

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

規畫設計與施工圖說資訊交換標準與機制之研究

Study on the Standards and Mechanisms for Exchanging Engineering Drawing Information During the Phases of Planning, Design, and Construction

計畫編號：NSC 88-2211-E-002-043

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：謝尚賢 國立臺灣大學土木工程學系

共同主持人：郭榮欽 國立宜蘭技術學院土木工程系

電子郵件信箱：shhsieh@ce.ntu.edu.tw；rcguo@mail.ilantech.edu.tw。

一、中英文摘要

營建工程在整個工程進行當中，規劃、設計、結構分析、施工圖繪製、估價、發包、訂約、施工、維護，階段分明，分工清楚。各階段間，作業斷層嚴重，溝通不易完整，資訊重複建置現象普遍，建構此界面，打通各階段間資訊流的暢行，是本研究計畫要突破的重點工作。

本研究計畫係『營建工程生命週期共享資訊交換標準之研究』之整合大型研究計畫中的子計畫之一。總計畫將著手蒐集最新歐美日韓在 CALS「資訊運籌管理」策略與 STEP/IFC/SGML/XML 實作的進展情形，整理歸納，融合本土國情特色，擬具適應本國且能順利與國際標準整合之營建工程資訊標準化機制。並應用電腦最新技術，如物件導向技術、網際網路，慎重考慮國內營建業應用現況及未來大趨勢，設計營建工程資訊標準轉換界面系統。本子計畫則主要著重在上述營建工程各階段分工中的設計、結構分析、施工圖繪製部分，企圖以 STEP/IFC 資料結構，將跨階段的共享資訊整合起來，建置此階段的標準圖說元件。本研究將實做一範例，建立圖說元件資料庫，並跨越設計與施工資訊交換的模擬。

關鍵詞：資訊運籌管理、資訊交換標準、營建工程資訊標準轉換界面系統、圖說元件資料庫。

Construction Industry has long suffered from its fragmented production along the project delivery process. Furthermore, the lack of standards for data exchange and the reliance on paper-based

documentation have caused problems for construction industry in exchanging and sharing engineering information between different phases of a construction project. In recent years, to address the above issues and to continuously improve construction productivity and quality along the life-cycle of engineering facility, CALS (Computer-aided Acquisition and Life-cycle Support) strategy has become an important research subject in many developed countries, such as United States, Canada, United Kingdom, Norway, Germany, Japan, etc.

The present work is one of five sub-projects of an integrated project, which studies the applications of CALS to construction industry. The focus of this work is placed on the standards and mechanisms for exchanging engineering drawing information during the phases of planning, design, and construction. Two ISO standards, STEP and SGML, as well as two industry standards, IFC and XML, will be investigated carefully and then serve as the foundation for exchanging engineering information. A prototype integrated CALS database containing shared information for different phases of a construction project will be designed and implemented, using WWW, database, and object-oriented technologies. In addition, a pilot study will be carried out on standardization and exchange of basic engineering drawing elements among the planning, design, and construction phases.

二、前言

以營建工程的角度而言，CALS 主要的工作在整合工程規劃設計、發包施工到營運維修過程中所使用到的標準以及資料表示方式，以便各種資訊(如合約資料、維修手冊、工程圖面資料、施工說明等等)可以透過數位化的環境在網路上為各階段所共用，並利用整合性資料庫及必要的管理手法，達到資訊快速反應的目的，進而縮短時程、降低成本、增進品質、提升競爭力的最終目標。

STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data)[1]是 CALS 整體策略中屬產品模組資訊交換的標準，ISO 著手整合各國發展標準的經驗和技術，經過多年的研討與整合，於 1994 年三月公佈了 STEP 第一個版本 ISO 10303。它的重點目標有五：

- 1、發展資訊(Information)標準。
- 2、涵蓋建築物整個生命週期的相關資訊。
- 3、與現行其他標準的相容性。
- 4、有擴充性。
- 5、跨作業平台。

整個 STEP 標準分成了若干 Parts,其中與營建工程較有關係的為：

- 1、AP225：建築產品資料之表達方式。
- 2、AP230：鋼構建築物的資訊模組。
- 3、AP228：建築設備、空調、通風等。
- 4、P106：建築營造之核心模組。

