

精進砲兵連測地裝備與技術之研究

作者：耿國慶 老師

提要

- 一、 砲兵連測地之目的，在測定陣地確實位置，迅速求得測地成果，提供射擊使用。通常為獨立或先遣任務之砲兵連行之，且僅實施陣地測地。目前砲兵連測量班僅編制四員，且使用 M2 方向盤、捲尺為主要裝備，裝備功能與人數明顯不足，致精度與速度受限。就本軍基地測考與 101 年度武藝競賽所見，砲兵連測地裝備與技術，仍有待檢討精進。
- 二、 精進測地訓練應按單項、組合訓練至綜合演練之程序實施，本「求簡、求實、求精、從嚴、從難」，講求「實人、實物、實事、實地、實作」與嚴格要求「個人動作」，共同創造團體榮譽，方可精實訓練作風，落實訓練要求。精進作法包括：正確使用累積測角、落實捲尺測量訓練、適切運用輔助器材、利用小型測地訓練場施訓等四項。
- 三、 國軍在歷經多次組織結構精簡後，已朝向量小、質精、戰力強之方向邁進，未來砲兵火力勢將要求精準、靈活與彈性，因此砲兵連測地任務執行之能力仍無法偏廢。國軍現階段除精進測地作業能力外，未來更將提升測地裝備與技術，方可達成防衛作戰之火力支援任務。

關鍵詞：砲兵連測地、M2 方向盤、測量成套器材

壹、前言

砲兵連測地之目的，在測定陣地確實位置，迅速求得測地成果，提供射擊使用。通常為獨立或先遣任務之砲兵連行之，且僅實施陣地測地。目前砲兵連測量班僅編制四員，且使用 M2 方向盤、捲尺為主要裝備，裝備功能與人數明顯不足，致精度與速度受限。就本軍基地測考與 101 年度武藝競賽所見，部分單位作業紀律、輔助器材運用與訓練方式等，仍有待檢討精進。鑑於砲兵連測地為砲兵營全部測地之基礎，如何精進砲兵連測地裝備與技術，提升砲兵火力支援效能，實為當前重要工作。

貳、砲兵連測地常見缺失

砲兵連通常由連測量班，利用陣地附近已知點（國家控制點、砲兵基準點）

或地形要點為「測地開始點」與「方向線」，再依地形狀況，採導線法或放射線法作業，求得連（排）陣地中心座標、標高，必要時設置方向基線，求算方向基角。通常要求於 1 小時內完成，精度須達五百分之一。惟就歷年基地測考與武藝競賽檢討，常見缺失如後。

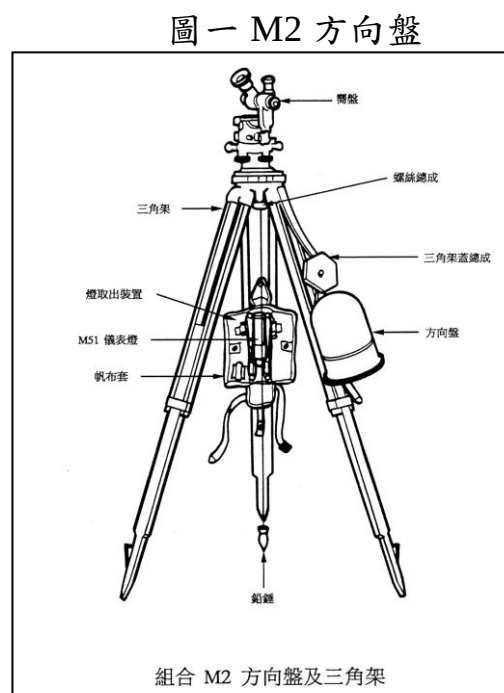
一、器材功能不足且操作不熟

（一）功能不足

砲兵連主要測量裝備為 M2 方向盤（如圖一），民國 66 年使用迄今已逾 30 年，因機件老舊，致空迴與誤差過大，近期委託軍備局生產製造中心第 402 廠分批翻修，性能已明顯改善。惟 M2 方向盤屬早期光學機械式設計，在講求砲兵自動化的今日，實存在倍率太小（僅 4 倍）、定向精度不足、方向分劃不夠精密、無法測距、夜間作業不便等問題，致影響測地速度與精度。

（二）操作不熟

M2 方向盤為砲兵連測量班主要裝備（如表一），原本應為連測量班最為常用與熟練。惟目前砲測中心未將 M2 方向盤納入普測項目，致部份測量人員因疏於練習而操作不熟。本次武藝競賽時，甚至發生水平角、高低角看讀錯誤，進而影響測地成果精度之情形。



資料來源：作者自製

表一

砲兵連測量班主要裝備表			
項次	裝備名稱	配賦數	備考
1	方向盤	1	
2	電算機	1	
3	第 17 號測量成套器材	1	
4	1.25 噸載重車	1	●
5	無線電機 VHF	1	背負式★
附記	●戰時若缺裝可徵用 ★戰時若缺裝可徵購		

資料來源：《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）》，（國防部陸軍司令部，民國 99 年 11 月），頁 1-5。

