

提升火炮射向賦予效率及射擊速度之我見

作者：吳皇慶

提要

- 一、「射向賦予」之目的，在使全連或全排火炮射向平行指向所望目標或地區，確保各砲火力不重疊並加大殺傷範圍，為砲兵部隊占領陣地後，須優先完成之重要工作，而人員操作快慢及作業偏差及錯誤，均影響火炮射擊支援速度、射彈精準度與友軍安全。
- 二、M2 方向盤主要運用於射向賦予、角度量測、搜索敵情、觀測射彈及觀測天體等作業，惟上述各項作業隨著國軍近年相關新式裝備或器材換裝，M2 方向盤幾乎僅剩砲兵陣地於射向賦予時使用，考量戰場景況及各項作業需求均不斷改變或調整，傳統方向盤漸無法符合現今科技化戰場環境。
- 三、世界各國新一代火炮均已搭載全球定位系統(GPS)與慣性導航系統(INS)，使各砲能獨立獲取射擊所需之定位定向資料，無須仰賴測量人員提供測地資料，除加快射擊整備速度及縮短相關作業時間外，亦可提升火炮射擊精度，增進整體火力支援效能。

關鍵詞：射向賦予、全球定位系統、慣性導航系統、火力支援效能

前言

「射向賦予」目的在使全連(排)火炮射向平行指向所望目標或地區，¹確保各砲火力不重疊且加大殺傷範圍，為砲兵部隊占領陣地後，須優先完成之重要工作，而人員操作快慢及作業偏差(程序錯誤)，均影響火炮射擊支援速度、射彈精(準)度與友軍安全甚鉅；基此，如何有效提升砲兵部隊射向賦予成效，確保射彈能迅速、精準命中敵軍目標或達成火力支援任務，並減少暴露於敵反砲兵雷達及火力威脅中，為現今高科技戰場上急需檢討之課題。本研究為筆者於砲訓部教學及各年度火炮射擊輔導過程，觀察國軍砲兵部隊現行射向賦予作法，分析相關優缺點，並參考各國先進技術，提出個人見解，希為國軍砲兵發展略盡棉薄。

國軍現行射向賦予方式及操作程序概述

火炮占領陣地後，不論以何種方式實施射向賦予，對各型火炮而言，其操作方式或程序大致相同，均運用平行線內錯角相同原理(圖 1)，依國軍現行作法可歸類為使用及不使用 M2 方向盤等兩大類，常用方式說明如次。

¹ 《野戰砲兵戰砲隊訓練教範》(桃園：陸軍司令部，民國 90 年 12 月 24 日)，頁 3-11。

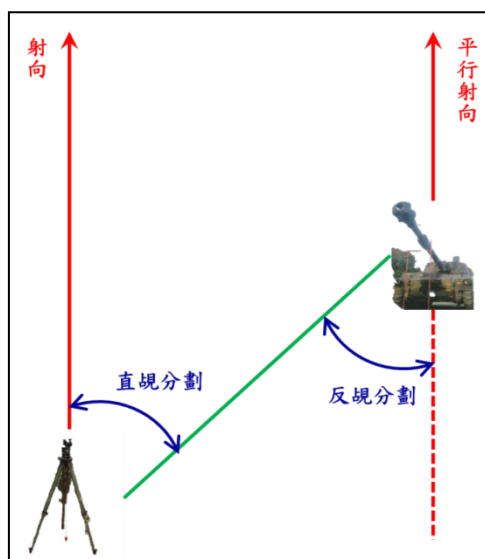


圖 1 射向賦予係運用平行線內錯角相同（直視分劃等於反視分劃）原理

資料來源：作者繪製

一、使用 M2 方向盤

（一）方向基角法（圖 2）：「方向基角」係自「砲檢線」²順時針測至「方向基線」³右端之水平夾角。⁴此角通常由測量班運用目標及火炮陣地中心座標等數據計算而出，為各種方法中精度最佳者；使用方向基角法賦予射向，必須先有方向基線及測量班測出之方向基角，並在線上標示選擇點（方向盤整置位置）及基線一端後，方可使用，而基線一端選定要領，⁵可能為獨立明顯之垂直地物、建築物邊緣或臨時設置之標桿，副連長或副排長操作程序概述如次。

1. 整置方向盤（圖 3）

（1）轉動方向盤上部，裝定方向基角（右手壓下解脫子先裝定本分劃，繼裝定輔助分劃）。

（2）轉動方向盤全部（大方向鬆開方向解脫子，小方向轉動方向微動螺）瞄準基線一端（此時方向盤黑色刻劃 0-3200 之線，即平行指向射向）。

（3）轉動方向盤上部（先將輔助分劃歸零，右手壓下解脫子），並下達「全連－瞄準點方向盤之口令」。

2. 賦予砲班射向

（1）自基準砲起逐次瞄向各砲瞄準鏡（瞄準物鏡中央），賦予各砲方向（如第三砲方向— $\times \times \times \times \times$ ）。

² 砲檢線係自陣地中心砲位至檢驗點之連線，參照《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》（桃園：陸軍司令部，民國 107 年 8 月 14 日），頁附 1-8。

³ 方向基線為提供火炮射向賦予所設置之方位地線，由「選擇點」與「方向基線之一端」構成。通常由砲兵排、連與測量官協調決定。

⁴ 《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》（桃園：陸軍司令部，民國 107 年 8 月 14 日），頁 7-24。

⁵ 同註 4，頁 7-23。

(2) 聞各砲瞄準手報「第×砲好，準備檢查」之口令後，再次瞄準，並賦予新的方向，直至瞄準手報「誤差么(1)」或「誤差洞(0)」時，即報「第×砲射向賦予完畢」，待全連(排)射向賦予完畢後，接續下達射向標定(插標桿或設置標定儀)口令。

3. 餘砲手及相關細部動作請參閱各型火砲操作手冊。

(二) 方位角法(圖4):「方位角」係以「方格北」為基準，順時針測至「檢驗點」或目標所成之水平角，此角可藉器材、地圖及空照圖等測取，⁶並由連長或射擊指揮所給予，此法較能適用於任何時機，惟方向盤磁針易受磁電感應，影響精度，故選定方向盤位置及整置時，均須注意與相關設施或裝備距離(表1)，副連長或副排長操作程序概述如次。

