**《卫星定位导航篇复习提纲》**

# 绪论

## 知识点1：定位导航技术的基本要素

在统一的空间和时间参考系下，通过参考物、观测对象和手段、测量方法（观测量）和解算方法四个要素的联合作用，形成定位导航能力。

# 第一章 卫星导航定位系统的组成

## 知识点1. 卫星导航定位基本原理（掌握）

定位前提条件： 卫星坐标位置已知

基本定位原理： 接收机测量到多颗卫星的距离，即可为每个卫星得到一个以卫星为中心、以距离为半径的球，多个球（不少于三个球）的交会点（或误差球），即为接收机的位置，如果卫星的空间坐标已知，则交会点的坐标可以计算得出。

## 知识点2：卫星定位导航系统的四要素和坐标系（掌握）

（1）参考站：卫星

（2）观测对象：电磁波

（3）测量手段：测距码测距、载波相位测距

（4）解算方法：牛顿迭代法、最小二乘法、动态（卡尔曼）滤波

（5）参考系统：协议地球坐标系、GPS原子时系统

## 知识点3. 卫星定位导航系统的组成（掌握）

（1）总体组成：空间卫星部分 + 地面监控部分 + 用户接收部分

（2）地面监控站的组成：“监测站🡪中心站🡪注入站🡪卫星”形成闭环回路

（3）空间卫星的作用（理解）

（4）接收机的作用（理解）

（5）其他部分为了解

## 知识点4：全球四大卫星定位导航系统（掌握）

（1）全球四大卫星定位导航系统：GPS系统、北斗系统、伽利略系统、格洛纳斯系统

（2）GPS系统、北斗系统、伽利略系统的信号体制均为码分多址；

（3）格洛纳斯系统的信号体质为频分多址；

（4）GPS系统的星座情况（基本要求6x4+备份星）

（5）北斗系统的星座情况（基本要求：5 GEO+ 3IGSO + 3x 8MEO+备份星）

（6）GPS和北斗系统的主要频点

（7）其他内容为了解

# 第二章 卫星定位导航信号的组成（掌握）

## 知识点1：无线电信号的基础知识（了解）

（1）无线电传输模型；

（2）无线电频率的划分；

（3）无线电通信的特点；（理解）

（4）信号调制的原理和类型；

（5）扩频调制的原理和特点（掌握）；

## 知识点2 卫星定位导航信号的组成（掌握）

（1）卫星定位导航信号的总体组成（载波信号 + 测距码 + 导航电文）

（2）GPS和北斗载波频点

（3）随机噪声码、测距码（扩频码）的特点和区别

（4）GPS系统中采用的主要测距码有哪些（C/A码、P码、M码、C码）

（5）C/A码的特性（码元、码元宽度0.97752微秒、码元理论距离293.1米、码长1023个码元、码周期1毫秒、码周期理论距离约300公里、数据率1.023Mbps）

