

陸軍砲兵測地電算機（程式）之發展與進程

作者：黃盈智

提要

- 一、國軍砲兵原以「對數表」實施測地計算，惟過程複雜、繁瑣且成果易錯，遂於民國 68 年首次採購美國「德州儀器公司 SR - 52、TI - 59 型電算機」，提升砲兵測地成果計算精度與速度；民國 82 年，再以年度「標餘款」籌購民用「卡西歐 FX - 880P」電算機，使用逾 21 年，期間未再籌獲軍規編制之電算機。
- 二、民國 106 年 12 月，國軍正式獲得由臺灣宏奇科技公司產製之砲兵測地電算機 IMT - 8R（簡稱「電算機」），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。
- 三、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，自民國 82 年起經歷數次研改與精進，安裝（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」，新一代之測地程式可搭配新式電算機（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強大功能，可大幅提升砲兵測地作業能量。
- 四、本研究採「文獻回顧法」，首先探討歷年砲兵先進研究中有關「測地電算機」與「砲兵測地程式」等二部分之相關文獻，作為立論依據。接續介紹新式裝備「電算機（IMT - 8R）」與「測地程式」之新增功能及對砲兵測地之影響，同時分析新、舊裝備之功能差異。文末提出六點建議：（一）鏈結跳頻無線電機，有效情資傳遞；（二）結合地理資訊系統（GIS），落實軍圖數位化；（三）融入射擊指揮自動化，符合現代戰爭趨勢；（四）安裝繪圖（製圖）軟體，提升內業效能；（五）外接輸出裝置，即時列印分發；（六）邁入測地自動化，實踐測資中心機動化。

關鍵詞：德州儀器公司 SR - 52、TI - 59 型電算機、電算機（IMT - 8R）、野戰砲兵測地程式、地理資訊系統 GIS

前言

野戰砲兵為戰鬥支援兵種，以火力支援地面部隊作戰，射擊為其達成支援任務之唯一手段。然射擊效果之良窳，端賴其目標是否適時獲得及射擊諸元之精粗而定。然目標位置之測定及射擊諸元之求取，則以「測地」所得者最為精

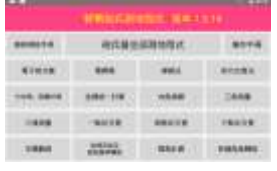
確。國軍砲兵測地成果之計算，可藉對數表、電算機等方式實施，惟使用對數表不僅費時費力，且易生錯誤，故無法符合現代砲兵測地之要求。國軍砲兵原以「對數表」實施測地計算，惟過程複雜、繁瑣且成果易錯，遂於民國 68 年首次採購美國「德州儀器公司 SR - 52、TI - 59 型電算機」，提升砲兵測地成果計算精度與速度，惟礙於電子產品更新快速且壽期短，換補與維修困難，致損壞情況嚴重。原砲兵編制之「德儀 SR - 52、TI - 59 型電算機」，自民國 82 年全數繳回，再以年度「標餘款」籌購民用「卡西歐 FX - 880P」電算機，使用逾 21 年，期間未再籌獲軍規編制之電算機（砲兵測地成果計算方式分析比較如表一）。

民國 106 年 12 月，國軍正式獲得由臺灣宏奇科技公司產製之砲兵測地電算機 IMT - 8R（簡稱「電算機」），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。本裝備配賦於砲指部目標獲得連及各砲兵營、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。

野戰砲兵測地程式（Field Artillery Survey Program, FASP）係一專為野戰砲兵設計之測地計算程式，自民國 82 年起經歷數次研改與精進，安裝（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」，新一代之測地程式可搭配新式電算機（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強大功能，可大幅提升砲兵測地作業能量。

本研究採「文獻回顧法」，首先探討歷年砲兵先進研究中有關「測地電算機」與「砲兵測地程式」等二部分之相關文獻，作為立論依據。接續介紹新式裝備「電算機（IMT - 8R）」與「測地程式」之新增功能與對砲兵測地之影響，同時分析新、舊裝備之差異比較，最後提出綜合結論與建議（研究架構如圖一）。

表一 砲兵測地成果計算方式分析比較表

砲 兵 測 地 成 果 計 算 方 式 分 析 比 較 表			
測地成果計算方式	對 數 表 計 算	電 算	
		面 板 計 算	程 式 計 算
特性、限制與分析			
特 性	1.可不受電子戰干擾。 2.使用對數表格計算，可無須強記數學公式，且僅需使用加、減法運算，可大幅低學習門檻。	1.計算快速。 2.精度良好。	1.可將相關操作需求撰寫為程式功能。 2.可依需求設置防呆與檢核機制，大幅減少人為錯誤產生。 3.適用於複合式測地成果計算（如砲兵營、軍團砲兵） 4.可無須強記數學公式，可大幅低學習門檻。 5.操作簡單。 6.計算快速。 7.精度良好。
限 制	1.計 算 過 程 繁 瑣，致較容易發生錯誤。 2.計算耗費時間。	1.需熟記計算公式 2.適用於單一測地成果之計算。 3.電子戰時設備易受干擾。	1.程式規模（大小）受安裝平臺儲存空間限制。 2.電子戰設備時易受干擾。
分 析	因應戰爭多元化與電子干擾技術日新月異，傳統查表計算要領仍不可偏廢。	計算快速且精度良好，惟須考量戰時運用使否受限，平時仍應瞭解其計算原理與過程，方能使測地作業迅速確實，以符合戰場實用原則。	

資料來源：筆者自製。



圖一 研究架構圖

資料來源：筆者自製

砲兵測地電算機（Artillery Survey Calculator）發展沿革

國軍砲兵測地電算機（Artillery Survey Calculator）發展，原由民國 68 年採購美國「德州儀器公司 SR - 52、TI - 59 型電算機」，提升砲兵測地成果計算精度與速度，惟礙於電子產品更新快速且壽期短，換補與維修困難，致損壞情況嚴重。砲兵編制之「德儀 SR - 52、TI - 59 型電算機」，自民國 82 年全數繳回，遂於以年度「標餘款」籌購民用「卡西歐 FX - 880P」電算機，歷經二十餘載。自民國 106 年 12 月起，正式獲得由臺灣宏奇科技公司產製之測地電算機（IMT - 8R），供砲兵測地成果計算之用，其發展沿革與紀要如后（砲兵測地電算機大事記要彙整如表二）。

一、國軍砲兵測地成果計算由早期的「軍用計算尺」(如圖二)及「對數表」，演進至民國 68 年，採購德州儀器公司之「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，致力提升野戰砲兵測地作業之速度與精度，顯現推廣我砲兵測地成果計算精進之艱難。

二、民國 82 年，因應原「SR - 52、TI - 59 型電算機」已屆壽期（如圖三），故立案採購商用「卡西歐 FX - 880P 型電算機」（如圖四），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，現行「野戰砲兵測地程式」之雛形應運而生，並沿用迄今。

三、民國 89 年，鑒於制式測地電算機（SR - 52、TI - 59）妥善率每況愈下，故重提新型測地電算機作需，惟因故未能成案。

四、民國 96 年，因代用裝備（卡西歐 FX - 880P 型電算機）停產，換補與維修日益困難，本部遂爭取年度「教育投資經費」，採購商用「卡西歐 CFX - 9850GC PLUS 型電算機」100 套（如圖五），作為教學用替代裝備。