1. 整置方向盤

(1) 先以「磁針方格偏差常數」⁷(磁偏常數)減去「射向方位角」，求出「磁針分劃」後，將計算數值轉動上部裝於方向盤上(圖5)。

(2) 打開磁針解脫鉸，轉動方向盤全部使磁針歸北(此時方向盤黑色刻劃0-3200之線，即平行指向射向)。

(3) 轉動方向盤上部(先將輔助分劃歸零，右手壓下解脫子)，並下達「全連-瞄準點方向盤之口令」。

2. 賦予砲班射向(相關動作及程序同方向基角法)。

3. 各砲手及相關細部動作請參閱各型火砲操作手冊。

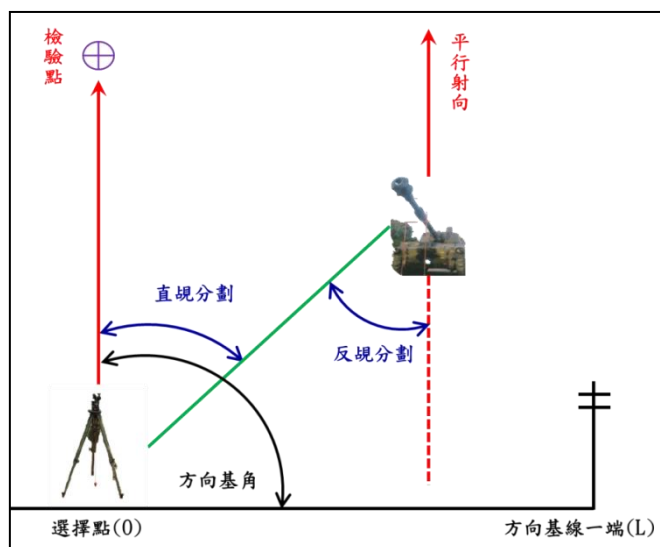


圖2 方向基角法圖示

資料來源：作者繪製

⁶ 同註1，頁3-14。

⁷ 「磁針方格偏差常數」係由方格北順時針測至磁北之水平角，其值常因時因地而異，故有偏東與偏西之分，參照《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》(桃園：陸軍司令部，民國107年8月14日)，頁2-54。

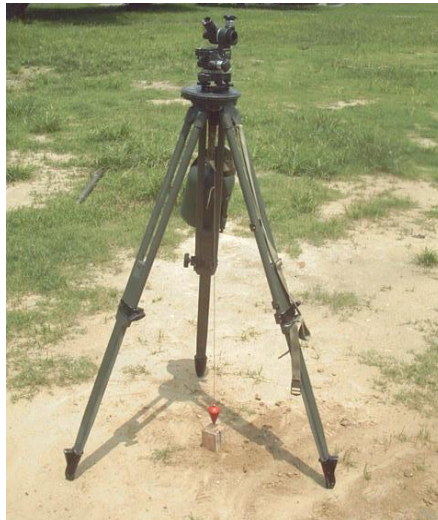


圖 3 方向盤垂球垂直於選擇點，水準氣泡居中，使 0-3200 之線概略指向射向

資料來源：《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》

表 1 使用方位角法方向盤與金屬設施距離

項次	金屬設施或裝備	相距距離	備考
1	高壓電線（電塔）	150 公尺	
2	最重型火砲（240 公厘）	75 公尺	
3	重型（8 吋或加農砲）或中型火砲（155 公厘）	60 公尺	
4	輕型火砲（105 公厘）或車輛	40 公尺	
5	鐵絲網	10 公尺	
備註	方向盤整置位置須能通視全連（排）火砲，且與各砲標高差不可過大，避免影響直（反）覘作業。		

資料來源：作者整理

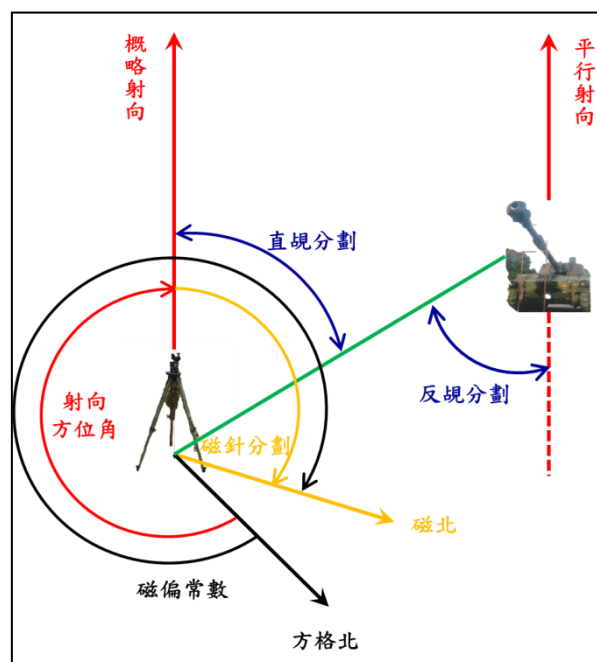


圖 4 方位角法圖示

資料來源：作者繪製

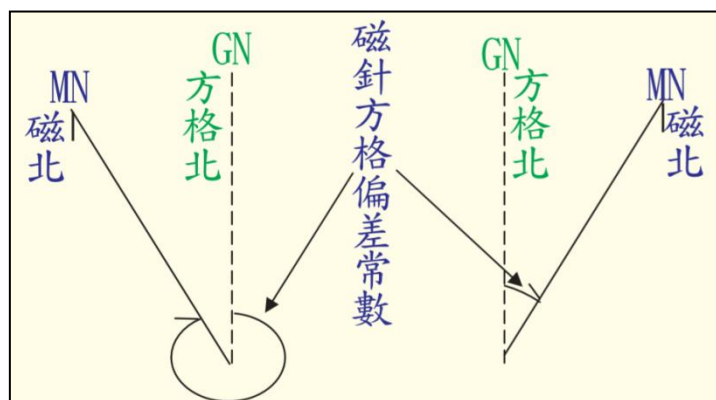


圖 5 磁針方格偏差常數圖示

資料來源：《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》（桃園：陸軍司令部，民國 107 年 8 月 14 日）

二、不使用 M2 方向盤

（一）基準砲瞄準點法（圖 6）：以基準砲瞄準點法射向賦予時，陣地必須有一門火砲能直接通視瞄準點，該瞄準點以地圖或照相圖上可清楚、明確辨識之已知點為佳，連長於圖上量測由砲檢線至瞄準點之「方向角」給予陣地，副連（排）長再依砲瞄方向角賦予基準砲射向，最後再由基準砲以平行覘視法賦予其他各砲射向，使全連（排）射向平行（如尚未確定檢驗點，僅射向對正目標區域中央時，副連（排）長亦可自行選定瞄準點，決定概略砲瞄方向角），⁸此法通常在未獲得方向基角或射向方位角時使用；另砲瞄方向角為砲檢線順時針測至瞄準點之水平角，通常不得大於 3200 密位（因牽引砲瞄準鏡刻劃最多僅能裝定至 3200 密位），若大於 3200 密位時，須減去 3200 密位，其操作程序概述如次。

