

测量学综合练习题——名词解释

- [1] 视准轴：望远镜物镜光心与十字丝中心（或交叉点）的连线。
- [2] 中误差：是一个描述测量精度的指标，指的是在相同观测条件下对同一未知量进行 n 次观测，所得各个真误差平方和的平均值，再取其平方根，称为中误差。（第一句不回答不扣分，也可以用公式表达）
- [3] 导线闭合差：是导线计算中根据测量值计算的结果与理论值不符合引起的差值，包括角度闭合差、坐标增量闭合差和导线全长闭合差。（举其一种导线的实例也可）
- [4] 坐标反算：根据两点的坐标计算两点连线的坐标方位角和水平距离
- [5] 导线全长闭合差：导线计算中 x 方向坐标增量闭合差和 y 方向坐标增量闭合差平方和的平方根（可以用公式表示，答成导线全长相对闭合差扣 1 分）。
- [6] 碎部测量：在地形测图中对地物、地貌特征点（即碎部点）进行实地测量和绘图的工作即碎部测量，也叫地形图测绘。
- [7] 坐标方位角：以坐标纵轴的北端顺时针旋转到某直线的夹角。
- [8] 竖盘指标差：在垂直角测量中，当竖盘指标水准管气泡居中时，指标并不恰好指向其正确位置 90° 或 270° ，而是与正确位置相差一个小角度 x ， x 即为竖盘指标差。 [9]
- 水准测量：利用一条水平视线并借助于水准尺，测量地面两点间的高差，进而由已知点的高程推算出未知点的高程的测量工作。
- [10] 系统误差：在相同的观测条件下，对某量进行了 n 次观测，如果误差出现的大小和符号均相同或按一定的规律变化，这种误差称为系统误差。
- [11] 经纬仪照准部：包括望远镜、竖直度盘和水准器三部分，是经纬仪的重要组成部分，用于对仪器进行整平、测量垂直角和瞄准远方的测量目标以进行观测。
- [12] 坐标正算：根据一个已知点的坐标、边的坐标方位角和水平距离计算另一个待定点坐标的计算称为坐标正算。
- [13] 大地水准面：通过平均海水面的水准面（或平均海水面向陆地延伸所形成的水准面）。
- [14] 测设：根据工程设计图纸上待建建筑物、构筑物的轴线位置、尺寸及其高程，算出其各特征点与控制点之间的距离、角度、高差等测设数据，然后以地面控制点为依据，将待建的建、构筑物的特征点在实地标定出来。
- [15] 旋转椭球体面：选择一个非常接近于大地水准面并可用数学式表示的几何曲面来代表地球的形状，称为旋转椭球体面。
- [16] 绝对高程：地面某点到大地水准面的铅垂距离。
- [17] 偶然误差：在相同观测条件下，对某一量进行了 N 次观测，如果误差出现的大小和

符号均不一定，但总体上符合某一种统计规律，则这种误差称为偶然误差。

[18] 危险圆：在后方交会时，当未知点处于三个已知点确定的圆周上或该圆周附近时，将算不出结果或计算结果误差很大，这个圆称为危险圆。

[19] 直线定线

[20] 直线定向

[21] 竖盘指标差

[22] 导线全长相对闭合差

[23] 误差传播定律

[24] 比例尺精度

[25] 图式

[26] 等高线

[27] 坡度

[28] 测设

测量学综合练习题——实践操作题

1 简述测回法测水平角的主要步骤和相应的角度计算方法（假定观测两个方向）。

用测回法测量 $\angle AOB$ ，先在 A、B 两点上立好测钎，将经纬仪置于 O 点，对中整平，按以下程序观测：

(1) 正镜，照准 A，读取水平读盘读数 a ，记入观测手簿；

(2) 顺时针转动望远镜照准 B，读取水平读盘读数 b ；

由正镜方向两读数差可以计算出上半测回水平角 $\beta_L = b - a$

(3) 倒转望远镜，瞄准 B，读取水平读盘读数 b ；

(4) 逆时针方向转动望远镜，瞄准 A，读取水平读盘读数 a_2 ；

计算下半测回水平角 $\beta_R = a_2 - b$

若上下半测回角度差小于限差，则取平均值作为最后的角度，否则重新观测。

2 当采用双面尺法进行等外水准测量以确定两点间的高差时，一测站的主要观测步骤如何实现，如果进行观测数据的检核并计算两点间的高差。

用双面尺法进行水准测量时，一测站的主要观测步骤包括：

(1) 安置水准仪，粗平；在后视点和前视点上立水准尺；

(2) 瞄准后视尺，精平，读水准尺黑面读数；旋转水准尺，再读红面读数；计算黑红面读

数差与尺常数比较，看是否超限，若超限则重新观测；否则瞄准前视尺开始观测；（3）瞄准前视尺，精平，读水准尺黑面读数；旋转水准尺，再读红面读数；计算黑红面读数差与尺常数比较，看是否超限，若超限则重新观测；否则可以计算高差；

（4）根据黑面读数、红面读数分别计算高差，计算二者之间的差值，若差值小于限差则取高差平均值作为最终高差，若超过限值则应重新进行测量。

3 说明经纬仪测量时一测站上进行对中和整平的主要步骤和方法。

对中和整平的主要步骤和方法是：

首先进行对中，其目的是把仪器中心安置在测站点 O 的铅垂线上，在 O 点附近张开三脚架，挂上垂球，固定三脚架的一条腿，两手握住另外两条腿作前、后、左、右移动，使垂球尖大致对准 O 点的中心标志，并使三脚架头大致放平，将这两条腿也插稳。然后安上仪器，拧上中心螺旋，适当移动经纬仪基座使垂球尖精确对准 O 点，固定中心螺旋。

然后进行整平，先转动脚螺旋使圆水准器气泡居中，进行初步整平。然后转动照准部，使水平度盘上的水准管平等于任意两个脚螺旋的连线，按照左手拇指规则旋转脚螺旋，使气泡居中，旋转照准部，使水准管转动 90 度，再旋转另一脚螺旋，使水准气泡居中。这样反复几次，直到水准管在两个位置气泡都居中为止。此时完成仪器安置，可以开始角度测量。

4 当采用双面尺法进行四等水准测量以确定两点间的高差时，一测站的主要观测步骤如何实现，如果进行观测数据的检核并计算两点间的高差。

测量学综合练习题——简述题

练习一

1 测量工作的两项基本原则是什么，应如何理解其意义和作用？

（1）“先控制后碎部，从整体到局部”。意义在于：保证全国统一坐标系统和高程系统；使地形图可以分幅测绘，减少误差积累，保证测量成果精度。

（2）“步步有检核”。意义在于：保证测量成果符合测量规范，避免前方环节误差对后面工作的影响。

2 等高线具有哪些主要特点？

等高线的特点主要包括：

- （1）同一条等高线上的点高程相等；
- （2）等高线必定是一条闭合曲线，不会中断；
- （3）一条等高线不能分叉成两条；不同高程的等高线，不能相交或者合并成一条；
- （4）等高线越密表示坡度越陡，越稀表示坡度愈缓；

(5) 经过河流的等高线不能直接跨越，应在接近河岸时渐渐折向上游，直到河底等高线处才能跨过河流，然后再折向下游渐渐离开河岸；

(6) 等高线通过山脊线时，与山脊线正交并凸向低处；等高线通过山谷线时，就是应与山谷线正交，并凸向高处。

3. 要从地形图中获取某两点 A、B 构成的直线的坐标方位角，简述可以实现这一任务的两种常用方法进行

方法 1：直接从平行于 X 轴的坐标格网向 AB 方向量取角度；

方法 2：通过量取 A、B 两点的坐标进行坐标反算。

4 用 DS3 水准仪进行水准测量时，为什么尽量保证前后视距相等（绘图说明）？

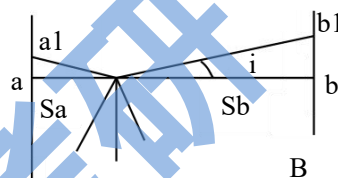
水准测量中尽量保证前后视距相等主要是为消除视准轴不平行于水准管轴的 i 角误差。如图 1，水准仪位于水准点 A、B 之间，前后视距为 S_a 、 S_b ，视准轴不平行于水准管轴，二者之间有夹角 i ，前后视读数为 b_1 、 a_1 ，如果不存在 i 角，则前后视读数为 b 、 a 。

正确高差为 $h_{AB} = a - b$ ，

观测高差为 $h_{AB1} = a_1 - b_1$

$$h_{AB1} - h_{AB} = a_1 - a - (b_1 - b) = S_a \tan(i) - S_b \tan(i)$$

当 $S_a = S_b$ 时， $h_{AB1} = h_{AB}$ 。及前后视距相等时，可以消除 i 角误差。



练习二

1 进制导线的布设形式有哪些？其外业工作主要包括哪些？

导线的布设形式主要有闭合导线、附和导线和支导线。

导线测量的外业工作主要包括：(1) 踏勘选点；(2) 测角；(3) 量边；(4) 起始边方位角确定；(5) 记录与外业成果整理。

2 什么是偶然误差，它有哪些基本特性？

偶然误差是在相同的观测条件下，对某量进行了 n 次观测，如果误差出现的大小和符号均不一定，则这种误差称为偶然误差。

主要包括：

- (1) 有界性；(要详细说明)
- (2) 对称性；(要详细说明)
- (3) 密集性。(要详细说明)

3 简述角度观测时，用盘左盘右取中数的方法可以消除哪些误差？

可以消除的误差包括：

视准轴不垂直于水平轴的误差，横轴不水平的误差，照准部偏心误差，竖盘指标差。

练习三

1 简述闭合导线计算的主要步骤。

闭合导线内业计算步骤包括：

- (1) 计算角度闭合差；
 - (2) 将角度闭合差并检查是否超限，若没有超限则对各角反号平均分配；
 - (3) 用改正后的角度计算方位角，进而计算坐标增量；
 - (4) 计算 X 和 Y 方向的坐标增量闭合差，并计算导线全长闭合差，检查是否超限，若没有超限则按与边长成正比反号分配；
 - (5) 计算导线点的坐标。
- (自己写上公式)

