

GPS 原理及应用复习题目

一. 名词解释

1 二体问题: 2 真近点角、平近点角、偏近点角: 3 多路径效应: 4 无约束平差和约束平差 5. 章动 6. 异步观测 7. 接收机钟差 8. 周跳 9. 三维平差 10. 岁差 11. 同步观测 12. 卫星钟差 13. 整周未知数 14. 二维平差

二. 填空题

1. GPS 工作卫星的地面监控系统包括_____、_____、_____。
2. GPS 系统由_____、_____、_____三大部分组成。
3. 按照接收的载波频率, 接收机可分为_____和_____接收机。
4. GPS 卫星信号由_____、_____、_____三部分组成。
5. 接收机由_____、_____、_____三部分组成。
6. GPS 卫星信号中的测距码和数据码是通过_____技术调制到载波上的。
7. 1973 年 12 月, GPS 系统经美国国防部批准由陆海空三军联合研制。自 1974 年以来其经历了_____、_____、_____三个阶段。
8. GPS 卫星星座基本参数为: 卫星数目为_____、卫星轨道面个数为____、卫星平均地面高度约 20200 公里、轨道倾角为_____度。
9. GPS 定位成果属于_____坐标系, 而实用的测量成果往往属于某国的国家或地方坐标系, 为了实现两坐标系之间的转换, 如果采用七参数模型, 则该七个参数分别为_____, 如果要进行不同大地坐标系之间的换算, 除了上述七个参数之外还应增加反映两个关于地球椭球形状与大小的参数, 它们是_____和_____。
10. 真春分点随地球自转轴的变化而不断运动, 其运动轨迹十分复杂, 为了便于研究, 一般将其运动分解为长周期变化的_____和短周期变化的_____。
11. GPS 广播星历参数共有 16 个, 其中包括 1 个_____, 6 个对应参考时刻的_____参数和 9 个反映_____参数。
12. GNSS 的英文全称是_____。
13. 载体的三个姿态角是_____、_____、_____。
14. GPS 星座由_____颗卫星组成, 分布在_____个不同的轨道上, 轨道之间相距____°, 轨道的倾角是____°, 在地球表面的任何地方都可以看见至少_____颗卫星, 卫星距地面的高度是_____km。
15. GPS 使用 L1 和 L2 两个载波发射信号, L1 载波的频率是_____MHZ, 波长是_____cm, L2 载波的频率是_____MHZ, 波长是_____cm。
16. GPS 卫星除了受到_____引力之外, 还受到地球引力场摄动力、光压摄动力、大气阻力、_____摄动力等的摄动力的影响, 因此卫星的运动实际上是_____。

16、GPS 卫星星历有两种，一种是_____，另一种是_____。前者包含时间二参数，轨道_____参数和摄动_____参数，后者包含每颗卫星在一定时刻的和卫星钟差。

17、美国军方为了防止 GPS 被敌方用于军事目的，对 GPS 系统实施了两种政策，一种是政策，一种是_____政策，不过从 2000 年 5 月 1 日起，美国政府宣布取消了_____政策。

18、在相对定位时，一般要对载波相位观测值进行线性组合，常用的有_____差，_____差和_____差三种。

19、RTK 的关键技术有两个，一个是如何_____，一个是_____，前者已经有许多方法，统称为 OTF，例如 FARA，_____，_____等。

20、C/A 码的周期短，易于捕获，所以我们称其为_____码，由于其码元宽度比 P 码的要_____，所以我们还称其为粗码，P 码的周期为_____天，码元宽度为_____m。用它测量伪距的精度大概是_____m。

