

# 提升刺針飛彈接戰訓練靶彈射擊成效之研析

作者：楊培毅

## 提要

- 一、刺針飛彈與檉樹飛彈同為國軍野戰防空之主要戰力，其中刺針飛彈自成軍以來已歷經15年之久，亦是每年所有實彈操演射擊當中，所必須執行射擊的主要課目之一，過去陸軍以刺針飛彈射擊所接戰的目標，總共區分為SU-25靶機、BANSHEE靶機、BATS靶彈、紅火蟻靶機、120照明彈等，在這些目標當中，接戰技巧為最困難的目標就是訓練靶彈。
- 二、實彈射擊訓練採用之靶彈為快速移動目標，要將其順利擊落不單只是靠飛彈武器系統上的先進科技，訓練上還得仰賴人員接戰的熟練度與短暫時限內的反應能力與專注力。
- 三、刺針飛彈原廠指派專業人士觀察國軍實彈射擊時，說明刺針飛彈接戰各式模擬靶標的命中率，其中針對靶彈目標命中率約60%，蘇愷25的五分之一縮小靶命中率为50%，各式旋翼機靶標約60%之間。
- 四、光電系統要將自身的目獲效能達到最佳狀態，其首要環境條件需求，就是得在無雲的視線(cloud-free line of sight, CFLOS)下執行，然飛彈尋標頭內部的感應元件的運作與取樣原理，乃為區別目標與背景紅外線熱能的相對誤差，但大氣因受水氣與懸浮粒子的影響，光電系統的目獲能力就受到限制。
- 五、實彈射擊訓練採用之靶彈，飛行軌跡可區分「升段」、「中段」、「降段」三部分，「升段」軌跡為最適合接戰之時限。「中段」軌跡為接戰射擊與放棄射擊的兩難決定點，但仍可依射場現地環境評估，若天候滿足CFLOS，且又無其他熱源干擾，可於臨界時間點讓飛彈離架，但若過此時限，筆者建議放棄接戰，「降段」軌跡為靶彈遠離與熱源即將耗盡之段，不宜接戰，僅用來觀測飛彈的效果監控。

關鍵詞：BATS、刺針飛彈RMP、紅外線特徵Infrared signature、靶場安全

## 前言

刺針飛彈最初從人攜式防空武器系統(Man-portable surface-to-air missile system, MANPADS)當中，由美軍的紅眼飛彈(Redeye)所發展出一系列之衍生型

FIM-92 刺針飛彈，<sup>1</sup>是目前美軍短程防空飛彈的主要戰力之一，美軍所使用的刺針飛彈，從 FIM-92A 至 FIM-92G 型，共具 7 種類型並區分 4 個次代(如表一)，<sup>2</sup>各分別供單兵肩射、各式陸行載具與旋翼機，以及無人載具使用。

然陸軍野戰防空部隊目前由復仇者飛彈系統與雙聯裝刺針飛彈系統，共同使用同一類型刺針飛彈，屬於 FIM-92D-RMP 型，歸類為第三代刺針飛彈，近年陸航單位也向美方引進了第四代的空射型刺針飛彈，以強化陸航單位執行空對空作戰的接戰能力。刺針飛彈與檜樹飛彈同為陸軍野戰防空之主要戰力(如圖一)，其中刺針飛彈自成軍以來已 14 年之久，亦是每年所有實彈操演射擊當中，所必須執行射擊的主要課目之一，過去陸軍以刺針飛彈射擊所接戰的目標，總共區分為 SU-25 靶機、BANSHEE 靶機、BATS 靶彈、紅火蟻靶機、120 照明彈等，在這些目標當中，接戰技巧為最困難的就是靶彈目標，因靶彈特性是以模擬巡弋飛彈之快速飛行航路所設計而成，因此要將此快速目標順利擊落，可需要相當的學問與成熟性之技巧，故筆者以近十年來對復仇者飛彈系統的實彈射場規劃與射擊指導之經驗，以及原廠之建議，提供國軍野戰防空刺針飛彈接戰靶彈之射擊成效優化建議。

