



軍事國防

北約空軍戰鬥機武器教官訓練與飛彈整合實作

空軍備役上校 魏光志、軍事專欄作者 耿志雲

提

要

北大西洋公約組織〈North Atlantic Treaty Organization—NATO〉目前有多達9個成員國的空軍編制了F-16系列戰鬥機，其中，荷蘭、比利時、挪威、丹麥、葡萄牙這5個國家的使用機種屬於構型較早的A/B Block 10~15批量生產型，為有效運用現役戰鬥機隊的中壽期〈Middle Life Upgrade—MLU〉性能價值，發揮全天候全功能戰備力量，北約當局特地仿效美國空軍各機種「炸射教官班」〈Fighter Weapon School〉的型態，編成「戰鬥機武器教官訓練」〈Fighter Weapons Instructor Training—FWIT〉的課程，以期能在F-35A全面成軍之前，妥善運用F-16機隊的剩餘戰力，同時因應歐盟日漸趨緊的非傳統安全中「反恐」、「維和」功能，藉以促進北約武器裝備共用特性的基本原則，進而達到維護傳統安全的目的。

我國空軍F-16 Block 20 MLU機隊與前述北約5國使用之構型相近，同時也將進入服役20年的檢修週期，在完成F-16 V(Viper Jet)構型研改之前，如何參酌北約組織空軍同等級裝備經驗，彙編新戰術研究準則，確保MLU之戰力水平達到北約標準，已然成為目前世界其他同級裝備使用國衡量我國空軍戰力的一項指標。本文期以北約行之有年的「北約戰鬥機武器教官班」F-16 FWIT做為探討此一機種裝備應有價值的憑藉，達到「訓用合一」的軍事戰略目標。

本文也試圖從「戰鬥機防範低空穿越實作」與「北約空用飛彈的標準化」等面向，分析「冷戰」期間美、蘇兩強在歐洲空權對峙的零星個例，與北約如何運用既有編制之戰術機隊，配合軍備工業整合，達到維護領空安全之目的以及創造戰略價值。

關鍵詞：北約空軍、戰鬥機武器學校〈Fighter Weapon School〉、低空穿越、北約標準化、構型研改



前言—北約戰鬥機戰術訓練與武器標準化的時空背景

自從1949年「北約組織」〈North Atlantic Treaty Organization—NATO〉成立以降，歐洲在「馬歇爾計畫」下，各國除經濟規模逐漸確立「社會主義」市場機制之外，也在「軍民通用」的工業策略下發展出「集體防衛」的防務關係，以美製軍備作為主力裝備的北約成員各國，皆以同級裝備建立相通訓練規範與準則，藉以降低訓練成本、提高防務效益、建立安全依存。

環顧史實，1960~1970年代，美國在歐陸的軍事優勢，一方面以部署之戰術核武作為對「蘇聯」威懾武力之外，另一方面也由大量部署在德國與西歐的各型戰鬥機隊，以之掌握戰區的絕對空權。至1980年代，北約各國於戰後經濟規模發展大致定型，美製系統與自製系統也明顯化區分，西歐與北歐的F-16使用國遂以仿效美國空軍的「炸射教官班」為範本，建立能符合歐洲戰區特色的戰術科目訓練單位。與美國空軍稍有不同之處，在於北約的「戰鬥機武器教官訓練」為配合「聯合作戰」條件下的盟國空中支援武力為前提，而非純粹單一機種的「戰術專精」考核訓練。此外，進入新世紀後，也配合美國對北約的主導地位，增加美製特殊新型彈藥的投射訓練與定期聯合演習，意在強化北約因應「反恐」、「維和」所必須保持之空中武力的投射能力。

荷蘭與「北約」之德、英、法等第一線軍事盟國差別處，在於其國土面積和台灣本島相近〈荷蘭國土總面積為41,543平方公里〉，受季節溫差及風向影響，全年可供訓練飛行時間、空域等諸多因素與我國相似，尤其在航空主戰裝備機種精簡化的前提下，如何充分運用現有戰備資源，發揮有效戰力，達成符合「北約標準」之戰訓水準，可作為我國空軍在使用同級美製裝備的前提下，強化訓練成果、增加經濟效益的借鑑。

北約組織長年致力於建立共通標準化準則，藉以在相同的飛機裝備基礎上，突破各國戰備實力的差異性，達到戰略互補的目的，維持空權優勢。至於F-16 MLU所附帶之近戰飛彈的系統研發與建力用力，均以「聯合頭盔觀瞄系統」〈Joint Helmet Mounted Cueing System—JHMCS〉為其空對空飛彈〈如AIM-9X、AIM-132〉裝備整合之明顯範例，提升全面的空中戰備潛力，也可作為我國空軍未來導入相同裝備之參酌，以期藉數位化頭盔個裝減低飛行員之工作量，有助於增加空中「情勢警覺」〈Situation Awareness〉的認知能力。

壹、北約戰鬥機武器教官訓練FWIT



經選派的15名分別來自荷蘭、挪威、比利時、丹麥與葡萄牙各國北約飛行員，於每一年度的夏季齊聚於荷蘭北部菲士蘭省〈Friesland〉盧瓦登空軍基地^{【註1】}〈Leeuwarden Air Base〉，展開名為「戰鬥機武器教官訓練」〈FWIT〉的課程，一如其名所稱，這是專為已有經驗的上尉階層以上的F-16飛行員所設立的专业4機領隊進階空勤武器軍官所開設的短期訓練課程。

一、FWIT的任務簡介與訓練成果：

主辦單位皇家荷蘭空軍認為，武器軍官的功能就是中隊裡的戰術和武器系統專家，在此結訓後的飛行員們必須維持中隊的戰術標準，武器軍官將教導一般的部隊飛行員，也須加強訓練飛行的期程，藉以達成任務的品質，他們更須對特殊作戰區的戰術科目提出新建議，例如在阿富汗使用的戰術。這個FWIT的課程通常在3年內舉行2次，最近的一次是2014年班，這個單位是自1984年起，專門對F-16 MLU型機鑽研的戰術專精課程，在為期6個月的課程中包括了3個飛行實作階段：「空對空」、「空對地」與「任務應用」。這幾個飛行階段是在3個星期的地面學科之後展開。

通常「空對空」科目階段都在盧瓦登基地舉行，先由「基本攻防」進階到「空戰機動」再到「戰術攔截」，最後實施「空戰訓練」。至於兩周的「空對地」科目則已從盧瓦登移防到葡萄牙的蒙特瑞爾基地〈Monte Real Air Base，葡萄牙空軍稱作「第5號基地—BA5」〉，有時也會選在挪威的基地舉行。在「空對地」階段率先以「基本炸射任務」進階到「基本對地〈海〉面攻擊」再

註1 盧瓦登空軍基地〈荷蘭文：Vliegbasis Leeuwarden〉位於荷蘭北部濱北海的菲士蘭省內，完全由皇家荷蘭空軍運作〈IATA：LWR，ICAO：EHLW〉，常態駐防兩個F-16中隊。當地位於菲士蘭省的西北部。盧瓦登為省會，該座基地也是目前荷蘭空軍仍在運作的三座空軍飛行基地之一〈另兩座為Gilze-Rijen和Volke〉。

至於盧瓦登機場建於1938年，起先是充作史基福〈首都阿姆斯特丹〉與艾爾德兩地之間的通勤聯絡機場，原本使用頻率不高，但在1940年德國入侵荷蘭之後便有改觀，由德軍接管作為Bf 109戰鬥機與一般轟炸機的機場，納粹德國藉此地飛向英國空襲。二戰期間，尤其是1944年9月17日，當地遭到英軍的猛烈轟炸。在荷蘭被盟軍解放之後，機場進行整修，在二戰後首作為民航用途，由荷蘭航空開設從當地飛往史基福的定期航班，1949年荷蘭加入北約之後，再劃為軍事機場。

目前，駐防盧瓦登的兩個F-16中隊為第322中隊與第323「戰術訓練測評標準化」中隊〈Tactical Training Evaluation and Standardisation—TACTES〉。第323中隊在2014年10月31日又將原測評標準化考核任務移交予第322中隊，由後者從2014年11月5日起擔任F-35A的測評中隊。此外，盧瓦登基地也是荷蘭空軍第303救護中隊的駐地，新近在當地編成了「防務直升機指揮部」〈Defence Helicopter Command—DHC〉，編制了3架義大利製造的Bell 412SP，於2015年1月1日成軍。

