

雷射測距望遠鏡於 GIS 系統整合運用之研究

作者/湯福昌 少校

提要

科技的快速發展決定了戰爭勝敗的速率，也縮短了過程的時間，換言之，科技改變了戰爭，未來戰備整備與作戰用兵仰賴科技益形重要。克勞塞維茨認為：「可視化描繪軍隊在時間和空間中的移動，對作戰成功至關重要。」有鑑於此，研究以整合空間資訊處理的技術界面，運用GPS-衛星定位系統與GIS-地理資訊系統，透過雷射測距望遠鏡整合開發，藉以達到可視化不同圖層資料上的關係互動、空間分析及地形分析等效能之運用，驗證空間決策分析之作業模式，盼對國軍未來戰場指揮管制系統之整合及工兵數位化之發展，有所助益。

壹、前言

地理資訊系統是以電腦為輔助整合型系統，具備處理圖形及屬性資料管理與分析的功能，可進行空間資料的建立、儲存、管理、分析與展示，以提供決策支援使用。同時也提供對空間資訊的處理、呈現與分析能力，相關技術刻正不斷快速演進，非但僅止於數值地圖的製作、分析與處理，更進而朝向支援動態的程序模式建立（Process Modeling）、符合高度的相容性、多元的分散異質資料整合能力的提昇、應用與呈像介面的改善、以及與分散計算、網路技術和其他資訊處理技術整合之即時處理能力。

本研究利用雷射測距望遠鏡開發整合於地理資訊系統平台，藉由地理資訊系統能夠處理二維以上空間資訊的特性，將其本性十分多元亦極容易與處理類似或相同資訊之系統加以整合，以增加雙方之功能。現行支援運用中可解決測量地形客觀條件不利觀測或目標觀測點無良好辨識條件時，透過雷射測距望遠鏡（Laser Locator Plus）、全球衛星定位系統（GPS）及地理資訊系統（GIS）之整合，即時將空間資料以數位型態儲存記錄，使其雷射測距望遠鏡作業程序更具簡明與直達。

關鍵字：雷射測距望遠鏡、地理資訊系統、測繪科技

貳、相關知識探討

一、雷射測距儀

一九七〇年代光波測距儀問世，其工作原理是以一定波長的光波，從儀器站瞄準對站的反射稜鏡或反射物體發射，並接收平行反射回來的光波，比對其相位差來計算光波發射中心與稜鏡反射中心間的距離，其精度可達 ± 3 毫米，是目前測量工程上主要的測距儀器。隨者科技的演進，光波測距儀應用雷射光為媒介，不需反射稜鏡即能獲得反射光波，只要被測物體對雷射光源有5%以上的平行反射量，即能準確測得其距離，其測距精度在一百公尺範圍內約為 ± 5 毫米，雖然比稜鏡式光波測距儀稍差，但因不需預先安置反射稜鏡，增加了許多方便性。^[1]

雷射測距原理為雷射對目標發射一個光束，目標反射光波回到偵測器，得出光波往返所用時間，即可換算成距離。雷射測速就是從雷射光束射出至結束的時間(連續測距)加上目標的移動距離換算出速度，即是光束發射到反射回來的時間差，因光速為定值，如此就可以算出移動的速度。

本研究使用之雷射測距儀為瑞士進口製造Laser Locator Plus望遠鏡。裝備基本性能可視範圍：20公里、觀測目標範圍：8*8公尺、觀測距離：4公里、有效距離在50-2000公尺，其精度為 ± 2 公尺，在2001-4000公尺時，其精度為 ± 3 公尺，具有0-360度電子羅盤功能，尺寸：22.6*17.8*8.2公分，重量：1.710公斤，望遠鏡為商用規格，其觀測倍率及測距精度不及軍規，在軍事運用上，目前仍為美軍與德軍現役使用之裝備，如圖一所示。



圖一 各國現役雷射測距望遠鏡

資料來源：

<http://www.army-technology.com/contractors/surveillance/leica/leica1.html>

http://mil.tiexue.net/content_175573.html

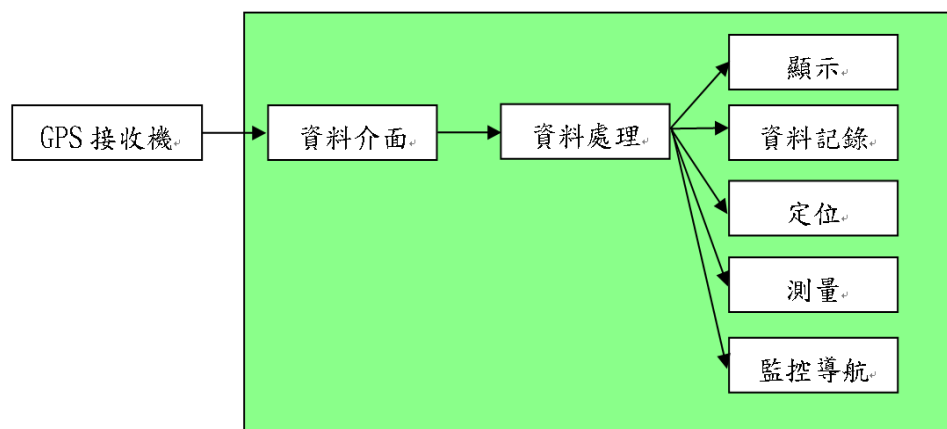
註¹：曾義星、史天元，〈無所不在的資訊空間〉，《科學發展》，台北，365期，2003年5月，頁17。

二、GPS 整合技術

GPS的定位是利用已接收到的衛星位置，經由衛星訊號的觀測量計算出GPS 接收機與衛星之間的距離，進而求出接收機的目前所在位置。在三維空間中，GPS接收機的位置會構成一個球面，當測到兩顆衛星時，接收機位置會被確定於兩個球面相交構成的圓上；當得到第三顆衛星的距離後，球面與圓相交得到兩個可能的點；當接收第四顆（含）以上衛星訊號時，即可藉由多餘殘差量，精確計算位置。

