

由各國短程防空系統發展趨勢

探討陸軍未來野戰防空武器規劃

作者：楊培毅

提要

- 一、2017 年 7 月美國陸軍與其他歐洲盟國在羅馬尼亞－普卡迪亞舉辦代號稱為「鋼鐵行動」(IRON)的軍事演習，當時擔任美國陸軍歐洲司令部指揮官的班·哈德吉斯 (Ben Hodges) 在演訓當中發現，歐洲戰區存在短程防空戰力短缺的問題，因現存的短程防空飛彈大都屬老舊系統，有必要研製新式武器來填補現今野戰防空所存在的缺陷，以期能夠對應目前或未來崛起的新式空中任何威脅。
- 二、SHORAD (Short Range Air Defense) 意指為短程防空，對「絕對空優」的美國而言，在經歷海外作戰的洗禮後，也漸漸意識到短程防空可彌補遠程防空飛彈所無法做到的防護，所以是有存在的必要性，因全世界的防空武器眾多，在我國防衛固守的戰略方針之下，為增加空中威脅的攔截能力，筆者僅羅列各國的彈砲合一防空武器系統資料，以作為國軍陸軍未來野戰防空戰力發展之指標。
- 三、俄國研究資料顯示若僅以機砲接戰目標，其命中率將不到 20%，而 SA-18 飛彈接戰命中率約為 30-60%，SA-13 飛彈接戰命中率約為 50-70%，然若這三項武器共同整合使用的話，則其接戰命中率將達到 80%以上，在此也更證實了飛彈搭配其他類型飛彈或機砲共同使用，將會更有作戰效率。
- 四、21 世紀的航空科技發展，著重於朝「低可視度」識別、精準打擊與抗干擾等方向設計，隨著新式戰機、武裝攻擊直升機與無人飛機等空中目標陸續問世，空對地飛彈的遠距攻擊能力也相對提升，因此，未來野戰防空武器的設計相對地也得將以上航空器之性能考量進去。
- 五、國軍未來野戰防空武器須具備「對付多種目標能力」、「飛彈具多重導引與抗干擾功能」、「射程提升的必要」、「加強預警能力，建立陸軍低層空域防禦網」、「集載具、被動導引、射控雷達於一體」、「強化戰場整合、指管通訊能力」之需求。
- 六、國軍基於國防自主的要求，在國防預算的限制下，對於陸基短程防空武器仍有待提升，未來國軍野戰防空的發展，應強化視距外的精準作戰能力，尤以中、短程機動車載式飛彈系統的研發與創新，並結合彈砲武器於一體，以增加空中威脅攔截能力，才能確保防空武力之存活並達成重層嚇阻之效果，以完成灘岸殲敵的聯合作戰目標。

關鍵詞：SHORAD、短程防空、彈砲合一防空武器系統、紅外線干擾技術

前言

軍事現代化通常泛指國家獲取先進武器系統等軍事能力，而此舉往往導致其他國家的不安，致使轉進投資其他相關軍事項目予以反制。這種「行動與反制行動」一來一往地持續發展，就能達到一種不用實兵作戰的恐怖平衡，同時也能換取和平時期。隆納·雷根是美國的第四十任總統，在他接任之後曾主張放棄裁軍政策，反而透過研製新武器與反制武器來開展新一場的軍備競賽，這項主張構想隨之發展成了美軍未來最重要的戰略防禦計畫中的重要一環。¹

2017 年 7 月美國陸軍與其他歐洲盟國在羅馬尼亞－普卡迪亞舉辦代號稱為「鋼鐵行動」(IRON)的軍事演習，當時擔任美國陸軍歐洲司令部指揮官的班·哈德吉斯 (Ben Hodges) 在演訓當中發現，歐洲戰區存在短程防空戰力短缺的問題，因現存的短程防空飛彈大都屬老舊系統，有必要研製新式武器來填補現今野戰防空所存在的缺陷，以期能夠對應目前或未來崛起的新式空中任何威脅，如遠程雷達不易探測到的低空飛行小型無人機、火箭、巡弋飛彈、旋翼機與定翼機等目標。²為此美國陸軍導彈防禦論壇協會在其國防新聞報導，說明啟動了臨時短程防空解決方案的規劃，乃將各式武器集於一通用武器平臺 (圖一)，並融合於極具機動能力的載具上。本研究先歸納出陸軍野戰防空現存之問題，進而再介紹各國先進短程防空攔截能力，藉以探討出我陸軍未來所發展研製或採購新式野戰防空武器的需求，以藉此建立新的軍備反制能力。

國軍陸軍野戰防空現況

陸軍野戰防空武器現有裝備依各作戰區分配，分別配置雙聯裝刺針飛彈、復仇者飛彈及檉樹飛彈等系統擔任防空戰備任務，然在歷經科技的躍進，電子裝備武器系統實有別於傳統機械性之槍砲武器，經不起歲月摧殘與科技運用的考驗，在面臨中共軍武發展的突飛猛進，要擔起國土防衛的重責，更是項嚴苛的考驗。筆者以現今陸軍野戰防空戰力的現況來分析可歸納出以下幾點問題。

一、武器為海外採購，後勤能量受限

檉樹飛彈系統自民國 78 年成軍，服役至今已有 29 年，而復仇者與雙聯裝刺針飛彈系統自民國 90 年成軍，服役至今亦有 18 年之久，國軍當初所籌劃建構的後勤能量，也因系統電子裝備 (如前視紅外線接收器、電子控制總成等) 使用率與衰退率的持續累增，逐漸無法全數供應全系統內新電子模組的更換與維修，日後將面臨消失性商源，故後維能量受限。

