

宋孝先

演進的作戰空對空介紹

前言

近期我執筆寫一些過往的飛行故事，把自己曾經以飛機為彩筆、藍天為畫布的生活，用白紙黑字記錄下來，除了給自己留下一些回憶，也發表在刊物上分享給想飛卻沒有機會飛的飛行迷。在我這些飛行故事逐次發表後，也陸續接到一些飛行迷的來函賜教，讓我驚訝的是，這些年輕人對飛機或武器入迷的程度，從他們蒐集飛機、武器有關航空方面的資訊之多之廣，非我或一般人所能望其項背。可見他們用了多少心血，下了多深功夫，其中更不乏F-104迷，F-104曾經是五〇年代到八〇年代中葉，捍衛臺灣海峽防空作戰的主力。一九六七年更發生了一次空戰，是役胡世霖和石貝波於金門外海各擊落一架MiG-19。一位F-104迷問我，這到底是怎麼樣的戰機？為何我們擊落兩架MiG-19，而在巴基斯坦，同樣的飛機，卻被印度的MiG-21擊落？這真是一個好問題，基於我二十九年的飛行背景，更有超過二十年的F-104飛行經驗，我回答他：「同樣是一枝筆，在某些人手中只能塗塗鴉而已，但是如果換成是文人巨擘之手，寫出來的必是曠世絕學，是同樣的道理」。主要是人的因素，飛機武器固然重要，誰來使用才是最重要。有一位洛克希德公司的高級工程師，曾經在

他的一份報告中指出，決定空戰勝負的最大因素，是飛行員的素質和訓練，飛機、武器的性能尚在其次。所以說無論武器進步到何種程度，最後還是得靠人的操作和運用。因此，人員的素質永遠是最重要的，譬如以色列飛行員的挑選標準，據說相當於美國人選拔太空人的標準。從這裡就說明，為何與阿拉伯各國歷次交戰中，能夠屢戰屢勝。當然他的大前提是，強敵環伺下的置之死地而後生的政治生態，不得不挑選最優秀的人，來捍衛國家的安全。

空對空作戰的演變，因空用武器不斷的演進，呈現不同的面貌，以下約略就不同階段的武器，介紹空對空作戰的演進。

空用機槍的年代

一九〇三年萊特兄弟發明飛機之後，把戰爭帶到三度的立體空間，初時的軍事用途，只是延伸了十八世紀用來偵察敵情的氣球。不同於繫留地面氣球的，只是偵察作戰的範圍更深入敵軍的陣地，偵察已方想知道的軍事動態，完全掌握主動而已。對於軍事作戰而言，軍事動態曝光，影響戰爭的勝負至鉅，因此作戰的雙方，亟思如何阻止這些空中來去自如的偵察機。有了這些想法後，初時手槍、步槍全派上用場，雖然這個階段的空中作戰，也曾經有一架德國飛機被擊落。但是在那個年代，這實在不容易，兩個在空中活動的物體，如何實施空中作戰運動，對於稍縱即逝的空中目標，又如何計算提前量都是問題。以當時飛機的性能，一個後座觀察員，加上一把步槍、卡賓槍和有限的彈藥，勉強可以勝任。等到機槍被搬上飛機以後，這些額外的重量，即使飛機可以升空，卻讓飛機性能大受影響。針對這個問題，飛機也不斷的提升性能，那些老飛行員旋即又發現，只有固定向前發射的機槍，才能克服相對

速度過大的問題。可是機翼的結構設計，本不足以承擔機槍的重量及機槍發射時所產生的後座力。另外，還有一個亟待解決的問題，那就是子彈如何穿過螺旋槳？此時航空科技領先各國的德國，在一九一五年發明了機槍和螺旋槳的同調裝置，使機槍可以自動避開螺旋槳，並首度裝在福克Fokker D.VII機上，令盟軍各國頭痛不已。盟軍也因此吃了不少虧，直到有一架福克Fokker D.VII機落入盟軍的手裡，才解開了同調裝置之謎，從此盟軍才有機會在空戰中與德軍放手一搏。隨著飛機的速度越來越快，可以對準敵機發射的時間越短，戰鬥機所能攜帶的彈藥有限，如何能有有效的打擊敵機，成了當時很重要的課題。航空瞄準具很快就被發展出來。早期的航空瞄準具是機械瞄準具和簡單的光學瞄準具，二十世紀三〇年代後期，研製出前置計算光學陀螺瞄準具和半自動計算光學轟炸瞄準具。這些瞄準具，採用了陀螺儀和半自動計算技術，準確性明顯提高。四〇年代中期，開始應用雷達技術，出現了雷達瞄準具。從此，光學瞄準具逐漸和雷達裝置組合成一個綜合系統，形成了最早的機載火力控制系統。

