

# 民航客機的正常飛航過程

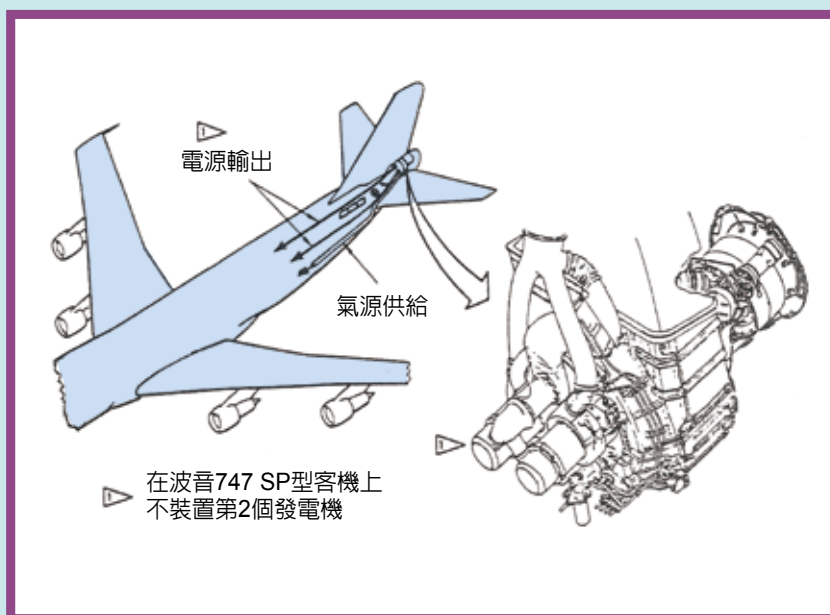
民航客機獲得塔台管制員核准時便離地起飛，經過兩階段爬升進入同溫層後，就拉平以等高度巡航速度飛行。一直到快抵達目的地之前，才慢慢減低速度並下滑，快到跑道頭之前，便執行進場程序而緩慢下降落地。

■ 吳浴沂

民航客機在離開空橋之後，即啟動引擎滑行至跑道頭等待起飛。獲得塔台管制員核准時便離地起飛，經過兩階段爬升進入同溫層後，就拉平以等高度巡航速度飛行。一直到快抵達目的地之前，才慢慢減低速度並下滑，快到跑道頭之前，便執行進場程序而緩慢下降落地，最後緩緩滑行至指定的空橋停機。

## 啟動引擎和向前滑行

在所有的旅客還未進入客艙之前，飛機引擎尚未啟動，駕駛員會先發動通常裝



● 安裝在波音747型噴射客機尾部內的輔助動力裝置

飛機必須逆風起飛，以縮短滑行的距離和增加安全度，如果以順風起飛，不但滑行的距離會增加，而且易發生危險。

置在飛機尾部稱為「輔助動力裝置」的小型渦輪引擎，以產生電源和氣源，電源提供座艙內的照明和空調，氣源則用來啟動引擎。

旅客坐定後，飛機先由拖車從空橋拉至滑行道，啟動引擎後緩緩滑行到跑道頭。駕駛員同時把前後襟翼平放至全程量的1/3~1/2，以增加機翼的升力，縮短飛機起飛的距離。

## 起飛和離地

飛機起飛是由靜止狀態逐漸在跑道上加速滑行，直至達到起飛速度時仰起機頭離開地面，進入正常飛行狀態。

飛機必須逆風起飛，以縮短滑行的距離和增加安全度，因為逆風起飛的空速等於滑行的地速加上風速。如果以順風起飛，不但滑行的距離會增加，而且易發生危險，因為順風起飛的空速等於滑行的地速減去風速，萬一滑行地速從0逐漸增加至剛好等於風速，則該時的空速是零，機上各操縱面會完全失去作用，飛機就會失控。

## 加速和爬升

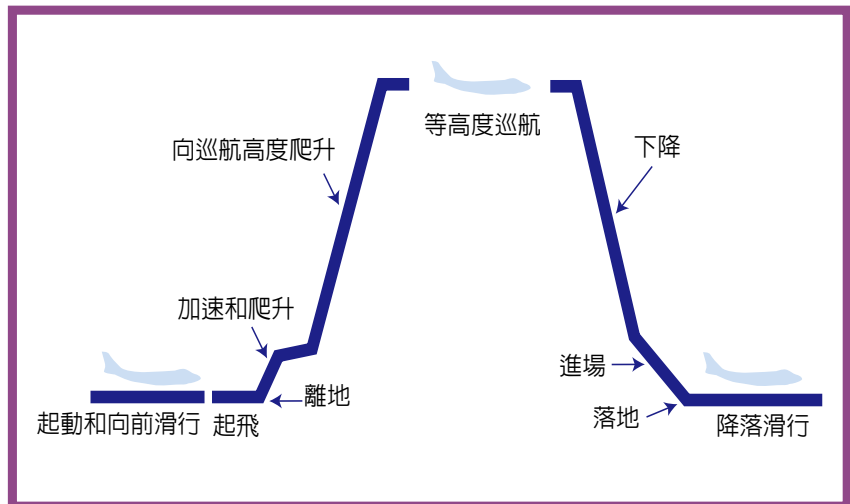
飛機離地後，繼續以起飛額定推力加速和爬升。起飛額定推力的使用以不超過5分鐘為限，到達預定高度後，便稍微向後拉回油門桿以減低推力至最大連續推力，約為起飛額定推力的90%，再做第2次爬升至巡航高度。

