

火炮射向賦予系統發展之研析

作者：朱慶貴

提要

- 一、射向賦予之目的在賦予火炮之射向，使能平行指向所望地區，當戰砲隊佔領陣地時，副連長（排長）應即賦予全連（排）最初之射擊方向，俾不失時機完成射擊準備。
- 二、砲兵定位技術近年已獲得長足進步，由於使用全球定位系統可快速獲知自身位置所在，惟全球定位系統在戰時易受干擾與破壞，因此除全球定位系統外，亦可在自走砲或牽引砲的載台或載具上加裝雷射陀螺儀，增加其定位功能。
- 三、砲兵長時期使用方向盤擔任火炮射向賦予之主要裝備，惟傳統型式的方向盤（M1、M2 方向盤）基於作業需求與投資效益考量，其結構簡單且功能有限，因此新一代的射向賦予系統及電子方向盤因運而生，可為砲兵裝備與技術提升，提供更多的選擇。
- 四、國軍砲兵當前 M2 方向盤使用已久、野戰榴彈砲定位性能有待提升、連（排）陣地射向賦予能力有限，尤其精進案後，砲兵改以「戰砲排」為基本運用單位，對連陣地測地、射向賦予之需求與負荷倍增。基此，美軍已換裝 GLPS 之作為，可供國軍參考與借鏡。

關鍵字：射向賦予、GLPS（Gun Laying and Positioning System）、GPS

前言

射向賦予之目的在賦予火炮之射向，使能平行指向所望地區，當戰砲隊佔領陣地時，副連長（排長）應即賦予全連（排）最初之射擊方向，俾不失時機完成射擊準備。¹國軍砲兵早期使用 M1 方向盤（圖 1），遂行射向賦予、砲兵營、連測地與觀測等作業，自民國 66 年起換裝 M2 方向盤（圖 2），運用在射向賦予、砲兵連測地任務，惟歷經長達 40 餘年之使用後，其性能有待提升，漸於部隊訓練、戰備與測考方面產生困擾。

砲兵射向賦予裝備目前仍使用 M2 方向盤，然 M2 方向盤裝備長年使用，除維修保養不易，其運用上作業時間長、功能性降低等，因此基於砲兵射擊指揮自動化考量，在陣地火炮射向賦予作業應提升其作業速度與精度之功能性，籌購或研發新型射向賦予系統，是現今探討之重要課題。筆者就現行砲兵射向賦予作業檢討，及提出國人自製之射向賦予裝備，並研擬精進作為，談砲兵射擊射向賦予運用情形，發表淺見希為提升砲兵射擊指揮作業效略盡棉薄。

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 M1 方向盤



圖 2 M2 方向盤

資料來源：圖 1 轉引自美軍準則《TM6-600 砲兵測地 Artillery Survey》(Washington D.C.：GHQ ARMY GRC,1954 年)，34 頁。圖 2 由砲訓部目標組教官卓以民拍攝（105 年 5 月 1 日）。

火砲定位與射向賦予

長久以來，砲兵執行任務時皆會掌握兩個基本問題「我究竟在那裡？」及「目標位置在那裡？」²。砲兵定位技術近年來已獲得長足進步，使用全球定位系統可快速獲知自身位置所在，但全球定位系統在戰時卻極易受到干擾與破壞。除全球定位系統外，亦可在自走砲或牽引砲的載台或載具上加裝雷射陀螺儀，此種儀器只要輸入已知的初始位置與高度，無論砲車如何移動皆可快速獲得位置資訊，而在配合電腦的計算儲存功能後，即可解算出已知目標座標的射擊參數。

射向賦予的方法很多，而目前國軍砲兵通常採用為方位角法、方向基角法及基準砲瞄準點法三種。³基準砲瞄準點法，係無測量器材，或磁電感應甚大時使用之。方向基角法精度最佳，惟需有測地成果方可使用。而方位角法則因角值取得較為簡便，其使用之時機亦較多，惟方向盤磁針易受磁電影響，其精度不及方向基角法，在射向賦予時，究盡採何種方法，應視射擊指揮所或連長（排）所給予之諸元而定。（射向賦予速度與精度表如附表 1）

