

80-39-357

# 台灣地區電腦化都市交通號誌控制系統 軟體工程、通訊測試及評鑑手冊研究



交通部運輸研究所

中華民國八十年十一月

# 交通部運輸研究所出版品摘要表

<b>出版品名稱</b> 中 文：台灣地區電腦化都市交通號誌控制系統軟體工程、通訊測試及評鑑手冊研究 外 文：The Study of Manual on Software Engineering, Communication Test, and Evaluation for Computerized Urban Traffic Signal Control System in Taiwan Area			
<b>行政機關出版品統一編號</b> 09104800120		<b>運輸研究所出版品編號</b> 80 - 39 - 357	
<b>本所計劃</b> 主 持 人：林大煜  研究人員：曹瑞和		<b>合作研究單位</b> 中華民國運輸學會服務委員會 <b>計 劃 主持人</b> ：周義華、何志宏  <b>研究人員</b> ：張仲儒、王國穗、林良泰、劉瑞麟、 廖堅志、黃泰林、李樑堅、邱素文、 郭麗雲、謝琪祚、施彥君	
<b>研究方式</b> <input type="checkbox"/> 自行辦理 - 主辦單位： <input checked="" type="checkbox"/> 合作辦理 - 合作研究單位：中華民國運輸學會服務委員會 地 址：台北市羅斯福路四段一號 聯 絡 電 話：(02) 3625920			<b>研究期間</b> 自 79 年 5 月 至 80 年 5 月
<b>關鍵詞</b> ：電腦化交通號誌、軟體工程、通訊測試、評鑑			
<b>摘 要</b> ：為使電腦化道路交通號誌控制系統之規劃、設置及評鑑工作能更有系統與依據，並使各系統間更具有相容性與擴充性，以促進電腦化道路交通號誌控制系統更進一步發展，本研究依據研究結果編撰(一)電腦化都市交通號誌控制系統軟體工程規劃設計手冊(二)電腦化都市交通號誌控制系統評鑑手冊與(三)電腦化都市交通號誌控制系統通訊協定測試手冊，此外並針對國內電腦化都市交通號誌控制系統之未來發展方向進行研究以作為未來進一步發展之參考。			
<b>出版日期</b>	<b>頁 數</b>	<b>工本費</b>	<b>本 出 版 品 取 得 方 式</b>
80 年 11 月	440 頁	244 元	<input checked="" type="checkbox"/> 洽本所免費訂閱 <input checked="" type="checkbox"/> 本所訂購 <input type="checkbox"/> 其它 (限公營或公益機關團體)
<b>管制等級</b> 本出版品： <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日 <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況辦理解密 <input checked="" type="checkbox"/> 一般		<b>本表：</b> <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日 <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況辦理解密 <input checked="" type="checkbox"/> 一般	
<b>備 註</b> ：			

# 台灣地區電腦化都市交通號誌控制系統 軟體工程、通訊測試及評鑑手冊研究

## 目 錄

### 第一篇 緒論

- 第一章 計劃概述
- 第二章 國外著名電腦化都市交通號誌控制系統之介紹
- 第三章 國內電腦化都市交通號誌控制系統之介紹
- 第四章 電腦化交通控制系統之先期規劃工作

### 第二篇 電腦化都市交通號誌控制系統軟體工程規劃設計手冊

- 第一章 前言
- 第二章 系統控制之範圍與目標
- 第三章 系統功能與架構
- 第四章 系統規劃之基本研究
- 第五章 軟體工程規劃
- 第六章 軟體工程設計

### 第三篇 電腦化都市交通號誌控制系統評鑑手冊

- 第一章 前言
- 第二章 系統功能
- 第三章 軟體規劃與設計評估
- 第四章 系統績效評估
- 第五章 交通績效評估
- 第六章 評鑑步驟與程序

### 第四篇 電腦化都市交通號誌控制系統通訊協定測試手冊

- 第一章 測試環境
- 第二章 驗證程式操作說明

## **第五篇 國內電腦化都市交通號誌控制系統 之未來發展方向**

**第一章 資料之電腦化與標準化**

**第二章 駕駛人資訊系統之建立**

**第三章 建立整合高速公路之整體性控制系統**

**第四章 聯合控制中心**

**第五章 資訊展現之多樣化**

**第六章 發展切合國內混合車流駕駛行為之控制方法**

**第七章 發展不規則路口之號誌設計及評估方法**

**第八章 建立電腦化交通號誌控制系統之必要規範與相關手冊**

**附錄一 國內電腦化交通號誌控制系統參觀綜合意見整理**

**附錄二 中英文名詞對照**

# 第一篇 緒論

第一章 計劃概述

第二章 國外著名電腦化都市交通號誌控制系統之介紹

第三章 國內電腦化都市交通號誌控制系統之介紹

第四章 電腦化交通控制系統之先期規劃工作

# 第一篇 緒 論

## 目 錄

表目錄	-----	I - II
-----	-------	--------

圖目錄	-----	I - III
-----	-------	---------

### 第一章 計劃概述

1.1 研究緣起及目的	-----	I - 1
1.2 研究內容	-----	I - 2
1.3 研究步驟	-----	I - 2
1.4 研究流程	-----	I - 3

### 第二章 國外著名電腦化都市交通號誌控制系統介紹

2.1 美國洛杉磯系統	-----	I - 4
2.1.1 系統背景	-----	I - 4
2.1.2 系統架構	-----	I - 5
2.1.3 系統特色	-----	I - 5
2.1.4 系統評估	-----	I - 7
2.2 美國聖地牙哥系統	-----	I - 8
2.2.1 系統背景	-----	I - 8
2.2.2 系統架構	-----	I - 8
2.2.3 系統特性	-----	I - 9

2.3 英國 SCOOT 系統	I - 10
2.3.1 系統背景	I - 10
2.3.2 系統架構及運作方式	I - 10
2.3.3 系統績效	I - 13
2.4 澳洲 SCATS 系統	I - 15
2.4.1 系統背景	I - 15
2.4.2 系統架構	I - 16
2.4.3 系統績效	I - 18
2.5 日本大阪交通控制系統	I - 19
2.5.1 系統背景	I - 19
2.5.2 系統架構	I - 20
2.5.3 系統績效	I - 24

### 第三章 國內電腦化都市交通號誌控制系統之介紹

3.1 COMDYCS 系統	I - 25
3.1.1 COMDYCS-I 系統	I - 25
3.1.2 COMDYCS-II 系統	I - 29
3.2 TRUSTS	I - 32
3.2.1 系統架構	I - 32
3.2.2 系統軟體	I - 35

### 第四章 電腦化交通控制系統之先期規劃工作

	I - 38
--	--------

參考文獻	I - 41
------	--------

## 表 目 錄

表 2.1 洛杉磯電腦號誌系統績效評估比較表	I - 8
表 2.2 SCOOT之旅行時間與延滯績效評估表	I - 15
表 2.3 SCATS與TRANSYT之績效比較表	I - 19
表 2.4 大阪市交通控制中心主要設備統計表	I - 20
表 2.5 系統階層控制傳送表	I - 23
表 2.6 大阪市交控系統實施事前後評估改善表	I - 24
表 3.1 獨立路口動態系統設立前後各項指標比較分析表	I - 28

## 圖 目 錄

圖 1-1 研究流程圖	I - 3
圖 2-1 ATSAC系統架構圖	I - 6
圖 2-2 SCOOT系統架構圖	I - 11
圖 2-3 SCOOT交通控制系統資訊流程圖	I - 12
圖 2-4 SCOOT交通模式示意圖	I - 14
圖 2-5 SCATS系統架構圖	I - 17
圖 2-6 大阪市電腦化號誌系統架構圖	I - 21
圖 2-7 大阪市電腦化號誌系統主要功能關係圖	I - 22
圖 3-1 COMDYCS-I系統架構圖	I - 26
圖 3-2 COMDYCS-II系統硬體架構圖	I - 30
圖 3-3 TRUSTS系統架構圖	I - 33
圖 3-4 TRUSTS系統軟體之控制架構圖	I - 36
圖 4-1 先期規劃工作流程圖	I - 40

# 第一篇 緒 論

## 第一章 計畫概述

### 1.1 研究緣起及目的

由於都市的交通擁擠問題急速惡化及交通改善的複雜程度日益提高，利用電腦的高速運算及資訊處理能力來產生執行交通管制策略，乃是刻不容緩之事。因此，交通號誌控制系統的電腦化已成為改善都市交通問題的一大利器。截至目前為止，已有台北市、高雄市、基隆市、新竹市、台中市、嘉義市、台南市、台北縣、桃園縣、彰化縣、高雄縣等地已建立或正在辦理電腦化交通號誌控制系統，而交通部亦於民國七十三年起實施行政院頒「道路交通秩序與交通安全改進方案」，協助推動與補助省（市）地方政府規劃辦理電腦化交通號誌控制系統，並於民國七十六年十月邀請此方面之專家學者及有關人員組成電腦化交通號誌控制系統功能評鑑小組，對台北市、基隆市、台南市、台北縣及彰化縣等五個縣市進行評鑑，並將結果提供省（市）地方政府作為繼續規劃辦理之參考，接著又於七十七年七月編印「電腦化交通號誌控制系統之規劃與設置規範」以作為省（市）地方政府規劃、設計、發包作業之依據。另為使各系統間更具相容性與擴充性，於七十七年十二月編印「電腦化交通號誌控制系統通訊協定」。至此，電腦化交通號誌控制系統之發展已達到相當程度，且各項軟、硬體設施也有了基本雛形，惟在交通控制策略軟體工程之發展、通訊協定之測試過程及系統評鑑程序、方法上，尚無一致性的定論及制度。因此，本研究擬對電腦化交通號誌控制系統軟體工程、通訊協定之測試過

程及系統評鑑程序、評鑑方法研擬參考手冊，使軟體工程之發展有所依據，並在評鑑程序及方法上有一公平客觀之制度。

## 1.2 研究內容

本研究之主要研究內容包括下列項目：

1. 探討國外著名電腦化都市交通號誌控制系統軟體功能之特色及優缺點。
2. 研究國內所發展並已付諸運作之電腦化都市交通號誌控制系統軟體之內容。
3. 比較分析國內各縣市電腦化都市交通號誌控制系統。
4. 研擬電腦化都市交通號誌控制系統通訊協定測試參考手冊。
5. 建立電腦化都市交通號誌控制系統評鑑程序及方法。
6. 規劃國內電腦化都市交通號誌控制系統之未來發展方向。

## 1.3 研究步驟

1. 確定研究主旨與方向。
2. 蒐集國內外相關文獻，包括：
  - (1) 國內有關電腦化都市交通號誌控制系統之文獻。
  - (2) 國外有關電腦化都市交通號誌控制系統之文獻。
  - (3) 國內有關電腦化都市交通號誌控制系統之軟、硬體功能。
3. 實地考察國內各縣市之電腦化都市交通號誌控制系統。
4. 以整體性的觀點探討並分析國內各個電腦化都市交通號誌控制系統之功能。
5. 研擬電腦化都市交通號誌控制系統所應具備及替選性之功能項目。
6. 列出電腦化都市交通號誌控制系統運作所需交通參數及獲得方法。
7. 研訂國內電腦化都市交通號誌控制系統通訊協定之測試參考手冊。

8. 擬定國內之電腦化都市交通號誌控制系統軟體工程參考手冊。
9. 研擬電腦化都市交通號誌系統合理之評鑑程序及方法。
10. 參考國內外之發展趨勢，確定國內電腦化都市交通號誌控制系統之未來短中長期發展方向。

## 1.4 研究流程

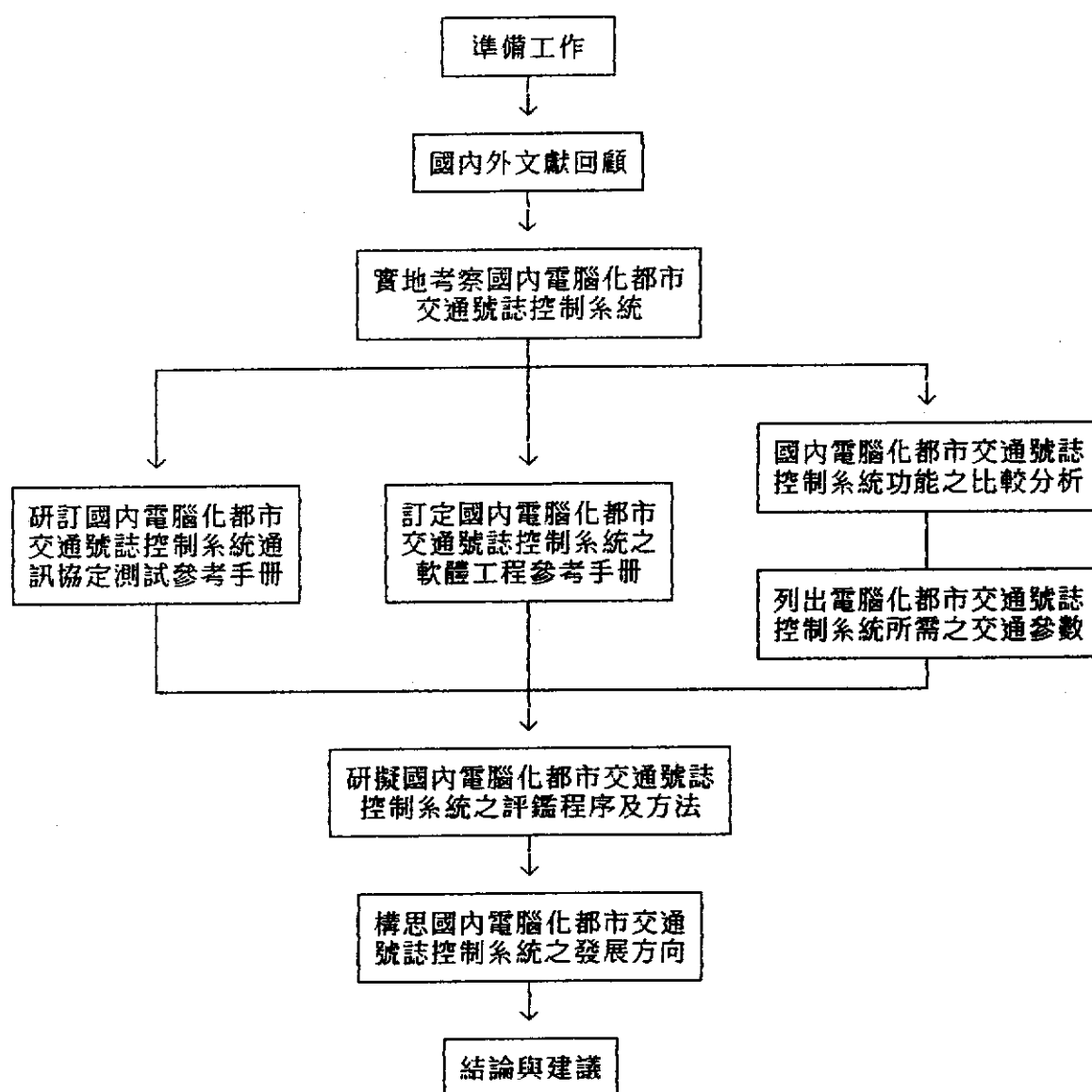


圖 1-1 研究流程

## 第二章 國外著名電腦化都市交通號誌

### 控制系統介紹

都市交通號誌控制系統受到交通擁擠問題急速惡化及交通複雜程度日益提高的影響，由早期的定時號誌控制系統演進到使用發展成熟的全電腦控制動態號誌系統，透過電腦的控制，建立完整的交通偵測系統、通訊網路系統及故障顯示系統等，以應付多變的交通需求，已成為世界之趨勢，目前世界許多大都市已引進不同的電腦化交通控制系統，以下將以美國洛杉磯與聖地牙哥、英國SCOOT系統、澳洲SCATS系統及日本大阪系統等作說明，供國內發展電腦化都市交通號誌控制系統之參考。

#### 2.1 美國洛杉磯系統

##### 2.1.1 系統背景

洛杉磯自動交通控制及監視系統 (Automated Traffic Surveillance And Control System, ATSAC) 於1984年6月 (奧林匹克運動會前一個月) 完成第一期，其範圍包括118個路口與396個偵測器，約10平方公里地區的交通控制電腦化。此系統在奧運會期間，充分發揮其功能，其後成為洛杉磯市區交通控制的主要系統之一，並積極籌建第二期。第一期系統應用於Coliseum地區，此區內有兩大旅次產生點，一為南加大，一為展覽公園，即博物館、體育館等。其餘均為住商混合及輕工業發展區，並有二條高速公路穿越此區域之東方及北方。第二期主要控制範圍為洛杉磯市的中心商業區，涵蓋49條街道共162個路口號誌及800個偵測器。後續並將以涵蓋機場地區(96個路口)，

加州大學洛杉磯分校地區(132 個路口)、好萊塢地區(115 個路口)、Ventra 高速公路走廊(132 個路口)與 Santa Monica 高速公路走廊(132 個路口)為目標。

### 2.1.2 系統架構

ATSAC系統之主要功能有以下數項：

1. 採用FHWA 所發展，經改良後的第1.5 代UTCS 套裝軟體，執行定時控制、網路與次網路交通動態控制、臨界路口控制及人工操作控制等四類控制。
2. 利用彩色螢幕或在控制中心及維護部門的列表機，顯示出號誌系統是否故障及檢查時制計畫是否發生錯誤，以達到及時修護的目的。
3. 採用最新之硬體技術如光纖通訊網路，美國170 型路口控制器 (Model 170)及現代化電腦彩色繪圖顯示系統等。

整個ATSAC 系統為一階層狀的架構，如圖2-1 所示，由控制中心的主要電腦負責監控任務，並作為系統操作者與其他系統設備之間的橋樑，而每一個ATSAC 控制區則由一部電腦所控制，擔負該地區號誌時制運作、偵測器資料傳遞與資訊連繫等。

控制中心與控制區域內控制器之連繫，主要透過光纖通訊網路，由控制中心直接指揮路口控制器之運轉，並將路口交通資訊傳遞回中心，以隨時掌握號誌運作狀況，並進行整體控制。

### 2.1.3 系統特色

ATSAC 系統特色在於可反覆校估傳回之交通資訊，根據控制電腦自行選出最佳時制計畫後，下達命令由路口控制器執行，並利用以下三種方式達到有效控制之目的。

#### 1. 手動控制

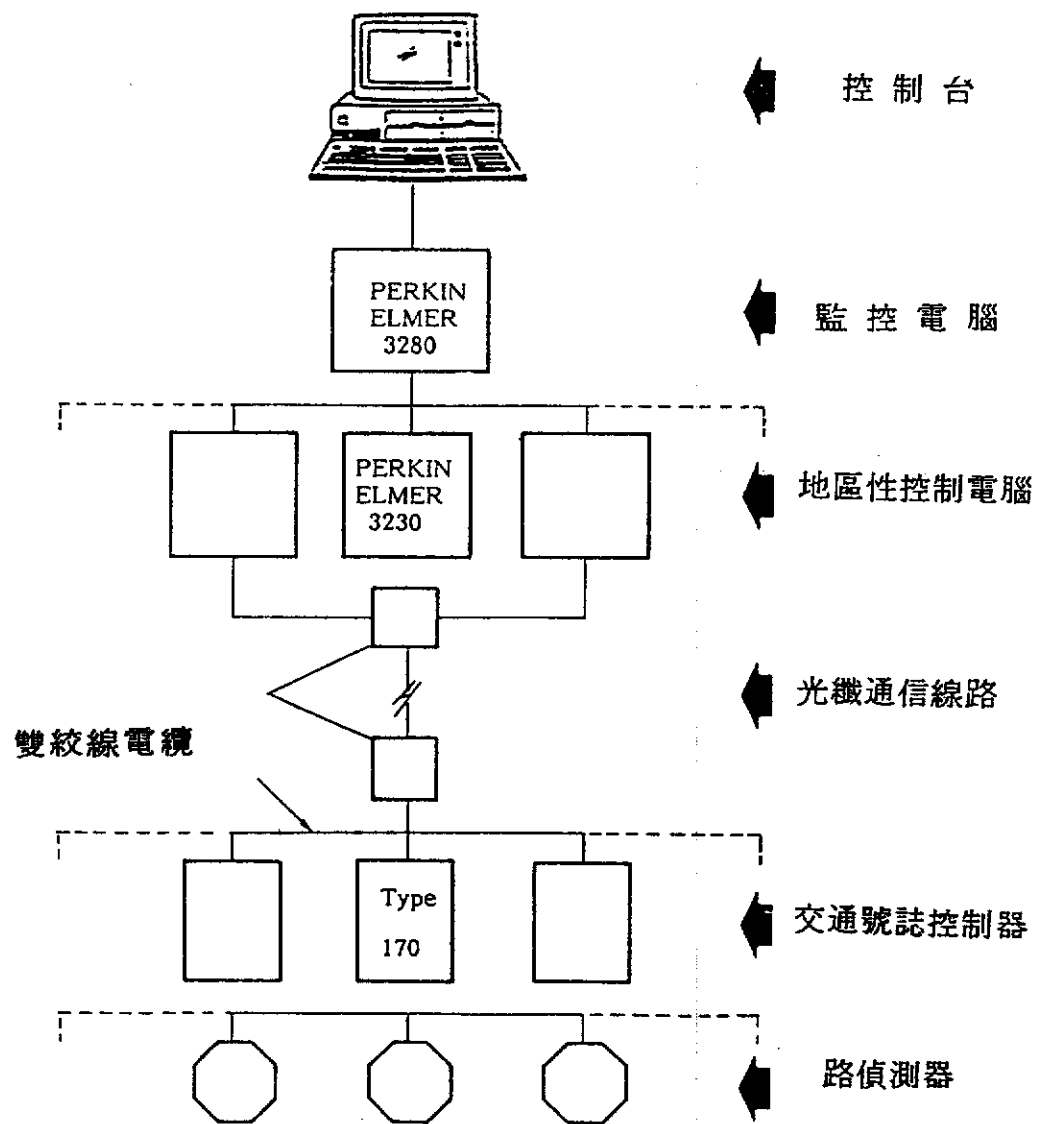


圖 2-1 ATSAC系統架構圖

資料來源：[4]