二、飛彈面臨屆壽及延壽

¹ WIKIPEDIA, 〈Ronald Wilson Reagan〉, <http://zh.m.wikipedia.org>。(1990/10/05)

² Jen Judson, 〈Europe irons out tactics for short-range air defense〉, [http://WWW. Defense news.com](http://WWW.Defense news.com)。(2017/08/09)

國軍槲樹飛彈（圖二）與刺針飛彈均由軍售案向美軍採購籌得，原本封存的飛彈是具有 10 年效期之保證彈，但自成軍至今，飛彈面臨屆壽時限，雖然期間陸勤部曾依照「飛彈儲存可靠度計畫」，將飛彈以批號抽樣方式，送往美方實施破壞性測試，藉由測試結果的可靠度再將飛彈延增至 10 年至 12 年之效期，但飛彈屆壽仍是持續存在的重要議題。

三、飛彈性能面臨現代化反制科技挑戰

槲樹飛彈與刺針飛彈均屬紅外線導引飛彈，具自動導向、射後不理之特性，射程可達 8 公里，雖然此系統在全球運用廣泛，但也因航空科技的進步，紅外線干擾技術也越來越成熟，面臨現代化反制技術的嚴峻挑戰，常見的紅外線反制措施如熱焰彈、直升機上的 ALQ - 144 強光發射器（圖三）、³航空器上所安裝的定向紅外線反制系統（DIRCM）（圖四），⁴以及紅外線抑制系統（圖五）等。⁵

四、早期預警能力須精進提升

國軍野戰防空預警雷達當中（圖六），槲樹飛彈系統所使用的萊茲雷達為 1970 年代的產物，探測距離可達 60 公里，惟科技層次已有相當落差；另搭配雙聯裝刺針飛彈系統使用的 PSTAR 雷達，研製年代為 1960 年，探測距離達 20 公里且體積輕巧，但存在後維妥善率問題。搭配復仇者飛彈系統使用的蜂眼雷達（圖六），為 2012 年國產自行研發的裝備，功能先進符合現今國軍作戰需求，探測距離達 50 公里以上，可大幅提高早期預警功能，且就單一套蜂眼雷達指管系統而言，可將航空情資分享給多套復仇者飛彈系統，擴大聯合防空之效能。綜合所述，國軍各作戰區防空之早期預警能力體系除蜂眼雷達外，面臨精進未來指揮管制之課題。



圖一 美軍史崔克野戰防空武器戰術輪車

資料來源：Jane's Defence Weekly，〈Boeing, General Dynamics team for Stryker - based SHOR

³ Sam Goldberg，〈Infrared Countermeasures〉，<http://www.airspacemag.com>。（2003/07/05）

⁴ Carlo Kopp，"MAN PORTABLE MISSILES VS AIRLINERS," TECHNOLOGY EXPLAINED (Australian Aviation)，(2003,12)，P35。

⁵ Davis，〈Infrared Signature Suppression〉，http://www.wrdavis.com/UH_1H.html。（2007/07）

AD vehicle ›, http://10.22.155.231/File/?File=&Gid=REC_01815034&Sess=4706c33f-8599-4d16-8032-16c1b1765286&IntSec=spNhA4ddm+3gdMwVdvL089D/nJs=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2017/08/14)



