

引擎的位置 並非僅限於飛機主翼之下？

爲了讓飛機上升並飛向天空，就必須要產生可將機體浮起的升力，以及促使飛機前進的推力。在飛機左右兩側大幅開展的主翼，所擔任的就是產生升力的角色；而懸掛在主翼下方的引擎則是用來製造推力的裝置。

目前，對於引擎位置的說明一般都是「懸掛在主翼下方」這樣的描述，這表示現在的主要客機引擎全都是裝設於主翼下方。不過，在以往所開發出的機種當中，卻有少數是將引擎刻意裝設於某些特殊位置。

極具個性的三引擎飛機——波音727型客機

波音與空中巴士等公司目前所製造的客機，包括搭載兩具引擎的雙引擎飛機以及搭載四具引擎的四引擎飛機等機型，全都是採用引擎懸裝於主翼之下的形式，而且不論是哪一款機種，它們的外觀也都極爲相像。

在這個部分，從前生產的客機卻反而更具個性且獨特，其中的代表性機種就是裝載三具引擎的三引擎飛機（trijet）。

此外，即使同爲三引擎飛機，仍可再細分爲三具引擎全部同置於機體後方，以及兩具引擎裝設於主翼、另外一具引擎放在飛機後方等不同機種。特別是在1960年代登場的波音727型客機，更是因爲最具獨特個性而廣受歡迎。波音727型飛機是將三具引擎全都集中於機

體後方，並設計其中一具引擎的空氣吸入口貫通整個垂直尾翼。

「藉由煙氣（flue gas）從尾部排出而使機體前進的獨特風格，真是帥勁十足啊！」即使到了現在，還是有不少機迷深深懷念著波音727的傲人雄姿而如此讚嘆著。

那麼，把三具引擎全都設於機體後方，到底有什麼樣的優點呢？首先，當飛機主翼的下方不再需要設置懸吊引擎的空間時，就能夠將主輪（main gear）的起落架設計得更短。這麼一來，飛機該處的機體位置即可變低，而收納式登機梯車等工具的升降也會變得非常輕鬆。另外，將引擎全數集中在機體後方還可以降低客艙的噪音，而這樣的設計更是獲得乘客「安靜舒適」的連聲讚賞！

✈ 三引擎飛機——波音727型客機



將三具引擎全都集中配置於機體後方的個性化形式。

©波音公司

強力機種即為備受歡迎的DC-10

另外一款為大家所熟知的三引擎客機，就是舊道格拉斯飛機公司（Douglas Aircraft Company）的DC-10客機。（譯註：道格拉斯飛機公司已於1967年與麥克唐納飛機公司合併為麥道公司，之後在1997年加入了波音公司集團。）DC-10客機是道格拉斯公司所生產的首架廣體飛機（wide-body aircraft，意指具有兩條走道的機種），日本航空集團（JAL Group）也曾在國際航線引進22架此款飛機，加入飛航營運行列。不過可惜的是，此款飛機已在2005年10月之後退出了日本的天空。

DC-10客機所搭載的三具引擎，是以兩具設置在主翼部分，其餘一具則是以竹串般的形式配置於垂直尾翼。這種強而有力且極具個性化的風格更是獲得了忠實愛好者的支持，而且此款飛機與先前介紹過的波音727型客機相同，都獲得了使用者「搭乘過程非常舒適」的齊聲讚揚。

不過，近年來因為燃料費用高漲，所以各家航空公司開始積極尋求效率更佳的機種，所以在經濟性方面較為遜色的三引擎客機很難如同以往一樣活躍在天空中。雖然目前時代的主要機種已經轉為雙引擎飛機，但最近卻出現了顛覆我們常識的獨特性客機。

違反常識的主翼上側引擎裝設法

在右頁的照片中，可以看到本田這家汽車製造商所開發出來的8人座小型噴射機——本田飛機（Honda Jet）。各位已經發現這款飛機的獨特之處了嗎？那就是原本懸掛在主翼下方的引擎，竟被反置於主翼上方的新穎設計。

