



陆士嘉实验室
LU SHI JIA LABORATORY

..... 国家级精品课

空气动力学基础

(Fundamentals of Aerodynamics)



北京航空航天大学陆士嘉实验室



第13讲

高升力装置及其气动特性



1

增升装置
设计原理



2

增升装置
的类型



3

多段翼型
绕流



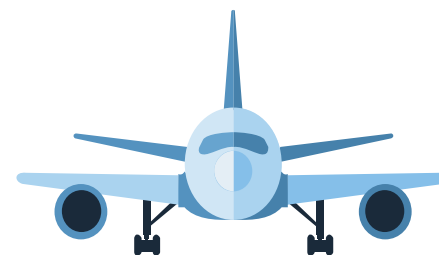
4

增升装置支撑
与驱动机构



增升装置设计原理

为了实现飞机在不同飞行速度和姿态情况下的要求，设计上是在巡航状态下机翼形状的基础上，采用各种活动面措施，以达到增大升力的目的。这些增加升力的装置称为增升装置。





增升装置设计原理



增升装置一般在起飞和着陆时使用，故通常属于低速空气动力学的范畴，设计条件为：

$$H = 0km, \quad Ma = 0.15 - 0.2$$

- ▶ **总体设计要求** 性能、安全、可靠、维修等
- ▶ **气动设计要求** 满足飞机起飞、着陆和机动飞行的要求
- ▶ **结构要求** 构件少、重量轻、连接简单、足够的强度和刚度
- ▶ **操纵要求** 便于维修、可靠、成本低、满足损伤容限要求

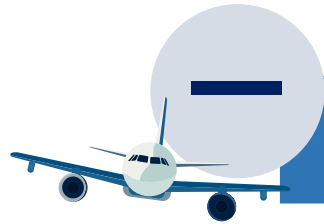


增升装置设计原理



⚙️ 从气动角度而言，在不同飞行状态下，需要考虑的要求：

- ① 飞机在巡航状态的要求：高速度，阻力最小，升阻比高。
- ② 起飞：低速度，升力大、阻力小，较大的升阻比。
- ③ 着陆：低速度，升力大、阻力大，升阻比小。



增升装置设计原理



根据翼型的升力公式，有 $L = \frac{1}{2} \rho V_{\infty}^2 b C_L$

在升力（重量）一定的情况下，速度小的， bC_L 值大，速度大的， bC_L 小，起飞着陆情况下，速度要小于巡航的，因此需要增升装置。



增升装置设计原理



增加升力的方法主要有：

- ① 增大机翼的有效面积（可通过增加机翼的弦长实现，在保持外型不变的情况下，增大机翼的面积）。
- ② 增加机翼的弯度（增加机翼的弯度，相当于增加环量）
- ③ 改善缝道的流动品质（通过缝隙流动，改善翼面上的边界层流动来延迟分离，提高失速迎角和最大升力系数）
- ④ 通过流动控制，达到动力增升的目的。



