

# BATS 靶彈射控系統介紹及運用效益探討

作者：許正一

## 提要

- 一、為有效提升實彈射擊訓練成效，除不斷提升官兵專業本職學能與精進靶場射擊實務外，更要選用適切之射擊靶標（含射控系統），方能符合武器系統性能與射場環境需求，以達到防空部隊戰力驗證與提升訓練成效之目的。
- 二、刺針飛彈靶標種類，可區分為一次性靶機（例如靶彈）與重複性靶機（例如紅火蟻靶機），我國近幾年刺針飛彈實彈射擊靶標受限於靶機自主研發不易、委商製作或招標採購不順等窒礙因素，仍係以 BATS 靶彈為主，為順利完成 BATS 靶彈發射任務，除了射擊場地檢整（含掩體沙包堆疊）等陣地前置整備勤務外，核心的重要工作即是射控系統組裝及火箭推進器火線結合作業，故射控系統係攸關 BATS 靶彈能否順利發射的重要組件，現階段此勤務（含射控系統保管、維護及組裝）均係由海軍教準部戰訓支援隊（前身為海軍靶工隊）所負責，故良好的技術操作人員與射控器材乃攸關實彈射擊靶勤任務成敗之重要因素。
- 三、BATS 靶彈由中科院自立研發及生產，其性質為彈道性飛靶，可供我陸軍野戰防空部隊檣樹、復仇者及雙聯裝刺針飛彈系統實彈射擊或追瞄訓練運用，構成組件有（一）BATS 靶彈本體；（二）火箭推進器；（三）發射架；（四）射控系統。
- 四、新式射控系統組件：（一）發射架點火控制單元；（二）電池模組供電單元；（三）配線轉接盒單元；（四）火工點火輸出單元。
- 五、新式射控系統效益：（一）輕便易攜帶；（二）穩定性；（三）可同步監測火推狀況；（四）精簡操作人力。

關鍵詞：飛彈、靶彈、發射架、射控系統

## 前言

國軍歷年都有規劃刺針飛彈的實彈射擊訓練，近幾年射擊的數量甚至由以往個位數躍升到十位數字的射量，防空部隊每次實彈射擊訓練，從操演先期的縝密計畫、輔導與訓練，與操演中的測裁評鑑，乃至操演後務實的成效檢討，全程端賴防空各級幹部各司其職、相互協調、全力以赴方能達成。為有效提升實彈射擊訓練成效，除不斷提升官兵專業本職學能與精進靶場射擊實務外，更要選用適切之射擊靶標（含射控系統），方能符合武器系統性能與射場環境需求，以達到防空部隊戰力驗證與提升訓練成效之目的。

刺針飛彈靶標種類，可區分為一次性靶機（例如靶彈）與重複性靶機（例

如紅火蟻靶機），而靶機與靶彈依詹氏分法，均屬於靶機範疇，<sup>1</sup>我國近幾年刺針飛彈實彈射擊靶標受限於靶機自主研發不易、委商製作或招標採購不順等窒礙因素，仍係以 BATS 靶彈為主，故筆者針對 BATS 靶彈火箭推進器、射控系統及發射架構型等分析探討。

## BATS 靶彈運用介紹

目前我軍所使用之 BATS 靶彈（含火箭推進器），秉持國防自主理念，由中科院自立研發及生產，其性質為彈道性飛靶，可供我陸軍野戰防空部隊檟樹、復仇者及雙聯裝刺針飛彈系統實彈射擊或追瞄訓練運用。

### 一、BATS 靶彈諸元性能介紹

（一）BATS 靶彈本體長 5.2m、直徑 38cm、空靶重 64kg（圖一），完成火箭推進器安裝後，靶彈重約為 74 至 80kg（MK66 火箭推進器，單具約為 3.2kg，單枚 BATS 靶彈最大量可裝載 5 具火箭推進器）。

（二）推進動力由 2 至 5 具火箭推進器所提供。

（三）BATS 靶彈飛行速度，由於可裝載不同數量之火箭推進器，及調整不同之發射仰角，平均可獲致 275 至 550 節之平均飛行速度。

（四）發射仰角 15 至 50 度。

（五）飛行距離約為 5020 公尺（3 具火箭推進器、發射仰角 50 度）<sup>2</sup>

### 二、BATS 靶彈組件介紹

（一）BATS 靶彈本體：製造材質為鋁合金，係良好之雷達反射體。

（二）火箭推進器：可裝載 2 至 5，產生靶彈飛行動力（如圖二）。

（三）發射架：提供 BATS 靶彈承載及發射之用（如圖三）。

目前實彈射擊 BATS 靶彈發射陣地均位於海邊沙灘為主，為滿足方便操作且無電力供應之因素，因此構型設計上係以輕巧而人力易於操控為主。<sup>3</sup>發射架組由發射導軌、發射架、支撐架、齒輪式拉緊器、導線架等組成。