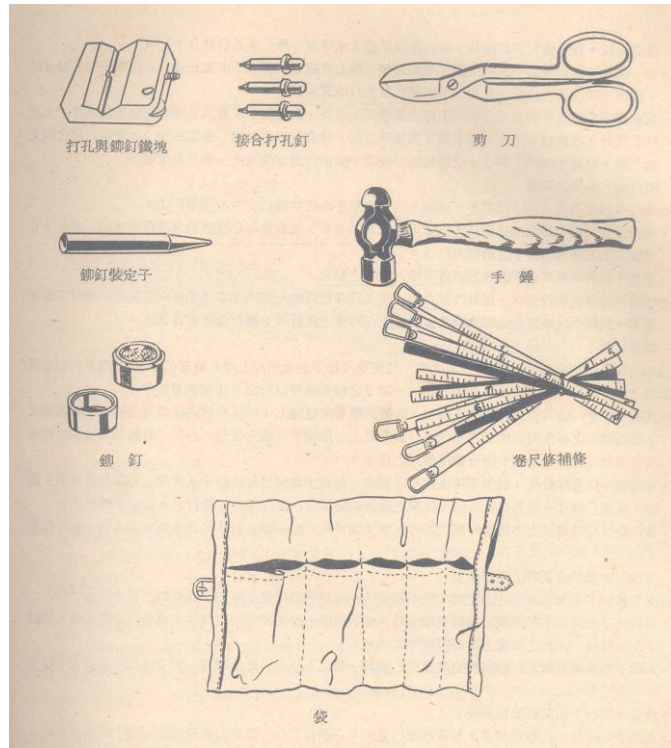
二、捲尺測距精度不佳

M2 方向盤僅能測角，須配合鋼捲尺測距，始能執行測地作業。制式鋼捲尺，全長 30 公尺，最小刻劃為 1 公分，因材質耐磨堅硬，須配合其他附件（如圖二）使用，始可確保作人員安全與獲得較佳測距精度。制式鋼捲尺、附件與「捲尺修理包」（如圖三）屬「第 17、18 號測量成套器材」，目前多因長期使用而損壞（或遺失），故部隊多採市售玻璃纖維 50 公尺捲尺（Measuring Tape Fiberglass）代用。惟代用 50 公尺玻璃纖維捲尺不僅太長且無拉力標準，如拉力過輕時，不易拉平；拉力過大，則易斷裂。因此距離誤差，成為影響座標、標高精度之主要因素。

圖三 捲尺修理包



資料來源：《ARTILLERY SURVEY (TM6-200)》，（PUBLISHED JUNE 1960 BY GNQ ARMY GRC），p26。



資料來源：《ARTILLERY SURVEY (TM6-200)》，(PUBLISHED JUNE 1960 BY
GNQ ARMY GRC)，p27。

三、未遵守作業紀律

目前本校測地教學特別要求：使用 M2 方向盤測水平角須採「累積測角」、測方位角應先實施「磁偏校正」、捲尺測量須計算「比較精度」與使用正確紀錄表格等規定。惟就武藝競賽所見，部分單位方向盤僅使用「分劃閉塞」方式測角、捲尺未利用比較精度檢驗與現地作業紀錄用粉筆書寫於地上等現象，不僅違反作業紀律，且導致測地精度不佳。

四、未適切使用輔助器材

砲兵連測量班編制僅 4 人，較標準方向盤導線班 6 人少（如表二），不足人員通常由各連抽調其他編餘人員支援。基於此次武藝競賽規定僅可增加 1 員，故須由班長兼前標桿手或測手兼後標桿手，如遇水泥（柏油）地面無法插桿標時，則需增加輔助器材（標桿三腳架、標桿水準器）穩定之。惟受測單位均未增設標桿與標桿三腳架，遇水泥（柏油）地面，不僅作業不便亦影響作業速度。

表二

方向盤導線班標準編組表					
順 序	職 稱	職 責	缺 員 操 作		備 考
			缺 1 員	缺 2 員	
1	班 長	測站偵察、選定與作業督導、協調。	兼前標桿手	兼前標桿手	缺員操作時須有足夠標桿、三腳架與標桿水準器。
2	測 手	於測站整置方向盤測量前、後標桿間水平角、高低角並紀錄。		兼後標桿手	
3	前標桿手	標示前測站（求點）			
4	後標桿手	標示後測站（標定點）			
5	前捲尺手	使用捲尺量取測站至前測站（求點）之距離			
6	後捲尺手				

資料來源：作者自製

五、未遵照正確訓練方式

各部隊常因營區幅員有限，缺乏標準測地訓練場，因此將測量器材操作與五種表格計算列為駐地訓練重點，至於砲兵連縮短距離與實距離測地，則甚少實施，多等待進入測考場地後再行練習，致造成砲兵連測地基礎與經驗不足，影響基地測考與武藝競賽成績。

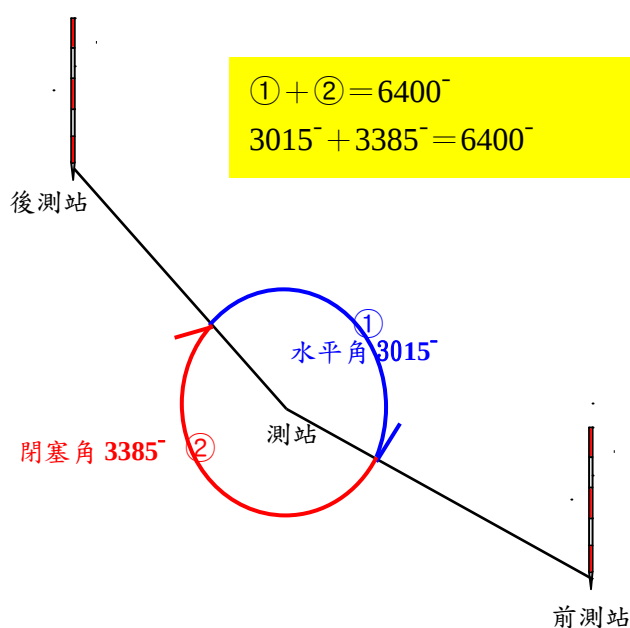
參、精進作法

精進測地訓練，別無他法。應按單項、組合訓練至綜合演練之程序實施，本「求簡、求實、求精、從嚴、從難」，講求「實人、實物、實事、實地、實作」與嚴格要求「個人動作」，共同創造團體榮譽，方可精實訓練作風，落實訓練要求。針對目前砲兵基地測考與年度武藝競賽常見缺失，提供下列精進作法：

