

**應用個人數位助理 (PDA) 辦理
數值地籍測量外業自動化之研究**

研究發展單位：內政部土地測量局

**研究發展人員：局 長 曾德福
 測繪資訊課長 王乃卿
 設 計 師 王 森**

中 華 民 國 九 十 一 年 十 二 月

摘 要

一、研究緣起

數值法地籍圖重測工作將外業測量成果資料使用電腦以數值方式計算、處理、儲存，減少人工處理產生之錯誤，並可使測量成果不致因圖紙伸縮而改變，保障民眾產權。但在外業測量及內業資料處理的過程，仍有部分工作需依賴人工處理，若發生讀數、抄寫、登打等錯誤而未即時被發現，即使後續資料處理採用自動化過程也無濟於事。

本局於八十五年自行開發可使用於掌上型電腦之「戶地測量外業自動化系統」(簡稱原系統)，將全測站經緯儀(或稱電子測距經緯儀)與掌上型電腦連線，系統即自動記錄全測站經緯儀之觀測資料，並即時進行各項觀測成果檢查工作，若觀測發生錯誤時，系統會提醒測量員進行測站設置或其他檢查，有效提升重測工作之效率。惟由於電腦產品推陳出新，原使用之掌上型電腦業已停產，且原廠商已不提供硬體維護服務，為避免影響重測工作之進行，本局爰研究開發可使用於個人數位助理(PDA, Personal Digital Assistant)之新系統取代原使用之「戶地測量外業自動化系統」替代原系統，並加入以圖形方式瀏覽重測工作區地籍圖之功能，及新增導線法圖根測量及單導線計算功能，期能提升測量外業作業自動化之程度，達到工作簡化，有效提高測繪品質。

二、研究方法及過程

本研究依照現使用系統功能重新開發可應用於PDA之系統，以達到替代原系統之目的。其研究過程包含工作平台的選定、檔案格式規劃、操作介面設計、及應用程式開發等。

三、重要發現

本研究以物件導向程式設計完成系統開發，過程中有下列諸多發現：

- (一) PDA 與全測站經緯儀在資料傳輸之設計均為資料供應端 (Server)，其間之控制指令及資料傳輸須使用 Null Modem 及 RS-232 轉接頭予以串接，方可互相傳輸資料。
- (二) 本研究採用之 Pocket PC，其使用之作業系統為 Windows CE，為了增加移植性及支援多國語言，中英文字的編碼採用 Unicode，與一般常用的 ASCII 碼 或 BIG5 碼不同，故程式設計時預使用二種編碼之轉換函式方可正常運作。
- (三) PDA 無法直接與印表機連接，須將外業觀測成果檔以專用資料傳輸軟體傳輸至桌上型電腦，另外設計程式將讀入觀測成果檔，再從印表機以傳統觀測手簿的型式列印。

四、主要建議事項

- (一) 本次研究所開發的 PDA 版測量外業自動化系統，係針對現行作業實際需要而設計，目前系統功能以地籍圖重測工作之圖根測量、戶地測量及協助指界為主，未來可進一步的研究增加高程記錄和計算功能，使本系統適用於地形測量工作，或使用配備伺服馬達的全測站經緯儀，提昇測量作業自動化的程度。

目 錄

第一章 前言.....	1
第一節 研究緣起.....	1
第二節 研究目的.....	2
第二章 研究方法與過程.....	5
第三章 研究發現.....	11
第四章 效益分析.....	14
第五章 改進建議.....	16
參考文獻.....	17

附錄：測量外業自動化系統操作手冊

應用個人數位助理 (PDA) 辦理

數值地籍測量外業自動化之研究

第一章 前言

第一節 研究緣起

臺灣省地籍圖重測工作自七十八年度開始全面以數值法辦理，將外業測量成果資料使用電腦以數值方式計算、處理、儲存，減少人工處理產生之錯誤，並可使測量成果不致因圖紙伸縮而改變，保障民眾產權。但在外業測量及內業資料處理的過程，仍有部分工作需依賴人工處理，若發生讀數、抄寫、登打等錯誤而未即時被發現，即使後續資料處理採用自動化過程也無濟於事。本局雖然規劃嚴格的檢查制度為測量成果把關，但成本太高，且實際上也無法找出所有錯誤。

