

# 防空飛彈系統發展趨勢之研究

組別：飛彈組

級職：中校主任教官

姓名：韓邦曦

提要：

- 一、美國地位躍升為世界單獨超強地位後，其與盟軍在波灣、南斯拉夫及解放伊拉克自由等諸戰役中，不斷於世界各國前展証資訊時代大規模或局部作戰獲勝的首要條件-「空中戰場優勢」。
- 二、近年來科技之快速發展，高殺傷性、操控性、匿蹤、精準導引武器與網絡技術具體運用於空中作戰技術，使得空中戰場充斥著高度複雜技術層面，因此各國對於中、長程及短程防空武器系統之研究、發展、性能提昇與運用均竭力殫智、如火如荼地投注大批資金、心血與人力。
- 三、對本國防空武器系統而言，傳統與老舊之系統，其性能已無法克制新型空中威脅及滿足作戰實需，另方面又礙於國防經費緊縮或戰備急迫性之因素，無法即時全面提昇或改良武器系統性能；然基於空中威脅不斷增長下，本國若不設法改善上述問題，勢必在國土防衛作戰時，產生空防罅隙，給予敵人可乘之機。
- 四、我們必須深切體認，為鞏固三軍聯合作戰基石，確保防衛作戰勝利，國防投資尤其是防空武器系統性能提昇，已為建軍備戰重點議題。

## 壹、前言

自後冷戰時期蘇聯受到民主思潮與經濟改革影響而瓦解後，美國地位即躍升為世界單獨超強<sup>註1</sup>地位，其後與盟軍在波灣、南斯拉夫及解放伊拉克自由(In Operation Iraqi Freedom)等諸戰役中，不斷展現亮眼的成績單，於世界各國前展証資訊時代作戰獲勝的首要條件-「空中戰場優勢」，因此大量部署空中打擊載台及配合空對地精準彈藥投射能力輔以中央網絡管理趨勢(Orchestrated in the network-centric fashion)等作戰概念即廣為發展運用，而中共對這方面的發展所投入之心血更是不遺餘力<sup>註2</sup>。

剖析上述諸戰役，美國與西方盟軍之所以能輕鬆獲取主宰戰役之門鑰-「空優」，雖其廟算得利<sup>註3</sup>，然吾人加以探究不難發現盟軍科技優勢與守軍防空能力薄弱及武器系統老舊等因素，亦為肇致戰況一面倒之主要原因，故親俄國家如伊朗、北韓、中共、古巴、印尼、敘利亞、塞爾維亞(Serbia)、阿爾及利亞(Algeria)及前華沙公約組織(Warsaw Treaty Organization)如波蘭(Poland)等國均積極強化或採購新一代防空武器系統，或整合、研改舊有國內防空資產，主要目的在強化防空實力以抗衡日漸強大的空中攻擊能力，冀望如同1960年5月1日蘇聯製SA-2防空武器系統問世之初擊毀美軍U-2偵察機之戰果再現。

中共逐年增加國防經費且不斷強化攻台能力，尤其近年從俄羅斯引進蘇愷27/30等新一代戰機，加上獲得飛彈與雷達研發技術進而應用於其殲10(J10-A)、殲轟7(飛豹)<sup>註4</sup>等戰機目獲系統與空對空飛彈如SD-10及PL-12，其整體空中優勢更是毫無疑問的已大幅獲得提昇，且若能自製或大量採購視距外精準投射彈藥<sup>註5</sup>輔以其整體之匿蹤、超視距、低空與超低空隱匿飛行能力，中

<sup>註1</sup>Georg Mader, A SAM Review, MILITARY TECHNOLOGY, March 2006, P76。

<sup>註2</sup>林中彬，〈以敵為師-共軍加快信息化建設〉《以智取勝》，(全球防衛雜誌社，民國94年1月)，P129。

<sup>註3</sup>林中彬，〈以敵為師-空中進攻作戰〉《以智取勝》，(全球防衛雜誌社，民國94年1月)，P151。

<sup>註4</sup>蘋果日報，〈中共空中新戰力〉，96年4月23日。

<sup>註5</sup>Jane's, 〈MISSILES & rockets〉, 08/2005, P14。

共當局甚至誇言於 2025 年將能打破台、海空中戰力均衡，預判將對國土防空作戰，構成嚴重威脅，故撰寫本文旨在研究各國主要防空飛彈的系統發展趨勢，期能有助於我防空幹部獲得相關資訊與運用。

## 貳、影響防空飛彈系統發展之要因：

### 一、防空作戰之目的：

防空作戰依範圍與指揮管制階層，區分為：整體防空、區域防空及野戰防空且依空中戰場武器系統作戰限制，將空域劃分為：高空(7600 公尺以上)、中空(1500~7600 公尺)、低空(150~1500 公尺)<sup>註6</sup>，防禦目標則區分為彈道飛彈、定翼機、旋翼機、巡弋飛彈、無人飛行載具、反輻射飛彈等，基於彈道飛彈系統特性，一般防空系統無法有效攔截，因此本文僅就可克制其餘威脅之防空系統進行研究與歸納；近年來科技之快速發展，高殺傷性、操控性、匿蹤、精準導引武器與網絡技術具體運用於空中作戰技術，使得空中戰場充斥著高度複雜技術層面，因此各國對於中、長程及短程防空武器系統之研究、發展、性能提昇與運用均竭力殫智、如火如荼地投注大批資金、心血與人力，其主要目的在於防護地面重要目標避免遭受敵空中攻擊，即使遭受攻擊亦要入侵一方付出慘痛代價<sup>註7</sup>。

