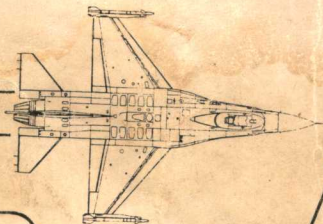


F16



戰鬥機



.....	24
設備	33
發展型飛機	
證機和SFW / F-16前掠翼飛機	34

368784



30178411

軍事科技叢刊・1

1980年2月初版

編輯：現代軍事編輯委員會

出版版：華風書局

灣仔莊士頓道184-186號

承印：訂閱處電話：H-752903

承印：發展輔佐有限公司

香港北角木星街7號

發行：利源書報社

九龍油麻地砵蘭街18-26號

電話：K-844489

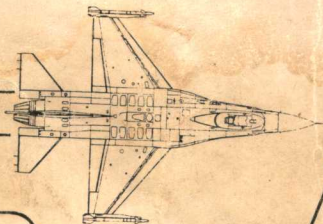
美國及其盟國的新一代輕型空戰裝備

F-16型戰鬥機	4
YF-16戰機投放武器表演	13
F-16B「黃鼠狼」反空防系統戰機	16
通用動力公司研製F-16/J-79 出口型防空戰鬥機	20
美國《航空一週與空間技術》報道	
F-16戰鬥機的民間試飛報告	24
荷蘭啓用新式的發動機試驗設備	33
以F-16 為基礎的發展型飛機	
AFTI-16 驗證機和SFW/F-16前掠翼飛機	34

每冊定價H. K. \$3.00

368784

F16



戰鬥機



.....	24
設備.....	33
發展型飛機	
證機和SFW / F-16前掠翼飛機.....	34

368784

V271.4
1001-2

V271.4/1001-2



30178411

軍事科技叢刊・1

1980年2月初版

編輯：現代軍事編輯委員會

出版版：華風書局

灣仔莊士頓道184-186號

承印：訂閱處電話：H-752903

承印：發展輔佐有限公司

香港北角木星街7號

發行：利源書報社

九龍油麻地砵蘭街18-26號

電話：K-844489

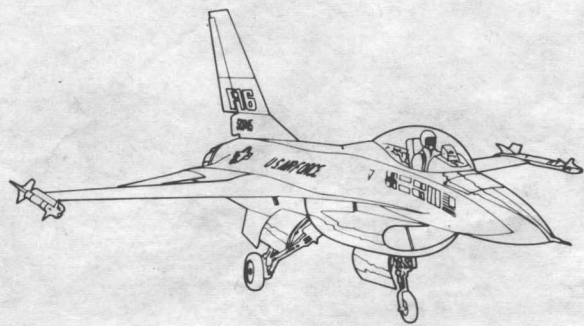
美國及其盟國的新一代輕型空戰裝備

F-16型戰鬥機	4
YF-16戰機投放武器表演	13
F-16B「黃鼠狼」反空防系統戰機	16
通用動力公司研製F-16/J-79 出口型防空戰鬥機	20
美國《航空一週與空間技術》報道	
F-16戰鬥機的民間試飛報告	24
荷蘭啓用新式的發動機試驗設備	33
以F-16 為基礎的發展型飛機	
AFTI-16 驗證機和SFW/F-16前掠翼飛機	34

每冊定價H. K. \$3.00

需要完整PDF請訪問：www.ertongb.com 368784

美國及其盟國的新一代輕型空戰裝備



F-16 戰鬥機

F-16是美國輕型空戰戰鬥機。在研製中，雖大量採用了先進技術，但它却保留了不可調的進氣道，使在超音速時進氣總壓損失高達20%，限制了發動機性能的發揮。另設計中與F-15高低搭配的技术政策，還有待實戰考驗。

F-16是美國空軍繼F-15之後提出研製的一種輕型空戰戰鬥機。目前正在全面試飛，計劃八十年代初組建作戰中隊。美國空軍準備買1,388架。歐洲的丹麥、比利時、荷蘭和挪威四國已和美國達成協議進行聯合生產，初步訂購348架。其他還有一些國家在考慮下一代裝備時也把F-16作為主要候選機種之一。估計進入八十年代以後，F-16將成為西方世界戰術空中力量的一種主

