

# 砲兵測地程式之研改與回顧

## — 兼論運用構想與未來規劃

### 壹、作者

黃盈智 士官長

### 貳、單位

陸軍飛彈砲兵學校目標組

### 參、審查委員 (依初、複審順序排列)

張自治上校

何康濂上校

徐坤松中校

鄭錦松中校

### 肆、審查紀錄

收件：101 年 02 月 15 日

初審：101 年 02 月 23 日

複審：101 年 03 月 02 日

綜審：101 年 04 月 03 日

### 伍、內容簡介

砲兵現行使用之卡西歐 FX-880P 電算機，因維修不易與使用將屆 20 年，導致妥善狀況不佳，以近幾年駐地輔訪調查數據分析，發現全軍電算機妥善率逐年下降。基此，筆者研究以創新思維，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，並撰成本文供砲兵幹部參考指教。

# 砲兵測地程式之研改與回顧 -兼論運用構想與未來規劃

作者：黃盈智 士官長

## 提要

- 一、研究緣起係本軍現行使用之卡西歐 FX-880P 電算機，因維修不易與使用將屆 20 年，導致妥善狀況不佳，以近幾年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鉅，實有檢討更新之必要與急迫性。
- 二、研究目的在創新提出如何運用「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。
- 三、研究重點：(一) 整合及研改砲兵測地程式之效益分析 (二) 野戰砲兵測地程式 (FASP) 之運用構想與未來規劃。
- 四、採用 C++ 電腦程式語言設計之「野戰砲兵測地程式-第 12.0 版」，可運用於測地教學、鑑測評量、成果整理及計算，其更具備儲存容量小、適用多平台、免安裝、操作簡單與計算精確等優點。以上列優點為基礎持續精進，相信未來必能建構一個系統介面更人性化、功能更完善之「砲兵測地系統」，以提升我軍測地作業之能量。
- 五、「野戰砲兵測地程式」之運用構想與未來規劃：(一) 操作介面更人性化 (二) 研擬砲兵測地系統 (三) 整合砲兵自動化系統 (四) 擴充程式操作介面。
- 六、筆者建議在尚未獲得新式電算機之前，可將本程式安裝至砲兵部隊現行之 V100 (射令顯示器、數據輸入器) 或 M230 (戰術射擊指揮系統、技術射擊指揮儀) 中，應急提供測量班人員除了電算機外之操作 (使用) 預備方案，藉此舒緩目前各級部隊因電算機不足，而影響戰備演訓之現況。俟新式裝備獲得後，再全面檢討換裝。
- 七、在現階段舊裝備面臨汰除，新裝備尚未獲得之際，若能充分利用現有資源開發新的測地計算系統或研擬進步的測地作業型態，必能使我砲兵測地與時俱進，充分發揮彈性，確保測地作業之精確與達成任務。

關鍵詞：卡西歐 FX-880P 電算機、C++物件導向電腦程式語言、野戰砲兵測地程式 (FASP)

## 壹、緒論

本節區分為四大部分，分別說明本研究之「緣起」、「研究目的」、「研究重點方向」與「研究流程」。

### 一、緣起

現行國軍野戰砲兵測地成果整理，可以藉由對數表及電算機程式計算兩種方法實施，然對數表計算法不但費時且易產生錯誤，遠不如電算機程式計算來得便利、快速與精確，實為最佳之成果計算方式。惟本軍現行使用之卡西歐 FX-880P 電算機，自民國 82 年納編取代 TI-59 電算機迄今，年限將屆 20 年，且該裝備於民國 93 年廠商停止生產後，因維修不易導致妥善狀況每況愈下。除影響部隊戰備與訓練任務遂行外，對砲兵測地能力影響甚鉅，實有檢討更新之必要與急迫性。

另外，本軍現行使用之 12 個測地程式，均為歷年砲兵測量先進個別研發，缺乏系統性之整合，加上卡西歐 FX-880P 電算機礙於程式儲存區僅有 10 組及記憶容量只有 32KB（實際程式可使用容量僅 22000B）之限制，故無法將所有測地程式均輸入電算機中（如表一），造成操作使用上諸多不便。

綜上，本研究可歸納為：

- （一）因應測地電算機不足，尋求替代更新之方案。
- （二）歸納及整合歷年砲兵先進研發之測地程式。

表一 卡西歐 FX-880P 電算機儲存測地程式所需記憶容量一覽表

項次	程式中文名稱	程式英文名稱	所需記憶容量
1	營全部測地程式	BATTALION SURVEY PROGRAM	約 17130 B
2	導線法計算	TRAVERSE	約 1600 B
3	交會法距離計算	INTERSECTION	約 450 B
4	方位角、距離計算	AZIMUTH DISTANCE	約 430 B
5	座標統一計算	COORDINATE ADJ	約 320 B
6	內角換算程式	INTERIOR ANGLE	約 350 B
7	三角測量	TRIANGULATION SURVEY	約 1740 B
8	三邊測量	THREE SIDE	約 1620 B
9	一點反交會法	ONE PT ANTI INTERSECTION	約 1500 B
10	二點反交會法	TOW PT ANTI INTERSECTION	約 1640 B
11	三點反交會法	THREE PT ANTI INTERSECTION	約 1720 B
12	天體觀測	CELESTIAL BODY	約 3140 B
卡西歐 FX-880P 電算機總計所需記憶容量			約 31340 B