### 二、空中威脅之轉化：

現代高科技的迅速發展使戰場上的空中威脅發生極大的變化，其主要威脅正由以往的轟炸機和武裝直升機向多種戰術空對地導彈、陸(岸)射(surface-to-surface)、空射(air-to-surface)、海射及潛射型巡弋飛彈(Sub-strategic Cruise missiles)和空中戰場精靈-無人飛行載具(Unmanned Air

<sup>註6</sup> 鄧俊賢，〈短程防空-攜行式防空飛彈系統之研究〉《砲兵學術雙月刊》，(陸軍砲兵訓練指揮部)，第 115 期，民國 90 年 11 月，P31。

<sup>註7</sup> Georg Mader, A SAM Review, MILITARY TECHNOLOGY, March 2006, P76。

Vehicles)轉化。現階段，原有機種威脅不但依然存在，而且性能也在迅速提高，使空中威脅不但類型增多且強度加大，再加上匿蹤技術和電子干擾技術的發展，空中偵察、遠端控制、指揮系統的廣泛應用，空中戰場無庸置疑已成為兵家頭痛且首要必爭之地。

圖一：以色列製哈比無人攻擊載具



資料來源：美軍 2005 年防空砲兵學校敵情資料

#### (一)科技優勢主導研改潮流：

隨著空中載台戰術及層級運用漸趨廣泛如無人飛行載具(UAV)已為先進國家部署第一線部隊時必配備之偵蒐耳目，目前除了第三世界如非洲、南美洲等國或是維和(peace-making)部隊執行特殊任務的託管地區如南斯拉夫，其空中主要威脅對象仍以具對地攻擊能力定翼機、旋翼機為主外，餘世界各國對空中威脅載台之發展已產生急遽變化<sup>註8</sup>，首當其衝即為巡弋飛彈之應用-「發射載台多元化，輔以日益精進之導航系統技術」，其超低空巡弋高度、精準打擊性能及高度空中載台存活率，已逐漸成為開戰前指揮官最著名的打擊利器。

此外，由美軍攻打阿富汗與解放伊拉克自由之役中，大量運用先進精確制導武器攻擊敵軍碉堡、地下設施及坑道，其「逼敵軍出洞」戰術將三維空間戰場向下延伸至地表下，

<sup>註8</sup>Georg Mader, A SAM Review, MILITARY TECHNOLOGY, March 2006, P76。

使敵軍無所遁形，充分向世人展現孫子兵法中「善守者，藏於九地之下；善攻者，動於九天之上」戰術運用之精髓。

## (二)空中威脅發展及性能研改趨勢：

### 1. 巡弋飛彈應用研改近況：

#### (1)運用方式：

發射後採近海面、低空貼近飛行，並利用地形掩護與匿蹤技術躲避雷達系統之偵蒐，配合系統本身先進導控技術－慣性導引、GPS 與地形匹配技術，朝預先設定之路徑，快速接近重要軍事設施並完成精準攻擊任務<sup>註9</sup>。

#### (2)研改實例：

| 種類<br>名稱                                  | 巡弋飛彈                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 中共天津1號(Tianjin-1)<br>(研改中) <sup>註10</sup> | (1)摺疊翼設計-減少飛行阻力，可掛載於轟炸機彈艙內(如美軍戰斧巡弋飛彈)。<br>(2)採用渦輪噴射引擎，增加飛彈速度與續航力。                                                                                 |
| 美國戰略性戰斧巡弋飛彈<br>Block IV<br>(Tomahawk)     | (1)將密封式戰略性戰斧巡弋飛彈 Block IV整合於英國皇家海軍潛水艇魚雷管，使英軍具潛射式攻陸巡弋飛彈武器系統。<br>(2)配備戰斧打擊網絡 (Tomahawk Strike Network) 與通信鏈路系統，發射後可藉由指管命令迂迴與重置攻擊目標 <sup>註11</sup> 。 |

### 2. 攻擊型無人載具研改近況：

#### (1)運用方式：

掛載導引裝置或裝配彈頭，以低空高速方式接近我重要軍事設施及目標，由於空中無人攻擊載具技術不斷更新，除載具本身具備低空、超低空飛行、低雷達截面積值(Radar Cross Section)特性，可突破防禦空中攻擊火網外，若裝掛精準導引系統，可大幅提升命中目標機率。

<sup>註9</sup>居朝良，〈中共巡弋飛彈威脅及我因應之道〉《砲兵季刊》，(陸軍砲兵訓練指揮部)，第131期，民國94年11月，P73。

<sup>註10</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，07/2006，P11。

<sup>註11</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，08/2005，P6。

(2)研改實例：

| 種類<br>名稱                                    | 無人飛行載具                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ababil<br>(伊朗)<br><small>註12</small>        | <p>(1)45 公斤酬載能力，可攜帶偵蒐裝備與 10 公斤彈藥執行遠程偵蒐與攻擊高價值目標任務。</p> <p>(2)攻擊時巡弋速度可達 300km/hr。</p> <p>(3)黎巴嫩真主黨於 2006 年 8 月 7 日獲得伊朗協助曾用以攻擊以色列(該攻擊行動遭以色列空軍摧毀)</p>                                                     |
| 掠食者<br>(MQ-1)<br>(美國)<br><small>註13</small> | <p>(1)裝配 Viper Striker 被動式雷射導引彈藥，精準命中率可有效降低目標區附近傷害(城鎮戰)。</p> <p>(2)美軍於解放伊拉克之戰中配賦於偵查營使用，主要協助地面部隊攻擊敵裝甲車輛。</p> <p>(3)裝配地獄火飛彈(Hellfire missile)，可協助地面部隊執行作戰任務；美空軍曾於 2005 年 6 月地面作戰行動中，成功運用摧毀伊拉克迫擊砲陣地。</p> |

