

課程大綱

1. 課程簡介
2. 空氣的性質
3. 飛行奧秘-動物飛行機理
4. 人類動力飛行簡史
5. 民航機發展歷史
6. 基本飛行理論
7. 飛機發動機概說

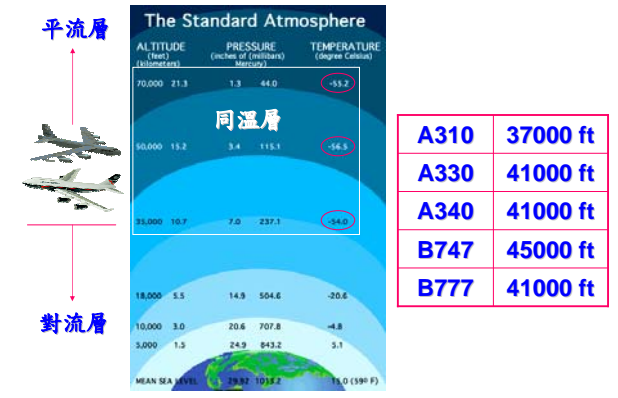
課程大綱

8. 飛機結構與控制概說
9. 空用電子與通信導航概說
10. 現代民航機
11. 貨機概論
12. 超音速民航機
13. 未來民航機
14. 太空民航輸具

本教材的特點

- 因應非理工背景，本教採以「科普」之觀念，帶領大家瞭解航空工程；但是科普不是陳述簡單的專業知識，而是將難懂的知識，用一般大眾的聽得懂的語言與邏輯闡釋，達到知識的有效傳播。
- 本教材雖然為航空工程概論，但因應本系民航之背景，將以民航機為探討焦點，期能使本系學生在未來航空業界，對民航機有基本之認識。

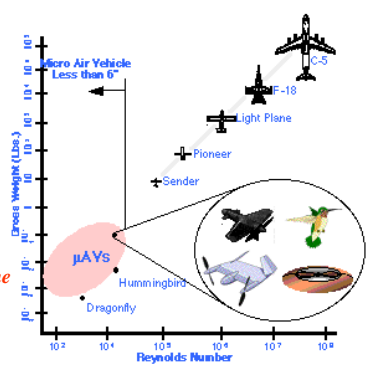
客機巡航高度



MAV

Size definition:
palm size of vehicle
less than 15 cm

Mission definition:
Speed : 10~20 m/sec
Range : 10 km
Duration : 1 hr
Be Capable of Real Time day/night imagery



馬赫數



● 奧地利科學家馬赫在1887發表世界第一篇有關超音速氣動力學的論文，1929年奧國另一知名氣動力學者阿克萊發表論文介紹氣動重要參數-馬赫數以紀念馬赫。



$$M = \frac{V}{a} = \frac{\text{速度}}{\text{音速}}$$

音速範圍	M
低次音速	< 0.3
高次音速	0.3-0.6
穿音速	0.6-1.1
超音速	1.0-5.0
極音速	> 5

拍撲運動

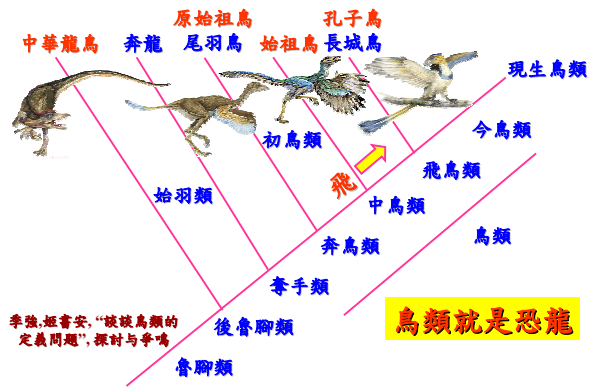


鳥只有在滑翔時才與飛機相似

1. Flapping
2. Twisting
3. Folding



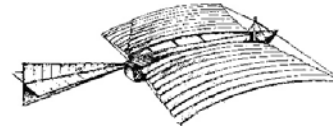
早期鳥類分支系統簡圖



空氣動力學的先驅



Sir George Cayley



- 掌握鳥翼彎曲的形狀以及具有攻角的特性。
- 瞭解重心和升力中心的相對位置對飛行穩定性的影響。
- 26歲(1799年)設計的滑翔機具有上反角的機翼、尾翼和機身。

