

資訊系統在捷運工程之運用
**INFORMATION SYSTEM IN CONSTRUCTIONS
OF RAPID TRANSIT SYSTEMS**

黃南輝，莫若楫

R. N. Hwang and Z. C. Moh

原著載於海峽兩岸捷運/地鐵工程研討會

1996年6月25~26日

*Reprinted from Proceedings of
Cross-strait Symposium on Rapid Transit Constructions
Taipei, Taiwan
June 25~26, 1996*

資訊系統在捷運工程之應用

黃南輝*、莫若楫*

*亞新工程顧問有限公司

摘要

地理資訊系統可將龐大的資料予以有系統地儲存於硬碟或光碟中以便查詢及檢索。地理資訊系統已經廣泛地應用於捷運工程之走廊研究、規畫以及定線作業。本文介紹地理資訊系統在設計、施工、監造、分析以及工程教育方面之應用與未來發展。

一、前言

電腦軟體（軟件）及硬體之突飛猛進帶動產業自動化風潮。資訊系統（信息系統）已被廣泛應用在各行各業。例如，銀行、保險及金融、出版、房屋仲介等行業的自動化都相當有成效。政府行政部門也積極地推廣資訊系統在國土開發、地政、戶政、管線、環境保護、水資源等方面之應用。土木工程界自不甘人後，地理資訊系統已被廣泛應用在交通運輸路網規畫、施工管理、土壤及地質等等方面，並朝結合衛星影像系統、全球衛星定位系統等高科技之方向發展，對人工智慧亦有初步嘗試。而目前微電腦之運算速度以及記憶體之容量已足以滿足資訊系統之需求，因此廠商紛紛推出微電腦版資訊系統，直接促進了資訊系統之推廣。

捷運（地鐵）工程結合土木、建築、機電、軌道、號誌、及系統等專業，而其規畫、設計及施工更涉及都市計畫、土地、管線、及交通等方面之問題，其複雜度可想而知。因此資訊系統在捷運系統之規畫、設計、施工及營運等各階段都有一展長才之空間。在規畫及定線方面，地理資訊系統之應用已經相當成熟。但在設計、施工及監造方面則尚在萌芽階段。本文就筆者所知資訊系統在捷運工程上之應用作一介紹，以期拋磚引玉，促進技術之提升。

二、捷運工程與資訊系統

台灣地區共規畫有台北、高雄、台南、台中、新竹及桃園等六個都會區捷運系統。目前在台灣主管捷運工程之機關為台灣省政府住宅及都市發展局、台北市政府捷運工程局以及高雄市政府捷運工程局等三個單位。在六個捷運系統中，台北市捷運系統初期路網之木柵線已通車營運，淡水線預定於1997年二、三月間通車營運，其他四條路線之工程尚在進行中，預計在三至五年間陸續完工通車。因此在資訊系統之應用方面，自然以台北都會區捷運系統為先驅。台北市政府捷運工程局有其自己發展的地理資訊系統【1、2】，並已用於走廊研究【3】、規畫【4】及管理【5】等作業。高雄都會區捷運系統橘線之細部設計已於1995年開始，高雄市政府捷運工程局預定將於1997年開始建立其地理資訊系統。台灣省政府住宅及都市發展局亦有自己的地理資訊系統【6】，並已完成台中都會區捷運系統地理資料庫之建立，預定在1997年度開始建立桃園、台南兩捷運系統之地理資料庫。至於新竹捷運系統之地理資料庫，目前尚無具體計畫。

上述地理資訊系統之應用偏重於走廊研究、規畫、定線與管理。但在設計、施工、監造、分析方面之地理資訊系統則付之闕如，因此在施工過程中，工程師對各種錯綜複雜、千頭萬緒般的各式各樣資訊常常難以掌握或整合，在遇到狀況時也欠缺應變能力。有鑑於此，亞新顧問公司特在1995年底，致力於施工資訊系統之研發，歷經九個多月之努力，終於完成，並經測試後正式交由部門使用。

自視窗問市後，不出數年已獨領風騷，成為資訊界主流，但高階視窗程式語言則遲至1995年方才陸續推出。亞新公司經審慎評估選定Delphi為核心語言，結合Lotus Notes及AutoCAD之特長於一體以發展該施工資訊系統並命名為IDEAL⁽¹⁾。其中Delphi長於資料之運算及管理，因此資料庫之建立、管理及運用均由Delphi主控。檔案管理（文件檔、圖形檔）則以Lotus Notes為工具。Notes具有流程管制、線上簽核及多媒體等功能，可以結合影像、錄影、錄音、及動畫，為管理界之新寵。捷運工程相當龐大，涉及單位不

