

目录

| | |
|--------------------------------|----|
| 2006 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 2 |
| 2007 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 6 |
| 2008 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 12 |
| 2009 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 16 |
| 2011 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 21 |
| 2012 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 27 |
| 2013 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 32 |
| 2014 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 38 |
| 2015 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 44 |
| 2016 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 49 |
| 2017 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 54 |
| 2018 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 59 |
| 2019 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 64 |
| 2020 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案..... | 67 |

2006 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、术语解释

1. 正常高：地面点沿铅垂线至似大地水准面的距离。
2. 高斯坐标系：在投影面上, 中央子午线和赤道的投影都是直线。以中央子午线和赤道的交点作为坐标原点, 以中央子午线的投影为纵坐标轴 X 规定 X 轴向北为正; 以赤道的投影为横坐标轴 Y, Y 轴向东为正, 这样便形成了高斯平面直角坐标系。
3. 1985 国家高程基准：采用青岛水准原点和根据青岛验潮站 1952 年到 1979 年的验潮数据确定的黄海平均水面所定义的高程基准。
4. 垂直折光系数：视线通过上疏下密的大气层折射所形成曲线的曲率半径与地球曲率半径之比。
5. 世界时：过格林尼治平均天文台的本初子午线上以平均子午夜作为零时开始的平太阳时。
6. 天顶距：空间方向线与天顶方向间的夹角，取值范围（0-180°）。
7. 3S 技术：GPS、RS、GIS 的集成及其应用的技术。
8. 微波遥感：遥感器工作波段选择在微波波段范围的遥感。
9. 数字摄影测量：数字摄影测量是指利用测区的航空摄影测量获得的立体像对，在解析测图以上或在经过改装的立体量测仪上采集地形特征点自动传输到计算机内，经过软件处理，自动生成数字地形图，并由数控绘图仪输出的测量方法。
10. 空间信息可视化：在空间数据库的支持下，利用图形算法、地图学方法和数据挖掘技术，为通过视觉感受与形象思维而获取新知识的空间数据处理、分析与显示的技术。

二、问答题

1. 答：(1) 水平角的观测误差有：

①仪器误差包括以下几方面：

- a. 水平度盘偏心差：是度盘分划线的中心与照准部旋转中心不重合所致；
- b. 视准轴误差：是仪器的视准轴不与横轴正交所产生的误差；
- c. 横轴倾斜误差：仪器的横轴与竖轴不垂直所产生的误差称为横轴倾斜误差，仪器支架两端不等高、横轴两端轴径不相等都会产生横轴倾斜误差；

d. 若视准轴与横轴正交, 横轴垂直于竖轴, 而竖轴与照准部水准管轴已垂直, 仅由于仪器未严格整平而使竖轴不在竖直位置, 竖轴偏离铅垂线一微小角度, 这就是竖轴倾斜误差。

②仪器对中误差;

③目标偏心误差;

④照准误差与读数误差

⑤外界条件的影响

(2) 减弱或消除误差的方法: 同一目标方向在水平度盘对径分划处读数取平均, 可以基本消除或大部分消除水平度盘偏心差的影响; 取盘左、盘右实际读数的中数, 可以消除视准轴误差的影响; 仪器支架两端等高及使横轴两端轴径相等可消除横轴倾斜误差; 适当增加测站至目标的距离可减小目标偏心差对水平角的影响; 选择有利的观测时间和避开不利的条件, 可以使外界条件的影响降低到较小的程度。

2. 答: 特征: 在同一条等高线上的各点的高程都相等; 等高线是闭合曲线; 除了陡崖和悬崖处之外, 等高线既不重合, 也不会相交; 等高线与山脊线和山谷线成正交; 等高线平距的大小与地面坡度大小成反比。

算法步骤: 构建三角网数字高程模型; 寻找等高线点; 等高线点追踪; 等高线光滑。

3. 答: (1) 近似表示地球的形状和大小, 并且其表面为等位面的旋转椭球—地球椭球; (2) 与大地水准面最接近的地球椭球—总地球椭球; (3) 与某区域或一个国家大地水准面最为密合的地球椭球—参考椭球; (4) 确定参考椭球面与大地水准面的相关位置, 使参考椭球面在一个国家或地区范围内与大地水准面最佳拟合—称为参考椭球定位 (5) 单点定位法和多点定位法。

4. 答: (1) 由整体到局部, 先控制后碎部;

(2) 防止误差积累, 保证精度均匀;

(3) 技术设计、实地选点、标石埋设、控制网观测和计算。

5. 答: (1) 导线测量的定义: 导线测量是指从已知点开始, 用直线依次连接各点形成折线状的布设形式, 在点上设置测站, 然后采用测边、测角方式来测定这些点的水平位置的方法。

(2) ①导线测量的优点: 导线测量布设灵活、推进迅速、受地形限制小, 边长

精度分布均匀。如在平坦隐蔽、交通不便、气候恶劣地区。采用导线测量布设大地控制网是有利的。 ②导线测量的缺点：导线测量控制面积小、检核条件少，方位传算误差大。

(3) 导线测量的布设形式有以下几种： ①支导线：从已知点开始，依次在各待定点上设站测角测距，并用直线依次连接各待定点，形成自由伸展的折现形状的导线形式； ②附和导线：两端（始端和终端）均附和在已知点和已知方向的导线形式； ③闭合导线：导线始点和终点合二为一，形成闭合的多边形的导线形式。

(4) 导线测量包括外业和内业两部分内容： ①导线测量的外业主要包括导线的布设和转角及边长的观测； ②导线的内业主要是在野外观测数据的基础上，利用坐标计算公式，得出各点的坐标位置。

(5) 导线平差分为严密平差和近似平差。

(6) 衡量导线精度的指标有：导线点点位中误差、导线全长相对闭合差、坐标方位角闭合差、测角中误差等。

三、完成下列问题

1. (1) 目的:便于地形图测绘、检索、管理、使用

(2) 基本方法:分幅方法:矩形分幅、梯形分幅;编号方法:行列式编号、自然序数编号、经纬度编号

(3) 1:100 万图幅编号 I49, 1:1 万图幅的行号 44;列号 15, 比例尺代码 G。其编矩形分幅号方法号为:I49G044015。

2. (1) A1 测段观测高差改正数的中误差: $\pm 0.3\text{mm}$ 。

(2) A1 测段改正后观测高差的中误差: $\pm 1.7\text{mm}$ 。

(3) 点 2 的高程中误差: $\pm 1.6\text{mm}$ 。

四、推证题

解:
$$\left. \begin{aligned} x_P &= x_A + S_{AP} \cdot \cos \alpha_{AP} \\ y_P &= y_A + S_{AP} \cdot \sin \alpha_{AP} \end{aligned} \right\}$$

$$\alpha_{AP} = \alpha_{AB} - \alpha$$

$$\left. \begin{aligned} x_P &= x_A + \frac{S_{AP} \cdot \sin \alpha}{S_{AB}} [(x_B - x_A) \cdot \cot \alpha + (y_B - y_A)] \\ y_P &= y_A + \frac{S_{AP} \cdot \sin \alpha}{S_{AB}} [(y_B - y_A) \cdot \cot \alpha - (x_B - x_A)] \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{S_{AP} \cdot \sin \alpha}{S_{AB}} = \frac{\sin \beta}{\sin P} \sin \alpha = \frac{\sin \alpha \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{1}{\cot \alpha + \cot \beta}$$

$$\left. \begin{aligned} x_P &= \frac{x_A \cdot \cot \beta + x_B \cdot \cot \alpha + (y_B - y_A)}{\cot \alpha + \cot \beta} \\ y_P &= \frac{y_A \cdot \cot \beta + y_B \cdot \cot \alpha - (x_B - x_A)}{\cot \alpha + \cot \beta} \end{aligned} \right\}$$

五、论述题

1. 答：发展概况：(1)野外数据采集手段的发展；(2)成图软件的发展；(3)GPS RTK的发展；(4)数字摄影测量的发展；(5)遥感的发展。

面临问题及研究方向：(1)数据采集技术方面；(2)成图软件的完善；(3)遥感方面；(4)数字摄影测量方面。

8844.43m

2. 误差分析：(1)三角高程误差分析 (2) GPS 测量的误差分析 (3) 雷达测定冰雪厚度的误差分析 (4) 水准测量误差分析。

2007 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、术语解释

1. 参考椭球：与某个区域如一个国家大地水准面最为密合的椭球称为参考椭球。
2. 子午线收敛角：过一点的真北方向与坐标北方向之间的夹角称为子午线收敛角。
3. 高斯平面坐标系：在投影面上, 中央子午线和赤道的投影都是直线。以中央子午线和赤道的交点 O 作为坐标原点, 以中央子午线的投影为纵坐标轴 X , 规定 X 轴向北为正; 以赤道的投影为横坐标轴 Y , Y 轴向东为正, 这样便形成了高斯平面直角坐标系。
4. 等高线：地面上高程相等的相邻点连成的闭合曲线。
5. 系统误差：在相同的观测条件下, 对某一量进行一系列的观测, 如果出现的误差在符号和数值上都相同, 或按照一定的规律变化, 这种误差称为系统误差。
6. 间接平差：利用观测值和待求参数之间的线性函数关系, 按最小二乘法进行平差的方法。
7. 地图投影：将椭球面上各元素（如坐标、方向、长度）按一定的数学法则投影到平面上。
8. 图像融合：图像融合是指将多源信道所采集到的关于同一目标的图像数据经过图像处理和计算机技术等, 最大限度的提取各自信道中的有利信息, 最后综合成高质量的图像, 以提高图像信息的利用率、改善计算机解译精度和可靠性、提升原始图像的空间分辨率和光谱分辨率, 利于监测。
9. 网络 GIS：地理信息系统是以地理空间数据库为基础, 在计算机硬件、软件的支持下对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示, 并采用地理模型分析方法, 适时提供多种空间和动态的地理信息, 为地理研究和地理决策服务而建立起来的计算机技术系统。
10. RTK：RTK 称为载波相位差分技术, 是实时处理两个测量站载波相位观测量的差分方法, 将基准站采集的载波相位发给用户接收机, 进行求差解算坐标。

二、问答题

1. (1) 仪器系统误差改正：加常数、乘常数、周期误差；
(2) 大气折射引起的改正：气象、波道改正；
(3) 归算方面的改正：归心、倾斜和投影到椭球面上。

2. 定义: 地形图是按照一定的数学法则, 运用符号系统表示地表上的地貌地物的平面位置及基本的地理要素且高程用等高线表示的一种普通地图。

内容: (1) 数学要素: 如比例尺, 坐标格网等;

(2) 地形要素: 各种地物、地貌等;

(3) 注记和整饰要素: 包括各类注记、说明资料和辅助图表。

方法: 传统平板仪测图法, 经纬仪测图, 电子全站仪测图, GPS RTK 测图。

3. 答: (1) 控制测量的定义: 控制测量是指对控制网进行布设、观测、计算, 确定控制点位置的工作。

(2) 控制测量分为平面控制测量和高程控制测量。平面控制测量通常采用以下方法建立: ①三角测量; ②导线测量; ③交会测量; ④天文测量; ⑤全球定位系统 GPS 测量。高程控制测量通常采用的方法有 ①三四等水准测量; ②三角高程测量方法。

(3) 在测量工作中应依据地形条件、测量要求、控制点点位条件、测量工作原则等来选择控制测量方法。

4. 答: (1) 水平角的观测误差有:

①仪器误差包括以下几方面:

a. 水平度盘偏心差: 是度盘分划线的中心与照准部旋转中心不重合所致;

b. 视准轴误差: 是仪器的视准轴不与横轴正交所产生的误差;

c. 横轴倾斜误差: 仪器的横轴与竖轴不垂直所产生的误差称为横轴倾斜误差, 仪器支架两端不等高、横轴两端轴径不相等都会产生横轴倾斜误差;

d. 若视准轴与横轴正交, 横轴垂直于竖轴, 而竖轴与照准部水准管轴已垂直, 仅由于仪器未严格整平而使竖轴不在竖直位置, 竖轴偏离铅垂线一微小角度, 这就是竖轴倾斜误差。

②仪器对中误差;

③目标偏心误差;

④照准误差与读数误差

⑤外界条件的影响

(2) 减弱或消除误差的方法: 同一目标方向在水平度盘对径分划处读数取平均, 可以基本消除或大部分消除水平度盘偏心差的影响; 取盘左、盘右实际读数的中数, 可以消除视准轴误差的影响; 仪器支架两端等高及使横轴两端轴径相等可消除横

轴倾斜误差:, 适当增加测站至目标的距离可减小目标偏心差对水平角的影响; 选择有利的观测时间和避开不利的条件, 可以使外界条件的影响降低到较小的程度。

5. 数字高程模型: 是以数字的形式按一定结构组织在一起, 表示实际地形特征空间分布的模型, 是定义在 x, y 域离散点上以高程表达地面起伏形态的数字集合。

特点: (1) 容易多种形式显示地形信息。包括多种比例尺的地形图、纵横断面图, 立体图, 具有多种比例尺特性。

(2) 精度不会损失。数值模拟采用数字媒介可以直接输出, 可以控制精度不变。

(3) 容易实现实时化, 自动化。便于存储, 更新, 传播和计算机处理。

方法: 三角网转成格网 DEM, 等高线转成格网 DEM, 等高线构建三角网法。

三、计算题

解: A、B 的协方差为 0, 说明 A、B 是没有相关性的独立观测量

$$\Delta h_{AB} = H_B - H_A, \quad m_A = \pm 4mm, \quad m_B = \pm 2mm$$

由协方差传播定理, 这段水准路线的总高差为

$$m_{\Delta h}^2 = m_A^2 + m_B^2, \quad \text{则} \quad m_{\Delta h} = \pm \sqrt{20}mm$$

$$\text{每公里观测高差的中误差} \quad m_0 = \frac{m_{\Delta h}}{\sqrt{2}} = \pm \frac{\sqrt{20}}{\sqrt{40}} = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} = \pm 0.707$$

$$\text{假设水准测量从 A 点起算测到 B 点, 由误差传播定理} \quad m' = \frac{m_0}{\sqrt{l}}$$

$$\text{则} \quad l = \left(\frac{m'}{m_0}\right)^2 = \frac{15}{0.5} = 30km$$

即最弱点在离 A 点 30km 处。

四、推证题

答: 根据 $\Delta_i = X - l_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$

$$\text{和} \quad \lim_{n \rightarrow \infty} X = \frac{[l]}{n}$$

$$\text{得到} \quad \Delta_1 = X - l_1 \quad v_1 = \bar{x} - l_1$$

$$\Delta_2 = X - l_2 \quad v_2 = \bar{x} - l_2$$

. .

$$\begin{array}{ccc} \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ \Delta_n = X - l_n & & v_n = \bar{x} - l_n \end{array}$$

将上式左、右两式分别相减，得到 $\Delta_1 = v_1 + (X - \bar{x})$

$$\Delta_2 = v_2 + (X - \bar{x})$$

$$\begin{array}{ccc} \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ \Delta_n = v_n + (X - \bar{x}) \end{array}$$

上式等号两端各取其总和，并顾及 $[v] = 0$ ，得到

$$[\Delta] = n(X - \bar{x})$$

$$X - \bar{x} = \frac{[\Delta]}{n}$$

再取其平方和，得到 $[\Delta\Delta] = [vv] + n(X - \bar{x})^2$

$$\text{式中} \quad (X - \bar{x})^2 = \frac{[\Delta]^2}{n^2} = \frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n^2} + \frac{2(\Delta_1\Delta_2 + \Delta_1\Delta_3 + \dots + \Delta_{n-1}\Delta_n)}{n^2}$$

上式中，右端第二项中 $\Delta_i\Delta_j$ ($i \neq j$) 为任意两个偶然误差的乘积，它任然具有偶然误差的特性。根据偶然误差的第 4 个特性，可以认为

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta_1\Delta_2 + \Delta_1\Delta_3 + \dots + \Delta_{n-1}\Delta_n}{n} = 0$$

当 n 为有限值时，上式的值为一微小量；再除以 n 后，更可以忽略不计，

$$\text{因此} \quad (X - \bar{x})^2 = \frac{[\Delta\Delta]}{n^2}$$

$$[\Delta\Delta] = [vv] + \frac{[\Delta\Delta]}{n}$$

$$\frac{[\Delta\Delta]}{n} = \frac{[vv]}{n-1}$$

所以

$$m = \pm \sqrt{\frac{[\nu\nu]}{n-1}}$$

五、综合题

1. 原理：相位式光电测距通过测量调制光在测线上往返传播所产生的相位移来求出距离 D。由光源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光镜。经反光镜反射后被接收器所接收, 然后由相位计将发射信号(又称参考信号)与接收信号(又称测距信号)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 φ 。

误差来源：

一、比例误差：1. 真空中光速 c_0 的误差 2. 大气折射率 n 的误差 3. 调制频率 f 的误差

二、固定误差：1. 相位差 $\Delta\varphi$ 的测定误差 2. 仪器加常数改正误差

三、周期误差

措施：加入气象改正数减弱或消除大气折射率 n 的误差；作业前对仪器的精测晶振频率进行校正可以减弱调制频率 f 的误差；在制造仪器时加强屏蔽，尽量减小仪器内部的信号干扰，在使用仪器时，尽量避免用弱信号测距和避免其他外部杂乱信号的干扰可以减弱周期误差的影响。对待这些误差，应该进一步通过仪器检核，客观地发现他们，或者调整仪器或者加入改正数，以便将他们的影响控制在允许范围内。

