

精進戰車砲「一發命中、先敵射擊」技術之研究

提 要

1. 在當前這個蓬勃發展的「武器競技場」上，戰車必須發揚「快速」、「猛烈」和「精準」的火力要求才得以生存，這個基礎乃建立在務實的裝備保養與射擊訓練之上，理由有二：一為戰車的設計需求以反戰車戰最主，也就是要攻擊遠距離的點目標；二是交戰過程尚無法全自動化，亦即它還不能像飛彈那樣『射後不理』，必須在發射前就藉修正的瞄準線賦予砲彈飛向目標所需的火砲指向。
2. 現代戰車雖配備先進的武器與射控系統，但由於砲彈投射系統機械結構、光學瞄準及操作介面之鏈結、調校與操作不當，均可能導致射擊精度與反應速度降低，故在「裝備精度」與「人員素質」兩方面的統合程度，攸關它的效能可否「百分百」發揮。
3. 綜合戰車部隊歷來射擊演訓之經驗，部隊由於對裝備保養與訓練整備全般概念不足，以致發生戰車射擊校正效率不彰與失誤的現象。這些問題只要正確落實一、二級裝備預防保養檢查勤務，並體認戰車射擊訓練內容與方法，即可輕而易舉的達到「人裝一體」的戰鬥效能。

學能，確保戰車砲發揚精準的打擊火力。

前 言

本軍二代戰車具有先進的武器射控系統，配備由紅外線瞄準具、電腦化彈道計算機和穩定系統組成之射控裝置，對環境與武器狀況具有感測與補償修正的能力，可以執行全天候和運動狀況下之作戰，有效發揚戰車「一發命中、先敵射擊」的傳統火力先制特性。縱然如此，戰車戰鬥員對於射控系統結構與作用原理的瞭解、操作熟練度，以及裝備維保勤務執行程度，相對地對其效能產生加乘或減分的結果，這常在實彈射擊演訓經驗中，得到具體的印證。謹將個人實彈射擊與教學訓練之體認整理歸納，希能提供各級幹部建立整體的整備概念，以增進其戰車砲射擊與指導

壹、現代戰車發展變化基本認知

戰車原本的設計需求，就在執行打擊戰車的反裝甲任務，此一任務的成敗往往取決於武器投射系統的精確度和人員的訓練。反觀這些戰場上目標的性質與狀態，通常不是距離你很遙遠，就是隱匿的讓你不容易發現；加上環境上（陽光、橫風、地形傾斜…）和武器系統（砲膛磨損、彈丸旋轉…）的變化，以及人為操作隨機上的問題，均影響「一發命中」的效能。所以現代戰車要能與敵一較長短，一方面要有能力解決環境及系統存在的誤差，同時也要滿足戰術上的需求，便使得它的配備愈趨精密，也

因此產生下述重大變化，特別值得吾人觀察注意：

一、目標性質的變化—防護力變強。

配備複合式裝甲，可以有效防護性能強悍的裝甲穿透彈藥（KE 動能彈）的擊穿，而在它的側邊、頂部及觀瞄器材的防護較為不足；除此之外，主動防禦系統的發展更使得戰車能在遭受擊中之前便得到預警，甚至反制的能力，不過亦由於系統反應技術限制，目前尚不能全面應付所有反裝甲武器的威脅，但如果有朝一日技術成熟，戰車將會是陸上最頑強的對手。

二、彈藥性能的變化—穿甲力變強且彈道效能更高。主要是採用截面積小的次彈丸結構及高密度合金鋼材質，飛行初速將近 1800 公尺／每秒，彈道性能穩定，但在 2500 公尺以上射距離精度將大為降低。目前美軍 M1A2 戰車…120MM 翼穩脫殼穿甲彈初速可達 1800 公尺/秒，穿甲厚度達 800 公釐；另外，砲射導彈的發展，導入了反裝甲飛彈的特性，改善了傳統戰車砲彈射程與穿甲能力的限制，大大增進了遠距離打擊的能力，這個接戰距離可以延伸到 4000 公尺，如此便相對的提高本身的安全。

三、武器系統的變化—口徑變大、壽限延長且可靠度變好。為獲得砲彈更高的初速，加大口徑及長度，並採用「自緊式砲管」的製

造技術，提高射擊發數；同時加裝恒溫襯套、砲口參考器等裝置，以補償長砲管受自然環境的影響。彈藥攜行量較少，限制作戰持續力可以說是它的限制；線膛與滑膛的結構，對射程遠近有影響，線膛砲較有利於打擊 2500 公尺以上的目標，但是觀瞄系統放大倍率技術及射控系統的投射精準度，都將影響到這項結構的選擇。

四、作戰時間的變化—全天候作戰。運用先進的紅外線影像技術，只要作戰地區環境溫度在絕對零度（攝氏零下 273.16 度）以上時，不論是白天、夜晚、下雨、起霧或敵人戰術運用煙幕，均能有效實施戰場監偵，探測一般傳統偽裝技術之下的目標，可說無所遁形；且為完全被動式的觀瞄器材，不像其他夜視鏡有曝露自己位置疑慮。但如果運用防紅外線偽裝塗料、偽裝網、煙幕…等偽裝技術，將有可能降低其探測的能力。

五、射控系統的變化—射擊反應速度變快。配備目標獵殺系統、穩定系統、雷射測距機及簡易的操作介面，使戰車在運動中隨時可以快速實施目標獲得及分配、瞄準和射擊，據說美軍 M1A2 戰車在 5 秒鐘就可完成一個目標接戰。面對這項挑戰可以說是最嚴重的問題，除非有辦法能夠在敵對戰車向你擊發雷射時，能夠迅速感

應前採取適當的反制措施或戰術動作，還可能有機會逃過被擊中的惡運。

六、射彈修正的變化—自動化修正初發射彈的偏差。系統中導入主動歸向技術，在初發射彈未命中目標時，由系統自動感知偏差量後，迅速將修正量補償到火炮和瞄準系統中，而準確的在第二發修正射擊將目標消滅。這一項發展可說明創舉，更不得不如此，試想一發戰車砲彈飛行速度每秒 1800 公尺，以人工的方式如何觀測到正確的偏差量？再者手動模式完成修正射擊的效率，如何「制敵機先」？目前中共先進的戰車已研發配備此種系統，如果第一發射彈射擊失誤，可以很快速、又精準的實施次發修正射擊。

注意觀察上述戰車發展變化，可以發現到現代戰車在「結構設計與效能」上有了極大的變化，而在面對這些變化威脅之同時，作為一個裝甲兵戰鬥員或基層指揮官（車、排、連、營長），是不是也與時俱進不斷吸收相關「科技情報」，並意識到『自身處境』的艱困，並有了一些新思維呢？個人認為有下列的基本認知，將對日後裝甲兵的建軍和戰備整備影響深遠，亦是本文研究的主要動機。