21.GPS 静态单点定位，至少需要（ ）个历元。

22.卫星椭圆的形状用开普勒参数中的（ ）表示。

23.对流层延迟量与载波频率（ ）关（“有”还是“无”）。

24.正确选择测站的位置主要目的是为了消除（ ）。

25.C/A 码的码元宽度是（ ）m。

26.只有当两个伪随机码完全对齐时，相关系数才等于（ ）。

27.GPS 卫星的周期是 12 个恒星时，换算成太阳时为（ ）。

28.瞬时天球坐标系与协议天球坐标系之间存在（ ）。

29.GPS 单点定位，至少需要（ ）卫星。

30.卫星轨道面的位置用开普勒参数中的（ ）表示。

31.电离层延迟量与载波频率的平方成（ ）比。

32.消除多路径误差的主要措施是（ ）。

33.GPS 时钟的基本频率是（ ）MHZ。

34.伪随机码的自相关性用（ ）表示。

35.GPS 卫星的周期是 12 个恒星时，换算成太阳时为（ ）。

36.瞬时地球坐标系与协议地球坐标系之间存在（ ）。

37. 钟差的三个系数分别称为_____、_____、_____。

三. 选择题

1、瞬时天球坐标系与瞬时地球坐标系的关系正确的是（ ）。

- A、 两个坐标系的原点不同，坐标指向也不同；
- B、 两个坐标系的原点不相同，Z 轴指向相同；
- C、 两个坐标系的 X 轴之间的夹角（旋转角） θ 随观测时间不变；

D、两个坐标系的 X 轴之间的夹角（旋转角） θ 随观测时间而变。

2、世界时 UT 、 UT_1 、 UT_2 其时间尺度的稳定度 Φ 、 Φ_1 、 Φ_2 之间的正确关系是（ ）。

A、 $\Phi < \Phi_1 < \Phi_2$ ； B、 $\Phi > \Phi_1 > \Phi_2$ ； C、 $\Phi = \Phi_1 = \Phi_2$ ； D、 $\Phi_1 > \Phi_2 = \Phi$ 。

3、关于卫星的运行轨道说法正确的是（ ）。

- A、卫星的轨道是在一个平面上，且是一个椭圆；
- B、卫星的轨道不是在一个平面上，且是一个空间闭合曲线；
- C、卫星的轨道是一个空间非闭合曲线；
- D、卫星的轨道是在一个轨道平面上，但形状非常复杂。

4、开机测量后，接收机能捕捉到许多卫星，那么通过连续 24 小时的观测（ ）

- A、任意不同观测时刻捕捉到的卫星数相同，卫星序号不变；
- B、任意不同观测时刻捕捉到的卫星数可能变化，卫星序号也可能变化；
- C、任意不同观测时刻捕捉到的卫星数相同，卫星序号不同；
- D、任意不同观测时刻捕捉到的卫星数一定不同，卫星序号一定变化。

5、卫星的位置信息来自（ ）。

A、观测文件； B、气象文件； C、测站文件； D、星历文件。

6、某个观测文件里面既含有伪距观测值 ρ ，又含有载波相位观测值 Φ ，那么（ ）。

- A、在观测过程中 ρ 、 Φ 不随时间变化；
- B、在观测过程中 ρ 不变、 Φ 随时间变化；
- C、在观测过程中 ρ 变、 Φ 随时间不变；
- D、在观测过程中 ρ 、 Φ 都随时间变化。

7、如果认为接收机钟差为固定参数，则单点测码伪距定位方程中未知参数的个数是（ ）

A、3； B、4； C、5； D、具体数目依观测历元数而定。

8、观测文件中的载波相位观测量是指（ ）注： N_0 为整周未知数、 $\text{int}(N)$ 为接收机计数器整周计数、 φ 为相位差的小数部分。

A、 $\text{int}(N) + \varphi$ ； B、 $N_0 + \text{int}(N) + \varphi$ ； C、 $N_0 + \varphi$ ； D、 $N_0 + \text{int}(N)$ 。

9、采用平方技术重建载波，则（ ）

- A、可以重新获得载波、测距码和数据码；
- B、可以重新获得载波、数据码，但得不到测距码；
- C、可以重新获得载波、测距码，但得不到数据码；
- D、可以重新获得载波，但得不到测距码和数据码。

10、某控制网共有网点数 9 个，同时使用 4 台 GPS 接收机进行静态相对测量，完成观测 4 个时段，则得到（ ）。

A、总基线 24 条、独立基线 3 条、必要基线数 9 条；

- B、总基线 12 条、独立基线 12 条、必要基线数 8 条；
- C、总基线 24 条、独立基线 16 条、必要基线数 9 条；
- D、总基线 24 条、独立基线 12 条、必要基线数 8 条。

11. 下面关于坐标系之间关系说法正确的是()

