



M5.2.5 喷管

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 2020.08.06	张玉 2020.08.11

目的与要求:

目的	通过本次课程的学习，掌握喷管和其的维护介绍
要求	<ol style="list-style-type: none">1. 喷管的作用、组成、类型和工作原理2. 分开排气，混合排气3. 降噪方法，4. 喷管的检查和维护方法

课程安排:

序号	内容	等级	课时
1	喷管	1	1H
2	喷管维护介绍	1	1H

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

5.2.5.1 喷管

5.2.5.2 典型发动机喷管维护介绍



5.2.5.1 喷管

1 喷管概述

1.1 喷管的作用和类型

1. 燃气，喷管中膨胀，转为动能，增大出口动量，发动机产生推力
2. 改变喷气方向，产生反推力
3. 采用消音喷管降低发动机的排气噪声
4. 调节喷管的临界面积改变工作状态

亚音速喷管 收敛形的管道

超音速喷管 先收敛后扩张形

1.2 亚音速喷管

a 亚音速喷管的组成和工作原理

a) 组成

组成

排气管(中介管)

壳体

后整流锥

支板

环形的燃气通路过渡成圆形的, 减少涡流损失

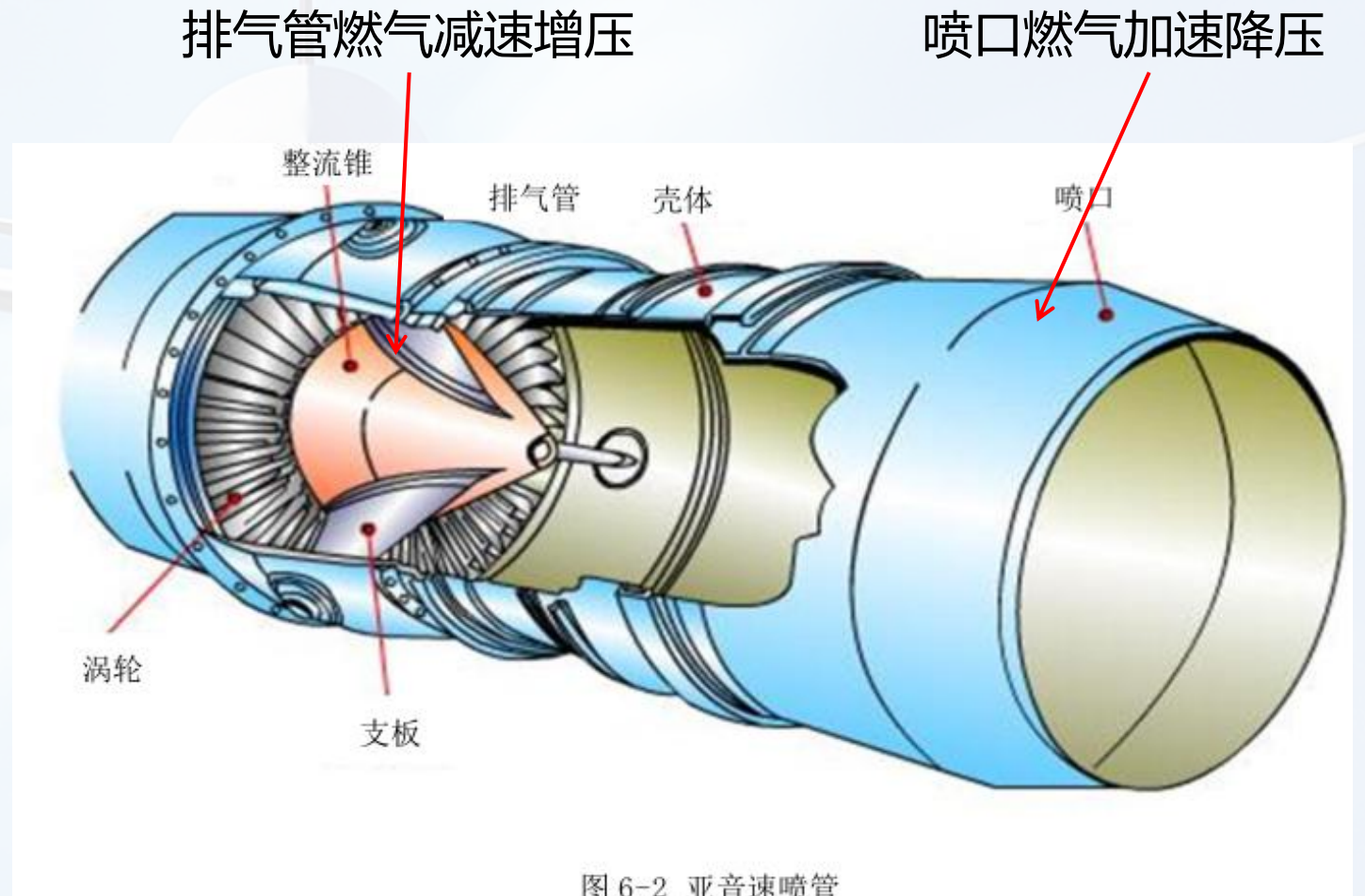
偏斜的气流变轴向流动, 减少流动损失

喷口

扩张的流动通道并使燃气减速, 以减少摩擦损失

b) 喷口工作原理

排气管安装在涡轮的后面，扩张的流动通道并使燃气减速，以减少摩擦损失
喷口是收敛形的管道，使燃气加速



b 亚音速喷管的性能参数

a) 可用落压比

喷管进口处的总压与喷管出口外的反压（外界环境压力）的比值

b)实际落压比

喷管进口处的总压与喷管出口处静压的比值

实际落压比可以等于或小于可用落压比，因为：收敛喷管出口处的静压可以大于或者等于反压

c) 喷管的总压恢复系数

喷管出口处的总压与喷管进口处的总压之比

喷管存在流动损失，气流的总压下降，用总压恢复系数描述总压损失多少

d) 喷气速度

- 喷管进口总温 落压比和流动损失不变时，喷管进口总温越高，速度越高
- 喷管实际落压比 进口总温和流动损失保持不变，落压比越高，速度越高
- 流动损失 落压比和喷管进口总温保持不变，流动损失越小，速度越高