陆士嘉实验室
LU SHI JIA LABORATORY



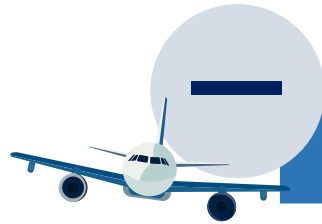
增升装置设计原理



BOEING 747-400ER



陆士嘉实验室
LU SHI JIA LABORATORY



增升装置设计原理





增升装置设计原理



A300



增升装置设计原理



A320



增升装置设计原理



对于大型飞机，增升装置的发展主要经历两个阶段：

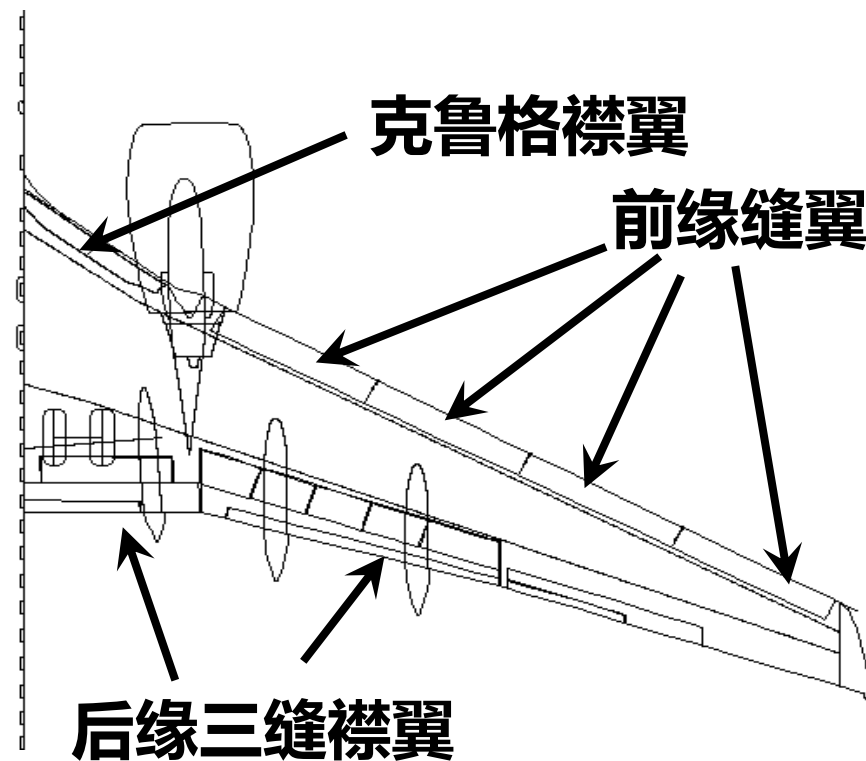
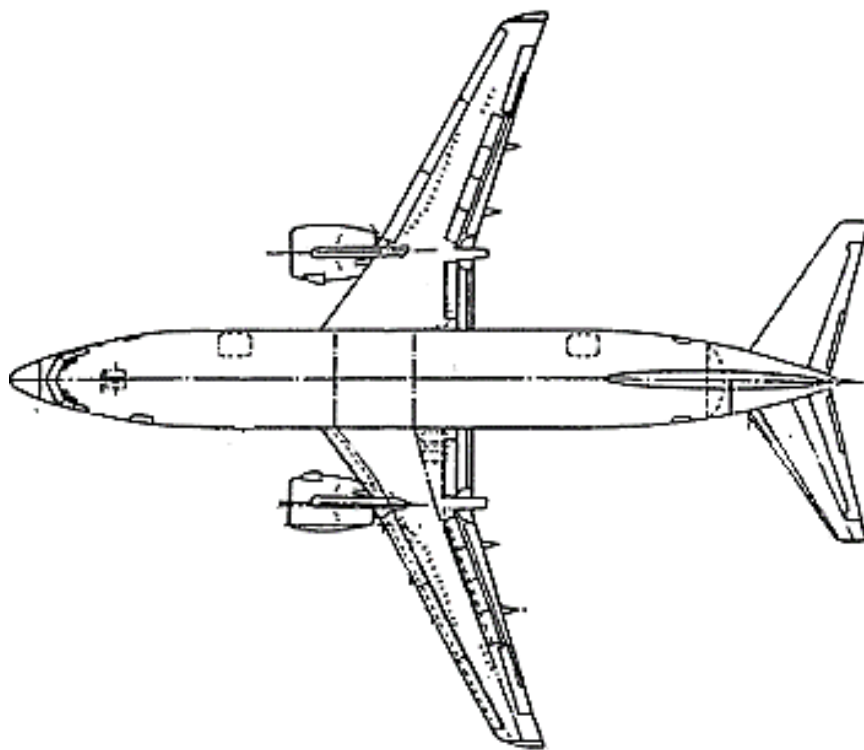


