

運輸路網地理資訊系統發展 及其應用課題之綜合研究



交通部運輸研究所

中華民國八十二年九月

**交通部運輸研究所
合作研究計畫出版品摘要表**

出版品名稱： 中文：運輸路網地理資訊系統發展及其應用課題之綜合研究 外文：Study of Issues on the Development and Application of the Geographic Information System on Transportation Networks			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號 009104820511	運輸研究所出版品編號 82 - 62 - 588	
本所主辦單位：運輸資訊組 主管：李春茂 計畫主持人：李春茂 吳玉珍 研究人員：謝其政 姜瓊瓊	合作研究單位：交通大學運工管系 計畫主持人：卓訓榮 王晉元 研究人員：許家瑞 林誌銘 何文傑 章昌麟 葉純志 地址：新竹市大學路1001號 聯絡電話：(035)712121	研究期間 自81年10月 至82年 6月	
關鍵詞：運輸地理資訊系統、空間資料格式、圖層			
摘要：運輸地理資訊系統為近幾年來新興發展且倍受矚目的一項技術，透過現代電腦軟、硬體的支持，運輸地理資訊系統可提供使用者一個有效的決策支援環境。本計畫主要探討運輸路網地理資訊系統的發展及其應用課題之綜合研究。內容分為：（一）運輸地理資訊系統的發展及架構；（二）圖庫及資料庫建立之準則；（三）與交通部運輸研究所有關路網運輸課題之探討；（四）軟體作業程序之示範。其中第二項包括：比例尺之選用、座標系統之選用、圖層劃分、邏輯路段之劃分、資料格式及中文等部份。 Geographic Information System in Transportation (GIS-T) has attracted tremendous attentions in recent years. GIS-T is capable of providing an efficient and effective decision support environment for decision makers. This project will focus on the development of a GIS-T on a transportation network and its relevant applications. The major contents of this project are: (1) the development and framework of GIS-T, (2) the basic principles of database developments, (3) the studies of some applications related to the regular affairs of the Institute of Transportation, and (4) the demo procedures for these applications. In the second part, we will also discuss the issues of scale, coordinate system, logical segmentation, data format, and localization.			
出版日期	頁數	工本費	本出版品取得方式
82年 9月	110	90元	凡屬機密性出版品均不對外公開。一般性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。
管制等級： <input type="checkbox"/> 機密（ <input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 主辦單位視情況辦理解密） <input type="checkbox"/> 限閱 <input type="checkbox"/> 一般			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見			

目錄

	頁次
目錄	i
表目錄	iii
圖目錄	iv
 第一章 概 論	 1
1.1 研究動機與目的	1
1.2 研究步驟	2
 第二章 運輸地理資訊系統的發展	 4
2.1 GIS的定義及架構	5
2.2 GIS-T的定義及架構	8
2.3 GIS-T軟體的需求特性與基本功能	8
2.4 GIS-T在美國發展的經驗	12
2.5 GIS-T在國內的發展現況	13
2.6 GIS-T規劃發展過程中之課題	17
2.7 運輸地理資訊系統在國內之展望	20
 第三章 GIS-T圖庫與資料庫建立之準則	 22
3.1 比例尺	23
3.2 座標系統	28
3.3 圖層劃分	30
3.3.1 圖層劃分概念	30
3.3.2 GIS-T 圖層劃分	34
3.4 中文化	37
3.5 格式	39
 第四章 GIS-T應用課題之探討	 45
4.1 運輸規劃	45
4.2 運輸工程	46
4.3 運輸管理	48

4.4 衛星定位	49
第五章 GIS-T應用課題作業程序之示範	51
5.1 軟體選用與資料庫建立	51
5.1.1 軟體選用	51
5.1.2 資料庫建立	51
5.1.3 動態路段	52
5.2 TransCAD介紹	57
5.2.1 TransCAD系統特性	57
5.2.2 TransCAD架構	58
5.3 運輸規劃	60
5.3.1 以TransCAD提供的模組進行運輸規劃分析	60
5.3.2 於TransCAD上結合MINUTP進行運輸規劃分析	65
5.4 運輸工程	68
5.5 運輸管理	73
5.6 衛星定位	78
第六章 結論與建議	84
6.1 結論	84
6.2 建議	85
參考文獻	88
附錄一	90
附錄二	91
附錄三	97

表目錄

	頁次
表2-1 「國土資訊系統交通網路資料庫分組」 各項標準制度作業優先次序	15
表2-1 「國土資訊系統交通網路資料庫分組」 各項標準制度作業優先次序(續)	16
表2-2 82年度進行中及擬進行之運輸地理資訊系統計劃案	18
表3-1 對不同應用課題原圖比例尺之建議	29
表3-2 基本圖投影規格	31

圖目錄

	頁次
圖2-1 GIS概念架構圖	6
圖2-2 GIS架構圖	7
圖2-3 GIS-T架構圖	9
圖3-1 路段截斷示意圖（一）	32
圖3-2 路段截斷示意圖（二）	33
圖3-3 中文字拆成線段插入圖檔之方法	38
圖3-4 中文字以中文字碼與註記參數插入圖檔之方法	38
圖3-5 中文資料互傳格式	40
圖3-6 SDTS轉換範例測試圖	44
圖5-1 不同的路段起迄點劃分示意圖	52
圖5-2 動態路段截取演算過程	54
圖5-3 不精簡的資料儲存方式	55
圖5-4 精簡的資料儲存方式	56
圖5-5 TransCAD上運輸規劃流程圖	61
圖5-6 運輸規劃展示圖（一）	66
圖5-7 運輸規劃展示圖（二）	69
圖5-8 道路鋪面管理展示圖（一）	72
圖5-9 道路鋪面管理展示圖（二）	74
圖5-10 道路鋪面管理展示圖（三）	75
圖5-11 公車查詢系統展示圖（一）	77
圖5-12 公車查詢系統展示圖（二）	79
圖5-13 公車查詢系統展示圖（三）	80
圖5-14 衛星路線追蹤資料與十萬分之一基本圖之比對	83
圖6-1 建議短期發展架構圖	87

第一章 概 論

1.1 研究動機與目的

地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 為近年來新發展並備受矚目的科技。隨著電腦軟硬體的快速發展，將大量地理及地形資料數化，快速的加以讀寫，已不再是一個遙不可及的目標。世界各先進國家無不傾注人力、物力，以期能建立一套適用的地理資訊系統，使資源的開發、規劃與利用能更具成效。

台灣地區地狹人稠，有關運輸方面的應用課題，往往對國家的發展與人民的生計有密不可分的關係。為能充份利用地理資訊系統此一潛力無窮的科技，來更有效的解決跟我們息息相關的運輸問題，本計畫的目的即針對台灣地區運輸路網地理資訊系統的發展及其應用做一綜合研究，並期望透過本研究，來探討目前國內較具有代表性的運輸應用課題對地理資訊系統的需求，希望能做為日後台灣地區整體運輸路網地理資訊系統發展的參考。由於本研究只針對交通運輸在路網上有關的課題來加以探討，因此對地理資訊系統的研究，亦將著重在運輸路網地理資訊系統這個子題上。

世界其他國家的經驗告訴我們，一個地理資訊系統的建立往往需要大量的人力與物力，事前詳細的規劃常常能避免不必要的浪費，並能達到事半功倍的效果。同時一個事前縝密的探討，亦能增進地理資訊系統建立者與未來使用者間的溝通與了解。

台灣地區運輸路網地理資訊系統 (GIS-Transportation, GIS-T) 的發展，目前正在起步的階段。吾人希望藉此計畫來針對台灣地區運輸路網地理資訊系統的發展做一綜合性的研究。期望透過這一計畫，能訂定運輸路網地理資訊系統資料庫與圖庫比例尺、座標系統、圖層劃分及中文化等的作業準則。並希望此一準則能起拋磚引玉的功能，使未來台灣地區運輸路網地理資訊系統的發展能有更穩固的基礎。本研究擬於交通部運輸研究所之業務範圍內，探討運輸地理資訊系統可支援之應用課題。同時，此一架構亦將考量運輸地理資訊系統軟體的實作環境，以期路網地理資訊系統的建立，確實符合經濟原則，具備實用價值。

1.2 研究步驟

為期能達成上述的目標，本計畫將分成以下的步驟進行：

一、探討運輸路網地理資訊系統的定義、架構及發展

首先，本計畫將探討運輸路網地理資訊系統的發展、定義及其架構。希望能從此過程中，就系統應具有的特性及基本功能，能有更深入的認識，以作為在本計畫中，對運輸路網地理資訊系統圖庫與資料庫建立的準則，以及對相關運輸應用課題探討的基礎。其中對於運輸路網地理資訊系統的發展，我們也將蒐集國外相關機構的發展情況，作為參考之用。

二、訂定運輸路網地理資訊系統圖庫與資料庫建立之準則

在本階段中，將對運輸路網地理資訊系統的特性與需求，定出圖檔格式建立、比例尺選用、座標系統採用與轉換、及圖層劃分之準則。同時，對建圖圖檔格式中屬性的建立亦將作一設計，以使所建立的資料庫能清楚，正確地表示實際的路網，並能提供完整的資料供學理上的分析及實際的應用。其中對圖檔格式的部份，將與美國地質測量局（USGS）聯絡，就空間資料互傳標準的細部設計，取得相關資料，作為本研究之重要參考資料。

三、探討運輸路網地理資訊系統可支援的交通運輸應用課題

為避免運輸路網地理資訊系統設計者與未來使用者脫節的問題，本階段將以交通部運輸研究所之主要業務為探討對象，選擇有關交通運輸方面的應用課題，從學理來加以探討其在運輸地理資訊系統發展上所須要注意的事項，以便在軟體選用及準則建立的過程中能有較周詳的考慮。

依據運研所組織條例所述，運研所主要掌理下列業務[9]：

- (一)運輸政策之研究及建議事項。
- (二)運輸系統規劃配合及運輸計畫之研擬、評估事項。
- (三)運輸發展與政治、經濟、國防及社會關係研究與配合事項。
- (四)運輸工程之設計、研究及發展事項。
- (五)運輸經營及管理效率之研究發展事項。

- (六)運輸安全之研究及規劃事項。
- (七)運輸研究成果之應用及指導事項。
- (八)國內外運輸研究之聯繫及合作事項。
- (九)運輸資料之蒐集、整理、編譯及提供事項。
- (十)其他運輸研究事項。

本研究探討上述運研所之業務項目中能以 GIS-T 為應用工具者，將分以下四個子題來加以討論：

(一)運輸路網地理資訊系統在運輸規劃之應用——

本研究子題將嘗試結合運輸路網地理資訊系統與運輸規劃作業中之旅次產生，旅次分配，運具選擇及路網指派等問題，並建立其作業準則。

(二)運輸路網地理資訊系統在運輸工程之應用——

本研究子題將以公路維修及路面保養為主要研究課題，討論結合運輸路網地理資訊系統的可行性。

(三)運輸路網地理資訊系統在運輸管理之應用——

本研究子題將使用運輸路網地理資訊系統，建立客運車路線、服務水準評估及站牌查詢資料庫，以探討其可行性。此一結果將來可應用於站位選擇、路線設計等應用課題上。

(四)運輸路網地理資訊系統在衛星定位之應用——

自動車輛定位導航系統為近年來世界先進國家重要研究方向之一，其中衛星定位更是扮演重要角色，本研究子題將以衛星定位為主要研究課題，討論結合運輸路網地理資訊系統的可行性。

四、運輸路網地理資訊系統應用課題作業程序之示範

針對上述研究之成果及建圖準則，將以新竹市為例，選用合適的軟體，對每一應用課題，做一軟體作業程序之示範，以期能為台灣地區運輸路網地理資訊系統的建立做一先行的測試模式。

第二章 運輸地理資訊系統的發展

八十年代末期，正當有關地理資訊系統應用成功的例子在國外時有所聞時，很多運輸部門正面臨著如何以更有效率的方式獲得資訊，以做出有效決策的需求，以及在一些相關法案中強制性的要求，再加上運輸路網具有空間資料的特性，使得GIS很自然地被運用在運輸上的相關課題，並且被視為運輸界未來有效解決空間資料一致性與正確性問題，以及加強資料分析功能的有力工具。同時，隨著民眾對運輸系統效率要求的提高，以及政府部門對整體政策考量的需要，使地理資訊系統在運輸上的應用及其相關技術的開發，成為近幾年來相當受重視的領域。

結合運輸與GIS的方法概分為兩種，第一種是將傳統的土地使用運輸系統(Land Use Transportation System, LUTS)和GIS作各種不同程度的結合，其概念主要是利用已發展完成的GIS軟體圖形輸入、編修、顯示特性及資料一致性，結合既有的運輸模式庫與資料庫做資料處理、分析顯示等功能上的加強[1]；第二種方法則為構建一套運輸地理資訊系統：將GIS系統特性結合入運輸資訊系統(Transportation Information System, TIS)中，為目前運輸資訊系統面臨問題的解決方案與未來發展的方向，從整體系統的觀點出發，考量兩系統之間的相同與相異處，重新構建一套同時擁有GIS系統特性及TIS空間資料與分析模式的資訊系統。由於LUTS與GIS在空間資料與分析模式上有著設計理念上的差異，因此以整體系統觀點構建的GIS-T將比前者更具有資料一致性與操作直接性，而且成為未來運輸資訊系統的發展方向。

有關GIS-T的研究正方興未艾，本研究基於GIS-T的發展乃緣自於GIS的概念，以及GIS-T與GIS使用者之間有需求特性上的差異，擬於以下各節分別描述GIS的定義及架構、GIS-T的定義及架構、GIS-T的需求特性與基本功能、GIS-T在國外的發展經驗與國內現況、以及國內GIS-T之發展課題與展望。

2.1 GIS的定義及架構

由於研究內容及描述者的不同，"GIS"名詞始終未曾有統一的定義，這些定義的差異主要來自其應用範圍上的不同；儘管如此，就狹義上來說，"GIS"是指一套用來管理並分析空間資料的特殊軟體。而目前為止較一致的定義則是由 Dueker 與 Kjerne 於1989年 [2]所提出：「GIS是一套由硬體、軟體、資料、人、組織及制度組合而成，用來對地球上各區域內的資訊，作收集、儲存、分析及傳播工作的系統。」

圖 2-1說明上述概念，並指出GIS並不只包含電腦能力及資料[3]，它亦須包含使用者與管理者(人員)、組織以及制度，上述各單元的共同運作構成了一套GIS。引申圖 2-1之概念架構可得圖 2-2的實體模型，今分別說明實體模型中各單元內容如下：

一、硬體

主要包含輸入、運算、儲存、輸出等單元。輸入設備指鍵盤、滑鼠、數位板、光筆、掃描器等用以輸入資料與指令的工具。運算單元則指電腦中之中央處理單元(CPU)及數學輔助運算器。儲存單元包含主要記憶體如隨機存取記憶體(Random Access Memory, RAM)、硬碟以及次要記憶體如磁片、磁帶等。輸出單元則有印表機、繪圖機等。

二、軟體

包含空間資料庫、模式庫、資料庫管理系統(DBMS)、模式庫管理系統(MBMS)以及對話產生及管理系統(DGMS)。其中空間資料庫包含位相資料及屬性資料；模式庫內則存有各種分析功能的模式。DBMS用來溝通使用者需求與資料庫間的關係，即擔任資料庫內資料存取控制、邏輯結構映射等工作。MBMS和DBMS相似，負責使用者需求與模式庫間的溝通。DGMS介於DBMS、MBMS兩者與使用者之間，透過親和式的對話工具，作為使用者與兩個系統間有效溝通的橋樑。

三、人員與組織

依工作性質的不同，有決策者、系統管理者、系統分析師、系統設計師、操作員、資料處理員等人員。各人員間之階層關係構成組織

表 A-2 中山高速公路交流道間主線全日交通組成統計表

交 流 道 區 間	小客車 %	小貨車 %	大客車 %	大貨車 %	聯結車 %	其 他 %	合 計
基 隆 端~基隆交流道	30566 62.05	5644 11.46	2672 5.42	2771 5.63	6905 14.02	696 1.41	49254
基隆交流道~八堵交流道	28635 62.80	5464 11.98	2560 5.62	2837 6.22	5444 11.94	652 1.43	45592
八堵交流道~五堵交流道	35642 63.42	8204 14.60	2082 3.70	4474 7.96	4810 8.56	984 1.75	56196
五堵交流道~汐止交流道	41732 64.42	8979 13.86	2241 3.46	6539 10.09	5284 8.16	0 0.00	64775
汐止交流道~內湖交流道	46613 66.59	9140 13.06	2113 3.02	5490 7.84	5836 8.34	807 1.15	69999
內湖交流道~國山交流道	58641 63.97	13287 14.49	1565 1.71	8269 9.02	8485 9.26	1420 1.55	91667
國山交流道~台北交流道	173518 76.94	26774 11.87	2376 1.05	14171 6.28	6491 2.88	2171 0.96	225501
台北交流道~三重交流道	179457 74.66	36022 14.99	3787 1.58	13076 5.44	6667 2.77	1356 0.56	240365
三重交流道~五股交流道	125741 72.94	21024 12.20	5244 3.04	11330 6.57	7320 4.25	1728 1.00	172387
五股交流道~林口交流道	107607 69.51	18145 11.72	7507 4.85	12943 8.36	8586 5.55	0 0.00	154788
林口交流道~桃園交流道	106212 73.77	12653 8.79	6494 4.51	11199 7.78	6218 4.32	1194 0.83	143970
桃園交流道~機場交流道	90004 67.16	14242 10.63	7465 5.57	12776 9.53	7991 5.96	1522 1.14	134000
機場交流道~內壢交流道	76429 64.65	12203 10.32	5086 4.30	15245 12.90	7589 6.42	1652 1.40	118204
內壢交流道~中壢交流道	67125 63.21	11462 10.79	4772 4.49	14502 13.66	6696 6.31	1626 1.53	106183
中壢交流道~幼獅交流道	61575 61.25	12019 11.96	5683 5.65	12377 12.31	7562 7.52	1311 1.30	100527
幼獅交流道~楊梅交流道	58858 62.98	9826 10.51	4737 5.07	13173 14.10	5763 6.17	1097 1.17	93454
楊梅交流道~湖口交流道	46767 60.98	7717 10.06	4751 6.20	11260 14.68	6193 8.08	0 0.00	76688
湖口交流道~新竹交流道	47533 61.49	4614 5.97	4495 5.82	13412 17.35	5972 7.73	1264 1.64	77290
新竹交流道~頭份交流道	38775 56.16	6966 10.09	4752 6.88	10946 15.86	6159 8.92	1439 2.08	69037
頭份交流道~苗栗交流道	35148 57.34	5951 9.71	4114 6.71	11382 18.57	4694 7.66	0 0.00	61289
苗栗交流道~三義交流道	36028 58.90	6222 10.17	4073 6.66	9597 15.69	4720 7.72	522 0.85	61162
三義交流道~豐原交流道	32306 55.34	5968 10.22	3878 6.64	11610 19.89	4614 7.90	0 0.00	58376
豐原交流道~大雅交流道	45475 61.69	9138 12.40	3981 5.40	9467 12.84	4620 6.27	1029 1.40	73710
大雅交流道~台中交流道	42674 59.53	9144 12.76	3388 4.73	10601 14.79	4681 6.53	1189 1.66	71677
台中交流道~王田交流道	48191 62.63	8464 11.00	3040 3.95	11583 15.06	3933 5.11	1723 2.24	76934
王田交流道~彰化交流道	47655 59.13	10404 12.91	3349 4.16	12769 15.85	5231 6.49	1177 1.46	80585
彰化交流道~員林交流道	35563 56.90	6764 10.82	2961 4.74	11365 18.19	5064 8.10	777 1.24	62494
員林交流道~西螺交流道	25784 53.56	4618 9.59	2786 5.79	10191 21.17	4761 9.89	0 0.00	48140
西螺交流道~斗南交流道	24931 51.33	4186 8.62	2827 5.82	10828 22.29	4681 9.64	1116 2.30	48569
斗南交流道~嘉義交流道	23302 52.73	4377 9.91	2759 6.24	8617 19.50	5132 11.61	0 0.00	44187
嘉義交流道~水上交流道	22792 51.80	3645 8.29	2487 5.65	9115 20.72	4643 10.55	1310 2.98	43992
水上交流道~新營交流道	21222 49.80	3102 7.28	2339 5.49	11162 26.20	4786 11.23	0 0.00	42611
新營交流道~麻豆交流道	28212 55.87	3748 7.42	2186 4.33	10658 21.11	4957 9.82	732 1.45	50493
麻豆交流道~永康交流道	27815 55.19	4643 9.21	2163 4.29	10235 20.31	5538 10.99	0 0.00	50394
永康交流道~台南交流道	26286 52.75	5347 10.73	1792 3.60	9497 19.06	5490 11.02	1417 2.84	49829
台南交流道~路竹交流道	30985 54.96	5931 10.52	2328 4.13	9474 16.81	6140 10.89	1514 2.69	56372
路竹交流道~岡山交流道	31041 57.63	5382 9.99	2345 4.35	9095 16.89	5999 11.14	0 0.00	53862
岡山交流道~楠梓交流道	45853 61.56	7518 10.09	2501 3.36	10270 13.79	7079 9.50	1261 1.69	74482
楠梓交流道~高雄交流道	47299 64.37	7216 9.82	2550 3.47	9310 12.67	5755 7.83	1347 1.83	73477
高雄交流道~高雄 端	19325 54.05	3653 10.22	314 0.88	4917 13.75	7093 19.84	448 1.25	35750

資料來源：中山高速公路交通動態資料調查報告，民國78年

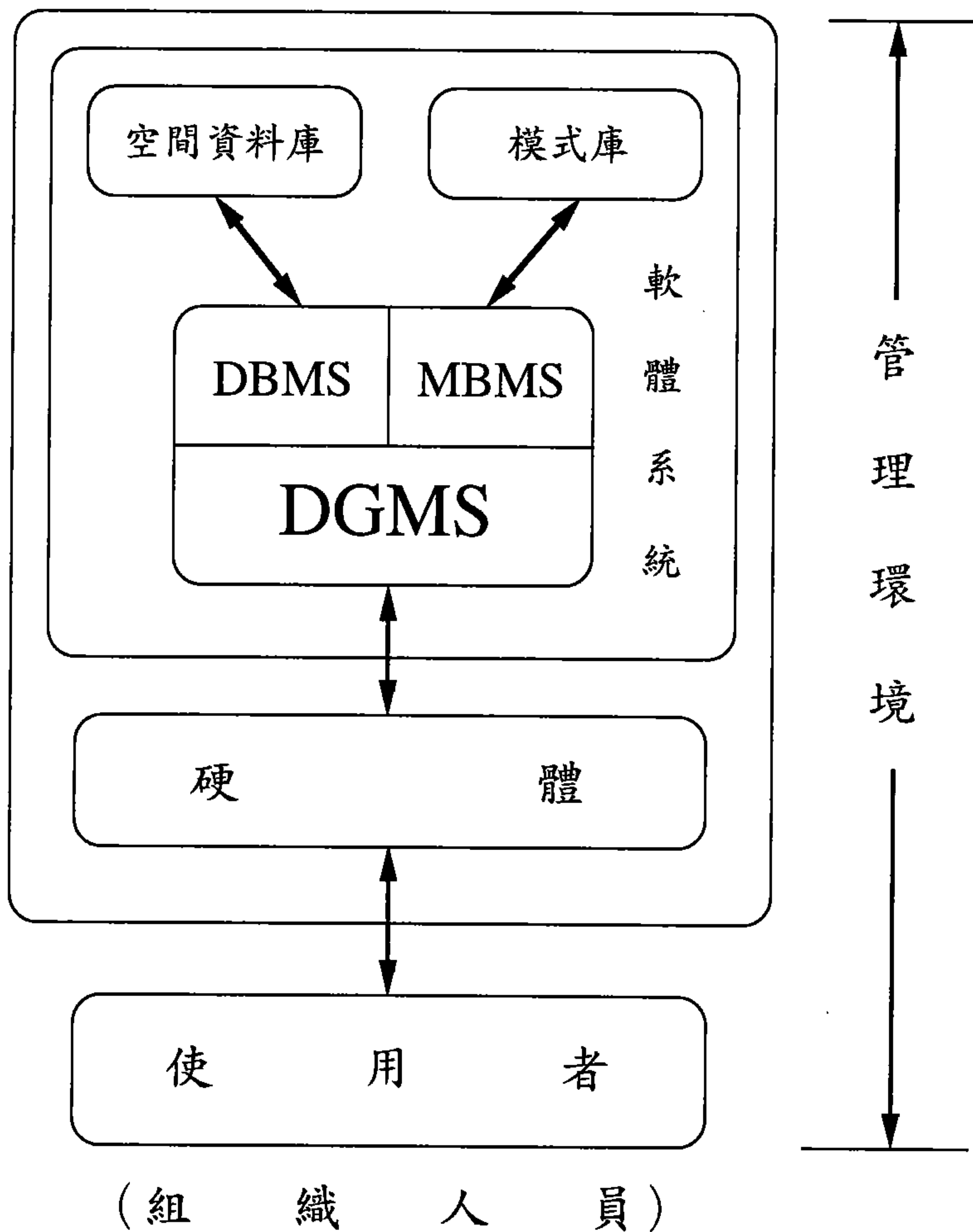


圖 2-2 GIS架構圖

。各層級人員工作能力稱職與否以及該組織中組織文化的發展方向，均將影響整個GIS-T中計畫過程中各部門成果的信度及效度。

四、管理環境

管理環境為一種制度，該制度決定了一個GIS中計畫執行時，人員的分工、財務的管理、目標的達成等。管理制度的良好與否，將影響計畫結果的效率及效能。

2.2 GIS-T的定義及架構

GIS-T是以GIS為基礎，協助做出有效運輸決策的工具，因此是一套加強的TIS與加強的GIS的結合(見圖 2-3)，其中所謂「加強」則是指為了調合兩系統間在資料庫及分析工具方面的差異而需做適度修改的必要。故定義GIS-T如下：GIS-T是一套採用並修改GIS以因應運輸問題需求，並具有一個管理及分析運輸空間資料的環境或架構。

由於GIS-T的發展緣自於GIS的概念，因此其架構將和GIS的架構相同(圖 2-2)，不同點主要在於資料庫與模式庫的需求特性，將於下節描述。

2.3 GIS-T軟體的需求特性與基本功能

正如同沒有一套軟體能包含所有GIS的功能，一套GIS-T軟體功能的發展亦無法完全滿足所有運輸上的可能需要；因此，除了空間資料的輸入、編修、分析、儲存、輸出等基本功能以外，本研究將從資料庫與模式庫兩方面，針對GIS-T有別於GIS的需求特性，做一概念性的描述，並視滿足這些特性為一套GIS-T軟體所應具備的基本功能：

一、資料庫方面

(一)必須有能辨別運輸實體的能力

因為如運輸路網上的道路(Roads)、路線(Routes)、起迄點(O-D Pairs)等由一連串路口或路段構成的運輸實體，比一般的空間實體如點、線等更複雜，GIS-T軟體必須具有分辨這些運輸實體的資料結構，方能作進一步的查詢分析工作。

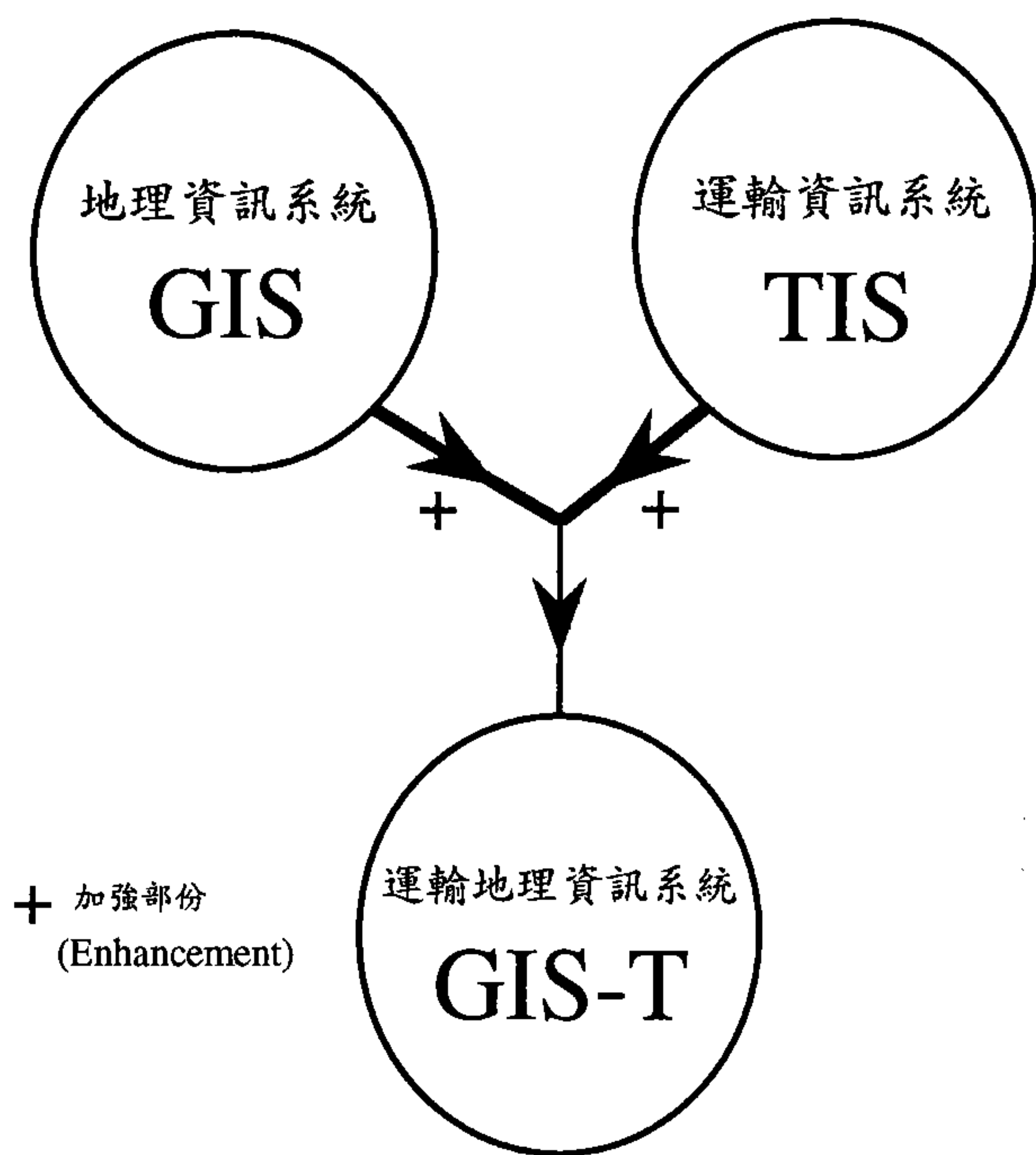


圖 2-3 GIS-T架構圖（參考資料：文獻〔3〕）

(二)實體間必須存在有位相(Topology)關係

運輸路網上有立體交叉的情況如高架橋以及轉向限制如單行道等，若以幾何關係來處理，將無法辨別是否有交點或方向性。

(三)有資料格式轉換與變換座標系統的能力

GIS-T的優點之一是能達到資料共享(Data sharing)的目的。而當資料來源不一時，除要能轉換不同格式的資料外，也須有能變換座標系統的能力以因應以不同座標系統數化的資料。