力飛機，相當於五十年代的F-104「星戰士」和六十年代的F-4「幽靈」。

F-15戰鬥機的補充

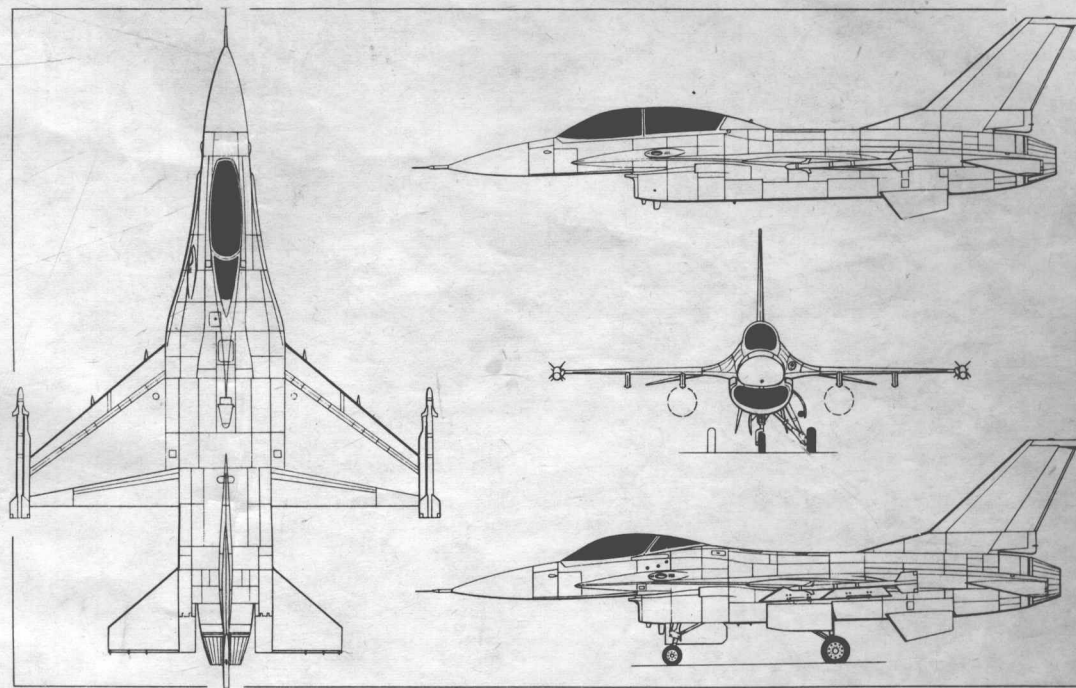
F-15是美國空軍吸取越南戰爭的經驗和教訓，為了與蘇聯爭奪空中優勢而研製的一種高性能空戰戰鬥機，要求它能對付蘇聯現有的和在八十年代可能研製出來的任何戰鬥機。這種飛機設備

相當複雜，能全天候作戰，價格當然也就十分昂貴。到1977年上半年，每架飛機的單價，包括研製費在內已達一千七百三十萬美元，按目前計劃，美國空軍只準備採購729架，在戰鬥機數量上遠遠不能滿足需求。然而，在空戰中，數量和質量一樣也是取得勝利的不可忽視的重要條件。為了解決數量不足這個矛盾，七十年代初美國有人提出「高低搭配」的設想，即再研製一種低成本的輕型戰鬥機，可以大量採購，作為高性能F-15的補充。在這種思想指導下，研製了F-16。

1972年，美空軍分別與通用動力公司和諾思羅普公司簽訂合同，要它們各設計和製造兩架原型機，並進行試飛。兩種原型機——YF-16和YF-17於1974年先後開始飛行試驗，一年以後，空軍

宣佈YF-16中選，並要求通用動力公司再製造8架全面發展型飛機（即更接近生產型的原型機）進行試飛，以暴露問題，改進設計，直至投入批生產。據估計，F-16的成本只及F-15的三分之一，按1975年美元價值，每架飛機六百一十萬美元。

F-16是為彌補F-15數量不足而研製的。原型是一種晝間戰鬥機，現已改進為全天候空戰戰鬥機，技術性能上要求它能在經常發生空戰的區域（高度9,000至12,000米，速度0.6~1.6馬赫）勝過現有的蘇聯戰鬥機，如MiG-21的各種後期改型、MiG-23和Su-19等。性能更高的蘇聯戰鬥機，如MiG-25（高度24,000米、速度2.8馬赫以上）則留給F-15去對付。



▲通用動力公司F-16A型單座戰鬥機投產的三視圖與F-16B雙座教練機的側視圖（右上）。

F-16上採用的新技術

F-16實現成本低，而在常用空戰範圍內性能與F-15相當這一要求的，原因主要是採用了一系列新技術，特別是近年來在氣動力、發動機、電子設備等方面取得的新成果。

變彎度機翼 F-16的前緣機動襟

翼和後緣襟副翼可以作為馬赫數和迎角的函數自動調節，從而使翼剖面形狀根據需要而改變，適合各種不同的飛行狀態，機動襟翼的偏轉率是每秒35度，與俯仰反應相協調。這種變彎度技術的優點是在大迎角下提供有效的升力系數，在升力一定的情況下阻力較低，改善航向安定性，大大改進顫振特性。這些因



美國空軍的一架通用動力公司F-16A型戰鬥機和一架麥當奴·道格拉斯F-15「鷹」式戰鬥機比翼共飛。這兩種飛機是美國空軍八十年代的主力空戰機種。F-15是一種高性能、高造價的飛機，而F-16則是一種性能不及F-15，但造價低的戰鬥機，出於「高低搭配」的概念。

素能夠提高飛機在大過載情況下的跟蹤精度。大過載情況在空戰中作急轉彎或在空對地作戰中作規避動作都會碰到。

翼身融合體 翼身融合體的設計原理是把機翼根部加厚、使機翼圓滑過渡到機身，兩者融為一體。這樣一來，使飛機機體剖面的縱向變化更符合於「面積律」的要求。由於採用翼身融合體，F-16的機身也能產生部份升力，尤其在大迎角情況下，這種作用很顯著。同時這措施還減小了跨音速阻力。缺點是長細比變得比超音速飛行所需要的小。但是，權衡比較的結果，翼身融合體的好處，特別是改進了容積分佈（允許燃油圍繞重心儲存）抵消了它的害處。由於採用翼身融合體，F-16能把容積集中，使機身容積比常規設計增大9%，並使機身長度的縮短了1.5米，節省了大約260千克結構重量。

