

M60A3 戰車行進間射擊之探討

周廣宜少校

壹、提要：

- 一、M60A3 戰車本身並無鎖定目標射擊之功能，其於戰場接戰中對活動目標射擊之命中困難度相對提高；故提升行進間射擊命中率應視為射擊訓練重要的環節。
- 二、行進間射擊受目標(或戰車本身)速度、方向、地形等影響尤甚，所以熟練且穩定的操作火炮、提取前置量、測距與射擊更是本訓練應詳加著重之處。。
- 三、命中率的提升取決於裝備妥善與人員精良訓練等兩項因子，尤我機甲部隊負陸戰成敗之責；裝甲幹部應建立捨我其誰的觀念，強化部隊射擊訓練，提升射擊精準度，方是當務之急。

貳、前言：

戰車行進間射擊時無論是對固定或活動目標射擊，其產生相對速度後均將造成瞄準上的難度，以致命中效果較停止間射擊為低，對射手而言；車輛的晃動、瞄準的視差、本身或目標速度改變或因彈道計算機於測距及提取前置後解答改變之瞄準十字線、射角，均造成接戰反應射擊時間較停止間射擊較長，故對提升行進間射擊命中率之作法實為戰車射擊訓練重要課題之一，本文針對行進間射擊系統運作概念及射擊訓練程序、重點進行研討，期望對戰車射擊訓練有所助益。

參、本文：

一、戰車行進間射擊特性分析：

(一) 戰車與目標之相對運動對射擊的影響：

1. 目標移動速率與射控之關係：

戰車發現目標的追蹤動作受到火炮控制單元的限制，若目標之移動速率低於該液壓驅動系統的誤差值，則不易追蹤瞄準。所以目標的移動速率及距離，對射手的瞄準而言將具有相當的影響。

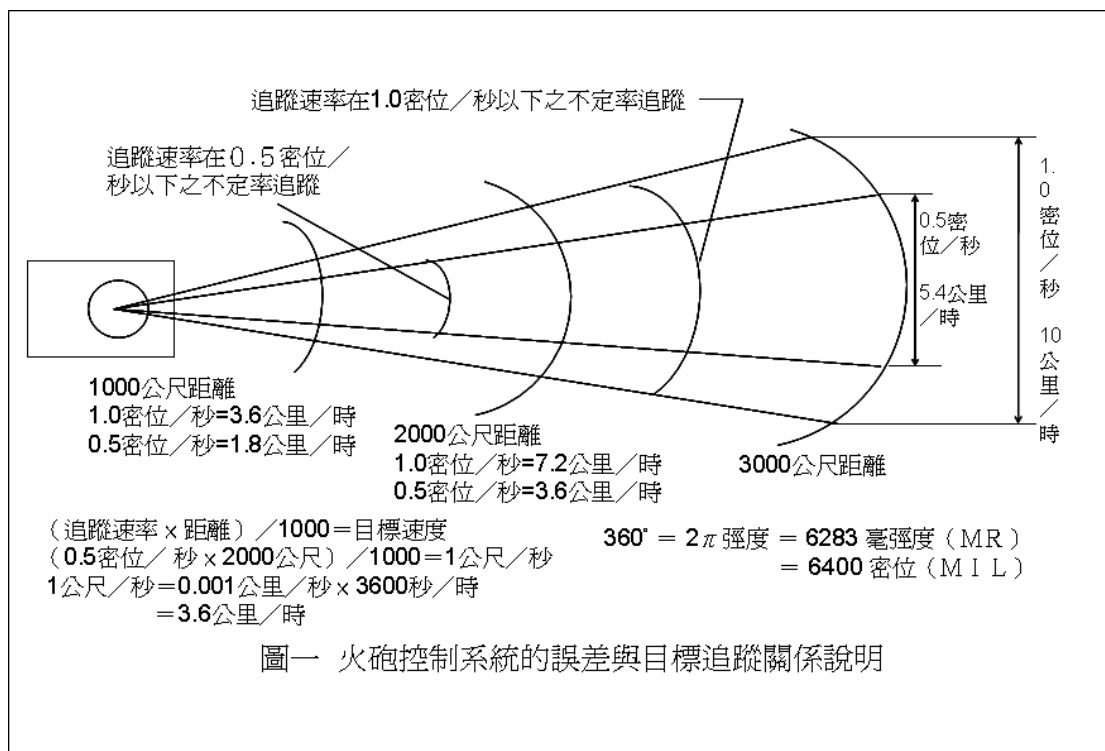
以下以直線運動的目標為例(圖一)，在不同的距離下移動速的最低限制，可根據火炮控制系統的誤差特性，以計算方式求出，亦即目標移動速率低於圖示之速率即不易追蹤。故射控系統之誤差量若能趨近於零則對目標之追蹤效果將最佳。

2. 目標移動對火炮射擊之影響：

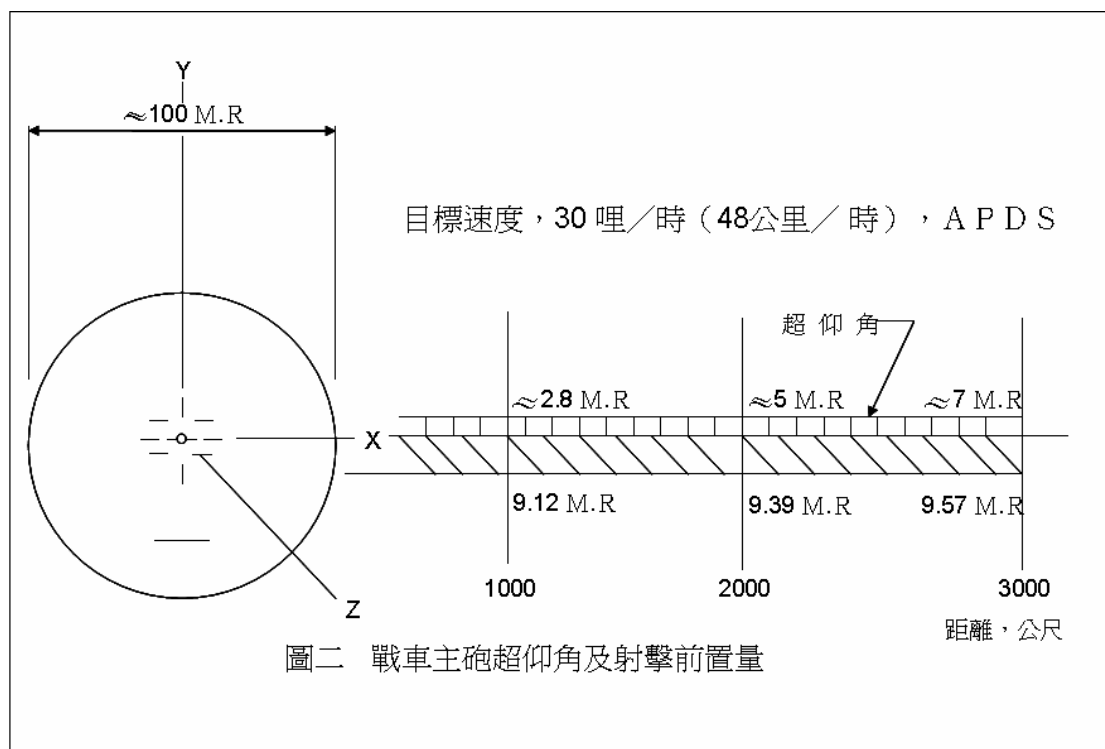
對活動之目標，M60A3 戰車可透過角速度儀及雷射測距機(穩定系統開啟時，則由陀螺儀及雷射測距機)獲得目標移動速率及距離，以作為彈道計算機運算解答之超仰角及前置