(四)彈性選擇路網規模

基於資料共享的原則，將有許多運輸部門共用一套大型資料庫，但由於研究範圍及階層的不同，各單位需要的路網規模亦不相同，故GIS-T軟體應具有能彈性選擇路網規模的功能。

(五)動態路段(Dynamic Segmentation)的需求

GIS-T的基本路網圖構建完成後，為因應不同的課題，必須有對既有路段作重新邏輯構建的能力，且為節省位相資料的儲存，各路段上的屬性資料應能隨主題圖上路段構建的不同而予以重新配置。例如，在公車路線查詢時，慣以車站與站牌為節點，節點間之路線為線型圖素，而站距、站間運量、行駛時間等屬性資料則附於此線型圖素上。但以鋪面管理的角度來看，則以樁號為節點，樁號間之路線為線型圖素，而路寬、路況、車道數、流量等屬性資料則附於此線型圖素上。GIS-T應能於基本圖上，配合應用的需要而訂定動態路段[4]。

(六)向量(Vector)與網格(Raster)兩種空間資料之疊圖能力

空間資料依儲存方式分為向量與網格兩種，GIS-T較常使用的是向量式，但於環境影響評估、資源查詢等複合條件查詢與分析工作時，常將網格主題圖與向量網路基本圖重疊，以作查詢分析工作，因此GIS-T軟體應具備處理這兩種資料格式的能力。

二、模式庫方面

(一)基本的路線建立能力

基本的路線建立及確實反應路網位相關係（如高架）能力，如多目標最短路徑模式，其建立的多點最短路徑(Many to many shortest path)綜合成本表(General cost)，將可被視為重力模式運算時的分區間阻抗值，以及其它有關排程問題的基本依據。

(二)運輸規劃模式

包括需求預測模式如趨勢預測、世代生存、重力模式等；以及有關運輸供給的交通量指派模式。本項為模式庫需求中GIS-T與GIS的最大不同處。

(三)表格運算程式(Table operation procedures)

起迄點間的資料如旅次數、運具分配率、最短距離等，均是以表格方式表達，因此需要表格式的儲存、運算功能，以記錄、管理並分析各起迄點間資料特性。

(四)影響範圍(Buffering)查詢

點(如站牌、車站、停車場等)、線(如道路、管線等)影響範圍的查詢功能，將有助於使用者透過各設施的影響範圍在研究區域內的分佈情況，明瞭目前運輸設施對運輸系統的影響程度，並做出相對應的決策。

(五)地理編碼(Geo-coding)之建立、查詢的功能

地理編碼如郵遞區號、地址的使用在運輸資訊系統上是必須的，GIS-T也應有此項功能。如交通計畫中肇事地點之記錄不使用經緯度座標記載，而是標示於某地址前幾公尺處，當進行易肇事路段分析時，GIS-T必須能依此種記錄形式將肇事地點展示於路網上[4]。

(六)網路重疊(Network-based overlapping)功能

GIS-T軟體應能依使用者的需求，將建立在不同層級(Layer)的不同等級道路(Road class)如國道、省道、縣道等予以合併，以便產生新路網供進一步分析用。

(七)對不同動態路網的整合性

不同動態路網的整合將有助於使用者在同一介面下同時對不同主題作查詢分析工作，增加獲得整合資訊的能力。例如，當電信工程單位欲於路邊埋設管線時，除對固有管線之埋設情況有查詢的需求外，亦需對地下自來水管、地下電纜的埋設情況加以了解，以避免破壞固有設施的可能。

(八)其它應用路線及站位選擇設計模式

如旅行推銷員問題(TSP)、車輛路線問題(VRP)、區位設施問題(Facility Location Problem)等網路分析模式，將可依使用需求而選擇加入模式庫中，以增進GIS-T之空間分析功能。

(九)彈性加入模式的能力

隨著相關理論的發展，運輸規劃及運輸網路模式將有修改或增加的可能，因此GIS-T的模式庫管理系統應能提供工具箱或開放式環境，便利使用者於日後修改舊模式、加入新模式甚至其它運輸模式，以因應理論的變化以及與現有運輸模式的整合。

2.4 GIS-T 在美國發展的經驗

儘管地理資訊系統從1960年代即開始萌芽，然而運輸地理資訊系統的發展卻是自1980年代才濫觴。在早期的發展裡，GIS-T 大多附屬於一般的地理資訊系統中。如美國密瓦基市的地理資訊系統[8]即包含了一些有關運輸路網的部份。直到 Nyerges 及 Dueker 近幾年來大力鼓吹運輸地理資訊系統的觀念，並提出了一些在GIS-T發展上的課題（如動態路段），GIS-T才逐漸地受到重視。

在資料庫的發展上，雖然全美國 1:100,000 的路網資料已由美國地質測量局（USGS）數化完成；然而，運輸地理資訊系統在美國的發展仍處於萌芽的階段，大部分的工作仍集中在不同資料庫的整合、資料模式的建立及一些與運輸課題有關的技術發展上。在可收集到的文獻上，鮮少看到以運輸為主導而發展的地理資訊系統及其相關應用的報告。

雖然近幾年來，市面上出現了一些商業用途在個人電腦上開發，針對一般使用者的地理資訊系統，如 "Street Wizard", "Automap for Windows", "Travel Partner", 及 "Local Expert" 等。然而，這些軟體大多以一般民眾的休閒生活為主，以市內道路、旅遊據點、餐飲地點的查詢為主，欠缺加掛模組及決策分析的能力，這些軟體的發展理念與本報告所欲探討的運輸地理資訊系統之建立原則與綜合研究不同。因此，在本文中並不討論這些軟體。

如同一般地理資訊系統在發展過程中所遭遇到的困難一樣，在運輸地理資訊系統的發展過程中也遭到了類似的困擾。其中最為顯著的除了資料品質的不良、更新欠缺時效性與資料共享的困難外；組織架構的不健全，人員培訓的不足與不同部門間的溝通不良，往往造成了

系統發展的失敗。到後來，原本勾繪的美麗藍圖卻變成了專供展示用的系統，不僅無法達到原先設想的運輸分析功能，甚至連資料的更新也成了一大問題。

美國印第安那州 (State of Indiana) 運輸部門發展運輸地理資訊系統的經驗可供我們做一個參考。在所需資料已大多由USGS及Bureau of Census 發展完成的情況下，該部資訊組 (data service) 直接購進所需的資料並將這些資料引進所選用的軟體系統中；然而由於事先的規劃不足，再加上與同部門內其他單位協調的不足，在資料引進後大多只用做顯示及查詢的目的，至於對資料庫的更正及更新則因為不同部門間缺乏溝通而無一常設性的管道。

至於在開發出適用該州情況的運輸分析模組、模式的作業過程上，印州運輸部的其他業務單位如作業管理 (Operations Management) 等，則逕與其他 (學術) 單位接觸，研擬計畫共同開發符合該州需要的分析、決策支援模式。在該模式完成，並經實證確認有極大功效後，卻發現由於事先缺乏與資訊組的溝通與協商，不但在整合現有系統的技術上有所困難，及缺乏瞭解該技術的人力資源外，甚至引起資訊組的反彈，認為作業管理單位有意增加其工作份量。在種種因素的影響下，該州運輸地理資訊系統的發展始終呈現多頭馬車及進度緩慢的情形。

有鑒於上述的原因，我們希望在台灣運輸地理資訊系統正方興未艾時，能見此知彼，他山之石，可以攻錯，期望能記取他人發展的經驗，避免重蹈前人的覆轍，使我們運輸地理資訊系統的發展能更快更有效率。

2.5 GIS-T 在國內的發展現況

GIS-T在國內發展的現況可由交通網路資料庫的建立與運輸地理資訊系統計畫的發展狀況得知：

一、交通網路資料庫之建立

國土資訊系統中之交通網路資料庫的內容分為公路系統（含高速公路與一般公路的設施、交通管理與養護類資料）、運量系統（含公路客貨運、鐵路客貨運類資料）、鐵路系統（含交通管理、設施類資料）以及都市運輸系統（含運輸設施與交通量類資料）。各系統中細項資料皆有主管機關負責資料之收集、調查、測量、整理與建檔。此項工作預計於民國 84、85 年完成，並持續進行資料之更新與維護[4]。

此外，資料的標準制度亦在持續進行。其項目包括資料分類編碼、常用地圖類別、圖例註記符號、資料名詞定義、資料品質檢驗、資料檔案傳輸、資料安全管制及相關作業法規等。其預定完成年度見表 2-1。由該表可知此項工作將於 86 年度前陸續完成[4]。

二、運輸地理資訊系統計畫案之發展

高速公路局於 78 年 3 月完成了「第二高速公路後續計畫可行性研究」；國道工程局於 79 年 7 月完成了「北宜蘇澳延伸段地理資訊系統之研究」

捷運工程局於 80 年 3 月完成「捷運工程地理數值模型建立之研究」，將台北市捷運路線經過地區所需之地籍圖、都市計畫圖、公共設施之地下管線、建物、地下地質等分屬不同單位的既有資料予以數化，以支援工程設計管理的需要[4]。

國道工程局於 80 年 11 月完成了「應用地理資訊系統於高速公路規劃設計之研究（第一期）」其內容包含地理資訊視覺化子系統、查詢／繪圖子系統、分析作業子系統、環境影響評估子系統及路廊環境評估子系統。其目的乃為輔助選線工作的進行。此外國工局亦在民國 81 年底籌劃「北宜高速公路頭城蘇澳段可行性研究及工程規劃」、「國道東部公路初步踏勘與調查計畫」以及「國道南橫公路路線研選」等工作時，預定將工作過程所收集之資料予以數化建檔[4]。

表2-1 「國土資訊系統交通網路資料庫分組」各項標準制度作業優先次序

中類 小類	主辦單位	1 資料分類 編碼	2 常用地圖 類別	3 圖例註記 符號	4 資料名詞定 義	5 資料品質檢 核	6 資料檔案傳 輸	7 資料安全管 制	8 相關作業法 規
7.交通網路資料 7.1 公路系統 7.1.A 高速公路設施 7.1.A.1 高速公路路段基本資料	高公局工務組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.A.2 高速公路路段橋樑資料	高公局技術組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.A.3 高速公路路段隧道資料	高公局技術組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.A.4 高速公路服務區收費站資料	高公局技術組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.A.5 高速公路休息站資料	高公局技術組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.A.6 高速公路交流道資料	高公局技術組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.A.7 高速公路路面資料	高公局技術組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.A.8 高速公路涵洞資料	高公局技術組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.A.9 高速公路路邊緊急電話資料	高公局交管組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.A.10 高速公路照明系統資料	高公局技術組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.A.11 高速公路標誌系統資料	高公局交管組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.A.12 高速公路標線系統資料	高公局交管組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.B 一般公路設施 7.1.B.1 公路路線沿線狀況及岔路資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.2 公路路線全線概況資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.3 公路路線路基及阻通情資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.4 公路路線路面資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.5 公路路線橋樑資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.6 公路路線橋樑分類資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.7 公路路線隧道資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.8 公路路線涵洞分類資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.9 公路路線溝管分類資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.10 公路路線防護工程資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.11 公路路線標誌資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.12 公路路線標誌及照明設備資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.13 公路路線平交道資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.14 公路路線立體交叉資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.B.15 公路路線陡坡急彎及地形資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.C 高速公路交通管理 7.1.C.1 高速公路速率資料	高公局交管組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.C.2 高速公路肇事資料	警政署	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.C.3 高速公路交通量資料	高公局交管組	2	2	2	2	3	3	4	4
7.1.D 一般公路交通管理 7.1.D.1 公路肇事資料	警政署	1	2	2	2	3	3	3	3
7.1.D.2 臺灣省公路一日平均交通量調查統計資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.E 高速公路養護 7.1.E.1 高速公路養護資料	高公局工務組	2	2	2	2	3	3	3	3
7.1.F 一般公路養護資料 7.1.F.1 公路養護工程資料	交通處公路局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.1.F.2 縣(市)縣鄉道養護工程資料	各縣(市)政府	3	3	4	4	4	5	5	5

附註：1 表 81-82 年度、2 表 82-83 年度、3 表 83-84 年度、4 表 84-85 年度、5 表 85-86 年度
參考資料：文獻[4]

表2-1 「國土資訊系統交通網路資料庫分組」各項標準制度作業優先次序(續)

中類 小類	主辦單位	1 資料分類 編碼	2 常用地圖 類別	3 圖例註記 符號	4 資料名詞定 義	5 資料品質檢 核	6 資料檔案傳 輸	7 資料安全管 制	8 相關作業法 規
7.2 運量系統									
7.2.A 公路客運									
7.2.A.1 公路客運營運概況	公路局各區監理所	2	3	3	3	4	4	4	4
7.2.A.2 遊覽車出租營運概況	公路局各區監理所	2	3	3	3	4	4	4	4
7.2.A.3 計程車客運概況	公路局各區監理所	2	3	3	3	4	4	4	4
7.2.B 公路貨運									
7.2.B.1 公路貨運營運概況	公路局各區監理所	2	3	3	3	4	4	4	4
7.2.B.2 公路貨櫃運輸概況	公路局各區監理所	2	3	3	3	4	4	4	4
7.2.C 鐵路客運									
7.2.C.1 省營鐵路客運量資料	鐵路局運務處	1	X	X	1	1	1	2	3
7.2.C.2 省營鐵路客座公里資料	鐵路局運務處	5	X	X	5	5	5	5	5
7.2.C.3 省營鐵路客車行駛次數資料	鐵路局運務處	5	X	X	5	5	5	5	5
7.2.C.4 省營鐵路各站客運通過量資料	鐵路局運務處	1	X	X	1	1	1	2	3
7.2.C.5 省營鐵路各站客運收入資料	鐵路局會計處	2	X	X	2	2	2	3	4
7.2.C.6 省營鐵路貨運量資料	鐵路局運務處	1	X	X	1	1	1	2	3
7.2.C.7 省營鐵路貨運列車行駛次數資料	鐵路局運務處	5	X	X	5	5	5	5	5
7.2.C.8 省營鐵路各站貨運通過量資料	鐵路局運務處	1	X	X	1	1	1	2	3
7.2.C.9 省營鐵路各站貨運收入資料	鐵路局會計處	2	X	X	2	2	2	3	4
7.3 鐵路系統									
7.3.D 鐵路交通管理									
7.3.D.1 省營鐵路事故檔案資料	鐵路局運務處	4	X	X	4	4	4	4	4
7.3.D.2 省營鐵路事故統計資料	鐵路局運務處	4	X	X	4	4	4	4	4
7.3.E 鐵路設施									
7.3.E.1 省營鐵路路線基本資料	鐵路局工務處	5	X	X	5	5	5	5	5
7.3.E.2 省營鐵路路線主要設備情形	鐵路局運務處	5	X	X	5	5	5	5	5
7.3.E.3 省營鐵路小橋及涵管資料	鐵路局工務處	5	X	X	5	5	5	5	5
7.3.E.4 省營鐵路隧道長度資料	鐵路局工務處	5	X	X	5	5	5	5	5
7.3.E.5 省營鐵路車站設備資料	鐵路局工務處	5	X	X	3	5	5	5	5
7.3.E.6 省營鐵路沿線電訊設備資料	鐵路局電務處	5	X	X	3	5	5	5	5
7.3.E.7 省營鐵路電報電話設備資料	鐵路局電務處	5	X	X	3	5	5	5	5
7.4 都市運輸系統									
7.4.A 都市運輸設施									
7.4.A.1 都市道路路段基本資料	住都局	1	1	1	1	2	3	3	3
7.4.A.2 都市道路路段橋樑資料	住都局	1	1	1	1	2	3	3	3
7.4.A.3 都市道路交通號誌資料	各縣市政府	3	3	4	4	4	5	5	5
7.4.A.4 都市道路標誌資料	各縣市政府	3	3	4	4	4	5	5	5
7.4.A.5 都市道路標線資料	各縣市政府	3	3	4	4	4	5	5	5
7.4.A.6 行人陸橋及地下道資料	各縣市政府	3	3	4	4	4	5	5	5
7.4.A.7 路外停車場基本資料	各縣市政府	4	4	5	5	5	5	5	5
7.4.A.8 路邊停車場基本資料	各縣市政府	4	4	5	5	5	5	5	5
7.4.A.9 都市捷運系統設施資料	捷運局	3	3	3	3	4	4	4	5
7.4.A.10 聯營公車系統設施資料--站位	台北市交通局	1	2	2	2	3	3	3	3
7.4.C 都市交通量									
7.4.C.1 都市一日平均交通量調查資料	各縣市政府	2	2	2	2	3	3	3	3

附註：1 表 81-82 年度、2 表 82-83 年度、3 表 83-84 年度、4 表 84-85 年度、5 表 85-86 年度
參考資料：文獻[4]

交通部運輸研究所則於81年6月完成「運輸規劃地理圖形檔建立之研究（第一期）」其圖形數化內容包含台灣地區之鐵路系統、快速道路、港埠、機場、行政界線與重要建設以及台北、高雄大眾捷運系統與台中都會區道路現況圖。目前已展開第二期圖形檔建立工作，將完成台灣地區公路系統、河流湖泊、各都會區捷運系統及都市計畫道路系統與東、南部都市地區道路現況圖[4]。

另有關82年度進行中及擬進行之運輸地理資訊系統計畫案，請參考表2-2[4]。

2.6 GIS-T 規劃發展過程中之課題

運輸地理資訊系統在可預見的未來，將會被廣泛地應用在運輸相關的課題上。許多的人力、物力、財力會被投資到GIS-T的相關研究上。在此，我們提出一些對GIS-T未來發展的期望及在發展過程中需要特別注意的事項（以下各點部份參考[3]）。

- 一、對運輸地理資訊系統的發展須由一高階的政府單位主導，統籌規劃並協調各單位之需求及意見。運輸地理資訊系統的發展費時費力，經由一個充分授權的機構及積極作為的中央政府機關主導，不但可以節省成本，並可以降低未來失敗的機率。
- 二、在運輸地理資訊系統規劃及實作的階段，必須分別採用「由上而下」及「由下而上」的發展方式。在資料庫的發展、建立及維護上採用「由上而下」的方式，以達到資料庫的一致性及管理的有效性。然而在實作階段及資料種類的決定上必須採「由下而上」的方式，將可使真正使用者的需求得到滿足，並進而減少資料過度收集及不足的缺點。
- 三、發展運輸地理資訊系統必須以需求為導向，切忌以技術為導向。新的技術誠然可貴且極具吸引力，然而在其無法明確定位出該技術應用的方向及層次時，為引進新技術而引進新技術，往往會以失敗及浪費資源為終結。

表2-2 82年度進行中及擬進行之運輸地理資訊系統計劃案

單位名稱	計畫名稱	計畫期間	計畫目標
交通部	交通網路地理資訊系統整體規畫	82年7月至83年6月	<ol style="list-style-type: none"> 1. 針對地理資訊系統在交通網路的應用進行效益分析。 2. 由業務單位之需求面規劃交通網路地理資訊系統整體架構。
交通部運研所	以地理資訊系統及資料庫管理系統支援實施自用小汽車自備停車位制度之研究	82年7月至83年6月	利用都會區地圖數位化資料可幫助判定自用車使用者與其使用停車位之距離是否合法，以減少制度實施的爭議性。
交通部運研所	運輸規劃地理資料庫建立之研究	81年2月至83年6月	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提昇『國家建設計畫運輸部門計畫之檢討與評估』之作業效率。 2. 支援運輸規畫與決策。
高速公路局	高速公路國土資訊系統	82年7月至91年7月	為配合全國國土資訊系統之建立，提供本局交通網路資料庫及公共管線資料庫以作為本局養護管理及現況資料管理、應用、決策之用。
台北市政府 捷運工程局	捷運工程地理資訊系統資料庫建立	81年9月至83年2月	<ol style="list-style-type: none"> 1. 規劃捷運工程相關業務，以GIS輔助之架構，供未來其它捷運工程參考。 2. 完成本局交通運輸軟體與GIS之整合作業。
省公路局	公路基本資料管理資訊系統	81年4月至83年10月	公路基本資料之建檔、更新、查詢、統計分析、合成資料庫、圖形庫、影像。
臺灣鐵路管理局	為配合國土資訊系統建立省營鐵路各站貨運收入、各站客運收入、貨運量、客運量、各站貨運通過量、各站客運通過量資料。	82年7月至83年6月	<ol style="list-style-type: none"> 1. 分析各站各類資料：省營鐵路各站貨運收入、各站客運收入、貨運量、客運量、各站貨運通過量、各站客運通過量資料，並產生績效分析表。 2. 訂定資料安全管制及相關作業法規。
交通部運研所	運輸路網地理資訊系統發展及其應用課題之綜合研究	81年10月至82年6月	建立一套路網地理資訊系統發展程序的作業準則，以支援交通運輸上相關應用課題之研究，並架構可滿足路網研究的軟體實作環境，以期路網地理資訊系統之建立，確實符合經濟原則，具備實用價值。

- 四、在規劃一個運輸地理資訊系統時，必須同時考慮到與其他技術整合的課題。例如一個GIS-T的規劃必須將電腦網路架構，使用電腦軟硬體，組織內及組織間計算機資源整合，與現有系統間關係，及資料庫設計、容量等課題同時加以考慮，以便在系統完成時減少新舊系統不相容的現象。
- 五、在規劃時，必須確定其未來完成後資料所有權之歸屬，並及早規劃將來資料維護及流通之權責單位，以達資源共享的目的；同時一個以電腦伺服器為主的網路系統將會使資源流通與共享的目的更容易達成。如美國印第安納坡里市 (City of Indianapolis) 政府聯合數個公私營機構共同建立了一個全市的地理資料庫，在該資料庫完成後，將其置於一所公立大學內供各個機關及民眾共享，並由該大學負責維護。
- 六、在運輸地理資訊系統規劃的過程中，必須將未來人員需求及訓練也加以考慮。一個再好的系統，如果缺少”人”的支持，以及經驗的累積與傳承，最後必將流於空洞甚至徒作虛功。
- 七、在運輸地理資訊系統規劃中，必須事先考慮未來資料的格式。所採用的格式與傳輸媒體盡量避免使用某一特定軟體的格式或是某特殊硬體才能閱讀的格式，以免造成使用者的困擾與資料轉換的不便。美國所常用的Tiger, USGS DLG 與已成為美國家標準的空間資料互傳標準 (SDTS) 便是很好的例子。
- 八、在運輸地理資訊系統發展資料庫的實作過程中，對資料的建立須採嚴格的品質管制的措施。資料的品質是一個資訊系統的核心，沒有良好的品質就不能有準確及有效率的系統。
- 九、在運輸地理資訊系統的發展規劃過程中，必須對未來的需求分別做短程及長程的規劃。長程的規劃可以讓我們對未來的技術開發有一個整體的規劃；短程的規劃可以使我們滿足目前迫切的需求及對偶發性的事件及機會做出及時的回應。所謂的開發不只局限於引進外國已完成的技術或加以中文化及利用軟體內現成模組，更應致力於開發適用於本地現況的技術與模組。

十、在運輸地理資訊系統的規劃過程中，主持發展機關必須與其他機關充分協商，確定該資料可經由正常的程序與其他機關共享，並可以與其他資料共存、共用。

2.7 運輸地理資訊系統在國內之展望

國內目前在 GIS-T 的研究計畫雖然正蓬勃進行，但是發展進度尚在圖形數化、資料收集、軟體評估與應用程式發展的階段。然而，根據以上所建議 GIS-T 架構及規劃原則，我們可以勾勒出以下的展望，共可從資料庫的建立、模組的發展及人才的培訓來探討。

資料庫的建立由一中央政府單位負起主導的責任，在資料庫的規劃及建立過程中，應充分考慮未來使用單位的需求及意見，以免造成資源的浪費及做非所用。在資料庫完成後，應存於一以伺服器為中心的電腦網路中，由專責機關（或其委託單位）負起維護及更新的工作，並以開放系統的方式，達成資源共享的目的。

在運輸相關應用課題的適用模組方面，由政府的研究單位與學術機關共同合作，依照實際的需要，發展出適用的本土化運輸分析模組。在這些模組內，將採用一經過協商的輸出/輸入格式，並將這些模組與前述的運輸地理資料共同存於以伺服器為主的電腦網路中，供未來使用者取用。

除了空間資料的建立與分析模組的開發外，另一個非常重要的工作乃是人才的培訓。主事單位將定期舉辦說明會及研討會，充分傳達運輸地理資訊系統發展的理念，及可利用的資源。同時應積極培訓適用人才，使其具有整合地理資料庫與分析模組的能力。

在完成以上以伺服器為中心的資料庫、人才培訓及本土化的相關運輸分析模組後，任何有興趣使用或開發運輸地理資訊系統的單位均可透過電腦網路直接擷取所需的資料與分析模組，配合所選用或自行開發的軟體，可依照不同的業務需求，有彈性地發展出適合自己需要的運輸地理資訊系統。也就是，一個以政府為主的研究單位將與學術機關攜手合作負起主導資料庫規劃、建立、維護等工作以及對本土化

12.1.8 船舶航行

高雄港附近船道概況

第一港口航道以北防波堤燈塔 296 度方位線和南防波堤燈塔 287 度方位線所圍海域往外至 3 哩處止，亦即北緯 $22^{\circ} 38' 35''$ 東經 $120^{\circ} 12' 02''$ 、北緯 $22^{\circ} 38' 04''$ 東經 $120^{\circ} 11' 48''$ 與南、北防波堤(圖 12-10 之 A、B、C、D)所圍之海域。領港站設在航道前 1 哩處，即北緯 $22^{\circ} 38' 42''$ 東經 $120^{\circ} 10' 54''$ (圖 12-10 S 點)。

第二港口在海圖上標明其防波堤內主航道是 $261^{\circ} 10'$ ，南、北防波堤燈塔相隔 420 公尺，以主航道度數往左右各擴展 3 度，即由北防波堤燈塔 265 度方位線和南防波堤 258 度方位線所夾的海域。航道長度至防波堤燈塔外 4 哩處，亦即北緯 $22^{\circ} 32' 45''$ 東經 $120^{\circ} 13' 12''$ 、北緯 $22^{\circ} 32' 06''$ 東經 $120^{\circ} 13' 16''$ (圖 12-10 之 E、F 點) 兩點，其寬度是 1200 公尺，約 0.65 哩。領港站設在航道外 1 哩處，即北緯 $22^{\circ} 32' 18''$ 東經 $120^{\circ} 12' 16''$ (圖 12-10 T 點) 處。

一號錨地的四個端點(圖 11.6.1-1 之 I、J、K、L 點) 如下：

北緯 $22^{\circ} 36' 46''$	東經 $120^{\circ} 12' 06''$
北緯 $22^{\circ} 36' 46''$	東經 $120^{\circ} 14' 10''$
北緯 $22^{\circ} 33' 33''$	東經 $120^{\circ} 16' 42''$
北緯 $22^{\circ} 33' 15''$	東經 $120^{\circ} 13' 03''$

二號錨地僅專供進出第二港口的一般商船

第三章 GIS-T圖庫與資料庫建立之準則

運輸地理資訊系統為整個國家資訊系統主要的一環，而發展一套整合性的基本圖形資料來支援各有關單位辦理各項管理、統計、規劃等作業，藉著電腦化的精準且快速的特性，可提高作業的效率，達到決策支援的目的。然而，沒有一個精確且整合完整的資料庫，再好的分析工具也不能提供任何好的結果。在全面建立圖庫與資料庫之前，必須對其建立的準則做一探討，以求資料品質與可用性。

根據 Muller 在 [5] 中所提出的對於圖庫及資料庫品質的判別，基本上可基於以下四個原則：

- (一)位置的準確度
- (二)屬性資料的準確度
- (三)資料的一致性
- (四)資料的完整性

就位置的準確度來說，首先考慮到的是建圖資料來源。在多數的情形中，圖庫資料的來源通常是經由數化現有地圖得來。因此，首先必須考慮的就是地圖的比例尺與座標系統。不同比例尺之地圖在數化過程中所可能產生的人為誤差以及其能精確表示的空間資料不同；同時，對不同的應用層面，所需要的比例尺也不盡相同；再加上建圖數化工作相當耗時，如何配合多種應用之需要，選用適當的比例尺，以減少總體建圖之工作量，並同時減少人為的誤差，以達到對空間物件描述的精確度，乃為在建圖時所須做的重要考量。

地球乃為一橢圓體，在將此三度空間的實體以二度空間的平面地圖表示時，必須經過一些投影及座標的轉換。因此，在建立圖庫時，必須對所採用的投影座標系統做一規範，以便在日後圖庫完成後，不必再經過複雜的轉換工作就可達到即時資源共享的目的。

除了圖庫之外，屬性資料庫的準確度及完整度也是影響決策品質的重要因素。沒有一個準確的資料庫，分析模組就無法輸出正確的結果，進而導致決策品質的劣化；同時屬性資料庫的不足，會影響分析

結果的正確性，導致須費時、費力地來補強原資料庫。因此，亦須考量圖層的劃分方式，使其能同時考量到屬性資料庫建立的準確性及完整性。至於資料的一致性，則有賴在建圖過程中品質管制的過程控制，與本章中所要討論的建圖原則及資料庫建立之準則並沒有很大的關係。

除了上述的幾項原則外，由於運輸路網的特性，尚須考慮動態路段的應用。一般基本圖是以不同道路的交點為節點，兩節點間構成之節線為在分析上的主要圖素。但在不同的應用下往往會有不同的需要。例如：在客運管理上，通常以車站為節點，兩車站間為節線；而在道路鋪面的管理上，則習慣以樁點為節點，兩樁點間之路段為分析上的節線。因此，在運輸地理資訊系統的發展中，必須對動態路段的管理，做一整體的規劃。

在國土資訊系統的整個架構中，運輸路網地理資訊系統並不能獨立於外；因此，在考量 GIS-T 與國土資訊系統其他資料的互動時，我們必須將資料的格式也一併加以考量。同時為求能與他國也能互傳資料，並利用他國已發展完成的地理資訊系統，在本文中將對資料格式的訂定原則也做一個規範的建議。

3.1 比例尺

在產生圖庫的作業程序中，最常用的方法為直接由現有的地圖數化而來。因此對數化時所使用原圖比例尺的選用就成了在建立一個運輸地理資訊系統時相當重要的一個課題。在文獻上可看到不同觀點的討論，然而迄今為止尚未有一個如何選用的共識。

首先，我們必須說明在使用傳統地圖與使用地理資訊系統時一個非常重要的差異。對傳統的地圖而言，每一張地圖都有其固定的比例尺，在作業（或使用）過程中，這個比例尺是不能改變的；如果現有的比例尺太小而不能清楚表示所需的資料時，使用者就必須更換較大比例尺的地圖以符合其需求。因此，就傳統的地圖使用而言，比例尺的選用是在作業開始時一個相當重要的課題。然而在一個地理資訊系統中，由於對所顯示影像的放大、縮小（Zoom In/Zoom Out）是一個

基本的功能，也就是說如果對目前螢幕所顯示的圖像不能清楚分辨出所需的資料時，我們可以使用該放大功能來改變目前所使用的比例以使所需資料能清楚的表達。因此就地理資訊系統而言，在選用數化原圖時所應考慮的是原圖的精度是否能滿足需求以及該圖是否涵蓋所有需要的資料，而該圖的比例尺就不再是一個非常重要的考慮重點（此處並不考慮不同比例尺之間由於人為疏失所造成的誤差）。以下就從這個角度來探討建立一運輸地理資訊系統時對原圖選用的一些準則。

