



## M5.5.3.6 反推装置

## 修订批准页:

1

版次	修订时间	编写/改版	修订说明	审核/时间	审批/时间
R0	2020.06.14	谈海军	新编课件	谈海军 2020.08.07	张玉 2020.08.11

## 目的与要求:

<b>目的</b>	通过本次课程的学习，掌握反推装置，典型发动机反推
<b>要求</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 反推装置的作用、类型、工作原理</li><li>2. 典型发动机反推装置常见维护及安全注意事项</li></ol>

## 课程安排:

序号	内容	等级	课时
1	反推装置		1H
2	典型发动机反推		1H

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

### 5.3.6.1 反推装置

### 5.3.6.2 典型发动机反推装置维护介绍



## 5.3.6.1 反推装置

# 1 反推装置概述

着陆惯性大，滑跑的时间和距离就会增加。当跑道潮湿、结冰或被霜雪覆盖时，飞机轮胎和跑道间的附着力损失，机轮刹车的有效性降低，使飞机所需滑跑距离更长。

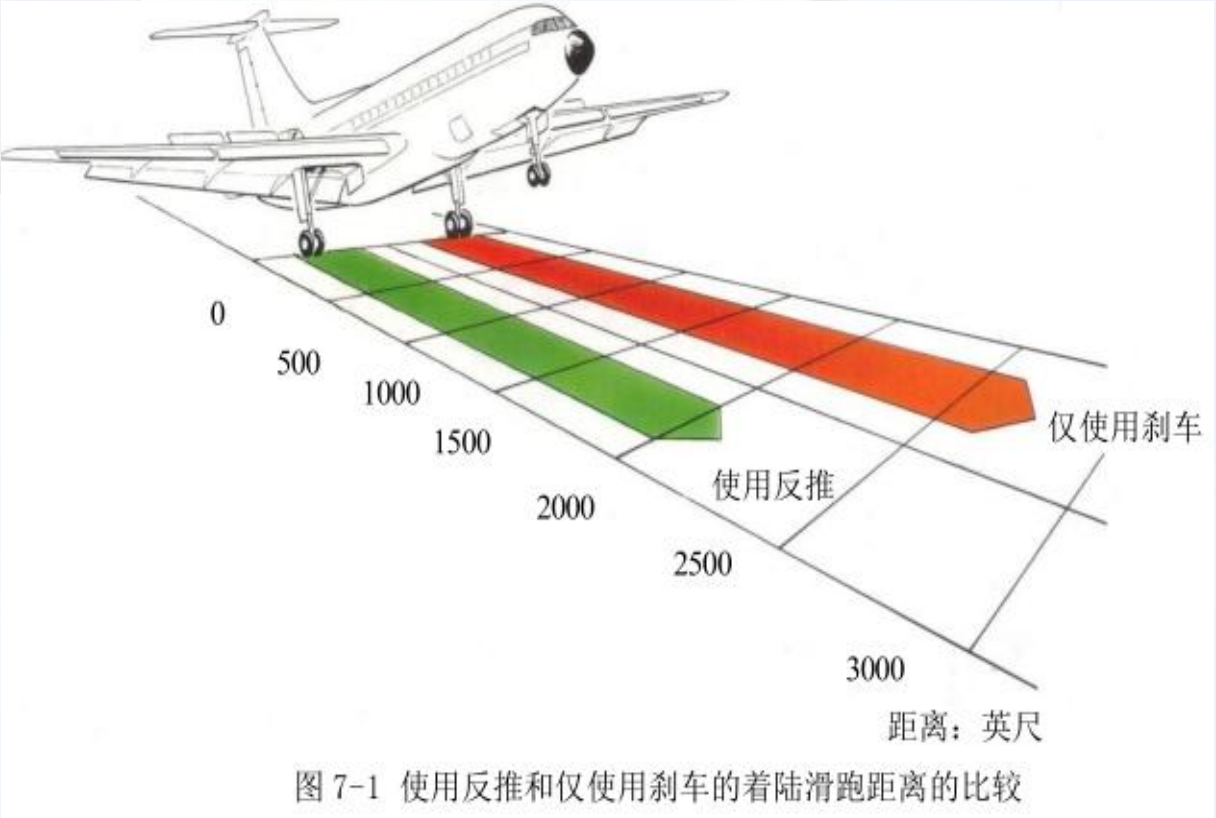
飞机着陆时以及中断起飞

原理：改变发动机的排气方向

军用方面

缩短飞机着陆滑跑距离  
提高飞机的作战效能

民用方面，着陆滑跑距离更短



## 1.2 反推装置 的作原理

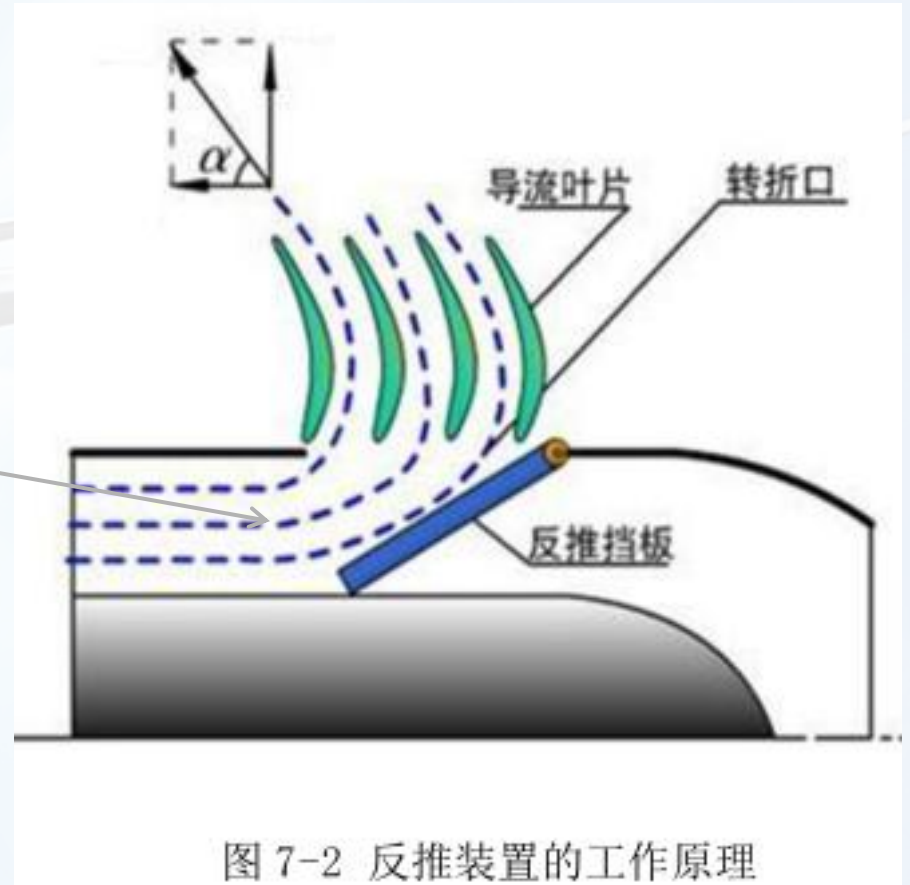
### a 反推力方向

大于 $90^\circ$  的转折正常推力相反的方向上产生推力分量，以达到使飞机减速的目的

折向斜前方（约 $45^\circ$ 左右）

反推力大小

折转的燃气/空气流量  
 排气速度  
 折转角  
 飞行速度



## b 反推安装位置

涡轮喷气和小涵道比涡扇发动机 安装在尾喷管之后，发动机热气流反向

高涵道比涡扇

反推装置装在外涵道上，外涵道冷气流转向产生反向推力

内涵道热的燃气流仍然产生正推力

发动机产生的反推力值为两者之差

## c 设计要求

## 设计要求

保证发动机安全正常工作获得最大的反推力

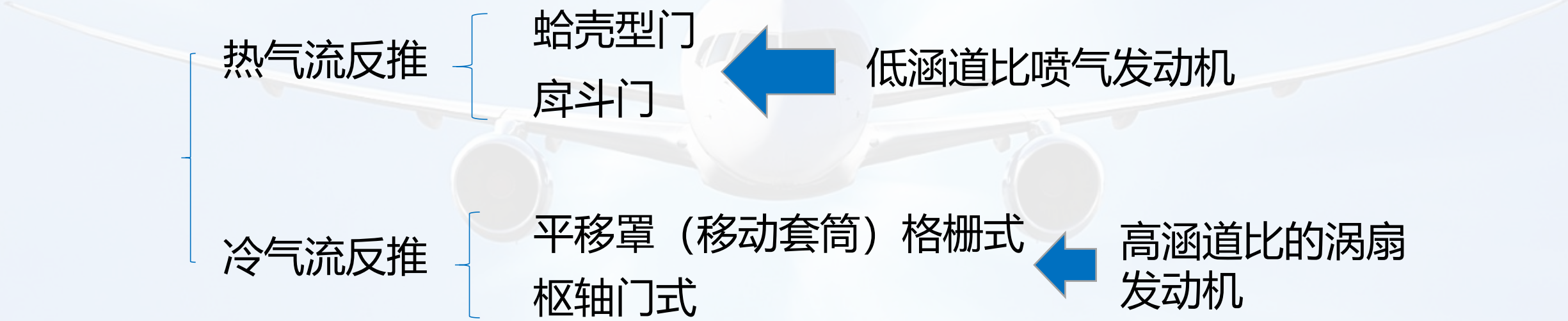
反推不工作，不增加阻力，不减小推力，排气口有好的密封

结构简单，轻，操纵灵活，发动机工作和反推工作转换时间要短