(1) 1960—1970年中期

- 增升装置设计以追求良好的气动性能为目标，致使复杂性不断增大，747飞机复杂程度最大。
- 波音727、737、747采用后缘三缝襟翼



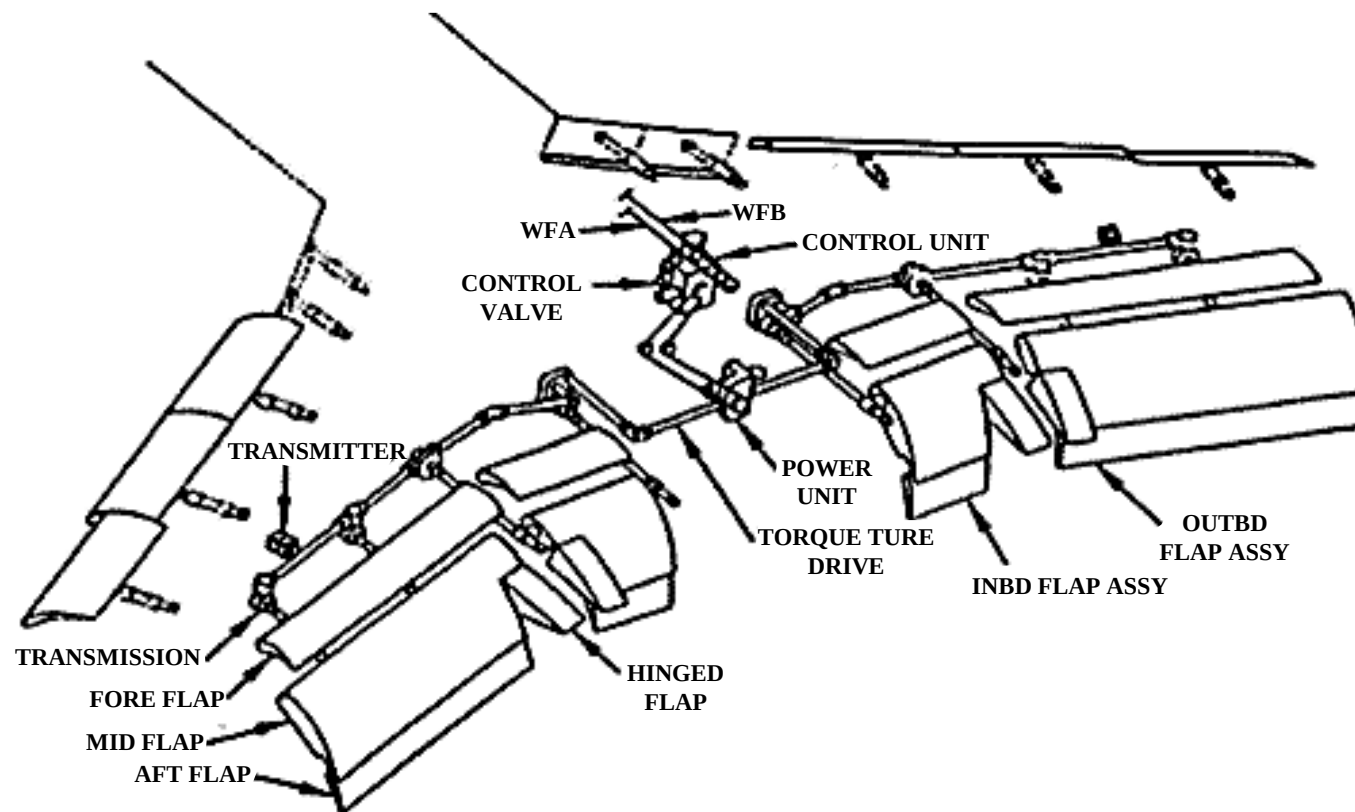
增升装置设计原理



737-300增升装置布置



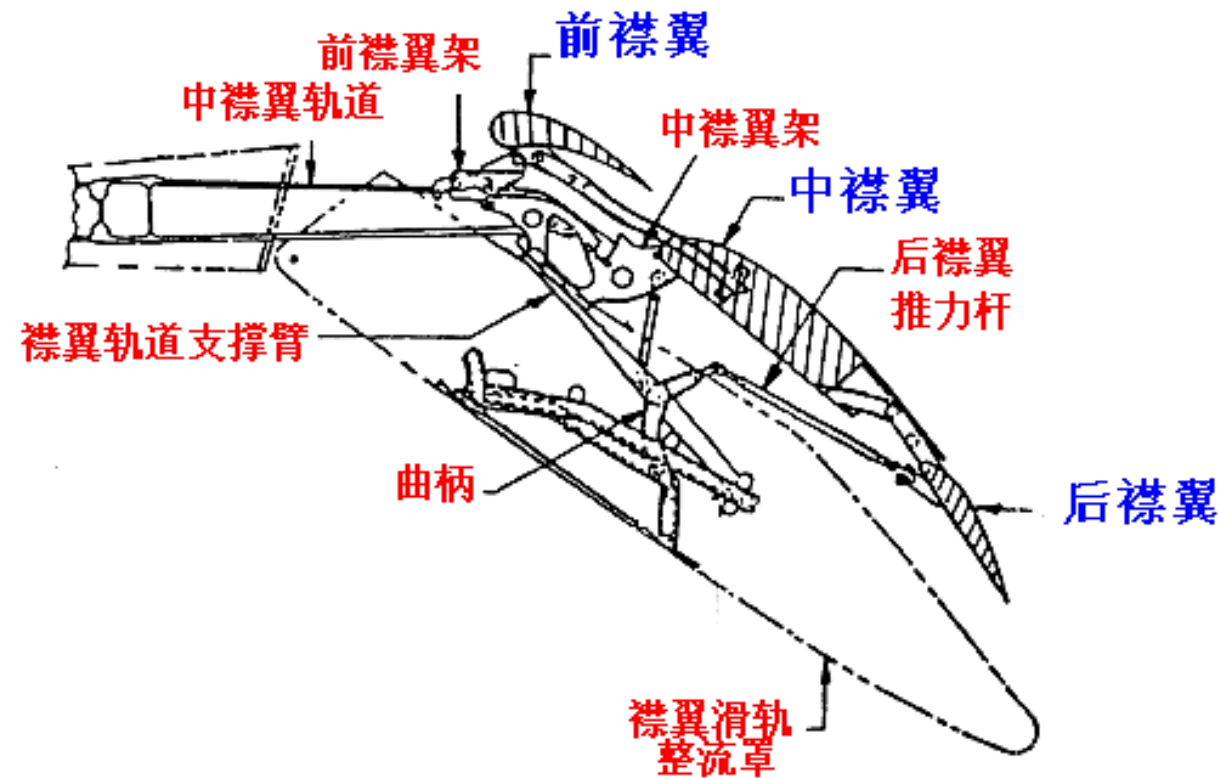
增升装置设计原理



