

# 電算機 (IMT-8R) 於野戰砲兵測地運用及維保要領

作者：黃盈智

## 提要

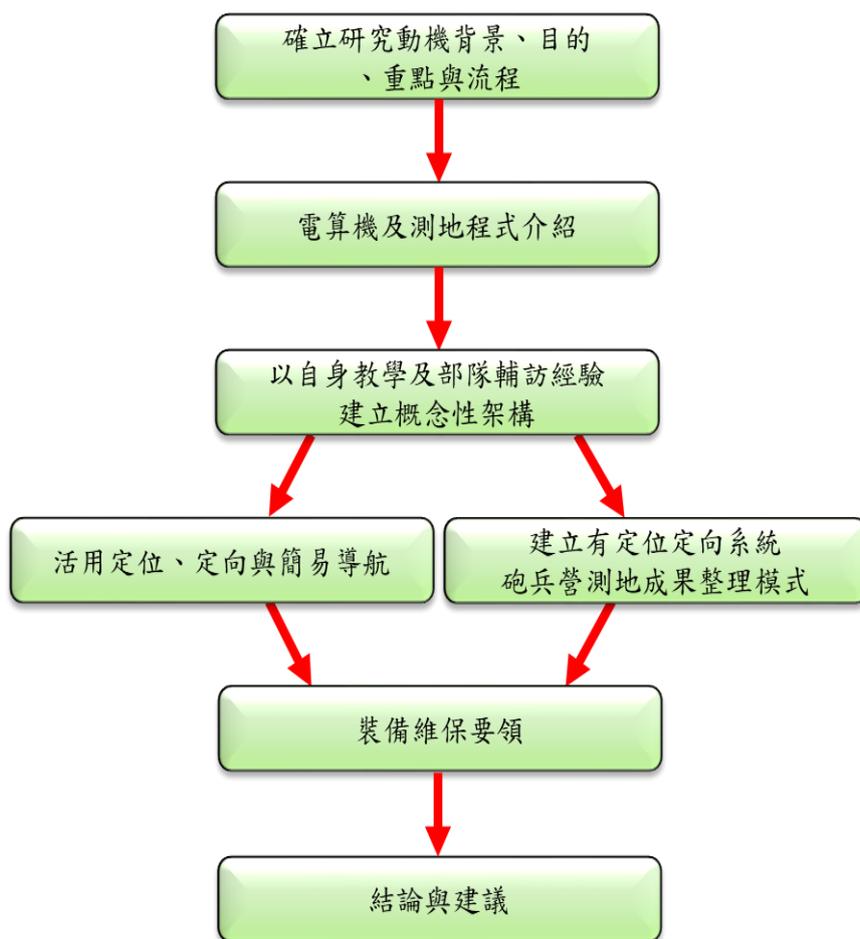
- 一、砲兵測地電算機 IMT-8R (IMT-8R Artillery Survey Calculator) 簡稱電算機，於民國 106 年 12 月撥交迄今，憑藉其內建測地程式與優異性能，對於砲兵測地效能確實有顯著提升。筆者近期至各部隊輔訪，偶爾發現單位存在裝備不使用即不損壞的迷思，長期屯儲於高價值裝備庫房，使用紀錄及定期開機保養不確實，恐產生訓練瑕隙且間接造成裝備損壞。
- 二、電算機 (IMT-8R) 新增全球定位系統 (Global Positioning System, GPS)、電子指北儀定向、控制點資料庫與坐標、標高轉換程式等實用功能，均能顯著提升砲兵測地作業能量，惟部分單位因定期實施裝備訓練與操作不確實，致測量人員對電算機不熟悉，未能將其效能發揮，實應藉此機會導正觀念。基此，筆者依據自身教學與部隊輔訪經驗，提出「定位、定向」、「鄰近控制點與導航」及「砲兵營測地之運用」等 3 項電算機實用功能，提供各級部隊參考運用。
- 三、一般測量人員認為，電算機與測地程式係針對無定位定向系統作業設計，可提供完整之成果整理功能，惟使用定位定向系統測地時，電算機將無法協助其成果計算與整理；其實不然，在妥善運用裝備功能前提下，電算機同樣可於有定位定向系統作業時，提供測地成果計算、整理與製表等功能。有鑑於此，本研究擬提出一套新的成果整理模式，作為各級砲兵部隊實務上運用之參據。
- 四、本研究旨在提供善用電算機功能提升各級砲兵測地作業之方法，伴隨衛星技術日新月異，未來新式裝備搭載「衛星定位 (GPS)」與「定位定向器」已成必然趨勢，若能融合傳統技術與先進裝備之效能，靈活運用、長短相輔，則不僅電算機能發展諸多新用途，餘測地裝備亦然。筆者研究成果除可供準則編修、兵監教學、砲兵測地實作與訓練之參據外，將來更可於新式裝備籌補時，納為裝備需求功能之一，期使未來裝備功能更能滿足砲兵測地作業需求。

關鍵詞：IMT-8R 電算機、野戰砲兵測地程式 (Field Artillery Survey Program)、定位定向系統 (Position and Azimuth Determining System, PADS)、全球定位系統 (Global Positioning System, GPS)

## 前言

砲兵測地電算機 IMT-8R (IMT-8R Artillery Survey Calculator) 於民國 106 年

12 月撥交迄今，憑藉其內建測地程式與優異之性能，對於砲兵測地效能確實有顯著提升。筆者近期至各部隊輔訪中發現少數單位長期屯儲於高價值庫房，恐產生訓練瑕隙且間接造成裝備損壞。有鑑於此，特撰本文供各級部隊參考，期使部隊充分發揮裝備效能、重視維保要領，提升砲兵測地作業能量。本研究首先實施電算機及測地程式介紹，期使讀者建立全般概念；其次以自身教學及部隊輔訪實務經驗，作為立論依據，提出對精進砲兵測地效能之具體方案（含實驗數據分析）；接續說明裝備維保要領及注意事項；最後，提出綜合結論與建議（研究架構如圖一）。



圖一 研究架構圖

資料來源：筆者自製

## IMT-8R 電算機與砲兵測地程式介紹

### 一、電算機

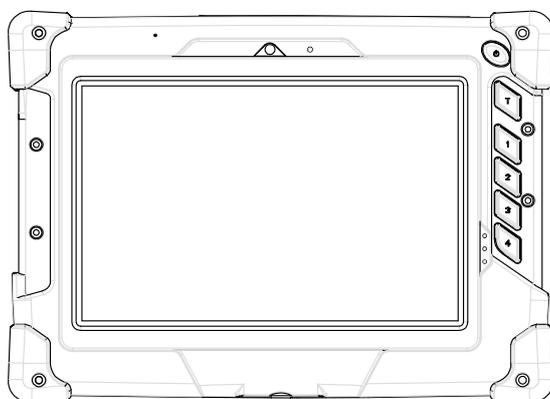
IMT-8R 電算機為國人專為野戰砲兵自製發展之測地計算器材（圖二），自民國 106 年 12 月起陸續撥交，供砲兵測地成果計算之用。該機種具有符合軍事規格、重量輕、模組化之優點，不僅可實施一般電算機之面板計算，更可安裝專屬應用程式（APP），充分滿足砲兵測地計算需求。<sup>1</sup>本裝備配賦於砲指部目標獲

<sup>1</sup> 《陸軍 IMT-8R 測地電算機操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 108 年 07 月），頁 2-1。

得連及各砲兵營、連測量班，可於平時遂行防區測地，並支援各項戰、演訓任務，增進砲兵測地作業能量；戰時提供精確之測地成果資料，發揮砲兵遠距精準打擊能力。

## 二、野戰砲兵測地程式（Field Artillery Survey Program, FASP）

野戰砲兵測地程式（Field Artillery Survey Program, FASP）係專為野戰砲兵設計之測地計算程式（圖三），自民國 82 年起經歷數次研改與精進，安裝及操作平臺涵蓋商用電算機、PDA、桌上（筆記）型電腦等載具，程式撰寫語法由培基語言(Basic)、C++演進至 Java 程式語言，新一代之測地程式須搭配電算機 IMT-8R 操作使用，程式內含電算機中文操作（補給）手冊電子書、電子指北儀，及數十種砲兵測地常用之計算程式與國家控制點資料庫等功能，可大幅提升砲兵測地作業能量。<sup>2</sup>



圖二 陸軍新型砲兵測地電算機（IMT-8R）



圖三 野戰砲兵測地程式與其內建功能

資料來源：圖二轉引自電算機生產廠、圖三為筆者自製

<sup>2</sup> 黃盈智，〈陸軍砲兵測地電算機（程式）之發展與進程〉《砲兵季刊》（臺南），第 182 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年 09 月，頁 62-63。