近年來，由數家著名的繪圖軟體公司(包括 Autodesk、Bentley、Graphisoft 等)與學術界主導的 IAI(International Alliance for Interoperability)組織，專門為 3D 建築電腦繪圖，以 STEP 的 EXPRESS 語法，訂定了 IFC(Industry Foundation Classes)[2]標準交換格式，企圖針對 3D 建築圖提出能在不同繪圖平台暢行無阻的共享格式(Interoperable)，目前各會員單位仍在積極研擬中。其訂定的格式標準仍著重在圖元資訊的交換，然物件化的圖元若不斷衍生其屬性、方法，甚至與 GIS(地理資訊系統)牽連在一起，圖文整合資訊格式的標準問題必會凸顯。

SGML 亦是 CALS 整體策略中屬文件資訊交換的標準，而目前十分熱門的 XML[3]語言即根據此標準制定出來的。XML 乃用於標示具有結構性資訊之電子文件的標示語言，並可自行定義標籤及文件結構，它的雙向超連結也使結構化資訊間的關係能更

為完整。因大部份的工程文件(例如施工說明書)都具有結構化的特性，因此，本研究嘗試以 XML 來建置工程文件。

三、營建工程設計階段之現況探討

營建工程在設計階段的作業程序，常因規模與傳統習慣而有所不同，土木水利等工程大多屬公共工程的範疇，政府單位有其一定的作業程序，甚至都有訂定標準，以資遵循。建築工程則由工程設計顧問公司或建築師事務所負責承攬設計業務。依傳統，建築師事務所所在設計階段的工作包括規劃、初步設計、結構分析、細部設計、施工圖繪製、編製預算書、申請建照、協助業主發包等。其中許多相關設計業務必須與其他專業技師配合，包括結構技師、電機、給排水、消防等。晚近，建築規模日趨龐大，建築師已無操控部分施工細節之餘力(例如模板工程設計與施工)，故有施工單位自行補強施工詳圖，再提建築師審查的作法。

現階段設計實務方面，許多建築師仍採徒手繪製初稿，經定案後才進行電腦輔助繪製細部設計與施工圖，利用個人電腦繪圖已在近十年來完全取代傳統手繪，並已累積不少各自的常用參考圖庫，使用工具以 AutoCAD 再輔以國內開發之建築繪圖軟體居多。結構方面亦已能從分析結果自動繪出施工詳圖。

自動化雖有長足進步，惟各家圖庫皆屬各自開發，無標準可言，而且「圖」與「文」仍未有效整合，故尚有發展的空間。

四、營建工程設計階段資訊轉換標準化系統架構之探討與建立

資訊轉換要提高共享性，勢必要進行「標準化」。以設計階段為例，用單機繪圖，操作者可以依自己的經驗與習慣，逐漸累積自己的標準圖組，供下次引用，即「共享」的開始。設計群組進行了幾個專案設計下來，自然會粹取出大家能「共享」的圖組元件來降低重複建置，區域「標準化」的觀念就悄然出現。在網際網路還沒普及之前，「營建自動化」的推動，就已經把圖元的標準化工作視為提高自動化的重點研究，跨越不同設計群組間的圖元資訊交換所帶來在工程效率改善上的阻礙與困擾可以想見。如今，「物件導向技術」將傳統平面圖檔解構到以 3D 圖文元件為單位的擬真整合，還有「全

球資訊網技術」使資訊的概念距離急速縮近，並且更加開放，這些因素都促成國際化的營建資訊共享機制呼之欲出，因此，可以想見，更為廣泛的「標準化」考慮是勢在必行的。

營建工程圖文標準化，在前述資訊新科技的衝擊下，其標準化的組成架構，本研究試圖從下列三個方向來探討：

1.以「圖元」為中心：電腦輔助繪圖在國內奠基以後，隨著「營建自動化」的推動，建築的標準剖面大樣圖、圖文符號的標準制定以及圖形資料交換標準的建立，都是國內企圖以「圖元」為中心，建置一個能被廣泛接受的標準。