這座機場也是北約「戰鬥機武器教官班」〈FWIT〉與北約常態化「菲士蘭之旗」演習的主場地。2015年3月31日，6架美國空軍空中國民兵第125戰鬥機聯隊的F-15C飛抵盧瓦登基地參加以上的演習。2016年時，還會有一個中隊的MQ-9無人飛行載具進駐當地，預計在2017年完成全戰備能量。據北約表示，4架MQ-9分隊與附帶的地面遙控管制站，能全面支援美軍在全球各地的作戰。未來也將支援國土安全與監測任務。

“Leeuwarden Air Base”，Wikipedia，2015/7/4，https://en.wikipedia.org/wiki/Leeuwarden_Air_Base



到「反制地面攻擊」科目。為期2周的「密接空中支援」科目也須在此一階段完訓。飛行學官在每個科目階段平均飛行20個架次。最後的「任務應用」階段也在葡萄牙蒙特瑞爾基地舉行，它結合了之前各個階段科目中所教授的各項戰術，包括實彈炸射飛行與在複雜的實況任務區內對僚機與友軍地面站台的通聯。在通過學科測驗和所有表訂飛行課程之外，學官們個人還須擬出一套詳細可行的戰術科目，以供教官班的技術期刊刊登。

在北約組織空軍的架構中，荷蘭空軍的FWIT擔任了重要的功能，以期對各F-16 MLU部隊的現用機載任務軟體發揮升級與應有的戰力。目前，北約F-16所使用的升級射控軟體稱為「M5」，特別著重於空對地的科目，這與北約各國從阿富汗戰爭之後，持續投入對中東地區的防空壓制作戰有明顯的關係。「M5」增強了原本「Link-16」資料鏈路的資訊交換傳輸能量，增加了新的強化版「全球定位系統」與慣性航行系統，促進了雷達的性能，同時提供了飛行員於現代化組合式定位鐳射導引武器的應用能力，例如對GBU-49強化版500磅「鋪路II」炸彈的投放^{【註2】}。

綜觀整個FWIT的課程均仿效美國空軍在內華達州奈利斯基地「武器學校」對武器軍官的訓練^{【註3】}。兩者較為不同之處在於北約的訓練班是由來自各國的武器軍官所組成的教官隊，對於FWIT，每名參訓學官都會將各自原本的經驗帶到教官班上來，所以每名學官或教官在結訓歸建之後，就會把在此學到的武器與戰術最新資訊帶回原部隊，但在美軍的訓練系統中，教官飛行員卻是「武器學校」的常態編制，不隨飛行學官返回部隊。另一項差異在於FWIT的學官是飛他們自己的座機來參訓，隨行的也是原本的機務員。例如2010年那一屆的FWIT訓練班，就有多種型號的北約空軍機隊與各部隊前來參訓。荷蘭空軍還特別在盧瓦登與南部的福克爾基地^{【註4】}〈Volkel Air Base〉設置了「紅區」，作

註2 詹耀杰，美國空軍戰機對地攻擊武器，青年日報，99/11/29，版3。

註3 UNITED STATES AIR FORCE WEAPONS SCHOOL, The Official Website of the Nellis Air Force Base, U.S. Air Force Website, 2015/7, <http://www.nellis.af.mil/library/factsheets/factsheet.asp?id=19837>。

註4 福克爾空軍基地位於荷蘭南部北布拉班特省〈North Brabant〉境內〈荷蘭文：Vliegbasis Volkel；IATA：UDE，ICAO：EHVK〉也是由皇家荷蘭空軍自行運作的F-16基地，常態駐防第312與313兩個中隊。稍早還有一個第311中隊已於2012年9月27日裁撤，但仍於當地維持了一個機務、後勤等場站設施中隊，另有美國空軍第52聯隊轄下的第703彈藥支援中隊。在軍事單元之外，這座機場也派駐了尼梅根大學醫療中心〈Radboud University Nijmegen Medical Centre〉所屬的救護直升機與荷蘭警察的直升機。皇家荷蘭空軍的三座基地正常每年都會開放一次，福克爾基地有兩條平行的跑道〈06/24方向〉，各有3,020公尺〈9,900英尺〉以上的長度，跑道寬45公尺〈148英尺〉，能夠起降大型飛機，基地也裝設有儀器降落系統〈Instrument Landing System—ILS〉。06R/24L跑道較窄，僅有23公尺〈75英尺〉寬。

根據北約的資料，據信自1960年代初，美國空軍的核武就駐防在福克爾基地內，荷蘭官方稍早指出這些美軍



為預備陣地，並且動用了C-130H、Fokker〈福克〉50與KC-10等大型勤務飛機從艾恩德何文〈Eindhoven；荷蘭中部〉前來支援。駐歐美國空軍也從英國基地起飛了F-15與KC-135，葡萄牙空軍派出了F-16和運輸機、德國空軍則派出「颱風號」歐洲戰鬥機和F-4F、英國皇家空軍則以歐洲戰鬥機與DA-20電戰干擾機參訓，挪威也是派出電戰機，所以那一屆的訓練班就像是一場小規模的北約空軍聯合演習。

荷蘭空軍的主辦單位第323中隊指揮官迪凡特中校〈Lt. Col. Johan van Deventer〉早在2010年〈時任FWIT少校訓練官〉就說，「歐洲參訓的單位包括來自荷蘭、比利時、挪威、丹麥、葡萄牙的F-16 MLU，他們戰力合格的標準，都得靠這些結訓的武器教官建立，這5個國家對參訓的FWIT飛行員投資甚多，期待他們能在結訓後滿載而歸，他們的投資創造了現代空戰的專業知識以及真正能作戰的教官」。這些人將能促進他們原建制中隊的戰備品質和水準^{【註5】}。

二、FWIT的戰備概況與未來發展：

每年的5月中旬，來自前述5國的15名飛行學官在盧瓦登基地的FWIT課程展開後，即朝向合格的F-16 MLU武器教官邁進，這些飛行學官均由荷蘭空軍第323「戰術訓練評估暨標準化中隊」所養成並且授證，此時，參訓的飛行學官必須對中壽期提升型的F-16 MLU所有的戰術、系統與機載武器瞭若指掌。目前運作中的FWIT已編成了近20年之久，它當年係由荷、比、挪、丹這幾國的空軍共同組成，以期訓練新的F-16 MLU武器教官。回顧1990年代初，這個教官班的演訓課程稱為「荷蘭武器教官課程」〈Dutch Weapons Instructor Course—DWIC〉。

在葡萄牙引進F-16 MLU「中壽期提升型」機隊之後，也隨之加入FWIT。飛行員在結訓後，這些新科的武器教官們就能在歸建後將參訓時的專業知識傳授

核武儲存在基地的北端，並且在重兵把守的「快速反應警戒」〈Quick Reaction Alert—QRA〉區內。但從1991年以降，WS3核武的儲存與保安系統改由各座飛機的機庫堡操作。美國空軍派駐在此地的第703彈藥支援中隊〈703rd MUNSS〉擔任這批武器的維護和保安之責。2008年時，22枚B61型戰術核武據信就儲存在福克爾基地內，隨時可由第311與312中隊的F-16攜帶加掛，當地的F-16曾被看見攜帶BDU-38訓練彈，據信是為模擬投射B61戰術核武。

荷蘭官方對此從未承認或否認核武存在福克爾基地內，但根據一名前荷蘭空軍飛行員Steve Netto的著作指出，「古巴危機」時，約達50枚B28戰術核武的確儲存在當地，它們在必要時可由皇家荷蘭空軍攜帶部署。另有冷戰時代的美國外交文件揭露，證明了儲存在荷蘭境內的戰術核武，但未標明詳細位置。2013年6月10日，荷蘭前首相魯柏斯〈Ruud Lubbers〉證明了有22枚戰術核武儲放在這座機場內。

“Volkel Air Base”，Wikipedia，2015/10/9，https://en.wikipedia.org/wiki/Volkel_Air_Base。

註5 Eric Hehs, FWIT 2010, Code One Magazine, 2010/8/20, http://www.codeonemagazine.com/article.html?item_id=51。



