

105年專門職業及技術人員高等考試建築師、
技師、第二次食品技師考試暨普通
考試不動產經紀人、記帳士考試試題

全一張
(正面)

等 別：高等考試

類 科：航空工程技師

科 目：飛行力學（包括自動控制與飛機性能）

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、飛機的運動都是透過飛行前後位置的改變、升降、側移、俯仰（pitching）、側滾（rolling）、橫搖（yawing）等六個自由度來予以分析。這六個自由度的運動又可以合成兩組運動來分開討論，其中的一組稱為縱向運動，另外的一組則稱為橫向運動。請問：

(一)縱向運動跟橫向運動分別包含上述六個自由度裡的那些自由度？（7 分）

(二)為何這六個自由度不能個別地分析而必須合成兩組運動來討論？（7 分）

二、一架飛機的飛行，大部分的時間都是處於在平衡狀態下作靜態運動，譬如在設定的高度之下作等速的水平靜態飛行，或是在高度不變的情形之下作等速的靜態轉彎。

(一)假設此飛機是以每秒 100 公尺的速度作水平直線的靜態飛行，並且空氣密度為每立方公尺 1.25 公斤、機翼的負荷為每平方公尺 3000 牛頓，還有機翼的升力係數對攻角的微分為 6，請問這架飛機的攻角 α 、側滑角 β 、橫搖速率（yawing rate） γ 、側滾角（roll angle） ϕ 分別為多少？（10 分）

(二)如果此飛機在相同的速度下作水平而且協調（coordinated）的靜態轉彎，並且其向心力保持為飛機重量的十分之一，則上述的 α 、 β 、 γ 、 ϕ 分別為多少？（10 分）

附註：為了簡化計算，令重力加速度為 $g = 10 \text{ m/sec}^2$ （m 為公尺）。

三、飛機也常常必需從一個靜態運動轉換到另一個靜態運動，這些轉換的過程又稱為動態飛行過程，因為它會牽涉到速度跟角速度的改變，此等速度跟角速度的變化，都是透過動態的特徵根來描述。

(一)假使速度變化的特徵根為 $-0.1 \pm 0.4i$ ，在這個特徵根之下速度的變化會不會出現明顯的振盪？這個速度變化又大約會持續多久？這樣的特徵根需不需要動用回饋控制來調整？如果需要，要調整為怎樣的值？（12 分）

(二)另外，假使俯仰運動的動態特徵根為 $-1.6 \pm 0.4i$ ，則這架飛機的俯仰運動會不會出現明顯的振盪？這個俯仰運動又大約會持續多久？這樣的特徵根需不需要動用回饋控制來調整？如果需要，要調整為怎樣的值？（12 分）

四、在飛機的六個自由度裡面，側滾跟橫搖這兩個自由度的控制特別困難，因為它們之間存在極大的耦合（coupling）現象，請根據空氣動力學的原理回答以下的問題：

(一)為什麼側滾運動會導致橫搖力矩的產生？（10 分）

(二)為什麼橫搖運動也會導致側滾力矩的產生？（10 分）

（請接背面）

105年專門職業及技術人員高等考試建築師、
技師、第二次食品技師考試暨普通 代號：01430
考試不動產經紀人、記帳士考試試題

全一張
(背面)

等 別：高等考試
類 科：航空工程技師
科 目：飛行力學（包括自動控制與飛機性能）

五、由於橫搖與側滾的耦合以及其他自由度之間的耦合效應，使得在操作橫搖與側滾等動作的時候，會呈現出一個不理想的特徵運動稱為 Dutch roll motion。這個不理想的特徵響應，通常是透過如下圖所示稱為 Dutch roll damper 的回饋控制系統來予以改善。下圖裡， r 為 yawing rate、 δ_r 為方向舵的指令而 τ 跟 K 分別為正實數。另外，標示著 $s/(s+1/\tau)$ 的方塊稱為 washout filter。請問：

- (一) washout filter 在這個控制設計裡的功能為何？（6 分）
- (二) 為什麼需要使用 washout filter？（10 分）
- (三) τ 的值是大或是小對這個控制設計有什麼影響？（6 分）

