

淺談新式測距經緯儀於砲兵基地測地作業之運用

作者：黃博信

提要

- 一、砲兵訓練指揮部於民國 109 年採購 Trimble S9 測距經緯儀，能有效提升測地之精度與速度，砲兵部隊測考中心接續於 110 年將 Trimble S9 測距經緯儀納入測考，並收集部隊意見後，修訂原有之測驗時間標準，在經檢視 4 個單位，約 90 人次測驗成績，發現部隊對新式測距經緯儀操作已熟悉，復於 111 年調整回原有測驗標準，以精進測量人員的技術。
- 二、原級校正陣地測地作業降低實彈的安全風險及射擊指揮所實施原級校正的彈藥消耗，Trimble S9 測距經緯儀賦予測量人員精密工具，可依據所擁有之已知條件，選擇放射法或放樣測量。
- 三、筆者分析進訓部隊測地普測個人鑑測項目及現地作業在時間與精度數據後發現，Trimble S9 測距經緯儀彌補過去部分測量人員找尋目標能力不足，並提供較多的手段方法供測量人員使用，提升測地作業靈活性。

關鍵詞：Trimble S9 測距經緯儀、原級校正陣地測地作業、測地作業靈活性

前言

砲兵訓練指揮部於民國 109 年採購 Trimble S9 測距經緯儀，取代 Leica 徠卡測距經緯儀，以維持砲兵測地作業能量，有效提升測地之精度與速度。110 年砲兵部隊測考中心依指揮官莊少將指導，在與砲兵訓練指揮部目標組充分溝通討論後，修訂普測測地術科測驗項目，以 Trimble S9 測距經緯儀為主，在收集部隊相關意見，並本著使砲兵部隊測量人員能熟悉新式測距經緯儀的宗旨，修訂原有測驗標準；後續，經檢視 4 個單位，約 90 人次測驗成績，發現部隊對新式測距經緯儀操作已相當熟悉，復於 111 年調整測驗標準，以精進測量人員的技術（如表 1）。

表 1 砲兵部隊測考中心測地專業組普測測驗項目調整修訂對照表

項次	110 年	111 年	調整說明
器材整置	完成時限：3 分鐘內完成不扣分，每超過 3 秒扣 2 分，超過 1 分鐘本項全部零分。	完成時限：2 分 20 秒內完成不扣分，每超過 3 秒扣 2 分，超過 1 分鐘本項全部零分。	

測水平角、距離及天頂角	完成時限：1 分 30 秒 內完成不扣分，每超過 1 秒扣 2 分，超過 20 秒本項零分。	完成時限：1 分 30 秒 內完成不扣分，每超過 1 秒扣 2 分，超過 20 秒本項零分。	
座標測量併雷射測距	完成時限：2 分 10 秒 內完成不扣分，每超過 1 秒扣 2 分，超過 20 秒本項零分。	完成時限：使用放射法（兩已知點方位計算） 1 分 40 秒（2 分鐘）內完成不扣分，每超過 1 秒扣 2 分，超過 20 秒本項 0 分。	取消雷射測距並增加兩已知點計算

資料來源：作者自行整理

Trimble S9 新式測距經緯儀的功能對個人操作的影響分析

新式測距經緯儀具備精密測角與測距作業能力，且內建座標轉換、座標測量、幾何計算等多種應用程式，亦具備自動鎖定（Autolock）及鎖定目標功能（SurePoint），能精確定心與標定目標，搭配單稜鏡及 360° 稜鏡使用，有效降低因視差、焦距未調整及未對正規視點等人為因素產生之成果誤差等種種優點，其中於基地普測階段個人鑑測關係影響較大的三項功能，說明如次。

一、中文化操作介面

相較於舊一代 Leica 徠卡及 Rec Elta - 13 測距經緯儀，在操作上最大的不同在於 Trimble S9 測距經緯儀使用類似 Windows 的中文化操作介面，這也是砲兵部隊獲撥新式測距經緯儀能夠很快上手使用的最大原因。舊一代經緯儀因為點陣式英文顯示操作畫面，使得操作者不易快速熟練，且對於內部部分功能，如單位設定、夜間照明等簡易儀器設定，往往因為不熟悉介面操作而不知如何使用。然新式測距經緯儀的中文化介面，透過觸碰螢幕及 CU 控制面板，搭配一目了然的快捷功能選項，增加操作上許多的便利性，除了提升基地測驗分人員的操作速度，亦大幅減少因緊張而忘記操作流程的機率。