2 什么是测量学？它的主要内容是测定和测设，分别是指什么工作？

测量学是研究地球的形状和大小以及确定地面点位置的科学。

测定是使用测量仪器和工具，将测区内的地物和地貌缩绘成地形图，供规划设计、工程建设和国防建设使用。

测设是把图上设计好的建筑物和构筑物的位置标定到实地上去以便于施工。

3 误差产生的原因主要有哪些？误差一般包括哪些种类？

误差产生的原因主要包括：

- (1) 外界条件的影响；
- (2) 仪器条件的影响；
- (3) 观测者自身条件的影响。

误差包括系统误差和偶然误差两种

练习四

1 简述测回法测量水平角时一个测站上的工作步骤和角度计算方法。

- (1) 在测站点 O 上安置经纬仪，对中，整平
- (2) 盘左瞄准 A 点，读数 L_A ，顺时针旋转照准部到 B 点，读数 L_B ，计算上半测回角度 $\beta_1 = L_B - L_A$ ；
- (3) 旋转望远镜和照准部，变为盘右方向，瞄准 B 点读数 R_B ，逆时针旋转到 A 点，读数 R_A ，计算下半测回角度 $\beta_2 = R_B - R_A$ ；
- (4) 比较 β_1 和 β_2 的差，若超过限差则不符合要求，需要重新测量，若小于限差，则取平

均值为最终测量结果 $\beta = (\beta_1 + \beta_2) / 2$

2 什么叫比例尺精度？它在实际测量工作中有何意义？

图上 0.1mm 对应的实地距离叫做比例尺精度。

其作用主要在于：

一是根据地形图比例尺确定实地量测精度；

二是根据地形图上需要表示地物地貌的详细程度，确定所选用地形图的比例尺。

3 高斯投影具有哪些基本规律。

高斯投影的基本规律是：

(1) 中央子午线的投影为一直线，且投影之后的长度无变形；其余子午线的投影均为凹向中央子午线的曲线，且以中央子午线为对称轴，离对称轴越远，其长度变形也就越大；

(2) 赤道的投影为直线，其余纬线的投影为凸向赤道的曲线，并以赤道为对称轴； (3) 经纬线投影后仍保持相互正交的关系，即投影后无角度变形；

(4) 中央子午线和赤道的投影相互垂直。

练习五

1 简述偶然误差的基本特性。

偶然误差具有四个基本特性，即：

- (1) 在一定观测条件下，偶然误差的绝对值不会超过一定的限值（有界性）
- (2) 绝对值小的误差比绝对值大的误差出现的机会多（密集性）
- (3) 绝对值相等的正负误差出现的机会相等（对称性）
- (4) 在相同条件下同一量的等精度观测，其偶然误差的算术平均值随着观测次数的无限增大而趋于零（抵偿性）。

2. 简述测量工作的基本原则及其在实际工作中的意义。

(1) “先控制后碎部，从整体到局部”。

意义在于：保证全国统一坐标系统和高程系统；使地形图可以分幅测绘，减少误差积累，保证测量成果精度。

(2) “步步有检核”。

意义在于：保证测量成果符合测量规范，避免前方环节误差对后面工作的影响。

3. 简述从地形图上求取直线方位角的两种主要方法及其具体实现策略。

两种方法分别是：

方法一：直接从图上量取直线与 X 轴正向（北方向）之间的夹角

方法二：首先从地图上量取两点坐标，然后根据坐标反算方法由两点坐标反算坐标方位角。

练习六

1. 简述水准测量的基本原理及其对仪器的要求。

水准测量的基本原理是通过一条水平视线对处于两点上的水准尺进行读数，由读数差计算两点之间的高差。

因此要求仪器：

- (1) 必须能够精确提供水平视线；
- (2) 必须能够瞄准远处的水准尺并进行读数。

水准仪即是符合以上条件的仪器。

2. 以测角交会为例，简述前方交会、后方交会和侧方交会的主要特点与适用情况。前方交会的特点是在两个已知点上设站，对未知点进行观测，测量水平角并计算点的位置。适用于已知点易于设站观测的情况。

侧方交会是在一个已知点和未知点上设站进行角度测量，然后计算待定点位置，主要适用于一个已知控制点在高山上或河的另一边时的情况，可以提高观测速度。

后方交会是在未知点上安置仪器，对三个已知控制点进行角度观测，最后计算未知点位置，主要适用于已知控制点上不易设站、而未知点上容易设站的情况，如未知点在平地上，而已知点全部在高山上时，可以采用后方交会。

练习七

1. 简述测量坐标系和数学坐标系的主要区别。

测量坐标系和数学坐标系的主要区别在于：

- (1) 测量坐标系将竖轴作为 X 轴，向上作为正向，横轴作为 Y 轴，向右作为正向；而数学坐标系横轴为 X 轴，竖轴为 Y 轴；
- (2) 在测量坐标系中，四个象限按顺时针方向排列；而在数学坐标系中，则为按逆时针排列。

此题可结合画图说明。

2. 什么是坐标反算？它是如何实现的？

坐标反算是根据两点坐标计算两点连线距离和坐标方位角的计算过程。

距离计算通过两点间的距离计算公式进行。

坐标方位角计算首先根据两点坐标计算象限角，然后由象限角计算出坐标方位角。

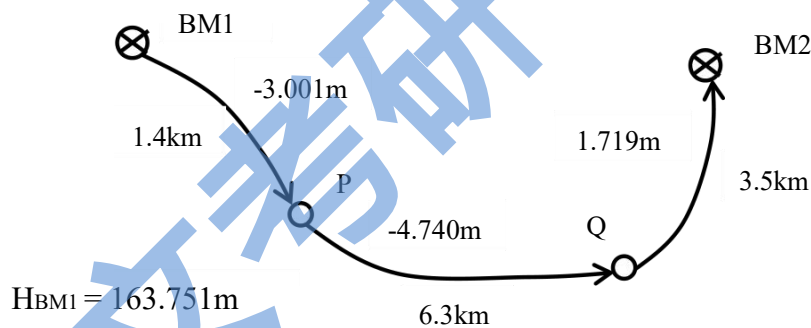
3. 结合水平角和垂直角测量原理说明对测量仪器的要求和相应部件的名称。

水平角测量时要求仪器应处在角的顶点处并使仪器中心和顶点处在同一铅垂线上，同时仪器应能够瞄准远处的目标并将视线投影到水平面上，并在水平面上有一个刻划度盘进行读

数；垂直角测量有一个垂直度盘，记录望远镜旋转时垂直平面上视线变化的角度。因此要求经纬仪具有：照准部（包括望远镜，垂直度盘和水准器），水平度盘，基座，以保证角度测量的实现。

测量学综合练习题---计算题

1 根据下图所示水准路线中的数据，计算 P、Q 点的高程。



(1) 计算高差闭合差:

$$\Delta h = H_{BM2} - H_{BM1} = 157.732 - 163.751 = -6.019\text{ m}$$

$$\Sigma h = -3.001 - 4.740 + 1.719 = -6.022\text{m}$$

$$f_h = \Sigma h - \Delta h = -6.022 - (-6.019) = -0.003\text{m} = -3\text{mm}$$

(2) 若高差闭合差 f_h 不超过 f_h 允即 $|f_h| < |f_h \text{ 允}|$

分配闭合差，计算改正数

$$\Sigma L = 1.4 + 6.3 + 3.5 = 11.2\text{ km}$$

$$v_1 = - (L_1 / \Sigma L) * f_h = 0\text{mm}$$

$$v_2 = - (L_2 / \Sigma L) * f_h = 2\text{mm}$$

$$v_3 = - (L_3 / \Sigma L) * f_h = 1\text{mm}$$

$$\Sigma v = -f_h \text{ (检核)}$$

(3) 计算改正后的高差的高程

$$H_P = H_{BM1} + h_1 + v_1 = 163.751 - 3.001 + 0 = 160.750\text{m}$$

$$H_Q = H_P + h_2 + v_2 = 160.750 - 4.740 + (0.002) = 160.750 - 4.738 = 156.012\text{m 或}$$

$$H_Q = H_{BM2} + (h_3 + v_3) = 157.732 - 1.719 - 0.001 = 160.750 - 4.738 = 156.012\text{m}$$

$$H_{BM2} = H_Q + (h_3 + v_3) = 157.732\text{m (检核)}$$

(自己列表)

2. 从图上量得点 M 的坐标 $X_M=14.22\text{m}$, $Y_M=86.71\text{m}$; 点 A 的坐标为 $X_A=42.34\text{m}$, $Y_A=85.00\text{m}$ 。

试计算 M、A 两点的水平距离和坐标方位角。

$$\Delta X = X_A - X_M = 28.12\text{m}, \quad \Delta Y = Y_A - Y_M = -1.71\text{m}$$

$$\text{距离 } d = (\Delta X^2 + \Delta Y^2)^{1/2} = 28.17\text{m}$$

方位角为: $356^\circ 31' 12''$ (应说明计算过程与主要公式) 可通过

过不同方法计算, 如先计算象限角, 再计算方位角。

3 已知 A、B 两点的坐标为 $X_A=1011.358\text{m}$, $Y_A=1185.395\text{m}$; 点 B 的坐标为 $X_B=883.122\text{m}$, $Y_B=1284.855\text{m}$ 。在 AB 线段的延长线上定出一点 C, BC 间的距离 $D_{BC}=50.000\text{m}$, 计算 C 点的坐标。

$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A = -128.236\text{m}, \quad \Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A = 99.46\text{m}$$

可以计算出 AB 边的方位角 α_{AB} 为: $142^\circ 12' 10''$

(可通过不同方法计算, 如先计算象限角, 再计算方位角)

C 在 AB 延长线上, 故 $\alpha_{AB} = \alpha_{BC} = 142^\circ 12' 10''$

$$\Delta X_{BC} = D_{BC} * \cos \alpha_{BC} = -39.509; \quad \Delta Y_{BC} = D_{BC} * \sin \alpha_{BC} = 30.643$$

C 点的坐标为: $X = 843.613; Y = 1315.498$

4 在相同的观测条件下, 对某段距离测量了五次, 各次长度分别为: 121.314m , 121.330m , 121.320m , 121.327m , 121.335m 。

试求: (1) 该距离算术平均值; (2) 距离观测值的中误差; (3) 算术平均值的中误差; (4) 距离的相对误差。

算术平均值 $L = 121.325\text{m}$

$$(1) \text{ 观测值的中误差 } m = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \pm 8.3\text{mm}$$

$$(2) \text{ 算术平均值的中误差 } m_L = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n(n-1)}} = \pm 3.7\text{mm}$$

$$(3) \text{ 距离的相对误差为: } m_L / L = 1 : 32685$$

(可自己列表)