採用邊條翼 邊條機翼就是在中等後掠角機翼翼根前緣和機身之間增加一塊大後掠角的小翼面。當飛機以大迎角飛行時，大後掠的邊條前緣氣流分離產生的脫體渦流過機翼表面，產生渦升力，提高飛機的升阻比，改善大迎角下的亞跨音速機動性。在F-16上，把翼身融合體向前延伸形成前緣鋒利的邊條翼，構成渦流發生器，在大迎角下對於

保持機翼內側附面層起作用 and 防止翼根失速及方向安定性變壞是有效的。渦流的能量也提供部份前機身升力，這就可減少尾翼配平，從而改善了飛機阻力。機翼面積由於保持着附面層的渦流而變得更加有效，這就有可能使用較小、較輕、小展弦比的機翼。據估計，可比常規機翼的重量節省226千克。

放寬靜穩定度和電傳操縱系統 放寬靜穩定度技術是目前各國正在大力探索的「隨控佈局」設計方法的一項內容。一般設計方法，對飛機的靜穩定度要求很嚴格，設計飛機時，必須把氣動中心置於重心後面的某個距離（即靜穩定度）上，並嚴格控制在一定的變化範圍之內，這樣，飛機在飛行中才是穩定的。採用放寬靜穩定度技術，即放鬆了對靜穩定度的嚴格限制，氣動中心可以很靠近重心，也可以重合，甚至可以在重心前面。飛機的靜穩定度變得很小或乾脆變成不穩定的，飛行時主要靠「增穩系統」自動控制舵面，來實現飛行穩定。這樣做的好處是，提高了飛機的機動能力，只需小的舵面就能做大的機動動作，使F-16超音速機動設計過載達到9g，使它的轉彎半徑只有類似飛機的一半左右。由於對尾翼提供的配平力要求減小，尾翼的尺寸也可以減小。

為了利用放寬靜穩定度技術，F-16上採用了電傳操縱系統，即使用電信號（分散鋪設了四套電路）代替常規飛機使用的機械連桿、鋼索和搖臂，好處是減輕系統重量、增加載油、提高了戰時的生存力、反應更加靈敏、準確。

高過載座艙和側位駕駛桿 普通戰鬥機的座椅向後傾斜12到13度。在F-16上，由於高的加速率和大過載機動，採用了向後傾斜30度的座椅，腳蹬抬高，改善了飛行員忍受大的、長時間過載的能力，據報道，參加試飛的YF-16的十二名試飛員都達到能忍受9g過載，超過原來允許的7.3g的指標。較大的傾斜角還使飛行員比較容易向後看，特別是在大過載環境下，為了在傾斜座椅上方便駕駛，把駕駛桿變成一個放在右側的小手柄，只需要手掌握着就實現了操縱動作。

在結構設計方面，採用美空軍新制定的斷裂力學設計准則和有限元方法，以減輕重量和延長使用壽命。在選材方面為降低成本，大量採用常規材料，鋁合金佔78%，鋼4%，鈦合金2.2%，複合材料4.2%，補強塑料1%，其它材料11%。

綜合採用上述新技術的效果是，F-16與常規佈局的飛機相比，空重節省

590 千克，空戰重量減輕 1,000 千克。按 F-16 機體結構每公斤一百三十二美元計算，這樣僅空重一項，每架飛機就節省近八萬美元。

先進的發動機、電子設備 和武器裝備

為最大限度節省重量，飛機的動力裝置選用了 F-15 用的 F100 加力式渦輪風扇發動機，這還可以簡化空軍的後勤支援。由於飛機主要在 0.8~1.6 馬赫的空戰範圍內飛行，最大速度僅 1.9 馬赫左右，故採用固定幾何形狀正激波進氣口的腹下進氣道，使飛機在大迎角動時能保持足夠的進氣量，並在低速範圍內具有更大的機動能力，而且結構簡單，重量輕。 狀 波

F-16 所選用的 F100-PW-100 型發動機的加力推力為 11,340 千克，重量僅 1,360 千克，推重比達 8（即發動機發出推力比上它的自重），達到目前同類發動機先進水平。這樣，F-16 飛機的推重比（飛機獲得的推力比飛機重量）超過了 1。

飛機電子設備中最突出的是一部 X 波段中程相干脈沖多普勒 296-1 型多功能雷達。該雷達重量 134 千克，其工作

方式空對空方面有：空—空上視，空—空下視，以探測低空飛行目標，在空戰中自動捕獲目標，顯示跟蹤角和跟蹤數據。空對地方面也有多種功能：如空地測距、地形測繪、測定方向信標，在海上探測艦船等。下視探測距離為 24~32 千米，仰視距離為 33~40 千米；當方位角 $\pm 60^\circ$ 時能探測到反射面積為 5 平方米的目標，自動截獲距離為 8 千米。其他電子設備還有：平視顯示儀、射擊指揮瞄准系統、機頭雷達測距系統、慣性導航系統以及警戒雷達接收機。今後還將裝置 AN/ALQ-119 電子對抗干擾艙、AN/ALE-40 箔條散佈器等。

F-16 的基本武器是一門 M-61 A-1「火神」式六管機炮，帶彈 515 發，射速每分鐘 4,000 至 6,000 發。共有九個外掛架：左右翼尖各一個，機翼下每邊三個、機身下一個，外掛載荷總重可達 6,900 千克。最多可帶六枚 AIM-9J 或 AIM-9L「響尾蛇」空對空導彈。僅翼尖和外翼掛架帶導彈時，過載可保持 9g，其他掛點也攜帶載荷時，過載下降至 5.5g。