¹ Integrated Databases and Engineering Applications Library

可勝數，文件之傳遞，常曠日廢時，Notes的並行傳閱功能可縮短流程，再配合其群組討論功能更增效益。圖形之繪製及編修則以AutoCAD為工具。AutoCAD在工程界廣被採用，其程式語言Lisp極具彈性，市面上亦不乏廠商提供附加軟體，這些附加軟體可成為應用模組，在開發大系統時減少不少煩惱。

IDEAL除了有一般地理資訊系統中常見之土壤、管線、建物等資料庫外，並有特別為設計、施工、監造、分析、以及工程教育所增加之監測、明挖、潛盾、以及工程案例等資料庫。今將各資料庫之內容簡單地介紹如下：

土壤資料庫

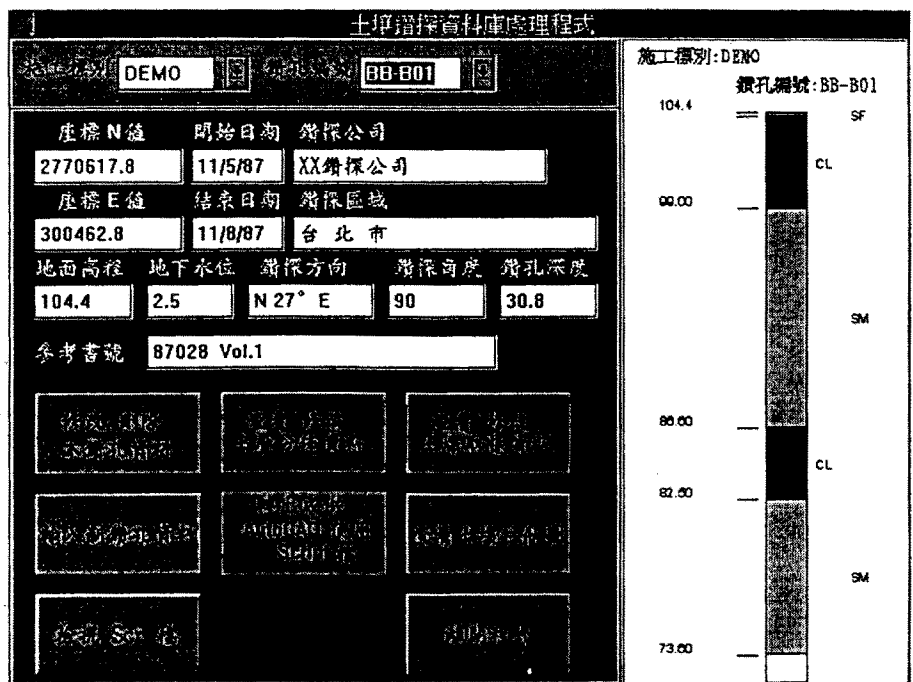
土壤資料庫儲存鑽探所得之各項資料，包括土層柱狀圖、現場試驗（標準貫入試驗、荷蘭錐試驗、側壓計試驗）結果、土壤物性試驗結果、統一土壤分類等。圖一顯示土壤資料庫之內容及柱狀圖範例。

