

90- -

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：考察)

考察義大利公路設施管理系統

服務機關：交通部運輸研究所

出國人 職 稱：運輸工程組副組長

姓 名：陳茂南

出國地點：義大利

出國期間：民國 89 年 11 月 03 日

至 11 月 13 日

報告日期：民國 90 年 02 月 13 日

交通部運輸研究所出版品摘要表

| | | | |
|---|-----------|------------|---|
| 出版品名稱：考察義大利公路設施管理系統 | | | |
| 國際標準書號（或叢刊號） | 政府出版品統一編號 | 運輸研究所出版品編號 | |
| 主辦單位：運輸工程組 主管：曾志煌 計畫主持人：陳茂南 聯絡電話：23496818 傳真號碼：25450427 | | | 研究期間 自 89 年 11 月 至 90 年 02 月 |
| 關鍵詞：影像實錄、智慧型運輸系統、羅馬及米蘭地區交通管理、MOBINET | | | |
| 摘要： 本報告摘錄赴義大利考察公路設施管理時，觀察及蒐集所得的重點內容、綜合心得與對目前本所執行中相關計畫之檢討，供後續研究參考。 | | | |
| 出版日期 | 頁數 | 工本費 | 本出版品取得方式 |
| 90 年 2 月 | | | 凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，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。 |
| 機密等級： <input type="checkbox"/> 限閱 <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （解密【限】條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密） <input checked="" type="checkbox"/> 普通 | | | |
| 備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。 | | | |

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
 INSTITUTE OF TRANSPORTATION
 MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

| | | | |
|---|---|--|--|
| TITLE: The development of the Highway Infrastructure management system in Italy | | | |
| ISBN(OR ISSN) | UNIFORM SERIAL CODE FOR GOVERNMENT PUBLICATIONS | IOT SERIAL NUMBER | |
| DIVISION: TRANSPORTATION PLANNING DIVISION DIVISION CHIEF: Tseng, James C.H. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chen, M.N. | | PROJECT PERIOD FROM December 2000 TO February 2001 | |
| KEY WORDS: photologging, Intelligent transport Systems, traffic management in the areas of Rome and Milan, MOBINET | | | |
| ABSTRACT: This report gathers up some important collections and observations about the development of the highway infrastructure management system during the 9 days' technique tour in Italy. | | | |
| DATE OF PUBLICATION February 2001 | NUMBER OF PAGES | PRICE | CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> SECRET <input checked="" type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> UNCLASSIFIED |
| The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications. | | | |

考察義大利公路設施管理系統

報告人：陳茂南

服務單位：交通部運輸研究所

目 錄

| | |
|----------------------------|----|
| 壹、考察重點 | 1 |
| 1.1 前言 | 1 |
| 1.2 考察重點 | 3 |
| 貳、行程規劃 | 9 |
| 2.1 考察地點研選 | 9 |
| 2.2 行程安排 | 10 |
| 參、考察重點摘整 | 13 |
| 3.1 羅馬市區交通管理 | 13 |
| 3.2 米蘭市區交通管理 | 20 |
| 3.3 義大利之高速公路網 | 27 |
| 3.4 MACRO | 32 |
| 3.5 MOBINET | 37 |
| 肆、綜合心得與建議 | 51 |
| 伍、對相關計畫檢討與建議 | 57 |
| 5.1 Photologging 系統設備效率的改善 | 57 |
| 5.2 地理資訊系統整合之探討 | 59 |
| 5.3 橋梁管理整合性決策模組應加強交通量資料處理 | 60 |
| 陸、結語 | 63 |

表 目 錄

| | |
|--------------------------|----|
| 表 1 赴義大利考察先進國家公、鐵路設施管理行程 | 12 |
|--------------------------|----|

圖 目 錄

| | |
|--------------------------|----|
| 圖 1 現代影像實錄設備車 | 4 |
| 圖 2 影像實錄系統架構 | 4 |
| 圖 3 路況調查之使用者介面 | 5 |
| 圖 4 台灣地區橋梁管理系統架構 | 6 |
| 圖 5 第七屆 ITS 世界會議會場之一 | 11 |
| 圖 6 羅馬市區交通擁擠 | 13 |
| 圖 7 羅馬市區小車充斥 | 14 |
| 圖 8 羅馬地區 1999 年之運具分派比例 | 15 |
| 圖 9 羅馬市區交通流量監控 | 17 |
| 圖 10 羅馬市區在 V.M.S.上的使用者資訊 | 17 |
| 圖 11 羅馬市區的自動進出控制系統 | 18 |
| 圖 12 交通控制中心系統架構 | 19 |
| 圖 13 米蘭市區的交通亦日漸惡化 | 20 |
| 圖 14 米蘭市政當局相當重視道路安全與執法 | 21 |

| | |
|--|----|
| 圖 15 訪問期間與 Giuseppe Cozza (Director for Mobility and Environment, Milan City Council) 合影 | 22 |
| 圖 16 米蘭的公共照明亦由交通當局主管 | 24 |
| 圖 17 義大利的高速公路路網 | 28 |
| 圖 18 Autostrade 的收費站 | 28 |
| 圖 19 Autostrade 的多媒體資訊中心 | 29 |
| 圖 20 Autostrade 的公路績效量測設備 | 31 |
| 圖 21 Mestre-Venice 環道公速公路的形貌 | 32 |
| 圖 22 MACRO 的系統架構 | 33 |
| 圖 23 MACRO 的督導子系統 | 35 |
| 圖 24 MACRO 系統配置 | 36 |
| 圖 25 MACRO 控制中心 | 36 |
| 圖 26 MOBINET 整體性的運輸管理計畫 | 37 |
| 圖 27 參與 MOBINET 計畫的單位 | 38 |
| 圖 28 改善複合運輸包含的項目 | 40 |
| 圖 29 道路管理最佳化的範圍 | 41 |
| 圖 30 動態管制車道改善交織情況 | 42 |
| 圖 31 動態管制車道轉換時相 | 43 |
| 圖 32 匝道儀控架構 | 43 |

| | |
|-----------------------|----|
| 圖 33 詳細交通資訊有助於日常活動的管理 | 44 |
| 圖 34 資訊服務取得管道 | 45 |
| 圖 35 新概念發展架構 | 46 |
| 圖 36 各種可能使用的方法 | 47 |
| 圖 37 計畫整合 | 48 |
| 圖 38 影像實錄系統運作流程 | 57 |
| 圖 39 橋梁管理整合性決策模組 | 61 |

壹、考察重點

1.1 前言

資訊與通信科技的快速進步，逐漸改變既有管理模式與方法，由傳統官僚行政體系，慢慢進化成資訊自由流通的體系，施政越來越制度化、透明化，原先模糊之政策空間，均將因多重限制而回流再輸入，等著加入下一周期的推動、控管作業。日前，行政院宣布推出「知識經濟發展方案」，使大家注意到以知識為核心的新經濟時代，早已悄然來臨，且未來必將扮演更重要的角色。

新體系依賴資料、資訊和知識的交換，網際網路改變工作本質，電子郵件與資料庫管理促使組織扁平化，也打破舊有的管理結構。由於改變源自於外在環境的快速變化，若繼續依賴過去的規則，實難確保舊有行政作業的成效，且亦無法因應新環境之需求。

故以知識管理為主軸，將知識的獲得、整合、累積、分享、移轉、更新與創造，透過核心流程的改造、資訊科技的運用與行政程序的革新，具體落實於日常工作中，才能重新勾勒新世紀願景，全面性的提昇行政效率。

由於第二高速公路、西濱快速公路及東西向快速公路等建設計畫陸續完工之後，台灣地區各級公路網已近完整，未來以增加供給來因應日益龐大交通需求的政策空間有限，公路行政重心將由新建轉為管理，利用先進之資訊科技加強設施之維護及使用，俾充分發揮設施功能，提供便捷、安全與可靠的服務。

在公路管理中，不論是設施維護或交通管理都需要有相關資料庫之支援，其中公路基本資料包括公路路權範圍內之各種實體與交通控制設施資料，完善的公路基本資料庫係公路運輸系統規劃、管理與維護之基本工具。

公路基本資料依法應隨時清查校正，由於其範圍涵蓋全國轄區之各級公路，故所花費的人力、時間及金錢皆非常可觀，且所得資料之整理工作亦相當繁雜。目前公路局雖有很多書面的公路基本資料，但若欲查閱某路段之現況，不僅檢索

耗時，且因缺乏道路實況之視覺影像資料，若不實地踏勘該路段，無法全盤瞭解該路段之全貌、以及各項設施之相關位置及道路兩側土地使用情形，更無法查核該路段書面資料之正確性。

現今電子科技進步快速，若能將道路實況之視覺影像配合基本資料整合儲存於電腦中，將有利於各項資料之查詢及修改作業，提昇公路清查所得基本資料之使用效率。由於在電腦中即可看到道路現況照片，將可減少公路實地踏勘之次數及時間，因此，如何整合既有科技，組裝構建自動化設備，以作為建立包含文字及圖檔完整的公路基本資料庫之工具，有效減少人工作業，提高使用管理效率，實為現階段公路管理之重要研究課題。

有鑑於此，運輸研究所於八十九年度與淡江大學運輸管理學系共同合作辦理「應用 Photologging 技術輔助公路基本資料調查之研究」，其中影像實錄 (photologging) 係以車輛搭載照相機（或攝影機）與相關設備，沿途攝影記錄道路及其周遭環境與相關資料的一種方法。依國外之發展經驗，此一技術應可滿足前述公路基本資料調查作業與管理之需求，建置一影像實錄原型系統以改善目前之資料調查作業與管理方式。

此外，八十九年起交通部責成運輸研究所與國立中央大學合作開發「台灣地區橋梁管理系統」，建構一套具層級的台灣地區橋梁管理資料庫，供交通部、內政部和其所屬單位如交通部高速公路管理局、交通部公路局、交通部鐵路管理局、各縣、市政府以至於各鄉、鎮、市公所使用。

藉由系統化、有效率的電腦化管理方法，將各項橋梁資訊融入決策理論分析，並且結合 GIS、GPS 及網際網路架構，以協助橋梁管理機關提高橋梁服務水準，確保橋梁結構穩定性與安全性，維護陸路運輸機能，並有效運用資源，降低使用及維修成本，延長橋梁使用年限，以最經濟有效的方式執行橋梁管理工作，減輕政府負擔。

本次出國計畫，即是因應前述研究之需要，期望配合相關研究計畫的實際進度，蒐集先進國家有關公路管理系統資訊，一方面縮短自力研發的時間及所耗費之資源，另一方面進一步了解最新之技術及可能的發展方向，儘量使相關研究計

畫之成果能夠周全。

1.2 考察重點

影像實錄(photologging)係以車輛搭載照相機(或攝影機)與相關設備,沿途攝影記錄道路及其周遭環境與相關資料的一種方法。採用影像實錄技術記錄道路的視覺資訊,除可減少實地踏勘的次數,實務上,尚有公路安全規劃與設計、交通控制設施的管理與維護、法律行動、道路鋪面的管理與維護等不同的應用。傳統執行影像實錄所需的主要設備包括:設備搭載車輛、底片、攝影機或相機、鏡頭、控制單元等。

影像實錄已有相當時間之發展歷史,惟傳統的影像實錄或錄影實錄之結果均屬類比資料,不利於資料庫的儲存、分析與查詢。近年來的發展則多將影像轉為數位資料,並結合地理資訊系統(GIS)、全球衛星定位系統(GPS),使資料的蒐集工作更為簡便、快速、與正確,亦使相關資料的流通、查詢管道與作業方式更為多樣、便利。

如美國 Arizona DOT 正進行之一項研究即是結合道路影像實錄、DGPS、與 GIS (採 ArcView 系統),以輔助道路安全改善之決策。Nevada DOT 亦利用類似的系統從事公路設施的調查與記錄作業,圖 1 所示即為該州結合數位影像、DGPS 與 GIS 等之影像實錄設備車。

本所在 photologging 系統研發部分之進展相當順利,目前已成功結合數位照相、GPS 及 DGPS 校正技術、數位行車紀錄器、車上處理電腦、後處理工作站及空間、屬性、影像之整合資料庫與伺服器,完成影像實錄系統架構如圖 2、3 所示。