合理排气方向 { 无非对称的反推力，保证操纵稳定性  
不能喷到机翼或机身上，不能被发动机重新吸入；

反推装置的结构能高温大负荷的条件下工作可靠。

### 1.3 反推装置的类型



## a 蛤壳型门式

蛤壳型门式由高压压气机的引气气动，操纵机构将两扇蛤壳式反推力门向后转动，使气流折转，经叶珊通道向斜前方排出，产生反推力。

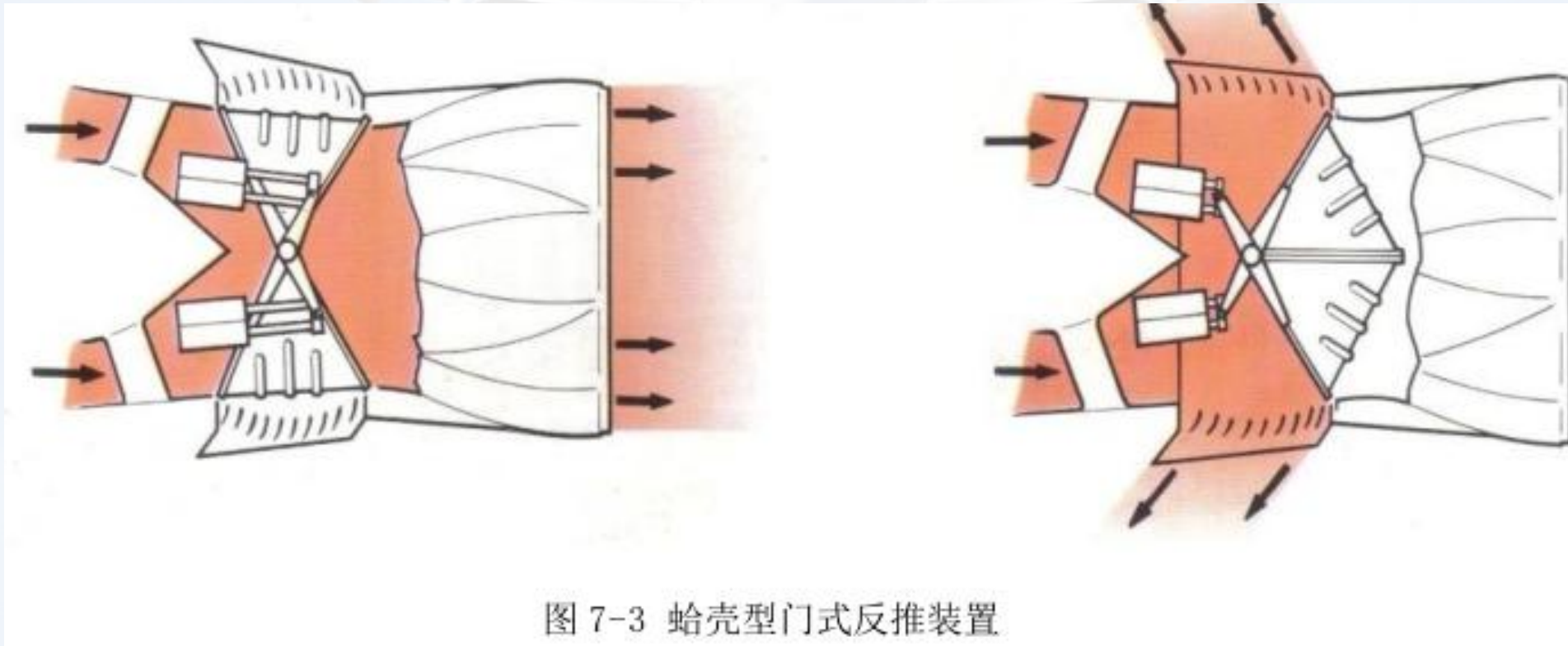


图 7-3 蛤壳型门式反推装置

## b 戽斗门式

戽斗门式**液压系统操作**，  
伸缩式作动器作动。作动器  
向后移动，操纵两个戽斗门  
转到燃气流中，气流向斜前  
方排出，产生反推力。

B737-200 飞机

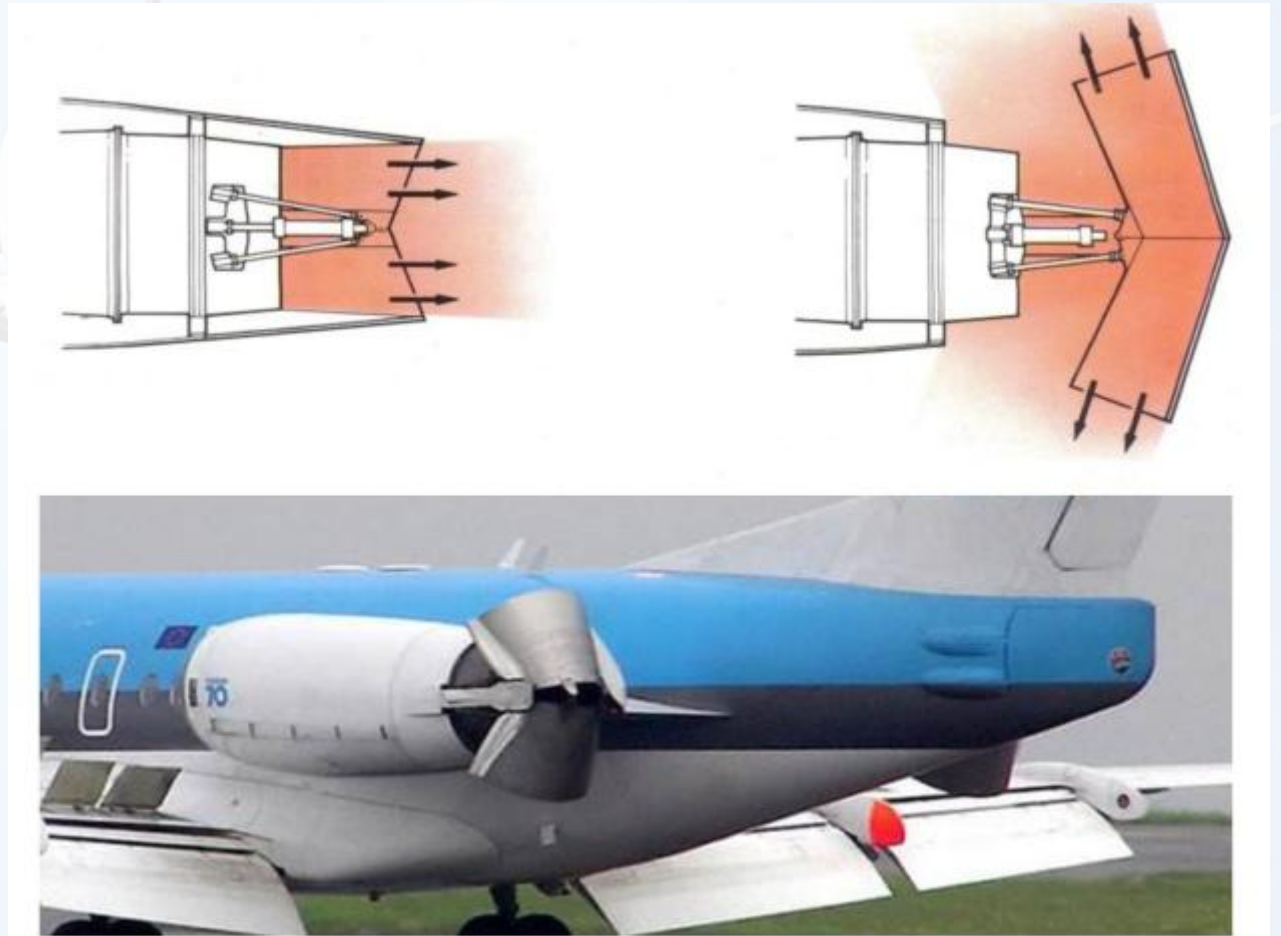


图 7-4 戽斗门式反推装置

## c 平移罩的阻流门-格栅式反推装置

通常为液压操纵或气动操纵 V2500

### a) 组成

部件

1. 平移罩 使用滑块在滑轨上前后移动
2. 液压或气动动作筒
3. 柔性转轴
4. 格栅组件
5. 阻流门
6. 阻流门阻力杆
7. 扭矩盒 位于前部，形成反推机构的外环并且用作防火墙