資料來源：筆者自行整理。

## 二、目的

本研究之目的，係以文獻探討方式，討論歷年 16 篇相關文獻，分析我軍現行使用共計 12 個測地程式之沿革與發展。接續，再以個人教學、基地鑑測、駐地輔訪之研究心得，創新提出如何運用「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，且盼更多先進不吝提供研究建言，以作為更新下一代電算機之參考。

## 三、重點方向

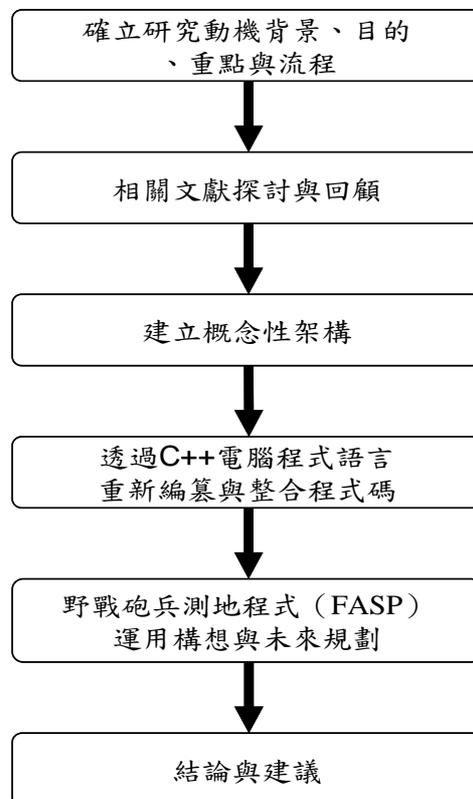
主要重點如下：

- (一) 整合及研改砲兵測地程式之效益分析。
- (二) 野戰砲兵測地程式 (FASP) 之運用構想與未來規劃。

## 四、研究流程

為達上述之研究目的與重點，筆者先就歷年測地電算機 (含程式) 之各項議題蒐集相關文獻，建立概念性架構，進而使用C++物件導向電腦程式語言重新編纂及整合測地程式，最後再依據研究結果，提出運用構想與未來規劃。本研究流程如圖一所示。

圖一 研究流程圖



資料來源：筆者自行繪製。

## 貳、測地程式相關研究之回顧

本研究係利用C++程式語言重新撰寫及整合測地程式，以尋求測地電算機不足之替代方案。本節文獻回顧主要探討前人研究中有關「砲兵測地電算機」、「砲兵測地程式」等二部分，以作為本文之立論依據。

### 一、砲兵測地電算機研究之文獻回顧

本軍測地電算機之演進及研究，可追溯至民國 82 年以前採用由美國德州公司所生產之 TI-59 電算機，但該機型因體積龐大、攜行不便、損壞率高、蓄電能力不足、運算速度慢等缺點及限制，故使用操作上諸多不便。於是民國 82 年 6 月正式將卡西歐 FX-880P 電算機納編各級砲兵部隊，因其具備有體積小、重量輕、儲存容量大（就當時言）、可撰寫 Basic 程式等優點，立即成為我砲兵測地成果計算之新利器，有關卡西歐 FX-880P 電算機及 TI-59 電算機之性能比較，可參照表二。至此，我砲兵測地成果計算，正式由對數表、計算機公式計算等傳統方式邁入採電腦程式語言運算之新紀元。

表二 卡西歐 FX-880P 與 TI-59 電算機比較說明

區分		項次	項目	卡西歐 FX-880P 電算機	TI-59 電算機
基本性能	機體	1	防水性能	尚可	尚可
		2	攜行便利性	體積小、攜帶方便	體積大、攜行不便
	顯示幕	3	可顯示之字符總數	可顯示 2 行 32 個字符	可顯示 1 行 10 個字符
		4	顯示字幕之清晰度	字符為液晶顯示，顯示清晰	字符為電子顯示，顯示不清晰
		5	顯示幕之色彩	單色顯示	單色顯示
		6	顯示幕之耐用性	顯示幕有一層保護鏡，不易損壞	無保護鏡，易損壞
	電池	7	電池使用壽命	可連續使用 90 小時	可連續使用 2~3 小時
		8	長時間未操作時之自動斷電功能	具此功能	不具此功能
	數值暫存器	9	暫存器是否易於操作	操作方便	操作不便
		10	暫存器數量	26 個	60 個
		11	按鍵觸感及其靈敏度	佳	差
	按鍵	12	按鍵是否易於操作	按鍵功能簡單明瞭、易於操作	按鍵功能複雜、不於操作
		13	修改算式之容易度	簡單容易	不容易
	繪圖功能	14	是否具備繪圖功能	不具繪圖功能	不具繪圖功能
面板性能	計算速度	15	一般科學計算速度	快	慢
		16	單一座標計算之計算速度	快(20")	慢(30")
	按鍵功能	17	功能按鍵是否易於識別	排列清楚易於識別	不易於識別
程式運算	程式語言	18	程式語法	使用 Basic 語言，易於學習	使用數學邏輯，不易學習
	程式設計	19	程式設計記憶體容量	22KB	480 個程序步驟
	程式運用	20	單一座標計算之計算速度	快	慢
		21	砲兵營全部測地計算速度	快	慢
		22	師砲兵全部測地計算速度	快	慢
	23	軍團砲兵全部測地計算速度	快	慢	