一、正確使用累積測角

M2 方向盤因水平角度盤空迴較大，誤差較難掌握，實為影響測地精度之主因。原本常用之「分劃閉塞」測角方式已不適用（如圖三），較有效之方法為採用「累積測角」，且恪遵水平角分劃須看讀至 0.5 密位，如作業中望遠鏡之十字標線不慎超過前標桿，不得逆轉，應再重新實施乙次之規定，將可消除（或減少）空迴，提升測角精度。累積測角可區分為重複兩次、重複三次兩種方式，作業步驟與要領如下：

圖三 M2 方向盤分劃閉塞之測角方式



資料來源：作者自製

(一) 累積測角，重複兩次（如圖四）

1. 第一種

- (1) 於測站整置器材，確實對正測站並精確水平。
- (2) 動上部，裝定“0”。再動全部（方向微動螺），將“0”對正後測站標桿。
- (3) 動上部，順時針標定前測站標桿，看讀①分劃至 0.5 密位（1215.5 密位）。
- (4) 動全部，將①分劃（1215.5 密位），重新標定後測站標桿。
- (5) 動上部，順時針標定前測站標桿，看讀②分劃至 0.5 密位（2432 密位）。
- (6) 將累積角值（2432 密位） $\div 2$ ，即得平均水平角（1216 密位）。

注意：平均水平角應與第一次所測角值相差在 1 密位以內，否則測角無效，須重複乙次。¹

2. 第二種

同第一種 1 至 5 動，再繼續下列動作：

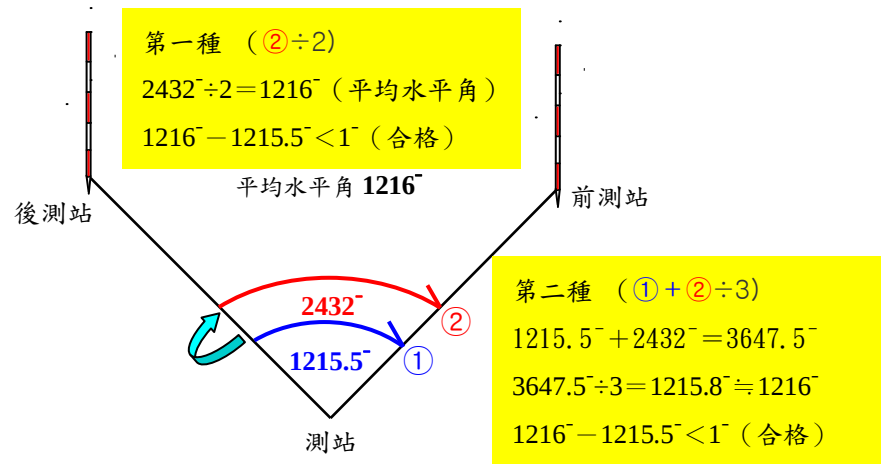
- (6) 將① + ②分劃（1215.5 + 2432 = 3647.5 密位） $\div 3$ ，即得平均水平角

¹ 《Artillery survey (TM6-200)》，〈Published JUNE 1960 by GHQ Army GRC〉，p38。

($3647.5 \div 3 = 1215.8 \div 1216$ 密位)。

注意：平均水平角應與第一次所測角值相差在 1 密位以內，否則測角無效，須重複乙次。

圖四 M2 方向盤水平角「累積測角，重複兩次」示意



資料來源：作者自製

(二) 累積測角，重複三次 (如圖五)

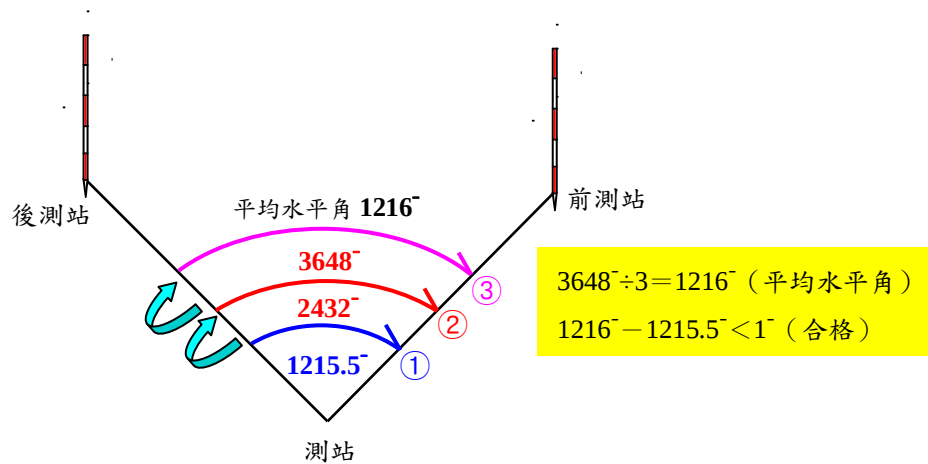
作業步驟同「累積測角，重複二次」之 1 至 5 步驟，再繼續下列動作：

- (6) 動全部，將②分劃 (2432 密位)，重新標定後測站標桿。
- (7) 動上部，順時針標定前測站標桿，看讀③分劃至 0.5 密位 (3648 密位)。
- (8) 將累積角值 (3648 密位) $\div$ 3，即得平均水平角 (1216 密位)。

