

精進平均彈著點及高炸檢驗射擊作業之研究

作者：朱慶貴

提要

- 一、檢驗射擊為修正量求取之方法，其包含精密檢驗與平均彈著點及高炸檢驗，由於在作戰戰況、檢驗目標區地形與射擊技術上的限制因素，使得平均彈著點及高炸檢驗與精密檢驗，都有其限制因素存在，因此如何配合現有觀測裝備及射擊指揮作業器材，精進以往平均彈著點及高炸檢驗射擊法。
 - 二、台澎防衛作戰在地狹人稠的地理環境下，砲兵火力支援射擊以對海射擊為主，然獨立明顯檢驗點無法選定，海岸線綿長通視觀測所開設不易，審慎考量檢驗射擊方法視為必要，而實施平均彈著點及高炸檢驗射擊，以防衛作戰地理特性檢驗射擊求取修正量為較佳之方法。
 - 三、平高點檢驗射擊係以同一射擊諸元發射一群射彈，最初火砲射擊所裝定之射擊諸元即為決定諸元，爾後由觀測官觀測每發射彈，將觀彈諸元回報予射擊指揮所計算平均彈著點，並量取圖上諸元，與所選定之預期彈著點相互比較，其差值即為修正量，可同時求取方向、距離及時間三種修正量。
 - 四、防衛作戰中在有限檢驗射擊實施之狀況下，平時運用平高點檢驗射擊求得修正量，方可達成砲兵火力支援任務，精準、快速、有效之火力支援任務。
- 關鍵詞：有效射彈、交會觀測、圖解法。

前言

戰場狀況瞬息萬變，戰機稍縱即逝，由以砲兵射擊為然，而砲兵為求能準確命中目標，對目標實施不經試射逕行效力射，除了需要精確的測地成果、良好射擊準備外，更要有精確的修正量，俾應用於爾後射擊，檢驗射擊為修正量求取之方法，其包含精密檢驗與平均彈著點及高炸檢驗，由於在作戰戰況、檢驗目標區地形與射擊技術上的限制因素，使得平均彈著點及高炸檢驗與精密檢驗，都有其限制因素存在，因此如何配合現有觀測裝備及射擊指揮作業器材，精進以往平均彈著點及高炸檢驗射擊法，為本文研究之目的，有利爾後砲兵檢驗射擊法再精進、射擊效果更佳。

平高點檢驗射擊重要性

台澎防衛作戰在地狹人稠的地理環境下，砲兵火力支援射擊以對海射擊為主，然獨立明顯檢驗點無法選定，海岸線綿長通視觀測所開設不易，審慎考量檢驗射擊方法視為必要。通常求取修正量之方法係對檢驗點行精密檢驗，即以正常

觀測射擊方法及射擊指揮所作業程序，導射彈使其平均彈著點通過檢驗點。但常受地形之限制，如在夜間、海面、海灘之地形時，難選擇一獨立明顯之檢驗點。¹故為克服上述之限制，即可實施平均彈著點及高炸檢驗射擊，以防衛作戰地理特性檢驗射擊求取修正量最佳之方法。

檢驗射擊問題之探討

平高點檢驗射擊係以同一射擊諸元發射一群射彈，最初火炮射擊所裝定之射擊諸元即為決定諸元，爾後由觀測官觀測每發射彈，將觀彈諸元回報予射擊指揮所計算平均彈著點，並量取圖上諸元，與所選定之預期彈著點相互比較，其差值即為修正量，可同時求取方向、距離及時間三種修正量，后述針對現行平高點檢驗射擊探討其問題：

一、有效射彈求取問題

平高點檢驗射擊係以同一射擊諸元，取得 6 發有效射彈平均彈著點位置，得修正量之檢驗射擊，其精神在求得射彈散布的平均值²。因此，若出現任 1 發無效彈，將影響修正量的可靠度，然判定方式卻從無具體標準可言。

二、交會觀測問題

平高點檢驗射擊，是以兩觀測所行前方交會測報彈著點，以取得平均彈著點運用三角函數原理算得圖上諸元，再與射擊決定諸元比較，求得修正量；由於適當之觀測所位置選擇不易，連絡、協調困難及觀測交會角度避免誤觀測，故觀測所開設須注意下列事項：