資料來源：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》（台南：第 59 期，砲兵月刊社，民國 82 年 01 月），頁 43。

另外，歷年測地電算機相關之研究，除卡西歐 FX-880P (徐坤松) 之外，<sup>1</sup>陸續尚有探討卡西歐 FX-850P (張志敏)、<sup>2</sup>卡西歐 FX-795P (鄭來龍)、<sup>3</sup>與卡西歐 CFX-9850G PLUS (黃盈智) 等機型，<sup>4</sup>由於卡西歐 FX-850P 與 795P 兩種機型本軍未曾納編，故不在本研究討論之範疇。而卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機之運用，請參閱拙著「卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機在野戰砲兵測地作業上之運用」一文。<sup>5</sup>

惟目前電算機現貨市場均集中在中國大陸，礙於採購限制，能供本軍測地運用之電算機極少。加上電子產品汰換更新快速、電算機程式撰寫語法學習不易且限制條件繁多等諸因素。未來本軍測地電算機之替代更新，實應跳脫舊有窠臼，考慮採現貨市場上相對容易取得之筆記(平板)型電腦、PDA 為發展主軸。

## 二、砲兵測地程式研究之文獻回顧

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，研究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下：

- (一) 蘇雲忠，於砲兵月刊上發表了採 Basic 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紀錄，亦為我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。<sup>6</sup>
- (二) 洪泰豪發表兩點反交會測地之計算研究，該程式仍以 Basic 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。<sup>7</sup>
- (三) 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

---

1 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》(台南：第 81 期，砲兵雙月刊社，民國 84 年 12 月)，頁 51~67。

2 張志敏，〈程式型計算機在砲兵營測地的應用〉，《砲兵月刊》(台南：第 38 期，砲兵月刊社，民國 80 年 04 月)，頁 49~57。

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》(台南：第 34 期，砲兵月刊社，民國 79 年 12 月)，頁 53~75。

4 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》(台南：第 155 期，砲兵季刊社，民國 100 年 11 月)，頁 48~70。

5 同上註。

6 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》(台南：第 25 期，砲兵月刊社，民國 79 年 03 月)，頁 48~70。

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

用。<sup>8</sup>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。<sup>9</sup>

(四) 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。<sup>10</sup>

(五) 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，提供了測量人員更快速有效之成果整理工具。<sup>11</sup>此階段之程式已經具備下列功能：

- 1.可自動判別角度（密位或度分秒）。
- 2.前地作業自動進行交會法計算。
- 3.亦適用於軍團（含以上）砲兵測地成果計算。
- 4.充分提供錯誤訊息。
- 5.具儲存功能，中斷後重新啟動程式，輸入資料不會遺失。
- 6.共可輸入 2 個觀測所、4 組砲兵連陣地及 4 個射擊目標。

惟本軍自民國 95 年起，砲兵部隊因應精進案組織調整，原程式設計之 4 組砲兵陣地已不敷使用。有鑒於此，陳見明將本程式進行研改，始其具備可輸入 6 組戰砲排陣地之功能後，方沿用迄今。<sup>12</sup>

(六) 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

---

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

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

10 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》（台南：第 59 期，砲兵月刊社，民國 82 年 01 月），頁 41~55。

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

12 陳見明，〈精進砲兵測地電算機程式之研究〉，《砲兵季刊》（台南：第 145 期，砲兵季刊社，民國 98 年 05 月），頁 5~15。

誤之所在，快速地計算出測地成果。惟此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。<sup>13</sup>

- (七) 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。<sup>14</sup>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。<sup>15</sup>惟林文章研發之程式使用上仍有部分瑕疵(如計算精度不足、易產生當機現象等)。陳見明，以原天體觀測程式為藍本，重新將其修改及偵錯後，本程式才趨於完善。<sup>16</sup>
- (八) 卡西歐 CFX-9850G PLUS 為新一代智慧型工程電算機，亦具備繪圖及程式編輯之功能，黃盈智於卡西歐 CFX-9850G PLUS 計算機運用於測地成果計算之研究中，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。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 98 年停止生產，故推廣受限。<sup>17</sup>