1.發射導軌：功能為承托 BATS 靶彈，於導軌中間具有導槽，於調整發射仰角時，可固定 BATS 靶彈於導軌上，避免 BATS 靶彈滑落地面，並具有 BATS 靶彈發射離架後之導引功能。

2.發射架：為發射架組之主要結構，為求減輕重量，構型設計係採用鋁合金圓管和 U 型鋁合金材質焊接成結構體。

3.支撐架：位於發射架前面兩端，當 BATS 靶彈調整發射仰角後，可提供發

<sup>1</sup>世界各國靶機發展史，〈環球軍事展望，民國 94 年 1 月〉<http://www.armysky.com/army/zhishitingdi/200501/1209.html>。（下載日期 105 年 8 月 25 日）

<sup>2</sup>TM9-1340-418-14，TECHNICAL MANUAL OPERATOR, ORGANIZATIONAL, DS AND GS MAINTENANCE MANUAL FOR BALLISTIC AERIAL TARGET SYSTEM (BATS)，頁 1-1 至 1-7。

<sup>3</sup>構型設計主要達成兩個主要需求：1.調整發射架水平。2.調整靶彈發射仰角(0°~45°)。

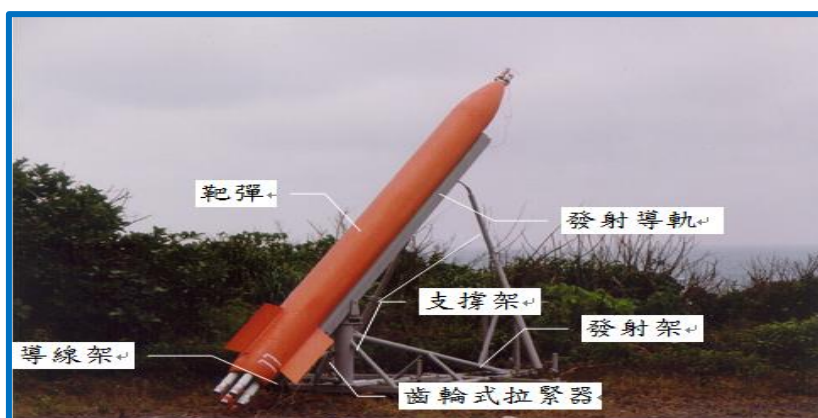
射導軌堅固之支撐力量，以利 BATS 靶彈可以穩定發射。

4.齒輪式拉緊器：位於發射架組後端，採人工手搖方式來調整 BATS 靶彈發射仰角，當發射仰角調整至定位後，結合支撐架之固定螺栓於鎖住位置，以穩定發射導軌避免鬆脫。

5.導線架：位於發射架後端，功能為發射架、BATS 靶彈與射控系統間之點火線路連接介面。

（四）射控系統：12V（50A）直流電瓶兩個、電源纜線、接線板及發射控制板，以閘刀式控制開關，提供火箭推進器或曳光器擊發所需電源。

圖一 BATS 靶彈示意圖



資料來源：作者自行拍攝

圖二 BATS 靶彈火箭推進器外觀圖



資料來源：作者自行拍攝

圖三 BATS 靶彈發射架構造示意圖



資料來源：作者自行拍攝

### 三、BATS 靶彈 MK66 與 D70 火箭推進器差異比較

歷年刺針飛彈系統實彈射擊或追瞄訓練所使用之 MK66 火箭推進器，已逐年運用消耗完畢，自 102 年神弓操演實彈射擊迄 103 - 3 三軍聯合精準彈藥射擊，以開始採用中科院自力研發製造之新式火箭推進器 D70，<sup>4</sup>以下本文就 MK66 與 D70 火箭推進器的性能差異分析比較，探討其對實彈射擊可能造成的影響。

（一）彈重：MK66 所裝載之 BATS 靶彈彈體重量為 74KG，而 D70 所裝載之 BATS 靶彈彈體重量則增加為 84KG；另 MK66 火箭推進器單具重量為 3.2KG，D70 火箭推進器重量則因火藥藥量改變，增加為 7.2KG，故若以單枚 BATS 靶彈配載 3 具火箭推進器計算，現行 BATS 靶彈（配備 D70 火箭推進器）總重量將會增加 22KG（如表一）。