給原單位的同僚們，發揮「種子教官」的功能。FWIT的課程持續到同年11月中旬，接續還會進行「歐洲參訓國空軍課程」〈European Participating Air Forces—EPAF〉它有時也會有其他北約成員國的空軍機隊參訓，而不僅只限於F-16 MLU的使用國。回溯2008那一年就有比、丹、挪與葡等國派出學官參訓。這個階段的訓練科目分為「空對空」與「空對地」兩部分。第一個階段的科目持續進行到7月25日，仍由荷蘭空軍盧瓦登基地舉行，在此期間，其他各北約組織國的空軍會飛來參加不同機種對抗〈Dissimilar Air Combat Training—DACT〉，並且擔任對手的角色。英國皇家空軍「蒼鷹」Hawk T. Mk 1教練機與美國駐歐空軍第31聯隊〈在義大利〉的F-16CG通常也派出分隊扮演「紅軍」的角色。

在FWIT開始的頭2至3個星期，只有地面學科的課程，還未實際上飛行線。接下來訓期內，每一天都有兩批各12架的戰鬥機飛行訓練從盧瓦登基地起飛，這是第323「戰術訓練評估暨標準化中隊」與第322中隊〈盧瓦登基地常駐在這兩個中隊級編制〉的額外飛行訓練，由此可見該座基地的戰備運作繁忙程度。「空對地」科目的第一階段移防到挪威的奧爾蘭機場〈Orland Airport，挪威文稱作Orland lufthavn〉展開，於9月1日持續到11月中旬，這是為將密集的起降噪音遷移到較為空曠的北歐基地，以及考量較為適合的空對地科目所需的靶場所做的安排，結訓後的飛行學官們都有大幅度的加分作用，原已有4機領隊資格與1,500飛時的飛行官們此時已能將經驗傳授給他們各自的部隊。

由於皇家荷蘭空軍已將在10年內汰除F-16 MLU機隊，原本選項中的法國達梭製「颶風號」、美國洛馬製F-16 Block 50/52、歐洲戰鬥機「颶風號」與瑞典紳寶製「勾喙獸」JAS-39C/D等競標機種均敗於洛馬F-35A。2002年時，荷蘭官方簽訂了一項軍購備忘錄，以期成為F-35A的第2階段研發夥伴，預算大約為8億美元，荷蘭當局是著眼於促進國內的福克〈Fokker〉公司工業能量，預備取得授權在境內組裝，但在福克飛機公司中止營運之後，荷蘭當局轉為保留的態度。目前，荷蘭空軍僅只接收了兩架F-35A，配屬予盧瓦登基地的第323中隊，因此，待北約組織採用的F-35機隊全面成軍之後，也極有可能在荷蘭同樣成立歐洲的F-35「武器教官班」以促進北約空軍的戰術共享。

荷蘭國會在2011年4月決定採購第2架F-35以維持住既有的飛測計畫，但是要求審慎評估F-35的整個採購計畫，以避免不斷高漲的研發費用。但也由於受歐盟與美國雙邊政策影響，荷蘭空軍至今換裝F-35的期程仍然未能排定，直到2013年9月17日，荷蘭官方才正式宣布將以F-35A取代F-16A/B MLU，



2014年2月26日，荷蘭國會首次同意採購第一批F-35A機隊，正式的戰備機隊將從2019年起開始交機^{註6}。但在F-35A全面成軍之前，荷蘭仍須仰仗現有的87架F-16 MLU運行正常的空防序列。

承前所述，北約空軍機隊對境外作戰係由「北約盟軍統帥部」〈The Supreme Allied Commander Europe—SACEUR〉統一指派調度參戰單位，因此，同級裝備藉F-16 FWIT培養同等訓練成果與戰備水準，和戰時相互支援的功能。再者，北約空軍在此一訓練模式下，易於充分整合各國機隊戰力於同一標準。對此，我國空軍之年度「戰術總驗收」在實施「不同機種對抗」之外，未來或可參酌北約此一例行性訓練，將性能相近機種〈如：F-16A/B與IDF〉之測考評分建立通盤標準，易於各飛行部隊發揮機種戰力的互補，獲取「他山之石」的功效。

反觀我中華民國空軍在獲得第5代機之前，必將沿用F-16 MLU擔任「多功能戰鬥機」的序列，一方面藉由軍售訓練管道獲得美軍教範，另一方面也可參酌前文北約空軍以F-16 FWIT的模式，建立「空中聯兵旅」的空權戰略價值，促進各部隊戰術共享，提升教範準則與時俱進，對我國空軍存有潛在的啟發。

貳、戰鬥機對於防範低空穿越任務

現代化空中聯合作戰依裝備單元的任務區分，由不同高度層次的防空飛彈、預警雷達、攔截戰鬥機、多功能戰鬥機、地區指管系統，建構成一個完整的戰區防空序列。所謂「低空穿越」〈Low Altitude Overthrow〉在傳統定義中，是指戰鬥機藉由本身的機動與速度，藉地球弧度的天然掩護，規避敵方防空雷達的涵蓋角度，穿越雷達盲區，由遠至近逐漸迂迴接近目標區。然而，倘若在前沿部署的作戰場景中，配備數位化座艙與資料鏈路的輕型戰鬥機〈Light Weight Fighter—LWF〉，通常也需在一般飛行訓練任務之餘，兼任起「對地〈海面〉攻擊」的科目〈例如：我國的F-16 MLU攜帶「魚叉」反艦飛彈〉，尤其第3代教練機，〈例如：歐洲製Hawk 100系列、M-346，俄製Yak-130等全數位化座艙機種〉，它們除了可攜掛一般的傳統炸彈與空對空近戰飛彈之外，也能視任務需要加掛集束炸彈、攻艦飛彈，甚至研改版的巡弋飛彈，以期彌補一般戰鬥機的對地火力強度，增加奇襲效果。

一、低空穿越的識別技術障礙：

註6 F-35 Lightning II for the Netherlands Lees over de F-35 in het Nederlands, Lockheed Martin Corporation, 2015, <https://www.f35.com/global/participation/netherlands>。



由於輕型戰鬥機的機身體積與尺寸比雙發多功能戰鬥機〈北約空軍現役機種為F-4E、F-15、Tornado「龍捲風」戰鬥機、Eurofighter歐洲戰鬥機「颱風號」〉稍小，因此，也較容易採取戰術攻防動作規避一般地面防空雷達的探測，仿照第3代多功能戰鬥機通常會採取的「High-Low-High」或「Low-Low-High」飛行軌跡，在接近目標射程之內投射特定彈藥〈如雷射導引的GBU系列與JDAM座標炸彈〉，對敵目標進行重點打擊與殲滅。除了以多元化任務的原則運用編制內的機隊之外，從1980年代起，美、蘇長年在歐洲「冷戰」對抗的經驗，也間接發展出了一系列輕型單發戰鬥機與一般小型勤務飛機〈聯絡機、觀測機、教練機〉，在原本的既定功能之外，附帶執行其他戰術科目的範例，特別是西歐地區人口稠密、交通網絡發達，相對地表的輻射雜波增加，對常態駐防的北約盟國和駐歐美國空軍戰鬥機演訓活動，造成局部干擾，也相對增加了地區防空的變數。

回溯1980年代，美國駐歐空軍曾派駐一個中隊的F-15C「鷹鷲」制空戰鬥機隊於荷蘭境內【註7】，擔任西歐地區的北約盟國空對空主力【註8】

，但其搭載的APG-63(V)射控雷達由於技術較精密，因此，經常會從高空「誤鎖」地面公路上



〈圖1〉1980年起駐防荷蘭「索斯特堡」的第24批次量產型〈Block 24〉F-15C「鷹鷲」制空戰鬥機〈序號79-015，019，026與027〉，它們在1994年第32戰術戰鬥機群編成之後，遂轉售予沙烏地空軍。

資料來源：https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/32d_TFS_F-15Cs_Soesterberg.jpg。

註7 Davies, Steve, and Dildy, Doug, "F-15 Eagle Engaged - The World's Most Successful Jet Fighter", Osprey Publishing, Botley, Oxford, UK, 2007, ISBN 978-1-84603-169-4, p 102-106.