在GPS的定位量測方法中，有虛擬距離(Pseudorange)觀測與載波相位(Carrier phase)兩種方式。但是虛擬距離觀測法則比較適合即時性的定位，因此我們採用虛擬距離觀測法應用於導航定位上。虛擬距離是利用GPS 接收器本身所產生的GPS複製電碼和所接收到的衛星訊號電碼相關性而得到時間延遲或時間偏移與光速的乘積轉換成距離，由於此距離受到存在於衛星和GPS接收器的時錶差影響，故與實際的距離會有一偏差量的存在，加上實際量測者亦含有偏離量之時間遲滯，故稱之為虛擬距離。

在GPS與GIS進行整合中，本研究採用了GPS與GIS整合式系統結構模型^[2]，以GPS作為即時提供空間定位資料的技術，為了執行與GPS的整合，GIS系統必須能夠接收GPS接收機發送的GPS資料，然後對資料進行處理，如透過投影變換將經緯度座標轉換成GIS資料所採用的參考系統中的座標，最後進行各種分析運算，其中座標資料的動態顯示以及資料儲存是其基本功能，如圖二所示。。



圖二 GIS 與 GPS 整合式系統結構模型

資料來源：(註2)

註²：林傑斌、劉明德，《地理資訊系統 GIS 理論與實務》，台北：文魁資訊公司，民國 91 年 10 月，頁 9-15。

GPS訊號從衛星發射到接收機的過程中會受到許多因素之影響，造成距離觀測量的誤差。Parkinson^[3]曾分析六項主要誤差來源，得GPS的標準測距誤差模型，如表2-2 所示。茲概略說明如下：

(1)衛星星曆資料誤差(Satellite Ephemeris data errors)

由廣播星曆所得的衛星位置與衛星的實際位置之間的差異所造成的測距誤差。過去由於美國政府的SA 政策在衛星星曆資料中引入人為誤差，使得衛星軌道的誤差提高。但其隨時間的變化較慢，因此隨機誤差部分可以忽略。

(2)衛星時鐘誤差(Satellite clock errors)

GPS 衛星雖使用高精度的銣(Rb)或銇(Cs)原子鐘，但仍存在不可避免的小量誤差。過去由於美國政府的SA 政策，在衛星時鐘誤差中又被引入由人為所造成的隨機抖動(Dithering)，使得其精度更是降低，但此人為故意加入之誤差，美國政府已於2000 年5月2日起解除。

(3)電離層延遲誤差(Ionosphere delay errors)

當衛星訊號通過電離層時傳播速度會發生變化，致使觀測結果產生系統性的偏差。而電離層延遲的大小取決於時間、季節、太陽黑子週期、地點等因素。通常在溫帶電離層較穩定，靠近地磁赤道或磁極的電離層變動則相當大。

(4)對流層延遲誤差(Troposphere delay errors)

當衛星訊號通過對流層時傳播速度會發生變化，致使觀測結果產生誤差。而對流層延遲的大小取決於氣溫、氣壓、溫度等因素。

(5)多路徑效應誤差(Multi-path errors)

經某些建築物或物體表面反射後才到達接收機的衛星訊號，和直接來自衛星的訊號一起進入接收機，使觀測值產生誤差。此項誤差取決於接收機周圍環境及天線的性能。

(6)接收機誤差(Receiver errors)

包括接收機雜訊、軟硬體解析度、通道間的偏差等所造成的誤差。

註³：Bradford W. Parkinson, "GPS Error Analysis", Chapter 11, pages478-483, Global Positioning System: Theory and Applications, 1996.

表2-1 GPS 標準測距誤差(單位：公尺)

誤差值 誤差來源	SA ON		SA OFF	
	系統性 偏差	隨機誤差	系統性偏 差	隨機誤差
衛星星曆資料誤差	2.1	0.0	2.1	0.0
衛星時鐘誤差	20.0	0.7	2.0	0.7
電離層延遲誤差	4.0	0.5	4.0	0.5
對流層延遲誤差	0.5	0.5	0.5	0.5
多路徑效應誤差	1.0	1.0	1.0	1.0
接收機量測誤差	0.5	0.2	0.5	0.2
使用者等效測距誤差	20.6		5.3	

資料來源：(註3)

三、GIS 空間資料

GIS是一個包含點、線、面等空間資料的整合性資料庫，可以透過軟、硬體的輔助，操作空間或屬性資料^[4]。其功能可分為：資料取得(Data acquisition)、前處理(Preprocessing)、資料管理(Data management)、操作與分析(Manipulation and Analysis)、與結果產生(Product generation)^[5]。GIS的特殊性來自於它可以彈性地儲存、管理、分析地理資料，而地理現象資料則包含了圖形(graphic)及屬性(attribute)等二部份。圖形部份乃是指地理現象的大小、形狀、位置及地理物件(geographic objects)間的相互關連。依照資料的維度，可以將空間資料區分成：

◎點：代表某些點狀的地理現象與資料。

◎線：一維的資料，例如河川、道路系統，公共設施管線，都是一維的線性資料。

◎面：二維的資料，例如各種土地利用的範圍、行政區域、地籍資料等，是一種平面的資料。

◎容積：三度空間的資料，用來表現如地質、大氣、海洋等現象，這種資料除了具有X、Y位置之外，在垂直方向也有不同屬性。

註⁴：Tsichrizis D.C.F.H. Lochovsky, "DataBase Management Systems", Academic Press, New York, 1977。

註⁵：Kemp, Z, "An analysis of geometric modeling in database system", ACM Comp, Vol 19, 47-91, 1990。

屬性資料是用來表現地理現象的性質或數量。地理現象的屬性可以分成下列四個類別：

◎識別資料：用來表現空間物件的識別，如街道名、鄉鎮名等。

◎類別資料：如土地利用型態、土壤的類別、電話線和電力線的區分。這種資料只有種類的區分，而沒有數量、大小或等級的差別。

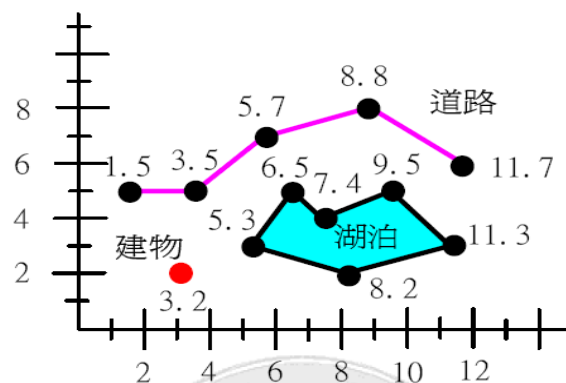
◎級序資料：資料具有等級大小的關係。例如：國道、省道、縣道的分級，院轄市、縣、市、鄉、鎮等不同層次的行政單位。