(一)為使交會觀測之精度良好，各觀目線之交會角度不得小於 150 密位以內，最大不宜超過 3050 密位，適宜之頂角範圍 300~2900 密位，其交會頂角為 1067 密位精度尤佳³，參閱交會觀測頂角圖(如圖 1)。

(二)綿密協調：各觀測所均應正確辨認，並測定共同之目標或彈著點。

(三)迅速觀測：必須於射彈爆炸之瞬間，迅速觀測彈著，確實看讀分割。

(四)器材校正：雷觀機磁針偏差必須校正，並注意消除器材之空迴。

三、海面及夜暗觀測問題

(一)海面觀測問題：強化雷觀機雷射標定作業，由於雷射觀測機易受水氣影響，因此在雲霧濃度較高之環境下作業時，測報方位角易誤判與測距功能常未能發揮效用，故特應注意雷射之強度可大幅穿透水氣、煙幕為宜。

(二)夜暗觀測問題：平均彈著及高炸點檢驗，通常在精密檢驗無法實施狀況

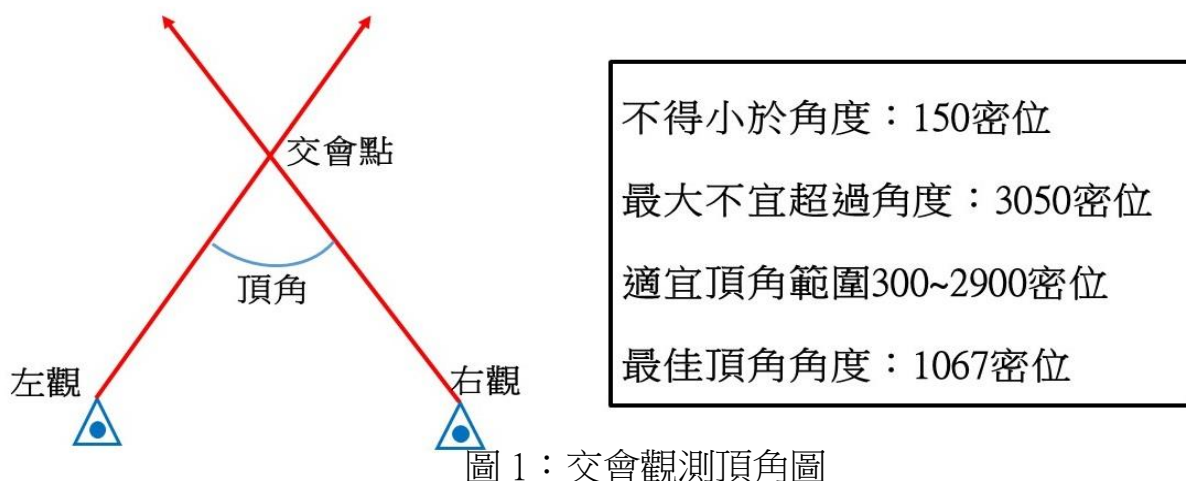
¹ 陸軍野戰砲兵射擊指揮教範(第三版)，民國 103 年 10 月 30 日頁 5-67。

² 朱瓊濤「野戰砲兵射擊法之探討-有無效彈判定」台南，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 100 年 10 月 1 日頁 4。

³ 內文數據依據美軍 FM6-40 野戰砲兵射擊教範，華盛頓特區：美軍，西元 1974 年 6 月 1 日，頁 10-17。

下，求取檢驗射擊修正量之方法，然而在夜暗狀態下行交會觀測，亦造成兩觀測所無法精確看到共同彈著點及夜暗標定彈著點之誤差，使得檢驗計算修正量誤差相對變大。

交會觀測頂角運用範圍



參考資料：美軍 FM6-40 砲兵野戰射擊手則(第 10-7 節)，頁 10-17。

四、檢驗射擊計算作業問題

(一)為使兩觀測所觀測射彈容易，高炸檢驗須增加高低角以提高炸點，估計標高易計算錯誤。

(二)射擊時所使用之諸元即為決定諸元，圖上諸元須經三角函數原理，計算頂點座標，定圖後量得圖上諸元，計算步驟繁複，無法精準求算高炸點檢驗決定時間。

(三)對數表查閱不熟練時，易計算錯誤。

(四)求取平均彈著點座標 DX 橫座標、DY 縱座標正負值易判定錯誤。

(五)射表計算尺裝訂值之距離及決定方向未實施陣地中心修正。

五、單一觀測平高檢驗限制多

(一)觀測官需配賦雷射觀測機，如操作中雷觀機損壞此法亦不能實施。

(二)觀測人員觀彈方式以雷觀機標定彈著點，在夜間標定實際彈著點誤差大，因此不宜夜間觀測。

(三)實施高炸檢驗時，雷觀機標定彈著點，受爆炸火光瞬間時間短暫，標定作業困難，不宜實施高炸點檢驗。

六、砲兵檢驗射擊修正量求取方法有三種，其方法各有其限制因素與適用範圍分析如表 1：

表 1:

檢驗射擊修正量分析表				
區分		精密檢驗	平高檢驗	AFCS檢驗
目標限制		須獨立明顯檢驗點	無須獨立明顯檢驗點	無須獨立明顯檢驗點
時間限制		耗時/受夜暗影響	省時/不受夜暗影響	省時/受夜暗影響
彈藥消耗		無一定射擊發數	7發	5發
限制因素	測地成果	不受其限制	需有測地成果	需有測地成果
	觀測所開設	單一觀測所	單、雙觀測所	單一觀測所
	雷觀機使用	非必須使用	不一定使用	必須使用
	適用範圍	瞬發檢驗 空炸檢驗 不同批號檢驗	瞬發檢驗 空炸檢驗 不同批號檢驗	瞬發檢驗 不同批號檢驗
求取修正量	方向	有	有	有
	距離	有	有	有
	時間	有	有	無

資料來源:李柚科「砲兵修正量運用之研析」砲兵學術季刊 191 期 12 月第 4 季，頁 26。

提升檢驗射擊之方法

一、提升有效彈可靠度判定

平高點檢驗其精神在求得射彈正常散佈下的平均值，藉以獲取修正量。因此，若出現任一發無效彈(超過方向、距離、炸高 8 倍公算偏差)⁴，將影響修正量的可靠度(如圖 2)，堅持補完 6 發有效射彈亦耗費時間與彈藥，不符作戰實需。在合理、有效的射彈「樣本」數下，取得可靠之修正量，當檢驗射擊所使用的有效射彈少於建議值 6 發時，所求得修正量的正確度亦隨之降低⁵(如表 2 所示)。同一火砲、彈藥批號、射擊諸元，發射 6 發射彈的平均彈著點和發射無限多發(約 100 發)的平均彈著點相比較，兩點間的誤差不超過一個公算偏差的機率是 90%，不超過兩個公算偏差的機率則是 99%，隨著發射彈數的增加，所求得的平均彈著點也越接近真正的彈著點，因此檢驗射擊盡可能以 6 發有效射彈計算修正量。

二、善用 TS-102 式多功能雷觀機(如圖 3)

現行平高檢驗射擊，觀測人員觀彈方式，是以測報彈著爆炸點中心，但因射彈觀測不精確及觀測器材問題，並未能精確測報實際炸點位置，因此測報彈著諸元誤差大，影響修正量求取精準度，而 TS-102 式多功能雷觀機，具有熱顯