表一 刺針飛彈歸類表

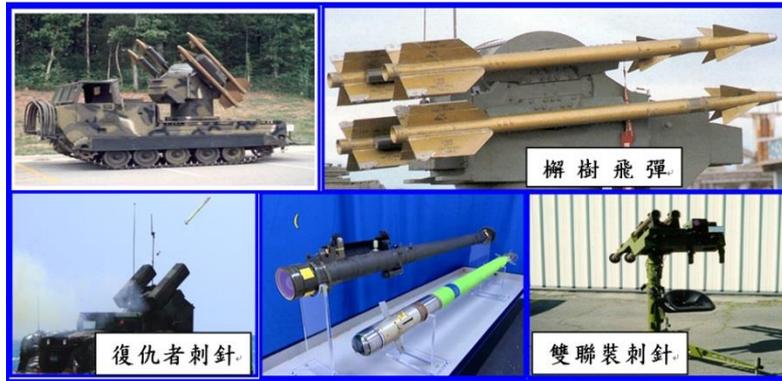
刺 針	飛 彈	歸 類	表
刺 針 年 代	分 類	尋 標 頭	說 明
第一代刺針飛彈 (地對空)	FIM-92A	紅外線尋標器	刺針基本型
第二代刺針飛彈 (地對空)	FIM-92B(POST) FIM-92C(RMP)	紅/紫線外線雙重尋標器	刺針-POST型 刺針-RMP型
第三代刺針飛彈 (地對空)	FIM-92D(RMP)	紅/紫線外線雙重尋標器與紅外線反反制性能	自92C-RMP型提升並加入IR反反制性能
第四代刺針飛彈 (地對空/空對空)	FIM-92E至G (Block I/II)	紅外線影像尋標器	將92D-RMP型，提升至Block I/II

資料來源：JNWS Jane's Naval Weapon Systems，〈FIM-43 Redeye/FIM-92 Stinger (United States)〉，[http://janes.mil.tw:80/intrasex/intrasex.dll?Goto&GID=JNWS\\_JNWS0188m](http://janes.mil.tw:80/intrasex/intrasex.dll?Goto&GID=JNWS_JNWS0188m)。(2014/09/30)

<sup>1</sup> 韓昌運，〈野戰防空利器-刺針飛彈〉《砲兵季刊》，第 150 期，民國 99 年第 3 季，頁 5。

<sup>2</sup> JLAD Jane's Land-Based Air Defence，〈FIM-92 Stinger (United States)〉，[http://janes.mil.tw:80/intrasex/intrasex.dll?Goto&GID=JLAD\\_JLAD0030](http://janes.mil.tw:80/intrasex/intrasex.dll?Goto&GID=JLAD_JLAD0030)。(2015/03/08)

圖一 檯樹飛彈(上圖)與刺針飛彈(下圖)



資料來源：砲訓部網路軍事圖庫[http://www.aams.edu.mil.tw/newsite/army\\_images.html](http://www.aams.edu.mil.tw/newsite/army_images.html)。(2014/07/27)

### 復仇者飛彈系統發展與最初射擊成效概述<sup>3</sup>

筆者首先說明復仇者飛彈系統發展相關資訊，早於 1980 年代初期波音公司防衛系統部門發展復仇者防空武器系統，以作為公司企業圖利躍進的一步險棋，所幸得到美陸軍的青睞而獲得大量訂單，更讓公司一鳴驚人走入國際市場，從系統設計構想到裝備成型所花費的時間，總共才短短的 10 個月。波音公司對復仇者飛彈系統的敘述為一廉價、輕型、可行進間射擊、快速發揚火力、人員需求少量化的短程防空武器系統；<sup>4</sup>復仇者飛彈系統(如圖二)，由高機動多用途輪型車輛(High-Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle, HMMWV)與飛彈塔所組成，其飛彈塔可掛載 8 枚由雷神公司所研製的刺針飛彈(Stinger Missile)，當時該型刺針飛彈正是 MANPADS 系列當中最為出名的人攜式防空武器系統所用的飛彈。

