

卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機 在野戰砲兵測地作業上之運用

作者：黃盈智 士官長

提要

- 一、砲兵常用之測地成果整理，以「電算機計算」為主，因其精度高、速度快，且限制較小，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，因維護不當與使用將屆 20 年，導致妥善狀況不佳，以近幾年駐地輔訪調查數據分析，全軍電算機妥善率已不足 50%，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、卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機為 FX-880P 電算機之後續機型，其具備體積小、重量輕、容量高達 64KB 之特性，不僅能實施一般電算機之面板計算功能，亦可運用其程式編輯模式，替代原 FX-880P 電算機執行部分之測地成果計算。
- 三、因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，且電子產品汰換更新快速。本研究之目的，旨在拋磚引玉，以個人研究之心得，說明如何嫻熟操作卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機，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，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。
- 四、卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機使用卡西歐公司自製之程式語言，其語法雖不如原 FX-880P 電算機之 BASIC 語言簡單易學，但仍可視使用者需求實施程式編輯與運用。
- 五、電子科技產品日新月異，目前除有卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機外，已有更新之後續機型 CFX-9860 上市。此外，亦可考慮其他電子作業平台（如 PDA、平板電腦等），勢必能有效提昇野戰砲兵測地作業之速度與精度。

關鍵字：卡西歐 FX-880P 電算機、卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機、交會法計算、導線法計算、方位角距離計算、座標統一計算

壹、前言

目前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，為最佳之成果計算方式。目前本軍現行使用之卡西歐 FX-880P 電算機¹，自民國 82 年納編取代 TI-59 電算機迄今，且該裝備於民國 93 年廠商停止生產後，因維護不當與使用將屆 20 年，導致妥善狀況不佳，以近幾年駐地輔訪調查數據分析，研判全軍電算機妥善率已不足 50%，除妥善率逐年降低外，亦影響部隊戰備與訓練任務遂行，對砲兵測地能力影響甚鉅，實有檢討更新之必要與急迫性。

卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機為 FX-880P 電算機之後續機型，其具備體積小、重量輕、容量高達 64KB 之特性，不僅能實施一般電算機之面板計算功能，亦可運用其程式編輯模式，替代原 FX-880P 電算機執行部分之測地成果計算，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，且電子產品汰換更新快速。本研究之目的，旨在拋磚引玉，以個人研究之心得，說明如何嫻熟操作卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機，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，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。現就電算機之操作要領說明如后。

貳、特性及操作說明

本章旨在針對卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機之特性、機體及各部功能、主選單功能與面板計算以及程式設計等四大部分²，提出完整之說明與介紹。

一、特性：

- (一) 體積小（長 18 公分、寬 8.5 公分）、重量輕、攜型方便。
- (二) 記憶容量 64KB，亦可進行擴充，在記憶容量許可範圍內可無限制撰寫程式。
- (三) 在記憶容量許可範圍內可無限制使用公式儲存功能。
- (四) 使用 4 顆 LR03 (AM4) 鹼性電池及一顆 CR2032 鋰電池，可連續使用 240 個小時。
- (五) 三色螢幕(橘、藍、綠)顯示，顯示字符數達 7 行 21 個字元。

¹ 陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）（國防部陸軍司令部印頒，中華民國 99 年 11 月 10 日）頁 3~40。

² 卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機計算機中文使用手冊（中華民國 96 年 6 月 1 日）頁 1~4。

(六) 使用卡西歐公司自製程式語言，訓練及學習容易。

(七) 具備多樣繪圖功能，加上大型的 127×63 點狀液晶螢幕，可快速、容易地畫出多種類的函數圖形。

(八) 卡西歐 CFX-9850G PLUS 與 FX-880P 電算機之比較（如表一）所示。

表一：卡西歐 CFX-9850G PLUS 與 FX-880P 電算機比較說明表

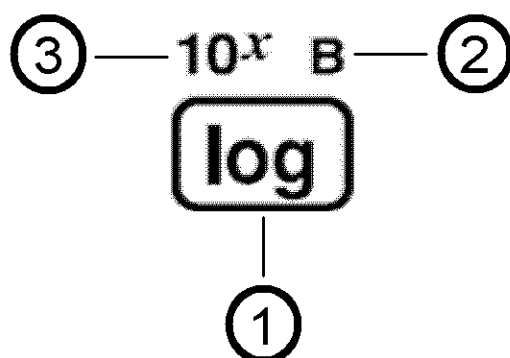
卡 西 歐 C F X - 9 8 5 0 G P L U S 與 F X - 8 8 0 P 電 算 機 比 較 說 明 表					
區 分		項 次	項 目	CFX-9850G PLUS	FX-880P
基 本 性 能	機 體	1	防水性能	尚可	尚可
		2	攜行便利性	體積小、攜帶方便	體積小、攜帶方便
	顯 示 幕	3	可顯示之字元總數	可顯示 7 行 21 個字元	可顯示 2 行 32 個字元
		4	顯示幕之清晰度	液晶顯示，顯示清晰	液晶顯示，顯示清晰
		5	顯示幕之色彩	三色顯示(橘、藍、綠)	單色顯示
		6	顯示幕之耐用性	不易損壞	不易損壞
	電 池	7	電池壽限	可連續使用 240 小時	可連續使用 90 小時
		8	長時間未操作時之自動斷電功能	具此功能	具此功能
	數 值 暫 存 器	9	暫存器是否易於操作	操作方便	操作方便
		10	暫存器數量	無限制	26 個
		11	按鍵觸感及靈敏度	佳	尚可
	按 鍵	12	按鍵是否易於操作	功能簡單、易於操作	功能簡單、易於操作
		13	修改算式之容易度	簡單容易	簡單容易
	繪圖功能	14	是否具備繪圖功能	具備繪圖功能	不具繪圖功能
面 板 性 能	計算速度	15	一般科學計算速度	(1'')	(5'')
		16	單一座標計算之計算速度	(5'')	(10'')
	按鍵功能	17	功能按鍵是否易於識別	排列清楚易於識別	排列清楚易於識別
程 式 運 算	程式語言	18	程式語法	使用卡西歐自製語法	使用 BASIC 語法
	程式設計	19	程式設計記憶體容量	64KB	22KB
	程式運用	20	單一座標計算之計算速度	(5'')	(10'')
		21	砲兵營全部測地計算速度	(20'')	(30'')
		22	軍團砲兵測地計算速度	(15'')	(20'')

（資料來源：作者自製）

二、機體及各部功能說明：

卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機功能強大，按鍵種類繁多且用途廣泛，本節茲介紹其按鍵使用方式及說明各部功能。

- (一) 本電算機中有許多按鍵可執行一種以上的功能，標注在鍵盤上的每項功能都以顏色區分(橘色與紅色)，便於使用者快速尋找所需之按鍵，圖一及表二將以 **log** 鍵為例，介紹其按鍵操作方式，按鍵記號所使用的顏色意義說明則歸納如表三。



圖一：電算機按鍵操作方式圖例

(資料來源：卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機計算機中文使用手冊)