✈ 8人座小型機——「本田飛機（Honda Jet）」



這款飛機的設計是將原本懸掛在主翼下方的引擎反置於主翼上方。

©本田技研工業（Honda Motor Co., Ltd.）

就如同《飛機如何飛上天？》一書所說，飛機之所以能夠浮在空中，是因為空氣以高速流經主翼上方圓弧突起部分而造成空氣壓力差。若想產生這種負壓，「切勿在主翼上方置放擾亂氣流之物」早就成為了航空力學的常識。

不過，若是把引擎裝在主翼下方，飛機機身和地面的距離就會變高，而且還必須準備旅客乘降飛機的設備（如扶梯車等）。雖然有些商務噴射機（business jet）機種會將引擎置放於機體後方兩側，但這種方式會使得樑柱必須通過機身內部，導致客艙空間變小。但本田的工程師卻以「為何引擎不能放在主翼上方」為發想，嘗試將引擎放在主翼上方的各種位置，不斷利用電腦重複進行計算、分析氣流紊亂程度的作業。最後，終於發現了即使把引擎放在主翼上方，也不會造成氣流混亂，甚至空氣阻力也很小的特定位置。目前，本田飛機已有來自北美地區一百架以上的訂單，而這款獨特機體，也將在2012年之後開始翱翔於世界各地的天際中。

雙引擎飛機與 四引擎飛機何者較優異？

近年來，在左右主翼各搭載一具引擎的雙引擎飛機已經成為航空業界的主流。雖然天空中還是能見到左右主翼各自裝設兩具引擎的四引擎飛機，但在燃料價格持續高漲的時代裡，這種大型飛機會讓油耗與維修成本持續增加，所以將雙引擎飛機改為主力機種的航空公司也越來越多了。

不過，也不能因為目前的情況便言論四引擎飛機已經落伍，因為有不少飛行駕駛都表示說：「四引擎飛機在駕駛方面還是更令人安心啊！」

時代的主流機種為雙引擎飛機

目前，仍持續活躍在天空當中的四引擎飛機中，還有被暱稱為「巨無霸機（jumbo Jet）」而為大眾所熟知的波音747客機、空中巴士（Airbus S.A.S.）長距離航線用飛機A340，以及2008年5月初次引進日本航線的空中巴士全雙層式客機A380等三款機種。

開發新款機型時，該架飛機要搭載幾具引擎是由機體大小所決定。像是要有幾具引擎才能供給機體重量的必要總推力等等，如果能夠確實到達推力數目，越少的引擎的數目就越能夠在燃料費用與維修成本上得到經濟化的成果。

因為導入了高科技，因此引擎的設計也持續進化中，所以即使是從前需要三具或是四具引擎的大型機種，現在也僅需兩具引擎就

能獲得必要的推力了。因此，才会有波音777客機這類具有優異續航性能的大型雙引擎飛機在天空中翱翔，而且各家航空公司也將波音777客機視為長距離航線的中心機種，積極投入在連結日本與歐美的各處航線。

另外，將波音777機體再行擴大的777-300型客機，也達到了與首代巨無霸機幾乎相同的載運量，它僅需兩具引擎就能夠一次長時間運送將近500名的旅客。

雙引擎飛機已成為時代的主流機種



左右主翼各自搭載一具引擎的雙引擎飛機，在油耗與維修成本等方面都占有極為優勢的地位。

©波音公司

禁止長時間的海洋上方飛行

雙引擎飛機所受到的代表性限制——「必須飛行在一般可於60分鐘內到達替代性降落場所的航線上」，也就是禁止雙引擎飛機在海洋上長時間飛行。

這個限制原本是在引擎信任度較低的時代所制定出來的，但現在只要能夠將信賴度加以驗證，就可以將「60分鐘」延長至最大「207分鐘」，而這就是所謂的雙引擎延展航程飛行制度（ETOPS；Extended-Range Twin Engine Operations）。有了ETOPS規範之後，即使是雙引擎飛機也能夠進行長距離的海洋上空航程，所以航空公司也已經開始將雙引擎飛機投入橫越大西洋與太平洋的航線當中。

