

世界先進野戰防空系統構型分析

壹、作者：唐信賢 少校

貳、單位：陸軍飛彈砲兵學校防空組

參、審查委員：

謝敏華上校

黃君武上校

鄭可權上校

張鐘岳上校

肆、審查紀錄：

收件：99 年 07 月 10 日

初審：99 年 10 月 20 日

複審：99 年 11 月 24 日

綜審：99 年 11 月 25 日

伍、內容提要：

- 一、野戰防空의威脅已不限定於空中目標，配備有效的對地防衛武力，提升裝甲防護措施為目前提升戰場存活率最有效的作法。
- 二、遠距目標獲得與高精度接戰，為新型野戰防空系統必備能力。
- 三、各國選用之防空系統構型因地制宜，如能善用其接戰靈敏度與遠距打擊能力，在防空作戰上始能運用自若。

世界先進野戰防空系統構型分析

作者：唐信賢 上尉

提要：

- 一、野戰防空威脅已不限定於空中目標，配備有效的對地防衛武力，提升裝甲防護措施為目前提升戰場存活率最有效的作法。
- 二、遠距目標獲得與高精度接戰，為新型野戰防空系統必備能力。
- 三、各國選用之防空系統構型因地制宜，如能善用其接戰靈敏度與遠距打擊能力，在防空作戰上始能運用自如。

關鍵詞：野戰防空、被動式紅外線、半主動導引

壹、前言

防空飛彈與防空機砲為現行防空部隊運用的二種武器類型，為強化遠距接戰、殲敵於境外，運用遠距雷達輔助偵搜及追蹤為現行主流，而防空機砲卻有抗電子戰干擾、近距離接戰靈敏度高的優點，存在的價值不可忽略，二種類型防空武器系統運用優勢缺一不可。

「失之毫釐、差之千里」用在形容野戰防空系統精準接戰來說真是一點都不為過，為了能殲敵於千里並降低受支援部隊或防護目標在戰場上對空的威脅，野戰防空部隊必須全天候面對來自天空、地面及水面各類型武器，而強化「精度要求」，運用先進目獲追蹤相列雷達為主要目標。

野戰防空飛彈部隊為發揮最大防空戰力，陣地偵察選擇與占領程序等人為前置作業時間須縮短，以爭取最有利的接戰空間，因此機動能力與自動化作業系統可相對提升接戰效能殲敵機先。

貳、野戰防空彈砲系統發展現況評估

防空彈/砲系統運用較廣泛的追蹤方式為被動式紅外線及半主動導引模式，這兩種導引運用方法在裝備組成上，追蹤原理與作業模式較簡單，短時間內即可發揮防空戰力，而陣地轉移耗時短為其優勢。但被動式紅外線礙於大氣窗口易遭環境衰減的影響，飛彈射程範圍大多在 15 公里至 30 公里區間，飛彈速度最快可達 4 馬赫（每秒 1.3 公里），而半主動導引方式則依靠雷達目獲能力，以供飛彈系統循目標接戰。