2. 答：地面数字测图是利用电子全站仪或其他测量仪器在野外进行数字化地形数据采集成图软件的支持下, 通过计算机加工处理, 获得数字地形图的方法, 其实质是一种全解析机助测图方法。地面数字测图的成果是可供计算机处理、远距离传输、多方共享的以数字形式储存在计算机存储介质上的数字地形图; 或通过数控绘图仪输出的以图纸为载体的地形图。

数字化测图使地形图测绘实现了数字化、自动化, 改变了传统的手工作业模式。地面数字测图与传统的图解法测图相比, 具有自动化程度高、精度高、不受图幅限制、便于使用管理等特点。数字地形信息也是建立地理信息系统的基础信息。目前, 数字测图技术已基本取代了传统的地形图测图方法, 地面数字测图已成为

获取大比例尺数字地形图、各类地理信息系统以及为保持其现势性所进行的空间数据更新的主要方法。

2008 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、术语解释

1. 数字地图：以数字形式存储在计算机介质上的地图。
2. 大地水准面：平均海水的海水面向大陆延伸所形成的封闭曲面。
3. 空间信息可视化：在空间数据库的支持下，利用图形算法、地图学方法和数据挖掘技术，为通过视觉感觉与形象思维而获取新知识的空间数据处理、分析与显示的技术。
4. 高程：过地面点沿基准线到基准面的距离。
5. 工程测量学：研究工程建设和自然资源开发中各个阶段进行的控制和地形测量、施工放样、变形监测的理论和科学。
6. 1985 国家高程基准：采用青岛水准原点和根据青岛验潮站 1952 年到 1979 年的验潮数据确定的黄海平均海水面所定义的高程系统。
7. 中误差：带权残差平方和的平方根。
8. 间接平差：利用观测值和待求参数之间的线性函数关系，按最小二乘法进行平差的方法。
9. 空间关系：空间对象之间的拓扑、方位和度量关系。
10. 3S 技术：GPS、RS、GIS 技术有机组合成一体化的功能更强大的新型技术和方法。

二、问答题

1. 答：与 GPS 卫星有关的误差；与 GPS 卫星信号传播有关的误差；与 GPS 信号接收机有关的误差。

(1) 与 GPS 卫星有关的误差包括卫星的星历误差和卫星钟误差, 两者都属于系统误差, 可在 GPS 测量中采取一定的措施消除或减弱, 或采用某种数学模型对其进行改正。

(2) 与 GPS 卫星信号传播有关的误差包括电离层折射误差、对流层折射误差和多路径误差。电离层折射误差和对流层折射误差即信号通过电离层和对流层时, 传播速度发生变化而产生时延, 使测量结果产生系统误差, 在 GPS 测量中, 可以采取一定的措施消除或减弱, 或采用某种数学模型对其进行改正。多路径误差取决

于测站周围的观测环境,具有一定的随机性,属于偶然误差。为了减弱多路径误差,测站位置应远离大面积平静水面,测站附近不应有高大建筑物,测站点不宜选在山坡、山谷和盆地中。

(3) 与 GPS 信号接收机有关的误差包括接收机的观测误差、接收机的时钟误差和接收机天线相位中心的位置误差。接收机的观测误差具有随机性质,是一种偶然误差,通过增加观测量可以明显减弱其影响。接收机时钟误差是一种系统误差,但可采取一定的措施予以消除或减弱。

(4) 建立误差改正模型; 求差法; 选择较好的硬件和较好的观测条件。

2. (1) 对轮廓点坐标进行旋转变换;

(2) 计算面状符号的轴线;

(3) 计算面状符号的中心位置;

(4) 填绘面状符号。

3. 答: (1) 水准管轴不平行于视准轴对高差的影响规律: 水准仪在使用之前, 虽然经过检验校正, 但实际上很难做到视准轴与水准管轴严格平行。视准轴与水准管轴在竖直面内投影的夹角称为 i 角, i 角的存在会给水准测的观测结果带来误差。

设 A、B 分别为同一测站的后视点和前视点, S_A 、 S_B 分别为后视和前视的距离,

x_A 、 x_B 为由于视准轴与水准管轴不平行而引起的读数误差。如果不考虑地球曲率和大气折光的影响, B 点对 A 点的高差为:

$$h_{AB} = (a - x_A) - (b - x_B) = (a - b) - (x_A - x_B)$$

因 $x = S \tan i$

$$\text{故 } h_{AB} = (a - b) - (S_A - S_B) \tan i = (a - b) - (S_A - S_B) \frac{i}{\rho''}$$

$$\text{对于一测段则有 } \sum h = \sum (a - b) - \frac{i}{\rho''} \times \sum (S_A - S_B)$$

(2) 消除方法: 为使一个测站的 $x_A = x_B$, 应使 $S_A = S_B$ 。实际上, 要求使后、前视的距离正好相等是比较困难也是不必要的。所以, 根据不同等级的精度要求, 对每一测站的后、前视距离之差和每一测段的后、前视距的累计差规定一个限值。这样, 就可把残余 i 角对所测高差的影响限制在可忽略的范围内。

4. 目的：便于测绘、使用和管理

原则：明确的界线、图幅大小近似相等、同一地区各比例尺图幅相互联系、编号科学系统。

定义：地面上高程相等的相邻点连接起来所形成的封闭曲线；

5. 分类：首曲线、计曲线、间曲线和助曲线；

特性：（1）在同一条等高线上的各点高程都相等；

（2）等高线是闭合曲线；

（3）除了陡崖和悬崖处之外，等高线既不重合也不相交；

（4）等高线与山脊线和山谷线成正交；

（5）等高线平距的大小与地面坡度大小成反比。

步骤：构建数字高程模型、寻找等高线点、封闭性、追踪等高线点、光滑等高线。

三、计算题

1. （1）特点：①中央子午线投影后为直线，且长度不变。据中央子午线越远的子午线投影后弯曲程度越大，长度变形也越大。②椭球面上除中央子午线外，其他子午线投影后均向中央子午线弯曲，并向两极收敛，对称于中央子午线和赤道。③在椭球面上对称于赤道的纬圈，投影后仍为对称的曲线，并与子午线的投影曲线互相垂直并凹向两极。

（2）三度 36 108 右 3824211.862m 85356.716m

2. （1） $\pm 4.9''$

（2）两个测回

四、推证题

设 L_i ($i=1, 2, \dots, n$) 为某量的观测值，其权为 P_i ($i=1, 2, \dots, n$)，最或是值为 \tilde{x} ，则观测值改正数

$$v_i = \tilde{x} - L_i \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

中各式两端平方，并乘以各自的权，然后相加得，

$$[Pv] = p_1(\tilde{x} - L_1)^2 + p_2(\tilde{x} - L_2)^2 + \dots + p_n(\tilde{x} - L_n)^2 \quad (2)$$

利用最小二乘法原理，令 $[Pv] = \min$ ，即

以 x 为自变量, 对上式求一阶导数, 并令其等于零:

$$\frac{d[Pw]}{dx} = 2[P(x-L)] = 0$$

即 $[P]_x - [PL] = 0$

$$x = \frac{[PL]}{[P]} \quad (3)$$

五、论述题

1. (1) 编制技术计划; (2) 图根控制测量; (3) 外业数据采集; (4) 数据处理与图形文件生成; (5) 图形编辑与输出; (6) 检查验收

2. GIS 概念: GIS 是一个交叉学科, 同时又是一个技术系统。作为一个学科 GIS 研究相应的理论体系、支撑技术、模型和方法、应用问题。作为一个技术系统 GIS 描述地理空间中与地理分布相关的数据, 是集数据的采集和检核、存储、维护和管理、查询与检索、空间分析、输出与表现等功能为一体的庞大而复杂的空间信息系统。

GIS 组成: (1) 整个系统的构成: 软件、硬件、数据、人。

(2) 功能构成: 数据采集与处理、数据存储与管理、空间查询、空间分析与空间数据展现。

(3) 技术平台搭建: 空间数据库管理系统、应用平台软件、开发工具和 CASE 工具
空间数据主要来源: 地面测量、遥感、GPS、纸图数字化、已有的空间数据产品
主要的空间参照系统: 地心三维坐标、球面坐标、平面投影坐标。

2009 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、术语解释

1. 粗差：由于观测者的粗心或各种干扰造成的大于限差的误差。
2. 系统误差：在相同的观测条件下，对某一量进行一系列的观测，如果出现的误差在符号和数值上都相同，或按照一定的规律变化，这种误差称为系统误差。
3. 偶然误差：在相同的观测条件下，对某一量进行一系列的观测，如果出现的误差在符号和数值上都不相同，或从表面上看没有任何规律性，这种误差称为偶然误差。
4. 水准测量的原理：使用水准仪和水准尺，根据水平视线测定两点之间的高差，从而由已知点的高程推求未知点的高程。
5. 验潮站：以了解当地海水潮汐变化的规律而设置的。为确定平均海面 and 建立统一的高程基准，需要在验潮站上长期观测潮位的升降，根据验潮记录求出该验潮站的平均位置。
6. 4D 产品：由 DOM（数字正摄影像图）、DEM（数字高程模型）、DRG（数字栅格地图）、DLG（数字线划地图）组成。
7. 数字高程模型：以数字的形式按一定结构组在一起，表示实际地形特征空间分布的模型，是定义在 x, y 域离散点上以高程表达地面起伏形态的数字集合。
8. 等高线：地面上高程相等的相邻点连成的闭合曲线。

二、问答题

1. 特性：（1）在一定观测条件下的有限次观测中，偶然误差的绝对值不会超过一定的限值；（2）绝对值较小的误差出现的频率大，绝对值大的误差出现的频率小；（3）绝对值相等的正、负误差具有大致相等的出现频率；（4）当观测次数无限增大时，偶然误差的理论平均值趋近于零，即偶然误差具有抵偿性。
2. 答：与 GPS 卫星有关的误差；与 GPS 卫星信号传播有关的误差；与 GPS 信号接收机有关的误差。
 - （1）与 GPS 卫星有关的误差包括卫星的星历误差和卫星钟误差。
 - （2）与 GPS 卫星信号传播有关的误差包括电离层折射误差、对流层折射误差和多路径误差。
 - （3）与 GPS 信号接收机有关的误差包括接收机的观测误差、接收机的时钟误差

和接收机天线相位中心的位置误差。

3. (1) 仪器系统误差改正：加常数、乘常数、周期误差；

(2) 大气折射引起的改正：气象、波道改正；

(3) 归算方面的改正：归心、倾斜和投影到椭球面上。

4. 测量坐标系到笛卡儿坐标系的坐标变换公式如下：

$$x = x_0 + (Y - W_{yl}) \bullet 1000 / M$$

$$y = y_0 + (X - W_{xb}) \bullet 1000 / M$$

式中, X、Y 为测量坐标系窗口中的一点坐标, 窗口左下角的坐标为 W_{xb} 、 W_{yl} 、 x_0 、 y_0 是窗口左下角 (W_{xb} 、 W_{yl}) 在笛卡儿坐标系中对应的坐标, M 为窗口从测量坐标系到笛卡儿坐标系的缩小倍数。笛卡儿坐标系到计算机屏幕坐标系的坐标变换公式如下：

$$X_v = (x - w_{xl}) \bullet S_x$$

$$Y_v = (w_{yt} - y) \bullet S_y$$

$$S_x = V_{width} / (w_{xr} - w_{xl})$$

$$S_y = V_{height} / (w_{yt} - w_{yb})$$

式中, x、y 是笛卡儿坐标系窗口中的一点坐标。窗口左下角的坐标为 w_{xl} 、 w_{yb} , 窗口右上角的坐标为 w_{xr} 、 w_{yt} 、 V_{width} 是屏幕的宽度, V_{height} 是屏幕的高度, S_x 和 S_y 分别是 x 和 y 方向坐标变换的比例系数。为了使屏幕上显示的图形形状保持不变, 应采用相同的比例系数, 即 S_x 和 S_y , 两个系数中的较小值作为坐标变换的比例系数。笛卡儿坐标系到绘图仪坐标系的坐标变换公式如下：

$$X_p = X_{PO} + (x - w_{xl}) \bullet n$$

$$Y_p = Y_{PO} + (y - w_{yb}) \bullet n$$

式中, x、y 是笛卡儿坐标系窗口中的一点坐标, 窗口左下角的坐标为 w_{xl} 、 w_{yb} , X_{PO} 、 Y_{PO} 是窗口左下角 (w_{xl} , w_{yb}) 在绘图仪坐标系中对应的坐标, n 为绘图仪每毫米

的脉冲当量数。

5. 答:三角高程测量的精度受垂直角误差、边长误差、大气折光误差、仪器高和目标高的量测误差等诸多因素的影响。其主要误差来源是以下几方面:

(1) 垂直角误差:包括仪器误差、观测误差和外界环境影响。

①仪器误差:由经纬仪等级所决定,垂直度盘的分划误差、偏心误差都是影响因素;

②外界条件:主要是大气垂直折光的影响;

③观测误差:包括照准误差、读数误差及竖盘指标水准管气泡居中误差等,主要是照准误差的影响,目标的形状、颜色、亮度、空气对流、空气能见度都会影响照准精度,给竖角测定带来误差。竖角观测误差对高差测定的影响与推算高差的边长成正比,边长越大,影响越大。

(2) 边长误差:边长误差的大小决定于测量的方法,若边长根据两点坐标反算求得或测距仪测得,其精度是相当高的。

(3) 大气折光误差:与观测条件密切相关,大气垂直折光系数 K 是随地区、气候、季节等条件的不同而变化的,要精确测定它的数值,目前尚不可能, K 值在中午前后数值最小,且较稳定,因此,竖角的观测时间最好在地方时 10 时至 16 时之间。

(4) 丈量仪高和毡标高的误差:仪高和毡高的量测误差有多大,对高差的影响也会有多大。

三、论述题

1. (1) 大地坐标系:地面上一点的空间位置可用大地坐标 (B, L, H) 表示。大地坐标系是以参考椭球面为基准面,以起始子午面和赤道面作为在椭球上确定某一点投影位置的参考面。

(2) 空间直角坐标系:以椭球中心 O 为原点,起始子午面和赤道面交线为 X 轴,赤道面上与 X 轴正交的方向为 Y 轴,椭球体的旋转轴为 Z 轴,构成右手直角坐标系 $O-XYZ$ 。

(3) 独立平面直角坐标系:以 x 轴为纵轴表示南北,以 y 轴为横轴表示东西(适用于测区范围较小)。

(4) 高斯-克吕格平面直角坐标系:在投影面上,中央子午线和赤道的投影都是直线。以中央子午线和赤道的交点 O 为原点,以中央子午线的投影为 X 轴, X 轴

向北为正；以赤道的投影为 Y 轴，Y 轴向东为正。这样便形成了高斯平面直角坐标系。

(5) WGS-84 坐标系：一种地心空间直角坐标系，采用 1979 国际椭球，原点位于地球质心，Z 轴指向 BIH1984.0 定义的协议地球极方向，X 轴指向 BIH1984.0 定义的起始子午面和赤道面的交点，Y 轴通过右手坐标系确定。

2. 答：(1) 测绘学分为大地测量学、摄影测量学、地图学、工程测量学、海洋测绘学。

(2) 测绘学的地位及作用

① 测绘科学技术的应用范围非常广阔，测绘科学技术在国民经济建设、国防建设以及科学研究等领域，都占有重要的地位，对国家可持续发展发挥着越来越重要的作用。

② 测绘工作常被人们称为建设的尖兵，不论是国民经济建设还是国防建设，其勘测、设计、施工、竣工及运段都需要测绘工作，而且都要求测绘工作“先行”。

③ 在国民经济建设方面，测绘信息是国民经济和社会发展规划中最重要的基础信息之一。测绘工作为国土资源开发利用，工程设计和施工，城市建设、工业、农业、交通、水利、林业、通信、地矿等部门的规划和管理提供地形图和测绘资料。土地利用和土壤改良、地籍管理、环境保护、旅游开发等都需要测绘工作，应用测绘工作成果。

④ 在国防建设方面，测绘工作为打赢现代化战争提供测绘保障。各种国防工程的规划、设计和施工需要测绘工作，战略部署、战役指挥离不开地形图，现代测绘科学技术对保障远程导弹、人造卫星或航天器的发射及精确入轨起着非常重要的作用，现代军事科学技术与现代测绘科学技术已经紧密结合在一起。

⑤ 在科学研究方面，诸如航天技术、地壳形变、地震预报、气象预报、滑坡监测、灾害预测和防治、环境保护、资源调查以及其他科学研究中，都要应用测绘科学技术，需要测绘工作的配合。地理信息系统(GIS)、数字城市、数字中国、数字地球的建设，都需要现代测绘科学技术提供基础数据信息。

(3) 测绘学的现状及未来发展近十几年来，随着空间科学、信息科学的飞速发展，全球定位系统(GPS)、遥感(RS)、地理信息系统(GIS)技术已成为当前测绘工作的

核心技术。计算机和网络通信技术的普遍应用,测绘领域早已从陆地扩展到海洋、空间,由地球表面延伸到地球内部;测绘技术体系从模拟转向数字、从地面转向空间、从静态转向动态,并进一步向网络化和智能化方向发展;测绘成果已从三维发展到四维、从静态发展动态。随着新的理论、方法、仪器和技术手段不断涌现及国际间测绘学术交流合作日益密切,我国的测绘事业 将取得更多更大的成就。每个测绘工作者有责任兢兢业业、不避艰辛,努力当好国民经济建设的尖兵,为我国的经济建设和社会发展多做贡献。