除上述研究之外，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。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較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。<sup>18</sup>

### 三、小結

綜上，尚有許多文獻因礙於時間及能力無法考證周全，更有許多砲兵先進曾在測地程式演進過程中，無私地奉獻許多心力，筆者在此致上最高敬意。回

---

13 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》(台南：第 93 期，砲兵雙月刊社，民國 86 年 12 月)，頁 38~44。

14 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》(台南：第 94 期，砲兵雙月刊社，民國 87 年 02 月)，頁 18~27。

15 同註 8，頁 5~1。

16 同註 12。

17 同註 4。

18 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》(台南：第 117 期，砲兵季刊社，民國 91 年 05 月)，頁 16~28。

顧相關文獻後不難發現，過往測地程式之設計均為個別研發，缺乏歸納與整合，操作及運用上諸多不便，尋思如何改善此現況，為本研究所欲達成之主要研究目標。

## 參、野戰砲兵測地程式 (FASP) 之研發概念與特性

本節旨在說明本研究採行之 C++物件導向程式語言概述以及野戰砲兵測地程式 (FASP) 之特性等二部分，茲論述如下。

### 一、C++物件導向程式語言概述

#### (一) 程式語言的演進

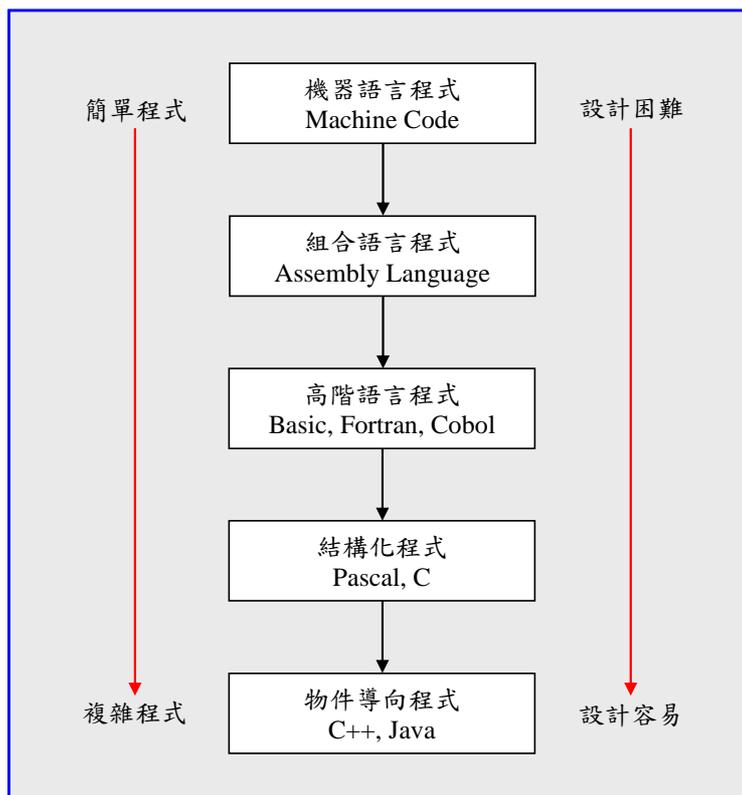
程式 (program) 可視為對電腦下達一連串的命令。最早期的機器語言 (machine code) 程式是直接對電腦輸入一連串的機器碼，對電腦而言處理一連串的二進位碼或十六進位碼是很輕鬆的，但對人而言卻是非常麻煩的事。組合語言程式 (Assembly language) 就是為了解決二進位碼或十六進位碼的處理問題而開發的，程式設計人員可使用組譯器 (Assembler) 所提供的指令符號撰寫程式，然後利用組譯器將組合語言程式翻譯成機械碼後執行。

雖然組合語言程式解決了二進位碼或十六進位碼的處理問題，但只有懂得電腦硬體結構的電腦工程師才會使用，對於不懂電腦硬體的人而言，仍然很難使用組合語言來設計電腦程式。因此，人們又開發了高階程式語言，如 Basic、Fortran、Cobol。

可是當程式功能越來越強且指令敘述越來越多時，程式之管理與除錯亦相對麻煩，於是產生了結構化程式語言 (如 Pascal 與 C)，這種語言是將常用的程式定義成函數，並將功能相近的函數存放在同一函式庫 (Library) 中，先在程式起始處引入程式所需的函式庫，再由主程式呼叫函式庫中的函數。

同樣的，當結構化程式太過複雜時，也造成程式設計人員管理上的困難，因此程式設計逐漸朝向物件導向程式發展，電腦程式語言之演進如圖二所示。

圖二 電腦程式語言之演進



資料來源：古頤榛，〈C++物件導向程式設計〉

(台北：基峰資訊股份有限公司，民國 100 年 5 月)，頁 1-3。

## (二) 物件導向程式設計的緣起與概念

物件導向程式設計 (Object-Oriented Programming, 簡稱 OOP) 是程式設計的一種方法。在撰寫大型程式時，使用物件導向程式，將大大地簡化程式的設計、維護與擴充，其程式之架構如圖三。<sup>19</sup>