圖二：伊朗製 Ababil 無人攻擊載具



資料來源：<http://tw.search.yahoo.com/search/images/view?back=http%3A%2F%2Ftw>

圖三：美軍無人攻擊載具應用現況



資料來源：<http://www.theplainsman.net/ubbthreads/showflat.php?Number=82173>

<sup>註12</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，08/2005，P14。

<sup>註13</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，07/2006，P2。

### 3. 對地攻擊飛彈(彈藥)研改近況：

#### (1)運用方式：

配賦於武器載台上，在接近重要軍事設施及攻擊目標前，即行投彈攻擊。若裝配各種導引系統或子母彈頭，可將攻擊範圍與效果擴大。

#### (2)研改實例：

| 種類<br>名稱                                      | 對 地 攻 擊 飛 彈 ( 彈 藥 )                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 增程型聯合視距外空對地飛彈 JASSM-ER<br>(美國) <sup>註14</sup> | (1)巡航階段採慣性與 GPS 導航，進入目標區後開啟紅外線追蹤系統對飛彈實施終端導引。<br>(2)裝配渦輪風扇引擎(同美軍戰斧巡弋飛彈)，飛行距離達 900 公里，避開地面砲火射程，有效提昇武器載台存活率。<br>(3)裝配 2000 磅(900 公斤)預置破片裝藥，增強殺傷效果。<br>(4)具匿蹤性能，地面雷達不易偵測。<br>(5)發射載台：B-1B、B-52、F-16、F-15；美國於 2006 年 7 月實施作戰測評(由 B-1B 掛載 2 枚，巡弋速度 0.8 馬赫，投射高度 6000 公尺)。 |
| GBU-39/B 小口徑炸彈(SDB)<br>(美國) <sup>註15</sup>    | (1)裝配全天候全球定位系統(All weather GPS)，最遠可投射至 64 公里外之目標。<br>(2)整合 GPS 程式，飛行員可同時對單一或多重目標實施攻擊。<br>(3)可程式化(reprogrammed)彈頭技術，執行任務前可針對不同軟、硬目標選擇不同信管，如指、管、通信設施、指揮所、油庫、建築物與地面部隊。<br>(4)摺疊翼設計，掛載時可減少飛機飛行阻力。<br>(5)可穿透 3 呎(0.9 公尺)加強型水泥建築。                                        |

<sup>註14</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，07/2006，P1。

<sup>註15</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，07/2006，P3。



|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>精靈火箭<br/>(Smart)<br/>法國<sup>註16</sup></p> | <p>(1)法國於 2002 年為新型虎式(Tigre)攻擊直昇機與下一代作戰場景提出武器配賦性能需求-低成本、重量輕、高單發擊殺率與減少目標區外殺傷風險。</p> <p>(2)FZ(Forges de Zee brugge)公司有效整合、研發相關作戰性能需求，並訂於 2007 年開始實施測評：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>將精準接戰目標元件 PEKET(Precision Enhancement Kit Engagement Target)整合於 68mm 與 70mm 火箭彈及發射筒，降低研發成本與期程。</li> <li>前置 4 片水平式折疊型控制翼，以控制火箭飛行方向。</li> <li>裝配半主動雷達導引 SAL 式(Semi-active Laser)元件，可於 1-6 公里處攻擊固定與移動目標，圓形公算偏差(CEP)為 1 公尺(6 公里)。</li> <li>裝配 GPS 導引元件，可全天候、日、夜間於 3-6 公里處攻擊固定目標，圓形公算偏差(CEP)為 10 公尺(6 公里)。</li> </ol> |
| <p>Kh-31PK<br/>反輻射飛彈<br/>(ARM)<br/>俄羅斯</p>   | <p>俄羅斯戰術飛彈公司(TMC)於 2006 年 12 月發表 KH-31 反輻射飛彈近期研改計畫：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)配備新型近炸引信(proximity fuse switched-off)，以剋制桅頂雷達(4-15m)與地面雷達等目標。</li> <li>(2)配備改良型尋標器(Block 27M)，可長時間記憶目標雷達座標，有效反制雷達關機輻射策略。</li> <li>(3)改良尋標器冷卻次系統，增加飛彈系統任務執行週期。<sup>註17</sup></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                         |

圖三：俄羅斯製 Kh-31P 反輻射飛彈



資料來源：美軍 2005 年防空砲兵學校敵情資料

<sup>註16</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，08/2005，P14。

<sup>註17</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，12/2006，P4。



### 三、系統適應性需求及成本考量：

#### (一)快速部署需求：

為肆應西方國家處理危機與執行反恐任務之部隊須具有快速部署能力，故以美國為首之西方國家所研發之裝備均強調須具備空運投射甚至可直升機掛載機運部署之機動性能，如愛國者飛彈系統、復仇者飛彈系統及 SLARAAM 飛彈系統<sup>註18</sup>等。

#### (二)企業或跨國合作需求：

為整合系統介面、有效降低研發(改)成本及強化國際競爭趨勢，多數武器廠商在取得國內授權後，採合作方案以研改或性能提升方式，改良現有武器系統、延長系統使用壽期，其目的，一方面可符合立即作戰要求，另一方面又可節省國防支出，達最佳效益使用需求目的。

