**通导知识要点总结**

（材料：教材、超星 PPT、课堂笔记、课堂练习、作业）

第一章

1. 新旧航行系统特点

**旧航行系统（传统航行系统）**

传统航行系统的通信导航监视系统都是陆基系统，是分散和各自独立的系统**。**

**缺点：**

1. 陆基系统覆盖范围有限，
2. 精度低可靠性差，
3. 全球难以统一以统一的方式运作，
4. 通信采用话音通信（速度慢 易出错，多信宿的限制，业务种类受限制）。
5. 传统导航系统很难适应飞机数量及其流量的增加。

**新航行系统**

**定义**：以星基为主的全球通信导航监视加上自动化的空中交通管理系统

**特点**：

1. 利用卫星技术，从陆基通信导航监视系统逐步向星基通信导航监视系统过度，

逐步以星基系统为主。

1. 数据链技术的应用，可以实现地-地，地-空，空-空之间可靠的数据交换。
2. 采用数字化，计算机处理和联网技术

②新航行系统的特点

新旧航行系统的特点反映在**系统，技术**，和**实施**

**系统：**

1. 新航行系统是一个完整的系统
2. 新航行系统是一个全球一体化的系统
3. 新航行系统是一个以滚动方式发展的系统

**技术：**

新航行系统采用多种技术：卫星技术 数据链技术 计算机网络技术 自动化技术

**实施：**新航行技术采用“先辅后主，先易后难”的方式

1. ASBU 计划

ASBU:aviation system block upgade(航空系统组块升级)

基本组成：模块 引线 组块 效能改进领域。

模块：基于性能或能力，程序 技术 规章标准，业务案例。

引线：代表了模块的跨时间演变，从基本能力到更先进的能力和更高的性能。

组块：模块结合促成明显的效益，组块为模块实施的目标时间，一般以五年间隔为基础。（共有四个组块 0 1 2 3）

效能改进领域：每一组块中的模块归纳后可提供较高运行和性能目标的领域。（包括机场运行，全球互用的系统和数据，最佳容量和灵活飞行，高效的飞行轨迹四个领域）

1. CNS/ATM 组成、变革方案

**组成**：

硬件系统：通信系统C ,导航系统N, 监视系统 S

软件系统：空中交通管理系统

**变革：**

2006年提出建设新一代民航运输系统

2010 年提出建立民航强国战略构想。

第二章

1. 无线电波产生（定义、形成与传播、相位、极化）
2. **定义：**无线电波简称电波，是指频率在300GHz以下的电磁波。（电磁波是指在空间传播的交变电磁场。单位Hz(单位时间内完成周期变化的次数)
3. **形成：**

电磁波的形成：利用震荡电路产生电磁震荡，通过天线把射频信号转化为空间电磁能，并且有效的辐射到空中在天线周围空间形成电磁波。

1. **传播:**在空间任意点电场矢量E，磁场矢量H，电磁波的传播方向互相垂直，满足右手螺旋定则。
2. **相位**：空间某一点场强的强弱，方向，变化趋势的瞬时状态。习惯用相位角表示。
3. **极化：**电波在空间传播时，电场矢量是按照一定的规律变化的，这就是电波的极化，电波的电场方向为极化方向。

线极化：

水平极化：电场矢量与地面平行（水平放置的天线发出，接收）

垂直极化：电场矢量与地面垂直（垂直放置的天线发出，接收）

圆极化：（由圆极化天线接收）

 右旋圆极化：面向电波，电场矢量做顺时针方向旋转

 左旋圆极化：面向电场，电波矢量做逆时针方向旋转

1. 无线电收、发设备（基本要求、组成）

**发送设备:**

基本要求：要有足够的输出功率（功率越大能量越大传播距离越远）

 要有很高的频率准确度和频率稳定度

 要有较高的传输效率（高效率减少散热耗能，发送设备的体积）

 组成：射频震荡，功率放大，调制器，低频放大，电源

**接收设备：**

 基本要求：灵敏度要高（灵敏度越高，接收微弱信号的能力越强，接收距离约远）

 选择性要好（从众多信号及干扰中输出所需信号，抑制干扰的能力）

 失真小（保真度高 ，相似程度越高，信号失真越小）

 频率准确度和稳定度要高

 其他要求

 组成：接收天线，接收机，终端设备

1. 天线（基本工作原理、增益、方向性、功率）

**基本工作原理：**

发送设备端：天线将发射机输出的高频电流能量转换为电磁波辐射出去

接收设备端：天线将空间电磁波信号转化为高频电流能量送给接收机

1. 天线是任何无线电系统都离不开的重要前端器件
2. 天线的基本功用是辐射和接收电磁波
3. 当天线长度小于波长λ时，线上所分布的电流很小，辐射时很微弱的
4. 当天线长度接近1/4λ或1/2λ波长时，天线上所分布的驻波电流大大增加，因而形成了较强的辐射。

