### 7.2 分幅与编号

1:5 000 ~ 1:1 000 000 数字地形图分幅与编号按 GB/T 13989 执行。1:500 ~ 1:2 000 数字地形图分幅与编号按 GB/T 7929 执行。

### 7.3 特征

#### 7.3.1 矢量数字地形图

##### 7.3.1.1 分类与编码

如果数字地形图要素需要进行分类与编码，可按以下方法进行：

a) 1:500 ~ 1:2 000 数字地形图要素分类与编码按 GB 14804 执行；

b) 1:5 000 ~ 1:1 000 000 数字地形图要素分类与编码按 GB/T 13923 执行。

### 7.3.1.2 分层

对于数字地形图，如果采用要素分层存放和管理，应遵循以下分层原则。

a) 以 7.3.1.1 规定的要素分类标准为参照，并与之相协调；

b) 根据需要，同一类要素可向下详细分层；

c) 特殊情况下，不同类可合并为一层；

d) 特殊情况下，可从不同类中各取部分要素合为一层；

e) 注记的层属视用户需要和软件功能而定；

f) 用于图廓整饰的内图廓线以外的所有线划、注记文本、说明、图例等和内图廓线以内的直角坐标线网、经纬线网等应独立分层；

g) 应考虑到要素的几何特性和拓扑关系的管理；

h) 层名应用汉字命名，实际应用中使用层名代码，层名代码可用拼音或英文的全称或缩写表示并可以附加使用阿拉伯数字；

i) 分层方案应在《使用说明》和元数据文件中说明。

### 7.3.2 栅格数字地形图

#### 7.3.2.1 分辨率

如果需要输出，则输出分辨为 250 ~ 300 dpi。扫描分辨率为 500 ~ 600 dpi。

#### 7.3.2.2 图形、色彩质量

图形应清晰，无发糊虚断现象。如为彩图，色彩须统一，色值应正确。

### 7.4 符号表示

数字地形图所用的符号库中的符号应按相应比例尺的地形图图式的规定执行。特殊情况下，使用的替代符号须在《使用说明》中说明。

### 7.5 精度要求

#### 7.5.1 位置精度

##### 7.5.1.1 平面位置精度

地物点对最近野外控制点的图上点位中误差不得大于表 1 规定。特殊困难地区地物点对最近野外控制点的图上点位中误差按地形类别放宽 0.5 倍。

表 1

mm

地形图比例尺	平地，丘陵地	山地，高山地
1:500 ~ 1:2 000	0.6	0.8
1:5 000 ~ 1:100 000	0.5	0.75
1:25 000 ~ 1:1 000 000 (编绘法)	用于编绘的原图应符合精度要求	

##### 7.5.1.2 高程精度

高程注记点、等高线对最近野外控制点的高程中误差不得大于表 2 规定。特殊困难

地区高程中误差可按地形类别放宽 0.5 倍。

表 2

m

		平地	丘陵地	山地	高山地
1:500	注记点	0.4	0.4	0.5	0.7
	等高线	0.5	0.5	0.7	1.0
1:1 000	注记点	0.5	0.5	0.7	1.5
	等高线	0.7	0.7	1.0	2.0
1:2 000	注记点	0.5	0.5	1.2	1.5
	等高线	0.7	0.7	1.5	2.0
1:5 000	注记点	0.35	1.2	2.5	3.0
	等高线	0.5	1.5	3.0	4.0
1:10 000	注记点	0.35	1.2	2.5	4.0
	等高线	0.5	1.5	3.0	6.0
1:25 000	注记点	1.2	2.0	3.0	5.0
	等高线	1.5	2.5	4.0	7.0
1:50 000	注记点	2.5	4.0	6.0	10.0
	等高线	3.0	5.0	8.0	14.0
1:100 000	注记点	5.0	8.0	12.0	20.0
	等高线	6.0	10.0	16.0	28.0
1:100 000~1:1 000 000		用于编绘的原图应符合精度要求			

### 7.5.1.3 最大误差

本标准规定以两倍中误差为最大误差。

### 7.5.2 接边精度

7.5.2.1 在几何图形方面，相邻图幅接边地物要素在逻辑上保证无缝接边。

7.5.2.2 若要记录要素属性，在属性方面，相邻图幅接边地物要素属性应保持一致。

7.5.2.3 如果要建立要素间的拓扑关系，在拓扑关系方面，相邻图幅接边地物要素拓扑关系应保持一致。

### 7.5.3 其他精度

数字地形图产品还应满足相应比例尺产品的数据源精度、属性精度、逻辑一致性、完整性等要求。

## 7.6 基本等高距、高程注记点密度

7.6.1 基本等高距（1:1 000 000 数字地形图除外）依据地形类别划分，按表 3 规定执行。一幅图内一般只采用一种基本等高距。

表 3

m

图比例尺	平地	丘陵地	山地	高山地
1:500	1.0 (0.5)	1.0	1.0	1.0
1:1 000	1.0	1.0	1.0	2.0
1:2 000	1.0	1.0	2.0 (2.5)	2.0 (2.5)
1:5 000	1.0	2.5	5.0	5.0
1:10 000	1.0	2.5	5.0	10.0
1:25 000	5 (2.5)	5	10	10
1:50 000	10 (5)	10	20	20
1:100 000	20 (10)	20	40	40
1:250 000	50	50	100	100
1:500 000	100	100	200	200

1:1 000 000 数字地形图等高距为：高度 0~2 000m，等高距为 200m，并加绘 50m 等高线；高度 2 000m 以上，等高距为 250m。

当地势十分平坦或用图需要时，基本等高距可选用括号内的数值，其高程精度通过比例换算确定。

7.6.2 高程注记点密度为图上每 100cm<sup>2</sup> 内 8~20 个。

### 7.7 存储

数字地形图产品以分幅产品为存储单元，使用计算机能够读写的存储介质。

### 7.8 包装标志

数字地形图产品包装标志包括名称、分幅产品标记、出版单位、出版日期、版权归属、出版号、商标等内容。

### 7.9 分发格式

数字地形图产品的分发应包含元数据和数据体，元数据记录格式按国家相关标准执行，数据体记录格式按 GB/T 17798 执行。

元数据文件和数据体文件命名按 CH/T1005 执行。

# 数字测绘产品质量要求第 1 部分： 数字线划地形图、数字高程模型质量要求

## GB/T 1794.1—2000

### 1 范围

本标准规定了数字线划地形图、数字高程模型产品的质量特性及其应达到的要求。

本标准适用于数字化测绘和基础地理信息数据库建库中数字线划地形图、数字高程模型产品的检查验收与质量评定。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 14804—1993 1:500、1:1000、1:2000 地形图要素分类与代码

GB/T 15660—1995 1:5000, 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000 地形图要素分类与代码

GB/T 13923—1992 国土基础信息数据分类当代码

### 3 总则

3.1 数字测绘产品的质量要求是根据产品种类的不同，通过对若干质量特性的要求来描述的。

3.2 数据说明是数字测绘产品的一项重要质量特性，数字测绘产品都应包含数据说明部分。数据说明可存储于产品数据文件的文件头中，或以单独的文件存储。数据说明文件应为文本文件，内容的编排格式可自行确定，但必须包含 4.1 和 5.1 规定的数据项。对不适于某产品的数据项可只列出数据项名，不填写具体值。

### 4 数字线划地形图质量要求

数字线划地形图的质量要求通过对产品的数据说明、数学基础、数据分类代码、位置精度、属性精度、逻辑一致性、完备性等质量特性的要求来描述。

#### 4.1 数据说明

数字线划地形图的数据说明应包括表 1 所示内容。

表 1 数字线划地形图数据说明内容

1. 产品名称、范围说明	1. 产品名称 2. 图名、图号 3. 产品覆盖范围 4. 比例尺		
2. 存储说明	1. 数据库名或文件名 2. 存储格式和/或简要使用说明		
3. 数学基础说明	1. 椭球体      2. 投影      3. 平面坐标系 4. 高程基准      5. 等高距		
4. 采用标准说明	1. 地形图图式名称及编号    2. 测图或编绘规范名称及编号 3. 地形图要素分类与代码标准的名称及编号    4. 其他		
5. 数据源和数据采集方法说明	1. 摄影测量方法采集	1. 航空（航天）像片	1. 航摄比例尺 2. 航高 3. 航摄仪焦距 4. 像幅 5. 航摄仪型号 6. 航摄日期 7. 航摄单位 8. 传感器类型 9. 卫星影像分辨率 10. 波段选择 11. 数据接收时间
		2. 摄影测量仪器及软件情况	
	2. 地形图数字化	1. 数字化原图	1. 原图比例尺 2. 生产单位 3. 生产日期
		2. 数字化设备及软件情况	
3. 野外测量	1. 测量设备及软件情况		
6. 数据分层说明	1. 层名      2. 层号      3. 内容		
7. 产品生产说明	1. 生产单位 2. 生产日期		
8. 产品检验说明	1. 验收单位 2. 精度及等级 3. 验收日期		
9. 产品归属说明	1. 归属单位		
0. 备注			

## 4.2 数学基础

国家基本比例尺系列数字线划地形图的数学基础应按相应比例尺的测图规范、编绘规范执行。

## 4.3 数据分类与代码

国家基本比例尺数字线划地形图的数据分类与代码应依比例尺的不同分别按 GB 14804、GB/T 15660 和 GB/T 13923 执行，补充的要素及代码应在数据说明备注中加以说明。

## 4.4 数字线划地形图数据的位置精度

### 4.4.1 平面精度

a) 数字线划地形图中的图廓点、公里网或经纬网交点、控制点等的坐标值应符合理论值和已知坐标值。

b) 数字线划地形图实测数据（地面测量、摄影测量采集的数据），其地形点对邻近控制点位置中误差以及邻近地物点间的距离中误差不得大于相应比例尺测图规范的规定。

c) 地图数字化采集的数字线划地形图，其点位目标位移偏差不得大于  $\pm 0.1 \times M$  m（ $M$  为比例尺分母，下同），线状目标位移偏差不得大于  $\pm 0.2 \times M$  m。

### 4.4.2 高程精度

a) 实测数据的数字线划地形图，其高程注记点和等高线对邻近高程控制点的高程中误差不得大于相应比例尺测图规范规定。

b) 地图数字化采集的数字线划地形图，其高程点和等高线的高程值应正确，且二者不能产生地理适应性矛盾。

### 4.4.3 形状保真度

各要素的图形能正确反映实地地物的形态特征，无变形扭曲。

### 4.4.4 接边精度

相邻图幅应自然接边。线要素与面要素既要进行图形几何位置接边，又要进行属性接边。当由于不同时期测图造成不能自然接边时，允许保持不接边状态，但应将问题记载，留待有可靠资料时，再进行接边。

## 4.5 数字线划地形图属性数据的精度

### 4.5.1 属性数据的正确性

描述每个地形要素特征的各种属性数据必须正确无误。

### 4.5.2 属性数据的完备性

描述每个地形要素特征的属性项类型应完备，应符合相应比例尺地形图要素分类与代码或技术文件中规定的各自属性码，不得有遗漏。

## 4.6 数字线划地形图数据的逻辑一致性

各要素相关位置应正确，并能正确反映各要素的分布特点及密度特征。线段相交，无悬挂或过头现象，面状区域必须封闭，各辅助线应正确，公共边线或同一目标具有两个或两个以上类型特征时只能数字化一次，拷贝到相应数据层中。对有方向性的要素其

数字化方向须正确，需连通的地物应保持连通。各层数据间关系处理应正确。

#### 4.7 数字线划地形图要素的完备性

##### 4.7.1 要素的完备性

数字线划地形图中各种要素必须正确、完备，不能有遗漏或重复现象。

##### 4.7.2 数据分层的正确性

所有要素均应根据有关的技术设计书规定进行分层。数据分层应正确，不能有重复或漏层。

##### 4.7.3 注记的完整性、正确性

各种名称注记、说明注记应正确，指示明确，不得有错误或遗漏。

#### 4.8 数字线划地形图图形质量

数字线划地形图模拟显示时，其线划应光滑、自然、清晰，无抖动、重复等现象。符合表示规格应符合相应比例尺地形图图式规定。注记应尽量避免压盖地物，其字体、字大、字数、字向、单位等一般应符合相应比例尺地形图图式的规定。符合间应保持规定的间隔，达到清晰、易读。

## 5 数字高程模型质量要求

数字高程模型的质量要求通过对产品的数据说明、数据精度两项质量特性的要求来描述。

### 5.1 数据说明

数字高程模型的数据说明应包括表 2 所示内容。

表 2 数字高程模型数据说明内容

1. 产品名称、范围说明	1. 产品名称 2. 比例尺 3. 产品覆盖范围
2. 存储说明	1. 数据库名或文件名 2. 存储格式和/或简要使用说明
3. 数学基础说明	1. 椭球体      2. 投影      3. 平面坐标系 4. 高程基准
4. 规则格网说明	1. 格网单元定位点位置（左上、左下、右上、右下、中心） 2. 起始格网单元坐标 3. 格网单元间距 4. 格网行列总数

5. 数据源和数据采集方法说明	1. 摄影测量方法采集	1. 航空（航天）像片	1. 航摄比例尺 2. 航高 3. 航摄仪焦距 4. 像幅 5. 航摄仪型号 6. 航摄日期 7. 航摄单位 8. 传感器类型 9. 卫星影像分辨率 10. 波段选择 11. 数据接收时间
		2. 摄影测量仪器及软件情况	
	2. 地形图采集	1. 数字化原图	1. 原图比例尺 2. 生产单位 3. 生产日期
		2. 数字化设备及软件情况	
	3. 野外测量	1. 测量设备及软件情况	
6. 数据内插说明	数据内插方法		
7. 产品生产说明	1. 生产单位 2. 生产日期		
8. 产品检验说明	1. 验收单位 2. 精度及等级 3. 验收日期		
9. 产品归属说明	1. 归属单位		
0. 备注			

## 5.2 数据精度

数字高程模型产品的数据精度要求包括对格网单元间距、高程精度和接边精度的要求。

### 5.2.1 格网单元间距

数字高程模型格网单元间距按表 3 规定执行。根据需要可从两种合适尺寸中选取一种。对不属于基本比例尺系列的数字高程模型，可参照表 3 作适当调整。

表 3 数字高程模型格网间距

比例尺	格网单元间距, m	格网单元间距, (")
1:1000000	1000/500	30/15
1:500000	500/250	15/7.5
1:250000	250/100	7.5/3
1:100000	100/50	3/1.25
1:50000	50/25	1.25
1:25000	25/12.5	1.25/0.625
1:10000	12.5/6.25	0.625
1:5000	6.25/2.5	0.625
1:2000	2.5	
1:1000	2.5	
1:500	2.5	

## 5.2.2 高程精度

5.2.2.1 用摄影测量方法和用野外实测方法生成的数字高程模型,其格网点高程中误差应不大于相应比例尺地形图测图规范或编绘规范中规定的等高线高程中误差。

5.2.2.2 以地形图数字化方法生成的数字高程模型,其格网点高程中误差应不大于相应比例尺地形图的  $2/3$  等高距。

## 5.2.3 接边精度

相邻数字高程模型接边不应出现漏洞,两数字高程模型间相邻行(列)格网点平面坐标应连续且符合格网间距要求,高程应符合地形连续的总体特征,即使出现跳变,也应符合地貌特征。

5.2.4 高程中误差的两倍规定为格网点高程的最大限差。

## ISO 前言

国际标准化组织（ISO）是由各国标准团体（ISO 成员团体）组成的世界性的联合会。制定国际标准的工作通常由 ISO 的技术委员会完成，各成员团体若对某技术委员会的工作感兴趣，均有权参加该委员会。与 ISO 保持联系的各国际组织（官方的或非官方的）也可参加有关工作。在电工技术标准化方面，ISO 与国际电工委员会（IEC）保持密切合作关系。

由技术委员会采纳的国际标准草案交各成员团体投票表决，需取得至少 75% 参加表决的成员团体同意才能作为国际标准正式通过。

国际标准 ISO 10012-2 由 ISO/TC176/SC3 质量管理和质量保证技术委员会支持技术分委员会制定。

ISO 10012 的总题目是测量设备的质量保证，由下列部分组成：

第 1 部分：测量设备的计量确认体系

第 2 部分：测量过程控制指南

第 1 部分（正在修订）已经发布，题目为《测量设备的质量保证要求——第 1 部分：测量设备的计量确认体系》。

本标准附录 A 和附录 B 仅供参考。

## ISO 引言

ISO 10012 是 ISO9000 族标准的一部分。

本标准拟作为质量管理的指南文件或供方和顾客之间协议所要求的文件。标准中提到的顾客和供方这一对术语是广义的。“供方”可以是制造商、安装单位或服务组织。“顾客”可以是采购单位或使用产品的用户。当供方从销售商或其他方面购买产品时，它就成为顾客。

下列情况推荐引用本标准：

- 当顾客规定所要求的产品时；
- 当供方规定所提供的产品时；
- 由于顾客或雇员的利益，或由于立法或管理机构的要求；
- 为了测量系统控制的评定和审核。

本标准（在第 4 章）有建议和说明两部分。对于某种产品来说，顾客和供方的含义在本文中已做说明，其余所有术语应按 ISO 8402 中给出的广义定义去理解。

为了清楚地区分建议和说明，在第 4 章中的每一个相应的段落之后的方框中，在“说明”标题之下给出说明的内容。

“说明”的内容仅作为信息，不包含要求。其陈述并不增加、限制或修改任何要求。

ISO 10012 的第 1 部分包含了测量设备控制的通用质量保证要求，当统计过程控制适合于达到这一目标时，ISO 10012 的第 2 部分提供了应用统计过程控制的补充指南。

测量应该被认为是一个完整的过程。测量过程控制的方法是建立在对测量数据的经常监测和分析的基础上，它适用于从通过外部计量实验室对供方测量标准的校准直至供方的常规测量所有级别的测量。测量过程控制程序可用于：

- 检测在测量过程操作中的异常变化；
- 检测重复性问题；
- 识别并量化对任何漂移的补偿或修正因子；
- 有助于识别可预知的定期变化，包括周期变化；
- 提供一些质量保证要求所需要的文件。

“测量过程控制”的概念也曾称为“测量保证”。

实际上，测量过程控制特别适用于关键的或复杂的测量系统（例如为了安全或经济的目的）。供方可以认为在 ISO 10012 - 1 中规定的确认体系对常规过程，例如非关键部分的测试，提供了足够的控制。

ISO 10012 - 1 所述的计量确认体系的目的是为了确保在确认间隔内使用的测量设备足够准确。可是，确认间隔是根据经验确定的，虽然在确认期满后，测量设备仍正常运行的概率很高，但它不能防止偶然故障或预料不到和不易发现的损伤。另外，计量确认体系不能保证测量设备的使用是正确的。即使是最精确的测量设备，若使用不正确，也

会得出不正确的测量结果。正确地编写测量程序是一种措施，但往往不能保证这个程序始终正确执行。按 ISO 10012 第 2 部分，把测量作为过程来控制，以减少由于偶然故障、损伤或误用而引起问题的可能性，其效果或程度取决于核查（过程控制）的频繁程度。确定核查频率是管理和商业方面的事，因此，本标准对核查频率不作具体的（定量）推荐。

测量设备仅仅是影响测量的许多因素之一。“测量过程”的概念是把测量作为一个完整的过程来看待，从分析测量的科学基础含义、测量标准量值的溯源性、校准和必要时通过验证和计量确认后的调整，到在工作地点及使用条件下由测量设备给出测量结果。

计量确认体系的运行通常包括将测量设备从使用地点送到中心计量实验室去校准、调整或维修和必要时的验证并重新确认。实际上，我们发现这样返回的设备通常是运行正常而不需要修理或调整的。的确，如果大部分设备不是这样的话，那么在使用时产生错误结果的可能性很大，尤其在临近确认期满时。如果测量设备的确认期满，送去校准只是为了重新确认，若此时发现测量设备运行正常，可能会有一些人认为这设备本可继续使用，这样不但可以节省大量开支，还减少许多麻烦，但我们不能接受这种论点而去冒那种获得错误的测量结果的风险。

我们认为计量确认和测量过程控制相结合是可以满足需要的，但要取决于经费、安全、适用性及其他因素。

把对仪器和设备的控制作为一个连续过程来看的概念将在附录 A 中综述。

附录 B 为文献目录。

# 测量设备的质量保证

## 第 2 部分：测量过程控制指南

GB/T 19022.2 - 2000 idt ISO 10012 - 2 : 1997

### 1 范围

1.1 本标准包括了可用于供方为以预期准确度所进行的测量提供进一步质量保证的建议，还包括实施这些建议的说明。

1.2 本标准也可作为质量管理指南或供方和顾客之间协议要求的文件来使用。

1.3 本标准适用于测量过程，它涉及到在 GB/T 19022.1 中未覆盖的可能影响测量结果的各要素，如测量程序、人员等。

1.4 本标准适用于：

——用测量证明符合规定要求的组织；

——在运行的质量体系（包括满足 GB/T 19001、GB/T 19002 和 GB/T 19003 要求的质量体系）中，由测量结果证明符合规定要求的供方。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 6583—1994 质量管理和质量保证 术语 (idt ISO 8402 : 1994)

GB/T 19022.1—1994 测量设备的质量保证要求 第 1 部分：测量设备的计量确认体系 (idt ISO 10012 - 1 : 1992)

### 3 定义

本标准采用 GB/T 6583—1994 (idt ISO 8402 : 1994) 中的定义及下述定义。其中大部分定义选自《国际通用计量学基本术语》(VIM)。另一些选自 GB/T 19022.1—1994 (idt ISO 10012 - 1 : 1992)，在术语后面的括号内给出了所引用的有关文件和条款号。这些定义有助于理解本标准所使用的概念，因此不需要查看很多其他文件。

3.1 测量准确度 accuracy of measurement (VIM, 3.5)