優異的性能

F-16 的最大速度（水平俯冲增速）

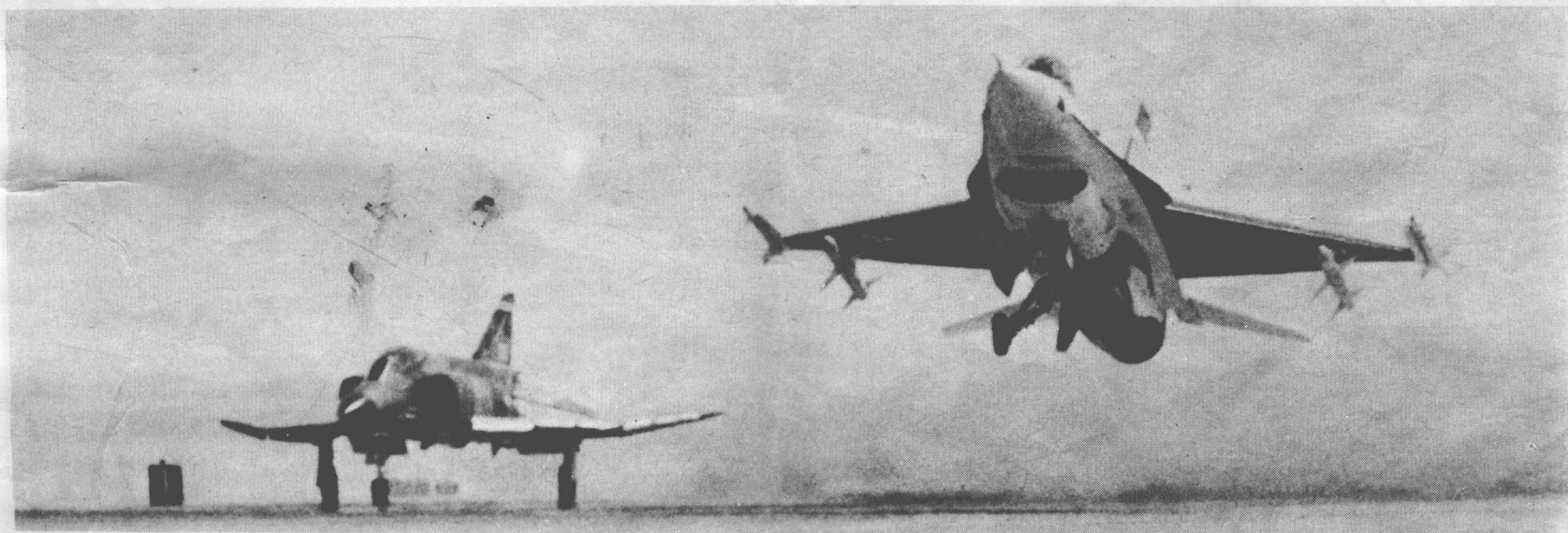
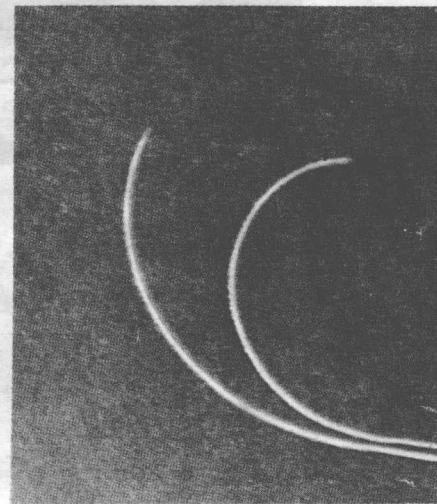
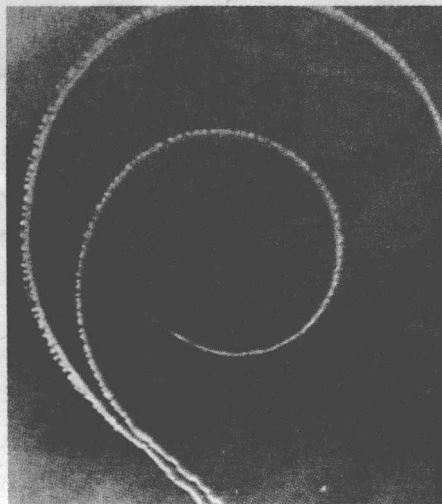
可達 2 馬赫，這在現代戰鬥機中並不是突出的，而且由於進氣道是不可調節的，馬赫數大於 1.7 以後，進氣效率急劇下降，影響飛機的性能。但是，F-16 的機動性比上一代戰鬥機有顯著的進步：中低空爬升率較好。因為推重比大於一，能用很大的上升角爬升，最大上升率達每秒 270 米。中空跨音速水平加速性能較好，如高度 9,000 米，無外載，從 0.9 馬赫加速到 1.5 馬赫僅需 57 秒。跨音速的盤旋性能也較好，高度 9,000 米、馬赫 1.2 時穩定盤旋過載可達 3.8g。F-16 的作戰半徑達 925 千米，轉場航程達 4,000 千米。但航程的增大不是靠加大飛機尺寸，而是靠提高機內燃油比（F-16 為 31%、F-4 只 28%）、降低油耗和採用先進的氣動外形。

