

自來水管線工程設計自動化之研究

*林清鑫、林振源、謝嘉斌

摘要

隨著都市社區的開發以配合新設管線，而舊有的社區也會因人口及經濟活動的變化，既有管線供應不足時，規劃設計單位即進行適當的管線工程汰換更新。本研究針對此繁瑣的管線工程設計工作能化煩為簡以提供輔助工程設計人員提高設計效率，而且在未來的資料保存方式也有大幅度的改善。

本研究以現今工程設計現況流程來探討工程應用研發之模式、研究發展之架構與工程上應用資訊科技之程度，再針對目前現有關人員進行訪談，訪談對象主要以管線工程設計人員與資訊人員為主，瞭解資訊科技目前在工程應用之成效與整合程度，再進行個案訪談的分析、比較及討論，最後提出研究之結論與建議。

本研究所使用之軟體以目前市面上流通的 Autodesk Map 為設計平台，配合 Lisp、VBA 等電腦程式語言，加上台中縣、市政府所提供電子地圖以及台灣省自來水公司管線明細圖為研究基礎資料，發展出符合工程設計流程的電腦輔助設計系統，這套輔助設計系統具備設計圖配置、空間資料查詢、定位、圖層顯示管理、管線及用水設備資料統計及繪製、閘栓另

件繪製、閥栓另件詳細表計算、地形圖編修、圖幅套框及自動輸出... 等功能，取代傳統手繪方式從事自來水管線設計的工作，以提高效率。

本研究中所展示管線工程設計輔助設計，除了以易懂的人機介面 (friendly interface)，提供設計者使用點選方式繪製管線圖，不需要憑由記憶及重複繪製數量龐雜的管件圖形，同時藉由系統工具自動統計設計圖之管料與工時，降低因人為疏失造成錯誤的可能性。進行檢料或檢工步驟之前，設計者可以依據不同的需要，彈性調整計算耗材與工時所憑藉經驗公式內的參數值，使統計結果能夠趨近於實際應用之需求。

本研究目的為改善繪圖效能，利用繪圖軟體支援的 Lisp 語言，輔以 VBA 及 C 語言，來改變操作介面，讓介面具親和力，以設計者角度開發易學易懂的圖示，以選單方式讓使用者選取需要的工具，快速的使用，不需學習 AutoCAD 或是 MAP 操作指令。

本研究最終目的是將管線工程設計的基本資料加以分類，並發展出一套實用的輔助設計系統，同時也找出未來在工程設計自動化過程中可能會遭遇到的人員、制度面問題，徹底改善以往相關管線工程設計型態，除了改善傳統費時的人工設計方式，同時解決相關圖紙、圖卡存放空間太大不易保存的問題，更希望藉由現代化電腦技術、電腦繪圖軟體搭配電子地圖，協助進行自來水工程管線設計自動化及標準化，提升效率，以達到逐

步提昇服務品質及增進營運效率之目的。

關鍵詞：Autodesk Map、Lisp、VBA、電腦輔助設計系統、人機介面

林清鑫：台灣省自來水公司第四區管理處操作課課長 0937-232854、網路電話 42350、
fax：04-22273045、leslie@mail.water.gov.tw

林振源、謝嘉斌：台灣省自來水公司第四區管理處操作課

第一章 前言

目前進行管線工程設計時，用於管線設計的時間，大約只佔全部的20%左右，其餘的80%可以說花費在反覆街道地圖影印、黏貼、描繪及修改，以及另件的加減運算；然而真正的工程管線設計重點，反而被瑣碎的工作給佔據。為尋求解決之道，並使效率提升，是本研究的主题與動機。

拜電腦軟、硬體進步之賜，電腦對於繁雜管線設計流程有大幅度的改善，藉由程式語言，進行重複且繁雜的運算，由電腦製圖軟體，取代圓規、三角板、丁字尺、橡皮擦、製圖工具；加上大型繪圖機的精美輸出，和傳統的方式比較，其具有相當的實用性及說服力。

傳統的設計方式，全仰賴工程設計者，以及如下的參考資料，如：工程卷宗檔案、管線明細圖紙圖、相關人員的經驗記憶，加上航照圖、或是一般坊間取得的地圖紙本，進行影印描繪，單單是基本資料的準備，已經浪費許多時間，更遑論設計後的料件統計以及計算工作。

這些真正進入工程管線設計的前置作業，利用電腦對資料的保存能力以及借助電子地圖，進而改善部分狀況，單只靠電腦軟、硬體，雖然能提升效率，但就管線工程設計人員而言，對資訊科技（information technology, IT）知識之了解深度不夠，無法配合本身確切之需求去發展出一套有效之工程資訊應用系統，因而必須仰賴資訊中心人員加以協助，

但是一般資訊設計人員往往對於工程專業領域之知識，無法加以深入，導至規劃開發之系統，無法被工程設計相關人員所採用。

以自來水企業而言，正面對提升服務效率的新挑戰，就相關工程設計人員而言，提昇本身能力是重要課題，但國內各大專院校並沒有工程設計及資訊應用方面人才的訓練計劃，所需之工程資訊科技應用人才都是自行培育及摸索累積經驗得來。

第二章 管線工程設計相關資料探討

許多人誤以為管線設計自動化，是將電腦軟體系統安裝到電腦中，讓工程人員打開電腦開始使用就完成自動化，其實不然，電腦軟體系統是固定的，重點是在前置作業是否落實，如事前相關資料的蒐集、分類，相關設計人員的訪談、導入設計自動化時可能產生問題等等，這些環節都是關係到未來工程設計自動化成功與否的關鍵。

2.1 管線工程設計的問題

在導入工程設計自動化所遭遇的問題瓶頸大致如下：

1. 工程單位資訊化知識的加強

工程單位其工作重點在於工程設計、工程技術及工程品質等專業技術層面，對於相關資訊科技的發展並不全然了解，常導致相關工程資訊化往往不知如何推動。

2. 提高各工程相關主管參與意願

因為工程單位主管本身除工程專業層面之外，還需兼顧單位內人員管理、其他單位溝通協調及行政工作(林東清，1996)，對於資訊化專案執行時，多數委由「懂電腦」的人員承辦，較少直接參與。

3. 管理流程制度的配合

原有的管理流程需要予以修正，例如：電子資料的管控、資料閱讀權限的配置、線上電子審核機制的制定、竣工資料的回饋、成立專責圖資管理單位等等，這些都是因為工程設計在自動化、電腦化之後所衍生的問題。

4. 工程設計資深人員對電腦化的抗拒

在電腦化的過程，資深人員對於科技資訊技術的應用不熟悉，甚至擔心原有工作可能會被取代的心態下，產生排斥工程設計自動化的行為。

5. 各部門間橫向資訊的整合

工程設計自動化是以工程單位為核心，雖然以工程部門為發展重點，如果缺乏其他單位的資料配合，例如：現有的管理資訊系統（management information system, MIS）資料就可直接轉為相關圖形資料的屬性，因此在發展過程若是缺乏與其他單位溝通，成效會大打折扣。

6. 相關軟硬體的提升

以網路版及繪圖工作站等級硬體配備，才足以應付繪圖軟體的

圖形處理需求。

2.2 基本資料分類

在研究設計系統之前，須先將已經存在或未來產生的資料，根據重要性及代表的意義加以分類、彙整，資料經過整理彙整之後，變成為有用的資訊 (Information)。將來這些資訊便可進行統計、比較分析，變為有用的情報(Intelligence)。