表二：電算機按鍵操作方式對照表

項次	功能	用途	按鍵操作說明
①	第一功能	Log	log
②	第二功能	10^x	SHIFT log
③	第三功能	B	ALPHA log

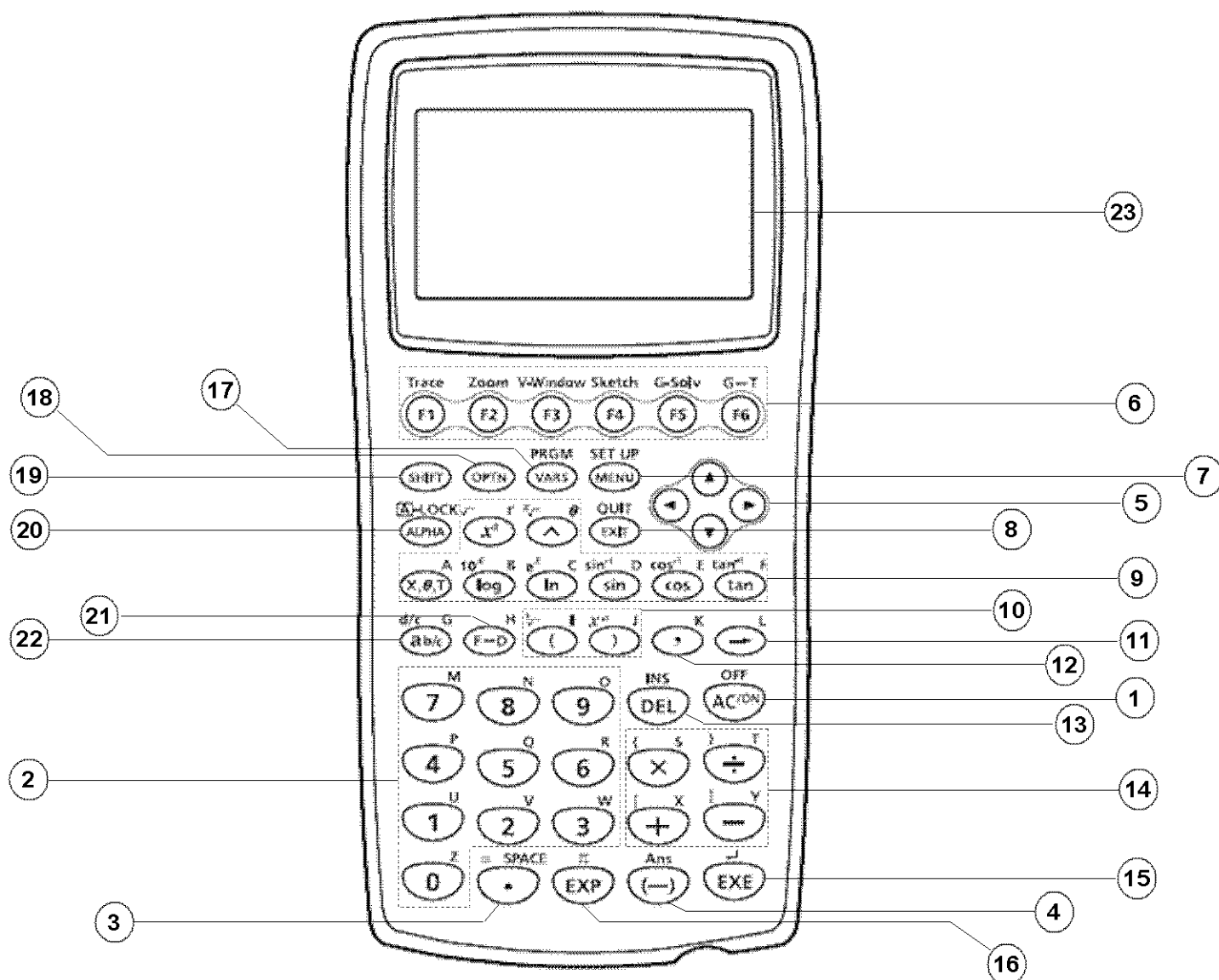
(資料來源：卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機計算機中文使用手冊)

表三：電算機按鍵記號所使用顏色意義對照表

顏色	按鍵操作說明
橘色	按 SHIFT 後再按該鍵，可執行如標記所示之功能
紅色	按 ALPHA 後再按該鍵，可執行如標記所示之功能

(資料來源：卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機計算機中文使用手冊)

(二) 卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機各部功能說明 (如圖二)



(1) 電源開關/All Clear 鍵	(10) 括號鍵	(19) 第二功能鍵
(2) 數字鍵	(11) 變數宣告鍵	(20) 第三功能/字母轉換鍵
(3) 小數點/空白鍵	(12) 逗號鍵	(21) 分數轉換小數鍵
(4) 負號/答案鍵	(13) 空格/清除鍵	(22) 小數轉換分數鍵
(5) 移動鍵	(14) 四則運算鍵	(23) 液晶顯示幕
(6) 功能/選擇鍵	(15) 執行鍵	
(7) 主選單/設定鍵	(16) EXP 鍵	
(8) 回上層選單/終止鍵	(17) 變數資料/程式鍵	
(9) 函數運算鍵	(18) 科學函數鍵	

圖二：卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機各部功能說明圖

(資料來源：卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機計算機中文使用手冊)

(1) 電源開關/All Clear 鍵

按壓  鍵，為開啟電算機之電源；按壓  鍵，為關閉電算機之電源；在開機狀態下按壓該鍵，可執行清除螢幕（All Clear）之功能，另在程式執行過程中按壓該鍵可執行 Break（中斷）之功能。

(2) 數字鍵

可輸入 0~9 的數值。

(3) 小數點/空白鍵

可輸入小數點或顯示空一格。

(4) 負號/答案鍵

可輸入負號或顯示前一次計算之答案。

(5) 移動鍵

可使游標作前後左右四個方向之移動。

(6) 功能/選擇鍵

可開啟電算機中某項特殊功能或執行使用者指定選擇之項目。

(7) 主選單/設定鍵

可返回主選單及修改電算機之基本功能設定。

(8) 回上層選單/終止鍵

可返回上一層選單或終止電算機之某項功能。

(9) 函數運算鍵

可執行各種函數計算。

(10) 括號鍵

可輸入及顯示左右括號。

(11) 變數宣告鍵

可執行變數宣告之功能。

(12) 逗號鍵

可輸入及顯示逗號。

(13) 空格/清除鍵

INS 之功能係可於計算式中插入一空格，DEL 之功能係可將游標所在處之字元清除。

(14) 四則運算鍵

可執行加、減、乘、除等基本運算功能。

(15) 執行鍵

凡程式及運算皆須按此鍵執行。

(16) EXP 鍵

可執行科學算式 (EXP) 及圓周率 (π) 之功能。

(17) 變數資料/程式鍵

可呼叫變數資料或選擇電算機之程式指令。

(18) 科學函數鍵

可使用電算機鍵盤上未標記的科學函數與功能，當使用該按鍵時，選擇選項的內容會根據所在模式的不同而異。

(19) 第二功能鍵

凡欲使用某鍵之第二功能，必先按此鍵始能產生作用。

(20) 第三功能/字母轉換鍵

凡欲使用某鍵之第三功能，必先按此鍵始能產生作用；或是執行轉換英文字母之功能。

(21) 分數轉換小數鍵

可將運算所得之分數轉換成十進位之小數形式。

(22) 小數轉換分數鍵

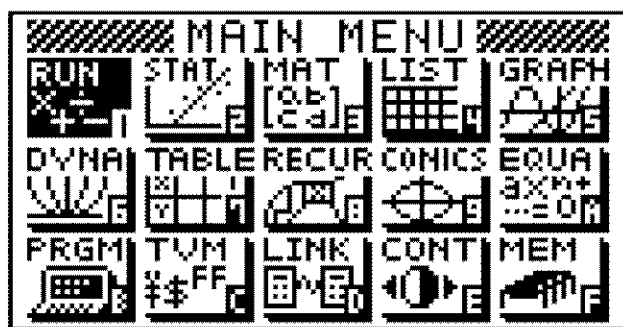
可將運算所得之十進位之小數轉換成分數形式。

(23) 液晶顯示幕

127×63 點狀液晶顯示幕，供使用者看讀輸出、輸入資料。

三、電算機主選單功能簡介與面板計算

卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機內建 15 個模式可供使用者選擇與運用(如圖三)，本節茲說明電算機之主選單模式及面版計算功能等兩部分。