测量结果与被测量真值之间的一致程度。

注

1 “准确度”是一个定性概念。

2 不要用术语“精密度”代替“准确度”。

**3.2 (测量仪器的)调整** adjustment (of a measuring instrument) (VIM, 4.30)

使测量仪器性能进入适于使用状态的操作。

注 3: 调整可以是自动的、半自动的或手动的。

**3.3 校准** calibration (VIM, 6.11)

在规定条件下, 为确定测量仪器或测量系统所指示的量值, 或实物量具或参考物质所代表的量值, 与对应的由标准所复现的量值之间关系的一组操作。

注

4 校准结果既可赋予被测量以示值, 又可确定示值的修正值。

5 校准也可确定其他计量特性, 如影响量的作用。

6 校准结果可以记录在校准证书或校准报告中。

**3.4 核查标准** check standard

为了对某个测量过程进行控制, 通过对该过程的测量来收集数据所使用的测量设备、产品或其他物体。

注

7 另见 VIM: 6.7 注 2。

8 核查标准应仅作为核查标准使用。

9 附录 A 中给出了核查标准使用的综述。

**3.5 测量过程控制** control of measurement processes

监控并分析来自测量过程的数据, 并采取纠正措施, 以便使测量过程连续地保持在规定的要求之内。

注 10: 测量过程控制可包括采用核查标准、控制图或其他等效方法。

**3.6 (测量仪器的)允许误差限** limits of permissible error (of a measuring instrument) (VIM, 5.21)

(测量仪器的)最大允许误差 maximum permissible error (of a measuring instrument)

对给定的测量仪器, 规范、规程等所允许的误差极限值。

**3.7 被测量** measurand (VIM, 2.6)

作为测量对象的特定量。

例: 给定的水样品在 20℃ 时的蒸气压力。

注 11: 对被测量的详细描述, 可要求包括对其他有关量 (如时间、温度和压力) 做出说明。

**3.8 测量** measurement (VIM, 2.1)

以确定量值为目的的一组操作。

注 12: 操作可以是自动地进行的。

**3.9 测量程序** measurement procedure (VIM, 2.5)

进行特定测量时所用的, 根据给定的测量方法具体叙述的一组操作。

注 13: 测量程序 (有时被称为测量方法) 通常记录在文件中, 并且足够详细, 以使操作者在进行测量时不再需要补充资料。

**3.10 测量过程** measurement process

进行测量的一组彼此相关的资源、活动和影响量。

注

- 14 有关的资源包括测量设备、测量程序、操作者。
- 15 “影响量”是对测量有影响的全部因素，如那些由环境引起的可控或不可控、受控或不受控的因素，这些因素增加了测量过程的可变性或偏差。
- 16 可见 GB/T 6583—1994 (idt ISO 8402:1994) 定义 1.2 (过程)。
- 17 一个测量过程可有不同的测量形式，如：
  - a) 不同的操作者使用普通的测量设备，在一般的工厂环境下，按照日常使用的方法或程序所进行的测量；
  - b) 校准实验室中受过培训的技术人员，用带有温控油槽、参考标准电阻器、比较器和其他辅助设备组成的测量系统按照详细的程序为了校准标准电阻器所进行的测量；
  - c) 其他类型的测量。
- 18 一个测量过程可以仅使用一台测量仪器。

**3.11 测量设备** measuring equipment (由 GB/T 19022.1—1994, 3.2 改写)  
测量仪器、测量标准、参考物质、辅助设备以及进行测量所必需的资料的总称。

注

- 19 这个术语包括在检验和试验中及在校准中使用的测量仪器。
- 20 在本标准中，术语“测量设备”包括了“测量仪器”和“测量标准”，而“参考物质”则是“测量标准”的一种。

**3.12 测量仪器** measuring instrument (VIM, 4.1)  
单独地或连同辅助设备一起用以进行测量的器具。

**3.13 计量确认** metrological confirmation (GB/T 19022.1—1994, 3.1)  
为确保测量设备处于满足预期使用要求的状态所需要的一组操作。

注

- 21 计量确认一般包括首先是校准，必要的调整或修理，随后的再校准，以及所要求的封缄和标签。
- 22 在本标准中，本术语简称为“确认”。

**3.14 质量审核** quality audit (GB/T 6583—1994, 4.9)  
确定质量活动和有关结果是否符合计划的安排，以及这些安排是否有效地实施并适合于达到预定目标的、有系统的、独立的检查。

注

- 23 质量审核一般用于(但不限于)对质量体系或其要素、过程、产品或服务的审核。上述这些审核通常称为“质量体系审核”、“过程质量审核”、“产品质量审核”和“服务质量审核”。
- 24 质量审核应由与被审核领域无直接责任的人员进行，但最好在有关人员的配合下进行。
- 25 质量审核的一个目的是评价是否需要采取改进或纠正措施。审核不能和旨在进行过程控制或产品验收的“质量监督”或“检验”相混淆。
- 26 质量审核可以是内部或外部的目的而进行。

**3.15 (显示装置的)分辨力** resolution (of a displaying device) (VIM, 5.12)  
显示装置能有效辨别的最小的示值差。

注

- 27 对于数字式显示装置，这就是当变化一个末位有效数字时其示值的变化。  
28 此概念亦适用于记录式装置。

### 3.16 稳定性 stability (VIM, 5.15)

测量仪器保持其计量特性随时间恒定的能力。

注

- 29 若稳定性不是对时间而是对其他量而言，则应该明确说明。  
30 稳定性可以用几种方式定量表示，例如：

- 用计量特性变化某个规定的量所经过的时间；
- 用计量特性经规定的时间所发生的变化。

### 3.17 溯源性 traceability (VIM, 6.10)

通过一条具有规定不确定度的不间断的比较链，使测量结果或测量标准的值能够与规定的参考标准，通常是与国家测量标准或国际测量标准联系起来的特性。

注

- 31 此概念常用形容词“可溯源的”表述。  
32 这条不间断的比较链称为溯源链。

### 3.18 测量不确定度 uncertainty of measurement (VIM, 3.9)

表征合理地赋予被测量之值的分散性，与测量结果相联系的参数。

注

- 33 此参数可以是诸如标准偏差或其倍数，或说明了置信水准的区间的半宽度。  
34 测量不确定度由多个分量组成。其中一些分量可用测量列结果的统计分布估算，并用实验标准偏差表征。另一些分量则可用基于经验或其他信息的假定概率分布估算，也可用标准偏差表征。  
35 测量结果应理解为被测量之值的最佳估计，而所有的不确定度分量均贡献给了分散性，包括那些由系统效应引起的（如与修正值和参考测量标准有关的）分量。  
36 本定义与《测量不确定度表示法指南》中所述等同，该指南详述了其基本原理（见 2.2.4 和附录 D）。

### 3.19 验证 verification (GB/T 6583—1994, 2.17)

通过检查和提供客观证据表明规定要求已经满足的认可。

注

- 37 在设计和开发中，验证是指对某项规定活动的结果进行检查的过程，以确定该项活动对规定要求的合格情况。  
38 “验证过的”一词用来表示相应的状况。

## 4 建议

### 4.1 总则

供方应为测量过程及其控制建立目标实施准则和程序并形成文件。这些文件应规定哪些测量过程要执行本标准条款。

供方应确保所有程序均适合于其目的，尤其程序应包含足够的信息以确保其正确的实施，并保证前后应用的一致及有效的测量结果。

程序应能迅速发现超过规定的允许偏差极限的偏差并及时地纠正。  
需要时，参与测量和测量过程控制的人员应能获得这些程序。

〔说明〕

程序可以按已出版的测量过程控制标准编写，但不一定受其限制。程序的详细程度应与测量和测量过程控制的复杂程度相适应。

对于供方和顾客来说，对所有测量过程进行同等控制是不经济的。供方和顾客应研究分析复杂的测量过程，并就过程中哪些部分是关键的和适于应用本标准的要求达成共识。

#### 4.2 文件

供方应将实施本标准中每条建议的方法形成文件，这些文件应是供方质量管理体系的组成部分。文件应规定在每个测量过程中使用哪些设备（包括计算机硬件和软件）。文件还应规定职责的分配和所采取的措施。测量过程所要求的内容也应形成文件。

〔说明〕

文件可包括，例如：

- 测量仪器规范；
- 测量程序；
- 操作规程；
- 确认报告；
- 验证报告；
- 测量不确定度的估算；
- 允许误差极限；
- 所使用的计算机程序的细节和（或）清单。

注 39：所使用的“文件”一词是广义的，它覆盖了所有记录和表达信息的方式。

#### 4.3 测量过程

对测量过程的预期用途所要求的特性应予以表征。

〔说明〕

仪器、设备或方法的特性包括，例如：

- 使用的不稳定性；
- 稳定性；
- 量程；
- 分辨力；
- 重复性；
- 复现性；
- 操作者的技能水平。

对某些测量过程，可能还有其他一些重要特性。

测量过程及其文件的保持应考虑测量中的各种修正，设备的使用条件（包括环境条件）等等，这是为达到要求的特性所必需的。

供方应详细地规定每一个受控的测量过程并形成文件。这样一个测量过程的完整规范应包括全部有关设备的识别、测量程序、测量软件、使用条件、操作者的能力及所有影响测量可靠性的其他因素。

〔说明〕

一个测量过程可能只限于使用单独一台测量仪器。

本标准主要拟通过核查标准的使用来实现测量过程控制。

#### 4.4 测量过程的建立和设计

供方应根据顾客的需要确定测量过程的不确定度限值和功能要求。为满足这些要求而设计的测量过程应全部形成文件，必要时，应与顾客达成协议。这对于供方新建的测量过程和（或）不能得到足够的相关过程资料的情况下尤为重要。

〔说明〕

应识别所有影响达到测量过程要求的影响量。影响量对测量过程的影响应加以量化。为此，可能需要设计并进行特定的试验或研究。当不可能做到这一点时，应使用由仪器（或设备）厂商提供的资料、规范和警示。

#### 4.5 计量确认体系

为了正确完成测量过程，所有重要的测量设备应按照 GB/T 19022.1 进行确认。

为控制测量过程，通过使用核查标准收集到的信息，可有助于确定 GB/T 19022.1 中要求的校准间隔。

#### 4.6 测量过程控制体系

为了充分保证测量过程是在要求的不确定度限值之内进行，供方应实施测量过程控制体系。这个体系应考虑任何不符合规定要求的风险，这些风险是已经明确的并可接受的。供方应能向顾客证明已经达到了所要求的性能。

当供方根据测量过程控制体系产生的数据做出决策时，应遵照形成文件的程序。

#### 4.7 测量过程控制的数据分析

对每一个受控的测量过程，供方应识别需分析的测量过程要素，并为这些要素确定适当的控制限。

〔说明〕

例如：对于测量阻抗的过程，可以选择电阻作为需分析的要素。

选择要素和控制限时，应做到保持所要求的测量准确度，并与不符合规定要求的风险相适应。这些要素包括操作者、设备、周围环境、影响量、使用的方法等等的的影响。

供方应通过文件说明未包括在规定过程之内的、已知的测量变化来源，并将这些对不确定度的影响以及如何计入测量不确定度的方法形成文件。

〔说明〕

不同组的过程变量可导致显著性水平不同的测量过程（见 ISO 5725）。这种统计学上的显著差异是否存在应写入文件。对测量过程来说，利用这种文件可估算出总的测量不确定度的一部分。

例 1. 工作标准的变化或漂移能够通过趋势图或其他等效方法来量化。

例 2. 测量过程的操作人员的不同组合或环境条件的不同可构成显著性水平不同的测量过程。

#### 4.8 测量过程的监督

测量过程控制应按照形成文件的程序进行，并应采用公认的过程控制原则。

通过一个或多个被测量的值监测受控的测量过程，这些量值应在所使用的测量过程的量值范围内”。

应记录所获得的结果。

〔说明〕

使用带有控制图的核查标准能客观地表明符合本建议。控制图因显示了实际的特性因而方便了审核，但也可用等效的数字方法。其他的监督方法只有建立在公认的过程控制原则上才可采用。

为判断某个测量过程是否处于受控状态，可使用控制图或其他等效方法分析该核查标准的一系列测量值。

注：核查标准和控制图的使用不可能识别测量过程中产生的所有误差。

#### 4.9 监督间隔

供方应通过程序或其他方法将过程的核查间隔形成文件。

〔说明〕

开始时，核查的频率应是高的，但当测量过程的可信度提高以后，如果表明合适，可降低核查频率。（见 ISO 8258：1991，10.4）

#### 4.10 受控测量过程的失控

当发现某个相关的测量过程参数超过规定的控制限，或当一系列核查数据显示出不能接受的图形，供方应确认该测量过程是否处在受控状态，如失控应采取纠正措施，以使测量过程回到受控状态。

供方应将采取纠正措施的准则形成文件。

当测量过程控制体系表明不能满足所规定的测量过程要求时，供方应采取必要的纠正措施，并将这些措施形成文件。

## 〔说明〕

- 当计划的执行没有达到规定的目标时，可以采取纠正措施，这些措施包括：
- 缩短一个或多个测量过程的核查间隔或这些过程中所用仪器的确认间隔；
  - 修理或淘汰不稳定或不可靠的仪器；
  - 延长测量时间；
  - 降低测量设备在确认时可接受的不确定度（即提高对测量设备所要求的准确度）；
  - 增加被核查的影响量的数量；
  - 提高操作人员的能力。

**4.11 测量过程的验证**

为证明测量过程持续符合协议（规定的）要求，供方应将作为验证对象的测量过程监督的结果和由此而产生的纠正措施形成文件。

每个测量过程的验证文件应确保溯源性，并在规定的测量不确定度之内。

## 〔说明〕

关于测量标准的溯源性见 GB/T 19022.1—1994，4.15

**4.12 测量过程的验证标识**

应明显地标识出经验证的测量过程要素，可单独标识也可以将若干个要素一起标识。

为了表明所确认的仪器或设备仅用于某个特定的或若干个测量过程，应在该仪器或设备上用标签或其他方式清楚标明。当仪器用于生产控制，也用于核查标准的测量时，这一标明特别重要。

**4.13 测量过程控制记录**

供方应保存足够的记录以证明其符合测量过程控制体系的要求，包括：

- 对实施的测量过程控制体系完整的表述，包括全部特有的要素，例如操作者、任何特有的测量设备或使用的核查标准及相关的操作条件；

## 〔说明〕

对于在测量过程控制中使用的消耗品可适当按批标识。

- 从测量过程控制体系得到的有关资料，包括有关测量不确定度的信息；
- 由测量过程控制数据的计算结果而采取的任何措施；
- 按供方监督和验证计划所进行的每个测量过程控制活动的日期；
- 有关验证和其他文件的标识；
- 为记录负责提供信息的人的标识；
- 人员的资格（要求的和已达到的）。

供方应保持明确的形式文件的程序，以保存（包括保存期）和保护记录。应确定并

记载记录保存的期限。

#### 4.14 人员

供方应确保所有承担测量过程控制工作的人员都具有适宜的资格，经过培训、具有经验和能力并受到监督管理。供方应对从事测量过程控制的人员的相应资格、培训、经验、能力和监督管理的要求做出规定，并确保他们符合这些要求。

#### 4.15 测量过程控制体系的定期审核与评审

供方应对测量过程控制体系进行或安排进行定期和系统的质量审核，以确保其持续有效地执行并符合本标准要求。根据测量过程控制体系的质量审核结果和其他相关因素，如顾客意见，供方在必要时应评审并改进测量过程控制体系。

用于测量过程控制体系的质量审核与评审的计划和程序应形成文件。应记录质量审核、评审和随后的所有纠正措施的实施情况。

#### 〔说明〕

测量过程控制体系的失控，例如核查标准质量的降低或操作者能力的改变，可以通过过程后的迹象揭示出来，例如：

- 控制图的分析；
- 随后的检验；
- 实验室间的比对；
- 顾客投诉。

## 附录 A 综 述

### (提示的附录)

#### A1 总则

本附录简述了将测量作为一个连续过程而不是单个事件来进行控制。它重点表述了核查标准的使用。由于测量过程控制是一种比较新的对测量进行控制的途径,因此附录 B 给出了文献目录,这些参考文献虽然还不够详尽,但表述了测量过程控制的基本理论,有助于解决问题和提高产品质量。

到目前为止,在大量的文献中一直把测量过程控制写成“测量保证”。

为协助本标准使用者理解本附录中提出的一些概念,给出下列附加定义。

**A1.1 (测量仪器的)偏移** bias (of a measuring instrument) (VIM, 5.25)  
测量仪器示值的系统误差。

注 1: 测量仪器的偏移通常用适当次数重复测量的示值误差的平均来估计。

**A1.2 (量的)约定真值** conventional true value (of a quantity) (VIM, 1.20)

对于给定目的具有适当不确定度的、赋予特定量的值,有时该值是约定采用的。

例: a) 在给定地点,取由参考标准复现而赋予该量的值作为约定真值;

b) 常数委员会 (CODATA) 1986 年推荐的阿伏加德罗常数  $N_A$ :  $6.022\ 136\ 7 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。

**A1.3 修正因子** correction factor (VIM, 3.16)

为补偿系统误差而与未修正测量结果相乘的数字因子。

注 2: 由于系统误差不能完全获知,因此这种补偿并不完全。

**A1.4 测量仪器的(示值)误差** error (of indication) of a measuring instrument (VIM, 5.20)

测量仪器示值与对应输入量的真值之差。

注

3 由于真值不能确定,实际上用的是约定真值。

4 此概念主要应用于与参考标准相比较的仪器。

5 就实物量具而言,示值就是赋予它的值。

**A1.5 影响量** influence quantity (VIM, 2.7)

不是被测量但对测量结果有影响的量。

例: a) 用来测量长度的千分尺的温度;

b) 交流电位差幅值测量中的频率;

c) 人体血液样品血红蛋白浓度测量中胆红素的浓度。

**A1.6 精密度** precision (ISO 3534 - 1 : 1993, 3.14)

在规定条件下,相互独立的测试结果之间的一致程度。

注

- 6 精密度仅与随机误差的分布有关,而与被测量的真值或其他设定值无关。
- 7 测量的精密度通常被表示为不精确的程度,被计算为测试结果的标准偏差。一个比较大的标准偏差反映较低的精密度。
- 8 “互相独立的测试结果”意思是对相同的或类似的测试对象以某种不受任何先前结果影响的方式获得的结果。精密度的量的大小主要取决于规定的条件。重要性和复现性条件都是特定的一些极限规定条件。

**A1.7 (量的)真值** true value (of a quantity)(VIM, 1.19)

与给定的特定量的定义一致的值。

注

- 9 量的真值只有通过完善的测量才有可能获得。
- 10 真值按其本性是不确定的。
- 11 与给定的特定量定义一致的值不一定只有一个。

## A2 核查标准的使用

**A2.1** 核查标准是与通过受控测量过程进行测量的被测物相似的某种装置。人们通过对预期稳定的核查标准进行定期的测量,并绘制数据控制图来获得一个或多个测量不确定度的A类估算。当某个核查标准的测量平均值与先前确认的标准值不同时,人们应该怀疑这个测量过程已存在明显的偏移,应通过检验来确定这个偏移是否严重。对这种检验已有严格的统计检验方法。必要时,应清除或补偿任何偏移。

**A2.2** 核查标准不一定是单个物体,例如,两个标准之间的差值,在被限定的特殊情况下,可作为核查标准使用,因此核查标准的定义应建立在尽可能广的范围内(见3.4)。

**A2.3** 核查标准应通过独立于被控过程的另一个过程来测量或校准,这个过程比所要控制的过程更精密。然而,即使没有如此的独立性和(或)如此高的精密度,核查标准仍然能够对控制测量过程提供有用的帮助。如果获得的结果是被用于评估受控测量过程的偏移,并且要评定修正值所引起的不确定度影响,那么核查标准的独立测量或校准的溯源性就很重要了。

**A2.4** 当获得数据后,可在图上简单标出它们的位置,或正式绘成控制图。它除了能识别意外的短期偏差或过程变化外,还可以识别出长期的趋势。如果核查标准的测量值随时间变化,那么人们应该断定,不是核查标准有变化,就是测量过程有变化,或两者都有。这种情况下,在找出变化的原因并重新进行统计控制之前,测量过程的可信度很难确定。

**A2.5** 特别应提到的是,当随时间变化的情况可预知时,便可实现随某个时间而变化的统计控制。

如果对核查标准的测量表明可能处在一种失控状态,那么应重复测量。为处理单项

测量值超出规定的控制限，正规的控制图法制定了明确的规则（见 A4）。

对某个被确认的失控状态应加以标识和纠正。

**A2.6** 有许多不同类型的变量控制图可应用于控制测量过程。平均值（ $\bar{X}$ ）图和极差（ $R$ ）图特别有用。只有当某个过程输出的平均值（ $\bar{X}$ 图）和它的变化性（ $R$ 图）处于受控状态时，这个过程的输出才是受控的。也就是当标绘的值在极限之内，而任何极限以外的点（离群值）都有正当的统计学理由，过程才是受控的。如果不是这样，就表明测量过程有变化，并应调查和研究变化的原因。

**A2.7** 一些供方喜欢使用累积和（CUSUM）图，而不用  $\bar{X}$  图和  $R$  图。累积和图通常更适用于以较高的可信度检测出受控测量过程的微小变化。

**A2.8** 有时，用样本标准差  $S$  代替极差形成  $S$  图。可是， $R$  图更适用过程变量的测量，因为当样本量很小时，对过程变量的估计，使用极差比标准差更好。从统计学来看，当有效观测多于 10 次时，标准差才能比较准确的反映实际状态。可是，通常由于时间和成本的原因，观测的次数一般都比较少。