量。

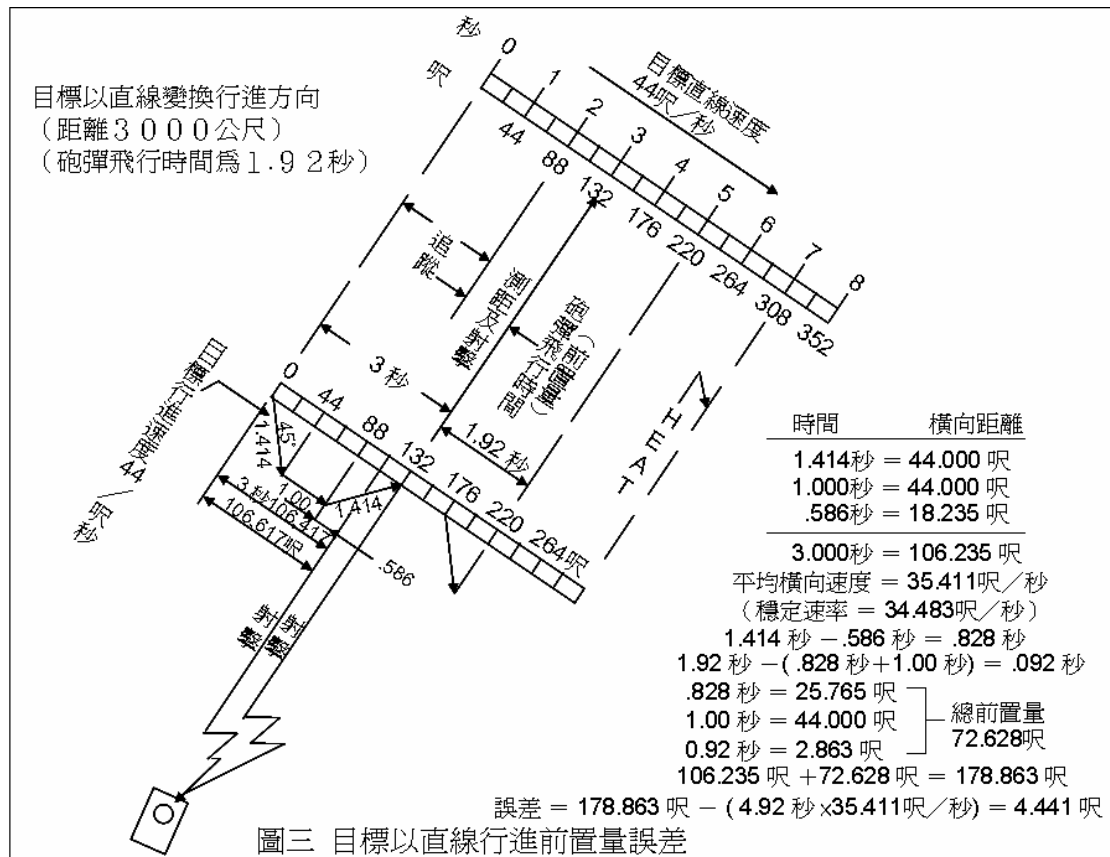
此數據對射擊命中率有相當程度之影響。主砲超仰角及前置量說明如(圖二)。又目標活動之狀態(直線或不規則)導致之前置量關係示意圖如(圖三)、(圖四)。



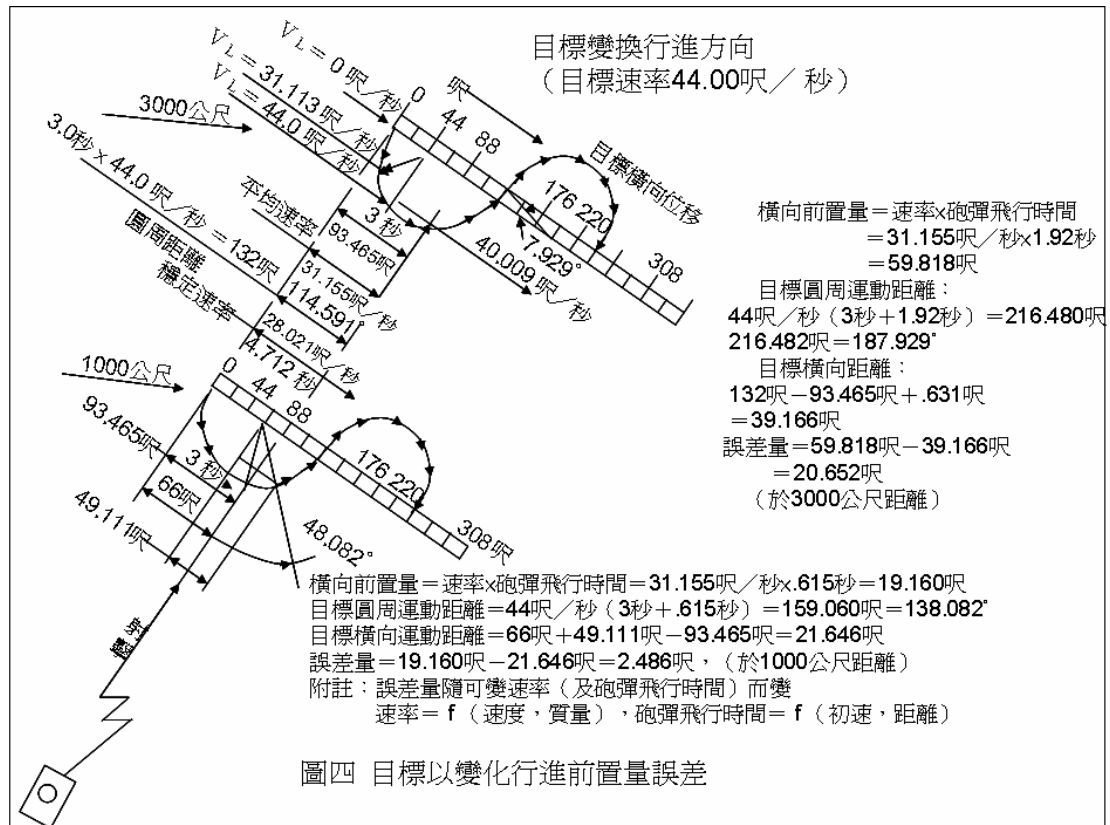
(資料來源：戰甲車概論 陸軍戰甲車發展中心印製 1988 年；作者整理)



(資料來源：戰甲車概論 陸軍戰甲車發展中心印製 1988 年；作者整理)



(資料來源：戰甲車概論 陸軍戰甲車發展中心印製 1988年；作者整理)