下面用 F-16 與 F-4（美國現役中的主力戰鬥機）做個比較，可以看出，F-16 性能的進步。

F-16 重量只有 F-4 的一半，但其作戰半徑在執行空中優勢任務時比 F-4 大兩倍，空對地作戰時大一倍以上。F-16 的轉彎速度和加速率比 F-4 好 60%。在一次 F-16 與 F-4E 的飛行比賽中，當 F-16 滑跑 365 米後作接近垂直的爬升時，F-4E 還在繼續爬升；F-16 爬升至 4,570 米時，F-4E 打開加力只達到

這兩幅圖片是 F-16 戰鬥機與 F-4 「幽靈」式戰鬥機空中轉彎性能的比較。左►圖是兩架飛機同時開始作機動轉彎，外圈是 F-4 的尾凝流，內圈是 F-16 的尾凝流；右圖可見 F-16 戰機已完成了 360 度的全圈，F-4 只轉了四分之三圈。

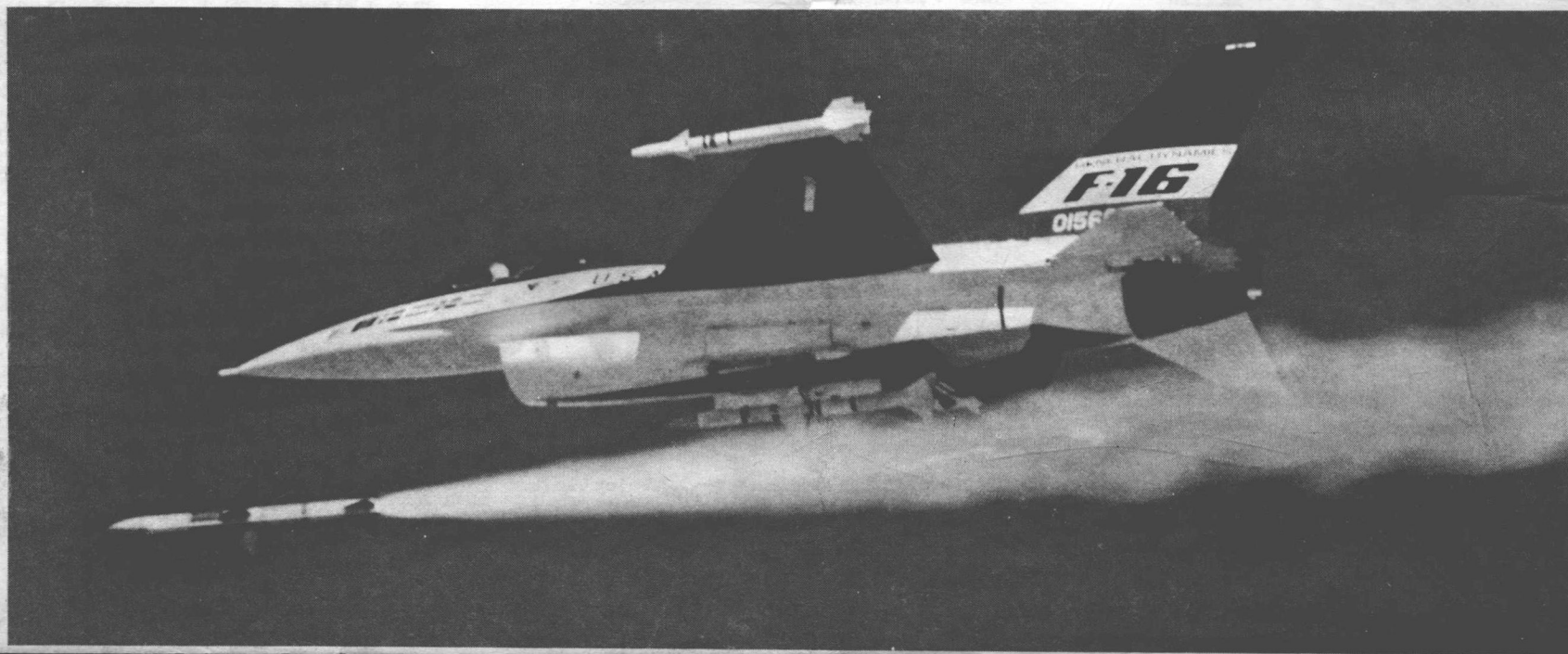
▼在美國戰術空軍指揮部所安排的一次飛機技術評估中，一架 YF-16 原型戰鬥機外掛兩枚「響尾蛇」和兩枚「麻雀」式空對空導彈與一架無外掛的 F-4 「幽靈」式戰鬥機同時起飛，圖中可見 YF-16 已離開跑道拉起準備爬升，而 F-4 還在跑道滑跑。