（二）火箭推進器推力：如前述所示，BATS 靶彈總重量（含火箭推進器）大幅增加 22KG，對 BATS 靶彈發射後之飛行初速與滯空時間所造成之影響，依實彈射擊所獲數據顯示，飛行初速因新式 D70 火箭推進器已增加火藥藥量，故推進效果可滿足 BATS 靶彈本體所增加之物理重量，故飛行初速與 MK66 火箭推進器並無太大差異，惟 BATS 靶彈滯空時間則因火箭推進器火藥燃燒完畢後，自最高點呈現慣性自由落體下降時，因物體重量增加因素，將會加速下降效果，相較於 MK66 火箭推進器，BATS 靶彈整體飛行滯空時間約略減少 1 - 2 秒。

表一 BATS 靶彈火箭推進器比較表

| 比較項目 \ 火箭推進器型式                                                                           | MK66 型式 | D70 型式   |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
| BATS 靶彈彈體重量                                                                              | 74 公斤   | 84 公斤    |
| 火箭推進器單具重量                                                                                | 3.2 公斤  | 7.2 公斤   |
| 靶彈配載 3 具火箭推進器                                                                            | 83.6 公斤 | 105.6 公斤 |
| 整體滯空時間                                                                                   | 28±2 秒  | 26±2 秒   |
| 綜合論述：BATS 靶彈的熱源消耗，是隨著時間迅速地遞減，相對的對飛彈而言也就難以鎖定、追擊、甚至命中，故些許差異的 1 - 2 秒成為可否順利命中 BATS 靶彈之關鍵因素。 |         |          |

資料來源：作者整理繪製

### 四、小結

BATS 靶彈為移動快速之彈道飛行目標，BATS 靶彈的推進系統為 D70 火箭推進器（舊式為 MK66），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，BATS 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 BATS 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 BATS 靶彈的

<sup>4</sup> MK66 為舊式雙基火藥藥包，必須配合安定劑使用，然安定劑易受儲存環境、氣候及時間長久而降低穩定效果，故現階段已由中科院製造新型 D70 使用單基火藥藥包，因不須配合安定劑使用，故可提升火藥安全性及儲存條件。

熱源消耗，是隨著時間迅速地遞減，相對的對飛彈而言也就難以鎖定、追擊、甚至命中，故些許差異的 1 - 2 秒就成為可否順利命中 BATS 靶彈之關鍵因素。

## 射控系統功能介紹

為順利完成 BATS 靶彈發射任務，除了射擊場地檢整（含掩體沙包堆疊）、帳篷架設、通信線路佈置及發射架放列等陣地整備勤務外，核心的重要工作即是射控系統組裝及火箭推進器火線結合作業，故射控系統係攸關 BATS 靶彈能否順利發射的重要組件，現階段此勤務（含射控系統保管、維護及組裝）均係由海軍教準部戰訓支援隊（前身為海軍靶工隊）所負責，筆者以下就海軍戰訓支援隊所使用之射控系統與中科院研製的新型射控系統予以介紹。

### 一、舊式射控系統

靶彈擊發電源係採用一般商規汽車電瓶（DC 24V），由電源纜線連接發射控制板（圖四）及接線板（圖五），以閘刀開關分別控制電瓶電源輸出、輸入及熱焰彈點火。射擊前整備工作需確認電瓶電源輸出（ $23\pm 1V$ ）、電源纜線導通良好、接線板阻值及閘刀開關保險絲作用是否正常，確認完畢後，再由各個操作手分工完成整備作業（表二），<sup>5</sup>以利配合操演指揮部射管程序待命發射；以上各個操作節點均由各員分層負責，缺點為無法透過電子設備全般自側或檢視（如燈號判讀功能），需透過人工逐一驗證，較易因人員素質、或疏忽而發生危安事件，且靶勤工作整備上也較耗時。