圖 1 現代影像實錄設備車

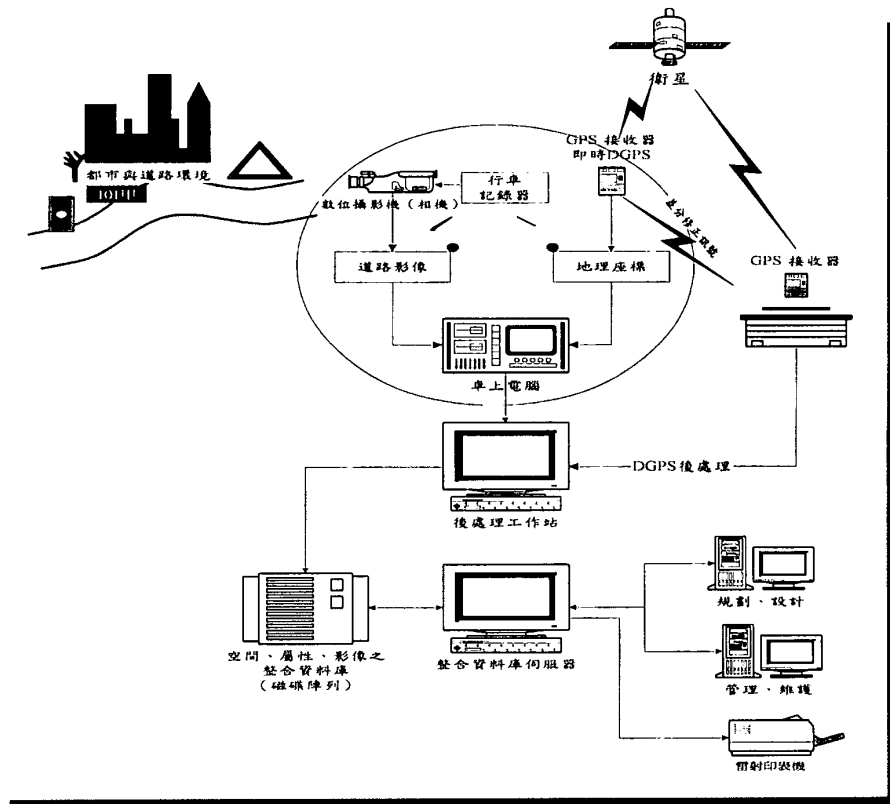


圖 2 影像實錄系統架構

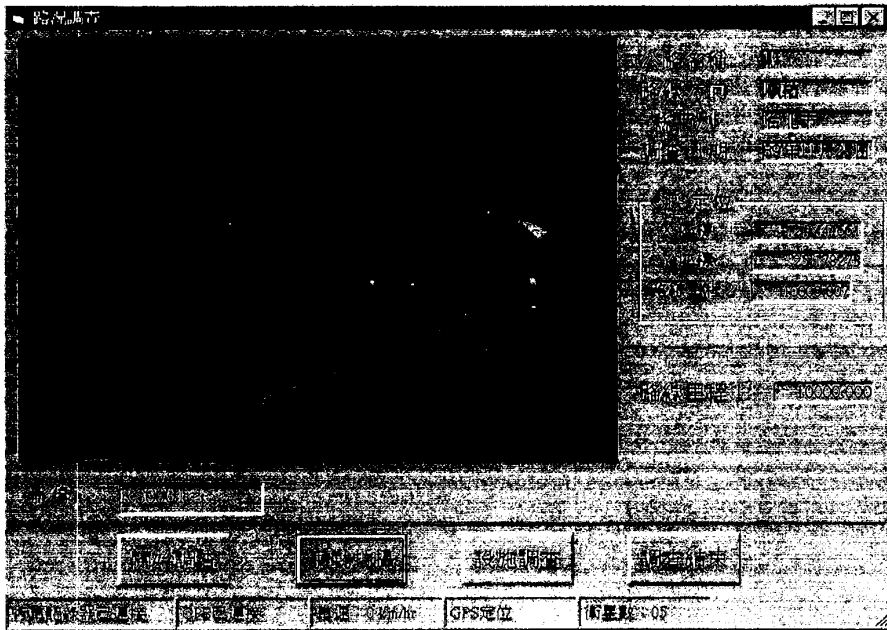
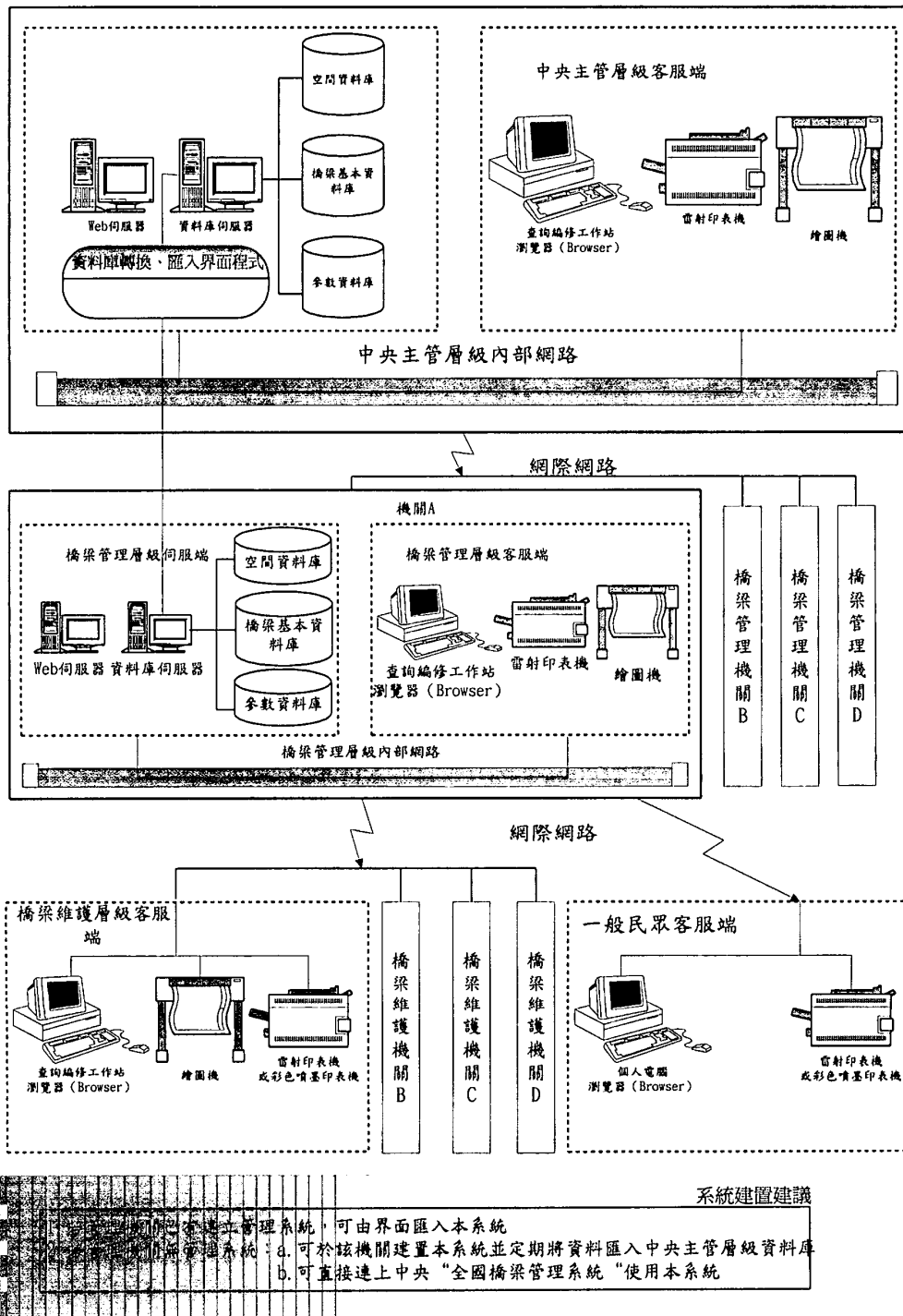


圖 3 路況調查之使用者介面

另在橋梁管理系統方面，由於國內相關單位如國道高速公路局、交通部公路局及台北縣、市政府等均有發展類似系統之經驗，同時在參考美、日等國相關資料之後，台灣地區橋梁管理系統架構發展極為順利，目前本系統透過網路技術建立層級間之運作關係，使用者以網路瀏覽器（Browser）登入進入橋梁管理系統，系統伺服器可建置於中央主管層級或前節所述之橋梁管理層級機關之中，其主要架構如圖 4 所示。

經由網路可達到即時資料之傳輸與建置。由於系統資料庫係以電子儲存媒體保存，資料庫備份可由各機關中資訊管理部門人員以硬碟、磁帶、光碟等媒體備份，較傳統以文書方式備份為快速且可製作多份備份以減少資料滅失之風險。

而各層級之間運作，可經由使用者權限之設定以達到系統資料庫分割之目的。例如：當橋梁養護層級需要查詢、修改、輸入其轄下橋梁資料時，則使用系統所設定之帳號及密碼進入橋梁管理系統中，藉由瀏覽器以查詢、修改、輸入其轄下所有橋梁管理之各項資訊。



系統建置建議

- 可由界面匯入本系統
- 可由本系統匯入中央主管層級資料
- 可於該機關建置本系統並定期將資料匯入中央主管層級資料庫
 - 可直接連上中央“全國橋梁管理系統”使用本系統

圖 4 台灣地區橋梁管理系統架構

此一權限設定方式亦可套用於橋梁管理機關與中央主管層級之間的互動，其溝通工具亦為瀏覽器。其主要差異性為中央主管層級之資料庫為達成全國橋梁資訊掌握、技術研發、法規擬定等決策擬定，必須蒐集各橋梁管理機關轄下之所有橋梁資料，以做為分析時之依據。

故決策與命令，由中央主管機關以降劃分權責，其間資訊交換與傳遞，宛如人體神經系統般，構成橋梁管理之數位神經網路，各級單位發生任何狀況，在中樞之中央主管單位均能立即掌握狀況，並予以即時適當反應，以期達到橋梁資訊的全方位掌握與防救災動態管理之目標。

由於兩計畫相關系統發展極為順暢，預期在系統單元運作部分可能發生之困難，例如：系統層級之劃分、未來發展與使用規劃、影像資訊設備、車輛載具之整合等，均未發生問題。其原因是拜資訊科技蓬勃發展之賜，過去許多難以突破之發展瓶頸，例如數據傳輸、資料更新及圖形顯示等，均因電腦運算速度及儲存能力之大幅提昇，變得輕而易舉。

而且由於網際網路的方便性，許多資料可以突破過去地理藩籬之限制，透過電子郵件之溝通而取得，因此不再有必要對現有相同系統及相關機構進行訪視，以取得技術上之協助。

反而是在匯集其他國家發展經驗過程中，發現現有運作中之系統，常因當時構建期間之環境限制，很難因應現階段公路管理工作之需求，例如許多機構過去所構建之影像資料，無法在短時間內數位化，所發展之系統功能或效率不足，無法以網路之方式運作，因此資訊傳遞困難，系統維護成本極高，然而舊有系統之更新，其困難度要較重新建構新系統更高，其情況就好像十年前 286 電腦時代發展之系統，要應用在目前 686 電腦環境下，更新上所遭遇之窘境。

另外，目前已進入知識管理的時代，對於資料或資訊之運用方式，亦與以前大不相同，同樣的公路設施管理資料除可方便常態之養護作業，在供給面提供最佳之服務外，未來更可能增加整合需求面之功能，與智慧型車路系統相關技術結合，提供用路人諸如：車輛導航、事故偵測、路線規劃、商車營運等方面之支援。

因此將下列各項列為本次出國考察之重點：

1. 瞭解使用者層面對於相關公路管理資料庫可能之需求。
2. 探討公路設施管理資料庫可能涵蓋之項目與功能，
3. 蒐集如何結合最新之通訊與資訊科技發展整合性系統之案例。
4. 體驗當地公路網、市區交通與相關運輸設施之管理績效。

貳、行程規劃

2.1 考察地點研選

本次出國考察目的是針對發展中之各項公路管理系統之功能及所使用之技術方法進行複核，避免系統功能上可能產生疏漏，或是未能配合全球科技發展趨勢，造成系統功能與效能受到影響。因此考察將排除單一機構或單一技術、設備之訪視，改以各項技術與各國專業人員匯集之場合，俾能在有限之時間與經費情形下，獲得最多且有價值之資訊。故選擇參訪重大國際相關會議之國家與地點，將可能兼顧系統運作之考察與相關資料之蒐集。

由於語文及僑居專業人士較多之關係，美、加等地之資料較易取得且較完整，例如為了解美國 PONTIS 橋梁管理系統及其運作，在台灣地區橋梁管理系統建構過程中，中央大學特別邀請在美國聯邦公路總署橋梁科技辦公室任職的王槐先生專程回國講述「Markov Chains and Pontis」，並攜回重要資料，使國內發展的系統可超越美國現有的系統。

但是相反的對於歐洲方面之發展，除英語系國家外，其他各國之現況及相關資訊就較為缺乏，因此前往歐陸各國參訪成為首選。適巧第七屆智慧型運輸系統世界會議於 2000 年十一月 6—9 日，在義大利的 Turin 市舉行，預計將有來自世界各地之專家學者及廠商彙集於該地，發表論文、展示設備及研究成果。

由於 ITS 會議選擇在義大利 Turin 市召開，是因為至今僅有少數都市能獲得整合 ITS 之實際效益，而 Turin 市所執行之 5T (Telematic Technologies for Traffic and Transport in Turin) 系統，即為一良好之 ITS 整合佈設案例，加上羅馬、米蘭等地之近年來在都市交通管理方面的努力，在交通業界亦著有名聲，因為其在都市發展受到嚴重限制情形下，管理日益增加之交通需求，難度要較一些國際知名之大都市更高。

本次考察因此選定以義大利重要城市羅馬及米蘭為主要之對象，並配合 ITS

會議時間，順道前往 Turin 市之 ITS 會場，蒐集會議相關資料，參訪相關展示。至於其他鄰近國家如法國、荷蘭、奧地利等地，則受時間與經費之限制，無法一併納入此次考察中。

2.2 行程安排

出國考察主要的目的是增進同仁之視野，了解國外對於專業問題的許多看法與作法，使得日後在面對類似問題時，有更廣大之思考空間及更多之方案構想。因此對於從事政策規劃及管理系統建構之同仁，應爭取與把握可能之出國考察機會，實地體驗別人的長處與優點，截長補短，改善所經管業務之效能。

由於經費拮据，對於出國經費之運用應妥為規劃，儘可能發揮其效益，本所出國考察一般均是規劃單人短天期之旅程，由於個人獨立張羅在國外所有食、衣、住、行及參訪等所有瑣事，將佔用許多寶貴的時間，因此實際能利用來觀察及吸收之時間有限，且缺乏討論回饋之對象，自然就限制了可能行動空間及參訪深度。

個人認為出國考察以能整合不同之考察項目或單位之個人結伴同行，最具效益其成效亦最明顯，因為多人考察單一項目，期邊際效益會遞減，多人同行或分或合，考察多個不同項目，則可擴大考察對象及範圍，增加相互提示及討論的機會，對於被考察對象之優點印象亦較為深刻。

由於國內中華智慧型運輸系統協會出面整合組團，本次國內專程參加 ITS 世界會議之單位包括：國道高速公路局、國道新建工程局、運輸研究所、鼎漢工程顧問公司、淡江大學、交通大學等單位，其中交通部張次長、淡江大學董啓崇教授等於會中均有論文發表。整體而言，台灣代表團亦算小有規模，並受到世界各國之重視。臨行前張次長因高屏大橋斷橋事件需要立即處理，責成交通部路政司林司長志明代為前往宣讀論文，則為啓程前之小插曲。



圖 5 第七屆 ITS 世界會議會場之一

本次考察之行程搭乘長榮航空班機由曼谷轉機往奧地利之維也納轉機至羅馬，回程則由米蘭往荷蘭之阿姆斯特丹轉機回桃園中正機場，其中進出國門行程及羅馬考察行程、Turin 會場參訪及最後一日米蘭之參訪行程，均配合我國 ITS 世界會議參訪團之行程，至於年會期間則與本所奉派考察新進國家鐵路運輸設施基本管理之翁工程司國和同行，利用鐵路與公路運輸考察義大利主要都市地區 Firenze、Venezia 及 Milano 等地，總考察行程歷時 8 天，相關行程如表 1 所示。

表 1 赴義大利考察先進國家公、鐵路設施管理行程

| 日期 | 日數 | 預定行程 | 行程概要 |
|--------|----|------------------|---|
| 11.03 | 1 | 台北→WIEN | 啓程 |
| 11.04 | 1 | WIEN→ROMA | 啓程 |
| 11.05 | 1 | ROMA | 考察 ROMA 鐵公路設施管理 |
| 11.06 | 1 | ROMA→FIRENZE | 考察 Ferrovie dello Stato/FS 及 FIRENZE 公、鐵路設施 |
| 11.07~ | 2 | FIRENZE→TORINO | 考察 FIRENZE 鄰近地區鐵公路設施管理 |
| 11.08 | | TORINO | 蒐集相關資料 |
| 11.08 | 1 | TORINO→MILANO | 參觀 MILANO 市政建設 |
| 11.09 | 1 | MILANO→AMSTERDAM | 返程 |
| 11.10 | 1 | AMSTERDAM→台北 | 返程 |

參、考察重點摘登

3.1 羅馬市區交通管理

擁有 2,500 年歷史的「永恆之城」羅馬，位於義大利南方，是義國的首都，亦為梵諦岡（全世界天主教權力中心）的所在地，每年吸引上萬信徒前來朝聖，市中心的街道是不允許巴士進入的。由機場至羅馬市中心大約 30 公里，有直達列車可搭乘，約 40 分鐘。

羅馬是一個歷史悠久的古老城市，自古以來一直是歷代王朝的國都，由於市區街道當初並非是設計供現代車輛通行的，且都市景觀一直維持其歷史形貌，因此道路狹窄，未成一般格狀之路網型態，路況條件極差，但是在這樣的環境中，每天有數以萬計的旅次發生其中，因此交通擁擠，人車爭道的場面不時發生。



圖 6 羅馬市區交通擁擠

羅馬市區滿街小車充斥，連公車的尺寸也小一號，如圖 所示。在交通秩序方面，義大利和台灣相當類似，義大利人過馬路也是東奔西闖的，摩托車也相當普及，因此稱義大利為西方的台灣，大家應該可以很容易的意會義大利的交通狀況。

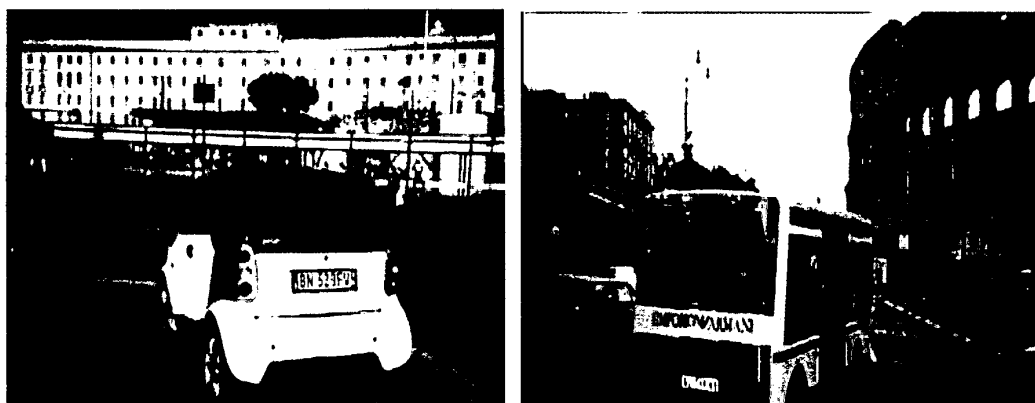


圖 7 羅馬市區小車充斥

由於現代人日益增加之行動需求，導致大型都市地區生活品質急劇惡化，市民浪費在交通壅塞的時間增加。此外，空氣污染問題，增加對人體之傷害及對歷史古蹟之腐蝕，高能源消耗的運輸系統，不符合永續之精神，這些負面問題使市區交通管理單位面對極大的挑戰，尤其在羅馬及其相關市中心區，因為這些區域有豐富歷史資源，又是商業與人文薈萃的地點，所有經濟活動植基於當地所提供的服務，因此對於交通品質之需求更為強烈。

惟像羅馬這樣一個，原有街路設計非供汽車使用，舊有市區更新不易，因而不適宜私人運具發展的城市，其大眾運輸系統只占其總旅次之 20%，卻有 45% 的旅次使用私人之交通工具，結果造成市區嚴重之壅塞與污染，而該市交通管理當局因而對於使用新科技與新理念解決都市交通問題，產生熱切之期盼，寄望利用強烈之政策來導正運輸所產生之負面衝擊。

為達成前述目標，羅馬行政當局決定以與環境相容為基礎，推動維持交通移動性政策，並自 1997 年開始發展適當之工具來執行此政策方案。首先，在規劃方面，以都市運輸主計畫（General Urban Transport Plan）來限制需求並增加供