二、自動正倒鏡測量功能

經緯儀正倒鏡角度及距離的量測作業要領：1. 檢查水平後，轉動本體，概略瞄準規視點。2. 轉動高低及方向微動螺，使標線中央十字線，精確對正規視點。3. 使水平分劃歸零，順時針轉動本體，精確標定求點。4. 記錄正鏡之水平角、天頂角數值。5. 將經緯儀望遠鏡垂直旋轉 180 度，標定原求點，判讀倒鏡時之水平角、天頂角數值並記錄之。操作時間長短往往取決於操作者標定規視點的速度與精度（包含概略瞄準及實施倒鏡測量），而 Trimble S9 測距經緯儀所具

備的自動正倒鏡測量功能，使得受測者只需實施正鏡量測角度與數據，便可藉由此功能實施倒鏡測量，Trimble S9 測距經緯儀本體旋轉速度每秒達 115 度，正倒鏡測量及旋轉到任意角度時間僅需 2.6 秒，精準可靠標定及無限制轉動控制，儀器旋轉時快速靜音且低功耗，可減少對儀器的磨損，¹只需於駐地依週期實施儀器校驗，便可確保量測數據的精確度，現階段砲兵部隊測考中心測量專業在角度及距離量測上，鼓勵使用自動正倒鏡測量功能除考量發揮儀器本身性價比外，亦使操作者能夠提升學習的興趣。

三、自動鎖定功能及 SurePoint 功能

個人專長施測項目計有器材整置、測水平角、距離及天頂角、座標測量等三項，除了隨著使用測量儀器改變使得在操作流程步驟上有所不同外，另外新式經緯儀中文化的操作介面及自動正倒鏡測量使得測驗人員在速度上提升許多。之前的測量儀器如蔡司、徠卡測距經緯儀雖能滿足測量人員作業的需求，當 Autolock 啟動時，儀器自動地鎖定並跟蹤稜鏡，減少人為的照準誤差，另 SurePoint 功能，可使因操作、下沉及輕微撞擊等因素仍回到標定點，使儀器偏移自動得到糾正，確保每一次操作都能精確地瞄準和測量，以適應複雜的環境條件，正確鎖定的目標。²

表 2 新、舊測距經緯儀功能對照表

項次	裝備名稱 功能	Trimble S9 系列全站儀 	舊型測距經緯儀 (徠卡 TPS-700) 	舊型測距經緯儀 (Rec Elta - 13) 
1	中文化介面	○	×	×
2	觸控式螢幕及觸控筆	○	×	×
3	自動鎖定	○	×	×
4	自動校正	○	○	×
5	自動補償	○ 正負 5.4 分	○ 正負 4 分	○ 正負 2 分 40 秒
6	天體觀測	○	×	×

¹ 曾育養，〈砲兵測地作業新利器—Trimble S9 測距經緯儀之簡介〉《砲兵季刊》（臺南），陸軍砲訓部，第 194 期，110 年 9 月，頁 37。

² 曾育養，〈砲兵測地作業新利器—Trimble S9 測距經緯儀之簡介〉《砲兵季刊》（臺南），陸軍砲訓部，第 194 期，110 年 9 月，頁 38。

7	座標轉換	○	×	×
8	自動正倒鏡	○	×	×
9	GNSS 功能	○	×	×
10	3 秒內完成測距	○	×	×
11	Video ³ 功能	○	×	×
12	資料庫儲存	○	○	○ 僅 1000 筆資料
13	方位角距離計算	○	○	×
14	座標計算	○	○	×

資料來源：曾育養，〈砲兵測地作業新利器—Trimble S9 測距經緯儀之簡介〉《砲兵季刊》（臺南），陸軍砲訓部，第 194 期，110 年 9 月，頁 46 - 47。

原級校正陣地測地作業

砲兵部隊通過普測後，為使後續實彈射擊有良好之射擊效果，火砲需實施原級校正，將全營火砲採一線放列於同一基線，以「射擊法」計算平均彈著，並求取各火砲初速，為了確保實彈安全及減少膛外因素影響火砲初速，測量班須先期實施「全部測地」，測得陣地中心、各砲位、觀測所及選擇點坐標、方向基線方位角等定位定向諸元，以提供射擊指揮所作業使用。