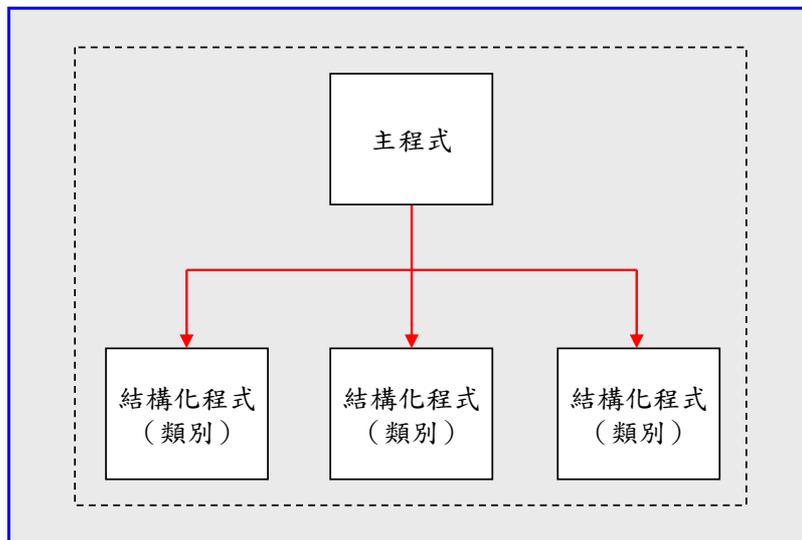
C++ 是一種使用非常廣泛的電腦程式設計語言。它是一種靜態資料類型檢查的，支援多範型的通用程式設計語言。C++ 支援程序化程式設計、資料抽象化、物件導向程式設計、泛型程式設計、基於原則設計等多種程式設計風格。

C++ 語言的緣起，係貝爾實驗室的比雅尼·斯特勞斯特魯普博士在 20 世紀 80 年代發明並實現了 C++。起初，這種語言被稱作「C with Classes」(「包含類的 C 語言」)，作為 C 語言的增強版出現。隨後，C++ 不斷增加新特性。虛擬函式 (virtual function)、運算子多載 (operator overloading)、多重繼承 (multiple inheritance)、模板 (template)、異常處理 (exception)、RTTI (Runtime type information)、命名空間 (namespace) 逐漸納入標準。1998 年國際標準組織 (ISO) 頒布了 C++ 程式設計語言的國際標準 ISO/IEC 14882-1998。

19 古頤榛，〈C++物件導向程式設計〉(台北：基峰資訊股份有限公司，民國 100 年 5 月)，頁 1-2。

C++語言發展大概可以分為三個階段：第一階段從 80 年代到 1995 年。這一階段 C++語言基本上是傳統類型上的物件導向語言，並且憑藉著接近 C 語言的效率，在工業界使用的開發語言中佔據了相當大份額；第二階段從 1995 年到 2000 年，這一階段由於標準模板庫（STL）和後來的 Boost 等程式庫的出現，泛型程式設計在 C++中佔據了越來越多的比重性。當然，同時由於 Java、C#等語言的出現和硬體價格的大規模下降，C++受到了一定的衝擊；第三階段從 2000 年至今，由於以 Loki、MPL 等程式庫為代表的產生式編程和模板元編程的出現，C++出現了發展歷史上又一個新的高峰，這些新技術的出現以及和原有技術的融合，使 C++已經成為當今主流程式設計語言中最複雜的一員。

圖三 物件導向程式語言之架構



資料來源：古頤榛，《C++物件導向程式設計》

（台北：基峰資訊股份有限公司，民國 100 年 5 月），頁 1-3。

## 二、野戰砲兵測地程式（FASP）之特性

綜合上述 C++物件導向程式語言之概念與特性，筆者已成功運用其重新整合及編纂砲兵常用之 12 個測地程式，創新研發野戰砲兵測地程式-第 12.0 版 (Field Artillery Survey Program V12.0, FASP)。在研發過程中，研究者力求本程式之操作模式、輸入及顯示方式均與原卡西歐 FX-880P 電算機操作方式相同且一致，以減少程式替換時所產生之轉換成本，「野戰砲兵測地程式-FASP」與「卡西歐 FX-880P 電算機程式」之分析比較彙整如表三所示。本程式研發完成後，已奉核並實際運用於學校教學使用（如圖四），訓練成效良好。希冀未來在推廣到各級部隊後，可確實舒解長久以來因電算機數量不足或損壞，而影響戰備與訓練任務遂行現況。

