



# M3.3.15 自动飞行

## 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	2021.02.08	单展	修订课件	谈海军 /2021.02.19	张玉 /2021.02.20
R2	2021.07.26	刘海斌	修订课件	谈海军 /2021.07.27	张玉 /2021.07.27
R3	2021.08.17	刘海斌	修订课件	谈海军 /2021.09.28	张玉 /2021.11.12
R4	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:

<b>目的</b>	通过本次课程的学习，掌握飞机实现自动飞行的原理，掌握自动飞行的部件及功用。
<b>要求</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 掌握掌握自动飞行的系统构成和部件原理。</li><li>2. 掌握自动飞行的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	课时	试题数量
1	自动飞行系统基本概念	1H	1
2	自动驾驶与飞行指引系统	5H	5
3	偏航阻尼与增稳系统	3H	3
4	自动油门/推力系统	2H	2
5	典型飞机自动驾驶系统维护介绍	1H	1

# 目录

- 3.3.15.1 自动飞行系统基本概念
- 3.3.15.2 自动驾驶与飞行指引系统
- 3.3.15.3 偏航阻尼和增稳系统
- 3.3.15.4 自动油门/推力系统
- 3.3.15.5 典型飞机自动驾驶系统维护介绍



A faint, light-colored silhouette of a commercial airplane is centered in the background, facing forward. The aircraft's wings, tail, and engines are clearly visible.

# 3.3.15.1 自动飞行系统基本概念

# 目录

1

自动飞行控制系统概述

2

系统工作



# 1 自动飞行控制系统概述

自动飞行系统的雏形：  
法国雷纳德发明无人多翼滑翔操纵系统

1873年

现代自动驾驶仪的核心组件：  
美国人斯派雷研制成电动陀螺稳定装置

1914年

三轴稳定的自动驾驶仪研发成功

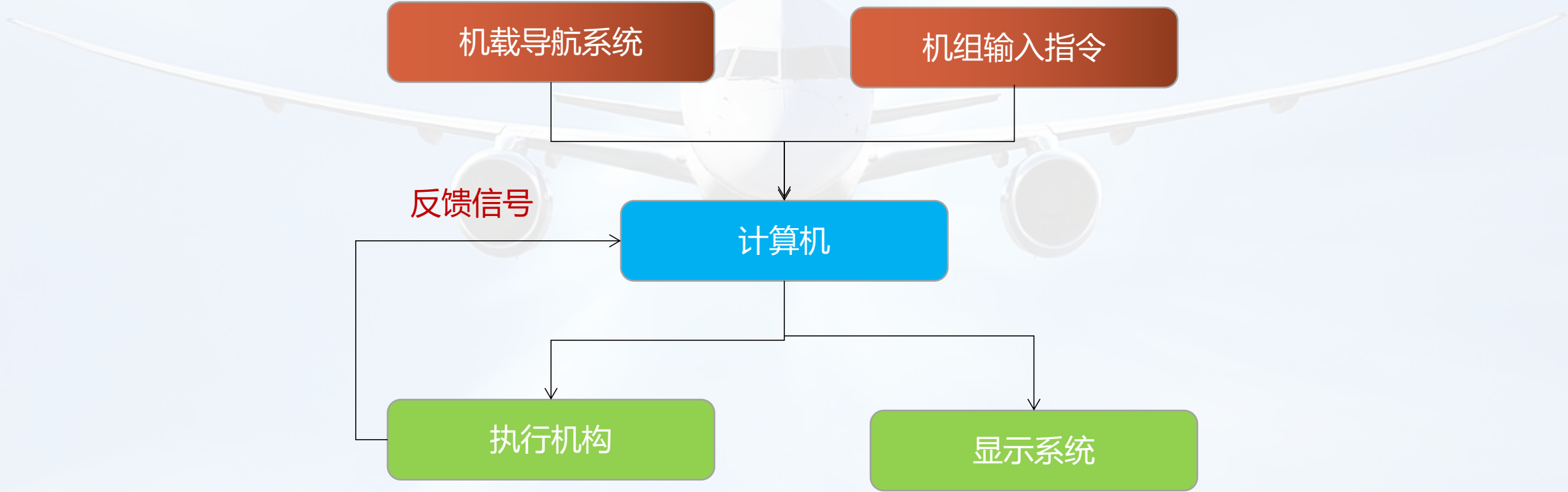
20世纪30年代

自动驾驶仪进而发展成自适应自动驾驶仪：加入角速率信号的方法制成阻尼器或增稳系统，来改善飞机的稳定性

20世纪50年代

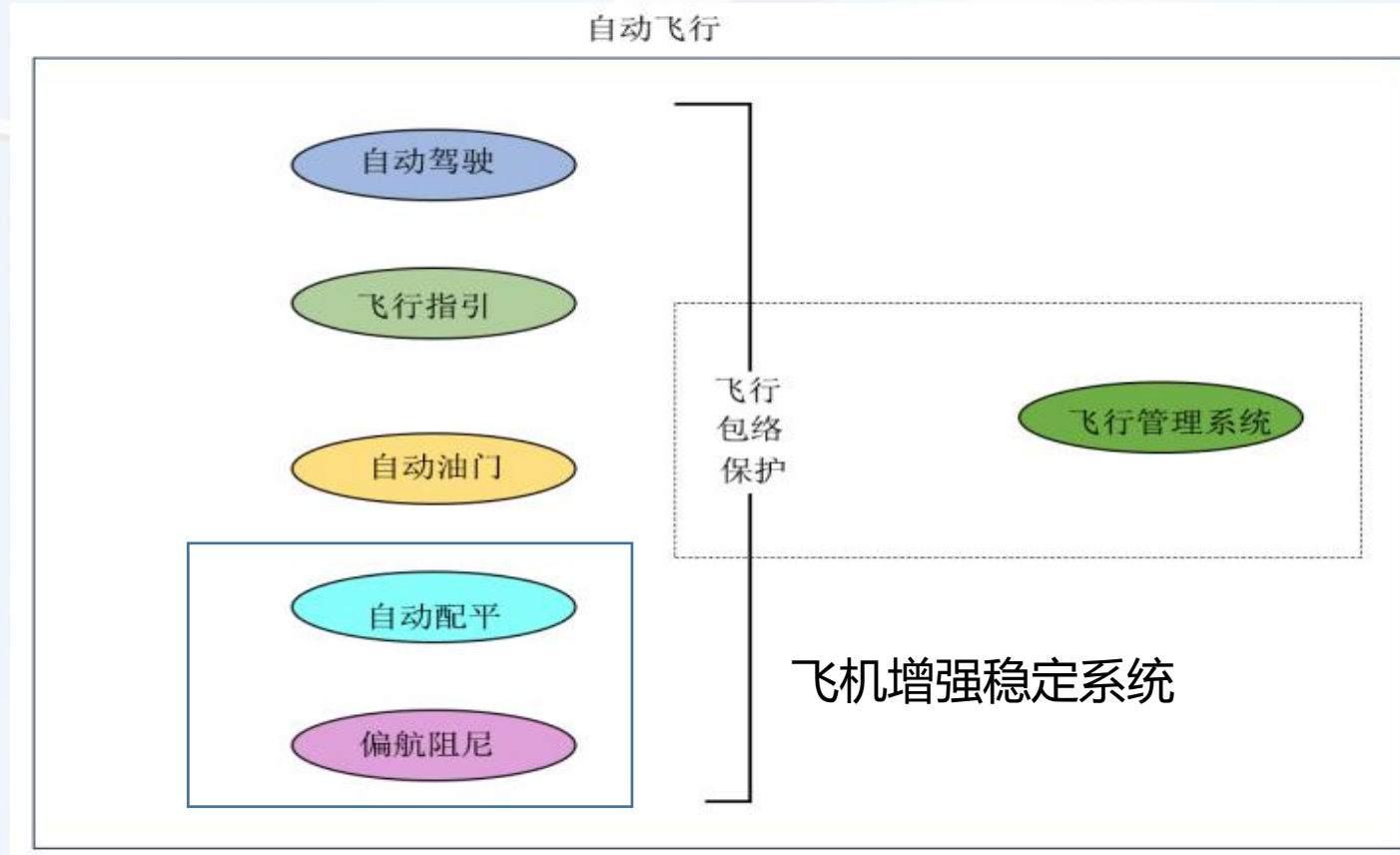
# 1 自动飞行控制系统概述

当代的自动飞行系统基本原理：



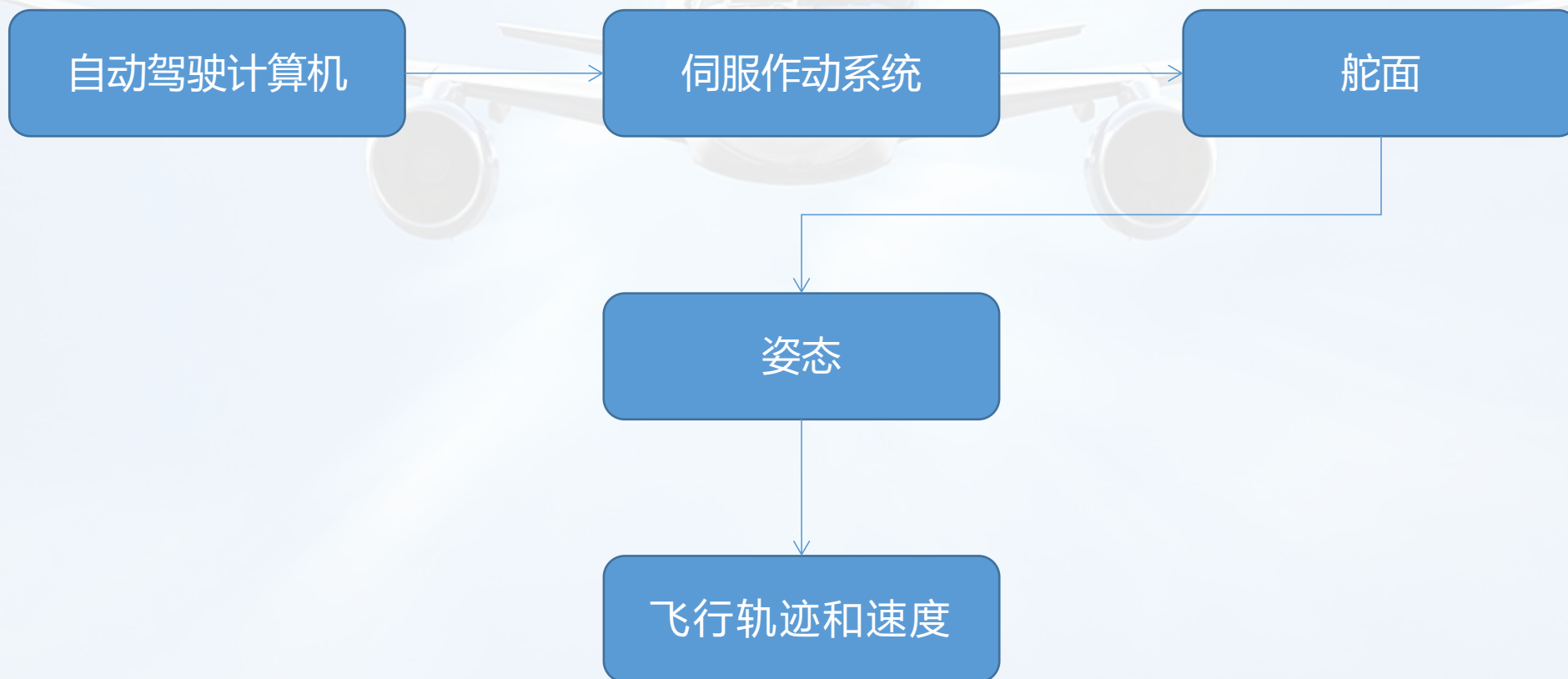
# 1 自动飞行控制系统概述

自动飞行系统子系统：



# 1 自动飞行控制系统概述

自动驾驶子系统：



# 1 自动飞行控制系统概述

飞行指引子系统

自动驾驶计算机

机载显示系统

引导机组操作

# 1 自动飞行控制系统概述

## 自动油门子系统



```
graph LR; A[自动油门计算机] --> B[发动机输出功率]
```

自动油门计算机

发动机输出功率

# 1 自动飞行控制系统概述

## 安定面自动配平子系统



# 1 自动飞行控制系统概述

## 偏航阻尼子系统




# 1 自动飞行控制系统概述

## 飞行管理系统

1、为飞机获得最佳飞行性能提供导航和性能计算

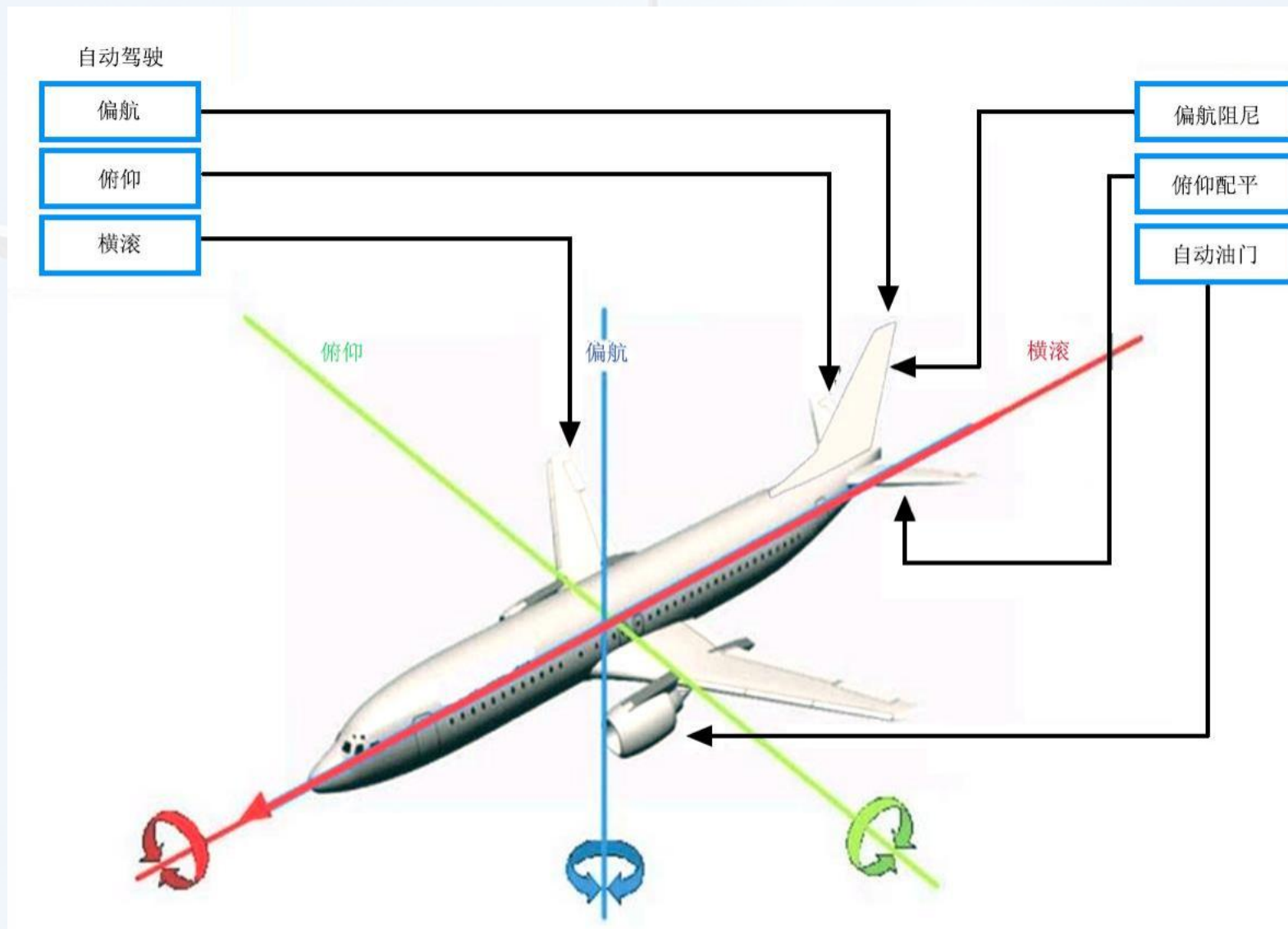
2、为飞行员提供航线计划的制定和输入功能

3、飞行包络保护



飞行管理系统根据航线计划和实际飞机位置，计算控制指令，最后传送给自动驾驶系统控制飞机按照航线计划飞行。

## 2 系统工作



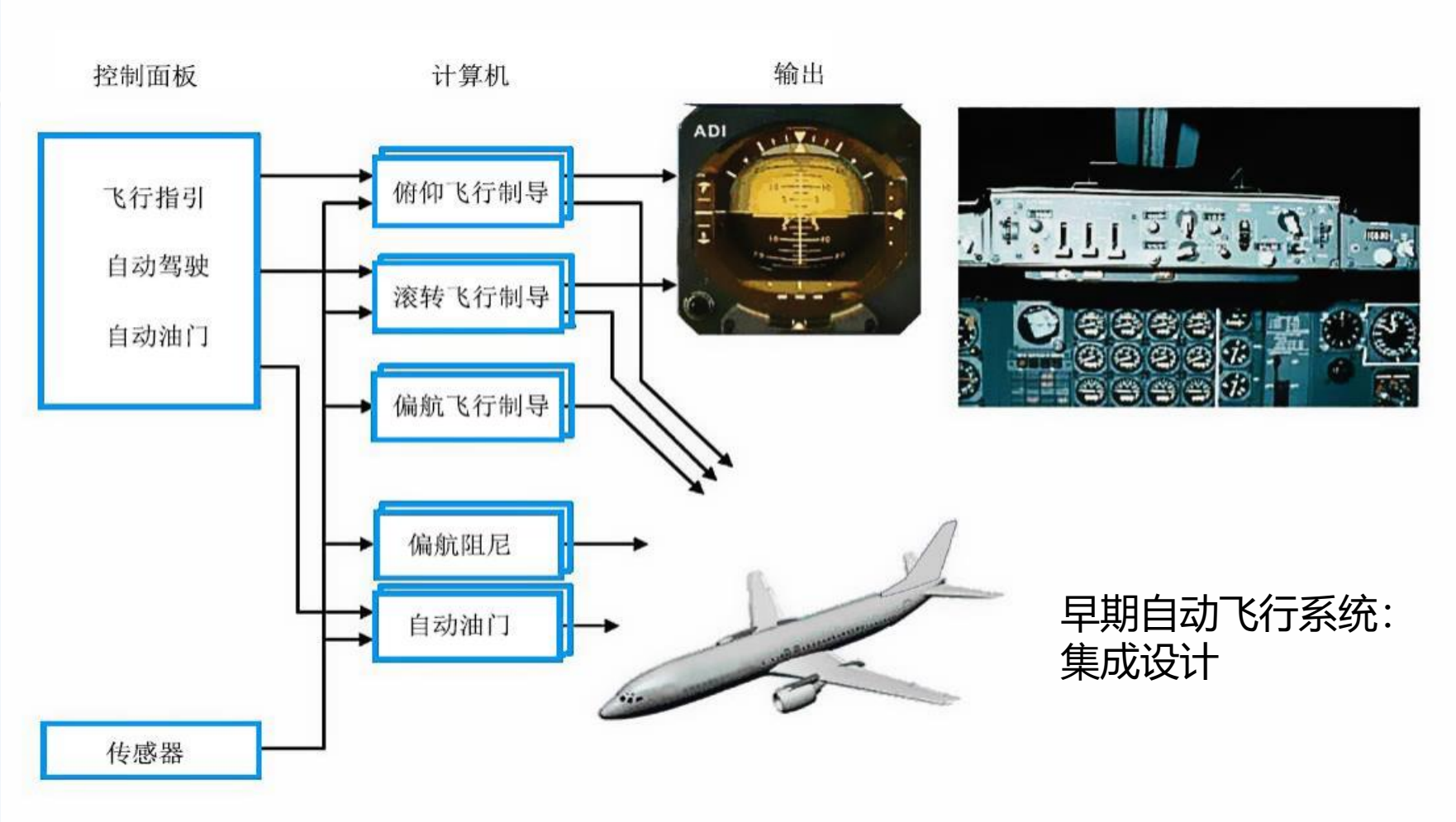
## 2 系统工作

自动飞行系统组成的发展：



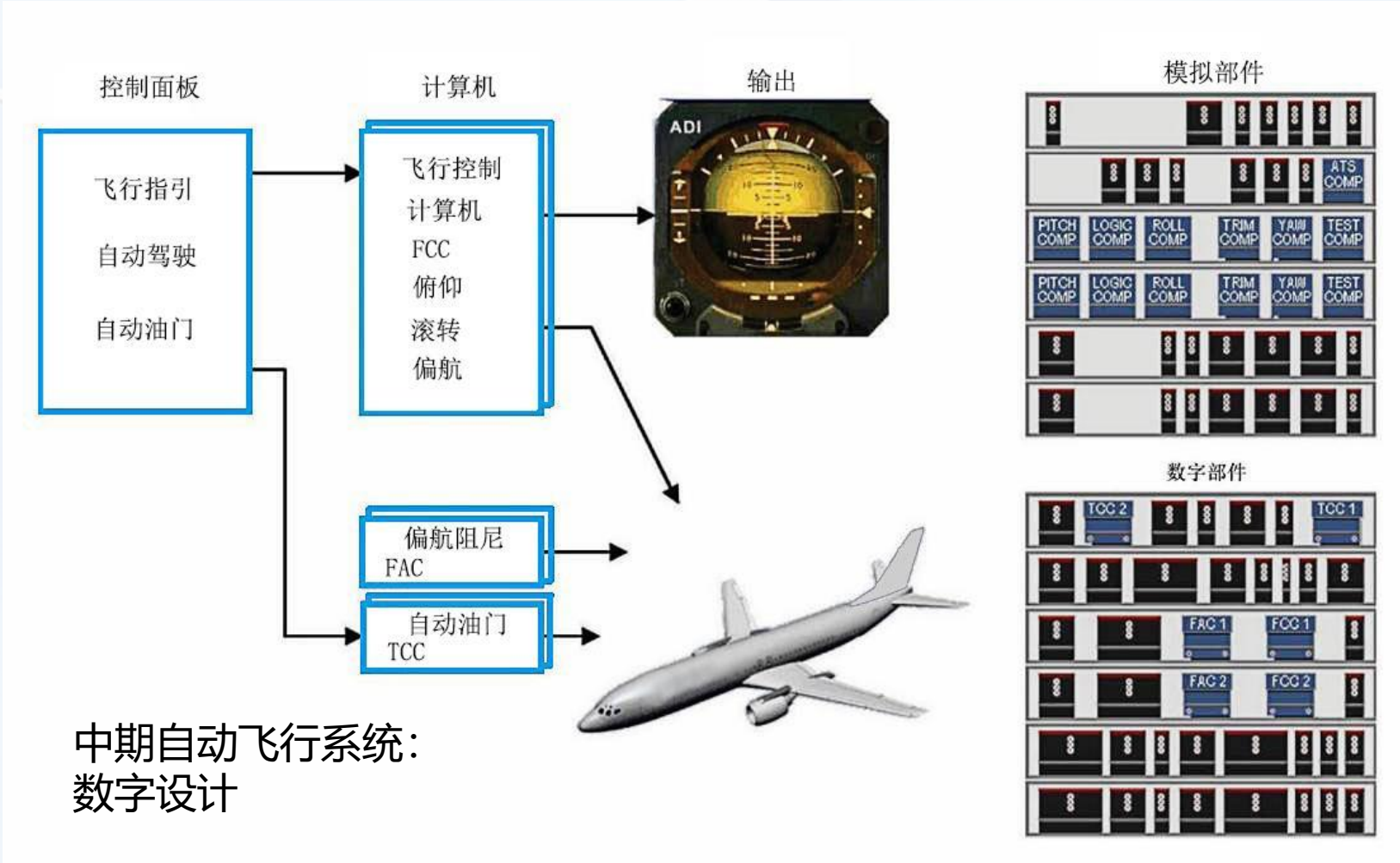
## 2 系统工作

自动飞行系统组成的发展：



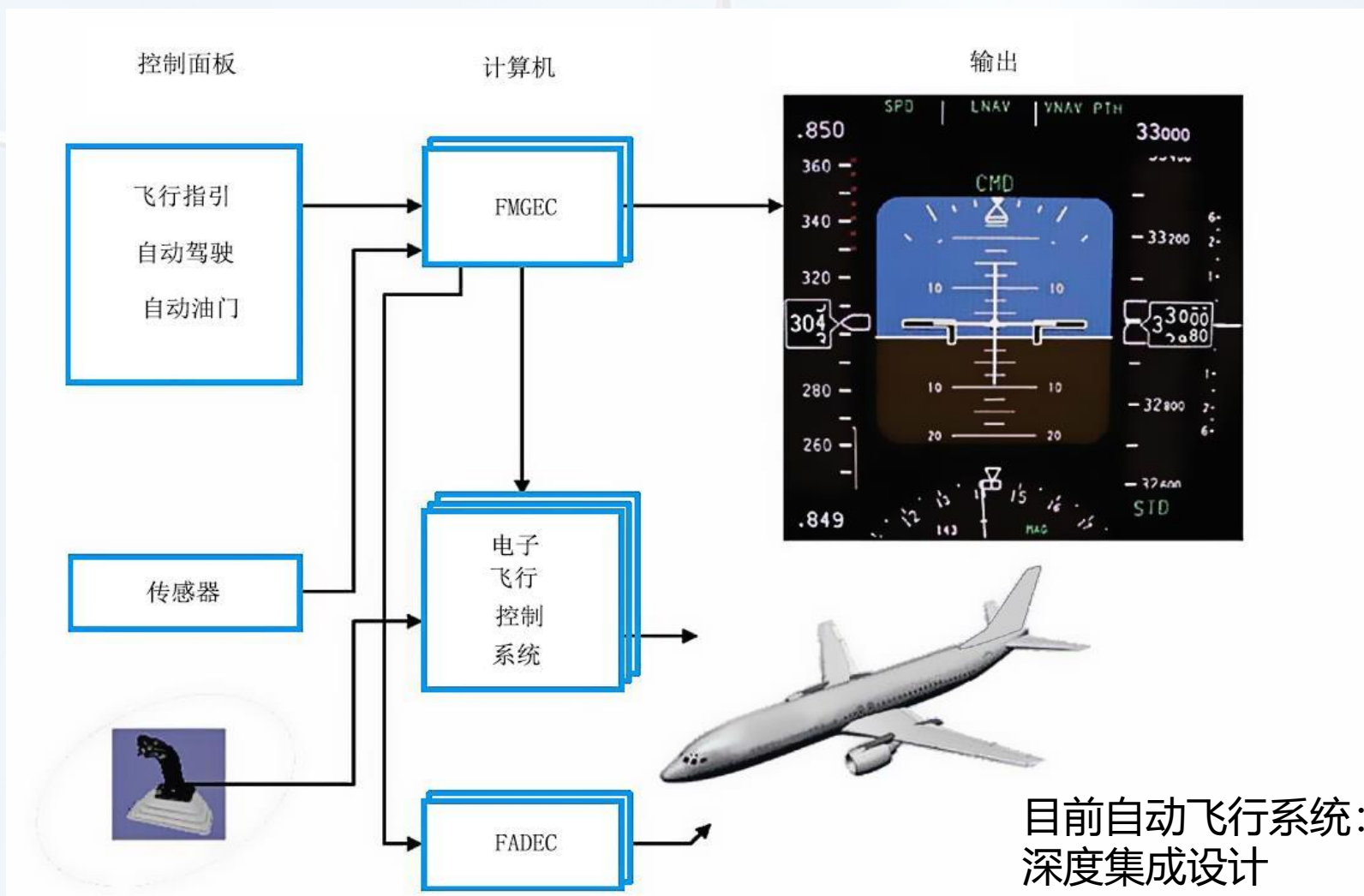
# 2 系统工作

自动飞行系统组成的发展：

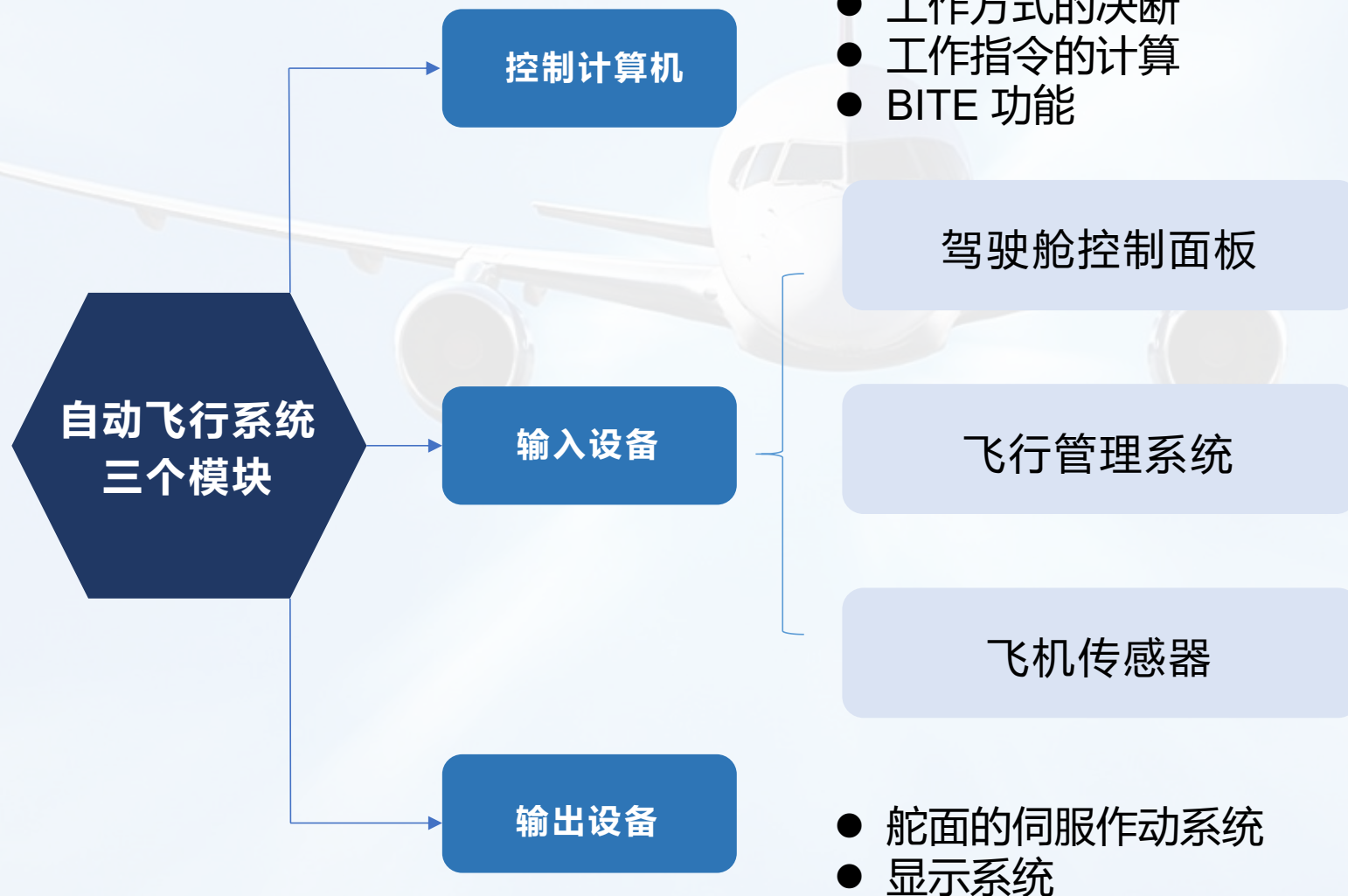


## 2 系统工作

自动飞行系统组成的发展：



## 2 系统工作



## 小结:

1. 自动飞行系统的基本概述，各系统一般描述（自动驾驶、飞行指引、自动油门、安定面配平、偏航阻尼）；
2. 自动驾驶系统在三个轴上的控制方式；
3. 自动飞行系统组成的发展历程。



## 3.3.15.2 自动驾驶与飞行指引

# 目录

1

飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

2

自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

3

自动驾驶仪工作方式

4

自动驾驶飞行指引系统组成，方式控制板、控制部件

5

自动驾驶飞行指引系统运行操作



# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 1) 飞行指引系统功能介绍

### (1) 概述

飞行指引:

主飞行显示器 (PFD) 或  
姿态指引仪 (ADI) 上引导飞  
行员飞行的飞行指引符号或指  
引杆

- PFD:  
Primary Flight Display
- ADI:  
Attitude Director  
Indicator



# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 1) 飞行指引系统功能介绍

### (1) 概述

飞行指引分为两种工作方式：

- 在自动驾驶未衔接时，飞行员按照主飞行显示器或姿态指引仪上显示的飞行指引符号或指引杆，控制飞机按指令飞行；
- 在自动驾驶衔接时，飞行指引用于飞行员监控自动驾驶是否按飞行指引的指示控制飞机飞行。

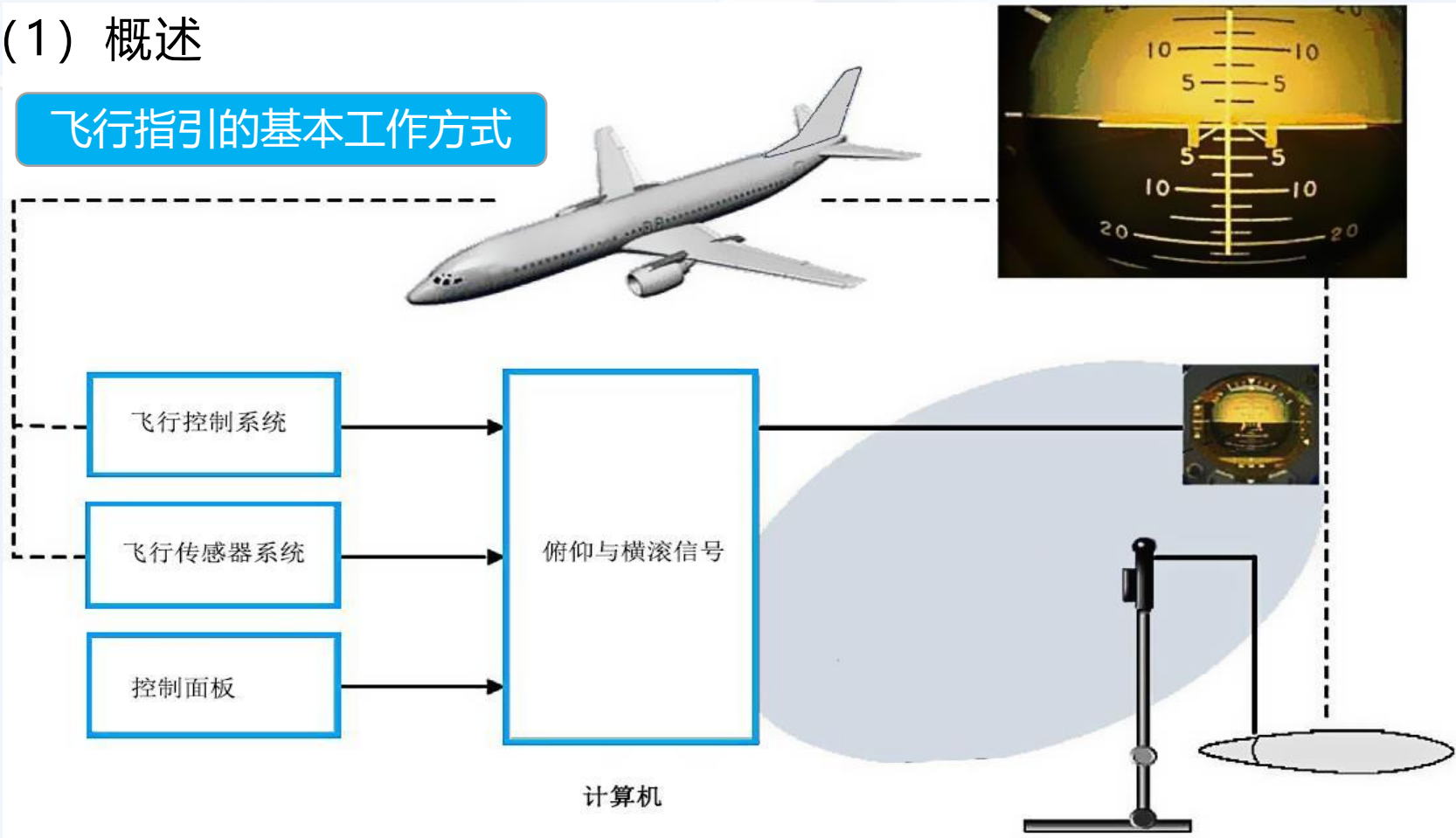


# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 1) 飞行指引系统功能介绍

### (1) 概述

飞行指引的基本工作方式



# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 1) 飞行指引系统功能介绍

### (2) 飞行指引系统的显示



飞行指引的指示显示在哪里？

# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 1) 飞行指引系统功能介绍

### (2) 飞行指引系统的显示

飞行指引“十”指令杆



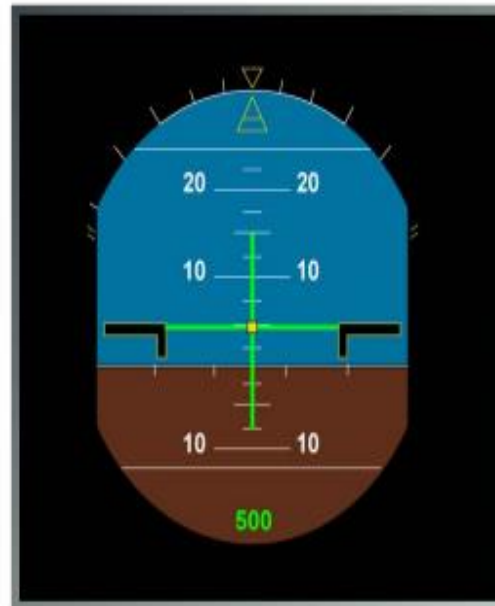
# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 1) 飞行指引系统功能介绍

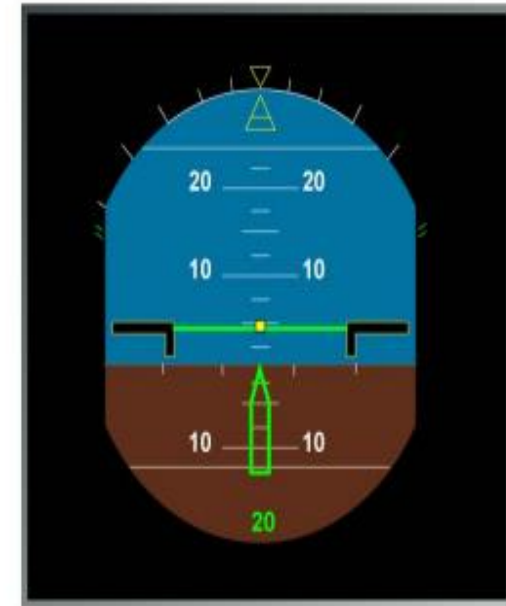
### (2) 飞行指引系统的显示

偏航指引杆

FLIGHT DIRECTOR (FD)  
BARS



PITCH AND ROLL BARS



PITCH AND YAW BARS

# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 1) 飞行指引系统功能介绍

### (2) 飞行指引系统的显示

“V”型指引杆



# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 1) 飞行指引系统功能介绍

### (2) 飞行指引系统的显示

抬头显示器 (HUD)

HUD:Head up display



# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 2) 飞行指引系统的基本工作方式及模式

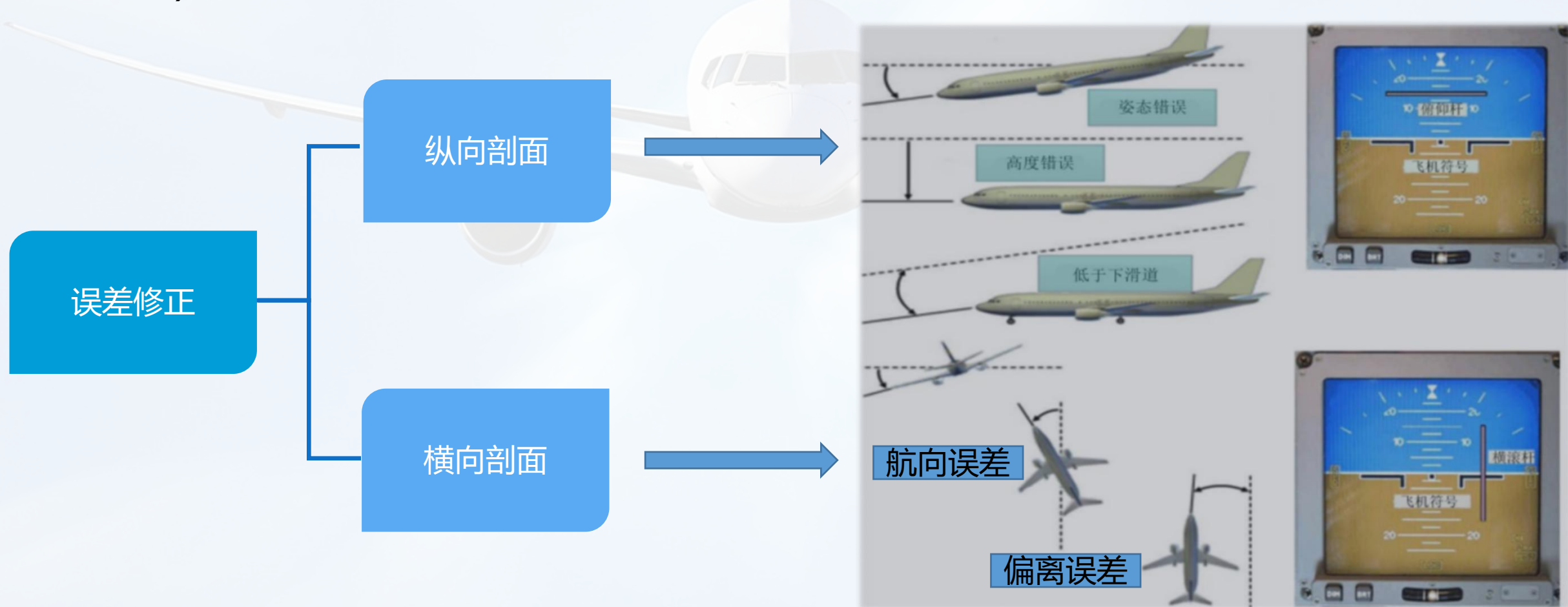
引杆会在中间位置：

- 飞机维持预定姿态保持在预定航线中飞行
- 当飞行员按照飞行指引计算机给出的指引飞行时
- 当自动驾驶接通并控制飞机时，飞行指引杆通常显示在中间位置，飞行员在飞行过程中监视自动驾驶系统的工作性能。



# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

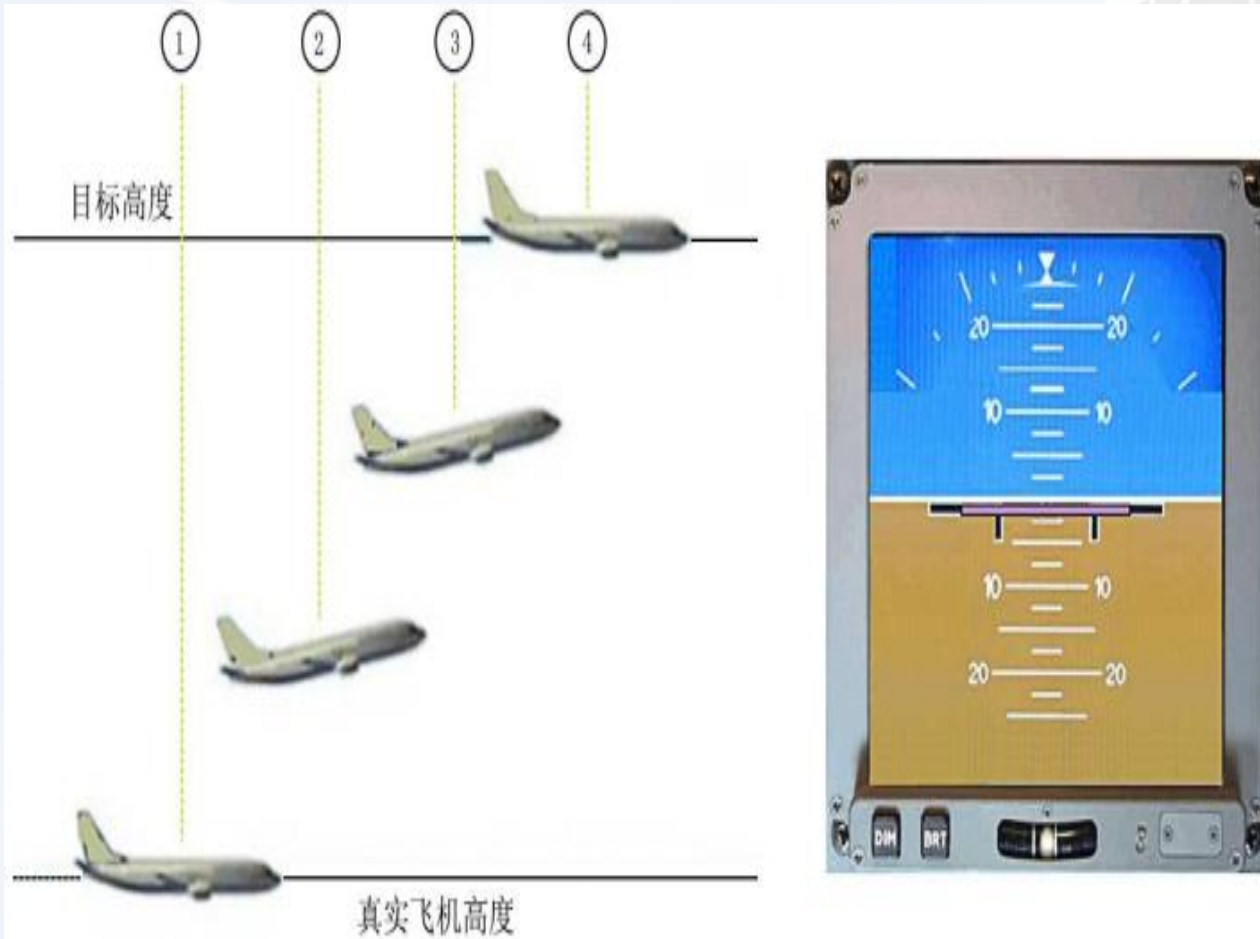
## 2) 飞行指引系统的基本工作方式及模式



指引杆与飞机实际飞行状态对比图

# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 2) 飞行指引系统的基本工作方式及模式



图中，当飞机低于目标高度，飞行指引杆如何移动，机组如何操作？



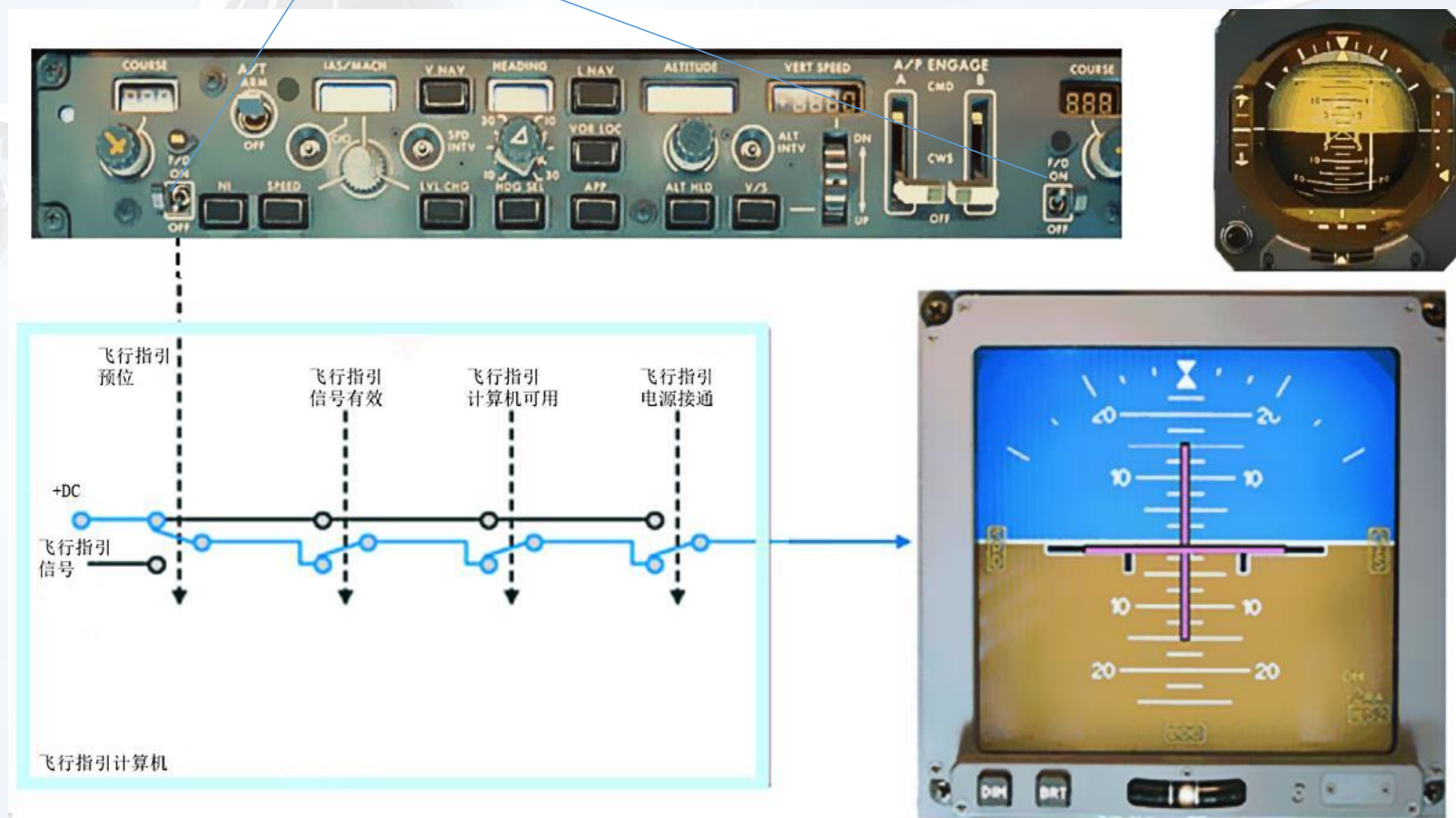
# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 3) 飞行指引的失效警告

### (1) 显示

- 飞行指引电门选择在关闭位，指引杆消失
- 飞行指引系统开关电门打开，且飞行指引有效，在显示屏显示指引杆

飞行指引系统开关电门



# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 3) 飞行指引的失效警告

### (2) 警告的控制原理



#### 机械飞行指引故障旗

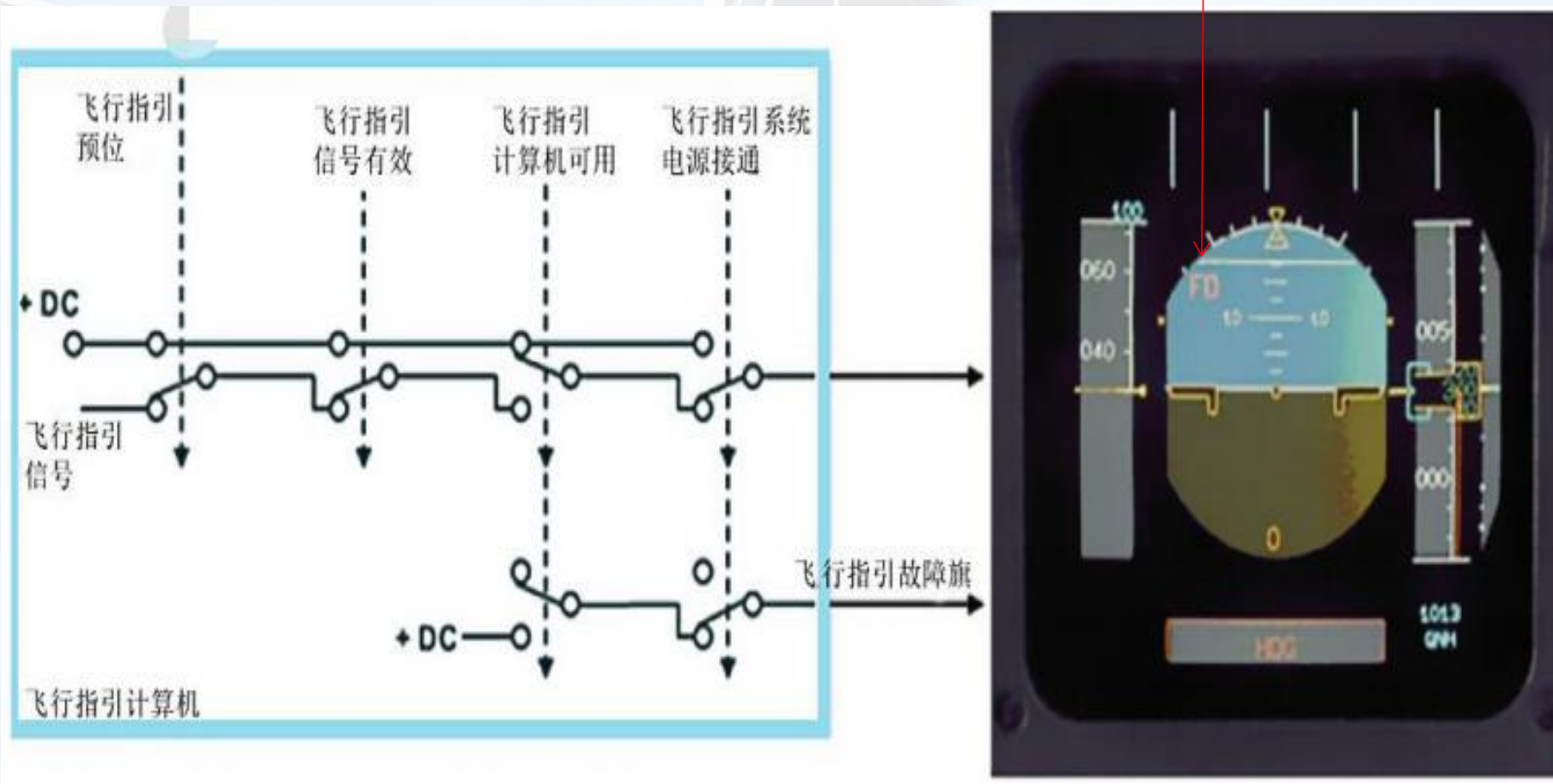
- 飞行指引计算机电源失效或者出现故障时
- 姿态指引仪 (ADI) 内指引杆发生机械卡阻
- 飞行指引计算机和显示器之间发生的数据传输错误

# 1 飞行指引系统基本工作方式、功能及工作模式

## 3) 飞行指引的失效警告

### (2) 警告的控制原理

PFD飞行指引故障旗



## 小结:

1. 飞行指引系统功能概述;
2. 飞行指引系统的显示: 飞行指引杆、V型指引杆、HUD显示;
3. 飞行指引杆如何修正误差;
4. 飞行指引失效原理。

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 1) 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能



自动驾驶仪的基本功能：

稳定和改变飞机的姿态，进而稳定和改变飞机的轨迹。

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 1) 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能

自动驾驶仪的具体功能：

- (1) 自动保持三轴稳定：俯仰角、偏航角自动保持在某一个期望的角度，倾斜角为零，进行平飞。
- (2) 自动改变航向并保持于该航向，或操纵飞机抬头或低头并保持设定的俯仰角度。
- (3) 自动将飞机保持在设定高度飞行。
- (4) 自动爬升或下降到预选高度，并保持在这个高度。
- (5) VOR导航；ILS进近。
- (6) 按飞行管理计算机系统或其它导航系统信号，实现预定航路的飞行，保持航迹。

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 1) 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

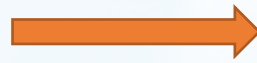
### 1) 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能

横滚通道

副翼

+

扰流板



横滚姿态  
航迹  
航向

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

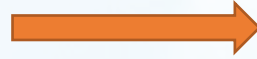
### 1) 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能

俯仰通道

升降舵

+

水平安定面



俯仰姿态  
高度

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 1) 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能

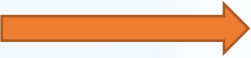
偏航通道

大多数飞机阶段

方向舵

+

配合：横滚通道



协调转弯

进近阶段

主动：方向舵



跑道校准

有的飞机的自动驾驶仪只有俯仰和横滚通道，而偏航通道由横滚通道和偏航阻尼器共同来完成。



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 2) 衔接逻辑及工作机理



自动驾驶只能在起飞离地并达到一定高度后才能衔接

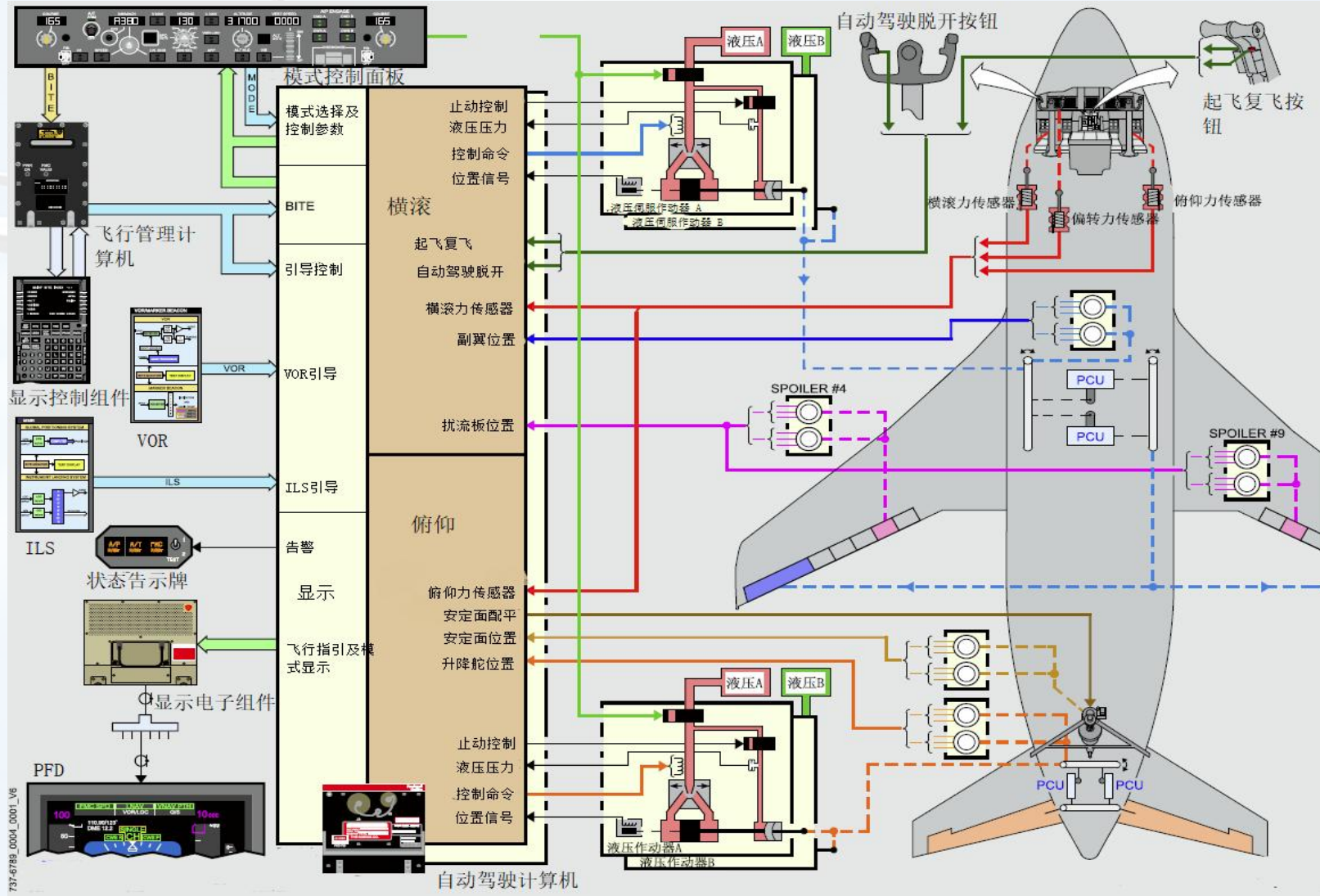
# 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

## 2) 衔接逻辑及工作机理

非电传操纵AP

两种衔接模式：

- 驾驶盘操纵 (CWS) 模式
- 指令 (CMD) 模式



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 2) 衔接逻辑及工作机理

CWS控制：驾驶盘或杆操作机构 → 力传感器 → 自动驾驶计算机 → 自动驾驶液压伺服作动器 → 舵面PCU → 舵面

CWS模式下机组不操作飞机：

自动驾驶保持飞机以现有姿态飞行。



人工操作舵面，如副翼，  
流程是什么？

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

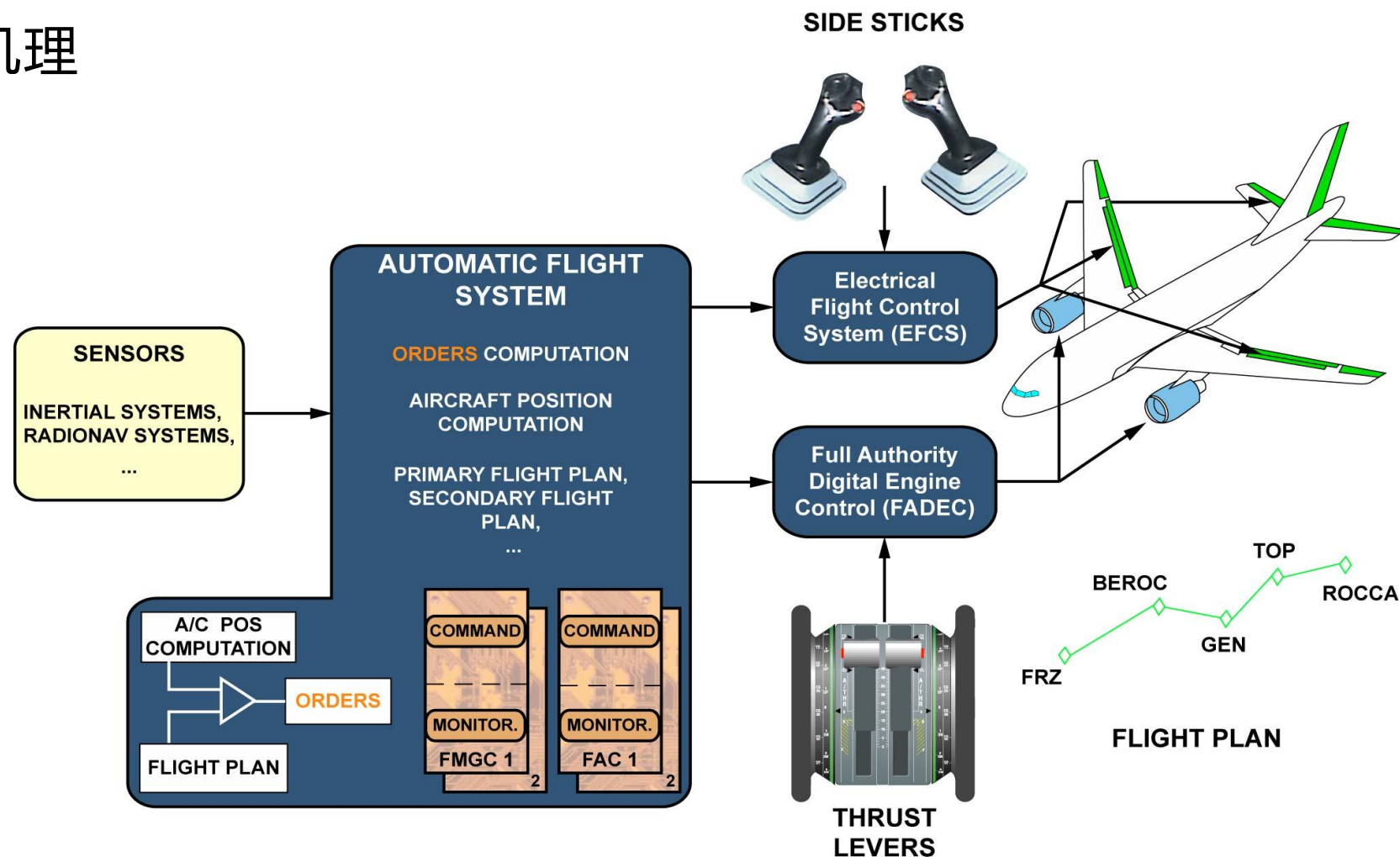
### 2) 衔接逻辑及工作机理

CMD控制流程：控制面板 + 飞行管理计算机 + 飞机运动参数 → 自动驾驶计算机  
→ 自动驾驶液压伺服作动器 → 舵面PCU → 舵面

# 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

## 2) 衔接逻辑及工作机理

电传操纵AP



FAC: Flight Augmentation Computer  
FMGC: Flight Management and Guidance Computer

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 2) 衔接逻辑及工作机理

电传操纵的飞机的人工驾驶：

飞行员操纵指令



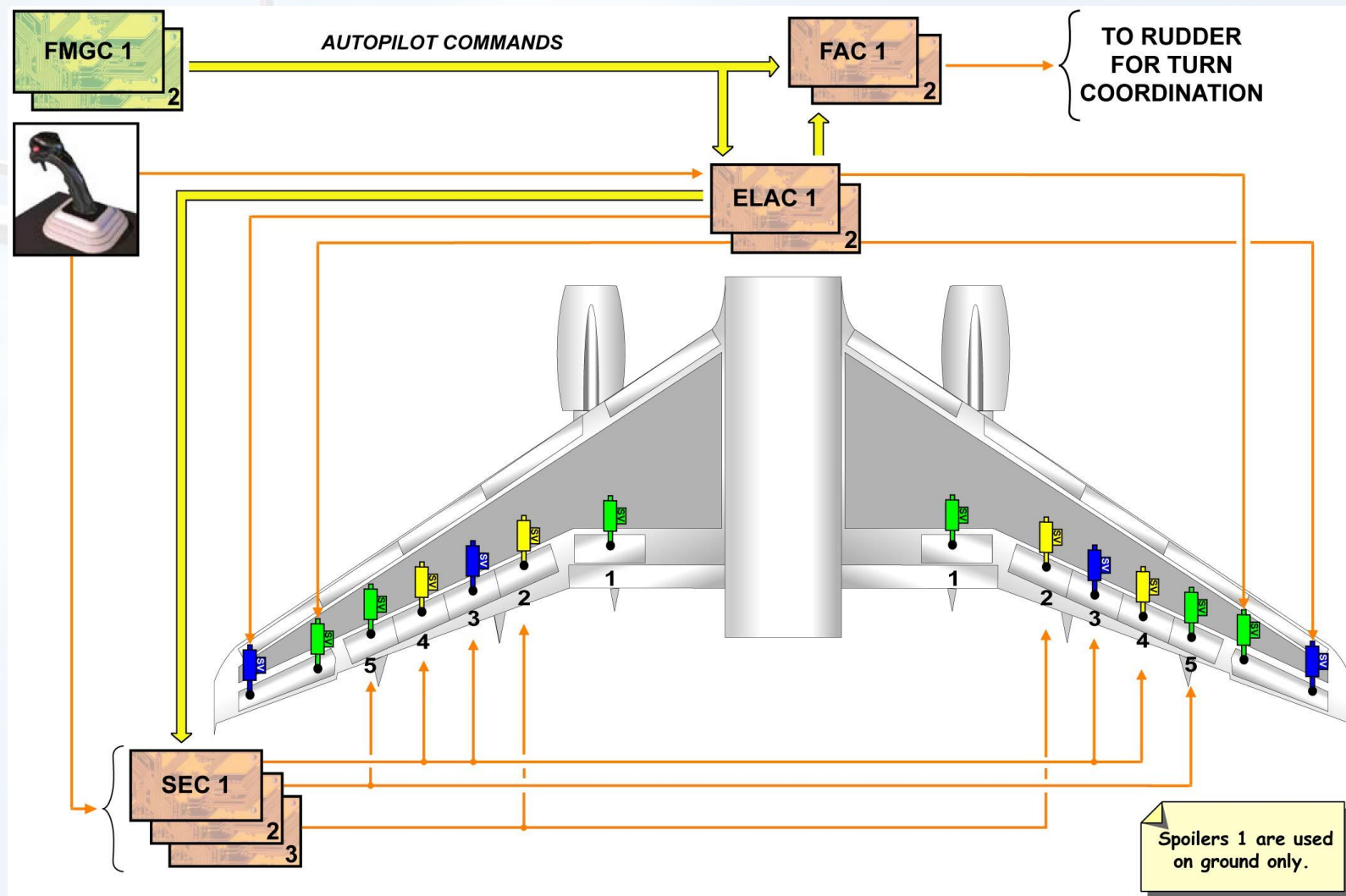
飞行控制计算机



液压伺服作动器



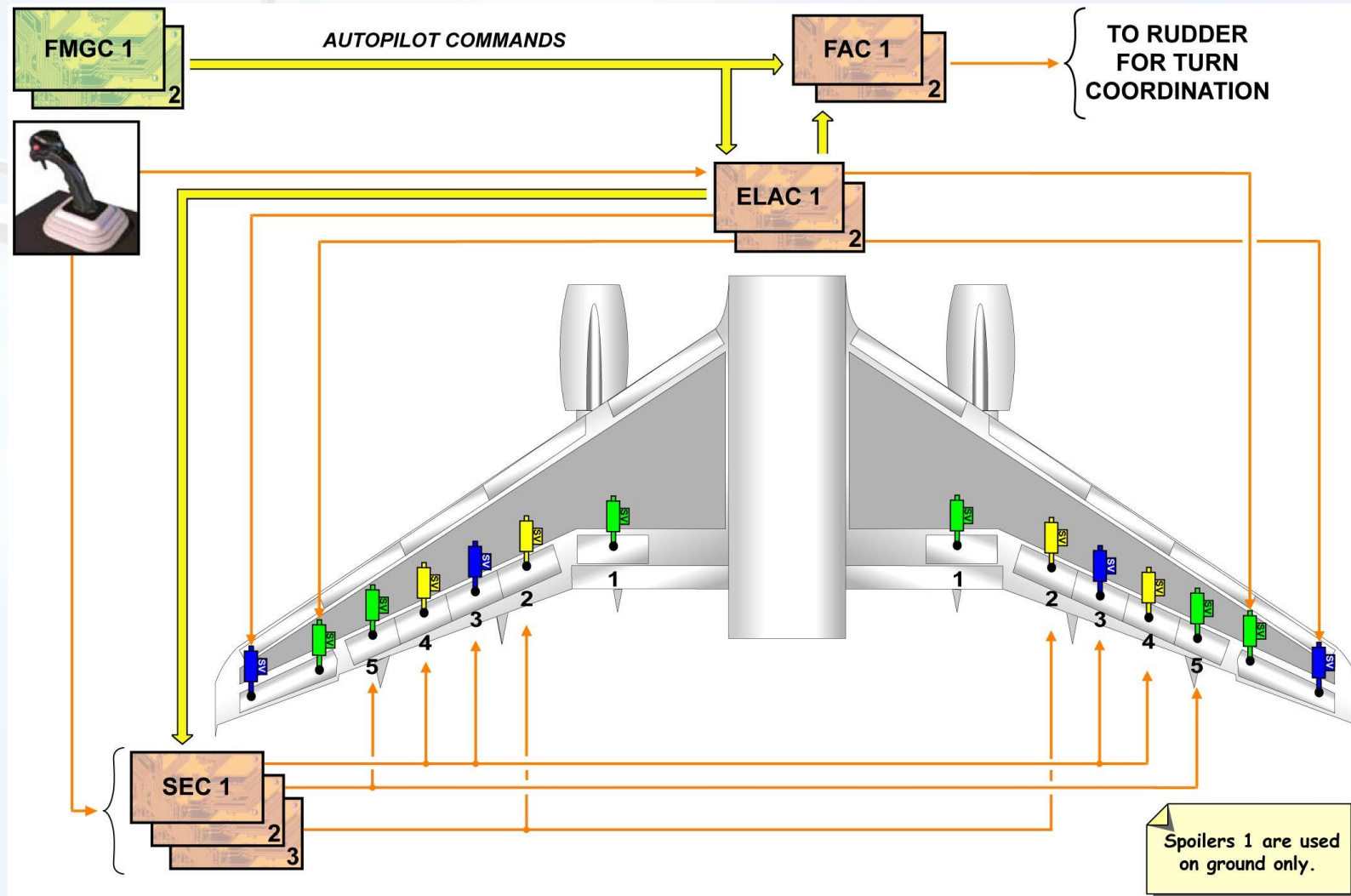
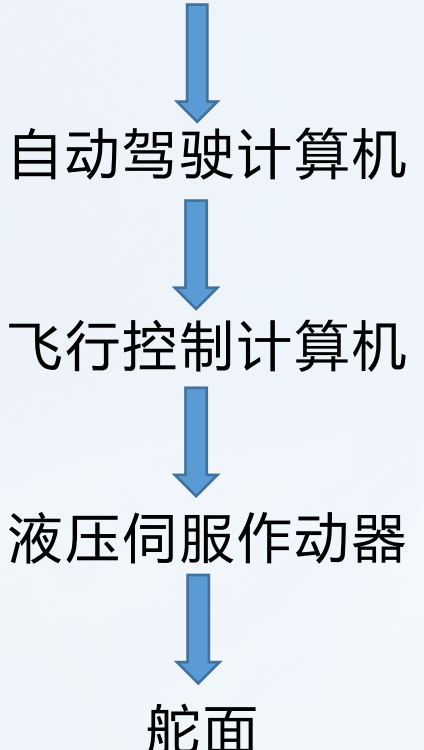
舵面



# 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

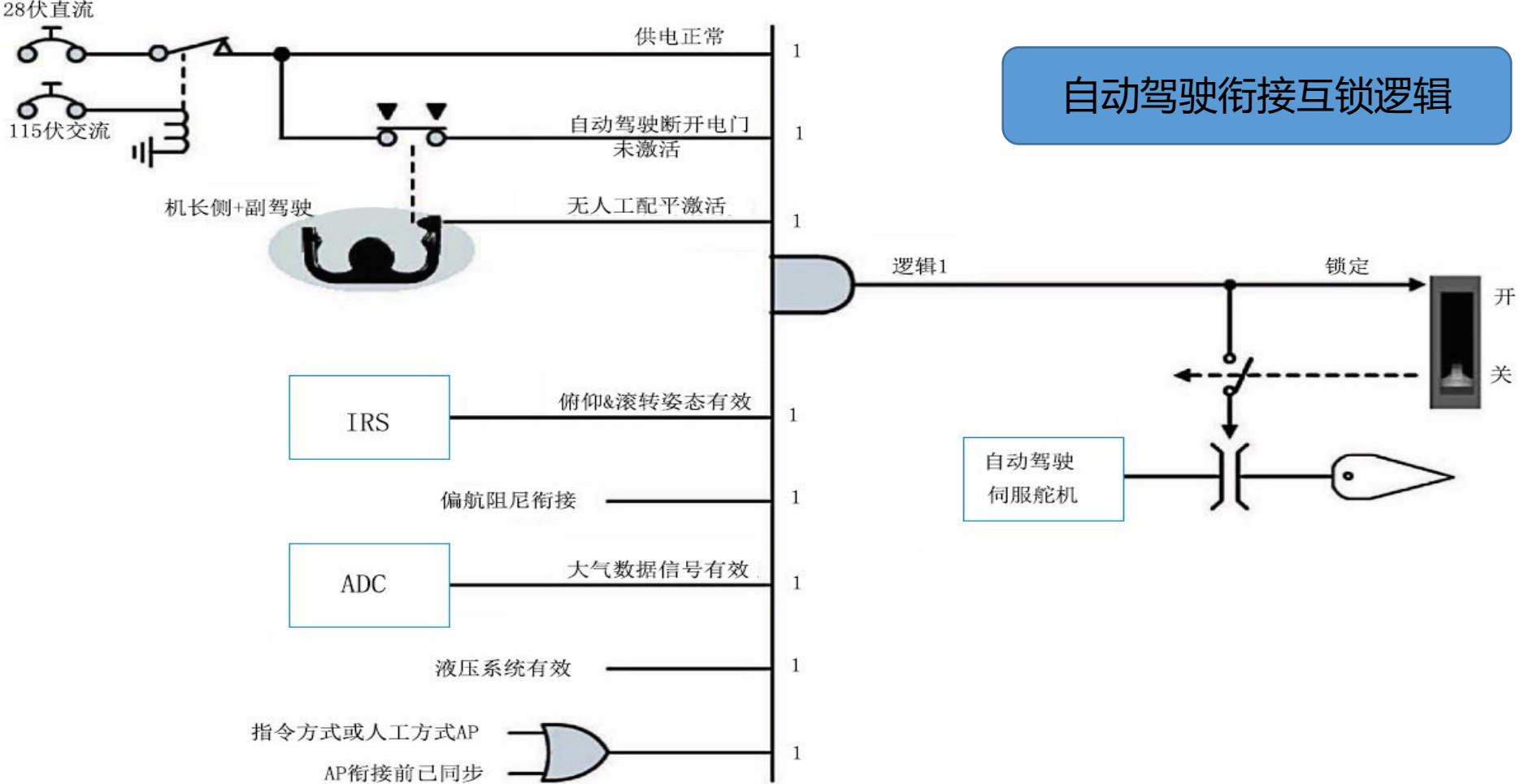
## 2) 衔接逻辑及工作机理

电传操纵的飞机的自动驾驶：  
控制面板 + 飞行管理系统 + 运动参数



# 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

## 2) 衔接逻辑及工作机理



自动驾驶衔接互锁逻辑

# 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

## 2) 衔接逻辑及工作机理

自动驾驶  
脱开方式

人工脱开

故障脱开



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 2) 衔接逻辑及工作机理

人工脱开

非电传操纵飞机



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 2) 衔接逻辑及工作机理

人工脱开

电传操纵飞机



摁压：

- 1、AP接通时：AP 断开
- 2、人工操控飞机时：获得优先权

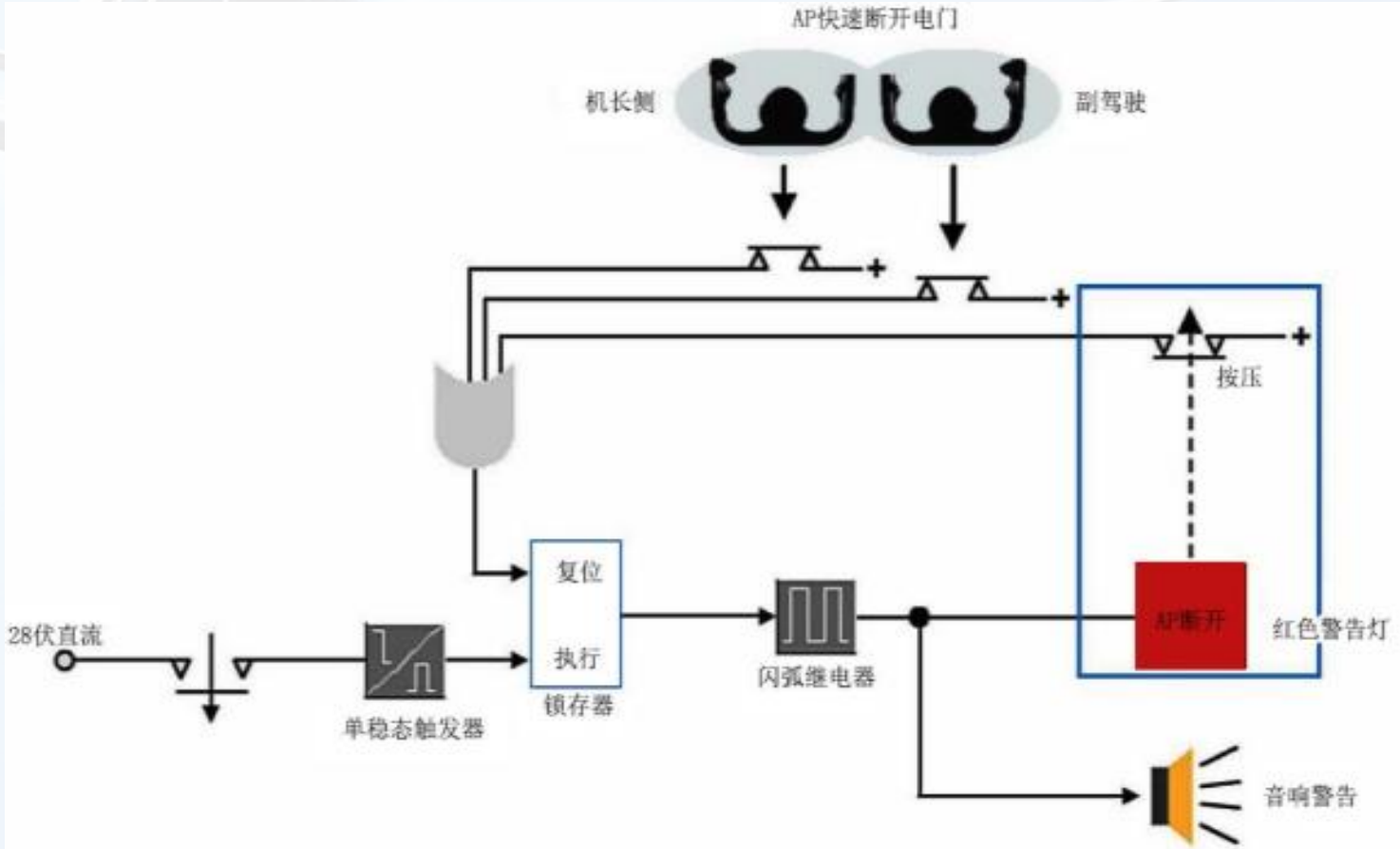
# 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