一、先期作業

原級校正陣地測地作業實施並無特別律定，為獲取較精確之測地成果精度，通常以無定位定向系統作業行之，並確保成果精度要求在 1/1000 以上，計算出砲檢方位角（射向）後，使砲檢方位角（射向）與火砲放列基準概略垂直，⁴計算陣地砲位之間隔（砲位間隔需將砲架展開後保留 2 呎，以方便人員運動），並繪製示意圖（圖 1），以確保作業順利實施。

二、原級校正陣地測地作業方式－放射法

（一）從精度較高的已知點起始作業，測得陣地中心、選擇點座標、方向基線方位角及選擇點到陣地中心的方位角。

（二）使用陣地中心及檢驗點兩已知點計算射向方位角，並計算已知點計算陣地中心至選擇點之方位角，是否與測得選擇點到陣地中心之方位角呈反方位角關係，以驗證作業精度。

（三）以射向方位角加減 1600 密位（順時針為加，逆時針為減），計算火砲放列基線左右兩端之方位角。

³ Video（長距離訊號鎖定）功能，係影像即時顯示於螢幕上，可透過螢幕直接點選目標，鏡頭便會鎖定該目標，方便操作者快速標定，亦可用於目標指示。

⁴ 一般而言，火砲放列與陣地中心位置會產生間隔與縱深，為簡化計算，使射擊指揮所作業人員僅考慮間隔對預期平均彈著點的影響，故建議火砲放列基線與射向成垂直關係。

(四) 於陣地中心上整置 S9 測距經緯儀，標定選擇點，裝定方位角，轉動測距經緯儀直至水平角 (HZ) = 火炮放列基線 (左) 方位角，測手 S9 指揮捲尺手於火炮放列基線 (左) 上將捲尺 (或尼龍繩) 拉直拉撐。

(五) 於火炮放列基線 (左) 上使用捲尺，依據決定之火炮間隔 (約 4.4 公尺)，由近而遠指揮砲位樁手逐砲埋設砲位樁，直至左基線上砲位均設置完畢。右基線作法亦同。

(六) 於選擇點架設 S9 測距經緯儀，標定方向基線一端，採放射線法作業要領，逐砲測出各砲位樁之坐標，直至滿足精度要求 (1/1000) 為止。

三、原級校正陣地測地作業方式－放樣測量法

(一) 測手於測站整置 S9 測距經緯儀，並完成器材定心、定平及開機。

(二) 於「一般測量」選單，完成任務名稱設定後，逐一輸入放樣點名稱、縱座標、橫坐標與標高，並點選頁面右下角「儲存」，完成設定，可返回「一般測量」選單。

(三) 於「一般測量」選單中，點選「放樣」進入「VX&Series (儀器放樣)」，選擇「測站設立」，完成器材定平後，點選「接受」，進入「改正」頁面。

(四) 於「改正」頁面，完成相關設定後，點選頁面右下角「接受」，進入「測站設立」頁面，於對應欄位中輸入測站名稱與儀器高度，接續輸入測站縱坐標、橫坐標及標高，最後，點選頁面右下角「接受」，進入「測站設立」頁面。

(五) 輸入後視點名稱、高度、方位角及選定方法 (只有角度) 後，轉動望遠鏡使十字線中央精確對正後視點，點選頁面右下角「測量」，進入「測站設立」頁面，再次確認測站資料無誤後，點選頁面右下角「儲存」返回「一般測量」選單。

