

PDA 與行動式 GIS 在農田水利會灌溉管理上之應用 —以現場查核及工程維修為例—

Application of PDA and Mobile GIS to Irrigation Management for Irrigation Associations —Worksite inspection and Engineering Maintenance as an Examples

農業工程研究中心副研究員

朱 振 標

Chen-Piau Chu

摘 要

行動式地理資訊系統就是擷取桌上型地理資訊系統之常用功能整合到 PDA 上，利用 PDA 之輕巧及可攜特性，方便田間及現場之即時應用，讓在桌上型電腦上才能發揮之空間資料處理功能，也能透過 PDA 之機動性而達到現場即時應用之目的。

本文以新竹及石門水利會為例，應用水利會現有之地理資料庫，搭配 PDA 及 GIS、GPS 及 DGPS 等軟硬體設備，以 ESRI 之 ArcPad 為平台，利用 PDA 可攜性之特性，開發一套適合水利會使用之現場查核系統，供水利會在現場會勘、標的地籍坵塊查核、水稻種植現況調查、休耕查核、灌溉渠道樁號及地籍定位等功能，以提高農田水利會灌溉管理之績效及免除人工作業錯誤之困擾。

關鍵詞：地理資訊系統(GIS)，個人數位助理機(PDA)，全球定位系統(GPS)，即時差分定位系統(DGPS)。

ABSTRACT

Mobile geographic information system is to adopt the most common functions from desktop GIS into the Personal Digital Assistant (PDA), for the benefit of handiness and portability, to facilitate applications in real time and in the fields. Many of the data processing functions that were only available in desktop computer, now can be applied by the portability of PDA.

The research take Shinchu and Shimen Irrigation Associations as examples, using their currently available geographic database, accompany with PDA, GIS, GPS and DGPS software and hardware to develop a worksite checking system using ESRI ArcPad as platform. The system takes advantage of the mobility of PDA to offer functions of worksite inspection, target land-parcel examination, cultivating condition investigation for paddy rice, cultivation suspension inspection, canal number and cadastral land identification, in order to promote efficient irrigation management and reduce errors and misinterpretation from manual operation.

Keywords: Geographic information system (GIS), Personal digital assistant (PDA), Global positioning system (GPS), Differential global positioning system (DGPS).

一、前 言

地理資訊系統乃是一種整合各種空間資料之地理資料庫管理系統，近年來已經廣泛應用於各項水資源之管理。以農田水利之業務應用而言則包括地籍資料管理、輪區圖管理、會有土地管理、灌溉基本資料管理及各項空間資料分析等。雖然這些應用對水利會幫助很大，但前提是必須仰賴桌上型電腦才能執行。對於水利業務中某些需到現場查核之業務，則受桌上型電腦可攜性低之影響，而無法達到立即應用之目的。

台灣水資源缺乏，每碰到乾旱年時，由於水資源不足，因此移用農業用水給民生及工業用水為政府部門常採取之因應對策。農田無水可以灌溉導致農民所產生之損失，便由政府部門編列預算補償農民之損失。但政府對農民之補償標準不一，必需視現場農田休耕時之狀況而定，而現場查核之責任便落在每一個水利會員工之身上。因此這種休耕作業便帶給水利會員工許多額外之工作，並直接影響到補償金之發放，如何降低查勘之錯誤及提昇效率為水利會主管階層極力解決之工作。

自 1996 年起新竹水利會灌區已經有四次之灌溉用水移用工業用水或民生用水之實例(徐元棟, 2003)；而石門農田水利會灌區也有二次之移用。但每次之休耕政策政府所頒佈之補償標準不一，1996 年休耕之補償標準分成二級：未種植綠

肥者每公頃補助 23,000 元，有種植綠肥者每公頃補助 27,000 元。2002 年因宣佈之時間較晚，所以補償標準分成四級：每公頃之基本補助金額為 46,000 元，有育苗者則每公頃加發 9,100 元、有整田者每公頃加發 11,000 元，有插秧者則每公頃再加發 7,000 元。2003 年之補償標準也是分成四級：符合水旱田補助標準的每公頃補助金額為 42,000 元、有翻田者加 10,000 元、種植綠肥再加 8,000 元、未翻耕者補助 22,000 元。2004 年之補償標準則簡化為三級：種植綠肥者每公頃補助金額為 60,000 元、有翻耕未種植綠肥者為 53,000 元，未翻耕者為 22,000 元。

休耕作業一旦發生，水利會便需準備各式之資料及現場查核工作，耕地面積可以由地政單位之證明文件取得，但從以上四次之補償標準來看，補償費之高低取決於現場當時栽培狀況之查核作業，包括整田、育苗、插秧及種植綠肥等查證工作，這些工作皆必須親赴現場勘查，所以現地之查核便變成非常重要。但現場勘查很容易迷失方位，就算拿著地籍圖走到田間，別說要定位尋找目標之地籍坵塊不易，有時碰到重劃區面對形狀一模一樣之坵塊時，確實容易渾淆。而水利會員工則必須承擔查核農民向各工作站申報各種標的面積之責任，因此一套能夠到現場田間導航之系統便顯的非常重要。