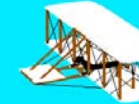
逐步解決控制問題

風箏



1900
17 ft span, 165 sq ft area
50 lbs - empty weight
Flown mostly as a kite
< 12 glider flights
~ 300 ft max distance

滑翔機



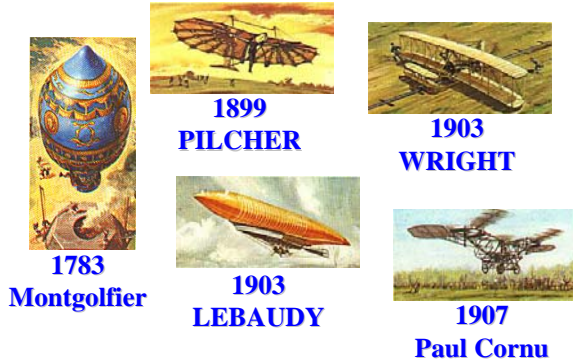
1901
22 ft span, 290 sq ft area
100 lbs - empty weight
Flown mostly as a glider
> 50 glider flights
~ 400 ft max distance

三軸控制

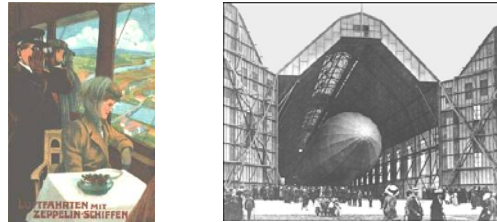


1902
32 ft span, 305 sq ft area
115 lbs - empty weight
First aircraft with control in all three directions
> 1000 flights
~ 650 ft max distance
~ 25 sec. max duration

人類征服天空



德國飛船運輸公司DELAG



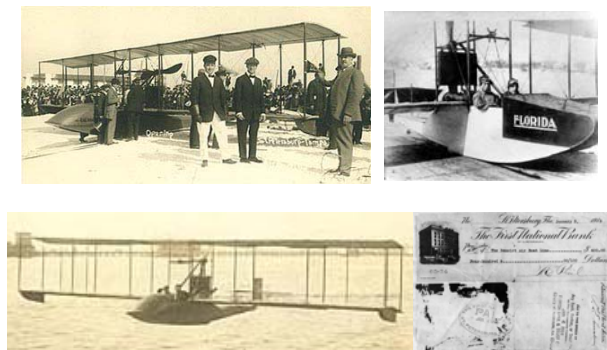
- 齊柏林獲得擁有漢堡至美洲郵輪航線德國船業大亨亞伯特·巴林(Albert Ballin)的支持, DELAG可透過郵輪的售票網路推展業務。
- 各主要城市-如法蘭克福、漢堡、萊比錫、柏林等均配合興建飛船起降與維修棚廠等公共設施。

興登堡的驕傲

- 興登堡號於1931年於德國腓德烈斯哈芬港(Friedrichshafen)起造, 1936年完工。全長245米, 直徑41.2米, 總重量232噸。飛行速度每小時135公里, 可以連續飛行16000公里。從1936年製成後, 曾創造了64小時橫跨大西洋的速度紀錄。一年內運送了兩千多人。