表三 戰砲兵測地程式 (FASP) 與卡西歐 FX-880P 電算機測地程式之分析比較

項次	項目	野戰砲兵測地程式 (FASP)	卡西歐 FX-880P 電算機測地程式
基本功能	1 程式語法	C++	Basic
	2 程式安裝	不需安裝	複雜
	3 修改程式之容易度	困難	容易
	4 數值暫存器數量	無限制	26 個
	5 數值暫存器是否易於操作	操作便利	操作不便
程式計算	5 操作輸出 (入) 介面	英文	英文
	6 操作便利性	簡單方便	簡單方便
	7 一般計算速度	快 (0.1")	慢 (10")
	8 單一座標計算速度	快 (0.3")	慢 (20")
程式	9 營全部測地程式	快 (12')	慢 (15')
	10 導線法計算	快 (10")	慢 (30")
	11 交會法距離計算	快 (3")	慢 (10")
	12 方位角、距離計算	快 (3")	慢 (10")
	13 座標統一計算	快 (5")	慢 (15")
	14 內角換算程式	快 (1")	慢 (5")
	15 三角測量	快 (10")	慢 (30")
運	16 三邊測量	快 (10")	慢 (30")
	17 一點反交會法	快 (6")	慢 (15")
	18 二點反交會法	快 (8")	慢 (18")
用	19 三點反交會法	快 (10")	慢 (20")
	20 天體觀測	快 (20")	慢 (40")

資料來源：筆者自行整理。

圖四 本程式於數位化教室採用桌上型電腦教學實況



資料來源：筆者自行拍攝。

野戰砲兵測地程式，簡稱 FASP，其主程式內含砲兵現行使用之 12 個運算程式（如圖五），主要特性如下：

（一）儲存容量更小：

本程式僅需 390KB 之記憶儲存容量，容量小不佔空間。

（二）可適用多平台：

相較於原測地程式僅能於卡西歐 FX-880P 電算機內執行之缺點，本程式提供了更廣泛的作業平台，如桌上型電腦、筆記型電腦、砲兵之射令顯示器（V100）、戰(技)術射擊指揮儀（M230）、平板電腦等，只要作業系統為 Windows 之平台，皆可安裝並執行本程式（且不影響其他程式之操作執行），如此將能改善電算機不足的現況。

（三）免安裝易執行：

本程式免安裝，只要將程式檔置入作業平台，即可點選操作，快速且容易，本程式之操作程序如圖六。

（四）操作簡單便捷：

程式操作方法完全相同於卡西歐 FX-880P 電算機，使用者無須擔負額外之轉換（訓練）成本，學習更有效率。

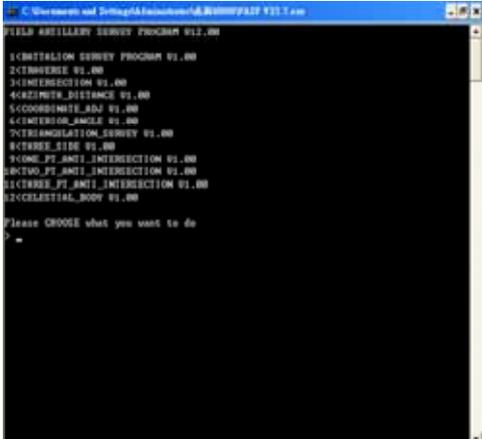
（五）計算精確快速：

資訊（硬體）科技突飛猛進，挾其龐大且快速之運算能力，本程式在運算執行上將更精密且快速，有效增加測地成果之精度與速度。

綜觀上述特點，若能將本程式實際推廣到各級部隊運用，勢必可舒解長久以來因電算機數量不足或損壞，而影響戰備與訓練任務遂行之現況。

圖五 野戰砲兵測地程式（FASP）主選單功能介紹

**野戰砲兵測地程式(FASP)主選單功能介紹**



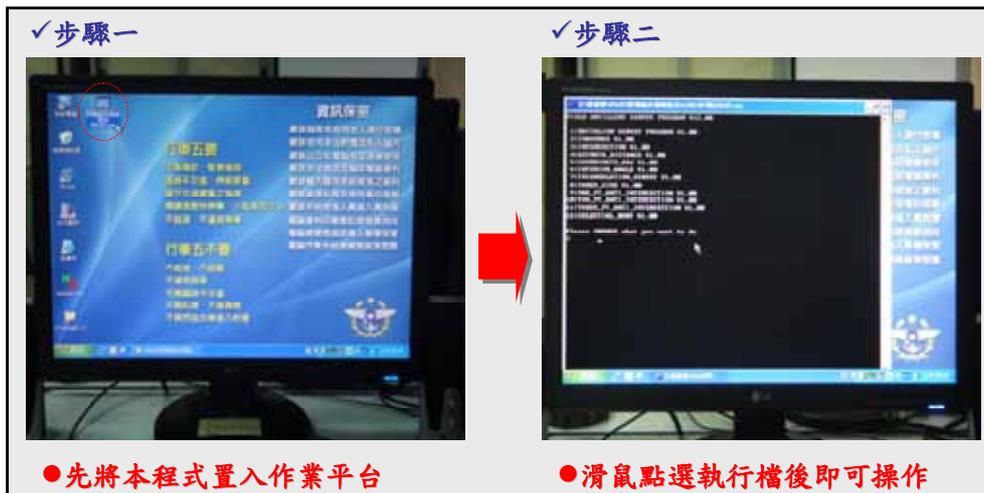
野戰砲兵測地程式 第12.00版

- 1.砲兵營全部測地程式
- 2.導線法計算
- 3.交會法距離計算
- 4.方位角.距離計算
- 5.座標統一計算
- 6.內角換算程式
- 7.三角測量
- 8.三邊測量
- 9.一點反交會計算
- 10.二點反交會計算
- 11.三點反交會計算
- 12.天體觀測