2011 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、术语解释

1. 控制测量：控制测量是指对控制网进行布设、观测、计算，确定控制点位置的工作。
2. 碎部测量：以控制点为基础，测定地物、地貌的平面位置和高程，并将其绘制成地形图的测量工作。
3. 方向观测法：当需要观测的水平方向数超过 3 个时，在依次对各个目标观测水平方向值后，应继续依原方向转至第个目标，对其进行半测回中的第二次观测，即“归零”。因照准部旋转了一个整圆周，故称为全圆方向观测法
4. 测量平差：利用最小二乘法原理处理各种研究结果的理论和计算方法，目的在于消除各观测值之间的矛盾，以求得最可靠的结果和评定测量结果的精度。
5. 地形图：地形图是按照一定的数学法则，运用符号系统表示地表上的地物、地貌平面位置及基本的地理要素且高程用等高线表示的一种普通地图。
6. 摄影测量学：摄影测量学是指研究利用摄影手段获得被测物体的图像信息，从几何和物理方面进行分析处理，对所摄对象的本质提供各种资料的一门学科。
7. 海洋测绘：海洋测绘学是以海洋水体和海底为研究对象，研究海洋定位、测定海洋大地水准面和平均海面、海底和海面地形、海洋重力、海洋磁力、海洋环境等自然和社会信息的地理分布及编制各种海图的理论和技术的学科。
8. 地图数据库：是某一区域地形图数据的集合，地形图数据包括地形要素的空间数据和属性数据。
9. 数字正射影像地图：数字正射影像图是指对航空航天像片进行微分纠正和镶嵌，按一定图幅范围裁剪生成的数字正射影像集。
10. 方位角：由直线一端的基本方向，顺时针方向至该直线的水平角度。

二、问答题

1. 答：水准测量是使用水准仪和水准尺，根据水平视线测定两点之间的高差，从而由已知点的高程推求未知点的高程。应用这种方法求地面点的高程其精度较高，普遍用于建立国家高程控制点及测定高级地形控制点的高程。在地面高低起伏较大或不便于使用水准测量的地区，采用三角高程的方法传递高程。三角高程测量基本思想是根据测站向照准点所观测的竖角(或天顶距)和它们之间的水平距离，

并计算测站点之间的高差。这种方法简便灵活,受地形限制小。GPS 测量高程不要求测点之间的通视,选点和观测方便;不受气候条件限制,可以全天候观测。

2. 答:数字测图包括地面数字测图、地图数字化和数字摄影测量等方法。

地面数字测图是利用电子全站仪或其他测量仪器在野外进行数字化地形数据采集,在成图软件的支持下,通过计算机加工处理,获得数字地形图的方法,其实质是一种全解析机助测图方法。地面数字测图的成果是可供计算机处理、远距离传输、多方共享的以数字形式储存在计算机存储介质上的数字地形图;或通过数控绘图仪输出的以图纸为载体的地形图。

数字化测图使地形图测绘实现了数字化、自动化,改变了传统的手工作业模式。地面数字测图与传统的图解法测图相比,具有自动化程度高、精度高、不受图幅限制等特点。数字地形信息也是建立地理信息系统的基础信息。目前,数字测图技术已基本取代了传统的地形图测图方法,地面数字测图已成为获取大比例尺数字地形图、各类地理信息示轨以及为保持其现势性所进行的空间数据更新的主要方法。地图数字化方法是对已有地形图利用数字化仪将其数字化,转换成计算机能存储、处理的数字地形图。

3. 数字高程模型:是以数字的形式按一定结构组织在一起,表示实际地形特征空间分布的模型,是定义在 x, y 域离散点上以高程表达地面起伏形态的数字集合。特点:(1)容易多种形式显示地形信息。包括多种比例尺的地形图、纵横断面图,立体图,具有多种比例尺特性;(2)精度不会损失。数值模拟采用数字媒介可以直接输出,可以控制精度不变;(3)容易实现实时化,自动化。便于存储,更新,传播和计算机处理。

方法:(1)三角网转成格网 DEM;(2)等高线转成格网 DEM;(3)等高线构建三角网法。

4. 答:与 GPS 卫星有关的误差;与 GPS 卫星信号传播有关的误差;与 GPS 信号接收机有关的误差。

(1)与 GPS 卫星有关的误差包括卫星的星历误差和卫星钟误差,两者都属于系统误差,可在 GPS 测量中采取一定的措施消除或减弱,或采用某种数学模型对其进行改正。

(2)与 GPS 卫星信号传播有关的误差包括电离层折射误差、对流层折射误差和

多路径误差。电离层折射误差和对流层折射误差即信号通过电离层和对流层时,传播速度发生变化而产生时延,使测量结果产生系统误差,在 GPS 测量中,可以采取一定的措施消除或减弱,或采用某种数学模型对其进行改正。多路径误差取决于测站周围的观测环境,具有一定的随机性,属于偶然误差。为了减弱多路径误差,测站位置应远离大面积平静水面,测站附近不应有高大建筑物,测站点不宜选在山坡、山谷和盆地中。

(3) 与 GPS 信号接收机有关的误差包括接收机的观测误差、接收机的时钟误差和接收机天线相位中心的位置误差。接收机的观测误差具有随机性质,是一种偶然误差,通过增加观测量可以明显减弱其影响。接收机时钟误差是一种系统误差,但可采取一定的措施予以消除或减弱。

(4) 建立误差改正模型;求差法;选择较好的硬件和较好的观测条件。

5. (1) 高斯投影:设想一个椭圆柱面横套在地球椭球体外面,使它与椭球面上某一子午线(该子午线称为中央子午线)相切,椭圆柱的中心轴通过椭球体中心,然后用一定的投影方法,将中央子午线两侧各一定经差范围内的地区投影到椭圆柱面上,再将此柱面展开即成投影面。

(2) 分幅与编号:为便于测绘、印刷、保管、检索和使用,所有的地形图均须按规定的大小进行统一分幅并进行有系统的编号。地形图的分幅方法有两种:一种是按经纬线分幅的梯形分幅法;另一种是按坐标格网线分幅的矩形分幅法。

6. (1) 大地坐标系:地面上一点的空间位置可用大地坐标(B, L, H)表示。大地坐标系是以参考椭球面作为基准面,以起始子午面和赤道面作为在椭球面上确定某一点投影位置的两个参考面。

(2) 空间直角坐标系:以椭球体中心 O 为原点,起始子午面与赤道面交线为 X 轴,赤道面上与 X 轴正交的方向为 Y 轴,椭球体的旋转轴为 Z 轴,构成右手直角坐标系 $O-XYZ$,在该坐标系中, P 点的点位用 OP 在这三个坐标轴上的投影 X 、 Y 、 Z 表示。

(3) 高斯坐标系:在投影面上,中央子午线和赤道的投影都是直线。以中央子午线和赤道的交点作为坐标原点,以中央子午线的投影为纵坐标轴 X 规定 X 轴向北为正;以赤道的投影为横坐标轴 Y , Y 轴向东为正,这样便形成了高斯平面直角坐标系。

三、计算题

$$\text{解: } \hat{h}_1 = h_1 + v_1 = h_1 + \frac{2}{6}(-h_1 - h_2 + H_B - H_A) = \frac{2}{3}h_1 - \frac{1}{3}h_2 + \hat{h}_1^0$$

$$\hat{h}_2 = h_2 + v_2 = -\frac{2}{3}h_1 + \frac{1}{3}h_2 + \hat{h}_2^0$$

$$\begin{bmatrix} \hat{h}_1 \\ \hat{h}_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \hat{h}_1^0 \\ \hat{h}_2^0 \end{bmatrix}$$

$$\sigma_1^2 = 4\text{mm}^2 \quad \sigma_2^2 = 8\text{mm}^2$$

$$Q_{\hat{h}} = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 8 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & -2 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

四、论述题

答: (1) 水准管轴不平行于视准轴对高差的影响规律: 水准仪在使用前, 虽然经过检验校正, 但实际上很难做到视准轴与水准管轴严格平行。视准轴与水准管轴在竖直面上的投影的夹角称为 i 角, i 角的存在会给水准测的观测结果带来误差。设 A、B 分别为同一测站的后视点和前视点, S_A 、 S_B 分别为后视和前视的距离, x_A 、 x_B 为由于视准轴与水准管轴不平行而引起的读数误差。如果不考虑地球曲率和大气折光的影响, B 点对 A 点的高差为:

$$h_{AB} = (a - x_A) - (b - x_B) = (a - b) - (x_A - x_B)$$

$$\text{因 } x = S \tan i$$

$$\text{故 } h_{AB} = (a - b) - (S_A - S_B) \tan i = (a - b) - (S_A - S_B) \frac{i}{\rho''}$$

$$\text{对于一测段则有 } \sum h = \sum (a - b) - \frac{i}{\rho''} \times \sum (S_A - S_B)$$

(2) 消除方法: 为使一个测站的 $x_A = x_B$, 应使 $S_A = S_B$ 。实际上, 要求使后、前视的距离正好相等是比较困难也是不必要的。所以, 根据不同等级的精度要求, 对每一测站的后、前视距离之差和每一测段的后、前视距的累计差规定一个限值。这样, 就可把残余 i 角对所测高差的影响限制在可忽略的范围内。

五、分析题

答: (1) 测绘学分为大地测量学、摄影测量学、地图学、工程测量学、海洋测绘

学。

(2) 测绘学的地位及作用

①测绘科学技术的应用范围非常广阔,测绘科学技术在国民经济建设、国防建设以及科学研究等领域,都占有重要的地位,对国家可持续发展发挥着越来越重要的作用。

②测绘工作常被人们称为建设的尖兵,不论是国民经济建设还是国防建设,其勘测、设计、施工、竣工及运段都需要测绘工作,而且都要求测绘工作“先行”。

③在国民经济建设方面,测绘信息是国民经济和社会发展规划中最重要的基础信息之一。测绘工作为国土资源开发利用,工程设计和施工,城市建设、工业、农业、交通、水利、林业、通信、地矿等部门的规划和管理提供地形图和测绘资料。土地利用和土壤改良、地籍管理、环境保护、旅游开发等都需要测绘工作,应用测绘工作成果。

④在国防建设方面,测绘工作为打赢现代化战争提供测绘保障。各种国防工程的规划、设计和施工需要测绘工作,战略部署、战役指挥离不开地形图,现代测绘科学技术对保障远程导弹、人造卫星或航天器的发射及精确入轨起着非常重要的作用,现代军事科学技术与现代测绘科学技术已经紧密结合在一起。

⑤在科学研究方面,诸如航天技术、地壳形变、地震预报、气象预报、滑坡监测、灾害预测和防治、环境保护、资源调查以及其他科学研究中,都要应用测绘科学技术,需要测绘工作的配合。地理信息系统(GIS)、数字城市、数字中国、数字地球的建设,都需要现代测绘科学技术提供基础数据信息。

(3)测绘学的现状及未来发展近十几年来,随着空间科学、信息科学的飞速发展,全球定位系统(GPS)、遥感(RS)、地理信息系统(GIS)技术已成为当前测绘工作的核心技术。计算机和网络通信技术的普遍应用,测绘领域早已从陆地扩展到海洋、空间,由地球表面延伸到地球内部;测绘技术体系从模拟转向数字、从地面转向空间、从静态转向动态,并进一步向网络化和智能化方向发展;测绘成果已从三维发展到四维、从静态发展到动态。随着新的理论、方法、仪器和技术手段不断涌现及国际间测绘学术交流合作日益密切,我国的测绘事业将取得更多更大的成就。每个测绘工作者有责任兢兢业业、不避艰辛,努力当好国民经济建设的尖兵,为我

国的经济建设和社会发展多作贡献。

2012 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、名词解释

1. 大地测量：大地测量学是研究和确定地球的形状、大小、重力场、整体与局部运动和地表面点的几何位置以及它们的变化理论和技术的学科。
2. 工程测量：工程测量学是研究工程建设和自然资源开发中，在规划、勘测设计、施工和运营管理各个阶段进行的控制测量、大比例尺测绘、地籍测绘、施工放样、设备安装、变形监测及分析与预报等的理论和技术的学科。
3. 地图投影：将椭球面上各元素（如坐标、方向、长度）按一定的数学法则投影到平面上。
4. 遥感技术：遥感技术是指从远距离、高空以至外层空间的平台上，不直接与物体接触，利用光学、电子光学等传感器来感知物体，获取物体信息并对所获信息进行加工处理，从而实现对物体进行定位、定性或定量的描述。
5. 地理信息系统：地理信息系统是以地理空间数据库为基础，在计算机硬件、软件的支持下对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示，并采用地理模型分析方法，适时提供多种空间和动态的地理信息，为地理研究和地理决策服务而建立起来的计算机技术系统。
6. 2000 国家大地坐标系：2000 国家大地坐标系的原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心；2000 国家大地坐标系的 Z 轴由原点指向历元 2000.0 的地球参考极的方向，该历元的指向由国际时间局给定的历元为 1984.0 的初始指向推算，定向的时间演化保证相对于地壳不产生残余的全球旋转，X 轴由原点指向格林尼治参考子午线与地球赤道面（历元 2000.0）的交点，Y 轴与 Z 轴、X 轴构成右手正交坐标系。
7. 信息化测绘：信息化测绘最本质的内涵和特征就是实现实时有效的地理信息综合服务，而建立“信息化测绘体系”就是我国测绘在信息化社会中实现这种信息服务的能力建设目标，它相对于我国已建的“数字化测绘技术体系”应该具有几个标志性跨越特征：数据获取实时化、信息交互网络化、基础设施公用化、信息服务社会化、信息共享法制化、技术体系数字化。
8. 碎部测量：以控制点为基础，测定地物、地貌的平面位置和高程，并将其绘制成地形图的测量工作。

9. 普通地图：是以相对平衡的详细程度表示地面各种自然要素和社会经济要素的地图

10. 专题地图：是突出而较完备地表示一种或几种自然或社会经济现象，而使地图内容专门化的地图。

二、简答题

1. 测绘学是研究测定和推算地面的几何位置、地球形状及地球重力场，据此测量地球表面自然形态和人工设施的几何分布，并结合某些社会信息和自然信息的地球分布，编制全球和局部地区各种比例尺的地图和专题地图的理论和技术的学科，是地球科学的重要组成部分。

2. (1) 在进行数据观测时，由于测量仪器、观测者、外界条件三种因素的存在使得我们所观测的数据必然包含误差。

(2) 平差任务是处理一系列带有偶然误差的观测值，求出未知量的最佳估值，并评定精度。

(3) 方法：条件平差、附有参数的条件平差、间接平差、附有限制条件的间接平差

(4) 根据所选参数来选择平差方法

(5) 衡量精度的指标：方差、中误差、平均误差、或然误差、极限误差、相对误差

(6) 中误差是在相同观测条件下一组真误差平方中数的平方根。因真误差不易求得，所以通常采用最小二乘法求得的观测值改正数来代替真误差。缺点：在实际测量工作中，不可能对某一量作无穷多次观测，因此，在测量中定义按有限次观测的偶然误差求得的标准差作为“中误差”。

3. (1) 光栅度盘测角系统简介：在光学玻璃度盘的径向上均匀地刻制明暗相间的等角距细线条就构成光栅度盘。在玻璃圆盘的径向，均匀地按一定的密度刻划有交替的透明与不透明的辐射状条纹，条纹与间隙的宽度均为 a ，这就构成了光栅度盘。如果将两块密度相同的两块光栅重叠，并使它们的刻线相互倾斜一个很小的角度 θ ，就会出现明暗相间的条纹，称为莫尔条纹。两光栅之间的夹角越小，条纹越粗，即相邻明条纹(或暗条纹)之间的间隔越大。条纹亮度按正弦周期性变化。光栅度盘下面是一个发光管，上面是一个可与光栅度盘形成莫尔条纹的指示光栅，

指示光栅上面为光电管。若发光管、指示光栅和光电管的位置固定,当度盘随照准部转动时,由发光管发出的光信号通过莫尔条纹落到光电管上。度盘每转动一条光栅,莫尔条纹就移动一周期。在照准目标的过程中,仪器接收元件可累计出条纹的移动量,从而测出光栅的移动量,经转换最后得到角度值。

(2) 电子测角的优势:①读取数据更为方便;②内建标准时钟可随数据同步输出时间格式;③减少数据的记录量;④计算速度快,存储容量大。

4. 地形图是按照一定的数学法则,运用符号系统表示地表上的地物、地貌平面位置及基本的地理要素且高程用等高线表示的一种普通地图。地形图主要包括地物和地貌两大内容。地物是指地面各种固定性的物体,如道路、房屋、铁路、江河湖泊、森林、草地及其他各种人工建筑物等。地貌是指地表面的各种高低起伏形态,如高山、深谷、陡坎、悬崖壁和雨裂冲沟等。

5. (1) 各类遥感影像数据记录了地形表面丰富的地物信息和纹理信息,通过建立纹理影像与地形立体图之间的映射关系,然后确定 DEM 数据每一地面点在影像上的位置,通过重采样获取其灰度,最后经过透视变换、消隐、灰度转换等处理,生成一幅以真实影像纹理构成的三维地形景观图。

(2) 绘制三维真透视立体图的步骤可归结为:建立绘图区域的格网数字地面模型,确定左右两个消失点,计算透视变换网格点的坐标和高程修正值,处理隐藏线和绘制剖面线立体图。

6. 答:(1)量取图上点的坐标值(2)量测两点之间的距离(3)量测直线的坐标方位角(4)确定地面点的高程和两点之间的坡度(5)按一定方向绘制断面图(6)确定汇水面积(7)按限制坡度选线(8)根据等高线整理地面

三、分析

答:测量工作是在一定的条件下进行的,一般来说,外界环境、测量仪器和观测者构成观测条件,而观测条件不理想或不断变化,是产生测量误差的根本原因。具体来说观测误差来自以下三个方面:

(1) 外界环境:主要指观测环境中气温、气压、空气湿度和清晰度、大气折光、风力等因素的不断变化以及地表土质的软硬、地表覆盖物辐射热的能力,这些环境条件都会给观测结果带来种种影响,从而导致观测结果中有误差。同时,随着这些因素的变动,其影响程度也会随之变化。

(2) 仪器条件:在测量工作中,每种仪器都具有相应的精密度,这会使观测结果受到相应的影响。例如,使用只有厘米刻画的钢尺进行量距,就很难保证厘米以下的尾数的准确性;再者,仪器在加工、装配等工艺过程中,不能保证仪器的结构能满足各种几何条件;在使用或搬运中,仪器的各种几何关系也会被破坏等,这样的仪器必然会给观测值带来误差。

(3) 观测者自身条件:观测值感官的鉴别能力总是有限的,在对仪器的操作过程中,会产生一定的误差。同时,观测者技术娴熟程度和劳动态度也不尽相同,使得在观测值中的每一环节也会产生误差,如仪器整平、对中误差,照准目标误差,读数误差等。

四、论述

1. 1954 北京坐标系:北京 54 是指北京 54 坐标系为参心大地坐标系,大地上的一点可用经度 L_{54} 、纬度 M_{54} 和大地高 H_{54} 定位,它是以克拉索夫斯基椭球为基础,经局部平差后产生的坐标系。1954 年北京坐标系可以认为是前苏联 1942 年坐标系的延伸。它的原点不在北京而是在前苏联的普尔科沃。是一种参心坐标系。

1980 西安坐标系:西安 80 坐标系是一种参心坐标系,大地原点处于我国中部,位于陕西省西安市以北 60km 处的泾阳县永乐镇,椭球参数采用 1975 年国际大地测量与地球物理联合会第十六届大会推荐的数据。

2000 国家大地坐标系:2000 国家大地坐标系的原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心;2000 国家大地坐标系的 Z 轴由原点指向历元 2000.0 的地球参考极的方向,该历元的指向由国际时间局给定的历元为 1984.0 的初始指向推算,定向的时间演化保证相对于地壳不产生残余的全球旋转,X 轴由原点指向格林尼治参考子午线与地球赤道面(历元 2000.0)的交点,Y 轴与 Z 轴、X 轴构成右手正交坐标系。是一种地心坐标系。

WGS-84 坐标系:一种国际上采用的地心坐标系。坐标原点为地球质心,其地心空间直角坐标系的 Z 轴指向 BIH 1984.0 定义的协议地球极(CTP)方向,X 轴指向 BIH 1984.0 的零子午面和 CTP 赤道的交点,Y 轴与 Z 轴、X 轴垂直构成右手坐标系,称为 1984 年世界大地坐标系统。是一种地心坐标系。

2. GPS 控制测量的主要内容包括控制网的技术设计、外业观测和 GPS 数据处理。

GPS 控制测量的外业工作包括:(1)选点及埋设标志;(2)外业观测。

GPS 数据处理包括：观测值的粗加工、预处理、基线向量解算和 GPS 网或其与地面网数据的联合处理等。

2013 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、名词解释

1. 系统误差：在相同的观测条件下，对某一量进行一系列观测，如果出现的误差在符号和数值上都相同，或按一定的规律变化，这种误差称为系统误差。
2. 电子水准仪：以自动安平水准仪为基础，在望远镜中增加了分光镜和探测器，并采用条码标尺和图像处理电子系统而构成的光机电测量一体化的高科技产品。
3. 验潮站：验潮站是为了了解当地海水潮汐变化的规律而设置的。为确定平均海面和建立统一的高程基准，需要在验潮站上长期观测潮位的升降，根据验潮记录求出该验潮站海面的平均位置。
4. 高斯投影：设想一个椭圆柱面横套在地球椭球体外面，使它与椭球上某一子午线（该子午线称为中央子午线）相切，椭圆柱的中心轴通过椭球体中心，然后用一定的投影方法，将中央子午线两侧各一定经差范围内的地区投影到椭球柱面上，再将此柱面展开即成投影面。
5. 正常高：地面点沿铅垂线到似大地水准面的距离。
6. 子午线收敛角：过一点的真北方向与坐标北方向之间的夹角。
7. 地形测图：对地球表面的地物、地形在水平面上的投影位置和高程进行测定，并按照一定的比例缩小，用符号和注记绘制成地形图的工作。
8. 大地经度：大地经度，是指通过地面 A 点和地球椭球体旋转轴的平面与起始大地子午面（本初子午面）间的夹角 L 。
9. 地形图数据库：是某一区域地形图数据的集合，地形图数据包括地形要素的空间数据和属性数据。
10. DEM 数字高程模型：是以数字的形式按一定的结构组织在一起，表示实际地形特征空间分布的模型，是定义在想 x, y 域离散点上以高程表达地面起伏形态的数字集合。

二、简答题

1. 答：（1）差值如果大到一定程度，就认为观测误差超限，应予重测（返工）；
（2）差值如果不超限，则按偶然误差的规律加以处理（称为闭合差的调整），以求得最可靠的数值；
（3）对于观测值之中的系统误差，应该尽可能按照其产生的原因和规律加以改

正、抵消或削弱。

2. 目的：为了防止误差的积累，提高测量精度，采用控制测量。

作用：控制测量起到控制全局和限制误差积累的作用，为各项具体测量工作和科学研究提供依据。

方法：控制测量分为平面控制测量和高程控制测量。平面控制测量通常采用以下方法建立：①三角测量；②导线测量；③交会测量；④天文测量；⑤全球定位系统 GPS 测量高程控制测量通常采用的方法有①三四等水准测量；②三角高程测量方法。

3. (1) 光电测距地面测量观测内容

其基本原理是通过测定电磁波在所测直线两端点间往返传播的时间和电磁波在空气中传播的速度 c ，求得距离 D 。待测距离为 A, B 两点间的间距，将一台发射和接收光波的测距仪主机放于端点 A ，在端点 B 放反射棱镜， $A、B$ 等高则 AB 间的水平距离 D 可表示为： $D = \frac{1}{2}ct$ ，在光电测距中，须测定作业地周围的大气温度和气压，对所测距离作气象改正。

(2) 观测边长改正有以下几方面：

①测距仪常数改正：测距仪的常数包括加常数 C_0 和乘常数 R ，将测距仪在若干条标准长度上检定，可以获得测距仪的乘常数和加常数，当测定仪器的加常数和乘常数后，可预置于仪器中，测距时仪器自动改正；

②气象改正：光速 c 受大气折射率 n 的影响，由此产生的距离改正称气象改正；

③距离化算至高斯平面的改正：当采用高斯平面直角坐标系时，应将距离化算至高斯平面，化算的改正数的计算公式为：

$$\Delta d = \frac{y_m^2}{2R^2} D'$$

式中， y_m 为距离两端点的高斯横坐标自然值的均值； D' 为两点间平距化算至椭球面的值。所测距离化算至高斯平面后的长度为： $D'' = D' + \Delta d$

4. (1) 水平角：水平角是测站点至两目标的方向线在水平面上投影的夹二面角。

(2) 原理：在测量中，把地面上的实际观测角度投影在测角仪器的水平度盘上，然后按度盘读数求出水平角值。是推算边长、方位角和点位坐标的主要观测量。水平角是在水平面上由 $0-360$ 度的范围内，按顺时针方向量取。

(3) 水平角的观测误差有:

①仪器误差包括以下几方面:

- a. 水平度盘偏心差:是度盘分划线的中心与照准部旋转中心不重合所致;
- b. 视准轴误差:是仪器的视准轴不与横轴正交所产生的误差;
- c. 横轴倾斜误差:仪器的横轴与竖轴不垂直所产生的误差称为横轴倾斜误差, 仪器支架两端不等高、横轴两端轴径不相等都会产生横轴倾斜误差;
- d. 若视准轴与横轴正交, 横轴垂直于竖轴, 而竖轴与照准部水准管轴已垂直, 仅由于仪器未严格整平而使竖轴不在竖直位置, 竖轴偏离铅垂线一微小角度, 这就是竖轴倾斜误差。

②仪器对中误差;

③目标偏心误差;

④照准误差与读数误差

⑤外界条件的影响

(4) 减弱或消除误差的方法:同一目标方向在水平度盘对径分划处读数取平均, 可以基本消除或大部分消除水平度盘偏心差的影响;取盘左、盘右实际读数的中数, 可以消除视准轴误差的影响;仪器支架两端等高及使横轴两端轴径相等可消除横轴倾斜误差;适当增加测站至目标的距离可减小目标偏心差对水平角的影响;选择有利的观测时间和避开不利的条件, 可以使外界条件的影响降低到较小的程度。

5. DLG: (数字线划地图) 是指与线有线划基本一致的各地图要素的矢量数据集, 且保存各要素间的空间关系和相关的属性信息。

DEM: (数字高程模型) 是指通过有限的地形高程数据实现对地形曲面数字化模拟, 它是用一组有序数值阵列形式表示地面高程的一种实体地面模型。

各种图形元素在二维平面上的矢量数据表示为:点用一对 x 、 y 坐标表示;线用一串有序的 x 、 y 坐标对表示;面用一串有序的但首尾相同的 x 、 y 坐标对表示其轮廓范围。

各种图形元素以栅格数据表示为:点用其中心点所处的单个像元来表示;线用其中轴线上的像元集合来表示, 但线的宽度仅为一个像元, 即仅有一条途径可以从一个像元到达相邻的另一个像元;面用其所覆盖的像元来表示。

6. (1) 导线测量的定义：导线测量是指从已知点开始，用直线依次连接各点形成折线状的布设形式，在点上设置测站，然后采用测边、测角方式来测定这些点的水平位置的方法。

(2) ①导线测量的优点：导线测量布设灵活、推进迅速、受地形限制小，边长精度分布均匀。如在平坦隐蔽、交通不便、气候恶劣地区。采用导线测量布设大地控制网是有利的； ②导线测量的缺点：导线测量控制面积小、检核条件少，方位传算误差大。

(3) 导线测量的布设形式有以下几种：

①支导线：从已知点开始，依次在各待定点上设站测角测距，并用直线依次连接各待定点，形成自由伸展的折线形状的导线形式； ②附和导线：两端（始端和终端）均附和已知点和已知方向的导线形式； ③闭合导线：导线始点和终点合二为一，形成闭合的多边形的导线形式。

(4) 导线测量包括外业和内业两部分内容：①导线测量的外业主要包括导线的布设和转角及边长的观测；②导线的内业主要是在野外观测数据的基础上，利用坐标计算公式，得出各点的坐标位置。

(5) 检查方法：①角度闭合差超限，检查角度错误；②导线全长相对闭合差超限，检查边长或坐标方位角错误。

三、论述题

1. 答：三角高程测量的精度受垂直角误差、边长误差、大气折光误差、仪器高和目标高的量测误差等诸多因素的影响。其主要误差来源是以下几方面：

(1) 垂直角误差：包括仪器误差、观测误差和外界环境影响。

①仪器误差：由经纬仪等级所决定，垂直度盘的分划误差、偏心误差都是影响因素；

②外界条件：主要是大气垂直折光的影响；

③观测误差：包括照准误差、读数误差及竖盘指标水准管气泡居中误差等，主要是照准误差的影响，目标的形状、颜色、亮度、空气对流、空气能见度都会影响照准精度，给竖角测定带来误差。竖角观测误差对高差测定的影响与推算高差的边

长成正比, 边长越大, 影响越大。

(2) 边长误差: 边长误差的大小决定于测量的方法, 若边长根据两点坐标反算求得或测距仪测得, 其精度是相当高的。

(3) 大气折光误差: 与观测条件密切相关, 大气垂直折光系数 K 是随地区、气候、季节等条件的不同而变化的, 要精确测定它的数值, 目前尚不可能, K 值在中午前后数值最小, 且较稳定, 因此, 竖角的观测时间最好在地方时 10 时至 16 时之间。

(4) 丈量仪高和毡标高的误差: 仪高和毡高的量测误差有多大, 对高差的影响也会有多大。

2. 解: (1) 单位权中误差 (每公里观测高差的中误差) 为

$$\hat{\sigma}_0 = \hat{\sigma}_{\text{公里}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n p_i d_i^2}{2n}} = \sqrt{\frac{92.5}{10}} = 3.0mm$$

(2) 第二段观测高差的中误差为

$$\hat{\sigma}_2 = \hat{\sigma}_{\text{公里}} \sqrt{\frac{1}{p_2}} = 3.0\sqrt{3.2} = 5.4mm$$

(3) 第二段高差平均值的中误差为

$$\hat{\sigma}_{\bar{L}_2} = \frac{\hat{\sigma}_2}{\sqrt{2}} = 3.8mm$$

(4) 全长一次观测高差的中误差为

$$\hat{\sigma}_{\text{全}} = \hat{\sigma}_{\text{公里}} \sqrt{\sum_{i=1}^5 S_i} = 3.0\sqrt{15.2} = 11.7mm$$

全长高差平均值的中误差为

$$\hat{\sigma}_{\bar{L}_{\text{全}}} = \frac{\hat{\sigma}_{\text{全}}}{\sqrt{2}} = \frac{11.7}{\sqrt{2}} = 8.3mm$$

3. 答: (1) 测绘学分为大地测量学、摄影测量学、地图学、工程测量学、海洋测绘学。

(2) 测绘学的地位及作用

① 测绘科学技术的应用范围非常广阔, 测绘科学技术在国民经济建设、国防建设以及科学研究等领域, 都占有重要的地位, 对国家可持续发展发挥着越来越重要

的作用。

②测绘工作常被人们称为建设的尖兵,不论是国民经济建设还是国防建设,其勘测、设计、施工、竣工及运营阶段都需要测绘工作,而且都要求测绘工作“先行”。

③在国民经济建设方面,测绘信息是国民经济和社会发展规划中最重要的基础信息之一。测绘工作为国土资源开发利用,工程设计和施工,城市建设、工业、农业、交通、水利、林业、通信、地矿等部门的规划和管理提供地形图和测绘资料。土地利用和土壤改良、地籍管理、环境保护、旅游开发等都需要测绘工作,应用测绘工作成果。

④在国防建设方面,测绘工作为打赢现代化战争提供测绘保障。各种国防工程的规划、设计和施工需要测绘工作,战略部署、战役指挥离不开地形图,现代测绘科学技术对保障远程导弹、人造卫星或航天器的发射及精确入轨起着非常重要的作用,现代军事科学技术与现代测绘科学技术已经紧密结合在一起。

⑤在科学研究方面,诸如航天技术、地壳形变、地震预报、气象预报、滑坡监测、灾害预测和防治、环境保护、资源调查以及其他科学研究中,都要应用测绘科学技术,需要测绘工作的配合。地理信息系统(GIS)、数字城市、数字中国、数字地球的建设,都需要现代测绘科学技术提供基础数据信息。

(3)测绘学的现状及未来发展近十几年来,随着空间科学、信息科学的飞速发展,全球定位系统(GPS)、遥感(RS)、地理信息系统(GIS)技术已成为当前测绘工作的核心技术。计算机和网络通信技术的普遍应用,测绘领域早已从陆地扩展到海洋、空间,由地球表面延伸到地球内部;测绘技术体系从模拟转向数字、从地面转向空间、从静态转向动态,并进一步向网络化和智能化方向发展;测绘成果已从三维发展到四维、从静态发展到动态。随着新的理论、方法、仪器和技术手段不断涌现及国际间测绘学术交流合作日益密切,我国的测绘事业将取得更多更大的成就。每个测绘工作者有责任兢兢业业、不避艰辛,努力当好国民经济建设的尖兵,为我国的经济建设和社会发展多作贡献。

2014 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、简答题

1. 数字高程模型：是以数字的形式按一定结构组织在一起，表示实际地形特征空间分布的模型，是定义在 x, y 域离散点上以高程表达地面起伏形态的数字集合。

特点：(1) 容易多种形式显示地形信息。包括多种比例尺的地形图、纵横断面图，立体图，具有多种比例尺特性。

(2) 精度不会损失。数值模拟采用数字媒介可以直接输出，可以控制精度不变。

(3) 容易实现实时化，自动化。便于存储，更新，传播和计算机处理。

2. 摄影坐标系的建立：摄影测量坐标系是指描述摄影测量模型的空间直角坐标系。其原点选在某摄站或某一已知点，横坐标大体与航线方向一致，竖坐标与铅垂线方向一致且向上为正的一种右旋空间直角坐标系。包括物方空间坐标系和像方空间坐标系。

(1) 像方空间坐标系：每张像片的像空间坐标系不一样，其坐标原点在摄影中心，坐标轴的选择有三种情况：①每条航线第一张像片像空间坐标系；② Z 轴铅垂， X 轴航向右手系；③基线坐标系，摄影基线为 X 轴，基线与左片主光轴构成 XZ 平面，右手系。

(2) 物方空间坐标系：①摄影测量坐标系，像空间辅助坐标系原点平移至地面点 P ；②地面测量坐标系，地面测量坐标系为国家统一坐标系，平面坐标系为高斯克吕格三度带或六度带 1980 西安坐标系，高程坐标系为 1985 黄海高程系；③地面摄影测量坐标系，原点为地面某一控制点， z_p 轴与地面测量坐标系的 z_t 轴平行， X_{tp} 轴与航线一致。

3. 定义：地理信息系统是以地理空间数据库为基础，在计算机硬件、软件的支持下对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示，并采用地理模型分析方法，适时提供多种空间和动态的地理信息，为地理研究和地理决策服务而建立起来的计算机技术系统。