管線資料庫

管線資料庫之內容有管線的位置、深度、尺寸、數量、管轄單位及連絡電話等。圖二顯示管線資料庫之內容及管線配置圖（剖面圖）範例。

圖一

土壤資料庫
範例



建物資料庫

建物資料庫包括現存建物的年齡、結構、基礎、地面上/下樓層數、以及與工址間之相關位置等（參考圖三）。

監測資料庫

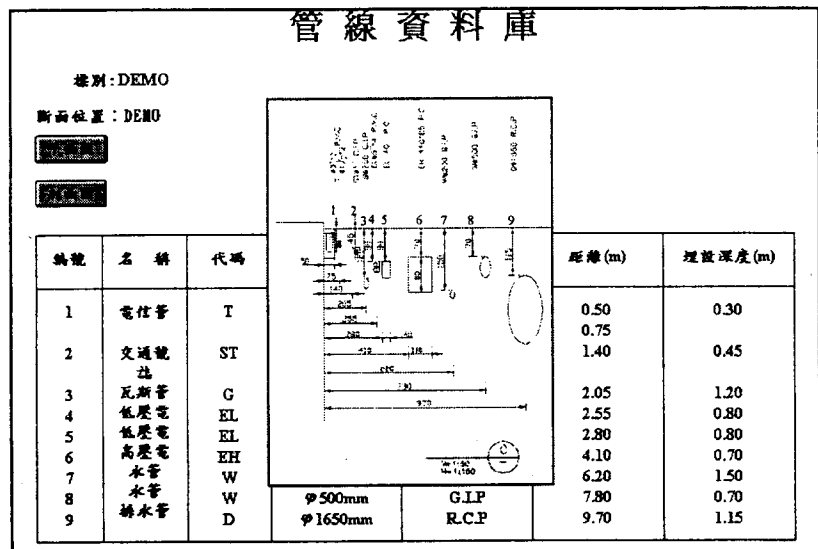
監測資料庫記錄監測儀器之基本資料、量測值。

明挖資料庫

本資料庫記錄明挖斷面之幾何資料、擋土牆、支撐、儀器配置、各階開挖時程、以及支撐架設時程等資料。

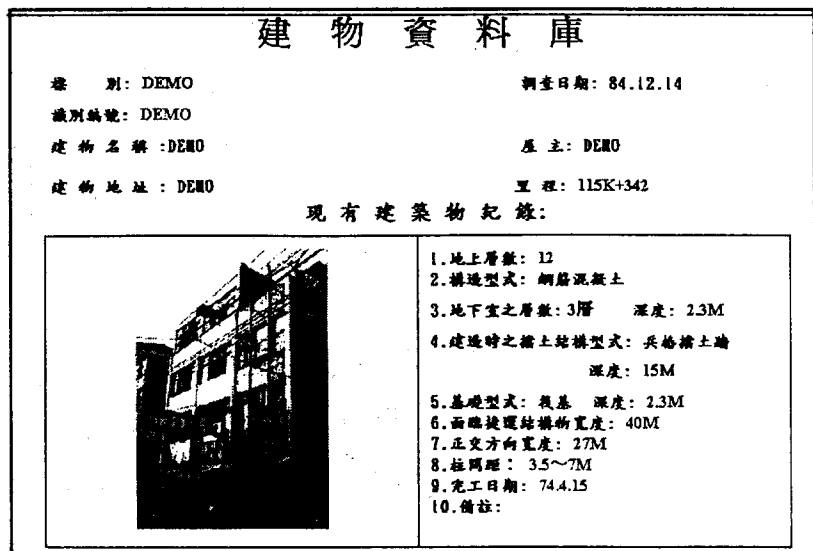
圖二

管線資料庫
範例



圖三

建物資料庫
範例



潛盾資料庫

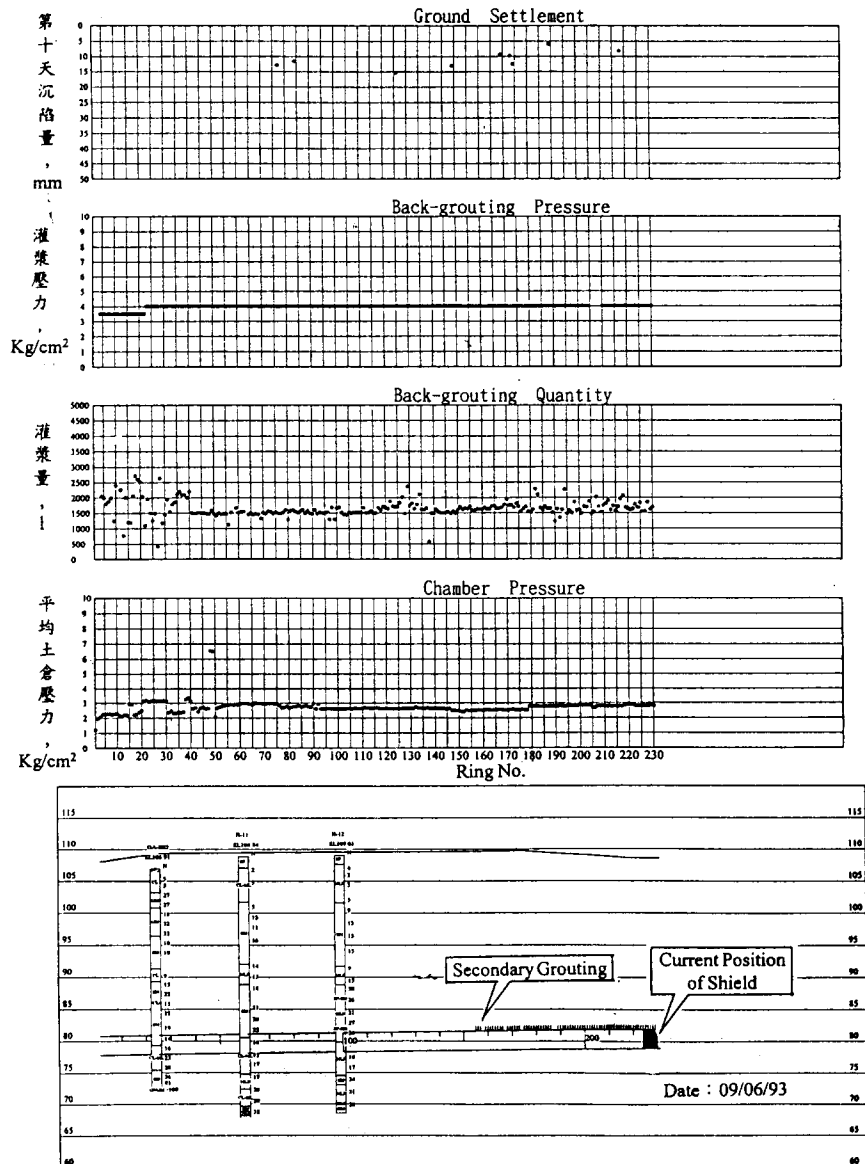
潛盾施工資料庫記錄潛盾隧道各環座標、中心高程、環片安裝時程、土倉壓力、總推力、背填灌漿、二次灌漿等資料。圖四顯示潛盾資料庫之內容及範例。