- A、天球直角坐标系与地球直角坐标系之间坐标原点不同，三坐标轴指向也不同；
- B、大地坐标系也就是直角坐标系；
- C、站心赤道地平坐标系就是地球直角坐标系平移的结果；
- D、站心地平直角坐标系与站心赤道地平坐标系之间必须经过平移和旋转才能相互转换。

12. 目前世界上已经研制成功的或正在研制和完善的卫星定位导航系统有四种，他们的工作卫星数和备用卫星数匹配不一样，那么下面哪一个是错误的()

- A、GPS 系统 (21+3)；
- B、GLONSS 系统 (24+1)；
- C、GNSS 系统 (27+1)；
- D、北斗一号 (2+1)

13. 下面关于时间系统的说法错误的是()

- A、恒星时和平太阳时有地方性；
- B、世界时与平太阳时的起点不同，尺度也不同；
- C、原子时的起点处，世界协调时和它相差 0.0039 秒；
- D、GPS 时和原子时的尺度一致,但起算原点不同。

14. 在无摄运动和受摄运动状态下，关于卫星运动的轨迹说法错误的是()

- A、在无摄运动状态下，卫星的运动轨迹是一个标准椭圆；
- B、在受摄运动状态下，卫星的运动轨迹是一个近似的椭圆；
- C、在无摄运动状态下，卫星的运动轨迹是一个近似的椭圆；
- D、卫星的运动是受摄运动，其轨迹变化复杂。

15. 下面关于 GPS 接收机的说法正确的是()

- A、GPS 接收机接收到的卫星信号包括，载波、测距码、数据码和伪距；
- B、GPS 接收机只有接收卫星信号的功能，没有数据处理的功能；
- C、GPS 双频接收机接收卫星信号中的两种载波是独立、分开进行的；
- D、GPS 接收机有如下功能，接收信号、信号扩大、解调、分流、数据处理等。

16. GPS 测量定位和常规大地测量定位方法相比()

- A、GPS 测量定位不要求点之间相互通视，具有全天候、全球性的特点；
- B、常规大地测量定位比 GPS 测量定位高；
- C、常规大地测量定位，要求点之间要相互通视，并且具有全球性；
- D、GPS 测量定位比常规大地测量定位精度高。

17. 关于 GPS 静态定位和动态定位说法正确的是()

- A、静态定位时，接收机必须处于静止状态，而动态定位时接收机必须处于运动状态；

- B、实时动态相对定位过程中，流动站不必保持对所测卫星的连续跟踪；
- C、在快速静态相对定位过程中，流动站不必保持对所测卫星的连续跟踪；
- D、静态定位比动态定位精度一定高。

18. 相对定位中用到差分方法，对于短基线相对测量定位来说（ ）

- A、通过对同一颗卫星同步观测量（相位）求差即单差，可以消除卫星钟和接收机钟钟差的影响；
- B、通过双差可以消除整周未知数的影响；
- C、通过单差可以消除大气层带来的时间延迟影响；
- D、通过三差方法后，已经消除了卫星钟钟差、接收机钟差、整周未知数的影响，减弱了大气层、卫星星历误差的影响。

19. 下面关于 GPS 基线向量网平差的说法正确的是（ ）

- A、经自由网平差后可以得到 GPS 网点的地面网的坐标；
- B、GPS 基线向量网平差所用的观测量是相位观测量；
- C、非自由网平差的约束条件最少；
- D、自由网平差的目的是检验网本身的内部符合精度及系统误差和粗差, 同时提供大地高程数据。

20. 关于 GPS 点的大地高、正常高、高程异常说法错误的是（ ）

- A、GPS 点的大地高就是 GPS 点到相应参考椭球面的法线方向的距离；
- B、正常高是 GPS 点沿垂线到似大地水准面的距离；
- C、GPS 点的高程异常等于 GPS 点的大地高减去正常高；
- D、GPS 点的高程异常反映了该点处的参考椭球面和大地水准面之差。

21、RTK 是一种实时动态定位技术，它使用（ ）原理来定位。

- A、位置差分；
- B、伪距差分；
- C、载波相位差分；
- D、绝对定位；

22、方 $M = E - e \sin E$ 程中各符号的含义是：（ ）。

- B、M 是真近点角，E 是偏近点角；
- C、M 是真近点角，E 是平近点角；
- D、M 是偏近点角，E 是真近点角；
- E、M 是平近点角，E 是偏近点角；