為了提升外業及內業工作之自動化，減少因人工處理而產生錯誤之問題，本局於八十五年首度自行開發可使用於掌上型電腦之「戶地測量外業自動化系統」(簡稱原系統)，戶地測量外業時將全測站經緯儀(或稱電子測距經緯儀)與掌上型電腦連線，系統即自動記錄全測站經緯儀之觀測資料，並即時進行各項觀測成果檢查工作，若觀測發生錯誤時，系統會發出聲響及警訊，提醒測量員進行測站設置或其他檢查。此外，在協助指界部分，可由「數值地籍圖重測資料處理系統」(簡稱重測系統)轉出控制點、界址點、經界線、宗地資料等協助指界檔案，傳輸至掌上型電腦，於外業協助指界時即時查詢、計算所需之角度距離，減少攜帶及翻閱大量圖表資料之困擾。

在內業部分，系統可產生光線法觀測成果報表檔，以列表機列印出觀測手簿，留供備查；另產生觀測成果轉換檔，可由重測系統讀入，自動計算並新增於外業觀測之參考點，減少人工登打的時間並避免登打錯誤。

本局測量隊各重測工作站自八十七年度起全面使用「戶地測量外業自動化系統」進行之戶地測量及協助指界工作，有效提昇地籍圖重測工作之效率，並獲致良好的成果。惟由於電腦產品推陳出新，原使用之掌上型電腦業已停產，且原廠商已不提供硬體維護服務，為避免影響重測工作之進行，本局爰研究開發可使用於個人數位助理 (PDA, Personal Digital Assistant) 之新系統取代原使用之「戶地測量外業自動化系統」替代原系統，除保留原系統之功能外，加入以圖形方式瀏覽重測工作區之地籍圖之功能，供測量員工作時參考，並新增導線法圖根測量及單導線計算功能，改名為「測量外業自動化系統」(以下簡稱本系統)。

第二節 研究目的

本研究之主要目的是以現階段軟硬體設備環境與相關技術為基礎，參照本局原開發之「戶地測量外業自動化系統」之功能，重新設計可適用於個人數位助理 (PDA) 進行測量外業自動化之新系統，並且增加原系統未具備之導線法圖根測量、單導線計算及圖形瀏覽功能，預期以新式之軟硬體取代原使用系統，達到操作使用的便利性及資料處理的正確性及延續測量外業自動化工作之目標，提昇地籍圖重測工作之效率，其研究重點如下：

一、檔案架構設計：

原系統界址測量部分之觀測成果檔案格式為經特

別設計的 Binary 格式，兼具格式簡單、節省儲存空間、存取速度快及資料保密四項優點，本系統為能含括處理以前由原系統建立之資料，採用與原系統相同之檔案格式。圖根測量部分之檔案格式則參考界址測量之格式重新設計，並預留與高程相關欄位，以利資料之統一管理及後續功能擴充。

二、操作使用模式規劃：

系統操作使用模式配合 PDA 之特性重新設計，因 PDA 無滑鼠及鍵盤，操作時以觸控筆代替滑鼠來控制畫面，以 PDA 內建的簡易輸入板 (SIP, Simple Input Panel) 代替鍵盤輸入文數字資料，並儘可能提供圖形化的操作功能以取代傳統文字輸入模式，即在螢幕上以觸控筆點選圖形進行點號輸入，以增加系統操作時的方便性及作業的效率，達到系統易學易用的目的。

三、提供導線法圖根測量功能：

目前地籍圖重測工作使用全測站經緯儀以導線法觀測圖根點，以人工記錄觀測資料，再將觀測成果登打入電腦以網型平差程式計算圖根點坐標。為使圖根點之觀測亦可以自動化為之，本研究於系統增加導線法圖根測量功能，以提升外業之自動化程度，並提供簡易單導線計算功能，以便於外業時先行計算導線，即時瞭解觀測成果之精度，供測量員參考是否須進行檢測。

四、觀測成果列印程式設計：

由於 PDA 之硬體設計無法與印表機連接，故觀測成果之列印工作須另外開發印表程式，於桌上型電腦執行。印表程式應可直接讀取從 PDA 下載之外業觀測成果檔，以傳統觀測手簿的型式從印表機印出，以利保存原始觀測資料。