主要功能：(1) 数据采集与编辑功能；(2) 数据存储与管理功能；(3) 制图功能；(4) 空间查询与空间分析功能；(5) 二次开发与编辑功能。

4. 定义：是利用各种手段采集到的地面数据进行计算机处理而自动生成以数字形式存储在计算机存储媒介上的地球图的方法。

主要方法：地面数字测图、地图数字化、数字摄影测量

5. 内方位元素：确定摄影机的镜头中心（严格地说，应该是镜头的像方节点）相对于摄影位置关系的参数，称为影像的内方位元素。

外方位元素：确定影像或摄影光束在摄影瞬间的空间位置和姿态的参数，称为影像的外方位元素。

6. 海洋测绘：海洋测绘学是以海洋水体和海底为对象，研究海洋定位、测定海洋大地水准面和平均海面、海底和海面地形、海洋重力、海洋磁力、海洋环境等自然和社会信息的地理分布及编制各种海图的理论和技术的学科。内容包括海洋大地测量海道测量、海底地形测量和海图编制。

7. 高斯投影：设想一个椭圆柱面横套在地球椭球体外面，使它与椭球上某一子午线（该子午线称为中央子午线）相切，椭圆柱的中心轴通过椭球体中心，然后用一定的投影方法，将中央子午线两侧各一定经差范围内的地区投影到椭球柱面上，再将此柱面展开即成投影面。

高斯投影的特点：

（1）中央子午线投影后为直线，且长度不变。距中央子午线越远的子午线，投影后弯曲程度越大，长度变形也越大；

（2）椭球面上除中央子午线外，其他子午线投影后均向中央子午线弯曲，并向两极收敛，对称于中央子午线和赤道；

（3）在椭球面上对称于赤道的纬圈，投影后仍成为对称的曲线，并与子午线的投影曲线互相垂直且凹向两极。

8. 定义：等高线即地面上高程相等的相邻点连成的闭合曲线。

分类：

（1）首曲线：按规定的等高距（称为基本等高距）描绘的等高线称为首曲线，亦称基本等高线，用细实线描绘。

（2）计曲线：为了识图和用图时等高线计数方便，通常将基本等高线从 0m 起算每隔 4 条加粗描绘，称为计曲线，也称加粗等高线。在计曲线的平缓处断开，注记其高程，字头朝向高处。

（3）间曲线：当用首曲线不能表示某些微型地貌而又需要表示时，可加绘等高距为 $1/2$ 基本等高距多线，称为间曲线（又称半距等高线）。常用长虚线表示之。在

平地当首曲线间距过稀,可加绘间曲线。间曲线可不闭合而绘至坡度变化均匀处为止,但一般应对称。

(4) 助曲线: 当用间曲线仍不能表示应该表示的微型地貌时,还可在间曲线的基础上再加绘等高距为 $1/4$ 基本等高距的等高线,称为助曲线,常用短虚线表示。助曲线可不闭合而绘至坡度变化均匀处为,但一般应对称。

9. 地图数据库: 是某一区域地形图数据的集合,地形图数据包括地形要素的空间数据和属性数据。

特点: (1) 可管理复杂的数据结构;

(2) 数据冗余度小,易扩充;

(3) 数据具有独立性;

(4) 数据可以分享,有统一的数据制图功能。

模型: 关系模型、层次模型、网状模型。

10. 内容: 遥感数据处理是对遥感图像进行辐射校正和几何纠正、图像整饰、投影变换、镶嵌、特征提取、分类以及各种专题处理等一系列操作,以求达到预期目的的技术。遥感图像处理可分为两类: 一是利用光学、照相和电子学的方法对遥感模拟图像(照片、底片)进行处理,简称为光学处理;二是利用计算机对遥感数字图像进行一系列操作,从而获得某种预期结果的技术,称为遥感数据处理。

二、论述题

1. 答: (1) 水平角的观测误差有:

① 仪器误差包括以下几方面:

a. 水平度盘偏心差: 是度盘分划线的中心与照准部旋转中心不重合所致;

b. 视准轴误差: 是仪器的视准轴不与横轴正交所产生的误差;

c. 横轴倾斜误差: 仪器的横轴与竖轴不垂直所产生的误差称为横轴倾斜误差,仪器支架两端不等高、横轴两端轴径不相等都会产生横轴倾斜误差;

d. 若视准轴与横轴正交,横轴垂直于竖轴,而竖轴与照准部水准管轴已垂直,仅由于仪器未严格整平而使竖轴不在竖直位置,竖轴偏离铅垂线一微小角度,这就是竖轴倾斜误差。

② 仪器对中误差;

③ 目标偏心误差;

④照准误差与读数误差

⑤外界条件的影响

(2) 减弱或消除误差的方法: 同一目标方向在水平度盘对径分划处读数取平均, 可以基本消除或大部分消除水平度盘偏心差的影响; 取盘左、盘右实际读数的中数, 可以消除视准轴误差的影响; 仪器支架两端等高及使横轴两端轴径相等可消除横轴倾斜误差; 适当增加测站至目标的距离可减小目标偏心差对水平角的影响; 选择有利的观测时间和避开不利的条件, 可以使外界条件的影响降低到较小的程度。

2. 答: (1) 水准管轴不平行于视准轴对高差的影响规律: 水准仪在使用前, 虽然经过检验校正, 但实际上很难做到视准轴与水准管轴严格平行。视准轴与水准管轴在竖直面内投影的夹角称为 i 角, i 角的存在会给水准测的观测结果带来误差。

设 A、B 分别为同一测站的后视点和前视点, S_A 、 S_B 分别为后视和前视的距离, x_A 、 x_B 为由于视准轴与水准管轴不平行而引起的读数误差。如果不考虑地球曲率和大气折光的影响, B 点对 A 点的高差为:

$$h_{AB} = (a - x_A) - (b - x_B) = (a - b) - (x_A - x_B)$$

因 $x = S \tan i$

$$\text{故 } h_{AB} = (a - b) - (S_A - S_B) \tan i = (a - b) - (S_A - S_B) \frac{i}{\rho''}$$

$$\text{对于一测段则有 } \sum h = \sum (a - b) - \frac{i}{\rho''} \times \sum (S_A - S_B)$$

(2) 消除方法: 为使一个测站的 $x_A = x_B$, 应使 $S_A = S_B$ 。实际上, 要求使后、前视的距离正好相等是比较困难也是不必要的。所以, 根据不同等级的精度要求, 对每一测站的后、前视距离之差和每一测段的后、前视距的累计差规定一个限值。这样, 就可把残余 i 角对所测高差的影响限制在可忽略的范围内。

3. 答: (1) 控制测量的定义: 控制测量是指对控制网进行布设、观测、计算, 确定控制点位置的工作。

(2) 控制测量分为平面控制测量和高程控制测量。平面控制测量通常采用以下方法建立: ①三角测量; ②导线测量; ③交会测量; ④天文测量; ⑤全球定位系统 GPS 测量。高程控制测量通常采用的方法有 ①三四等水准测量; ②三角高程测量方法。

(3)在测量工作中应依据地形条件、测量要求、控制点点位条件、测量工作原则等来选择控制测量方法。

4. 答:3S 技术是遥感技术、地理信息系统和全球定位系统的统称,是空间技术、传感器技术、卫星定位与导航技术和计算机技术、通讯技术相结合,多学科高度集成的对空间信息进行采集、处理、管理、分析、表达、传播和应用的现代信息技术。

3s 技术在数字城市的应用如下:

(1) 3s 技术在城市数字化中的应用通常城市数字化是指在城市规划建设与运营管理及城市与人们生活中,充分利用数字信息处理技术和网络通讯技术将城市的各信息源加以整合并充分利用。

(2) 3s 技术在土地管理方面的应用 GPS 技术具有全天候、高精度、高速度的显著特点,布设 1:2000 土地利用规划现状图或 1:500 地籍图的控制网,是传统的导线网、三角网效率的几十倍,甚至百倍,而且精度稳定可靠,布点灵活。随着城市化的迅速发展,土地利用变更也随时发生,根据土地变更调查的要求,需要对土地变更的地理坐标、面积、权属、类型等数据,可采用动态 GPS 技术采集,而且精度高、速度快。

(3) 3S 技术在数字公路中的应用数字公路是以数字信息为主的管理系统,它以空间地理信息系统技术为依托,应用 3s 技术,借助计算机及网络技术,把公路相关数据信息化、数字化,实现公路从规划、勘测、设计到施工、运营等各环节上的数字化管理。

三、平差题

1. 解: $Q_Z = P_Z^{-1} = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 2 \\ 2 & 2 & 4 \end{bmatrix},$

则 $P_X = \begin{bmatrix} 4 \\ 3 \end{bmatrix}, P_Y = \begin{bmatrix} \frac{4}{3} & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}, P_{Y1} = \frac{4}{3}, P_{Y2} = 1$

2. 解: $\beta_2 = \arctan\left(\frac{Y - Y_C}{X - X_C}\right) - \arctan\left(\frac{Y - Y_B}{X - X_B}\right) + 180^\circ$

$$S_2 = \sqrt{(Y_C - Y)^2 + (X_C - X)^2}$$

设 X 的估值为 $X^0 = X_B + S_1 \cos \alpha BP_1$

设 Y 的估值为 $Y^0 = Y_B + S_1 \sin \alpha BP_1$

$$\therefore X = X^0 + \hat{x}$$

$$Y = Y^0 + \hat{y}$$

分别对 $\arctan\left(\frac{Y-Y_C}{X-X_C}\right)$ ① 与 $\arctan\left(\frac{Y-Y_B}{X-X_B}\right)$ ② 求导得

$$\text{由①得 } -\frac{\frac{(Y^0-Y_C)}{(X^0-X_C)^2}}{1+\left(\frac{Y^0-Y_C}{X^0-X_C}\right)^2} = -\frac{(Y^0-Y_C)}{S_2} = -\frac{\Delta Y_{C0}}{S_2}$$

$$\frac{\frac{(X^0-X_C)}{(X^0-X_C)^2}}{1+\left(\frac{Y^0-Y_C}{X^0-X_C}\right)^2} = \frac{X^0-X_C}{S_2} = \frac{\Delta X_{C0}}{S_2}$$

3. 答：指标：方差、中误差、平均误差、或然误差、极限误差、相对误差

方差：标准差的平方 σ^2 为方差

中误差：按有限次观测的偶然误差求得的标准差为“中误差”，用 m 表示。

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$$

平均误差：在一定观测条件下一组独立的偶然误差的绝对值的数学期望称为平均误差。

或然误差：误差出现在 $(-\rho, +\rho)$ 的概率等于 1/2，则 $\int_{-\rho}^{+\rho} f(\Delta) d\Delta = \frac{1}{2}$

极限误差：通常以两倍或三倍中误差作为偶然误差的极限

相对误差：观测值的中误差与观测值之比，将分子化为 1。

2015 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、术语解释

1. 方位角：由直线一端的基本方向，顺时针方向至该直线的水平角度。
2. 地图投影：将椭球面上各元素（如坐标、方向、长度）按一定的数学法则投影到平面上。
3. 地面高程模型：是一种对地面空间变化的连续表示方法，是通过有限的地形高程数据实现对地形曲面数字化模拟，它是用一组有序数值阵列形式表示地面高程的一种实体地面模型。
4. 碎部测量：以控制点为基础，测定地物、地貌的平面位置和高程，并将其绘制成地形图的测量工作。
5. 等高线：等高线即地面上高程相等的相邻点连成的闭合曲线。
6. 地理信息系统：地理信息系统是以地理空间数据库为基础，在计算机硬件、软件的支持下对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示，并采用地理模型分析方法，适时提供多种空间和动态的地理信息，为地理研究和地理决策服务而建立起来的计算机技术系统。
7. 数字摄影测量：数字摄影测量是指利用测区的航空摄影测量获得的立体像对，在解析测图以上或在经过改装的立体量测仪上采集地形特征点自动传输到计算机内，经过软件处理，自动生成数字地形图，并由数控绘图仪输出的测量方法。
8. 遥感技术：遥感技术是指从远距离、高空以至外层空间的平台上，不直接与物体接触，利用光学、电子光学等传感器来感知物体，获取物体信息并对所获信息进行加工处理，从而实现对物体进行定位、定性或定量的描述。
9. 地图数据库：地图数据库是以地图数字化数据为基础的数据库，是存储在计算机中的地图内容各要素（如控制点、地貌、土地类型、居民地、水文、植被、交通运输等）的数字信息文件，数据库管理系统及其它软件和硬件的结合。
10. DLG：是与现有线划基本一致的各地图要素的矢量数据集且保存了各要素间空间关系信息和相关属性信息，是 4D 产品的一种。

二、问答题

1. (1) 导线测量的定义：导线测量是指从已知点开始，用直线依次连接各点形成折线状的布设形式，在点上设置测站，然后采用测边、测角方式来测定这些点的水平位置的方法。

(2) ①导线测量的优点：导线测量布设灵活、推进迅速、受地形限制小，边长精度分布均匀。如在平坦隐蔽、交通不便、气候恶劣地区。采用导线测量布设大地控制网是有利的；②导线测量的缺点：导线测量控制面积小、检核条件少，方位传算误差大。

(3) 导线测量的布设形式有以下几种：①支导线：从已知点开始，依次在各待定点上设站测角测距，并用直线依次连接各待定点，形成自由伸展的折线形状的导线形式；②附和导线：两端（始端和终端）均附和已知点和已知方向的导线形式；③闭合导线：导线始点和终点合二为一，形成闭合的多边形的导线形式。

(4) 导线测量包括外业和内业两部分内容：①导线测量的外业主要包括导线的布设和转角及边长的观测；②导线的内业主要是在野外观测数据的基础上，利用坐标计算公式，得出各点的坐标位置。

2. 三角高程测量原理：要确定地面上 A、B 两点之间的高差 h_{AB} ，首先，在 A 点安置经纬仪，在 B 点树立觇标，量得仪器高 i 和觇标高 v ，用经纬仪望远镜的中丝照准觇标顶部，观测垂直角 α ，若已知 A、B 两点间的水平距离为 D ，在利用三角高程公式 $H_B = H_A + i + D \tan \alpha - v$ ，求得 B 点的高程。

水准测量的原理：在 A、B 两点上各竖立一根水准尺，并在 A、B 两点之间安置一架水准仪，根据水准仪提供的水平视线在水准尺上读数。设水准测量的前进方向是由 A 点向 B 点，则规定 A 点为后视点，其水准尺读数为 a ，称为后视读数；B 点为前视点，其水准尺读数为 b ，称为前视读数。则 A、B 两点间的高差为：

$$h_{AB} = a - b, \text{ 于是 B 点的高程 } H_B = H_A + (a - b)$$

3. 特点：(1) 与传统测图相比，地面数字测图具有较高的测图精度；(2) 地面数字测图具有较高的自动化程度；(3) 图根控制测量与碎部测量可同时进行；(4) 在通视条件良好，定向变较长的情况下，碎部点到测站点的距离与传统测图相比，

可以放得更长一些；（5）在测区内不受图幅限制；（6）地面数字测图中直接测量碎部点的数目比传统测图有所增加，且碎部点的位置选择尤为重要。

4. 方法：我国测绘工作中通常采用高斯-克吕格投影，所以采用的平面测量坐标系为高斯平面直角坐标系。以中央子午线和赤道的交点为 0 作为坐标原点，以中央子午线的投影为纵坐标轴 X，规定 X 轴向北为正；以赤道的投影为横坐标轴 Y，Y 轴向东为正，这样便形成了高斯平面直角坐标系。

5. 高斯投影：设想一个椭圆柱面横套在地球椭球体外面，使它与椭球上某一子午线（该子午线称为中央子午线）相切，椭圆柱的中心轴通过椭球体中心，然后用一定的投影方法，将中央子午线两侧各一定经差范围内的地区投影到椭球柱面上，再将此柱面展开即成投影面。

高斯投影的特点：（1）中央子午线投影后为直线，且长度不变。据中央子午线越远的子午线，投影后弯曲程度越大，长度变形也越大；（2）椭球面上除中央子午线外，其他子午线投影后均向中央子午线弯曲，并向两极收敛，对称于中央子午线和赤道；（3）在椭球面上对称于赤道的纬圈，投影后仍成为对称的曲线，并与子午线的投影曲线互相垂直且凹向两极。

三、专业题

1. 解：三角形闭合差由下式计算

$$W = L_1 + L_2 + L_3 - 180^\circ$$

而 \hat{L}_1 、 \hat{L}_2 、 \hat{L}_3 为

$$\hat{L}_1 = L_1 - \frac{1}{3}W = \frac{2}{3}L_1 - \frac{1}{3}L_2 - \frac{1}{3}L_3 + 60^\circ$$

$$\hat{L}_2 = L_2 - \frac{1}{3}W = -\frac{1}{3}L_1 + \frac{2}{3}L_2 - \frac{1}{3}L_3 + 60^\circ$$

$$\hat{L}_3 = L_3 - \frac{1}{3}W = -\frac{1}{3}L_1 - \frac{1}{3}L_2 + \frac{2}{3}L_3 + 60^\circ$$

所以

$$\hat{L} = \begin{bmatrix} \hat{L}_1 \\ \hat{L}_2 \\ \hat{L}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ -1/3 & 2/3 & -1/3 \\ -1/3 & -1/3 & 2/3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \\ L_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 60 \\ 60 \\ 60 \end{bmatrix}$$

$$D_{LL} = \begin{bmatrix} \sigma^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma^2 \end{bmatrix}$$