現今基本圖之比例尺從一千分之一的都市計畫圖到一百萬分之一的現況與都市計畫人口成長率密度差距圖都有〔見內政部地理圖形資訊系統先期規劃報告（民國七十六年）內政部資訊中心〕。我們知道在數化時，所使用原圖比例尺愈大，地圖的涵蓋範圍就愈小，所需要數化的圖幅數就會增加，儲存的資料量也連帶的增加；因此，如何在兼顧精度需求及節省成本（購買圖幅成本、數化圖幅成本、資料儲存）之間找到最適化的比例尺，端視使用者需求而定。基本上，所考慮的要素有下列幾項：

一、基本圖的資料內容及精確度是否合乎需求

在決定基本圖比例尺時，首先搜尋最小比例尺且基本圖上的圖徵要能滿足數化時所要表達的空間實體的資料需求，並且其精確度要在可接受的範圍內。舉例來說：若要建立臺灣省公路網圖（包含省道、縣道、鄉道）時，先針對現有的基本圖的資料內容做分析，發現資料內容包含省道、縣道、鄉道的基本圖中，以公路局出版的十萬分之一的公路網圖為最小比例尺，因此十萬分之一就是比例尺的下限，也就是說只要資料內容包含省道、縣道、鄉道的基本圖，比例尺大於十萬分之一者皆適用。

二、數化時空間資料能清楚分辨

就交通運輸而言，建立數值資料時，在路網上的空間資料（點：車站、消防栓、線：路段、街廓....等），必須能清楚分別。所以在決定比例尺時，就必須先分析屬性資料，找出最小實際間隔的最小值；然後，以反推的方式來計算所需基本圖之比例尺下限。這個概念，我們以公車站牌資料為例來說明，假設各公車站牌間最小站距為 125 公尺，若在基本圖上 0.5 公分即可清楚分別各空間資料之間的位向關係，則比例尺採行的下限為 $1/25,000 = (0.5 \text{ 公分} / 125 \text{ 公尺})$ 。

由以上的準則發現在決定比例尺時，必須針對基本圖的圖形資料（圖徵要能滿足數化時所要表達空間實體的資料需求）及資料庫中的屬性資料（資料庫中位向關係的最小實際間隔的最小值）先作分析。所以我們可以將決定GIS-T數化地圖比例尺的步驟歸納如下：

- 一、對現有基本圖的資料內容做分析，找尋合乎圖徵資料需求基本圖最小比例尺的下限。
- 二、分析所需的空間及屬性資料，分別找出空間實體(ENTITY)間位向關係的最小實際間隔（例如最小站距、路面養護資料最小調查路段...），然後得出位向關係最小實際間隔的最小值。
- 三、訂定在基本圖上可清楚分別空間資料位向關係的標準。
- 四、將三、與二、相除則可求得所應採用之比例尺的下限。
- 五、如果現有基本圖不存在所求比例尺（例如1/3500），則採用最接近之大比例尺基本圖。
- 六、比較一、與五、分別得出之下限，取二者中較大比例尺，即為應採用之比例尺。

舉例來說，在建立全省公車站牌基本圖形庫時，由於圖徵必須包括所有市街，因此在所有的基本圖中發現可以用1/10000比例尺為其下限，然而對資料庫的資料進行分析之後，發現位向關係最小實際間隔的最小值是105公尺；另假設在數化基本圖時可清楚分別空間資料之間位向關係的最小值為0.5公分，因此應採用之比例尺的另一下限為 $0.5/10500=1/21000$ ，為了要同時滿足分別由圖形資料及屬性資料所得到的比例尺下限，所以比例尺採用1/10000。

本研究針對運輸資訊系統各應用所應採用之比例尺分析如下：

一、運輸規劃

運輸路網在運輸規劃過程中，扮演著連接分區中心、提供分區間阻抗值、提供路線選擇可能及接受指派後流量的角色；因此，路網上各種不同等級道路的存在程度，關係著路網資料於運輸規劃時所提供功能的良好與否。而決定邏輯路網上不同等級道路存在程度的因素，主要在於數化地圖時所採用的比例尺大小；比例尺小時，地圖上將無小等級道路如巷道等道路，比例尺愈大，則數化後的路網愈能代表實質路網。

在數化運輸規劃適用的地圖時，基於上述特性及成本的考量，有必要在邏輯路網應能表現實質路網功能的原則下，擇一最小可接受的比例尺地形圖數化之。不同的規劃案有不同的範圍，在都會區之規劃中，本研究比對數種不同比例尺的地圖，歸納得知十萬分之一以下的地圖已無法清楚分辨街道的相對位置以及連接分區中心間的道路，而十萬分之一的地圖上所描繪的路網，能於最低限度的情況下，提供上述四個功能；因此建議在數化運輸規劃適用的地圖時，應選用比例尺為十萬分之一以上的地圖。

二、運輸工程

運輸工程所涵蓋的範圍甚廣，本研究僅針對道路路面管理系統對於基本地形圖的選用加以說明。就道路路面管理者的需求而言，其主要的目的有二：一是選擇哪些道路加以管理；其次是應該管理哪些道路資訊。而基本地形圖扮演著管理者與系統之間的介面，因此在基本地形圖比例尺的選擇上，就應該考慮到要滿足上述兩個需求，即該圖能明確地表示出管理者所欲管理的所有道路，及其相關的資訊（如：與週遭道路的位相關係，道路養護單位的位置等）。

基於上述的特性及成本上的考慮，在數化道路路面管理系統適用的地形圖時，有必要選擇一個最小可接受的比例尺以數化之。就本研究針對新竹市所建立的道路路面管理系統而言，經比對國內現有的數種不同比例尺的基本地形圖後發現，比例尺為二萬五千分之一的基本地形圖所描繪的路網，足以明確地提供本研究所欲研究管理的道路路網。比例尺小於二萬五千分之一者，其路網較為粗略，在路網的分析上，未能獲取充份的資訊；而比例尺大於二萬五千分之一者，數化成

本隨之增加。因此在有關於數化道路路面管理系統適用的基本地形圖選用上，建議採用二萬五千分之一的基本地形圖。

三、運輸管理

運輸管理涵蓋的範圍甚廣，本研究係針對公車資訊查詢系統對於基本地形圖的選用加以說明。就公車經營者的需求而言，當然是以掌握該公司的公車路線為主要考量；其次是考慮未來經營策略的發展，同時要能夠顧及到相關的道路資訊。而基本地形圖扮演著管理者與系統之間的介面，因此在基本地形圖比例尺的選擇上，就應該滿足上述需求。即該圖能明確地表示出管理者所擁有的公車路線資料，及其相關的資訊（如：與週遭道路的位相關係，站牌的位置等）。

基於上述的特性及成本上的考慮，在數化公車資訊查詢系統適用的地形圖時，有必要選擇一個最小可接受的比例尺以數化之。就本研究針對新竹市所建立的公車資訊查詢系統而言，經比對國內現有的數種不同比例尺的基本地形圖後發現，比例尺為二萬五千分之一的基本地形圖所描繪的路網，足以明確地提供公車路線經營的道路路網。比例尺小於二萬五千分之一者，其路網較為粗略，在路網的分析上，未能獲取充份的資訊。因此在有關於數化公車資訊查詢系統適用的基本地形圖選用上，建議採用二萬五千分之一的基本地形圖。

另以本研究所提出的比例尺選用準則計算，若欲明確地表示出公車路線各站牌的位置，以站牌之間最短的距離為一百公尺計算，而基本地形圖上以0.5公分為眼睛能夠明辨的最小範圍，套入公式：

$$\frac{0.5 \text{ 公分}}{150 \text{ 公尺}} = \frac{1}{30,000}$$

得到適用的比例尺為三萬分之一。然而就目前發行的基本地形圖而言，並無該比例尺，選擇一個最接近的大比例尺，亦為二萬五千分之一。因此在有關於數化公車資訊查詢系統適用的基本地形圖選用上，採用二萬五千分之一的基本地形圖是適用的。

四、衛星定位

由於在本研究中所探討之衛星定位只著重於路線追蹤檢核，因此決定比例尺的因素只和基本圖的圖徵中所包括路網圖，是否滿足路線追蹤檢核時所需要的路網。因此，若追蹤路網只限於省道、縣道、鄉道則比例尺用十萬分之一就已經足夠，因為目前十萬分之一基本圖的路網圖已函蓋省道、縣道、鄉道等圖徵；同理，若追蹤路網只限於省道及重要縣道則二十五萬分之一及五十萬分之一皆適用；但在都會區，若要顯示街廓則必須是大於一萬分之一之基本圖。

由內政部資訊中心所編印的內政部基本地理圖形資訊系統先期規劃報告中對各相關單位其業務所應用的圖名稱與比例尺之關係作的問卷調查，經本研究兩個原則選取整理後得到表3-1。

3.2 座標系統

地理資訊系統係透過標準的座標系統，來表達空間實體間的位向關係，因此儲存於資料庫的各項資料（如縣市界線、道路、水系、土地使用、植生、等高線等資料），使用者可以輕易的加以萃取做套疊分析，目前台灣地區現使用之參考橢球體為1967年大地參考系統(Geodetic Reference System 1967, GRS67)，高程自臺灣基隆平均海水面為零公尺起算，平面控制採用聯勤測量署中華民國69年檢測三角點成果，以南投縣埔里鎮虎子山三角點為原點，其地理座標為東經121° 58'25.9750"，北緯 23° 58'32.3400"。

由於道路資訊涉及空間分佈特性資料，舉凡設施及路線分佈都牽涉到測量定位，而現今測量技術以GPS為最方便，並且國際大地測量協會(International Association of Geodesy)為了統一世界各國座標系統及便於應用，因此建議各國儘可能以WGS84為世界共同的座標系統，因此為了能有效讓GPS的資料應用於台灣地區，首先就須要建立WGS84、GRS67之間的座標基準轉換的程序，如5.6中所述。

在基本圖所對應的空間關係是將卡氏座標利用投影方法所投影成的地圖座標。所以，隨著投影方法的不同所得到的空間關係也會有所不同。因此，在建立基本圖形資料庫時，基本圖除了座標系統要一致

表3-1 對不同應用課題原圖比例尺之選用

類 別	名 稱	第一原則	第二原則	選取的結果
運輸工程	都市道路交通安全設施 規劃,設計,施工	1/25,000	0.5(cm)/50(m) =1/10,000	1/10,000
運輸管理	公路貨運營運	1/100,000	0.5(cm)/1(km) =1/200,000	1/100,000
運輸管理	公路客運營運	1/100,000	0.5(cm)/1(km) =1/200,000	1/100,000
運輸管理	都市貨運	1/25,000	0.5(cm)/500(m) =1/100,000	1/25,000
運輸工程	道路工程及交通工程 設施養護及施工	1/100,000	0.5(cm)/1(km) =1/200,000	1/100,000
運輸工程	都市交通工程改善	1/25,000	0.5(cm)/100(m) =1/20,000	1/20,000
運輸安全	都市交通事故統計	1/25,000	0.5(cm)/200(m) =1/40,000	1/25,000
運輸安全	都市易肇事路段統計	1/25,000	0.5(cm)/50(m) =1/10,000	1/10,000
運輸工程	公路橋樑養護	1/100,000	0.5(cm)/100(m) =1/20,000	1/20,000
運輸管理	高速公路國土資訊系統	1/100,000	0.5(cm)/1(km) =1/200,000	1/100,000
運輸規劃	都市路段改善計畫	1/25,000	0.5(cm)/50(m) =1/10,000	1/10,000
運輸規劃	西濱快速道路系統規劃	1/100,000	0.5(cm)/500(m) =1/100,000	1/100,000
運輸規劃	都市單行道規劃 (新竹市)	1/25,000	0.5(cm)/50(m) =1/10,000	1/10,000

之外還必須採用相同的投影方法，才能確保在往後作圖形套疊分析時的正確性。本研究將現行各比例尺基本圖所採用之投影方法整理如表3-2，由此表所列示的資料中，我們不難發現投影方式都採行橫向麥卡脫投影，經差分帶以二度分帶為主。

綜合以上資料可知，往後在發展運輸資訊系統時，為了促進圖形資料的共享，並使資料能透過標準的座標系統正確地作套疊分析，在建立的圖形庫時，就必須以GRS67(Geodetic Reference System 1967)作為大地參考系統並採行橫向麥卡脫投影，經差分帶為二度分帶的基本圖來進行數化，若非得採用其他座標系統基本圖來進行數化時，則在數化完成之後，必須從圖面上選擇適當的圖面控制點，然後藉由座標轉換公式(如5.6所列求得控制點在標準的座標系統的相對座標值，然後利用實體對應法(ENTITY-TO-ENTITY CORRESPONDENCE)進行轉換以確保圖形資料的一致性，並達到資料整合及共享的目的。

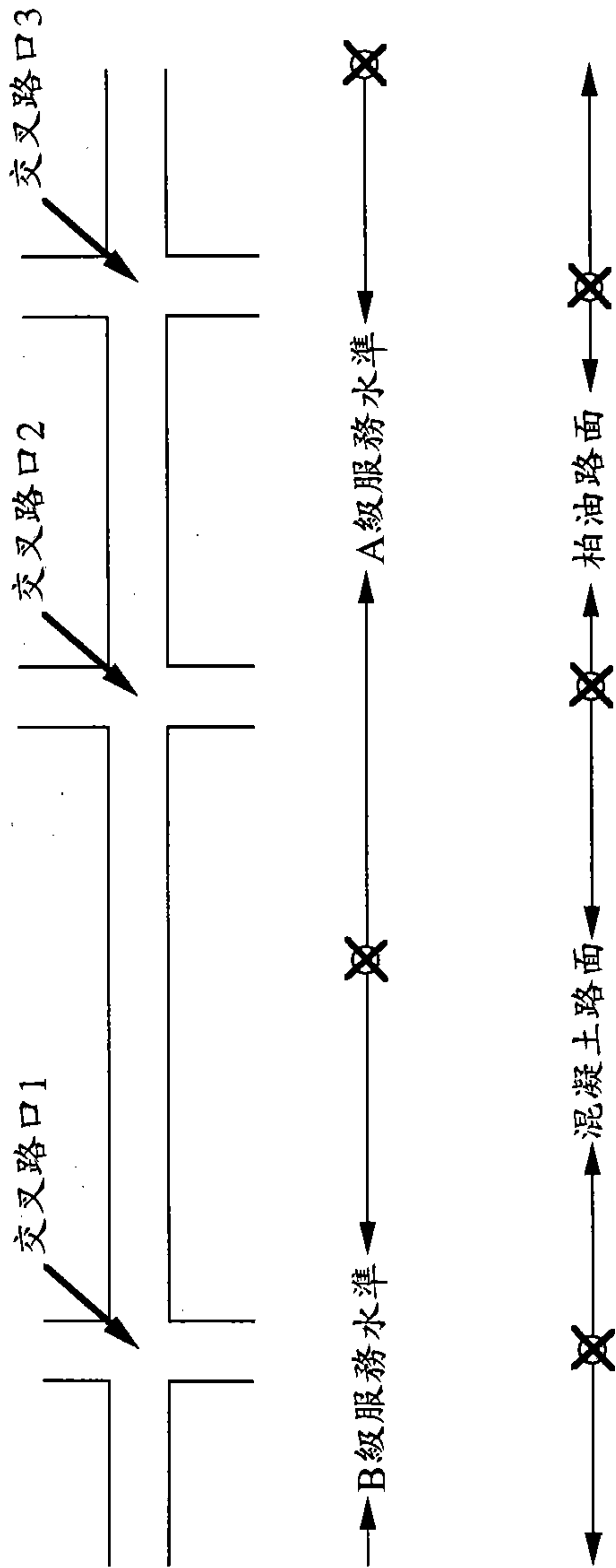
3.3 圖層劃分

3.3.1 圖層劃分概念

從以往的規劃分析報告及交通事業各相關單位的作業項目中，我們不難發現公路資訊所包含的項目多且廣，而每一種特性，其屬性資料的起迄點樁號同質性非常低，(如圖3-1所示)，每一筆鋪面和每一筆服務水準資料中的起迄點都不同，為了確保每筆圖形資料都能正確地與屬性資料對應，所以必須取起迄點的聯集來作截斷(如圖3-2所示)，如此一來，資料量將會增加許多。因此必須按資料特性之不同，將主題圖分別建立在不同的圖層(Layer)，並將每一主題圖按其屬性資料的起迄點樁號分別做截斷，以期圖形資料與屬性資料能正確對應。然而，路網圖皆是利用平面投影地圖數化而得，因此無法顯示其路線起伏，而且在起伏較顯著的路段，其實際距離(由公路局公路台帳所提供之三維距離)將和平面投影地圖上所丈量或觀測的數值(二維距離)有所不同，所以在做圖形資料與屬性資料的連結(Link)時，若依圖面上的平面距離對應屬性資料中的空間距離，來找尋在圖面上的節點，則難保圖形資料能與屬性資料正確地對應。但是，在資料項目中交叉路口資料有明確的空間位置，其在圖形資料中的位置就不需要

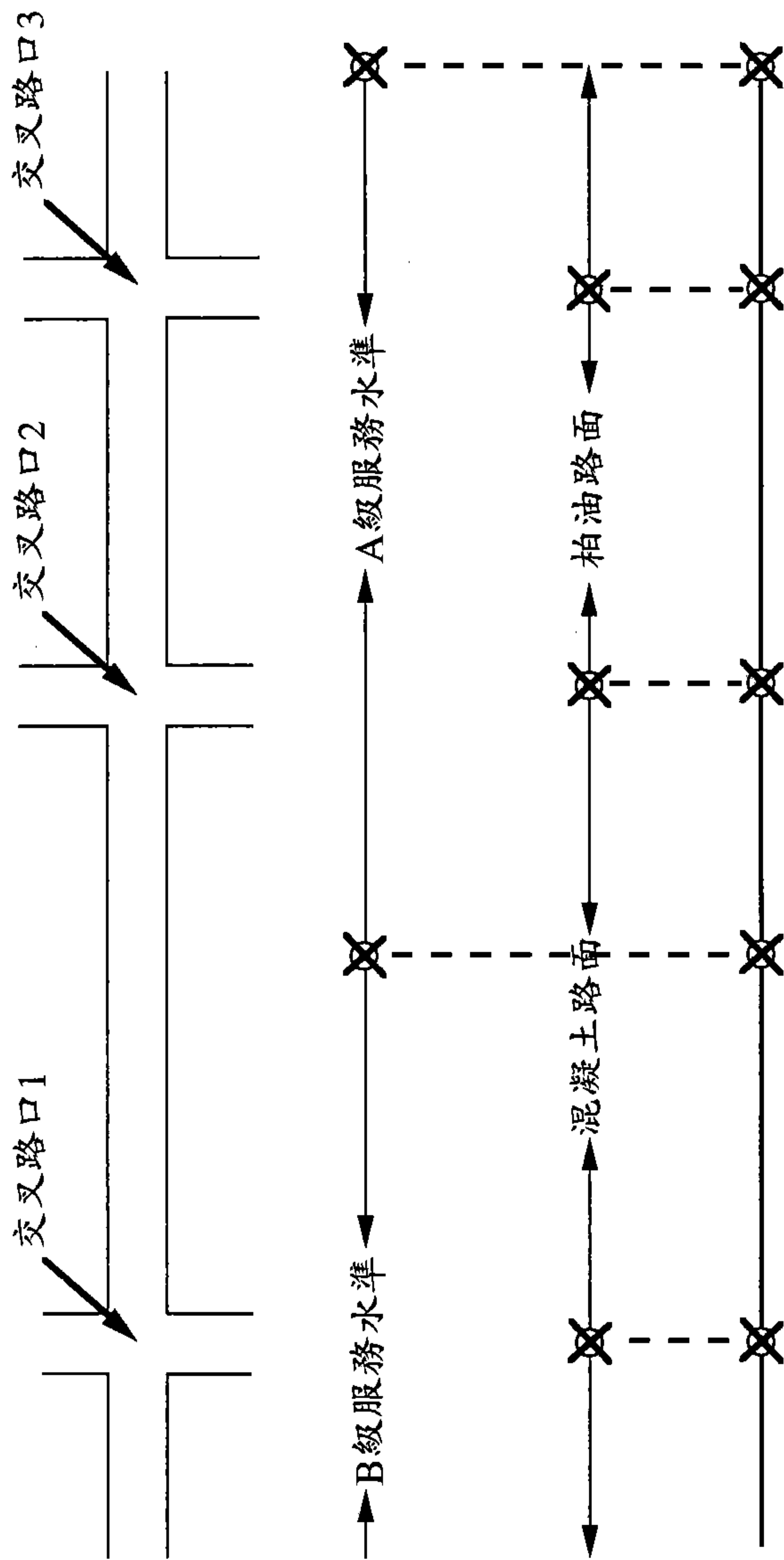
表3-2 基本圖投影規格

比 例 尺	投影方法	經差分帶	中央子午線
1/5000像片基本圖	橫向麥卡脫投影	二度分帶	東經121°
1/10000像片基本圖	橫向麥卡脫投影	二度分帶	東經121°
中央山脈1/25000線劃地形圖	橫向麥卡脫投影	六度分帶	東經123°
臺灣地區1/25000地形圖	橫向麥卡脫投影	二度分帶	東經121°
臺灣地區1/50000地形圖	橫向麥卡脫投影	二度分帶	東經121°
臺灣地區1/100000分縣地形圖	橫向麥卡脫投影	二度分帶	東經121°
臺灣地區1/100000縣市概況圖	橫向麥卡脫投影	二度分帶	東經121°
臺灣地區1/100000地形圖	橫向麥卡脫投影	二度分帶	東經121°
臺灣地區1/250000地形圖	橫向麥卡脫投影	六度分帶	東經121°
臺灣海岸1/1000像片地形圖	橫向麥卡脫投影	二度分帶	東經121°
臺北市1/1000城市地形圖	橫向麥卡脫投影	二度分帶	東經121°
屏東市1/1000城市地形圖	橫向麥卡脫投影	二度分帶	東經121°



X 為屬性變化點；即截點位置

圖3-1 路段截斷示意圖（一）



X 為屬性變化點；即截點位置

圖3-2 路段截斷示意圖（二）

由距離資料來推算，圖形資料也就能與屬性資料正確地對應，所以在建立運輸地理資訊系統的圖形資料時就以交叉路口起迄資料作為節點來建立基本圖層，其他圖層則按照屬性資料中起迄點樁號，以動態路段的方式建立。

3.3.2 GIS-T 圖層劃分

就使用者導向的角度而言，圖層的劃分端視其屬性資料所涵蓋的內容而定，由於運輸資訊系統屬於國土資訊系統的一部分，關於圖層劃分的管理就可依照該系統中各資料類別來區分。國土資訊系統資料目錄分類已針對各種資料類別給予編號，未來若是圖形資料庫擴充或是和其他單位圖形資料庫整合時，對於圖層的管理就根據國土資訊系統資料目錄分類報告中的代碼管理，以便確保各分散系統資料的一致性。在國土資訊系統資料目錄分類中（見國土資訊系統資料目錄，民國八十年，內政部資訊中心）交通網路關於公路部份的資料可概括為下列幾項：

一、公路系統

（一）高速公路公路設施

- 高速公路路段基本資料
- 高速公路橋樑基本資料
- 高速公路隧道基本資料
- 高速公路收費站資料
- 高速公路休息站資料
- 高速公路交流道資料
- 高速公路路面資料
- 高速公路涵洞資料
- 高速公路電話資料
- 高速公路照明系統資料
- 高速公路標誌系統資料
- 高速公路標線系統資料

(二)一般公路公路設施

公路路線沿線狀況及岔路資料

公路路線全線概況資料

公路路線路面資料(包括都市路段基本資料)

公路路線橋樑資料及橋樑分類資料(包括都市路段橋樑資料)

公路路線隧道資料

公路路線涵洞分類資料

公路路線溝管分類資料

公路路線防護工程資料

公路路線標誌資料(包括都市標誌資料)

公路路線號誌及照明資料(包括都市交通號誌資料)

公路路線平交道資料

公路路線立體交叉資料

公路路線陡坡資料

公路路線急彎資料

公路路線地形資料

(三)高速公路交通管理資料

高速公路現點速率資料

高速公路肇事資料

高速公路交通量資料

(四)一般公路交通管理資料

公路肇事資料(都市交通事故基本資料)

臺灣省公路一日平均交通量統計資料

(五)高速公路養護資料

高速公路道路養護資料

(六)一般公路養護資料

公路養護工程資料

縣(市)鄉道養護工程資料

二、運量系統

(一)公路客運

- 公路客運營運概況
- 遊覽車出租營運概況
- 計程車營運概況

(二)公路貨運

- 公路貨運營運概況
- 公路貨運運輸概況

(三)都市運輸設施資料

- 都市道路路段基本資料
- 都市道路路段橋樑資料
- 都市道路標誌資料
- 都市道路標線資料
- 都市道路交通號誌資料
- 行人陸橋及地下道資料
- 路外停車場基本資料
- 路邊停車場基本資料
- 都市捷運系統設施資料
- 聯營公車系統設施資料

(四)都市交通量資料

- 都市一日平均交通量資料
- 都市交通事故基本資料

三、其他資料

- 縣市界線
- 水系分佈
- 交通區分區(社經,人口)
- 沿線土地價值
- 工業區之開發情形狀況之分析
- 都市及區域規劃土地使用情況
- 觀光遊憩資源分佈分佈狀況
- 醫院分佈、消防隊分佈、警察局分佈、加油站分佈

圖形資料若依照上述資料分類並儲存，資料的儲存量將過於龐大且不經濟，較佳的儲存組合就是將業務上實際使用頻率較低的資料項目，只儲存屬性資料在資料庫中，一旦需要使用圖形資料時，則利用動態路段的模組產生一新圖層，迨使用過後便自動清除，如此一來，圖形資料就不至於過於龐大。利用動態路段模組產生圖形資料，不但能確保資料能正確的對應，又可以免除大量處理資料的操作過程（清繪、鏈結...）及減少資料的儲存量，對於系統運作績效的提升助益頗大。

3.4 中文化

在台灣地區發展運輸地理資訊系統，為使該系統能落實應用到實務上，對中文的處理是一個非常重要的課題。然而國內目前所使用的地理資訊系統或製圖系統，大多是使用國外的套裝軟體，所以不能處理中文資料。然而國內的空間資料，在圖上的註記及屬性中，都必然會使用到中文，因此本節中將探討在運輸地理資訊系統中使用中文的課題。

對中文的處理基本上將視所使用軟、硬體的功能可分為下列兩種方法。若使用的電腦軟、硬體不能提供內建的中文系統，我們建議可將一個中文字拆成線段，再把這些線段插入圖檔中，也就是電腦知道的只是一組座標值，並不能知道其所代表的是一個中文字（如圖3-3所示）。在這種處理方式下，對這些代表中文的線段必須另給一特別的屬性註記或以一特別的圖徵來表示，以免在使用中造成困擾。此法之優點為免受電腦軟、體的限制皆可顯示中文；而其缺點為無法使用中文並作為分析判別之用及占用大量硬碟空間[11]。

另一種方法為利用中文碼及註記參數（如插入座標、字高、旋轉角度、註記插入位置等）來插入中文字。在圖檔中所儲存的並非一組座標值，而是中文字碼和註記參數（如圖3-4所示）。此法的優點為可對中文的屬性、註記直接加以取用、判斷，有利於分析及判斷的進行。其最大的缺點為必須確定使用該資料的軟體必須提供相關的中文功能，可能會對資料共享的推廣造成一些不利的影響。

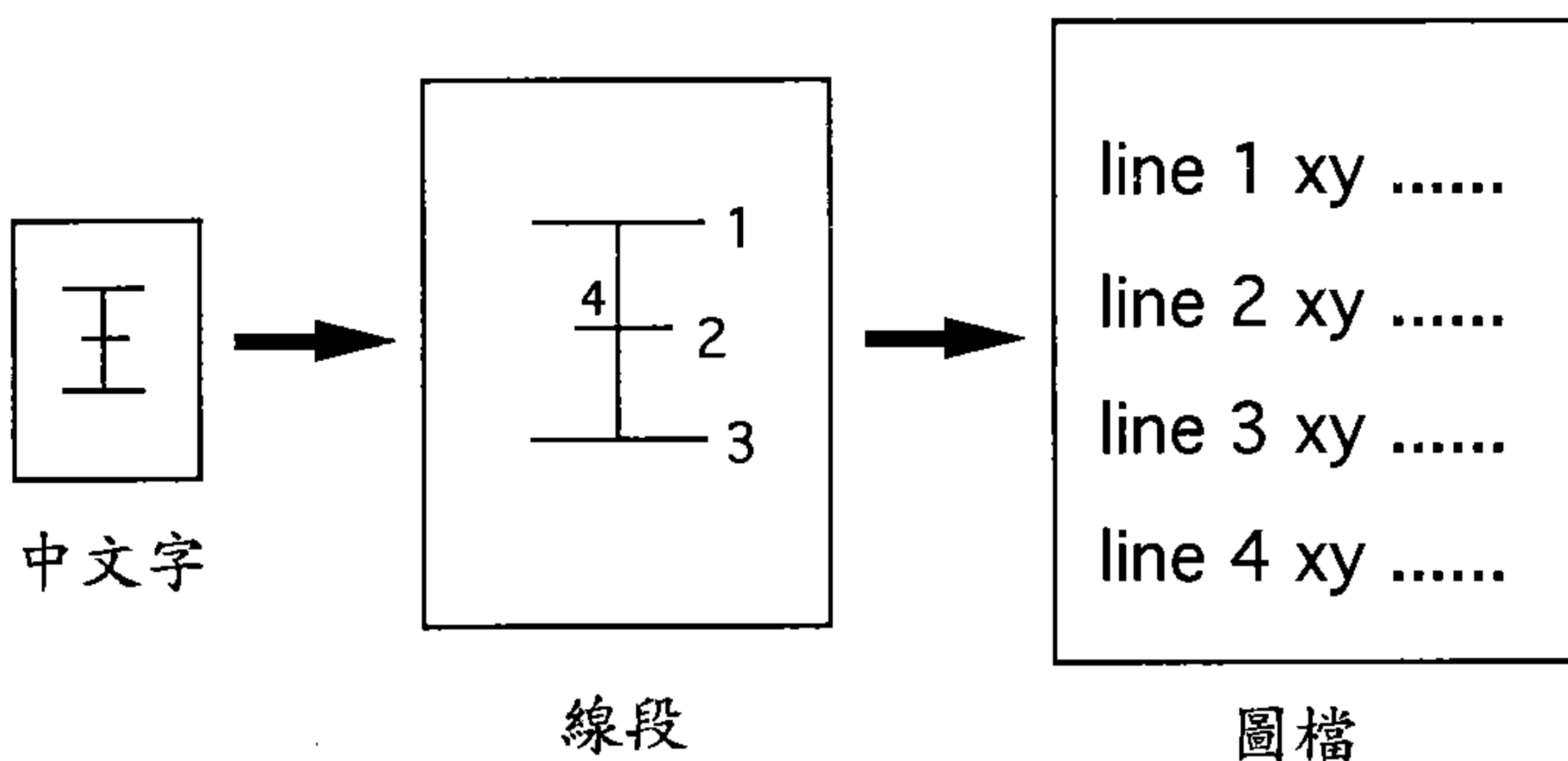


圖3-3 中文字拆成線段插入圖檔之方法

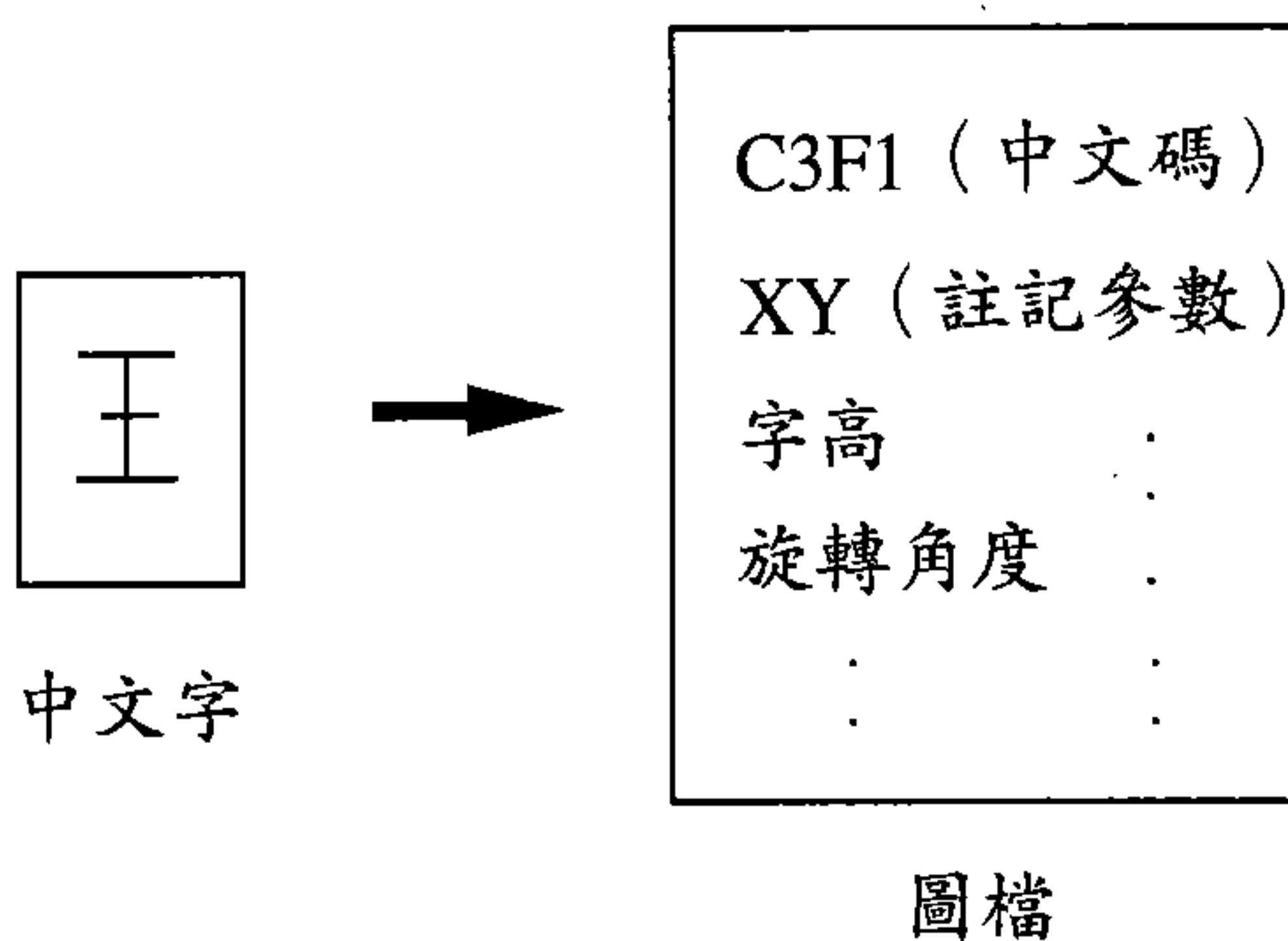


圖3-4 中文字以中文字碼與註記參數插入圖檔之方法

綜合以上各點，我們認為第一種方法並不是一個可行的選擇，因為該法無法支援一個運輸地理資訊系統所需的最基本的分析功能。而第二種方法的最大缺點為其對電腦軟、硬體的依賴性。在目前欲推廣運輸地理資訊系統的前提下，該方法將會使某些機構因現有電腦系統的無法配合，只得放棄運輸地理資訊系統的採用。

