

提升拖式飛彈實彈射擊精準度— 論「天馬操演」飛彈未命中原因研析



作者簡介：

吳承歡上尉，志願役預官 89 年班，陸軍步兵學校正規班 343 期，現任職步校兵器組教官

提要

- 一、反裝甲導引飛彈為遂行反裝甲作戰之最佳利器，但考量其彈藥價格及戰備儲存等因素，使反裝甲部隊平日要實施實彈射擊較不易，故射擊訓練時，只能以射擊模擬器施訓，致使射手實彈射擊經驗不足，射擊訓練成效有限。
- 二、拖式飛彈及標槍飛彈為本軍地面部隊配賦之主要反裝甲飛彈，由於是高精密及高單價之裝備，故每年於天馬操演實施實彈射擊，以保持部隊戰力；惟考量戰備存量，因此，年度僅能射擊少量之彈藥，以驗證反裝甲部隊之平日訓練成效。
- 三、反裝甲部於民國 91 年移轉至步校後，迄今已執行十餘次「天馬操演」任務，射擊飛彈已近 700 枚，其中未命中之彈藥發數極少，射擊成效良好，然考量拖式飛彈屬高價彈藥，故如何達到彈無虛發，是值得探討的一環。

壹、前言

自西元 1916 年開始，世界上第一輛戰車出現後，就憑恃其優異的火力、機動力及防護力，在戰場上不斷地開創出許多輝煌的戰史。隨著時代的演進及科技的進步，戰甲車輛在性能上亦不斷地提升，然為克制此等戰場上的怪物，反裝甲武器亦應運而生，且形成了矛與盾間無止盡的對抗。

我國在建軍備戰的過程中，亦深感反裝甲戰力的重要性，故於民國 67 年向美軍購獲基本型拖式飛彈發射系統及基本型飛彈（第二代反裝甲導引飛彈），編配於全軍的反裝甲部隊，藉此大幅提昇我軍之反裝甲作戰能力；民國 87 年再次向美軍購得第二型拖式飛彈發射系統及 2A 型飛彈，使我軍反裝甲能力再次向上提升；而 95 年標槍飛彈（第三代反裝甲導引飛彈）的獲得（圖一），更是將我軍反裝甲戰力，推置另一高峰。然衡量戰備需求及裝備、彈藥價值性，同時又兼顧部隊嚴格訓練的前提下，故反裝甲部隊即於每年採天馬操演模式，實施實彈射擊，以驗證其戰力。



圖一 天馬操演－標槍飛彈實彈射擊
資料來源：天馬 99-1 紀實小組提供

然因基本型拖式飛彈獲得時間已久，即將面臨屆壽之期，在考量武器裝備及彈藥獲得不易，且人員訓練亦不可鬆懈之前提下，故於民國 99 年之天馬操演中，開放拖式基本型飛彈射擊，可大幅增加反裝甲部隊實彈射擊經驗。但無論是多精良之武器裝備，在儲存年限不斷增加的情形下，其內部元件均會產生性能衰退現象，必然會有偶而發生射擊失效之可能性，故筆者藉由研析失效飛彈可能成因及各種人為因素

實施研析，以提昇部隊訓練成效及射擊安全，達到精實反裝甲戰力之要求。

貳、天馬操演緣起：

「天馬操演」源於民國 66 年至 69 年間，在本軍獨立旅及陸戰旅之反裝甲連編成後，為驗證部隊訓練成效，於民國 69 年實施「天馬一號操演」，採拖式飛彈實彈射擊方式實施。迄 76 年間，因沙烏地阿拉伯射擊拖式基本型飛彈，發生筒身破裂滲火傷及射手事件，司令部為確保部隊訓練安全，遂停止「天馬操演」相關射擊訓練。後經原廠技師針對彈藥實施檢整，至民國 78 年始恢復「天馬八號操演」，同時依原廠所發之技令，於實彈射擊時，在彈藥筒身後端加裝防爆毯以維射擊安全。