² 耿國慶，〈析論美軍砲兵火砲射向賦予與定位系統〉《砲兵季刊》（臺南），第 135 期，陸軍砲訓部，民國 95 年 9 月 1 日，頁 23。

³ 同註 1，頁 3 - 12。

表 1 砲兵射向賦予速度與精度表

砲種 \ 項次	速度		精度
	方位角法	方向基角法	
牽引砲	76 秒	38 秒	不分砲種裝定值於方向盤，不可超過 1 密位誤差。
自走砲	72 秒	36 秒	

資料來源：同註 1

現行火砲射向賦予裝備檢討

砲兵長時期使用方向盤，擔任砲兵射向賦予之主要裝備，惟傳統型式之方向盤（如 M1、M2 方向盤）基於作業需求與投資效益考量，其結構簡單且功能有限，因此新一代的方向盤因運而生，可為砲兵裝備與技術提升，提供更多的選擇。美軍於 1960 年換裝 M2 方向盤，以取代老舊的 M1 方向盤，爾後雖曾將 M2 提升為 M2A2 方向盤，惟外型與功能改變甚小。直至 1991 年第一次波灣戰後，美軍砲兵對射向賦予與定位之精度、速度需求日增，亦急於解決海外作戰缺乏定位統制所造成的困擾，始計畫汰除 M2 系列方向盤，建案採購 GLPS（Gun Laying and Positioning System）系統。⁴以下針對 M2 系列方向盤性能檢討如次。

一、器材裝備

M2 系列方向盤使用已逾 40 年，因機件空迴與老舊，致精度退化與維修預算偏高。如仍以拼修方式易造成誤差較大，不符砲兵射向賦予作業效益。

二、定位功能

當砲兵連（排）迅速占領陣地在測地尚未完成前，即實施連瞬間射擊，如能迅速定位砲陣地座標，亦可增進射擊精度。惟 M2 系列方向盤無定位功能，連（排）長僅能以配賦之全球定位系統勉強因應。

三、定向精度

M2 系列方向盤可採「磁針」與「天體觀測」兩種方式定向，惟所得「方格方位角」精度有限（因磁北與方格北，夾角取得關係）。1986 年起，M2A2 方向盤已不再列入美軍砲兵測地之定向裝備，改由「測地用輕型方位陀螺儀」取代。⁵

⁴ 同註 2，頁 24。

⁵ 耿國慶，〈砲兵方向盤發展與運用之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 163 期，陸軍砲訓砲部，民國 102 年 11 月 1 日，頁 3。

四、夜間操作

M2 系列方向盤視界僅 10 度，夜間照明裝置使用傳統燈泡與 BA30 電池 2 個，反規體亦不明顯，對夜間操作標定、判讀分劃與反規等，易產生誤差與不便。

五、刻劃度分劃

新型自走式火砲瞄準具（週視鏡）之方向分劃最小可裝定至 0.25 密位，而 M2 系列方向盤僅可顯示至 1 密位，差距甚大，實施射向賦予時，顯然配合不易。

六、測距功能

因 M2 系列方向盤無法測距，砲遮距離通常採目測、圖上量取方式決定。惟不精確之砲遮距離將影響最小射角計算之結果，致影響射擊安全。M2 系列方向盤缺乏測距功能，無法由選擇點計算各砲砲位座標，如採步測估算，其精度甚差，影響射擊精度。

七、射向賦予

M2 系列方向盤之望遠鏡倍率僅 4 倍，除無法調整焦距外，反規體亦不明顯。當陣地幅員寬廣或各砲間隔縱深過大、天色較暗時，即規視與標定困難，造成射向賦予不便。

新一代射向賦予系統簡介

一、瑞士 GLPS 射向賦予系統系統（Gun Laying and Positioning System, GLPS）

GLPS（圖 3）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，具備體積小、重量輕、精度高與功能完整等優點，堪稱先進且全功能之系統，美軍亦採用本裝備。

（一）系統組成：GLPS 為模組化設計，可視使用者之特定需求組合構型。系統通常包括 SKK3-08 指北陀螺儀、T502S 電子經緯儀、MRF-2000-2 模組測距儀、PLGR 接收機、SZ19 規標桿、電池組、SST90 三腳架、攜行箱與附件等，重要組成之結構與功能如次。⁶

1.SKK3-08 指北陀螺儀：為慣性系統，不受電磁干擾，可於 3.5 分鐘完成定向作業，在南、北緯 65 度之間地區，可提供 0.2 密位精度之方位角；南、北緯 65 - 75 度之間地區，則為 0.3 密位。

2.T502S 電子經緯儀：為電子式結構，使用電子氣泡定平，具備測量水平角、高低角與全部系統整合能力。T502S 電子經緯儀結合 MRF-2000-2 模組測距儀與 SZ19 規標桿，由望遠鏡光軸發射雷射，測距能力可達 2 公里以上。

