

《测量学》

课后习题答案

2016 年 07 月

第一章 绪论

1、测量学的基本任务是什么？对你所学专业起什么作用？

答：测量学是研究地球的形状和大小，以及确定地面（包括空中、地下和海底）点位的科学。它的任务包括测定和测设两个部分。

测量学在土木工程专业的工作中有着广泛的应用。例如，在勘测设计的各个阶段，需要测区的地形信息和地形图或电子地图，供工程规划、选择厂址和设计使用。在施工阶段，要进行施工测量，将设计的建筑物、构筑物的平面位置和高程测设于实地，以便进行施工；伴随着施工的进展，不断地测设高程和轴线，以指导施工；并且根据需要还要进行设备的安装测量。在施工的同时，要根据建（构）筑物的要求，开始变形观测，直至建（构）筑物基本上停止变形为止，以监测施工的建（构）筑物变形的全过程，为保护建（构）筑物提供资料。施工结束后，及时地进行竣工测量，绘制竣工图，供日后扩建、改建、修建以及进一步发展提供依据。在建（构）筑物使用和工程的运营阶段，对某些大型及重要的建筑物和构筑物，还要继续进行变形观测和安全监测，为安全运营和生产提供资料。由此可见，测量工作在土木工程专业应用十分广泛，它贯穿着工程建设的全过程，特别是大型和重要的工程，测量工作更是非常重要的。

2、测定与测设有何区别？

答：测定是指使用测量仪器和工具，通过观测和计算，得到一系列测量数据，把地球表面的地形缩绘成地形图，供经济建设、规划设计、科学研究和国防建设使用。

测设是把图纸上规划设计好的建筑物、构筑物的位置在地面上标定出来，作为施工的依据。

3、何谓水准面？何谓大地水准面？它在测量工作中的作用是什么？

答：静止的水面称为水准面，水准面是受地球重力影响而形成的，是一个处处与重力方向垂直的连续曲面，并且是一个重力场的等位面。

与平均海水面吻合并向大陆、岛屿内延伸而形成的闭合曲面，称为大地水准面。

大地水准面是测量工作的基准面。

4、何谓绝对高程和相对高程？何谓高差？

答：某点沿铅垂线方向到大地水准面的距离，称为该点的绝对高程或海拔。

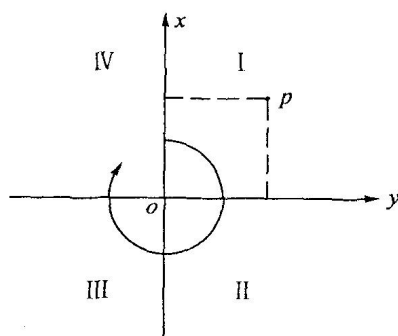
假定一个水准面作为高程基准面，地面点至假定水准面的铅垂距离，称为相对高程或假定高程。

5、表示地面点位有哪几种坐标系？

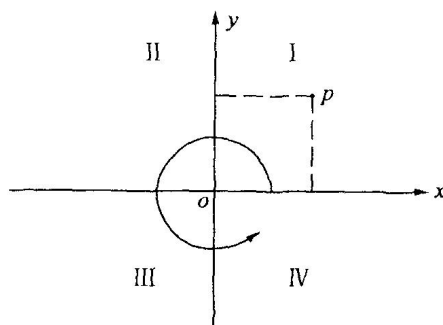
答：表示地面点位有大地坐标系、空间直角坐标系、独立平面直角坐标系、高斯平面直角坐标系。

6、测量学中的平面直角坐标系与数学中的平面直角坐标系有何不同？

答：测量平面直角坐标系与数学平面直角坐标系的区别见图。



a) 测量平面直角坐标系



b) 数学平面直角坐标系

7、某点的经度为 $118^{\circ} 45'$ ，试计算它所在 6° 带及 3° 带的带号，以及中央子午线的经度是多少？

答： $N = \text{INT}(118^{\circ} 45' / 6 + 1) = 20$ $L = 20 * 6 - 3 = 117^{\circ}$

$n = \text{INT}(118^{\circ} 45' / 3 + 1) = 40$ $l = 40 * 3 = 120^{\circ}$

8、用水平面代替水准面，对距离、水平角和高程有何影响？

答：(1) 用水平面代替水准面对距离的影响为 $\Delta S = \frac{S^3}{3R^2}$ 或 $\frac{\Delta S}{S} = \frac{S^2}{3R^2}$ ；在半径为 10km 的范围

内进行距离测量时，用水平面代替水准面所产生的距离误差可以忽略不计。

(2) 用水平面代替水准面对水平角的影响为 $\varepsilon = \rho'' \frac{P}{R}$ ；当测区范围在 100km^2 时，地球曲率对水平角的影响仅为 $0.51''$ ，在普通测量工作时可以忽略不计。

(3) 用水平面代替水准面对高差的影响为 $\Delta h = \frac{S^2}{2R}$ ；在高程测量中，当距离为 200m 时，对高

差的影响达到 3.1mm，因此即使在很短的距离内也必须考虑地球曲率的影响。

9、测量工作的原则是什么？

答：在测量工作中，为了防止测量误差的逐渐传递而累计增大到不能容许的程度，要求测量工作遵循在布局上“由整体到局部”、在精度上“由高级到低级”、在次序上“先控制后碎部”的原则。