另外灌溉渠道之工程維修，也是水利會經常性之業務之一。若工程維修之標的為幹線渠道

時，由於屬於大型之渠道，其相關資訊建構完整，要標示維修之起終點樁號可從上下游之構造物標示導引。但對於支、分渠以下之小型工程維修案件，則大多因為相關資訊建構不完整，無法快速取得相關資訊。故對於維修之起點，過去大多以標示“某某人之田頭”或“某某人之田尾”，並以“0K+000”來表示起始樁號。雖然短期內並無管理上之不便，但年代一久或管理人員調動便無法掌控實際之維修區段或重複維修之情況。這種困擾與一般之管線維護單位所碰到之管理上問題相同，也極需要一套有效之現場工程登錄系統，交給工程設計人員在現場定點量測，很容易可以取得該渠道之維修樁號，再套入桌上型地理資訊系統後，便能夠快速繪製施工位置圖，當然灌溉渠道系統完整之建置是必要之條件。

本研究以台灣省新竹農田水利會及石門農田水利會之應用為例，新竹農田水利會於民國1998年起陸續建立全會之地理資料庫，包括基本地籍圖（比例尺 1:500~1:1200）、灌溉渠道分佈圖、排水渠道分佈圖、水工構造物分佈圖、各級道路分佈圖及全灌區之地籍資料表等（農業工程研究中心，2000），並於 2002 年完成所有地理資料庫之建置工作，總灌溉面積約 6,400 公頃，其中地籍圖部份因受惠於新竹縣市水利會灌區內大部份之地籍圖已經數值化，因此得以定期申購電子檔加予定期更新，這對於導入行動式地理資訊系統之應用得以提高資料之準確性。而石門農田水利會則利用相同之建置方法，於 2001 年完成湖口站灌區、2002 年完成富岡、楊梅及過嶺站灌區、2003 年完成八德及中壢站灌區，總灌溉面積約 12,000 公頃。因此得予配合輕便、小巧之 PDA，開發系統介面以供現場勘查或登錄，來解決上述作業上之困擾。

二、前人研究

在農田水利業務應用上，以 PDA 作為 GIS 平台及登錄作業，目前尚無文獻記載，但類似此應用之開發及相關之應用則逐漸推廣中。個人數位助理機(Personal Digital Assistant, PDA)從 90 年代開始慢慢開始流行，其優點是小巧、輕便且具

有一般 PC 常用之功能，另外其開放式之程式架構及網路連線功能，更加速了 PDA 在市場上之地位。

由於 PDA 所帶來之便捷性，近年來便有許多之廠商或顧問公司，將 PDA、GIS 與 GPS 做一整合性之應用，也陸續開發了一些在 PDA 上使用之工具，包括 Autodesk OnSite View (Autodesk Inc., 2004)，提供手提式裝置與數位板結合之功能，可在野外現場中做審核、標記並測量設計資料，突破出圖環境必須在辦公室之限制，提高移動作業程序的效率。ESRI 公司則開發了 ArcPad 軟體，這是一套精簡版之 ArcView 系統，將一般常用之 GIS 功能變成可攜性，結合 GPS 後更提供定位之功能(ESRI Inc., 2004)。MapInfo 公司開發了 MapXtreme 軟體，MapXtreme 提供了全面的地圖處理功能包括主題地圖、緩衝區分析(buffer Analysis)，地圖編輯，地圖目標查詢，可直接讀取 LotusNotes 和 Domino 資料及地圖顯示，另外也提供圖層控制、空間選擇、地理編碼、擴展地圖庫等功能(Mapinfo Inc., 2004)。Sokkia Corp 開發了 iMap 軟體，iMap 也是一套適用於野外作 GIS 屬性資料收集之工具，同時又能記錄收集座標位置及測繪現況圖的軟體(Sokkia Corp., 2004)。Trimble 公司則開發了 TerraSync 軟體，TerraSync 之功能也包括可以搜集點、線、面之地理資料，配合 GIS 之應用同樣可達到現場導航之效果(Trimble Inc., 2004)。

至於國內之相關應用則有銳瑋科技與英瑞得資訊公司共同開發之『地圖隨身走』電子地圖，搭配 GPS 後也可提供導航之功能(周天穎，2001)。台灣通路公司開發了『CAR Tracker 監控/派遣系統』，『CAR Tracker 監控/派遣系統』，是結合 GPS、GSM、GIS，無論車子在行駛中或靜止，都能透過客戶端內建的電子地圖輕鬆的完成監控及派遣車隊的管理。松旭資訊公司開發之『SuperPad』，是第一套由台灣本土自行研發的行動地理資訊系統軟體，透過手持式行動裝置，即可在野外進行現地調查、量測、圖資修正等工作，再配合 GPS 裝置，可取得即時的座標資訊(松旭資訊，2004)。台北市政府利用 AutoCad OnSite