第一家定期航空公司

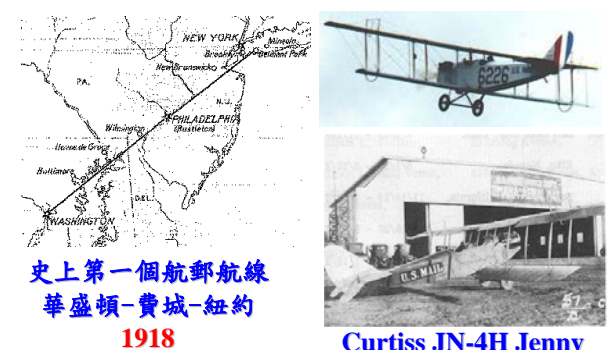


首次飛機航班飛行



- 此定翼航空器定期商業客運為一條飛越海灣的旅遊航線(Air Boat Line), 每天兩個班次, 在旅遊旺季共經營了5個月, 載客1204人次。
- 此航線亦充份展現了空運快捷的長處: 兩地間搭船需要2小時, 乘火車繞一大圈需要12小時, 汽車更要花上24小時, 搭飛機只需23分鐘。

航空郵機

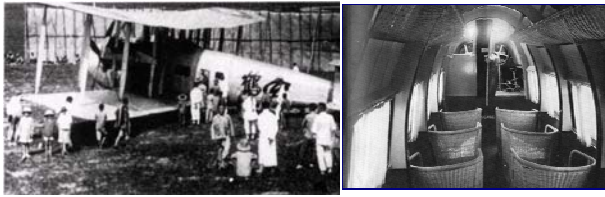


史上第一個航郵航線
華盛頓-費城-紐約
1918

Curtiss JN-4H Jenny

<http://www.airmailpioneers.org/history/milestone1.html>

國務院航空辦事處



- 1919年，北洋政府派陸軍部和英國維克斯(Vickers)飛機公司訂立180萬英鎊的飛機借款合同。又在國務院之下設立航空辦事處，掌管全國航空事務。準備進口的飛機包括改裝的商用大維梅(Vimy)式飛機40架及近100架教練機。

姜長英·中國航空史

容克斯-全金屬單翼機



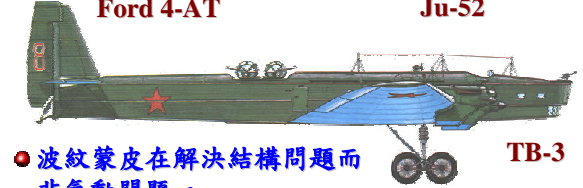
- 1910年容克斯設計的全金屬張臂(即無支柱、無張線的懸臂式結構)式飛翼取得了專利。
- 1915年設計了世界第一金架全金屬飛機J.1但是當時的工藝尚無法支援鋁焊，所以金屬蒙皮為0.2mm的鋼板(內襯波紋鋼板)，時速170km/h，但飛行機動性差，沒有投產。

