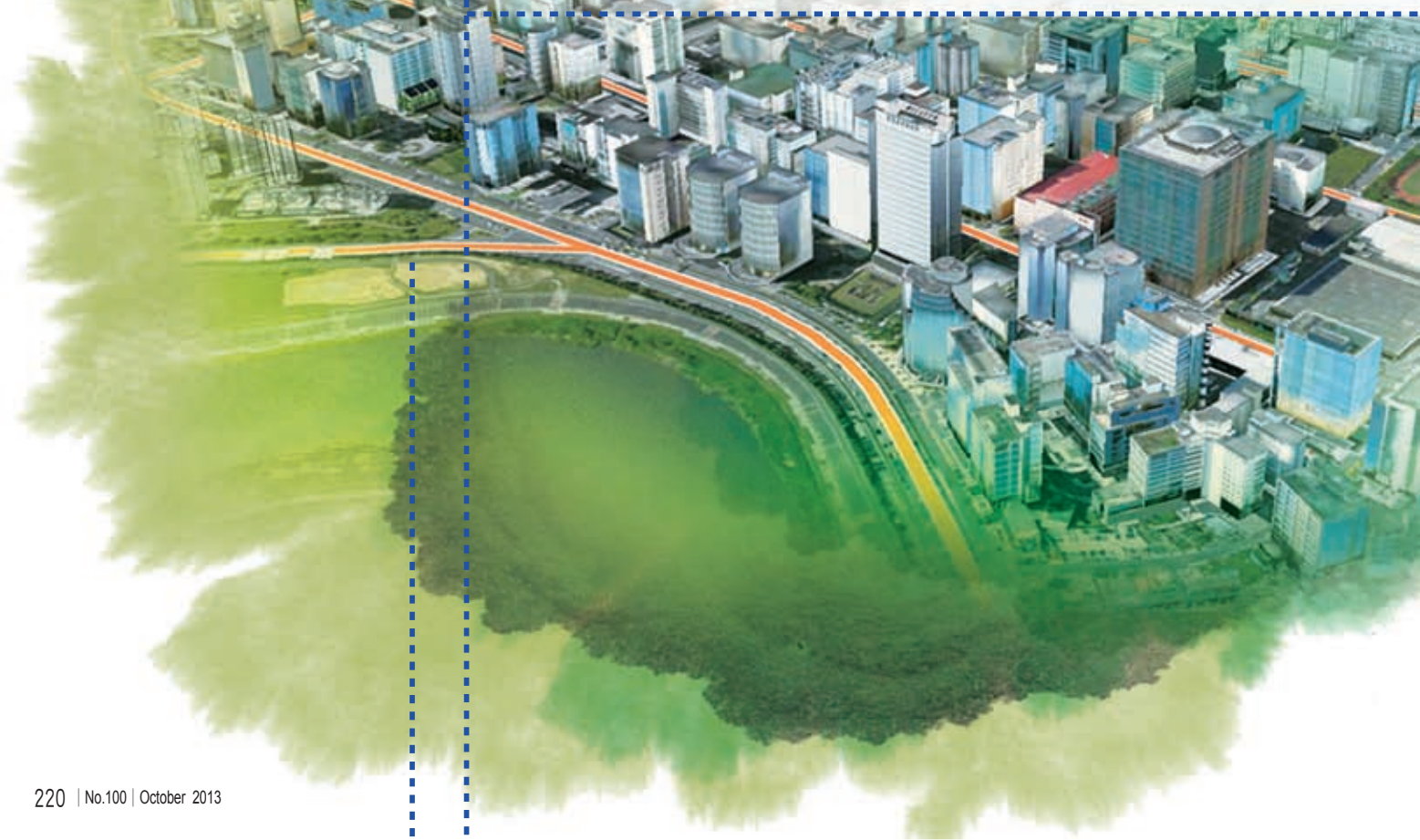
共創測繪空間資訊新時代

關鍵詞：空間資訊、數位城市、APP、GIS、BIM、LOD、TGOS

台灣世曦工程顧問股份有限公司／地理空間資訊部／協理／鍾萊 ❶
台灣世曦工程顧問股份有限公司／地理空間資訊部／經理／鄭宏逵 ❷
台灣世曦工程顧問股份有限公司／地理空間資訊部／副理／姜興華 ❸
台灣世曦工程顧問股份有限公司／地理空間資訊部／副理／吳錫賢 ❹
台灣世曦工程顧問股份有限公司／地理空間資訊部／副理／李信志 ❺
台灣世曦工程顧問股份有限公司／地理空間資訊部／正工程師／陳良瑋 ❻