图 7-5 带平移罩的格栅式反推装置

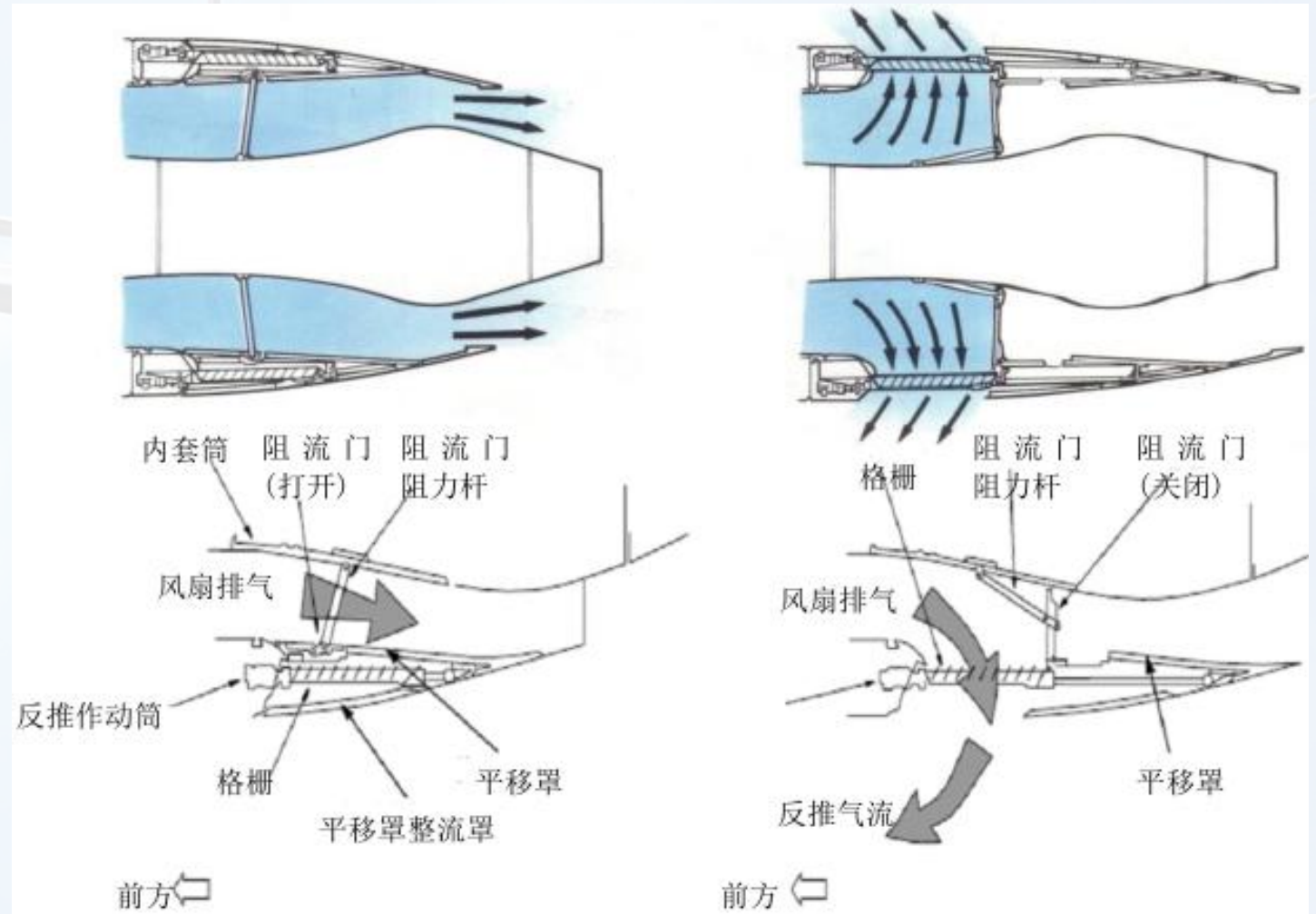


图 7-5 带平移罩的格栅式反推装置

## b) 阻流门-格栅式反工作

正推力状态，反推收进，平移罩处于前位时，固定的内套筒和平移罩之间形成平滑的风扇气流通道，产生正推力

使用反推时，平移罩向后移动，带动阻力杆，阻流门拉起，阻塞了外涵道向后的排气通道，同时格栅通道打开，向斜前方喷出，产生反推力



## d 枢轴门式反推

### CFM56-5B

枢轴门式反推装置两个C形涵道组成，有4个大的阻流门

反推收进时阻流门与发动机整流罩齐平，风扇向后排气产生正推力

阻流门打开时，把外涵道阻塞，使气流按阻流门的方向排出，产生反推力

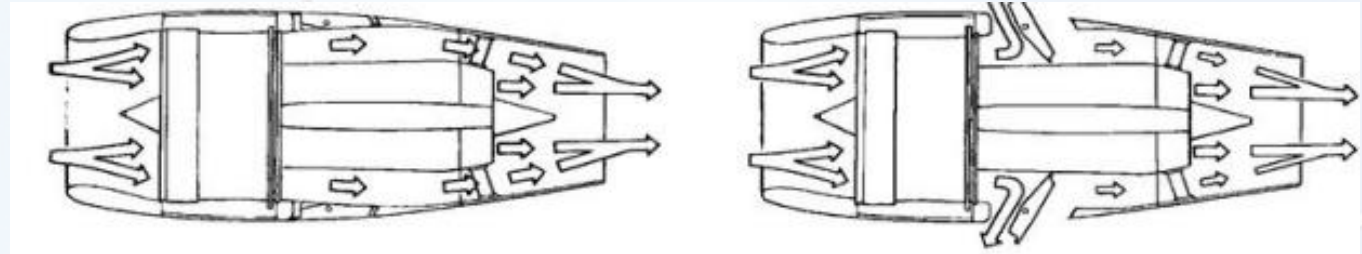


图 7-7 枢轴门式反推装置

## 1.4 反推装置的子系统

- a. 操纵系统 收藏和展开
- b. 气流转向系统 导气流到产生安全反推力的最佳方向上