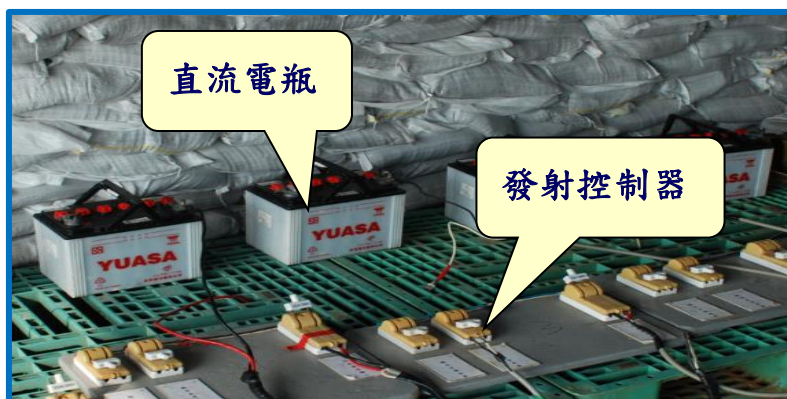
表二 BATS 靶彈射控系統各員操作手任務職掌

| 職務           | 任務內容                               |
|--------------|------------------------------------|
| 組長           | 熟悉靶勤作業流程及規定並配合操演單位評估風險後下達各項命令。     |
| 副組長          | 熟悉靶勤作業流程及規定並協助組長貫徹執行各項下達之命令。       |
| 發射架操作手       | 熟悉並操作 BATS 靶發射架俯仰動作及固定發射架於飛行甲板上。   |
| 推進器裝填手       | 熟悉火工品之特性並組裝固定推進器於 BATS 靶彈後方卡榫。     |
| 靶彈搬運手        | 熟悉靶彈諸元並搬運 BATS 靶彈由工作架上移至發射架上固定。    |
| 射控系統架設（含量測）手 | 熟悉電工原理並架設 BATS 靶射控系統和進行系統測試。       |
| 電瓶維護手        | 熟悉電工原理、電瓶使用及維護要領並協助執行電瓶充電作業。       |
| 觀測手          | 回報靶彈由發射前至發射離架後被命中、落海或靶彈故障未離架。      |
| 計時手          | 計時靶彈由發射前至發射離架後被命中、落海或靶彈故障未離架。      |
| 記錄手          | 記錄靶彈由發射前至發射離架後被命中、落海或靶彈故障未離架。      |
| 發射手          | 熟悉並執行靶彈發射前倒數 2 分鐘至靶彈發射後之各項操作及處置作為。 |
| 火線組裝手        | 熟悉電工原理並執行推進器後方線路與射控系統連接或脫離之作業。     |

資料來源：作者整理繪製

<sup>5</sup> 射擊陣地現地整備作業之前，另須先於中科院火工作業廠(300 及 600 區)，完成靶彈本體(含尾翼)組裝，以及配合院方技術代表完成火箭推進器提領與檢整作業。

圖四 BATS 靶彈發射控制器及直流電瓶示意圖



資料來源：作者自行拍攝

圖五 BATS 靶彈發射接線板示意圖



資料來源：作者自行拍攝

## 二、新式射控系統

BATS 靶彈射控系統，原有之點火方式係採用汽車電瓶（DC 24V）以閘刀開關直接點火，每次只能點火一枚靶彈火箭推進器，中科院為配合射場天候環境變化與軍種飽和攻擊需求，變更射控系統設計，除以飛彈之儲能式點火電路設計外，並以模組化射控點火方式，以同時執行一至五枚 BATS 靶彈火箭推進器及火箭彈點火控制，不僅可有效發揮射擊效率，更增加射控裝備自測功能，降低危安因素肇生機率，提升裝備可靠度。其系統功能方塊圖（圖六）及各模組功能敘述如后。

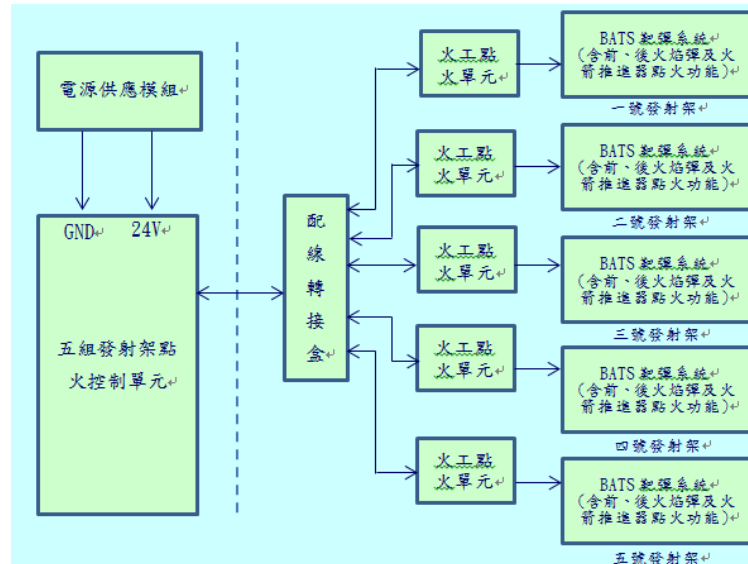
（一）發射架點火控制單元（如圖七）：具備五組獨立之發射架點火開關、充電顯示燈、電池弱電顯示燈、緊急斷電開關及電壓轉換器（市電 AC 110V 轉 DC 24V），並可依射擊環境彈性選擇輸入電源。