給，評估各種管制交通方法，定義所有改善運輸之發展方向。

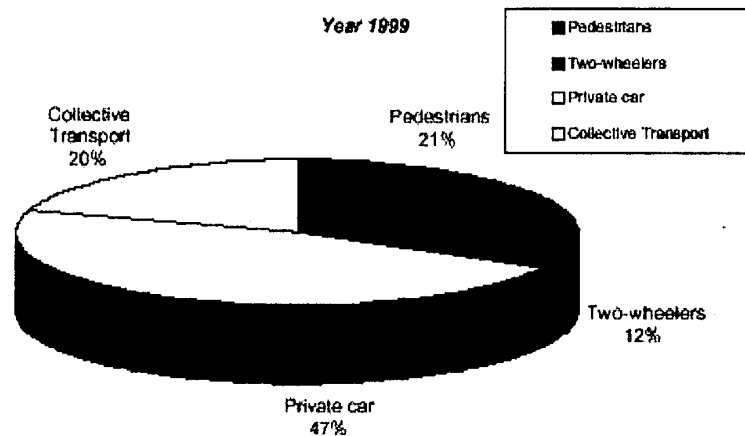


圖 8 羅馬地區 1999 年之運具分派比例

其行動管理方案使用之工具雖涵蓋所有供給面與需求面之管理，但可以明顯發現其投注較大心力於需求管理的各種方法，如：付費停車、歷史區域之電子進出控制系統等。

其次，在組織方面成立羅馬市交通流動性管理機構 (the Mobility Agency of the City of Rome，簡稱 STA)，提供達成維持交通流動性目標的各種設計，以及相關營運所遭遇問題之解答。

第三，由 STA 發展相關技術工具，整合利用 ITS 技術之交通監測及控制的通訊系統，俾在有限的財務投資下，有效並合理利用運輸資源，目前本方案已有顯著績效，在歐陸各大城市中卓有名聲。

事實上，在方案推動過程中，ITS 系統在規劃、監測、控制、實踐、辨識、分析等運輸工作鏈上，增加許多作業彈性，使得運輸路網規劃、設施管理與運轉控制能緊密結合，經由 ITS 技術之管制，提供使用者及時且完整的資訊，改變運輸需求結構，允許在不興建新設施情形下，增加現有運輸路網之容量。

羅馬行政當局在 1998 年起，整合通訊系統，執行一項新的交通監控及管理

段已經完成，利用 2,000 萬歐元經費來設置所需的設備。整合系統的核心是交通控制中心，該中心設置在 STA 總部，具有監控及經由其他子系統來控制都市交通。

各子系統均有其特定之任務，例如：整合號誌控制的都市交通控制系統（UTC），在限制通行區域（Limited Traffic Zone,ZTL）的自動進出的控制，透過資訊可變標誌及交通資訊中心運作的使用者資訊系統等。系統中還包括具有 45 座彩色攝影機的交通監視系統，設置在路網中主要的交叉路口。

至於在資訊處理方面，則有交通流動性管理系統（Mobility Management System, MMS）以動態數據為基礎進行整合，在子系統功能上的整合是經由參考圖形進行雙向的數據交換，所有接收到的數據及設備資訊，均有完整 GIS 座標資料，通訊是根據 TCP/IP 的通訊協定，在 WAN & LAN 系統上執行，在 MMS 中，所有的功能是以 GIS 圖層來表達，因此具有良好的人機介面。

由路網中偵測器所得之交通數據，每五分鐘更新一次，因此有辦法直接觀察即時的資訊，如速率、流量、佔有率等，並作連續性的監控。在同一時間中約可監控約 200 公里範圍內的羅馬市區交通路網，而且所有的交通數據均會即時傳送到 Jubilee 管理中心的都市警勤運作中心，以便處理與都市交通流動特性有關的間況及管理事件。

現將各子系統設置之目的及功能概述如下：

1. 都市交通控置子系統

主要功能是執行集中式的交通號誌控制，使得約 380 處路口號誌能夠整合，另有約 200 處進出羅馬市中心區道路將新設納入。該系統是根據超過 1000 個以上電磁線圈偵測器所得即時交通狀況數據，以調適性交通控制策略，利用動態交通規劃控制軟體（SPOT/UTOPIA）來執行，整過系統是採高度分散式的架構，可以結合小區域的號誌進行運作，因此允許以分散或整合的方式，彈性進行鄰近交通號誌即時最佳化的控制。

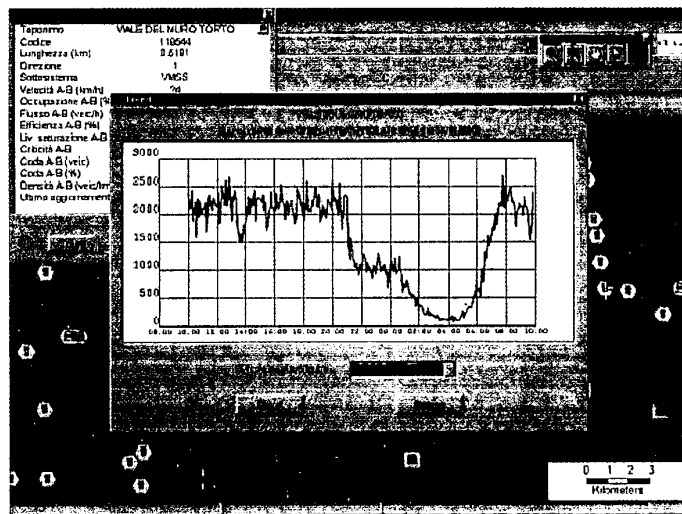


圖 9 羅馬市區交通流量監控

2. 可變資訊標誌 (Variable Message Signal, VMS)

主要是為駕駛人提供路程中的資訊，目前羅馬市區已經設置 48 處，其中 36 處設置在兩條主要的都市快速道路上，11 條在市中心區主要輻射狀的路口。可變資訊標誌根據實際道路的服務水準（由地區偵測器所得）傳達資訊，交通數據在地區偵測器是每 1 分鐘產生一次，MMS 的資訊則是每 5 分鐘一次。此外，亦可以人為方式傳達道路路況及重要行車資訊。

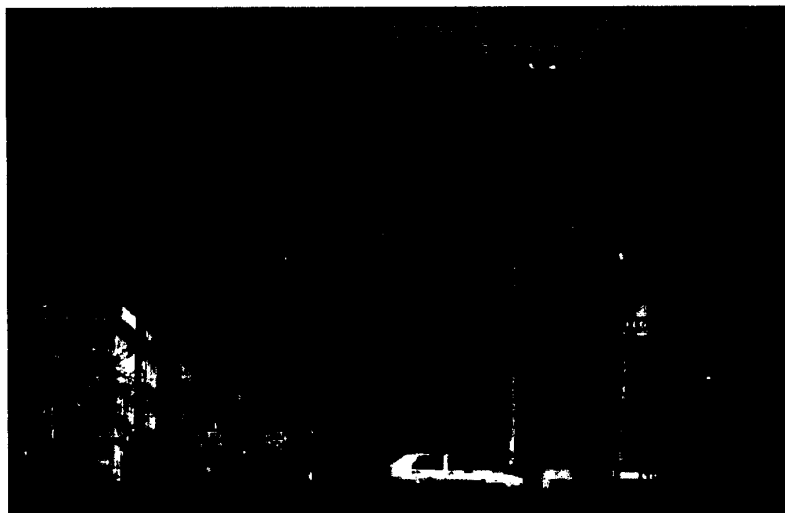


圖 10 羅馬市區在 V.M.S.上的使用者資訊

3. 市中心區進出的管制系統

羅馬另有一項較為特殊的子系統，就是自動控制市中心區進出的管制系統（Automatic access control, ACS），在羅馬市中心區共有 23 處，所包圍區域約 6 平方公里。由於羅馬市中心區屬於歷史古蹟，觀光客眾多，為減輕鄰近地區停車的負荷，紓解交通壅塞問題，因此立法在市中心區劃設有限制通行區域，用來管制進入及通過市中心區的交通。



圖 11 羅馬市區的自動進出控制系統

過去以警察執法時，僅有小部份違歸者被舉發，因此管制成效不彰，但是建立自動出入管制系統後，效果大幅改善。自動出入管制系統是由下列各部分組成：

- 在街道上的管制門架
- 車上識別單元及智慧卡
- 通訊子系統
- 控制中心

進出管制門架由兩部分組成，第一部分是利用 Telepass 所發展由 Autostrade S.p.A.完成的技術，處理車輛與控制中心間之通訊，內含所有或授權可以通過的車輛資料。第二部分是由電視與攝影機所組成的車牌辨識系統，用來處理車輛違規。車上識別單元由智慧卡及通訊單元所組成，可以自動進行查核工作，提供視覺化、圖形化及聽覺化的使用者介面者，因此整體接受程度相當高。

4.交通控制中心子系統

執行整合性 ITS 系統管理策略，是交通資訊傳送給最終使用者的平台，其所提供的資訊包括：

- 交通狀況
- 道路施工及道路使用上的衝擊
- 公眾事件及示威運動
- 道路封閉
- 出入控制資訊
- 停車狀態及相關資訊

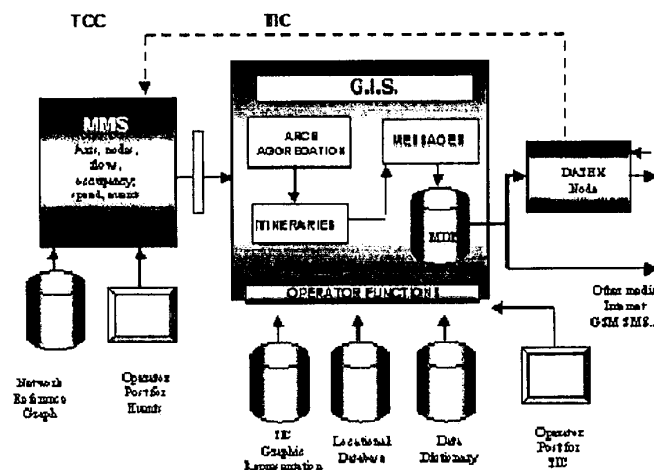


圖 12 交通控制中心系統架構

這些資訊可以文字、DATEX 及網路連結型式提供，目前交通事件資訊服務，

是由終端使用者透過數種媒體，如：STA WEB site、免費電話（National Traffic Information Service）、行動電話（SMS and WEB）來取得。

3.2 米蘭市區交通管理

米蘭是義大利的第二大都市，位於阿爾卑斯山到波河河谷帶狀區域的中央，不僅是歐洲十大都市之一，更是世界首要的時尚之都，更是義大利經濟之鑰。這裡是一個既美又有充滿詩意的都市，而且也是一個購物天堂。地下鐵 Metropolitana 共有 3 條路線，共長 72 公里，有 84 個車站，以及一條環狀鐵路線，長 10.4 公里，有 6 個地下車站及 1 個地面車站。通常地下鐵車站有「M」標誌。單程車票約 1,500 里拉，在 75 分鐘內可以免費換乘地面巴士或電車 CiaoMilano。



圖 13 米蘭市區的交通亦日漸惡化

為因應民眾在「交通移動性」上日益增加的需求，米蘭市政當局正在對交通控誌與管理進行一連串的整合行動，並以「與你同進（Moving with you）」作為宣導口號，希望能減少時間的浪費，提高交通安全性，讓市民夠生活及工作在更為愉悅的城市中。

茲將該計畫所涵蓋的重點項目、系統規劃如下：

1.重點項目

(1) 交通控制與管理

屬於電子網路處理中心，透過遙控偵測器及電腦控制設備連接而成，主要業務包括：都市地區交通移動性策略的規劃，整合電子、通訊設備以及其他交通控制管理子系統，蒐集及彙整相關資訊，導引各子系統連接交通與道路系統，整合各種交通資訊服務。

(2) 道路安全

充分利用道路交通控制及管理技術，提昇道路安全水準，並增加自動化交通違規查察及紀錄的可靠度，透過管理技術與實務面安全維護的相互影響，促使用路人對於交通規則與執法更為尊重。同時負責查核道路系統中之臨界問題點，適時提供正確的導正方法，並對危難事件提供迅速協助。

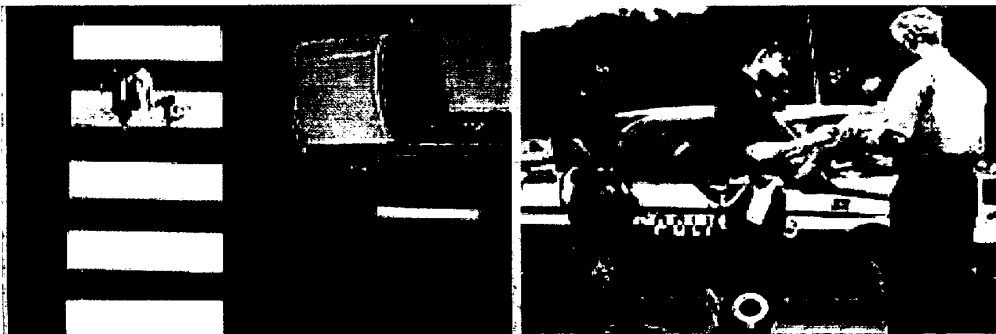


圖 14 米蘭市政當局相當重視道路安全與執法

(3) 資訊系統

為社會大眾提供道路狀況、肇事、無預期壅塞等重要交通資訊，提供用路人事前據以進行路線規劃，利用建議替代路線方式，維持交通流動性及增加安全性，並在相關公共運輸場站之停車區域，提供電子資訊導引系統。

(4) 以創新手段改善大眾運輸

米蘭當局希望採用創新的系統及方法改善大眾運輸，用以平衡不同運具之比重，增加大眾運輸需求。在以離市中心適當距離為半徑的圓周區域，利用通訊呼叫系統，提供大眾運輸服務，經由交通號誌管制系統的整合，提高都市道路的行車速度。

(5) 運輸工程及相關建設

重點集中在捷運系統建設方面，米蘭的運輸工程技術資源整合，是由 Metropolitana Milanese 來負責，並由其進行改善大眾運輸主計畫的設計。



圖 15 訪問期間與 Giuseppe Cozza (Director for Mobility and Environment, Milan City Council) 合影

2 系統規劃

(1) 交通控制管理中心

將各種交通管理相關子系統之技術解決方案加以整合，本計畫要求

(2) 交通號誌集中控制系統

屬於整合性交通號誌系統，包括市街交通號誌系統、電子進出管制設施、停車導引、可變資訊面板等。設計用來增加交通的流動性，以及實施大眾運輸及急難救助的優先策略，並可以地區層次，整體管理路口的號誌時制，持續性的管控交控基礎設施與相關偵測器。

(3) 廣播資訊系統

為地區性即時交通資訊廣播系統，透過網路及與經常性使用者的聯繫，由控制中心整合各種資訊，並由車隊管理中心傳遞播報，整個系統為資訊整合傳輸介面，以最經濟方法，提供顧客導向型之服務，降低時間及資源的浪費。

(4) 肇事資訊系統

米蘭市利用利用相關資訊系統架構，對肇事進行分類及詳細分析，使得工程師們可在有效時間之內，偵測事故發生，了解事故原因，採取正確的交通工程方法或行動，例如：改善車道槽化、重新設計穿越路口，修正緣石設計及照明等。

(5) 公共照明服務

與其他國家地區不同的是在米蘭 AEM 自 1910 年起即開始管理都市照明及燈光裝飾，目前照明能量是 10 億流明 (lumen)，有 90,000 盞燈，355 座燈飾，並發展高效率的螢光燈 (fluorescent lamps)，以一般能源消耗標準，可增加 3 倍的照明能量。在路網上提供足夠的照明，對交通安全有重要貢獻，約可減少夜間約 9% 的肇事。

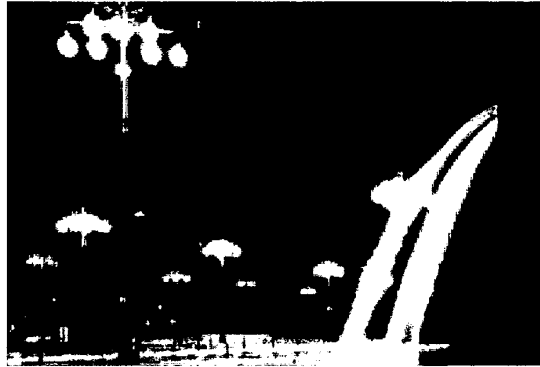


圖 16 米蘭的公共照明亦由交通當局主管

米蘭所推動之「與你共進」計畫，除整合多重系統之外，事實上在交通、道路安全、環境及經濟上，具有多重成效，在此亦概略說明：

1.交通效益

(1) 增加大眾運輸速度

經常態大眾運輸監控及交通號誌整合管理的結果，使得地面車道車速平均增加 10%，並可避免大眾運輸與私人交通在號誌路口處發生壅塞。

(2) 改善私用交通車流

利用偵測器及電腦管理的電視監控系統，進行停車控制，並透過路旁可變資訊、廣播及車隊管理系統，提供即時資訊，可增加 10% 的流動性。

(3) 提高急難服務之效率

以整合性之控制管理系統，快速提供路徑規劃，並對急難救助提供必要協助，在最近十年交通壅塞增加的情形下，其結果卻使的急難服務延遲部分降低 20%

(4) 改善用路人資訊

可變資訊面板、廣播服務及個別交通資訊傳遞服務，可適度引導交通避免壅塞，為提昇大眾運輸的服務水準，現正籌設 110 處可變資訊面板，顯示等候時間及相關資訊。

(5) 善用停車空間

為增加市區停車位使用效率，以即時提供停車空位資訊方式，充分利用停車空間，相關資訊由資訊可變面板即時傳出，並利用預先訂位系統，將近 12,000 個地下停車空間，透過通訊系統與停車管理系統連結起來。