10、确定地面点位的三项基本测量工作是什么？

答：确定地面点位的三项基本测量工作是测角、量距、测高差。

第二章 水准测量

1、设 A 为后视点, B 为前视点; A 点高程是 20.016m。当后视读数为 1.124m, 前视读数为 1.428m, 问 A、B 两点高差是多少? B 点比 A 点高还是低? B 点的高程是多少? 并绘图说明。

答: $h_{AB} = 1.124 - 1.428 = -0.304m$

$H_B = 20.016 - 0.304 = 19.712m$ B 点比 A 点低

2、解释下列名词: 视准轴、转点、水准管轴、水准管分划值、视线高程。

答: 十字丝交点与物镜光心的连线, 称为视准轴或视线。

在水准点与水准点之间多次架设仪器时起传递高差作用的点称为转点。

水准管上一般刻有间隔为 2mm 的分划线, 分划线的中点 O 称为水准管零点; 通过零点作水准管圆弧的切线, 称为水准管轴。

水准管圆弧 2mm 所对的圆心角 τ , 称为水准管分划值。

点位的已知高程加水准仪水平视线在水准尺上的读数即为视线高程, 或水准仪实现水平时至大地水准面的铅垂距离。

3、何谓视差? 产生视差的原因是什么? 怎样消除视差?

答: 当眼睛在目镜端上下微微移动时, 若发现十字丝与目标像有相对运动, 这种现象称为视差。产生视差的原因是目标成像的平面和十字丝平面不重合。消除的方法是重新仔细地进行物镜对光, 直到眼睛上下移动, 读数不变为止。

4、水准仪上的圆水准器和管水准器作用有何不同?

答: 借助圆水准器的气泡居中, 使仪器竖轴大致铅直, 从而视准轴粗略水平, 达到仪器粗平的目的。

借助管水准器的气泡居中, 使仪器的视准轴达到精确水平。

5、水准测量时, 注意前、后视距离相等; 它可消除哪几项误差?

答: 水准测量时, 注意前、后视距离相等, 可以消除视准轴和水准管轴不平行引起的仪器误差对观测的影响, 还可以消除地球曲率和大气折光等外界环境对观测的影响。

6、试述水准测量的计算校核。它主要校核哪两项计算?

答: 1、检核高差的计算 $\sum a - \sum b = \sum h$

2、检核高程点计算 $H_B - H_A = \sum h$

7、调整表 2-3 中附合路线等外水准测量观测成果，并求出各点的高程。

$$h_{AB} = 61.819 - 57.967 = 3.852m$$

$$\Sigma h_{AB} = 4.363 + 2.413 - 3.121 + 1.263 + 2.716 - 3.715 = 3.919m$$

$$f_h = 3.919 - 3.852 = 0.067m$$

$$f_h = \pm 12\sqrt{7+3+4+5+6+8} = \pm 68mm$$

$$H_1 = H_A + h_1 + v_1 = 57.967 + 4.363 + \frac{-0.067}{33} \times 7 = 62.316m$$

$$H_2 = H_1 + h_2 + v_2 = 62.316 + 2.413 + \frac{-0.067}{33} \times 3 = 64.723m$$

$$H_3 = H_2 + h_3 + v_3 = 64.723 - 3.121 + \frac{-0.067}{33} \times 4 = 61.594m$$

$$H_4 = H_3 + h_4 + v_4 = 61.594 + 1.263 + \frac{-0.067}{33} \times 5 = 62.847m$$

$$H_5 = H_4 + h_5 + v_5 = 62.847 + 2.716 + \frac{-0.067}{33} \times 6 = 65.551m$$

$$H_6 = H_5 + h_6 + v_6 = 65.551 - 3.715 + \frac{-0.067}{33} \times 8 = 61.820m$$

8、调整图 2-40 所示的闭合水准路线的观测成果，并求出各点的高程。

$$f_h = \Sigma h = 1.224 - 1.424 + 1.781 - 1.714 + 0.108 = -0.025mm$$

$$f_h = \pm 12\sqrt{10+8+8+11+12} = \pm 84mm$$

$$f_h \setminus f_h,$$

$$H_1 = H_{10} + h_1 + v_1 = 44.330 + 1.224 + \frac{0.025}{49} \times 10 = 45.559m$$

$$H_2 = H_1 + h_2 + v_2 = 45.559 - 1.424 + \frac{0.025}{49} \times 8 = 44.139m$$

$$H_3 = H_2 + h_3 + v_3 = 44.139 + 1.781 + \frac{0.025}{49} \times 8 = 45.924m$$

$$H_4 = H_3 + h_4 + v_4 = 45.924 - 1.714 + \frac{0.025}{49} \times 11 = 44.216m$$

$$H_{10} = H_4 + h_5 + v_5 = 44.216 + 0.108 + \frac{0.025}{49} \times 12 = 44.330m$$

9、水准仪有哪几条轴线？它们之间应满足什么条件？什么是主条件？为什么？

答：水准仪的轴线有：视准轴、管水准轴、圆水准轴、仪器竖轴。

它们之间应满足的条件是：(1)圆水准轴//仪器竖轴(2)视准轴//管水准轴(3)十字丝中丝（横丝）⊥仪器的竖轴。

其中(2)为主条件。因为按照水准测量原理要求，水准测量时视准轴必须处于水平位置，而调整微倾螺旋可以使管水准气泡居中，即水准管轴水平，所以水准仪必须满足(3)条件。