請選擇想要執行的選項？

資料來源：筆者自行繪製。

圖六 野戰砲兵測地程式 (FASP) 之操作程序



資料來源：筆者自行拍攝。

## 肆、野戰砲兵測地程式 (FASP) 之運用構想與未來規劃

採用 C++ 電腦程式語言設計之「野戰砲兵測地程式第-12.0 版」，可運用於測地教學、鑑測評量、成果整理及計算，其更具備儲存容量小、適用多平台、免安裝、操作簡單與計算精確等優點。以上列優點為基礎持續精進，相信未來必能建構一個系統介面更人性化、功能更完善之「砲兵測地系統」，以提升我軍測地作業之能量。本程式之運用構想與未來規劃如下。

### 一、操作介面更人性化

程式軟件的開發，視窗化與選單化已是主流趨勢，更人性化的設計與介面，將有助於程式的推廣及運用。未來本程式之發展，應以此方向為首要目標。除視窗（選單）化之外，甚至考慮是否採中文化介面，讓使用者在學習與操作上更簡單容易。

### 二、研擬砲兵測地系統

建構新一代的測地系統，應包含「強大的資料庫」、「詳盡的圖資」、「測地成果之計算及檢核單元」以及結合「地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS)」等構面（如圖七），茲說明如下。

#### （一）強大的資料庫：

測地是一項艱辛且須長時間耕耘之工作，尤其是平時需建立起完整之測地資料，才能於戰時迅速發揚火力。未來的測地系統，應結合雲端科技，建置功能強大的資料庫，其中包括測地成果、防區測地、控制（三角）點資料等三部分，以利測量人員平時之運用檢核，戰時更可與上級（友軍）或受支援單位之

資料庫完成鏈結與資訊分享、交換，減少資訊傳遞錯誤產生及真正實踐聯合作戰理念。如此，才能發揮我砲兵奇襲致勝之火力。

#### (二) 詳盡的圖資：

詳盡的圖資亦是建立未來測地系統之重要關鍵，藉由圖資資料庫的建立，系統將能自動完成測地要圖之繪製，快速且即時地顯示於數位地圖上，提供測量人員驗證檢查。平時若能夠結合全球定位系統（GPS），將使其具備導航及定位等功能，執行年度防區測地工作將更有效率。

#### (三) 測地成果之計算及檢核單元：

測量作業困難之處，在於如何找到錯誤及發現錯誤所在，未來的砲兵測地系統中「成果計算及檢核單元」應具備偵錯及除錯之功能，能自動進行各種類型之平差修正，以提高作業精度。

#### (四) 地理資訊系統（GIS）：

地理資訊系統（GIS）之發展已行之有年，自西元 1990 年波灣戰爭期間，美軍已利用 GIS、GPS 系統，結合 C4ISR 等高科技主宰戰場，普遍引起世界各國之關注及效法，尤其以中共最為積極。GIS 於輔助測地（或目標獲得）系統時，將能確實且快速地提供正確、客觀與合理之戰場地理資訊，除有利於砲兵火力發揚之外，更能輔助參謀判斷及指揮官之決策。

圖七 野戰砲兵測地系統架構概念圖



資料來源：筆者自行繪製。

### 三、整合砲兵自動化系統

目前本軍砲兵學校自行研發之「戰、技術射擊指揮系統」，經多次實際連結及測試驗證，均獲得良好之成效，現已實際推廣至各級部隊運用；然本文所研發之計算程式，僅需簡單的個人電腦系統，即可發揮功效，所需成本極為低廉，依目前國軍推廣資訊教育之現況，各單位之資訊系統必定能符合本程式所需之硬體需求。同時建議後續之研究應致力於不同系統之整合運用，若能將本程式結合「戰、技術射擊指揮系統」進行測試，實際驗證其精度及效能，勢必可使「砲兵自動化系統」更趨於完善。屆時推廣至全軍砲兵使用時，僅需轉發程式及使用說明之電子文件，如此一來，可節省許多國防預算的支出。