建立制水閘、消防栓維護紀錄、管線埋設年度、管種、管徑、埋深、漏水維修記錄...等資訊，產生相關報表，於日常作業中收集，產生報表，作為相關人員管制日常作業之用，各部門再利用提供之報表，配合外在條件，作為下階段經營策略之決策依據。

以管線工程設計系統的角度來看，相關資料可以分為三類：

1. 基本資料

基本資料是指經過建檔、單位產生或訂定後，很少會變動的資料。例如：地形地貌、道路名稱、街廓、重要地標、標高、管線線型、用水設備符號、閘栓編碼、圖號編碼...等等，這些資料是設計系統的基礎，也是設計系統在使用前必須建立的規則，例如：道路名稱更動，地形地貌經過天災而更動。有些甚至無法更改，例如線型符號、用水設備符號等，如

果真的要更改，則要付出相當的代價。

因此基本資料在系統的運作比較單純，但是資料制訂的明確性以及編碼的好壞，則會直接影響效益甚至成敗(謝東翰，2001)。

2. 狀態資料

狀態資料是表達某項資料在目前時間點上的「量」。如同倉庫貨物的庫存量一樣，這個資料通常是會隨著時間而變更的，例如某個區域內，某種管徑的管線長度、閘栓數量。

通常管線長度或閘栓數量與時間關係，系統並不會儲存歷史資料，這種資料量，若有需要才藉由系統功能分門別類加以統計紀錄「量」與「時間」的資料以供參考。

3. 異動資料

異動資料是表達一段時間裡，資料的變化量(呂德財, 2000)。例如漏水點數量。它是一個流量(Flow)的概念。這種資料不僅經常變化，而且會隨著時間而累積很多的資料量，雖然資料量大且複雜，但它卻是管線汰換決策分析重要依據。具有相當的價值性。

2.3 圖層資料編排

圖層資料的歸類主要有下列目的：

- 資料查閱方便性
- 進行資料管制
- 資料編輯、分析及展示

由各單位提供的電子圖形資料來看，許多資料並無加以規劃分類，變成一堆複雜的資料，在應用面來看，如此資料與傳統的紙圖並無兩樣，例如：道路與用水設備二者，很顯然應該放在不同的圖層中，若是放置在同一圖層中，將來應用就要重新整理、分類，究竟應該分成哪些圖層，往往要依使用者的需求而定。

管線工程設計系統所用到的資料主要分為兩大主題：「基本地形圖」及「用水設備」。這兩大主題在分類乃是考慮與發展中的地理資訊系統資料能接軌，而不同主題資料在未來應用過程中，具有獨立的意義。

而所謂的圖層(Layer)，則是指包含在同一邏輯上彼此相關的地理圖徵及屬性組合，例如：省道路、縣道、等等放到同一個「道路」圖層；水庫、河流、湖泊等等自然會讓人聯想在一起的資料放在「水系」圖層當中。因此圖層主題的觀念，主要就是讓使用者依照平日的習慣及容易發生關聯的來做資訊歸類(施保旭，2001)。所以，針對不同觀念，也會建立不同主

題。

圖層資料歸類，是設計自動化中的基本功能，在經過分門歸類之後，可以針對這些圖層進行分析及處理的工作，進一步以 GIS 軟體工具做與空間資料有關的分析。

就自來水管線工程設計角度來看，在圖層當中，除了管線線條(線)、閘栓(點)、供水轄區(面)等之外，就不同資料來源的圖層，需要定義控制點，附有坐標值的控制點，讓這些圖層在套疊或連接時參考使用。

表 2.1 為建議之用水相關設備之圖層分類及線形、顏色

表 2.1 自來水相關設備之圖層

中文圖層名稱	顏色	線形	*英文圖層名
口徑 100mm 管線	2	Water_Pipe100	100P
口徑 150mm 管線	2	Water_Pipe150	150P
口徑 200mm 管線	2	Water_Pipe200	200P
口徑 300mm 管線	2	Water_Pipe300	300P
口徑 400mm 管線	2	Water_Pipe400	400P
口徑 500mm 管線	2	Water_Pipe500	500P
口徑 600mm 管線	2	Water_Pipe600	600P

口徑 2000mm 管線	2	Water_Pipe2000	2000P
口徑 2200mm 管線	2	Water_Pipe2200	2200P
口徑 2400mm 管線	2	Water_Pipe2400	2400P
口徑 2600mm 管線	2	Water_Pipe2600	2600P
口徑 100mm 制水閥	1	Continuous	100P_Valve
口徑 150mm 制水閥	1	Continuous	150P_Valve
口徑 200mm 制水閥	1	Continuous	200P_Valve
口徑 300mm 制水閥	1	Continuous	300P_Valve
口徑 400mm 蝶閥	1	Continuous	400P_Valve
口徑 500mm 蝶閥	1	Continuous	500P_Valve
口徑 600mm 蝶閥	1	Continuous	600P_Valve
口徑 2000mm 蝶閥	1	Continuous	2000P_Valve
口徑 2200mm 蝶閥	1	Continuous	2200P_Valve
口徑 2400mm 蝶閥	1	Continuous	2400P_Valve
口徑 2600mm 蝶閥	1	Continuous	2600P_Valve
地上式消防栓	1	Continuous	Hydrant
地下式消防栓	1	Continuous	UHydrant
排氣閥	30	Continuous	Air_Valve

管塞	6	Continuous	Pipe_Cover
管帽	6	Continuous	Pipe_Hat
方形人手孔	6	Continuous	Manhole_R
圓形人手孔	6	Continuous	Manhole_C
減壓閥	6	Continuous	Pressure_Reducing
逆止閥	6	Continuous	Check_Valve
洩壓閥	6	Continuous	Pressure_Discharging
浮球閥	1	Continuous	Floatball_Valve
蝶閥	1	Continuous	Butterfly_Valve
總水表	30	Continuous	Meter
加壓站	6	Continuous	Pressure_Station
水壓觀測站	6	Continuous	WPMS
水質觀測站	6	Continuous	WQMS
淨水場	6	Continuous	WPFS
高架水塔	6	Continuous	Water_Tower
水井	6	Continuous	Well
抽水站	6	Continuous	Pump_Station
方形配水池	6	Continuous	Reservoir_R

圓形配水池	6	Continuous	Reservoir_C
制水閥編號	5	Continuous	Valve_No
消防栓編號	5	Continuous	Hydrant_No
跨管	3	Continuous	Cross
距路肩及埋深	3	Continuous	LH
財產編號	5	Continuous	Property_No
註記文字	5	Continuous	Annotation
高程	1	Continuous	Elevation
箱涵	7	Hidden	UG_Box
圖框	1	Continuous	Frame
圖號索引框	2	Continuous	Index
指北針	5	Continuous	North
圖號	5	Continuous	Frame_No

表 2.2 為建議之數值地形圖之圖層

表 2.2 數值地形圖之圖層

中文圖層名稱	顏色	線形	*英文圖層名
道路街廓	7	Continuous	Rodes
鐵路	7	RailWay	RailWay
高速鐵路	7	RailWay	HighRailway
河流	5	MMRiver	River
地標文字	2	Continuous	Texts
村里名	9	Continuous	Vlg_Name
路名	2	Continuous	Road_Name
地標	2	Continuous	Place
交叉路口	4	Continuous	Inter

在一般市面販售的紙張地圖，最大的問題就是為了滿足最多人的需求，往往在圖面上塞入過多的文字資訊，讓整張圖面密密麻麻，閱讀上十分困難，雖然各單位使用的管線工程圖已經人工篩選，將不需要的資訊摒除，但是也有許多人員為了工作上的需求，將許多節點另件圖資、漏水點資訊標繪於圖面上，加上圖面經常需要塗改，日積月累下，導致資訊判讀