10、设 A、B 两点相距 80m，水准仪安置于中点 C，测得 A 点尺上读数 $a_1=1.321\text{m}$ ，B 点尺上的读数 $b_1=1.117\text{m}$ ；仪器搬至 B 点附近，又测得 B 点尺上的读数 $b_2=1.466\text{m}$ ，A 点尺上读数 $a_2=1.695\text{m}$ 。试问该仪器水准管轴是否平行于视准轴？如不平行，应如何校正？

$$h_{ab} = 1.321 - 1.117 = 0.204\text{m}$$

$$h'_{ab} = 1.695 - 1.466 = 0.229\text{m}$$

$$h'_{ab} \neq h_{ab}$$

$$a'_2 = 1.466 + 0.204 = 1.670\text{m}$$

水准管轴和视准轴不平行。校正方法：调节微倾螺旋使读数为 1.670m, 调节管水准器一端的调节螺旋使水准管气泡居中。

第三章 角度测量

1、什么是水平角？在同一竖直面内，不同高度的点在水平度盘上的读数是否一样？

答：地面上从一点出发的两直线之间的夹角，在水平面上的投影称为水平角。在同一竖直面内，不同高度的点在水平度盘上的读数一样。

2、什么是竖直角？如何区分仰角和俯角？

答：在同一竖直面内，目标视线方向与水平线的夹角称为竖直角。

当视线方向位于水平线之上，竖直角为正值，称为仰角；当视线方向位于水平线之下，竖直角为负值，称为俯角。

3、J₂级光学经纬仪与 J₆级光学经纬仪有何区别？

答：J₂级光学经纬仪与 J₆级光学经纬仪的区别主要是读数设备及读数方法。

J₂级光学经纬仪一般均采用对径分划线影像符合的读数装置。采用符合读数装置，可以消除照准部偏心的影响，提高读数精度。

4、角度测量时，对中、整平的目的是什么？简述用光学对中器对中整平的过程。

答：对中的目的是使仪器的中心（竖轴）与测站点位于同一铅垂线上。

整平的目的是使仪器的竖轴竖直，水平度盘处于水平位置。

光学对中器对中整平的过程：

（1）将仪器置于测站点上，三个脚螺旋调至中间位置，架头大致水平，光学对中器大致位于测站点的铅垂线上，将三脚架踩实。（粗略对中）

（2）旋转光学对中器的目镜，看清分划板上圆圈，拉或推动目镜使测站点影像清晰。（调焦）

（3）旋转脚螺旋使光学对中器精确对准测站点。（精确对中）

（4）利用三脚架的伸缩调整架腿的长度，使圆水准器气泡居中。（粗略整平）

（5）调节脚螺旋使照准部水准管气泡居中。（精确整平）

（6）用光学对中器观察测站点是否偏离分划板圆圈中心。如果偏离中心较多则需重复步骤（3）精确对中（4）粗略整平（5）精确整平，如果偏离中心较少，稍微松开三脚架连接螺旋，在架头上移动仪器，测站点位于圆圈中心后旋紧连接螺旋。

（7）观察照准部水准管气泡是否仍然居中，若偏离则需重新做精确整平。直至在仪器整平后，光学对中器对准测站点为止。

5、整理表 3-5 测回法观测水平角的记录手簿。

水平角观测记录(测回法)

测站	盘位	目标	读数	半测回角值	平均角值	备注
0	左	A	0 02 00	120 16 24	120 16 12	24'' <40''
		B	120 18 24			
	右	A	180 02 06	120 16 00		
		B	300 18 06			

6、将某经纬仪置于盘左，当视线水平时，竖盘读数为 90° ；当望远镜逐渐上仰，竖盘读数在减少。试写出该仪器的竖直角计算公式。

$$\alpha = 90^\circ - L$$

7、竖直角观测时，为什么在读取竖盘读数前一定要使竖盘指标水准管的气泡居中？

答：当竖盘指标水准管的气泡居中时，竖盘指标处于正确位置，所指读数为正确读数。

8、什么是竖盘指标差？指标差的正、负是如何定义的？

答：当视线水平，竖盘指标水准管气泡居中时，竖盘指标不是恰好指在 90 或 270 整数上，而是与 90 或 270 相差一个 x 角，称为竖盘指标差。当竖盘指标的偏移方向与竖盘注记增加方向一致时， x 值为正，当竖盘指标的偏移方向与竖盘注记增加方向不一致时， x 值为负。

9、顺时针与逆时针注记的竖盘，计算竖盘指标差的公式有无区别？

答：顺时针与逆时针注记的竖盘，计算竖盘指标差的公式是相同的。

10、经纬仪有哪些主要轴线？它们之间应满足什么条件？为什么必须满足这些条件？

答：经纬仪的主要轴线有望远镜的视准轴、仪器的旋转轴竖轴、望远镜的旋转轴横轴、水准管轴。

它们之间应满足的条件有：水准管轴 \perp 竖轴、视准轴 \perp 横轴、横轴 \perp 竖轴、十字丝竖丝 \perp 横轴、竖盘指标差应在规定的限差范围内、光学对中器的光学垂线与竖轴重合。

只有水准管轴 \perp 竖轴，当水准管气泡居中时，仪器竖轴处于铅垂位置；

只有横轴 \perp 竖轴，当竖轴处于铅垂位置时，横轴处于水平位置；

只有视准轴 \perp 横轴和十字丝竖丝 \perp 横轴，当横轴处于水平位置时，视准轴围绕横轴旋转时才能得到一个竖直面，这样才能保证所读的水平角读数是目标视线垂直投影在水平度盘上的正确读数。