View 軟體建立了『台北市市容查報系統』，提供台北市民在網路上提供市容查報之工作(林正修，2001)。徐良辰等(2001)利用 ESRI 的 Arcpad 5.01 進行戶政地址門牌的外業調查，再與 PC 系統整合達到現場蒐集資料之目的。陳文彬(2002)結合 PDA 與全站測站經緯儀或 GPS，開發一中文化、自動化之地形圖測繪系統等。

三、目前農田水利會地理資訊系統之作業

新竹及石門農田水利會，皆已完成桌上型之地理資訊系統，相關資料之搜集過程、步驟及建置簡略如下：

3-1 地理資料蒐集

包括灌區之圖形及會員會籍資料等。

1. 會員土地及所有權資料：利用水利會灌溉事業區域內管轄之地政事務所所提供之地籍資料與水利會現有之地籍資料檔清冊進行比對，並清查灌區內之地段是否重測或重劃。若發現重測或重劃則必須建立新舊地段地號對照表，並將新地段地號轉入水利會現有之地籍資料檔中。
2. 地籍圖轉檔及數化：必需清查水利會灌區內所涵蓋之地段，具有數值檔之地段原則可上網向土地測量局申請『地籍數值檔』。過去地籍數值檔格式僅提供 AutoCad DXF 格式，因與 Arc/Info 或 Arc/View 之格式不同，因此必須撰寫程式另行轉換。而自 2004 年起土地測量局已從善如流地提供 Shape File 格式，但轉檔後之內容有些較小之坵塊，會被鄰近較大之坵塊合併掉，因此申請電子檔時最好能夠同時取得 shape file 及 dxf 二種格式，以便轉檔後做驗圖之工作。至於沒有地籍數值檔之地段則可向各地地政事務所申請 1/1200 或 1/500 之地籍藍晒圖，再自行進行數化工作。另外某些從地政單位取得之『圖解數值檔』係以單幅管理(大小為 A3 尺寸)，這些圖檔因係從日據時代流下年代久遠，大部份在圖解數化時係以忠於原圖之精神數化，因此極可能產生圖幅間之接邊接不準之問題，必需以人工整段接合後再加以調整。當然這會產生人為之誤差，但在現階段下並無其它方法解決此問題。
3. 灌區現況調查：必需針對水利會灌區內之灌溉管理基本資料進行重新調查、定位及建檔工作，蒐集及調查之項目包括小組範圍、輪區範圍、灌溉渠道系統(幹、支、分渠及給水路)及斷面變化、流向等、排水渠道系統(包括大、中、小排)、座落於各渠道系統上之各型水工構造物(包括名稱種類、起終點樁號位置及現場照片等)。現場調查部份則利用全球定位系統(GPS)輔助蒐集渠道流經路線及定位，各項資料蒐集完畢後並須依照不同之屬性類別，建置屬性資料檔及數化相關之應用圖層，包括：
 - (1) 工作站分佈圖、輪區分佈圖、小組分佈圖。
 - (2) 灌溉渠道系統圖(包括幹、支、分線及給水路)。
 - (3) 排水渠道系統圖。
 - (4) 座落於各級渠道上之水工構造物分佈圖。
 - (5) 水質監視點分佈圖。
 - (6) 會有土地分佈圖。
4. 資料對位、清查及整合：各項資料蒐集完畢後，可利用地籍圖與地籍資料做地址對位，並依照對位之結果，調整下列各項資料，使現況與建檔之資料吻合。
 - (1) 依照地籍圖中之資料分佈狀況及現場之坵塊實際使用情況，調整灌區內可能遺漏之會員資料，並加予造冊經水利會同意後，併入原灌區內。
 - (2) 調整地籍資料檔中之各項資料設定，因原地籍資料對於水利會之管理行政劃分上(如小組別、輪區別等)可能有誤，必須依照地籍資料對位後，照實際地理分佈調整，以符合灌區實際之地理分佈特性。
 - (3) 清查轄區之會有土地資料，並與地籍圖對位，找出遺漏或重複之資料，並列冊後供水利會核對。

表 1 地理資料庫建置

檔案名稱	檔案內容	說明	資料形態
stn	工作站範圍	圖形資料庫	polygon
grp	小組範圍	圖形資料庫	polygon
rot	輪區範圍	圖形資料庫	polygon
irrg	灌溉渠道	圖形資料庫	line
drain	排水渠道	圖形資料庫	line
cons	水工構造物	圖形資料庫	point
section	段界圖	圖形資料庫	polygon
location	渠道樁號位置圖	圖形資料庫	point
xxyyyy	地籍坵塊宗地界線	圖形資料庫，xx 為鄉鎮，yyyy 為序號	polygon