五、民國 97 年，二度重提新型測地電算機需求，惟因年度經費用罄而向隅。

六、民國 104 年 4 月，三度重啟新型測地電算機需求，成功完成納案。

七、民國 106 年 12 月，正式獲得軍規編制之「陸軍新型砲兵測地電算機（IMT - 8R）」（如圖六）。



圖二 軍用計算尺

資料來源：筆者拍攝



圖三 美國德州儀器公司 SR - 52、TI - 59 型電算機

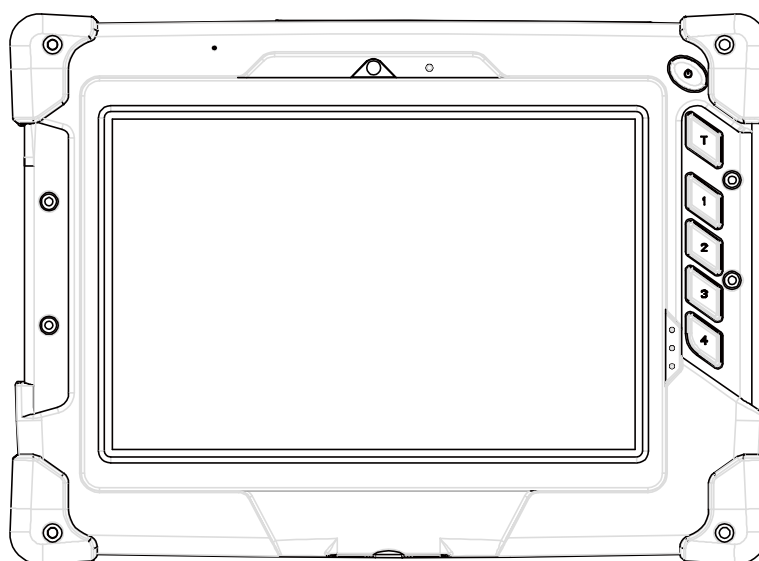
資料來源：筆者拍攝



圖四 日本卡西歐公司 FX - 880P 型電算機
資料來源：筆者拍攝



圖五 日本卡西歐公司 CFX - 9850GC PLUS 型電算機
資料來源：筆者拍攝



圖六 陸軍新型砲兵測地電算機 (IMT - 8R)
資料來源：研製廠商宏奇公司提供

表二 砲兵測地電算機大事紀要

砲 兵 測 地 電 算 機 大 事 紀 要	時 間	大 事 紀 要
民國 68 年以前		使用「軍用計算尺」及「對數表」實施測地成果計算
民國 68 年		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
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
民國 89 年		重提新型測地電算機作需
民國 96 年		因代用裝備（卡西歐 FX - 880P 型電算機）停產，換補與維修日益困難，本部遂爭取年度「教育投資經費」，採購商用「卡西歐 CFX - 9850GC PLUS 型電算機」100 套，作為教學用替代裝備
民國 97 年		二度重提新型測地電算機需求
民國 104 年 04 月		三度重提新型測地電算機需求（成功納案）
民國 106 年 12 月		正式獲得軍規編制之「陸軍新型砲兵測地電算機（IMT - 8R）」

資料來源：筆者整理。

野戰砲兵測地程式（Field Artillery Survey Program, FASP）發展沿革

野戰砲兵因應測地作業所使用之方法包含導線法、交會法、反交會法、三角（邊）測量、天體觀測等，其中可運程式計算之方法計有 12 種類型，筆者針對砲兵測地程式之演進，整理歷年砲兵先進之研究成果如表三。

表三 野戰砲兵測地程式歷年文獻探討

野戰砲兵測地程式歷年文獻探討				
項次	發表日期	作者	內容摘要	
1	民國 79 年 03 月	蘇雲忠	於砲兵月刊上發表了採培基語言撰寫之三點反交會法測量程式，此研究為測地程式文獻可查證之最早記錄，亦為國軍現行三點反交會法測量程式之雛形，為後續測地程式之發展奠定了良好的基礎。 ¹	
2	民國 79 年 08 月	洪泰豪	發表「兩點反交會測地之計算研究」，該程式仍以培基語言為主要撰寫概念，同樣為後續研究產生了拋磚引玉的功效。 ²	
3	民國 79 年 12 月	鄭來龍	原 TI - 95 型電算機內建約十五種類型之測地程式，惟其受字幕所限，計算時須牢記執行過程，如有疏失，將產生錯誤結果。基此，鄭來龍於民國 79 年 12 月發表「簡易砲兵營測地成果計算程式使用 CASIO FX - 795P 計算	

1 蘇雲忠，〈CASIO-FX795 計算機三點反交會法測量程式運用說明〉《砲兵月刊》（臺南），第 25 期，砲兵月刊社，民國 79 年 03 月），頁 48~70。

2 洪泰豪，〈兩點反交會測地之計算研究〉《砲兵月刊》（臺南），第 30 期，砲兵月刊社，民國 79 年 08 月，頁 63~73。

			機」，運用培基語言改良原測地程式，使其適用於卡西歐 FX-795P 計算機（如圖七），該機型即為卡西歐 FX-880P 電算機之前身。 ³
4	民國 80 年 11 月	林福來	「座標統一」係戰鬥時期以非定位定向系統實施測地之砲兵部隊，若起始作業時未獲與上級相同系統之統制諸元，常逕用假設之起始點諸元完成測地以爭取時效。俟上級賦予起始點測地統制諸元後，則須藉座標統一手段，使成果納入統一座標系統統制之目的，俾利火力統一指揮與集中運用。 ⁴ 座標統一計算在砲兵測地五大計算中最為重要，在未採用程式計算之前，座標統一往往是測量人員最耗費時間與複雜性較高之工作，林福來提出座標統一之程式計算法，有效縮減了成果計算時間及準確度。 ⁵
5	民國 82 年 01 月	洪泰豪	提出卡西歐 FX 880P 電算機測地作業上之運用，該研究內容除介紹 FX 880P 電算機之基本操作外，更詳述導線法、交會法、方位角距離計算、座標統一、三角測量（含反交會法）等砲兵常用之測地程式計算及操作。惟上述之程式均互為獨立，缺乏整合，故若將其運用於「砲兵營全部測地」之成果計算，恐耗費時間。此問題一直到「砲兵營全部測地程式」研發完成後，始獲得改善。 ⁶
6	民國 83 年 02 月	賴明潭	賴明潭研發之「砲兵營全部測地程式」，係以導線法為其骨幹，有系統地將導線法、交會法、方位角距離計算、座標統一等砲兵常用之計算完成整合，提供測量人員更快速有效之成果整理工具。 ⁷ 此階段之程式已經具備下列功能： 一、可自動判別角度（密位或度分秒）。 二、前地作業自動進行交會法計算。 三、亦適用於軍團（含以上）砲兵測地成果計算。 四、充分提供錯誤訊息。 五、具儲存功能，中斷後重新啟動程式，輸入資料不會遺失。 六、共可輸入 2 個觀測所、4 組砲兵連陣地及個射擊目標。
7	民國 86 年 12 月	徐永清	現行砲兵測地作業中常使用迴歸閉塞導線法檢驗測地成果之精度，惟對於精度過低之成果，欲找出錯誤產生原因，困難度頗高。於是，徐永清發展了「砲兵測地迴歸閉塞導線錯誤之檢測暨軍團以上砲兵測地程式」，該程式仍以導線法為骨幹，並利用交叉比對之演算法，精確檢驗角度錯誤之所在，快速地計算出測地成果。惟此