十分困難。

經過資料圖層分類之後這些問題將不復存在，即使日後有其他可能參考的圖層加入，仍可藉由圖層管理，讓顯示更能一目瞭然，不會有資訊取捨的問題發生，有助於分析應用。

2.4 圖幅切割

以地理資訊系統的角度來看，空間資料是連續的，圖幅切割重點是為了提高使用上的效率，若是資料量不大，圖幅切割是不太必要的，因為整幅圖資經過切割之後，相關的圖徵資料變少，效率自然提升，但連續性的空間資料會因為切割後的不連續，而造成資料中斷的現象，因此在此一邏輯觀念下，必須要將切割後的圖成為無接縫(Seamless)的地圖(施保旭，2001)，在未來與 GIS 系統中必須並行不悖。

如前所言，圖幅切割目的為了提高效能，圖幅經過切割之後，輸出成紙張方式以便日後查詢使用，所輸出的圖幅分為比例尺為 1/1000 的管線明細圖以及 1/500 用戶分區明細圖，切割基準點並無規則，全由相關人員憑經驗及使用方便性來切割，這現象在個別單位來說並無不妥，但就管理單位整體來看，若沒有一致性的基準，將來在圖資整編上將會造成圖幅接合困難的窘境。上述圖幅說明如圖 2.2 及圖 2.3 所述。

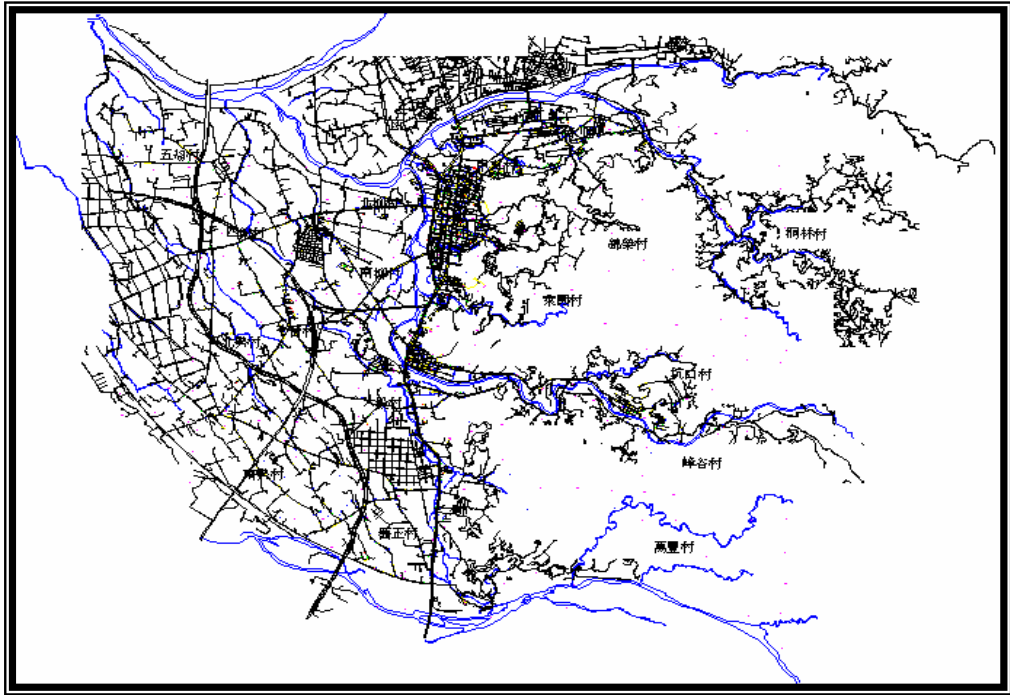


圖 2.2 台中縣霧峰鄉整幅圖

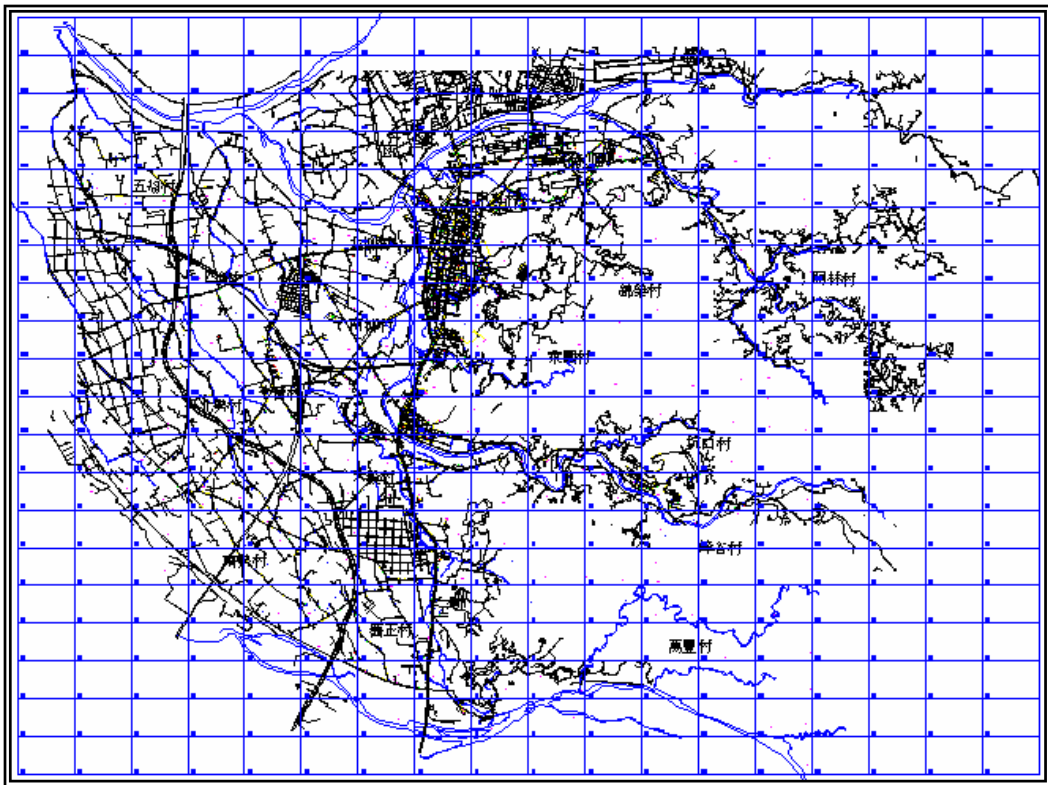


圖 2.3 經圖幅切割後之霧峰鄉全圖

在實務上來看，圖幅切割方式應考慮下列二點

- 管線工程設計人員習慣及攜帶方便性
- 與外單位資料接軌

目前 1/1000 管線明細圖及 1/500 用戶分區明細圖之切割是參考內政部地圖切割方式作為標準，亦即 1/1000 圖幅大小為 800 x 600。1/500 之圖幅大小為 400 x 300。管線工程人員因設計所需，並考慮公文往返便利性，可以套用舊式圖框(750 x 500)及 A3 大小圖框。

切割後圖幅編碼，可以參照每幅圖左下角的坐標系統 X, Y 值，取前八位數作為編碼以方便日後應用，例如：某張分幅圖的左下角坐標(X, Y) 值為(239000, 2670000)，該張圖圖號即為：23906700，在日後識別上，就很容易知道該張圖的坐標位置；另外在尋找其他圖幅，也可用 X 坐標值加減 800 的倍數或 Y 坐標值加減 600 的倍數便可找出。(整理自 內政部國土資訊系統—常用地圖類別)