3-2 地理資料庫建置

灌區現場調查之各項資料在利用 GPS 定位蒐集完成後，依照其屬性及未來之應用方式分別利用 ESRI 之 ArcInfo 建置地理資料庫，相關之資料如工作站、小組、及輪區範圍圖則經過與水利會之會員地籍資料地址定位後加值產製，有關本研究所有使用之各項地理資料詳如表 1。

四、PDA 解決方法及實施步驟

在 PDA 上所使用之地理資料，目前並無相關之軟體能夠提供直接在 PDA 上做資料建置之工作，必需借助桌上型系統所提供之工具如 ArcInfo 之 ArcTool 將各項資料建置完成後，再透過微軟之連線軟體如 ActiveSync 將資料匯到 PDA 上。本研究所有使用之地理資料皆是從新竹、石門水利會現有之桌上型地理資料庫匯入，使用相同之 TWD67 座標系統。至於 PDA 現場查核作業尚需配合整個休耕作之整體性，因此尚需開發桌上型網路申報系統，包括地籍轉檔、列印申報清冊、列印現場勘查地籍圖及輸入現場查核面積等。另外工程維修作業則在 PDA 上紀錄相關樁號位置後，需回到桌上型地理資訊系統下載現場資料及列印施工位置圖、儲存維修樁號及展示歷年維修區段等步驟。

4-1 GPS 定位之精度問題

全球定位系統 GPS 標準定位的選擇式效應

(Selective Availability, SA)於西元 2000 年五月一日午夜停止後，GPS 之定位精度隨之大幅提昇。選擇式效應係美國政府對非美國軍方之使用者所附加上去之人工誤差，其目的在使美國政府以外之使用者無法在即時狀態下達成原系統之精度。在 SA 效應下，標準定位之定位精度為 95% 誤差，也就是平面誤差約 100 公尺，高程誤差約 156 公尺。SA 效應取消後整體的精度提高到平面誤差約 5-10 公尺，高程誤差約 30 公尺(史天元、劉俊宏，2002)。上述之誤差並不適用於農田水利會現場之勘查工作，根據本研究所有使用之 Trimble Pocket GPS 代理廠商提供之資料，Trimble Pocket GPS 在未做後差分時之誤差約在 2-5 公尺，使用後差分處理後之精度誤差約在 2 公尺以下。但現場勘查時無法同時做後差分處理，若誤差過大對於現場勘查之助益不大，解決之方法為採用差分衛星定位系統(Differential GPS)簡稱 DGPS，來提昇定位之精度。

差分衛星定位系統，係利用差分定位法修正，用以增進 GPS 之定位精度。使用 DGPS 作業需要 2 台(或以上)接收儀，一台置於已知座標之基地站，另一台置為待測座標之移動站。因基地站座標已知，故觀測所得之誤差可用以修正移動站之觀測量。利用 DGPS 即時定位觀測，在 SA 開啓時其精度可達 2-5 公尺，SA 關閉後則其精度可降到 2 公尺以下。採用 DGPS 作業時需假設基地站與移動站之觀測誤差亦是相同的，然此一假設並非全然正確，事實上衛星與接收器間之幾何關係並不相同(換言之，衛星訊號經由不同路徑傳送至每一個移動站接器)。然而若移動站與基地站間距離不超過 500KM，則此一效應是可被忽略的。DGPS 可以做即時處理或後處理，即時處理需要無線數據連結(Data Link)的格式，以便在基地站及移動站間作資料傳遞，其通信型式包括常用的 UHF/VHF/HF/Low VHF 無線電頻率，甚至是 INMARSAT 衛星通訊。在 SA 開啓時數據必須每 5 至 10 秒內傳遞一次，以確保 2 公尺之精度(現今最佳方式為 FM 副載波 RDS)在後級處理的模式下，無前述數據連結之問題，發展測量型操作模式下靜態測量及半動態

表 2 ArcPad 系統中 TWD67 座標系統設定參數

資料項目	DATUMID	DATUM	SPHEROIDID	SPHEROID
參數	6239	D_TAIWAN	107036	GRS_1967_Truncated
資料項目	A	INVERSE_F	GEOGTRANID	METHODID
參數	6378160.00000000	298.2500000000	8459	9607
資料項目	METHOD	DX	DY	DZ
參數	Coordinate_Frame	752.0000000000	358.0000000000	179.0000000000
資料項目	RX	RY	RZ	DS
參數	0.000000000000	0.00000000000000	0.00000000000000	0.00000000000000

測量均可達公分級以內精度。

因此爲了得到較佳之定位精度，本研究採用 MBX3 雙頻 Beacon 接收器，並經過與內政部土地測量局提供之一等控制點實地測試測後，北部地區較穩定之接收站爲大陸之 Tiandashan 站，其頻率爲 313KHZ，傳輸速率爲 200bps，若採用台灣左營之接收站，由於接收距離較遠，其精度遠不如大陸之 Tiandashan 站。