由 $D_{ZZ} = KD_{XX}K^T$ 得 \hat{L} 协方差阵为

$$D_{\hat{L}\hat{L}} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ -1/3 & 2/3 & -1/3 \\ -1/3 & -1/3 & 2/3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ -1/3 & 2/3 & -1/3 \\ -1/3 & -1/3 & 2/3 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 2/3\sigma^2 & -1/3\sigma^2 & -1/3\sigma^2 \\ -1/3\sigma^2 & 2/3\sigma^2 & -1/3\sigma^2 \\ -1/3\sigma^2 & -1/3\sigma^2 & 2/3\sigma^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/3 & -1/3 & -1/3 \\ -1/3 & 2/3 & -1/3 \\ -1/3 & -1/3 & 2/3 \end{bmatrix} \sigma^2$$

2. 解: $n=3$ $t=2$

令 $P = \text{diag} (1 \ 1 \ 2)$

设 $\hat{h}_1 = \hat{x}_1$, $\hat{h}_2 = \hat{x}_2$, $X_1^0 = h_1$, $X_2^0 = h_2$

$$V_1 = \hat{x}_1$$

$$V_2 = \hat{x}_2$$

$$V_3 = -\hat{x}_1 - \hat{x}_2 + 5$$

$$V = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -5 \end{pmatrix}$$

$$\hat{X} = N_{BB}^{-1} B^T P l$$

$$\hat{X} = \begin{pmatrix} 3/5 & -2/5 \\ -2/5 & 3/5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 10 \\ 10 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix}$$

则 $\hat{h}_1 = 1.356m$

$$\hat{h}_2 = -0.822m$$

$$\hat{h}_3 = -0.534m$$

3.

| | | | |
|------|------|------|-----|
| 平差类型 | 数学模型 | 函数模型 | 法方程 |
|------|------|------|-----|

| | | | |
|-------------|--|---|--|
| 条件平差 | $A\Delta + w = 0$ $D = \sigma_0^2 Q = \sigma_0^2 P^{-1}$ | $Av + w = 0$ | $N_{AA}K + w = 0$ |
| 附有参数的条件平差 | $A\Delta + B\tilde{x} + w = 0$ $D = \sigma_0^2 Q = \sigma_0^2 P^{-1}$ | $Av + B\tilde{x} + w = 0$ | $N_{AA}K + B\tilde{x} + w = 0$ $B^T K = 0$ |
| 间接平差 | $l + \Delta = B\tilde{x}$ $D = \sigma_0^2 Q = \sigma_0^2 P^{-1}$ | $v = B\tilde{x} - l$ | $N_{BB}\tilde{x} - w = 0$ |
| 附有限制条件的间接平差 | $l + \Delta = B\tilde{x}$ $C\tilde{x} + Wx = 0$ $D = \sigma_0^2 Q = \sigma_0^2 P^{-1}$ | $v = B\tilde{x} - l$ $C\tilde{x} + Wx = 0$ | $N_{BB}\hat{x} + C^T K_s - W_l = 0$ $C\tilde{x} + Wx = 0$ |

2016 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、简答题

1. 概念及研究内容：测绘学是研究测定和推算地面的几何位置、地球形状及地球重力场，据此测量地球表面自然形态和人工设施的几何分布，并结合某些社会信息和自然信息的地球分布，编制全球和局部地区各种比例尺的地图和专题地图的理论和技术的学科，是地球科学的重要组成部分。

2. 常用坐标系：

(1) 大地坐标系：地面上一点的空间位置可用大地坐标 (B, L, H) 表示。大地坐标系是以参考椭球面为基准面，以起始子午面和赤道面作为在椭球上确定某一点投影位置的参考面。

(2) 空间直角坐标系：以椭球中心 O 为原点，起始子午面和赤道面交线为 X 轴，赤道面上与 X 轴正交的方向为 Y 轴，椭球体的旋转轴为 Z 轴，构成右手直角坐标系 $O-XYZ$ 。

(3) 独立平面直角坐标系：以 x 轴为纵轴表示南北，以 y 轴为横轴表示东西（适用于测区范围较小）。

(4) 高斯-克吕格平面直角坐标系：在投影面上，中央子午线和赤道的投影都是直线。以中央子午线和赤道的交点 O 为原点，以中央子午线的投影为 X 轴， X 轴向北为正；以赤道的投影为 Y 轴， Y 轴向东为正。这样便形成了高斯平面直角坐标系。

(5) WGS-84 坐标系：一种地心空间直角坐标系，采用 1979 国际椭球，原点位于地球质心， Z 轴指向 BIH1984.0 定义的协议地球极方向， X 轴指向 BIH1984.0 定义的起始子午面和赤道面的交点， Y 轴通过右手坐标系确定。

3. 真误差：观测值与真值之差，称为真误差，真误差=观测值-真值

改正数：观测值与算数平均值之差，称为观测值的改正数。

联系：一个是真值已知，一个是真值不知，用算数平均值代替真值

4. 结构：目镜、物镜、调焦发送器、补偿器监视、调焦透镜、探测器 CCD、补偿器、分光镜、分划板。

相关法原理：线阵探测器获得的水准尺上的条码图像信号（即测量信号），通过与仪器内预先设置的“已知代码”（参考信息）按信号相关方法进行对比，使测

量信号移动以达到两信号最佳符合，从而获得标尺读数和视距读数。

5. 误差来源：垂直角观测误差、边长误差、大气折光误差、仪器高和目标高的量测误差等。其中主要误差有以下几方面：

垂直角误差：包括仪器误差、观测误差和外界环境的影响

①仪器误差：有经纬仪的等级决定，垂直度盘的分化误差、偏心误差都是影响因素；

②外界条件：主要是大气折光的影响；

③观测误差：包括照准误差、读数误差及竖盘指标水准管气泡居中误差等，目标的形状、颜色、亮度、空气对流、空间能见度都会影响照准精度，给竖角测定带来误差。竖角观测误差对高差测定的影响与推算高差的边长成正比，边长越长，影响越大。

边长误差：边长误差的大小决定于测量的方法，若边长根据两点坐标反算求得或测距仪测得，其精度是相当高的。

大气折光误差：与观测条件密切相关，大气垂光折光系数 K 是随地区、气候、季节等条件的不同而变化的，要精确测定它的数值，

目前尚不可能， K 值在中午前后数值最小，且较稳定，因此，竖角观测时间最好在地方时 10 时至 16 时之间。

丈量仪器高和毡标高的误差：仪高和毡高的量测误差有多大，对高差的影响也会有多大。

6. 控制测量分为平面控制测量和高程控制测量。

平面控制测量通常采用以下方法建立：

①三角测量 ②导线测量 ③交会测量 ④天文测量 ⑤全球定位系统 GPS 测量

高程控制测量通常采用的方法有：

①三四等水准测量 ②三角高程测量

7. 内容：（1）数学要素：如比例尺，坐标格网等；（2）地形要素：各种地物、地貌等；（3）注记和整饰要素：包括各类注记、说明资料和辅助图表。

特征：（1）在同一条等高线上的各点的高程都相等；（2）等高线是闭合曲线；（3）除了陡崖和悬崖处之外，等高线既不重合，也不会相交；（4）等高线与山脊线和

山谷线成正交；(5) 等高线平距的大小与地面坡度大小成反比。

8. 方法：传统测图、航空在摄影测图、地面数字测图

传统测图：时间长、精度低

航空摄影测图：速度快、精度均匀、精度高

地面数字测图：高自动化、全数字化、高精度

9. 步骤：(1) 野外地形数据采集：在图根控制点上安置好全站仪后，输入测站点和后视点号以及测站的仪器高和目标高(如果用激光免棱镜测距而直接瞄准目标，则目标高为零)，然后瞄准后视点进行水平度盘定向。并通过测定后视点的坐标，检查后视定向是否正确。接下来就可以开始对地物点或地形点按极坐标法进行三维坐标测定；(2) 地形点编码输入：用全站仪进行地形点数据采集时，地形点的编码还必须由观测员判断和人工输入。对于连续观测的各点需要输入相同的地物编码时，因为屏幕保留上一点的编码，故不必重复输入，有的地物点具有双重地物特征，对于这种具有双重地物特征的细部点，可根据编码设计原则给予十二位编码，每六位表示一种地物特征，这样就可减少对双重地物特征点进行重复测量的工作量。在进行细部点测量时，应尽可能地物的分类和连线的次序进行，这样便于编码输入和地物图形按编码自动连线；(3) 采集数据的存储和通讯：全站仪地形测量点位数据原始记录为每点一行字符串，通过与计算机的数据通讯，向计算机传输细部点的观测和点位数据文件。

10. 原理：GPS 定位的基本原理是把 GPS 卫星视为一种飞行的动态已知点，在其瞬时位置已知的情况下（星历提供），以 GPS 卫星和用户的 GPS 接收机天线相位中心的距离为观测量，进行空间距离的后方交会，从而确定用户所在的位置。

步骤：(1) GPS 控制网的精度指标

(2) GPS 控制网的图形设计

(3) GPS 控制的外业工作：①选点与标石埋设②外业观测

(4) GPS 数据处理

二、计算题

1. 答：(1) $\because Q = P^{-1} = \begin{pmatrix} 1/4 & 1/8 \\ 1/8 & 5/16 \end{pmatrix}$, $P_1^{-1} = 1/4$, $P_2^{-1} = 5/16$,

$$\therefore P_1 = 4, P_2 = 16/5$$

$$(2) \sigma_1^2 = \frac{\sigma_0^2}{P_1}, \quad \sigma_2^2 = \frac{\sigma_0^2}{P_2}$$

2. 解: $n=6, t=4, t=2$

条件方程: $v_1 + v_2 + v_3 + w_1 = 0, \quad v_5 + v_5 + v_6 + w_2 = 0$

$$N_{AA} = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}, \quad N_{AA}^{-1} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Q_{\hat{L}\hat{L}} = \begin{bmatrix} 1 & & & & & \\ & 1 & & & & \\ & & 1 & & & \\ & & & 1 & & \\ & & & & 1 & \\ & & & & & 1 \end{bmatrix} - \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 & & & \\ -1 & 2 & -1 & & & \\ -1 & -1 & 2 & & & \\ & & & 2 & -1 & -1 \\ & & & -1 & 2 & -1 \\ & & & -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}$$

$$\hat{X} = \angle ABC = \hat{L}_2 + \hat{L}_5 = [0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0] \hat{L}$$

$$Q_{\hat{X}} = [0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0] Q_{\hat{L}\hat{L}} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \frac{4}{3}$$

$$\text{所以, } P_{\hat{X}} = \frac{3}{4}$$

三、论述题

答: 指标: 方差、中误差、平均误差、或然误差、极限误差、相对误差

方差: 标准差的平方 σ^2 为方差

中误差: 按有限次观测的偶然误差求得的标准差为“中误差”, 用 m 表示。

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$$

平均误差：在一定观测条件下一组独立的偶然误差的绝对值的数学期望称为平均误差。

或然误差：误差出现在 $(-\rho, +\rho)$ 的概率等于 $1/2$ ，则 $\int_{-\rho}^{+\rho} f(\Delta) d\Delta = \frac{1}{2}$

极限误差：通常以两倍或三倍中误差作为偶然误差的极限

相对误差：观测值的中误差与观测值之比，将分子化为 1。

2017 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、简答题

1. 原则：从整体到局部，先控制后碎部，步步有检核。实施：在测量工作中，首先选择一些具有控制意义的点，组成一定的几何图形，形成测区的骨架，用相对精确的测量手段和计算方法，在统一的坐标系中，确定这些点的平面坐标和高程，然后以它为基础来测定其他地面点的点位或进行施工放样，或进行其他测量工作。

2. 特性：（1）在一定观测条件下的有限次观测中，偶然误差的绝对值不会超过一定的限值；（2）绝对值较小的误差出现的频率大，绝对值大的误差出现的频率小；（3）绝对值相等的正、负误差具有大致相等的出现频率；（4）当观测次数无限增大时，偶然误差的理论平均值趋近于零，即偶然误差具有抵偿性。

处理原则：多次重复观测，取其平均值，可以抵消一些偶然误差。

3. 过程：（1）计算角度闭合差及分配值（2）计算转角平差值（3）推算坐标方位角（4）计算坐标增量（5）计算坐标闭合差及分配值（6）计算坐标增量平差值（7）计算各待定点坐标

限差：角度闭合差、导线全长相对闭合差。 角度闭合差：由已知的起始边方位角，根据观测角值推算出来的终边方位角与已知的终边方位角之间的差值。

导线全长相对闭合差：是评定导线精度的重要指标，它是全长相对闭合差 f_s 与

其导线全长 $\sum s$ 的比值，通常用 k 表示，即 $k = 1 / \frac{\sum s}{f_s} = \frac{f_s}{\sum s}$ ，式中 $f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ 。

4. 方差：标准差的平方 σ^2 为方差。

按有限次观测的偶然误差求得的标准差为“中误差”，用 m 表示。

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}} \quad \text{①}$$

按观测值的改正数计算观测值的中误差公式，也称为白塞尔公式：

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} \quad \text{②}$$

①和②对比：除了以 $[vv]$ 代替了 $[\Delta\Delta]$ 之外，还以 $n-1$ 代替了 n 。

解释：在真值已知的情况下，所有 n 次观测值均为多余观测；在真值未知的情况

下，则有一次观测值是必要的，其余 $n-1$ 次观测值是多余的。因此 n 和 $n-1$ 分别代表真值已知和真值未知两种不同情况的多余观测次数。

5. 方法：三角测量、导线测量、交会测量、天文测量、GPS 控制测量。

作用：控制测量起到控制全局和限制误差积累的作用。

6. 分类：比例符号、半比例符号、非比例符号

比例符号：凡按照比例尺能将地物轮廓缩绘在图上的符号称为比例符号。如：房屋、江河、湖泊、森林、果园等。

半比例符号：凡长度可按照比例尺缩绘，而宽度不能按照比例尺缩绘的狭长地物符号，称为半比例符号。如：道路、河流、通信线以及管道等。

非比例符号：当地物的轮廓很小或无轮廓时，以致不能按照测图比例尺缩小，但又因其重要性又必须表示时可不管其实际尺寸，均用规定的符号表示。这类地物称为非比例尺符号。如：测量控制点、独立树、里程碑、钻孔、烟囱等。

7. 应用：（1）量取图上点的坐标值（2）量测两点之间的距离（3）量测直线的坐标方位角（4）确定地面点的高程和两点之间的坡度（5）按一定方向绘制断面图（6）确定汇水面积（7）按限制坡度选线（8）根据等高线整理地面

8. 误差来源：（1）比例误差：①真空中光速 c_0 的误差；②大气折射率 n 的误差 ③调制频率 f 的误差 （2）固定误差：①相位差 $\Delta\varphi$ 的测定误差；②仪器加常数改正误差 （3）周期误差

措施：加入气象改正数减弱或消除大气折射率 n 的误差；作业前对仪器的精测晶振频率进行校正可以减弱调制频率 f 的误差；在制造仪器时加强屏蔽，尽量减小仪器内部的信号干扰，在使用仪器时，尽量避免用弱信号测距和避免其他外部杂乱信号的干扰可以减弱周期误差的影响。对待这些误差，应该进一步通过仪器检核，客观地发现他们，或者调整仪器或者加入改正数，以便将他们的影响控制在允许范围内。

9. 测设：将规划设计和管理等工作形成的图纸上的建筑物、构筑物或者其他图形的位置在现场标定出来，作为施工依据。

方法：水平角测设、水平距离测设、高程测设。

二、平差题

1. 解: $\because D_{LL} = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 3 \end{bmatrix}$ L_1 的协因数 $Q_{11} = \frac{2}{5}$

$$\therefore \text{由 } Q_{11} = \frac{D_{11}}{\sigma_0^2} \Rightarrow \sigma_0^2 = 5$$

$$Q_{LL} = \frac{D_{LL}}{\sigma_0^2} = \frac{1}{5} \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 3 \end{bmatrix} \quad P_{LL} = Q_{LL}^{-1} = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$$

$$P_{L1} = \frac{5}{2} \quad P_{L2} = \frac{5}{3}$$

2. 解: 按题意知必要观测数 $t=3$, 选取 B、C、D 三点高程 \hat{X}_1 、 \hat{X}_2 、 \hat{X}_3 为参数。

列误差方程

根据上图所示的水准路线写出 5 ($=n$) 个平差值方程

$$\left. \begin{aligned} L_1 + v_1 &= \hat{X}_1 - H_A \\ L_2 + v_2 &= -\hat{X}_1 + \hat{X}_2 \\ L_3 + v_3 &= \hat{X}_2 - H_A \\ L_4 + v_4 &= \hat{X}_2 - \hat{X}_3 \\ L_5 + v_5 &= \hat{X}_3 - H_A \end{aligned} \right\}$$

将观测值移至等号右侧, 既得误差方程

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= \hat{X}_1 - (H_A + L_1) \\ v_2 &= -\hat{X}_1 + \hat{X}_2 - L_2 \\ v_3 &= \hat{X}_2 - (H_A + L_3) \\ v_4 &= \hat{X}_2 - \hat{X}_3 - L_4 \\ v_5 &= \hat{X}_3 - (H_A + L_5) \end{aligned} \right\}$$

将观测高差和已知点高程代入上式, 即可计算误差方程的常数项。此时, 这些常数项将很大, 这对后续计算是不利的。为了便于计算, 应选取参数的近似值, 例如令

$$\left. \begin{aligned} X_1^0 &= H_A + L_1 \\ X_2^0 &= H_A + L_3 \\ X_3^0 &= H_A + L_5 \end{aligned} \right\}$$

