

106 年公務人員特種考試外交領事人員及外交行政人員、民航人員、稅務人員及原住民族考試試題

考試別：民航人員特考

等 別：三等考試

類科組：飛航管制

科 目：飛行原理

一、有關飛機機翼升力的產生：

(一)說明為何空氣流經機翼上翼面的速度較快，流經下翼面的速度較慢？(10 分)

(二)列出影響飛機機翼升力的 5 個因素。(10 分)

【擬答】

(一)根據白努利定律，機翼的翼面形狀上翼面的長度較下翼面長，當氣流通過翼面時，會分成兩道氣流，一道從上翼面流過，另一道自下翼面流過，最後會同時到機翼末端會合。由於氣流在同一時間走完不同的長度，因此上翼面路徑長，所以氣流流動速度比較快，下翼面路徑短，所以氣流流動速度比較慢。

翼剖面



(二)

1. 機翼攻角：

相對氣流方向與翼弦所夾的角度叫攻角。在飛行速度等其它條件相同的情況下，得到最大升力的攻角，叫做臨界攻角。在小於臨界攻角範圍內增大攻角，升力增大；超過臨界攻角後，再增大攻角，升力反而減小。

2. 飛行速度：

飛行速度越大升力越大。升力與飛行速度的平方成正比例。

3. 空氣密度：

空氣密度大，升力也大，升力與空氣密度成正比例。

4. 機翼面積：

機翼面積大，升力大。升力與機翼面積的大小成正比例。

5. 機翼切面形狀：

機翼切面形狀的相對厚度、最大厚度位置、機翼平面形狀對升力大小都有影響。

二、長程商業客機巡航飛行高度，約在 30000 英尺至 40000 英尺，敘述 3 個原因。(20 分)

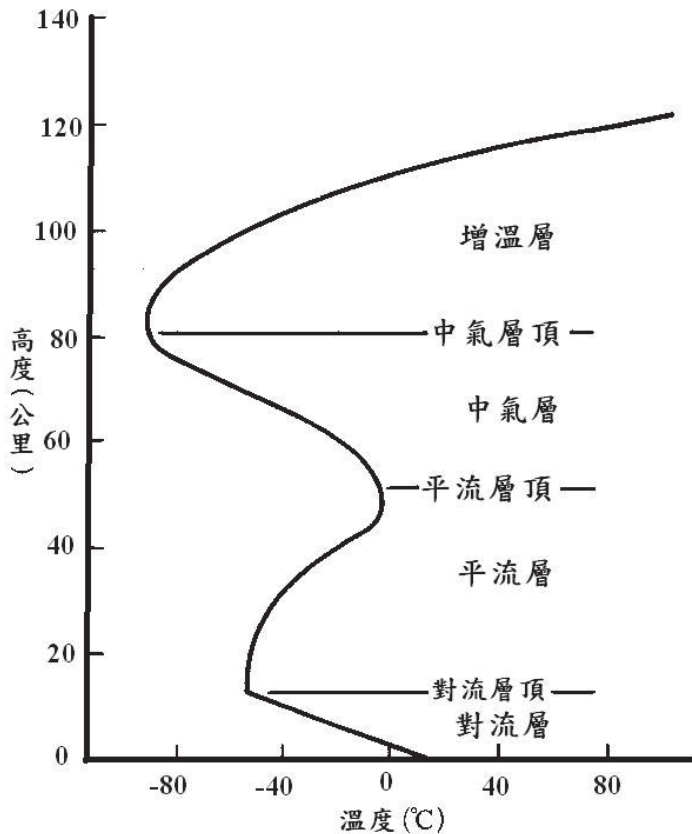
【擬答】

長程商業客機通常使用渦輪噴射發動機，理想的巡航高度是 36000 英尺（約 1 萬 1 千公尺），36,000 英尺以上的高空是同溫層，也稱平流層，溫度不變且氣流穩定。飛機飛行於同溫層中比較平穩，目前大型客機大多飛行於此層，以增加飛行的穩定度。原因有：

(一)能見度高：地球大氣的平流層水氣、懸浮固體顆粒、雜質等極少，天氣比較晴朗，光線比較好，能見度很高，便於高空飛行。

(二)受力穩定：平流層的大氣上暖下涼，大氣不對流，以平流運動為主，飛機在其中受力比較穩定，便於飛行員操縱駕駛，並可節省燃油消耗。

(二)安全係數高：飛鳥飛行的高度一般達不到平流層，飛機在平流層中飛行就比較安全。



三、在探討飛機穩定與控制(stability and control)時：

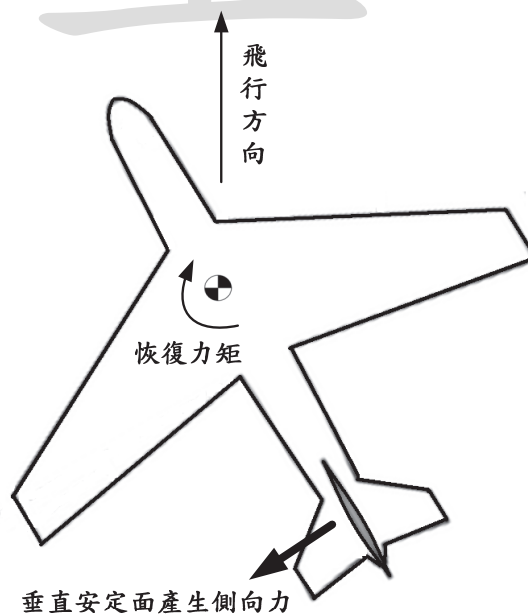
(一)何謂方向靜態穩定(directional static stability)? (4 分)