不過，即使有了延展航程飛行制度的規範，但雙引擎飛機在海洋上空的飛行時間還是有所限制，並非完全不會出現問題，所以至今對於四引擎飛機仍較有安全感的飛行駕駛人數是出乎意料地多。

四引擎飛機適合各大陸間的長距離移動

在飛行途中，雙引擎飛機如果有單邊引擎出現狀況，就必須在規定的限制時間內迅速降落至某個替代性機場。如此一來，就會造成旅程極大的混亂，而且引擎一旦出現嚴重性損傷，除非在該替代機場立即更換，否則根本無法讓飛機繼續飛往目的地。

雖然因為製造技術不斷進步，所以飛行中引擎的停止運轉發生率也隨之下降，但目前還是無法讓事故可能性達到「零發生」的程度。

在這一方面，如果是搭載四具引擎的機種，發生一半數目的兩

具引擎都無法發揮功能的機率實在是非常、非常的低。而且四引擎飛機即使出現一具引擎停止運轉的情況，還是可以利用剩下的三具引擎繼續飛往目的地。飛行駕駛之所以會對四引擎飛機抱持著高度評價，就是因為他們對這類機種的優點感到極度信賴。

爲了讓500名以上乘客搭乘並在各大陸間長距離移動所開發出來的空中巴士全雙層式客機A380，在這方面自然就採用了四引擎飛機了。此外，波音公司現在持續開發中的巨無霸新世代客機747-8，同樣延續了四引擎飛機的構造與形式。

適合長距離運送的四引擎飛機



德國的漢莎航空也在該公司的長距離航線中引進大型的四引擎飛機——空中巴士A380客機。

©德國漢莎航空

空中巴士A380對於環境 也非常友善嗎？

日本每年因觀光、商務、留學與研習等諸多原因而搭機前往國外的人數，到目前為止已經超過了1700萬人。不過，這種現象相對所呈現出來的問題，就是繁忙飛行的班機對於地球環境造成了莫大的破壞。

像是影響周邊區域的噪音、珍貴燃料的浪費、二氧化碳的大量排放等等。那麼，我們又該怎麼做才能減少上述的種種問題，並且確實控制地球環境所受到的影響呢？另外，又有什麼方法可以提高經濟效益呢？2007年10月，新加坡航空（Singapore Airlines）在新加坡—雪梨航線進行首航，並於2008年5月第一次出現在日本的空中巴士新世代大型客機A380，工程師在此型飛機開發作業中的最大目標就是希望能夠同時解決這兩大問題。

大型飛機可一次大量運送人員與物品

空中巴士A380客機是史上首見的全雙層式構造飛機，其規模之巨大在設計建造時就吸引了全世界的目光。不過，在環保方面，A380客機其實也蘊藏了極大的可能性。

空中巴士公司創造A380客機的概念相當簡單，就是大型飛機在運送大量人數與物品方面才是比較具有效率的工具。所以該公司所研發出來的構想就是利用大型飛機來連結大都市的主要機場（樞紐機場），接著再以小型飛機前往接下來的小型機場，也就是所謂的

「軸輻航線路網 (Hub-and-spoke network)」，而且這種方式在環境保護方面也有詳盡的計劃。

新世代機種的企劃相關人員認為，一次大量運送人員與物品可確實降低對於環境所造成的影響。而全世界最先進行A380客機首航的新加坡航空公司執行長周俊成，也曾針對該公司引進這種超大型客機的相關背景發表過談話：

「航空方面的需求年年都在增加，而且世界各地主要機場的擁擠混亂近年來也越來越明顯。但如果只是增加更多飛行的航班，對環境帶來更多影響的問題也會隨之出現。所以，選擇一次飛行即可運送大量旅客與貨物的超大型飛機，對我們來說正是保護地球環境的重要步驟。」