这样, 后续计算求定的只是未知数近似值的改正数 \hat{x}_1 、 \hat{x}_2 、 \hat{x}_3 , 它们存在下列关系:

$$\left. \begin{aligned} \hat{X}_1 &= X_1^0 + \hat{x}_1 = \hat{x}_1 + H_A + L_1 \\ \hat{X}_2 &= X_2^0 + \hat{x}_2 = \hat{x}_2 + H_A + L_3 \\ \hat{X}_3 &= X_3^0 + \hat{x}_3 = \hat{x}_3 + H_A + L_5 \end{aligned} \right\}$$

将上式代入误差方程，得

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= \hat{x}_1 + 0 \\ v_2 &= -\hat{x}_1 + \hat{x}_2 + 23 \\ v_3 &= \hat{x}_2 + 0 \\ v_4 &= \hat{x}_2 - \hat{x}_3 - 14 \\ v_5 &= \hat{x}_3 + 0 \end{aligned} \right\}$$

按 $V = B\hat{x} - l$, $l = L - (BX^0 + d) = (L - L^0)$ 写成矩阵形式

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \\ \hat{x}_3 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 \\ -23 \\ 0 \\ 14 \\ 0 \end{bmatrix}$$

组成法方程

取 10km 的观测高差为单位权观测，即按 $P_i = \frac{C}{S_i} = \frac{10}{S_i}$ 定权，

得观测值的权阵

$$P = \begin{bmatrix} 2.9 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3.7 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 4.0 \end{bmatrix}$$

按 $B^T P B \hat{x} - B^T P l = 0$ 组成法方程为

$$\begin{bmatrix} 6.6 & -3.7 & 0 \\ -3.7 & 9.5 & -3.3 \\ 0 & -3.3 & 7.3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \\ \hat{x}_3 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 85.1 \\ -38.9 \\ -46.2 \end{bmatrix} = 0$$

解法方程

$$\hat{x}_1 = 11.75mm, \quad \hat{x}_2 = -2.04mm, \quad \hat{x}_3 = -7.25mm$$

计算改正数

将 \hat{x} 代入误差方程，计算观测值的改正数得

$$V_1=12mm, \quad V_2=9mm, \quad V_3=-2mm, \quad V_4=-9mm, \quad V_5=-7mm$$

计算平差值

$$\text{参数平差值} \quad \hat{X} = X^0 + \hat{x}$$

$$\hat{X}_1 = 243.330m, \quad \hat{X}_2 = 247.121m, \quad \hat{X}_3 = 239.746m$$

$$\text{观测值的平差值} \quad \hat{L} = L + V$$

$$\hat{L}_1 = 5.847m, \quad \hat{L}_2 = 3.791m, \quad \hat{L}_3 = 9.638m, \quad \hat{L}_4 = 7.375m, \quad \hat{L}_5 = 2.263m$$

检核

平差值 \hat{L} 应满足两个条件方程

$$\hat{L}_1 + \hat{L}_2 - \hat{L}_3 = 0, \quad \hat{L}_3 - \hat{L}_4 - \hat{L}_5 = 0$$

$$3. \text{解: } K = \sqrt{(Q_{xx} - Q_{yy})^2 + 4Q_{xy}^2} = 0.6295$$

$$Q_{EE} = \frac{1}{2}(Q_{xx} + Q_{yy} + K) = 1.528$$

$$Q_{FF} = \frac{1}{2}(Q_{xx} + Q_{yy} - K) = 0.899$$

$$\hat{E} = \hat{\sigma}_0 \sqrt{Q_{EE}} = 1.24$$

$$\hat{F} = \hat{\sigma}_0 \sqrt{Q_{FF}} = 0.95$$

$$\tan \varphi_E = \frac{Q_{EE} - Q_{xx}}{Q_{xy}} = -0.932$$

$$\varphi_E = 137^\circ \text{ 或 } \varphi_E = 317^\circ$$

$$\tan \varphi_F = \frac{Q_{FF} - Q_{xx}}{Q_{xy}} = 1.073$$

$$\varphi_F = 47^\circ \text{ 或 } \varphi_F = 227^\circ$$

2018 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、简答题

1. 系统误差：在相同的观测条件下，对某一量进行一系列的观测，如果出现的误差在符号和数值上都相同，或按照一定的规律变化，这种误差称为系统误差。

粗差：由于观测者的粗心或各种干扰造成的大于限差的误差。

对于观测值之中的系统误差，应该尽可能按其产生的原因和规律加以改正、抵消或削弱。为了防止错误的发生和提高测量成果的精度，在测量工作中，一般需要进行多余必要的观测，称为“多余观测”。有了多余观测，就可以发现观测值之中的错误，以便将其剔除和重测。

2. 在实践工作中，通常以二倍或者三倍中误差作为偶然误差的极限值，称为极限误差。在测量工作中，如果某误差超过了极限误差，那么就可以认为该观测值存在系统误差或者粗差，应研究其原因进行处理或者舍去不用。

3. 应用：（1）量取图上点的坐标值：在大比例尺地形图内图廓的四角注有实地坐标值。（2）量测两点之间的距离：分别量取两点的坐标值，然后按照坐标反算公式计算两点间的距离。（3）量测直线的坐标方位角：先量取直线两端点的平面直角坐标，再用坐标反算公式求出该直线的坐标方位角。（4）确定地面点的高程和两点之间的坡度（5）按一定方向绘制断面图：在工程设计中，当需要知道某一方向的地面起伏情况时，可以按照此方向直线与等高线交点的平距与高程，绘制断面图。（6）确定汇水面积（7）按限制坡度选线（8）根据等高线整理地面：在工程建设中，常需要把地面整理成水平或者倾斜的平面。

4. 地貌形态虽然千变万化、千姿百态，但归纳起来，不外乎由山地、盆地、山脊、山谷、鞍部等基本地貌组成。（地球表面的形态，可被看做是由一些不同方向、不同倾斜面的不规则曲面组成，两相邻倾斜面相交的棱线，称为地貌特征线（或称为地性线。如山脊线、山谷线即为地性线。在地性线上比较显著的点有：山顶点、洼地的中心点、鞍部的最低点、谷口点、山脚点、坡度变换点等，这些点被称为地貌特征点。

（1）山顶：在尖山顶测绘时，除在山顶立镜外，其周围山坡适当方向选择一些特征点就够了；在圆山顶测绘时，山顶最高点应立镜，在山顶附近坡度逐渐变化处也需立镜；平山顶在测绘时特别必须注意在山顶坡度变化处立镜，否则地貌的

真实性将受到显著影响。

(2) 山脊：尖山脊的山脊线比较明显, 测绘时, 除在山脊线上立镜外, 两侧山坡也应有适当的立镜点; 圆山脊的脊部有一定的宽度, 测绘时需特别注意正确确定山脊线的实地位置, 然后立镜, 此外对山脊两侧山坡也必须注意它的坡度的逐渐变化, 恰如其分地选定立镜点。对于台阶状山脊, 应注意由脊部至两侧山坡坡度变化的位置, 测绘时, 应恰当地选择立镜点, 才能控制山脊的宽度。不要把台阶状山脊的地貌测绘成圆山脊甚至尖山脊的地貌。山脊往往有分歧脊, 测绘时, 在山脊分歧处必须立镜, 以保证分歧山脊的位置正确。

(3) 山谷：尖底谷的下部常常有小溪流, 山谷线较明显。测绘时, 立镜点应选在等高线的转弯处。圆底谷的山谷线不太明显, 所以测绘时, 应注意山谷线的位置和谷底形成的地方。平底谷多系人工开辟耕地后形成的, 测绘时, 立镜点应选择在山坡与谷底相交的地方, 以控制山谷的宽度和走向。

(4) 鞍部：测绘时鞍部的最底处必须有立镜点, 以便使等高线的形状正确。鞍部的近立的立镜点应视坡度变化情况选择。

(5) 盆地：测绘时, 除在盆底最低处立镜外, 对于盆底四周及盆壁地形变化的地方均应适当选择立镜点, 才能正确显示出盆地的地貌。

(6) 山坡：测绘时, 应在山坡上坡度变化处立镜, 坡面上地形变化实际也就是一些不明显的小山脊、小山谷, 等高线的弯曲也不大。因此, 必须特别注意选择立镜点的位置, 以显示出微小地貌来。

(7) 梯田：测绘时, 沿梯坎立镜, 在地形图上一般以等高线、梯田坎符号和高程注记(或比高注记)相配合表示梯田。

(8) 特殊地貌测绘：除了用等高线表示的地貌以外, 有些特殊地貌如冲沟、雨裂、砂崩崖、土崩崖、陡崖、滑坡等不能用等高线表示。对于这些地貌, 用测绘地物的方法测绘出这些地貌的轮廓、位置, 用图式规定的符号表示。

5. 在实际测量工作中, 在一定的测量精度要求和测区面积不大的情况下, 往往以水平面直接代替水准面, 因此应当了解地球曲率对水平距离、水平角、高差的影响, 从而决定在多大面积范围内能容许用水平面代替水准面。在分析过程中, 将大地水准面近似看成圆球, 半径 $R=6371\text{km}$ 。

在下图中，BC 为水平面代替水准面产生的高差误差。令 $BC = \Delta h$ ，则

$$(R + \Delta h)^2 = R^2 + t^2$$

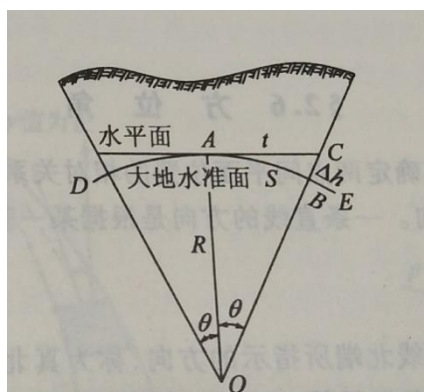
即

$$\Delta h = \frac{t^2}{2R + \Delta h}$$

上式中可以用 S 代替 t， Δh 与 $2R$ 相比可以忽略不计，故上式可以写成：

$$\Delta h = \frac{S^2}{2R}$$

此式表明， Δh 的大小与距离的平方成正比。当 $S=1\text{km}$ 时， $\Delta h=8\text{cm}$ ，因此，地球曲率对高差的影响，即使在很短的距离内也必须加以考虑。



6.大比例尺数字测图野外数据采集按碎部点测量方法：分为全站仪测量方法和 GPS RTK 测量方法。目前，主要采用全站仪测量方法，在控制点、加密的图根点或测上架设全站仪，全站仪经定向后，观测碎部点上放置的棱镜，得到方向、竖直角（或天顶距）和距离等观测值，记录在电子手簿或全站仪内存；或者是由记录器程序计算碎部点的坐标和高程，记入电子手簿或全站仪内存。如果观测条件可能，也可采用 GPS RTK 测定碎部点将直主碎部点的坐标和高程。

7. GPS 定位的基本原理是把 GPS 卫星视为一种飞行的动态已知点，在其瞬间位置已知的情况下（星历提供），以 GPS 卫星和用户的 GPS 接收机天线相位中心之间的距离为观测量，进行空间距离的后方交会，从而确定出用户所在的位置。

与 GPS 卫星有关的误差；与 GPS 卫星信号传播有关的误差；与 GPS 信号接收机有关的误差。

（1）与 GPS 卫星有关的误差包括卫星的星历误差和卫星钟误差，两者都属于系统误差，可在 GPS 测量中采取一定的措施消除或减弱，或采用某种数学模型对其进

行改正。

(2) 与 GPS 卫星信号传播有关的误差包括电离层折射误差、对流层折射误差和多路径误差。电离层折射误差和对流层折射误差即信号通过电离层和对流层时,传播速度发生变化而产生时延,使测量结果产生系统误差,在 GPS 测量中,可以采取一定的措施消除或减弱,或采用某种数学模型对其进行改正。多路径误差取决于测站周围的观测环境,具有一定的随机性,属于偶然误差。为了减弱多路径误差,测站位置应远离大面积平静水面,测站附近不应有高大建筑物,测站点不宜选在山坡、山谷和盆地中。

(3) 与 GPS 信号接收机有关的误差包括接收机的观测误差、接收机的时钟误差和接收机天线相位中心的位置误差。接收机的观测误差具有随机性质,是一种偶然误差,通过增加观测量可以明显减弱其影响。接收机时钟误差是一种系统误差,但可采取一定的措施予以消除或减弱。

8. 脉冲式光电测距通过直接测定光脉冲在测线上往返传播的时间 t , 并按式 $D=1/2ct$ 求得距离。首先,由光脉冲发射器发射出一束光脉冲,经发射光学系统后标。此时,由仪器内的取样棱镜取出一小部分光脉冲送入接收光学系统,再由光电接收器转换为电脉冲(称为主波脉冲),作为计时的起点。从目标反射回来的光脉冲通过接收光学系统后也被光电接收器接收并转换为电脉冲(称为回波脉冲),作为计时的终点。相位式光电测距通过测量调制光在测线上往返传播所产生的相位移来求出距离 D 。由光源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光镜。经反光镜反射后被接收器所接收,然后由相位计将发射信号(又称参考信号)与接收信号(又称测距信号)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 ψ 。

9. 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,每幅图一般各选取 2050 个点。用钢尺或测距仪测相邻地物点间距离,量测边数每幅图一般不少于 20 处。平面检测点应均匀分布、随机选取的明显地物点。

二、判断题

1. × 2. × 3. √ 4. × 5. × 6. × 7. × 8. √ 9. × 10. √

三、计算题

$$1. \text{ 由 } \sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_i^n \Delta_i^2}{n}}$$

代入数据得第一组的中误差是 **2.9**，第二组的中误差是 **4**。

2019 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、简述题

1. 在测量工作中, 把一个假想的、与静止的平均海水面重合并向陆地延伸且包围整个地球的特定重力等位面称为**大地水准面**; **铅垂线**是指重力的方向线。大地水准面和铅垂线是测量外业所依据的基准面和基准线。

2. 由青岛验潮站验潮结果推算的黄海平均海面作为我国高程起算的基准面。我国曾采用青岛验潮站 1950—1956 年期间的验潮结果推算了黄海平均海面, 称为“1956 年黄海平均高程面”, 以此建立了“1956 年黄海高程系”。我国自 1959 年开始, 全国统一采用 1956 年黄海高程系。后来又利用该站 1952—1979 年期间的验潮结果计算确定了新的黄海平均海面, 称为“1985 国家高程基准”。我国自 1988 年 1 月 1 日起开始采用 1985 国家高程基准作为高程起算的统一基准。

3. 由坐标北方向起算的方位角称为**坐标方位角**; 由真北方向起算的方位角称为**真方位角**。

4. 高斯投影中, 除中央子午线外, 各点均存在长度变形, 且距中央子午线越远, 长度变形越大。为了控制长度变形, 将地球椭球面按一定的经度差分成若干范围不大的带, 称为**投影带**。

5. 根据地图的用途, 所表示地区范围的大小、图幅的大小和表示内容的详略等不同情况, 制图选用的比例尺有大有小。地图比例尺中的分子通常为 1, 分母越大, 比例尺就越小。通常比例尺大于二十万分之一的地图称为大比例尺地图; 比例尺介于二十万分之一至一百万分之一之间的地图, 称为中比例尺地图; 比例尺小于一百万分之一的地图, 称为小比例尺地图。在同样图幅上, 比例尺越大, 地图所表示的范围越小, 图内表示的内容越详细, 精度越高; 比例尺越小, 地图上所表示的范围越大, 反映的内容越简略, 精确度越低。

6. 中误差: 按有限次观测的偶然误差求得的标准差为“中误差”, 用 m 表示。

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}$$
; 标准差是方差的算术平方根。在真值已知的情况下, 所有 n 次观测值均为多余观测; 在真值未知的情况下, 则有一次观测值是必要的, 其余 $n-1$ 次观测值是多余的。因此 n 和 $n-1$ 分别代表真值已知和真值未知两种不同情况的多余观测次数。

二、简答题

1. 高程测量的方法有水准测量、三角高程测量。用水准测量的方法测定点与点之间的高差即可由已知高程点求得另一点的高程用这种方法求地面点的高程其精度较高, 普遍用于建立国家高程控制点及测定高级地形控制点的高程。对于地面高低起伏较大的地区, 用这种方法测定地面点的高程进程缓慢, 有的甚至非常困难。这时在地面高低起伏较大或不便于水准测量的地区, 常采用三角高程的传递高程。三角高程测量的基本思想是根据由测站向照准点所观测的竖角(或天顶距)和它们之间的水平距离, 计算测站点与照准点之间的高差。这种方法简便灵活, 受地形条件的限制较少。

2. 大地坐标系: 地面上一点的空间位置可用大地坐标 (B, L, H) 表示。大地坐标系是以参考椭球面为基准面, 以起始子午面和赤道面作为在椭球上确定某一点投影位置的参考面。空间直角坐标系: 以椭球中心 O 为原点, 起始子午面和赤道面交线为 X 轴, 赤道面上与 X 轴正交的方向为 Y 轴, 椭球体的旋转轴为 Z 轴, 构成右手直角坐标系 $O-XYZ$ 。

3. 地形图的图形数据形式有矢量数据形式和栅格数据形式, 简称矢量数据和栅格数据。以矢量数据表示图形的地形图称为数字线划地形图(DLG), 以栅格数据表示图形的地形图称为数字栅格地形图(DRG)。地形图图形可分解为点、线、面三种图形元素, 它们均可用矢量数据和栅格数据表示。

矢量数据表示为: 点用一对 x 、 y 坐标表示; 线用一串有各种图形元素在二维平面序的 x 、 y 坐标对表示; 面用一串有序的但首尾相同的 x 、 y 坐标对表示其轮廓范围。