◎數量資料：例如交通流量、人口數量、高度、溫度等可以量度的資料。

不同的資訊系統所建立的資料結構不同，在地理資訊系統中，主要的資料結構有兩種，一是向量式資料結構(Vector data structure)；一是網格式資料結構(Raster data structure)，以下為兩種結構特性：

(一) 向量式資料模式(Vector Data Model)

在向量式資料模式中，每個地區是記錄著單一的 X，Y 座標。點是記錄著單一個座標值；線是依序記錄著一系列的 X，Y 座標；而面則是以一系列 X，Y 座標來定義如多邊形 (Polygon) 封閉區域的線段，如圖三所示。



圖三 向量資料表示

資料來源：(註6)

◎向量式資料優點：

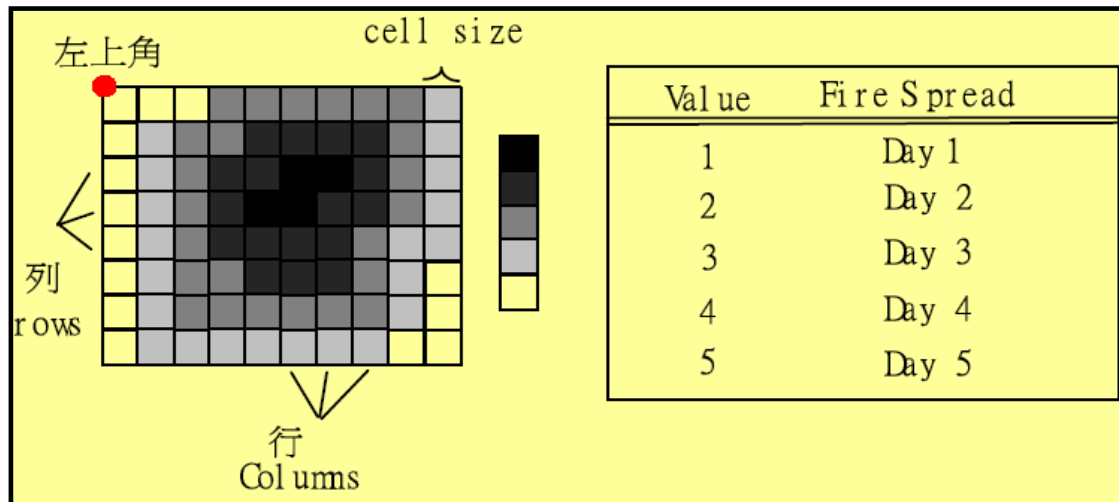
- 1.能精確表示地理位置。
- 2.可以儲存地理實體的各種複雜的位相關係，利於地址定位、網路分析等處理。

◎向量式資料缺點：

- 1.難以表達地形的起伏等連續性的變化。
- 2.檔案較難建立，成本較高。

(二) 網格式資料模式(Raster Data Model)

在網格式資料裏，是以行及列所組成的矩陣來表達彼此區位間的關係。網格是藉由數值以表達土地使用分類、可見光強度等地理圖形現象，如圖四所示。



圖四 網格資料表示

資料來源：(註6)

而網格資料則具有以下優缺點：

◎網格式資料優點

1. 影像式結構簡單明瞭，易於學習。
2. 適合表達高程、土壤、土地利用等覆蓋全地表類型的資料。
3. 遙感探測資料屬於網格式資料，適合網格式地理資訊系統使用。

◎網格式資料的缺點：

1. 格子(cell)大小決定影像資料的精確度，若需要高精確度的資料時會相當耗費記憶體空間。
2. 由於網格式資料將真實世界的地形地物以格子方式表達，對於物體的輪廓會產生鋸齒般的邊緣，較不美觀。
3. 不利於表達有複雜空間關係的資料，如道路。然而向量及網格各有其優缺點，且依使用者之目的與需求來選擇。向量資料由於符合真實世界之形貌，比較容易被接受。網格式資料則易於分析，故比向量式資料更容易表現地理現象，所以被廣泛應用於自然資源方面研究與管理。^[6]在本研