與地球環境共存的大型飛機



空中巴士的A380客機在環境保護方面也蘊藏了極大的可能性。
©空中巴士集團

油耗效率可媲美最新型的混合動力車輛

如何提高機體的環境性能是在開發過程中極為重要的課題。

重點之一就在於機體的輕量化。A380客機在計劃階段就試圖徹底修正機身所使用的素材。機體若能輕量化，飛機就能以較少燃料來飛行。所以A380客機在機體構成上即採用許多碳纖維等混合材料。相較於舊有機種的設計技術，A380客機更是減輕了15公噸左右。此外，改善油耗效率以求減少二氧化碳排放，以及抑制噪音等也都是極為重要的設計項目。

現在，就藉由具體的數字來好好了解，經過縝密設計所完成的A380客機是如何善待環境。首先是油耗部分，A380客機每運送一位旅客一百公里距離的必要燃料不到3公升，與混合動力車輛（Hybrid Vehicle）這種最新款汽車的油耗水準相同。在二氧化碳的排放上，A380客機每運送一位旅客一公里的排放量為75公克以下，這個數值不僅不到汽車的二分之一，比起一般飛機的111公克，更是嚴格控制在極低的數值。此外，在飛機引發的嚴重噪音問題部分，A380客機起飛降落時的噪音程度也只有既有大型飛機的一半左右。只要實際搭乘過此款飛機，就會對世界最大客機的安靜程度大表驚嘆！

將可於工廠再次利用的資源予以活用

空中巴士公司建立了一套管理系統，針對從設計以至零件製造、運送、組裝等一切作業流程對環境的影響加以分析檢討，期望能將影響控制在最低限度內。構成A380客機的所有機組零件，除了法國，也分別於義大利、德國、西班牙等各國的工廠製造生產。生產完成的零件在運送到法國土魯斯（Toulouse）最終組裝工廠的這段

✈️ 空中巴士超級運輸機「大白鯨」



擁有可抑制噪音設計的空中巴士超級運輸機「大白鯨」。©空中巴士集團

過程，該公司也持續努力降低對於環境所造成的衝擊與影響。

其中一個解決方法就是靈活運用擁有可抑制噪音設計且外型神似鯨魚的超級運輸機「大白鯨（Airbus A300-600ST Super Transporter, Beluga）」。如果是大白鯨運輸機無法容納的大型零件則利用船舶運送，但即使是航行於海洋或是河川的運輸船，也有著不會破壞海岸與大自然生態系的特別設計。

以上述方法集中而來的各種機組零件，在抵達法國土魯斯的最終工廠進行組裝作業程序時，同樣也展現了該公司各種努力與用心。其中一個例子就是盡量不使用無法回收利用的石油相關資源，而改採水這類能夠重複循環利用的資源。此外，像是進行機體表面清洗作業的水也會被再次拿來使用等等，藉由全方位的考量來避免對自然環境造成負擔。

老舊客機能夠回收再次利用嗎？

每一天，在世界的天空裡都有著數萬架次的客機載送著各國旅客四處飛翔航行。從嶄新到老舊，這些客機的情況也有著極大的差別。那麼，完成任務之後無法繼續使用的客機又會面臨什麼樣的命運呢？

在美國洛杉磯朝北方開車2小時左右的廣大沙漠地區中的一角，有座聚集了無數老舊飛機的莫哈維機場（Mojave Airport）。某位航空公司相關人士在最近參觀過擁有「飛機墳場」別名的莫哈維機場後，告訴了我一些訊息。

聚集完成任務客機的莫哈維機場

「背後依傍著內華達山脈的莫哈維機場，有著2500公尺長的跑道，許多完成飛行生涯的客機都會被運送到此地。」那位航空公司相關人員說道，「有些可能是主翼與尾翼都已被分解只剩機身的機體，也有拆除下來的引擎等機組零件排列著。即使是保持著原有外形的客機，也會給人似乎正在靜靜等待被依序拆除解體的感覺。當然，這裡的東西大多狀況都算老舊，不過當中還是有些狀況不錯且較為新穎一點的機體。」