只有竖盘指标差在规定的限差范围内，竖盘指标线才准确指向目标视线在竖直面度盘上的读数；只有光学对中器的光学垂线与竖轴重合，当仪器对中时，仪器所测得水平角读数是测站点和目标点连线投影在水平度盘上的读数。

11、在角度测量时，采用盘左、盘右观测，可以消除哪些误差对测角的影响？

答：在角度测量时，采用盘左、盘右观测，可以消除以下误差对测角的影响：视准轴误差、横轴误差、照准部偏心差、竖盘指标差。但不能消除竖轴误差和度盘分划误差对测角的影响。

12、竖轴误差是怎样产生的？如何减弱其对测角的影响？

答：照准部水准管轴不垂直于竖轴，或者仪器在使用时没有严格整平，都会产生竖轴误差。只有对仪器进行严格的检验和校正，并在测量中仔细整平，才能减弱其对测角的影响。

13、在什么情况下，对中误差和目标偏心差对测角的影响大？

答：边长较短时，对中误差对测角的影响较大；目标倾斜越大，瞄准部位越高和（或）边长越短时，目标偏心差对测角的影响越大。

14、电子经纬仪与光学经纬仪有何不同？

答：电子经纬仪与光学经纬仪的主要不同点在于读数系统，电子经纬仪采用光电扫描和电子元件进行自动读数和液晶显示。

第四章 距离测量和直线定向

1、在距离丈量之前，为什么要进行直线定线？如何进行定线？

答：当两个地面点之间的距离较长或地势起伏较大时，为使量距工作方便起见，可分成几段进行丈量，把多根标杆标定在已知直线上进行直线定线。

如图所示，A、B 为待测距离的两个端点，先在 A、B 点上持立标杆，甲立在 A 点后 1~2m 处，由 A 瞄向 B，使视线与标杆边缘相切，甲指挥乙持标杆左右移动，直到 A、2、B 三标杆在一条直线上，然后将标杆竖直地插下。直线定线一般由远到近。

2、钢尺量距的基本要求是什么？

答：钢尺量距的基本要求是“直、平、准”。

3、用钢尺丈量 AB、CD 两段距离，AB 往测为 232.355m，返测为 232.340m；CD 段往测为 145.682m，返测为 145.690m。两段距离丈量精度是否相同？为什么？两段丈量结果各为多少？

$$\Delta D_{AB} = 232.355 - 232.340 = 0.015m$$

$$\overline{D}_{AB} = (232.355 + 232.340) / 2 = 232.348m$$

$$\frac{1}{K} = \frac{|\Delta D|}{\overline{D}_{AB}} = \frac{0.015}{232.348} = \frac{1}{15400}$$

$$\Delta D_{CD} = 145.682 - 145.690 = -0.008m$$

$$\overline{D}_{CD} = (145.682 + 145.690) / 2 = 145.686m$$

$$\frac{1}{K} = \frac{|\Delta D|}{\overline{D}_{CD}} = \frac{0.008}{145.686} = \frac{1}{18200}$$

根据两段距离丈量的相对误差确定两段距离丈量精度不同。

4、什么叫直线定向？为什么要进行直线定向？

答：确定一条直线与一基本方向之间的水平角，称为直线定向。为了确定两点间平面位置的相对关系，测定两点之间水平距离外，需要确定两点所连直线的方向。

5、测量上作为定向依据的基本方向线有哪些？什么叫方位角？

答：测量上作为定向依据的基本方向线有真北方向、磁北方向、坐标北方向。由直线一端的基本方向起，顺时针量至直线的水平角称为该直线的方位角。

6、真方位角、磁方位角、坐标方位角三者的关系是什么？

$$A = A_m + \delta$$

$$A = \alpha + \gamma$$

$$\alpha = A_m + \delta - \gamma$$

其中 δ 为真北方向和磁北方向所夹的磁偏角， γ 为真北方向和坐标北方向所夹的子午线收敛角。

7、已知 A 点的磁偏角为西偏 $21'$ ，过 A 点的真子午线与中央子午线的收敛角为 $+3'$ ，直线 AB 的坐标方位角 $\alpha = 64^\circ 20'$ ，求 AB 直线的真方位角与磁方位角。

$$A = \alpha + \gamma = 64^\circ 20' + 3' = 64^\circ 23'$$

$$A_m = A - \delta = 64^\circ 23' - (-21') = 64^\circ 44'$$

8、怎样使用罗盘仪测定直线的磁方位角？

答：（1）安置罗盘仪于直线的一个端点，进行对中和整平。

（2）用望远镜瞄准直线另一端点的标杆。

（3）松开磁针制动螺旋，将磁针放下，待磁针静止后，磁针在刻度盘上所指的读数即为该直线的磁方位角。读数时，刻度盘的 0 刻划线在望远镜的物镜一端，应按磁针北端读数；若在目镜一端，则应按磁针南端读数。（套铜圈为磁针南端）

9、试述红外测距仪采用的相位法测距原理。

答：相位式光电测距是通过测量调制光在测线上往返传播所产生的相位移，测定调制波长的相对值来求出距离 D。由光源灯发出的光通过调制器后，成为光强随高频信号变化的调制光射向测线另一端的反射镜。经反射镜反射后被接收器接收，然后由相位计将发射信号与接收信号进行相位比较，获得调制光在被测距离上往返传播所引起的相位移，并由显示器显示出来，从而计算两点之间距离。