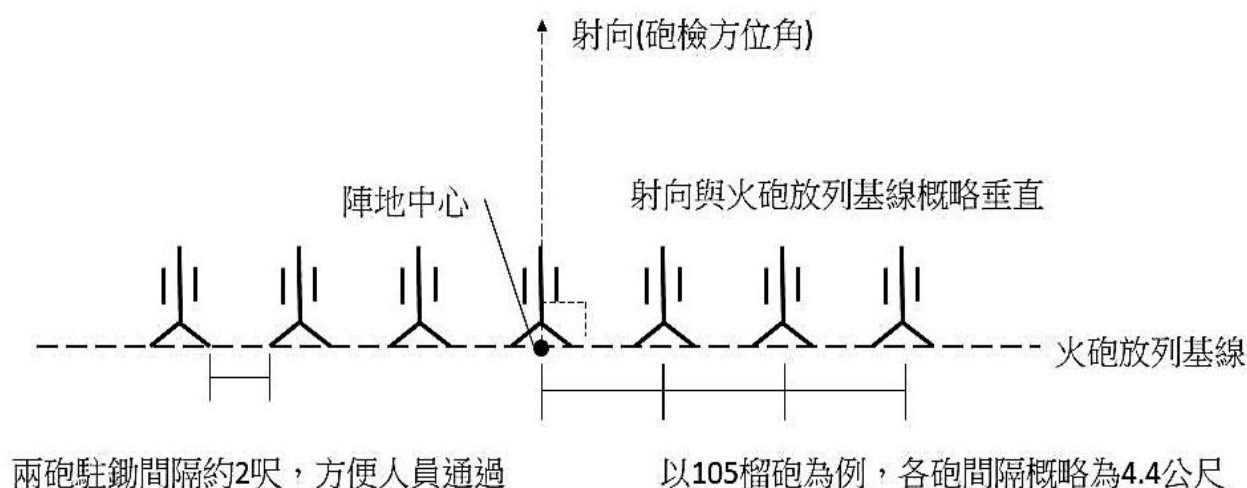
(六) 進入「放樣功能」頁面，選擇「點」，進入「點放樣」頁面，點選左下角「增加」，進入「選點」頁面，進入「放樣點清單」頁面，逐筆勾選放樣點名稱 (可複數勾選)，勾選完畢後，點選右下角「增加」，即可返回「點放樣」頁面，於該頁面中，再次點選放樣點名稱後，儀器將自動轉動望遠鏡對正放樣點方向，並進入「放樣測量」頁面。

(七) 測手指揮反射器手於望遠鏡十字線縱線上，豎立反射器，並調整俯仰轉螺，使望遠鏡十字線橫線對正反射稜鏡中心。接續，點選「放樣測量」頁面左下角「測量」，實施距離量取，並依據放樣指示欄 (及狀態欄) 中，儀器提示之「距離偏差」與「方向偏差」，指揮反射器手往內 (外) 或往左 (右) 移動反射器，重複施測，直至「距離偏差」與「方向偏差」趨近於「零」，再點選頁面左下角「接受」，進入「確認放樣差」頁面。於「確認放樣差」頁面