2.道路安全效益

(1) 道路安全問題規模

根據米蘭市警局之紀錄，該市每年有 20,000 件交通事故，有 18,000 人受傷，其中超過 100 人死亡，若仔細計算，無傷亡之事故超過 10,000 件，有一半以上的肇事原因是超速與違規未遵守燈號，顯示義大利人守法習慣不會優於台灣。

(2) 增加控制的可靠性

廣泛設置違規控制系統，如主要路線及重要交通號誌地點，設置錄影、照相及違規紀錄自動傳送設備，可確保市民遵守交通規則，並減少肇事。

(3) 改善用路人行為

廣泛的運用資訊技術，可預警並消滅事故與壅塞，有助於潛在事故及危險路段之偵測與改善，進而了解用路人行為，增加車流速度，消解駕駛人的壓力。

(4) 減少肇事的社會成本

在米蘭都會區，若減少一半的肇事，預估每年可以節省 3,000 億里拉，遠遠大於該市每年投入技術研發與相關設備購置的經費。

3.環境效益

(1) 降低現況排放物

米蘭地區因交通所產生之污染物評估如下：

- 一氧化碳 (CO)：約 300 噸/天
- 氮氧化物 (NO_x)：約 35 噸/天
- 懸浮微粒：2-3 噸/天

- 揮發性有機物：約 50 噸/天

執行都市交通計畫的結果，將可縮減許多污染源，達到歐協所訂之環保標準。

(2) 降低預期排放物

持續擴建交通號誌系統及運用先進管理及控制技術，將可得到較佳的交通秩序，使得汽車排放物縮減 10%，經由地方立法全時進行交通控制，將可獲得更佳之績效。

(3) 改善結構物降低噪音污染

在環境敏感地區，利用降低噪音的材料，針對路基及路面進行改善工程，可減少震度及聲音污染，有效降低因交通所產生的噪音。

(4) 改善交通降低噪音污染

增加車輛流動性，可以減少噪音，特別是在路口由車輛煞車所產生的聲響，因此推廣低環境衝擊的大眾運輸工具，更新私有運輸車隊，加強管制機車，均可減緩噪音污染。

(5) 消減壓力

有秩序的交通運轉，可降低精神及身體的壓力，相對的市民在工作、活動及休閒時間，將有較佳的活力表現。

4. 經濟效益

(1) 能源節約

由於壅塞愈嚴重，汽車油耗就愈嚴重，因此交通秩序的改善，代表燃油消費的節省，在米蘭地區平均在公眾假日有將近 1,670 萬公里的旅行里程，若減少 1%，則每天可以減少 15,000 公升的油耗，因此對於能源節約與環境保護有明顯的改善。

(2) 壅塞的減少

拜資訊技術及資訊傳播之賜，交通壅塞可以縮減，甚至其發生之機率亦可同時降低，米蘭地區在逐漸達成紓解壅塞的同時，大眾及私人運輸成本

的節省，評估每天至少超過 10 億元里拉以上。

(3) 減少時間浪費

即便是很有限的交通水準改善，均將產生極大的效益，以米蘭為例，主要街道 500 萬旅次，若均減少 1 分鐘，則每天約可節省 80,000 個小時。

(4) 改善配送的效率

米蘭地區每天約有 100,000 輛車，在大街小巷進行貨物配送工作，利用電子通訊系統的控制，可以使車流更為順暢，估計約可增加 10% 的配送效率。

3.3 義大利之高速公路網

義大利有完整且維護良好之公路路網，公路總長 654,676 km，其中 6,957 km 為高速公路。如同其他歐陸國家，其行車方向與台灣相同，均為靠右行駛並於左方超車，行車時，車上乘客均需繫安全帶，並禁止開車使用需手操作之行動電話，其在都市地區限速每小時 50km (31miles)，在二級 (secondary) 或地區道路速限為每小時 90km (56miles)，都市地區以外之主要道路速限為每小時 110km (68miles)，高速公路之速限則為 130km (80miles)。

Autostradas 是其汽車專用之高速公路，為私人所擁有之公司，所有路線需要付費通行，雖然其所管有里程數佔義大利公路總里程數之比重低於 2%，但是高速公路系統已在其全國運輸系統中，成功肩負主要聯通管道之功能，對於經濟發展提供強有利之支援。

由於 Autostrade 是私營公司，相當注重成本效益及顧客反應，因此投注大量心力於永續營運發展，長期致力於運輸設施缺陷識別、系統運轉優先順序、養護與改善之優先次序、路網發展規劃等方面之研究，以培養經驗，發展分析及評估公路設施及顧客服務水準之方法或程序軟體，稱之為 "Polluce" (Performance of motorway-link lanes and customers' level of service)。

(Performance of motorway-link lanes and customers' level of service) °

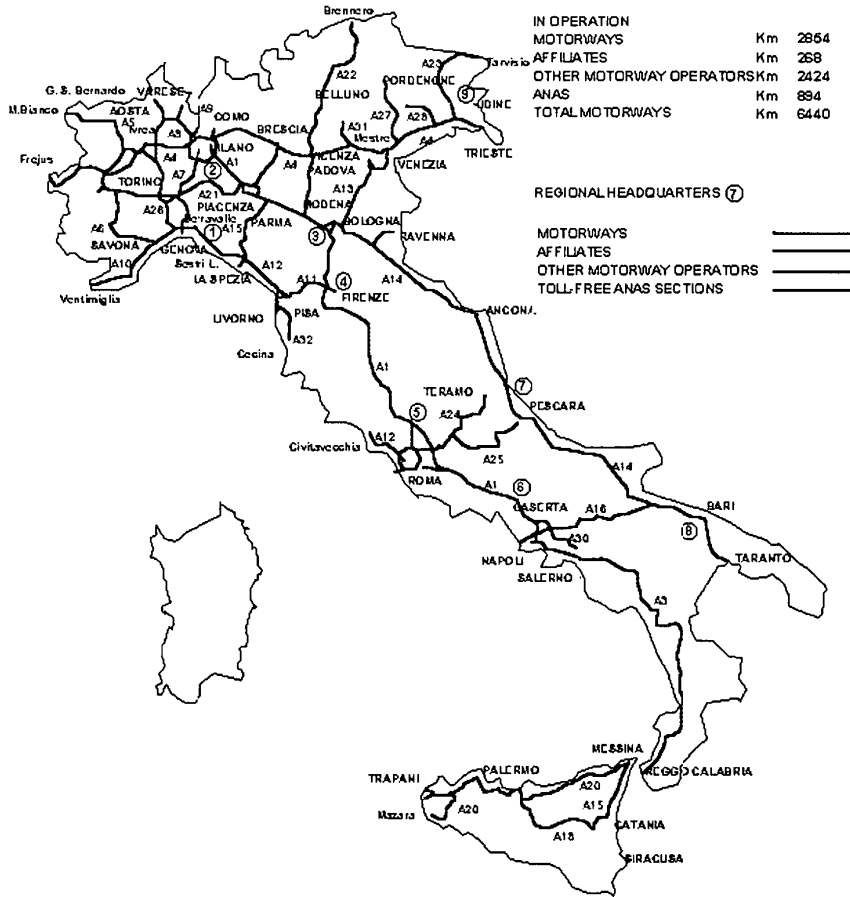


圖 17 義大利的高速公路路網

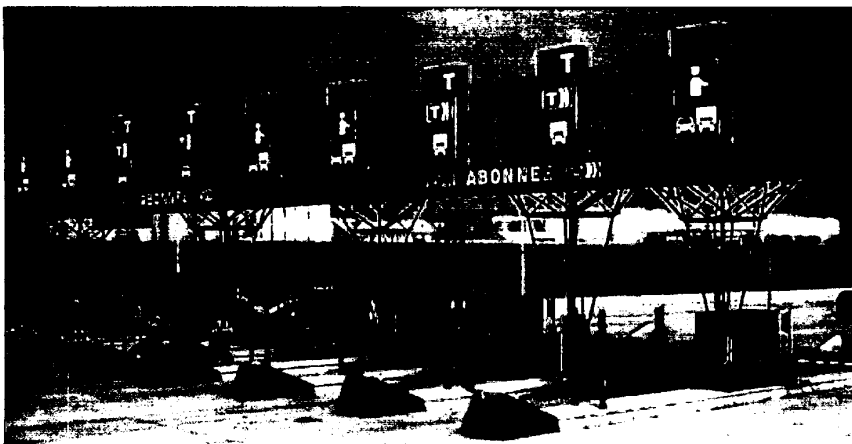


圖 18 Autostrade 的收費站

該公司與一般公路管理機關不同處，在於公司之收益與公路管理績效直接相關，用路人滿意度是公司持續發展之利基，因此其將公路設施管理績效與顧客服務相結合，利用彼此間相互之回饋與調整，使得公路管理更為切合公司營運與服務大眾之需要。其現有營運管理工具中，特別存在有所謂的公路品質管理系統（MOTORWAY QUALITY MANAGEMENT），定義各種方法來評估設施、設備與各項資產狀況，訂定準則並評估其成效。

此外，該公司新進成立並開放多媒體資訊中心（Autostrade's Multimedia Production Centre），用以回應目前用路人對於多媒體資訊之需求，提供適時及可靠之交通資訊，資訊傳遞型式包括：路網中與車輛流動性相關之文字資料、廣播、錄音答詢系統、行動通訊及網際網路等，俾更有效率的管理交通流。

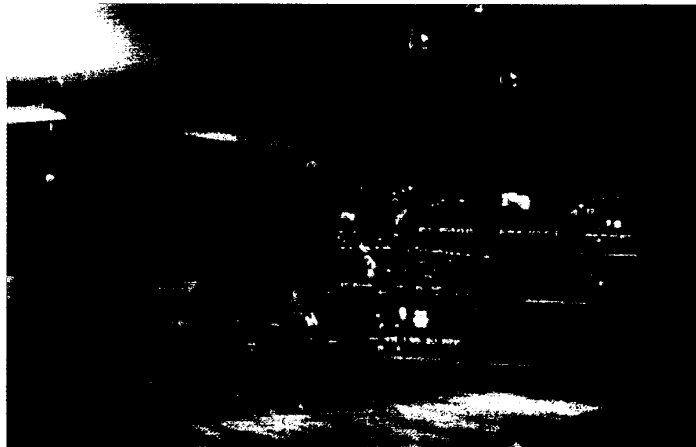


圖 19 Autostrade 的多媒體資訊中心

該公司對於外在環境之變化及相關之商機相當敏感，認為快速變革之通訊方法與系統，將開創「提供行動性」之另一新的領域，且會使運輸市場產生深層之變動。由於運輸的操作者如貨車或大眾運輸車輛駕駛，將可能被要求同時處理資訊傳送問題，而兼具通訊操作者之特性。因此高速公路管理者將有提供更為安全、有效之整合服務，以及切入全球通訊市場等兩項機會，進入電信與通訊的領域中。

該公司參與發展歐陸國家交通資訊中心間之通訊系統，使得各國的資料能夠迅速且充分的溝通，因所需數據交換程序，在相關研究發展計畫中早佔有重要地位，於是在 1996 年 12 月，DATEX-net 有關交通資訊的通訊協定雀屏中選，為 EDEN (European Data Exchange Network)計畫所採用，該計畫的目的是增進歐陸數據交換的成長，由相關國家共組董事會來運作。

為評估橋梁狀況及相關的維護需要，在如橋梁構件等結構物可靠度部分，必需整合現有視覺監視及試驗結果的資訊，經由可靠度分析，來量化與橋梁劣化有關的風險，並減少實務維護上的缺點。首先，必須要有橋梁元件結構特性評估的統計資料，並研究劣化對於結構物安全性的影響，該公司已經將相關方法應用到許多橋梁上，並對不同橋梁、不同破壞型式的劣化趨勢以及整體破壞的可能機率進行比較。

現代有關道路維護技術因要考量到長期道路狀況的維護改善，已經愈趨複雜，該公司發展相關維護管理系統，用來評估在何處、如何及何時有維護的需要，並且估計需要多少經費。相關系統以最佳化的方式，指出高速公路網在最佳技術與排程下，何處需要維修，適宜進行維修工作的時間及所需的經費。

維護管理系統之主要功能包括：試驗、資料處理、規劃、控制等，茲說明如下：

1. 試驗：使用裝置有高效能設備的機動性車輛，廣泛的量測高速公路網的物理性參數（路面的平坦度、躁度、所產生的噪音量、路基深度）。
2. 資料處理：將原始數據轉換成電腦系統所需的輸入資料，並以數學及統計的公式進行處理，產生公路路網的維修情形報告，顯示在不同交通型態及交通量下劣化的時間。
3. 規劃：使自動決策程序來產生多年期的維修計畫，以及考量長期可用預算額度及預算使用效率後的工作排程。
4. 控制：使用同樣的高效率儀器，來控制工作的完成，經由物理性參數的量測，評估道路品質。所需工作則由 Autostrade 標示在投標文件中。

Autostrade 在 15 年前開始，已經將維護管理系統應用在 2,880 公里的道路上，在系統中各階段所需設備及結構物的相關知識方面，以及工程司的訓練課程方面，佔有領導的地位，並著有名聲。豐富的技術與維護技巧，使得 Autostrade 在美國(Virginia, Florida, North Carolina)、Russia、Britain、Australia 及全意各地，均有承接規劃及維護的工作。



圖 20 Autostrade 的公路績效量測設備

3.4 MACRO

在義大利 Mestre-Venice 之環城高速公路，同時擔負義大利北部區域與東西部走廊的城際運輸，以及 Venice 地區性的交通。長 7 公里單向兩車道，具有 4 個入口匝道及 4 個出口匝道，每天有 150,000 輛車使用該段高速公路，其中 25% 為重車，53% 為通過性的交通，尖峰小時交通量兩車道約 4,000 輛/小時，且年成長率約為 4.5%，由於交通運轉壓力嚴重，因此該高速公路的管理公司(Societa delle autostrade di Venezia e Padova) 投資約 1,800 萬歐元來加強 ITS 系統。

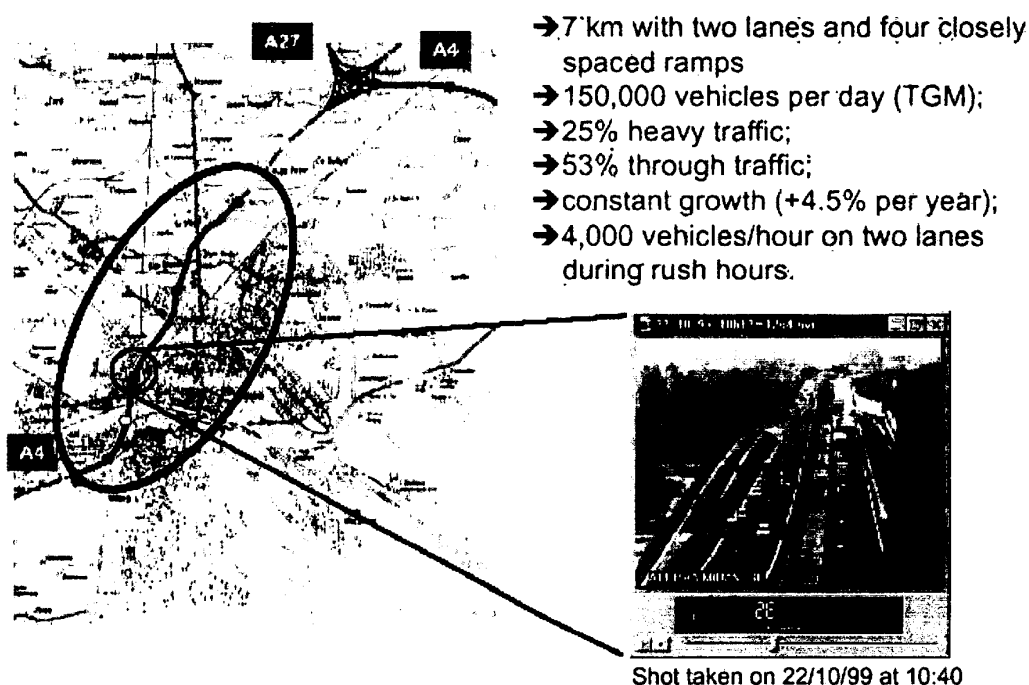


圖 21 Mestre-Venice 環道高速公路的形貌

其第一步是解決 Mestre 附近路段之壅塞問題 (Mestre node)，並由 CSST 來設計高速公路進出管制及控制系統 (Motorway access Regulation and Control, MARCO) 之軟硬體，整合匝道儀控子系統來改善高速公路交通狀況。其主要目的包括：

