



M3.3.14 仪表指示系统

修订批准页:

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	2021.02.09	单展	修订课件	谈海军 /2021.02.21	张玉 /2021.02.22
R2	2021.08.31	刘海斌	修订课件	谈海军 /2021.09.28	张玉 /2021.11.12
R3	2022.05.22	刘海斌	修订课件	谈海军 /2022.05.23	张玉 /2022.05.23

目的与要求:

目的	通过本次课程的学习，掌握航空器仪表指示系统工作原理、组成及基本维护。
要求	<ol style="list-style-type: none">1. 掌握航空器仪表的布局和使用原则。2. 掌握电子飞行仪表系统组成、功能。3. 掌握电子重要监控系统的工作原理、组成。4. 掌握数据记录系统工作原理。5. 掌握警告系统工作原理。6. 掌握典型飞机仪表指示系统维护要求。

课程安排:

序号	内容	课时	试题数量
1	电子仪表概述	1H	1
2	电子飞行仪表系统 (EFIS)	2H	2
3	电子中央监控系统	2H	2
4	数据记录与信息管理	1H	1
5	警告系统	1H	1
6	典型飞机仪表指示系统维护介绍	1H	1

目 录

- 3.3.14.1 电子仪表概述
- 3.3.14.2 电子飞行仪表系统 (EFIS)
- 3.3.14.3 电子中央监控系统
- 3.3.14.4 数据记录与信息管理
- 3.3.14.5 警告系统
- 3.3.14.6 典型飞机仪表指示系统维护介绍





3.3.14.1 电子仪表概述

目 录

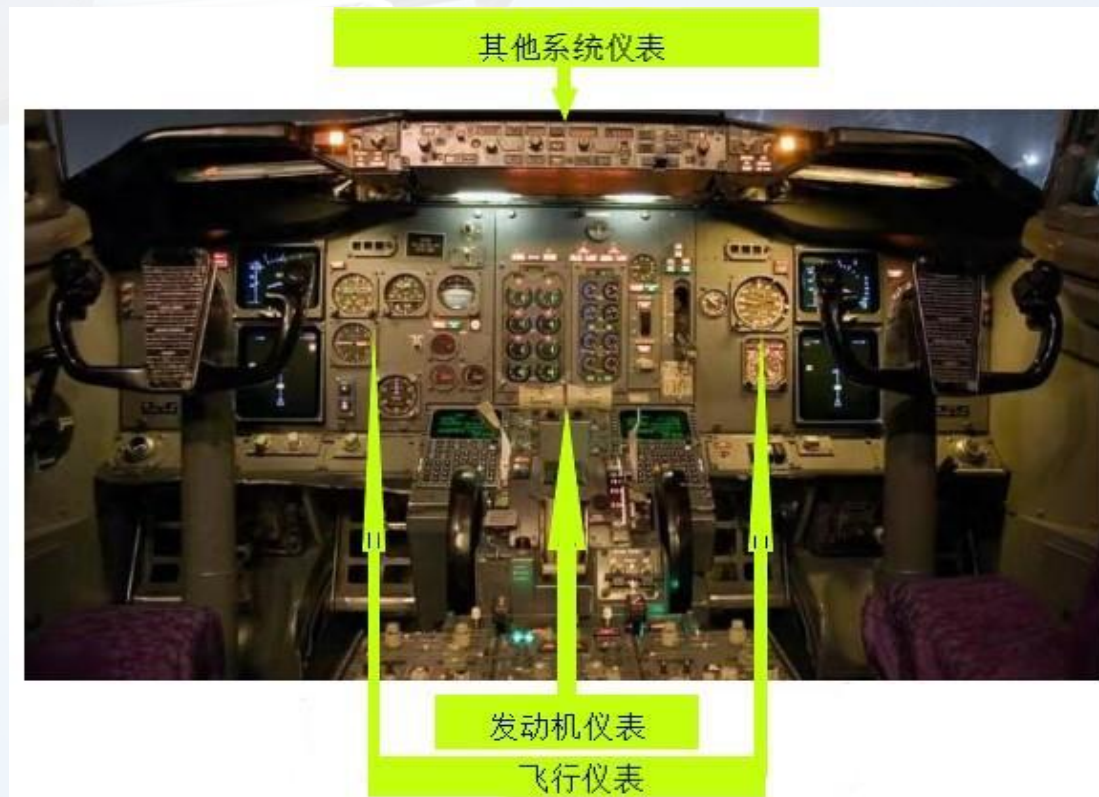
1

电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

3.3.14.1 电子仪表概述

1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

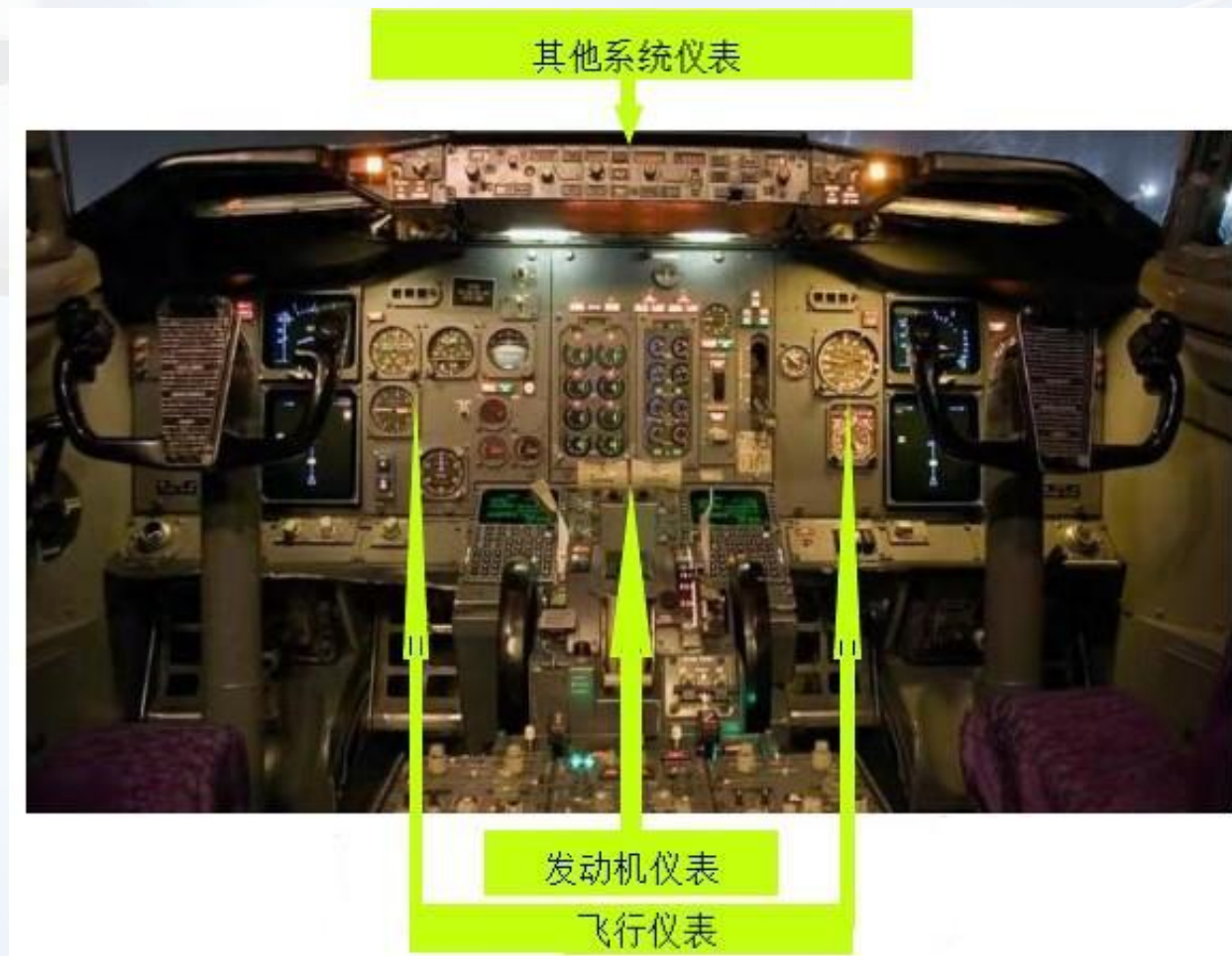
1) 航空仪表功能：用于显示飞机实时的飞行参数和发动机以及其它系统的参数



1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

1) 航空仪表功能

- 飞行仪表主要显示飞机的**飞行数据**和**导航数据**，主要位于正、副驾驶前
- 发动机仪表主要显示发动机的参数，一般位于中央仪表板上
- 其他系统仪表是飞机上其他系统或设备中使用的测量仪表的统称



1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

2) 航空仪表的基本T型布局

(1) 分离式仪表显示数据的基本“T”型格式

- 左边为指示空速表
- 中间为姿态指示器
- 右边为气压高度表
- T型下边为航向指示器
- 构成了“T”型格式



图 5-17 分离式仪表显示数据的基本“T”型格式

1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

2) 航空仪表的基本T型布局

(2) 电子式仪表显示数据的基本“T”型格式

□ 该显示器称为主飞行显示器 (PFD)

□ 左边的空速带

□ 中间的姿态指示球

□ 右边的气压式高度带

□ 下边的航向带

□ 也构成“T”型格式

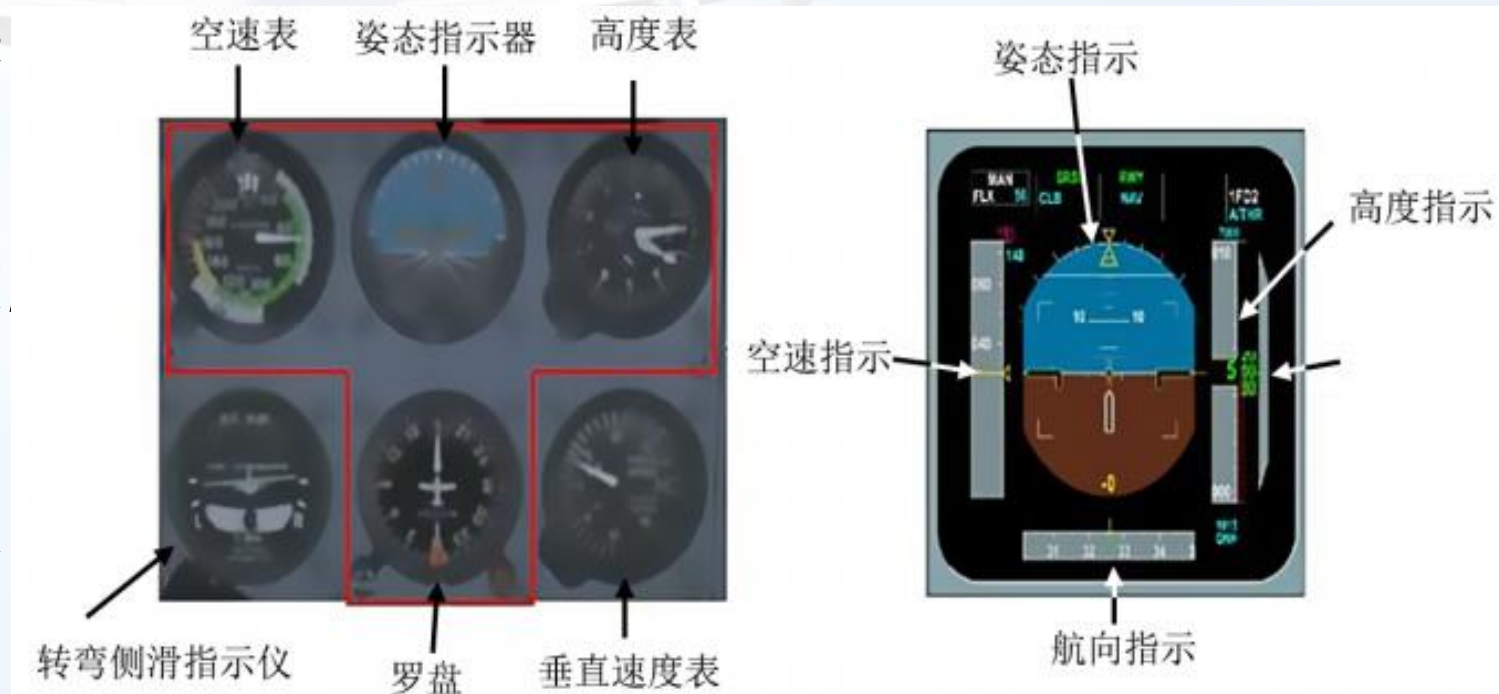


图 5-18 电子式仪表显示数据

1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

2) 航空仪表的基本T型布局

- 另外垂直速度表、空速表和温度表分布在 T 型仪表两侧
- 垂直速度表显示在垂直面上的速度，代表了飞机爬升或下降的快慢
- 空速表显示飞机相对于空气的速度
- 温度表显示飞机外界的实际温度



1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

3) 电子飞行仪表系统介绍

现代飞机电子仪表系统主要包括：

- 显示组件(Display Unit, DU)
- 显示计算机
- 相应的控制面板



1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

3) 电子飞行仪表系统介绍

与机械式仪表相比，电子仪表系统的主要优势在于：

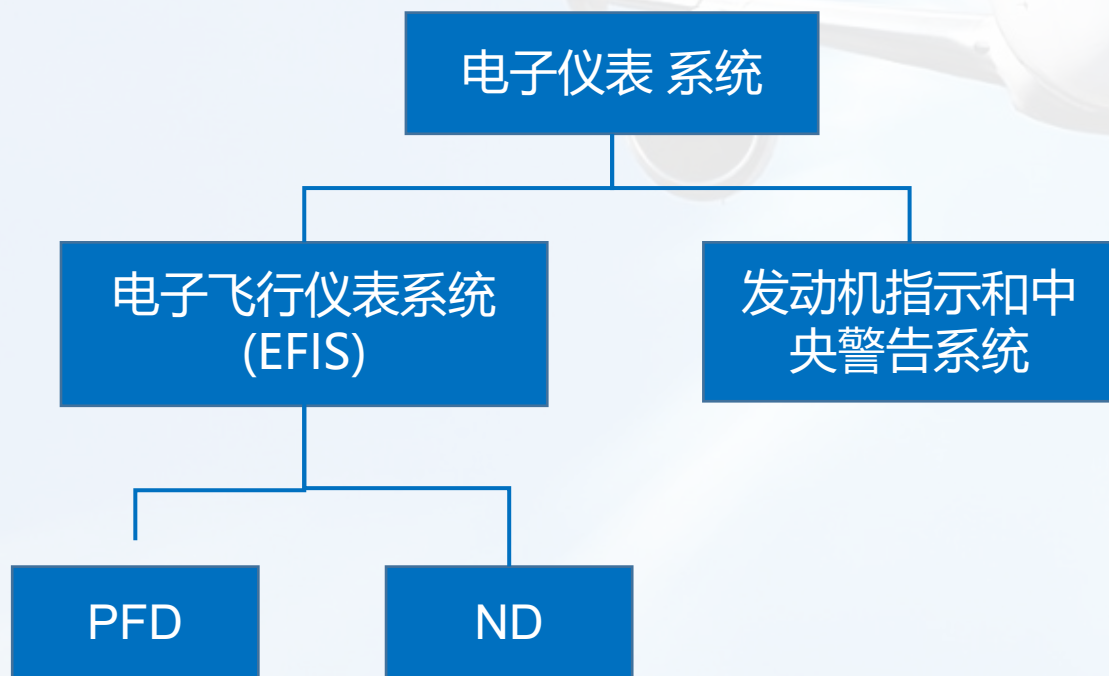
- 集成度高，电子仪表把多种参数集成在一个显示组件上显示，减少了仪表数量
- 显示灵活多样，参数可以通过数字，图形来表示，并可以显示出不同的颜色
- 容错能力强，当一台显示组件故障时可以将它显示的参数转换至其他显示组件显示



新旧显示系统差异

1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

3) 电子飞行仪表系统介绍



1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

3) 电子飞行仪表系统介绍

- EFIS系统一般由四个显示器组成，每侧有两个显示器分别是PFD和ND,用于显示飞机的主飞行数据和导航数据
- 发动机指示和中央警告系统位于中央仪表板，用于显示发动机参数及其它各个系统参数和警告信息
- 该系统部分飞机称之为ECAM，而部分称之为EICAS



图 5-10 典型电子式综合仪表及其布局

1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

4) 电子飞行仪表系统显示备份原则

- 在早期的飞机上，为了防止因为某个仪表故障而造成无法显示重要的飞行数据，故这些仪表均有备份
- **机械式**备用仪表，无需供电并由独立的传感器来提供信号，当飞机的电子飞行仪表系统故障或断电时飞行员将依靠备份仪表和目视规则来飞行



备用空速表

备用高度表



备用地平仪



备用磁罗盘



电子综合备用仪表

1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

4) 电子飞行仪表系统显示备份原则

- 随着科技的发展现代飞机的备份仪表采用电子综合备用仪表
- 该仪表可以显示姿态、空速、高度和仪表着陆等重要飞行参数，并可以在应急情况下由电瓶供电
- 电子综合备用仪表一般不显示航向，备份航向仍然由备用磁罗盘来提供



备用空速表

备用高度表



备用地平仪



备用磁罗盘



电子综合备用仪表

1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

4) 电子飞行仪表系统显示备份原则

- 现代电子飞行仪表系统一般采用六个显示组件（DU）和两部显示计算机的构型（有的装三部显示计算机）
- 六个显示组件以两个为一组，互为备份
- 当一组中一个显示器故障，另外一个显示器会自动显示优先级高的页面
- 比如PFD的显示优先级高于ND，当 PFD 显示器故障，PFD 页面会自动显示到 ND 显示器上



1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

4) 电子飞行仪表系统显示备份原则

- 两部显示计算机是多余度设计
- 其中一部计算机就可以让六个显示正常工作
- 在两部显示计算机都工作正常的时候，每部显示器计算机给三个显示器提供显示数据
- 当其中一部显示计算机故障，另外一部正常的显示计算机自动替代故障的显示计算机，同时给六个显示器提供显示数据



1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

5) 显示器亮度调节

- ❑ 显示器的亮度控制通常由**亮度控制旋钮**完成
- ❑ 在现代飞机的显示系统中，每个显示器都有独立的亮度控制旋钮
- ❑ 旋转亮度控制旋钮可以调节相应显示器的亮度
- ❑ 一般亮度控制旋钮放置在中立位置，相当于显示器处于中等亮度状态



1、电子飞行仪表显示系统功能、布局概述，系统显示备份原则

5) 显示器亮度调节

□ 左侧飞机亮度控制旋钮有关闭位，可以彻底关闭显示器

□ 右侧飞机亮度控制旋钮无关闭位，旋钮旋到最暗位置显示器依然通电，只是亮度显示为最暗



小结:

1. 航空电子仪表在驾驶舱中的分布和功用
2. 驾驶舱仪表T型布局的含义
3. 现代飞机电子飞行仪表的组成和优势
4. 电子飞行仪表系统备份显示的功用和配置原则



3.3.14.2 电子飞行仪表系统

目
录

1

EFIS 基本组成, 功能, 参数显示

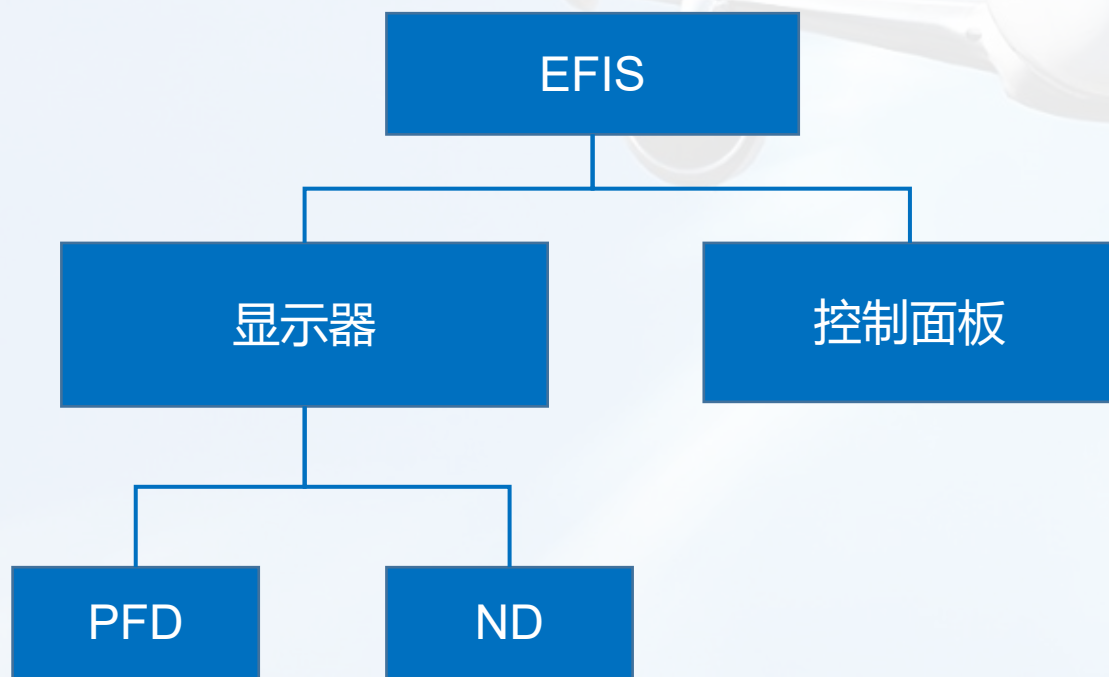
2

PFD、ND 显示模式转换与控制关系, EFIS 控制面板

3.3.14.2 电子飞行仪表系统 (EFIS)

1、EFIS 基本组成, 功能, 参数显示

1) EFIS 基本组成



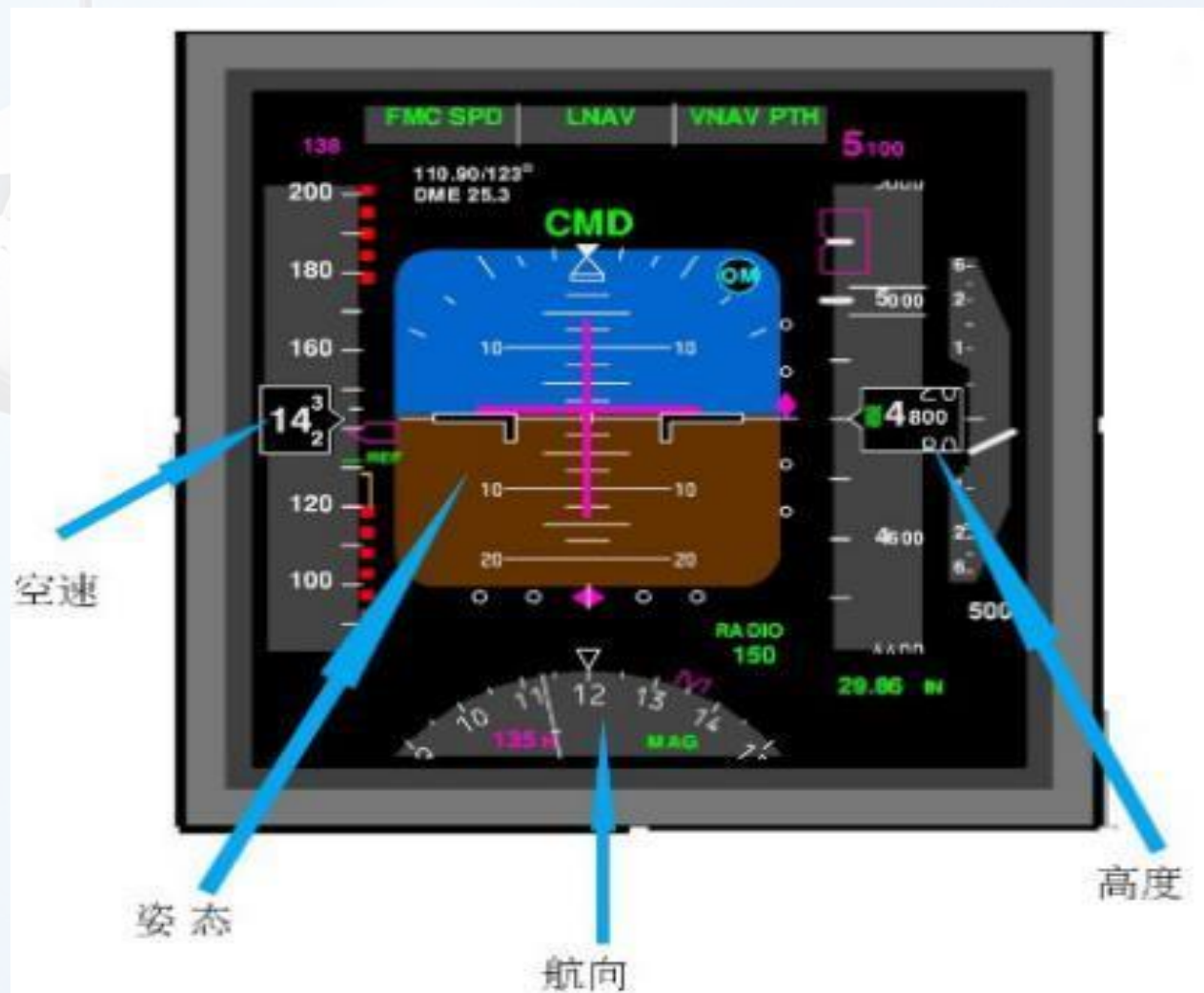
1、EFIS 基本组成, 功能, 参数显示

2) PFD 的显示及功能

□ PFD 上显示最重要的飞行数据, 如飞机的姿态, 空速, 高度, 航向等

□ 一般 PFD 上采用如下布局:

- ✓ 中央姿态球显示飞机姿态
- ✓ 左侧空速带显示空速
- ✓ 右侧高度带显示气压高度
- ✓ 底部航向带显示航向



1、EFIS 基本组成, 功能, 参数显示

2) PFD 的显示及功能

(1) 姿态指示

- ❑ 固定的飞机图标位于 PFD 姿态球的中心
- ❑ PFD 中间的姿态球指示飞机的姿态信息, 即飞机的俯仰角和横滚角
- ❑ 飞机俯仰角刻度位于姿态球中间, 刻度零点也代表空地线
- ❑ 当飞机俯仰角变化时, 整个刻度带会上下移动, 固定的飞机图标中心点所对应的刻度值即为飞机俯仰角
- ❑ 如图飞机的俯仰角为抬头 2.5 度



1、EFIS 基本组成, 功能, 参数显示

2) PFD 的显示及功能

(1) 姿态指示

- 飞机的横滚角刻度位于姿态球顶部
- 俯仰刻度上方的三角形指针是横滚角指针
- 当飞机横滚角变化时, 横滚角指针连带整个姿态球会发生偏转
- 指针所对应的刻度即为飞机的横滚角



1、EFIS 基本组成, 功能, 参数显示

2) PFD 的显示及功能

(2) 空速指示

- ❑ PFD 上左侧显示的数据是飞机的空速
- ❑ 空速通过飞机相对大气运动所产生的气压来计算, 该气压也被称为动压
- ❑ 空速会影响飞机的升力、阻力和机动性
- ❑ 空速在可移动的刻度带上读取 :
 - ✓ 中间是固定的空速指针
 - ✓ 空速以节为单位
 - ✓ 如图显示当前空速为 317 节



1、EFIS 基本组成, 功能, 参数显示

2) PFD 的显示及功能

(2) 空速指示

- 指针上小箭头显示当前空速的变化趋势,如图显示飞机正在减速, 10 秒后将会达到 310 节
- 正常飞行时, 马赫数显示在空速带下方, 图中马赫数是 0.67
- 速度带还显示空速的限制, 如最大速度区域和最小速度区域
- 这些限制区域在空速带上用红色或琥珀色标注 (图左侧是飞机在起飞期间典型的空速带指示)



1、EFIS 基本组成, 功能, 参数显示

2) PFD 的显示及功能

(3) 高度指示

- 气压高度是通过大气静压计算而来的
- 气压高度显示于右侧可移动的刻度带上
- 高度带中间是固定的气压高度数值显示区域, 同时也作为高度带指针使用
- 气压高度以英尺为单位, 如图显示当前高度为 21300 英尺
- 气压基准显示于高度带下方, 气压基准在控制面板上选择
- 垂直速度指示位于高度带右侧, 通过指针和数值显示, 以英尺/每分钟为单位, 指示飞机以 700 英尺/每分钟的速度下降



1、EFIS 基本组成, 功能, 参数显示

2) PFD 的显示及功能

(4) 航向指示

- ❑ 主飞行显示器下方为航向带, 一般为磁航向
- ❑ 在南北极附近自动转换为真航向
- ❑ 部分飞机也可以人工进行磁航向和真航向转换
- ❑ 航向指示有可移动的刻度带和中间固定的指针组成
- ❑ 如图航向带指示当前航向为 325 度
- ❑ PFD上还会显示其他一些信息, 如ILS信息和自动飞行模式等



1、EFIS 基本组成, 功能, 参数显示

3) ND显示及功能

□ 导航显示器显示飞机的导航信息, 可通过EFIS 控制面板选择不同的显示模式

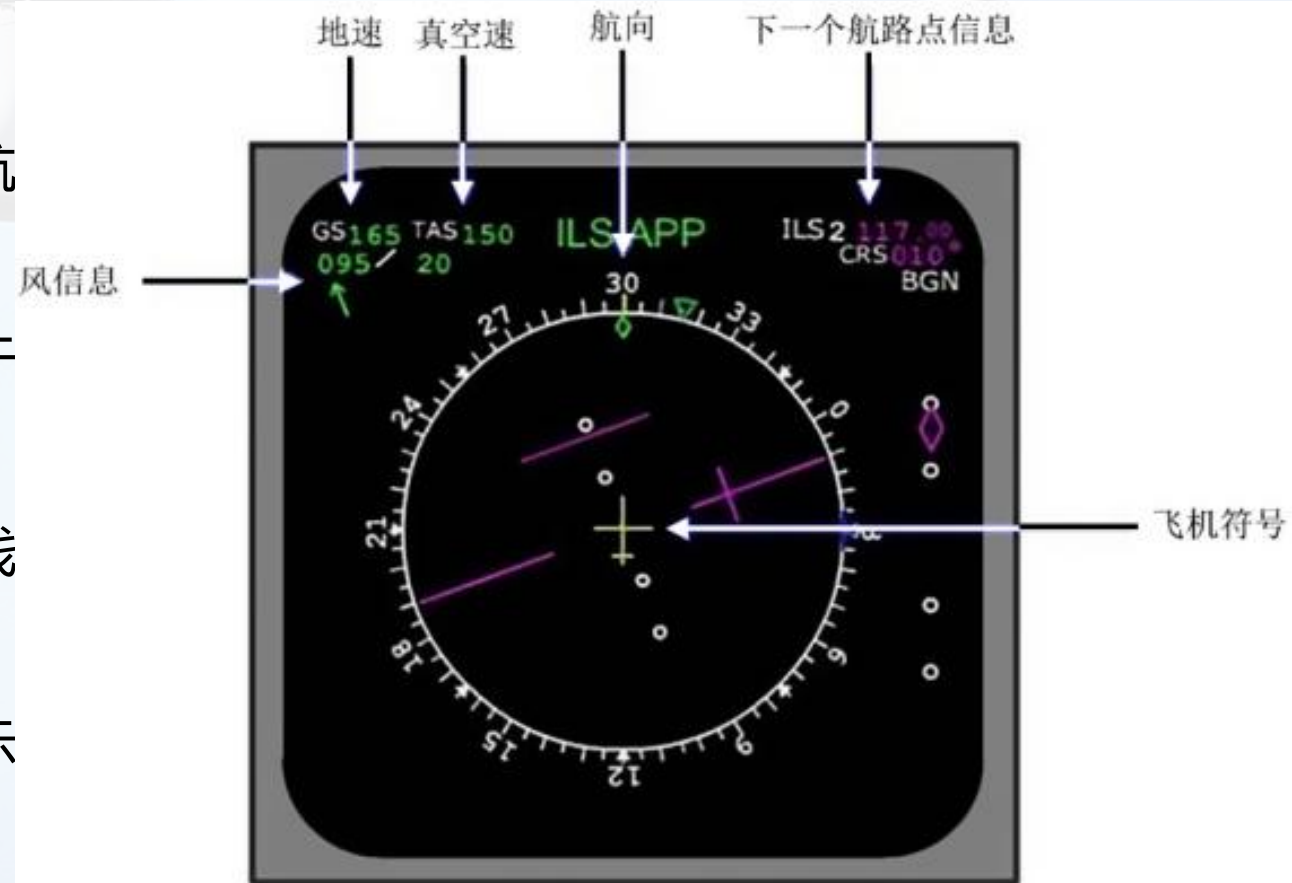
□ 导航显示器上显示的所有信息来自于飞机的各个导航系统

1、EFIS 基本组成, 功能, 参数显示

3) ND显示及功能

如图所示, 各个模式一般都包含以下基本信息:

- ❑ 飞机的航向, 显示于罗盘刻度盘顶部 (如图航向为300 度)
- ❑ 一个小的飞机符号, 正常显示于屏幕中央用于指示飞机位置
- ❑ 飞机的航路信息, 可能是飞行计划航路或无线电导航系统的航道
- ❑ 飞机的地速、真空速、风向和风速信息, 显示于 ND 左上角



小结:

1. EFIS电子飞行仪表系统的基本组成和显示内容
2. PFD主飞行显示系统的主要显示内容（姿态、空速、高度、航向）及功能
3. ND导航显示器的显示内容（航向、航路信息、地速、风速风向）及其功能

2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

1) EFIS控制面板对PFD的控制

- ❑ 飞机遮光板上安装有两块 EFIS 控制面板，分别用于控制本侧 EFIS 显示
- ❑ 控制面板可以分为 PFD 显示器控制和 ND 显示器控制



2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

1) EFIS控制面板对PFD的控制

- PFD 控制功能主要是气压基准值的设置，左右两侧可以选择不同的气压基准值
- 气压基准值的单位为百帕斯卡(HPA)或英寸汞柱 (IN HG)，另外可以通过拔出基准值设置旋钮进入标准模式，标准模式固定以标准海平面大气压作为基准值



2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

2) EFIS控制面板的导航显示器模式选择

- 在 EFIS 控制面板上，可以通过模式选择电门选择不同的 ND 模式，通过范围选择电门选择不同的 ND 范围。模式选择电门用于选择不同的 ND 模式，提供特定飞行阶段所需的信息



2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

2) EFIS控制面板的导航显示器模式选择

- 仪表着陆系统 (ILS) 模式提供仪表着陆系统的信息
- ILS 系统包括水平航向信标和垂直下滑信标两个子系统
- 主要显示飞机与下滑面和跑道中心线的偏差



3.3.14.2 电子飞行仪表系统 (EFIS)

2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

2) EFIS控制面板的导航显示器模式选择

甚高频全向信标 (VOR) 模式提供飞机相对于 VOR 航道的位罝偏差



2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

2) EFIS控制面板的导航显示器模式选择

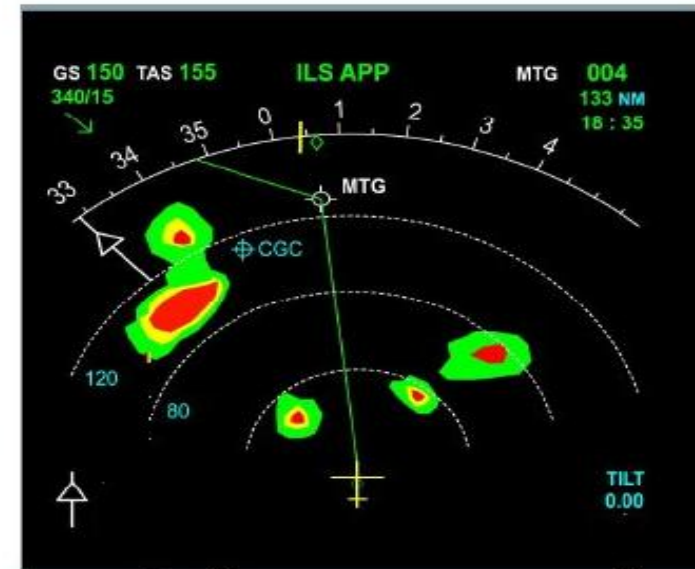
- 导航或者地图模式显示飞行计划的航路
- 引导机组按照既定的飞行计划控制飞机偏航



2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

2) EFIS控制面板的导航显示器模式选择

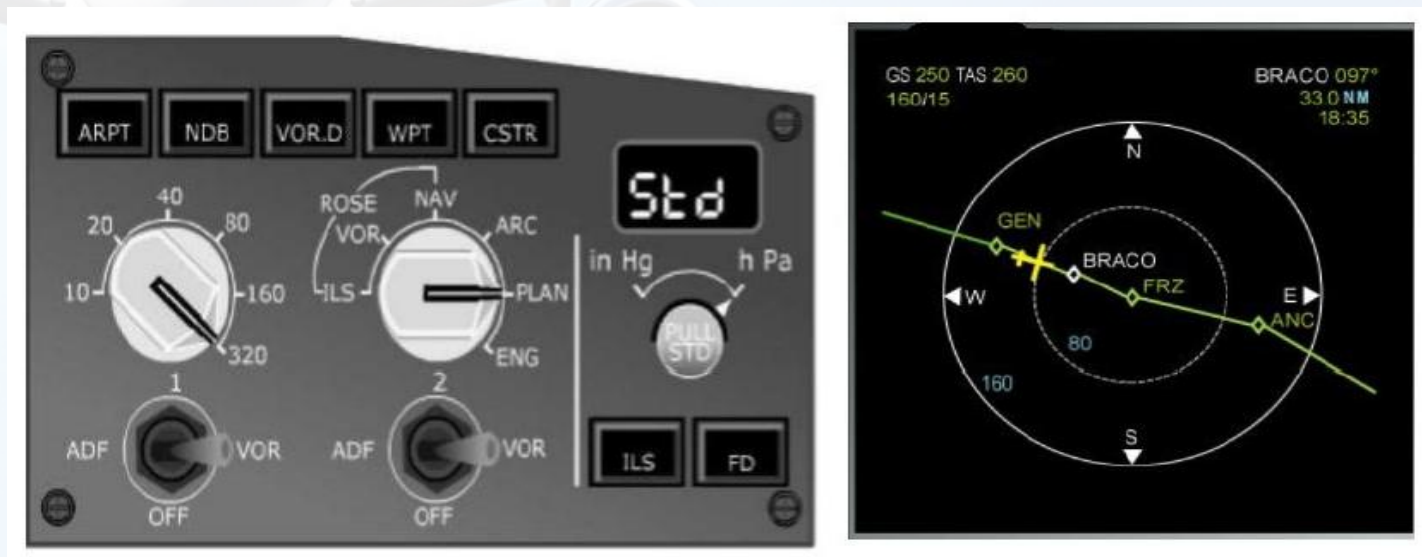
- 弧度 (ARC) 模式也显示飞行计划航路
- 但它只显示前方的地图
- 一般主要用于查看气象雷达系统提供的气象信息



2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

2) EFIS控制面板的导航显示器模式选择

- 计划 (PLAN) 模式以飞行计划里下一航路点作为地图中心
- 并且地图顶端固定为正北方向
- 飞机显示为一个可动的飞机图标



2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

2) EFIS控制面板的导航显示器模式选择

- 右图是2种飞机的 EFIS 控制面板
- 可以选择的模式是基本相同的
- 但ILS模式被称为进近 (APP) 模式，导航 (NAV) 模式被称为地 (MAP) 模式
- 在选择类似弧度 (ARC) 模式时，需要按压模式选择电门CTR 按钮，在这种面板上被称为扩展模式



EFIS 控制面板构型区别

3.3.14.2 电子飞行仪表系统 (EFIS)

2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

3) EFIS控制面板的导航显示器范围选择

- 通过范围选择电门可以选择 ND 不同的地图范围
- ND 地图范围以海里为单位，选择的地图范围显示于 ND 上
- 如图所示，选择了 ND 的最大显示范围，即 320 海里



2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

4) EFIS转换

- 现代飞机电子仪表系统都有转换功能，以确保部分组件故障的情况下机组可以看到最重要的显示内容
- 不同飞机的仪表系统转换有不同的设计思路，但是基本都可以分为：
 - ✓ 显示计算机的转换
 - ✓ 显示器的转换两部分

2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

4) EFIS转换

(1) 显示计算机的转换

- 显示计算机的转换分为**自动转换**和**人工转换**
- 电子仪表系统通常安装有两部显示计算机
- 正常每部显示计算机提供三个显示器的图形信号
- 当任意一个显示计算机故障时
- 另一个显示计算机会自动转换提供全部显示器的显示
- 我们称为显示计算机的**自动转换**

2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

4) EFIS转换

(1) 显示计算机的转换

人工转换：

- ❑ 在头顶板左侧有一个显示源选择开关
- ❑ 通过开关进行显示计算机的转换
- ❑ 当转到 ALL ON 1 位置时，可以人工控制由 1 号显示计算机提供全部显示器
- ❑ 转到 ALL ON 2 位置时,2 号显示计算机将提供全部显示器

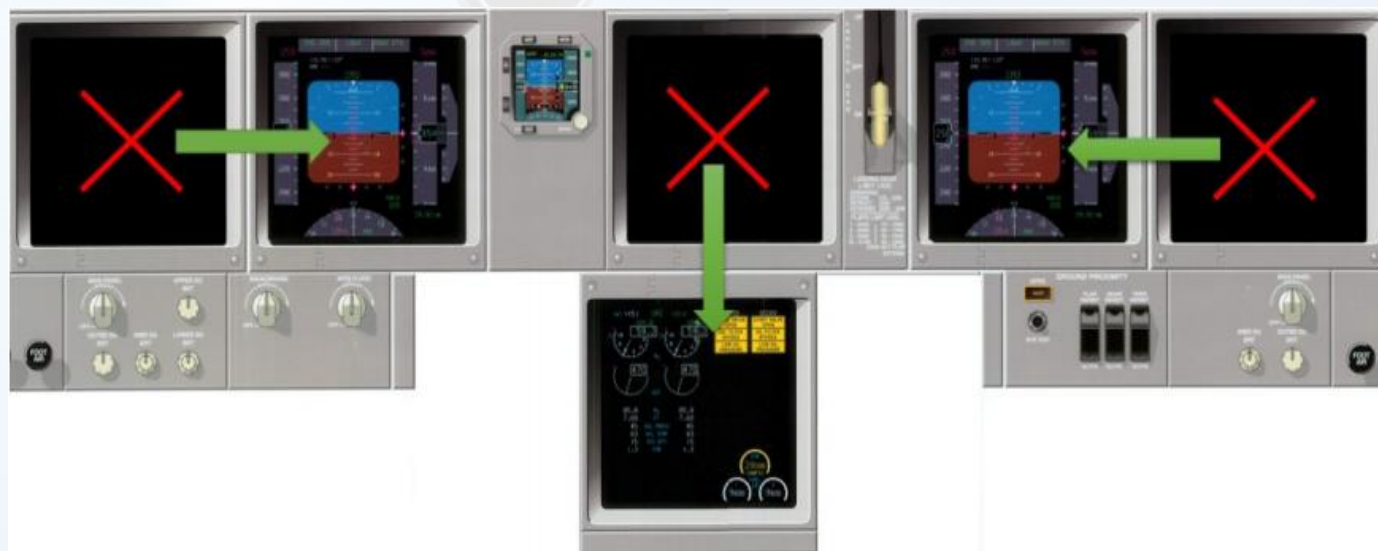


2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

4) EFIS转换

(2) PFD、ND显示器的转换

- 显示器的转换也分为**自动转换和人工转换**
- 因为 PFD 要比 ND 显示的参数更加重要，所以当外侧显示器故障时，PFD 会自动转到内侧显示器
- 同理，中上显示的发动机主参数也比中下显示的参数重要，当中上显示器故障时，发动机主参数会自动转到中下显示
- 我们称为显示器的**自动转换**



2、PFD、ND 显示模式转换与控制关系，EFIS 控制面板

4) EFIS转换

(2) PFD、ND显示器的转换

❑ 显示器的人工转换通过显示选择面板来实现

❑ 主仪表板显示器开关:

✓ INBD ENG PRI, ND显示PED的内容

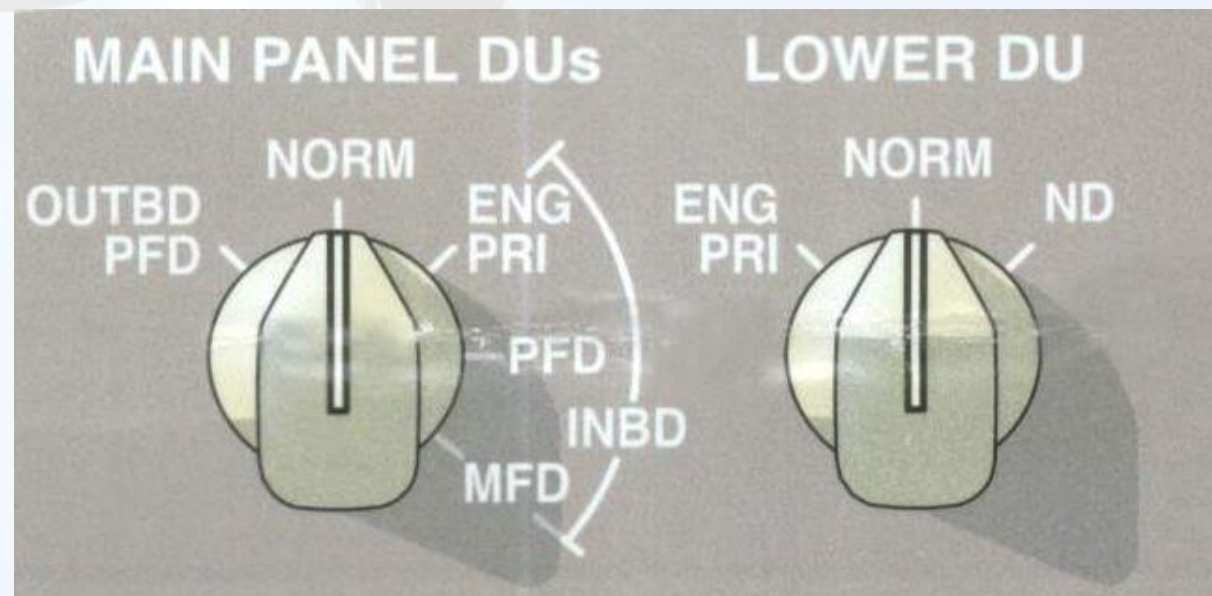
✓ INBD PFD, ND显示 PFD 的内容

✓ INBD MFD, ND显示MFD上的内容

❑ 下显示器开关:

✓ ENG PRI, 中下显示器显示PED的内容

✓ ND, 中下显示器显示 ND的内容



小结:

1. EFIS控制面板对主飞行显示器的相关控制
2. EFIS控制面板导航显示器模式选择 (ILS、VOR、地图、弧度、计划)
3. EFIS控制面板ND不同地理范围选择
4. EFIS系统显示计算机的选择功用
5. 特殊情况下PFD、ND显示器的转换



3.3.14.3 电子中央监控系统

目
录

1

发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

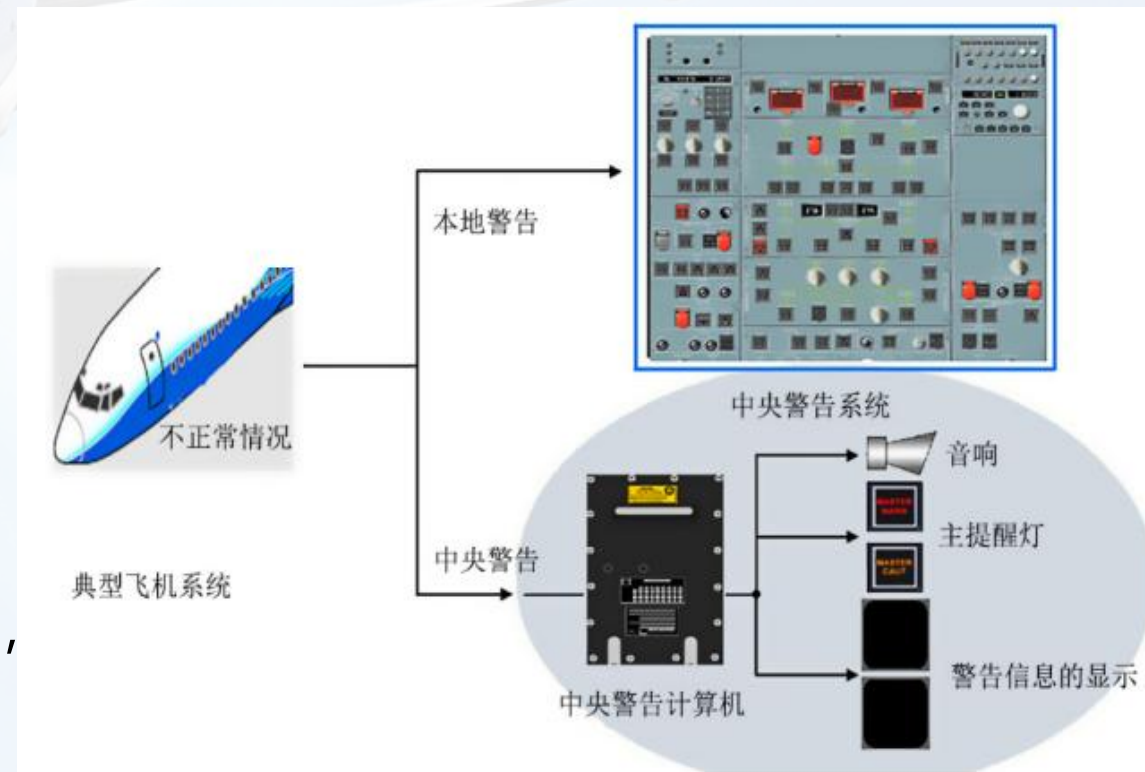
2

飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

1) 概述

- 传统飞机通过点亮头顶面板的故障灯，显示故障旗等方式来显示异常状态，我们称之为本地警告
- 现代飞机增加了电子中央监控系统，电子中央监控系统的警告方式我们称为中央警告
- 中央警告会根据飞机异常状态生成对应的文字信息，并通过主提醒灯、驾驶舱的扬声器提醒机组