(二)何謂垂直尾翼體積比(vertical tail volume ratio)? (5 分)

(三)以飛機受到陣風影響，造成飛機機翼攻角變化為例，說明飛機達到縱向平衡及靜態穩定(longitudinal balance and static stability)的準則。(16 分)

【擬答】

(一)當飛機有偏轉角度時，相對風掃過垂直尾翼，可將偏轉矯正回來。



公職王歷屆試題 (106 民航人員特考)

(二)垂直尾翼體積比為垂直尾面積乘以垂直尾翼到重心的距離除以機翼面積除以翼展長。

(三)當飛機受到陣風影響，造成飛機機翼攻角變化時，如機頭往上仰，水平尾翼向下升力變小，機翼升力變大，產生一逆時針力矩使得機頭逆時針旋轉回復水平狀態，而當機頭往下俯，水平尾翼向下升力變大，機翼升力變小，產生一順時針力矩使得機頭順時針旋轉回復水平狀態。。



四、(一)一架飛機在 60000 英尺高空(大氣溫度-56.5°C)以 2 馬赫數(Mach number)飛行，此時飛行速度為多少？(5 分)

(二)什麼是渦輪引擎(turbo engine)及噴射推進(jet propulsion)？(10 分)

【擬答】

(一) 60000 英尺高空（大氣溫度-56.5°C）時的聲音速度為

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{\gamma \times R \times T} \\ &= \sqrt{1.4 \times 287 \times (273.15 - 56.5)} \\ &= 295.04 \text{ m/s} \end{aligned}$$

所以飛行速度為

$$295.04 \times 2 = 590.08 \text{ m/s}$$

(二)渦輪發動機利用熱力循環中的布萊登循環所發展的，經過壓縮機的等熵壓縮、燃燒室的等壓加熱、然後是渦輪機的等熵膨脹、最後是等壓排熱，依據動力輸出的方式可分為下列數種型式：渦輪噴射（turbojet）、渦輪風扇（turbofan）、渦輪軸（turboshaft）、以及渦輪螺槳（turboprop）。

1. 渦輪噴射引擎：是最典型的噴射引擎，原理是引擎前端將空氣吸入後，由壓縮機加壓，再至燃燒室燃燒，膨脹後的高壓高溫氣體由後方排出，因動量守恆原理而得到向前的推力。高壓高溫氣體同時也推動渦輪，渦輪再把動力傳給壓縮機。
2. 渦輪風扇引擎：跟渦輪噴射發動機很類似，但有旁通氣流，發動機風扇吸入的空氣有部分沒經過燃燒室就直接加壓後排出，就是旁通氣流，優點是比較經濟，缺點是飛機最大速度會稍慢，商用噴射機旁通比都很大，所以發動機看起來都很胖。
3. 渦輪軸引擎：現代直昇機都是採用渦輪軸發動機。
4. 渦輪螺槳引擎：以螺旋槳方式輸出動力。

噴射推進為運用牛頓第三運動定律：作用力與反作用力的原則產生推力，一般為空氣經壓縮機增壓後進入燃燒室與燃料混合燃燒，受熱膨脹之燃氣推動渦輪機提供壓縮機動力，最後經排氣噴嘴噴出產生推力。

五、回答下列問題：

(一)何謂壓力高度(pressure altitude)? (6 分)

(二)何謂線傳飛控(fly-by-wire)? (6 分)

(三)何謂音爆雲(sonic boom cloud)? (8 分)

【擬答】

- (一)指高度計撥正為後所限制的指示高度。基礎撥正值為 1013.25 百帕、或 1013.25 毫巴、或 29.92 英寸汞柱，該撥正值與在平均海平面的國際標準大氣氣壓值相等。壓力高度主要用於飛行器的性能計算和在高空航路（轉換高度之上）飛行的飛行器使用。
- (二)線傳飛控是一種取代傳統的液壓-機械式操作，將飛行員的操作轉化為電訊號，通過電纜傳輸到各個驅動件，來控制飛機各個系統及部件運作的傳動系統。線傳操作系統往往與自動駕駛系統配合，在不需要飛行員人為操作的情況下，做出改變發動機推力，調整飛機的飛行狀態等操作，或在失速、近地等緊急情況下，自主做出安全判斷。
- (三)是一種飛行器飛行時的自然現象。當飛行器的速度達到音速上下（1193 公里/小時）時，就會壓縮周圍的空氣，從而使空氣中的水汽凝結成雲。