摘 要 ABSTRACT

測繪科技日新月異，帶來了發展機會也帶來競爭，台灣世曦（前身為「中華顧問工程司」）自1969年成立以來，即為因應國內公共工程建設需要針對測量需求提供專業服務，不僅是國土測繪資訊的使用者，也是測繪資料的生產者。近年來測繪設備及技術不斷推陳出新，各式應用發展不可限量，展望未來增加服務之廣度與深度，除加強支援規設作業提供完善之地理倉儲環境，並導入3D數位城市、發展行動裝置APP(Mobile application)應用，結合工程資訊建立全生命週期管理平台創新加值，以期提昇公司整體競爭優勢，攜手共創測繪空間資訊新時代。

壹、前言

測量是一切工程的先鋒，是工程建設的基礎，因此測量成果之良窳，關係國家各項建設之品質與發展。古人以「經天緯地，端始測量」，來描述測量在工程所扮演的角色，可說雖不中亦不遠矣。

台灣世曦在工程顧問業中最早提供測繪專業服務，40餘年來，測繪業務隨著政府推動國土資訊及工程建設需求成長茁壯，除參與國內多項重大建設諸如高速公路、快速道路、高速鐵路、捷運、科園、工業區等工程建設外，也承辦國家及各縣市基本圖資製作，如圖1。於國外亦協助提供測量顧問服務，包括如：沙烏地阿拉伯(Sulayyil-Najran)公路施工測量顧問(1976)、印尼移墾計畫測量工程顧問(1983)等。且為配合業務推動及整合專職作業，於1985年

高速鐵路航測　　像片基本圖測製　　通用版電子地圖測製

圖1 航測計畫實例

在第一土木部內成立測量組，後為因應需求日殷之航測發展，於1999年提昇為航空測量中心成為獨立部門；於2003年再結合上游航遙測及下游GIS(Geographic Information System)成立地理資訊部，提供之整合性空間資訊服務，為國內工程顧問界首創新例。2008年更名為地理空間資訊部(簡稱空資部)，擴大服務範圍。

空資部於公司內本著支援服務之立場，除協助規設部門提供測繪及地理資訊服務外，另為配合規設需求，建置公司「GIS支援網」，提供圖資查詢、下載服務。「GIS支援網」未來將規劃為全公司之地理資料倉儲中心，持續運用各項資源，增加圖資服務內容，以提昇使用之便利性。

近年來空資部積極參與政府與民間各項相關計畫，整合了航遙測與GIS之技術服務。在技術研發分析、流程制定、規範研擬等皆已累積豐厚的實務經驗。因應未來多樣之移動量測載具(空載、車載、船載)及遙測設備(GPS、攝影、光達)，過往之測繪技術已經隨之改變，空間資訊系統也由傳統二維平面的地理資訊系統逐漸朝向三維GIS的整合性系統發展，三維數位城市(Cyber City)及其相關技術和應用更是空間資訊領域熱門的研究課題。隨著智慧型手機及平板裝置日漸普及，搭配可隨處連線之移動網路，大量行動裝置APP應用服務便因此產生，已成為個人以及企業重要的資訊接收傳遞管道。因此本（100）期專輯以「共創測繪空間資訊新時代」為專題，內容包含近年的測繪技術發展、3D數位城市導向、行動裝置APP應用及公司內GIS支援網服務，一方面分享本公司在測繪空間資訊相關課題之經驗及技術，期能與規設、BIM(Building Information Modeling)技術整合應用，另一方面也希望藉由專題報導以提供讀者能更瞭解測繪空間資訊技術之多元發展及未來趨勢。

貳、測繪技術發展

測繪作業主要是以各種量測儀器設備與方法來蒐集空間上的物件關係，讓使用者不必親臨也能透過蒐集到的資訊對現場有一定程度的瞭解。過去因使用需求及應用層面較低，以及設備技術的限制，測繪成果多以2D地形圖呈現為主。隨著測繪設備的精進、技術的提升，以及資訊數位化的發展，使用需求面因而擴大。因此，相對的空間資訊蒐集也更為廣泛，成果的展現也更多元，舉凡於空間上的各種資訊，包括物件的影像、位置、形態、屬性、關係…等，均可予以蒐集轉化，並以三維方式呈現給不同的需求者使用。

因應三維空間應用之發展趨勢，傳統地面測量(經緯儀、平板、皮尺)之紙圖成果已不敷使用，取而代之的三次元數值測量(GPS、全站式測距經緯儀)數位圖檔成果，提供三維空間位置的資訊。地形成果不僅包含地形的三維資訊，甚至可針對建物的空間位置資訊予以量測產製3D地形圖(如圖2)，建立三維工程設計所需之3D基礎