注意：平均水平角應與第一次所測角值相差在 1 密位以內，否則測角無效，須重複乙次。²

² 《Artillery survey (TM6-200)》，〈Published JUNE 1960 by GHQ Army GRC〉，p39。

圖五 M2 方向盤水平角「累積測角，重複三次」示意



資料來源：作者自製

二、落實捲尺測量訓練

訓練捲尺測量須先建立符合標準之參考基線場，藉由精確之距離數據評鑑捲尺手訓練成效，並發現個人操作缺失。

(一) 建立參考基線場

1. 建立概念

「標準基線場」為驗證測距精度具有公信力之設施，目前經濟部中央標準局、中正理工學院測繪系、成功大學測量與空間資訊系皆設有標準基線場。83 年本組為檢驗凱恩 (Kern) DM501、DM502 測距儀距離精度退化情況，曾參觀經濟部中央標準局下轄度量衡實驗室位於新竹科學園區內之「國家標準基線場」(如圖六)，該基線場使用世界公認精度較佳之 ME5000 電子測距儀 (測距精度達 $\pm 0.2\text{mm} + 0.2\text{ppm}$) 建立，基線樁配置 0、1、6、24、72、216、432 公尺等七個位置，提供國內測距儀器檢驗與校正。

2. 建立要領

砲兵部隊可參考「標準基線場」建立方式，於營區內平直且易於掌握安全之道路，選定一條長約 200 公尺之參考基線場，基線兩端清晰標示，使用配賦之徠卡 (Leica) TCRA705 型測距經緯儀採「標準測距模式」(最大容許誤差為 $\pm 2\text{mm} + D \times 2\text{ppm}$) 連續測距數次，並將測距值平

均，建立參考距離。砲兵連測量班捲尺手平時駐地訓練，皆以參考基線場做為訓練場地，俾有效評鑑捲尺測量訓練成效。

利用徠卡（Leica）TCRA705 型測距經緯儀建立參考基線場，其距離可到達之比較精度如下：

例：參考基線場設置 200 公尺

$$\begin{aligned}\text{最大容許誤差} &= \pm (2 \text{ 公厘} + 200 \text{ 公尺} \times 2\text{ppm}) \\ &= \pm (0.002 \text{ 公尺} + 0.0004 \text{ 公尺}) \\ &= \pm 0.0024 \text{ 公尺} \quad (\text{因 TCRA705 型測距經緯儀距離顯示小數點後三位，故為 } 200.002 \sim 199.998 \text{ 之間})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{比較精度} &= \frac{1}{\text{兩次（組）平均距離} \div \text{兩次（組）距離差}} \\ &= \frac{1}{\frac{(200.002 + 199.998)}{2} \div (200.002 - 199.998)} \\ &= \frac{1}{200 \div 0.004} \\ &= \frac{1}{50,000} \quad (\text{十位與個位化為零})\end{aligned}$$

圖六 國家標準基線場



資料來源：作者自製

（二）利用比較精度檢查距離精度

捲尺測量常因捲尺手作業不當或捲尺材質不佳、地形變化過大等原因造成距離誤差，致影響座標、標高精度。如每次捲尺皆實施兩次（或兩組）測量，並計算「比較精度」，當比較精度超過 1/3,000 方為合格，必可增進與確保距離精度。基於捲尺兩次（組）測量較為耗時，致成為多數砲兵部隊不願採用之藉口，因此捲尺測量訓練時，須要求捲尺手掌握作業速度，爭取時效。比較精度計算要領：

例：某砲兵連測量班練習捲尺測量，A—B 測站第一次（組）距離為 250.082 公尺，第二次（組）距離為 250.048 公尺，其比較精度如何計算？評定是否合格？

1、比較精度計算要領

公式：
$$\frac{1}{\text{兩次（組）平均距離} \div \text{兩次（組）距離差}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{\frac{(250.082 + 250.048)}{2} \div (250.082 - 250.048)} \\
&= \frac{1}{250.065 \div 0.034} \\
&= \frac{1}{7354.85} \\
&\approx \frac{1}{7300} \text{ (十位與個位化為零)}
\end{aligned}$$

2、評定結果：因比較精度超過 1/3,000，評定為「合格」。

(三) 分析誤差與糾正捲尺手動作

捲尺測量誤差，可區分為系統誤差、偶然誤差與人為誤差等三種。³各單位測地教官可依據分析誤差類型，適切糾正捲尺手動作。

1. 系統誤差 (Systematic Error)

為捲尺測量中最常發生，將使所測距離較實際為長。主要發生原因為：捲尺未對正求點（前測站）、捲尺拉力不足與捲尺扭纏。系統誤差可藉由捲尺標準動作與技術，予以消除或減少。當於斜坡地形測距時，應保持捲尺水平，必要時可實施分段測量。強風狀況時，則須注意拉力且隨時檢查捲尺是否扭纏。

2. 偶然誤差 (Accidental Error)

可能出現在任何方向，通常較系統誤差為小，發生原因為未精確對正測針與標桿。捲尺手在強風中使用垂球時，應將垂球晃動減至最低。

3. 人為誤差

因捲尺手所形成之誤差，通常較前兩種誤差為大。形成原因為：交換測針錯誤、看讀捲尺數據錯誤、當使用兩組行捲尺測量時忽略半捲尺長度、遺失測針等。人為誤差可藉由標準作業程序與檢查制度消除之，或使用步測、圖上量距方式檢查。