737-300增升装置布置控制机构



增升装置设计原理



737-300的三缝襟翼



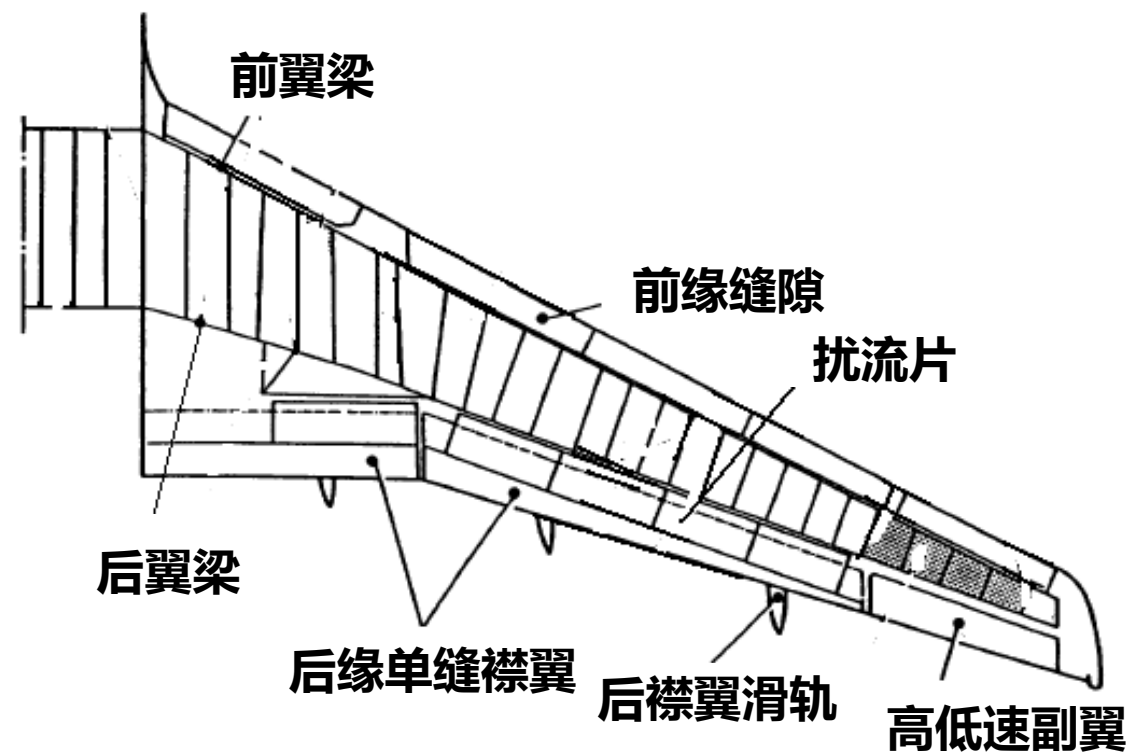
增升装置设计原理

▶ (2) 1970年中期以后

- 为了减小重量、降低制造成本、便于维护等，增升装置设计在满足一定气动性能的条件下，向简单化发展，A320获得成功。
- 空客公司用前缘缝翼和后缘单缝襟翼的组合实现了四款飞机的高升力要求，A320是其成功的典例。