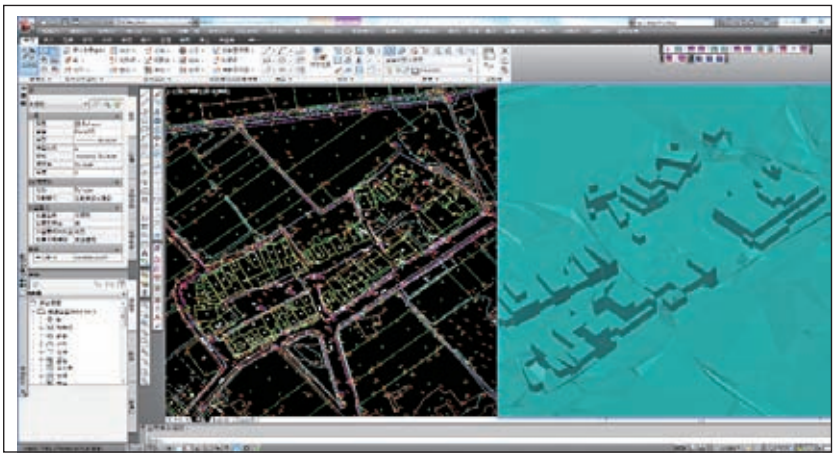


圖2 Civil 3D建置3D地形圖

圖資，應用直觀的三維空間檢視設計工程與環境的關係，可降低工程與現地的衝突發生，以及增加工程解說效用。

近年來新型量測設備不斷推陳出新，如：光達(Light Detection And Ranging，LiDAR)、行動式測繪系統(Mobile Mapping System，MMS)、無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle，UAV)等，航遙測技術方法更是發展快速且不同於以往。本公司航測製圖設備亦歷經類比式立體測圖儀、解析立體測圖儀、影像立體測圖儀等變遷過程(如圖3)，且不斷開發相應之量測製圖技術，如光達點雲DEM製作(圖4)、街景攝影測量車數化道路及資料屬性建置(圖5)，以及三維城市建模技術等。

類比式立體測圖儀(Kern PG2)

解析立體測圖儀(Wild BC3)

影像立體測圖儀(Leica DP)

圖3 航測立體測圖設備

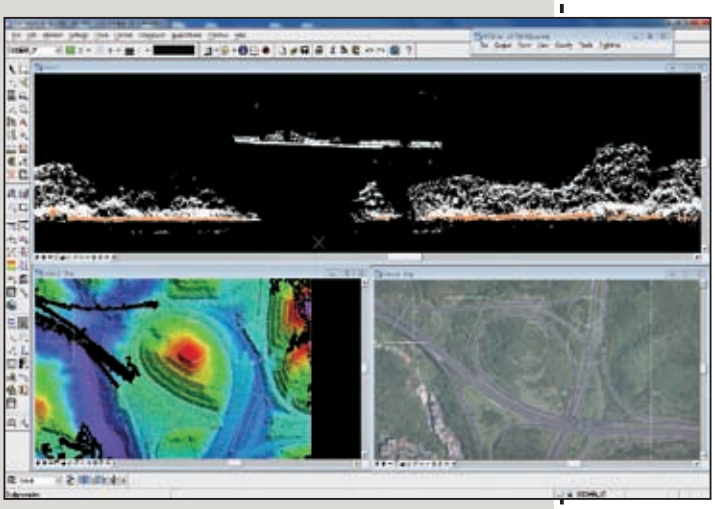


圖4 光達點雲DEM製作

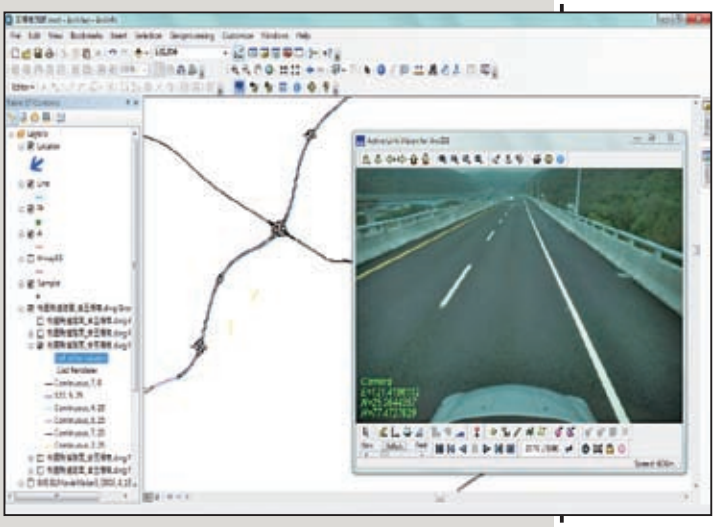


圖5 攝影測量車數化道路及資料屬性建置

隨著數位化科技的發展，地形圖於數位化後，可以數位形式儲存和傳遞，並可對地圖內容進行編輯及檢索，以及疊加不同的資訊圖層，藉由地理資訊系統GIS的平台使其應用層面更為廣泛。近年來空資部垂直整合GIS與測繪技術，針對雨污水下水道管理、道路管理、人行道、公共設施管理、戶政門牌及都市計畫管理等提供GIS資料庫建置與系統開發維護之整合性服務。同時對於工程建設亦研究開發以全生命週期管理的觀點介入，建置工程全生命週期管理資訊系統平台，於資料蒐集、測量成果、設計成果、竣工等各階段即開始整合建置各項圖