c. 收敛喷管的三种工作状态

亚临界

可用落压比小于1.85时，亚临界。出口气流马赫数小于 1，静压等于反压，实际落压比等于可用落压比，是完全膨胀

临界

可用落压比等于1.85时，临界。出口气流马赫数等于 1，静压等于反压，实际落压比等于可用落压比，都等于临界压比，是完全膨胀。

超临界

可用落压比大于1.85时，超临界状态。喷管出口气流马赫数等于 1，出口静压等于临界压力而大于反压，实际落压比小于可用落压比，是不完全膨胀

1.3 超音速喷管

a 超音速喷管的组成和工作原理

收敛后扩张形的管道

收敛部分燃气速度
增加，静压降低

扩散段，速度不断增
加，加速到超音速

喉部增加至当地音速

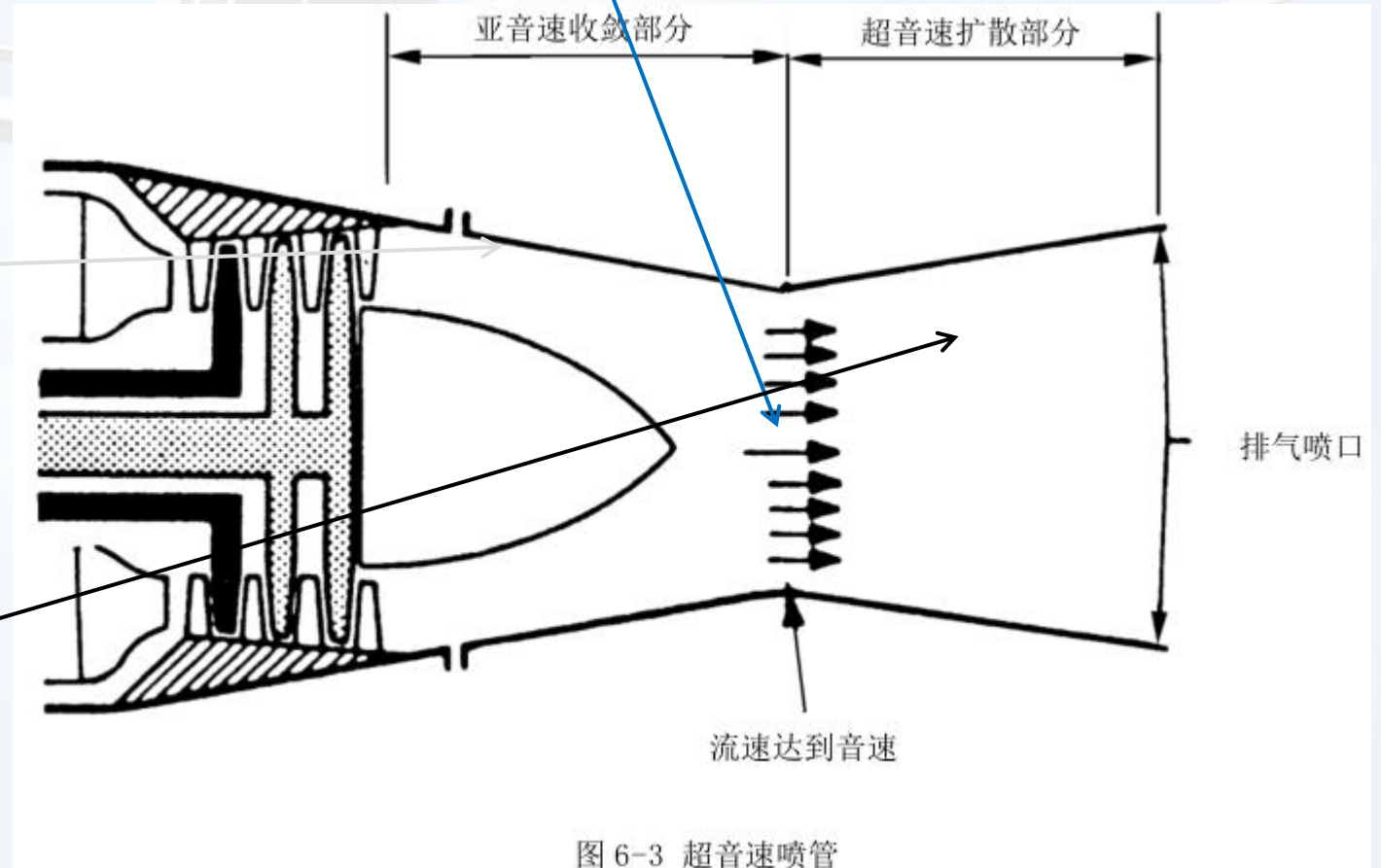


图 6-3 超音速喷管

b. 超音速喷管的气流流动状态

超音速流动条件

管道面积比
气流本身的总压
一定的反压条件

总压保持不变，看反压的变化对收敛-扩张形喷管流动的影响有以下几种情况

收敛—扩张形喷管气流流动状态可划为 4 种类型

- 1) 亚音速流态;
- 2) 管内产生激波的流态;
- 3) 管外产生斜激波的流态;
- 4) 管外产生膨胀波的流态。

- ◆ 反压等于总压时，各截面上的压力均相等，喷管的气体没有流动。
- ◆ 反压小于总压时，压差作用下，喷管内气体流动，流速较低，流量较小。
- ◆ 反压下降，到喷管喉部的压比达到临界压比时，喉部气流达到音速，由于反压值大于喉部压力，气流在扩散段压力重新回升。到出口截面，气流压力等于反压，扩张段仍为亚音速流动。
- ◆ 继续降低反压，喉部以后，气流达到超音速，在扩张段的某个截面形成一道正激波。继续降低反压，扩张段内激波位置后移，正激波到喷管出口处时，喷管扩张段全部为超音速流动。
- ◆ 反压继续降低，激波移出喷口变成斜激波系，喷管内流动不再随反压变化。
- ◆ 反压降到某一数值时，出口截面气流压力恰好等于反压，出口不产生激波。
- ◆ 再降低反压，出口截面处气流压力大于反压，喷管外产生膨胀波。