註8 Fletcher, Harry R. Air Force Bases Volume II, Active Air Force Bases outside the United States of America on 17 September 1982. Maxwell AFB, Alabama: Office of Air Force History. 1989. pp. 19~20. ISBN 0-912799-53-6. <http://www.afhso.af.mil/shared/media/document/AFD-100525-060.pdf>。



的民用車輛，在 Link-16 資料鏈路與敵我識別答詢器技術尚未臻於完善的 30 餘年前，北約當局的解決之道，其中一招係以皇家荷蘭空軍的 PC-7 渦槳教練機盤旋於部分訓練空域的低空層，讓本身的雷達信號融入地面各種雜波信號之中，進而



（圖2）1989年5月28日的「魯斯特紅場事件」的Cessna 172飛行路徑圖。

讓在高空層的 F-15 戰鬥機能

資料來源：https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Flugroute_von_Mathias_Rust.svg。

更為精確的標定出真實目標，藉此排除「誤擊」的可能性。然而這種策略性的局部戰術作為，在1980年代稍後的幾年中，也出現了幾起「實戰」考驗，以下的範例，說明了任何一種多功能戰鬥機都不可能單靠機載雷達遂行防空攔截，必須由完整的防空網絡與空地一體化警戒系統，才能維護地區防空安全。（圖1）

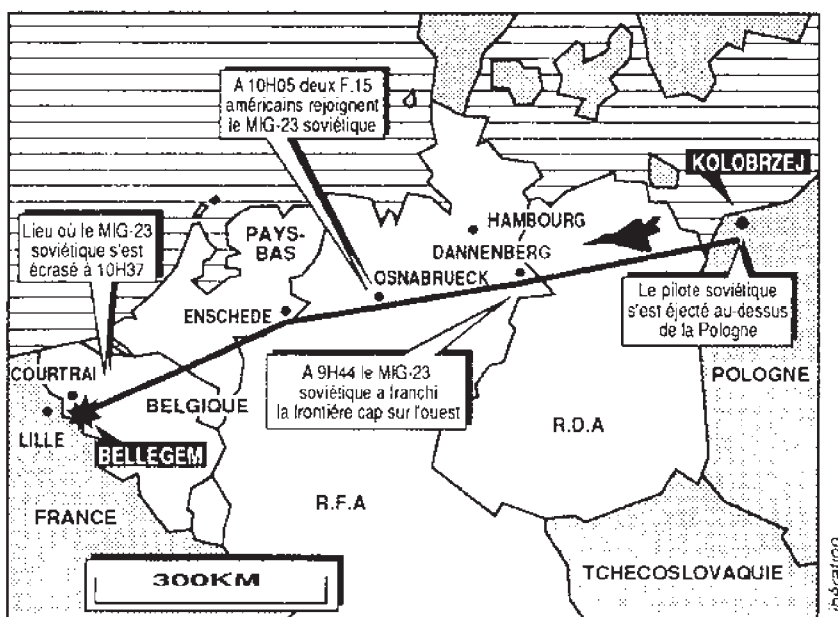
例如：發生於1987年5月28日的「魯斯特紅場事件」，時值美蘇「冷戰」結束前幾年，一名西德青年馬蒂亞斯·魯斯特（Mathias Rust）獨自一人駕駛「西斯納」172型（Cessna 172）小型民用飛機，從德國北部烏特森起飛，經過冰島、挪威、瑞典和芬蘭飛往莫斯科，他在進入蘇聯領空之後以超低空航路躲開了蘇聯的防空火網後，竟然成功降落到了莫斯科紅場旁的Vasilevski Spusk，此地即為蘇聯首都的心臟地帶——接近蘇共權力中心「克里姆林宮」。當時年僅18歲卻號稱要以此舉搭起東西方兩大陣營「想像之橋」的魯斯特，這項突如其來的舉動卻也直接導致多名蘇聯高階將官的下馬，包括時任蘇聯國防部長的索可羅夫元帥（Sergei Sokolov）與防空軍總司令科篤諾夫上將（Alexander Koldunov）的去職，後者也是蘇聯在二戰時期的空戰英雄，當時就



在西方輿論藉一片譁然，甚至對蘇共領導圈內鬥加劇諸多揣測之際，竟也讓蘇聯保守勢力因這起事件突然垮台，加速了戈巴契夫〈Mikhail Gorbachev〉的改革速度，三年多之後，蘇聯終於成為歷史。這是偶發性空中突防事件，間接導致世界戰略格局改變的著名案例，也敦促了後來的俄羅斯當局重新對莫斯科的防空部署陣列^{【註9】}。〈圖2〉

二、軍機低空穿越的成功範例：

兩年後的1989年7月4日，時值美國國慶當日，一架蘇聯前線防空軍的MiG-23M〈鞭笞者B型〉戰鬥攻擊機從波蘭濱波羅的海的科沃布熱格〈Ko obrzeg〉起飛後未幾，便因發動機後燃器失效推力驟減，高度建立不足，飛行員尼可萊·史庫里丁上校〈Colonel Nikolai Skuridin〉於距地面僅150公尺的低空安全彈射出座艙，不



料，這架MiG-23稍後並沒有立即墜毀，反而在發動機運轉正常的情形下繼續向西飛行，全程保持超低空航路，在飛離波蘭領空後一路穿越東德、西德的領空，由美國空軍駐防在荷蘭索斯特堡基地〈Soesterberg Air Base〉^{【註10】}的第32中隊F-15起飛攔截，直到進入

〈圖3〉1989年7月4日，蘇聯前線防空軍MiG-23超低空航路，在飛離波蘭領空後一路穿越東德、西德領空，最後墜毀在比利時西部路徑圖

資料來源：<http://www.crashdehabsheim.net/autre%20crash%20mig%20sans%20pilote/carte.jpg>。

註9 〈紅場事件：西德幫助戈巴契夫掃清軍內異己？〉，《鳳凰網》，2010/5/12，http://news.ifeng.com/history/shijieshi/detail_2010_05/12/1510625_0.shtml。

註10 索斯特堡空軍基地〈Soesterberg Air Base；IATA代號UTC，ICAO代號EHSB〉位於荷蘭中部烏特勒支省（荷蘭語：Utrecht）東北部14公里〈8.7英里〉在美蘇「冷戰」時代不僅為美國空軍採取「前沿部署」的空權戰略據



荷蘭領空之後，才由伴飛的美國空軍飛行員在空目視報告「機艙裡無人駕駛」，旋一路跟隨這架米格機飛入比利時領空，美軍的F-15原本受命要在北海上空擊落這架「無人米格」，但在MiG-23耗盡燃油之後，兩架F-15掉頭向南脫離返場，法國空軍也起飛幻象F. 1C戰鬥機準備在它入境時攔截這架米格機，但在無人飛行了560英哩之後，這架MiG-23M墜毀在比利時西部科特賴克〈Kortrijk〉的郊區。^{【註11】}〈圖3〉

波蘭科沃布熱格的巴吉茲〈Bagicz〉空軍基地，是蘇聯在冷戰時代對付北約的前沿地區，部署的戰鬥機多半都具備全天候的突防性能，能在西北歐冬季惡劣天候下正常飛行，這次的「無人米格」事件，原本讓北約組織質疑蘇聯前

點，同時也在編制上將原本的「中隊」，依北約通盤的戰術衡量實用化改編成為「空中作戰群」〈Air Operation Group〉的先例。當地早在1913年就已由當時的荷蘭陸軍經略為「陸航師」的機場，二戰後荷蘭加入北約，當地遂由美國駐歐空軍司令部接管，改稱為「新阿姆斯特丹營區」〈Camp New Amsterdam〉，此後成為「冷戰」時代長達近40年的主要前線基地，1991海灣戰爭之後，基地仍在運轉狀態，直到2008年的年底荷蘭國防部礙於預算才關閉了這座歷史長達97年的軍事航空要地。同年11月12日，該基地進行了最後的一次飛行作業。

配屬駐防當地的美國空軍部隊，近半世紀以來也是一直隨著「冷戰」的局勢變化進行編制的調整，例如：1968年蘇聯入侵捷克時，美國空軍遂宣布其原本派駐的F-102中隊換裝成F-4，第32中隊也因此成為第一個在前線換裝的單位。翌年〈1969〉7月1日，該部再改編制為「戰術戰鬥機中隊」。同年8月6日，首批兩架全新的F-4飛抵當地，由於F-4屬於「戰鬥轟炸機」的性能，因此，這項換裝象徵了該中隊任務型態的完全改變，編制員額也必須增加，中隊的任務也拓及對北約盟軍地面部隊的空中密支，美國駐歐空軍司令部也將該單位的隊部提升到「群」的層級，同時建立它自己的編裝，以便於與駐防西德畢特堡的第36戰術戰鬥機聯隊作一區隔。然而，荷、美雙方政府協商的結論，只允許美國空軍在索斯特堡空軍基地派駐一個中隊，此舉讓美軍取消了擴編的企圖。