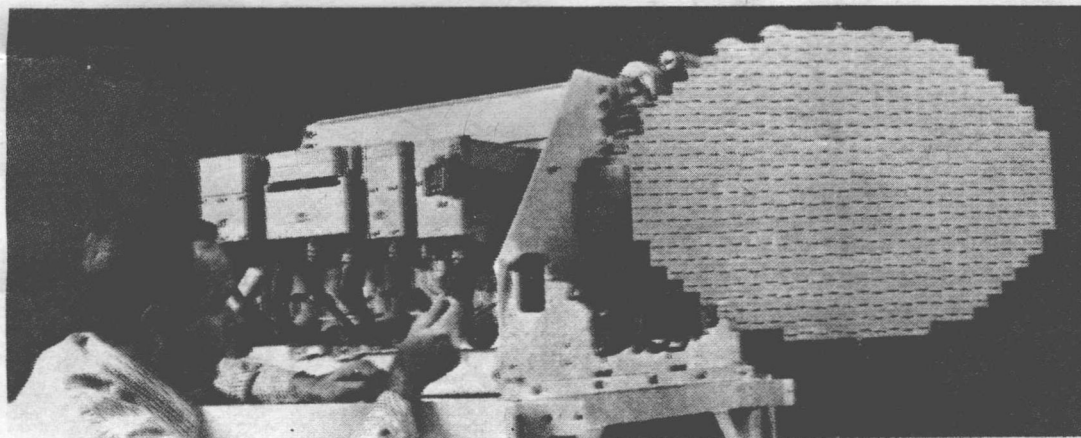
◀飛行在雪山上空的一架YF-16原型機。這種飛機是一種
 晝間戰鬥機，機首只裝有通用電力公司的SSR-1型雷
 達測距系統。

▼通用動力公司F-16原型機於1977年11月初在加利福尼
 亞州中國湖(China Lake)試驗場進行了其第一次發
 射雷茨安公司AIM-7F「麻雀」式空對空導彈的試驗
 兩次發射分別在大約18,000英尺高空以0.9馬赫和1.05
 馬赫的飛行狀態中進行。「麻雀」式導彈需要由一部威
 斯汀豪斯的火控雷達配合操作。





(上) F-16 戰鬥機的正面。圖中可見飛機的翼梢掛有 AIM-9L 「響尾蛇」式空對空導彈，每邊機翼翼下各設有兩副裝上炸彈的三聯彈射彈架。(下) F-16 所配備的威斯汀豪斯 X 波段多波形脈沖多普勒雷達，這種雷達可提供四種空對空工作方式和七種空對地工作方式。空對空的工作方式包括：①上視，用作在飛機水平線以上的搜索和追蹤；②下視，用作在飛機水平線以下的搜索和追蹤；③空戰，用以在格鬥交戰中自動探測目標；④自動，用以自動選擇上視或下視。空對地工作方式包括：①空對地測距；②實波束地面地圖；③擴大實波束地圖；④多普勒波束加強；⑤定向無線電波；⑥凝像；⑦海面搜索。



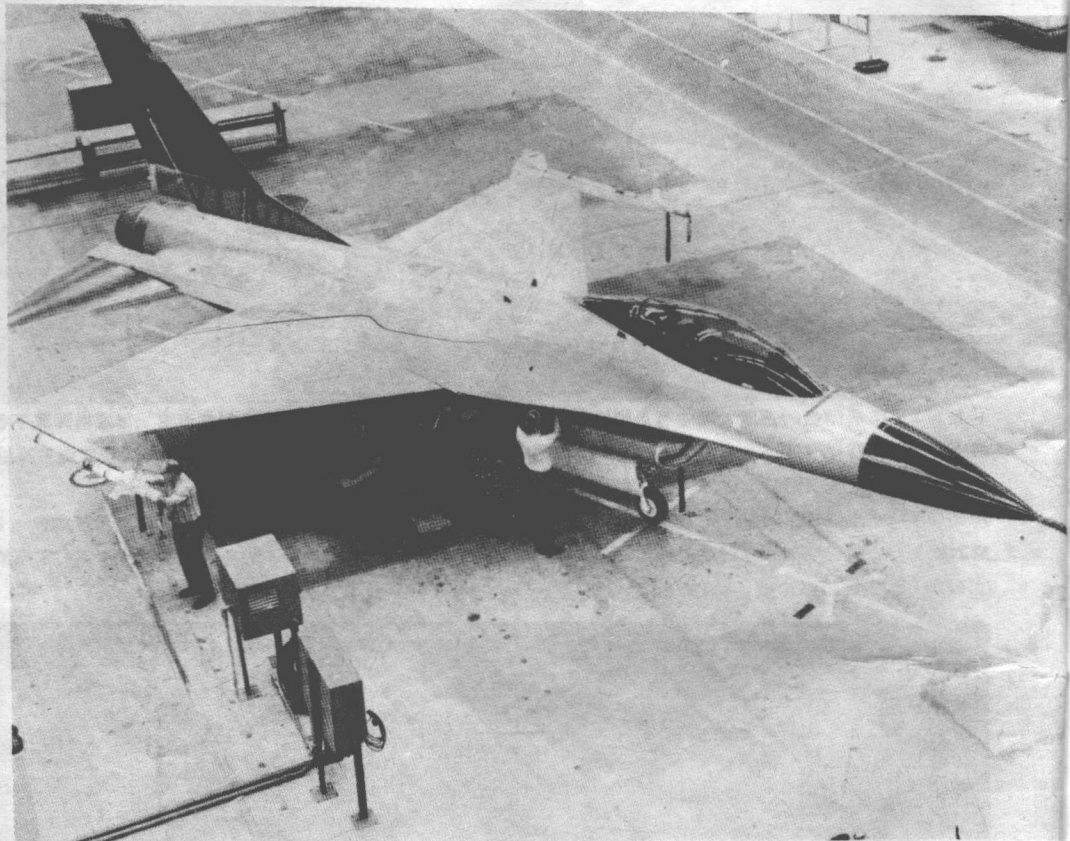
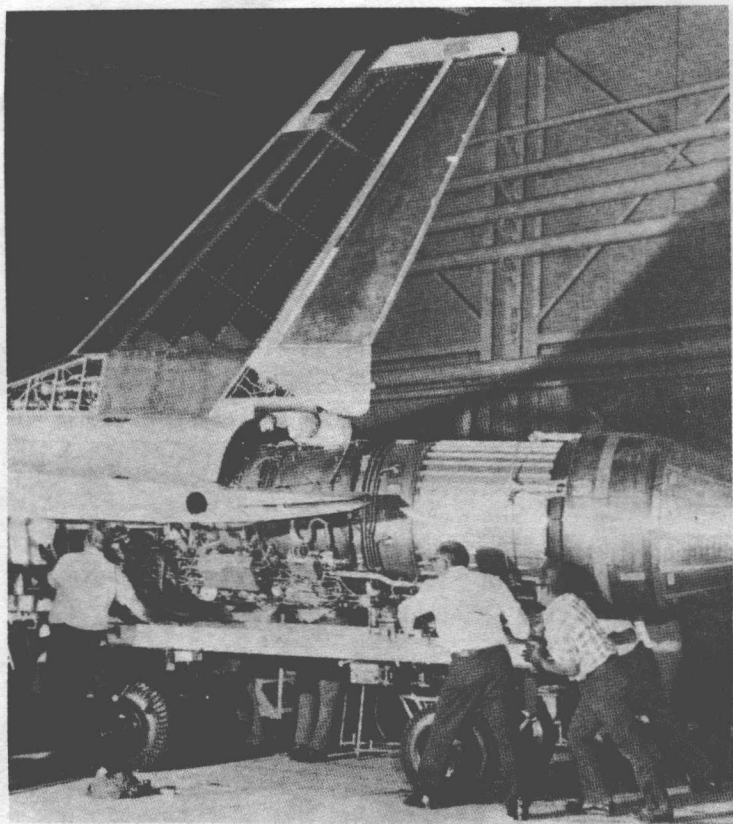
3,050 米。兩機在 10,670 米高空，以 1.2 馬赫作編隊飛行，同時作機動轉彎，從兩機的凝結尾流中可清楚地看出 F-16 已完成 7g 360 度轉彎時，F-4E 才轉了四分之三圈。