## 2) 衔接逻辑及工作机理

### 故障脱开

脱开警告形式

- 01 闪烁红色AP断开警告灯
- 02 PFD相关信息
- 03 警告音提示



# 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

## 2) 衔接逻辑及工作机理

### 故障脱开

脱开警告复位

01

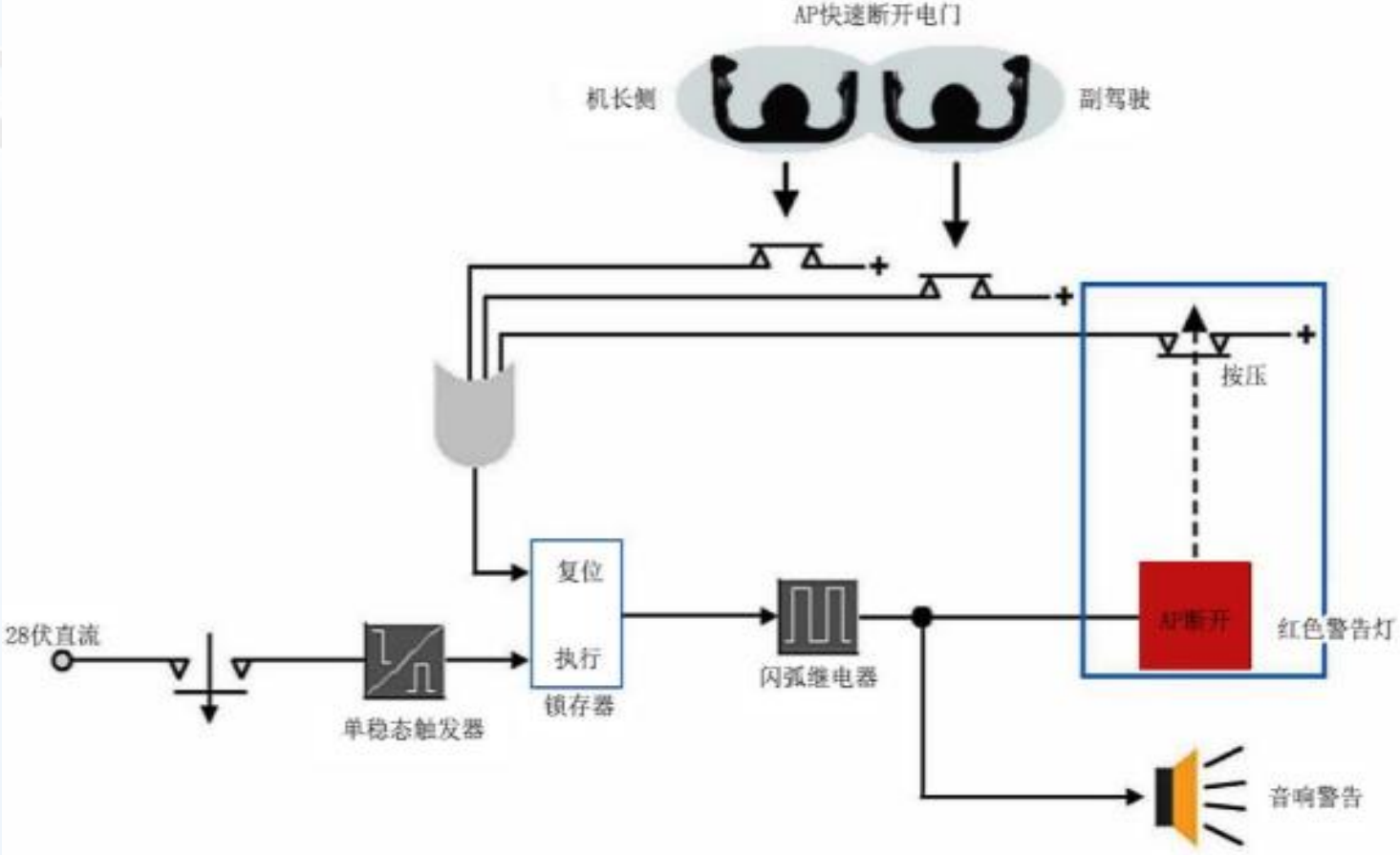
摁压驾驶杆/盘脱开电门

02

摁压AP断开警告灯

03

再次衔接AP



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

多闭环环路的反馈  
控制系统：

- 1) 同步环路
- 2) 舵环路
- 3) 稳定环路
- 4) 控制环路

自动驾驶系统工作本质

控制与稳定：

姿态  
位置  
速度

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

#### 同步环路

作用：

保证在自动驾驶衔接时，系统输出为零，保证自动驾驶的工作状态与当前飞机的飞行状态同步。**AP衔接前工作。**

# 1

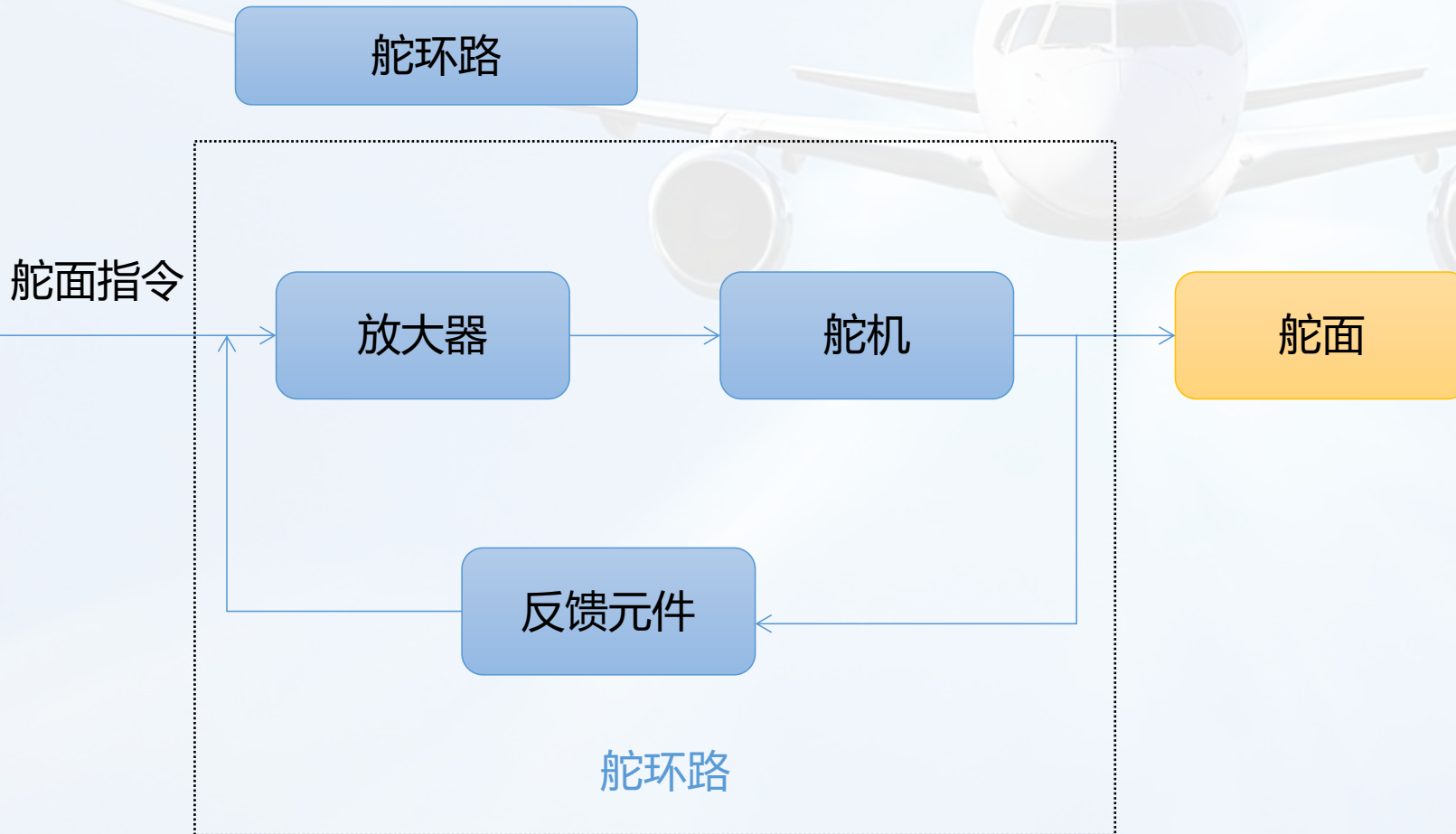
自动驾驶计算机的信号同步：确保自动驾驶衔接时输出为零

# 2

作动器同步：确保作动器的位置与舵面位置同步

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理



- 舵环路包括：
  - 作动机构
  - 舵面的偏转信号反馈
- 功能：保证自动驾驶的输出和输入成一定的比例关系，减少铰链力矩对作动机构工作性能的影响
- 自动驾驶衔接后，舵回路开始工作

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

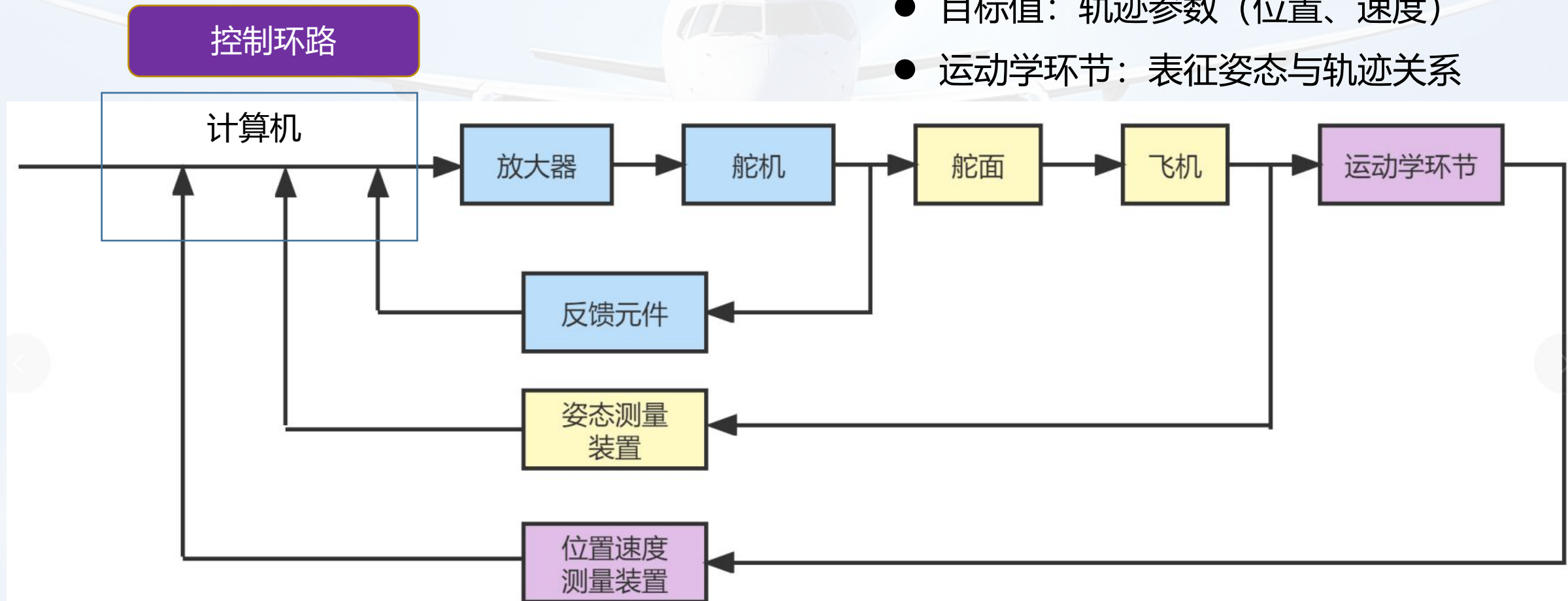
- 功能：控制飞机的角运动，控制飞机的姿态达到目标姿态



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

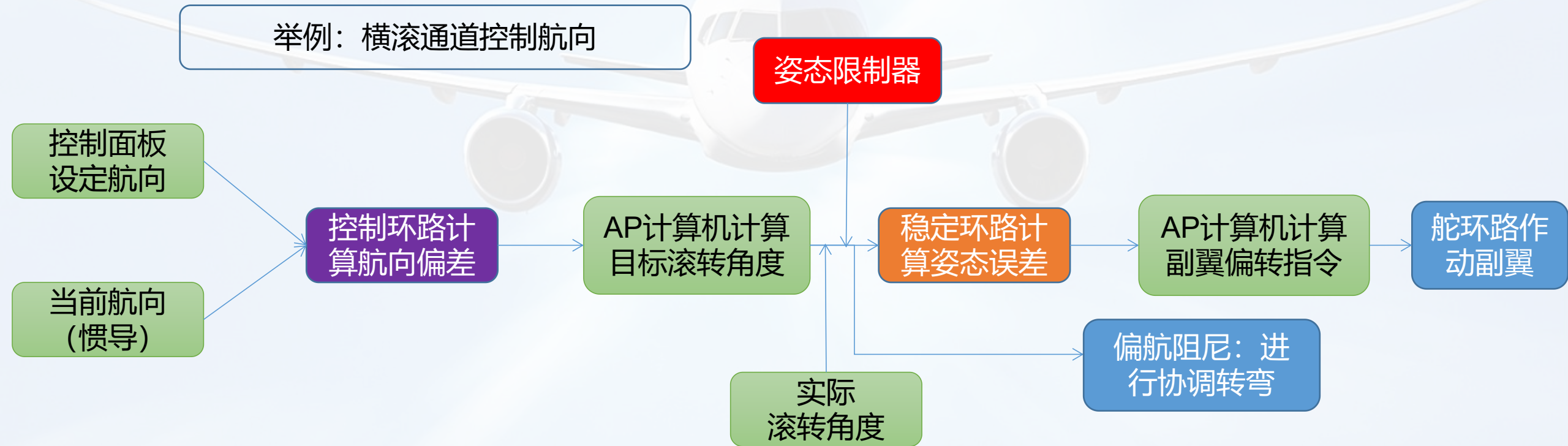
- 功能：控制飞机的航迹和速度
- 目标值：轨迹参数（位置、速度）
- 运动学环节：表征姿态与轨迹关系



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

举例：横滚通道控制航向



## 小结:

1. 自动驾驶的功能概述;
2. 非电传和电传自动驾驶控制流程;
3. 自动驾驶衔接互锁逻辑;
4. 自动驾驶脱开方式;
5. 自动驾驶控制回路。

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

非电传飞行控制一体化控制模式三种

伺服马达控制方式

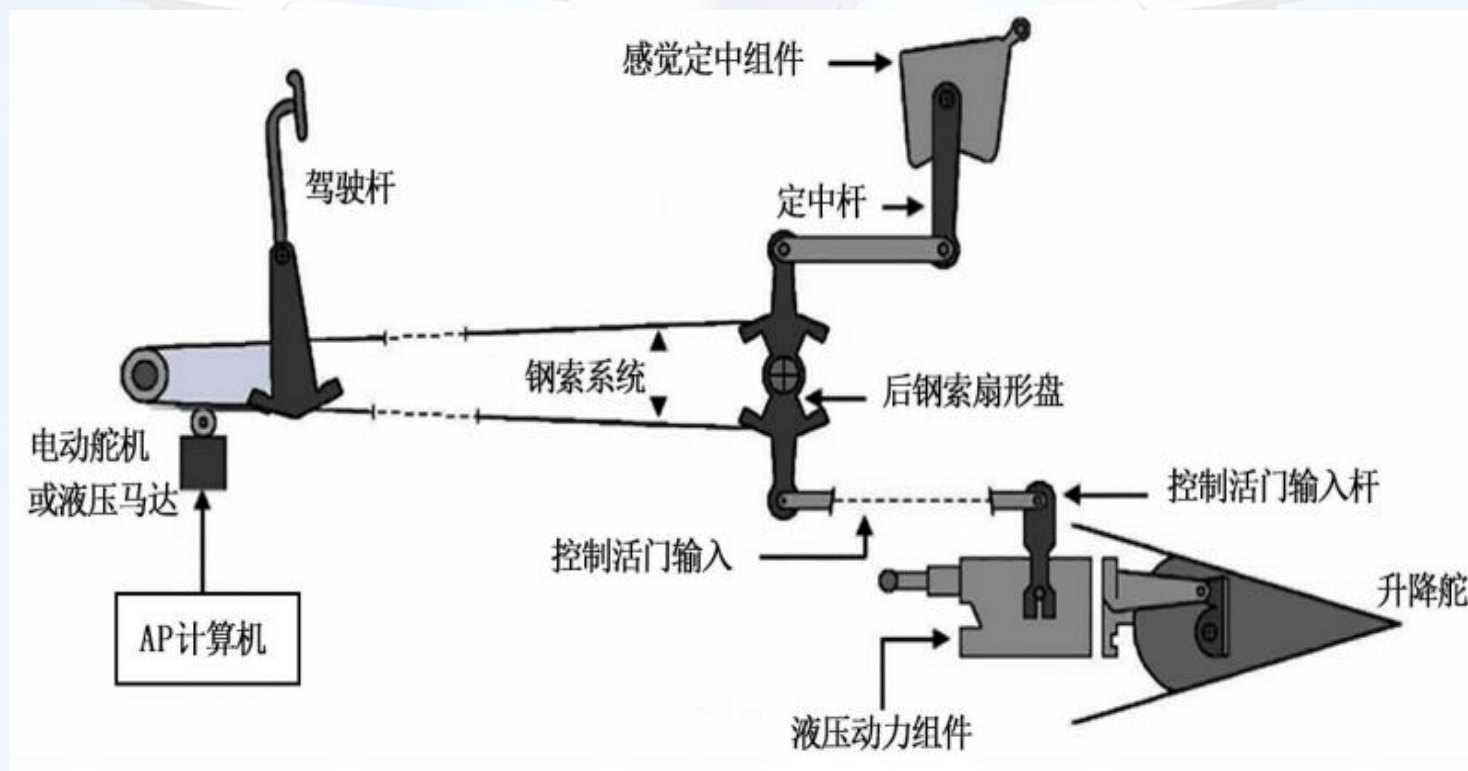
液压马达整合方式

专业液压马达控制方式

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

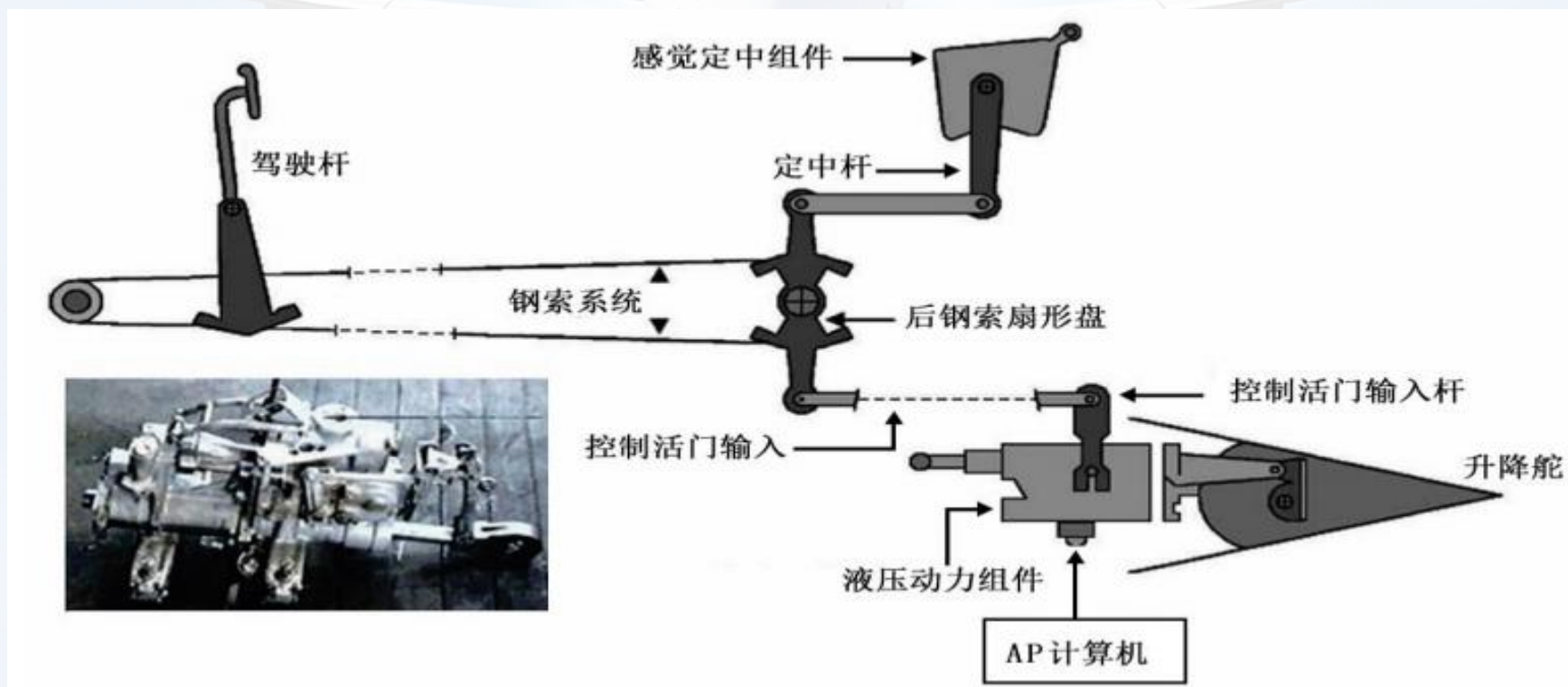
#### 伺服马达控制方式



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

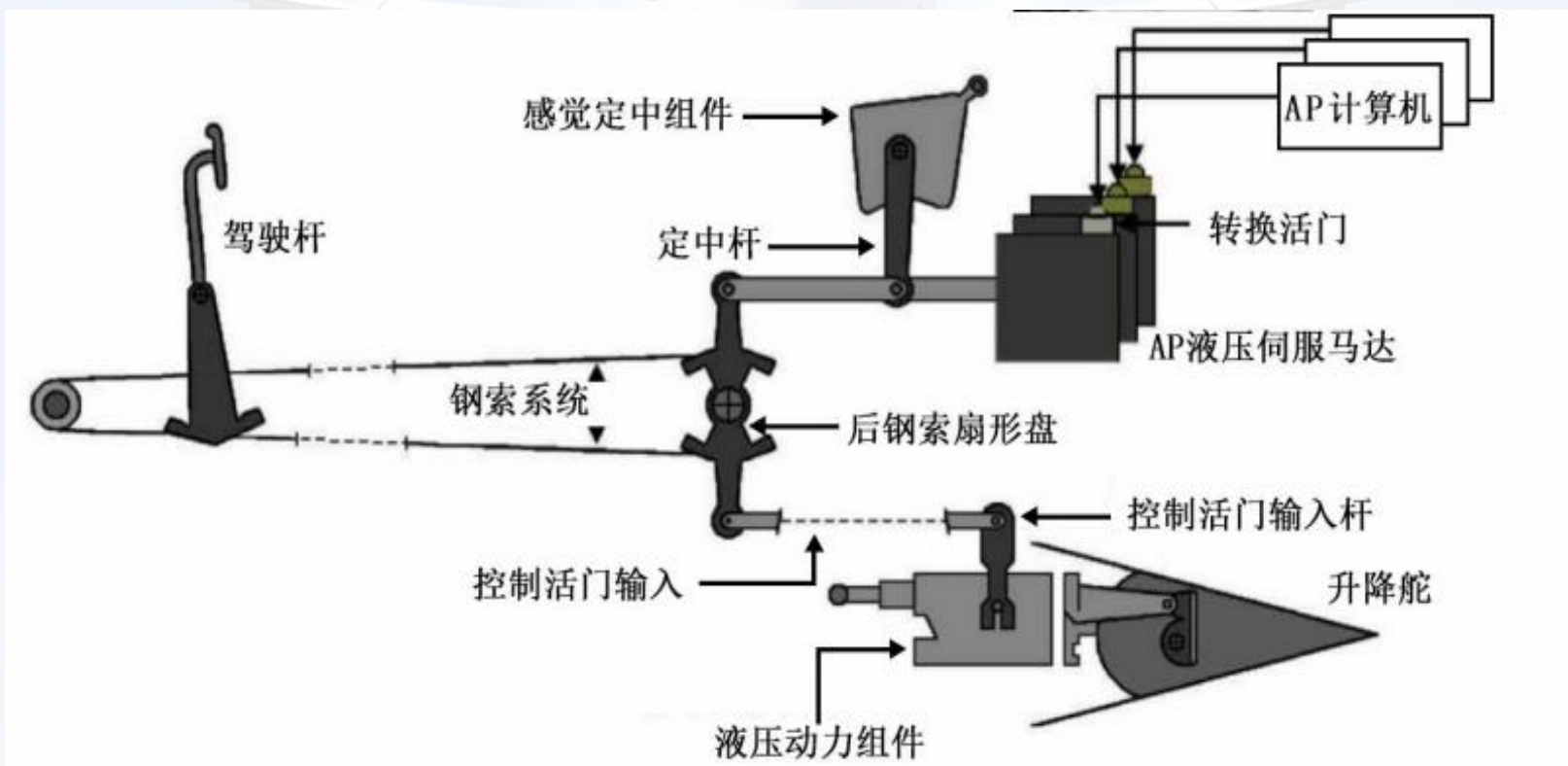
#### 液压马达整合方式



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

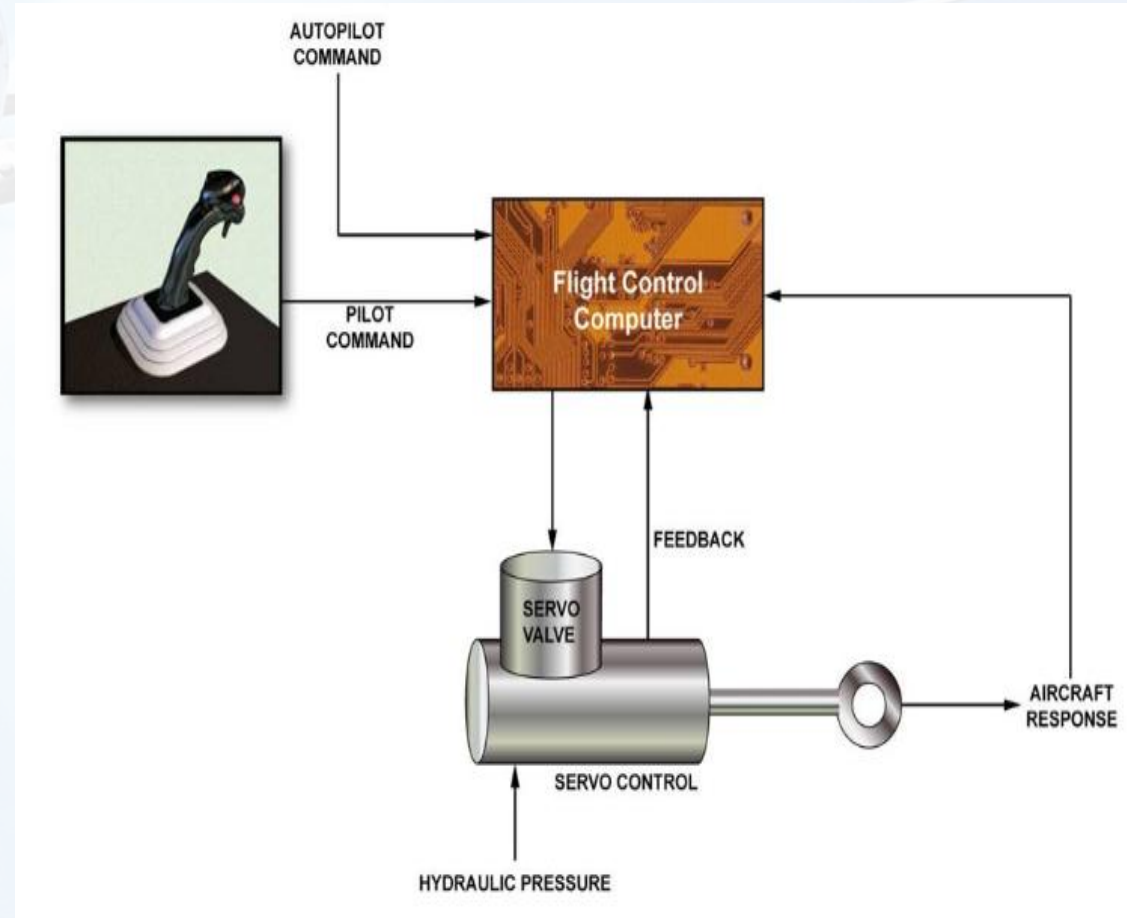
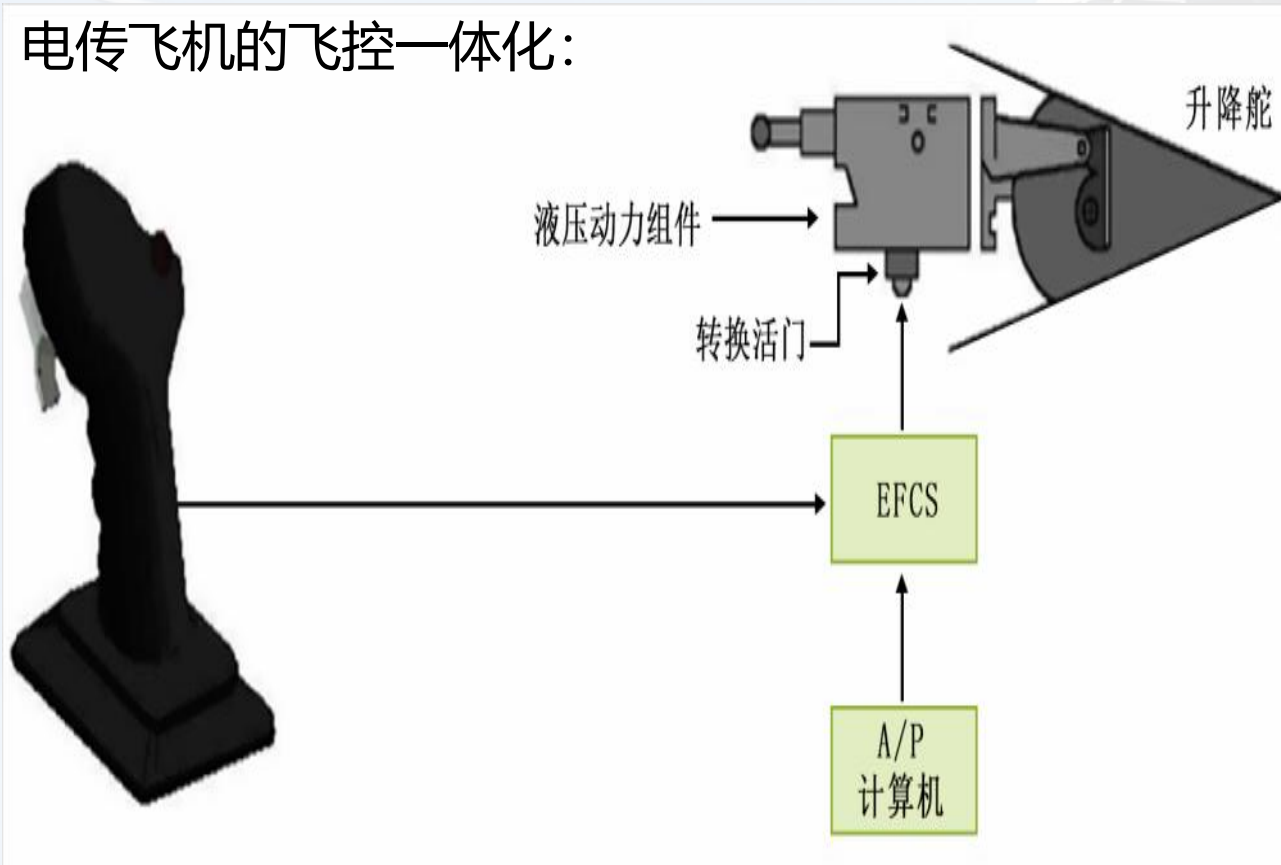
#### 专业液压马达控制方式



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

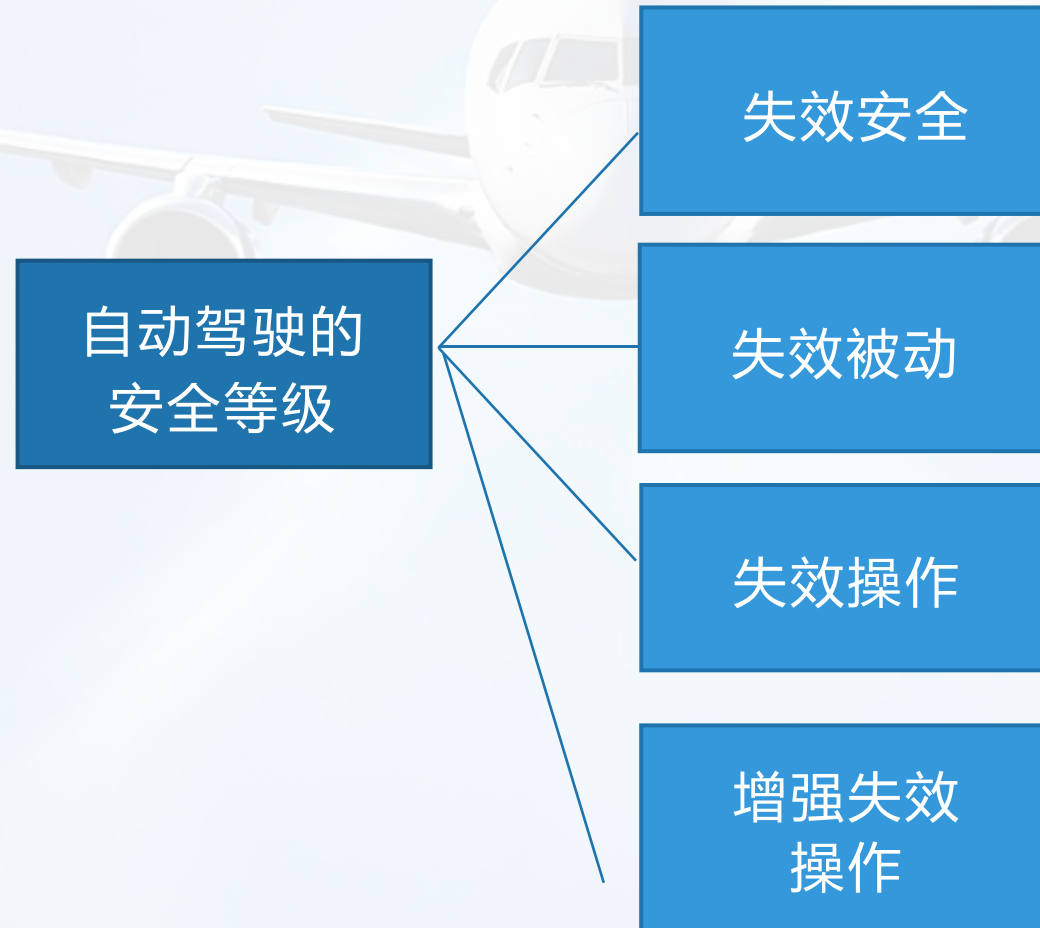
### 3) 系统组成及指令信号处理

电传飞机的飞控一体化：



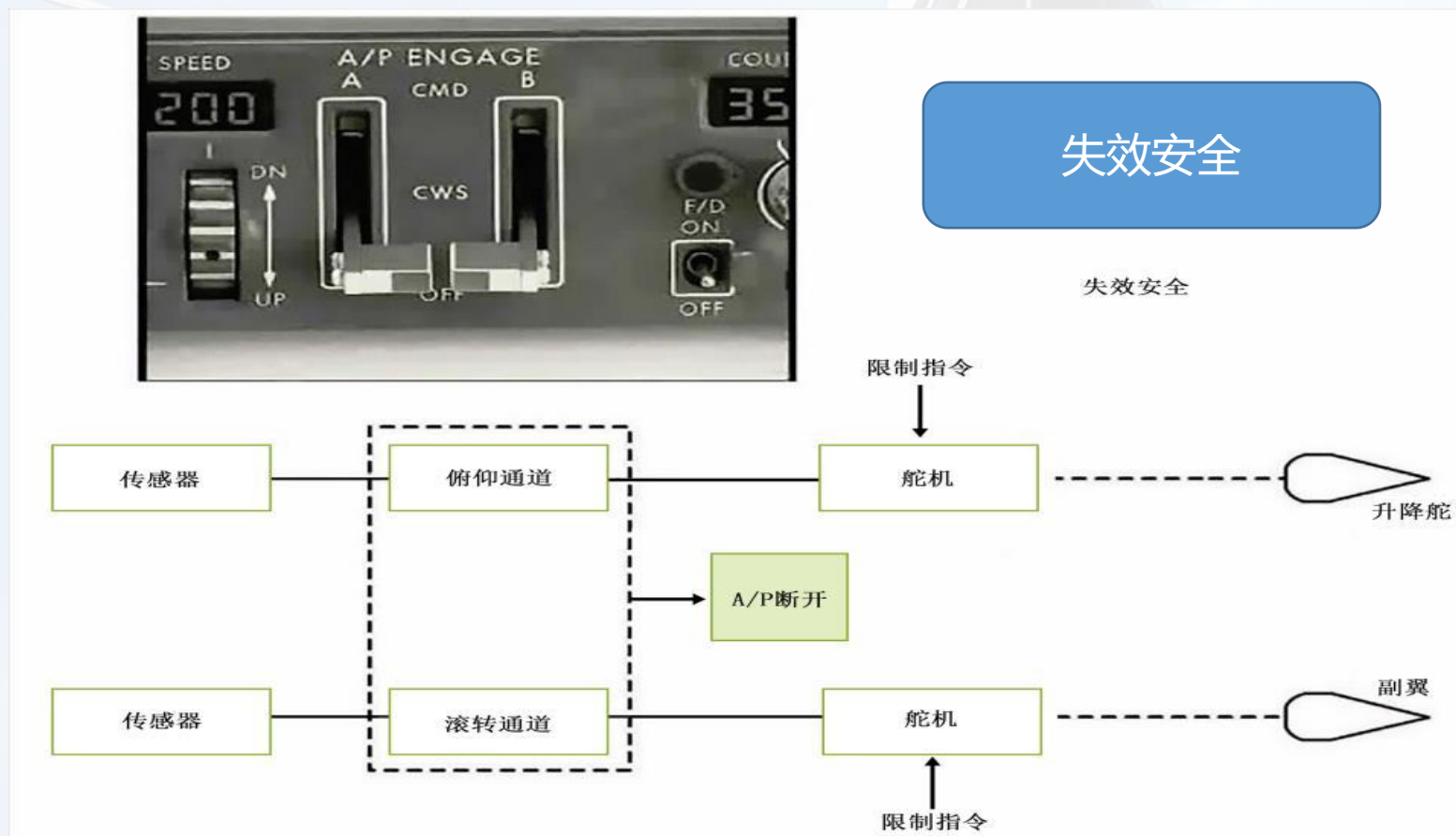
## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

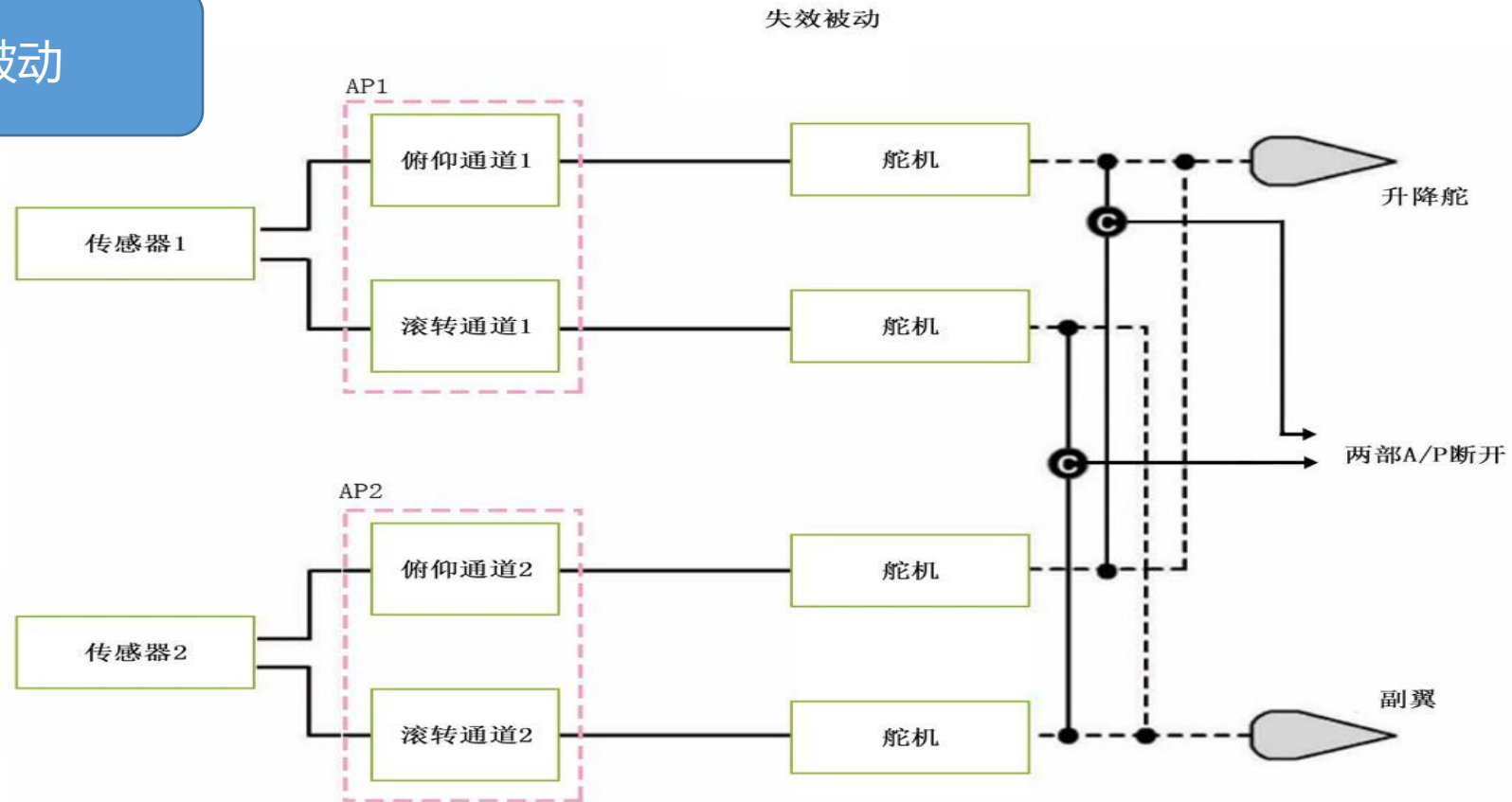


- 当自动驾驶系统探测到一个故障时，它就会断开，自动驾驶系统不会被错误的指令信号所影响。
- 自动驾驶只能够控制舵面平缓的作动，当危险出现时，就给了飞行员足够的时间来实现人工控制。

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

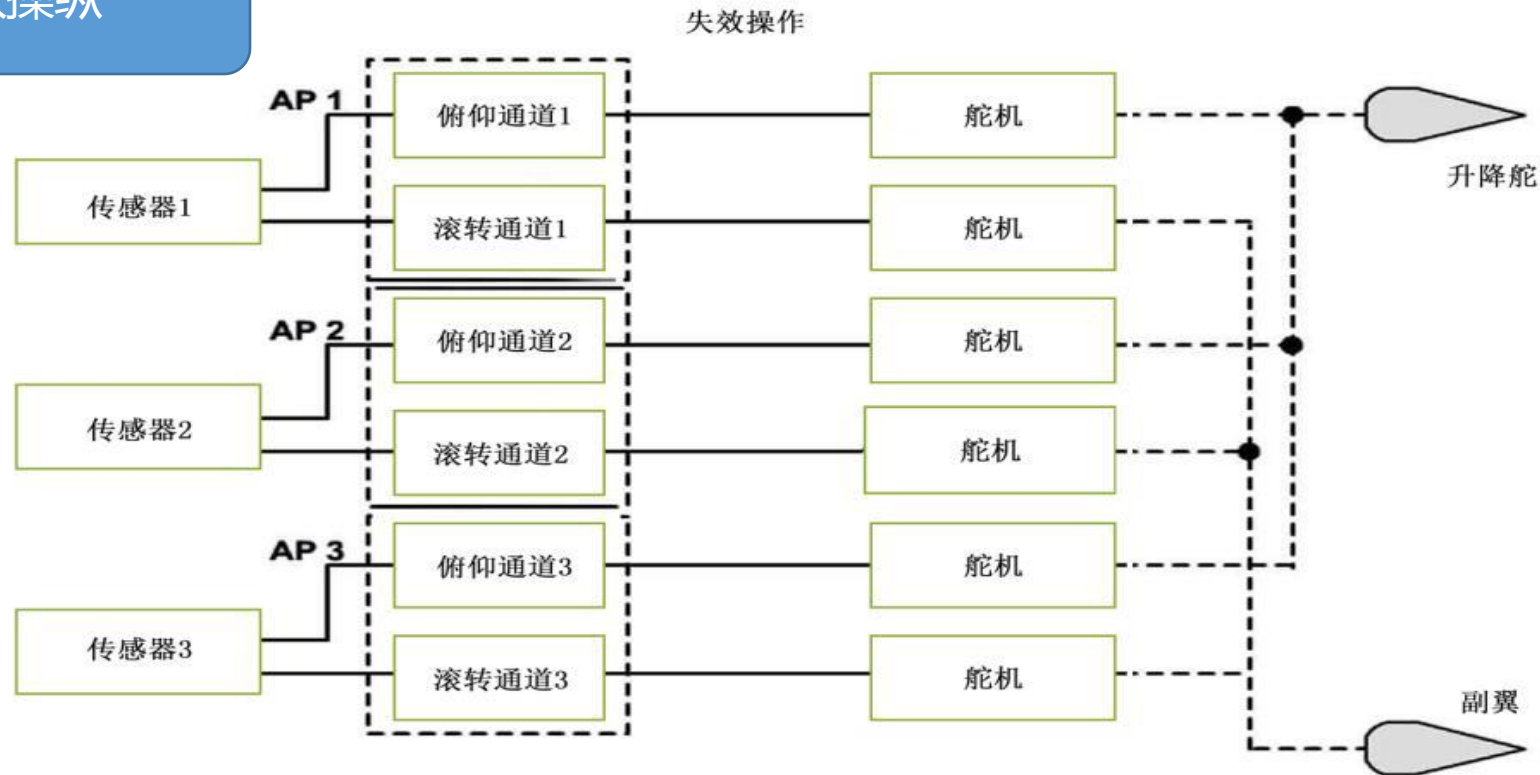
失效被动



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

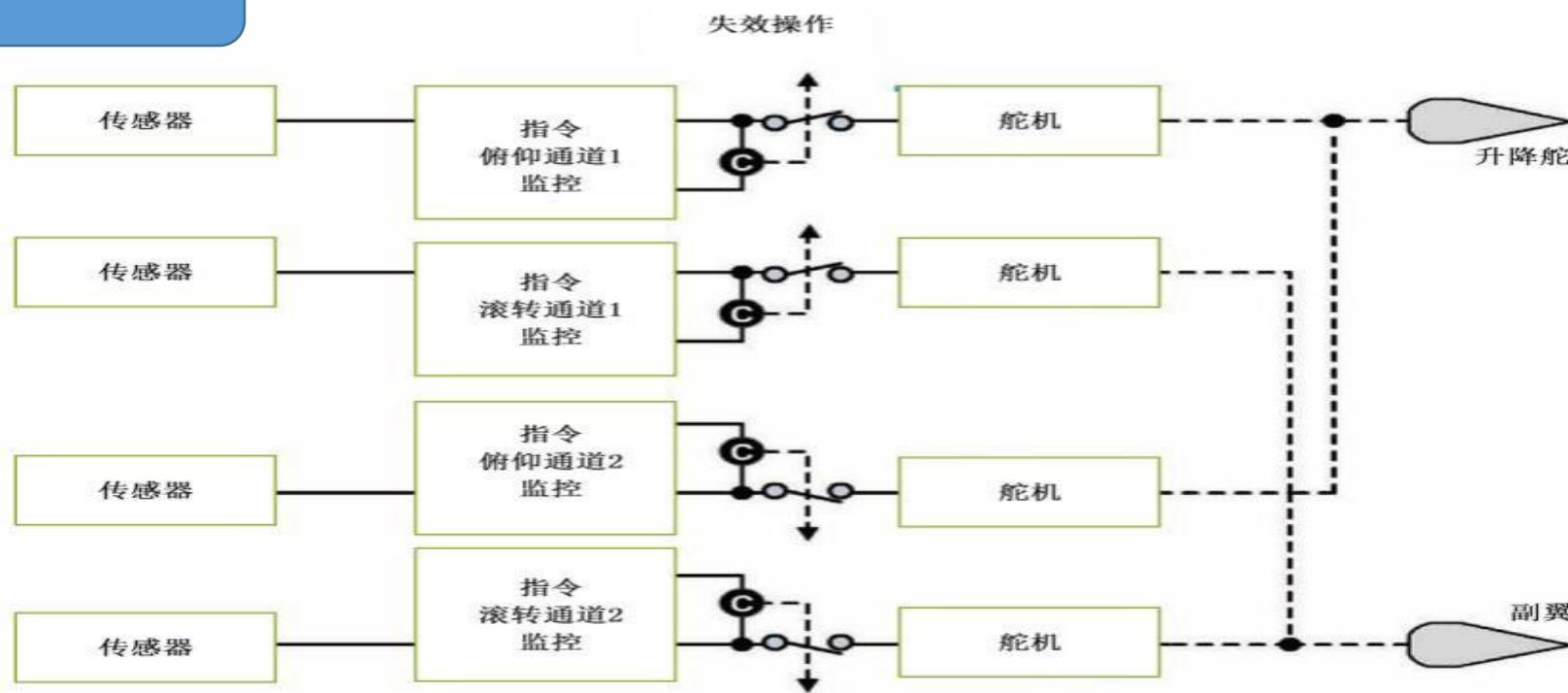
#### 失效操纵



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 3) 系统组成及指令信号处理

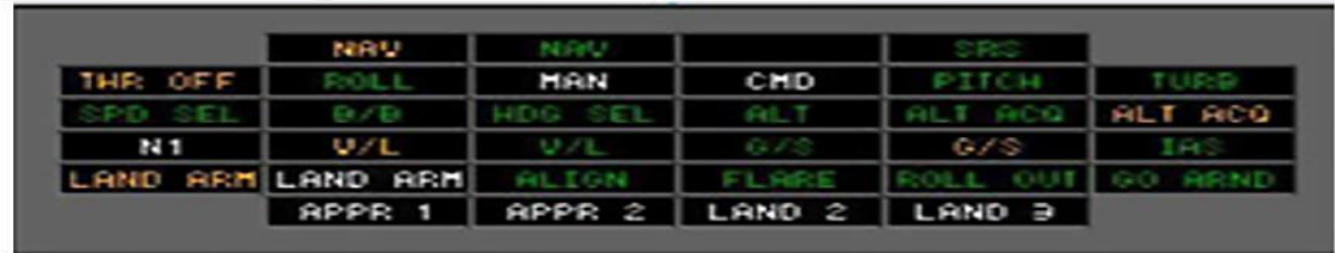
增强失效操纵



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 4) 方式通告

老式飞机自动驾驶工作方式显示在：  
飞行模式告示组件 (FMA)



