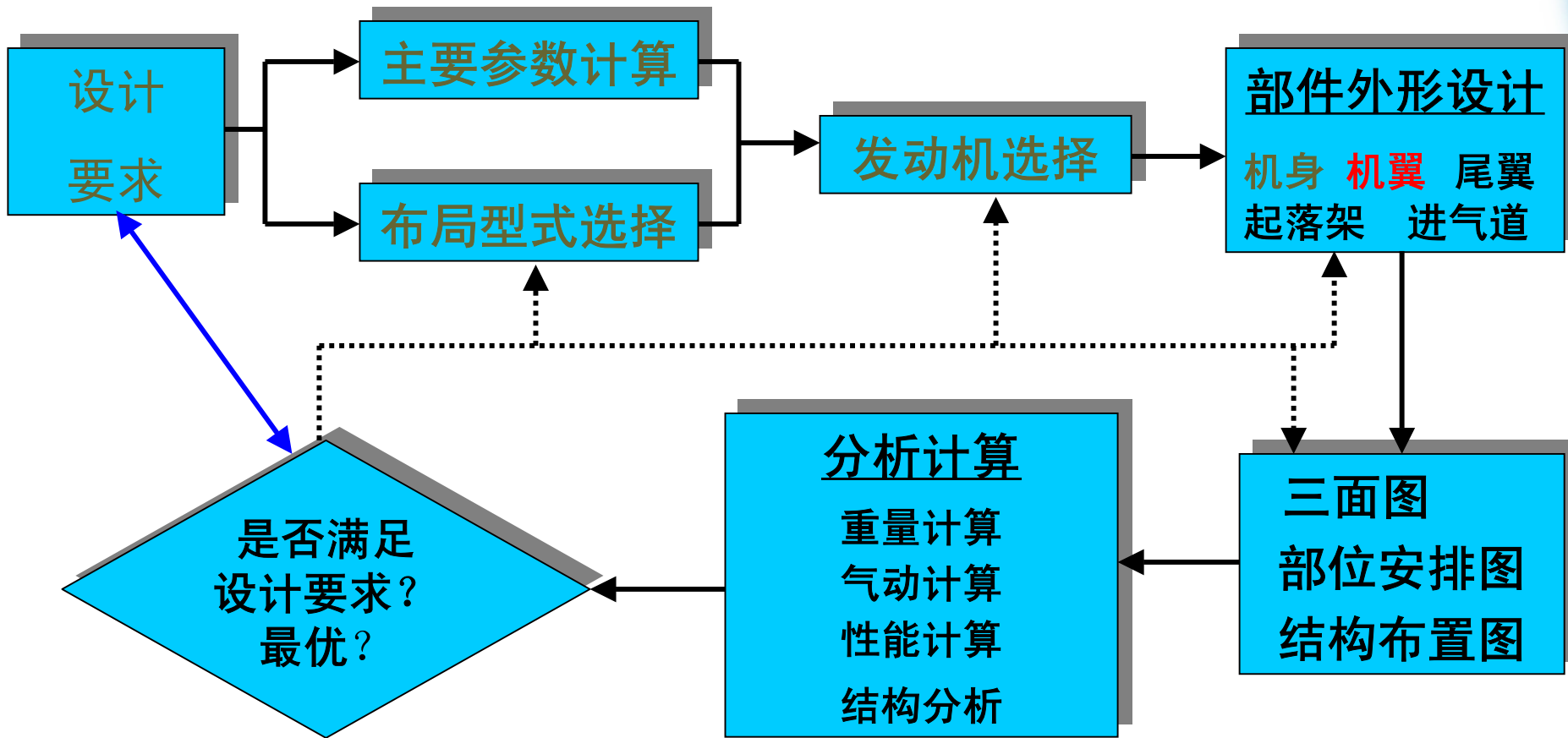


# 增升装置与副翼设计





# 飞机总体设计框架





# 机翼的设计

- 翼型的选择与设计
- 机翼平面形状设计
- 机翼安装角和上反角的确定
- 关于边条翼、翼梢形状和Yehudi Flap
- 增升装置的设计
- 副翼的设计
- 设计举例