1984 年 5 月美國陸軍將該系統以 3 枚刺針飛彈進行測試射擊評估，而設定所射擊的目標，均為較難接戰且移動快速的彈道空中靶標(Ballistic Aerial Target, BAT)，亦就是俗稱的靶彈，首發射擊以時數每小時 32 公里的車速實施行進間射擊，獲得直接命中之射效；第 2 枚採系統固定放列方式於夜間射擊，亦獲得直接命中之射效；第 3 枚則在雨天環境實施行進間射擊，得到戰術擊殺(tactical kill)的射效，這三名擔任測試射擊的射手均未曾具備過任何的實彈射擊經驗，這不僅驗證了波音公司當初所設計的車載式復仇者飛彈系統符合了操作的便利性，也更彌補肩射式刺針飛彈在人為操作上的缺點；<sup>5</sup>同年 8 月，美國陸軍防空部門的測試評估報告顯示，在接戰 178 架的旋翼機與定翼機當中，就有 171 架命中的高評價射效。自 1987 年 8 月起至 1993 年 1 月之間，美國陸軍向雷神公司總共訂製了 1,004 套的復仇者飛彈系統，其中 767 套系統分配於美國陸軍與國民兵

<sup>3</sup> JLAD Jane's Land-Based Air Defence, 〈Avenger AN/TWQ-1〉, [http://10.22.155.9/intrapex/intrapex.dll?Goto&GID=JLAD\\_JLAD0127](http://10.22.155.9/intrapex/intrapex.dll?Goto&GID=JLAD_JLAD0127)。(2006/05/10)

<sup>4</sup> 美軍復仇者飛彈系統操作人員僅需 2 人，而本軍編制則為 3 人。

<sup>5</sup> John pike, 〈FIM-92A Stinger Weapons System: RMP & Basic〉, <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/stinger.htm>。(2000/08/09)

使用，另外 237 套系統分配於美軍海陸兩棲部隊使用，以擔任國土防衛角色。

1999 年初期雷神公司透過美國陸軍第一次出口賣給其他國家，中華民國為首批獲得這套系統的海外國家，之後復仇者飛彈系統亦在印度、智利、南韓、捷克、波蘭等其他國家服役，而目前全世界共有 29 個國家的國防戰力正在使用著該系統的刺針飛彈，更在過去的戰史上曾經有 300 架以上的航空器曾被刺針飛彈擊落過，<sup>6</sup>據美方官方數據統計，刺針飛彈的產量距今已超過 70,000 枚。

圖二 復仇者飛彈系統



資料來源：作者自攝

## 實彈射擊訓練靶彈性能與飛行特性說明

### 一、訓練靶彈性能

國軍陸軍部隊野戰防空所射擊的靶彈，乃模擬巡弋飛彈的彈道與飛行特性，由中科院所研製而成的「彈道空中靶標」，依原文簡稱為 BATS 靶彈(如圖三)。BATS 靶彈整體架構由鋁金屬製成，總重達 85 公斤，尾端所安裝的火箭推進器為其動力裝置與主要熱源的產生來源，可依訓練環境需求調整安裝火箭推進器 1 至 5 管之數量，安裝數量越多，則訓練靶彈的飛行速度也將越快，中科院研發的 D70 火箭推進器與美製的 2.75 吋 MK66 火箭推進器(如圖四)兩者外觀相似，可同樣產生約 300 磅之推力，火箭推進器尾端更可加裝熱焰管以利靶標紅外線特徵(IR Signature)的突顯，更有利於紅外線導引飛彈的追瞄與鎖定，另外靶彈射角也可因發射架做彈性地調整，使其射高與射距滿足射場與各式飛彈裝備的射擊需求。

### 二、靶彈飛行特性與飛行參數之設定

因本研究主要論述提升刺針飛彈接戰靶彈射擊成效要領，故依據刺針飛彈射場安全需求，<sup>7</sup>需將 BATS 靶彈的速度、射高、射距與滯空時間調整成適合刺針