- (1) 由控制匝道車輛的進出，來改善該環道高速公路的交通。

- (2) 由通知駕駛人高速公路的即時資訊，來改善服務品質。
- (3) 在有肇事情況下，對緊急服務作最佳管理，並降低對於運輸走廊的影響。

1.系統架構

MACRO 是由四個子系統加上一個中央監視系統所組成。其架構具有多層次的功能結構如圖 22：

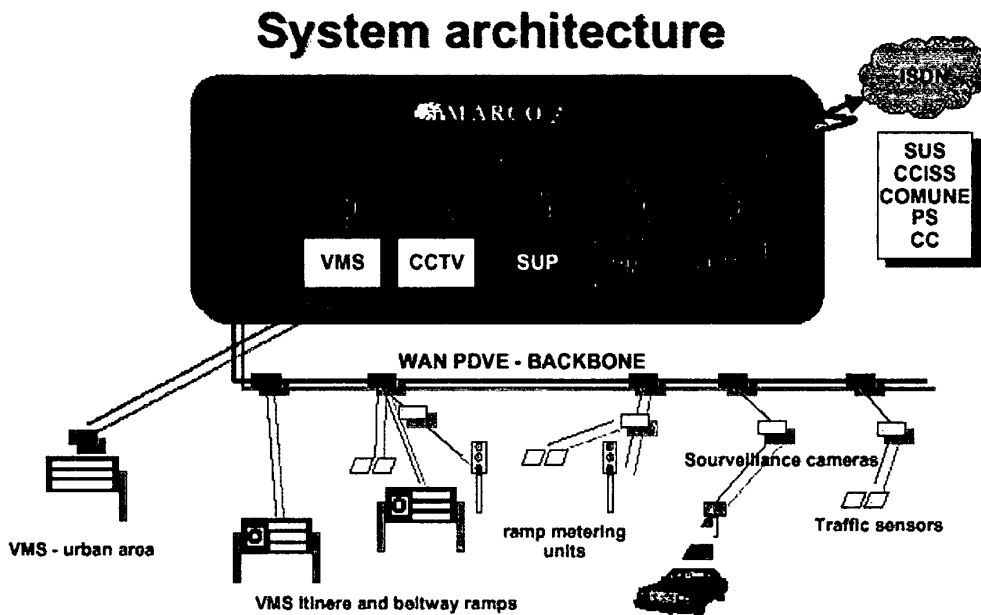


圖 22 MACRO 的系統架構

第一層由末梢設施所組成，以銅線或光纖連接相關控制單元。第二層由通訊節點設施所組成，連接到末梢控制單元及中心，節點間則是根據 TCP/IP 傳輸協定，使用 FDDI (Fibre Distribute Data Interface) 作為傳輸技術，以 mono-model 光纖進行傳輸。第三層則是由相關各子系統的控制中心所組成，第四層則是整合各種功能的中央控制中心。上述架構的優點是允許各子系統獨立運作且有助於維修管理。

各子系統的功能說明如下：

(1) 交通偵測子系統 (Traffic Monitoring Sub-system)

由紅外線或雷達偵測器監測交通流量、速率，進出匝道則設置感應

線圈，以充分了解進出之交通。

(2) 交通監視子系統 (Traffic Surveillance sub-system)

以可調焦的照相機及攝影機所組成，由控制中心遙控，所有影像以數位壓縮方式經光纖傳送至控制中心。

(3) 交通控制子系統 (Traffic control sub-system)

經由高速公路出入匝道上的交通號誌，來執行全區或局部的匝道儀控策略，全區控制策略是利用基因演算法進行最佳化運算。

(4) 交通資訊子系統 (Traffic Information sub-system)

經由重要地點的資訊可變標誌，傳達用路人高速公路的即時路況，VMS 直接設置在高速公路、匝道及主要進出道路上，使得用路人能有重新安排路線的機會。

(5) 督導子系統 (Supervisor sub-system)

經由 LAN (Local Area Network) 連接控制中心及各子系統，接收交通量數據；運轉及設備狀況，傳送控制策略及使用者資訊，主要功能為：

- 評估交通狀況 (路網偵測)：分析、整理、增補所需數據。
- 評估交通需求 (起迄矩陣)，進行短、中期交通預測：以動態起迄矩陣評估模式 (Mobility OD Assessment, MODA)，來預測中期 (30 分至 60 分) 的交通。
- 定義匝道儀控的管理策略：根據所得到的交通預測資料，以高速公路及相關地區道路使用者耗費時間最小為目標，利用多分級動態指派模式 (Multiclass Dynamic Assignment Model)，演算管制進入高速公路車流的最佳策略。
- 定義使用者資訊策略：在產生匝道儀控指令的同時，自動產生 VMS 所需視覺資訊。

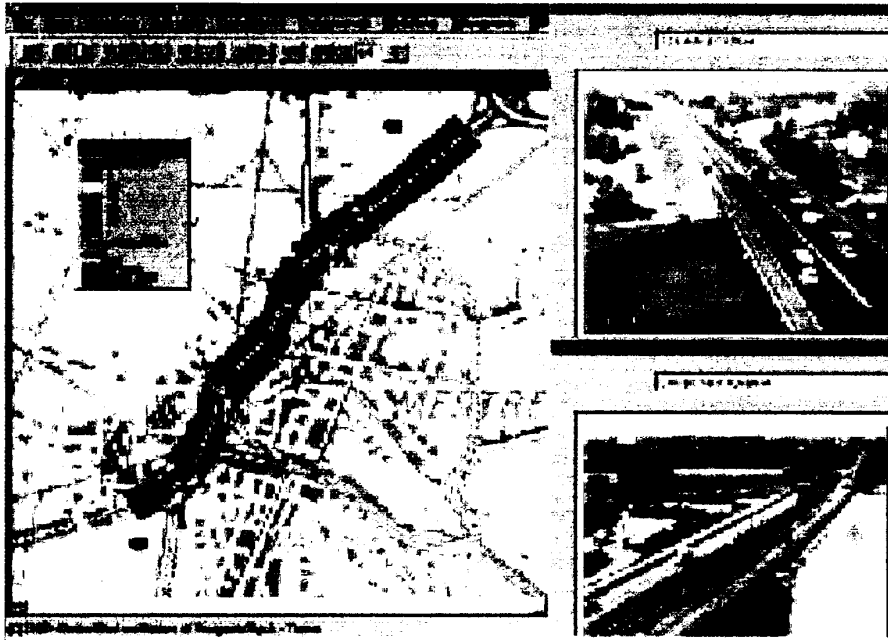


圖 23 MACRO 的督導子系統

2.系統設備

高速公路上的交通偵測器是整合紅外線及雷達技術的設備，每一車道設置一座，電磁式的感應線圈置於匝道前端以及進出道路燈號停止線處。遙控的彩色攝影機或照相機，則設在 30 公尺的直立桿上，以確保可以涵蓋整個交流道進入範圍，影像經由設備直接數位或及壓縮，並可由 TPC 直接存取使用。

可變標誌牌是用 LED 技術，由 3 行 15 個字母，字母高度 40 公分所組成，如圖，其傳遞的資訊分成三類。

- 第一類：高速公路的用路人所需資訊，如預期通過時間及可能的異常或肇事等。
- 第二類：由一般道路要上環道高速公路的資訊，包括高速公路上的交通狀況及提前改道的建議。
- 第三類：在匝道上等候進入高速公路用路人所需資訊，如可能的限制規則等。

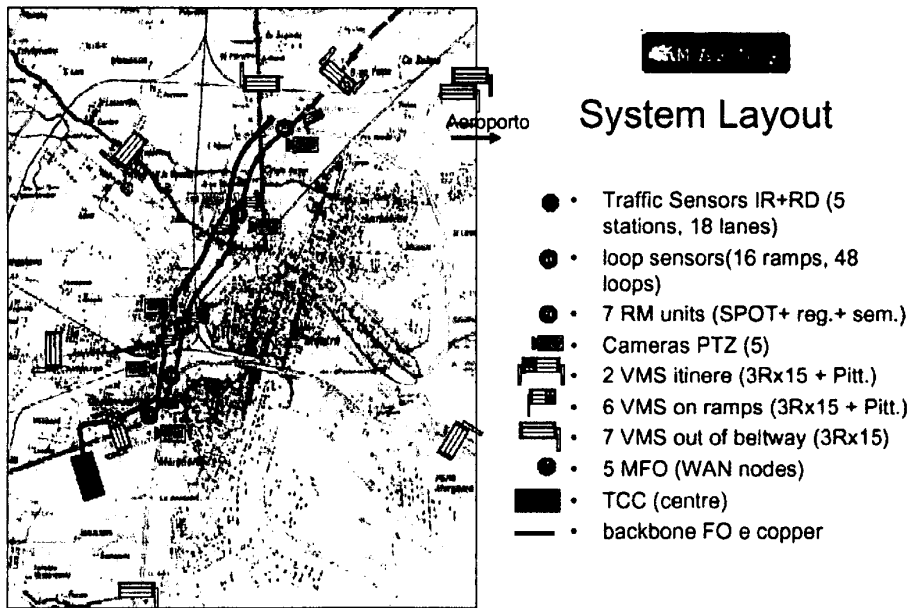


圖 24 MACRO 系統配置

控制中心則設於公司總部，如圖 25，有 4 個工作站，其中兩個分別處理 CCTV 及 VMS，其他兩個則供 SUP 使用。MARCO 整合系統目前尙在建設之中，進行中的工作包括：路上相關設備的招標與設置、各系統軟體細部內容的撰寫、TCC 控制室的設置、各子系統的測試等，預計在近期內會完成運轉。



圖 25 MACRO 控制中心

3.5 MOBINET

MOBINET 是在大慕尼黑地區進行的試驗計畫，用以推動並執行：

- (1) 大眾運輸系統
- (2) 複合運輸
- (3) 交流道選擇
- (4) 主要道路上交通的最佳化
- (5) 停車概念
- (6) 多媒體服務
- (7) 社會移動性觀念的創新
- (8) 為測錄與資訊所設置的整合型資料網路

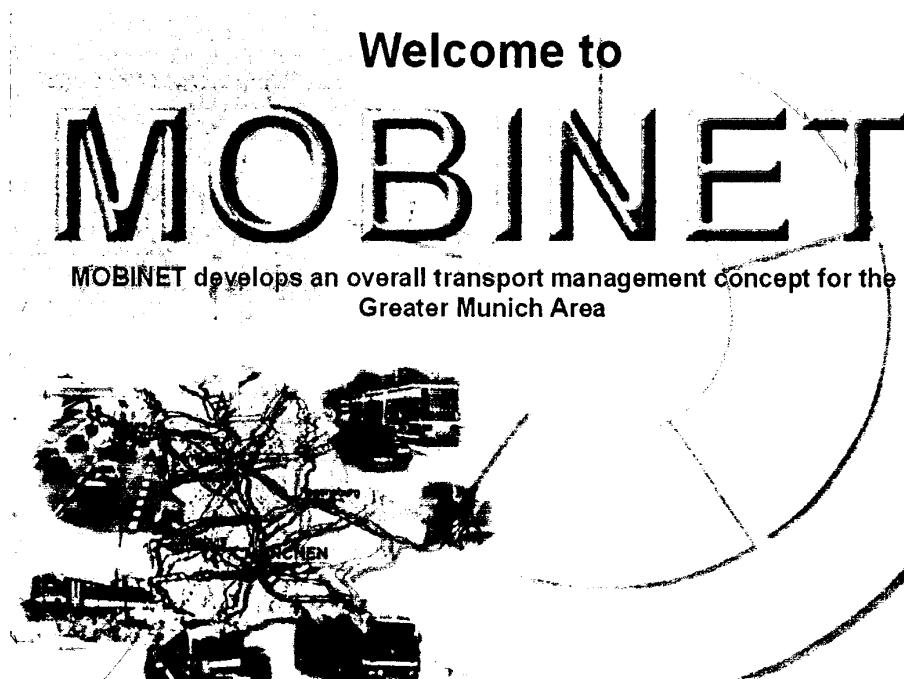


圖 26 MOBINET 整體性的運輸管理計畫

MOBINET 是由德國政府所主導有關都市及區域運輸的研發計畫，處理各類的運具，其交通運轉概念在尋求通勤設施及服務的最佳化，由德國公、私部門

包括：各級政府、大學、產業界、顧問公司、私營公司等共 26 各單位一起參與，計畫期間自 1998 年至 2003 年，由德國教育及研究部所支持，該計畫所有試驗數據均會出版，且已經開始與其他地區分享其進行 ITS 的經驗，並將其發展的相關工具市場化。

- [ADAC e.V.](#)
- [Bayerische Eisenbahngesellschaft mbH](#)
- [Bayerische Medien Technik GmbH](#)
- [Bernert & Mattner Systemtechnik GmbH](#)
- [BMW Group](#)
- [DB Regio AG and DB Netz AG](#)
- [Forschungszentrum Jülich GmbH – Institute for Chemistry of Polluted Atmosphere \(ICG-2\)](#)
- [Fraunhofer Gesellschaft – Institute of Atmospheric Environmental Research](#)
- [Government of Bavaria – represented by the Board of Building and Public Works, Bavarian Ministry of the Interior](#)
- [GEVAS Software GmbH](#)
- [Heusch / Boesefeldt GmbH](#)
- [Infratest Burke Wirtschaftsforschung GmbH](#)
- [INIT GmbH](#)
- [Josef Keller GmbH & Co. Verlags KG](#)
- [City of Munich](#)
- [District of Erding](#)
- [Mentz Datenverarbeitung GmbH](#)
- [Münchner Verkehrs- und Tarif-Verbund GmbH \(MVV\)](#)
- [P+R Park & Ride GmbH](#)
- [SSP Consult. Beratende Ingenieure GmbH](#)
- [Stadtwerke München GmbH](#)
- [Technische Universität München – Traffic Planning and Technology department](#)
- [Technische Universität München \(Freising-Weihenstephan\) – Institute for Domestic Socio-Economics](#)
- [Technische Universität München – Chair of Transportation and Urban Planning](#)
- [TransVe <http://www.vsm.bauwesen.tu-muenchen.de/tung/GbR>](#)
- [TourismVsm.html](#) [rn e.V.](#)

圖 27 參與 MOBINET 計畫的單位

其重要項目內容說明如下：

1. 在改善複合運輸方面

目前所遭遇的問題包括：通勤者因為尖峰時間的交通壅塞產生大量的延滯，公、私部門的運輸工具未經良好整合，通勤鐵路系統的可靠性低，在已發展軸線中缺少替代運具，在市區內停車空間不足。

因此改善複合運輸的主要目的是增加大眾運輸的可靠度及提供相關資訊，根據現行的需求，進行運輸供給的差別處理，使運輸子系統間的介面最佳化，創造轉移至大眾運輸的誘因，將供給策略投注在及戶（door to door）的概念上。改善經費有 580 萬歐元，其中 360 萬由德國教育及研究部支應。

具體內容包括：

(1) 事件管理

用來協助通勤鐵路的調派者，進行複雜的決策，發展決策支援工具，在有或無事件發生情形下，進行線上通勤鐵路運轉的預測，以動態指派旅客流動方法來評估，並自動產生旅客所需資訊。

(2) 雙功能（Dual-mode）的鐵路系統

在通勤鐵路軸線上創造具吸引力的服務，並降低成本，由雙重功能的車輛行駛在重軌及輕軌兩種系統上，建立切線的連接方式，使得高需求的路線不需要轉車。

(3) 公車接駁系統

為郊區提供低成本的公車服務，因應通勤鐵路需求的變化，進行接駁輸運。根據暫時的需求變化與空間特性提供差別的服務，平行的使用不同的車輛型態。

(4) 停車轉乘的管理

增加停車轉乘及大眾運輸的市場佔有率，減少私人運具的使用，提高由私人運具轉換成大眾運輸的比例，同時增進停車及轉乘設施的效能，經由較佳的管理來增加吸引力，運用特殊的差別停車費率來控制停車轉乘之使用。

(5) 腳踏車轉乘之管理

增加使用腳踏車作為轉乘工具的比例，改善腳踏車的停車設施，促進各運具間的轉換。

(6) 停車管理

對用停車需求進行區分，增加資格限制，利用不鼓勵市中心區長時間停車的方式，來增加交通的流動性。根據停車區位及停車者需求特性種類，進行停車差別供給，為混合的使用者劃定使用的比例。

