

提升本軍野戰防空實彈射擊安全之作為-以刺針飛彈為例

作者：楊培毅士官長

提要

- 一、本軍野戰防空部隊每年實彈射擊所使用的FIM-92D型刺針飛彈，其發展年代介於西元1987至1995年之間，而一般飛彈的有效壽限期為10年，然本軍所使用之刺針壽限距離現今大都已經超過10年以上，且年度實彈操演均有因彈體老舊，而無法順利射擊或命中，甚至飛彈離架後第二段火推失效形成未爆彈，致實彈射擊危安風險提高。
- 二、只要將飛彈擊發出去，飛彈本身就依自身科技所賦予的特性，不受任何控制的往熱源飛行而去，這就是自動導向與射後不理的解釋，因此刺針飛彈的射場規劃必須考量到萬一飛彈被其他熱源干擾或脫離目標，可能就會朝非預期的方向飛去而影響危安，所以在實彈上射擊陣地的偵選與劃分射擊安全區域是必要的。
- 三、依據美方自2001至2013年間陸續來華指導刺針實彈射擊，與參考「美軍射擊靶場教範AR-386」，作者在此將射擊安全區域之劃分詳細說明，刺針飛彈射擊所涵蓋區域的界定是根據飛彈的最大射程而定，故整個刺針射場分為射擊區、衝擊區（Impact area）、次要危險區A、遠方次要危險區B（如圖四）與主要射擊危險區F（如圖五）共五個區域。
- 四、有了射擊安全區域的劃分，就可將之套用於軍用地圖上，讓參與射擊的人員明白所要控管的射擊區域範圍，並規劃射擊用的空中靶標飛行路徑限制在射擊區域內，以免目標超出衝擊區而導致飛彈爆炸所帶來的傷害。
- 五、射擊陣地所有工事構築均須以防範、減低飛彈彈射與意外爆炸所造成之傷害為主，陣地掩體除須考量安全外，還需加入可供人員掛彈作業與故障排除之空間需求。
- 六、射場規劃與陣地掩體等各項設施，均是屬於「硬體」方面的設計，然飛彈射擊的實際場景上，變數最多且影響最大乃是射擊用之靶標，空中靶標的飛行航路、射向、射角，空中滯留時間與目標本身的熱源，甚至連天候狀況等，都影響著飛彈的鎖定、追擊、命中之成效。
- 七、實彈射擊的陣地佈署與射向配置都應避免朝向日光與雲層等，故射擊場景的規劃須使飛彈面對靶標背景最為理想的環境為「純淨的天空」，建議避免「海面」、「山」、「雲」、「太陽」等背景環境。

關鍵詞：MANPADS、刺針飛彈、紅外線特徵（Infrared signature）、靶場安全

前言

復仇者飛彈系統現為我陸軍野戰防空武力之一，擔任國土防衛角色已有14年之久，而其武器為由美雷神公司所研製之刺針飛彈，原為肩射型彈種，美國為因應國外市場需求與性能提升，以彌補肩射型刺針飛彈在人為操作上的不便性，¹才開始將肩射型刺針飛彈研改成適用於裝甲車、悍馬車與旋翼機等各式載具使用（如圖一）。

本軍向美軍售所獲得之刺針飛彈，其彈種乃屬於第三代FIM-92D型刺針飛彈（又稱RMP型刺針飛彈），這該類型彈種全球產量共有超過44,000枚之多（刺針飛彈從第一代到第五代產量共超過100,000枚以上），²其尋標頭內部有提升之程式編寫微處理器（Reprogrammable MicroProcessor, RMP），可將尋標器晶片上的數位處理器以週期性的更新替換新式軟體，用以剋制各式航空器所推陳出新的反制手段，另外在尋標器的記憶體中更載寫了各式航空器尾焰圖形識別能力，以提升尋標器的性能；因此RMP型刺針飛彈更能取代得每次重新設計飛彈導引部所不必要的浪費，³唯獨的缺憾就是美方並沒有將刺針飛彈改寫程式的技術與測檯移植給本軍。

本軍野戰防空部隊每年實彈射擊所使用的FIM-92D型刺針飛彈，其發展年代介於西元1987~1995年之間，⁴而一般飛彈的有效壽限期為10年，然本軍所使用之刺針壽限距離現今大都已經超過10年以上，且年度實彈操演均有因彈體老舊，而無法順利射擊或命中，甚至飛彈離架後第二段火推失效形成未爆彈，讓實彈射擊危安風險提高，既使本軍彈儲環境符合標準規定，然火藥特性恐有氧化受潮，進而影響火箭段推力效能之慮，再者尋標頭內部之電子晶片與裝置亦因其構造為早期工藝科技所運用的機械式尋標器，於高速運轉之下亦會有失效之礙。

為使實彈射擊能依計畫且在無射擊危安的條件下順利執行，作者以近十年的實彈射擊經驗與射場規劃之指導經驗，以及美方人士來台專業交流之建議，提供本軍野戰防空刺針實彈射擊安全之作為。

¹ John pike (FAS Military Analysis Network), 〈FIM-92A Stinger Weapons System: RMP & Basic〉, <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/stinger.htm>。(2000/08/29)

² JEOS Jane's Electro-Optic Systems, 〈Raytheon FIM-92 Stinger man-portable anti-aircraft missile (United States)〉, http://janes.mil.tw:80/intrasex/intrasex.dll?Goto&GID=JEOS_JEOS0222。(2011/08/30)

³ JLAD, "Raytheon Electronic system low-altitude surface-to-air missile system Family-FIM-92 stinger," Jane's Land-Based Air Defence (United States), (2005), P45。