1. 保持戰場監偵系統優勢—持續改良獲得先進的戰車觀瞄裝備。
2. 提昇先敵射擊能力—實施射控系統升級，精實戰車射擊預習訓練。

3. 掌握「第一發命中」射擊技能—實施射控系統升級，精實系統操作、戰車射控系統校正、戰車射擊預習與修正射擊訓練。

4. 提昇能見度不良狀況下射擊能力—實施夜視裝備性能提昇，精實能見度不良狀況射擊訓練與技術。

5. 重視訓練場地、器材投資—充實改善射擊訓練場地、器材，精實運動射擊、活動目標射擊訓練。

6. 落實砲塔預防保養檢查勤務—嚴密一、二級預防保養檢查，精實補保紀律與督管機制。

由以上我們可以發現武器效能發揮，除了從「裝備本身性能的提昇」之外，另精實「人員訓練與裝備維保」，更為確保武器效能之關鍵。縱使現代戰車發展日新月異，敵我裝備性能差距日益懸殊，吾人也不可因噎廢食、曠日廢時，而疏於精進根本的實務，正因為影響戰車射擊效能發揮的關鍵，仍取決於「人」、「裝」、「訓」層次的整體提昇，這在後續段落「裝備保養與訓練層面對射擊的影響」，將再做深入的探討，以瞭解其對射擊精準度的影響，而體認出具體的整備方向。

貳、裝備保養層面對戰車砲射擊之影響

以往在戰備訓練上我們總是把「戰車開的動、砲打的響」作為戰訓整備指導原則，如此似乎足以應付當時戰場上敵人坦克。這在 20 年前還是第一世代戰車的較勁之中，也許並

沒有太大爭議，但是第二世代以後的戰車配備精密的電腦化射控裝置、穩定系統…等高科技裝備（如同前文所述），如果少了「打的快、打的準」，試想結果會變得怎麼樣呢？所以，從以下幾個事實的認識，將有助於讓吾人意識到「裝備保養層面」與「打的準」的關係和重要性，從而建立明確的裝備整備作法。

事實一：瞄準機構未緊固或聯結

這種現象是因為本體結合不良造成瞄準分劃不固定的「瞄準線」偏移。常見於砲塔二級保養人員執行瞄準裝置拆裝後，射控系統校正程序之「瞄準具緊固性精度檢驗」未及時察覺，造成實彈射擊時發生瞄準線擾動現象，甚至「射擊仰度」未傳動到瞄準具的嚴重偏差。這方面的誤差可以藉由落實保修紀律和操作手檢驗來獲得改善。

事實二：武器操控機構機械結構上之迴隙

這個現象是因為驅動火砲高低、砲塔方向機構及瞄準分劃調整螺…等方面，存在液壓油路上之氣體、滲漏或方向機機械傳動結構（反空迴機件）作用不良產生小齒輪傳動間隙所產生的一種「空迴」偏差。這一誤差通常是隨機或固定存在系統當中，可對戰車的射擊精度造成射

擊「散佈」¹或「偏差」²的現象，更因人力或動力操作方式之不同，而有不同的影響，這方面問題的改善可以藉由操作手訓練和保養得到控制和補償，以獲得 0.3 密位以內的空迴誤差。

事實三：武器（主砲）與主要瞄準具同步校準偏差

這個現象發生在戰車主砲與瞄準系統間俯仰運動中彈道驅動裝置與瞄準具之聯動發生高低誤差或偏向誤差，這種情形通常由於彈道驅動器「砲耳軸支臂-偏心軸」偏移、11 英吋臂不當調整或熱源成像儀鏡頭故障。要防止這種偏差應於定期保養勤務（S 保）及熱源成像儀拆裝後落實執行「同步校準」勤務，並恪遵保修紀律嚴禁越級保養。而此種偏差情形在一般射擊訓練中，因射擊陣地無大角度的俯仰角並不易被察覺，但如果到戰場上執行攻擊（一般實施仰角射擊）或防禦（一般實施俯角射擊）的戰術任務時，變換到一處仰高或俯

¹ TT17-12-1 一〇五公厘戰車砲射控系統校正 第二章 偏差：從瞄準點至彈著中心之距離，如超過 0.75 密位（射距 1200 公尺，36 英吋），即顯示射控系統偏差，或在對此一方向射擊時，偏離瞄準太遠。

² TT17-12-1 一〇五公厘戰車砲射控系統校正 第二章 散佈：測量最高及最低彈著之垂直距離，以及最左及最右彈著間之水平距離，每項測量如超過 0.64 密位（射距 1200 公尺，30 英吋），即顯示戰車射擊射擊散佈過大，或在各發射間，過多亂射錯誤。

低的陣地射擊時的情形，將是一種常態，因此可能完全失去命中精度。故這一偏差的發覺和改善，必須仰賴砲塔修護士嚴謹的保修紀律，才得以獲得火砲適當的調校。

事實四：光學瞄準系統視差

這個現象通常存在於光學式瞄準裝置之中，屬固定存在於戰車瞄準系統中之結構性誤差，其產生原因為瞄準具內部光學鏡組有缺點，使瞄準手在對目標瞄準中出現類似「散光」現象之非目標實像之重現，而不能正確的瞄準目標可見部位之中心點。其改善唯有透過操作手檢查和進行支援保修，以獲得光學瞄準系統獲得 0.1 密位（約一條瞄準分劃線之厚度）以內的誤差。

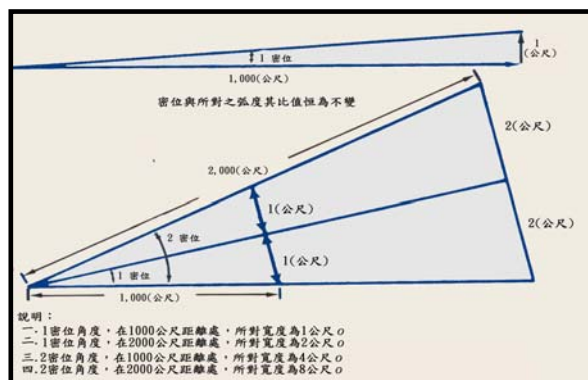
事實五：火砲腐蝕的偏差

這個情形為固定存在之系統誤差，主要是因拋射藥氣體侵蝕、刮劃和機械磨損，造成砲管之磨擦而產生的耗損。通常拋射藥燃燒所產生之高溫氣體與藥渣在膛內之運動，因化學作用及彈丸與砲身間之磨擦，造膛線之磨光與擴大，導致拋射藥氣體洩漏，使作用壓力降低、射彈砲口初速減少，影響命中精度（這種情形在將

屆壽命上限時，誤差可能會愈明顯，甚至完全失去精度）。此種偏差之改善，可藉由射擊紀錄或量測砲管耗損量等方式，再以相應之修正參數輸入彈道計算電腦，來補償誤差保持其命中精度。