因此在本報告中基本上將建議修改、補強第二種方法，以同時能支援提供與不提供中文系統的系統環境。原則上在圖檔與屬性資料中並不直接放入中文資料，對所有需要以中文表達的部份皆以代碼來表示，此代碼基本上是一個指標 (Pointer) 並指到一表示中文內碼查詢表 (Look Up Table) 中的位址，這種表示法可由圖3-5 來表示。在3-5(A)中是一個表達節線資料的示意圖，假設第一個屬性所表達的為流量資料，因此並沒有中文的需求，而第二個屬性代表的是該路段的名稱 (如台三公路)，在3-5(A)中以英文來描述該路段的編號(Tai 3)。至於中文方面，即由第二屬性的附屬欄位所儲存的值來當作查表的指標。我們用"%"符號來作為附屬屬性的判別法，在3-5(A)中第二屬性的附屬指標為1。該指標代表 "Tai3" 的中文對應字可由查詢表中的第一個欄位開始 (如3-5(B)所示)，對查詢表的資料結構則可使用「聯結序列」(Link List)的方法，因此可以很清楚的從3-5(B)中知道第二屬性對應的中文資料為「台三公路」。根據此種架構，不論對任何系統，皆能提供完整的分析功能，達到使用運輸地理資訊系統的主要目的。

雖然儲存這些資料時會使用到較多的磁碟空間，然而在考慮適用性與一般性時仍不失為一可行的方法。如果在資料互傳時，若能事先預知雙方的系統時，亦可只選擇適當的屬性欄位或查詢表來傳輸資料。同時此架構可使任何機關在引進資料後，可視其系統或業務需求保留最適用的屬性資料與查詢表。

3.5 格式

根據國外的經驗，在發展地理資訊系統的過程中，最常遭遇到的兩大類難題是：第一，資料收集與編輯的費時耗力；根據統計，大約60%~80%的時間與費用會花費在資料庫的建立上[11,12]。第二，

節線資料

ID: 1

Start: 4

End: 6

Attribute 1: 100

Attribute 2: Tai3 %1'

(A)

查詢表 (Look Up Table)

1	台	2
2	三	3
3	公	4
4	路	

(B)

圖3-5 中文資料互傳格式

由於不同機構所使用的軟硬體設備不一致，因此造成資料在不同系統之間互傳的困難。因為不同單位在建立資料庫時的不同考量及使用工具的差異性，耗費了大量人力與物力的結果，往往只能供某一單位使用，無法達到資源共享的目的。如此一來，勢必有可能造成重複相同工作的資源浪費。因此，最經濟的方法是一個地區的資料庫，只需產生一次，然後透過資料互傳而達到共享。有了上述的經驗，本研究將針對運輸地理資訊系統資料互傳的問題，進行探討。

有鑒於目前國內常使用於運輸地理資訊系統的軟體絕大部份皆由美國所引進，因此在根據前項分析的結果制定資料標準格式時，將以美國的「空間資料互傳標準」(Spatial Data Transfer Standard, 簡稱SDTS)作為主要的參考對象，研擬出一套適合本國使用的運輸路網空間資料格式標準雛型(Prototype)，作為不同運輸地理資訊系統之間資料互傳之用，以求日後對軟體格式的適應性。

美國空間資料互傳標準(Spatial Data Transfer Standard, 簡稱SDTS)是整個「數值製圖資料標準」的一部份。數值製圖資料標準首先是由數值製圖資料標準全國委員會(NCDCDS)與聯邦數值製圖協調委員會(FICCDC)分別研擬標準，其次經過適當的公聽與試用後，合併成一份標準草案，提送國家標準局(NBS)作為制訂國家標準之用。事實上，SDTS已於1993年中旬正式立法通過成為美國的空間資料轉換標準，其規範了所有有關空間資料的互傳標準，GIS或GIS-T有關的空間資料，自然也是SDTS所規範的對象。因此，相信不久之後，各家軟硬體公司也都勢必要支援此一標準。就更廣泛而言，只要是遵循SDTS標準的空間資料，必可輕易地在各家不同的軟硬體之間轉換。

本研究即著眼於上述優點，認為台灣地區即使日後發展出屬於自己本國適用的互傳標準，但受限於所使用的軟硬體大都來自美國的條件之下，再加上進行全面的「本土化」地理資訊系統仍需一段不短的時間。則在這一段時間內，空間資料轉換的課題仍舊無法獲得圓滿的解決。因此，本研究欲在SDTS一般化之前，針對SDTS進行可行性研究，並以運輸路網空間資料互傳為研究對象。其目的即在及早了解SDTS的特性之外，並藉著實際操作的經驗，提出對台灣地區制定空間資料互傳標準的建議。此處所謂的建議，一方面是提供先進國家制定空間

資料轉換標準所遭遇到的問題及因應之道，如SDTS；另一方面則是在我國地理資訊系統本土化工作尚未完成之前，若有機會需要利用SDTS進行空間資料轉換者，本研究或可提供使用SDTS的心得，以協助日後的使用者一個參考，也算是本研究對我國自行設計空間資料互傳標準的一個建議。

根據SDTS的研究報告[10]指出，SDTS將成為美國聯邦資訊處理標準FIPS (Federal Information Processing Standard) 的一部份，作為國家空間資料轉換的架構。其交換格式載明了不同種類空間資料庫資料轉換方式的結構與內容，以及對相容性有關的規定。而SDTS的實現將促成下列事項：

- (一)提高空間資料的使用與共享；
- (二)減少資料轉換時的資訊遺漏；
- (三)避免資料收集與資訊構建的重複浪費；
- (四)改善空間資料的品質及完整性；
- (五)降低資料與資訊的不一致性；
- (六)改善資料說明文件的品質；及
- (七)擴大國家空間資料的架構。

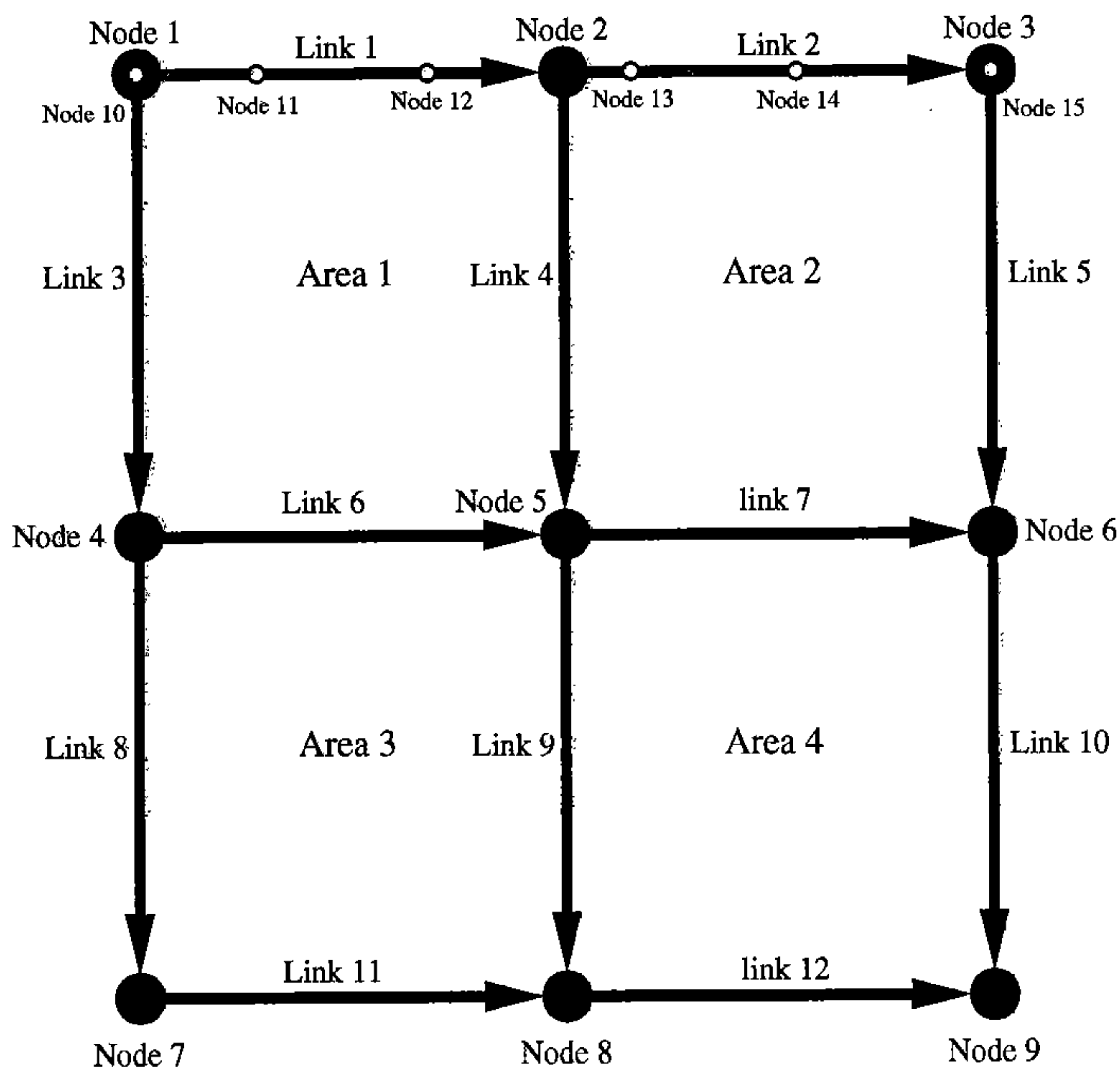
SDTS的內容基本上可分成三大部份：

- 第一部份 — 提出邏輯說明，其中包含了規則要求、觀念模式、品質說明、資料結構模式及轉換格式。
- 第二部份 — 透過提供標準表與空間特徵及其屬性的定義，詳細說明資料的內容。
- 第三部份 — 詳細敘述SDTS在應用時如何配合國際標準化組織ISO (International Organization of Standardization) 對資訊交換所定的資料描述檔案 (ISO 8211)。

由於SDTS的範圍包含甚廣，為顧慮到日後開發軟體上的實際需求（或許不必納入整個SDTS），因此SDTS允許使用者針對其個別需求，定義一個Profile。一個Profile即SDTS的一個子集合，僅擷取SDTS的部份內容，如此一來，將使SDTS的使用更具彈性。目前SDTS工作委員

會所發展出來的Federal Vector Profile已通過立法，正式成為國家標準；同時該委員會並成功地轉換USGS DLG-3及TIGER DATA為此格式。而Raster Profile的研究工作正積極進行中。

由於SDTS的組織甚為龐大，單單經由上述的敘述仍有不夠深入之處。因此以下舉一簡單的例子，說明如何應用SDTS進行空間資料的轉換。圖3-6為一個田字型的街廓示意圖（該圖係配合運輸路網之需求，故假設其為街廓示意圖），分別由9個交叉路口（以『節點』Node表示之）、12條道路（以『節線』Link代表之），構成四個區域（以『面』Area表示之），及分佈在Link 1及Link 2上有以5段以動態路段管理的道路路面破壞資料的邏輯路段。假設道路的基本屬性資料有寬度及交通流量，而道路路面破壞資料邏輯路段的屬性為嚴重程度評分（1分表示最輕微；5分表示最嚴重；其間依此類推）。則以SDTS及Vector Profile的規範進行圖3-6範例的空間資料轉換時，其重要的轉換模組之內容可分析如附錄三。



- 說明：1.Node 1 ~ Node 9為基本路網上的節點。
 2.Link 1 ~ Link 12為基本路網路段。
 3.Node 10 ~ Node 15為道路路面破壞資料的路段。

圖3-6 SDTS轉換範例測試圖

第四章 GIS-T應用課題之探討

運輸地理資訊系統之應用極為廣泛，基於研究時間及研究經費之限制，本研究擬以交通部運輸研究所之需求為探討範圍。運輸研究所目前的編制，分為運管、運工、運安、運計、運資及綜技等六組，各組對於GIS-T應用課題的需求均有不同，而且各組業務涵蓋範圍極廣，亦無法全盤討論；故本研究在應用課題的選擇上，擬從與各組業務相關之課題中擇一討論，並示範如何將此課題與運輸地理資訊系統結合。在課題之選擇上，本研究將討論運輸規劃、道路管理、公車資訊查詢及汽車定位等課題，分別詳述如下：

4.1 運輸規劃

由於都市活動的增加，發展規模的擴大，交通技術的發達，使得都市交通日漸龐大，而且系統構成益形複雜；同時，因都市社會發展的需要，都市交通決策環境所考慮對象與系統間的相互關係，亦更為廣泛與深入。都市交通問題的解決與發展策略的制定，不止是實質設施的工程設計可以達及，必需有賴於系統的運輸規劃方法，有效瞭解人類之交通行為與運輸系統間的交互作用關係，以茲擬定包括實質設施發展、系統影響分析、營運與管理之完整性都市交通計畫，作為都市交通決策與發展的藍本。

運輸規劃或稱土地使用運輸系統(LUTS)係指自旅次產生、旅次分佈、運具選擇至交通量指派等一套程序性的步驟，系統內包含有許多不同的運輸需求預測及供給指派模式，在管理及使用上不甚容易，因此如何以一套整合系統提供全面性的分析工具去評估整個運輸系統是有必要的；而使用運輸模式時，則常有資料正確性的疑慮。上述的問題，均可透過GIS上空間資料庫的儲存及系統整合模式庫的概念來解決。但由於運輸空間資料與模式的需求特性，使得一般功能的GIS亦無法完全滿足運輸規劃過程中所需的功能，故GIS-T應運而生。

使用GIS-T處理運輸規劃問題主要有下列幾項優點：

- 一、透過GIS-T的資料轉換及座標變換功能，使運輸空間資料的來源充足(如TIGER、ETAK、SPOT等)。
- 二、GIS-T的資料庫管理系統可保證土地使用、社經資料的正確性，有助於模式的正確運算。
- 三、位相資料與屬性資料的一致性將可增加規劃者對整個研究範圍的全面性了解。
- 四、GIS-T以其模式庫管理系統整合運輸規劃過程中所需使用的各種模式，以便利規劃者管理及使用。
- 五、模式分析結果可於GIS-T上以地理區位關係顯示，有助於規劃者了解分區間資料的差異程度。
- 六、GIS-T上不同道路等級路網的重疊及空間資料的編修功能增強了運輸規劃上網路分析的彈性及能力。
- 七、動態路段的使用除了可節省位相資料庫的儲存外，更可讓規劃者以不同主題去構建路網，再應用運輸規劃的程序去求解，擴大運輸規劃的應用範圍。

4.2 運輸工程

本課題選擇以道路路面管理系統為運輸路網地理資訊系統在運輸工程的應用之一。路面管理系統(Pavement Management System, 簡稱PMS)是一個涵蓋調查、評估、分析與養護規劃等子系統的龐大組織。利用地理資訊系統(簡稱GIS)所建立的PMS可稱為PMS/GIS, 其可行性與適用性已獲得歐美各國運輸部門所肯定。其所應具備的功能, 整理如下:

- 一、資料收集(Data Collection)
- 二、初步分析與說明(Preliminary Analysis & Interpretation)

三、系統評估 (System Assessment)

四、策略之決定 (Determination of Strategies)

五、計畫判定與發展 (Project Identification & Development)

六、計畫之執行 (Project Implementation)

為了達到上述功能的要求，一個完整的PMS/GIS應包含下列各種與道路狀況相關的資料：

- (一)道路等級資料
- (二)路面狀況 (破壞) 調查資料
- (三)路面結構強度調查資料
- (四)路面抗滑調查資料
- (五)路面平坦度調查資料
- (六)交通量調查資料
- (七)路面材料特性資料
- (八)路面結構資料
- (九)路面養護資料

至於路面養護管理系統程序之建議，可說明如下[13]：

一、資料之蒐集

為進行路面養護管理的第一步驟。一般來說，破壞路段依「段」為基礎加以記錄，並以表格形式列印其結果。並依屬性分別著上不同顏色之展示路段將使資料的讀取、編輯更為容易；缺乏資料的路段也可以明顯地表示出來，量測或轉換造成的誤差也能清楚的加以辨識。

二、空間資料與屬性資料之整合

傳統的路面養護管理，工程師皆以人工方式將資料儲存在基本地圖中。由於資料龐大，往往一張圖上只記載某一類的資料而已（例如車轍、裂縫及整體績效指標便分別存放在三張圖上）。然而在地理資訊系統的應用上，便可透過關連式資料庫將多種屬性資料充份與實際

公路路網整合在一起。就上述的例子而言，只要一個查詢的指令，便可同時檢視多種屬性資料，或加以運用分析，可省去大量的儲存空間與人力資源，達到空間資料與屬性資料整合的目的。

三、屬性資料之運算

一些類似「簡單的數學運算」、「空間/狀況查詢功能」、「統計」及「圖、表之顯示」等功能，均可將原始資料重新加以組合或以不同的型式表達，帶來另一種資訊。這些資訊可幫助系統使用者更輕易地參與路面養護管理的工作。

四、方案之分析與決策之提供

破壞路面養護方案之選定為PMS/GIS的主要功能之一，其評估準則可依使用者的需求而有彈性的設計，此為決策支援系統的特色，藉由地理資訊系統的應用，可有效地發揮此項優點。此外，使用地理資訊系統的另一個優點是其可以將若干難以整合的資料項目納入考慮，使得方案的評估更為準確。例如養護方案的決策需考慮交通特性的資料：道路幾何設計、天候狀況、交通量、號誌等，均能與路面狀況加以整合，提供決策者充份的資訊。

4.3 運輸管理

本課題以公車資訊查詢系統為運輸路網地理資訊系統在運輸管理的應用之一。近年來，由於經濟普遍繁榮與人口急遽成長，促使交通需求大量增加，有效的解決之道乃是積極地發展大眾運輸系統。有鑑於公車為現行大眾運輸系統中，歷史最悠久，使用最為普遍的一種，本研究乃針對公車路線的營運，結合地理資訊系統，建立一套公車路線查詢系統。以期能作為一般查詢用途之外，更能提供決策者作為分析服務特性，如服務水準、服務面積、旅客需求等，進而訂定其發展策略，作為其決策支援的來源之一。

由於公車站牌的設置，所以設有站牌的地點則視為需求產生點。再加上公車有路線固定的特性，因此其所經過的路段也是一個重要的資訊。所以就公車路線的查詢功能而言，至少應具備：

一、設站地點查詢

提供使用者查詢公車設站的地點，除了可以用於獲取站牌的空間位置外，尚提供決策者對於設站地區服務範圍的資訊，以評估站牌位置設施的優劣。

二、各站旅客需求量查詢

根據旅客需求量的資料，決策者用以評估路線、排班、設站等相關分析工作；可視為公車經營者的重要資訊來源。

三、公車服務路線查詢

對一個乘客而言，公車服務路線的查詢是最實用的功能。有別於文字符號站牌的敘述，以圖形顯示公車所行經的路線，更能加強印象與達到親和性的效用。

四、服務水準評估

藉由計算每個路段上所有經過公車的數目，可用來評估公車的服務水準。提供決策者發展遠程計畫的重要資訊。

五、路權查詢

由於公車路線的經營受限於路權的劃分，因此一個決策者必須隨時掌握其所擁有路權的資訊，以作為發展策略時的參考。

就以上五點分析，可看出站位、需求量、所經路段為主要的資料來源。

4.4 衛星定位

定位系統若與導航功能相互結合再配合電腦、通訊、控制科技、地理資訊系統的整合並透過組織整合、多運具與系統整合、以及供給與需求整合就成為自動車輛定位導航系統(Automatic Vehicle Location and Navigation System, AVLN)。自動車輛定位導航系統是運輸界近年來的重要研究方向之一，目前美國智慧型車輛和公路系統(Intelligent Vehicle and Highway Systems, IVHS)，歐洲的道路運輸資訊(Road Transport Informations, RTI)都朝這個方向發展，

。其主要構想為利用衛星定位技術及數位通訊等先進科技收集交通量、道路現況資料、擁塞情形、緊急事件及駕駛人行為等動態資料，再藉由通訊設備將資料傳送至中央控制中心，經過即時的地理資訊系統將資料分析處理後，自動調整時制，或將較佳的行駛路線告知駕駛人，以期降低不必要的交通延滯，從而提高交通路網的使用效率，綜觀上述討論可以看出定位技術扮演著相當關鍵性的地位，因此本研究擬以定位系統的基本原理及應用範圍加以探討。

就定位的方法而言，可直接使用一部接收器進行定位，但精確度較差；另一種方法是同時使用兩部接收器進行定位，目的在消除共同的誤差，以提高精確度，稱為差分定位(Differential GPS, DGPS)。DGPS雖可提高定位精確度，但在實際應用時，需考慮到兩部接收器溝通傳輸的問題，就現況來看，仍有許多技術尚待克服。因此本研究只使用一部接收器進行定位之探討，至於相關的定位原理及DGPS的應用，請參考附錄二的內容。

第五章 GIS-T應用課題作業程序之示範

5.1 軟體選用與資料庫建立

5.1.1 軟體選用

綜觀目前國內相關行政機關與學術單位採用的 GIS 或 GIS-T 軟體系統，主要有TransCAD、ARC/INFO、INTERGRAPH MGE、ERDAS、GENAMAP、MAP、INFORMAP...等，以2.3節中所述之資料庫與模式庫需求特性作為本研究軟體選用的標準，將發現大部份系統在資料庫的處理方式及容量限制上相差無幾；但在分析模式庫方面，則由於各軟體系統發展時，對其應用領域訴求重點的不同，所提供的分析模組功能也不一致；針對五個應用課題，本研究分析歸納各軟體系統現所提供的模組庫，發現唯有TransCAD提供運輸規劃的分析模式，其它軟體則無提供；由於運輸規劃功能是GIS-T不可或缺的基本分析功能之一，基於本要點及能以一套軟體系統涵蓋所有本研究之研究課題的原則，本研究選用TransCAD作為示範GIS-T應用課題作業程序之軟體系統。

5.1.2 資料庫建立

基於時間及經費的考量，在本研究中運輸規劃、運輸管理與運輸工程示範資料庫之建立，圖形資料來自交通大學運輸工程與管理學系已數化之新竹市五千分之一航測基本地形圖，範圍包括新竹市主要省、縣道；屬性資料於運輸管理部份承蒙新竹客運公司提供路權及路線資料，運輸規劃及運輸工程部份則採適當的虛擬數值應用之。

衛星定位課題中所採圖形資料庫除上述五千分之一地圖外，本研究亦自行數化新竹市二萬五千分之一及十萬分之一地形圖，以比較不同比例尺數化之地圖於衛星定位需求上之適用性。

此外在屬性資料方面，因為考慮到動態路段的管理，因此以下將分析有關動態路段的要求與操作：

5.1.3 動態路段

在3.3節中，我們已對在運輸地理資訊系統建立中圖層劃分的準則做了討論，由上述的討論中，我們可以清楚的看出對不同的圖層劃分（應用方向），其資料發生改變的點，往往跟實體路段（Physical Segment）不一致。如對公車營運來講，其載客量的改變往往發生在站牌所在的位置，而不是公路的交叉口。因此在這種情形下，我們稱由一個站牌到下一個站牌間的路段為適用於公車營運管理的一個邏輯路段。

根據上述的原則，我們可以對不同的應用課題（或圖層劃分），就其所需資料改變的起訖點來定出適當的邏輯路段。然而在一個資料庫中若為同時滿足不同的應用課題而存有不同的邏輯路段時，對資料儲存的重複累贅性（Redundance）的避免及在做分析時對資料正確性的要求，可用動態路段（Dynamic Segmentation）的技術來加以克服。在下一節裡將詳細敘述如何應用動態路段來滿足在一資料庫中同時存有不同的邏輯路段的情形。

動態路段的問題係源自於一個路段上因其屬性資料特性的差異性，而有各所屬資料路段起迄點劃分不同的情形發生；可以圖 5-1 示意之：

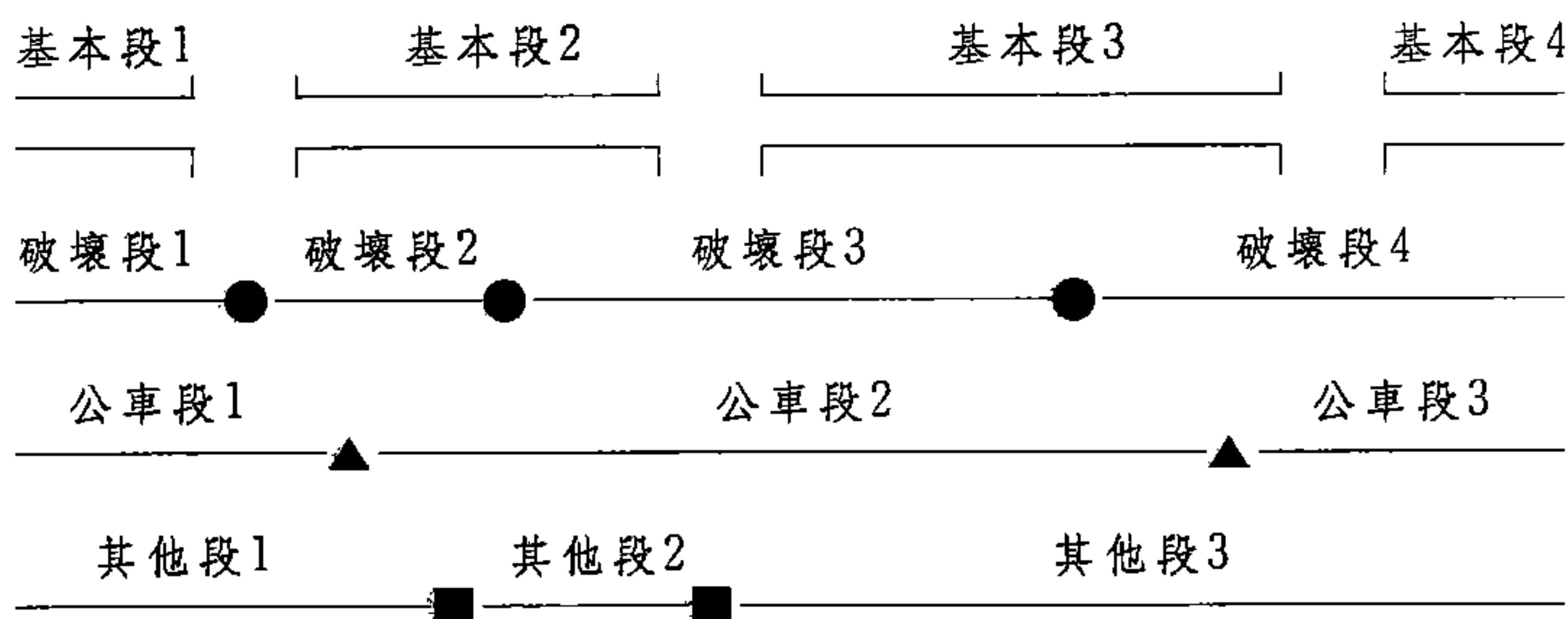
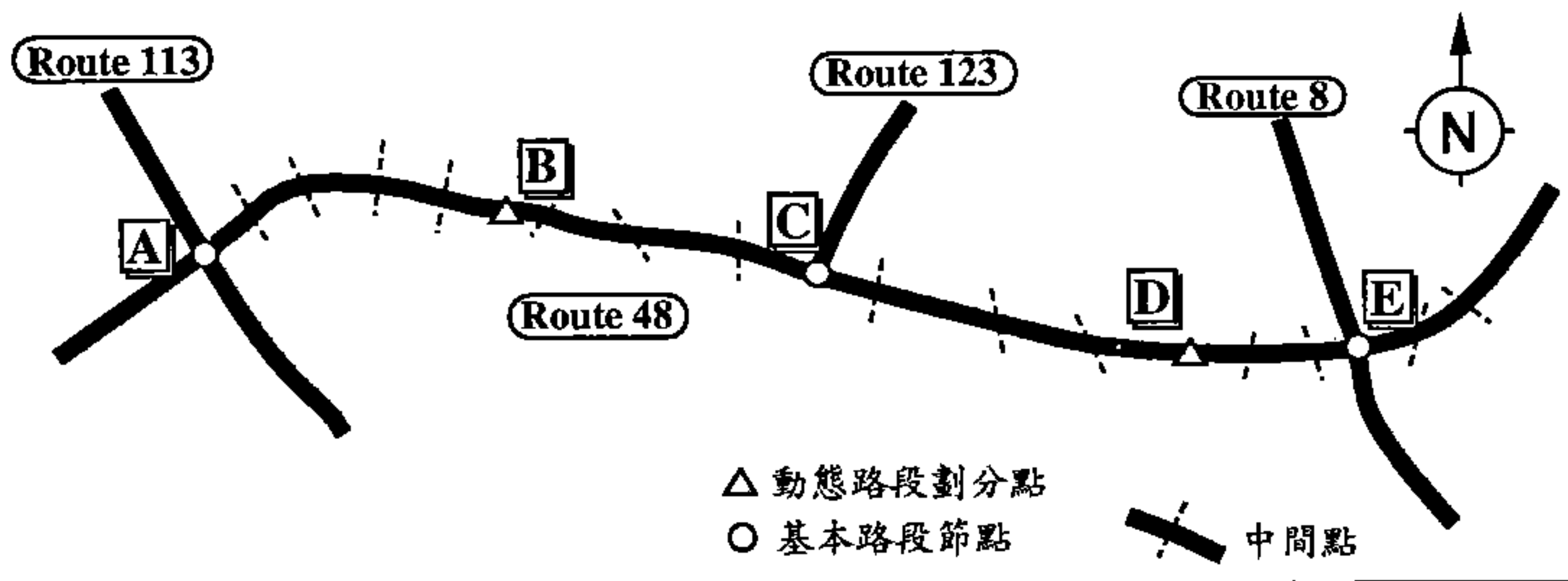


