



推動智慧工區工程管理整合應用

桃園航空城工程處總工程司 / 藍士堯
桃園航空城工程處工程管理科科長 / 李元良
桃園航空城工程處工程管理科股長 / 邱欣怡
桃園航空城工程處工程管理中心主任 / 黃禹

關鍵字：工程資訊系統、地理資訊系統、IoT、物聯網應用

摘要

因應產業推動數位轉型趨勢，桃園航空城工程處透過建立專屬之航空城工程資訊系統（Aerotropolis Construction Information System，ACIS）以達成表單電子化、資訊空間化、成果視覺化、決策智慧化為目標，建置資訊交換之單一窗口，導入工程管理之新思維。ACIS系統肩負工程履歷之基礎任務，隨工程推進逐步紀錄建物拆遷、樹木移植、土方進出、施工品質、進度推展、估驗計價等作業，提供管理人員了解各分標工作執行細節。進一步結合空間資訊，整合三維空拍模型能掌握分區實景及開發現況。最終導入物聯網IoT應用技術，介接各標廠商現場建立之電子化設備，即時同步於工程管理中心之大型數位看板，以利即時掌握工地現況，並

於緊急事件發生時有效應變處理。

一、打造工程管理單一窗口

航空城計畫第一期區段徵收工程（後稱本工程）劃分為10分標工程，內容包括道路、共同管道、橋梁及公園新建工程，開發範圍約1,756公頃。參與工程團隊包括：利德工程、億欣營造、義力營造、雙喜營造、中華工程、日商大豐營造、永青營造、德昌營造、遠揚營造及春原營造10家統包廠商，林同棧工程、亞新工程、美商傑明、美商美聯、中興工程顧問等5家監造單位與艾奕康工程及台灣世曦2家專案管理顧問。考量如此大範圍基地開發及龐大複雜的專案團隊，建立順暢的溝通管道及共同資訊交換平台將可具體有效提升管理效率。



為此，桃園航空城工程處（後稱航工處）特地成立工程管理中心，以達成「工程資訊」、「災害防救」及「職安衛生」有效管理為三大目標（詳如圖1），透過建立數位儀表板搭配全屏螢幕，提供管理中心人員可以即時獲得現場控管所需資訊。以現地實際作業為基礎，透過自動擷轉監造報表確認工程進度，運用施工日誌填寫之完成數量結合統計圖表呈現進場人機料運用情形。

因應電子化政府政策之推動，帶動業界紛紛興起數位轉型，營建產業亦同步掀起資訊應用改造趨勢。航工處亦建置專屬之航空城工程資訊系統（Aerotropolis Construction Information System，ACIS），同時配合工程

管理中心的成立，打造工程管理資訊交換之單一窗口，系統運作整體架構如圖2所示。

ACIS肩負工程履歷之基礎任務，系統建置目標則以達成「工程儀表」、「遠端管理」、「工程圖台」、「預算執行」及「土方媒合」五大關鍵作為提供工程管理資訊服務。隨工程推進提供參與團隊可應用系統逐步紀錄土方進出、施工品質、進度推展、估驗計價等作業，以利管理人員同步掌握各分標工作執行細節。同時結合開發區域空間資訊，於施工前先對於現地進行全景航拍作業，續製作三維空拍模型將其整合於地理資訊圖台，提供本工程設計施工團隊不須親臨現場即可掌握分區實景，並運用圖台資訊即時進行意見



圖 1 航空城工程管理中心成立目標



圖 2 航空城工程資訊系統運作架構

交換及問題澄清。本工程各分標亦同時導入物聯網IoT技術應用，透過介接現場建立之各類電子化設備回傳即時訊息，整合於工程管理中心之大型數位看板呈現，以利即時掌握工地現況，並於緊急事件發生時有效應變處理，進以明確呼應本工程打造資訊服務單一窗口之目的。

二、工程資訊五大關鍵作為

工程管理包含進度、品管、勞安衛及估驗等作業，每一階段皆伴隨大量表單紀錄及簽章核備程序，傳統採行紙本作業方式保存不易且加值應用困難，近期因應數位轉型趨勢，營建產業漸次投注資源發展電子化應用，除表單數位化、簽章電子化之外，電子流程的導入亦為重要發展課題。惟考量現地