### 三、小結：

以美國為首的盟軍運用高科技武器漂亮地打贏了近代幾次戰爭後，世界各國近來無不順此潮流而於軍事投資上持續強調科技優勢主導戰役之觀念，如在空中武器載台攻擊能力上朝遠距攻擊、精準打擊、匿蹤、高殺傷力等先進性能研改，冀望以上述優異性能一舉突破敵軍防空火網、有效執行支援作戰任務並提升其戰場存活率。

國家整體戰略運用之考量因素，「敵軍威脅能力增長」佔有相當重要一環，如中共當前以美國為首要作戰假想敵，然能體認其新一代戰機-猛禽(F-22A)優異性能，未來於空中戰場上勢必無法取得全面或局部性空優，故將科技投資重點轉向而積極進行攻陸巡弋飛彈性能研改如高速、衛星導航、影像比對導引等精準打擊技術，目的在使巡弋飛彈能成為其遂行「非線性」、「不對稱作戰」的殺手鐮武器，一但戰端開啟遂執行遠距打擊作戰，以摧毀敵戰機起降場(如美軍在日本機場、關島基地及航空母艦)為手段，企圖在保有局部空優為前提下，立於不敗之地<sup>註19</sup>；此外，美方更近一步指出：「中共對陸射型巡弋飛彈及無人飛行載具之發展，台灣當局尚未具備

<sup>註18</sup>Georg Mader, A SAM Review, MILITARY TECHNOLOGY, March 2006, P76。

<sup>註19</sup>全球防衛雜誌第 272 期，96 年 3 月，P85 頁。

有效克制能力，將為其防衛作戰帶來嚴重威脅」<sup>註20</sup>；

對本國防空武器系統而言，傳統與老舊之系統，其性能已無法克制新型空中威脅及滿足作戰實需，另方面又礙於國防經費緊縮或戰備急迫性之因素，無法即時全面提昇或改良武器系統性能；然基於空中威脅不斷增長下，本國若不設法改善上述問題，勢必在國土防衛作戰時，產生空防罅隙，給予敵人可乘之機。

## 參、防空武器系統近況發展

面對空中威脅能力增加，世界各國無不殫智心思，挹注國防經費投入防空武器系統研發與改良，一方面以科技與技術領軍強調軍種聯合作戰效能，另方面藉由性能研改以提升系統效益，期於跨世代的作戰場景中持續保有自主國領土制空權，因此如何研發、如何整合就成為各國與諸廠商間角力戰場，以下就研改(發)實例提出說明：

### 一、整合武器系統，提昇作戰效能：

#### (一)波蘭(Poland)防空指、武管系統自動化：

波蘭於 2006 年 9 月該國聯合軍演中，首次展示一套新型地對空飛彈作戰中心指管系統，在同時指管功能驗證下成功試射 SA-3(20 枚)與 SA-4(4 枚)飛彈攔截空中目標，取名為 Przelot-SAMOC(Surface-to-Air Missile Operation Centre)，該系統係由其國內研究機構執行研究發展，主要目的在使 Przelot 系統能具備其陸基防空飛彈作戰計畫、執行與評估作業，研發特點如下：

- 1.於 Przelot 指管下整合不同類型陸基防空飛彈系統，使該國防空火網部署具彈性化。

- 2.系統主要由 2 大部分組成：

#### (1)SDP-20 指揮所：

由 5 部 9 噸卡車各承載 4 公尺長車廂組成，主要執行資訊鏈結(可融合 CRC、防空作戰中心與雷達情資)、防空部署、接戰區計劃及旅指揮所功能。

---

<sup>註20</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，10/2004，P10。

(2)SDP-10 指揮所：

由 2 部 9 噸卡車各承載 4 公尺長車廂組成，可接收 CRC(command and reporting centre)及建制雷達情資，主要遂行營級指揮、管制功能。

- 3.系統可依據北約協定執行防空部署與接戰區規劃，以避免誤擊。
- 4.配備 Link11B 通信鏈路系統，並預置未來系統相容介面。
- 5.現階段正評估增設 Link16 通信鏈路可行性。<sup>註21</sup>

圖四：俄羅斯製 SA-3/GOA 地對空防空飛彈系統



資料來源：美軍 2005 年防空砲兵學校敵情資料

(二)白俄羅斯(Belarus)改良型 Osa-1T 防空飛彈系統：

該國 Tetraeder 公司自 2005 年 10 月起，為提升 9K33M3 OSA-AKM 自走式防空飛彈系統戰場存活率及人性化操作介面功能實施相關性能提升：

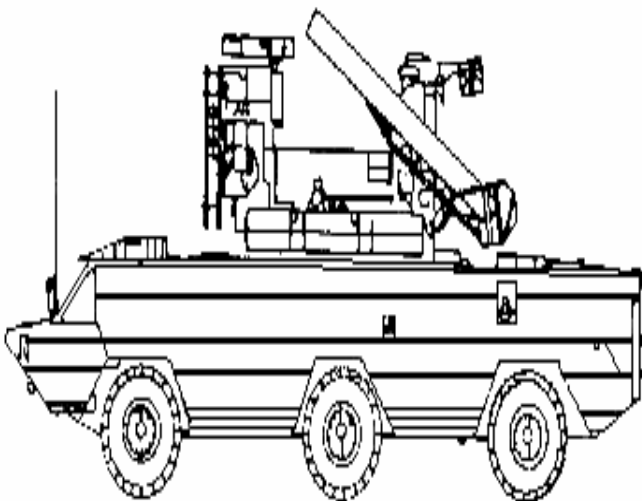
- 1.汰換計算機、指令碼及功能測設相關硬體設施，相較於原系統研改後可節省約 25%系統維修(maintenance)時間且備份料件(spare parts)數量可較原庫儲量減少半數。
- 2.改良偵蒐、射控雷達傳波管(traveling-wave tube)放大器功能：