<sup>6</sup> 唐信賢，〈世界先進野戰防空系統構型分析〉《砲兵季刊》，第 152 期，民國 100 年第 1 季，頁 20。

<sup>7</sup> GERALD B O'KEEFE, Range Safety (Headquarters, Department of the Army, Washington, DC,2014), P158. [http://www.apd.army.mil/pdffiles/p385\\_63.pdf](http://www.apd.army.mil/pdffiles/p385_63.pdf).(2014/04/16)

飛彈所射擊的方式，因此依刺針飛彈有效射程，<sup>8</sup>訓練靶彈的射程也需限制於刺針飛彈的接戰範圍內，因此依據 BATS 靶彈射表可查出，<sup>9</sup>需安裝 3 管之火箭推進器，另外尚須考量火箭推進器的燃燒特性，當火箭推進器一點燃後，其燃燒時間將於一秒鐘之內就將所有火藥全部燃燒完畢，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在維持，因此靶彈的熱源消耗，是隨著時間迅速地遞減；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。此外將靶彈射角限制於特定角度之間，並此依靶彈的飛行速度，調整訓練靶彈射高，並成拋物線的軌跡方式飛行，維持訓練靶彈飛行滯空時間及總距離，如此的靶彈飛行參數設定，就能滿足刺針飛彈的接戰需求。

圖三 BATS靶彈外觀



圖四 美製MK66火箭推進器(左)與國造D70火箭推進器(右)



資料來源：圖三、圖四為作者拍攝

<sup>8</sup> 《陸軍復仇者飛彈系統操作手冊(第二版)》(桃園：國防部陸軍司令部印頒，中華民國 99 年 11 月 10 日)，頁 1-7。

<sup>9</sup> BERNARD W. ROGERS, OPERATOR, ORGANIZATIONAL, DS AND GS MAINTENANCE MANUAL FOR BALLISTIC AERIALTARGET SYSTEM (BATS) (Headquarters, Department of the Army, Washington, DC, 2014/12/22), p148.

## 提升刺針飛彈接戰訓練靶彈射擊之成效

訓練靶彈為快速移動之目標，要將其順利擊落不單只是靠飛彈武器系統上的先進科技，訓練上還得仰賴人員接戰的熟練度與短暫時限內的反應能力與專注力。2000年實彈操演期間，原廠指派專業人士觀察國軍實彈射擊時，說明刺針飛彈接戰各式模擬靶標的命中率，其中針對訓練靶彈目標命中率約60%，蘇愷25的五分之一縮小靶命中率約50%，各式旋翼機靶標約60%之間，簡言之，刺針飛彈接戰各式模擬靶標所得的平均命中率为60%。

另外美方在2004年的報導對外宣稱，刺針飛彈在實際戰場上有79%的擊殺率(kill ratio)，<sup>10</sup>然不管在接戰模擬縮小靶標或真實空中目標，美方所提供的刺針飛彈命中率在國軍實彈射擊評鑑上的要求，是「不合格」的。所謂的不合格，並非意指刺針飛彈無法執行防空作戰任務，而是國軍針對實彈射擊所要求的射效，是以「發發命中」為最高目標，然而要將命中率有限的飛彈，提升至可接近百分之百的命中率，可是一大挑戰與技術性的考驗。以下為筆者所提供的刺針飛彈實彈射擊優化指導方針。

### 一、靶彈位置與射向限制

依據刺針飛彈的射場規劃與安全限制(圖五)，須考慮靶彈發射位置與射向的設定，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，<sup>11</sup>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，靶彈才能全程停滯於射擊區內飛行。