圖三：卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機主選單圖例

(資料來源：卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機計算機中文使用手冊)

(一) 主選單模式介紹（如表四）

表四：卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機主選單模式說明表

項次	圖樣	模式名稱	說明
1		RUN	利用此模式執行算數計算與函數計算，以及有關二進位、八進位、十進位與十六進位數值的計算
2		STATistics	利用此模式執行單變數（標準差）與雙變數（回歸）統計計算，並執行測試、分析資料與統計繪圖
3		MATrix	利用此模式儲存與編輯矩陣
4		LIST	利用此模式儲存與編輯數值資料
5		GRAPH	利用此模式儲存繪圖函數，並利用這些函數來繪圖
6		DANAmic graph	利用此模式儲存繪圖函數，並改變函數中所指定變數的數值以繪出多個圖形
7		TABLE	利用此模式儲存函數、當函數所指定變數的數值改變時建立多組解的數值表、以及繪圖
8		RECURsion	利用此模式儲存遞迴公式、當函數所指定變數的數值改變時建立多組解的數值表、以及實施繪圖
9		CONICS	利用此模式繪出隱函數的圖形
10		EQUAtion	利用此模式求解具有 2 至 6 個未知數的線性方程式、二次方程式與三次方程式
11		PRoGraM	利用此模式將程式儲存於程式區，並執行程式
12		Time Value of Money	利用此模式執行財金計算，並繪出現金流量與其他圖形
13		LINK	利用此模式將記憶體內容或備份資料轉換至另一台電算機
14		CONTrast	利用此模式調整螢幕的色彩對比
15		MEMory	利用此模式檢查記憶體的使用量與剩餘空間、從記憶體刪除資料、以及重新開啟（重置）計算機

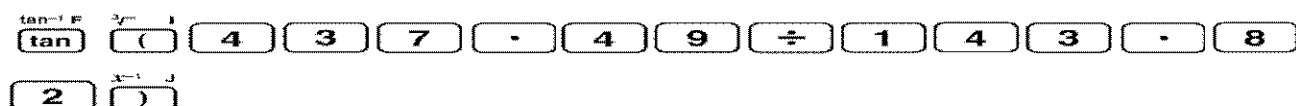
（資料來源：卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機計算機中文使用手冊）

(二) 面板計算

本型電算機其面板顯示為行列式，如欲計算 $1+2$ 時，只要進入模式一 ，輸入 $1+2$ 後按下 **[EXE]** 執行鍵，電算機就可將執行結果『3』顯示於顯示幕上。

● 例題一：求 $\tan(437.49 \div 143.82) = ?$

1. 開機後選擇模式一 。
2. 按鍵 **[SHIFT]** **[MENU]** 進入電算機基本設定 (SET UP) 功能，利用上下游標選擇角度 (Angel)，並將其設定為度小數模式 (Deg)。
3. 按鍵輸入方式及程序如下圖四：



圖四：例題二按鍵輸入方式

4. 面板顯示： $\tan(437.49 \div 143.82)$ 。
5. 按鍵 **[EXE]** 面板顯示答案 0.058。

● 例題二：求 $\cos(78^\circ 28' 38'' \div 2^\circ 28' 38'') = ?$

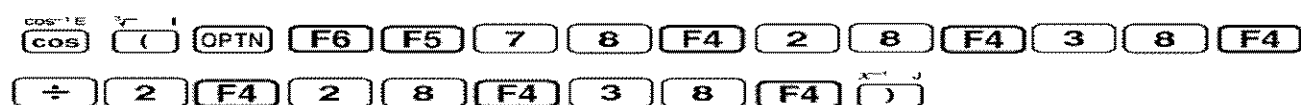
1. 開機後選擇模式一 。
2. 按鍵 **[SHIFT]** **[MENU]** 進入電算機基本設定 (SET UP) 功能，利用上下游標選擇角度 (Angel)，並將其設定為度小數模式 (Deg)。
3. 本電算機欲輸入角度單位為度、分、秒，以及欲將計算所得之度小數轉換為度、分、秒單位時，須輸入之按鍵如下表五所示：

表五：卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機度分秒與度小數按鍵輸入及轉換方式

卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機度分秒與度小數按鍵輸入及轉換方式	
功 能	按 鍵 輸 入 方 式
輸入度、分、秒單位之角度	[OPTN] [F6] [F5] [F4]
將計算所得之度小數轉換為度、分、秒	[OPTN] [F6] [F5] [F5]

(資料來源：作者整理)

4. 按鍵輸入方式及程序如下圖五：



圖五：例題二按鍵輸入方式

5. 面板顯示： $\cos(78^\circ 28' 38'' \div 2^\circ 28' 38'')$ 。

6. 按鍵 **[EXE]** 面板顯示答案 0.851（此計算結果為度小數）。

7. 按鍵 **[OPTN]** **[F6]** **[F5]** **[F5]**，即可將 0.851 轉換為 $0^\circ 51' 03.6''$ （此計算結果為度分秒）。

四、程式設計：

卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機使用卡西歐公司自製之程式語言，其語法雖不如原 FX-880P 電算機之 BASIC 語言³簡單易學，但仍可視使用者需求實施程式編輯與運用，本電算機常用之程式語法皆可於按鍵 **[SHIFT]** **[PRGM]** **[VARS]** 中選取，其相關程式指令歸納如表六所示。

表六：卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機程式指令歸納表

卡 西 歐 C F X - 9 8 5 0 G P L U S 電 算 機 程 式 指 令 歸 納 表			
基本運算命令			
？（輸入命令）	△（輸出命令）	：（多重敘述命令）	↵（歸位符號）
程式命令（COM）			
If~Then	If~Then~ IfEnd	If~Then~Else	If~Then~Else~ IfEnd
For~To~Next	For~To~Step~Next	Do~LpWhile	While~WhileEnd
程式控制命令（CTL）			
Break	Prog	Return	Stop
跳躍命令（JUMP）			
Dsz	Goto~Lbl	Isz	⇒（跳躍程式碼）
清除命令（CLR）			
ClrGraph	ClrList	ClrText	
顯示命令（DISP）			
DispF=Tbl, DispR-Tbl	DrawDyna	DrawFTG-Con, DrawFTG-Plt	DrawGraph
DrawR-Con, DrawR-Plt	DrawR Σ -Con, DrawR Σ -Plt	DrawStat	DrawWed
輸出/輸入命令（I/O）			
Getkey	Locate	Receive (	Send (
條件式跳躍關係式運算符號（REL）			
=	≠	>	<
≥	≤		