一、被動式紅外線飛彈系統

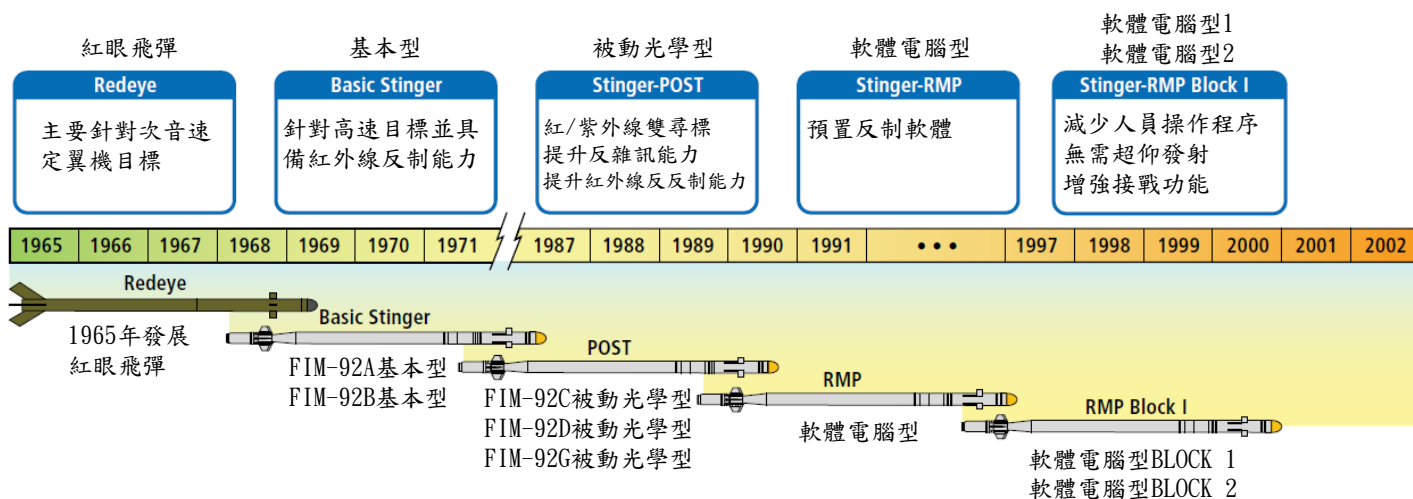
近幾年幾場戰事的場景都與住民地區相重疊，在地貌複雜多變、遮障、人口稠密狀態與城鄉差距縮小情形下，若使用低頻雷達脈波搜索，在技術上會產生雷達脈波衰減散射過大（Multipath Fading），於接戰時目標錯誤率較高；而被動式紅外線波段，即利用被動式紅外線感測器，在不同的熱源背景中鎖定接戰目標快速接戰，且不易受外在干擾，遭電子戰干擾較低，對於突現的空中目標可發揮相當大的效益，如美軍自 1981 年服役至今的被動式紅外線飛彈系統 FIM-92 刺針飛彈（如圖一、圖二），使用的國家除美國之外計有 29 個，統計全球遭擊落的目標數量約 300 架次，是這類型具有奇襲效果、飛行速度快且攜帶輕便的飛彈系統之所以為何能歷久不衰的主要原因¹（如圖三、圖四、表一）。

圖一 FIM-92 刺針防空飛彈系統



Wikipedia, “FIM-92” Wikipedia.com.2010.03.03 <http://www.wikipedia.com> (20100601)

圖二 （美）刺針飛彈發展演進



<Stinger missile briefing> (Raytheon company.USA)2008.03.01

¹ Wikipedia, “FIM-92” Wikipedia.com.2010.03.03 <http://www.wikipedia.com> (20100601)

圖三 （中共） QW-4 前衛 4 型肩射式防空飛彈



JDW Jane's Defense Weekly, "China displays latest QW man-portable SAMs," Jane's Defense Weekly, 16-11-2006
[http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START \(20100601\)](http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START (20100601))

圖四 （中共） FN-6 飛弩-6 型肩射式防空飛彈



JDW Jane's Defense Weekly, "FN-6 (HY-6) (China)," Jane's Defense Weekly, 21-Jul-2009
[http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START \(20100601\)](http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START (20100601))

圖五 （蘇聯） SA-18/9K38 Igla 型防空飛彈



JDW Jane's Defense Weekly, "KBM Kolomna 9M313 Igla-1 (SA-16 'Gimlet') and 9M39 Igla (SA-18 'Grouse')," Jane's Defense Weekly, 1-Jan-2010
[http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START \(20100601\)](http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START (20100601))

各型攜行式防空飛彈系統諸元比較

綜合比較	（美）FIM-92	（中共） QW-4 前衛飛彈	（中共） FN-6 飛弩飛彈	（蘇聯） SA-18 防空飛彈
追縱模式	IR/UV 被動紅/紫外線	IIR 被動紅外線	IR 被動紅外線	IR 被動紅外線
彈頭引信	高爆引信 延遲引信	高爆引信 雷射引信	高爆引信 雷射引信	延遲引信 磁感引信