3.PLGR 接收機：為體積小、重量輕、可手持操作，具機體結構堅固、防震、防水之 GPS 接收機。區分為定位服務與精確定位服務兩種機型，平均定位精度

⁶ 同註 5，頁 6。

為座標 10 公尺、標高 10 公尺，可與 GLPS 連線使用。

（二）系統功能

1.快速定位：GLPS 通常整置於砲兵連（排）選擇點，可採 GPS 與「一點反交會」兩種方式決定「選擇點」系統位置，並顯示 WGS-84 之 UTM 方格座標。

（1）GPS 定位：由連線之 PLGR 傳輸所在位置之座標、標高至系統。

（2）一點反交會（圖 4）：a.輸入已知點座標、標高；b.測定已知點方位角、距離與高低角，由系統自動計算反交會點（系統）位置。

（3）儲存位置資料。

2.精確射向賦予與測定砲位（圖 5）

（1）GLPS 完成指北，並於 T502S 電子經緯儀輸入射擊指揮所通報之「砲檢（目）方位角」。

（2）經緯儀望遠鏡標定火炮瞄準具，測定至火炮之方位角、距離與高低角，並宣讀方向。

（3）計算砲位，並儲存座標、標高。

3.測定砲遮距離：以 MRF-2000-2 模組測距儀，直接瞄準遮蔽物或瞄準背立於遮蔽物上之砲手，測定精確之砲遮距離。



圖 3 瑞士 GLPS 射向賦予系統

資料來源：Gun Laying and Positioning System (GLPS), (Switzerland: Leica Geosystems AG Defense & Special, 9/2002)