## 電算機於砲兵測地之運用

相較於傳統測地計算器材（如德儀 SR-52、TI-59 型電算機、<sup>3</sup>卡西歐 FX-880P 型電算機），<sup>4</sup> IMT-8R 電算機新增全球定位系統（Global Positioning System, GPS）定位、電子指北儀定向、控制點資料庫與坐標、標高轉換程式等實用功能，均能顯著提升砲兵測地作業能量，惟部分單位因定期實施裝備訓練與操作不確實，致測量人員對電算機不熟悉，未能將其效能發揮，實應藉此機會導正觀念。基此，筆者依自身教學與部隊輔訪經驗，提出「定位、定向」、「鄰近控制點與導航」及「砲兵營測地之運用」等 3 項電算機實用功能，提供各級部隊參考運用。

### 一、定位、定向

IMT-8R 電算機因內建 GPS 接收晶片與電羅經（Digital Magnetic Compass, DMC），<sup>5</sup>可實施快速定位、定向，以下說明電子指北儀之開啟方式、頁面功能與其操作要領。

（一）開啟電子指北儀：開啟電算機，於主畫面點選野戰砲兵測地程式，再於野戰砲兵測地程式中點選電子指北儀（圖四）。

（二）電子指北儀頁面功能介紹如圖五及表一。

（三）操作要領

1.定位：電算機開機，並開啟電子指北儀，平置電算機於各作業要點（測站）上方靜置 1~2 分鐘（至收斂係數小於 3 公尺）後，將頁面左下角之 UTM6 度方格坐標及高程完成紀錄並彙整（圖六），並於 1/25,000 軍圖上，使用 GPS 定位成果完成定圖，檢視圖上相對關係位置是否正確，待現地作業完成後，作為成果檢查與複式核對用途。

2.定向：電算機開機，並開啟電子指北儀，操作手站立於測站正上方，將電算機之概略中心對正目標（覘視點）後，以手指輕觸顯示幕停止更新（鎖定），接續，看讀並記錄頁面右上方之磁方位角（或正北方位角）值，即完成定向作業（圖七）。

（四）作業流程：目前砲兵測量人員慣用非閉塞導線、角導線與前方交會法等方式，<sup>6</sup>實施測地作業，惟上揭方法具風險高、檢查不易等限制，如無複式

3 民國 68 年，國軍首次採購美國德州儀器公司之「SR-52、TI-59 型磁卡式電子計算機」，再運用 PC-100A、PC-100B 熱感式印刷機列印成果，取代傳統費時、易錯之對數表成果計算。

4 民國 82 年，因應原「SR-52、TI-59 型電算機」已屆壽期，故立案採購商用「卡西歐 FX-880P 型電算機」，作為砲兵測地電算機之代用裝備。因該機型內建程式編輯之功能，無數砲兵先進竭盡心力，運用培基語言研改測地程式，致力於提升砲兵測地成果計算之精度與速度。

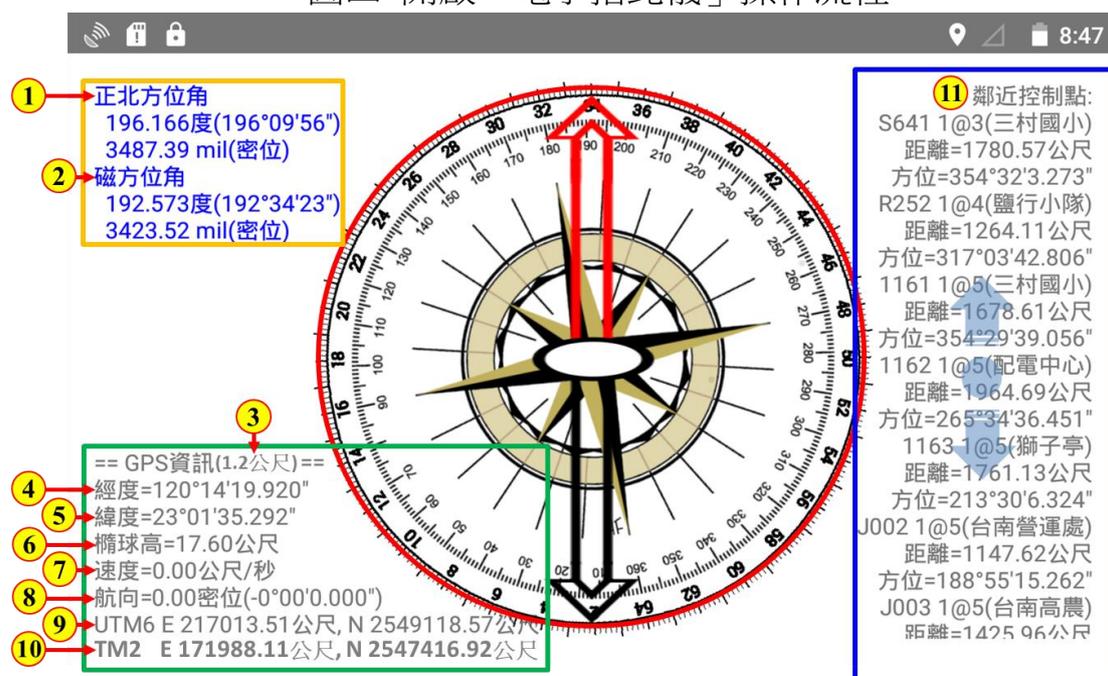
5 亦稱為「數位指北儀」或「磁力計」，為部隊共同裝備，多數內建於某些主系統內。因其具有體積小、重量輕、抗磁干擾、感應快速及高相容性（可合併其他功能之電路）等優勢，故近年來廣泛運用於各軍事領域。

6 《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月），頁 4-1~4-41。

檢核機制，容易產生錯誤。現行雖可運用分組計算、地圖與現地對照等方式實施驗證檢查，惟較耗費時間。IMT-8R 電算機係目前現役測量裝備中，少數具備衛星定位（GPS）功能之器材，其商用 GPS 定位精度雖無法取代現行測地作業，惟仍可作為測量人員於作業後，實施成果複式檢查與核對用途，以達增進測量人員信心、提升成果可靠度之目的。為充分發揮裝備效能，實應將電算機之「定位」與「定向」功能，納入各級測地作業之檢核機制。基此，各級測量人員執行任務前，應於現地偵查階段，運用電算機之定位、定向功能，針對各射擊要點之坐標、<sup>7</sup>高程及定向諸元先期實施測量、彙整並紀錄（作業內容與容許誤差如表二），並於 1/25,000 軍圖上，先期檢視各要點之相對關係位置是否正確，待作業完成後，作為現地作業完成後成果檢核之參據（作業流程如圖八）。



圖四 開啟「電子指北儀」操作流程

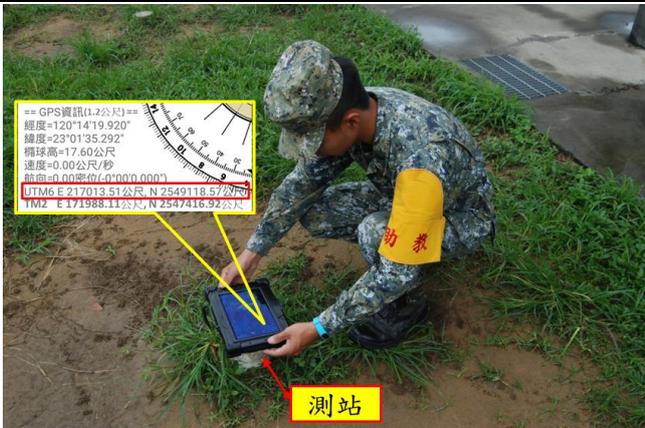


圖五 「電子指北儀」操作頁面示意

<sup>7</sup> 「射擊要點」泛指與砲兵射擊有關之火砲、觀測器材、氣象系統、雷達及雷射定位指示器等相關設施位置。

表一 「電子指北儀」操作頁面各部名稱與功能說明

項次	名稱	功能說明
①	正北方位角	由正北順時針至目標之水平夾角（密位/度分秒）
②	磁方位角	由磁北順時針至目標之水平夾角（密位/度分秒）
③	收斂係數	與 GPS 接收時間有關，其值介於 0~10（單位為公尺），愈小表定位精度愈佳，愈大則反之，本設備僅提供商用等級之衛星定位資訊。
④	現在位置（經度）	提供電算機現在位置之地理經度/度分秒
⑤	現在位置（緯度）	提供電算機現在位置之地理緯度/度分秒
⑥	橢球高	提供電算機現在位置之高程（橢球高）/公尺
⑦	速度	提供電算機之移動速度（公尺/秒）
⑧	航向	提供電算機之航向方位角（密位/度分秒）
⑨	現在位置（UTM）	提供電算機現在位置之 UTM 方格坐標（此為砲兵最常使用之坐標格式）
⑩	現在位置（TM）	提供電算機現在位置之 TM 方格坐標
⑪	鄰近控制點	為滑動式選單，此區域中將依操作人員「現在位置」，自動搜尋鄰近控制點，並提供包含控制點名（號）、坐標、距離與方位簡易等導航資訊。