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

2) 本地警告

(1) 本地警告的功能

□ 直接由各个系统的核心计算机或者传感器来控制

□ 当飞机有相关的故障时，机组人员和维护人员将会在驾驶舱看到本地警告



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

2) 本地警告

(1) 本地警告的功能

□ 本地警告显示类型有3种:

- ✓ 头顶面板上系统故障指示灯
- ✓ 显示器或者仪表中显示的故障旗标志
- ✓ 显示器上超限参数的显示, 这表明某个参数值已超过正常的操作限制



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

2) 本地警告

(2) 本地警告的第一种形式

- 头顶面板上系统故障指示灯
- 现代飞机大多采用“暗舱”理念，在正常操作状态下，头顶面板上系统故障灯都是熄灭的
- 当出现本地警告（如系统故障灯亮）或系统处于非工作状态（如关断状态或者备份状态）时才会点亮
- 这样机组人员可以非常容易监控到飞机出现的不正常情况



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

2) 本地警告

(2) 本地警告的第一种形式

□ 飞机制造厂商设计的故障灯均带有颜色，不同颜色的灯代表飞机异常情况的等级：

- ✓ 红色灯：提醒机组人员飞机故障对飞机当前的安全和操作有直接的影响，需要立即采取纠正措施，例如图中发生火警时红灯亮的情况



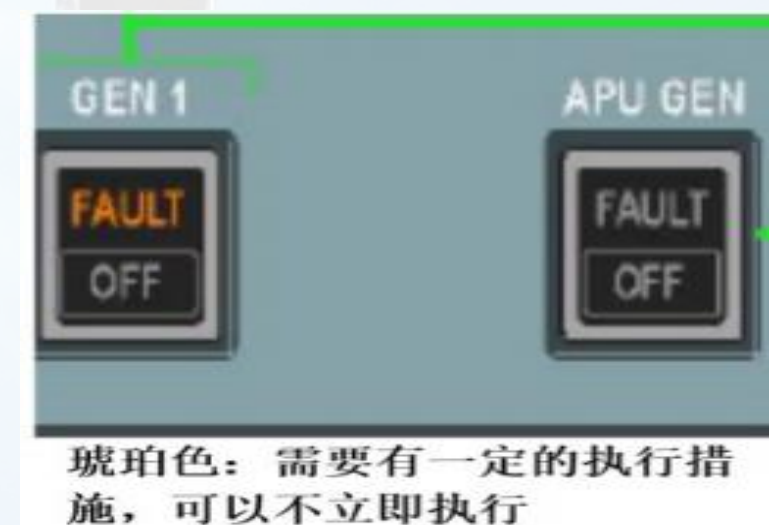
红色：需要立即采取措施

1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

2) 本地警告

(2) 本地警告的第一种形式

- ✓ 琥珀色灯：提醒机组人员当前故障对飞机的操作有影响，需要采取纠正措施，但是该措施可以延迟执行，例如图中发电机故障时琥珀色灯亮的情况



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

2) 本地警告

(2) 本地警告的第一种形式

- ✓ 白色灯：表示系统处于非正常工作状态，如关断或者备份，例如图中近地警告系统（EGPWS）面板上的 OFF 灯是系统的部分功能处于关断的状态。



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

2) 本地警告

(3) 本地警告的第二种形式

- 故障旗，来自传统机械仪表，这个名称一直沿用到现代飞机上
- 电子仪表系统的故障旗是一些系统无法提供信号用于显示时，出现在PFD、ND 或备用仪表上的琥珀色或红色的字符



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

2) 本地警告

(4) 本地警告的第三种形式

- 当系统参数超限，比如发动机的滑油压力或飞机的超速等超限参数始终以红色径向线或红色带显示在指示器上



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

3) 中央警告

(1) 中央警告的功能

- 出现故障时，警告系统触发相关的警告信息，显示在显示器的固定区域提醒机组人员
- 机组人员无需持续监控本地警告，大大减轻了机组的工作量
- 中央警告的表现方式包括：警告信息的显示、主提醒灯和音响警告



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

3) 中央警告

(1) 中央警告的功能

- 中央警告向机组人员提供有关当前故障的信息
- 在空客机型上，称为电子中央飞机监控系统（ECAM）
- 在中国商飞或者波音机型上，它被称为发动机指示和机组告警系统(EICAS)

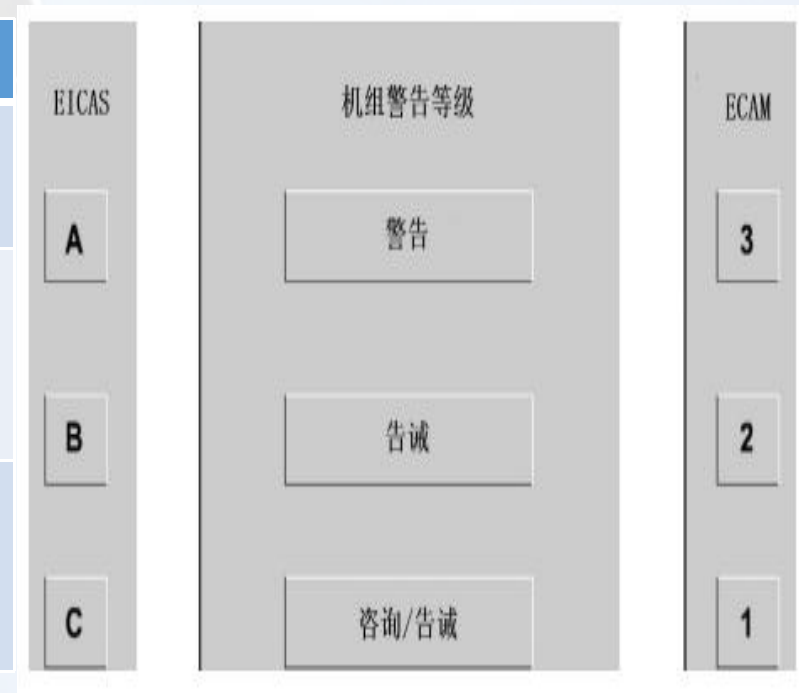


1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

3) 中央警告

(2) 警告级别的分类

警告级别	重要程度	紧急情况	对操作/飞行安全影响
A 级或 3 级	最紧急情况	需要立即采取纠正措施	对飞行安全有直接的影响
B 级或 2 级	重要的不正常情况	需要尽快采取纠正措施	对飞机的操作有影响, 对飞行安全没有直接影响
C 级或 1 级	可能导致系统功能降级或者使余度减少的故障情况	无需尽快采取纠正措施	对飞机的操作和飞行安全都没有直接影响

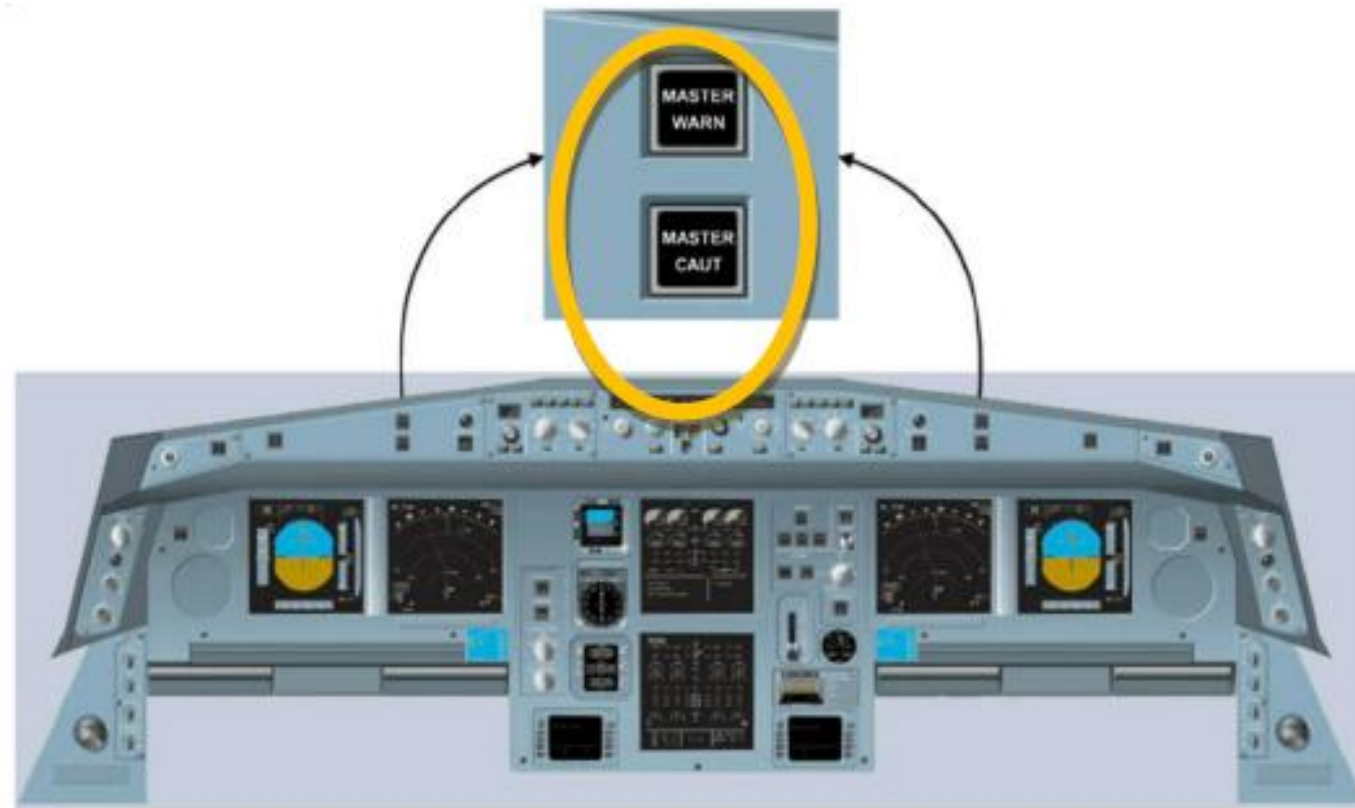


1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

3) 中央警告

(3) 主提醒灯

- 主提醒灯由红色的主警告灯和琥珀色的主告诫灯组成
- 主警告灯和主告诫灯位于遮光板的左右两侧
- 当主提醒灯亮时，机组人员需要按压主提醒灯，使主提醒灯熄灭
- 这一步骤称为复位主提醒灯
- 以便新的警告发生时主提醒灯可以再次点亮提醒机组人员



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

3) 中央警告

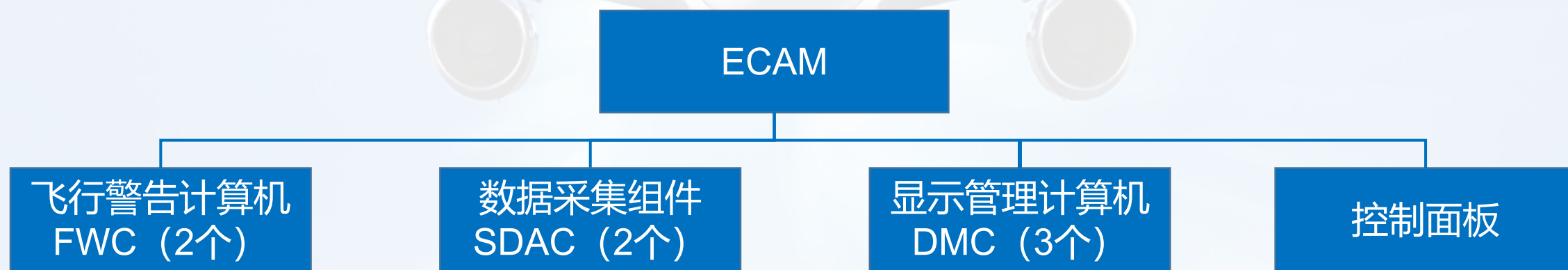
(4) 音响警告

- 不同的警告类型所触发的警告音是不相同的
- ✓ 级别 A 或 3 级警告，将触发连续不断的警告音、急促的铃声或者警笛声
- ✓ 级别 B 或 2 级告诫，将触发单谐音警告或者蜂鸣声
- ✓ C 级别或 1 级咨询/告诫信息，将不会触发任何的音响警告



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

4) ECAM系统组成



1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

4) ECAM系统组成

(1) 飞行警告计算机（Flight Warning Computers, FWC）

- FWC是ECAM系统的核心计算机
- 直接从飞机系统计算机采集对应于红色警告的数据
- 也接收两个数据采集组件（SDAC）的琥珀色警告数据
- 每个FWC 对这些数据进行计算、处理和生成相应的警告信息
- 发送给显示管理计算机（DMC）
- 并控制相应的主提醒灯和触发音响警告

1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

4) ECAM系统组成

(2) 数据采集组件（SDAC）

- 接收飞机系统的数据
- 将其送给DMC
- 并将琥珀色警告信号的数据进行集中处理
- 送到飞行警告计算机产生警告

1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

4) ECAM系统组成

(3) 显示管理计算机（DMC）

- 收集各种模拟、离散和数字输入信号
- 经处理后输出到显示器显示
- 并进行系统监控和所有工作的协调控制

1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

4) ECAM系统组成

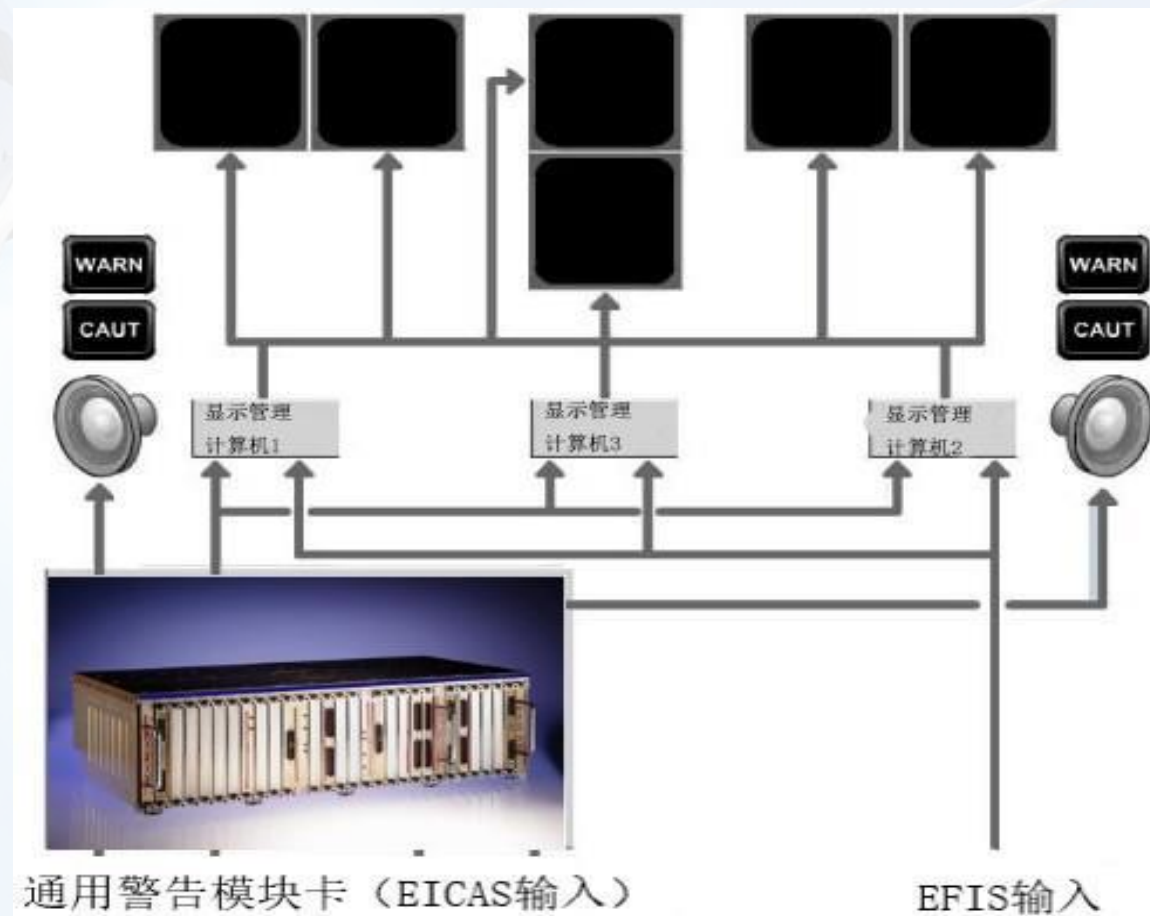
(4) ECAM控制面板

- 提供ECAM 的控制
- 主要用于状态页或系统页的选择
- 以及显示器亮度调节等

1、发动机指示与机组警告系统/飞机电子中央监控系统（EICAS/ECAM）的基本组成和功能

5) EICAS系统组成

- 在 EICAS 飞机上，一些中央警告功能由显示管理计算机执行，这些计算机称EFIS/EICAS 接口组件 (EIU)
- 对于中央警告的其他功能，是通过模块化的电子警告组件来完成。
- 不同的警告子功能都是由警告组件中的模块卡完成
- 每张模块卡都由两个独立通道来实现，从而提供完全的冗余度



小结：

1. 电子中央监控系统基本概述
2. 本地警告的功能显示和显示形式（故障灯、故障旗、参数超限）
3. 中央警告的功能显示、警告级别（A级/3级、B级/2级、C级/1级）和显示形式（主题型灯、音响警告）
4. ECAM电子中央监控系统的组成、EICAS发动机指示和机组警告系统的组成

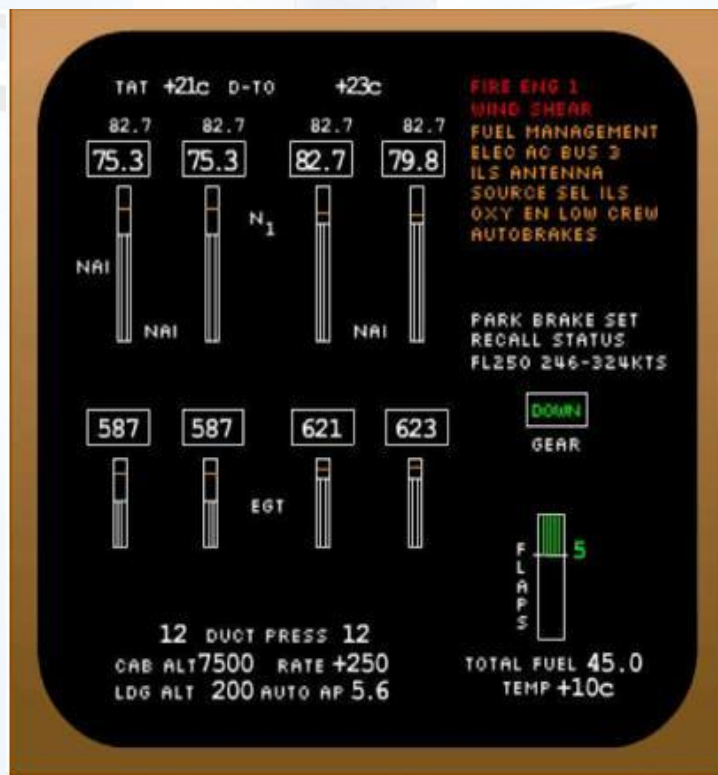
3.3.14.3 电子中央监控系统

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

电子中央监控系统显示由中央仪表板上的上部和下部两个显示器组成

1) 上部显示介绍

- 上部显示器称为发动机警告显示器(EWD)或者主 EICAS 显示器
- 如图左侧为主 EICAS 显示器，右侧为EWD 显示器，两个显示器显示的内容有很大的相似性
- 两种上部显示器都有一个用于显示警告的固定区域和飞机系统部分重要参数的显示区域



主发动机指示和机组告警显示器



发动机和警告显示器

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

1) 上部显示介绍

- 新一代飞机已经没有专用的 EICAS 的显示器
- EICAS 的页面将正常显示到左内侧显示器上
- 并且它一直是半屏显示
- 但是它显示的内容和传统飞机上的内容基本一致



新型飞机的电子中央监控系统的显示

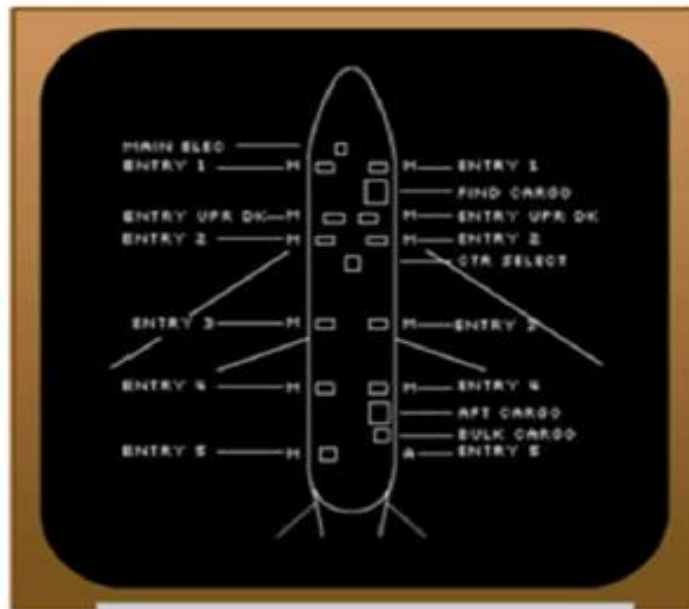
3.3.14.3 电子中央监控系统

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

2) 下部显示介绍

- 下部显示器称为系统显示 (System Display, SD)、次级显示器或辅助显示器

- 如图左侧为次级或者辅助显示器，右侧为SD



次级或者辅助显示器



系统显示器



3.3.14.3 电子中央监控系统

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

2) 下部显示介绍

(1) 系统页面的自动显示

- 不论哪个系统，只要出现警告/告诫信息时，该故障所对应的系统页面会自动显示
- 前提是该故障所对应的系统设计有相关的系统页面



次级或者辅助显示器



系统显示器



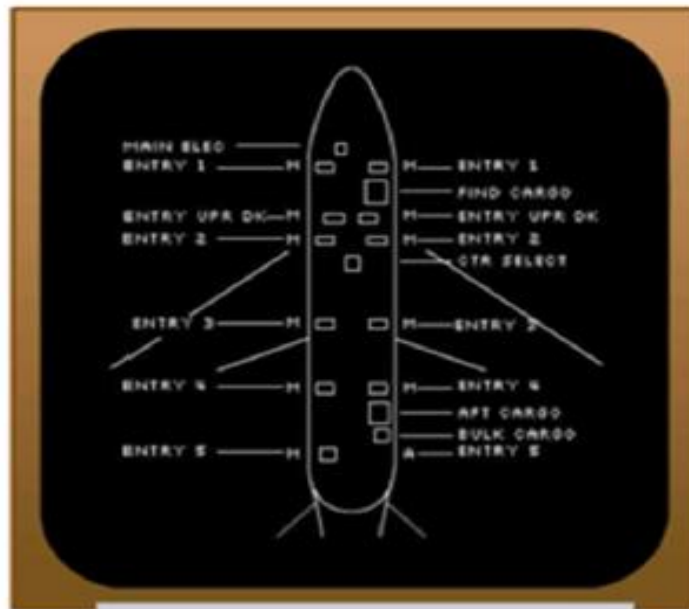
3.3.14.3 电子中央监控系统

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

2) 下部显示介绍

(2) 系统页面的人工显示

- 机组人员和维护人员通过相应控制面板上的系统按键来人工选择系统页面
- 不同的显示选择面板有不同的系统选择按键



次级或者辅助显示器



系统显示器



2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

2) 下部显示介绍

(2) 系统页面的人工显示

- 安装EICAS的飞机，有多个系统按键可以选择不同的系统页面
- 手动选择维护页面的任意按键，相关系统页面将会显示在下显示器，但是维护面板上的按键没有任何的按键灯
- 再次按下系统页面的按键，相关页面消失，下显示器变为空白