飛機的發展很快，一九三〇年代末期，世界上第一種噴射戰鬥機Me-262，就由德國發明問世了。由於結構加強，機槍的威力難以一擊奏效，即使如英國的噴火機擁有八挺三〇機槍，但是發揮的戰力仍然有限。此時德國的Me-109及日本的零式戰鬥機，都已經開始裝備二〇公釐的機炮（口徑超過二〇公釐的稱之為「砲」）。美國的戰機多半裝備二〇公釐的M-61火神砲，蘇聯的米格機則偏愛口徑大的機砲，但各有所長。美國一〇公釐的M-2火神砲，口徑雖小，但射速高達每分鐘四千五百發以上。蘇聯的米格機裝備三十七公釐的機砲

威力固然強大，惟射速僅達每分鐘一百三十五發左右，從此小口徑的機槍便逐漸式微。

在這個時期的空中作戰，戰鬥機最重要的是戰術運動性，換句話說就是飛機的爬升率、加速性能與轉彎率，這些因素才是主宰戰鬥機設計的成敗。這些動位能變換，配合戰術的運用，最後飛到敵機六點鐘的位置，才能讓設計為向前發射的武器裝備得以發揮最後臨門一腳的功夫。所以飛行員如何早期發現敵機，如何把飛機的性能發揮到極致，簡而言之就是卓越的纏鬥(DOG FIGHT)功夫。初期靠個人單打獨鬥，像德國一戰時期空中的紅武士厲芬多，曾經擊落八十架的敵機，高居排行榜的第一。單打獨鬥的時代很快的就過去，後來逐步發展成團隊的合作，從原始的戰技、戰法到戰術。到戰術的階段後，甚至包括地面的雷達引導，也逐漸加入成為團隊的一員。

火箭飛彈的時代

空用火箭的出現，肇因於德國在第二次世界大戰，飽受盟軍轟炸機轟炸，為了擊落來襲的轟炸機，德國便發展新式的空載武器，其中除了大口徑的機砲外，最有趣的是火箭的發明。雖然會影響飛機的性能，但是卻非常有效，可以用來對付盟軍的轟炸機群。因為有效，所以經過一再改良後，到了大戰末期，就有阻力較小的V-1火箭問世，也是當時對付轟炸機群最佳的武器。除了德國以外，法國、蘇俄也都有使用空對空火箭的紀錄，蘇俄甚至還以火箭擊落過日本的戰鬥機。

後來隨著美、蘇兩強極力建立洲際的轟炸機，所以後來攔截機設計的最大用途，就是用來攔截彼此的轟炸機。所以不再著重以往強調的戰術運動性，而改以空用雷達及滿載的火箭、飛彈。當時的方針，演變成以擊落轟炸機為

最高指導原則。F-86D就是一個很好的例子，拆掉了所有的機槍，完全以空對空火箭取代，飛行員只要依照地面雷達的引導，以碰撞航線飛到攔截點，火箭發射的時機，也是由機上的雷達控制。我國在五○年代換裝的F-104，亦配備二點七五吋空用摺翼火箭做為空對空的武器。裝備方式是在兩邊翼下，各掛載一具「ACU-3」火箭包，每具火箭包內裝掛十九枚二點七五吋空用摺翼火箭，不過此種火箭的精準度和射程，均不如後來發明的響尾蛇飛彈，並且使用時只能用碰撞航線，從目標機的側面加以截擊，且只是大型轟炸機而已，效用顯然不彰，後來都改為對地攻擊時使用。