2.5 軟體平台

Autodesk 公司所發展的 AutoCAD 軟體，軟體的市場佔有率很高，是一套通用於工程師及設計人員的電腦輔助設計軟體，本公司部分管線工程設計人員也採用 AutoCAD 為管線設計工作。

早期地理資訊系統尚未普及之時，相關的 CAD 資料使用 AutoCAD 來處理圖形資料並無不妥，考慮與空間相關資料的配合，與相關屬性資料合併圖形的處理需求，AutoCAD 就無法處理(袁嵐焜，1999)，於是 Autodesk Map (圖 2.4) 的推出，使得 AutoCAD 的使用者能在熟悉的操作介面下，繼續使用 CAD 圖檔，進一步配合地理空間進行資料編輯、整合及分析，而不必擔心因為資料的轉換所要冒的風險，或是額外購置其他 GIS 軟體。為了改善繪圖效能，利用軟體本身支援的 Lisp 語言，輔以 VBA 及 C 語言，來改變操作介面，讓介面具親和力，以設計者角度開發易學易懂的圖示，以選單方式讓使用者選取需要的工具，快速的使用，不需學習 AutoCAD 或是 MAP 操作指令，例如：需要繪製 300mm 的管線時，直接點選「300」的圖示按鈕，要出圖就按「出圖工具」便有已經設定好的出圖模式供使用者選擇。

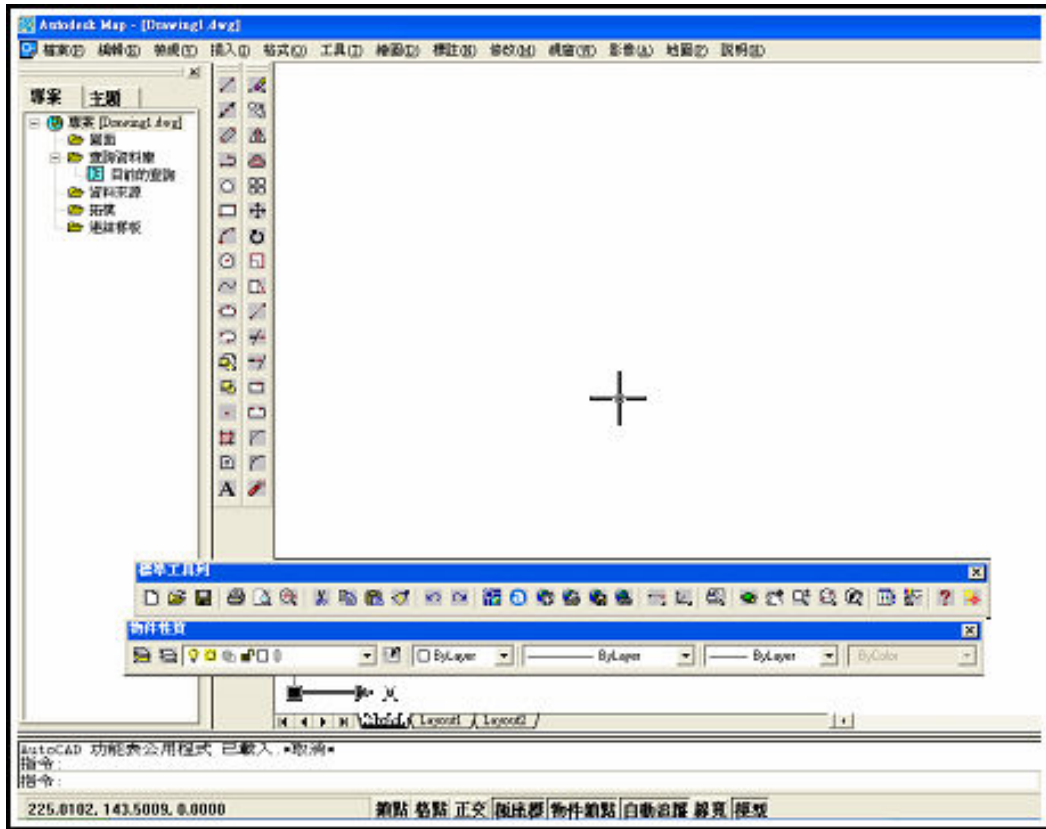


圖 2.4 Autodesk Map 畫面

第三章 管線工程設計流程及方法

以電腦解決工程設計是藉由電腦輔助設計(Computer Assistant Design, CAD)系統來達到管線工程設計自動化的目的。而工程設計自動化是運用電腦科技完成工程設計；就本研究而言，希望能以管線工程設計系統產出相關工程設計圖、另件統計表...等設計成果資訊。

圖 3.1 即為管線工程的設計流程，要讓設計自動化，首先要分析探討系統之模式、研究發展之架構與工程上應用資訊科技之程度，再針對工程部門及其他相關資訊科技公司進行訪談，訪談對象包括工程人員與資訊工程人員，瞭解資訊科技目前在工程應用之成效與整合程度，參考其他管線公司工程管線設計系統個案的分析、比較與討論，最後提出適用於管線工程輔助設計系統之流程，如圖 3.2。