當自動控制時計畫未能有效掌握突發的交通狀況時，可透過彩色監視器暫時改由控制中心採用手動控制，以紓解道路擁擠狀況。

## 2. 臨界路口控制 (Critical Intersection Control, CIC)

ATSAC 系統可提供臨界路口控制計畫，隨時修正號誌時制之時比分配，達即時控制之目的。

## 3. 交通回饋

交通回饋反應控制是ATSAC 系統的重要功能之一，在此功能下，可由所偵測而得之交通資料，經電腦軟體配合求出可行之時制計畫，供交通工程師進行時制修改時之參考。

### 2.1.4 系統評估

洛杉磯為評估ATSAC 電腦控制系統之績效，於1987年 2月間選定包括 28個路口及 80個偵測器的範圍進行測試，其中有 7個路口實施CIC 控制，在所選定的4 條主要幹道上，進行行駛速率調查，調查方法有 (1)試驗車人工記錄法，(2)試驗車電子儀器記錄法，(3)ATSAC 系統偵測器資料估計法。調查時間於上午7時至9時及下午4時至6時的尖峰時段、其結果如表2.1。由表中可知，以停等次數減少百分比達35.2%為最顯著，延滯減少百分比為20.3%居次，其餘項目至少均有10%以上之改善，可以說是績效顯著。

在ATSAC 系統採用定時時制計畫及25%的路口採CIC 控制的情況下，ATSAC 系統的年效益額約為7.84百萬美元，平均每一路口年效益為 66.400 美元。而 ATSAC 系統共花費 5.6 百萬美元的建造費，若再加上年營運成本及維護成本，則每一路口年成本為6,800 美元。由簡單的成本效益分析可知，益本比達9.8 是十分有利的。

表 2.1 洛杉磯電腦號誌系統績效評估比較表

評 估 準 則 (MOE)	事 前	事 後	改 善 百 分 比
旅 行 時 間 (sec)	194.0	168.4	-13.2%
停 等 次 數	2.92	1.89	-35.2%
平 均 速 度 (mph)	20.2	23.2	+14.8%
交叉路口延滯 (sec/veh)	13.58	10.82	-20.3%
燃 油 消 耗 (gal/mile)	0.0709	0.0620	-12.5%
碳氫化合物 (gr/veh-mile)	5.9	5.3	-10.2%
一氧化碳 (gr/veh-mile)	52.6	47.2	-10.3%

資料來源：[4]

## 2.2 美國聖地牙哥系統

### 2.2.1 系統背景

美國聖地牙哥市有人口110萬，面積超過880平方公里，為美國第七大城市。早在1956年聖地牙哥市中心商業區內就有150個交通號誌，利用一套機電式 (Electromechanical) 系統實施交通控制作業，這套系統設立運作後，對市中心區交通紓解發揮很大功效。到了1970年代初期，這套系統的運作過程出了一些問題，使得主控系統產生嚴重的維修問題，大幅降低系統的可靠度。為了解決此問題，聖地牙哥市政府乃決定採用中央電腦控制系統，於1980年發包施工，1984年5月完工正式啓用，初期共有150個路口納入管制。

### 2.2.2 系統架構

聖地牙哥市電腦號誌系統架構並不複雜，主要係由中央電腦控制所有路口之運作，利用一台前端通訊處理機 (Front-End Communi-

cation Processor) 專司中央處理機與路口控制器之間的通訊工作。而路口控制器則採用美國 170型控制器，通訊網路將用雙絞線電纜系統 (Twisted-Pair Cable System)。

聖地牙哥市系統所使用之軟體是美國 FHWA 所發展之 UTCs 改良版，此套電腦控制系統能實施 63 種時制計畫，時制計畫內的每一時制參數值，都事先設定允許變動的範圍，在某些狀況下，路口控制器軟體會自動針對某一時制參數（例如黃燈時間），進行事前的驗證。同時亦可由控制中心更改或輸入新的時制計畫，傳送至路口控制器執行。

### 2.2.3 系統特性

聖地牙哥市系統最大特色乃在其「電車優先路權」。聖地牙哥都會區大眾運輸發展委員會 (San Diego Metropolitan Transit Development Board) 在市中心商業區經營兩線輕軌運輸系統 (LRT)，班次間隔均為 15 分鐘，路線通過數條流量相當大的幹道，共計 21 個電腦號誌路口，為避免因電車的行駛對車輛造成嚴重的延滯並維持電車的營運品質，而設計電車優先路線系統。實施方法有兩種，第一種乃由中央電腦系統控制，第二種則由路口控制器控制。其控制方法為電車駛入車站後，電車的電桿架（或稱集電裝置）會觸動偵測器，使之發出訊號通知到達下一車站所經過的路口號誌，實施電車優先路稱綠燈帶 (Green Band)，同時設定電車在站內停留的時間，以供乘客上下車，並向中央控制系統回報實施優先路權路口。由中央控制電腦逐一檢查這些路口控制器實施之狀況，以避免中央電腦誤認路口號誌發生故障，而驟然停止這些控制器之運作，導致交通紊亂。依事後調查顯示，電車優先路權的實施並未給道路交通帶來明顯的延滯，可證明聖地牙哥市控制器轉換方式的應用相當成功。

## 2.3 英國SCOOT系統

### 2.3.1 系統背景

SCOOT ( Split Cycle and Offset Optimization Technique ) 係由英國運輸與道路研究實驗室 (TRRL)、運輸部 ( Department of Transport)以及三家電子公司 (Ferranti, GEC與Plessey) 於1973年聯合發展而成。發展之初曾在英國 Glasgow, Coventry, Worcester, Southampton 與London等多個城市加以運作測試，目前則已推廣至亞洲的新加坡、香港及北平等地。

倫敦乃為SCOOT 系統實施之最知名都市，在1986年時倫敦人口達677萬人，車輛約261萬輛，1985年至1986年之車輛成長率約為 1.7%，1983年至1986年主要道路之平均行駛速率在上午尖峰為27.0 KPH，離峰時段為33.4 KPH，下午尖峰為27.5 KPH，設置SCOOT 系統後，經調查結果，旅行時間較原來的定時式控制方式平均節省8%。

SCOOT 系統之發展概念乃根據1972年D.I.Robertson 所提出的利用偵測器所得資料推估流量，並立即決定時制計畫的方法，其決策重點包括 (1)使時制轉換的過程趨於最短，(2)使交通型態之預測期間縮至最短，(3)提昇時制反應之速度，(4)減少偵測器故障或異常之影響，(5)將交通模式予以連線操作，(6)不須具備任何事先設好之時制計畫。

### 2.3.2 系統架構及運作方式

SCOOT 系統之基本架構如圖2-2，資訊流程則如圖2-3所示，由此二圖可知，SCOOT 系統根據偵測器傳回的流量資料，經由交通模式及號誌最佳化程序隨時加以處理，並決定是否變換相關路口之號誌時制。

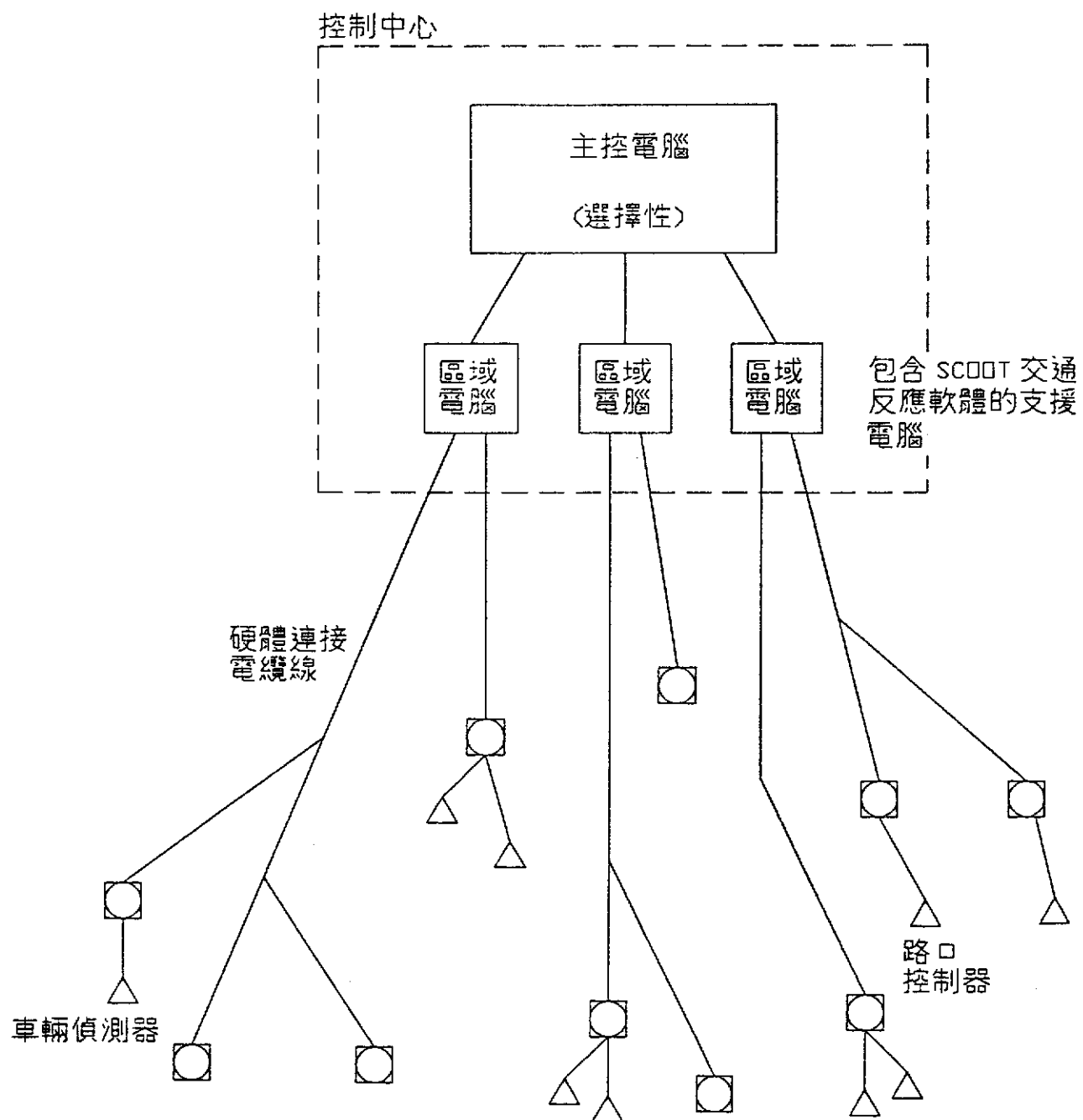


圖 2-2 SCOOT 系統架構圖

資料來源：[1]

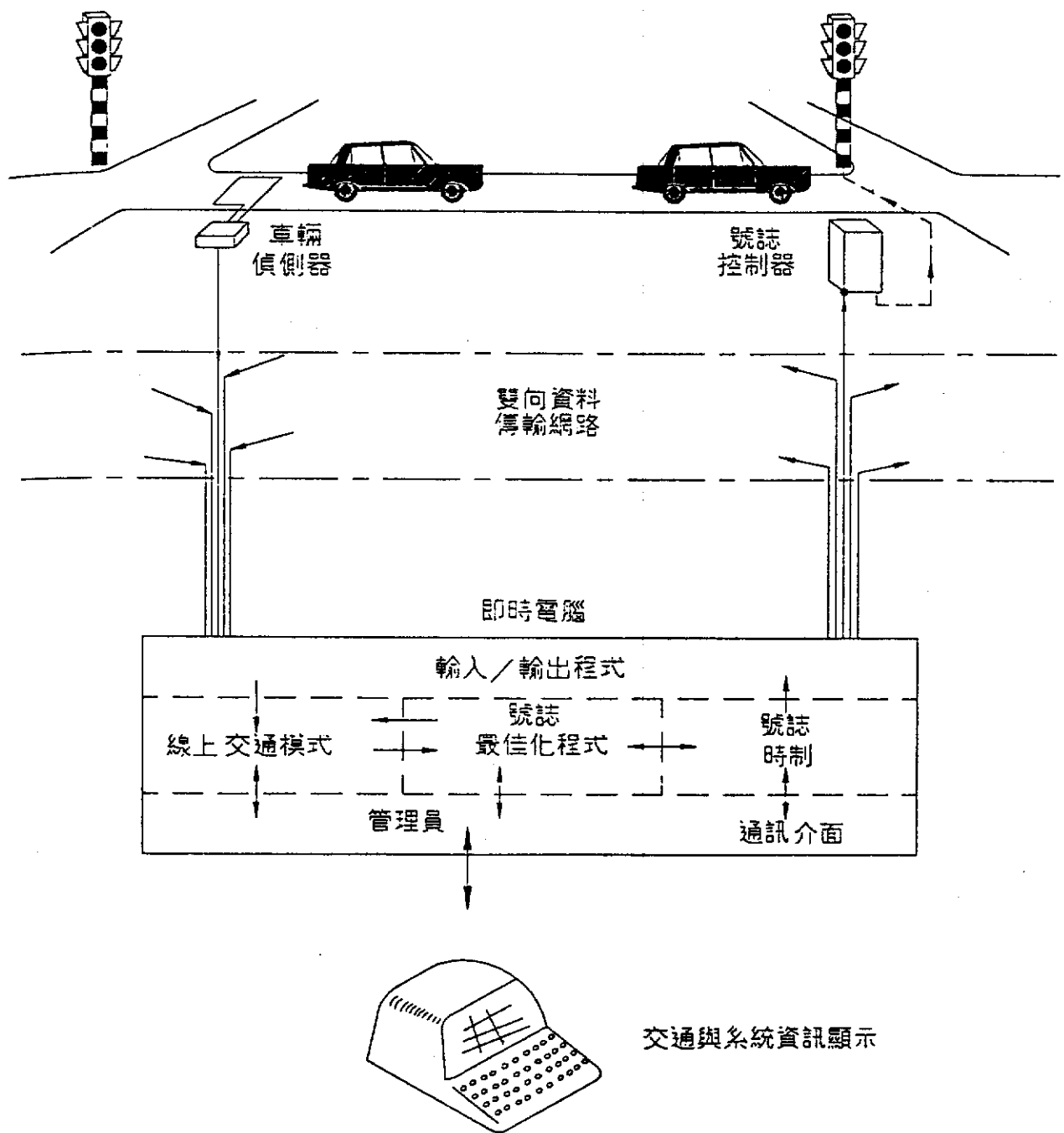


圖 2-3 SCOOT 交通控制系統資訊流程圖

資料來源：[5]

SCOOT 系統車輛偵測器置於所有控制路口各臨近路段 (Approach) 之最上游處，其主要理由在能有效地監視駛向停止線的車隊，並偵測溢流至上游路口的車隊。經由偵測器蒐集到的各種車流資訊，經過初步整理分析後，再依據上游路口的週期時間，繪成週期性的車流剖面圖 (Cyclic Flow Profiles)，提供作為決定下游路口綠燈分相長度及是否將相鄰的號誌化路口予以連鎖之依據。

SCOOT 系統的線上交通模式係利用偵測器之資料預測位於下游路口停止線之等候車隊長度，其方式如圖 2-4。而 SCOOT 系統的時制計畫則由一「線上即時最佳化程序」來調整各群組之週期時間，各群組間之週期時間可能不一致，但群組內各路口之週期時間則一致。由群組內飽和度最高之路口決定群組之週期，再求各路口綠燈分相長度及群組中各相鄰路口號誌燈之時差，使系統中之平均等候車隊長度及停等次數降至最低。在一般狀況下，SCOOT 系統經常作小量的時制轉換，猶如在固定時制計畫下，隨流量的變動進行適當的調整。

### 2.3.3 系統績效

SCOOT 系統除在倫敦曾由當地主管機關做過運作績效評估外，並曾在英國其他四個都市加以評估，其中 Glasgow 與 Coventry 兩處，係由英國運輸與道路研究實驗室 (TRRL) 負責，而 Worcester 則由一家顧問公司進行，Southampton 則由一所大學主持，其結果列如表 2.2。整體而言，SCOOT 系統比定時控制平均可節省 12.5% 的延滯，與感應控制相比較則平均可節省 26.3% 的延滯，且上下午尖峰時段的運作績效較非尖峰時段為佳，足以顯示 SCOOT 系統在高流量狀況下，效果更佳。

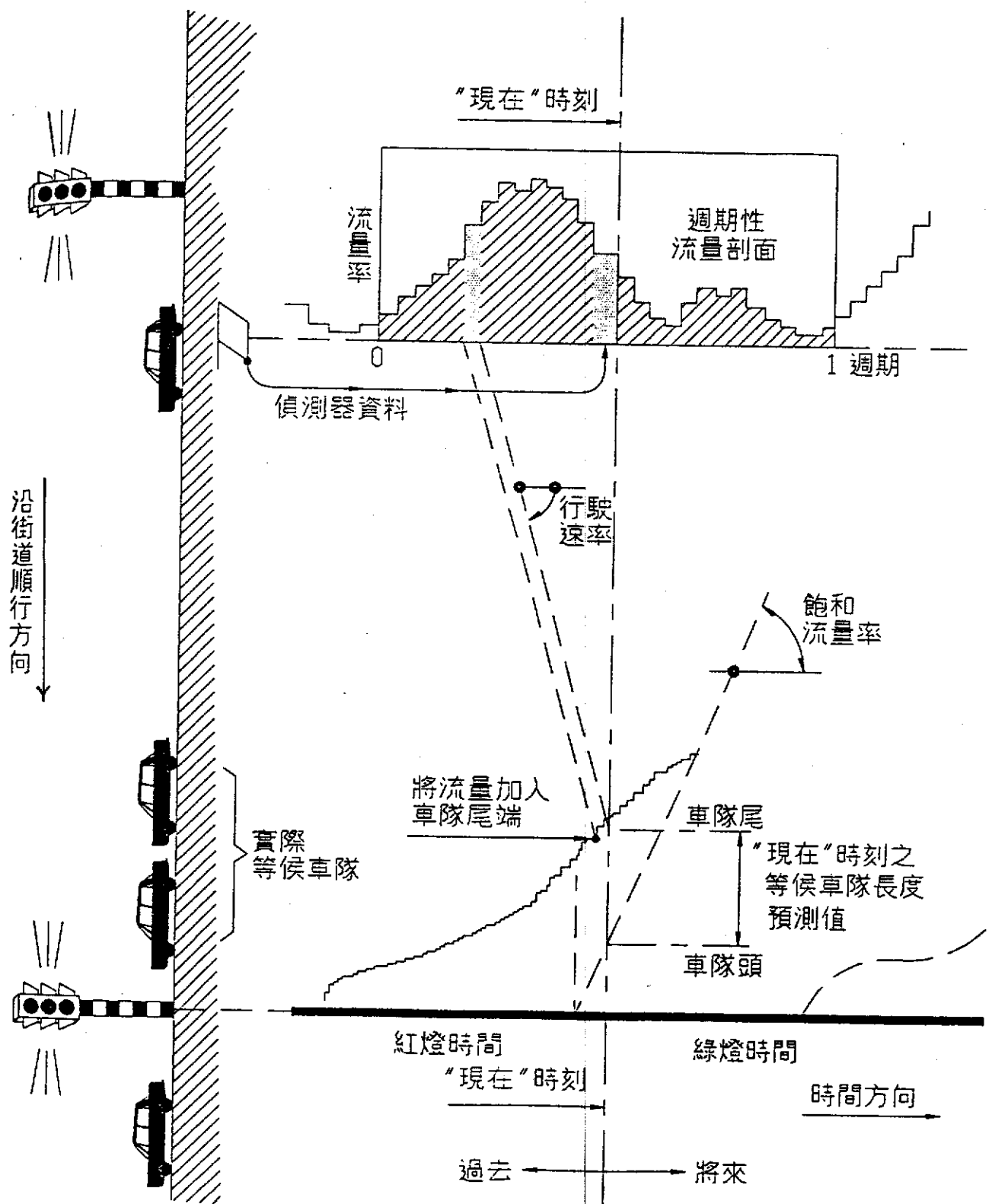


圖 2-4 SCOOT 交通模式示意圖

資料來源：[5]