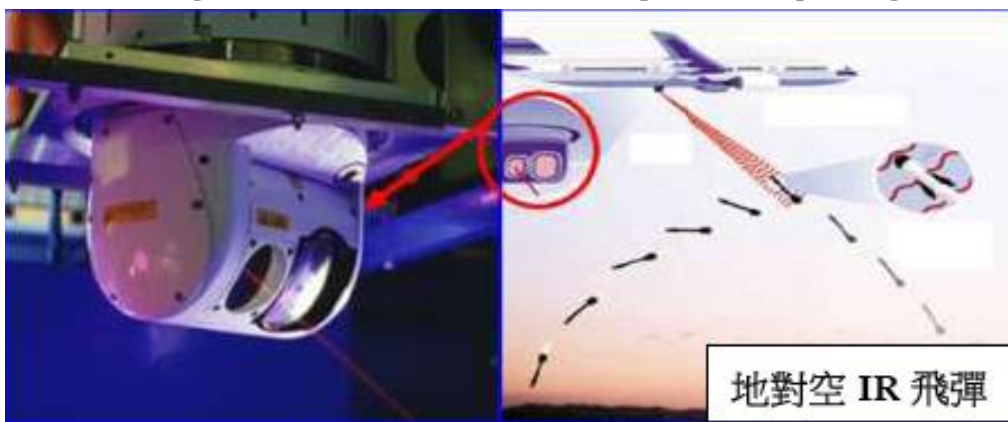
圖二 榊樹飛彈

資料來源：《榊樹防空飛彈系統操作手冊》(桃園：陸軍司令部，89 年 12 月 21 日)，頁 1-1。



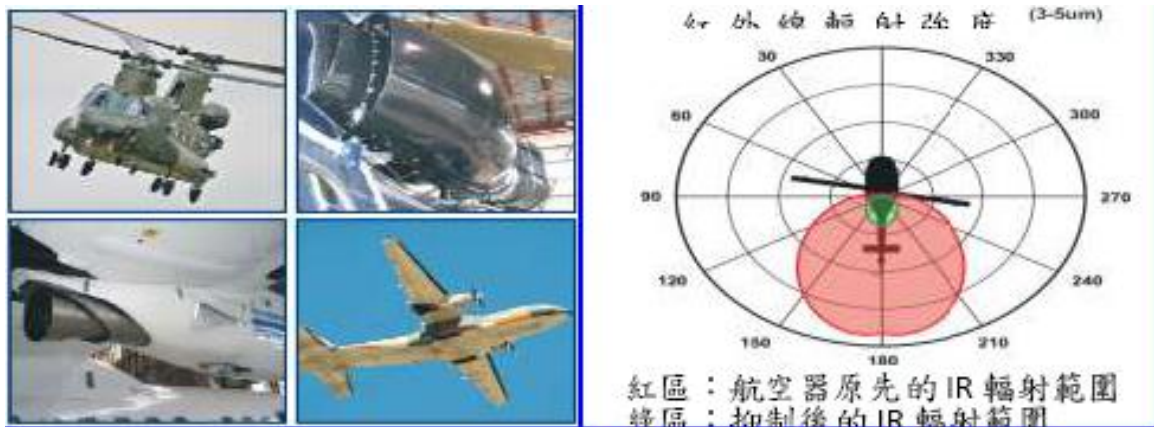
圖三 直升機上的 ALQ - 144 強光發射器

資料來源：Sam Goldberg, 〈Infrared Countermeasures〉, <http://www.airspacemag.com>。(2003/07/0)



圖四 定向紅外線反制系統

資料來源：Carlo Kopp, “MAN PORTABLE MISSILES VS AIRLINERS,” Technology Explained (Australian Aviation), (2003,12), P35。



圖五 紅外線抑制系統

資料來源：Davis，〈Infrared Signature Suppression〉，http://www.wrdavis.com/UH_1H.html。(2007/07)



圖六 陸軍野戰防空預警雷達

資料來源：作者自攝

近代各國短程防空武器介紹

近年野戰防空(Field Air Defense)一詞在美軍已被新名詞取代，稱為 SHORAD (Short Range Air Defense)，意指為短程防空，對「絕對空優」的美國而言，在經歷海外作戰的洗禮後，也漸漸意識到短程防空可彌補遠程防空飛彈所無法做到的防護，所以是有存在的必要性，因全世界的防空武器眾多，在我國防衛固守的戰略方針之下，為增加空中威脅的攔截能力以達到灘岸殲敵的防護作戰，筆者僅羅列各國的彈砲合一（或彈砲整合）防空武器系統資料，以作為國軍陸軍未來野戰防空戰力發展之指標。

一、南韓凱龍(Chiron)飛彈系統⁶

南韓於 1995 至 2004 年期間，依靠自身國防工業的能力，研發出一套新式防空武器，取名為凱龍飛彈（圖七），於 2005 年正式服役至今。南韓凱龍飛彈系統外觀看似國軍的雙聯裝刺針飛彈系統，同樣是以一具三角架總成支撐裝載其發射平臺，但其差異處僅為單管發射筒，連續接戰效能有限，且飛彈尋標器亦僅

⁶ David C Isby，〈South Korea to develop new gun/missile air-defense system〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01200807&Gid=REC_01200807&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2010/05/28)

具單一紅外線導引功能，容易被現代反 IR 裝置干擾，故南韓陸軍將其搭配口徑 30mm 機砲使用，以增加南韓短程防空之戰力。凱隆飛彈系統諸元如表一所示。



圖七 南韓凱龍飛彈系統（左）與國軍雙聯裝刺針飛彈系統（右）

資料來源：David C Isby，〈South Korea to develop new gun/missile air - defense system〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01200807&Gid=REC_01200807&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。（2010/05/28）

表一 南韓凱龍飛彈諸元

產地	總重	彈長	彈徑	射程	彈頭	尋標器	組員
南韓	24.3Kg	1.68m	80mm	7Km	2.5Kg 高爆彈	單一IR尋 標器	2人

資料來源：作者參照詹氏年鑑及 David C Isby，〈South Korea to develop new gun/missile air - defense system〉整理。

二、英國西格瑪（SIGMA）彈砲防空武器系統⁷

2007 年由英國著名的軍火製造公司泰利斯（Thales）所研製，主要武器為輕型多用途飛彈（Lightweight Multirole Missile, LMM）與 30mm 口徑的大毒蛇機砲（Bushmaster Cannon），系統整合成一彈砲武器系統，武器平臺適用於各型船艦、裝甲履帶車與多輪機動載具，且系統操作均可由單一人員藉由光學感應目標獲得裝置與遙控操作裝置獨立完成。西格瑪彈砲防空武器系統（圖八）初期的發展是安裝於船艦上使用，因其便利的單人操作性能，全球已有 15 個國家使用，因此泰利斯總公司決議將此系統運用於陸基載具上，LMM 飛彈的性能具備多重導引模式功能，主要具有雷射導引、終端紅外線導引、感應備炸功能，極具擊殺能力與反反制功能，不易遭敵航空器反 IR 裝置干擾。

⁷ Doug Richardson，〈MSI-Defense shows SIGMA gun/missile system〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01495991&Gid=REC_01495991&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。（2017/10/09）



圖八 西格瑪彈砲防空武器系統與諸元

資料來源：Doug Richardson，〈MSI – Defense shows SIGMA gun/missile system〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01495991&Gid=REC_01495991&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。（2017/10/09）

三、賽爾維亞 M55AX 彈砲防空武器系統⁸

M55AX 彈砲防空武器系統（圖九）的研發構想是來自 1980 年代初期，在四輪傳動之輕型輪車上安裝一挺口徑 20mm 機砲，當初的用途僅以攻擊地面目標為主，對空攻擊能力有限；因此賽爾維亞於 2007 年期間，將口徑為 20mm 之 M55A - 4 雙軸式機砲安裝於四輪傳動的輕型越野戰術輪車上，並再組合雙聯裝的 SA - 7 防空飛彈，以增加其接戰效能，車上配備戰場管理系統（BMS），僅提供射手簡易的航情資料，此外，因該系統所使用的武器都很簡單，因此所接戰的目標亦僅限於視距內低空進襲的慢速目標為主，而 SA - 7 防空飛彈為 1960 年代所研發的產物，故對當時飛彈制導的技術而言，SA - 7 飛彈容易遭受現今航空器反 IR 裝置所干擾。