圖5-1 不同的路段起迄點劃分示意圖

經由比較可以得知：基本路段、公車路段(以站牌為起迄點)、路面破壞資料路段…等等，因為性質有所差異，而有不同的起迄點劃分方式。若僅以基本路段涵蓋之，則將造成資料查詢或分析上的錯誤。目前已有許多研究均指出動態路段為地理資訊系統應用在運輸路網分析上的重點之一[4,6,7]；其問題的核心有二：

首先，是如何在不同的起迄點劃分方式下，正確地得到該路段所擁有的屬性資料，以供查詢或分析之用。關於這一點，Dueker [7]曾加以詳細探討並描述其演算過程，如圖5-2。由其演算過程中可以看出，為了求得起點與迄點的實際座標值以提供系統分析與記錄之用，乃先計算路段長度比例，再加以內插計算而得實際座標值。因此在運作的過程中，必須另有一套參考座標系統，才能將路段比例求出來。這個參考座標系統在國外往往都是採用Mile Point(或稱『Mile Post』)；就國內而言，相當於是公路樁號(或稱『樁點』)系統。如此一來，我們便可以將公路樁號的記錄應用在動態路段之上，方便系統的運作。

其次，之所以使用動態路段的最大原因乃在於資料庫的精簡化。以圖5-3為例，假設某一條道路擁有下列相關屬性，分別是：寬度、路面狀況、道路等級、車道數、肇事率等。在沒有採用動態路段之前，其資料庫的設計是同時考慮該六種屬性的起迄點劃分地點，然後將各相鄰點之間的路段視為一個資料記錄實體，並把該路段上的六種屬性資料記錄下來，以供查詢或分析之用。這樣的設計方式，由圖5-3可以看出，有許多的資料是重複且多餘的(Redundance)，不僅是浪費資料庫的空間，同時也徒增在資料庫維護管理上的困擾。當屬性資料不多時，或許還看不出來；一旦資料增多或是其中有一種屬性資料的路段劃分非常細時，其所帶來的浪費與不便，恐怕就遠超過我們所能掌握的範圍。因此，為了落實動態路段的觀念，就必須針對資料庫的問題，重新設計。其中的一個方法（為目前較常見的方法之一，其採用者亦包括TransCAD 2.1版），見圖5-4，是在資料庫中只記錄實際基本路段劃分的資料，至於其他不同起迄點劃分的屬性資料，則透過樁號為索引，各自以表格(Table)的方式存放之，(事實上，『道路名稱』也是一個索引的資料，單靠樁號是無法達成要求的，因為樁號允許被重複編碼)然後在應用時便可應用前述的方式，經由樁號求出長



問題：若自 MP_B 至 MP_D ，其鋪面寬度為30公尺，
試求出 $X_B Y_B$ 及 $X_D Y_D$ 以供分析。

已知：

節點 A	點 B	節點 C	點 D	節點 E
$X_A Y_A$?	$X_C Y_C$?	$X_E Y_E$
MP_A	MP_B	MP_C	MP_D	MP_E
及 $X_i Y_i$ for all 中間點				

步驟 1：

找出 MP_B 與 MP_D 所對應的基本路段，並記錄下列欄位：

Link_ID, From_MP, To_MP

步驟 2：

計算出長度的比例： AB/AC , CD/CE

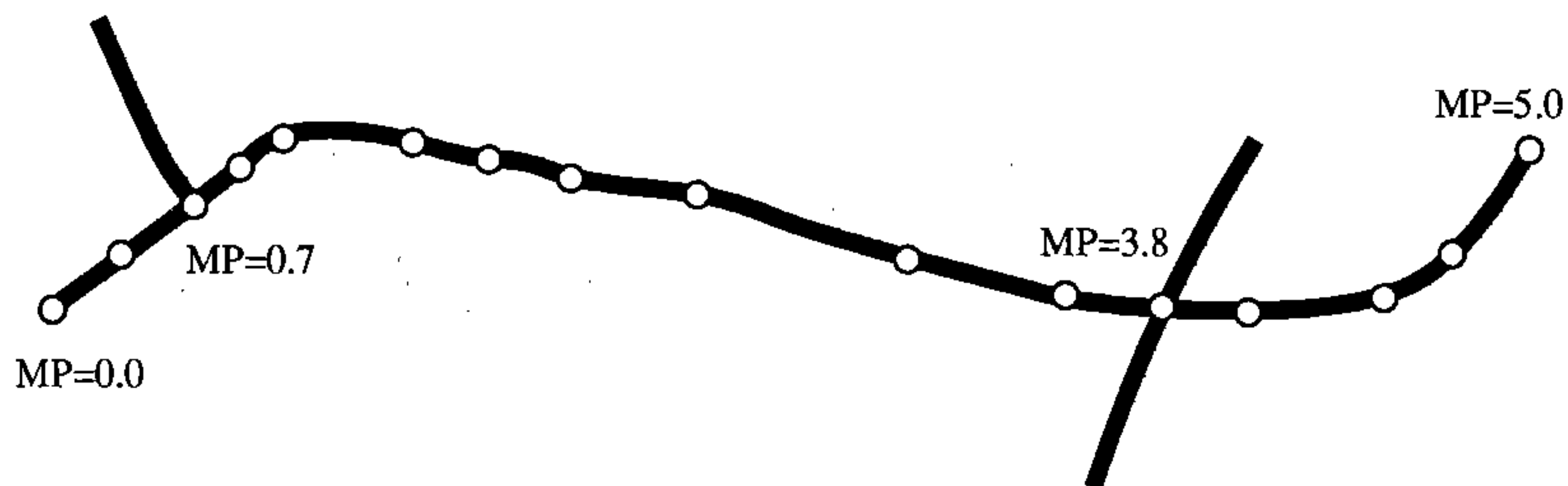
步驟 3：

利用長度比例及中間點的座標值（各中間點與中間點彼此為直線距離），利用內插計算方法，逐量找出一條連續路段，使其起於B點而終於D點

步驟 4：

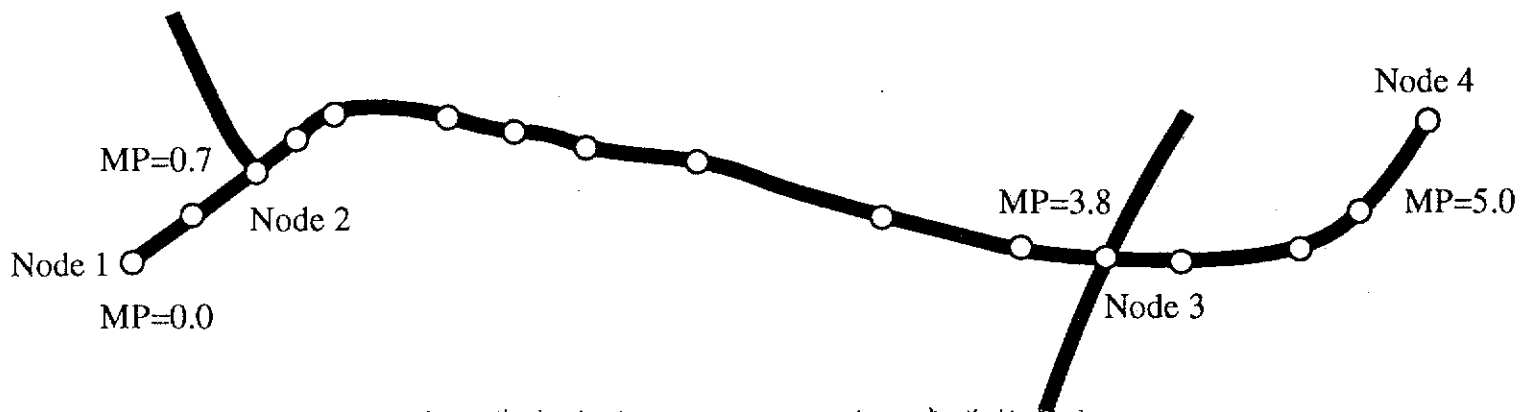
記錄B,D分別為起點及迄點，以供分析之用

圖5-2 動態路段截取演算過程（參考資料：文獻〔7〕）



路 段	寬 度 (公尺)	路 面 狀 況 (等級)	道 路 等 級	車 道 數	肇 事 率
1	3 0	B	台一線	4	1 . 8
2	3 0	B	台一線	4	2 . 2
3	3 0	C	台一線	4	1 . 8
4	3 0	C	台一線	4	2 . 0
5	2 0	C	台一線	4	2 . 0
6	2 0	C	台一線	4	2 . 3
7	2 0	B	台一線	4	2 . 3
8	2 0	B	台一線	4	2 . 8
9	2 0	A	台一線	4	1 . 7
1 0	2 0	B	台一線	4	2 . 2
1 1	3 0	B	台一線	6	1 . 7
1 2	3 0	B	台一線	6	1 . 9
1 3	3 0	B	台一線	6	2 . 0
1 4	3 0	B	台一線	6	2 . 1
1 5	3 0	B	台一線	6	2 . 2

圖5-3 不精簡的資料儲存方式



0 · 基本路段

變化點 樁號	起 點	迄 點
0 · 0	1	2
0 · 7	2	3
3 · 8	3	4

4 · 車道數劃分

變化點 樁號	車 道 數
0 · 0	4
3 · 4	6

1 · 道路名稱

變化點 樁號	名 稱
0 · 0	台一線

5 · 肇事率劃分

變化點 樁號	肇 事 率
0 · 0	1 · 8
0 · 3	2 · 2
0 · 7	1 · 8
0 · 8	2 · 0
1 · 4	2 · 3
2 · 0	2 · 8
2 · 4	1 · 7
3 · 0	2 · 2
3 · 5	1 · 7
3 · 8	1 · 9
4 · 0	2 · 0
4 · 4	2 · 1
4 · 6	2 · 2

2 · 路寬劃分

變化點 樁號	寬 度
0 · 0	3 0
1 · 0	2 0
3 · 8	3 0

3 · 道路路面狀況劃分

變化點 樁號	路 面 狀 況 (等級)
0 · 0	B
0 · 7	C
1 · 7	B
2 · 4	A
3 · 0	B

圖5-4 精簡的資料儲存方式

度比例，再內插計算出座標值，並對應到各個屬性資料，以回答查詢的要求。這樣的作法，如圖5-4，就可以完全避免因資料重複登錄而佔用記憶體空間的缺點。同時，由於屬性資料係經過分類後再以表格方式存放之，因此在資料庫的維護上是相當的方便、迅速。使用者只要根據道路名稱與樁號(或Mile Point)為索引，直接在該屬性表格進行資料的編輯即可。經由以上的敘述，不難發現，依照這樣子的資料庫設計方式，無論是屬性資料的查詢、編輯或其分析功能的應用，均可符合動態路段的要求。

5.2 TransCAD介紹

5.2.1 TransCAD系統特性

以下以五點分述 TransCAD 系統特性：

一、資料輸入

TransCAD資料庫之建立，基本上是利用 Tcbuild 建檔程式來處理，Tcbuild 能轉換文字檔及TIGER/LINE檔存入TransCAD資料庫中，並提供了編輯資料庫的功能。

除使用Tcbuild 外，使用者亦可從外部傳入文字檔或試算表檔直接在TransCAD上輸入屬性資料；至於圖形資料之輸入，則使用數化儀數化地圖，或者從外部讀入圖形檔（如衛星影像檔、照片掃描檔），而直接使用滑鼠在螢幕上描出輪廓以產生圖形資料。

二、資料儲存及資料庫管理

TransCAD使用關聯式資料庫，可避免重複輸入而造成容量浪費及錯誤資料的發生。並可同時處理20個資料庫，或40個層級，而每個層級中可有999個欄位或一千六百萬個記錄，其容量只受限於硬碟容量；於資料庫管理方面，則提供試算表工具，使用者可於其上對特定記錄作建立、尋找、修改、刪除等動作。

三、資料轉換

TransCAD可讓使用者使用滑鼠或鍵盤直接在螢幕上更新、編輯圖形資料，並對其作放大／縮小、投影轉換、距離計算等操作。

四、資料利用與分析

TransCAD內建數種統計模組供使用者對屬性資料作統計分析及繪製統計圖表，並可讓使用者外部呼叫其提供的運輸網路應用模組或是使用者自定模組，以解決運輸規劃問題、車輛路線、最短路徑、設施區位、旅行推銷員及一般 GIS 模式等問題。

五、交談式處理功能

TransCAD提供了彈出式視窗、子功能表、訊息欄及對話盒等方法，讓使用者容易使用並了解本系統目前的工作情形。

5.2.2 TransCAD的系統架構

TransCAD使用六個功能不同的視窗來提供有效率的操作環境以便於使用者容易學習使用並處理資料庫中的資料，今依次說明各視窗如下：

一、圖形顯示視窗

圖形顯示視窗可讓使用者將其選擇的圖形或屬性資料展示在螢幕上，並可讓使用者輸入命令而改變圖形的比例、顏色、位置、符號形狀等要素。

在圖形顯示視窗中，TransCAD可讓使用者依屬性資料之不同而改變圖形的形狀以利於分辨各圖形之間的差別，並允許使用者將其結果輸出到列表機或繪圖機上列印出來。例如，我們可依各道路的速限之快慢而給與不同的顏色，並根據其交通量的大小來決定該道路的寬度，並在其旁顯示路名，如此一來，我們將可在圖形上得到各道路的名稱並由其間速限、交通量大小的比較而得到我們想要的資訊。

在屬性資料的查詢上，使用者可使用滑鼠在圖形上選擇一個圖素並查詢其屬性資料；此外，亦可使用滑鼠直接在圖形上增加、修改、移動或刪除一個圖素。

二、資料編輯視窗

資料編輯視窗提供了一個試算表式的資料編輯器，其功能包括了公式化的編輯、以欄位內容排序記錄、記錄搜尋、欄位鎖定保護以及各欄位與記錄的編輯(增加、修改、刪除)功能。

公式化的編輯功能可讓使用者輸入公式而計算一個欄位內資料之總和、由一區域之人口數及面積求得該區域的人口密度，甚至用來計算一條道路的鋪面狀況。

在本視窗中，資料庫中的資料可以印表機或存成檔案的方式印出；而所有資料均可使用文字檔或Lotus 1-2-3格式檔來輸入或輸出。

三、圖表視窗

圖表視窗可讓使用者在短時間內即可對選擇的資料欄作長條圖或餅圖以供分析。

四、統計視窗

統計視窗內提供數種統計模組，以供對資料作統計分析用。例如，我們可將一個機場內所有旅客的旅次長度作統計處理以求得其平均值、最大最小值等資訊。而複迴歸模組則可讓我們用來估計一個地區的旅次產生模式。

五、表格視窗

表格視窗可讓使用者建立或編輯一維或二維的表格或矩陣，這些表格或矩陣將可用來儲存產生／吸引旅次、O-D表及旅行成本等資料以供模組執行時輸入資料用。

六、條件視窗

條件視窗允許使用者預先儲存32項已定義完成的條件敘述，以供查詢或訂定選擇範圍時直接選用，這種預設條件式之使用將可縮短操作時間，使工作效率化。

5.3 運輸規劃

本節下分兩小節，5.3.1節說明於TransCAD上利用其提供模組作運輸規劃時，如何執行路網建檔、旅次產生、旅次分佈、運具選擇及交通量指派等五個步驟；5.3.2節則討論如何採用本研究發展之轉檔程式，配合MINUTP，構建出一套能在TransCAD上以呼叫MINUTP作運輸規劃的作業程序。前者操作流程見圖5-5，後者的操作程序則因操作彈性大而採開放式環境，今分別說明如下：

5.3.1 以TransCAD提供的模組進行運輸規劃分析

一、路網建檔

欲在TransCAD執行運輸規劃應建立的路網資料檔包括：線資料庫、TransCAD網路檔及各分區間之阻抗檔，分述如下：

(一)建立線資料庫

TransCAD線資料庫之建立方法有下列幾種：

1.讀入影像檔而使用滑鼠描圖

- (1) 使用TCBUILD程式，將EMPTY_LN資料庫複製成新資料庫。
- (2) 進入TransCAD的MAP DISPLAY WINDOW中，讀入地圖之影像檔。
- (3) 使用滑鼠描圖而建立位相資料庫。
- (4) 跳出TransCAD後進入TCBUILD中並增加屬性欄。
- (5) 在TransCAD DATA EDITOR WINDOW中由外部檔案傳入屬性資料。

2.以點圖板點圖

- (1) 驅動TransCAD適用的點圖板。

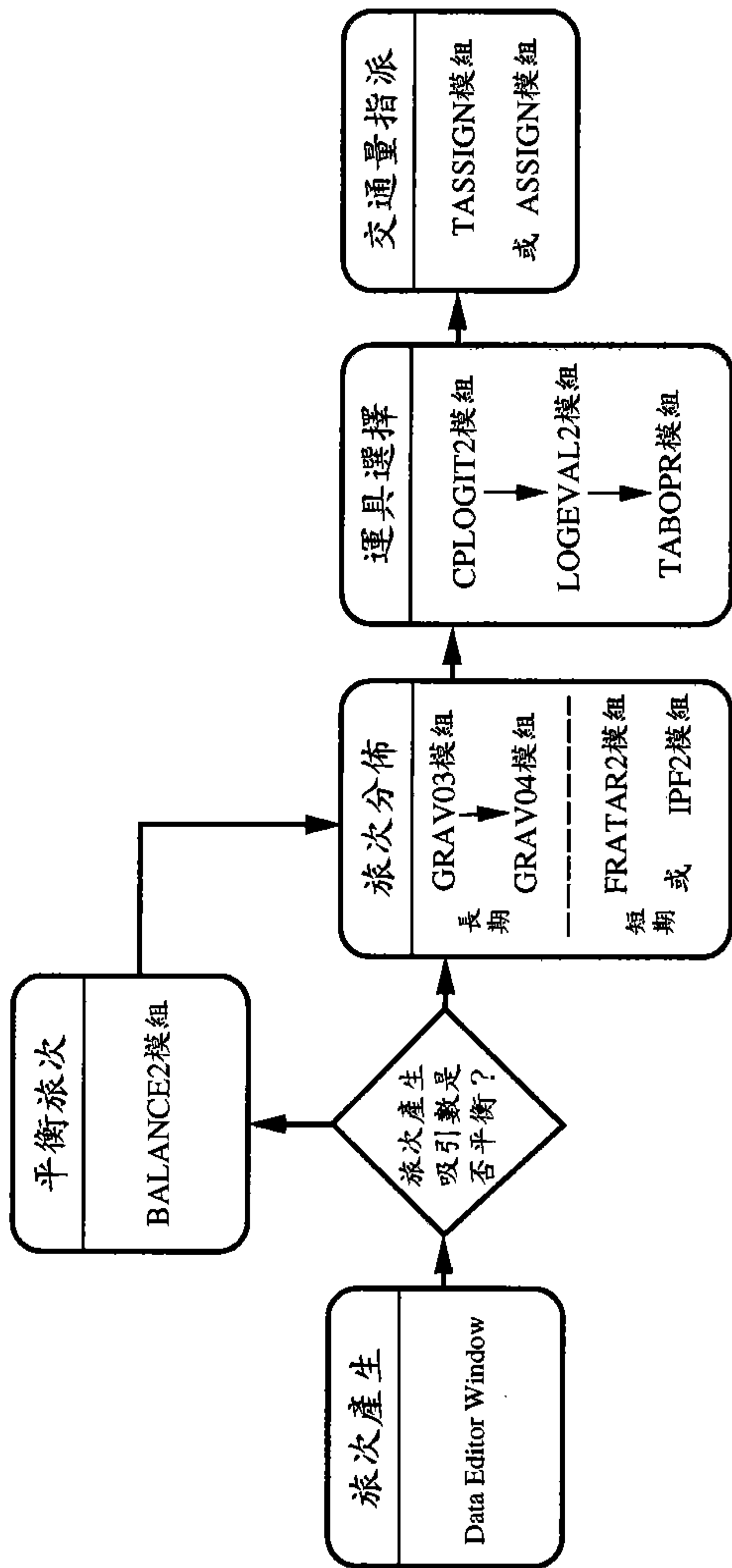


圖 5-5 TransCAD 上運輸規劃流程圖

- (2) 使用TCBUILD程式，將EMPTY_LN資料庫複製成新資料庫。
- (3) 進入TransCAD的MAP DISPLAY WINDOW中，將滑鼠之使用切換成點圖板之使用。
- (4) 使用點圖板點圖建立位相資料庫。
- (5) 跳出TransCAD後進入TCBUILD中並增加屬性欄。
- (6) 在TransCAD DATA EDITOR WINDOW中由外部檔案傳入屬性資料。

3. 以TCBUILD轉換基本資料檔

- (1) 將研究範圍內路網之位相及屬性資料整理成TransCAD線資料庫必需的節點、節線原始資料檔。
- (2) 執行TCBUILD建檔程式，並按需要而設定建立檔 (Build File)之內容。
- (3) 透過TCBUILD，依照建立檔之設定將節點、節線原始資料檔轉換成為TransCAD線資料庫。

4. 以TCBUILD轉換TIGER/LINE檔

- (1) 執行TCBUILD建檔程式。
- (2) 選取<Translate>指令而將 TIGER/LINE 檔案轉換成TransCAD資料庫。

(二) 建立TransCAD網路檔

1. 讀取上述之線資料庫並進入TransCAD中。
2. 切換至線層級中並選取所有的節線。
3. 執行MAKENET模組後選取相關的屬性資料後將建立TransCAD網路檔。

(三) 建立各分區間之阻抗檔

1. 在點層級中選取各分區中心。
2. 執行SP模組中之<Many to Many>選項。
3. SP模組將建立各分區中心間之最短路徑成本檔未來可在旅次分佈時當阻抗檔用。

二、旅次產生

分為旅次產生、旅次吸引以及平衡旅次數三部份：

(一)旅次產生

- 1.若使用迴歸方法，則可於Statistic Window中選Regress Routines來對資料庫中的欄作迴歸分析並產生迴歸模式檔；再於LINEVAL模組中讀取迴歸模式檔及資料庫內容而運算，運算結果將儲存於因變數欄中。
- 2.若使用類目分析法，建議以DBASE作分類及計算工作，再以Lotus 123作相乘加總工作，最後再於TransCAD點層級的DATA EDITOR WINDOW下，以<Record><Import><Worksheet>命令來輸入預測年各分區的旅次產生數。

(二)旅次吸引

- 1.因通常使用迴歸方法，故程序如旅次產生的方法1。

(三)使用BALANCE2模組來平衡旅次產生／吸引數

- 1.將目前層級切換為點層級。
- 2.執行BALANCE2模組。
- 3.旅次產生總數將等於吸引總數。

三、旅次分佈

(一)表格建檔

旅次分佈所需表格檔有二，分別為旅次O/D矩陣(為DATABASE MATRIX FILE)及各區旅次產生／吸引表格檔(為DATABASE TABLE FILE)：

- 1.DATABASE MATRIX FILE中之流量值因數量過多而輸入不易，故通常於TABLE EDITOR WINDOW中以<Import>指令輸入.TBD而建立一表格檔。
- 2.DATABASE TABLE FILE為儲存各區旅次產生及吸引數用，故於TABLE EDITOR WINDOW中以<NEW>指令開啓新檔並以<Operation><From Database>從點層級的欄中輸入數值。

(二) 參數校估

1. 執行GRAV03模組。
2. 輸入基年O/D矩陣及阻抗檔。
3. 選定限制方式與重力模式函數型態。
4. GRAV03模組將校估參數值並建立一預測年O/D矩陣。

(三) 旅次分佈

1. 執行GRAV04模組。
2. 輸入阻抗檔及各區旅次產生／吸引表格檔。
3. 選定限制方式與重力模式函數型態及參數值。
4. GRAV04模組將建立一預測年O/D矩陣。

(四) 年成長率法—旅次分佈的另一種方法

1. 執行FRATAR模組或IPF02模組。
2. 輸入基年O/D矩陣及預測年各區之旅次產生／吸引表格檔。
3. FRATAR模組或IPF02模組將建立一預測年O/D矩陣。

四、運具選擇

TransCAD 2.1版在運具選擇方面採用二元羅吉特模式供使用者校估參數及估計比率用，但因其只提供資料庫中行 (Column) 資料之校估及評估，並無提供表格式的計算模組，故經由上述模組將無法直接估計出各分區間各運具的分配率；因此需在各分區間有同質性，及採區內各個體之平均值代表分區特性的前提下，以下列步驟進行之（假設有N個分區）：

- (一) 切換至點層級中，並在TABLE EDITOR WINDOW 中開啓一記錄各分區間資料的DATABASE MATRIX TABLE表格檔 ($N * N$)。
- (二) 回到DATA EDITOR WINDOW下，並輸入基年各分區間運具選擇比率（因變數）及兩運具之服務特性差值（自變數）等為樣本。
- (三) 以CPLGIT2模組校估上述樣本而求得能解釋研究範圍內個體運具選擇模式之模式檔。
- (四) $I = 1$ 。

- (五)將各分區的自變數資料更改成預測年之各區至 I 區之數值。
- (六)採用LOGEVAL2模組以上述之模式檔評估出預測年之由各區至第 I 區的運具選擇比率。
- (七)將運具分配率抄錄至表格檔中之第 I 行。
- (八) $I = I + 1$ ，若 $I > N$ 則進行步驟(九)，否則回到步驟(五)繼續執行。
- (九)上述之各步驟執行後，將產生一個各分區間運具選擇比率表格檔，以TABOPR模組將該檔與旅次分佈檔相乘後即得預測年各運具之旅次分佈檔。

五、交通量指派

- (一)執行ASSIGN模組。
- (二)選定指派模式。
- (三)輸入網路檔與預測年O/D矩陣檔。
- (四)GRAV04模組將建立一結果檔，內含各節線上被指派之雙方向流量。
- (五)於MAP DISPLAY WINDOW 中 選 <Layer> <Line width...>將可使節線依其上之流量值顯示寬度，有助於觀看指派結果，圖5-6為本研究所測試之指派結果。

5.3.2 於TransCAD上結合MINUTP進行運輸規劃分析

欲能在TransCAD上使用MINUTP作運輸規劃，其大前提為能直接由TransCAD上產生執行MINUTP時所必需的輸入檔，且能於執行後，將結果傳回TransCAD；為使雙方向均能正確無誤的互傳資料，本研究基於兩者架構上之不同與限制，建立了資料互傳時屬性與位相資料之協定(Protocol)(見附錄一)，並依此協定構建四個轉檔程式(NETBLD、NETREV、MATBLD、MATREV等模組)及呼叫MINUTP的模組(RUNMUTP模組)。今說明各模組如下：

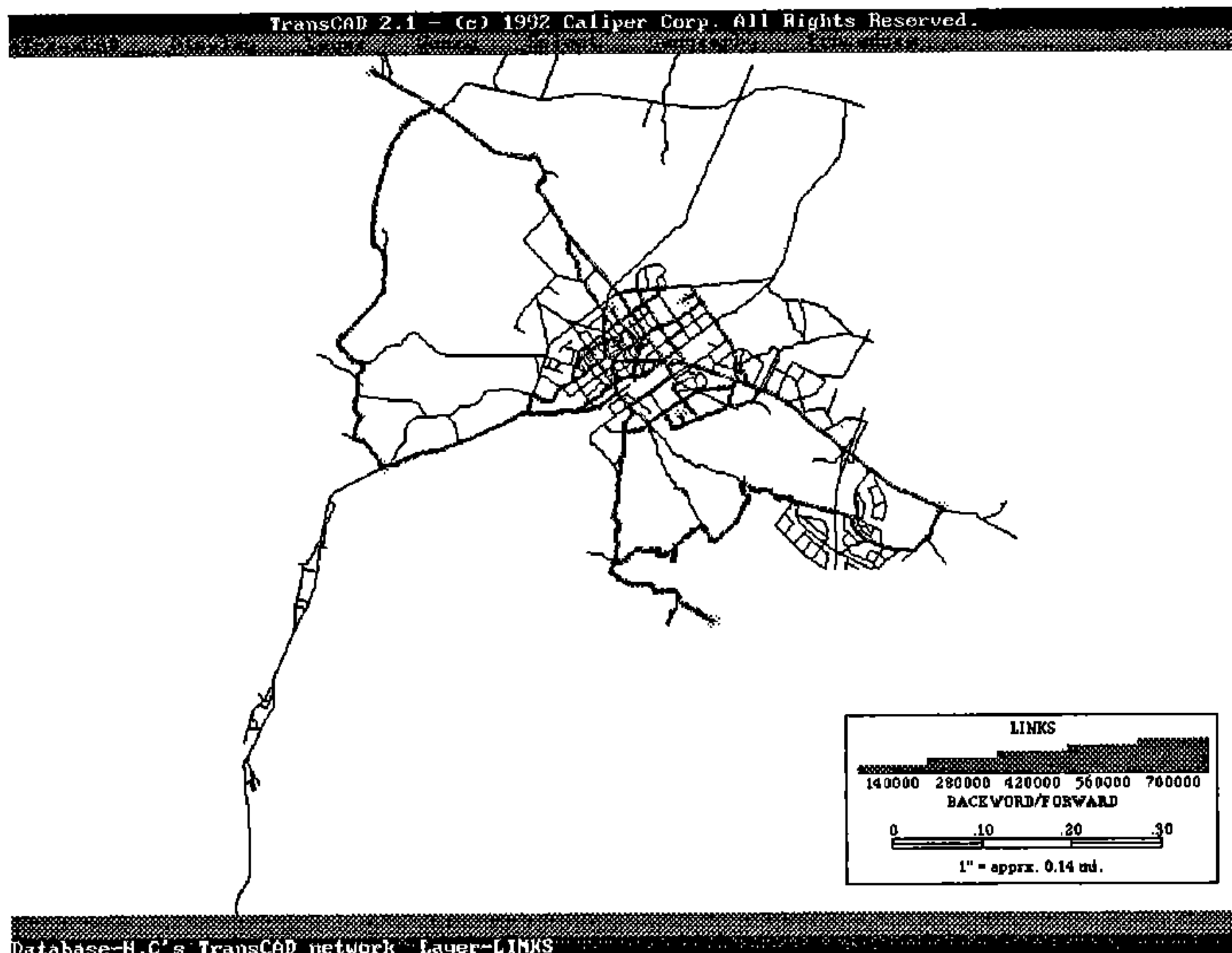


圖5-6 運輸規劃展示圖（一）

一、由TransCAD中產生MINUTP之路網

(一)建立相關的TransCAD網路檔

步驟同5.3.1節中所述，但在選取點層級屬性資料時，至少需選取Longitude、Latitude、ZONE_ID三欄；在選取線層級屬性資料時則應選DIST、TSIN、TSVA、SPDC、CAPC、LANE等六欄，因為這些屬性資料是MINUTP網路檔所必需的。