註⁶：鄭昆霖，〈在 PDA 上整合 GPS 與 GIS 之導航系統〉，私立逢甲大學資訊工程所碩士論文，台中，第 7~10 頁，2002。

究中實作整合之系統，展示可同時採取向量式資料結構或網格資料結構進行。

參、系統架構

一、接收界面

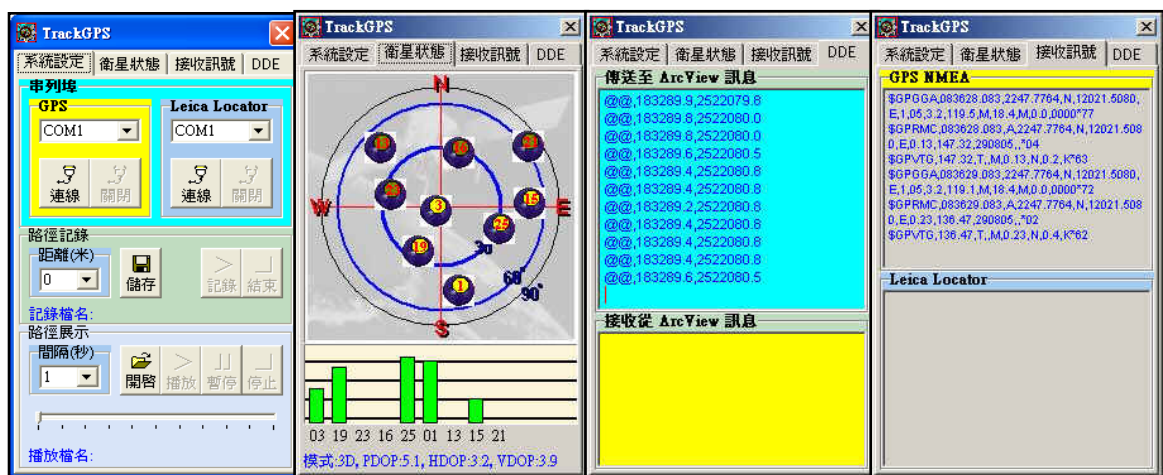
本研究所採用之GPS 接收器，為具備美國國家海洋電子協會(National Marine Electronics Association, NMEA)所制訂的標準規格。NMEA 的規格有0180、0182與0183等三種格式，所使用的規格為NMEA-0183。NMEA 所傳遞的資料格式為美國國家標準資訊交換碼(American Standard Code for Information Interchange, ASCII)，它是以傳輸句子(Sentence)的方式傳送資料，每個句子以「\$」作為起始開頭，而用十進位控制碼「10」，「13」即(ASCII 的Carriage Return 和Line Feed 碼)做為終止。句子的長度固定，最長可達到82個字元(Character)，句子中的欄位(Field)以逗號(，)做為分隔，第二與第三個字元為傳輸設備的識別碼，例如「GP」表示為GPS 接收器，第四、五、六個字元做為傳輸句子的名稱，例如「GGA」(Global Positioning System Fix Data)為全球定位系統固定資料。

所使用的GPS接收格式為：\$GPGGA、\$GPRMC、\$GPGSA、\$GPGSV；最快更新頻率為0.2秒；傳輸速率：4800bps，資料位元為8個(Data Bits=1)，不設定同位元檢查(Parity Check=None)和一個停止位元(Stop Bits=1)。

本研究以Borland C++ Builder程式撰寫，為利於觀測使用者能夠即時瞭解系統各項資訊，初步已完成Track GPS之『系統設定』、『衛星狀態』、『接收訊號』及『DDE』四個視窗界面，如圖五所示。

功能說明如下：

- ◎系統設定：GPS與Leica Locator間串接埠連線狀態及GPS路徑軌跡紀錄及播放。
- ◎衛星狀態：即時衛星分佈與衛星精度。
- ◎接收訊號：GPS訊號與GIS軟體間連結訊號。
- ◎ DDE ：GPS NMEA與Leica Locator接收訊息值。



圖五 Track GPS 畫面

資料來源：作者自行整理

二、硬體界面

NMEA-0183 所採用的界面為RS-232界面，因此，只要藉由界面程式的撰寫連結，就可進一步去得知接收器所傳送的資料。RS-232的標準接頭是25針(pin)，在個人電腦上的RS-232接頭都已經簡化成只有9針，對於只傳輸GPS接收器的資料而言，NMEA-0183只需要兩條線與電腦上的 RS-232界面相連接即可。其中一條為接地線，用以確保GPS 接收器和電腦這兩端的參考電位一致，另一端是資料線，必須接到RS-232 界面上的RxData，有關RS-232介面參數如表2-2所示：

表2-2 RS-232介面參數

腳位	簡寫	意義
1	CD	載波偵測 (Carrier Detect)
2	RXD	接收字元(Receive)
3	TXD	傳送字元(Transmit)
4	DTR	資料端備妥(Data Terminal Ready)
5	GND	地線(Ground)
6	DSR	資料備妥(Data Set Ready)
7	RTS	要求傳送(Request To Send)
8	CTS	清除已傳送(Clear To Send)
9	RI	響鈴偵測(Ring Indicator)

資料來源：作者自行整理

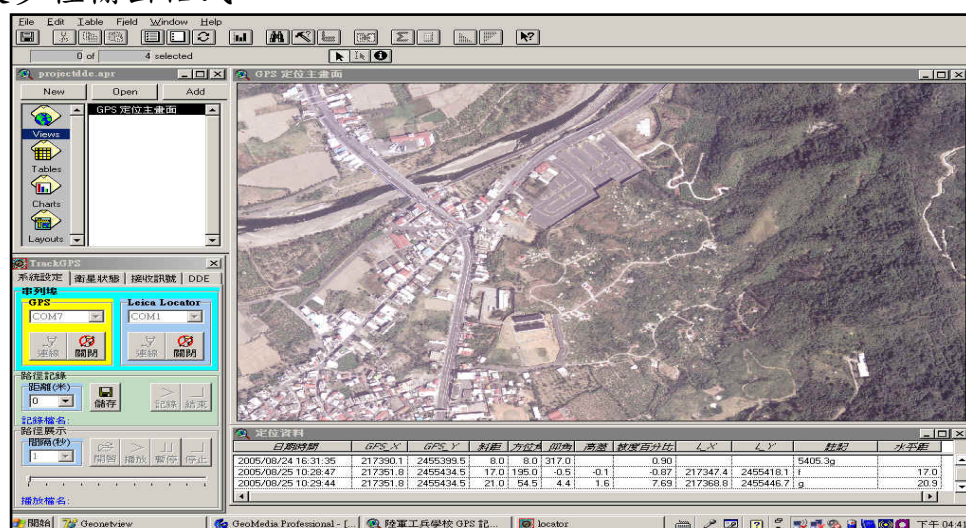
當硬體界面接妥後，尚須對通訊參數加以設定，只有將通訊參數設定正確才能夠順利的接收資料。NMEA-0183 所訂定的通訊參數為1200bps，資料位元為8個，不設定同位元檢查和一個停止位元。

三、軟體界面

軟體採用 ArcView 是由美國 ESRI 公司研發的一套桌上型地理資訊系統，能夠建立地圖資料和屬性資料，整合數值地圖、CAD 圖檔、掃描影像及遙測資料，進行查詢、統計分析及展示資料，亦可將向量圖層（點、線、面）轉換成網格式圖層；製作坡度、坡向圖，進行網格分析展示等。

