



# M3.3.16 通信系统

## 修订批准页:

1

版次	修订时间	编写/改版	修订说明	审核/日期	审批/日期
R0	2020.06.16	单展	新编课件	谈海军 /2020.08.04	张玉 /2020.08.12
R1	2021.02.18	单展	修订课件	谈海军 /2021.02.23	张玉 /2021.02.24

## 目的与要求:

<b>目的</b>	通过本次课程的学习，掌握飞机通讯系统的原理，掌握通信系统的部件及功用。
<b>要求</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 掌握掌握通讯的系统构成和部件原理。</li><li>2. 掌握遇到故障时，可以系统的分析故障原因和能够排查出故障源。</li><li>3. 掌握通讯系统部件的识别和维护安全注意事项。</li></ol>

## 课程安排:

序号	内容	等级	课时
1	飞机通信系统概述	1	1H
2	空地语音通信系统	1	2H
3	数据通讯	1	2H
4	内话系统	1	2H
5	话音记录系统及应急定位发射机 (ELT)	1	1H
6	典型飞机的通信系统维护介绍	1	2H

# 目录

- 3.3.16.1 飞机通信系统概述
- 3.3.16.2 空地语音通信系统
- 3.3.16.3 数据链通讯
- 3.3.16.4 内话系统
- 3.3.16.5 语音记录系统及应急定位发射机 (ELT)
- 3.3.16.6 典型飞机的通信系统维护介绍





## 3.3.16.1 飞机通讯系统概述

## 3.3.16.1 飞机通信系统概述

### (1) 通信系统概述与组成

#### 1) 概述

飞机通信系统可分为三部分：

#### ① 飞机内部通信系统

内话系统

客舱广播系统

#### ② 无线电通信系统

VHF系统

HF系统

SATCOM系统

ACARS系统

#### ③ 事故调查系统

话音记录器 (CVR)

应急定位发射机 (ELT)

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### (1) 通信系统概述与组成

##### 1) 概述



内部通信	无线电通信	应急通信设备
内话	甚高频通讯	语音记录器
旅客广播	高频通讯	应急定位发射器
	卫星通讯	
	ACARS	



### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### (1) 通信系统概述与组成

##### 1) 概述

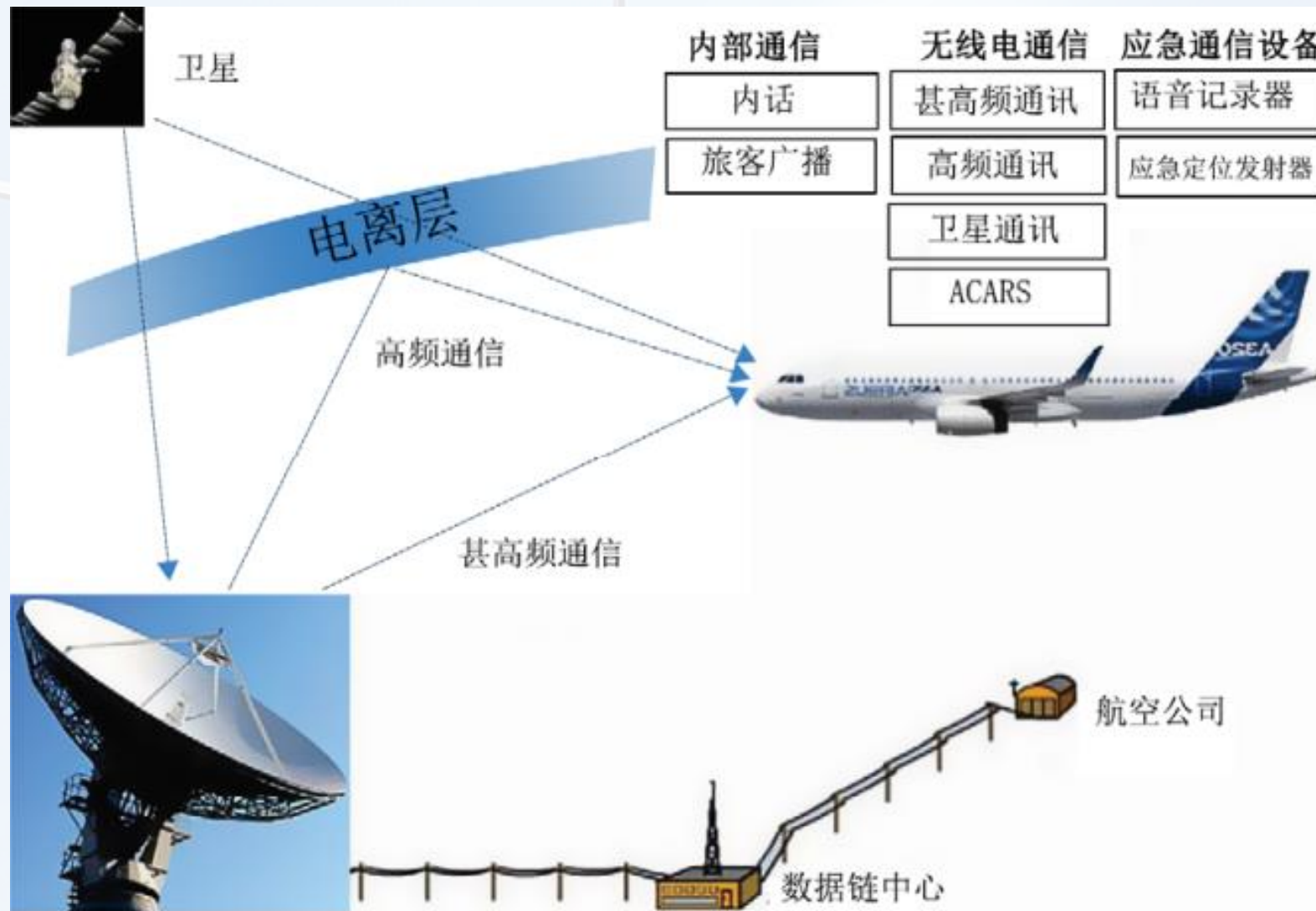
飞机内部通信系统包含内话系统和客舱广播系统。内话系统包含：飞行内话、客舱内话和勤务内话。飞行内话用于驾驶舱机组之间及驾驶舱机组与地面飞行内话插孔处的通信，客舱内话用于驾驶舱机组与客舱乘务员及客舱乘务员之间的通信，勤务内话用于驾驶舱机组与飞机其他勤务区域的通信。

无线电通信系统包括：VHF系统、HF系统、SATCOM系统和ACARS系统，甚高频（VHF）通信系统用于飞机和地面或飞机和飞机之间近距离通信；高频（HF）系统利用高频信号会被电离层反射的现象进行远距离通信；卫星通信系统(SATCOM)可以为机组提供全球通信，飞机上的乘客也可以付费使用卫星通信；飞机通信寻址和报告系统(ACARS)利用VHF、HF或SATCOM系统在飞机和地面之间传输关于飞行和维护数据等信息。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### (1) 通信系统概述与组成

##### 1) 概述



### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

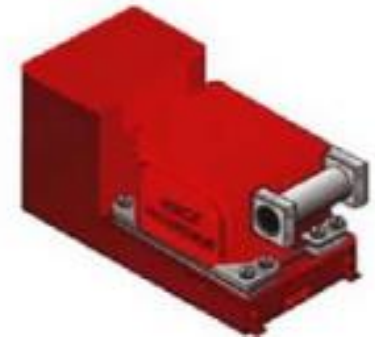
#### (1) 通信系统概述与组成

##### 1) 概述

事故调查系统包括话音记录器（CVR）和应急定位发射机（ELT）。驾驶舱话音记录器系统（CVR）记录驾驶舱内全部语音信息，以便日后进行事故调查；应急定位发射机（ELT）可以在事故发生后帮助救援人员确定失事飞机位置。



内部通信	无线电通信	应急通信设备
内话	甚高频通讯	语音记录器
旅客广播	高频通讯	应急定位发射器
	卫星通讯	
	ACARS	



### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### (1) 通信系统概述与组成

##### 1) 概述

通信系统控制部件位于驾驶舱，主要包含无线电调谐面板(RMP)和音频控制面(ACP)。无线电调谐面板用于无线电通信系统的频率调谐；音频控制面板为耳机和麦克风选择不同的系统及通道。事故调查系统的主要部件位于驾驶舱头顶板和客舱内。



### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 2) 无线电原理

无线电通信是将需要传送的声音、文字、数据、图像等**电信号**调制在无线电波上经空间或地面传送至对方的通信方式。任何形式的通信都由两部分构成：第一部分是交换的信息，第二部分是传输信息的载体。载体可以是一张纸，比如信、或用于记录数字式数据的CD-ROM、或电话线。飞机上的内话系统，客舱广播系统，语音记录器系统使用电缆作为载体来传输信息。



### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### ①无线电频率划分：

无线电通信系统是利用无线载波进行通信，这种载波就是无线电频率或射频信号。载波使用的频率分成8个频段：

(1) 甚低频 (VLF)：频率范围在3-30KHz之间，这个波段仅用于军事通信系统；

(2) 低频(LF)：频率范围在30KHz到300KHz之间，用于公共无线电台和ADF导航系统，飞机通信系统不使用这个频段；

(3) 中频 (MF)：频率范围在300KHz到3000KHz（相当于3MHz）之间，用于公共无线电台和ADF导航系统，飞机通信系统也不使用这个频段；

(4) 高频 (HF)：频率范围在3MHz到30MHz之间，用于飞机远距离通信；

波段	f	相关系统
EHF 极高频	300 GHz	
SHF 超高频	30 GHz	SATCOM
UHF 特高频	3 GHz	
VHF 甚高频	300 MHz	Radar Systems VHF Communication Navigation
HF 高频	30 MHz	HF Communication
MF 中频	3 MHz	
LF 低频	300 KHz	ADF Navigation System
VLF 甚低频	30 KHz	Military Communication Audio Signals

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

①无线电频率划分：

(5) 甚高频 (VHF)：频率范围在30MHz和300MHz之间，飞机的VHF通信系统就工作在这个频率范围，有效通信距离最大200海里，VOR和ILS等导航系统也工作在这个频率范围；

(6) 超高频 (UHF)：频率范围在300MHz至3000MHz之间，即3GHz，该波段仅用于军事通信系统和DME、ATC和GPS导航系统等系统；

(7) 超高频(SHF)：频率范围在3GHz到30GHz之间，卫星通信系统工作在这个频率范围，还有导航系统中的气象雷达和无线电高度表也工作在这个频率范围；

(8) 特高频(EHF)：频率范围在30GHz到300GHz之间，飞机上没有任何系统工作在这个频段。

波段	f	相关系统
EHF 极高频	300 GHz	
SHF 超高频	30 GHz	SATCOM
UHF 特高频	3 GHz	
VHF 甚高频	300 MHz	Radar Systems VHF Communication Navigation
HF 高频	30 MHz	HF Communication
MF 中频	3 MHz	
LF 低频	300 KHz	ADF Navigation System
VLF 甚低频	30 KHz	Military Communication Audio Signals

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### ② 波长

一个信号从初始状态到经历一个完整的循环后回到该状态所需的时间称为周期T。周期T和频率f为倒数关系。

波长是指无线电波在一个振动周期内传播的距离，电子浓度高的区域对应电压的波谷，而电子浓度低的区域对应电压的波峰。波长就是两个波峰或波谷之间的距离，无线电传播距离是每秒30万公里，对于1赫兹的频率，波长是30万公里。

$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1 \text{ Hz}} = 1 \text{ 秒}$

$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f} \text{ [m]}$

for  $f = 1 \text{ Hz} = 300000 \text{ km}$

波段	f	λ	相关系统
EHF 极高频	300 GHz	1 mm	
SHF 超高频	30 GHz	1 cm	SATCOM
UHF 特高频	3 GHz	1 dm	Radar Systems
VHF 甚高频	300 MHz	1 m	VHF Communication Navigation
HF 高频	30 MHz	10 m	HF Communication
MF 中频	3 MHz	100 m	
LF 低频	300 KHz	1 km	ADF Navigation System
VLF 甚低频	30 KHz	10 km	Military Communication

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### ③无线电的传播

不同频率的无线电波传播特性是不一样的。

VHF：以空间波形式传播。	优点：不受电离层变化的影响，传播，通信可靠。
SHF：用于卫星通信系统使用	优点：传播距离远，通信效果好。 缺点：通信费用高。
HF：用于商业长途飞行需要远距离通信。	优点：传输距离远。 缺点：电离层不太稳定，会影响通信效果。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### ④调制和解调

调制：选择一个较高频率的信号作为载波，让包含信息的原始波（例如人的语音）与载波进行混频后变成了合适传输的高频率信号。

解调：接收一端能产生与载波相同频率的信号，接收天线接收到高频率信号后会再次与该信号进行混频，就可以还原出包含了信息的原始波。

AM：利用载波的振幅变化来传递信息的方法称为调幅

FM：利用载波频率变化来传递信息的方法称为调频。

## 3.3.16.1 飞机通信系统概述

### 3) 部件

#### 音频部件

#### 扬声器和麦克风

大部分大型飞机驾驶舱内的扬声器可以发出音响警报。吊杆耳机由听筒和话筒组成，旅客广播喇叭安装在客舱天花板，可以播放旅客广播和娱乐节目。同时机组人员也可以使用手持电话进行内部通信和客舱广播。

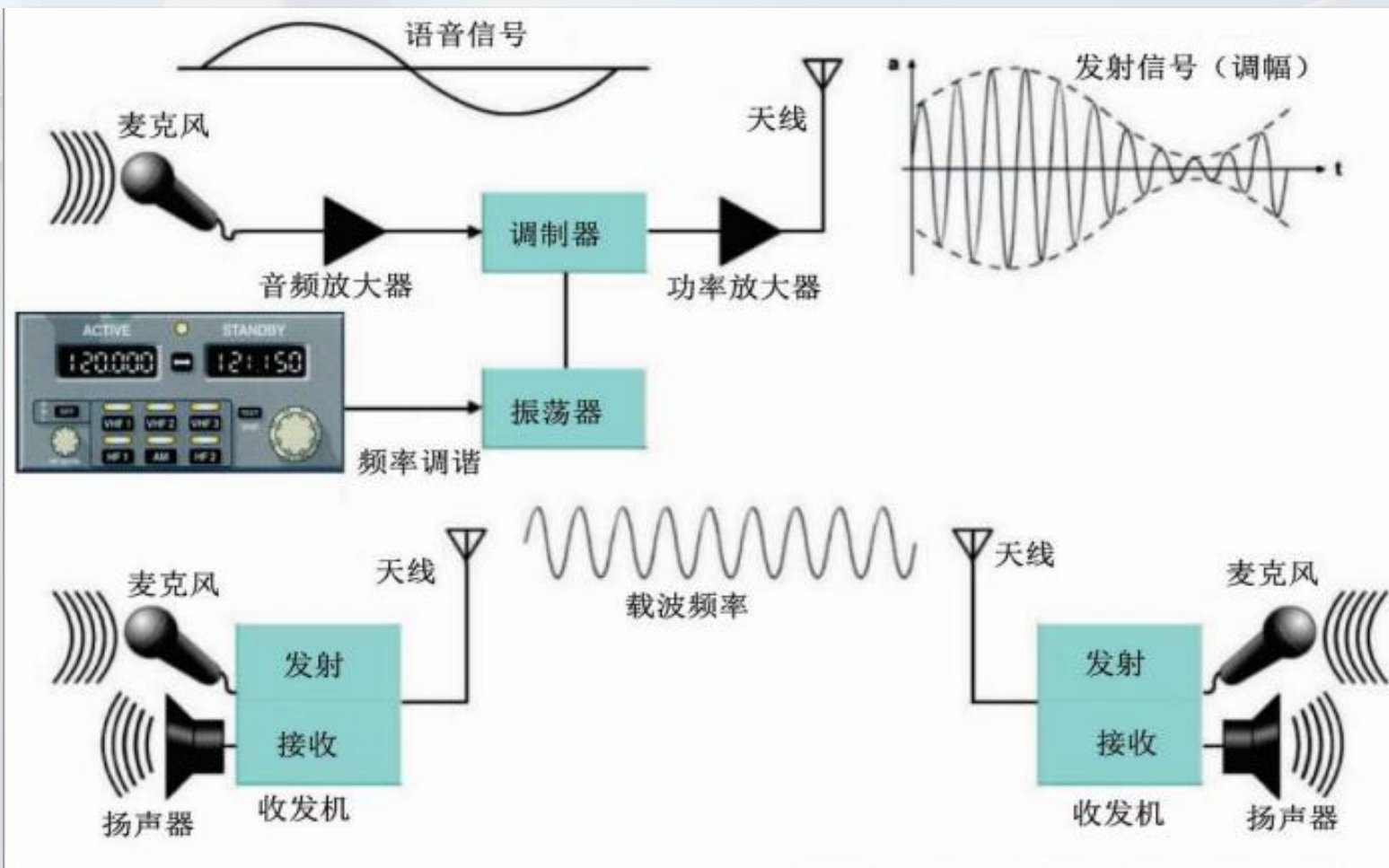


### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 无线电发射

无线电发射时，飞行员通过无线电调谐面板给振荡器设定一个载波频率，调制器将机组的语音信号和载波频率调制到一起，通过功率放大器放大发射功率，最后由天线将射频信号发射出去。

#### 发射原理

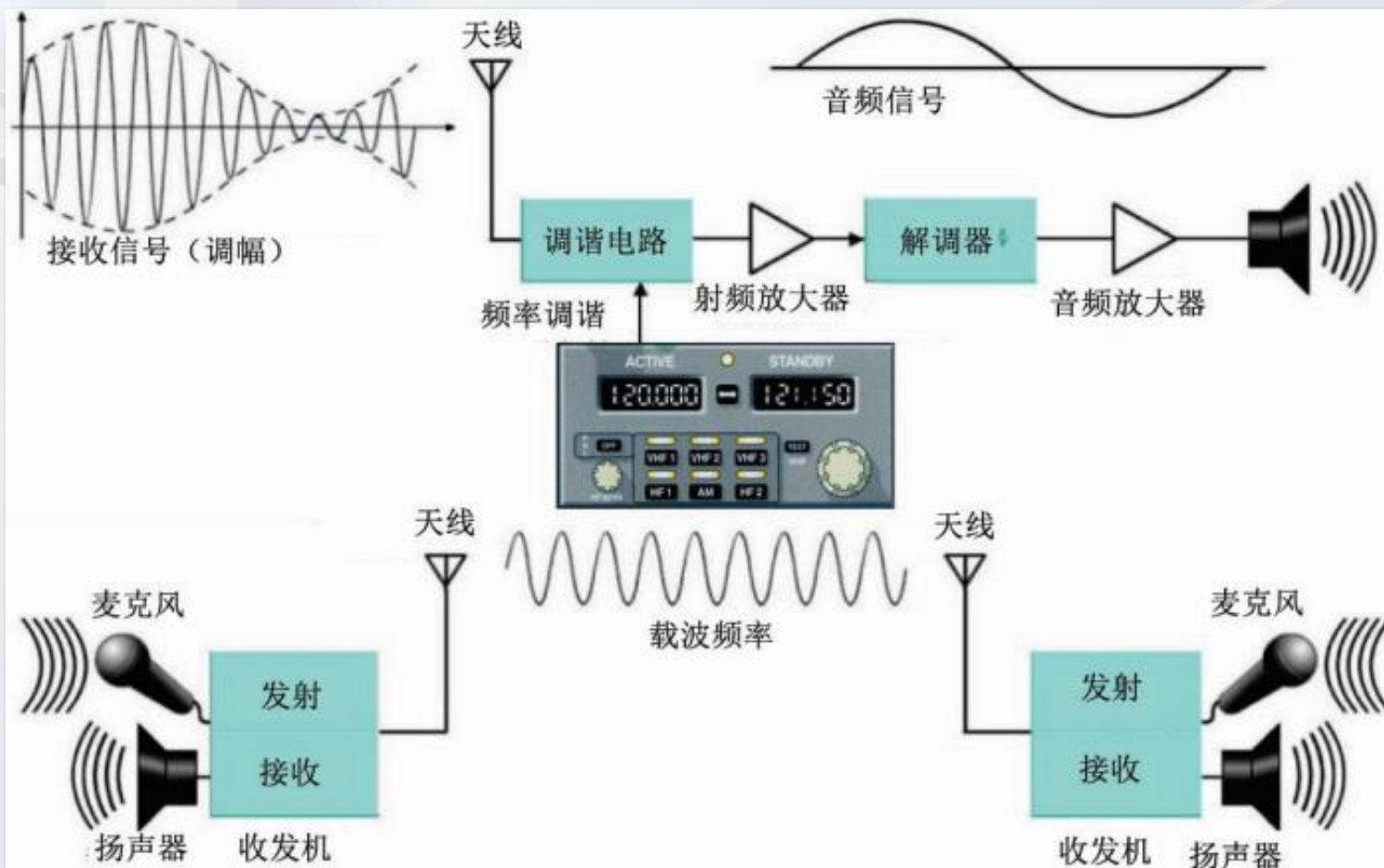


### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 无线电接收

无线电发射时，飞行员通过无线电调谐面板给振荡器设定一个载波频率，调制器将机组的语音信号和载波频率调制到一起，通过功率放大器放大发射功率，最后由天线将射频信号发射出去。

#### 接收原理



### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 无线

天线的功能就是接收或发射射频信号。不同系统的工作频率不一样，天线的安装位置和大小也不一样。通常情况，天线的长度是波长的1/4时是最佳的。

VHF系统的工作频率范围在118MHz-137MHz之间，波长范围是2.19至2.45米。因此天线的理论长度应为55厘米到64厘米，由于差异不大，通常都使用长度60CM的天线。