### 四、擴充程式操作介面

本程式現階段已成功於 Windows 系統之作業平台（如桌上型電腦、筆記型電腦、砲兵之射令顯示器（V100）、戰(技)術射擊指揮儀（M230）、平板電腦等）中操作執行。惟上述之平台，體積均稍嫌龐大，不便於測量人員野外攜行。故筆者也正著手研究本程式於「軍用規格之手持式 PDA」中執行的可能性，因其具備體積小、重量輕、堅固耐用等特性，較能符合我測量班人員之野戰需求，惟目前市售軍規 PDA 採用之 Win Mobile、Android、Apple 作業系統，與本程式尚無法完全相容，欲有效執行本程式，需再將原始程式碼重新進行編碼，非常耗費時間，筆者刻正朝此研究方向努力，未來再另闢專文討論之。現階段可執行本程式之操作平台與未來規劃如下圖八所示。

圖八 現階段可執行本程式之操作平台與未來規劃



資料來源：筆者自行繪製。

## 伍、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，野戰砲兵測地必定朝減少作業時間、簡化作業方式、增大作業能量及提高作業精度等方向邁進。然「工欲善其事，必先利其器」，欲達成上述之目標，勢必提升測地成果計算之工具及效能，方可為之。

筆者建議在尚未獲得新式電算機之前，可將本程式安裝至砲兵部隊現行之 V100（射令顯示器、數據輸入器）或 M230（戰術射擊指揮系統、技術射擊指揮儀）中，應急提供測量班人員除了電算機外之操作（使用）預備方案（如圖九），藉此舒緩目前各級部隊因電算機不足，而影響戰備演訓之現況。俟新式裝備獲得後，再全面檢討換裝。

在現階段舊裝備面臨汰除，新裝備尚未獲得之際，若能充分利用現有資源開發新的測地計算系統或研擬進步的測地作業型態，必能使我砲兵測地與時俱進，充分發揮彈性，確保測地作業之精確與達成任務。

圖九 本程式於砲兵部隊 M230（戰、技術射擊指揮系統）電腦中執行實況



資料來源：筆者自行拍攝。

## 陸、參考資料

- 一、王少陵，〈地理資訊系統（GIS）在軍事用途上之研究〉，《砲兵雙月刊》（台南：第 105 期，砲兵雙月刊社，民國 88 年 12 月）。
- 二、古頤榛，《C++物件導向程式設計》（台北：碁峰資訊股份有限公司，民國 100 年 5 月）。
- 三、田澎明，〈三角測量圖形強度之研究〉，《砲兵雙月刊》（台南：第 81 期，砲兵雙月刊社，民國 84 年 12 月）。
- 四、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》（台南：第 94 期，砲兵雙月刊社，民國 87 年 02 月）。
- 五、林福來，〈以座標平移旋轉法進行座標統一〉，《砲兵月刊》（台南：第 45 期，砲兵月刊社，民國 80 年 11 月）。
- 六、洪泰豪，〈兩點反交會測地之計算研究〉，《砲兵月刊》（台南：第 30 期，砲兵月刊社，民國 79 年 08 月）。
- 七、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》（台南：第 59 期，砲兵月刊社，民國 82 年 01 月）。
- 八、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》（台南：第 60 期，砲兵月刊社，民國 82 年 02 月）。
- 九、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》（台南：第 61 期，砲兵月刊社，民國 82 年 03 月）。
- 十、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》（台南：第 93 期，砲兵雙月刊社，民國 86 年 12 月）。
- 十一、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》（台南：第 81 期，砲兵雙月刊社，民國 84 年 12 月）。
- 十二、張志敏，〈程式型計算機在砲兵營測地的應用〉，《砲兵月刊》（台南：第 38 期，砲兵月刊社，民國 80 年 04 月）。
- 十三、陳見明，〈精進砲兵測地電算機程式之研究〉，《砲兵季刊》（台南：第 145 期，砲兵季刊社，民國 98 年 05 月）。
- 十四、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）（第二版）》（桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 99 年 11 月）。
- 十五、《陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）（第二版）》（桃園龍潭：國防部陸軍司令部印頒，民國 99 年 11 月）。
- 十六、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》(台南：第 155 期，砲兵季刊社，民國 100 年 11 月)。
- 十七、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》(台南：第 34 期，砲兵月刊社，民國 79 年 12 月)。
- 十八、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》(台南：第 117 期，砲兵季刊社，民國 91 年 05 月)。
- 十九、賴明潭，〈CASIO FX 880P 計算機砲兵營測地程式之研究〉，《砲兵雙月刊》(台南：第 70 期，砲兵雙月刊社，民國 83 年 02 月)。
- 二十、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》(台南：第 25 期，砲兵月刊社，民國 79 年 03 月)。

## 附註

本測地程式使用 C++物件導向程式語言設計而成，程式總容量約 390KB。日前已將程式公開於本校聯外網站提供下載運用（如圖十），砲兵學校網址：<http://web.aams.edu.mil.tw/newsite/>。

圖十 FASP 於砲兵學校聯外網站首頁左方索引區之下載位置



資料來源：筆者自行拍攝。

## 作者基本資料



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班，曾任班長、作戰士、測量組長、連士官督導長，現任職砲校目標獲得組士官長教官。