有些飛機規定使用的時間以不超過30分鐘為限，之後把引擎推力再降約10%，並把飛機轉為平飛，其間收回起落架和襟翼，並做必要的轉彎。

## 等高度巡航飛行

渦輪噴射動力飛機的理想巡航高度應是36,000英尺（約1萬1千公尺），因為在這高度飛行時引擎的效率最佳、耗油量最低。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，但是引擎的推力卻無法藉由溫度的降低而增大。

因為渦輪引擎的推力是和飛機外面吸入的空氣密度成正比，若溫度無法降低以獲得較大的空氣密度，引擎的推力就無法增



● 正常飛行狀態圖

當飛機由高空往下降，座艙內壓力必須在短時間內調高比座艙外的大氣壓力大於一定值，這時客艙內旅客的耳膜因調高的壓力壓迫，會感到不舒適甚至刺痛。

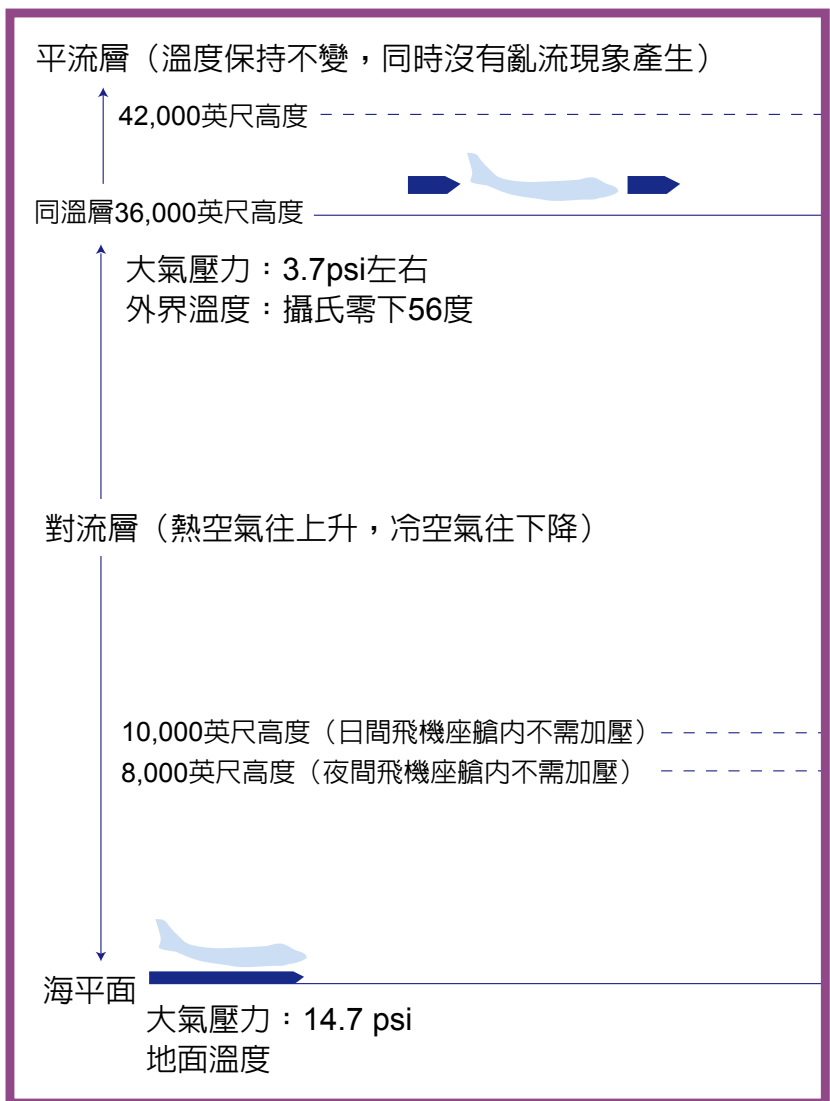
大。雖然有這缺點，但越洋飛行的飛機爲了求飛行平穩，讓旅客有個舒適的空中旅程，通常會在36,000~42,000英尺（約1萬3千公尺）之間的高空飛航。