<sup>註21</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，12/2006，P1。

- (1)將外部干擾係數(noise coefficient)由 10dB 降至 3dB(含)以下，提昇原雷達系統 5 倍靈敏度，主要目的在增加對低雷達截面積(RCS 值)目標偵收率，反制反輻射飛彈，以增加戰場存活率。
- (2)提升偵蒐雷達抗電子干擾性能，可壓制電子干擾能力大於 25dB 以上。
- 3.採用新式 SRP-1T 取代老式 SRP 計算機與編、解碼次系統，增加兩種系統導引模式-動態差分控制(KDU)模式與修正式三點(MTP)模式，主要目的在不同發射條件下(如敵機採取密集式電子干擾)自動或手動選擇導控模式，並在飛彈發射後編、解碼傳輸導控指令，以控制飛彈飛行方向及使彈頭近發頻率引信(radio-frequency proximity fuze)備便。
4. 裝配 ARM-1T 自動化電腦工作平臺(抽取式電腦按鍵板)，使飛彈車指揮官能於車廂內透過液晶螢幕即時掌握目標接戰情資(如接戰區計算)與戰果，另一方面可藉由 ARM-1T 功能執行系統測試與成員訓練等任務。
- 5.Tetraeder 公司另針對系統作戰環境研改下列性能：
  - (1)可裝配 OES-1T 複合式(包括電視攝影機、熱顯像儀及雷射測距儀等裝置)日、夜光學設備取代 OSA-AKM 型 9Sh38Karat 光學裝置(只具日間作戰模式)，使系統處在低光度、陰霾環境裡，仍具備良好作戰能力。
    - ① TPVT-1T 熱顯像儀，可偵測 20-25 公里定翼機及 8-10 公里巡弋飛彈目標。
    - ② LD-1T 雷射測距儀可偵測 13-15 公里定翼機目標。
  - (2)裝配新式無線電設備(R-173M 取代原有 R-123M)及基座，可提升於高震動、高溼度操作環境下之效益。
- 6.性能提升後，將提升飛彈系統攔截距離與單發擊殺率 SSKP (Single-shot kill probability)：

- (1)攔截定翼機距離由 10.3 公里提升至 12 公里(使用 9M33M3-1 型飛彈可達 20 公里)，單發擊殺率由 0.5-0.7 到達 0.6-0.8。
- (2)攔截旋翼機距離由 6.6 公里提升至 10 公里(使用 9M33M3-1 型飛彈可達 15 公里)，單發擊殺率由 0.4-0.7 到達 0.6-0.8。
- (3)對具高速操控(maneuvering)性能目標，單發擊殺率由 0.2-0.5 到達 0.4-0.7。
- 7.該國於最近一場 Osa-1T 型實彈射擊中，成功試射兩枚防空飛彈攔截 6 公里遠之目標。<sup>註22</sup>
- 8.Tetraeder 公司下一波研改目標將針對 Osa-1T 防空飛彈連各部設施，皆能配備即時(real-time)資訊鏈路系統。

圖五：俄羅斯製 9K33M3 OSA-AKM(SA-8b/GECKO)自走式防空飛彈系統



資料來源：美軍 2005 年防空砲兵學校敵情資料

## 二、因應威脅增長，科技重點突破：

- (一)美國陸軍因倍感先進國家對巡弋飛彈與無人飛行載具(UAVs)發展及應用相關科技日漸突破，將對美軍日後不論是在海外派兵或國土防衛作戰而言，勢將形成嚴重威脅，雖然其現役愛國者飛彈系統及復仇者(Avenger)飛彈系統具備反制巡弋

<sup>註22</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，02/2006，P9。

飛彈能力，惟受限於戰術運用與系統性能(戰術飽和攻擊、目標偵獲與持續追蹤)，因此自 10 年前(1998)，美國雷神公司、波音公司及 Kongsberg 公司即依據美國(海軍陸戰隊與陸軍航空飛彈司令部)需求，持續對下一代防空武器實施研發，其中包括 CLAWS(Complementary Low Altitude Weapon System)與 JLENS(Joint Land-attack Cruise Missile Defense Elevated Netted Sensor system)系統之發展：

#### 1. 低空互補防空飛彈系統(CLAWS)：

飛彈系統採美國空對空 AIM-120 型飛彈研改，目的在運用飛彈本身既有之主動式雷達及遠距攔截特性(陸射型攔截距離為 20 公里)，輔以雷達網絡與火力指管功能，以有效剋制巡弋飛彈與 UAVs 威脅，系統組成與特點為：

(1)系統組成包括偵搜雷達，火力分配中心與火力單元，其中火力單元載具計劃採用三種形式：

- ①通用(universal)發射架飛彈系統，可掛載 8 枚飛彈；現階段已部署於美國海軍陸戰隊。
- ②悍馬載具(HUMRAAM)飛彈系統，後續發展取名為 SLAMRAAM(Surface-LaunchAdvanced Medium-Range air-to-air Missile)，可掛載 4 枚飛彈或 6 枚飛彈(掛載 6 枚將影響複雜地形機動性)；美陸軍已規劃部署運用。
- ③挪威輪載式地對空防空飛彈系統(NASAMS)，可掛載 6 枚飛彈，該系統於 2006 年 6 月成功同時發射兩枚飛彈擊落 20km 遠戰術目標；其皇家空軍部隊自 1989 年起至 1998 年已陸續佈署 6 個防空營(計 27 套指管系統、30 套雷神公司 AN/TPQ-36A 目標獲得雷達及 54 套火力單元)。<sup>註23</sup>

