

新式火炮對射擊指揮之影響－以 M109A6 自走砲為例

作者：李尚儒

提要

- 一、野戰砲兵火力支援效能，端賴「迅速、有效、精簡」之射擊指揮程序，熟稔射擊指揮程序及各種射擊方法運用，為砲兵火力支援首要，未來新式武器裝備均已朝迅速占領陣地及精簡人力操作方向發展，以提升戰場存活能力及靈活運用效能。
- 二、火力運用講求「速度」及「精、準度」，野戰砲兵射擊指揮的進步有賴於多方向的系統整合及火炮分散、迅速陣地占領等能力，在瞬息萬變的戰場，除提升技術層面操作以獲取倍增戰力，亦改變戰術運用方式，降低戰場傷亡。
- 三、爭取戰爭時效，須講求「數位化系統」的完善，對比美軍「野戰砲兵戰術資料系統」(AFATDS)建立模式，積極研改國軍「野戰砲兵射擊指揮系統」，並透過密切之練習、訓練與運用，始能發揮全般系統效能，以利各項任務之達成。
- 四、數位化戰場上，各武器系統均具有體積小、速度快及輕量化的特色，故無形中更顯簡化射擊指揮及精確諸元運算重要性，因此筆者以國軍現役火炮比較自動化程度較高的美製 M109A6，實施射擊指揮程序影響探討，希藉此提升砲兵射擊指揮效能，以因應未來戰場趨勢。

關鍵詞：M109A6、自動射控系統 (Automatic Fire Control System, AFCS)、射擊指揮程序

前言

野戰砲兵火力支援效能，端賴「迅速、有效、精簡」射擊指揮程序，熟稔射擊指揮程序及各種射擊方法運用，為砲兵火力支援首要，未來新式武器裝備均已朝迅速占領陣地及精簡人力操作方向發展，以提升戰場存活能力及靈活運用效能；未來數位化戰場上，各武器系統均具有體積小、速度快及輕量化的特色，故無形中更顯簡化射擊指揮及精確諸元運算重要性，因此筆者藉國軍現役與美製 M109A6 射擊指揮程序為例，實施比較與探討。

傳統的野戰砲兵射擊指揮，係以人工運算，語音傳遞方式，將射擊諸元下達至發令所，並於火炮發射後由發令所回報至射擊指揮所，再由觀測官逐一修正射彈以摧毀目標；此法不但費時，因而也無法處理大量目標。就本研究而言，筆者聚焦於探討射擊指揮，為避免探討範圍過於發散，因此先律定研究方向與範圍，說明如次：

一、射擊指揮區分為兩類：戰術射擊指揮及技術射擊指揮，筆者專就技術射擊指揮程序實施探討，略有提及戰術射擊指揮，但非本研究主要範疇。

二、火炮所配賦的系統及性能，隨時間略有軟、硬體提升，筆者僅以火炮標準配備探討，不考慮其性能提升事項。

三、射擊指揮過程中，不納入其他各項因素，僅就射擊指揮所操作，探討其差異性及變革。

射擊指揮定義

射擊指揮定義係指對一個或多個砲兵火力單位，作戰術上運用與技術上之操作，其目的在有效運用力火，適時指向所望地區，以達成火力支援任務；另射擊指揮區分戰術及技術射擊指揮等兩大區分，「戰術射擊指揮」乃對砲兵單位下達射擊命令，實施目標選定與分配，射擊單位之指派及射擊任務所用彈藥數量分配等作業，而「技術射擊指揮」係將上級賦予之射擊命令及觀測官射擊要求，換算為射擊諸元，下達射擊口令，交付射擊單位，執行技術作業與程序。¹

一、技術射擊指揮作業程序（圖 1）

傳統射擊指揮作業，均以「技術射擊指揮」為主，由砲兵排（連）或營，實施統一指揮，射擊指揮所下達射擊口令至發令所，惟此種方式運用於營射擊指揮所並非全然正確，係因營射擊指揮所兼具「戰術射擊指揮」之責，若能改變現有思維，即能發揮全營火力彈性運用，不局限於技術射擊指揮（圖 2）；技術射擊指揮作業程序分述如後。