**方向性：天线向各个方向辐射电磁波的能力是不同的，有的方向强有的方向弱，**方向图

 方向系数：表示天线向某一个方向集中辐射电磁波程度（既方向图的尖锐程度）

 在辐射功率相等的 情况下实际天线与理想的无方向性天线在空间一点所产生的能流密度的比值；

**增益性：**增益系数（简称天线增益）：在输入功率相等的情况下，实际天线与理想无方向性天线在空间一点产生的能流密度的比值

1. 调制/解调（调制目的、分类、调制/解调基本原理）

**调制目的：**满足信道传输频率特性的要求

实现信道复用

 通过调制改善系统的抗噪声性能

 通过调制改善系统的频带利用率

**分类：**

1. 按调制信号的形式：模拟调制，数字调制，
2. 按照载波的性质：正弦波调制，脉冲波调制
3. 正弦波调制：相位调制（PM） 频率调制（FM） 幅度调制（AM）

 幅度调制（AM）:

标准调幅（AM）：指用调制信号f(t)去控制载波的振幅，使已调波的包络按照f(t)的规律线变化。

单边带调幅（SSB）：指发送上下边带中的一个，包络已经不能反应调制信号的变化，单边带调幅的带宽与调制信号的带宽相同。

双边带调幅（DSB）：

残留边带调幅（VSB）：发送信号中包括一个完整边带，载波，以及另一个边带的一小部分

 角度调制：（非线性频率变化，抗干扰和噪声能力强）

 频率调制（FM）:

 相位调制（PM）

**调制的概念**：从消息转化来的原始信号通常是低通信号，该信号的频率特征是零频率或接近零频率开始并延申到某一截至频率。低通信号并不能送到信道中去，必须将频谱搬移到一较高的频率范围，以适应信道的频率传输特性。

**调制的基本原理**：使控制载波的某一个参数，使载波信号按照原始信号f(t)的规律变化的过程

**解调的基本原理：**调制的逆过程，从已调信号的频谱中将位于载频的信号频谱再搬回来。

解调的分类：

 非相干解调（包络检波）：主要适用于标准调幅波，将包络取出，以恢复原来的调制信号。

 相干解调（同步检波）：需要一个和发射端载波同频同相的信号，称为同步信号，相干解调对各种调幅信号而言又叫做同步检波，

1. 无线电信号的传播（现象、频段划分、地面/大气对传播影响、电离层折射/ 吸收作用）

**无线电传播规律：**无线电波传播速度由介质的介电常数和磁导率决定

 在真空中无线电波的传播速度等于光速

 在均匀媒质中是以恒定的速度沿直线传播的

 在不均匀的媒质中传播，传播速度发生变化，产生反射，折射，散射，绕射(衍射)