本研究乃將開發之 TrackGPS 系統於 ArcView 中整合運用軟體界面，如圖六所示。該軟體具有以下之特性：

1. 具有良好的圖資展示和編輯工具。
2. ArcView 環境下仍可作其它功能操作。
3. 搭配各項分析與處理功能 (如：地形分析)，更可事半功倍，達到預期效果。
4. 地圖資料的取得與互通性佳。
5. 具備衛星狀態及分佈圖，獲得衛星在天空分佈狀態、定位精度指標，以及訊號品質，以充分掌握 GPS 衛星最新資訊及定位狀況。
6. 加入雷射測距測角設備，透過傳輸資料解讀內容，進階換算成距離、方位角、高度、座標等相關資訊，並輔助儲存於資料庫管理內。
7. 提供使用者開發環境：透過內建的物件導向程式語言，使用者可自行設計 GIS 分析功能。
8. 支援多種輸出格式。



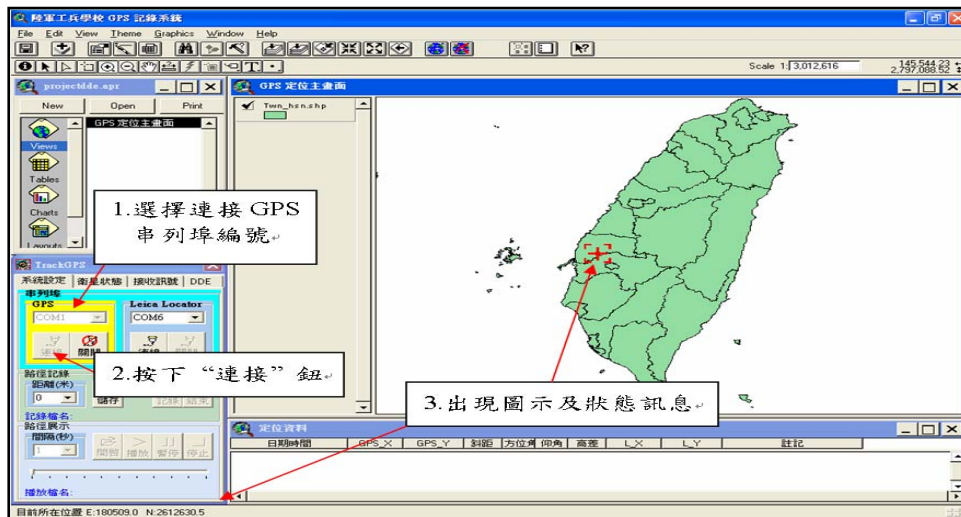
圖六 TrackGPS 與 GIS 界面

資料來源：作者自行整理

肆、系統整合實作

一、GPS 與 Locator 連結

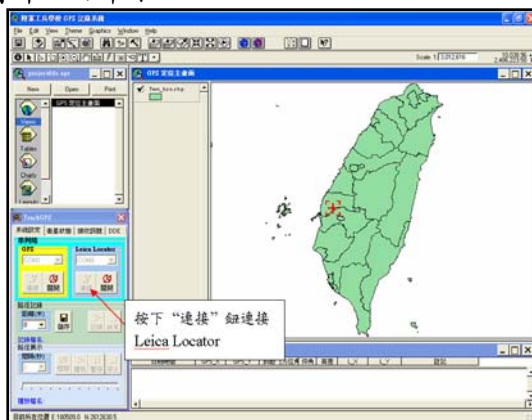
啟動 GPS DDE 程式時，系統會先行掃描串列埠之使用數量，選擇連接之 GPS 串列埠編號後，系統便自動與 GPS 連接，系統內定串列埠速率為 4800bps、No Parity、1 Stop Bit、8 Data Bits，與 GPS 連接成功後，會在 GPS 定位主畫面產生標誌符號，並且在左下角狀態列會出現座標訊息，如圖七所示：



圖七 Locator 連結畫面

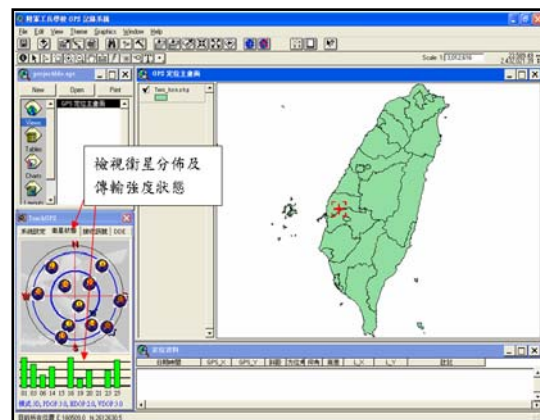
資料來源：作者自行整理

若欲知道 GPS 及 Leica Locator 是否有正確連線，可參考 GPS DDE 程式的視窗標籤切換頁，本研究程式共可提供衛星狀態及接收訊號供使用者參考，衛星狀態主要展示現在天空上衛星分佈狀況，以及每顆衛星訊號強度；接收訊號可以檢視 GPS 及 Leica Locator 傳送的訊息及電腦是否能夠完全接收，以方便使用者檢視是否接錯串列埠或開啟錯誤的串列埠編號等，如圖八~圖十一所示：