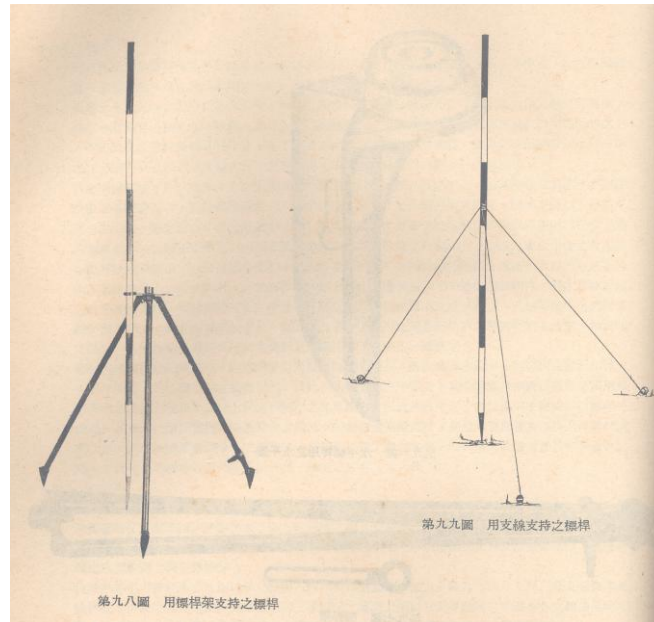
三、運用輔助器材—標桿三腳架與水準器

砲兵連測地通常使用標桿標示測站，使用時標桿下方尖端須正確置於測站上方，且與地面垂直。當缺員操作時，如遇水泥地、柏油路，則需使用標桿架或繩索支撐標桿，再以水準器調整垂直（如圖七），以節省人力。

³ 《Artillery survey (TM6-200)》，〈Published JUNE 1960 by GHQ Army GRC〉，p33。

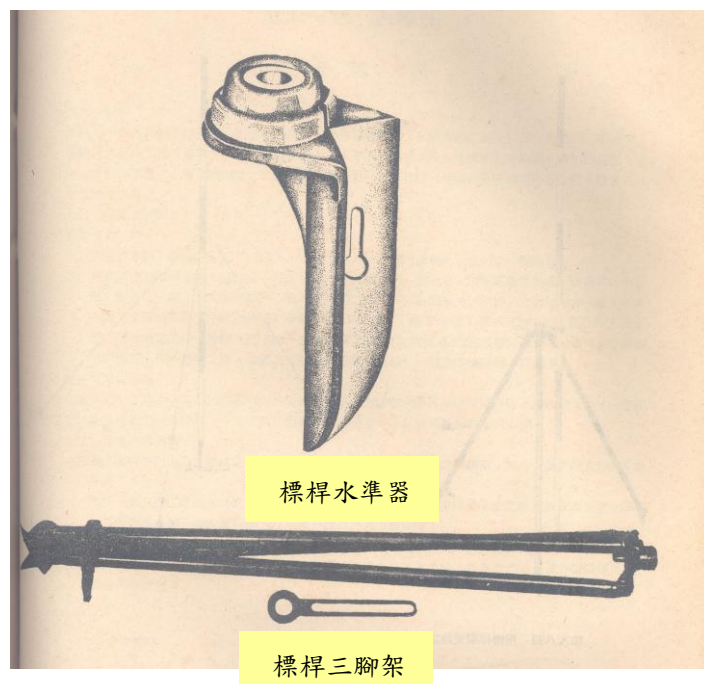
標桿、標桿架、繩索與水準器等附件（如圖八），皆包含在「第 17、18 號測量成套器材」中（如表三），惟目前多已遺失，本校為滿足測地教學需要，曾於 97 年訂製一批標桿三腳架與水準器，使用效果尚佳。各部隊為因應測考與戰備任務，可視需要自行製作。

圖七 標桿使用三腳架（左）與繩索（右）方式固定



資料來源：《ARTILLERY SURVEY (TM6-200)》，(PUBLISHED JUNE 1960 BY GNQ ARMY GRC)，p124。

圖八 「第 17 號測量成套器材」內之標桿三腳架與水準器



資料來源：《ARTILLERY SURVEY (TM6-200)》，(PUBLISHED JUNE 1960 BY GNQ ARMY GRC)，

四、利用小型測地訓練場施訓

砲兵小型測地訓練場為美軍制式訓練方式，且列為「野戰砲兵測地－戰術、技術與程序」之附錄。⁴本校為因應教學需要，比照美軍設置「縮短距離測地教練場」，兩者即使名稱不同，惟目的相同。各部隊可依據下列要領設置與施訓，俾奠定砲兵連實距離測地基礎。

（一）設置要領

小型砲兵連測地訓練場之範圍約為實距離場地之十分之一（約橫寬 200 公尺×縱深 100 公尺），以能徒步作業為原則。依據砲兵連測地任務，並結合戰術狀況，將測地統制（開始）點、方位統制（方向）線、連（排）陣地中心、選擇點與方向基線一端等位置縮小設置（如圖九），並使用水泥樁、鋼釘或油漆標示。