民國 85 及 86 年，為驗證反裝甲部隊戰力，「天馬操演」改採測考方式實施；民國 91 年反裝甲兵監權責移轉步校後，為持續部隊訓練以維戰力，復實施「天馬操演」拖式飛彈實彈射擊（圖二），並將其序號改以年份命名，至今已執行十餘次操演任務，共計射擊約 681 枚拖式飛彈，無論靜態、動態射擊，在扣除飛彈彈體故障數量外，其平均命中率高達 98 %，本軍射擊訓練成效良好。



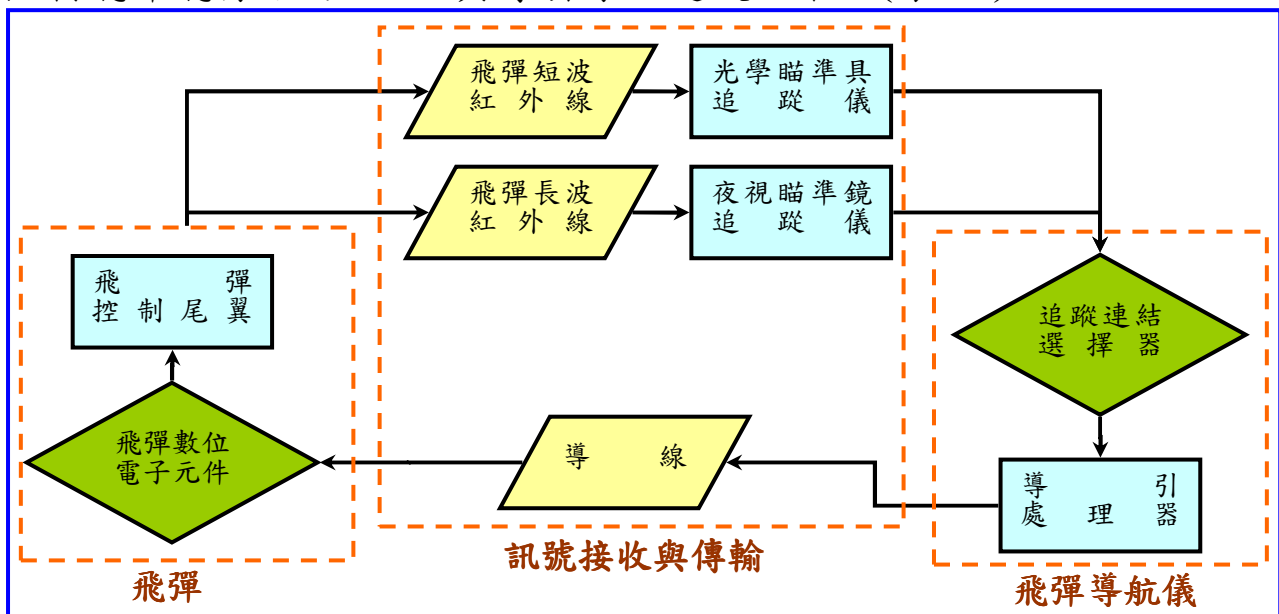
圖二 天馬操演—拖式飛彈實彈射擊
資料來源：天馬 99-1 紀實小組提供

參、拖式飛彈簡介：

西元 1962 年，美國休斯公司（Hughes）藉由先進的光電科技，

針對第一代反裝甲導引飛彈^(註 01)進行研改，發展出名為管式發射（Tube-launched）、光學追蹤（Optically-tracked）、有線導引（Wire-guided）之半自動導引飛彈系統^(註 02)，簡稱拖式（TOW）發射系統。

此種導引方式，使射手於射擊全程中，僅需將瞄準鏡內之十字絲對準目標中央，直至飛彈命中目標即可。而瞄準鏡則會自行接收飛彈尾端所發出之紅外線訊號，並傳至飛彈導航儀內，而飛彈導航儀亦會藉由瞄準十字絲中心及飛彈訊號位置，計算出夾角偏差量，再將其偏差量轉換為飛彈修正訊號，同時透過二條極細導線傳至飛彈中，藉此控制飛彈飛行方向^(註 03)。其導引原理述敘如下：（表一）