10、红外测距仪为什么要配置两把“光尺”？

答：为了扩大单值解的测程，就必须选用较长的测尺，即选用较低的调制频率。由于仪器测相误差对测距误差的影响将随测尺长度的增加而增大，因此，为了解决扩大测程与提高精度的矛盾，可以采用一组测尺共同测距，以短测尺（又称精测尺）保证精度，用长测尺（又称粗测尺）保证测程，从而解决了“多值性”的问题。

11、红外测距仪在测得斜距后，一般还需要进行哪几项改正？

答：改正计算大致可分为三类：其一是仪器系统误差改正，其二是大气折射率变化所引起的改正，其三是归算改正。

仪器系统误差改正包括加常数改正、乘常数改正和周期误差改正。

电磁波在大气中传输时受气象条件的影响很大，因而要进行大气改正。

属于归算方面的改正主要有倾斜改正，归算到参考椭球面上的改正（简称为归算改正）、投影到高斯平面上的改正（简称为投影改正）。如果有偏心观测的成果，还要进行归心改正。对于较长距离（例如 10km 以上），有时还要加入波道弯曲改正。

短程光电测距仪测定的距离进行改正计算有：

- ①加常数改正；
- ②乘常数改正；
- ③气象改正；
- ④倾斜改正；
- ⑤归算至大地水准面的改正。

12、仪器常数指的是什么？它们的具体含义是什么？

答：仪器常数指仪器加常数和仪器的乘常数。

①加常数改正：由于测距仪的距离起算中心与仪器的安置中心不一致，以及反射镜等效反射面与反射镜安置中心不一致，使仪器测得距离与所要测定的实际距离不相等，其差数与所测距离长短无关，称为测距仪的加常数。

加常数为一固定值，可预置在仪器中，使之测距时自动加以改正。但是仪器在使用一段时间后，此加常数可能会有变化，应进行检验，测出加常数的变化值（称为剩余加常数），必要时可对观测成果加以改正。

②乘常数改正：就是当频率偏离其标准值而引起的一个计算改正数的乘系数，也称为比例因子。乘常数可通过一定检测方法求得，必要时可对观测成果进行改正。

13、红外测距仪主要检验哪些项目？这些项目的检验工作一般应如何进行？

答：红外测距仪检验的项目主要有：

- （1）功能检视：查看仪器各组成部分的功能是否正常；
- （2）三轴关系正确性的检校：对于同轴系统，则检验其一致性；对异轴系统，则检验其平行性；
- （3）发光管相位均匀性（照准误差）的测定；
- （4）幅相误差的测定；
- （5）周期误差的测定；
- （6）加常数的测定；
- （7）乘常数（包括晶振频率）的测定；
- （8）内部、外部符合精度的检验；
- （9）适应性能的检测：主要检测温度变化，工作电压变化对测距成果的影响；
- （10）测程的检测。

这些项目如何进行请参考《测量学》教材相关内容。

14、试述红外测距仪的误差来源、分类以及应采取的措施。

答：由相位式测距的基本公式知

$$D = N \frac{c}{2nf} + \frac{\varphi}{2\pi} \cdot \frac{c}{2nf} + K$$

转换成中误差表达式为

$$m_D^2 = \left\{ \left(\frac{m_c}{c} \right)^2 + \left(\frac{m_n}{n} \right)^2 + \left(\frac{m_f}{f} \right)^2 \right\} D^2 + \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 m_\varphi^2 + m_K^2$$

可知，红外测距仪的误差来源有①真空中光速测定中误差，②折射率测定中误差，③测距频率中误差，④相位测定中误差，⑤仪器中加常数测定中误差。此外，由于仪器内部信号的串扰会产生周期误差，故⑥测定周期误差的中误差，⑦测距时不可避免的存在对中误差。

以上测距误差可分为两分类：一类是与距离 D 成比例的误差，即光速值误差、大气折射率误差和测距频率误差；另一类是与距离无关的误差，即测相误差、加常数误差、对中误差。

第五章 全站仪测量

1、试述全站仪的结构原理。

答：全站仪由光电测距仪、电子经纬仪和数据处理系统组成。包含有测量的四大光电系统，即测距、测水平角、竖直角和水平补偿。

2、全站仪测量主要误差包括哪些？应如何消除？

答：全站仪测量主要误差包括测距误差和测角误差。

如何消除：测距误差同测距仪；测角误差同经纬仪。

3、全站仪为什么要进行气压、温度等参数设置？

答：气压、温度改正统称为气象改正。

由于实际测量时的气象条件一般同仪器设计的参数气象条件不一致，以此，必须对所测距离进行气象改正。在测量中，可以直接将温度、气压输入到仪器中，让仪器进行自动改正。也可将仪器的气象改正项置零，并测定测距时的温度 T、气压 P，按下式进行改正。即

$$\Delta D = D \left(278.96 - \frac{0.2904P}{1 + 0.003661T} \right) \times 10^{-6}$$

式中，D 为仪器所显示的距离；P 为测距时的气压（100Pa）；T 为测距时的温度（℃）。SET2110 全站仪的参考条件为 T=15℃, P=101325Pa。

第六章 测量误差的基本理论

1、在角度测量中采用正倒镜观测、水准测量中前后视距相等,这些规定都是为了消除什么误差?

