

★東西方戰機設計思想比較(下)★

· 耿志雲 ·

航電設備比較

首先，可以客觀提出的是，Su-27、Su-30的電子化程度明顯和西方戰機存在落差，座艙主要儀表仍為類比式，在空中戰中一旦有敵機出現，雷達幕上顯示出的還是移動的光點，就算可先行判讀目標架數，但是對方在整個接戰空域中的方位、速度、座標以及批號，就必須有地面戰管和空中預警機提供的資訊，反觀西方戰機，這些戰場情報就可以靠本身的射控系統呈現，不須增加資料鏈路的工作負荷。其次，俄製戰機的雷達在多模式運算、搜索及偵測距離、飛彈導引性能和對目標解析度、系統穩定度等功能上也不如西方，其中，對於目標的解析度更是掌握空戰先機的關鍵，這點主要是在於射控雷達對高速機動中目標的運算性能，運算性能越強，對目標的解析度就越佳，目標也就越不易脫鎖，同時雷達在進行俯視掃描的抗干擾能力就越好，濾除雜波的效果當然也成正比。

由於Su-27採用「放寬穩定度設計」，配合「線傳飛控」(Fly By Wire)系統，但其所用之系統為類比式，其靈敏度不如F-15所採用的數位式線傳飛控。其次，Su-27座艙內的電子設備只達美國六〇至七〇年代的水準，仍為指針式儀表，無目前已廣泛使用在西方第一線戰機上的多功能顯示器(CTR)。此外，其位於儀表板上方的擡頭顯示器功能也十分簡單，據坊間刊物報導，Su-27的機載電子設備包括：三種功能不同的敵我識別天線、位於機背減速板前方的ARK-19和ARK-20無線電方位儀、

SDU-10-27資料鏈、SPO-15雷達警示器和R-800與R-864極高頻、高頻無線電發射機。與Su-27相比，F-15的機載電子設備就顯得高級甚多，其座艙內有一具擡頭顯示器與多具陰極射線管多功能顯示器，前座飛行員座艙內有一具擡頭顯示器、一具彩色顯示器和兩具單色顯示器，後座武器系統操縱官(WSO)座艙有彩色和單色顯示器各兩具，若與F-15基本型相比，F-15E增加了一具前視紅外線(FLR)探測感應器和顯示戰場即時情況的活動式地圖顯示器，另外，還在機翼下掛載低空導航暨夜間紅外線標定莖(ANIRN)。現今一般而言，航電技術的發展平均每五年就可升級一次，目前，F-15的航電系統價格已占全機成本的三分之一。

射控及武器系統比較

Su-27同時使用雷達和紅外線導引系統，配有雷射測距儀，這讓Su-27在空戰中即便關閉了雷達也更有奇襲性。此外，根據近年來航展中俄國廠商所公布的資料，Su-27所裝備的「甲蟲式」(ZHUK)27型雷達的功率在X波段，具有「空對空」和「空對面」兩種工作模式，其空對空模式包括：仰俯視功能，可同步搜索、測距，也能同步掃描、跟蹤八個目標，再選定其中四個威脅程度最大者加以攻擊，空戰模式有：垂直搜索、平視搜索、廣角搜索、校靶和低空作戰的地形自動規避等功能。在空對面模式上包括：及時波束地形測繪、都卜勒波束解析、合成孔徑、波束信號放大及暫停能力，也能同步掃描並追蹤四個目標，還具有地面移動目標的指示與追蹤，以及專用於導航系統數據更新的飛機速度測定和空對面測距。其雷達搜索範圍向前為一百公里，向後也達五十五公里，雷達涵蓋角度為正、負各兩百度，俯、仰視掃描以兩行或四行掃描，雷達尖峰功率為五千瓦，平均功率為一千瓦，輸入功率為八千五百伏特、四百赫茲交流電，和一千五百瓦直流電，雷達機組採氣冷和液冷兩種冷卻模式，平均故障間隔時間達一百二十小時，雷達機組重量達兩百六十公斤，體積為八立方公尺。F-15E則採用X波段的APG-70多模式高功率雷達，不但能進行一般的空對空搜索，還具備地形規避與跟蹤的功



美國波音公司也在全力推銷F-15E，繼南韓後，新加坡也選擇了F-15SG。圖為美國太平洋空軍第3聯隊的F-15E。



Su-30MK系列是俄羅斯專為出口所生產的Su-27系列戰鬥轟炸「外銷」型機。



F-15E的前座艙佈局，雖比Su-30先進，但空電技術僅屬1980年代的水準。



R-73 (AA-11)紅外線導引纏鬥用飛彈。

能，由於採用了先進合成孔徑技術，因此可提供各種固定和移動中目標的高解析畫質圖像，其次，考慮到電腦處理器軟、硬體的差距因素，「甲蟲式」27型^[註]能在自動化和可靠度上皆不如APG-70。