二次大戰後不久，美國軍備局(Bureau of Ordnance)指派物理學家麥克霖博士(William B. McLean)到中國湖(China Lake)的海軍軍備試驗處(Naval Ordnance Test Station，現為海軍的武器中心)負責發展簡單而有效的空對空飛彈。麥克霖採取精巧而簡單的設計，以少量的高爆性物質，用火箭推進，並由尋熱裝置導向，利用響尾蛇尋熱的特性，以自然為師，充分發揮響尾蛇捕食的原理，創造響尾蛇飛彈。響尾蛇飛彈一直是爭取空中優勢相當重要的武器，自發明以來，在全世界四十個國家，生產超過二十萬枚。初期是以飛機做為為主要載具，後來響尾蛇飛彈也安裝在直升機、武裝車輛，甚至船艦上。它初次大顯身手，是在民國四十七年的臺海空戰，利用軍刀機做為載具，再加上我空軍飛行員優異的飛行技術，出奇制勝以飛彈擊落敵機，創下世界空戰戰史上的先例，一舉成名，格外引起全世界的注目，從此宣布了飛彈時代的來臨。

飛彈顯然比火箭更具吸引力，尤其在戰後冷戰時期，面對核子彈頭配上轟炸機的威脅，

可以攜帶空對空飛彈的攔截機，顯然是最佳的選擇。空對空的飛彈主要有兩種導引方式，一是紅外線導引，一是雷達導引，但早期的飛彈設計主要是用來對付轟炸機，所以不是十分講究運動性，而且很容易受到干擾。美國在越戰初期就發現這個缺點，許多只配備飛彈的戰鬥機，如F-4幽靈式戰鬥機，在射完飛彈後，只有挨打的份。早期的飛彈，不管紅外線導引也好，雷達導引也好，所受牽制的因素仍然很多，在越戰時這兩種飛彈的命中率，都不及百分之二。近期更有全向位的飛彈問世，飛機快速指向的能力，變得相當重要。於是七○年代後設計的戰鬥機，便不再忽略機砲的設計，飛機戰術機動性，再度受到高度的重視。

以前空用機槍的年代，其有效的威脅距離大約在兩千呎以內，飛彈時代來臨後，威脅的距離卻因高度的不同，從兩百五十呎到一哩、兩哩甚至三哩以上，空對空作戰的觀念，戰術戰法都起了不小的變化。最明顯的變化可以從隊形的運用看出端倪，作戰隊形從疏開的戰鬥隊形，而發展出流動隊形(FLOW FORM)，加寬了小队與小队間的距離，以便延伸向後搜索的距離或相互支援。避免遭受敵機的偷襲，甚至後來還發展出重疊攻擊隊形(DOUBLE ATTACK)。除了個人的飛行技術外，戰法、戰術、團隊合作和相互支援所扮演的角色，就越來越重要了。此時，地面雷達引導也益發成熟，在空戰中也常常有關鍵性的演出，例如臺海上空一九六七年一月十三日的空戰，就是由號稱TIGER-TEAM的戰管人員引導(當天負責引導的是戰管單位的作戰科科長孫兆良、作戰官宋慎禮和倪高生這三名資深管制人員，當時所有特殊的作戰任務，均由這三位高手組成的老虎小組「Tiger Team」擔綱)，空地的聯手

合作開啟了空戰的新猷。

視距外(Beyond Visual Range)長程作戰隨著戰機作戰系統的演進，特別是空對空飛彈的發展日益成為空中戰場主宰，美軍對於空中作戰的思考，開始緩慢的演變。其中的關鍵，在於中、長程空對空飛彈科技的演進，以往美國三軍只有海軍的F-14雄貓式(Tomcat)戰機，因為航空母艦戰鬥群的空優構想，配備有射程將近兩百公里的AIM-54鳳凰(Phoenix)長程空對空飛彈，這種在航程終端可以採取主動導引的視距外攻擊武器，讓美國海軍航空母艦戰鬥群，在冷戰期間一直在全球享有絕對的空中優勢，而鳳凰飛彈至今一直被視為美國海軍機密等級最高的武器之一。