工程案例資料庫

本資料庫蒐集過去失敗之案例，以為未來借鏡。其內容包括工址位置、工法示意圖、災變現場照片、災變原因剖析等資料。

圖四

潛盾資料庫
範例



三、資訊系統之應用

IDEAL在發展過程中是以捷運工程為標的，因此特別適合於捷運工程之設計、施工與監造，但其應用則不限於捷運工程。一般土木工程，如公路、水利等遠不如捷運工程之複雜，因此IDEAL使用起來應游刃有餘，極易發揮其效益。以下列舉IDEAL之應用範例。

查詢、檢索及顯示

查詢及檢索是資訊系統之基本功能，IDEAL具備此功能自不待言。IDEAL使用Notes以管理文件及圖檔。Notes有超強的查詢及檢索功能，工程師可以很快地追蹤文件或查詢與工程相關之資料，如合約、地圖、設計圖說、設計準則、施工規範、會議記錄、監工報表等等。IDEAL並提供工程百科全書，工程師可以查詢中英文辭彙及名辭註解。特殊工法並有相片、影片、或動畫輔助說明，即使是初學者也一目了然。圖五顯示工程百科全書之一範例。

在工程方面，資料之檢索有兩個模式：(1)使用者可以用視窗之下拉式功能表（pull-down manus），經多重選擇查詢所需資料(2)直接由圖面上以滑鼠點取內建關連資料。工程師可以快速地查看土壤、結構、建物、管線、監測、及工程進度等資料，隨時掌握現況。

圖五



工程百科全
書範例

工程百科全書

英文名詞: Jumbo-jet special grout method
中文譯名: JSG工法

工法: 照片:

註解 1: 屬高壓噴射灌漿工法之一種, 鑽桿型式為雙重管, 管徑60.5mm(前端115mm), 所使用之灌漿壓力約200Kg/cm², 水泥吐量約60l/min, 一般造成之直徑約80-200cm, 其施工深度可達25m



參考文獻: 灌漿辭彙
編號: 0135
分類: 灌漿工法

工程設計

經由IDEAL，設計者可以很容易地掌握捷運路線沿線之土壤、管線以及建物之資料，選擇適當的施工方法，設計擋土結構，並且可以從過去失敗之案例中學取教訓，不再重蹈覆轍。亦可利用IDEAL之工程百科全書查詢設計準則、施工規範、以為參考，或以IDEAL之內建圖庫直接繪製設計圖。

設計者也可以依土層特性、開挖深度決定開挖之影響範圍以及應作現況調查之建築物。然後根據建物之結構型態、年齡訂定建物保護計畫，設定管理值（預警值、警戒值、行動值），並將此等資料輸入預警系統，以為施工時管控之用。