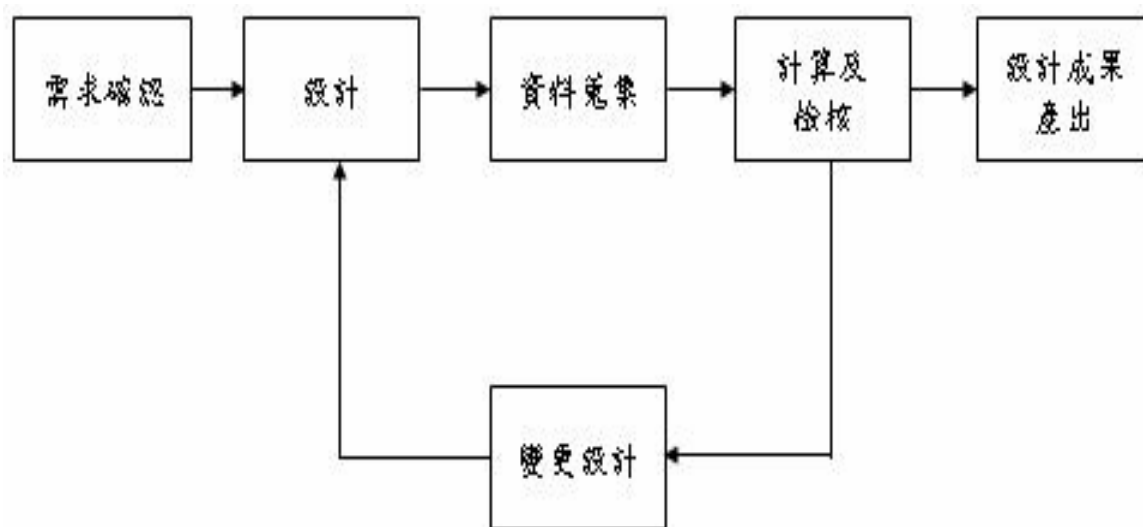


圖 3.1 管線工程設計系統流程圖

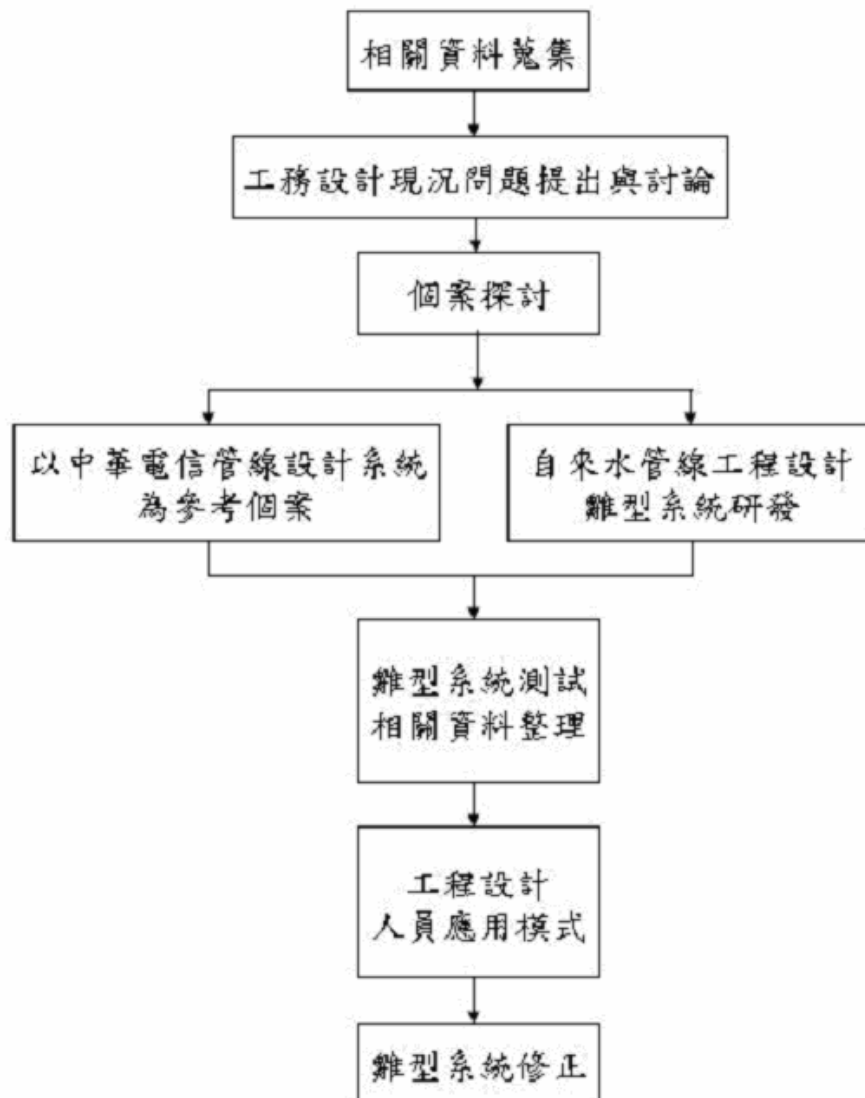


圖 3.2 管線工程設計自動化應用流程

雖然有部分的工程設計人員利用 AutoCAD 自行建立圖塊、管線線型資料來繪製工程設計圖，但仍要自行設法解決基本地形圖以及相關另件的資料統計及計算，嚴格來說並不算是設計自動化，祇能說是美化工程設計圖而已。對於管線工程設計效率的提升並無太大幫助。

管線工程設計自動化，在國內許多管線單位，例如：中華電信、台電均已實施多年，經過多方比較，發現中華電信部份單位所使用的管線設計平台也是採用 Autodesk Map，因此本次的訪談過程中，引用中華電信的電信管線設計系統(賴金聲，1998)作為研究對象，借用其發展經驗，以應用於自來水管線工程設計自動化。經由資料整理及程式設計整理如下圖 3.3 之流程圖。