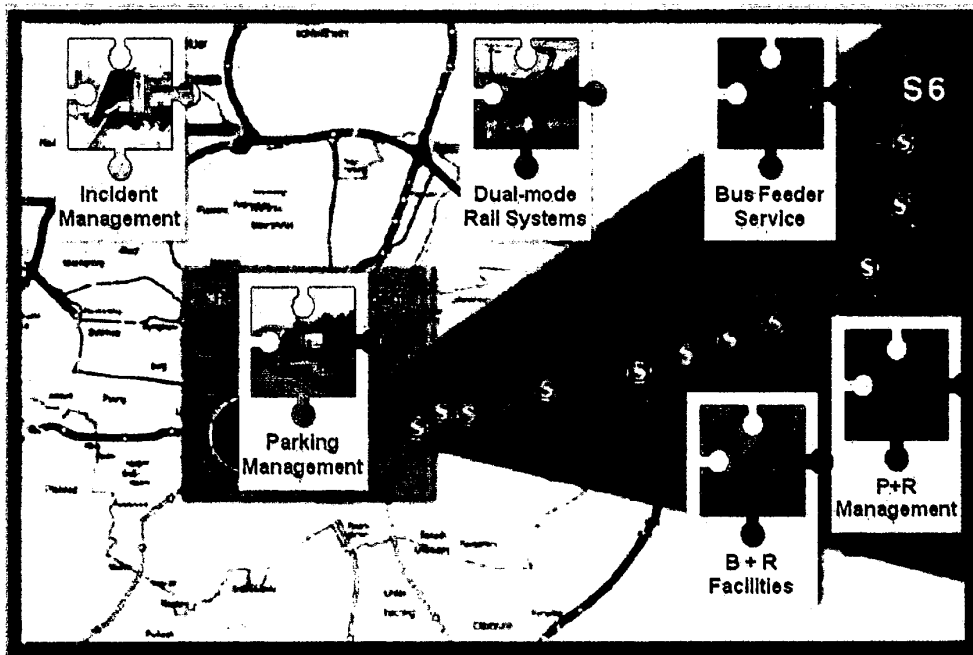


圖 28 改善複合運輸包含的項目

2. 主要道路管理的最佳化

MOBINET 在路網中使用四種典型道路分類方法來進行交通控制，第一層為高速公路，用駕駛人資訊系統引導用路人在不同城市區域間選擇最佳路徑，第二層在區域及都市網路轉換間，利用資訊可變標誌及調適性的交通號誌來將交通分流至替代路線上，第三層以數種不同的方法（如 VMS、匝道儀控、不平衡車道及調適性的交通號誌控制等）來影響城市外環道路與主要進出道路的交通。第四層在市中心區則以新的控制策略，嘗試平衡大眾運輸、行人、汽車駕駛人、騎腳踏車者的需求。

其追求的目標包括：

- 減少在交通號誌處停等的次數及時間
- 轉移壅塞及事故地點的交通
- 紓解或將路網負荷分級
- 提高道路設施的使用容量

- 減少空氣污染
- 增加道路安全水準
- 加速大眾地面運輸

總共有 1,700 萬歐元使用在市中心區的控制、外環道的控制、交通分流、高速公路資訊及策略管理等。

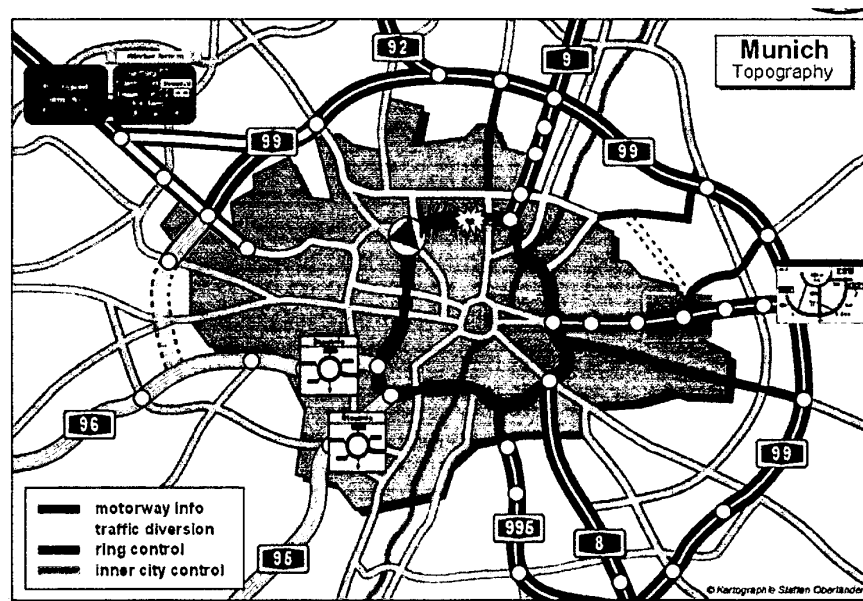


圖 29 道路管理最佳化的範圍

其主要內容包括：

(1) 高速公路資訊

用以將區域交通以最佳化方式分布在高速公路網中，方案中包括交通的模化、控制及評估。控制元件包括：利用 VMS 自動產生路線替代方案，高速公路當局與慕尼黑市兩單位間 VMS 的合作，顯示駕駛人資訊的圖形板。

(2) 城市進出的替代道路

目的在減少旅行時間，轉移壅塞地點的交通，由交通狀況觸控 VMS 提供兩條進出城市的路線，並進行調適性的網路交通控制。執行過程中

須整合都市及公路單位的各項活動（特別是處理何者為優先的問題），發展先進的管理技術。

(3) 隧道事件的管理

利用迴圈偵測器，經由交通控制分析及自動事件偵測進行隧道事件的管理。

(4) 環道資訊

以圖形方式顯示目前在中環道路上的交通狀況，經由以 LED 為主的資訊標誌，與用路人作即時資訊的聯繫，有別於傳統數字資訊，所使用的是較易了解的圖形符號，用不同形狀及顏色的條狀符號來顯示環道中不同路段的服務水準。

(5) 匝道車道調撥

根據交通量愈大，所分配車道數愈多的原則，在中環道路交流道在匝道與主線需求會上不停變化的交織區域，控制主線與匝道各一車道，根據每日交通量的變化，動態調撥使用，以改善交織情況。

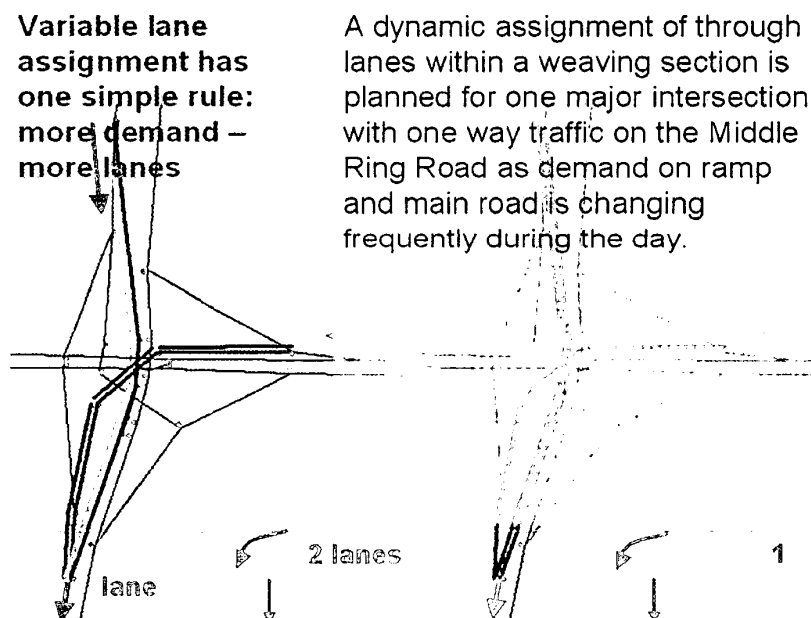


圖 30 動態管制車道改善交織情況

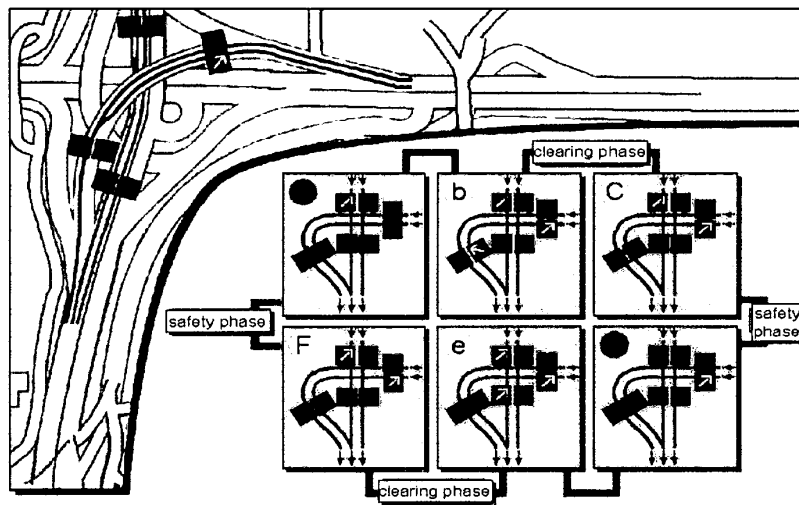


圖 31 動態管制車道轉換時相

(6) 匝道儀控

為改善高速公路車流，增加行車安全並減少空氣污染，有必要對進入高速公路的車流進行管制，在儀控部分根據即時的交通資訊來計算儀控率，由此來保護匝道併入處及下游瓶頸等地點，在容量與需求間敏感的平衡，只要主線交通需求不超過容量，通過的交通量就能最大化，速率能維持均一，壅塞及相關事故會減少。

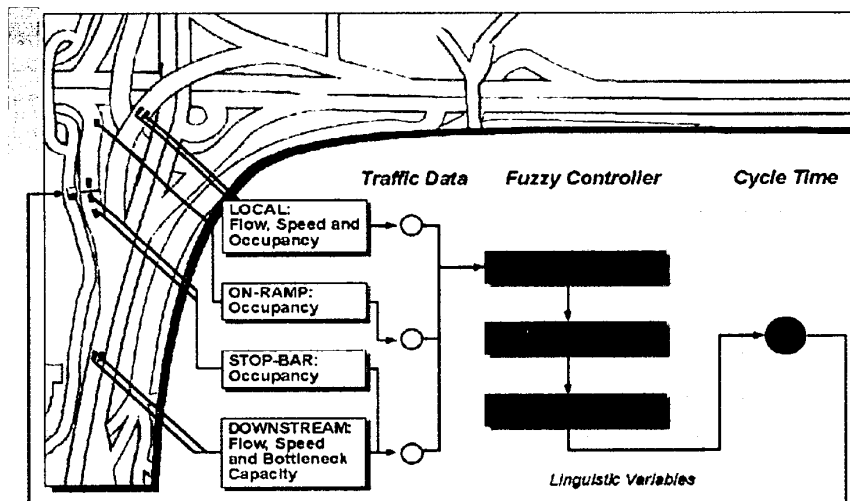


圖 32 匝道儀控架構

(7) 城市中心的控制

分成兩部分，第一部分是大眾運輸即時的網路最佳化，改善整體大眾運輸服務，縮減旅次時間，鼓勵運具分派由私有交通工具轉移到大眾運輸。第二部分則是私有交通的網路最佳化，減少由車輛所產生的噪音、空氣污染及壅塞，調適性的與地區交通號誌進行連鎖或整合。

3. 多媒體資訊服務

當車輛越多時，在維持交通移動性上，就需要找尋更多新的方法，人們也因此更渴望獲得詳實快速的資訊，來預先規劃各種行程，以節省時間增加效率。因此以交通當局的立場，必須為旅程前或旅程中所需交通資訊，發展新的方法，提供個別及整合性的資訊系統，廣泛的整合各種活動及運具，使個人的旅程可以最佳化。

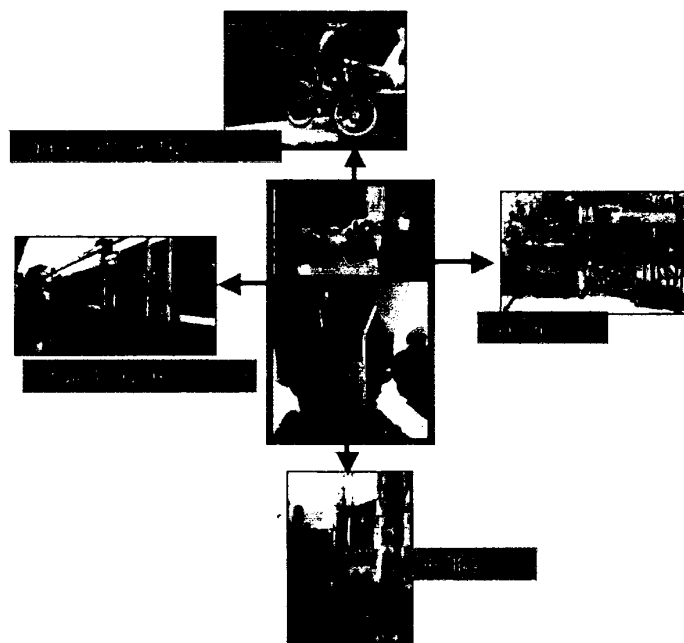


圖 33 詳細交通資訊有助於日常活動的管理

MOBINET 計畫投入 560 萬歐元的經費自 1998 年至 2001 年完成相關之研究及設施構建，資訊處理過程由資訊之產生一直到資訊的最終使用者，分成資料內容擁有者、資料內容提供者、資訊服務處理者及資訊服務提供者等四類。各

類之重點工作分工如下：

(1) 資料內容擁有者

為原始數據產生單位，負責數據獲得、統計數據管理、辨識、提供原始數據、維護數據取得設備。

(2) 資料內容提供者

是初步數據處理單位，負責數據蒐集、資料庫管理、可信度查核、前置處理、數據處理服務的管理。

(3) 資訊服務處理者

經由各種演算法獲得有用資訊，負責數據彙整、資訊過濾、提供高階資訊及數據處理以及資訊服務的管理。

(4) 資訊服務提供者

為提供實際服務單位，負責服務管理、通訊、展示，為顧客或媒體提供視覺資訊以及通訊網路介面的管理。

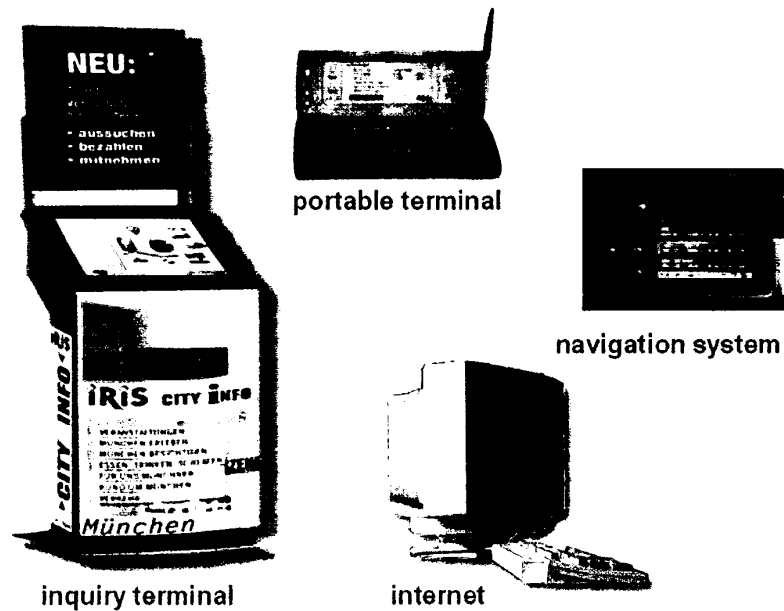


圖 34 資訊服務取得管道

4. 維持適度移動性

由於交通運輸需求與日俱增，因此要維持交通運輸令人滿意或至少可以忍受的效率，事實上並不容易，於是許多的解決方案是在交通型態、道路或旅次型態成型之前就應加以考量，換言之，對於運輸需求的管理，亦應在整合性區域交通管理系統中佔有重要的比例。

MOBINET 計畫投入 200 萬歐元的經費，花 4 年時間，調查民眾及民間公司對於交通移動性的需要，並結合科技及社經方面的手段，藉由持續對因社經及技術改變所引發的通行型態變化作分析，來建立重要且創新的觀念架構。

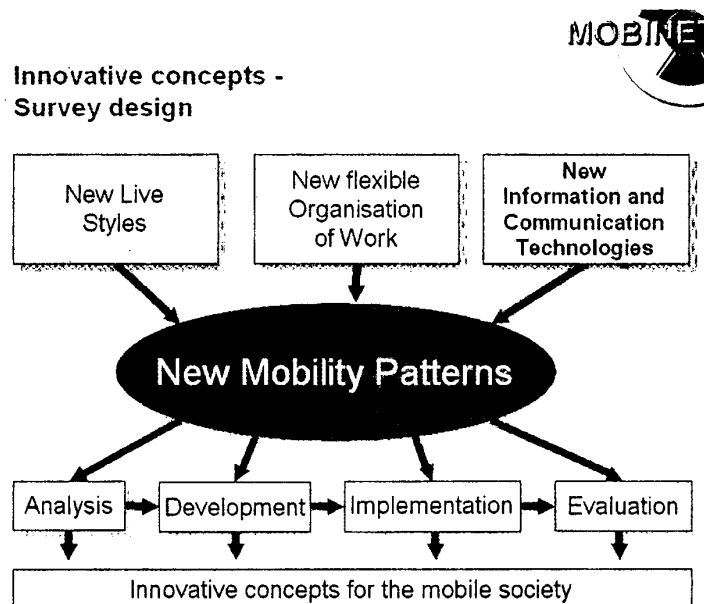


圖 35 新概念發展架構

該架構由新生活型態、新型彈性的工作組織、新的資訊與通訊技術，來營造新的交通移動型態，再對新型態進行分析、發展、執行及評估，來構建交通運輸有關移動性的創新觀念。希望能夠節省通行活動，維持可接受程度的交通運輸水準，降低交通的負面衝擊，改善生活品質。