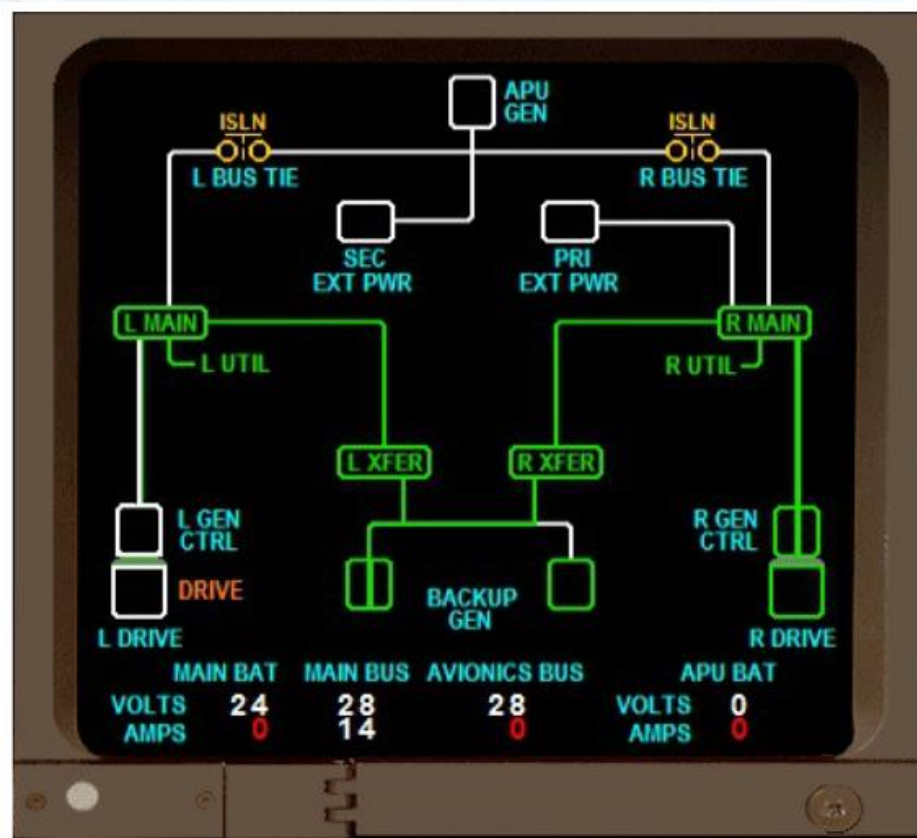
2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

2) 下部显示介绍

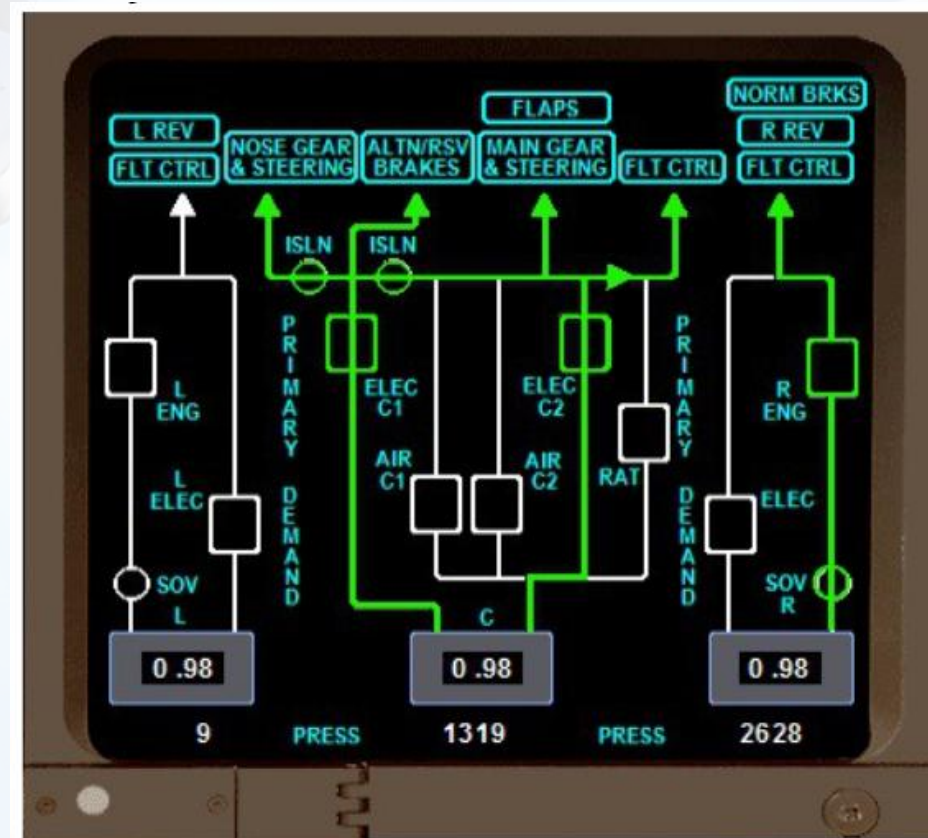


2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

2) 下部显示介绍



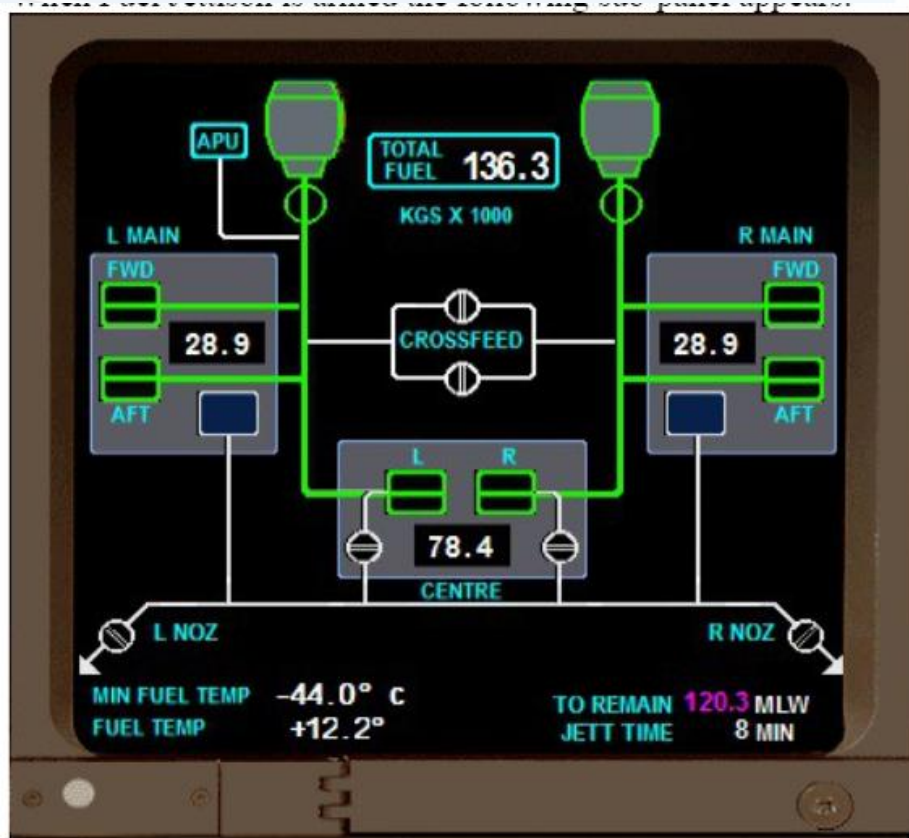
电气系统页面



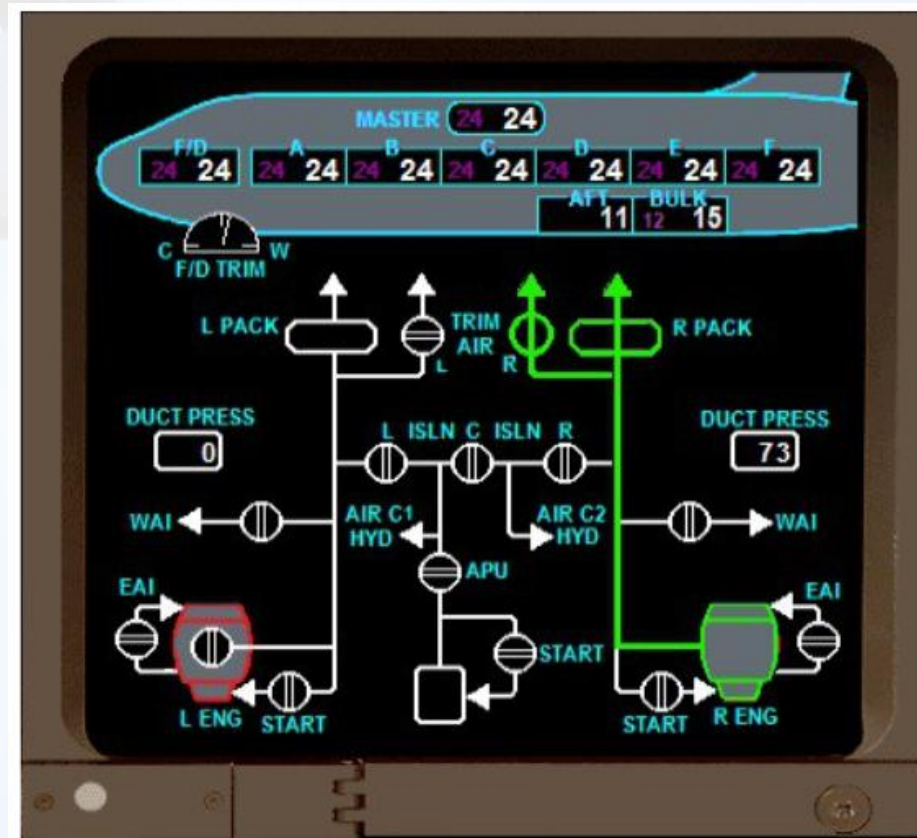
液压系统页面

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

2) 下部显示介绍



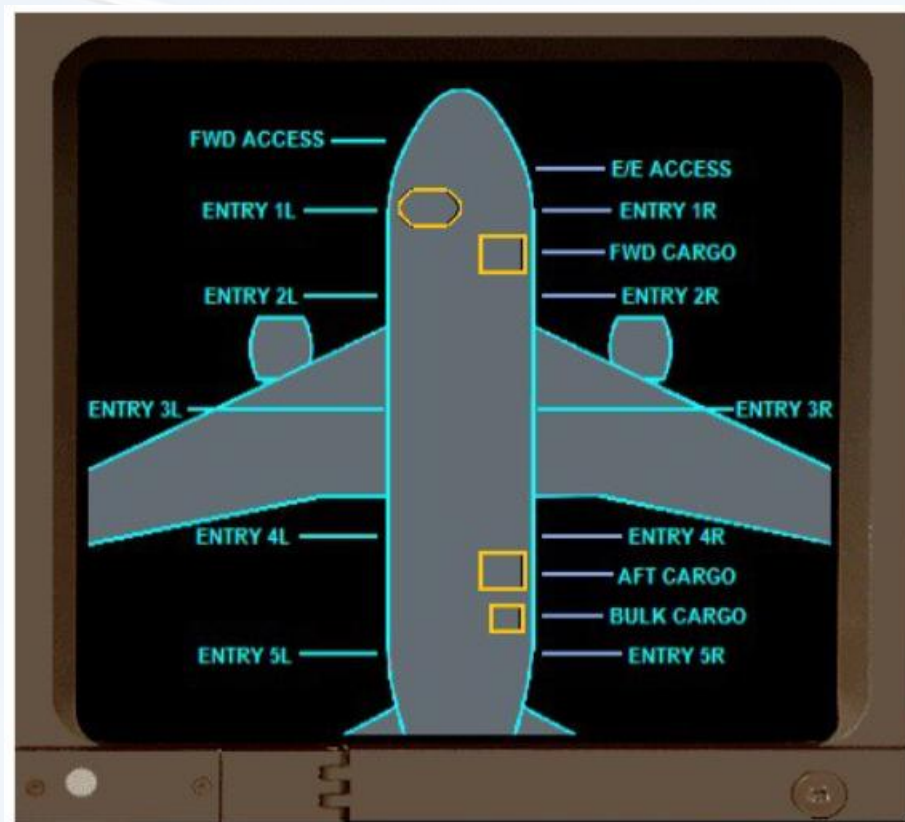
燃油系统页面



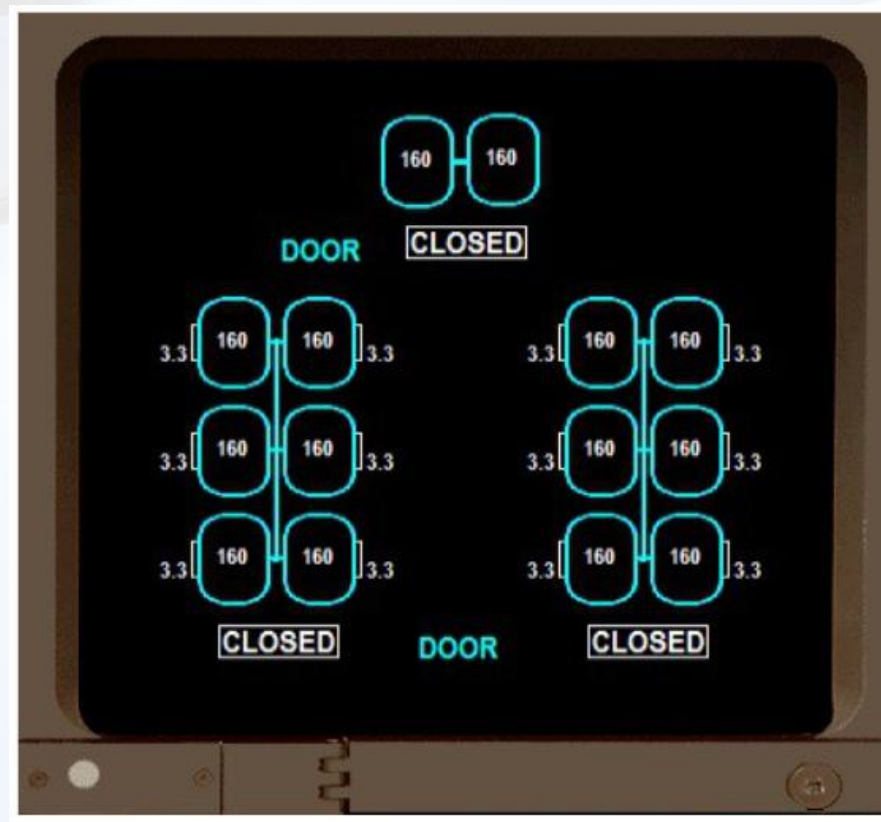
空调系统页面

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

2) 下部显示介绍



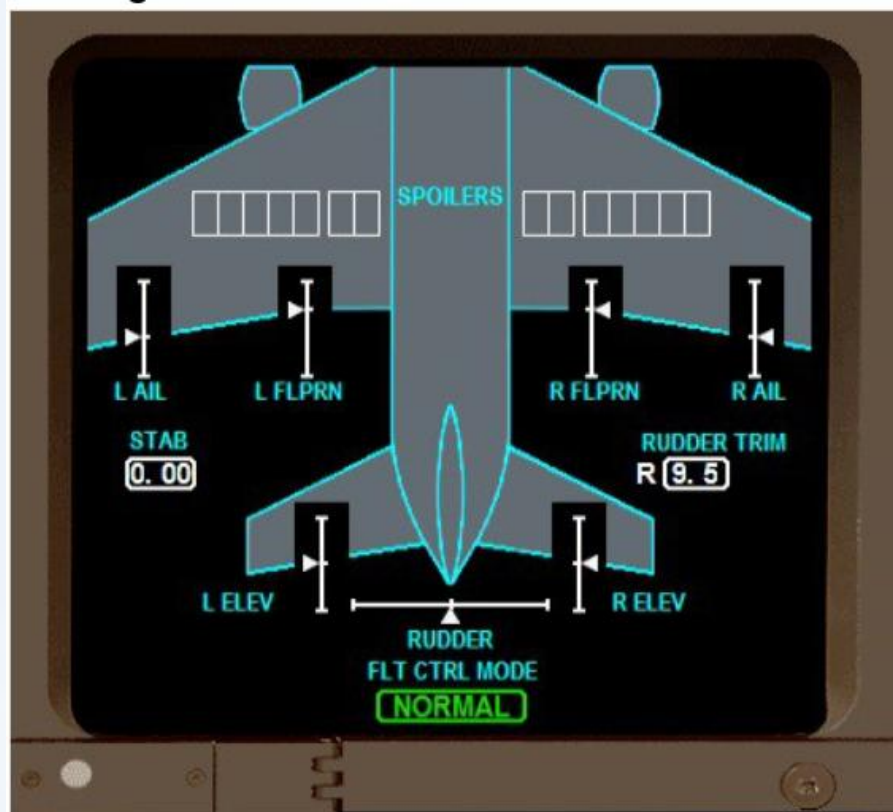
门系统页面



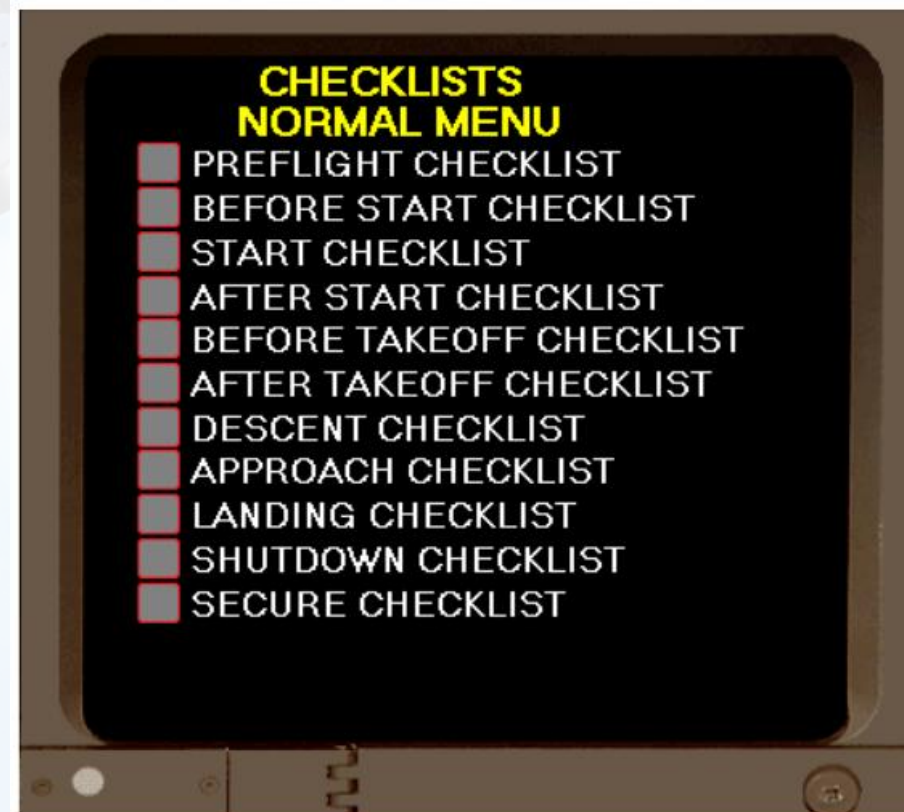
起落架系统页面

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

2) 下部显示介绍



飞控系统页面



检查单页面

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

2) 下部显示介绍

(2) 系统页面的人工显示

- 安装 ECAM 的飞机，通过按压控制面板上的系统按键，可以选择不同系统页面
- 手动选择控制面板的任意按键，按键上的灯将会在控制面板上点亮
- 控制面板上的“ALL”键是一个自动翻页的功能按键,按压保持“ALL”键系统页面将以一定的速度逐一显示，当显示到所需的系统页面时，松开按键即停留到该系统页面