圖六 運用電算機實施「定位」作業

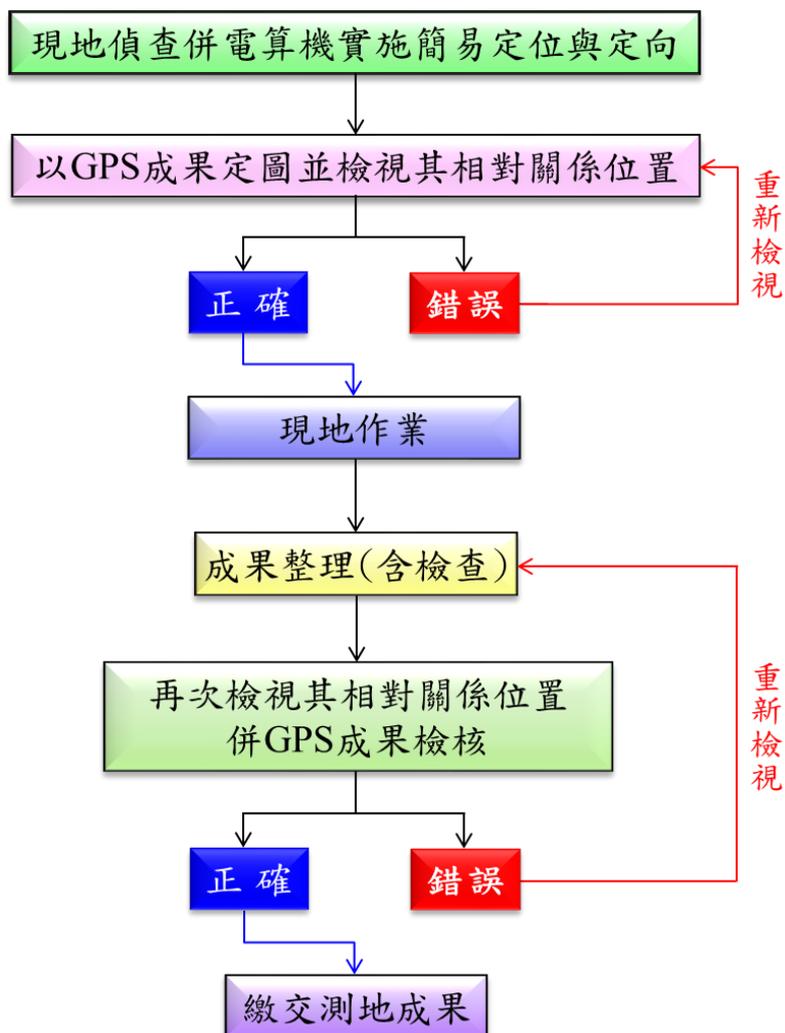


圖七 運用電算機實施「定向」作業

表二 電算機定位、定向作業內容與其容許誤差

作業型態	定位	定向
區分		
作業內容	測地統制點（作業起始點） 連（排）陣地中心或砲位 連（排）陣地選擇點 各級觀測所 抄圖點	方位統制線方位角 方位基準點方位角 方向基線方位角 雷達站氣象台定向線 觀要（目、檢）方位角

	氣象台 雷達站 迫砲陣地 磁偏校正站	基線方位角
容許誤差	視收斂係數大小而定，誤差通常為收斂係數之 2~5 倍	正負 20 密位
備考	●電算機定位所得高程為「橢球高」，臺灣須概略以橢球高減 20 公尺，方能轉換為砲兵使用之標（正）高。 ●電算機定位、定向所得諸元，僅能於測地作業結束後，實施成果檢查與核對用途，嚴禁直接作為射擊使用。	



圖八 運用電算機實施測地成果檢核示意  
 資料來源：圖四、五、六、七、八及表一、二為筆者自製

## 二、鄰近控制點與導航

電子指北儀頁面右方區域為「鄰近控制點」與「導航資訊」，可協助測量人員快速尋找可用之控制點，執行各級測地任務，其操作要領及注意事項如下。

(一) 於預訂作業區域中，開啟電子指北儀，並於鄰近控制點頁面中，選

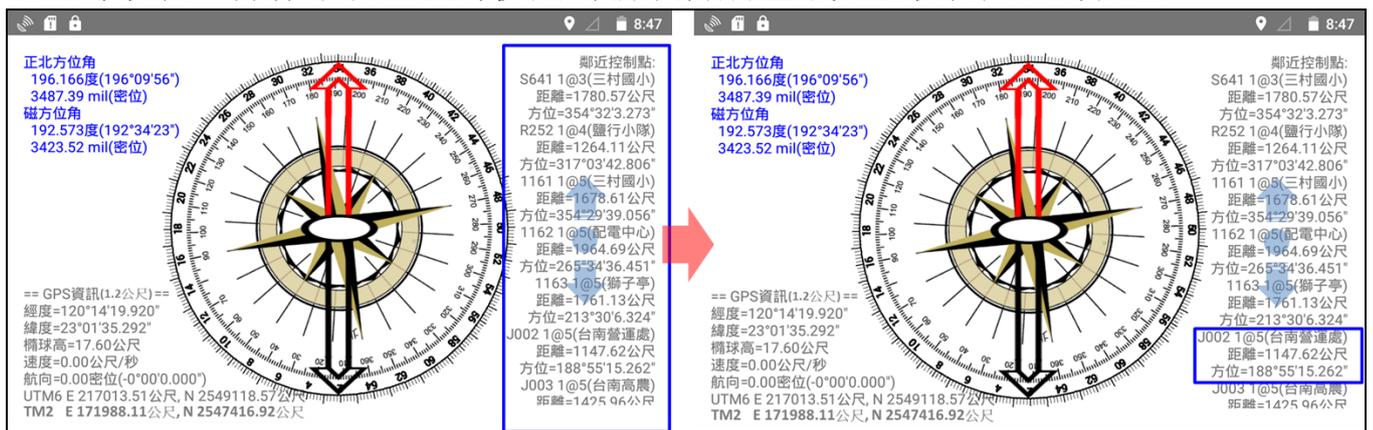
擇欲使用之控制點資料（圖九）。

（二）左右調整電算機方向，直至磁方位角與選定之控制點方位角<正負 3 度以內（圖十）。此時，表示操作手已對正控制點方向，且控制點之距離欄位即顯示操作手與控制點之直線距離。

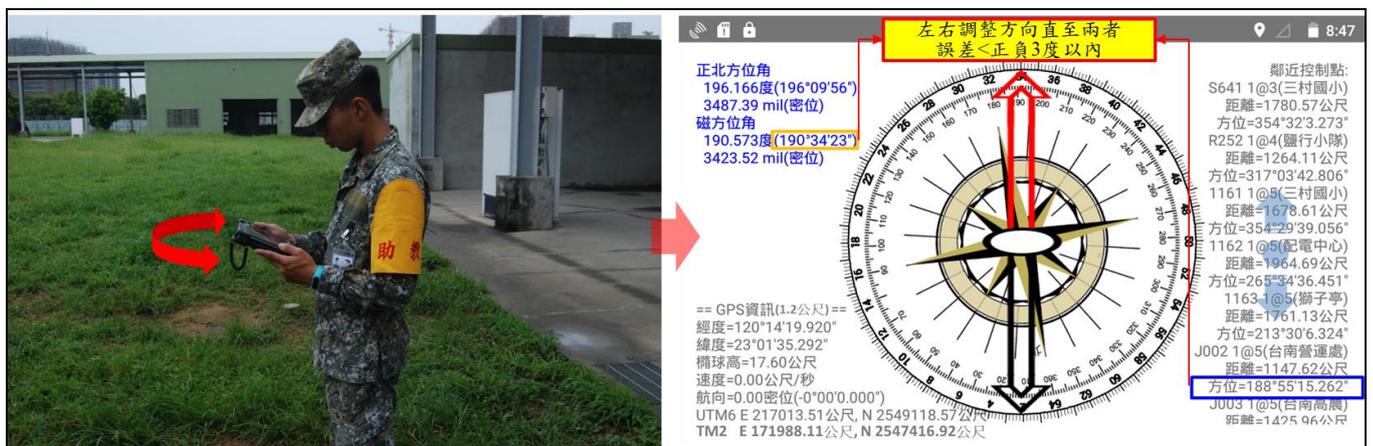
（三）方向確定後，操作手可朝控制點方向前進，每前進 100 公尺須檢查方位一次（重複項次二），確保前進方向正確，直至直線距離小於 30 公尺內，即可於週邊區域搜尋控制點標石。

（四）運用控制點前，須至電算機控制點資料庫中，再次查詢與確認該點位之坐標與高程，並依使用需求完成坐標系統與高程基準轉換。最後，於 1/25,000 軍圖確認其圖上關係位置是否正確，確認無誤後，方得運用該控制點執行任務。有關電算機「控制點資料查詢」與「坐標系統與高程基準轉換」功能，可參閱拙著「陸軍砲兵測地電算機（程式）之發展與進程」（砲兵季刊 182 期）。<sup>8</sup>