4-2 座標系統轉換

台灣早期之座標系統慣用 TWD67，但自從 2000 年 921 大地震後，由於中心點位移便改用 TWD97 系統。因此在地籍圖之取得上，地政單位常會有些地段提供 TWD67 系統，有些地段則提供 TWD97 系統，這對於使用者來講常會造成不必要之困擾。另外本研究所使用之 GPS 內定接收之定位資料爲 WGS84 座標系統（與 TWD97 幾乎相同），與水利會現有地理資訊系統所慣用之 TWD97 座標系統也不同，因此在開發使用者介面時。必須先經過座標轉換及平面投影修正參數後，將 TWD97 轉換成 TWD67 系統，基本上 TWD67 與 TWD97 間並沒有固定之參數來加予轉換，其概略之誤差爲 X 座標 TWD67 約等於 TWD97-828 公尺，Y 座標 TWD67 約等於 TWD97+205 公尺，但並非台灣之每一個地方都適合，有關在 ArcPad 系統中將 WGS84 系統改成 TWD67 系統，其投影之參數如表 2，修改時可直接將安裝 Arcpad 目錄內之 ApDatums.dbf 打開，將各項資料項目改成表 2 之各項參數即可。

4-3 軟硬體配備

目前應用於 PDA 上之 GIS 軟體很多，本研究最後在考慮水利會現有地理資訊系統之資料結構及軟體設備下，採用 ESRI 之 ArcPad 軟體，不僅可直接移植現有地理資訊系統之相關檔案，相對的對系統之熟悉度也較高。

ArcPad 是一套能夠將地理資訊系統資料由桌上型電腦轉移至掌上型電腦上之地理資訊系統(ESRI, 2002)。它提供了現今地理資訊系統最常用的功能，包括平移、縮放、自定比例、全域顯示、圖徵及屬性資料、註標顯示及查詢定位等，亦可自行輸入圖徵、修改編輯儲存擷取圖徵及屬性資料等。同時它可使用現今業界標準之向量及網格式之圖層資料，並支援常見的影像圖檔格式如 JPEG、BMP 及 MrSID 等壓縮影像檔格式，更直接支援 ArcView 之 Shapefile 向量資料格式。此外，ArcPad 也可接上全球定位系統(GPS)或差分全球定位系統(DGPS)，能夠即時將所接收到的資訊直接呈現在 PDA 之畫面上，這可讓使用者直接顯示所在的正確地號於 PDA 之畫面上，形成一套導航系統，解決在現地調查時地理位置迷失之缺失。ArcPad 之操作對一般之軟體開發人員並不困難，但對於水利會第一線之管理人員來講，若操作步驟太多，則容易忘記操作之程序徒增困難，解決這些困難，可以客製化之方式撰寫下拉式表單，簡化操作之程序，提供給第一線之管理人員更簡單之操作環境。

硬體方面本研究使用的包括 Trimble Pocket GPS、HP iPAQ 2210 PDA、MBX3 雙頻 Beacon 差分接收器，接收頻率經過測試後以適用台灣北部使用之大陸 313KHZ Tiandashan 接收站較爲穩定。

表 3 硬體設備及規格

設備名稱	說 明
HP iPAQ 2210	64MB 主記憶體、206MHz Intel StrongARM 處理器、Microsoft Windows CE 2003 中文版、標準 SD 記憶體插槽，256MB SD 延伸記憶卡
MBX3 雙頻 Beacon 接收器	差分接收儀，精度 1m ~ 5m (視 GPS 等級而定)
Trimble Pocket GPS	口袋型全球定位系統

表 4 軟體設備及規格

軟體名稱	說 明
ArcView 3.3	ESRI 桌上型地理資訊系統
ArcPad 6.2	ESRI 行動式地理資訊系統
ArcPad Application Builder 6.0	ESRI ArcPad 客製化程式開發工具

表 5 現場記錄檔檔案格式

欄位名稱	欄位內容	資料形態	長度	小數點
dgndate	日期	文數字	7	
serno	序號	數字	4	
location	樁號	文數字	9	
memo	起點/終點	文字	1	
sys	渠道代號	文數字	27	
x	X 座標	數字	14	4
y	Y 座標	數字	14	4
sys_cns	渠道名稱	文數字	26	
m_length	維修長度	數字	8	1
elva_name	引測高程點	文數字	4	
elvation	高程	文數字	10	4
designer	設計者	文數字	8	
desc	維修說明	文數字	40	