- （一）接收上級射擊命令（觀測單位射擊要求）。
- （二）確認射擊決心。
- （三）下達組長命令。
- （四）射擊諸元計算。
- （五）射擊口令下達。
- （六）火炮射擊執行射擊通知。
- （七）通知觀測單位執行射彈觀測。
- （八）觀測官射彈修正及效果回報。
- （九）射擊指揮所執行效果回報。

二、技術射擊指揮變革分析

現代化戰爭，戰機稍縱即逝，要如何遂行快速，精確射擊指揮，有效發揚火力摧毀目標；隨著科技資訊化的進步，已由自動化射擊指揮系統逐漸取代人工作業模式，透過電腦系統的計算及數位化資訊傳輸，可增強作業速度、縮短

¹ 《陸軍野戰砲兵射擊指揮訓練教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，103 年 10 月 30 日），頁 1-1。

時間及減少人員運算疏失，更能符合作戰需求，其變革如差異表 1 筆者整理所示；於表中可知，自動化系統的功能提升，若搭配穩定的通訊傳輸，不僅運算迅速、減少錯誤，更可對射擊「精度」與「速度」產生顯著的影響。

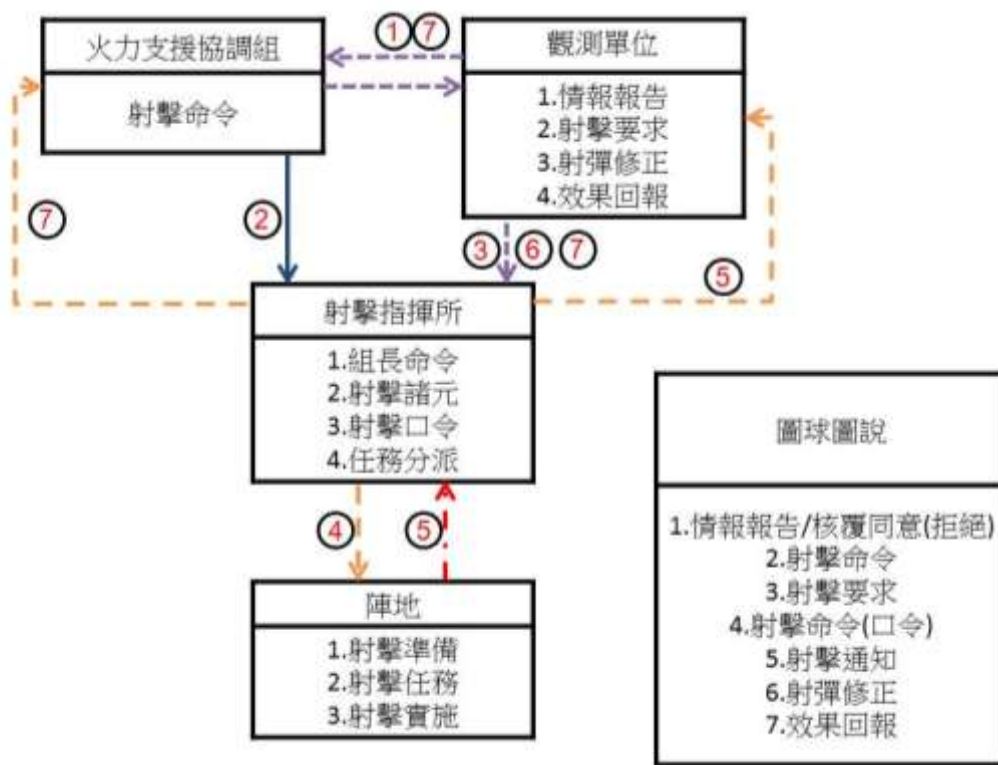


圖 1 技術射擊指揮程序圖

資料來源：筆者參考《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》修正繪製

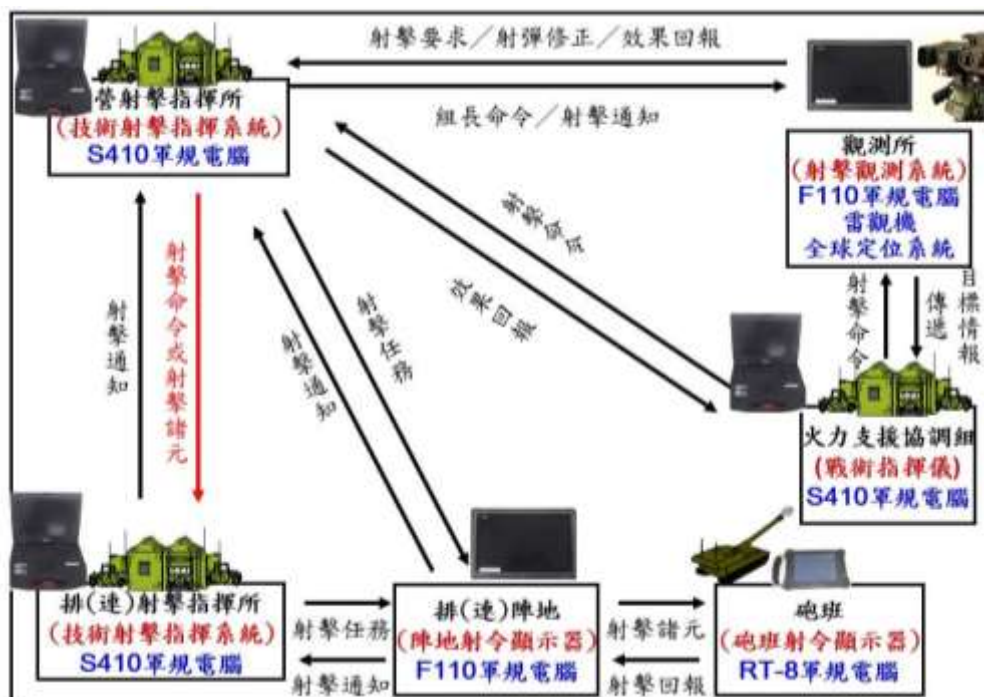


圖 2 戰（技）術射擊指揮程序圖