### A3 测量过程的监测频次

**A3.1** 对测量过程来说，应注意确保核查标准测量的次数是适宜的。应充分地调查和了解时间对测量过程的潜在影响。有时，为获得一项核查测量的必要观测值，要用几小时到几天的时间。时间太短可能会引起重大的“组间”变化，它妨碍了统计控制的建立。

**A3.2** 核查标准测量的次数主要取决于四个因素：

- 控制的数量；
- 要求保证的程度；
- 测量不确定度的临界程度；
- 过程的稳定性。

在正常情况下，对于一个新的过程和（或）一个新的核查标准，人们要频繁地测量这个核查标准。一旦获得经验，并且表明过程是稳定的，而且处于统计控制状态，通常能够把核查标准的测量间隔延长。

**A3.3** 当然，核查标准测量及测量的频次，应该象测量过程的所有其他重要要求那样由程序来做出规定。完善的、影响因素少的测量过程比其他测量过程需要的核查标准测量次数要少。在一个工作日内或一周内，随机地选取时间对一个核查标准进行一次测量就足够了。如果核查标准测量不是与未知被测量的每次测量一起进行，则应确保这种测量在随机时间进行。例如，总是在每天的同一时间进行的某种测量，可能会掩盖组间的随机误差。仅对核查标准测量而言，所有条件不变，也许会得出一样的结果。

**A3.4** 然而，有些不太重要的测量过程，不必保证核查标准测量和使用控制图。

### A4 控制限的监控

所有利用核查标准获得的数据，应及时进行计算，并标绘在图上。该图应由一个独

立人员（即不进行该测量的人）定期监控和评定。当监控利用核查标准获得的结果时，重要的是要考虑所有数据。这样的监控和评定应该是现实可行的。例如，如果测量过程的不确定度控制限被规定得太窄，则可能经常出现过程超限的迹象。可是，对于一个完善的过程，如果过程发生变化，最好是去研究它，而不是重新计算不确定度控制限并将它放宽。依据设定为  $\pm 2$  倍标准偏差的控制限（通常称为“警戒限”），可统计预测在二到三倍标准偏差范围内时而出现的“离群值”。这样的某个点出现并不一定意味着过程是失控的。当观察到一个离群值时，正规的程序应该是重复进行核查标准测量。如果后来的点落在警戒限以内，这个过程仍然是受控的。应定期调查离群值发生的频率，并识别其可能的原因。如果由于未知原因造成的离群值出现的次数比统计预测的要频繁，此时过程已发生变化，并应重新评定。

## 附录 B 文献目录 (提示的附录)

- [ 1 ] ISO 3534 - 1 : 1993 统计学 词汇与符号 第 1 部分 : 概率与通用统计学术语
- [ 2 ] ISO 3534 - 2 : 1993 统计学 词汇与符号 第 2 部分 : 统计质量控制
- [ 3 ] ISO 3534 - 3—<sup>①</sup> 统计学 词汇与符号 第 3 部分 : 实验设计
- [ 4 ] ISO 5725 - 1 : 1994 测量方法和结果的 ( 正确度和精密度 ) 准确度 第 1 部分 : 通用原理与定义
- [ 5 ] ISO 5725 - 2 : 1994 测量方法和结果的 ( 正确度和精密度 ) 准确度 第 2 部分 : 确定标准测量方法的重复性与复现性的基本方法
- [ 6 ] ISO 5725 - 3 : 1994 测量方法和结果的 ( 正确度和精密度 ) 准确度 第 3 部分 : 标准测量方法精密度的中值测量
- [ 7 ] ISO 5725 - 4 : 1994 测量方法和结果的 ( 正确度和精密度 ) 准确度 第 4 部分 : 确定标准测量方法的正确度的基本方法
- [ 8 ] ISO 5725 - 5 : —<sup>②</sup> 测量方法和结果的 ( 正确度和精密度 ) 准确度 第 5 部分 : 确定标准测量方法精密度的替代方法
- [ 9 ] ISO 5725 - 6 : 1994 测量方法和结果的 ( 正确度和精密度 ) 准确度 第 6 部分 : 准确值的实际使用
- [ 10 ] ISO 7870 : 1993 控制图 通用指南和引言
- [ 11 ] ISO 7873 : 1993 有警戒限的算术平均值控制图
- [ 12 ] ISO 7966 : 1993 验收控制图
- [ 13 ] ISO 8258 : 1991 常规控制图
- [ 14 ] GB/T 19000.1—1994—ISO 9000 - 1 : 1994 质量管理和质量保证标准 第 1 部分 : 选择和使用指南
- [ 15 ] GB/T 19001—1994—ISO 9001 : 1994 质量体系 设计、开发、生产、安装和服务的质量保证模式
- [ 16 ] GB/T 19002—1994—ISO 9002 : 1994 质量体系 生产、安装和服务的质量保证模式
- [ 17 ] GB/T 19003—1994—ISO 9003 : 1994 质量体系 最终检验和试验的质量保证模式
- [ 18 ] GB/T 19004.1—1994—ISO 9004 - 1 : 1994 质量管理和质量体系要素 第 1 部分 : 指南

<sup>①</sup> 待发布。( ISO 3534 - 3 : 1985 的修订版 )

<sup>②</sup> 待发布。

- [ 19 ] GB/T 19021.1—1993—ISO 10011 - 1 : 1990 质量体系审核指南 审核
- [ 20 ] ISO 第 30 号指南 : 1992 关于标准物质的术语及其定义
- [ 21 ] ISO 第 33 号指南 : 1989 有证标准物质的使用
- [ 22 ] 国际通用计量学基本术语 ( VIM ) 1993 BIPM/IEC/IFCC/ISO/OIML/IUPAC/I-UPAP
- [ 23 ] 测量不确定度表达指南 ( GUM ) 1995 BIPM/IEC/IFCC/ISO/OIML/IUPAC/IUPAP
- [ 24 ] Eisenhart, C. 仪器校准系统的精密度与准确度的实际评价, 国家标准局研究杂志《工程学与测量仪器》1963 年 4 月 ~ 6 月
- [ 25 ] Shewhart, W.A.《产品质量的经济控制》Van Nostrand Company, New Jersey, 1931 ( 由美国标准质量委员会质量出版社重新出版, Milwaukee, WI, USA, 1980 )
- [ 26 ] Cameron, J.M.《测量保证》, NBSIR77—1240, 国家标准局, Washington, DC, USA, 1977 年 4 月
- [ 27 ]《ASTM 数据表达和控制图分析手册》第 6 版, ASTM 手册丛书, MNL7—专业技术出版物修订版, 美国试验与材料协会, Philadelphia. 1990
- [ 28 ] 国际法制计量组织 ( OIML ) 第 16 号国际文件 P《计量控制保证原理》
- [ 29 ] David, H.A.《顺序统计法》, John Wiley, New York, 1981
- [ 30 ] Kotz, S., Johnson, N.L. ( 编辑 )《统计科学百科全书》Wiley Interscience, New York, 第 2 册 ( 1982 ) 和第 7 册 ( 1986 )
- [ 31 ] Oakland, J.S., Followell, R.F.《统计过程控制》, 第 2 版, Heinemann Newnes, London, 1990

# 数字测绘产品检查 验收规定和质量评定

GB/T 18316—2001

## 1 范围

本标准规定了数字线划地形图、数字栅格地图、数字正射影像图以及数字高程模型等产品检查验收工作的要求、内容、验收比例及质量检测方法与评定。

本标准适用于对数字线划地形图、数字栅格地图、数字正射影像图以及数字高程模型产品的检查验收与质量检测。其他专业的数字测绘产品的检查、验收可参照使用。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 17941.1—2000 数字测绘产品质量要求 第一部分：数字线划地形图、数字高程模型质量要求

## 3 术语

### 3.1 单位产品

为实施检查、验收而划分的基本单位。其基本单位是“幅”。

### 3.2 检验批

为实施检验而汇集起来的具有同一性质的单位产品。

### 3.3 样本

从检验批中抽取的用于详查的单位产品的全体。

### 3.4 简单随机抽样

从检验批中抽取样本。抽样时，使每一个单位产品都能以相同的概率构成样本。

### 3.5 分级随机抽样

从检验批中抽取样本。抽样时，先根据单位产品的困难类别（复杂程度）、区域特征、作业方法以及作业组（室）或者生产单位评定的优、良、可等级等诸项因素进行分级，再在每一级进行随机抽样，使每一级中的单位产品都能以相同的概率构成样本。

### 3.6 质量元素

产品满足用户要求和使用目的的基本特性。这种特性可归纳为数字测绘产品的数据格式、数学精度、属性精度、逻辑一致性、要素的完备性、现势性以及图形、图像质

量、整饰质量、附件质量等质量元素。这些元素能予以描述或度量，以便确定对于用户要求和使用目的是合格还是不合格。

### 3.7 详查

对样本进行的全面检查。

### 3.8 概查

根据样本中出现的严重影响产品质量的严重缺陷、重缺陷和带倾向性问题的轻缺陷，对样本以外的产品所做的检查。

### 3.9 过程检查

作业人员产品上交以后，质检人员对产品所进行的第一次全面检查。

### 3.10 最终检查

在过程检查基础上，质检人员对产品进行的再一次全面检查。

### 3.11 验收

为判断受检批是否符合要求（或能否被接收）而进行的检验。

### 3.12 严重缺陷

单位产品的极重要质量元素不符合规定以致不经返修或处理不能提供用户使用。

### 3.13 重缺陷

单位产品的重要质量元素不符合规定，或者单位产品的质量元素严重不符合规定。对用户的使用有重大影响。

### 3.14 轻缺陷

单位产品的一般质量元素不符合规定，或者单位产品的质量元素不符合规定，对用户的使用有轻微影响。

### 3.15 缺陷值

按照缺陷等级而规定的分值。

## 4 检查验收基本规定

### 4.1 二级检查一级验收制

对数字测绘产品实行过程检查、最终检查和验收制度。

过程检查由生产单位的中队（室）检查人员承担。最终检查由生产单位的质量管理机构负责实施。

验收工作由任务的委托单位组织实施，或由该单位委托具有检验资格的检验机构验收。

各级检查、验收工作必须独立进行，不得省略或代替。

### 4.2 提交检查验收的资料

#### 4.2.1 提交的成果资料必须齐全。一般应包括：

- a) 项目设计书、技术设计书、技术总结等；
- b) 文档簿、质量跟踪卡等；
- c) 数据文件，包括图廊内外整饰信息文件，元数据文件等；

- d) 作为数据源使用的原图或复制的二底图；
- e) 图形或影像数据输出的检查图或模拟图；
- f) 技术规定或技术设计书规定的其他文件资料。

提交验收时，还应包括检查报告。

**4.2.2** 凡资料不全或数据不完整者，承担检查或验收的单位有权拒绝检查验收。

### 4.3 检查验收的依据

a) 有关的测绘任务书、合同书中有关产品质量特性的摘录文件或委托检查、验收文件；

b) 有关法规和技术标准；

c) 技术设计书和有关的技术规定等。

### 4.4 检查验收的记录及存档

检查验收记录包括质量问题的记录，问题处理的记录以及质量评定的记录等。记录必须及时、认真、规范、清晰。检查、验收工作完成后，须编写检查、验收报告，并随产品一起归档。

## 5 检查验收工作的实施

### 5.1 检查工作的实施

**5.1.1** 作业人员经自查，确认无误后方可按规定整理上交资料成果。中队（室）进行过程检查，生产单位（院）进行最终检查，二级均为 100% 的成果全面检查。

**5.1.2** 在过程、最终检查时，如发现有不符质量要求的产品时，应退给作业组、中队（室）进行处理，然后再进行检查，直到检查合格为止。

**5.1.3** 产品经最终检查、返回作业人员进行修改处理后，按 10.2 “单位产品质量评定方法” 评定产品的质量，并按附录 B 的规定编写检查报告。检查报告经生产单位领导审核后，随产品一并提交验收。

**5.1.4** 测绘生产单位应书面向委托生产的单位或任务下达部门申请验收。

### 5.2 验收工作的实施

**5.2.1** 验收工作应在测绘产品经最终检查合格后进行。

**5.2.2** 检验批一般应由同一区域、同一生产单位的测绘产品组成。同一区域范围较大时，可以按生产时间不同分别组成检验批。

**5.2.3** 验收部门在验收时，一般按检验批中的单位产品数量  $N$  的 10% 抽取样本 ( $n$ )。当检验批单位产品数量  $N \leq 10$  时， $n = 2$ ；当  $N > 10$  时，且  $N \times 10\%$  不为整数时，则取整加 1 作为抽检样本数。

**5.2.4** 抽样方法可采用简单随机抽样法或分级随机抽样法。对困难类别、作业方法等大体一致的产品，可采用简单随机抽样法。否则，应采用分级随机抽样法。

**5.2.5** 对样本进行详查，并按 10.2 的规定进行产品质量核定。对样本以外的产品一般进行概查。如样本中经验收有质量为不合格产品时，须进行二次抽样详查。

**5.2.6** 根据 10.1.2 的规定判定检验批的质量。经验收判为合格的检验批，被检单

位要对验收中发现的问题进行处理；经验收判为一次检验未通过的批，要将检验批全部或部分退回被检单位，令其重新检查、处理，然后再重新复检。

5.2.7 凡是复检的产品，必须重新抽样。

5.2.8 验收工作完成后，按附录 C 的规定编写验收报告，验收报告经验收单位上级主管部门审核（委托验收的验收报告送委托单位审核）后，随产品归档，并送生产单位一份。

## 6 数字线划地形图产品的检查验收

### 6.1 数字线划地形图产品质量元素（见表 1）

表 1 数字地形图产品质量元素

一级质量元素	二级质量元素
基本要求	文件名称、数据格式、数据组织
数学精度	数学基础 平面精度 高程精度 接边精度
属性精度	要素分类与代码的正确性 要素属性值的正确性 属性项类型的完备性 数据分层的正确及完整性 注记的正确性
逻辑一致性	拓扑关系的正确性 多边形闭合 结点匹配
要素的完备性及现势性	要素的完备性 要素采集或更新时间 注记的完整性
整饰质量	线划质量 符号质量 图廓整饰质量
附件质量	文档资料的正确、完整性 元数据文件的正确、完整性

## 6.2 检查验收内容及方法

过程检查时，数据格式可以不按最终成果的格式提供。检查的程序和步骤，可根据组织形式、软件情况、工序情况，采用分幅、分层或以工序进行全部内容的检查。经过过程检查修改的数据应转为最终成果的数据格式方可上交进行最终检查和验收。

### 6.2.1 文件名及数据格式检查

- a) 检查文件名命名格式与名称的正确性；
- b) 检查数据格式、数据组织是否符合规定。

### 6.2.2 数学基础的检查

- a) 检查采纳的空间定位系统正确性；
- b) 将图廓点、首末公里网、经纬网交点、控制点等的坐标按检索条件在屏幕上显示，并与理论值和控制点的已知坐标值核对。

### 6.2.3 平面和高程精度的检查

#### 6.2.3.1 选择检测点的一般规定

数字地形图平面检测点应是均匀分布、随机选取的明显地物点。平面和高程检测点的数量视地物复杂程度、比例尺等具体情况确定，每幅图一般各选取 20~50 个点。

#### 6.2.3.2 检测方法

a) 野外测量采集数据的数字地形图，当比例尺大于 1:5000 时，检测点的平面坐标和高程采用外业散点法按测站点精度施测。用钢尺或测距仪量测相邻地物点间距离，量测边数量每幅一般不少于 20 处；

b) 摄影测量采集数据的数字地形图按成图比例尺选择不同的检测方法；

1) 比例尺大于 1:5000 时，检测点的平面坐标和高程采用外业散点法按测站点精度施测，若用内业加密能达到控制点平面与高程精度，也可用加密点来检测，而不必外业；

2) 比例尺小于 1:5000（包括 1:5000）且有不低于成图精度的控制资料时，采用内业加密保密点的方法检测；

3) 用高精度资料或高精度仪器进行检测。

c) 手扶跟踪数字化仪采集的数字地形图，其平面精度的检测可将数字地形图由绘图机回放到薄膜上，并按图廓点、公里网与数字化原图套合后，量测被检测的点状目标和线状目标位移误差，分别统计、计算两种目标的位移中误差；

d) 扫描生成的数字地形图，其平面精度利用计算机在屏幕上套合检查。

c) \ d) 两种情况高程精度的检测是对照数字化原图检查高程点和等高线高程赋值的正确性。

#### 6.2.3.3 检测数据的处理

a) 分析检测数据，检查各项误差是否符合正态分布。凡检测误差大于 GB/T 17941.1—2000 中 4.4 规定 2 倍中误差的检测点应校核检测数据，避免由于检测造成的错误；

b) 检测点的平面和高程中误差计算：

地物点的平面中误差按 (1) 式计算：

$$M_x = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - x_i)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (1)$$

$$M_y = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2}{n-1}}$$

式中： $M_x$ ——坐标 X 的中误差，m；  
 $M_y$ ——坐标 Y 的中误差，m；  
 $X_i$ ——坐标 X 的检测值，m；  
 $x_i$ ——坐标 X 的原测值，m；  
 $Y_i$ ——坐标 Y 的检测值，m；  
 $y_i$ ——坐标 Y 的原测值，m；  
 n——检测点数。

相邻地物点之间间距中误差（或点状目标位移中误差、线状目标位移中误差）按 (2) 式计算：

$$M_s = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta S_i^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

式中： $\Delta S_i$ ——相邻地物点实测边长与图上同名边长较差或地图数字化采集的数字地形图与数字化原图套合后透检量测的点状或线状目标的位移差，m。  
 n——量测边条数（或点状目标、线状目标的个数）。

高程中误差按 (3) 式计算：

$$M_h = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - h_i)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3)$$

式中： $H_i$ ——检测点的实测高程，m；  
 $h_i$ ——数字地形图上相应内插点高程，m；  
 n——高程检测点个数。

#### 6.2.4 接边精度的检测

通过量取两相邻图幅接边处要素端点的距离  $\Delta d$  是否等于 0 来检查接边精度，未连接的记录其偏差值；检查接边要素几何上自然连接情况，避免生硬；检查面域属性、线划属性的一致情况，记录属性不一致的要素实体个数。

#### 6.2.5 属性精度的检测

- a) 检查各个层的名称是否正确，是否有漏层；
- b) 逐层检查各属性表中的属性项类型、长度、顺序等是否正确，有无遗漏；
- c) 按照地理实体的分类、分级等语义属性检索，在屏幕上将检测要素逐一显示或绘出要素全要素图（或分要素图）与地图要素分类代码表，和数字化原图对照，目视检

查各要素分层、代码、属性值是否正确或遗漏；

- d) 检查公共边的属性值是否正确；
- e) 采用调绘片、原图等方式检查注记的正确性。

#### 6.2.6 逻辑一致性检测

- a) 用相应软件检查各层是否建立了拓扑关系及拓扑关系的正确性；
- b) 检查各层是否有重复的要素；
- c) 检查有向符号，有向线状要素的方向是否正确；
- d) 检查多边形的闭合情况，标识码是否正确；
- e) 检查线状要素的结点匹配情况；
- f) 检查各要素的关系表示是否合理，有无地理适应性矛盾，是否能正确反映各要素的分布特点和密度特征；
- g) 检查双线表示的要素（如双线铁路、公路）是否沿中心线数字化；
- h) 检查水系、道路等要素数字化是否连续。

对于用于制作地图的数字产品，其 6.2.5 与 6.2.6 中的检测项可根据需要做相应调整。

#### 6.2.7 完备性及现势性的检测

- a) 检查数据源生产日期是否满足要求，检查数据采集时是否使用了最新的资料；
- b) 采用调绘片、原图、回放图，必要时通过立体模型观察检查各要素及注记是否有遗漏。

#### 6.2.8 整饰质量检查

对于地图制图产品，应检查以下内容：

- a) 检查各要素符号是否正确，尺寸是否符合图式规定；
- b) 检查图形线划是否连续光滑、清晰，粗细是否符合规定；
- c) 检查各要素关系是否合理，是否有重叠、压盖现象；
- d) 检查各名称注记是否正确，位置是否合理，指向是否明确，字体、字大、字向是否符合规定；
- e) 检查注记是否压盖重要地物或点状符号；
- f) 检查图面配置、图廓内外整饰是否符合规定。

#### 6.2.9 附件质量检查

- a) 检查所上交的文档资料填写是否正确、完整；
- b) 逐项检查元数据文件内容是否正确、完整。

## 7 数字高程模型产品的检查验收

### 7.1 数字高程模型产品的质量元素（见表 2）

表 2 数字高程模型产品的质量元素

一级质量元素	二级质量元素
基本要求	文件名称、数据格式
数学精度	数学基础 高程精度 接边精度 格网间距
现势性	数据生产日期
附件质量	元数据文件的正确、完整性 文档资料的正确、完整性

## 7.2 检查验收内容及方法

### 7.2.1 文件名及数据格式的检查

- a) 检查文件名命名格式及名称的正确性；
- b) 检查数据格式、数据组织是否符合规定。

### 7.2.2 数学基础及格网间距的检查

将起始点坐标、终止点坐标、格网间距在屏幕上显示，逐一检查 DEM 范围是否符合规定，起始格网的坐标是否正确，格网间距是否符合要求，空间定位参考系采用是否正确。

### 7.2.3 高程精度的检测

检查各类控制点坐标值、高程值是否正确；检查高程精度是否符合要求。

高程精度的检测包括对同名格网点高程精度的检测和对高程模型内插出的任一点高程精度的检测。

每幅图的检测点视具体情况而定，一般不少于 20 个点，要求在图中均匀分布，四周可适当多分布几个点。

#### 7.2.3.1 摄影测量采集的数字高程模型，可用下列两种方法检查：

##### a) 立体模型检测法

常用于检测同名格网点上的高程，在解析测图仪或数字摄影测量工作站上用量测高程注记点的办法，在格网点上测得一组检查点，与相应格网坐标上的高程做比较，得到一组高程较差  $\Delta h_i (i = 1, 2, 3, \dots, n)$ ；