（6）C/A码的测距能力（分辨力为0.01个码元，即约2.91米）

（7）P码的特性及测距能力（了解，码元宽度为C/A码的十分之一，码元理论距离为29.3米，码周期约267天，分辨力为0.01个码元，即约0.291米）

（8）导航电文的主要内容（卫星星历、卫星状态、卫星钟参数、摄动改正项、大气折射改正项、其他卫星的历书等，约1个小时更新一次）

（9）导航电文的帧长度与数据率（1500bit、发送时间约30s，数据率50bps）

（10）导航电文的帧结构（5个子帧，每个子帧10个字，每个字30个字节，1个子帧共300bit，前三个子帧是卫星自身信息，后两个子帧是其他卫星的历书）

## 知识点3：卫星导航信号的传输特性（掌握）

（1）测距的本质：距离=时延 x 速度，假设速度为理想的光速，则测距的本质是测量时延。

（2）信号传输特点：卫星信号在从卫星到接收机的传播过程中，传输速度并非是理想的光速，大气层对电磁波存在大气折射现象，并且造成了距离测量误差，影响接收机定位精度。

（3）影响卫星导航信号传输的主要因素：对流层的介质构成和气象条件、电离层的电子密度。

（4）电离层对导航信号传输的影响特点：同一电子密度条件下不同频率的电磁波大气折射规律不同，通过多个频率的测量，可估算电离层效应，并有效削弱电离层大气折射的影响。

（5）其他内容为了解。

## 知识点4：卫星定位导航的误差来源（掌握）

（1）误差总体构成：卫星相关部分 + 信号传输部分 + 接收机部分

（2）卫星部分的主要误差： 卫星轨道误差 + 钟差 + 频漂

（3）卫星部分误差改正方法：卫星轨道通过地面观测建模，生成轨道根数和摄动改正项，通过导航电文播发；钟差和频漂通过地面误差校正，校正参数通过导航电文播发；

（4）信号传输部分误差：电离层传输误差 + 对流层传输误差 + 多径效应；

（5）信号传输部分误差改正方法：电离层采用地面观测建模的方法，或利用双频接收机计算；对流层主要是通过地面观测建模来计算；电离层和对流层信号传输误差模型参数均通过导航电文播发；多径效应目前尚无非常好的改进办法，主要通过天线的改进实现。

（6）接收机部分误差：钟差 + 分辨误差 + 安置误差 + 相位中心误差

（7）接收机部分误差的改正方法：

钟差： 作为未知数解算；

分辨误差： 通过载波跟踪或码跟踪，基本能够达到1%的分辨率；

相位中心误差：改善天线的加工精度。

# 第三章 卫星定位导航的坐标系统与时间系统

## 知识点1：卫星导航电文采用的坐标系和时间系统（掌握）

协议天球坐标系 + GPS原子时 + 卫星钟时间

## 知识点2：接收机的坐标输出和时间输出（掌握）

协议地球坐标系 + 世界协调时

## 知识点3：各种坐标系统和时间系统的定义（了解）

## 知识点4：坐标系的转换过程（理解）

协议天球坐标系 --> 平天球坐标系 --> 瞬时真天球坐标系 --> 瞬时地球坐标系 --> 协议地球坐标

## 知识点5：时间系统的转换过程（理解）

地球质心力学时（TDT） + 32.184s = 国际原子时（IAT） + 19s = GPS原子时IAT + n跳秒 = 世界协调时（UTC）

# 第四章 卫星位置的确定（掌握）

## 知识点1： 卫星位置确定的基本原理

根据万有引力定律，卫星围绕地球运转的轨道是时间的函数，有固定规律可循，因此，可以通过对卫星轨道建立模型，并利用时间来确定卫星位置。

## 知识点2：卫星的无摄运动（掌握）

（1）理论基础：万有引力定律

（2）卫星轨道特点：开普勒三大定律

（3）卫星轨道的描述方法：六个开普勒轨道参数或轨道根（需清楚各参数的定义）

## 知识点3：卫星的受摄运动（理解）

（1）力学基础：太阳/月球引力，地球形状，潮汐变化，太阳光压等非中心力造成卫星并非按照理想轨道运行。

（2）难点：时变，难以建立精确的模型

（3）解决方法：通过地面测控站监测，对某一时间段内的摄动力影响进行预测量化拟合，并将预测拟合结果参数播发给接收机，以辅助接收机修正摄动力影响

## 知识点4： 导航电文中的卫星星历（掌握）

1. 共通过16个参数确定卫星位置；
2. 1个参考历元；，
3. 无摄运动的描述：6个相应参考时刻的开普勒轨道参数
4. 受摄运动的描述：9个反映摄动力影响的改正参数。
5. 摄动改正的主要要素：升交点赤经1个、轨道倾角3个、升交距角2个、地心距2个、平均角速度1个（理解）
6. 通过导航电文计算卫星位置的十二步骤（理解）