（五）電算機導航功能僅能顯示「方位」與「直線距離」，並無考慮交通與道路等狀況，操作手於營區外使用時務須特別注意交通狀況與自身安全。



圖九 於「鄰近控制點」頁面中選擇欲使用之控制點資料



圖十 左右調整電算機以對正控制點方向

資料來源：圖九及圖十為筆者自製

<sup>8</sup> 同註 2，頁 64~70。

### 三、砲兵營測地之運用（有定位定向系統測地）

野戰砲兵測地區分「有定位定向系統（圖十一）」與「無定位定向系統（圖十二）」等兩種作業型態，<sup>9</sup>然不論使用何種作業（差異如表三），以砲兵營測地而言，所需提供射擊單位之測地成果均同。一般測量人員認為，電算機與測地程式係針對無定位定向系統作業設計，可提供完整之成果整理功能，惟使用定位定向系統測地時，電算機將無法協助其成果計算與整理；其實不然，在妥善運用裝備功能前提下，電算機同樣可於有定位定向系統作業時，提供測地成果計算、整理與製表等功能。有鑑於此，筆者擬提出一套新的成果整理模式，作為各級砲兵部隊實務上運用之參據。

（一）現行作法：有定位定向系統作業編組區分「定位定向系統組（系統組）」與「測量組」，前者於初始校準（Alignment, ALN）直後，<sup>10</sup>針對載具可到達位置行路測點儲存（或方位轉換），以獲得射擊要點之坐標、標高及定向諸元；細部載具無法到達地點則實施調諧校正併放射量，或賦予方位地線後，由測量組使用導線法、角導線、放射測量等方式作業；惟前地目標部分，系統有其作業限制，仍須由測量組比照無系統作業之前地組作業模式先行作業後，再搭配定位定向系統之作業成果，實施人工彙整成果、分組計算後，方能完成成果繳交，不僅費時且易產生錯誤，實有檢討精進之空間（現行作業流程如圖十三）。

表三 「砲兵營測地」作業型態差異

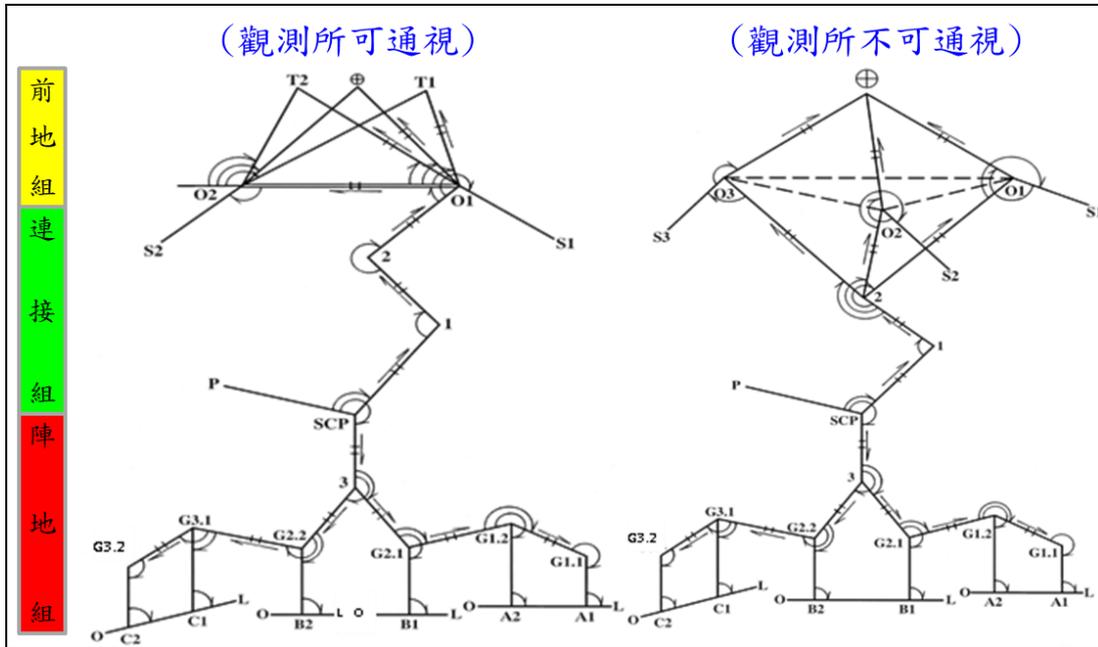
區分		作業型態	無定位定向系統測地	有定位定向系統測地
作業編組	前地組		○	
	連接組		○	
	陣地組		○	
	定位定向系統組			○
	測量組			○
作業方式	導線法		○	○
	角導線		○	○
	放射線法		○	○
	前方交會法		○	○
	路測點儲存			○
	調諧校正			○
	放射測量			○
	方位轉換			○

<sup>9</sup> 《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月），頁 7-2。

<sup>10</sup> 初始校準（Alignment, ALN）為定位定向系統之操作模式，目的在使系統依據輸入之起始位置資料執行尋北、平台穩定與等交互校準程序，直至系統各部達到正確之感測位置與狀態，使具備完整之測量能力。

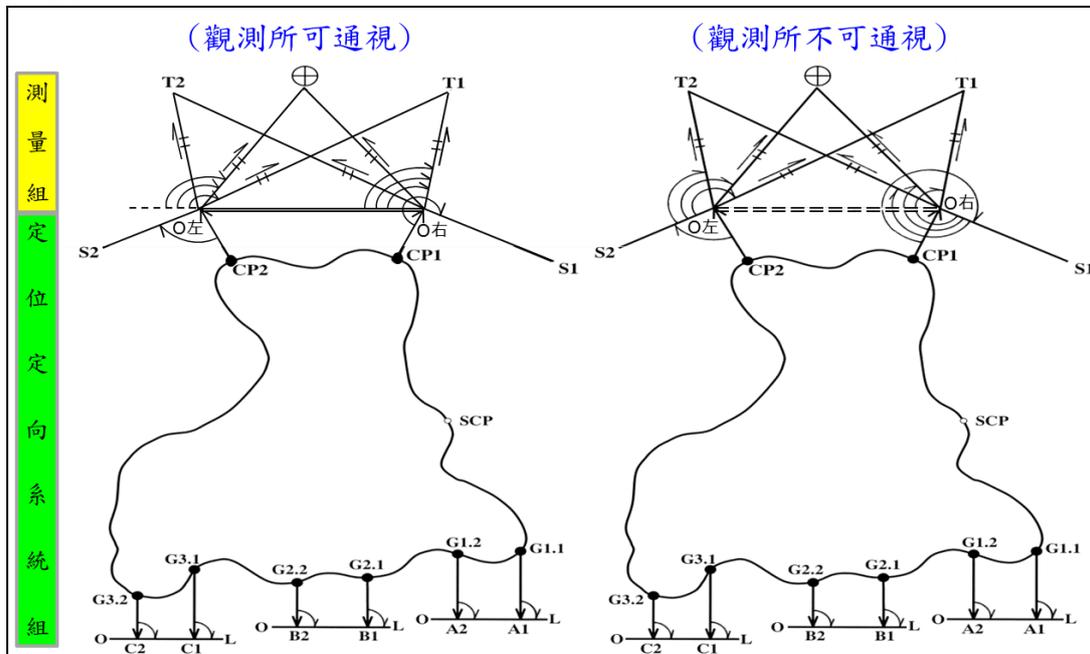
成 果 整 理 ( 電 算 機 )	砲兵營全部測地程式	○	
	測地程式計算	○	○
	面板計算	○	○
	匯出表格	○	

資料來源：筆者自製



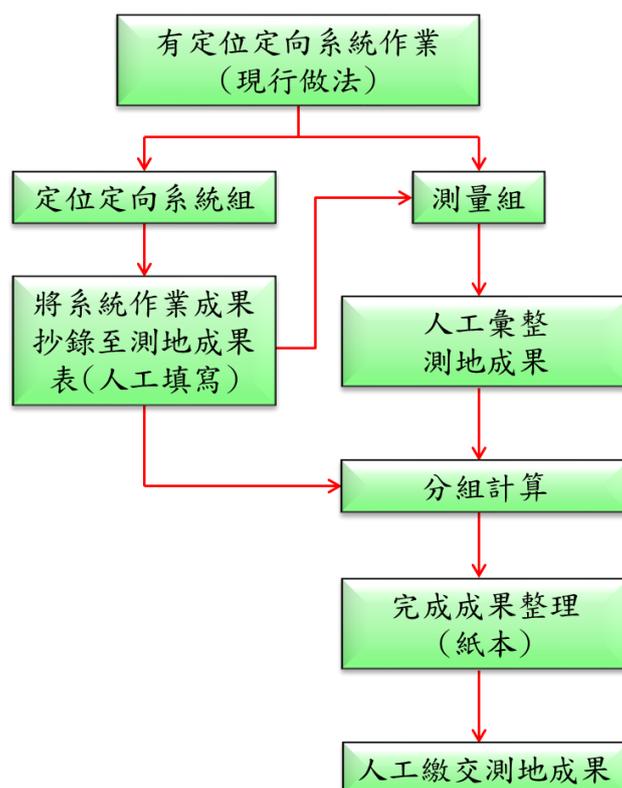
圖十一 無定位定向系統之砲兵營測地示意

資料來源：修改《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月），頁 7-11~12。



圖十二 有定位定向系統之砲兵營測地示意

資料來源：修改《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月），頁 7-85。



圖十三 使用定位定向系統現行作業流程

資料來源：筆者自製

(二) 精進作法：筆者擬精進有定位定向系統作業後，實施成果計算與整理之作法，由現行多仰賴人力分組計算，修正為完全使用電算機內部功能實施（如前地計算程式與 Excel）<sup>11</sup>。以達成測地成果數位化、情報傳遞資訊化、減少人為錯誤與提升整體作業速度之目標。以下區分現地作業、使用前地計算程式及填入 Excel 表格等 3 項說明（精進作法流程如圖十四）。