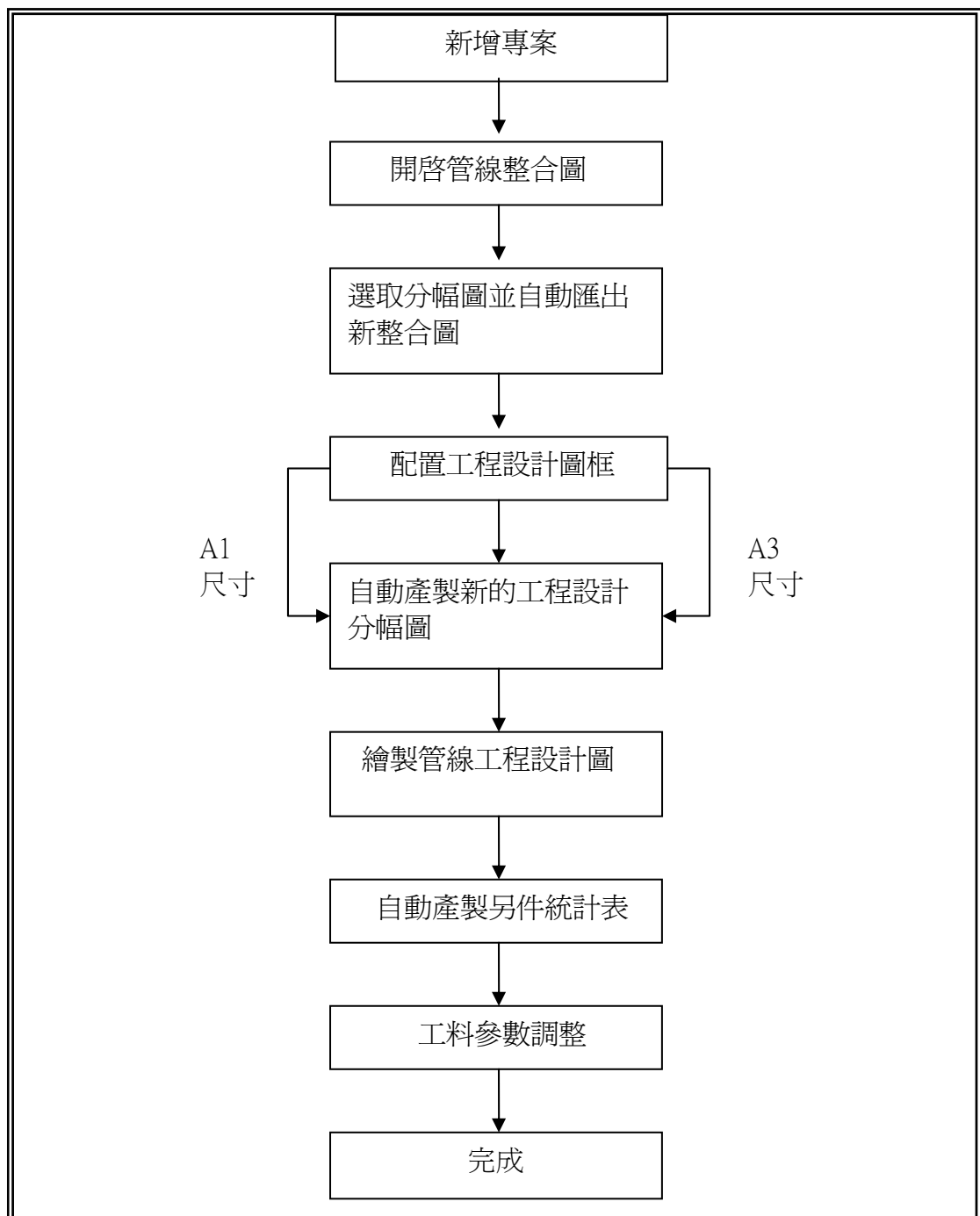



圖 3.3 管線工程輔助設計系統流程圖

第四章 管線工程設計系統應用實例

本章針對管線工程設計系統主要功能以實例加以說明。

1. 專案管理

- (1) 點選「建立新專案」功能。
- (2) 填入欲新增的專案名稱後。
- (3) 也可選擇舊有專案及圖資檔案來源。如圖 4.1

1-1		建立新專案	建立新專案
-----	---	-------	-------

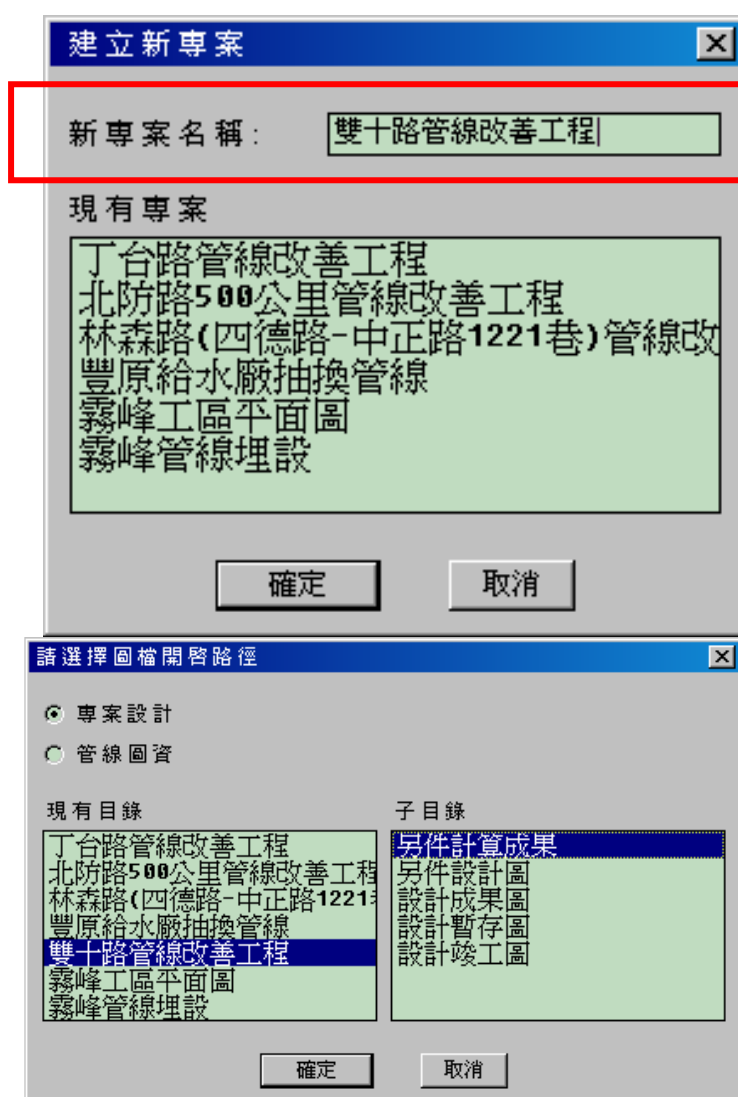


圖 4.1 專案管理

2. 工程圖設計

(1) 開啟圖幅索引圖，如圖 4.2。

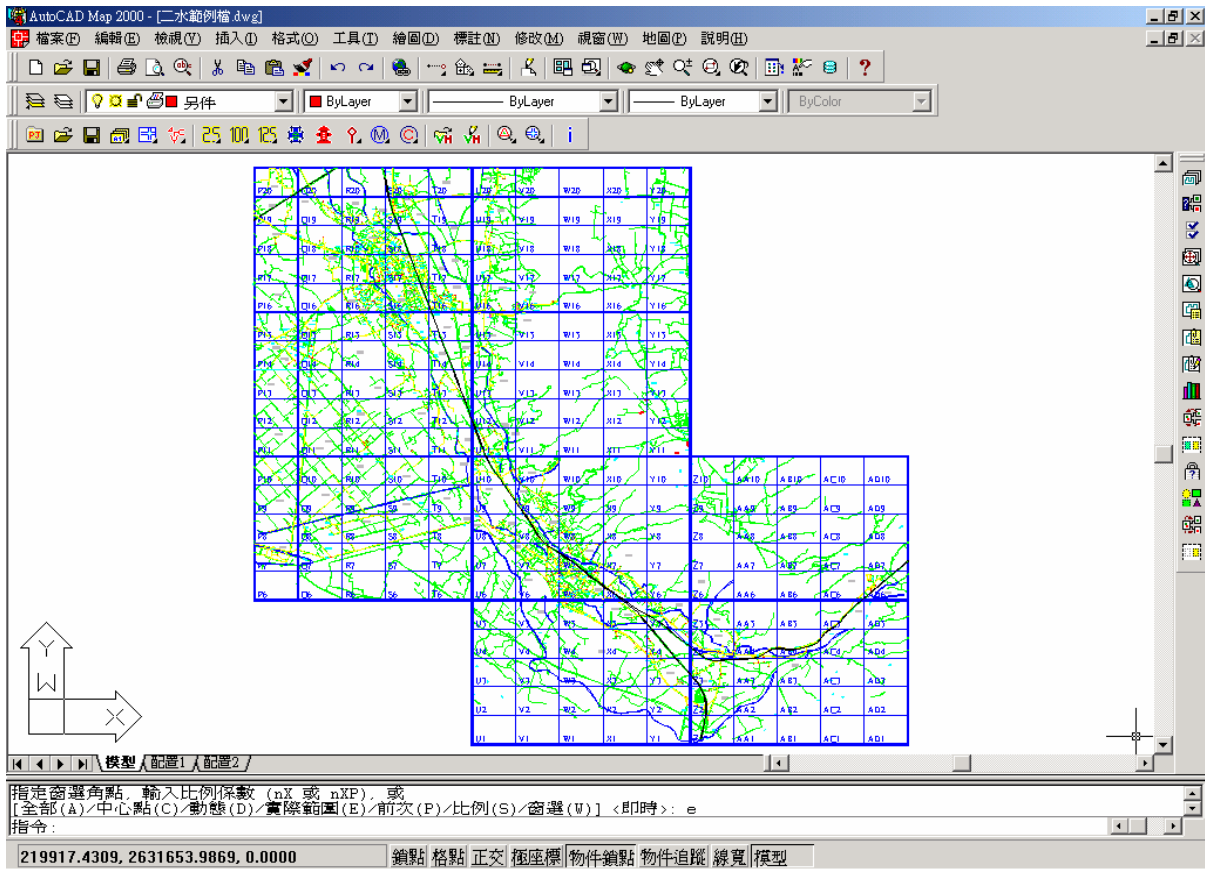


圖 4.2 索引圖

(2) 點選「產生管線接合圖」功能，如圖 4.3。

編號	圖示	功能名稱	功能說明
2-1		產生管線接合圖	依使用者選取的索引圖圖號，新增一圖幅接合圖

圖 4.3 產生管線接合圖

(3) 選取索引圖框。

如下圖 4.4，設計者要選取 V7、V8、V9、W7、W8 及 W9 之接合圖。

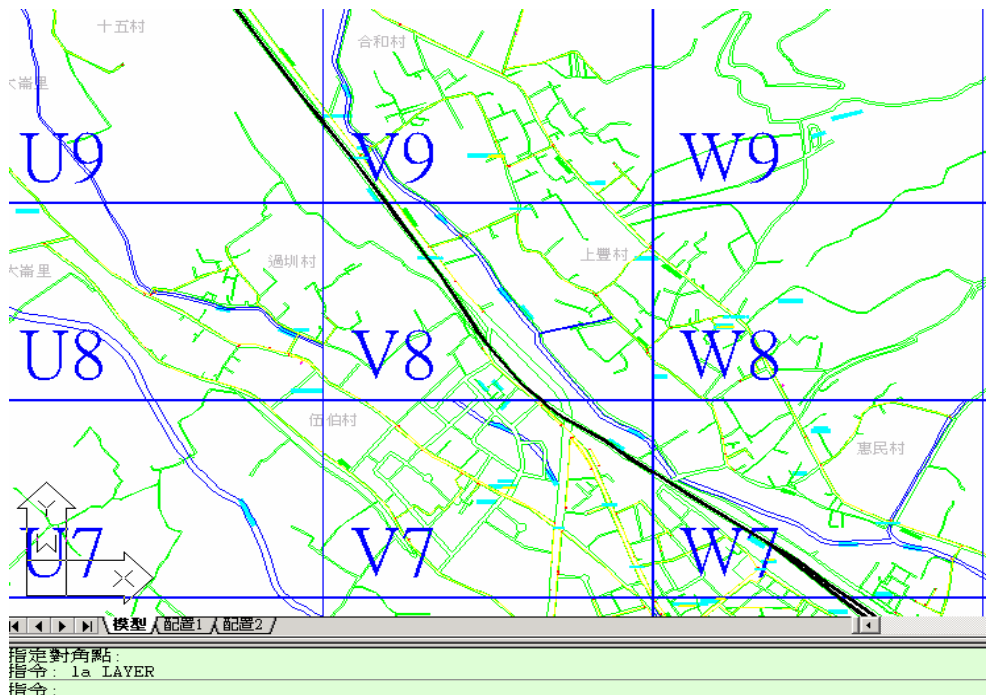


圖 4.4 選取索引圖

(4) 程式自動產生並開啟新圖，如圖 4.5。

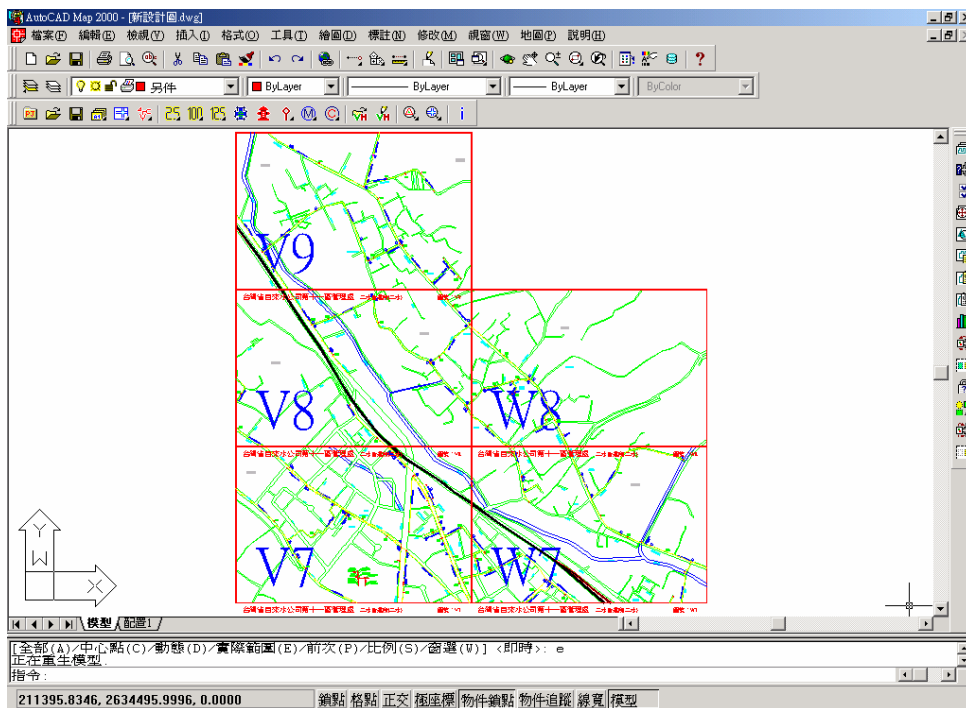



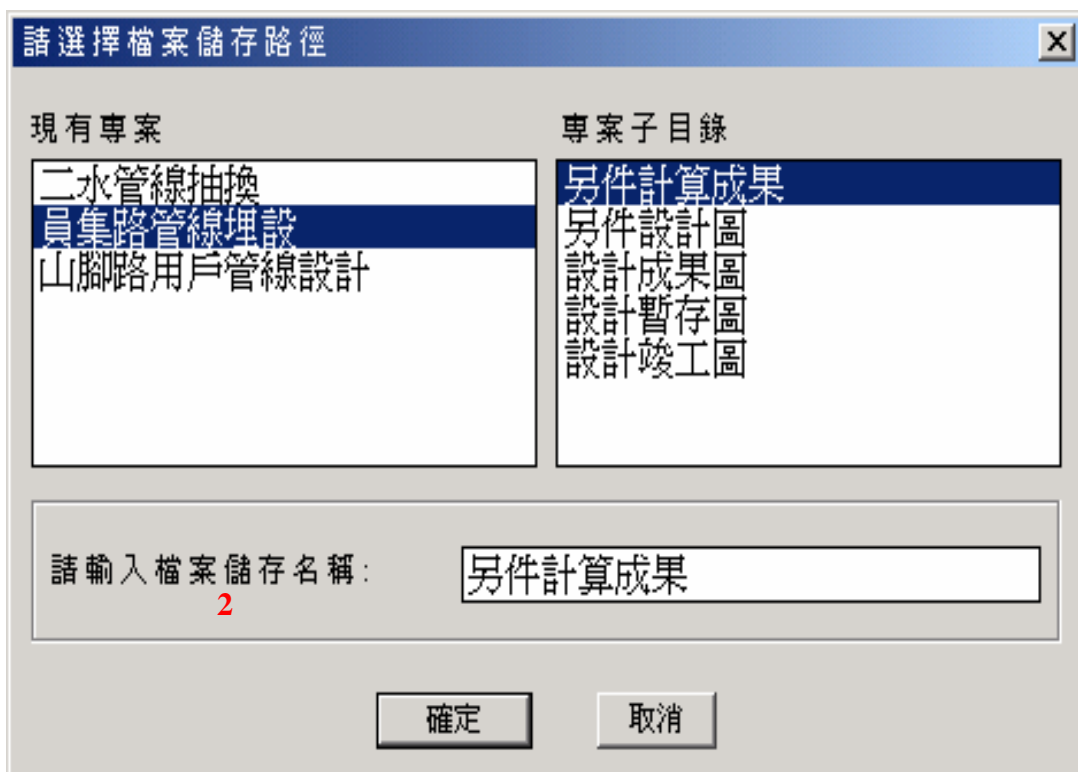
圖 4.5 產生新圖幅

(5) 經由「配置設計圖圖框」及排列圖框等功能，後續配置管線

工程即很容易完成。