資料來源：筆者參考《陸軍野戰砲兵射擊指揮系統操作手冊》修正繪製

表 1 技術射擊指揮變革差異比較表

項次	人工作業方式	自動化系統方式
1	語音（紙本）接收陣地準備報告表	數據接收陣地資料
2	語音發送射擊諸元	數據傳遞射擊諸元
3	實施「方眼射擊法」圖解目標	系統「自動」計算圖解定點
4	語音下達射擊口令	數據傳遞射擊口令
5	語音回報陣地完成準備	數據回報陣地完成準備
6	語音下達射擊命令	數據傳遞射擊命令
7	語音回報陣地完成射擊	數據實施射擊通知
8	語音通知觀測官注意觀測	數據傳遞觀測官注意觀測
9	語音回報射彈修正	數據輸入器鏈結雷觀機回報彈著
10	重複3-9項至任務完成	由系統自行運算射擊諸元，重複4-9項至任務完成。

資料來源：作者自製

國軍現役管式砲兵效能及射擊指揮程序

目前陸軍現役管式砲兵，區分自走式及牽引式等 2 種，就機動性能以自走式為佳，可迅速完成陣地占領及發揚火力，筆者就 155 公厘口徑自走式及牽引式分述效能及射程指揮程序。

一、火砲效能

（一）牽引砲

1.M114 式 155 公厘牽引榴彈砲：早年由美國運至本國服役，射程尚可滿足作戰之需求，惟其射擊準備耗時，火砲頓重性大，牽引機動能力差，以致戰場存活率低。

2.M59 式 155 公厘牽引加農砲：早年由美國運至本國服役，射程遠大，惟過於笨重，牽引不易，陣地變換不易，目前本島單位採「平封戰啟」模式，戰時交由後備部隊使用，外島部份考量射程長、短相輔，仍有部份單位使用。