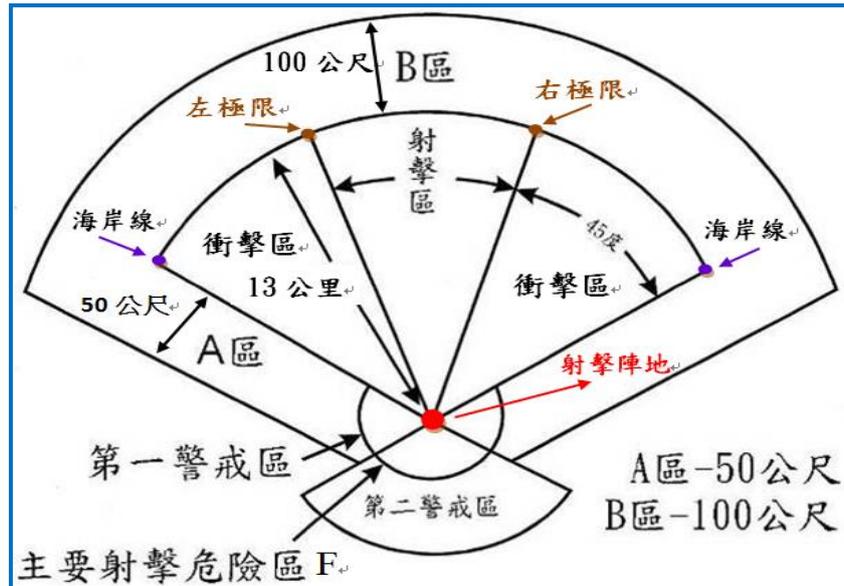
然而，靶彈的射向必須考量靶彈發射站與射擊陣地之間的距離。舉例而言，若射擊陣地與靶彈發射站相距過遠，相對的飛彈射向與靶彈射向的差距也跟著變大，則將會影響靶彈目標進入射擊區的時間延後，飛行的距離也跟著延伸，因此靶彈熱源的消耗，也可能降低至尋標器可鎖定目標的時間所剩無幾，且靶彈若設計成橫向移動的目標，將會礙於刺針飛彈尋標器旋轉速度與取樣性能限制，<sup>12</sup>當目標快速橫向移動速度超過每秒的向量移動限制時，尋標器將無法有效計算其攔截點，故移動快速的靶彈不宜設計成橫向的接戰目標。

<sup>10</sup> Alan J. Kuperman, 〈The Stinger Missile and U.S. Intervention in Afghanistan〉, <http://www.militaryphotos.net/forums/archive/index.php/t-79176.html>(2014/07/11)

<sup>11</sup> GERALD B O'KEEFE, Range Safety (Headquarters, Department of the Army, Washington, DC,2014), P158. [http://www.apd.army.mil/pdffiles/p385\\_63.pdf](http://www.apd.army.mil/pdffiles/p385_63.pdf).(2014/04/16)

<sup>12</sup> W.L. Wolfe and G.J Zissis. The Infrared Handbook (USA, revised edition, 1993), P8.

圖五 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), P158. [http://www.apd.army.mil/pdf/p385\\_63.pdf](http://www.apd.army.mil/pdf/p385_63.pdf). (2014/04/16)

## 二、靶彈仰角的設定

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，依前面章節所述之靶彈飛行參數設定，須將靶彈仰度的調整至固定範圍之設定值，如此靶彈的至高點限制、火推距離、滯空時間皆能符合實彈射擊之需求狀況。<sup>13</sup> 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持續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的消耗將致使飛彈無法穩定鎖住，甚至造成飛彈脫鎖或未命中之結果。

## 三、大氣與天候對光電系統的影響<sup>14</sup>

大氣中的雲、霧、懸浮粒子都會影響著光電系統的目獲能力，當空氣中的水氣或懸浮粒子將可見度影響至低於 3 公里時，其目標的特徵(不論是紅外線特徵或是影像特徵)將會被明顯的阻絕，所謂的光電系統，簡單舉例而言，若運用於載台上，就稱之為目標獲得系統；若運用於炸彈或飛彈尋標器，則稱之為精

<sup>13</sup> John Doe, TECHNICAL MANUAL FOR BALLISTIC AERIAL TARGET SYSTEM (BATS) (U.S Army Missile Command Redstone Arsenal, 1978/9/6), p148-149.