飛彈速度	2.2 馬赫	1.9 馬赫	2 馬赫	1.8 馬赫
飛彈射程	4800 公尺	6000 公尺	6000 公尺	5200 公尺
彈藥形式	環狀炸裂	環狀炸裂	環狀炸裂	定向炸裂
冷卻模式	氫氣冷卻	氮氣冷卻	氮氣冷卻	氮氣冷卻

本表由作者自行整理繪製

二、半主動導引飛彈系統

為了提升飛彈接戰距離，於視距外阻絕空中目標，野戰防空飛彈亦可採用半主動導引方式，利用脈波雷達配合（Pulse Wave Radar, PW Radar）連續波雷達系統（Continue Wave Radar, CW Radar）導引飛彈追蹤並鎖定空中目標（如圖六），不僅可拉長接戰距離，在連續波的導引下精度也相對提高，對防護目標的危害相對減少，惟連續波雷達波束被反輻射飛彈發現率極高，應強化電子戰防護等應用措施。如瑞典陸軍使用的 RBS-23 全天候低空防空飛彈（如圖七），該型飛彈射程 15 公里採半主動導引方式，防空雷達採用 Ericsson GIRAFFE Radar-3D 防空預警雷達（如圖八），雷達天線高 12 公尺，徑行高低角 70 度、窄波束、空域 360 度全方位搜索。目標追蹤雷達採用 Saab Bofors 波費斯全天候火控雷達，系統單次可備便 6 枚低空防空飛彈²，實為火力與精度相當高的飛彈系統構型。

圖六 瑞典 RBS-23 火控雷達



圖七 RBS-23 全天候低空防空飛彈



Military analysis network, "RBS-23 BAMSE," Military analysis network, 10-Aug-1999
<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/missile/row/rbs23.htm> (20100601)

圖八 Ericsson GIRAFFE Radar-3D 防空預警雷達



Military analysis network, "RBS-23 BAMSE,"
 Military analysis network, 10-Aug-1999
<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/missile/row/rbs23.htm> (20100601)

² Military analysis network, "RBS-23 BAMSE," Military analysis network, 10-Aug-1999
<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/missile/row/rbs23.htm> (20100601)

三、防空槍砲系統

防空飛彈攻擊模式可精準至點目標，利用防空槍砲射速快、射擊不間斷、彈葯密集度大、散佈面積廣及轉架靈活度高的特性阻敵進襲。如瑞典陸軍所使用的 CV-9040 AAV 防空砲車(如圖九)，該型彈葯採用 40mm 70 倍徑的防空快砲，並具備雷射測距、火控電腦及對地攻擊能力，強化對地面目標攻擊能力，避免隨伴地面部隊推移時遭受敵火攻擊卻無反擊能力。該型武器系統亦配備法國 Thales-TRS-2620 防空搜索雷達，搜索範圍 15 公里，可對進襲 5 公里內之目標進行射擊³。

圖九 CV-9040 AAV 防空砲車



JDW Jane's Defense Weekly, "Sweden,"
JDW Jane's Defense Weekly, 06-Nov-2009
[http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START \(20100601\)](http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START (20100601))

四、差異分析

(一) 導引信號分析

被動式紅外線接收與半主動導引方式的飛彈類型，最大差異在主/被動式波源。主動式波源（電磁波）除較容易遭敵偵知外，且易遭受巡弋飛彈或反輻射飛彈循標攻擊，惟被動式紅外線偵測距離有限，不易搭配遠距離射程的防空飛彈，目前現貨市場最遠紅外線偵測設備為 20 公里，導引信號分析比較表（如表二）。

表二 導引信號分析比較表

分析指標	被動式紅外線接收	半主動導引（電磁波）
物理特性	靈敏度高，利用目標與背景溫度變化量識別目標	利用目標對電磁波的效應與反射量（RCS）識別目標
	易遭受大氣環境或地形、地貌因素衰減增益值	連續波信號功率較大較不易受大氣或地形地貌干擾（遮障除外）
目標追蹤	採被動接收目標熱源，尋熱源	採主動發射電磁信號，接收

³ JDW Jane's Defense Weekly, "Sweden," JDW Jane's Defense Weekly, 06-Nov-2009
[http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START \(20100601\)](http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START (20100601))