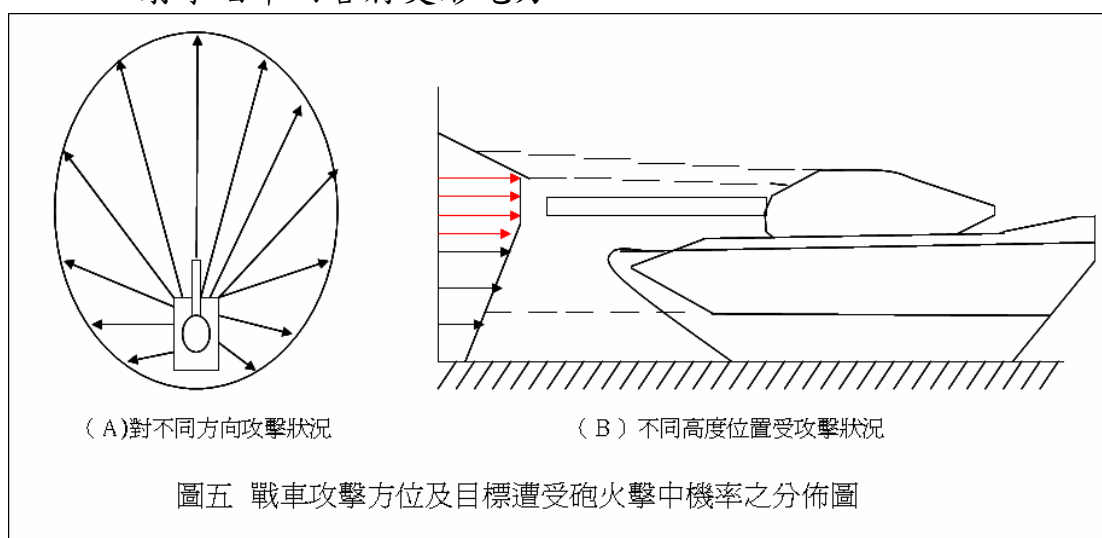


(資料來源：戰甲車概論 陸軍戰甲車發展中心印製 1988年；作者整理)

由此可知，目標距離越大其誤差情形將越明顯，且以變換行進造成前置誤差量對應於直線行進狀況為大，(圖四)數據明白顯示此情形對射手射擊時造成相當的困難度。惟該項誤差補償可藉由 M60A3 戰車彈道計算機提供。

3. 戰車攻擊面與分佈狀況：

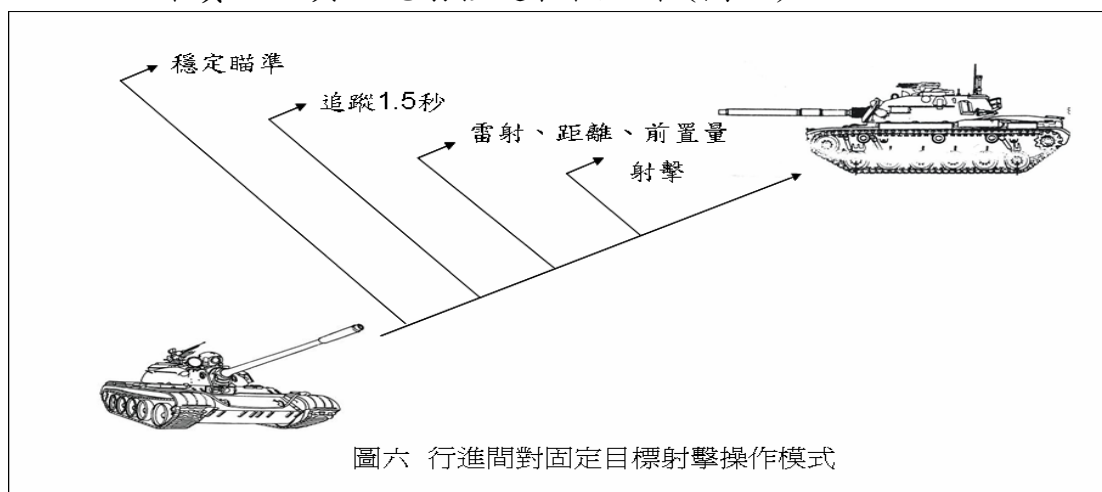
當了解戰車對活動目標射擊時，將因其活動情形產生相當的前置誤差後；我們也應一併了解於戰場戰鬥中，對敵戰車目標射擊之平均瞄準狀態應以砲塔部份為主，其高度約略為 1.5 公尺左右，本項認知將可確認一個概念：戰車射擊時之目標瞄準點將受限，尤其距離越遠目標越小(如圖五)，對射手瞄準而言將更形吃力。



(資料來源：戰車概論 陸軍戰甲車發展中心印製 1982；作者整理)

(二) 行進間對固定目標射擊操作模式分析：

1. 行進間對固定目標射擊時本身車輛速率及地形運用較能掌握，故對固定目標瞄準、測距、射擊均可在較為平穩之狀態下實施，其火炮射控過程概如下(圖六)：



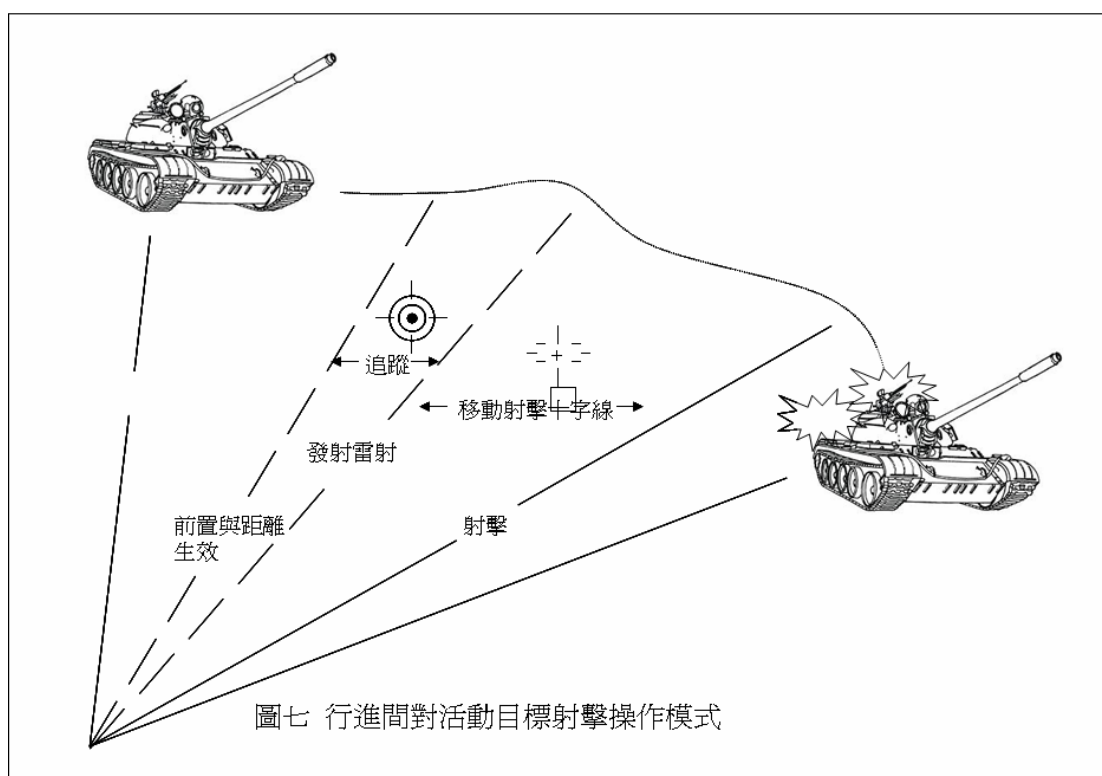
(資料來源：作者自繪)