高频通信系统的工作频率范围是2MHz到30MHz，因此天线的长度应该在2.5-37.5米之间。由于长度范围太大，而目前现代客机使用固定长度的高频天线，导致高频通信系统使用不同频率时天线的阻抗会有很大差异，所以需要有一个天线调谐耦合器来将天线阻抗与高频馈线的特性阻抗相匹配。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

无线

天线的功能就是接收或发射射频信号。



TCAS天线



VHF天线



ATC/DME天线

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 无线电电缆

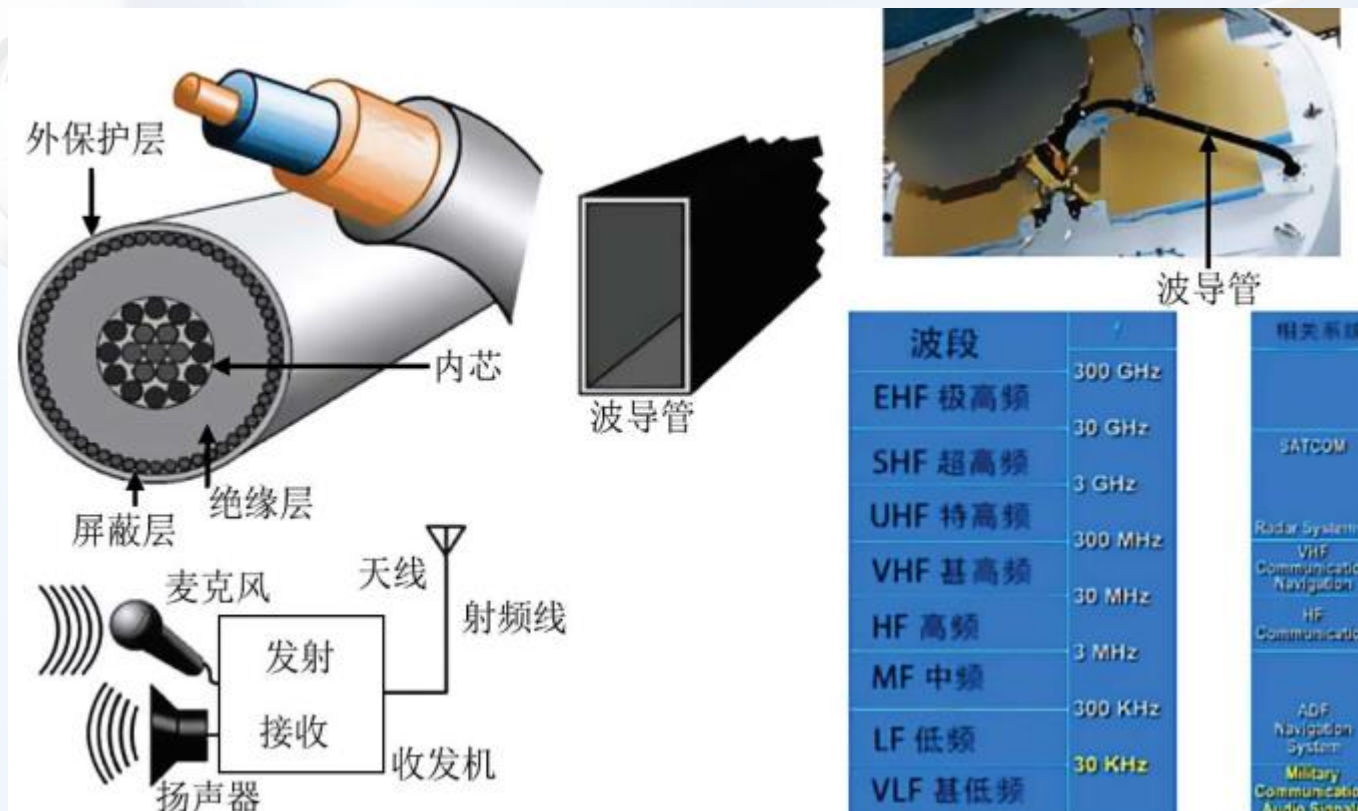
无线电传输电缆用于传输收发机和天线之间的射频信号，目前飞机上有两种无线电传输电缆：

- 同轴电缆：

传输频率最高能达到3GHz。

- 波导管：

用来传送3GHz以上的电磁波，也可用于雷达频率信号的特殊馈线。



波段	频率	相关系统
EHF 极高频	300 GHz	
SHF 超高频	30 GHz	SATCOM
UHF 特高频	3 GHz	Radar Systems
VHF 甚高频	300 MHz	VHF Communication Navigation
HF 高频	30 MHz	HF Communication
MF 中频	3 MHz	
LF 低频	300 KHz	ADF Navigation System
VLF 甚低频	30 KHz	Military Communication Audio signals

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 音频管理系统

音频管理系统包含机组语音通信所需的全部功能。在现代飞机系统中，音频管理的相关计算机（例如REU组件）连接机长、副驾驶和观察员之间的无线电通信和导航系统。REU组件为机组之间提供飞行内话通信，通过客舱内话系统可以为机组和客舱乘务之间提供通信，通过勤务内话系统可以让维修人员在飞机勤务区域与驾驶舱进行联系。此外，还可以让机组向旅客广播。REU还会把所有的语音信号发给CVR系统作为话音记录器的语音记录内容。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 音频控制面板 (ACP)

机长和副驾驶的ACP安装在中央操纵台，观察员的ACP安装在头顶板上。根据飞机的构型不同，有些飞机还安装有第四部ACP。飞机上为每位飞行员配备了耳机、吊杆耳机、手持话筒以及含麦克风的氧气面罩。注意，若使用氧气面罩时，氧气面罩麦克风具有最高的优先权，当不需要使用氧气面罩时，需要将氧气面罩正确放回到面罩盒内并确认氧气面罩正确安装。若未正确安装氧气面罩，会导致吊杆耳机不能正常使用。

每位机组都有一块ACP面板。



### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 音频控制面板 (ACP)

在ACP面板上可以单独选择接收或发射频道通道。按下相应的发射通道电门，电门上的灯会被点亮，表示打开了相应的发射通道，同一时间只能选择一个发射通道。

按压接收电门可以收听相应的接收通道的音频，并且通过旋转接收电门可完成收音量的调节，同一时间可以接收多个通道的声音。

在ACP面板上，对于通信系统可以选择发射和接收功能，对于导航系统就只能选择接收功能（例如某导航台发射的摩尔斯码声音）。

通常情况下飞机安装三部VHF收发机，称为左中右收发机，或1、2、3号收发机。对于安装2部HF收发机的飞机来说，称为左右收发机或者1、2号收发机。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 音频控制面板 (ACP)

飞行内话电门可以为驾驶舱内飞行员之间提供通信，客舱内话电门可以实现驾驶舱和乘务员的通信。

当飞机在地面且选择勤务内话时，可以实现驾驶舱和飞机各个勤务点进行通话。PA电门可以实现向乘客发送语音通知。SATCOM电门可实现通过卫星通信系统进行通信。

接收导航系统的音频信息时，可通过接收到的摩尔斯码识别所选导航台，也可接收预录语音来获取导航台的相关信息。

ACP面板上标注NAV、ADF、MKR的圆形电门可用于接收地面VOR台、ILS台、DME台、ADF台及MKR台的音频信息。当需要接收地面导航台的音频信息时，可通过导航音频选择旋钮来进行接收音频类型的选择。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 音频控制面板 (ACP)

若将旋钮放置在“V”的位置时则只能接收导航台所发来的预录语音信息，若放置在“R”的位置时则只能接收导航台所发来的摩尔斯识别码，若放置在“B”的位置可同时接收上述两类信息。

ACP面板上有一个“RT/IC”的三位电门，叫做PTT电门（push to talk电门）。

当这个电门扳至RT位置时，可用于飞行员无线电通信的发射功能。

当这个电门扳至IC位置时，可用于飞行员飞机内话的发射功能。而中间位则是OFF位，可用于接收相关音频信息。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 音频控制面板 (ACP)

目前在飞机的音频控制面板的设计上功能大同小异。下图左边的ACP是波音飞机使用的，功能和右侧空客ACP面板类似。

除ACP面板上的PTT电门外，驾驶杆有PPT电门，以方便飞行员发送语音信息。某些构型飞机的驾驶杆上的PPT可以按压并保持在飞行内话位，方便飞行员之间交流。



### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 音频转换电门

在某些飞机上还设计有音频转换电门。

如果机长或副驾驶的AMU或者ACP出现了故障，可以通过音频转换电门将观察员相应的设备转换给机长或副驾驶使用，通常转换电门位于头顶板。转换后，机长或副驾侧的飞行员需要使用观察员的ACP来完成相应的通信。



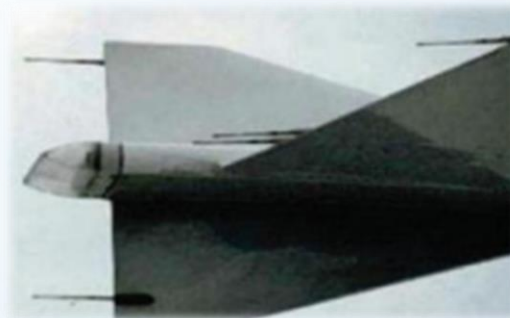
### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 静电放电刷

飞机高速的飞行与空气的摩擦、穿过带电云团以及自身内部机械摩擦会产生静电并累积在机身内，如果不及时释放静电会造成静电累积，累积到一定电荷下会造成放电现象，从而对飞机通信甚至飞行安全造成影响。放电刷就是利用尖端放电的原理，将电荷集中于机体外侧的尖端，使其不断与空气发生小的放电过程，从而减少机身电荷累积。在实际维护过程中发现有放电刷丢失或折断，需严格按照手册完成施工或保留放行，确保剩余放电刷数量能保障正常放电。



静电放电刷

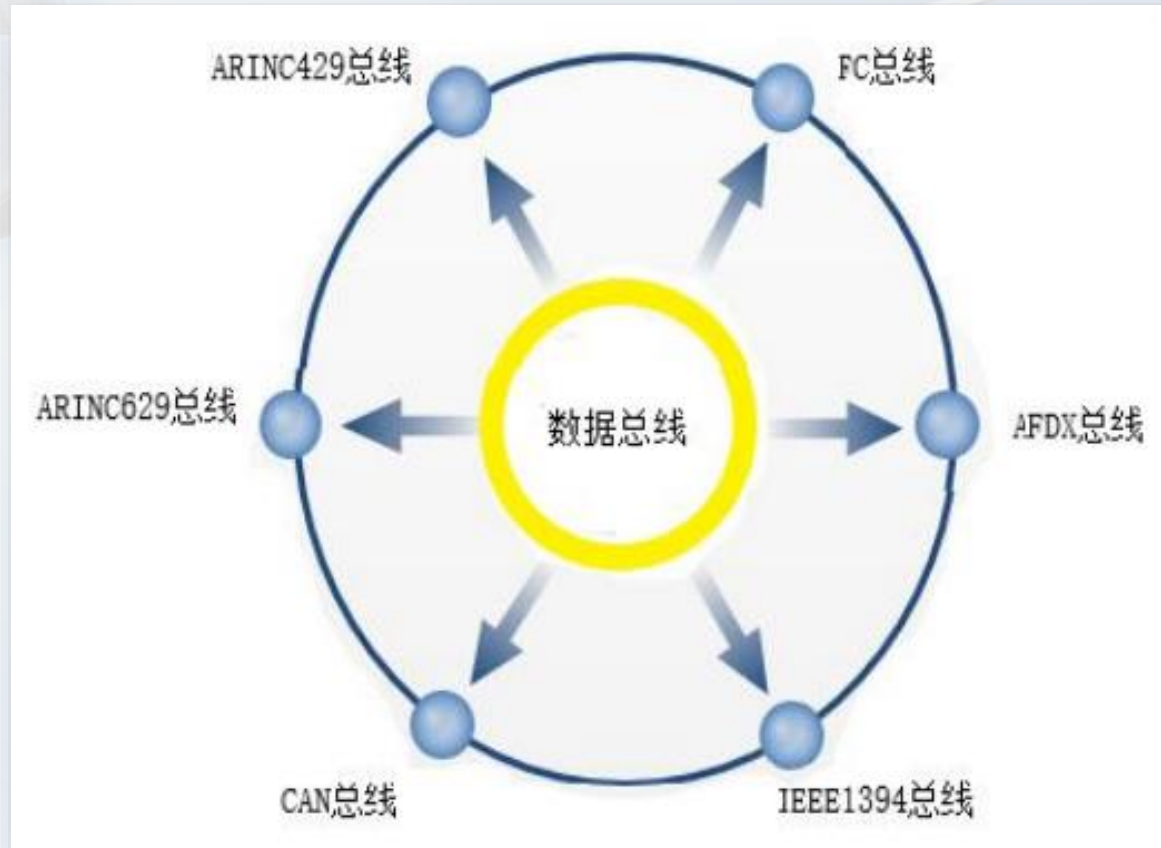


### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### (2) 数据总线、机载局域网、光纤通信基本原理及系统组成

##### 1) 数据总线

所谓总线是指用于联接计算机各种功能部件之间传递信息的公共通信干线，它是由导线组成的传输线束。而按照计算机所传输的信息种类来分类，可将总线划分为：控制总线、数据总线、地址总线。其中数据总线是用来在CPU与RAM之间传递需要处理或者需要存储的数据。需要特别指出的是我们所说的数据是指广义上的数据，它可以是真正的数据也可以是指令代码或者状态信息，有时甚至可以是一个控制信息。它是双向三态形式的总线，即可以将CPU的数据传送到存储器或者是I/O接口等其他部件，同时也能将其他部件的数据传送到CPU。



### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 总线的种类及优势

- ARINC429总线。
- ARINC629总线。
- CAN (控制器局域网)总线
- IEEE1394总线, 又名火线(FireWire)。
- 光纤通道(Fiber Channel , 简称FC) 。

优势：数据总线具有通信速率快

可靠性好

抗干扰性好

兼容性高和可扩展

## 3.3.16.1 飞机通信系统概述

### 总线的种类及优势

- ARINC429总线。

ARINC429广泛应用于民航客机中，ARINC429总线是面向接口型数据传输结构，总线上定义了2种设备，发送设备只能有1个，而接收设备却可以有多个。发送设备与接收设备采用屏蔽双绞线传输信息，传输方式为单向方式。信息只能从通信设备的发送口输出，经传输总线传至与它相连的需要该信息的其他设备的接口。但信息决不能倒流至已规定为发送信息的接口中。在两个通信设备间需要双向传输时，则每个方向上各用一个独立的传输总线，采用双极型归零的三态码方式，在传输速率上分高低两档，高速工作状态的位速率为100Kb/s，系统低速工作状态的位速率应用在 12Kb/s-14.5Kb/s 范围内。选定内容后的位速率其误差范围应在1%之内。高速率和低速率不能在同一条传输总线上传输。ARINC429总线传输的基本单位是字，每个字由32位组成。位同步信息是在双极归零码信号波形中携带着，字同步是以传输同期间至少4位的零电平时间间隔为基准，紧跟该字间隔后要发送的第一位的起点即为新字的起点。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 总线的种类及优势

- ARINC429总线。

**优点:**具有结构简单、性能稳定、抗干扰性强、高可靠性等。

## 3.3.16.1 飞机通信系统概述

### 总线的种类及优势

- ARINC629总线。

ARINC629总线是波音公司为民用机开发的一种新型总线数字式自主终端存取通信(digital autonomous terminal access communications, DATAC), 这种总线技术在ARINC429的基础上开发出来的, 其总线传输率为2Mb/s, 线性拓扑结构, 基本能满足现代航空电子系统高速数据的传输要求。它采用了双向传输, 传输时采用曼彻斯特码II型双相电平码, 而且还进一步使用了电流型耦合器。同时, 它不再采用集中式控制, 因而无需总线控制器, 不存在由于总线控制器失效而造成全系统瘫痪的问题。比较而言, ARINC629总线具有自主控制、可双向传输、连接简单、“插入式”兼容等特点, 因而在飞机上得到了广泛的应用, 成为机上信号处理、航空电子系统、动力系统、飞机构架系统及自动驾驶仪通信的基础。可以说, ARINC629总线的推出将使用数据总线技术的发展进入一个新的时代。

## 3.3.16.1 飞机通信系统概述

### 总线的种类及优势

- CAN (控制器局域网)总线

CAN (控制器局域网)总线是当前总线中具有代表性的一种总线，是一种有效支持分布式控制和实时控制的串行通信网络。CAN总线是德国Bosch公司开发的一种串行数据通信协议，它是一种多主总线。其通信介质可以是双绞线、同轴电缆或光导纤维，通信速率可达1Mbit/ s。CAN总线通信接口集中了CAN协议的物理层和数据链路层功能，可完成对通信数据的成帧处理，包括位填充、数据块编码、循环冗余校验、优先级判别等工作。

## 3.3.16.1 飞机通信系统概述

### 总线的种类及优势

- CAN (控制器局域网)总线

航空航天领域使用的总线系统要求具有很高的实时性、可靠性和抗干扰性能等，CAN总线自身存在的一些问题限制了它在这一领域的应用：

①**不可预测性**。CAN 总线采取多主竞发的形式，当遇到总线多个节点要求发送时，此时只有发送具有最高优先权帧的节点变为总线主站。在极端情况下，具有较低优先权的报文可能在相当长一段时间内无法抢占发送权，报文延迟时间不可预知。

②**信道出错堵塞**。在节点有可能受干扰或其他原因暂时或永久失效时，出错的主机会命令CAN收发器不断发送报文。该信息的格式等均合法，因此CAN没有相应的机制来处理这种情况。根据CAN的优先权机制，比它优先权低的信息就被暂时或永久堵塞。

③**系统冗余支持**。CAN 是单条总线，而在航空航天领域的应用中，为满足苛刻的可靠性要求多采用双冗余甚至多冗余总线的方式。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 总线的种类及优势

- IEEE1394总线，又名火线(FireWire)。

IEEE1394总线，IEEE1394是由IEEE制定的一种高性能串行总线标准，又名火线(FireWire)。IEEE1394协议分为1394a、1394b等，其中1394b可支持高达3.2Gbps传输速率，并支持光纤传输。IEEE1394作为商用总线，近年来发展迅速，不仅在工业和测控领域被广泛应用，而且已经逐步深入到航空航天及军事应用领域。基于1394b的光纤总线系统具有计算能力强、吞吐量大、可靠性高、易于扩展、维护方便、支持点对点通信、广播通信及支持热插拔等优点，为多模态传感系统、在线实时检测和视频图像传输提供了广阔的空间。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 总线的种类及优势

#### 以太网

航空电子全双工交换以太网(AFDX: Avionics Full-Duplex Switched Ethernet) 是基于标准(IEEE802.3以太网技术和ARINC664 Part7)定义的电子协议规范, 主要用于实现航空子系统之间进行的数据交换。AFDX是通过航空电子委员会审议的新一代机载以太网标准, AFDX 允许连接到其他标准总线如ARINC429和MIL-STD-1553B等。AFDX 是大型运输机和民用机载电子系统综合化互联的解决方案。AFDX的传输速率可达100Mbps, 甚至更高, 传输介质为铜制电缆或光纤。AFDX中没有总线控制器, 不存在1553B中集中控制的问题。同时, AFDX采用接入交换式拓扑结构, 使它的覆盖范围和可支持的节点数目远远超过了1553B总线。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 总线的种类及优势

- 光纤通道(Fiber Channel , 简称FC)。

是美国国家标准委员会(ANSI)的X3T11小组于1988年开始制定的高速串行传输协议,将计算机通道技术和网络技术有机结合起来,具有全新概念的通信机制。FC采用通道技术控制信号传输,在共享介质时采用基于仲裁或交换的信道共享冲突解决机制和基于信用(Credit)的流量控制策略,信道的传输效率较高,适用于网络负载较重的应用系统中。光纤通道的高带宽、低延迟、低误码率、灵活的拓扑结构和服务类型,支持多种上层协议和底层传输介质以及具有流量控制功能,使得它能够很好地满足未来航空电子系统互连的要求。

## 3.3.16.1 飞机通信系统概述

### 2) 机载局域网

#### ① 机载局域网简介

为了减轻飞机重量，降低飞行成本，新式飞机就采用了机上局域网的技术，建立机上局域网络以后，各个飞机设备只需要把数据传输到局域网，所有需要该数据的设备都可以从飞机局域网获得数据。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

机载局域网一般包括两种设备：

- 类似于普通局域网中网络交换机的设备，负责数据在局域网内的路由和传输。
- 将飞机设备与网络连接的数据转换设备相连接，因为飞机上并不是所有组件都有网线传输能力，具有该能力的组件可以直接连接到交换机，而不具备该能力的组件就要通过数据转换设备连接到局域网。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### ②AFDX网络组成

AFDX的A、B两套网络各有7个AFDX电门，用于数据的路由和传输，飞机上的各个网络用户至少在A、B网络各连接一部电门，有些重要设备还会在两套网络各连接两部电门，这样可以最大程度保证不会因为个别电门失效，导致重要数据无法传输。

因为有些飞机上组件，没有AFDX网线接口，所以AFDX网络设计有两种组件将这些设备的数据转化为AFDX数据格式，并通过AFDX网线连接到AFDX电门。

第一种组件叫做核心处理输入输出模块，简称CPIOM。CPIOM内部有一个核心处理模块和一个输入输出模块，核心处理模块内可以安装不同的APP替代部分传统计算机，执行某些系统的处理功能；输入输出模块用于AFDX网络数据格式和其他数据格式之间的转换。