由於鳳凰飛彈所帶來的視距外主動攻擊概念，美國戰機的研發，慢慢的隨著飛彈導引科技的進步，進化成為視距外作戰的時代，惟此種雷達導引的空對空飛彈，在航程終端可以採取主動導引的視距外攻擊武器前，發射的母機不能隨便脫離目標，必須對目標機持續的照射，其間的十幾秒完全處於被動的狀態，因此發射的母機，遭到暗算機會也相對提高。針對這些缺點，從一九八〇年代初期開始進行研發的AIM-120先進中程空對空飛彈(AMRAAM)，更是影響美軍空中作戰理念的重要里程碑。AMRAAM是世界上第一種可以進行全程主動導引的「射後不理」(Fire and Forget)中程空對空飛彈，射程接近六十公里左右，可以使戰機在尚未看到敵機的蹤影之前，就可以發射飛彈攻擊，隨後立即脫離戰場，傳統空戰的纏鬥(Dog Fight)戰術，變成完全無用武之地。

視距外(Beyond Visual Range)長程作戰，整個作戰觀念及作戰規則也都因為武器革命性的精進，有了重大的轉變。決定空戰勝負的

因素當然很多，但空戰的第一要素，仍然是先發現對方，因此雷達橫截面積(Radar Cross Section)的大小，可以決定雷達偵測的距離，舉一實例來說，DFC的雷達橫截面積比Su-27要小很多，所以DFC的雷達在很遠的距離，就可以發現Su-27，反之，Su-27在較近的距離，才能偵測到DFC，DFC在這裡就占了很大的便宜。同時雷達橫截面積的大小，也影響了相對的命中率，即使用同樣命中率的飛彈，在面對不同的雷達橫截面積，其相對的命中率就大不同了，以小的DFC面對大的Su-27，其命中率幾乎大到一倍的比例。

筆者在我國換裝二代機時，也奉命研發二代機視距外的戰術戰法，大膽提出一個完全跳脫傳統窠臼的觀念，經過CHAO'S MODEL電腦模式，計算出二代機與蘇愷愷戰機攜帶視距外(BVR)飛彈的性能包絡線；即動力包絡線（把飛彈本身推力火箭推送的有效距離）及截獲包絡線（根據相關飛機的投射面積、脆弱性面積、雷達橫截面積值Radar Cross Section而算出）。再根據空對空立即裁判(ELYA)模式，輸入所有空戰想定及敵我雙方空對空任務的參數，演算包括武器發射，機群中每一架戰機的生存、重損與輕損情形，最後算出每一機群之戰損比，戰機被擊落、損傷數量，來驗證視距外(BVR)戰術的可行性，更獲得當時總司令唐上將以次的肯定。從此飛機就成了武器的載具，武器的性能主宰了空中的戰場，武器的優劣多寡，成了戰場決定勝敗的主要因素。所以飛行員對使用的武器瞭解，及如何發揮武器最大的效能，對空戰勝敗，至關重要。

匿蹤科技成未來的主流
提到飛機的匿蹤性，這也是一項改變未來空戰的重要因素。自二戰以後，各國空軍無不

以雷達為主要偵測手段，雖然匿蹤設計仍然無法完全逃避雷達偵測，但是卻可以大大縮短敵方反應的時間，等到被對方偵測到時，匿蹤飛機可能已飛到近在咫尺的地方。這項科技不管對空對空作戰也好，或者是為了遂行敵境內的穿透戰術也好，「匿蹤」(Stealth)科技的發展，更成為美軍下一代戰機設計工藝主流中主流，除了吸收雷達波的機體塗料發展之外，機身外型的设计，如何融合性能與匿蹤的雙重標準，瞬時成為美國軍工業縱橫全球的祕密武器。

F-22A猛禽式戰機的推出，最重要的就是融合視距外空戰、匿蹤、高空高速、大量運用複合材料，等所有次世代空優的特性，期望能夠在空中戰場完全主宰優勢天秤。F-22A是美國目前國防預算編列中單價最高的武器系統之一。但是，美國空軍為了維持未來三十年的絕對空中優勢，還是以每年個位數的規模逐步汰換現役的主力戰機F-15，期望能夠在二〇一〇年之前，建立猛禽機隊的初始戰鬥能量。

雷達的殺手——電子戰

由於自二戰以後，各國空軍無不以雷達為主要偵測的手段，所以電子作戰應運而生，利用電子頻波來干擾雷達的功能，使現代化的新武器無法發揮預期的效果。筆者服務於F-104部隊時，亦曾以飛機的雷達參與多次的電戰干擾測試，也參觀電戰干擾地面雷達的測試演練，深刻感受電子作戰的威力。