五、應用系統開發：

本次研究針對研究結果開發可應用於 PDA 之應用程式，供辦理地籍圖重測外業測量自動化作業使用，期能藉由最新之電腦軟硬體技術，開發易學且方便使用的程式，提高電腦科技在測量外業自動化作業的應用層次。系統開發計畫採物導向程式設計方法為之，程式儘可能以物件化、模組化來撰寫，藉著修改物件或增加物件功能，以方便日後系統維護或功能擴充。

。

第二章 研究方法與過程

本研究依照現使用系統功能重新開發可應用於 PDA 之系統，以達到替代原系統之目的。其研究過程包含工作平台的選定、檔案格式規劃、操作介面設計、及應用程式開發等，茲就研究過程分別說明如下：

一、工作平台的選定：

PDA 可視為小型的電腦，具備視窗化操作界面，與一般的 Windows 作業系統類似，但其原始之設計乃是作為協助個人資料處理使用，且為方便隨身攜帶，其體積僅約上衣口袋或手掌大小，故螢幕亦隨之縮小，解析力僅約 240x320 或 240x240，電力供應則使用乾電池或可充電之鋰電池。PDA 一般不配備鍵盤及滑鼠，僅具備數個特殊功能按鍵，於使用時並不足夠，所以使用上須以觸控筆配合觸控式螢幕及內建的文字輸入工具進行文數字輸入及各項程式功能操作。

本研究開發之軟體係提供測量員在外業連接全測站經緯儀使用，所選取的硬體平台應具備下列特性：

- (一) 重量、體積應輕巧以利方便攜帶。
- (二) 電力供應須可持續工作八小時以上。
- (三) 需具備 RS-232 資料傳輸埠以便與全測站經緯儀傳輸資料。
- (四) 測量工作計算點坐標需使用大量的浮點運算，需要較佳的浮點運算能力。
- (五) 地籍圖資料包括點、線、文字、數字等項目，顯圖時需要較大的螢幕以利測量員使用。

針對以上的條件及應用程式開發之考量，本研究選擇使用 Pocket PC 作為工作平台，因 Pocket PC 程

式設計則使用與一般個人電腦 Windows 程式設計相似的開發工具，為考量日後可將程式移植至筆記型電腦或其他使用 Windows 作業系統的電腦使用，使用 Pocket PC 作為工作平台是較佳的選擇。

市場上已有多家廠商推出 Pocket PC 產品，本研究採用的是國眾 LEO-E300，其基本規格如下：

項目	說明	備註
作業系統	Windows CE 3.0 中文版	
體積	133.7mm*82mm*14.7mm	長-寬-深
重量	150 公克	
主電源	鋰電池	可充電
備用電源	CR2023 水銀電池	
持續電力	15 小時	
ROM	24MB	
RAM	16/32MB	
擴充記憶卡	可擴充至 256MB	
螢幕解析力	320x240	灰階

此外，因為 PDA 並未具備直接與印表機連線的功能，須使用專用的傳輸程式將觀測成果檔下載至個人電腦後方可使用觀測成果列印程式列印，惟傳輸程式及列印觀測成果所需使用之電腦不須特別的硬體規格，使用測量員原執行重測系統之電腦及印表機即可，以本局現使用最低階之個人電腦、作業系統及印表機為準，其基本需求如下：

(一) 個人電腦需求：

- (1) CPU 等級為 Pentium-200 (含) 以上。
- (2) 主記憶體 32MB (含) 以上。
- (3) 磁碟容量 2GB (含) 以上。
- (4) MS Windows NT Workstation 4.0 中文版或更新版本作業系統。

(5) 一個未使用的 RS-232 或 USB 傳輸埠供資料傳輸使用。

(二) 印表機等週邊設備需求：

觀測成果列印程式架構在 Windows 作業系統之上，對於雷射、噴墨、點陣式印表機的操作使用，可直接透過 Windows 作業系統支援，故只要具有驅動程式之印表機均可使用。

二、檔案格式規劃：

原系統界址測量部分之觀測成果檔案格式為經特別設計的 Binary 格式，將測站、儀器及觀測資料以相同長度儲存於同一檔案中，以特定的指標作為存取資料的索引，兼具格式簡單、節省儲存空間、存取速度快及資料保密四項優點，其檔案結構如圖所示：