飛機以等高度巡航速度飛行時，駕駛員可以在飛行控制器上按下自動駕駛的按鈕，飛機就會依據飛行前輸入到大電腦的所有資料飛行，稱爲「自動駕駛」，又稱爲「盲目飛行」，這時兩位駕駛員都可以離開駕駛座。但依據民航局的嚴格規定，在飛行途中，必須至少有一位駕駛員在座位上，監視所有的飛行、導航和引擎儀表或儀表電視螢幕，隨時因應突發狀況。

從地平面至36,000英尺高空之間是對流層，地面的熱空氣會往上升，而高空的冷空氣會往下降，氣流不穩定，尤其是氣候惡劣時，飛機會因此而劇烈震盪。

飛機從海平面大氣壓力約14.7psi（即1大氣壓）的機場爬升至機外大氣壓力降爲3.7psi（約1/4大氣壓）左右的巡航高度時，壓力差達11psi（約3/4大氣壓）左右，已超過一般飛機結

構所能承受的內外壓差。如果飛機高度的增加而減低時，飛機會機內座艙的壓力無法自動隨著飛機由內往外爆開，因此飛機內的座



● 民航飛機的飛航氣象狀況圖

當飛機進場時，規範的 $2.5^{\circ} \sim 3.0^{\circ}$ 的下降角只有 $0.5^{\circ}$ 的差異，駕駛員以人工操縱下降非常困難而易生意外，因此降落可以說是飛行中最難的步驟。

艙壓力規定僅能比座艙外的大氣壓力大一上限值。

飛機由地面往高空飛行時，飛機內的座艙壓力必須調低，以符合所規定內外壓力差的上限。這時坐在客艙內的旅客，耳朵並不會有任何不舒適的感覺。然而，當飛機由高空往下降，尤其下降速度較快時，飛機內的座艙壓力必須在較短的時間內調高到比座艙外的大氣壓力大於規定的一定值，這時坐在客艙內旅客的耳膜受到臨時調高的壓力壓迫，就會感到非常不舒適甚至刺痛。因此，當飛機快要抵達目的地前，必須提早以較小的下降角度緩慢地下滑，以減低旅客耳朵的不舒適感。

不過，飛機在日間10,000英尺（約3千公尺）和夜間8,000英尺（約2千4百公尺）高度以下飛行時，機內的座艙壓力是不必調整的。

## 下滑

通常飛機的下滑角約在 $10^{\circ}$ 左右，約與爬升角相同。當渦輪噴射動力飛機下滑時，必須謹慎監控引擎的轉速，確保壓縮器有足夠的壓縮空氣可以由分氣管供

應到飛機和引擎需用壓縮空氣處，包括機翼的前緣和引擎進氣口的防冰，或除冰系統的熱氣在內，避免機翼上不均勻的結冰使飛機失去平衡而發生意外。

## 進場和落地

飛機下滑至距機場一定的距離和高度時，就依風向選擇一條逆風的跑道，對準跑道頭維持規範的 $2.5^{\circ} \sim 3.0^{\circ}$ 的下降角並保持足夠的空速進場。其間駕駛員除了向後拉回油門桿減速外，須把前後緣襟翼平下放至全量的降落位置，以增加機翼的升力和飛機落地後的阻力。同時放下主起落架和前起落架，以適當的落地高度逐漸接近跑道地面。落地前飛機要儘量保持水平或機頭微揚，使主機輪先行著地，前機輪才跟著落地以順利降落。

當飛機進場時，規範的 $2.5^{\circ} \sim 3.0^{\circ}$ 的下降角只有 $0.5^{\circ}$ 的差異，駕駛員以人工操縱下降非常困難而易生意外，因此降落可以說是飛行中最難的步驟。為了減少飛機在降落時的危險，飛機製造商發展了一套儀降系統，靠著儀表、儀器和電腦的監控與幫助，增加飛機在下降落地時的安

全性和可靠性。

## 降落滑行

飛機落地的瞬間，以渦輪噴射引擎和渦輪風扇引擎為動力的飛機，在對地的滑行速度甚高時，馬上使用推力反向器；以渦輪螺旋槳引擎為動力的飛機，則使用螺旋槳的反距，產生反向推力以煞車，並把地面擾流器和空中擾流器上翻 $60^{\circ}$ 阻擋上翼面的氣流，一起減短飛機落地滾行的距離和速度，使飛機不致失去方向的控制。同時使用主機輪的煞車減低飛機落地滑行的速度，最後使飛機緩緩地滑行至指定的空橋停靠。

飛機停妥讓旅客下機時，機上所有的引擎仍然以地面慢車轉速繼續旋轉，約5分鐘左右才關車，目的是使所有引擎熱段的零件在停機後能充分散熱，保護引擎的壽命。

吳浴沂

永達技術學院航空機械系