一九七三年以阿戰爭，以色列因誤判敵情而損失慘重，尤其阿拉伯國家使用大規模新式防空飛彈網，使以色列幾乎無法發揮空中戰力，直到地面部隊清除阿軍防空網，以色列空軍才再度發揮威力，可見空戰至此又是一個新的里程碑，電子戰的重要性從此備受各國空軍重視。最精彩的一次經典傑作，見於一九八二之

「貝卡山谷之役」(黎巴嫩中部的縱向山谷，阿拉伯語文稱為「淚谷」)，以色列以一架無人遙控載具飛臨貝卡山谷，阿軍即以防空雷達鎖定並發射飛彈，擊落這架無人駕駛的遙控載具。然阿軍的防空雷達及飛彈的頻率，已由這架無人遙控載具傳回以軍，次日即以相同頻率的反輻射飛彈予以徹底摧毀，完全掌控制空，創下了八十二比零的傲人成績，震驚全球。主要以軍自贖罪日之戰後，積極研究電子戰，廣泛使用各種干擾手段，如電子作戰機、癱瘓阿軍的防空網，使敵無雷達我有雷達，所以戰力得以充分發揮。不止如此，各國還紛紛推出空中預警管制機做為各種型式空中作戰的中樞，空中作戰不斷的推陳出新，讓人目不暇給。

結論

科技的進步是日新月異，很難想像未來的空戰會是什麼樣的型態？空戰總是在理論與實踐之間的衝突中相互印證循環，經驗往往會推翻已被認可的理論，而導致新準則的發展，而戰鬥經驗亦顯示新一代的戰機，在任何的情況下都能擊敗前一代的戰機。

未來不管武器的發展多麼千變萬化，武器的性能再好也不足以決定戰爭的勝負，尤其現代化武器的複雜及精密，已不是當年一桿兩舵的飛行員所能勝任。特別是現在的空間，幾乎無法脫離電子科技的運用，若是人員的素質不夠，根本無法把這些新的武器及電子用品發揮到極致。指、管、通、情系統廣泛運用後，所湧入的大量資訊，也需要人員的管理，以及進一步更重要的分析、判斷。將來不論武器的進步到何種程度，戰爭演變成何種型態，最後還是得靠人的操作和運用。所以毫無疑問的，人員的素質永遠是最重要的，還是居於空中作戰決定性的關鍵。

本刊啟事



一、為配合主計作業規定，欲訂閱本刊者，請將款項以匯款方式匯至「中央銀行國庫局，帳號：三〇一三九，戶名：九〇二五一—二一〇一專戶」，完成匯款手續後，請將訂閱者姓名、詳細住址及訂閱本刊起迄期數、冊數，併同匯款收據傳真或郵寄至本社

傳真電話：(〇二)二七三一八七一七。
地址：臺北市仁愛路三段空軍司令部。如有不便，尚祈見諒。

二、邇來國軍各單位迭有投稿軍事期刊社之文章發生侵權爭議情事，為避免觸犯著作權法，請作(譯)者填寫著作授權書(格式如左，請以A4紙張自行放大影印)，連同作品一同寄送本社(若為電子郵件投稿，請將著作授權書以書面或傳真方式送達)；翻譯稿需請譯者自行查證是否獲得授權。投稿文章如涉抄襲，請投稿人自行負責。

空軍司令部 文宣心戰組 敬啟

著作授權書

一、授權內容：

本人 保證所著作(譯著)之「 為本人所創(譯)作(若為共同創作及譯著時，業已取得共同創作者及原作者之授權)，並授權國防部空軍司令部將上述作品用於其所屬軍事期刊刊載及從事相關學術研究活動，另同意對該作品之所有權轉讓予國防部空軍司令部。

二、著作權：

本授權書為專屬授權，本人同意由國防部空軍司令部全權處理，並聲明及保證上述授權著作，均為合法之創(譯)稿作品，被授權人有權依本授權書內容進行各項授權、使用，且未侵害任何第三人之智慧財產權。如有侵害，概由本人自行負法律上責任。

授權人(代表人)：(如為共同著作者請註明為代表人，並請式詳填上列個人資料)

姓 名：

身分證字號：

聯絡電話：

通訊地址：

中 華 民 國 年 月 日