5 今用钢尺丈量得两段距离: $S_1 = 60.25 \text{ m} \pm 6\text{cm}$, $S_2 = 80.30 \text{ m} \pm 7\text{cm}$, $S_3 = 102.50 \text{ m} \pm 8\text{cm}$, 距离 $S_4 = (S_1 + S_2 + S_3) / 3$, 分别计算 S_4 的距离值、中误差和相对误差。

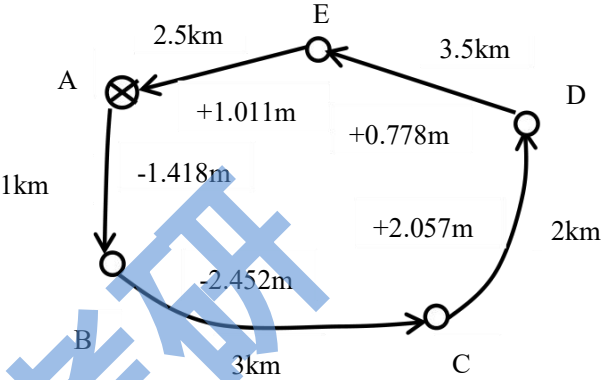
$$S_4 = 81.017\text{m}$$

$$m_4 = (m_1^2 + m_2^2 + m_3^2) / 9 = 16.56$$

$$m_4 = \pm 4.07\text{cm}$$

$$\text{相对误差为: } 0.0407 / 81.017 = 1/1993$$

6 闭合水准路线高差观测如图，已知 A 点高程 $H_A = 41.200\text{m}$ ，观测数据如图所示（环内单位为 m 的为两点高差，环外单位为 km 为两点距离），计算 B、C、D、E 点的高程。



(1) 计算高差闭合差: $f_h = \sum h = -0.024\text{m} = -24 \text{ mm}$

(2) $|f_h| < |f_{h \text{ 允}}|$

分配闭合差，计算改正数

$$\sum L = 12\text{km}$$

$$v_1 = - (L_1 / \sum L) * f_h = 2\text{mm}$$

$$v_2 = - (L_2 / \sum L) * f_h = 6\text{mm}$$

$$v_3 = - (L_3 / \sum L) * f_h = 4 \text{ mm}$$

$$v_4 = - (L_4 / \sum L) * f_h = 7\text{mm}$$

$$v_5 = - (L_5 / \sum L) * f_h = 5\text{mm}$$

$$\sum v = -f_h \text{ (检核)}$$

(3) 计算改正后的高差的高程

$$H_B = H_A + h_1 + v_1 = 39.784\text{m}$$

$$H_C = H_B + h_2 + v_2 = 37.338\text{m}$$

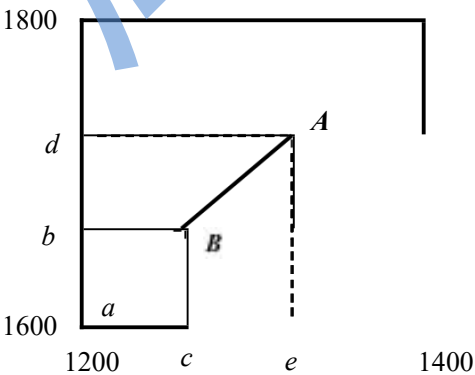
$$H_D = H_C + h_3 + v_3 = 39.399\text{m}$$

$$H_E = H_D + h_4 + v_4 = 40.184\text{m}$$

$$H_A = H_E + h_5 + v_5 = 41.200\text{m} \text{ (检核)}$$

(自己列表)

7 在 1: 2000 图幅坐标方格网上，量测出 $ab = 2.0\text{cm}$, $ac = 1.6\text{cm}$, $ad = 3.9\text{cm}$, $ae = 5.2\text{cm}$ 。试计算 AB 长度 D_{AB} 及其坐标方位角 α_{AB} 。



$bd = ad - ab = 1.9\text{cm}$, 因此 $\Delta X = 38\text{m}$;

$ce = ae - ac = 3.6\text{cm}$, 因此 $\Delta Y = 72\text{m}$;

(或由图根据比例尺和距离计算 A、B 两点的坐标)

因此距离为: 81.413m

AB 的方位角为: $242^\circ 10' 33''$

(方位角计算应说明具体过程, 过程对结果错扣 2 分)

8 对某角度进行了 6 个测回, 测量角值分别为 $42^\circ 20' 26''$ 、 $42^\circ 20' 30''$ 、 $42^\circ 20' 28''$ 、 $42^\circ 20' 24''$ 、 $42^\circ 20' 23''$ 、 $42^\circ 20' 25''$, 试计算: (1) 该角的算术平均值; (2) 观测值的中误差; (3) 算术平均值的中误差。

(1) 算术平均值为: $42^\circ 20' 26''$

(2 分) (2)

观测值的中误差为: $\pm 2.6''$

(6 分) (3) 算

术平均值的中误差为: $\pm 1.16''$

(10 分)

9 下今用钢尺丈量得两段距离: $S_1 = 120.63 \pm 6.1\text{cm}$, $S_2 = 114.49 \pm 7.3\text{cm}$, 试求距离 $S_3 = S_1 + S_2$ 和 $S_4 = S_1 - S_2$ 的中误差和它们的相对中误差。

$S_3 = S_1 + S_2 = 235.12\text{m}$

(1 分) $m_3 =$

$(m_1^2 + m_2^2)^{1/2} = 9.5\text{ cm}$

(3 分) $K_3 = m_3 /$

$S_3 = 1/2475$

(5 分) $S_4 = S_1 - S_2$

$= 6.14\text{m}$

(6 分) $m_4 = (m_1^2 +$

$m_2^2)^{1/2} = 9.5\text{ cm}$

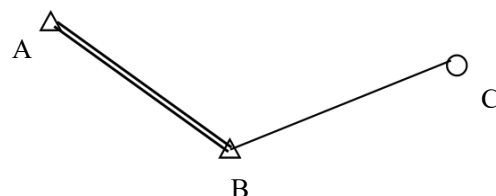
(8 分) $K_4 = m_4 / S_4 =$

$1/65$

(10 分)

10 如右图所示, 已知 AB 边的方位角为 $130^\circ 20'$, BC 边的长度为 82m ,

$\angle ABC = 120^\circ 10'$, $X_B = 460\text{m}$, $Y_B = 320\text{m}$, 计算分别计算 BC 边的方位角和 C 点的坐标。

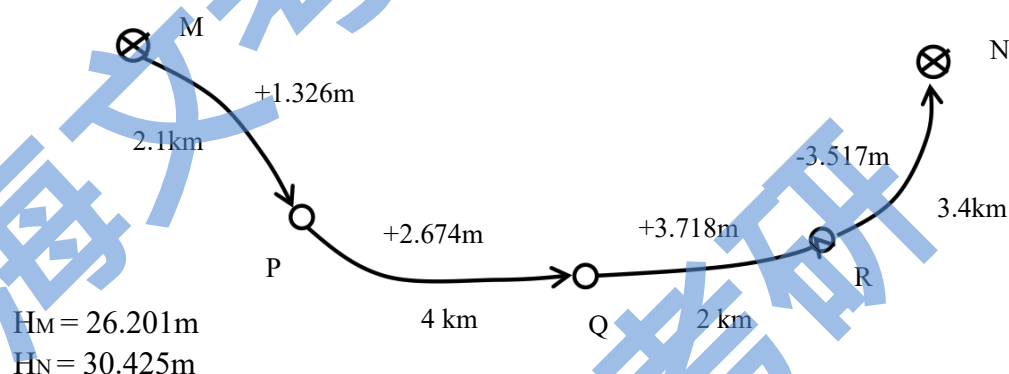


BC 边的方位角为 $\alpha_{BC} = 130^\circ 20' + 180^\circ + 120^\circ 10' = 70^\circ 30'$

$$X_C = X_B + D_{BC} * \cos \alpha_{BC} = 487.4\text{m}$$

$$Y_C = Y_B + D_{BC} * \sin \alpha_{BC} = 397.3\text{m}$$

11 根据下图所示水准路线中的数据，计算 P、Q、R 点的高程。



(1) 计算高差闭合差: $f_h = \sum h - \Delta h = -0.023\text{m} = -23\text{mm}$

(2) $|f_h| < |f_h \text{ 允}|$

分配闭合差，计算改正数

$$\sum L = 11.5\text{km}$$

$$v_1 = - (L_1 / \sum L) * f_h = 4.2\text{mm}$$

$$v_2 = - (L_2 / \sum L) * f_h = 8\text{mm}$$

$$v_3 = - (L_3 / \sum L) * f_h = 4\text{mm}$$

$$v_4 = - (L_4 / \sum L) * f_h = 6.8\text{mm}$$

$$\sum v = -f_h \text{ (检核)}$$

(3) 计算改正后的高差的高程

$$H_P = H_M + h_1 + v_1 = 27.531\text{m}$$

$$H_Q = H_P + h_2 + v_2 = 30.213\text{m}$$

$$H_R = H_Q + h_3 + v_3 = 33.935\text{m}$$

$$H_N = H_R + h_4 + v_4 = 30.425\text{m (检核)} \text{ (自己列表)}$$

12 用钢尺丈量某一段距离，6 次测量的距离值分别为 (单位 m) 20.290, 20.295, 20.298,

20.291, 20.289, 20.296, 试计算：(1) 距离最或是值；(2) 距离观测值中误差；(3) 最或是值的中误差；(4) 相对误差。

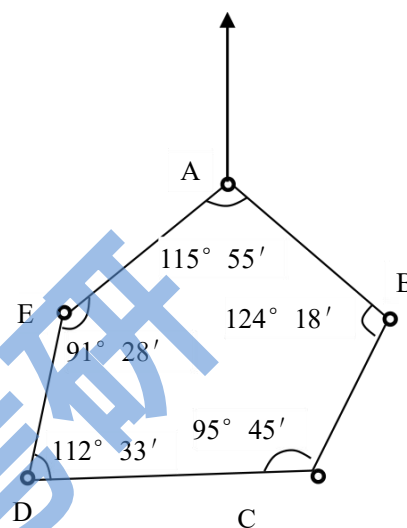
(1) 算术平均值 $L = 20.293\text{m}$

(2) 观测值的中误差 $m = \pm [\text{vv}]/(n-1)]^{1/2} = \pm 0.0037\text{m}$

(3) 算术平均值的中误差 $m_L = \pm [\text{vv}/n*(n-1)]^{1/2} = \pm 0.0015\text{m}$

(4) 距离的相对中误差为： $m_L/L = 1: 13434$

13 如图，已知 AB 边的坐标方位角 $\alpha_{AB} = 137^\circ 48'$ ，各观测角标在图中，推算 CD、DE 边的方位角。



(1) 计算角度闭合差： $f_\beta = \sum \beta - (5-2) * 180^\circ = -60''$

(2) 计算改正数 $v_\beta = -f_\beta / n = 60'' / 5 = 12''$

(3) 计算改正后的角值与方位角

CD 边的坐标方位角为： $277^\circ 44' 36''$

DE 边的坐标方位角为： $345^\circ 11' 24''$

14 用钢尺丈量某一段距离，6 次测量的距离值分别为（单位 m）：20.290, 20.295, 20.298, 20.291, 20.289, 20.296, 试计算：(1) 距离最或是值；(2) 距离观测值中误差；(3) 最或是值的中误差；(4) 相对误差。