另外，降低使用和維護費用也是對 F-16 的重要要求之一。據統計，從每年的作戰和技術保養費用看，裝備 24 架 F-16 的中隊，每年為一千六百四十萬美元，而裝備同樣數量的 F-4 中隊，每年為二千二百九十萬美元，F-16 比 F-4 降低了百分之三十。

關於 F-16 的全天候作戰能力，日本人在評選下一代戰鬥機時對 F-14、F-15 和 F-16 加以對比後認為，F-16 的體積尺寸小，雷達的大小受到限制，其全天候能力是不足的。即使加裝「麻雀」導彈，也會使飛機的爬升、高空飛行和速度性能受到影響，因此，F-16 在對付高空高速目標和超低空目標的能力方面均不如 F-15 和 F-14。

* * *

F-16A 預計產量超過 1,800 架，其中美國空軍計劃採購 1,338 架，目前已訂貨 650 架，比利時 112 架，荷蘭 102 架，丹麥 58 架，挪威 72 架，以色列 75 架。第一架生產型已於 1978 年 8 月交付使用。

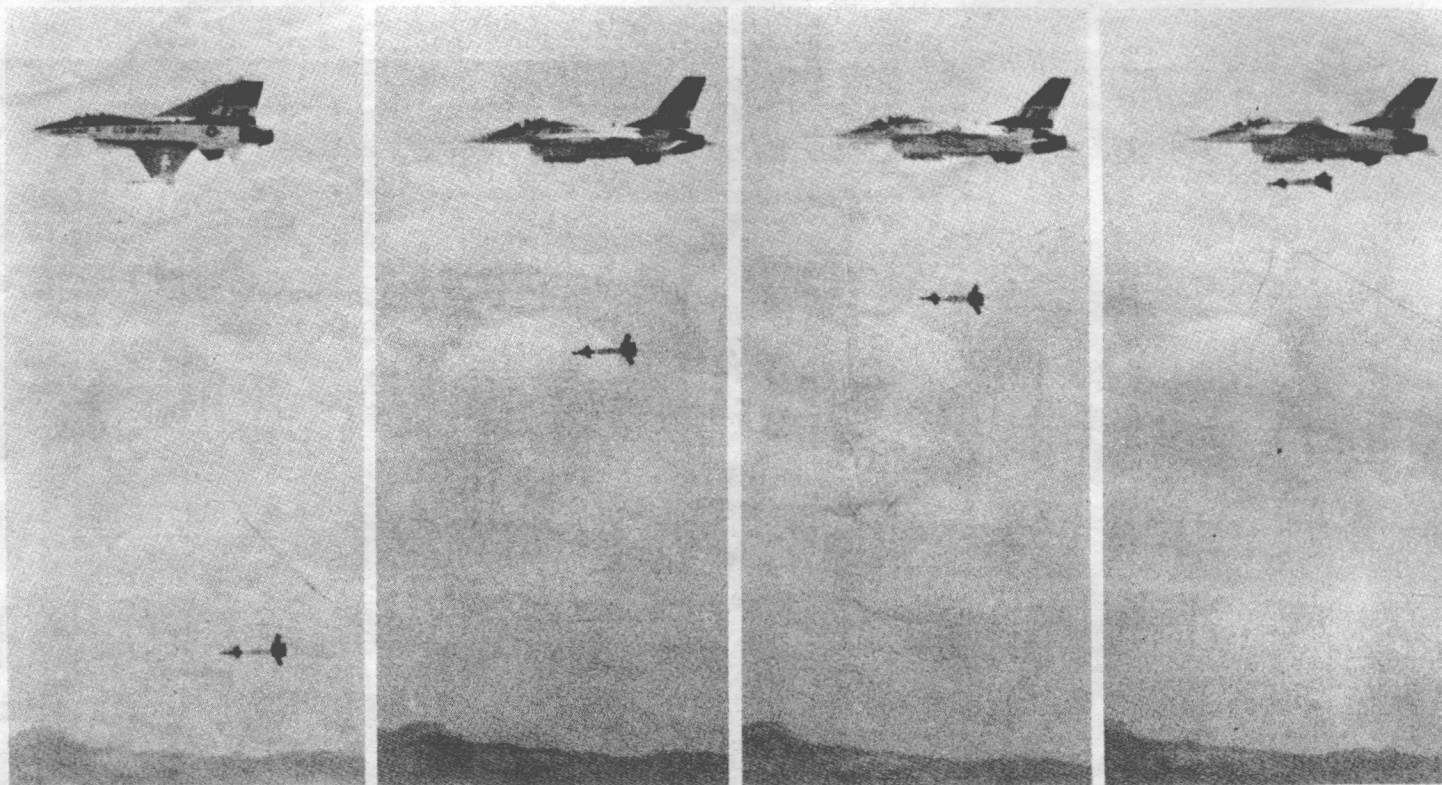


▲（左）通用動力公司的技術人員把一台普拉特—惠特尼 F 100 型渦輪風扇發動機裝進第一架投產前 F-16A 試製樣機的尾部。圖中可見機尾左舷的空氣制動片微微打開，這兩塊制動片緊貼在左舷水平尾翼鉸鏈保護罩之後。飛機的垂直安定面蒙皮是用碳纖維製成的。（右）第一架完成的 F-16A 在噴鍍前一瞥。圖中可見其比原型機加大和加長的機鼻，機體前段側邊可見到邊條翼，兩邊機翼梢裝有 AIM-9J「響尾蛇」式空對空導彈。



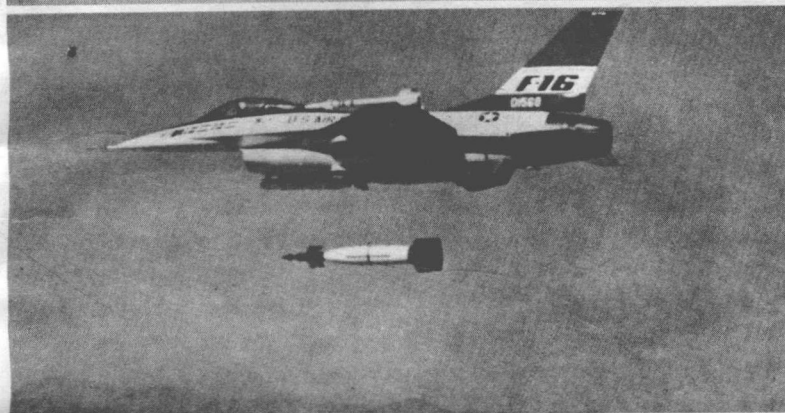
YF-16戰鬥機投放武器表演