2. 對固定之目標射擊之射控操作模式：

- (1) 開啟穩定系統；並完成偏移調整後對目標瞄準。
- (2) 克服戰車本身之底盤運動狀況適當操縱火炮瞄準。
- (3) 十字線瞄準目標正中央 1.5 秒；以利陀螺儀獲得戰車本身對目標運動時之平均速率。
- (4) 壓、放雷射前置鈕；電子處理機及雷射測距機即獲得相關之射程、前置量資料。經彈道計算機解答後將獲得火炮之射角及十字線移動量。
- (5) 重新操縱火炮使十字線對正目標。
- (6) 射擊。

(三) 行進間對活動目標射擊操作模式分析：

1. 行進間對活動目標射擊時，因目標運動方向、速率，及受地形影響之高低運動狀況遠較固定目標為大，故對活動目標瞄準、測距、射擊除我本身戰車較為控制之外，餘因素均甚難掌握，故射手實施追蹤瞄準之困難度將大為提高，初發命中率亦較對固定目標為低。其火炮射控過程如下(圖七)：



(資料來源：戰車概論 陸軍戰甲車發展中心印製 1982 年；作者整理)

2. 對活動之目標射擊之射控操作模式：

- (1) 開啟穩定系統；並完成偏移調整後對目標瞄準。
- (2) 車輛穩定行駛，速度降至 5 公里/小時(1.4 公尺/秒)以下。
- (2) 隨目標運動狀況適當操縱火炮瞄準。

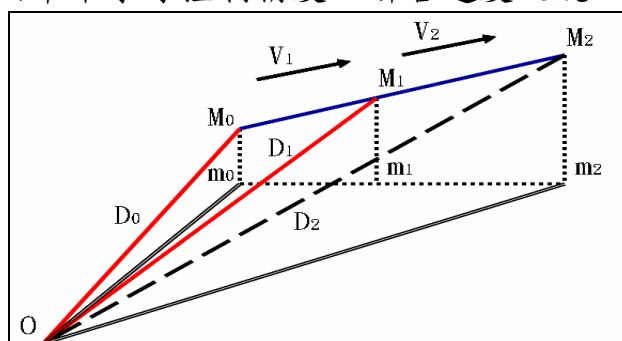
- (3) 十字線瞄準目標正中央追蹤 1.5 秒。(若於追蹤過程中停止或十字線偏差目標 1 密位以上應重新實施追蹤瞄準)。
- (4) 壓、放雷射、前置鈕。
- (5) 重新操縱火炮使十字線對正目標。
- (6) 於 3 秒內射擊。

二、影響戰車行進間射擊命中率之因素：

(一) 戰車行進間射擊命中目標的條件^{註 1}：

戰車砲命中目標基本上有三個條件：

1. 精確的瞄準：在射擊過程中，瞄準線 OM^* (圖八) 始終精確的追蹤及瞄準目標。而影響瞄準精確性的參數有：
 - (1) 目標瞄準及追蹤瞄準精度。
 - (2) 瞄準十字線控制精度、解答速度及規正精度。



圖八：射擊活動目標的幾何態勢圖

(資料來源：如何運用簡易的統計方法精進戰車砲射擊-黃順萌、林信仲著)

M0-目標開始瞄準的位置。

M1-射擊時目標的位置。

M2-推估命中目標的位置。

m0、m1、m2-分別為 M0、M1 及 M2 點在水平面上的投影點。

O-戰車的位置。

OM*-瞄準線。

D0、D1、D2-分別為目標於 M0、M1 及 M2 點時的距離。

V1-目標速度。

V2-推估目標速度。

2. 正確的解算：由基本彈道問題及彈道修正量的解算所求得之高低(超仰)角及水平(方向)修正角(包含前置量)等戰車砲射擊諸元，應具有必要的精度。

而影響解算正確性的參數有：

- (1) 目標狀態的估計。

^{註 1} 陸軍裝甲兵學術雙月刊第一九三期- 如何運用簡易的統計方法精進戰車砲射擊，黃順萌、林信仲著

- (2)彈丸初速。
 - (3)目標距離。
 - (4)目標角速度。
 - (5)砲耳軸傾角。
 - (6)砲管變形。
 - (7)橫風。
 - (8)空氣密度（大氣壓力）。
 - (9)彈藥溫度。
3. 準確的控制：在瞄準具及戰車砲的兩個傳動軸線上（高低、方向），按解算的結果準確的控制瞄準具及戰車砲到達射擊位置。
- (1)戰車砲穩定精度。
 - (2)戰車砲射角裝定精度。
 - (3)戰車砲規正精度。
 - (4)瞄準具與戰車砲同步校準的精度。

（二）戰車行進間射擊誤差：

1. 誤差的分類^{註2}：按照誤差的特點和性質，可將誤差區分為固定誤差、變化性誤差及隨機誤差。

（1）固定誤差：

即便戰車性能再優越它都有無法改變的誤差，此「誤差」乃指現有之射控系統（因設計或製造所造成之誤差）、武器、彈藥在任何距離及環境下，所造成射彈命中之偏差。其包含：

- ①**系統視差**：因戰車各項瞄準具配置之位置無法和火炮之砲身軸線在同一條線上，所以會造成垂直與水平方向之誤差（尤以水平方向為最），可藉由精確之**砲膛規視規**正將誤差減至最小。
- ②**彈種偏流**：係由彈丸旋轉、空氣阻力及重力等共同作用所造成，而彈丸偏流的方向（均屬水平方向之誤差）取決於戰車砲膛旋轉之方向，本軍現用戰車均為膛線右旋之戰車砲，故其射彈偏流均向右偏。一般而言，除了尾翼定穩定之彈藥不會產生偏流外，彈丸愈大或砲口初速愈慢之彈藥，因受空氣阻力愈大，所以偏流方向也就愈大。其修正的方法在**彈道計算機**在設計時，即已將各彈種偏流資料存入以作為偏流之補償；在**次要瞄準具（管狀鏡）之瞄準線（射程分劃）**，設計時均向右下方偏斜，此「偏斜」即是將

^{註2} 國軍準則-陸軍-017 -3 M60A3 戰車射擊教範 1996.10。

彈種之偏流直接設計於瞄準線內

③**砲口跳動**：乃指每一發彈藥在彈丸出砲口時，會產生反作用力而形成跳動，而反作用力之大小又因彈種不同而有所區別（屬於垂直方向的誤差），此種跳動會使砲彈出砲口時角度有所變化，而造成彈丸之彈道高、飛行距離、命中目標角度（落角）、命中時射彈殘存速度等之改變。其補償的方法，可於射擊前輸入 CCF 值修正之。