# 第五章 测距码定位原理

## 知识点1：卫星定位的主要类型和观测量（掌握）

1. 主要类型：按处理方法分为绝对定位、相对定位；按接收机动态性分为动态定位、静态定位；按测距方式分为测距码测量定位、载波相位测量定位。
2. 卫星定位采用的主要观测量：测码伪距、载波相位
3. 伪距的概念
4. 常见的定位类型

动态绝对定位 -- 以测距码定位方式为主，精度在10米左右，典型应用如：手持、车载、船载、机载等导航型接收机；

静态绝对定位 -- 主要用于测量单个固定点的坐标，使用场景较少，以双频载波相位长时间观测方式为主，精度在分米-米级。

动态相对定位 -- 存在伪距差分和载波相位差分两种形式，其中伪距差分精度为1米左右，载波相位差分精度在厘米级；

静态相对定位 -- 主要用于大地测量，采用载波相位观测，通过组网平差能够得到毫米级精度。

## 知识点2：测码伪距观测方程（掌握）

（1）基本观测方程

伪距 = 星站几何距离 + 光速×（接收机钟差 - 卫星钟差） + 电离层误差 + 对流层误差

观测方程中的未知数：测站坐标（x,y,z） + 接收机钟差

（2）观测方程的线性化

为便于解算，通常将星站距离函数进行泰勒展开，保留一次项，从而形成线性化形式

（3）观测方程组的构成与解算方法

每个卫星对应1个观测方程；

多颗卫星的观测方程联立构成方程组；

由于未知数只有4个，因此，能够观测到4颗卫星即可进行定位；

四颗星时，可以采用牛顿迭代法解方程组；

超过四颗星时，可以采用最小二乘法解方程组。

各种方程形式和公式作为了解内容。

（4）卫星几何分布对定位精度的影响（理解）

（5）速度和时间测量原理（理解）

# 第七章 接收机原理（掌握）

## 知识点1：接收机的主要功能

接收卫星信号 --> 增强卫星信号 --> 提取观测量 --> 解算P.V.T -->输出结算结果

## 知识点2：接收机的主要组成部分及作用（掌握）

天线部分 + 射频前端部分 + 基带处理部分 + 应用处理部分 + 显控输出部分

## 知识点3：接收机的主要性能指标（掌握）

定位精度、测速精度、授时精度、定位启动时间、灵敏度

特别注意掌握几种不同的定位启动时间

## 知识点4：接收机涉及的关键技术（掌握）

(1)涉及的关键技术

射频部分：天线技术、高增益低噪声射频技术（低噪声放大、下变频、滤波、采样频率、量化位数、自动增益控制）

基带部分：捕获技术、跟踪技术、位同步技术、帧同步技术

应用部分：动态滤波技术

(2)接收机的卫星捕获

捕获的目的、捕获的方法、捕获时间的计算、捕获时间的受限因素及其与启动时间的关系、三种常用的捕获算法、辅助GPS的原理（掌握）

(3)跟踪技术（掌握）

(4)位同步技术（理解）

(5)帧同步技术（理解）

## 知识点5：软件接收机技术（了解）

# 第八章 动态滤波原理

## 知识点1：动态滤波原因、基本原理及本质（掌握）

## 知识点2：线性系统的动力学方程（掌握）

包含状态方程和观测方程两部分，状态方程和观测方程公式。

## 知识点3：卡尔曼滤波算法（掌握）

（1）卡尔曼滤波过程：预测状态量 --> 预测观测量 -->校正状态量

（2）卡尔曼滤波的计算公式（理解）

（3）卡尔曼滤波的特点和优势

（4）卡尔曼滤波与最小二乘法的比较（理解）

## 知识点4：动态定位常用状态量（理解）

（1）8变量法：（x，y，z， vx， vy ， vz ，δt ， δf ）

（2）11变量法：（x，y，z， vx， vy ， vz ，ax，ay，az，δt ， δf ）

## 知识点5：静态定位常用状态量（理解）

5变量法：（X，Y，Z） + （δt ， δf ）