3 鄭來龍，〈簡易砲兵營測地成果計算程式使用 CASIO FX-795P 計算機〉《砲兵月刊》（臺南），第 34 期，砲兵月刊社，民國 79 年 12 月，頁 53~75。

4 《陸軍野戰砲兵測地訓練教範(下冊)(第二版)》（桃園：國防部陸軍司令部印頒，民國 99 年 11 月），頁 9~25。

5 林福來，〈以座標平移旋轉法進行座標統一〉《砲兵月刊》（臺南），第 45 期，砲兵月刊社，民國 80 年 11 月，頁 15~19。

6 洪泰豪，〈CASIO FX 880P 電算機在野戰砲兵測地作業上之運用(上)〉《砲兵月刊》（臺南），第 59 期，砲兵月刊社，民國 82 年 01 月，頁 41~55。

7 賴明潭，〈CASIO FX 880P 計算機砲兵營測地程式之研究〉《砲兵雙月刊》（臺南），第 70 期，砲兵雙月刊社，民國 83 年 02 月，頁 56~84。

			程式無法進行營全部測地成果之計算，且偵錯之範圍僅限於「角度」部分，若「距離」同時產生錯誤時，將無法檢驗得知，故實際運用上有其限制與不便。 ⁸
8	民國 87 年 02 月	林文章	天體觀測乃藉觀測天體（太陽、北極星）以決定地線方位之方法，為砲兵測地作業運用各種定向方法中精度較佳之一種。 ⁹ 林文章研發之天體觀測電算機程式，為砲兵現行使用之天體觀測程式雛形。 ¹⁰ 惟該程式使用上仍有部分瑕疵（如計算精度與穩定性不足等現象）。
9	民國 91 年 05 月	鄭來龍	首先提出使用「電腦套裝軟體 Excel 完成砲兵營測地基本計算之研究」，此為測地成果採行電腦運算研究之先驅（如圖八）。該研究發現利用 Excel 強大的統計分析與繪圖功能，可使測地作業加速完成，精度提高；另經簡單轉換亦能使測地要圖自動產生，可提高要圖的精確性及縮減測地作業時間。此外，利用電腦套裝軟體 Excel 計算測地成果尚有操作介面可中文化、開發者無須具備程式撰寫能力等優點。惟該研究於 Excel 軟體之設計仍屬公式計算之範疇，不似程式語言設計般具彈性及提供多樣化之功能，因此僅能行簡單之座標、標高及交會法距離計算，功能性顯然不符我測地人員所需，操作上也為較繁瑣。 ¹¹
10	民國 98 年 05 月	陳見明	於「精進砲兵測地電算機程式之研究」中，改良原測地程式，其主要貢獻如后： 一、國軍自民國 95 年起，砲兵部隊因應精進案組織調整，原測地程式設計之 4 組砲兵陣地已不敷使用。有鑒於此，陳見明將該程式進行研改，始其具備可輸入 6 組戰砲排陣地之功能後，方沿用迄今。 ¹² 二、以林文章原天體觀測程式為藍本，重新將其修改及偵錯後，天體觀測程式方趨於完善。 ¹³
11	民國 100 年 11 月	黃盈智	卡西歐 CFX - 9850G PLUS 為 FX - 880P 電算機之後續機型，亦具備繪圖及程式編輯之功能，黃盈智於「卡西歐 CFX - 9850G PLUS 電算機在野戰砲兵測地作業上之運用」 ¹⁴ 、「卡西歐 CFX - 9850G PLUS 電算機運用於測地

8 徐永清，〈砲兵測地迴歸閉塞導線錯誤之檢測暨軍團師砲兵測地程式〉《砲兵雙月刊》（臺南），第 93 期，砲兵雙月刊社，民國 86 年 12 月，頁 38~44。

9 同註 8，頁 5~1。

10 林文章，〈如何提升砲兵測地精度與速度-天體觀測電算機程式之研究〉《砲兵雙月刊》（臺南），第 94 期，砲兵雙月刊社，民國 87 年 02 月，頁 18~27。

11 鄭來龍，〈使用現行個人電腦套裝軟體完成砲兵營測地基本計算之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 117 期，砲兵訓練指揮部，民國 91 年 05 月，頁 16~28。

12 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 05 月，頁 5~15。

13 同註 8。

14 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，頁 51~73。

			成果計算之研究」 ¹⁵ 等兩文中，分別提出適用該機型之導線法、交會法、方位角距離、座標統一計算等四種砲兵常用程式之運用，以及運用於野戰砲兵營、連測地作業實例。惟該研究之程式設計係採卡西歐公司專屬之程式語言，學習極為不易，加上該機型已於民國 98 年停止生產，故推廣受限。
12	民國 101 年 09 月	黃盈智	因代用裝備卡西歐 FX - 880P 電算機，維修不易與使用將屆 20 年，致妥善狀況不佳，於駐地輔訪調查數據分析，全軍電算機妥善率逐年下降，對砲兵測地能力影響甚巨，實有檢討更新之必要與急迫性。基此，黃盈智創新於「砲兵測地程式之研改與回顧－兼論運用構想與未來規劃」中，提出如何運用「C++物件導向電腦程式語言」整合砲兵測地程式，並將其運用於野戰砲兵測地成果計算上，以達簡化作業步驟、節省計算時間及提升測地成果精度之目標。該程式於民國 101 年至 106 年期間正式運用於本部教學實施（如圖九），成效良好。 ¹⁶

資料來源：筆者整理（依發表年份排序）。



圖七 日本卡西歐 FX - 795P 計算機

資料來源：筆者拍攝

¹⁵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，頁 24~44。

¹⁶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，砲兵季刊社，民國 101 年 09 月，頁 23~41。

	A	B	C	D	E
1	輸入區（在B下輸入）				
2	基線c長（公尺）	300			
3	外角∠A	1900	你輸入的是密位	轉換成度分秒為	106° 52' 30."
4	內角∠B	1420	你輸入的是密位	轉換成度分秒為	79° 52' 30."
5	頂角∠C（∠A-∠B）	480	你輸入的是密位	轉換成度分秒為	27° 00' 00."
6	交會法距離計算表				
7	要圖	Log已知邊距離	2.477121255		
8		CoLog已知邊對角Sin	0.342953235		
9		+Log求邊對角Sin	-0.019115139		
10		Log求邊距離	2.800959351		
11		求邊距離	632.3526613		
12					
13	密位與度分秒轉換區	原角度	提供計算值	轉換後	文字形式
14	∠A密位轉換成度分秒	1900.	106.875	106° 52' 30."	106° 52' 30."
15	∠A度分秒轉換成密位	106° 52' 30."	106.875	1900	1900.
16	∠B密位轉換成度分秒	1420.	79.875	79° 52' 30."	79° 52' 30."
17	∠B度分秒轉換成密位	79° 52' 30."	79.875	1420	1420.
18	∠C密位轉換成度分秒	480.	27	27° 00' 00."	27° 00' 00."
19	∠C度分秒轉換成密位	27° 00' 00."	27.	480	480.