中，再次確認「放樣差」是否趨近於「零」，如是，則表示已獲得放樣點之正確位置。最後，確認放樣點名稱並點選頁面右下角「儲存」，即完成「放樣測量」。⁵

當實施原級校正火炮數量為單數時

將中央火炮放置陣地中心，火炮放列間隔由陣地中心起算



當實施原級校正火炮數量為雙數時

火炮以陣地中心起算 $1/2$ 間隔，左右平均放列

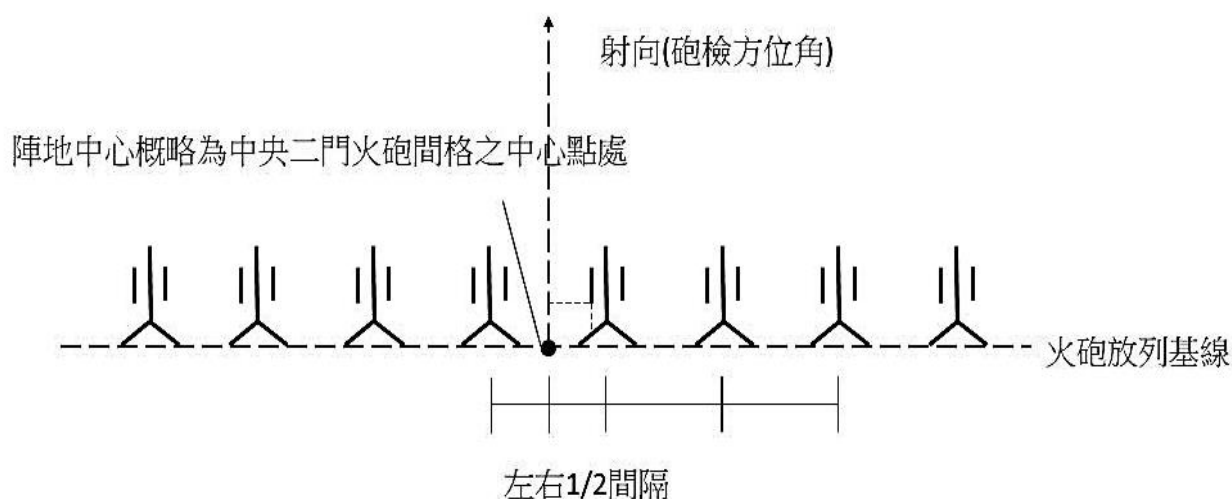


圖 1 原級校正陣地火炮放列基準示意圖

資料來源：作者自行繪製

⁵ 黃盈智，〈運用放樣測量精進火炮原級校正陣地測地〉《砲兵季刊》（臺南），陸軍砲訓部，第 192 期，110 年 3 月，頁 21 - 23。

表 3 原級校正陣地測地作業行動準據

作業期程	測量官及測量班行動準據
D - 8~7 日	●編組營測量班區分前地與陣地組，現地偵察人員。 ●現地偵察攜帶照相機、草圖作業用具（含複寫紙）、方向盤、指北針及雙目鏡。 ●現地偵察時依教官指示完成目標區、觀測所、陣地及基線一端草圖繪製（一份自存、一份繳交） ●測量官受領原級校正使用之目標、觀測所、陣地編號。
D - 6 日	●測量官陪同營長前往原級陣地，共同選定陣地中心位置。 ●編組營測量班遂行原級校正現地作業與成果計算。 ●測量官依七種檢查方法擇 2 種以上實施驗證成果，無誤後再向教官核對相關諸元，經教官核對無誤後，始可再行完成各砲位座標測定與釘樁作業。 ●單位完成原級校正成果表及作業草圖。
D - 5 日	●測量官攜帶原級成果與作業草圖，及必要編組人員，前往教官組實施成果檢查。 ●原級成果經教官簽證後，攜回簽證成果分別分發給單位射指、測量、觀測及陣地相關負責人員。 ●原級校正實彈直前，編組相關巡管人員，定時或不定時實施陣地砲位勘查。
D - 4~2 日	●射擊前經巡管回報，若砲位木樁遭壞或拔除，測量官應立即向測量教官告知。 ●驗證成果大於容許誤差，測量官即編組測量班，再行作業各點位之成果，並將成果再送至教官組實施檢查簽證，經核對無誤後，方可使用。
D - 1 日	●測量官編組與督導現地指示人員區分前地與陣地組，攜帶簽證成果與位置草圖，實施目標、點位及基線一端現地指示及座標核對。 ●測量官攜帶原級成果於陣地，待命檢查。 ●測量官規劃翌日營連測量班，現地作業之陣地位置與路線（以連、營應急測地為主），並向教官回報相關作業區域。
D 日	●測量官於射擊前，先行檢查相關成果數據，並於射擊指揮所周邊待命。 ●營、連測量班依測量官規劃之作業區域，由測量班長帶領實施連、營應急測地作業

資料來源：作者自行整理

S9 測距經緯儀對砲兵基地測地作業效能提升分析

筆者將歷年進訓部隊測量班作業常犯缺失歸納後發現，影響單位測地作業速度與精度主要為：一、對於獲取起始方位角方式不熟悉；二、測手未能明確標定目標，導致角度產生誤差；三、測量班無法運用成果檢查方式來判斷成果精確度。然 S9 測距經緯儀本身強大的功能，為上述不足提供解決之道。

一、使用配賦 R2 衛星接收器，獲得作業起始點諸元更為快速精確

現行基地測地作業起始諸元獲得分為二種，教練階段作業起始點諸元係由砲測中心教官統一賦予真諸元，測驗階段由單位經由地圖與現地對照，使用座標梯尺於圖上量取假設座標，起始方位角則依準則使用指北針、方向盤量取，或直接於地圖上量取，亦可使用方位誘導獲得起始方位角。然藉由地圖與現地對照量取圖上座標的精確度，取決於測量人員對作業範圍地區地形、地物及道路等參照物的判斷，另人員對於量測工具的使用及判讀亦會影響起始座標之精度，就筆者測驗時觀察，進訓單位普遍對現行起始諸元獲得方式不熟悉，座標誤差多達百公尺以上之情況是顯而易見，如此便無法使用地圖與現地對照法來實施成果檢查。然 R2 衛星接收器提供進訓部隊另一種更為便利獲得起始座標得方式，透過內建之「GNSS」功能，測得作業起始點座標，並於適當距離設置另一點位以為地線，利用方位角計算，獲得起始方位角，經多次驗證，目前均能夠在 5 分鐘內獲得作業所需諸元，且座標誤差約在 10 - 20 公尺內，角度誤差約在 5 - 10 密位內，砲兵測考中心將持續收集資料參數，希冀未來可將 R2 衛星接收器應用於測地作業，提高作業之速度與精度。