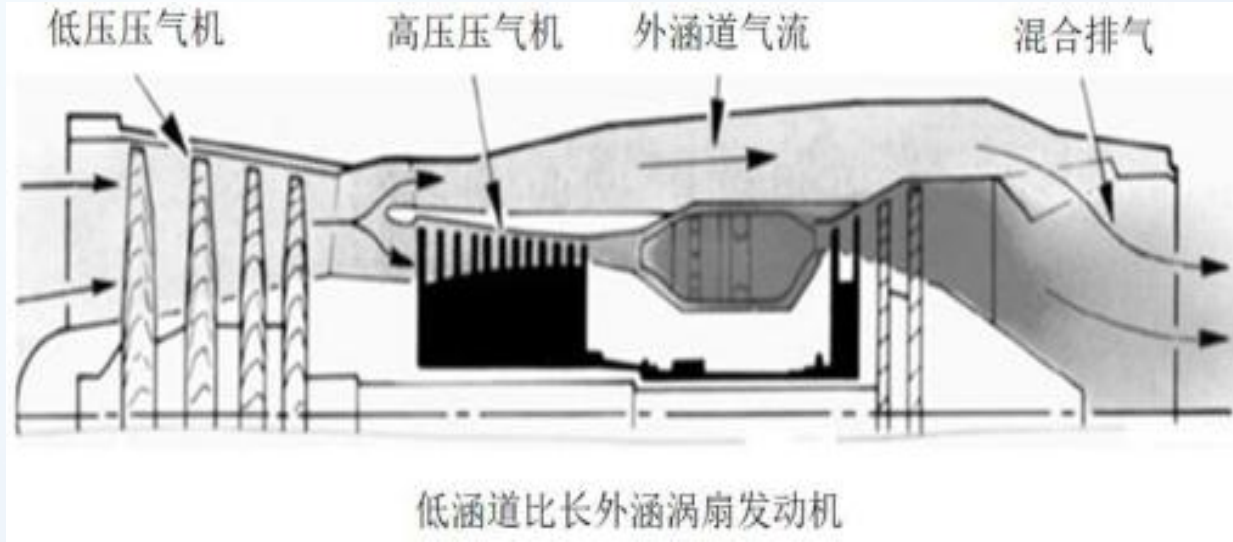
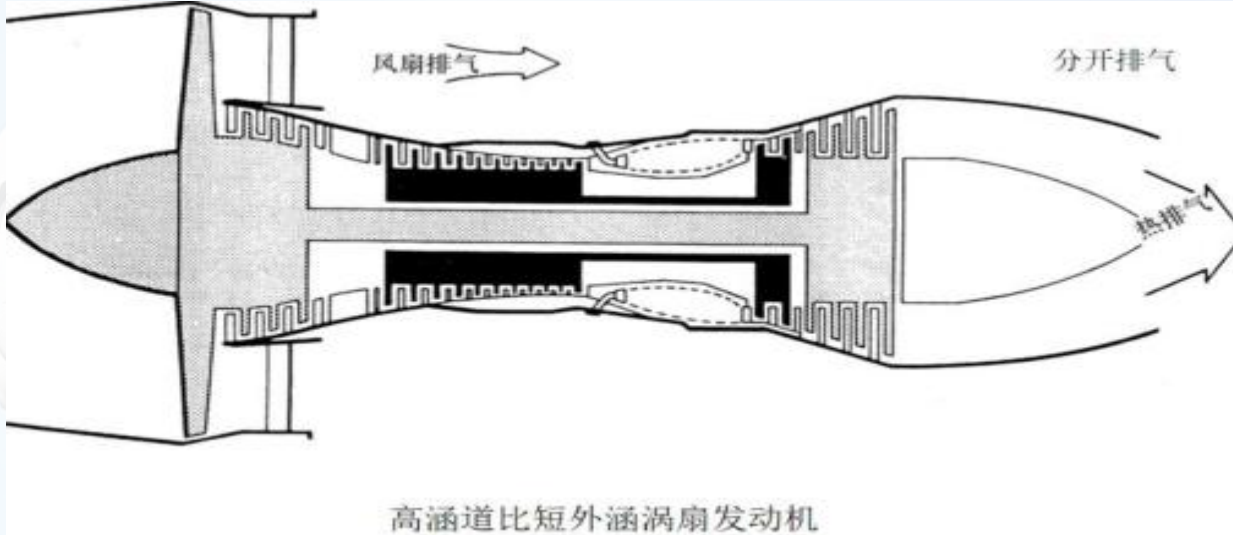
1.4 涡扇发动机的排气方式