圖八 使用電腦套裝軟體 Excel 完成砲兵營測地計算（前方交會法）

資料來源：鄭來龍，〈使用現行個人電腦套裝軟體完成砲兵營測地基本計算之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 117 期，砲兵訓練指揮部，民國 91 年 05 月，頁 25。



圖九 砲兵測地程式（C++版本）於本部數位化教室採用桌上型電腦教學實況

資料來源：筆者拍攝。

陸軍新型砲兵測地電算機（IMT-8R）介紹

為因應現代需求，國軍於 106 年採購由臺灣宏奇科技公司產製之砲兵測地電算機 IMT-8R（簡稱「電算機」），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，大幅提升砲兵測地計算之精度與速度，充分滿足全般作業需求。本段將針對電算機（IMT-8R）實施基本功能介紹，期能使砲兵幹部熟悉該裝備之基本性能。

一、功能與特性

（一）電算機（IMT-8R）之功能

- 1.內建電羅經（Compass），可實施簡易定向。

- 2.內建 GPS 晶片模組。
- 3.可採有線方式鏈結自動化射擊指揮系統與現役測量裝備。
- 4.具備工程（函數）運算功能。
- 5.內建野戰砲兵測地程式，可執行各種類型之砲兵測地計算。

（二）電算機（IMT－8R）之特性

- 1.全中文化介面。
- 2.符合軍規設計（達 IP65 等級）。¹⁷
- 3.模組化、重量輕，攜帶方便。
- 4.內附三個可充電式鋰電池及一個行動電源，單顆電池可連續使用 6 小時（含）以上。
- 5.內部儲存容量達 8GB。
- 6.多點觸控式顯示幕，解析度達 1280x800WXGA;流明度達 600lm 以上。
- 7.操作簡單、計算迅速、精度良好。

二、硬體、本體與環境規格介紹

本節說明電算機（IMT－8R）硬體、本體與環境規格，相關諸元彙整如表四。

表四 電算機（IMT－8R）規格與諸元表

項次	規 格	名 稱	詳 細 說 明
1	硬 體	處理器	Quad－core ARM Cortex－A7 1.3GHz
2		作業系統	Android 5.0 以上
3		記憶體	8GB eMMC+1GB LPDDR2
4		LCD 顯示器	8 英寸 LED 背光多點電容式觸控面板；解析度 1280x800WXGA
5		感應器	eCompass, G sensor, GPS 模組
6	規 格	電源開關與快捷鍵功能	(1) 電源開關按鍵 1 個 (2) 快捷功能鍵 4 個
7		指示燈號	(1) 電源開啟指示 LED 燈 (2) 充電狀態指示 LED 燈
8		喇叭與麥克風	(1) 內建單一喇叭 8Ω/1W (2) 內建單一麥克風

17 國際防護等級認證(International Protection Marking, IEC 60529)亦稱作異物防護等級(Ingress Protection Rating)或 IP 代碼(IP Code)。有時候也被叫做「防水等級」「防塵等級」等，定義了機械和電子設備能提供針對固態異物侵入(包括身體部位如手指，灰塵，砂礫等)，液態滲入，意外接觸有何等程度的防護能力。資料來源：<https://zh.wikipedia.org/wiki/>。

9		周邊連接埠	(1) USB 3.0 Type A 連接埠 (2) RS - 232 DB - 9 連接埠 1 個 (3) AC 直流電源插孔 1 個 (4) 10/100 Ethernet RJ - 45 網路埠 1 個
10		電算機充電器	(1) 輸入→交流：100~240V/1.4A (2) 輸出→直流：16V/4A
11		電池座充電器	(1) 輸入→直流：16V/4A (2) 輸出→直流：16V/2A
12		電池	外部電池直流 10.8V/3400mAh (1 個)
13	本 規 體 格	外型尺寸	長 251mm x 寬 181mm x 高 34mm
14		本體重量	1000±20g (含攜行袋)
15	環 規	軍事規格測試	通過經濟部標檢局認證合格之實驗室檢驗 符合 CNS 14165 IP65 標準
16		操作溫度	- 20°C~+ 55°C
17		儲存溫度	- 30°C ~+ 75°C
18		操作濕度	10%~90% 相對濕度
19		儲存濕度	10%~95% 相對濕度

資料來源：由研製廠商宏奇公司提供，筆者整理製表。

三、電算機（IMT - 8R）組成

電算機（IMT - 8R）共區分本體、強固式攜行箱、車用安裝架與行動電源組等四大組成，分述如后。

(一) 本體（IMT - 8R）：符合 IP65 等級之測地電算機，如圖十。

(二) 強固式攜行箱：符合 IP65 等級之強固式攜行箱，如圖十一。

(三) 車用安裝架（含後蓋板）：包含車用安裝架與其後蓋板各 1，結合螺絲*4，適用於 1/2T 偵搜指揮車。

1.車用安裝架（正視圖）：可安裝於 1/2T 偵搜指揮車車長座，於行軍期間實施裝備操作，如圖十二。

2.車用安裝架（背視圖）：可安裝於 1/2T 偵搜指揮車車長座，於行軍期間實施裝備操作，如圖十三。

3.車用安裝架後蓋板與固定螺：可搭配「車用安裝架」結合於 1/2T 偵搜指揮車 車長座，如圖十四。

(四) 行動電源組（含纜線）：包含行動電源與纜線各 1，如圖十五。



圖十 電算機（IMT - 8R）本體示意



圖十一 強固式攜行箱示意



圖十二 車用安裝架（正視圖）



圖十三 車用安裝架（背視圖）



圖十四 車用安裝架後蓋板與固定螺示意圖



圖十五 行動電源組（含纜線）示意

資料來源：圖十至圖十五為筆者拍攝。

新一代野戰砲兵測地程式（New Field Artillery Survey Program）

國軍砲兵現行使用之 12 種測地程式，均為歷年砲兵先進個別研發，由於缺乏系統性整合，加上原卡西歐 FX - 880P 電算機程式儲存空間有限（32KB，實際可用容量僅 22,000B），故無法將所有測地程式均輸入其中，造成操作使用上諸多不便。筆者雖於民國 101 年成功使用 C++ 程式語言重新整合測地程式，惟受限於安裝平臺（僅能於桌上、筆記型電腦上安裝），對長時間於野外作業的測量人員而言，仍無法滿足其需求。

然上述問題，於新式電算機（IMT - 8R）獲得後，將可充分獲得改善，拜其

強大的硬體規格與 8G 記憶容量所賜，已達成將以往零散、獨立、缺乏系統整合之測地程式，使用 Java 程式語言重新研改之目標。本節說明新一代「野戰砲兵測地程式」之特性、功能及重大革新。

一、特性

新一代野戰砲兵測地程式內建 12 種砲兵常用之計算程式，計算快速且精度良好，並具備下列 9 大特性，分述如后。

（一）內建 12 種砲兵常用之計算程式，忠實完全移植：野戰砲兵測地程式由早期的培基語言演進至 C++ 語言，新一代之測地程式則使用 Java 語言重新改寫，整合砲兵先進獨自研發之測地計算程式，除保留原始功能完全移植外，操作將更加便捷與快速。

（二）全中文化視窗介面，編輯偵錯快捷：新一代測地程式採中文化視窗設計，有別於以往英文操作之 DOS 介面，編輯、偵錯將更加容易，其人性化之操作介面與友善設計，大幅降低學習成本、減少錯誤產生。

（三）全觸控式操作，防呆機制完善：因應電算機（IMT-8R）之硬體規格，新一代測地程式由原本的實體按鍵（輸入），變革為使用虛擬鍵盤輸入，直覺式操作搭配完善防呆機制，將可大幅減少人為錯誤產生。