（資料來源：作者整理）

³ Basic (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction, 又譯培基)，意思是「初學者的全方位符式指令代碼」，係一種設計給初學者使用的程式語言。

若今欲撰寫一『A+B=C』之程式，其設計方式為：

- (一) 開機後選擇模式 B .
- (二) 先為此程式命名，假設名稱為『CASIO』。
- (三) 其程式碼為：

“CASIO” $\angle$

“A=” ? $\rightarrow$ A :

“B=” ? $\rightarrow$ B :

A+B $\rightarrow$ C : “C=” : C $\angle$

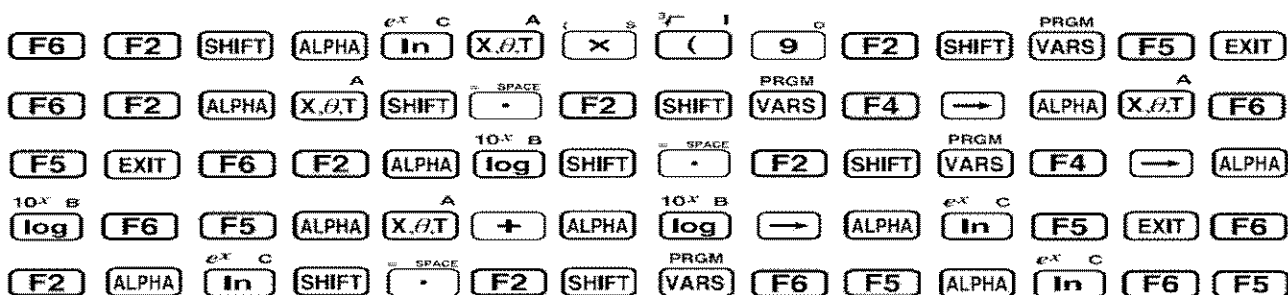
- (四) 按鍵輸入方式：

按鍵 **[F3]** 選擇 NEW，輸入程式名稱 (Program Name)，按鍵方式如圖六：



圖六：程式名稱按鍵輸入方式

程式名稱輸入完畢後按鍵 **[EXE]**，即可進入程式編輯區，本程式編輯之按鍵輸入法如圖七。



圖七：程式編輯之按鍵輸入方式

- (五) 程式執行方法：

程式編輯完成後按鍵 **[EXIT]** 兩次離開編輯模式，進入程式選單並利用上下游標選擇檔名為『CASIO』之程式，按鍵 **[EXE]** 執行。電算機顯示 CASIO 程式名稱後，鍵入 **[EXE]** 顯示 A=，例輸入 A 值 20，鍵入 20 **[EXE]**，輸入 B 值 30，鍵入 30 **[EXE]** 後，電算機螢幕將顯示 C=50。

參、運用於砲兵測地計算之程式編輯

野戰砲兵因應測地實施最常使用之計算方式，計有交會法計算、導線法計算、方位角距離計算、座標統一計算等四種⁴，此為求取精確測地成果之基礎。

⁴ 同註 1，頁 3~24。

以下茲列舉卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機之計算程式如下：

● 交會法計算 (INTERSECTION)

“====INTERSECTION====” $\triangleleft$

Lbl 0 : ”(1)MIL (2)DEG >” ? $\rightarrow$ T :

Lbl 1 : ”D=” ? $\rightarrow$ D $\rightarrow$:

Lbl 2 : ”A=” ? $\rightarrow$ A : ”B=” ? $\rightarrow$ B :

Lbl 3 : If T=1 : Then $A \times 9 \div 160 \rightarrow A$: $B \times 9 \div 160 \rightarrow B$: IfEnd : $D \div \sin (A-B) \rightarrow E$:

Lbl 4 : “L=” : $E \times \sin B \triangleleft$

Lbl 5 : “R=” : $E \times \sin A \triangleleft$

Lbl 6 : “END” $\triangleleft$

GoTo 0 :

● 導線法計算 (TRAVERSE)

“====TRAVERSE====” $\triangleleft$

Lbl 0 : ”(1)MIL (2)DEG >” ? $\rightarrow$ T :

Lbl 1 : ”SCP X=” ? $\rightarrow$ A : GoTo 2 :

Lbl 2 : ”SCP Y=” ? $\rightarrow$ B : GoTo 3 :

Lbl 3 : ”SCP H=” ? $\rightarrow$ H : GoTo 4 :

Lbl 4 : ”<SCP-P=” ? $\rightarrow$ P :

Lbl 5 : If T=2 : Then $P \times 160 \div 9 \rightarrow P$: IfEnd : $P-3200 \rightarrow P$: GoTo 5 :

Lbl 6 : ”D=” ? $\rightarrow$ D :

Lbl 7 : ”A=” ? $\rightarrow$ S : If T=2 : Then $S \times 160 \div 9 \rightarrow S$: IfEnd : $P+S-3200 \rightarrow P$:

Lbl 8 : If $P < 0$: Then $P+6400 \rightarrow X$: Else $P \rightarrow X$: IfEnd :

Lbl 9 : ”V=” ? $\rightarrow$ V : ”E=” ? $\rightarrow$ E : ”C=” ? $\rightarrow$ C : GoTo 10 :

Lbl 10 : If T=2 : Then $V \times 160 \div 9 \rightarrow V$: IfEnd : $V \rightarrow V$:

Lbl 11 : $A+D \times \sin (P \div 160 \times 9) \rightarrow A$: ”X=” : A $\triangleleft$

$B+D \times \cos (P \div 160 \times 9) \rightarrow B$: ”Y=” : B $\triangleleft$

Lbl 12 : $1600-V \rightarrow Z$: If $Z=1600$: Then $0 \rightarrow Z$: IfEnd :

Lbl 13 : If T=2 : Then $H+D \times \tan (Z \div 160 \times 9) +E-C \rightarrow H$: ”H=” : H $\triangleleft$ Else
 $H+D \times \tan (V \div 160 \times 9) +E-C \rightarrow H$: ”H=” : H $\triangleleft$ IfEnd :

Lbl 14 : “AZ(MIL)=” : X $\triangleleft$

Lbl 15 : “AZ(DEG)=” : $X \times 9 \div 160 \rightarrow X$: X $\triangleleft$

GoTo 6 :

● 方位角距離計算 (AZIMUTH DISTANCE)

“====AZIMUTH DISTANCE====” $\triangleleft$

Lbl 0 : ”X (BASE) =” ? $\rightarrow$ A :

Lbl 1 : ”Y (BASE) =” ? $\rightarrow$ B :

Lbl 2 : ”X (TARGET) =” ? $\rightarrow$ C :

Lbl 3 : ”Y (TARGET) =” ? $\rightarrow$ D :

Lbl 4 : $\sqrt{((C-A) \wedge 2 + (D-B) \wedge 2)} \rightarrow E :$

Lbl 5 : POL (D-B , C-A) $\triangleleft$

Lbl 6 : “<2=” : ? $\rightarrow$ F :