# 增升装置的设计

- 为何需要增升装置
- 机翼增升的原理
- 增升装置的类型
- 增升装置的几何参数
- 如何选择增升装置的类型
- 如何确定增升装置的几何参数



## 为何需要增升装置

- 机翼的翼型和平面形状几何参数，通常是按巡航状态要求设计的，翼型的相对弯度等参数是按设计升力系数的要求确定的。
- 其气动特性不能满足起飞着陆状态的要求。
- 为改善飞机的起飞着陆性能，需要增升装置。



# 机翼增升的原理

- 计算升力计算公式:

$$L = \frac{1}{2} \rho v^2 \cdot S \cdot C_L$$

- 增加升力的途径:
  - 提高 $C_L$ :
    - 1) 增加翼型弯度;
    - 2) 控制附面层, 延迟气流分离。
  - 提高 $S$

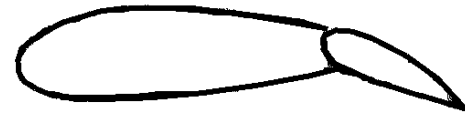


## 增升装置的类型

- 后缘襟翼
- 前缘缝翼和前缘襟翼
- 吹气襟翼

# 各种不同类型后缘襟翼

简单襟翼



开裂襟翼



富勒襟翼



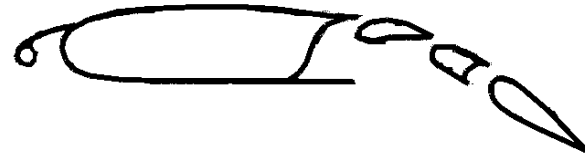
单缝襟翼