（四）內建 11 個國家控制點成果資料庫，成果資料達 3,500 筆以上：新一代測地程式除具備內政部「1997 坐標系統之 2010 年成果」外，另包含近五年公告更新之外、離島（金門、馬祖、澎湖）及臺南地區（永康、歸仁、關廟）成果，合計 11 個資料庫。

（五）內建 GPS 與簡易導航功能，偵察選點容易：可提供商用規格之定位資訊，另可依據操作者所處位置，由內建控制點成果資料庫中，自動搜尋周邊鄰近控制點資訊，並提供方位及距離資訊，便利簡易導航與搜尋控制點位置。

（六）內建坐標系統、格式與高程基準轉換程式：新一代野戰砲兵測地程式已內建坐標系統、格式與高程基準轉換程式，未來測量人員可全天候、甚至於外業中及時實施轉換作業，大幅提升作業能量與操作便利性。

（七）可自動判別砲兵常用之角度單位：砲兵常用之角度單位包含「度分秒」、「度小數」與「密位」等 3 種形式，新一代測地程式可提供上述單位間之交互換算、轉換與四則運算，另於自動模式下操作時，亦得自動實施角度識別，大幅提升操作便利與實用性。

（八）具備電子指北儀，可實施簡易定向：「定向諸元」為砲兵射擊及測地起始不可或缺之關鍵要素，新一代測地程式內建之電子指北儀，具備簡易定向資訊，可提供各級砲兵部隊實施作業起始、成果檢核及方位驗證等相關參據。

（九）具資料儲存功能，可自動產製測地成果表：新一代測地程式具完整

資料儲存功能，經計算所得之測地成果，可自動轉存為制式「測地成果表」檔案，實施後製、編輯、加密與傳輸作業。

二、野戰砲兵測地程式功能介紹

野戰砲兵測地程式內含電算機（IMT－8R）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強大功能，茲說明如后（圖十六，表五）。

三、重大革新與新增功能

新一代測地程式有別於以往，具備諸多新增功能與革新，實為測量人員之福音。本節茲將「坐標系統及高程基準轉換、國家控制點資料庫、簡易定向與導航、自動產製測地成果表」等四大新增功能，分述如後。

（一）坐標系統及高程基準轉換

砲兵長久以來缺乏制式之坐標系統、格式與高程基準轉換程式，致測量人員欲執行相關轉換時，須使用電腦安裝非制式軟體（如中科院、荷蘭海軍水文測量局、威斯康辛州綠灣大學之坐標高程轉換程式）或使用 SPAN－7 定位定向系統內建功能實施轉換。惟上述軟體均使用電腦作為安裝平臺，測量人員無法與野外作業中隨時執行轉換工作，影響作業效能甚巨。

新一代野戰砲兵測地程式已內建坐標系統、格式與高程基準轉換程式，未來測量人員可全天候、甚至於外業中及時實施轉換作業，大幅提升作業能量與操作便利性。「坐標系統及高程基準轉換程式」操作流程與功能樹狀圖（如圖十七）。