1. 副連（排）長以口令指示基準砲，使其裝定砲瞄方向角向瞄準點瞄準。例：「第×砲注意—瞄準點右前方××—方向—×××××」。
2. 基準砲瞄準手複誦口令，並裝定方向角於瞄準鏡上，轉動砲身（或調動架尾）覘視瞄準點後向副連（排）長報「好」，此時砲身已平行指向砲檢線或概略射向（圖 5）。
3. 副連（排）長下達「全連—瞄準點第×砲」之口令。
4. 各砲瞄準手聞「全連—瞄準點第×砲」口令後，複誦「瞄準點第×砲」，並將對物鏡轉向基準砲。
5. 基準砲依次賦予各砲方向，並複瞄檢查直至兩砲方向達「誤差么（1）」或「誤差洞（0）」時，即完成射向賦予。
6. 各砲手及相關細部動作請參閱各型火砲操作手冊。

⁸ 同註 1，頁 3-16。

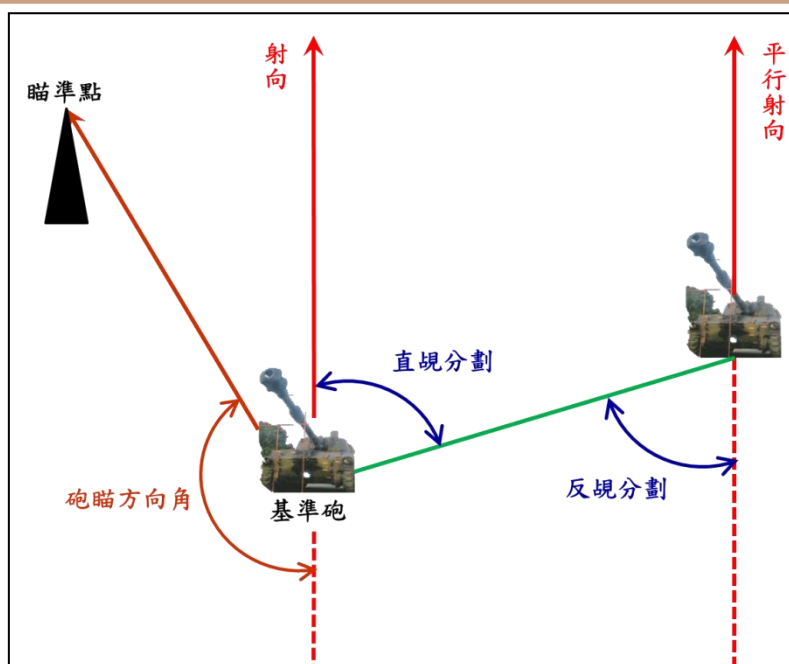


圖 6 基準砲瞄準點法

資料來源：作者繪製

(二) 自動定位定向系統：雷霆 2000 多管火箭系統搭載「SIGMA—30 定位定向系統」及 GPS (圖 7)，其射向賦予區分為使用定位定向器及人工作業兩種方式，惟人工作業耗力費時，且射彈誤差較大，如定位定向系統損壞時，非必要或戰時方能以 M2 方向盤進行射向賦予，針對使用定位定向器賦予射向之相關操作程序簡要說明如次。

1. 完成砲車定位定向器校準作業：定位定向系統內建四種校準模式，須依上級命令或配合使用時機進行操作，區分「標準模式」、「前筆資料」、「快速模式」及「GPS/CA」等四項作業模式，使用時機概述如次。

(1) 標準模式校準：時間餘裕時，且有正確之測地諸元即可實施，為目前最常使用及最準確方式，輸入位置資料時，砲車必須處於停止狀態，使用「標準模式校準」時，必須先將砲車行駛到測地統制點位置，此時 SIGMA—30 將依據此地理資料執行校準。

(2) 前筆資料校準：整備時間不足，無法使用標準模式校準時，可使用此方法，但須確定上次關機時所儲存的資料，為砲車當下停止的位置資料，且未曾移動過，否則定位定向器僅會讀取資料庫中最後一筆資料，即直接進行校準工作，若前次關機時無儲存資料，則定位定向器會因使用不正確資料，使後續校準發生嚴重錯誤。

(3) 快速模式校準：時間急迫及不需絕對精度，砲車於前次停車後，其砲車位置不變，上次關機後，確實點選「回到備便待命模式」並執行。砲車熄火後，砲車與發射架皆不再移動過，方能使用此方法校準。

(4) GPS/CA 模式校準：砲車上空無遮蔽物時，可使用此種方式校準，惟定位定向器所獲得之資料，與測地成果有約略誤差。⁹

2.接收射擊指揮車相關任務資料（含目標座標及氣象資料等）後，進入射擊陣地。

3.射控電腦運用火箭車及目標位置（座標），計算發射架射角及射向等相關諸元，接續執行自動化射向賦予及發射架調定作業，待令射擊。

4.火箭車完成「用砲」、「射擊諸元計算」與「自動調架」至定位後，即代表自動化射向賦予完成，如須修改射向，僅須重新輸入射擊諸元，再行「自動調架」，即可重新完成射向標定作業。

5.各砲手及相關細部動作，請參照《陸軍 TGS8×8 自走式雷霆 2000 多管火箭系統操作手冊》。

6.「SIGMA—30 定位定向系統」特性與限制問題

(1) 特性：本系統係使用雷射陀螺儀為基準之定位定向器，負責提供火箭砲車慣性導航、定位等資料及測定發射架控制模組所需方位角、高低角、傾斜角等數據，並可與其他模組連結，將相關資訊傳輸至射控計算機與架控系統運用；另定位定向器可依各型火箭彈射擊產生晃動大小，於最短時間內將發射架調回至初始射向，降低落彈散佈範圍。

(2) 限制：系統開始作業前，須利用精確測地統制點（已知點）實施初始校準，若無法獲得或精度不佳，將無法實施或影響導航精度；另 GPS 雖為系統次要輔助單元，其失效或收訊不佳雖不致影響定位定向器主要功能，惟部分功能仍受影響，因此仍須獲得必要之初始校準或位置更新資料，作為系統資料檢查或損壞、GPS 信號受干擾時使用。

(3) 定位定向器損壞之影響：火箭砲車定位定向系統損壞後，雖仍可以 M2 方向盤等各種人工操作方式實施射向賦予，惟均須由測量人員完成各選擇點及砲位座標等測地作業，並將相關數值提供射擊指揮車運用，以增進砲車射向賦予及射擊指揮車諸元運算精度；另定位定向器功能除提供火箭砲「射向」外，並能提供「砲車座標」作為「射角」諸元計算依據，人工射向賦予方式，僅能替代定位定向器賦予各砲「射向」功能，縱使測量班先行完成砲位量測，火箭砲車僅能概略停至量測砲位，因無最後「砲位座標」，無法運算最正確之砲目距離，將導致「射向」與「射角」諸元誤差，加上射彈散佈過大特性，將嚴重影響作戰效能及危安風險。