表一 拖式飛彈導引流程圖

資料來源：筆者自行繪製

一、飛彈脫離發射管：

(一)當發射馬達將飛彈推離發射管後，原折收彈體內之彈翼會自行展開並固定（圖三），同時亦會將飛行馬達推進器延遲開關打開。

(註 01) 第一代導引系統為手動導引，其導引方式乃射手運用目視瞄準具觀測目標及飛彈之夾差，再利用飛彈控制器來手動修正飛彈飛行方向，最後透過導線將訊號傳至飛彈以行控制。

(註 02) 半自動導引即為第二代導引系統，其導引方式是將控制系統改成測角儀及計算機，藉由觀瞄系統接收飛彈所發出之訊號，將所算得之結果利用導乃傳至飛彈以行控制。

(註 03) 飛彈導航儀為拖式飛彈之計算單元，負責計算瞄準系統所接收之訊號，再將運算之結果轉換為飛彈修正訊號，以代替人工操控。



圖三 控制翼自動展開

資料來源：天馬 99-1 紀實小組提供

(二)飛彈後方之氙氣發射燈開始啟動，並會釋放短波紅外線。

(三)彈藥導線儲藏室中之導線，開始受彈體飛離發射架而逐漸被拉出。

二、飛彈飛離筒口約 7.7 公尺（約 0.155 秒）：

待延遲開關作用完成後，飛行馬達即會點燃，並賦予飛彈飛行動力，射程最遠可達 3750 公尺^(註04)。

三、飛行馬達啟動：(圖五)

待飛行馬達啟動後，推力會持續上昇，此時安全備炸開關會在飛彈達至 19G^(註05) 動力時啟動，使彈頭完成備炸狀態，而此時光學瞄準具追蹤儀亦會開始接收氙氣發射燈所釋放之短波紅外線信號；夜視瞄準鏡亦開始接收飛彈尾端熱源發射燈所釋放之長波紅外線信號。



圖四 飛行馬達啟動

資料來源：天馬 99-1 紀實小組提供

(註04) 拖式飛彈之飛行馬達僅在 309 至 312 公尺內提供飛彈推力，爾後皆為飛行之慣性力量，故拖式飛彈最大速度 311 公尺/秒亦是在此距離產生，餘後速度會逐漸遞減。

(註05) G 力為 Gravity force (重力)，是指物體在高速移動時所承受力量的單位。而當物體前進時的速度與受地心引力的吸引力量平衡時，則為 1G，然一般人體所能承受的最大 G 力僅為 +9~-3G。

四、接收、處理及傳送訊號：(圖五)

飛彈導航儀將光學瞄準具追蹤儀及夜視瞄準鏡追蹤器所接收之信號，經由追蹤連結選擇器分析^(註06)，並選擇適當的導航訊號，傳入導引處理器予以計算，再將求得的瞄準線與飛彈偏差量予以修正，而修正後之導引信號，會由方向機電纜經兩條導線送至飛彈內，使控制尾翼校正飛彈飛行路徑，直至飛彈命中目標為止。