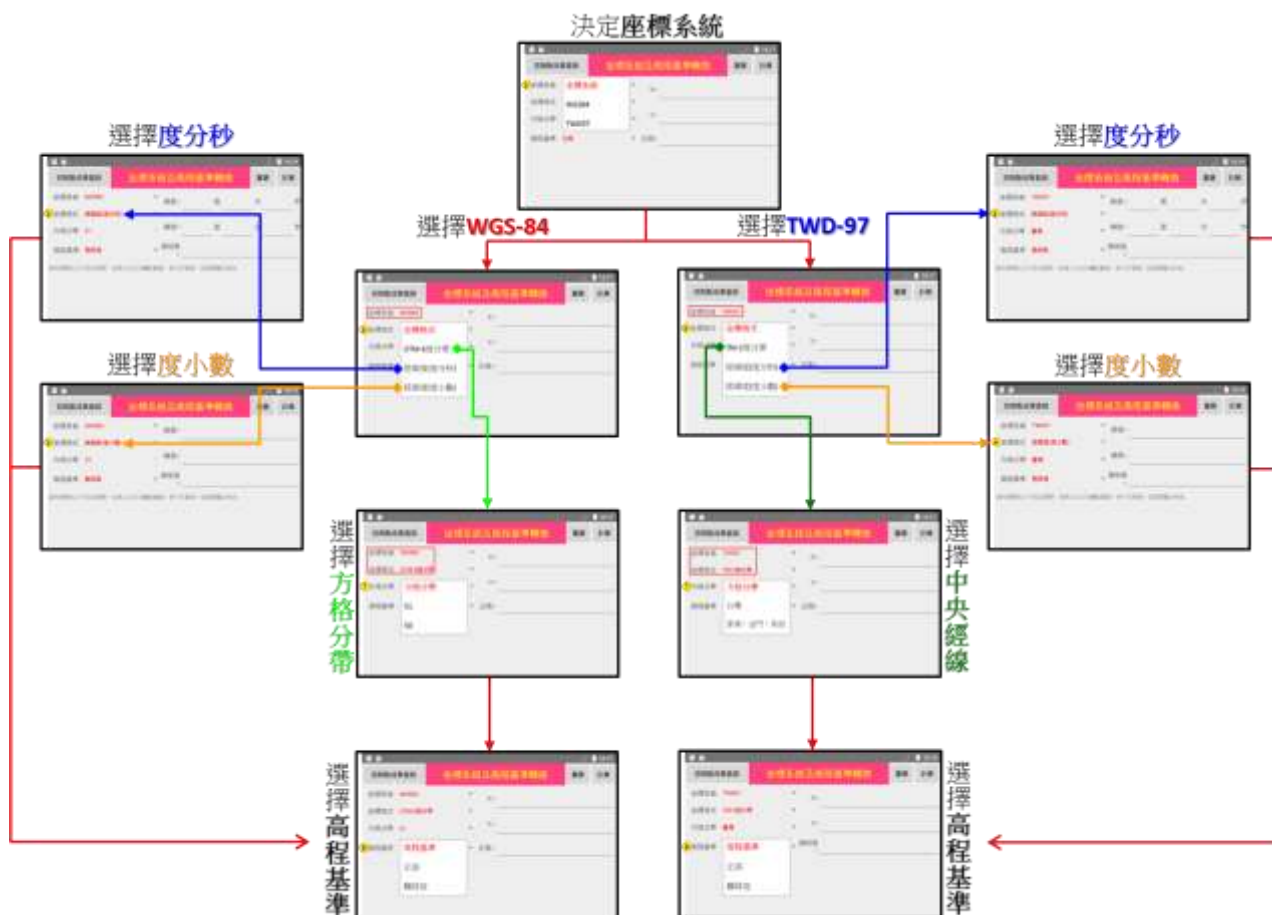
圖十六 「野戰砲兵測地程式」主選單示意

資料來源：筆者自製

表五 「野戰砲兵測地程式」主選單各部名稱與功能說明

項次	名稱	功能說明
1	應用程式 APP 名稱	野戰砲兵測地程式
2	程式版本	顯示應用程式當前版本（最新版本為 1.18.0）
3	維修補給手冊	電算機（IMT - 8R）原廠維修補給手冊電子書
4	砲兵營全部測地程式	包含軍團與砲兵營全部測地作業之計算程式
5	操作手冊	電算機（IMT - 8R）原廠操作手冊電子書
6	電子指北儀	具備簡易定向（與定位）之能力，可提供方位與位置資訊
7	電算機	即電子計算機，具備工程與函數計算等基本功能
8	導線法	可執行導線測量計算程式
9	前方交會法	可執行前方交會法距離計算程式
10	方位角、距離計算	可執行任意兩點間之方位角與距離計算程式
11	坐標（方格）統一計算	可執行野戰砲兵坐標（方格）統一計算程式
12	內角換算	可執行三角形邊長換算內角之計算程式
13	三角測量	可執行三角測量計算程式
14	三邊測量	可執行三邊測量計算程式
15	一點反交會	可執行一點反交會計算程式
16	兩點反交會	可執行兩點反交會計算程式
17	三點反交會	可執行三點反交會計算程式
18	天體觀測	包含高度法與北極星法等兩種天體觀測計算程式
19	坐標系統及高程基準轉換	包含 11 個國家控制點與大地起伏值資料庫，可精確實施不同坐標系統（與格式）及高程基準間之轉換，亦具備不同方格帶間之坐標轉換能力
20	標高計算	包含直觚與反觚等兩種三角高程計算程式
21	各種角度轉換	包含度分秒、度小數、密位與徑度等數種角度轉換功能

資料來源：筆者自製



圖十七 「坐標系統及高程基準轉換程式」操作流程與功能樹狀圖

資料來源：筆者自製

(二) 國家控制點資料庫

野戰砲兵長久以來運用國家「控制點」建立測地統制與檢查測地成果，已制定標準化作業程序，且成效良好，自民國 101 年 3 月 30 日起內政部「國土測繪中心」網站重新公告包括衛星追蹤站、一等衛星控制點（GPS 連續站）、一、二、三等衛星控制點合計 3,013 點（如表六），其成果數值將更新至 2010 年之最新成果（簡稱 1997 坐標系統之 2010 年成果，「TWD97【2010】」）。¹⁸

新一代測地程式除內建上述之「1997 坐標系統之 2010 年成果」外，另包含近五年公告更新之外、離島（金門、馬祖、澎湖）及臺南地區（永康、歸仁、關廟）成果，合計 11 個資料庫。以往由砲兵部隊蒐整防區內控制點成果後，各單位均採紙本方式列印並收集成冊（即控制點成果表），如欲搜尋點位資料或攜出於野外作業均不甚便利，未來可直接於測地程式中快速搜尋欲使用之控制點成果，爾後執行各級測地任務將更加便利與快速，國家控制點資料庫操作頁面說明如后。

18 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），頁 76~93。

表六 內政部公告各級衛星控制點清單數量

項次	點位等級	數量
1	衛星追蹤站	18 點
2	一等衛星控制點（GPS 連續站）	277 點
3	一等衛星控制點	105 點
4	二等衛星控制點	569 點
5	三等衛星控制點	2,044 點
合計		3,013 點

資料來源：《公告內政部大地基準及一九九一坐標系統 2010 年成果》（臺北市：臺內地字第 1010137288 號，民 101 年 3 月 30 日），內政部公告，頁 11。

1.操作頁面之一（圖十八，表七）。



圖十八 「操作頁面之一」示意

資料來源：筆者自製

2.操作頁面之二（圖十九，表七）。



圖十九 「操作頁面之二」示意

資料來源：筆者自製

表七 「操作頁面之一、二」各部名稱與功能說明

項次	名稱	功能說明
1	程式（功能）名稱	控制點成果查詢
2	查詢（控制點資料庫）	下拉選單，包含 11 個國家控制點資料庫，可實施成果查詢與瀏覽
3	控制點查詢欄	可於欄位中輸入「#點號」或「#坐標,距離」等格式，實施控制點快速查詢
4	控制點查詢說明	有關控制點成果查詢之操作說明提示

資料來源：筆者自製

3.操作頁面之三（圖二十，表八）。



圖二十 「操作頁面之三」示意

資料來源：筆者自製

表八 「操作頁面之三」各部名稱與功能說明

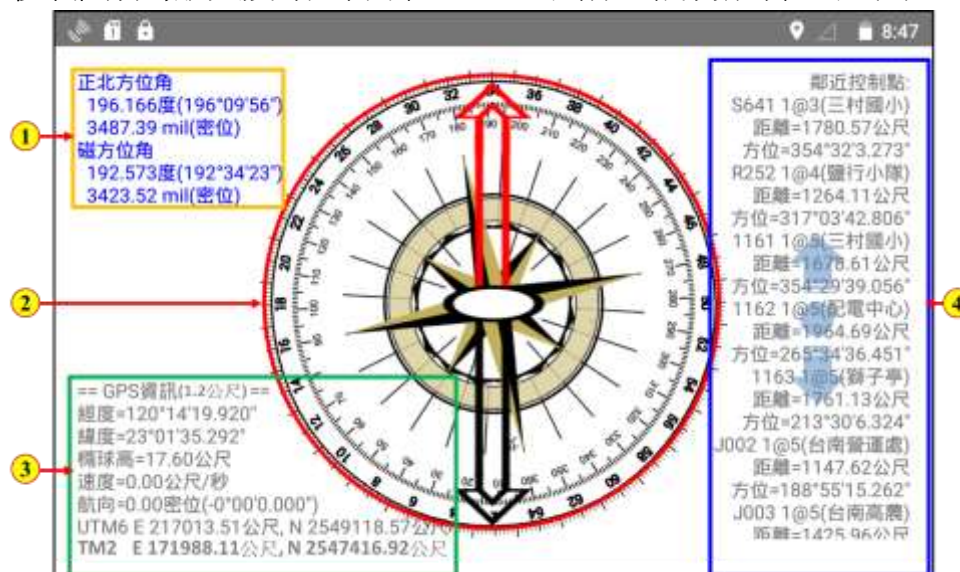
項次	名稱	功能說明
1	查詢（控制點資料庫）	下拉選單，包含 11 個國家控制點資料庫，可實施成果查詢與瀏覽
2	控制點成果顯示欄	為滑動式選單，可於此欄位中實施控制點成果瀏覽

資料來源：筆者自製

（三）簡易定向與導航

「定向諸元」為砲兵射擊及測地起始不可或缺之關鍵要素，新一代測地程式內建之「電子指北儀」，具備簡易定向資訊，可提供各級砲兵部隊實施作業起始、成果檢核、方位驗證等相關參據。另亦得接收商用規格之定位資訊，並依據操作者所處位置，由內建控制點成果資料庫中，自動搜尋周邊鄰近控制點資訊，並提供方位及

距離資訊，便利簡易導航與搜尋控制點位置，電子指北儀功能介紹如圖二一，表九。



圖二一 「電子指北儀」操作頁面示意

資料來源：筆者自製

表九 「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	方位資訊	區分正北方位角與磁方位角等兩種定向參考來源（藍字為即時更新狀態；紅字代表暫停更新（鎖定）狀態）
2	電子羅盤	區分內、外環等兩種分劃，內環為 360 度制，最小分劃可看讀至 1 度；外環為密位制，最小分劃可看讀至 10 密位整數
3	GPS 資訊（現在位置）	即操作人員「現在位置」，區分為 UTM6、TM2 與經緯度（包含橢球高）等常用坐標格式與高程基準（本裝備提供之 GPS 定位資訊為商用規格等級）
4	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