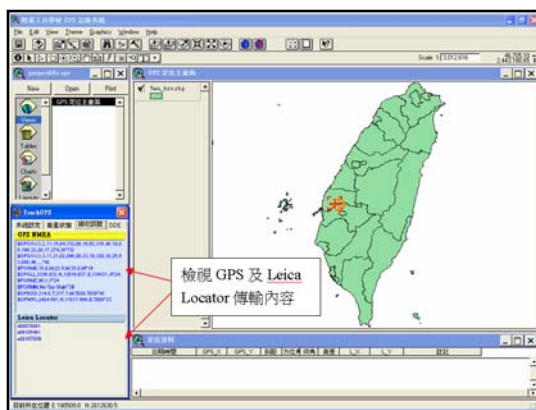
圖八 GPS 與 Locator 連結

資料來源：作者自行整理



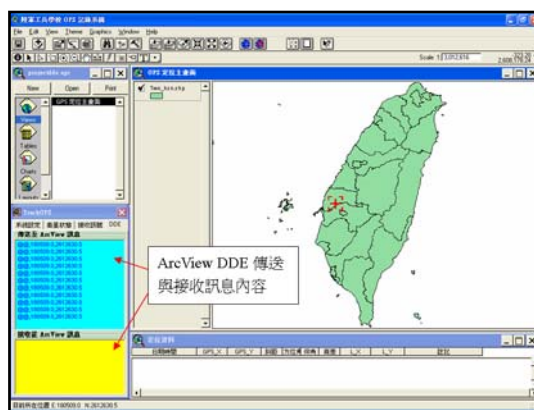
圖九 檢視衛星訊號分佈狀況

資料來源：作者自行整理



圖十 傳輸內容訊息

資料來源：作者自行整理

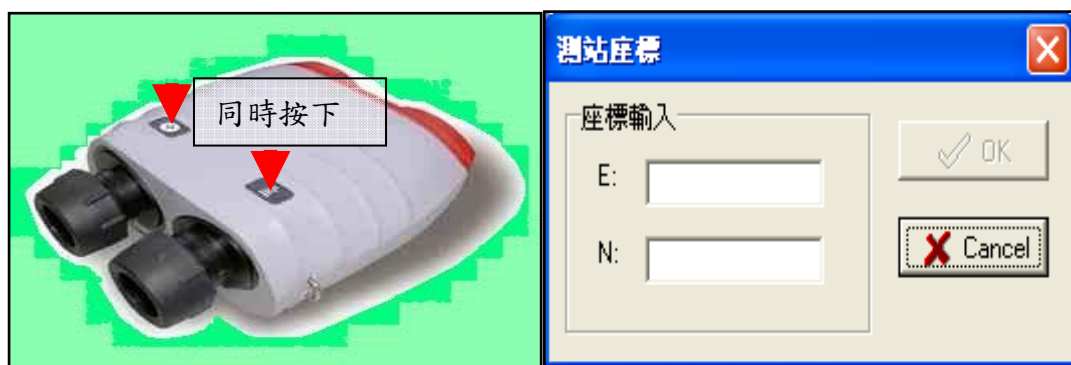


圖十一 傳送與接收訊息

資料來源：作者自行整理

二、Locator 操作紀錄

當完成操作的連線動作後，便可使用 Leica Locator 進行觀測與記錄工作，首先使用 Leica Locator 瞄準目標物，同時按下上方兩個按鈕後。GPS DDE 程式會自動讀取 Leica Locator 的數值，並且會以十字圓標展示於 ArcView 的 GPS 定位主畫面上，即時地出現欲填入觀測註記內容，當觀測值並不是很理想時，可按下“Cancel”鍵取消，重新觀測與重覆上一動作，直到滿意為止；若僅開啟 Leica Locator 而沒有接上 GPS 訊號，系統會自動偵測若無任何 GPS 定位座標參考時，會顯示測站座標輸入提示，使用者可以比對地圖位置後，將所在位置以數字方式輸入座標，如圖十二所示：