（二）自走砲

1.M109A2 式 155 公厘自走砲：民國 71 年開始於陸軍服役，為砲兵主力。

2.M109A5 式 155 公厘自走砲：民國 87 年引進，可射擊北約各式精準彈藥。

上述國軍各式管式砲兵，於自動射控及定位定向之能力須持續精進，故在執行射擊任務前，需藉由先期陣地偵查、測地作業、射向賦予、射擊整備等作業，方能實施射擊，影響射擊時效及靈活運用火力，僅能以排（連）為單位實施統一指揮，限縮戰場存活率。

二、現役管式砲兵射擊指揮程序（圖 3）

各國先進火砲均朝向指管及操作系統自動化，大幅縮減作業時間，有效提

升火力支援能量及密度，故國軍亦運用砲訓部自行研發之戰、技術射擊指揮自動化系統，在射擊指揮上提升效益；惟在火砲上仍須配合表尺座及週視鏡，以人工方式裝定射擊諸元及裝填彈藥，其射擊準備耗時，與各國先進火砲相互比擬，仍有精進空間。

野戰砲兵現階段射擊指揮程序，係觀測單位發現目標時，將目標情報傳送至火力支援協調組，待完成各項作業及風險評估後，選定適宜射擊單位，運用語音或數據（戰術射擊指揮系統），傳送射擊目標至射擊指揮所，由射擊指揮所分配射擊，並將射擊口令傳送至發令所，再由發令所將射擊諸元傳送至砲班，最後由砲長接收並下達射擊口令，完成砲班諸元裝定，並依序完成回報後實施射擊。

射擊後，實施陣地變換，於陣地變換後，藉砲班射令顯示器輸入測地成果或實施 GPS 定位，傳送更新後的火砲座標資料至射令顯示器，由發令所統整各砲座標，並將陣地資料傳送至排射擊指揮所，同時完成陣地資料更新；惟野戰砲兵現階段作業如欲發揮與滿足全數位化效能，仍須持續精進。



圖 3 現役管式砲兵射擊指揮流程圖

資料來源：作者自繪

M109A6 自走砲效能及射擊指揮程序

戰場上，若火砲的優異性能與數位化指管系統能有效配合，可增強火砲在作戰時的運用，筆者就 M109A6 自走砲主要性能，分析其與數位化指管系統整合後所能提供的射擊指揮程序。

一、M109A6 自走砲效能

M109A6 自走砲具備存活率高、反應快速與射擊精度佳等特點，其絕大部分得自「自動射控系統」之功效，並搭配 AFATDS 射擊指揮系統，使火炮能擁有戰場上最佳的作戰效率。

（一）自動射控系統暨模組化定位定向系統功能

M109A6 的自動射控系統（Automatic Fire Control System, AFCS），²由電腦（包括彈道計算模組、武器管制模組、通信處理模組）、射控顯示器、伺服系統液壓裝置、電源控制器及模組化定位定向系統（Modular Azimuth Position System, MAPS）組成，其中 MAPS 為 M109A6 自動射控系統的心臟，安裝於自走砲之砲耳架上，可提供 AFCS 功能說明如次。

1. 提供導航資料，使砲車可以精確、迅速的機動至指定地點。
2. 提供砲車射擊位置座標、標高與方位角，俾利電腦（彈道計算模組）計算射擊諸元。
3. 補償砲車兩輪水平，增進射擊精度。
4. 提供火炮「伺服系統」裝定射向與射角之參考，加速執行射擊任務。

因 M109A6 自走砲的 MAPS 系統，已結合慣性定位定向及 GPS 定位能力，讓火炮可以不再仰賴費時的測地作業，藉由系統間互補的導航及定位、定向資料，於行進間，即可完成系統初始校準工作，減少射擊準備時間及增加戰場存活率。