(二)執行NETBLD模組

1. 切換至點層級。
2. 選取NETBLD模組。
3. 輸入欲轉換之網路檔名稱及輸出檔檔名的前四個字母。
4. 選擇是否自定變數格式或採用預設值。
5. 本模組將產生MINUTP適用的網路檔(????20.dat)，並更改TransCAD資料庫中點層級內M_ID欄位內容，使其和MINUTP網路檔上的路口編號一致。

二、將MINUTP網路檔上的流量傳回TransCAD

(一)切換至線層級。

(二)選取NETREV模組。

(三)輸入欲傳入資料的文字檔檔名。

(四)進入MINUTP的NETVUE程式中，以手工操作方式讀入MINUTP網路檔並依上述檔名轉出其節線上的流量資料。

(五)本模組將把流量值存回TransCAD資料庫中線層級內FORDWORD與BACKWORD欄位中。

三、將TransCAD表格檔轉換成MINUTP表格檔

(一)切換至點層級。

(二)選取MATBLD模組。

(三)輸入欲轉換的表格檔名稱及輸出檔主檔名。

(四)本模組將產生MINUTP適用的表格檔(*.dat)。

四、將MINUTP表格檔轉換成TransCAD表格檔

(一)切換至點層級。

(二)選取MATREV模組。

- (三)輸入欲轉換之表格檔名稱及輸出檔主檔名。
- (四)本模組將產生TransCAD適用的表格檔 (*.tab)。

五、在TransCAD上以批次檔方式執行MINUTP

因使用者在使用MINUTP時，需輸入之參數及檔名甚多，因而無法在模組中以固定的流程總括之。故本研究採使用者導向，提供上述四個轉檔模組，而讓使用者在產生MINUTP的基本輸入檔後，藉由本模組提供之開放空間以批次作業處理資料，再將結果傳回TransCAD加以顯示，如圖5-7所示。

- (一)以轉檔模組產生各MINUTP輸入檔。
- (二)選取RUNMUTP模組。
- (三)在PE2上設定MINUTP批次檔。
- (四)執行MINUTP批次檔，產生MINUTP輸出檔。
- (五)以轉檔模組將MINUTP輸出檔之資料傳入TransCAD中。

5.4 運輸工程

本系統主要依據交通部運輸研究所「市區道路鋪面養護管理系統建立之研究」，所建議的一般道路路面養護管理系統進行規劃。經分析結果，決定以道路路面破壞資料查詢為研究重點。其主要內容介紹如下：

一、建檔基本程序

(一)建立資料庫

1. 將研究範圍內與道路路面相關的位相及屬性資料整理成原始資料檔，以便為TransCAD所接受。
2. 執行TCBUILD建檔程式，將上述原始外部檔案轉換為TransCAD資料檔。
3. 建立應用檔 (Application file)，設定相關參數，以便進入TransCAD中使用上述步驟建立好的資料庫。

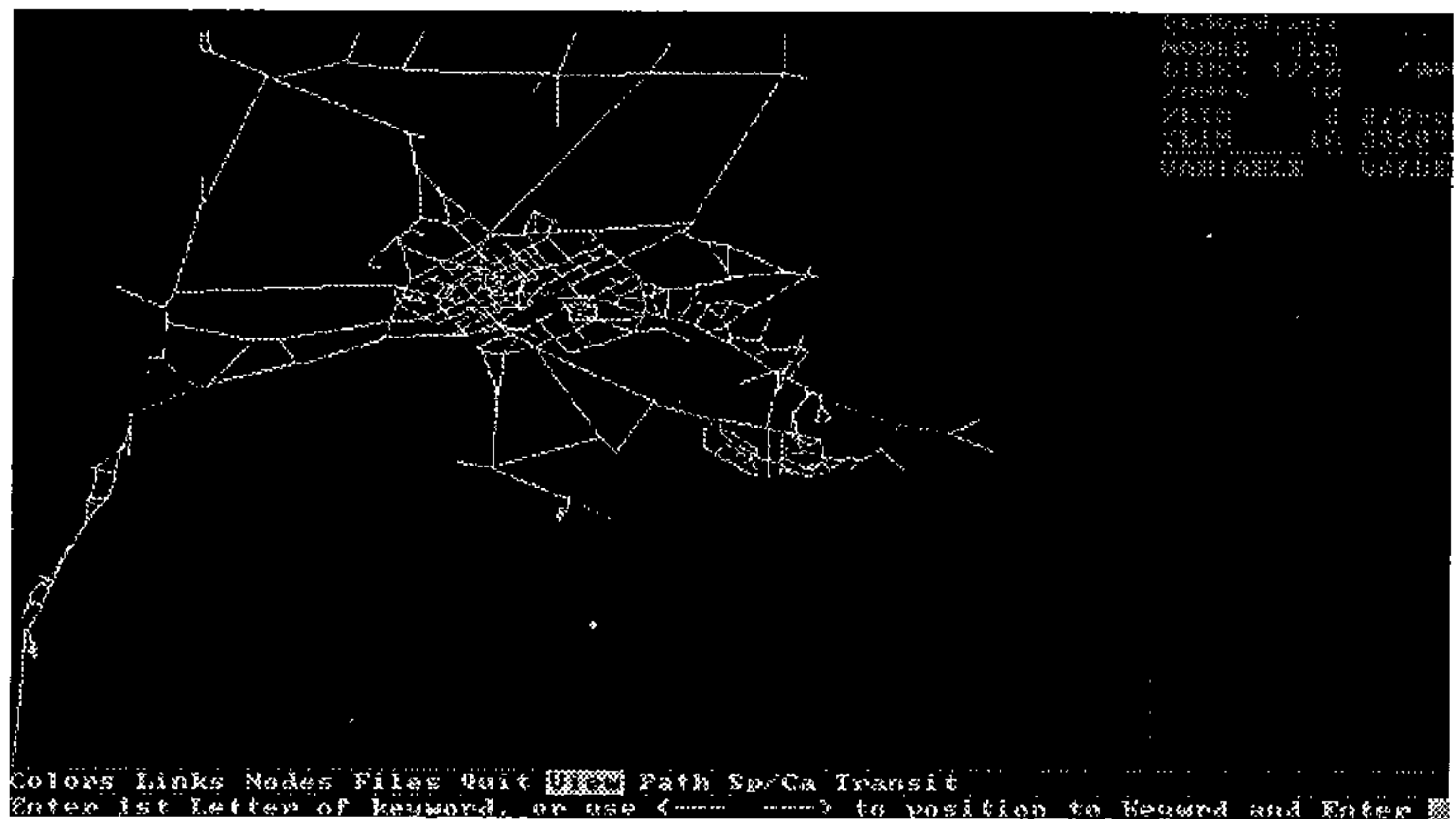


圖5-7 運輸規劃展示圖（二）

(二)動態路段劃分

為了符合前述有關不同屬性資料動態路段劃分不同的要求，因此必須借助於Dynamic Segmentation的功能進行路段劃分與查詢管理。

- 1.利用里程值建立各個相關的外部屬性表格檔案。
- 2.建立一個TransCAD所要求的Atlas Database。
- 3.利用TransCAD的Dynamic Segmentation Procedure，將所欲分析的外部資料檔轉為MAT的資料格式。
- 4.利用TransCAD的Dynamic Segmentation Procedure，建立一個包含所欲分析的屬性資料的資料庫，並作為以下分析內容的基礎。

二、資料編修程序

(一)整體資料的編修

- 1.利用Data Editor進行編修，或
- 2.透過Select建立子集合後，再配合Data Editor使用。

(二)個別資料編修

- 1.可透過Query Edit的功能達到要求。

(三)屬性資料查詢顯示

- 1.切換至線層級。
- 2.選擇Procedure下的Dynamic Segmentation - Query。
- 3.選擇所欲分析的屬性表格。
- 4.輸入條件式，用以控制搜尋範圍。

三、分析功能程序

由於資料庫中僅有基本路段的位相關係，缺乏各類屬性資料間起迄點劃分的位相關係，因此在從事分析時，需先建立各屬性與基本路段間的位相關係，然而因為TransCAD資料庫的限制，欲加入其他屬性資料的位相關係，必定會增加資料庫的重複與多餘。因此，加入其他屬性資料位相關係後的資料庫，只能當作是一個暫存資料庫，待分析工作完成，獲得所需要的資訊後，便將該資料庫殺去，以免佔用硬碟的儲存空間。

(一)分類圖或主題圖的應用

1. 切換至線層級。
2. 選擇Procedure下的Dynamic Segmentation - Merging。
3. 選擇所欲分析的屬性表格。
4. 待上述程序執行完後，離開TransCAD系統。
5. 執行TCBUILD建檔程式，將合併後的資料檔案轉換為TransCAD資料檔。
6. 建立應用檔 (Application file)，設定相關參數，以便進入TransCAD中使用上述步驟建立好專供分析用的資料庫。
7. 進入TransCAD並使用專供分析用的資料庫。
8. 使用者選定一個欲進行分析的屬性資料。
9. 利用Group或Theme Map的功能建立分析圖。
10. 修改Interval、Palette、Style等項目以增進可看性，結果如圖5-8所示。

(二)維修成本估算

1. 首先須在外部建立一個內含單位維修成本值的檔案。
2. 設計程式外掛於TransCAD。
3. 切換至線層級。
4. 選擇Procedure下的Dynamic Segmentation - Merging。
5. 選擇所欲分析的屬性表格。
6. 待上述程序執行完後，離開TransCAD系統。
7. 執行TCBUILD建檔程式，將合併後的資料檔案轉換為TransCAD資料檔。
8. 建立應用檔 (Application file)，設定相關參數，以便進入TransCAD中使用上述步驟建立好專供分析用的資料庫。
9. 進入TransCAD並使用專供分析用的資料庫。
10. 透過Select功能選擇使用者欲進行分析的破壞路面資料路段。
11. 透過Procedure執行該外部程式。

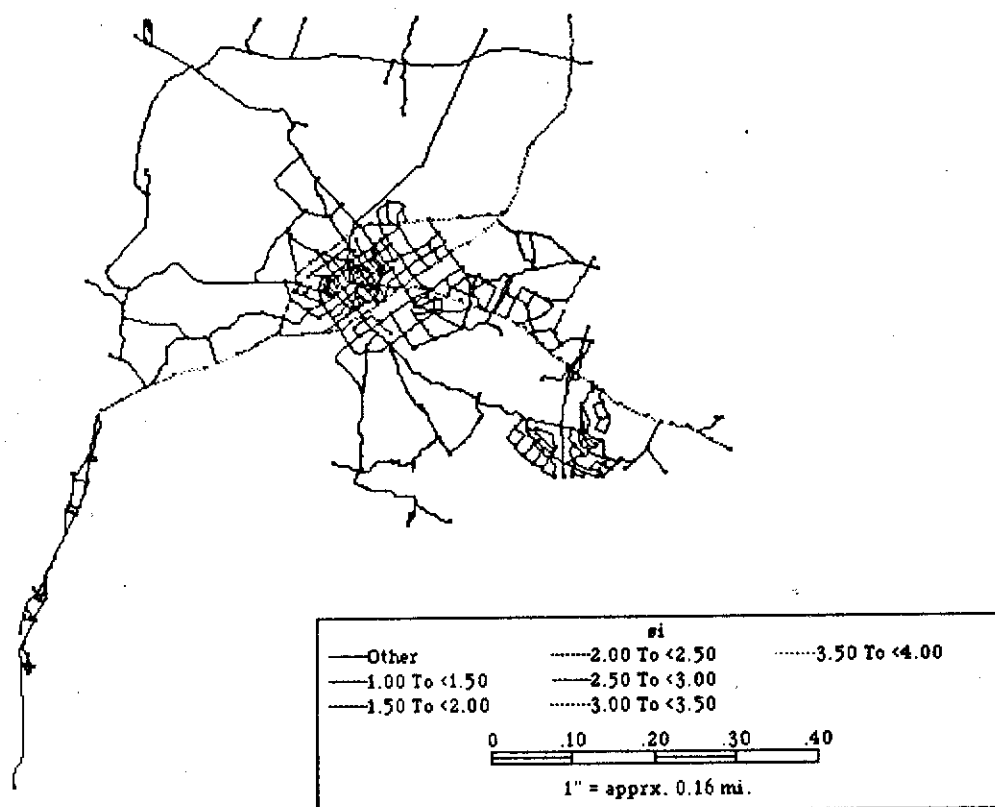


圖5-8 道路鋪面管理展示圖（一）

12. 若選擇上限或下限成本限制估算，則輸入一個成本的上限值或下限值。
13. 選擇顏色用以表現符合條件的路段，結果如圖5-9所示。

(三)車輛路線設計 (Routing)

1. 擇定一個車輛路線設計的型態。
2. 建立適當的表格資料 (Tables)。
3. 執行該車輛路線模組，結果如圖5-10所示。

(四)SQL的使用

1. 進入SQL的編輯畫面。
2. 須得知各欄位在TransCAD內部處理時的代碼。
3. 編寫查詢程式。
4. 查詢結果須加以事後編修，以增進可讀性。

5.5 運輸管理

本系統主要依據公車營運的特性，調查公車站牌、路線及旅客需求量等資料，建立公車路線查詢系統。其內容介紹如下：

一、建檔基本程序

(一)建立資料庫

1. 將研究範圍內與道路路面相關的位相及屬性資料整理成原始資料檔，以便為TransCAD所接受。
2. 執行TCBUILD建檔程式，將上述原始檔轉換為TransCAD資料檔。
3. 建立應用檔 (Application file)，設定相關參數，以便進入TransCAD中使用上述步驟建立好的資料庫。

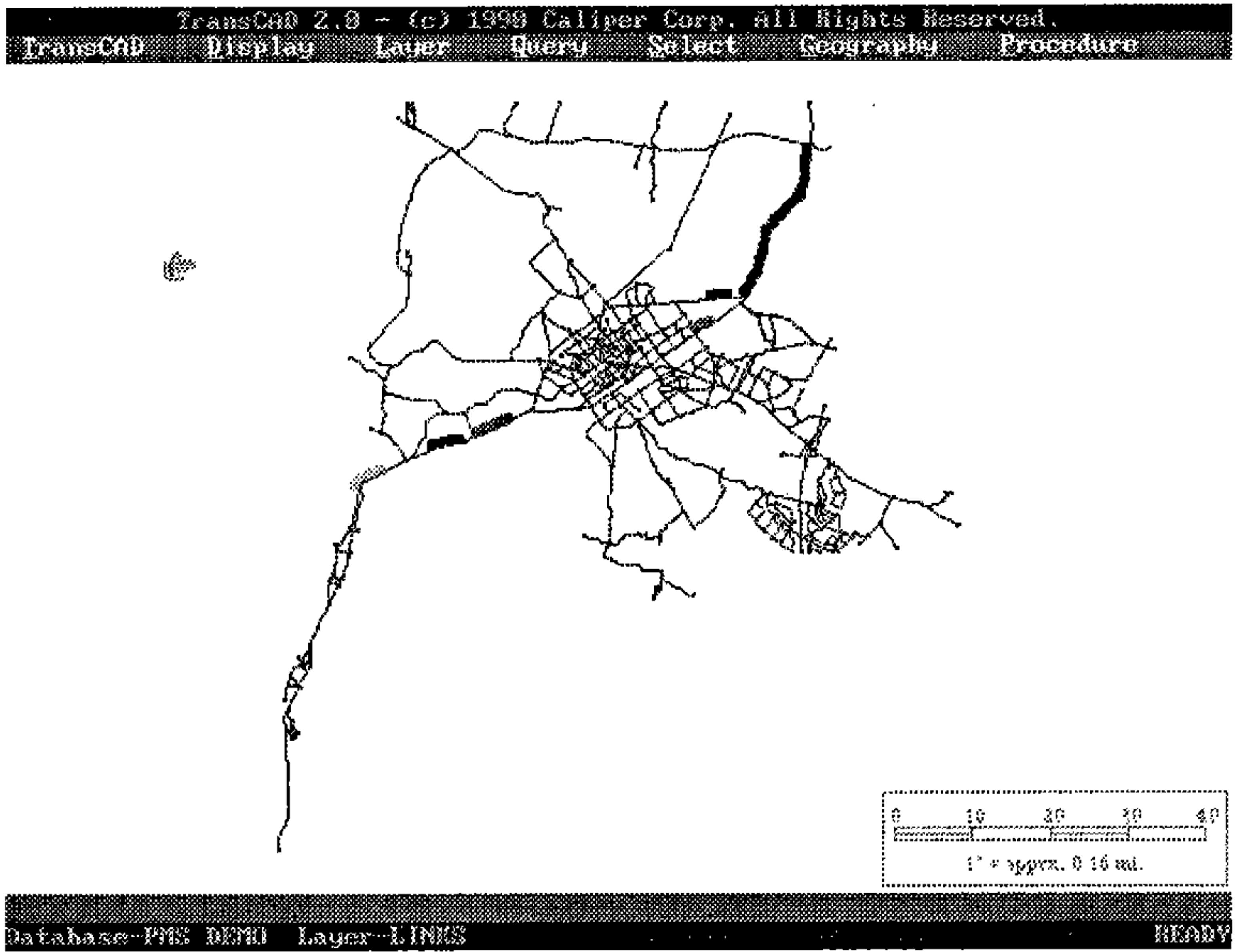


圖5-9 道路鋪面管理展示圖（二）

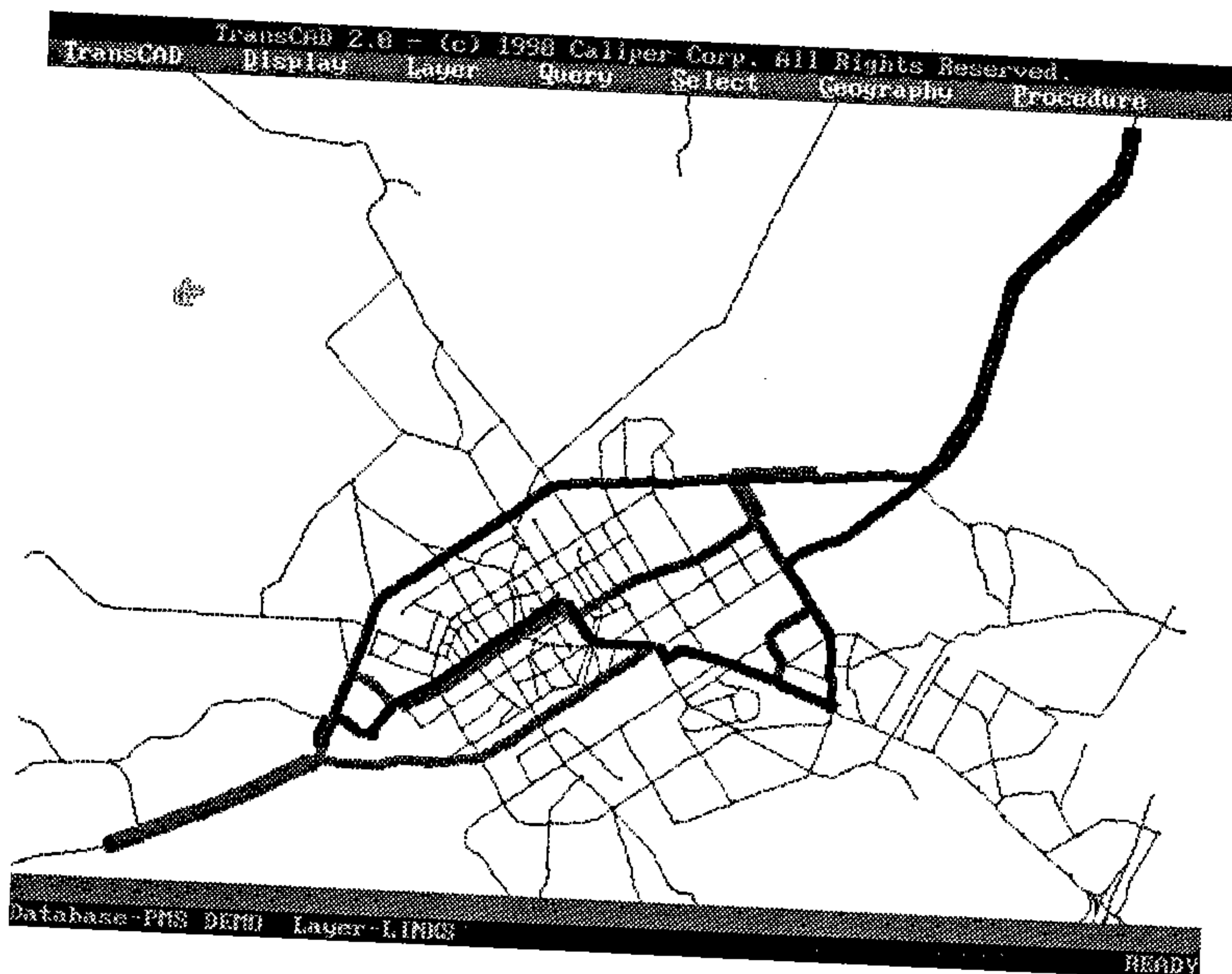


圖5-10 道路鋪面管理展示圖（三）

(二)動態路段劃分

由於與公車相關的屬性資料大多存放在兩站牌之間的路段上，所以就公車資訊查詢系統而言，其動態路段劃分的問題可簡化到分別建立基本路段資料庫與公車站牌路段資料庫，然後可以利用TransCAD Dynamic Segmentation Procedure的功能建立出一個可供以下分析的資料庫。

(三)增進畫面的美觀性

- 1.利用Layer Color改變，或
- 2.建立Theme Map、Group Map，或
- 3.透過Select技巧達成。

二、資料編修程序

(一)整體資料的編修

- 1.利用Data Editor進行編修，或
- 2.透過Select建立子集合後，再配合Data Editor使用。

(二)個別資料編修

- 1.可透過Query Edit的功能達到要求。

(三)查詢結果顯示

- 1.透過Select功能進行查詢並展示結果，或
- 2.先利用Condition編輯條件式，再配合Select by Condition 使用。
- 3.Query One or More 亦可達成要求。

三、分析功能程序

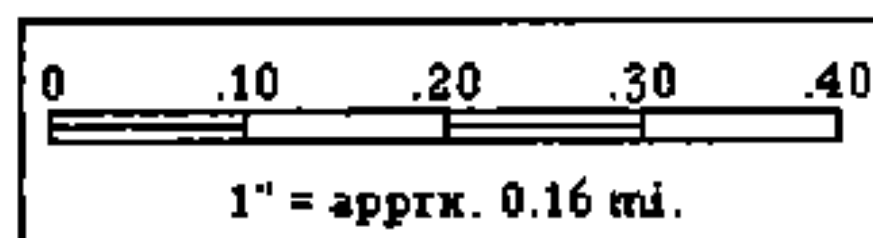
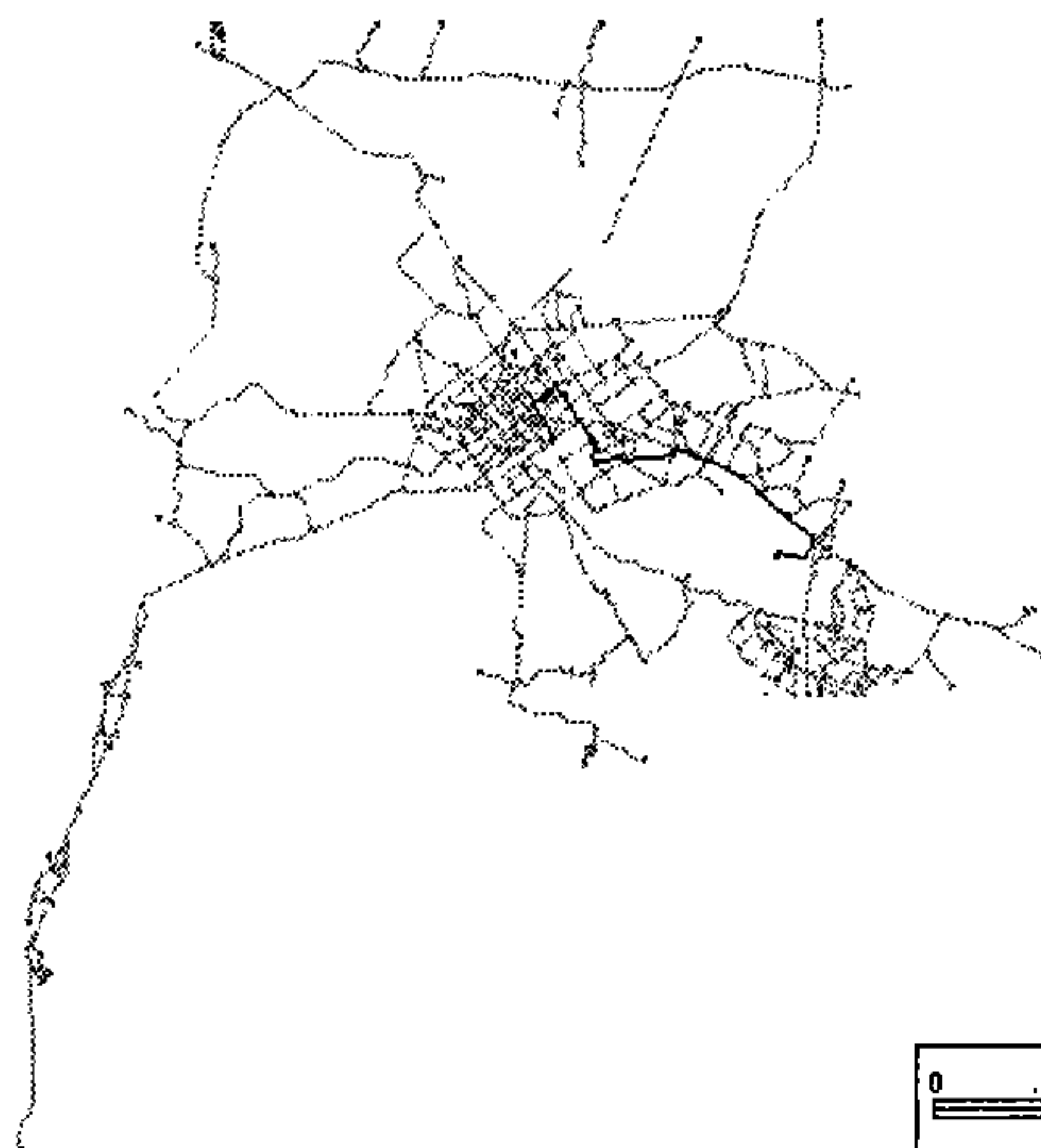
(一)公車路線查詢

- 1.可直接利用Condition的功能，事先編輯各路公車的資料，提供查詢。
- 2.結果如圖5-11所示。

(二)分類圖或主題圖的應用

- 1.使用者選定一個欲進行分析的屬性資料。

TransCAD 2.1 - (c) 1992 Caliper Corp. All Rights Reserved.