檔頭	64Byte
儀器資料 1	64Byte
儀器資料 2	64Byte
. . .	64Byte
測站資料 1	64Byte
測點資料 1	64Byte
測點資料 2	64Byte
測點資料 3	64Byte
. . .	64Byte
測站資料 2	64Byte
測點資料 1	64Byte
測點資料 2	64Byte
測點資料 3	64Byte
. . .	64Byte

(一) 檔頭：記錄檔案建立及最後修改之日期時間、儀器資料筆數、測站總數、段代碼、控制點檔名、第一筆測站資料指標等資料。

(二) 儀器資料：記錄該檔案所使用過之儀器廠牌、型號、序號等資料；如果檔案已有該台儀器之資料，則不會產生一筆新的儀器資料

(三) 測站資料：記錄該測站之點號、刪除標記、儀器資料指、設站日期時間、觀測人員姓名、天氣、儀器高、稜鏡厚度、前一測站及下一測站指標等資料。

(四) 測點資料：記錄該測點之點號、序號、刪除標記、觀測時刻、覘標高度、正倒鏡水平角、斜距、天頂距、正倒鏡一測回花費時間、經界物種類及位置、測量模式、加減距離、測距模式、檢查別、檢查坐標差值等資料。

圖根點、界址點坐標檔及宗地資料檔格式經考量執行速度及儲存空間後，採用與舊版重測系統相同的 Binary 格式。本系統為能含括處理以前由原系統建立之資料，上述資料檔之格式採用與原系統相同之檔案格式。

圖根測量觀測成果之檔案格式經分析後參考界址測量之格式重新設計，可同時儲存單角度觀測及方向組法觀測的資料，並預留與高程相關欄位，以利資料之統一管理及後續功能擴充，並兼具與界址測量成果檔相同的簡單、快速、容量小、保密等優點。其檔案結構如圖所示：

檔頭	64Byte
儀器資料 1	64Byte
儀器資料 2	64Byte
. . .	64Byte
測站資料 1	64Byte
測點資料 1(後視)	64Byte
測點資料 2(前視方向 1)	64Byte
測點資料 3(前視方向 2)	64Byte

. . .	64Byte
測站資料 2	64Byte
測點資料 1(後視)	64Byte
測點資料 2(前視方向 1)	64Byte
測點資料 3(前視方向 2)	64Byte
. . .	64Byte

(一) 檔頭、儀器資料、測站資料之記錄資料與界址測量觀測成果檔相同。

(二) 測點資料：記錄該測點之點號、序號、刪除標記、觀測時刻、覘標高度、二測回觀測之正倒鏡水平角、斜距、天頂距、二測回花費時間等資料。

三、操作介面設計：

本研究選用的 Pocket PC 係使用 Windows CE3.0 作業系統，其可視為一般 Windows 作業系統之精簡版，為配合 Windows 作業系統圖形化介面的特性，新系統操作介面規劃採用 Windows CE 作業系統提供的 Win32 API (Application Programming Interface) 為核心，以方便進行圖形化的設計。

此外，測量外業自動化系統之另一重點為 PDA 與全測站經緯儀之間之資料傳輸，原系統之設計已可配合本局現有多種廠牌型號的全測站經緯儀，提供可於經緯儀和電腦上按鍵進行觀測及記錄觀測資料之功能，本系統為簡化及統一操作方式，僅提供由 PDA 按鍵（以觸控筆操作）進行觀測及記錄之方式。

觀測成果列印程式因係在桌上型電腦使用，開發時則採用 Windows NT 作業系統提供的 Win32 API 進行設計。

四、應用程式開發：

舊版戶地測量外業自動化系統係採用 Visual

Basic for DOS 程式語言開發完成，僅適用於 DOS，目前的軟硬體已不適用。新系統規劃改採 C++ 物件導向程式語言開發，規劃設計本局現有各廠版型式全測站經緯儀控制指令、資料傳輸、點、線、資料儲存管理、繪圖功能、檔案操作等物件，其中除繪圖功能與作業系統有直接相關，直接呼叫作業系統所提供之 API 函式外，其他的物件均儘可能以標準 C++ 語言格式撰寫，並且呼叫標準的 C / C++ 函式，以方便日後系統維護及物件程式碼的共享或移植。