⁴ JNWS Jane's Naval Weapon Systems, 〈FIM-43 Redeye/FIM-92 Stinger (System S2000) (United States)〉, http://janes.mil.tw:80/intrasex/intrasex.dll?Goto&GID=JNWS_JNWS0188。(2014/03/06)

圖一 刺針飛彈適用於裝甲車、悍馬車與旋翼機等各式載具



資料來源：JLAD Jane's Land-Based Air Defence, 〈Avenger AN/TWQ-1 (United States)〉, http://janes.mil.tw:80/intraspec/intraspec.dll?Goto&GID=JLAD_JLAD0127 (2014/01/28)

從刺針飛彈飛行特性決定射場需求

一、刺針飛彈飛行特性

刺針飛彈乃為紅外線導引飛彈，具有被動尋標、自動導向與射後不理之三大特性，所謂被動尋標就是飛彈尋標器是依據目標熱源來鎖定對方的，世界第二次大戰之後，是飛彈科技大躍進的開始。⁵當時空中的任何航空器都得依賴效能極大的動力引擎，因此相對的也會產生極高的溫度，紅外線導引飛彈主要就是依據這個理論所研製出來的，因為航空器引擎會產生極高的溫度，只要讓飛彈尋標器感應的到目標因高溫而產生的紅外線波長，就可以鎖住目標，這就是被動尋標的意思；然相對的，若目標溫度不足，飛彈尋標器也就無法鎖定目標。

其次，自動導向與射後不理之特性有連帶關係，紅外線導引飛彈靠的就是追蹤目標的熱源，目標熱源往哪個方向移動，飛彈就跟著往哪個方向移動，飛彈本身與發射載台並無提供操作人員可以控制飛彈飛行的裝置，因此只要將飛彈擊發出去，飛彈本身就依自身科技所賦予的特性，不受任何控制的往熱源飛行而去，這就是自動導向與射後不理的解釋。因此刺針飛彈的射場規劃必須考量到萬一飛彈被其他熱源干擾或脫離目標，可能就會朝非預期的方向飛去而影響危安，所以實彈射擊陣地的偵選與劃分射擊安全區域是必要的。

(一) 射擊陣地偵選：射擊陣地的偵選需要有足夠縱深、幅員以利規劃各項設施，並且能避開建物及人群聚集處，為求得良好射界及視野，靶場前、側方應避免有山突、建物或高塔，尤其特別注意附近村落及住宅區，以能遠離人群聚集區為優先考量，確保意外發生時人員安全，對於靶場對外通聯道路，應以便於人員管制為選定考量，以能有相關管制設備如交管哨所、衛兵哨點及預

⁵ Shripad P. Mahulikar, "Infrared signature studies of aerospace vehicles," Progress in Aerospace Sciences (India), (2007), P. 220-221。

設通信及電源線路為佳，利於實施靶場人、車安全管制。

(二) 刺針飛彈射場縱深與射高需求：刺針飛彈的動力主要來自推進系統，而飛彈通常會額外配備至少一組的動力裝置（翼），特別是尾翼可提供飛彈飛行時的穩定能力，多數的飛彈亦會配備第二組的動力裝置以提供飛彈額外的昇力或增進飛彈的控制性，因此在飛彈彈體上可作動的機翼，我們均稱為控制翼。

刺針飛彈（如圖二）與多數的MANPADS飛彈均有著輕巧的外觀，其主要動力係來自內部的MK27火箭馬達的推進系統，⁶能賦予飛彈22G的加速度，而控制翼位於彈體重心的前端，不具任何弧度，屬於前翼控制，其前翼控制的主要優點在於小攻角方面（既昇力與阻力均最小情況下）具有極佳的飛行控制性能。

刺針飛彈飛行階段約可維持17秒的飛行時間，若未追擊至目標者，則飛彈將會進行自毀，因此若射程以飛彈全速來推算的話，則飛行距離就將近約有13公里，這也就是刺針飛彈射擊區域所該需要的縱深距離。⁷

然依據「美軍射擊靶場教範AR-386」刺針射擊陣地之陸地面積所需橫寬至少為600公尺，陣地之縱深為150公尺，另外因刺針飛彈射高乃屬於超低空，且又配合民航機空域管制飛行，故航機飛行高度均限制在10公里以上，此外若同一射場裡有不同飛彈武器射擊者，則其射場之縱深與高度距離需求應以射程最遠的彈種來規劃，如本軍刺針飛彈常與檳樹飛彈使用同一射場，因此縱深需求就需延伸至16公里遠。

圖二 刺針飛彈



資料來源：擷取復仇者飛彈系統飛彈裝卸操作程序教學影片畫面

(三) 刺針飛彈射場幅員需求：刺針飛彈射場幅員的需求，取決於射擊線上所需放置那些裝備與多少設施而定，以一個完整的刺針射場，其設施至少計有復仇者射擊陣地、復仇者射擊安全管制站（RSO）、雙聯裝射擊陣地、雙聯裝射擊安全管制站（RSO）、彈藥堆積所、緊急應變中心、未爆彈處理坑、裝備停放區等（如圖三），除彈藥堆積所與未爆彈處理坑必須考量至少有204公尺之安

⁶ 同註3。

⁷ 陸軍後勤指揮部，〈本軍精準彈藥「飛彈射擊安全規範」中譯本，14章5節-刺針導引飛彈〉，http://www.alc.army.mil.tw/FrontUser/MODLRD/Default.aspx?PATTEN_ID=4&M_MENU_ID=1&S_Menu_ID=29&TH_Menu_ID=0&FO_Menu_ID=0。(2014/10/02)