波紋蒙皮



Ford 4-AT

Ju-52



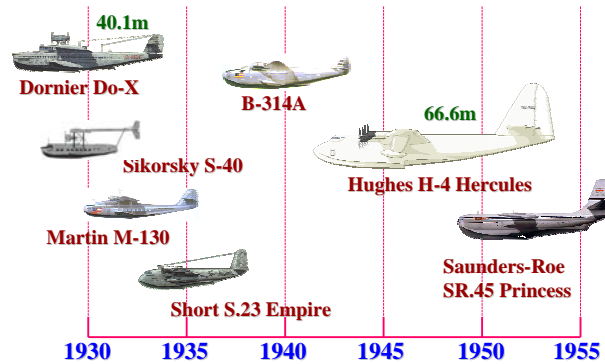
TB-3

- 波紋蒙皮在解決結構問題而非氣動問題。

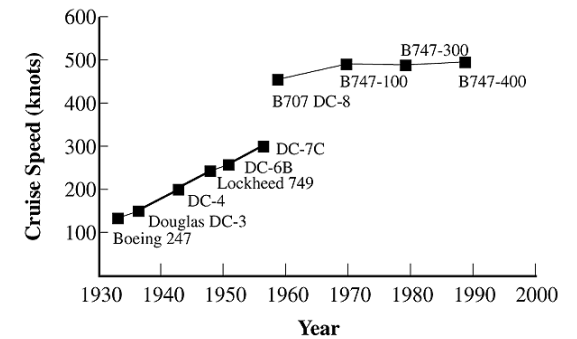
民航事業起飛



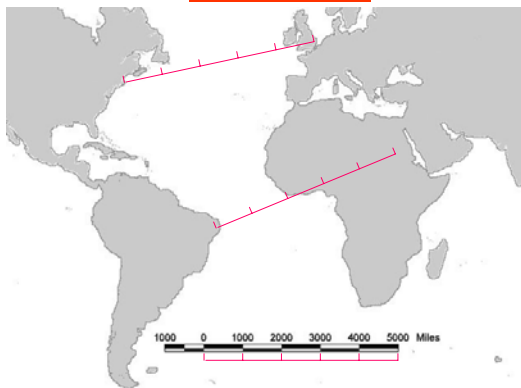
飛艇世代



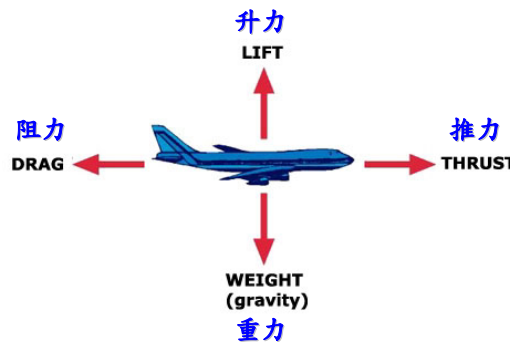
Transport aircraft cruise speed progress



橫渡大西洋



飛行四力



升力

翼剖面弧度	
改變攻角	
渦旋誘導升力	

Magnus effect

二縫線直球

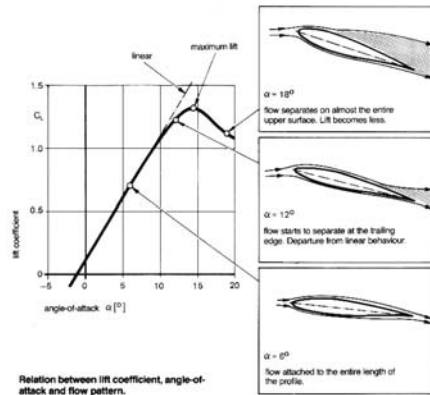
指叉下墜球



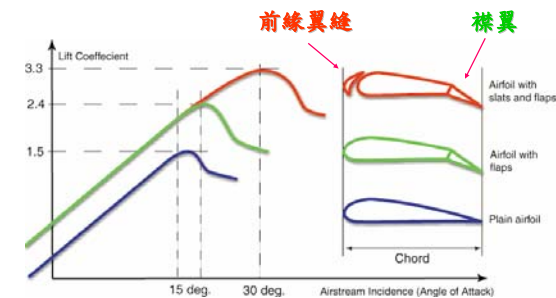
2-SEAM FASTBALL
Sidespin and backspin are generated by fingertip pressure with either the index or middle finger on the seam when the ball is released.

FORKBALL
Also called splitter or spit-finger fastball. Ball is released with a lot of velocity but with tumbling rotation for dramatic drop at plate.

攻角改變

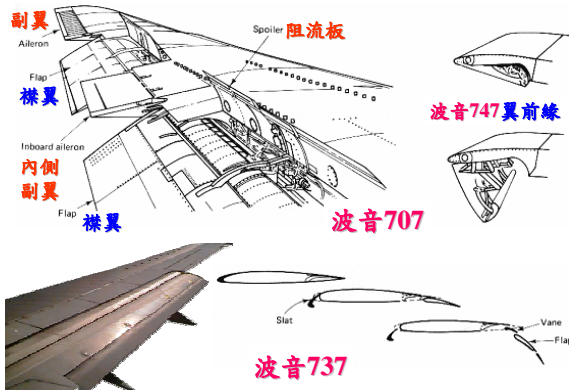


高升力系統

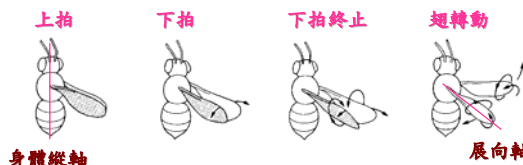


<http://www.zenithair.com/stolch801/design/design.html>

飛機控制氣動面



昆蟲的拍動行程(蚜小蜂為例)