表 2.2 SCOOT之旅行時間與延滯績效評估表

測試地點	原先控方式	旅行時間節省(%)			車輛延滯節省(%)		
		早上 尖峰	非 尖峰	下午 尖峰	早上 尖峰	非 尖峰	下午 尖峰
Glasgow Coventry	TRANSYT 模式定時式控制	-1	7	6	-2	14	10
Foleshill Rd Coventry	TRANSYT 模式定時式控制	5	4	8	23	33	22
Spon End	TRANSYT 模式定時式控制	3	0	1	8	0	4
Worcester	TRANSYT 模式定時式控制	5	3	11	11	7	20
Worcester	獨立路口車輛感應式	18	7	13	32	15	23
Southampton	獨立路口車輛感應式	18	0	26	39	1	48
London	定時式控制	平均8%			無資料		

資料來源：[1]

## 2.4 澳洲SCATS 系統

### 2.4.1 系統背景

SCATS (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System)系統係依據澳洲新南威爾斯主要道路局 (Department of Mainroad, New South Wales)之Sims, A. G. 於1970年代初期所提出之觀念發展而成的動態即時交通號誌控制系統。

SCATS 系統以澳洲為發源地，在澳洲之應用亦最廣，目前全澳洲除昆士蘭地區(Queensland)以外大部份地區均採用此系統，同時SCATS系統亦成功地應用於紐西蘭、印尼、泰國、馬來西亞、中國大陸、關島及所羅門群島等國家，總數超過3500個以上的路口，並以每年增加500個路口的速度發展。以墨爾本為例，在公元2000年左右，即將有2000個路口納入此類控制系統。

## 2.4.2 系統架構

SCATS 系統結構係採用有彈性之模組化配裝，系統之硬體設備除了基本配置外，均可有選擇性地使用。其主要部份包括：

1. 中央監控及管理電腦 (PDP 11/83)。
2. 路口控制器。
3. 感應式迴路車輻偵測器。
4. 區域處理電腦 (PDP 11/83)。
5. 通訊處理機。
6. 資料庫管理系統及彩色繪圖系統 (選擇性)。

系統架構如圖 2-5 所示，共可分成三層：

### 1. 控制中心監控及資料管理系統

採用 PDP11/83 電腦對各區域處理電腦進行監視及管理，交通工程師可透過電腦終端機詳細檢查任何路口燈號和各區域的工作情況，並顯示系統運作狀態，了解預定方案執行情況，偵測器反應和系統硬體有無故障等。並於意外事故或嚴重交通阻塞時，控制中心人員可利用電腦直接進行人工干預，以及時進行疏導策略。

資料管理系統採用 VAX II /780 電腦設備，並配備超過 300M-Bytes 的磁碟容量，負責儲存、分析和所有數據之用為 SCATS 系統的數據資料中心，亦可再接彩色圖形系統，以加強運作狀況的展現能力。

### 2. 區域控制中心之區域電腦

區域控制中心包括區域處理電腦及傳輸通訊設備，通常採用 PDP 11/83 電腦，每部區域處理電腦可控制 128 部路口控制器，這些路口能獨立或互相組合成群組，每個群組可以單獨運作或互相連鎖。區域處理電腦為區域控制的心臟，它不斷地將路口控制器所傳

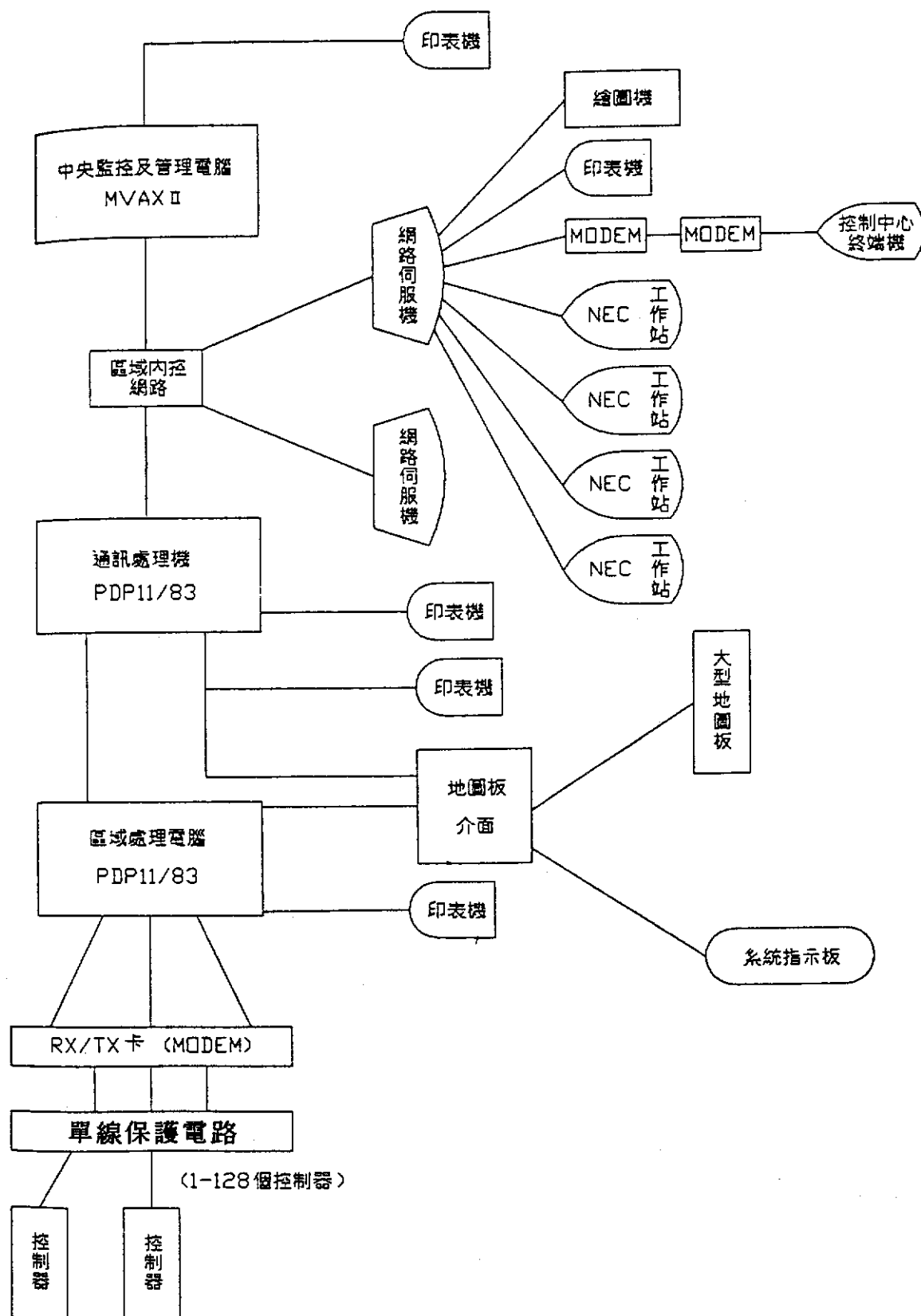


圖 2-5 SCATS系統架構圖

資料來源：[5]

來之資料加以處理，選擇最佳控制參數，並指揮路口控制器，實施即時控制功能，另一作用是在監督系統和路口控制器之間的通訊連繫，查驗是否故障並採取應對的措施。

### 3. 路口控制系統

路口控制系統主要包括路口控制器及車輛偵測器。SCATS 系統的車輛偵測器置於距路口停止線後約一公尺之處，其作用乃提供各種交通參數，供選擇控制策略之需要。而路口控制器採微電腦型，除接收、處理、運用偵測器所獲得之數據外，亦須不斷地將此數據傳回區域控制中心。同時路口控制器亦須判斷偵測器是否發生故障，及接收區域控制中心所發出的指令，執行時制的運作。路口控制器內存有無線連鎖程序軟體，利用內置的「同步鐘」來發揮無線協調功能，此為 SCATS 系統特色之一。

### 2.4.3 系統績效

SCATS 系統的績效評估工作，在 1976 年曾由 Moore 等人在 Sydney 郊區的 Newtown 進行幹道上的應用績效評估，其結果具有明顯的效果。Luk 等人於 1982 年在 Parramatta 又對 SCATS 系統應用於網路及幹道系統之績效加以評估，其結果如表 2.3，就網路中的運作效果而言，與 TRANSYT 互有優劣，但並不是十分顯著，在幹道中則停等次數有顯著的優勢，在旅行時間的節省雖亦有優勢，但並不是十分明顯。總體而言，在旅行時間節省方面互有優劣，但其差異並不十分明顯，而停等次數上則有顯著的優勢。

表 2.3 SCATS與TRANSYT之績效比較表

地區 \ 項目 時 段	旅行時間差異百分比				停 等 差 異 百 分 比			
	上午	中午	下午	晚間	上午	中午	下午	晚間
CBD (市中心區)	-3	-6*	0	-1	1	-2	2	9*
GWH (幹道)	4	0	2	9*	25*	27*	21*	26*
總 計	0	-4	2	3	9*	8*	10*	14*

\* 達到 5% 顯著水準

資料來源：[11]

## 2.5 日本大阪交通控制系統

### 2.5.1 系統背景

日本自戰後四十餘年來，工商業突飛猛進，都市人口急劇增加，都市交通問題自1960年以來即已日益嚴重，雖然其都市交通控制系統之基本理念源自歐美，但由於都市交通問題的差異，多年來已自行發展出與歐美系統大異其趣之交通控制系統觀念，大阪警察局於1963年設置交通資料中心，根據所收集的各種流量資料及警察專業知識判斷，提出交通改善對策。基於大阪市交通流量成長迅速，乃於1973年10月在大阪市警察局設立交通電腦號誌控制中心，目的在減少交通事故，車輛擁塞及空氣污染。由於效果不錯，又別於1978年建立南大阪控制中心，1979年設置北大阪控制中心及1980年設置東大阪控制中心。目前各控制中心所包含的號誌路口數、車輛偵測器、電視攝影機（CCTV）及可變標誌數量，列於表2.4。

表 2.4 大阪市交通控制中心主要設備統計表

設備類別	號誌控制器數	車輛偵測器	公車偵測器	電視攝影機 (CCTV)	可變標誌板	交通資訊廣播站
主控制中心	2,483	4,664	121	87	81	10
南大阪控制中心	650	761	10			
北大阪控制中心	313	352				
東大阪控制中心	343	382				
合計	3,789	6,159	131	87	81	10

資料來源：[5]

## 2.5.2 系統架構

大阪電腦號誌整體系統架構如圖 2-6，其系統各項功能關係如圖 2-7 所示。大阪系統在路口交通資料之來源有：超音波偵測器、公車偵測器、電視攝影機、直升機、警察巡邏車 (Patrol Car)、執勤交通警察員 (Traffic Policeman)，形成多角空間，以提供足夠交通資訊至控制中心，讓電腦針對各地區之特性選擇最佳的號誌控制策略。

控制中心的電腦包括有中央處理機及副處理機，中央處理機之電腦採用迷你電腦、微電腦及一般功能電腦；迷你電腦及微電腦處理由感應設施即時傳送回來之資料，一般功能電腦則負責處理大量資料。副處理機傳送交通參數給中央處理機運算號誌控制參數，並計算道路擁擠程度以顯示於地圖板或存於磁碟機備用。副處理機亦是由微電腦或迷你電腦構成，主要功能有三：

1. 產生交通參數如流量、佔有率及車速等。
2. 接受中央處理機之號誌控制參數，以產生路口號誌控制方案。
3. 當中央處理機停止使用時，繼續執行安全連鎖控制。





不同的硬體設施，在多重運作之階層系統架構下，分別負擔不同層次之運作，表2.5 列出其採用之控制模式及控制程度之大小，若主電腦不能運作，則由副處理機接替其運作，若副處理機亦因故障而無法執行時，則再降由路口控制器按定時控制方式獨立控制路口號誌。

電腦號誌中心軟體則以傳統動態查表方式進行時制計畫查詢，並於五分鐘內完成，但時制轉換之最小執行時間為15分鐘。即雖然新時制計畫已在此15分鐘內選出，但仍不加考慮此新時制之應用，仍使用原時制計畫，以維持車流運行之穩定。

表2.5 系統階層控制傳送表

使用設備 控制種類	控 制 中 心		路口控制器
	主 電 腦	副 處 理 機	
控 制 模 式	交通感應控制	安全控制	定時控制
	定時(TOD)控制		
控 制 程 度	區域控制	連鎖控制 (數種型態)	獨立操作

資料來源：[5]

可變標誌板為日本交通控制系統之另一項特色，目前大阪市中心區有53個可變標誌板，每一個可變標誌板能顯示10種不同路線途經或交通指令，在這10種指令中選擇何組，完全由電腦自動依交通資料綜合判斷後決定，並自動顯示。但如果交通控制人員覺得電腦所選擇的顯示內容不妥當，也可在中心直接下命令更改可變標誌板之內容，以疏導交通。

### 2.5.3 系統績效

大阪市曾針對電腦號誌系統之實施，進行事前事後的評估，項目包括交通狀況、交通事故、排氣污染及經濟效益四大項目，其結果如表2.6。由評估結果可知，旅行速率及車輛停等皆有顯著的改善，交通安全的改善效果亦佳，若以旅行時間的節省來估計其經濟效益，時間價值則以勞工薪資率轉換，經濟效益可達2,113 億日元，而投資額約需 100億日元，益本比達21.23倍。

表2.6 大阪市交控系統實施事前後評估改善表

項 目		改善程度
交通狀況	旅行時間	17.1 %
	停車次數	31.2 %
	停等延滯	33.7 %
	旅行速率	21.7 %
交通安全	肇事受傷人數	17.0 %
	肇事死亡人數	14.1 %
	肇事次數	9.4 %
排氣	總排氣量	226萬 kl
污染	CO排放量	10萬 kl

資料來源：[5]

# 第三章 國內電腦化都市交通 號誌控制系統之介紹

國內交通控制系統的發展，在交通部大力推動、號誌廠商的積極配合以及學術研究機構的努力研究開發下，有了深遠而長足的進步。無論是在交控理論的探索，抑或在硬體架構、設備方面皆有所突破，實為國內交通控制系統奠定了良好的基礎。目前台南市、彰化市、基隆市、台北縣、台中市等所建立的交通控制系統，皆由國人自行研究開發而設立，就系統的類型而言，可分成COMDYCS 以及TRUSTS系統兩大類，茲分述如下：

## 3.1 COMDYCS 系統

所謂 COMDYCS 即是電腦化動態交通控制系統（Computerized Dynamic Traffic Control System）的簡稱，就它發展完成的層別而言，可分成兩代，即COMDYCS-I 及COMDYCS-II兩種。

### 3.1.1 COMDYCS-I 系統

COMDYCS-I 為國立成功大學交管研究所結合電機、電腦人才，於76年所研究開發出來的國內首套微電腦交通感應式號誌控制系統，並在台南市實地運作實施中，所轄屬之路口數共有 146個，其中動態群組包括南門路幹道上七個路口之幹道群組以及金華路－健康路之獨立路口群組，其餘則皆為靜態控制。

#### 1. 系統硬體架構與組織（如圖3-1）

- (1) 控制中心硬體架構：包括兩部IBM 5550中文電腦之定時時制主控電腦、兩部IBM 5560動態時制計算電腦，並有一部多元式中

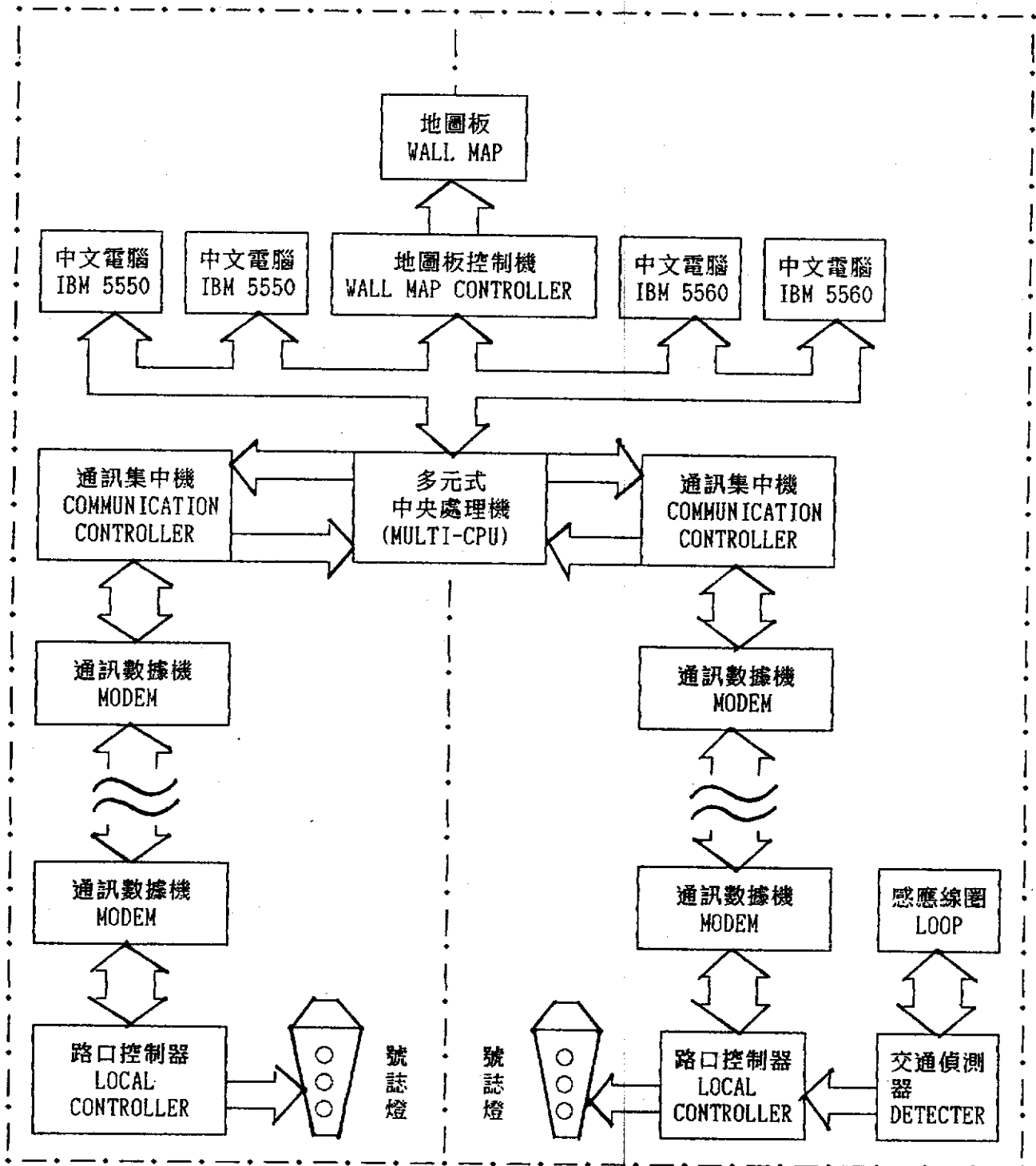


圖 3-1 COMDYCS-I 系統架構圖

資料來源：[2]