⁹《陸軍 TGS8 乘 8 自走式雷霆 2000 多管火箭系統操作手冊（第一版）》（桃園：陸軍司令部，民國 101 年 9 月 17 日），頁 4-351。



圖 7 SIGMA－30 定位定向系統器及 GPS 天線

資料來源：《陸軍 TGS8X8 自走式雷霆 2000 多管火箭系統操作手冊》

三、射向標定（使用數位瞄準鏡或自動化系統時不需實施）

傳統火炮完成射向賦予後，副連長（戰砲排排長）即指揮各砲依「標定分劃（表 2）」之方向（通常朝向火炮左前方或右後方，須視陣地狀況彈性調整）完成標桿或標定儀設置，作為火炮實施方向諸元裝定之瞄準點（基準線）；另完成標定分劃作業後，砲身不需再經反覘瞄準程序，即可指向最初賦予射向之方位，且此瞄準點或基準線亦可使射擊指揮所由該方向，進而求算未來對各目標射擊方向。標桿設置時，遠標桿須距離火炮 100 公尺，近標桿距離 50 公尺，若陣地幅員不足時，須確保近標桿位於遠標桿與火炮（瞄準鏡）中央；使用標定儀則須距離火炮 4-15 公尺（6-12 公尺可獲最佳效果）。

表 2 陸軍現有各型火炮及多管火箭標定分劃一覽表

牽引砲	標定分劃	自走砲（多管火箭）	標定分劃
105公厘榴彈砲	2600	M109 A2（A5）自走砲	3200
155公厘榴彈砲	2400	M110 A2自走砲	3200
155公厘加農砲	2600	雷霆2000多管火箭	2800
8吋榴彈砲	2600		
240公厘榴彈砲	2200		

資料來源：作者整理

M2 方向盤現況檢討

以往 M2 方向盤可運用於射向賦予、角度量測、觀測射彈及觀測天體（精度較經緯儀略差）等作業，惟上述各項作業隨著國軍近年相關新式裝備或器材換裝，M2 方向盤幾乎僅剩砲兵陣地於射向賦予時使用，考量全球科技日趨進步，戰場景況及各項作業需求均不斷改變或調整，傳統方向盤已逐漸不符現今科技化戰場環境，裝備現況檢討如次。

一、定向精度不佳：M2 方向盤實施定向作業時，係以「磁針」量測為主，「天體觀測」為輔，惟上述兩種定向方式所求得之「方位角」數值，易受人員

操作及作業環境等因素影響，精度易產生誤差。

二、磁針定向偏差：方向盤設置磁針，用以定向及量測方位角；惟磁針係以磁北為基準，利用「磁針方格偏差常數」(Declination constant，亦簡稱「磁偏常數」)將磁方位角轉換為「方格方位角」，供相關單位作業運用。惟磁北變化及影響磁針精度因素甚多，如磁性異常(生鏽)、水平不均、機件磨損及未實施「磁偏校正」或磁偏校正站數據錯誤等，均可能造成測地作業(定向)或以「方位角法」實施射向賦予造成精度不佳等問題。¹⁰

三、未具定位定向功能：使用「方向基角法」實施射向賦予時，方向盤須整置於選擇點位置，惟方向盤未具定位定向功能，須由測量人員採交會法及導線法等方式，求算選擇點、方向基角、陣地中心、砲檢方位角等座標與數值，惟量測資料繁雜，且須以人工方式計算、傳遞及輸入射擊指揮系統運用，費力耗時，並增加相關作業時間及錯誤風險。

四、分劃不夠精密及無數位顯示功能：方向盤方向及高低(俯仰)分劃均僅能裝定至 1 密位，雖與陸軍牽引砲瞄準鏡分劃相符，惟 M110 A2 及 M109 A2 (A5) 自走砲瞄準鏡均可裝定至 0.25 密位，高於方向盤分劃精密度，兩者差異較大影響兩型火炮射向賦予精度；另未具數位顯示功能，須以看(判)讀方式讀算諸元，易因看(判)讀錯誤而造成射向賦予嚴重偏差(例如輔助分劃為 99 密位時，本分劃容易看讀至次一分劃，即造成 100 密位誤差)。

五、未具夜視功能：夜間射向賦予時，因方向盤未具夜視功能，副連長或戰砲排排長須利用標線燈及指燈實施照明，以看讀方向盤各部分劃數值，而各砲瞄準手則須以週視鏡對準方向盤之「反覘體」，光源微弱不明及體積過小，不易相互瞄準，造成作業時間過長及射向偏差等狀況。

六、機械結構容易空迴：M2 方向盤屬光學與機械結構，且分劃度盤屬較易磨損之銅質「精密齒輪」，長時間使用或人員操作不當時，將造成內部齒輪異常磨損而產生間隙，¹¹實施射向賦予或相關作業時，即因空迴狀況而造成量測誤差。

現行作法對射擊整備速度及精度影響

一、對射擊整備速度影響

(一)傳統操作方式，增加作業時間：國軍現行射向賦予方式，無論是否使用 M2 方向盤，均須先行完成圖上射向方位角、砲瞄方向角量測或實施完整測

¹⁰ 耿國慶，〈跨越「方向盤」階段，邁向「數位化」目標之研究-以美軍為例〉《砲兵季刊》(臺南)，第 183 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年第 4 季，頁 33。

¹¹ 吳嘉晉，〈精進 M2 方向盤測角精度之研究〉《砲兵季刊》(臺南)，第 146 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 98 年第 3 季，頁 42。

地作業取得方向基角等相關數值；待火砲進入陣地後，再迅速實施方向盤整置（依各射向賦予方式裝定所需數據）及以平行線原理逐次賦予各砲射向，以砲兵部隊目前鑑測標準概算，完成上述所有射向賦予程序所耗費時間約需 **3-5 分鐘**（表 3），且尚未包含完成其他射擊整備時間。

（二）陣地幅員受限，位置選擇不易：選擇點及方向盤位置須可通視各火砲瞄準鏡（牽引砲通常設置於陣地中央後方，自走砲則設置於陣地前方），惟受限於陣地形狀及幅員，部隊為了加快陣地占領時間，選擇點標示完畢後，未同步於各砲位反覘方向盤，火砲進入陣地，可能造成無法相互通視問題，須再費時調整火砲位置；甚或陣地無適宜通視各砲位置時，則需挑選 **2 個以上** 選擇點，並使用導引法實施射向賦予，增加測地作業及方向盤整置等時間，影響火力支援速度。