圖五 彈尾紅外線訊號連續圖

資料來源：天馬 99-1 紀實小組提供

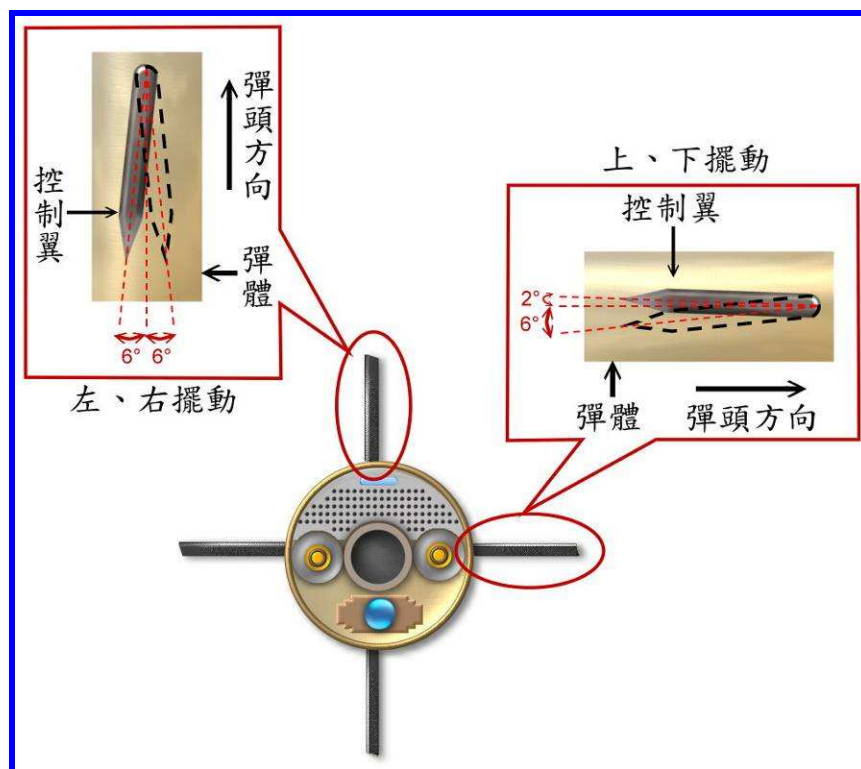
五、控制翼控制方向^(註07)：

- (一)控制翼是由上、下及左、右對稱的翼面所組成，其修正方式並非如飛機機翼般，能以微小的修正量來穩定飛行及改變航向，而是藉快速地上、下及左、右擺動來控制飛行，此種模式稱Bang-Bang控制系統^(註08)（其動力是利用彈體內之氮氣瓶來產生驅動）。
- (二)控制翼停留在其中一方的時間長短會決定飛彈之飛行方向，若控制翼於左側停留時間較長，則飛彈向右飛行；向下時間較長，則飛彈向上飛行。
- (三)因控制翼會不斷擺動，故射手透過瞄準具會看見飛彈不斷採擺盪方式修正飛行（此種飛行控制方式，若遇飛彈控制系統產生故障時，控制翼則會停留於上或下及左或右其中任一方，使飛彈產生航向偏離情形）。（圖六）

^(註06) 雷神公司原文資料、拖2系統概述、2000年7月(已解密)、第10頁

^(註07) TM9-1425-450-34-2、88年6月20日、第2-57頁、陸軍司令部

^(註08) 雷神公司原文資料、拖2系統概述、2000年7月(已解密)、第41頁



圖六 控制翼擺動角度

資料來源：自行繪製

肆、歷年天馬操演射擊成效：

國軍「天馬操演」為反裝甲部隊年度實彈射擊重要演訓課目，操演單位除本軍反裝甲部隊外，尚有海軍陸戰隊反裝甲連，其目的除驗證反裝甲部隊平日駐地訓練成效與裝備妥善外，更藉由實彈射擊強化射手射擊技能，以建立堅強之反裝甲戰力，迄今已完訓逾 1300 名合格射手，99 年起更結合戰術想定，採實人、實裝、實彈之動態射擊訓練，有別於以往靜態射擊，有效驗證部隊實際反裝甲作戰能力，且十餘次操演任務，其相關射擊成效如表二：

表二 射擊成效一覽表

歷屆天馬實彈射擊成效一覽表						
時間	操演編號	型式	發數	命中數	命中率	未命中原因
91.03.18	天馬 91-1	基本型	38	36	97.3%	1 發故障 1 發未命中
91.08.20	天馬 91-2	基本型	14	12	92.3%	1 發故障 1 發未命中
92.07.11	天馬 92	基本型	10	10	100%	