4-4 系統功能及架構

本研究利用 ArcPad Application Builder 6.0 來開發適合水利會管理人員使用之下拉式表單介面，利用 ActiveSync 將表 1 之相關檔案傳輸到 PDA 上。所使用之 PDA 主記憶體有 64MB，再加上一片 256MB 之 SD 卡，一次可存滿整個新竹或石門水利會之相關圖形資料，可減少分批傳輸之時間。所開發之介面其架構如圖 3，包括在 PDA 及 PC 二個應用平台，PDA 平台之主要功能



圖 1 研究區域位置圖



圖 2 Trimble Pocket GPS

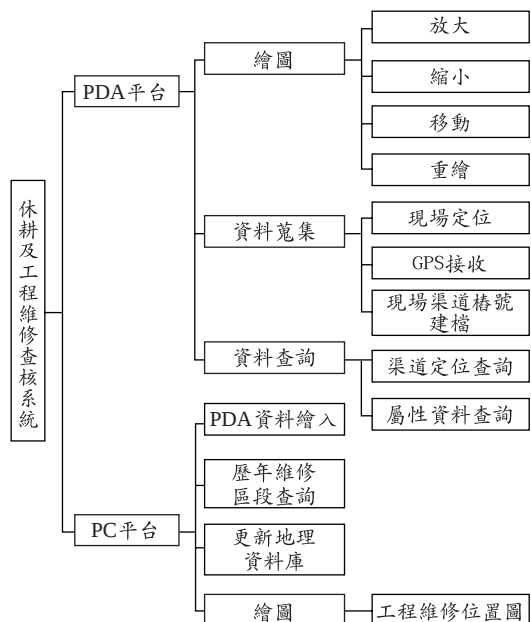


圖 3 系統功能架構圖



圖 4 現場查核下拉功能表單

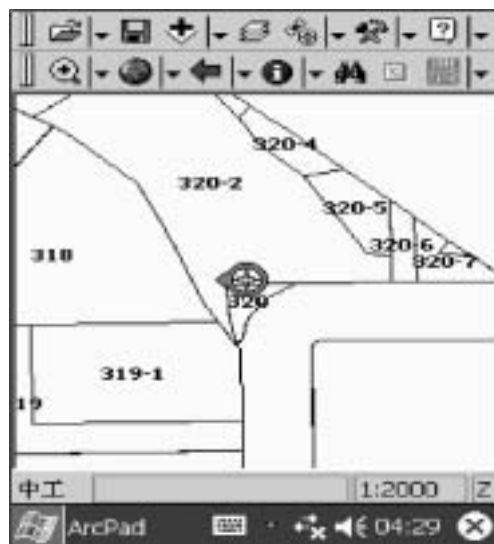


圖 5 顯示地籍圖及地號畫面

包括”移除圖層”、”現場導航”、”套疊相關圖層”、”起始樁號”、”結束樁號”、”查詢樁號”、”設定比例尺”及”關閉程式”等八個下拉式功能表單(如圖 4)。PC 平台係以 ArcView 3.3 利用 Avenue 語言開發，其功能包括 PDA 資料匯入、資料編輯、施工位置圖、匯入資料庫及年度維修查詢等，分別說明如下：

PDA 平台：

1. 移除圖層：點選『移除圖層』下拉功能表單，可以立即移除所有已經加到 ArcPad 上之圖層，避免一個圖層一個圖層地移除，節省操作時間。
2. 現場導航：點選『現場導航』下拉功能表單時，系統會依照目前 GPS 所抓到之座標位置將該”段”地籍圖以 1:2000 之比例尺顯示出來（地籍圖係以地段別為存檔單位），然後自動標示地號及將座標系統設成 TM2 度分帶座標系統。圖 5 圖示中之”十”字記號表示目前所站之位置，而圖 5 中所顯示之數字便是該筆地籍坵塊之地號，如果這時顯示之比例尺太大或太小，也可以利用 Arcpad 之 Zoom in 及 Zoom out 功能加予調整。
3. 套疊相關圖層：點選『套疊相關圖層』下拉功能表單，可讓使用者套疊相關之圖層，如



圖 6 顯示渠道起始樁號畫面

灌溉渠道、排水渠道、水工構造物、地段或四級道路等圖層。欲點選不同之圖層可以在套疊圖層之 Check Box 上勾選，如同時要顯示註記，則必須在”顯示註記”之 check box 上勾選。當選擇顯示註記時，則灌溉渠道及排水渠道會顯示渠道名稱、水工構造物則顯示構造物名稱、至於國道、省道、縣道及鄉道等圖層則顯示道路名稱。

4. 起始樁號及結束樁號：點選『起始樁號』或



圖 7 查詢渠道樁號



圖 8 工程施工位置圖

『結束樁號』下拉功能表單，可直接從 PDA 上查看現場之渠道樁號位置，使用者可直接在畫面上點選欲查詢之渠道樁號，系統接著顯示該渠道從起點到目前位置之樁號，當使用者按下“OK”後，系統則會將這筆資料記錄下來，以便未來回到辦公室後與桌上型電腦連結印製工程施工位置圖及紀錄歷史維修資料。