**无线电非均匀传播的现象：**

 反射：影响因素:介质的导电性能，电波的工作频率

 利用反射原理工作的设备：雷达 无线电高度表

 折射：影响因素：相对介电系数 电波工作频率 入射角

 绕射：影响因素：电波工作频率 波长 障碍物尺寸

 工作设备：短波通信 广播

 散射：影响因素：工作频率

**电波传播过程中能量的变化：**

 真空中传播：扩散

 其他媒质中传播：扩散 吸收

 吸收的强弱与电波的频率和介质的导电性有关

**频段划分：**低频LF 30-300kHz 长波 导航

 中频MF 300-3000kHz 中波 导航 广播

 高频HF 3-30MHz 短波 通信

 甚高频VHF 30-300MHz 米波 通信 导航

**地面对电波传播的影响：（导电性，频率）**

 地面的导电性能越好，衰减越小，传播距离越远

 电波的频率越大，地面对无线电波的吸收越大，损耗越大，传播距离越近

**大气层对无线电波传播的影响：**

对流层 同温层对无线电波的影响不大，电离层影响最为明显

**电离层**：大气外层中的气体分子在紫外线的照射下电离成自由电子和正离子形成电离化的大气

F2层 250-400km

F1层 200km

E 层 100-120km

D 层60-80km

白天：D、 E、 F1、 F2

晚上：E F1 与F2合并为F2

**电离层对电波的折射作用：**

 频率越低，越容易被折射（频率高，穿透电离层）

电离层的电子密度越大，对电波的反射作用越强、

频率一定的无线电波，入射角越大，越容易因折射返回地面（入射角过小，会穿透电离层）

 **电离层对无线电波的吸收作用：前提电子密度**

 电波工作频率越低，电离层对电波的吸收作用越大

 电离层电子密度越大，电离层对电波的吸收作用越大

1. 各频段无线电波的传播特点（传播方式、各频段特点、越距现象、视距传播 最大距离）

**传播方式:**

 天波：电波由辐射天线辐射向空中，遇到电离层后反射到接受点，叫天波传播

 传播距离远，传播效果不稳定

 地波：电波沿地球表面传播到接收点，叫地波传播

 传播距离远，传播效果稳定，可靠

 空间波 ：

 直射波：发射天线和接收天线在视距以内，由发射天线直接到达接收天线的电波

 反射波：有一部分的电波是通过地面或其他障碍物的反射到达接受点的

空间波传播属于**视距传播**，**传播距离较近，但传播效果较好**

 散射波：无线电波有可能被非均匀媒质四面八方反射，使一部分能量到达接收点

 传播方式难以控制，传播效果差

 **各频段特点：**

 甚低频和低频：传播方式:波导模（在电离层和地面之间反复反射）

 传播特点：传播信号稳定，损耗小，传播距离较远。

 中频：传播方式：白天以地波传播为主，夜间天波，地波共存

 传播特点：传播信号稳定，传播距离较远，夜间存在窜台现象

 高频： 传播方式：以天波为主，地波传播距离较近

 传播特点：天波信号不稳定，地波衰减快，容易产生衰落和越距现象，可远距离传输

 衰落现象：指所接受的信号强度出现忽大忽小的现象

 干涉衰落（不同传播路径的电波间干涉引起的衰落）

 吸收衰落（电离层散射引起的）

 极化衰落：（受地球磁场引起的）

 克服衰落：提高信噪比，选择最佳工作频率，在接收机内加装强力自动增益控制电路。

  **越距现象：**指天波传播的最近距离和地波传播的最远距离之间接收不到信号

 影响因素：增大天线辐射功率，电波的入射角，电子密度，降低电波的工作频率

 甚高频：传播方式：空间波传播为主

 传播特点：传播距离近 受干扰小，传播效果好

 频带宽，容纳电台多

 利用散射波可做远距离传播

第三章

1. 通信方式（定义、分类）

**定义：**用任何方法通过任何媒体将信息从一地传送到另一地的过程

**分类：**

 按信号特征：模拟通信系统和数字通信系统

 传输媒介：有线通信系统和无线通信系统

 传输方式：基带传输系统，频带传输系统

 工作频段：长波，中波，短波，光通信

 通信终端是否移动：固定通信，移动通信

 通信业务：电话，电报，数据，图像，视频

 信号复用：时分，频分，码分，空分

**通信方式：**

单工通信：消息只能单方向进行传输的一种通信方式，如 广播 ,ATIS

 半双工通信：指双方都能收发消息，但不能同时进行收和发的工作方式 如 对讲机收发报机，甚高频，高频通信

 全双工通信：指双方可同时进行双向传输的工作方式，如 手机 普通电话

协调移交电话

1. 移动通信特点、干扰、民航主要通信业务分类按信号

移动通信是指通信双方至少有一方处于移动状态

**特点**：多普勒效应

 多径传播效应

 阴影效应

 远近效应

 干扰严重

**干扰：**同信道干扰：载波频率和调制方式都与有用信号相同的干扰信号

 相邻信道干扰：本系统与其他系统相邻信道信号间的干扰

 互调干扰：两个或多个干扰信号可能角度调制的电路中互相调制，产生同有用信号频率相近的干扰信号

**民航主要通信业务分类：**

 平面通信网：基于数据通信网络，包括有线电话通信，地面业务通信，航务管理通信，机要通信