灯泡式背光



LED式背光



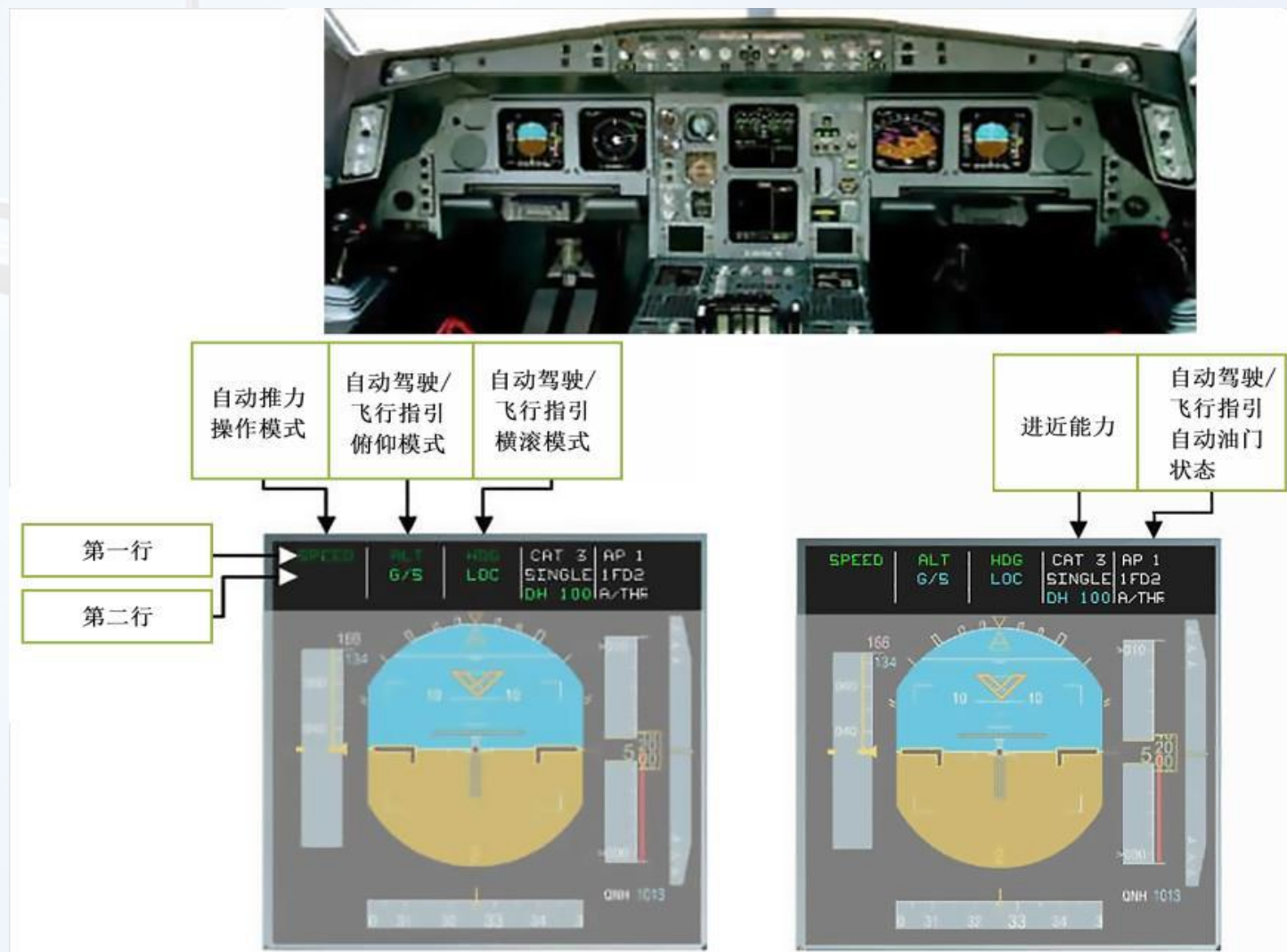
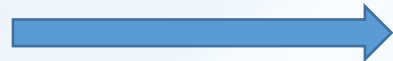
翻转标志牌式

## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 4) 方式通告

现代飞机自动驾驶工作方式显示在：  
PFD上方自动飞行工作方式指示区

空客飞机工作  
方式告示牌



## 2 自动驾驶仪横滚、俯仰和偏航功能，衔接逻辑、工作机理，系统组成及指令信号的处理，方式通告

### 4) 方式通告

现代飞机自动驾驶工作方式显示在：  
PFD上方自动飞行工作方式指示区

波音飞机工作  
方式告示牌



### 3 自动驾驶仪工作方式



自动驾驶仪两个独立的通道

俯仰通道

横滚通道

控制和保持:

- 速度
- 升降速度
- 高度
- 俯仰角

控制和保持:

- 侧向航迹
- 航向角
- 倾斜角

不同的工作方式下有不同的控制规律和控制参数

### 3 自动驾驶仪工作方式



俯仰通道的工作  
方式

- 高度保持 (ALTITUDE HOLD)
- 高度层改变 (LEVEL CHANGE)
- 垂直速度 (V/S)
- 垂直导航方式 (V NAV)
- 进近下滑道 (G/S)
- 复飞 (GO AROUND)

### 3 自动驾驶仪工作方式



- 高度保持 (ALTITUDE HOLD)

俯仰通道的工作方式

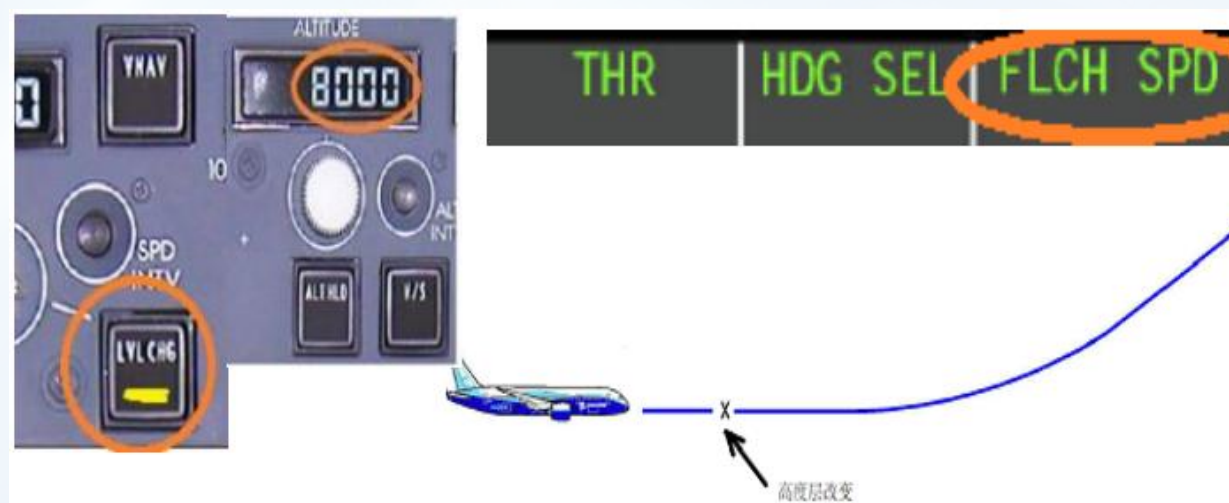


### 3 自动驾驶仪工作方式



- 高度层改变 (LEVEL CHANGE)

俯仰通道的工作方式

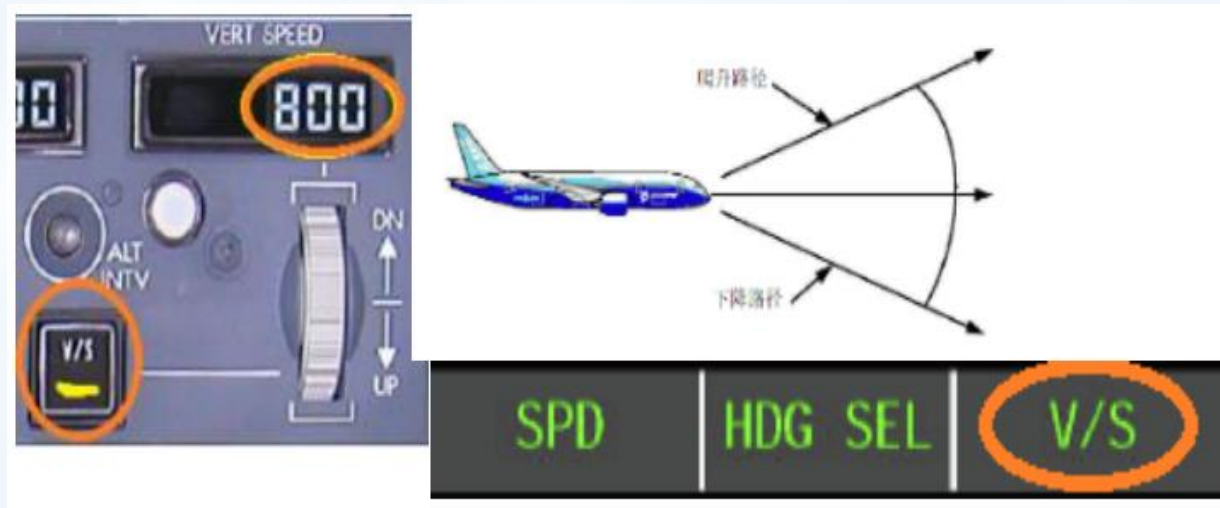


### 3 自动驾驶仪工作方式



- 垂直速度 (V/S)

俯仰通道的工作  
方式



### 3 自动驾驶仪工作方式



- 垂直导航方式 (V NAV)

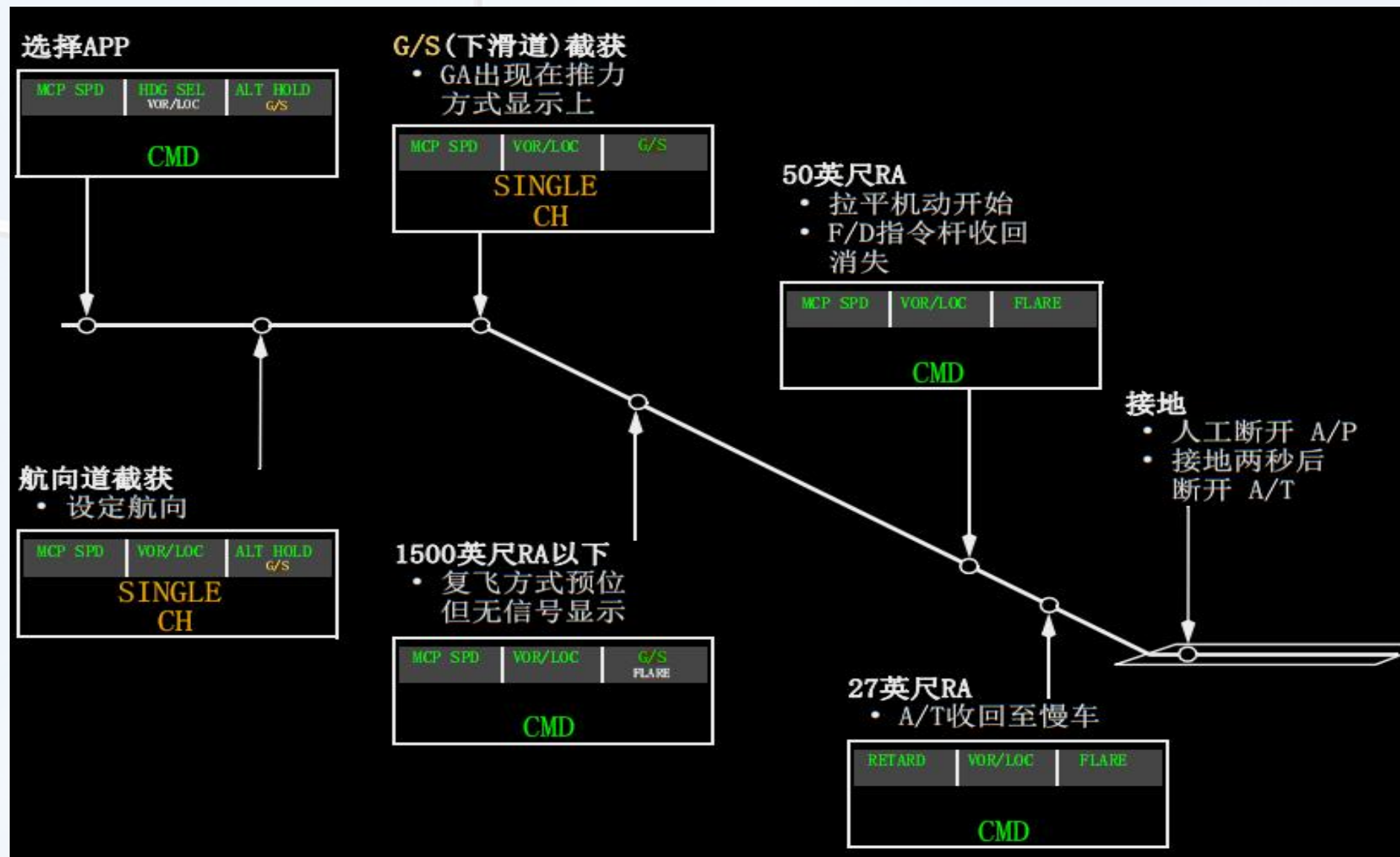
俯仰通道的工作方式



### 3 自动驾驶仪工作方式

俯仰通道的工作方式

- 进近下滑道 (G/S)



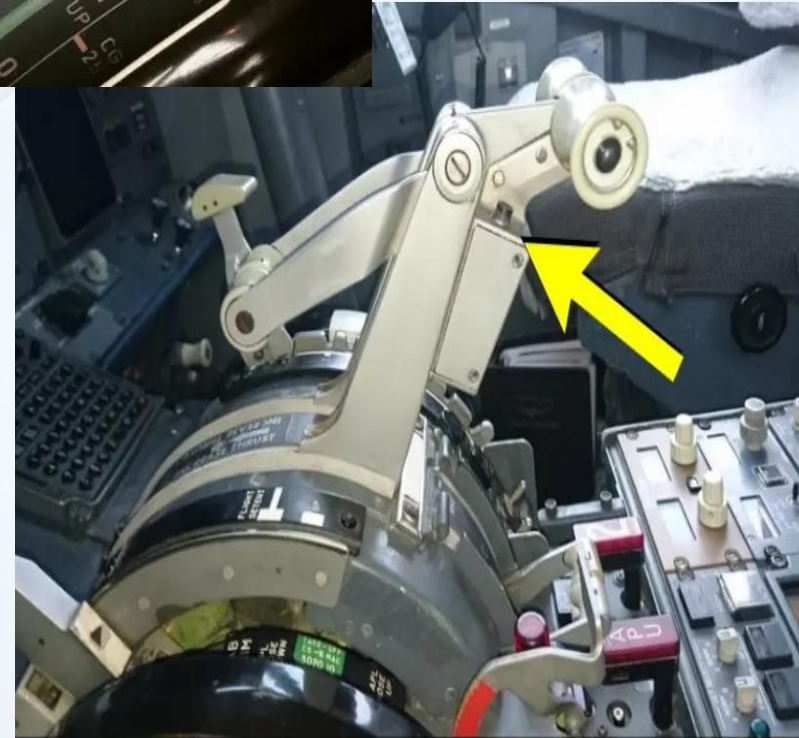
### 3 自动驾驶仪工作方式

#### 俯仰通道的工作方式

- 复飞 (GO AROUND)

一些飞机在油门杆上安装TO/GA电门，在起飞或复飞情况下，按压TO/GA电门，已预位的自动油门将会进入起飞或复飞模式，激活起飞或复飞推力。

一些飞机通过将由油门杆推至TO/GA卡位来实现起飞或复飞推力。



### 3 自动驾驶仪工作方式



横滚通道的工作  
方式

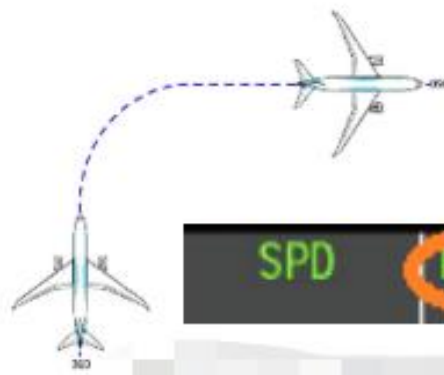
- 航向选择 (HEADING SELECT)
- 航向保持 (HEADING HOLD)
- 航迹选择 (TRACK SELECT)
- 水平导航 (L NAV)
- VOR 方式
- 航向道方式 (LOC)

### 3 自动驾驶仪工作方式



- 航向选择 (HEADING SELECT)

横滚通道的工作方式

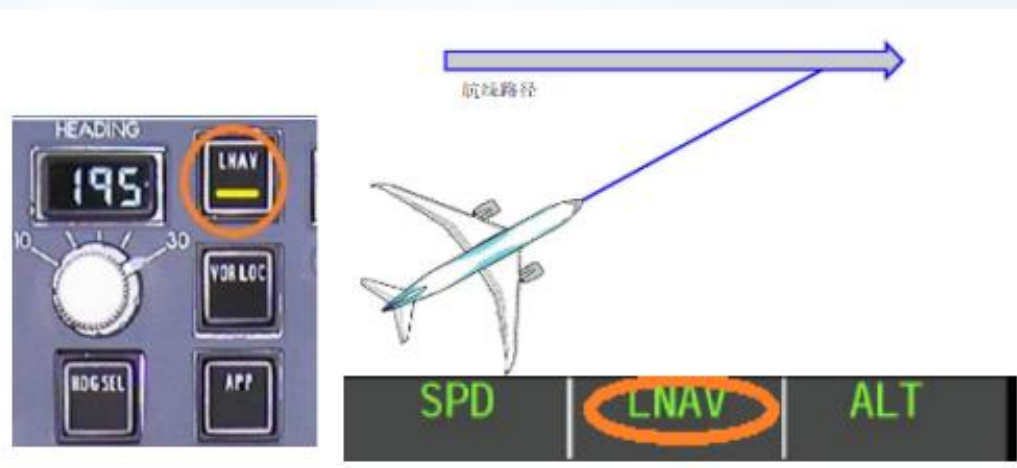


### 3 自动驾驶仪工作方式



- 水平导航 (L NAV)

横滚通道的工作方式



## 小结:

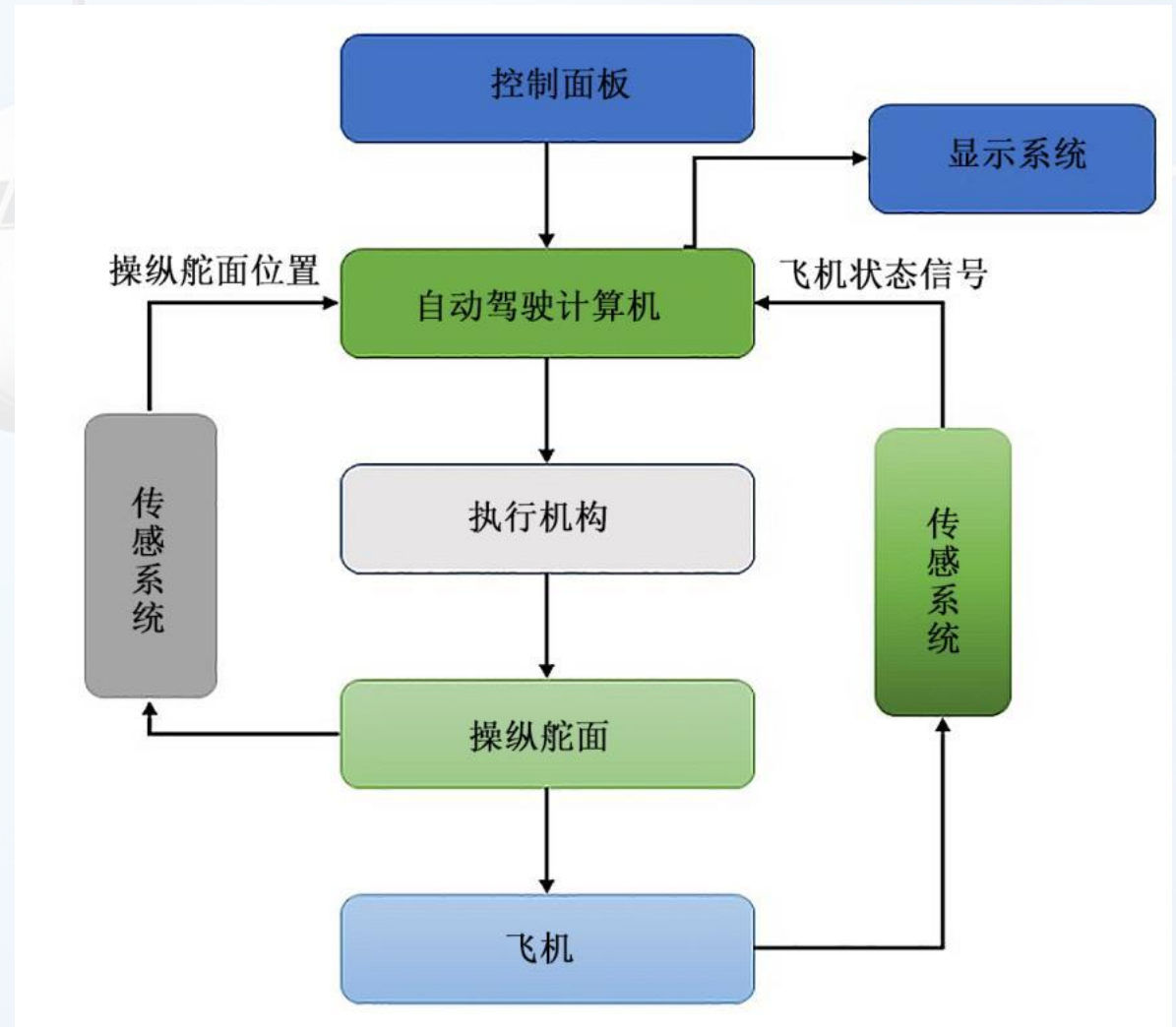
1. 非电传和电传自动驾驶一体化控制分别是什么形式
2. 自动驾驶的安全等级;
3. 自动驾驶横滚通道和俯仰通道分别有什么工作方式。

## 4 自动驾驶飞行指引系统组成, 方式控制板、控制部件

### 1) 自动驾驶飞行指引系统组成

自动驾驶飞行指引系统组成:

- 自动驾驶计算机
- 控制面板
- 传感系统
- 执行机构



## 4 自动驾驶飞行指引系统组成, 方式控制板、控制部件

### 1) 自动驾驶飞行指引系统组成

#### 自动驾驶计算机

功能

信号处理及指令计算：把传感系统反馈的飞机实际运动参数、控制面板设定的目标信号及飞机舵面反馈的位置信号进行比较和计算

输出符合控制规律原则的伺服指令信号：传送给执行机构（用于AP）和显示系统(用于FD)

BITE 功能：监控整个系统工作状态并记录相应的故障

# 4 自动驾驶飞行指引系统组成, 方式控制板、控制部件

## 1) 自动驾驶飞行指引系统组成

控制面板

飞行员控制自动驾驶与飞行指引的人机交互设备

功能

自动驾驶系统的衔接

飞行指引的接通与断开

设定自动驾驶或飞行指引的工作模式及目标参数

## 4 自动驾驶飞行指引系统组成，方式控制板、控制部件

### 1) 自动驾驶飞行指引系统组成

执行机构

接收自动驾驶计算机输送的控制指令

功能

把舵面偏转角度传送给舵面伺服作动器，作动舵面。

## 4 自动驾驶飞行指引系统组成, 方式控制板、控制部件

### 1) 自动驾驶飞行指引系统组成

传感系统

飞机舵面传感器再把舵面的偏转角度反馈给自动驾驶计算机和飞控计算机

# 4 自动驾驶飞行指引系统组成, 方式控制板、控制部件

## 1) 自动驾驶飞行指引系统组成

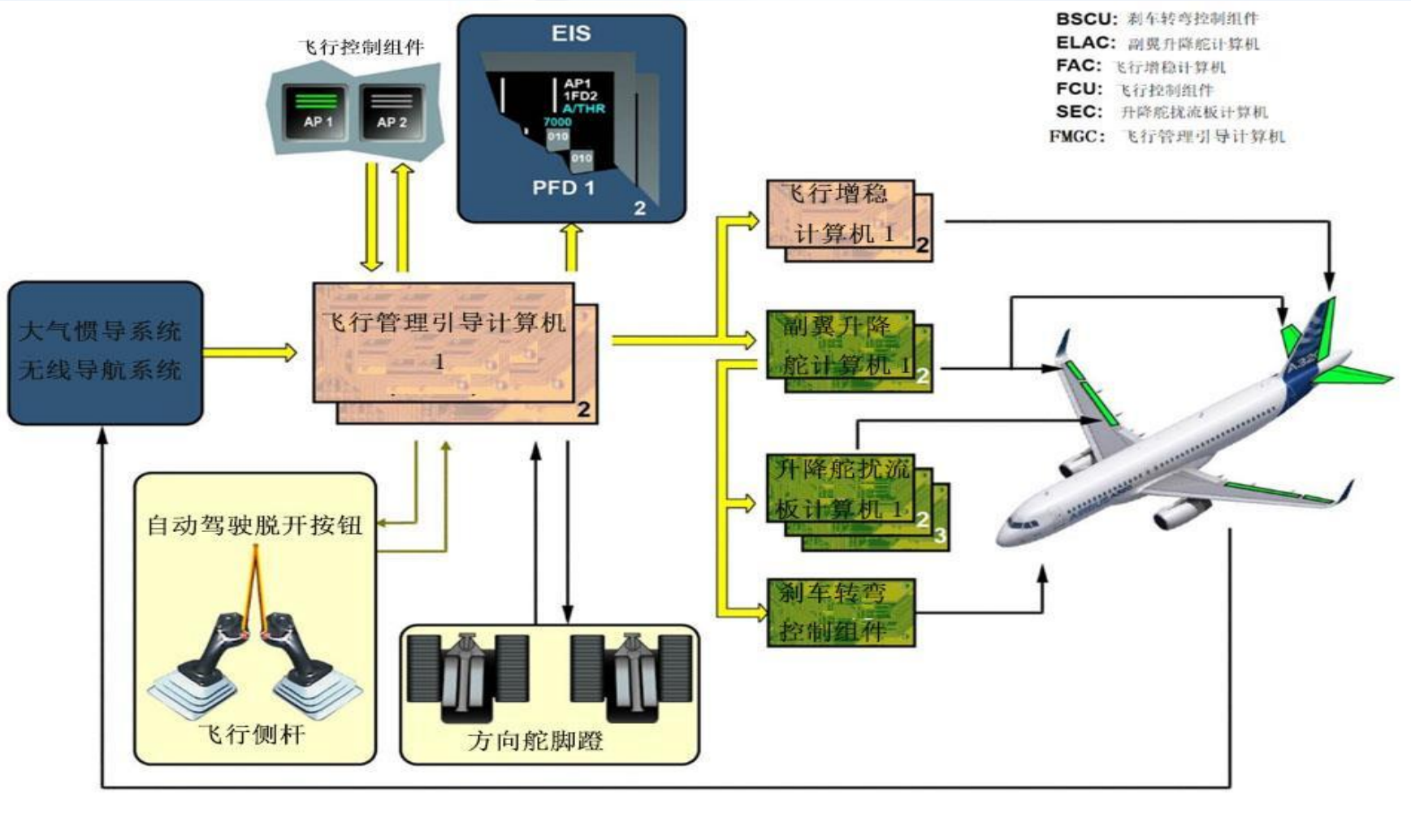
B737NG 飞机自动驾驶飞行指引系统组成



# 4 自动驾驶飞行指引系统组成, 方式控制板、控制部件

## 1) 自动驾驶飞行指引系统组成

A320 飞机自动驾驶飞行指引系统组成



## 4 自动驾驶飞行指引系统组成，方式控制板、控制部件

### 2) 方式控制面板



人机交互

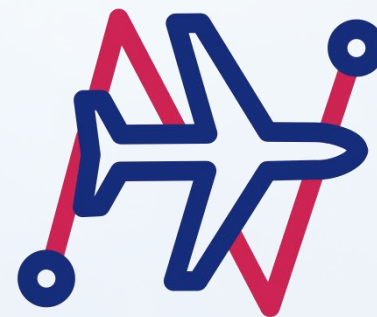
方式控制面板：

- 衔接自动驾驶、
- 接通和断开飞行指引、
- 设定自动驾驶或飞行指引的工作模式及目标参数

输出

自动驾驶计算机：  
根据模式和参数  
进行计算

实现  
A  
P  
和  
F  
D

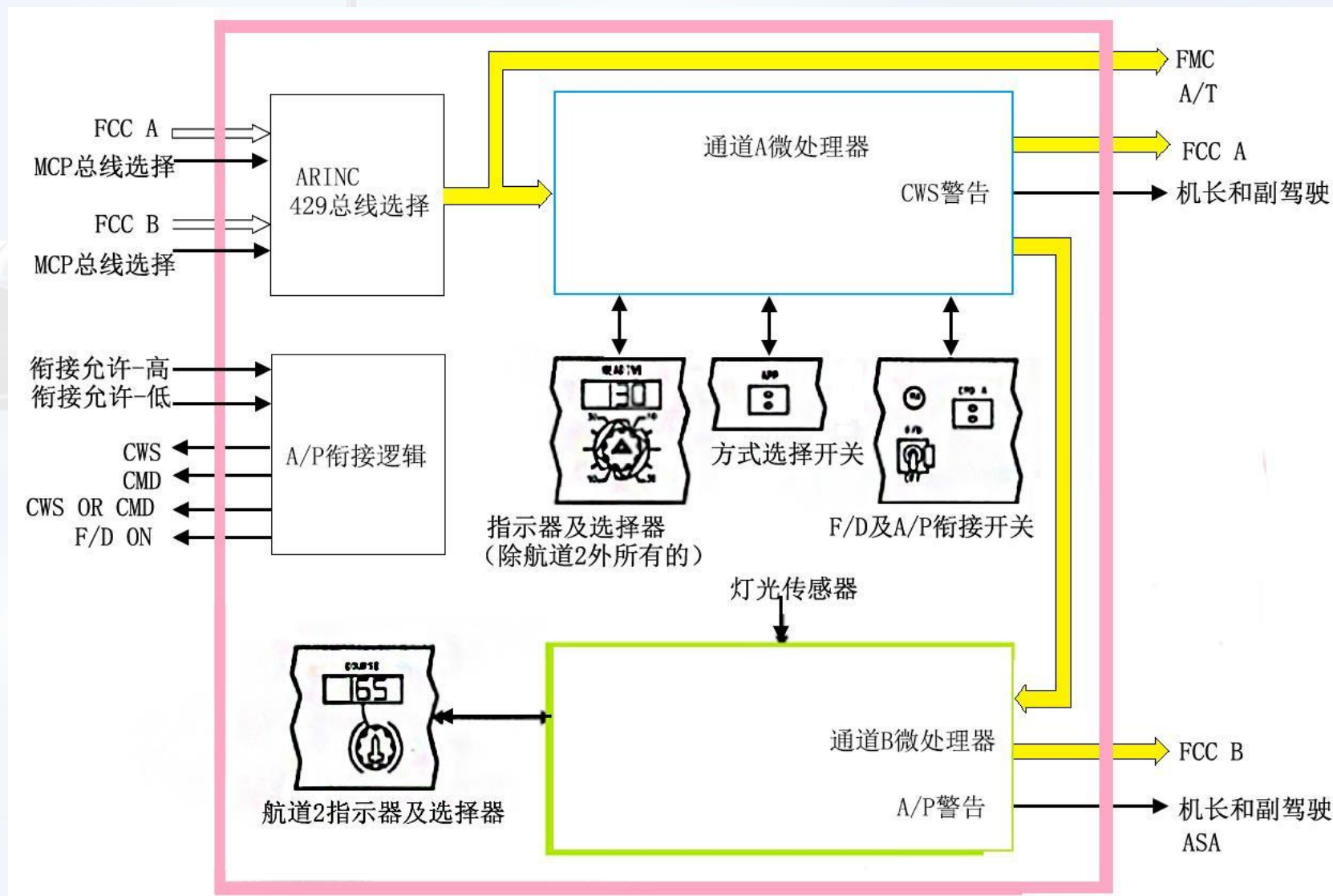


## 4 自动驾驶飞行指引系统组成，方式控制板、控制部件

### 2) 方式控制面板

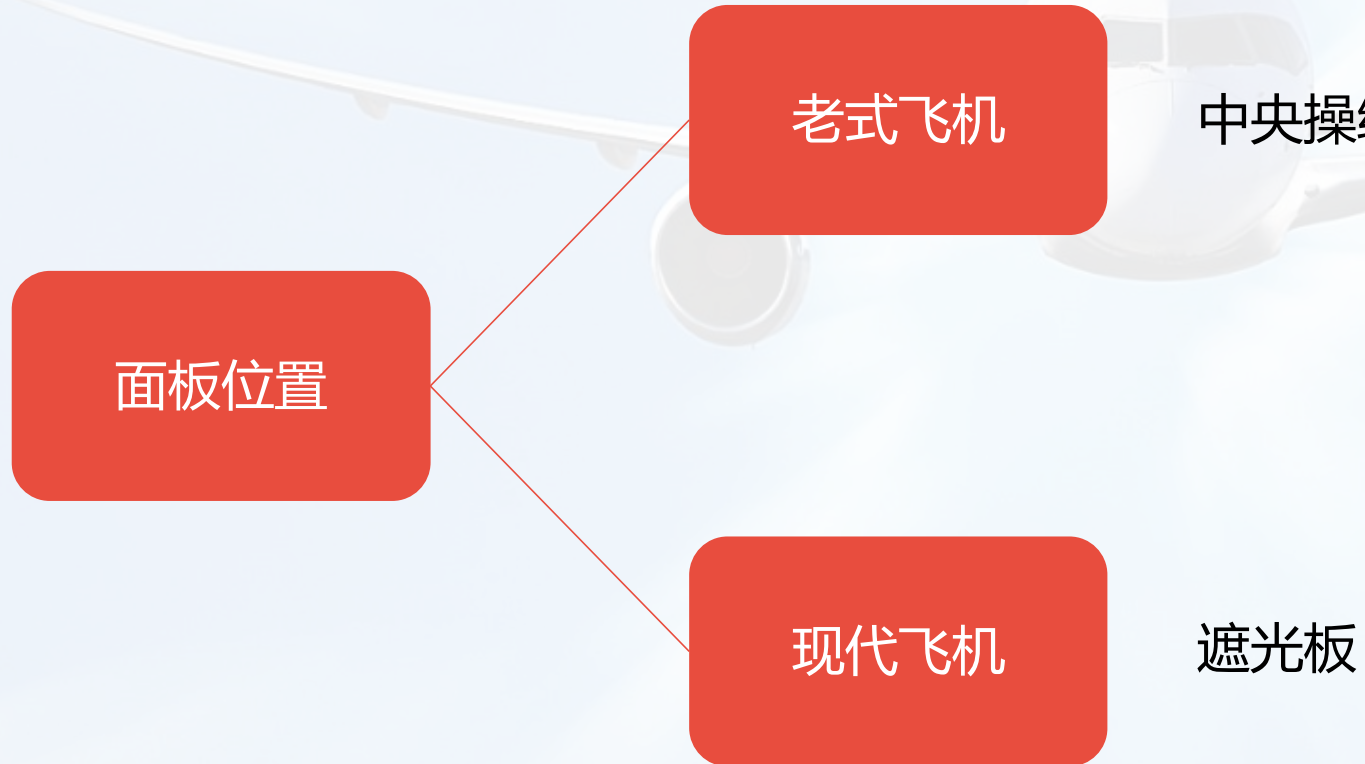
#### 双通道设计:

- 爬升、巡航、下降阶段时，一个通道工作，另一个通道备份
- 当工作的通道发生故障，可以使用备份的通道
- 自动着陆：两个通道工作



## 4 自动驾驶飞行指引系统组成, 方式控制板、控制部件

### 2) 方式控制面板



## 4 自动驾驶飞行指引系统组成，方式控制板、控制部件

### 2) 方式控制面板

自动驾驶衔接杆



两个通道:

- A
- B

三个位置:

- CMD
- CWS
- OFF

## 4 自动驾驶飞行指引系统组成，方式控制板、控制部件

### 2) 方式控制面板

自动驾驶衔接按钮：  
按钮指示灯



两个通道：

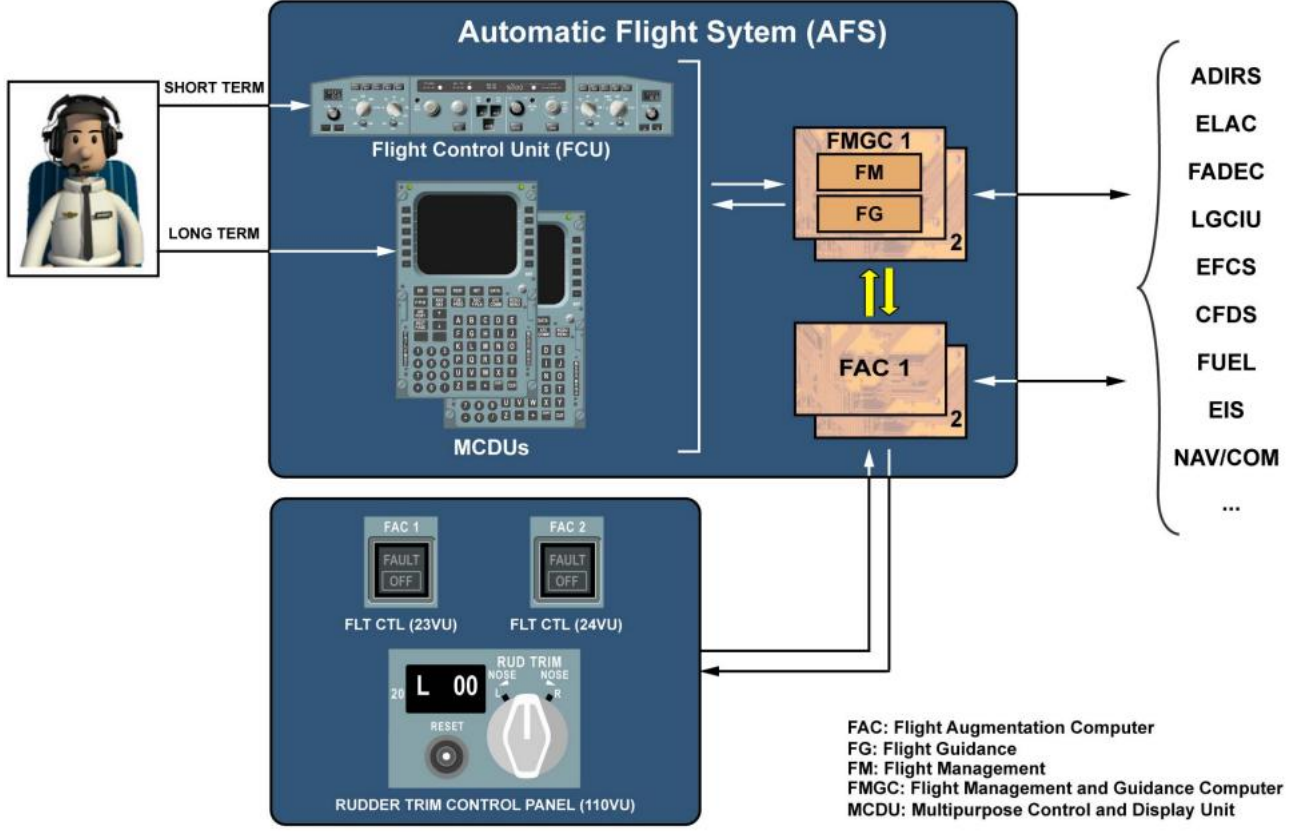
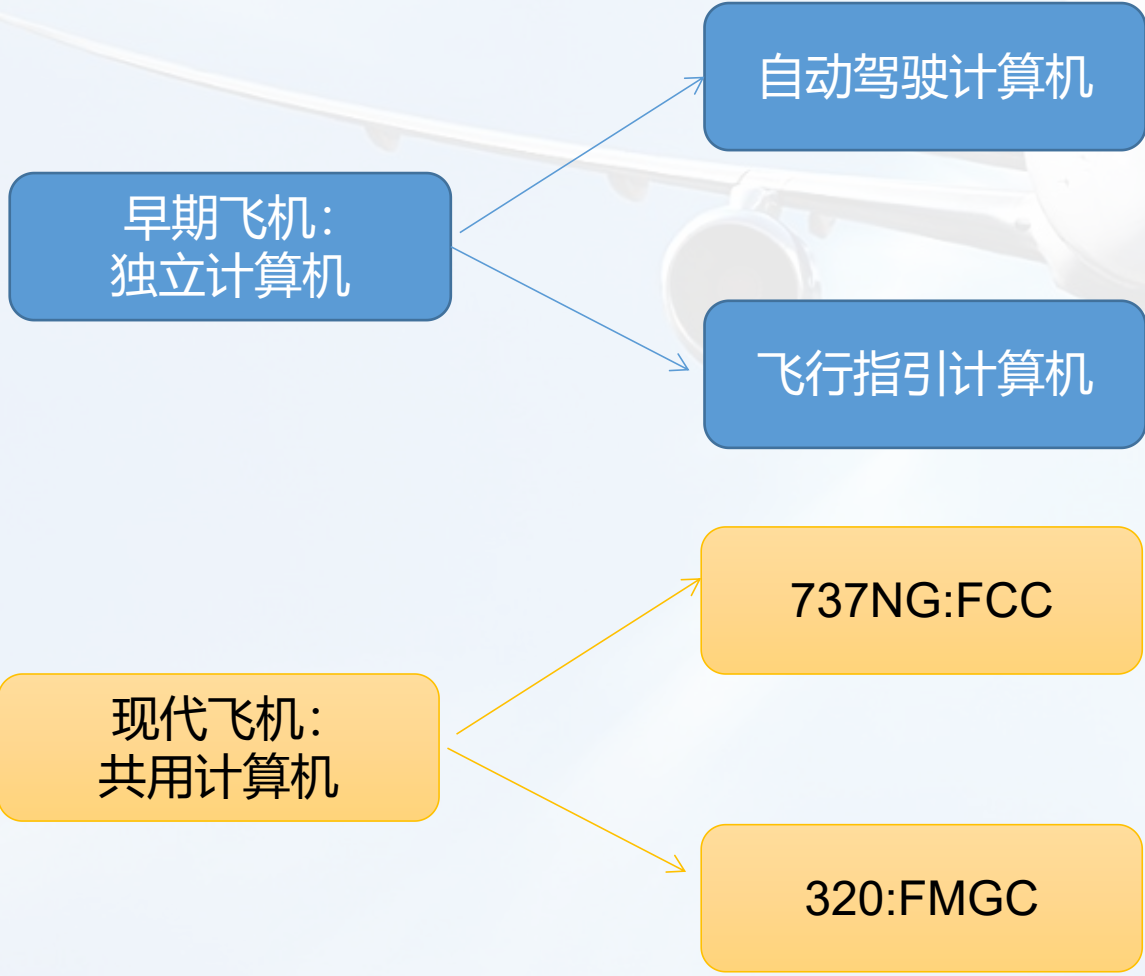
- A：使用自动驾驶计算机 A 和执行机构 A 来控制飞机
- B：使用自动驾驶计算机 B 和执行机构 B 来控制飞机

指示灯表明哪部自动驾驶处于衔接状态：

- 爬升、巡航以及下降阶段，CMD 或 CWS 按钮只能接通一个；
- 在进近阶段，可以接通两个 CMD 按钮。

# 4 自动驾驶飞行指引系统组成，方式控制板、控制部件

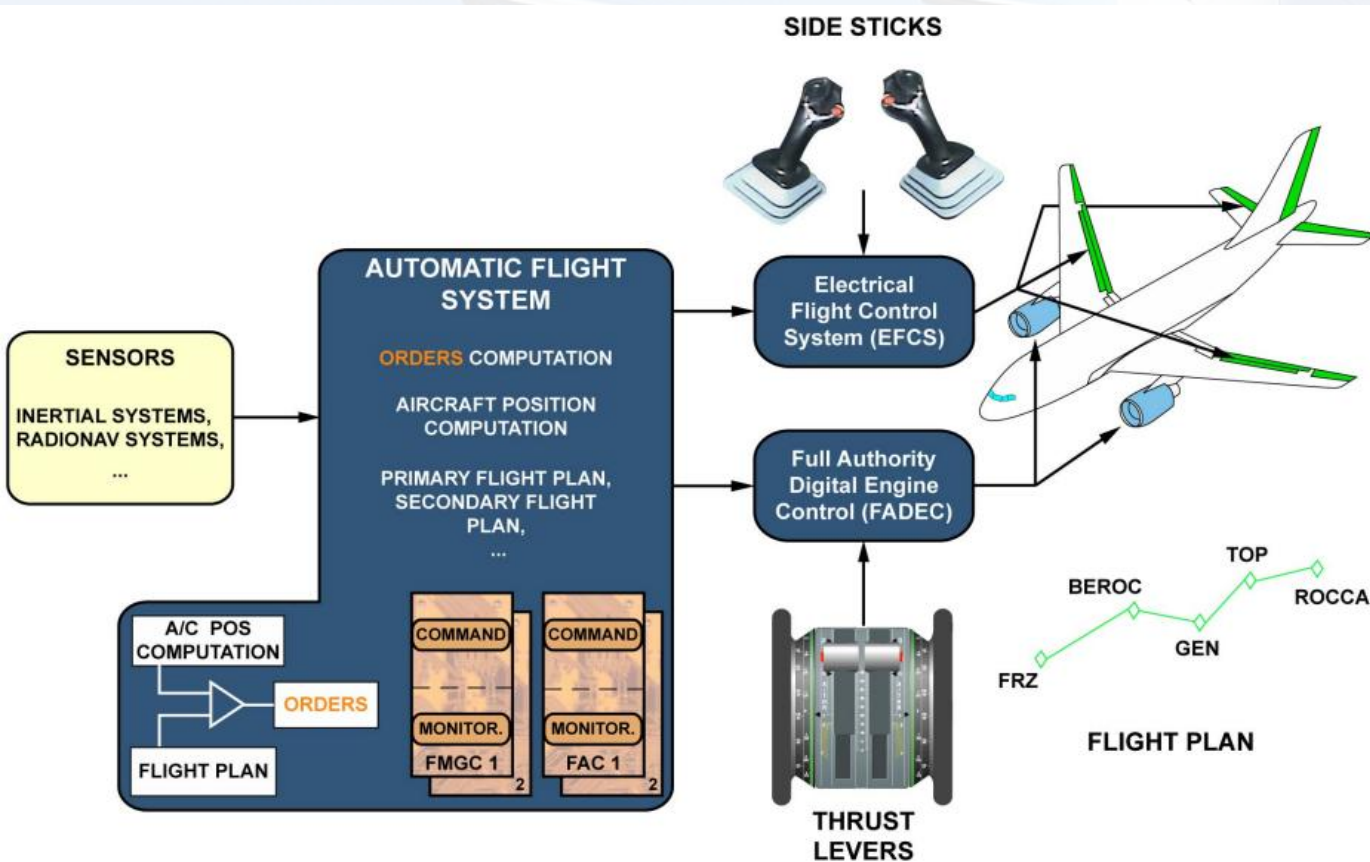
## 3) 控制部件



## 4 自动驾驶飞行指引系统组成，方式控制板、控制部件

### 3) 控制部件

自动飞行计算机功能：



- 处理飞行员输入指令及飞机运动参数
- 工作方式的控制及管理
- 生成不同工作方式的控制指令
- 输出及管理各种控制指令
- 管理飞行控制系统各传感系统及伺服作动器的余度
- 管理并监测飞行控制的硬件及软件
- 在地面及空中自动检测相关系统及部件
- 与飞机其他相关系统计算机及部件的数据交换

## 4 自动驾驶飞行指引系统组成，方式控制板、控制部件

### 3) 控制部件

自动飞行计算机控制功能

自动飞行计算机的控制功能：进行控制指令的计算和输出

## 4 自动驾驶飞行指引系统组成, 方式控制板、控制部件

### 3) 控制部件

自动飞行计算机控制功能

内部环路

指令计算围绕两个环路

外部环路

## 4 自动驾驶飞行指引系统组成，方式控制板、控制部件

### 3) 控制部件

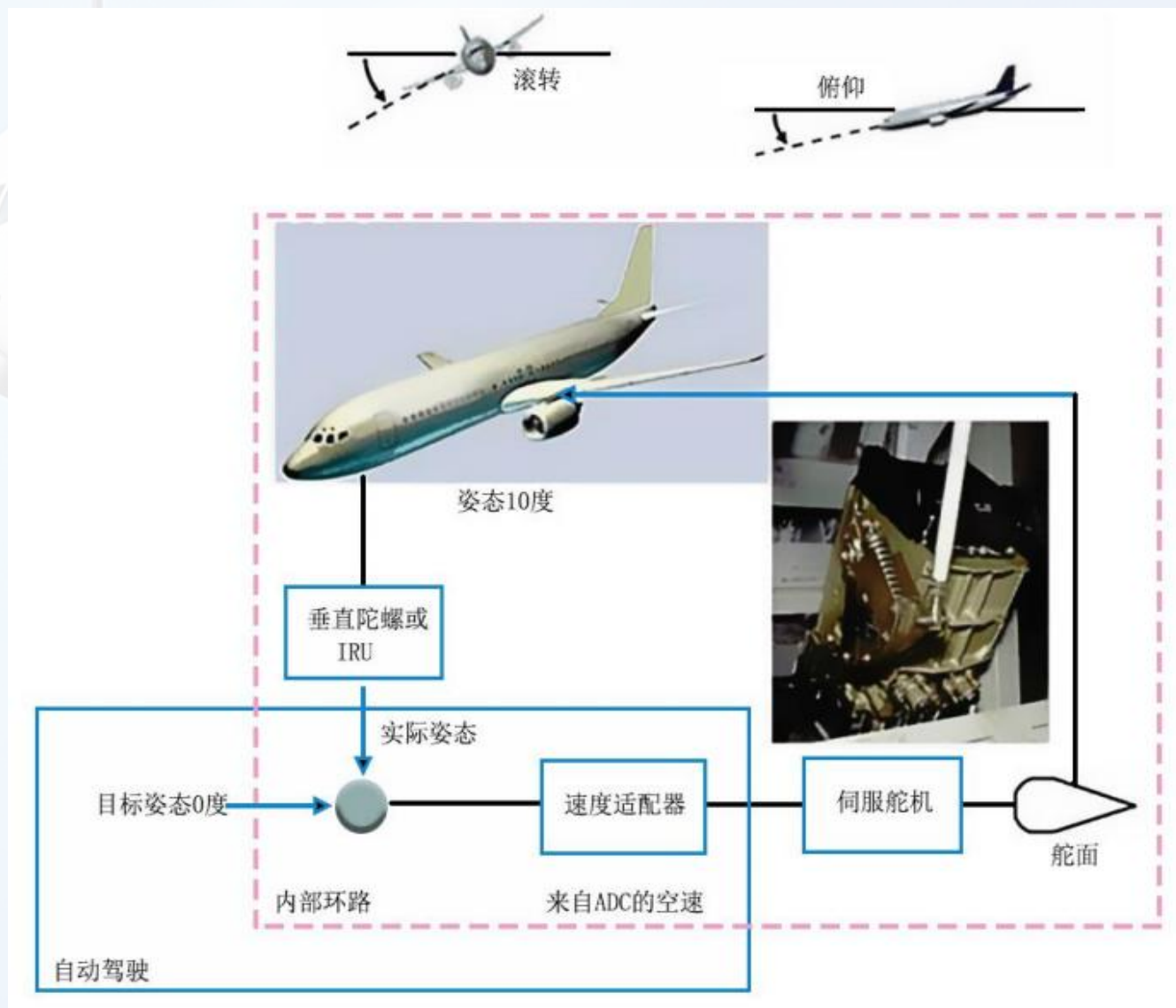
内部回路：控制飞机的姿态

内部环路功能：  
比较飞机实际姿态和目标姿态的不同。

目标姿态来自：  
飞行员的选择、或者外部环路



稳定环路的功能是什么？

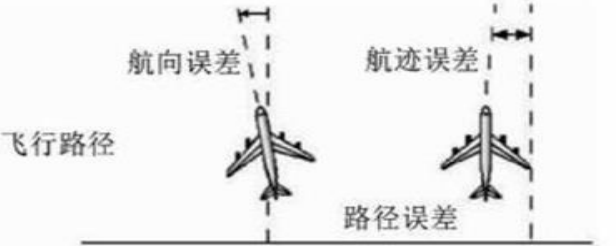
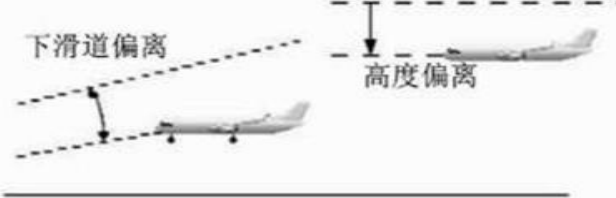
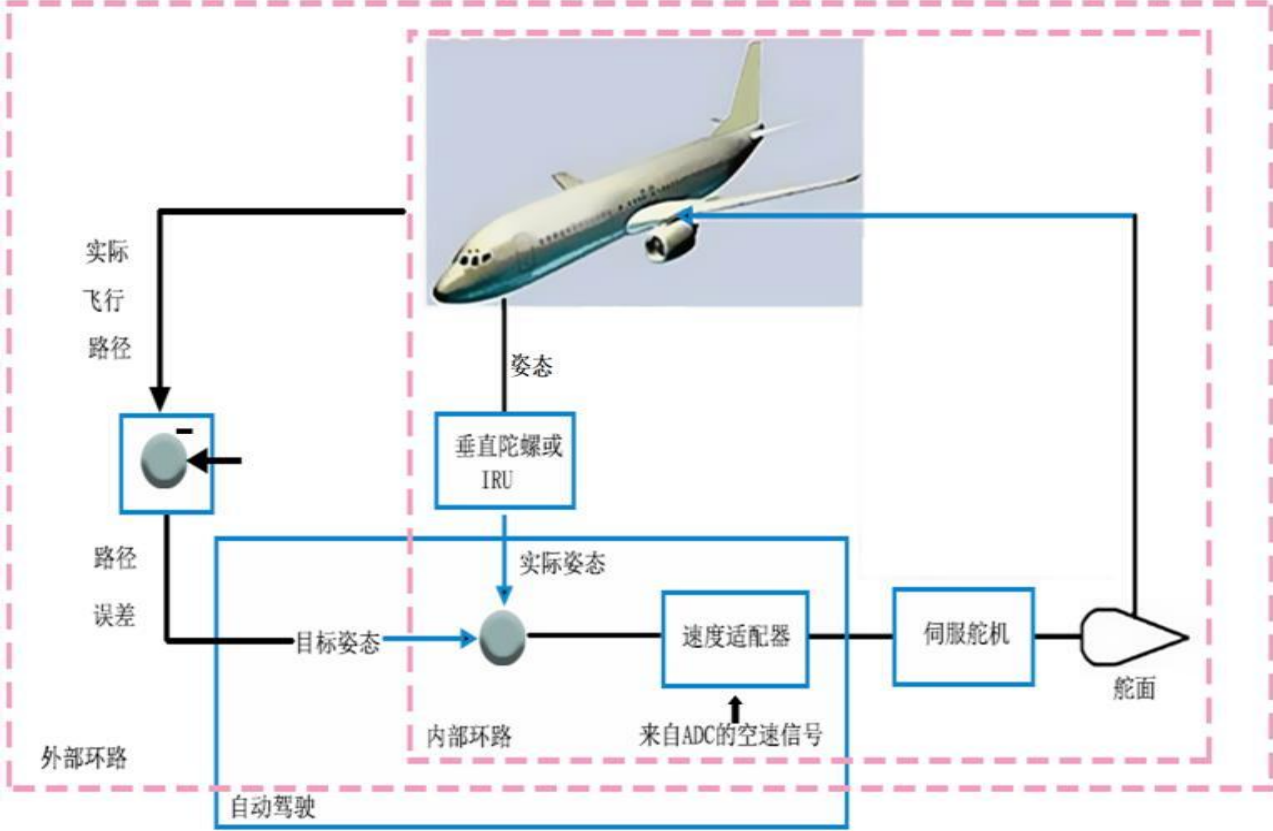


# 4 自动驾驶飞行指引系统组成, 方式控制板、控制部件

## 3) 控制部件

外部回路：控制及稳定飞行路径

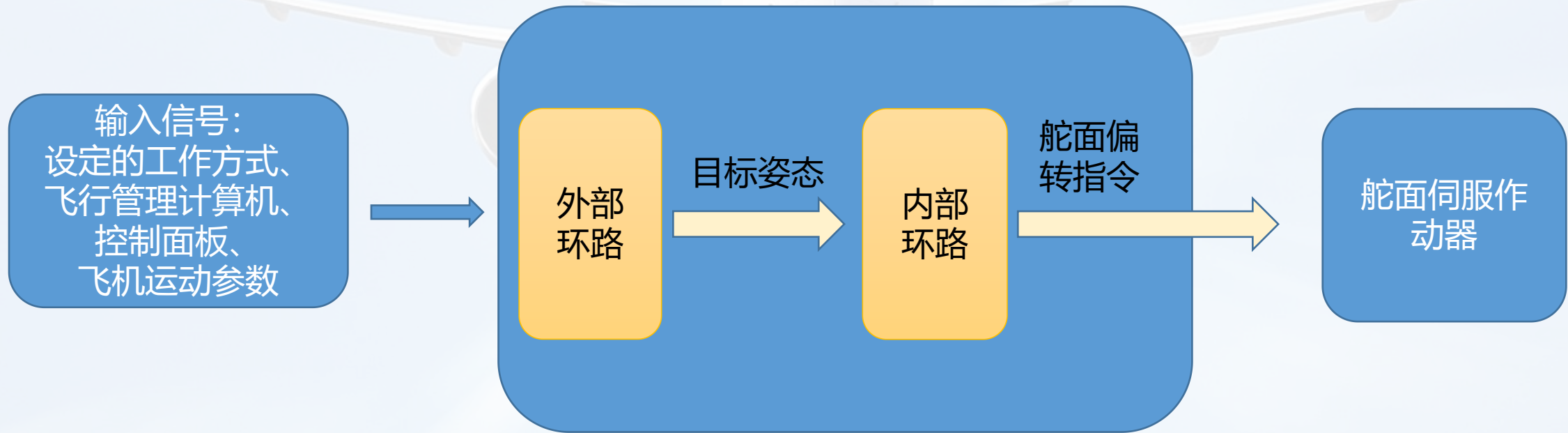
外部环路功能：  
比较飞机实际路径  
和目标路径的不同。



## 4 自动驾驶飞行指引系统组成，方式控制板、控制部件

### 3) 控制部件

自动飞行计算机计算输出控制指令流程



## 小结:

1. 自动驾驶飞行指引系统的组成, 各个部件的功用, 737NG自动驾驶飞行指引系统的介绍、320自动驾驶飞行指引系统介绍;
2. 方式控制面板的功用;
3. 自动飞行计算机的内部环路的功用, 外部环路的功用。

## 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

在爬升、巡航、下降和进近阶段，自动驾驶能衔接在 CWS、CMD 方式。

起飞阶段，自动驾驶飞行指引系统只计算飞行指引指令；



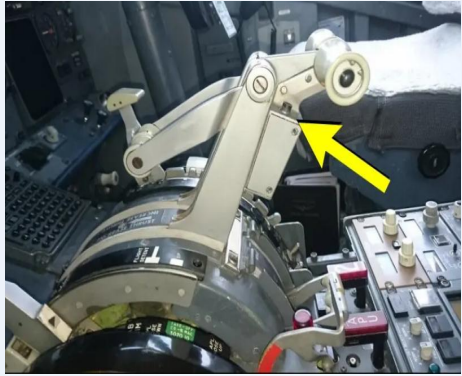
接通双 CMD 模式，自动驾驶能操纵飞机自动进近、自动拉平和自动复飞。



推力杆上的起飞/复飞 (TO/GA) 按钮：

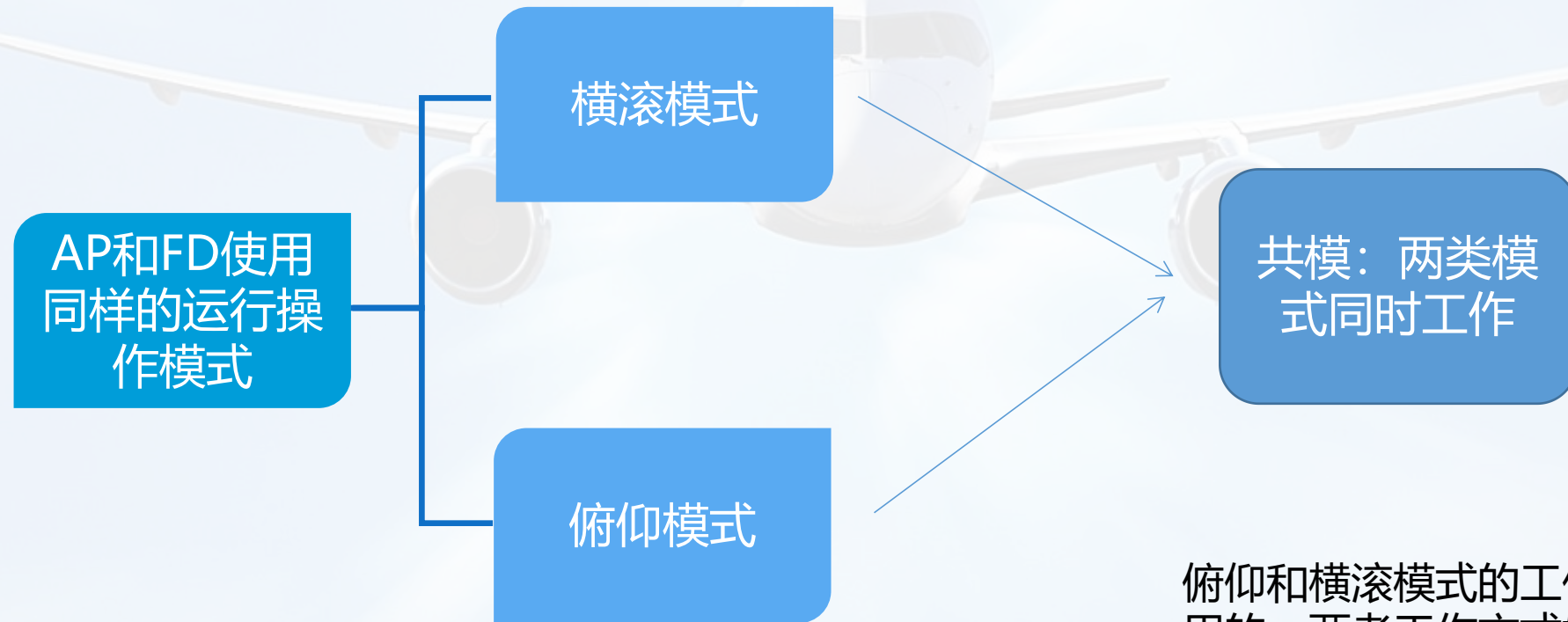
- 起飞方式的飞行指引；
- 复飞方式的自动驾驶和飞行指引。

## 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作



## 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

### 1) 运行操作的介绍



俯仰和横滚模式的工作方式是AP和FD共用的，两者工作方式始终保持一致，方式转换也是同步的。

## 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

### 1) 运行操作的介绍

横滚工作模式：  
航向选择  
水平导航LNAV  
INS  
VOR  
LOC

俯仰工作模式：  
高度选择  
高度保持  
垂直速度  
高度层改变  
垂直导航VNAV  
速度保持模式

共模：  
进近  
自动着陆  
起飞  
复飞

## 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

### 1) 运行操作的介绍

操纵级别

AP: 衔接上CWS  
或CMD, 基础级别  
就工作

基础级别(稳定):  
保持飞机的实际姿  
态在允许的范围内

FD: 没有基础级  
别

AP: 只能在 CMD 模  
式下起作用

高级级别 (操纵)  
: 通过控制面板

FD: 只有高级级  
别模式

# 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

## 1) 运行操作的介绍

操纵级别

基础级别

基础级别

CWS



CMD



驾驶杆



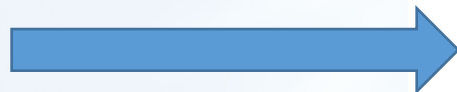
高级级别：  
控制面板



# 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

## 2) 工作模式的选择

FD、CMD下：  
实现高级级别  
的选择和控制



### 操作模式

	横滚	俯仰	共模
基础模式			
高级模式	航向选择 水平导航模式 INS VOR LOC	高度选择 高度保持 垂直速度 飞行水平变更 垂直导航 空速/马赫数保持	进近 自动着陆 起飞 复飞

当针对飞行指引系统选择了一种工作模式，然后再接通自动驾驶CMD系统来控制飞机时，自动驾驶系统会自动激活同样的工作模式。

## 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

### 2) 工作模式的选择

横滚工作模式：  
航向选择  
水平导航LNAV  
INS  
VOR  
LOC

航向选择：控制面板上选择设定好的航向

水平导航模式L-NAV：使用来自飞行管理计算机的转向信号，控制飞机的飞行航道。

跟踪航迹的导航设备：INS、VOR 或者 LOC

# 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

## 2) 工作模式的选择

俯仰工作模式：  
高度选择  
高度保持  
垂直速度  
高度层改变  
垂直导航VNAV  
速度保持模式

高度选择：控制飞机飞行到所选定的高度。

高度保持：使飞机保持在所定的高度上

垂直速度：以设定爬升或者下降所需垂直速度，  
朝向或偏离选定的高度

## 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

### 2) 工作模式的选择

俯仰工作模式：  
高度选择  
高度保持  
垂直速度  
高度层改变  
垂直导航VNAV  
速度保持模式

可以改变速度模式：

- 高度层改变：选择一个速度或者马赫数来爬升或者下降到一个新的飞行高度水平
- 垂直导航VNAV：飞机的速度将由飞行管理系统来控制

速度保持模式：早期的自动驾驶系统的速度保持模式

## 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

### 2) 工作模式的选择

共模：  
进近  
自动着陆  
起飞  
复飞

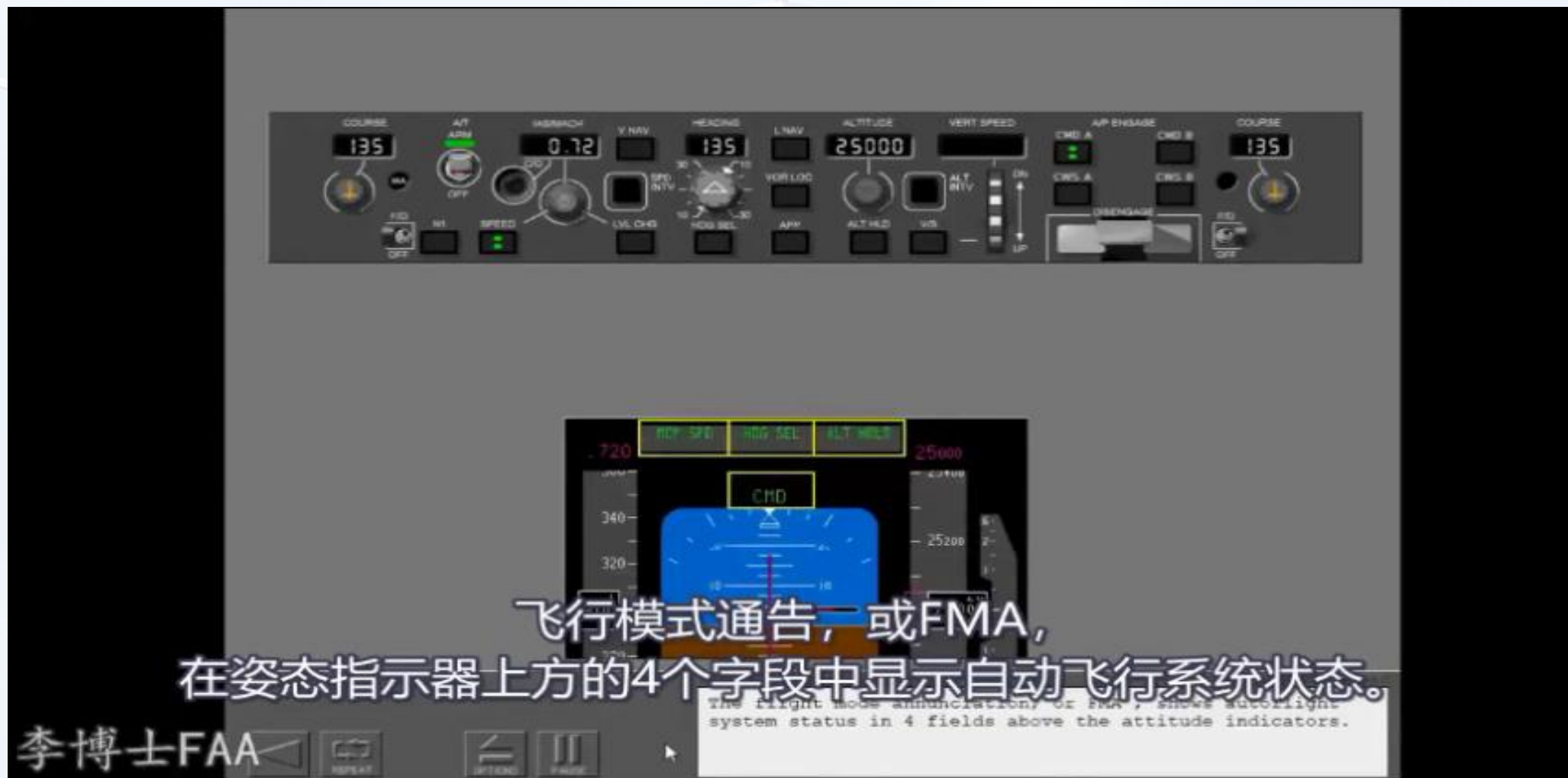
进近：下滑道信号用于俯仰控制，  
航向道信号则用于横滚控制

起飞：通过起飞/复飞 (TO/GA) 电门来  
接通FD

复飞：通过起飞/复飞 (TO/GA) 电门来  
接通

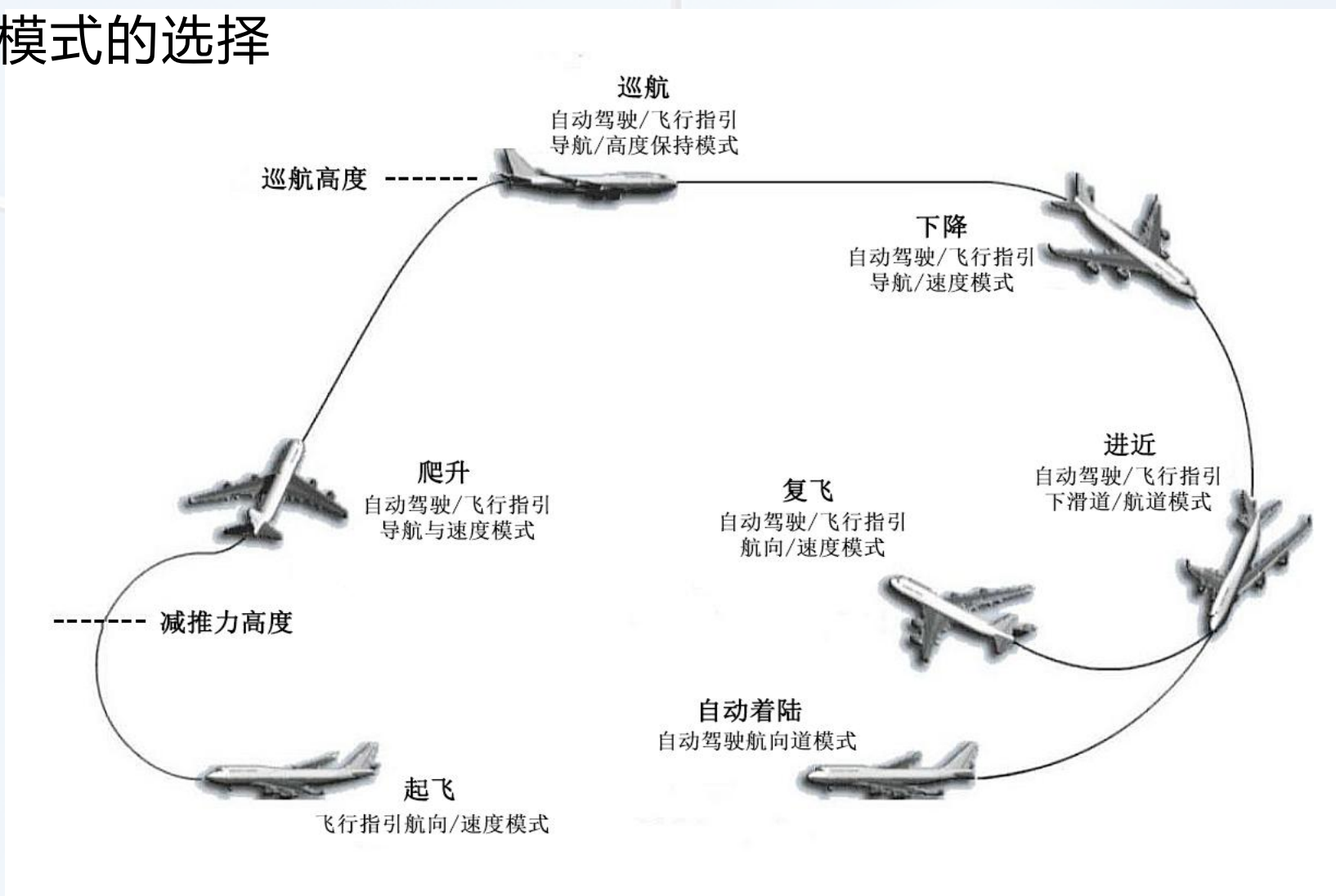
## 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

### 3) 工作模式的选择



## 5 自动驾驶飞行指引系统运行操作

### 3) 工作模式的选择



## 小结:

1. 自动驾驶的运行操作模式分为两类：横滚模式，俯仰模式，两个模式分别有哪些工作模式；
2. 自动驾驶与飞行指引工作级别：基础模式和操作模式；
3. 飞行各个阶段自动飞行系统各处于什么工作模式。



## 3.3.15.3 偏航阻尼与增稳系统

# 目录

1

偏航阻尼器的作用与工作方式，  
系统组成

2

自动配平系统：马赫配平、速  
度配平迎角配平等



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式，系统组成

## 1) 偏航阻尼器系统的功用

### 工作阶段：

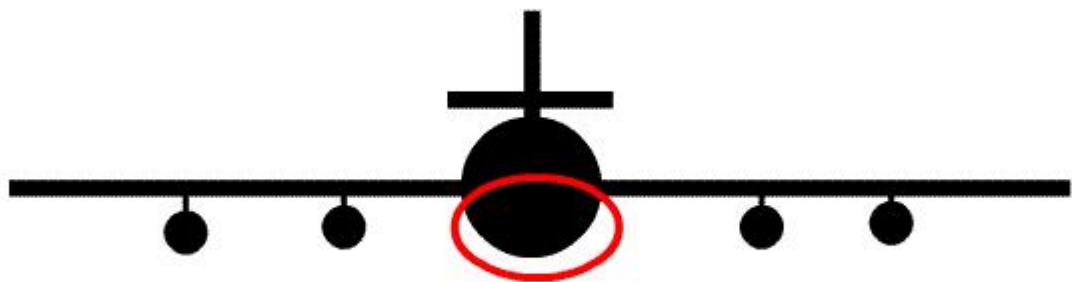
整个飞行过程中。可以工作在人工驾驶飞机期间，也可以工作在自动驾驶衔接期间，此时与自动驾驶仪合用

### 功用：

通过增加飞机绕立轴的阻尼，来改善飞机绕立轴的动态稳定性，并通过减弱荷兰滚运动，达到提升乘客乘坐舒适度的目的。

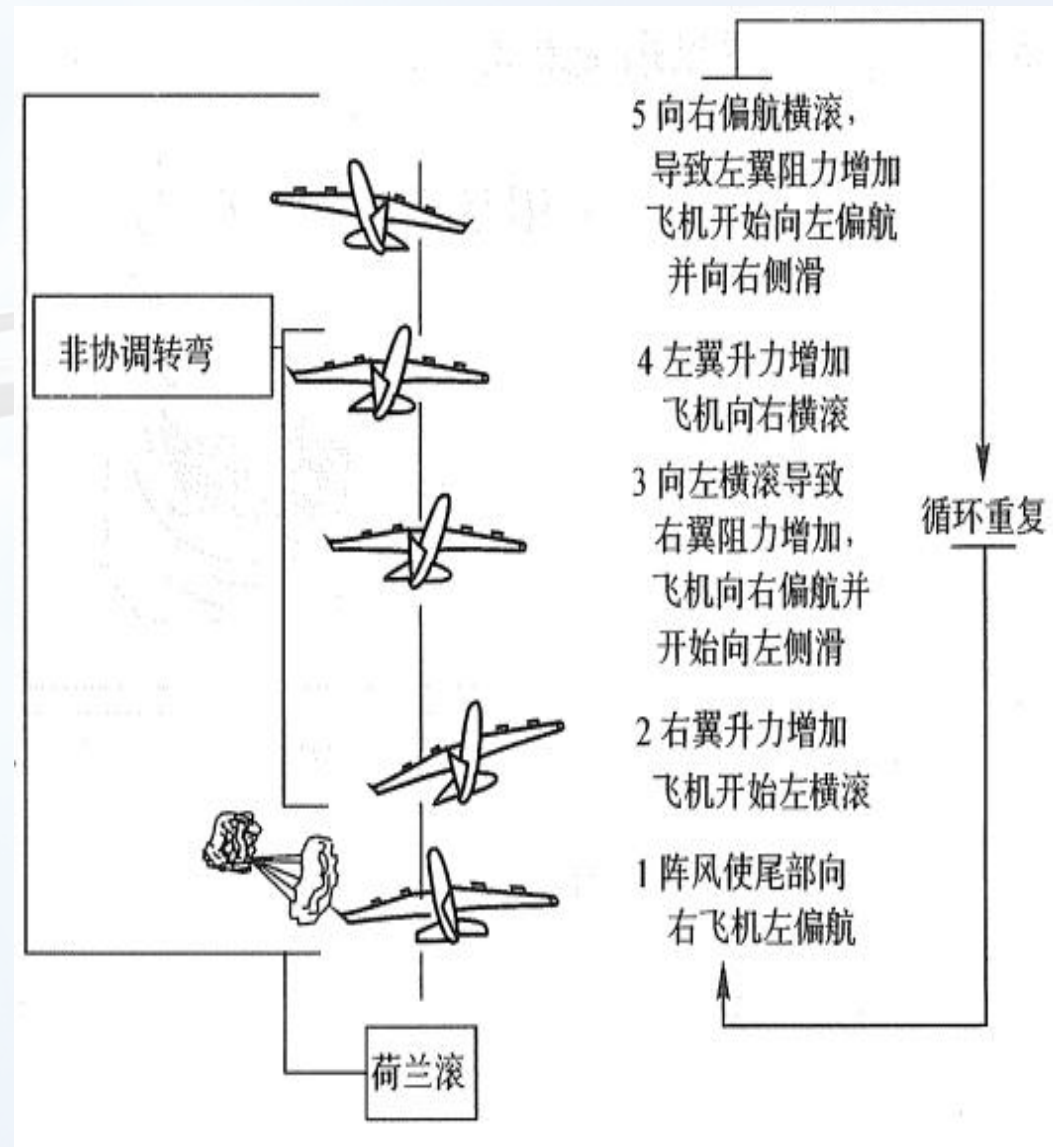
# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式, 系统组成

## 2) 荷兰滚的原理



百度百科

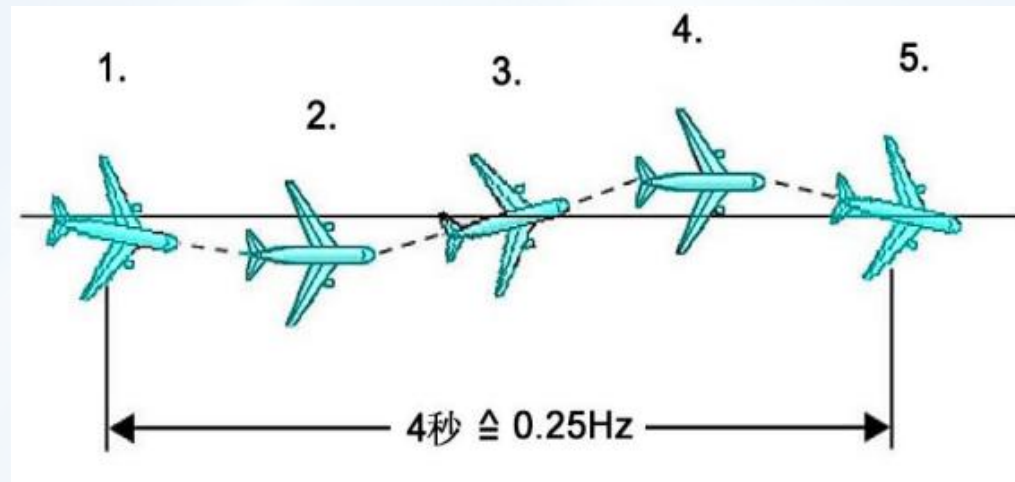
- 偏航率信号:在一个完整的荷兰滚周期中, 存在一个完整的、在偏航方向变化的正弦波。
- 一个完整的偏航率周期大约需要 4 秒, 即荷兰滚的频率为大约 0.25HZ。