監測及預警

監造單位在收到承商提送之監測資料後立即啟動預警系統以檢核資料，如有異常狀況發生時，立即發布告知單給承商、設計者以及品保等相關單位（參考圖六及圖七）。告知單自動經由網路、E-Mail、或由數據機（fax-modem）傳送，可在數分鐘之內完成發布，並自動登錄於管理系統之內以便後續追蹤考核。

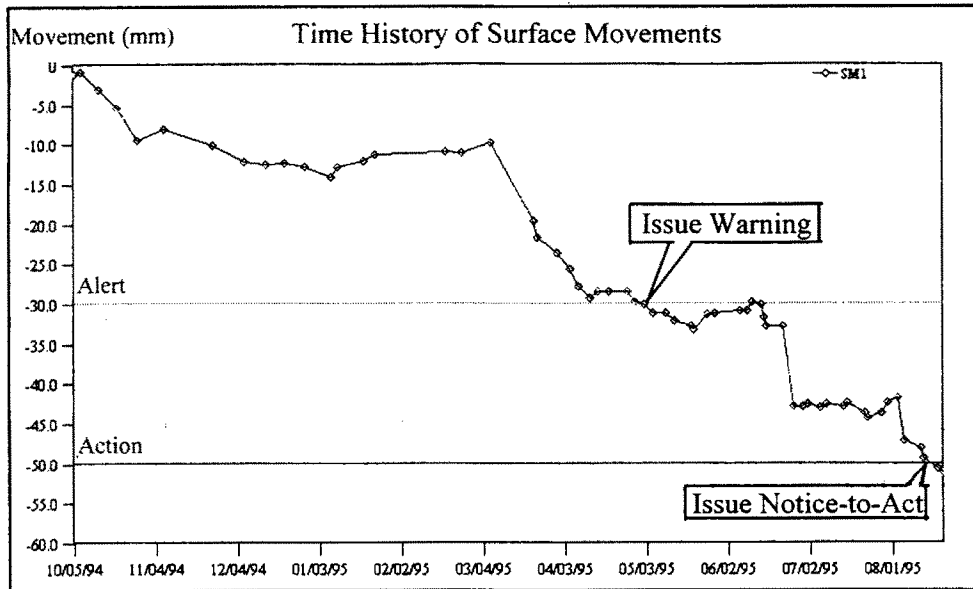
圖六

告知單範例

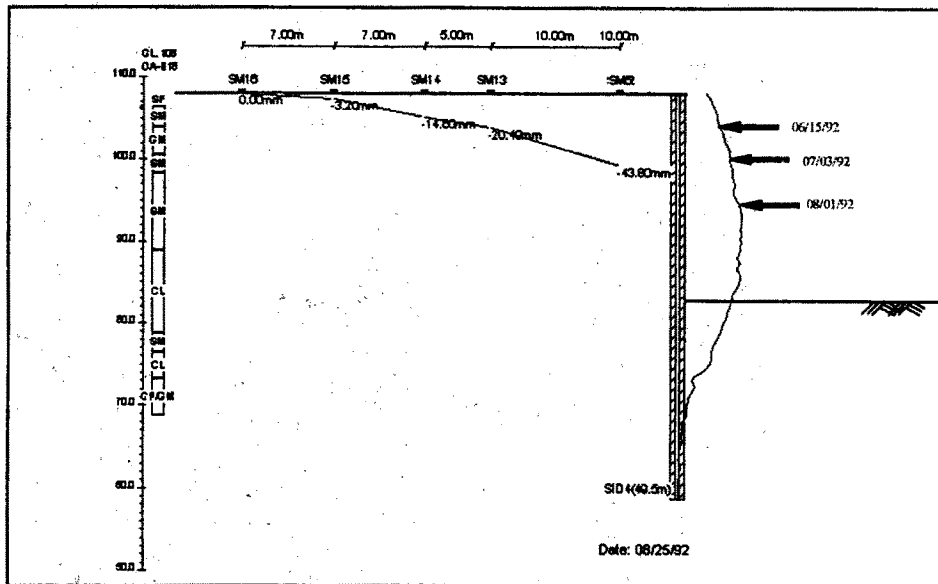
* 行動告知單 *						

站長	主任	交號	GESCH-S15-001			
簽名		日期	3/17/83			
電話(02)753-3967						
收文管	XX處處長 XX					
主旨：XXXXX標地面沉降點SM5達行動值事宜						
相關工作指令:MAA-001(相關交號:)						
備註:						
副本: <input type="checkbox"/> X處 <input type="checkbox"/> X處 <input type="checkbox"/> XX中心 <input type="checkbox"/> XX處						
標 別: Demo						
量測日期: 3/17/83						
收到日期: 3/18/83						
注意: 下列量測值已達行動值, 建議工程處召集有關單位, 研訂承商所提方案, 並擇其有效可行者, 責成承商立即執行。						
No.	儀器	量測結果	警戒值	行動值	圖號	位置
沉降點(地面型)						
1	SM5	-33.20	25.00	31.25	Demo 001	2d