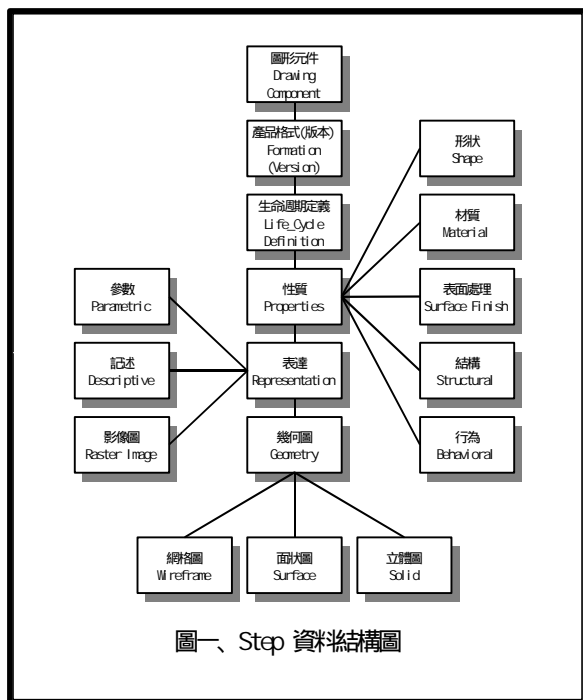
2.以「文件」為主軸：文件格式的標準似乎是市場佔有率決定的，文件中涵蓋「圖」與「多媒體」已蔚為潮流，Microsoft Word 的 DOC 格式就是一例。「全球資訊網」出現後，HTML 突破了跨平台的問題，但它是固定格式語法，無法滿足多元化專業所要表達的資訊需求。XML 因而產生，且應會成為下世代網路上通行的文件格式標準。

3.「圖文」為同等物件：ISO-10303 國際標準，也就是 STEP 標準，主要是在提供產品模組資料交換的標準，它是典型的圖文整合格式標準。它以物件導向的觀念為基礎，制定並利用一稱為 EXPRESS 的標準語言來描述產品資訊物件的屬性與行為，及其生命

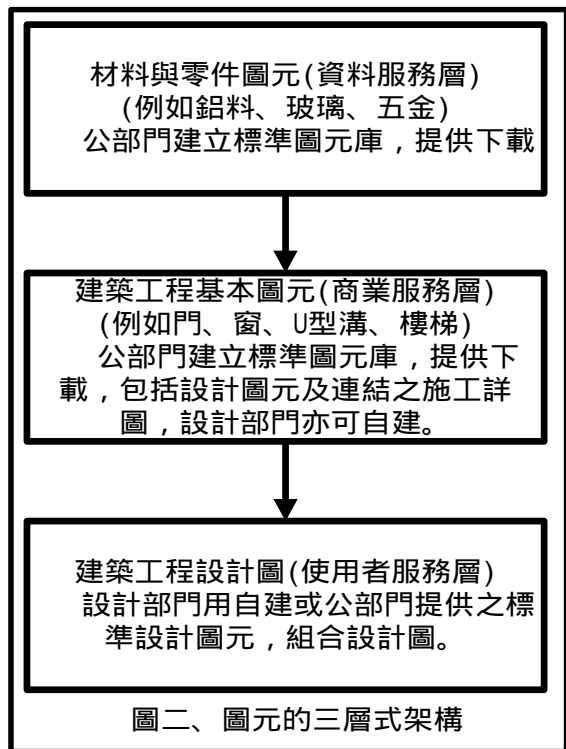
中已陸續發表有許多的應用協定之標準 (Application protocol, 簡稱 AP), 而且還在積極制定中，其中有如 AP225[4]、AP230 等都是跟營建工程資訊有關的標準。AP225 定義了描述建築形體的資訊標準，而 AP230 則為描述鋼結構的資訊標準。由於全球資訊網的應用有資訊國際化的特質，我國加入 WTO 後，國際化的壓力必旋踵而至，因此，長遠來看，資訊標準化一定要考慮「國際化」。

「營建工程」的生命週期可大致可分為「興建」與「營運」兩階段；「興建」階段包括規劃、設計(含概念設計與營造設計)、分析、發包、施工等，「營運」階段包括維修、裝潢、增建、改建、修建、報廢、拆除等。仔細審視各階段的作業，營建工程的「工程圖」與「工程文件」在這些階段間擔負著穿針引線的關鍵角色。雖然在這些歷程間，「圖」與「文」都有些許的變化，但是，引用前一階段的圖文資訊進而產生新階段的「圖」與「文」顯然是必要的，換言之，「工程圖」與「工程文件」在不同階段間的拋轉，是有其密切的脈絡關係的。

「圖」是「營建工程」生命週期中共享性很高的資訊，本研究先從「工程圖」的組合進行規劃，從圖元編輯的角度著手，將其拆分成三個層次，如圖二所示，「資料服務層」為組成建築工程基本圖元的主要共享圖