⁴ 同註釋 1，頁 5-70。

⁵ 美軍 FM6-40 野戰砲兵射擊教範，華盛頓特區：美軍，西元 1974 年 6 月 1 日，頁 10-5。

像儀，可於日、夜間精確標示彈著點⁶，對於修正量求取精度必能精進。

平高點檢驗不正常散布示意圖

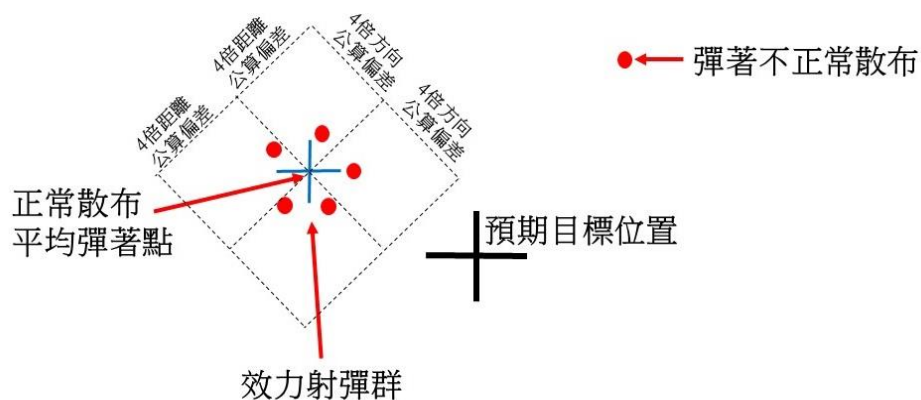


圖 2：平均彈著點檢驗出現不正常散布示意圖

資料來源：作者自繪

表 2：

射擊發數	1	2	3	4	5	6
一個公算偏差(PBE)的機率%	50%	66%	76%	82%	87%	90%
二個公算偏差(PBE)的機率%	82%	94%	98%	99%	99%	99%

參考資料：美軍 FM6-40 野戰砲兵射擊教範(第 10-7 節)頁 10-5



圖三：TS-102 式多功能雷觀機

資料來源: TS-102 式多功能雷觀機操作手冊(108 年版)，第一部分，頁 1。

⁶ 陸軍司令部「TS-102 式多功能雷觀機操作手冊」，民國 108 年 11 月 25 日，頁 1-1。

三、參考美軍平高點檢驗射擊法

(一)作業方式：

美軍 FM6-40 野戰砲兵射擊手則第 10 章第 3 節平高點檢驗射擊，是以左、右觀測員觀彈，取得有效射彈之平均方位角、高低角，於射擊圖上畫出交會點，量取交會點之座標⁷(如圖 4)，運用高低角計算標高，接續量取圖上諸元，再依射擊諸元為決定諸元減圖上諸元求得修正量。

美軍平高點檢驗射擊圖解

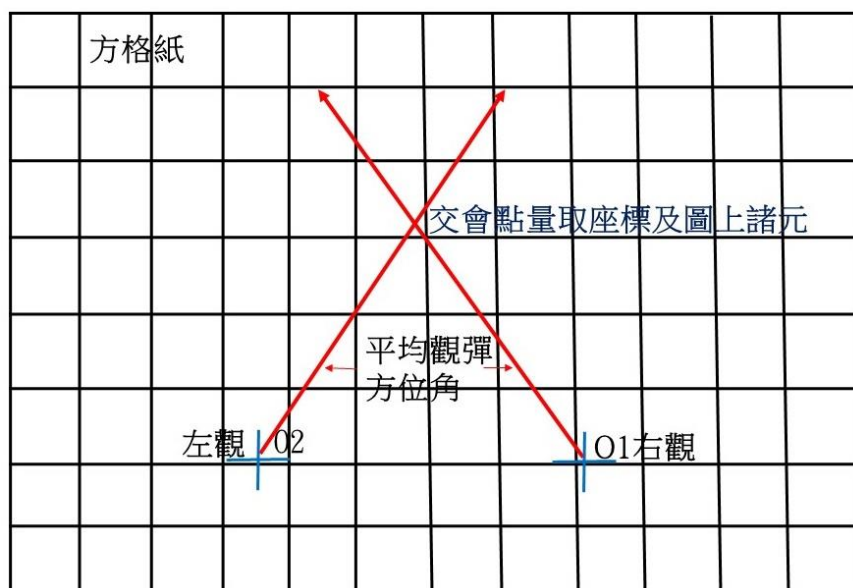


圖 4：美軍平高點檢驗射擊圖解示意圖

資料來源：作者自繪

(二)表格計算：

範例：

105 榴砲營，以第二連第一排，使用 V 號裝藥、A 批號，對檢驗點座標 28141-44824，標高 165 公尺地區，實施平均彈著點檢驗，以求取修正量，基準砲位置於陣地中心。

射擊諸元：#2、H、A、V、瞬發信管、#2 一發待令放、方向修正量 0、方向 2600、高低 324、仰度 347。

以平均方位角、高低角，於射擊圖上描繪出交會點，量得 CI 點座標 28360-44720 標高 281，接續量得第二連一排至 CI 點圖上方向 2576，距離 5220，高低 +38；計算修正量：以射擊諸元為決定諸元減圖上諸元。

決定仰度＝射角－高低＝(347+24) -38=333

向修正量＝決定方向－圖上方向＝2600-2576=+24

射表計算尺裝定值：V 裝藥 A 批號，距離 5220 仰度 333

⁷ 同註釋 5，頁 10-16

計算表格如表 3:

表 3：平均彈著點及高炸點檢驗計算表

第 連

年 月 日 時 分

組長命令	第 2.1 連，榴彈，A 批號，V 裝藥，瞬發信管，待令放，檢驗點估 H165，準平檢									
定向諸元	觀平檢：左觀方位角 2126 ϵ +26 測 ϵ ，右觀方位角 1434 ϵ +30 準備好報告									
射擊口令	#2 榴 A 批號 V 裝藥瞬發信管 #2 1 待，方向修正量 0 方向 2600 高低 324 時間仰度 347									
觀	測	結	果	基	礎	諸	元	求	算	
發數	左觀方位角	又觀方位角	ϵ				左 由 觀測所計算座標 右 基線（右至左）_____m 基線長_____m			
1	2185	1445	+55							
2	2125	1481	+47							
3	2123	1463	+39							
4	2105	1479	+41							
5	2120	1466	+40							
6	2106	1482	+46	左觀方位角 右觀方位角 —) _____ 頂角 （不夠減則加 6400）			求左邊用右 求 _____ 觀方位角 求右邊用左 _____ 基 線方位角 —) _____ 對 角 （不夠減則加 6400）			
7	2123	1485	+45							
8										
9										
10										
平均	2117	1476	+43							
求 觀 至 Ci 距離	Log 基線長			★由主觀測所至 Ci (HB) 之平均方位角及距離（公尺） 用極座標法在圖上定出 Ci (HB)，校對座標計算所得之 Ci (HB) 位置。						
	Log Sin 對角									
	CologSin 頂角+									
	Log D									
	★D（求邊）		m							
計算 Ci 座標	Log D			Log D			Log D			
	Log Sin +			Log Cos +			Log Tan ϵ +			
	Log Dx			Log Dy			Log Dh			
	Xo			Yo			Ho			
	Dx			Dy			Dh			
	X		28365	Y		44716	H		281	
量得第 2.1 連至 之圖上諸元：方向 2576 距離 5220 高低（算得） +38										
決定仰度 = 射角（射擊所用者） - 圖上高低 = (347+24) -38=333										
射表計算尺裝定值：V 裝藥 A 批號，距離 5220 仰度 333 時間										
方向修正量 = 決定方向（射擊方向修正間隔） - 圖上方向 = 2600-2576=+24										

資料來源：作者自製

四、提高炸點檢驗決定時間求取

往往高炸點檢驗射擊決定時間求取，是依射擊時間為決定時間，並未精確求算決定時間，依據美軍 1989 年(野戰砲兵射擊指揮訓練通報 TC6-40)，當標

高差大於 100 公尺時，因附加高低角較小，以至於對射角、信管時間影響較小，若忽略較大附加高低角之影響，可使信管時間發生少量之誤差⁸。

計算公式：

- (一)高低-高低角=附加高低角
- (二)附加高低角+決定仰度相應時間=相應時間
- (三)射擊時間-相應時間=時間修正量
- (四)決定仰度相應時間+時間修正量=決定時間。

範例：

105 榴砲營，以第二連第一排陣地標高 135 公尺，使用 V 號裝藥、B 批號，對座標 28100-44712，標高 240 公尺地區，實施高炸檢驗，以求取修正量。其射擊諸元：#2、H、B、V、空炸信管、#2 一發待令放、方向修正量 0、方向 2550、高低 336、時間 19.4、仰度 326。經高炸檢驗射擊，求得 HB 點座標，量得第二連一排至高炸點圖上方向 2561，距離 5000，高低+26。計算決定時間如下：

- 1.高低=+26(運用高低計算尺推得)
- 2.高低角=+21(運用高低計算尺推得)
- 3.附加高低角=+26-(21)=+5
- 4.決定仰度=362(決定射角 326+36)-26=336
- 5.決定仰度+附加高低角=336+5=341
- 6.341 所相應時間=20.2
- 7.決定仰度 336 相應時間=19.9
- 8.時間總修正量=射擊時間 19.4-(341 仰度相應時間)20.2=-0.8
- 9.正確決定時間=19.9+(-0.8)=19.1