全距離外，⁸其餘設施可相互間隔至少50公尺以上，故射擊線一字排開至少需要600公尺以上的幅員距離。

圖三 刺針飛彈射場示意圖

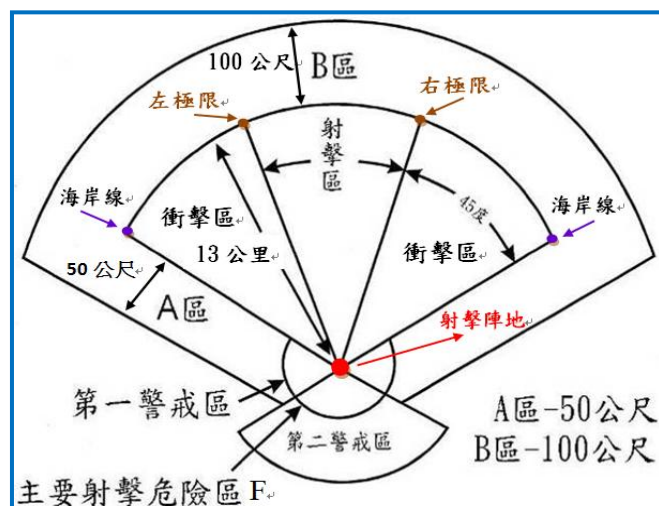


資料來源：作者自繪

二、劃分射擊安全區域

依據美方自2001至2013年間陸續來華指導刺針實彈射擊，與參考「美軍射擊靶場教範AR-386」，作者在此將射擊安全區域之劃分詳細說明，刺針飛彈射擊所涵蓋區域的界定是根據飛彈的最大射程而定，故整個刺針射場分為射擊區、衝擊區（Impact area）、次要危險區A、遠方次要危險區B（如圖四）與主要射擊危險區F（如圖五）共五個區域。

圖四 刺針飛彈射擊安全區域劃分



資料來源：作者參考文獻自繪

GERALD B O' KEEFE, Range Safety (Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, 2014), P 158. http://www.apd.army.mil/pdffiles/p385_63.pdf. (2014/04/16)

⁸ JOEL B. HUDSON, Avenger Air Defense Weapon System (United States, Washington, D.C, 1997/6), P2-131.

(一) 射擊區：射擊區的劃分乃取決於以射擊陣地為基準點，各從左右海岸線向內縮45度角之後，所剩餘的角度既為射擊區，射擊區為目標接戰區域，該角度不可小餘20度，以提供飛彈與空中靶標有充裕的飛行空域，簡言之，飛彈所要追擊的空中靶標必須限制在射擊區域內飛行，以免飛彈因射後不理追擊熱源超出射擊區而影響危安。

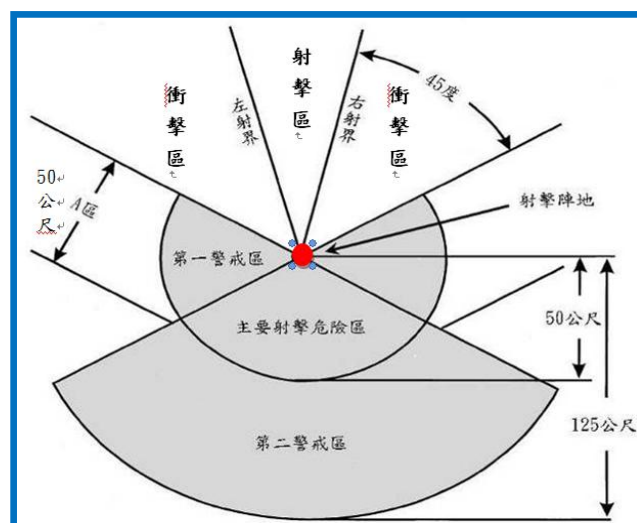
(二) 衝擊區 (Impact area)：衝擊區 (亦可稱撞擊區) 主要在提供射擊區內之飛彈在發射之後，因撞擊目標所產生爆炸之碎片及殘骸所需要的空間，衝擊區包含射擊區及兩側各45度角之區域，並向下延伸至飛彈最大射程。然若靶標為穩定盤旋之航空器 (如靶機)，則射擊區之兩側可自海岸線各至減少40度；本軍刺針飛彈所接戰的靶標有靶彈與靶機兩種，因此針對靶彈目標者，衝擊區為自海岸線減少45度，而針對靶機目標者，衝擊區為自海岸線減少40度後，最後所剩的餘角才是射擊區。⁹

(三) 次要危險區—A區：A區為側面之次要危險區域，是衝擊區內彈頭爆炸影響範圍之邊緣區域，包含衝擊區外側各50公尺之區域並向下延伸至飛彈最大射程，也可稱之為側方緩衝區。

(四) 遠方次要危險區—B區：B區為遠方次要危險區域，是衝擊區內飛彈沿追擊方向飛行之邊緣區域，亦為彈頭爆炸影響範圍，包含衝擊區及A區外緣100公尺之區域，也可稱之為遠方緩衝區。

(五) 主要射擊危險區—F區：F區為射擊陣地向後延伸之射擊危險區 (如圖五)，F區可進一步劃分為一個主要危險區及兩個警戒區。

圖五 刺針飛彈主要射擊危險區—F區



資料來源：作者參考文獻自繪

⁹ GERALD B O' KEEFE, Range Safety (Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, 2014), P158. http://www.apd.army.mil/pdffiles/p385_63.pdf. (2014/04/16)