在探討了上述事實之後，大部分人員都可能無法理解到其嚴重性，而直接忽略未加理會。可別小看上述事實存在的誤差量，它們的偏差雖僅在 0.1 至 0.3 密位之間，它們卻都是戰車砲射擊時造成「散佈」與「偏差」等不穩定性的元凶。我們可以用「密位公式」計算出彈著在 1000 公尺的距離，偏差量達 10 到 30 公分（距離如果延伸到 2000 公尺則加大一倍）得到驗證。（如附圖一）我們可以試想一輛在 1200 公尺而正向我的敵軍戰車（平均高度 2.5 公尺、正面寬度 3 公尺），其大小在瞄準具中的比例，可想而知其在瞄準與砲彈投射的困難程度，尚不論敵我戰車所處狀態（運動），這正是提昇戰車射擊技術先必須掌握的裝備誤差因素，而它們實際上都可以透過一、二級保養檢查與操作訓練來獲得其系統精確性。（在本文第四段中將具體說明其整備作法）

圖一：1000 公尺距離與密位弧度關係



參、訓練層面對戰車砲射擊之影響

戰車射擊訓練一般可區分為「基本射擊訓練」與「實彈射擊訓練」兩階段，並依循「先基礎、再組合」的訓練流程，結合部隊駐地、專精訓練與基地演訓，逐步奠立戰鬥射擊能力。根據以往經驗戰車砲射擊訓練最大的問題，往往囿於師資本身對於裝備性能和作用原理的概念不足，及本身射擊實務經驗缺乏…等因素，以致在「基本射擊訓練」階段，未能充分把握「射擊訓練重點和方向」，造成徒具形式之無效訓練現象，無法確保戰車砲射擊「精準和快速」的可靠度與穩定性。實際上，戰車砲射擊訓練內涵，必須要能達到「戰鬥」與「技術」兩個層次要求，本段透過下列事實的認識，來探討「人員訓練」層面和「打的快、打的準」的關係，進而意識到射擊訓練的內涵，以利掌握戰車射擊訓練整備的方向。

事實一：射控系統性能、作用與原理之認識不足

這一事實的本質為人對於裝備功能、作用原理之瞭解程度不足，所衍生的技術性偏

失。戰車戰鬥員之訓練，一般較重視操作程序與要領，經常忽略一些關鍵性的技術，比如：火砲操縱空迴、瞄準具與瞄準視差、自動感測前置量…等，這些現象亦會發生前述「散佈」問題，而產生命中不穩定的現象。分析其原因，通常由於訓練人員實彈射擊與整體裝備維修實務缺乏，對裝備之性能認識不足，在對部隊訓練時又不能把握到這些訓練重點，以適時採取補償消除措施。這個現象可以從提昇訓練人員（師資）的學能與經驗及加強駐地保持訓練與規劃，來獲得實質的改善。

事實二：射控系統操控制介面基礎訓練精熟度不足

戰車砲彈的投射技術，並不像飛彈有主動尋標的功能，它完全仰賴射控系統來賦予投射的最初射向，並取決於戰鬥員的基本操控能力。此一事實的本質為裝備操作手對於射控介面基本操作（程序、瞄準要領）純熟度和乘員間協同（組合）操作默契不熟練，所衍生的實彈射擊精度與戰鬥反應速度之偏失。謹列舉訓練實務中較為常見的現象，諸如：完成戰鬥準備、火砲操縱、目標搜索和最初射擊口令下戰車乘

員的動作要領…等基本射擊訓練項目不受重視，以致戰鬥教練或射擊中，屢屢發生不能及時獲得目標、火炮操縱手眼不協調…等等人器未能合一之反應延遲現象，而錯失戰鬥先制奇襲先機。這部分唯有重視並加強個人基礎與全車乘員的組合訓練，並透過駐地專長複訓之保持訓練，逐次強化直接瞄準、戰車射擊預習…等課目的實作訓練，才能奠定射擊的基礎。

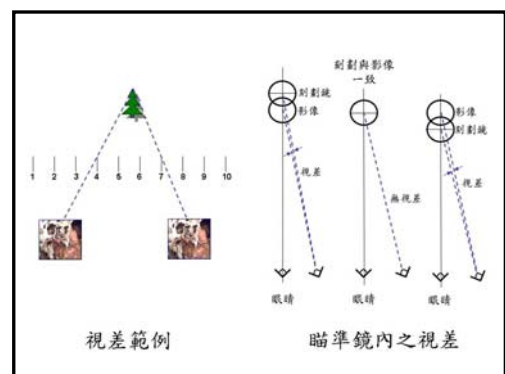
事實三：戰車射擊預習訓練強度不足
戰車射擊預習的目的，乃在奠立戰車乘員實彈射擊的基礎。這一事實的本質為「訓練程序」重視度之問題，一般是由於訓練者經驗缺乏和認知不夠，容易輕忽「射擊預習」這個訓練環節，而衍生的訓練成本耗廢與射擊成效不彰之偏失。部隊實務中較為常見的例子，諸如：目標獲得速度緩慢、車長賦予射向及瞄準超過時限、及行進間（或對活動目標）跟蹤瞄準射擊穩定性不足…等等現象，這些情形將對戰場生存與射擊反應速度產生影響。這方面可以藉「戰車射擊」操典規範之內容、要求標準與要領來實施。

事實四：射控系統校正之程序及作法

不夠精熟

戰車由於射控系統機械與保養問題潛存之失誤，如經過射擊系統精度檢驗合格及以砲口規正儀實施規視規正、射擊精度審查測試程序，即可參加實彈射擊訓練或作戰。這一程序就是「射控系統校正」，其目的即在校準射控系統，建立戰車射擊基本精確度。這一事實的本質通常為「人為疏失與誤差」，所衍生出來射擊精度的偏失，與規正效率不彰、成本耗費。這一問題的相關例子，主要是「系統存在誤差未檢驗出、濾光鏡片未選擇或瞄準位置的視差（如圖二）、火炮操縱空迴、砲口規正儀使用及審查測試程序錯誤…」等保養與人為所造成，而這一事實的本質則在於裝備操作手對於規視規正與求取修正係數的訓練不足。針對這個問題，可以藉由從部隊駐地保持訓練，反覆訓練來逐步加以落實。