⁸ Miroslav Gyurosi，〈Serbia promotes M55AX gun-missile SHORAD〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01197277&Gid=REC_01197277&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。（2007/08/29）



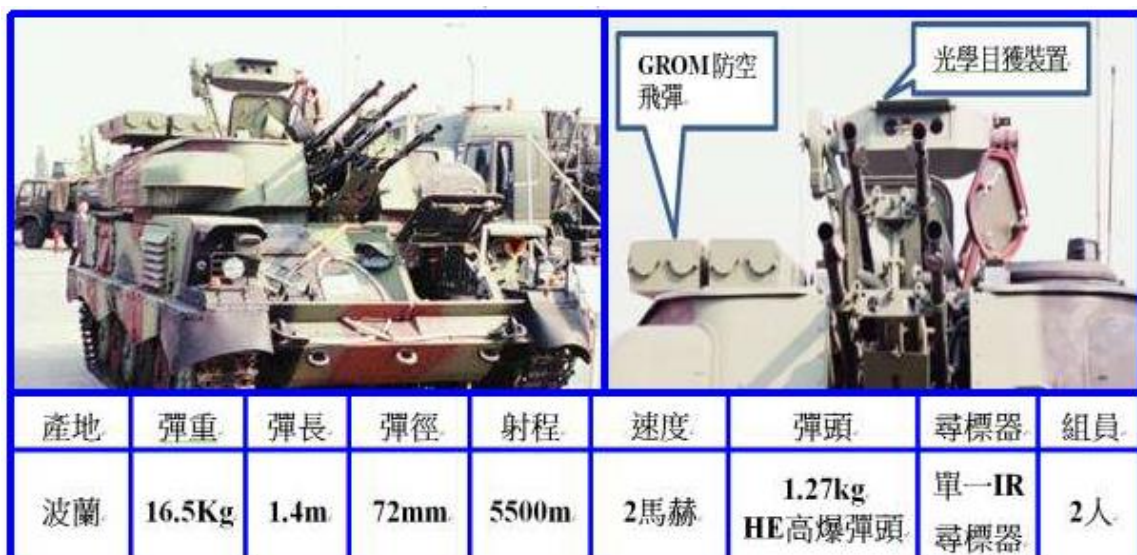
圖九 賽爾維亞 M55AX 彈砲防空武器系統與諸元

資料來源：Miroslav Gyurosi，〈Serbia promotes M55AX gun – missile SHORAD〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01197277&Gid=REC_01197277&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auijfzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。（2007/08/29）

四、波蘭斯帕格（SPAGG）彈砲防空武器系統⁹

斯帕格彈砲防空武器系統（圖十）原本由波蘭陸軍防空機砲裝甲車輛的改裝而來，2002 年波蘭將自製研發的格羅姆（GROM）防空飛彈與四軸式口徑 23mm 的防空機砲機動裝甲車整合，成為波蘭陸軍防空的新戰力，機砲使用 23mm 口徑的穿甲彈，不僅可接戰空中目標，同時也可攻擊地面的裝甲車輛，機砲有效接戰距離為 3 公里；格羅姆（GROM）防空飛彈原為人攜式防空武器系統（MANPADS）而來，如同刺針飛彈、SA-7 飛彈一樣，同屬於被動紅外線導引飛彈，因考量機動性與消彌人員操作的不便，而改成車載式自動化設計，系統可搭配 Gun Dish 雷達與光電目獲裝置，實施射向自動指引，以節省人工空中搜索目標的時間，增加作戰時效。

⁹ Jane's Missiles and Rockets，〈Poland adds missiles to ZSU-23-4 self-propelled AA gun〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01198237&Gid=REC_01198237&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auijfzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376http://10.22.155.231/File/?File=REC_01198237&Gid=REC_01198237&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auijfzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。（2002/11/21）



圖十 波蘭斯帕格（SPAGG）彈砲防空武器系統與諸元

資料來源：Jane's Missiles and Rockets，〈Poland adds missiles to ZSU - 23 - 4 self - propelled AA gun〉

五、義大利艾達特斯（ADATS）彈砲整合防空系統¹⁰

ADATS 譯為防空防坦克飛彈系統（Air Defense and Anti - Tank Missile System, ADATS）（圖十一），是一套可制空與對地作戰的飛彈系統，由瑞士歐納康（Oerlikon）公司研製，義大利陸軍於 2002 年向瑞士歐納康公司籌購。系統包含火力控制單元（Fire Control Unit）、遠端遙控指揮所（Remote Command Post）、藉由數據傳輸可構連一挺口徑 35mm 機砲與 8 聯裝地對空之法國西北風（Mistral）飛彈。整套系統可藉由輪車牽引或直升機吊掛方式，完成任何地形之部署；機砲使用高效能彈藥（Advanced Hit Efficiency And Destruction, AHEAD），彈頭內具有 152 顆鎢鋼珠，每顆重約 3.3 克，可利用精密可程式電子計時引信，設定時間讓彈頭距目標前約 10~40 公尺處爆炸，形成分散彈幕，對目標具有高效率的殺傷效果，同時也能減少彈藥的耗損。據系統測試所得數據資料顯示，在全裝滿載彈藥的情況下，以西北風飛彈接戰距離較遠目標，而機砲接戰進襲的空中目標，此系統一波次的彈藥量可接戰 20 個空中目標，這也驗證了飛彈與機砲整合運用，能夠提高防空之作戰效能。