- c. 作动系统 气动或液压的作动部件 移动气流转向机构
- d. 指示系统

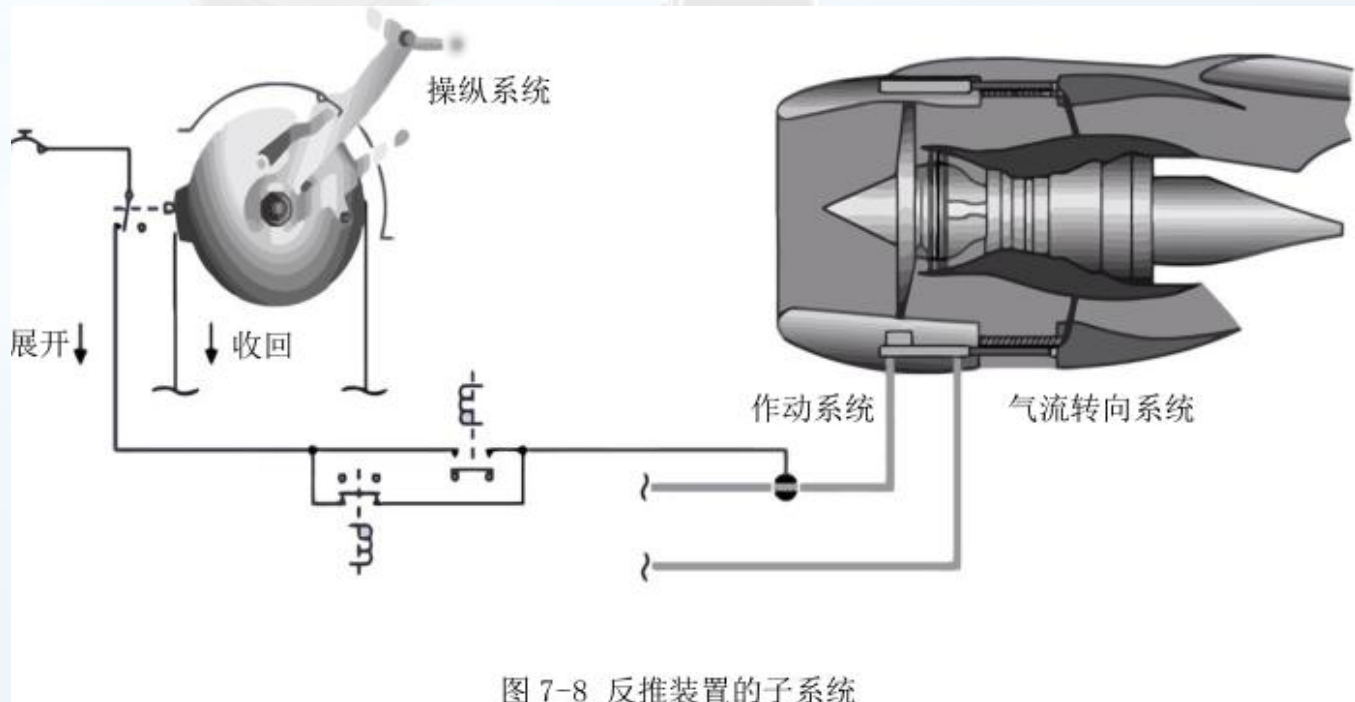


图 7-8 反推装置的子系统

## a. 操纵系统

### a) 操纵控制

A diagram showing the reverse thrust control system of an aircraft. It features a white aircraft silhouette with two engines. Two blue arrows point from the cockpit area to the reverse thrust control levers, and another two blue arrows point from the levers to the reverse thrust control doors. The text labels these components and the resulting action.