(1) 算术平均值 $L = 20.293\text{m}$

(2) 观测值的中误差 $m = \pm \sqrt{\frac{[\text{vv}]}{n-1}} = \pm 3.7\text{mm}$

(3) 算术平均值的中误差 $m_L = \pm \sqrt{\frac{[\text{vv}]}{n(n-1)}} = \pm 1.5\text{mm}$

(4) 距离的相对中误差为： $m_L/L = 1: 13434$

15 要测量 A、B 两点之间的高差，由于距离较远，因此在中间设置了两个转点 P 和 Q，水准仪分别在 AP、PQ、QB 之间进行了三站观测，观测值如下表所示，试计算 AB 两点的高差。

测站	点号	读数(mm)	
		后视	前视
I	A	2436	
	P		0358
II	P	2547	
	Q		0402
III	Q	2211	
	B		0858

$h = \sum a - \sum b = 5.576m$ (a 为后视读数, b 为前视读数)

或 $h = (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + (a_3 - b_3) = 5.576m$

16 已知 A 点的坐标 $x_A=1125.605m, y_A=1743.644m$; B 的坐标 $x_B=1075.364m, y_B=1839.642m$, P 点的坐标 $x_P=1016.823m, y_P=1778.345m$. 试用极坐标法放样 P 点，计算标定要素水平角 β 和水平距离 D 及步骤。

解: $\alpha_{AB} = \arctan \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \arctan \frac{95.998}{-50.241} = 117^\circ 37' 32''$

$\alpha_{AP} = \arctan \frac{y_P - y_A}{x_P - x_A} = \arctan \frac{34.701}{-108.782} = 162^\circ 18' 26''$

$\beta = \alpha_{AP} - \alpha_{AB} = 44^\circ 40' 54''$

$D_{AP} = \sqrt{\Delta x_{AP}^2 + \Delta y_{AP}^2} = \sqrt{34.701^2 + (-108.782)^2} = 114.182m$

在 A 点安置经纬仪, 以 AB 为起始方向, 以测设角度的方法测设水平角 β , 定出 AP 方向; 再用测设距离的方法测设距离 D_{AP} 定出 P 点。

测量学综合练习题——论述题

1 某地区要进行大比例尺地形测图，采用经纬仪配合半圆仪测图法，以一栋建筑物的测量为例，论述在一个测站上进行碎部测量的步骤与方法。

经纬仪测绘法的实质是按极坐标定点进行测图，观测时先将经纬仪安置在测站上，绘

图板安置于测站旁，用经纬仪测定碎部点的方向与已知方向之间的夹角、测站点至碎部点的距离和碎部点的高程，然后根据测定数据用量角器（半圆仪）和比例尺把碎部点的位置展绘于图纸上，并在点的右侧注明其高程，再对照实地描绘地形。

具体操作步骤包括在测站点上安置仪器，后视另一控制点实现定向，置水平度盘读数为 $0^{\circ} 0' 0''$ 。在碎部点上进行立尺、瞄准碎部点读数（包括视距间隔、中丝读数、竖盘读数和水平角），计算测站点到碎部点的水平距离和碎部点高程、展绘碎部点。

以建筑物为例，首先进行安置仪器、定向，然后依次瞄准建筑物的碎部点进行观测读数的计算，通过水平角确定方向，通过水平距离在该方向上确定碎部点位置，计算高程，然后连接各碎部点即完成了建筑物的测绘。

2 结合水平角和垂直角测量的要求，论述光学经纬仪的构成及各部分的主要功能。

根据水平角测量原理，要测量水平角，要求仪器必须具有一个水平刻度盘和在刻度盘上的指标，同时要有能够瞄准远方目标的望远镜，能够进行对中操作的配件和能够进行整平使水平度盘水平的装置。根据垂直角测量要求，要求还具有垂直度盘。

结合以上要求，经纬仪主要由照准部、水平度盘和基座三部分组成。

照准部包括望远镜、竖盘和水准器，用来进行仪器整平、垂直角测量和瞄准远方目标以进行读数；

水平度盘主要用于水平角测量时作为读数基准

基座是仪器的底座，用于将三脚架和仪器连接在一起，并进行对中。

3 论述高斯—克吕格平面直角坐标系的建立过程和高斯投影的基本性质。

坐标系的建立过程为：采用分带投影的方法，将整个地球表面按照 3 度带或 6 度带划分为若干子带，分带后，对于每一带按照高斯投影的方法，即中央子午线与圆柱相切，将其放入圆柱内，然后按照一定的数学方法在等角的条件下将中央子午线及附近的元素投影到横圆柱上，然后以过极点的母线切开展为平面，就得到了该带的高斯-克吕格平面直角坐标系，其中中央子午线为纵坐标轴，赤道为横坐标轴，交点为坐标原点。

高斯投影的基本性质是：

- （1）中央子午线的投影为一直线，且投影之后的长度无变形；其余子午线的投影均为凹向中央子午线的曲线，且以中央子午线为对称轴，离对称轴越远，其长度变形也就越大；
- （2）赤道的投影为直线，其余纬线的投影为凸向赤道的曲线，并以赤道为对称轴；
- （3）经纬线投影后仍保持相互正交的关系，即投影后无角度变形；
- （4）中央子午线和赤道的投影相互垂直。

4 地形图通常具有哪些应用，如何实现？

地形图的应用主要包括：

量取点的坐标和确定点的高程：坐标可以直接量取，高程可以通过内插实现；

(1) 确定图上直线的长度、坡度和坐标方位角：长度可直接量取按比例尺计算，坡度由高差和水平距离计算，坐标方位角可直接量取或进行坐标反算；

(2) 按设计坡度在地形图上选定最短距离：根据坡度和等高距确定等高线平距，然后依次以等高线平距为半径作圆弧，求与等高线交点，进行路线选择。

(3) 根据地形图制作剖面图：在剖面方向量按照水平距离和通过的等高线点高程，制作剖面图。

或：根据地形图计算平整场地的土方量：计算场地范围内每一小方格的土方量后累加即可。

5 论述闭合导线计算的主要过程和每一过程中的具体方法。

闭合导线内业计算步骤与方法包括：

(1) 计算角度闭合差：闭合导线根据多边形内角和与实际测量角度和计算，测量角度之和与多边形内角和理论值之差即为角度闭合差

(2) 检查角度闭合差是否超限，若没有超限则对各角反号平均分配：

(3) 用改正后的角度计算方位角，进而由坐标方位角和水平距离计算坐标增量：

$$\Delta x = l \cos \alpha \quad \Delta y = l \sin \alpha$$

(4) 计算 X 和 Y 方向的坐标增量闭合差，其理论值均应为 0，坐标增量之和即分别为 X 和 Y 方向闭合差，两方向闭合差平方和再开方得到导线全长闭合差，再将其除以导线总长度计算导线全长相对闭合差，检查是否超限，若没有超限则按与边长成正比反号分配 (5) 按照坐标正算公式计算导线点的坐标；

6 以闭合导线为例，详细论述导线外业测量过程与内业计算的主要步骤（并说明每一步骤的主要计算方法）。

外业观测过程：

(1) 踏勘选点，布设导线；

(2) 进行导线外业观测，包括测量水平角和量边；

(3) 记录和整理观测数据，准备进行内业计算。

内业计算步骤与方法包括：

(4) 计算角度闭合差并进行分配：闭合导线根据多边形内角和与实际测量角度和计算，测量角度之和与多边形内角和的理论值之差即为角度闭合差，看角度闭合差并检查是否超限，若没有超限则对各角反号平均分配：

(5) 用改正后的角度计算方位角，进而由坐标方位角和水平距离计算坐标增量：

$$\Delta x = L \cos \alpha \quad \Delta y = L \sin \alpha$$

然后计算 X 和 Y 方向的坐标增量闭合差，其理论值均应为 0，坐标增量之和即分别为 X 和 Y 方向闭合差，两方向闭合差平方和再开方得到导线全长闭合差，再将其除以导线总长度计算导线全长相对闭合差，检查是否超限，若没有超限则按与边长成正比反号分配（3）按照坐标正算公式计算导线点的坐标：

7. 当采用经纬仪配合半圆仪进行地形测图时，说明测绘地形碎部点的基本过程，并举例说明如何根据碎部点绘制等高线。

测绘地形碎部点的过程是：（1）在测站点上安置仪器、置水平度盘读数为 $0^{\circ} 0' 0''$ ，并后视另一控制点实现定向；（2）碎部点上进行立尺、瞄准碎部点读数（包括视距间隔、中丝读数、竖盘读数和水平角），计算测站点到碎部点的水平距离和碎部点高程，在图纸上绘出碎部点并将其高程标在旁边。

根据一系列地形碎部点，可以内插出等高线上高程点的位置，然后将具有相同高程的点连接成一条曲线，即得到了等高线。

举例说明内插等高线

测量学综合练习题——选择题部分

练习一

1. 经纬仪测量水平角时，正倒镜瞄准同一方向所读的水平方向值理论上应相差（ ）。

- A 180° B 0° C 90° D 270°

2. 1: 5000 地形图的比例尺精度是（ ）。

- A 5 m B 0.1 mm C 5 cm D 50 cm

3. 以下不属于基本测量工作范畴的一项是（ ）。

- A 高差测量 B 距离测量 C 导线测量 D 角度测量

4. 已知某直线的坐标方位角为 220° ，则其象限角为（ ）。

- A 220° B 40° C 南西 50° D 南西 40°

5. 对某一量进行观测后得到一组观测值，则该量的最或是值为这组观测值的（ ）。

- A 最大值 B 最小值 C 算术平均值 D 中间值

6. 闭合水准路线高差闭合差的理论值为（ ）。

- A 总为 0 B 与路线形状有关 C 为一不等于 0 的常数 D 由路线中任两点确定

7. 点的地理坐标中，平面位置是用（ ）表达的。

- A 直角坐标 B 经纬度 C 距离和方位角 D 高程

8. 危险圆出现在（ ）中。

A 后方交会 B 前方交会 C 侧方交会 D 任何一种交会定点

9. 以下哪一项是导线测量中必须进行的外业工作。()

A 测水平角 B 测高差 C 测气压 D 测垂直角 10.