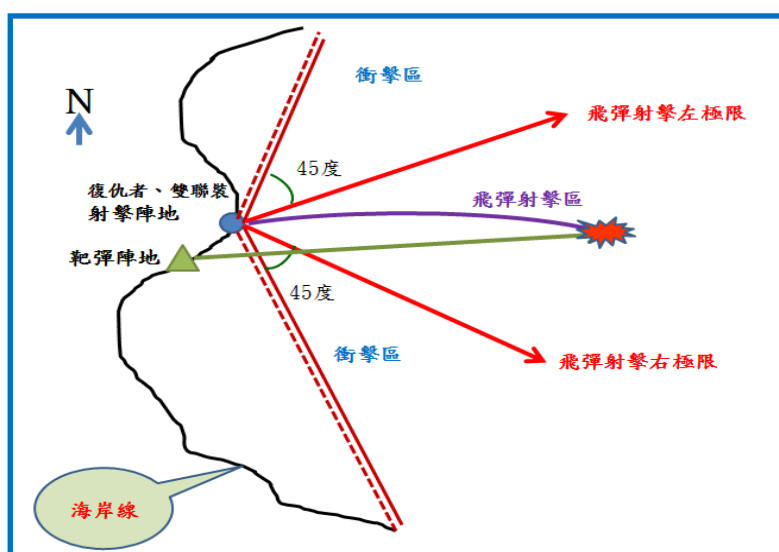
1、主要危險區為衝擊區內自射擊陣地向後延伸之半徑50公尺範圍，人員禁止於射擊時進入此區域。

2、第一警戒區，一樣是半徑50公尺，其範圍介於主要射擊危險區及衝擊區之間，任何人員於此區域作業需配戴防高噪音及地上揚起破片傷害之安全護具。

3、第二警戒區為自射擊陣地向後方延伸125公尺之扇型區域，其界限自衝擊區後方直線延伸至半徑125公尺扇型區域之交會點間，在此區作業人員僅受高噪音危害，故相關人員在完成噪音防護措施後，始可於第二警戒區執行作業，此區域範圍亦是射擊安全管制站（R S O）所要架設的地點。

有了射擊安全區域的劃分，就可將之套用於軍用地圖上，讓參與射擊的人員明白所要控管的射擊區域範圍（如圖六），並規劃射擊用的空中靶標飛行路徑限制在射擊區域內，以免目標超出衝擊區而導致飛彈爆炸所帶來的傷害。

圖六 刺針飛彈射擊區域範圍示意圖

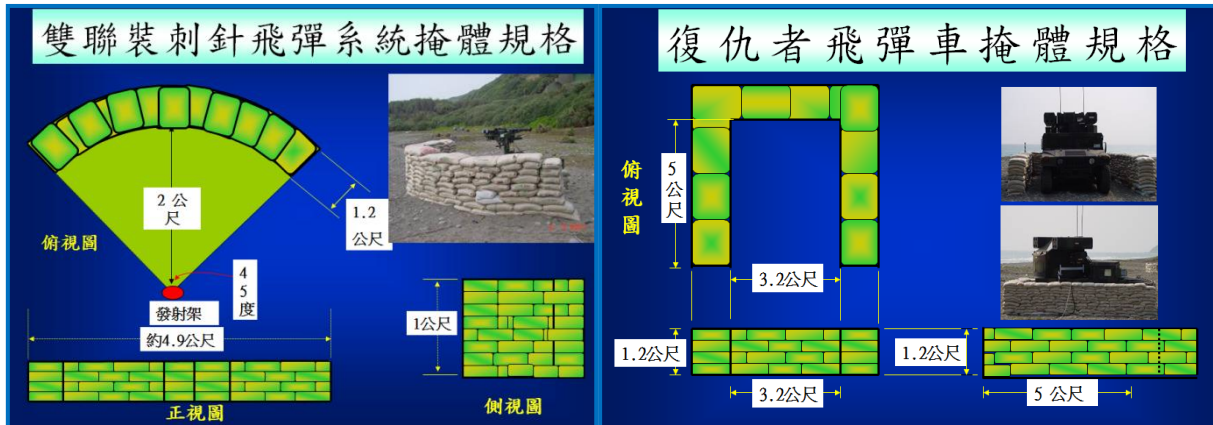


資料來源：作者自繪

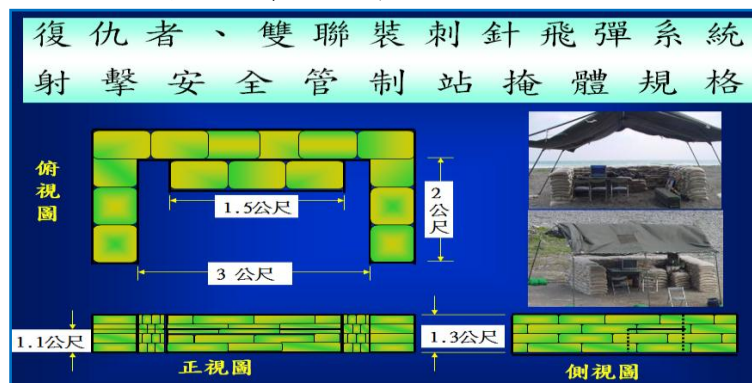
三、靶場工事構築規格

射擊陣地所有工事構築均須以防範、減低飛彈彈射與意外爆炸所造成之傷害為主，陣地掩體除須考量安全外，還需加入可供人員掛彈作業與故障排除之空間需求，各項工事構築規格如圖七至圖九。