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式，系统组成

## 2) 荷兰滚的原理

- 偏航阻尼器的功用是自动偏转方向舵，将荷兰滚引气的航向偏差减到最小，将飞机的荷兰滚运动减少到可接受的程度。
- 偏航阻尼器使方向舵的转向与偏航运动的方向相反：
  - 当偏航率为负值，对应的偏航运动方向向左，方向舵转到右边；
  - 当偏航率为正值，方向舵转向向左边，从而增大偏航运动阻尼，减弱荷兰滚运动。



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式，系统组成

## 3) 偏航阻尼器系统的组成

偏航  
阻尼  
器系  
统组  
成

计算机

→ 计算方向舵的偏转指令

控制板

→ 衔接或断开偏航阻尼器系统

指示器

→ 给出位置指示，状态指示和警戒信息

伺服系统

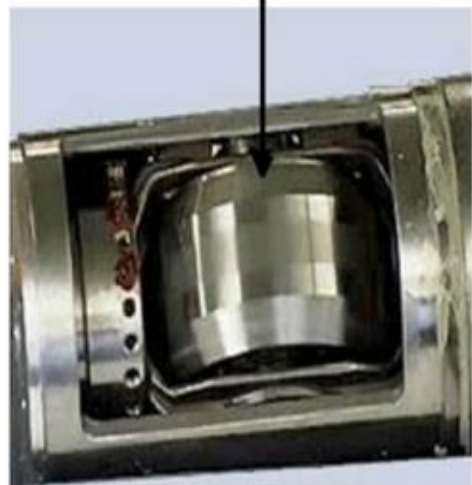
→ 控制方向舵偏转

# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式，系统组成

## 3) 偏航阻尼器系统的组成

偏航阻尼器计算机

偏航速率陀螺



检测偏航方向的改变



指针转动速率



速率陀螺

偏航速率



偏航阻尼计算机

偏航速率控制命令

偏航阻尼伺服马达

惯导组件

方向舵



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式，系统组成

## 3) 偏航阻尼器系统的组成

偏航阻尼器计算机

偏航阻尼器计算机组成：

电源组件

A

速度适应电路

B

带通滤波器  
电路

C

转弯协调电路

D

内嵌式机载测  
试设备 (BITE)

E



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式, 系统组成

## 3) 偏航阻尼器系统的组成

偏航阻尼器控制板

ON/OFF 电门

偏航阻尼器的警告灯

B737NG偏航阻尼器控制板



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式, 系统组成

## 3) 偏航阻尼器系统的组成

### 偏航阻尼器指示器



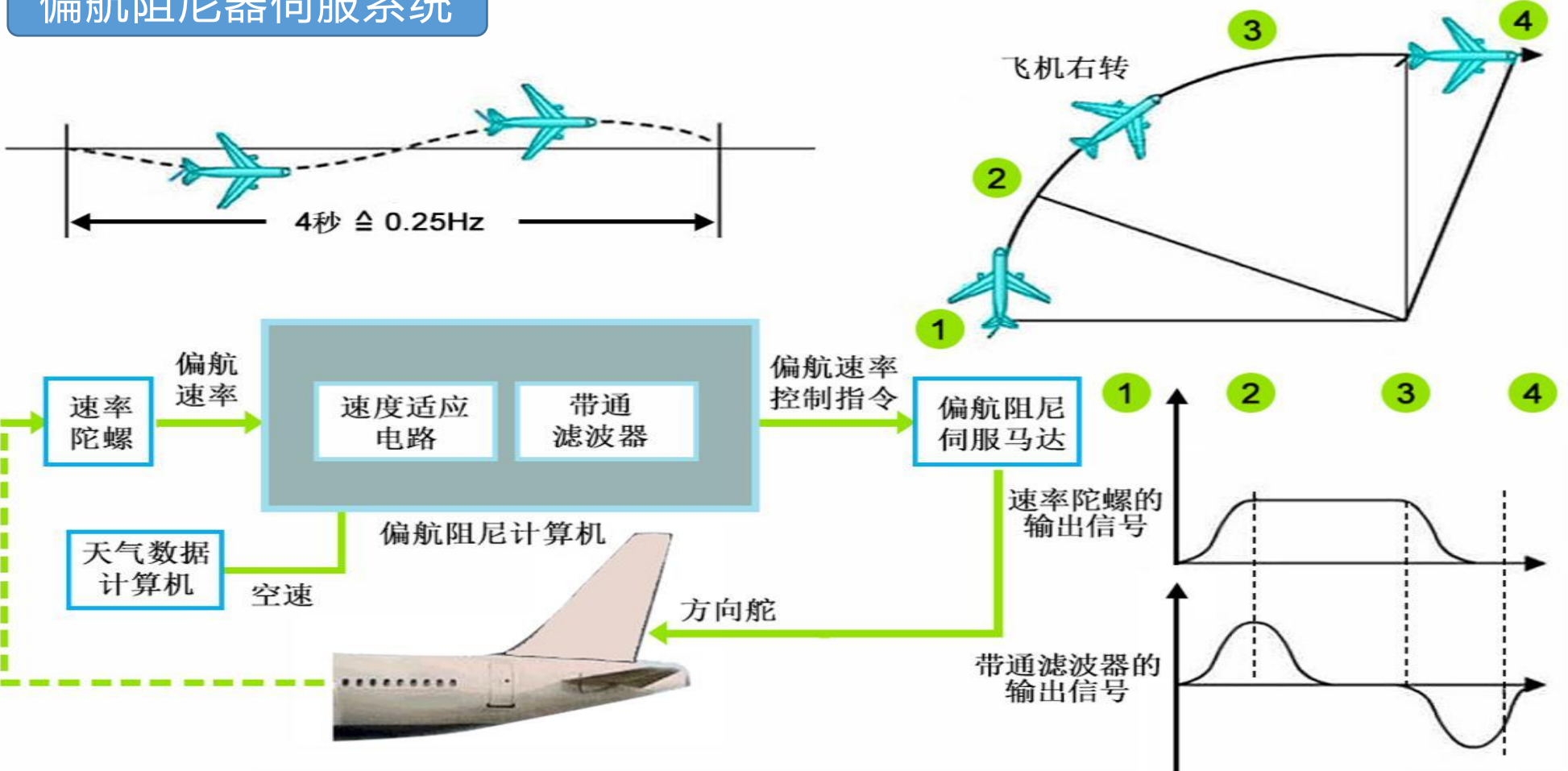
指示：在接收偏航阻尼器的指令后，  
方向舵偏转的方向和大小



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式, 系统组成

## 3) 偏航阻尼器系统的组成

### 偏航阻尼器伺服系统



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式，系统组成

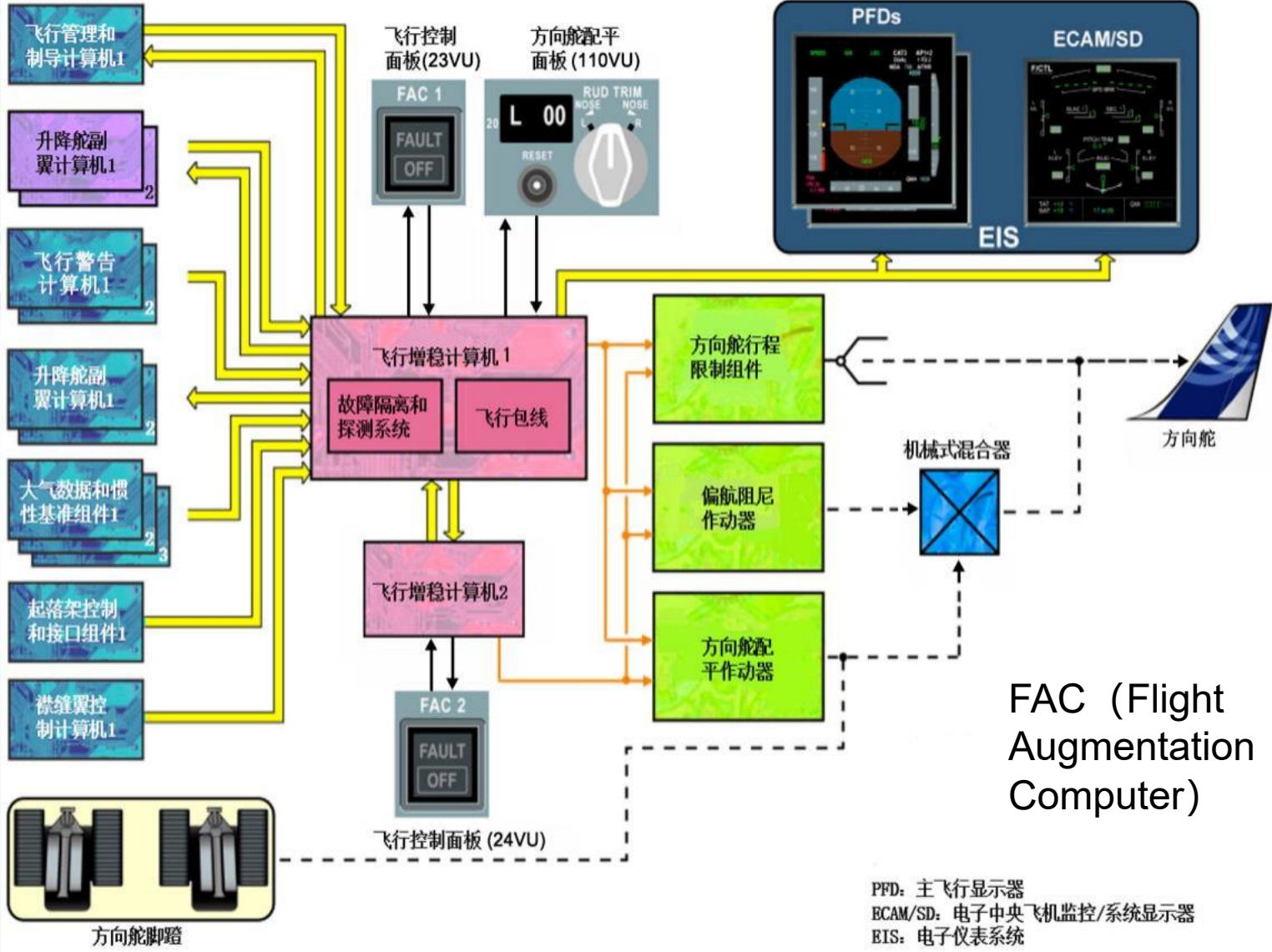
## 3) 偏航阻尼器系统的组成



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式，系统组成

## 4) 飞行增稳系统

- 偏航阻尼
- 方向舵配平
- 方向舵偏转限制
- 飞行包线保护



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式，系统组成

## 4) 飞行增稳系统

偏航阻尼

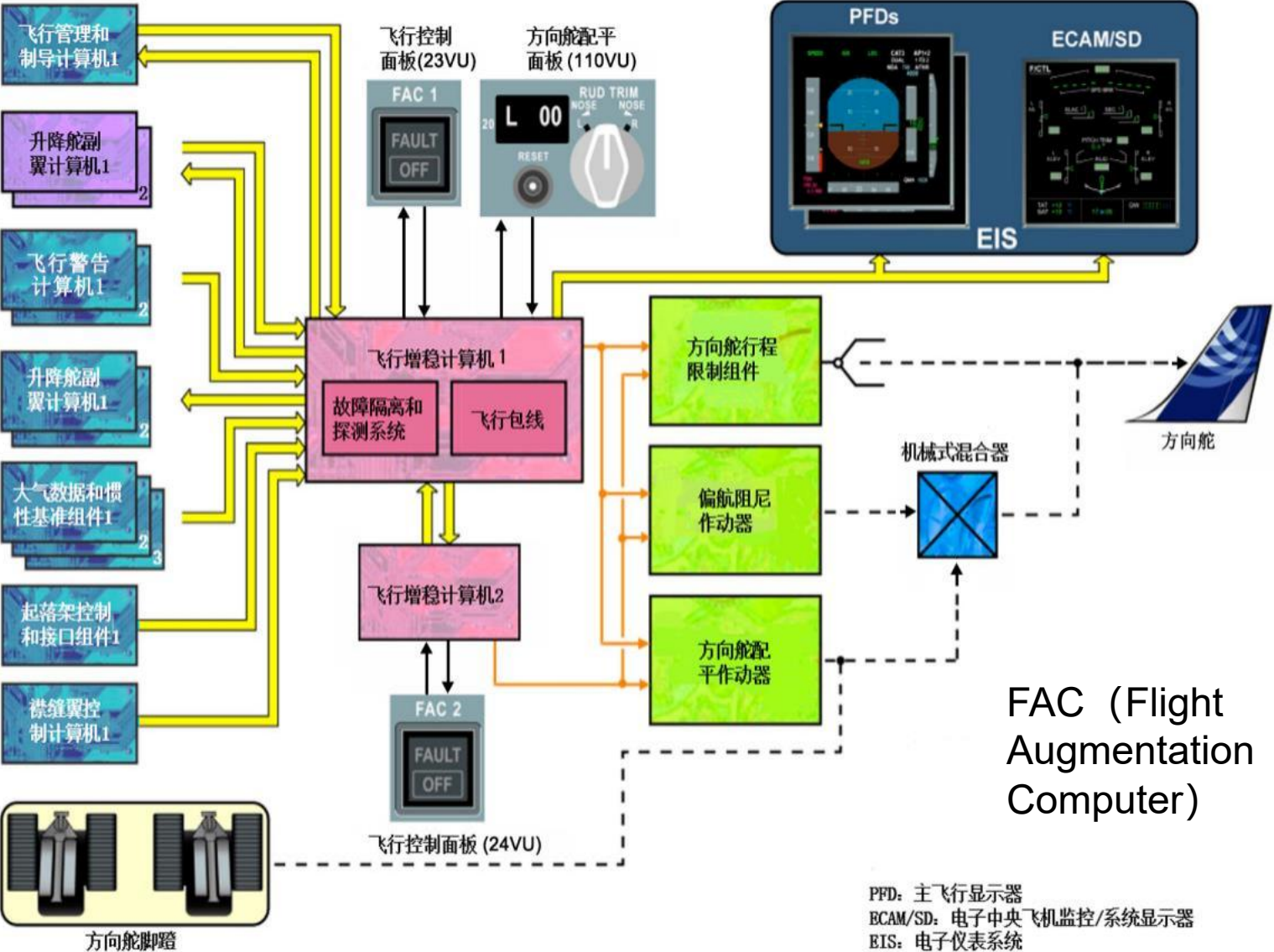
FMGC、ELAC、FAC



偏航阻尼



- 1、抑制荷兰滚
- 2、协调转弯
- 3、发动机故障配平
- 4、偏航轴制导指令



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式，系统组成

## 4) 飞行增稳系统

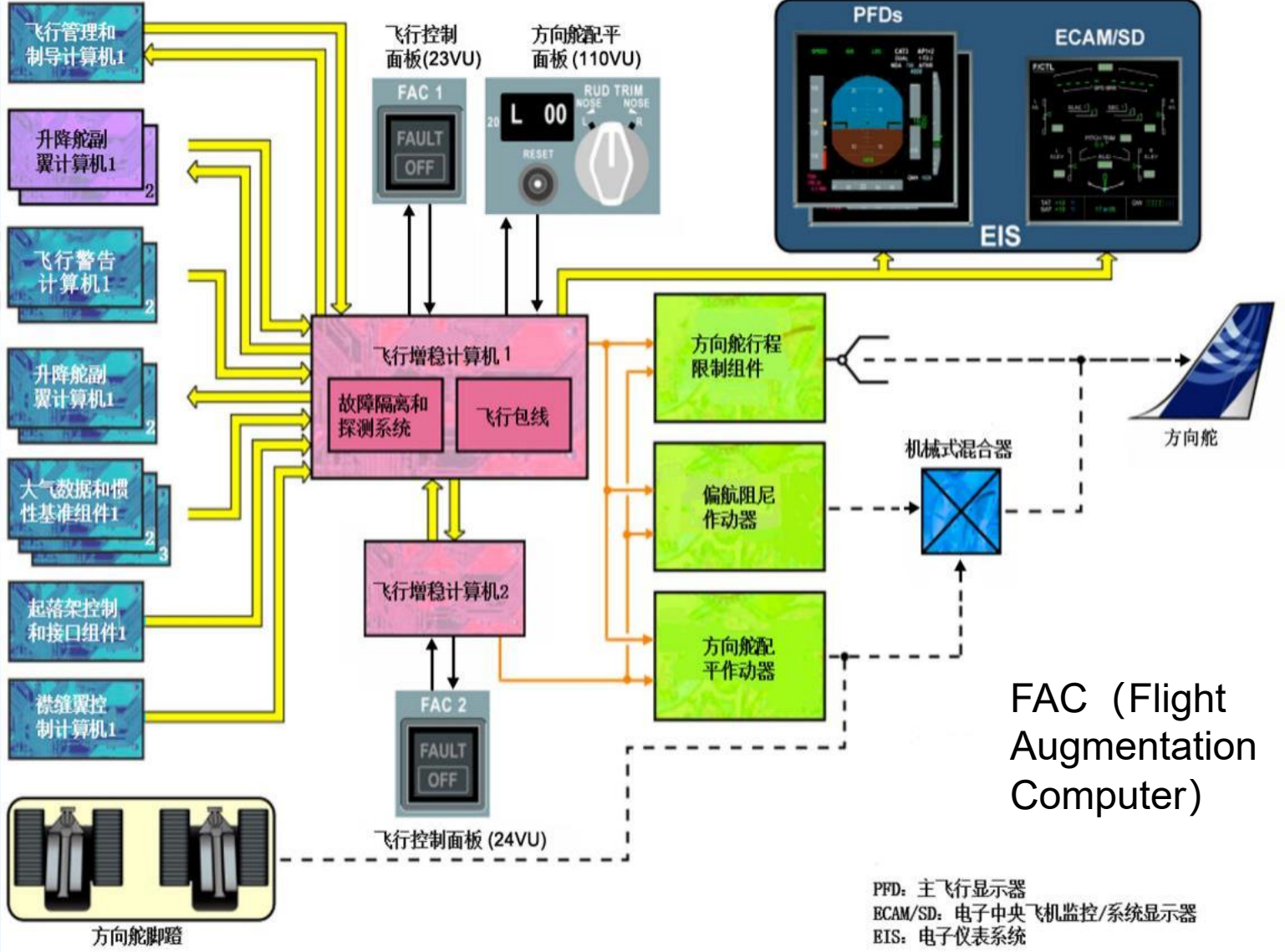
方向舵配平

配平面板、FMGC



控制命令

驱动方向舵配平



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式，系统组成

## 4) 飞行增稳系统

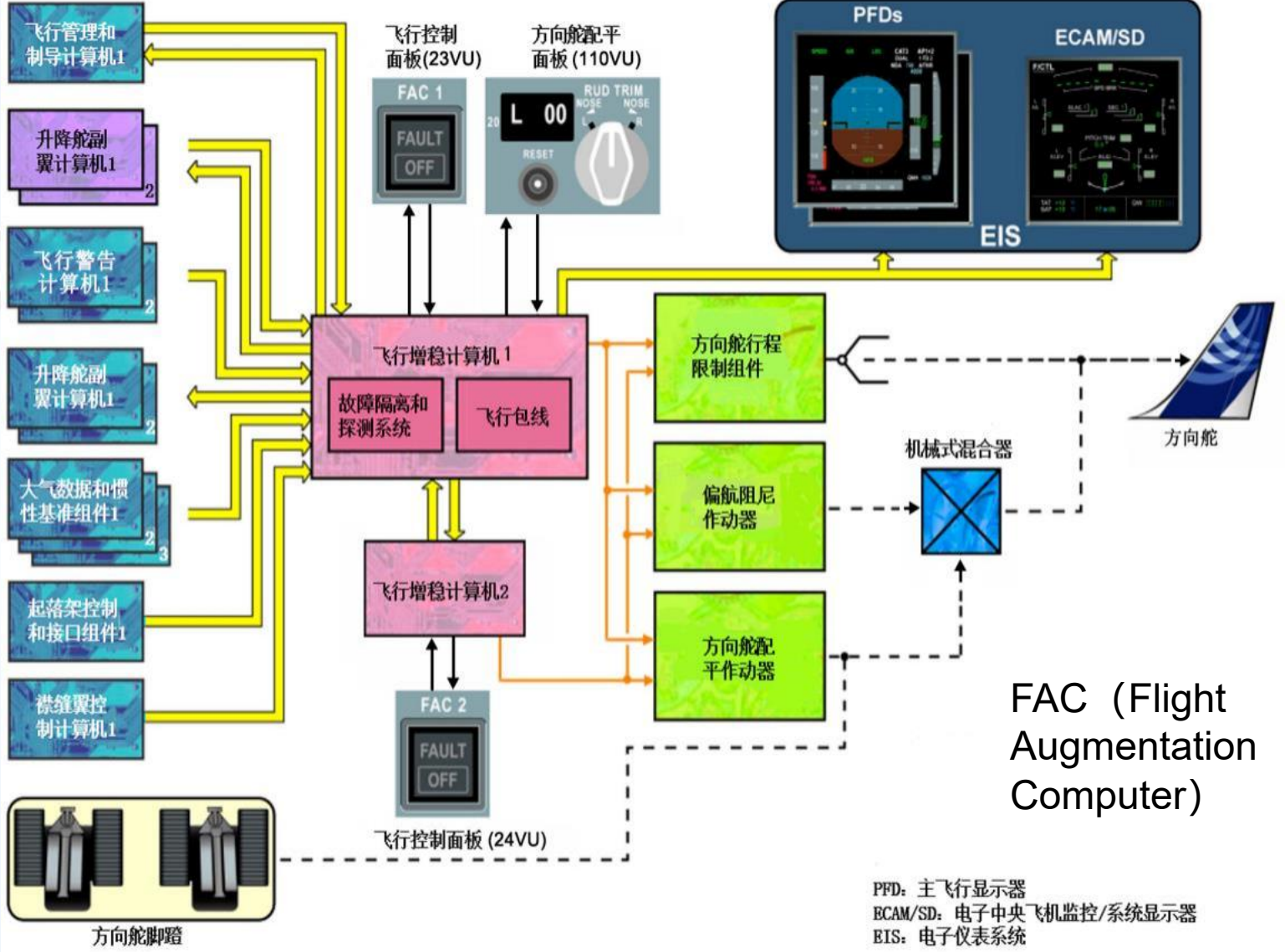
方向舵偏转限制

ADIRU



飞行速度

限制方向舵偏转角度



# 1 偏航阻尼器的作用与工作方式，系统组成

## 4) 飞行增稳系统

### 飞行包线保护

目的：飞机在不同高度、速度、迎角等限制条件下飞行时，保证飞机结构不受损的最大载荷。

特性速度

采用 ADIRU、起落架控制和接口组件 (LGCIU)、FMGC 和襟缝翼控制计算机 (SFCC) 的数据计算特性速度并显示在 PFD 上

低能警告

极限迎角和风切变探测传输给 FMGC

迎角极限和风切变

将推力低的信号发送给飞行警告计算机 (FWC)，使 FWC 产生 "SPEED SPEED SPEED" 语音警告

FAC 计算

## 小结:

1. 偏航阻尼器系统的功用;
2. B737NG偏航阻尼器系统的组成;
3. A320飞机增稳系统的组成和作用。

## 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

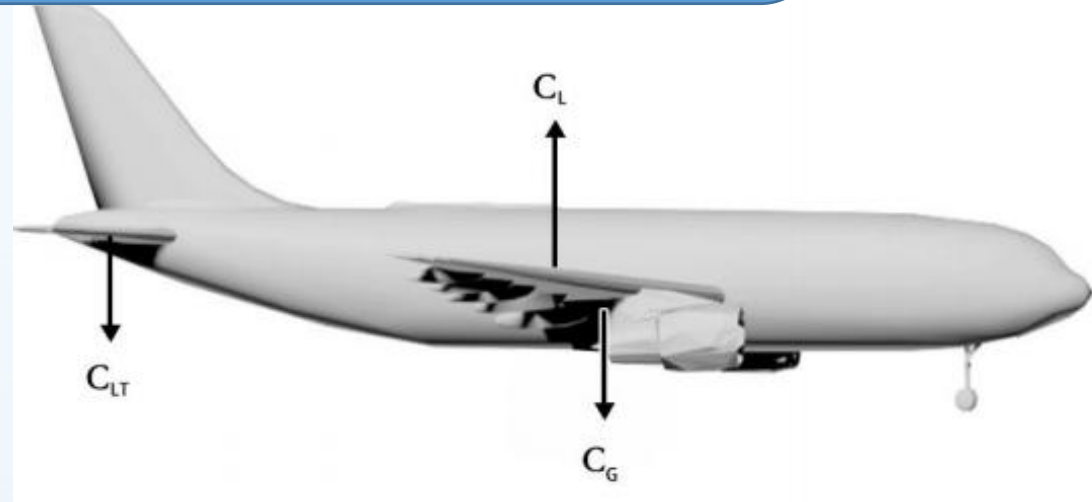
### 1) 安定面配平的功用



## 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

### 1) 安定面配平的功用

配平飞机俯仰力矩，减轻飞行员操纵负担，使飞行员不需要持续控制升降舵依然能保持飞机的纵向稳定



## 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

### 1) 安定面配平的功用



## 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

### 1) 安定面配平的功用

手动飞行



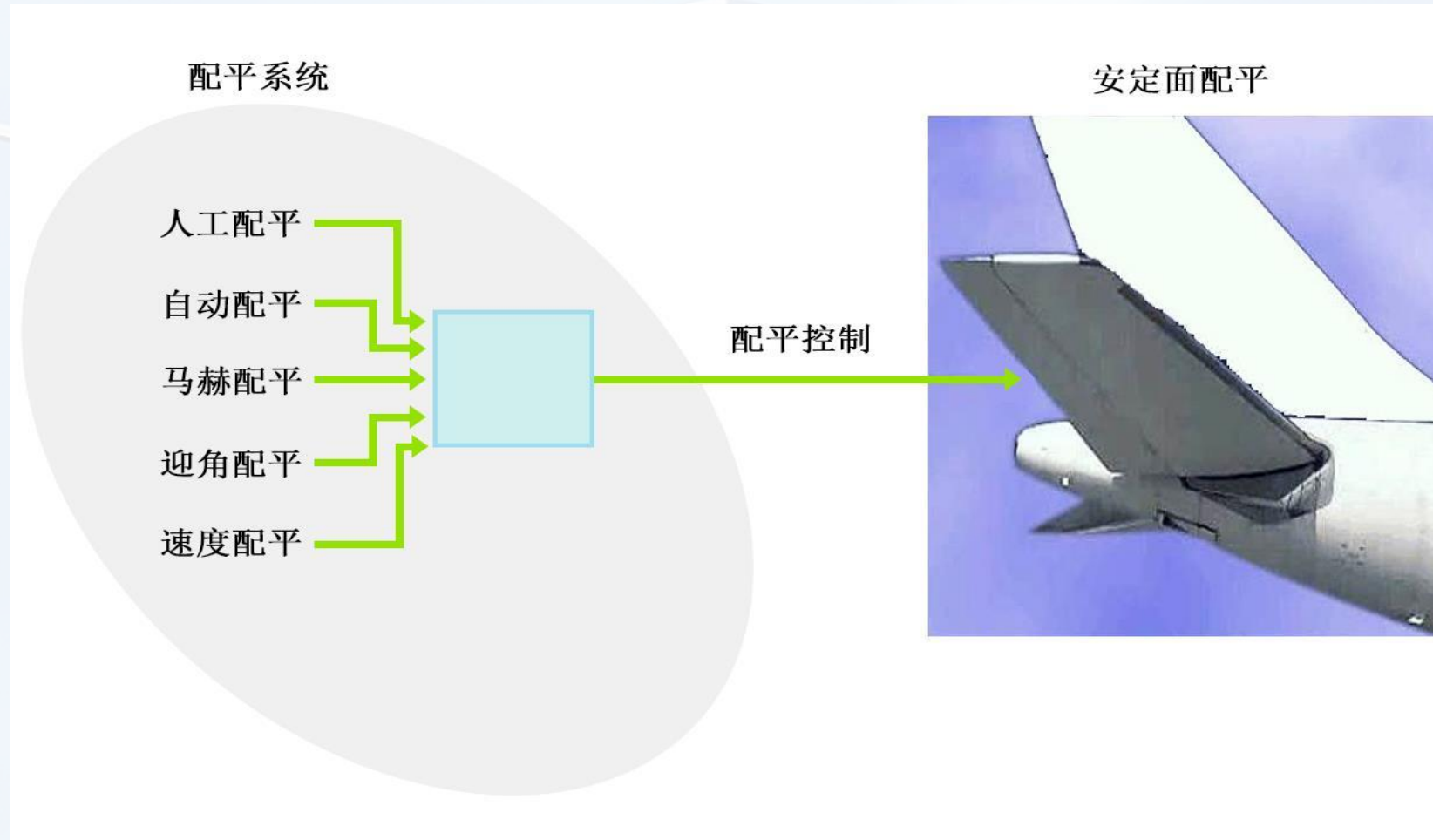
自动驾驶



自动俯仰配平系统

## 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

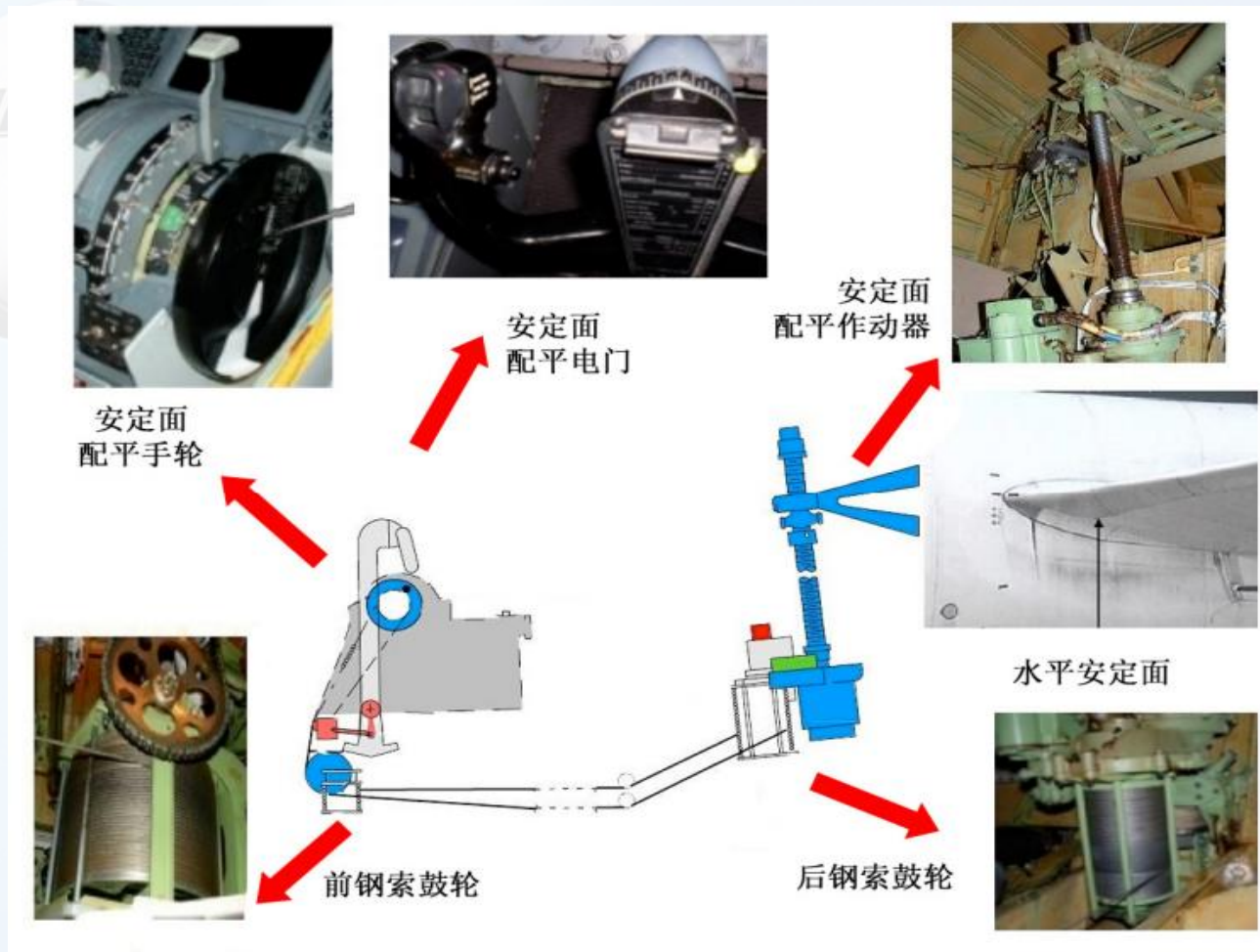
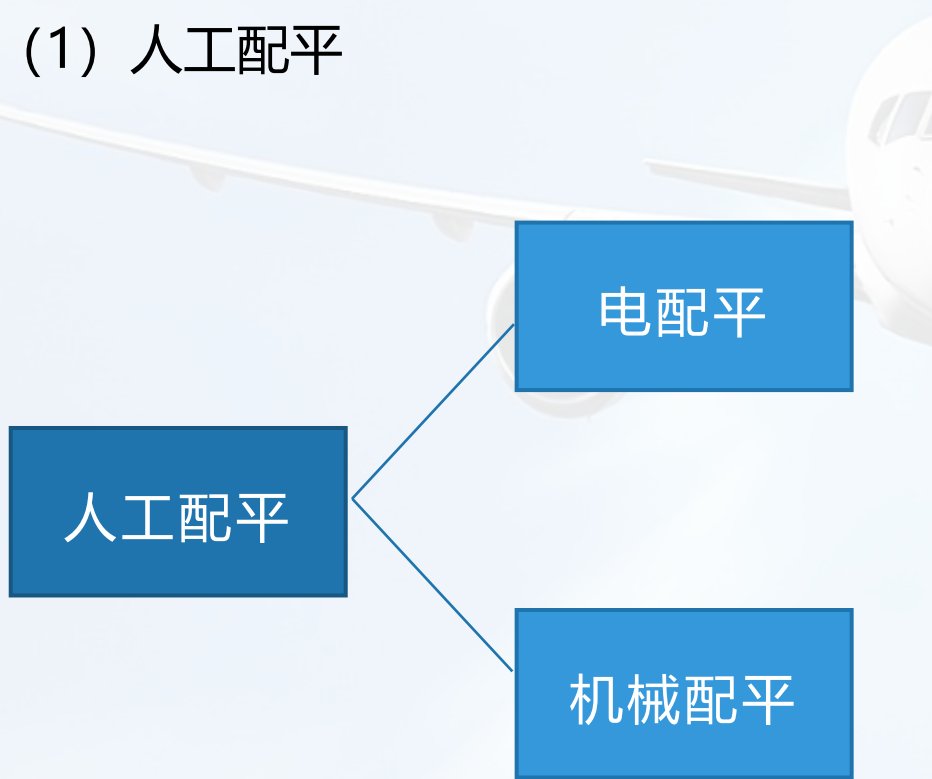
### 2) 俯仰配平系统的组成和工作原理



## 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

### 2) 俯仰配平系统的组成和工作原理

#### (1) 人工配平



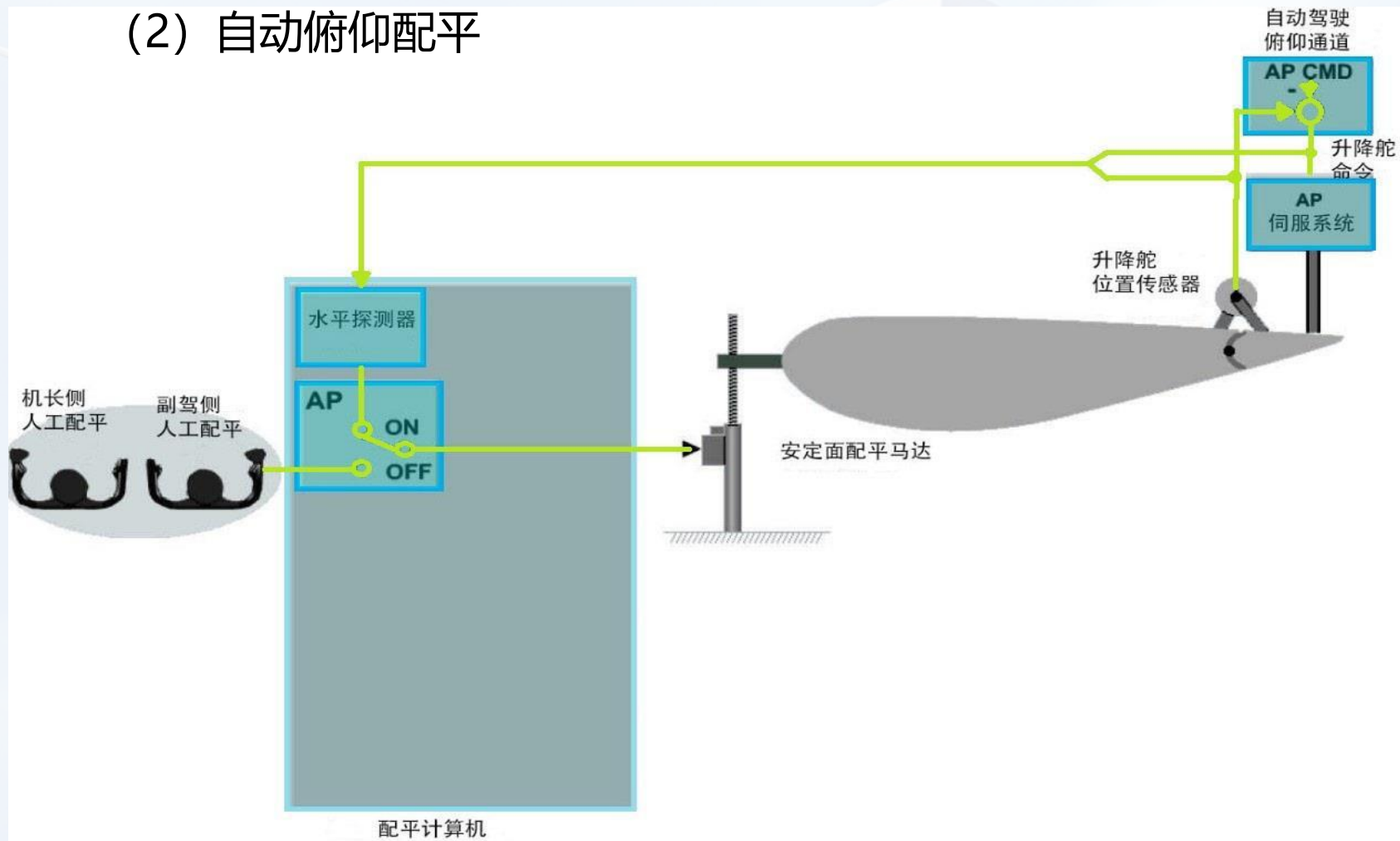
## 小结:

1. 水平安定面配平作用;
2. 安定面配平方式;

## 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

### 2) 俯仰配平系统的组成和工作原理

#### (2) 自动俯仰配平



- AP接通时，系统生效
- 当升降舵偏转量超过某一个设定的值数秒之后，配平计算机会启动安定面配平马达进行配平作动
  - 当升降舵的位置接近0度时，配平系统会停止马达的工作

## 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

### 2) 俯仰配平系统的组成和工作原理

#### (3) 马赫配平

保持平飞改变速度的操纵：

- 推油门杆推驾驶杆平飞增速
- 收油门杆拉油门杆平飞减速

正常操纵

小于

临界马赫数

大于

升力中心后移

低头力矩,  
飞机俯冲

机组拉杆

反操纵

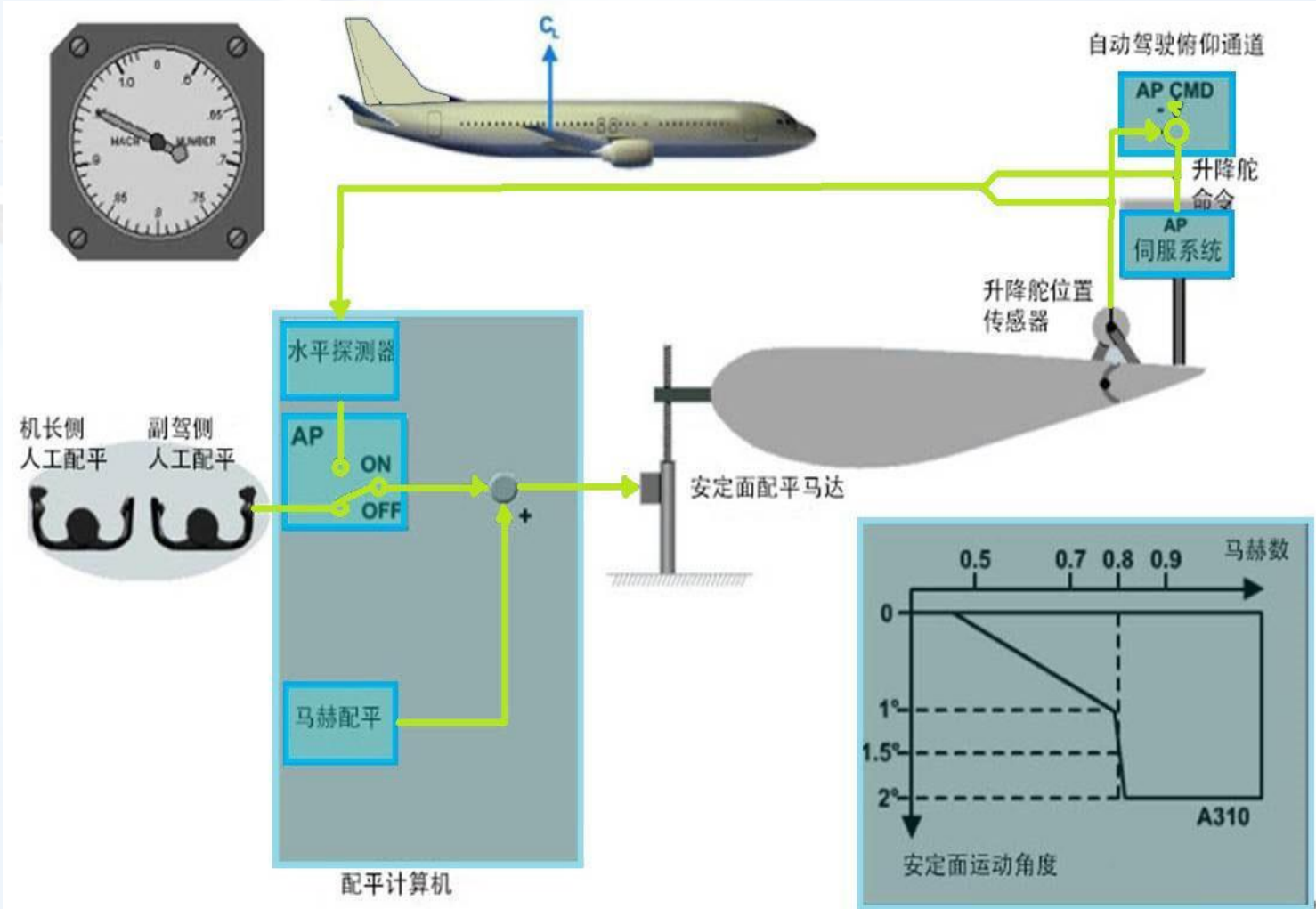
# 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