答:在角度测量中采用正倒镜观测、水准测量中前后视距相等,这些规定都是为了消除仪器误差以及外界环境的影响。

2、在水准测量中,有下列各种情况使水准尺读数带有误差,试判别误差的性质:①视准轴与水准管轴不平行;②仪器下沉;③读数不正确;④水准尺下沉。

答:①视准轴与水准管轴不平行;仪器误差。

②仪器下沉;外界条件的影响。

③读数不正确;人为误差。

④水准尺下沉。外界条件的影响。

3、偶然误差和系统误差有什么不同?偶然误差具有哪些特性?

答:系统误差是指:在相同的观测条件下,对某量进行的一系列观测中,数值大小和正负符号固定不变或按一定规律变化的误差。

偶然误差是指:在相同的观测条件下,对某量进行的一系列观测中,单个误差的出现没有一定的规律性,其数值的大小和符号都不固定,表现出偶然性的误差。

偶然误差具有以下统计特性:(1)有界性(2)单峰性(3)对称性(4)补偿性

4、什么是中误差?为什么中误差能作为衡量精度的指标?

答:中误差是指同一组中的每一个观测值都具有这个值的精度

5、函数 $z=z_1+z_2$, 其中 $z_1=x+2y$, $z_2=2x-y$, x 和 y 相互独立, 其 $m_x=m_y=m$, 求 m_z 。

$$z = z_1 + z_2 = x + 2y + 2x - y = 3x + y$$

$$m_z = \pm \sqrt{9m_x^2 + m_y^2} = \sqrt{10}m$$

6、进行三角高程测量,按 $h=D\tan \alpha$ 计算高差,已知 $\alpha=20^\circ$, $m_\alpha=\pm 1'$, $D=250m$, $m_D=\pm 0.13m$, 求高差中误差 m_h 。

$$\begin{aligned} m_h &= \pm \sqrt{(\tan \alpha)^2 m_D^2 + (D \sec^2 \alpha)^2 m_\alpha^2} \\ &= \pm \sqrt{(\tan 20^\circ)^2 \times 0.13^2 + (250 \times \sec^2 20^\circ)^2 \times \left(\frac{60}{206265}\right)^2} \\ &= \pm 0.094m \end{aligned}$$

7、用经纬仪观测某角共 8 个测回，结果如下： $56^{\circ} 32' 13''$ ， $56^{\circ} 32' 21''$ ， $56^{\circ} 32' 17''$ ， $56^{\circ} 32' 14''$ ， $56^{\circ} 32' 19''$ ， $56^{\circ} 32' 23''$ ， $56^{\circ} 32' 21''$ ， $56^{\circ} 32' 18''$ ，试求该角最或是值及其中误差。

$$x = \frac{[l]}{n} = 56^{\circ} 32' 18.25''$$

$$v = x - l$$

$$v_1 = 5.25'', v_2 = -2.75'', v_3 = 1.25'', v_4 = 4.25''$$

$$v_5 = 1.25'', v_6 = -4.75'', v_7 = -2.75'', v_8 = 0.25''$$

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \pm 3.515'', m_x = \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm 1.24''$$

8、用水准仪测量 A、B 两点高差 9 次，得下列结果（以 m 为单位）：1.253, 1.250, 1.248, 1.252, 1.249, 1.247, 1.250, 1.249, 1.251，试求 A、B 两点高差的最或是值及其中误差。

$$x = \frac{1.253 + 1.250 + 1.248 + 1.252 + 1.249 + 1.247 + 1.250 + 1.249 + 1.251}{9} = 1.250m$$

$$v_1 = -0.003m, v_2 = 0m, v_3 = 0.002m, v_4 = -0.002m, v_5 = 0.001m,$$

$$v_6 = 0.003m, v_7 = 0m, v_8 = 0.001m, v_9 = -0.001m$$

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \pm 1.90mm$$

$$m_x = \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm 0.6346mm$$

9、用经纬仪测水平角，一测回的中误差 $m = +15''$ ，欲使测角精度达到 $m = \pm 5''$ ，需观测几个测回？

$$m_x = \frac{m}{\sqrt{n}}, 5 = \frac{15}{\sqrt{n}}, n = 9$$

10. 试述①权的含义；②为什么不等精度观测需用权来衡量。

答：（1）在计算不同精度观测值的最或是值时，精度高的观测值在其中占的比重大一些，精度低的观测值在其中占的比重小一些，这个比重就反映了观测的精度。在测量工作中，称这个数值为观测值的权。

（2）在不同精度观测中引入权的概念，可以建立各观测值之间的精度比值，以便合理地处理观测数据。

第七章 控制测量

1、测绘地形图和施工放样时，为什么要先建立控制网？控制网分为哪几种？

答：测量工作必须遵循“从整体到局部，由高级到低级，先控制后碎部”的原则。

所以要先建立控制网。控制网分为平面控制网和高程控制网。

2、导线的布设形式有哪些？选择导线点应注意哪些事项？导线的外业工作包括哪些内容？

答：导线点布设形式有：闭合导线、附和导线、支导线、导线网。

选择导线点应该注意：

- (1) 相邻点间必须通视良好，地势较平坦，便于测角和量距；
- (2) 点位应选在土质坚实处，便于保存标志和安置仪器；
- (3) 视野开阔，便于测图或放样；
- (4) 导线各边的长度应大致相等；
- (5) 导线点应有足够的密度，分布较均匀，便于控制整个测区