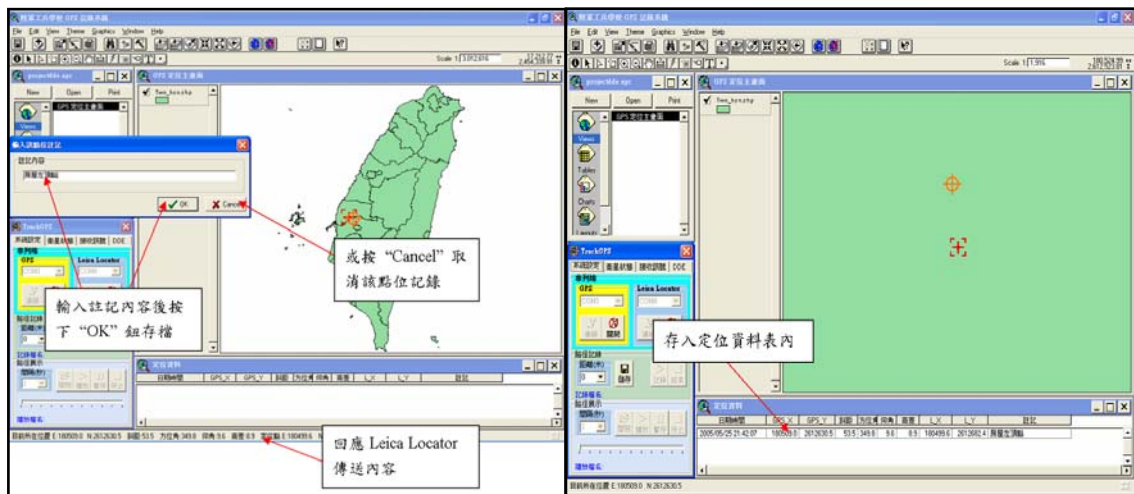


圖十二 觀測及測站座標輸入示意圖

資料來源：作者自行整理

使用 Leica Locator 時，在無 GPS 輔助下，可藉由地面控制點座標或具控制座標之衛星影像或航空照片來決定測站位置，觀測者必須以人工方

式輸入位置坐標；若已接上 GPS 訊號，則會省略測站座標輸入對話框，直接從 GPS 抓取最新的 GPS 座標位置觀測記錄，如圖十三所示。

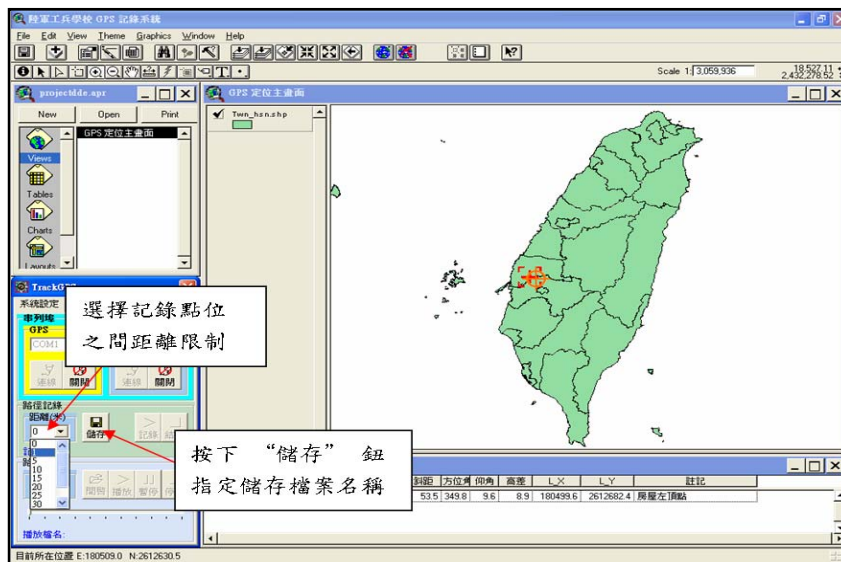


圖十三 觀測點數值紀錄圖

資料來源：作者自行整理

三、GPS 軌跡記錄與播放

GPS DDE 程式具備 GPS 軌跡記錄功能，並可隨任務設定 GPS 點位之間之距離記錄，若選擇為“0”表示沒有限制，單位為公尺。GPS 軌跡播放功能，可以調整播放時間間隔，從 0.1 至 10 秒任選，然後再點選“開啟”鈕出現對話框，最後再選擇欲播放檔案後，便可播放軌跡資料。如圖十四所示。



圖十四 GPS軌跡記錄與播放

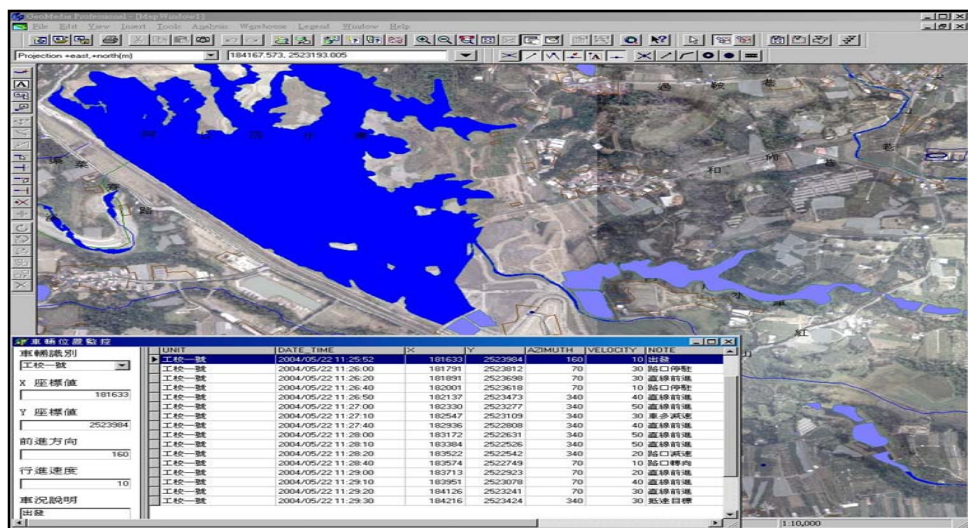
資料來源：作者自行整理

伍、整合實務運用

一、部隊機動任務派遣

部隊機動位置監控導航有利於指揮官掌握部隊、人員、車輛行進的運動方向與位置。在部隊機動任務派遣前，讓任務規劃的人，在任務規劃初期，即能考量環境空間因素來規劃後續的任務工作，接受任務派遣的人，也能在任務接受後，未正式出發前，於地理資訊系統提供的電腦環境中模擬演練所接受的任務，讓執行任務者可以事先熟悉工作區域的地形地貌及環境，降低陌生的恐懼感，提高任務達成率。於任務執行中亦可透過地理資訊圖台系統，提供資料查詢、路徑規劃及定位導航功能，有效掌握部隊運動路線與時程管制，掌握監控目標運動動態，預判可能發生之情勢。

部隊機動監控乃以地理資訊系統 GIS 為作業平台，依據三維空間後方交會法原理，由衛星的位置和接收機與衛星的距離，計算出 GPS 接收機天線所在的位置的三維地心座標，將移動端所接收到的 GPS 座標資料，回傳至監控端，監控端再將移動端的位置顯示在電子地圖上，便於實施車輛位置與速率的監控，如圖十五所示。現階段 GPS 技術已相當成熟，且有不同層面的應用，未來國軍若能在部隊機動、派勤車輛、物流配送等監控管理上有效運用，必能大幅降低行車危安掌握行車狀況、提昇任務效率及縮短作業時程。



圖十五 車機派遣軌跡紀錄

資料來源：作者自行整理

二、軍事地理資訊系統

軍事技術革命引發的數位化戰場建設已成為未來戰場發展的主

流，因此整合軍事地理資訊系統來建立數位化戰場和數位化部隊已成為 21 世紀軍事發展的大趨勢^[7]。軍事地理資訊系統是指在電腦軟硬體的支持下，對軍事地形、資源與環境等空間資訊進行採集、儲存、檢索、分析、顯示與輸出的技術系統。它在軍事地理資訊保障和指揮決策中發揮重要的功能。本研究之軍事地理資訊圖台整合電子地圖、空照圖、衛星影像圖資及數值地形模型等資訊，可即時檢視各種不同圖資之地理資訊，其功能可同時開啟多個視窗，並可顯示全圖或任一局部地區地圖，透過任意移動、放大、縮小等功能調整等不同尺度圖面，並可查詢縣市街道路、空拍像片圖像、空間分析及地形分析等，如圖十六所示。建構完整之軍事地理資訊系統其首要具備之條件，就是必須有一強大之軍事資料庫，而現行軍事資料的蒐整因種類繁雜、圖文兼具，若無法將蒐集來的軍事資料予於有效整合，建立資源共享機制，所獲得的只能是成堆的資料而無法成為有用的資訊。

地理資訊系統於軍事上之應用，就消極面而言，為一種具視覺化之統合工具，可用於結合、自動化、整合與分析地理資料，以強化防衛作戰之情報基礎。就積極面而言，地理資訊系統為建構數位化戰場之基礎，使軍力之部署具備精準打擊，遠距作戰之能力，並可提供各種戰略規劃所需資訊。因此國軍在未來軍事地理資訊系統的發展上，應持續完備地理環境、作戰參數、兵科作業參數、演訓驗證參數等資訊，整合於空間關聯資料庫中，以增加運用效能，提昇決策支援能力，並作為決策者的輔助工具及智囊團，適時提供決策者正確的資訊與判斷。