模式	方向追蹤接戰，不易遭敵偵知	反射信號與角反射量追蹤接戰目標，雷達啟動追蹤立即遭敵偵知
複雜度	利用彈頭被動紅外線尋標器及瞄準具組成，複雜度低	須依靠搜索雷達（PW）、追蹤雷達（CW）與火控計算機（FCC）組成，複雜度較高
遭反輻射飛彈攻擊性	無電磁能量外露，遭攻擊性低	聚集電磁能量較高，遭攻擊性較高
接戰能力	易遭受紅外線裝置引離（熱炙彈、紅外線干擾器）	易遭受電磁干擾裝置引離（干擾絲、干擾彈）

本表由作者自行整理繪製

（二）彈、砲構型分析

飛彈與槍砲構型、接戰方式與接戰距離雖有差距，但運用雷達技術支援預警及追蹤能力確是目前提升防空戰備能力最有效的運用方法，彈砲構型分析比較表（如表三）。

表三 彈砲構型分析比較表

分析指標	防空飛彈	防空槍砲
射速	慢	較快
連續接戰能力	飛彈備便間隔時間決定	彈藥補給間隔時間決定
射距	5 公里至 30 公里	5 公里至 7 公里
接戰模式	點目標接戰	面目標接戰
雷達運用	1.可運用脈波雷達（PW），系統復雜度較低且精度較低 2.連續波雷達（CW），系統復雜度較高惟射擊精度高	較適合使用脈波雷達(PW)
靈敏度	近距離目標轉架速度較慢	近距離目標轉架速度較快
抗電子戰	發射過程易受電子戰干擾	彈體不受電子戰干擾

本表由作者自行整理繪製

參、相列與追蹤雷達系統比較

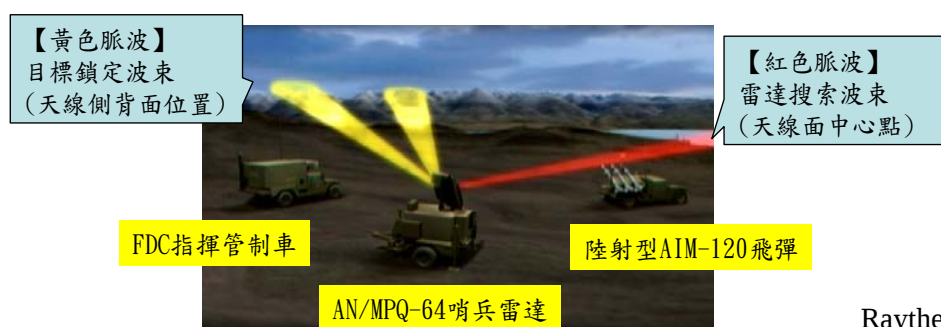
為強化目獲系統預警時間與精度，新型目標獲得與追蹤雷達在野戰防空部隊的定位愈來愈重要，早期預警雷達與飛彈系統相結合，技術上須透過通信網路達成，這其中當然包含額外的系統設備，如火控導引雷達、上級或鄰連情資網路等。

為簡化系統構型，以「相列雷達」技術作為主要目標獲得、鎖定、敵我識別及導引等任務，採用「鉛筆型」窄波束、快速搜索空域、增益性高亦系統穩定且同時具備偵搜及鎖定的功能。

一、美軍「MPQ-64 哨兵雷達」

該型雷達搜索距離可達 75 公里，雷達轉速為 30RPM，目標更新率為 2 秒。最大的特色具備「Back Scan 向後追蹤」的功能，2 秒內即可完成目標鎖定，精準度相當高，另可透過指管系統連結鄰連目獲雷達，達到「早期接戰、資源共享」的目標（如圖十）。

圖十 Surface-Launched SL-AMRAAM 先進中程地對空防空飛彈系統



Raytheon company<Surface-Launched
SL-AMRAAM briefing Video> 2009.03.01(2010.06.01)

本圖由作者自行整理繪製

二、RBS-23 防空飛彈系統

RBS-23 全天候低空防空飛彈系統，採用半主動導引飛彈模式，以脈波預警雷達為中心，另配備火控連續波雷達，採用「平衡防護」部署接戰，全系統包含乙套搜索雷達 3 套火控雷達，單次可接戰 4 架目標，惟火控雷達的定向集中波束仍為反輻射飛彈攻擊的主要目標來源，且機動部署較為耗時（如圖十一）。