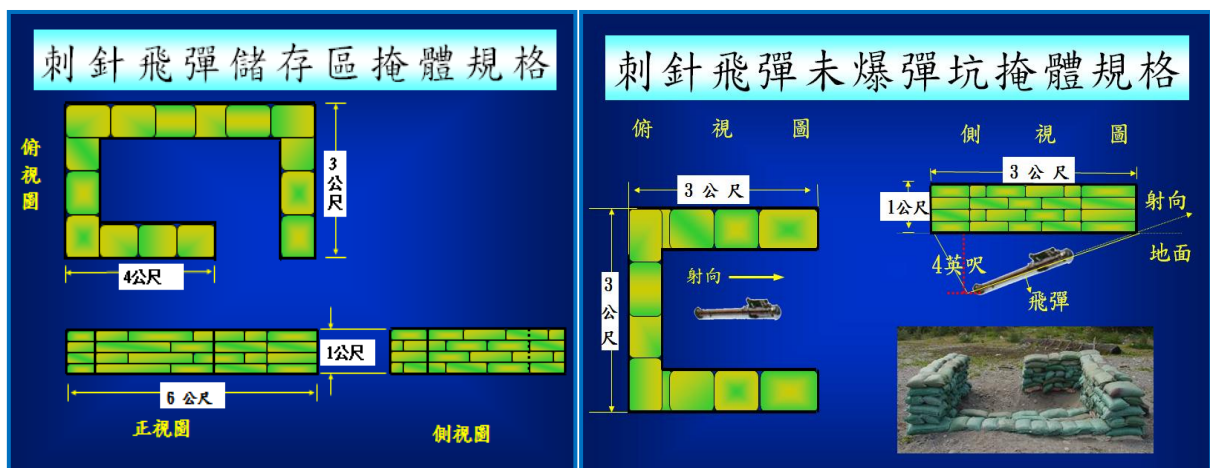
圖七 射擊陣地掩體規格



圖八射擊安全管制站掩體規格



圖九 刺針飛彈未爆彈坑與儲彈區掩體規格



圖七至九之資料來源：作者自行拍攝繪製

靶標航向與飛行限制

射場規劃與陣地掩體等各項設施，均是屬於「硬體」方面的設計，然飛彈射擊的實際場景上，變數最多且影響最大乃是射擊用之靶標，空中靶標的飛行航路、射向、射角，空中滯留時間與目標本身的熱源，甚至連天候狀況等，都影響著飛彈的鎖定、追擊、命中之成效。本軍歷年刺針實彈射擊所用的靶標為靶機與BATS靶彈（如圖十），其靶標熱源均經歷年驗證過，故熱源方面可視為定數，為使實彈射擊安全無顧慮，作者提供以下優質射擊指導之要點。

一、靶機目標航路限制與規劃

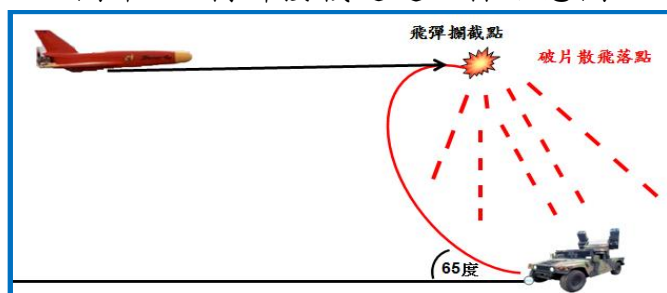
靶標航向之規劃必須將目標的飛行路徑限制於刺針射場的射擊區內，考量刺針飛彈本身性能及發射後各組段之動作時間，其最佳攔截距離為靶標距離飛彈1.5~4公里之間。因此針對靶機而言，因屬遙控靶機，故將其控制於射擊區域內飛行時，僅有一限制要點，就是須管制鄰近接戰的距離、高度與仰角。刺針最大接戰仰角為65度，最短接戰距離為200公尺，對鄰近目標接戰者，若目標距離過近，極有可能導致飛彈的撞擊點會落在射擊陣地上方之風險（如圖十一），因此破片散飛也就會造成人員傷亡。為防範上述事件發生，因此靶機飛行高度限制於350至500公尺之間作調整，且此段高度的設計有利於射手以裸視掌握目標的蹤跡，¹⁰而接戰距離限制目標於1.5公里內不予射擊，如此飛彈對目標的攔截點將不會威脅位在地面的作業人員。

圖十 刺針實彈射擊之空中靶標



資料來源：許正一，〈野戰防空射擊靶標選擇之研究〉《陸軍砲兵季刊》（台南），第156期，民國101年1月，頁7。

圖十一 刺針接戰過近目標示意圖



資料來源：作者自繪

二、靶彈目標航路限制與規劃

（一）速度管控：靶彈為移動快速之彈道飛行目標，靶彈的推進系統為MK66火箭推進器（如圖十二），可依作戰環境需求調整安裝火箭推進器之數量，安裝數量越多，靶彈的飛行速度越快。然須考量火箭推進器的燃燒特性，當火箭推進器一點燃後，其燃燒時間於1秒鐘之內將火藥全部燃燒完畢，故靶彈在飛行期間的熱源是依靠火箭推進器所燃燒的餘熱維持，因此靶彈的熱源消耗，是隨著

¹⁰ (US Army Air Defense Artillery School Fort Bliss, Texas), 〈INTRODUCTION TO MANPORTABLE AIR DEFENSE WEAPON SYSTEM〉, <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/accp/ad0575/>. (2011/08/16, p78)

時間迅速地遞減；可是在同樣的時間裡，靶彈飛行距離越遠，熱源就越微小（熱能亦持續消耗），相對的對飛彈而言也就難以鎖定、追擊、甚至命中。故在經歷多年的實彈射擊之經驗累積之後，為使飛彈能在目標維持充足之熱源下進行接戰，本軍刺針之實彈射擊，常以安裝3管火箭推進器之靶彈模擬接戰巡弋飛彈之場景。