- 查詢樁號：點選『查詢樁號』下拉功能表單，可讓使用者查詢目前已經設定之樁號清單，基本上起始及結束樁號是成雙結對的，也就是同一日期、同一序號在檔案內會有一組起始及結束樁號。使用者點選查詢樁號後，除可查詢目前有幾個組樁號外，也可以針對不需要之樁號加予刪除掉。

PC 平台：

- PDA 資料匯入：將現場紀錄在 PDA 上之資料匯入到桌上型系統。
- 資料編輯：此功能係針對 PDA 在現場輸入資料較慢之缺失，可將需大量輸入之“文數字”，待回到辦公室後再補入及針對同一天有二種工程維修案件同時在現場蒐集資料，將它分類成不同管區人員之紀錄資料。

- 列印工程維修位置圖：現場量測回來之資料檔因受田間資料登錄不便之限制，所以必須透過桌上型 GIS 系統進行編輯，編輯之項目包括設計者姓名及該項工程之名稱，以便為未來各項資料之查詢，最後便可列印工程維修圖了，如圖 8。

- 匯入資料庫：將本次在現場紀錄及編輯好之資料，匯入到水利會現有相關地理資料庫內。
- 年度維修記錄管理：可依照不同之維修年度，以不同顏色顯示(如圖 10)，利用水工構造物之年度異動欄位內容，找出灌溉渠道圖檔中相同年度之維修資料，並依照不同年度配色將歷年維修之線段顯示出來。

五、教育及操作訓練

行動式 GIS 應用於灌區管理上之現場查核，過去水利會並未有這方面之應用經驗，加上行動式 GIS 之配備為較新之工具，因此系統之操作訓練足以影響應用之成效。過去許多水利會在推動資訊系統時，有些年紀較大之員工受限於打字之速度、中文輸入法及發音較不準等問題，或多或少產生排斥之現象，這對系統之開發及上級推動之用心形成一種浪費。

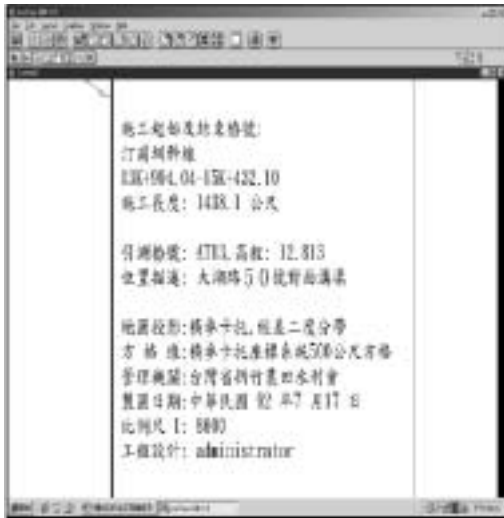


圖 9 工程維修記錄



圖 11 現場查核情形



圖 10 年度維修(紅色為 2004 年維修區段)



圖 13 PDA 現場導航情形

新竹及石門水利會員工過去已有多使用桌上型 GIS 之經驗，且年青之新近員工皆具有豐富使用電腦之經驗，加上本研究使用之行動式 GIS 軟體 ArcPad 與水利會過去所使用之桌上型 GIS 軟體屬於同一家公司出品，故對 Arcpad 之介面非常熟悉。過去現場查核時，經常無法辨識現場之方位，對員工來講非常困擾，因此員工普遍對行動式 GIS 產生期待，也間接觸發學習之熱忱。因此整體來講，要加強訓練之部份為接收衛星之時段及導航時之注意事項及 PDA 使用之一

般操作而已。

接收衛星之時段：雖然衛星之訊號可以不受天候一天 24 小時接收，但根據實際應用之經驗來看，一天中之某些時段如中午 12 時至 13 時這個時段衛星訊號較弱，常需花費較多之時間來接收訊號，因此經過幾天之操作訓練後，便可駕輕就熟了。

導航時之注意事項：本研究利用 ArcPad Builder 來產生新的介面，把一些制式之操作包裹在一個下拉表單中，產生化繁為簡之效果。使原

先必需多次操作之程序，變成只要按一個鍵便可達到制式批次之處理，因此操作皆在一個按鍵下完成。但水利會灌區之地段不下 100 個以上，因此程式設計上若想要與時下之導航系統一樣自動地定位並顯示地號，則必須有一個迴路來檢查目前定位座標之地段，經實測後會耗掉很大之 CPU 時間，變成在移動時產生延遲之效應，為避免這種延遲效應，因此跨段時則必須重新點選『現場導航』表單。

PDA 上之操作事項：由於 PDA 一般只使用一顆充電電池，如果不用時電力會慢慢消失，沒電後 PDA 上所有安裝之軟體則必需重新安裝。因此水利會員工剛開始時沒有這種觀念，則時常發生臨時要出門才發現沒電要重灌資料之窘境。