排气方式

低温的外涵空气流
高温的内涵燃气流

分开排气 两股气流到一个公用
整体式喷管组件

混合排气 混合器掺混



1.4 排气消音

a 降噪概述

原因 { 损害人的听力 工作噪声高达110~130分贝，人极限120分贝
机场条例
飞机噪声取证

{ 纯喷气发动机和低涵道比，噪声来源是尾喷气流

{ 高涵道比涡扇发动机，使风扇和涡轮噪声加大

b 发动机噪声源

发动机
噪声源

高速排出的气流与周围空气的混合
压气机和涡轮的旋转
燃烧室内燃烧不稳定
发动机及其零部件的振动
传动附件的齿轮
各种泵的转动

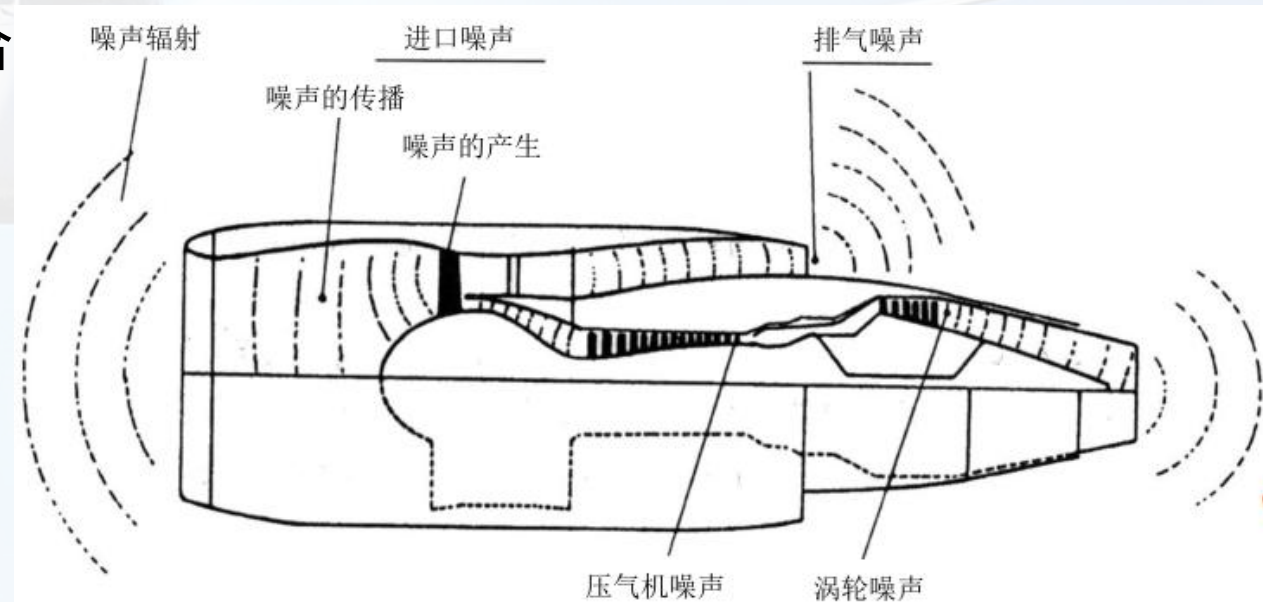


图 6-4 发动机的噪声来源

c . 降低噪声的方法

消音喷管

吸音材料

改进发动机的内部设计

涡扇发动机
消音的部位

进气整流罩内壁面

风扇机匣内壁面

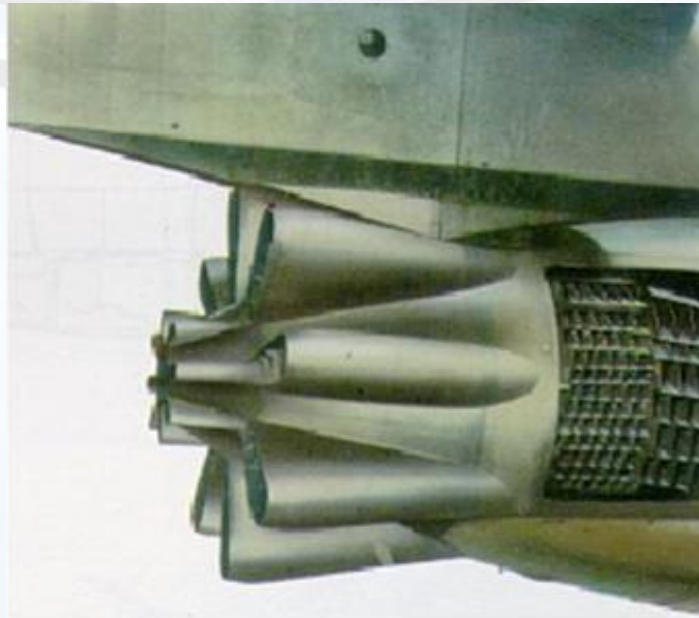
喷管内壁面。

a) 使用消音喷管