93.08.04	天馬 93	基本型	日 11 夜 5	日 10 夜 4	93.3%	1 發故障 1 發未命中
94.09.08	天馬 94	2A 型	5	2	100%	3 發故障
94.10.15	海陸天馬 94	基本型	20	20	100%	
95.09.18	海陸天馬 95	基本型	9	8	100%	1 發故障
96.10.16-17	海陸天馬 96	基本型	40	38	100%	2 發故障
97.07.07-08	海陸天馬 97-1	基本型	43	35	100%	8 發故障
97.10.16	天馬 97	2A 型	19	16	100%	3 發故障
97.12.15	海陸天馬 97-2	基本型	22	19	90.5%	1 發故障 2 發未命中
98.07.22-23	海陸天馬 98	基本型	48	44	95.8%	2 發故障 2 發未命中
99.04.21-22	天馬 99-1	2A 型	61	57	96.6%	2 發故障
		基本型	15	14	100%	1 發故障
99.05.26-27	天馬 99-2	基本型	88	77	98.7%	10 發故障 1 發未命中
99.10.25-26	天馬 99-3	基本型	125	115	92%	10 發故障
99.12.14-15	天馬 99-4	基本型	108	94	95.9%	10 發故障 4 發未命中
備考	1. 射擊總數量：681 枚。 2. 故障數：56 枚。 3. 未命中數：12 枚。 4. 扣除故障數：625 枚。 5. 命中率：98%。					

資料來源：筆者自行整理

伍、失效彈藥成因分析及影響：

天馬操演執行至今，共射擊拖式飛彈計有約 700 餘枚，其中未命中彈數約為 70 枚，在未命中彈藥中，扣除確定為射手臨場緊張，造成修正幅度過大，致使未命中之 12 枚外，約有 50 餘枚判定為失效彈藥，故歷屆天馬操演射擊至今，平均射擊命中率達 98%，可靠度亦有 92%，其失效彈藥統計如表三。

表三 失效彈藥狀況統計表

歷屆天馬操演實彈射擊失效彈藥統計表			
項次	故障狀況	數量	故障率
一	斷線	8	14.2%
二	飛行控制系統異常	27	48.2%
三	早炸	3	5.4%
四	飛行馬達作用延遲或失效	12	21.4%
五	發射馬達失效	3	5.4%
六	未爆彈	3	5.4%
總計		56	
備考	總故障率：8%。		

資料來源：筆者自行整理

失效彈肇生原因概區分斷線、飛行控制系統異常、早炸、飛行馬達作用延遲、發射馬達失效及天候環境影響等因素，其肇生原因，筆者就教學經驗、與原廠技師技術研討及射擊影帶回顧研判，故障原因及影響，研析如次：

一、斷線：

(一)原因：

1. 彈藥因儲放時間過長造成導線變質，產生拉力不足之情形，而使飛彈筒出口後因飛行馬達瞬間速度提升後，造成導線斷裂現象。
2. 彈藥導線儲藏室有瑕疵，造成在射擊時導線釋放不順暢之卡線，使飛彈瞬間加速造成扯斷現象。
3. 彈藥出筒口後，可能因導線釋放狀況不正常，或受強風、樹梢之影響，而造成導線被飛彈發射馬達或飛行馬達火焰燒斷之現象。
4. 發射筒筒口內部品質不佳，產生過大之毛邊，造成會導線之拉力產生剪力效應而失效。

(二)影響：

導線斷裂後會造成飛彈失控，導致飛行路徑改變，且易受瞬間陣風影響，使飛彈溢出訓場，嚴重影響射擊安全及作戰效益。

二、飛行控制系統異常：

(一)原因：

1. 飛彈內部數位電子元件(飛行控制單元)失效，無法接收飛導儀操控指令。
2. 控制翼卡死或制動系統作用異常，飛彈射出筒口後，即偏離瞄準十字線(射向)。
3. 飛彈導線異常，致飛彈導航儀指令無法正常傳輸，使飛彈無法依瞄準線修正。
4. 控制系統之氮氣瓶壓力不足，無法促動控制翼正常作用。

(二)影響：同斷線。

三、早炸：(目前僅有 2A 型飛彈發生)

(一)原因：

1. 可能為飛行馬達火弓杯瑕疵，導致啟動時因受力不平均，造成飛行馬達爆炸現象。
2. 飛彈於飛行馬達啟動後，彈頭部保險備炸裝置作用不正常，立即引爆主裝藥，研判保險裝置有瑕疵或提早作動，造成彈頭部爆炸現象。