作業環境及實務操作可行性，本工程主要針對表單填寫電子化成熟度高、資訊上下游可串接性高，且具備延伸應用之作業著手；本工程自預算書詳細表轉入，至施工日誌、監造報表、估驗計價作業依權責程序於線上填寫，並於表單送出同時即啟動每階段關卡進行審查簽核，透過線上先行送件查核，進以加速相關工作之推動，同時配合無紙化作業的推動亦可達節能省碳之效用；此外，除工務管理工作應用，因應桃園區域土方平衡政策需求，本工程亦推動土方媒合表單電子化作業，透過線上彙集紀錄區域各計畫供需土情形，以供媒合會議討論及分配確認，續可依配土結果歸納初步分配原則，並於下一階段推動自動化配土建議，以有效減省人員作業時間。綜整前述，本工程構思工程資訊服務所涵蓋之作業主軸，航工處發展ACIS即以



「工程儀表」、「遠端管理」、「工程圖台」、「預算執行」及「土方媒合」五大關鍵作為目標建置系統功能，各功能所含蓋特色應用分項說明如後。

(一) 工程儀表

為減省工地重複提報各單位管理資訊及報表彙整作業，透過建立集中式數位戰情中心，運用視覺化管理技巧，將一般常用數字表現之管理資訊轉化為圖形化數位儀表板介面，以利快速鎖定工程推展關鍵趨勢，應用網路突破時空限制，提供各管理單位可隨時連線進入單一入口獲取所需資訊。同時運用警示燈號搭配資訊圖台顯示，將有效協助掌握異常警訊以利快速反應。

儀表板之設置主要淬取既有管理資訊進一步歸納轉置為圖型化介面，並應用顏色提醒警示管理中心人員留意控管。以工程進度

為例，除常見的S-curve及分標預定/實際進度長條圖以利掌握趨勢及確認時程規劃是否相符，本工程進一步結合統包商填報日誌各契約工項之完成數量，以計算重要工項完成進度，使工程進度的呈現不再是單一數值，而是可以進一步分析相關工項辦理情形，對統包商而言則可有效蒐集現地工作進度，減省對現地的擾動。

另外，本工程儀表板另一重點特色則是有效展開各分標契約里程碑。航工處與各分標統包商於工程啟始階段，配合排程網圖規劃，即將契約重要里程碑依其特性分為「共同檢核點」、「特殊檢核點」及「鄰標介面檢核點」，匯入系統後以類網圖方式展開各月預定起始及結束工項，針對近三個月已逾期待辦工作以鮮明之數字顯示警示負責之統包商應儘速辦理，進以有效控管工程重點作業啟動及介面協調相關工作。



圖 3 數位儀表板視覺化展示



(二) 遠端管理

物聯網 (Internet of Things, IoT) 技術為實現工業4.0的基礎與重要關鍵，經由收集各種數位化感測器資料，透過多樣化網路技術彼此互聯互通及共享，建立遠距管理自動化與智慧化作業環境。而工地安全管理之應用即為其中重要之一環，在工地這樣的局限空間常常存在著危害的氣體、環境、與天候影響，更有其他非經授權之人員、車輛闖入工區等安全的隱憂，為確保工區人員之安全，採用IoT協助管理工地。此外IoT亦可應用於工地設施及人員進出管制作業，尤以新冠病毒疫情肆虐全球，藉由整合身分識別、體溫量測、以及場域人員總量計數功能的人員門禁進出管制系統，不僅可以判別進入工地人員是否位於有效允許進出清單中，亦可保護工地內之工作人員將疫情的影響降至最低。

因此除了常見的CCTV即時影像，本工程10標統包商分別建置之溫溼度/空氣品質/雨量偵測等整合揚塵感應設備、人員進出、機具軌跡、車輛管制、電子圍籬，甚至是地下管線監控設備，整合於資訊圖台即時呈現，提供航工處有效掌握現場實況。ACIS同時也設計了各項工地環境數據門檻值管理功能，當設備所接收之氣體或其他環境數據上傳至ACIS，將比對事先設定之各項對應數據門檻值，若此上傳資料小於門檻值時，將於可視化資訊圖台以及工程儀表板中呈現代表安全的綠燈圖樣；反之，若數據資料大於門檻值時則呈現黃燈或紅燈圖樣，以更加直覺的呈現方式來監控工區狀態。同時藉由設定各種環境資訊的門檻值，在任何一項環境資訊超出門檻即自動發送警示通知相關人員，以利快速採取應變措施，有效作為智慧化決策輔助資訊參考。以圖4為例，透過現場環境