第二种组件叫做通用远程数据集中器，简称CRDC。CRDC只有一个输入输出模块，用于将没有AFDX能力的飞机组件连接到AFDX网络。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

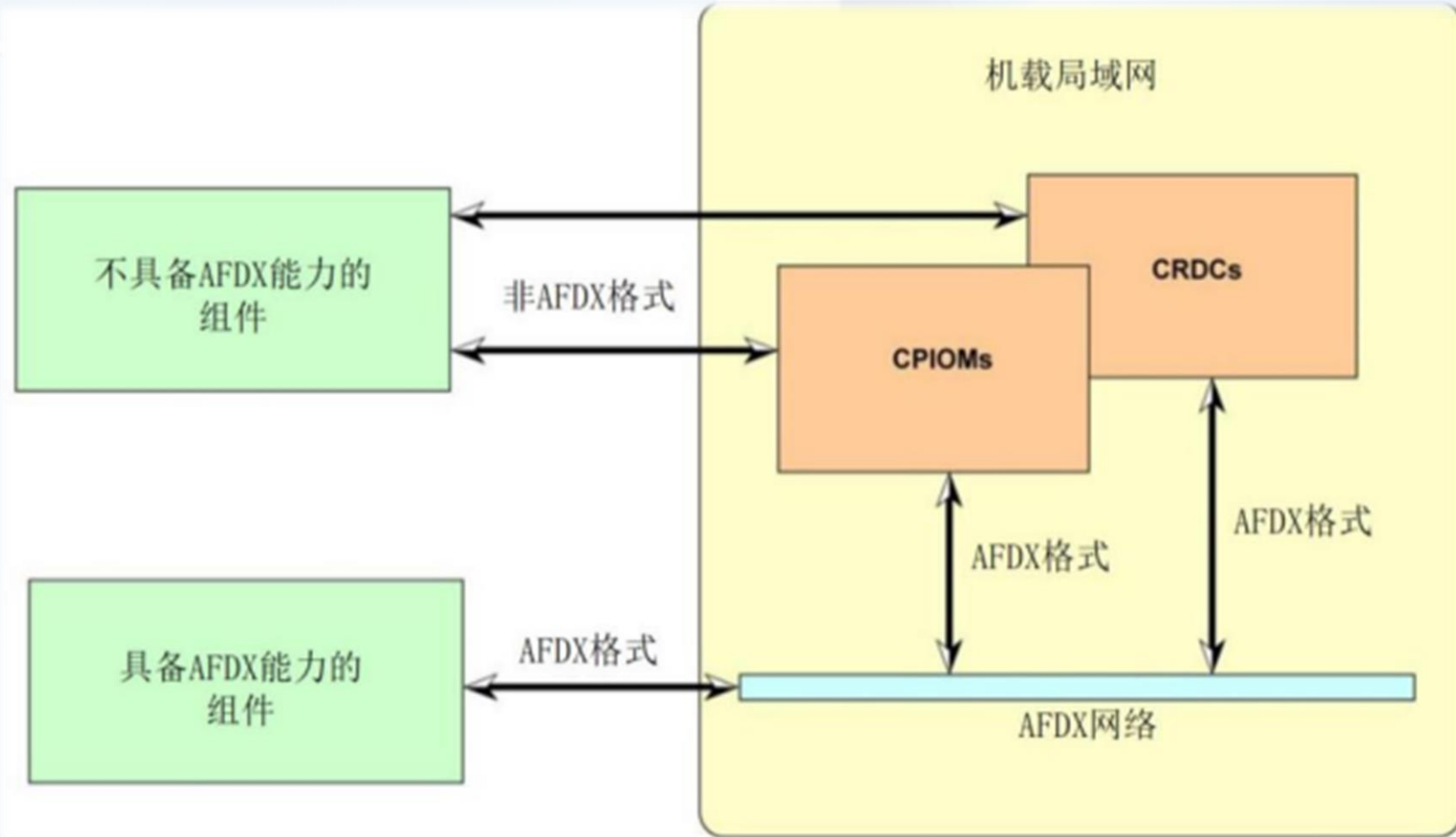
#### ②AFDX网络组成

飞机上组件连接AFDX网络有三种方式：

- (1) 拥有AFDX网线接口的组件直接通过AFDX网线连接到AFDX网络；
- (2) 部分没有AFDX网线接口的组件，先使用传统数据线连接到CPIOM，再通过CPIOM连接到AFDX网络；
- (3) 其余没有AFDX网线接口的组件通过CRDC连接到AFDX网络。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

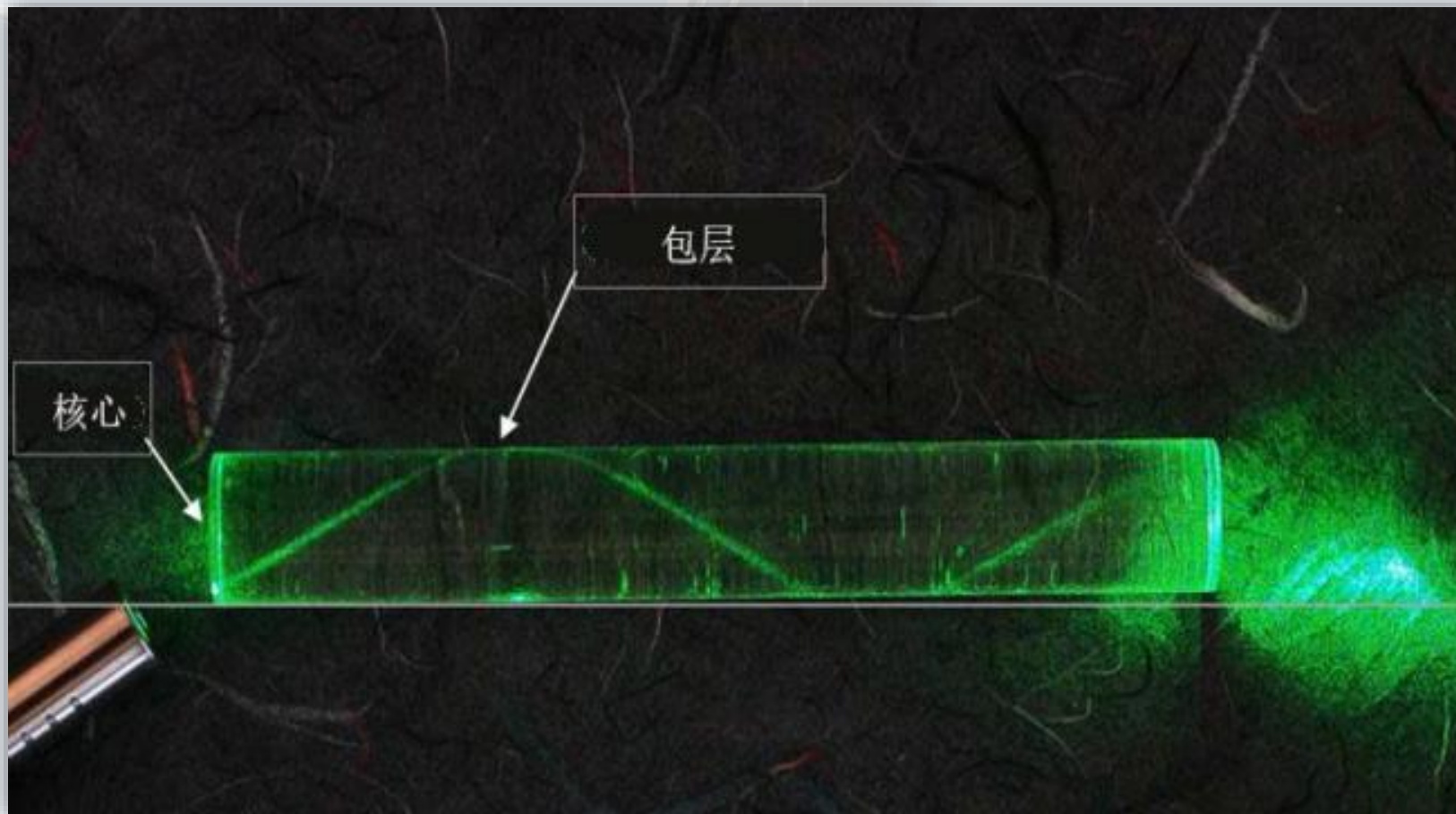
#### AFDX网络组成



### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 3) 光纤通信

数字光纤通信系统基本由光发射机、光纤和光接收机组成。



### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 3) 光纤通信

光纤通信系统主要包含一个发射器，它将电讯号转换成光讯号，再通过光纤传输。

光纤缆由核心（core）、包层（cladding）以及外层的保护涂层（protective coating）组成。核心由折射率（refractive index）较高的纤壳通常用高品质的硅石玻璃（silica glass）制成(也有使用塑胶作为材质的光纤)。又因为光纤的外层有经过紫外线固化后的亚克力（又叫有机玻璃，源自英文acrylic，化学名称为聚甲基丙烯酸甲酯）涂层，可以如铜线电缆一样布置在飞机上，不需要太多维护费用。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

#### 3) 光纤通信

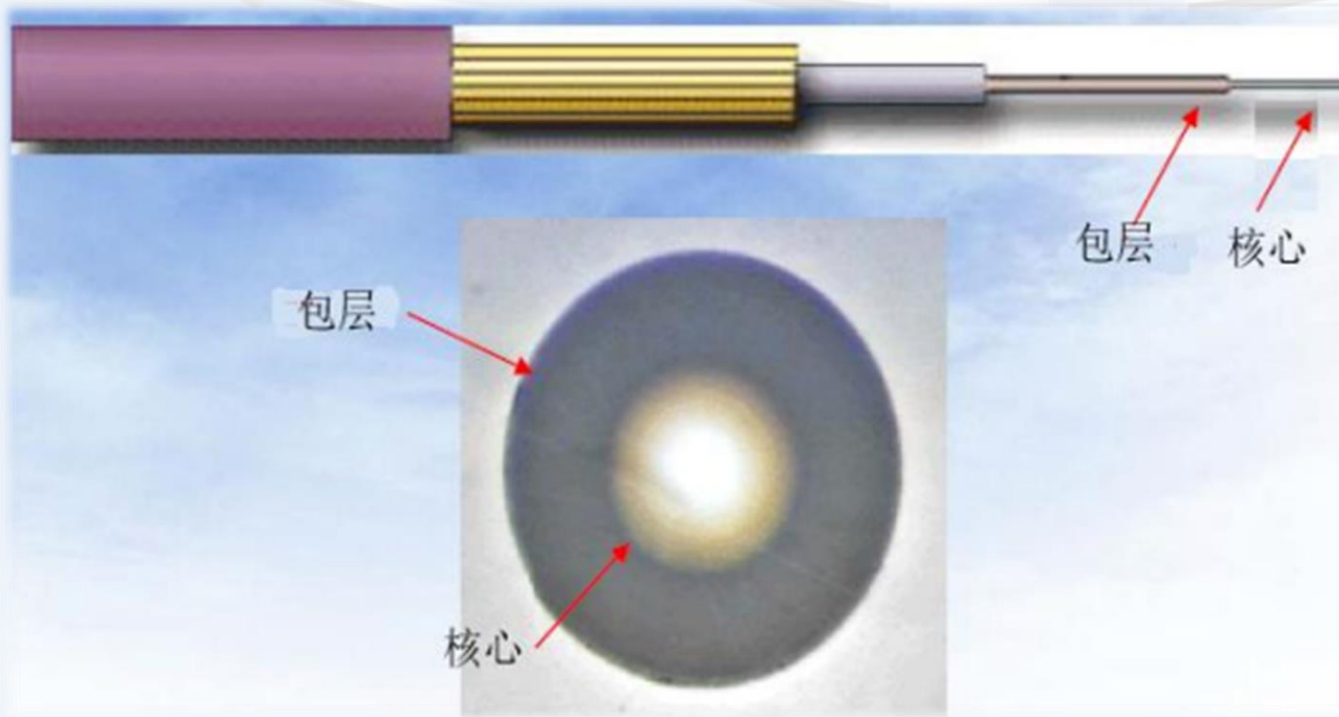
数字光纤通信系统基本由光发射机、光纤和光接收机组成。

发送端的电端机（无线电波的发送和接收器，由电发射机、电接收机组成）把信息（如语音）进行模/数转换，用转换后的数字信号去调制光发射机中的光源器件LD（激光二极管），则LD就会发出携带信息的光波。即当数字信号为“1”时，光源器件发送一个“传号”光脉冲；当数字信号为“0”时，光源器件发送一个“空号”（不发光）。

光纤经低衰耗光纤传输后到达接收端。在接收端，光接收机把数字信号从光波中检测出来送给电端机，而电端机再进行数/模转换，恢复成原来的信息。就这样完成了一次光纤通信的全过程。

### 3.3.16.1 飞机通信系统概述

光纤可以细到头发丝那样程度，可以大大减轻飞机的重量。光纤通信具有传输容量大，保密性好，不产生火花等优点，在许多现代飞机上开始广泛使用



光纤的组成



飞机上的光纤

## 小结:

1. 通信系统的基本概述，系统组成、功用；
2. 无线电的工作原理，无线电类型、传播方式；
3. 通信系统主要部件的功用：音频部件、发射/接收部件、电缆、音频管理系统部件、音频控制面板、转换电门、放电刷；
4. 数据总线的功用和类型，机载局域网简述，光纤通信的工作原理。



## 3.3.16.2 空地语音通讯系统

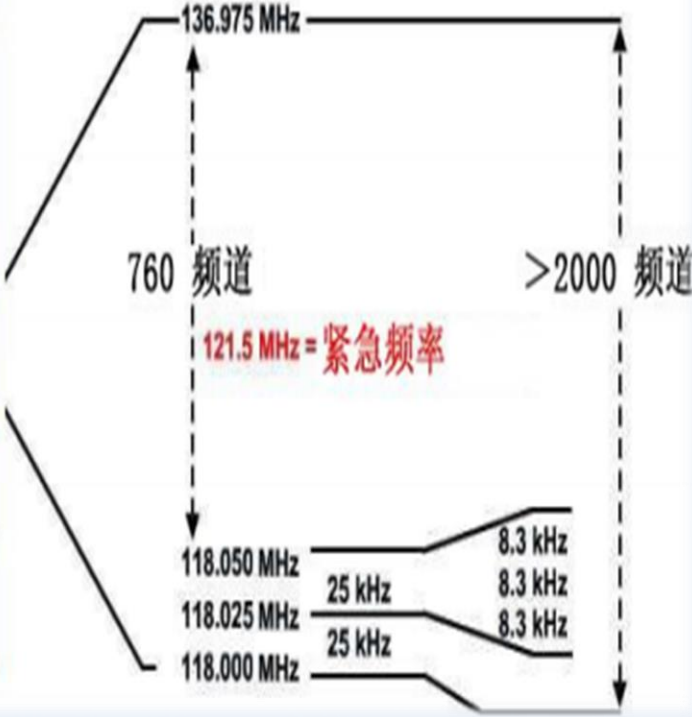
### 3.3.16.2 空地语音通信系统

#### (1) 甚高频通信系统 (VHF)

##### 1) 甚高频通信系统简介

VHF通信系统用于短距离话音通信和数据交换，工作频率在118-136.975MHz之间，频道之间的间隔为25KHz，一共760个频道。随着飞机数量不断增加，空域越来越繁忙，现有频道资源逐渐枯竭，因此现代飞机将频率间隔调整8.33KHz，大约有2000个频道可供使用。需要注意的是121.5MHz这个频率是国际规定的紧急频率，正常通信不可占用此频率。当ELT触发时，会通过这个频率发射应急求救信号个频率。

波段	f	$\lambda$	相关系统
EHF 极高频	300 GHz	1 mm	
SHF 超高频	30 GHz	1 cm	SATCOM
UHF 特高频	3 GHz	1 dm	Radar Systems
VHF 甚高频	300 MHz	1 m	VHF Communication Navigation
HF 高频	30 MHz	10 m	HF Communication
MF 中频	3 MHz	100 m	

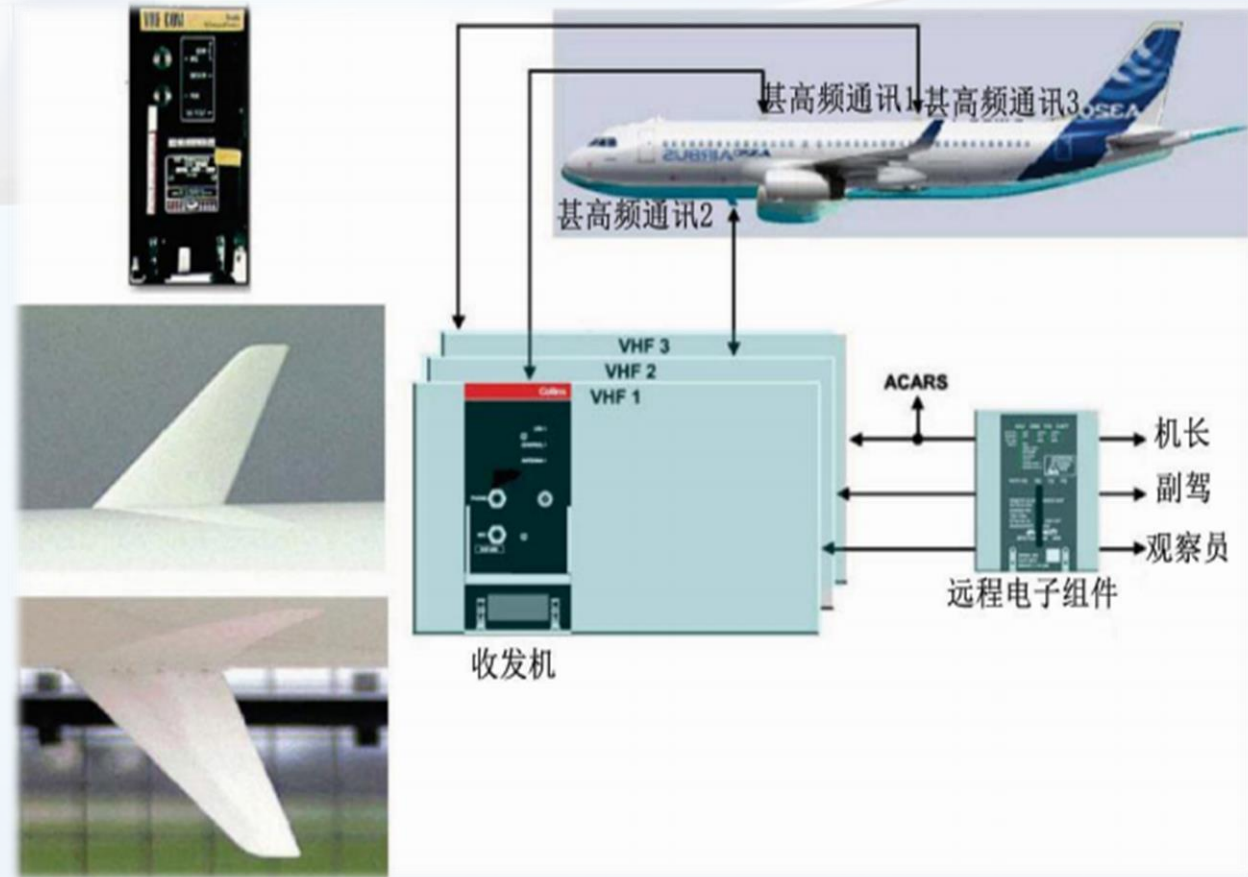


## 3.3.16.2 空地语音通信系统

### 2) 系统部件

甚高频系统包含收发机和天线。

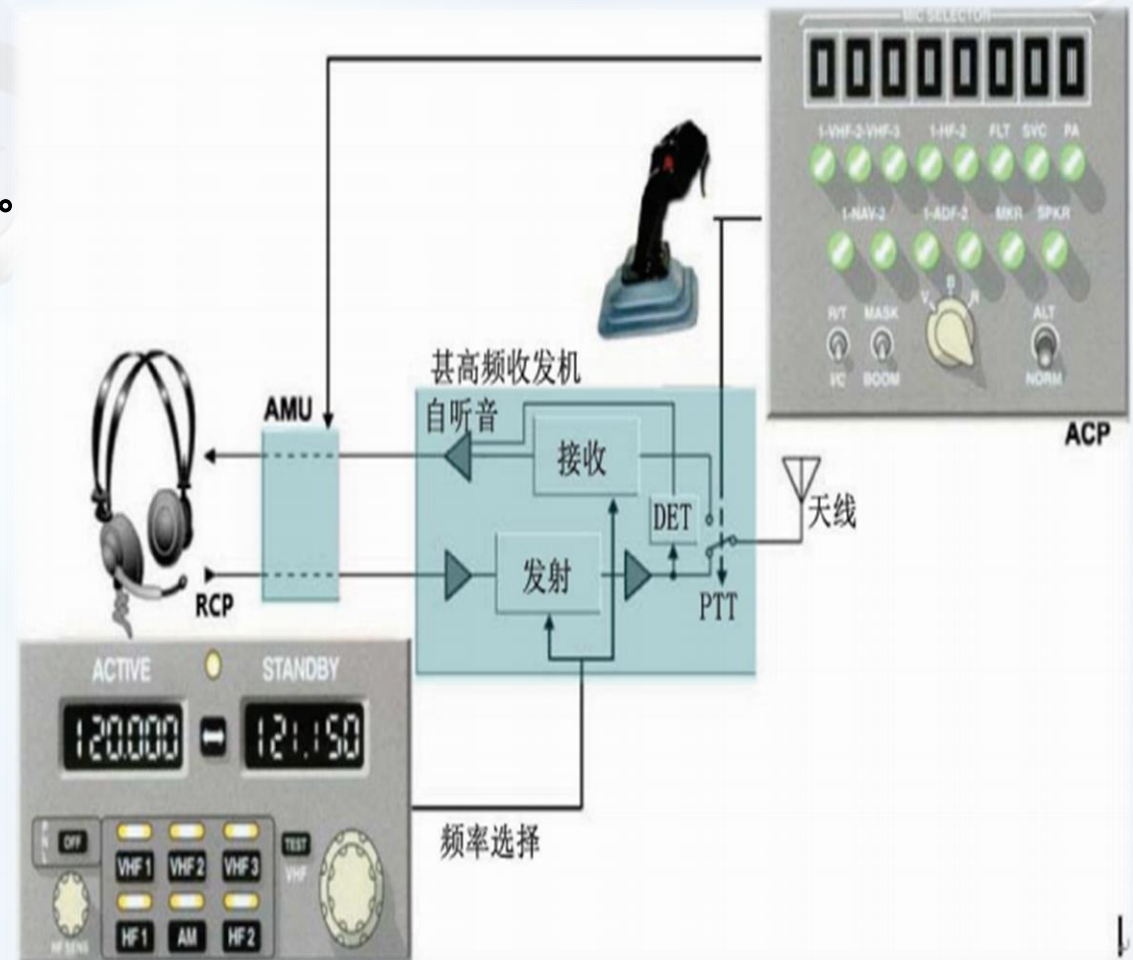
当代飞机一般有三套独立的VHF系统，而商业运行最低要求必须有2套系统。VHF1用于机长侧的语音通信，VHF2用于副驾侧的语音通信，VHF3一般用于ACARS系统的数据通信。但是VHF1或2故障后，可以使用VHF3的语音通信功能。收发机安装在电子舱内，一般VHF1天线安装于机身顶部，VHF2和VHF3天线安装在机身下部。