2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

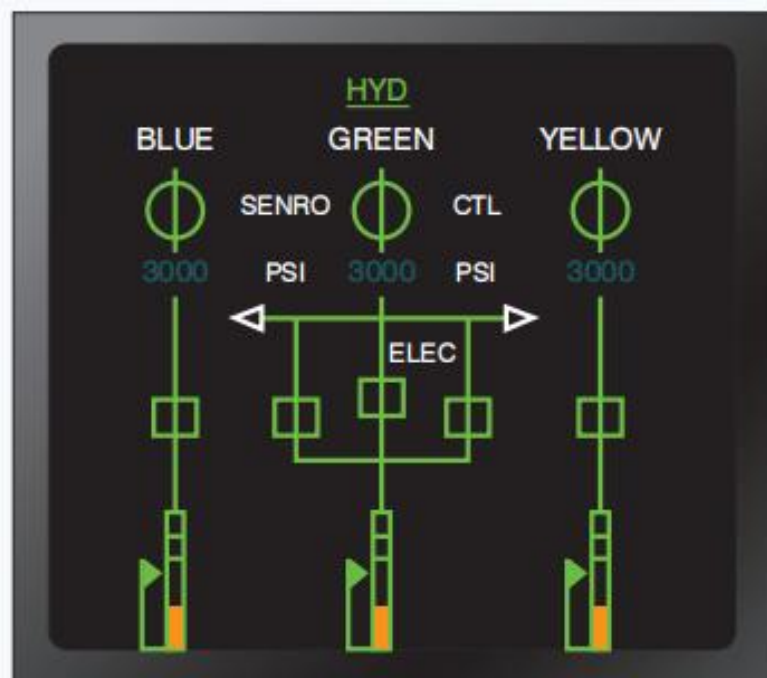
2) 下部显示介绍



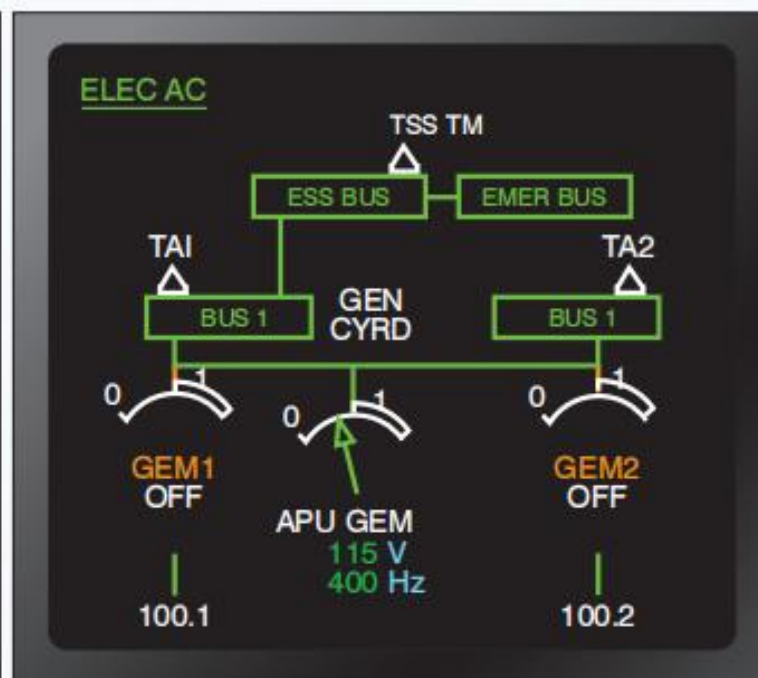
ECAM显示控制面板

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

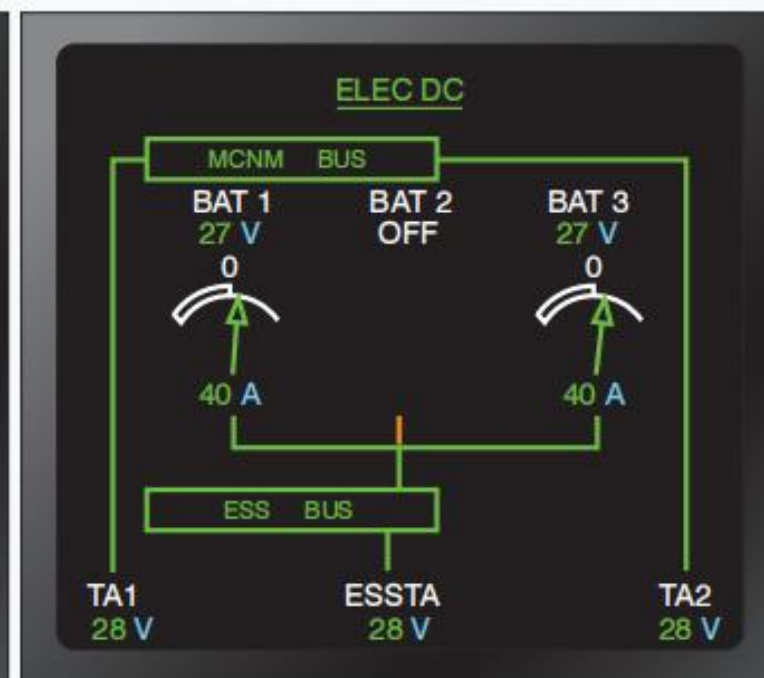
2) 下部显示介绍



液压系统页面



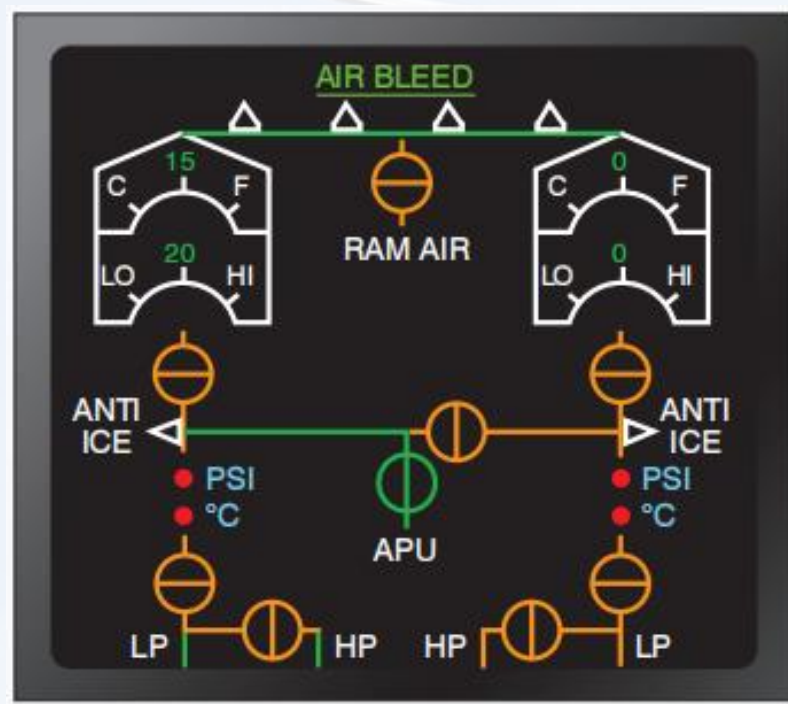
电源系统页面



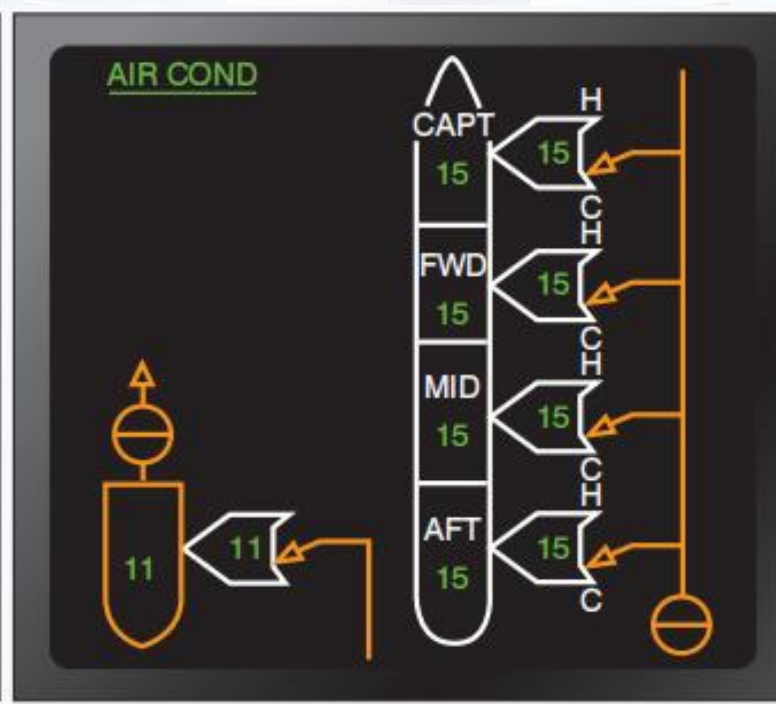
电源系统页面

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

2) 下部显示介绍



引气系统页面



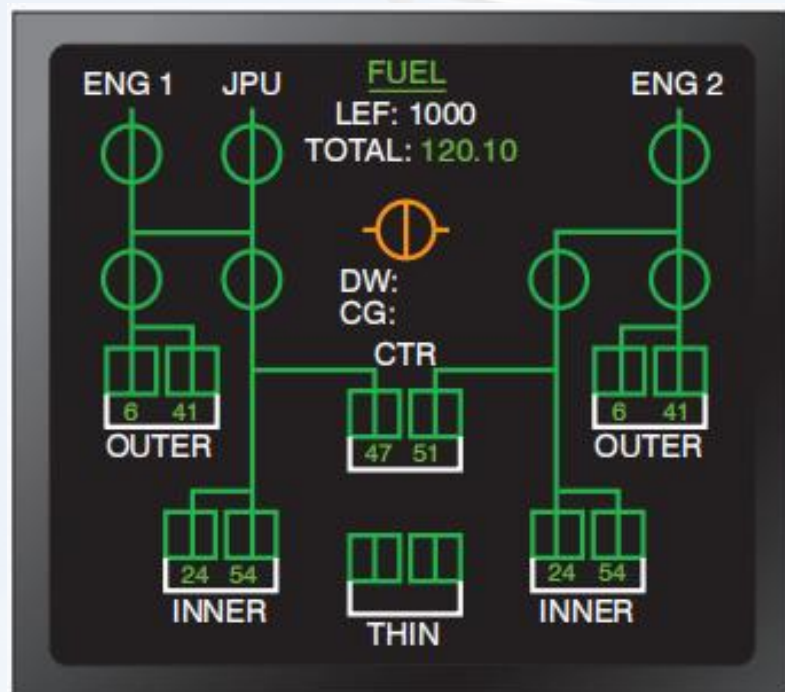
空调系统页面



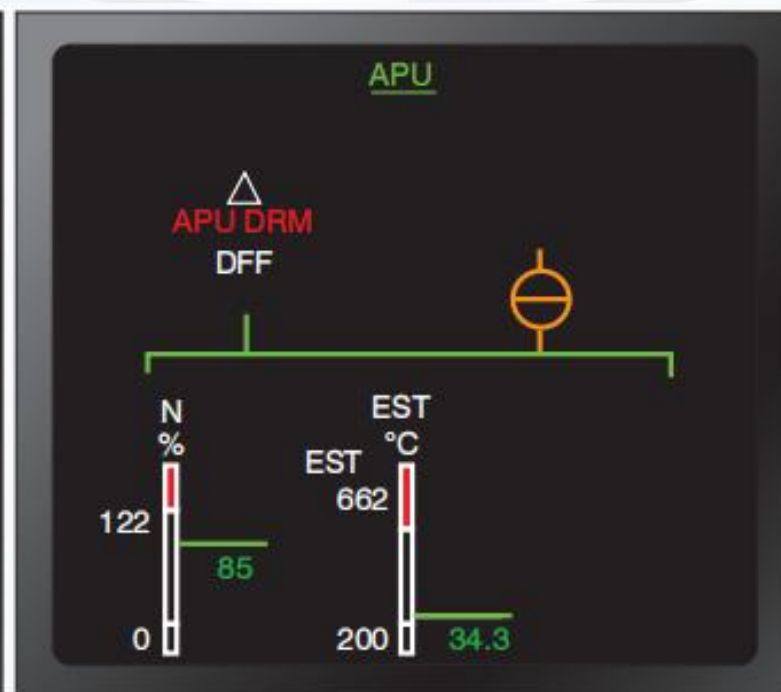
增压系统页面

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

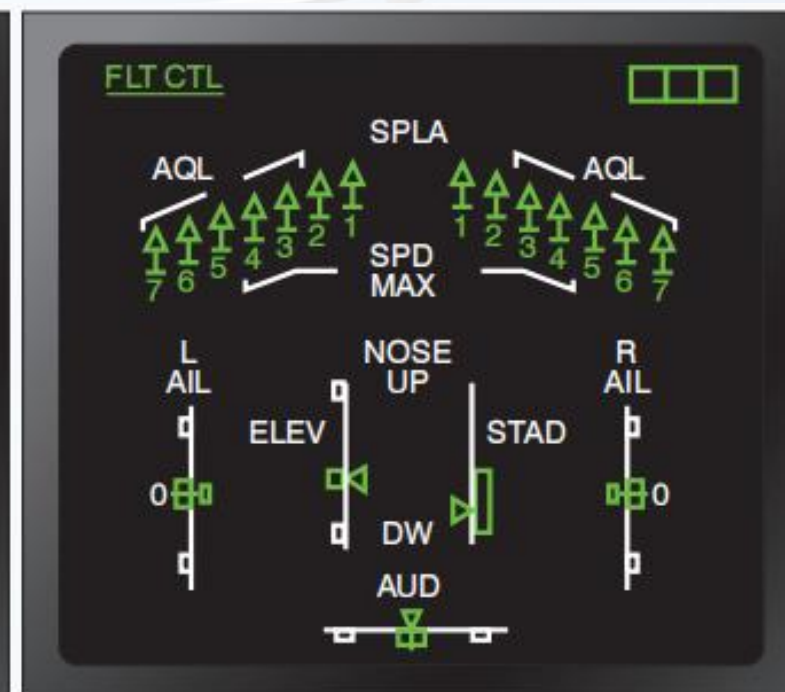
2) 下部显示介绍



燃油系统页面



APU页面



飞控系统页面

2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

3) 电子中央监控系统警告举例

(1) ECAM一级警告

□ 琥珀色告诫信息

□ 图中为 FWC 1 FAULT

□ 主提醒灯没有点亮

□ 没有音响警告



2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

3) 电子中央监控系统警告举例

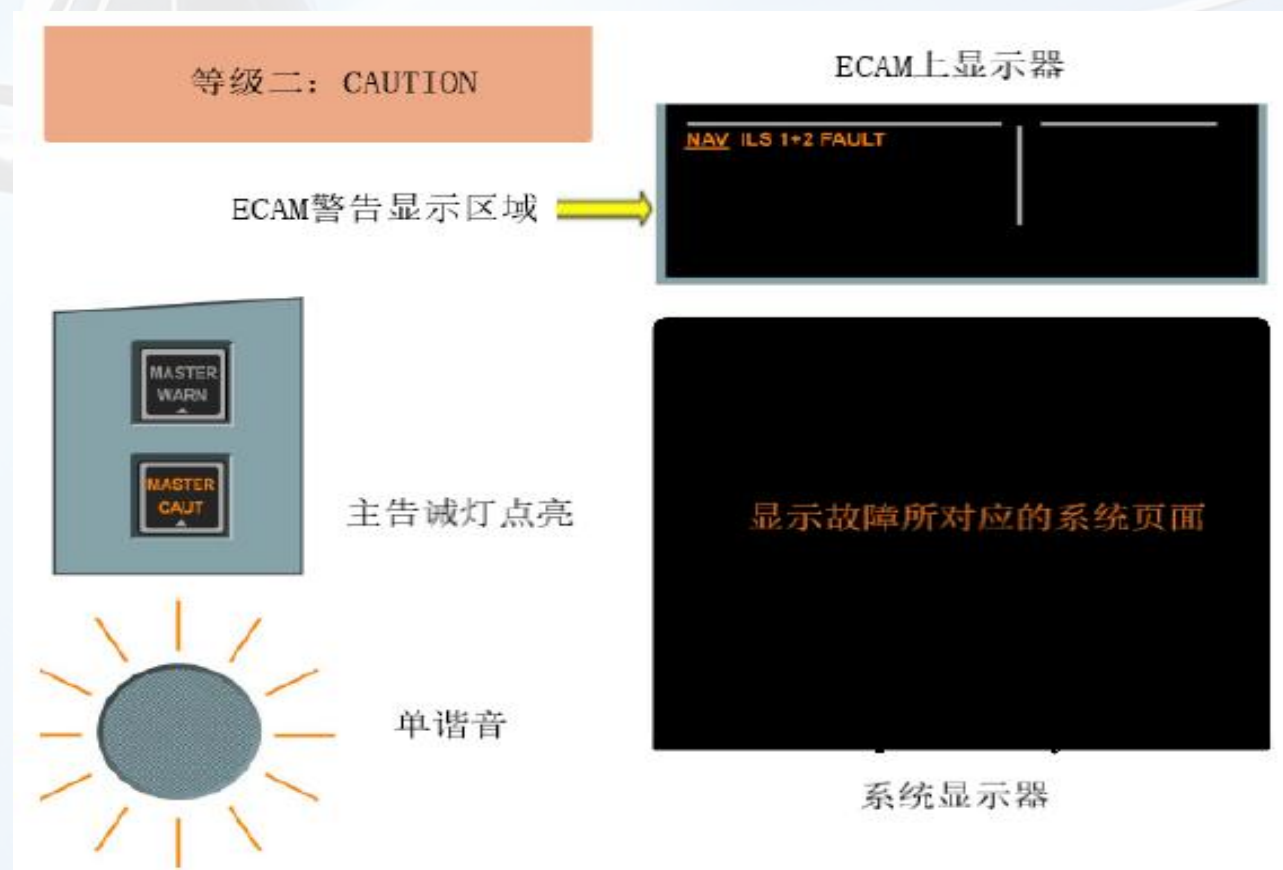
(1) ECAM二级警告

□ 琥珀色告诫信息

□ 图中为NAV ILS 1+2 FAULT

□ 琥珀色告诫灯点亮

□ 单谐音响警告



2、飞机电子中央监控系统工作模式及模式转换

3) 电子中央监控系统警告举例

(1) ECAM三级警告

- 红色警告信息
- 图中为发动机着火
- 红色主警告灯点亮
- 连续不断音响警告



小结:

- 电子中央监控系统上部显示器的显示参数（发动机主要参数、燃油量、襟缝翼位置）
- 下部显示器的显示参数（系统页面自动/人工显示）
- 电子中央监控系统警告信息示例

A large, faint, white silhouette of a commercial airplane is centered in the background, flying towards the viewer. The aircraft's wings are spread wide, and its tail fin is visible.

3.3.14.4 数据记录与信息管理

目 录

1

飞行数据记录系统

2

飞机状态监控系统、信息管理系统概述

1、飞行数据记录系统

1) 飞行数据记录系统的功用

航空法规要求所有大型民航飞机都安装飞行数据记录器FDR，它记录重要的飞行数据

四个功能：

- 制造厂用来改进设计工艺
- 航空公司工程技术部门用于判断飞机的故障原因
- 评估飞行员的飞行技术或培训飞行员
- 飞机事故后查找原因，进行事故分析

1、飞行数据记录系统

1) 飞行数据记录系统的功用

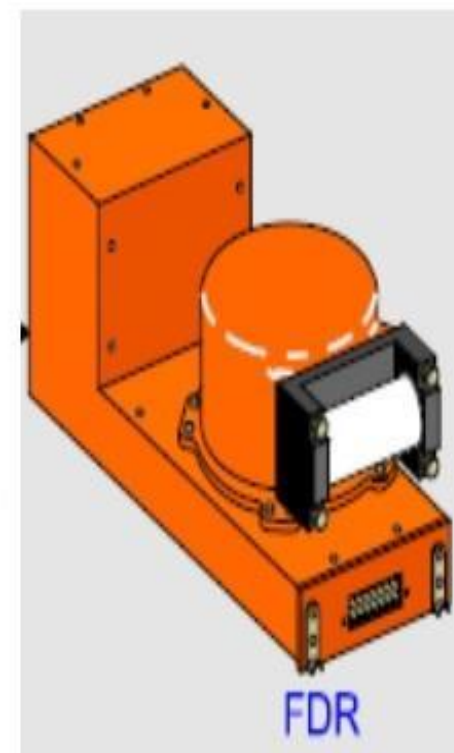
- 早期的 FDR 只记录了 6 个参数：
时间、航向、高度、空速、垂直加速度和按下通话开关时产生的脉冲信号。
- 新型飞行数据记录器可以记录几百个参数，如：时间、航向、高度、空速、航迹、瞬时位置、发动机参数、驾驶舱警告等

早期 FDR 记录数据

- 时间
- 航向
- 气压高度
- 空速
- 垂直高度
- 按压PTT对空管通讯

新型 FDR 增加记录数据

- 发动机推力
- 襟翼位置
- 滚转角和俯仰角
- 纵向和横向加速度
- 舵面位置
- 无线电导航信息
- 自动驾驶操作
- 电源
- 温度
- 驾驶舱警告等



早期和新型飞行数据记录器数据对比

1、飞行数据记录系统

2) 飞行数据记录系统的简介

- 飞行记录器可以使用两种类型的存储设备来记录所需的参数
- 一种是磁带式飞行数据记录器
- 另一种是固态式飞行记录器
- 目前飞机大多选用后者



1、飞行数据记录系统

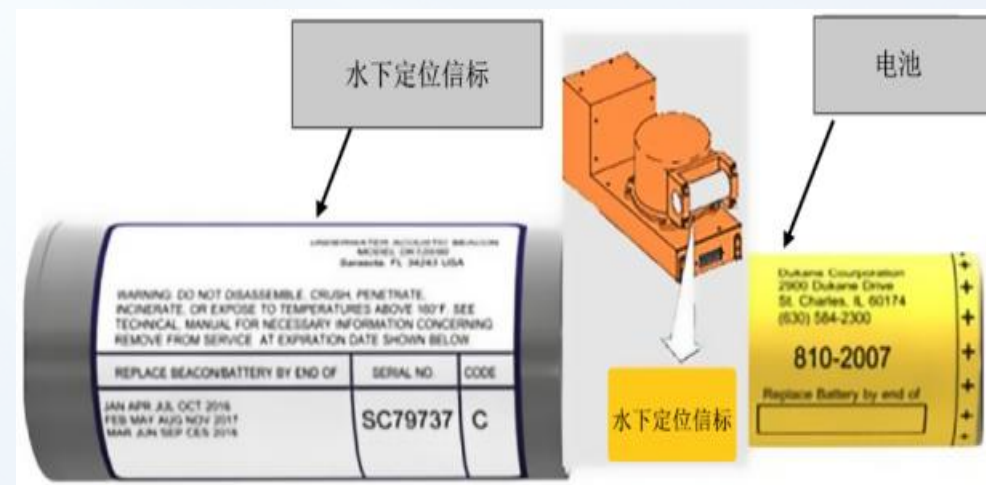
2) 飞行数据记录系统的简介

- 飞行记录器通常安装在飞机尾部
- 可以记录飞机最近 25 小时的飞行参数
- 有的民航客机把飞行记录器和语音记录器集成在一起，称为数字式语音数据记录器（DVDR）
- 记录器机匣为合金钢，外表颜色通常为橘红色，这种颜色的设计更容易在事故中寻找
- 为了更好的保存数据，记录器具有防火（1100°C），抗震抗压（2t冲击力、1000G 重力加速度），防海水和各种液体浸泡的能力

1、飞行数据记录系统

2) 飞行数据记录系统的简介

- ❑ 飞行数据记录器前面板有一个锂电池供电的水下定位信标 (ULB)
- ❑ 当飞行记录器落入水中, 水下定位信标的电池与水接触会自动发送37.5KHz的声波信号
- ❑ 搜救人员通过声呐探测该信号并确定声源的方位和距离, 借此找到飞行记录器
- ❑ ULB能够在水下持续发射至少30 天 (新一代飞机90天)
- ❑ 最大工作水深6096米 (20000英尺)
- ❑ 探测范围为 2134 ~ 3658米(7000 ~ 12000英尺)

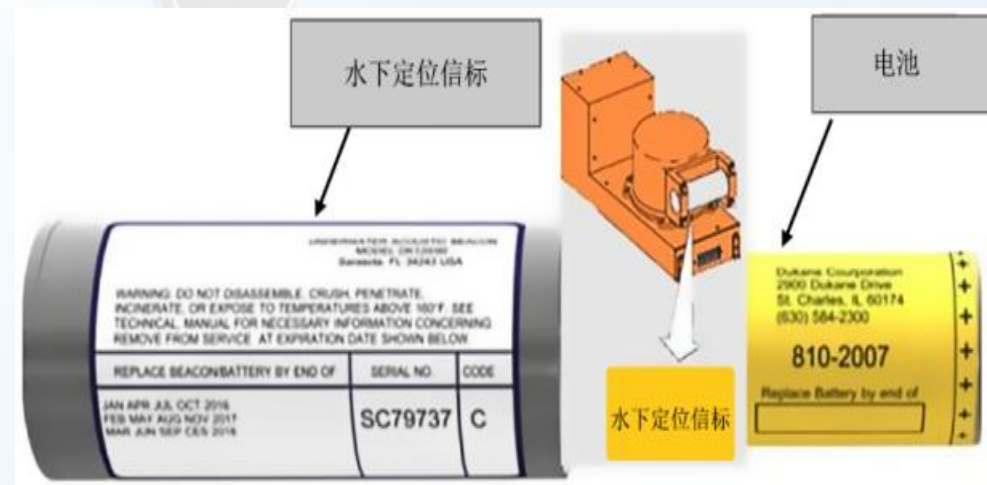


1、飞行数据记录系统

2) 飞行数据记录系统的简介

□ 水下定位信标维护时，应注意以下事项：

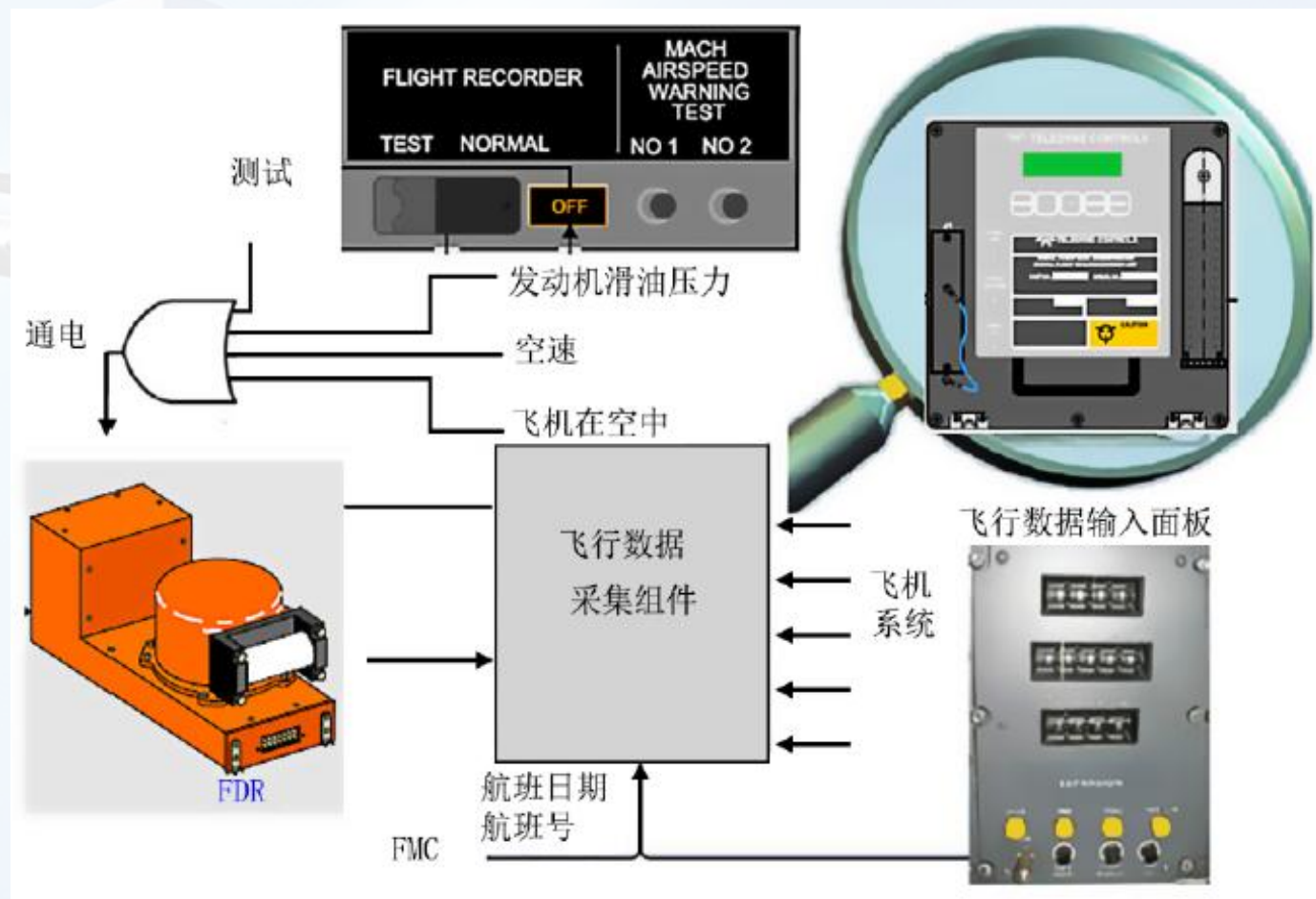
- ✓ 按规定时间检查和更换水下定位信标的电池，避免将电池极性装错，否则水下定位信标会损坏
- ✓ 每次检查和更换电池时，都应注意密封圈是否老化、变形，表面是否光洁，以防漏水或电池受潮
- ✓ 除规定的标签外，不允许把任何其他的标签贴在水下定位信标的壳体上