圖 4 整合 IoT 設備資訊達成遠端管理



檢測設備偵測是否有空氣品質異常，以觸動自動灑水裝置因應，或由管理中心人員查詢CCTV圖層，調用所在地附近鏡頭確認辦理工作，通知現場進行灑水降塵作業。另外針對污水管線推進工作，統包商亦特別設置現場監控設備，透過影像及即時數據監控確保推動工進及現地人員安全。

(三) 工程圖台

因應大範圍工區管理需求，航工處於本工程啟始階段即安排航拍作業，透過實景建模方式完整形塑出現地實況，提供設計單位及廠商不須親自現場即可先透過三維模型針對地形地貌及現地建物進行探討。續將透過不同時期航拍紀錄轉置為3D模型比對，亦可做為本工程推進歷程之有效紀錄。圖5即為本

工程啟始階段航拍紀錄轉置三維模型成果。

進入施工階段ACIS整合web GIS結合地理空間資訊及進度控管資訊，將可提供管理單位快速且有效掌握區域開發現況。同時因應未來航空城區域物流中心推展之目標，已陸續完成多塊土地標售作業，為利航工處掌控交地期限以避免影響廠商營運時程，透過套疊分標進度及土地租售圖層以利掌握實際進度。

除了結合現地回報進度，ACIS透過3D GIS圖台匯集既有建物、管線、道路、地形及3D mesh等資訊，整合本工程相關設計BIM模型，提供管理單位更加視覺化的3D管理介面。為進一步發揮資訊圖台三維管理功能，本工程同時自公共管線進度控管著手，配合

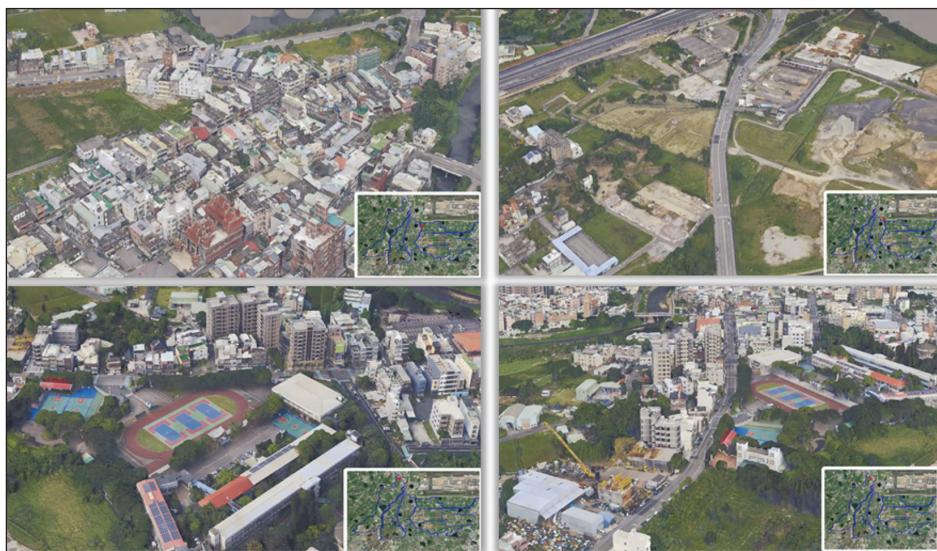


圖 5 航拍轉置 3 維模型展示畫面



圖 6 ACIS 結合 web GIS 管理應用

專管單位建立各階段廠商應繳交資料內容及管控機制，藉以取得區域3D設計資訊、佈管測量GPS資料、施測點施工照片、GPS儀器結果畫面、施工全景錄影及竣工GML格式圖資等，透過匯入3D GIS圖台中展現管線空間分佈，除可確保管線正確化，亦可供管理者有效控管各管線類型之施工進度，相關應用功能如圖6所示。

(四) 預算執行

工程決標後統包商須依據契約金額及細設成果將預算書詳細價目表中工作階層展開，並續據以辦理相關工作推進紀錄。航工處建置之ACIS系統即以預算書中所列工項為基礎，透過匯入工程會PCCES產出之XML格式檔案，經專管監造確認後轉入系統，續配