該計畫在 2000 年時，發展前導計畫所需的各種方法，並準備進行示範，2201

年計畫推動住家附近的通訊中心及公司行號通行管理，並自小學開始進行觀念的宣導。2002 年將對所有示範活動或計畫進行評估。

5. 建構資訊管理中心及數據網路

為發展及執行 MOBINET，特別構建管理及資訊中心，來拓展數據網路，設計所需的各種概念，以執行大慕尼黑地區多運具的交通策略管理，蒐集、評估及散播交通數據及相關資訊，總經費約 580 萬歐元，費時 5 年半。

主要工作包括：

(1) 計畫評估

為了解整體系統在求解執行時的潛能，利用廣泛、多樣的科學方法，進行計畫之整合及評估，根據實際應用設定許多可能的情境，來驗證技術可行性及最佳化整體效果，評估各種準則、方法，並分析所產生的衝擊，用來支援公司部門的投資決策。主要的情境分析如圖 36，具體內容及計畫內各種活動的整合，如圖 37 所示。

**Possible MOBINET
Measures for Scenarios**

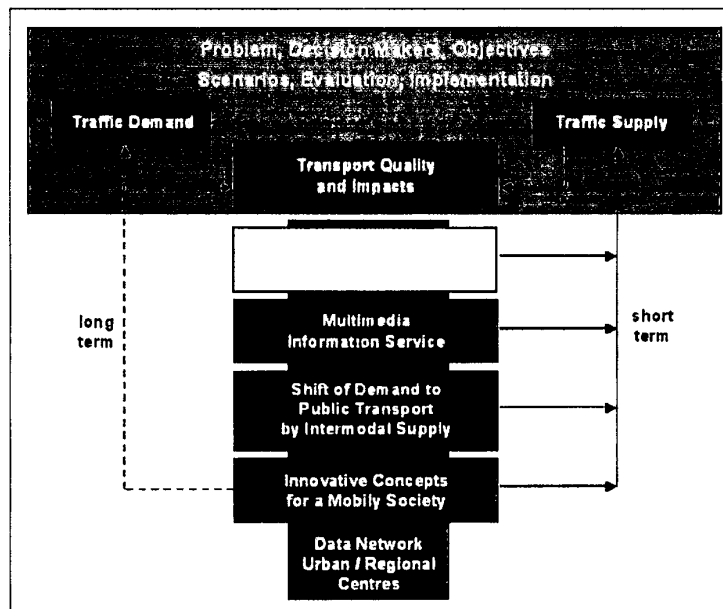


圖 36 各種可能使用的方法

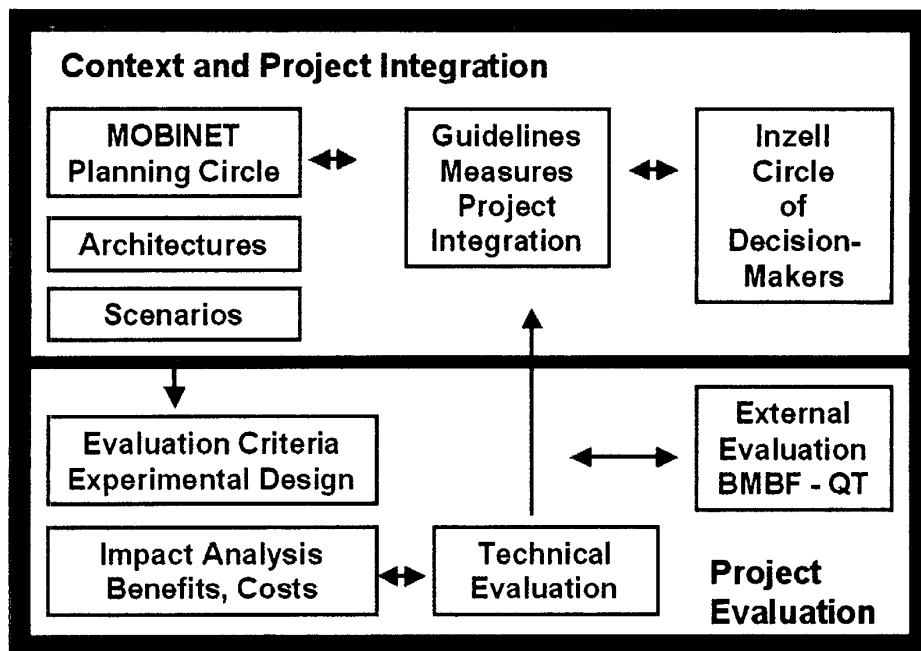


圖 37 計畫整合

(2) 整合都會區交通控制的方法

推動 MOBINET 的主要目標是在慕尼黑地區發展、執行並示範調適性的交通控制方法，其系統架構是根據以下的幾個重點，來選擇所需要應用的方法。

- 模組性 (Modularity)：系統中的每個部分都可以單獨拆解，並發揮特定功能。
- 穩健性 (Robustness)：確保可以提供連續性的運作，若在發展過程中系統某部分發生錯誤或失敗時，應該能明確的分析出原因。
- 具演化功能 (Evolutionarily)：控制系統可由原始架構獨立擴張。
- 內部可操作性 (Inter-operability)：系統各部分透過標準介面來進行溝通，因此可以單獨加強或升級，而不會影響其他部分之操作。
- 整合性的資料管理 (Integrated Data Management)：系統所使用的數據，能以最有效的方法來儲存及管理。

為將現有系統轉換成先進的控制系統，特別發展新的系統結構，整個道路交通控制及監視系統，分成地區（local）、戰略（tactical）及策略（strategic）的層次。茲說明如下：

在地區性的調適性控制方法，是根據事前定義的目標函數，因應短期的交通需求及隨機的事件（例如大眾運輸優先），同時以秒為單位，蒐集微觀交通數據，彙整後傳送給戰略層級，相關應措施侷限在由戰略層級所提供之架構中。

在戰略層級的調適型控制，使用彙整後的交通流數據，評估或預測網路中短、中期需求的起迄，在給定的目標函數下，經由最佳化運算，來評估各種方案之衝擊。

在策略層次方面，發展控制及計算交通狀態的監測系統以及相關軟體工具，用來協助交通專家及管理單位根據運輸政策，為不同的控制系統量身訂作相關參數及目標函數。並使都市區域內、整個都市與大眾運輸等不同控制系統的目標能夠一致。策略層次可以由設施實體面來考量，由不同的控制中心所組成，並反映現有的組織結構，然而有效整合這些控制系統，以最有效率的方式，達成運輸政策目標，才是真正的重點。

根據以上的拆解原則，一方面對於各單一構件可以提供設計時的協助，例如由於有清楚的架構，由可以確保高一層級所下的每一控制決策之一致性，在排除中央集權式的控制方法之後，系統績效非常穩健，即使在上層管理出現問題時，各分項控制系統依然能維持良好運作。

在管理上，將網路中各節線集合的相關特性準則，以線性組合方式來整合，達到目標函數之共通與一致性，在所考量網路中，以績效指標（Performance index, PI）將各準則正規化並加權後進行加總，根據多種不同的交通策略，會有許多可能的PI產生。

在策略層次的目標函數並未進行最佳化，而是將最佳化分配到各子系統中執行，以保護網路中較為敏改的地區如住宅區等，最佳化運算根據交通政策分成系統最佳化與使用者最佳化兩種方式求解，道路系統依其功能分類劃分成數種不同

的節線集合。

最佳化一般式中各準則是以成本項來表達，相關準則可區分為：

- 交通、大眾運輸及行人的延滯
- 等候長度
- 交通與大眾運輸個別的停等長度
- 噪音及空氣污染
- 燃油消耗

其系統架構方面，在都會區輻射狀的道路部分，根據實際交通狀況，以動態的 LED 資訊標誌，引導進城的車流到最佳路線上，這些行車路線建議只有包含主要道路，以避免通過性交通經過住宅區。

在區域高速公路與市區道路連接部分，NetzInfo 提供替代路線資訊，在市區道路網部分，則以調撥車道、行出導引及調適性標誌控制系統 BALANCE 來處理。在環狀道路部分，經由評估及分級，共有四種處理方式：

- 以動態 LED 資訊標誌通知進城的駕駛人有關目前交通狀況的資訊。
- 根據 fuzzy logic 控制器加上調適性標誌控制，進行匝道儀控。
- 利用調適性標誌控制提昇壅塞路口與主要幹道的容量。
- 根據需求變異調撥車道。

肆、綜合心得與建議

經過短時間的參訪，並由 ITS 年會相關活動以及世界各國研發單位的展覽中，得到一些綜合心得，可與其他關心公路設施管理的單位或同仁共同分享，現說明如下：

1.加強道路資訊與相關設施管理是世界發展趨勢

由於現代化生活對於移動能力的需求持續增加，世界各國與許多大城市均面臨交通日漸壅塞，運輸設施興築壓力不斷增加的窘境，導致過去在道路安全、效率與環境保護方面的成果受到侵蝕。再此同時因為外在環境的限制，單純藉由新建更多的道路，或是仰賴過去的改善措施來解決所面臨的問題，無異是緣木求魚，因此近幾年內，世界各國正構思一些創新的作法，來提振道路運輸效能，在這些創新的做法中，道路資訊與相關道路設施的管理受到普遍的重視，其重要性與日俱增。

2.國內公路管理技術雖有不足，但與先進國家差距不大

台灣本島地狹人稠，長久以來交通改善的壓力從未稍減，因此各交通或公路管理單位，投注相當多的心力在道路交通改善上，有關匝道儀控、高乘載管制、電腦號誌連鎖、公車專用道，路況廣播與用路人資訊等控制方法，早與民眾的生活結合，大家均耳熟能詳，有關交通管理概念部分，國內已具有世界級的水準。

國內稍有欠缺的是在交通管理軟、硬體的開發構建部分，各單位缺乏系統最佳化分析的人才，沒有系統整合構建的技術支援，更沒有長期策略規劃的考量，因此交通管理成果雖可接受，但非最佳，各單位應該注意到並重視此問題，運輸專業人員則應該迅速掌握新應用技術的功能水準。

由於在目前所處的通信與資訊社會裡，技術變革迅速，已發展的系統很容易就被新科技所突破，因此在任何時點開始進行交通管理技術與系統的研發均不嫌晚。國內應立即培訓相關人才，蒐集國外最新發展的技術資訊及設備規格，嘗試自力研發以追上先進國家之發展水準，或是利用研發過程所得寶貴經驗，奠定引

進新設備及知識的基礎。

3.資訊的管理是未來技術發展核心

先進交通或設施管理系統的技術核心為資訊、交通與控制技術，其中有些技術如：公路資訊播報及都市交通控制等，對運輸專業人士來說相當熟悉，其他新的科技如全球定位系統、地理資訊系統、數據傳輸設備等，雖來自其他學門，但是可在開放市場上得到上市的產品。因此現階段在資訊設備組裝方面，不致會對交通研究人員造成困擾。

但是為有效展現應有的功能，各系統應透過資訊鏈（Information chain）連結在一起，該資訊鏈分成資料取得、資料處理、資料傳輸、資料分送與資料使用等階段，如何將數據轉換成資訊，進而分析彙整成有用的知識，則是管理技術成效提昇的關鍵。因此以知識管理為主軸，將知識的獲得、整合、累積、分享、移轉、更新與創造，透過核心流程改造，資訊科技的運用體落實於交通管理工作中，是未來技術發展的核心。

4.即時、動態、最適化與整體性是管理知識未來發展的主流

為執行運輸需求管理，增加現有設施的使用效率，交通管理方式已由傳統靜態前置式的分散管理，轉變為整體、最適化、動態與即時的管理方式，我們不僅考量地區性號誌連鎖，同時還要積極尋求整體區域號誌控制之最佳化。

在時間方面，管理範圍由現況車流處理往前延伸至交通需求發生之當時，因此必須對未來 30 鐘至一小時間的可能交通需求作預測，由於必須對駕駛人提出有效性的建議，因此由交通量推算 OD 以及相關的動態交通量指派方法，就成為未來研究的重點。

交通管理問題規模擴大之後，傳統的求解方法將不再適用，而且在電腦運算速度提昇，資料儲存成本降低，人工智慧方法的發展與通訊技術日新月異的環境下，不斷提升資料採擷與分析工具的便利性，是發展重點之一。此外，對於交通管理牽涉到的評估或決策，應儘可能的系統化與標準化，充分利用運輸與管理科學中相關的知識如：交通量指派、作業研究、數學規劃、系統分析與多目標規劃

等，來進行分析作業。

5. ITS 是相關設備的試驗與展示場

ITS 發展重點在利用各種管理措施來疏導或抑制需求，引進先進的資訊、通信科技，充分發揮既有硬體設施的容量，並加強不同運輸工具之間的相互支援與整合，以發揮運輸系統的整體運能，因此是公路管理的重要工具。由於交通及道路狀況適時與準確的評估，是許多 ITS 服務的必要條件，故所有與公路設施管理相關的設備均是其發展與應用的重點，而公路設施管理須密切注意 ITS 技術的發展。

兩者間關係密切的技術包括：

(1) 在交通偵測方面

感應線圈及包括超音波、雷達、紅外線等車輛偵測器技術可計算交通量，影像偵測器（Video Image Detector）可取得實際狀況的視覺影像，進一步結合交通偵測器、交通監視器、巡邏車回報資料、養路人員、氣象局、駕駛人使用行動電話所回報的道路設施狀況資訊，縮短應變時間。

(2) 在車輛方面

利用車內感測器蒐集與車輛狀況有關的資料如車速、油耗等，對於車輛的操作與營運很重要，可協助養路績效的考核，利用行進間測重（WIM）不必停車就可取締違規超載的車輛，對貨車駕駛及道路管理單位均有幫助。

(3) 在新技術應用方面

車輛定位對於公路管理亦相當重要，除可以引導個別駕駛人獲得區位相關資訊外，車隊管理派遣人員可以掌控及追蹤車輛的位置與路徑，政府相關單位亦可追蹤或尋找被竊車輛，監控運送危險物品等。此外，車輛自動辨識系統（AVI）可配電子收費、車輛追蹤及交通執法，對設施的維護管理有幫助。

(4) 在資料傳輸方面

光纖、數位化的個人通信系統、特定短距傳輸、行動通訊全球系統，智慧卡等，均有助於系統的整合，方便進行分散式的管理。

6. 國內推動 ITS 有其最佳重點項目

ITS 科技包含種類眾多，選擇由何處開始，端視所要解決的問題而定，在各應用領域中，日本較重視導航系統，美國較重視商車營運系統，歐洲則較重視交通資訊傳送的無線資料系統/交通訊息頻道（RDS/TMS）科技，許多經濟轉形期國家則較重視電子收費系統，北歐地區國家將重點放在與天氣有關的 ITS 應用上。

國內在 ITS 發展上則未見明顯的重點項目，其 ITS 的推動過程中，公部門多從事先進交通管理系統（ATMS）基礎設施的建置（例如交通控制系統），以及先進大眾運輸系統（APTS）相關計畫的推動（例如公車動態資訊及定位系統）；至於私部門，包括學術、研究單位以及產業界等則多進行車輛定位、大眾運輸資訊，以及商用車輛營運等系統的研發與測試。

交通部在推動上述專案性計畫的原則是，一些具備全國共通性與標準化的工作，以及先導示範性的工作，由交通部來負責推動；至於 ITS 系統建置等工作則由地方政府來執行，若干具備市場商機的 ITS 產品或服務，由民間扮演主導的角色。希望透過適當的分工與合作，充分發揮各部門的專業及能力，共同推動 ITS 各項工作，但是推動數年後，可以發現各類研究資源未能有效整合，研究成果未具體落實，且不符國內運輸發展需求，因此熱潮逐漸冷卻，績效並不顯著。

事實上，以國內政經條件，政府部門應擔負 ITS 發展的重責大任，由務實的角度從改善交通，促進經濟發展的方向思考，因此重點項目應投注在改善交通管理效率，增加商車營運成效方面，整合各級路網的交通管理設施，進行整合性最佳化的控制，提供電信基礎建設，引導商車運轉最佳化的研究，以落實全球運籌中心的宏願。至於有關車輛導引及旅行者資訊技術部分，則應交由私部門自行研發。

7. 交通管理屬於多部門與多學門的合作

交通管理牽涉用路人、商業公司與政府部門，因此其未來發展並不僅是政府的責任，唯有公、私部門通力合作，才可能獲致豐碩的成果，例如 MOBINET 就是由德國公、私部門包括：各級政府、大學、產業界、顧問公司、私營公司等共 26

各單位一起參與的成果。又如 ITS 中商車營運系統，許多功能支援無紙化商業交易，因此與安全管制、課稅、海關及入境管理等機構必需合作。

各單位有相互合作的共識之後，還要聯手突破可能的障礙才能成功，因為當官僚作風依然存在，各單位害怕不確定的改變時，就可能因為行政法規限制、風險承擔獲利益分配而產生嫌隙，造成合作的失敗。因此計畫推動之先，必需審慎評估及了解參與部門透過合作所得的效益，利用測試組合不同部門一起工作，使其能互相瞭解及彼此欣賞，然後發展協議，使得各部門在保有其原有系統及資訊控制權條件下，承擔服務大眾的責任。