¹⁰ Jane's Missiles and Rockets，〈Italy opts for Skyshield 35 gun/missile air-defence system〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01198484&Gid=REC_01198484&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifjzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。（2003/07/13）



圖十一 義大利艾達特斯（ADATS）彈砲整合防空系統與諸元

資料來源：Jane's Missiles and Rockets, 〈Italy opts for Skyshield 35 gun/missile air - defence system〉

六、俄羅斯 6MB5 彈砲防空武器系統¹¹

6MB5 彈砲防空武器系統（圖十二）是俄羅斯軍方於 2005 年發展而成，系統架構是將 6MB5 彈砲平臺整合於 MT - LBM 輕型履帶車上，形成一新式防空武器。該系統可於 37 - 66Km/h 之時速實施機動，最遠可行駛 500 公里，同時具備越野與渡河涉水之能力，系統武器包含一挺雙軸式口徑 30mm 機砲與 2 枚雙聯裝之 SA - 7 飛彈。機砲可以每分鐘 3000 發之射擊速率接戰距離 3200 公尺內之目標，SA - 7 飛彈同樣具備被動紅外線導引功能，可接戰斜距為 4.2~5.2 公里的空中目標；此外系統搭配 Arbalet - D 搜索雷達，增加早期預警能力，雖然雷達探測距離僅有 12 公里，但其更新率卻有每 0.5 秒一次更新目標航跡之效能，能夠即時提供防情與迅速反應。此外俄羅斯軍方為提高系統接戰效能，將較高等級的 SA - 13 飛彈同樣地安裝於 MT - LBM 輕型履帶車上，以形成一套更完整之防空武器。

¹¹ Jane's Missiles and Rockets, 〈MT-LBM receives gun/missile armament〉, http://10.22.155.231/File/?File=REC_01199615&Gid=REC_01199615&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2005/11/08)



圖十二 俄羅斯 6MB5 彈砲防空武器系統與諸元

資料來源：Jane's Missiles and Rockets，〈MT - LBM receives gun/missile armament〉

七、俄羅斯 Zu - 23/ZOM1 彈砲防空武器系統¹²

2007 年由俄羅斯的科學技術中心研製而成，系統是由一套輕型彈砲武器系統再與另一套效能更佳的短程防空飛彈所整合而成，稱之為「Zu - 23/ZOM1」。該系統分為三大架構（圖十三），第一架構是 Zu - 23/ZOM1 - SM 機砲火控單元，由口徑 23mm 雙軸式機砲與兩枚 SA - 18 防空飛彈組成，第二架構為 Zu - 23/ZOM1 - PM 飛彈火控單元，可掛載 4 枚 SA - 13 防空飛彈，第三架構是 Zu - 23/ZOM1 - MU 光學遠端控制單元，提供操作人員以自動或人工方式來實施接戰，系統操作組員可由 2 人於 10 分鐘內完成所有備戰準備。系統接戰距離為 200 - 7000m，接戰高度為 4500m，凡在此範圍內，機砲可接戰速度高達 200m/s 的航空器，SA - 18 可接戰速度高達 360m/s 的航空器，SA - 13 可接戰速度高達 450m/s 的航空器；據系統測試數據所得資料顯示，若僅以機砲接戰目標，其命中率將不到 20%，而 SA - 18 飛彈接戰命中率約為 30 - 60%，SA - 13 飛彈接戰命中率約為 50 - 70%，然若這三項武器共同整合使用的話，則其接戰命中率將達到 80% 以上，在此也更證實了飛彈搭配其他類型飛彈或機砲共同使用，將會更有作戰效率。

¹² Miroslav Gyurosi，〈Russia launches hybrid gun/missile anti-aircraft system〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01199928&Gid=REC_01199928&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=aujzfzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。（2008/08/01）



圖十三 俄羅斯 Zu - 23/ZOM1 彈砲防空武器系統與諸元

資料來源：Miroslav Gyurosi，〈Russia launches hybrid gun/missile anti - aircraft system〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01199928&Gid=REC_01199928&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2008/08/01)

八、俄羅斯塔崔德（Tetraedr）A3 彈砲防空武器系統

2008 年俄羅斯塔崔德(Tetraedr)公司研製一套兼具防空、反裝甲、反恐(Anti - air, Anti - armor, Anti - terrorism) 彈砲武器系統，在此簡稱 A3 彈砲武器系統，系統架構由 1 指揮車與 6 套火力單元系統所組成，系統不但可接戰旋及定翼機、無人載具、巡弋飛彈、空對地飛彈與精準導引炸彈等目標，還可抵抗來自地面攻擊的任何威脅。指管車與各火力單元可藉由網路鏈結，以相距 10 公里的部署方式，成立該區一個完整之防護網。指管車配備 3 組具有被動電子光學偵搜目獲系統，可供航機搜索、目標獲得、威脅評估、目標分配、賦予接戰指令等功能，其探測範圍可達 20 公里之遠，最多可追蹤到 48 個目標；指管車的被動電子光學偵搜目獲系統不像其他雷達功能一樣，不需要藉由發射任何強大的電磁波來偵搜目標，因此不易被電子偵測設備察覺，也不易遭反輻射飛彈攻擊。塔崔德 A3 彈砲防空武器系統的發展有區分輪車型與履帶車型版本。

(一) 塔崔德 A3 彈砲防空武器系統 - 輪車型 (圖十四)¹³：由一指管車牽引火力單元，並可從指管車車斗內部取出 2 套口徑為 12.7mm 之機槍，各系統之間均可相距 50 公尺放列部署，且具備遠端遙控操作之功能。受牽引的火力單元具有被動電子光學偵搜目獲裝置，亦為飛彈發射之載檯，並可裝掛 SA - 18 飛彈