各种图形元素以栅格数据表示为: 点用其中心点所处的单个像元来表示; 线用其中轴线上的像元集合来表示, 但线的宽度仅为一个像元, 即仅有一条途径可以从一个像元到达相邻的另一个像元; 面用其所覆盖的像元来表示。

4. 在大比例尺数字地形图中, 等高线的修改编辑有: 删除、平移和旋转等。删除: 从相应的文件中调出图形信息, 然后用背景色绘制, 并在文件中删除该记录。平移: 当位置不合要求时, 可以进行平移。旋转: 当方向不合要求时, 可以进行旋转。

5. 将控制点用直线连接起来形成折线称为导线, 这些控制点称为导线点, 点

间的折线边称为导线边, 相邻导线边之间的夹角称为转折角(又称导线折角, 导线角)。另外, 与坐标方位角已知的导线边(称为定向边)相连接的转折角, 称为连接角(又称定向角)。通过观测导测量布设简单、每点而获得导线点的平面坐标, 即为导线测量。导线边的边长和转折角, 根据起算数据经计与前、后两点通视, 选点方便, 特别是在隐蔽地区和建筑物多面通困难的城市, 应用起来方便灵活。

6. 水平角的观测误差有:

①仪器误差包括以下几方面:

- a. 水平度盘偏心差: 是度盘分划线的中心与照准部旋转中心不重合所致;
- b. 视准轴误差: 是仪器的视准轴不与横轴正交所产生的误差;
- c. 横轴倾斜误差: 仪器的横轴与竖轴不垂直所产生的误差称为横轴倾斜误差, 仪器支架两端不等高、横轴两端轴径不相等都会产生横轴倾斜误差;
- d. 若视准轴与横轴正交, 横轴垂直于竖轴, 而竖轴与照准部水准管轴已垂直, 仅由于仪器未严格整平而使竖轴不在竖直位置, 竖轴偏离铅垂线一微小角度, 这就是竖轴倾斜误差。

②仪器对中误差;

③目标偏心误差;

④照准误差与读数误差

⑤外界条件的影响

2020 年长安大学招收硕士研究生入学考试试题答案

一、术语解释 (10*2=20)

1. 水准面: 处于静止状态的水面称为水准面。
2. 1985 国家高程基准: 采用青岛水准原点和根据青岛验潮站 1952 年到 1979 年的验潮数据确定的黄海平均水面所定义的高程基准。
3. 2000 国家大地坐标系: 2000 国家大地坐标系的原点为包括海洋和大气的整个地球的质量中心; 2000 国家大地坐标系的 Z 轴由原点指向历元 2000.0 的地球参考极的方向, 该历元的指向由国际时间局给定的历元为 1984.0 的初始指向推算, 定向的时间演化保证相对于地壳不产生残余的全球旋转, X 轴由原点指向格林尼治参考子午线与地球赤道面 (历元 2000.0) 的交点, Y 轴与 Z 轴、X 轴构成右手正交坐标系。
4. 地图投影: 简称投影, 简略说来就是将椭球面上各元素 (包括坐标、方向和长度) 按一定的数学法则投影到平面上。
5. 坐标方位角: 由坐标北方向起算的方位角称为坐标方位角。
6. 控制测量: 控制测量是指对控制网进行布设、观测、计算, 确定控制点位置的工作。
7. 地形图: 地形图是按照一定的数学法则, 运用符号系统表示地表上的地物、地貌平面位置及基本的地理要素且高程用等高线表示的一种普通地图。
8. 等高线: 等高线即地面上高程相等的相邻点连成的闭合曲线。
9. 数字高程模型: 是以数字的形式按一定结构组织在一起, 表示实际地形特征空间分布的模型, 是定义在 x, y 域离散点上以高程表达地面起伏形态的数字集合。
10. 改正数: 观测值与算数平均值之差, 称为观测值的改正数。

二、简答题 (5*8=40)

1. 简述高斯投影的特点及高斯坐标系的建立。

答: 高斯投影的特点: (1) 中央子午线投影后为直线, 且长度不变。据中央子午线越远的子午线, 投影后弯曲程度越大, 长度变形也越大; (2) 椭球面上除中央子午线外, 其他子午线投影后均向中央子午线弯曲, 并向两极收敛, 对称于中央子午线和赤道; (3) 在椭球面上对称于赤道的纬圈, 投影后仍成为对称的曲线, 并与子午线的投影曲线互相垂直且凹向两极。

高斯坐标系:在投影面上,中央子午线和赤道的投影都是直线。以中央子午线和赤道的交点作为坐标原点,以中央子午线的投影为纵坐标轴 X 规定 X 轴向北为正;以赤道的投影为横坐标轴 Y, Y 轴向东为正,这样便形成了高斯平面直角坐标系。

2. 简述地形图的内容及地形图符号。

答:地形图的内容:(1)数学要素:如比例尺,坐标格网等;(2)地形要素:各种地物、地貌等;(3)注记和整饰要素:包括各类注记、说明资料和辅助图表。

地形图符号有三类:地物符号、地貌符号和注记符号。(1)地物符号:地物符号是用来表示地物的类别、形状、大小及其位置的。分为比例符号、非比例符号和半比例符号。(2)地貌符号:地形图上表示地貌的方法有多种,目前最常用的是等高线法。在图上,等高线不仅能表示表面高低起伏的形态,还可确定地面点的高程,对峭壁、冲沟、梯田等特殊地形,不使用等高线表示时,则绘注相应的符号。(3)注记:注记包括地名注记和说明注记。

3. 简述观测误差的分类及各类误差处理原则。

答:测量误差按照其产生的原因和对观测结果影响性质的不同,可以分为系统误差、偶然误差和粗差三类。系统误差:在相同的观测条件下,对某一量进行一系列的观测,如果出现的误差在符号和数值上都相同,或按一定的规律变化,这种误差称为“系统误差”。偶然误差:在相同的观测条件下,对某一量进行一系列的观测,如果出现的误差在符号和数值上都不相同,从表面上看没有任何规律性,这种误差称为“偶然误差”。粗差:由于观测者的粗心或各种干扰造成的大于限差的误差称为粗差。对于观测值之中的系统误差,应该尽可能按其产生的原因和规律加以改正、抵消或削弱。偶然误差的处理原则:多次重复观测,取其平均值,可以抵消一些偶然误差。粗差是大于限差的误差,是由于观测者的粗心或受到干扰所造成的错误。错误应该可以避免,包含有错误的观测值应该舍弃,并重新进行观测。

4. 给出全站仪三角高程测量对向观测高差计算公式并依据公式分析提高高差精度的有效措施。

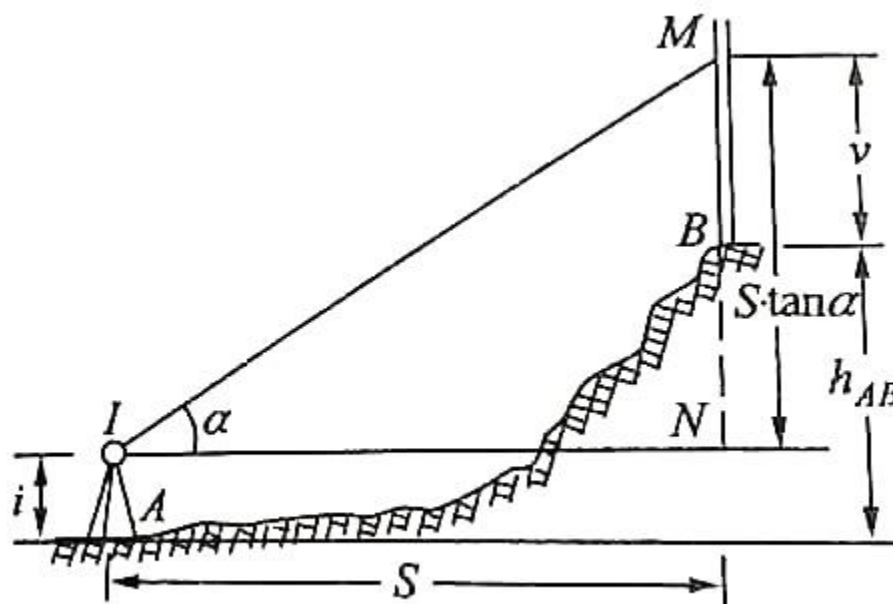
答:如图所示,在地面上 A、B 两点间测定高差 h_{AB} , A 点设置仪器,在 B 点竖立标尺。量取望远镜旋转轴中心 I 至地面点上 A 点的仪器高 i ,用望远镜中的十字丝的横丝照准 B 点标尺上的一点 M,它距 B 点的高度称为目标高 v ,测出倾斜视线 IM

与水平视线 IN 间所夹的竖角 α , 若 A、B 两点间的水平距离已知为 S, 则由图可得两点间高差 h 为:

$$h_{AB} = S \cdot \tan \alpha + i - v$$

若 A 点的高程已知为 H_A , 则 B 点高程为:

$$H_B = H_A + h_{AB} = H_A + S \cdot \tan \alpha + i - v$$



三角高程测量原理

具体应用上式时要注意竖角的正负号, 当 α 为仰角时取正号, 相应地 $S \cdot \tan \alpha$ 也为正值, 当 α 为俯角时取负号, 相应地 $S \cdot \tan \alpha$ 也为负值。

若在 A 点设置全站仪(或经纬仪+光电测距仪), 在 B 点安置棱镜, 并分别量取仪器高 i 和棱镜高 v, 测得两点间斜距 D 与竖角 α 以计算两点间的高差, 称为光电测距三角高程测量。A、B 两点间的高差可按下式计算

$$h_{AB} = D \cdot \sin \alpha + i - v$$

凡仪器设置在已知高程点, 观测该点与未知高程点之间的高差称为直觐; 反之, 仪器设在未知高程点, 测定该点与已知高程点之间的高差称为反觐。

误差: (1) 垂直角误差: 包括仪器误差、观测误差和外界环境影响。①仪器误差: 由经纬仪等级所决定, 垂直度盘的分划误差、偏心误差都是影响因素; ②外界条件: 主要是大气垂直折光的影响; ③观测误差: 包括照准误差、读数误差及竖盘指

标水准管气泡居中误差等,主要是照准误差的影响,目标的形状、颜色、亮度、空气对流、空气能见度都会影响照准精度,给竖角测定带来误差。竖角观测误差对高差测定的影响与推算高差的边长成正比,边长越大,影响越大。(2)边长误差:边长误差的大小决定于测量的方法,若边长根据两点坐标反算求得或测距仪测得,其精度是相当高的。(3)大气折光误差:与观测条件密切相关,大气垂直折光系数 K 是随地区、气候、季节等条件的不同而变化的,要精确测定它的数值,目前尚不可能, K 值在中午前后数值最小,且较稳定,因此,竖角的观测时间最好在地方时10时至16时之间。(4)丈量仪高和毡标高的误差:仪高和毡高的量测误差有多大,对高差的影响也会有多大。

5. 简述实时动态(RTK)定位的工作原理以及计算流动站位置坐标的程序。

答: RTK的工作原理是在两台接收机间加上一套无线电通信系统,将相对独立的接收机连成一个有机的整体;基准站把接收到的伪距、载波相位观测值和基准站的一些信息(如基准站的坐标和天线高等)都通过通信系统传送到流动站;流动站在接收卫星信号的同时,也接收基准站传送来的数据并进行处理:将基准站的载波信号与自身接收到的载波信号进行差分处理,即可实时求解出两站间的基线向量,同时输入相应的坐标,转换参数和投影参数,即可求得实用的未知点坐标。

RTK测量的基本工作方法:(1)在基准站安置GPS接收机,进行基准站设置;(2)进行流动站设置;(3)在至少3个公共点上,求GPS坐标与实用坐标系间的转换参数(有的称为点校正);(4)实测流动点坐标,将其与检测点的已知坐标进行对比,之差应在允许范围内;(5)流动接收机继续进行未知点的测量工作。

三、论述分析题(2*15=30)

1. 大比例尺数字地形图测绘方法有哪些?各有何特点?选择合适的方法主要考虑哪些因素?

答: 数字测图是对利用各种手段采集到的地面数据进行计算机处理,而自动生成以数字形式储存在计算机存储介质上的地形图的方法。根据采集数据的手段不同,可分为地面数字测图,数字摄影测量和地形图数字化三种方法。地面数字测图是指对利用全站仪、GPS接收机等仪器采集的数据及其编码,通过计算机图形处理而自动绘制地形图的方法。特点:地面数字测图具有较高的测图精度;地面数字测图具有较高的自动化程度;地面数字测图的图根控制测量与碎部测量可同时进行。

行；碎部点到测站点的距离与传统测图相比,可以放得更长一些；地面数字测图在测区内可不受图幅的限制；地面数字测图中直接测量碎部点的数目比传统测图有所增加,且碎部点(尤其是地形特征点)的位置选择尤为重要。数字摄影测量是在飞机上对地表拍摄航空像片,然后对像片上的信息进行分析、处理和解译,以确定被摄物体的形状、大小和空间位置,并判定其性质的一门技术。鉴于航空像片具有信息量大、反映物体细致、客观等特点,与地面测图相比,航空摄影测量测图具有速度快、精度均匀、效率高等优点。它可以将大量野外测绘工作移到室内进行,以减轻测绘工作者的劳动强度。尤其对高山区或人不易到达的地区,航空摄影测量更具有优越性。目前,数字摄影测量被广泛用于大面积的地形图测绘。地图数字化方法是对已有地形图利用数字化仪将其数字化,转换成计算机能存储、处理的数字地形图。

2. 分析影响全站仪三维导线测量精度的因素,并给出保证精度的措施。

答:全站仪三维导线测量细化来说就是平面坐标加高程坐标。平面坐标和高程是通过距离测量以及角度测量间接获得的。误差来源:(1)比例误差:真空中光速 c_0 的误差;大气折射率 n 的误差;调制频率 f 的误差 (2)固定误差:相位差 $\Delta\varphi$ 的测定误差;仪器加常数改正误差 (3)周期误差。措施:加入气象改正数减弱或消除大气折射率 n 的误差;作业前对仪器的精测晶振频率进行校正可以减弱调制频率 f 的误差;在制造仪器时加强屏蔽,尽量减小仪器内部的信号干扰,在使用仪器时,尽量避免用弱信号测距和避免其他外部杂乱信号的干扰可以减弱周期误差的影响。对待这些误差,应该进一步通过仪器检核,客观地发现他们,或者调整仪器或者加入改正数,以便将他们的影响控制在允许范围内。三角高程误差:(1)垂直角误差:包括仪器误差、观测误差和外界环境影响。①仪器误差:由经纬仪等级所决定,垂直度盘的分划误差、偏心误差都是影响因素;②外界条件:主要是大气垂直折光的影响;③观测误差:包括照准误差、读数误差及竖盘指标水准管气泡居中误差等,主要是照准误差的影响,目标的形状、颜色、亮度、空气对流、空气能见度都会影响照准精度,给竖角测定带来误差。竖角观测误差对高差测定的影响与推算高差的边长成正比,边长越大,影响越大。(2)边长误差:边长误差的大小决定于测量的方法,若边长根据两点坐标反算求得或测距仪测得,其精度是相当高的。(3)大气折光误差:与观测条件密切相关,大气垂直折光系数 K 是随地

区、气候、季节等条件的不同而变化的,要精确测定它的数值,目前尚不可能,K 值在中午前后数值最小,且较稳定,因此,竖角的观测时间最好在地方时 10 时至 16 时之间。(4)丈量仪高和毡标高的误差:仪高和毡高的量测误差有多大,对高差的影响也会有多大。

四、平差计算题 (20)

答: 由条件可知 $y_1 = \begin{bmatrix} 2 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$

$$\therefore Q_{y_1} = \begin{bmatrix} 2 & -1 \end{bmatrix} Q_{xx} \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \end{bmatrix} = 12 \quad \therefore \sigma_{y_1}^2 = \sigma_0^2 \cdot Q_{y_1} = 24 \quad \therefore \sigma_{y_1} = 2\sqrt{6}$$

对 y_2 求全微分 $dy_2 = 2x_1 dx_2 + (x_1^2 + 3) dx_2$

将 x_1, x_2 带入 $dy_2 = 30dx_1 + 28dx_2$

$$\therefore Q_{y_2} = \begin{bmatrix} 30 & 28 \end{bmatrix} Q_{xx} \begin{bmatrix} 30 \\ 28 \end{bmatrix} = 7516$$

$$\therefore \sigma_{y_2}^2 = \sigma_0^2 Q_{y_2} = 15032, \sigma_{y_2} = \sqrt{15032}$$

y_1, y_2 的协方差 D_{yy}

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ 30 & 28 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}, \therefore Q_{yy} = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ 30 & 28 \end{bmatrix} Q_{xx} \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ 30 & 28 \end{bmatrix}^T, \therefore D_{yy} = Q_{yy} \sigma_0^2$$

六、综述题 (20)

答: 在一个平差问题中多余观测数是 $r=n-t$ 。如果在平差中选择的参数 $u>t$, 其中包含了 t 个独立的参数, 则参数之间必然存在 $s=u-t$ 个限制条件。平差时列出 n 个观测方程和 s 个约束条件方程, 以此为函数模型进行的平差方法, 就是附有条件的间接平差。在一个平差问题中, 如果做条件平差时, 增选了 $u(0<u<t)$ 个独立参数参加平差计算, 除了建立 r 个线性无关的条件方程, 还需增加 L 个线性无关的条件方程作为平差的函数模型, 即共列立 $c=r+u$ 个含有参数的条件方程进行条件平差, 这就是附有参数的条件平差法。