(二)影響：

拖式飛彈不論基本型、2A型均有安全備炸裝置，於飛彈離架35~65公尺後作動，然零星彈藥早炸所產生之破片、爆音造成射手心理壓力增加，影響射擊精準度。

四、飛行馬達作用延遲或失效：

(一)原因：

1. 飛彈飛行馬達點火裝置或啟動開關作用異常，導致無法正常啟動飛行馬達，形成近彈。
2. 可能因飛行馬達M7拋射藥老化、變質或受潮，無法迅速燃燒所致，形成跳彈。

(二)影響：

1. 飛行馬達失效(未啟動)，彈藥會依慣性於陣地前緣，產生未爆彈。
2. 飛行馬達延遲點火，導致飛彈未於正常軌跡上飛行，造成發射系統無法接收彈尾訊號而失控；甚至撞擊地面後，改變飛行方向，使其飛出訓場安全範圍，肇生危安事故。

五、發射馬達失效：

(一)原因：

1. 可能因發射馬達拋射藥老化、變質或受潮，致使無法點燃
2. 發射馬達點火裝置作用異常，導致無法正常啟動發射馬達

(二)影響：

發射馬達失效(未啟動)，彈藥會產生未離架現象，造成不發彈。

六、天候：

(一)原因：

1. 訓場橫風、側風強勁，瞬間產生較大風力（超過5級以上），會使飛彈飛行及射手操控之穩定度產生影響。
2. 訓場風向不定，肇生導線纏繞樹梢或提早落水，使導線扯斷之失控現象。

(二)影響：同斷線。

陸、強化飛彈管理要領：

一、強化彈檢項目：

目前彈檢項目僅能對飛彈外觀、內部有無異常聲響及飛彈內部濕度指示器是否受潮實施檢查外，餘內部機件均無法做更進一步之檢視(原廠技師彈檢亦採相同模式實施)（圖七），故內部機件功能是否正常均無法得知，因此，宜由保指部協調中科院於年度飛彈彈檢時，增加飛行馬達、氮氣瓶、飛行控制翼、電子元件、導線素質等內部機件功能及筒身FRP材質抽樣檢測；或商請原廠技師以新技術協助，提昇射擊前之彈藥可靠度。



圖七 原廠技師協助實施彈檢
資料來源：天馬 99-1 紀實小組提供

二、落實裝備檢整：

反裝甲部隊戰力由人員、飛彈、發射架、承載車輛整體配合形成，必須經常性維持裝備之妥善，始能發揮預期戰力。飛彈發射系統包括日、夜間瞄準具(鏡)、飛彈導航儀等部件，為飛彈射擊之中樞，未來嚴格要求所有發射架均須建立砲歷書，詳實紀錄實彈射擊成效，確認飛彈發射架功能正常。對非妥善或射擊後未命中裝備，詳查飛彈導航儀功能供原廠研改。

三、重新規劃射擊場：

依飛彈最大射程寬估，訓場縱深應有4公里，左右亦應各有4公里之安全範圍。經檢討歷年天馬操演使用場地，計有利澤簡海灘、高美濕地、海口海灘、保力山及九鵬基地等五處。然幅員皆受限，且週邊均有村落或農作，無法完全符合安全要求標準，且射擊時所產生之爆音，對居民言亦為抗議事項之一。為能落實反甲部隊訓練維繫精準戰力暨消弭射擊危安與百姓陳抗情事發生，宜重新評估選定適當之拖飛實彈射擊場，以利任務遂行。

四、嚴守風速限制規定：

嚴格貫徹橫(側)向風超過五級以上之天氣條件下，在非接戰狀態下，不實施拖式飛彈實彈射擊之安全規定，並於飛彈射擊訓場週邊設置橫向風監測器，及早預警，確保飛行路徑全程無橫風干擾，強化射擊安全。