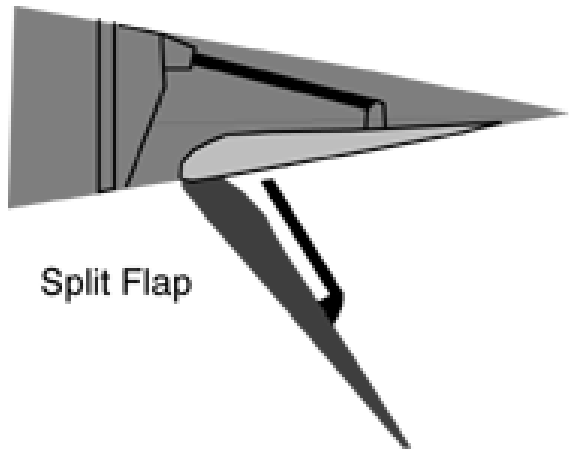
双缝襟翼



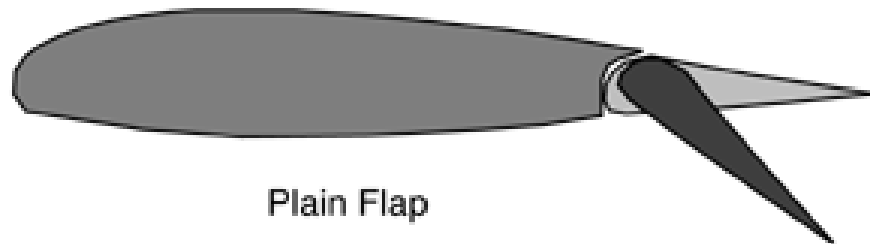
多缝襟翼



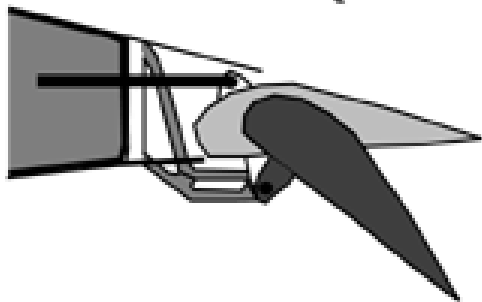




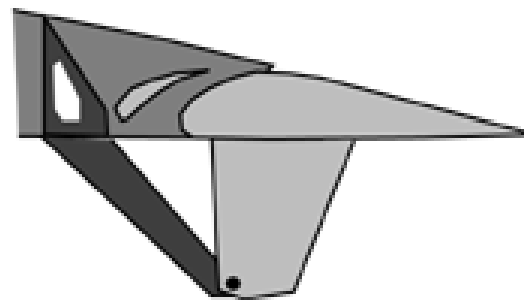
Split Flap



Plain Flap

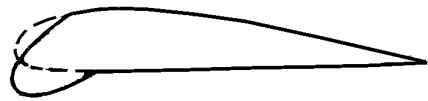


with Fixed Hinge

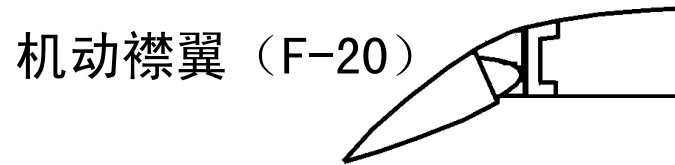


Double-Slotted Flap with Fixed Hinge  
and Fixed Vane (DC-9)

# 各种前缘缝翼和前缘襟翼



前缘襟翼

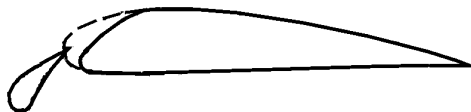
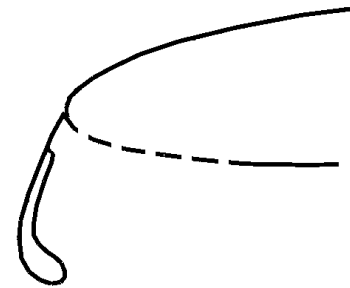


机动襟翼 (F-20)



克鲁格襟翼

克鲁格襟翼  
("狂风")