央處理機以及通訊數據機(MODEM)、集中機作為通訊傳輸，此外設置大型地圖顯示板、標示路口狀況、燈態等功能。

- (2)路口終端設備：包括路口控制器、交通偵測器及號誌燈，皆有各別之職司功能，其中路口控制器為接受控制中心指令、傳達命令、控制燈號、儲存定時時制計畫、自動對時以及進行時制轉換等功能，而偵測器則是蒐集流量、區分車種、計算速度、佔有率等功能。

## 2.系統軟體架構

COMDYCS-I的軟體架構，包括兩大部份：

- (1)靜態時制控制系統：乃依據控制路口之群組劃分，選擇適當的時制最佳化軟體，再輸入由實地調查所得不同時段的交通流量來加以計算，產生各組對應最佳時制計畫後，再儲存於資料庫中，以備隨時提供查詢、更新，同時傳送至路口控制器中據以執行。
- (2)動態時制控制系統：乃隨交通量之變化，每15分鐘調整一次時制，包括動態時制產生子系統與動態交通資料庫管理系統，具有流量資料蒐集與更新、未來交通量預測、時制資料庫搜尋及傳送新時制計畫等一系列作業功能，在運作之定位上係屬於交通感應式之動態查表系統。

## 3.系統其它功能

除了時制運作計畫之建立所達成之定時與動態控制外，尚有手動控制、資料蒐集與預測、查詢顯示路口故障、交通狀況與時制運作、儲存資料以及具備未來擴充能力等多種功能。

## 4.績效評估

為求實際驗證運作績效，並確認本系統之價值及功效，以作為日後改進擴充之參考依據，乃進行事前與事後之績效調查評估，結果在系統平均延滯與停等百分比方面均獲致改善，道路之服務水準有所提昇，平均旅行速度亦增加不少。調查表格如表3.1。

表 3.1 獨立路口動態系統設立前後各項指標比較分析表

交岔方向	評估項目	汽 車			汽 車		
		實施前	實施後	績效改善	實施前	實施後	績效改善
金 華 路 3 4      2 1 健 康 路	系統平均延滯 (秒/車)	14.05	10.64	+24.27%	10.71	8.18	+23.62%
	系統停等百分比 (%)	60.92	62.30	-1.38%	51.75	53.9	-2.15%
	系統績效指標 PI (秒/車)	32.33	29.33	+9.27%	26.24	24.35	+7.20%
	系統服務水準	B	B	—	B	B	—

### 3.1.2 COMDYCS-II 系統

隨著交通控制技術之不斷更新以及微電腦功能的不斷擴展，再加上國內研究之大幅度突破，成大交研所又在台北縣發展成功 COMDYCS-II 系統，所轄之路口群組，包括兩個獨立路口和一條幹道所構成之動態控制系統，以及三條靜態控制之幹道與三個獨立路口群組。

#### 1. 系統硬體架構（如圖 3-2）

包括五部 IBM PC/AT 原廠及相容性電腦，分別職司通訊、路口故障列表通訊格式轉換、主系統資料修改、動態路口查詢、地圖板燈態控制、以及動態即時運算等功能。另有一部網路檔案伺服器提供網路主控及檔案共用之功能，其它尚有印表機、地圖板、通信解調及解碼集訊機等設備。

#### 2. 路口及通訊設備架構與功能

基本上，通訊架構乃將偵測器、路口控制器和路口群組主控制器上下連通，最後將資料送往通訊集中機後便可進行控制中心的決策運作。而路口控制器均採模組化設計，存有 15 套定時時制並可在通訊中斷時自行運作，路口連鎖微電腦主控制器則具有通信中斷時自行連線運轉之無線連鎖功能，偵測器則係採雙組感應迴圈方式來偵測車輛，並可辨別車種、計算速度與佔有率等，同時可保有 24 小時之資料，隨時接受中心要求送回。

#### 3. 動／靜態交通控制軟體架構

整個系統軟體架構可區分為靜態控制和動態控制等兩部份，其中靜態控制方式與 COMDYCS-I 之運作方法一樣，但是動態控制則較 COMDYCS-I 又更進步許多。主要可分為動態時制產生子系統與動態查詢／編修子系統，其中時制產生系統的功能可區分為交通感應式時制控制（包括查表與計算）、群組預約設定控制（ACS, Area Control Scheduling）、臨界路口控制（CIC, Critical

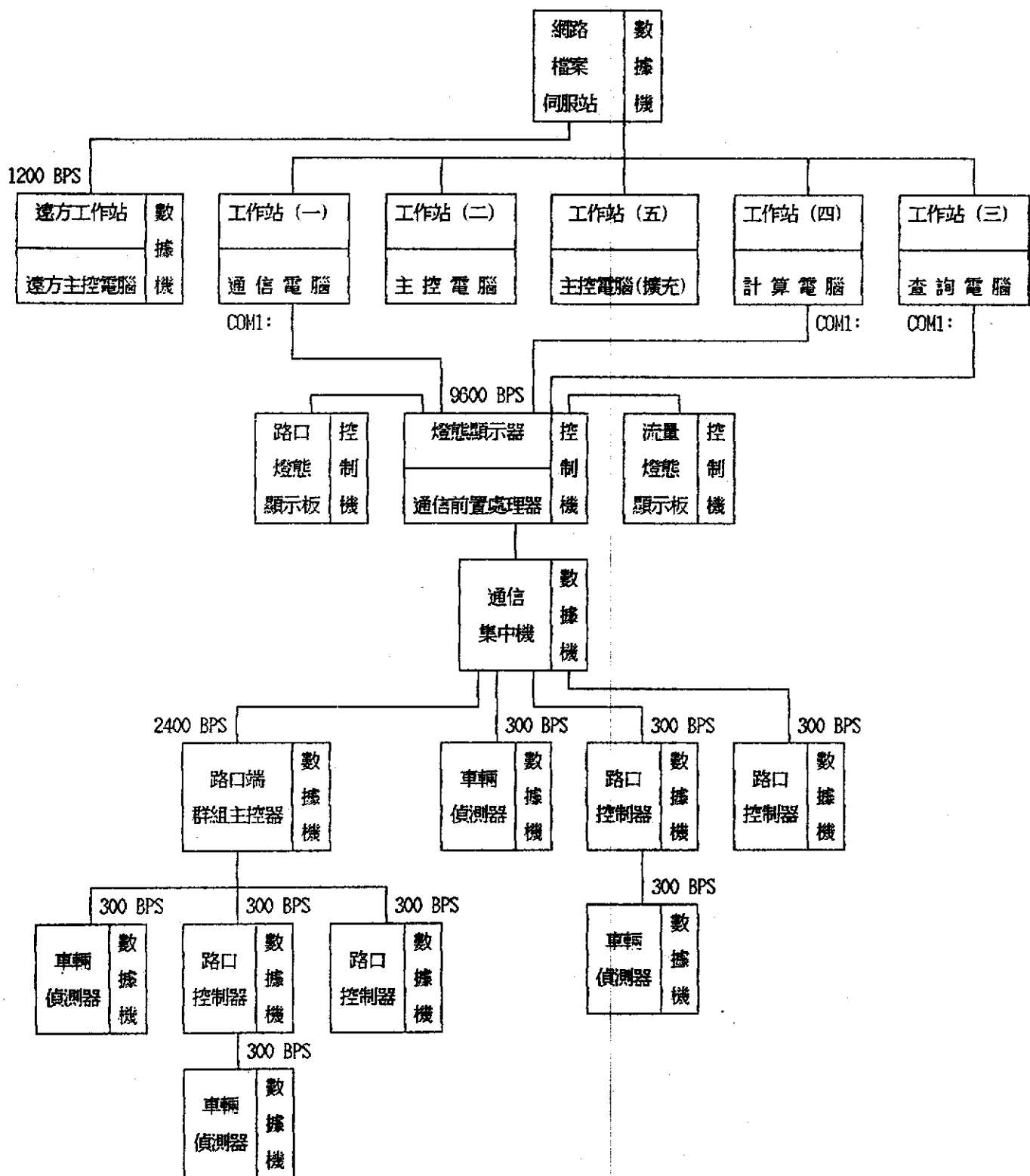


圖 3-2 COMDYCS-II 系統硬體架構圖

資料來源：[3]

Intersection Control )、特殊時制控制、以及定時時制控制等。所謂交通感應式控制即是隨著交通量變化，即時以查表或計算方式產生新時制。其中線上查表法乃預先針對所有可能發生之流量變化，建立完整之時制資料庫；而線上計算法則是備有兩個最佳時制計算套裝軟體，對獨立路口使用 SOAP-84，對幹道則使用 PASSER II-84 來建立時制計畫，而後經過一套研判準則，再選取較佳之時制計畫來執行。而群組預約設定控制則是將每一群組建立以 15 分鐘為單元，長達一週的行事曆表格，供操作員設定各種異於交通感應控制方式之代號，除非運作時有手動控制，否則各個時段之控制方式，均以 ACS 表為準來加以運作。臨界路口控制則是事先選定特殊路口，在系統預設的 15 分鐘控制時段內，每 5 分鐘改變時比分配，以因應短時間變化特異的交通狀況。特殊時制諸如特勤等....為事先針對某些狀況而設計之時制，定時時制則與靜態控制方式相同，主要是當系統發生故障，無法執行動態時制時，路口運作的降級保護措施。

#### 4. 其它功能

除了靜態控制與動態控制外，尚建有查詢／顯示系統，其功能包括相關幾何與交通狀況之查詢以及路段飽和度、佔有率等之排名與燈號顯示。

#### 5. 理論研究與探討

本系統除了應用交控理論，並且透過硬體設備之配合，實地加以運作外，對於許多相關交控系統運作的必備功能亦作了一系列之探討與研究，諸如群組劃分之方式、本土化車流特性之分析、時制套裝軟體的修改、時制轉換方式之設計、偵測器埋設位置之選擇、空間與時間推估流量預測模式之探討、查表方式之設計及系統架構之評析等，作了一番努力，並且提出論文加以發表，使其在理論與實務之連繫配合下，達成相輔相成之功效。

## 3.2 TRUSTS

### 3.2.1 系統架構

TRUSTS (Traffic Responsive and Uniform Surveillance Timing System)系統乃是由國人所自行發展完成之以個人電腦為主的動態電腦號誌系統，目前已在台中市、基隆市、嘉義市、桃園縣及高雄縣等地實地運作。其系統之架構主要可分為資料庫、主控電腦、區域電腦、大型地圖板顯示處理電腦、路況查詢電腦、計算電腦、備用電腦、路口控制器及通訊等部分，如圖3-3所示，由圖中可知，此系統架構即是由個人電腦所組成之網路系統，可利用多工處理的方式，而於每一部工作電腦上進行本身之作業或其他電腦作業之修正、發展、測試等，且不干擾正常工作之進行。以下即是對 TRUSTS 系統各部分之功能予以簡要說明：

#### 1. 資料庫

資料庫係作為資料的儲存及傳輸中心，亦即資料庫將所有的交通資訊集中管理及運用，而使各部分之電腦能夠有效率地使用該資料庫內所儲存之資料。

#### 2. 主控電腦

主控電腦為整個系統架構的核心，具有選擇動態交控軟體模式、處理偵測器所傳輸之資料、查詢路口執行狀況、檔案報表管理及執行特勤路線與預約時制之特殊時制計畫等22種功能。

#### 3. 區域電腦

區域電腦除了用來儲存及傳送偵測器或路口控制器所傳回之資料外，尚具有監測偵測器與路口控制器的執行狀況、執行主控電腦所選擇之交控程式及當主控電腦失效時，執行動態查表等功能。

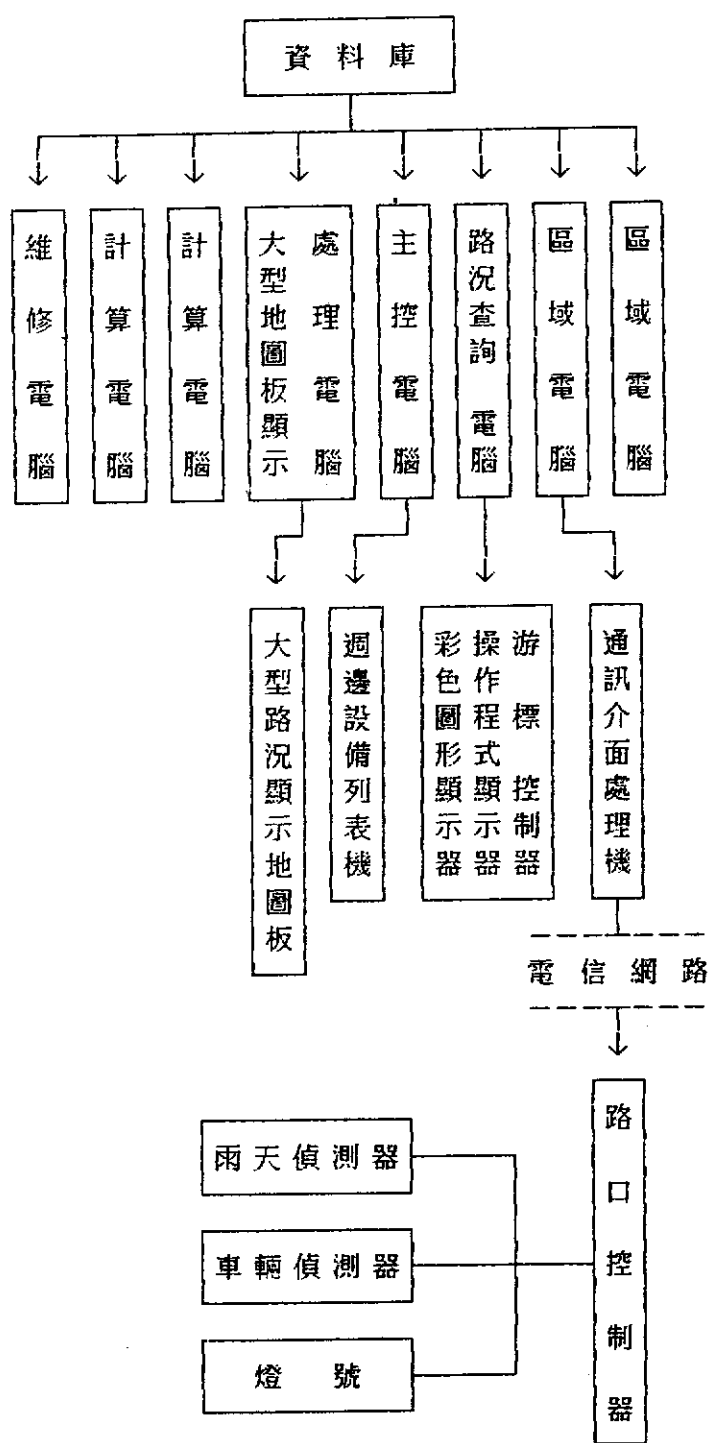


圖 3-3 TRUSTS 整體系統網路架構

資料來源：[4]

#### 4. 大型地圖板顯示處理電腦

此電腦用來驅動及控制地圖板之燈號，以使地圖板上之各燈號顏色能夠代表全市之道路狀況，另外尚顯示包括電腦號誌路口燈色變化情形，路段交通參數及最擁擠之10個路段排名等各項資料。

#### 5. 路況查詢電腦

將全市地圖以高解析度彩色繪圖，顯示全市地圖區域路況及所有路口燈色即時變化情形，且針對單一路口尚可顯示其路口路況資料、燈色變換、控制器資料與交通偵測器等相關資料。

#### 6. 計算電腦

此類電腦一般均採用32位元電腦並配上數學加速運算器（80387），能根據偵測器所收集到的交通資訊，決定所採用的控制方式（動態計算、動態查表或定時時制），然後求出號誌時制計畫，並由交控中心傳送至路口控制器執行。

#### 7. 備用電腦

當其他電腦發生故障時，此電腦可代替使用，使系統運作不致中斷。此外，亦可執行專家系統程式來輔助決策及作為交通工程師離線分析之用。

#### 8. 路口控制器

路口控制器具有多時相組合、模組化設計、硬體設備偵錯、備用控制卡、連接多種偵測器與具有二組 RS-232C及99套時制計畫等功能。

#### 9. 通訊

在資訊傳遞上，首先係將偵測器之資料傳送至路口控制器，然後再藉由電話線將控制器所儲存之資料傳回交控中心，而在中心另設有通訊集中機，內部資訊的傳達則是利用通訊集中機將資訊傳給區域電腦。

### 3.2.2 系統軟體

TRUSTS的時制產生方式有動態即時計算，動態即時查表及定時時制等三種方式，而所採用的軟體係為國人自行開發成功之 BANDTOP (BANDwidth of Timing Optimization Program) 與 T7F-T88 (T7F為 TRANSYT-7F 之縮寫，T-88之 T 代表Taiwan，88則是1988年) 兩種。BANDTOP 以雙向帶寬和最大化為目標，能得出真正存在之鋸齒狀帶寬，如此可使在此帶寬內之車輛續進至最後一個路口，而不在續進帶寬內之車輛最多也只需停等一次即能完成續進。T7F-T88 則是以三度空間共軛方向搜尋法來加速程式的運算速度，而解決了TRANSIT-7F求解時間過於冗長的缺點，同時此程式亦解處理路段溢流問題，幹道優先通行及固定路口時差等功能。另外，為了顯示各路口號誌狀況及控制器運作情形，TRUSTS亦以中文彩色電腦繪圖即時顯示路口狀況。

TRUSTS系統軟體的控制程序分別為決定動態時距與控制策略、讀取及處理偵測器之資訊、預測交通量特性、判斷是否產生新時制計畫、動態計算或動態查表產生新時制計畫、判斷是否執行新時制計畫及傳送新時制計畫至路口控制器等，系統軟體之控制架構如圖3-4所示，茲說明如下：

#### 1. 決定動態時距與控制策略

使用者可自行利用主控制電腦來設定時制計畫改變之時距（時間間隔），並進而在動態計算，動態查表及定時時制中選擇適用之控制策略。

#### 2. 讀取及處理偵測器之資訊

當時制計畫變換的時間到達時，計算電腦會從資料庫中讀取當期偵測器所傳回之流量、速度、佔有率及流量預測時所需之歷史資料等各項資訊。同時亦能依據偵測器所傳回之資料判斷前期所產生的時制計畫是否合適，並將現況資料處理分析後，即時提供給