绝对高程是地面点到 () 的铅垂距离。

A 坐标原点 B 大地水准面 C 任意水准面 D 赤道面

11. 下列关于等高线的叙述是错误的 ()

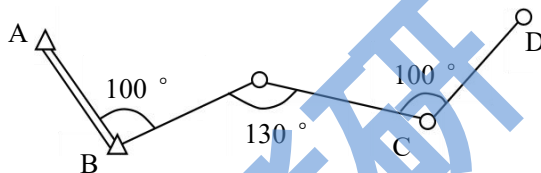
A 所有高程相等的点在同一等高线上;

B 等高线必定是闭合曲线, 即使本幅图没闭合, 则在相邻的图幅闭合;

C 等高线不能分叉、相交或合并;

D 等高线经过山脊与山脊线正交;

12. 如图所示支导线, AB 边的坐标方位角为 $\alpha_{AB} = 125^\circ 30' 30''$, 转折角如图, 则 CD 边的坐标方位角 α_{CD} 为 ()



A. $75^\circ 30' 30''$ B. $15^\circ 30' 30''$ C. $45^\circ 30' 30''$ D. $25^\circ 29' 30''$

13.

14.

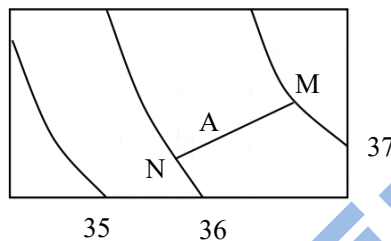
15. 下图为某地形图的一部分, 三条等高线所表示的高程如图所视, A 点位于 MN 的连线上, 点 A 到点 M 和点 N 的图上水平距离为 $MA=3\text{mm}$, $NA=2\text{mm}$, 则 A 点高程为 ()

36.4m

A. 36.6m

B. 37.4m

C. 37.6m



16. 用经纬仪测水平角和竖直角, 一般采用正倒镜方法, 下面哪个仪器误差不能用正倒镜法消除 ()

A. 视准轴不垂直于横轴

B. 竖盘指标差

C. 横轴不水平

D. 竖轴不竖直

17. 下面关于控制网的叙述错误的是 ()

A. 国家控制网从高级到低级布设

B. 国家控制网按精度可分为 A、B、C、D、E 五级

C. 国家控制网分为平面控制网和高程控制网

D. 直接为测图目的建立的控制网, 称为图根控制网

18. 下面关于高斯投影的说法正确的是: ()

A. 中央子午线投影为直线, 且投影的长度无变形;

B. 离中央子午线越远, 投影变形越小;

C. 经纬线投影后长度无变形;

D. 高斯投影为等面积投影;

19. 根据两点坐标计算边长和坐标方位角的计算称为 ()

A 坐标正算;

B 导线计算;

C 前方交会;

D 坐标反算

20. 根据工程设计图纸上待建的建筑物相关参数将其在实地标定出来的工作是 ()

A 导线测量; B 测设; C 导线测量; D 采区测量;

1 A; 2 D; 3 C; 4 D; 5 C; 6 A; 7 B; 8 A; 9 A; 10 B;

11 A; 12 B; 13 C; 14 B; 15 A; 16 D; 17 B; 18 A; 19 D; 20 B;

练习二

1. 测量工作的基准线是 ()

A 法线 B 铅垂线 C 经线 D 任意直线

2. 1: 1000 地形图的比例尺精度是 ()

A 1 m B 1 cm C 10 cm D 0.1 mm

3. 经纬仪不能直接用于测量 ()

A 点的坐标 B 水平角 C 垂直角 D 视距

4. 已知某直线的方位角为 160° , 则其象限角为 ()

A 20° B 160° C 南东 20° D 南西 110°

5. 观测三角形三个内角后, 将它们求和并减去 180° 所得的三角形闭合差为 ()

A 中误差 B 真误差 C 相对误差 D 系统误差

6. 闭合导线角度闭合差的分配原则是 ()

A 反号平均分配 B 按角度大小成比例反号分配 C 任意分配 D 分配给最大角

7. 对某一量进行观测后得到一组观测值, 则该量的最或是值为这组观测值的 ()

A 最大值 B 算术平均值 C 最小值 D 任意一个值均可

8. 分别在两个已知点向未知点观测, 测量两个水平角后计算未知点坐标的方法是 ()

A 导线测量 B 侧方交会 C 后方交会 D 前方交会

9. 系统误差具有的特点为 ()

A 偶然性 B 统计性 C 累积性 D 抵偿性

10. 任意两点之间的高差与起算水准面的关系是 ()

A 不随起算面而变化 B 随起算面变化 C 总等于绝对高程 D 无法确定

11. 用水准测量法测定 A、B 两点的高差, 从 A 到 B 共设了两个测站, 第一测站后尺中丝读数为 1234, 前尺中丝读数 1470, 第二测站后尺中丝读数 1430, 前尺中丝读数 0728, 则高差 h_{AB} 为 () 米。

A. -0.938 B. -0.466 C. 0.466 D. 0.938

12. 在相同的观测条件下测得同一水平角角值为: $173^{\circ} 58' 58''$ 、 $173^{\circ} 59' 02''$ 、 $173^{\circ} 59' 04''$ 、 $173^{\circ} 59' 06''$ 、 $173^{\circ} 59' 10''$, 则观测值的中误差为 ()

A. $\pm 4.5''$ B. $\pm 4.0''$ C. $\pm 5.6''$ D. $\pm 6.3''$

13. 已知 A 点坐标为 (12345.7, 437.8), B 点坐标为 (12322.2, 461.3), 则 AB 边的坐标方位角 α_{AB} 为 ()

A. 45° B. 315° C. 225° D. 135°

14. 用水准仪进行水准测量时, 要求尽量使前后视距相等, 是为了 ()

A. 消除或减弱水准管轴不垂直于仪器旋转轴误差影响

B. 消除或减弱仪器升沉误差的影响

C. 消除或减弱标尺分划误差的影响

D. 消除或减弱仪器水准管轴不平行于视准轴的误差影响

15. 下面测量读数的做法正确的是 ()

A. 用经纬仪测水平角, 用横丝照准目标读数

B. 用水准仪测高差, 用竖丝切准水准尺读数

C. 水准测量时, 每次读数前都要使水准管气泡居中

D. 经纬仪测竖直角时, 尽量照准目标的底部

16. 相邻两条等高线之间的高差, 称为 ()。

A. 等高线平距 B. 等高距 C. 基本等高距 D. 等高线间隔

17. 下面关于高程的说法正确的是 ()。

A. 高程是地面点和水准原点间的高差

B. 高程是地面点到大地水准面的铅垂距离

C. 高程是地面点到参考椭球面的距离

D. 高程是地面点到平均海水面的距离

1 B; 2 C; 3 A; 4 C; 5 B; 6 A; 7 B; 8 D; 9 C; 10 A;

11 C; 12 A; 13 D; 14 D; 15 C; 16 B; 17 B; 18 B; 19 B; 20 A

练习三

1. 某地图的比例尺为 1: 1000, 则图上 6.82 厘米代表实地距离为 ()

A. 6.82 米 B. 68.2 米 C. 682 米 D. 6.82 厘米

2. 经纬仪在必要辅助工具支持下不能直接用来测量 ()

A. 方位角 B. 水平角 C. 垂直角 D. 视距

3. 测量地物、地貌特征点并进行绘图的工作通常称为 ()

A. 控制测量 B. 水准测量 C. 导线测量 D. 碎部测量

4. 已知某直线的方位角为 290° , 则其象限角为 ()

A. 290° B. 110° C. 北西 20° D. 北西 70°

5. 一组测量值的中误差越小, 表明测量精度越 ()

A. 高 B. 低 C. 精度与中误差没有关系 D. 无法确定

6. 水准测量中应使前后视距 ()

A. 越大越好 B. 尽可能相等 C. 越小越好 D. 随意设置

7. 由两点坐标计算直线方位角和距离的计算称为 ()

A. 坐标正算 B. 坐标反算 C. 导线计算 D. 水准计算

8. 导线测量外业工作不包括的一项是 ()。

A. 选点 B. 测角 C. 测高差 D. 量边

9. 在地图上, 地貌通常是用 () 来表示的。

A. 高程值 B. 等高线 C. 任意直线 D. 地貌符号

10. 水准测量时在后视点 A 上的读数为 1.226, 在前视点 B 上的读数为 1.737, 则 A、B 两

点之间的高差 h_{AB} 为 ()。

- A 1.226m B 1.737 C 0.511m D -0.511m

11. 用经纬仪测水平角和竖直角，一般采用正倒镜方法，下面哪个仪器误差不能用正倒镜法消除 ()

- E. 视准轴不垂直于横轴
F. 竖盘指标差
G. 横轴不水平
H. 竖轴不竖直

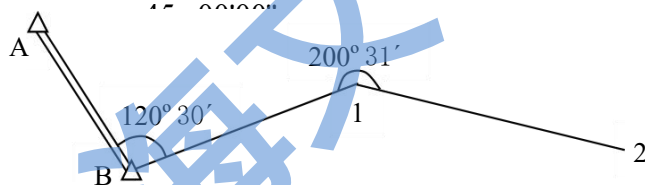
12. 下面关于高斯投影的说法正确的是: ()

- E. 中央子午线投影为直线，但投影后的长度有变化
F. 离中央子午线越远，投影变形越大
G. 经纬线投影后长度无变形
H. 高斯投影为等面积投影

13. 将地面上各种地物的平面位置按一定比例尺，用规定的符号缩绘在图纸上，这种图称为 ()。

- A. 地图 B. 地形图 C. 平面图 D. 断面图

14. 支导线及其转折角如图，已知坐标方位角 α_{AB} ，则 $\alpha_{12} =$ ()



- A. $186^{\circ}01'00''$ B. $6^{\circ}01'00''$ C. $173^{\circ}59'00''$ D. $353^{\circ}59'00''$