1、飞行数据记录系统

2) 飞行数据记录系统的简介

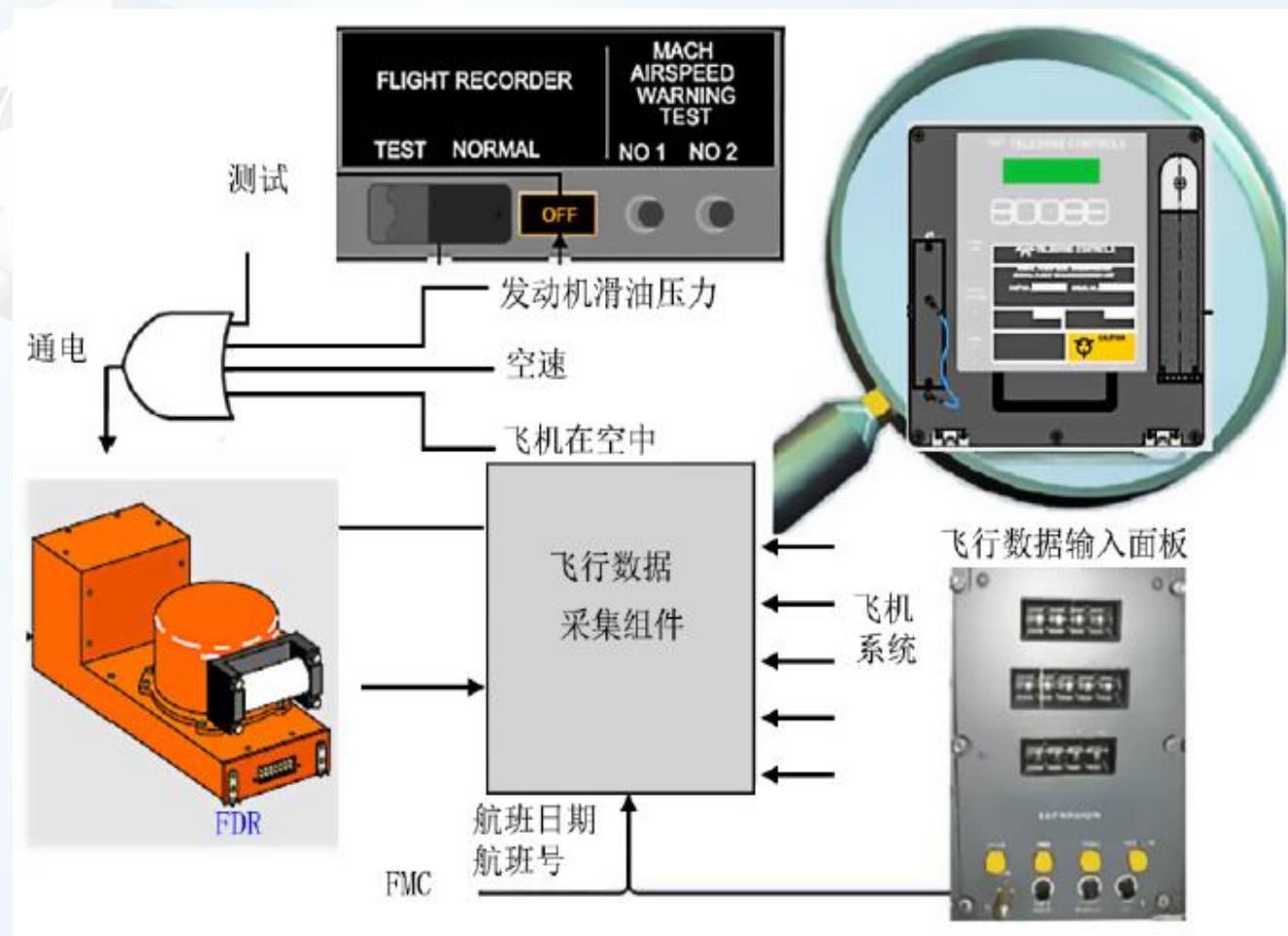
- 飞机在空中或者当发动机滑油压力传感器提供发动机滑油压力高的信号时，飞机记录器自动开始记录
- 所有来自飞机系统的数据发送给飞行数据采集组件，该组件将数据进行格式转化后输出到飞行数据记录器



1、飞行数据记录系统

2) 飞行数据记录系统的简介

- FDR还存储航班号和飞行日期，它由飞行管理计算（FMC）或飞行数据输入面板提供,这些数据由机组人员手动输入
- 在驾驶舱内有一个测试开关，地面人员利用它可以对飞行数据记录器进行测试
- 现代飞机可以通过中央维护系统 in 多功能控制显示组件（MCDU）上进行测试



小结:

1. 飞行数据记录器的主要功能，记录的主要参数内容
2. 飞行数据记录器的主要记录格式
3. 飞行数据记录器的记录要求和设计标准
4. 飞行数据记录器的工作描述

2、飞机状态监控系统、信息管理系统概述

1) 飞机状态监控系统

(1) 飞机状态监控系统概述

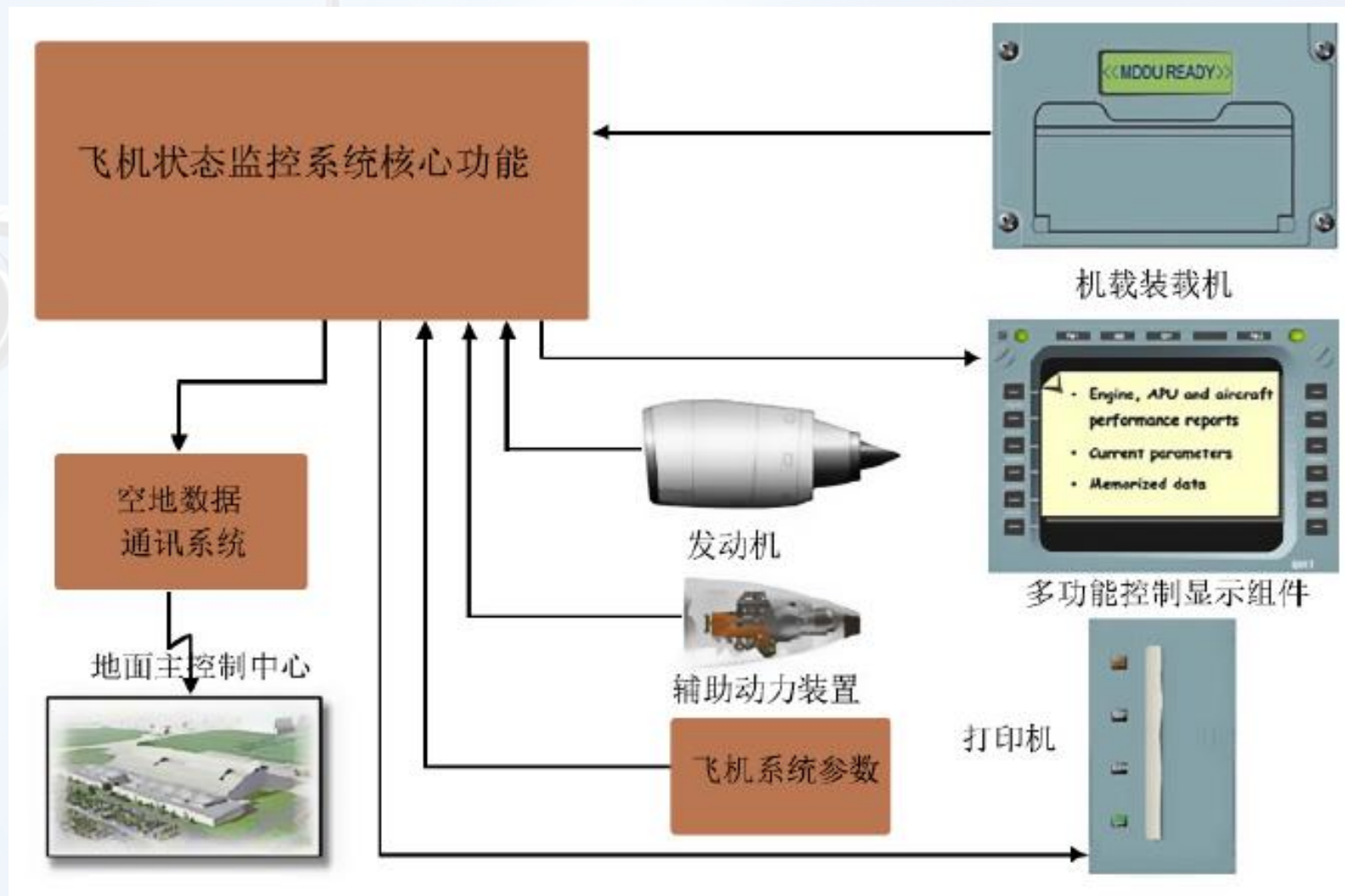
- 飞机状态监控系统 (Airplane Condition Monitoring System, ACMS) 的主要功能:
 - ✓ 实时监控发动机、APU和飞机系统的参数, 对收集的各种参数进行处理, 生成多种报告
 - ✓ 维护人员根据这些实时参数或者报告来监控参数的变化趋势, 预测飞机系统的工作情况
 - ✓ 以便能及时有效的分析和判断故障
 - ✓ 特别是一些重复性的复杂故障, 可通过分析ACMS数据来确定故障原因

2、飞机状态监控系统、信息管理系统概述

1) 飞机状态监控系统

(1) 飞机状态监控系统概述

- ACMS报告维护人员可以通过MCDU检索和查看
- 可以在飞机打印机上打印
- 也可以通过空地数据通讯系统发送到地面主控制中心
- ACMS系统是客户化的
- 飞机营运人可以创建各公司独有的报告



2、飞机状态监控系统、信息管理系统概述

1) 飞机状态监控系统

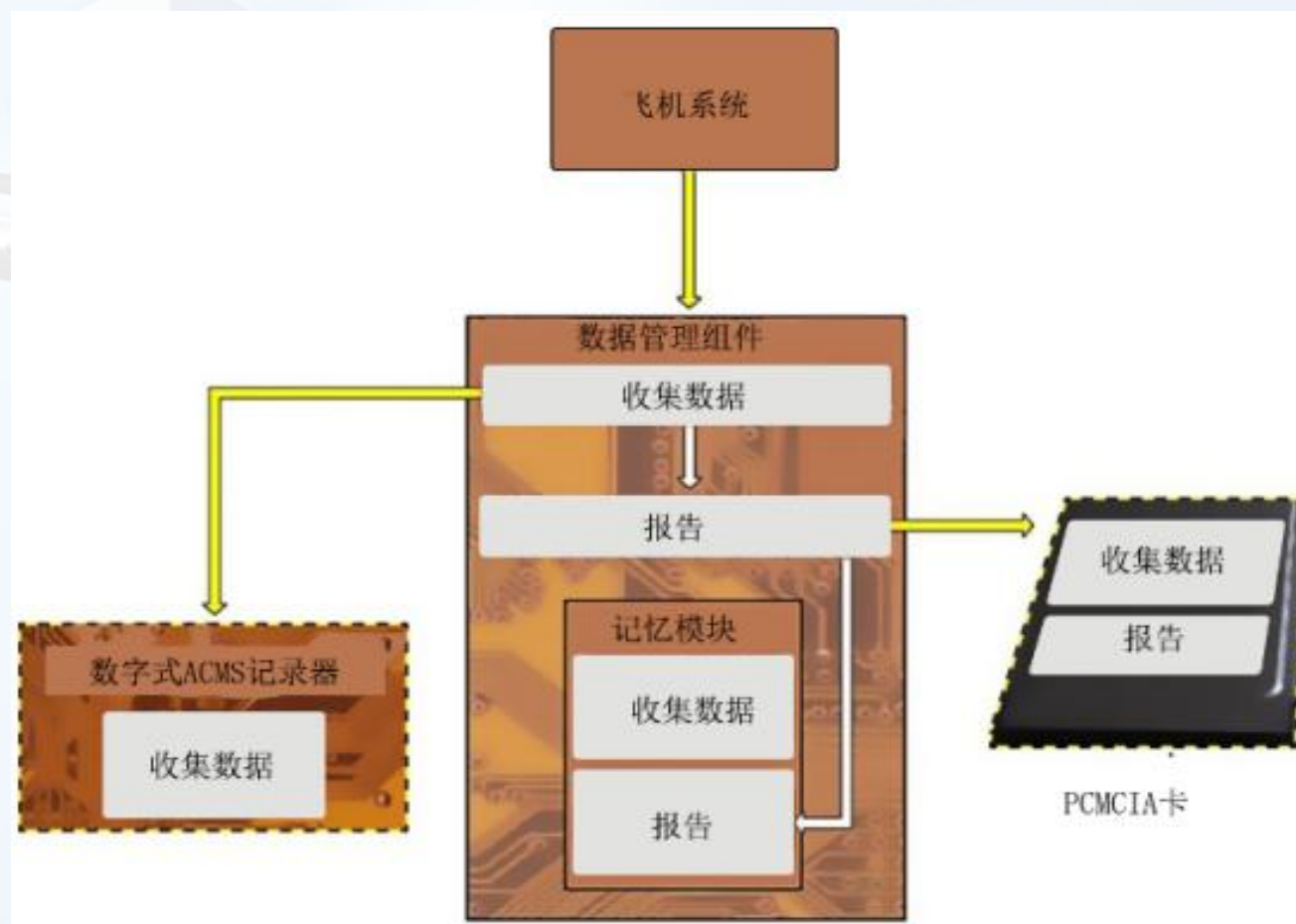
(1) ACMS组成

□ ACMS系统组成部件有:

✓ 数据管理组件

✓ 数字式ACMS记录器(DAR)

✓ 其他数据接口

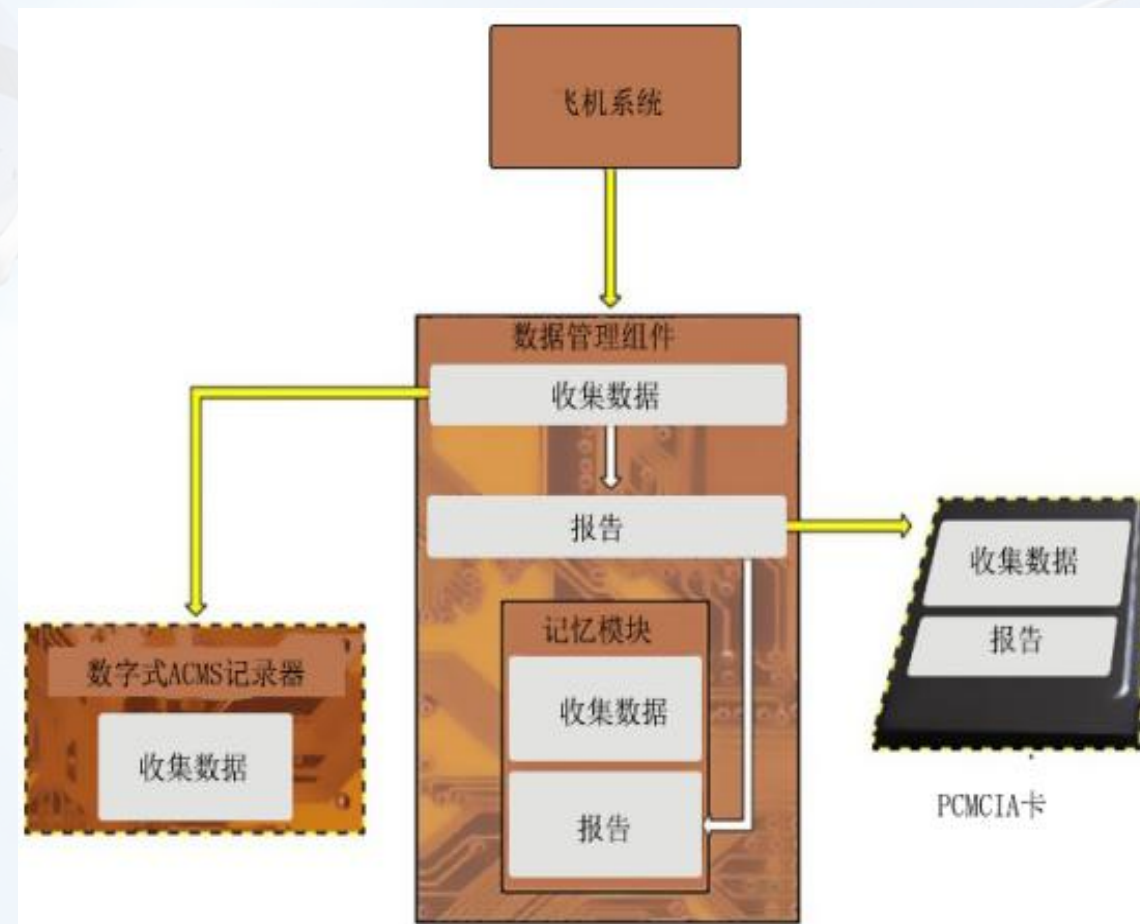


2、飞机状态监控系统、信息管理系统概述

1) 飞机状态监控系统

(1) ACMS组成

- ❑ 数据管理组件负责收集、存储和处理各种飞机系统数据。
- ❑ 这些数据有多种存储介质，可以存储在数据管理组件内的存储器、可更换的PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) 卡或数字式ACMS记录器中
- ❑ 维护人员可以定期，也可以在发生故障或事故后提取存储介质中的数据



2、飞机状态监控系统、信息管理系统概述

2) 信息管理系统

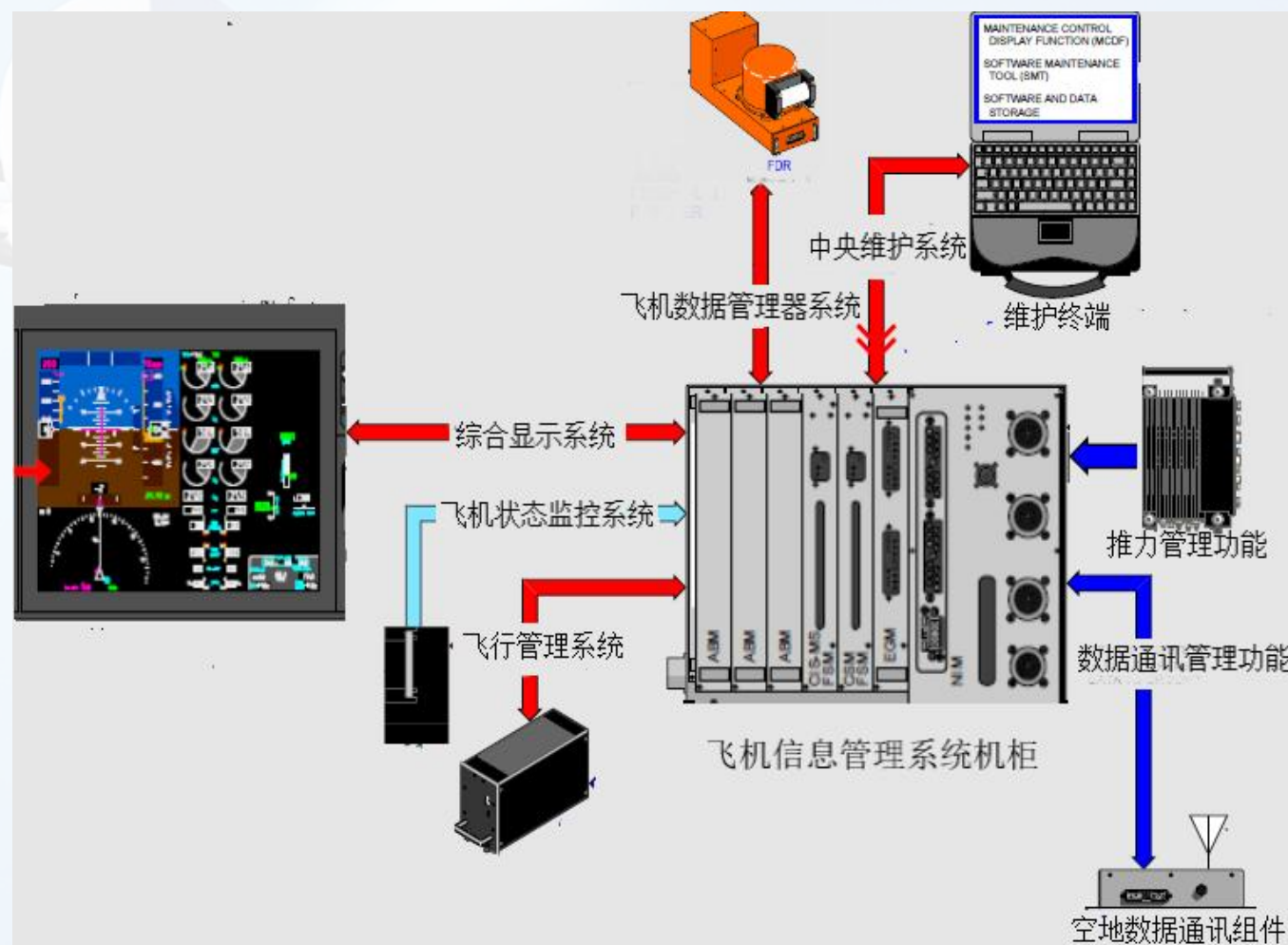
- 信息管理系统的功能是将飞机系统的数据进行集中管理，实现信息资源共享
- 信息管理系统将大部分传统计算机改变为模块化的电路卡及电路卡内安装的功能软件，减少了部件并减轻飞机重量，还使设备变得更加紧凑,更加集中,便于故障隔离维修
- 信息管理系统构建了机载网络平台，飞机各个系统在该平台上进行数据采集、传输、处理、计算和存储
- 利用机载网络平台传输数据减少了信息传输的路径和延时，有利于信息的综合利用

2、飞机状态监控系统、信息管理系统概述

2) 信息管理系统

信息管理系统主要交联有：

- 飞行管理计算机系统
- 推力管理计算机系统
- 数据通信管理系统
- 综合显示系统
- 飞机状态监控系统(ACMS)
- 中央维护系统(CMS)
- 飞行数据记录系统(FDR)



小结:

1. ACMS飞机状态监控系统的基本工作概述
2. ACMS系统的组成：数据管理组件、数字式记录器、其他数据接口
3. 飞机信息管理系统的基本功用和组成



3.3.14.5 警告系统

目 录

A faint, light-colored illustration of a commercial airplane from a front-on perspective, centered in the background.