經過實際使用及操作，以新竹、石門水利會之應用經驗來看，大概只要花一個小時便非常熟練。

六、結論及建議

行動式 GIS 系統在水利會之應用目前是一大創新，本研究經過新竹水利會連續二年(2003 及 2004)及石門水利會 2004 年之實務應用，所帶給水利會之成效是正面的。未來在全省各地政事務所能夠提供地籍圖電子檔之地段越來越多，及使用成本越來越低下，對於全省各水利會來講，可以先就已經有電子檔之地段先向地政事務所購買，然後陸續導入。有關本研究在新竹及石門水利會所應用之結論如下：

實務應用之成效：

1. 休耕查核方面：新竹及石門水利會灌區內之土地許多位於都會區內，這些資料有一個共通性便是共有人多且面積較小，加上地籍圖與現場之地貌幾乎不太一樣，導入行動式 GIS 系統後，可快速的找到標的地籍資料，藉由所開發之介面功能，能夠快速又準確地查核標的地號之休耕面積，不但能夠節省請水利小組長帶路之費用，更大大地節省勘查之時間。
2. 會有土地侵占查核：過去清查侵占案件時，

由於侵占人多半採取不合作之態度，常在向地政單位申請地籍資料時，申請到錯誤之資料費時費力。本研究所開發之介面可快速地找出被侵占之地段地號，配合桌上型地理資訊系統可快速地找到侵占人之相關資料，協助管區人員做相關之處置。

3. 工程維修起終點之定位：配合水利會灌區灌排渠道圖層之建置，能夠協助工程設計人員在工程施工現場，快速地定位計算出工程維修起終點樁號，使未來之工程維修記錄更加詳盡。
4. 工程施工位置圖：配合桌上型地理資訊系統，能夠列印施工位置圖及管理所有歷年維修之區段，讓水利會之灌排渠道維修管理更加完善。

未來應用方面：

當各項之基本資料取得更快更完備時，未來水利會之應用可以包括：

1. 水質監測點及污染點定位：可協助確認監測點及污染點之位置及監測，未來更可配合田間伺服器(Field Server)之建置及資料搜集，可達到即時性之污染監控、管理及訊息發佈等。
2. 灌溉地面積調查：在水利會灌區內，於水稻種植期間協助現場調查當期作各輪區之作物種植現況，提供灌溉配水計畫之調整等。
3. 現地之其它查核工作，未來也可以配合 GSM 將現地查核之資料，直接傳回辦公室。
4. 對於休耕查核作業，則可以將農民已經申報之坵塊直接在 PDA 做標示，改善現場各坵塊是否申報休耕之判讀。

參考文獻

1. 史天元、劉俊宏，2002，”交通大學固定站 SA 停止後 GPS 標準定位精度探析”，<http://nhmrc.cv.nctu.edu.tw/title/SA.htm>。
2. 林正修、蔡秋林、詹訓明、孫 臻、劉芳遠、姜士寧，(2001)，”Mobile GIS 在市政建設之應用—以台北市市容查報為例，中華地理資訊學會 2001 年年會。

3. 周天穎，2001，”地理資訊系統理論及實務”，逢甲大學地理資訊中心。
4. 崧旭資訊，2004，<http://www.supergeo.com.tw/index.htm>。
5. 徐良辰、洪榮宏(2001)，”數值地址門牌調查程序改進之研究”，中華地理資訊學會 2001 年年會。
6. 徐元棟，2003，”農業用水調度使用補償相關問題之分析與探討”，中華大學土木系碩士論文。
7. 陳文彬，2002，”Pocket PC 輔助 GIS 地形圖測繪平台開發研究”，逢甲大學土地管理系碩士論文。
8. 臺北市政府地政處測量隊，”TWD67 與 TWD97 座標系統”，<http://www.survey.taipei.gov.tw/>。
9. 農業工程研究中心，2000，新竹農田水利會竹北、竹東工作站灌溉地籍資料全面普查、校正及應用，農業工程研究中心研究報告，AERC-97-RR-19。
10. Autodesk Inc., 2004，<http://www.autodesk.com/gis>。
11. ESRI, 1995, Arc/Info User's Guide, Environmental Systems Research Institute Inc, California.
12. ESRI, 1996, Customizing ArcView with Avenue, Environmental Systems Research Institute Inc, California.
13. ESRI, 2002, ArcPad Application Builder 6 , Environmental Systems Research Institute Inc, California.
14. Mapinfo Inc., 2004，<http://www.mapinfo.com>.
15. Sokkia Inc., 2004，<http://www.Sokkia.com>.

收稿日期：民國 93 年 5 月 27 日

修正日期：民國 93 年 8 月 20 日

接受日期：民國 93 年 8 月 26 日