（二）成果建立

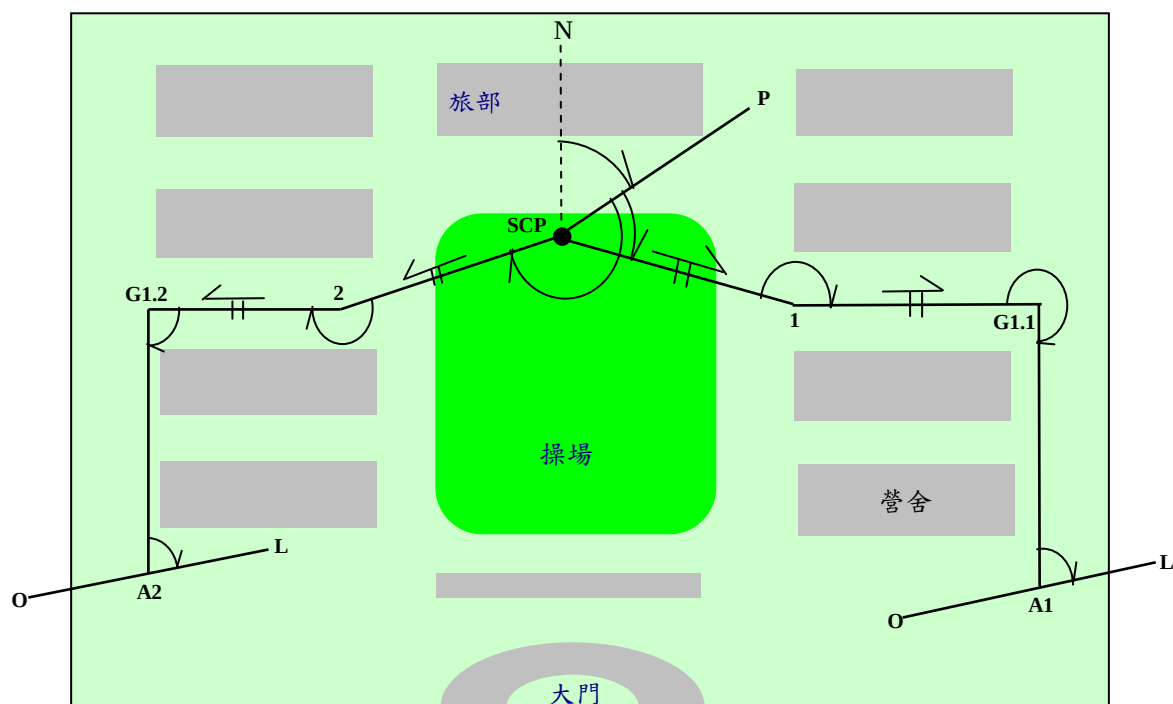
訓練場內各點位，均須建立較實際要求標準（1/500）高一等級（1/1,000）之測地成果，方向基線一端則誤差應小於±1 密位，並繪製測地草圖與成果表，供評定精度與檢查錯誤使用。

（三）施訓要領

駐地訓練期間可依據階段課目進度與配合砲兵連縮短距離教練實施，以解決師資、場地不足，節省油料、車輛供應，並減少訓練危安因素，為實距離砲兵連測地奠定基礎。基於砲兵連測地多採「導線法」作業，施訓時要求標準應比照實距離，並恪遵「導線測量作業程序」（如圖十），以確保訓練成效。惟此舉仍無法取代實距離測地訓練，僅能視為訓練階段目標，各部隊仍須於階段目標達成後，儘早實施實距離測地，方可符合訓練要求。

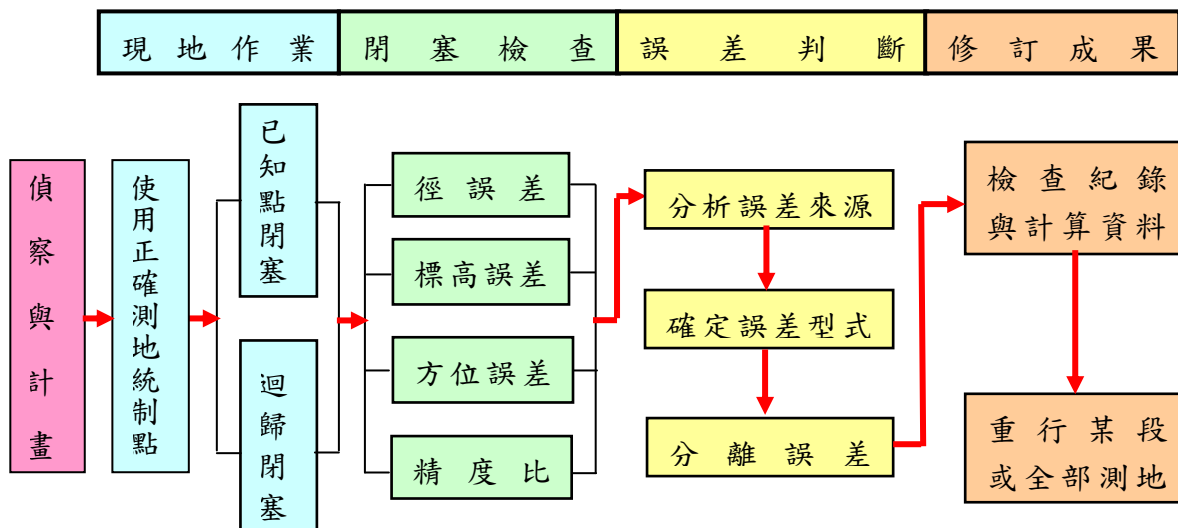
⁴ 《Tactics, Techniques, and Procedures for FIELD ARTILLERY SURVEY – FM6-2》，〈HEADQUARTERS, DEPARTMENT OF THE ARMY, Washington, DC, 23/9, 1993〉，C-2—C-5。

圖九 砲兵連小型測地訓練場示意



資料來源：作者自製

圖十 導線測量作業程序示意



資料來源：作者自製

肆、未來願景

國軍在歷經多次組織結構精簡後，已朝向量小、質精、戰力強之方向邁進，未來砲兵火力勢將要求精準、靈活與彈性，因此砲兵連測地任務執行之能力仍無法偏廢。國軍現階段除精進砲兵連測地作業能力外，未來更將提升測地裝備與技術，方可達成防衛作戰之火力支援任務。未來願景如下：