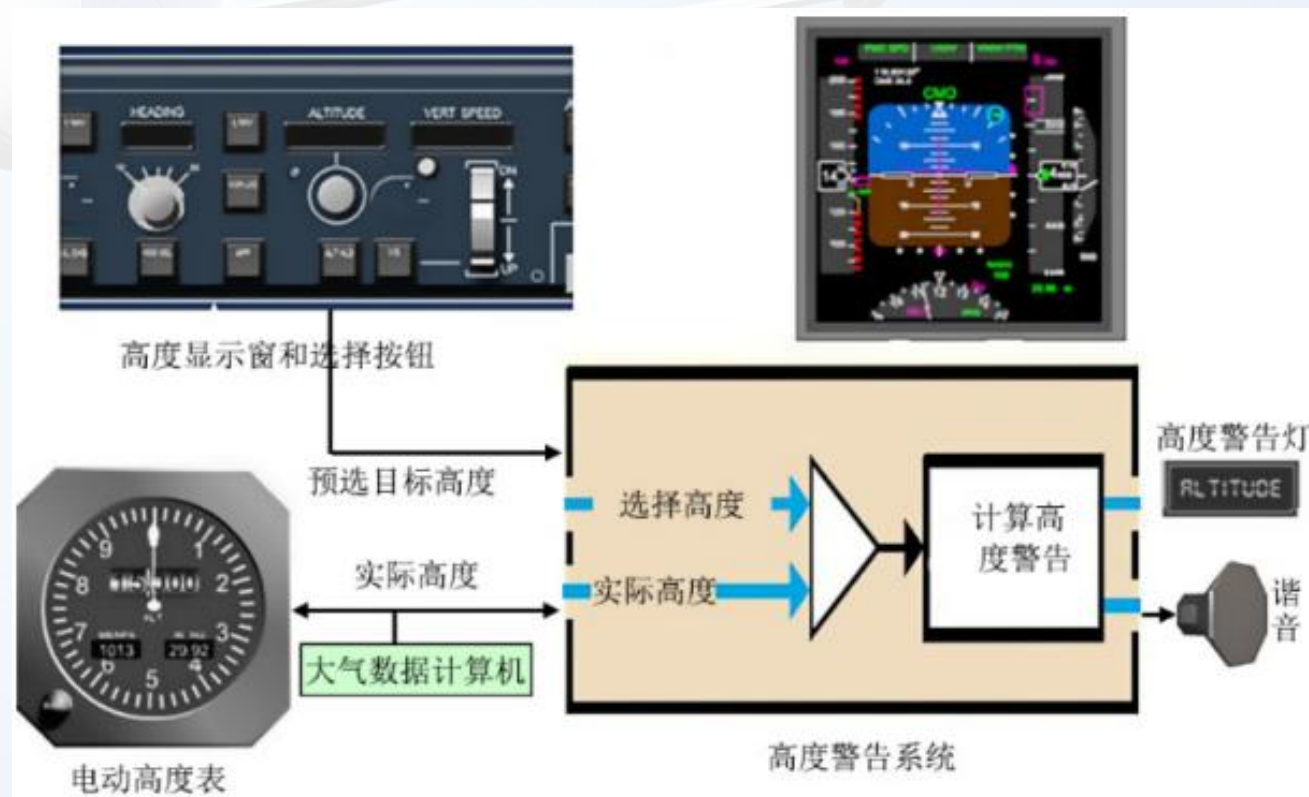
1

高度警告系统，超速和失速警告

1、高度警告系统，超速和失速警告

1) 高度警告系统

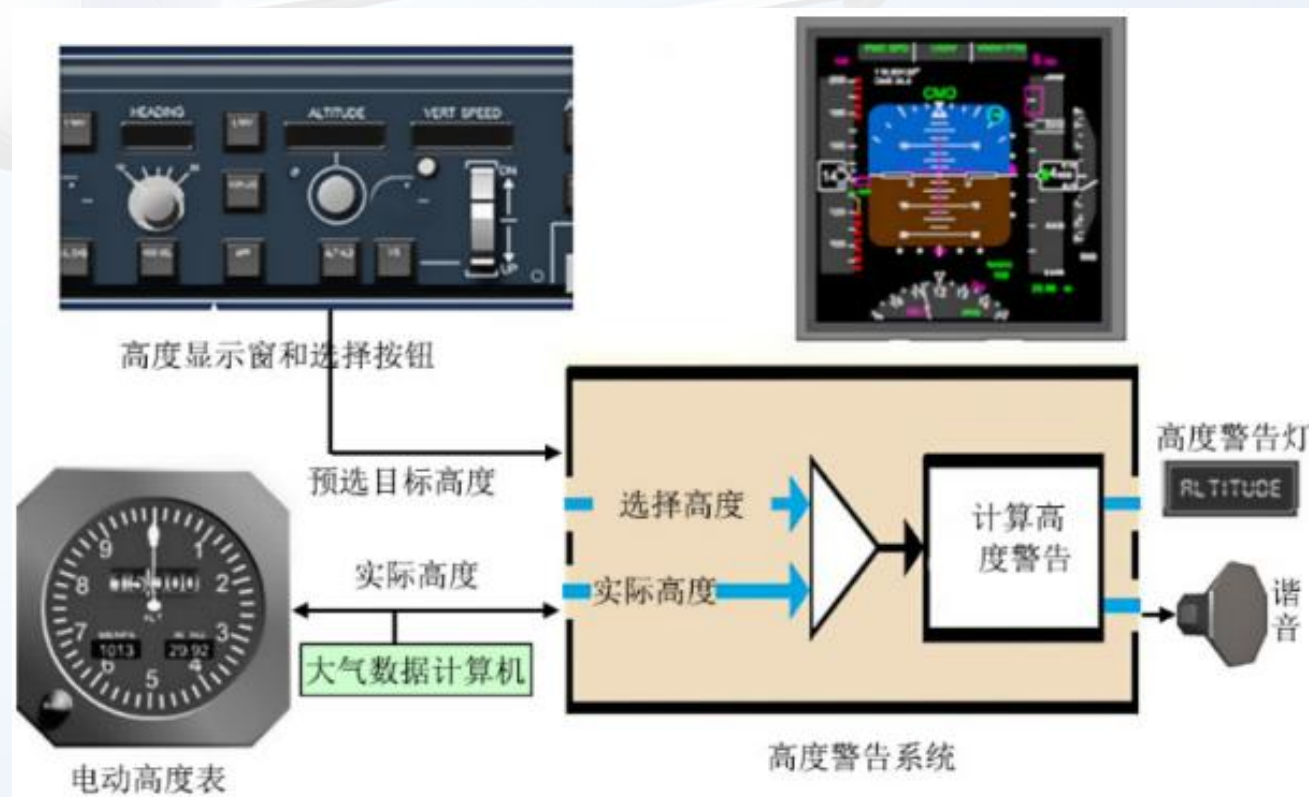
- 高度警告系统的作用是飞机到达或离开预选的目标高度时，发出视觉和音响信号提醒机组人员
- 高度警告系统是将来自大气数据计算机的气压高度与自动飞行方式控制板上选择的目标高度进行比较，当偏差在正负一定范围内时产生警告提醒机组人员



1、高度警告系统，超速和失速警告

1) 高度警告系统

- 例如一些典型飞机，在当飞机爬升或者下降距离选择的目标高度300米（900英尺）处高度警告触发，当高度差小于100米（300英尺）时，高度警告停止
- 高度警告的警告信息是由一个短促的警告音频和一个视觉警告（高度警告灯或者PFD高度带上高度读数窗出现闪烁）组成



1、高度警告系统，超速和失速警告

1) 高度警告系统

- 高度警告系统由高度计算装置，高度设定装置和高度偏差计算装置组成
- 高度计算装置一般为大气数据计算机
- 高度设定装置一般为自动飞行方式控制面板的高度选择旋钮
- 高度偏差计算装置为自动飞行系统的核心计算机或者中央警告系统的核心计算机（在早期的飞机上，由独立高度警告计算机来计算高度偏差）

1、高度警告系统，超速和失速警告

1) 高度警告系统

□ 在人工操纵期间：

- ✓ 飞机爬升或下降接近预选目标高度时
- ✓ 高度警告系统根据设计逻辑触发高度警告
- ✓ 使机组人员控制飞机接近并平稳地到达预选高度

□ 在自动飞行工作期间：

- ✓ 自动驾驶保持飞机按机组人员在方式控制板 (MCP/FCU/GP) 上设定的预选目标高度飞行
- ✓ 当出现气流变化使飞行俯仰姿态发生改变时，飞机靠自身的纵轴稳定性就可以修正飞机的姿态，但会偏离预选目标高度
- ✓ 当偏离值超过一定范围时高度警告系统发出警告提醒机组

1、高度警告系统，超速和失速警告

1) 高度警告系统

□ 抑制情况：

- ✓ 由于高度选择工作方式期间，高度警告的功能被抑制，所以机组人员按照飞行程序改变飞行高度不会触发高度警告
- ✓ 在飞机进近着陆期间飞行员需要集中注意力，为了避免外部干扰机组人员，高度警告功能也被抑制

1、高度警告系统，超速和失速警告

2) 超速警告

- 超速警告功能：
 - ✓ 飞机的当前空速超过设计的最大安全速度时，提供目视和音响警告来提醒机组人员
 - ✓ 超速飞行非常危险，会使飞行安全性下降并且造成结构损伤甚至解体，所以现代飞机都有一个独立的超速警告系统

1、高度警告系统，超速和失速警告

2) 超速警告

- 早期飞机：
 - ✓ 安装一个显示空速的仪表称为马赫-空速指示器
 - ✓ 马赫-空速指示器用于显示飞机实际的空速值，在仪表上速度极限用红白色相间条纹的 VMO/MMO（VMO 是允许最大操作速度；MMO 是允许最大操作马赫数）指针指示
 - ✓ 大气数据计算机(ADC)计算出所需的指示空速(IAS)、校准空速(CAS)和马赫数(MACH)等大气数据参数，发送到马赫-空速指示器
 - ✓ 马赫-空速指示器内部设有最大操作马赫数、最大操作速度探测装置
 - ✓ 当空速高于 VMO或 MMO 时，马赫-空速指示器将触发超速警告

1、高度警告系统，超速和失速警告

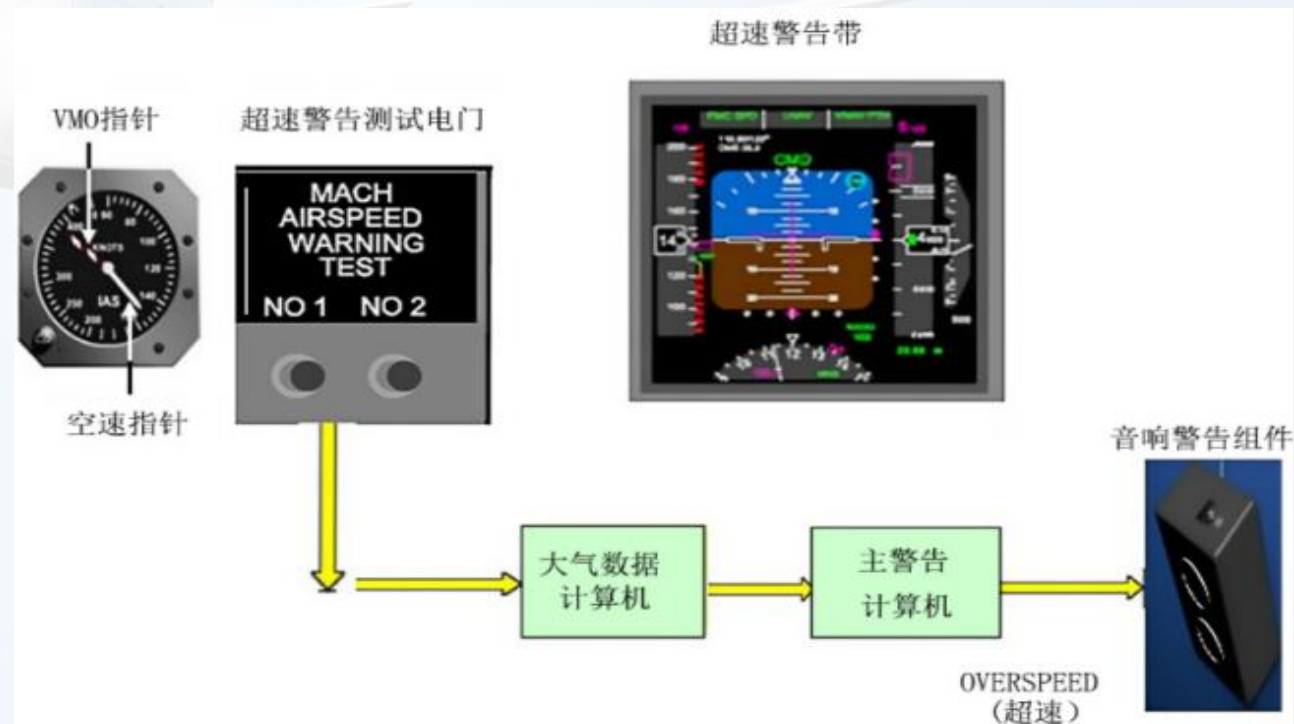
2) 超速警告

- 新一代综合显示系统的飞机：
 - ✓ 飞机实际指示的空速显示在主飞行显示器（PFD）左侧空速带上，速度带读数框内的数字表示飞机当前空速值
 - ✓ 速度限制在 PFD 的空速带上用红黑相间区域来显示，当飞机超速时该数字变为红色
 - ✓ 大气数据计算机(ADC 或者 ADIRU)计算出所需的指示空速(IAS)、校准空速(CAS) 和马赫数(MACH) 等大气数据参数
 - ✓ 由 ADC 或者ADIRU 直接触发超速警告

1、高度警告系统，超速和失速警告

2) 超速警告

- 当出现超速警告时
- 除了仪表或者 PFD 上的显示
- 还有驾驶舱扬声器发出的警告音响
- 对于安装EICAS 或者 ECAM 的飞机
- 当出现超速警告时，警告显示区域上显示“OVER SPEED”红色超速警告信息



1、高度警告系统，超速和失速警告

2) 超速警告

- 飞机超速警告除了当前速度超过 VMO/MMO 这一种情况
- 还有飞机处于不同的构型时也可能触发超速警告
- 例如在飞机着陆阶段起落架放出，飞机的速度就会有一定的限制，
这个速度称为放出起落架时的最大速度
- 当飞机的速度超出限制，飞机也会触发相关的超速警告
- 这是超速警告的特殊情况之一

1、高度警告系统，超速和失速警告

2) 超速警告

- 超速警告测试可以通过两种方法来原因：
 - ✓ 驾驶舱中马赫空速警告面板上的测试按钮
 - ✓ 多功能控制显示组件（MCDU）上进行测试

1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告

- 失速警告系统功能是飞机发生失速前向机组人员发出警告
- 飞机失速 (Stall) 是指飞机或者机翼在迎角大于最大升力迎角时工作的情况
- 为了在空速下降时保持恒定的升力，必须增加迎角，当迎角增加到某一个角度时，气流不能紧贴机翼上表面流过，就会发生气流分离，这个迎角被称为最大迎角 (α_{max})；如果迎角再继续增大，则气流严重分离会导致升力急剧下降，操纵失效，飞机出现失速现象
- 失速并非指飞机速度不足，而是升力不足
- 如果没有足够的高度可供机组人员恢复，飞机有可能会坠毁
- 因此在失速发生之前，需要尽早警告机组人员

1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告

- 起飞、降落阶段，一方面飞机低速飞行，容易产生失速；另一方面由于起落架的放出，导致飞机的构型和气动外形的改变，使得飞机的操纵性和稳定性降低，也容易产生失速
- 失速警告系统将迎角传感器 AOA（也叫迎角探头）探测的实际迎角与飞机设定的最大迎角进行比较，来触发失速警告
- 由于最大迎角取决于襟翼和缝翼的位置，因此也需要考虑它们的实际位置

1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告

失速前向机组警告

- 提供警告
- 提前处置

失速非失“速”

- 任何速度都可失速
- 迎角大于最大升力迎角

重要阶段

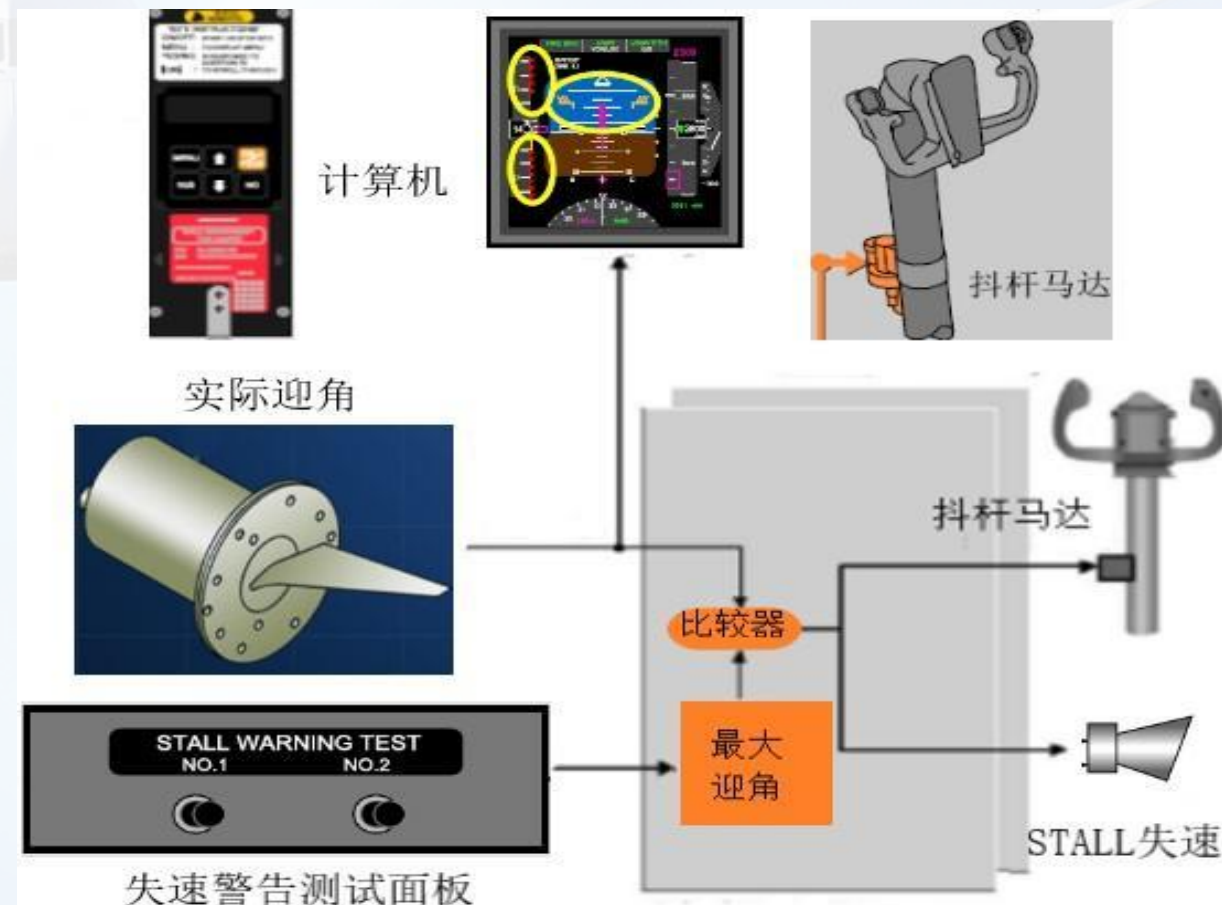
- 起飞
- 着陆

1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告部件

□ 失速警告计算机：

- ✓ 现代客机的失速警告由独立的失速警告计算机计算或者将失速警告功能集成在其它系统中，比如主警告系统或自动飞行系统
- ✓ 出于冗余度设计，通常安装两套失速警告系统，它们的探测是独立的