15. 用经纬仪测竖直角，盘左读数为 $81^{\circ}12'18''$ ，盘右读数为 $278^{\circ}45'54''$ 。则该仪器的指标差为 ()

- A. $54''$ B. $-54''$ C. $6''$ D. $-6''$

16. 地面两点 A、B 的坐标分别为 A (1256.234, 362.473) B (1246.124, 352.233)，则 A、B 间的水平距离为 () m

- A. 14.390 B. 207.070 C. 103.535 D. 4.511

17. 某地位于东经 130 度 40 分 30 秒，则其所在的高斯投影 6 度投影带的中央子午线的经

度为 () 度

A. 130 B. 129 C. 132 D. 128

1 B; 2 A; 3 D; 4 D; 5 A; 6 B; 7 B; 8 C; 9 B; 10 D;

11 D; 12 B; 13 C; 14 B; 15 B; 16 A; 17 B; 18 B; 19 D; 20 C

练习四

1. 1: 10000 地形图上一段 1.23cm 线段对应的实地距离是 ()。

A 1230 m B 123 m C 12.3 m D 1.23m

2. 经度和纬度用于表示点的 ()。

A 地理坐标 B 直角坐标 C 高程 D 高差

3. 水准测量时在后视点 A 上的读数为 1.456, 在前视点 B 上的读数为 1.212, 则 A、B 两点之间的高差 h_{AB} 为 ()。

A 2.668m B 1.456m C -0.244 m D 0.244m

4. 已知线段 AB 方位角为 220° , 则线段 BA 的方位角为 ()。

A 220° B 40° C 50° D 130°

5. 由一条线段的边长、方位角和一点坐标计算另一点坐标的计算称为 ()。

A 坐标正算 B 坐标反算 C 导线计算 D 水准计算

6. 闭合导线在 X 轴上的坐标增量闭合差 ()。

A 为一不等于 0 的常数 B 与导线形状有关 C 总为 0 D 由路线中两点确定

7. 在地形图中, 表示测量控制点的符号属于 ()。

A 比例符号 B 半依比例符号 C 地貌符号 D 非比例符号

8. 在未知点上设站对三个已知点进行测角交会的方法称为 ()。

A 后方交会 B 前方交会 C 侧方交会 D 无法确定

9.

10. 绝对高程是地面点到 () 的铅垂距离。

A 坐标原点 B 任意水准面 C 大地水准面 D 赤道面

11. 下列关于等高线的叙述是错误的: ()

A. 高程相等的点在同一等高线上

B. 等高线必定是闭合曲线, 即使本幅图没闭合, 则在相邻的图幅闭合

C. 等高线不能分叉、相交或合并

D. 等高线经过山脊与山脊线正交

12. 下面关于非比例符号中定位点位置的叙述错误的是 ()

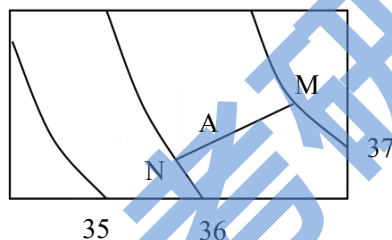
- A. 几何图形符号, 定位点在符号图形中心
- B. 符号图形中有一个点, 则该点即为定位点
- C. 宽底符号, 符号定位点在符号底部中心
- D. 底部为直角形符号, 其符号定位点位于最右边顶点处

13. 下面关于控制网的叙述错误的是 ()

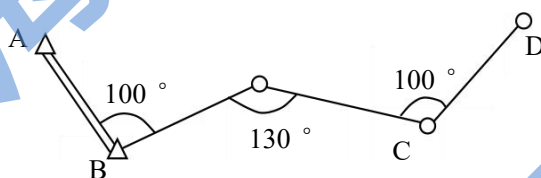
- E. 国家控制网从高级到低级布设
- F. 国家控制网按精度可分为 A、B、C、D、E 五等
- G. 国家控制网分为平面控制网和高程控制网
- H. 直接为测图目的建立的控制网, 称为图根控制网

14. 下图为某地形图的一部分, 各等高线高程如图所视, A 点位于线段 MN 上, 点 A 到点 M 和点 N 的图上水平距离为 $MA=3\text{mm}$, $NA=2\text{mm}$, 则 A 点高程为 ()

- D. 36.4m
- E. 36.6m
- F. 37.4m
- G. 37.6m



15. 如图所示支导线, AB 边的坐标方位角为 $\alpha_{AB} = 125^\circ 30' 30''$, 转折角如图, 则 CD 边的坐标方位角 α_{CD} 为 ()



- A. $75^\circ 30' 30''$
- B. $15^\circ 30' 30''$
- C. $45^\circ 30' 30''$
- D. $25^\circ 29' 30''$

16. 三角高程测量要求对向观测垂直角, 计算往返高差, 主要目的是 ()

- A. 有效地抵偿或消除球差和气差的影响
- B. 有效地抵偿或消除仪器高和觇标高测量误差的影响
- C. 有效地抵偿或消除垂直角读数误差的影响
- D. 有效地抵偿或消除读盘分划误差的影响

17. 下面测量读数的做法正确的是 ()

- E. 用经纬仪测水平角，用横丝照准目标读数
F. 用水准仪测高差，用竖丝切准水准尺读数
G. 水准测量时，每次读数前都要使水准管气泡居中
H. 经纬仪测竖直角时，尽量照准目标的底部

18. 水准测量时对一端水准尺进行测量的正确操作步骤是（ ）。 A

- 对中----整平-----瞄准----读数 A 整平----瞄准----读数----精平 C
粗平----精平----瞄准----读数 D 粗平----瞄准----精平----读数 1 B;
2 A; 3 D; 4 B; 5 A; 6 C; 7 D; 8 A; 9 C; 10 C; 11 A;
12 D; 13 B; 14 A; 15 B; 16 A; 17 C; 18 D; 19 A; 20 A

练习五

1. 测量工作主要包括测角、测距和测（ ）。

- A 高差 B 方位角 C 等高线 D 地貌

2. 1:2000 地形图的比例尺精度是（ ）。

- A 2 m B 20 cm C 2 cm D 0.1 mm

3. 以下不属于基本测量工作范畴的一项是（ ）。

- A 高差测量 B 距离测量 C 导线测量 D 角度测量 4. 已

知某直线的象限角为北西 30° ，则其坐标方位角为（ ）。

- A 30° B 330° C 150° D 210°

5. 边长测量往返测差值的绝对值与边长平均值的比值称为（ ）。

- A 系统误差 B 平均中误差 C 偶然误差 D 相对误差

6. 水准路线高差闭合差的分配原则是（ ）。

- A 反号按距离成比例分配 B 平均分配 C 随意分配 D 同号按距离成比例分配

7. 通常所说的海拔高指的是点的（ ）。

- A 相对高程 B 高差 C 高度 D 绝对高程 8.

在两个已知点上设站观测未知点的交会方法是（ ）。

- A 前方交会 B 后方交会 C 侧方交会 D 无法确定

9. 对三角形三个内角等精度观测，已知测角中误差为 $10''$ ，则三角形闭合差的中误差为（ ）。

- A $10''$ B $30''$ C $17.3''$ D $5.78''$

10. 已知线段 AB 的方位角为 160° ，则线段 BA 的方位角为（ ）。

- A -120° B 340° C 160° D 20°

11. 下面关于中央子午线的说法正确的是 ()

- A. 中央子午线又叫起始子午线
- B. 中央子午线位于高斯投影带的最边缘
- C. 中央子午线通过英国格林尼治天文台
- D. 中央子午线经高斯投影无长度变形

12. 下面哪个算式是表示视线倾斜时视距测量所得出的水平距离 ()。

- A. KS
- B. $KS \cos \alpha$
- C. $KS \cos 2\alpha$
- D. $\frac{1}{2}KS \sin 2\alpha$

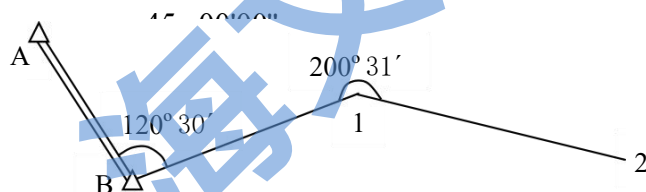
13. 下面关于铅垂线的叙述正确的是 ()。

- A. 铅垂线总是垂直于大地水准面
- B. 铅垂线总是指向地球中心
- C. 铅垂线总是互相平行
- D. 铅垂线就是椭球的法线

14. 用水准测量法测定 A、B 两点的高差，从 A 到 B 共设了两个测站，第一测站后尺中丝读数为 1234，前尺中丝读数 1470，第二测站后尺中丝读数 1430，前尺中丝读数 0728，则高差 h_{AB} 为 () 米。

- A. -0.93
- B. -0.466
- C. 0.466
- D. 0.938

15. 支导线及其转折角如图，已知坐标方位角 α_{AB} ，则 $\alpha_{12} = ()$



- A. $186^{\circ}01'00''$
- B. $6^{\circ}01'00''$
- C. $173^{\circ}59'00''$
- D. $353^{\circ}59'00''$

20 水平角测量通常采用测回法进行，取符合限差要求的上下单测回平均值作为最终角度测量值，这一操作可以消除的误差是 ()。

- A 对中误差
 - B 整平误差
 - C 视准误差
 - D 读数误差
- 1 A; 2 B; 3 C; 4 B; 5 D; 6 A; 7 D; 8 A; 9 C; 10 B; 11 D;
12 C; 13 A; 14 C; 15 B; 16 B; 17 C; 18 B; 19 A; 20 C

练习六

1. 大地水准面是通过 () 的水准面。

A 赤道 B 地球椭球面 C 平均海水面 D 中央子午线

2. 一段 324 米长的距离在 1:2000 地形图上的长度为 ()。

A 1.62cm B 3.24 cm C 6.48 cm D 16.2 cm

3.