瓣形或波纹形的消声器

增大大气与排气流的接触面积

噪声的传播与振动的频率有关，高频振动易被大气所吸收，传播不远；低频不易吸收，传播远，低频变高频，缩小噪声范围噪声的



瓣形喷管



波纹形喷管

b)利用吸音材料

减少发动机内部向外传播的噪声能量，可降低外噪声水平。



声能转热能，降噪

进气整流罩内壁面、风扇机匣内壁面和尾喷管内壁面安吸音材料，

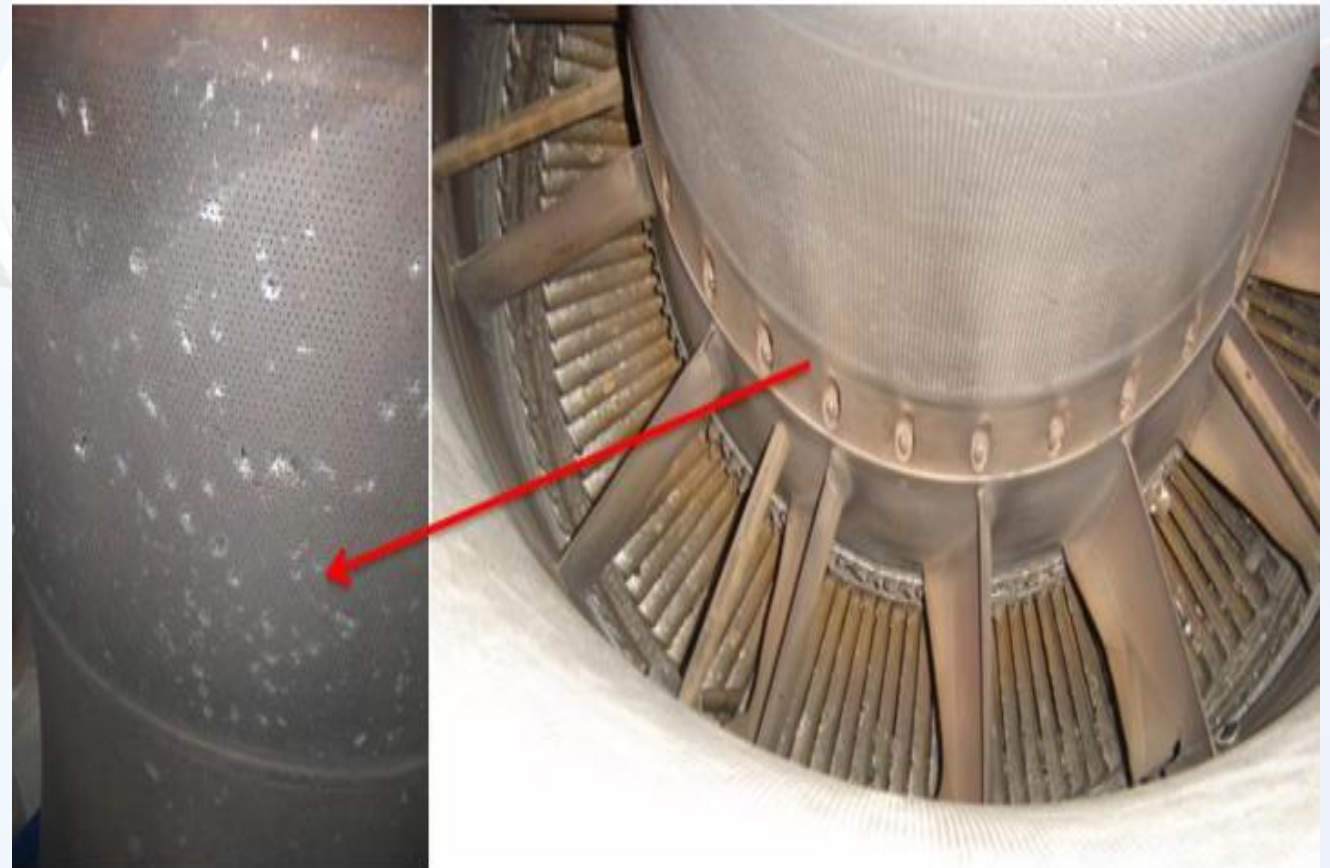


图 6-6 吸音材料


c)改进发动机内部设计

应用声学处理发动机内部进行设计

无进口导流叶片的单级风扇

加大风扇转子叶片与出口整流叶片之间的距离

合理选择转子叶片与静子叶片数目。

A faint, light-colored silhouette of a commercial airplane is centered in the background, showing the fuselage, wings, and tail.