23、计算 GPS 卫星的位置时，首先要计算卫星在轨道平面内的坐标，轨道平面坐标系轴采用下面的方法定义的（ ）。

- E、坐标原点在地球质心，x 轴指向春分点，y 轴与 x 轴垂直
- F、坐标原点在地球质心，x 轴指向升交点，y 轴与 x 轴垂直
- G、坐标原点在地球质心，x 轴指向近地点，y 轴与 x 轴垂直
- H、坐标原点在地球质心，x 轴指向格林尼治，y 轴与 x 轴垂直

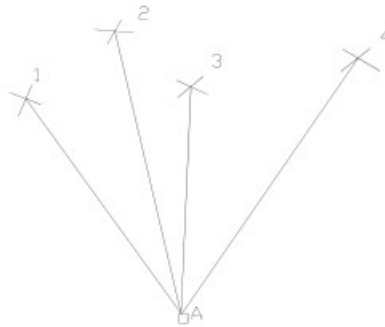
- 24、消除多路径影响的最有效措施是（ ）。
A、选择合适的测站位置进行观测。
B、在上午 9 点到下午 6 点之间进行观测；
C、选择信噪比高的接收机进行观测；
D、在阴天进行观测；
- 25、为了消除或减弱电离层对 GPS 观测的影响，最好的方法是（ ）。
A、利用双频观测 B、加电离层模型改正。
C、同步观测值求差 D、采用精密星历。
- 26、之所以把 GPS 观测到的距离称为伪距，主要是由于（ ）。
A、GPS 测量的距离中包含对流层和电离层的误差。
B、GPS 接收机的时钟与 GPS 时间系统存在偏差。
C、GPS 接收机的时钟与卫星钟不同步。
D、伪距是使用伪随机码测量得到的。
- 27、如果测站的坐标是已知的，则至少观测（ ）颗卫星就可以实现授时。
A、4 B、3
C、2 D、1
- 28、GPS 网的数据处理过程是（ ）。
A、数据下载—数据采集—数据预处理—基线解算—网平差。
B、数据采集—数据预处理—数据下载—基线解算—网平差。
C、数据采集—数据下载—网平差—基线解算—数据预处理。
D、数据采集—数据下载—数据预处理—基线解算—网平差。
- 29、GPS 高程为什么要转化为正常高？（ ）。
A、GPS 高程相对于椭球面，与我们所使用的高程不一样。
B、GPS 高程相对于似大地水准面，与我们所使用的高程不一样。
C、GPS 高程相对于赤道面，与我们所使用的高程不一样。
D、GPS 高程相对于大地水准面，与我们所使用的高程不一样。
- 30、GPS 导航电文包括（ ）。
A、载波相位和伪距； B、码观测量和相位观测量；
C、卫星的轨道参数； D、测站的近似坐标。
- 31、目前世界上已经研制成功的或正在研制和完善的卫星定位导航系统是（ ）。
A、美国的 GPS，俄罗斯的 GLONASS，欧洲的 Galileo；
B、俄罗斯的 GPS，美国的 GLONASS，欧洲的 Galileo；
C、欧洲的 GPS，美国的 GLONASS，俄罗斯的 Galileo；
D、美国的 GPS，欧洲的 GLONASS，俄罗斯的 Galileo；
- 32、在用导航电文计算 GPS 卫星的位置时，必须采用迭代法进行计算的是（ ）。