同樣也在1969年，美國空軍決定採用「CR」二字母機尾代碼，作為第32中隊的飛機尾碼〈美越戰爭時期，美軍發現迷彩偽裝飛機較不易於識別所屬部隊，因此採用了「尾碼」概念〉。所屬的F-4機隊的垂尾頂端也飾以綠、橘二色帶〈綠為該中隊原識別色，橘為荷蘭皇家代表色〉。至1977年時，美國空軍駐防西德畢特堡基地開始依「備妥鷹鷲」計畫〈Project Ready Eagle〉換裝F-15A，第32中隊陸續換裝，翌年，在荷蘭索斯特堡的F-4移防到德國境內的萊姆斯坦空軍基地〈Ramstein Air Base〉改隸第86戰術戰鬥機聯隊，然而在操作了F-15A/B僅18個月之後，美國空軍開始換裝更新研改的F-15C/D「鷹鷲」機隊。

1980年5月，第32中隊曾派出5架F-15C飛往佛羅里達州的艾格林基地〈戰術空軍第33聯隊駐地〉參加武器系統評估計畫，在當地接受新的飛機型號研改工程。稍後於6月13日飛返荷蘭索斯特堡，象徵了第32中隊成為美國駐歐空軍轄下裝備最新型F-15的單位，旋於同年11月25日全中隊飛機完成升級。此時，該部編制了18架F-15C與2架F-15D雙座機供換裝熟飛之用。1989年「冷戰」結束前，荷蘭政府才同意美國空軍當局可將索斯特堡的隊部層級由中隊提升至群的規模，因此，從同年11月16日起編成第32「戰術戰鬥機群」。

1991年波灣戰爭時期，近40年未有實戰的第32群所轄之機組員與機務員奉令參加了「沙漠之盾」與「沙漠風暴」行動在土耳其英吉利克空軍基地〈Incirlik Air Base〉的部署。1991年1月28日，唐納·瓦特羅斯上尉〈Donald "Muddy" Watrous〉的F-15C〈序號79-022〉以「BITE 04」為任務呼號，首創第32空戰群戰果，以麻雀飛彈擊落一架伊拉克MiG-23。戰後，該部於1991年4月至1993年4月，長達兩年仍在伊拉克戰區內持續擔任盟軍「供應舒適」行動〈Operation Provide Comfort〉的空中偵巡部隊之一。至1991年11月，第32群的組織重編，和轄下第32中隊共同將隊名全銜原有的「戰術」一字辭去除，1991年秋季，第32群再換裝經「多階段改良計畫」〈Multi-Stage Improvement Program—MSIP〉研改之後的F-15C/D機隊。"Soesterberg Air Base", Wikipedia, 2015/5/3, https://en.wikipedia.org/wiki/Soesterberg_Air_Base。

註11 The 1989 Belgian MiG-23 crash, Wikipedia, 2015/10/25, https://en.wikipedia.org/wiki/1989_Belgian_MiG-23_crash。



線空軍在夏季進行搖控操縱試驗，目的在於突破北約的雷達防空網，結果反而凸顯了北約空軍在空機隊識別、領航上的漏洞，也考驗了北約與蘇聯在承平時軍事通聯的協調機制，亦即：蘇聯與東歐華約組織航機，一旦在「非人為」控制時產生「正常訓練」航路以外的飛行狀態時，雙方要如何保持通聯與危機消弭的聯絡機制。

英國國家廣播公司〈BBC〉於1989年製作的軍事影集「空軍中隊」〈RAF Squadron〉也曾披露，曾有英國籍的Hawker Siddeley小型區間噴射機，由於在空中失壓，造成飛行機組員失能昏迷，航路直朝英吉利海峽對岸的巴黎飛去，起飛觀察的「鵠鷹」Harrier GR.3戰鬥機飛行員數次向對方以同一波道在空中呼叫均未獲得反應之後，飛近觀察該機座艙內飛行員均已昏迷，為避免造成國際糾紛，危害平民住區，遂由英空軍戰管下令空中摧毀，這起範例，也等於直接演出北約組織於「冷戰」時代如何處理「低空穿越」航機的標準程序。

時至2010年代中葉，現代航空交通發達頻繁更勝以往，戰鬥機射控雷達功能與任務更趨精密，軍民航飛行航路交織複雜，各國空中接近事件時有所聞。近年北約為防範恐怖主義利用各種民用飛行載具〈包括無人機〉對人口密集區發動奇襲，在F-16 MLU的空對空科目加裝標定莢艙，以期防範低空穿越。隨著新世紀地緣政治格局的演變與重劃，防空單元擔任了更為龐大的識別作業量，然而對於低空穿越的防範與應對作業程序，實有必要隨著各飛航情報識別區的鄰近各國保持與時俱進的修訂，維持聯絡機制的暢通，以防範各種空中突發事件對戰略決策的可能誤判，進而維護地區和平穩定與戰略安全。

參、北約空對空飛彈的標準化整合

2015年10月下旬，北約為抗衡俄羅斯在地中海的擴張，舉行「冷戰」以來最大規模的聯合軍演，在這場代號為「三叉戟會師」〈Trident Juncture 2015〉的演習中，北約組織各國出動的戰鬥機型號盡管互異，但在通用武裝與空對空飛彈的序列，仍然遵循了「北約標準」〈NATO Standard〉的規範準則，特別是第3代近戰飛彈的部署，將對俄羅斯軍機在「空中接近」時產生嚇阻效用^{註12}。

所謂「北約標準」，簡而言之，其重點即在各國既有的軍備工業能量基礎上，建立一致化的軍需品生產製造標準，以符合零附〈組〉件通用性與同級裝備概念共

註12 Exercise Trident Juncture 2015, NATO, 2015/10/15, <http://www.jfcbs.nato.int/trident-juncture.aspx>。



通化的用意。例如在義大利〈南歐〉生產的軍備零附件，可以直接轉用於挪威〈北歐〉的同級載具之上，以突破各國的軍備工業藩籬，達到戰時可即時徵用，相互支援的戰略目的，對於常年在歐洲各地舉行輪調演習的北約各國單位，也能免除後勤整補的限制，增加戰爭與演習的供應鏈，進一步可避免「消失性商源」的問題。一般軍用載具車輛、船舶如此，各種型號精密彈藥的研發生產更是基於此一概念，發展出能保持原有能量，也能技術融合的模式。

一、北約自「冷戰」起開始技術整合：

從20世紀起，歐洲各大工業國都建立了自己的國防工業能量，1949年「北約」建立之後，各國雖然著眼於技術、經費、工業合作比例等條件，不遺餘力致力於武器裝備的聯合研發，但也未曾與美製系統完全脫鉤。為考量保有本身軍備工業，不致於遭美國大型軍工企業併吞，或從「以量制價」的策略掣肘歐洲軍備工業，因此，北約各國軍備採取技術整合，以期與美製產品保持競合關係。早在1970年代越戰中期，美國空軍就發現其現役AIM-7E「麻雀」飛彈在對付空中目標時並不比短程的「響尾蛇」近戰飛彈更佳，這是因為射擊任務機必須以機載雷達持續向前追瞄目標，半主動雷達導引飛彈於機載飛行時，距離目標機越來越近，也讓對手有機會在被擊中前發射紅外線追熱飛彈反擊，這種機率增加了雙方在空中兩敗俱傷的風險。也等於說明了中程視距外飛彈將不會完全取代近戰飛彈，直至21世紀第5代「響尾蛇」AIM-9X與歐洲「先進短程空對空飛彈」ASRAAM的問世，證明了這種發展方向。