Database-BUS DEMO Layer-LINK

圖5-11 公車查詢系統展示圖（一）

2. 利用Group或Theme Map的功能建立分析圖。
3. 修改Interval、Palette、Style等項目以增進可看性。
4. 此結果可作為公車服務水準的評估，如圖5-12所示。

(三)路權查詢顯示及長度計算

1. 設計程式外掛於TransCAD。
2. 透過Procedure執行該外部程式。
3. 選擇顏色用以表現符合條件的路權所涵蓋的路段，如圖5-13所示。

(四)SQL的使用

1. 進入SQL的編輯畫面。
2. 須得知各欄位在TransCAD內部處理時的代碼。
3. 編寫查詢程式。
4. 查詢結果須加以事後編修，以增進可讀性。

5.6 衛星定位

衛星定位系統的應用相當廣泛，目前也朝汽車自動定位的方向研究，若能與地理資訊系統的地圖庫結合，效用將大幅提高。本研究將五千分之一、一萬分之一、二萬五千分之一、五萬分之一、十萬分之一基本圖利用電腦輔助繪圖軟體分別進行數化，並將數值圖儲存於地圖庫內，然後藉由裝設在車輛上的衛星資料接收器收集公路沿線座標資料，經由各項處理過程，將所收集的路線座標資料轉換成電腦輔助繪圖軟體所能接受之檔案格式（如 DXF，SIF ...等），再與儲存於地圖庫的數值基本圖的位向關係做比較，經過比圖法確認之後，就可分辨出所經路線的空間位置，此功能可應用於警車巡邏執勤路線追蹤等監督作業，其處理過程分列如下：

一、基本數值圖建立

將五千分之一、一萬分之一、二萬五千分之一、五萬分之一、十萬分之一基本圖利用電腦輔助繪圖軟體分別進行數化，並將數值圖儲存於地圖庫內。

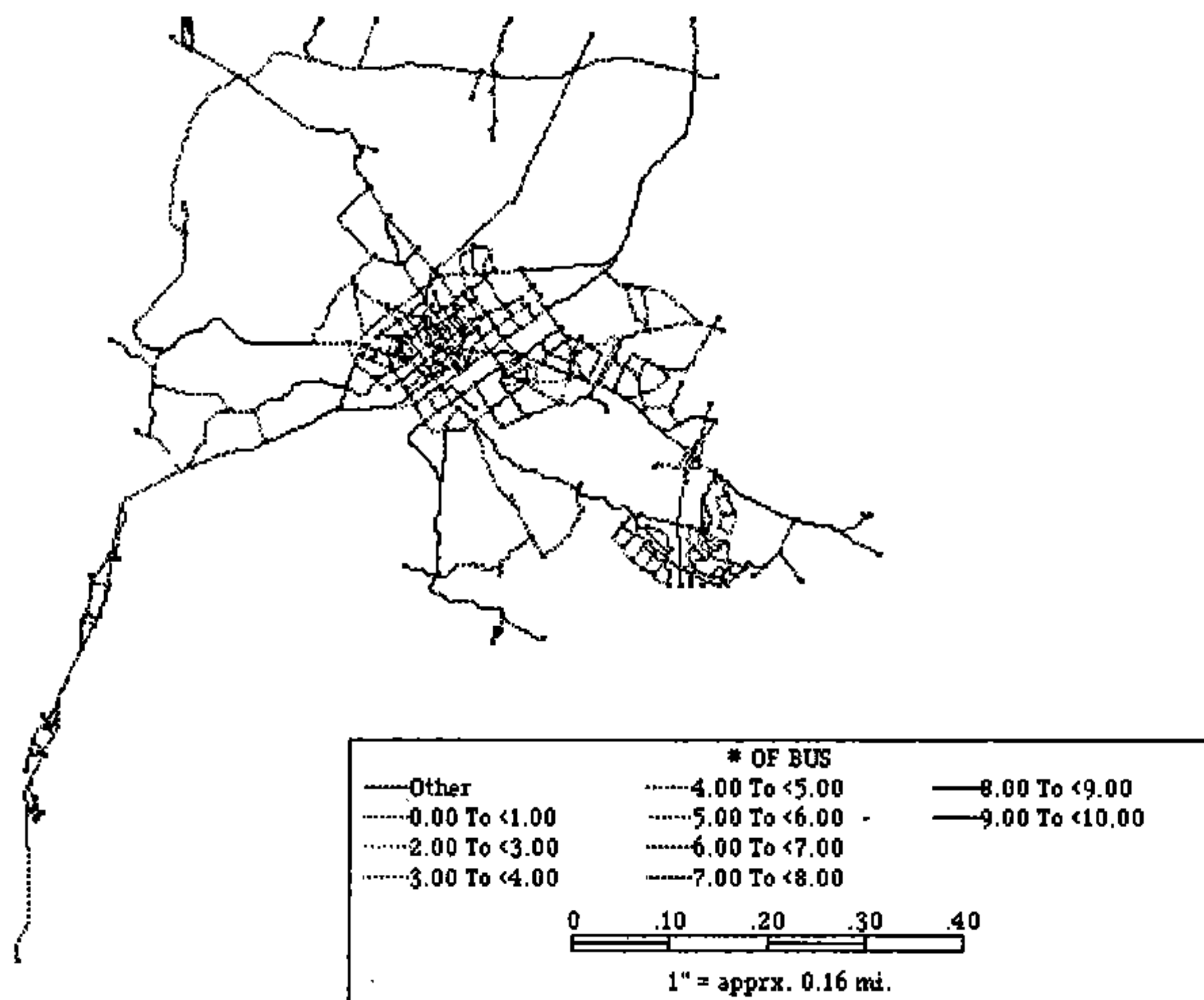


圖5-12 公車查詢系統展示圖（二）

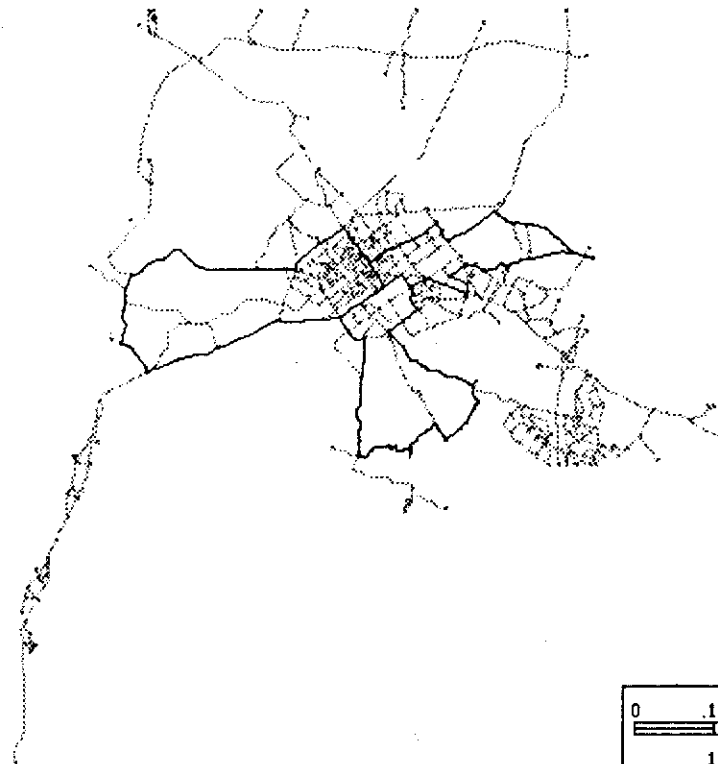


圖5-13 公車查詢系統展示圖（三）

二、接收衛星資料

有關本研究使用衛星接收器接收 GPS 訊號，用以進行路線定位的流程如下：

- (一) 啟動接收器之後，依其時間、距離及衛星幾何強度來決定接收頻率並加以設定。
- (二) 將接收器架設於試驗車上，並以適當速率沿預定路線行進。
- (三) 待到達終點後，再透過 DOWNLOAD 的功能，將接收的資料 DOWNLOAD 至 PC 中，即可獲得 ASCII 格式的路線座標資料。

三、衛星資料轉換處理

本研究以接收器沿新竹市經國路、中正路、中華路接收其路線座標點，先經曲面座標與卡式座標之間的轉換後，所得的 WGS84 座標，經過座標基準面轉換成台灣地區現今使用之參考橢球體大地參考系統 (Geodetic Reference System 1967, GRS 67) 系統，再以橫向麥卡脫 (TRANSVERSE MERCATOR) 投影法投影成地圖座標，使由衛星接收器所收集的座標點能和地圖座標吻合，其處理過程分列如下：

(一) 資料格式化

先從衛星資料接收器輸出之檔案中，將其資料項目內之經度、緯度、高度等三種資料過濾出來。

(二) 曲面座標與卡式座標之間的轉換

(三) 座標基準面轉換

1. 1967 年大地參考系統

台灣地區現使用之參考橢球體為 1967 年大地參考系統 (Geodetic Reference System 1967, GRS 67) 系統。

2. WGS 84 座標系統

WGS 84 座標系統為一慣用地形系統 (Conventional Terrestrial System, CTS)。

3. WGS 84 座標與 GRS 67 座標的轉換

將兩種座標系統做基準面轉換的方法有許多，本研究所採取的轉換是標準 Molodensky 基準面轉換公式。

4. 卡式座標與曲面座標之間的轉換

5. 地圖橫向麥卡脫投影

本研究以接收器沿新竹市經國路、中正路、中華路接

收其路線座標點，經前述座標轉換後，所得曲面座標，再以橫向麥卡脫 (TRANSVERSE MERCATOR) 投影法投影成地圖座標。

四、路線追蹤檢核

將裝設在汽車上的衛星接收器所收集的座標資料經過轉換後，並記錄成電腦輔助繪圖軟體所能接受之檔案格式(如DXF)，再與儲存於地圖庫的數值基本圖的位向關係做比較，經過比圖法確認後，就可以追蹤汽車所經過的路線。本研究曾以徒步方式每十公尺收集一單點資料，其跳動(變異)很大，可能因素為徒步靠路邊受到建築物之影響較大。經由汽車每秒收集，因行駛路中央其效果良好，與路線幾乎完全穩合，如圖5-14為衛星路線追蹤資料與十萬分之一基本圖之比對結果，若要再提高穩合度可利用統計方法加上路網資訊進行修正即可提高圖形顯示之精度。

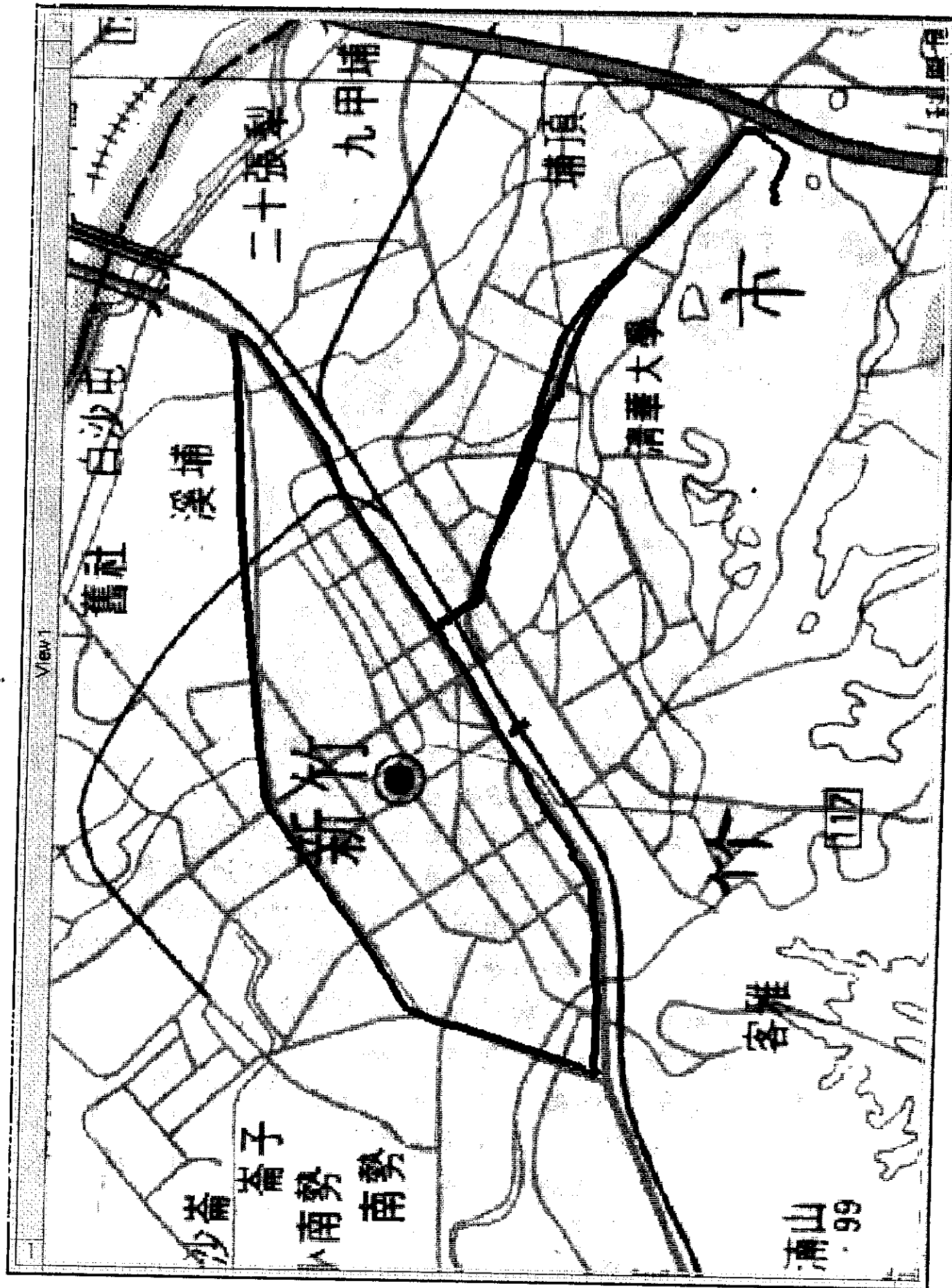


圖5-14 衛星路線追蹤資料與十萬分之一基本圖之比對

第六章 結論與建議

6.1 結論

在本報告中，我們首先就運輸地理資訊系統的發展做一探討，其中包括了運輸地理資訊系統的定義、軟體需求特性與基本功能、外國發展經驗、國內現況、在發展過程所可能遭遇到的課題與未來的展望。在這些討論中，我們尤其從策略面提出了在發展運輸地理資訊系統中所可能必須事先考慮到的一些課題，期望能對未來台灣地區運輸地理資訊系統的發展有所助益。基本上我們認為對未來運輸地理資訊系統的發展，應由一中央政府單位負起策略主導的任務，統籌協調各單位的圖庫、資料庫及模式庫的發展、建立與互通，長期做人才的培訓，使各單位均能各取所需地發展出適用於該單位業務需求的運輸地理資訊系統。

至於在發展一個運輸地理資訊系統圖庫與資料庫中所常遇到的一些課題，如比例尺選用、座標系統選用、資料格式與中文化等，在本報告中也從與交通部運研所相關的業務為著眼點，來探討其解決方案。在本報告中特別強調對於建立圖庫時比例尺的選用，我們從在地理資訊系統裡基本上，並沒有固定比例尺的特性著眼，認為在選用原圖時所需考慮的是精度而不是比例尺。在這個考量下，本報告建議了二個原圖比例尺選用的原則，並從與運研所相關的業務中擇要選取了若干項來做為示範性的說明。除此之外，相當多的工作也投注於資料格式的選用上。在本報告中建議採用美國的空間資料互傳標準，主要的著眼點在於全球資訊的交換及充分利用國外現有成果的考量。

另外在本研究計畫中，針對交通部運研所業務有關的課題，在經由與運研所共同的協商後，選定運輸規劃、運輸工程（鋪面管理）、運輸管理（公車路線查詢）及衛星定位系統來作為本研究計畫中的程序示範之用。經由這些示範程序，可以很清楚地瞭解運輸地理資訊系統如何地應用在這些課題上，至於操作上與技術上的細節，在技術報告附冊中已詳述，敬請參考。

6.2 建議

一、未來發展架構之建議

在這次的研究期間內，相當多的時間被花費在發展一些與應用軟體規格或限制相關的技術上。在這些過程當中，我們發現最大的阻礙在於所使用的軟體為一商業化的軟體，基本上對於外掛模組、圖形界面與資料庫間的使用並沒有提供一個足夠的彈性空間，因此在做整合工作時往往造成了許多的困擾。同時在這些嘗試的過程中，我們體會到商業化的軟體並不是非常適合作為研究發展之用。在研究發展的過程當中，常常會須要對不同的想法多次的試驗，以達到滿意的效果，因此一個具有開放系統（Open System）的環境是在運輸地理資訊系統開發時所需要的一項重要工具。

除了上述彈性不足的困擾之外，對外國引進的現成軟體，對於其分析模組發展的理論架構及所使用的方法均屬於該公司的業務機密而無法獲得。不論從實用或學術的角度來看，對一個從類似黑箱作業應用模組所得到的結果，再加上在不同環境、國情下必然會有不同的考量與需求，總讓人無法對其結果充分具有信心。因此一個較好的方法應該是自行開發適用於台灣地區與運輸有關的分析模組。然而在整合自行開發應用模組與該系統的過程上，又往往受制於上段中所提及開放程度不足的困難，而有事倍功半甚至徒作虛功之嘆。因此，本報告建議應以一具有開放系統特性的軟體環境作為未來台灣地區發展運輸地理資訊系統的基本架構。

基於上述原因，對於台灣地區運輸地理資訊系統的發展，茲建議由交通部運研所主導負起策略制定的任務，結合學校單位發展適用於本地特性的分析模組，整合各單位所數化的地圖，並在一具有開放系統特性的系統為發展藍圖，利用其現有的圖形顯示及影像處理功能，再善加利用其開放系統所特有的彈性空間，可針對我國的需要，從資料搜集、資料處理、資料共享、模組發展及實務應用等需求上，完整地發展一套適用於台灣地區的運輸地理資訊系統。

二、短期發展建議

在上一段中已對未來長期運輸地理資訊系統的發展做了一個建議。然而，發展一個完整且成熟的系統並不是一個可以一蹴可幾的一項工作，必須仰賴各機關間充分的協調與溝通方能達成。然而在其發展成熟前，對台灣地區運輸地理資訊系統的發展、教育與推動仍必須持續地進行。因此在短期內（五年），仍需借重現有軟體的功能，來作為推動與應用地理資訊系統於運輸實務的工作。然而鑒於目前市面上所能取得的地理資訊系統軟體無一能完全滿足運輸應用課題的需要，因此整合不同的軟體使其能互補所短，便成了在現階段所必須使用的暫時性方案。

基於上述的理念，本報告建議以在第三章所提出的資料格式為中介，做為在不同系統、軟體間資料傳輸之用。如下圖所示，在A系統（該系統缺少運輸規劃之能力；但具有良好的CAD能力）所建立之資料庫可傳輸至B系統做運輸規劃之用，同時對B系統（該系統缺少中文顯示能力）所得的結果可再傳輸至C系統做圖形顯示、中文顯示或利用C系統所特有的分析功能做其他的分析之用。如果有必要對圖庫做更新的話，可再傳回A系統對圖形來做修改。

三、建立一個完整的資料庫系統

一個良好的資訊系統除分析模組必須充分且正確外，資料庫系統是其核心所在，若沒有資料，再好的模式亦無法發揮其效用達到分析的目的。運輸地理資訊系統所需之資料庫包括圖庫及屬性資料庫。圖庫所提供之資訊必須具有路段（Link）、交點（Node）相關之位相（Topology）資料，方可處理各類路網分析。如省道圖層與縣道圖層重疊時在電腦螢幕上路網相交並不表示資料庫亦存在路網相交資訊，其相交處必須具有位相關係，否則進行路網分析時無法從省道轉向到縣道。另外屬性資料必須具備描述路網中跨越單行道及路段成本函數的特性，並配合圖庫之位相關係建立一真正之路網資訊以利分析應用。

四、圖庫及資料庫建立準則之再研究

本研究針對建立GIS-T圖庫及資料庫之準則為拋磚引玉，希望大家能重視準則之重要性。至於比例尺之大小，標準格式之建立，圖層之劃分等項目可專案再研究。

五、衛星定位與運輸地理資訊系統結合之應用

根據本研究利用汽車接收之衛星定位(GPS)與運輸地理資訊系統(GIS-T)中的電子路網地圖的路線比對結果，發現其吻合度非常高；但因測試地點高樓大廈不多，平均為五層樓公寓，建議嘗試其他地區之測試，若其結果良好，結合GPS與GIS-T之應用將極為廣泛，如大眾運輸的排班與調度、警車值勤路線追蹤、緊急救難支援等等都可應用此結合系統。

六、運輸規劃、工程、管理相關課題與運輸地理資訊系統結合之應用

在本研究中嘗試結合運輸地理資訊系統與若干運輸規劃、工程、管理相關應用課題的初步成果，顯示運輸地理資訊系統確實可以提供決策者一個更好的決策支援環境，增進決策的品質。然而由於時間的限制，在本研究中只能完成非常簡略的雛形。茲建議在未來的研究上，能針對這些或其類似課題，擇一能配合交通部運研所之業務需求者，做一詳細的研究並將其成果確實應用於實務上，以期能充分利用運輸地理資訊系統此一功能強大的工具。

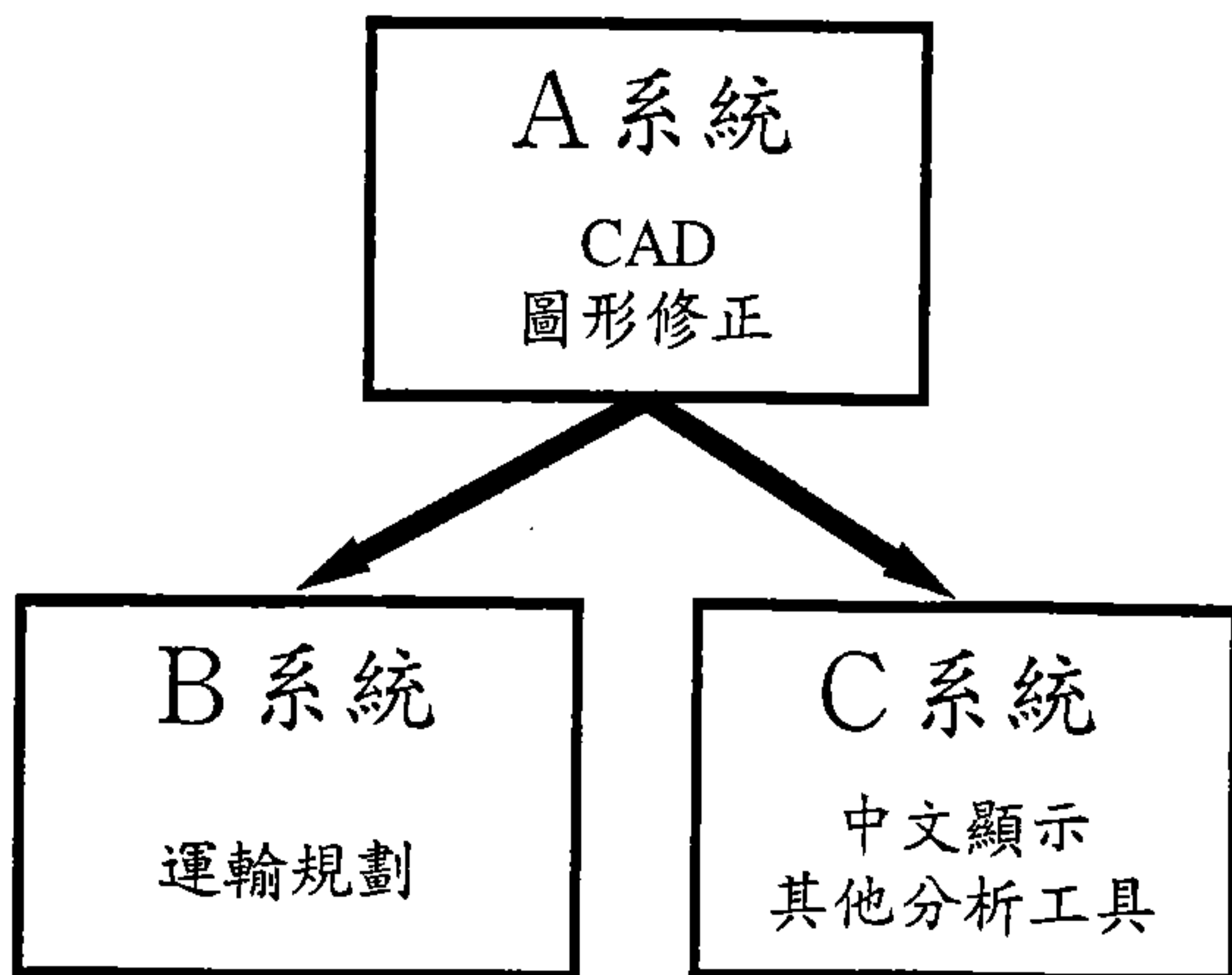


圖6-1 建議短期發展架構圖

參考文獻

- [1] Lewis, S. (1990), "Use of Geographical Information Systems in Transportation Modeling," ITE Journal, March.
- [2] Dueker, K.J. and Kjerne, D., Multipurpose Cadastre: Terms and Definitions. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing and American Congress on Surveying and Mapping, Falls Church, VA. (1989) 12pp.
- [3] Vonderohe, A., Travis, L. and Smith, R., "Preliminary Results from Research on Adaptation of Geographic Information Systems for Transportation," Proceedings of the 1992 Geographic Information Systems for Transportation Symposium, pp9-17, URISA, 1992.
- [4] 馮正民, 吳玉珍, "運輸地理資訊系統(GIS-T)在國內發展之課題與展望", 運輸地理資訊系統研討會, 國立成功大學, 民國82年3月.
- [5] J-C Muller, "Generalization of Spatial Database," Geographical Information Systems, Volume 1: Principles, Maguire et al. Ed. pp457-475.
- [6] Lewis, Simon, Roger Petzold and Diane Pierzinski, "GIS & Transportation : Introduction to GIS-T," URISA Workshop, 1992.
- [7] Dueker, Kenneth J., "Dynamic Segmentation Revisited : A Milepoint Linear Data Model," Proceedings of the 1992 GIS for Transportation Symposium, AASHTO, 1992.
- [8] William E. Huxhold, An Introduction to Urban Geographic Information, Oxford University press, 1991.

- [9] 交通部運輸研究所,「交通部運輸研究所整體運輸資訊系統及資料庫設計規劃」,民國八十年六月。
- [10] U.S. Department of Interior, U.S. Geological Survey, and National Mapping Division, "Spatial Data Transfer Standard," 1991.
- [11] 內政部,「國土資訊系統各機構間地理圖形資訊互傳之研究」,民國80年。
- [12] Goodchild, M. F. and K. K. Kemp, NCGIA Core Curriculum in GIS, NCGIA, 1991.
- [13] 交通部運輸研究所,「市區道路鋪面養護管理系統建立之研究」民國81年11月。

附錄一 TransCAD與MINUTP檔案互傳協定

- (一) MINUTP的節線無ID的觀念，將使其網路檔上的流量傳回TransCAD時發生問題；故需在轉換TransCAD網路檔成MINUTP網路檔時，將兩者以起迄點為指標，建立節線編號對照表，以便傳回流量時有參考的依據。
- (二) MINUTP儲存資料時常將資料放大而用整數型態儲存，故於TransCAD與MINUTP之間互傳資料時，需注意單位的問題。
- (三) MINUTP網路檔中的節點與節線數限制為16380，在轉換TransCAD網路檔時，需注意此限制。
- (四) MINUTP網路檔中的X、Y座標值範圍需在0~32767之間，故由TransCAD網路檔中轉換出座標值時，應先以下列公式變換座標值：
- $$\text{MINUTP_X} = ((\text{node}[i].\text{LON} - \text{minx}) / (\text{maxx} - \text{minx})) * 32767$$
- $$\text{MINUTP_Y} = ((\text{node}[i].\text{LAT} - \text{miny}) / (\text{maxy} - \text{miny})) * 32767$$
- 變數說明：
- MINUTP_X、MINUTP_Y：MINUTP網路檔中適用的座標值。
- minx、miny：TransCAD所有座標點中之最小值。
- maxx、maxy：TransCAD所有座標點中之最大值。
- (五) MINUTP中????XY.DAT中前ZONES個節點需為分區中心，且其編號需連續，故需於TransCAD的點層級下增加ZONE_ID與M_ID兩欄，其中ZONE_ID欄內記錄分區中心的編號，非分區中心的節點則預設為32766；M_ID欄內則記錄該節點在MINUTP中的節點編號；經由轉換程式中的排序過程，將可滿足上述MINUTP的限制，並可使TransCAD與MINUTP有節點對照表。
- (六) MINUTP中的節線不記錄Shape Points，此部份不影響模式的執行，故可予以忽略。
- (七) MINUTP中的節線無法重複定義（有兩條以上的節線有相同的起迄點），故在TransCAD上有此情形時，可將各重複定義的節線中間各以一個節點截斷而分成兩條節線，將可避免重複定義的情形。
- (八) TransCAD中網路檔上的節線若為雙向，則以兩條ID相同但起迄點相反的節線代替，此時應將其合併，且於MINUTP中以一雙向節線代替；而TransCAD中網路檔上的節線若為單向，則其起點編號需小於迄點編號，以符合MINUTP規定。

附錄二 定位系統基本原理及DGPS定位之研究

GPS衛星所提供的基本觀測量有兩種：一為虛擬距離(Pseudo Range)，利用電碼方式定位。另一種則是載波相位(Carrier Phase)。在導航應用上由於載具不斷的運動，使得利用載波相位觀測方式定位有其困難而需採用電碼之虛擬距離定位，然而在 C/A電碼精度不高的情況下，就有DGPS相關的研究對精度要求較高的導航系統的虛擬距離觀測作修正，其原理分述如下：

(一) 虛擬距離觀測定位原理

虛擬距離觀測乃是利用接收器本身所產生的GPS複製電碼與接收到之GPS衛星訊號電碼進行相關比對而得到一時間延遲(Time Delay)，利用此時間延遲與光速之乘積而得之距離，來求解使用者之位置座標[Beser & Parkinson, 1982][Loomis et al., 1989]。然而此距離受到存在於衛星與接收器內的時錶誤差，衛星軌道誤差及因傳播路徑經過大氣層時所產生訊號延遲誤差等之影響，因此與實際距離尚有一偏差量存在，故稱此一距離為『虛擬距離』。

虛擬距離可表示如下[Well et al., 1986]：

$$PR = R + dR + C(dt-dT) + C \cdot ta + \varepsilon \quad (2-1)$$

式中，

PR：虛擬距離，

R：實際距離，

dR：衛星軌道誤差，

dt：衛星時錶誤差，

dT：接收器時錶誤差，

ta：因大氣影響所產生之時間延遲，

ε ：殘差，或非用模式可修正之誤差量。

在單點定位時為方便求解，常作以下之假設：

- (1) 廣播星曆計算之衛星位置座標即實際衛星位置座標，無軌道誤差。
- (2) 衛星之時錶誤差可使用廣播星曆中之修正係數加以完全修正。
- (3) 因大氣影響所產生之誤差可藉由廣播星曆之修正參數及修正的模式加以完全修正。
- (4) 殘差值忽略不計。

如此一來，式中之 dR 、 ϵ 皆為零。而 dt 、 t_a 已知，故未知項僅剩 R 及 dT 。 R 為觀測站位置座標 X 、 Y 、 Z 之函數，故觀測四顆衛星可得四個觀測方程式，便可求解四個未知數 X 、 Y 、 Z 、 dT ，而求得觀測站之位置座標。

(二) DGPS(Differential GPS)定位原理

DGPS是利用差分方式消除大部份誤差項，以得到較高精度的定位方式。其是利用一已知位置座標之GPS測站作為參考站(Reference Station)，由參考站接收衛星資料並計算衛星位置與參考站之間的距離，以此距離與參考站所測得之虛擬距離間之差值(稱為虛擬距離差)，作為修正值；或直接計算出參考站測得之虛擬距離所得之位置座標與參考站之實際位置座標間之分量差，當作修正值。並將此修正值傳送至待測站進行修正，以提高其定位精度。

參考站之虛擬距離可表示如下[Teasley et al, 1980]：

$$PR_r = R_r + dR_r + C(dt - dT_r) + C \cdot t_{a_r} + \epsilon_r \quad (2-2)$$

式中，

下標 r 代表參考站。

因參考站之位置座標(R_r)為已知，且衛星之位置座標(dR_r)可由廣播星曆中之參數求得，故可計算出虛擬距離修正值：

$$\begin{aligned} PRC_r &= (R_r + dR_r) - PR_r \\ &= - [C(dt - dT_r) + C \cdot t_{a_r} + \epsilon_r] \end{aligned} \quad (2-3)$$

式中，

PRCr：參考站之虛擬距離修正值。

將此修正值傳送至待測站以修正其測得之虛擬距離：

$$\begin{aligned} PRu' &= PRu + PRCr \\ &= Ru + dRu + C \cdot (dTr - dTu) + C \cdot (\tau_u - \tau_r) + (\epsilon_u - \epsilon_r) \end{aligned} \quad (2-4)$$

式中，

下標u代表待測站，

PRu：待測站之虛擬距離，

PRu'：待測站修正後之虛擬距離。

由(2-4)式中可發現：

- (1) 衛星之時錶誤差(dt)已消除，
- (2) 非長基線情況下，經由大氣傳播至兩測站所產生的時間延遲幾近相等，故($\tau_u - \tau_r$)可忽略不計。(但在長基線情況，則須分別考慮)。

則(2-4)式可簡化為：

$$PRu' = Ru + dRu + \Delta T + \Delta \epsilon \quad (2-5)$$

式中，

ΔT ：參考站與待測站間之接收器時錶差，

$\Delta \epsilon$ ：兩測站間獨立殘差項之差。

此時，若能於參考站之修正資料中加上其接收器時錶差修正量，則修正後之虛擬距離與實際距離之差項僅餘衛星之軌道距離差、接收器時錶差所產生的距離差及殘差項之差。此三項對距離差的影響較小，故定位精度得以大幅提高。

除此之外，DGPS亦可直接計算出參考站測得之虛擬距離，經計算所得之位置座標與參考站之實際位置座標間之分量差，當作修正值。並將此修正值傳送待測站進行修正，以提高其定位精度。

(三) DGPS定位方法

除了前節所述DGPS可利用不同種類的修正量進行修正外，亦可依照不同的通訊方法，選擇不同的設備來傳送修正量。一般所使用的通訊方法有兩種：

- (1) 上行鏈結式(Uplink)，資料自參考站傳送給待測站，於待測站上進行資料的整合與運算。
- (2) 下行鏈結式(Downlink)，資料自待測站傳回參考站，由參考站負責資料的整合與運算。