## 2) 俯仰配平系统的组成和工作原理

### (3) 马赫配平

马赫配平避免反操纵：

控制水平安定面或升降舵舵面，  
补偿焦点后移所产生的低头力矩



水平安定面或升降舵如何作动  
补偿低头力矩？

# 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

## 2) 俯仰配平系统的组成和工作原理

### (4) 迎角配平

功能：在高速飞行时减少飞机的诱导阻力。

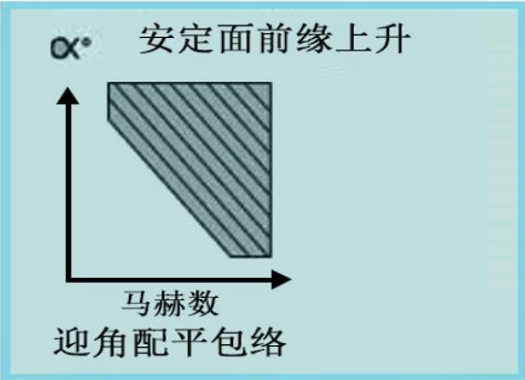
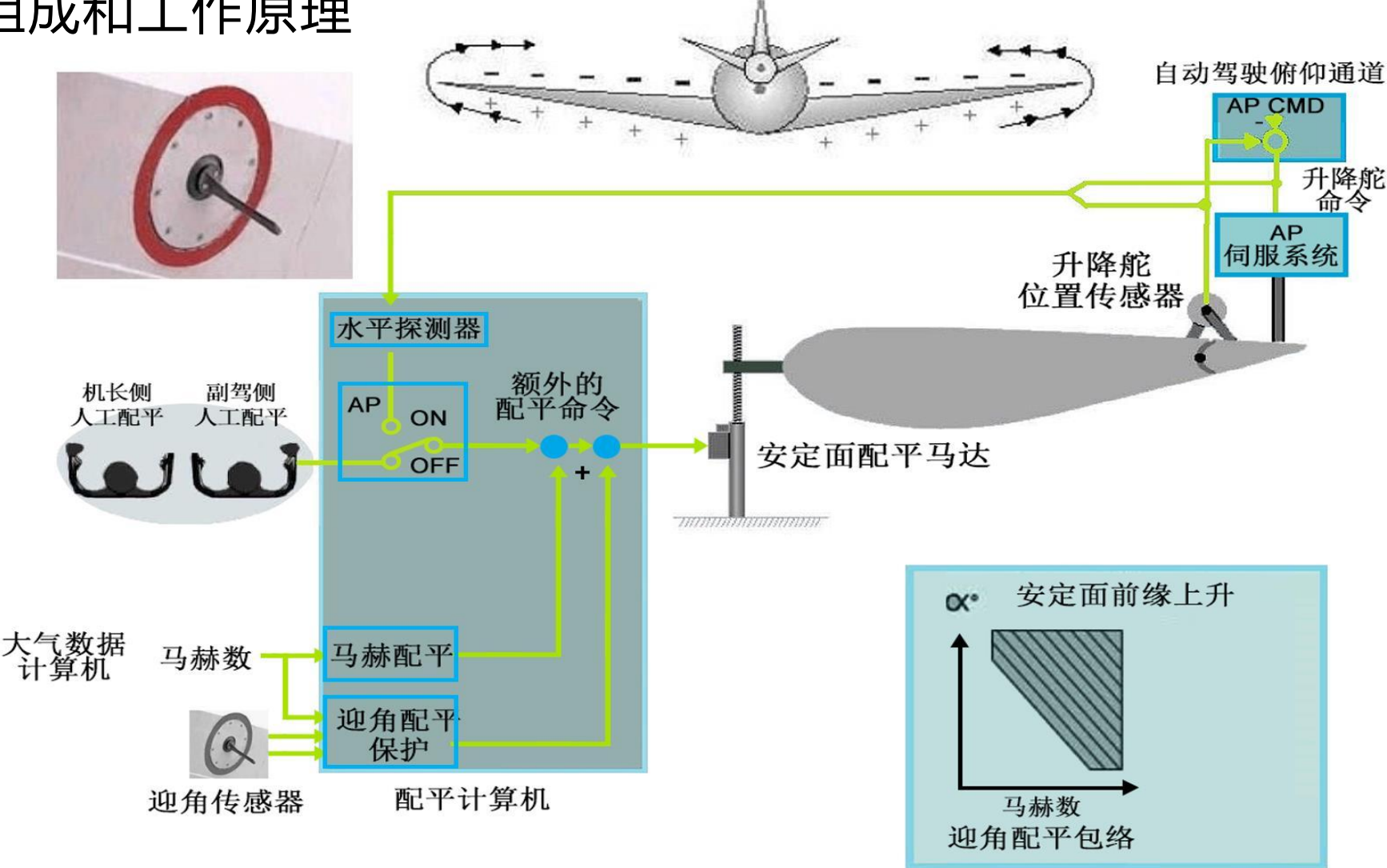
迎角超过最大允许的极限值



水平安定面前缘上移



飞机低头



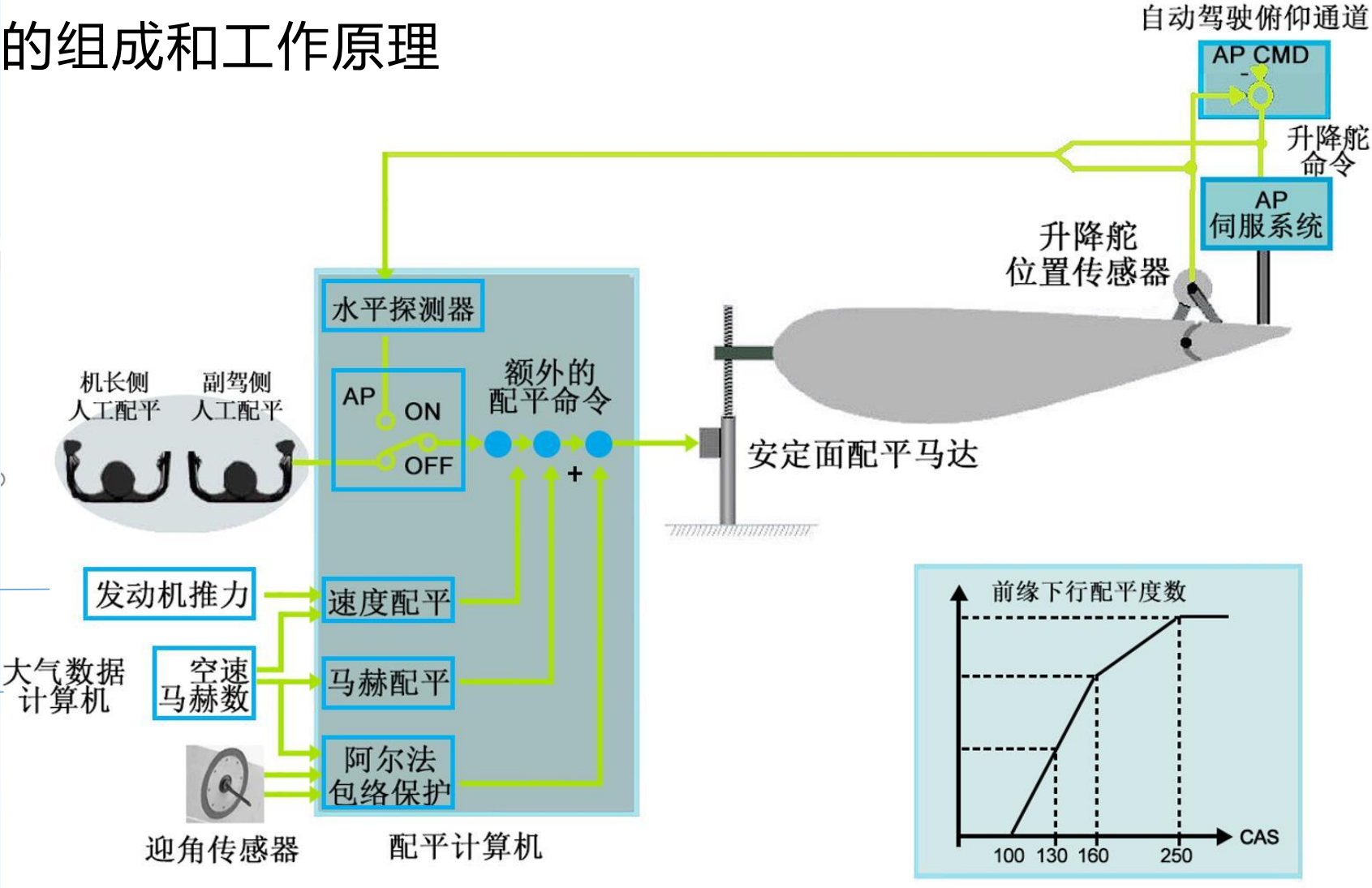
# 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

## 2) 俯仰配平系统的组成和工作原理

### (5) 速度配平

目的：  
低空速高推力的情况下，  
保证飞机速度的稳定性

控制配平增益  
给出实际的计算空  
速值



# 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

## 2) 俯仰配平系统的组成和工作原理

### (5) 速度配平

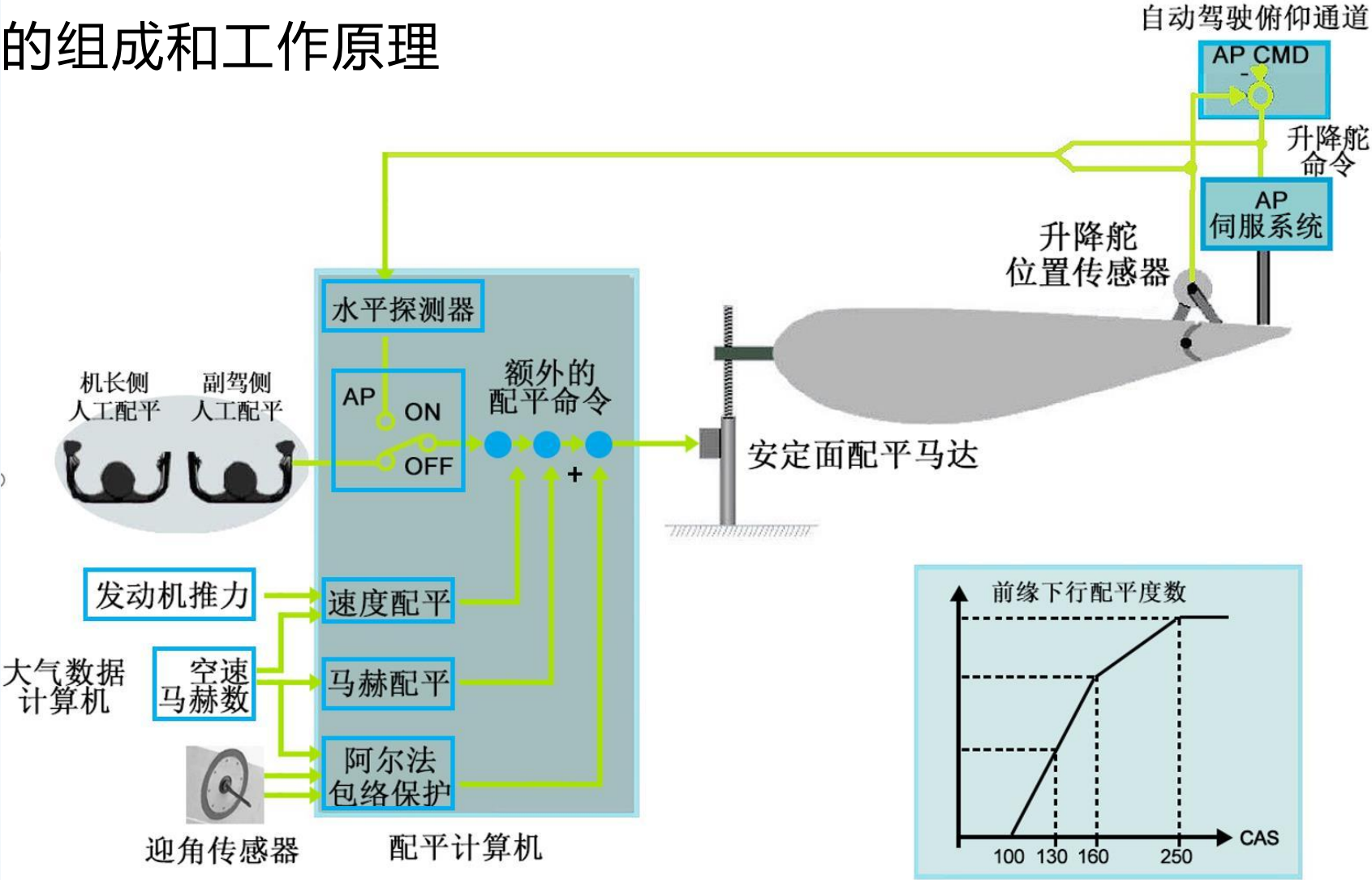
计算空速偏离目标值的情况



安定面偏转



改变阻力实现飞机速度稳定



# 2 自动配平系统：马赫配平、速度配平迎角配平等

## 2) 俯仰配平系统的组成和工作原理

### (5) 速度配平

计算空速增加 (ADC)



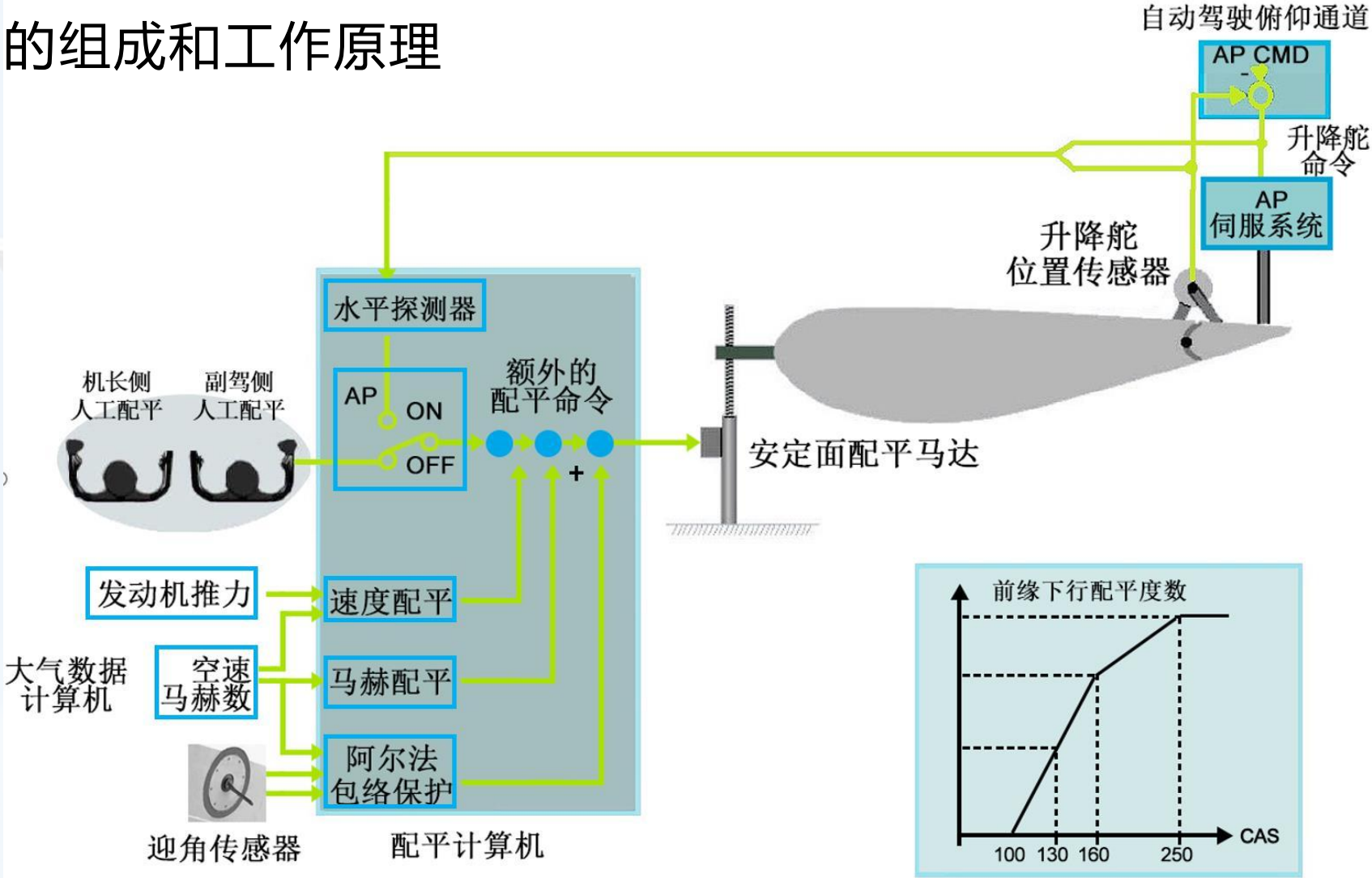
配平使飞机抬头



飞机减速，保持速度稳定性




计算空速减小呢?



## 小结：

1. 自动俯仰配平的工作原理；
2. 马赫配平的工作原理；
3. 迎角配平的工作原理；
4. 速度配平的工作原理。



## 3.3.15.4 自动油门/推力系统

# 目录

1

自动油门/推力系统基本工作方式，  
工作模式，系统组成

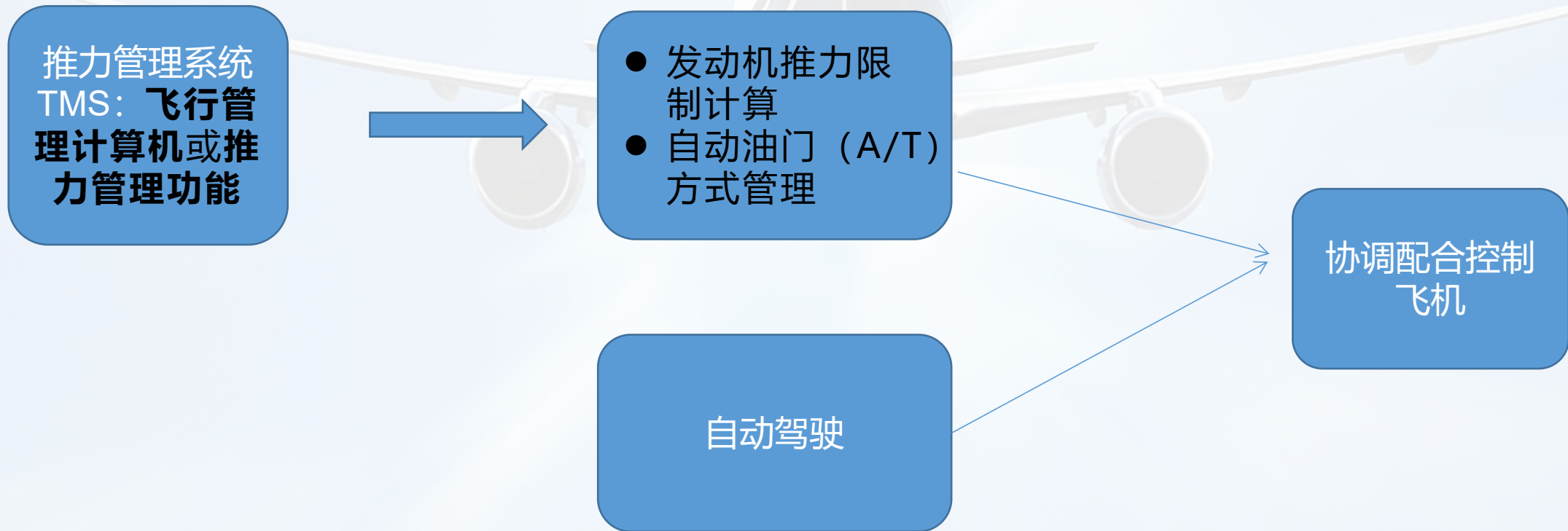
2

自动油门/推力管理的运行操作



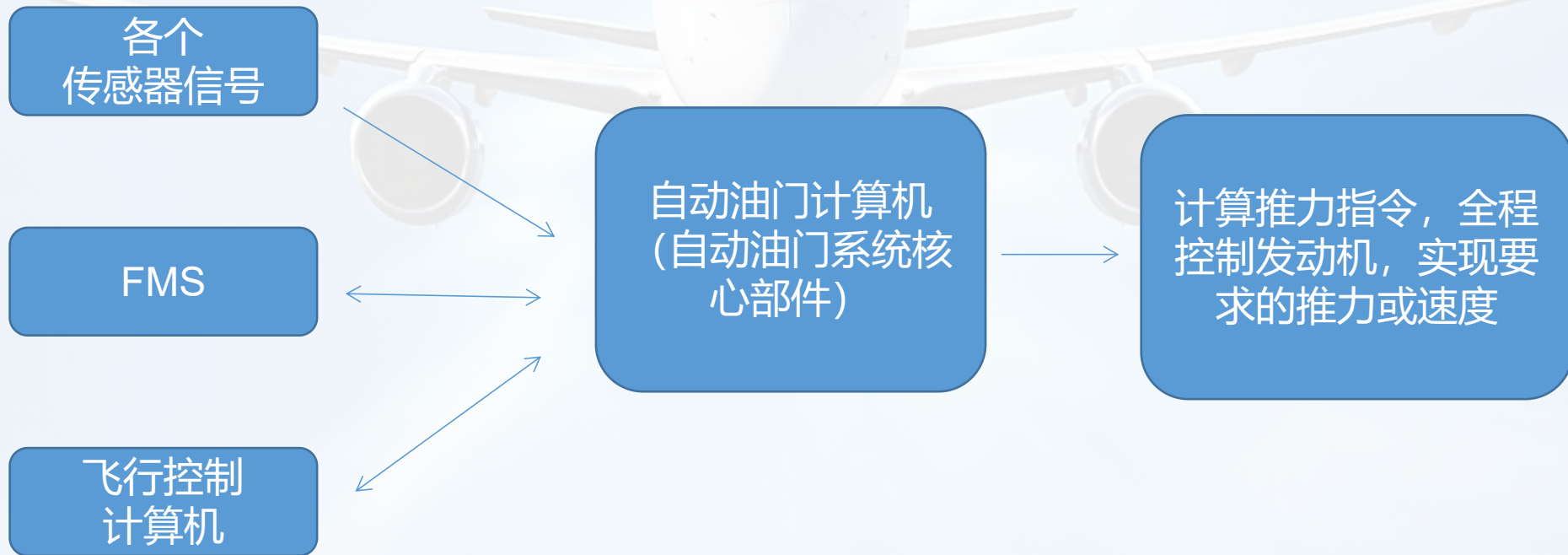
# 1 自动油门/推力系统基本工作方式, 工作模式, 系统组成

## 1) 自动油门系统的功用



# 1 自动油门/推力系统基本工作方式, 工作模式, 系统组成

## 1) 自动油门系统的功用



# 1 自动油门/推力系统基本工作方式, 工作模式, 系统组成

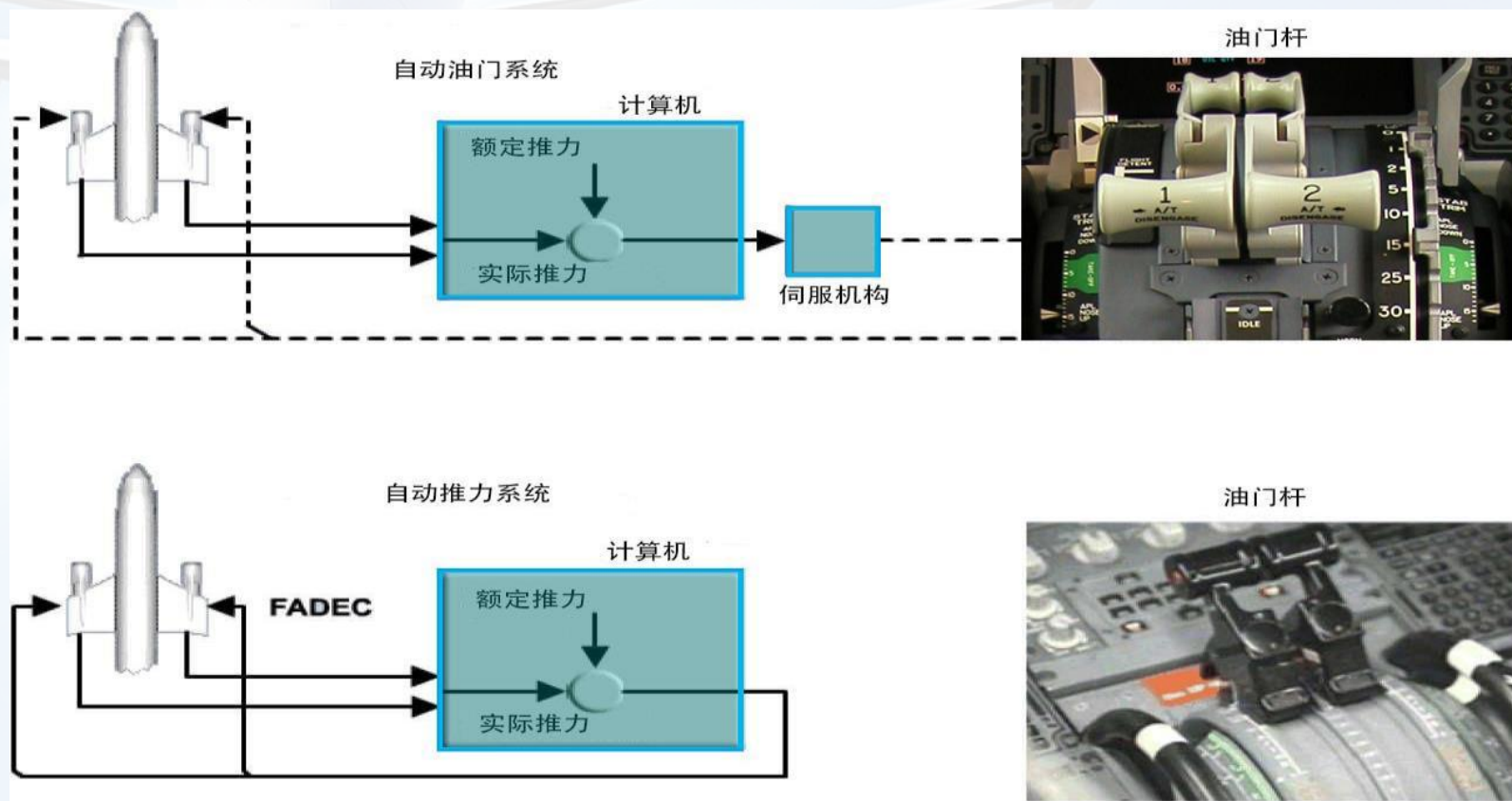
## 1) 自动油门系统的功用

自动油门系统的功能:  
自动地控制发动机的推力以满足需要的推力值。

自动油门两种设计

经典

现代电传



# 1 自动油门/推力系统基本工作方式，工作模式，系统组成

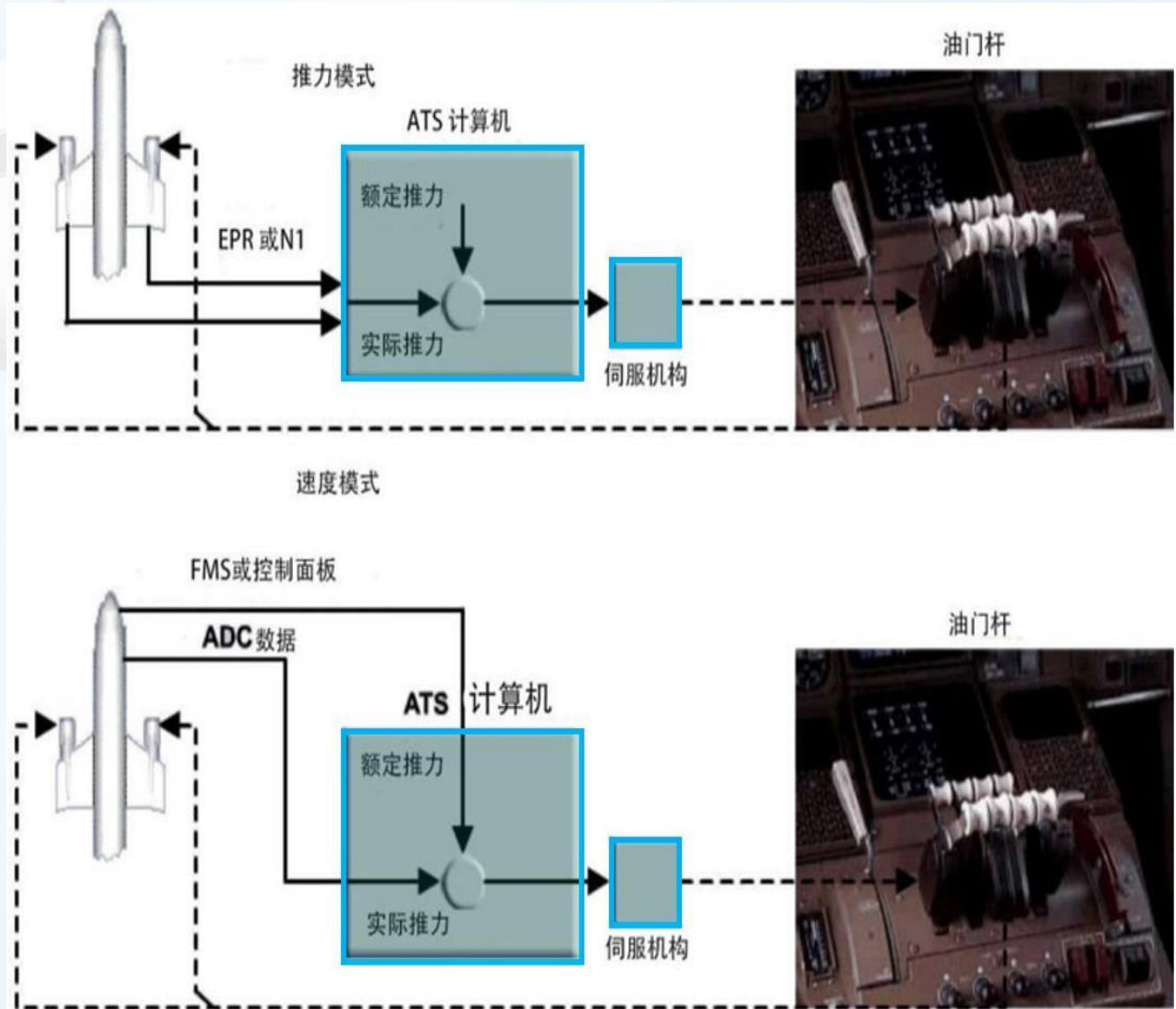
## 2) 自动油门系统的工作模式

自动油门两种工作模式：

### ① 推力模式：

选用EPR或N1转速期望值来控制发动机压力比

### ② 速度模式：控制飞机达到由飞行员输入或飞行管理系统计算机计算的飞机目标空速



# 1 自动油门/推力系统基本工作方式，工作模式，系统组成

## 2) 自动油门系统的工作模式

推力模式：EPR或N1

FMS：推力限制值和推力控制指令  
(由FMS利用性能数据库中发动机性能参数和相关输入计算得到)

自动油门  
计算机

控制N1或者EPR达到目标值

# 1 自动油门/推力系统基本工作方式，工作模式，系统组成

## 2) 自动油门系统的工作模式

速度模式：稳定在目标空速上

FMS速度

或

人工选择  
速度

自动油门  
计算机

稳定在目标空速上

# 1 自动油门/推力系统基本工作方式，工作模式，系统组成

## 2) 自动油门系统的工作模式

自动油门工作模式的选择：

根据自动驾驶的工作模式，系统自动确定其工作模式，也可以人工选择其工作模式。

AP控制飞机速度，则AT控制推力

AP不控制飞机速度，则AT控制速度



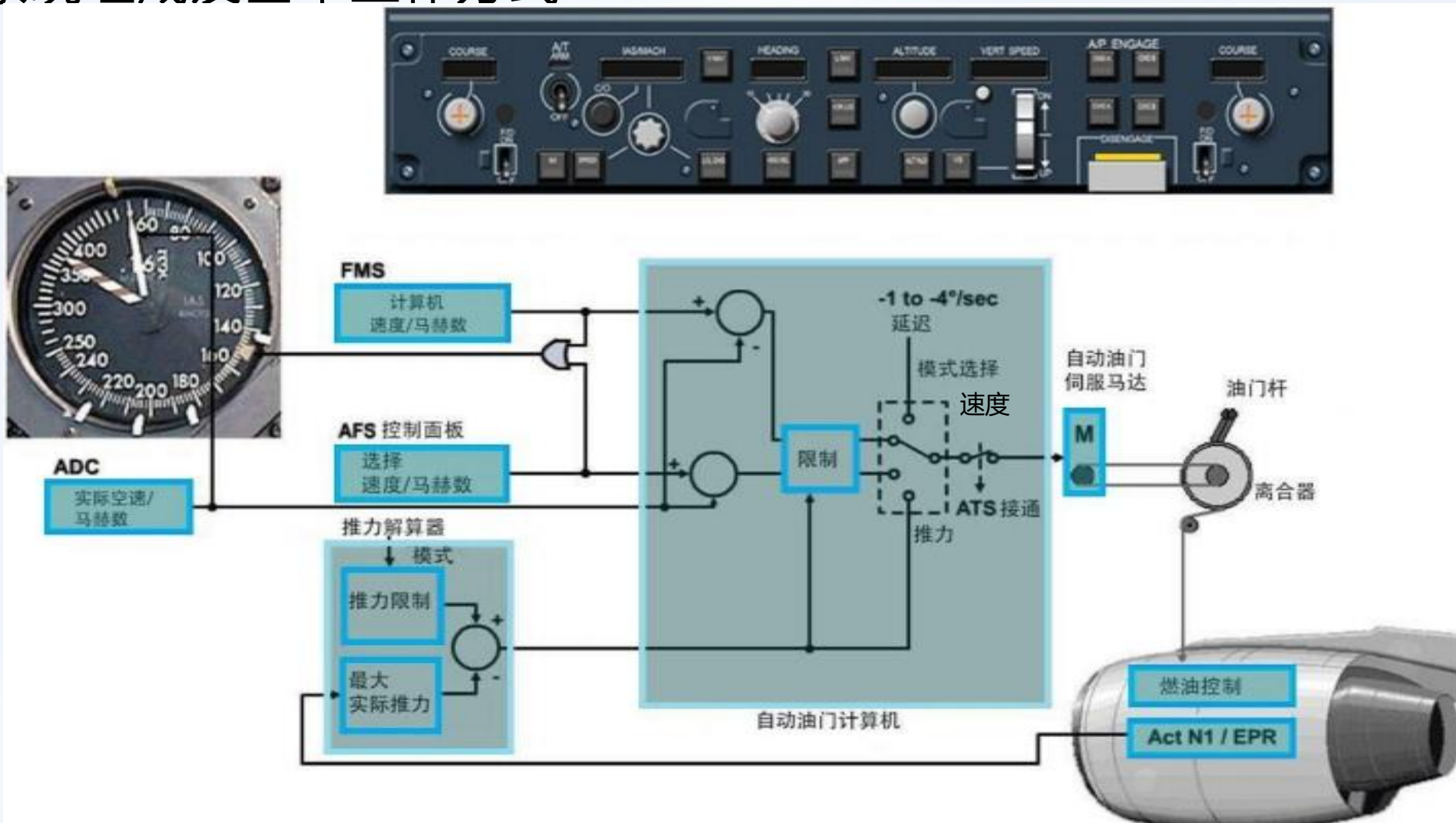
# 1 自动油门/推力系统基本工作方式，工作模式，系统组成

## 3) 自动油门系统组成及基本工作方式

经典自动油门系统

自动油门计算机

电动伺服电机



## 小结:

1. 自动油门系统的功能;
2. 自动油门系统的两种设计;
3. 自动油门的工作模式;
4. 传统自动油门系统的组成。



## 2 自动油门/推力管理的运行操作

### 1) 自动油门/推力管理系统在整个飞行过程中的工作情况

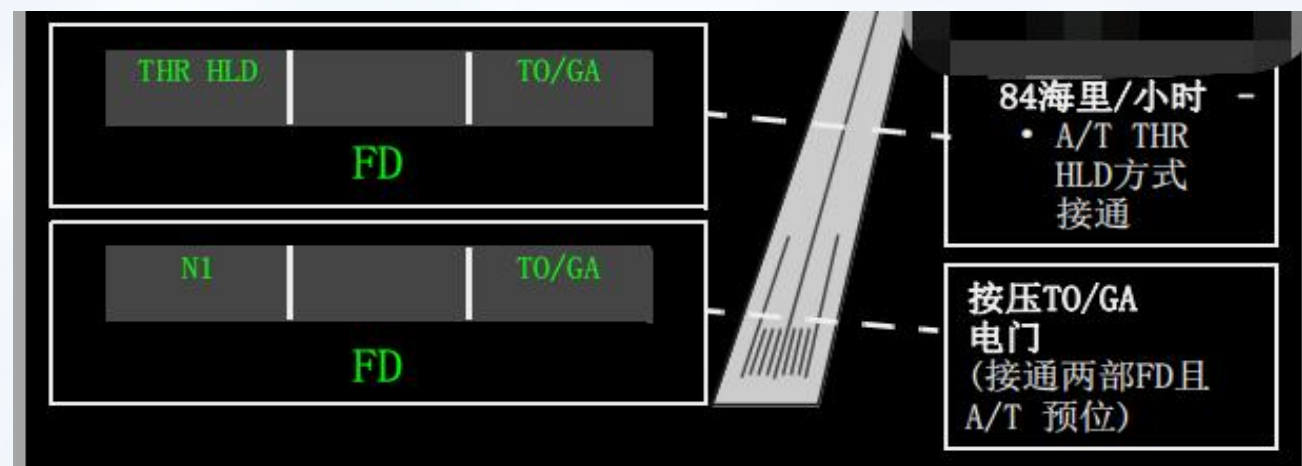
起飞阶段



AT: 推力模式;  
当发动机达到起飞推力, 进入推力保持THR HLD模式。

FD: 接通

AP: 不接通

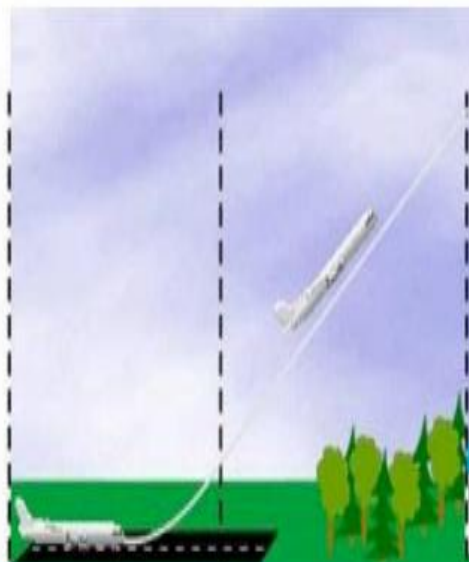


飞行阶段	起飞	
自动油门工作模式	推力模式	自动油门锁定
AP/FD俯仰模式		

## 2 自动油门/推力管理的运行操作

### 1) 自动油门/推力管理系统在整个飞行过程中的工作情况

#### 爬升阶段



根据自动驾驶的工作方式，自动确定自动油门的工作方式：不允许同时有两个系统控制速度，当自动驾驶系统或飞行指引系统控制速度时，自动油门系统/推力管理系统便处于推力模式。

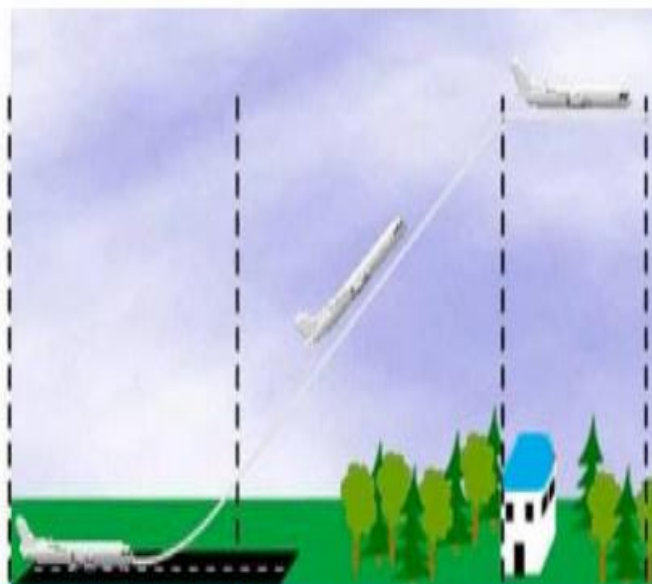


飞行阶段	起飞		爬升	
自动油门工作模式	推力模式	自动油门锁定	推力模式	速度模式
API/FD 俯仰模式			速度模式	其他

## 2 自动油门/推力管理的运行操作

### 1) 自动油门/推力管理系统在整个飞行过程中的工作情况

巡航阶段



AP: 保持巡航高度 (高度保持)