圖二：視差示意圖



（本圖為作者取材 TM 9-258 第 2-72 圖視差 繪製）

事實五：射擊命中誤差之影響認知不足

在前面已經探討過戰車的任務主要是攻擊 1200 公尺以上距離的點目標，基本上它可能因投射系統、武器、彈藥、環境、地形、人員和保養…等因素使命中率發生變動，對這些來源的瞭解，將影響戰車乘員採取適當的補償措施，以獲得可靠的命中效果。這一事實通常在實彈射擊中較為常見，譬如：砲管磨耗、膛線斷落、彈藥瑕疵或火砲跳動…等所引起的命中偏差，而未能及時發現，而且來源數同時在射控系統發生時，其效應可能更大。針對這些問題，唯有豐富的保養基礎、射擊經驗與相關理論作為基礎，才得以適時採取適當補償措施，增進命中率。

事實六：次口徑射擊訓練未能啣接戰車砲射擊

戰車砲實彈射擊成本昂貴，危險性高，其訓練程序講求嚴謹，常因訓練實務經驗不足，以致輕忽次口徑射擊對戰車砲實彈射擊安全和成效的意涵。次口徑射擊在磨練戰車乘員規正射擊、修正射擊及對活動目標提取前置量、跟踪瞄準射擊的能力，訓練得宜可以大大

提昇射擊士的能力，亦可節省訓練成本。而本項事實的本質在於未按程序落實一、二、三習會射擊及未把握訓練方向與重點，所衍生出訓練流於形式上的射擊，未能真正達到次口徑射擊的目的。較常見的例子，譬如：盲目性的射擊、缺乏訓練得失的統計和分析，以及實施的編組、方法不適當，形成效果不彰的偏失現象。吾人必須深切意識到次口徑射擊的精神意涵，於平時駐地訓練時間落實次口徑射擊，以奠立戰車砲實彈射擊基礎。

綜合上述裝備保養和人員訓練問題的研究，吾人可以發現到在戰車武器投射系統中，存在著微不足道的改變最初射向誤差與接戰速率等問題，這些誤差分別存在於裝備系統及操作手對射控系統的使用中，而影響射擊的命中效果及反應速度，應嚴予妥適之管控和訓練，才能掌握戰車砲「一發命中」效果與「先敵射擊」的先制契機。（在本文第五段中將具體說明其作法）

肆、戰車砲射擊裝備整備實務作法

戰車預防保養檢查勤務，為裝甲部隊各級主官所重視工作，但對於「砲塔保養」部分，一直都未能如同底盤保養般得到重視與落實。問題主要在於各級主官及督導階層，對砲塔

預防保養勤務（一、二級）的概念欠缺，未能在指導和督導上落實相關的系統調校和勤務，形成射控系統在妥善與精度誤差之事實（在前文已做過討論）。事實上，這些工作均已明確規範於操作手冊、技術手冊之中，只須由戰車乘員、砲塔修護士按照所訂時程、時機，執行相同的檢查與保養勤務，就得以維持砲塔射控系統的性能，謹列舉相關整備作法與要領如下：

一、落實砲塔射控系統校正-精度檢驗勤務

本項勤務執行之目的，主在於檢驗存在於射控系統的誤差，其執行之良窳足以影響裝備的妥善、射擊精度與系統校正-審查測試效率、彈藥消耗和時間效率…。相關實施程序、步驟、要領，應參閱「各車型戰車操作手冊-射控系統校正」執行。

（一）執行人員：戰車乘員。

（二）實施時機：本項勤務為「砲塔一級預防保養勤務」的輔助手段，應於每月配合週保養時間執行。

（三）檢驗內容與改進措施：

1. 零壓力檢查：目的在確定液壓動力系統有足夠的氮氣與作用油，以避免過大或不足而損壞液壓元件。若檢查發現射控系統氮氣壓力過大或不足、儲油桶液壓油過多或不足，則通知二級保養人員處理。（實施主蓄積器氮氣充填與液壓油

補充）

2. 瞄準視差檢查：目的在確定戰車直接瞄準具內部光學鏡組之透鏡或稜鏡是否有缺點³，導致影像並非目標實像之重現。若檢查發現主、次要瞄準鏡及雷射測距機瞄準鏡內十字線移動大於0.1密位（約等於瞄準分劃線的厚度），應通知二級保養人員處理。（辦理轉廠保修）
3. 人力與動力高低操縱及高低機、方向機檢查：目的在確定人力、動力操作與高低機、方向機作用是否正常。若檢查發現主砲操作中有跳動或不規律現象；高低機驅動主砲俯仰（角）保持不動（2至3分鐘）出現位移現象（不能固定仰角）或水平方向推動主砲有不能回復原來瞄準點時，則通知二級保養人員處理。（實施人力高低液壓蓄積器充填、排氣、反空迴輸出裝置調整或液壓油路元件緊固、更換…等保養勤務）
4. 瞄準具緊固性檢查：目的在確定直接瞄準裝置之安裝是否穩固。若推拉主、次瞄準具本體，發生內部瞄準十字線有移動現象，則通知二級保養人員處理。（實施緊固調整）
5. 規規正調整螺之空迴、直線

³ 基本光學與射控器材之運用（TM9-258）第二章第七節 段次 2-38。

性及重覆性檢查：目的在確定規正調整螺之作用是否正確無偏差。若各個規正轉螺之空迴量在 0.15 密位以上；規正轉螺 1 密位不能瞄準鏡內十字線同步移動 1 密位，則通知二級保養人員處理。（辦理轉廠保修）

6. 射控系統彈道解答檢查：目的在確定彈道計算機解算彈道（射角）之能力是否正常。若檢驗發現各彈種彈道解答，不能進對正解答方框，通知二級保養人員處理。（辦理轉廠保修）

7. 彈道計算機前置量資料檢查：目的在確定彈道計算機解算彈道（前置角）之能力是否正常。若檢驗發現操作車長與射手掌形開關、前置鈕不能輸出前置角於瞄準具（動力模式下十字線向砲塔移動方向的後方移動；穩定模式下主砲向移動方向的前方驅動），則通知二級保養人員處理。（辦理轉廠保修）

8. 高低空迴檢查：目的在確定彈道驅動器高角箱內部齒輪之傳動有無過大的迴隙。若檢驗發現火砲俯低後存有 0.3 密位以上的迴隙，則通知二級保養人員處理。（辦理轉廠保修）

二、絲密射控與瞄準系統之定期保養勤務

本項勤務主要在檢查射控與瞄

準系統是否存有光學視差、高低空迴間隙、同步校準（武器與瞄準具聯動）偏差，以採取適當的調整與保養行為，以確保射控系統有良好的作用與精度。相關實施程序、步驟、要領，應參閱「各車型戰車二級技術手冊-砲塔之部」執行。