- 昆蟲上下拍動雙翅的一個周期可以分為四個階段：上拍行程、下拍行程與兩個行程終點附近的翅轉動過程。
- 上下拍動過程中，翅面基本上是以身體的縱軸為軸線轉動，翅面與氣流的相對速度方向基本保持不變
- 在轉動過程中，翅面繞展向軸迅速轉動。

阻力的分類

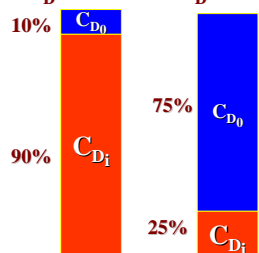
剪力	壓力		
摩擦	分離	震波	升力
摩擦阻力 氣刷阻力	形狀阻力 (Form)	震波阻力 (Shock)	誘導阻力 (Induced)
干擾阻力(Interference)			
機廂(Profile)阻力(黏滯)			
寄生阻力(Parasite) C_{D0}			

氣刷(Scrubbing)阻力係指螺旋槳或噴射引擎產生的氣流對機體的摩擦阻力。

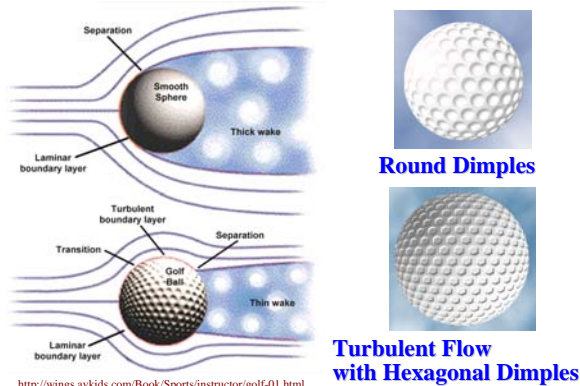
A300B 阻力分析

起飛(M=0.2)
 $C_L=1.8$
 $C_D=0.17$

巡航(M=0.8,H=11km)
 $C_L=0.38$
 $C_D=0.024$



邊界層



<http://wings.avkids.com/Book/Sports/instructor/golf-01.html>

Vortex Generators

- 後掠翼超音速設計，減緩震波失速問題
- 改進控制面效益
- 改進短場起降飛機低速性能



Javelin

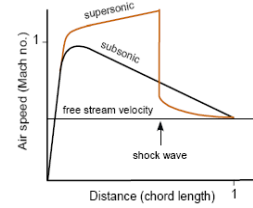
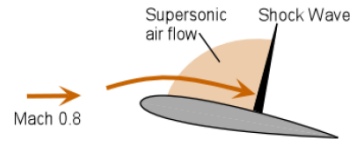


Buccaneer

737-800 融合式翼端帆

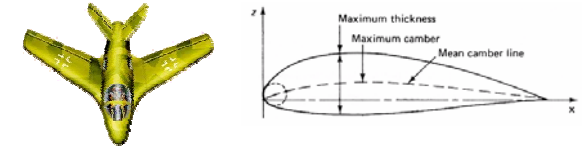


震波的產生



如何增加臨界馬赫數

- 後掠翼可增加 M_{cr}
- 薄翼可增加 M_{cr}
如三角翼因為結構佳可採薄翼
- 翼剖面弧度最小化可增加 M_{cr}



An artist's impression of the Me P.1112

<http://142.26.194.131/aerodynamics/High-Speed/Page2e.html>

襟翼滑軌整流罩 (Flap track fairings)

B-757



A380



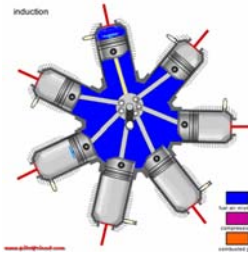
A310



B-747



旋轉式(Rotary)發動機

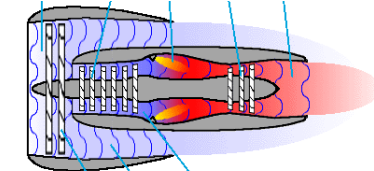


- 蘭利採用的星型引擎The 52 horsepower radial engine designed by Manly. Truly a performing engine for the era.