合產製施工日誌提供統包商每日開啟填寫。

圖7所示即為ACIS系統施工日誌填寫畫面，統包商可透過電腦或平板直接開啟日報填寫介面，回報當日各工項契約完成數量。考量工作延續性，ACIS將自動帶入前日填報工項提供統包商確認本日完成數量，統包商亦可自行自預算書工項中挑選新工項加入填報，而統包商填寫之數量超出契約預訂完成數量之工項則將顯示提醒，提供統包商警示是否有契約變更或僅為數量誤植；另屬契約變更之工項，則須在變更書經機關核定後，再次匯入變更預算書之XML檔，以利系統解析轉製為日誌工項提供現場填報。而統包商填寫日誌送出後則依據權責由監造續行確認，ACIS提供手寫簽名機制，工地主任可直接在平板上簽名送出，經監造確認後的報表

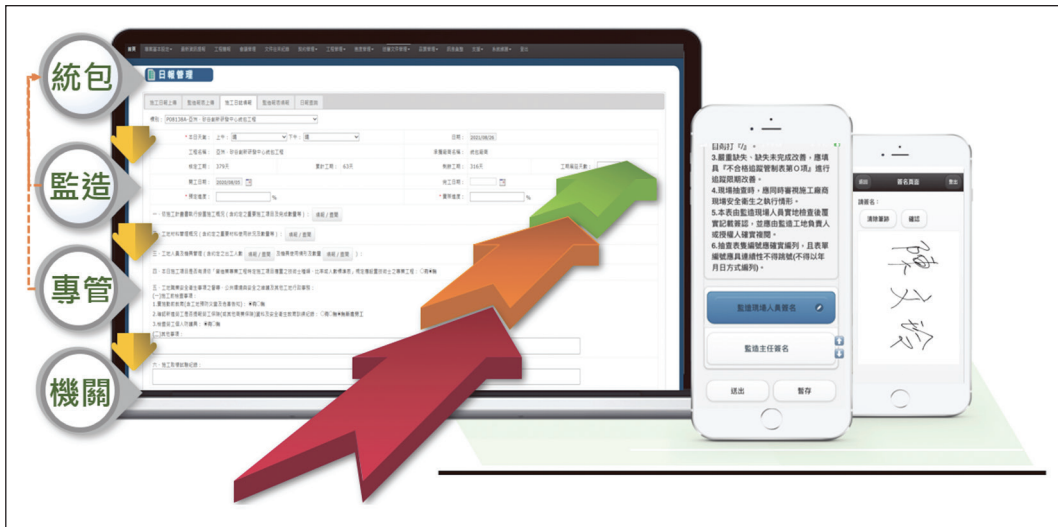


圖 7 預算執行 - 施工日誌填寫

聯同簽名檔，將由系統套用工程會格式產出 PDF 日誌，並於檔案中加印航工處處徽浮水印，以辨識為系統產出之正式資料。

傳統紙本計價作業除須針對當月契約工項完成數量統計核算，並應檢附大量佐證資料以供審查者逐項核對，過往整體計價工作所需行政時間無可避免，為加速審計作業效率，本工程透過導入線上估驗計價作業以加速計價作業推進，並協助審查單位可更清楚核對查驗項目。

ACIS 透過銜接各分標預算書工項自動擷取各月施工日誌核定數量，提供統包商各月申請估驗時即可由系統自動彙整各工項累計完成數量，並依契約物價調整要求核算個別指數、中分類及總指數之物調項目及金額，

統包商續逐項核對該月預訂計價項目及對應數量計算文件等佐證資料後即可正式送出。監造、專管單位及機關即可依據權責流程線上收件進行審查，藉由系統直接串聯工項可快速檢核該項相關佐證資料，減省人員翻閱紙本文件查對。線上審查作業完成後系統將加蓋航工處處徽浮水印後轉置為 PDF 檔案，統包商即可將所有申請文件整批下載用印後依約送出，以加速計價申請之效率。

(五) 土方媒合

桃園地區近年來推動多方開發工作，包括捷運、機場及航空城皆陸續動工，為使區域營建剩餘土石方有效管理與運用，航工處透過 ACIS 彙集各計畫分月供土，對應本工程各標各月需土情形續行土方媒合作業。ACIS