(6) 另件組合、統計如圖 4.6，另件計算成果轉出至 Excel 檔儲存。


編號	圖示	功能名稱	功能說明
3-4		另件統計	計算另件平口、機械接頭數及固定台混凝土、模板數量，並將計算成果產生至 Excel 檔



項目		編號	小計	單位重	複重	埋設DI另件			接突緣接頭			接機械接頭			物料編號	備註
符號	規格	1				φ 200	φ 150	φ 100	φ 200	φ 150	φ 100	φ 200	φ 150	φ 100		
ㄨ	φ 200 × 45° DI	4	4	45	180	4						4			Q47-02-3200-01-H	
ㄨ	φ 200 DI	6	6	25	150	6						12			R14-05-3200-01-2	
ㄨ	φ 100	1	1	0	0			1		1					C16-01-3100-01-5	
ㄨ	φ 150	1	1	0	0		1		1						C16-01-3150-01-6	
ㄨ	φ 200 × 100	2	2	21.9	43.8	2				1	2				Q69-01-2750-01-7	
ㄨ	φ 200 × 150	1	1	15.5	15.5	1			0.5	0.5					Q86-03-2750-01-8	
ㄨ	φ 100DI	1	1	10.5	10.5			1			0.5			1	Q98-01-2750-01-3	
ㄨ	φ 150DI	2	2	10.5	21		2			1			2		Q98-01-2750-01-3	
ㄨ	φ 200DI	1	1	10.5	10.5	1			0.5			1			Q98-01-2750-01-3	
合計		19	19		431.3	14	3	2	1	2.5	2.5	19	2	1		