Su-27的主要空用武裝是R-27（北約代號為AA-10）中程空對空飛彈，它係以半主動雷達導引接戰敵機，但也有紅外線導引型，此外，還有最讓西方國防觀察家最感興趣的R-73（AA-11）紅外線導引纏鬥用飛彈，根據西方觀察家們認為，R-73所採用的技術，至少要比現役中的美製AIM-9L/M「響尾蛇」飛彈高出十年以上，R-73是目前當今同級飛彈中技術最複雜且高級的一款空用飛彈，它採用氣動和推力向量兩種控制技術，且具備高機動的靈敏度，還可以大偏角度發射，值得注意的是，R-73可經由飛行員的頭盔顯示器瞄準，和飛行員的頭部動作同角度，可直接控制發射，比西方國家的技術領先，其次，Su-27的雷達射控軟體略作修改，還可搭載R-77（AA-12）全主動雷達導引飛

彈，性能與美製的AIM-120C先進中程空對空飛彈（AMRAAM）相當，但Su-27所能執行的空對面作戰，卻僅能掛載傳統炸彈，或者一般火箭發射筒進行有限度的對地攻擊。F-15E卻可攜帶AIM-9L紅外線導引飛彈、AIM-7E半主動雷達導引飛彈，和AIM-120C中程主動雷達導引飛彈，另也能攜帶多種美軍現役中的各款空對地導引炸彈以及炸彈。從Su-27^[註]搭載的主要空對空飛彈加以觀察，僅有R-73一款武器超越美製F-15E攜帶的武器，和另兩種R-27、R-77性能則大致相當，顯然在空對面的功能上，F-15E要勝出Su-27甚多。

早先的第四代俄製戰機其射控雷達俯視性能不佳，因此連帶發展出一種藉由地表雜波掩護進行突擊的戰術理論，這也可能是造成Su-27、MiG-29系列才會普遍有「low-low-low」和「low-high-low」等攻擊機使用的特殊戰術出現，但在多模式和導引性能上，俄製雷達就差了一些。但在Su-35上，上述的缺點都獲得改善，座艙採用了

多功能顯示幕，大幅增加了電戰的自動化，且使得俄製戰機首度擺脫了「戰管引導」的空戰模式。在空戰中最常見的動作為滾桶、筋斗等，雖然Su-35和其他側衛式系列一樣，也可以做出「包加契夫眼鏡蛇」招牌動作，但前提是雙方須相對速度差別較大，一般在航太展中所呈現出的上述動作，是在無外載、低速狀態下進行的，倘若換成多外載的高速運動狀態，Su-35是不可能做出這種特技動作的。再者，俄國人也認為，從Su-27、Su-35到實驗中的S-37，都是以強化運動性能為著眼點，運動性能好的戰機不但占盡空戰先機，甚至還可能藉此規避空對空飛彈的攻擊。西方設計思想以人為本，再好的運動性能都將以九個G為上限，F/A-18E/L和F-22的指令中也都明白標示著G力限制，任何戰機超G操作就有解體的危險。

僅憑高運動性取勝的概念，在未來面臨視距外大G力空對空飛彈的攻擊時，也很難藉此規避，因為第四代的空對空飛彈動輒可承受三十個G到四十個G，因此戰機要避過新一代的飛彈，只有以加強電戰反制設備一途，F/A-18E/F就配備有AN/ALQ-165電戰反制器、AN-ALR-67(V)3雷達警示接收器、AN/AAR-57空對空飛彈防禦警示器、AN/ALE-47反干擾器、AN/ALQ-214多功能電戰防禦器等，這些電戰防禦裝置是側衛式戰機系列所望塵莫及的，這種結果不但是東西戰機設計思想上的分歧，也是東西雙方長期以來就冶金工業和電子工業各自發展的落差呈現。

結語

從以上各項分析可以看出，在進行視距外空戰之時，Su-27若無搭配R-77主動雷達導引飛彈，其空戰能力將遠低於攜帶AIM-120C的F-15C和F-15E，但就算裝上R-77，在考量到射控雷達和電子戰技術的差距，Su-27的視距外作戰能力最多也只是能接近F-15C和F-15E，但是，因為有特殊的飛行性能同時又能搭配頭盔顯示器，進行R-73先進紅外線導引飛彈的發射，Su-27的近戰纏鬥能力將高於F-15C和F-15E。（完）