歐美的空戰研究專家們檢視了「冷戰」時代美、蘇戰鬥機的對抗實例，遂作成了幾點建議供各國國防部與軍備系統承包商參酌：新世代的空對空飛彈得朝向小型化設計，讓相對造價較低廉的戰鬥機與攻擊機攜帶，同時能藉此發揮複合化延展武器系統的效益，同時也能達到「以量制價」的效果，減低生產成本。對此，美國空軍比海軍航空兵率先採用了這種觀點，著手設計一種全新的複合功能飛彈，以取代「麻雀」飛彈。首先將發展重點放在增加紅外線追熱飛彈在發射後的射程，同時採用主動式彈頭尋標器，讓飛彈能在飛行中轉彎改變軌跡，其次，也考慮到彈體減重以便於讓只能攜帶「響尾蛇」飛彈的發射架加掛。根據這種設計概念導致了AIM-120「先進中程空對空飛彈」〈簡稱AMRAAM「安瀾飛彈」〉的計畫編成，它在重量上比「麻雀」飛彈減少了50至75公斤，相當於一枚AIM-9M「響尾蛇」飛彈2/3的淨重。

但是，AMRAAM在開始發展時也相對產生了幾個技術問題，尤其是在「響尾蛇」飛彈的「近戰」射程與AMRAAM的長射程之間顯然成為一種接戰距離上的



鴻溝。其次，AMRAAM在性能上就不是「近戰」用途，採用雷達歸向尋標技術的範疇，就不易於在空機隊對敵機群發射大批的紅外線追熱飛彈，如此可能失掉某些空戰中的有利時機。因此，研發一種不同於AIM-9L「響尾蛇」飛彈，卻能



〈圖4〉由英國皇家空軍「颱風號」多功能戰鬥機左翼下搭載的2枚AIM-132 ASRAAM「先進短程空對空飛彈」於2007年進行飛測科目。

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/ASRAAM#/media/File:ASRAAM_Missiles_Fitted_to_RAF_Typhoon_Jet_MOD_45155903.jpg。

輔助AMRAAM的紅外線追熱新彈種，遂成為北約國防承包商們的新課題，以期彌補兩種飛彈之間的戰力空隙。至1980年代，北約組織與美國簽屬了一份空對空飛彈研發的備忘錄，由美國廠商研發AMRAAM，英國的「霍克·西德利」〈Hawker Siddeley〉與「不列顛航太動力」〈BAe Dynamics〉以及德國的「博登湖電器公司」〈Bodensee Geratetechnik〉各佔42.5%股份，另外由加拿大佔10%股份、挪威佔5%，以期共同研發AIM-132「先進短程空對空飛彈」〈Advanced Short Range Air to Air Missile—ASRAAM〉^{【註13】}。〈圖4〉至此，吾人可以將AMRAAM與ASRAAM視為源於相同概念下，發展出的不同等級〈視距外與近戰〉空對空飛彈。

二、北約新型近戰飛彈的概況：

觀察1980年代後期，隨著舊「蘇聯」的瓦解，美、蘇在歐洲的對抗勢力明顯消長，這種國際政治氛圍也延緩了ASRAAM飛彈的研發進度，特別是1990年10月兩德統一之後，聯邦德國空軍收編了一批原「東德」空軍的俄製〈三角旗Vypel設計局產製〉R-73飛彈〈北約稱為AA-11「射手」飛彈〉，這種飛彈

註13 羅芊，〈世界主流短程空對空飛彈大觀〉，《青年日報》，98/11/30，版3。



是當時所知世界所有同級近戰飛彈中威力最強者，它的性能在北約各種紅外線近戰飛彈之上，尤其在於它能對目標進行大偏軸〈off-boresight capability〉的攻擊〈包括能對付後方的空中目標〉，也能對目



標追鎖、空中機動的性能上略高一籌，易於對目

〈圖5〉皇家澳大利亞空軍的F/A-18A「大黃蜂」單座機左翼發射架上搭載著AIM-132A，機號A21-25屬第2測評戰研中隊(2nd OCU)。

資料來源：http://media.defenceindustrydaily.com/images/ORD_AIM-132_ASRAAM_on_F-18A_RAAF_lg.jpg。

標的識別與鎖定^{註14}，這讓北約組織重新意識到在同級技術上遜於蘇聯。

時至1988年2月，美國對於研發ASRAAM的立場又動搖，翌年7月，德國退出計畫，只剩下英國為其皇家空軍的戰備所需強撐主持著原計畫，在同年8月份提出新的研發期程，採用美國「休斯」公司研製的平面陣列影像尋標器，取代傳統的尋標彈頭，明顯在機動性能與反制干擾的效果上有戲劇性的升級。英國當局於1990年展開新的ASRAAM研發計畫競標，同為歐盟的法國以「雲母先進空對空飛彈」〈MICASRAAM〉與德國「博登湖電器公司」〈Bodensee Gera-tetechnik〉均提出的新設計參與競標，後者的構型是專為德國的技術所製。旋至1992年，英國國防部當局宣布由自家的ASRAAM計畫贏得標案，同年3月就開啟生產線，至於德國的競標專案，遂成為今日由Diehl BGT防務承包廠獨資發展的IRIS-T飛彈，專門用在歐洲戰鬥機「颱風號」之上。

當ASRAAM進入量產階段，美國又決定希望加入，但英國卻不樂於進度的改變，同時，藉由歐洲本身防務承包廠財政的強化與當時國際匯率的變化，讓

註14 〈俄羅斯AA-11(R-73)空對空導彈〉，《中國社會科學院俄羅斯東歐中亞研究所 中華網軍事》，<http://eu-roasia.cass.cn/news/76478.htm>。



ASRAAM在研發時受到較少的經濟波動。美國方面則改採用部分海軍與空軍的驗證成果，讓美國展開自己的AIM-9X計畫，它與新的ASRAAM計畫一樣同樣也選擇了「休斯」研製的尋標器。1995



年1月時，不列顛航太動力公司〈圖6〉皇家澳大利亞空軍「空用系統發展測試聯隊」〈ARDC測評中心〉所屬的F/A-18B「大黃蜂」雙座機左翼下派龍與左翼發射架均搭安排了英國政府載AIM-132A進行飛測科目，時為1998年2月。

的資金讓資料來源：<http://www.deagel.com/library1/medium/2006/m02006120700252.jpg>。

ASRAAM進入AIM-9X的競標案，測試於翌年6月結束，美國方面仍然認為歐洲的ASRAAM不能滿足美軍的需要。

最後，幾乎由英國獨資研發與製造的第一枚ASRAAM飛彈，於1998年年底撥交予皇家空軍，配備給「龍捲風」〈Tornado〉GR.4機隊和「颱風號」這兩型主力機隊，稍後，也曾短暫配發給皇家空軍的「鷲鷹」〈Harrier〉GR.7機隊^{註15}。同年2月，ASRAAM還獲得皇家澳大利亞空軍〈RAAF〉的青睞^{註16}，作為F/A-18「大黃蜂」機隊的選配武器競標項目之一，與以色列製的「巨蟒」〈Python〉4和AIM-9X角逐南半球最大的空對空飛彈市場。2009年3月，皇澳空軍成功試射了首枚現役的ASRAAM「發射後鎖定」技術科目，摧毀在發射機後側

註15 Defence Equipment and Support and The Rt Hon Michael Fallon MP, MOD to upgrade air-to-air missile, UK Ministry of Defence, 2015/9/16, <https://www.gov.uk/government/news/mod-to-upgrade-air-to-air-missile>。

註16 Carlo Kopp, Matra-BAE AIM-132 ASRAAM - The RAAF's New WVR AAM, Air Power Australia, 2014/1/27, <http://www.ausairpower.net/API-ASRAAM-Analysis.html> ; RAAF has successfully fired ASRAAM at a target located behind the wing-line of the 'shooter' aircraft, Defense News, 2009/3/9, http://www.yourindustrynews.com/raaf-has-successfully-fired-asraam-at-a-target-located-behind-the-wing-line-of-the-shooter-aircraft_26109.html。



的目標，等於證明了ASRAAM的大偏軸攻擊測試獲得成功。〈圖5~6〉

不論德國製的IRIS-T與美國製的AIM-9X都集中在短程性能，但像之前所研發過的敏捷〈Agile〉飛彈一樣，ASRAAM呈現一種迥然不同的設計邏輯，它在於探測與攻擊比第4代「響尾蛇」飛彈AIM-9L/M更遠的目標，如前文所述它形同AMRAAM「先進中程空對空飛彈」的早期概念，藉以在敵機能於對手飛彈射程前擊落目標，因此，ASRAAM比其他型號的紅外線飛彈擷取了更多AMRAAM的技術，也增加了同級飛彈所不具備的飛行高機動性。為滿足必要的推進動力，ASRAAM的燃料火箭直徑比「響尾蛇」AIM-9M與X型的小了6 英吋，比德國製的IRIS-T小5英吋，這個特點讓ASRAAM在推進動力與射程上都較同世代的飛彈增加了50公里。