表 3 國軍常用射向賦予方式作業時間概算表

區分	使用時機	作業時間	鑑測標準
方向基角法	已獲取測地成果（方向基角、方向基線一端）。	單砲完成約 38秒 ，之後依筆者經驗常數概算，每門砲（目前砲兵排、連約 3-6門 砲）約增加 20-30秒 ，且可同時進行。	單砲完成射向賦予 38秒
方位角法	未獲取測地成果，須於圖上釘選目標及火砲陣地概略位置，進而量取射向方位角。	單砲完成約 1分16秒 ，之後依筆者經驗常數概算，每門砲約增加 20-30秒 ，且可同時進行。	單砲完成射向賦予 1分16秒
基準砲瞄準點法	無法使用方向盤，須於圖上釘選瞄準點及火砲陣地概略位置，進而量取砲瞄方向角。	圖上選取之瞄準點於現地須能通視，作業時間須受限於陣地現況，較難概算。	未訂定
備考	上述僅為各砲完成「射向賦予」動作，未包含射向標定（插標桿或設置標定儀）及射擊設備等整備工作。		

資料來源：作者自行整理

二、對火砲射擊誤差影響

（一）個人操作視差，影響射向數值：砲兵部隊於行軍過程或接獲命令迅速占領陣地，執行火力支援任務時，在沒有測地成果（方向基角及方向基線一端）狀況下，須以「方位角法」實施射向賦予，若發生方向盤位置選擇不當（過

於靠近易影響磁針之金屬物體)、磁針歸北動作不確實(個人視差或未將磁針確實歸北)或「磁針分劃」計算錯誤等易發狀況,將造成射向(彈)嚴重偏差,影響火力支援效果。

(二) 裝備機件磨損,造成空迴誤差:火砲實施射向賦予時,主要使用方向盤及瞄準鏡(含砲上鏡座)等光學裝備,並運用裝備內部機械齒輪及各式菱鏡相互作用、反射原理,惟長期使用或操作不當等狀況,均會造成一定程度的磨損(如未將方向輔助分劃歸零,即下壓解脫子大方向轉動本分劃),進而產生間隙及空迴,裝定相關諸元時,內部齒輪無法確實卡到定位或晃動,造成操作及瞄準誤差。

(三) 方向盤未校正,磁偏數值錯誤:方向盤內部磁針設計,於不同地區使用時,將受到地球南、北極磁偏影響而產生不同之磁編常數(方格北順時針量測至磁北之數值),且磁針方格偏差常數隨季節變化(太陽引力影響)而不同,若未定期實施校正作業,將造成磁針方格偏差常數錯誤及射向賦予偏差。

(四) 諸元計算錯誤,射向嚴重偏差:不論是否使用盤實施射向賦予,均須完成相關數值計算及諸元裝定動作,操作人員為求迅速,常發生計算或裝定錯誤狀況,使射向產生嚴重偏差,進而影響射擊安全。

三、對整體作戰運用影響

(一) 砲兵部隊受限於火砲性能(如未配備自動定位定向系統)及射向賦予作業條件,須以全連(排)為單位統一放列,陣地偵選不易及射擊整備時間較長,造成陣地變換頻次降低,且於現代高科技戰場上,火砲採集中放列方式,更易遭敵攻擊或以反砲兵雷達等手段反制,降低戰場存活,嚴重影響整體火力支援效能及作戰運用彈性;另砲兵火力運用主在迅速且精準提供戰場上所需火力支援,期能於最短時間予敵最大或有效之打擊,然欲達上述所望效果,現階段陸軍仰賴測量班運用「SPAN-7 定位定向系統」(圖 8)及「ULISS-30」定位定向系統」(圖 9)¹²實施相關作業。

(二) GPS 全球定位系統精度不斷提升,已廣泛運用於軍事裝備,未具定位功能在猝然作戰時,無法及時取得攻擊先機。現役火砲本身未具備定位定向能力,在時間餘裕下,可由測量班完成測地成果;然急迫占領陣地、無測地成果或測量裝備損壞時,倘依傳統射擊方法,在射擊時須先完成試射取得射擊修正量再行效力射,過程中常因觀測人員經驗不足或觀測誤判,逕而影響射擊精度;相對先期試射作為,除浪費彈藥數量及射擊時間冗長外,讓火砲陣地暴露在遭敵掌握及反制風險下。