（二）電池模組供電單元（如圖八）：利用二個 DC12V 通用商規電瓶串連成 DC24V，作為射控系統電源及點火電路之能量。

（三）配線轉接盒單元（如圖九）：將射控單元電纜線組分配成五組發射架控制線組。

(四) 火工點火輸出單元(如圖十): 具備電路自測 (Build In Test; BIT)、點火能量輸出及殘電量測等功能。經由輸出接頭切換可執行點火系統自測及點火輸出, 在進行火工作業前, 亦可透過殘電量測點確認電路有無殘電, 避免因殘電而肇生火箭推進器誤擊危安事件。

圖六 BATS 靶彈射控系統功能方塊圖示意圖



資料來源：作者整理繪製

圖七發射架點火控制單元示意圖



圖九 配線轉接盒單元

圖八 電池模組供電單元示意圖



圖十 火工點火輸出單元



資料來源：圖七至圖十為作者自行拍攝

## 新舊式射控系統效益探討及發射架研改建議

### 一、射控系統效益探討

目前陸軍無 BATS 靶彈系統技術能量與相關人員編制，歷年的實彈射擊任務，<sup>6</sup>均係委由海軍教準部戰訓支援隊支援相關勤務，為提升射擊管制程序制定彈性度<sup>7</sup>與實彈射擊任務順遂，陸軍已規劃派員至海軍教準部戰訓支援隊受訓，以獲得技術能量與合格簽證，若未來能於本軍建立自主靶勤能量，並且採購新式 BATS 射控系統，可有輕便易攜帶、穩定性高、同步監測功能、精簡操作人力及提升整備效率等效益，分述如后。

（一）輕便易攜帶：新式 BATS 靶彈射控系統，係採用模組化設計原理，簡化海軍戰訓支援隊現行較為複雜組裝方式與配件，將相關所需組件予以整合（含線、電瓶及發射控制器等），除可利於操作人員使用及攜帶（圖十一），至發射陣地組裝測試時，並可降低各員操作手工作負荷及肇生危安機率。

圖十一 空中彈道靶彈射控系統



資料來源：作者自行拍攝

（二）穩定性：新式 BATS 靶彈射控系統，控制模組操作界面簡化，具備燈號警示判斷功能，操作者可輕易判斷操作過程中異常徵候，另操作程序簡化單純且故障率低，同時系統內具備自我測試功能（BIT），可於射擊前先期實施裝備自測，確保裝備妥善率，降低突發故障狀況產生。

（三）可同步監測火箭推進器品質：BATS 靶彈能否順利發射且達到預期的射程（高），其影響的關鍵因素之一，乃係火箭推進器之良窳。在操演整備階段

<sup>6</sup>含早年陸軍主辦之神弓操演，以及未來的漢光操演及三軍聯合精準實彈射擊等任務。

<sup>7</sup>因實彈射擊須配合空域管制時間與天候環境狀況方可擬定射擊管制程序表，由操演指揮部各個參演單位依操演計畫及時間節點，協力配合完成，惟上述因素卻常因不確定之外來因素而產生窒礙，例如漁民闖入射擊海域、天氣向陽或雲層過低、過厚等因素，均會延宕射擊管制程序進行，此時海軍教準部戰訓支援隊囿於海軍海上其他支援勤務，常無法配合本軍彈性調整實彈射擊日期與時序，以致操演指揮部射擊管制程序應變調整較為僵化，不利任務遂行。

期間，中科院技術代表會先期將火箭推進器予以檢整，確保其品質及妥善率後，撥交操演指揮部庫儲及使用，若庫儲期間有藥包受潮、線路氧化或導通不良等意外突發狀況，則非常有可能於發射時肇生遲發、不發火及射程效率不佳等情形，<sup>8</sup>干擾射管程序進行及影響操演任務遂行。為降低前述狀況肇生率，新型射控系統於火工點火輸出單元模組中設計了測試接點，可供操演部隊於發射陣地安裝火箭推進器時，再次測試檢查火箭推進器良窳，杜絕 BATS 靶彈遲發、不發火及射程效率不佳等狀況，期使操演任務順利遂行。