<sup>14</sup> NAVMETOCPRODEV DET, 〈 Atmospheric Effects on Electro-optics 〉, <http://www.fas.org/spp/military/docops/afwa/metsat-U3.htm> (2002/02/10)

準導引彈藥(PGM)或飛彈尋標器，這些光電系統要將自身的目獲效能達到最佳狀態，其首要環境條件需求，就是得在無雲的視線(cloud-free line of sight, CFLOS)下執行，然飛彈尋標頭內部的感應元件的運作與取樣原理，乃為區別目標與背景紅外線熱能的相對誤差，但大氣因受水氣與懸浮粒子的影響，光電系統的目獲能力就受到了限制，所以有效距離是紅外線尋標器目獲與鎖定的臨界點，若超過距離限制，就沒有足夠的相對誤差讓尋標器之感應元件啟動。反之若尋標器之感應元件受到太強的紅外線能量亦會導致「過載」的影響，而造成尋標器無法對目標進行正常的取樣與計算。簡言之，尋標器若受到水氣、雲、霧、懸浮粒子阻絕(如圖六)，飛彈就無法順利將目標順利攔截擊毀，這也跟飛彈內部所設計之電子元件對目標特徵與外部干擾的對比強度有關；當然，尋標器若面向太陽而導致過載之情形(如圖七)，飛彈亦是無法順利地將目標順利攔截擊毀。

圖六 射向受雲阻絕(雲層過低)



圖七 射向向陽



資料來源：作者自攝

#### 四、接戰時限與要領

實彈射擊中，為排除雲霧水氣、懸浮粒子與向陽等環境干擾，以避免不必要因素而造成飛彈無法順利追擊目標之彈藥浪費，因此，環境條件首先須滿足CFLOS(無雲視野)，才能讓飛彈順利地追擊目標；第二就是接戰時限內的反應能力與專注力，靶彈飛行軌跡可區分「升段」、「中段」、「降段」三部分。靶彈自發射後快速升空，開始進入射擊區之右極限內，靶彈熱源消耗至「中段」末端，就已經到達尋標器脫鎖、不穩定現象，故「升段」軌跡為最適合接戰之時限。「中段」軌跡為接戰射擊與放棄射擊的兩難決定點，但仍可依射場現地環境評估，若天候滿足CFLOS，且又無其他熱源干擾，可於「中段」發射讓飛彈離架，但若過此時限，筆者建議放棄接戰；「降段」軌跡為靶彈遠離與熱源即

將耗盡之段，不宜接戰，僅用來觀測飛彈的效果監控，簡言之，整個靶彈接戰流程與時間限制中，若要有良好的射擊效果，所需的反應力與專注力，均須於靶彈升段軌跡期間內完成所有的接戰動作，以讓飛彈順利鎖定、發射及離架、甚至命中靶標。

## 五、改變靶彈塗料以提升刺針飛彈命中率

刺針飛彈具備紅/紫外線雙重尋標、射後不理與自動導向之特性，<sup>15</sup>當飛彈發射離架之後，就依自身所設計的性能朝目標攔劫方向飛去，因此其命中率無法完全由射手掌控，前文中所提及之由美方提供刺針飛彈對各式航空目標之命中率，針對靶彈為 60%，在實際戰場上之航空器則有 79%的擊殺率，然不管刺針飛彈本身所設計的命中率有多少，在陸軍之實彈驗證場景上，卻無法突顯「發發命中」的訓練成效。

所以，我們可以針對飛彈的性能來將靶彈目標作個調整改變，首先我們必須了解到刺針飛彈的紅/紫外線雙重尋標的功能，這其實是飛彈飛行終端路徑的目標修正導引(Target Adaptive Guidance, TAG)，目的只是用來提升刺針飛彈反反制的能力與降低或減少飛彈未命中距離(miss distance)的導引定律，<sup>16</sup>其運作原理就是飛彈對目標的鎖定與飛行追擊，都是靠飛彈尋標頭內部的紅外線偵測元件感測飛機的尾焰紅外線能量，再以比例式航行導引飛近飛機，而在飛彈碰撞目標前，其導引模式再改由紫外線偵測元件控制，<sup>17</sup>讓飛彈改變原有飛行路徑再朝機身部位撞擊，此方法只是單純的讓飛彈不受飛機所拋射的熱焰彈所誘騙而增加飛彈的命中率，因此靶彈外觀的塗料若改為具吸收紫外線的塗料或無反光之塗料，將會增加刺針飛彈紅/紫外線雙重尋標之飛行終端路徑的目標修正導引功能而讓命中率提升。