4. 已知某直线的象限角南西 40° ，则其方位角为 ()。

A 140° B 220° C 40° D 320°

5. 导线计算中所使用的距离应该是 ()。

A 任意距离均可 B 倾斜距离 C 水平距离 D 大地水准面上的距离

6. 相邻两条等高线之间的高差称为 ()。

A 等高距 B 等高线平距 C 计曲线 D 水平距离

7. 根据图纸上设计内容将特征点在实地进行标定的工作称为 ()。

A 直线定向 B 联系测量 C 测图 D 测设

8. 在一个已知点和一个未知点上分别设站，向另一个已知点进行观测的交会方法是 ()。

A 后方交会 B 前方交会 C 侧方交会 D 无法确定

9. 以下测量中不需要进行对中操作是 ()。

A 水平角测量 B 水准测量 C 垂直角测量 D 三角高程测量

10. 角度测量读数时的估读误差属于 ()。

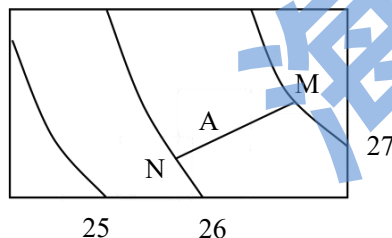
A 中误差 B 系统误差 C 偶然误差 D 相对误差

11. 下面测量读数的做法正确的是 ()。

- A. 用经纬仪测水平角，用横丝照准目标读数
- B. 用水准仪测高差，用竖丝切准水准尺读数
- C. 水准测量时，每次读数前都要使水准管气泡居中
- D. 经纬仪测竖直角时，尽量照准目标的底部

12. 下图为某地形图的一部分，各等高线高程如图所视，A 点位于线段 MN 上，点 A 到点 M 和点 N 的图上水平距离为 $MA=3\text{mm}$ ， $NA=7\text{mm}$ ，则 A 点高程为 ()。

- A. 26.3m
- B. 26.7m
- C. 27.3m
- D. 27.7m



13. 下面关于高斯投影的说法正确的是: ()

- A. 中央子午线投影为直线, 且投影的长度无变形;
- B. 离中央子午线越远, 投影变形越小;
- C. 经纬线投影后长度无变形;
- D. 高斯投影为等面积投影;

14. 用水准仪进行水准测量时, 要求尽量使前后视距相等, 是为了 ()

- A. 消除或减弱水准管轴不垂直于仪器旋转轴误差影响
- B. 消除或减弱仪器升沉误差的影响
- C. 消除或减弱标尺分划误差的影响
- D. 消除或减弱仪器水准管轴不平行于视准轴的误差影响

15. 经纬仪对中和整平操作的关系是 ()。

- A. 互相影响, 应反复进行
- B. 先对中, 后整平, 不能反复进行
- C. 相互独立进行, 没有影响
- D. 先整平, 后对中, 不能反复进行

16. 地面两点 A、B 的坐标分别为 A (1256.234, 362.473), B (1246.124, 352.233), 则 A、B 间的水平距离为 () m

- A. 14.390
- B. 207.070
- C. 103.535
- D. 4.511

17. 用经纬仪测水平角和竖直角, 一般采用正倒镜方法, 下面哪个仪器误差不能用正倒镜法消除 ()

- A. 视准轴不垂直于横轴
- B. 竖盘指标差
- C. 横轴不水平
- D. 竖轴不竖直

1 C; 2 D; 3 A; 4 B; 5 C; 6 A; 7 D; 8 C; 9 B; 10 C;

11 C; 12 B; 13 A; 14 D; 15 A; 16 A; 17 D; 18 C; 19 A; 20 A;

练习七

1. 通过平均海水面的水准面是 ()。

- A 赤道
- B 地球椭球面
- C 大地水准面
- D 中央子午线

2. 在地形图中, 地貌通用 () 来表示。

- A 特征点坐标
- B 等高线
- C 地貌符号
- D 比例符号

3. 控制测量的一项基本原则是 ()。

- A 高低级任意混合
- B 不同测量工作可以采用同样的控制测量

C 从高级控制到低级控制 D 从低级控制到高级有控制

4. 已知某直线的象限角为南东 40° ，则其方位角为（ ）。

A 140° B 220° C 40° D 320°

5. 距离测量中的相对误差通过用（ ）来计算。

A 往返测距离的平均值 B 往返测距离之差的绝对值与平均值之比值

C 往返测距离的比值 D 往返测距离之差

6. 地形图上相邻两条等高线之间的高差称为（ ）

A 等高距 B 等高线平距 C 计曲线 D 水平距离

7. 根据图纸上设计内容将特征点在实地进行标定的工作称为（ ）

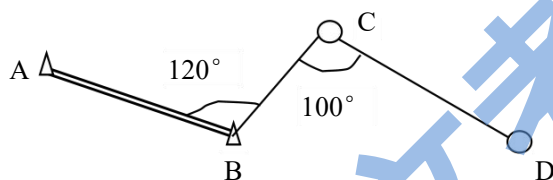
A 直线定向 B 联系测量 C 测图 D 测设

8. 在未知点上设站向三个已知点进行观测以确定未知点坐标的交会方法是（ ）

A 后方交会 B 前方交会 C 侧方交会 D 无法确定

9. 如下图，已知 AB 边的方位角为 110° ，则 CD 边的方位角为（ ）。

A 310° B 320° C 130° D 250°



10. 水平角测量时视准轴不垂直于水平轴引起的误差属于（ ）。

A 中误差 B 系统误差 C 偶然误差 D 相对误差

11. 经纬仪测回法进行水平角测量时能够消除的误差是（ ）

A. 对中误差 B 横轴倾斜误差

C. 竖轴倾斜误差 D 读数误差

12. 下面测量读数的做法正确的是（ ）

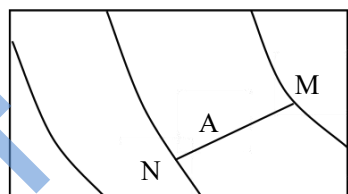
I. 用经纬仪测水平角，用横丝照准目标读数

J. 用水准仪测高差，用竖丝切准水准尺读数

K. 水准测量时，每次读数前都要使水准管气泡居中

L. 经纬仪测竖直角时，尽量照准目标的底部

13. 下图为某地形图的一部分，各等高线高程如图所视，A 点位于线段 MN 上，点 A 到点 M 和点 N 的图上水平距离为 $MA=6\text{mm}$ ， $NA=4\text{mm}$ ，则 A 点高程为（ ）



- H. 46.4m
- I. 46.6m
- J. 47.4m
- K. 47.6m

14. 在竖直角观测中, 盘左盘右取平均值是否能够消除竖盘指标差的影响? ()

- A. 不能 B. 能消除部分影响 C. 可以消除 D. 二者没有任何关系

15. 下面关于高斯投影的说法正确的是: ()

- A. 离中央子午线越远, 投影变形越小;
- B. 中央子午线投影为直线, 且投影的长度无变形;
- C. 高斯投影为等面积投影;
- D. 经纬线投影后长度无变形;

16. 用水准仪进行水准测量时, 要求尽量使前后视距相等, 是为了 ()

- A. 消除或减弱标尺分划误差的影响
- B. 消除或减弱仪器升沉误差的影响
- C. 消除或减弱仪器水准管轴不平行于视准轴的误差影响
- D. 消除或减弱水准管轴不垂直于仪器旋转轴误差影响

17. 以下方法中不能用于高程测量的是 ()。

- A. 水准测量 B. 三角高程测量
- C. 导线测量 D. GPS 测高

1 C; 2 B; 3 C; 4 A; 5 B; 6 A; 7 D; 8 A; 9 C; 10 B;
11 B; 12 C; 13 A; 14 C; 15 B; 16 C; 17 C; 18 C; 19 A; 20 B;

练习八

1. 一段 324 米长的距离在 1: 2000 地形图上的长度为 ()。

- A 1.62cm B 3.24 cm C 6.48 cm D 16.2 cm

大地水准面是通过 () 的水准面。

- A 赤道 B 地球椭球面 C 平均海水面 D 中央子午线

3.

4. 已知某直线的象限角南西 40° , 则其方位角为 ()。

- A 140° B 220° C 40° D 320°

5. 导线计算中所使用的距离应该是 ()。

- A 任意距离均可 B 倾斜距离 C 水平距离 D 大地水准面上的距离

6. 相邻两条等高线之间的高差与水平距离之比称为 ()

- A 坡度 B 等高线平距 C 等高距 D 相对误差

7. 根据图纸上设计内容将特征点在实地进行标定的工作称为 ()

- A 直线定向 B 联系测量 C 测图 D 测设

8. 在一个已知点和一个未知点上分别设站, 向另一个已知点进行观测的交会方法是 ()

- A 后方交会 B 前方交会 C 侧方交会 D 无法确定

9. 以下测量中不需要进行对中操作是 ()。

- A 水平角测量 B 水准测量 C 垂直角测量 D 三角高程测量

10. 角度测量读数时的估读误差属于 ()。

- A 中误差 B 系统误差 C 偶然误差 D 相对误差

11. 下面关于经纬仪测角交会的说法错误的是 ()

B. 前方交会一般要求交会角在 30° 到 90° 之间

B. 危险圆是通过后方交会的三个已知点的圆

C. 如果后方交会的交会点位于危险圆上, 则算不出结果

D. 前方交会中应用余切公式计算交会点坐标应保证已知点和未知点成逆时针排列

12. 下面测量读数的做法正确的是 ()

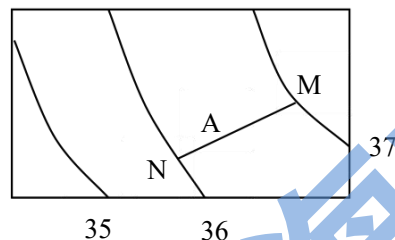
M. 用经纬仪测水平角, 用横丝照准目标读数

N. 用水准仪测高差, 用竖丝切准水准尺读数

O. 水准测量时, 每次读数前都要使水准管气泡居中

P. 经纬仪测竖直角时, 尽量照准目标的底部

13. 下图为某地形图的一部分, 各等高线高程如图所视, A 点位于线段 MN 上, 点 A 到点 M 和点 N 的图上水平距离为 $MA=7\text{mm}$, $NA=3\text{mm}$, 则 A 点高程为 ()



L. 36.3m

M. 36.7m

N. 37.3m

O. 37.7m

14. 下面关于高斯投影的说法正确的是: ()

I. 中央子午线投影为直线, 且投影的长度无变形;

J. 离中央子午线越远, 投影变形越小;

K. 经纬线投影后长度无变形;

L. 高斯投影为等面积投影;

15. 用水准仪进行水准测量时, 要求尽量使前后视距相等, 是为了 ()

E. 消除或减弱水准管轴不垂直于仪器旋转轴误差影响

F. 消除或减弱仪器升沉误差的影响

G. 消除或减弱标尺分划误差的影响

H. 消除或减弱仪器水准管轴不平行于视准轴的误差影响

16. 地面两点 A、B 的坐标分别为 A (1256.234, 362.473), B (1246.124, 352.233), 则 A、B 间的水平距离为 () m