 地空通信网：属于航空无线电通信，包括高频通信 ，甚高频通信，卫星通信

1. 高频通信系统（频段范围、传播特点、地面通信设备特性）

**频段范围：**3-30MHz,通常中波的高频段1.5-3MHz也归到短波波段，一般为1.5-30MHz

**传播特点:**高频通信主要靠电离层反射（天波）传播，也可以靠地波进行短距离传播；

 **利用地波传播的频率为1.5-5MHz；**

 更高频率的高频电波采用天波传播，天波依靠电离层对电波的反射来播；

保持昼夜高频通信，必须转换电波工作频率，夜间频率低于白天频率。

调制方式：调幅单边带调制

**地面通信设备特性：**

天线使用全向天线，周围无遮挡

 地面电台:频率范围:1.6-30MHz,100Hz步进，

输出功率1500W

通信距离1000-2000km

1. 甚高频通信系统（频段范围、传播特点、地面通信设备特性）

**工作方式：地面**调幅（AM） 机载为双边带调幅DSB

**通信方式**：半双工信道

**传播方式**：空间波（直达波）

**频段范围**：广义30-300MHz

 民航甚高频通信：118.0-136.975MH z, 频率间隔为25kHz

 搜索救援频率：121.5MHz

 军方与民航协调频率：130.0MHz

**传播特点**：通信距离与功率，灵敏度，地形，天气有关

 飞行高度3000 m以上，视距可达200km

 飞机飞行高度越高，通信距离越远最远可达400km

**地面通信设备特性**：

组成：VHF便携电台，VHF单体收发信机，VHF遥控台

 电台输出功率：塔台10W 进近25W 航路50W

 遥控台的目的：扩大管制范围，减少管制移交，

 提高飞行流量，方便空域集中管理

 采用偏置载波法实现多重覆盖

 系统由安装在不同地点的收信机和发信机组成，工作频率相同

 识别系统自动识别最佳信号，送给内话，同时记住送来最佳信号的台点

 当管制员回答飞机时，PTT和音频信号自动送到该台点

 当管制员呼叫飞机时，先采用广播式，后采用独立式

 采用载波偏执，保证同一信道发射机同时工作互不干扰

 时延控制系统，调整非卫星线路合适的时延，以保证识别系统正常工作

1. 选择呼叫系统（定义、功能）

**定义**：不是一种独立的通信设备，它配合高频和甚高频通信系统工作的机载译码设备

**原理：**每架飞机有不同的选择呼叫代码，地面通信台发送这一代码与某架飞机联络，当被呼叫飞机的选择呼叫系统收到地面的呼叫之后，指示灯亮，铃向，告诉飞行员地面在呼叫飞机

**功能：**减轻机组工作负荷

1. 卫星通信系统（定义、组成、分类）

**定义：**利用人造地球卫星作为中继站转发无线电信号，在两个或多个地球站之间进行的通信，是宇宙通信 的形式之一

**组成**：通信卫星（天线系统 通信系统 遥测系统 控制系统 电源系统）

 地球站群（中央站 若干个基本地球站）

 卫星通信控制中心（跟踪遥测及指令系统，监控管理分系统）

**分类：**

按卫星离地最大高度：低轨卫星 H<5000km t<4h

 中轨卫星 5000km<H<20000km 4<t<12h

 高轨卫星 H>20000km t>12h

按卫星与地球上任意一点的相对位置：

 非同步卫星

 同步卫星：

按倾角I大小的分类：

 赤道轨道卫星 I=0°

 极地轨道卫星 I=90°

 倾斜轨道卫星 0°<I<90°

1. 卫星移动通信系统（组成、信道、服务、应用）(AMSS)

**组成：**空间段（卫星转发器），地面地球站（GES），机载地球站（AES），网络协调站（NCS）

**信道：**

 P信道：时分复用分组方式数据信道，仅用于正向（GES-AES），可传送信令和用户数据

 R信道：随机多址存取信道，仅用于反向(AES-GES)，可传送信令和少量用户数据

 T信道：预约时分多址信道，仅用于反向(AES-GES),传送较大的报文数据

 C信道：电路交换方式按需分配单路载波信道，用于话音通信

**服务：**空中交通服务（ATS）

 航务管理通信（AOC）

 航空行政管理通信（AAC）

 航空旅客通信（APC）

**应用：**高交通密度海洋地区的工作

 低交通密度海洋 陆地上空的工作

 高交通密度陆地上空航路及终端区的工作

1. 数据链通信（概况、组成、VDL 模式、UAT、ACARS 定义、应用）

**概况**：

语音通信系统的缺陷：速度慢，易出错，多信宿的限制，业务种类受限制

数据通信的优点：抗干扰能力强，误码率低，可减少机组，管制员，运行控制部门的负担，是空地通信的发展方向。

地空数据链通信系统：是一种飞机和地面系统间进行数据传输的系统，可通过地空数据链在飞机和地面系统之间自动传输数据信息（飞机当前位置，发动机数据，飞行状态，信息申请）

  **组成**：机载地空数据通信设备

 地空数据通信地面网络

 地空数据通信系统信息地面处理系统

**VDL模式：**

 VDL:(甚高频数字数据链)