1. 現地作業：編組區分「系統組」與「測量組」，運用定位定向系統放射測量、導航、方位角距離計算、方位轉換等內建功能，完成各連、排陣地中心（或砲位）、方向基線方位角、觀測所與方位基準點方位角等相關作業，因「系統組」作業較具彈性，必要時可考量時間、人員與裝備等實際狀況，適時搭配「測量組」運用導線法實施輔助作業。惟「前地目標」部分，為配合電算機前地計算程式（PADS），故務須考量觀測所「通視狀況」而行之，區分為觀測所間「可通視」（Inter-Visible）與「不可通視」（Not Inter-Visible）等兩種作業模式，作業內容分述如次。

(1) 觀測所間「可通視」作業（圖十五）：A. 測手於右觀測所（右觀）整置器材，標定左觀測所（左觀）標桿歸零後，順時針測至目標（T），並將水平角（如圖①）及垂直角（如圖Ⓐ）紀錄之。B. 測手將器材變換至左觀測所（左觀），

<sup>11</sup> Microsoft Excel 為 Microsoft 公司為使用 Windows 與 Apple Macintosh 作業系統的電腦編寫之「試算表軟體」。國軍電算機（IMT-8R）內建之 Excel 檔案，可與一般軍民、用電腦之軟體格式相容。

裝定 180 度（或 3200 密位）標定右觀測所（右觀）標桿後，順時針測至目標，並將水平角（如圖②）及垂直角（如圖③）完成紀錄。

（2）觀測所間「不可通視」作業（圖十六）：A.測手於右觀測所（右觀）整置器材，標定方位基準點 S（右）歸零後，順時針測至目標（T），並將水平角（如圖①）及垂直角（如圖④）紀錄之。B.測手將器材變換至左觀測所（左觀），標定方位基準點 S（左）歸零後，順時針測至目標，並將水平角（如圖②）及垂直角（如圖③）完成紀錄。

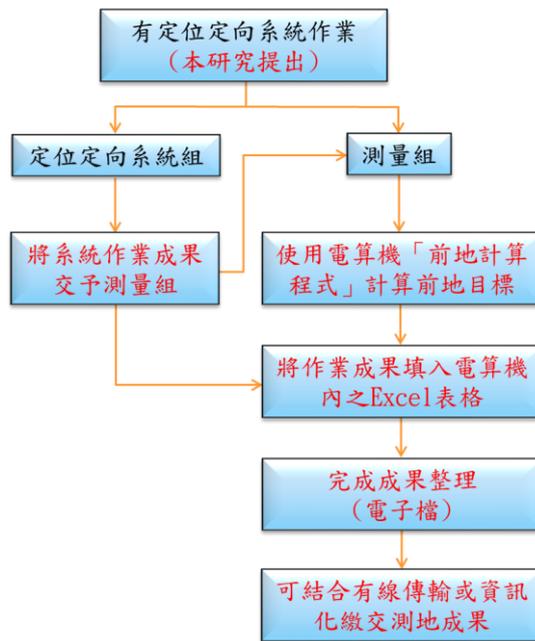
2.使用前地計算程式（PADS）：野戰砲兵測地程式內建之前地計算程式（PADS，如圖十七），可供測量人員快速且精確計算射擊目標諸元，尤其適用於定位定向系統作業模式。前地計算程式之執行與操作頁面、操作範例請參閱《陸軍 IMT-8R 測地電算機操作手冊》第四章第三款。<sup>12</sup>

3.將測地成果填入 Excel 表格實施綜合計算並彙整：筆者依據制式測地成果表設計一 Excel 表格，相較於現行定位定向系統作業時須採分段、分組成果計算，本研究之精進作法將更快速、便捷及符合測地作業需求，以下將說明相關操作流程與要領。

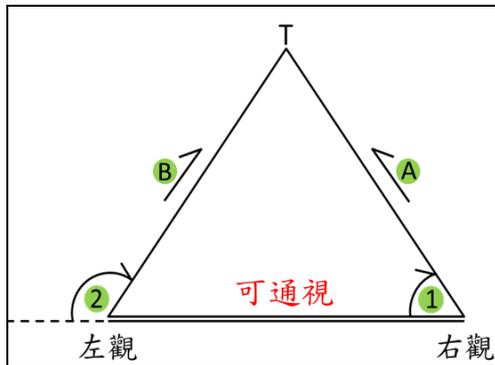
（1）開啟定位定向系統專用測地成果 Excel 表格：A.電算機開機後，於主畫面點選「程式集」，待進入程式集頁面點選「FX」（圖十八）。B.於「FX」頁面，點選「Main Storage」，接續於「Main Storage」頁面中以手指或觸控筆向上滑動尋找「測地成果表（定位定向系統專用）」Excel 檔案（圖十九）。C.點擊「測地成果表（定位定向系統專用）」檔案圖示，即可開啟定位定向系統專用測地成果表（圖二十）。

（2）表格內容與操作說明：定位定向系統專用測地成果表區分「綠色」與「白色」等 2 區域，綠色區域係由測量人員依據「現地作業」與「前地計算程式運算」之成果填入，白色區域則已預先編輯算式，待綠色區域成果填入後，即可自動計算觀檢（目）方位角、基線長與基線方位角、砲檢方位角與方向基角等諸元，表格內容與操作說明如圖廿一、表八。另筆者已於白色區域中，預先設置表格保護機制（密碼），防止測量人員於數據輸入時，不慎刪除或修改原始算（公）式，進而影響計算成果（圖廿二）。依上揭作業要領完成數據輸入，最後，將 Excel 表格實施「另存新檔」，即可同步完成本次作業之成果計算、整理與歸檔存查等工作，相關資料可永久保存於電算機內部之「Main Storage」中。後續，可運用「有線方式」將測地成果電子檔傳輸予射擊單位或傳輸至軍用電腦實施列印分發。

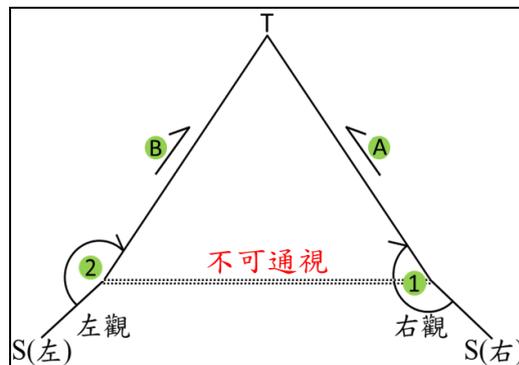
<sup>12</sup> 同註 1，頁 4-45~4-56。



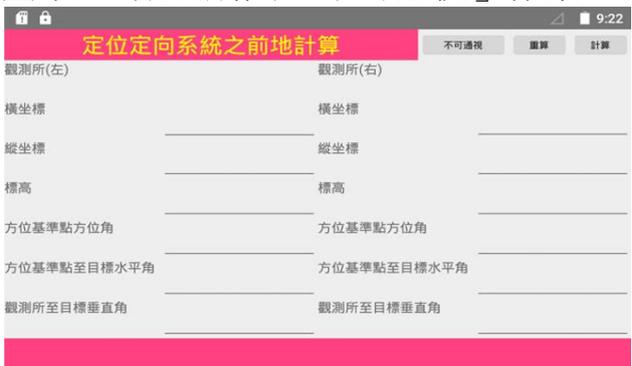
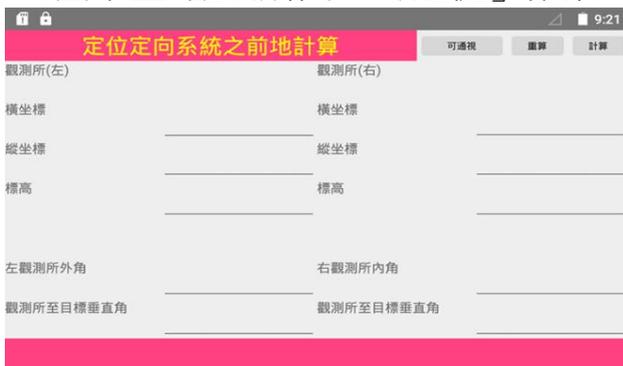
圖十四 本研究提出之精進作法流程