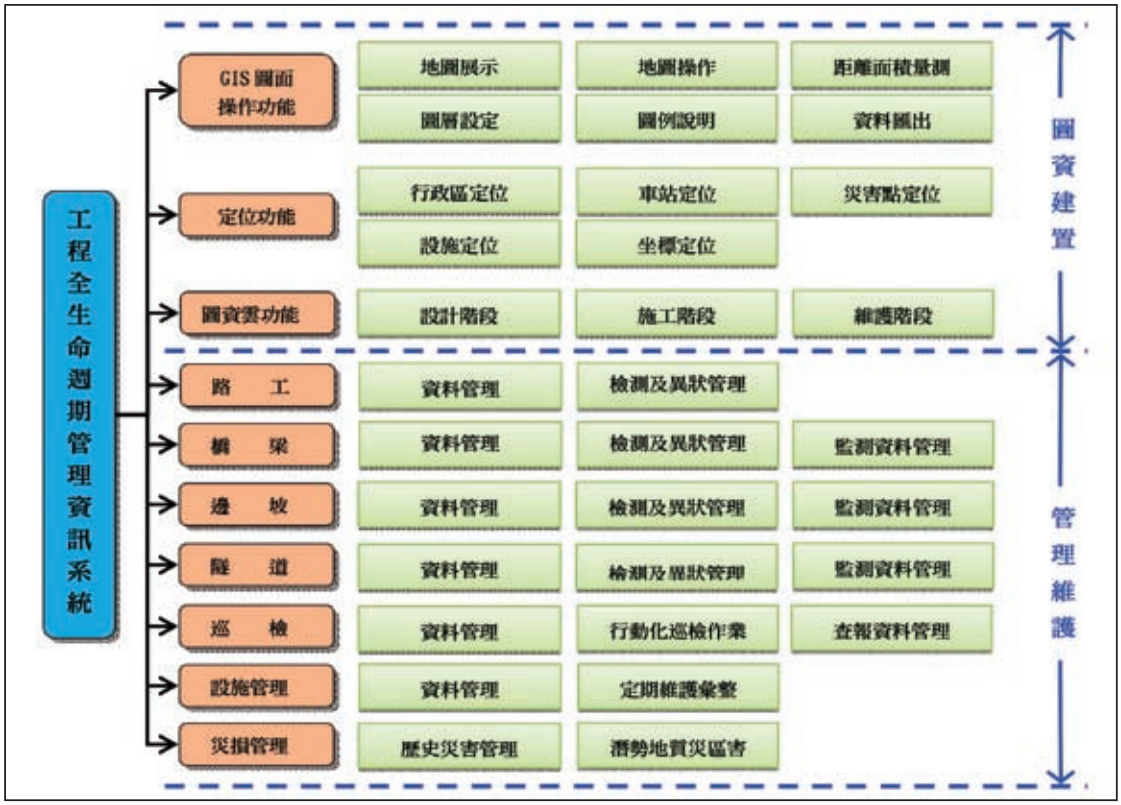


圖6 工程全生命週期管理圖台架構

資，並結合後續的管理、營運、維護等資料管理，以發揮工程資訊與實體結合之最大效用（如圖6)。目前亦針對智慧行動裝置(如：智慧型手機、平板電腦等)研究開發APP程式，透過行動端的即時性，進行資料更新及互動，達到資訊流通快捷便利的功效。

參、3D數位城市導向

數位城市應用範圍相當廣泛，例如都市規劃、城市導覽、地政、防救災、環境影響評估、都市通風或節能模擬、無線通訊、不動產以及各種適地性服務(Location-Based Service)等。「空間資訊」是數位城市之核心適地性服務，也是發展智慧城市的關鍵技術，其中「圖資」是空間資訊中最重要的元素之一，完整的圖資可提供更完善的資訊服務。大規模圖資的生產多半使用航測技術，航測製圖過程是三維量測，然而傳統製程僅產出二維地形圖，造成資訊損失。因此航測製圖現行系統需強化及延伸，方能滿足適地性服務之三維應用需求。