圖十二 MK66 火箭推進器

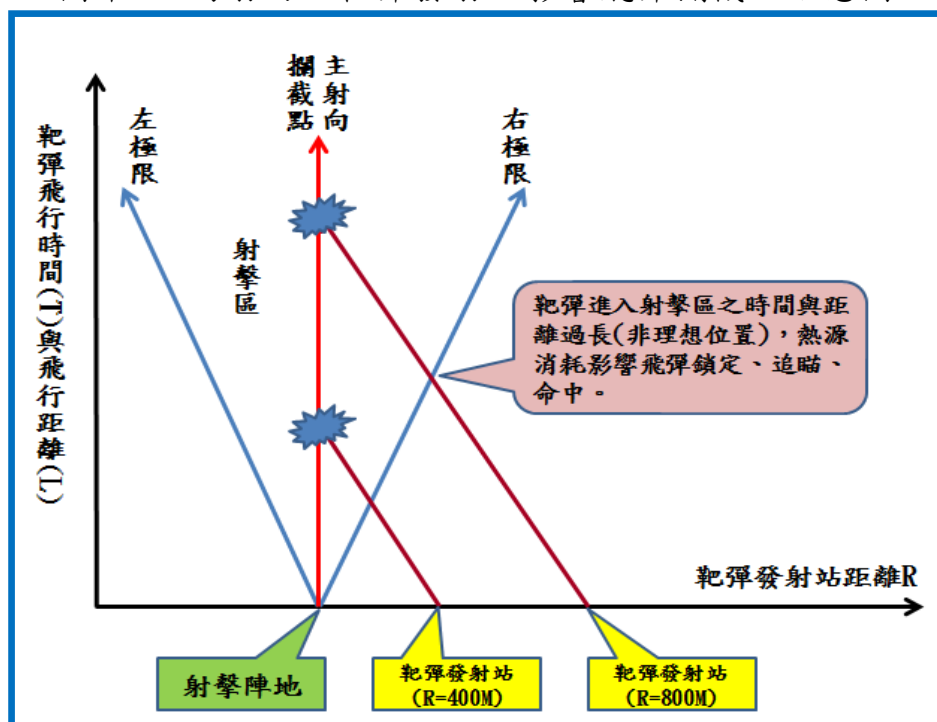


資料來源：同圖十，頁 10。

（二）射向控制：靶彈的射向設定，影響著飛彈追擊的攔截點，因首要限制須將靶彈彈道限制於射擊區內，如此飛彈追擊目標的攔截點才能落在的撞擊區內，若飛彈追擊目標的攔截點仍然是位在射擊區內，則此靶彈的射向可視為最佳的理想值，因此靶彈的射向與飛彈的射向可設計成幾近同向且有交錯的射向數值，如此靶彈才能全程停滯於射擊區內飛行，然靶彈的射向必須考量靶彈發射站與射擊陣地之間的距離。舉例而言，若射擊陣地與靶彈發射站相距過遠，相對的飛彈的射向與靶彈的射向差距也跟著變大，則將會影響靶彈目標進入射擊區的時間延後，飛行的距離也跟著延伸，因此靶彈熱源的消耗，也可能降低至尋標器可鎖定目標的時間所剩無幾（如圖十三），且靶彈若設計成橫向移動的目標，將會礙於刺針飛彈尋標器旋轉速度與取樣性能限制，¹¹當目標快速橫向移動速度超過每秒9度的向量移動時，尋標器將無法有效計算其攔截點，故移動快速的靶彈不宜設計成橫向的接戰目標。

¹¹ W.L. Wolfe and G.J Zissis. The Infrared Handbook (USA, revised edition, 1993), P8.