##### b) 散点法

在对平缓地区的高程进行检测时可选用散点法，它包括室内加密桩点法和野外散点法：

##### 1) 室内加密桩点法（1:5000 比例尺以下）

用加密的方法加密出一组检查点，用已建立的数字高程模型，内插出检查点位置的

高程，将它们与对应的加密高程点比较，求得一组点的高程较差  $\Delta h_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )；

### 2) 野外散点法

用野外测量方法实地测量散点的坐标，用已建立的数字高程模型内插出检测点位置上的高程，将它们与对应的实测高程点相比较，求得一组的高程较差  $\Delta h_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )。

#### 7.2.3.2 从地形图上采集数据建立的数字高程模型的检测

用生成的 DEM 高程与原地形图上的高程做比较，得到一组高程较差  $\Delta h_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )。

#### 7.2.3.3 检测数据处理

数字高程模型点的中误差按 (4) 式计算：

$$M_h = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta h_i^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4)$$

式中： $\Delta h_i$ ——高程较差，m；

$n$ ——检查点点数。

### 7.2.4 接边精度的检测

在屏幕上目视检查相邻图幅的数字高程模型接边处的重叠情况，同名格网点高程的一致性，以及相邻行（列）格网点平面坐标的连续性、正确性。

### 7.2.5 属性精度的检测

提供矢量特征点辅助文件的数字高程模型，可将其特征点的分类代码及其坐标显示出来，对照立体模型（或地形图、实地等）进行查看，检查正确与否。

### 7.2.6 附件质量及现势性检查

a) 检查所上交的文档资料填写是否正确、完整。

b) 检查元数据文件内容是否正确、完整，并通过元数据数据生产日期或更新日期检查其现势性。

## 8 数字正射影像图产品的检查验收

### 8.1 数字正射影像图产品的质量元素（见表 3）

表 3 数字正射影像图产品质量元素

一级质量元素	二级质量元素
基本要求	文件名称、数据格式、数据组织
数学精度	数学基础 平面精度 接边精度

一级质量元素	二级质量元素
影像质量	反差 灰度 色彩 清晰度 分辨率 外观质量
现势性	数据生产日期
整饰质量	注记质量 图廓整饰质量
附件质量	文档资料的正确、完整性 元数据的正确、完整性

## 8.2 检查验收内容及方法

### 8.2.1 文件名及数据格式检查

- a) 检查文件名命名格式及名称的正确性；
- b) 检查数据格式、数据组织是否符合要求。

### 8.2.2 数学基础检测

- a) 检查采用的空间定位参考系是否正确；
- b) 检查影像数据文件的定位点、栅格坐标与地理定位坐标、X 与 Y 方向的像元地面尺寸、行列数等是否正确；
- c) 检查图廓坐标是否正确、数字正射影像与内图廓线、公里网是否通过坐标配准。

### 8.2.3 平面精度的检测

每幅图的检测点数量视具体情况而定，一般不少于 20 个点。

在比例尺较大一级线划图上读取明显目标点坐标并输入计算机中，与数字正射影像上同名像点坐标相比较，按 (5) 式统计计算中误差：

$$M_S = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(X_i - x_i)^2 + (Y_i - y_i)^2]}{n - 1}} \dots\dots\dots (5)$$

- 式中：M<sub>S</sub>——点位中误差，m；  
 X<sub>i</sub>——坐标 X 的检测值，m；  
 x<sub>i</sub>——坐标 X 的原测值，m；  
 Y<sub>i</sub>——坐标 Y 的检测值，m；  
 y<sub>i</sub>——坐标 Y 的原测值，m；  
 n——检测点点数。

### 8.2.4 接边精度的检测

在屏幕上目视检查相邻数字正射影像图幅接边和相邻像片之间的接边是否正确、影像是否模糊或错位，色彩是否均衡。

### 8.2.5 影像质量的检测

目视检查影像是否清晰易读、反差是否适中、色调是否均匀一致，对于彩色影像，目视检查影像的清晰度，色彩的鲜明度以及连续色调的变化，保证像片色彩的真实性。

### 8.2.6 整饰质量的检测

利用回放图或在计算机上目视检查注记有无错漏，位置是否恰当；检查图廓内外整饰是否符合图式的规定，是否正确、完整。

### 8.2.7 附件质量及现势性检查

a) 检查所上交的文档资料填写是否正确、完整；

b) 检查元数据文件内容是否正确、完整，并通过元数据数据生产日期或更新日期检查其现势性。

## 9 数字栅格地图产品的检查验收

### 9.1 数字栅格地图产品的质量元素（见表4）

表4 数字栅格地图产品质量元素

一组质量元素	二级质量元素
基本要求	文件名称、数据格式、数据组织
数学精度	数学基础 平面精度
栅格图形质量	分辨率 清晰度 色彩一致性 外观质量
整饰质量	图廓整饰质量
现势性	数据生产日期
附件质量	文档资料的正确、完整性 元数据的正确、完整性

### 9.2 检查验收内容及方法

#### 9.2.1 文件名及数据格式检查

a) 检查文件名命名格式及名称的正确性；

b) 检查数据格式及数据组织是否符合要求。

### 9.2.2 数学基础的检测

将图廓点、公里格网、控制点等的坐标按检索条件在屏幕上逐个显示，并与理论值和控制点和已知坐标值核对。

a) 检查采用的空间定位参考系是否正确；

b) 检查数字栅格地图图廓点坐标是否正确、栅格地图与内图廓线、公里网是否通过坐标配准、栅格坐标与地理定位坐标、X 与 Y 方向的像元地面尺寸、行列数等是否正确。

### 9.2.3 平面精度的检测

a) 由数字线划地形图直接栅格化生产数字栅格地图时，按 6.2.3 对原数字线划地图进行检测后，对数字栅格地图不再进行平面精度的检测；

b) 由模拟地形图扫描生产数字栅格地图时，按相应比例尺规范中地形图检测方法对模拟地形图进行检测后，对数字栅格地图只进行数学基础的检测，不再进行平面精度的检测。

### 9.2.4 接边精度的检测

在计算机上显示相邻图幅接边的要素，目视检查公共图廓边重合度、接边要素几何上的自然连接性。模拟图接边后生产数字栅格地图时，也不再进行接边检查。

### 9.2.5 图形质量的检测

在屏幕上目视检查下列内容：

a) 图形的清晰度及线划的平滑性，有无互相粘连及多余斑点；

b) 相同要素的一致性，有无明显的粗细不一或断线；

c) 彩图色彩的一致性，有无进行色彩归化，是否与规定的 RGB 一致；

d) 图面分辨率是否合乎要求；

e) 各分版图套合后，各要素的相互关系是否合理、正确。

### 9.2.6 整饰质量的检测

利用回放图或在计算机上目视检查图廓内外整饰内容的正确性、完整性。

### 9.2.7 附件质量及现势性检查

a) 检查所上交的文档资料填写是否正确、完整；

b) 检查元数据文件内容是否正确、完整，并通过元数据数据生产日期或更新日期检查其现势性。

## 10 质量评定

### 10.1 质量评定基本规定

数字测绘产品质量实行优级品、良级品、合格品、不合格品评定制。

数字测绘产品质量由生产单位评定，验收单位则通过检验批进行核定。

数字测绘产品检验批质量实行合格批、不合格批评定制。

#### 10.1.1 单位产品质量等级的划分标准

优级品 N = 90 ~ 100 分；

- 良级品  $N = 75 \sim 89$  分；  
 合格品  $N = 60 \sim 74$  分；  
 不合格品  $N = 0 \sim 59$  分。

### 10.1.2 检验批质量判定

对检验批按规定比例抽取样本；若样本中全部为合格品以上产品，则该检验批判为合格批。若样本中有不合格产品，则该检验批为一次检验未通过批；应从检验批中再抽取一定比例的样本进行详查。如样本中仍有不合格产品，则该检验批判为不合格批。

## 10.2 单位产品质量评定方法

- a) 采用百分制表征单位产品的质量水平；
- b) 采用缺陷扣分法计算单位产品得分。

### 10.2.1 缺陷扣分标准

- a) 严重缺陷的缺陷值 42 分；
- b) 重缺陷的缺陷值  $12/T$  分；
- c) 轻缺陷的缺陷值  $1/T$  分。

其中： $T$  为缺陷值调整系数，根据单位产品的复杂程度而定，一般取值范围为 0.8 ~ 1.2。设单位产品由简单至复杂分别为三级、四级或五级，则  $T$  可分别取为 0.8、1.0、1.2 或 0.8、0.9、1.0、1.1 或 0.8、0.9、1.0、1.1、1.2。缺陷值保留一位小数，小数点后第二位数字 4 舍 5 入。

严重缺陷、重缺陷、轻缺陷的缺陷分类见附录 A。缺陷分类可根据数据库设计要求，在附录 A 的基础上进行细化。

### 10.2.2 质量评分方法

每个单位产品得分预置为  $x$  分，根据 10.2.1 中缺陷扣分标准对单位产品中出现的缺陷逐个扣分。单位产品得分按 (6) 式计算。

$$N = x - 42i - (12/T)j - (1/T)k \dots\dots\dots (6)$$

式中： $N$ ——单位产品得分；

$x$ ——单位产品预置得分；

$i$ ——单位产品中严重缺陷的个数；

$j$ ——单位产品中重缺陷的个数；

$k$ ——单位产品中轻缺陷的个数；

$T$ ——缺陷值调整系数。

生产单位最终检查质量评定时， $x$  预置得分为 100 分。验收单位进行质量核定时， $x$  预置得分根据生产单位最终检查评定的质量等级取其最高分，即优级品、良级品、合格品分别为 100、89、74 分。

## 附录 A 数字测绘产品缺陷分类

### (标准的附录)

#### A1 数字线划地形图单位产品缺陷分类

一级质量元素	严重缺陷	重缺陷	轻缺陷
基本要求	a) 数据文件不齐全 b) 文件名称有误或数据记录格式不符合规定		
数学精度	a) 空间定位参考系统采纳错误 b) 图廓点、控制点坐标值与理论值不符 c) 地物点平面位置中误差或高程点、等高线中误差超限	a) 地物点平面位置误差或高程误差超过最大误差限, 一处计为 1 个 b) 要素几何图形不接边或属性不接边三处计为 1 个	a) 不属于前两类缺陷的问题
属性精度	a) 点、线、面要素属性表中, 字段名、字段类别、字段长度、字段顺序等有误或有遗漏 b) 国界、未定国界、特别行政区界以及相应的界桩、界碑放错层或属性数据错、漏 c) 国界、未定国界附近地名注错或其他错误造成主权归属错误	a) 国家一、二等级三角点、水准点及城市 I 级控制以上高等级点属性数据错或放错层 b) 数据分层不完整或不正确 c) 图上长度在 3cm 以上的国家主要铁路属性数据错或放错层 d) 县或县以上境界放错层或属性数据错、漏 e) 图上长度在 3cm 以上的县级及县级以上公路或技术等级四级以上公路属性数据错、漏或放错层 f) 层名不正确或层的颜色不符合规定 g) 实体元素线型、线宽有误 h) 高程注记米以上数字错	a) 图上面积在 4cm <sup>2</sup> 以上的面状要素属性错或漏一处; 面积小于 4cm <sup>2</sup> 的二处计为 1 个 b) 一般要素放错层或属性值错 c) 公共边或辅助线放错层或属性值有误 d) 等高线赋值错 e) 不属于前两类缺陷的问题

一级质量元素	严重缺陷	重缺陷	轻缺陷
逻辑一致性	a) 点、线、面要素拓扑关系未建立或建立错误	a) 面状要素未封闭二处计为1个 b) 面状要素无标识点或不止一个标识点二处计为1个	a) 出现悬挂节点、结点匹配精度超限等五处计为1个 b) 同一要素重复输入 c) 要素间关系不合理 d) 有向要素方向有误 e) 有注记无高程点或高程点无注记三个计为1个 f) 线划错误打断
完备性	a) 国界、未定国界、特别行政区界或相应的界桩、界碑有遗漏	a) 县或县级以上地名错或漏 b) 全国一级河流、山脉等名称错、漏 c) 图上长度在3cm以上的国家主要铁路、县级或县级以上公路或技术等级四级以上的公路漏绘 d) 作为图名的图内注记错、漏 e) 计曲线漏绘长度超过图上5cm一处计为1个	a) 一般地名注记错或漏 b) 面积在4cm <sup>2</sup> 以上的水库、双线河流、湖泊等名称错、漏一处；面积小于4cm <sup>2</sup> 的二处计为1个 c) 一般要素漏三处计为1个 d) 不属于前两类缺陷的问题
整饰质量	* a) 首末方里网线或图廓点经纬度注记错漏 * b) 图名、图号错、漏	* a) 重要要素如铁路、公路、境界等线划、符号颜色、规格与规定不符	* a) 注记压盖重要地物 * b) 一般要素符号线划、颜色、规格与规定不符 * c) 图廓内外整饰有错漏 d) 不属于前两类缺陷的问题

一级质量元素	严重缺陷	重缺陷	轻缺陷
附件质量			a) 上交附件资料不齐全 b) 元数据文件中漏或错信息二项计为1个 c) 文档资料填写有漏或错信息二项计为1个 d) 不属于前两类缺陷的问题
* 表示仅适用于地图制图产品。			

## A2 数字高程模型单位产品缺陷分类

一级质量元素	严重缺陷	重缺陷	轻缺陷
基本要求	a) 数据文件不齐全，造成无法使用 b) 文件命名有误或数据记录格式不符合规定		
数学精度	a) 空间定位参考系统采纳错误 b) 起始格网点坐标不正确 c) 高程中误差超限 d) DEM 范围小于规定范围 e) 格网间距不符合要求	a) 高程误差大于误差限一处计为1个 b) 接边重叠部分同名点高程不一致，误差大于1个等高距一处计为1个	a) 特征点、线属性值错或漏 b) 接边重叠部分同名点高程不一致，误差在1个等高距 ~ 1/3 个等高距内，一处计为1个 c) DEM 范围大于规定范围 d) 不属于前两类缺陷的问题

一级质量元素	严重缺陷	重缺陷	轻缺陷
附件质量			a) 上交附件资料不齐全 b) 元数据文件中漏或错信息 1 个 c) 文档资料填写有漏或错信息 d) 不属于前两类缺陷的问题

### A3 数字正射影像图单位产品缺陷分类

一级质量元素	严重缺陷	重缺陷	轻缺陷
基本要求	a) 数据文件不齐全 b) 文件名称有误或数据记录格式不符合规定		
数学精度	a) 空间定位参考系统采纳错误 b) 图幅范围小于规定范围 c) 地物点平面位置中误差超限 d) 图廓点、控制点坐标值与理论值比较差超限	a) 地物点平面位置误差超限, 每三处计为 1 个 b) 接边误差超限	a) 图幅范围大于规定范围 b) 不属于前两类缺陷的问题
影像精度	a) 影像地面分辨率不符合规定 b) 影像模糊面积超过图上 $30\text{cm}^2$	a) 外观质量差 (即色调不均匀、图形不清晰等现象), 致使重要地物要素损失或一般地形要素大面积损失 b) 彩色影像图的色彩严重失真 c) 影像模糊面积超过 $10\text{cm}^2$	a) 影像镶嵌处有明显的灰度改变 b) 不属于前两类缺陷的问题

一级质量元素	严重缺陷	重缺陷	轻缺陷
整饰精度	(a) 图名、图号错、漏	a) 县级或县级以上地名错漏 b) 国界、未定国界附近地名注错或其他错误造成主权归属错误 c) 作为图名的图内名称注记错漏 d) 首末方里网线或图廓点经纬度错、漏	a) 一般地理名称错、漏 b) 图廓外其他整饰内容有错漏 c) 不属于前两类缺陷的问题
附件质量			a) 上交附件资料不齐全 b) 元数据文件中漏或错信息 1 处 c) 文档资料填写错或漏信息 1 处 d) 不属于前两类缺陷的问题

#### A4 数字栅格地图单位产品缺陷分类

一级质量元素	严重缺陷	重缺陷	轻缺陷
基本要求	a) 文件名称有误或数据记录格式不符合规定		
数学精度	a) 空间定位参照系统采纳错误 b) 地物点平面位置中误差超限 c) 图廓点、公里网交点坐标值与理论值比较差超限	a) 地物点平面位置误差超限，每三处计为 1 个 b) 对于分版栅格地图，其套合误差超限 c) 图廓角线不完整	a) 不属于前两类缺陷的问题

一级质量元素	严重缺陷	重缺陷	轻缺陷
栅格图形	a) 扫描分辨率不符合规定	a) 外观质量差(即色调不均匀、图形不清晰、有发糊、虚断现象)在 10cm <sup>2</sup> 以上 b) RGB 色值不符合规定 c) 某一色彩要素未被归化或某一色彩中杂色面积超过 30% d) 文字笔划粘连或残缺影响读图每三处计为一个	a) 某一色彩中杂色面积超过 20% b) 不属于前两类缺陷的问题
整饰精度		a) 首末方里网线或图廓点经纬度错、漏	a) 图外整饰内容有发糊、不清晰现象 b) 不属于前两类缺陷的问题
附件质量			a) 上交附件资料不齐全 b) 元数据文件中漏或错信息二项计为 1 个 c) 文档资料填写错或漏信息二项计为 1 个 d) 不属于前两类缺陷的问题

## 附录 B 数字测绘产品检查报告格式

(提示的附录)

### B1 检查报告封面格式

编号：

## 数字测绘产品检查报告

产品名称：\_\_\_\_\_

测区名称：\_\_\_\_\_

生产日期：\_\_\_\_\_

生产单位(盖章)：\_\_\_\_\_

年 月 日

## B2 检查报告副封面格式

页号：

产 品	名 称			
	比例尺		图幅数量	
	生产单位			
报告撰写人(签名):		年 月 日		
检查部门结论:				
		职务	签章	年 月 日
技术负责人意见:				
		职务	签章	年 月 日
行政领导意见:				
		职务	签章	年 月 日
备注				

## B3 检查报告正文格式

页号：

### 检查报告

检查报告的主要内容：

- a. 任务概要
- b. 检查工作概况（包括仪器设备和人员组成情况）
- c. 检查的技术依据
- d. 主要质量问题及处理意见
- e. 对遗留问题的处理意见
- f. 质量统计和检查结论

报告撰写人（签名）：

年 月 日

## B4 单位产品质量检查统计表

## 测绘产品质量检查统计表

编(页)号:

产品名称: _____ 图名、图号: _____ 文件名: _____ 生产单位名称: _____ 检查方式: _____							
序号	资料或数据类型	问题记载	出现个数	缺陷类型	处理意见	处理结果	复查
<b>产品质量评价:</b>  (填表说明: a) 产品名称是指数字测绘产品的名称; b) 图名、图号、文件名是指单位产品的图名、图号及存储文件名; c) 资料或数据类型是指单位产品的数据文件、元数据文件及文档资料、回放图等; d) 统计表中,除“处理结果”一栏由处理者填写外,其他各栏均由检查人员填写; e) 产品质量评价及等级评定应在作业人员处理之后进行。)							
						评定等级	评定分数
最终检查者: _____ 处理者: _____ 复查者: _____ 年 月 日                      年 月 日                      年 月 日							

## 附录 C 数字测绘产品验收报告格式

(提示的附录)

### C1 验收报告封面格式

编号：

## 数字测绘产品验收报告

产品名称：\_\_\_\_\_

测区名称：\_\_\_\_\_

生产单位：\_\_\_\_\_

验收单位(盖章)：\_\_\_\_\_

年 月 日

## C2 验收报告副封面格式

编(页)号:

产 品	名 称			
	比例尺		图幅数量	
	生产单位			
样本数量		委托检验通知书编号:		
报告撰写人(签名):		年 月 日		
验收部门结论:				
职务                  签章                  年 月 日				
上级主管部门(或委托单位)意见:				
职务                  签章                  年 月 日				
备注				

### C3 验收报告正文格式

编(页)号:

## 验 收 报 告

验收报告的主要内容：

- a. 验收工作概况（包括仪器设备和人员组成情况）；
- b. 验收的技术依据；
- c. 验收中发现的主要问题及处理意见（含与生产单位检查报告中质量统计的变化及其原因）；
- d. 验收结论；
- e. 其他意见及建议；
- f. 附“样本产品质量验收统计报告单”。

报告撰写人（签名）：

年 月 日



## C5 检验批概查产品质量统计表

概查产品质量统计

编（页）号：

产品名称： 生产单位名称：							验收方式：
序号	图号，文件名	资料或数据类型	问题记载	处理意见	处理结果	处理者	
概查质量评价（包括：有无重大的或带有倾向性的问题产生，相应的处理意见和概查质量综述等）							
验收单位 概查者：							生产单位技术负责人：
年 月 日							年 月 日



## C7 填表说明

- a) 单位产品的抽样详查的验收情况和质量评定填写在 C4 中，检验批概查的情况填写在 C5 中；
- b) 样本产品质量验收、质量情况统计填写在 C6 中；
- c) 统计表中除“处理结果”一栏由处理者填写外，其他各栏均由验收人员填写；
- d) 产品验收质量评定应在作业人员处理之前进行。

## 附录 D 数字测绘产品质量统计（示例） （提示的附录）

### D1 单位产品质量检查统计表（示例）

测绘产品质量检查统计表

编（页）号：[ 2000 ] 025

产品名称：数字地形图

图名、图号：大王庄 J50G043063

文件名：I50G4363.LA

生产单位名称：××××

检查方式：全面检查

序号	资料或数据类型	问题记载	出现个数	缺陷类型	处理意见	处理结果	复查
1	回放图	地物点位置误差超限	1	重	修改	已改	✓
2	回放图	高程点值错	1	轻	修改	已改	✓
3	回放图	漏高程点注记	1	轻	补	已改	✓
4	数据文件	湖泊放错层	1	轻	修改	已改	✓
5	数据文件	面状要素未封闭	1	重	修改	已改	✓
6	文档簿	漏投影带号	1	轻	补	已改	✓
7	文档簿	漏生产日期	1	轻	补	已改	✓