A. 14.390

B. 207.070

C. 103.535

D. 4.511

17. 用经纬仪测水平角和竖直角, 一般采用正倒镜方法, 下面哪个仪器误差不能用正倒镜法消除 ()

I. 视准轴不垂直于横轴

J. 竖盘指标差

K. 横轴不水平

L. 竖轴不竖直

1 D; 2 C; 3 A; 4 B; 5 C; 6 A; 7 D; 8 C; 9 B; 10 C;

11 A; 12 C; 13 A; 14 A; 15 D; 16 A; 17 D; 18 B; 19 C; 20 A;

测量学综合练习题---填空题

练习一

1 测量工作的基准线是_____。

2 野外测量工作的基准面是_____。

3 直线定向常用的标准方向有真子午线方向、_____和磁子午线方向。

5 测量误差按其测量结果的影响性质, 可分为系统误差和_____。

6 地物注记的形式有文字注记、_____和符号注记三种。

7 象限角的取值范围是: _____。

8 经纬仪安置通常包括整平和_____。

9 测量误差的主要来源包括外界条件、观测者自身条件和_____。

10 水准路线按布设形式可以分为闭合水准路线、_____和水准支线。

1. 铅垂线;

2 大地水准面

3. 坐标纵线方向

5. 偶然误差
6. 数字注记
- 7 大于等于 0 度且小于等于 90 度（或 $[0^{\circ}, 90^{\circ}]$ ）
- 8 对中
- 9 仪器条件
- 10 附和水准路线

练习二

- 1 地形图符号按照比例尺可分为比例符号、_____和半依比例符号。
- 2 采区测量的工作主要包括_____、次要巷道测量和回采工作面测量。3 水准测量时对某一水准尺进行观测时的基本步骤是粗平、瞄准、_____和读数。
- 4 测量工作的基本原则是 _____和步步有检核。5 根据采用标准方向的不同，方位角通常包括真方位角、磁方位角和_____ 三种。
- 6 绝对高程是地面点到_____的铅垂距离。
- 7 水准测量时对前后视距的要求是_____。
- 8 经纬仪用测回法进行水平角观测时，某一方向上盘左读数和盘右读数的关系是_____。
- 9 经纬仪十字丝板上的上丝和下丝主要是在测量_____时使用。
- 10 光电测距仪按照测量时间的方式可以分为_____和脉冲式测距仪。

- 1 非比例符号
- 2 采区联系测量
- 3 精平
- 4 从高级到低级、从控制到碎部（一项即可得 1 分）
- 5 坐标方位角
- 6 大地水准面
- 7 尽可能相等
- 8 相差 180 度
- 9 视距（或距离）
- 10 相位式测距仪

练习三

- 1 等高线的种类有_____、计曲线、间曲线和助曲线四种。
- 2 地面点的位置通常用平面坐标和_____表示。

- 3 经纬仪进行测量前的安置工作包括对中和_____两个主要步骤。
- 5 单导线的布设形式有_____、闭合导线和支导线。
- 6 直线定向常用的标准方向有_____、坐标纵线方向和磁子午线方向。
- 8 水准测量中常用的两种检核方法是_____和变更仪器高法。
- 9 在球面上用地理坐标表示点的平面坐标时，地面点的位置通常用_____表示。
- 10 水准仪主要由基座、水准器和_____三部分构成。
- 1 首曲线
- 2 高程
- 3 整平
- 5 附和导线
- 6 真子午方向
- 8 变更仪器高法
- 9 经纬仪
- 10 望远镜

练习四

- 1 水准测量中，为了进行测站检核，在一个测站要测量两个高差值进行比较，通常采用的测量检核方法是双面尺法和_____。
- 2 直线定向常用的标准方向有真子午线方向、_____和坐标纵线方向。
- 3 地形图符号一般分为比例符号、_____和不依比例符号。
- 4 测量误差的来源可归结为三个方面外界条件、_____和仪器误差。
- 5 测量的基本工作为_____、测距和测高差。
- 7 水准测量时对前后视距的要求是_____。
- 8 当用视距测量方法进行倾斜距离测量时需要读取上下丝读数和_____。
- 9 为了便于计算和分析，对大地水准面采用一个规则的数学曲面进行表示，这个数学曲面称为_____。
- 10 光电测距仪按照测量时间的方式可以分为相位式测距仪和_____。
- 1 变更仪器高法
- 2 磁北方向
- 3 半依比例符号（或线状符号）
- 4 观测者自身条件

- 5 测量角度
- 7 尽可能相等
- 8 垂直角
- 9 旋转椭球体面
- 10 脉冲式测距仪

练习五

- 1 野外测量的基准线是_____。
- 2 光学测距仪是通过测定_____来计算距离的。
- 3 地图比例尺常用的两种表示方法_____和图示比例尺。
- 4 地面点的位置通常用_____和高程表示。
- 5 光学经纬仪的安置包括对中和_____两步。
- 6 野外测量的基准面是_____。
- 7 将地面点由球面坐标系转变到平面坐标系的变换称为_____。
- 8 直线定向是_____。
- 9 水准仪是指能够提供_____的仪器。
- 10 经纬仪测回法测量垂直角时盘左盘右读数的理论关系是_____。

- 1 铅垂线
- 2 光波在两点间传播的时间
- 3 数字比例尺
- 4 平面坐标
- 5 整平
- 6 大地水准面
- 7 地图投影
- 8 确定一直线与标准方向间角度关系的工作。
- 9 水平视线
- 10 两者和为 360 度

练习六

- 1 测量误差按其 对测量结果的影响性质，可分为系统误差和_____。
- 2 野外测量工作的基准线是_____。
- 3 直线定向常用的标准方向有_____、磁子午线方向和坐标纵线方向。
- 4 水准测量中为了进行测站高程检核，往往在一测站需要测量和计算两个高差，通常采用的

两种检核方法是双面尺法和_____。

5 地物符号一般分为比例符号、_____和不依比例符号。

6 控制测量包括平面控制测量和_____。

7 对某一角度进行了一组观测，则该角的最或是值为_____。

8 经纬仪照准部包括望远镜、_____和水准器三部分。

9 经纬仪满足三轴相互垂直条件时，望远镜围绕横轴旋转，扫出的面应该是_____。

10 进行视线倾斜的视距测量时，除了需要读取上下丝读数以外，还要测_____。

1 偶然误差

2 铅垂线

3 真北方向

4 变更仪器高法

5 半依比例符号（或线性符号）

6 高程控制测量

7 观测值的算术平均值

8 竖盘

9 铅垂面

10 垂直角

练习七

1 测量学的两项基本原则是从控制到碎部、从整体到局部和_____。

2 地图比例尺是_____的比值。

3 比例尺精度是_____。

4 水准仪主要由望远镜、_____和基座三部分组成。

5 光学经纬仪应满足的三轴条件是指水平度盘的水准管轴应垂直于竖轴、视准轴应垂直于_____和仪器水平轴应垂直于竖轴。

6 导线计算中角度闭合差的分配原则是_____。

7 导线计算中坐标增量闭合差的分配原则是_____。

8 位于测量坐标系第三象限内的直线其方位角 α 和象限角 A 的关系是_____。

9 水准路线的布设形式主要包括闭合水准路线、_____和水准支线。

1 步步有检核

2 线段图上距离与实地距离的比值

3 图上 0.1mm 对应的实地距离

- 4 水准器
- 5 水平轴
- 6 反号平均分配
- 7 反号与距离成比例分配
- 8 $\alpha = A + 180^\circ$
- 9 附和水准路线

练习八

- 1 测量误差按其测量结果的影响性质，可分为偶然误差和_____。
- 2 野外测量工作的基准面是_____。
- 3 等高距是指_____。
- 4 等高线平距是指_____。
- 5 经纬仪主要由照准部、_____和基座三部分构成。
- 6 地物符号一般分为比例符号、_____和不依比例符号。
- 7 视线倾斜时的视距测量是通过测量_____和垂直角计算水平距离的。
- 8 中误差可以通过真误差和_____两种方法进行计算。
- 9 直接为了测图服务而进行的控制测量称为_____。
- 10 对某一量等精度进行了 N 次观测，则算术平均值的中误差 m_x 与单次观测值中误差 m 的关系是：_____。

- 1 系统误差
- 2 大地水准面
- 3 相邻两条等高线之间的高差
- 4 相邻两条等高线之间的水平距离
- 5 水平度盘
- 6 半依比例符号（线性符号）
- 7 上下丝间隔（或上下丝读数）
- 8 改正数
- 9 图根控制
- 10 $m_x = m / \sqrt{N}$

重要公式：

坐标方位角的推算：

$$\alpha_{\text{前}} = \alpha_{\text{后}} + \beta_{\text{左}} - 180^\circ$$

$$\alpha_{\text{前}} = \alpha_{\text{后}} + \beta_{\text{左}} + 180^\circ$$

$$\alpha_{\text{前}} = \alpha_{\text{后}} - \beta_{\text{右}} + 180^\circ$$

$$\alpha_{\text{前}} = \alpha_{\text{后}} - \beta_{\text{右}} - 180^\circ$$

坐标正算：

$$x_B = x_A + \Delta x_{AB}$$

$$y_B = y_A + \Delta y_{AB}$$

$$\Delta x_{AB} = D_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB}$$

$$\Delta y_{AB} = D_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB}$$

$$x_B = x_A + D_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB}$$

$$y_B = y_A + D_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB}$$

坐标反算：

$$\tan \alpha_{AB} = \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

$$\alpha_{AB} = \arctan \frac{\Delta y_{AB}}{\Delta x_{AB}} = \arctan \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

$$D_{AB} = \frac{\Delta y_{AB}}{\sin \alpha_{AB}} = \frac{\Delta x_{AB}}{\cos \alpha_{AB}}$$

$$D_{AB} = \sqrt{\Delta x_{AB}^2 + \Delta y_{AB}^2}$$

附和导线角度闭合差的计算：

$$f_{\beta} = \alpha_{\text{起}} + \sum_1^n \beta_{\text{左}} - n \times 180^\circ - \alpha_{\text{终}}$$

$$f_{\beta} = \alpha_{\text{起}} - \sum_1^n \beta_{\text{右}} + n \times 180^\circ - \alpha_{\text{终}}$$

$$v_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n}$$

$$v_{\beta} = \frac{f_{\beta}}{n}$$