五、加強警戒管制作為：

強化警戒人員訓練，擴大警戒安全範圍。射擊期間可考量運用中科院之U A V系統協助射擊全程監控，有效掌握飛彈失控溢出訓場之方向及距離，隨時掌控最新訊息，避免飛彈傷及居民、牲畜，確保射擊安全。

六、強化飛彈壽限管理機制：

在彈藥方面，業管承參應隨時掌握彈藥之壽限，尤以台灣屬海島形氣候，天候較為潮溼，若彈藥庫本身之屯儲設施不夠完善，亦會造成彈藥妥善率之下降，因此，彈藥應盡量於壽限內完成推陳或翻修，避免造成彈藥逾壽之情事發生，進而影響射擊訓練安全；另在彈藥購獲方面，應一次購足戰備及訓練所需用彈，並採逐年分批之方式獲得，如此，彈藥不但可減少發生逾壽之情事，確保戰備用彈之需求外，於部隊訓練上，亦可正常實施實彈射擊訓練，維持部隊之戰力。

柒、針對未命中彈藥原因分析：

一、部隊未落實平日訓練：

部隊因平日任務繁重，及義務役人員替補頻繁，旅及作戰區自訓能量不足，故對學校的人員專長訓練及實彈射擊前的射手集訓過度依賴，易造成射手對裝備操作熟練度不足，影響射擊穩定度。

二、部隊師資未確實建管及運用：

拖式飛彈為高價彈藥，因考量戰備需求，故部隊平日無實彈射擊機會，僅能於年度「天馬操演」中實施，且射彈數亦不多，因此，有射擊經驗人員相對性較少，再加上部隊於操演時，亦有射擊成效上之考量，因此，射手之挑選多為少數固定人員，造成聯兵旅及作戰區之師資建管不易。

三、缺乏仿真射擊訓練：

反裝甲部隊自民國96年發生M80爆震模擬器炸傷人員事件後，司令部即下令停止爆震模擬器之使用，使射手在室外模擬器射擊訓練時，無法體驗如實彈射擊時的爆震效果，因此，射手在實彈射擊時，易受爆炸聲響干擾，使其在無心理準備下，形成緊張現象，影響射擊穩定度。另在射手集訓時，亦因無法實施相關仿真鑑測，故於射手驗收及挑選時，往往無法提供確切的數據作為參考。

四、對裝備及彈藥缺乏緊定信心：

拖式基本型飛彈，於民國68年迄今已20餘年，彈藥因儲存年限較長，已出現內部元件老化現象，造成故障率逐漸升高，雖經中科院實施彈藥抽檢，確仍無法降低彈藥故障率；另該型彈藥於他國曾發生筒後破裂滲火情事，造成射手對裝備及彈藥信心不足，而影響射擊成效。

五、射手臨場射控經驗欠缺：

拖式飛彈因彈藥價格及戰備需求等因素，使得以往天馬操演中，射擊彈數並不多，因此，射手無法累積足夠射擊經驗，造成射擊中缺乏臨場應變能力，易因緊張而形成操控不當，影響射擊穩定度。

捌、強化飛彈射擊具體作法：

一、落實平日部隊訓練：

部隊平日即應落實駐地訓練，針對聯合操作、故障排除及模擬

器射擊訓練等加強練習，使射手能確實熟練裝備之操作，惟有瞭解及熟悉裝備和彈藥的特性，方能於實彈射擊時，消弭射手緊張情緒，以提昇射擊穩定度。

二、建管部隊師資種能、落實經驗傳承：

部隊應確實建立、管制師資種能，有效運用射擊經驗豐富之優秀志願役官、士、兵，將平時訓練、心理調適及射擊經驗等心得與予傳承，以增加無射擊經驗之射手，先期瞭解相關注意事項，以強化心裡建設。

三、加強射擊仿真訓練，並提高驗收標準：

射手於實彈射擊前，應多加利用PGTS室外機，透過爆震模擬器加強射擊訓練，透過仿真音爆磨練射手臨場感^(註09)，以情境模擬方式，加強射手操控穩定性及反應能力，並利用模擬器仿真效果，提高射手合格驗收標準，使射手能在此高標的訓練及驗收下，鍛練出堅強的心志及能力，使其在實彈射擊時，更能發揮應有之實力，同時相關的模擬訓練及測驗成效，亦可供部隊作為挑選射手之依據，惟目前爆震模擬器已停止使用，應儘速向中科院採購改良型爆震模擬器II型，以利射擊訓練。