产品质量评价：

$$\left[ \begin{array}{l} \text{设 } T = 1.2 \quad N = 100 - 2 \times 12/1.2 - 5 \times 1/1.2 = 100 - 20 - 4 = 76 \text{ 分} \\ \text{( 设 } T = 0.8 \quad N = 100 - 2 \times 12/0.8 - 5 \times 1/0.8 = 100 - 30 - 6 = 64 \text{ 分)} \end{array} \right]$$

评定分数	76	评定等级	良
	(64)		(可)

最终检查者：黄莉

处理者：王红

复查者：肖勤

2000年10月20日

2000年11月29日

2000年12月6日

## D2 单位产品质量验收统计表（示例）

样本产品质量验收统计表

编（页）号：

产品名称：数字地形图		图名、图号：大王庄 J50G043063		文件名：I50G4363.LA							
生产单位名称：××××		验收方式：抽样详查									
序号	资料或数据类型	问题记载	出现个数	缺陷类型	处理意见	处理结果	复查				
1	回放图	漏河流注记	1	轻	补	已补	✓				
2	数据文件	同一要素重复输入	1	轻	修改	已改	✓				
3	文档簿	投影带号错	1	轻	修改	已改	✓				
4	文档簿	记录字体潦草	1	轻							
<p>产品质量评价：</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>( 设 <math>T = 1.2</math>     <math>N = 89 - 4 \times 1 / 1.2 = 86</math> 分 )</p> <p>( 设 <math>T = 0.8</math>     <math>N = 74 - 4 \times 1 / 0.8 = 69</math> 分 )</p> </div> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 40px; writing-mode: vertical-rl;">评定分数</td> <td style="width: 40px; height: 40px;">86 (69)</td> <td style="width: 20px; height: 40px; writing-mode: vertical-rl;">评定等级</td> <td style="width: 40px; height: 40px;">良 (可)</td> </tr> </table> </div>								评定分数	86 (69)	评定等级	良 (可)
评定分数	86 (69)	评定等级	良 (可)								
<p>验收单位：××××××</p> <p>验收者：刘玉珍                      生产单位处理者：王红                      复查者：刘玉珍</p> <p>2000年12月10日                      2000年12月15日                      2000年12月20日</p>											

# 水准仪检定装置

JJG 960 - 2001

## 1 范围

本规程适用于各种水准仪检定装置的首次检定、后续检定和使用中检验。

## 2 引用文献

JJG 425—1994《水准仪检定规程》

JB/T 7399—1994《平行光管》

JJF1059—1999《测量不确定度评定与表示》

JJF1001—1998《通用计量术语及定义》

使用本规程时，应注意使用上述文献的现行有效版本。

## 3 概述

水准仪检定装置主要性能有两个：一是具有一条成像在无穷远目标的水平方向的视准线；二是在一条视准线上从 5m 到无穷远范围内应分布不少于 5 个十字丝目标。装置的工作原理可分为两种：直接检定与比较检定。直接检定分为自动安平式和电子水泡式。自动安平式采用自动安平式平行光管，检定装置的工作原理示意图 1。电子水泡式采用三点互调法将作为标准的自准直仪视准轴调水平，利用安装在自准直仪上的电子水泡进行监测和读数。

比较检定时采用  $i$  角  $\leq 4''$  的高准确度水准仪的视准轴为标准，去调校作为标准的平行光管，从而产生一条临时的水平视准线。装置的工作原理示意图 2。

注： $i$  角是指望远镜视轴与管状水准泡轴在铅垂面内投影的平行度。

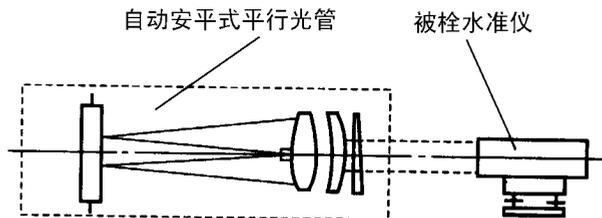


图 1

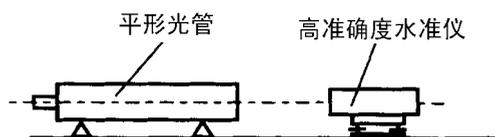


图 2

## 4 计量性能要求

水准仪检定装置分为三个等级，其计量性能如表 1 所示。

## 5 通用技术要求

5.1 新制检定装置的镀层及喷漆表面不应有碰伤和脱落现象。

表 1 计量性能要求

序号	项目		单位	一级	二级	三级
1	平行光管焦距		mm	$\geq 1000$	$\geq 500$	$\geq 500$
2	水平准线偏差		(")	$\leq 2$	$\leq 3$	$\leq 4$
3	多目标偏离准线误差		mm	$\leq 0.2$	$\leq 0.2$	$\leq 0.3$
4	微倾台	范围	(')	$\pm 8$	$\pm 8$	$\pm 8$
		示值误差	(')	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$
5	水平准线补偿器	范围	(')	$\pm 4$	$\pm 4$	$\pm 4$
		误差	(")/1'	$\leq 0.2$	$\leq 0.3$	$\leq 0.5$
6	测微器示值误差		mm	$\leq 0.15$	$\leq 0.15$	$\leq 0.15$
7	毫米刻度尺示值误差		mm	$\leq 0.02$	$\leq 0.02$	
8	被检水准仪型号			DS05	DS1	DS3
				DSZ05	DSZ1	DSZ3

注：检定双摆拉 DSZ05 水准仪的装置水平准线偏差不大于 1"。

5.2 在检定装置工作面不应有明显的锈蚀和划痕，以及影响使用的其它缺陷。

5.3 平行光管视场亮度均匀，影响像清晰，无影响读数的灰尘、霉点，镀膜不得有脱落等影响读数的其他缺陷。

5.4 检定装置上应标有名称、(MC) 标志、制造厂名称或商标，及出厂编号等。

## 6 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中检验。

## 6.1 检定条件

### 6.1.1 检定用设备

水平准线陪检器（以下简称陪检器）、自准直仪、万能工具显微镜、平面反射镜、高准确度水准仪（DSZ05 级以上）等。

### 6.1.2 检定环境条件

室内温度要求：常温。

室内温度变化量： $\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{h}$

相对湿度： $\leq 75\%$

检定设备及被检设备应在上述条件的室内放置 24h 以上。

## 6.2 检定项目（见表 2）

### 6.3 检定方法

#### 6.3.1 外观及各部件的相互作用

目测及试验。

#### 6.3.2 平行光管

按 JB/T 7399—1994《平行光管》标准检测。

表 2 检定项目

检定项目	主要检定设备	首次检定	后续检定	使用中检验
外观及各部件的相互作用	目测及试验	+	+	+
平行光管	参照 JB/T 7399—1994《平行光管》	+	-	-
测微器示值误差	高准确度水准仪	+	-	-
刻度尺示值误差	万能工具显微镜	+	-	-
微倾台示值误差	自准直仪及平面反射镜	+	-	-
水平准线补偿误差	自准直仪	+	+	+
水平准线偏差	自准直仪及陪检器	+	+	-
多目标偏离准线误差	高准确度水准仪	+	+	-

注：“+”表示应检定；“-”表示可不检定

#### 6.3.3 测微器示值误差

检定装置的测微器是由平行玻璃板和微分筒组成，其检定方法如下：

**6.3.3.1** 调整高准确度水准仪（以下简称水准仪），使其照准被检装置自平准线光路中十字分划线目标，将平板测微器指标安置在 50 格处，水准仪测微器指标安置在起始位置。

**6.3.3.2** 调焦水准仪望远镜，使其十字分划线与自平准线光轴上  $\infty$  远目标重合。

**6.3.3.3** 再次调焦水准仪望远镜，使其自平准线 2m 目标清晰，升降和调整工作台及水准仪，使水准仪的十字分划线与准线光轴上 2m 十字目标重合。

**6.3.3.4** 重复 6.3.3.2，6.3.3.3 步骤，直到水准仪望远镜光轴与自平准线光轴完全重合。

**6.3.3.5** 调整水准仪对准 5m 目标，使两个十字线的水平线重合（若不重合可升降工作台）。

**6.3.3.6** 将被检测微器转到 50 格，同时转动水准仪测微器使水平线重合，并记录水准仪测微器读数为  $a_0$ 。

**6.3.3.7** 依次对准 70，90，110，130，150 格处，读数分别为  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ ；返测时依次对准 150，130，110，90，70，50 格处，读数分别为  $a_5', a_4', a_3', a_2', a_1', a_0'$ 。

**6.3.3.8** 利用下列公式进行计算：

$$\delta = |A_i - (\bar{a}_i - \bar{a}_0)|_{max} \times \text{格值} \quad (1)$$

式中： $A_i$ ——名义格值；

$\bar{a}_i$ —— $(a_i + a_i') / 2$ ；

$\bar{a}_0$ —— $(a_0 + a_0') / 2$ 。

取各测点与名义值最大差值为测微器示值误差（见附录 A 中表 A.1）。

### 6.3.4 刻度尺示值误差

在某些水准仪检定装置中，用毫米刻度尺来检测水准仪测微器的示值误差。毫米刻度尺应采用万能工具显微镜测量其示值误差。刻度尺的量程应大于等于 10mm，测量时均匀分布 10 个测点，各点实测值与名义值之差为其偏差。取各偏差的最大差值作为刻度尺的示值误差。计算公式如下：

$$\delta = |B_i - (b_i - b_0)|_{max} \quad (2)$$

式中  $B_i$ ——名义值；

$b_i$ ——各点测值；

$b_0$ ——初始值。

也可用扩展不确定度不大于 0.04mm ( $k=2$ ) 的其它装置进行检测。

### 6.3.5 微倾台示值误差

采用量程为 10' 的自准直仪和平面反射镜进行检定，如图 3 所示。具体步骤如下：

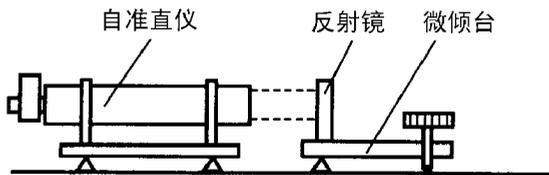


图 3

**6.3.5.1** 将平面反射镜放置在微倾台上，使反射面与倾斜回转轴平行。先将  $x$  方向的微倾手轮置 0 位，调整自准直仪使其照准反射镜。瞄准自准直仪十字像水平线，读数  $a_{左0}$ 。

**6.3.5.2** 依次左旋微倾手轮  $4'$ 、 $8'$ ，读取  $a_{左1}$ 、 $a_{左2}$ 。

**6.3.5.3** 微倾手轮重新置 0 位，重调自准直仪水平像位置，读取  $a_{右0}$ 。依次右旋微倾手轮  $4'$ 、 $8'$ ，读取  $a_{右1}$ 、 $a_{右2}$ 。

**6.3.5.4** 分别对 0 位求出差值，其差值在  $1'$  内即可。

**6.3.5.5** 用上述同样的方法检定  $y$  方向的微倾手轮的示值误差。

对水泡式水准仪的检定装置要求其微倾台的微倾范围应超过  $\pm 1.5^\circ$ 。

### 6.3.6 水平准线补偿误差

对于自动安平式水准仪检定装置，应采用  $0.2''$  光电自准直仪对其补偿功能进行检定，具体步骤如下：

**6.3.6.1** 把自准直仪放在升降工作台上，调整其底脚手轮，使自准直仪照准被测仪器，读取被测仪器十字像的水平读数  $b_0$ ，调整被检仪器底脚手轮，重复测量三次水平位置，取平均值为  $\bar{b}_0$ 。

**6.3.6.2** 调整被检仪器底脚手轮，分别向前、后、左、右方倾斜  $4'$ ，重复测量三次，取平均值为  $\bar{b}_{前}$ 、 $\bar{b}_{后}$ 、 $\bar{b}_{左}$ 、 $\bar{b}_{右}$ ，对  $b_0$  求差后取其最大偏离量除以  $4'$ ，求出相对误差  $[(\prime)/1']$ 。由于自准直仪的读数系统被设定为自准直状态，当用于照准目标读数时（透射读数），读数值应乘以 2 后作为实际结果。（见附录 A 中表 A.2）。

### 6.3.7 水平准线偏差

水平准线偏差是水准仪检定装置的主要指标。检测设备采用扩展不确定度不大于  $0.2''$  ( $k=2$ ) 的陪检器和  $0.2''$  光电自准直仪（亮视场）。具体测量步骤如下：

**6.3.7.1** 将被检装置调焦手柄放在  $\infty$  位置上。

**6.3.7.2** 调整自准直仪照准被检装置，将陪检器放在自准直仪与被检装置之间，整平。

**6.3.7.3** 调整自准直仪底脚手轮，使之照准陪检器的第一工作面，读取反射像十字丝的横丝位置三次，取平均值为  $a_1$ 。将陪检器旋转  $180^\circ$ ，自准直仪照准陪检器的第二工作面，再读横丝位置三次，取平均值为  $a_2$ 。然后读取自准直仪视场中固定分划板十字丝横丝位置三次，取平均值为  $a_0$ ，根据下列公式计算出标准水平准线位置 A：

$$A = a_0 - (a_1 + a_2) / 2 \quad (3)$$

**6.3.7.4** 自准直仪固定不动，将陪检器取走，从自准直仪视场中读取水准仪检定装置在第一摆位时十字丝横丝的位置三次（透射读数），取其平均值为  $b_1$ ，将被检仪器放在第二摆位，读取横丝位置三次，取其平均值为  $b_2$ ，读取自准直仪视场中固定分划十字丝横丝三次，取平均值  $b_0$ ，根据下列公式计算出被检水平准线位置 B：

$$B = 2 [ b_0 - ( b_1 + b_2 ) / 2 ] \quad (4)$$

**6.3.7.5** 根据下列公式计算出被检水平准线与标准水平准线的偏差值：

$$C = B - A \quad (5)$$

注：C 值符号的判定应根据所使用的自准直仪的不同读数结构而定。

**6.3.7.6 重复测三遍**，取其平均值作为该仪器的水平准线的偏差（见附录 A 中表 A.3）。

也可以采用其它方法检定水平准线偏差，其测量方法的扩展不确定度（ $k=2$ ）应不大于被检装置水平准线允差的  $1/3$ 。

### 6.3.8 多目标偏离准线误差

采用原理上无调焦运行差的高准确度水准仪（以下简称水准仪）作标准进行检测，具体检定步骤如下：

**6.3.8.1** 把水准仪放在检定台上，使水准仪与被检装置的光轴高度大致相同，整平，测微器严格调至  $5.0$  处，将水准仪调焦至无穷远处，观测被检装置目标，调整被检装置微动脚螺旋，使目标横丝与水准仪分划板十字丝重合。

**6.3.8.2** 将水准仪调至近点，观测被检装置目标，调整水准仪的高低、水平，同样使被检装置近点的目标横丝与水准仪分划板十字丝重合，如此反复上述操作，直到被检装置与水准仪远、近目标重合为止。

**6.3.8.3** 旋转水准仪调焦手轮，依次照准被检装置内  $5\text{m}$ ， $10\text{m}$ ， $20\text{m}$ ， $30\text{m}$ ， $50\text{m}$  目标，用水准仪的测微器读取与各测量点位置与  $5\text{m}$  位置的相对差值，此为一个测回。共测量两个测回，求平均值，取其最大差值作该被检装置的多目标偏离准线误差。（见附录 A 中表 A.4）。

也可用扩展不确定度（ $k=2$ ）不大于被检仪器该项指标  $1/3$  的其它装置进行检测。仲裁检定时，必须依据本规程详述的检定方法。

## 6.4 检定结果的处理

经检定符合本规程要求的水准仪检定装置发给检定证书，并注明相应等级。检定不合格的装置应发给检定不合格通知书，并注明不合格项目。检定证书及检定不合格通知书的内页格式见附录 B。

## 6.5 检定周期

水准仪检定装置的检定周期应根据其稳定性、环境条件、使用频繁程度而定，最长不得超过一年半。

附录 A 计算实例<sup>①</sup>

表 A.1

测微器示值误差

格

序号		0	1	2	3	4	5
测微器位置		50	70	90	110	130	150
水准 仪 读 数	往测 $a_i$	99.8	79.9	60.5	40.8	21.0	0.8
	返测 $a_i'$	99.5	79.7	60.2	40.3	20.7	0.8
	平均 $\bar{a}_i$	99.6	79.8	60.4	40.6	20.8	0.8
$\bar{a}_i - \bar{a}_0$		0.0	-19.8	-39.2	59.0	78.8	-98.8
$ A_i - (\bar{a}_i - \bar{a}_0) $		0.0	0.2	0.8	1.0	1.2	1.2
测微器示值误差： $\delta =  A_i - (\bar{a}_i - \bar{a}_0) _{\max} \times \text{格值} = 1.2 \times 0.05 \text{ mm} = 0.06 \text{ mm}$							
注： $A_i$ 为名义格数。							

表 A.2

水平准线补偿误差

(")

次数	倾 斜 角				
	水平	前倾 4'	后倾 4'	左倾 4'	右倾 4'
1	24.2	24.1	24.0	24.1	24.2
2	24.0	24.3	24.2	24.2	24.4
3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.1
平均值	24.17	24.23	24.17	24.2	24.23
归零	0.00	0.06	0.00	0.03	0.06
补偿误差 = $0.06/4 \times 2 = 0.03''/1'$					

① 本实例采用 Ni002 水准仪，其测微器为 0.05mm/格

表 A.3 水平准线偏差 (")

次 数	测 算 值								
	$a_0$	$a_1$	$a_2$	A	$b_0$	$b_1$	$b_2$	B	C
1	61.1	7.2	3.0	56.0	61.8	34.8	32.2	56.6	+0.6
2	61.0	7.5	2.8	55.8	61.9	34.6	32.3	57.0	+1.2
3	61.0	7.8	2.5	55.8	61.9	34.7	32.5	56.6	+0.8
水平准线偏差： $\bar{C}=0.9$									
注： $A = a_0 - (a_1 - a_2) / 2$ ； $B = 2 [b_0 - (b_1 + b_2) / 2]$ ； $C = B - A$									

表 A.4 多目标偏离准线误差 格

次 数	测 量 位 置				
	5m	10m	20m	30m	50m
I	0.0	+0.2	+0.1	+0.2	+0.2
II	0.0	+0.1	+0.1	0.0	+0.1
(I + II) / 2	0.00	+0.15	+0.10	+0.10	+0.15
多目标偏离准线误差： $  \text{最大值} - \text{最小值}   \times \text{格值} = 0.15 \times 0.05\text{mm} = 0.08\text{mm}$					

## 附录 B 检定证书和检定不合格通知书内页格式

### (一) 检定证书的内页格式

水平准线偏差： \_\_\_\_\_ "

水平准线补偿误差： \_\_\_\_\_ "/1'

多目标偏离准线误差： \_\_\_\_\_ mm

测微器示值误差： \_\_\_\_\_ "

微倾台示值误差： \_\_\_\_\_ "

刻度尺示值误差： \_\_\_\_\_ mm

平行光管： 像质清晰（或像质不清晰）

测量结果标准偏差：（水平准线偏差） \_\_\_\_\_ "

### (二) 检定不合格通知书的内页格式

检定不合格证书内页应注明以下内容：

1. 按照本规程检定的不合格项目及具体数据。
2. 处理意见或建议。

# 城市地理信息系统设计规范

GB/T 18578 – 2001

## 1 范围

本标准规定了城市地理信息系统的设计原则、内容、方法和要求。

本标准适用于各类城市地理信息系统的总体设计和详细设计，其他地理信息系统的设计可参照本标准。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 12409—1990 地理格网

GB/T 13923—1992 国土基础信息数据分类与代码

GB/T 14395—1993 城市地理要素 城市道路、道路交叉口、街坊、市政工程管线编码结构规则

GB 14804—1993 1:500、1:1000、1:2000 地形图要素分类与代码

## 3 术语

**3.1 城市地理信息系统** urban geographic information system, UGIS

一种运用计算机软、硬件及网络技术和计算机通信技术，实现对城市各种空间和非空间数据进行输入、存储、查询、检索、处理、分析、显示和更新等操作，以实现城市管理、辅助决策、预测和城市建设工程辅助设计为主要目标的地理信息系统。

**3.2 系统设计** system design

为实现用户需求分析提出的系统功能所进行的各种技术设计的总称，包括总体设计、详细设计和设计审查等。它是在用户要求分析的基础上进行具体设计的过程，也是选择最佳实现方案的过程。

**3.3 原型法** prototype method

把系统设计和开发过程作为一个迭代过程的系统设计方法。其设计原则是先确定部分要求，制定初步方案，并在较短的时间内开发出一个能满足用户基本需求的示范性系统雏形（原型），然后经用户试用，找出原型的缺点和不足，进行修改补充，再向用户演示，听取意见和修改补充，如此反复，逐渐形成一个完善的系统。原型法的基本模型如图 1 所示。

**3.4 生命周期法** life cycle method

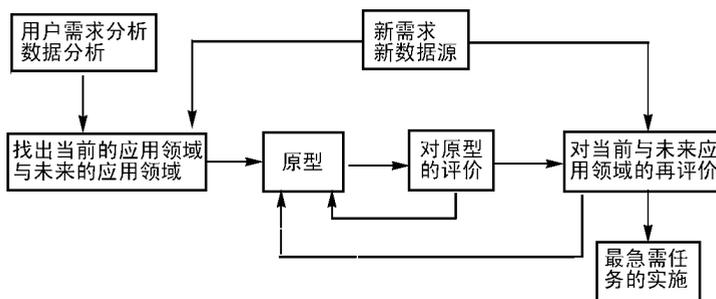


图 1 原型法的基本模型

指系统从立项开始，经过可行性论证、需求调查和分析、设计和开发、使用和不断维护，直到最后被淘汰的整体过程。一个系统的生命周期可分为若干个阶段，每个阶段的工作均以前一个阶段的工作结果为依据，并作为下一个阶段工作的前提。