驾驶舱的反推手柄 → 反推控制电门 → 反推操作和控制反推的方向

反推控制系统由空地信号保护，空中不能展开反推

## b) 油门互锁

油门互锁机构

- 1) 反推完全展开时才能增加反推功率;
- 2) 只有反推装置完全收进后, 才能增加正推力

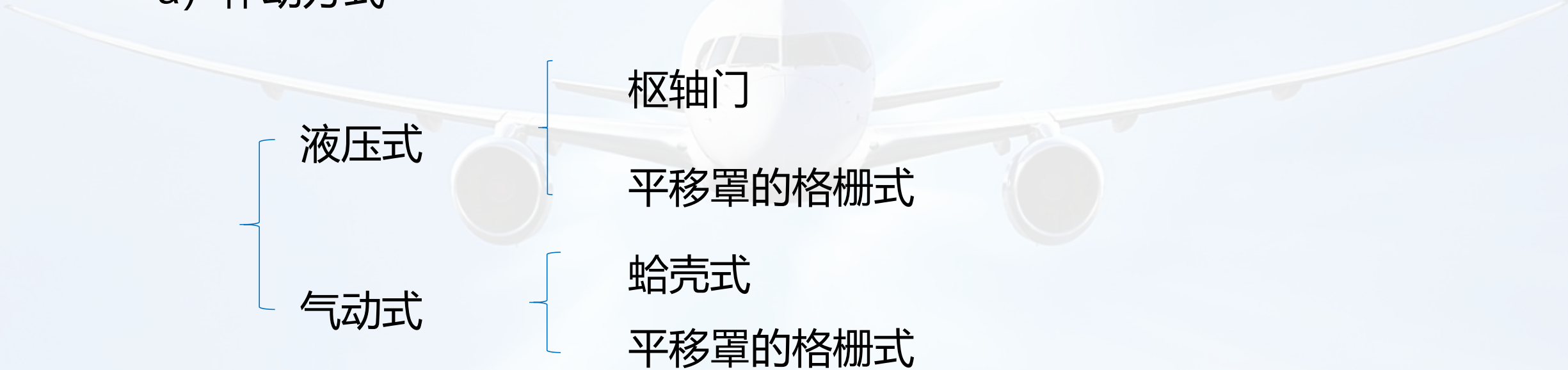
### c) 自动再收进功能

自动再收进功能

1. 反推装置意外打开，自动探测到，把反推装置收回锁死。
2. 意外打开，收不上来，功率应能自动从高减小到慢车功率

b 作动系统

a) 作动方式




## A 液压操纵

枢轴门反推装置，阻流门有单独的液压作动器  
平移罩的格栅式 必须同步工作。液压作动器复杂，

液压的反推作动系统通常有活门控制组件，接收控制系统来的信号  
供应液压油到作动器，从而展开或收藏反推装置

## B 气压反推作动



蛤壳式反推装置  
平移罩的格栅式

它们通常是供应发动机引气到空气马达，空气马达经驱动轴和齿轮箱用球螺旋作动器操作平移罩。

## b) 锁定机构

- ◆ **所有反推装置必须有锁定机构**，确保在正推力状态时反推装置在安全收藏位不能随意移动。
- ◆ 液压系统在作动器上有锁组件或分开的锁门机构，当反推收藏时，锁门机构的钩子固牢阻流门在收藏位
- ◆ 气动反推系统通常在空气马达有制动装置作为锁定组件