（一）執行人員：砲塔二級修護士。

（二）實施時機：半年（S）保養勤務或執行熱源成像儀本體拆裝後。

（三）勤務內容：

⊖ 瞄準裝備視差檢查：本項檢查同屬一、二級人員對「射控與瞄準系統」之預防性檢查勤務，其實施要領與「射控系統校正-精度檢驗（瞄準視差檢查）」相同。

⊖ 高低空迴間隙檢查：本項檢查同屬一、二級人員對「射控與瞄準系統」之預防性檢查勤務，其實施要領與一級「射控系統校正-精度檢驗（高低空迴檢查）」相同。

⊖ 同步與校準檢查⁴

本項勤務可確保火砲及瞄準具在仰角及俯角射擊中之適當關係。

1. 「同步」檢查：在測試火砲各種仰度之射角誤差或偏差。測量熱源成像儀及測距儀，在火砲仰角及俯

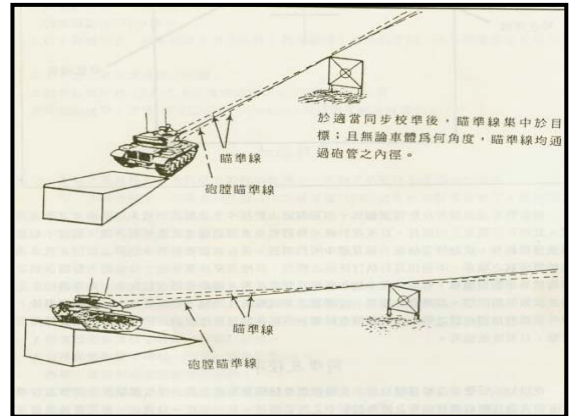
⁴ M60A3 戰車戰鬥射擊教範(FM 17-12-3) 附錄 A 同步及校準。

角全程之 ± 0.3 密位射角內，配合主砲運動之能力。

2. 「校準」檢查：在測試火砲各種仰度之射向誤差或偏差。目的在檢查偏向上的誤差。測量熱源成像儀及測距儀，在火砲仰角及俯角全程之 ± 0.3 密位射角內，配合主砲運動之能力。
3. 測試程序要領，應參閱二級技術手冊。值得注意的是同步與校準測試之結果，往往因人為或場地設施之誤差而變化，故應特別留意保養人員之訓練（實施程序中應特別留意防止火砲空迴、瞄準視差動作）與場地設施之標準（270 密位斜架及 1200 公尺距離的覘視點）。

※同步與校準測試場地，通常侷限於覘視點與斜坡設施的限制，未能落實實施本項勤務。可運用保養廠現有洗車台（具有大於 270 密位斜度），並參閱「相關車型操作手冊-覘視規正」採取縮短距離「校正靶法」，作為替代性作法，以落實本項測試與調整勤務。

圖三：瞄準具垂直校準示意圖



（本圖取材自 FM 17-12-3 第 488 頁）

④射擊控制系統測試

1. 本項測試包含：（1）彈道計算機自我測試。（2）熱源成像儀測試。（3）彈道計算機系統解析測試。
2. 測試程序要領，應參閱相關車型二級技術手冊。實施時應特別注意「彈道計算機系統解析測試」之落實執行，以確定計算系統、環境感測單元之功用正常。

※由於「彈道計算機自我測試」，僅執行彈道計算機系統與各感測單元間電路（不包含感測單元）之狀況。

⑤方向機空迴總成調整

1. 本項勤務於定期保養勤務（S 保）或於平時人力操作砲塔方向時出現打滑情形時，須執行砲塔方向環及小齒輪之調整。
2. 調整程序要領，應參閱相關車型二級技術手冊。執行本

項勤務時除應要求調整程序之正確之外，須留意反覆檢查、調整，直到獲得「空迴」現象改善為止。

⑥液壓系統排氣

1. 本項勤務於更換伺服濾清器、液壓系統油路元件或火炮操控時出現空迴、抖動、不順暢…等情形時，須執行液壓系統之排氣勤務。
2. 排氣項目包括動力、人力及超仰角致動器三部分，實施要領應參閱相關車型二級技術手冊。這項勤務的效果，常受到程序與關鍵步驟疏忽的影響，造成氣體排出效果不彰，執行前應先確定液壓高低系統有充足的氮氣，且油路、液壓元件無滲漏油之現象，排氣中尤須特別注意程序之完整及細節，避免氣體排出效果不佳，而延長排氣勤務實施時間。

⑦砲管磨耗量測與補償

1. 砲管磨耗因彈種之不同，每發砲彈對砲膛產生 0.5 至 1 EFC（相當全裝藥因數，亦即每發砲彈通過砲膛對其磨損量）不同程度的耗損，在每次射擊後由戰車乘員紀錄累計損耗量，或在每半年的定期保養勤務中，由三級技工以拉量量規量取，不僅影響戰管的壽限，亦隨膛

徑之磨損加大而降低射擊之精確度。

2. 以射擊紀錄累算磨耗量：為一種初略估算方法，由戰車操作手於射擊後參照彈種磨耗係數（裝甲穿透彈藥每發對砲管磨損 1EFC，其它類彈藥均為 0.5EFC）和射擊發數，換算砲管磨損量。例如：某戰車目前砲管剩餘壽命累計 238EFC，某日實彈射擊 FSDS 5 發，當日射擊耗損則為 5EFC，累計總損耗為 243EFC。
3. 以量具量測磨耗量：為一較精準的量測方法，通常每半年由支援保修單位（三級）實施一次定期檢測，或未逾半年累計射擊發數達 200EFC 時，亦須實施檢測。
4. 由於砲管磨耗對射擊精準度之影響極大，現代戰車之彈道計算機電腦，均具備修正此一偏差之性能，射擊手可應用上述兩種方法將砲管磨耗輸入計算機，以補償此一可能之誤差。

表一：砲管磨耗輸入換算表

量規讀數	砲管實際徑	砲管餘壽 (EFC)	砲管剩餘壽命百分比 (%)
0.000	4.134	1000	100
0.003	4.137	950	95
0.006	4.140	900	90
0.008	4.142	850	85
0.011	4.145	800	80
0.014	4.148	750	75
0.017	4.151	700	70
0.020	4.154	650	65
0.023	4.157	600	60
0.025	4.159	550	55
0.028	4.162	500	50
0.031	4.165	450	45
0.034	4.168	400	40
0.037	4.171	350	35
0.040	4.174	300	30
0.043	4.176	250	25
0.045	4.179	200	20
0.048	4.182	150	15
0.050	4.184	100	10
0.053	4.187	50	5
0.056	4.190	0	0

註記：
 1. 資料來源：陸軍聯勤司令部技術公報 9-153 號 M68/M68A1 式 105 公厘戰車炮所用彈種 EFC 值修訂。
 2. 砲管磨耗之補償：M11/12 戰車使用「量規讀數」，M0A3 戰車使用「砲管剩餘壽命百分比」。