二、自動鎖定功能使得作業流程更為順暢

基地測地作業場地於城鎮中實施，通視條件受到限制，為了提高作業精度，前標手在選擇連接測站時，會以肉眼可通視條件判斷進而選擇盡可能最大的距離。然從測手透過儀器看向前標手選定的連接測站，卻可能因為路邊旁生的植物或是地形起伏，形成無法通視，必須使用旗號或手勢通知前標手更換位置，才能繼續作業，影響作業時間。在測量作業中開啟自動鎖定功能，儀器自動鎖定並跟蹤目標，人為照準誤差就得以消除，當稜鏡被移動時，儀器自動找稜鏡鎖定，無須人員微調更不用對焦，不會因為移動造成無法獲得作業資料，更能提高測量現地作業效率。然自動鎖定功能並非自動尋標，仍需將鏡頭內之十字絲概略對準稜鏡，Video 功能使測手能夠較快速地尋找到稜鏡的概略位置，另外測手在標定基線時，又常因類似的地貌地物造成測手測錯目標，直接影響成果精度，亦可利用 Video 功能確認標定物，避免造成誤差。

三、大幅提升夜間測地作業能力

舊式測距經緯儀於夜間執行測地作業時，需使用手電筒輔助照明執行定心及標定作業，且受限於能見度，徒增測地作業的困難。S9 測距經緯儀配賦雷射對中器可於夜間迅速實施定心，另單稜鏡組本身具備夜間光源，只需 CR1/3N 3V 鋰錳電池即可。而 360 度稜鏡組配賦外接式夜間輔助照明燈，方便測量人員於夜間實施標定作業，有效提升夜間作業能力。同時自動鎖定功能，亦使得測地作業不再受限於光源不足，便能輕易地完成夜間作業。

四、提供測量班更為便利的成果檢查方式

砲兵測地常用之檢查法區分 7 種，為確保實彈射擊安全，砲兵部隊測考中心要求進訓部隊實施測地成果彙整計算時，需至少選定 2 種以上方式來驗證測地成果。然歸納歷年進訓部隊較常用檢查法計有程序檢查法、分組計算法、地圖與現地對照法等 3 種，但於實務運用上只能保證測量班本次作業是合乎規範，無法確認所得到的測地成果是否正確，必須透過與裁判成果核對，才能檢驗此次作業的精度。然 S9 測距經緯儀提供了即時定位功能，使得測量班能夠於作業完畢後，立即驗證測地成果，S9 測距經緯儀即時定位所得到的座標雖有誤差，但至少提供測量班快速且較精確的成果參照，無須等到上級賦予真實諸元，再行方格統一，大幅節省測地作業時間，可達成砲兵部隊快速發揚火力的要求。

表 4 進訓部隊歷年常見缺失一覽表

應急測地作業	▲<u>測量班長對起始方位角獲取方式不熟悉。</u> ▲前標手選定測站不當，於十字路口作業時，未確實選定測站，器材操作手架設器材位置，易肇生危安。 ▲連應急測地砲一連捲尺手分段測量距離時，數據統計錯誤，導致單位精度不佳。 ▲測量官實施測地作業命令下達時對當前任務均不熟悉，且未於地圖上擬定作業路線及編組，導致對測量班下達作業命令時，無法明確說明。 ▲<u>測地成果彙整計算，未能編組人員依據準則規定之七種成果檢查方式（選定二種）來驗證測地成果是否誤差過大。</u> ▲<u>測手作業時未能精確瞄準標定點，並實施角度檢查，導致誤差產生。</u>
--------	--

全部測地作業
(夜間作業)

- ▲前地組對目標行交會法測量時，測手未能明確標定目標，以致目標座標誤差過大，影響測地精度。
- ▲測地成果彙整計算，未能編組人員依據準則規定之七種成果檢查方式（選定二種）來驗證測地成果是否誤差過大。
- ▲實施夜間測地黃昏標定作業未能依準則規定致使夜間無法作業。
- ▲單位未利用晨間編組測量班針對夜間擴張作業成果實施驗證。