監測資料庫內儲存有工區內所有監測儀器之完整資料，並可隨工程師之意將同一斷面或同一建物上之監測儀器集成成群，繪在同一圖上。工程師可以在數秒鐘內檢視單一儀器或一群儀器之歷時曲線。亦可如圖八所示，顯示某一斷面上所有儀器之現況。



圖七 歷時曲線範例



圖八 斷面資料庫範例

建物保護

各相關單位在收到異常狀況告知單後，可立即由圖庫叫出地圖、地形圖、設計圖以瞭解工區概況及相鄰建物之位置，由明挖或潛盾資料庫查看相鄰斷面之土層分佈、儀器配置、工程進度以及監測資料（參考圖八）以研判導致異常狀況之原因及問題之嚴重性，並由管線（參考圖二）、建物（參考圖三）資料庫查詢相關資料以擬訂應變措施。

危機處理

當建物或管線有受到損害之可能性時，或災變已然發生時，常須採取如斷水、斷電、斷瓦斯等緊急應變措施。現場工程師可以自管線資料庫查詢管線配置及外單位的聯絡管道及電話號碼。也可從建物資料庫獲得建物資料，以評估結構安全。如有灌漿、托底或扶正等作業以糾偏時，亦由監測資料庫獲得最新之監測資料以評估此等應變措施之成效。

回饋分析

經驗之傳承是進步之基礎，土木工程尤然。因此工程師應不斷地根據監測資料，評估工法之優劣，以期有所改進，達到經濟、安全之標的。地理資料庫涵蓋所有相關資料，是工程師進行回饋分析之上佳工具。而IDEAL內建之制式圖表種類繁多，可以直接用在報告或論文之中。

工程教育

工程案例資料庫內存有無數成功或失敗之案例，每個案例都附有詳細資料。每個工程師可以從其中獲取寶貴經驗。加上多媒體的錄影、錄音及動畫，當可引人入勝，增加學習效果。

資料共享

IDEAL之資料是.DBF檔儲存，圖形是以.DWG檔儲存。此兩種檔案型式極為流行，因此可與大多數地理資料庫相結合。因為IDEAL是在視窗環境下執行，可與其他視窗軟體作動態連結，共享資源。

四、結語

隨著時代的進步，自動化是必然之趨勢，而地理資訊系統是土木工程自動化中最重要一環。但在設計、施工及監造、以及分析方面地理資料庫之應用一直少有進展，IDEAL 之研發彌補了這一缺憾。

地理資訊系統可以將龐大的、各式各樣的資訊作系統性地整合，永久保存。工程師可以在極短之時間內找到所要的資訊，而不再需要翻箱倒櫃煞費功夫。透過網路，所有的資料可供無數人共享，而且無遠弗屆，威力無窮。

科學日新月異，土木界之同仁自不該固步自封，百尺竿頭應更進一步，願共勉之。

參考文獻

【1】林峰田（1992）台北市政府地理資訊系統整體規劃之研究，期末報告

【2】曾清涼、陳春益（1994）捷運工程地理資訊資料庫建立研究，台北市政府捷運工程局委託國立成功大學測量工程研究所研究報告

【3】張添基（1991）地理資訊在走廊研究上之應用，捷運技術第4期，台北市捷運工程局

【4】何美瑩、李忠璋（1994）GIS於運輸規劃上整合與應用—以TRTS III與ARC/INFO作業為例，捷運技術第十期，台北市捷運工程局

【5】李維真、蔡展榮、曾清涼（1989）土地及地上物資料庫設計與資訊管理系統—以台北捷運路線為例，七十八年電計算機於土木水利工程應用論文研討會，十月，台北市

【6】涂喬輝（1995）GIS示範點參訪活動省住都局場場紀實，資訊月GIS特刊—透視地理資訊發展趨勢，資訊工業策進會，十二月