## 3.3.16.2 空地语音通信系统

### 3) 甚高频通信工作流程

一般飞机通过RCP（频率控制面板）调节VHF工作频率，ACP选择发射和接收通道及调整音量。收发机既可以发射信息，也可以接收信息。正常使用时，先通过RCP调整到所需频率，在ACP上选择VHF发射和接收通道。准备发话前需确认频道无通信，防止干扰同频段其他飞机的正常通信。通过按压ACP面板上RT开关或侧杆上PPT电门进行语音发话，同时可以在耳机中听到自己的说话声音，这就表示发射正常。如果耳机中没有声音，表示信号没有发送出去，可能是VHF故障导致。



### 3.3.16.2 空地语音通信系统

#### 4) 无线电控制面板 (RCP)

波音飞机控制通信频率的组件被称为无线电控制面板RCP，通过面板可以调谐任一VHF和HF的工作频率，选择相应系统后则对应的灯光会被点亮。正常情况下，机长控制VHF1和HF1，副驾驶控制VHF2和HF2,观察员控制VHF3。RCP有两个频率显示窗，左边的频率显示窗显示当前使用的频率，右边频率显示窗显示备份频率。通过显示窗中间的按键将备份频率切换到当前频率成为现在工作频率，反之亦然。当选择VHF3的时候，若频率显示窗显示ACARS或DATA，表示VHF3正工作在数据模式，ACARS频率不需要人工调节，若频率显示窗显示频率数值，则工作于语音模式。

### 3.3.16.2 空地语音通信系统

#### 4) 无线电控制面板 (RCP)

飞机上一般安装三部RCP, 在任意RCP上调谐某个通信系统频率时, 该频率会发送给其余RCP, 使三部RCP上该系统的当前使用频率保持一致。

空客飞机控制通信频率的组件被称为无线电管理面板RMP, 功能与RCP基本相同, 不过当FMGC调谐导航系统频率不可用时, 在RMP上可以人工选择导航频率。



### 3.3.16.2 空地语音通信系统

#### 5) VHF通信举例

首先在RCP上选择对应的VHF或HF系统，再调节频率调整旋钮。当备份显示窗上显示想要的频率时，按压中间的切换按键，将所需频率切换到当前频率显示窗。在ACP上选择要使用的发射和接收通道，准备说话前先听一下当前频率有没有人正在通信，防止干扰别人正在进行的通信。如果没有，按压ACP上的RT电门或侧杆上的PPT即可进行发话。



RCP



ACP

频率转换按钮

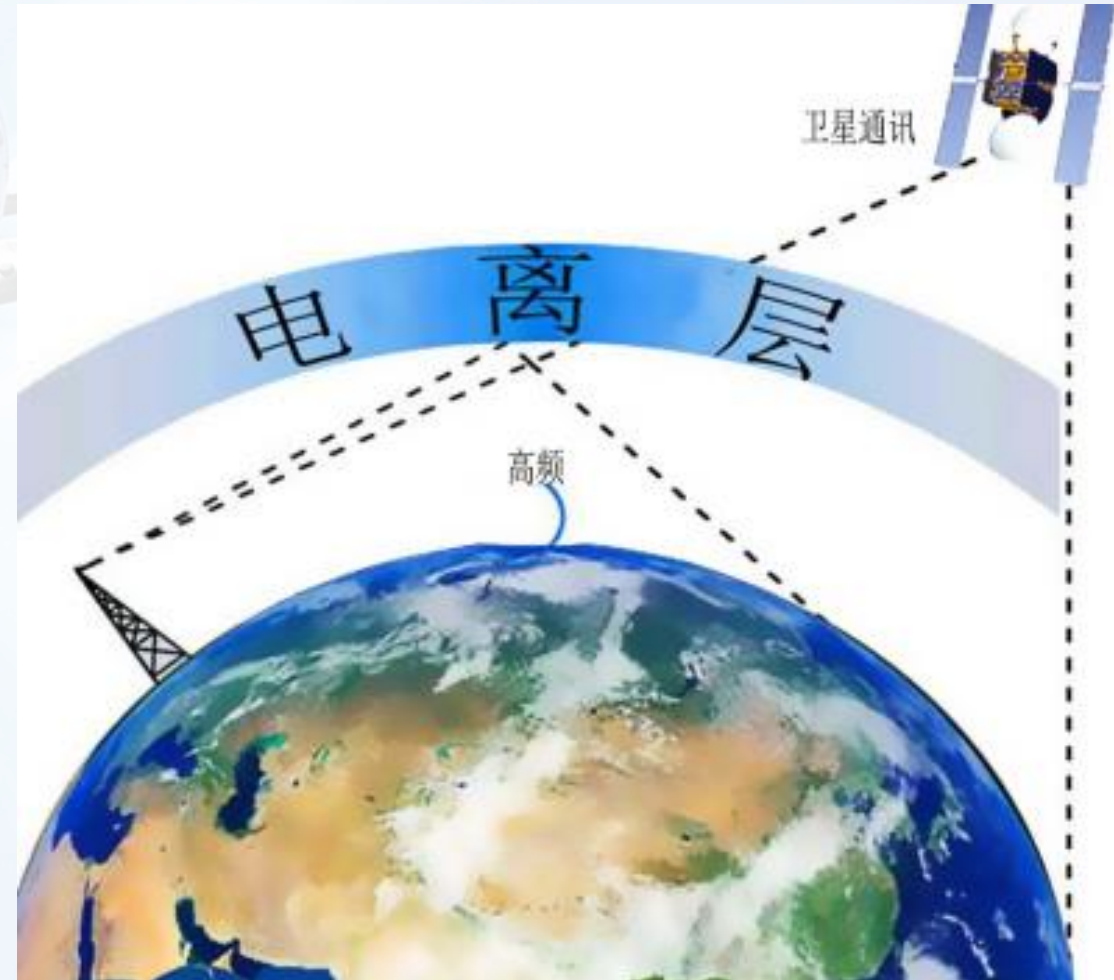
## 3.3.16.2 空地语音通信系统

### (2) 高频通信系统 (HF) 工作及系统组成

#### 1) 高频通信系统简介

高频通信系统用于长距离通信，广泛安装在远程飞机上。

地球周围高空被电离层包围，电离层可以反射高频电磁波，从而达到远距离传播的功能。但是电离层容易受到太阳活动所发出的射线干扰，从而影响高频传输效果。随着科技发展，现在卫星通信基本取代了高频通信。因为卫星通信距离远，通信效果好，并且不受自然灾害和天气影响。



## 3.3.16.2 空地语音通信系统

### 2) 高频系统部件

通常情况下远程飞机会安装两部独立的高频通信系统。

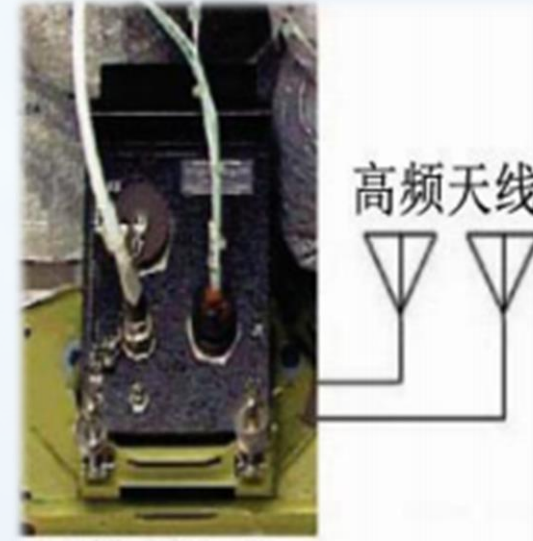
高频系统收发机位于电子舱，天线位于垂直安定面前缘内，耦合器安装在天线附近。在一些早期的飞机上，还安装第三部高频系统，天线安装在大翼翼尖处，外形类似普通的直线型天线。



HF天线



高频收发机



天线耦合器

## 3.3.16.2 空地语音通信系统

### 3) 高频工作简述

高频收发机类似VHF系统的收发机，内部包括发射功能和接收功能，输出功率为200W-400W之间。

高频系统的工作方式和VHF一样，在相应的频率调节面板上，在2-25MHz频率范围内，以1KHz或0.1KHz的频率间隔进行频率的调节。

通过按压调节面板上的AM按钮，可以切换HF的不同工作模式。

第一次按压为调幅模式，再次按压就转换为单边带工作模式，所谓单边带就是利用普通调幅波中的一条频率带来完成频率的调制。RMP上的灵敏度调节旋钮可以调整接收信号的灵敏度，某些RMP上还有SQL旋钮，用来实现杂音的抑制。早期飞机HF频率调节面板是独立的，现代飞机上多数调节功能与其他通信系统的频率调节功能集成在同一个面板上。

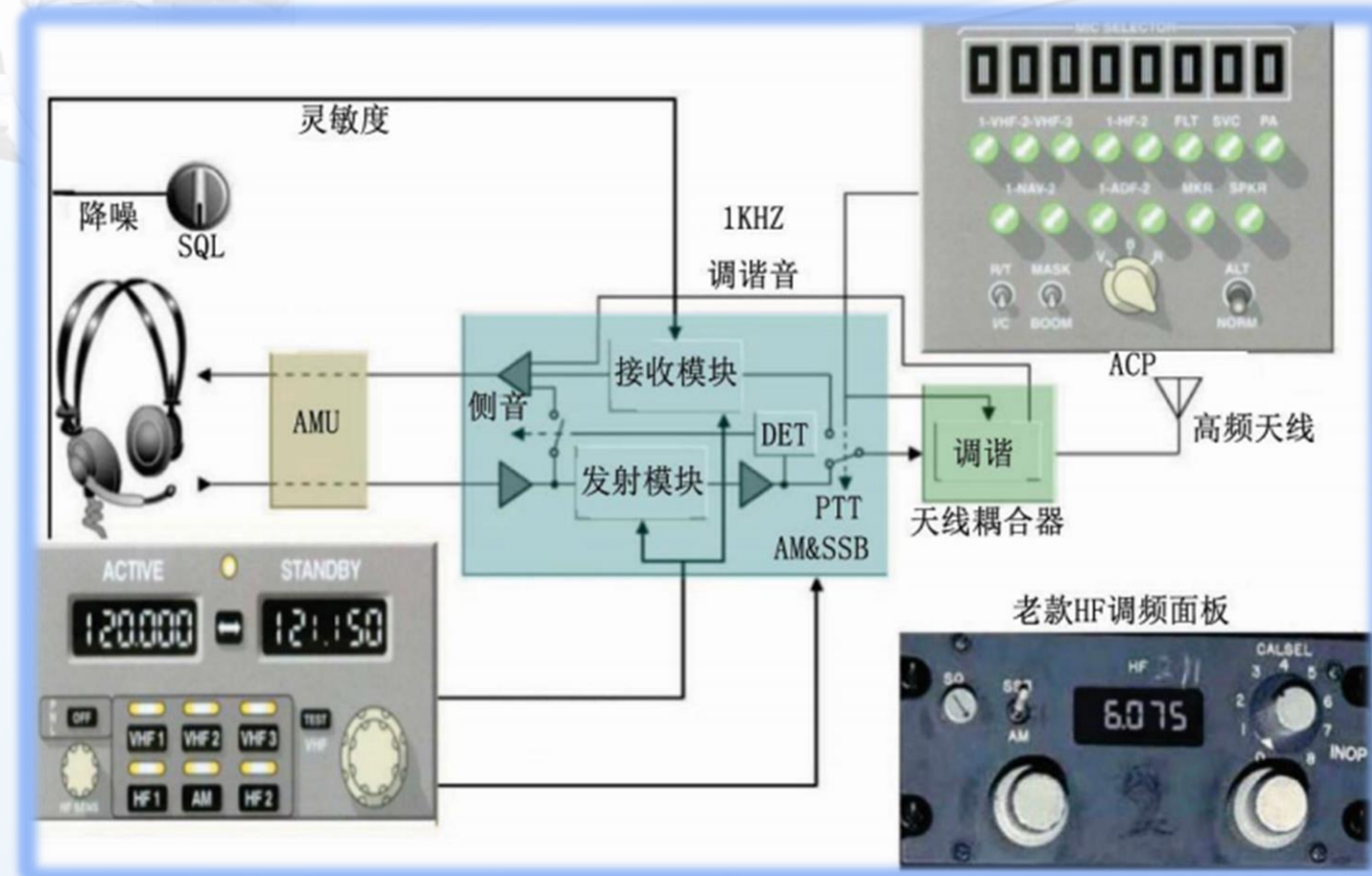
## 3.3.16.2 空地语音通信系统

### 3) 高频工作简述

高频天线发射信号前必须经过耦合器进行调谐。

当调节一个新的频率后，短暂按压一次PPT电门后系统开始调谐，在调谐期间可以听到连续的1KHZ的音频。早期飞机的调谐时间一般是10秒左右，现代飞机的调谐时间有所缩短。当天线耦合器调谐完成后，1KHz调谐音结束。这时按下PPT电门便可正常进行通信，同时可以通过侧音来监听高频通信系统是否正常完成信号发射。

工作原理图



## 3.3.16.2 空地语音通信系统

### 4) 建立高频通信具体步骤

- ① 按压发射和接收按钮并调整音量；
- ② 在频率调节面板上按压HF1和AM；
- ③ 调节频率旋钮到所需频率；
- ④ 按压频率转换按钮，将备份频率转换到在用频率显示屏上；
- ⑤ 检查频率是否繁忙，假设频率没有通信，按压PPT电门开始调谐耦合器；
- ⑥ 调谐音结束后，开始进行通信。

## 小结:

1. 甚高频通信系统的基本功用;
2. 甚高频系统的部件组成, 基本工作流程;
3. 无线电控制面板的功用, 甚高频通信系统的工作使用举例;
4. 高频通信系统的基本功用;
5. 高频系统的部件组成, 基本工作流程;
6. 甚高频通信系统的工作使用介绍。

## 3.3.16.2 空地语音通信系统

### (3) 选择呼叫系统工作及系统组成

#### 1) 选择呼叫系统介绍

选择呼叫系统（SELCAL）向飞行员提供来自航空公司或者空管塔台地面站的呼叫信号。驾驶员不必持续监听通信频道。每架飞机有不同的四字母代码用于选择呼叫，每个字母对应不同的单音频信号，地面台站发出对应的音频呼叫飞机。当飞机收到对应本机SELCAL代码时，驾驶舱内会出现灯光以及音响警告以提醒机组。



## 3.3.16.2 空地语音通信系统

### 2) 系统部件介绍

选择呼叫系统有下列部件：

#### ①选择呼叫译码器

HF和VHF收发机接收来自地面站的SELCAL音频信号，收发机将收到的音频送往SELCAL译码器。如果这些音频信号与来自程序开关组件的代码相同，译码器则向选呼控制面板送出信号来点亮提示灯，译码器也送出接地信号来吸合选择呼叫音响警告继电器。

#### ②选择呼叫控制面板

当选择呼叫译码器接收到呼叫信号时，向SELCAL控制面板送出地信号，该地信号点亮接收到呼叫的收发机所对应的提示灯，按压提示灯开关可以复位译码器通道。部分飞机取消独立面板，该功能集成到ACP中。

## 3.3.16.2 空地语音通信系统

### 2) 系统部件介绍

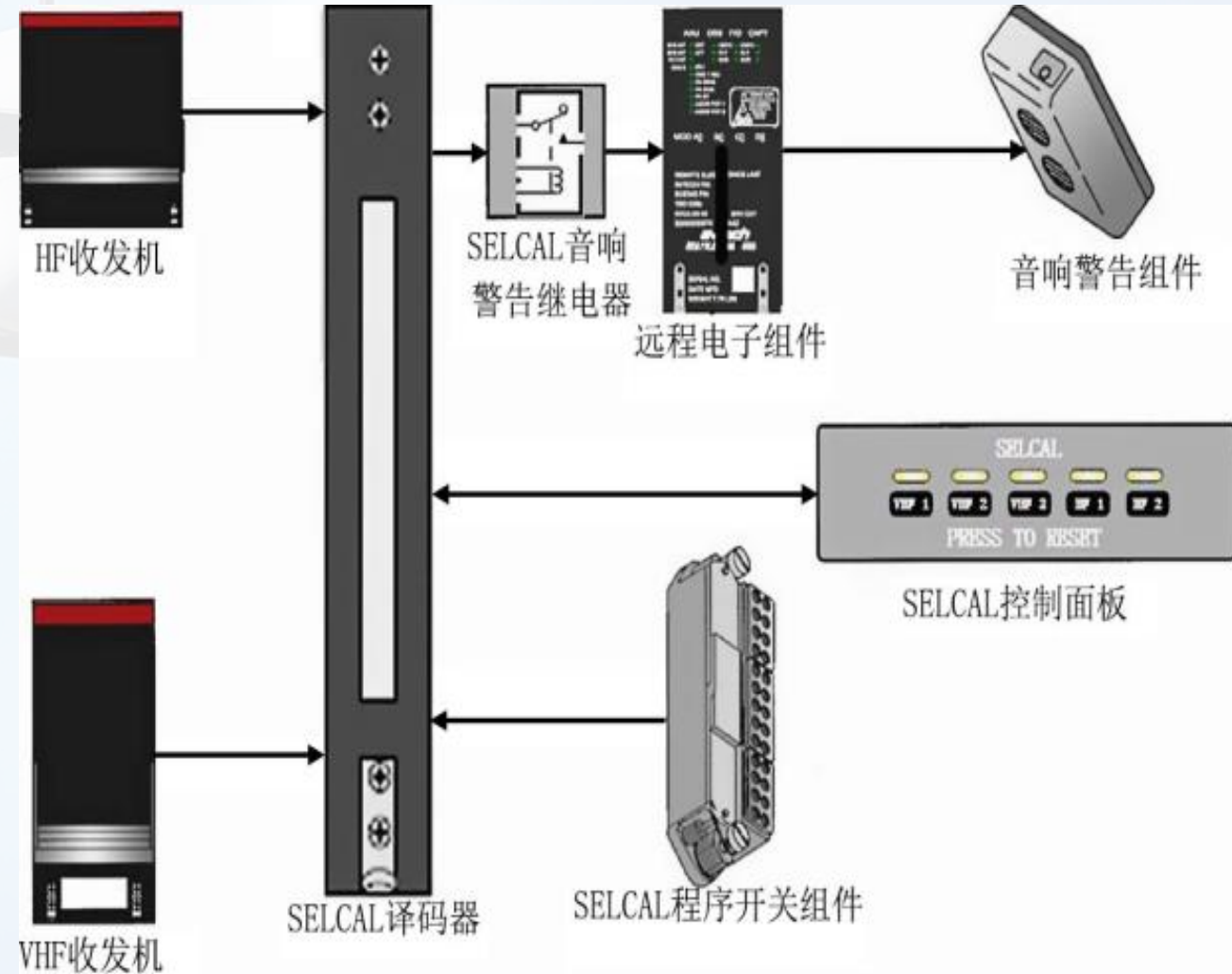
选择呼叫系统有下列部件：

#### ③选择呼叫程序开关组件

SELCAL程序开关组件存储飞机的SELCAL代码。当飞机通电时，程序开关组件向SELCAL译码器提供本机SELCAL代码。

#### ④选择呼叫音响警告继电器

SELCAL译码器送出接地信号吸合音响警告继电器，吸合的继电器输出28伏直流电经REU给音响警告组件。音响警告组件会产生高/低谐音，用于音响提示。



## 小结:

1. 选择呼叫系统功用;
2. 选择呼叫系统基本部件组成: 选择呼叫译码器、控制面板、程序开关组件、音响警告继电器, 各部件的基本工作原理。



### 3.3.16.3 数据链通讯

### 3.3.16.3 数据通信

#### (1) 飞机通信寻址和报告系统

##### 1) ACARS简介

飞机通信寻址和报告系统(ACARS)是数据通信系统，可以实现飞机与航空公司操作中心AOC或空管站之间的数据传输。ACARS根据飞机位置和航空公司选择的数据网络，使用VHF3、HF或者卫星通信系统与地面传输信息。ACARS系统将数据发送给ACARS地面站，然后转发给航空公司AOC或者空管站，这个方向的数据传输叫做下行数据链。反之，从地面传给飞机发的信息就叫上行数据链。