資料來源：作者整理

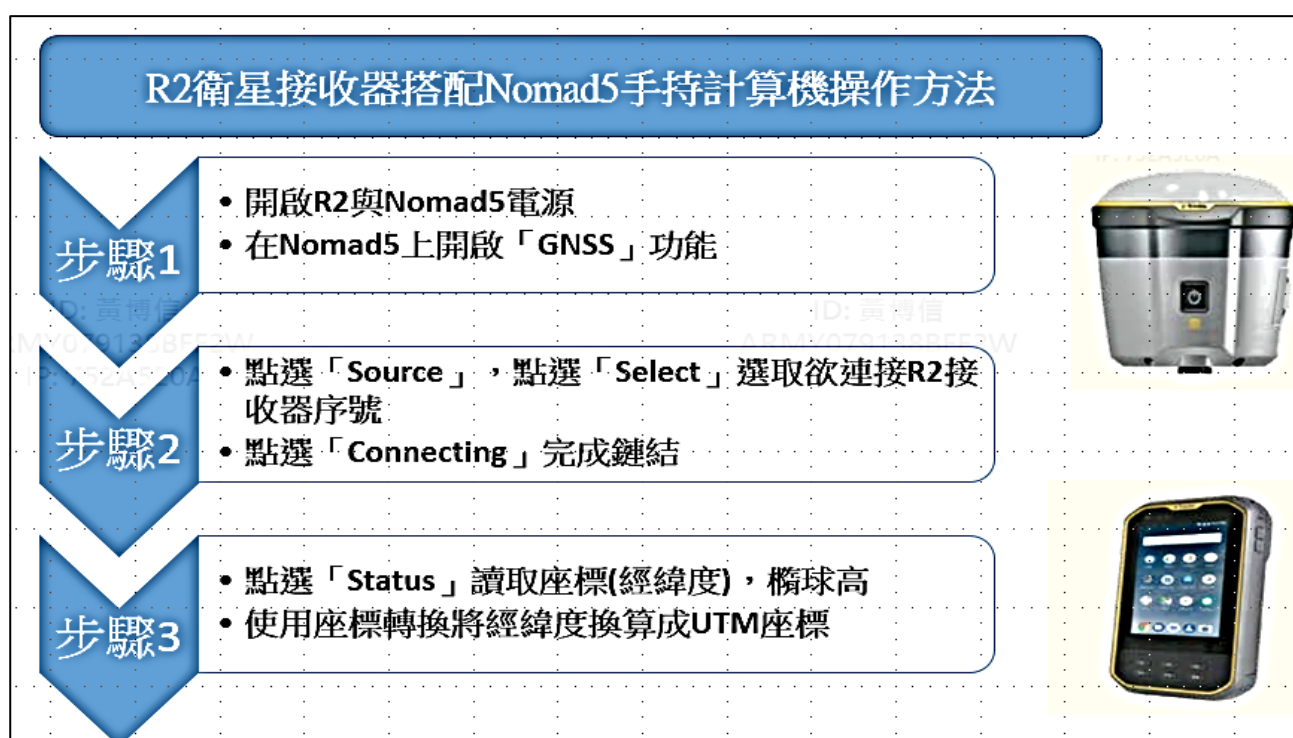


圖 2 R2 衛星接收器搭配 Nomad5 手持計算機操作方法

資料來源：作者自行整理

表 5 S9 測距經緯儀運用於測地作業效益分析比較（起始諸元獲得方式）

項次	現行作法	S9 測距經緯儀
步驟說明	- 使用地圖與現地對照，找到起測點概略位置並量取座標。 - 利用指北針或方向盤量取P點起始方位角。	- 於作業起始點架設 S9 測距經緯儀，使用「GNSS」功能測得起測點座標。 - 於起測點外可通視且距離約為 100 公尺設置 P 點，形成地線，並使用 GNSS」功能測得 P 點座標。 - 利用方位角距離計算功能求算方位角。

項次	現行作法	S9 測距經緯儀
使用器材	地圖、插針、座標梯尺、方向盤（或指北針）	S9 測距經緯儀
限制	1. 須有參考地物以判別出所在位置 2. 具備一定地圖判讀能力 3. 上級賦予真諸元，實施方格統一	取決衛星訊號 ⁶
所需時間	10 分鐘	3 分鐘
精度	座標誤差 ≥ 20 公尺 角度誤差 ≥ 10 密位	座標誤差 ≤ 10 公尺 角度誤差 ≤ 6 密位