一、方向盤性能提升與裝備更新

M2 方向盤目前用於砲兵連測地與射向賦予，屬早期光學機械式設計，即使經過翻修，仍無法改變其倍率太小、定向精度不足、方向分劃不夠精密、無法測距與夜間操作不便等問題，實有檢討必要。目前美軍裝甲、機械化師之砲兵連已無測地編組，測地作業統一由營測量班（轄系統組 2、測量組 1）執行，射向賦予則改採用「火炮射向賦予與定位系統」(Gun Laying and Positioning System, GLPS)（如圖十一）。基此，M2 方向盤如仍須執行砲兵連測地任務，亟需實施性能提升，否則將更新為符合未來作戰需求之型式。

圖十一 美軍「火炮射向賦予與定位系統」(GLPS)



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

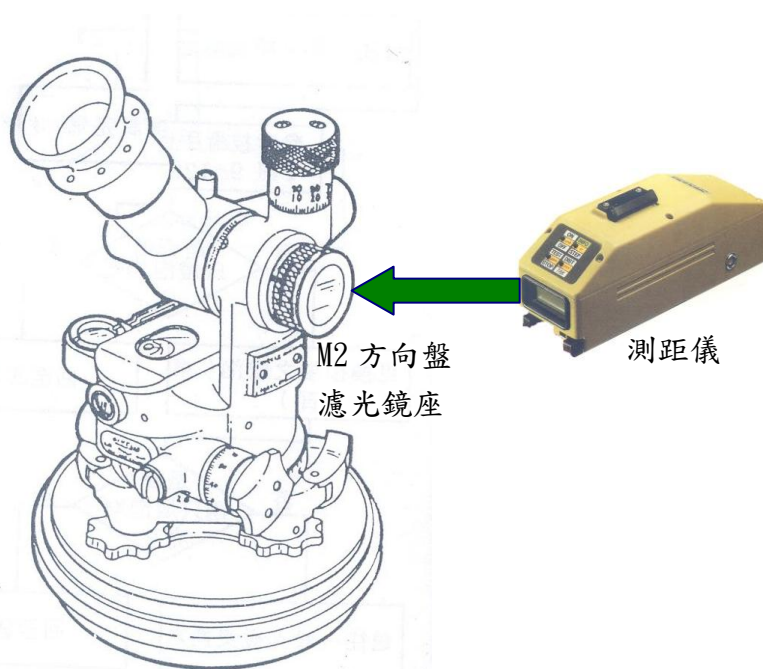
（一）性能提升

M2 方向盤基於光學機械式結構，其倍率、定向方式、方向分劃等問題，已無改善空間，惟「測距」與「夜間操作」能力等兩項，則可透過加裝附件方式提升。

1. 測距能力

目前測量儀器現貨市場發展多種體積小、重量輕、精度高、距離遠與相容性高之測距儀附件，可依據 M2 方向盤結構與測距能力需求，考量不破壞裝備結構且便於同步操作之方便性，將兩者組合使用（如圖十二），除可避免依賴捲尺測距造成之誤差，且增進測地作業速度，提升整體效益。

圖十二 M2 方向盤本體結合測距儀示意



資料來源：作者自製

2. 夜間操作能力

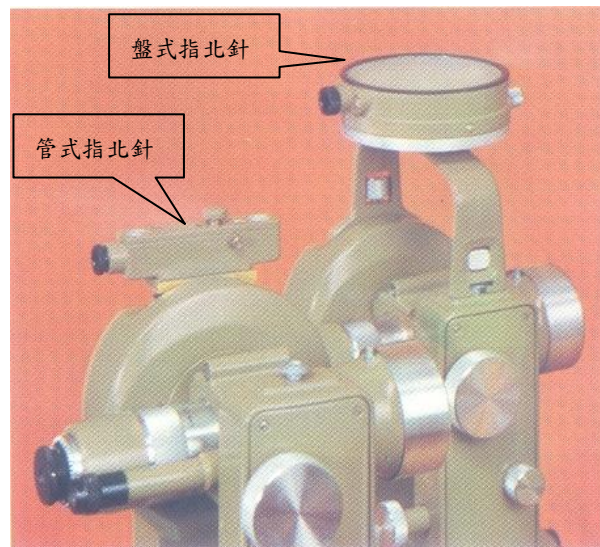
將 M2 方向盤原有夜間照明器材，同時檢討需要增加照明之部分，改為具備熱源小、亮度高、壽命長與省電優點之「發光二極體」(LED)裝置，提升器材定心、定平、精確標定、反覘與分劃看讀能力，俾增進夜間操作便利性。

（二）器材更新

M2 方向盤因屬早期發展裝備，在砲兵自動化前提下，已不符現行作戰

需求，即使實施性能提升，未來終將面臨汰除。前瞻未來砲兵以「連」運用之機會增多，測地需求相形增加，連測量班改採「測距經緯儀」，方可符合測地精度與速度之要求。惟測距經緯儀種類繁多，且倍率、測角精度、測距精度與能力等條件決定價格，國軍可依據需求選擇適當機型，再加裝「定向附件」(如指北針)，將可大幅提升砲兵連測地能力(如圖十三)。

圖十三 測距經緯儀加裝指北針示意



資料來源：作者自製

二、重新檢討「測量成套器材」

(一) 檢討配賦方式

依據美軍 1954 年「野戰砲兵測地」(ARTILLERY SURVEY—TM6-200)所述：野戰砲兵部隊將「測角儀器」(方向盤、經緯儀)單獨撥發，砲兵「第 17 號測量成套器材」(第三等)、「第 18 號測量成套器材」(第四等)則對應測角器材成套撥發。因此美軍將方向盤與「第 18 號測量成套器材」撥發至輕型火箭砲連、探照燈連、輕型與中型砲兵連；經緯儀與「第 17 號測量成套器材」則撥發至重型、最重型加砲與榴砲連與輕型火箭砲營、加砲營與榴砲營⁵。