客機卸下飛行任務的生涯之後，並不是只能將其丟棄處理。只要把已經完成工作的客機送至莫哈維機場，襟翼（flap）這類主翼零件與測量儀器、黑盒子等零件都會被拆卸下來，仍屬堪用的零件就會被當作是可銷售至各大航空公司的維修用零件而加以再次利用。

這些重新回收利用的零件當然會在賣出前就經過詳細的檢查、分析，並且將必要的部分確實整備修理，之後再作為航行中的機械材料維修用品而運送出貨。

這位相關人士也對客機的中古市場作了以下說明：

「舉例來說，假設購買了一架預定使用20年的客機，但在第10年開始就必須更換零件。所以就算調用新的零件來更換，飛機本身材料還是只剩下10年的使用期限。這麼一來，還不如尋找已經用了10年的零件還比較有效率。也因為這樣的理由，才會出現客機的中古零件市場。」

煥然一新的引擎



老舊引擎的狀態經過詳細檢查、分析、維修後，就可以送往中古零件市場了。

©小栗義幸

✈ 速度加快的新舊汰換循環

說到這裡，我們不妨來仔細思考客機的「壽命」。

當航空公司引入新款飛機後，該架客機可以繼續飛行多少年呢？某位日系航空公司的維護人員曾表示：「若能確實進行整理維修，客機是可以持續飛行數十年的。但近年來，將仍堪使用的飛機材料提早退休除役，並添購置入新型機材的例子倒是越來越多。」

這是有二個理由的。

其中之一就是藉由購入新式機組零件，來徹底提升乘客服務品質。近年來，各家公司都以「顧客喜愛航空公司」為目標，使得引

✈ 輪胎也會翻新胎面



藉由反覆進行磨損胎面的翻新作業，讓每條輪胎都能飛行1500次左右。

©小栗義幸

入新機材的競爭程度也隨之更為激烈。

另外一個理由是因為如果將機體翻新，反而不需要高額的維修費用與繁雜的作業程序。客機在經過長年的使用之後，金屬疲勞的情況會逐漸加劇，維修費用反而增高。許多航空公司都認為盡早購買新機材替換舊品才是妙方良策，所以不是將尚能安全載運乘客飛行的客機轉為貨物專用飛機，便是將老舊客機銷售至中古市場。尤其近年來原油價格不斷高漲，所以大家十分注意油耗效率良好的新機種，使得新舊汰換的循環速度也隨之加快了。

步向「第二人生」的中古飛機

情況良好的客機進入中古市場後，馬上就可以找到買家。在南美洲與非洲，以中古飛機為航運工具的航空公司並不在少數。另外，許多利用廉價機票為營運武器而誕生的新興航空公司，在事業初開展時，也都是依賴這類中古飛機與相關設備。

但如果是沒有買家青睞的中古飛機，則是以零件回收利用的形式步向它們的「第二人生」。

以某家航空公司為例，乘客已經登機完畢且馬上就要起飛的客機，此時卻發現引擎相關零件出現狀況，如果要讓兩百位旅客換機改乘附近待命的另架相同機種客機，就會耗費太多時間無法趕上起飛時間。此時維護人員會機智地拆下待機客機上的機組零件，替預定出發的飛機進行更換作業。而被拆卸零件的飛機機材，之後也從中古市場調來相同零件恢復原狀。

在世界各國的機場裡，為了避免延遲誤點等種種理由，似乎常常可以見到這類靈活運用中古物件的例子。



廢棄零件製成的管絃樂團

在新零件的更換作業結束後，老舊的引擎零件就只能等待丟棄的命運了。某位日本航空（Japan Airlines Corporation）的資深維護人員S先生凝視著那些物品想著：

「這些零件擔任了巨無霸客機的重要角色而持續努力到現在，真希望有什麼方法能夠讓它們的生命再次充滿光輝啊……」

於是，S先生靈活運用了專業的焊接技術，完成了如右頁照片中的金屬製管絃樂團人偶。當我前去成田機場旁的日本航空引擎維修工廠採訪時，就看到它們被裝飾在入口大廳處。這些人偶的材料全部來自於拆卸下來的引擎葉片等零件。我們在前面曾提到「老舊客機的回收利用」等相關內容，我想這應該也可以說是一種很棒的回收方式吧！