---

<sup>註23</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，12/2006，P3。



(2)受到 2003 年伊拉克發射蠶式(Seersucker)飛彈命中科威特商場之影響，美陸軍繼提出新防空作戰構想，規劃採用陸軍延伸距離攻擊飛彈(Army Extend Range Attack Missile)AERAM 系統，期共與 SLAMRAAM 系統組成層次防空互補運用，於戰場上達成完全攔截巡弋飛彈與無人飛行載具之效益：

- ①結合 JLENS 與地面感測系統實施目標搜索與追蹤鏈結，並於飛彈飛行途中傳遞導控指令。
- ②由 SLAMRAAM 防空飛彈系統負責攔截 20 公里內之目標，AERAM 系統則防禦 20(含)-100 公里之目標。
- ③規劃 AERAM 飛彈系統採折疊式固定翼或蝶型翼設計，巡航速度可依需求設計在 0.3 馬赫以上或超音速。
- ④飛彈尋標器規劃採用刺針飛彈(Block 1)型式或 AIM-9L、M、X 系列。
- ⑤該系統現階段發展期程為概念與技術設計階段，美軍訂於 2009 年開始實施系統發展與驗證。<sup>註24</sup>

## 2.聯合陸攻巡弋飛彈防禦舉升網路感測系統(JLENS)：

美軍下一代低空防空作戰構想係規劃運用 JLENS 感測系統偵測、追蹤遠程、低空或利用地形、地貌進襲之目標，以有效克服地球曲率限制並延伸系統使用效益，該系統預與美國海軍陸戰隊所配賦使用的 CLAWS 及美陸軍 HUMRAAM 系統編組使用：

- (1)使用動力與傳輸資料的高張力纜線鏈結，可將充填氦氣之系統升至一定高度(15000 呎)實施 24 小時、30 天週期及 360 度、250 公里偵測。
- (2)具感測與聯合網絡通信系統作業能力，與空中預警機相較而言，成本較便宜且不需動力維持飛行。

<sup>註24</sup>Jane's，〈MISSILES & rockets〉，01/2005，P1-2。

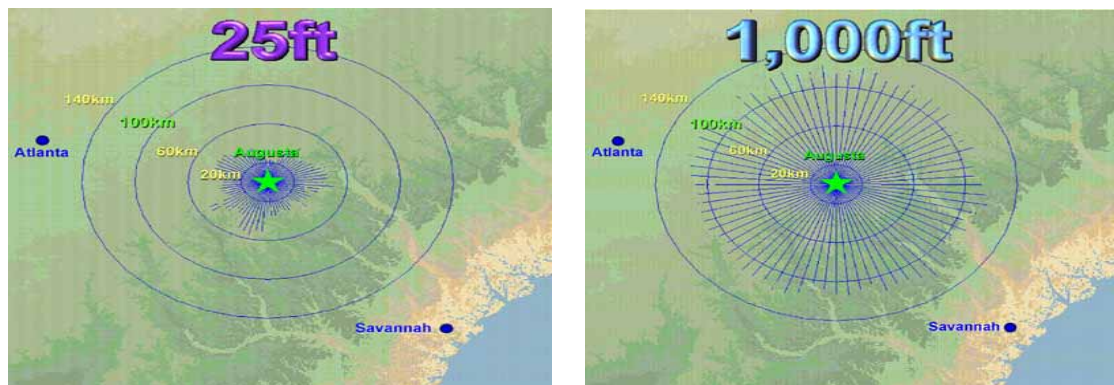
- (3)系統採用內、外壓力差設計，具防護破片作用，不易遭敵摧毀。
- (4)系統部署簡單、舉昇快且具 4000 磅籌載能力，可加掛其他設施如通信設備以執行通信中繼任務。
- (5)美國防部於 2005 年 8 月同意系統進入發展與驗證階段(SDD)；同年 11 月雷神公司獲得 13 億美金經費，持續系統發展及測試。<sup>註25</sup>

圖六：美軍 SLAMRAAM 與 JLENS 系統



資料來源：<http://www.prnewswire.com/cgi-bin/stories.pl?ACCT=104&STORY>

圖七：美軍評估桅頂雷達與 JLENS 系統 Line-of-sight 偵蒐效益分析



資料來源：<http://www.prnewswire.com/cgi-bin/stories.pl?ACCT=104&STORY>

(二)俄羅斯 KBP 設備製造局於 2006 年在法國巴黎展示一套改良型 pantsir-S1E 彈砲混合式(hybrid)防空飛彈系統：

- 1.主要應用全新研發而成的相列火控雷達技術(phased-array fire control radar)MRLS 取代原構型 1RS2-E 火控雷達。

<sup>註25</sup>Jane's, 〈MISSILES & rockets〉, 02/2006, P4。

- 2.改良後，火力單元可應用 MRLS 技術，同時追蹤 4 個目標並導引飛彈摧毀 3 個目標，且交付第 4 個目標予光學感測系統(electro-optic sensor)接戰。
- 3.MRLS 係採被動式相列雷達天線，其操作波長為 8mm，偵搜頻率為 40GHz，最大追蹤距離可達 24-28 公里。
4. pantsir-S1E 混合式防空飛彈系統，裝配 2 挺 2A38M 30 公釐口徑機關砲，射速可達 5000(發/分)，射程 15-1500 公尺；兩個飛彈發射架可攜掛 12 枚 M335/57E6 型飛彈，射程 1200-20000 公尺。
- 5.阿拉伯聯合大公國(UAE)於 2005 年起計耗費 7 億 3 千多萬美金，向俄羅斯採購 50 套 pantsir-S1 型防空系統(26 套履帶自走、24 套輪型自走)，訂於 2007 年交貨完畢，以增強該國防空作戰能力。<sup>註26</sup>