¹² 《陸軍 SPAN-7 定位定向系統操作手冊》(桃園:陸軍司令部,民國 102 年 8 月 27 日),頁 2-2。

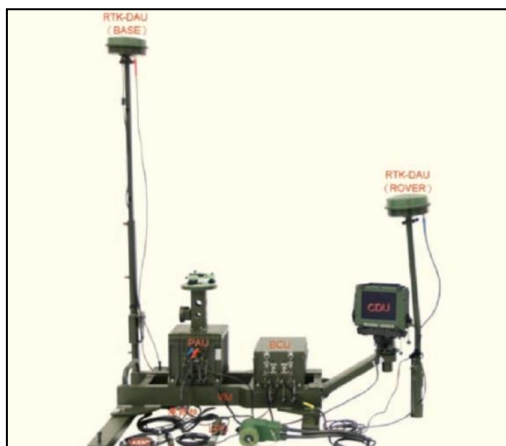


圖 8 「SPAN-7」定位定向系統

資料來源：《陸軍 SPAN-7 砲兵定位定向系統操作手冊》

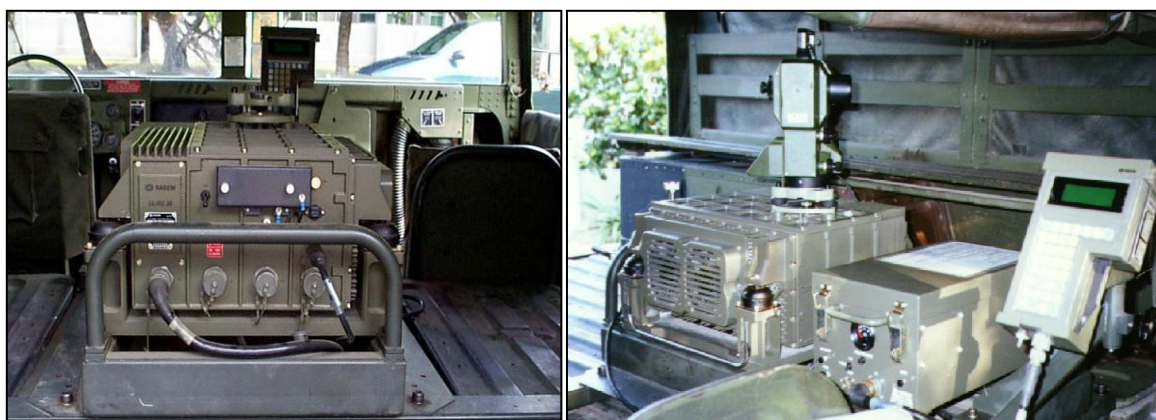


圖 9 「ULISS-30」定位定向系統

資料來源：http://mdb.army.mil.tw/Article_Show.asp?ArticleID=13584

四、小結

現階段國軍火炮仍須占領同一陣地，並以使用 M2 方向盤等傳統方式逐砲實施射向賦予，既耗時又費力，且無法單砲占領陣地獨立作戰，缺乏火力運用彈性；¹³另採用傳統人工作業及光學裝備等射向賦予方式，易產生作業時間較長、受限陣地幅員、個人操作誤差、裝備機件空迴、磁偏校正落差及諸元計算錯誤等問題，均影響射擊整備時間、速度及射彈精（準）度，且戰時於同一陣地停留時間過長亦增加遭敵反砲兵射擊風險，可見現行相關作法仍有精進空間。

各國新一代砲兵現行作法

一、自 1960 年起，美軍即陸續以 M2 及 M2A2 方向盤取代 M1 方向盤，迄第一次波灣戰爭後，美軍又開始檢討 M2 方向盤之適應性，發現其結構老舊且功能有限，已難以滿足作戰實需，急須換裝新式系統以解決戰場上日益升高之定位與定向問題，¹⁴基此，相繼換裝新一代的測地裝備 PADS 定位定向系統，並規

¹³ 朱慶貴，〈砲兵射擊圖結合全球定位系統 GPS 運用之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第 167 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 103 年第 4 季，頁 11。

¹⁴ 同註 8，頁 31。

劃自 1995 年起汰換 GLPS 火炮射向賦予與定位定向系統，邁向數位化與自動化作業階段，以增進砲兵相關作業效能。

二、火炮射向賦予與定位系統(Gun Laying and Positioning System, GLPS)為瑞士「萊卡」(LEICA)工業技術公司製造，系統涵蓋慣性定向、雷射測距、GPS 定位、光電測角與電子計算等組件，¹⁵其射向賦予方式係利用 GLPS 快速定位定向功能(約 3.5 分鐘內)，於戰砲隊(排)陣地「選擇點」完成整置後，以 GPS 及「一點反交會」兩種方式求算出「選擇點」座標，接續於電子經緯儀輸入「射擊指揮所」賦予「砲檢(目)方位角」，最後再以電子經緯儀之望遠鏡對正火炮瞄準鏡，測定至各砲之方位角、距離及高低角，並宣讀火炮射向賦予之「方向」，後續動作與使用 M2 方向盤方式概同，而 GLPS 具備相關數位化條件，更可提升火炮射向賦予精度；惟與使用 M2 方向盤相較，GLPS 仍存在裝備攜行不易(約 28 公斤)、需使用電力、定向時間長(大於 M2 方向盤)及射向賦予速度無明顯縮短(仍須逐砲賦予射向)等問題，效益受限。

三、美軍現役主要火炮計 M109 A6 自走砲、M777 A2 式 155 公厘牽引砲及 M119 A3 式 105 公厘牽引砲等類型，上述各型火炮除配備彈道計算機、砲口初速雷達、數位瞄準鏡及裝彈輔助等自動化系統外，最重要的是配備慣性導航儀(Inertial Navigation Unit, INU)或雷射慣性自動定位系統(LINAPS, Laser Inertial Automatic Pointing System)(圖 10)，LINAPS 系統獨立自足(self-contained)，安裝後提供火炮高精度之定位、定向與射擊諸元，增加快速反應能力與全天候部署能力，並可執行導航、定位與武器管理工作，¹⁶其中慣性導航儀可鏈結防衛性先進全球定位系統接收器(Defense Advanced Global positioning system Receiver, DAGR)與全球定位定向系統(GPS)，獲得火炮當前位置，並藉由車輛動態感應器(Vehicle Motion Sensor, VMS)提供之資料，實施測地諸元計算，以提供火炮當前座標、高度(以公尺顯示)、射向及射角(以密位顯示)。¹⁷如此一來，火炮可自行取得陣地(砲位)定位(座標、標高)及定向(射向)等諸元，實施單位自動定位射擊，¹⁸大幅提升射擊整備速度；另火炮射向賦予採自動化方式，由「射控電腦」接收上級傳送之目標位置(座標)，並計算出射向方位角，如 M777 A2 牽引砲於機動進入陣地時，即可依射向方位

¹⁵ 耿國慶，〈析論美軍砲兵「火炮射向賦予與定位系統」(GLPS)〉《砲兵季刊》(臺南)，第 135 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 95 年第 4 季，頁 26。

¹⁶ 耿國慶，〈析論「雷射慣性砲兵指示系統」(LINAPS)〉《砲兵季刊》(臺南)，第 165 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 103 年第 2 季，頁 110。

¹⁷ 蔡正章，〈M777A2 155 公厘火炮系統運用於防衛作戰之探討〉《砲兵季刊》(臺南)，第 183 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年第 4 季，頁 17。

¹⁸ 林展慶，〈淺談近代全球牽引砲發展現況及性能提升〉《砲兵季刊》(臺南)，第 162 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 102 年第 3 季，頁 36。

角先行概略對正射向（M777 A2 式 155 公厘牽引砲已將牽引環位置改良至砲口前方，如圖 11），使火炮牽引機動時，車頭向即為火炮方向（圖 12），砲長於機動過程，可直接運用「砲長顯示面板（CSD）（圖 13）」於車上引導駕駛將火炮調整至概略射向，抵達砲位後，再由瞄準手依「瞄準手顯示與控制面板（GND）」（圖 14）顯示之射向方位角，指揮其他砲班人員將火炮微調至射擊方位（射向）（圖 15），即完成射向賦予，速度大幅提升。

四、因應自動化設備失效或損壞風險，美軍在射向賦予、方向標定及 CVT 信管（時間控制近發信管）時間裝定等方式，鑑測項目仍維持傳統作業方法，例如砲上定位定向系統失效或信號不良時，可配合其他系統正常火炮平行賦予該砲射向，或採人工作業方式，以 M2 方向盤法或基準砲瞄準點法等方式實施，相關作業要領與本軍現行作法概同。

五、世界各國砲兵早期多使用「方向盤」之磁針與「天體觀測」遂行定向作業，¹⁹現今先進國家均已發展出新式定向、定位與導航系統，並可依據砲位及目標諸元（座標、標高）自動傳輸至彈道計算機（射擊指揮儀），計算射向及射角，因應現戰爭型態，如美軍 M109 A6 自走砲、M777 155 公厘牽引砲及法國凱薩自走砲等，均藉「模組化定位定向系統」，可執行自動導航、定位、賦予火炮射向、射角及連接射擊指揮儀等功能，²⁰提升火力支援速度及射擊精度。