ACARS在飞行过程中既可以自动发送和接收报告，也可以人工发送和接收。

### 3.3.16.3 数据通信

#### 2) 自动报告

不同飞行阶段可以自动发送多种报告，具体如下：

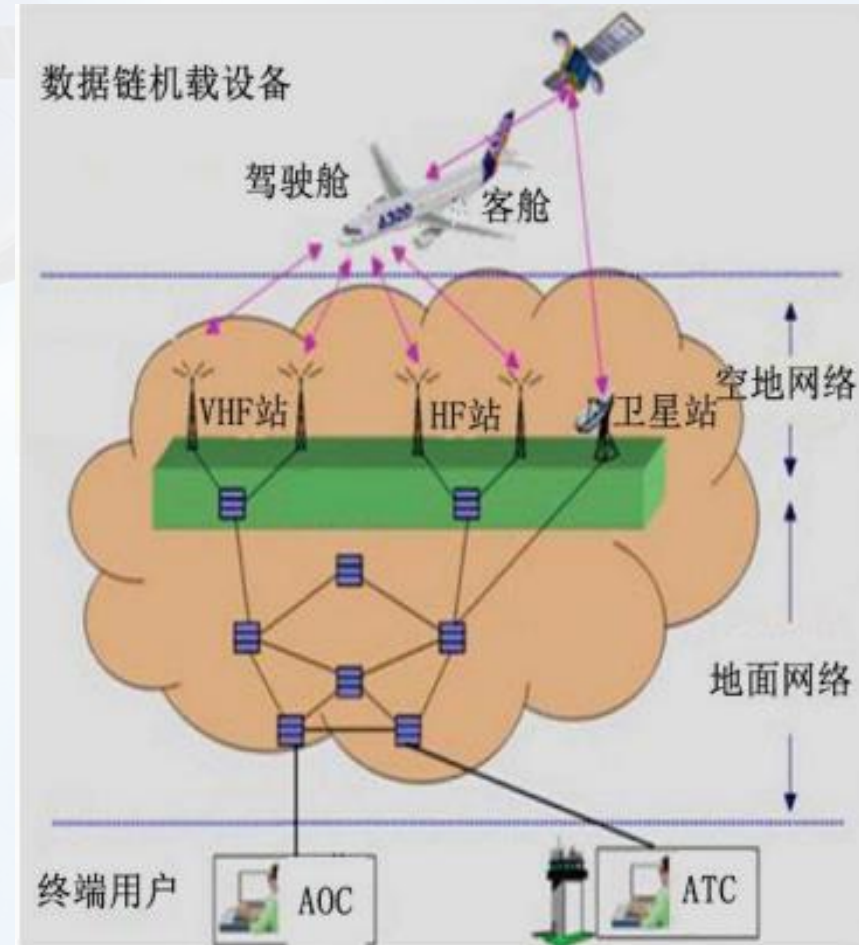
**OUT报告：**飞机所有舱门关闭并推出时发送推出报告；

**OFF报告：**飞机离开地面，空地电门置空时发送起飞报告；

**ON报告：**飞机着陆，空地电门置地时发送降落报告；

**IN报告：**飞机停好，任意一个舱门被打开时发送到达报告。

预计到达时间(ETA)在前120min、20min和7min自动发送预达报告。



### 3.3.16.3 数据通信

#### 3) 人工报告

在飞机起飞前，地面会通过ACARS给飞行员发送执行航班的舱单报告，这是通过上行数据链发送的。如果地面站希望通过语音通信与机组人员联系，则向飞机发送呼叫请求。这可以用来代替旧的选呼系统。

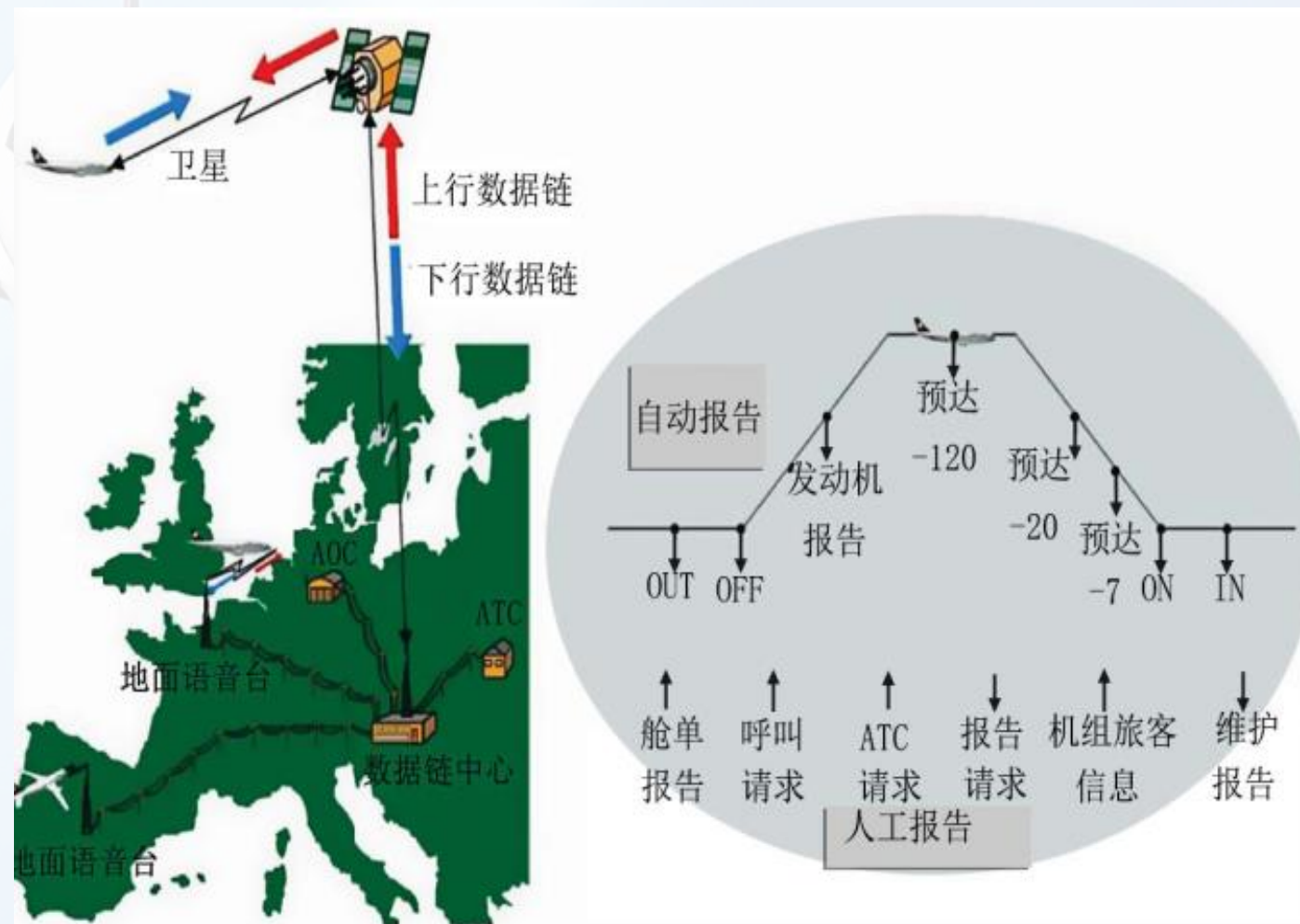
机组也可以通过下行数据链发送信息请求，例如机场通报、天气报文、机组或乘客人员信息等等。航空公司也可以通过ACARS上行数据链发送通知，例如中转旅客登机口信息、机组下一班执飞航班信息等等。中央维护计算机系统(CMCS)也可以将测试结果或维护报告通过ACARS系统发送到航空公司维修控制中心。

### 3.3.16.3 数据通信

#### 3) 人工报告

空管站也可以通过ACARS向飞机发送指令，比如保持速度、调整航向等信息等。

飞机与航空公司AOC站之间的数据传输称为AOC功能，与空管站之间的数据传输称为ATC功能。



### 3.3.16.3 数据通信

#### 4) ACARS操作

##### 操作1

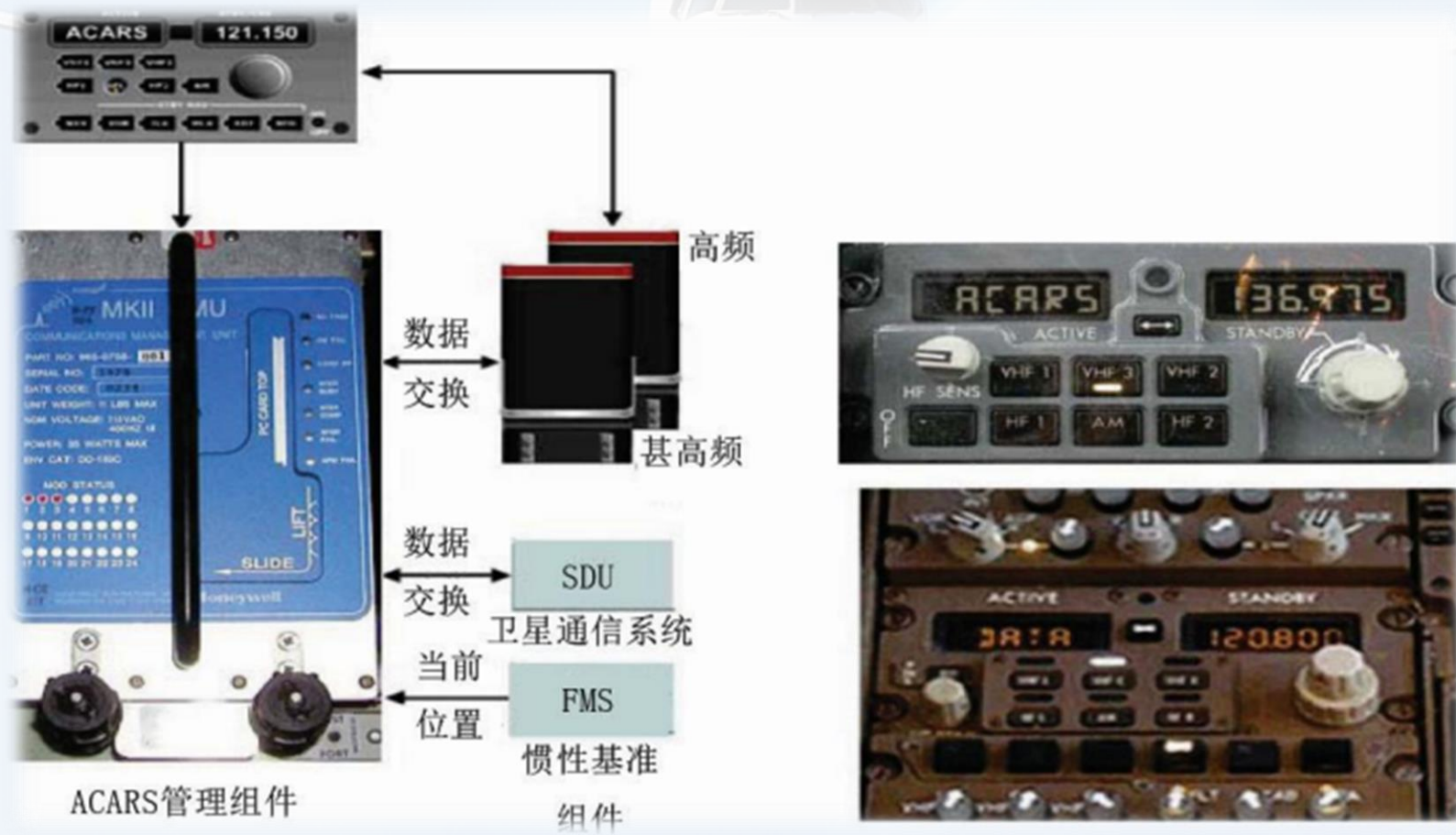
ACARS计算机也叫做ACARS管理组件 (ACARS MU), 与VHF,HF,SATCOM进行交联。当ACARS系统使用VHF3进行工作时, 可以在RMP面板的工作频率窗口看见DATA或ACARS显示, 因为ACARS会自动选择所需频率, 所以工作于数据模式时频率显示窗口不显示实际工作频率。

如果飞机所处空域没有VHF地面站, ACARS将根据FMC或IRS提供的位置信息使用SATCOM或HF进行数据通信。

### 3.3.16.3 数据通信

#### 4) ACARS操作

操作1



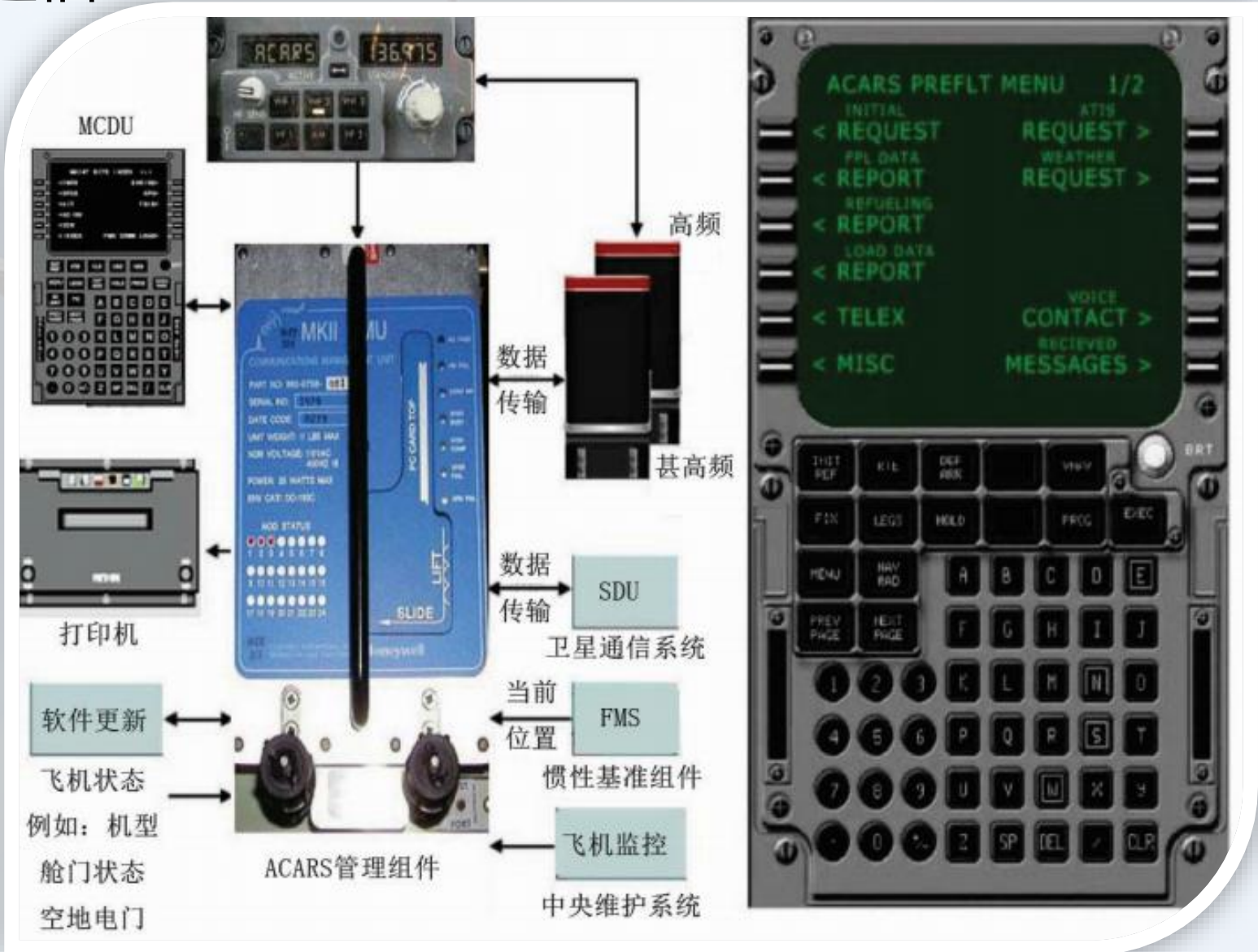
### 3.3.16.3 数据通信

#### ACARS操作2

ACARS从中央维护计算机和飞机状态监测系统获取维修相关数据，从几个离散信号(例如空地电门)获取飞机状态信息，并可以通过数据装载机进行软件升级。ACARS系统使用MCDU进行控制，也可以通过打印机打印相关报告。在飞行过程中，可以查阅上行报告，也可以发送下行报告，还可以向地面发送请求以获得更多帮助，这些都可以在MCDU的ACARS主菜单里进行选择。

### 3.3.16.3 数据通信

ACARS操作2



### 3.3.16.3 数据通信

#### ACARS杂项页

在ACARS菜单的杂项页面中，可以查看世界不同地区的ACARS频率信息。所谓OOOI指的是：推出登机门——Out of the gate；离地——Off the ground；着陆——On the ground；停靠登机门——Into the Gate，工业上简称OOOI。

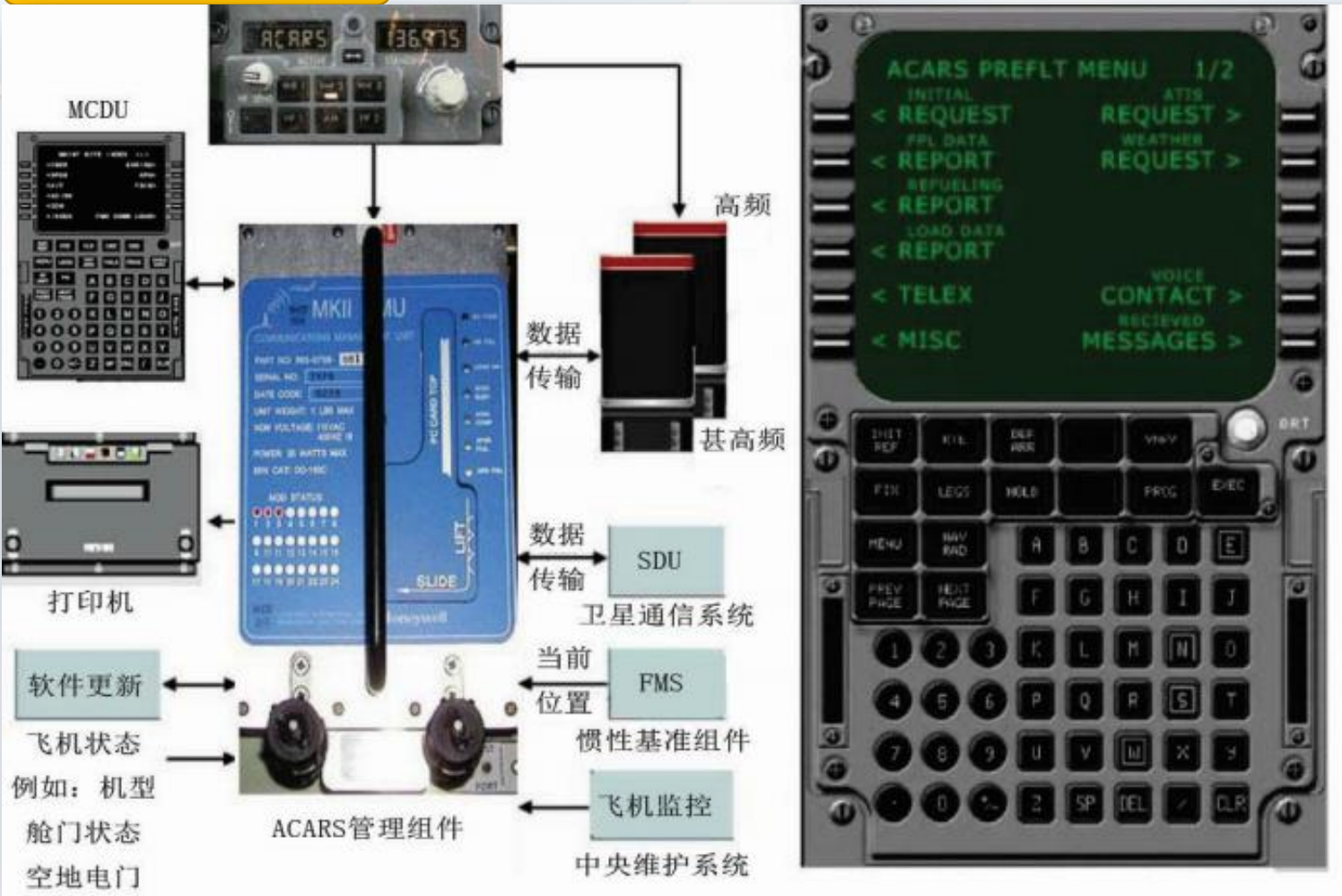
这些OOOI是由ACARS管理单元通过飞机上各种传感器（例如舱门、停留刹车和起落架上的开关传感器）的输出信号来确认的。