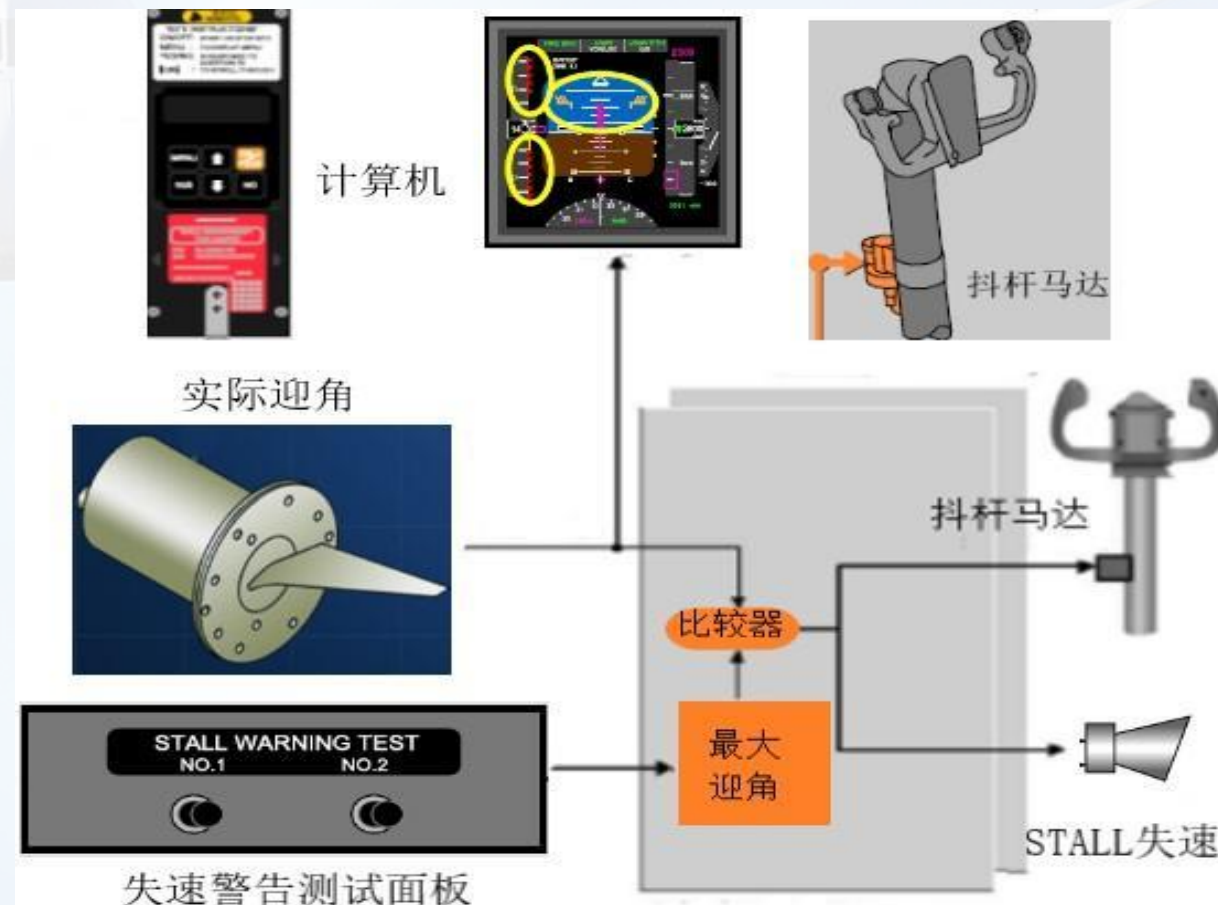


1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告部件

❑ 失速警告的测试组件：

- ✓ 用于测试失速警告的抖杆马达和失速功能
- ✓ 在装有机载维护系统的飞机上，维修人员通过多功能控制显示组件（MCDU）进行测试

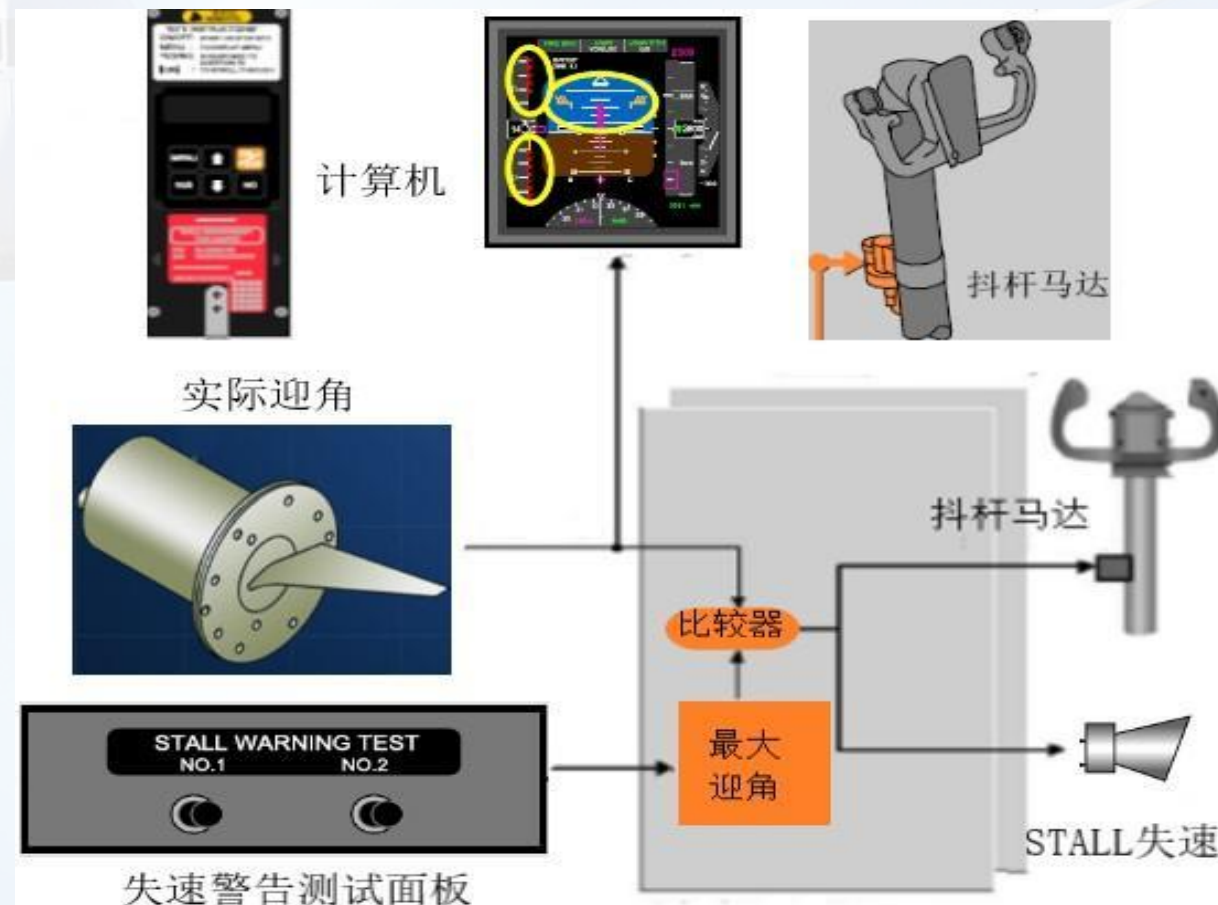


1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告部件

❑ 失速警告的抖杆马达：

- ✓ 抖杆马达一般安装在驾驶杆的底部区域
- ✓ 当飞机出现失速情况时，抖杆马达动作提示机组人员飞机失速



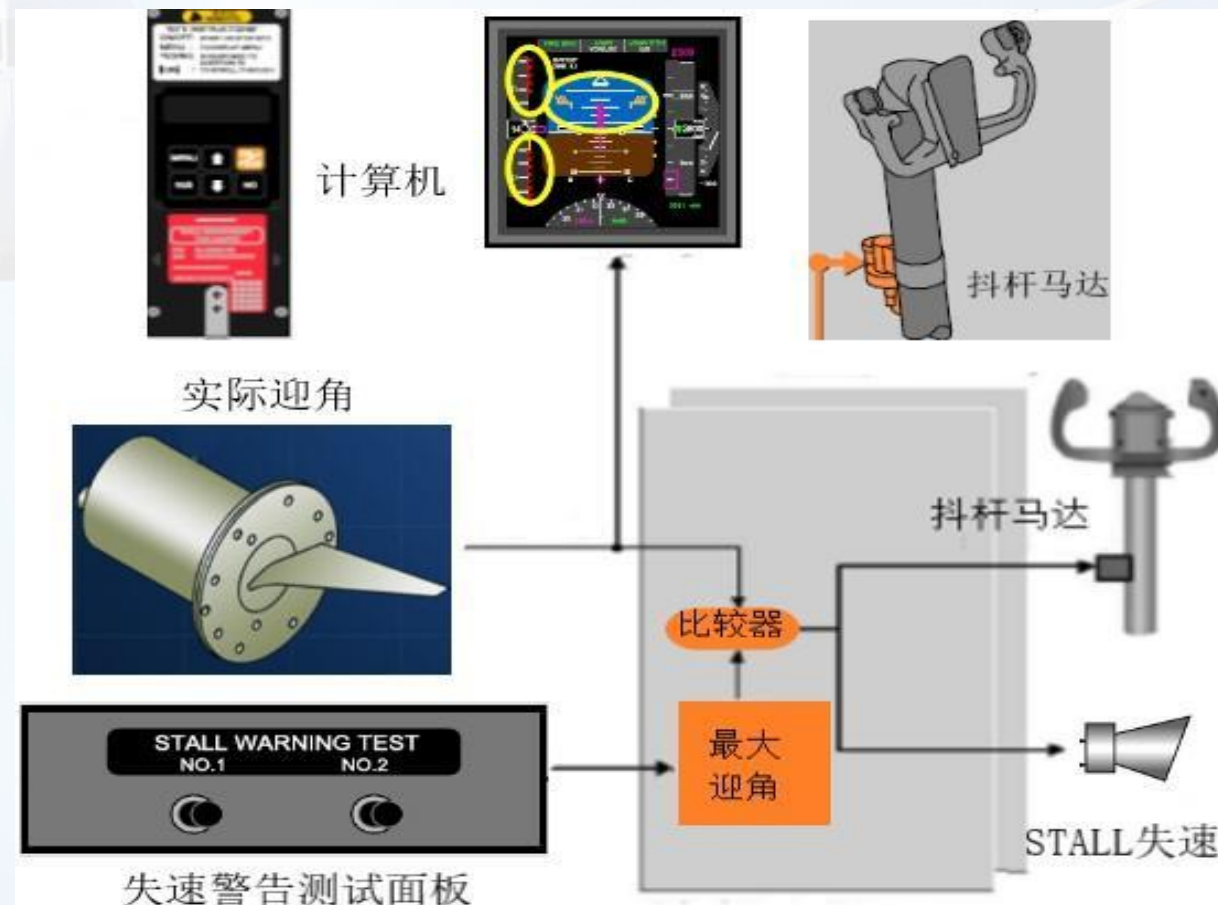
1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告部件

□ 各种传感器和探头:

✓ 主要是飞机的AOA探头

✓ 襟翼和缝翼的位置传感器等



1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告的警告信息和保护

- 当飞机出现失速情况时
- 速度带上会显示相关的操作速度或者抖杆速度，还有所对应的音响警告
- 对于安装EICAS 或者 ECAM 的飞机，当出现失速情况，警告显示区域显示 "STALL STALL"红色信息

1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告的警告信息和保护

当飞机出现失速警告时，失速保护根据飞机机型的不同主要有以下几种方式：

□ 在某些小飞机上：

- ✓ 当飞机出现失速警告时
- ✓ 驾驶杆上安装的推杆器自动接通推动驾驶杆向前
- ✓ 飞机会执行低头的指令，以减少飞机的迎角

1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告的警告信息和保护

□ 在波音飞机上：

- ✓ 当飞机出现失速警告时
- ✓ 失速管理计算机启动驾驶杆上的抖杆马达产生振动
- ✓ 来模拟实际失速对飞行控制的影响
- ✓ 机组人员需要控制飞机来进行失速保护

1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告的警告信息和保护

□ 在空客飞机上：

- ✓ 当飞机出现失速警告时
- ✓ 由自动飞行系统给发动机的控制计算机发送最大推力的指令
- ✓ 发动机的控制计算机控制发动机到最大推力来进行失速保护
- ✓ 空客的保护由计算机全程执行，机组人员只需要监控相关的指令

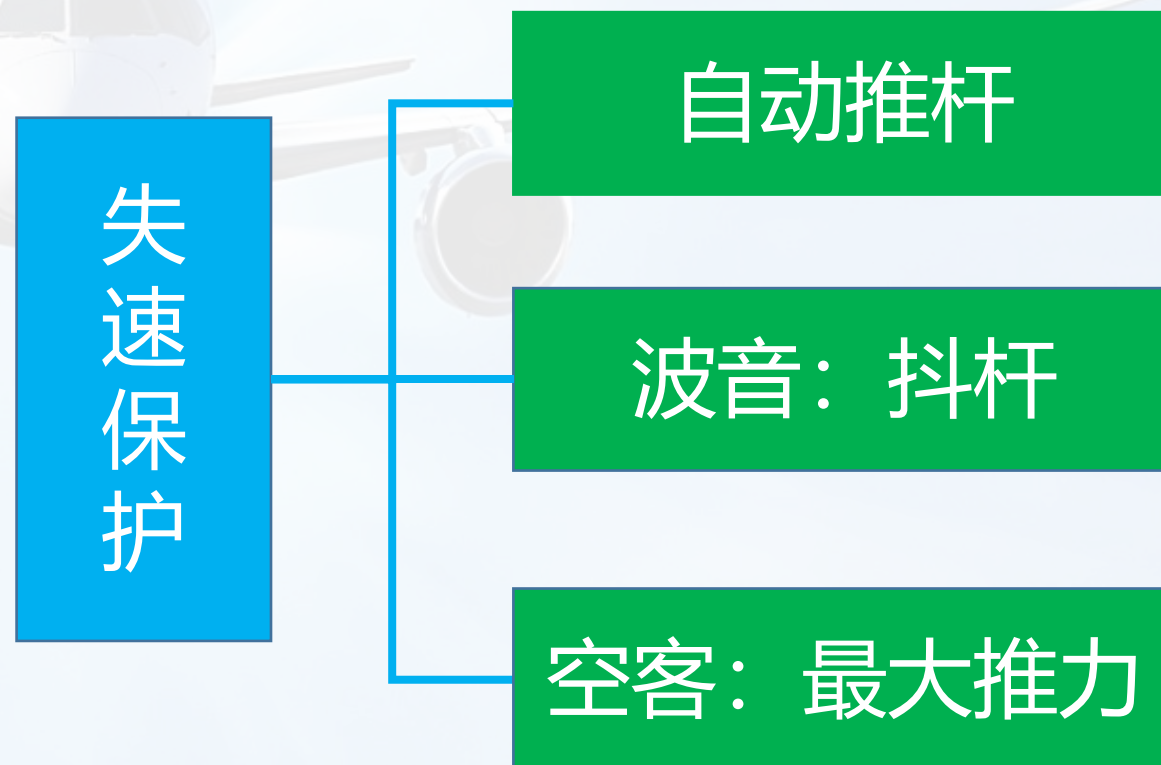
1、高度警告系统，超速和失速警告

3) 失速警告的警告信息和保护

警告信息：

EICAS或ECAM上出现

"STALL" 信息



小结:

1. 高度警告系统的功用、基本组成（高度计算、高度设定、高度偏差）和工作描述
2. 超速警告系统的功用、指示方式、警告表现和测试
3. 失速警告系统的基本介绍
4. 失速警告系统的部件组成（计算机、测试组件、抖杆马达、传感器）
5. 失速警告系统的警告信息和保护

A faint, light-colored illustration of a commercial airplane in flight, viewed from a front-quarter perspective, serving as a background for the slide.

3.3.14.6 典型飞机仪表指示系统维护介绍

目 录

1

典型飞机仪表指示系统部件识别

2

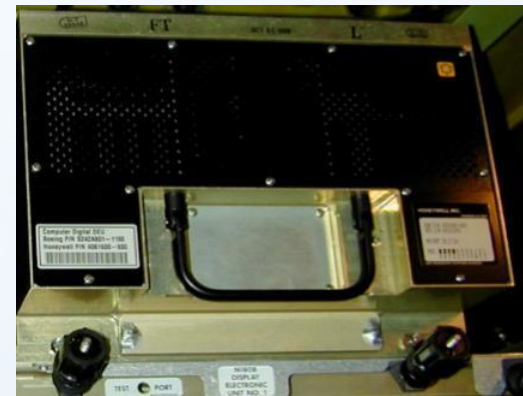
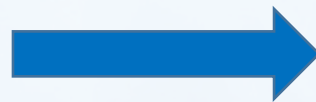
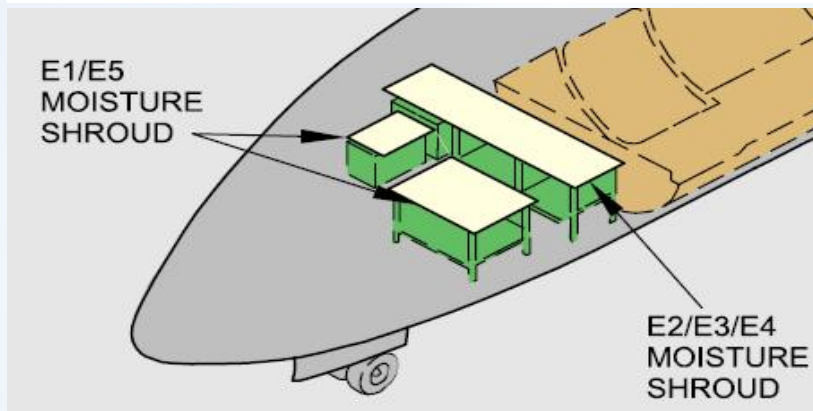
典型飞机仪表指示系统常见维护
及安全注意事项

3.3.14.6 典型飞机仪表指示系统维护介绍

1、典型飞机仪表指示系统部件识别

1) B737NG 飞机指示系统部件识别

序号	名称	功能
1	显示电子组件	DEU 从飞机相关系统收集数据，并将这些数据转变成视频信号，从同轴电缆送出。同轴连接器将信号分开，并将其送到六个显示组件上。两个 DEU 给所有六个显示组件提供数据。



1、典型飞机仪表指示系统部件识别

1) B737NG 飞机指示系统部件识别



1.EFIS 控制面板



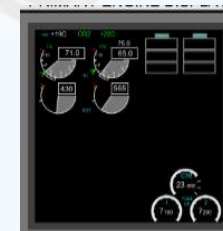
2.显示选择面板



3.显示器亮度控制面板



8.发动机显示控制面板



4.主发动机显示



PFD



7.ND



6.次发动机显示



ND



5.PFD

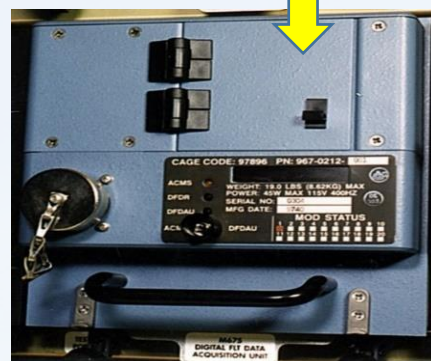
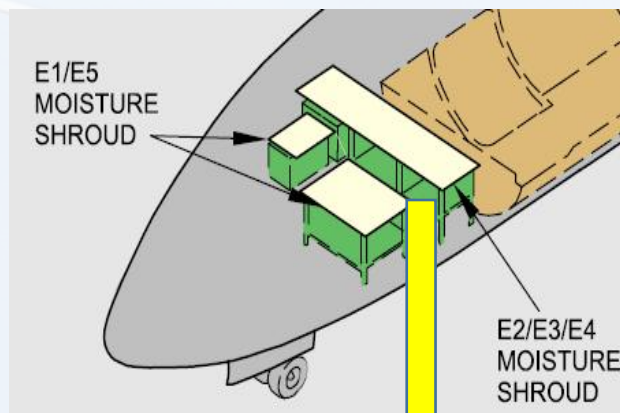
1、典型飞机仪表指示系统部件识别

1) B737NG 飞机指示系统部件识别

序号	名称	功能
1	EFIS 控制面板	EFIS 控制板控制在显示组件上显示的信息。
2	显示选择面板	选择相关外侧和内侧、中上和 中下显示组件上显示的内容。
3	亮度控制面板	人工控制调节 6 块显示器的亮度。
4	主发动机显示	主要显示内容:自动油门限制信息, 推动方式和 TAT; N1; EGT
5	主飞行显示	显示下列指示: 空速; 姿态; 高度; 航向; 垂直速度; 飞行模式; 飞行指引仪指令; 着陆指示; 无线电高度
6	次发动机显示	主要显示: 燃油流量; N2; 燃油流量/已用燃油, 和燃油量; 机组警告信息; 滑油压力, 温度和油量; 发动机振动值
7	导航显示	下列是显示在 ND 上的某些指示: 航向; 航迹; 地速; 真空速; 风; 航路; 气象雷达; TCAS 数据; GPWS 数据; VOR/ADF 指针; VOR 偏离指示; LOC和G/S偏离指示
8	发动机显示控制面板	选择 MFD 显示内容

1、典型飞机仪表指示系统部件识别

2) B737NG 飞机飞行数据记录系统部件识别



飞行数据采集组件 FDAU



P5 后头顶板



飞行数据记录器测试面板



后厨房头顶



FDR 飞行数据记录器

1、典型飞机仪表指示系统部件识别

2) B737NG 飞机飞行数据记录系统部件识别

序号	名称	功能
1	飞行数据采集组件	FDAU 接收数字、离散和模拟输入。FDAU 将这些输入转换成串行数字数据。并将数据送到 FDR。
2	飞行记录器/马赫空速警告测试组件	飞行记录器/马赫空速警告测试组件向飞行机组给出记录器工作的目视指示。在这个面板上，可以人工给飞行记录系统的供电。
3	飞行记录器	FDR 从 FDAU 得到格式化的数据并将其保存在非易失性固态存储器中。飞行记录器具有可以保存至少最近 25 小时飞行数据的容量。 FDR 是一个防火抗撞 LRU。前部装有一个水下定位信标。水下定位装置(ULD)是一个超声波信标台。它使飞行数据记录器(FDR)在水下易于发现。

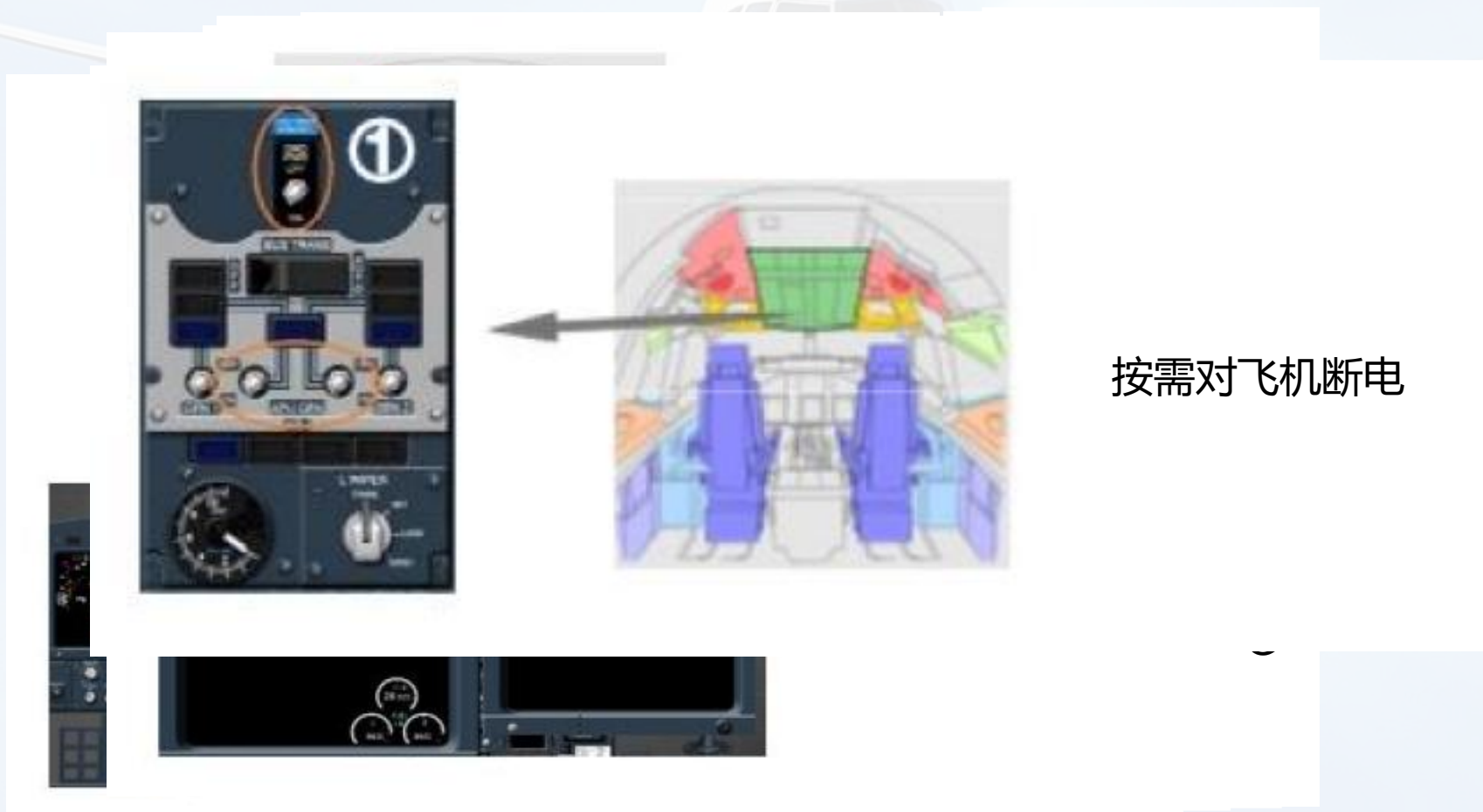
2、典型飞机仪表指示系统常见维护及安全注意事项

1) B737NG 飞机 PFD/ND 人工转换操作步骤

- PFD/ND 人工转换操作前要给飞机通电，确认飞机无红色警告信息
- 两台 DEU 的软件相容性级数(CCN) 必须相同使它们可以一起操作
- 做如下操作：
 - ① 按压 INIT REF 按钮，显示 INIT/REF INDEX 页面
 - ② 按压 R5 行选键，进入 MAINT BITE INDEX 页面
 - ③ 在 MAINT BITE INDEX 页面按压 L4 行选键，进入 CDS BITE INDEX 页面
 - ④ 在 CDS BITE INDEX 页面按压 L1 按钮 进入 CDS DEU1 MAINT/BITE 页面
 - ⑤ 在 CDS DEU1 MAINT/BITE 页面按压 L4 行选键进入 IDENT/CONFIG 页面
 - ⑥ 在 IDENT/CONFIG 页面上 OPS P/N 下侧一行中找到 CCN

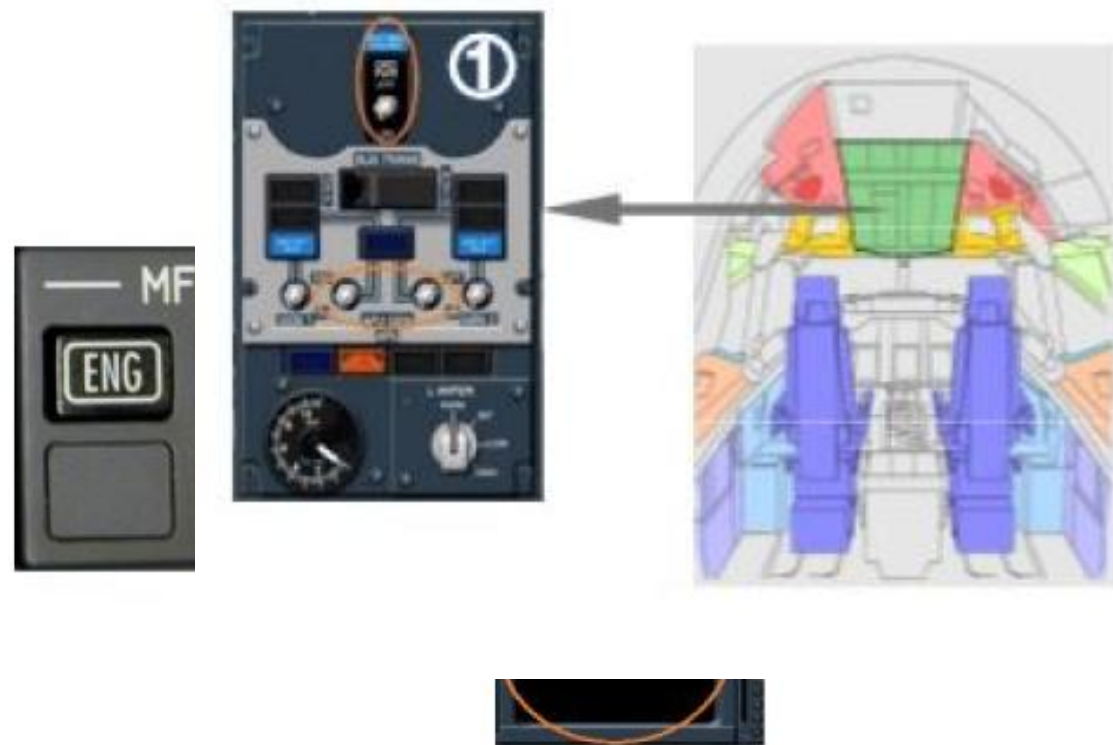
2、典型飞机仪表指示系统常见维护及安全注意事项

① B737NG 飞机 PFD/ND 人工转换操作步骤



2、典型飞机仪表指示系统常见维护及安全注意事项

② B737NG 飞机系统页面切换操作步骤:



按需断电

3.3.14.6 典型飞机仪表指示系统维护介绍

2、典型飞机仪表指示系统常见维护及安全注意事项

③ B737NG 飞机 DU 亮度调节开关操作步骤

①

按需断电

⑦ ⑧ ⑨

例DU亮及以义。

3.3.14.6 典型飞机仪表指示系统维护介绍

2、典型飞机仪表指示系统常见维护及安全注意事项

④ B737NG 飞机失速测试操作步骤




按需断电

小结:

1. 典型飞机的仪表指示系统主要部件位置识别（驾驶舱、电子舱）
2. 典型飞机数据记录系统主要部件位置识别（驾驶舱、电子舱）
3. 典型飞机PFD/ND人工转换操作
4. 典型飞机系统页面切换操作
5. 典型飞机DU亮度调节操作
6. 典型飞机失速测试操作程序

全章总结:



序号	本节重点知识要点
1	航空仪表的功能、布局
2	EFIS的组成、显示和控制
3	电子中央监控系统组成、工作模式
4	数据记录系统功用
5	警告系统分类和功用
6	典型飞机的维护



感谢聆听，欢迎指正