（四）精簡操作人力：BATS 靶勤任務人員編組及職掌可區分安全管控組、發射架組、靶彈搬運組及射控組等編組，編組成員計有組長、副組長、發射架操作手、推進器裝填手、靶彈搬運手、射控系統架設（含量測）手、電瓶維護手、觀測手、計時手、紀錄手、發射手及火線組裝手等 12 員操作手。歷年實彈射擊操演靶勤整備勤務，BATS 靶彈發射架整備架數基本量均為五架，於 103 年起為因應射擊量增加、天候狀況變化及靈活運用射擊管制程序等因素，甚至增加 BATS 靶彈發射架至六架，若以射控組為探討因子，BATS 靶彈發射架一架次需編組操作手 2 員，若整備 6 架次，則需 12 員操作手，惟若以新式 BATS 靶彈射控系統整備，僅需 7 員操作，可精簡 5 人次人力負荷。

## 二、發射架研改建議

鑑於科技發展日新月異與未來戰爭型態改變，世界各先進國家與我國國防人力運用趨勢，莫不係朝向適量、質精方向轉型，顛覆大量運用人力之傳統思維，基於此轉型趨勢，BATS 靶彈發射架若研改為電力控制與驅動，<sup>9</sup>不僅可減少勞動人力派遣，並可縮短靶勤整備所需時間，以利因應射場天候變化及彈性調整射擊管制程序，配合爭取最佳射擊時機。<sup>10</sup>

（一）發射架構型設計種類，具有手動、電動及油壓啟動等三類構型，各類構型介紹如后。

1.手動驅動構型：現行 BATS 靶彈發射架發射方位角及俯仰角均為固定機械轉動構型，須以人員徒手轉動棘輪把手（圖十二），藉由齒輪帶動俯仰調整器升

<sup>8</sup>靶彈為移動快速之彈道飛行目標，靶彈的推進系統為 D70 火箭推進器(舊式為 MK66)，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。歷年刺針飛彈實彈射擊，以安裝 3 管火箭推進器為主，射程、射高與滯空時間(約略為 28 秒)均可滿足武器系統訓練需求。

<sup>9</sup>近幾年實彈射擊操演，BATS 靶彈發射架整備待命發射多為 5 架次，甚至於 104 年增加至 6 架次，每一發射架均需 1 名發射架俯仰啟動器操作手，待火線手接妥火箭推進器火線，由安全軍官與中科院技術代表共同確後無誤後，始由俯仰啟動器操作手依操演指揮部命令，轉動俯仰啟動器之至所須發射仰度(歷年經驗多為 38 度~42 度區間)，此過程約略須 3~5 分鐘。

<sup>10</sup>天候影響射擊危安的主要來源為日光，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，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、射擊時序都應妥慎規劃，避免朝向日光與雲層等，避免影響訓練成效與射擊命中率，因為實彈射擊畢竟僅是仿真訓練與驗證(以靶彈仿真實體飛機)，靶彈所散發出的紅外線能量與實體飛機畢竟仍有相當程度之落差。

降所需仰角，待升降至所需仰角之後，再由安全軍官使用量角規量測是否滿足、有無誤差(圖十三)，因操作全程均為人力徒手操作，故所需整備時間較為耗時。

2.電力驅動構型：復仇者飛彈系統發射架及火蟻三型靶機發射架(圖十四)，均係採電力調整發射架所需發射角，<sup>11</sup>藉由系統電瓶電力帶動相關方位及俯仰驅動總成(圖十五)，調整發射架所需方位角及俯仰角，因不須操作手徒手調整，故整備時間相對較短，優點為可即時因應射場變化、迅速配合調整射擊角度。

3.液壓驅動構型：天弓飛彈武器系統機動發射架藉由液壓動力源組(圖十六)、電動馬達及液壓泵等液壓動力機構產生液壓動力，以提供機動發射架系統操作與控制之所需動力源，系統油箱容量 33 加侖，使用 MIL-H-5606E 液壓油，潤滑性及防鏽性佳，啟動後壓力可達正常 2300±150PSI，以滿足發射架射向調整所需動力來源。