http://www.pilotfriend.com/aero_engines/aero_rotary.htm

渦輪風扇噴射發動機

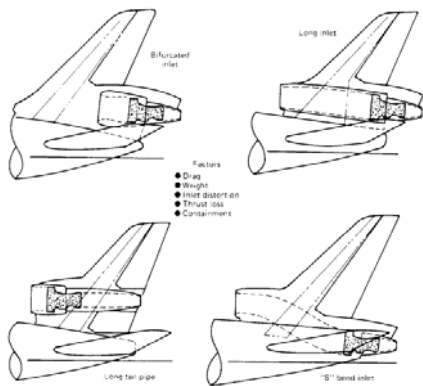
進氣道 壓縮器 燃燒室 渦輪 噴嘴



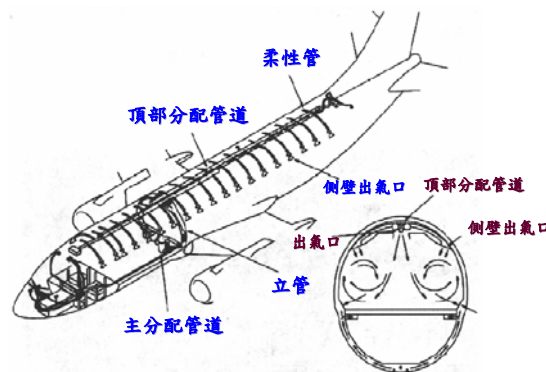
風扇旁通路 內通路

- 渦扇發動機效率高，油耗低。
- 渦扇發動機技術複雜，尤其是如何將風扇吸入的氣流正確的分配給外涵道和內涵道，是極大的技術難題。

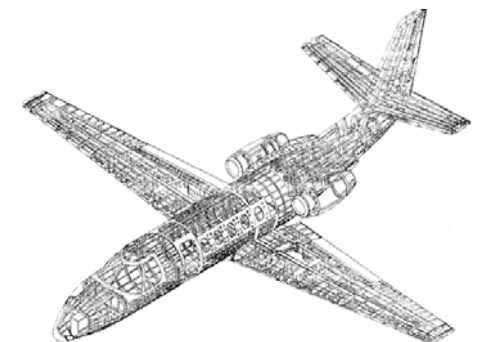
中線發動機佈局



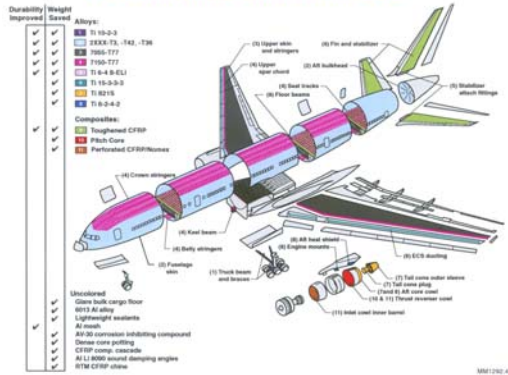
座艙空氣分配系統



飛機結構



777 Advanced Materials Use

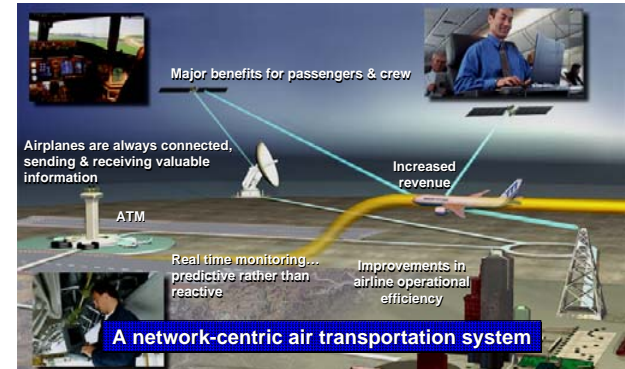


<http://www.asminternational.org/images2/col/0903B777Fig3b.jpg>

空用電子系統



E-enabling Vision

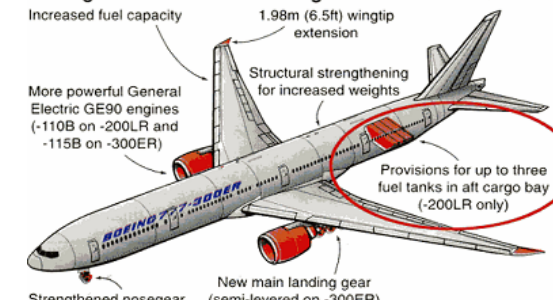