5.2.5.2 典型发动机喷管维护介绍

喷管的部件识别

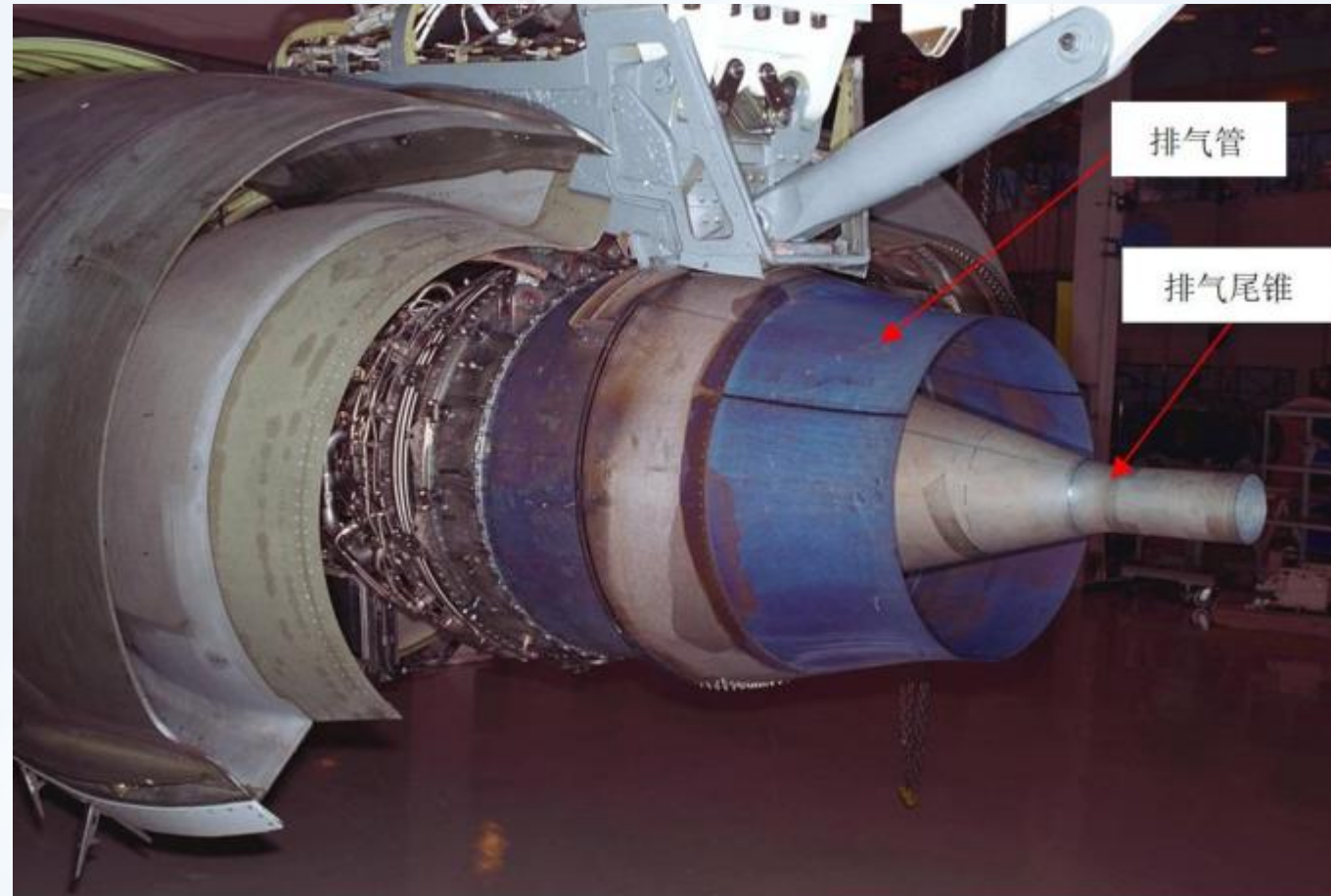


图 6-7 喷管组件

喷管的目视检查

有无裂纹、变形

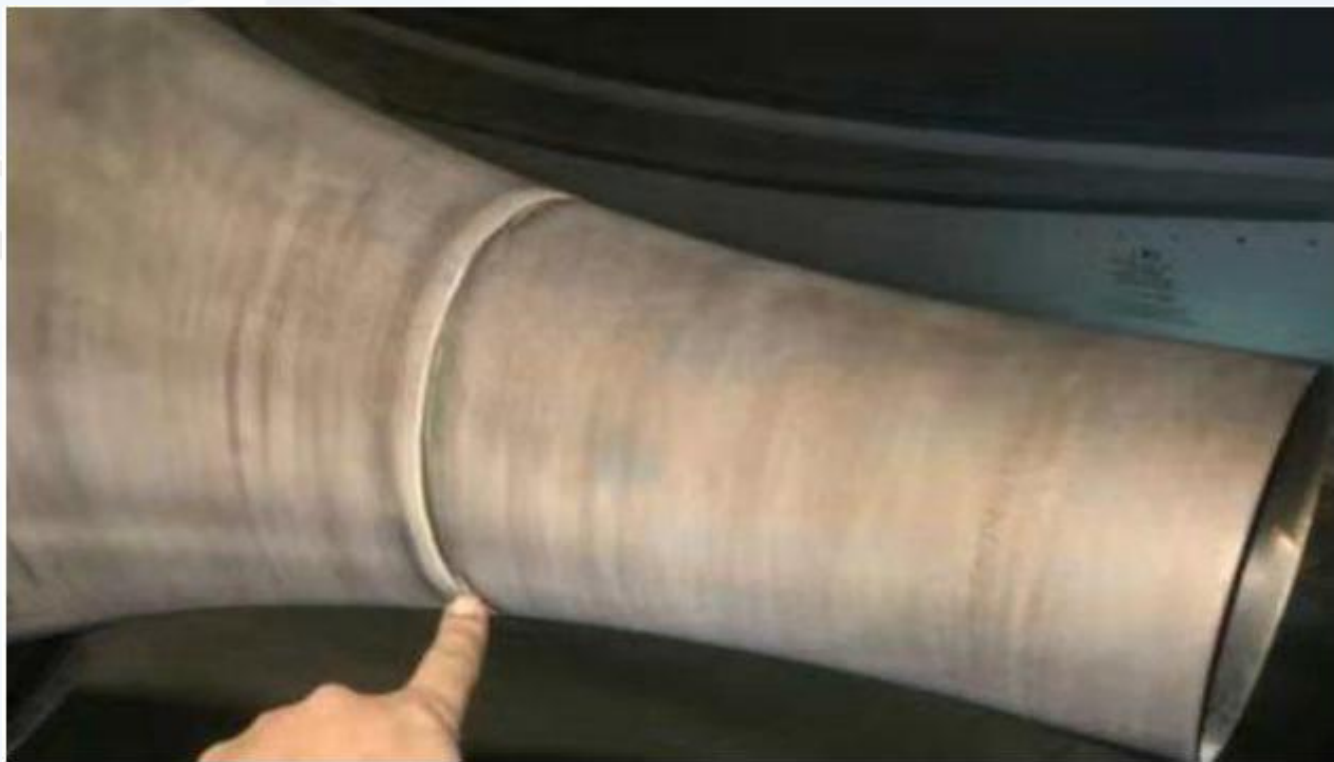