圖十五 觀測所間「可通視」作業



圖十六 觀測所間「不可通視」作業



圖十七 前地計算程式 (PADS) 可通視 (左圖) 與不可通視 (右圖) 頁面



圖十八 作業流程 (一)



	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
1	砲兵營測地成果表								年	月	日
2	區分	橫坐標	縱坐標	標高	觀檢方位角	方位基準點方位角					
3	O1				#DIV/0!						
4	O2				#DIV/0!						
5	O3				#DIV/0!						
6	⊕				基線	基線長	基線方位角				
7	T1				O1-O2	0.00	#DIV/0!				
8	T2				O2-O3	0.00	#DIV/0!				
9	T3				O1-O3	0.00	#DIV/0!				
10	T4										
11	T5										
12	T6										
13	T7										
14	T8										
15	T9										
16	T10										
17	T11										
18	T12										
19	T13										
20	T14										
21	T15				方向基線方位角	檢方位角	方向基角				
22	G1.1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
23	G1.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
24	G2.1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
25	G2.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
26	G3.1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
27	G3.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
28	G4.1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
29	G4.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
30	追砲1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
31	追砲2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
32	追砲3				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
33	追砲4				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
34	抄1						測地作業精度				
35	抄2				精度比	1/					
36	抄3				徑誤差						
37	測地統制點	點名	屬性	測地基準點	坐標系統	UTM(WGS-84)	P	0.0000			
38	(使用定位定向系統)	X	Y		H						
39					測量官:						

綠色區域係由  
測量人員填入

餘白色區域已  
預先編輯算式  
，可自動執行  
計算

圖廿一 Excel 表格內容介紹

	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
1	砲兵營測地成果表								年	月	日
2	區分	橫坐標	縱坐標	標高	觀檢方位角	方位基準點方位角					
3	O1				#DIV/0!						
4	O2				#DIV/0!						
5	O3				#DIV/0!						
6	⊕				基線	基線長	基線方位角				
7	T1				O1-O2	0.00	#DIV/0!				
8	T2				O2-O3	0.00	#DIV/0!				
9	T3				O1-O3	0.00	#DIV/0!				
10	T4										
11	T5										
12	T6										
13	T7										
14	T8										
15	T9										
16	T10										
17	T11										
18	Microsoft Excel										
19	您要變更的儲存格或圖表已被保護，無法更改。										
20	若要修改被保護的儲存格或圖表，請先使用 [視窗保護工作表] 命令 (位於 [工具] 索引標籤，[變更] 群組) 來解除保護。可能會提示您輸入密碼。										
21	確定										
22	G1.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
23	G2.1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
24	G2.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
25	G3.1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
26	G3.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
27	G4.1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
28	G4.2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
29	追砲1				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
30	追砲2				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
31	追砲3				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
32	追砲4				#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
33	抄1						測地作業精度				
34	抄2				精度比	1/					
35	抄3				徑誤差						
36	測地統制點	點名	屬性	測地基準點	坐標系統	UTM(WGS-84)	P	0.0000			
37	(使用定位定向系統)	X	Y		H						
38					測量官:						

圖廿二 Excel 表格「白色區域」具備密碼保護機制

資料來源：圖十四至廿二為筆者自製

(三) 效益分析：為強化本研究論證基礎，筆者採隨機抽樣方式由砲訓部測量師資班與士官高級班學員中遴選 5 組成員，每組納編 6 員，於有「定位定向系統」砲兵營測地作業後，分別使用「新式作法（本研究提出）」與「現行作法」，實施測地成果整理（含計算），並針對其「成果整理速度」、「成果計算精度」、「作業使用人力」與「整體運用效益」等 4 部分實施驗證分析，相關內容分述如

次。

1.就「成果整理速度」而言：針對分別使用「新式作法」與「現行作法」等 2 種方式實施「成果整理」之實驗對象，驗證其「成果整理時間」之差異變化，並將實驗數據彙整（圖廿三）。由圖廿三中發現，5 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「新式作法」者（如圖廿三藍線所示），平均所需時間為 299.8 秒（約 5 分鐘），然使用「現行作法」者（如圖廿八紅線所示），則平均所需時間為 937 秒（約 15 分 40 秒）；故前者較後者之成果整理時間縮減約 68%。綜上，經實驗證實「新式作法」運用於「砲兵營測地」實施，其「成果整理速度」方面較「現行作法」具較佳之表現。

2.就「成果計算精度」而言：接續，針對分別使用「新式作法」與「現行作法」等 2 種方式實施「成果整理」之實驗對象，驗證其「成果計算精度」之差異變化，並將實驗數據彙整如表九。由表九中發現，5 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「新式作法」者，其平均坐標精度（圓形公算偏差，CEP），<sup>13</sup>前者約為 3.36 公尺，後者約為 3.38 公尺；標高精度（公算偏差，EP），<sup>14</sup>前者約為 1.13 公尺，後者約為 1.11 公尺，故前者與後者相較，無論於坐標（CEP）或標高（EP）之差值均僅為 0.02 公尺（約 2 公分）；由實驗數據中推論，上揭 2 種方法於「成果計算精度」方面，並未具有顯著差異。綜上，經實驗證實「新式作法」運用於「砲兵營測地」實施，其「成果計算精度」完全符合現行砲兵射擊需求。

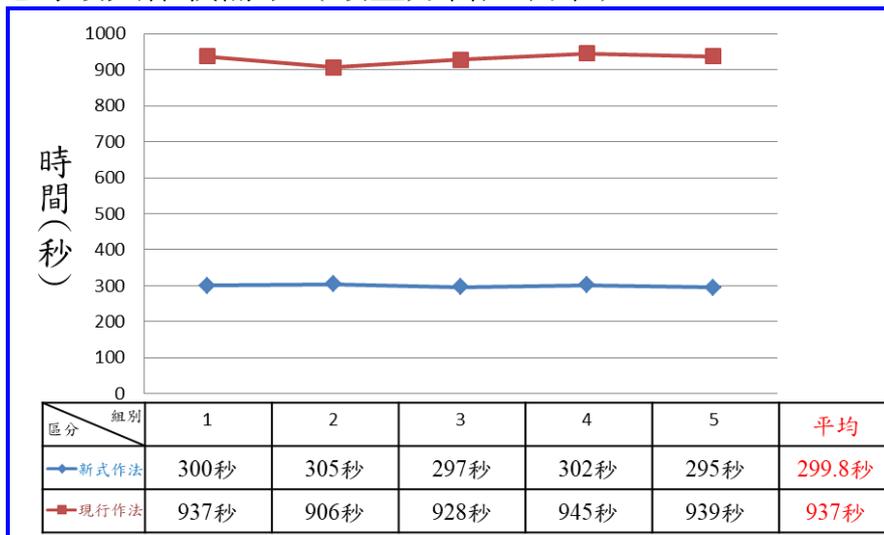
3.就「作業使用人力」而言：最後，針對分別使用「新式作法」與「現行作法」等 2 種方式實施「成果整理」之實驗對象，驗證其「作業使用人力」之差異變化。由實驗觀察中發現，5 組研究對象於相同的實驗狀況下，使用「新式作法」之實驗對象，其成果整理之「作業使用人力」僅需 2 員（為複式核對），最少 1 員即可完成；反觀「現行作法」因複雜程度較高，且須採分組、分段計算，無法同步完成，故所需人力至少 4 員（需分組計算後再統一彙整）。故前者較後者之「作業使用人力」可縮減約 50%。綜上，經實驗證實「新式作法」運用於「砲兵營測地」實施，其「作業使用人力」方面較「現行作法」具較佳之表現。

4.就「整體運用效益」而言：由實驗數據針對本研究「新式作法」之「成果整理速度」、「成果計算精度」與「作業使用人力」等 3 個項目分析比較後，再次印證「新式作法」無論於「成果整理速度」與「作業使用人力」等方面，均較「現行作法」優異，且「成果計算精度」亦符合砲兵射擊需求，可提升野戰砲兵戰鬥支

<sup>13</sup> 圓形公算偏差（Circular Error Probable, CEP）通常為衡量彈著點散布度大小之指標，亦可表示機率發生在 50% 以內之某二維空間誤差量，定位定向系統亦以此表示座標成果（X，Y）之精確性。例如「座標 7 公尺圓形公算偏差」，即表示定位定向系統在一定作業時間與距離內，測量誤差小於 7 公尺半徑圓形範圍之機率為 50%。

<sup>14</sup> 公算偏差（Probable Error, EP）通常用以表示發生機率在 50% 以內之某一維空間誤差量，定位定向系統亦以此示標高、方位成果之精確性。例如「標高 3 公尺公算偏差」，即表示定位定向系統在一定作業時間與距離內，出現小於±3 公尺標高誤差範圍之機率為 50%。