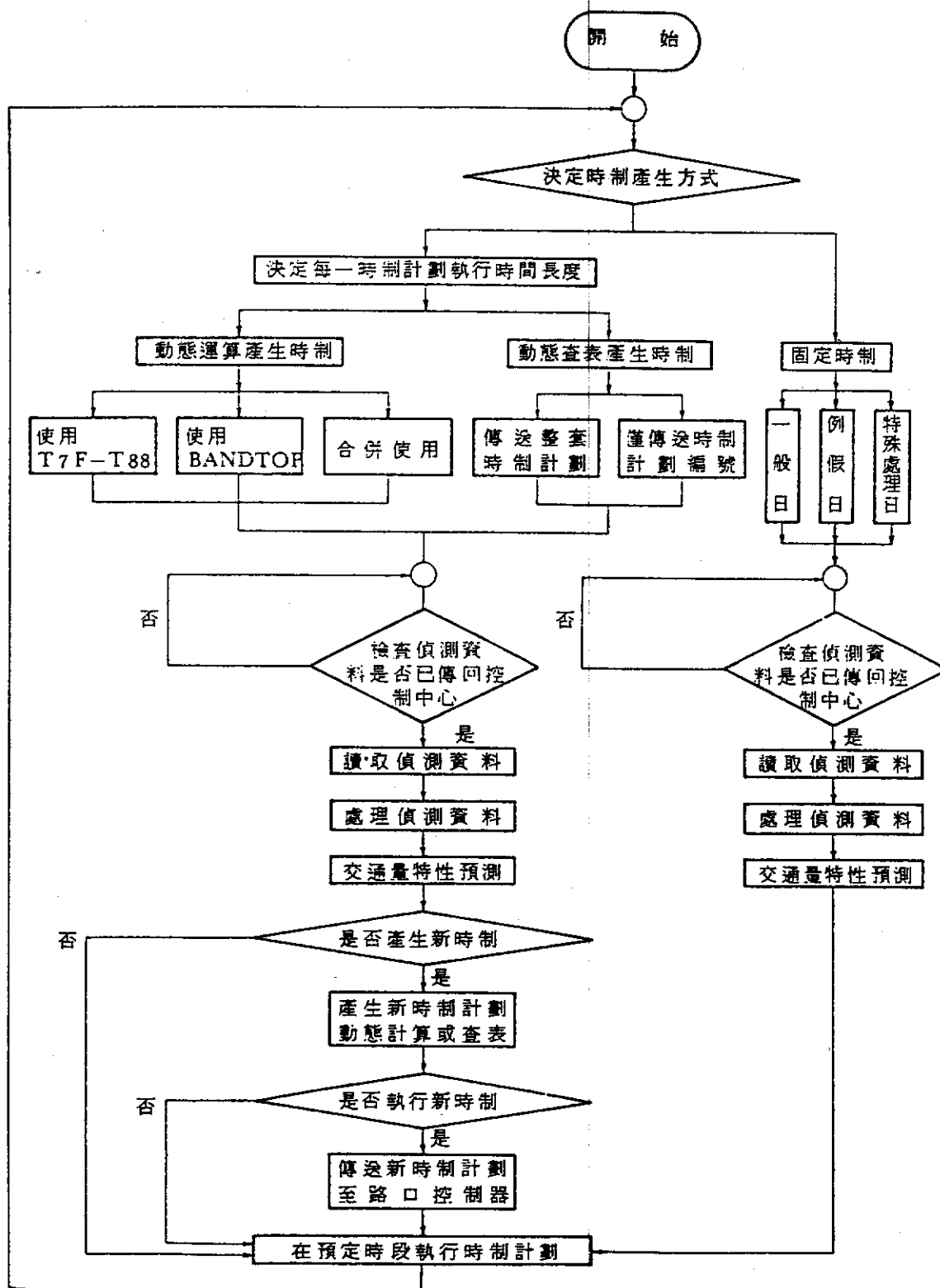


圖 3-4 TRUSTS 系統軟體之控制架構圖

資料來源：[4]

大型地圖板用明顯燈號加以顯示。

### 3. 預測交通量特性

計算電腦能配合時制計畫變化的時距來從事交通狀況的預測，以便作為產生新時制計畫之基礎。

### 4. 判斷是否產生新時制計畫

如欲使用動態方式產生新的時制計畫時，計算電腦會先判斷是否需要改變現行時制，如不需改變時，則會在預定時段執行事先已設定完成之某套時制計畫。

### 5. 動態計算或動態查表產生新時制計畫

TRUSTS之動態計算程式有BANDTOP及T7F-788兩種，而計算電腦會藉由介面程式來產製預測之資料輸入檔，然後加以執行運算後，而得出新的時制計畫，再者如果選擇動態查表產生新時制時，則計算電腦會從時制計畫庫或路口控制預存的99套時制計畫中，選擇一套較適當期流量的時制計畫。

### 6. 判斷是否執行新時制計畫

新的時制計畫產生後，必須再判斷新時制計畫是否合理，然後才能將此時制送至路口執行。

### 7. 傳送新時制計畫至路口控制器

經過上述各種步驟後，區域電腦會將新時制計畫透過通信解調器(MODEM)立即送到路口控制器，等預定時段到達時，才開始執行新時制計畫。

總之，TRUSTS除了能產生即時制計畫外，尚具有動態中文彩色電腦繪圖、多車種車輛偵測器、中文專家系統、大型地圖顯示板及警車定位系統等多項功能，因此可作為交通工程師日後從事規劃設計電腦號誌系統時制之重要參考。

## 第四章 電腦化交通控制系統之先期規劃工作

目前國內除台北市政府交通局設有管理交通號誌之專責機構外，其餘各縣市皆由縣市警察機關加以管理，雖然實務經驗較為嫻熟，但由於人才培訓不易、職務調動頻仍，再加上對於較新類之交通號誌設備與其控制功能及仍屬學習階段，一旦面臨交通號誌控制系統有大幅度更迭之實際需要時，實有捉襟見肘之感。固之，研訂先期規劃工作準則書誠屬刻不容緩之要務，因為惟有在計畫內容上獲致上級主管機關及各縣市議會之認同，方能爭取到補助或提撥預算來配合興建。而基本上一份完整之先期規劃工作書除述及簡明詳盡之原則外，應能指出新建或更新系統之確切目的、實質功效與未來展望，因此所涵蓋之內容應包括規劃目的、系統初步架構、規劃內容程序、經費籌措運用、工作進度排定、人員教育訓練以及現況交通之調查與分析，皆應有詳實之說明，其整體流程約如圖4-1所示。

茲將圖4-1各步驟說明如下：

### 1. 規劃緣起 — 應涵蓋下列項目：

- (1) 政府主導之政策說明
- (2) 各縣市之發展現況
- (3) 現行系統面臨之缺失及更新重點所在

### 2. 計畫目標 — 應明確說明：

- (1) 所欲達成之目標，如降低延滯、停等次數、旅行時間、肇事次數等。
- (2) 本縣市特有之目標構想，如整體運作之一致性等。

### 3. 系統工程概要說明

簡述運作中系統之功能層級、硬體配置說明及轄屬之路口群組範圍。

#### 4. 路口群組初步劃定

可依所研訂之劃設準則，如交通型態及幾何特性等，將系統範圍予以界定，並初步劃分路口群組。

#### 5. 系統架構初步研訂 — 包含下列項目：

- (1) 原有系統架構之評估
- (2) 更新系統架構之構想
- (3) 更新系統運作功能之初步訂定

#### 6. 系統規劃內容訂定

此乃整個規劃工作之重點所在，必須明確地表示出本系統計畫之工作項目及運作功能。

##### (1) 建立交通號誌控制系統之完整程序及方法說明

##### (2) 工作項目確立，包括

- A. 群組劃分原則確立
- B. 偵測器佈設準則及數量確定
- C. 交通流量、道路幾何、交通型態、交通管制資料調查與分析
- D. 交通績效先期調查與分析
- E. 交通控制策略研擬
- F. 交控軟體之開發及建立
- G. 時制計畫之建立
- H. 硬體架構確定
- I. 整體系統連線測試
- J. 報告撰述與系統移交

包含：程式說明、操作手冊與維修手冊

#### 7.系統規劃程序與工作排程

將系統規劃內容繪製流程並排定工作時程，以控制系統進度，進而達成既定之目標與期限。

#### 8.計畫經費籌措及運用

包含預算之編列、劃分以及經費來源之籌措方式說明。

#### 9.計畫結束評估

包含整個計畫之事後評估工作及實地測試與運作工作。

#### 10.人員之培訓計畫

包含系統操作、維修人員之講習及訓練計畫說明。

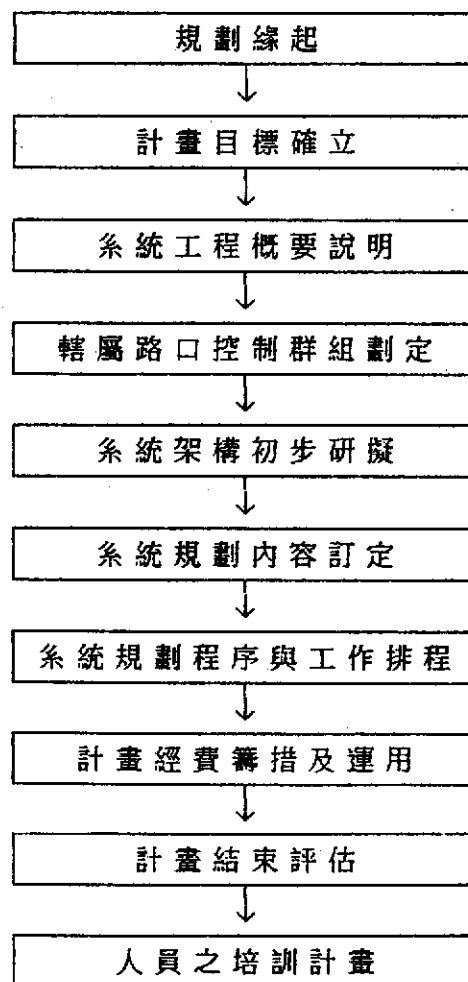


圖 4-1 先期規劃工作流程圖

## 參 考 文 獻

1. 何志宏，歷代電腦化都市交通控制系統之理論回顧與發展現況分析，成功大學交通管理科學研究所舉辦之交通運輸研討會，民國77年12月。
2. 何志宏等，「台南市電腦化交通號誌控制系統第三期硬軟體系統工程」，成大交研所，民國76年。
3. 何志宏等，「台北縣交通號誌電腦化第二期擴充系統工程」，成大交研所，民國78年。
4. 蔡輝昇，「交通控制理論與實務」，生合成出版社，民國79年。
5. 中華顧問工程司，「台北市中心區及連外幹道交通號誌中心控制系統規劃」，民國78年。

# 第二篇 電腦化都市交通號誌控制系統 軟體工程規劃設計手冊

## 第一章 前言

## 第二章 系統控制之範圍與目標

## 第三章 系統功能與架構

## 第四章 系統規劃之基本研究

## 第五章 軟體工程規劃

## 第六章 軟體工程設計

# 第二篇 電腦化都市交通號誌控制系統 軟體工程規劃設計手冊

## 目 錄

表目錄	-----	II - V
圖目錄	-----	II - VI
第一章 前言		
1.1 緣起與目的	-----	II - 1
1.2 內容與架構	-----	II - 2
第二章 系統控制之範圍與目標		
2.1 系統控制之範圍	-----	II - 4
2.2 系統控制之目標	-----	II - 7
第三章 系統功能與架構		
3.1 系統必備之功能	-----	II - 8
3.1.1 系統所提供之整體功能	-----	II - 8
3.1.2 系統組成要素與功能說明	-----	II - 9
3.2 系統控制架構的分類	-----	II - 16
3.3 系統控制架構的比較	-----	II - 25
第四章 系統規劃之基本研究		

4.1 系統之控制類型	-----	II - 32
4.1.1 獨立路口控制	-----	II - 32
4.1.1.1 基本考慮	-----	II - 33
4.1.1.2 獨立路口控制分類	-----	II - 34
4.1.1.3 路口時制要求	-----	II - 40
4.1.2 幹道控制	-----	II - 40
4.1.2.1 基本概念	-----	II - 40
4.1.2.2 時制計畫要素	-----	II - 41
4.1.2.3 車流變化	-----	II - 43
4.1.2.4 時制計畫之發展	-----	II - 44
4.1.2.5 獨立路口控制與幹道系統控制之抉擇	-----	II - 46
4.1.3 封閉網路控制	-----	II - 47
4.1.3.1 基本概念	-----	II - 47
4.1.3.2 時制計畫之發展	-----	II - 50
4.1.3.3 區段控制	-----	II - 52
4.1.3.4 飽和車流狀況之控制	-----	II - 53
4.1.3.5 行人控制	-----	II - 56
4.1.4 區域性系統控制	-----	II - 58
4.1.4.1 控制概念	-----	II - 58
4.1.4.2 多決策控制系統	-----	II - 62
4.1.5 特殊控制	-----	II - 63
4.1.5.1 鑽石型交流道控制	-----	II - 63
4.1.5.2 方向性交通控制	-----	II - 70
4.1.5.3 優先車輛控制系統	-----	II - 70
4.1.5.4 攝影監控	-----	II - 71
4.2 系統之群組劃分	-----	II - 71
4.3 基本調查與分析	-----	II - 72

## 第五章 軟體工程規劃

5.1 軟體系統分類與功能說明	II - 77
5.1.1 美國 UTCs 第一代、第 1.5 代、第二代 及第三代交控系統介紹	II - 77
5.1.2 定時時制交控系統	II - 80
5.1.3 動態查表交控系統	II - 81
5.1.4 動態計算交控系統	II - 82
5.1.5 全動態交控系統	II - 82
5.2 交控系統適用性探討分析	II - 83
5.2.1 交控系統比較分析	II - 83
5.2.2 交控系統適用性分析	II - 86
5.3 偵測器之佈設	II - 87

## 第六章 軟體工程設計

6.1 交通參數分析	II - 91
6.2 時制計畫設計	II - 101
6.2.1 時制設計準則	II - 101
6.2.2 時制型態選擇依據	II - 102
6.2.2.1 時制型態之分類	II - 102
6.2.2.2 時相數目之確定	II - 105
6.2.3 分相計算方法	II - 109
6.2.3.1 方程式求解法	II - 110
6.2.3.2 數學規劃法	II - 114
6.2.3.3 程序搜尋求解法	II - 117
6.2.3.4 其他求解法	II - 118
6.3 定時時制設計	II - 139
6.3.1 交控策略之研擬	II - 140

6.3.1.1 獨立路口定時時制交控策略	II - 140
6.3.1.2 幹道定時時制交控策略	II - 141
6.3.1.3 網路定時時制交控策略	II - 144
6.3.2 時制計畫之建立與運作	II - 147
6.3.3 系統降級、時制優先順序設計	II - 148
6.3.4 查詢系統之建立	II - 149
6.4 動態查表時制設計	II - 150
6.4.1 交控策略之研擬	II - 150
6.4.2 動態查表時制計畫之建立與運作	II - 153
6.4.2.1 流量預測推估	II - 153
6.4.2.2 時制計畫產生之評估準則	II - 162
6.4.2.3 動態時制查表法之設計	II - 166
6.4.2.4 臨界路口控制系統之設計	II - 173
6.4.2.5 時制轉換準則之探討	II - 174
6.4.3 系統降級、時制優先順序設計	II - 176
6.4.4 動態交通查詢編修系統設計	II - 179
6.5 動態計算時制設計	II - 182
6.5.1 動態計算時制計畫之建立與分析	II - 183
6.5.1.1 時制評估準則分析	II - 183
6.5.1.2 交控軟體之發展探討修正與測試	II - 184
6.5.2 系統降級、時制優先順序設計	II - 187
6.6 交通績效之量測	II - 188
6.7 系統維護	II - 193
6.7.1 系統發生故障之原因	II - 193
6.7.2 系統故障之偵知	II - 193
6.7.3 系統故障之處理	II - 194
參考文獻	II - 198

# 表 目 錄

表 2. 1 各系統控制目標表	II - 7
表 4. 1 車頭間距資料表	II - 34
表 5. 1 交控系統比較分析	II - 84
表 5. 2 交控系統適用性分析	II - 88
表 6. 1 臨界流動計算表 (例題一)	II - 127
表 6. 2 最佳時制計算表 (例題一)	II - 128
表 6. 3 臨界流動計算表 (例題二)	II - 130
表 6. 4 臨界流動分析表 (例題二)	II - 131
表 6. 5 最佳時制計算表 (例題二)	II - 132
表 6. 6 轉向調整因子表	II - 134
表 6. 7 系統軟體應具備之監視與警報的功能	II - 195
表 6. 8 二時相獨立路口臨界路段飽和度 (V/S) 之差異幅度表	II - 164
表 6. 9 時制資料庫	II - 168
表 6.10 二時相之變動	II - 169
表 6.11 路口流量變化分配表	II - 171

# 圖 目 錄

圖 1- 1 軟體系統規劃設計架構 -----	II - 3
圖 2- 1 電腦化交通號誌控制系統及各次系統之功能及關係圖	II - 5
圖 3- 1 時基聯鎖系統 -----	II - 16
圖 3- 2 分散式路口主控系統 -----	II - 18
圖 3- 3 分散式中央控制系統 -----	II - 20
圖 3- 4 全中央控制系統 -----	II - 22
圖 3- 5 多處理機中央化系統 -----	II - 23
圖 4- 1 綠燈時段車隊離開率的變化 -----	II - 33
圖 4- 2 路口偵測器配置圖 -----	II - 35
圖 4- 3 感應號誌時制運作圖 -----	II - 37
圖 4- 4 半感應式號誌示意圖 -----	II - 39
圖 4- 5 全感應式號誌示意圖 -----	II - 39
圖 4- 6 號誌網路圖 -----	II - 41
圖 4- 7 時空圖 -----	II - 42
圖 4- 8 典型封閉網路系統圖 -----	II - 48
圖 4- 9 封閉網路系統時空圖 -----	II - 49
圖 4-10 區段控制圖 -----	II - 52
圖 4-11 號誌控制系統圖 -----	II - 59
圖 4-12 中央控制系統圖 -----	II - 60
圖 4-13 地方多層次控制系統圖 -----	II - 61
圖 4-14 多決策控制系統圖 -----	II - 64
圖 4-15 鑽石型交流道型式圖 -----	II - 65
圖 4-16 三時相定時控制時相順序圖 -----	II - 67
圖 4-17 四時相定時控制時相順序圖 (一) -----	II - 68

圖4-18 四時相定時控制時相順序圖 (二)	II - 68
圖4-19 地區服務性道路續進系統圖	II - 69
圖4-20 德州鑽石型控制器時相圖	II - 69
圖6- 1 在完全飽和綠燈時段車隊駛離率的變化	II - 92
圖6- 2 飽和紓解間距與損失時間分析圖	II - 94
圖6- 3 雙套偵測器之距離表示圖	II - 100
圖6- 4 綠燈早開號誌時相示意圖	II - 103
圖6- 5 綠燈遲閉號誌時相示意圖	II - 104
圖6- 6 路口交通量與左轉時相關係圖	II - 107
圖6- 7 左轉時相型態選擇之步驟	II - 108
圖6- 8 交叉口時制計畫時相順序	II - 116
圖6- 9 「圖解法」設計圖 (一)	II - 119
圖6-10 「圖解法」設計圖 (二)	II - 120
圖6-11 「圖解法」設計圖 (三)	II - 121
圖6-12 「圖解法」設計圖 (四)	II - 122
圖6-13 「圖解法」設計圖 (五)	II - 123
圖6-14 獨立交叉口定時號誌時制設計的流程圖	II - 124
圖6-15 圖解法之查圖流程	II - 125
圖6-16 交叉口及時相分配示意圖 (例題一)	II - 126
圖6-17 臨界流動搜尋圖 (例題一)	II - 126
圖6-18 交叉口及時相分配示意圖 (例題二)	II - 129
圖6-19 臨界流動搜尋圖 (例題二)	II - 130
圖6-20 容量分析列線圖	II - 135
圖6-21 交叉路口平面圖	II - 138
圖6-22 定時時制交控系統設計程序	II - 139
圖6-23 時空圖	II - 142
圖6-24 PASSERII-84 之適用情形	II - 145

圖 6-25 計算停等及延滯之時空圖	-----	II - 191
圖 6-26 系統軟體維護功能之說明圖	-----	II - 196
圖 6-27 動態查表交控系統設計程序	-----	II - 151
圖 6-28 時間推估流程圖	-----	II - 158
圖 6-29 空間推估流程圖	-----	II - 160
圖 6-30 路口、偵測器埋設位置及臨近路段編號	-----	II - 161
圖 6-31 SOAP-84改良模式的最佳時制設計圖 (尋優尺度5秒)	II - 163	
圖 6-32 獨立路口動態時制查法建立之程序	-----	II - 167
圖 6-33 動態計算時制交控系統設計程序	-----	II - 182
圖 6-34 PASSER II -84時空圖	-----	II - 186

# 第二篇 電腦化都市交通號誌控制系統 軟體工程規劃設計手冊

## 第一章 前 言

### 1.1 緣起與目的

交通號誌的功用在於有效的分配路權，發揮道路服務效率，提高服務水準，進而達成車流運行安全、迅速、流暢之目標。所謂「工欲善其事，必先利其器」，光有硬體的架構及設備，欠缺適宜的交控軟體仍無法充分發揮既有的功效，因此若能事先縝密規劃設計，建立良好的時制運作軟體，必能有相輔相成之完善功效。