資料來源：筆者自製

（四）自動產製與傳輸測地成果表

新一代測地程式具完整資料儲存功能，經計算所得之測地成果，可自動轉存為制式「測地成果表」檔案（如圖二二），實施後製、編輯與加密作業。再以「網路線」或「RS - 232 傳輸纜線」等介面，將「測地成果表」檔案傳輸予射擊單位運用（如圖二三），相較於傳統須以人工方式抄錄紙本再交付射擊指揮所，

此一新增功能可顯著提升作業與成果傳遞效率，及大幅減少人為錯誤產生。



圖二二 電算機自動產製「測地成果表」檔案示意

資料來源：筆者自製



圖二三 電算機傳輸測地成果表檔案至射擊指揮自動化系統示意

資料來源：筆者拍攝

新、舊電算機功能分析比較

伴隨著尖端軍事科技一日千里與現代化戰爭型態的改變，砲兵精準射擊與快速應變之能力日趨重要，如欲達成此一目標，須具備精確之測地成果與計算工具。新式電算機（IMT-8R）無疑地可為達成此目標增添助力。

「知識永遠有助於我們戰備整備的遂行，了解敵人在何處及如何遂行攻

擊，或決定在何處接戰，以獲致最佳戰果」。¹⁹國軍砲兵於獲得電算機（IMT－8R）後，朝「測地自動化」之目標，又邁進一大步，惟高科技之精密裝備，仍須端賴「人」的知能與嚴格之教育訓練，方能發揮綜效。我砲兵幹部須具備前瞻的思維與廣泛的科技知識，期能充分發揮 IMT－8R 優異之裝備特性，確保部隊運用效益。本節針對電算機（IMT－8R）與舊式電算機之硬體規格、軟體介面、功能運用以及其他等部分進行功能（差異）分析比較，並彙整如表十。

表十 新、舊測地電算機功能分析對照表

新、舊測地電算機功能分析對照表					
項次	裝備名稱 功能		臺灣宏奇科技 新型砲兵測地電算機 （IMT - 8R）	日本卡西歐公司 FX - 880P 電算機 （代用裝備）	美國德州儀器公司 SR - 52、TI - 59 電算機
1	全中文化界面		○	×	×
2	符合軍事規格設計		○ （符合 IP65 等級）	×	×
3	定向	定向 （指北儀）	○	×	×
		指北儀 定向精度	+ - 10 密位		
4	定位	定位（GPS）	○	×	×
		G P S 定位精度	座標:+ - 3m 高程:+ - 5m		
5	坐標轉換	平面座標 轉換	○	×	×
		平面座標轉換 換誤差	方格座標:+ - 0.03m 地理座標:+ - 3 秒		
6	高程基準轉換	高程 基準轉換	○	×	×
		高程基準 轉換誤差	橢球高:+ - 0.5m 正高:+ - 0.5m		
7	簡易導航		○	×	×
8	內建國家控制點資料庫		○	×	×
9	自動匯出 測地成果表		○	×	×
10	鏈結自動化射擊 指揮系統		○	×	×

19 馬丁·李比奇原著，張天虹譯，《掌握明日戰爭》（臺北：國防部史政編譯局，民國 90 年 2 月），頁 33。

11	鏈結現役測地裝備	○	×	×
12	工程（函數） 運算功能	○	○	○
13	列印	×	×	○
14	野戰砲兵測地程式	○ （系統性整合歷年砲兵先進撰寫之測地程式）	△ （各程式均獨立運作，參數與邏輯缺乏系統整合）	×
	野戰砲兵測地程式 計算誤差	座標與高程： + - 0.01m 方位：+ - 3 秒內	座標與高程： + - 0.05m 方位：+ - 5 秒內	×
圖例		○：具備，△：尚不足，×：未具備		

資料來源：筆者自製

結論與建議

砲兵測地作業首重「速度」與「精度」，為適應未來機動作戰需求及砲兵武器系統發展、測地器材及作業技術之精進，野戰砲兵測地必定遵循減少作業時間、簡化作業方式、增大作業能量及提高作業精度等趨勢邁進。然「工欲善其事，必先利其器」，欲達成上述目標，勢必提升測地成果計算之工具及效能，方可為之。新式電算機（IMT - 8R）具備符合軍事規格、重量輕、模組化等優勢，不僅可實施一般電算機之面板計算，更可安裝專屬測地程式 APP，大幅提升砲兵測地計算之精度與速度，可完全取代使用二十餘年之卡西歐 FX - 880P 電算機，充分滿足全般作業需求，實為砲兵測量人員一大利器。然為精益求精，筆者仍提供以下六點建議，作為後續策進或下一代測地電算機改良之方針。

一、鏈結跳頻無線電機，有效情資傳遞

現階段電算機（IMT - 8R）雖已具備使用有線鏈路，實施短距離「一對一」之資料傳輸能力，惟「有線傳輸」確有其限制與不便（如傳輸距離過短、傳遞時效受限等），為符合現代化戰爭趨勢、提升戰場存活、縮短並擴大資料傳遞時間與範圍，仍應著手研擬使用無線電跳頻方式，實施資料傳輸之可行性，以符合戰場實際需求，透過長距離「一對多」之無線鏈路傳輸，一方面可確保資料安全與兼顧情資傳遞時效，同時亦得增加運用彈性及範圍。綜上，如何確保新式電算機與制式 37C 系列跳頻無線電機鏈結無虞，實為當前重要且關鍵之議題。

二、結合地理資訊系統（GIS），落實軍圖數位化

地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）係一項發展迅速之電腦科技與應用課題，可執行收集、匯整、存取、分析、模擬以及展示空間資料（Spatial

Data) 之資訊系統(即國軍數值軍圖概念)。²⁰以往,我們習慣使用傳統地圖或模型儲存及展示空間資料,惟上述作法無論於保存、更新與查詢等方面,均不及數值資料處理來得快速簡便,尤其,如須使用多層地圖互相套疊方能使某個問題得以分析時,採傳統人工方式處理顯得不合時宜。

現行砲兵測量人員欲瞭解所屬防區內相關控制點、基準點密度與分佈情形,須採人工作業方式將相關諸元於傳統地圖上逐點標示之,不但耗費時間且效率不彰,基此,建議後續電算機於硬體效能許可之前提下,可優先考量結合 GIS 或數值軍圖等軟件,運用其圖層堆疊之核心概念,整合國家控制點、水準點等資訊,並於數位地圖上自動標示之,作為年度防區測地時擬定計畫或精進作業之參據。此外,亦得納入 GPS 衛星導航與最佳路線規劃等要素,直接於數位地圖上規劃最佳之行軍或導引路線,未來搜尋、檢核測地成果將更加快速與便捷。

三、融入射擊指揮自動化,符合現代戰爭趨勢

電算機雖可使用有線鏈路手段,將測地成果表檔案傳輸至射擊指揮自動化系統,惟現階段後者尚無法有效處理接收所得之檔案,僅能使用複製、貼上方式,將測地成果植入程式對應欄位,不僅費時且易產生錯誤。基此,建議應優先實施自動化程式研改,使其可批次載入電算機產製之成果檔案,且自動匯入程式對應之欄位,縮短作業所需時間及減少人為錯誤產生,致力提升射擊自動化之成效。