 VDL模式1：

 VDL模式2：

 VDL模式3：

 VDL模式4：

**UAT:** 美国研制的多种用途的地空数据链通信系统，UAT模式支持新航行系统的各项要求，

 宽频数据链，工作于L波段，通讯频率范围在960-1215MHz,使用数字信号技术，

 具有较强的高速通信能力。

**ACARS**(飞机通信，寻址与报告系统，Aircraft Communication Addressing Reporting System)

 定义：基于甚高频的数据通信系统，通过发送一套预先编码的电报交换各种信息

应用：OOOI事件（推出 停靠登机门，离地 着陆）

 飞行管理系统接口

 下载维护数据

 人机交互

第四章

1. 导航系统（概况、导航方法分类、不同类别的典型系统设备）

  **概况**：定义：引导航行，沿预定的航线，以要求的精度，在规定的时间内将航行体引导至目的地的过程

 发展：天文导航，地形辅助导航，罗盘导航，无线电导航，惯性导航，卫星导航

 **导航方法分类**：

 按有效作用距离划分：

近程导航系统：NDB-ADF VOR DME ILS MLS

远程导航系统：惯性导航 卫星导航

 按系统中机载设备独立情况划分：

 自主式导航系统：惯性导航系统

 他备式导航系统：NDB-ADF VOR DME ILS MLS 卫星导航系统

 按导航台的安装地点：

 陆基无线电导航系统：NDB-ADF VOR DME ILS MLS

 星基导航系统:GPS GLONASS BDS GALILEO

 按照飞机的飞行区域划分：

 航路导航系统：NDB-ADF VOR DME 惯性导航系统 卫星导航系统

 终端区导航系统：NDB-ADF VOR DME ILS MLS 卫星导航系统

1. NDB/ADF（工作原理、系统组成、测量的参数、设备性能、识别/表示符号）

**工作原理：**NDB导航台通过T型无方向天线向水平方向360°空间辐射垂直极化波，ADF通过垂直天线和环形天线联合接收信号，接收到的信号方向性图为心脏形，通过感应电动势的差值，从而确定电台相对飞机方位线的相对方位角，然后确定飞机位置。

**系统组成**：NDB导航台 和机载自动定向机ADF

**测量的参数**：测量导航台相对飞机航向线的相对方位角，确定飞机的位置

**设备性能**：工作频率：中频段 190-1750kHz

 发射功率及作用范围：

 航线台： 500W >=150km

 终端远台LOM：500W >=150km

 终端近台LMM：100w 50km

**识别符号：** 航线台：两个英文字母

 终端远台：两个英文字母

 终端近台：远台识别码的第一个字母

**表示符号**：一个点圆

**功用：**测量电台的相对方位角，并显示在方位指示器上

 对飞机进行定位，引导飞机向台背台飞行

 利用自动定向仪判断飞机飞越导航台的时机

 利用机场安装的NDB可以引导飞机离场，归航

 利用机场安装的NDB导航台引导飞机实施非精密进近

1. DME（工作原理、测量的参数、波道分配、应用/比较、识别/表示符号）

**工作原理**:机载询问机向地面信标台发射询问脉冲

 地面信标台接收询问脉冲，延时处理。发射应答脉冲

 机载询问设备接收这些应答脉冲对

 询问机的距离计算电路根据从发射询问脉冲对到接收到应答脉冲对的时间

 计算飞机到地面的斜距

 L=（T-τ）\* C/2 (τ为系统延时50US)