軸承製頭部下方有著螺栓做成的足部

這些金屬製的管絃樂團人偶被分別作成演奏著伸縮長號、薩克斯風、低音貝斯、鋼琴、小提琴、長笛等的音樂家。每個人偶的身體部位都是耐熱合金製的引擎零件，頭部則是裝上軸承，再用螺栓連接於足部連接起來。演奏者站立的舞台是將渦輪葉片旋轉部分切為扇形所製成，這些地方都可以欣賞到作者柔軟的發想與感性。

客機噴射引擎的可動部分幾乎都是消耗品。只要在定期檢查中發現絲毫的龜裂等損傷狀況，就必須馬上進行更換作業。

但因為這些機組零件都是鈦金屬所製成，所以每種零件的價格

都極為昂貴。對於一路與巨無霸客機長年相伴的S先生來說，就算這些零件已逐漸老舊，他的心中還是深深地喜愛著它們，實在是無法忍受將它們丟棄吧！

目前，在日本航空的機上銷售等通路都可見到完成後的管絃樂團人偶公開銷售。雖然價格實在是有點昂貴，大概是20（一套5座）～30萬日幣（一套8座），不過因為每一尊人偶都是手工製作完成的珍貴作品，所以詢問者似乎也不在少數呢！

工程師的力作



被分別製成演奏伸縮長號、薩克斯風、低音貝斯、鋼琴等的金屬製管絃樂團人偶，全都有著非常精細的作工。

©秋本俊二

機體漆上標誌的真正原因為何？

在世界的天際當中，有著眾多航空公司持續地活躍著。而光是航空公司的數目，就足以讓機身標誌變化多端了。目前，幾乎所有航空公司都採用波音公司或是空中巴士的客機，所以只從飛機的外型是無法辨識出該架飛機究竟隸屬哪家航空公司。最終還是要依客機機體所漆塗的商標圖案與象徵顏色，我們才能在機場一眼認出某架飛機屬於何家航空公司。

那麼，我們現在就來好好研究這些標誌吧！

未上漆的機體已經問世

在世界各國的主要機場中，都會有眾多國家航空公司的飛機進入降落，比較看看停機坪上客機機體所描繪的設計，也是一件很有趣的事情。從一般常見以白色機身為底，並在尾翼上搭配商標圖案，到使用黃色、綠色、紅色、橘色等原色的鮮豔設計，不同的航空公司都各自推出了繽紛多彩、極具個性化的外觀。

不過，在這種潮流當中，2007年7月卻有架機身保持銀色鍍金外觀且未上漆的飛機出現在羽田機場，讓眾多航空迷驚嘆連連。這架飛機就是日本航空為了貨物事業所引進的波音767貨物專用機。

這種未上漆的方式被稱為「金屬裸面（bare metal）」，美國航空（American Airlines, Inc.）等公司也已經引進了這類機種。有時候，還會聽到許多見慣目前色彩繽紛機身設計的人們表示，「金屬裸面上色（bare metal color）的機體比較有新鮮感，反而更具美感

呢！」

不過，航空公司之所以會採用金屬裸面上色，實際上並非爲了設計性的理由，而是另有其特別目的。

「刻意不將機身塗裝上漆是因爲重視飛機輕量化之故。」某位引進日本航空新款波音767貨物專用機的相關人士這麼告訴我。「藉由機體未塗裝的研磨鈹金（polished skin）方式，不但可以減輕大約90公斤的重量。而且機身如果沒有上漆，還能夠減少塗裝作業與塗料剝離等情況對於環境所造成的影響。」

✈ 金屬裸面的波音767型客機



2007年7月登場的日本航空未上漆貨物專用機，讓眾多愛好者驚奇不已。

◎小栗義幸