圖一、Step 資料結構圖



圖二、圖元的三層式架構

週期中與其他物件間的靜態關係跟互動行為，它的基本架構如圖一所述。目前在 STEP

元，其中許多為建材製造商的產品，製造業自會依未來制定的標準(例如 STEP)建置產

品模組共享資料庫，加上建築圖例規範，透過公部門統一編碼系統，建立標準「圖說元件資料庫」，提供下載。「商業服務層」為建築工程基本圖元庫，包括工程界公認常用的群組圖元(例如樓梯)可由公部門統一編碼制定標準以外，亦可由設計單位自行依需要開發有獨特風格的圖元庫。「使用者服務層」是組合前兩層的圖元，加上一些文字說明與尺寸標示，就形成建築工程專案完整的圖檔了。使用者服務層亦是操作介面層，這可讓軟體公司自由開發，只要遵循前兩層的標準化機制，加上各階段的轉換介面，資訊共享的主要目的即可達到。

以繪圖的觀點而言，大致可先依建築結構元件(基礎、梁、柱、牆、版)往上組合，然後隔間、樓梯、門、窗等。而以營造施工的觀點來說，通常是以工項分類(例如放樣、擋土、挖土、模板、鋼筋、3000PSI 混凝土等)優先來看待整個工程，因為要面對不同工種的搭配，用料的管理，以及估驗計價的問題，而且，像施工說明書、預算書、合約文件等，也大多以工項和材料為說明對象。因此，若要從「圖」出發來規劃「圖」「文」整合的資訊共享機制，勢必要將工項、建材等性質分散定義到前述的建築結構元件裡頭，以 STEP 資料結構的建構方法(如圖一所示)來設計標準圖元，而工程文件則以 XML 的資料結構特性定義。這樣安排，不論是「工程圖」的單獨展現，或文件的查詢，或者「圖」「文」同時對照使用都能實現，「文」方面可依需要增刪，「圖」則以三層式圖元標準架構來維護，「圖」「文」資訊共享機制就可實現。

五、標準化機制先導性實驗

本範例假設兩間一層樓普通教室，連棟蓋在一起，教室空間為 9MX7.5M，每間三個跨距，走廊寬 3 公尺，柱斷面皆為 35 CM X 45 CM，隔間牆為 1B 磚，台度 1M，門與窗各一種。其他如水電與排水溝、講桌、講台、佈告欄等，因為原理相同，所以暫時先略去不作。

基本圖元的繪製，分成「單元圖」與「群組圖」兩種，由這兩種圖元組合成完整的圖。然後可利用 AutoCAD 2000 的 VBA 搭配 WWW 瀏覽器研發圖文對照(包括估價、施工說明書查詢的應用)的介面程式。以上實作已詳述於本研究之完整報告中。

六、計劃成果自評

本研究依照預定進度，在「蒐集與評估相關文獻部分」，已完成 CALS 網站建置 (<http://cals.ce.ntu.edu.tw/>)，以利收集國內外有關最新資訊，並將研究心得編成教材植入網站，廣為宣導。S 進行作業研究與圖說資訊分析部分，已依 STEP AP225 之藍本，用一般教室工程之建築設計與施工行為進行分析，並歸納出基本圖元及施工工項間各種「圖」「文」的基本資訊，及互相關係(詳本研究完整報告)。進行圖說資訊交換標準、機制、界面之範例實驗方面，即以一般教室工程為例，並粗略設計一實驗性的應用介面以驗證圖說資訊交換機制。本研究已將部分研究成果投稿國內期刊及研討會[5-6]，且皆已被接受。由於更廣泛的標準圖元建置及較完善的應用介面，需要更細緻的考慮與更充分的時間，這是本研究下一年度預計達成的目標，屆時將更能展現營建工程標準資訊跨階段共享的成果。

參考文獻

- [1]Burkett, W. C. "Standard for the Exchange of Product model data (STEP) ISO-10303", CALS EXPO '96 Tutorial, 1996.
- [2]Autodesk. "IFC Import/Export Utility (Preview Version) - Product Overview," <http://www.autodesk.com/products/ifc/index.htm>, 1999.
- [3]梁中平、徐千惠，「新一代標示語言 - XML」，*經濟部 CALS 季刊*，第一期，1997，第 18-25 頁。
- [4]Hass, W. "Application protocol : Building elements using explicit shape representation," ISO TC184/SC4/WG3 N719, 1998.
- [5]郭榮欽、謝尚賢，「營建工程製圖之今昔與前瞻」，*土木技術月刊*，1999 (已接受)。
- [6]郭榮欽、吳國山、周開元、謝尚賢，「一般教室工程圖說資訊標準化及其應用之初步研究」，*八十八年電子計算機於土木水利工程應用論文集*，國立中興大學，台中市，民國 89 年 2 月 17-18 日(已接受)。