## 射效判定之精進

刺針飛彈在有限的命中率之下，要讓射效成果提高，除了靠射場與靶標的妥善規劃、射手專精的訓練、射擊時限內的高度專注力與反應力、天候狀況佳條件下，以及靶彈外觀增加紫外線吸收的塗料等因素外，還得在射效判定方面

<sup>15</sup> 同註釋 8，頁 4-46。

<sup>16</sup> Yuan Tian, Yong L, i Zhang Ren,〈 Vision-Based Adaptive Guidance Law for Intercepting a Maneuvering Target 〉, [http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/publications/tian\\_etal2010a.pdf](http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/publications/tian_etal2010a.pdf) , P1-20。(2010/06/08)

<sup>17</sup> Burns, Alan Alexander, 〈 Aircraft defense system against manpads with IR/UV seekers 〉, <http://www.patentstorm.us/patents/7523692/description.html>。(2009/04/28)

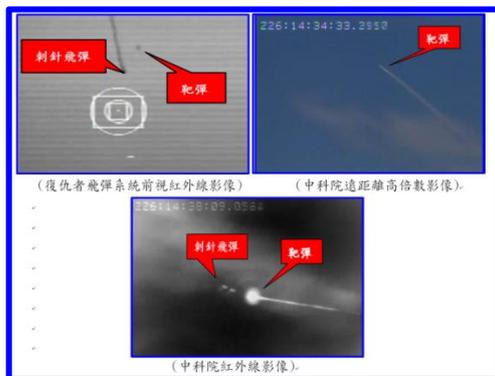
加強，陸軍司令部於民國 101 年 2 月公佈了美軍對刺針飛彈的射效判定增加條文，內容說明刺針飛彈於演訓時，因射擊較小目標，經常發生「接近命中」(near-miss) 情形，屬「戰術截擊」(Tactical-kill)，可將此判定視為命中，而這「接近命中」的距離亦由美方所定義，當飛彈距離目標 2 公尺內之範圍均可視為命中(如圖八)。

目前陸軍復仇者飛彈系統實彈射擊射效判定之鑑定方法計有：復仇者飛彈系統紅外線影像側錄、中科院遠距離高倍數影像側錄、中科院紅外線影像側錄(如圖九)等三種提供靶標全程監視，然藉此科技輔助來判定射擊成果仍有不足，因為這些畫面均只能從射向的角度來「疑判」，各界會因對觀測角度的不同，對戰術截擊的看法各有爭議，並無法成立三度空間的「確判」。若能在靶彈目標上加裝無線傳輸之第一人稱視野之 FPV 攝影機(如圖十)或距離感測器，以數據驗證飛彈與靶彈之間的實際距離，更能增加射效判定的實證與可靠性。另外一提，美軍的射效判定並非以結果論定，比較重視射手的訓練精良與否，只要射手於接戰期間遵行且符合接戰程序所規定之動作，美軍都視為命中。

圖八 戰術截擊距離示意圖



圖九 射效判定影像



圖十 來自FPV攝影機之接近命中畫面



資料來源：圖十一至十三由作者繪製(畫面為作者親自射擊之實彈)

## 結語

陸軍野戰防空部隊於民國 89 年開始注入新血，於 90 年新增復仇者飛彈系統與雙聯裝刺針飛彈系統兩大陣營，自每年開始執行實彈射習演訓以來，陸軍一直秉持著驗證部隊射擊成效與磨練實戰技能的精神來執行每一次的實彈操演，而過程中也不斷地戮力於提升命中率及射擊安全管制作為，經過歷年神弓操演與精準實彈射擊不斷的檢討精進以及參數蒐整，已經將操演模式盡量貼近實戰情況。另外目前所有復仇者飛彈連都配賦「桌上型復仇者飛彈系統訓練模擬器 TTT」(如圖十四)，於平日的駐地訓練即可提供部隊維持射手能量與接戰技能之精進，再結合砲訓部定期的射手複訓與集訓期程，可將部隊射手的接戰職能保持在一定水準之上，對今後的精準實彈射擊更能將成果朝「發發命中」的目標邁進。