### 3.5 模块结构法 module - structured method

一种面向数据流的系统设计方法。指用一组标准的准则和图表工具确定系统有哪些组成部分，用什么方式联系在一起，从而构成最优的系统结构，将系统分为若干个模块进行设计和开发，然后将各个模块拼装而成一个完整的系统。

### 3.6 内聚度 cohesion

单个模块所执行的诸任务在功能上互相关联的程度。

### 3.7 耦合度 coupling

模块之间相互依赖的量度。

## 4 设计方法、设计原则和设计过程

### 4.1 设计方法

城市地理信息系统的设计宜采用原型法。需求分析明确时，也可使用生命周期法或模块结构法。

### 4.2 设计原则

城市地理信息系统的设计应遵循以下原则：

#### 4.2.1 面向用户的原则

——实用性：系统设计不仅要考虑技术方法与实现手段，还应考虑大数据量的存储、维护与更新，同时要考虑与现行体制相适应；

——适用性：系统结构、功能和界面应适合用户使用，操作方便、灵活；

——可扩充性：数据编码和系统功能、数据、应用领域和软硬件配置应可扩充；

——可行性：系统规模应考虑与人力、财力相适应，并具有稳定可靠的数据源和较为迫切的用户需求，以及适宜的建设周期。

#### 4.2.2 标准化、规范化原则

——系统内容、数据分类与编码、数据精度、作业规程等应采用或部分采用有关国

家标准、行业标准和地方标准；

——对国家标准、行业标准和地方标准中没有包括但需规范化的内容，可补充制定临时规定。

#### 4.2.3 成本效益优化原则

- 数据精度应以满足应用需求为标准；
- 选择性能价格比最优的系统配置方案；
- 合理安排工作的优先顺序；
- 先试点后大规模实施；
- 尽快使系统达到净产出的阶段。

#### 4.3 设计过程

城市地理信息系统的设计过程分为用户需求分析、总体设计、详细设计和设计方案论证四个阶段。

## 5 需求分析

城市地理信息系统用户需求应在需求调查并形成用户需求报告的基础上进行，需求分析后应形成用户需求分析报告。用户需求具有随系统开发进程逐步提高的特点，用户需求调查分析应在系统设计和开发过程中反复进行。用户需求分析的主要内容如下：

- 分析直接用户、潜在用户；
- 分析数据需求、功能需求；
- 分析现有业务工作流程、数据项及其数据流程和在系统中实现的可能性；
- 为总体设计提供用户需求分析报告。

## 6 总体设计

### 6.1 总体设计任务

城市地理信息系统总体设计的任务是根据需求分析报告确定系统总体目标，规划系统的规模和建立系统的总体结构和模块间的关系，确定系统硬、软件配置，设计全局数据库/数据结构，规定系统采用的技术规范，并作出经费预算、进度安排和人员培训计划，以保证系统目标的顺利实现。

总体设计按照 4.2 提出的原则进行，最终应提出总体设计方案。

### 6.2 总体设计内容

#### 6.2.1 确定系统目标

根据可行性研究报告、用户需求调查报告和用户需求分析报告确定系统的开发意图、应用目标、应用范围、预期效益、功能和时间要求。确定的目标要求具体、明确，充分反映用户意见和要求。

#### 6.2.2 总体结构设计

##### 6.2.2.1 子系统的划分

一个城市的地理信息系统可由若干子系统组成，但必须包含一个基础地理信息子系

统。专题信息子系统的多少由城市地理信息系统的目标和服务领域决定。

不同类型的城市地理信息系统具有不同的系统结构体系：

——对于城市基础地理信息系统

由地形数据库、正射影像数据库和数字高程模型数据库等组成。

——对于城市专题地理信息系统

由一个基础地理信息子系统和若干个功能性子系统组成。例如，某城市的土地开发信息系统由基础地理信息子系统、规划信息管理子系统、土地价格评估子系统、土地开发可行性分析子系统等组成。

——对于城市综合地理信息系统

由一个基础地理信息子系统和若干个专题信息子系统组成。例如，一个城市综合地理信息系统可由基础地理信息子系统、规划管理子系统、综合管网子系统、地籍管理子系统、房产子系统、交通子系统、公安子系统、人口管理子系统、旅游子系统和公共服务设施子系统等中的若干子系统组成。

#### 6.2.2.2 确定功能模块

a) 按系统功能的聚散度和耦合度、用户职能的划分、数据处理过程的相似性和数据资源的共享性，确定系统必须具备的功能模块。用矩阵形式标明用户需要的系统功能与模块之间的关系，如表 1 所示。

表 1 系统功能与模块间的关系

	模块 1	模块 2	模块 3	.....	模块 N
功能需求 1					
功能需求 2					
功能需求 3					
.....					
功能需求 M					

b) 用一览表或框图的形式说明本系统的各层模块、公用模块的划分，并扼要说明每个模块的编号、各称和基本功能。

c) 城市地理信息系统应具有以下功能：

——数据输入模块：具有图形图像输入、属性数据输入、数据导入等功能；

——数据编辑模块：具有数字化坐标修改、属性文件修改、结点检错、多边形内点检错、结点匹配和元数据修改等功能；

——数据处理模块：具有拓扑关系生成、属性文件建立（含扩充、拆分和合并）、坐标系统转换、地图投影变换和矢栅数据转换等功能；

——数据查询模块：具有按空间范围检索、按图形查属性和按属性查图形（单一条件或组合条件）等功能；

——空间分析模块：具有叠置分析、缓冲区分析、邻近分析，拓扑分析、统计分析、回归分析、聚类分析、地形因子分析和最佳路径分析等功能；

——数据输出模块：具有矢量绘图、栅格绘图、报表输出、数据导出及三维动态模拟和显示等功能。

d) 分层次给出各模块之间的控制关系。

### 6.2.2.3 模块和子系统间的接口设计

模块和子系统是目标系统的一部分，它们相互间在功能调用、信息共享、数据传递方面存在或多或少的联系，应对调用方式、数据共享的权限作出严格的规定与设计。

## 6.2.3 软硬件配置

### 6.2.3.1 硬件平台

#### 6.2.3.1.1 对硬件设备的需求

城市地理信息系统应包括计算机、输入设备、输出设备、数据存贮与备份设备以及网络和不间断电源等硬件设备。

#### 6.2.3.1.2 硬件选择的原则和依据

- a) 性能价格比最优，具有通用性和可升级性；
- b) 运算速度和存储容量等性能指标满足数据管理要求；
- c) 与其他硬件的兼容性、可连接性、共享性好；
- d) 与所选软件兼容性、对系统软件和应用软件的适应性好；
- e) 硬件接口丰富，网络化能力强。

#### 6.2.3.1.3 推荐硬件的型号

对推荐的设备应标明其型号、台套数、性能指标、技术优势和特殊约定等。

### 6.2.3.2 软件平台

对于选用的各类软件，包括计算机操作系统软件、基础软件、应用软件和网络软件，均应说明其技术特点、与国内外同类产品的比较，明确阐述选择的理由，并指明所选软件的名称、生产厂家、版本号和技术要求。

#### 6.2.3.2.1 系统软件的技术要求

操作系统软件既要与所选计算机相匹配，又要支持所选地理信息系统基础软件。

#### 6.2.3.2.2 基础软件的技术要求

基础软件应满足以下技术要求：

- 具有数据采集、输入、存储与管理和输出的功能；
- 具有构建拓扑关系及空间分析功能；
- 具有良好的用户界面开发工具、支持汉字处理、具有二次开发功能；
- 具有良好的开放性、兼容性及与其他系统空间数据的可交换性；
- 性能可靠，软件技术支持服务好；
- 具有模块化或组件化和网络化能力以及较高的性能价格比。

#### 6.2.3.2.3 应用软件的技术要求

应用软件应满足以下技术要求：

- 与基础软件兼容或能以控件的方式连接；
- 实现系统的某个特殊功能。

### 6.2.3.3 网络体系结构

网络体系结构的设计应包括以下内容：

- 写明网络设计原则、技术要求、产品选型、拓扑结构、基本部件与配件、传输介质、接口、通信协议、约束条件、结构化布线方案等。
- 画出网络结构图：图中标出各类服务器与客户机、交换机、路由器等的数量与分布；
- 反映出局域网及其互联的情况；如采用公用网或因特网需具体指出。
- 说明各个服务器/客户机的作用、配置和具体位置。
- 说明拟采用的网络安全保护技术，如防火墙等，并符合国家有关安全保密的规定。

### 6.2.3.4 软硬件系统配置

#### 6.2.3.4.1 系统配置原则

系统配置原则如下：

- 满足系统规模、功能、数据容量、数据处理速度的要求；
- 技术上稳定可靠；
- 投资少，见效快；
- 立足现在并顾及发展。

#### 6.2.3.4.2 系统配置方案

- a) 根据系统规模和数据容量，提出目标系统的硬件配置方案。
- b) 根据系统功能要求，提出目标系统的软件配置方案。
- c) 根据系统用户和数据分布，提出网络配置方案（客户机与服务器方案、中央处理机与终端方案或它们的混合方案）。

附录 C 提供了三种不同系统规模的软硬件配置方案，供设计时参考。

### 6.2.4 数据库设计

#### 6.2.4.1 数据库设计的要求

数据库的设计应满足以下要求：

- 应对大量的数据体用非冗余结构予以定义，能为不同用户使用；
- 在插入、修改和删除数据元素时，数据元素的结构、相互关系和从属性应保持不变；
- 应用程序不依赖于数据库中的数据组织方法和存储位置，即数据独立；
- 系统对库中数据存取进行控制，防止非法存取和有意或无意的破坏，保证数据安全；
- 系统应保证数据在逻辑意义上的正确性、有效性和兼容性，应采取各种保护手段防止任何可能危及数据完整性的情况发生；
- 应有一些辅助程序，用于数据库的维护、经常性数据组织和必要时的数据库恢

复；

- 应便于用户对数据进行独立的写入、修改、补充和删除；
- 应具有不断扩充和更新的能力；
- 应具有对历史数据的维护和处理的能力。

### 6.2.4.2 数据库设计的内容

#### 6.2.4.2.1 数据量估计

a) 数据库设计时应应对每个子系统的数据库量进行估计，按表 2 所示的内容和格式并加注文字的形式进行描述。预计数据量等于本子系统的数据总量与占空系数的乘积（实际开销与理论开销之比，由具体项目和运行环境而定，一般取 1.5~2.5）。

表 2 子系统数据量估算表

子系统名：

实体名	数据总量 (KB)
.....	.....

b) 数据库设计时应应对根据数据的权属、维护的部门等对数据分布进行安排，并按表 3 所示的内容及格式进行描述。如数据文件名和存放位置（本站点、局域网、广域网服务器）。

表 3 数据分布安排表

子系统名：

数据文件名	保存期限/年	存放位置		
		本站点	局域网服务器	广域网服务器

#### 6.2.4.2.2 数据库系统的选择

数据库设计时应根据系统功能要求和基础地理信息系统软件的技术要求（见

6.2.3.2.2) 选择数据库管理系统,说明所选数据库开发商(或公司)名称、数据库的技术特点,并对该数据库是否满足本系统的要求进行论证。

#### 6.2.4.2.3 图形数据分层方案设计

数据库设计时应对应图形数据规定一致的层名、层号和数据内容规则。各类数据库或子数据库,应根据系统的具体情况和用户需求,采用统一的分层方案存放数据。数据分层应依据下列原则:

- 同一类数据放在同一层;
- 用户使用频率高的数据存在主要层;
- 为显示绘图或控制地名注记位置的辅助点、线、面应放在辅助层;
- 尽量减少数据冗余;
- 处理好数据与功能的关系。

#### 6.2.4.2.4 数据分类与代码设计

数据分类与代码设计应包含以下内容:

- 介绍有关的国际标准、国家标准、行业规范及其贯彻情况;
- 编制系统使用的代码表,格式和内容如表4所示;
- 规定制定临时分类与代码的依据和原则、格式约定、注意事项。

#### 6.2.4.2.5 逻辑结构设计

数据库的逻辑结构设计应明确确定基本数据库和数据子库的名称和数据库间数据共享的逻辑关系。

#### 6.2.4.2.6 数据库数据模型选择

数据库设计时应根据用户需求选择合适的基础数据和专题数据、图形数据和属性数据的数据组织形式,即数据模型。GIS中常用的数据模型有关系模型和面向对象模型等。

表4 系统使用的代码表

代码表名称	中文注释	引用本表的子系统名称
(代码表1)		1..... 2..... ..... n.....
(代码表2)		1..... 2..... ..... n.....
.....	.....	.....

代码表名称	中文注释	引用本表的子系统名称
(代码表 M)		1..... 2..... ..... n.....

**6.2.4.2.7 空间数据模型选择**

数据库设计时应根据用户需求选择合适的基础数据和专题数据的数据存储格式：矢量形式、栅格形式、矢栅混合形式。

**6.2.4.2.8 数据字典的制作**

数据库设计时，制作的数据字典应对空间数据、属性数据进行详细的描述和定义。

**6.2.4.2.9 数据安全性设计**

数据库设计时应确定数据分级使用权限和密钥，防止各种非法操作的措施（如加密、备份、病毒防治等），并具有异常情况下数据库的恢复功能。

**6.2.4.3 地理定位控制**

a) 平面坐标系

基础地理信息数据应采用 1980 年西安坐标系作为整个系统统一的控制基础。若采用独立坐标系，应确定它与 1980 西安坐标系之间的转换参数。

b) 高程基准

基础地理信息数据应选定一个高程基准作为整个系统的高程控制基础。如果采用独立高程系，应确定它与全国统一高程系间的高程改正参数。所有地形图以及与高程有关的多种专题图和其他数据，均应归一到这个统一的高程系中。

c) 区域多边形控制系统

应当统一规定整个系统的区域多边形系统，并规定各种多边形区域的界线、名称、类型和代码。不同城市区域多边形的划分可以不同，其划分原则应考虑各个城市原有的习惯和数据统计单元。常用的城市分区方法有：按行政区分区，按城市管理分区（如市政管理、交通管理、邮政、环保分区）；按经济活动性质分区；按自然界线分区等。

**6.2.4.4 属性数据指标体系**

a) 属性数据应设计统一的标准指标体系；

b) 属性数据指标体系设计的内容包括：确定某类图形数据属性项名称、代码、类型、宽度和属性项的属性值指标（值域）；

c) 属性项设计应根据业务管理的内容和需求确定。不同城市和不同等级的用户，属性项的数量可多可少，但宜依据现有国家标准、行业标准和地方标准来确定本城市、本系统所涉及的属性项和属性值的标准分级或指标值。

**6.2.4.5 基础地理信息数据库设计**

基础地理信息数据库的设计，除满足 6.2.4.1 的要求外，可按照空间数据库技术发

展状况进行设计。

基础地理信息数据库是空间型数据库。它的主要内容是城市大比例尺地形图（1:5400, 1:1000, 1:20000 等）的数据，辅之以 1:5000 和 1:10000 的地形图数据、正射影像数据、地质数据以及其他基础性的社会信息。

#### 6.2.4.6 元数据库设计

设计的元数据库应能对数据集进行描述和定义，包括数据集（dataset）标识信息、数据质量、数据源和处理说明、数据内容摘要、数据空间参照系统、数据分类、数据分发信息以及其他有关信息。

#### 6.2.4.7 符号库设计

符号库设计包括地形图符号库的设计和专题地图符号库的设计。如果基础软件不包括符号库则需另行设计，其设计原则是：在一定的硬软件支持下，按一定比例尺要求设计符号，并将设计的符号整理后以数据库方式存入计算机，实现其数据库的管理功能。

#### 6.2.4.8 模型库和方法库设计

对空间分析模型和方法的程序应建立程序库，实现其数据库的管理功能，并作为分析模块并入数据库管理系统。

#### 6.2.4.9 专题信息数据库设计

专题信息数据库可以是空间型数据库，也可以是基于空间定位的关系数据库。按专题信息内容的不同，专题信息数据库又可细分为若干子库，如城市规划管理数据子库包括规划图形信息库、社会经济信息库和规划文档信息库等二级子库。子库的多少取决于本城市地理信息系统的的目标和应用范围。

在专题信息数据库中，应根据城市特点设计统一的空间定位统计单元，并相应地在统计表中增加统计单元代码的数据项。空间定位统计单元可视不同的数据内容确定，可以是规划的格网，也可以根据一定条件划定多边形。空间定位统计单元应当是稳定的和标准化的。规则格网的统计单元应分级与编码，可按 GB 12409 的规定执行。在城市地理信息系统中用到的 1:2000、1:1000 和 1:500 比例尺地形图，在 GB 12409 中未规定格网等级和边长，可根据实际需要自行设计，建议分别采用 2.5m, 2m, 1m 或 0.5m 的格网的边长。

### 6.2.5 开发成本和效益分析

系统设计应对经费预算、开发成本和效益作出分析和评价。

#### 6.2.5.1 开发成本

城市地理信息系统的开发成本主要包括：

- 先期规划费用（可行性分析、需求分析与评估、合同性开支等）；
- 硬件购置费（计算机及其外围设备和网络等）；
- 软件购置费（系统软件、应用软件与其他附属软件）；
- 数据库开发费（数据获取、二次开发等）；
- 系统设计费、系统（功能）开发费、系统集成费；
- 系统维护更新费用（系统维护、软硬件维护、数据库更新与维护等）；

- 房屋和基础设施费（环保设备、安全和保密设备等）；
- 人才与培训费（专职人员工资、短期人员合同工资及培训费、聘请专家开支等）；
- 不可预见支出等。

### 6.2.5.2 效益分析

效益分析应主要考虑以下两个方面：

- 直接经济效益（如提供快速、便捷、高质的数字地图和其他数据产品等，提高设计水准、管理效率、信息质量与精度等）；
- 间接经济效益（主要体现在提高办公自动化程度、决策科学性程度等）。

城市地理信息系统设计阶段应遵循“降低成本、提高效益”的原则，并按成本效益优化设计原则分项作出经费预算、分阶段投入计划和效益评价。

### 6.2.6 实施计划与人员培训

#### 6.2.6.1 实施计划

6.2.6.1.1 应按系统工程的方法，将系统开发分为若干实施阶段。系统实施一般可分为三个阶段进行：

第一阶段：开发统一的基础地理信息子系统和建立数据库，同时开发一两个急需的、重要的专题信息子系统（如规划管理、土地管理、市政管网等），并使系统具有数据输入、查询检索、事务处理、信息咨询、数据提供和计算机制图等一般的通用功能；

第二阶段：根据需要开发其他子系统，扩充功能和分析应用模型及功能的二次开发；

第三阶段：完善功能，实现系统集成和全市联网，最终完成目标系统的开发和建设。

6.2.6.1.2 系统的开发模式可分为完全自主开发、委托开发和联合开发三种模式。系统开发应根据开发单位的经费预算、人员储备和技术力量，选择合理的开发模式。当采用第二或第三种模式时，用户应自始至终参与系统开发全过程。

6.2.6.1.3 根据其开发阶段和开发模式制定出切实可行的开发计划（时间进度表）、资金投入计划、硬软件购置计划，确保系统在短时间内发挥经济效益和社会效益。

#### 6.2.6.2 人员培训

人员应按少而精、专职与兼职相结合的原则进行配备。城市地理信息系统通常涉及的技术人员包括用户需求分析人员、项目主管、数据库主管、程序员、数据转换操作中、网络管理人员和用户等。

应根据系统规模和具体目标制定人员编制和培训计划，包括对决策层与业务人员从概念上、技术上、组织上及法律、经济上进行先导教育与培训。

### 6.3 总体设计书的编写和论证

城市地理信息系统总体设计书可按附录 A 所示的内容进行编写。附件包括用户需求调查分析报告、图形信息分类代码表、属性信息指标体系表等。

总体设计方案是系统开发的指导性文件，是详细设计和制定实施方案的依据。因

此,必须按设计的先进性、完整性、可靠性、可扩展性、可移植性、合理性进行论证,并经修改后方可付诸实施。

## 7 详细设计

### 7.1 详细设计的对象

详细设计的对象为总体设计中的某个子系统。原则上每个子系统都应分别进行详细设计。

### 7.2 详细设计的任务

在满足一个城市地理信息系统总体功能的前提下,应根据总体设计规定的系统目标、阶段开发计划和总体设计规定的设计原则和要求,对各个子系统进行详细设计,以指导子系统的开发。

子系统设计以对用户需求的进一步详细调查分析为基础。子系统设计前的用户需求调查要充分利用总体设计前调查分析的结果,特别是与子系统主题相关的部分,并对用户做进一步的专题性调查,弄清用户在相应专题方面的业务情况和对系统的应用要求,并以此作为子系统设计的依据。

### 7.3 详细设计的内容

#### 7.3.1 目标设计

按系统的总目标确定本子系统的目标。

#### 7.3.2 系统结构

根据子系统的规模和功能需求,确定其逻辑结构、软硬件的类型和数量。专题子系统逻辑结构必须要有熟悉本专题业务的专业人员参与设计。

#### 7.3.3 功能模块设计

每个子系统除应具有如数据输入、图形或属性信息的查询检索、数据处理与分析、坐标变换和投影变换、图形图表显示或输出以及数据更新等通用功能外,还应针对各个不同的专题子系统,设计专题应用和辅助业务管理功能。如基础地理信息子系统应具备辅助测绘业务管理的功能,土地管理子系统应具备辅助土地管理事务处理的功能等等。每一项管理业务均要按照规范化工作流程设计出功能模块并制定开发计划。