OOOI状态选项提供有关OUT、OFF、ON和IN下行链接的信息，并允许检查和编辑状态。VHF和SATCOM统计选项显示接收和发送报告的次数，参数页面提供对编码信息的访问。

在每一飞行阶段的开始时刻，ACARS将一个数字报文发送到地面，其中包括飞行阶段名称、发生时刻，以及其他诸如燃油量或始发地和目的地。

### 3.3.16.3 数据通信

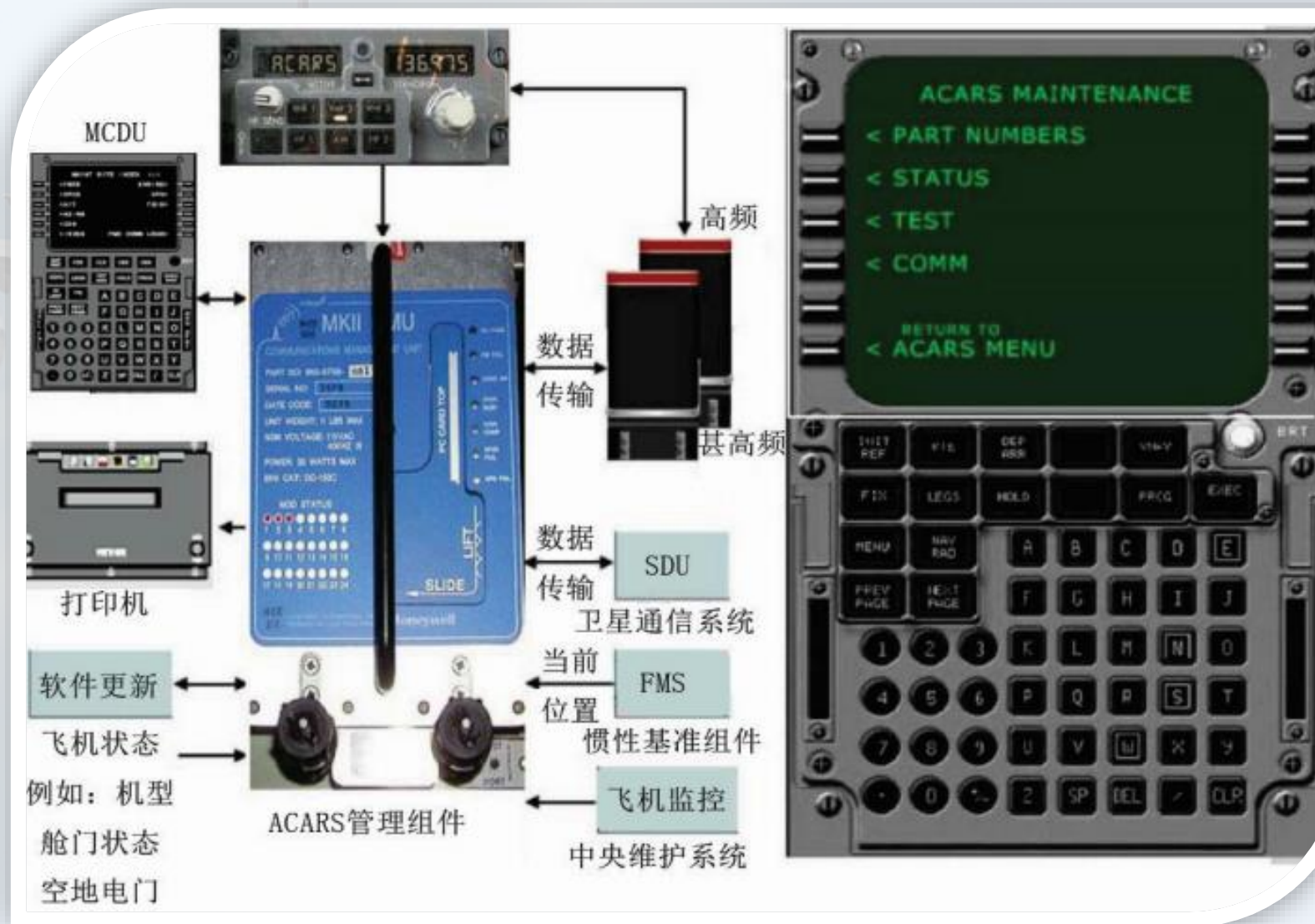
#### ACARS杂项页



### 3.3.16.3 数据通信

#### ACARS维护页

在ACARS维护页面，  
 部件号选项可以查询  
 ACARS系统的部件件号。  
 状态选项可以查看ACARS  
 系统的系统状态，测试选项  
 可以进行ACARS系统的各  
 种测试，通信选项可以查看  
 VHF、HF和卫星通信的链  
 接状态。



## 小结:

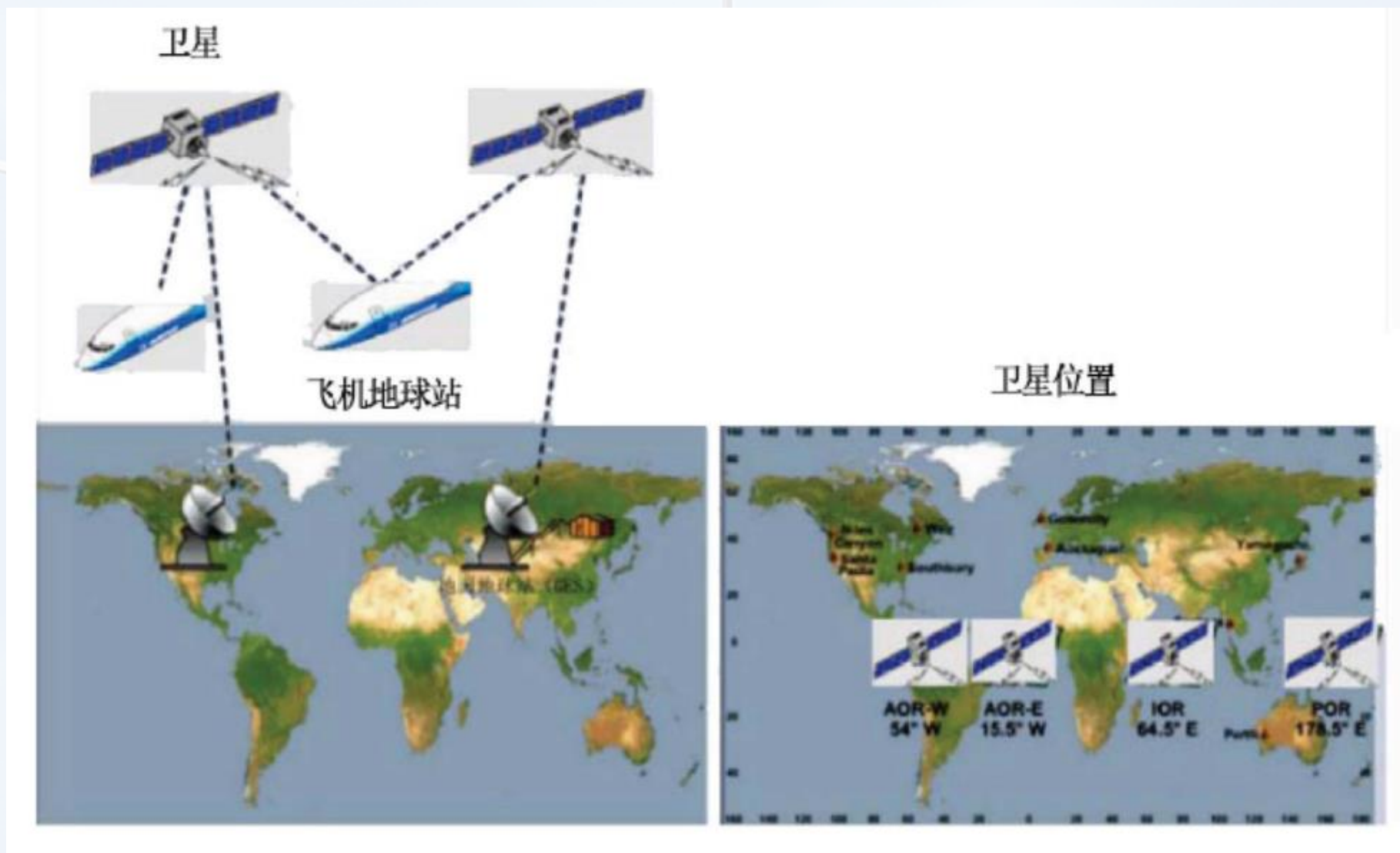
1. ACARS系统的基本功用;
2. ACARS系统的自动报告, 不同阶段的报告内容;
3. ACARS系统的人工报告, 可发报的内容及对空地交流的功用;
4. ACARS系统的主要操作方式。

### 3.3.16.3 数据通信

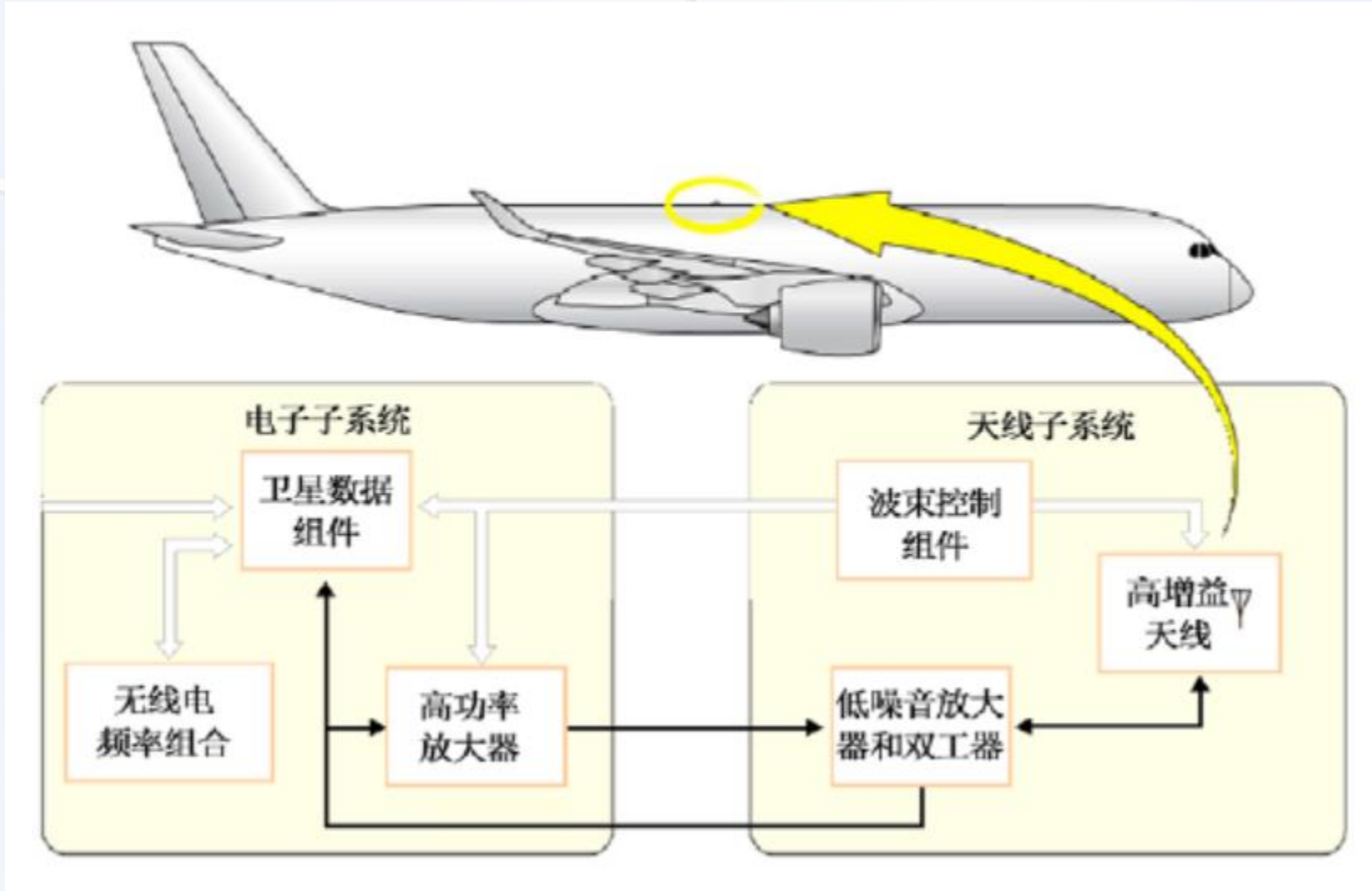
#### (2) 卫星通信系统 (SATCOM) ,VDL数据链通信



### 3.3.16.3 数据通信



## 3.3.16.3 数据通信



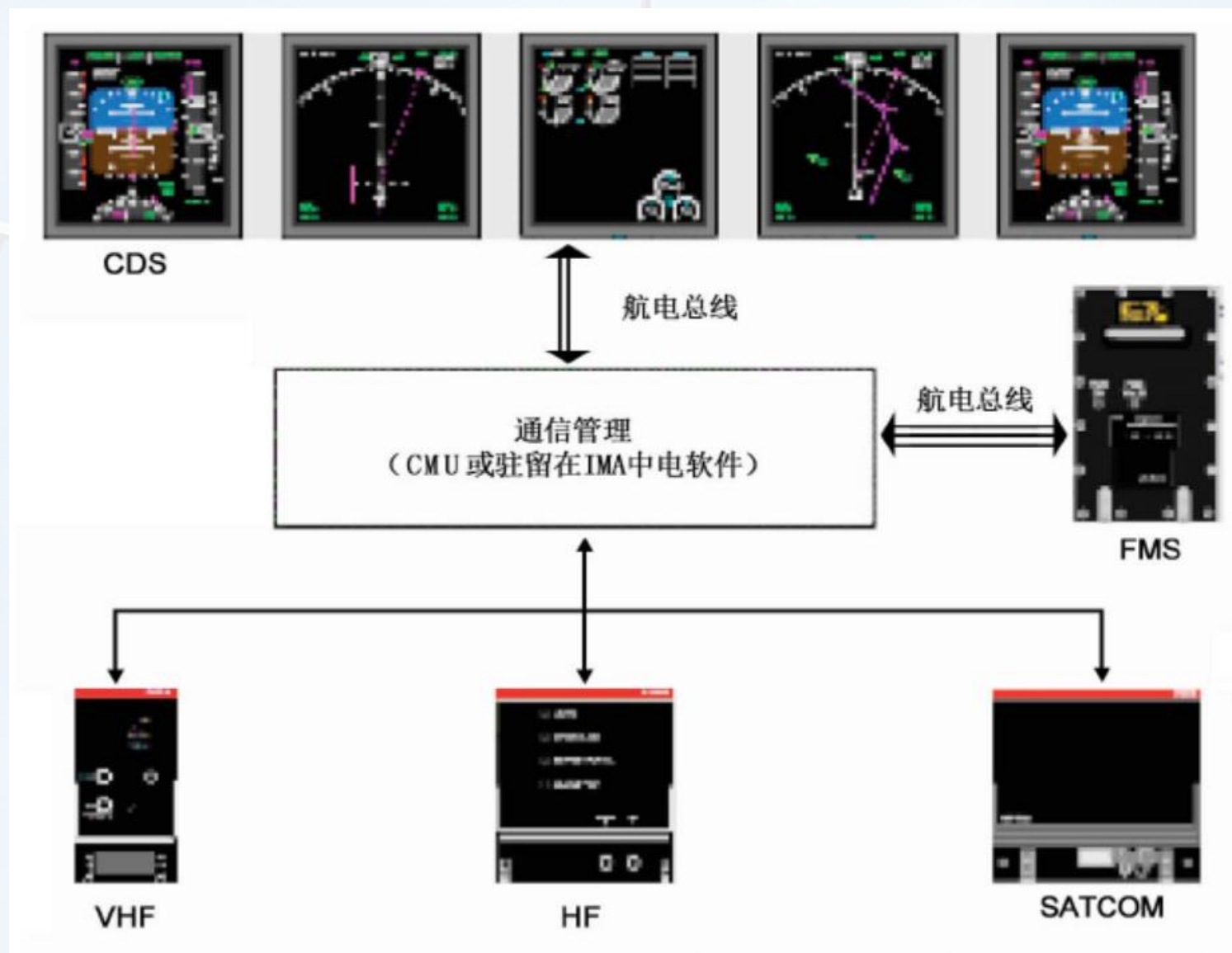
### 3.3.16.3 数据通信

#### (3) 数据通信管理系统

通信管理的功能主要包括:

- (1) 支持ATS、AOC、AAC等多种应用；
- (2) 支持多种数据链子网络的运行，；
- (3) 作为终端系统产生和处理数据链路消息；
- (4) 接收来自其他系统的各种应用消息；
- (5) 接收来自数据子网的ACARS和ATN消息，CMU或CMF处理，将消息送往其它系统；
- (6) 提供与飞机其它系统的接口，并与这些系统进行综合，为机组实现安全飞行操作提供必要的数据库。

## 3.3.16.3 数据通信



## 小结:

1. 卫星通信系统的基本功用;
2. 卫星通信系统的组成、主要类型;
3. 在航空中使用的卫星通信系统种类和组成;
4. 数据通信管理系统的主要组成和实现功能。



## 3.3.16.4 内话系统

### 3.3.16.4 内话系统

(1) 音频管理组件；内话和广播系统工作原理及系统组成

#### 1) 音频管理组件

音频管理系统主要由以下组成：

- **计算机音频管理组件 (REU)**：管理所有音频信号的传输；
- **3个音频控制面板 (ACP)**：控制发射和接收以及音量的调节；
- **音响设备**：吊杆耳机BOOMSETS，头戴耳机HEADSETS，麦克风等；
- **2个扬声器**：管理驾驶舱的音量。

### 3.3.16.4 内话系统

音频管理系统为机组人员提供以下功能：

无线电通信（VHF，HF，SATCOM）；

驾驶舱人员之间的通信；

机组呼叫系统。

### 3.3.16.4 内话系统

#### 2) 飞行内话

主要功用为：

- ① 机长、副驾驶和观察员之间的内部通话；
- ② 机长、副驾驶对无线电通信发射机的选择、发射控制和音频输入；
- ③ 机组成员对导航接收机音频信号的选择收听以及音量调节；
- ④ 机组成员与地勤人员之间的联络通话。



## 3.3.16.4 内话系统

### 3) 旅客广播系统

旅客广播（PA）系统为旅客提供相关的提醒信息，例如来自驾驶舱的安全提醒、来自客舱乘务员的安全提醒、来自机载收音机的预录通知、登机音乐，娱乐系统等提醒和播放信息。为防止同时进行客舱广播造成声音混淆，PA系统的音频输入设置了优先权，每次只能有一个音频信号被处理。PA系统的控制计算机设计了优先逻辑对不同信号进行等级排序，最高优先级为驾驶舱机组人员的PA，第二优先级是客舱前部乘务员的PA，第三优先级预录应急广播，第四优先级是机上的娱乐系统音频（包括登机音乐）等。

PA系统的计算机在波音飞机上是一个单独的组件：PA放大器；在空客飞机上属于客舱内部数据通信系统（CIDS）的一部分。PA系统发生的谐音提示不通过优先逻辑控制，可以和其他通知一起给出。当旅客按压呼唤铃的时候，乘务员会听到一声高谐音，当机组和乘务员互相呼叫时会响起高低谐音，当禁止吸烟或系好安全带提示时会响起一声低谐音。

## 3.3.16.4 内话系统

### 3) 旅客广播系统

旅客广播在如下两种情况下会自动增加音量：当任意一台发动机启动时，客舱扬声器会自动增加一定音量；当客舱失压造成氧气面罩释放时，客舱扬声器也会自动增加一定的音量。对于波音或者空客飞机都遵循这个逻辑，两种机型只是增加音量的分贝数不一样。