空用電子系統



機型	引擎	推力 (萬磅)
B777-200LR CF-	GE	11.5 × 2
A380 GP7200	GE/PW	8.0 × 4
B747-400 CF-6-80	GE	6.21 × 4
RB211	RR	5.8 × 4

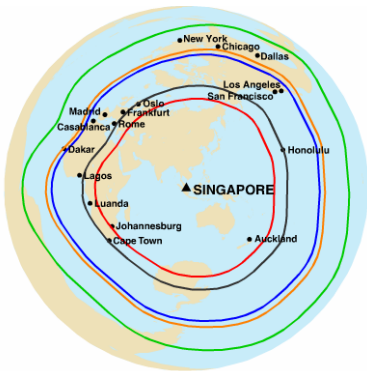
Boeing 777-200LR/300ER changes from 777-200/300



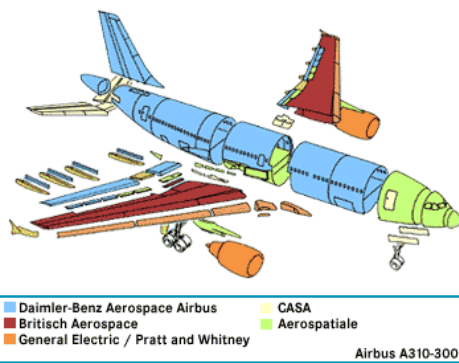
加上三個油箱後，777-200LR客機具有飛行1.7446萬公里的能力。按波音公司的說法，就是這種客機足以連接當今世界的任何兩個城市。即便滿載，也能夠把世界上兩個相距最遠的城市連接起來，如洛杉磯至約翰尼斯堡、紐約至雅加達。

乘客滿載航程

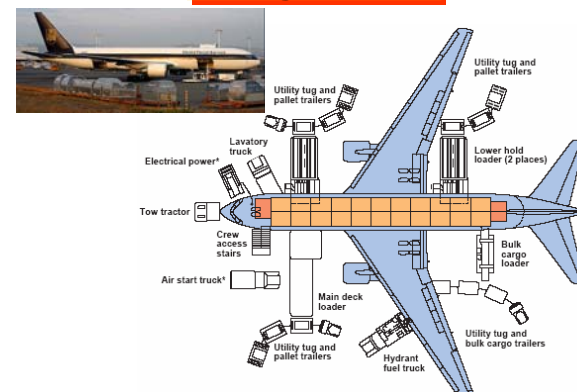
- 777-200
起飛總重24.7噸
305三級座位
- 777-200ER
起飛總重29.8噸
301三級座位
- 777-200LR
起飛總重34.7噸
301三級座位
- 777-300
起飛總重29.9噸
368三級座位
- 777-300ER
起飛總重35.5噸
365三級座位