伍、戰車砲射擊訓練整備實務作法

戰車交戰在搜索、識別及確認目標是敵人後，僅需「瞄準—測距/前置量—瞄準—發射」幾個簡短接戰過程，這些過程看似輕而易舉，但每一過程的動作要領和熟練性，均維繫命中目標的結果。在經驗中，每每沒命中目標時，許多人可能會一頭霧水，而不知所措。事實上，這可以從戰車未命中之七大因素⁵：(一) 覘視規正不正確。(二) 乘員未實施正確的準備射擊或武器精度檢查。(三) 射擊中乘員操作錯誤(如瞄準十字線不在目標的中心)。(四) 實施射擊前檢查後，喪失了覘視規正的精度(非人為疏失)。(五) 砲彈的散佈面過大。(六) 射擊距離不正確。(七) 車身過度傾斜…來加以檢視問題徵結。可以看出絕大部分因素存在於「人為」的問題，以下謹列舉相關訓練整備作法和要領如後：

一、精實基本操作射擊訓練

(一) 戰車砲射擊不論是未命中目標或偏差、散佈，在排除裝備或彈藥問題之後，「人為」的失誤就是主要的原因，均顯示基礎射控的訓練不足，一般較為常見的情形：

⊖操作程序錯誤：諸如測距、感測前置量錯誤…，此等失誤應在「射控裝置」、「射擊指揮」等基本訓練課程，強化個人基本操作能力及熟練度。

⊖瞄準錯誤：諸如瞄準視差、瞄準部位偏差…，此等失誤可藉「頭墊」使瞄準手得到固定的瞄準位置和姿勢，應在「射控裝置」、「射擊指揮」等基本訓練課程，傳授預防視差和正確的瞄準要領。

⊖操控錯誤：諸如火砲操縱未注意消除空迴，此一失誤應在「射控裝置」等基本訓練課程，強調空迴來源及正確的火砲操縱要領。

(二) 再者，戰車砲射擊過程包含「選擇武器」、「感測距離/前置量」及「視界變換」…等射擊準備，乘員動作完成時間的長短，則關係到「反應速度」，亦即戰車爭取「先制」的基礎，戰鬥員必須發揮熟練的裝備操作能力。所以「直覺式與反射性」的操作，是戰車戰鬥員對於射控系統操作的根本要求，因為在戰鬥中緊張的氣氛之下，是沒有時間思考每一個動作的，只能聚精會神崩緊神經，按車長下達的射擊口令快速反應操作。那麼這個能力就得靠訓練來培養了，在「戰車射擊教範」中即有明訂指揮口令與乘員動作要領，應在戰車射擊預習中予以強化。

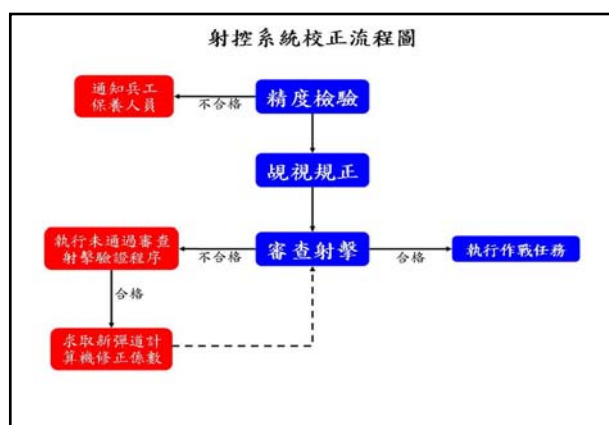
二、精練射控系統校正程序

戰車精確性的基礎，乃建立在精密的砲膛校正作業程序。正確的主砲射控系統校準作業程序，前

⁵ 戰車射擊教範(上)冊 第○章第○條。

提必須在定時與審慎的「武器精度檢查」及「射擊準備檢查」等良好保養基礎之下，確定射控系統的機械精度（此等保養檢查作法，如前述裝備整備要領），再依序實施覘視規正和射擊精度審查測試。傳統的戰車歸零的方式（覘視規正與試射規正），忽略射控系統機械性誤差或故障之檢查保養程序，無法確保在戰鬥中目標命中的性能。其效果有別於校正作業程序、步驟應參照一級操作手冊執行，各程序在實施時分別有以下之重點，影響到校準結果，應審慎行之：

圖四：射控系統校正流程圖



（本圖為作者繪製）

（一）砲膛覘視規正：

覘視規正主要程序，包含：1. 完成射控準備。2. 選擇覘視點。3. 確定砲身軸線。4. 砲膛覘視。5. 規正主要瞄準具。6. 規正次要瞄準具。7. 裝備射擊資料。操作時應注意下列要點，以降低人為操作之失誤，而影響校準之效果。

㊟射控準備：

1. 白晝鏡選擇適當濾光鏡片，以防止發生內部視差。
2. 使用人力俯低主砲至最低俯角，再持續旋轉人力高低手柄，直至感覺有強大阻力為止。
3. 裝定規視目標實際距離。
4. 消除計算機歸零紀錄值，並進入「覘視（BORESIGHT）」模式。

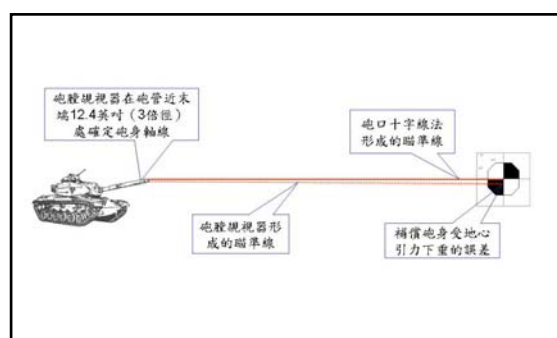
㊟選擇覘視點

1. 選擇一接近 1200 公尺之目標做為覘視點，必要時以測距機測量以避免誤差。
2. 覘視目標須具備獨立、明顯及固定、水平、垂直之特性，以避免混淆錯誤與瞄準偏差。

㊟確定砲身軸線

1. 使用砲膛覘視器方式來確定砲膛中心線，以補償砲身受地心引力下垂的誤差。

圖五：砲膛覘視器補償誤差示意圖



（本圖為作者取材自 TM9-3908-4312 第 3 頁自繪）

2. 精確安裝錐形固定座白色刻線對正砲口 12 點方位之點記號（定位 Y 軸），再調整接目鏡對正砲口 3 點鐘方位之點記號（定位 X 軸），以獲得砲膛正確的中心點。

④ 砲膛規視

1. 以規視器瞄準規時目標時，須注意採取、保持穩固的姿勢，確使瞄準不致發生視差。
2. 引導火砲規視目標之方向，須注意與射擊手同向（由左至右、由下至上），以防止火砲齒輪迴隙誤差。