圖十二 BATS 靶彈發射架手動調整示意圖



圖十三 量角規示意圖



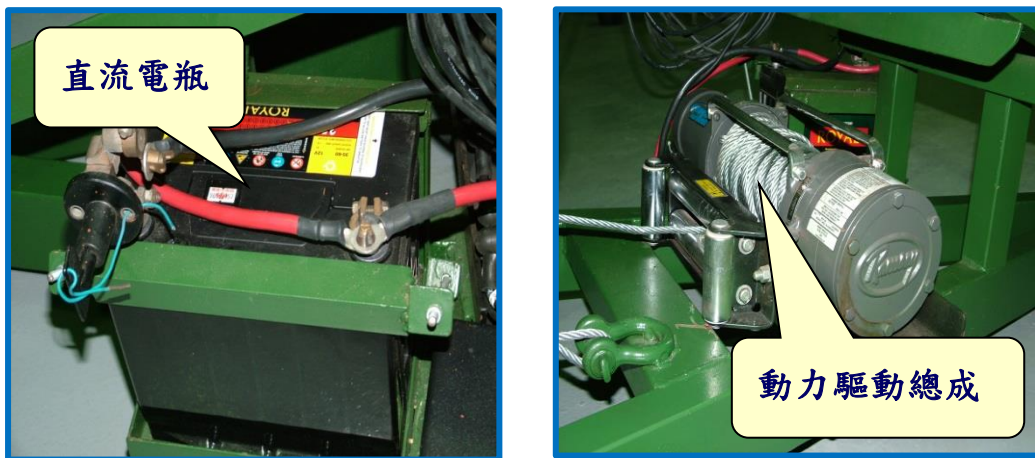
資料來源：圖十二及圖十三為作者自行拍攝

<sup>11</sup>復仇者飛彈系統發射架藉由系統 28V 電源、方位及俯仰驅動總成，可調整方位 360 度及俯仰-10 至+68 度，一般狀態速率可達每秒 60 度，備便狀態可達每秒 30 度，並將調整角度顯示於控制顯示終端機面板上。

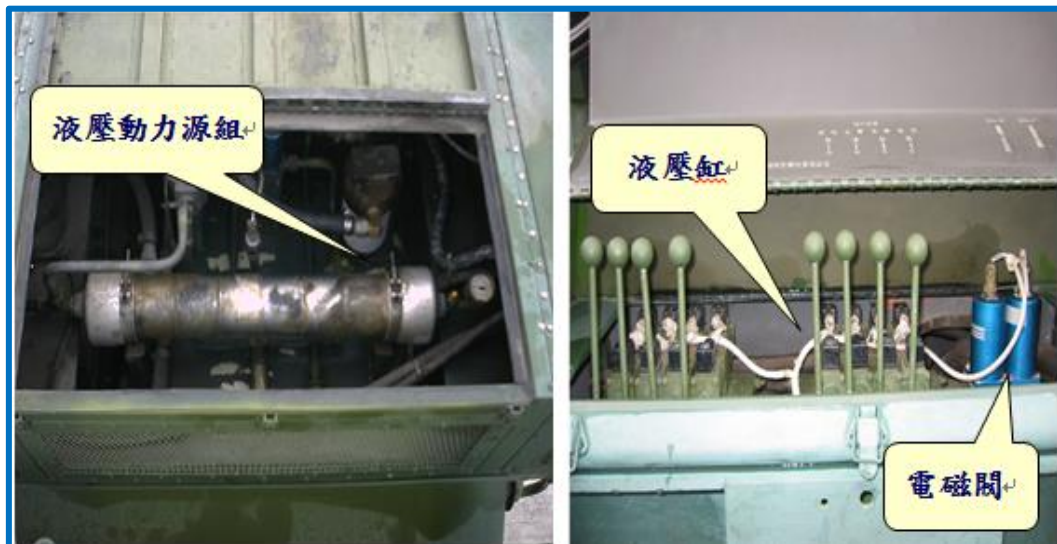
圖十四 火蟻靶機發射架示意圖



圖十五 火蟻靶機發射架電力驅動結構示意圖



圖十六 天弓飛彈武器系統機動發射架液壓動力源組示意圖



資料來源：圖十四至圖十六為作者自行拍攝

(二) 小結：綜上所述，手動、電動及液壓等三類驅動構型，以電動較為適切及符合整備需求，其構型設計與造價均相對便宜且簡單，具備質量輕、易維保、機動力較高、啟動快速、仰度精準及操作人力節省等優點，較符合野戰防空 BATS 靶彈發射架運用需求（效益比較如表三所示）。