圖 10 安裝 LINAPS 系統之 M777A2 式 155 公厘榴砲

資料來源：耿國慶，〈析論「雷射慣性砲兵指示系統」〉《砲兵季刊》（臺南），第 149 期，陸軍砲訓部，民國 99 年第 2 季。

¹⁹ 耿國慶，〈以色列砲兵「天文定向模組」（ANFM）發展與運用簡介〉《砲兵季刊》（臺南），第 149 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 99 年第 2 季，頁 50。

²⁰ 耿國慶，〈美軍 M109A6 自走砲營測地作業之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 119 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 91 年第 4 季，頁 2。



圖11 M777 A2式155公厘牽引砲已將牽引環位置改良至砲口前方

資料來源：<https://youtu.be/GhroXarNuLo>



圖12 火炮牽引機動時，車頭向即為火炮方向

資料來源：<https://youtu.be/kn3uyp7wHc>



圖13 瞄準手依「瞄準手顯示與控制面板」指揮將火炮微調至射擊方向

資料來源：<https://youtu.be/GhroXarNuLo>



圖14 砲長顯示面板（CSD）

資料來源：<https://youtu.be/IL1bULpxmAw>



圖15 瞄準手顯示與控制面板（GND）

資料來源：<https://youtu.be/IL1bULpxmAw>

六、小結

美軍砲兵部隊自早期使用 M1、M2 方向盤實施射向賦予，後續換裝 GLPS- 火炮射向賦予與定位定向系統，雖能精進各砲兵作業效率與精度，然射向賦予等射擊整備速度卻無顯著提升(美軍目前射向賦予備援作法仍以使用 M2 方向盤為主)，於戰場上仍存在一定程度高風險；基此，美軍現各型火炮均已搭載模組化定位定向系統（MAPS）²¹、全球定位系統（GPS）與慣性導航系統（INS），使各砲能獨立獲取射擊所需之定位定向資料，無須仰賴測量人員提供測地資料，除加快射擊整備速度及縮短相關作業時間外，亦可提升火炮射擊精度，增進整體火力支援效能；²²另砲兵彈道氣象自 2010 年起改由空軍運用氣象衛星獲得，並透過先進野戰砲兵戰術數據系統（Advanced Field Artillery Tactical Data

²¹軍武介紹－未來將採購美制 M109A6 PIM 帕拉丁（paladin）自走砲車，〈[https:// m.xuite.net/blog/wan2/twbl og/117270041](https://m.xuite.net/blog/wan2/twbl og/117270041)〉（2020 年 11 月 12 日）

²² 耿國慶，〈析論 M109A6 式自走砲之標準配備-「模組化定位定向系統」（MAPS）〉《砲兵季刊》（臺南），第 1 34 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 95 年第 3 季，頁 11。

System，AFATDS）提供射擊單位運用，故現行目獲排已無氣象人員編制，並運用反砲兵雷達來標示反火力戰攻擊目標位置，現行定位定向組人員，則運用 iPADS（iPADS-G）實施控制點資料驗證，以作為主戰武器及雷達之備援手段。

精進建議

一、火砲配備定位定向系統

綜觀現今各國新型火砲及多管火箭發展趨勢，均已將自動定位定向系統及彈道計算機等納入重要配備項目，使火砲可採分散配置方式占領陣地，甚至以單砲獨立遂行作戰，大幅提升砲兵部隊戰場存活率、火力運用彈性及戰鬥支援速度；秉此思維，國軍砲兵部隊現僅雷霆 2000 多管火箭配備自動定位定向系統，且近年來在國防自主理念下，中科院已具備自行研製定位定向器能力，建議未來在尚未完成全軍火砲換裝前，可同步檢討採性能提升方式，將自製定位定向器裝設於傳統火砲，使火砲具備基本定位定向能力，並將所獲資訊鏈結砲長射令顯示器（RT-8），經自動化射擊指揮系統傳送至射擊指揮所及各級火協機構運用，增進砲兵火力支援效能。

二、光學裝備定期檢修校正

砲兵部隊目前仍需以傳統光學裝備實施射向賦予及測量作業，惟相關作業器材因磁針偏差數值經常產生細微的變化，須依規定於每月、部隊移動 40 公里以上、跨區（方格帶）、實彈射擊前及受據烈天候影響實施磁偏校正作業，以減少射向誤差，且磁偏校正之結果影響方位角法射向賦予、測決定方位角與量取測地統制點假設方位角等相關精度，務須確實執行；建議各作戰區（防衛部）須落實管制單位定期完成方向盤及相關測量器材檢修與校正作業，並由業管配合駐地訓練或基地進訓等督（輔）導時機實施驗證，紀錄備查，確保相關器材功能及精度符合砲兵部隊作業實需。

三、持續強化人員訓練成效

砲兵部隊實施陣地偵察、選擇及占領程序時，挺進班人員在連（排）長帶領下須以最短時間完成相關整備，使戰砲隊（排）可迅速進入陣地發揚火力，測量班長依選擇點及方向基線一端選定要領完成位置偵察後，提供分析建議由連（排）長下達決心，為避免相關位置選定錯誤或不符標準狀況，建議平時即利用駐地或戰備訓練時機，由連（排）長率測量班長等重要幹部，至各防區內可為火砲放列陣地（含非固安計畫律定位置）採現勘方式，實地訓練幹部專業學能與實務經驗，確保戰時可迅速、精確完成所負任務，強化戰場經營效果；另砲班射向賦予係由瞄準手（副砲長）負責，建議除訓練所有砲手均須熟稔射向賦予程序與動作，避免戰時無備員狀況外，亦可利用駐地訓練時機，採縮短

距離方式占領陣地，並同步訓練瞄準手與副連長（戰砲隊隊長）、排長及砲班間作業默契，增進整體射擊整備速度。

四、提升測量作業精（速）度

正確之測量作業，可將火力單位、目獲設施及射擊目標等位置，置於同一座標系統內，以獲得精確之相對關係數據，提供射擊指揮、武器裝備及目獲觀測等定位定向作業；砲兵部隊現階段須仰賴測量資訊，而現行測地作業仍採有系統模式使用 **ULISS-30** 定位定向系統及無系統模式使用萊卡、蔡司測距經緯儀，並配合導線法、交會法等人工作業方式為主，建議未來可參考美軍現行作法及相關裝備，持續籌購精進，例如已配發部隊之 **Trimble S9** 測距經緯儀、**R2** 衛星定位儀（定位功能）及 **Nomad** 手持計算機（概略定向）（圖 16 至 18）等新式測量器材，不僅加快作業速度，更可減少精度誤差；另單位測量人員平時可配合防區測地作業，沿砲兵連（排）機動路線及戰力防護位置，建立數個測站與統制點，以利戰時砲兵部隊在無 **GPS** 定位定向及測量班作業輔助下，仍可維持精準射擊能力，並減少戰時測地作業負荷。