國內的都市交通號誌控制系統，近年來在交通部的大力主導推動，警察局確實因應配合，再加上號誌廠商的開發及學術研究機構之積極探索下，相繼有優異的交控系統推出，並且在實地運作績效上，獲致了相當的肯定與讚許，諸如台南市、基隆市、台中市、台北縣、新竹市等地之電腦化交通控制系統。惟綜合考量各縣市地方政府之經費、人力及設備狀況，若任由其各自獨立發展，在財務及人力資源運用效率上並不能有效地發揮；且在系統之移轉性與替代性方面，亦有所困難。為改善此一狀況，由交通部運輸研究所統合各方力量建立一套電腦化交控軟體工程規劃設計手冊，實有其必要性，一方面可作為未來各縣市發展電腦化交通控制系統之依據；另方面亦可建立國內電腦化交控系統之建設規範，進而供作交控系統之評估基礎，可謂裨益良多。

## 1.2 內容與架構

本手冊之內容，可分成下列五大部份：

- 第一部份 闡述電腦化都市交通號誌控制系统控制之範圍與目標。
- 第二部份 說明電腦化都市交通號誌控制系统控制之功能與架構，首先提出系統必備之功能，而後將系統架構分成 (1)時基連鎖系統 (2)分散式路口主控系統 (3)分散式中央控制系统 (4)全中央式控制系统 (5)多處理機中央化系統，並比較評析各系統之特性及適用範圍。
- 第三部份 提出電腦化都市交通號誌控制系统規劃時之基本研究項目，包括瞭解系統之控制類型，如何運作系統之群組劃分，進而說明基本之調查項目及分析的方法。
- 第四部份 探討建立電腦化都市交通號誌控制系统軟體工程之規劃步驟，首先將軟體系統作一分類並說明其功能，進而分析其適用性，以作為選擇交控軟體系統之參考依據。若選擇交通感應式系統，則進一步分析偵測器之佈設準則。
- 第五部份 提出建立電腦化都市交通號誌控制系统軟體工程設計之程序，首先分析重要參數，並依定時時制、動態查表及動態計算分別說明其設計方法，進而敘述交通績效及系統維護工作。

其規劃設計架構如圖 1-1。

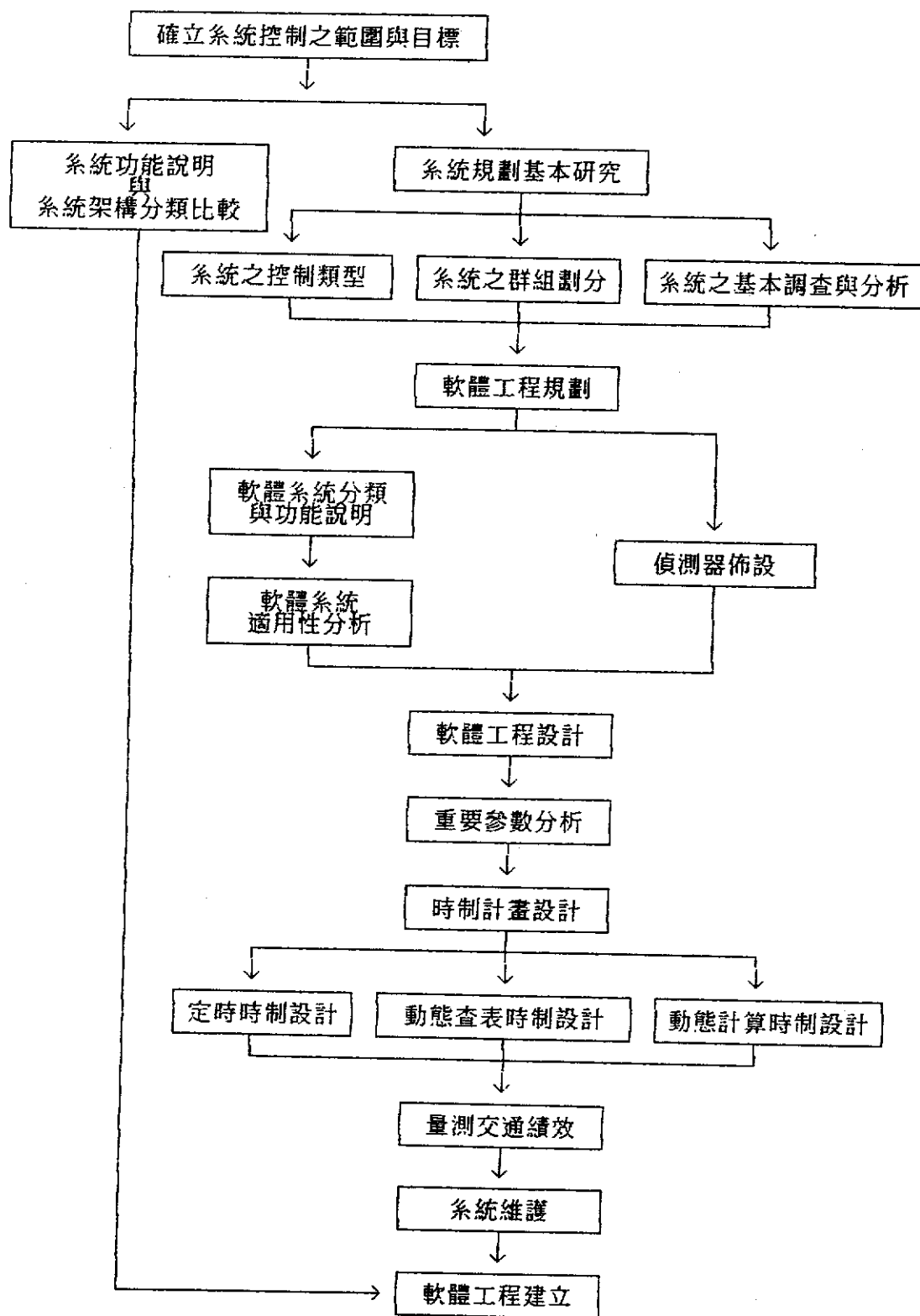


圖 1-1 軟體系統規劃設計架構

## 第二章 系統控制之範圍與目標

### 2.1 系統控制之範圍

電腦化交通號誌控制為目前最進步的一種交通控制方法。因其利用電腦高速運算及大量資訊處理能力以執行交通管制策略，所以此系統可在短時間內計算、調整及安排控制範圍內所有交叉路口之號誌週期、時相、時比與時差，使號誌能適應不同時間的交通需求變動，並可建立完整的偵測及通訊網路，以應付日益繁複的交通問題。

一套完整的電腦化交通號誌控制系統大略可分為中央主控制次系統、通訊次系統、路口控制次系統、交通偵測次系統及特殊功能次系統等五大次系統：

#### 1. 中央控制次系統

此為整個電腦化交通號誌控制系統之中樞，中央控制次系統以電腦為主要設備，負責系統軟體程式的執行、資料的儲存、交通參數之運算、各路口最佳時制的選擇與執行，及提供操作員對整個系統的了解與控制，並可啟動特殊功能次系統。

#### 2. 交通偵測次系統

自動蒐集流量、速率、佔有率及密度等交通資料，以提供執行時制及實施管制策略的依據。

#### 3. 路口控制次系統

作為傳遞交通偵測資料或接受中央控制中心指令的接收站，並可發出確認訊號及履行安全防護的機能。

#### 4. 特殊功能次系統

可視需要增加如公車優先通行作業、警車定位、雨天偵測或可變標誌作業等特殊功能。

## 5. 通訊次系統

此次系統乃是將上述各次系統間的訊息以有效率的方式，傳遞於中央控制中心與其它次系統之間。

綜合以上所述，各次系統之功能及彼此間之關係可列如圖2-1所示。

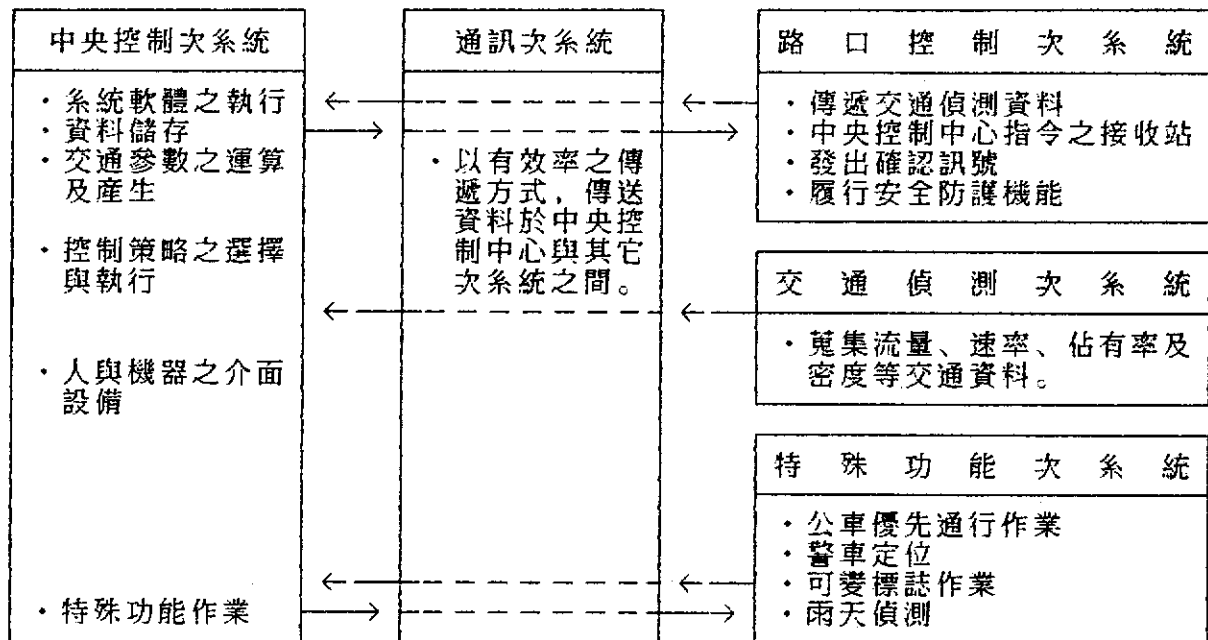


圖2-1 電腦化交通號誌控制系統及各次系統之功能及關係圖

由圖2-1可知，系統軟體乃是附屬於電腦化交通號誌控制系統之中央控制次系統中的一部分，其主要目的乃在於協助及支援中央控制次系統的任務，因此其主要的控制範圍包括：

### 1. 劃分控制群組

群組劃分的目的，在於將控制範圍內的所有的交叉路口依其幾何設計及交通流動特性予以分組，以便能針對個別群組的特性與需求，設計出最佳的號誌時制，同時也因為將整個系統劃分成若干群組，不但可以簡化問題，亦可大量減少電腦計算所需的時間。一般而言，可將交叉路口分為獨立路口、幹道系統及網路系統，至於其控制方法詳見4.1節。

## 2. 產生及評估號誌時制計畫

此時制計畫包括適用於各路口特性的週期長度、時相數、時比及聯鎖 (Coordinated) 號誌時各路口之時差，同時並可評估原有時制計畫，以決定是否依交通需求之變化予以更換。

## 3. 計算及指示車流運行的速率

車流速率過快及過慢均不能達到控制系統最佳化的目標。因此，維持適當的行車速率方能達到車流續進及減少車輛延滯及停等的目的。唯有設計有效的系統軟體，計算並指示車流行進的速率，才可使最多的車輛數能在綠燈的時段內通過交叉路口。

## 4. 管制路段內的車輛數

當車輛等候線超過路段長度時，則會發生阻斷上游路口的溢流 (Spillover) 現象，如此將會對整體交通造成不利的影響。所以，系統軟體須能確保每一時段內進入各街道路段內的車輛數不致過多，以避免上述的情形發生。

## 5. 管制行車路線

系統軟體須能針對各種資訊，判斷最佳的行車路徑，並利用可變標誌、指示方向號誌或車輛內之顯示幕等工具，來指示駕駛者應行經之路徑，甚至可因事制宜地增設臨時單行道、調撥車道或限制車流轉向，來應付突然劇增的車流。

## 6. 增加道路容量

由於目前私有車輛急劇增加，而造成道路容量逐漸難以負荷。因此，系統軟體如能管制車輛間彼此的行車間距，亦即將各車輛的間距減至最低，如此不但可增加道路之容量，且可使駕駛者在快速、安全及流暢的情況下行車。

## 2.2 系統控制之目標

所謂控制目標即是指電腦化交通號誌控制系統運作時，所欲達到的最終目的。綜合國內外所發展的各套系統軟體，其控制目標不外是以下項目中之某一項或數項之加權總和，而選擇下述各項控制目標時，應充分配合控制地區的交通特性與需要，再經過周詳的評估與考慮後方可使用。

1. 減少車輛延滯
2. 減少車輛在交叉路口之停等次數
3. 增加車流通過交叉路口時之綠燈帶寬
4. 增加道路容量
5. 維持穩定的行車速率
6. 減少空氣污染
7. 減少能源消耗
8. 防止路段溢流

表 2.1 為國外幾個著名軟體及國內之 COMDYCS 及 TRUST 兩電腦化號誌控制系統的控制目標整理表。

表 2.1 各系統控制目標表

系統軟體名稱	控制目標	減少延滯 減少車輛	減少數 減少停等	增加帶寬 增加綠燈	增加容量 增加道路	維持穩定 行車速率	減少污染 減少空氣	減少消耗 減少能源	防止溢流 防止路段
COMDYCS		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TRUST		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
MAXBAND				✓		✓			
BANDTOP			✓	✓		✓			
PASSER II		✓		✓		✓			
TRANSYT		✓	✓				✓	✓	
SIGOP		✓	✓				✓	✓	✓
T7F-T88		✓	✓				✓	✓	✓

## 第三章 系統功能與架構

### 3.1 系統必備之功能

#### 3.1.1 系統所提供之整體功能

完善的電腦化都市交通號誌控制系統必須能使操作人員使用最新且完整的資訊，以期望此電腦號誌系統最後能成為決策支援系統。另外，亦須考慮以中文軟體為人機交談之介面，並且在資訊輸出上可利用顯示幕畫面或列表機加以展現。除了上述的要求之外，電腦化都市交通號誌控制系統亦應具有如下之功能：

##### 1. 執行最佳化時制，以疏導車流及提高道路容量

最佳化之時制計畫，係由電腦依據各群組間的交通流量變化，而選擇最佳的套裝軟體及最佳的控制模式，以得出各路口之週期、時相、時比及協調號誌系統的時差，而經由此時制計畫運作後，能達到有效地疏導交通流量及提高道路容量的目的。

##### 2. 機動式疏導交通流量，並能使擁擠路段與幹道優先通行

利用續進式 (Progressive) 的號誌設計原理，機動地調整主要路口的時差，以適時轉換時制，使車輛擁擠的流向優先處理，亦能實施特勤路線及重要幹道優先通行控制。

##### 3. 自動收集交通資訊，以作為號誌管制與交通規劃之依據

電腦化都市交通號誌控制系統可利用偵測器收集相關的交通資訊，將大型車、小汽車、機車之流量、速度及佔有率等交通參數，藉著統計分析與計算的結果，即可作為號誌管制與交通規劃之參考。

##### 4. 集中管理，強化管制功能

所有的交通控制及故障監視設備 (包括路口控制器、號誌燈

頭、車輛偵測器與通訊線路等)，均由控制中心之電腦系統加以整合，並可將各類設備之故障情況自動示警。因此，一旦故障發生時，控制中心人員便能立即發覺，以便能迅速修護並保障行車安全。

#### 5. 資訊展現之多樣化與即時性

在控制中心內可併設或分設地圖顯示板、交通參數顯示板及電視監視器，使操作人員能隨時了解路口之燈號狀況，或透過電視監視器機動指揮巡邏車迅速處理交通事故，及可利用路段擁擠之比較顯示，對嚴重擁塞之路段實施特殊之交通管制，如此對於交通疏導可收靈活指揮之效。

### 3.1.2 系統組成要素與功能說明

#### 1. 系統組成要素

交通號誌控制系統主要由交通控制中心、通訊設備與交叉路口設施等三大單元所組成。各單元所包含之系統組件如下：

- (1) 交通控制中心 — 電腦系統、地圖顯示板與通訊裝置。
- (2) 通訊設備 — 通訊介面與傳輸網路。
- (3) 交叉路口設施 — 路口控制器、偵測器與號誌燈。

#### 2. 功能說明

##### (1) 交通控制中心

##### A. 資料處理功能

- a. 記錄及整理儲存交通資料。
- b. 記錄及整理儲存系統運作資料及異常狀況。
- c. 路口控制器及偵測器資訊接收與解釋。
- d. 自動產生交通歷史資料庫。
- e. 具備中文資訊、字串庫存管理功能。

f. 時制資料庫更新及儲存。

g. 備份存檔、載回各類記錄檔案。

B. 運算及決策功能

a. 離線時制計算及時空圖顯示處理。

b. 即時時制計算及時空圖顯示處理。

c. 線上即時或定時時制計畫演算分析。

d. 線上分析報告。

e. 交通流量預測。

f. 時制參數設定與調整。

g. 時制效益的評估及比較。

h. 提供交通資料離線分析的環境。

i. 系統單元使用效率及故障率等之離線分析。

j. 提供最新交控策略軟體發展及測試之環境。

C. 控制及執行功能

a. 異常狀況之處理。

b. 路口群組之建立及調整。

c. 時制之設計與修改。

d. 資料庫資料之設定、擷取及修改。

e. 交控策略分析。

f. 控制指令之產生。

g. 特殊交控功能之處理。

h. 控制層次之劃分。

i. 設備之監視及檢測。

j. 網路上資料之交換、擷取及儲存。

k. 自動校正路口控制器及偵測器之時間。

l. 設定特勤路線。

m. 設定及修改各路口控制器之時制表及執行參數。

- n. 下傳時制計畫至各路口控制器。
- o. 提供線上手動強制控制功能。
- p. 依交通現況更換時制計畫。
- q. 具備系統異常時降級運轉之功能。
- r. 具備系統異常或故障之回復功能。
- s. 系統安全保護之功能。

#### D. 偵錯功能

- a. 自動報導故障發生地點與故障原因。
- b. 控制器重置(Reset)之自我檢測。
- c. 自動報導手動狀態之啟動與關閉。
- d. 與路口連線作業時，執行開機連線測試。
- e. 通訊迴路測試。
- f. 採非同步通訊，能自動偵測及自動要求重送。
- g. 具有自我診斷及自動恢復之功能。

#### E. 查詢功能

- a. 命令執行記錄。
- b. 故障訊號。
- c. 路口執行表。
- d. 群組表。
- e. 路口狀況表。
- f. 特勤路線表。
- g. 已執行之時制／流量對照表。
- h. 動態幹道時空圖。
- i. 動態群組飽和度及佔有率。
- j. 路口控制器與偵測器位置查詢。
- k. 資訊可變標誌之顯示內容。
- l. 圖誌可變標誌之顯示內容。

## F. 顯示功能

- a. 執行模式。
- b. 路口參數。
- c. 路口特性。
- d. 閃光切換。
- e. 故障情形。
- f. 路口名稱。
- g. 群組表。
- h. 詳細時間表。
- i. 文書處理。
- j. 存檔記錄。
- k. 路口燈態變換資料顯示。
- l. 地圖板顯示模式設定及顯示控制。
- m. 配合地圖板查詢統計模式指定之顯示資料項目。
- n. 配合地圖板之顯示模式改變、控制地圖板燈號顯示及控制釋義指示燈以顯示輔助說明及統計資料。

## G. 監視功能

- a. 具備彈性而可程式化的人機介面。
- b. 能集中監視全市交通狀態。
- c. 具備~~操作員~~親和性圖形化的監視介面。
- d. 具備系統硬體監視警報功能。
- e. 可即時顯示交通資訊，作為控制作業採行之依據。
- f. 具備中文化之監視顯示能力。
- g. 彩色圖形顯示能力。
- h. 提供「操作指引」以防止錯誤或不當之操作。
- i. 提供交通工程語法以幫助操作及管理。
- j. 提供地圖板顯示資料及輔助顯示資訊並驅動輸出。