¹³ Miroslav Gyurosi，〈Belarus A3 gun-missile system to begin trials within months〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01201131&Gid=REC_01201131&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2011/02/07)

與反裝甲飛彈，以增加接戰各式目標之能力。

(二) 塔崔德 A3 彈砲防空武器系統－履帶車型 (圖十五)¹⁴：履帶車型的指管車與火力單元均是以俄製的 GM-352M1E 裝甲車為底盤，武器亦是整合通用武器平臺的設計概念，可適應戰場需求掛載 SA-18 飛彈或混搭裝載反裝甲飛彈，該系統武器另有 2 挺 6 軸式口徑 23mm 機砲，以增加其強大之攻擊火力，而這套系統在後來也衍生出了俄國陸軍舉世聞名的鎧甲防空武器系統 (Pantsir-S1) (如圖十六)，也是全球彈砲武器系統的代表作之一。



圖十四 塔崔德 A3 彈砲防空武器系統－輪車型

資料來源：Miroslav Gyurosi，〈Belarus A3 gun-missile system to begin trials within months〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01201131&Gid=REC_01201131&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2011/02/07)



圖十五 塔崔德 A3 彈砲防空武器系統－履帶車型

¹⁴ Miroslav Gyurosi，〈New multipurpose gun-missile system emerges from Belarus〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01199765&Gid=REC_01199765&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2008/03/04)

資料來源：Miroslav Gyurosi，〈New multipurpose gun – missile system emerges from Belarus〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01199765&Gid=REC_01199765&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auijfzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2008/03/04)



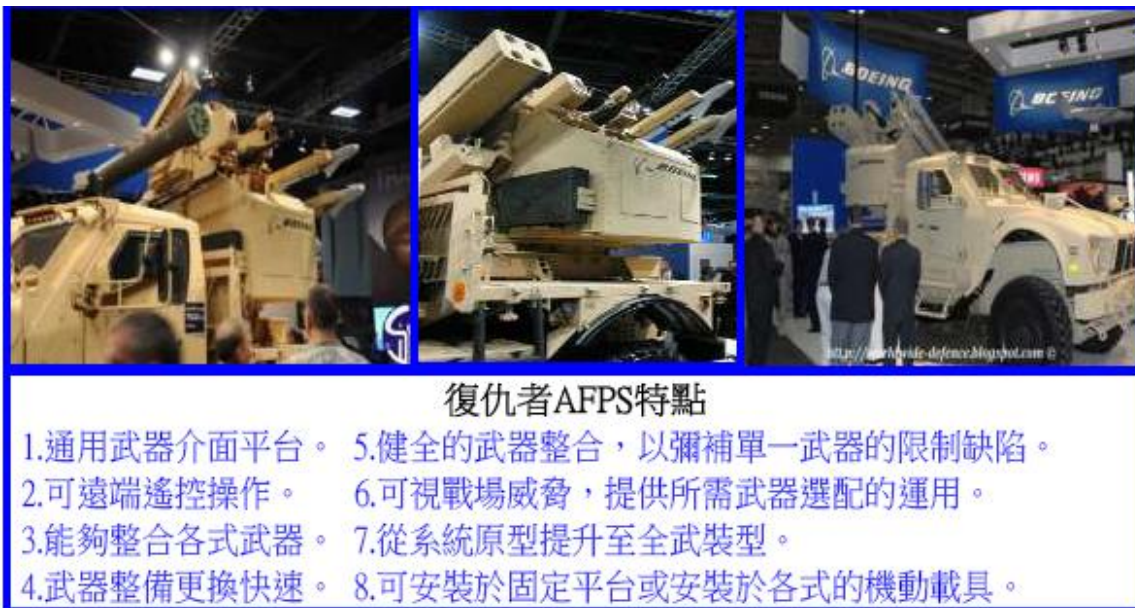
圖十六 鎧甲防空武器系統

資料來源：Jane's Strategic Weapon System，〈Tunguska/Pantsir – S1〉，http://10.22.155.231/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01316577。(2013/07/23)

九、美國復仇者 AFPS 彈砲防空武器系統

近期波音公司研討了美軍自阿富汗戰爭以來至伊拉克自由行動中等戰役所需要投入的武器裝備，更藉由 M6 布萊德雷裝甲車在城鎮戰中高度的存活性等優異性，希望能研發出一套可以整合所有武器的界面平臺（universal weapons interface, UWI），不僅可以應付空中威脅，更能將射程提升，還可抵抗地面的槍砲彈、火箭、迫砲甚至地雷等的攻擊，除此之外，該武器整合界面還可安裝於各式輪車、船艦或重要設施樓層之平臺上。波音公司終於在 2014 年十月的年度軍事武器展示中，於華盛頓推出了復仇者 AFPS（Adaptive Force Protection Solution），該系統可稱之為「重裝型－鋼鐵復仇者」（圖十七），武器的特點就如其名一樣，可整合所有武器。復仇者 AFPS 在防空方面可整合射程比刺針飛彈更遠的地對空 AIM – 9X 響尾蛇飛彈，在對地攻擊方面可整合地獄火飛彈與 2.75 英吋的導引火箭彈來反制敵人的地面攻擊，輕型 25mm 機砲可用來反制來自空中或地面目標的攻擊，系統更可掛載高能雷射武器來摧毀地面所埋藏的應急爆炸裝置、未爆彈甚至空中無人載具等，此外，各式武器的整合與裝卸也才僅僅數分鐘即可完成。重裝型－鋼鐵復仇者不僅能彌補原始型復仇者飛彈系統在歷年來所存在的缺點，所使用的載具更是美軍最新型的 MATV（Mine – resistant, ambush – protected All – Terrain Vehicles）系列輪車，在其外體的鋼骨結構上具有