Lbl 7 : “BASE- TARGET=” : E $\triangleleft$

Lbl 8 : “<BASE- TARGET (MIL) =” : F-360 $\times$ Intg (F $\div$ 360) $\rightarrow$ F : F $\times$ 160 $\div$ 9 $\triangleleft$

Lbl 9 : “<BASE- TARGET (DEG) =” : F-360 $\times$ Intg (F $\div$ 360) $\rightarrow$ F $\triangleleft$

Lbl 10 : “END” $\triangleleft$

GoTo 0 :

● 座標統一 (COORDINATE ADJ)

“====COORDINATE ADJ====” $\triangleleft$

Lbl 0 : ”(1)MIL (2)DEG >” ? $\rightarrow$ T :

Lbl 1 : ”ASS SCP X=” ? $\rightarrow$ A : ”ASS SCP Y=” ? $\rightarrow$ B : ”ASS SCP H=” ?
 $\rightarrow$ C : ”ASS <SCP -P=” ? $\rightarrow$ D

Lbl 2 : ”SCP X=” ? $\rightarrow$ I : ”SCP Y=” ? $\rightarrow$ J : ”SCP H=” ? $\rightarrow$ K : ”<SCP -P=” ?
 $\rightarrow$ L :

Lbl 3 : If T=1 : Then D $\div$ 160 $\times$ 9 $\rightarrow$ D : L $\div$ 160 $\times$ 9 $\rightarrow$ L : IfEnd :

Lbl 4 : ”POINT X=” ? $\rightarrow$ X : ”POINT Y=” ? $\rightarrow$ Y : ”POINT H=” ? $\rightarrow$ Z :

Lbl 5 : $\sqrt{((Y-B) \wedge 2 + (X-A) \wedge 2)} \rightarrow E$: POL (Y-B , X-A) $\triangleleft$

Lbl 6 : “<2=” : ? $\rightarrow$ F : F-360 $\times$ Intg (F $\div$ 360) $\rightarrow$ F : F+L-D $\rightarrow$ F :

Lbl 7 : I+E $\times$ SIN F $\rightarrow$ X : ”X=” : X $\triangleleft$

Lbl 8 : J+E $\times$ COS F $\rightarrow$ Y : ”Y=” : Y $\triangleleft$

Lbl 9 : Z-C+K $\rightarrow$ Z : ”H=” : Z $\triangleleft$

GoTo 4 :

肆、砲兵營測地作業之運用

野戰砲兵營之測地作業由營測量班行之，其目的在決定火炮與目標之正確位置，俾求得精確之測地成果，適時供給各火炮、觀測器材、雷達定向所需之有關資料，其作業通常使用導線法及交會法行前地測地、連接測地、陣地測地。戰鬥初期由測地統制點（SURVEY CONTROL POINT, SCP）自行假設座標實施全部測地，直至軍團砲兵賦予統制點正確座標後行座標統一以納入軍團砲兵之座標系統⁵。

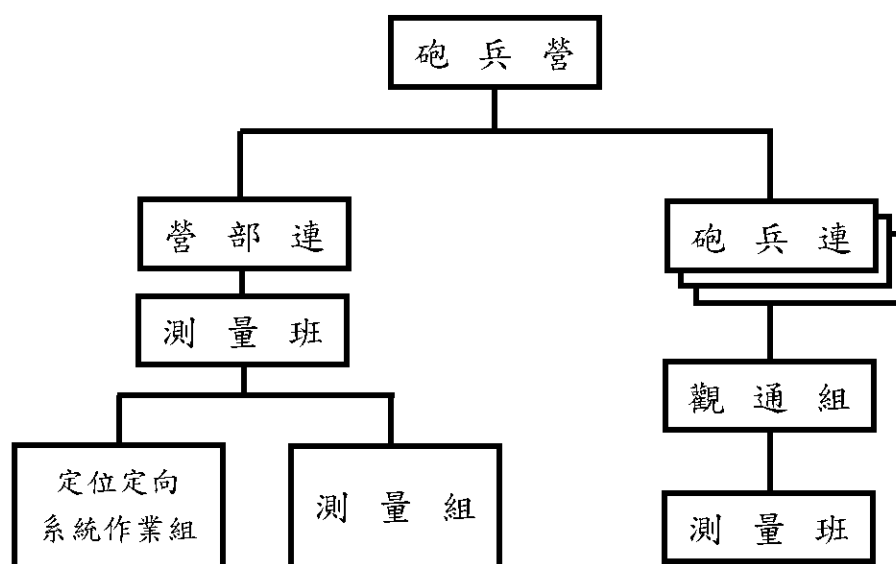
一、砲兵營測地之編組及運用要領

砲兵營測量班負責擔任砲兵營之測地作業實施，其人員編組（如圖八）為：連接組、陣地組計算手各編配計算機一具，作業時間 1~1.5 小時，精度要求一千分之一以上。

二、砲兵營測地之主要任務及目的

砲兵營測地實施之主要任務及目的分述如下：

- （一）測定各陣地、觀測所、檢驗點、雷達站、目標轉繪點及目標之座標、標高。
- （二）測定雷達站及觀測所之定向方位角。
- （三）求算各連（排）方向基角，供各連（排）火炮射向賦予。
- （四）賦予受支援單位各迫砲排之測地統制。



圖八：野戰砲兵營測量班人員編組圖

（資料來源：陸軍野戰砲兵測地訓練教範）

⁵ 陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）（國防部陸軍司令部印頒，中華民國 99 年 11 月 10 日）頁 7~1。

砲兵營全部測地成果計算最常使用的程式計算方法，計有交會法距離計算、導線法計算、方位角距離計算以及座標統一計算等四種，以下茲將卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機程式應用於砲兵營測地成果整理計算之範例及電算機操作方法彙整於后。