1990年代起，北約研發的「近戰」空對空飛彈的主要改良項目，也運用在最新型號的美國製AIM-9X「響尾蛇」飛彈上，採用了一具新的聚焦式平面陣列影像接收器〈具有128×128紅外線影像解析度〉，彈頭尋標器由被「雷神」〈Raytheon〉併購前的「休斯」〈Hughes〉公司研製，這種尋標器具有長距離追鎖目標的性能，以及更高的抗干擾性能，還能以接近100度的大偏軸鎖定接戰性能，能對目標的精確部位〈例如敵機的座艙、發動機〉進行觀瞄與攻擊。此外，ASRAAM也具備「發射後鎖定」〈Lock-On After Launch—LOAL〉接戰性能【註17】，這種技術對於飛彈攜帶於機身內部武器艙的新一代匿蹤戰鬥機F-35存在巨大的意義，而ASRAAM的彈頭也能由「雷射近炸引信」與「撞擊式」引爆。前者通常被安裝在雷達導引尋標器上，以期在日趨複雜的電子戰環境中，獲得最佳的抗干擾效果，特別是主動抗干擾性能。

如前文所述，北約空軍各種構型F-16機隊使用國全部均已採用「聯合頭盔觀瞄系統」〈JHMCS〉。歐洲〈不含歐俄平原〉接戰空域與作戰場景較台海周邊更為複雜多變，北約空軍使用AIM-9X與AIM-132〈ASRAAM〉機率高於AIM-120系列，況且具備主動雷達導引與發射後所定功能的AIM-120C-5/-7系列中程飛彈造價太高，可達AIM-132的2倍餘，若非在西、南歐以外作戰區執行空中偵巡任務，北約使用AIM-9X與AIM-132經濟成本相對減低，空用武器頻譜亦可簡化。其次，AIM-9X為搭配JHMCS之必備空用武器，與北約同樣將換裝「聯合頭盔觀瞄系統」〈JHMCS〉的中華民國空軍F-16 MLU機隊待接收AIM-9X之後，可望

註17 〈美軍第二代AIM-9X完成測試 可發射後鎖定目標〉，《中國國防科技資訊網》，2015/6/28，http://news.qq.com/a/20150628/014307.htm?tu_biz=v1。



增加窄小接戰空域之防禦效果，同時由JHMCS改善、提升人機介面管理程序，減低飛行員工作負擔。

肆、對F-16戰鬥機升級的分析

定義一架「第三代戰鬥機」的傳統標準範疇，多以「航電」(Avionics)、「動力」(Thrust)、「火力」(Weaponry)這三項攸關現代化軍機性能的基本諸元為之衡量，然而對於飛機構型(Configuration)本身的再發展潛力，卻是通常隨著實戰化的經驗和效能，對既有裝備系統做進一步沿改，成為特定功能的新衍生機型，如此方能滿足國際軍備市場多元化的前提，以期為原產國軍火工業與海外使用國創造雙贏的局面。

自從美國「通用動力」公司在1976年推出首架F-16先導量產型機以降，至今已近40年的歷程不僅為這架採用了「翼胴融合」(Wing-Body Blend)概念設計的輕型戰鬥機開創了多達4,000餘架的銷售成果，也讓它成為冷戰後美製第3代戰鬥機外銷的代表作品，受全世界將近30國空軍青睞的原因，在於它的穩定性與維護性均已堪稱現代多功能戰鬥機的經典之作。由於F-16系列多達20餘種構型的發展，讓「洛馬」公司在對外推銷時擁有更大的彈性和說服力，以影響那些規模有限、卻亟欲建立多功能空軍機隊的國家買方，值此，F-16所攜帶的武裝、彈藥與搭配的雷達航電就具有深入探究的價值。

一、創造構型研改價值：

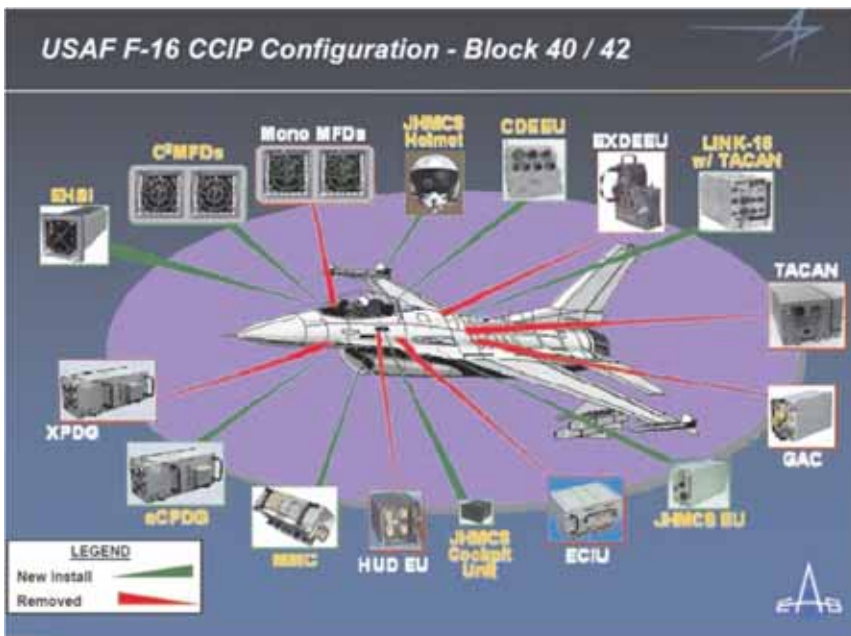
目前，就世界各使用國空軍言，F-16機隊最大的研改工程，不外乎新世代「主動電子陣列雷達」(Active Electronic Scanned Array—AESA)的換裝與附屬裝備的建置，以第20批量生產構型(Block 20)的F-16為例，由於本身已具有北約組織通用的F-16「通用構型研改計畫」(Common Configuration Implementation Program—CCIP)沿改工程的規格^{註18}，若能選用適合的新電戰套件與武器單元，將可在已服役15~20年的同系列機隊基礎上，創造另一個10~15年的戰備潛力。(圖7)

從F-15的「輔助戰鬥機」到一架典型的全天候多功能戰鬥機，F-16不斷在其構型上推陳出新，並且以近於「客製化」的發展模式，爭取全世界的訂單，例如：美國空軍在1996年假日本三澤基地成立的F-16示範小隊，即以兩架實

註18 Robert Sherman, F-16 Fighting Falcon, FAS Military Analysis Network, 2015/2/18, <http://fas.org/man/dod-101/sys/ac/f-16.htm>。



戰部隊(第35聯隊)的F-16 Block 50單座機巡迴全亞洲的各大航空展,藉之一面向他國宣揚美國空軍的「空權存在」,同時也企圖達到軍備推銷的宣傳效果,這種軍火工業與軍事外交相互搭配的聯動策略,的確也為美製軍備在1990年代後半創造了甚。



〈圖〉第40/42批量生產構型的F-16「通用性能構型研改計畫」〈Common Configuration Implementation Program—CCIP〉示意圖

多實質效益^{註19} 資料來源：<http://i857.photobucket.com/albums/ab139/cretegeorge/CCIP.jpg>。

1。而中華民國空軍作為亞洲第二大F-16使用者,即便於現實的國際處境下不易於與外軍展開定期聯訓,但根據目前國際軍備「買方市場」的通例,仍然可依台澎防衛聯合作戰場景的預劃,向國外爭取最能滿足己方空防所需的升級系統套件,讓相同的軍事投資可達到與周邊國家一致的實質戰力。