（二）AFATDS 射擊指揮系統功能

先進野戰砲兵資料系統（AFATDS）為具機動性自動化多功能的指管系統，亦是陸軍戰鬥指揮系統中的一部，能夠提供各火協機構擬定火力支援計畫，即便於寬廣的戰場上，指揮官也能夠即時下達攻擊指導。此系統能於各火力支援單位、各戰鬥部隊火協中心以及砲兵指揮所中使用；射擊指揮所及野戰砲兵射擊單位透過此系統，能於短時間處理大量射擊要求。³不僅如此，先進野戰砲兵戰術資料系統亦能與聯合監視暨目標攻擊雷達系統（Joint Surveillance Target Attack Radar System, JSTARS）、美國空軍戰區管理核心系統（Theatre Battle Management Core System）、美國海軍火力控制系統（Naval Fire Control System）、德國 ADLER 與法國 ATLAS 射擊管制系統結合，使其火力計劃更具有彈性及全面性，也能夠依據目標的性質來選定攻擊手段以及優先順序。

² Jane's, "BAE Systems, US Combat Systems M109A6 155 mm Paladin self-propelled howitzer (United States)", JAA Jane's Armour and Artillery, 24-Feb-2011. http://10.22.155.6:80/intraspx/intraspx.dll?Goto&GID=JAA_JAA_0460 (2011/2/24)。

³ "Advanced Field Artillery Tactical Data System", 23-AUG-2011, Jane's C4I Systems。

目前版本是整合「技術射擊指揮和戰術射擊指揮」，戰術射擊指揮功能為自動處理火力要求、依任務產生各種戰術射擊方案、監視火力效果、協助建立及分發火力計畫、砲兵目標情資自動化、依射擊單位現狀決定射擊諸元和彈藥、處理氣象地理資料；技術射擊指揮功能為選擇適當武器，運算及裝定射擊諸元，使砲彈在預期位置（時間）落於目標上，達所望效果。**AFATDS** 建置在 **M109A6** 的單位，操作運用上，可僅傳送目標位置、型態與類型，亦可將射擊諸元一併傳送，能增加系統操作層級的彈性。

二、**M109A6** 自走砲射擊指揮程序

美軍射擊指揮均以「自動化」為主（圖 4），運用無線電通信機，上承營射擊指揮所，向下通連至各火力單元，並不直接與觀測人員實施通連或接收射擊口令（數據傳輸因使用 **AFATDS** 系統，各級射擊指揮所、火力支援協調組及觀測單位等，均可藉系統資料庫「共享功能」，同步獲取相關資訊），且排級任務多為「不經試射效力射」射擊模式；除因任務需求，須實施檢驗射擊時，方由觀測單位實施射彈修正；此外美軍採多部自動化系統（射擊指揮系統）及無線通連等備援方式，確保自動化作業不間斷，若數據通信系統故障，即採人工語音方式手動輸入任務資料，執行射擊任務，另若 **AFATDS** 系統故障，則以簡易型射擊指揮儀接替任務。

射擊任務執行通常由排射擊指揮所接收，使用 **AFATDS** 系統完成射擊分配，並透過單波道地空無線電系統（**SINGARS**）傳送射擊諸元至砲班，無須透過發令所傳遞射擊命令，僅由砲長接收射擊諸元後完成彈藥及發射藥裝填，並藉火砲射控系統執行方向及射角裝定，在人力操作上充分減少裝填時間及裝定錯誤狀況發生，並能於作戰時獲取更多的射擊時效。

透過火砲的優異性能，於陣地變換時，能藉由火砲的 **MAPS** 系統，或使用 **GPS** 定位功能完成座標更新，由操作者自行在可用的時間及系統上，選擇較佳的資訊獲得方式，並將火砲座標回傳至排指揮所，即可完成陣地座標更新。