(2)變化性誤差：

此種誤差產生的原因很多，但會因時、因地而改變。一般而言，概為大自然環境影響（風、霜、雨、雲、地形等），部份人為因素（短時間內快速射擊、規正不正確、視差等）及武器系統變化（砲管磨損或彎曲、膛線變形、彈藥溫度等）所造成。

而此種變化性誤差共有十項：

①**傾斜**：戰車砲之砲耳軸，不在同一水平線上，會使造成射彈形成近彈，且偏向傾斜方向。戰車上之**傾角儀**能自動感測傾斜角，並提供給彈道計算機，而予以修正所造成之誤差。當傾角儀損壞，對於初發射彈如能觀測，則依彈著點投影法作第二發之修正射擊，或依**後續射擊**指令修正之。

②**橫向陣風**：砲口在射彈射擊後會產生砲口光及一股強大的氣流（約砲口前 3 公尺之位置），若在射擊的瞬間，砲口產生的氣流受風之影響而產生偏移，會直接影到彈著的精準度。因此戰車必須裝置**橫風感測器**，以提供彈道計算機計算並修正其所造成之誤差。當橫風感測器失效時，應將橫風值輸入為「零」，初發射彈如能觀測，再依彈著點投影法作第二發之修正射擊，或依**後續射擊**指令修正之。

③**膛線損壞**：此種狀況大多為彈藥與砲管材質等因素而造成膛線斷裂、凸起，進而影響射彈散佈面過大。其損壞情形可由聯保廠人員利用**砲膛規視鏡**，以決定是否更換砲管。

④**砲管磨損**：砲管發射過多彈藥會造成砲管磨損，拋射藥之氣體會自砲管上方二點鐘方向溢出，進而影響射彈的砲口初速。**砲管磨損**可由聯保廠人員使用**拉量樣板**量測，或由彈藥之射擊發數推算，所得之數據應將其輸入彈道計算機內，以修正所形成之誤差，如砲管磨損過度時，則應依規定更換砲管。

⑤**彈藥溫度**：當彈藥溫度不平均或過冷時，會造成拋射藥無法同時完全燃燒，而影響射彈的砲口初速。因此，射擊

前須將彈藥溫度輸入彈道計算機計算補償。

⑥距離測量：距離是影響射彈命中最重要的因素，距離測量錯誤除測距機故障外，絕大部份均由於人員訓練不足所造成，其改進的方法為反覆訓練。

⑦砲管彎曲：砲管本身之長度與重量，受地心引力影響會產生一種向「下」位移的弧度，砲管愈長弧度也愈大，這種位移程度因車而異，可藉由砲口安裝「砲口參考器」來感測修正，惟目前國內各型戰車並未配賦此裝備。

⑧砲管溫度不平均：此乃屬於大自然之氣候影響所致，其位移的方向不定，當陽光照射在砲口左側時，則砲管會向右方彎曲（熱脹冷縮原理）。修正的方法可在砲口前端裝配「砲口參考器」或藉由「保溫襯套」補償之。

⑨空氣密度：空氣密度（大氣壓力）受氣候及海拔高度影響，空氣密度愈高，對射彈的阻力愈大，射彈之彈著會較瞄準點為低。此項誤差只要射擊前於彈道計算機輸入當時之空氣溫度與大氣壓力即可修正補償。

⑩視度曲折：最主要因為「熱」之影響而造成射手（或車長）瞄準十字線至目標之瞄準線曲折，這種狀況最常發生於沙漠地區，而其他地區最常發生的時間為炎夏。

(3)隨機誤差：

隨機誤差並非持久性的誤差，它是因時、因地、因人與武器系統而變化，此種誤差並不固定，唯有加強人員訓練來補償，其誤差項目有二：

①散佈面過大。

②射手瞄準錯誤。

2. 誤差的處理原則：

(1)針對出現的大小和方向為固定或有規律變化的誤差，處理原則有二：

①對產生誤差的根源上消除，使它們的影響降低到最小的程度。

②輸入修正量（例如 CCF 值）消除誤差。

(2)沒有規律（或目前無統計資料）的誤差處理的原則是確定其統計特性，否則將無法修正^{註3}。

(3)明顯異常誤差的處理，首先增加樣本數及實施誤差預估及篩檢程序^{註4}（例如「未通過審查測試檢查之程序」，

^{註3} 陸軍裝甲兵學術雙月刊第一九三期- 如何運用簡易的統計方法精進戰車砲射擊，黃順萌、林信仲著

^{註4} 陸軍裝甲兵季刊第一六六期-戰車射控系統校正實施要領 黎國清著

，若為明顯異常誤差則將其剔除，而異常值判斷最常用的方法為「 3σ 法則」，由於明顯異常誤差的出現是一種偶然現象，對於常態分布的誤差而言（表一），在 3σ 以外發生的機率只有0.27%，一般來說這種現象在實際中是很難發生的，若出現這種現象則可判斷為明顯異常誤差。

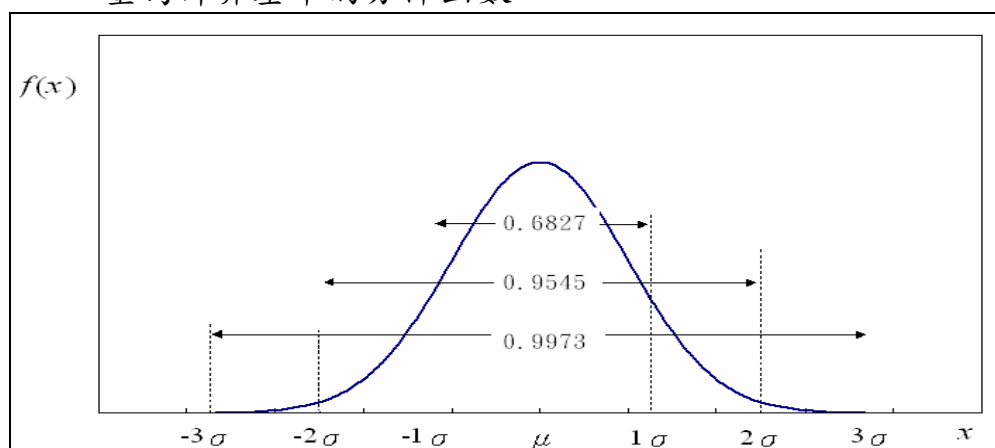
誤差範圍	發生機率
1σ	68.27%
2σ	95.45%
3σ	99.73%
4σ	99.99%

表一：不同誤差範圍發生的機率
（資料來源：戰車射控系統校正實施要領，黎國清著）

三、射控對火炮命中率之影響：

（一）影響 M60A3 戰車射擊命中率之因子及預估值^{註5}：

1. 在 M60A3 戰車射擊時固定或有規律變化的誤差和命中率等數據並不是一個測量出來的絕對值，而是使用常態分佈曲線（圖九），在一連串測量值決定後，定義出一個標準差（ σ ）量為計算基準的分佈函數。