圖16 Trimble S9測距經緯儀



圖 17 R2 衛星定位儀

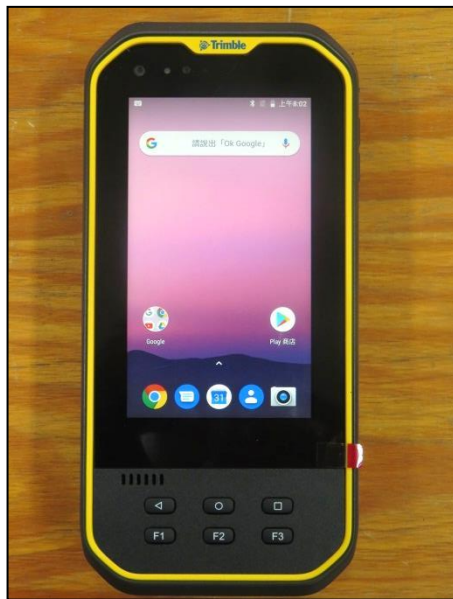


圖18 Nomad 5手持計算機

資料來源：圖 16 至 18 為砲訓部目標組教官提供

五、建案籌購新裝並研改精進

陸軍除積極提升火砲裝備，CM33 輪型戰鬥車及雷霆 2000 多管火箭系統為近年國防自主所研發新型裝備，且均配備定位定向器等自動化功能，惟部分性能與美軍同類型裝備相較仍有不足，建議除依建案規劃分年籌購新裝外，現階段應在繼有基礎下，參酌先進各國裝備相關軟、硬體設施及實戰經驗，持續研改、強化裝備性能，未來配合國軍通資指管發展及作戰運用，將可打造快速機動、精確打擊及具強大攻擊火力之各類型部隊；另美軍曾於火砲配備定位定向器前，使用火砲射向賦予與定位系統（Gun Laying and Positioning System，GLPS）替代原 M2 方向盤，惟目前美軍射向賦予人工備援作法，仍維持使用 M2 方向盤，顯見 GLPS 對於整體作業效率之提升是有限的，且建案精神應同步考量操作時間、精度提升、攜行便利及符合先進趨勢等概念，基此，建議未來建案宜參考美軍作法，朝火砲自動定位定向發展，俾符投資運用效益。

結論

陸軍砲兵部隊作戰運用均以排、連、營群等編組方式，執行火力支援任務，且因應現代戰場環境及科技武器性能，火砲若無法迅速占領陣地完成射擊，並隨即實施陣地變換，將極容易遭敵反砲兵雷達偵獲進而對我攻擊；射向賦予係砲兵部隊占領陣地後，首要完成且為最重要之工作，現階段砲兵部隊測驗時間雖已為最佳標準，並納為駐、基地訓練必測項目，要求重要幹部均須達合格標準，惟戰時傳統作業方式仍受人為誤差、裝備精度、戰場環境及天候因素等影響，耗力費時，降低砲兵射擊精度及火力支援效能。基此，未來除持續建案籌

獲新型火炮外，應同步檢討提升現有火炮性能，使其具備定位定向等基本能力，砲兵部隊可採分散佈署或獨立執行射擊任務等方式，藉以反制敵反砲兵行動及提升砲兵戰術運用彈性與射擊精度，爭取戰場有利態勢，筆者認為此為砲兵部隊當前可行且首要發展之方向。

參考資料

- 一、《野戰砲兵戰砲隊訓練教範》（桃園：陸軍司令部，民國90年12月24日）。
- 二、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範》（桃園：陸軍司令部，民國107年8月14日）。
- 三、《陸軍TGS8乘8自走式雷霆2000多管火箭系統操作手冊（第一版）》（桃園：陸軍司令部，民國101年9月17日）。
- 四、耿國慶，〈跨越「方向盤」階段，邁向「數位化」目標之研究-以美軍為例〉《砲兵季刊》（臺南），第183期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國107年第4季。
- 五、吳嘉晉，〈精進 M2 方向盤測角精度之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第146期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國98年8月。
- 六、《陸軍SPAN-7定位定向系統操作手冊》（桃園：陸軍司令部，民國102年8月27日）。
- 七、朱慶貴，〈砲兵射擊圖結合全球定位系統GPS運用之研析〉《砲兵季刊》（臺南），第167期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國103年第4季。
- 八、耿國慶，〈析論「雷射慣性砲兵指示系統」（LINAPS）〉《砲兵季刊》（臺南），第165期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國103年第2季。
- 九、耿國慶，〈析論美軍砲兵「火炮射向賦予與定位系統」（GLPS）〉《砲兵季刊》（臺南），第135期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國95年11月。
- 十、蔡正章，〈M777A2 155 公厘火炮系統運用於防衛作戰之探討〉《砲兵季刊》（臺南），第183期，陸軍砲訓部，民國107年第4季。
- 十一、林展慶，〈淺談近代全球牽引砲發展現況及性能提升〉《砲兵季刊》（臺南），第162期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國102年第3季。
- 十二、耿國慶，〈以色列砲兵「天文定向模組」（ANFM）發展與運用簡介〉《砲兵季刊》（臺南），第149期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國99年第2季。
- 十三、耿國慶，〈美軍M109A6自走砲營測地作業之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第119期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國91年第4季。
- 十四、軍武介紹－未來將採購美制M109A6 PIM 帕拉丁（paladin）自走砲車，〈[https:// m.xuite.net/blog/wan2/twblog/117270041](https://m.xuite.net/blog/wan2/twblog/117270041)〉。
- 十五、耿國慶，〈析論M109A6式自走砲之標準配備-「模組化定位定向系統」（MAPS）〉《砲兵季刊》（臺南），第134期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國95年9月。

十六、US Marines Shooting the Fantastic M777 Lightweight 155mm Howitzers，〈<https://youtu.be/kn3uyp7wHc>〉。

十七、US Soldiers Shooting the Fantastic M119A3&M777，〈<https://youtu.be/GhroXarNuLo>〉。

作者簡介

吳皇慶中校，陸軍官校 90 年班、砲校正規班 193 期、陸軍指參學院 101 年班、陸軍指參學院戰研班 102 年班，歷任排長、教官、連長、連絡官、參謀官、營長，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部射擊教官組。