导线点外业工作包括：

- (1) 踏勘选点
- (2) 测角
- (3) 量边
- (4) 联测

3、已知 A 点坐标 $x_A=437.620$ ， $y_A=721.324$ ；B 点坐标 $x_B=239.460$ ， $y_B=196.450$ 。求 AB 之方位角及边长。

$$\Delta Y_{AB} = 196.450 - 721.324 = -524.874m, \Delta X_{AB} = 239.460 - 437.620 = -198.16$$

$$\Delta Y_{AB} < 0, \Delta X_{AB} < 0$$

$$\alpha_{AB} = 180 + \arctan \frac{-524.874}{-198.16} = 180 + 69^\circ 18' 59.6'' = 249^\circ 18' 59.6''$$

$$D_{AB} = 561.035m$$

4、闭合导线 1-2-3-4-5-1 的已知数据及观测数据列入表 7-30，计算各导线点的坐标。

$$f_{\beta} = 87^{\circ}51'12'' + 150^{\circ}20'12'' + 125^{\circ}06'42'' + 87^{\circ}29'12'' + 89^{\circ}13'42'' - (5-2) \times 180^{\circ} = 1''$$

$$\beta'_1 = 87^{\circ}51'12'' - 12'' = 87^{\circ}51'00''$$

$$\beta'_2 = 150^{\circ}20'12'' - 12'' = 150^{\circ}20'00''$$

$$\beta'_3 = 125^{\circ}06'42'' - 12'' = 125^{\circ}06'30''$$

$$\beta'_4 = 87^{\circ}29'12'' - 12'' = 87^{\circ}29'00''$$

$$\beta'_5 = 89^{\circ}13'42'' - 12'' = 89^{\circ}13'30''$$

$$\alpha_{12} = 126^{\circ}45'00''$$

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} + 180^{\circ} - \beta'_2 = 126^{\circ}45'00'' + 180^{\circ} - 150^{\circ}20'00'' = 156^{\circ}25'00''$$

$$\alpha_{34} = \alpha_{23} + 180^{\circ} - \beta'_3 = 156^{\circ}25'00'' + 180^{\circ} - 125^{\circ}06'30'' = 211^{\circ}18'30''$$

$$\alpha_{45} = \alpha_{34} + 180^{\circ} - \beta'_4 = 211^{\circ}18'30'' + 180^{\circ} - 87^{\circ}29'00'' = 303^{\circ}49'30''$$

$$\alpha_{51} = \alpha_{45} + 180^{\circ} - \beta'_5 = 303^{\circ}49'30'' + 180^{\circ} - 89^{\circ}13'30'' = 34^{\circ}36'00''$$

$$\alpha_{12} = \alpha_{51} + 180^{\circ} - \beta'_1 = 34^{\circ}36'00'' + 180^{\circ} - 87^{\circ}51'00'' = 126^{\circ}45'00''$$

$$\Delta X_{12} = D_{12} \cos \alpha_{12} = -64.386, \Delta Y_{12} = D_{12} \sin \alpha_{12} = 86.223$$

$$\Delta X_{23} = D_{23} \cos \alpha_{23} = -66.390, \Delta Y_{23} = D_{23} \sin \alpha_{23} = 28.982$$

$$\Delta X_{34} = D_{34} \cos \alpha_{34} = -153.721, \Delta Y_{34} = D_{34} \sin \alpha_{34} = -93.494$$

$$\Delta X_{45} = D_{45} \cos \alpha_{45} = 99.853, \Delta Y_{45} = D_{45} \sin \alpha_{45} = -149.018$$

$$\Delta X_{51} = D_{51} \cos \alpha_{51} = 184.794, \Delta Y_{51} = D_{51} \sin \alpha_{51} = 127.481$$

$$f_x = -64.386 - 66.390 - 153.721 + 99.853 + 184.794 = 0.15$$

$$f_y = 86.223 + 28.982 - 93.494 - 149.018 + 127.481 = 0.174$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0.15^2 + 0.174^2} = 0.230$$

$$\frac{1}{K} = \frac{f}{\Sigma D} = \frac{0.230}{763.85} = \frac{1}{3300} < \frac{1}{2000}$$

$$\Delta X'_{12} = \Delta X_{12} + \frac{-f_x}{\Sigma D} \times D_{12} = -64.386 - \frac{0.15}{763.85} \times 107.61 = -64.407$$

$$\Delta Y'_{12} = \Delta Y_{12} + \frac{-f_y}{\Sigma D} \times D_{12} = 86.223 - \frac{0.174}{763.85} \times 107.61 = 86.198$$

$$\Delta X'_{23} = -66.404, \Delta Y'_{23} = 28.965, \Delta X'_{34} = -153.756, \Delta Y'_{34} = -93.535,$$

$$\Delta X'_{45} = 99.818, \Delta Y'_{45} = -149.059, \Delta X'_{51} = 184.750, \Delta Y'_{51} = 127.430,$$

$$X_2 = X_1 + \Delta X'_{12} = 500 - 64.407 = 435.593$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y'_{12} = 500 + 86.198 = 586.198$$

$$X_3 = 369.189, Y_3 = 615.163, X_4 = 215.433, Y_4 = 521.628,$$

$$X_5 = 315.251, Y_5 = 372.569, X_1 = 500.001, Y_1 = 499.999$$

5、附和导线的已知数据及观测数据列入表 7-31，计算附和导线各点的坐标。

$$f_{\beta} = \alpha_{AB} - \alpha_{CD} + 4 \times 180^{\circ} - \Sigma \beta = 54''$$