圖十一 RBS-23 全天候低空防空飛彈系統



SAAB company<RBS23 BAMSE briefing Video> 2001.05.25 (2010.06.01)

三、構型分析：

各類型雷達系統，均利用電磁頻譜特性，配合鎖定及追蹤能力導引飛彈，而最大的差別就在雷達的天線構型（脈波天線、連續波天線、相列天線）、識別與計算能力，透過快速目標處理，才能提升飛彈精準度與命中率，相列雷達與目獲、追蹤雷達構型分析表（如表四）。

表四 相列雷達與目獲、追蹤雷達構型分析表

分析指標	目獲（預警）雷達	追蹤（火控）雷達	相列雷達
波束	扇形波束 （垂直/水平）	鉛筆型波束	鉛筆型波束
脈波類型	脈波	連續波	脈波、連續波
增益	小	高	高
精度	普通	較高	高
搜索範圍	360 度/固定角度	針對目標鎖定	360 度/固定角度
運用模式	概略目標方位角距離或高度，利用火力單元接戰設備逕行接戰，或交付追蹤雷達逕行後續鎖定任務	待目獲雷達交付目標後，啟動追蹤雷達追蹤目標並鎖定，而後交付火力單元，全程採半主動方式射擊	為目獲雷達與追蹤雷達的合體，除此之外更可指引火力單元逕行接戰任務
遭反輻射飛彈攻擊可能性	偏低	高	低

本表由作者自行整理繪製

肆、戰場存活率效能分析

戰場存活率，是飛彈或雷達構型上相互牽引的條件，野戰防空部隊依防護

目標清單或受支援部隊協調防護其低空防空之任務，為了伴隨地面部隊行動與執行戰術任務，機動能力則相當重要，不論是隨伴或躍進、掩護地面部隊戰場追擊或行陣地變換，時間即是空間，必須有良好的機動能力方可達成。防空部隊到達陣地後應立即完成搜索與射擊準備，否則戰力完全無法發揮，故系統的部署、放列及設定時間如能加快，即能減少防空間隙，避免敵空中火力壓制。

為增加機動能力，裝甲防護力就較為薄弱，而支援地面部隊防空作戰時，勢必會遭受敵火的威脅。為達裝甲防護力與戰場存活率的作戰需求，2005 年 9 月加拿大陸軍計畫生產 33 套「多用途低空防空飛彈系統」Multi-Mission Effects Vehicle (MMEV) Air Defense Anti-Tank System, ADATS (如圖十二) 該系統以 8×8 輪型裝甲車為基底，由世界知名裝甲生產製造商—加拿大動力通用公司生產製造，該型車輛平均速度每小時 100 公里，而飛彈系統可裝填防空及反坦克 2 種不同類型的彈種，強化地面攻擊能力，對空射程可達 10 公里，對地射程 8 公里，其系統採 X 頻段督卜勒雷達，搜索距離 25 公里，高度達 8600 公尺⁴，另配備雷射測距及紅外線偵追能力，同時強化機動、部署及裝甲防護能力。

圖十二 加拿大陸軍多用途低空防防空飛彈系統（左）砲塔（右）全系統



JDW Jane's Defense Weekly, "Canada proceeds with MMEVs," JDW Jane's Defense Weekly, 30-Sep-2005 [http://10.22.155.6/intrapex/intrapex.dll?Page1&START\(20100601\)](http://10.22.155.6/intrapex/intrapex.dll?Page1&START(20100601))

利用現貨市場上輪型及履帶式裝甲相關構型數據進行綜合交叉分析，如（美）布萊德雷步兵戰鬥車、（美）史崔克步兵裝甲車、（南韓）KNIFV 步兵戰鬥車及（如圖十三）、（加拿大）MMEV 防空飛彈輪型裝甲（如圖十四），輪型與履帶式裝甲分析表（如表五）。

