

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：10160
10360

全一頁

考試別：民航人員
等別：三等考試
類科組：飛航管制、航空通信
科目：飛行原理
考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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)何謂負載因素 (Load Factor) ? (5分)

(二)當飛機以定速 (V_{∞}) 作水平巡航 (Level cruise) 時，此時的負載因素為何？(7分)

(三)接(二)，若此飛機以相同速度 (V_{∞}) 作半徑為 R 的爬升飛行 (Pull-up flight) 時，此時的負載因素為何？(8分)

二、(一)何謂飛機的失速 (Stall) ? (6分)

(二)何謂飛機的失速速度 (Stall speed) ? (6分)

(三)飛機飛行時，如何避免失速的發生？(8分)

三、(一)飛機起飛與降落 (Take-off and landing) 時，安全的速度控制很重要，請問此安全速度會由什麼條件所決定 (或控制) ? 為什麼？(10分)

(二)接(一)，降低飛機的起飛與降落速度以保持飛行安全及舒適相當重要，試從飛行原理，說明如何降低飛機的起飛與降落時的的速度？(10分)

四、(一)一般的固定翼 (Fixed wing) 飛機都設計成縱向面對稱 (Longitudinal plane of symmetry)，請討論要達成此種對稱的條件有那些？(8分)

(二)接(一)，但雖然如此，往往固定翼飛機在飛行時可能會發生氣動力非對稱 (Aerodynamic asymmetry)，或者是慣性非對稱 (Inertial asymmetry) 的情形，請詳細討論其原因？(12分)

五、(一)何謂飛機的配平 (Trim) ? (8分)

(二)若飛機作穩定飛行時，它的配平條件 (Trim condition) 為何？(8分)

(三)接(二)，如果飛機飛行時未滿足配平條件，則該飛機的飛行行為 (Flight behavior) 為何？(4分)

一、
(一)負載因數意義為是飛行時的作用於飛機的全部負荷和飛機總重量之比值，定義可以公式表示如下：

$$n = \frac{L}{W} = \frac{1}{\cos \theta}$$

，其中 L 為升力(升力、重力、向心力可視為三力平衡)， W 為飛機重量， θ 為飛機之傾斜角。

(二)飛機水平巡航時， $L=W$ 且 $\theta=0^\circ$ ，故 $n=1$ 。

(三)已知爬升飛行(pull-up flight)瞬間，向心力大小 $F_r=L-W=W(n-1)$

$$\text{且知 } F_r = m \frac{V_\infty^2}{R} = \frac{W}{g} \frac{V_\infty^2}{R}$$

$$\text{由上兩式可得 } n = \frac{V_\infty^2}{gR} + 1$$

◎**老師講解**：前兩題乃為基本計算題(請見上課講義)，第(三)題稍有變形，考生無法死背求出，但只要知道基本向心力公式與爬升飛行各力關係仍能快速推導出來。

二、
(一)失速：只要機翼產生的升力足夠提供飛機的總載荷，飛機就可以持續飛行。當升力完全失去時(機翼上氣流產生分離：Separated flow)，此時稱為失速。

註：失速的主要因為在較大攻角下，上翼面的邊界層分離而導致的上下翼面壓差大幅降低。

(二)已知升力 $L = q_\infty S C_L = \frac{1}{2} \rho_\infty V_\infty^2 S C_L$ ，

$$\text{則飛行速度 } V_\infty = \sqrt{\frac{2L}{\rho_\infty S C_L}}$$

故水平穩態下， $L=W$ ，且當 $C_L=C_{L,\max}$

$$\text{失速速度 } V_{\text{stall}} = \sqrt{\frac{2W}{\rho_\infty S C_{L,\max}}}$$

(三)飛行時欲避免飛機失速，即盡量減少失速速度[公式可見(二)]。

註：飛機速度大於失速速度，則飛機不會失速，故失速速度越小，飛機飛行時越不會失速。

- 1.降低飛機重量(W)。
- 2.增加飛行周遭空氣密度(ρ_∞)。
- 3.增加飛機機翼截面積(S)。
- 4.增加升力係數 C_L ：一般而言，機翼之升力係數為固定，因此常利用襟翼(Flap)裝置來增大飛機之升力係數。