國際組織OGC (Open Geospatial Consortium)將數位城市模型區分成5個等級的多層次細緻程度(Level of Detail, LOD)，從0級到4級：第0級表現區域的模型，僅顯現地形與影像；第1級表現最簡化的積木式立體房屋模型；第2級的房屋則包括了屋頂的細結構及牆面的紋理；第3級表現了建築物的細緻構造；第4級顯現了建築物的內部結構。就一個都市尺度而言，第2級是合理的要求，第3級針對特殊的地標，第4級則屬於與室內設計或相關的特殊應用。

因應未來三維地理資訊之應用需求，本公司自2009年起與中央大學太空及遙測研究中心辦理「三維航測製圖全方案」產學合作研發計畫，主要完成研發三維模型及影像之LOD處理和

產製技術，以提升多維物件模型顯示效率，並開發視覺化三維模型動態瀏覽顯示技術，並連結三維物件與屬性，供動態查詢使用。

使用數位空照影像結合現有航測製圖系統，發展線上三維房屋模型重建系統雛型，加入少量的人工處理即可產生三維模型(如圖7)。本公司於2010年辦理「臺北市3D航測數值地形圖重製工作案」3年計畫，將建物高程、樓層數等資訊保留於地形圖檔內，透過應用程式之自動提取，可迅速構建全市之LOD2房屋模型，加上建物材質敷貼後，整合於三維互動展示平台(如圖8、9)。

以三維數字城市實現的願景來看，需有平台(軟體)、模型(物件)、資訊(物件屬性)的組成，加上以應用目的導向的客製化功能開發。空資部產製之環境背景圖資(地形圖、數值地形

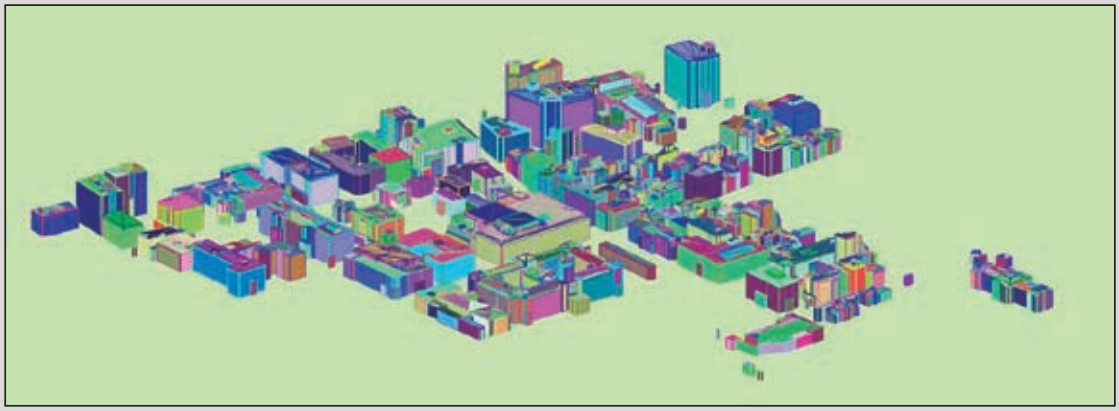


圖7 航測屋頂結構線產製建物模型

圖8 臺北市博愛特區三維城市建模成果

圖9 臺北市內湖科學園區三維城市於Skyline平台展示

模型DEM/DSM、正射影像)，為各式工程設計之基礎資料。未來希望透過與設計單位的協同作業，並結合新世代測繪技術，例如光達點雲成果轉製設施模型、高重疊航空影像匹配點雲轉製(房屋)模型等，與設計成果搭配加值運用。

肆、行動裝置APP應用

地理資訊系統(GIS)應用的加速，受惠於Google及手機平板APP的發展，早期GIS系統環境受限於專業軟體及基礎資料流通不便，但自從Google Map及Google Earth推出後，人們瞭解到空間訊息的掌握是如此簡單及易操作性後，間接使GIS的應用普及化及便利性受到市場的肯定，繼以平板電腦及智慧手機的廣泛使用後，GIS的應用再度擴充至即時性及便利性，現今Mobile GIS化已經是App的時代。茲將Mobile GIS應用環境、時機、便利性，及本公司在行動裝置GIS APP的應用成果，說明如后。

一、戶外工具的普級化

近年來戶外行動裝置的進步神速，早期PDA只提供64M的記憶體，在通訊上必須連結手機的GPRS、外接GPS及照像機；現今簡單的智慧型手機及平板電腦，已經將3G通訊、GPS及照像機整合為單一裝置，介面上也可以多指觸控及手指滑動方式來取代鍵盤輸入。早期的WAP手機也可以接續GIS資料，本公司在i-Mode時期即推出高速公路即時路況及停車場資訊，但現在各通訊廠商在手機服務上已經是基本服務，未來隨著智慧電視、智慧手錶等之陸續發展，工具的普遍性速度將超過GIS應用的範圍。