資料來源：作者整理

表 6 S9 測距經緯儀運用於測地作業效益分析比較（成果檢查方式）

區分	說明	優點	缺點	實施考量
程序檢查法	藉測地標準作業程序，核對測地作業程序是否失當，進而發現誤差所在。	可發現錯誤作為重測改進之參考	無法提供具體錯誤數據，需重測。	需要
分組計算法	現地作業成果採兩組（含以上）獨立計算，以相互核檢錯誤，確保測地成果正確。	降低人為因素造成計算誤差	測地現地作業中如發生錯誤，即使經過嚴謹之分組計算，仍無法獲得正確成果，故應與其他檢查法併用。	需要
方位檢驗法	藉兩已知點方位誘導、方位閉塞、定位定向系統或天體觀測等手段，驗證測地成果之方位角。	可有效驗證各測地要點之基線方位角	已知點座標徑誤差 < 3 公尺；比較精度 $1/3,000$ 以上），且兩已知點相距須達 300 公尺以上。	需要
地圖與現地對照法	將測地成果定於之軍用地形圖上，比對圖上與現地位置之差異，以檢驗測地成果。	快速	條件限制多 ⁷ ，需與其他檢查法併用。	需要
閉塞檢查法	測地作業自一已知點起始，最後返回原點或另一已知點。	可檢查測地精度或誤差情況，作為成果修正或重測依據。	時間耗費較多	時間餘裕使用

⁶ R2 衛星定位儀可支援所有衛星系統，包含美國 GPS、俄國 GLONASS、歐盟 Galileo（伽利略）及中國 BD S 北斗衛星，當使用「GNSS」功能時，Nomad 5 會顯示接收到衛星數量，系統會自動選擇精確度高之座標資訊進行運算，故衛星數量越多不代表誤差越小。

⁷ 方位檢驗所使用之已知點，其座標精度應符合規定（徑誤差 < 3 公尺；比較精度 $1/3,000$ 以上），且兩已知點相距須達 300 公尺以上。

區分	說明	優點	缺點	實施考量
交會閉塞法	以計算或圖解方式決定交會（已知）點位置，作為判定錯誤產生測站之參考。	可針對目標區實施驗證	應指派原測地人員至現地重行檢查以修正錯誤	時間餘裕使用
射擊法	由指揮所以實彈射擊驗證測地成果		無法有效確定測地成果之精度，僅能判定是否可用。	非必要不使用
S9 即時定位檢查法	使用 R2 衛星接收器運用「GNSS」功能取得座標	快速、座標誤差小	需透過座標轉換，將經緯度轉成 UTM 座標	建議使用

資料來源：一、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：陸軍司令部，民國 107 年 8 月），頁 9 - 57。
二、作者整理。

結語

Trimble S9 測距經緯儀雖可大幅提升測地作業人員的作業能力，但是另一個角度來說，測量人員本身的技術會因為過於仰賴儀器而有弱化之可能，故砲兵測量人員除應注重裝備平時的保養維護，定期校驗，確保儀器的妥善外，因為光學儀器會隨時間逐漸老化，終究更替，惟有持續強化測地作業觀念及掌握技術細節，才能維持砲兵部隊的測地作業能量。

參考文獻

- 一、曾育養，〈砲兵測地作業新利器 - Trimble S9 測距經緯儀之簡介〉《砲兵季刊》（臺南），陸軍砲訓部，第 194 期，110 年 9 月。
- 二、黃盈智，〈運用放樣測量精進火砲原級校正陣地測地〉《砲兵季刊》（臺南），陸軍砲訓部，第 192 期，110 年 3 月。
- 三、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：陸軍司令部，民國 107 年 8 月）。
- 四、《陸軍測距經緯儀操作手冊》（桃園：陸軍司令部，民國 109 年 10 月 21 日）。
- 五、《Trimble R2 GNSS 接收器使用者指南》（臺北市：臺灣儀器有限公司，民國 108 年 12 月修訂本）。
- 六、《Trimble Nomad 5 掌上電腦使用者指南》（臺北市：臺灣儀器有限公司，民國 108 年 12 月修訂本）。
- 七、《砲兵部隊測考中心 111 年測量組安全防險講習資料》，民國 111 年 1 月。

作者簡介

黃博信士官長，陸軍專科學校士官長正規班 42 期，歷任測量班長、副排長，現任職於陸軍砲兵部隊測考中心。