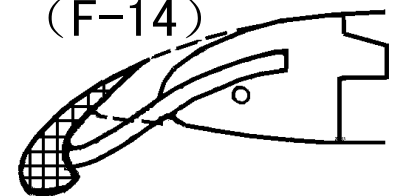


前缘襟翼



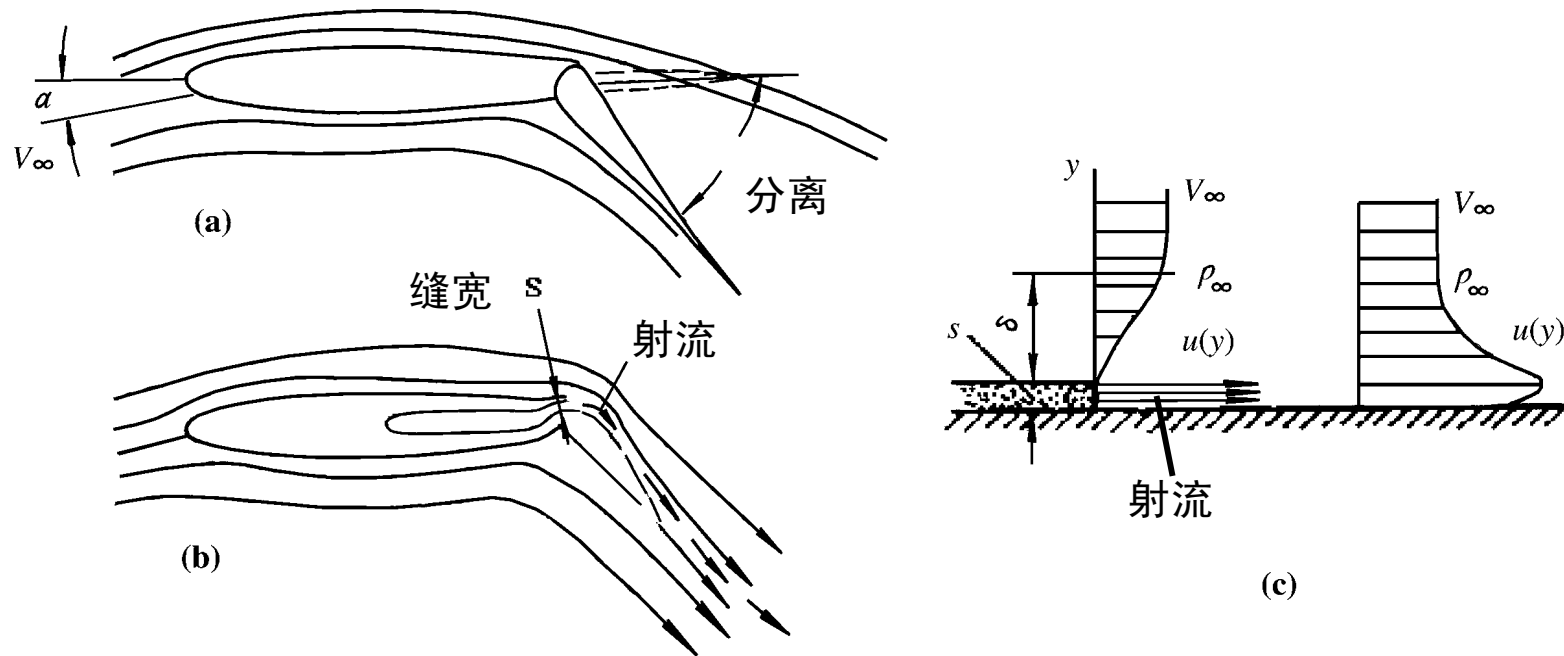
密封前缘襟翼  
(F-86)

带缝前缘襟翼  
(F-14)



## 吹气襟翼

