

* 100年公務人員特種考試民航人員、外交領事人員及國際新聞人員、國際經濟商務人員、法務部調查局調查人員、國家安全局國家安全情報人員及社會福利工作人員考試試題

代號：10450

全一頁

考試別：民航人員
等別：三等考試
類科組：航務管理
科目：空氣動力學
考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、一般稱誘導阻力 (induced drag) 為因升力而產生之阻力 (drag due to lift)，請解釋此阻力之成因為何？(10分)

[解]:

飛機翼型剖面由於上下曲面形狀不同，上曲面路徑較下曲面長，由白努利方程式得知其下表面空氣流體速度慢，所以下表面壓力較上表面壓力大。而在實際有限翼展下，翼尖處導致流體從下表面繞過翼尖翻到上表面的情況，機翼後面會拖出尾渦來，一直拖到無窮遠，此會誘導出向下的速度，使每個剖面的有效攻角變小了，會減少升力，即稱此為誘導阻力 (induced drag)。

二、何謂庫塔條件 (Kutta Condition)？試說明其與升力產生的關聯。(10分)

[解]:

由賈可夫斯基翼型帶攻角之數學探討中，我們可得到兩個前後的停滯點位置 (其速度 $V=0$ 之點)，後停滯點在上表面而非後緣處，且後緣處速度為無窮大，但實際上因黏滯性，這種速度梯度無窮大情況不會存在，而上下表面流場會在後緣相會，此為庫塔條件。

靠近尖尾緣速度大，因此壓力小，所以停滯點附近壓力大於大於尖尾緣，壓力梯度驅使流體流動由停滯點朝向尖尾緣，由流體連續性的特性，造成一逆時針之漩渦，稱為啟動渦 (starting vortex)，因此由凱爾文定理，必定會有一方向相反，大小相等之順時針環流產生，因此，即機翼上產生順時針環流之原因，且用來協助解釋庫塔條件之成立。由上述可知會產生一順時針時環流而產生升。

三、機翼上之高升力裝置有那些？請舉出兩例並說明其增加升力是應用了那些機制。(10分)

[解]:

1. 前緣襟翼 (leading edge slat): 翼前緣部分向前推出，利用前緣翼縫使得下表面高壓氣流繞到翼的上表面，以解決尖前緣翼型在前緣容易產生前緣分離，而導致阻力增大問題，可增

加失速攻角獲得較高之升力係數。

2. 襟翼Flap: 飛機起飛時, 展開襟翼可增加翼型彎度來增加升力, 讓飛機在低速時即獲得升力, 以縮短起飛跑道距離。在降落時, 展開襟翼需同時增加升力與阻力, 使得飛機減低速度並獲足夠升力。

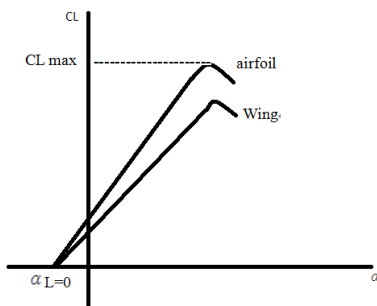
四、何謂壓力中心 (pressure center) 與空氣動力中心 (aerodynamic center) ? (15分)

[解]:

壓力中心為所有升力分佈力作用合力之點, 回隨攻角變化而壓力中心位置有所移動, 攻角增加時壓力向前移, 攻角減少時壓力中心向後移, 而為了設計與計算方便, 空氣動力中心為一不受攻角影響之位置, 當為次音速時, 其為1/4翼表面位置, 超音速時, 為1/2翼表面位置。

五、在同一圖中繪出一對稱二維翼形 (airfoil) 與三維對稱機翼 (wing) 的升力係數曲線, 亦即, 升力係數隨攻角 (Angle of attack) 變化 (C_L vs. α) 之分布圖。請標明零升力攻角所在位置, 並解釋此二曲線之異同。(15分)

[解]:



二維對稱翼型為無限延長之翼型, 由理論計算得知其升力係數相對攻角之斜率為 2π , 而三維為有限翼展之翼型其有限翼展受到翼尖所產生之誘導阻力影響, 在相同攻角下, 其升力係數會較二維翼型小, 升力線斜率小於 2π , 而零升力攻角表示為升力係數為零之攻角, 此時升力為零, 沒有誘導阻力, 所以兩點重合於負攻角位置。(注意:在攻角為零時, 由於翼型形狀, 一樣會有升力產生)。

六、一弦長 (chord) 為 2 m, 翼面積為 16 m^2 之 NACA 0009 機翼於海平面高度 ($\rho = 1.23 \text{ kg/m}^3$) 之速度為 50 m/s。若不考慮翼尖之三維效應, 在總升力為 6760 N (牛頓) 使用薄翼理論下 ($C_l = 2\pi\alpha$), 其攻角應該是幾度 (degree) ? (20分)

[解]:

此題為升力係數 $C_L = L / 0.5(\rho V^2)A$, 再由薄翼理論升力係數 $C_l = 2\pi\alpha$

$$\text{所以 } L / 0.5(\rho V^2)A = 2\pi\alpha$$

$$6760 / 0.5 (1.23 \times 2500) \times 16 = 2\pi\alpha$$

$$\text{則 } \alpha = 0.0438 \text{ rad} = 2.5 \text{ degree}$$

七、一不可壓縮流場之速度為 $u = x^2 + y^2$, $v = -2xy + 3x$ 。請問是否存在流線函數 ϕ (stream function) 與速度勢 ψ (velocity potential)？若存在，請問為何？(20分)

[解]:

1. 二維的不可壓縮流 $\nabla \cdot V = 0$ ，則流線函數(stream function)存在。

所以 $\nabla \cdot V = 2x - 2x = 0$ ，即流線函數存在

設 $u = d\phi/dy \Rightarrow \phi = yx^2 + (1/3)y^3 + f(x)$

$V = -d\phi/dx \Rightarrow \phi = yx^2 - (3/2)x^2 + g(y)$

所以 $\phi = yx^2 + (1/3)y^3 - (3/2)x^2 + C$

2. 若無旋流場 $\nabla \times V = 0$ ，則速度位勢函數(velocity potential function) 存在

而 $\nabla \times V = -2y + 3 - 2y = -4y + 3 \neq 0$ ，因此不為無旋流場，所以速度位勢函數不存在