(三)因應中共軍力成長空中威脅能力漸增，本國防空能力亦在自主國防政策下，獲得些許重大突破：

- 1.天弓(Sky Bow )3 型反戰術彈道系統，據報導該型飛彈功能與愛國者 2 型導引性能加強型不相上下，並計畫於 2014 年部署。
- 2.輪型自走式陸射天劍 1 型防空飛彈系統，已於 90 年初期交付空軍部署運用。<sup>註27</sup>

(四)中共近來自力研製新型防空飛彈系統，一方面將焦點瞄準我國空中預警機及本島西部機場起降航空器，以爭取台海空優；另一方面則前瞻美國軍力擴張，竭力提昇科技水準，以維持戰力平衡。

- 1.中共於 2005 年末向俄羅斯採購 4 個團 S-300PMU-1 型防空飛彈系統，並交付其空軍部隊使用；現階段正設法獲取

---

<sup>註26</sup>Georg Mader, A SAM Review, MILITARY TECHNOLOGY, March 2006, P77-P78。

<sup>註27</sup>Jane's, 〈MISSILES & rockets〉, 08/2006, P13。

S-300V/VM 系列研製技術生產授權，計畫運用於自行研製該國紅旗 15 型(HQ-15)外層反戰術彈道飛彈系統。

2.據報導中共當局採 S-300PMU 系統導控技術，自製飛騰 2000/紅旗 9 型反輻射飛彈系統，取名為空中預警機殺手(AWACS-killer)，研判將對我國 E-2T 空中預警機構成嚴重威脅。<sup>註28</sup>

### 三、空對空飛彈研改陸射型防空飛彈趨勢：

考量研製成本與地面部隊部署期程，先進國家紛紛投入空對空飛彈研改陸射型防空飛彈之發展，典型例子計有：

- (一)歐洲垂直雲母(VL Mica)短程防空飛彈系統。
- (二)德國 Diehl BGT 所研發的 IRIS-T 防空飛彈系統。
- (三)美國 HUMRAAM(AIM-120)防空飛彈系統。
- (四)中國獵手防空飛彈系統(天燕 90 TY-90 空對空飛彈)。<sup>註29</sup>

### 四、小結：

面對空中威脅日新月異演變，世界各國在主要先進國家帶領下，皆波濤洶湧相繼投入防空武器研發與改良，主要目的無非在提昇系統性能，增加戰場存活率以保有其領土空中優勢；下表一為本文針對各國近來對防空武器部署、研改所統整資料：

---

<sup>註28</sup> 全球防衛雜誌第 272 期，96 年 3 月，P81-85 頁。

<sup>註29</sup> Georg Mader, A SAM Review, MILITARY TECHNOLOGY, March 2006, P78。

表一：先進國家防空武器系統發展近況

| 國別  | 系統名稱                      | 主要發展特點                                                                                                       | 考 量 ( 改 ) 目 的 |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|
|     |                           |                                                                                                              | 機動性能          | 人機介面 | 成本因素 | 威脅增長 | 部署期程 | 系統整合 | 使用壽限 | 後勤維保 |
| 美國  | Claw's AMRAAM (少量部署)      | 一、可於非視距內發射，有效攔截於20公里之目標。<br>二、先進之通信與情資網絡，結合主動雷達之應用，可攔截地形隱蔽之目標。                                               | ○             |      | ◎    | ◎    | ◎    | ○    |      | ○    |
|     | JLENS (SDD階段)             | 一、克服地球曲率限制，消除偵搜死角及雜波干擾。<br>二、部署容易、操作簡便，資通功能強大。                                                               | ○             |      | ○    | ◎    |      | ◎    |      | ○    |
| 加拿大 | ADATS (2010年)全型量產         | 一、提昇戰場覺知系統及指揮所與火力單元間之通、資情傳功能。<br>二、採用步兵戰鬥車底盤(LAV III 8X8)，系統具備輪型自走能力，增加部署彈性。<br>三、可於非視距內發射飛彈，摧毀藉地形或建築物隱蔽之目標。 | ◎             |      |      | ○    | ◎    | ◎    |      | ◎    |
| 瑞典  | RBS-23 BAMSE (2000年起開始部署) | 一、全天候且具備克制現代化非常小型及非常快速之目標(如巡弋飛彈、UAVs、反輻射飛彈等)作戰能力。<br>二、現階段只有瑞典部署，用來防衛其固定及機動資產                                | ◎             |      |      | ◎    |      | ○    |      |      |
|     | HAWK                      | 採用Ericsson公司微波系統整合長頸鹿AMB偵搜目標雷達及指揮管制中心，以提高整體作戰效能。                                                             |               |      | ◎    | ○    | ◎    | ◎    | ◎    | ○    |
| 俄羅斯 | SLAMRAMSKI (2005年10月)     | 一、採用RVV-AE(R-77或AA-12)空對空飛彈系統研，射程為200公尺至9公里。<br>二、可與9K33OSA-AK(M)系統鏈結，接收目標情資。                                |               | ◎    | ◎    |      | ◎    | ○    |      | ○    |