第三章 研究發現

一、本研究進行 PDA 與全測站經緯儀間之控制指令及資料傳輸時，發現 PDA 之設計雖可利用 RS-232 或 USB 傳輸埠與桌上型電腦互相傳輸資料，但 PDA 與全測站經緯儀之間僅可用 RS-232 進行資料傳輸，而且 PDA 傳輸線及全測站經緯儀傳輸線均為 9 母接頭，必須使用二端均為 9 公之轉接頭連二條傳輸線。

此外，PDA 與全測站經緯儀在資料傳輸之設計均為資料供應端 (Server)，即使以 9 公+9 公轉接頭連接二傳輸線也無法傳輸資料。原因是 RS-232 之 9 條訊號線各有其不同的功能，分別用於傳送、接收及其他功能，必須適當的連線方可正常運作。各訊號線之功能列如下表：

編號	功能	備註
1	未使用	
2	接收資料	RD
3	傳送資料	TD
4	資料終結完成	DTR
5	訊號接地	SG
6	資料設定完成	DSR
7	要求傳送	RTS
8	清除傳送	CTS
9	未使用	

因此，如果相連的同是傳送端或同是接收端則資料無法傳輸，必須將一端之傳送端與另一端之接收端連接，方可傳輸資料，此種連線方式稱為「Null Modem」，即俗稱的「跳線」，在市面上可買到製成 9 母-9 公的連接頭成品，其主要訊號線之連接方式如下：

RD	2<----3	TD
TD	3---->2	RD
SG	5-----5	SG
CTS	8<-----4	DTR
RTS	7---->6	DSR

將上述資料整理後，可知欲將 PDA 與全測站經緯儀進行資料傳輸之連線方式如下圖：



二、Pocket PC 使用之作業系統為 Windows CE，此作業系統為模組化設計，且為了增加其移植性及支援多國語言，中英文字的編碼採用 Unicode，亦稱寬字元，而非一般常用的 ANSI 碼 或 BIG5 碼。

Unicode 以二個位元儲存一個文字，當儲存英文字、數字或與 ASCII 相同的符號時，第一個位元為 0，第二個位元則與 ASCII 的編碼相同，如下圖所示：

編碼	Unicode		ASCII	備註
字元	A		A	
儲存方式	Byte 0	Byte 1	Byte0	

	00	64	64	十進位
--	----	----	----	-----

在程式設計時，可使用 C++ 提供的函式 `mbstowcs` 及 `wcstombs` 進行二種編碼之轉換。

而當需要顯示非 ASCII 可表示的字元（例如中文）時，第一個位元則不為 0。

中文字的部分，雖然 Unicode 亦使用二個位元儲存，但其編碼方式與 BIG5 不同，故二者不可直接轉換，須經由編碼轉換的 API (`MultiByteToWideChar` 與 `WideCharToMultiByte`) 配合編碼檔 `wince.nls` 進行中文字之轉換。

雖然 Windows CE 使用 Unicode 處理文字，但全測站經緯儀之控制指令及資料傳輸仍使用 ASCII 編碼處理，因此，在程式設計時必須注意二種編碼之不同。

三、因為 PDA 無法連接印表機，本研究另設計可於桌上型電腦執行的觀測成果資料列印程式，將外業觀測成果檔以專用資料傳輸軟體傳輸至桌上型電腦，以觀測成果資料列印程式由直接讀取界址測量和圖根測量成果檔，將外業觀測成果從雷射、噴墨或點矩陣印表機以傳統觀測手簿的型式列印，另因觀測成果檔為 Binary 格式，僅可於系統的編修功能中修改資料，免除資料轉成文字檔時遭破壞的危險。

第四章 效益分析

本研究最終目標是開發一套可於 PDA 執行的測量外業自動化系統，提供本局及臺灣省各地政事務所辦理地籍圖重測區外業測量使用，目前新版程式已開發完成，除維持原系統所提供的功能外，另提供導線法圖根測量、簡易單導線計算及易於操作的圖形化介面，經測試結果，新系統在便利性及功能性均較原系統為佳，有助於地籍圖重測區外業工作之執行，其具體效益如下：