## c 气流转向系统

### a) 系统类型

引导气流到产生安全反推力的最佳方向上

气流转向系统类型

蛤壳式

庖斗门式

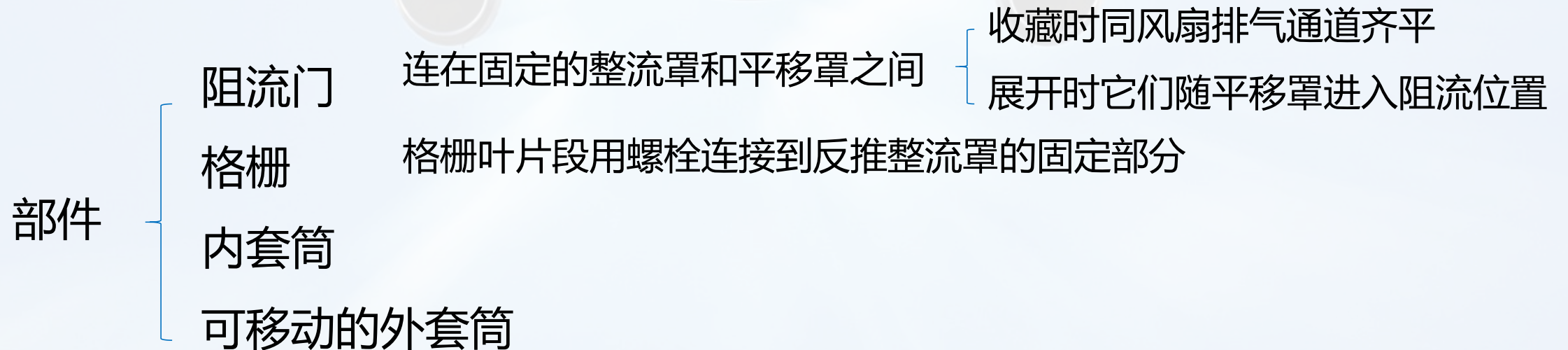
旋转折流门式

带平移罩的格栅式

b) 平移罩的格栅式

平移罩的格栅式 { 固定部分  
可动部分

气流转向系统部件在反推整流罩中



左右机格栅的布局不同，更换格栅时必须确保其正确的布局

d. 指示系统

a) 指示系统

- 开锁指示
- 反推位置指示
- 反推故障指示

- ◆ 展开过程中琥珀色“REV”指示
- ◆ 完全展开后，为绿色“REV”指示表示油门互锁释放，发动机能够增大反推力

A320 驾驶舱



反推指示

图 7-9 A320 飞机上的反推指示

## b) 液压机械控制

每半反推上有反馈作动筒

反馈作动筒上接近电门

反推展开过程中反馈作动筒随动

通过反馈钢索把反推装置的位置反馈到油门操纵互锁机构，

反推放到一定位置时，发信号，反推开锁显示变为反推完全展开显示

### c) FADEC 控制

没有机械的反馈机构，有位置传感器将反推装置展开的位置信号发送给 EEC

平移罩的格栅式两侧平移罩上各有一个线性可变差分传感器 (LVDT)

枢轴门式，每个阻流门各有一个旋转可变传感器 (RVT)。

A faint, light-colored silhouette of a commercial airplane is centered in the background of the slide.