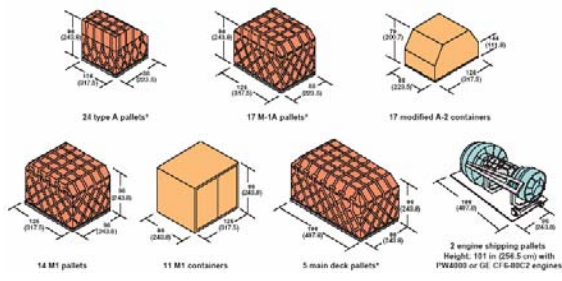
空中巴士-國際合作



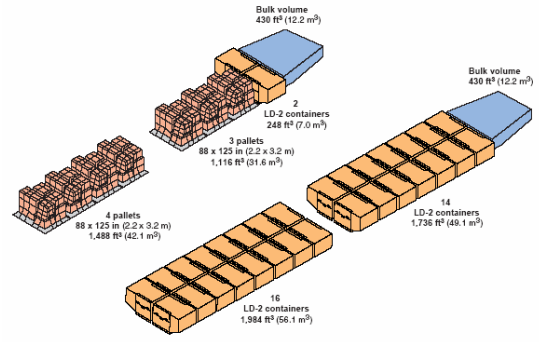
Boeing 767-300F



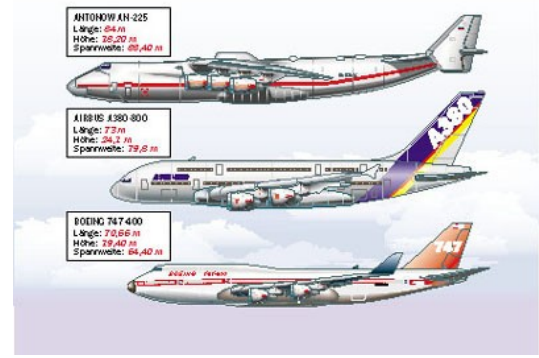
主艙ULD



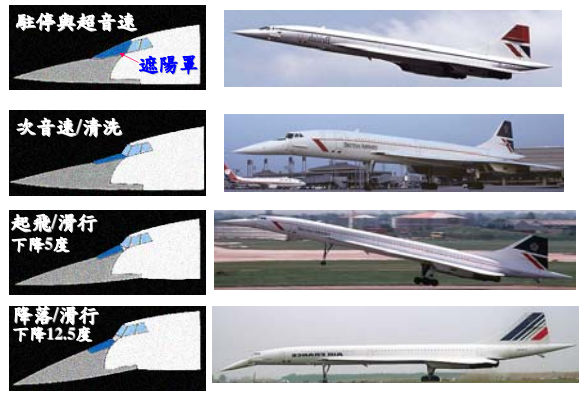
腹艙ULD



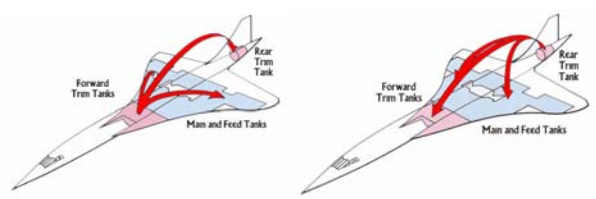
世界最大貨機



可調式機首



超音速民航機-協和



● 由於協和是無尾翼大型飛機，若以副翼調整將產生可觀的阻力，因此協和的設計在超音速時將前機身的油抽到尾部，待回到次音再抽回來。兩倍音速時要抽18噸的油到尾部才夠平衡之用。

超音速民航機



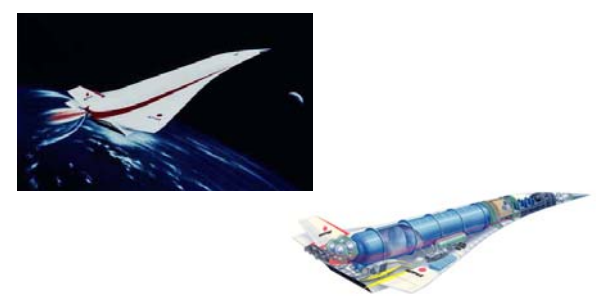
- SST - Supersonic Transport
- HSCT-High Speed Civil Transport (NASA)
- SCT-Supersonic Civil Transport (歐日)

未來民航機

- 1 - The Money Buster
- 2 - The Proactive Green
- 3 - The Passenger Friendly
- 4 - The value of Speed
- 5 - The Flying Truck



太空民航機



● Space plane: a space vehicle that allows horizontal takeoff and landing like an airliner