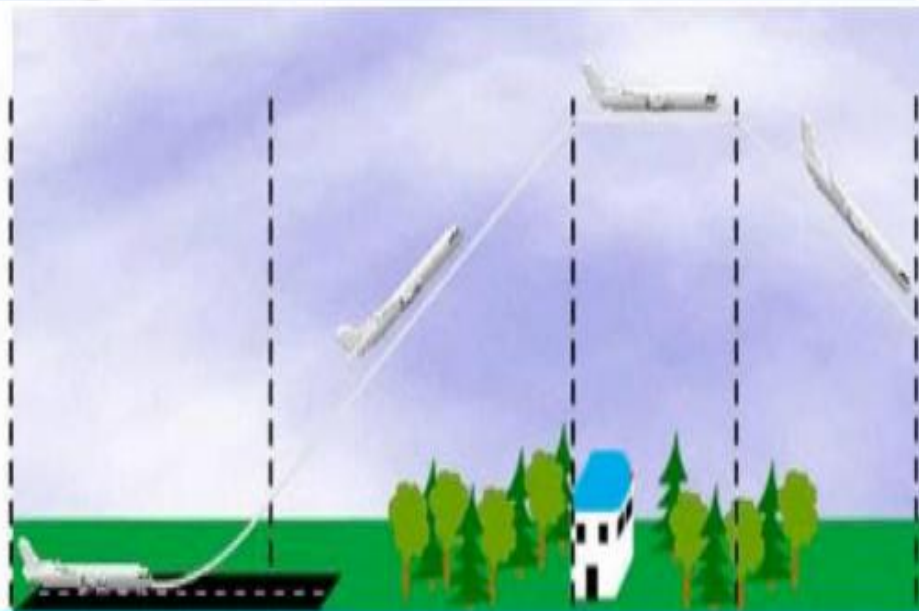
AT: 速度模式

飞行阶段	起飞	爬升	巡航
自动油门工作模式	推力模式 自动油门 锁定	推力模式	速度模式
AP/FD俯仰模式		速度模式	其他

## 2 自动油门/推力管理的运行操作

### 1) 自动油门/推力管理系统在整个飞行过程中的工作情况

下降阶段



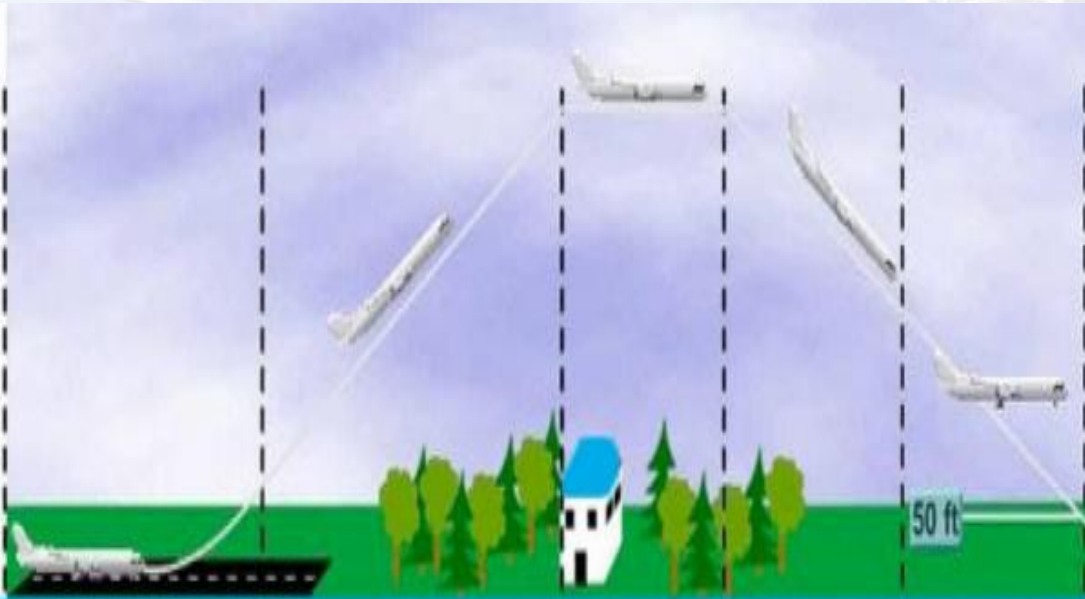
与爬升阶段相似

飞行阶段	起飞		爬升		巡航	下降	
自动油门工作模式	推力模式	自动油门 锁定	推力模式	速度模式	速度模式	慢车	速度
AP/FD 俯仰模式			速度模式	其他		速度	其他

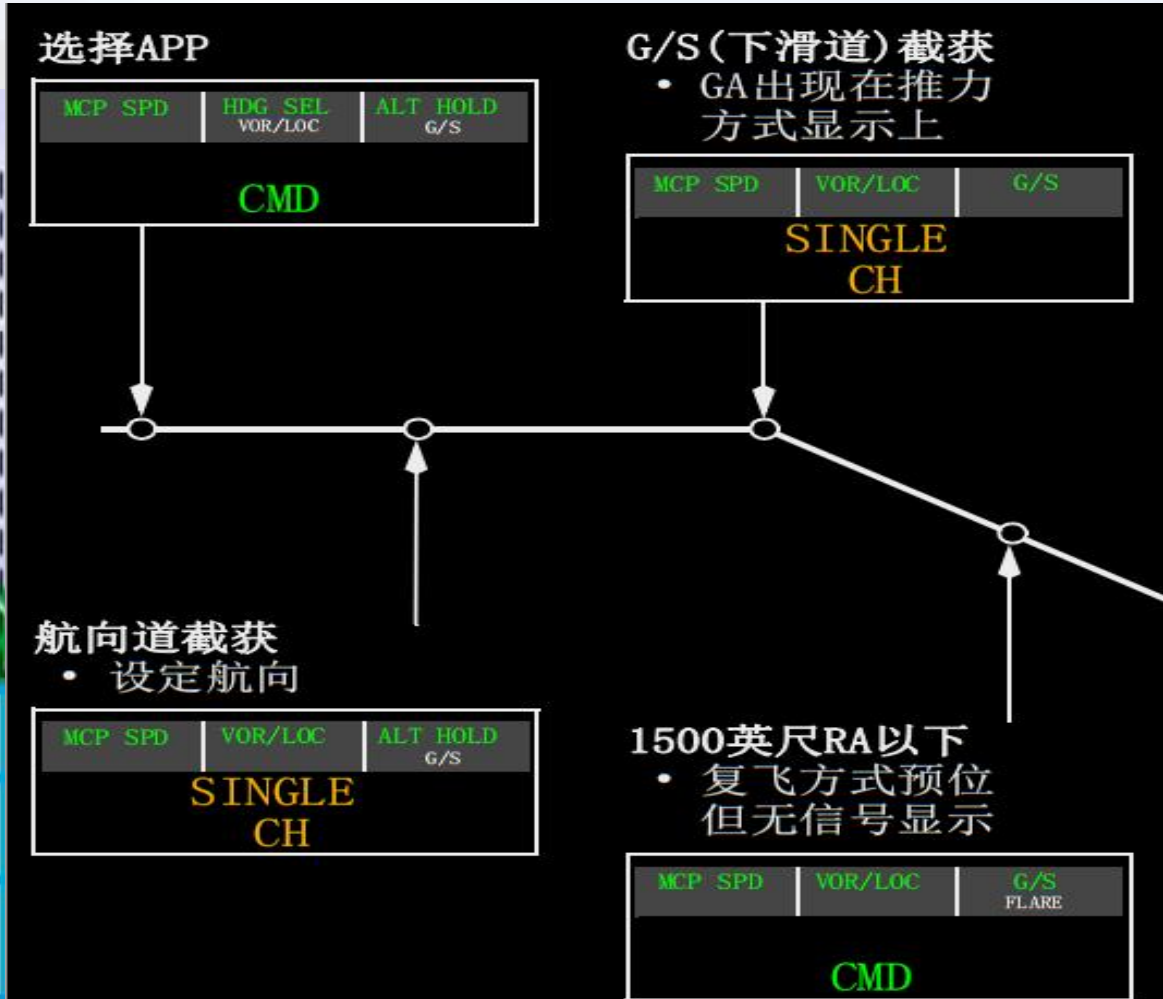
## 2 自动油门/推力管理的运行操作

### 1) 自动油门/推力管理系统在整个飞行过程中的工作情况

进近阶段



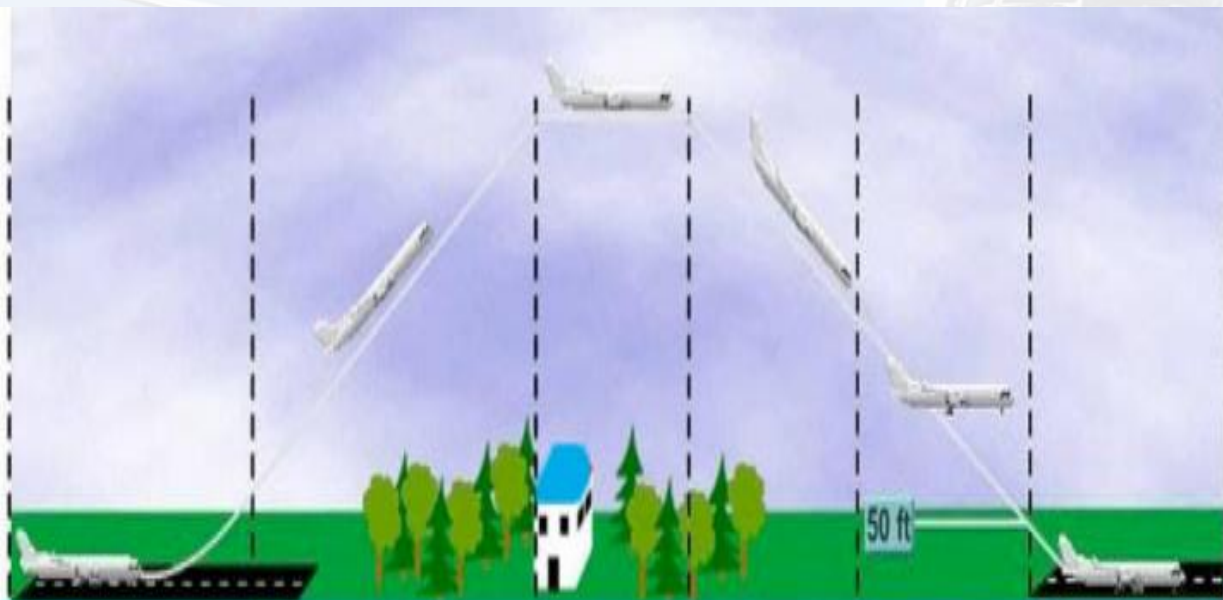
飞行阶段	起飞		爬升		巡航	下降		进近
自动油门工作模式	推力模式	自动油门锁定	推力模式	速度模式	速度模式	慢车	速度	速度模式
AP/FD 俯仰模式			速度模式	其他		速度	其他	



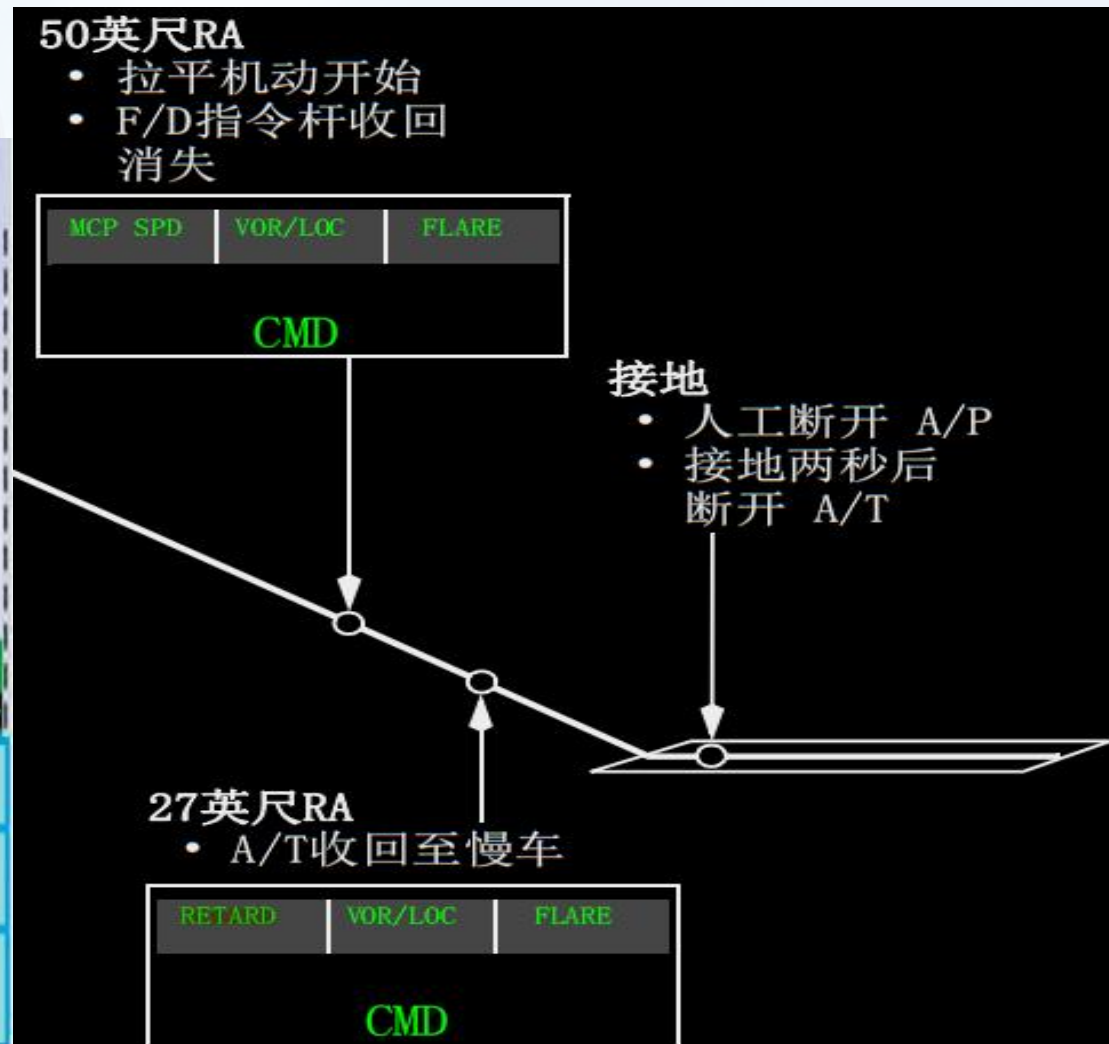
## 2 自动油门/推力管理的运行操作

### 1) 自动油门/推力管理系统在整个飞行过程中的工作情况

着陆阶段



飞行阶段	起飞	爬升	巡航	下降	进近	着陆
自动油门工作模式	推力模式 自动油门锁定	推力模式	速度模式	速度模式	慢车 速度	速度模式 慢车 脱开
AP/FD俯仰模式		速度模式	其他	速度 其他		拉平 着陆

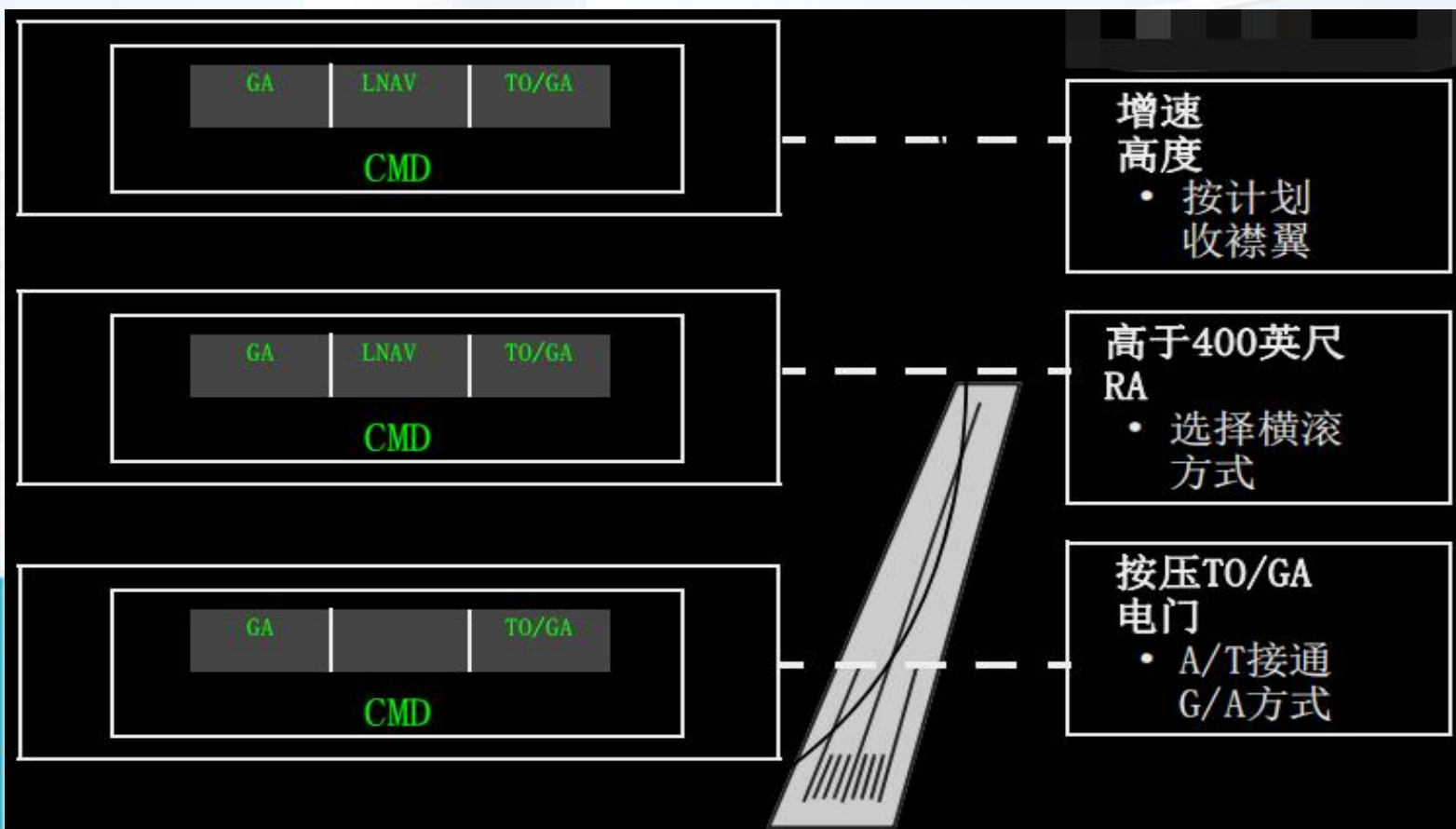
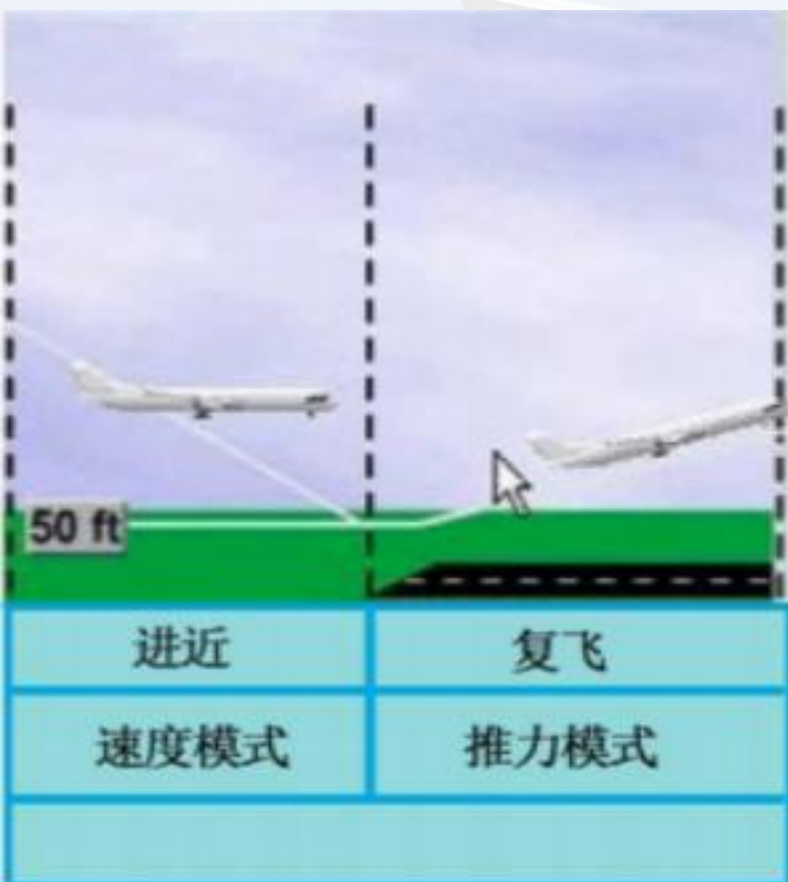


## 2 自动油门/推力管理的运行操作

### 1) 自动油门/推力管理系统在整个飞行过程中的工作情况

复飞

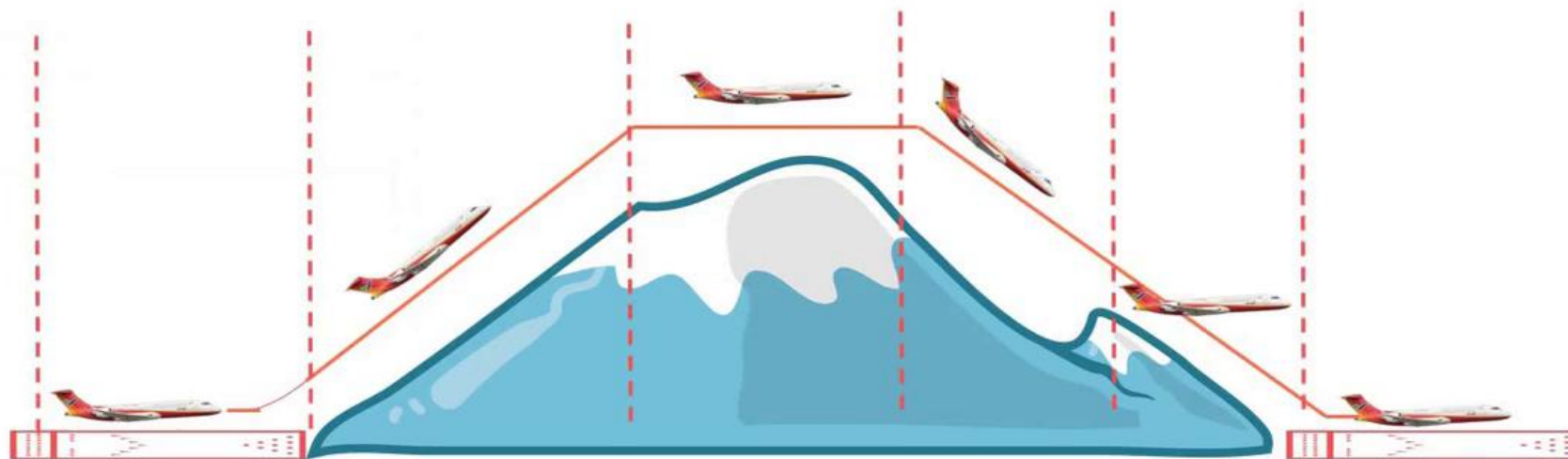
按压任一TO/GA电门，复飞（GA）方式接通。



## 2 自动油门/推力管理的运行操作

### 1) 自动油门/推力管理系统在整个飞行过程中的工作情况

自动油门系统在整个飞行过程中的工作情况



飞行阶段	起飞		爬升		巡航	下降		进近	着陆	
自动油门方式	全推力	自动油门锁定	推力	速度	速度	慢车	速度	速度	拉平	落地
AP/FD俯仰方式			速度	不在速度方式		速度	速度方式		慢车	脱开

## 小结:

自动油门/推力管理系统在飞机是爬升阶段、巡航阶段、下降阶段、进近阶段、着陆阶段以及复飞阶段中的不同工作模式，不同阶段对应的自动驾驶及飞行指引系统的工作模式。



## 3.3.15.5 典型飞机自动驾驶系统维护

# 目录

1

典型的飞机自动驾驶系统和自动油门系统及部件识别

2

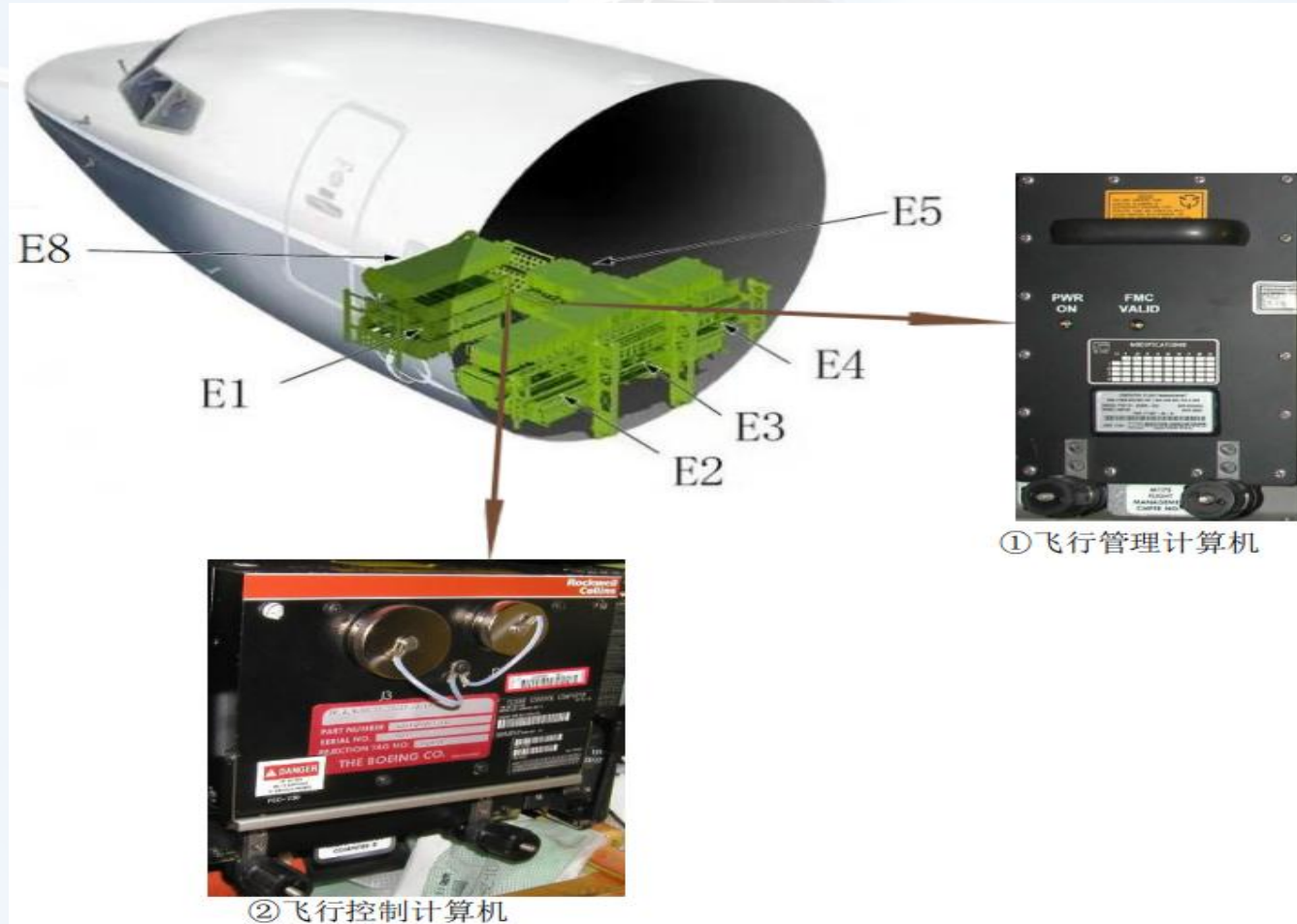
典型飞机自动驾驶系统常见维护及安全注意事项



# 1 典型的飞机自动驾驶系统和自动油门系统及部件识别

## 1) 典型飞机自动驾驶部件识别

### (1) 典型飞机自动驾驶系统电子舱部件识别:



# 1 典型的飞机自动驾驶系统和自动油门系统及部件识别

## 1) 典型飞机自动驾驶部件识别

### (2) 典型飞机自动驾驶系统驾驶舱部件识别:



# 1 典型的飞机自动驾驶系统和自动油门系统及部件识别

## 1) 典型飞机自动驾驶部件识别

### (3) 典型飞机自动驾驶系统轮舱部件识别:



主起落架舱前壁板



①副翼自动驾驶作动器

# 1 典型的飞机自动驾驶系统和自动油门系统及部件识别

## 1) 典型飞机自动驾驶部件识别

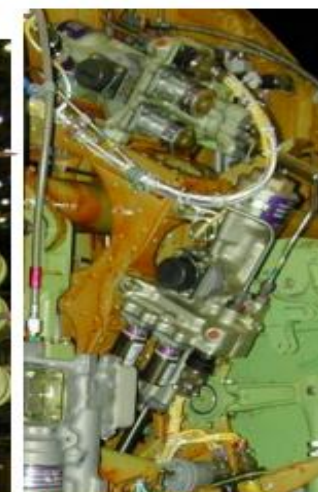
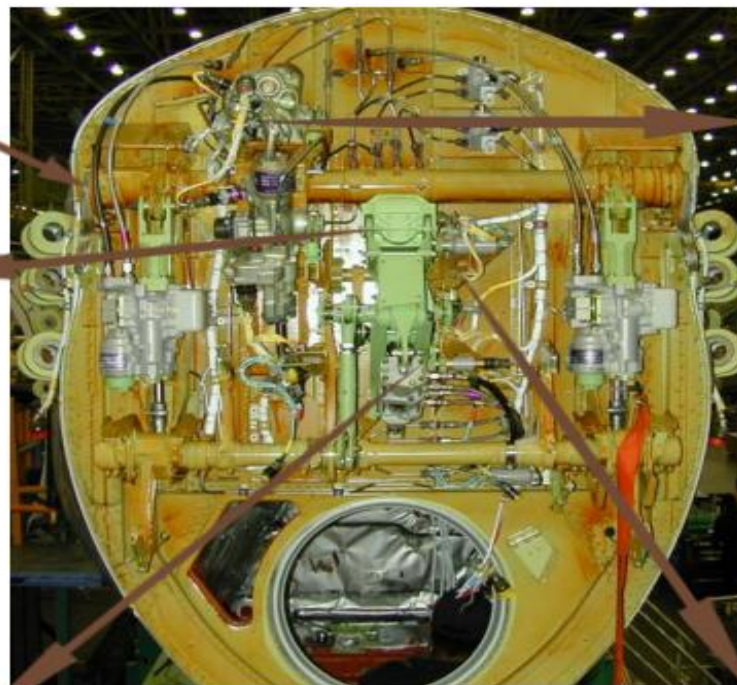
### (4) 典型飞机自动驾驶系统尾锥舱部件识别:



① 马赫配平作动器



④ 升降舱位置传感器



② 自动驾驶升降舱  
作动筒

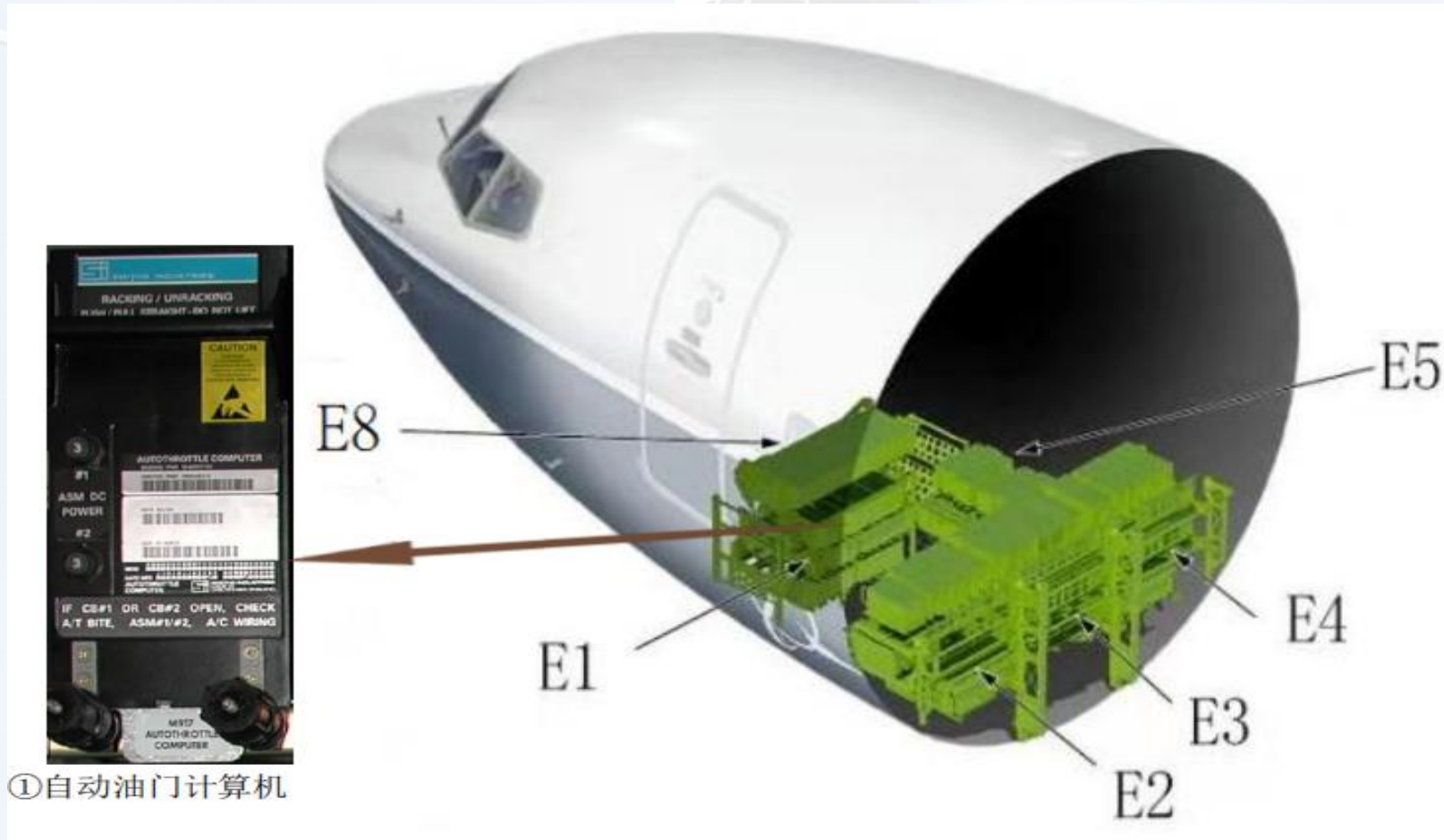


③ 中位偏移传感器

# 1 典型的飞机自动驾驶系统和自动油门系统及部件识别

## 2) 典型飞机自动油门系统部件识别:

### (1) 典型飞机自动油门系统电子舱部件识别:



# 1 典型的飞机自动驾驶系统和自动油门系统及部件识别

## 2) 典型飞机自动油门系统部件识别:

### (2) 典型飞机自动油门系统驾驶舱部件识别:



①模式控制面板



④自动油门伺服电机



②自动飞行状态通告器

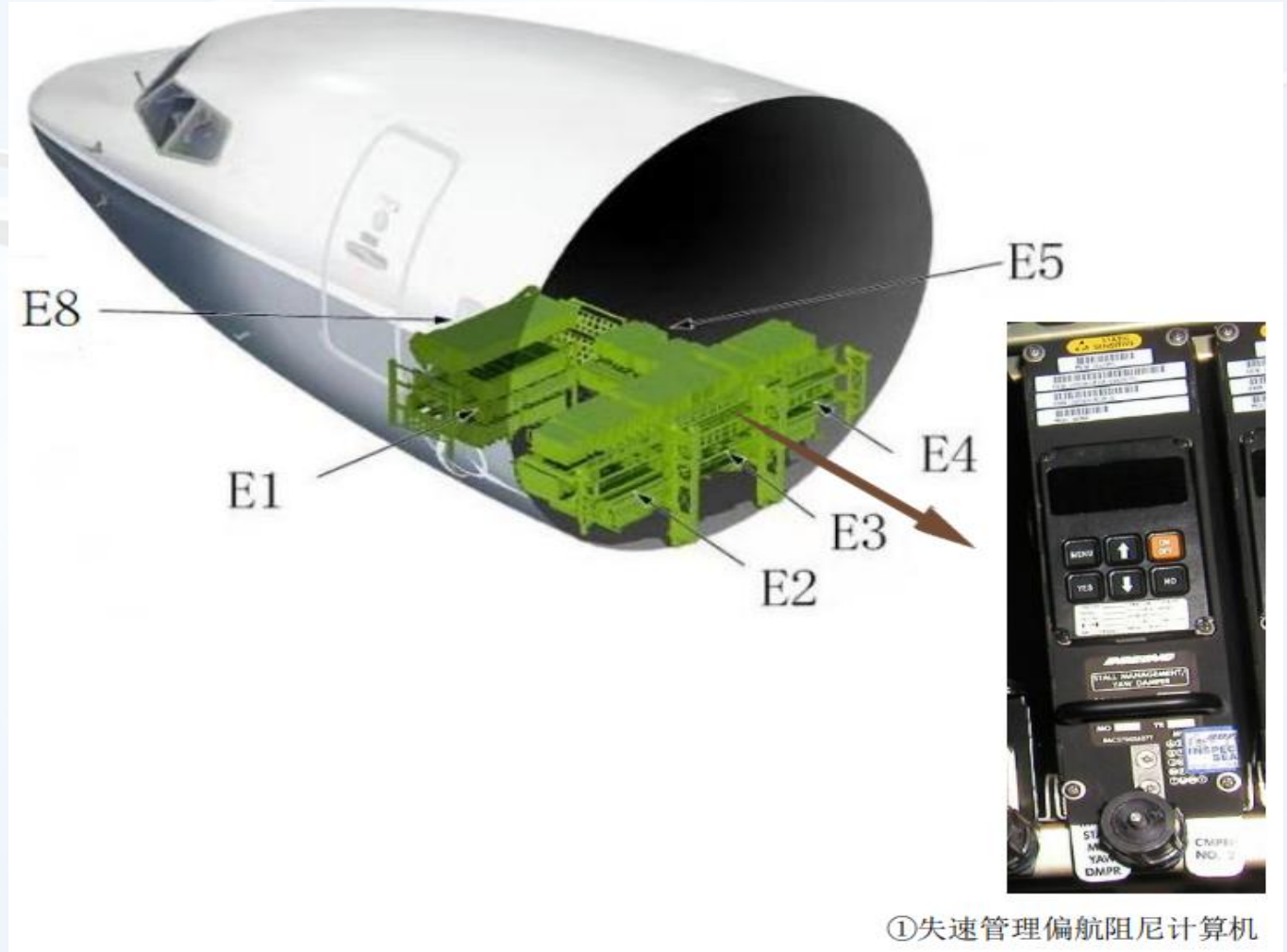


③TO/GA 电门和自动油门脱开按钮

# 1 典型的飞机自动驾驶系统和自动油门系统及部件识别

## 3) 典型飞机偏航阻尼系统部件识别:

### (1) 偏航阻尼系统电子舱部件:



①失速管理偏航阻尼计算机

# 1 典型的飞机自动驾驶系统和自动油门系统及部件识别

## 3) 典型飞机偏航阻尼系统部件识别:

### (2) 偏航阻尼系统驾驶舱部件:



① 偏航阻尼器指示器



② 偏航阻尼器衔接电门和断开灯

# 1 典型的飞机自动驾驶系统和自动油门系统及部件识别

## 3) 典型飞机偏航阻尼系统部件识别:

### (3) 偏航阻尼系统垂直安定面部件:



## 2 典型飞机自动驾驶系统常见维护及安全注意事项

### 1) 典型飞机自动驾驶系统常见维护操作

#### (1) 典型飞机自动驾驶衔接和断开操作程序:

##### 【1】警告与警戒

**警告：**因为自动驾驶接通需要打开飞机液压，并且在测试过程中飞控舵面可能会作动，所以在测试过程中确保飞机飞控舵面周围没有人员和障碍物。

**警戒：**确认飞机自动驾驶系统、液压系统和飞控系统工作正常。

## 2 典型飞机自动驾驶系统常见维护及安全注意事项

### 1) 典型飞机自动驾驶系统常见维护操作

#### (1) 典型飞机自动驾驶衔接和断开操作程序:

#### 【2】 维护准备

#### 维修工作单卡

- ① 飞机由外接地面电源或APU供电。
- ② 飞机左、右惯导工作在NAV模式。
- ③ 飞机左、右惯导校准完毕。
- ④ 飞机左、右液压电动泵打开。



## 2 典型飞机自动驾驶系统常见维护及安全注意事项

### 1) 典型飞机自动驾驶系统常见维护操作

#### (1) 典型飞机自动驾驶衔接和断开操作程序:

##### 【3】 操纵步骤

##### 维修工作单卡

- 衔接自动驾驶CMD模式：
  - ①按压模式控制面板上的CMD按钮，衔接自动驾驶。
  - ②在主飞行显示页面显示CMD模式。



## 2 典型飞机自动驾驶系统常见维护及安全注意事项

### 1) 典型飞机自动驾驶系统常见维护操作

#### (1) 典型飞机自动驾驶衔接和断开操作程序:

##### 【3】 操纵步骤

##### 维修工作单卡

- 自动驾驶CMD模式脱开操作：
  - ① 按压在方向盘上的自动驾驶脱开按钮，使自动驾驶断开。
  - ② 自动驾驶脱开警告灯闪烁，连续告警音。
  - ③ 模式控制面板CMD灯灭。
  - ④ 主飞行页面CMD指示消失。
- 再次按压自动驾驶脱开按钮，告警消失。



## 2 典型飞机自动驾驶系统常见维护及安全注意事项

### 1) 典型飞机自动驾驶系统常见维护操作

#### (1) 典型飞机自动驾驶衔接和断开操作程序:

#### 【3】 操纵步骤

#### 维修工作单卡

- 将飞机恢复到初始状态：
  - ① 关闭左、右液压电动泵。
  - ② 将左、右惯导工作旋钮放到OFF位。
  - ③ 将外接电源放到OFF位。



## 2 典型飞机自动驾驶系统常见维护及安全注意事项

### 1) 典型飞机自动驾驶系统常见维护操作

#### (2) 典型飞机自动油门衔接和断开操作程序:

##### 【1】维护准备

##### 维修工作单卡

- ① 飞机由外接地面电源或APU供电。
- ② 飞机左、右惯导工作在NAV模式。
- ③ 左、右惯导校准完毕。



## 2 典型飞机自动驾驶系统常见维护及安全注意事项

### 1) 典型飞机自动驾驶系统常见维护操作

#### (2) 典型飞机自动油门衔接和断开操作程序:

#### [[2]] 操纵步骤

#### 维修工作单卡

#### ●地面预位自动油门操作:

- ①在CDU的N1 LIMIT页面输入OAT温度。
- ②在模式控制面板把AT预位电门放在预位位置。
- ③在主飞行显示页面显示ARM自动油门预位指示。



## 2 典型飞机自动驾驶系统常见维护及安全注意事项

### 1) 典型飞机自动驾驶系统常见维护操作

#### (2) 典型飞机自动油门衔接和断开操作程序:

##### 【2】 操纵步骤

##### 维修工作单卡

- 地面断开自动油门操作：
  - ① 按压在油门杆上的自动油门脱开按钮脱开自动油门。
  - ② 在模式控制面板把AT预位电门自动回到OFF位。
  - ③ 自动油门脱开告警灯闪烁，单音提示音。
  - ④ 按压自动油门脱开警告灯，抑制警告。



## 2 典型飞机自动驾驶系统常见维护及安全注意事项

### 1) 典型飞机自动驾驶系统常见维护操作

#### (2) 典型飞机自动油门衔接和断开操作程序:

#### 【2】 操纵步骤

#### 维修工作单卡

- 将飞机恢复到初始状态：
  - ① 将左、右惯导工作旋钮放到OFF位。
  - ② 将外接电源放到OFF位。



## 2 典型飞机自动驾驶系统常见维护及安全注意事项

### 2) 典型飞机自动驾驶系统安全注意事项

- ①典型飞机自动驾驶衔接需要满足惯导校准，左右液压2500PSI以上的压力条件。
- ②自驾衔接时，舵面可能会作动。
- ③自动油门衔接条件：CDU输入OAT或者进入自动油门测试模式。
- ④抑制自动油门警告只需要按压自动油门脱开警告灯。

## 小结:

1. 与自动驾驶/自动油门/偏航阻尼系统有关的电子舱内部件、驾驶舱内部件、轮舱内部件的识别;
2. 737NG飞机自动驾驶的衔接与断开操作程序, 注意观察系统的相关指示, 确认系统工作正常, 在操作过程中的注意事项;
3. 737NG飞机自动油门的衔接和断开操作程序, 注意观察系统的相关指示, 确认系统工作正常, 在操作过程中的注意事项。



**感谢聆听，欢迎指正**