- **流向吹气附面层控制**：使吹气翼面的附面层获得附加动量，避免了气流分离。





- 展向吹气襟翼

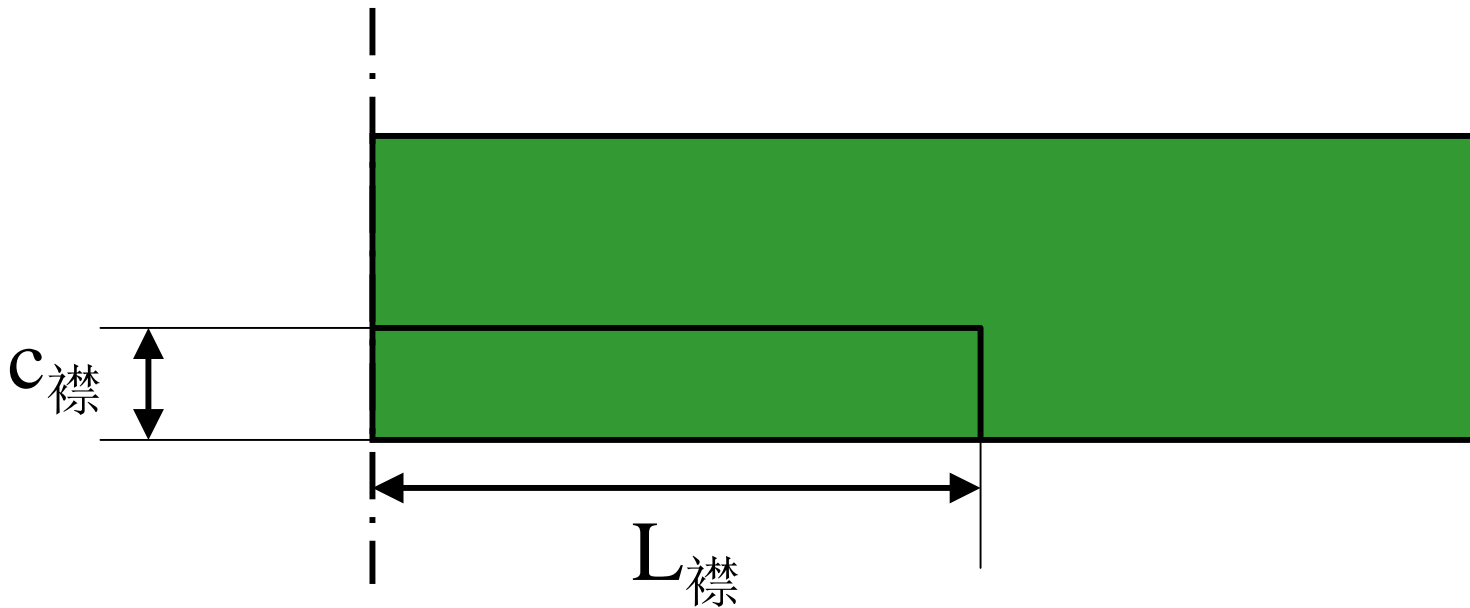
在襟翼根部（机身处），沿着后缘襟翼的前缘方向吹射出一股射流。这股沿襟翼前缘轴向流引起翼面来流在此形成一个类似于大后掠翼前缘卷起的脱体涡流动，从而产生增升效果。