三、砲兵營測地成果整理計算操作程序

● 砲兵營測地成果整理計算範例：

砲兵第一營奉命於SCP開始實施營全部測地，該點之假設諸元為：

SCP【X:16100，Y:49200，H:40】 $\angle$ SCP-P：6000'（337°30'00"）

一、求各要點座標、標高？

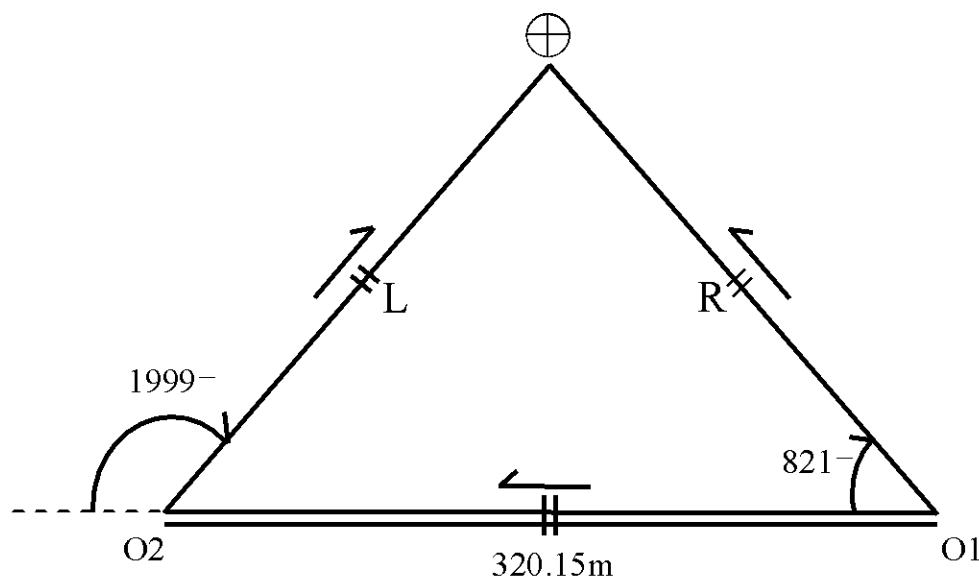
二、求各排方向基線方位角、砲檢方位角及方向基角？

三、上級賦予SCP點之真諸元為：【X:17237.98，Y:47642.84，H:52.93】

$\angle$ SCP-P：6093'（339°41'37.5"），求出各要點之真諸元為何？

（一）以交會法程式實施前地組成果計算程序（如圖九、表七）：

交會法距離測量，係採三角測量中前方交會法之作業方式，藉由一條已知邊（基線）及其兩端向未知點所測之兩水平角，依正弦定律計算未知邊距離之方法⁶。砲兵營測地作業實施時，前地組通成藉由此法求算觀測所與檢驗點（目標）之間的未知邊距離。



圖九：砲兵第一營前地組測地作業草圖（範例）

（資料來源：作者自製）

⁶ 同註1，頁4~38。

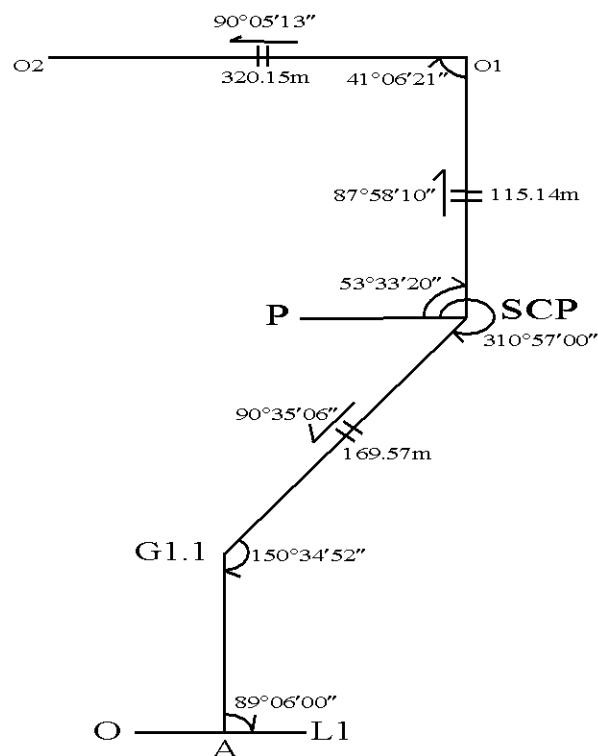
表七：交會法距離計算電算機輸入範例

按鍵		顯示	說明
選擇 INTERSECTION	EXE	==INTERSECTION==	顯示交會法計算
	EXE	(1) MIL (2) DEG	選擇 (1) 密位 (2) 度分秒
1	EXE	D=320.15	按“1”鍵，選擇密位 輸入基線長 320.15 公尺
320.15	EXE	<A=1999	輸入 A 外角 1999 密位
1999	EXE	<B=821	輸入 B 內角 821 密位
821	EXE	L=252.35	顯示 L (O2-+距離) 左邊距離 252.35 公尺
	EXE	R=323.25	顯示 R (O1-+距離) 右邊距離 323.25 公尺
BRK		Break	結束清機
L: (O2-+距離) 左邊觀檢距離為 252.35 公尺 R: (O1-+距離) 右邊觀檢距離為 323.25 公尺			

(資料來源：作者自製)

(二) 以導線法程式實施連接組與陣地組成果計算程序 (如圖十、表八)：

在地面上設置若干測站，使測站間連接成一系列之折線或閉合多邊形，並測定各點之水平角、天頂角(高低角)及距離，以決定各測站之位置，謂之導線法測量⁷。砲兵營測地作業實施時，連接組通常採此法，求算出各要點之座標及標高；陣地組則運用此法計算出各連(排)陣地中心座標、標高及誘導出各連(排)方向基線一端之方位角，以求算方向基角。



圖十：砲兵第一營連接組與陣地組測地作業草圖 (範例)

(資料來源：作者自製)

⁷ 同註1，頁4~1。

表八：導線法計算電算機輸入範例

按鍵		顯示	說明
選擇 TRAVERSE	EXE	==TRAVERSE==	顯示導線法
	EXE	(1) MIL (2) DEG	選擇 (1) 密位 (2) 度分秒
2	EXE	SCP X=16100	按“2”鍵，選擇度分秒 輸入統制點：橫座標 16100
16100	EXE	SCP Y=49200	輸入統制點：縱座標 49200
49200	EXE	SCP H=40	輸入統制點：標高 40
40	EXE	<SCP-P=337°30'00"	輸入統制點至 P 點方位角 337 度 30 分 00 秒
337°30'00"	EXE	D=115.14	輸入 SCP-O1 之距離為 115.14 公尺
115.14	EXE	<A=53°33'20"	輸入水平角 53 度 33 分 20 秒
53°33'20"	EXE	V=87°58'10"	輸入天頂角 87 度 58 分 10 秒
87°58'10"	EXE	E=0	輸入器材高 0 公尺
0	EXE	C=0	輸入規標高 0 公尺
0	EXE	X=16159.40	顯示第 O1 測站之座標、標高： 橫座標 16159.40
	EXE	Y=49298.64	縱座標 49298.64
	EXE	H=44.08	標高 44.08
	EXE	AZ(MIL)=552.10	顯示 SCP-O1 的方位角為 552 密位
	EXE	AZ(DEG)=31.06	顯示 SCP-O1 的方位角為 31.06 度
OPTN F6 F5 F5	EXE	31°03'20"	顯示 SCP-O1 的方位角為 31 度 03 分 20 秒 (如欲將度小數轉換為度分秒需 按鍵 OPTN F6 F5 F5)
	EXE	D=320.15	輸入 O1-O2 之距離 320.15 公尺
320.15	EXE	<A=41°06'21"	輸入水平角 41 度 06 分 21 秒
41°06'21"	EXE	V=90°05'13"	輸入天頂角 90 度 05 分 13 秒
90°05'13"	EXE	E=0	輸入器材高 0 公尺
0	EXE	C=0	輸入規標高 0 公尺
0	EXE	X=15854.64	顯示 O2 之座標、標高為 橫座標 15854.64
	EXE	Y=49200.56	縱座標 49200.56
	EXE	H=43.60	標高 43.60
	EXE	AZ(MIL)=4482.87	顯示 O1-O2 的方位角為 4483 密位
	EXE	AZ(DEG)=252.161	顯示 O1-O2 的方位角為 252.161 度
OPTN F6 F5 F5	EXE	252°09'41"	顯示 O1-O2 的方位角為 252 度 09 分 41 秒 (如欲將度小數轉換為度分秒需 按鍵 OPTN F6 F5 F5)
BRK		Break	結束清機
選擇 TRAVERSE	EXE	==TRAVERSE==	顯示導線法
	EXE	(1) MIL (2) DEG	選擇 (1) 密位 (2) 度分秒
1	EXE	SCP X=16159.40	按“1”鍵，選擇密位 輸入 O1：橫座標 16159.40
16159.40	EXE	SCP Y=49298.64	輸入 O1：縱座標 49298.64
49298.64	EXE	SCP H=44.08	輸入 O1：標高 44.08
44.08	EXE	<SCP-P=3752	輸入 O1 至 SCP 之方位角： 3752 密位 (為 SCP 至 O1 之反方位角： 552+3200 密位)