援速度與節省人力需求。再者，目前國軍「迅合專案」方具雛型，就「現行作法」而言，測量人員使用定位定向系統作業時，須先分組計算後，再以傳統「紙本方式」彙整測地成果（表），不僅作業程序繁瑣且易產生人為計算（或謄寫）錯誤，彙整後之測地成果表不僅不易保存，亦無法配合國軍資訊化傳輸作業。反觀本研究所提之「新式作法」，完全可配合「定位定向系統」與「資訊化傳輸」作業，其成果計算與彙整更可同步完成（電子檔案支援分案永久儲存），不僅程序簡單、易學，更可大幅減少成果整理時間，及避免人為錯誤產生，完全符合現代化戰爭之時效與作戰需求（效益分析如表十）。



圖廿三 「成果整理速度」實驗數據分析

表九 「成果計算精度」實驗分析表（有定位定向系統之砲兵營測地）

零速更新週期	成果整理方式	組別	測量成果精度（單位：公尺）				
			橫坐標差 (RMSx)	縱坐標差 (RMSy)	標高差 (RMSz)	圓形公算偏差 (CEP)	公算偏差 (EP)
10分鐘	新式作法	1	2.453	3.437	1.812	3.467443	1.222194
		2	2.567	3.207	1.631	3.399154	1.100110
		3	2.762	3.216	1.597	3.519249	1.077177
		4	2.135	3.365	1.762	3.23785	1.188469
		5	2.267	3.122	1.543	3.172504	1.040754
		平均	2.4368	3.2694	1.669	3.35924	1.125741
	現行作法	1	2.213	3.382	1.735	3.293777	1.170258
		2	2.487	3.314	1.611	3.415049	1.086620
		3	2.682	3.136	1.626	3.425057	1.096737
		4	2.275	3.376	1.565	3.326744	1.055593

		5	2.537	3.271	1.662	3.41917	1.121019
		平均	2.4388	3.2958	1.6398	3.375959	1.106045
成果類別	計	算			公	式合格標準	
CEP (x,y)	1.1774 × (RMDx+RMDy) /2				< 7 公尺		
EP (z)	0.6745 × RMDz				< 3 公尺		
註記	本案測試使用之已知點位置，係軍備局測量隊於民國 96 年實地採用「衛星控制點點位檢測」方式測量所得，各已知坐標點均合於三等衛星控制點精度規範，各點誤差值在 95%信賴區間 ≤ 30mm+6ppmxL。						

表十 效益分析表（有定位定向系統之砲兵營測地）

區分		現行作法	新式作法 (本研究提出)	分析
成果整理	速度	約 15 分 40 秒完成	5 分鐘內可完成	本研究作法於成果整理時間上可減少約 68%
成果計算	坐標	3.36 公尺圓形公算偏差	3.38 公尺圓形公算偏差	無顯著差異，故新式、現行作法均符合砲兵射擊需求。
	標高	1.13 公尺公算偏差	1.11 公尺公算偏差	
使用人力		4 人（需分組計算後再統一彙整）	2 人（為複式核對），最少僅需 1 人。	本研究作法可縮減人力約 50%
運用效益		1.須先採分組計算後再以紙本方式彙整測地成果，無法配合本軍資訊化傳輸作業。 2.作業程序複雜，容易產生人為錯誤。 3.彙整後之測地成果表為傳統「紙本」模式，保存不易。	1.成果計算與彙整可同步完成，大幅減少成果整理時間，未來亦可配合本軍資訊化傳輸作業。 2.作業程序簡單、易學，可大幅減少人為錯誤產生。 3.由電算機（IMT-8R）彙整後之測地成果表為「電子檔案（Excel）」模式，可支援分案永久儲存。	本研究作法較具前瞻性，可符合未來資訊化作業需求，且作業程序簡單，不易肇生人為錯誤，符合現代化戰爭之時效與作戰需求。

資料來源：圖廿三、表九、表十為筆者自製

## 裝備維保要領與故障排除

IMT-8R 電算機可執行精度高、效率佳之測地計算程式，其效能之發揮端賴於正確之操作和良好的裝備保養與維護。使用者務須依照規定之檢查與保養程序、項目徹底做好課後保養維護工作，並依照正確之操作程序與要領實施作業，避免故障衍生。如故障發生，則應依故障排除要領排除，以維持電算機作業能力與壽命。<sup>15</sup>本章將彙整自民國 106 年 12 月電算機撥交起，筆者於教學與部隊輔訪經驗中，合計 8 項常見之人為損壞態樣與精進作法，提供各部隊參考，期使單位重視保養教育，共同維護裝備妥善。

### 一、人為損壞態樣與精進作法

筆者據自身教學與部隊輔訪經驗，將電算機人為損壞態樣、影響與精進作法彙整如表十一。

### 二、野戰砲兵測地程式停止運作之故障排除要領

野戰砲兵測地程式於不正確操作下，可能發生程式停止運作之情事（圖廿四），其故障排除要領如后。

（一）電算機開機，於系統主畫面中以觸控筆或手指點選「程式選單鍵」，進入「程式集」（圖廿五）。

（二）於「程式集」中，點選「FX」（檔案管理），進入「檔案管理」（圖廿六）。

（三）於「檔案管理」中，點選「Main Storage」，進入「檔案儲存區」（圖廿七）。

（四）於「檔案儲存區」中，以觸控筆或手指於顯示幕上、下滑動，搜尋「save.txt」文字檔（圖廿八）。

（五）以觸控筆或手指長按「save.txt」檔案圖示（圖廿九）。

（六）待出現彈跳窗後（如圖三十），點選「Delete」鍵。

（七）於「Delete」視窗中，勾選「Check this box if you are certain you want to delete the following items」（圖卅一）。

（八）於「Delete」視窗中，點選右下角之「DELETE」鍵（圖卅二），即完成檔案刪除。

（九）按壓「主選單鍵」返回系統主畫面後，重新點選「野戰砲兵測地程式」，即可完成故障排除（如刪除 save.txt 後仍無法排除故障，請連絡原廠檢修）。

---

<sup>15</sup> 同註 1，頁 6-1。

表十一 電算機 (IMT-8R) 人為損壞態樣、影響與精進作法

電算機 ( I M T - 8 R ) 人為損壞態樣與精進作法			
區分 項次	人為損壞態樣	影響	精進作法
1	長時間 ( 超過 1 季 ) 未開機使用	1.本體因受潮而損壞 2.電池因未定期充電而損壞	1.臺灣屬炎熱潮濕氣候，電子類裝備易受潮損壞，定期開機使裝備內部機件加熱而去除溼氣，延長裝備壽限。 2.每周應配合連主官裝備檢查實施裝備清點、電池充電與開機操作檢查。
2	收納前未再次確認電算機是在「關機」或是「休眠」狀態，造成電池電力耗盡。	未依正常程序關機，可能導致電算機內部之作業系統 ( 軟體 ) ，發生檔案遺失而無法開機。	每次關機務須確實檢視電算機之操作指示燈，如藍燈未完全熄滅，則表示尚未完成關機。
3	未完成關機 ( 或於休眠中 ) 即拆卸電池。	未依正常程序關機，可能導致電算機內部之作業系統 ( 軟體 ) ，發生檔案遺失而無法開機。	每次更換電池前，務須確實檢視電算機狀態，應確實完成關機後，方可實施電池更換
4	受重擊 ( 摔 ) 後，造成機殼 ( 顯示幕 ) 損壞。	裝備受重擊後，可能導致機殼破損或顯示幕破裂，嚴重者將造成裝備損毀。	每次操作前應先安裝腕帶或背帶等輔助配件，確保野外操作時裝備與人員安全。
5	腕帶安裝方向錯誤，致拆卸時難以拆卸用蠻力拆卸時造成腕帶扣環損壞。	腕帶扣環損壞後，將導致腕帶拆除後無法再次安裝；無腕帶輔助時，裝備易於野外操作時不慎跌落地面。	安裝腕帶有其方向性，操作前務須檢視其安裝方向係「由內向外」安裝，避免拆卸困難。
6	電池與行動電源未定期 ( 每周 ) 實施充電乙次，導致無法蓄電。	電池與行動電源未定期實施充電，長期可能導致電池無法蓄電，甚至造成損壞。	電算機均配賦 3 顆可充電電池與 1 個行動電源，應配合每周連主官裝備檢查實施充電乙次，避免長期未充電致電池無法蓄電或損壞。
7	顯示幕觸控筆尖遺失	顯示幕觸控筆尖遺失，將導致觸控筆失效，僅能使用「手指」實施裝備操作。	裝備操作前、中、後，均應依準則 ( 技令 ) ，針對其主件與零附件逐一清查，以免遺失。

8	<p>因人為不當操作，導致野戰砲兵測地程式停止運作。</p>	<p>野戰砲兵測地程式停止運作，將導致程式無法執行任何計算作業。</p>	<p>可依本章第二節內容實施故障排除</p>
---	--------------------------------	--------------------------------------	------------------------