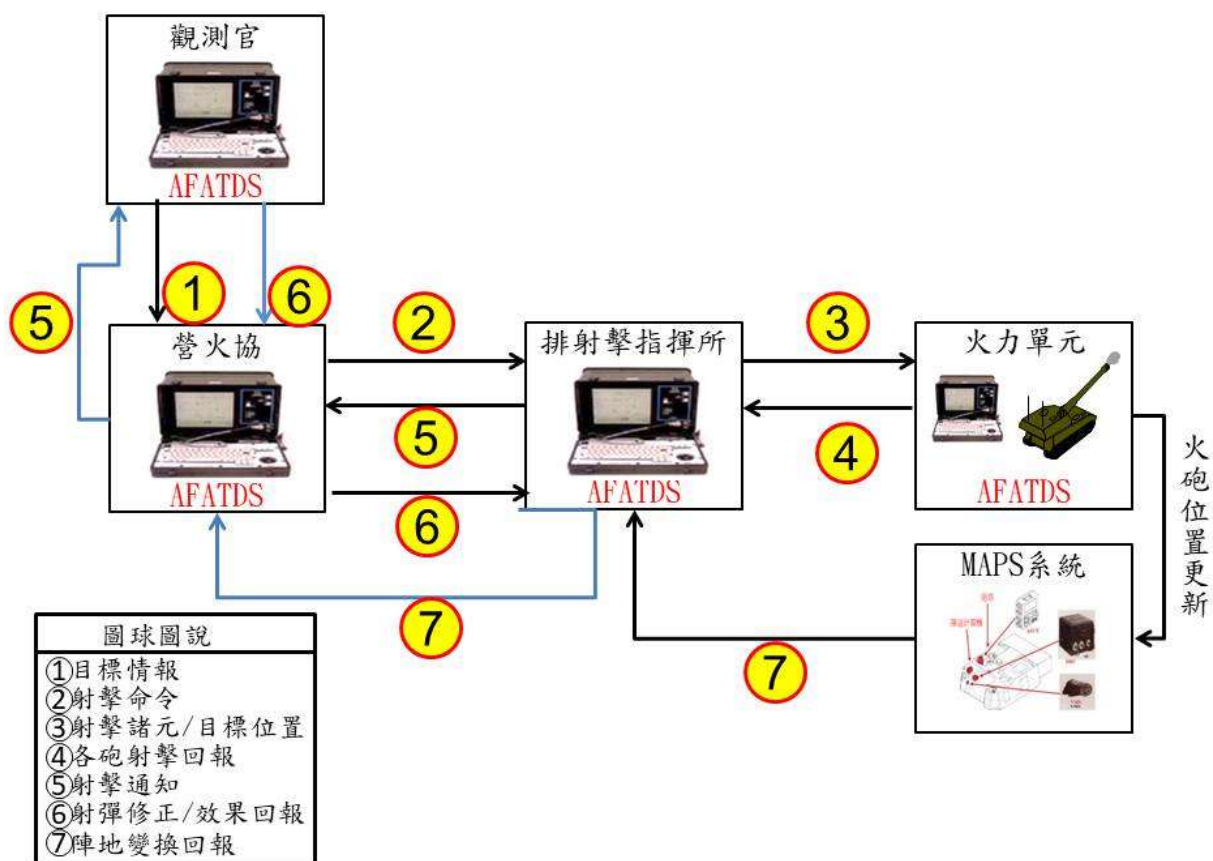


圖 4 M109A6 自走砲射擊指揮程序

資料來源：作者自繪

檢討與建議

國軍現役野戰砲兵，因未具定位定向能力，故射擊時多以集中射擊方式實施（平行火制正面），且彈藥部分，多以傳統榴彈為主；另射擊指揮（射擊諸元運算）採人工與自動化併行，惟現階段射擊諸元求算及下達均以排（連）或營 FDC 為主，亦可互為備援，並以語音（數據）方式傳遞至發令所，方能執行射擊任務。

新式火炮具定位定向能力，火力運用較為彈性，可以單砲或數門火炮遂行射擊，在彈藥部分除傳統榴彈外，亦可運用導引式砲彈，可增大無觀測射擊效果；另射擊指揮（射擊諸元運算），係以排射擊指揮所為主，用以指派射擊單元，營射擊指揮所僅行戰術射擊指揮，作為目標分配（火力單位分配）及備援運用，且射擊諸元（射擊命令）主要由排 FDC 傳遞，可即時佔領陣地、發揚火力。