防彈抗爆功能，輪車底部更具備著能夠抵抗地雷的爆破能力。¹⁵復仇者 AFPS 的設計不僅是各式強大武器的融合，更能依戰場環境威脅，彈性地運用各式武器的選配，以應付所面臨的各種戰況。



圖十七 復仇者 AFPS 彈砲防空武器系統

資料來源：Jerry Wilson (Boeing Defense, Space & Security)，〈Adaptive Force Protection Solution〉，http://www.boeing.com/Features/2011/02/bds_versatile_vehicle_02_07_11.html。(2014/10/18)

國軍未來野戰防空武器之規劃建議

現代化航空科技發展朝向低可視度識別、精準打擊與抗干擾等方向設計，隨著新式戰機、武裝攻擊直升機與無人飛機等空中目標陸續問世，空對地飛彈的遠距攻擊能力也相對提升，因此，未來野戰防空武器的設計也相對地得將以上航空器性能考量進去，其發展需求可分為下列幾項。

一、武器系統具備對付多種目標能力

過去的野戰防空飛彈，大部分所對付的目標不外乎定翼機或旋翼機，但在進入了 21 世紀之後，巡弋飛彈早已不再是美俄軍事強國所獨有的工業科技，此外，航空器在匿蹤科技的加持下與小型無人載具的快速發展，也更考驗了野戰防空飛彈攔截細小目標的精準制導能力，因此，未來野戰防空飛彈的發展需具備能夠對抗多元化之目標。

二、飛彈具多重導引與抗干擾功能

現代化的戰機因具備眾多能夠反制紅外線導引飛彈與抵抗雷達制導飛彈的裝置，單一屬性飛彈已遭先進的科技淘汰，不適用於現今與未來戰場，就如同

¹⁵ Jerry Wilson (Boeing Defense, Space & Security)，〈Adaptive Force Protection Solution〉，http://www.boeing.com/Features/2011/02/bds_versatile_vehicle_02_07_11.html。(2014/10/18)

刺針飛彈在戰場運用中，隨著戰機反制飛彈技術的提升，已從「單一紅外線導引」功能，不斷演進成「紅／紫外線雙重尋標」功能，更進而擴增「紅外線影像尋標（IIR）」等多重功能，甚至還能在其飛彈上增加了感應備炸的功能，讓飛彈具備多重複合式導引兼具抗干擾能力，以達到高擊殺率之效能。

三、射程提升的必要

80 年代的前蘇聯在各式武裝衝突戰役中，因聯合國盟軍戰鬥機的空對地飛彈射程，遠大於自身陸基防空飛彈射程，而遭受空中武力制壓而損失慘重，因此，未來國軍野戰防空飛彈的射程距離應提升比以往有效接戰射程四公里還多出一倍以上，如此才能應付現今各式航空器的攻擊能力。

四、加強預警能力，建立陸軍低層空域防禦網

早期預警能力原本就是歐美國家首重的強項，國軍野戰防空的空中預警設備，僅限蜂眼雷達能夠符合現今歐美國家使用規格，但全軍僅限復仇者單位獨自擁有，若能增加多套雷達數量並整合其他作戰區友軍之野戰防空系統，不僅能抵銷掉反輻射飛彈的威脅攻擊所造成的航機情報癱瘓，還能夠建立陸軍專屬的低層空域防禦網。

五、集載具、被動導引、射控雷達於一體

防空武器具備機動性才能建立起即時防空快速的反應能力，飛彈兼具被動導引與射控雷達主動制導能力，不僅強化飛彈反反制能力，也更能提升接戰效能與命中率。

六、強化戰場整合、指管通訊能力

在一個完整的野戰防空體系當中，防空飛彈系統多數具備指揮車整合各飛彈發射載具與雷達裝備，由各單一群組互相結合，再整合成一個龐大的防空指揮體系，例如以一個蜂眼雷達系統當中，一輛指管車可構聯指揮多套復仇者飛彈系統，也能夠跟鄰近的另外一群組共同情資整合與分享，如此延續既可編成旅級、軍團等級的防空指揮管制，不但可以擔任多種防空系統的通訊與指揮，亦分配友軍空中目標，達到聯合作戰需求。

結語

美國第 39 屆總統卡特的國防部長布朗（Harold Brown）曾經發表過聲言，西方國家應設法利用科技方面「質」的優勢，抵銷蘇聯所擁有「量」的優勢，他更主張西方世界應該利用為電子裝置與電腦追求新的戰力，而不必採購更多新型戰車、軍艦與戰機，或尋求擴編駐守各國的軍隊，只要應用新的科技，就能將既有的載台與部隊，獲得大幅超越蘇聯的競爭優勢。¹⁶例如美國就曾將現有的

¹⁶ 艾力諾·史龍，《軍事轉型與當代戰爭》（國防部史政編譯室，國防部譯印，民 99 年 6 月），頁 10。

復仇者飛彈系統研改成 MTM (Missile Tracking Mount) 版本 (圖十八)，將系統火控單元與發射架結合了先進中程空對空飛彈 (AMRAAM)、響尾蛇飛彈 (AIM-9X) 與刺針飛彈 (Stinger)，以提升系統應付多種目標的能力。¹⁷

另外，中共野戰防空自主能力，也運用了逆向工程的科技，仿製出「倚天短程防空系統」(圖十九)，除了系統本身的目標搜索雷達外，其性能與我軍的復仇者飛彈系統類似。國軍國防自主的能力，在國防預算的限制下，對於陸基短程防空武器提升方面，卻一直處於停滯不前的階段，未來國軍野戰防空的發展，應強化視距外的精準作戰能力，尤以中、短程機動車載式飛彈系統的研發與創新，並結合彈砲武器於一體，以增加空中威脅攔截能力，才能確保防空武力之存活並達成重層嚇阻之效果，¹⁸以完成灘岸殲敵的聯合作戰目標。