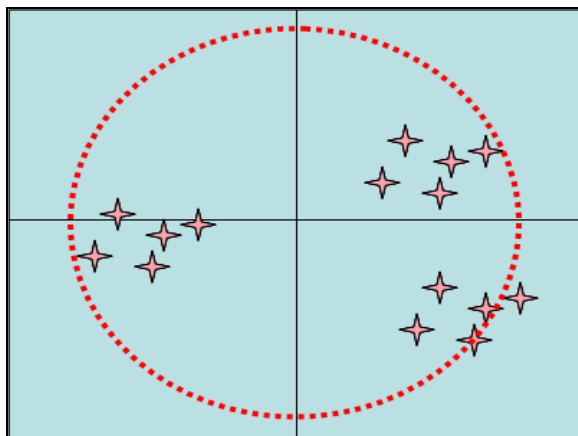
圖九：常態分佈曲線

（資料來源：戰甲車概論 陸軍戰甲車發展中心印 1988 年）

2. 戰車砲及彈藥的特性而形成之誤差，此種誤差不可修正，其標準偏差量（ 1σ ）約為 0.2 至 0.3 密位。
3. 由於戰車砲跳動所形成之誤差（圖十），此種誤差由於砲架狀況及特性影響，可能每日均不同，以適當方法可予大幅度

^{註5} 戰甲車概論 陸軍戰甲車發展中心印 1988.12

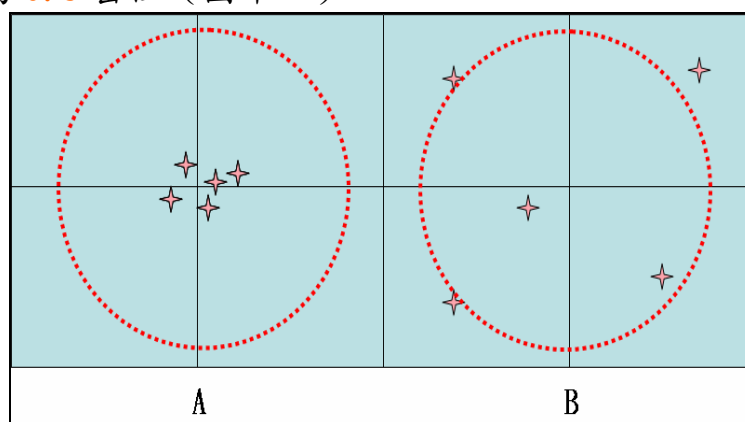
改善（提高準確度及精密度），其標準偏差量（ 1σ ）最少約為 0.6 密位。



圖十：戰車砲跳動所形成之散佈面

（資料來源：作者自繪）

4. 由於射手修正瞄準線時的變動量造成的誤差（屬於隨機誤差），其標準偏差量（ 1σ ）最少約為 0.15 至 0.25 密位。
5. 其它影響彈道因素（彈種程式、傾斜、橫陣風、射彈砲口初速變化、距離測量、射控系統、空氣密度、視度曲折…）造成的誤差（屬於變化性誤差），其標準偏差量（ 1σ ）修正後約為 0.5 密位（圖十一）。



圖十一：變化性誤差所形成之散佈面

（資料來源：作者自繪）

A：修正後，其標準偏差量（ 1σ ）約為 0.5 密位。

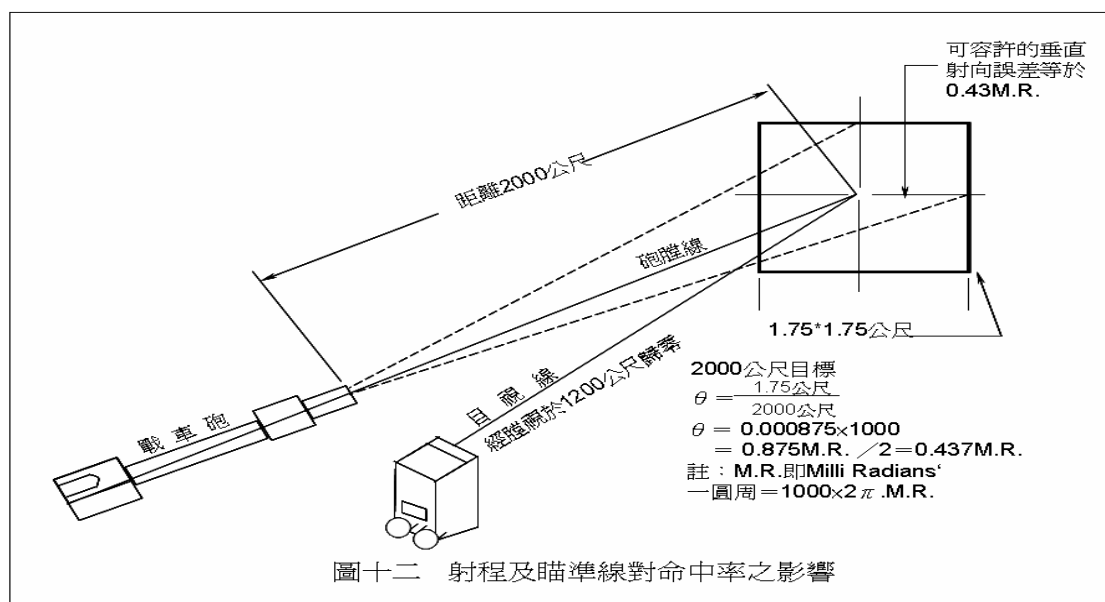
B：修正前，其標準偏差量（ 1σ ）大於 1 密位。

6. 戰車砲、砲塔及整個射控系統偏移造成的誤差，導因於校準偏差、視差、空迴等，可利用覘視、歸零、保養等手段予以修正，其標準偏差量無法統計。

（二）射程與瞄準線對射擊命中率之影響：

M60A3 戰車火砲中心軸線與瞄準具於 1200 公尺形成交會，純就射程與瞄準線計算而言，於 2000 公尺及 3000 公尺距離內之容許誤差值如下（圖十二），計算得本戰車以有效射

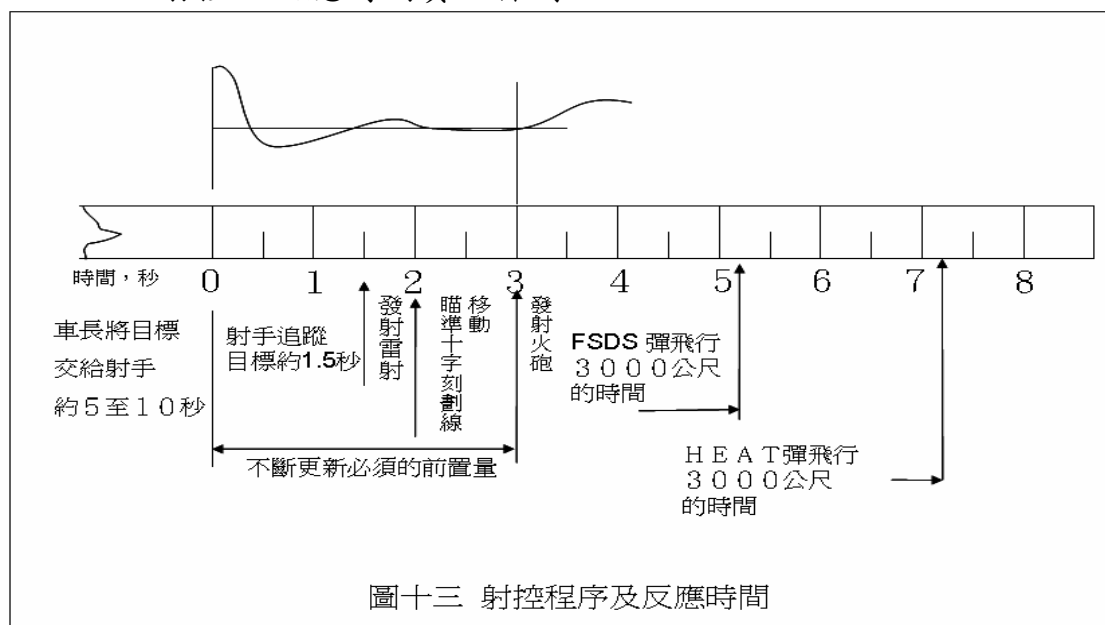
擊距離 2000 公尺時其射向誤差值須小於 0.437M.R.。然有效射程以外之射程已非戰車射控設計時需遵守之偏差限制，故距離增加後偏差將逐次擴大，射擊活動目標之第一發命中率亦隨距離增加與目標移動之前置誤差而下降。