未來獲得新式武器裝備，將有極大之變革，砲兵教育、戰備任務（駐地）訓練、基地測考及演訓，皆必須逐步修正射擊指揮觀念，以精進射擊指揮效能，並將此概念落實於準則、技令，以下筆者提出個人建議，希為後續發展略盡綿薄，分述如後。

一、原級校正變革

野戰砲兵原級校正區分，依據《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》⁴，區分初速鑑定儀法及平均彈著點法，初速鑑定儀裝備數量有限，而平均彈著點法現行做法多以調製放大四倍射擊圖（1/6250）標定各發彈著點，此法將具有「觀測誤差」及「決定平均彈著點誤差」；因此，在獲得新式火砲後，各砲均已配賦初速鑑定儀（chronograph），火砲可於射擊時獲得初速變化量（MVV），直接儲存於 AFCS（Automatic Fire Control System）系統（亦修正藥溫、彈重對初速修正量），如此不僅無須特定時機、場域（測地）實施，且不受彈藥數量限制，即可獲得火砲初速誤差（距離修正量），⁵亦能運用膛外（氣象）因素獲得總修正量，執行不經試射效力射。

二、檢驗射擊變革

野戰砲兵檢驗射擊區分，依據《陸軍野戰砲兵射擊指揮教範（第三版）》⁶，區分「精密檢驗」、「平均彈著與高炸點檢驗」、「AFCS 檢驗」等 3 種，其中以「精密檢驗」最為耗時且彈藥數量較多，另「AFCS 檢驗」若於海上或採空炸信管射擊，尚有諸多因素無法獲得正確射彈位置，因此以「平均彈著與高炸點檢驗」為檢驗射擊最佳作業方式，惟須具有測地成果，方能獲得有效觀測結果；上述，在新式火砲獲得後，一般多以運用「初速誤差」加「膛外（氣象）因素」修正，執行「不經試射效力射」或「試射一發即進入效力射」射擊模式，除因任務需求，若須實施檢驗射擊，才由觀測單位直接實施射彈修正，並以「平均彈著與高炸點檢驗」為之，故新式火砲可不實施檢驗射擊即獲得可靠修正量。

三、面積射擊變革

野戰砲兵射擊通常用於對面積目標，活動性較大之目標，或位置不甚明確之點目標射擊。⁷其目的，在發揮奇襲、熾盛之火，以求得制壓、破壞、阻止、擾亂等所望效果，在試射階段，為節省彈藥及獲致良好效果，通常使用試射排（連）中央兩門砲（基準砲）行之，於試射完成後，除另有規定外，陣地均於準備好後即行效力射（以陣地中心對目標運算集中射擊相應射擊諸元）；而在新式火砲獲得後，⁸砲陣地將採分散配置且不需發令所，故排（連）射擊指揮所，行面積射擊時，可運用各砲座標，計算射擊諸元，另就以上各項變革，可直接計算單砲修正量，遂行各砲「特別修正」集中射擊，甚至可迅速執行「單砲

⁴同註 1，頁 6-11。

⁵FM 3-09.70 Tactics, Techniques and Procedures for M109A6 Howitzer(Paladin) Operations, (Washington DC: Department of the Army, 1 August 2000), P1-5。