二、圖資雲及雲端計算服務的到臨

當Google Map及Google Earth推出後，人們發現生活的便利性可以利用地圖來達成，例如汽車導航、尋找住址、單車路徑記錄、旅遊行程記錄、房屋實價登錄地圖等，Google的成功推動了更多廠商投入圖資雲的資料建置、巨量資料計算及雲端計算服務，Microsoft、ESRI、Nokia建置全球性免費圖資，內政部資訊中心也推動台灣地區圖資雲服務，GIS軟體廠商也開發各種GIS APP API供應用戶端服務開發商使用，圖資的服務是由雲端伺服器提供資料及計算，雲服務將是GIS應用的新革命時代。以ESRI為例，GIS軟體已經銳變成APP形式，即使再複雜的分析，也可以用平板電腦結合雲端地理資料庫來完成，而過去這些工作可能要工作站才能完成。

三、Mobile GIS的應用

Mobile GIS應用領域甚多，以下由本公司的案例來作說明。

(一) 資訊的整合性：雲端資料庫的優點為資訊取得的便利性，以圖10之淡水河地理資訊平台為例，提供了新北市內雨量站、水位站、抽水站即時資訊，這些資訊的來源可能是市府、氣象局、河川局等，過去資訊內容都整合

圖10 新北市淡水河水情地理資訊平台

在防救災指揮中心，工作人員或指揮官只能由電話取得最新資訊；但APP的應用，可以供全部工作人員在戶外取得最新災害及水情資訊，特別是區域型強降雨時，在防救災指揮中心尚未成立之前，Mobile APP就可提供現場即時之空間資訊。

圖11 桃園縣行動化道路查報APP

(二) 作業的時效性：Mobile APP所創造出來的最大效益是時效性，以地方政府的違建拆報為例，若能迅速完成現勘及查報動作，則可減少後續民眾抗爭的阻礙，圖11是本公司為桃園縣政府開發之「桃園縣行動化道路查報APP」，在民眾通報4小時內，即可完成道路補修及回報工作，使民眾有感政府效率的提昇，因此榮獲交通部「第五屆道安創新貢獻獎」及台灣地理學會第九屆金圖獎「最佳應用系統獎」。相同環境也應用在苗栗縣「工業用地及已登記工廠查詢登錄電腦系統」計畫，如圖12所示。

圖12 苗栗縣工業用地及已登記工廠查詢APP

(三) 雲資料庫的取得：當工程在進行現場會勘時，常需攜帶相關圖說，但資料未必能完全掌握，且圖資年期久遠，未必所有人都能清楚瞭解。本公司所開發之新北市污水工程查詢APP，除能查詢管線地理位置及屬性資料外，更能依空間位置即時索閱雲資料庫中之各項工程圖說，如圖13所示。

圖13 新北市污水地理資訊APP工程圖說查詢

(四) 空間資訊編輯：有些地理資料的建置，需仰賴現地人員以圖紙方式記錄，但在本公司所開發之苗栗縣戶政門牌位置APP，戶所人員可以利用平板電腦在現地依實際情形，進行門牌位

置新增、刪除及預備整編工作，減少戶外記錄後室內登載工作，如圖14所示。

圖14 苗栗縣門牌號碼及其位置行動查報系統

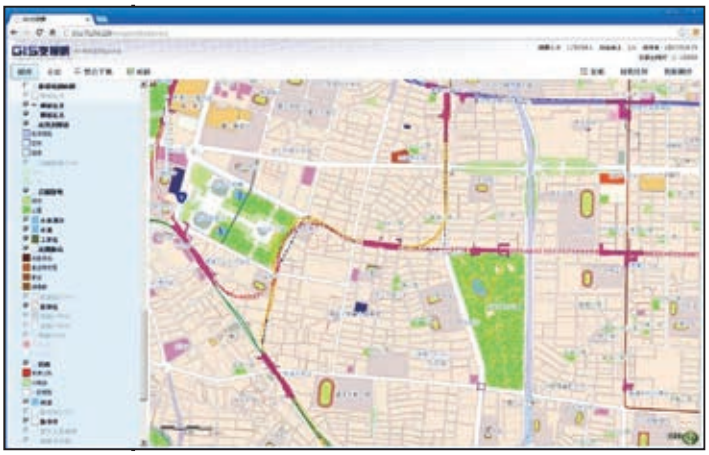


圖15 GIS支援網

四、Mobile GIS改變未來生活

GIS的APP應用仍在發展階段，未來將有更多成功案例，而簡易的空間定位與查詢服務，將由資訊服務廠商提供，後續隨著圖資雲的普及，更多的GIS分析APP會與生活結合，例如行車導航不再以最短路徑為優先選項，而是會與即時路況結合，並在導航過程中改變最佳路線，這些應用產品會很快在生活中實現，空資部已預作準備，迎接未來民生需求之Mobile GIS業務。