**测量的参数**：飞机到地面测距台的斜距

**波道分配**：工作于L波段（特高频），工作频率为962-1213MHz 频道间隔为1MHz

 机载询问频率为1025-1150MHz , 共126个频率，

 应答采用X Y 两个波道安排，共有252个应答波道

 为避免干扰，应答频率比询问频率高或低63MH z

**作用范围**

 航路DME 1000W 200NM

 终端DME 100W 25NM

 **容量限制**：100架飞机

**应用/比较**：测量飞机距离导航台的斜距

 回避禁区和危险区

 DME-VOR 实现ρ-θ定位，DME DME实现ρ-ρ定位

 沿DME弧可以加入起始进近和等待程序

 ILS+DME =MB为最后进近的飞机提高连续的距离信息

 NDB+DME ,VOR+DME实现非精密进近

 VOR+DME，区域导航，多个DME实现DME/DME区域导航

**识别/表示符号**：三个英文字母 正方形

1. ILS（工作原理、组成/布局、工作频段、应用/比较、识别/表示符号）

**工作原理**：ILS 为飞机提供引导信号，使飞机沿跑道中心线的垂直面和规定的下滑角引导飞机到跑道的水平面以上的规定高

**组成/布局**：

组成：甚高频航向信标台（LOC） 跑道末端400-500m,

 特高频下滑信标台（GS）： 距离跑道入口300 m（进近方向）

距离跑道中线150m

 甚高频指点信标（MB）：外指点标（OMB） 6.5-12km

 中指点标（MMB）1050+-150M

 内指点标（IMB）75-450M

  **工作方式**：比幅制

**工作频段**:

 LOC: 工作频率：108.1-111.95MHz 载波：右天线阵载波 150HZ 左90Hz

 GS: 工作频率 :329.15-335.00MHz 载波：下波瓣150Hz 上90Hz

 MB: 工作频率:75MHz 调制音频：外 400Hz 蓝色 中1300Hz黄色 内3000H z 白

**作用距离**：LOC:<10°25NM, 10-35°17NM， >35° 10NM

 GS: 10NM

 MB ；外 600+-200M 中300+-100M 内 150+-50M

**应用/比较**:LOC: 产生航向面，为飞机偏离航向道提供横向引导，使飞机沿航向道飞行

 GS：产生下滑面，为飞机提高偏离下滑面的垂直引导，在最后进近中为飞机提供连续的高度引导

 MB:飞行员根据不同信标的灯光 音频 判断距离跑道头的距离和飞行高度

**识别/表示符号**

 LOC/GS:三个英文字母 ( I+NDB远台或归航台码)