四、強化基本型彈藥外觀檢查及防爆毯包覆：

基本型飛彈於實彈射擊時，需加強彈體筒身外觀檢查，並落實射手於飛彈筒身尾端包覆防爆毯之熟練度，以防範筒身破裂滲火之危害，強化射手對裝備、彈藥之信任，提昇射擊成效。

五、強化裝備及彈藥原理之瞭解：

拖式飛彈因平日實彈射擊不易，射手無法有效累積射擊經驗，故於平日訓練時，應強化射手對裝備及彈藥的瞭解及操作，惟有瞭解及熟悉裝備，且不斷的反覆操作練習，才能累積足夠的經驗與本職能量，使其在實彈射擊發生狀況時，能臨危不亂，發揮應有的應變能力，提升射擊成效。

玖、結論：

嚴格訓練是提升戰力的基本要求，部隊要本著「有什麼，打什麼」的理念，再精良的高價裝備，若無嚴格訓練，也無法建立可恃戰力，現今高效能之反裝甲武器，在戰場上已建立了不可或缺之地位。而拖式飛彈為我國陸軍目前主要之反裝甲武器，其射程、威力及精準度上，

^(註09) 爆震模擬器可配合 PGTS 室外模擬器及 M70A2 射擊訓練儀實施射擊，其爆炸後可產生約 160 分貝之爆音及造成岩身些微震動，可使射手體驗如實彈射擊之臨場感。

均有相當優異之表現，並在我國各種演訓中展露其堅實戰力，惟因裝備及彈藥購獲年限已久，且美方現行之拖式發射系統，亦已逐步換裝為新一代之 ITAS 發射系統^(註 10)，在原拖式發射系統生產線已停止之狀況下，造成裝備未能滿足編裝需求之情形^(註 11)。另彈藥部份，近年更陸續出現早炸、近彈、飛行馬達延遲點火等不穩定之狀況，其中尤以基本型之彈藥，更曾發生發射馬達破裂滲火傷人事件，雖目前射擊均依美方技令要求包覆防爆毯（圖八），惟現有防爆毯數量及可靠度不足，無法滿足目前實彈射擊數量所需，因此，裝備的補足或全面更新及彈藥的推耗，已為目前重要之課題。



圖八 包覆防爆毯射擊
資料來源：天馬 99-1 紀實小組

^(註 10) 雷神公司改良型目標獲得系統（ITAS）及拖式飛彈系統提昇（RF）簡報資料。

^(註 11) 美軍及海軍陸戰隊拖式飛彈連，現編裝為 12 套發射架。

參考資料：

- 一、拖式飛彈二型操作手冊。
- 二、M220A2 拖式二型反坦克飛彈操作手冊及單位（一、二級）保養操作手冊。
- 三、M220A2 拖式二型武器系統三、四級保修手冊。
- 四、拖式飛彈系統操作原理、直接支援，一般支援與基地保修及訓練教範。
- 五、拖 2 系統概述、雷神公司原文資料、2000 年 7 月。
- 六、戰技學反裝甲武器之部。
- 七、雷神公司改良型目標獲得系統（ITAS）及拖式飛彈系統提昇（RF）簡報資料。
- 八、民國 91 年至 99 年天馬演習及漢光操演拖式飛彈射擊參數。
- 九、科學月刊 1979 年 6 月 114 期、1979 年 9 月 117 期、1982 年 9 月 153 期、1992 年 7 月 271 期。
- 十、網路資料：
<http://www.army-technology.com/projects/tow/tow8.html>
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1405101600645>
<http://www.dudu163.com/html/arms/daodan/ftkdd/20061014116796.html>
<http://www.superarmy.com/knowledge/990607/990619-4.txt>
<http://163.20.22.171/science/content/1979/00090117/0007.htm>