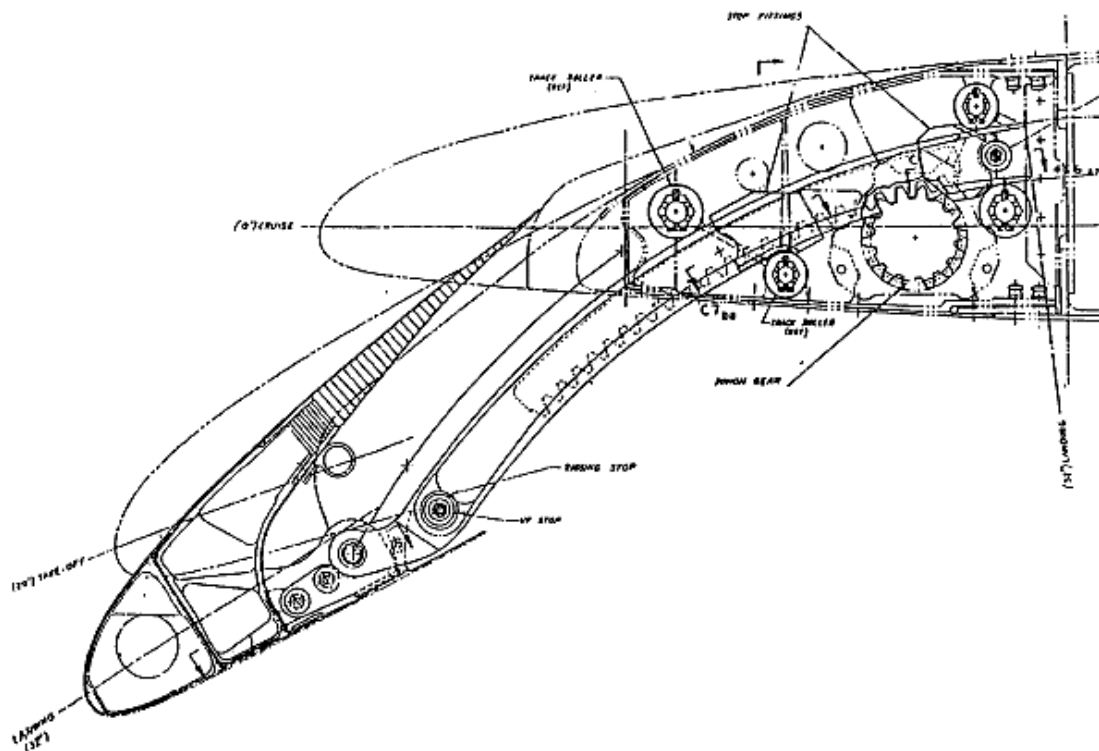
增升装置设计原理



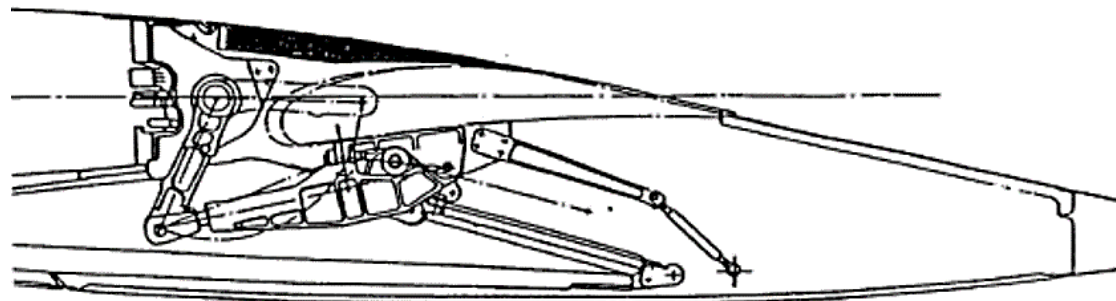
A320增升装置



增升装置设计原理



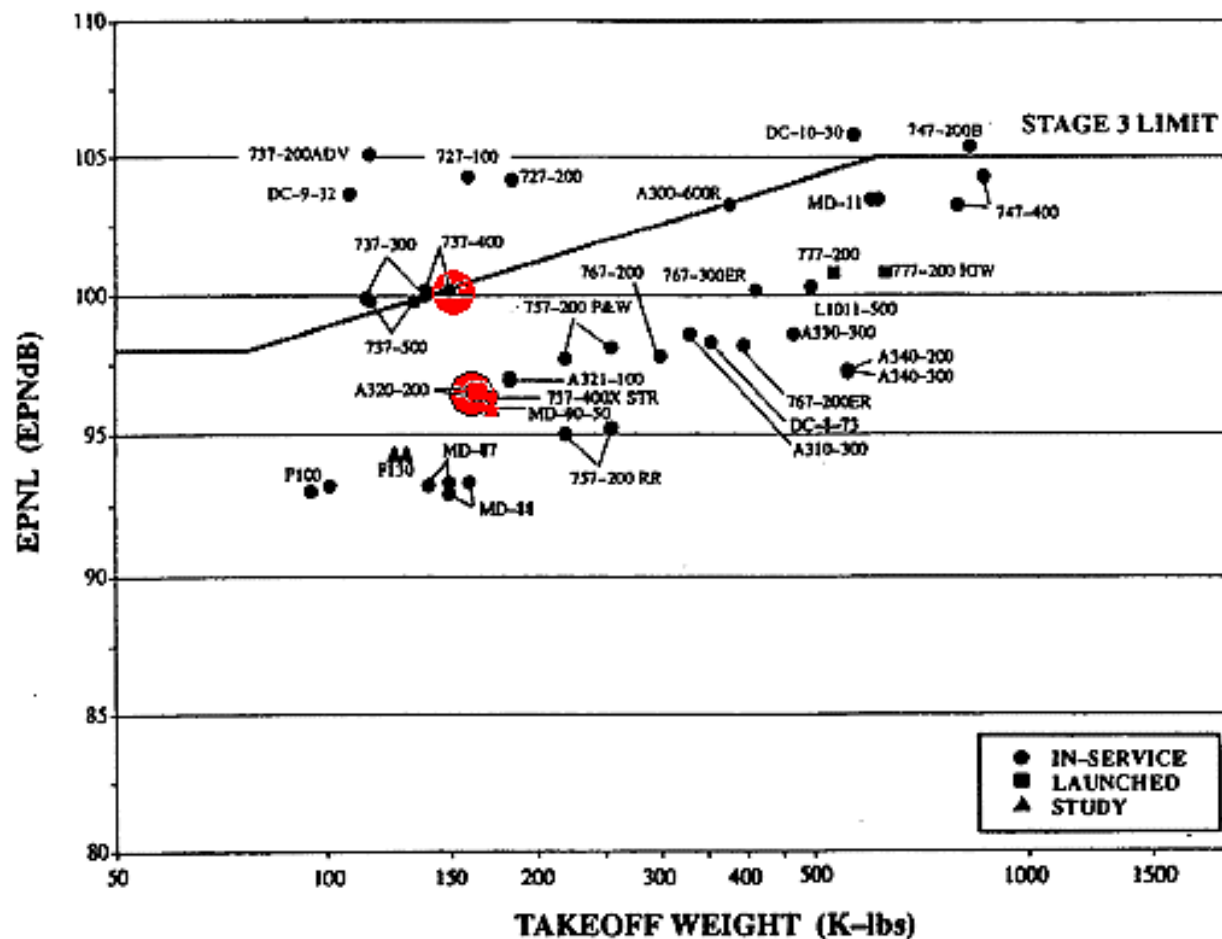
A320前缘缝翼齿条齿轮传动装置



A320后缘单缝襟翼连杆机构



增升装置设计原理





增升装置设计原理



空客公司、波音公司认为：

在满足气动性能的条件下，增升装置发展方向是：

重量
减少

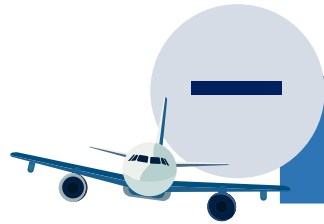
造价
降低

机构
简单

运行
可靠

维护
方便

噪声
下降



增升装置设计原理



增升装置设计如何应对系列化发展？

对于一个新款飞机，一般根据市场需求，在飞机 初始方案论证期就要考虑飞机的系列化发展，除基本型，还要兼顾缩短型、加长型的机型。



增压装置设计原理



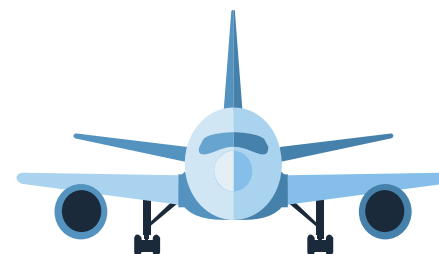
比如：

- ▶ **B737系列：** B737-700, B737-800,
B737-900, B737-600.
- ▶ **A320系列：** A320,A321,A319,A318