通用動力公司為美國空軍研製的YF-16戰鬥機第二號原型機(上圖)在1978年的一次由承造商自資進行的試驗中,分別用GBU-10和GBU-16型激光制導炸彈準確地擊中了24平方英尺的目標。這次測試是考驗F-16戰鬥機在沒有地面或其他飛機協助的情況下施放武器的能力。通用動力公司的F-16飛機銷售人員並利用這次測試的錄影帶,向外國顯示該機精確的性能。第14頁的連續鏡頭,是該公司的測試飛行員大衛·帕爾默(David Palmer)駕



YF-16第2號原型飛機投放一枚GBU-16炸彈時的情況；第15頁的連環圖，則是投放一枚GBU-10。這次考驗從飛行高度5,000英尺到低空500英尺均作嘗試，並表演不同的投彈技術。多間公司參與了這次在加利福尼亞州愛德華茲空軍基地（Edwards AFB）進行的測驗，其中包括：馬丁·馬利埃塔公司，提供自動追蹤激光照射系統「阿特里斯2」型（Automatic Tracking Laser Illumination System, ATLIS 2），裝在一個附在戰機發動機進氣口右下方的直徑12英寸的莢艙裏；得克薩斯儀器公司，供應激光炸彈制導配

套元件；璞爾希斯導航科學公司，提供頭盔裝置瞄準系統；和英國宇宙航空公司，供應其「軍刀」（Sabre）式激光導向反裝甲導彈的技術數據和規則系統。在該次試驗飛行中，YF-16共飛行了46次，其中9次作武器投放。「阿特里斯2」型系統也用於空對空用途中。在一次附加的空對空和空對地作戰表演中，「軍刀」式導彈作模擬發射，並對頭盔瞄準系統作了評估。



從空中俯視一架飛行中的 F-16 戰鬥機，圖中可見飛機上部的迷彩潛色，機翼和水平尾翼以及機首的深色部份是深灰色，其他部份是中等灰色，雷達罩是黑色，飛機機翼兩端裝備有霍茨安 AIM-9J「響尾蛇」式空對空導彈。