表三 BATS 靶彈發射架構型精進效益比較表

| 發射架構型                               | 手動驅動構型               | 液壓驅動構型               | 電力驅動構型               |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 分析因子                                |                      |                      |                      |
| 成本（便宜、構造簡單）                         | 佳<br>構造簡單、成本較低       | 差<br>構造複雜、成本較高       | 佳<br>構造簡單、成本較低       |
| 材質輕量、機動效率佳                          | 差<br>材質簡單但機動率差       | 差<br>材質複雜但機動率佳       | 佳<br>材質較簡單且機動率佳      |
| 構型簡單、易維保                            | 佳<br>構型簡單且較易維保       | 差<br>構型複雜且不易維保       | 佳<br>構型簡單且較易維保       |
| 啟動快速、仰度精準                           | 差<br>人工操作、機動速度慢、精準度差 | 佳<br>液壓操作、機動速度快、精準度佳 | 佳<br>電力操作、機動速度快、精準度佳 |
| 操作人力少節約人力                           | 差<br>操作人力較多、整備時間較費時  | 佳<br>操作人力較少、整備時間較迅速  | 佳<br>操作人力較少、整備時間較迅速  |
| 綜合論述：以電力驅動構型較符合成本經濟效益及野戰防空靶勤任務整備需求。 |                      |                      |                      |

資料來源：作者自行整理

## 結語

無論就靶標飛行高度、速度、滯空時間、飛行距離、雲高限制、射手接戰心理、裝備性能與風險等因素分析，刺針飛彈系統射擊靶標選擇應以靶機為最佳選擇，靶機飛行高度彈性大，滯空時間與飛行距離均較靶彈與照明彈長，就訓練效益而言，靶機較符合刺針飛彈實彈射擊需求。惟受限於靶機自主研發不易且採購造價高，故現況仍以 BATS 靶彈為主。

由歷次實彈射擊訓練與驗證過程中，可發現良好的射手訓練是攸關射擊成敗之關鍵，質優且性能卓越的靶標，更是靶場實彈射擊中不可或缺之要件。為能提升射手射擊技巧和增加模擬實戰經驗，靶標的型式、功能及整備效率就佔有舉足輕重的地位。古有云：「工欲善其事、必先利其器」，為有效提升防空部隊實彈射擊訓練成效，除人員必須落實且嚴格的訓練外，武器系統（含飛彈與射擊靶標）與射場環境亦須同步滿足射擊需求，始能相輔相成、相得益彰，達成最佳訓練成效與命中率。除此若能建立軍種自主靶標勤務整備能量（含技術人員、靶彈發射架、射控器材與相關附屬機工具），不僅可逐步累積操作經驗及落實經驗傳承，更能配合天候狀況及裝備臨時故障等狀況，彈性調整、靈活射擊管制時序，以利實彈射擊操演任務順利遂行。

## 參考資料

- 一、許正一，〈野戰防空射擊靶標選擇之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 156 期，民國 101 年 3 月。
- 二、李偉鍵，〈從實彈射擊看野戰防空部隊靶機需求〉《砲兵季刊》（臺南），第 149 期，民國 99 年 5 月。
- 三、韓昌運，〈野戰防空利器－刺針飛彈〉《砲兵季刊》（臺南），第 152 期，民國 99 年 9 月。

- 四、《Janes Land – Based Air Defence 2005 – 2006》。
- 五、《天弓武器系統操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 82 年 9 月）。
- 六、《天弓武器系統垂直架操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 92 年 9 月）。
- 七、《天弓武器系統機動架操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 92 年 9 月）。
- 八、《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，99 年 11 月）。
- 九、《雙聯裝刺針飛彈操作手冊》，（桃園：國防部陸軍司令部，96 年 6 月）。
- 十、《陸軍彈藥手冊（上冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 91 年 9 月）。
- 十一、TM9 – 1340 – 418 – 14，TM9 – 1340 – 418 – 14，TECHNICAL MANUAL OPERATOR, ORGANIZATIONAL, DS AND GS MAINTENANCE MANUAL FOR BALLISTIC AERIAL TARGET SYSTEM（BATS）（BATS 靶彈系統操作手冊），民國 78 年 9 月。

### 作者簡介

許正一少校，中正理工學院 87 年班，航校國軍電子戰參謀軍官正規班 96 年班，國防管理學院法研所碩士 95 年班，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部防空教官組。