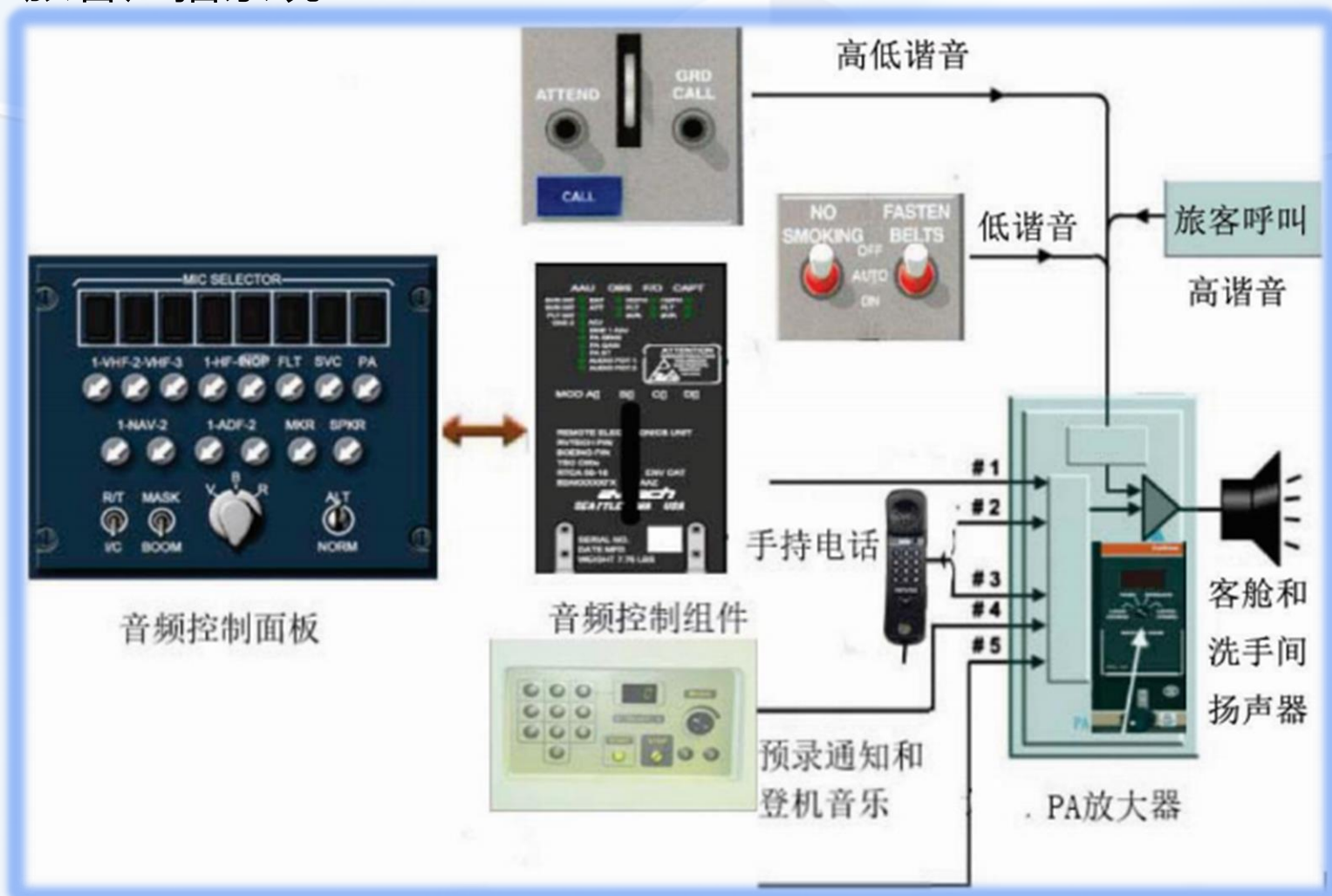
当驾驶舱机组人员要对客舱进行广播时，需要按压ACP面板上的PA按钮，某些构型的需按压并保持住才能进行广播。配备手持电话的飞机可以使用电话直接进行客舱广播，旁通ACP的选择。客舱广播时驾驶舱的机组人员可以听到广播，并且确认语音正确发送到客舱。

当客舱乘务人员要对客舱进行广播时，需要使用客舱内的手持电话，按压手持电话上的PA功能按钮，进行旅客广播。如果客舱扬声器正在进行娱乐系统的功能，由于优先逻辑的原因，旅客娱乐系统将会暂停，客舱扬声器将会听到乘务员的旅客广播。

### 3.3.16.4 内话系统

#### 3) 旅客广播系统

系统工作原理图



## 小结:

1. 音频管理组件的主要组成;
2. 飞行内话系统的组成和功用;
3. 旅客广播系统的主要功用、系统组成和工作方式。

### 3.3.16.4 内话系统

#### (2) 客舱内话系统

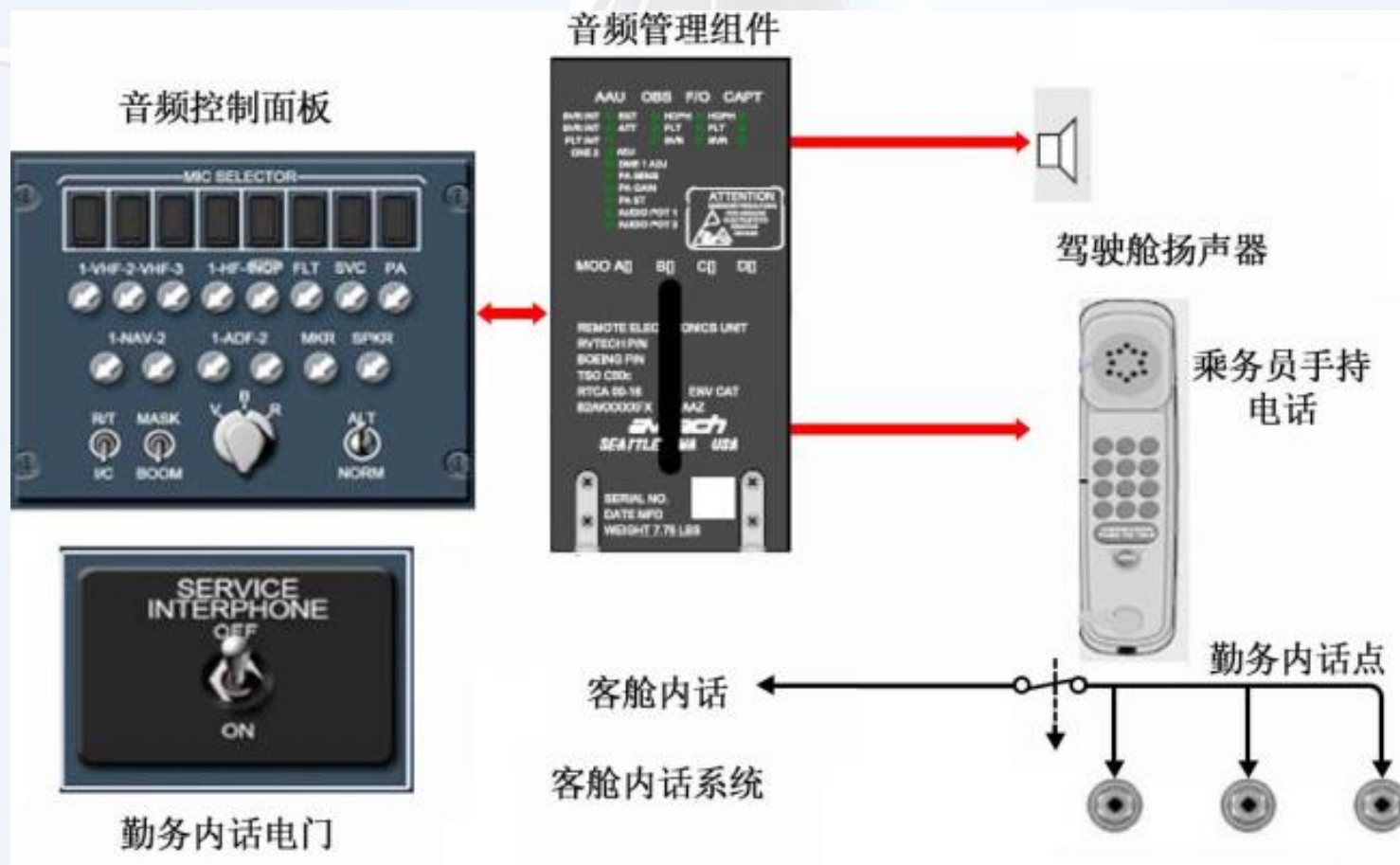
客舱内话系统用于客舱乘务员、驾驶舱机组人员和飞机各勤务内话点之间的内部通信。机组人员在驾驶舱音频控制面板（ACP）上选择“客舱/勤务”内话功能，即可利用吊杆耳机或者手提话筒和客舱或者地面勤务点通话。客舱乘务员在各个站位处的手持电话上选择相关的功能或者数字按键，就可以建立和驾驶舱机组或者其他站位处的乘务员进行通话。当乘务员呼叫驾驶舱的时候，驾驶舱内的乘务员呼叫灯点亮，并伴随谐音提醒。机组按压音频控制面板（ACP）上“客舱/勤务”按钮即可和乘务员进行通话，灯光提醒会自动熄灭。

### 3.3.16.4 内话系统

#### (2) 客舱内话系统

客舱内话系统用于客舱乘务员、驾驶舱机组人员和飞机各勤务内话点之间的内部通信。

客舱内话原理图



## 3.3.16.4 内话系统

### (3) 勤务内话系统

飞机内外前后都有勤务内话插孔用于维修人员之间联络，我们称为勤务内话。勤务内话是客舱内话的一部分，使用前需要在ACP上按压勤务内话按钮，由于勤务内话插孔位置容易受到外部环境腐蚀，如果无法进行通信，需仔细检查故障原因。驾驶舱头顶面板上的勤务内话开关（SEVICEINTERPHONE SW）置于ON时，则可在飞机各勤务内话点处进入勤务内话系统。当头顶板上的勤务内话开关位于“OFF”位时，机上各勤务内话插孔只能收听勤务内话系统的音频。此开关在空中应置于断开（OFF）位，以抑制飞机外部的杂音通过勤务内话的耳机插孔进入到驾驶舱，干扰驾驶舱正常的通信系统。在地面时置于接通（ON）位，可保证在地面维护工作中与各维修点间的联络。

## 小结:

1. 客舱内话系统的主要功用，基本工作方式；
2. 勤务内话系统的组成和工作方式。



## 3.3.16.5 话音记录系统及应急定位发射机

### 3.3.16.5 话音记录系统及应急定位发射机 (ELT)

#### (1) 驾驶舱话音记录系统 (CVR) 工作原理、工作模式

##### 1) CVR概述

驾驶舱话音记录器  
(CVR)

驾驶舱内的话音  
机组人员与地面的通  
信话音  
机内通话  
驾驶舱内的谈话



①循环记录的磁带  
②数字式固态存储器  
(现代飞机多采用)

### 3.3.16.5 话音记录系统及应急定位发射机 (ELT)

#### 2) 话音记录系统的部件

① 话音记录器通常安装在飞机尾部，它的前部安装一个水下定位信标 (ULB)，水下定位信标单独安装电池供电，需要定期更换（水下定位信标的工作原理与飞行数据记录器FDR部分介绍的ULB完全相同，详细内容请见FDR）。

② 控制面板安装在驾驶舱头顶版上，用于对话音记录器系统组件进行控制和监测，探测驾驶舱声音和谈话，并控制CVR抹音的功能。

③ 驾驶舱区域麦克风安装在控制面板上或单独安装在驾驶舱，它来记录驾驶舱。

④ CVR控制开关，用于测试时在地面给CVR供电。



### 3.3.16.5 话音记录系统及应急定位发射机 (ELT)

#### 3) CVR工作模式

两个工作模式：

- ① **记录**模式：CVR记录4个音频通道信息。
- ② **抹音**模式：为保护机组人员隐私，可以抹除录音信息。

CVR抹除功能的条件是：**飞机在地面**

### 3.3.16.5 话音记录系统及应急定位发射机 (ELT)

#### 4) CVR供电工作原理和测试

CVR的供电逻辑分为两种情况：第一种是飞机开始通电，CVR自动开始工作，飞机断电，CVR停止记录；第二种是当任意一台发动机工作或飞机空地信号给出飞机在空中状态时，CVR自动工作，当飞机着陆后发动机关车5分钟后CVR停止工作。

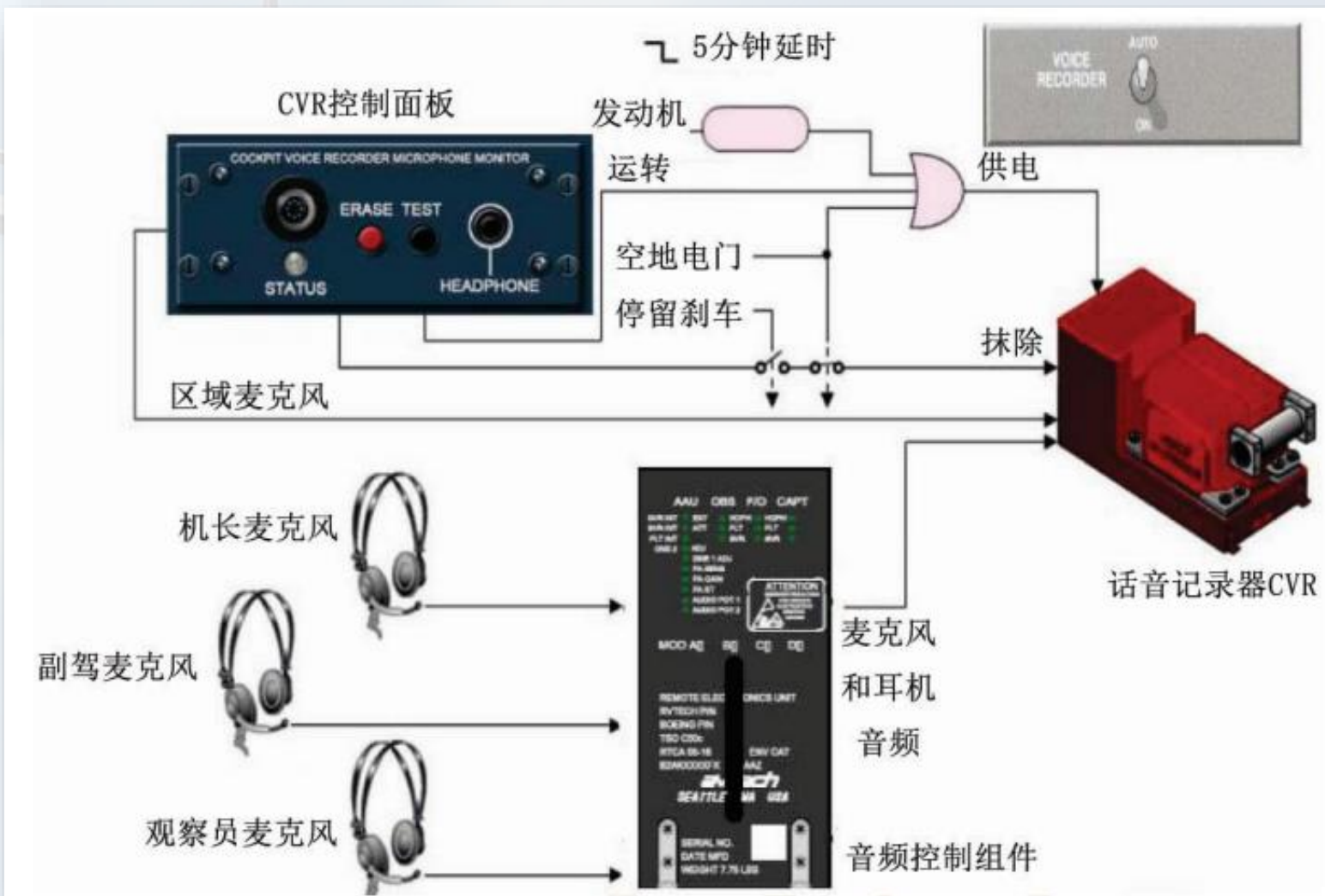
CVR的测试通过按压控制面板上测试电门来检查CVR系统是否工作正常。针对不同供电逻辑的飞机，测试的初始条件不同。第一种供电逻辑直接按压测试电门可以进行测试；第二种供电逻辑在测试之前需要接通控制面板或者单独面板上的CVR供电开关，才可以进行测试。

### 3.3.16.5 话音记录系统及应急定位发射机 (ELT)

#### 4) CVR供电工作原理和测试

按压测试电门后开始测试，此时记录器会在四个通道上记录一个测试信号，仪表指针会偏转到绿色区域或绿色灯闪亮，插上监听耳机可以监听测试音频。现代飞机也可以在多功能控制显示组件

(MCDU) 里进行测试，具体测试步骤请参阅相关机型维修手册。



### 3.3.16.5 话音记录系统及应急定位发射机 (ELT)

#### (2) 应急定位发射机工作原理

应急定位发射机的英文全称为Emergency Locator Transmitter (ELT)，它安装在飞机上的作用是飞机在紧急情况下（意外迫降到水中或机场以外的地方等），ELT发射机向卫星、其他飞机和空中交通管制台发送无线电求救信号和飞机位置信息，帮助救援人员查找到需要救援的飞机。

飞机上安装的ELT一般为两种：

- 1) 机载固定式
- 2) 人工便携式

### 3.3.16.5 话音记录系统及应急定位发射机 (ELT)

#### (2) 应急定位发射机工作原理

##### 1) 机载固定式

机载固定式ELT安装在机身后部上端,它连接到机载的专用发射天线。它可以通过下面两种方式激活:

- 1) 自动方式: ELT内部探测到飞机在纵轴上出现至少5G的加速度(如大的碰撞等);
- 2) 人工方式: 机组人员通过驾驶舱ELT控制面板上的发射电门。

### 3.3.16.5 话音记录系统及应急定位发射机（ELT）

#### (2) 应急定位发射机工作原理

##### 2) 人工便携式

人工便携式ELT安装在飞机客舱的固定区域，一般来说救生筏里也有配备，它本体有自己的天线。人工便携式ELT也可以通过两种方式激活：

- 1) 自动方式：ELT浸入水中（如飞机水上迫降）可自动激活；
- 2) 人工方式：机组人员在应急情况下通过ELT本体上的专用电门来激活。

### 3.3.16.5 话音记录系统及应急定位发射机 (ELT)

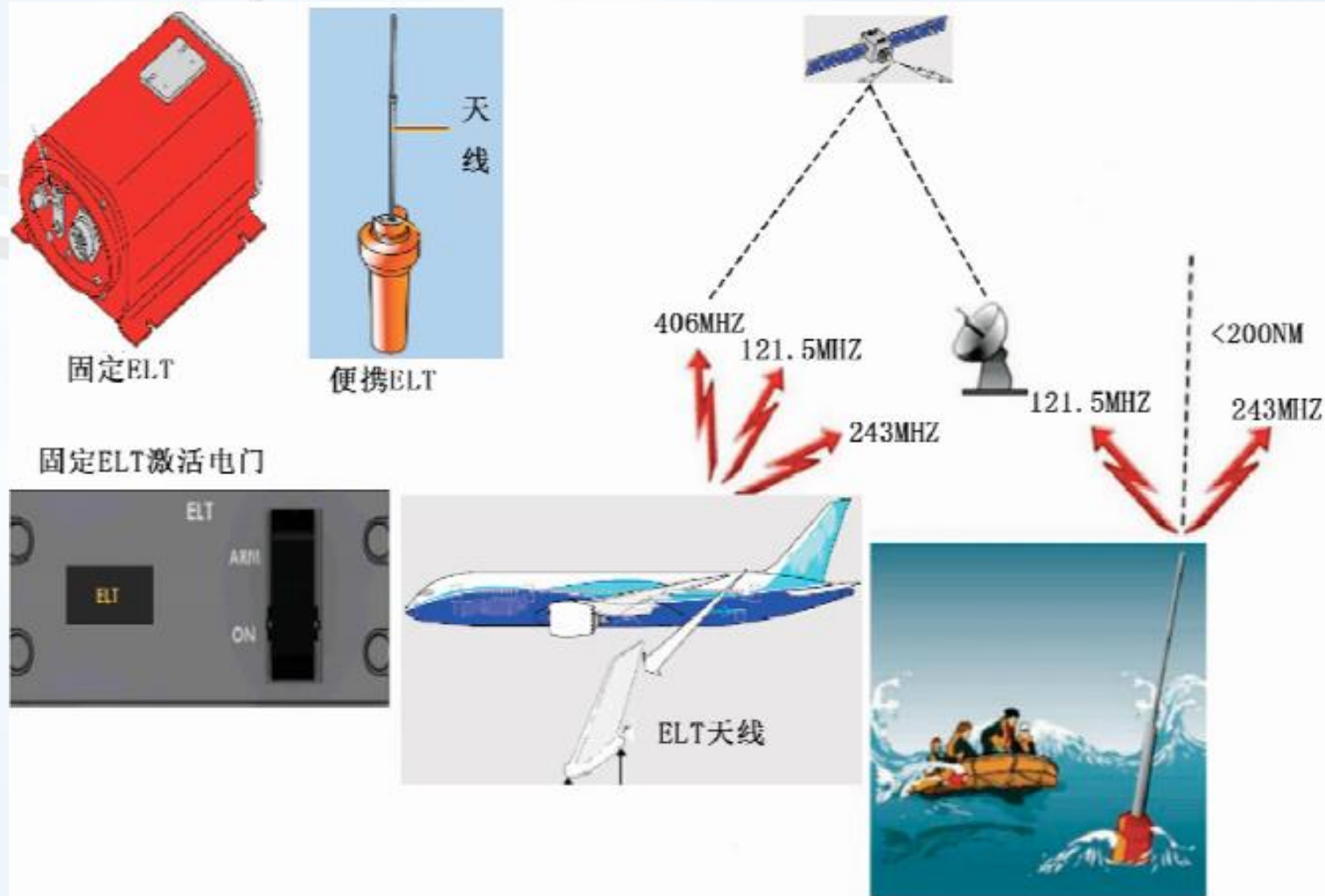
#### (2) 应急定位发射机工作原理

ELT可以通过无线电频率121.5MHz或者243MHz发送连续的至少48小时（现代飞机至少72小时）的求救信号，来协助救援人员找到飞机的位置。121.5MHz和243MHz发射范围大约为200海里，有助于救援人员缩小搜索范围。机载固定式ELT还可以通过机载天线发射一个406MHz的应急数字信号，这个信号发送到专用的救援卫星，卫星接收这些信号计算出飞机的位置把这些数据发送到地面站，地面站使用这些数据来识别飞机位置区域，这个信号发送时间可以持续24个小时。

### 3.3.16.5 话音记录系统及应急定位发射机 (ELT)

#### (2) 应急定位发射机工作原理

除非紧急情况下，不要给ELT系统接通电源，因为一旦接通，地面台就会收到求救信息，搜救工作就会立即展开。关于各个机型的ELT测试，需要严格按照机型飞机维修手册进行。