 MB；全黑叶片状

1. VOR （工作原理、测量的参数、工作频段、应用/比较、识别/表示符号）

**工作原理:**VOR台通过中央天线和边带天线产生两个信号，一个相位不变基准相位信号，一个相位随VOR径向方位变化的可变相位信号，机载设备接收两种相位信号，比较频率，并计算相位差，可得飞机磁方位。

**测量的参数**:飞机相对地面VOR台的径向方位（飞机磁方位）

**工作频段**:甚高频频段 108.00-118.00MHz 频道间隔0.05MHz

**发射功率及覆盖范围**：

 航路台（A类） 200W 200NM 112-118MHz

 终端台（B类） 50W 25NM 108-112MHz

**应用/比较:**CVOR精度+-2°—+-4° DVOR 精度+-1°

**识别/表示符号**：三位英文字母 带方位圈的六边形

**功用：**测量电台和飞机之间的方位角，并显示在方位指示器上

 利用已知位置的VOR台，可以对飞机进行θ-θ定位，VOR-DME实现ρ-θ定位

 引导飞机沿预定的VOR航线飞行

 利用机场安装的VOR可以引导飞机离场归航，实施非精密进近

 VOR-DME实现区域导航

1. INS（工作原理、测量的参数、组成/作用、分类/区别、应用）

**工作原理**：利用惯性敏感元件，测量飞机相对于惯性空间的线运动和角运动，在给定运动初始条件下，由计算机推算出飞机的姿态方位，速度和位置等参数，从而引导飞机完成预定的航行任务。

**测量的参数**：线速度 角速度

**组成/作用：**

惯性敏感元件：加速度计：测量运载体线加速度的仪表（由检测质量，支承，电位器，弹簧，阻尼器，壳体组成）

 陀螺仪：测量相对空间的角速度 角位移（具有定轴性，进动性）

**分类/区别**：平台式惯导系统：加速度计和陀螺仪安装在平台上，平台用来提供速度 姿态信息

 捷联式惯导系统：没有物理的陀螺稳定平台。信息获得通过计算

**应用：**测量飞机的姿态，方位，速度，位置，引导飞机完成任务

1. GPS（工作原理、系统组成、误差、DGPS、完好性、GNSS增强、应用）

**工作原理**：利用到达时间测距原理确定用户的位置，用已知位置的卫星发出信号到达用户所经历的时间，再乘以光速得到距离，利用多颗已知卫星则确定用户位置。

**系统组成**：卫星部分：24颗卫星分布在6个倾角为55°的轨道上（地平线上最少可见4 颗，最多可见11颗）

 3 ：定位 获得飞机的三维坐标

4 ：三维坐标+钟差定位

5 :判断有无卫星信号异常，和卫星失效的程度

6:判断那颗卫星出了故障

 地面控制站组：全球若干个跟踪站所组成的监控系统构成

 用户设备

**误差**：

系统误差：星历误差，卫星钟差，接收机钟差，大气折射误差

 偶然误差：多路径效应 天线姿态误差

**DGPS**：差分GPS，地面已知地点设置一个或多个基准站，通过实时观测卫星数据，计算出卫星定位中的公共误差，再通过一定的通信链路，发送给该区域的用户，用户用此公共误差，修正定位结果，实现高精度区域差分定位。可进行精密进近

完好性：指卫星信号故障或引起误差的事件能被及时检测出来，并及时报警的能力

**GNSS增强**：地基增强系统（GBAS）

 星基增强系统（SBAS）

 空基增强系统（ABAS）

**应用**：

1. 北斗（近期进展）

**组成：**空间段：（5颗静止轨道卫星，和三十颗非静止轨道卫星）

 地面段：主控站 注入站 监测站

 用户段：

**功能：**高精度，高可靠定位，导航，授时，

**精度**：定位 10m 测速0.2m/s 授时10纳秒

**最新发展**：6月23日9时43分，发射北斗第55颗导航卫星，完成北斗三号全球卫星导航系统星座部署，完成北斗全球组网。（北斗系统收官）

**北斗三步走战略**：北斗一号：建立世界首个基于双星定位原理的区域有源卫星定位系统；

 北斗二号：在国际上首次实现混合星座区域卫星导航系统

 北斗三号：提出全球首个高中轨道星间链路混合型新体制。

第五章

1. 空管监视系统设施（ATFM、终端区监视、航路监视）

**ATFM**： 飞行流量管理系统， 对航路或机场在同一时间所容纳的飞机架次加以限制

**终端区监视**：负责飞机的进场进近着陆需要实时并精确掌握飞机的位置。

**航路监视**

1. 空管监视实施手段和方法

**手段**：人工监视 ，雷达监视（一次雷达 二次雷达），自动相关监视

**方法**：独立监视（地面自行控制），包括：一次雷达

非独立监视（用户发送位置报），包括：人工监视，自动相关监视

合作独立监视（依靠用户应答和第三方传媒者）包括：二次雷达

3. 雷达（基本组成、工作原理、技术参数）

**基本组成**：天线 ，发射机，接收机，信号处理机，终端设备。

**工作原理**：利用无线电波（雷达回波）发现目标并通过测角和测距确定其位置。

**技术参数**：

 工作频率：（发射脉冲信号的频率）3MHz-300GHz

 探测范围：雷达对目标连续观测的空域，取决于雷达的最小作用距离，最大作用距离，仰角和方位角。

 分辨力：对两个相邻目标的区分能力，包括距离和方位分辨力。

 通过缩短波长，增大天线孔径。

 发射功率：（功率越大，雷达作用距离越大）受器件，电源容量，效率等因素影响。一般厘米波雷达发射的脉冲功率较大。

脉冲重复频率和重复周期：

脉冲重复频率：发射脉冲信号每秒钟重复出现的次数，50-2000Hz

脉冲重复周期：脉冲重复频率的倒数，等于相邻两个发射脉冲前沿的时间间隔。20000-500US

 脉冲宽度τ：发射脉冲信号的持续时间称为脉冲宽度。

脉冲宽度是影响雷达探探测范围和距离分辨力的主要因素

增大脉冲宽度，发射脉冲能量增多，能扩大雷达的探测范围，但距离分辨力降低。反之。

 为兼顾探测范围和分辨力采用宽脉冲发射，窄脉冲接收。

脉冲波形：雷达发射的脉冲高频振荡包络，

 影响雷达的探测距离，分辨力，测距精度

 越接近矩形越好。