五、時間急迫狀況下，圖解法求取修正量

係以同一諸元射擊，取得 6 發有效射彈，以一群有效彈著點取平均幾何中心點定出座標，以此座標定於射擊圖上，量得圖上諸元，再以射擊諸元減圖上諸元，求得檢驗射擊修正量，其用意在求得射彈散佈的平均值。因此可運用大比例尺射擊圖，圖解平均彈著點，再以座標梯尺量得平均彈著點座標，並量得圖上諸元；如此即可省略正弦定律求算頂點座標過程，可縮短作業時間，但此法因圖解誤差大，僅適用急迫狀況下實施。

六、適切運用資訊化系統演算

平高點檢驗射擊在人工傳統作業，無論是運用三角函數方式、簡易圖解法方式計算修正量，都無法比電腦運算來的快速，現行資訊化系統平高點檢驗

⁸ 同註釋 1，頁 5-68

射擊，可行單一觀測檢驗（如圖 5）及雙觀測檢驗（如圖 6），以操作員鍵入相關數據，可快速精確計算檢驗修正量。

平高檢-單一觀測所

觀目方位角 - 距離 - 高低角

☐ 1	1880	1260	-35
☒ 2	1885	1250	-36
☒ 3	1886	1255	-35
☒ 4	1887	1258	-34
☒ 5	1875	1252	-35
☒ 6	1889	1248	-35
☒ 7	1879	1249	-35
☐ 8			
☐ 9			

AVE 1883.5 1252 -35

計算預落點左右觀方位角

發射了 連線設定 組長命令

陣地電文 前觀電文 計算結果

計算結果

裝藥	批號	圖上距離
4	A	4133
方向修正量	決仰	決時
-2	371	
#2	清除諸元	儲存

圖 5：單一觀測平高點檢驗示意圖

平高檢-交會觀測

☐ 左觀 OBS2 ☒ 右觀 OBS1

☐ 1	1320	1080	-15
☒ 2	1328	1085	-14
☒ 3	1330	1078	-13
☒ 4	1326	1075	-12
☒ 5	1324	1083	-11
☒ 6	1335	1079	-14
☒ 7	1319	1087	-12
☐ 8			
☐ 9			

AVE 1327 1081.16 -12.6

計算預落點左右觀方位角

發射了 連線設定 組長命令

陣地電文 前觀電文 計算結果

計算結果

裝藥	批號	圖上距離
5	A	4872
方向修正量	決仰	決時
2	335	20
#2	清除諸元	儲存

圖 6：雙觀測平高點檢驗示意圖

資料來源：陸軍野戰砲兵射擊指揮系統操作手冊，第五章第二節，頁 5-378。

結語

砲兵火力運用，主在迅速應變，提供地面部隊快速、精確之火力支援，為有效運用砲兵檢驗射擊方法，使砲兵射擊精度提升，達成有效之火力支援任務。在爾後射擊技術上，以既有基礎上研究發展，經研究探討各種不同之檢驗射擊方式，促使砲兵之射擊更為精準，進而獲致良好之射擊效果。防衛作戰中在有限檢驗射擊實施之狀況下，可運用平高點檢驗射擊求得修正量，並加以運用爾後射擊任務，方可達成砲兵火力支援任務，精準、快速、有效。

參考文獻：

- 一、陸軍野戰砲兵射擊指揮教範(第三版)(桃園：陸軍司令部，民國 103 年 10 月 30 日)。
- 二、TS-102 式多功能雷觀機操作手冊，(桃園：陸軍司令部，民國 108 年 11 月 25 日)。
- 三、陸軍野戰砲兵射擊指揮系統操作手冊，桃園，民國 110 年 10 月 13 日。

四、美軍 FM6-40 野戰砲兵射擊教範，華盛頓特區：美軍，西元 1974 年 6 月 1 日。

五、朱慶貴「檢驗射擊精進法—單一觀測平高檢」砲兵季刊 132 期 95 年 1 季。

六、朱慶貴「精進砲兵檢驗射擊法研析」砲兵季刊 193 期 110 年 2 季。

七、朱慶貴「砲兵檢驗射擊教學之心得」砲兵季刊 197 期 111 年 3 季。

八、朱瓊濤「野戰砲兵射擊法之探討-有無效彈判定」台南，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 100 年 10 月 1 日。

九、李柚科「砲兵修正量運用之研析」砲兵季刊 191 期 110 年第 4 季。

作者簡介

朱慶貴，陸軍官校正 54 期（74 年班），現任職砲兵訓練指揮部射擊組雇員老師。