二、歐美「以構型選擇武裝」：

以美國空軍現役的F-16機隊為例,部署海外的戰術空軍部隊概分為F-16C(Block 30)、F-16CG(Block 40~42)、F-16CJ(Block 50~52)等三個等級的建制,以期同時滿足敵情模擬訓練、空對空作戰、空對地作戰(含反輻射攻擊)的不同層級的部署,各部隊間既能相互彌補戰力的縫隙,亦能藉各種構型的特質鑽研出新的作戰準則,不僅為其他友軍與盟國空軍機隊提供戰區空權保障,也能為戰術空軍編制的精簡化和多功化描繪出與時俱進、因地制宜、能滿足預劃空戰場景的新樣貌。近幾年的國際軍備市場也證明了F-16機隊仍在構型的演進

註19 PACAF DEMO TEAM, The Official Web Site of Misawa Air Base, 2009/10/17, <http://www.misawa.af.mil/library/factsheets/factsheet.asp?id=15595>。



上力求變化，波蘭空軍F-16C/D(Block 52+)與阿拉伯聯合大公國空軍的F-16E/F(Block 60)都說明了這種「由任務決定構型」、「以構型選擇武裝」的一貫趨勢，可稱之為現代軍備發展的共



同趨勢【註20】。凸顯了現代多功能戰鬥機「由任務決定構型」、「以構型選擇武裝」的趨勢。

參酌南韓、

資料來源：<http://aviazioneaereimilitari.altervista.org/blog/wp-content/uploads/2013/06/Lockheed-F-16E-Block-60-Desert-Falcon.jpg>。

泰國、新加坡空軍的F-16機隊，儘管其構型亦頗為繁複，但也都以達到預劃的空防目的為基準。像是新加坡空軍的F-16雖然多達五種構型，但皆以不同的作戰區位部署，達到各自的國土空防任務【註21】；至於皇家泰國空軍雖然只有兩個中隊的F-16A/B，但在空防戰力規劃的層面卻得宜地兼顧了多機種搭配的原則，讓其構型較早、甚至功能較簡化的F-16仍然可撐起局部空中優勢【註22】。這些亞洲國家的F-16機隊儘管均趁其外交運作之便，與美國空軍定期展開聯合演習，但在常態化的訓練科目上卻多遵循美軍準則，固定進行戰力評估與考核，此乃維持飛行部隊戰力不墜的一項基本要件。〈圖9~10〉

對飛行員而言，機載雷達是唯一實用於空情資料提供的裝備，也因此，配備大型合成孔徑圖像顯示的「可捷變敏捷波雷達」(SABR)【註23】和以F-16既有

註20 Advanced F-16 Block 50/52/60, Defense Update International Online Defense Magazine, 2005/12/13, <https://defense-update.com/features/du-1-04/feature-advanced-f-16.htm>。

註21 Singapore's Steps: Modernizing the RSAF's F-16 Fleet, Defense Industry Daily, 2015/7/6, <http://www.defenseindustrydaily.com/singapores-steps-modernizing-the-rsafs-f-16-fleet-017430/>。

註22 Royal Thai Air Force Receives Final Delivery of Lockheed Martin F-16s, Lockheed Martin Aeronautics Company, 2003/7/16, <http://www.prnewswire.com/news-releases/royal-thai-air-force-receives-final-delivery-of-lockheed-martin-f-16s-70788357.html>。

註23 APG-83 Scalable Agile Beam Radar (SABR) AESA for the F-16, NORTHROP GRUMMAN CORPORATION, 2015, <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/sabr/Pages/default.aspx>。



機體構型研製的「先進空戰雷達」(RACR)^{【註24】}就不約而同地都採用了「主動電子掃描陣列」技術，此外，還為F-16機隊提供更大且精準的數位化目標影像，**〈圖9〉皇家泰國空軍第102中隊的F-16A ADF〈Air Defense Fighter〉純粹空防構型戰鬥機。**包括自動化的目標鎖定功能，讓飛行員的情勢知覺與目標的鑑別能力均可獲得充份提升。



〈圖9〉皇家泰國空軍第102中隊的F-16A ADF〈Air Defense Fighter〉純粹空防構型戰鬥機。

資料來源：https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/94/Royal_Thai_Air_Force_F-16_descends_after_being_refueled_by_a_KC-135.jpg。

尤其在於大型合成孔徑圖像，它為一種高鑑別度的機載雷達新技術，可涵蓋地面大範圍內的單一影像，讓F-16能比其他



〈圖10〉新加坡空軍第425中隊的F-16D Block 52+戰鬥轟炸機，任務構型已接近於F-16 Block 60。

第四代戰鬥機更

資料來源：<http://www.fredmiranda.com/forum/ufiles/93/897993.jpg>。

具有空前的對目標鎖定能力^{【註25】}，讓飛行員從座艙裡的大型圖像中，掌握精確的目標位置。至於高解析度的合成孔徑影像，也具有全地表環境的精確標定與人為介入操作模式，讓系統可靠度倍增^{【註26】}。目前，全世界有六千具F-16

註24 Raytheon Advanced Combat Radar (RACR), Raytheon, 2015, <http://www.raytheon.com/capabilities/products/racr/>。

註25 Synthetic-aperture radar (SAR), Wikipedia, 2015/10/26, https://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic_aperture_radar。

結語—北約標準化成果可作為我國空軍參酌依據

參酌目前美國與多數「北約」國家空軍戰鬥機隊，以「聯合頭盔觀瞄系統」(JHMCS) 搭配 AIM-9X 飛彈的運用實例，未來在「聯合戰區」的想定中，北約與美製系統各國勢必將整合各種現役近戰飛彈使用頻譜，將編制之戰鬥機隊可攜帶之飛彈型號多樣化，以期涵蓋所有空層與距離的接戰區，建立緊密的空中防線。

比利時-比利時國防軍空軍-第2聯隊 (Luchtcomponent / Composante air, Florennes Air Base (ICAO: EBFS))

註26 Eric L. Palmer, TARS Synthetic Aperture Radar successfully tested on F-16, F-16 Fighting Falcon News, 2004/9/25, <http://www.f-16.net/f-16-news-article1202.html>。

註27 許鑫家，〈亞洲將有更多F-16戰鬥機裝備AESA雷達〉，《新華網；中國國防科技信息網中國 航空工業發展研究中心》，2011/8/18，http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/mil/2011-08/18/c_121876537.htm。

註28 耿志雲，〈共用式頭盔顯示系統 快速鎖定先發射擊〉，《青年日報》，版7，2010/6/4，



Vliegbasis Volkel (IATA: UDE, ICAO: EHVK) ; Vliegbasis Leeuwarden (IATA: LWR, ICAO: EHLW))

挪威-挪威空軍-第338中隊 〈Luftforsvaret, rland Main Air Station (IATA: OLA, ICAO: ENOL))

葡萄牙-葡萄牙空軍-第301中隊 〈For a A rea Portuguesa, Monte Real Air Base (ICAO: LPMR))

大不列顛北愛爾蘭聯合王國-皇家空軍-第100中隊 〈Royal Air Force, RAF Leeming))

美國-駐歐美國空軍-第555戰鬥機中隊 〈U.S. Air Force in Europe—USAFE, Aviano Air Base (IATA: AVB, ICAO: LIPA))

參考資料

1. P.R.Kroese, Otto, Snake `n Bake, Fighter Weapon Instructor Training 2014, <http://www.prk-aviation.nl/FWIT2014.htm>。
2. Daily Air Force News, Code One Magazine, <http://www.dailyairforce.com/184/f16-fighter-weapons-instructor-training/>。
3. Michael Van Der Mee, Nico Van Remmerden, 2015 Touchdown Aviation, <http://www.touchdown-aviation.com/reports/2008/fighter-weapon-instructor-training.php>。
4. Leo van Westerhoven, new F-16 weapon instructors in the making, Dutch Defense Press, FWIT 2012, 2012/6/8. <http://www.dutchdefencepress.com/?p=8351>。
5. Stefaan Vanhastel, Capt. Frank "Stinks" Swinkels Interview, F.16.net, http://www.f-16.net/inter-views_article9.html。
6. 耿志雲, 〈F-16戰機構型改良與戰力分析〉, 《青年日報》, 版7, 2013/5/3。

作者簡介

空軍備役上校 魏光志

學歷：空軍官校60年班(52期)，空參院73年班、戰院84年班，經歷：國防部駐法小組組長、空軍總部國情組組長、情報署副署長。

軍事專欄作者 耿志雲

學歷：國防大學復興崗中共解放軍研究組軍事學碩士，經歷：國際電子戰協會會員、《青年日報》、《中華民國的空軍》軍事專欄作者。