增升装置设计原理

对于新款飞机系列化的发展，在增升装置设计中必须预先考虑在基本型设计的基础上，如何应对加长型、缩短型带来的问题。





增升装置设计原理

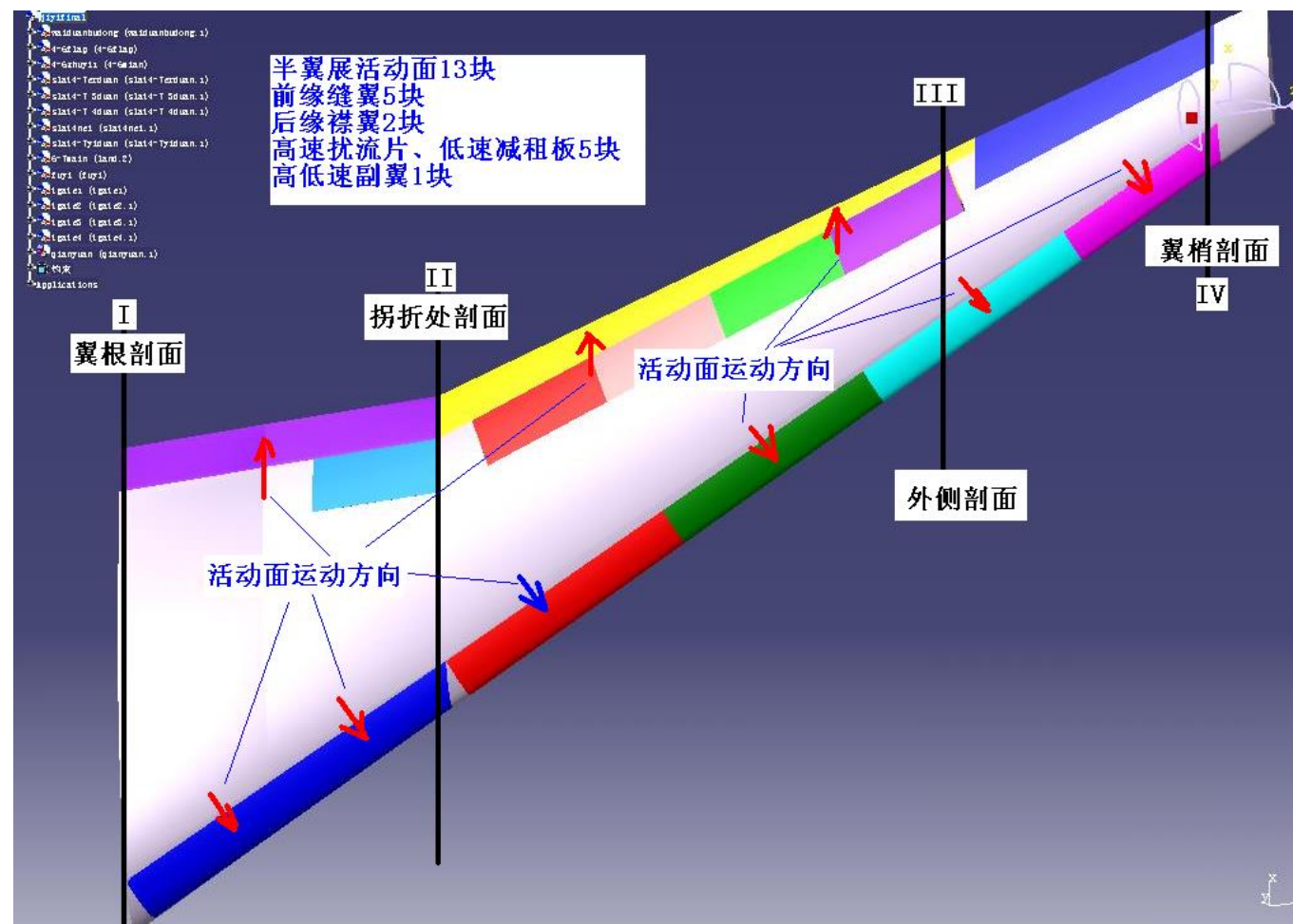
- ▶ **加长型：** 如何应对机身加长和重量增大带来的技术问题；
- ▶ **缩短型：** 如何应对经济问题；