四、安裝繪圖(製圖)軟體,提升內業效能

野戰砲兵測地區分現地作業(外業)與成果整理(內業)等 2 大主軸,然現階段因缺乏相關繪圖軟體支援,測地成果整理、繪圖與製表,均需由測量人員採傳統人工方式為之,極易發生人為勘誤且耗費時間。建議後續電算機應結合 AUTO CAD 等商用繪圖軟體²¹,除可自動執行測地要圖調製外,相關測量諸元亦得直接於要圖上標示之,便於成果核對、檢查與偵錯,大幅精簡、提升內業執行時間與效能,減少人為錯誤產生。

五、外接輸出裝置,即時列印分發

由於新式電算機內建作業系統為安卓(Android)系統,與一般電腦、平板裝置慣用之 Windows 系統,其輸出介面大不相同,故目前暫無法外接輸出裝置。然為便利測地資料存管與傳遞,實應著手研擬電算機結合一般商用列表機(或事務機)輸出列印資料之可行性,直接將其產製之測地成果表、國家控制點、

20 《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),頁 1-1。

21 AutoCAD 係由美國 Autodesk 為電腦上應用電腦輔助設計技術而開發之繪圖程式軟體包,現已成為國際上廣為流行之繪圖工具。該軟體推廣之.dwg 檔案格式已成為二維繪圖常用標準格式。<http://zh.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>

水準點資料、測地作業要圖等內容，及時經由列印裝置輸出，大幅增加其運用彈性，方便資料分發、保存與歸檔。

六、邁入測地自動化，實踐測資中心機動化

野戰砲兵測地主要區分有、無定位定向等兩種作業型態，新式電算機及測地程式設計主要係以無定位定向系統（即傳統作業）為主，因應先進國家「測地自動化」之趨勢，使用定位定向系統作業將日趨頻繁與普遍。基此，未來測地電算機應適時扮演活動式「測地資料中心」之角色，具備成果彙整、檢核鑑定、傳輸中繼、列印輸出等能力，亦得將定位定向系統執行作業後之測地成果，接收至電算機實施核對、統整、製圖（表）、鏈結跳頻無線電機傳輸予射擊單位或外接列印裝置輸出等工作，適時減輕系統工作負荷，提升作業效率、縮短測地資料整合時間、增加運用彈性與範圍。有效發揮現行測地資料中心登記、鑑定、保管、分發之作業能量，實踐「測地資料中心機動化」目標。

電算機（IMT-8R）已陸續撥交至各砲兵部隊使用，各級幹部除熟稔其操作與維護重點外，傳統使用對數表計算成果之要領亦不得偏廢，仍須瞭解、熟悉其計算原理與作業方式，如此，方能使測地作業迅速確實，以符合戰場實用原則。另外，有關電算機於砲兵測地之運用與革新作為（含裝備保養與維護），因礙於篇幅限制，筆者將另闢專文討論之。

參考文獻

- 一、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，2010年11月）。
- 二、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）（第二版）》（桃園：國防部陸軍司令部，2010年11月）。
- 三、焦人希，《平面測量學之理論與實務（五版）》（臺北：文笙書局，1995年03月）。
- 四、Artillery survey（TM6-200），Published June 1960 by GHQ Army GRC。
- 五、焦人希，《平面測量學之理論與實務（五版）》（臺北：文笙書局，民國84年03月）。
- 六、《卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機電算機中文使用手冊》，中華民國96年6月1日。
- 七、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，98年7月）。
- 八、維基百科，〈BASIC 電腦程式語言〉（維基百科資訊網，中華民國107年2月），<http://zh.wikipedia.org/wiki/BASIC>。

- 九、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 09 月。
- 十、王少陵，〈地理資訊系統（GIS）在軍事用途上之研究〉《砲兵雙月刊》（臺南），第 105 期，砲兵雙月刊社，民國 88 年 12 月。
- 十一、古頤榛，〈C++物件導向程式設計〉（臺北：碁峰資訊股份有限公司，民國 100 年 5 月）。
- 十二、田澎明，〈三角測量圖形強度之研究〉《砲兵雙月刊》（臺南），第 81 期，砲兵雙月刊社，民國 84 年 12 月。
- 十三、林文章，〈如何提升砲兵測地精度與速度－天體觀測電算機程式之研究〉，《砲兵雙月刊》（臺南），第 94 期，砲兵雙月刊社，民國 87 年 02 月）。
- 十四、林福來，〈以座標平移旋轉法進行座標統一〉《砲兵月刊》（臺南），第 45 期，砲兵月刊社，民國 80 年 11 月。
- 十五、洪泰豪，〈兩點反交會測地之計算研究〉《砲兵月刊》（臺南），第 30 期，砲兵月刊社，民國 79 年 08 月。
- 十六、洪泰豪，〈CASIO FX 880P 電算機在野戰砲兵測地作業上之運用（上）〉《砲兵月刊》（臺南），第 59 期，砲兵月刊社，民國 82 年 01 月。
- 十七、洪泰豪，〈CASIO FX 880P 電算機在野戰砲兵測地作業上之運用（中）〉《砲兵月刊》（臺南），第 60 期，砲兵月刊社，民國 82 年 02 月。
- 十八、洪泰豪，〈CASIO FX 880P 電算機在野戰砲兵測地作業上之運用（下）〉《砲兵月刊》（臺南），第 61 期，砲兵月刊社，民國 82 年 03 月。
- 十九、徐永清，〈砲兵測地迴歸閉塞導線錯誤之檢測暨軍團師砲兵測地程式〉《砲兵雙月刊》（臺南），第 93 期，砲兵雙月刊社，民國 86 年 12 月。
- 二十、徐坤松，〈砲兵用 CASIO FX 880P 型電算機測地計算之研究〉《砲兵雙月刊》（臺南），第 81 期，砲兵雙月刊社，民國 84 年 12 月。
- 二一、張志敏，〈程式型電算機在砲兵營測地的應用〉《砲兵月刊》（臺南），第 38 期，砲兵月刊社，民國 80 年 04 月。
- 二二、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 05 月。
- 二三、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）。
- 二四、鄭來龍，〈簡易砲兵營測地成果計算程式使用 CASIO FX-795P 電算機〉《砲兵月刊》（臺南），第 34 期，砲兵月刊社，民國 79 年 12 月。
- 二五、鄭來龍，〈使用現行個人電腦套裝軟體完成砲兵營測地基本計算之研究〉《砲兵季刊》（臺南），第 117 期，砲兵訓練指揮部，民國 91 年 05 月。

- 二六、賴明潭，〈CASIO FX 880P 電算機砲兵營測地程式之研究〉《砲兵雙月刊》（臺南），第 70 期，砲兵雙月刊社，民國 83 年 02 月。
- 二七、蘇雲忠，〈CASIO - FX795 電算機三點反交會法測量程式運用說明〉《砲兵月刊》（臺南），第 25 期，砲兵月刊社，民國 79 年 03 月。
- 二八、鄭來龍，〈簡易砲兵營測地成果計算程式使用 CASIO FX - 795P 計算機〉《砲兵月刊》（臺南），第 34 期，砲兵月刊社，民國 79 年 12 月。
- 二九、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。
- 三十、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。
- 三一、《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）。
- 三二、維基百科，〈BASIC 電腦程式語言〉（維基百科資訊網，中華民國 107 年 3 月），<http://zh.wikipedia.org/wiki/BASIC>。
- 三三、維基百科，〈國際防護等級認證〉（維基百科資訊網，中華民國 107 年 6 月），http://zh.wikipedia.org/wiki/International_Protection_Marking。
- 三四、《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）。

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。