## H. 通訊功能

- a. 提供與路口設備端通訊連線。
- b. 具備多重通訊協定編碼解碼功能。
- c. 具備上傳及下傳資料或指令之能力。
- d. 提供資訊再輸出之介面與驅動功能。
- e. 提供與外界系統交換資訊之介面與驅動功能。

## I. 擴充能力

- a. 模組化設計：控制器具有未來擴充之能力。
- b. 預留母板空間：可插入其他特殊功能板（如可變資訊標誌、可變字幕等）。
- c. 可增設通訊數據機控制電路：傳遞路口與中心之訊息，全機一體，使控制功能更為完整維修及一貫作業保養。
- d. 連接警車定位系統：可加裝巡邏車識別蒐集系統，配合警網作業。

## (2) 通訊設施 —— 通訊介面與傳輸網路

通訊設施係指負責傳輸交通控制中心與交叉路口設施的資料，其主要提供功能可分為兩部分：

### A. 交通控制中心與路口設備端的傳輸功能

- a. 路口對時（至少每小時一次）。
- b. 新建或變更之時制計畫。
- c. 路口群組安排之設定。
- d. 路口群組安排之變更。
- e. 更改路口控制器之執行參數。
- f. 特殊交通狀況路線安排。

### B. 路口設備端與交通控制中心的傳輸功能

- a. 路口對時（至少每小時一次）。
- b. 每時相之燈態變化。

- c. 開機檢測情形。
- d. 運作時檢測迴路故障檢知情形：通訊斷線、負載輸出零件故障、燈光失效、時制異常。
- e. 偵測器偵測資料。
- f. 自動、手動或閃光狀態之回送。
- g. 子系統之同步或非同步連鎖（時差）。

### (3) 交叉路口設施 — 路口控制器、偵測器與號誌燈

#### A. 路口控制器

##### a. 執行控制功能

- (a) 接受控制中心之電腦指揮，直接控制號誌燈。
- (b) 自我電路偵測及作業流程檢查。
- (c) 接受特勤路線之鎖定。
- (d) 自動分析故障資料。
- (e) 可依據交通型態變化情形，彈性設定時段型態，並將一天區分為15個時段，執行預存之16種不同時制計畫。
- (f) 可連鎖其它號誌控制器，以執行同亮或有時差之同步連鎖。
- (g) 可連接車輛偵測器，每小時可送出對時訊號。
- (h) 可查詢車輛偵測器所偵測之交通資料及設定其傳送時間。
- (i) 可預存主控中心所送之特定假日時制計畫。

##### b. 故障偵測功能

- (a) 具有燈泡偵測電路，一有燈泡故障，可立即偵知並將故障訊號送至交控中心。
- (b) 負載輸出部門其電路有不正常燈號出現時，可自行分析、顯示故障，並送出故障訊號。
- (c) 控制器發生通訊斷線時可自行偵知確定且顯示故障。
- (d) 時制執行發生異常狀況時可自動切換閃光並顯示及送出

故障訊號至交控中心。

c. 面板顯示功能

- (a) 面板設有自動、手動、閃光及全紅四種選擇開關，可任意選擇所需之控制模態。
- (b) 外箱門關閉時箱內所有指示燈幕自動切斷。
- (c) 具有手動控制按鈕，可供值勤人員手動操作。
- (d) 可設定時差並顯示。
- (e) 可分別顯示燈泡故障、負載輸出零件故障、通訊斷線及時制異常狀況。
- (f) 可設定閃光起始及終止時間。

d. 通訊功能：可傳送並接收以下各訊號

- (a) 對時訊號。
- (b) 時相模式訊號。
- (c) 故障訊號。
- (d) 同步訊號。
- (e) 可送出執行表內之資料訊號。
- (f) 可送出故障偵測訊號。
- (g) 可接受交控中心回送之資料訊號。
- (h) 可接收交控中心回送之故障偵測訊號。

B. 偵測器

- a. 可辨視大型車、小型車與機車等三種車輛。
- b. 可感知、判定及計算佔有率與平均車速。
- c. 可蒐集車輛流量。
- d. 可依設定時段，將計算處理後之資料傳送至路口控制器。
- e. 可接受路口控制器及交控中心之對時訊號。
- f. 具有故障偵知回報、斷電重開重置與自我檢測的功能。
- g. 具有方向性、免受對向車流之干擾。

h.可自動儲存一天以上之車流資料，並可隨時回應路口控制器之查詢，並傳送特定時段之車流資料。

C.號誌燈

- a.接受路口控制器之命令，顯示各色燈號。
- b.控制車輛及行人之行止。

### 3.2 系統控制架構的分類

交通控制系統可分為五種架構，依序是

- 時基連鎖系統 (Time-based Coordination System)
- 分散式路口主控系統 (Distributed Master System)
- 分散式中央控制系統 (Distributed Central System)
- 全中央式控制系統 (Centralized Control System)
- 多處理機中央化系統 (Multi-processor Centralized System)

以下即就其架構特性分別介紹：

1.時基連鎖系統

時基連鎖系統之架構如圖3-1所示。

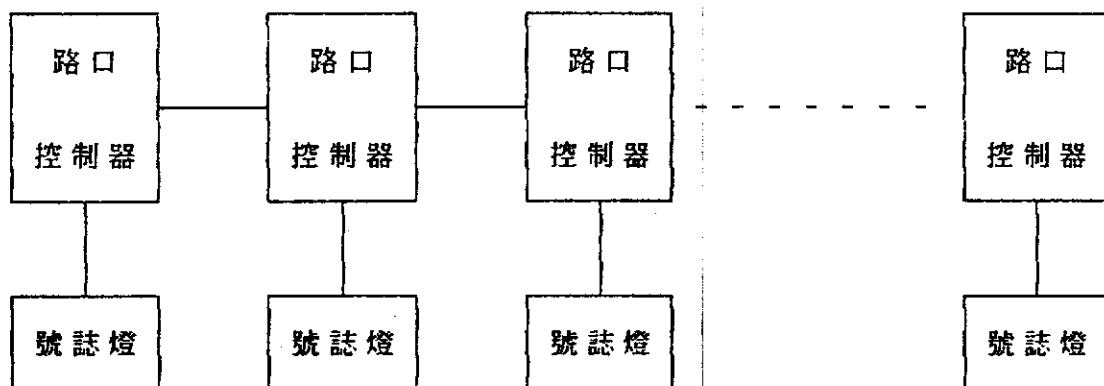


圖 3-1 時基連鎖系統

資料來源：[13]

- (1) 每具路口控制器自行依預設時間表進行日期時段制(TOD)或星期時段制(DOW)等時制運作，並可依高度精準的時鐘為基準，來達成彼此間時制計畫之連鎖。
- (2) 時制計畫之調整須以人工為之。
- (3) 無須設置中央監控設備。
- (4) 無自動蒐集流量之設施。
- (5) 控制工作完全在路口執行。
- (6) 兩個或更多個路口同時排定在相同週期下運作，且時鐘調校至同步化，則時差參考點會相同，即能進行幹道連鎖。

## 2. 分散式路口主控系統

本系統又稱為封閉迴圈式路口主控系統，其架構如圖3-2所示。系統設備包括路口次控制器(Local Controller)、路口主控制器(On-street Master Controller)與控制中心主控電腦等三級。茲分述如下：

### (1) 路口次控制器

- A. 為系統之最低階層，內含微處理機(Micro-processor)。
- B. 可接受主控制器之指令並傳送時制計畫，以控制號誌時相與燈態之變換。
- C. 本身可儲存若干個時制計畫，又可將一天劃分為若干個時段實施不同的時制計畫。
- D. 實施時制連鎖時，由主控制器定時校正各個次控制器之內部時鐘，以達成同步運轉之目的。
- E. 當與主控制器通訊斷線時，可依預存之備用時制計畫實施燈號控制。

### (2) 路口主控制器

- A. 傳送控制中心的指令給次控制器。
- B. 可藉交通感應(Traffic Responsive)或手動(Manual)方式，

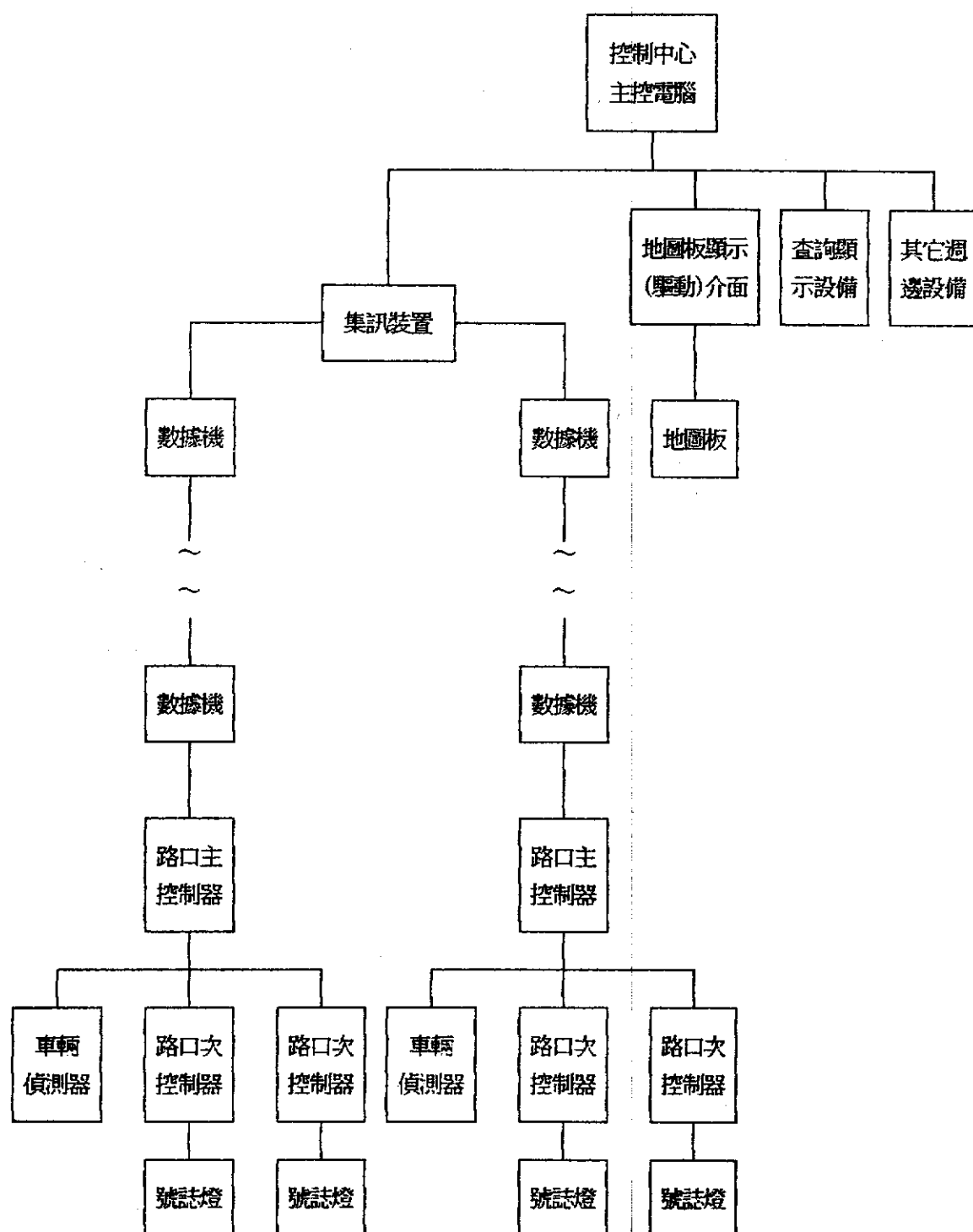


圖 3-2 分散式路口主控系統

資料來源：[13]

就原先設定以日期時段制(TOD)或以星期時段制(DOW)為基礎之時制計畫加以選擇，擇定後即將相關指令傳送至次控制器。

C. 可視需要發出系統實施同步之命令。

D. 傳統上每一路口主控制器都有其專用的撥接式電話線路(Dial-up Telephone Circuits)可供使用。

### (3) 控制中心主控電腦

A. 主控電腦可採用迷你電腦工作站或微電腦，其周邊設備可包括：磁碟機、印表機、與彩色監視器等。

B. 可藉通訊線路傳送或接受資訊於每一部主控制器，其通訊頻率需求，視實際需要而定。

C. 可發揮之功能包括：

- a. 修正時制計畫參數（如最短綠燈時間、行人綠燈時間、黃燈時間）。
- b. 接受由主控制器傳來的設備故障訊息。
- c. 查詢次控制器運作狀況。

### 3. 分散式中央控制系統

分散式中央控制系統之架構如圖3-3所示。

(1) 所有路口控制器均直接或間接透過通訊設備，將各種原始或經初步處理之資訊傳回控制中心。

(2) 主控電腦並不集中處理所有資訊，而是將之分配給若干部分區域電腦，以分別控制預先設定好之路口群組，以減低主控電腦之負荷。

(3) 時制計畫可由控制中心依交通感應方式、TOD/DOW方式或手控方式傳送至各路口交通號誌控制器據以實施。

(4) 中心電腦可以線上查表或即時運算方式獲得所需之時制計畫。

(5) 欲實施路口控制器連鎖時，由控制中心統一下達對時指令。

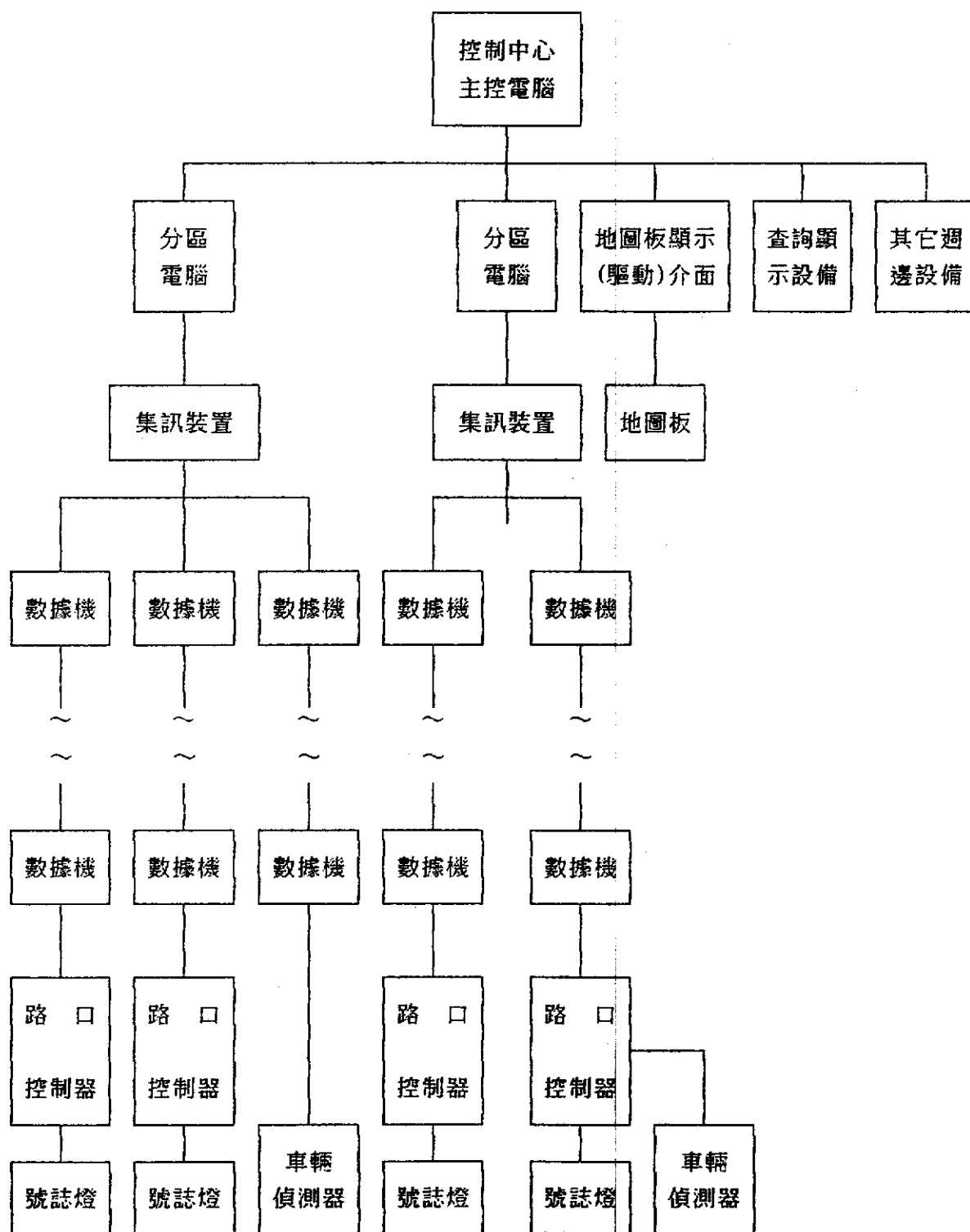


圖 3-3 分散式中央控制系統

資料來源：[13]

- (6)路口控制器與車輛偵測器均可對路口交通資訊從事初步整理統計後再傳至控制中心，以減少通訊線路之負荷。
- (7)控制中心器仍具時基連鎖之能力，一旦與中心通訊斷線則可自動實施備用(Back Up)之時基連鎖控制。
- (8)可設置地圖板完整顯示系統燈態及各種交通資訊。
- (9)可在高解析度彩色螢幕上顯示路口控制器即時運作情形。
- (10)可包含許多應用於大型中央化系統之控制特性。

#### 4. 全中央式控制系統(Centralized Control System)

全中央式控制系統之架構如圖3-4所示。

- (1)除了無分區電腦以外，具有前述分散式中央控制系統之各種設備和一切功能。
- (2)全部交通及路況資訊皆由路口控制器或車輛偵測器傳送至中心主控電腦加以線上處理，路口設備僅負責蒐集與傳送作業。
- (3)如遇中心主控電腦故障時，則改採備用時基連鎖方式由路口控制器自行運作。
- (4)本系統可視為整區域範圍(Area-Wide)交通控制方法。
- (5)中央主控電腦視路口控制器為一種“被動”(Dumb)的設備，所以必須經由專線每秒將控制指令送至路口控制器，即秒/秒(Second-by-Second)的通訊方式。
- (6)控制中心主控電腦由一套特殊功能的迷你電腦所組成，配置於電腦中心以控制路口控制器的運作。
- (7)有些系統在控制中心配置兩套相同的主控電腦並裝置可互相備援的功能，在正常運作狀態下，其中一套控制交通號誌的運作而另一套則負責交通分析並作為備援電腦，如此系統之運作將更為可靠。