##### 7.3.3.1 功能模块命名原则

模块的名称(即标识符)一般采用汉语拼音命名。要求有实际意义、便于理解、有规律可循。

##### 7.3.3.2 功能模块层次结构

7.3.3.2.1 对总体设计中已划分的子系统和各大模块,按高内聚度和低耦合度、功能的完整性和可修改性的原则,采用自顶向下的方法逐层分解,进一步划分为功能独立、规模适当的模块,直至叶功能模块,并如图2所示画出模块结构图。

7.3.3.2.2 在每个子系统中,功能模块的编号应该是唯一的。

7.3.3.2.3 详细描述各功能模块的内容和功能,以及入口参数和出口参数。

7.3.3.3 功能模块与部门的对应关系

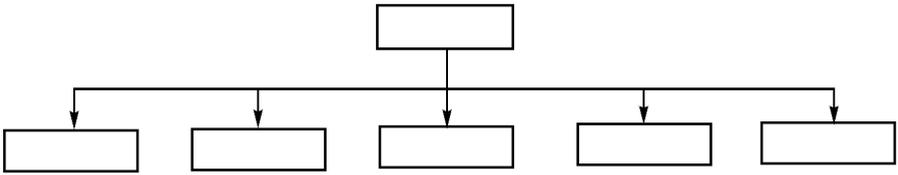


图 2 功能模块层次结构示意图

使用表 5 所示的矩阵方式说明本子系统用户单位的各部门使用模块的情况。其中“√”表示使用了该模块。其中模块名可以是任意层次上的，建议与实际的安装相一致。

表 5 功能模块与部门的对应关系

	模块 1	模块 2	模块 3	.....	模块 N
部门 1	√	√	√		√
部门 2	√	√	√		
部门 3		√			√
.....					
部门 M			√		√

### 7.3.3.4 子系统的外部接口

子系统的外部接口应当在统一的总体设计方案和规范标准的指导和控制下进行设计。在条件成熟时，子系统应能通过网络互联。子系统的外部接口设计应考虑以下因素：

- 采用统一的基础数据作为空间定位的公共平台；
- 与其他子系统的接口：数据/参数调用/返回情况；
- 对特殊外部设备的需求。

### 7.3.4 硬软件配置

硬软件的配置内容如下：

- 按硬件配置原则（见 6.2.3.1）确定硬件设备的型号、数量并说明其性能指标，绘出硬件设备配置图；
- 按软件选择原则（见 6.2.3.2）确定应用软件的类型、名称、套件数并说明其性能指标；
- 制定硬软件购置计划；
- 按不同城市、不同规模系统、不同用户需求确定网络结构和功能。

### 7.3.5 数据库设计

#### 7.3.5.1 代码设计

### 7.3.5.1.1 图形数据分类代码

图形数据分类代码应包括基础信息和各类专题信息图形数据的分类和代码。其中，1:500、1:1 000、1:2000 的基础地理信息分类与代码按 GB 14804 的规定执行；1:5 000、1:10 000、1:50 000、1:100 000 基础地理信息分类与代码按 GB/T 13923 的规定执行，但应注意这两个标准之间分类与代码的转换关系。对各类专题数据分类与代码，凡已有国家标准或行业标准的应执行，否则应制定临时的分类与编码原则，列出临时分类代码表。

### 7.3.5.1.2 图形数据的标识码

图形数据的标识码用于对主要实体要素的标识。道路、道路交叉口、街坊、市政工程管线的标识码应按 GB/T 14395 规定的编码结构规划，结合城市平面几何图形特点和应用习惯，首先确定定位分区代码；再分别确定各类要素实体的代码结构，进而构成这几类城市要素的标识码。其他各种城市地理要素，如宗地、地块、建筑物、公共设施等，在有关国家标准尚未发布之前，可参照 GB/T 14395 的规则编制临时标识码，并列出全部标识码清单。

编制临时分类和代码应遵循城市地理信息分类和编码的原则，即科学性、系统性、稳定性、不受比例尺限制、兼容性、完整性、可扩充性、适用性和灵活性原则，并尽量与国际相关标准接轨。

### 7.3.5.1.3 代码表列表

可按表 6 所示的形式对一个子系统使用的代码表列表，并应指明代码数据的文档名与文档编号。

表 6 XX 子系统使用的代码表列表

代码表名称	中文注释

### 7.3.5.2 数据组织和存储的表示

对确定的数据模型，应用 E-R 图定义实体之间的关系：

- 基数：一个实体连接另一个实体的数量关系；
- 存在性：指明关系是“任选的”，还是“强制的”；
- 依赖性：指明一个实体是否依赖于其他实体；
- 继承性：指明“父类”与“子类”的关系。

### 7.3.5.3 安全保密措施制定

安全保密措施包括以下内容：

- 进行用户角色定义，说明各类角色的权限；
- 备份（包括安全性备份和历史备份）的要求与操作步骤；
- 规定日志文件的使用。

#### 7.3.5.4 用户界面设计

在子系统功能模块设计的基础上，应开发全汉化的菜单式用户界面。界面设计应符合人机界面设计的美学要求，对用户真正作到“友好”，具体要求为：

- 形式简洁、美观、汉化，使用户易懂、易学、易操作；
- 具备“帮助”功能，甚至语音解说功能；
- 提供系统命令揭示功能和图标菜单，相同的功能要用相同的图标显示；
- 提供系统错误检验能力、系统命令行处理能力和系统批处理能力；
- 各模块之间界面形式一致，布局合理，尽可能加大图形显示窗口。

#### 7.3.6 数据输入设计

数据输入设计的内容如下：

- 数据源的分析与选择；
- 数据采集前的预处理；
- 数据采集方式的确定；
- 数据采集技术要求和技术规定；
- 与空间参照系配准（空间参照系与系统采用的参照系保持一致）；
- 数据质量控制和检查验收规定；
- 属性项的选择、定义；
- 数据更新的技术方法；
- 数据接边处理规定。

#### 7.3.7 数据输出设计

数据输出设计的内容如下：

- 确定数据输出的产品形式和要求；
- 选择符号库系统或设计符号库；
- 文本和表格设计；
- 确定数据转出的数据转换标准和格式转换的接口。

### 7.4 数据质量控制

从系统设计、数据源选择、数据采集、数据处理直至系统开发完成，均应有严格的质量控制指标和检查措施。不同子系统的质量控制指标是不同的，但必须有一系列标准用于控制。对尚未形成国家标准、行业标准、地方标准的内容，应制定暂行规定进行内部质量控制。

#### 7.5 实施计划

制定的实施计划应包括以下内容：

- 列出经费投入计划；
- 列出设备购置计划；

- 列出人员培训计划；
- 分项目列出时间进度表。

### 7.6 功能模式详述

对每个功能模块应分别进行详细描述，内容如下：

- 模块编号与中文注释；
  - 功能描述与性能描述；
  - 说明与本模块相关的代码表与基本表；
  - 输入信息参数（含参数名、中文注释、缺省值、格式）、数据文件的格式与权限、输入频度；使用的特殊输入设备；输入时使用的代码表与基本表；
  - 输出信息参数（含参数名、中文注释、缺省值、格式）、数据文件格式、输出频度、报表格式样张；使用的特殊输出设备；输出时使用的代码表与基本表；
  - 算法，包括计算公式与说明、某些设定的或必然的逻辑关系；
  - 采用框图加文字叙述处理流程；
- 模块应用实例及说明（即调用说明）；
- 屏幕布局与说明。

### 7.7 详细设计书的编写和论证

城市地理信息系统详细设计书可按附录 B 所示的内容进行编写。详细设计方案可单独论证，也可与总体设计方案一起论证。

## 附录 A 总体设计书的编写提纲 (提示的附录)

### A1 引言

**A1.1** 编写目的：作用，预期读者。

**A1.2** 编写背景：系统名称，任务提出者，使用者，任务承接者，与其他系统的关系。

**A1.3** 定义：术语，符号规定，标准词汇，命名规范。

**A1.4** 参考资料：列出所有的参考资料，其中任务书、项目可行性论证报告和用户需求调查报告是必须的参考资料。

### A2 总体设计技术方案

**A2.1** 系统目标：开发意图，应用目标，作用范围，预期效益。

**A2.2** 设计原则：面向用户的原则，标准化原则，成本效益优化原则。

**A2.3** 运行环境：硬件平台，软件平台，网络体系结构，系统配置方案。

**A2.4** 系统结构

**A2.4.1** 子系统划分：子系统名称、系统结构图

**A2.4.2** 模块设计：模块名称、编号

**A2.5** 运行环境：硬软件选型及其依据、台件数、系统配置结构图

**A2.6** 数据库设计

**A2.6.1** 数据量估计

**A2.6.2** 数据分布方案

**A2.6.3** 数据库系统选购方案：原则、选型及其依据、套件数。

**A2.6.4** 数据模型说明

**A2.6.5** 数据结构说明

**A2.6.6** 数据格式说明

**A2.7** 代码设计

**A2.7.1** 背景介绍：国际标准、国家标准、行业标准及其贯彻情况。

**A2.7.2** 制定代码表的依据、格式约定、注意事项。

**A2.7.3** 代码表列表：代码表名称及其被引用的子系统名称，其中应特别指出需要为本系统指定的临时代码表。

**A2.8** 输入设计

**A2.9** 输出设计

**A2.10** 安全保密设计

### A3 总体设计方案论证

#### A4 附件

项目可行性研究报告、用户需求分析报告等。

## 附录 B 详细设计书的编写提纲 (提示的附录)

### B1 引言

**B1.1 编写目的：**设计对象——系统的某个子系统，作用——承上启下（基于总体设计），预期读者。

**B1.2 编写背景：**子系统名称，任务提出者和承接者，使用者，与其他子系统的关系。

**B1.3 定义：**术语，符号规定，标准词汇，命名规范。

**B1.4 参考资料：**列出所有的参考资料，其中总体设计书、项目可行性论证报告和用户需求调查报告是必须的参考资料。

### B2 详细设计技术方案

**B2.1 系统目标：**开发意图，应用目标，作用范围，预期效益。

**B2.2 运行环境：**本系统所需的特殊设备和支撑软件，网络体系结构，系统配置方案。

**B2.3 系统结构**

**B2.3.1 次级子系统划分：**次级子系统名称、系统结构图。

**B2.3.2 功能模块设计：**模块名称、编号，层次，与部门的对应关系，外部接口等。

**B2.4 数据库设计**

**B2.4.1 数据量估计和数据分布方案**

**B2.4.2 数据库：**按数据库—片—层—要素—数据项进行描述。

**B2.4.3 数据模型、数据结构、数据格式说明**

**B2.5 代码设计**

**B2.5.1 代码表列表：**代码表名称及其被引用的次级子系统名称，其中应特别指出需要为本系统指定的临时代码表。

**B2.5.2 按制定代码表的依据、格式约定、注意事项（见总体设计）制定临时代码表**

**B2.6 输入设计：**数据源、数据采集方法、处理要求、数据分层。

**B2.7 输出设计：**图型、表形、数据文件格式。

**B2.8 界面设计**

**B2.9 安全保密设计**

**B2.10 模块详述：**按模块逐个提出设计方案。

**B2.10.1** 模块一（标识符）设计：功能、输入项、输出项、接口、支持软件、限制条件等。

**B2.10.2** 模块二……

**B2.10.3** ……

### B3 详细设计方案论证

单独论证或与总体设计方案一起论证。

### B4 附件

## 附录 C 系统配置方案 (提示的附录)

根据城市地理信息系统的具体目标和规模，可以选择不同的具体硬软件配置方案。本附录给出城市地理信息系统的大、中、小三种配置方案的建议，供设计时参考。

### C1 较大规模的城市地理信息系统配置方案

较大规模的城市地理信息系统配置有如下特点：

- 多种操作系统并存。
- 客户/服务器结构和分布式数据库。
- 网络化。
- 具有遥感图像处理功能。
- 多媒体数据传输能力。

较大规模的城市地理信息系统配置方案如图 C1 所示。大规模系统配置：可以采用服务器（文件服务器和数据服务器）和工作站联网，根据数据量配置大容量磁盘或磁盘阵列，并配置手扶跟踪数字化仪或大幅面扫描仪和矢、栅绘图机等外围设备。

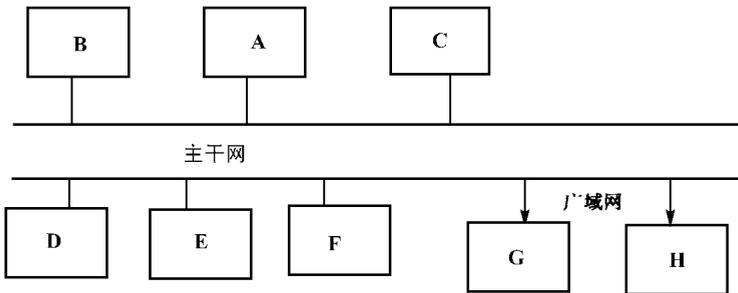


图 C1 较大规模城市地理信息系统配置方案图

图注：

方框 A 是整个地理信息系统数据处理与管理的中心，以小型机、服务器为核心，带动数台工作站和微机，它有三方面任务：一是作为中央数据处理中心，负责整个系统的数据采集、数据管理、数据检索和数据查询；二是负责城市地理信息系统的动态维护；三是经过网络管理整个系统，并存储备份数据。

方框 B 是数据输入系统，由工作站、微机、数字化仪、扫描仪等组成。

方框 C 代表用户组。

方框 D 是数字图像处理系统。

方框 E 的功能是用来完成输出，由绘图机、打印机组成。

方框 F 是多媒体系统，由工作站、微机、录像机等组成。

G 和 H 表示远程广域网用户系统。

## C2 中等规模的城市地理信息系统配置方案

它不像较大规模城市地理信息系统那么庞大和复杂，一般为地理信息局域网或广域网系统。中等规模系统配置：可以用服务器与若干台微机联网。服务器配置较大容量的磁盘，并配置适当数量的手扶跟踪数字化仪或大幅面扫描仪，以及绘图机等外围设备。

其系统配置方案如图 C2 所示。

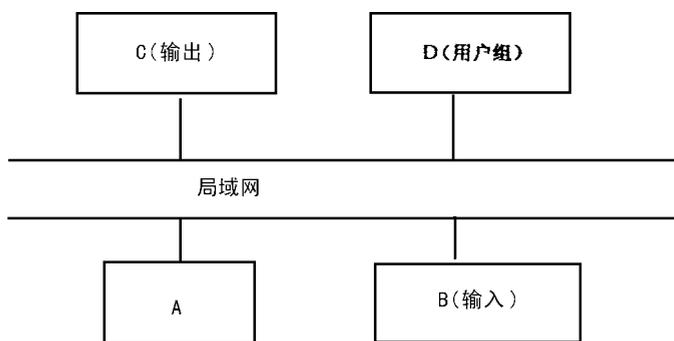


图 C2 中等规模城市地理信息系统配置方案图

图注：

方框 A 是 GIS 中央数据库及网管，它是整个城市地理信息系统的数据处理和管理的中心，由 1 台或 2 台服务器组成，其作用与图 C1 中的方框 A 类同。

方框 B 是数据输入系统。

方框 C 为输出系统。

方框 D 为用户组。

## C3 小规模城市地理信息系统的配置方案

小规模城市地理信息系统的配置方案较中等规模城市地理信息系统配置更为简单，一般为地理信息系统局域网。小规模系统配置，用一台高档微机与若干台微机联网，配置适当规模的磁盘，并根据近期或中长期的需要，配置手扶跟踪数字化仪或扫描仪，一般应配置一台绘图仪。

其系统配置方案如图 C3 所示。

从图 C3 可见，小规模城市地理信息系统是最基本的城市地理信息系统，具有地理信息系统数据输入、存储、管理、分析、输出的基本功能。从网络角度看，小规模城市地理信息系统是一个局域网系统。

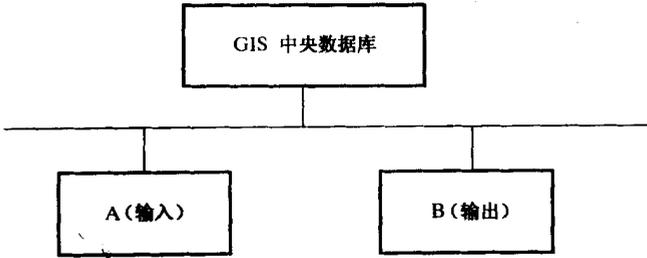


图 C3 小规模城市地理信息系统配置方案图

基础信息子系统是城市地理信息系统中其他所有子系统的公共基础，用于存储、管理和应用基础信息，为其他各个子系统提供统一的空间定位基础和专题信息的空间载体。

专题信息子系统用于存储、管理和应用某一类专题信息，各个专题信息子系统借助于统一的空间定位基础信息实现专题信息之间的配准和叠加分析处理。

## 第二章 最新测绘管理政策法规

### 关于印发《海域使用测量管理办法》的通知 国海发〔2002〕22号

沿海省、自治区、直辖市海洋厅（局），局属各有关单位：

为了有效贯彻落实《中华人民共和国海域使用管理法》，规范海域使用权界址测量工作，推进海域使用管理工作的科学化、规范化和法制化，现将《海域使用测量管理办法》印发给你们，请遵照执行。

根据工作需要，由我局批准的海域使用论证甲级和乙级资质单位作为海域使用测量临时资质单位，依照本办法承担海域使用测量任务。临时资质有效期截止到2003年12月31日。

二〇〇二年六月二十八日

### 海域使用测量管理办法

#### 第一章 总 则

第一条 为了加强海域使用测量管理，促进海域使用管理工作的科学化、规范化和法制化，根据《中华人民共和国海域使用管理法》、《中华人民共和国测绘法》，制定本办法。

第二条 在海域使用活动中，单位和个人对海域（包括我国内水、领海的水面、水体、海床和底土）的位置、界线、面积等开展的测量活动，必须遵守本办法。

第三条 海域使用测量应当使用国家规定的测量基准和坐标系统，遵循国家有关海

域使用测量的技术、标准和规范。

第四条 国家海洋局负责全国海域使用测量的监督管理。

沿海县级以上地方海洋行政主管部门负责毗邻海域使用测量的监督管理。

第五条 国家海洋局对在海域使用测量工作和有关的科学技术研究等方面做出显著成绩的单位和个人，给予奖励。

## 第二章 测量资质管理

第六条 单位和个人申请海域使用权，海洋行政主管部门招标或者拍卖海域使用权，应当委托海域使用测量单位进行海域使用测量。

海域使用权管理需要的海域使用测量，由海洋行政主管部门委托海域使用测量单位进行。

第七条 国家实行海域使用测量资质认证制度。

承担海域使用测量任务的单位，必须取得由国家海洋局统一印制和发放的《海域使用测量资质证书》。

第八条 海域使用测量资质分甲、乙两个等级。等级标准及承担任务范围由国家海洋局制定和发布。

第九条 资质申请单位应当向所在沿海省、自治区、直辖市海洋行政主管部门提交以下材料：

- (一) 海域使用测量资质申请表；
- (二) 法人资格证明和法定代表人简历及任命（聘任）文件；
- (三) 符合资质等级标准的有关证明材料；
- (四) 其他需要提供的证明或者材料。

第十条 资质申请材料由省、自治区、直辖市海洋行政主管部门审核后，报国家海洋局审批。

第十一条 国家海洋局组织成立海域使用测量资质审定委员会，定期召开资质审定会议。

资质申请材料经海域使用测量资质审定委员会评审后，由国家海洋局审批，颁发《海域使用测量资质证书》。

《海域使用测量资质证书》分为正本和副本，由海域使用测量资质单位持有。

第十二条 从事海域使用测量的测量人，应当参加海域使用测量业务培训，取得培训证书。海域使用测量业务培训由国家海洋局统一组织和安排。

第十三条 海域使用测量资质实行年审制度。

第十四条 资质单位应当在每年3月份向所在沿海省、自治区、直辖市海洋行政主管部门提交以下年审材料：

- (一) 海域使用测量资质证书正、副本；
- (二) 海域使用测量业务培训证书复印件；

(三) 上一年度测量成果目录及有关材料；

(四) 涉及资质等级标准的变动情况及有关证明材料。

第十五条 沿海省、自治区、直辖市海洋行政主管部门应当按照国家有关规定和技术标准，审查资质单位是否符合资质等级标准，是否存在测量质量问题，是否有违法违规行为等。

第十六条 沿海省、自治区、直辖市海洋行政主管部门应当在 20 个工作日内作出合格或者不合格的年审结论。

年审结论合格的，由省、自治区、直辖市海洋行政主管部门报送国家海洋局备案。

年审结论不合格的，由省、自治区、直辖市海洋行政主管部门提出处理意见，报送国家海洋局，由国家海洋局给予警告、暂停执业、降低资质等级或者吊销资质证书的处理。

第十七条 在规定的时限内没有参加年审的资质单位，不得承担海域使用测量任务；连续 2 年没有参加年审的资质单位，由国家海洋局给予吊销资质证书的处理。

### 第三章 测量成果管理

第十八条 海域使用测量成果包括海域位置和平面图、测量数据、测量成果说明等内容。

第十九条 海域使用测量成果经测量单位盖章和测量人签字后有效。

第二十条 海域使用测量成果涉及国家秘密的，依照国家保密法律、法规的规定执行。

第二十一条 海域使用测量费用由委托人承担。

测量收费应当遵守国家有关规定和标准。

第二十二条 县级以上海洋行政主管部门应当加强对毗邻海域使用测量成果的检查和管理，发现有明显测量质量问题时，应当要求测量单位重新测量。重新测量费用由测量单位承担。

### 第四章 法律责任

第二十三条 没有取得海域使用测量资质，违法承担海域使用测量任务的，测量成果无效。

第二十四条 擅自涂改或者转借、转让、出租《海域使用测量资质证书》，或者采取欺骗手段取得测量资质，或者超越资质等级承担测量任务的，或者测量人未持有海域使用测量业务培训证书的，测量成果无效，由国家海洋局给予警告；情节严重的，吊销《海域使用测量资质证书》。