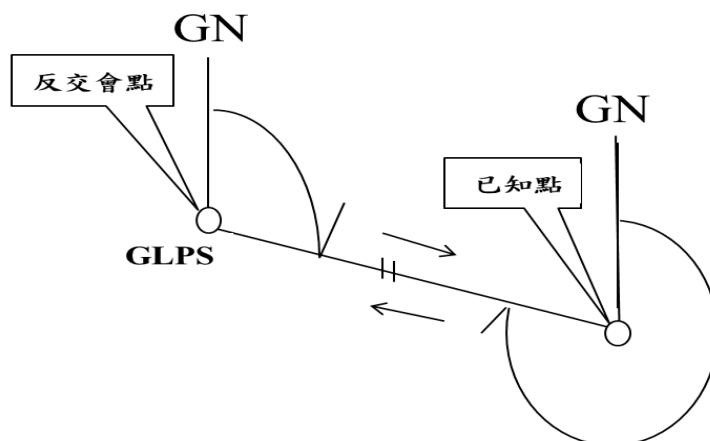


圖 4 一點反交會法
資料來源：作者繪製

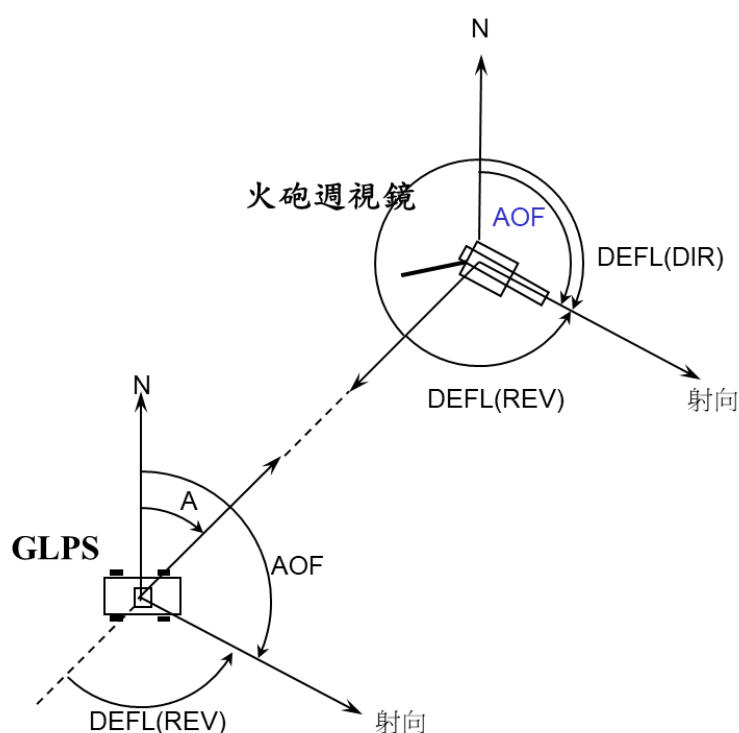


圖 5 火砲射向賦予與測定示意图
資料來源：作者繪製

二、以色列 AGLS 射向賦予系統（Automatic Gun Laying System, AGLS）

以色列 AGLS 火砲射向賦予系統（圖 6），系統包涵雷射測距、電子式量角器、天文真北量測儀等組件，具備體積小、重量輕、精度佳與功能完整之射向賦予系統。⁷

（一）系統組成：雷射測距、電子式量角器、天文真北量測儀、電池組、三腳架、攜行箱與附件等。重要組成如次。

1.雷射測距：可內建陀螺儀為慣性定向系統，不受電磁干擾。

⁷ 以色列 Azimuth 公司 AGLS 火砲射向賦予系統商情資料及詹氏年鑑電子資料庫。

- 2.電子式量角器：為電子式結構，使用電子氣泡定平。
- 3.天文真北量測儀：為體積小、重量輕、可內建 GPS 定為精確。

（二）系統功能

1.快速定位：AGLS 系統通常配置砲兵連，可採慣性陀螺儀與 GPS 相互運用快速定位。

2.精確射向賦予與測定砲位：（1）天文真北量測儀完成指北，並結合電子式量角儀測得射向方位角；（2）經緯儀望遠鏡標定火炮瞄準具，測定至火炮之方位角、距離與高低角，並宣讀方向；（3）計算砲位，並儲存座標、標高。



圖 6 以色列火炮 AGLS 射向賦予系統圖

資料來源：以色列 Azimuth 公司 AGLS 火炮射向賦予系統商情資料及詹氏年鑑電子資料庫

三、軍備局 401 廠 TS99 式數位射向賦予系統（圖 7）

本裝備係針對各類火炮射向賦予作業之數位電子方向盤，所開發之新一代數位是射向賦予裝備，以消除方向盤因人為操作而產生之誤差。系統內建三軸向數位電羅盤，同時具備自動歸北功能（精度 5 密位以內），標準定向精度可達 1 密位（功能諸元如表 2）⁸。系統具備自動水平校準補償功能，架設迅速、光學刻畫描準同時配賦可調式照明與對覘用紅光燈，可滿足夜間火炮射向賦予需求；裝備並支援數據輸出功能，可作為射擊任務資訊之一環，應用層面廣泛。

⁸ 軍備局 401 廠《砲用裝備生產暨研發產能簡報》，99 年 3 月 1 日，頁 1。



圖 7 TS99 式數位射向賦予系統

資料來源：軍備局 401 廠砲用裝備生產暨研發產能簡報（99 年 3 月 1 日）

表 2 TS99 式數位射向賦予系統諸元表

諸元	規格
光學倍率	5 倍
量測範圍	水平：6400 密位，俯仰：1500 至-500 密位
視場	2.5 度
屈光度調整	-4 至+4 屈光度
重量	2300 公克（不含腳架）
夜間照明	內建分畫板投射與對覘燈源
數據輸出	標準 RS232 通訊埠

資料來源：軍備局 401 廠砲用裝備生產暨研發產能簡報（99 年 3 月 1 日）

小結

瑞士 GLPS 系統與以色列 AGLS 系統為現役射向賦予系統裝備，已有完整戰場使用經驗，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，具備體積小、重量輕、精度高與功能完整等優點，堪稱先進且全功能之系統。然此系統作業採用英文模組、價格昂貴、維修保養費用高，砲兵部隊全軍配賦，必耗費龐大國防預算；如考量國人產能自製，運用軍備局 401 廠未來 TS99 式數位射向賦予系統，可達到作業系統中文化與操作便捷、價格低廉之效益。各國火砲射向賦予系統功能規格比較如表 3。

表 3 火砲射向賦予系統功能規格比較表

功能	瑞士 GLPS	以色列 AGLS	中華民國軍備局 TS99
具望遠鏡功能	10 倍率十字標線	2.5-10 倍率	5 倍率
可測量高低角	1 密位以下	水平正負 400 密位	1500 至-500 密位
可測量水平角、方位角	6400 密位	360 度	6400 密位
具測距功能	30-2500m 精度±1m	30-2000m 精度±1m	無
具測站定位精度 (GPS 及反交會法)	水平座標誤差： ≤ 10m CEP 標高誤差： ≤ 3m EP	水平座標誤差： ≤ 10m CEP	無
定向精度(陀螺儀)	方格方位角誤差 ≤0.2 密位	天文式尋北誤差 +1 密位	電子羅經 +5 密位
器材整置時間	5 分鐘以內	6 分鐘以內	8 分鐘以內
系統全重(不含攜行箱及三腳架)	28 公斤	30 公斤	2.3 公斤
充電時間不得超過 電力供應時間	電力供應時間 3 小時	電力供應時間 10 小時	不詳
具備與全球定位系統(GPS)連線作業能力	可	可	無
具備夜間操作能力	可	可	內建分劃板投射對 規燈源
中文操作手冊及中文操作介面	無	無	有
綜合比較分析	優	優	劣