(資料來源：戰甲車概論 陸軍戰甲車發展中心印 1988 年作者整理)

(三)火控系統反應速度^{註6}：

作戰講求時效，固戰車自發現目標至摧毀目標受到極為嚴格之要求；其中包含乘員搜索目標能力、口令、射控操縱程序、觀測與修正……等，在此僅針對 M60A3 戰車常用彈種射控及反應時間實施探討。



(資料來源：戰車概論 陸軍戰甲車發展中心印 1982 年 作者整理)

^{註6} 戰甲車概論 陸軍戰甲車發展中心印 1988.12。

1. 破甲榴彈(HEAT)為例：

假設：

- A. 在 1000 公尺射擊破甲榴彈 HEAT。
- B. 彈道飛行時間 1.0 秒
- C. 在擬似戰場目標狀況下射擊 2.3*2.3 公尺之目標。
- D. 第一發命中率：80%
- E. 砲彈命中目標造成目標喪失火力或機動力之機率：
50%
- F. 瞄準射擊反應時間及彈頭飛行時間之和：第一發自
車長指示目標起至射手擊發迄彈頭飛至目標止是
13+1 秒，後續命中目標是 3+1 秒。

獲得以下數據：

- (1)精確命中目標一發，估使用砲彈數： $1/0.8=1.25$ 發
- (2)精確命中一發使目標喪失火力及機動力需砲彈
為： $0.8*0.5=0.40$ 或 2.5 發
- (3)預估擊毀目標(使之喪失火力與機動力)所需時間
- (4)發射第一發所需時間-----14 秒
- (5)發射後續 1.5 發彈藥所需時間----- $1.5*4$ 秒=6 秒
- (6)擊毀目標所需時間-----20.5 秒

2. 翼穩穿甲彈(FSDS)為例：

假設：

- A. 在 2000 公尺射擊翼穩穿甲彈 FSDS。
- B. 彈道飛行時間 1.4 秒
- C. 在擬似戰場目標狀況下射擊 2.3*2.3 公尺之目標。
- D. 第一發命中率：55%
- E. 砲彈命中目標造成目標喪失火力或機動力之機率：
45%
- F. 瞄準射擊反應時間及彈頭飛行時間之和：第一發自
車長指示目標起至射手擊發迄彈頭飛至目標止是
13+1.4 秒，後續命中目標是 3+1.4 秒。

獲得以下數據：

- (1)精確命中目標一發，估使用砲彈數， $1/0.55=1.81$ 發
- (2)精確命中一發使目標喪失火力及機動力需砲彈為
 $0.55*0.45=0.247$ 或 4.05 發
- (3)預估擊毀目標(使之喪失火力與機動力)所需時間
- (4)發射第一發所需時間-----14.4 秒
- (5)發射後續 1.5 發彈藥所需時間- $3.05*4.4$ 秒=13.42 秒
- (6)擊毀目標所需時間-----27.82 秒

由此概略得知，距離增加後其第一發命中率相對降低，且目標擊毀之時間亦相對增加。故增取目標獲得反應時間，將獲得目標摧毀時間的充裕，亦減低戰車本身於戰場中受威脅的時間。

四、精進戰車行進間射擊具體作法：

(一) 縝密之射擊前檢查：^{註7}

1. 逐項完成技術書刊「射擊前」之檢查項目並排除故障。
2. 砲身運動檢查：火砲履歷書「射擊紀錄」欄內，檢查半年內是否曾實施過射擊。是！即完成砲身運動檢查；若否！再檢查「保修紀錄」欄內，半年內聯保廠人員是否曾實施過砲身運動；若否！則實施保修申請。
3. 砲膛檢驗檢查：砲膛檢驗包含「拉越式樣板」量取砲管磨耗，及「M3 砲膛檢視鏡」檢驗砲膛內部狀況等二項工作，每半年或每射擊 200 發 EFC 值之彈藥應由聯保廠人員實施檢驗乙次。檢驗紀錄可於火砲履歷書之「砲膛檢驗紀錄」欄內查知，若於檢驗時隔聯保廠仍未實施檢驗須提出保修申請。
4. 逐項完成射控系統校正「精度檢驗」之檢查項目並排除故障。
5. 完成射控系統校正之「覘視規正」，包含 CCF、SCF 值之輸入。
6. 同步校準^{註8}：在檢查高低、偏向之誤差。其檢查的標準為在主砲最高與最低俯仰之間，熱源成像儀隨主砲運動之高低、偏向誤差是否在 0.3 密位以內。

(二) 穩定操縱平台：

1. 穩定系統：

穩定系統通常以陀螺儀作為感測高低、方向變化之元件 M60A3 戰車類型為：雙軸穩定系統；此系統包含了兩個控制回路，分別穩定火砲之高低和方向。當火砲偏離穩定位置時，陀螺儀即發出偏離信號，同時透過電子處理機處理計算，傳遞回饋至伺服機構以改變油路，使火砲保持在原來之位置，其精度通常為 1 密位左右。

2. 穩定系統功用：主在配合動力操縱系統時使用，其可於戰車行進間縮短射擊反應時間，易於射手瞄準。
3. 穩定系統開啟^{註9}：系統組成由陀螺儀、穩定系統控制器、伺服機構、緊急關斷開關及穩定系統控制盒所組成。(相關操作請參考戰車操作手冊)

(三) 車輛平穩駕駛：駕駛於車長獲得目標後，應利用半遮蔽陣地

^{註7} 戰車射擊問答集 黃順萌著 2008 年

^{註8} 國軍準則-TM9-2350-253-202-1 1996 年

^{註9} 國軍準則-M60A 戰車操作手冊 2001 年

或選擇較為平坦之地形緩緩降低車速至 5 公里/小時以下，並避免急速轉彎、爬坡或實施越壕運動，減低前置或傾斜感測失真，以利射手穩定追蹤瞄準及射擊；尤應禁止戰車停於側斜之坡地，導致戰車射擊後產生之後座力造成戰車翻傾。