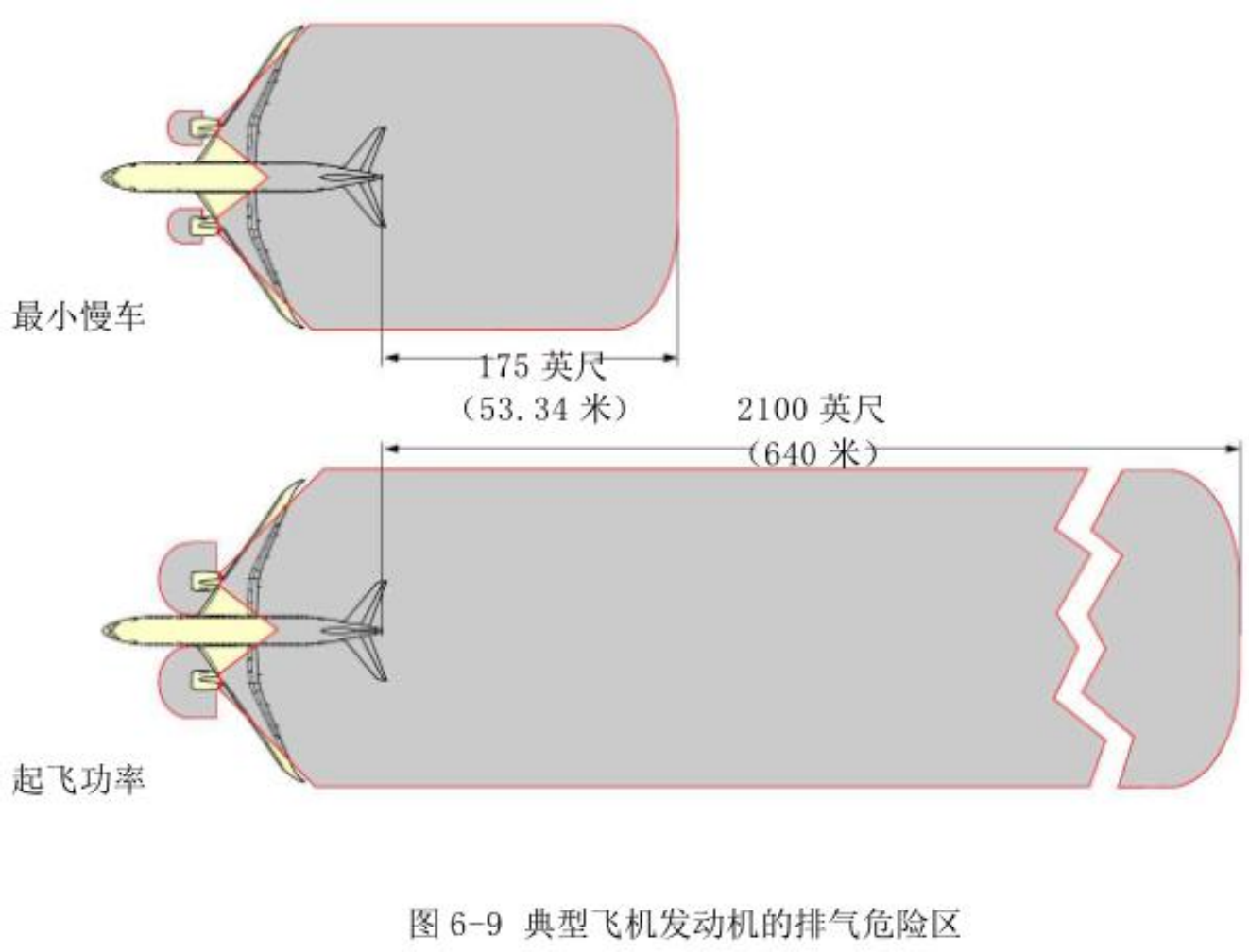


图 6-8 喷管的目视检查

2. . 安全注意事项

按飞机维护手册中，同
进气道的注意事项

功率越大，范围就越大



小结:

A faint, light-colored image of a commercial airplane is visible in the background, centered behind the table.

序号	思考题
1	喷管原理
2	维护



感谢聆听，欢迎指正