圖十三 同射向之靶彈發射站影響飛彈攔截之示意圖

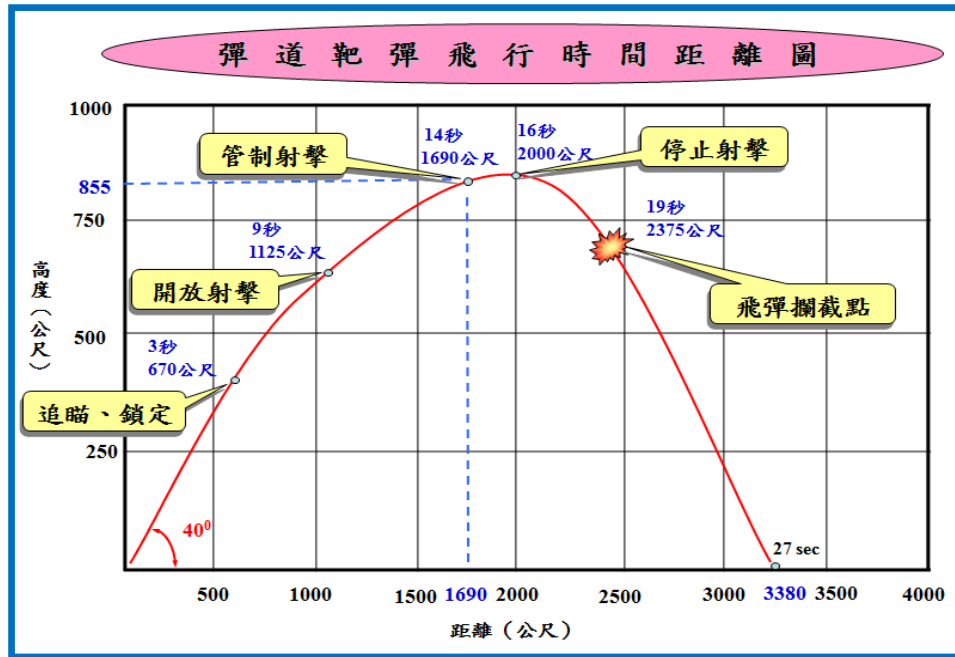


資料來源：作者自繪

（三）仰角決定：靶彈仰角的設定，影響著目標飛行的高度、距離與滯空時間，甚至更決定刺針飛彈之接戰時長的管控，以3管MK66火箭推進器來說，為使刺針飛彈有充裕的追瞄時間與穩定的鎖定效果，靶彈仰度的設定值應介於37-40度之間，如此靶彈的至高點限制於753-855公尺，火推距離介於3348-3380公尺，滯空時間介於25-27秒之間。¹²靶彈的飛行特性乃屬拋物線之運動目標，再加上本身熱源自一發射開始就一直降低至靶彈落海為止，所以時間與飛行距離成正比，但目標熱源卻與時間成反比，因此接戰時間若拖過長，則目標熱源的距離與紅外線能量將致使飛彈無法穩定鎖住，甚至造成脫鎖，實彈射擊當中最忌諱的，就是在無熱源或紅外線能量不足之情況下，將飛彈發射出去，故靶彈接戰管制的時間點，通常以靶彈飛行至最高點的時間做為管制飛彈射擊的基準時間點（如圖十四）。靶彈的彈道軌跡於降段期間，因距離漸漸增遠，熱源消耗極大，且靶彈離海面的高度也越來越近，因此若飛彈於16秒以後才發射的話，極有可能造成當飛彈接近靶彈的攔截點時，靶彈早就已落海消失了。

¹² John Doe, TECHNICAL MANUAL FOR BALLISTIC AERIAL TARGET SYSTEM (BATS) (U.S Army Missile Command Redstone Arsenal, 1978/9/6), p148-149.

圖十四 飛彈接戰靶彈管制示意圖



資料來源：作者自繪

天候影響射擊危安的條件

天候影響射擊危安的主要來源為日光，¹³可從飛彈尋標器的特性原理中探討出原因，此乃因為紅外線尋標器（偵測器）的基本運作原理，就是能夠區別目標紅外線輻射與背景紅外線輻射的不同；學理上來說，紅外線尋標器必須能夠識別目標的紅外線特徵等級（Infrared signature level, IRSL）。¹⁴IRSL視目標的紅外線輻射與背景紅外線輻射的「相對誤差」而定，以單一目標而言，航空器的紅外線特徵（如圖十五），包含了後機身引擎部份（排氣管）、燃料通過引擎所產生的尾焰、機身與空氣摩擦所產生的熱機殼，白天陽光在機殼上的照射所產生的與日光從地表反射在機殼上所產生的熱輻射等，相較於目標為靶彈的紅外線特徵亦是一樣的。

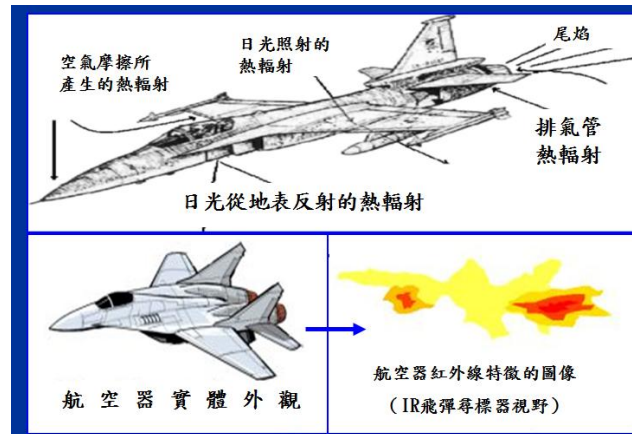
背景紅外線輻射（如圖十六）的主要來源就是日光，因日光的四處散射（照耀），所照到的任何物體都會形成反射，其程度就單看物體的反射率而定，舉例而言，日光照在水面與森林，所形成的反射強弱就有明顯地區別。而背景紅外線輻射，也就包含了日光的散射、日光照到雲、山與地表所形成的眾多反射，以及本身受日光照耀（加能）後，自身所散發出來的熱輻射，如夏日陽光照在地表柏油路，所產生的熱輻射，這些都是目標以外的背景紅外線輻射。¹⁵

¹³ 同註 5。

¹⁴ 同註 5。

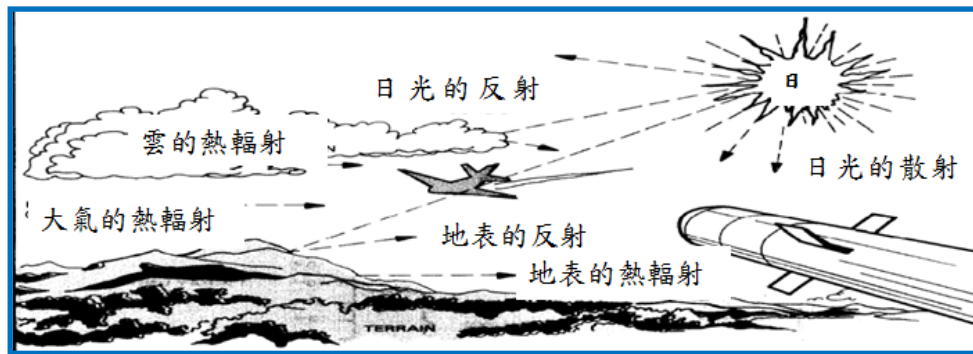
¹⁵ DONALD J. DELANDRO, FIELD MANUAL FOR STINGER TEAM OPERATIONS (United State Washington, DC, 1984/12/31), p26。
http://armypubs.army.mil/doctrine/DR_pubs/DR_a/pdf/fm44_18_1.pdf (2003/11/18)

圖十五 航空器的紅外線特徵



資料來源：Shripad P. Mahulikar, "Infrared signature studies of aerospace vehicles," Progress in Aerospace Sciences, (India), (2007), p222。
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0376042107000504> (2012/12/27)