資料來源：作者繪製

精進作為之目標

國軍砲兵當前面對 M2 方向盤、野戰榴彈砲定位性能、連（排）陣地測地能力有限，尤其精進案後，砲兵改以「戰砲排」為基本運用單位，對連（排）陣地測地、射向賦予之需求與負荷倍增。基此，美軍換裝 GLPS 作為之精神與目的，可供國軍參考與借鏡，筆者建議如次。

一、提升自動化效能

自動化為先進國家砲兵之既定目標，致任何規劃中的新裝備，均以符合自動化之條件或滿足自動化之階段目標為考量。美軍以 GLPS 取代 M2 系列方向盤之作為，不僅符合自動化目標之進程，且不致造成投資浪費。

二、發揮人力效益

精簡兵力不僅為國軍現行政策，亦為全球趨勢，惟精簡兵力與提升戰力兩者甚難取得平衡，遑論達到兩全之理想境界，故舉凡可精簡兵力且適度提升戰力之裝備應視為首選。GLPS 除可提升戰砲連（排）之定位與射向賦予能力，達成爭取作戰時效、提升反應能力與增大戰場存活力等效能外，亦可適切精簡兵力，即使其價格較 M2 方向盤高出數倍，惟投資效益顯而易見。

三、前瞻定位與導航計畫

美陸軍砲兵為確立定位、導航系統之性能需求，使用單位應建立之教育與資訊觀念，以及汰除當前疏於管理致過度擴散舊系統之具體措施，不僅頒定「陸軍定位與導航主計畫」，並要求各兵監據此策頒兵科之定位與導航計畫。以「砲兵定位與導航計畫」為例，即規劃在 2000 年之前須完成 GLPS 換裝作業。⁹國軍可參考此一機制，嚴予審查各兵科對定位與導航之需求，適切管制當前系統與規劃未來目標系統，期能符合節約預算、避免過度擴散與充分發揮定位、導航系統之最大功效。

四、發揮裝備聯合操作效能

2000 年美軍砲兵完成 GLPS 換裝後，決定以「改良式位置與方位決定系統」（Improved Position and Azimuth Determining System, IPADS）取代使用逾 25 年的 PADS，俾有效提升測地能力。未來 GLPS 與 IPADS 之兩者之功能與任務並非重複，而是長短相輔、密切配合，其砲兵營運構想為：（一）IPADS 組與測量組分別負責全部測地之「連接測地」與「前地測地」，GLPS 則在全部測地未完成前提供連（排）射擊所需之「陣地測地」成果，爾後視需要再由 IPADS 提供陣地「座標統一」諸元；（二）當砲兵連（排）單獨執行任務時，由連（排）配賦之 GLPS 執行陣地測地與射向賦予作業。

⁹ 同註 2，頁 31。

結語

國軍近來積極加速組織變革，並在有限的資源下實施裝備現代化，而現今砲兵射向賦予裝備（M2 方向盤）功能性已不符作戰所需，筆者建議國軍檢討 M2 方向盤，近程使用國人自製電子方向盤 TS99，遠程採購新型 GLPS 系統，以符合砲兵火力支援快、狠、準之射擊任務。

射向賦予之良窳，不但影響爾後之射擊操作，並對整個射擊效果關係尤大，運用先進射向賦予系統，必能提升作業精度與速度，亦可增進陣地測地作業、砲位座標求取之效能，無論籌購與研發新式裝備，皆為國軍砲兵重要課題。

參考文獻

- 一、軍備局 401 廠《砲用裝備生產暨研發產能簡報》，民國 99 年 3 月 1 日。
- 二、《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）。
- 三、耿國慶，〈析論美軍砲兵火砲射向賦予與定位系統〉《砲兵季刊》（臺南），第 135 期，陸軍砲訓部，民國 95 年 9 月 1 日。
- 四、耿國慶，〈砲兵方向盤發展與運用之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 163 期，陸軍砲訓部，民國 102 年 11 月 1 日。

作者簡介

朱慶貴備役中校，陸軍官校 74 年班、砲校正規班 140 期，曾任排長、連長、教官、主任教官、雇員教師，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部射擊教官組。