伍、GIS支援網服務

一、GIS支援網發展緣由及現況說明

本公司於2001年首度發展第一代GIS支援網，當時於Intranet提供簡易之圖資下載。2003年整合了陸續添購的伺服器與WebGIS軟體，將系統操作介面改以網際網路地圖作為GIS圖資收納平台(如圖15)，並逐漸收納更多類型之地理空間圖資供同仁使用。

整體而言，本公司發展GIS支援網之主要目的有：

(一) 提供公司內一個整合性、共享性的GIS資料庫，當業務上有任何地圖或影像處理上的需求時，皆可透過本網站取得相關資源。

(二) 合法取得全國電子地圖及新版衛星影像圖檔，於公司網路內提供同仁下載使用。

(三) 尊重智慧財產權－同仁在報告上使用合法取得之地圖，可避免侵權的情事發生。

GIS支援網經過多年來的維運，已收集相當多種類之圖資(如圖16、17)，包含1/5,000向量式電子地圖、SPOT及福衛二號衛星影像、航照正射影像、1/25,000經建版地圖、數值地質圖、全國40米數值高程資料 (DEM)等，自提供上線服務以來，統計公司同仁下載圖幅數，自2007年至今每年平均約5,500餘幅圖檔，增進同仁作業效率。

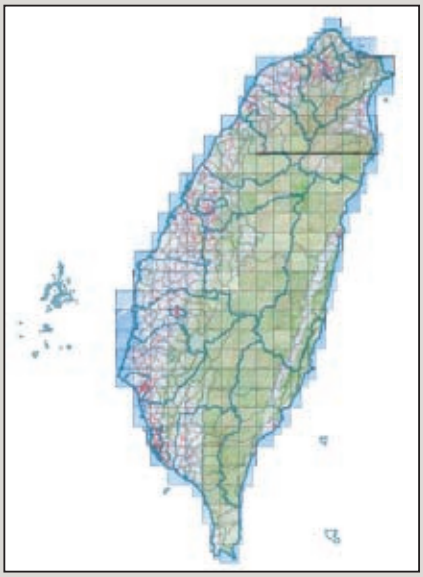


圖16 1/25,000經建版地形圖掃描影像

圖17 40米數值高程資料(以暈渲圖呈現)

Google 地圖網站機制）、提供9類底圖切換服務(如圖18)，以提升瀏覽效能。

(二) 整合CAD軟體

CAD軟體為公司同仁主要之使用工具，新版GIS支援網提供在AutoCAD環境中直接套疊地圖服務，包括電子地圖、福衛二號影像、經建版地形圖、地質圖等(如圖19)。

圖18 GIS支援網底圖切換

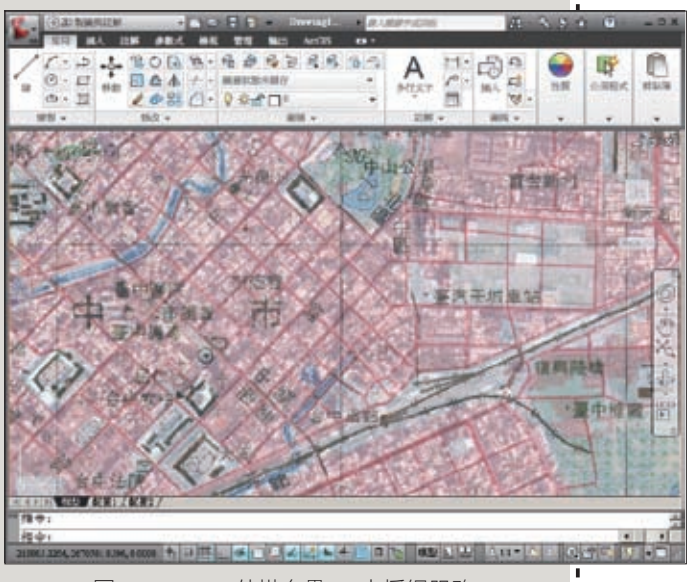


圖19 AutoCAD外掛套疊GIS支援網服務

二、GIS支援網主要功能特色與後續發展方向

(一) 發布地圖服務、製作圖磚快取(Map Tiled Cache)

GIS支援網以WebGIS圖台為主要的呈現方式，配合ESRI ArcGIS Server軟體之改版升級，已全面建立地圖服務快取（類似

(三) 雙視窗影像變遷比對查詢

隨著影像圖資日漸豐富，不同年度影像比對之需求亦隨之增加，新版GIS支援網提供不同年度／不同類型之影像變遷比對功能，使用者進行圖面操作（平移、放大、縮小）時可相互連動呈現同一地區不同年份之現地影像，如圖20所示。