⁴ JDW Jane's Defense Weekly, "Canada proceeds with MMEVs," JDW Jane's Defense Weekly, 30-Sep-2005 [http://10.22.155.6/intrapex/intrapex.dll?Page1&START\(20100601\)](http://10.22.155.6/intrapex/intrapex.dll?Page1&START(20100601))

表五 輪型與履帶式裝甲分析表

分析指標	輪型裝甲	履帶式裝甲
重量	約 26 噸	約 30 噸
最大速度 (一般道路)	約 100 公里/小時	約 65 公里/小時
裝甲鋼板 類型	軋壓均質裝甲 (較易穿透) 等效軋壓均質裝甲 (變換質量及金屬材質) 複合式裝甲 (鋼板夾雜陶瓷或氧化鋁等) 貧鈾裝甲 (硬度最強，強度大於鎢)	
機動特性	輪型裝甲在一般道路及公路上性能優越且機動速度快，但因為輪型著力點太小易在水田、泥濘沙地及高度大於輪胎半徑地形上受到極大限制。	由連續的堅硬片段材料組合而成，且平均將裝甲車重量平均分散在地面上

本表由作者自行整理繪製

圖十三 韓國 NIFV 步兵戰鬥車



本表由作者自行整理繪製

NIFV 步兵戰鬥車諸元說明	
裝甲類型	複合式裝甲 底盤-玻璃纖維
重量	25 噸
武器系統	40mm/L70 機砲
	7.62mm 同軸機槍
最大距離	500 公里
最高速度	70 公里/小時

Wikipedia, “NIFV 步兵戰車,” Wikipedia, 2010.05.12 <http://wikipedia.com> (20100601)

圖十四 加拿大 MMEV 防空飛彈輪型裝甲



MMEV 防空飛彈輪型裝甲諸元說明	
裝甲類型	複合裝甲（鋁）
重量	20.5 噸
防空武器系統	ADAT 防空飛彈
對地攻擊系統	7.62 mm 同軸機槍
最大距離	500 公里
最高速度	100 公里/小時

本表由作者自行整理繪製

Army technology.com, "ADATS," Army technology.com, 2010 <http://armytechnology.com> (20100601)

伍、運用效益分析

野戰防空系統作業時受空域管制、戰術運用、通信能力、飛彈射程及系統限制的影響，在作業上必須受到程序上的管制，以避免肇生危安因素，每套防空系統架構不同，防禦的地形或區域特性不一，在技術作業層面與戰術運用層面都各有其特點。系統架構分析依現貨市場構型及運用模式，區分為「攜行式」、「區域型」、「網路型」。

一、攜行式

攜型式防空飛彈屬「視距內」防空作戰系統，裝備組成及攜帶輕量化，不需額外的支援措施，在運用上分為（肩射式防空飛彈）及（腳架式防空飛彈）2 種，它的優勢在於運輸與機動速度快，可配合地面部隊移動，攜彈量較大，常採用被動式紅外線接戰技術，對於目標的威脅性高，裝備對地形的適應性較優，惟長時間戰備時易受天候環境影響，對敵地面火力防護力差（如圖十六、十七）。

圖十六 韓國 KP-SAM 攜型式防空飛彈



KP-SAM 神弓攜型式防空飛彈諸元	
最大射程	7 公里
射擊模式	被動紅外線（固態馬達）
導引模式	紅/紫外線雙模式
服役時間	2005 年 12 月迄今
生產數量	1997~2004 年共計 2000 枚，全面汰換（美）FIM-92 刺針防空飛彈

本表由作者自行整理繪製

Wikipedia.com, “Kp-SAM Shingung,” Army technology.com, 29.May.2010 <http://wikipedia.com> (20100601)

圖十七 瑞典 RBS-70 攜型式防空飛彈



RBS-70 攜型式防空飛彈諸元	
射程	250 公尺-8 公里
射高	4,000 公尺
導引模式	雷射導引飛彈
速度	2 馬赫
服役時間	1997 年迄今

本表由作者自行整理繪製

Army technology.com, “Starstreak Close Air Defense Missile, United Kingdom,” Army technology.com, 2010 <http://armytechnology.com> (20100601)