(四)火砲追蹤瞄準提取前置量程序：

1. 車長：

- (1)按掌形：按壓操越握把，以超越射手控制火砲系統。
- (2)瞄準目標：操縱火砲使十字線對正目標中央。
- (3)壓雷射鈕：選擇雷射測距機 AUTO 及回波數後，左手壓
- (4)穩定追蹤目標 1.5 秒以上，壓前置鈕：操縱火砲使瞄準具十字線對正目標中央跟蹤 1.5 秒以上，以右手拇指壓前置鈕，提取前置量。
- (5)重新瞄準目標：十字線因前置量移動後，應重新操縱火砲瞄準目標中心。
- (6)擊發：以右手按壓擊發鈕擊發火砲。
- (7)放前置鈕：以利前置量資料歸零。

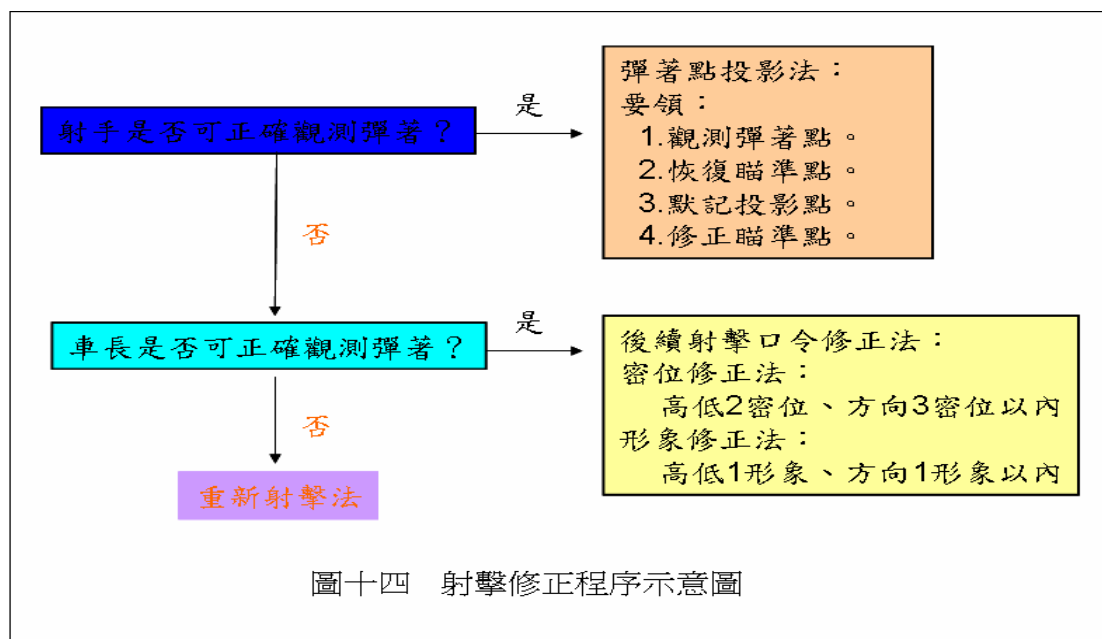
2. 射手：

- (1)按掌形：握 H 型握把按壓掌型開關，控制火砲系統。
- (2)瞄準目標：操縱火砲使十字線對正目標中央。
- (3)穩定追蹤目標 1.5 秒以上，壓放雷射/前置：操縱火砲使瞄準具十字線對正目標中央跟蹤 1.5 秒以上，以右手拇指壓前置鈕，提取前置量及目標距離。
- (4)重新瞄準目標：十字線因前置量移動後，應重新操縱火砲瞄準目標中心。
- (5)擊發：以左手按壓擊發鈕擊發火砲。

(五)適當的修正技巧^{註 10}：

射擊首發若射手直接觀測到彈著點，可由射手直接使用「彈著點投影法」自行修正。若射手未觀測到彈著，而車長亦未能觀測到彈著，則以「重新射擊法」實施之。若射手未觀測到彈著，而車長觀測到彈著點，且彈著之偏差在容許範圍內（密位修正法：高低 2 密位、方向 3 密位；形象修正法：高低 1 形象、方向 1 形象。），可由車長利用「後續口令修正法」下達修正口令實施修正；偏差若過大超出範圍，則以「重新射擊法」實施重新射擊。

^{註 10} 戰車射擊問答集 黃順萌著 2008 年



（資料來源：作者自繪）

（六）強化運用瞄準刻劃實施射擊修正及前置量提取能力：

利用瞄準分劃提取前置量與實施射彈修正，提取量大小決定的關鍵因素均為「彈藥初速」，初速愈快前置之提取量與C值^{註11}修正量較小，反之則較大。因此，瞄準具分劃在設計之初，其分劃之大小乃以該車型使用之主要彈種初速為參考依據（M60A3 戰車為APDS）。前置量分劃每個線段的大小，M60A3 戰車每分劃為 2.5 密位；垂直分劃依 C 值換算所得之結果（距離修正以加減 200 公尺為修正單位）每個線段為 1 密位。若射擊其他彈種，前置量之參考數據 FSDS/HVAP 為 2.5 密位、HEAT 5 密位、HEP/WP 7.5 密位；垂直分劃之修正量，在使用上亦須按前置量增減之比例增減。

（七）強化運用熱源成像儀瞄準射擊：熱源成像儀為全天候均可使用之瞄準裝置，且其使用最大好處是對射手不致造成瞄準誤差，故平時應加強保養測試，以保持妥善狀態。

（八）建立戰鬥射擊的觀念，並適時運用：戰鬥射擊講求快殺，戰車對戰車戰中，凡是先行發射之戰車，能摧毀敵方之機會為 80%，「戰鬥瞄準射擊法」係綜合「APDS」（脫殼穿甲彈）與「HEAT」（破甲榴彈）的低伸彈道，此等彈藥所具優越穿甲能力的功效，以縮短為先敵發射第一發射彈及促進第一發命中並造成毀滅敵目標之或然率所需之時間。戰鬥瞄準概有下列四個步驟：

^{註11} 「C 值」即射擊距離變換 100 公尺，所相映火炮之仰度變換量。通常彈藥初速在每秒 3500 英呎(1046 公尺)（含）以下之彈藥，射擊距離變換 100 公尺之仰度變換量約等於 1 密位；初速在每秒 3500 英呎(1046 公尺)以上之彈藥，射擊距離變換 100 公尺之仰度變換量約等於半密位。

(1)預先裝定好距離與彈種選擇鈕。

(2)預先裝填第一發射彈。

(3)瞄準目標的正中央。

(4)開保險射擊射擊。

肆、結論：

於本文探討中可概略獲得以下結論：即對活動目標或實施行進間射擊獲得之命中率遠較對固定目標射擊為低，就 M60A3 戰車而言；其因素扣除射控系統本身功能受限之外，最應加強部分均指向於「裝」與「人」的問題。故裝備的妥善與人員訓練的精良將是所有射擊提升的不二法門。活動目標雖有其一定的射擊誤差與難度存在，但只要廣續精進訓練，即能達到我裝甲兵射擊一貫的訓練目標：第一發命中！

姓名：少校教官 周廣宜

學歷：陸官正 66 期、正規班 112 期

經歷：排長、訓練官、連長、教官