◎**老師講解**：此題非常基本且常考，考生在確實了解失速相關意義外，一定要學習如何能有條理且完整的回答問題。

三、

(一)

1.起飛速度(the lift-off velocity)

$$V_{LO} = 1.2 V_{\text{stall}} = 1.2 \sqrt{\frac{2W}{\rho_\infty S C_{L,\max}}}$$

與失速速度成正比(即與飛機重量、周遭空氣密度、機翼截面積、最大升力係數有關)。原因在於避免飛機起飛時發生失速。

2.著陸速度(the touchdown velocity, V_T)

$$V_T = 1.3V_{\text{stall}} = 1.3 \sqrt{\frac{2W}{\rho_{\infty} S C_{L,\text{max}}}}$$

與失速速度成正比(即與飛機重量、周遭空氣密度、機翼截面積、最大升力係數有關)。原因在於避免飛機降落時發生失速，且著陸速度應較起飛速度大(襟翼應展開)。

(二)可由(一)知，須降低起飛速度與著陸速度之條件

- 1.降低飛機重量(W)。
- 2.增加飛行周遭空氣密度(ρ_{∞})。
- 3.增加飛機機翼截面積(S)。
- 4.增加升力係數 C_L ：一般而言，機翼之升力係數為固定，因此常利用襟翼(Flap)裝置來增大飛機之升力係數。

◎**老師講解**：此題一般考生若沒有公式的概念，回答題目時常常會難以系統化，其實起飛速度與著陸速度竟然跟失速速度有關(成正比)，若考生有研讀上課筆記，此題定然可輕鬆作答。

四、

(一)飛機若設計為縱向面對稱，表示側向面之垂直力矩(滾動力矩)與垂直向面之垂直力矩(偏航力矩)均可視為零。此時討論飛機之穩定性與控制性時，僅需考慮飛機之與縱向面之垂直力矩(俯仰力矩)，與受力狀況(推力、重力、升力、阻力等)。

(二)

- 1.氣動力非對稱：雖然飛機設計為縱向面對稱，但升力與阻力(作用點在空氣動力中心)仍造成滾動力矩或偏航力矩不為零之情況。
- 2.慣性非對稱：雖然飛機設計為縱向面對稱，但飛機負載(即重力，作用於重心)仍然造成滾動力矩或偏航力矩不為零之情況。

◎**老師講解**：此題一般考生較不易直接作答，因為牽涉到飛機之三軸座標系統，考生須徹底了解飛機座標系統，並了解重心與空氣動力重心之位置才能完整敘述。本題利用公式表示稍嫌複雜，因此考生可由定性寫出即可。

五、

(一)配平(trim)：表示飛機之穩定平衡(主要指縱向穩定)，當重心之俯仰力矩 $M_{cg} = 0$ ，稱為已配平(trimmed)。

(二)穩定平衡

1.靜態穩定平衡條件

(1) $C_{M,0} > 0$ ，其中 $C_{M,0}$ 為 $C_{M,cg}$ 之升力為零時之俯仰力矩係數。

(2) $\frac{\partial C_{M,cg}}{\partial \alpha_a} < 0$ ，其中 $C_{M,cg}$ 為重心之俯仰力矩係數， α_a 為絕對攻角。

2.動態穩定平衡條件

飛機受到擾動時，隨時間變化，最後能回到平衡狀態。

(三)

1.靜態穩定不平衡：則飛機一受擾動，則擾動會越變越大，將造成飛機無法控制、甚至失速之立即危險。

2.動態穩定不平衡：則飛機受擾動，則擾動隨時間永遠無法到達平衡，有可能擾動越來越來，或是產生無法消除之振動。

◎**老師講解**：此題所謂的穩定平衡與配平觀念是飛行原理此考科非常重要的想法，考生一定要徹底了解靜態穩定平衡與動態穩定平衡之條件。