- 喷气襟翼

直接利用从机翼后缘喷射的高速射流层作为“襟翼”，从而增加机翼的环量，提高升力。同时，喷气射流产生的反作用力可增加推力与升力。

## 增升装置的几何参数

- 襟翼相对弦长:  $c_{\text{襟}}/c$
- 襟翼展长:  $L_{\text{襟}}$
- 偏转角:  $\delta_{\text{襟}}$





## 增升效果：直机翼后缘襟翼数据

襟翼型式	相对弦长	偏转角	$\Delta C_{L_{max}}$ 及对应的 $C_{L_{max}}$ 的 $\alpha$
开裂式	~25%	50° ~60°	0.6~0.8 ( $\alpha = 13 \sim 14^\circ$ )
后退式	30%~40%	40° ~50°	1.3~1.4 ( $\alpha = 13^\circ$ )
双缝式	30%~40%	40° ~50°	1.4~1.5 ( $\alpha = 12^\circ$ )
多缝式	35%~45%	50° ~60°	1.6~1.8 ( $\alpha = 12^\circ$ )

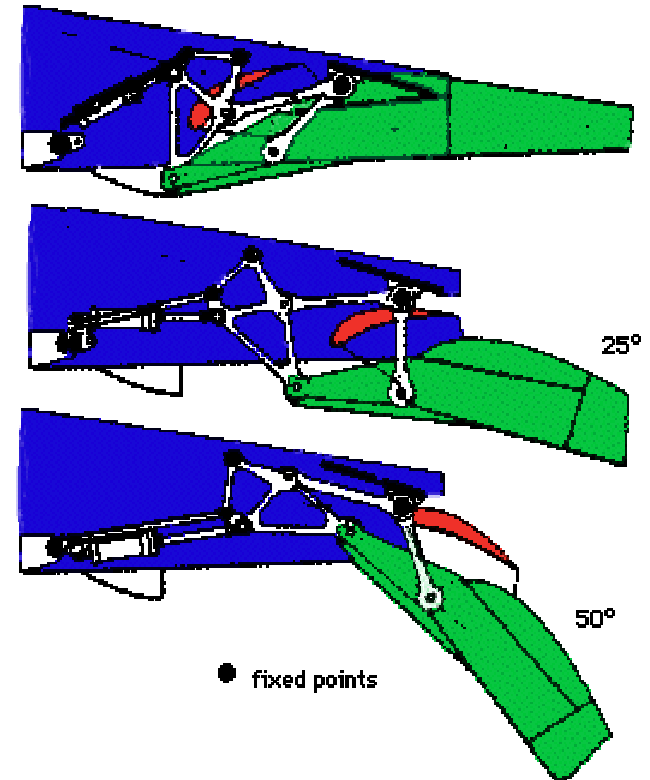
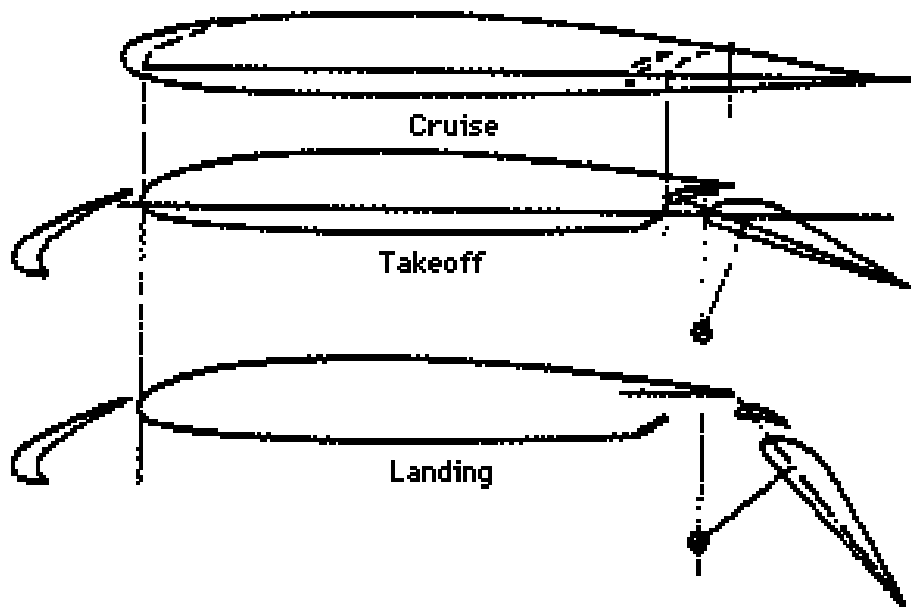