圖十六 軍事地理資訊系統分析畫面

註⁷：林傑斌、劉明德，《地理資訊系統 GIS 理論與實務》，台北：文魁資訊公司，民國 91 年 10 月，頁 9-15。

資料來源：作者自行整理

三、現地偵察數位化作業

執行現地偵察是非常辛苦的任務，而偵察作業之偵察報告必須精確、清楚、簡潔、適切、明白，其最佳方式為繪製簡單要圖並隨附偵察報告表^[8]。偵察報告多以建立書面或地圖的紙張資料為主，往往辛苦偵察所得之結果，卻只能運用在這次偵察任務上，較不符合作業效率。現行各作戰分區面積廣大，以現有工兵專業部隊人員素養，恐無法對戰場環境做有效率的管理與掌握。

偵察作業首需掌握時效性，偵察必須不斷，重點實施。在部隊任務上，營級之兵要調查與連級的偵察任務都為達成兵要整備必要手段，在偵察作業中若能配合現代科技技術，結合營、連級的偵察資料，予以數位化儲存，建立資源交換與共享機制，不僅有利於偵察資料分析運用，更能節省作業人力與時間，有效達成偵察作業任務。因此，現地偵察數位化作業，建立資源共享機制，為達成偵察任務之最佳途徑。



[9]。換言之，即將戰場情報準備各項考慮因素與繁複的作業，根據敵情、地形及戰場兵要，透過各種透明圖示的圖解，統一作業平台處理運算，以數位化方式尋求最佳的行動方案與各項支援，研判未來發展與敵可能行動，提供指揮官及其參謀下達決心及計畫作為參考。

地理資訊系統整合運用主要可處理地理空間方面的資訊，結合各式感測器、遙感衛星、全球定位系統、行動及通訊等科技，使身在「透明化戰場」的指揮官能瞭解地形變化、敵軍動態與兵、火力部署，迅速產生決策與作戰指導，掌握戰場狀況^[10]。就未來戰爭發展的趨勢而言，「以載臺為中心之作戰」即將式微，代之而起的是以分散偵測器及武器為主之「網格為中心之作戰」（Grid-centric warfare），此種作戰之特色即包含輸入、連結、處理、軍事地理資訊系統、整合與輸出等要項^[11]。其中軍事地理資訊處理包含影像獲得、目標辨識以及目標定位間的連結，傳送的資料將使武器能夠藉參考定位追蹤移動的目標。而資訊處理之核心即在於是否建置且具備滿足作戰需求之地情資料庫與一致的地理坐標系統，亦即軍事地理資訊系統之功能與架構。

陸、結語

現代測繪技術高科技的發展，使其未來在局部戰爭中具有更加重要的地位與作用，並朝向精確、即時和不間斷的獲取地形資料與定位定向數據的方向發展。現代戰爭由於軍事行動速度加快，歐、美等先進國家，便發展「數位戰鬥管理系統」（Digital Battle Management System）與建構數位化戰場（Richardson，2001）以因應此種速戰威脅。

從現代的戰爭中不難發現高科技、高效率是今後戰爭的作戰型態，亦印證了高技術武器和指揮自動化技術的發展，必然將軍事測繪推向關鍵技術的地位，如果沒有軍事測繪技術提供各種多維空間環境、目標定位與監控導航定向等資訊，就無法進行資訊戰的籌畫、指揮和控制；精確制導武器就無法精確命中目標，快速反應部隊也無法實施快速反應。因此，本研究希望以拋磚引玉之方式，驗證空間決策分析之作業模式，盼對國軍未來戰場指揮管制系統之整合及工兵數位化之發展，有所助益。

註⁹：《陸軍指參作業程序教範（草案）含戰場情報準備》，陸軍總司令部印頒，民國93年5月24日，頁3-1。

註¹⁰：李衍造，〈淺談陸軍「地理資訊系統」架構之我見〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第43卷第492期，民國96年4月號，頁109。

註¹¹：陸軍總部戰法暨準則發展委員會，《軍事地理資訊系統》，民國93年9月1日，頁1-8。

參考資料

- 一、曾義星、史天元，〈無所不在的資訊空間〉，《科學發展》，台北，365期，2003年5月，頁17。
- 二、林傑斌、劉明德，《地理資訊系統GIS理論與實務》，台北：文魁資訊公司，民國91年10月，頁9-15。
- 三、Bradford W. Parkinson, "GPS Error Analysis", Chapter 11, Global Positioning System: Theory and Applications, 1996, pages478-483。
- 四、Tsichrizis D.C.F.H. Lochovsky, "DataBase Management Systems", Academic Press, New York, 1977。
- 五、Kemp, Z, "An analysis of geometric modeling in database system", ACM Comp, Vol 19, 47-91, 1990。
- 六、鄭昆霖，〈在PDA上整合GPS與GIS之導航系統〉，私立逢甲大學資訊工程所碩士論文，台中，2002，第7~10頁。
- 七、林傑斌、劉明德，《地理資訊系統GIS理論與實務》，台北：文魁資訊公司，民國91年10月，頁9-15。
- 八、道路橋樑偵察作業手冊（草案），陸軍總部工兵署，民國九十年八月，頁6。
- 九、《陸軍指參作業程序教範（草案）含戰場情報準備》，陸軍總司令部印頒，民國93年5月24日，頁3-1。
- 十、李衍造，〈淺談陸軍「地理資訊系統」架構之我見〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第43卷第492期，民國96年4月號，頁109。
- 十一、陸軍總部戰法暨準則發展委員會，《軍事地理資訊系統》，民國93年9月1日，頁1-8。

作者基本資料

學歷：中正理工學院 82 年班、後勤綜合正規班四期、義守大學資管所碩士；經歷：排長、副連長、後勤官、營參謀主任、教官；現任職於工兵學校測量組。