二、區域型

區域型防空飛彈屬「視距外」防空作戰系統，為擴大防禦的區域與預警距離，組成設備較複雜，如飛彈本體、預警（搜索）雷達系統、追縱（照明）雷達系統、指揮管制系統及上、下級、友軍支援鏈路等裝備。另飛彈系統接戰邏輯有（半）主動式導引、被動式紅外線接戰等，該類型通常都由乙部以上雷達搭配指揮管制系統指引飛彈接戰，對通信可靠度及目標獲得需求依存度較高，作戰地區內一但喪失目標獲得來源，跨網連結、防空火力配置及指管層級屬性重組則相當耗時（如圖十八）。

圖十八 Surface-Launched SL-AMRAAM 先進中程地對空防空飛彈系統
 (左) 陸射 AIM-120 飛彈 (中) MPQ64 哨兵機動雷達 (右) FAAD C² 指管系統



Army technology.com, “Surface-Launched AMRAAM (SL-AMRAAM / CLAWS) Medium-Range Air Defence System, USA,” Army technology.com, 2010 <http://armytechnology.com> (20100601)

先進陸射型 AIM-120 中程地對空防空飛彈諸元			
射程	30 公里	指揮管制車型式	FAAD C ² 指管系統
飛彈速度	4 馬赫	通信系統	EPLRS
雷達搜索距離	120 公里	目標鎖定	側方天線鎖定
雷達鎖定距離	45 公里	目標更新時間	2 秒

本表由作者自行整理繪製

三、網路型

網路型防空飛彈系統，為了縮短飛彈與雷達間的通信作業時間與計算誤差，而將火力單元、目標獲得系統與指管系統合而為一，將每套系統視為獨立作戰單位，在作戰區內每個作戰單位可相互分享情資，尤如一個網路架構，不論在戰鬥過程中喪失那個個體，都不影響其它的防空單位，可以繼續立即作戰，而每個作戰單位相互連結時，系統會自動實施射界規劃，避免火力相互重疊，另飛彈與雷達同步自動化作業可減少處理器計算與通信喪失的缺點（如圖十九）。

圖十九 加拿大防空/反坦克飛彈系統
 Air Defense Anti-Tank System

Army technology.com, “ADATS,” Army technology.com, 2010 <http://armytechnology.com> (20100601)



加拿大防空/反坦克飛彈系統諸元			
載具底盤	M113 裝甲底盤	射程/射高	10 公里/7000 公尺
裝中厚度	12-38mm 鋁合金	飛彈導引信號	雷射導引
飛彈數量	8 枚 ADATS	非線性導引	利用 UAV 鎖定目標 導引飛彈接戰
飛彈速度	3 馬赫	射擊模式	對空/地模式

本表由作者自行整理繪製

四、運用效益

分析指標	攜型式	區域型	網路型
類型	肩射式（腳架式） 防空飛彈	半主動導引飛彈	輪型或履帶式防空飛彈
部署能力	地形適應性高，彈性大，機動速度快	需考量有線及無線傳輸的限制	獨立作戰能力強，礙於載具型式對地形要求度較高
戰備能力	不適合長時間戰備易受天氣狀況影響	各系統依存度高，需有兵、火力重建機制	接戰速度快、誤差小機動能力強，但雷達系統間有相互干擾的問題存在
射擊精度	視距內射擊精度有限	由雷達精準導引	載具穩定度提高射擊精度
裝甲防護力	地面防護力低	基本載具防護	裝甲防護力強
核生化防護	低	中	高

陸、結論

一、就戰場存活率而言：

台灣經濟逐年的發展、人口數的提升與各地區主要幹道與南北縱向網路的建構，造就台灣的城鄉差距越來越小，野戰防空系統載具應運用本島地域性的優勢，配合載具的機動性快速部署與陣地占領，即能縮短防空火力的

間隙，而提升核生化下偵測與防護能力，可提升人員戰場戰鬥持續力，以利全程防護地面目標安全。

就雷達運用而言：

- 二、為了精確攔截目標，世界各先進國家雷達構型已全面朝向「相位陣列式」系統，該型式擁有脈波及連續波雷達的優點外，更可縮短防空飛彈的反應時間、降低被反輻射飛彈的威脅、定位精度與目標更新能力相對提升，也提高了飛彈對目標的辨識與追蹤能力，惟系統構型、上、下指管鏈路、平行式情報與通信鏈路之從屬關係較複雜，系統建構須通盤建制，以避免通信喪失導致指揮、管制與情傳中斷。