|  |                    |                                                                            |  |  |  |   |  |   |  |  |
|--|--------------------|----------------------------------------------------------------------------|--|--|--|---|--|---|--|--|
|  | TOR-M1             | 一、履帶自走式防空飛彈系統，主要克制低空飛行航空器、導引炸彈與巡弋飛彈<br>二、據報導，2005年12月首次成功於希臘完成與北約國家通信協定整合。 |  |  |  |   |  | ◎ |  |  |
|  | Tunguska<br>彈砲混合系統 | 一、俄羅斯、印度、秘魯與烏克蘭、摩洛哥等國已部署使用，阿爾及利亞正協商購買此型裝備。<br>二、視距內使用半自動雷達指揮導引。            |  |  |  | ◎ |  |   |  |  |

註：◎表示主要研改重點；○表示次要研改重點

#### 肆、我國應有作為建議

中共在目睹美軍新一代空中載台作戰威力與超強性能後，為有效反制美方攻勢制空作戰作為，保有戰場局部或決定性空優，中共一方面不斷向俄羅斯採購新型防空武器系統，另一方面則不斷與俄方交涉希望能獲得關鍵科技以自主研發防空系統，倘若共軍獲得科技突破，可自製防空武器系統且防禦涵蓋範圍超過半徑 400 公里以上(台灣東部機場距大陸沿岸距離約 400 公里)，對我國聯合防空兵力之運用，將造成重大影響。

此外，美國國防部針對 2006 年的中國軍力報告白皮書內容明確指出-「中國空軍現階段能力不足以對抗猛禽戰機，因此其將猛禽戰機壓制在地面或迫使其作戰半徑無法發揮關鍵力量將是最好的選擇戰略，一旦中、美發生正面衝突，或者美方利用其匿蹤技術優勢協助其盟友間接對中國形成不對稱戰略優勢時，中國將會採取必要而且有效的手段，以打鳥不如搗毀鳥巢的策略進行反制」，由此可見，中共正積極建構中、長程打擊能力，其戰略嚇阻與威脅性絕不容小覷；因此我們必須深切體認，為鞏固三軍聯合作戰基石，確保防衛作戰勝利，國防投資尤其是防空武器系統性能提昇，已為國人重點議題，不可輕忽。

有鑑於此，為確保台海空防未來優勢，特針對世界防空武

器系統研改趨勢，借他山之石對我國防空武器系統之發展提出以下幾點建議：

- 一、我國防空武器系統複雜，部份防空武器系統缺乏統一指管與即時情傳手段，戰時若指管命令或情資無法及時傳達，對防空縱深部署、空層涵蓋防禦將出現罅隙甚至會有火力浪費發生；因此，有效整合指管並研發野戰防空營、連級機動型自動化指管及情傳系統，在整體防空戰力發揮上實為刻不容緩之措施。
- 二、世界各國均因應新興科技威脅或適應作戰環境，不斷研發或改良防空武器系統；我國地處亞熱帶地區，中央山脈分隔，且西部多丘陵、城鎮，鹽田、漁塭及大小河川穿插其中，作戰環境複雜度高，如何有效克制利用地形隱蔽低空進襲航空器及電子干擾手段，提昇對極小目標(RCS 值 $\leq 0.1\text{m}^2$ )遠距及超低空情、偵、監能力與持續追蹤穩定度，應為我國強調科技研發投資重點項目。
- 三、我國防空武器系統除愛國者、天弓一、二型、車載陸射劍 1、復仇者與雙聯裝防空武器系統較為先進外，諸如鷹式、槲樹飛彈、管式防空槍砲系統等皆已年屆壽限或防空能力不足；因此火力單元研製、採購或性能提昇應採針對性並應用螺旋式發展，對射控雷達與彈體尋標器目標偵追能力、飛彈終端導控性、速度、高命中率、系統反電子干擾措施、彈頭殺傷效果及後勤補保維持等相關項目，對主要使用目的不同之系統(遠、中程及野戰防空)應採截長補短方式建構具備互補之優質聯合防空火網。
- 四、與盟軍協同作戰為我國未來防衛作戰趨勢，因此對敵我識別器介面整合或通信協定界定等項目須儘速完



成，以有效避免誤擊事件發生，增進盟軍作戰效能；1997 年阿聯原計畫向俄羅斯採購 S-300 系列防空飛彈系統，然遭致美軍以危害其航空器飛航安全為由揚言罷飛其領空而作罷。

五、科研人才與研發團隊建立與維持應列為科技發展與長遠經營之首要目標，雖然我國武器系統之研究與發展在民間市場上缺乏競爭優勢，但應在國防自主政策主導下，全力執行人才培育並建立完善武器系統研究發展機制，化全民國防口號為實際行動，以厚植國防戰力，達勝戰先勝之目標。

#### 伍、結語

現代科技發展日新月異，尖端武器層出不窮，由現代幾次戰爭中再度給予國人警訊：「無空防即無國防，無國防即無安全」，而化理想為實際行動，以先進國家防空武器發展歷程與應用為鏡，適時、適當投資，一方面可提升本國武器系統水準，另方面可節約成本並給予國人高度安全保障。

因此，面對中共日以遽增之空中威脅及新戰略運用構想，應及時建構國軍防空武器系統性能並汰除無用之裝備，不論是在敵首波空中攻勢或是爾後作戰階段，必能發揮防空戰力於極致，予敵以毀滅性打擊，完全粉碎敵進犯企圖，確保國土安全。