惟國軍目前將「第 17 號測量成套器材」撥發至砲兵連，「第 18 號測量

⁵ 《ARTILLERY SURVEY (TM6-200)》，(PUBLISHED JUNE 1960 BY GNQ ARMY GRC)，p24。

成套器材」(如表三)則撥發至砲兵營，配賦方式與美軍正好相反，宜重行檢討更正配賦方式。

(二) 檢討適用問題

砲兵 17 號與 18 號測量成套器材歷經多年使用後，目前各部隊多已嚴重缺件或遺失，即使可再行檢討補充，惟須先行評估其適用性。就美軍現行測地編裝而言，重裝師砲兵營區分定位定向系統組(二)與測量班(一)，其中測量班編制新式第四等(1/3,000)精度「測量與砲兵射控成套裝備」(Surveying set,artillery fire control,fourth-order)⁶，國軍可參考更新，以符實需。

三、更新電算機型式，提升成果計算能力

砲兵部隊目前編制之 CASIO FX880P 電算機，已使用長達 20 年之久，目前該類型機種多已停產且程式編輯複雜，未來將規畫更換為新型電算機或提升為平板電腦、PDA 型式，俾提升成果計算能力。

四、採用制式紀錄手簿，方便現地作業記錄

M2 方向盤現地作業採累積測角後，記錄資料變為複雜，如未採用適切之紀錄手簿(使用粉筆書寫於地面或隨性記錄方式)，將滋生錯誤機會。目前本校已針對現地作業需要，設計方向盤累積測角(如表四)與測距經緯儀一對回等兩種紀錄手簿，提供各部隊參考運用。

伍、結語

長久以來，「砲兵連測地」礙於基地測考配分較低，且各部隊訓練重點皆置於砲兵營全部測地，致不受重視且疏於練習，一旦參加基地測考與武藝競賽，成績則不理想。鑑於砲兵連測地為砲兵營全部測地之基礎，精進測地訓練應按單項、組合訓練至綜合演練之程序實施，本「求簡、求實、求精、從嚴、從難」，講求「實人、實物、實事、實地、實作」，並嚴格要求「個人動作」，共同創造團體榮譽，方可精實訓練作風，落實訓練要求。

國軍在歷經多次組織結構精簡後，已朝向量小、質精、戰力強之方向邁進，未來砲兵火力勢將要求精準、靈活與彈性，因此砲兵連測地任務執行之能力仍無法偏廢。現階段除須精進測地作業能力外，未來更將提升測地裝備與技術，方可達成防衛作戰之火力支援任務。

⁶ 《Tactics, Techniques, and Procedures for FIELD ARTILLERY SURVEY – FM6-2》，
〈HEADQUARTERS, DEPARTMENT OF THE ARMY, Washington, DC, 23/9, 1993〉，p1-8、1-9。

表三

砲兵「第 18 號測量成套器材」裝箱單		
區 分	項 目 命 稱	附 記
一、鋼捲尺與附件	1.鋼捲尺	★捲尺修理包內括：打孔與鉚釘鐵塊、接合打孔釘、剪刀、鉚釘裝定子、手錘、鉚釘、捲尺修補條、工具袋等。
	2.垂球（2）	
	3.測針	
	4.引張器	
	5.捲尺夾	
	6.水平儀	
	7.捲尺修理包★	
二、測站標示附件	1.標桿（3）	
	2.標桿三腳架	
	3.水準器	
	4.標桿旗	
	5.手斧	
	6.繩索與鐵樁	
三、紀錄用與計算用器材	1.紀錄手簿	TM20-230 為五位對數表，費加表（Vega Tables）為七位對數表。
	2.DA 表格（各種表格）	
	3.鉛筆	
	4.對數表（TM20-230）或費加表（Vega Tables）	
	5.陸軍天文年曆	
四、其他器材	1.星體識別器	
	2.計算機	
	3.軍用計算尺	

資料來源：作者自製

表四

M2 方向盤累積測角紀錄表				時 間：
				紀錄手：
				頁 次：
標 定 點	第 一 次 水 平 角 ①		① 與 ③	計 算
	第 二 次 水 平 角 ②		<1 密位	
測 求	第二次水平角平均 ③		為合格	
站 點	① + ② ÷ 3		兩 種 方	
至	① + ③ ÷ 2		式 選 一	
	高 低 角			
標 定 點	第 一 次 水 平 角 ①		① 與 ③	計 算
	第 二 次 水 平 角 ②		<1 密位	
測 求	第二次水平角平均 ③		為合格	
站 點	① + ② ÷ 3		兩 種 方	
至	① + ③ ÷ 2		式 選 一	
	高 低 角			
標 定 點	第 一 次 水 平 角 ①		① 與 ③	計 算
	第 二 次 水 平 角 ②		<1 密位	
測 求	第二次水平角平均 ③		為合格	
站 點	① + ② ÷ 3		兩 種 方	
至	① + ③ ÷ 2		式 選 一	
	高 低 角			
標 定 點	第 一 次 水 平 角 ①		① 與 ③	計 算
	第 二 次 水 平 角 ②		<1 密位	
測 求	第二次水平角平均 ③		為合格	
站 點	① + ② ÷ 3		兩 種 方	
至	① + ③ ÷ 2		式 選 一	
	高 低 角			
標 定 點	第 一 次 水 平 角 ①		① 與 ③	計 算
	第 二 次 水 平 角 ②		<1 密位	
測 求	第二次水平角平均 ③		為合格	
站 點	① + ② ÷ 3		兩 種 方	
至	① + ③ ÷ 2		式 選 一	
	高 低 角			

資料來源：作者自製