一、提供簡易統一之操作界面：

本局現有數種不同廠牌型式的全測站經緯儀，其外型、鍵盤、操作方式均不相同，未使用外業自動化系統時，測量員若更換使用的儀器，必須重新熟悉操作方式。而本系統提供統一的操作界面，不同的全測站經緯儀均可利用 PDA 以相同的操作方式使用。

此外，原系統採用點位編碼的方式輸入經界線種類、位置、測量模式等資料，測量員使用時必須熟記代表經界線種類及測量模式的代號以方便工作，本系統則將此部分改以圖型選項界面操作，測量員可於下拉式選單選取以中文表示的經界線種類及測量模式，系統會自動轉換為代號儲存於觀測成果檔中，便利測量工作之進行。

二、外業測量標準工作程序控制：

使用本系統進行外業觀測時，系統可對各項觀測資料即時檢核，於必要時對測量員提供操作指示，並要求測量員依標準觀測程序作業，使測量員於外業工作時可以獲取正確並符合標準的觀測成果。

三、提供便利之資料查詢工具：

本系統提供全工作區圖形瀏覽及資料查詢界面，可使用觸控筆操作瀏覽工作區圖形資料，或以圖形點選查詢點、線、面等相關資訊。

四、外業導線計算與偵錯，節省檢測工作量：

當以導線法觀測圖根點，連接至已知點成附合導線時，本系統提供之簡易導線計算功能可立刻計算導線觀測之精度，計算所得之坐標值可作為網型平差計算之初始值。倘若導線之精度不符合規範要求時，系統會嘗試找出觀測錯誤之測站（僅一站錯誤時可找出，二站以上無效），提供測量員檢測導線之參考。

五、介面人性化，易於訓練推廣：

本系統以圖形化界面及選單式的操作方式，利用觸控筆點選螢幕之方式執行各項功能，不需記憶操作指令及代號，並可將工作區所有資料同時顯示於螢幕上，當資料異動時，畫面隨即更新，使用者可立即看到處理結果並檢查執行的指令是否正確，方便使用者自行學習，易於推廣應用。

第五章 改進建議

- 一、本次研究所開發的 PDA 版測量外業自動化系統，係針對現行作業實際需要而設計，目前系統功能以地籍圖重測工作之圖根測量、戶地測量及協助指界為主，未來可進一步的研究增加高程記錄和計算功能，使本系統可運用於地形測量工作。
- 二、目前已有多家廠商推出配備伺服馬達的全測站經緯儀，惟因本局並無類似之設備，本次研究未針對配備伺服馬達的全測站經緯儀進行功能設計，未來可進一步研究本系統與配備伺服馬達之全測站經緯儀搭配開發新的功能，使系統功能更加完備。
- 三、本研究開發之系統已針對本局現使用全測站經緯儀，研究其指令格式並撰寫搭配之操作指令物件，未來改版或開發與全測站經緯儀相關之系統時，可直接採用此物件，若購置新型之儀器時，僅須將物件擴充即可使用，減少重新研究開發之成本。
- 四、目前已有多種電子式外業測量儀器，未來可研究將其與 PDA 搭配，開發整合性的測量外業自動系統，以提昇測量作業自動化的程度。
- 五、目前地籍圖重測之程序為先進行圖根點觀測，以網型平差程式計算圖根點的坐標後，再進行界址測量，因此本研究設計的系統將圖根測量及界址測量分為二個不同的功能，成果檔亦不同，但因此二觀測成果檔之結構類似，日後若有需要時可修改為同時進行圖根（導線）測量和界址測量的操作模式。

參考文獻

- | | | |
|--|-------------------|--------|
| 數值地籍測量外業自動化之研究 | 臺灣省政府地政處土地測量局 | 八十六年六月 |
| 戶地測量外業自動化系統操作手冊 | 臺灣省政府地政處土地測量局 | 八十八年四月 |
| 電腦繪圖的數學基礎 | 儒林 | 七十二年 |
| 電腦繪圖初步 | 儒林 | 七十四年 |
| LEO E300 使用手冊 | 國眾 | 八十九年 |
| 平面測量學 | 國立成功大學工學院航空測量研究所 | 七十七年 |
| Windows CE 開發寶典 | 儒林 | 八十九年 |
| Windows CE 3.0 Application Programming | Prentice Hall PTR | 2001 年 |

附 錄

測量外業自動化系統操作手冊