## 机翼平面形状对襟翼增升效果的影响

- 展弦比 $\lambda$ 增大，襟翼增升效果增大；
- 根梢比 $\eta$ 增大，襟翼增升效果增大；
- 后掠角 $\chi$ 增大，襟翼增升效果降低。

## 襟翼的应用

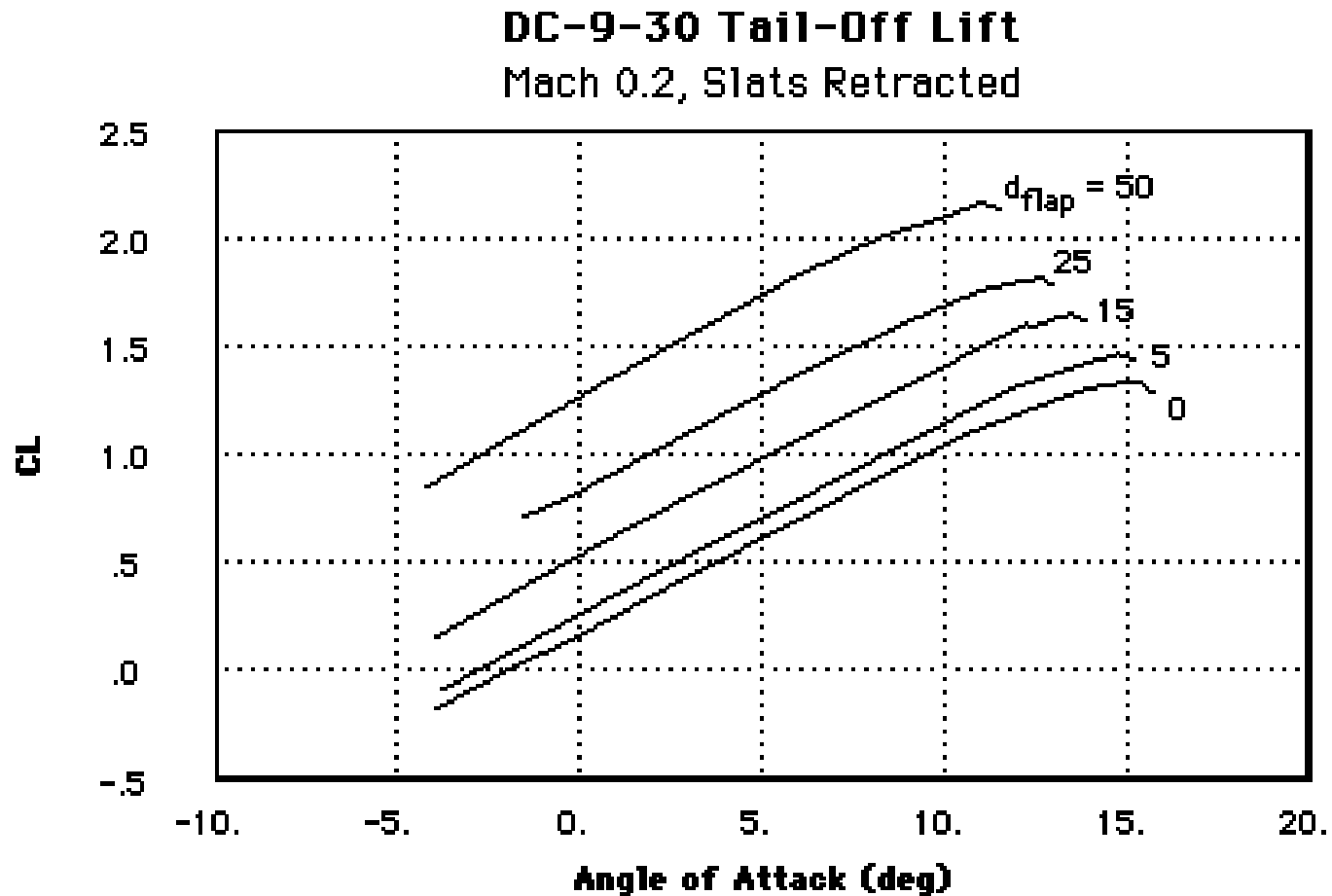
- 巡航、起飞和着陆时襟翼的位置







- DC-9-30 采用襟翼后的增升效果



- 波音737采用的三缝襟翼





## 如何选择增升装置的类型和参数

- 回顾所需的 $C_{Lmax}$ ， $C_{lmax起飞}$ ， $C_{lmax着陆}$
- 计算所需的起飞和着陆升力系数的增量：
$$\Delta C_{lmax起飞} = 1.07 (C_{lmax起飞} - C_{Lmax})$$
$$\Delta C_{lmax着陆} = 1.07 (C_{lmax着陆} - C_{Lmax})$$
- 根据统计数据（表6-4）选择襟翼类型和尺寸
- 考虑机翼平面形状对襟翼增升效果的影响
- 襟翼展长应与副翼展长协调



# 副翼几何参数的设计

- 副翼的功用:

提供足够大的滚转力矩，保证满足对飞机横向操纵性的要求。

- 副翼几何参数

- 副翼面积与机翼面积之比值，即相对面积： $S_{\text{副}}/S$
- 相对弦长： $c_{\text{副}}/c$
- 相对展长： $L_{\text{副}}/L$
- 偏角： $\delta_{\text{副}}$