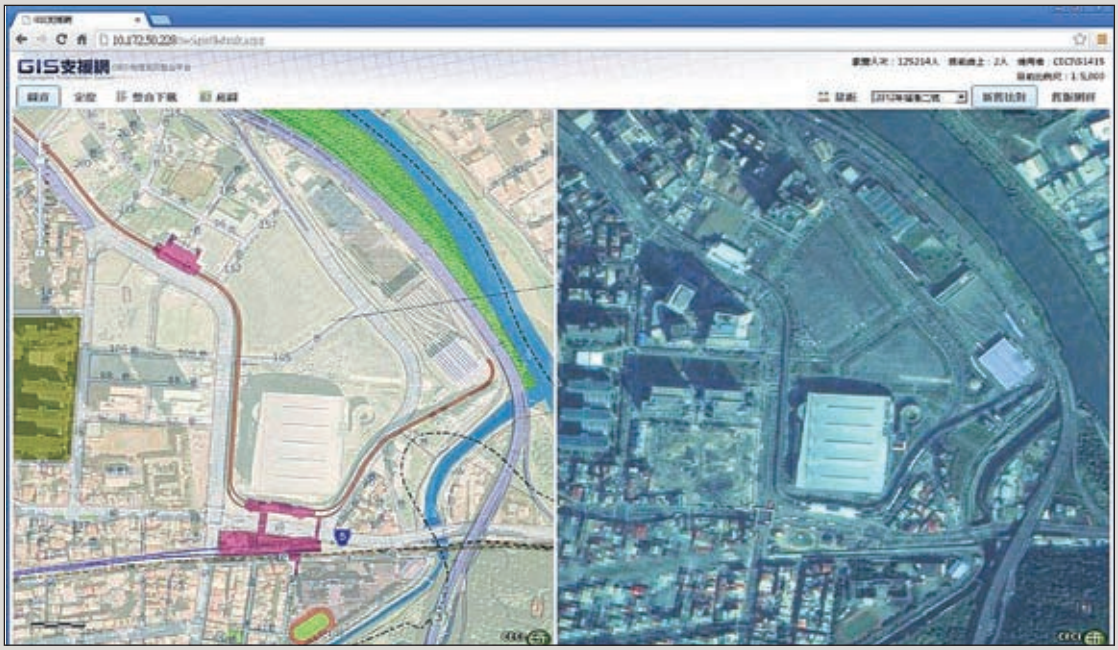


圖20 雙視窗影像變遷比對查詢

(四) 行動化平台開發

近年來行動裝置之技術發展且普及率日益成熟，空資部已在數個專案中建置APP系統，平台涵蓋Android及iOS，主要的應用面有：圖台瀏覽、案件查報、管線申挖等。對公司同仁而言，GIS支援網在手持／平板裝置上之應用面向可能有：業務展示／討論或現地勘查，運用GIS支援網所收集之最新圖資，搭配個人加註的點位或範圍資訊，於現勘場所快速呈現相關圖資。

(五) 圖資多元化

內政部資訊中心國土資訊圖資服務平台TGOS（Taiwan Geospatial One Stop）為國家空間資料流通的單一窗口，運用網路蒐尋分散在各地之空間資訊，藉此建立空間資料共享平台。TGOS多年來的彙整，目前已發布數個地圖服務供國內各單位使用。公司GIS支援網將於2013年申請介接「全國門牌地址定位服務」及國土測繪中心「通用版電子地圖圖磚服務」，此外亦將研擬介接內政部地政司行政區域圖資、中央地質調查所地質鑽探資料庫，以擴大同仁服務應用之範圍。

陸、結論

縱觀本公司測量發展歷程，配合工程建設之規設需求，由傳統地面測量擴展到航空測量，資料結構由類比走向數位，呈現方式由二維平面到三維空間，並結合下游地理資訊技術提供了多元的應用與服務。

近年來隨著測繪軟硬體設備不斷推陳出新，相對應的技術發展及加值應用更是不可限量。測繪空間資訊未來發展方向，將朝向結合工程BIM的應用，以提升整體附加價值。另政府推動國土資訊多年，已建立很好的基礎環境，導入多元資訊之智慧城市的時機已經成熟。為因應未來之發展，對城市建模技術研發，地理資訊之公共設施管線、交通旅遊、地政管理、

戶政門牌、都市計畫、防災資訊及各式便民系統等市政管理平台的智慧城市業務，有很大的業務拓展空間。

知識加值的時代來臨，異業結合將能創造新知應用，運用地理空間資訊平台技術整合各專業領域以提供空間統計分析、展示及最佳決策支援，是知識加值的創新產品。因此，誰能掌握先機及善用空間資訊者，將能取得優勢贏得商機。空資部將秉持此一原則，求新求變，共創未來。