就防空彈砲系統而言：

- 三、野戰防空飛彈射程較防空機砲射程遠，精度亦高，利用雷達輔助預警，更可提高飛彈命中能力，惟航機反彈技術提升，故應提升飛彈接戰邏輯增加命中率。機砲系統在接戰過程中較不受電子戰環境影響，對突現目標的反應能力較快，並無射彈備便距離的問題，如能利用被動式紅外線偵測裝備輔助接戰，降低遭敵偵知的危害，更可提高目標接戰效能。

參考資料

- 一、黃國興編著，《慣性導航系統原理與應用》（中華民國：全華圖書出版社，西元 1991 年 5 月），頁 2~6。
- 二、A. D. KING, B.Sc., F.R.I.N., “Inertial Navigation - Forty Years of Evolution,” GEC REVIEW, VOL. 13, NO. 3, 1998。
- 三、Wikipedia, “FIM-92” Wikipedia.com.2010.03.03 <http://www.wikipedia.com> (20100601)
- 四、<Stinger missile briefing> (Raytheon company.USA) 2008.03.01
- 五、JDW Jane's Defense Weekly, “China displays latest QW man-portable SAMs,” Jane's Defense Weekly, 16-11-2006
<http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START> (20100601)
- 六、JDW Jane's Defense Weekly, “FN-6 (HY-6) (China),” Jane's Defense Weekly, 21-Jul-2009 <http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START> (20100601)
- 七、JDW Jane's Defense Weekly, “KBM Kolomna 9M313 Igla-1 (SA-16 'Gimlet') and 9M39 Igla (SA-18 'Grouse'),” Jane's Defense Weekly, 1-Jan-2010

- <http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START> (20100601)
- 八、Military analysis network, “RBS-23 BAMSE,” Military analysis network, 10-Aug-1999 <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/missile/row/rbs23.htm> (20100601)
- 九、JDW Jane's Defense Weekly, “Sweden,” JDW Jane's Defense Weekly, 06-Nov-2009 <http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START> (20100601)
- 十、Raytheon company<Surface-Launched SL-AMRAAM briefing Video> 2009.03.01 (2010.06.01)
- 十一、SAAB company<RBS23 BAMSE briefing Video> 2001.05.25 (2010.06.01)
- 十二、JDW Jane's Defense Weekly, “Canada proceeds with MMEVs,” JDW Jane's Defense Weekly, 30-Sep-2005 <http://10.22.155.6/intraspex/intraspex.dll?Page1&START> (20100601)
- 十三、Wikipedia, “NIFV 步兵戰車,” Wikipedia, 2010.05.12 <http://wikipedia.com> (20100601)
- 十四、Army technology.com, “ADATS,” Army technology.com, 2010 <http://armytechnology.com> (20100601)
- 十五、KVH Industries, “CNS-5000 GPS/IMU,” KVH Industries ,2009.09 <http://kvh.com> (20100601)
- 十六、Wikipedia.com, “Kp-SAM Shingung,” Army technology.com, 29.May.2010 <http://wikipedia.com> (20100601)
- 十七、Army technology.com, “Starstreak Close Air Defense Missile, United Kingdom,” Army technology.com,” 2010 <http://armytechnology.com> (20100601)
- 十八、Army technology.com, “Surface-Launched AMRAAM (SL-AMRAAM / CLAWS) Medium-Range Air Defence System, USA,” Army technology.com, 2010 <http://armytechnology.com> (20100601)
- 十九、Army technology.com, “ADATS,” Army technology.com, 2010 <http://armytechnology.com> (20100601)

作者基本資料

唐信賢上尉，學歷：砲校官分班 90 年班、野戰防空正規班 189 期。經歷：排長

、教官、空業官。現任單位（陸軍飛彈砲兵學校飛彈組預警雷達小組上尉教官）台南永康郵政 90681-14 號信箱，06-2336978#934379。