圖十六 背景紅外線輻射



資料來源：DONALD J. DELANDRO, FIELD MANUAL FOR STINGER TEAM OPERATIONS (United State Washington, DC, 1984/12/31), p26。
http://armypubs.army.mil/doctrine/DR_pubs/DR_a/pdf/fm44_18_1.pdf (2003/11/18)

紅外線尋標器的導引精準程度，也就取決於對目標紅外線特徵等級 (IRSL) 的識別能力比值了，對紅外線尋標器而言，背景紅外線輻射就是干擾，也就是「等值光體輻射干擾」 (Noise Equivalent Irradiance, NEI)，背景NEI值若大於目標IRSL的話，飛彈就無法找到目標，反之，若目標IRSL值大於背景NEI值，飛彈就能精準的命中目標。然而過多的紅外線能量會使紅外線尋標器的內部感應元件達到『飽和』狀態，進而干擾紅外線尋標器。自然界中太陽不僅是紅外線的主要來源，更是背景紅外線輻射的造因，因此實彈射擊的陣地佈署與射向配置都應避免朝向日光與雲層等，故射擊場景的規劃須使飛彈面對靶標背景最為理想的環境為「純淨的天空」，建議避免「海面」、「山」、「雲」、「太陽」等背景環境。

結語

本軍歷年都有規劃刺針飛彈的實彈射擊，然過去每年所射擊的飛彈數量並不多，直自最近三年，每年射擊的數量才從個位數躍升到十位數字的量，且本軍野戰防空部隊自成軍至今，美軍與雷神的刺針團隊雖有幾次的來華指導實彈射擊，但實際上刺針的射擊參數卻收集不易，為使射擊在安全的條件下順利執行，射場安全的防範更是需要重視，因為所有的訓練都是必須建立於安全之上。面對戰場多變的環境，實彈訓練所使用的靶標也變得多元化，從靶機、靶彈甚至照明彈等都曾經配合戰術的運用實施過射擊，因此射擊上的安全顧慮也會因靶標不同而有些不一樣的要求，利用飛彈的追瞄原理與靶標的特性設計射擊場景，安全的顧慮將會在掌握之中，再加上每年實彈數量的增加，射擊參數的建立也將更為完整。

參考文獻

- 一、 John pike (FAS Military Analysis Network)，〈FIM-92A Stinger Weapons System: RMP & Basic〉，<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/stinger.htm> (2000/08/29)
- 二、 JEOS Jane's Electro-Optic Systems，〈Raytheon FIM-92 Stinger man-portable anti-aircraft missile (United States)〉，http://janes.mil.tw:80/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JEOS_JEOS0222 (2011/08/30)
- 三、 JLAD, “Raytheon Electronic system low-altitude surface-to-air missile system Family-FIM-92 stinger,” Jane's Land-Based Air Defence (United States)，(2005)，P45。
- 四、 JNWS Jane's Naval Weapon Systems，〈FIM-43 Redeye/FIM-92 Stinger (System S2000) (United States)〉，http://janes.mil.tw:80/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JNWS_JNWS0188。(2014/03/06)
- 五、 Shripad P. Mahulikar, “Infrared signature studies of aerospace vehicles,” Progress in Aerospace Sciences (India)，(2007)，P. 220-221。
- 六、 JLAD Jane's Land-Based Air Defence，〈Avenger AN/TWQ-1 (United States)〉，http://janes.mil.tw:80/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JLAD_JLAD0127 (2014/01/28)
- 七、 陳信彬著，《復仇者飛彈系統操作手冊（第二版）》（桃園：國防部陸軍司

令部頒印，民國 99 年 11 月 10 日），頁 1-7。

- 八、陸軍後勤指揮部，《本軍精準彈藥「飛彈射擊安全規範」中譯本》，14 章 5 節-刺針導引飛彈，http://www.alc.army.mil.tw/FrontUser/MODLRD/Default.aspx?PATTEN_ID=4&M_MENU_ID=1&S_Menu_ID=29&TH_Menu_ID=0&FO_Menu_ID=0。（2014/10/02）
- 九、JOEL B. HUDSON, Avenger Air Defense Weapon System (United States, Washington, D.C, 1997/6)，P2-131.
- 十、GERALD B O' KEEFE, Range Safety (Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, 2014)，P158. http://www.apd.army.mil/pdf/files/p385_63.pdf. (2014/04/16)
- 十一、(US Army Air Defense Artillery School Fort Bliss, Texas)，〈INTRODUCTION TO MANPORTABLE AIR DEFENSE WEAPON SYSTEM〉，<http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/accp/ad0575/>. (2011/08/16, p78)
- 十二、W.L. Wolfe and G.J Zissis. The Infrared Handbook (U.S Army, revised edition, 1993)，P8.
- 十三、John Doe, TECHNICAL MANUAL FOR BALLISTIC AERIAL TARGET SYSTEM (BATS) (U.S Army Missile Command Redstone Arsenal, 1978/9/6), p148-149.
- 十四、DONALD J. DELANDRO, FIELD MANUAL FOR STINGER TEAM OPERATIONS (United State Washington, DC, 1984/12/31)，p26。
http://armypubs.army.mil/doctrine/DR_pubs/DR_a/pdf/fm44_18_1.pdf (2003/11/18)

作者簡介

楊培毅士官長，92年士官長正規班第23期、94年美國復仇者飛彈系統保修班，歷任砲兵雷達士、砲長、飛彈系統訓練儀保養士、光電模訓組副組長，現任職陸軍砲兵訓練指揮部防空組野戰防空小組士官長教官。