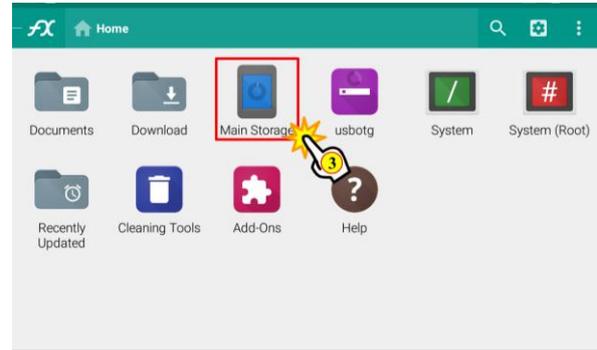
資料來源：筆者自製

砲兵營全部測地程式			
砲兵營	108	年	01月30日
統制點/P點	57210.17	經緯座標	42876.35
統制點至P點	方位角	5002-3200+148.2340	
統制點至測站2	水平角	距離	垂直角
	323.4030	1225.50	91.2753
測站2至主觀測所O1	水平角	距離	垂直角
	115.5045	555.15	91.3050
主觀測所O1至方位點	方位角	80.2030	
主觀測所O1至檢點	方位角	90.3030	
主觀測所O1至1號	方位角	89.3030	
主觀測所O1至輔助觀測所O2	水平角	距離	垂直角
	343.1050	375.95	89.3030
輔助觀測所O2至方位基準點	水平角	距離	垂直角
	218.4025		
輔助觀測所O2至檢點	水平角	距離	垂直角
	93.2000		
輔助觀測所O2至1號目標	水平角	距離	垂直角
	102.2000		



圖廿四 測地程式停止運作

圖廿五 測地程式停止運作之故障排除流程（一）



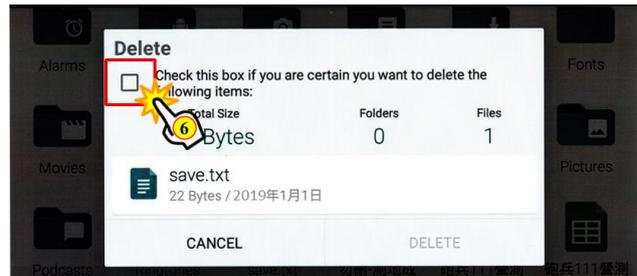
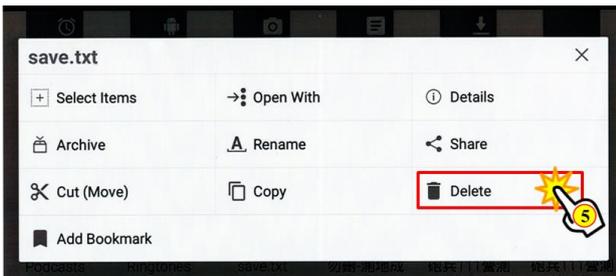
圖廿六 故障排除流程（二）

圖廿七 故障排除流程（三）



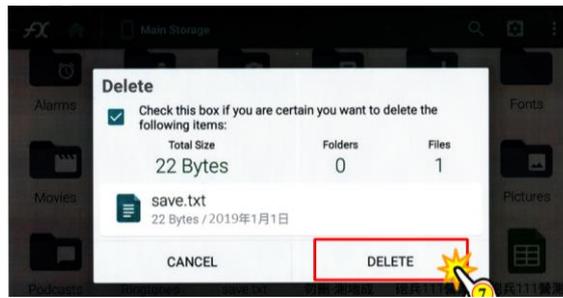
圖廿八 故障排除流程（四）

圖廿九 故障排除流程（五）



圖三十 故障排除流程（六）

圖卅一 故障排除流程（七）



圖卅二 測地程式停止運作之故障排除流程（八）

資料來源：圖廿四至圖卅二為筆者自製

## 結論與建議

國軍教戰總則第十八條（活用準則）有言：「…妄乖準則，固所嚴禁；拘泥形式，亦所不許，務宜深研窮究，融會貫通，以收實效」。本研究旨在提供善用電算機功能提升各級砲兵測地作業之方法，伴隨衛星技術日新月異，未來新式裝備搭載「衛星定位（GPS）」與「定位定向器」已成必然趨勢，若能融合傳統技術與先進裝備之效能，靈活運用、長短相輔，則不僅電算機能發展諸多新用途，餘測地裝備亦然。本文研究成果除可供準則編修、兵監教學、砲兵測地實作與訓練之參據外，將來更可於新式裝備籌補時，納為裝備需求功能之一，期使未來裝備功能更能滿足砲兵測地作業需求。

IMT-8R 電算機撥發部隊使用迄今已屆 2 年時間，惟近年來於駐地輔訪及各項演訓中發現，砲兵測量幹部對於電算機之操作與運用仍需精進。在現今科技日新月異，瞬息萬變的時代，戰爭講求機動、快速，戰時需迅速求得各項測地諸元，交付射擊指揮所及陣地、觀測所人員使用，如何能在不斷迅速變換與佔領陣地中實施精準、有效作業，端賴各級砲兵測量幹部及裝備發揮功效，以達作戰勝利之目標。<sup>16</sup>

## 參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月）。
- 二、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 107 年 8 月）。
- 三、Artillery survey (TM6-200)，Published June 2016 by GHQ Army GRC。
- 四、焦人希，《平面測量學之理論與實務（五版）》（臺北市：文笙書局，民國 84 年 3 月）。
- 五、陳見明，〈SPAN-7 定位定向系統運用於火箭（砲兵）營、連測地作業之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 166 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 103 年 9

<sup>16</sup> 陳見明，〈精進 ULISS-30 定位定向系統運用於砲兵測地作業之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 157 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 101 年 06 月，頁 18。

月。

- 六、陳見明，〈精進砲兵測地電算機程式之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 145 期，砲兵訓練指揮部，民國 98 年 5 月。
- 七、黃盈智，〈砲兵測地程式之研改與回顧－兼論運用構想與未來規劃〉《砲兵季刊》（臺南），第 158 期，砲訓部，民國 101 年 9 月。
- 八、黃盈智，〈卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機在野戰砲兵測地作業上之運用〉《砲兵季刊》（臺南），第 155 期，砲兵訓練指揮部，民國 100 年 11 月。
- 九、黃盈智，〈卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機運用於測地成果計算之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 159 期，砲兵訓練指揮部，民國 101 年 11 月。
- 十、耿國慶，〈衛星控制點「1997 坐標系統 2010 年成果」對砲兵測地之影響與因應之道〉《砲兵季刊》（臺南），第 168 期，砲兵訓練指揮部，民國 104 年 2 月。
- 十一、《公告內政部大地基準及一九九一坐標系統 2010 年成果》，內政部公告，（臺北市：臺內地字第 1010137288 號，民國 101 年 3 月 30 日）。
- 十二、《軍事地理資訊系統》（桃園：陸軍總部戰法暨準則發展委員會，民國 93 年 9 月）。
- 十三、《ULISS-30 定位定向系統操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 87 年 12 月）。
- 十四、黃國興，《慣性導航系統原理與應用》（臺北：全華科技圖書股份有限公司，民國 84 年 8 月）。
- 十五、Jianchen Gao, “GPS/INS/G Sensors/Yaw Rate Sensor/Wheel Speed Sensors Integrated Vehicular Positioning System”, Position Location And Navigation Group (Fort Worth TX), 2006, pp. 26~29.
- 十六、《陸軍 SPAN-7 砲兵定位定向系統操作手冊（第一版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 102 年 9 月）。
- 十七、《陸軍徠卡 TPS-700 系列（TCRA705 型）測距經緯儀操作手冊（第一版）》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 98 年 10 月 12 日）。
- 十八、陳見明，〈精進 ULISS-30 定位定向系統運用於砲兵測地作業之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 157 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 101 年 6 月。
- 十九、黃盈智，〈陸軍砲兵測地電算機（程式）之發展與進程〉《砲兵季刊》（臺南），第 182 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 107 年 9 月。
- 廿、梁乙農，〈使用 ULISS-30 執行砲兵營「前地測地」之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 129 期，陸軍砲兵訓練指揮部，民國 94 年 4 月。
- 廿一、維基百科，〈BASIC 電腦程式語言〉（維基百科資訊網，民國 108 年 9 月），

<http://zh.wikipedia.org/wiki/BASIC>。

廿二、維基百科，〈Microsoft Excel〉（維基百科資訊網，民國 108 年 9 月），  
[http://zh.wikipedia.org/wiki/Microsoft Excel](http://zh.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel)。

廿三、《陸軍 IMT-8R 測地電算機操作手冊》（桃園：國防部陸軍司令部，民國 108 年 7 月）。

### 作者簡介

黃盈智士官長，領導士官班 87 年第 12 期、陸軍專科學校士官長正規班 24 期畢業，崑山科技大學企業管理研究所碩士、高苑科技大學土木工程研究所碩士，乙級工程測量、乙級地籍測量、丙級測量證照；歷任班長、作戰士、測量組長、連士官督導長，現任職陸軍砲兵訓練指揮部目標獲得教官組。