- A、卫星运行的平均角速度； B、偏近点角；
C、摄动改正项； D、轨道平面直角坐标。
- 33、消除电离层影响的最有效措施是（ ）。
- A、在阴天进行观测；
B、用两个频率的载波进行观测；
C、选择信噪比高的接收机进行观测；
D、选择合适的测站位置进行观测。
- 34、某控制网共有网点数 6 个，同时使用 3 台 GPS 接收机进行静态相对测量，要求每个测站观测两次，则得到（ ）。
- E、时段数为 4，总基线 12 条、独立基线 8 条；
F、时段数为 3，总基线 9 条、独立基线 6 条；
G、时段数为 2，总基线 8 条、独立基线 6 条；
H、时段数为 5，总基线 15 条、独立基线 12 条。
- 35、对于载波相位的线性组合，下面的说法哪个是正确的（ ）。
- A、站际间单差可以消除接收机钟差参数；
B、站际间单差可以消除卫星钟差参数；
C、站际间单差可以消除整周未知数参数
D、站际间单差可以消除电离层和对流层的影响。
- 36、GPS 的地面监控部分包括（ ）。
- A、1 个主控站，5 个注入站，3 个监测站；
B、5 个主控站，1 个注入站，3 个监测站；
C、3 个主控站，1 个注入站，5 个监测站；
D、1 个主控站，3 个注入站，5 个监测站。
- 37、GPS 测量的精度可以用 DOP 表示，关于 DOP 的说法正确的是（ ）。
- A、三维精度用 VDOP 表示； B、高程精度用 TDOP 表示；
C、水平精度用 HDOP 表示； D、四维精度用 PDOP 表示。
- 38、在所有的与信号传播有关的误差中，如果不采取措施消除，影响最大的是（ ）。
- A、对流层折射； B、对路径效应；
C、电离层折射； D、相对论效应。
- 39、RTK 特指差分 GPS 中的哪一种（ ）。
- A、伪距差分； B、位置差分；
C、单站 GPS 的差分； D、载波相位差分。

四. 问答题

1.解释名词章动和岁差？

2. 在无摄运动状态下，GPS 卫星的实时位置由哪些参数确定，且画图表示出这些参数。
3. 如果用某接收机于观测时刻 t 在地面测站 k 观测到卫星 j ，请据此分别写出伪距定位观测方程和载波相位观测方程，并说明方程中每一项的含义及方程中含有的未知参数各为什么。
4. 什么叫周跳，其探测和修复有哪些方法？
5. 请写出差分 GPS 的类型，并说明差分系统由哪几个部分组成。
6. 简要回答一下你所知道的时间系统，分别写出它们的起算点和尺度？
7. 如果你在野外用 GPS 进行单点定位测量，现同步观测了四颗卫星，请写出其定位方程组，并说明有哪些是未知参数？



8. 整周跳变的检测与修复有哪些方法，如果让你选择你会如何做，才能达到最佳修复效果，为什么？
9. 如果 GPS 定位成果属于 WGS-84 坐标系，现在要得到各 GPS 点在高斯平面中的国家坐标和正常高，则需要做哪些工作？
10. 简述 GPS 卫星的作用
11. 画图表示卫星的轨道参数，指出各个参数的意义，说明各个参数的作用。
12. GPS 导航电文的内容有哪些？各有什么作用
13. 什么叫电离层？电离层对 GPS 测量有哪些影响？消除电离层的措施有哪些？
14. 简述 GPS 地面部分的作用。
15. 偏近点角是怎样定义的？画图说明
16. 画图说明表示载波相位的实际观测量。
17. 什么叫对流层？消除对流层的措施有哪些？
18. GPS 系统由哪三部分组成，各部分之间是怎么样进行协作工作的？
19. 写出载波相位的基本观测方程。接收机间求差可以消除该方程中的哪些参数？卫星间求差可以消除该方程中的哪些参数？
20. 使用广播星历进行定位后得到的地面点的坐标属于什么坐标系？如何将该坐标转换成我们国家的坐标？
21. GPS 导航电文的内容有哪些？各有什么作用
22. 叙述利用广播星历计算卫星位置的过程，写出主要公式。（11 分）。

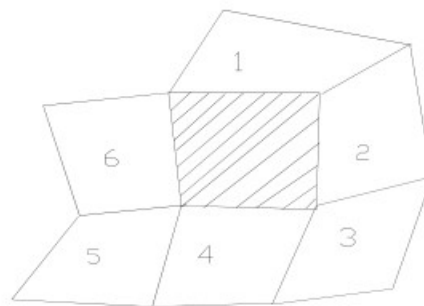
23. 详细叙述使用 GPS 进行控制网测量数据处理的过程。(12 分)