3752	EXE	D=323.25	採用（表七）交會法算出之 R （O1-+距離）右邊距離 323.25 公尺
323.25	EXE	<A=1552	輸入水平角 1552 密位（此值為將 41 度 06 分 21 秒與 821 密位兩角 度相加）
1552	EXE	V=+42	輸入高低角+42 密位
+42	EXE	E=0	輸入器材高 0 公尺
0	EXE	C=0	輸入覘標高 0 公尺
0	EXE	X=15874.92	顯示檢驗點座標、標高為 橫座標 15874.92
	EXE	Y=49452.14	縱座標 49452.14
	EXE	H=57.42	標高 57.42
	EXE	AZ(MIL)=5304.00	顯示 O1-+的方位角為 5304 密位
	EXE	AZ(DEG)=298.35	顯示 O1-+的方位角為 298.35 度
OPTN F6 F5 F5	EXE	298°21'00"	顯示 O1-+的方位角為 298 度 21 分 00 秒 (如欲將度小數轉換為度分秒需 按鍵 OPTN F6 F5 F5)
BRK		Break	結束清機
選擇 TRAVERSE	EXE	==TRAVERSE==	顯示導線法
	EXE	(1) MIL (2) DEG	選擇 (1) 密位 (2) 度分秒
2	EXE	SCP X=16100	按“2”鍵，選擇度分秒 輸入統制點 X 座標 16100
16100	EXE	SCP Y=49200	輸入統制點 Y 座標 49200
49200	EXE	SCP H=40	輸入統制點標高 40
40	EXE	<SCP-P=337°30'00°	輸入統制點至 P 點方位角 337 度 30 分 00 秒
337°30'00°	EXE	D=169.57	輸入 SCP-G1.1 之距離為 169.57 公尺
169.57	EXE	<A=310°57'00°	輸入水平角 310 度 57 分 00 秒
310°57'00°	EXE	V=90°35'06°	輸入天頂角 90 度 35 分 06 秒
90°35'06°	EXE	E=0	輸入器材高 0 公尺
0	EXE	C=0	輸入覘標高 0 公尺
0	EXE	X=15939.15	顯示 G1.1 之座標、標高為 橫座標 15939.15
	EXE	Y=49253.67	縱座標 49253.67
	EXE	H=38.27	標高 38.27
	EXE	AZ(MIL)=5128.00	顯示 SCP- G1.1 的方位角為 5128 密位
	EXE	AZ(DEG)=288.45	顯示 SCP- G1.1 的方位角為 288.45 度
OPTN F6 F5 F5	EXE	288°27'00"	顯示 SCP- G1.1 的方位角為 288 度 27 分 00 秒 (如欲將度小數轉換為度分秒需 按鍵 OPTN F6 F5 F5)
	EXE	D=0	無距離資料輸入，故輸入“0”
0	EXE	<A=164°25'08°	輸入水平角 150 度 34 分 52 秒
164°25'08°	EXE	V=0	無天頂角資料輸入，故輸入“0”
0	EXE	E=0	輸入器材高 0 公尺
0	EXE	C=0	輸入覘標高 0 公尺
0	EXE	X=15939.15	顯示 G1.1 之座標、標高為 橫座標 15939.15
	EXE	Y=49253.67	縱座標 49253.67
	EXE	H=38.27	標高 38.27

			(因無輸入距離資料，故此處仍顯示 G1.1 座標、標高)
	EXE	AZ(MIL)=4604.99	顯示 G1.1-A 的方位角為 4605 密位
	EXE	AZ(DEG)=259.031	顯示 G1.1-A 的方位角為 259.031 度
OPTN F6 F5 F5	EXE	259°01'52"	顯示 G1.1-A 的方位角為 259 度 01 分 52 秒 (如欲將度小數轉換為度分秒需按鍵 OPTN F6 F5 F5)
	EXE	D=0	無距離資料輸入，故輸入'0"
0	EXE	<A=89°06'00°	輸入水平角 89 度 06 分 00 秒
89°06'00°	EXE	V=0	無天頂角資料輸入，故輸入'0"
0	EXE	E=0	輸入器材高 0 公尺
0	EXE	C=0	輸入覘標高 0 公尺
0	EXE	X=15939.15	顯示 G1.1 之座標、標高為橫座標 15939.15
	EXE	Y=49253.67	縱座標 49253.67
	EXE	H=38.27	標高 38.27 (因無輸入距離資料，故此處仍顯示 G1.1 座標、標高)
	EXE	AZ(MIL)=2988.99	顯示 A-L1 的方位角為 2989 密位
	EXE	AZ(DEG)=168.131	顯示 A-L1 的方位角為 168.131 度
OPTN F6 F5 F5	EXE	168°07'52"	顯示 A-L1 的方位角為 168 度 07 分 52 秒 (如欲將度小數轉換為度分秒需按鍵 OPTN F6 F5 F5)
BRK		Break	結束清機
● 各要點之座標、標高： 檢驗點 (+)：【15874.92，49452.14，57.42】 右觀測所 (O1)：【16159.40，49298.64，44.08】 左觀測所 (O2)：【15854.64，49200.56，43.60】 砲一連一排陣地 (G1.1)：【15939.15，49253.67，38.27】			

(資料來源：作者自製)

(三) 以方位角距離計算程式實施連接與陣地組成果計算程序 (如表九)：

方位角與距離計算，乃藉由兩點之座標值，求算兩點間之方位角與距離的方法⁸。砲兵營測地實施時，通常藉由此法求算出各連 (排) 陣地與檢驗點間之方位角及距離。

表九：方位角距離計算電算機輸入範例

按鍵	顯示	說明
選擇 AZIMUTH DISTANCE	EXE ==AZIMUTH DISTANCE==	顯示方位角距離計算
	EXE X(BASE)= 15939.15	輸入 G1.1 之橫座標 15939.15
15767.62	EXE Y(BASE)= 49253.67	輸入 G1.1 之縱座標 49253.67
49220.42	EXE X(TARGET)= 15874.92	輸入檢驗點之橫座標 15874.92
16038.84	EXE Y(TARGET)= 49452.14	輸入檢驗點之縱座標 49452.14
49685.66	EXE Ans 1.208.604	項目 1 顯示距離為 208.60 公尺

⁸ 同註 1，頁 3~29。

		2.-17.933	項目 2 顯示縱軸角為 30.24 度
	EXE	<2=-17.933	輸入項目 2 之數值 30.24 度
30.24	EXE	BASE-TARGET=208.604	顯示 G1.1-+之距離為 208.60 公尺
	EXE	<BASE-TARGET(MIL)=6081.191	顯示 G1.1-+之砲檢方位角為 6081 密位
	EXE	<BASE-TARGET(DEG)=342.067	顯示 G1.1-+之砲檢方位角為 342.07 度
OPTN F6 F5 F5	EXE	342°04'1.2"	顯示 G1.1-+之砲檢方位角為 342 度 04 分 1.2 秒
	EXE	END	顯示"結束"
BRK		Break	結束清機
● 各排方向基角求算：各排方向基線方位角-砲檢方位角=方向基角（不得大於 3200 密位）			
G1.1 方向基線方位角：2989 密位			
G1.1 砲檢方位角：6081 密位			
G1.1 方向基角：108 密位			