圖十四 部隊之桌上型復仇者飛彈系統訓練模擬器TTT



資料來源：作者自攝

## 參考文獻

- 一、韓昌運，〈野戰防空利器-刺針飛彈〉《砲兵季刊》，第 150 期，民國 99 年第 3 季。
- 二、JLAD Jane's Land-Based Air Defence，〈FIM-92 Stinger (United States)〉，[http://janes.mil.tw:80/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JLAD\\_JLAD0030](http://janes.mil.tw:80/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JLAD_JLAD0030)。(2015/03/08)
- 三、JNWS Jane's Naval Weapon Systems，〈FIM-43 Redeye/FIM-92 Stinger (United States)〉，

- [http://janes.mil.tw:80/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JNWS\\_JNWS0188](http://janes.mil.tw:80/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JNWS_JNWS0188)  
m。(2014/09/30)
- 四、 JLAD Jane's Land-Based Air Defence，〈 Avenger AN/TWQ-1 〉，  
[http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JLAD\\_JLAD0127](http://10.22.155.9/intraspex/intraspex.dll?Goto&GID=JLAD_JLAD0127)。  
(2006/05/10)
- 五、 John pike，〈 FIM-92A Stinger Weapons System: RMP & Basic 〉，  
<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/stinger.htm>。(2000/08/09)
- 六、 唐信賢，〈世界先進野戰防空系統構型分析〉《陸軍砲兵季刊》，第 152 期，  
民國 100 年第 1 季。
- 七、 GERALD B O'KEEFE, Range Safety (Headquarters, Department of the Army,  
Washington, DC,2014).  
[http://www.apd.army.mil/pdffiles/p385\\_63.pdf](http://www.apd.army.mil/pdffiles/p385_63.pdf).(2014/04/16)
- 八、 陳信彬，《陸軍復仇者飛彈系統操作手冊(第二版)》，(桃園：陸軍司令部印  
頒，中華民國 99 年 11 月 10 日)。
- 九、 BERNARD W. ROGERS, OPERATOR, ORGANIZATIONAL, DS AND GS  
MAINTENANCE MANUAL FOR BALLISTIC AERIAL TARGET SYSTEM  
(BATS) (Headquarters, Department of the Army, Washington, DC,  
2014/12/22).
- 十、 Alan J. Kuperman，〈 The Stinger Missile and U.S. Intervention in Afghanistan 〉，  
<http://www.militaryphotos.net/forums/archive/index.php/t-79176.html>(2014/07  
/11)
- 十一、 GERALD B O'KEEFE, Range Safety (Headquarters, Department of the Army,  
Washington, DC,2014).  
[http://www.apd.army.mil/pdffiles/p385\\_63.pdf](http://www.apd.army.mil/pdffiles/p385_63.pdf).(2014/04/16)
- 十二、 W.L. Wolfe and G.J Zissis. The Infrared Handbook (USA, revised edition,  
1993).
- 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、NAVMETOCPRODEV DET，〈 Atmospheric Effects on Electro-optics 〉，  
<http://www.fas.org/spp/military/docops/afwa/metsat-U3.htm>(2002/02/10)

十五、Yuan Tian, Yong L, i Zhang Ren，〈 Vision-Based Adaptive Guidance Law for  
Intercepting a Maneuvering Target 〉，  
[http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/publications/tian\\_etal2010a.pdf](http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/publications/tian_etal2010a.pdf)， P1-20。  
(2010/06/08)

十六、Burns, Alan Alexander，〈 Aircraft defense system against manpads with IR/UV  
seekers 〉，<http://www.patentstorm.us/patents/7523692/description.html>。  
(2009/04/28)

### 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教官組野戰防空小組。