- 如何确定副翼的参数

- 在概念设计阶段，一般根据统计数据；
- 统计数据：

相对面积  $S_{\text{副}}/S = 0.05 \sim 0.07$

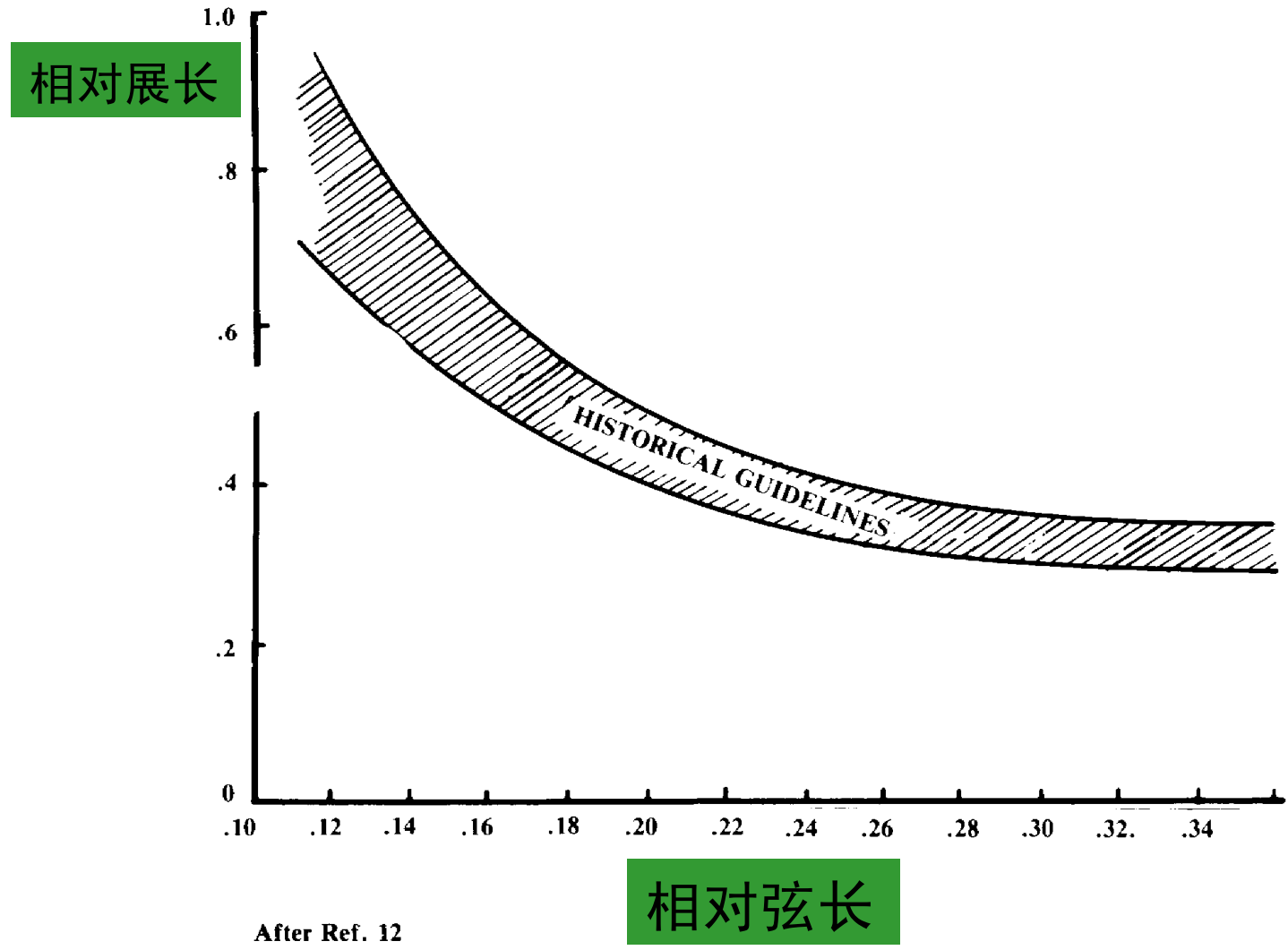
相对弦长  $c_{\text{副}}/c = 0.20 \sim 0.25$

相对展长  $L_{\text{副}}/L = 0.20 \sim 0.40$

偏角  $\delta_{\text{副}} = 25^\circ \sim 30^\circ$



# 统计数据：相对展长与相对弦长



After Ref. 12



## 设计举例

- 六座轻型飞机机翼设计
  - 翼型的选择与设计
  - 机翼平面形状设计
  - 机翼安装角和上反角的确定
  - 增升装置的设计
  - 副翼的设计
  - 画出机翼外形草图