$$\beta'_B = 120^{\circ}30'14'', \beta'_1 = 212^{\circ}15'44'', \beta'_2 = 145^{\circ}10'13'', \beta'_C = 170^{\circ}19'01''$$

$$\alpha_{B1} = \alpha_{AB} + 180^{\circ} - \beta'_B = 104^{\circ}29'46''$$

$$\alpha_{12} = 72^{\circ}14'02'', \alpha_{2C} = 107^{\circ}03'49'', \alpha_{CD} = 116^{\circ}44'48''$$

$$\Delta X_{B1} = D_{B1} \cos \alpha_{B1} = 297.26 \times \cos 104^{\circ}29'46'' = -74.408m, \Delta Y_{B1} = 287.797,$$

$$\Delta X_{12} = 57.307, \Delta Y_{12} = 178.853, \Delta X_{2C} = -27.407, \Delta Y_{2C} = 89.288,$$

$$f_x = -74.408 + 57.307 - 27.407 - (155.37 - 200.00) = 0.122m, f_y = -0.122m$$

$$f = 0.173, \Sigma D = 297.26 + 187.81 + 93.40 = 578.47$$

$$\frac{1}{K} = \frac{f}{\Sigma D} = \frac{1}{3300} < \frac{1}{2000}$$

$$\Delta X'_{B1} = \Delta X_{B1} + \frac{f_x}{\Sigma D} \times D_{B1} = -74.408 - \frac{0.122}{578.47} \times 297.26 = -74.471m, \Delta Y'_{B1} = 287.860m,$$

$$\Delta X'_{12} = 57.267m, \Delta Y'_{12} = 178.893m, \Delta X'_{2C} = -27.427m, \Delta Y'_{2C} = 89.308m$$

$$X_1 = X_B + \Delta X'_{B1} = 200.00 - 74.471 = 125.529m, Y_1 = 487.860,$$

$$X_2 = 182.796m, Y_2 = 666.753m, X_C = 155.369m, Y_2 = 756.061m,$$

6、用三等、四等水准测量建立高程控制时，如何观测、记录和计算？

答：三角高程测量应如何进行请参考《测量学》教材相关内容。

7、在什么情况下采用三角高程测量？三角高程测量应如何进行？

答：在地形起伏较大进行水准测量较困难的地区，多用三角高程测量的方法。

三角高程测量应如何进行请参考《测量学》教材相关内容。

8、试用学过的计算机语言编写附和（闭合）导线平差计算程序。

第八章 大比例尺地形图测绘

1、什么是比例尺精度？它对用图和测图有什么作用？

答：某种比例尺地形图上 0.1mm 所对应的实地投影长度，称为这种比例尺地形图的最大精度。
地形图的比例尺精度和地形图的比例尺决定了图上内容的显示程度。

2、什么是等高线？等高距、等高线平距与地面坡度之间的关系如何？

答：地面上高程相等的相邻各点连成的闭合曲线称为等高线。

相邻两等高线之间的高差称为等高距，相邻两等高线之间的水平距离称为等高线平距；地面坡度是等高距和等高线平距的比值，等高距一定时，等高线平距越大坡度越小。

3、等高线有哪些特性？

答：（1）在同一条等高线上的各点高程相等。

（2）等高线是闭合的曲线。

（3）不同高程的等高线一般不能相交。

（4）等高线与分水线、合水线正交。

（5）两等高线间的水平距离称为平距，等高线间平距的大小与地面坡度的大小成反比。

4、某地的纬度=34° 10'，经度=108° 50'，试求该地区划 1: 1000000、1: 100000、1: 10000 这三种图幅的图号。

答：I-49，I-49-62，I-49-62-(30)

5、用视距测量的方法进行碎部测量时，已知测站点的高程 $H_{站}=400.12m$ ，仪器高 $i=1.532m$ ，上丝读数 0.766，下丝读数 0.902，中丝读数 0.830，竖盘读数 $L=98^{\circ} 32' 48''$ ，试计算水平距离及碎部点的高程。（注：该点为高于水平视线的目标点。）

$$D = kn \cos^2 \alpha = 100 \times (0.902 - 0.766) \cos^2 (98^{\circ} 32' 48'' - 90^{\circ}) = 13.30m$$

$$\begin{aligned} H &= H_{站} + \frac{1}{2} kn \sin 2\alpha + i - l \\ &= 400.12 + \frac{1}{2} \times 100 \times (0.902 - 0.766) \sin 2 \times (98^{\circ} 32' 48'' - 90^{\circ}) + 1.532 - 0.830 \\ &= 402.82m \end{aligned}$$

6、在碎部测量时，在测站上安置平板仪包括哪几项工作？

答：平板仪的安置包括：1. 对点 2. 整平 3. 定向

7、试述全站仪（经纬仪）测图过程。

答：（1）在控制点上安置仪器，包括对中和整平，量仪器高；

（2）瞄准另一相邻控制点进行定向并配置度盘；

（3）在碎部点上立尺，仪器瞄准尺子，

如果是经纬仪则读数：水平角、竖直角、上丝、下丝、中丝，利用视距测量公式计算两点之间的距离及高差，

如果是全站仪则读数：水平角、竖直角、距离及高差；

（4）根据得到的距离及水平角在图纸上展点、标注高程。

8、如何正确选择地物特征点和地貌特征点？

答：可选择地物的转折点、交叉点、曲线上的弯曲交换点、独立地物的中心点。