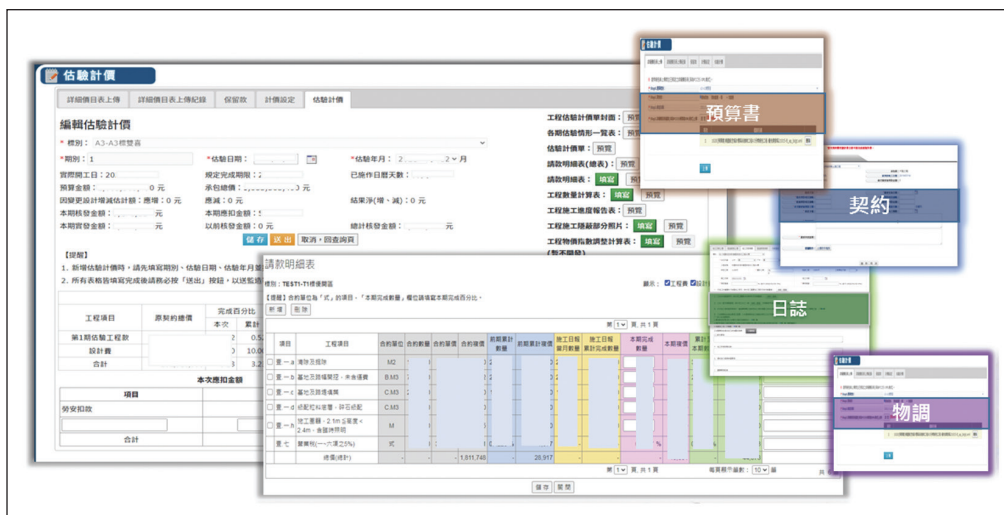


圖 8 預算執行 - 線上估驗計價作業

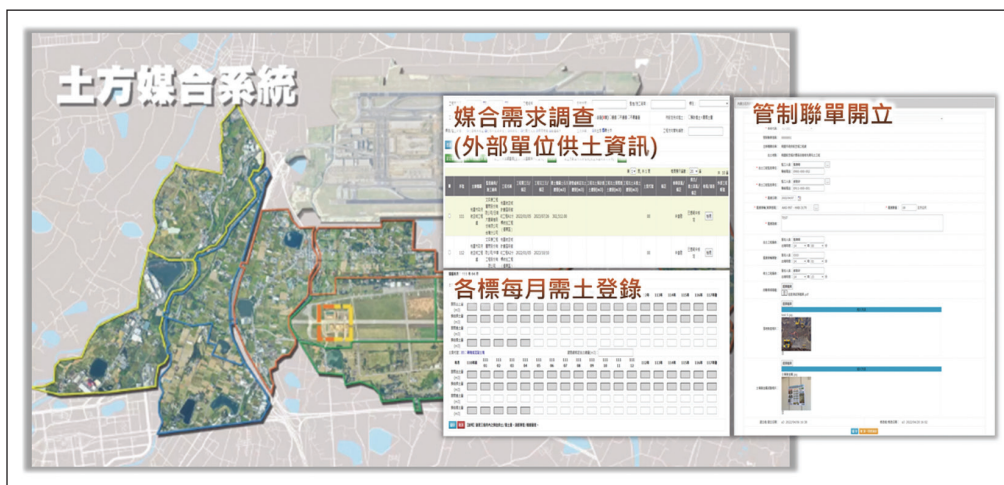


圖 9 土方煤合管理應用

提供以批次匯入方式申報土方煤合資料，包含需土、供土資訊、配土等，並於彙入後自動產製各月供需統計表，推進煤合整體作業以利掌握供區域平衡。同時提供統包商依據核訂之土石方管理計畫建置基本資料，進以自動產製管制聯單提供廠商進場前確認，聯

單開立後可將各車土質檢查資料如落地檢查、土壤重金屬試驗等及現地照片上傳，以做為實際進場查核之依據。未來則將煤合作業經驗彙整為自動化規則，發展土方預煤合應用以更進一步提升管理效率。



結語：奠定航空城永續發展基石

永續發展之議題除關注現況資訊推動，亦須同時考量未來需求的滿足。航空城工程處規劃發展ACIS系統之藍圖中，除有效掌握各標工程推展、實況作業紀錄及預算經費支用情形外，系統之設計亦提前納入未來營運管理之需求，為永續經營發展奠定基石。以錯綜複雜的管線工程為例，為避免重導過去舊有道路無法掌握地下管線，以致時常發生錯挖情形，區段徵收工程啟動之初即建立有效管理機制，除將3D BIM模型匯入系統結合實景地貌以利掌握工程預定作業，並藉由埋土前測量具體回覆管線實際點位標定紀錄模型，以利完工後移交維管單位續用。資訊技術之推展源自於對大眾對生活優化的期望，透過區域開發提升環境品質，運用雲端平台輔助管理作業進行，工程團隊將協同應用ACIS系統以竭力達成本工程推進如期如質之目標。