圖六：火砲操縱示意圖



（本圖為作者自繪）

⑤ 規正主要瞄準具

1. 實施視度調整並確定視度良好，以規視規正調整螺分別調整光學瞄準鏡、熱像鏡瞄準十字線對正規視點，注意須與砲膛規視點一致。
2. 調整規視轉螺修正分劃

中間數值，分別對正指標，以利後續之修正操作。

3. 瞄準時（光學式瞄準鏡）須注意運用頭墊確定貼額位置來固定瞄準姿勢，以防止瞄準視差發生。

⑥ 規正次要瞄準具

1. 依射擊彈種選擇適當之彈種分劃，調整規視規正轉螺確實將規視規正（零點）十定線，對正規視目標並鎖定。
2. 瞄準時須注意適當調整頭墊貼額位置來固定瞄準姿勢，以防止瞄準視差發生。

⑦ 裝定射擊資料

1. 查閱「火砲履歷書」之砲膛磨耗資料與 CCF 值，分別將砲膛磨耗與火砲跳動修正參數輸入計算機，以供解算修正彈道。
2. 獲得氣溫、大氣壓力等氣象資料，分別輸入計算機，以供解算修正彈道。
3. 將射擊彈種程式、批號，分別輸入計算機，以供解算修正彈道。

（二）實彈射擊精度審查測試與驗證測試

- ① 瞄準手以「人力 G 形」方式操縱火砲，移動行程應大於 0.5 密位以上，以防

止齒輪可能之回隙。

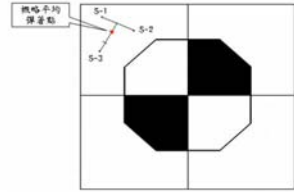
㉔ 瞄準手之瞄準應力求精確，消除潛在的視差、瞄準點不一致等失誤發生率。

㉕ 審查射擊應確按步驟實施，避免採取「一發一修正」之方式逕行實施偏差修正，如此強迫性將射控歸零的方式，可能存在機械故障未保養，而無法確保命中之精確性。

㉖ 審查射擊在第 1、2 發未命中測試靶，繼續完成第 3 發射擊（驗證測試），量取三發彈著之「偏差」與「散佈」，是否分別低於 0.75 密位、0.64 密位的差量，以確認未通過之原因究存在於射控故障或人為。

㉗ 經上述驗證測試，若超過差量應由驗證小組實施「未通過驗證測試之檢查」程序，以鑑定故障原因；若未超過差量，即可假定由於程序上之錯誤，致未通過審查測試，可直接以「概略求取新 CCF 值」之程序，求得新彈道計算機修正係數，惟須特別注意修正程序之正確性。

表二：概略求取新 CCF 值法修正程序表

	
M60A3戰車個別CCF值修正步驟	CM11戰車個別CCF值修正步驟
1. 關閉砲塔電源並洩壓。 2. 人力搖砲至下死點直至有強大阻力。 3. 壓下「試射校正」鍵，再以人力操縱，使白晝鏡瞄準十字線對正靶中心，再使用搖頭開關調整白晝鏡瞄準十字線對準至平均彈著點。 4. 記錄修正值，並壓下輸入鍵。 5. 打開砲塔電源，重新瞄準目標中央，射擊檢驗彈。	1. 關閉砲塔電源並打開釋放閘10秒後關閉。 2. 人力搖砲至下死點直至有強大阻力。 3. 橫風板至「人工」輸入「0」。 4. 以人力操縱，使白晝鏡瞄準十字線對正靶中心，再使用GCU之ZERO調整螺調整白晝鏡瞄準十字線對準至平均彈著點。 4. 將橫風板至「AUTO」，記錄修正值。 5. 打開砲塔電源，重新瞄準目標中央，射擊檢驗彈。

（本圖為作者自繪）

（三）未通過驗證測試之檢查

㉘ 水平散佈面過大時：

1. 適當調整方向齒輪箱，使間隙減至最小。
2. 檢查射手主要瞄準具之視差。
3. 檢查射手主要瞄準具之穩定性。
4. 檢查砲管安裝之緊定狀況。

㉙ 垂直的散佈面過大時：

1. 檢查在 11 吋固定臂上的安裝隔片。
2. 檢查射手主要瞄準具與藕合桿之穩定性。
3. 檢查射手主要瞄準具之視差
4. 檢查高低機之高低活塞、活塞軸承及活塞軸環之間隙情形。
5. 檢查固定彈道驅動器之座架。
6. 檢查彈道驅動器與砲塔其他分件之結合是否發

生鬆動現象。

7. 檢查彈道驅動器超仰角箱之正常功能。

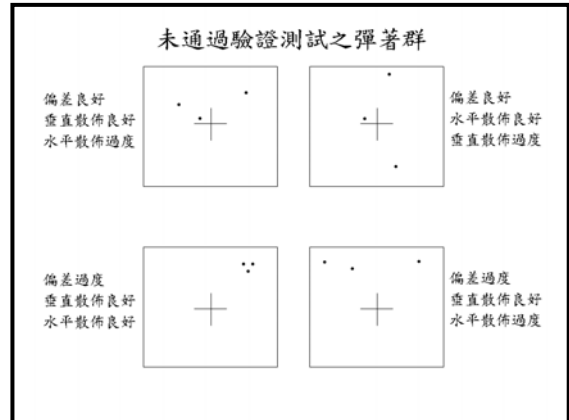
③偏差過大時：當散佈面過大時可能造成明顯之偏差，故在檢查偏差形成原因之前，應先找出散佈面過大之原因。另外偏差形成原因偵測困難，且在最後分析時，可能涉及砲管。

1. 檢查高角誤差。
2. 檢查計算機是否失效。
3. 檢查傾角儀之傾角解析值是否正確。
4. 檢查橫風感測儀功能是否正常。
5. 檢查火砲是否固定於砲耳上。
6. 檢查砲耳帽螺釘是否緊定。

④散佈面與偏差之關係：

散佈面過大，可能是戰車砲產生偏差之不良徵候。由於散佈面有時隱藏於實際偏差之中，部隊應視散佈面誤差為最可能導致未通過驗證測試之原因（如圖七）；因此，戰車乘員應先注意射控系統造成散佈面過大之原因，並找出改進之方法，方能通過驗證測試。