依修正量的種類及傳輸通訊的方法，可組合成四種不同的定位方式，分述如下[Blackwell, 1985]：

(1) 上行鏈結虛擬距離修正法

先由參考站計算出所觀測得之虛擬距離修正量，再以廣播方式，傳送給使用者進行虛擬距離修正。在此方法中，參考站並不需要知道使用者選擇那幾顆衛星。因為參考站將傳出所有其能接收到衛星的虛擬距離修正量，而使用者僅自行選擇所需的虛擬距離修正量進行修正運算即可。關於所傳送的資料應包括：

- (a) 每一個固定時刻的虛擬距離修正量。
- (b) 虛擬距離修正量的變化速率。
- (c) 參考站所使用的星曆及衛星訊號接收到的時刻。

此法最大的優點是任一使用者皆可接收參考站所傳出之訊號並加以利用，且可作即時計算處理，以達精確導航之目的。而缺點是使用者要有能接收自參考站所傳出訊號的設備，而且還要有能力進行資料的運算整合，才能達到目的。

(2) 上行鏈結位置座標分量修正法

參考站計算出所觀測得之衛星組合的位置座標分量差(Δx 、 Δy 、 Δz)，再以廣播方式，傳送給使用者修正其以同樣衛星組

合所定出之位置座標。其所傳送的資料應包括：

- (a) 位置座標分量差(Δx 、 Δy 、 Δz)。
- (b) 位置座標分量差的變化速率。
- (c) 參考站所使用的星曆及衛星訊號接收到的時刻。
- (d) 衛星組合的編號。

此法的優點與第一種方法一樣，使用者可直接作運算而獲得改善之位置座標成果，但缺點較多：第一，如同第一種方法，使用者必須要有接收及運算整合資料的能力及設備。第二，使用者可能須先將欲選擇用來作為定位的衛星組合之編號資料傳給參考站，以便參考站能根據與使用者相同的衛星組合來進行位置座標分量差的計算。因為一旦天空中同時位於水平面以上的衛星很多時，便會有相當多的可能組合出現。

根據上述特性，利用此方法進行DGPS作業時，便須由下列三種情況中(由簡至繁)選擇一種作為要求，以避免參考站所提供的資料不符合使用者的需要(即所觀測之衛星之組合不相同)，而有錯誤產生。

- (1) 要求所有使用者均利用同一組衛星群。
- (2) 每個使用者將其所使用的衛星組合之編號資料傳送給參考站，經參考站計算後，再傳回給使用者進行修正。
- (3) 參考站計算所有可能的衛星組合之位置座標分量差，對外廣播，由使用者自行選擇相符合的衛星組合之資料進行修正。

(3) 下行鏈結虛擬距離修正法

使用者將其所觀測得之虛擬距離及其導航設備，如慣性導航系統等之座標資料傳送給參考站，由參考站的設備進行資料的整合與運算，以提供使用者改正其導航設備使用。使用者需傳回參考站的資料有：

- (a) 所選用衛星的虛擬距離觀測量及其變化速率。
- (b) 所選用衛星的編號。
- (c) 參考站所使用的星曆及衛星訊號接收到的時刻。
- (d) 使用者接收器的編號。
- (e) 使用者的時間。

- (f) 虛擬距離觀測量品質評估。
- (g) 慣性導航資料。
- (h) 正確的觀測時間。

參考站仍需計算出所有位於水平面以上的衛星之虛擬距離觀測量修正值，結合使用者所傳來的資料進行運算，以求得正確之位置。

此種方法的優點是參考站不需從事傳送資料的工作，且可透過其他方式取得相關資料，以作為DGPS計算時可應用的資源。而缺點是參考站須有足夠的能力來容納並處理原始資料，而且當使用者需立即知道改正後之資料時，參考站仍需具備一套傳輸資料的設備。

(4) 下行鏈結位置座標分量修正法

使用者將其所計算出未經修正的位置座標資料，傳回參考站，由參考站進行位置座標之修正。通常在下列情況下使用：

- (a) 使用者不需知道本身位置。
- (b) 參考站無法將資料傳送給使用者，或使用者的設備能力不足。
- (c) 原始資料過於龐大，傳輸不易。

值得注意的是參考站必須配合使用者所觀測的衛星組合，分別求取符合各個使用者的位置座標分量差。此外，當參考站的位置並非精確已知時，仍可利用使用者所傳回的原始位置座標資料，與參考站觀測計算得之位置座標資料進行比較，而得出參考站與使用者之間的相對關係，此即『相對GPS』(Relative GPS)。使用者所需傳送的資料包括：

- (a) 未經修正的位置座標。
- (b) 所選用衛星的編號。
- (c) 正確的觀測時間。
- (d) 參考站所使用的星曆及衛星訊號接收到的時刻。

由於DGPS牽涉到的研究範圍較廣，本研究限於經費及時間的因素故此一部分留待往後其他研究計劃繼續研究發展。

附錄三 SDTS轉換格式範例說明

(一)辨識模組 Identification (IDEN) Module

模組架構：為SDTS第一部份第五節之規定，其中Type的欄位中，A表示為文數字，向左靠齊；I表示為整數，向右靠齊。本模組包括二個部份：辨識 (Identification) 與規則要求 (Conformance)，規則要求部份需載明對複合物體、向量、位相、網格資料、座標系統等級的使用情形（以 "Y" 或 "N"，或等級 1, 2, 3表示之）。

Field	Subfield	Len.	Type	Description
IDEN	MODN	4	A	MODULE NAME:IDENTIFICATION
IDEN	RCID	6	I	RECORD ID
IDEN	STID	30	A	STANDARD IDENTIFICATION
IDEN	STVS	18	A	STANDARD VERSION
IDEN	DOCU	18	A	STANDARD DOCUMENTATION REFERENCE
IDEN	PRID	30	A	PROFILE IDENTIFICATION
IDEN	PRVS	49	A	PROFILE VERSION
IDEN	PDOC	57	A	PROFILE DOCUMENTATION REFERENCE
IDEN	TITL	20	A	TITLE
IDEN	DAID	4	A	DATA ID
IDEN	DAST	81	A	DATA STRUCTURE
IDEN	DCDT	8	A	DATA SET CREATION DATE
IDEN	COMT	1	A	COMMENT
CONF	FFYN	1	A	COMPOSITES:CONFORMANCE
CONF	VGYN	1	A	VECTOR GEOMETRY
CONF	GTYN	1	A	VECTOR TOPOLOGY
CONF	RCYN	1	A	RASTER
CONF	EXSP	1	I	EXTERNAL SPATIAL REFERENCE LEVEL
CONF	FTLV	1	I	FEATURES LEVEL
CONF	MODN	4	A	MODULE NAME
CONF	RCOD	6	I	RECOD ID

ISO 8211檔案描述資料：此部份乃是根據SDTS第一部份第五節（如上述）的規範，然後利用FIPS 123函式庫所提供的函式撰寫程式而來。

```
004162L 0600085 44040000002100000000100300021IDEN01610051CONF00620212ATID00
570274;0000;&IDEN.DDF&&;0100;&DDF RECORD IDENTIFIER&&;1600;&IDENTIFICATION&MOD
N!RCID!STID!STVS!DOCU!PRID!PRVS!PDOC!TITL!DAID!DAST!DCDT!COMT&(A(4),I(6),A(30)
,A(18),A(18),A(30),A(49),A(57),A(20),A(4),A(81),A(8),A(1));1000;&CONFORMANCE&F
FYN!VGYN!GTYN!RCYN!EXSP!FTLV&(4A(1),2I(1));1600;&ATTRIBUTE PRIMARY IDENTIFIER&
MODN!RCID&(A(4),I(6));
```

檔案內容：第一行為檔頭描述資料，自第二行起則可配合上述對此模組的規範進行比對分析：第1個Byte為資料記錄筆數，只有一筆，接著以分號隔開，以示區別。第3個Byte起則是本模組的資料記錄，依序是4Byte的模組名稱縮寫，6Byte的資料記錄編號（靠右對齊），30Byte的SDTS標準辨識敘述，18Byte的SDTS標準版本敘述……等。

```
00425 R 00073 4404000100070000IDEN03270007IDEN00070334IDEN00110341;
1;IDEN 1SPATIAL DATA TRANSFER STANDARDSDTS VERSION 12/90SDTS VERSION 12/90
SDTS FEDERAL VECTOR PROFILE 01FEDERAL VECTOR PROFILE PROTOTYPE VERSION 07-19-9
1SDTS PROTOTYPE FEDERAL VECTOR PROFILE 01 VERSION 07-19-91Test,
2500SDTS VERSION 12/90, AND SDTS PROTOTYPE FEDERAL VECTOR PROFILE 01 VERSION 0
7-19-9105-12-93?;YNYN23;AP01 1;
```

(二)目錄模組 Catalog/Directory (CATD) Module

模組架構：為SDTS第一部份第五節之規定。

Field	Subfield	Len.	Type	Description
CATD	MODN	4	A	MODULE NAME:CATALOG/DIRECTORY
CATD	RCID	6	I	RECORD ID
CATD	NAME	4	A	NAME
CATD	TYPE	30	A	TYPE
CATD	VOLM	1	A	VOLUME

CATD	FILE	13	A	FILE
CATD	RECD	1	I	RECORD
CATD	COMT	1	A	COMMENT

ISO 8211檔案描述資料：

```
002172L 0600061 4404000000210000000100300021CATD01050051;0000;&CATD.DDF&&;
0100;&DDF RECORD IDENTIFIER&&;1600;&CATALOG/DIRECTORY&MODN!RCID!NAME!TYPE!VOLM
!FILE!RECD!COMT&(A(4),1(6),A(4),A(50),A(1),A(12),1(1),A);
```

檔案內容：第一個分號之前為檔頭描述資料，至第二個分號為止為資料記錄筆數，第二個分號起依序是4Byte的模組名稱縮寫，6Byte的資料記錄編號（靠右對齊），4Byte的模組名稱30Byte的型態描述，1Byte的Volume記錄，本例不用，以問號表示，13Byte的檔名敘述，1Byte的檔案筆數記錄等。

00136 D	00049	44040001100070000CATD00800007;	1;CATD	1IDENTIFI
		CATION	?IDEN.DDF	1&;
00136 D	00049	44040001100070000CATD00800007;	2;CATD	2CATDCATALOG/
		DIRECTORY	?CATD.DDF	1&;
00136 D	00049	44040001100070000CATD00800007;	3;CATD	3CATXCATALOG/
		CROSS-REFERENCE	?CATX.DDF	1&;
00136 D	00049	44040001100070000CATD00800007;	4;CATD	4N000NODE, PL
		ANAR GRAPH	?N000.DDF	1&;
00136 D	00049	44040001100070000CATD00800007;	5;CATD	5LE00COMPLETE
		CHAIN	?LE00.DDF	1&;
00136 D	00049	44040001100070000CATD00800007;	6;CATD	6LE01COMPLETE
		CHAIN	?LE01.DDF	1&;
00136 D	00049	44040001100070000CATD00800007;	7;CATD	7AP01LINE
			?AP01.DDF	1&;
00136 D	00049	44040001100070000CATD00800007;	8;CATD	8AP02LINE
			?AP02.DDF	1&;
00136 D	00049	44040001100070000CATD00800007;	9;CATD	9PC00GT-POLYG
		ON	?PC00.DDF	1&;

(三)目錄/交叉參考模組 Catalog/Cross-Reference (CATX) Module

模組架構：為SDTS第一部份第五節之規定。

Field	Subfield	Len.	Type	Description
CATX	MODN	4	A	MODULE NAME:CATALOG/CROSS-REFERENCE
CATX	RCID	6	I	RECORD ID
CATX	NAM1	4	A	NMAE 1
CATX	TYP1	30	A	TYPE 1
CATX	NAM2	4	A	NAME 2
CATX	TYP2	30	A	TYPE 2
CATX	COMT	4	A	COMMENT

ISO 8211檔案描述資料：

```
002132L 0600061 4404000000210000000100300021CATX01010051;0000;&CATX.DDF&&  
0100;&DDF RECORD IDENTIFIER&&;1600;&CATALOG/CROSS-REFERENCE&MODN!RCID!NAM1!TYP  
1!NAM2!TYP2!COMT&(A(4),I(6),A(4),A(50),A(4),A(50),A);
```

檔案內容：第一個分號之前為檔頭描述資料，至第二個分號為止為資料記錄筆數，第二個分號起依序是4Byte的模組名稱縮寫，6Byte的資料記錄編號（靠右對齊），4Byte的模組名稱30Byte的型態描述，4Byte的模組名稱，30Byte的型態描述等。

00176 D	00049	4404000100070000CATX01200007;	1;CATX	1LE00COMPLETE
CHAIN		AP01LINE	&;	
00176 D	00049	4404000100070000CATX01200007;	2;CATX	2LE01COMPLETE
CHAIN		AP02LINE	&;	

(四)節點模組 Node, Planar Graph (N000) Module

模組架構：為SDTS第一部份第五節之規定。

Field	Subfield	Len.	Type	Description
PNTS	MODN	4	A	MODULE NAME:PLANAR GRAPH NODE PNTS:Point Node
PNTS	RCID	6	I	RECORD ID:PLANAR GRAPH NODE PNTS:Point Node
PNTS	OBRP	2	A	OBJECT REPRESENTATION:PLANAR GRAPH NODE:Point Node
SADR	X	4	B32	COORDINATES:LONGITUDE:PLANAR GRAPH NODE SADR Spatial Address
SADR	Y	4	B32	COORDINATES:LATITUDE:PLANAR GRAPH NODE SADR Spatial Address
ATID	MODN	4	A	MODULE NAME:PLANAR GRAPH NODE ATID Attribute Primary Identifier
ATID	RCID	6	I	RECORD ID:PLANAR GRAPH NODE ATID Attribute Primary Identifier

ISO 8211檔案描述資料：

```
002842L 0600085 4404000000280000000100300028PNTS00490058SADR00350107ATID00
570142;0000;&External File Title&&;0100;&DDF RECORD IDENTIFIER&&;1600;&POINT-N
ODE&MODN!RCID!OBRP&(A(4),I(6),A(2));1100;&SPATIAL ADDRESS&X!Y&(2B(32));1600;&A
TTRIBUTE PRIMARY IDENTIFIER&MODN!RCID&(A(4),I(6));
```

檔案內容：第一個分號之前為檔頭描述資料，至第二個分號為止為資料記錄筆數，第二個分號起依序是4Byte的模組名稱縮寫，6Byte的資料記錄編號（靠右對齊），2Byte的空間物件編碼，二個32Bit的X Y座標，4Byte的屬性對應模組名稱，6Byte的屬性資料對應筆數記錄等。由於本例中節點並無屬性資料，故以問號表示之。

```
00113 R 00073 4404000100070000PNTS00130007SADR00090020ATID00110029;
1;N000 1N0;@@@@@@@@;? ?;
2;N000 2N0;@@@@@@@@;? ?;
3;N000 3N0;@@@@@@@@;? ?;
4;N000 4N0;@@@@@@@@;? ?;
```

5;N000	5N0;@@@@@@@@;?	?
6;N000	6N0;@@@@@@@@;?	?
7;N000	7N0;@@@@@@@@;?	?
8;N000	8N0;@@@@@@@@;?	?
9;N000	9N0;@@@@@@@@;?	?
10;N000	10N0;@@@@@@@@;?	?
11;N000	11N0;@@@@@@@@;?	?
12;N000	12N0;@@@@@@@@;?	?
13;N000	13N0;@@@@@@@@;?	?
14;N000	14N0;@@@@@@@@;?	?
15;N000	15N0;@@@@@@@@;?	?

(五)節線模組 (基本路段) Complete Chain (LE00) Module

模組架構：為SDTS第一部份第五節之規定。

Field	Subfield	Len.	Type	Description
LINE	MODN	4	A	MODULE NAME:COMPLETE CHAIN Line
LINE	RCID	6	I	RECORD ID:COMPLETE CHAIN Line
LINE	OBRP	2	A	OBJECT REPRESENTATION:COMPLETE CHAIN Line
ATID	MODN	4	A	MODULE NAME:ATID Attribute Primary Identifier
ATID	RCID	6	I	RECORD ID:ATID Attribute Primary Identifier
PIDL	MODN	4	A	MODULE NAME:PIDL Polygon ID Left
PIDL	RCID	6	I	RECORD ID:PIDL Polygon ID Left
PIDL	USAG	1	A	USAGE MODIFIER:PIDL Polygon ID Left
PIDR	MODN	4	A	MODULE NAME:PIDR Polygon ID Right
PIDR	RCID	6	I	RECORD ID:PIDR Polygon ID Right
PIDR	USAG	1	A	USAGE MODIFIER:PIDR Polygon ID Right
SNID	MODN	4	A	MODULE NAME:SNID Startnode ID
SNID	RCID	6	I	RECORD ID:SNID Startnode ID
SNID	USAG	1	A	USAGE MODIFIER:SNID Startnode ID
ENID	MODN	4	A	MODULE NAME:ENID Endnode ID

ENID	RCID	6	I	RECORD ID:ENID Endnode ID
ENID	USAG	1	A	USAGE MODIFIER:ENID Endnode ID
SADR	X	4	B32	COORDINATES:LONGITUDE:SADR spatial address
SADR	Y	4	B32	COORDINATES:LATITUDE:SADR spatial address

ISO 8211檔案描述資料：

```
005362L 0600133 4404000000280000000100300028LINE00430058ATID00570101PIDL00
540158PIDR00550212SNID00510267ENID00490318SADR00360367;0000;&External File Tit
LE&&;0100;&DDF RECORD IDENTIFIER&&;1600;&LINE&MODN!RCID!OBPR&(A(4),I(6),A(2));
1600;&ATTRIBUTE PRIMARY IDENTIFIER&MODN!RCID&(A(4),I(6));1600;&POLYGON ID LEFT
&MODN!RCID!USAG&(A(4),I(6),A(1));1600;&POLYGON ID RIGHT&MODN!RCID!USAG&(A(4),I
(6),A(1));1600;&STARTNODE ID&MODN!RCID!USAG&(A(4),I(6),A(1));1600;&ENDNODE ID&
MODN!RCID!USAG&(A(4),I(6),A(1));2100;&SPATIAL ADDRESS&*X!Y&(2B(32));
```

檔案內容：第一個分號之前為檔頭描述資料，至第二個分號為止為資料記錄筆數，第二個分號起依序是4Byte的模組名稱縮寫，6Byte的資料記錄編號（靠右對齊），2Byte的空間物件編碼，4Byte的屬性對應模組名稱，6Byte的屬性資料對應筆數記錄，接著為左多邊形，4Byte的模組名稱，6Byte的對應編號，1Byte的使用敘述，右多邊形亦同。之後為起點模組名稱4Byte，6Byte的節點編號，1Byte的使用敘述，最後為二個32Bit的X Y座標（若有中間點 Shape Points，則成對方式一直記錄）。

```
00249 D 00121 4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079; 1;LE00 1LE;AP01 1;PC00
0L;PC00 1R;N000 1S;N000 2E;@@@@@@@@;
00249 D 00121 4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079; 2;LE00 2LE;AP01 2;PC00
0L;PC00 2R;N000 2S;N000 3E;@@@@@@@@;
00249 D 00121 4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00
```

120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;	3;LE00	3LE;AP01	3;PC00
1L;PC00	0R;N000	1S;N000	4E;@@@@@@@@;
00249 D	00121	4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00	
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;	4;LE00	4LE;AP01	4;PC00
2L;PC00	1R;N000	2S;N000	5E;@@@@@@@@;
00249 D	00121	4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00	
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;	5;LE00	5LE;AP01	5;PC00
0L;PC00	2R;N000	3S;N000	6E;@@@@@@@@;
00249 D	00121	4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00	
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;	6;LE00	6LE;AP01	6;PC00
1L;PC00	3R;N000	4S;N000	5E;@@@@@@@@;
00249 D	00121	4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00	
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;	7;LE00	7LE;AP01	7;PC00
2L;PC00	4R;N000	5S;N000	6E;@@@@@@@@;
00249 D	00121	4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00	
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;	8;LE00	8LE;AP01	8;PC00
3L;PC00	0R;N000	4S;N000	7E;@@@@@@@@;
00249 D	00121	4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00	
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;	9;LE00	9LE;AP01	9;PC00
4L;PC00	3R;N000	5S;N000	8E;@@@@@@@@;
00249 D	00121	4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00	
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;	10;LE00	10LE;AP01	10;PC00
0L;PC00	4R;N000	6S;N000	9E;@@@@@@@@;
00249 D	00121	4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00	
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;	11;LE00	11LE;AP01	11;PC00
3L;PC00	0R;N000	7S;N000	8E;@@@@@@@@;
00249 D	00121	4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00	
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;	12;LE00	12LE;AP01	12;PC00
4L;PC00	0R;N000	8S;N000	9E;@@@@@@@@;

(六)節線模組 (邏輯路段) Complete Chain (LE01) Module

模組架構：為SDTS第一部份第五節之規定。

Field	Subfield	Len.	Type	Description
LINE	MODN	4	A	MODULE NAME:COMPLETE CHAIN Line
LINE	RCID	6	I	RECORD ID:COMPLETE CHAIN Line
LINE	OBRP	2	A	OBJECT REPRESENTATION:COMPLETE CHAIN Line
ATID	MODN	4	A	MODULE NAME:ATID Attribute Primary Identifier
ATID	RCID	6	I	RECORD ID:ATID Attribute Primary Identifier
PIDL	MODN	4	A	MODULE NAME:PIDL Polygon ID Left
PIDL	RCID	6	I	RECORD ID:PIDL Polygon ID Left
PIDL	USAG	1	A	USAGE MODIFIER:PIDL Polygon ID Left
PIDR	MODN	4	A	MODULE NAME:PIDR Polygon ID Right
PIDR	RCID	6	I	RECORD ID:PIDR Polygon ID Right
PIDR	USAG	1	A	USAGE MODIFIER:PIDR Polygon ID Right
SNID	MODN	4	A	MODULE NAME:SNID Startnode ID
SNID	RCID	6	I	RECORD ID:SNID Startnode ID
SNID	USAG	1	A	USAGE MODIFIER:SNID Startnode ID
ENID	MODN	4	A	MODULE NAME:ENID Endnode ID
ENID	RCID	6	I	RECORD ID:ENID Endnode ID
ENID	USAG	1	A	USAGE MODIFIER:ENID Endnode ID
SADR	X	4	B32	COORDINATES:LONGITUDE:SADR spatial address
SADR	Y	4	B32	COORDINATES:LATITUDE:SADR spatial address

ISO 8211檔案描述資料：

```
005362L 0600133 44040000002800000000100300028LINE00430058ATID00570101PIDL00
540158PIDR00550212SNID00510267ENID00490318SADR00360367;0000;&External File Tit
LE&&;0100;&DDF RECORD IDENTIFIER&&;1600;&LINE&MODN!RCID!OBPR&(A(4),I(6),A(2));
1600;&ATTRIBUTE PRIMARY IDENTIFIER&MODN!RCID&(A(4),I(6));1600;&POLYGON ID LEFT
&MODN!RCID!USAG&(A(4),I(6),A(1));1600;&POLYGON ID RIGHT&MODN!RCID!USAG&(A(4),I
```

```
(6),A(1));1600;&STARTNODE ID&MODN!RCID!USAG&(A(4),I(6),A(1));1600;&ENDNODE ID&MODN!RCID!USAG&(A(4),I(6),A(1));2100;&SPATIAL ADDRESS&*X!Y&(2B(32));
```

檔案內容：第一個分號之前為檔頭描述資料，至第二個分號為止為資料記錄筆數，第二個分號起依序是4Byte的模組名稱縮寫，6Byte的資料記錄編號（靠右對齊），2Byte的空間物件編碼，4Byte的屬性對應模組名稱，6Byte的屬性資料對應筆數記錄，接著為左多邊形，4Byte的模組名稱，6Byte的對應編號，1Byte的使用敘述，右多邊形亦同。之後為起點模組名稱4Byte，6Byte的節點編號，1Byte的使用敘述，最後為二個32Bit的X Y座標（若有中間點 Shape Points，則以成對方式一直記錄）。

```
00251 D      00126    4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;      1;LE01      1LE;AP02      1;PC00
      OL;PC00      OR;N000      10S;N000      11E;@@@@@@@@;
00251 D      00126    4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;      2;LE01      2LE;AP02      2;PC00
      OL;PC00      OR;N000      11S;N000      12E;@@@@@@@@;
00251 D      00126    4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;      3;LE01      3LE;AP02      3;PC00
      OL;PC00      OR;N000      12S;N000      13E;@@@@@@@@;
00251 D      00126    4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;      4;LE01      4LE;AP02      4;PC00
      OL;PC00      OR;N000      13S;N000      14E;@@@@@@@@;
00251 D      00126    4404000100070000LINE00130007ATID00110020PIDL00120031PIDR00
120043SNID00120055ENID00120067SADR00490079;      5;LE01      5LE;AP02      5;PC00
      OL;PC00      OR;N000      14S;N000      15E;@@@@@@@@;
```

(七)屬性模組（基本路段）Line Attribute (AP01) Module

模組架構：為SDTS第一部份第五節之規定。其中使用者自定的二個屬性為道路寬度及交通流量。

Field	Subfield	Len.	Type	Description
ATPR	MODN	4	A	MODULE NAME:AP01
ATPR	RCID	6	I	RECORD ID
ATPR	WIDTH	3	I	ROAD WIDTH
ATPR	FLOW	6	I	TOTAL CAR FLOW

ISO 8211檔案描述資料：

```
002312L 0600073 44040000002100000000100300021ATPR00460051ATTP00610097;0000;
&AP01.DDF&&;0100;&DDF RECORD IDENTIFIER&&;1600;&ATTRIBUTE PRIMARY;MODN!RCID;(A
(4),1(6));1600;&PRIMARY ATTRIBUTES&WIDTH!FLOW;(1(3),1(6));
```

檔案內容：第一個分號之前為檔頭描述資料，至第二個分號為止為資料記錄筆數，第二個分號起依序是4Byte的模組名稱縮寫，6Byte的資料記錄編號（靠右對齊），3Byte的道路寬度資料，6Byte的交通流量資料。

```
00085 R 00061 4404000100070000ATPR00110007ATTP00060018;
1;AP01 1; 30 1293;
2;AP01 2; 30 1823;
3;AP01 3; 30 3823;
4;AP01 4; 40 2932;
5;AP01 5; 40 3131;
6;AP01 6; 40 2013;
7;AP01 7; 40 1823;
8;AP01 8; 30 4011;
9;AP01 9; 40 2823;
10;AP01 10; 40 2823;
11;AP01 11; 35 3912;
12;AP01 12; 35 3123;
```


(八)屬性模組 (邏輯路段) Line Attribute (AP02) Module

模組架構：為SDTS第一部份第五節之規定。其中使用者自定的屬性為路面破壞嚴重度資料。

Field	Subfield	Len.	Type	Description
ATPR	MODN	4	A	MODULE NAME:AP01
ATPR	RCID	6	I	RECORD ID
ATPR	INDEX	1	I	INDEX FOR SEGMENT CONDITION

ISO 8211檔案描述資料：

```
002312L 0600073 4404000000210000000100300021ATPR00460051ATTP00610097;0000;
&AP01.DDF&&;0100;&DDF RECORD IDENTIFIER&&;1600;&ATTRIBUTE PRIMARY;MODN!RCID;(A
(4),1(6));1600;&PRIMARY ATTRIBUTES&INDEX;(1(1));
```

檔案內容：第一個分號之前為檔頭描述資料，至第二個分號為止為資料記錄筆數，第二個分號起依序是4Byte的模組名稱縮寫，6Byte的資料記錄編號（靠右對齊），3Byte的道路寬度資料，6Byte的交通流量資料。

```
00092 R 00064 4404000100070000ATPR00110007ATTP00060018;
1;AP01 1;3;
2;AP01 2;3;
3;AP01 3;2;
4;AP01 4;4;
5;AP01 5;3;
```

(九)區域模組 GT-Polygon (PC00) Module

模組架構：為SDTS第一部份第五節之規定。

Field	Subfield	Len.	Type	Description
POLY	MODN	4	A	MODULE NAME:GT-POLYGON Polygon
POLY	RCID	6	I	RECORD ID
POLY	OBRP	2	A	OBJECT REPRESENTATION
ATID	MODN	4	A	MODULE NAME:ATID Attribute Primary Identifier
ATID	RCID	6	I	RECORD ID:ATID Attribute Primary Identifier
CHIN	MODN	4	A	MODULE NAME:CHID Chain Identifler
CHIN	RCID	6	I	RECORD ID:CHID Chain Identifier
CHID	USAG	1	A	USAGE MODIFIER:CHID Chain Identifier

ISO 8211檔案描述資料：

```
003022L 0600085 4404000000280000000100300028POLY00640058ATID00570104CHID00
560161;0000;&External File Title&&;0100;&DDF RECORD IDENTIFIER&&;1600;&Polygon
&MODN!RCID!OBPR&(A(4),I(6),A(2));1600;&Attribute Primary Identifier&MODN!RCID&
(A(4),I(6));2600;&Chain Identifier&*MODN!RCID!USAG(A(4),I(6),A(1));
```

檔案內容：第一個分號之前為檔頭描述資料，至第二個分號為止為資料記錄筆數，第二個分號起依序是4Byte的模組名稱縮寫，6Byte的資料記錄編號（靠右對齊），2Byte的空間物件編碼，4Byte的屬性對應模組名稱，6Byte的屬性資料對應筆數記錄，4Byte的模組名稱，6Byte的對應編號，1Byte的使用敘述。

```
00127 D 00073 4404000100070000POLY00130007ATID00110020CHID00230031;
1;PC00 1PC;???? ?;LE00 1BLE00 3BLE00 4BLE00 6B;
00127 D 00073 4404000100070000POLY00130007ATID00110020CHID00230031;
2;PC00 1PC;???? ?;LE00 2BLE00 4BLE00 5BLE00 7B;
00127 D 00073 4404000100070000POLY00130007ATID00110020CHID00230031;
3;PC00 1PC;???? ?;LE00 6BLE00 8BLE00 9BLE00 11B;
00127 D 00073 4404000100070000POLY00130007ATID00110020CHID00230031;
4;PC00 1PC;???? ?;LE00 7BLE00 9BLE00 10BLE00 12B;
```

(十)其他

上述七個轉換模組是為最基本的轉換模組範例，透過這些轉換模組的操作，便可將圖3-6的範例轉換為其他系統所用。不過，其他尚有一些模組是必須的，如：內部及外部參考座標系統模組、五個資料品質模組等。由於牽涉到測量及相關繪圖的基本原理、概念等，並不在本研究的研究範圍內，故在此未將其列出並進行分析。但是在正式的轉換過程中，這些模組是必須存在的，不可省略。

運輸路網地理資訊系統發展及其應用課題之綜合研究

出版者：交通部運輸研究所

地址：台北市敦化北路150號7樓

電話：(02)7123121

經銷處：交通部運輸研究所運輸資訊組

地址：台北市敦化北路150號3樓

電話：(02)7123121

中華民國政府出版品展售中心

地址：台北市衡陽路20號3樓

電話：(02)3821394

印刷者：建華印書有限公司

地址：台北市北平西路6號5樓之1

電話：(02)3313031

中華民國八十二年九月初版一刷

本書印製150冊・每冊工本費90元