（資料來源：作者自製）

（四）以座標統一程式實施成果計算程序（如表十）：

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⁹。

表十：座標統一計算電算機輸入範例

按鍵		顯示	說明
選擇 COORDINATE ADJ	EXE	===COORDINATE ADJ===	顯示座標統一計算
	EXE	(1) MIL (2) DEG	選擇 (1) 密位 (2) 度分秒
2	EXE	ASS SCP X=16100	按“2”鍵，選擇度分秒 輸入假設統制點橫座標 16100
16100	EXE	ASS SCP Y=49200	輸入假設統制點縱座標 49200
49200	EXE	ASS SCP H=40	輸入假設統制點標高 40
40	EXE	ASS <SCP-P=337°30'00"	輸入假設統制點-P 之方位角 337 度 30 分 00 秒
337°30'00"	EXE	SCP X=17237.98	輸入統制點之真諸元 橫座標 17237.98
17237.98	EXE	SCP Y=49642.84	輸入統制點之真諸元 縱座標 49642.84
49642.84	EXE	SCP H=52.93	輸入統制點之真諸元 標高 52.93
52.93	EXE	<SCP-P=339°41'37.5"	輸入統制點-P 之方位角 339 度 41 分 37.5 秒
339°41'37.5"	EXE	POINT X=15874.92	輸入檢驗點之橫座標 15874.92
15874.92	EXE	POINT Y=49452.14	輸入檢驗點之縱座標 49452.14
49452.14	EXE	POINT H=57.42	輸入檢驗點之標高 57.42
54.05	EXE	Ans 1.337.988 2.-41.755	項目 1 顯示距離為 337.99 公尺 項目 2 顯示縱軸角為-41.755 度
	EXE	<2=-41.755	輸入項目 2 之數值-41.755 度

⁹ 同註 4，頁 9~25。

-41.755	EXE	X=17022.72	顯示檢驗點之真諸元為 橫座標 17022.72
	EXE	Y=49903.41	縱座標 49903.41
	EXE	H=70.35	標高 70.35
	EXE	POINT X=16159.40	輸入 O1 之橫座標 16159.40
16159.40	EXE	POINT Y=49298.64	輸入 O1 之縱座標 49298.64
49298.64	EXE	POINT H=44.08	輸入 O1 之標高 44.08
44.08	EXE	Ans 1.115.144 2.31.056	項目 1 顯示距離為 115.14 公尺 項目 2 顯示縱軸角為 31.056 度
	EXE	<2=31.056	輸入項目 2 之數值 31.056 度
34.056	EXE	X=17301.11	顯示 O1 之真諸元為 橫座標 17301.11
	EXE	Y=49739.13	縱座標 49739.13
	EXE	H=57.01	標高 57.01
	EXE	POINT X=15854.64	輸入 O2 之橫座標 15854.64
15854.64	EXE	POINT Y=49200.56	輸入 O2 之縱座標 49200.56
49200.56	EXE	POINT H=43.60	輸入 O2 之標高 43.60
43.60	EXE	Ans 1.245.361 2.-89.869	項目 1 顯示距離為 245.36 公尺 項目 2 顯示縱軸角為 -89.869 度
	EXE	<2=-89.869	輸入項目 2 之數值 -89.869 度
-89.869	EXE	X=16992.82	顯示 O2 之真諸元為 橫座標 16992.82
	EXE	Y=49652.79	縱座標 49652.79
	EXE	H=56.53	標高 56.53
	EXE	POINT X=15939.15	輸入 G1.1 之橫座標 15939.15
15939.15	EXE	POINT Y=49253.67	輸入 G1.1 之縱座標 49253.67
49253.67	EXE	POINT H=38.27	輸入 G1.1 之標高 38.27
38.27	EXE	Ans 1.169.568 2.-71.548	項目 1 顯示距離為 169.57 公尺 項目 2 顯示縱軸角為 -71.548 度
	EXE	<2=-71.548	輸入項目 2 之數值 -71.548 度
-71.548	EXE	X=17079.30	顯示砲一連一排之真諸元 橫座標 17079.30
	EXE	Y=49702.63	縱座標 49702.63
	EXE	H=51.20	標高 51.20
BRK		Break	結束清機
● 經座標統一後各要點之座標、標高： 檢驗點 (+)：【17022.72，49903.41，70.35】 右觀測所 (O1)：【17301.11，49739.13，57.01】 左觀測所 (O2)：【16992.82，49652.79，56.53】 砲一連一排陣地 (G1.1)：【17079.30，49702.63，51.20】			

(資料來源：作者自製)

伍、後續研究之建議

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。綜上，吾人提出兩點對後續研究之建議，希冀能成為我未來建軍備戰之參考依據。

一、重新改寫砲兵測地程式

建議可於市售電算機或是其他程式語言（如 C 語言、Visual Basic、Java 等）編輯方面加以精進研究，藉由電腦程式語言之高效、靈活、功能豐富、表達力

強和高移植性等特點，重新改寫營全部測地、天體觀測、三角（邊）測量等砲兵常用之程式，供各級部隊使用，藉此改善現行電算機缺損之現況。

二、積極開發替代電子平台

電子科技產品日新月異，目前除有卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機外，已有更新之後續機型 CFX-9860 上市。此外，亦可考慮其他電子作業平台（如 PDA、平板電腦等），並搭配自行研發之砲兵測地程式，相信必能完全汰換現行老舊之 FX-880P 電算機，有效提昇野戰砲兵測地作業之速度與精度。

陸、結論

卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機及其後續機型（CFX-9860）運用於砲兵測地作業，以現階段而言，雖無法完全取代 FX-880P 電算機，但充分運用其程式編輯及函數計算模式，相信能有效替代部分現行電算機之功能及用途，進而改善長久以來各級部隊因電算機不足或損壞而影響訓練之現況，故兩者在砲兵測地作業上，實有併存之必要與價值。

陸、參考資料

- 一、陸軍野戰砲兵測地訓練教範（上冊）（第二版）（國防部陸軍司令部印頒中華民國 99 年 11 月 10 日）
- 二、陸軍野戰砲兵測地訓練教範（下冊）（第二版）（國防部陸軍司令部印頒中華民國 99 年 11 月 10 日）
- 三、卡西歐 CFX-9850G PLUS 電算機計算機中文使用手冊（中華民國 96 年 6 月 1 日）
- 四、陳見明，〈精進砲兵測地計算機程式之研究〉《砲兵季刊》（台南：第 145 期，砲兵季刊社，98 年 7 月），頁 5~15。
- 五、維基百科，〈BASIC 電腦程式語言〉（維基百科資訊網，中華民國 100 年 8 月），<http://zh.wikipedia.org/wiki/BASIC>。

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，台南永康郵政 90681 附 16 號信箱（目標組），934134。