圖十八 美軍短程防空系統 - MTM

資料來源：Jane's Missiles and Rockets，〈US Army SHORAD systems used in anti-cruise-missile exercise〉



¹⁷ Jane's Missiles and Rockets，〈US Army SHORAD systems used in anti-cruise-missile exercise〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01197555&Gid=REC_01197555&Sess=b3fbfcb5-de85-49c5-80c6-ce27c89e782b&IntSec=90kE1kmOWFdK7TqCPgVAleND/Iw=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2001/07/15)

¹⁸ 胡敏遠，〈論析野戰戰略的「不對稱作戰」用兵理則〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 48 卷第 523 期，民國 101 年 6 月，頁 44。

圖十九 中共倚天短程防空系統

資料來源：Jane's Missiles and Rockets，〈china seeks export customers for Yitian SHORAD system〉，http://janes.mil.tw/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01200217。(2009/03/19)

參考文獻

- 一、WIKIPEDIA，〈Ronald Wilson Reagan〉，<http://zh.m.wikipedia.org>。(1990/10/05)
- 二、Jen Judson，〈Europe irons out tactics for short – range air defense〉，<http://WWW.Defense news.com>。(2017/08/09)
- 三、Jane's Defence Weekly，〈Boeing, General Dynamics team for Stryker – based SHORAD vehicle〉，
http://10.22.155.231/File/?File=&Gid=REC_01815034&Sess=4706c33f-8599-4d16-8032-16c1b1765286&IntSec=spNhA4ddm+3gdMwVdvL089D/nJs=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2017/08/14)
- 四、Sam Goldberg，〈Infrared Countermeasures〉，<http://www.airspacemag.com>。(2003/07/05)
- 五、Carlo Kopp， “MAN PORTABLE MISSILES VS AIRLINERS,” TECHNOLOGY EXPLAINED (Australian Aviation)，(2003,12)，P35。
- 六、資料來源：Davis，〈Infrared Signature Suppression〉，
http://www.wrDavis.com/UH_1H.html。(2007/07)
- 七、Doug Richardson，〈MSI – Defense shows SIGMA gun/missile system〉，
http://10.22.155.231/File/?File=REC_01495991&Gid=REC_01495991&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2017/10/09)
- 八、Miroslav Gyurosi，〈Serbia promotes M55AX gun – missile SHORAD〉，
http://10.22.155.231/File/?File=REC_01197277&Gid=REC_01197277&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2007/08/29)
- 九、Jane's Missiles and Rockets，〈Poland adds missiles to ZSU – 23 – 4 self – propelled AA gun〉，
http://10.22.155.231/File/?File=REC_01198237&Gid=REC_01198237&Sess=34cc73f6-6532-4d1a-979c-742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376

42c8974deb95f07e6376http://10.22.155.231/File/?File=REC_01198237&Gid=REC_01198237&Sess=34cc73f6 - 6532 - 4d1a - 979c - 742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2002/11/21)

十、Jane's Missiles and Rockets，〈Italy opts for Skyshield 35 gun/missile air - defence system〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01198484&Gid=REC_01198484&Sess=34cc73f6 - 6532 - 4d1a - 979c - 742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2003/07/13)

十一、Jane's Missiles and Rockets，〈MT - LBM receives gun/missile armament〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01199615&Gid=REC_01199615&Sess=34cc73f6 - 6532 - 4d1a - 979c - 742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2005/11/08)

十二、Miroslav Gyurosi，〈Russia launches hybrid gun/missile anti - aircraft system〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01199928&Gid=REC_01199928&Sess=34cc73f6 - 6532 - 4d1a - 979c - 742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2008/08/01)

十三、Miroslav Gyurosi，〈Belarus A3 gun - missile system to begin trials within months〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01201131&Gid=REC_01201131&Sess=34cc73f6 - 6532 - 4d1a - 979c - 742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2011/02/07)

十四、Miroslav Gyurosi，〈New multipurpose gun - missile system emerges from Belarus〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01199765&Gid=REC_01199765&Sess=34cc73f6 - 6532 - 4d1a - 979c - 742d2192b2fc&IntSec=auifzci6QOZ4MmZkQwRO85MZV0=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。(2008/03/04)

十五、Jane's Strategic Weapon System，〈Tunguska/Pantsir - S1〉，http://10.22.155.231/File/?File=IntraSource.html#Details?GID=REC_01316577。(2013/07/23)

十六、Jerry Wilson (Boeing Defense, Space & Security)，〈Adaptive Force Protection Solution〉，http://www.boeing.com/Features/2011/02/bds_versatile_vehicle_02_07_11.html。(2014/10/18)

十七、Jane's Missiles and Rockets，〈US Army SHORAD systems used in anti - cruise - missile exercise〉，http://10.22.155.231/File/?File=REC_01197555&Gid=REC_01197555&Sess=b3fbfcb5 - de85 - 49c5 - 80c6 - ce27c89e782b&IntSec=90kE1kmOWFdk7TqCPgVAleND/Iw=&Lic=654c2a70e38142c8974deb95f07e6376。

(2001/07/15)

十八、胡敏遠，〈論析野戰戰略的「不對稱作戰」用兵理則〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 48 卷第 523 期，民國 101 年 6 月，頁 44。

作者簡介

楊培毅士官長，86 年領導士官班 5 期、89 年野砲士高班 8 期、92 年士官長正規班 23 期、93 年英語儲備訓練班、94 年美國復仇者飛彈系統保修班，遠東科技大學應用外語系學士，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部防空教官組野戰防空小組。