圖 4.6 另件統計圖

(7) 其他例如閥栓圖卡屬性連結建置如圖 4.7

編號	圖示	功能名稱	功能說明
6-1		建置修改閥栓編號	建置修改閥栓編號及圖號

編號	圖示	功能名稱	功能說明
6-2		開啟閥栓圖卡	開啟與閥栓相對應之閥栓圖及記錄卡

第五章 未來發展

本研究在軟體方面是利用 Autodesk Map 軟體配合程式語言和電子地圖資料解決管線工程設計最基礎的部分，主要目的是釐清管線工程設計自動化的範圍及相關設計人員的需求，藉此規劃出適合管線工程設計自動化方案，以及未來導入工程設計自動化時，衍生出的執行面及制度面的問題。

在系統整合方面，未來結合其他 MIS 相關系統，如圖 5.1，例如可結合物料系統、會計系統、工程預算編制系統、庫存管理系統、檢修漏系統、稽核管理、工程檔案管理... 等，達到設計自動化及資訊共享的目的。

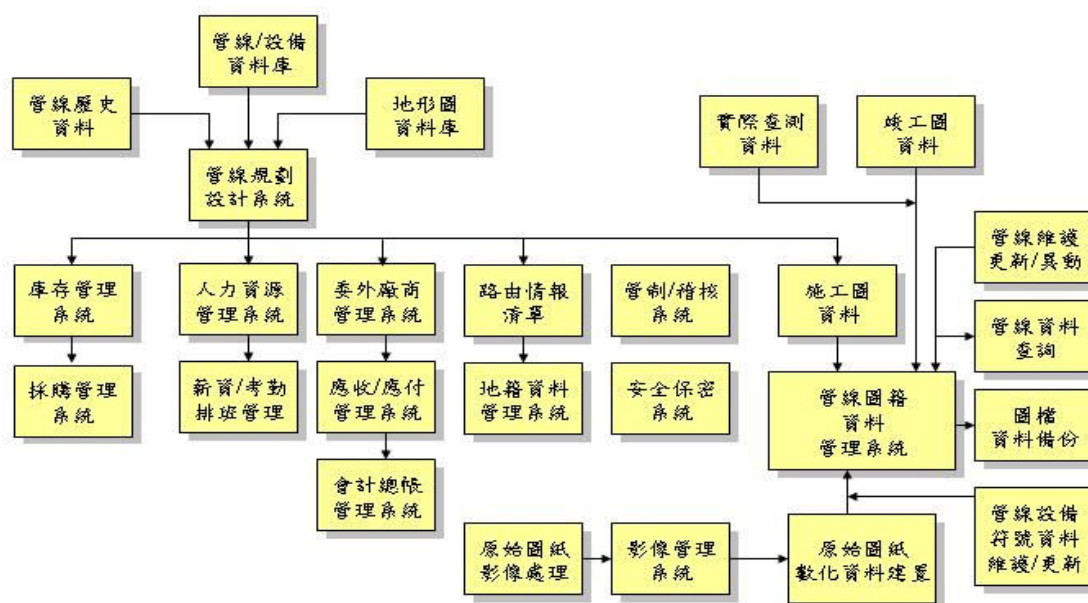


圖 5.1 設計系統與 MIS 相關系統整合圖

自動化的最終目的，是希望能開發出知識型設計系統(Knowledge Base Design System)，而有別於傳統程式的系統（如表 5.1），並累積工程設計人員的知識，使得設計能更趨完美。

表 5.1 傳統程式系統與知識型設計系統比較

傳統程式系統	知識型設計系統
資料表現與使用	知識的表現與使用
知識的整合與控制	知識的分離與控制
演算處理	推理處理
大型資料庫的處理	大型知識庫的處理
數值處理	符號處理

（資料來源：

<http://cae.ce.ntu.edu.tw/doctor/mute/cae/0ida.html>）

第六章 結論與建議

近年，電腦軟體、硬體的迅速發展，對於管線工程設計系統自動化達到效率的提升助益甚大，相關技術已不再需要花費大筆的預算才得以實現，因此管線工程設計自動化已非遙不可及。

本計畫研究之時，深切感受到工程設計資訊研發人員，是關係到整體成功與否的關鍵因素，工程設計資訊人員除了要深切了解自來水管線工程設計的特性之外，也要充分了解輔助設計系統成敗的關鍵因素，例如測試人員的選擇、系統驗證及可行性的分析，更重要的是將來如何讓工程設計人員易於應用及使用。

工程設計自動化的推行不只是工程單位的責任，另外牽涉跨部門的合作，造成作業流程、資訊流通及組織間的資訊共享的轉變；本研究提供方法以定義出工程設計自動化的方向及過程中可能遭遇的問題，進而提升工程人員的專業知識。

參考文獻

- (1) 施保旭，” 地理資訊系統” ，儒林圖書公司，2001 年 11 月第三版
- (2) 周天穎，” 地理資訊系統理論與實務” ，儒林圖書公司，2002 年 2 月第一版
- (3) 袁嵐焜、邱江利、林文肆、郭靜怡、周天穎，” AutoCad Map R3 中文版教學手冊” ，松崗電腦圖書資料股份有限公司，1999 年 6 月初版
- (4) 張吉成，” 淺談電腦輔助設計製圖系統發展史” ， 技術及職業教育雙月刊(Technological and Vocational Education Bimonthly) ，第 29 期，教育部技術及職業教育司，1995，頁 46-49。
- (5) 李興生、鄧日禎，「自動化管路繪圖系統之研製」，技術學刊，第十四卷，第三期，第 489-496 頁（1999 年 9 月）。
- (6) 林榮發，工程設計研發人員應用資訊科技之研究，中山大學 92 年資訊管理研究所碩士論文。
- (7) 官大智，” 電腦輔助管線設計” ，機械月刊，第 81 期，1982，

頁 157-164。

(8) 內政部 營建署，公共設施管線資料庫整體規劃及其準制度規範訂定之研究—標準制度總說明，(1997 年 1 月)

(9) 賴金聲，「(中華電信)電信管線設計系統—線路平面圖&管道平面圖 V1.01」，1998 年 1 月

(10) 林東清、黃貞芬、朱彩馨，系統開發人員與使用者溝通績效之研究--以使用者認知角度來探討」，電子商務學報，1996 年 7 月，pp. 19-36。

(11) 李健秋、謝東翰，”自由軟體總藍圖計畫 第六章 資料管理 (Data Management) 6-2.2 檔案系統 (File System)” ，
2006/07/02