8. 公路管理組織有可能因管理方法變革而調整

減少交通擁擠，提高運輸機動性，可提昇行車安全，減少空氣、噪音污染，提高能源使用效率，其成效顯著且具有多樣性，因此可考量集合各部門的資源，並以實際績效，設定合理的分配機制，共同來加強公路設施的管理。

國內公路在第二高速公路建設計畫、西濱快速公路建設計畫與東西向快速公路建設計畫完成後，整體路網建構已近完成，未來建設的重心，將由建設轉為管理，因此現階段對於管理組織與制度的檢討其必要性。

根據經濟部能源委員會統計，台灣地區歷年來公路運輸能源消耗佔一直居於總運輸部門之首位，約佔總運輸部門能源消耗的 87.0%。從民國八十年後在運輸部門所佔能源消耗比例已有下降的趨勢，不過能源消耗總量仍繼續成長。

ITS 可以提供用路人行車資訊，避免交通擁擠；藉由大眾運輸系統的改善以及便利轉乘資訊的提供，亦可以轉移部份私人運具旅次至大眾運輸工具，以減少私人運具的使用，並降低空氣污染及噪音等對環境所造成的衝擊。

經初步估算，應用 ITS 的各項系統與技術，在目標年 2,010 與 2,020 年，分別可以節省 9.0 與 14.0 萬公秉油當量的消耗，以及減少 21.0 與 31.0 萬公噸的二氧化碳排放量，顯然 ITS 對能源消耗的節省與環境污染的改善具有舉足輕重的角色。

由於在道路管理經費部分，至目前為止一直是由汽燃費分配支應，在分年額度變化有限，而養護里程與管理複雜度逐年增加之後，相關經費已捉襟見肘。因

此未來應加強交通管理與空氣污染間關聯性之研究，進而考量合理分配部分空污費，抑注公路有護管理經費。

在國外已有將高速公路委由私人公司經營管理的案例，由於公路管理設施的構建與管理有其風險與效益面之考量，若將高速公路等具自償型態的公路管理，以競標方式交由民間業者營運，鼓勵民間公司增設先進的交通管理系統，來提高服務水準，增加道路收費總額，將有可能提高現有設施的使用效率，創造雙贏。

伍、對相關計畫檢討與建議

利用本次考察之見聞，針對目前本所在進行 Photologging 系統以及台灣地區橋梁管理系統構建過程中所遭問題，提供進一步研究與發展之建議如下：

5.1 Photologging 系統設備效率的改善

1. 改善數據傳輸效率

目前本所開發之 Photologging 系統，雖以「連續拍攝」為系統的主要作業方式，系統將針對路基路面設施與一般路況，於設定之間隔里程自動拍攝沿路影像，並由前後拍攝的影像接續成一調查路線。系統運作流程如圖 38 所示，重複進行直到調查結束為止。

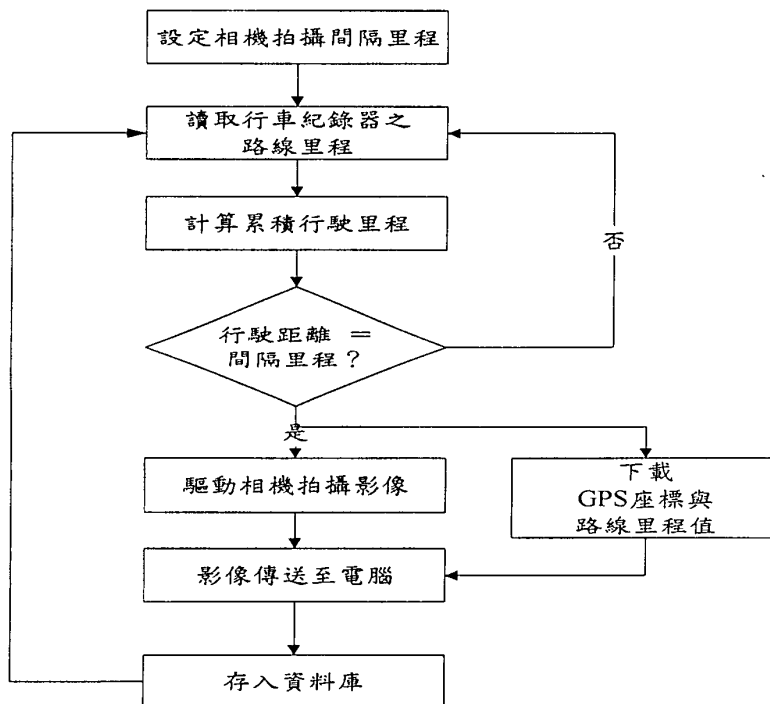


圖 38 影像實錄系統運作流程

然遇彎道或陡坡時，由於相機拍攝角度固定，加以拍攝間隔距離固定，無法隨道路轉彎角度或坡度調整其拍攝角度，故路線中之部份路段影像可能有所遺漏，而無法完整涵蓋所有訊息。改善方法可於開始調查前設定較小的調查間隔，當拍攝間隔里程縮短時即可減少相機無法隨道路環境彈性調整拍攝角度而導致的角度偏差。

然而，當影像拍攝之間隔里程縮小時，在「相機所能」的限制條件下必須降低車速，導致路線調查時間隨之增長；同時，拍攝間隔里程縮小，系統亦須拍攝較多的路況影像、儲存更多的影像檔案，衍生系統儲存空間的問題。未來應尋找資料壓縮技術，提高影像數據傳輸與儲存的效率，研究利用數位攝影系統或是多機組同步攝影方式，來改善基本資料的完整性。

2. 擴大成果資料使用範疇

目前行車導引系統經由衛星定位系統及地理資訊系統，可將車輛的位置即時傳送到駕駛人手中，方便預作最佳路線之安排，然而現有的電子地圖過於簡略，除行駛中方向或區域的導引外，能提供之資訊有限，若是未來 Photologging 的影像資料可以利用 ITS 研究中之整合性服務網路（Integrated Service Digital Network, ISDN）傳送，作為整合所有訊號來源如聲音、圖形、影像及各種數位化資料的共同通訊基礎，則駕駛人可預先在模擬器中行駛，對路徑規劃有相當的幫助。

3. 以語音輸入增加數據輸入效率

根據公路清查作業報表須記錄之設施項目包括，路基路面、橋樑、隧道、防護工程、沿線狀況、岔路、鐵路平交道、立體交叉、陡坡、急彎、地形與涵管等十二項設施。各設施之樁號里程、影像與 GPS 座標等資料項目可透過系統自動化技術取得，其餘設施特性項目尚須人工經由判斷或是透過電子測量儀器的輔助使用始能取得。因此研究利用語音輸入方式，在調查車輛行駛拍攝過程中，同步輸入各項基本資料，可以增加效率，降低調查成本。

5.2 地理資訊系統整合之探討

國內 GIS 現階段應用層面雖廣，但其使用的功能仍以基本輸出入、展示、查詢為主，模組整合分析等功能次之。目前多由政府、學術單位開始發展，逐步擴張至產業部門之應用，進而成爲實務化與生活化之系統。主要偏重於規劃分析之應用，在營運維護部份應用較少。

目前地理資訊系統之發展，由於可供使用者選擇之套裝軟體眾多，且各套裝軟體之間的檔案格式與功能亦有所差異，因而衍生出許多問題，影響整體的發展與整合。茲說明如下：

(1) 資料轉換

目前國內地理資料庫乃由不同單位所建置，也因所使用之軟體不同而有不同之資料儲存格式。因此不同軟體間轉換時會產生誤差與錯誤，使得使用者往往需耗費大量時間、經費來編修轉換，無法有效地共享資料成果，因此，建立一套適合國內之資料轉換標準實爲當務之急。

(2) 資料共享

目前國內地理資料庫多由政府或學術研究單位產生，但並無法源依據這些資料必須共享，或是准予提供或出售。目前國土資訊系統分爲九大資料庫，由各主管機關負責建置，而各單位步調不一，造成許多圖資無法取得，必須自行建置，因此常造成資料之重複建置、閒置或不再予以更新，造成人力、物力之浪費，延滯 GIS 全面性的發展。

(3) 建置資料者未有整體觀且缺乏品管

由於國內 GIS 資料許多是數化自國內相關圖輯，如：航照圖、內政部經建版地形圖等，而這些圖資比例尺有 1/5,000、1/25,000，以及 1/50,000 加上數化人員常因圖量多而忽略圖幅間彼此接圖的問題，造成使用上之困擾。由於圖資的建置爲重大且繁雜的工作，高精密度的資料更是如此，使得建置進度緩慢，故目前多僅能滿足於中低精確度要求之應用。

(4) 建置成本高

地理資訊系統之建置與應用，並非購買 GIS 軟體後便完成，相關地理資料庫的建立亦非常重要。由於國土資訊系統九大資料庫尚未建立完成，相關資料取得困難，目前有民間地理資訊顧問公司與內政部或交通部合作加值相關地理資訊產品出售，至於其他橋梁相關圖層，則未有專責單位負責建立，故目前多取用學術單位研究成果，其正確性與精確度有待提昇，且後續資料更新維護將是一大隱憂。

此次在 ITS 年會的參展廠商中，有 ESRI 公司贈送全美的 GIS 路網光碟資料，並宣導廠商將路網資料庫作為贈品，在其廣告詞中強調相關 GIS 路網資料庫贈品之成本低於一般的鑰匙環贈品，各公司可以將公司位置及相關宣傳資料納入資料庫中，對於公司形象及行銷相均有相當大的幫助。根據其創意反觀本所發展的電子地圖，必須價購且未作最佳之推廣，因而限制使用的成效，若是能主動提供各級政府與民意機關代表使用，對本所之形象及研究績效定有相當幫助。

5.3 橋梁管理整合性決策模組應加強交通量資料處理

橋梁管理系統中，維修工作的評選，對於系統績效的影響甚鉅。因此如何在有限的預算下，分配予系統需要維修之橋梁進行工作，以達整體最大效益，變成橋梁管理的核心工作之一。

整體最佳化決策的內容，包括了「劣化預測子模組」、「決策者成本效益子模組」、「用路人成本效益子模組」、以及「最佳化選優子模組」。圖 所示為各模組間之作業流程。首先根據構件檢測結果，檢測人員提出建議之維修方案紀錄於資料庫中，若存在建議之改善方案亦可一並提出，利用專家判斷進行維修工作後可恢復之等級，再進入劣化預測模組，針對構件未來劣化速率，以機率的觀點，利用馬可夫鏈進行預測的動作。

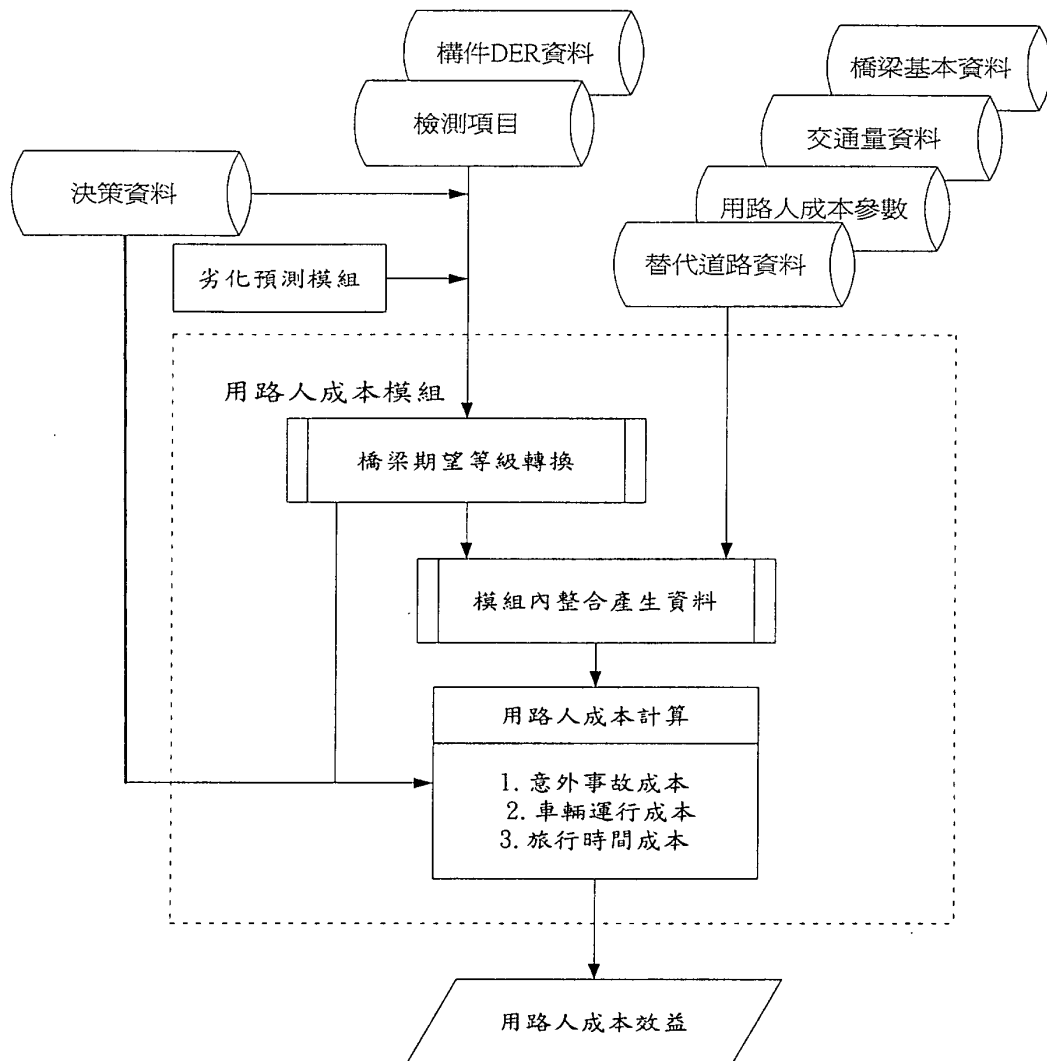


圖 39 橋梁管理整合性決策模組

接下來便將劣化預測結果提供決策者成本效益模組做為輸入資料，評估目前執行維修工作與未來構件狀態之相關性，同時配合資料庫中相關維修工

法所需成本，及構件目前是否進行維修工作所可能產生未來之成本進行預估，做為決策者成本效益子模組評估效益的指標。

另一方面，同時將檢測構件狀態及劣化預測的結果，以橋梁為單位進行整合，同時收集交通量以及各項成本函數（每意外之平均成本、旅行時間成本）做為用路人成本效益子模組的輸入資料。藉此模組便可根據橋梁是否執行工作而評估所

可能產生之用路人成本，做為效益的指標。

將決策者及用路人模組所產生之效益結果加總，提供最後的最佳化選優子模組作為評選維修橋梁的依據，同時經由資料庫中進行維修工法所需直接工程款計算橋梁維修總成本，在所假設之預算下，進行橋梁工作組合最佳化的選擇，同時亦可提供將來決策者編列預算的依據。

在用路人成本效益模組中，需要預測年橋梁之成長交通量估計，以及替代道路轉移交通量，根據由模組外輸入的所有替代道路資料及以預測年交通量估計值，則可以多重路徑指派法將估計所有替代道路上之轉移交通量，並可計算橋梁在各預測年度下，橋梁在不同劣化狀態下經交通量轉移後之各替代道路上之轉移後交通量。

惟各方案之自由流時間，應經由實際收集大量資料進行校估，因此日後相關單位，應該善用公路管理相關設施，在建立短、中期交通疏導策略之同時，蒐集交通量分析及指派所需的數據，俾針對橋梁在不同橋梁等級下及其各替代道路之自由流速度或自由流行駛時間加以調查或校估其函數式，以確保橋梁之各替代道路方案轉移機率之估計值較符合現實狀況。

陸、結語

由於現代化生活對於移動能力的需求持續增加，因此近幾年內，世界各國正構思以創新的作法，來提振道路運輸效能，在這些創新的做法中，國內稍有欠缺的是在交通管理軟、硬體的開發構建部分，各單位缺乏系統最佳化分析的人才，沒有系統整合構建的技術支援，更沒有長期策略規劃的考量，因此交通管理成果雖可接受，但非最佳，各單位應該重視此問題。

為執行運輸需求管理，增加現有設施的使用效率，交通管理方式已由傳統靜態、前置式的分散管理，轉變為整體、最適化、動態與即時的管理方式，各系統透過資訊鏈（Information chain）連結在一起，該資訊鏈分成資料取得、資料處理、資料傳輸、資料分送與資料使用等階段，如何將數據轉換成資訊，進而分析彙集成有用的知識，則是管理技術成效提昇的關鍵。

以國內政經條件，政府部門應擔負 ITS 發展的重責大任，由務實的角度從改善交通，促進經濟發展的方向思考，因此重點項目應投注在改善交通管理效率，增加商車營運成效方面，整合各級路網的交通管理設施，進行整合性最佳化的控制，提供電信基礎建設，引導商車運轉最佳化的研究，以落實全球運籌中心的宏願。