五. 应用题

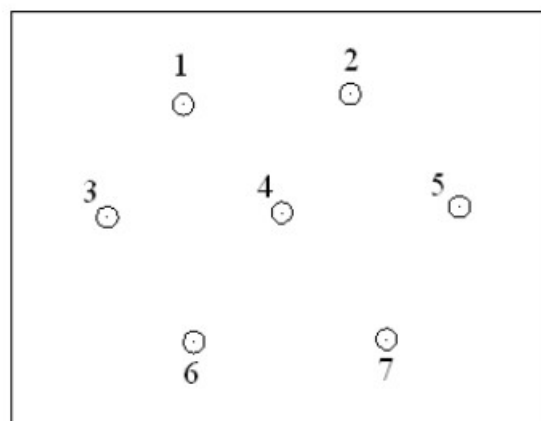
1、如果不考虑地球潮汐及负荷潮，GPS 测量误差来源有哪些，那么消除或减弱这些误差分别有哪些方法或措施？(10 分)

2、如果你有两个重合点 A, B ，并且已知该两点在 $WGS-84$ 坐标系的大地坐标分别为 (B_{GA}, L_{GA}) 及 (B_{GB}, L_{GB}) ；地方平面坐标分别为 (x_{DA}, y_{DA}) 及 (x_{DB}, y_{DB}) ，请写出由 $WGS-84$ 坐标系中点的大地坐标向地方平面坐标系的转换步骤，并写出相应的方程组(15 分)？

3、某等级的 GPS 网总共有 13 个网点，某测绘单位用四台同型号的 GPS 接收机进行同步观测，观测了 6 个同步四边形，请分别计算该网各特征条件数。



4、下图是某 GPS 控制网的网点分布图，当使用 3 台 GPS 测量，重复设站数等于 1.6 时，请计算下面的特征条件：时段数、必要基线数、独立基线数



六、公式推导题

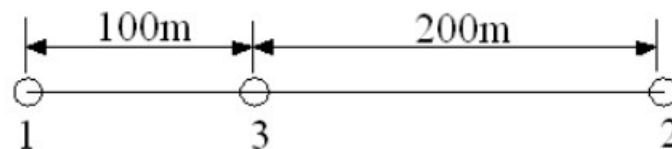
1. 写出伪距测量的基本公式，在此基础上，推导静态单点定位的原理。（11 分）。
2. 在两个测站上某时刻观测了 5 颗 GPS 卫星，相应的载波相位观测值是 $\varphi_1^1, \varphi_1^2, \varphi_1^3, \varphi_1^4, \varphi_1^5$ 和 $\varphi_2^1, \varphi_2^2, \varphi_2^3, \varphi_2^4, \varphi_2^5$ ，观测值的方差均为 σ_0^2 ，以 1 号卫星作为基准卫星，请写出该历元上所有的双差观测值，据此推导这些观测值的方差协方差（11 分）。
3. 写出载波相位测量的基本方程，在此基础上推导双差的基本方程，说明双差观测方程中消除了哪些未知数（注意，基本方程不是观测方程）。（12 分）
4. 设使用双频接收机的 P1 码和 P2 码分别观测了接收机到某一颗 GPS 卫星的伪距为 ρ_1 和 ρ_2 ，请推导电离层延迟改正的计算公式（12 分）。
5. GPS 接收机天线到卫星的几何距离的公式是

$$\rho^j = \sqrt{(x^j - x)^2 + (y^j - y)^2 + (z^j - z)^2}$$

式中， $(x^j \ y^j \ z^j)$ 表示卫星的三维坐标， $(x \ y \ z)$ 表示接收机天线的三维坐标，已知接收机天线的近似坐标是 $(x^0 \ y^0 \ z^0)$ ，请对该几何距离进行线性化。

七、计算题

- 1、如下图所示，用 GPS 测量技术测得 1、2、3 个点的大地高分别为：43.256m、45.589m、41.947m，用水准测量技术测量得 1、2 两个点的正常高为 46.379m、45.280m，请按直线内插法计算 3 点的正常高。



- 2、在 1、2 两个测站上同步观测了 i, j 两个卫星，得到的载波相位观测值如下表所示，请计算双差观测值 φ_{12}^{ij} 。

测站\卫星	i(周)	j(周)
1	-2436456.356	-5432.368
2	-2467845.333	-6789.345