第二十五条 海域使用测量成果质量不合格，给国家和有关当事人造成损失的，测量单位和测量人应当依法给予赔偿。

第二十六条 海洋行政主管部门工作人员在海域使用测量管理工作中玩忽职守，滥

用职权，徇私舞弊，构成犯罪的，依法追究刑事责任；尚不构成犯罪的，依法给予行政处分。

## 第五章 附则

第二十七条 本办法由国家海洋局负责解释。

第二十八条 本办法自 2002 年 10 月 1 日起施行。

# 关于印发《海域使用测量资质等级标准》的通知

## 国海管字 [ 2002 ] 226

沿海省、自治区、直辖市海洋厅（局）、局属各有关单位：

为了规范海域使用测量资质管理工作，根据《海域使用测量管理办法》（国海发 [ 2002 ] 22 号）的有关规定，现将《海域使用测量资质等级标准》印发给你们，请遵照执行。

国家海洋局

二〇〇二年七月十七日

## 海域使用测量资质等级标准

### 考核内容

#### 甲 级

#### 乙 级

#### 机构及资历

依照法定程序批准设立的企事业单位，具有独立法人资格；近 3 年内独立承担过 2 项以上测线长度 100 公里以上的大型海洋测量任务，或者取得海域使用测量乙级资质 3 年以上。

依照法定程序批准设立的企事业单位，具有独立法人资格。

#### 技术力量

至少 2 名以上从事海洋测量工作的高级职称人员；参加海域使用测量业务培训并取得培训证书的测量人员至少 10 名。

参加海域使用测量业务培训并取得培训证书的测量人员至少 3 名。

#### 仪器设备

具有 3 台（套）以上差分 GPS 测量仪器，测量精度在 3 米以内，其中 1 台（套）以上测量精度在 1 米以内；具有测量数据计算机处理能力及成图打印设备。

具有 1 台（套）以上差分 GPS 测量仪器，测量精度在 3 米以内；具有测量数据计算机处理能力及成图打印设备。

### 管理水平

通过 ISO9000 标准质量保证体系认证，具有健全的人员、物资、财务管理制度。具有健全的人员、物资、财务和质量保证管理制度。

### 承担任务

#### 范围

承担国家和地方各级人民政府审批用海项目的海域使用测量任务。

承担省级以下（包括省级）各级人民政府审批用海项目的海域使用测量任务。

## 关于做好《地质资料管理条例》贯彻实施工作的通知 (国土资发[2002]172号)

各省、自治区、直辖市国土资源厅(国土环境资源厅、国土资源和房屋管理局、房屋土地资源管理局、规划和国土局) 国家海洋局、国家测绘局, 各直属单位:

国务院已于2002年3月19日以中华人民共和国国务院令第349号公布了《地质资料管理条例》(以下简称《条例》),《条例》将于2002年7月1日实施。为做好《条例》的贯彻实施工作,现就有关问题通知如下:

一、为了更好地让社会各界了解地质资料管理改革的精神和新的地质资料管理制度,各省(区、市)国土资源厅(局)要把《条例》作为“四五”普法的重要内容,列入今年12.4“全国法制宣传日”的活动之中,并采取多种形式,开展广泛的宣传和业务培训。通过宣传培训,使地质资料管理人员和各有关单位认识贯彻实施《条例》的重要意义,掌握地质资料管理的有关规定及技术要求,为《条例》的贯彻实施打下扎实的基础。

二、加大力度,清理欠交的地质资料。各省(区、市)国土资源厅(局)要负责组织在2002年底前完成本省(区、市)欠交地质资料的清查工作。欠交地质资料的清查采取各有关单位自查与国土资源管理部门核查相结合的办法进行,清查工作的具体安排由部另行下文部署。

欠交的地质资料可以按《地质资料电子文件汇交格式要求》(试行)(国土资发[2002]93号)的规定制作成电子文件后汇交,并应在2003年底前补交完毕。对拒不补交的单位,各省(区、市)国土资源厅(局)要根据《条例》的有关规定处理。

在部商国务院有关部门对原始地质资料和实物地质资料的汇交细目作出具体规定前,原始地质资料和实物地质资料继续由现保管单位保管。原始地质资料和实物地质资料的汇交、清理工作,另行安排。

三、已汇交和补交了了的地质资料按照《条例》第十五条的规定给予保护:1996年新《矿产资源法》实施以来形成的与探矿权、采矿权有关的地质资料,适用《条例》第十五条第一款规定;其他地质资料适用《条例》第十五条第二款规定。保护期自2002年7月1日起计算,延期补交的地质资料,其保护期限要扣除延期部分的时间。

国家出资形成的公益性地质资料,按国土资发[2000]178号《公益性地质资料提供利用暂行办法》的有关规定,由全国地质资料馆和各省(区、市)地质资料馆提供全社会利用。

四、各省(区、市)国土资源厅(局)领导要充分认识贯彻实施《地质资料管理条例》的重大意义,将其列入工作计划,在人、财、物等方面给予必要的保障,并采取有

力措施切实解决本地区地质资料管理中存在的突出问题。各省（区、市）国土资源厅（局）地质资料馆的设置必须符合《条例》的规定和《国务院办公厅关于印发地质勘查队伍管理体制改革的方案的通知》（国办发〔1999〕37号）的精神。2002年底以前资料馆设置不能按上述要求到位的，有关省（区、市）国土资源厅（局）要向部说明原因并提出具体的到位时间表。部将在2003年底对各省（区、市）《地质资料管理条例》贯彻实施情况进行检查。

二〇〇二年五月二十九日

## 行政区域界线管理条例

第一条 为了巩固行政区域界线勘定成果，加强行政区域界线管理，维护行政区域界线附近地区稳定，制定本条例。

第二条 本条例所称行政区域界线，是指国务院或者省、自治区、直辖市人民政府批准的行政区域毗邻的各有关人民政府行使行政区域管辖权的分界线。

地方各级人民政府必须严格执行行政区域界线批准文件和行政区域界线协议书的各项规定，维护行政区域界线的严肃性、稳定性。任何组织或者个人不得擅自变更行政区域界线。

第三条 国务院民政部门负责全国行政区域界线管理工作。县级以上地方各级人民政府民政部门负责本行政区域界线管理工作。

第四条 行政区域界线勘定后，应当以通告和行政区域界线详图予以公布。

省、自治区、直辖市之间的行政区域界线由国务院民政部门公布，由毗邻的省、自治区、直辖市人民政府共同管理。省、自治区、直辖市范围内的行政区域界线由省、自治区、直辖市人民政府公布，由毗邻的自治州、县（自治县）、市、市辖区人民政府共同管理。

第五条 行政区域界线的实地位置，以界桩以及作为行政区域界线标志的河流、沟渠、道路等线状地物和行政区域界线协议书中明确规定作为指示行政区域界线走向的其他标志物标定。

第六条 任何组织或者个人不得擅自移动或者损坏界桩。非法移动界桩的，其行为无效。

行政区域界线毗邻的各有关人民政府应当按照行政区域界线协议书的規定，对界桩进行分工管理。对损坏的界桩，由分工管理该界桩的一方在毗邻方在场的情况下修复。

因建设、开发等原因需要移动或者增设界桩的，行政区域界线毗邻的各有关人民政府应当协商一致，共同测绘，增补档案资料，并报该行政区域界线的批准机关备案。

第七条 行政区域界线毗邻的任何一方不得擅自改变作为行政区域界线标志的河流、沟渠、道路等线状地物；因自然原因或者其他原因改变的，应当保持行政区域界线协议书划定的界线位置不变，行政区域界线协议书中另有约定的除外。

第八条 行政区域界线协议书中明确规定作为指示行政区域界线走向的其他标志物，应当维持原貌。因自然原因或者其他原因使标志物发生变化的，有关县级以上人民政府民政部门应当组织修测，确定新的标志物，并报该行政区域界线的批准机关备案。

第九条 依照《国务院关于行政区划管理的规定》经批准变更行政区域界线的，毗邻的各有关人民政府应当按照勘界测绘技术规范进行测绘，埋设界桩，签订协议书，并将协议书报批准变更该行政区域界线的机关备案。

第十条 生产、建设用地需要横跨行政区域界线的，应当事先征得毗邻的各有关人民政府同意，分别办理审批手续，并报该行政区域界线的批准机关备案。

第十一条 行政区域界线勘定确认属于某一行政区域但不与该行政区域相连的地域或者由一方使用管理但位于毗邻行政区域内的地域，其使用管理按照各有关人民政府签订的行政区域界线协议书有关规定或者该行政区域界线的批准机关的决定执行。

第十二条 行政区域界线毗邻的县级以上地方各级人民政府应当建立行政区域界线联合检查制度，每5年联合检查一次。遇有影响行政区域界线实地走向的自然灾害、河流改道、道路变化等特殊情况下，由行政区域界线毗邻的各有关人民政府共同对行政区域界线的特定地段随时安排联合检查。联合检查的结果，由参加检查的各地方人民政府共同报送该行政区域界线的批准机关备案。

第十三条 勘定行政区域界线以及行政区域界线管理中形成的协议书、工作图、界线标志记录、备案材料、批准文件以及其他与勘界记录有关材料，应当按照有关档案管理的法律、行政法规的规定立卷归档，妥善保管。

第十四条 行政区域界线详图是反映县级以上行政区域界线标准画法国家专题地图。任何涉及行政区域界线的地图，其行政区域界线画法一律以行政区域界线详图为准绘制。

国务院民政部门负责编制省、自治区、直辖市行政区域界线详图；省、自治区、直辖市人民政府民政部门负责编制本行政区域内的行政区域界线详图。

第十五条 因对行政区域界线实地位置认定不一致引发的争议，由该行政区域界线的批准机关依照该行政区域界线协议书的有关规定处理。

第十六条 违反本条例的规定，有关国家机关工作人员在行政区域界线管理中有下列行为之一的，根据不同情节，依法给予记大过、降级或者撤职的行政处分；致使公共财产、国家和人民利益遭受重大损失的，依照刑法关于滥用职权罪、玩忽职守罪的规定，依法追究刑事责任：

(一) 不履行行政区域界线批准文件和行政区域界线协议书规定的义务，或者不执行行政区域界线的批准机关的决定的；

(二) 不依法公布批准的行政区域界线的；

(三) 擅自移动、改变行政区域界线标志，或者命令、指使他人擅自移动、改变行政区域界线标志，或者发现他人擅自移动、改变行政区域界线标志不予制止的；

(四) 毗邻方未在场时，擅自维修行政区域界线标志的。

第十七条 违反本条例的规定，故意损毁或者擅自移动界桩或者其他行政区域界线标志物的，应当支付修复标志物的费用，并由所在地负责管理该行政区域界线标志的人

民政府民政部门处 1000 元以下的罚款；构成违反治安管理行为的，并依法给予治安管理处罚。

第十八条 违反本条例的规定，擅自编制行政区域界线详图，或者绘制的地图的行政区域界线的画法与行政区域界线详图的画法不一致的，由有关人民政府民政部门责令停止违法行为，没收违法编制的行政区域界线详图和违法所得，并处 1 万元以下的罚款。

第十九条 乡、民族乡、镇行政区域界线的管理，参照本条例的有关规定执行。

第二十条 本条例自 2002 年 7 月 1 日起施行。

# 地质资料管理条例

## 第一章 总则

第一条 为加强对地质资料的管理，充分发挥地质资料的作用，保护地质资料汇交人的合法权益，制定本条例。

第二条 地质资料的汇交、保管和利用，适用本条例。

本条例所称地质资料，是指在地质工作中形成的文字、图表、声像、电磁介质等形式的原始地质资料、成果地质资料和岩矿芯、各类标本、光薄片、样品等实物地质资料。

第三条 国务院地质矿产主管部门负责全国地质资料汇交、保管、利用的监督管理。

省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门负责本行政区域内地质资料汇交、保管、利用的监督管理。

第四条 国务院地质矿产主管部门和省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门的地质资料馆（以下简称地质资料馆）以及受国务院地质矿产主管部门委托的地质资料保管单位（以下简称地质资料保管单位）承担地质资料的保管和提供利用工作。

第五条 国家建立地质资料信息系统。

第六条 在地质资料管理工作中做出突出贡献的单位和个人，由国务院地质矿产主管部门或者省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门给予奖励。

## 第二章 地质资料的汇交

第七条 在中华人民共和国领域及管辖的其他海域从事矿产资源勘查开发的探矿权人或者采矿权人，为地质资料汇交人。

在中华人民共和国领域及管辖的其他海域从事前款规定以外地质工作项目的，其出资人为地质资料汇交人；但是，由国家出资的，承担有关地质工作项目的单位为地质资料汇交人。

第八条 国家对地质资料实行统一汇交制度。

地质资料汇交人应当按照本条例附件规定的范围汇交地质资料。

除成果地质资料、国家规定需要汇交的原始地质资料和实物地质资料外，其他的原始地质资料和实物地质资料只需汇交目录。国家规定需要汇交的原始地质资料和实物地质资料细目，由国务院地质矿产主管部门商国务院有关部门制定。

第九条 本条例附件规定的下列地质资料，由地质资料汇交人向国务院地质矿产主管部门汇交：

（一）石油、天然气、煤层气和放射性矿产的地质资料；

(二) 海洋地质资料；

(三) 国务院地质矿产主管部门规定应当向其汇交的其他地质资料。

前款规定以外的地质资料，由地质资料汇交人向地质工作项目所在地的省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门汇交。

第十条 地质资料汇交人应当按照下列规定的期限汇交地质资料：

(一) 探矿权人应当在勘查许可证有效期届满的 30 日前汇交；

(二) 除下列情形外，采矿权人应当在采矿许可证有效期届满的 90 日前汇交：

1. 属于阶段性关闭矿井的，自关闭之日起 180 日内汇交；
2. 采矿权人开发矿产资源时，发现新矿体、新矿种或者矿产资源储量发生重大变化的，自开发勘探工作结束之日起 180 日内汇交；

(三) 因违反探矿权、采矿权管理规定，被吊销勘查许可证或者采矿许可证的，自处罚决定生效之日起 15 日内汇交；

(四) 工程建设项目地质资料，自该项目竣工验收之日起 180 日内汇交；

(五) 其他的地质资料，自地质工作项目结束之日起 180 日内汇交。

第十一条 因不可抗力，地质资料汇交人不能按照本条例第十条规定的期限汇交地质资料的，应当向负责接收地质资料的地质矿产主管部门提出延期汇交申请，经批准后，方可延期汇交。延长期限最长不得超过 180 日。

第十二条 汇交的地质资料，应当符合国务院地质矿产主管部门的有关规定及国家有关技术标准。

任何单位和个人不得伪造地质资料，不得在地质资料汇交中弄虚作假。

第十三条 汇交的地质资料，经验收合格后，由负责接收地质资料的地质矿产主管部门出具地质资料汇交凭证，并按照国务院地质矿产主管部门的规定及时移交地质资料馆或者地质资料保管单位。

### 第三章 地质资料的保管和利用

第十四条 地质资料馆和地质资料保管单位，应当建立地质资料的整理、保管制度，配置保存、防护、安全等必要设施，配备专业技术人员，保障地质资料的完整和安全。

第十五条 探矿权人、采矿权人汇交的地质资料，自勘查许可证、采矿许可证有效期届满之日起 30 日内，由地质资料馆或者地质资料保管单位予以公开；勘查许可证、采矿许可证获准延期的，自延续期届满之日起 30 日内，由地质资料馆或者地质资料保管单位予以公开。

前款规定以外的地质资料，自汇交之日起 90 日内，由地质资料馆或者地质资料保管单位予以公开。需要保护的，由汇交人在汇交地质资料时到负责接收地质资料的地质矿产主管部门办理保护登记手续，自办理保护登记手续之日起计算，保护期不得超过 5 年；需要延期保护的，汇交人应当在保护期届满前的 30 日内，到原登记机关办理延期保护登记手续，延长期限不得超过 5 年。地质资料自保护期届满之日起 30 日内，由地

质资料馆或者地质资料保管单位予以公开。

第十六条 涉及国家秘密或者著作权的地质资料的保护、公开和利用，按照保守国家秘密法、著作权法的有关规定执行。

第十七条 保护期内的地质资料，只公开资料目录。但是，汇交人书面同意提前公开其汇交的地质资料的，自其同意之日起，由地质资料馆或者地质资料保管单位予以公开。

第十八条 保护期内的地质资料可以有偿利用，具体方式由利用人与地质资料汇交人协商确定。但是，利用保护期内国家出资勘查、开发取得的地质资料的，按照国务院地质矿产主管部门的规定执行。

因救灾等公共利益需要，政府及其有关部门可以无偿利用保护期内的地质资料。

第十九条 地质资料的利用人应当按照规定利用地质资料，不得损毁、散失地质资料。

地质资料馆和地质资料保管单位应当按照规定管理地质资料，不得非法披露、提供利用保护期内的地质资料或者封锁公开的地质资料。

## 第四章 法律责任

第二十条 未依照本条例规定的期限汇交地质资料的，由负责接收地质资料的地质矿产主管部门责令限期汇交；逾期不汇交的，处1万元以上5万元以下罚款，并予以通报，自发布通报之日起至逾期未汇交的资料全部汇交之日止，该汇交人不得申请新的探矿权、采矿权，不得承担国家出资的地质工作项目。

第二十一条 伪造地质资料或者在地质资料汇交中弄虚作假的，由负责接收地质资料的地质矿产主管部门没收、销毁地质资料，责令限期改正，处10万元罚款；逾期不改正的，通知原发证机关吊销其勘查许可证、采矿许可证或者取消其承担该地质工作项目的资格，自处罚决定生效之日起2年内，该汇交人不得申请新的探矿权、采矿权，不得承担国家出资的地质工作项目。

第二十二条 地质矿产主管部门、地质资料馆、地质资料保管单位违反本条例规定，有下列情形之一的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予行政处分；造成损失的，依法予以赔偿：

- (一) 非法披露、提供利用保护期内的地质资料的；
- (二) 封锁地质资料，限制他人查阅、利用公开的地质资料的；
- (三) 不按照规定管理地质资料，造成地质资料损毁、散失的。

地质资料利用人损毁、散失地质资料的，依法予以赔偿。

第二十三条 非法披露、提供利用保密的地质资料的，依照保守国家秘密法的规定予以处罚。

## 第五章 附则

第二十四条 本条例施行前，汇交人按照规定应当汇交而没有汇交的地质资料，由

国务院地质矿产主管部门组织清查后，按照本条例汇交、保管和提供利用。

第二十五条 由国家出资在中华人民共和国领域及管辖的其他海域以外从事地质工作所取得的地质资料的汇交，参照本条例执行。

第二十六条 本条例自 2002 年 7 月 1 日起施行。1988 年 5 月 20 日国务院批准、原地质矿产部发布的《全国地质资料汇交管理办法》同时废止。

## 附件

### 地质资料汇交范围

一、区域地质调查资料，包括：各种比例尺的区域地质调查地质资料。

二、矿产地质资料，包括：矿产勘查和矿山开发勘探及关闭矿井地质资料。

三、石油、天然气、煤层气地质资料，包括：石油、天然气、煤层气资源评价、地质勘查以及开发阶段的地质资料。

四、海洋地质资料，包括：海洋（含远洋）地质矿产调查、地形地貌调查、海底地质调查、水文地质、工程地质、环境地质调查、地球物理、地球化学调查及海洋钻井（完井）地质资料。

五、水文地质、工程地质资料，包括：

（一）区域的或者国土整治、国土规划区的水文地质、工程地质调查地质资料和地下水资源评价、地下水动态监测的地质资料。

（二）大中型城市、重要能源和工业基地、县（旗）以上农田（牧区）的重要供水水源地的地质勘察资料。

（三）地质情况复杂的铁路干线，大中型水库、水坝，大型水电站、火电站、核电站、抽水蓄能电站，重点工程的地下储库、洞（硐）室，主要江河的铁路、公路特大桥，地下铁道、6 公里以上的长隧道，大中型港口码头、通航建筑物工程等国家重点建设工程项目的水文地质、工程地质勘察地质资料。

（四）单独编写的矿区水文地质、工程地质资料，地下热水、矿泉水等专门性水文地质资料以及岩溶地质资料。

（五）重要的小型水文地质、工程地质勘察资料。

六、环境地质、灾害地质资料，包括：

（一）地下水污染区域、地下水人工补给、地下水环境背景值、地方病区等水文地质调查资料。

（二）地面沉降、地面塌陷、地面开裂及滑坡崩塌、泥石流等地质灾害调查资料。

（三）建设工程引起的地质环境变化的专题调查资料，重大工程和经济区的环境地质调查评价资料等。

（四）地质环境监测资料。

(五) 地质灾害防治工程勘查资料。

七、地震地质资料，包括：自然地震地质调查、宏观地震考察、地震烈度考察地质资料。

八、物探、化探和遥感地质资料，包括：区域物探、区域化探地质资料；物探、化探普查、详查地质资料；遥感地质资料及与重要经济建设区、重点工程项目和与大中城市的水文、工程、环境地质工作有关的物探、化探地质资料。

九、地质、矿产科学研究成果及综合分析资料，包括：

(一) 经国家和省一级成果登记的各类地质、矿产科研成果资料及各种区域性图件。

(二) 矿产产地资料汇编、矿产储量表、成矿远景区划、矿产资源总量预测、矿产资源分析以及地质志、矿产志等综合资料。

十、专项研究地质资料，包括：旅游地质、农业地质、天体地质、深部地质、火山地质、第四纪地质、新构造运动、冰川地质、黄土地质、冻土地质以及土壤、沼泽调查、极地地质等地质资料。