发展趋势

在飞机系列化发展中，增升装置的调整简单、经济、尽量不发生大的变化。

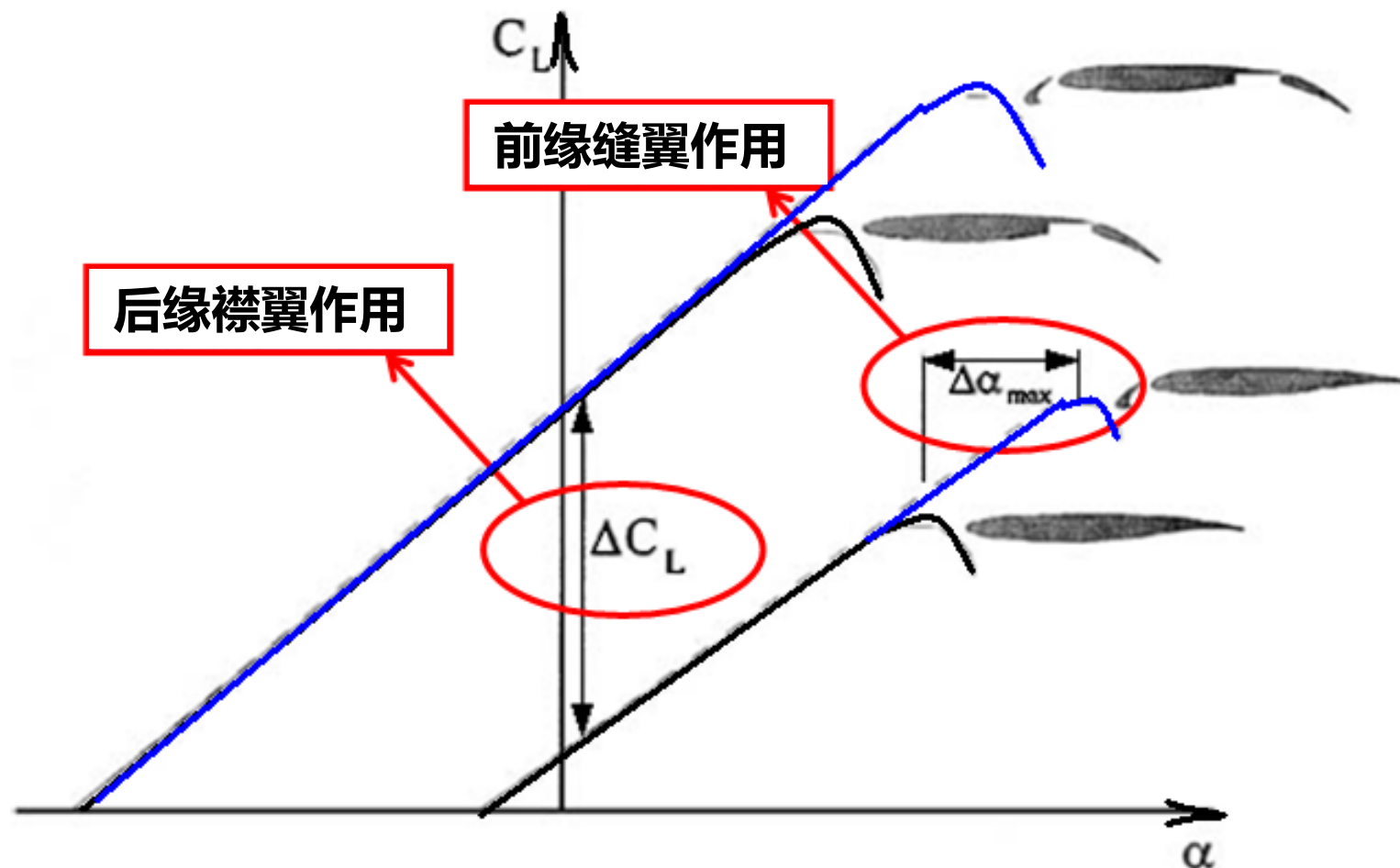


增升装置设计原理





增升装置设计原理





增升装置的类型

根据增升装置的位置不同，分为前缘增升装置和后缘增升装置。

1. 后缘增升装置

▶ (1) 简单襟翼 (Plain Flap)

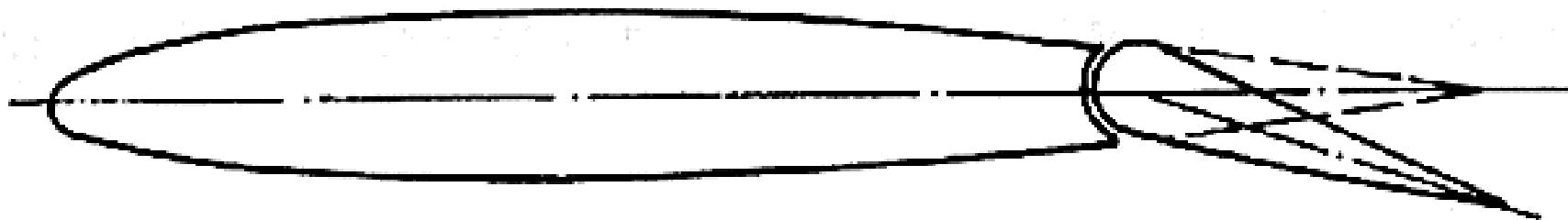
将原翼型的后缘部分作成活动的，然后适当下弯形成襟翼。



增升装置的类型



⚙️ 这种襟翼的特点是：通过襟翼下弯，增加机翼的弯度，提高翼型的零升迎角，从而提高了升力系数。这种襟翼容易发生后缘分离，尾迹不稳定，在中等偏角下出现分离，升力增加不大，阻力增加较大。



简单襟翼



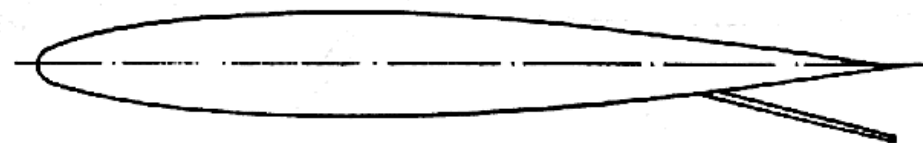
增升装置的类型

▶ (2) 开裂襟翼 (Split Flap)

这种襟翼是在原翼型后缘部分下翼面开列形成活动面。



⚙️ **原理：**襟翼下偏，适当增大了弯度，更重要的是在襟翼和固定翼面之间形成低压区，造成翼型后缘上表面负压增大，从而增大升力，也增大了最大升力系数。



开裂襟翼



⚙️ **特点是，**结构简单，升力增加较大，阻力增加也大。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/935123012312011133>