## 小结:

1. 驾驶舱话音记录系统的工作原理;
2. 驾驶舱话音记录系统的基本组成部件: CVR、控制面板、控制组件、控制开关;
3. CVR工作模式: 记录模式、抹音模式, 各模式的基本功用;
4. CVR的供电工作原理及其测试;
5. 应急定位发射机的类型: 机载固定式、人工便携式, 其工作原理。



## 3.3.16.6 典型飞机的通信系统维护介绍

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### (1) 典型飞机通信系统及部件识别

#### 1) 飞机高频通讯系统部件识别



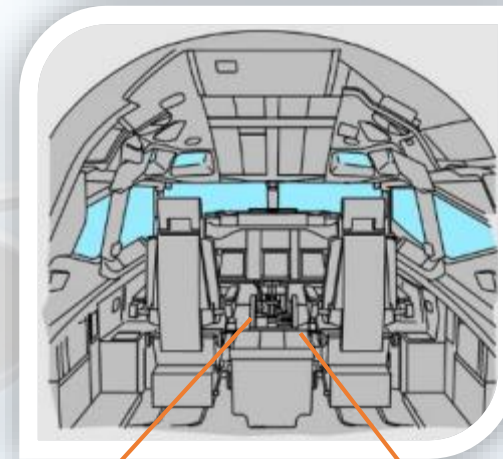
①高频天线耦合器



③高频收发机



②高频天线



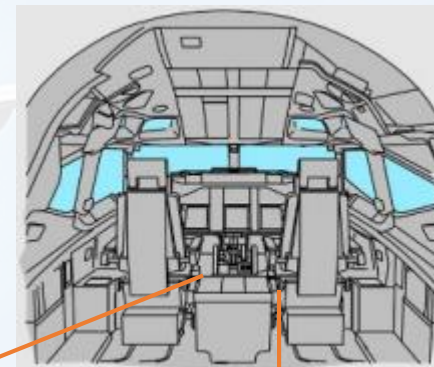
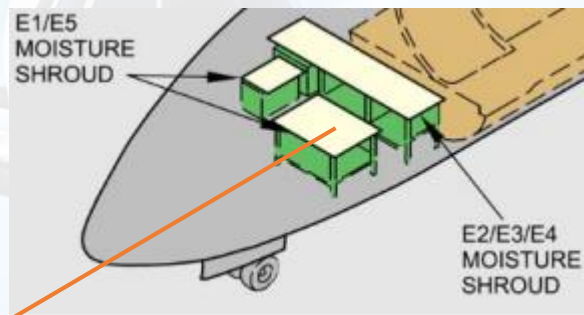
④无线电通信面板



⑤音频控制面板

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 2) 飞机甚高频通信系统部件识别



① 甚高频天线



② 甚高频收发机



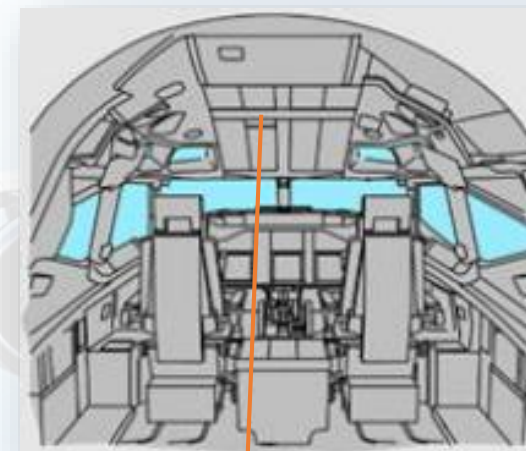
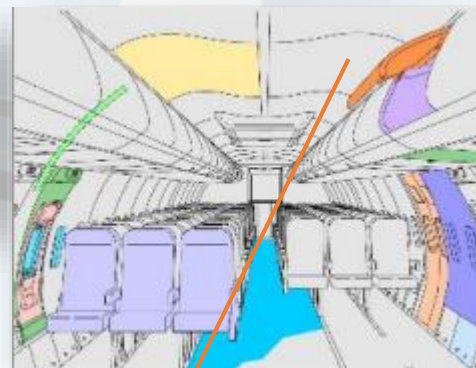
③ 甚高频控制面板



④ 音频控制面板

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 3) 飞机应急定位发射机系统部件识别



① 应急定位发射机天线



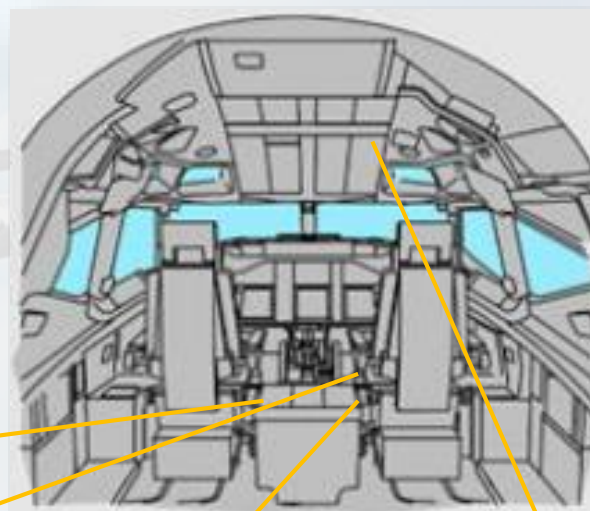
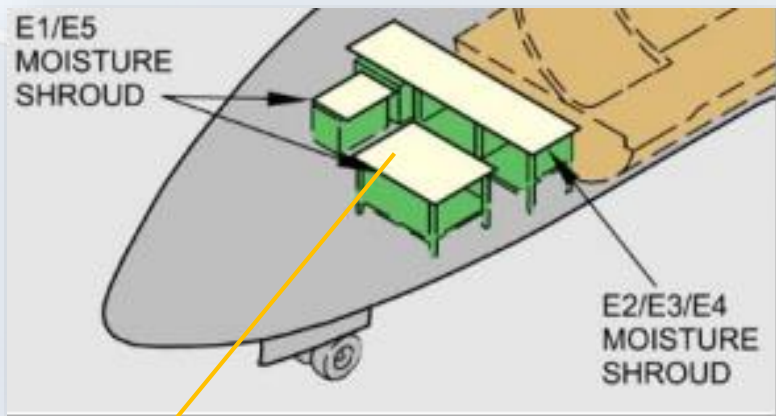
② 应急定位发射机



③ 应急定位发射机面板

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 4) 飞机通信寻址与报告系统部件识别



① 飞机通信寻址与报告系统管理组件



② 打印机



③ 音频警告模块



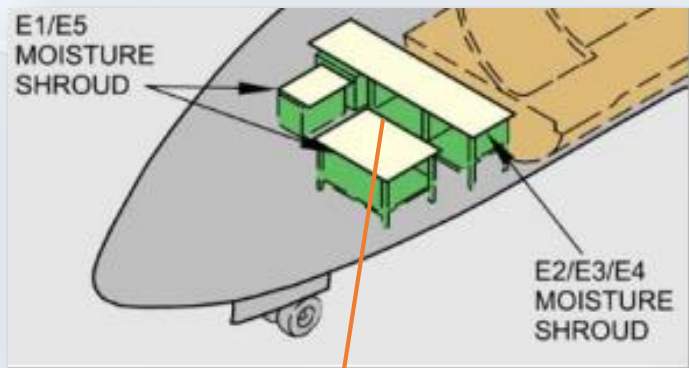
④ 控制显示组件



⑤ 音频控制面板

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

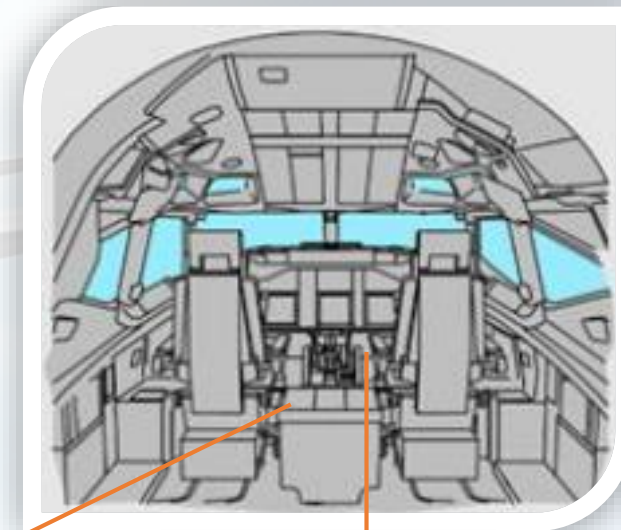
#### 5) 飞机选择呼叫系统部件识别



①选择呼叫译码器



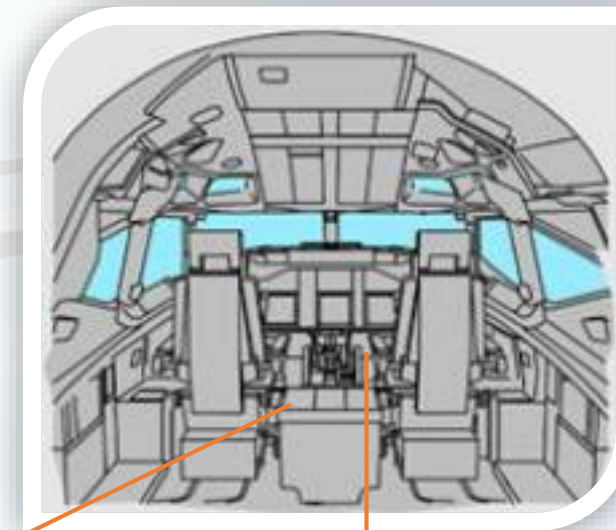
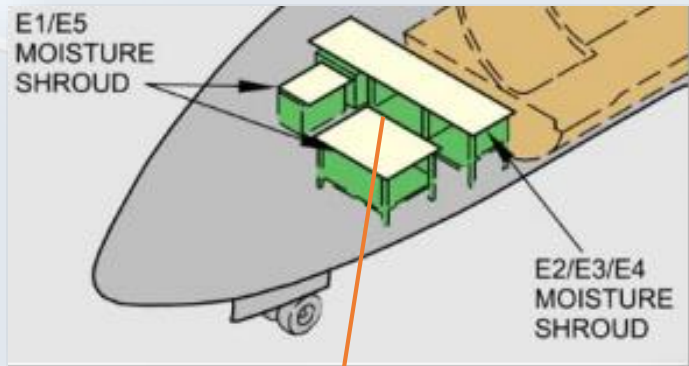
②音频控制面板



③音频警告模块

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 6) 飞机旅客广播系统部件识别



①选择呼叫译码器



②音频控制面板



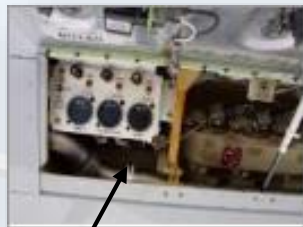
③音频警告模块

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

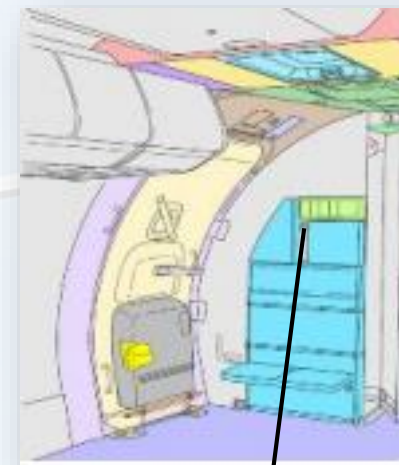
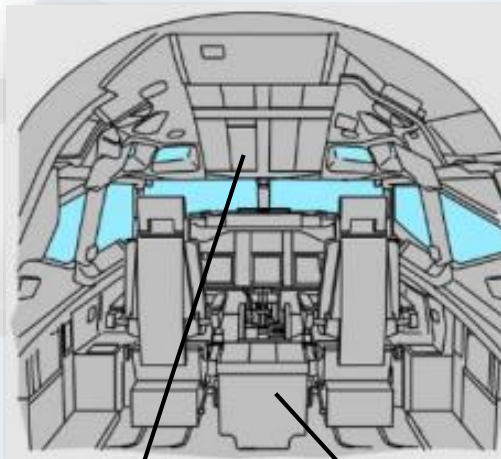
#### 7) 飞机勤务内话系统部件识别



⑦勤务内话插孔



⑧勤务内话插孔



⑥勤务内话插孔



⑤勤务内话插孔



④勤务内话插孔



③勤务内话开关



②内话插孔



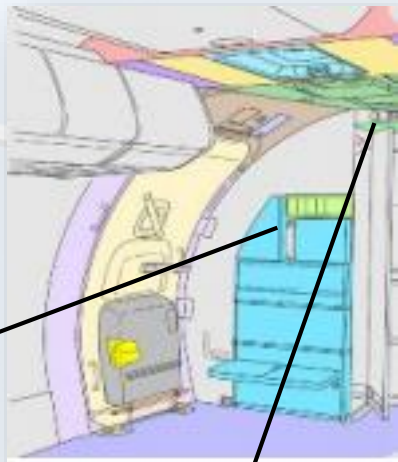
①手持电话听筒

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 8) 飞机机组呼叫系统/客舱内话系统部件识别



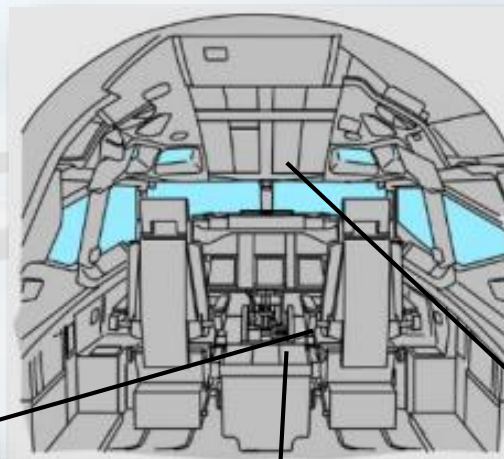
①手持电话听筒



②乘务员呼叫灯



③音频警告模块



④音频控制面板



⑤旅客信号面板

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 9) 飞机地面机组呼叫系统部件识别



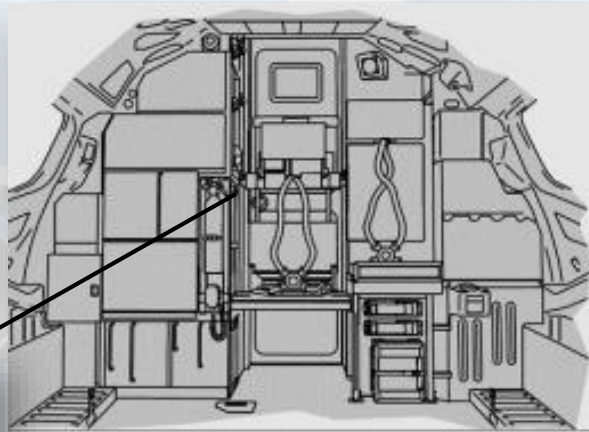
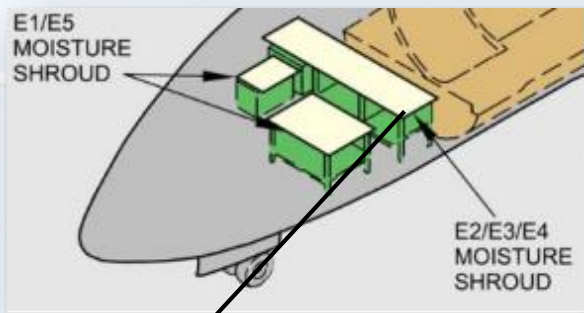
①外接电源面板



②地面机组呼叫喇叭

# 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

## 10) 飞机飞行内话系统部件识别



⑨扬声器



①插孔：吊架式话筒/耳机



②插孔—手持话筒



⑧遥控电子组件



⑥插孔：观察员耳机/观察员面罩/观察员手持话筒



⑤驾驶盘话筒开关



③氧气面罩

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

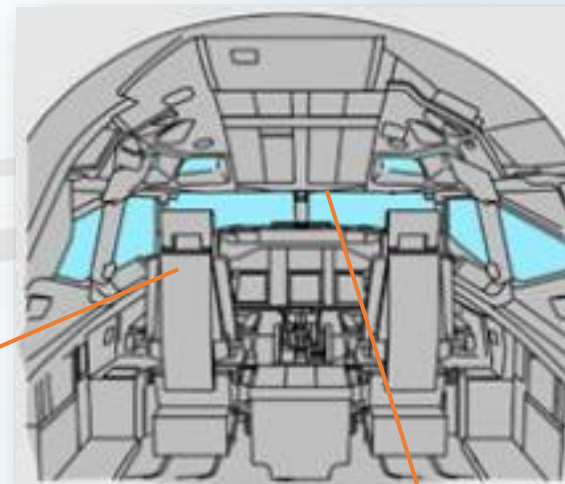
#### 11) 飞机话音记录器系统部件识别



①话音记录器组件



②时钟



③驾驶舱话音记录器面板

## 小结:

1. 高频通信系统的部件识别;
2. 甚高频通信系统的部件识别;
3. 应急定位发射机系统的部件识别;
4. ACARS系统的部件识别;
5. 选择呼叫系统的部件识别;
6. 旅客广播系统的部件识别;
7. 勤务内话系统的部件识别;
8. 机组呼叫/客舱内话/飞行内话系统的部件识别;
9. CVR系统的部件识别。

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### (2) 典型飞机机载系统常见维护安全注意事项

##### 1) 飞机CVR地面测试操作程序 维护准备工作

##### 维护工作单卡

- ① CVR地面测试前要给飞机供电。
- ② 确保飞行内话系统可使用，并将音频控制面板音量电门设定到关闭位置。
- ③ 将耳机,COM-1614连接到飞行员头  
顶板（P5）的话音记录器控制面板。
- ④ 飞机无红色警告信息。

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 1) 飞机CVR地面测试操作程序 操作步骤

##### 维护工作单卡

- CVR地面测试操作步骤
- ① 按压话音记录器控制面板上TEST电门约一秒半。
- ② 确保在耳机、COM-1614内听到音频；
- ③ 确保STATUS等点亮。

##### 维护工作单卡

- 将飞机恢复到初始状态
- ① 将话音记录器控制面板拆卸耳机COM-1614。
- ② 飞机进行断电；

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 2) 飞机地面/驾驶舱内话操作程序 维护准备工作

##### 维护工作单卡

- ①操作前要给飞机供电。
- ②确保P5顶板上的SERVICEINTERPHONE电门处在OFF位置。

##### 维护工作单卡

- ③将所有音频控制面板上音频监听电门放OFF位，接通FLT INT话筒选择电门，确保灯亮；按压FLT INT话筒选择电门的音量控制，确保灯亮；将SPKR音量控制电门按压到ON，确保灯亮；将SPKR音量控制电门逆时针转到中间位置或者合适的音量
- ④飞机无红色警告信息。

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 2) 飞机地面/驾驶舱内话操作程序 操作步骤

##### 维护工作单卡

- ◆地面对驾驶舱使用内话的操作步骤
- ①将耳机连接到外部电源面板上的FLIGHT INTERPHONE 插孔内。
- ②按压并保持地勤人员话筒上的PTT电门，对着地勤人员话筒说话。
- ③确保能够在驾驶舱清楚地听到扬声器的语音。
- ④松开地勤人员话筒上的PTT电门。

##### 维护工作单卡

- ◆驾驶舱对地面使用内话的操作步骤
- ①按压并保持飞行员驾驶盘上的PTT电门到INT位置。
- ②对着飞行员头戴式话筒说话。
- ③确保能够在地勤人员耳机上清楚听到语音。
- ④松开飞行员驾驶盘上的PTT电门。

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 2) 飞机地面/驾驶舱内话操作程序 操作步骤

##### 维护工作单卡

- ◆ 将飞机恢复到初始状态
- ① 将所有的ACP电门恢复到常规状态，  
将所有话筒选择器电门按压到关闭位；  
将所有的话筒选择器音量控制电门按压到关闭位置；将SPKR音量控制电门按压到关闭位置。
- ② 飞机进行断电。

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 3) 飞机地面/驾驶舱呼叫操作程序 维护准备工作

##### 维护工作单卡

- ① 地面/驾驶舱呼叫操作前要给飞机供电。
- ② 飞机无红色警告信息。

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 3) 飞机地面/驾驶舱呼叫操作程序 操作步骤

##### 维护工作单卡

- 驾驶舱呼叫地面的操作步骤：
  - ① 按压并保持驾驶舱内P5头顶面板上的GRD CALL按钮。
  - ② 确保能够听到前起落架舱区域内的地勤人员呼叫喇叭响。
  - ③ 松开GRD CALL按钮。

##### 维护工作单卡

- ◆ 地面呼叫驾驶舱的操作步骤：
  - ① 按压并保持前起落架舱区域外部电源面板（P19）上的PILOT CALL按钮。
  - ② 确保能够听到驾驶舱内的提醒谐音响。
  - ③ 确保 P5 顶板上的 CALL 灯亮。
  - ④ 然后松开飞行员呼叫按钮。

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 3) 飞机地面/驾驶舱呼叫操作程序 操作步骤

##### 维护工作单卡

- ◆ 将飞机恢复到初始状态
- ① 对飞机进行断电.

### 3.3.16.6 典型飞机的通讯系统维护介绍

#### 4) 无线电通信测试注意事项

- ① 在飞机加油或放油期间,不得操作HF系统。
- ② 确保飞机不接近任何大的金属结构。

## 小结:

1. CVR系统的地面测试操作程序;
2. 地面/驾驶舱内话操作程序;
3. 地面/驾驶舱呼叫操作程序;
4. 无线电通信系统在测试工作时的注意事项。



**感谢聆听，欢迎指正**