⁶同註 1，頁 5-7。

⁷同註 1，頁 5-2。

⁸同註 5，頁 3-6。

同時彈著射擊」，滿足「不經試射效力射」以達急襲、奇襲效果。

綜上，未來新式火炮，陣地放列、射擊運用，諸元計算等，均直接影響射擊指揮方式，分析比較如下表（表 2）。

表 2 國軍現役火炮與未來新式火炮射擊指揮差異比較表

區分	國軍現役火炮	未來新式火炮
陣地放列	採集中放列、射擊諸元均以平行火制正面運算（未檢驗）。	採單砲放列，射擊諸元採各砲運算（或平行火制正面）。
彈藥運用	具傳統彈藥、特種彈藥（WP 黃磷彈、發煙彈、照明彈、DPICM、ADAM 等），惟未具導引式砲彈。	榴彈與特種彈藥同現役火炮，另具「導引式砲彈」可行「不經試射效力射」。
檢驗射擊	需行精密檢驗、平高檢驗、AFCS 檢驗獲得修正量或陣地初速誤差。	不須檢驗射擊，因各砲具初速鑑定儀，可直接接運用氣象修正量獲得總修正量。
面積射擊	- 運用人工作業及系統運算 - 由營或排（連）射擊指揮所計算射擊諸元，下達至各陣地發令所。 - 射彈修正，觀測所傳遞至射擊指揮所，由射擊指揮所執行修正作業並將修正後諸元傳遞至發令所。	- 運用系統（亦具有備援自動化系統）操作。 - 營行戰術射擊指揮，排（連）射擊指揮所傳遞（下達）各砲「特別修正」射擊口令。 - 若需試射，則採「試射一發即進入效力射」。
觀測射擊	- 面積射擊 - 有觀測：雷射極座標法射擊，行 1 發試射，即可效力射。 - 無觀測：方眼射擊法射擊，修正至百公尺夾差後，即可效力射 - 檢驗射擊 - 有觀測：可行平高檢驗、AFCS 檢驗等。 - 無觀測：精密檢驗、氣象修正加初速誤差。	- 面積射擊 - 有觀測：雷射極座標法射擊，直接逕行效力射。 - 無觀測：運用火炮初速誤差，行 1 發試射，即可效力射 - 檢驗射擊 - 有觀測：依需要執行平高檢驗。 - 無觀測：無，僅運用氣象修正加火炮初速誤差。
通聯手段	- 語音：有線電、無線電 - 數據：有線電、無線電	- 語音：無線電 - 數據：無線電

備註

表內各項區分，以未來新式火砲為佳，就射擊指揮程序以系統操作為主，因此更為簡便、即時與迅速，且不需檢驗射擊即具有修正量，可增大射擊效果；另射彈觀測與修正可透過無線電通信機直接於 AFATDS 資料庫內進行作業，大幅簡化作業程序。

資料來源：作者自行整理

結語

未來新式火砲最大優點為數位化射控系統、慣性導航及定位定向系統，且火砲本身配置 AFCS 執行技術射擊計算，排（連）射擊指揮所兼具技術與戰術射擊指揮，以數位化手段行使指揮管制及雙向資料交流。營級射擊指揮所僅對排（連）射擊指揮所遂行戰術射擊指揮。

國軍野戰砲兵均以營射擊指揮所，遂行技術射擊指揮，且基地測考以此模式施測，在現階段受限火砲能力、通信等諸因素，致火力發揚均採營集中射擊執行，在新式火砲獲得後，應同步檢討各項變革相應射擊指揮程序，必須與時俱進，筆者藉此篇激發共鳴達拋磚引玉之效，以利未來準則、教案與異質系統修訂，期以適切檢討技術射擊指揮相關作業方式，發揮火力支援效能。

參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵射擊指揮訓練教範（第三版）》（桃園：國防部陸軍司令部，103 年 10 月 30 日）。
- 二、Jane's, " BAE Systems, US Combat Systems M109A6 155 mm Paladin self-propelled howitzer (United States) ", JAA Jane's Armour and Artillery, 24-Feb-2011.
- 三、"Advanced Field Artillery Tactical Data System", 23-AUG-2011, Jane's C4I Systems.
- 四、FM 3-09.70 Tactics, Techniques and Procedures for M109A6 Howitzer (Paladin) Operations, (Washington DC: Department of the Army, 1 August 2000) .

作者簡介

李尚儒少校，砲校正規班 194 期，曾任連絡官、教官，現任職於陸軍砲兵訓練指揮部射擊教官組。