波瓣张角和波束形状：波瓣上两个半功率点之间的夹角。波瓣张角太宽，能量不集中，方向性不好，角分辨力低，作用距离近。波瓣张角太窄，扫描范围太小。

 波束形状用波束宽度表示，一般有针状，扇形，余割平方形。

天线增益和扫描方式：天线增益越大，作用距离越远，收发共用一套天线，发射和接收增益相同。

接收机的灵敏度：指雷达接受微弱信号的能力。

1. 一次雷达（工作原理、方程、最小探测距离、信号监测、大气/地面对雷达作用距离影响、民航一次雷达分类、一次雷达特点）

**工作原理**：靠目标后向散射的回波能量来探测目标的

**方程**：P201，若增大最大雷达的探测距离，则需要增大Pt G λ σ

Pt 为发射机的脉冲功率

 G 为发射天线的增益

 λ为波长

 σ目标的等效反射面积

 Sr(min)为最小可检测信号功率

**最小探测距离**：由脉冲发射时间和回波检测时间之间的间隔决定，最小可探测距离以内的区域称为盲区 Rmin =1/2 c(τ+t0)

 最小探测距离越小越好，

 减小最小探测距离，需要减小发射脉冲宽度 （脉冲宽度减小，最大探测距离就会减小）

**信号监测**：噪声是限制微弱信号检测的基本因素

**大气/地面对雷达作用距离影响：**

大气：衰减：电磁波能量被吸收后变成热能而损失，频率越高，衰减越大，高度越高衰减越小。

 折射：引起测距误差和测角误差。

地面或水面：反射，使雷达的作用距离随目标的仰角呈周期性变化。（观测低仰角目标困难）

**民航一次雷达分类**：按区域划分：

 航路监视雷达RSR:远程搜索雷达 作用距离300-500 km

 机场监视雷达 ASR:近程搜索雷达 作用距离100-150km

 精密进近雷达PAR: 三坐标雷达，同时测量飞机的方位，距离，仰角，作用距离40-60km

 场面监视雷达：近距离监视雷达，

**一次雷达特点）**：在雷达显示屏幕上以光点的形式提供飞机的方位和距离，不管飞机是否装有应答机（独立监视）

 缺点：必须辐射足够大的能量电平，才能收到远距离目标的反射信号，

 除了飞机以外的其他固定目标也将得到显示，干扰有用目标的显示

 不能对飞机进行识别，除非做特技飞行

 不能显示飞机的高度

 回波存在闪烁现象。

 飞机完全处于被动发现的状态，不能建立必要的数据链。

1. 二次雷达（工作原理、工作频段、作用距离影响、A/C 模式询问/应答脉冲串 结构、A/C 模式特点、S 模式特点/区别）

**工作原理：**由地面询问雷达发射发射一定模式的询问信号，装在飞机上的应答机接收这个信号，经过处理，译码，然后由应答机发回编码的回答信号。地面雷达收到这个回答信号，经过信号处理把装有应答机的飞机代号，高度，方位，距离，显示在平面位置显示器上。

**工作频段**：询问1030MHz

 回答 1090MH z

**作用距离影响**:询问方程：增大询问机的最大作用距离Rmax，增大Pt,Gt,Gt’,λ

 雷达发射功率Pt

 发射天线增益Gt

 应答机的天线增益Gt’

 波长λ

 应答方程：增大应答机的最大作用距离Rmax’，增大Pt’,Gt,Gt’,λ

 应答机发射功率Pt’

 发射天线增益Gt

 应答机的天线增益Gt’

 波长λ

 二次雷达作用系统的距离取决于Rmax 和Rmax’的较小者。

A/**C 模式询问/应答脉冲串结构：**

询问：A模式：时间间隔为8US,用来识别空中飞机代号。

C模式：时间间隔为21US,用来识别飞机高度。

 应答：脉冲结构，八进制四组（A B C D）和X脉冲共13个脉冲

 C1 A1 C2 A2 C4 A4 X B1 D1 B2 D2 B4 D4

 F1-F2 是帧脉冲，应答信号标志，20.3+-0.1us

 C1-D4是信息脉冲，脉冲宽度为0.45us,脉冲间隔为1.45us

**A/C 模式特点**：

A/C模式经过两次信号发射，接收到的回波信号强得多便于录取信号和进行自动跟踪。

询问与回答信号的格式和频率是不同的，消除了地面杂波和气象反射的干扰

能够用事先编排好的代号对飞机进行准确的识别和特殊位置的识别

能够准确的提供飞机的即时高度信息

接收询问信号和反射回答信号之间有一个固定延时，在受到旁瓣抑制信号时，抑制应答机的回答，避免显示屏上出现假目标。

能够提供特殊代码信息。

S 模式特点：

赋予每架飞机一个特定单独的地址码，由地面系统的计算机进行“一对一”点名式问答

询问信号：兼容A/C和S模式：脉幅调制（PAM）询问脉冲信号

 S模式;：二进制差动相移监控（DPSK）询问信号

应答信号：响应A/C模式 以A/C模式脉码调制回答信号做回答

 兼容或S模式 以S模式的脉位调制回答信号做回答

1. ADS

ADS-B传输数据链：

 1090ES模式:1090MH z

 VDL-4模式 118-137MH z

 UAT模式：978MHz

ADS-B和二次雷达的比较：

1. TCAS（定义、基本工作原理/组成、分类、TCAS2 监视范围）

定义：TCAS：Traffic alert and collision avoidance system 空中交通防撞系统

提供信息：TA 交通警戒信息

 RA 决策咨询信息

分类：TCAS 1:提供接近警告，用于帮助飞行员目视寻找飞机

 TCAS 2：提供交通警戒信息，推荐在垂直方向上的避让措施

 TCAS3：由于技术原因已停止发展

 TCAS4：在未来推荐提供垂直和水平避让措施。

τ:（TAU）:发出TA和RA之前的时间，用于飞行员的反应时间，=距离/接近率

1. GPWS（定义、基本工作原理/组成、警告方式分类）

定义：Ground proximity warning system

警告方式分类:

大的下降率

 过大的接近地形率

 起飞或复飞后掉高度太多

 非着陆形态下的不安全越障高度

 进近着陆时低于下滑道太多

 到达给定的无线电高度和决断高度时的报告

 低空风切变

二次雷达系统：DME ADS-B TCAS

1090ES：TCAS ADS-B S模式二次雷达