圖七：未通過驗證測試之彈著群



（本圖為作者取材自 TT17-12-1 第 7 頁 繪製）

三、精實戰車射擊預習訓練

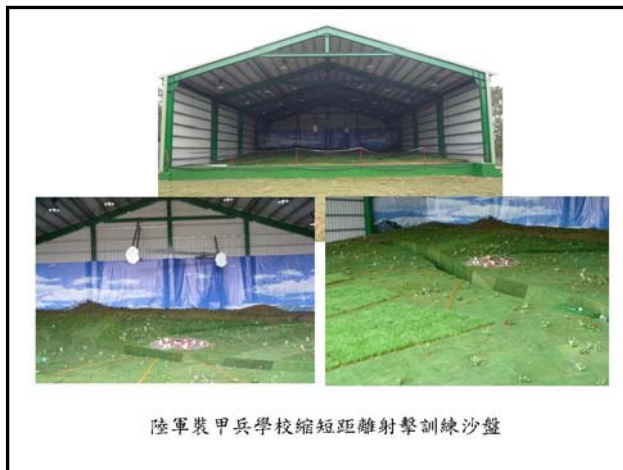
1. 「戰車射擊預習」訓練內容，以適應各種戰場景況與射控狀況，使戰鬥員熟練「戰鬥」與「射擊」兩層面之射擊技術需求。其基本項目包含：火砲操縱訓練、目標搜索、距離判定、諸元圖射擊訓練、熱像瞄準鏡目標識別訓練與煙幕運用訓練等六項。其中以「火砲操縱訓練與目標搜索」，對個人「射擊技能」之影響最為直接，分別在建立快速瞄準主砲及追蹤目標的能力，及訓練瞄準手手眼的協調性及目標獲得、射向賦予…等能力，應參照相關操典之訓練標準及訓練要領反覆施訓。

2. 另依實際訓練需求及部隊素質，應在駐地專長複訓訓練中，針對「裝/退砲彈、射擊口令下乘員動作要領及射控系統校正…」等個人射擊操作技能，以及「行進間射擊」等組合射擊訓練，方能奠立良好

的射擊基礎。

3. 射擊預習訓練若因駐地幅員的限制未能落實，應積極規劃建立替代訓練場地或作法，例如：(1) 縮短距離沙盤。(2) 射擊模擬器操作，以增進訓練實效。

圖八：縮短距離訓練沙盤



(本圖為作者攝自裝甲兵學校縮短距離訓練場)

四、精研射擊命中誤差因素

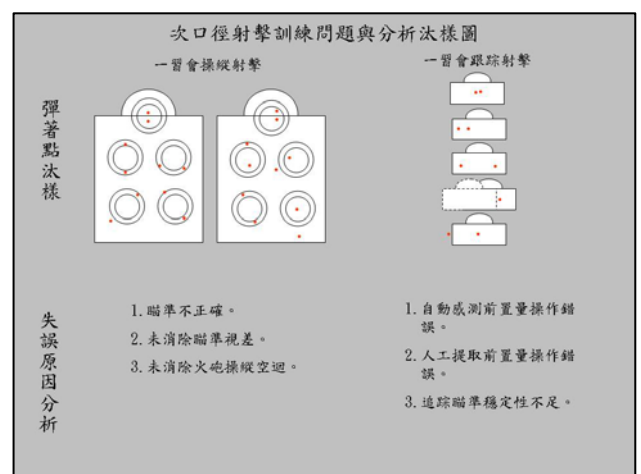
影響戰車射擊命中誤差因素之知識，可謂戰車射擊理論的根本，在「戰車射擊教範」，已有明確的概念說明，但普遍未受到重視，當中不僅歸納分析出三大類的誤差來源，亦說明預防解決之作法，其中有關於「隨機」與「變化性」誤差，列舉了操作手可能發生之誤差，可作為部隊訓練之重點；而「固定性」誤差，大部分已在技術層面上獲得補償修正方案，亦須由操作手於射擊準備階段，適時、正確地獲得相關參數，以作為彈道計算的基礎，增進命中精度。

五、精實次口徑射擊訓練

次口徑射擊，為進入戰車實彈射擊前之初步射擊訓練，乃以步槍模擬戰車砲射擊操作，磨練戰車戰鬥員規正射擊、修正射擊與對活動目標射擊之能力，使奠立戰車砲實彈射擊的良好基礎。依據本文前述次口徑射擊訓練之影響和事實分析，相關訓練精進作為及指導方向如下：

- (一) 嚴密射擊前武器、裝備之整備：精是槍架和步槍安裝之緊固性，避免射擊震動帶來的射彈散佈，影響射擊成績的統計、彈著散佈及射手穩定性的分析判斷。
- (二) 建立訓練觀察能量：包括各車射擊士官、彈著觀察分析士官，全程觀察射擊手操作程序、紀錄射擊成績、彈著分析，以作為射擊技能和穩定性…等分析和指導之基礎。常見次口徑射擊之問題與原因，如下圖：

表三：次口徑射擊問題分析汰樣圖



(本圖為作者繪製)

(三) 妥善分析與交叉訓練：過濾射擊穩定性不佳之問題與個人，開設同時訓練指導改進其缺點後，再給予重新射擊，重覆此一模式直到合格之標準。常見的次口徑射擊問題與同時訓練規劃，如下表：

習會名稱	射擊問題	同時訓練
一習會	火炮瞄準超過時限	操縱靶練習
	規正射擊不通過	求取新CCF值程序
三習會	跟踪瞄準不穩定	追踪瞄準預習
	自動感測前置量操作不穩定	射擊模擬器

一般人往往認為「配備先進的裝備就變得有恃無恐」，反倒輕忽嚴謹的教育訓練，而坐失「先發制人」的戰鬥先機。部隊射擊訓練並沒有捷徑，更絕非說說就可以派上用場，吾人常說「實物實作、反覆磨練」，我想這句話正可以道出其精神所在。因此唯有堅持「一次再一次、反覆練習」的訓練法門，並建立標準化與模式化的訓練內容、方法和訓場，方能深化戰車戰鬥射擊的能力。

結 語

在面對 21 世紀武器裝備現代化的威脅日增的時代，吾人絕不可完全寄望於武器裝備的優異性能，而輕忽了根本的基礎實務，須知武器裝備戰鬥效能的發揮，乃維繫於精實的裝備保養勤務，以及戰鬥員熟練敏捷的操作技能之上，尤其戰車砲射擊技術的養成，更不是一觸可及的！所謂「平

時事情做不好都可以再來一次，唯有與敵人在戰場上一較高下的機會就只能有一次」，而這個契機就在於平時戰備整備中發揮「精益求精、實事求是」的精神，才能確使戰車「一發命中、先敵射擊」技術得到發揚，進而保障遂行戰術任務時的主動與彈性，而不淪為一個空洞的口號。

參考資料：

1. 戰甲車概論。(陸軍戰甲車發展中心，中華民國 78 年 4 版)
2. FM 17-12-3 M60A3 戰車戰鬥射擊教範。(陸軍總司令部譯印 83 年 10 月 30 日版)
3. 105 公厘戰車砲射控系統校正。(陸軍總司令部 75 年 12 月譯印出版)
4. TM 9-258 基本光學與射控器材之運用。(陸軍後勤司令部 82 年 3 月譯印)
5. ST 9-153 彈道學概要。
6. TM9-3908-4312 M26 火炮砲膛規視器操作手冊。

作者簡介

姓名：雇員教師 鄭順彰

學歷：陸官 78 年班、裝校正規班 87 期、陸院 92 年班

經歷：排長、連長、科長、營長、教官