## 5.3.6.2 典型发动机反推装置维护介绍

## 2.1 典型发动机反推装置的部件识别

扭矩盒  
格栅  
平移罩

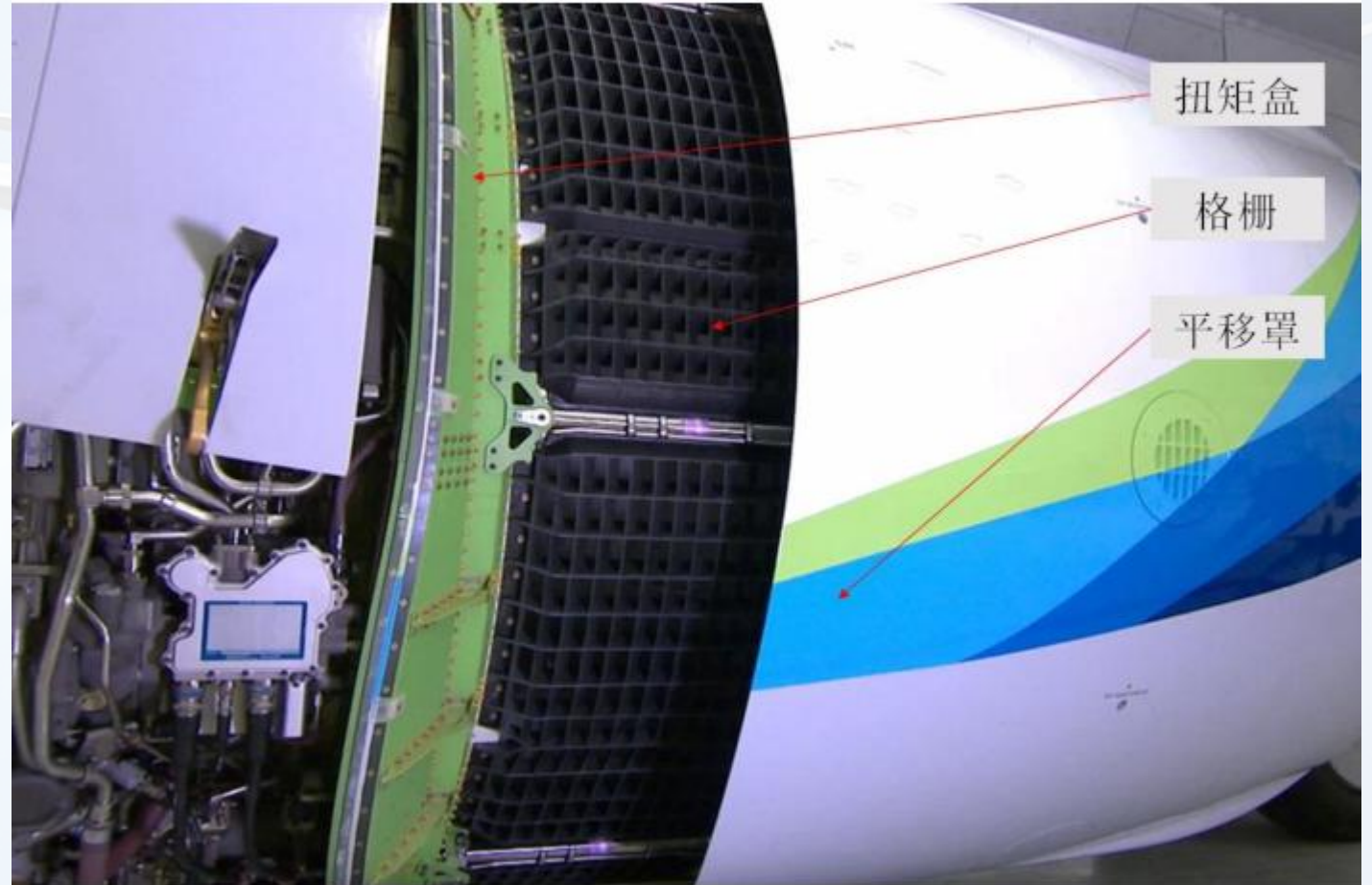


图 7-10 扭矩盒、格栅、平移罩等组件

反推整流罩

阻流门

阻力连杆

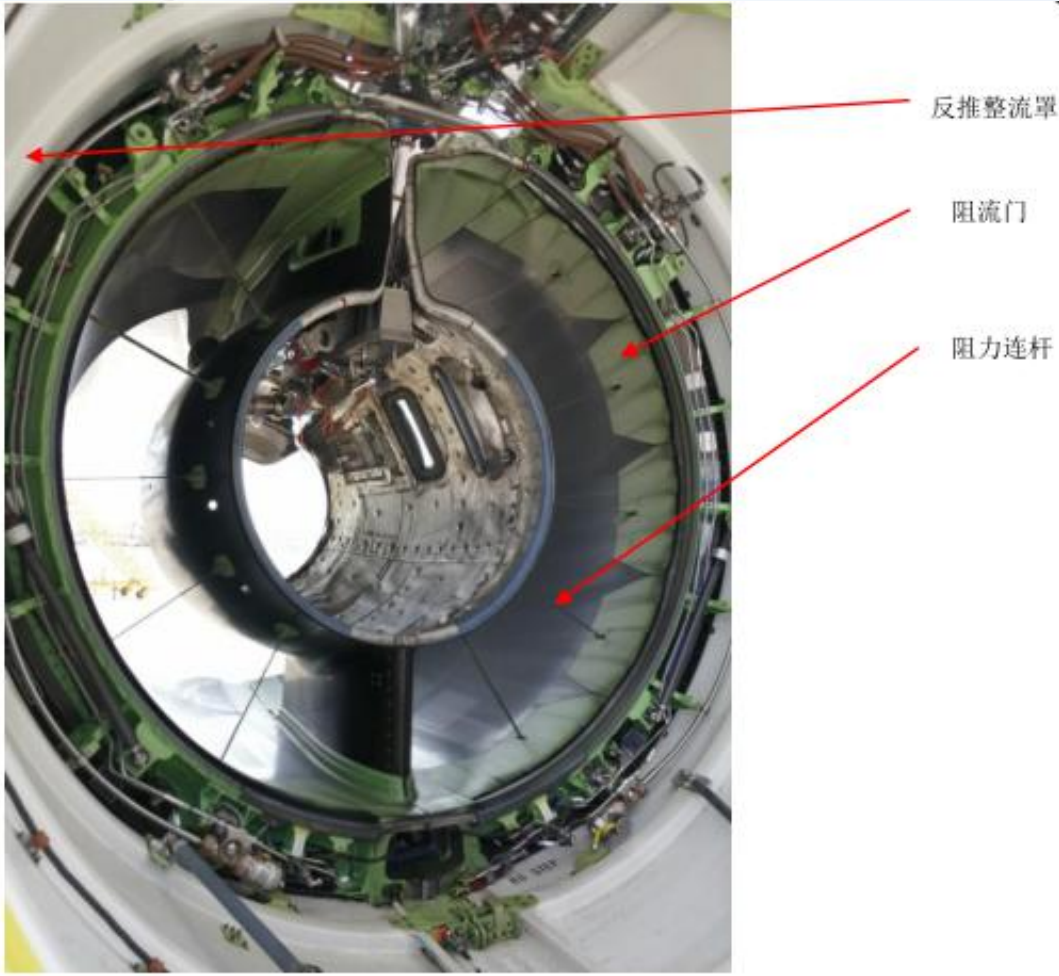


图 7-11 反推整流罩、阻流门、阻力连杆等组件

## 2.2 典型发动机反推装置的常见维护及安全注意事项

### a 反推维护注意事项

#### a) 反推失效需要保留

反推失效保留，限制使用反推，严格按手册要求执行安装限动部件，限制液压管路等操作，并告知相关部门对飞行性能的影响

## b) 维护或在其附近工作

反推装置进行维护或者在其附近工作前，必须使它限动

限动

确保液压动力不能进入反推系统

机械地锁定防止每个反推平移罩的移动。

- ◆ 关闭反推控制活门组件手动操作切断活门，切断液压使反推系统不工作。
- ◆ 枢轴门型反推装置上，每个阻流门上插入锁螺栓和锁定板；
- ◆ 平移罩格栅式，固定的反推整流罩和移动套筒间安装不作动销，机械使反推不工作
- ◆ 安装红色指示销指示出反推不工作

b 反推整流罩打开与关闭时的注意事项

- a) 打开反推整流罩用专用的液压泵操作，到位后必须安装反推锁定装置，防止意外落下
- b) 在反推打开状态时，禁止前缘缝翼放下，防止损伤反推和襟翼。
- c) 关闭，检查发动机核心机内和反推各区域有无物体，部件安装状况正常，不影响正常闭合
- d) 反推锁扣部件有否损伤、变形，按手册要求操作反推锁扣。

# 小结:

序号	思考题
1	反推装置的作用、类型、工作原理
2	典型发动机反推装置常见维护及安全注意事项



**感谢聆听，欢迎指正**