#### 5. 多處理機中央化系統(Multi-Processor Centralized System)

多處理機中央化系統之架構如圖3-5所示。

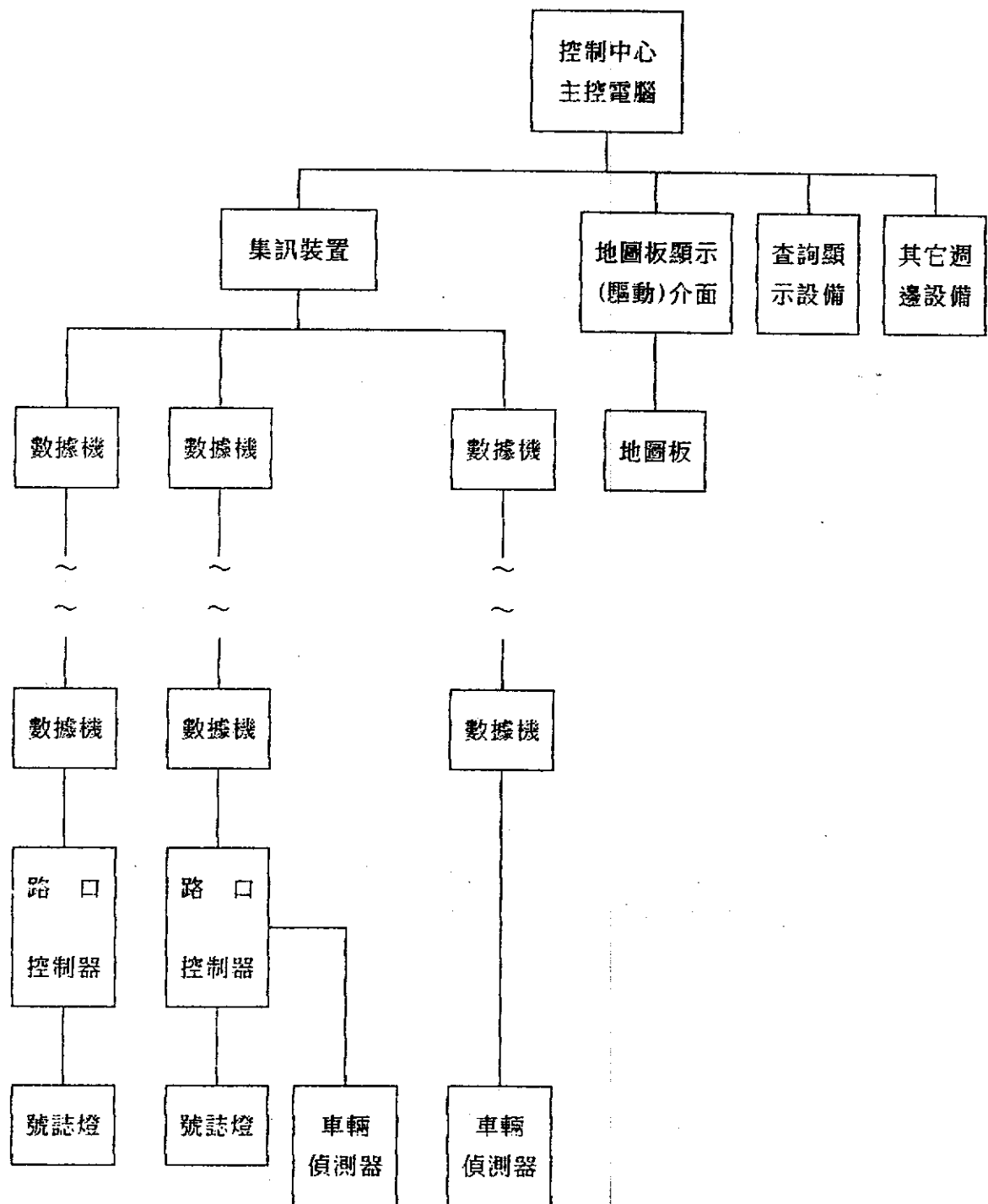


圖 3-4 全中央控制系統

資料來源：[13]



多處理機中央化系統為一雙層控制架構的中央化系統依其組成可以分為：

(1)支援電腦：支援電腦為該系統的第一層架構，具有下述多項特性。

- A.時制計畫的產生及控制分區的界面。
- B.測試新的即時調適控制技術。
- C.控制交通號誌的運作狀況。
- D.負責整體系統的管理及交通資料的記錄分析。
- E.可作為支援控制電腦之用。

(2)控制電腦：控制電腦為該系統的第二層架構。

其系統組成如下：

- A.資料收集控制電腦。
- B.區域交通控制電腦。
- C.資訊顯示控制電腦。
- D.地圖板控制電腦。

其特性分析如下：

- A.以工業標準之匯流排為架構，聯接各控制電腦。
- B.為前端資料收集設備並控制設備。
- C.收集路口控制及車輛偵測器之資料以提供計算及控制之用。
- D.可上電插換單板電腦或週邊設備。
- E.擴充時僅需在匯流排箱上增加單板電腦或週邊的板子及箱體即可。

(3)操作工作站：操作工作站為該系統的第二層架構。

其系統組成如下：

- A.交通控制工作站。
- B.資訊顯示工作站。

其特性分析如下：

- A. 以彩色繪圖工作站構成，具視窗下拉式功能表及滑鼠等操作環境。
- B. 為整個中央電腦系統的人機介面。
- C. 顯示各種資訊及下達控制指令。
- D. 配備交通控制工作站及資訊顯示工作站。

### 3.3 系統控制架構的比較

在3.2節中，我們分別對時基連鎖系統、分散式路口主控系統、分散式中央控制系統、全中央式控制系統、多處理機中央化系統，作了概略的介紹，現在對以上所列表的五種系統，分別就其系統架構之交通控制方式、系統控制與管理、可靠性及維護、操作和交通工程分析、擴充能力及適用條件提出評析。

#### 1. 時基連鎖系統 (Time-based Coordination System)

##### (1) 交通控制方式

由於缺乏交通控制中心的設立，因此不具有中央控制的功能，同時也缺乏從事中央監控、故障通報及控制中心時制調整之能力，對於較高等的控制策略幾乎完全不能執行。

##### (2) 系統控制與管理

時制計畫之修改必須巡迴至各路口以人工方式在每一控制器的鍵盤上為之，十分不便。

##### (3) 可靠性及維護

由於架構簡單、設備少，所以在維修上也較為容易，同時發生故障的機率也甚低、可靠性高。

##### (4) 操作與交通工程分析

缺乏大量資料儲存及資料處理的能力，無法做到交通實測資料的收集。

### (5) 擴充能力

因架構簡單、施工期短、系統容易擴充，同時也沒有容量上的限制；並且群組內的控制器距離甚近，通訊電纜的需要量也低。

### (6) 適用條件

A. 系統規模較小或處於系統發展初期，尚無法確定未來控制系統架構時。

B. 預算甚少、經費不足時。

C. 作為其它四類系統之備用系統。

## 2. 分散式路口主控系統 (Distributed Master System)

### (1) 交通控制方式

以路口主控制器為主，可藉交通感應方式或手動方式就原先所設定之時制計畫加以選擇。擇定後則將相關指令傳送至次控制器。有下列數項優、缺點。

優點：由於系統不完全仰賴控制中心，如果控制中心發生意外事故中斷連繫時，各路口可完全由主控制器指揮控制。

缺點：由於中央主控系統並非永久與路口主控制器連接，所以若從控制中心改變時制計畫時，會比其它系統麻煩，並且亦沒有臨界路口控制策略 (CIC)。

### (2) 系統控制與管理

A. 以微電腦系統為基礎，因資料分散在各微電腦中，故資料庫會產生不一致性的情形，故須時常加以維護。

B. 路口主控制器被設計成單一使用者系統 (Single User System) 即不同的主控電腦能同時詢問不同的路口主控制器，但兩個或兩個以上的主控電腦操作者卻不能同時存取同一個主控制器。

C. 受通訊設備之限制，無法在地圖板上一次顯示所有路口之燈態變化，並且在監視器上一次僅可顯示一個路口之相關資訊。

D. 對一大系統而言（指75個路口或以上者）而言，中央系統資

料庫的儲存與處理可能變成一大負擔。雖然一次僅一個主控制器能與中央通訊，但隨著系統的增大，對問題的反應時間則相對地增加。

(3) 可靠性及維護

A. 當路口主控制器發生故障時，維修人員必須親臨路口進行維修，至為不便。

B. 當路口主控制器與交通控制中心的通訊發生中斷時，系統控制的運作能力不致受到太大的影響。

(4) 操作與交通工程分析

A. 可提供事件與故障記錄。

B. 與中央控制系統相比，無論是系統資訊的數量詳盡程度或顯示格式均受到較大限制。

(5) 擴充能力

A. 與傳統的中央式系統比較，可提供較佳的擴充功能，但是仍受到路口主控制器及控制中心容量的限制。

B. 與傳統的中央式系統比較，由於主控制器的使用，降低了通訊電纜的需求量。

(6) 適用條件

A. 可用於小型或古老市鎮，其市區街廓較短，且連鎖路口交通號誌控制器相距較近時。

B. 控制方式以幹道或獨立路口為主時。

3. 分散式中央控制系統 (Distributed Central System)

(1) 交通控制方式

A. 能提供大型中央化系統的特性與能力，例如多使用者存取的功能。

B. 時制可下傳至路口控制器並可儲存於其記憶體中；因此可不似傳統中央式系統以每秒傳送方式將控制指令傳至路口，

故資訊傳輸負荷較全中央式控制系統為低，通訊設備需求亦相對降低。

C. 具有幹道連鎖方式，故有較佳的連鎖功能支援。

#### (2) 系統控制與管理

A. 在任何一部分區電腦上仍無法監看所有路口。

B. 中心需要有較大空間以容納多部分區電腦。

C. 因分散式資料庫功能的改進，故資料庫易於管理及使用，並提供更具效率的使用者介面，如視窗、下拉式功能表等。

#### (3) 可靠性及維護

A. 因分散式的處理技巧，使控制中心主控電腦負載低而提高系統的可靠性。

B. 在路口控制器的智慧功能上作了較佳的應用，故提高了其備用的功能。

#### (4) 操作與交通工程分析

A. 如採交通資訊在路口先行局部處理，再傳回控制中心的方式，則整體資訊品質或完整性可能略遜於全中央式控制系統。

B. 系統可提供記錄實測交通資料的功能並可產生多種統計分析報表。

#### (5) 擴充能力

由於容納了多部的分區電腦，提供了較佳的擴充能力且更適應技術的進步。

#### (6) 適用條件

A. 系統規模大小較無嚴格限制。

B. 較適用中、大型市鎮或都會區路網複雜時。

C. 現有控制中心之主控電腦已不堪負荷時。

D. 路口設備端之資料處理能力有必要加強，並且路口設備端與控制中心間之現有資訊通訊容量已接近飽和時。

E.採全動態控制方式之路口為數眾多時。

F.控制中心場地較大且建設經費充足時。

#### 4.全中央式控制系統(Centralized Control System)

##### (1)交通控制方式

A.作業集中、監控容易。

B.系統運作與資訊處理之環境品質較佳。

C.交通資訊易於完整儲存。

D.近來系統的改善，雖可允許系統轉至幹道連鎖計畫，但假使目前執行的時制計畫在通訊中斷時，並未儲存於控制器的記憶體內，則這些發生通訊故障的控制器仍無法轉至幹道連鎖。

##### (2)系統控制與管理

A.中央電腦提出多工作、多使用者需求的功能。

B.由於採取集中式資料處理及分析，乃為一種全區域範圍(Area-wide)的交通控制方法，故可由控制中心監看所有路口交通狀況。

C.路口與控制中心通訊量頻繁，對於線路品質及傳輸速度均有較高要求。

D.全中央式控制系統，必須在固定格式下以每秒方式作通訊，因此，必須採用一個較嚴格、限制較多的通信規約(Protocol)以符合實務上資料速度及線上負載的要求。

##### (3)可靠性及維護

A.由於對主控電腦及通信網路的過度依賴，使得可靠性降低。

B.單一的主控電腦系統易於採用大眾化的產品，因此維修容易，不過仍需要較高的維護技術。

##### (4)操作與交通工程分析

由於通信功能的限制，所產生的報表種類比分散式中央控制系統為少，但仍可負責記錄分析各項資料。

(5) 擴充能力

全中央式控制系統的擴充必須在控制中心主控電腦的極限容量內擴充，若超出極限容量需求則必須變更系統架構。

(6) 適用條件

- A. 系統規模不宜太大。
- B. 路口設備之資訊處理能力不足時。
- C. 通訊系統功能甚強時。
- D. 欲加強控制中心之監控能力，且主控電腦的容量尚足資負荷時。

5. 多處理機中央化系統 (Multi-Processor Centralized System)

(1) 交通控制方式

- A. 具有中央控制功能。
- B. 可由支援電腦、控制電腦、操作工作站改變路口的時制計畫。
- C. 群組間的連鎖與群組間的變更，可設定對照表而輕易做到。

(2) 系統控制與管理

- A. 快速而有彈性的通信能力，對資訊的數量、詳細的程度以及未來新的控制策略都有極大的助益。
- B. 各通信通道擁有專屬的通信控制器，故在設備的設計上，較不易發生通信失誤。
- C. 控制電腦間及其與支援電腦間係以匯流架構連結，故通信速率極高，而能處理任何的策略需求。
- D. 對控制電腦溫度過高、電源不穩等異常狀況，可做保護。
- E. 若區域電腦發生故障時，備份的單板電腦將能立即接手，就算此時備用電腦也發生故障，系統亦能降級運轉而不會使整個系統停頓。
- F. 當區域電腦所控制的群組必須重組時，不需要變更軟、硬體之架構，僅須經由操作工作站設定新的群組分區對照表即可。

完成此項功能。

(3) 可靠性及維護

- A. 開放式系統架構，採用工業標準的界面、箱體、電腦模板、作業系統及程式語言等，使得未來的維修工作不會受到原先設置該系統廠家的限制。
- B. 控制電腦採模組化的設計，故障時僅需在上電狀態時，插換模組即可，需要的技術層次很低。
- C. 採用工業標準電腦模組，供應廠商極多，減少後續維護的問題；並且採用工業控制用軟體，易於維護且可攜性極高。

(4) 操作與交通工程分析

- A. 各部份的電腦以網路銜接，並使用資料庫系統，使得交通資料及各種記錄，易於管理及處理並加強控制的功能。
- B. 設有支援電腦專門從事記錄及分析的工作，時制計畫的產生及研究的工作，故分析的功能相當完備。

(5) 擴充能力

- A. 控制電腦以模組構成，故系統擴充時僅需增加模組即可，軟體、硬體皆不須變更。
- B. 採用工業標準介面，相容性高，能適應技術的進步。

(6) 適用條件

- A. 路網龐大，必須將承載量分配至數部電腦上去。
- B. 控制區域須由一個以上的控制權所掌握，每一控制權需要自動控制某一特定區域。
- C. 系統設置的成本額極高，需要充足的經費支援。

## 第四章 系統規劃之基本研究

### 4.1 系統之控制類型

都市交通號誌控制類型依路網及交通特性，基本上可分成獨立路口控制、幹道系統控制、網路系統控制、區域性控制及其他特殊控制等幾類。以下先說明幾個常用之名詞：

- 週期 (Cycle) 或週期長度 (Cycle Length)：面對某一車流方向，同一顏色燈號循環一週所需之時間。
- 分相 (Phase)：將週期分為幾個部份，以指示交通之行止。每一部份即為一分相，如綠燈分相、黃燈分相、紅燈分相。
- 分相長度：上述各分相所定時間之長短。
- 時比 (Split)：分相長度與週期之比率。
- 時差 (Offset)：交通號誌某一特定燈號始亮相對於某一參考路口 (Reference Point) 同一方向相同燈號始亮時間之差距，以秒或週期比率為其表示方法。
- 時相型態 (Phase Pattern)：將路口通行權依時間順序分派給某些流動群之型態方式，如第一時相、第二時相。

#### 4.1.1 獨立路口控制

所謂獨立路口控制乃表路口號誌控制與其鄰近的號誌系統無任何關聯者。一般而言，獨立路口控制應用於路口各臨近方向的車流到達狀況，不受鄰近號誌系統之影響，因此並無需與其他鄰近號誌控制策略有所關聯。

#### 4.1.1.1 基本考慮

在獨立路口的控制中，以下三個項目為主要考慮對象：

1. 安全及有秩序的車流
2. 車輛延滯
3. 路口容量

車輛延滯包括因紅燈而產生之停等延滯、起動延滯及加減速過程之延滯等三類。當車輛於紅燈時到達路口必須減速停車並等候，當綠燈始亮時，起動並通過路口，圖 4-1 說明此一程序。

路口的容量受車輛延滯與車流衝突之影響。車流衝突乃為兩車在同一時刻欲佔有同一空間之現象，此衝突之化解須將路權依時間之劃分輪流指派給不同方向之車流，亦即以不同之時相予以分隔不同方向之車流；當綠燈時，車流之起動延滯及車頭距亦為決定路口容量的主要因素。典型的號誌化路口車頭距資料如表

4.1，說明了路口延滯及容量的基本觀念。

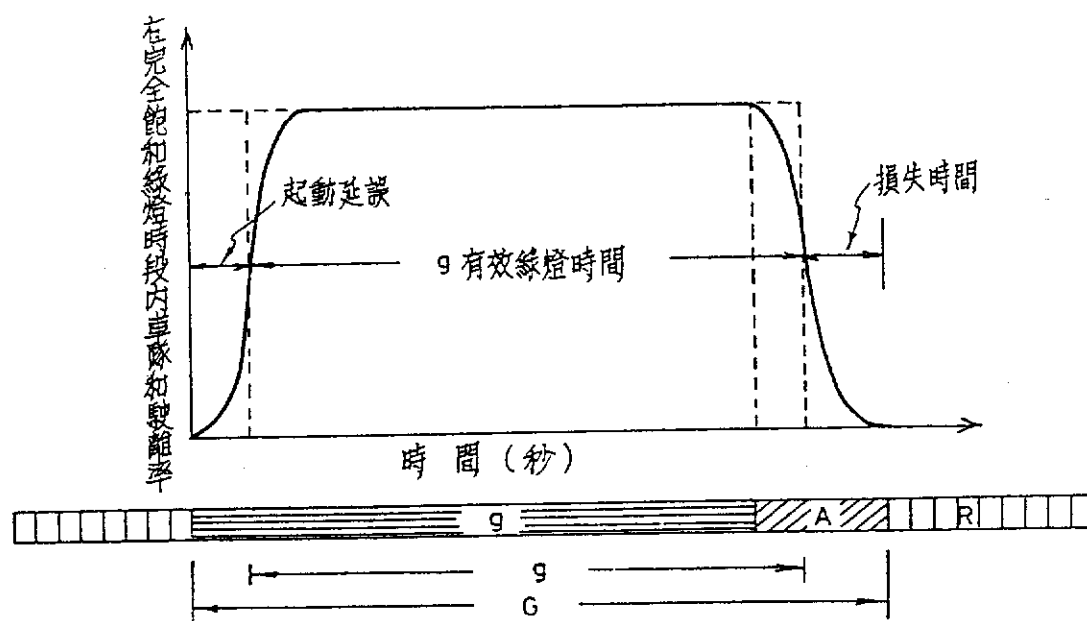


圖 4-1 綠燈時段車隊離開率的變化

表 4.1 車頭間距資料表

第n 部車	觀測到之車頭間距	飽和流量下車頭間距 (秒)	增量 (秒)	總值 (秒)
1	3.8	2.1	1.7	3.7
2	3.1	2.1	1.0	
3	2.7	2.1	0.6	
4	2.4	2.1	0.3	
5	2.2	2.1	0.1	
6 及以後	2.1	2.1	0	

資料來源：[25]

理想上，路口控制希望達成最小總延滯、最大路口容量、最少的潛在衝突車流。然而此三項總是難以兼顧，例如欲達到延滯之降低須使用較少的時相及儘可能短的週期長度，而為減少衝突則以多時相及長週期為佳，因此如何決定採用何種時制計畫並非易事，一般係由多次試算及判斷方可獲得最佳的組合。

#### 4.1.1.2 獨立路口控制分類

獨立路口號誌控制分成定時號誌控制與觸動號誌控制兩種。分述如下：

##### 1. 定時控制

定時控制係依據既定的時程 (Time Schedule)，變動號誌控制之時制 (Signal Timing Plan)，變動的順序與時間的長短乃依過去的交通變化型態 (Traffic Patterns) 預先設定。其特色為將每日劃分成不同時段，每一時段依其交通型態採用特有的時

制，並且周而復始。若採用此種控制方式，則無以獲得即時的交通量資料，除非另行裝設偵測器測量。因此此種控制非常適用於每日各時段之交通型態無明顯變動或經常處於飽和狀況之路口。

定時控制之號誌時制的主要構成因素包括(1)週期長度，(2)各分相之長度，及(3)分相數目與順序三項。

## 2. 交通觸動控制

獨立路口的交通感應控制以調整(延長)綠燈時間或時相(當無交通需求時可予跳越)為主，其調整係依據裝設於一處或多處的車輛偵測器所測得之交通需求立即處理。

感應控制之功能依其設備及操作需要而定，在控制方法之設計上，除黃燈時間及清道時間外，須分析之主要項目包括：最小綠燈時段、綠燈延長時段及最大綠燈時段。典型的路口車輛偵測器配置如圖4-2所示。偵測器到停止線間之距離會影響最小綠燈時段、綠燈延長時段及最大綠燈時段的長度，而控制器所設定的時段單位對實際操作亦有極大的影響。

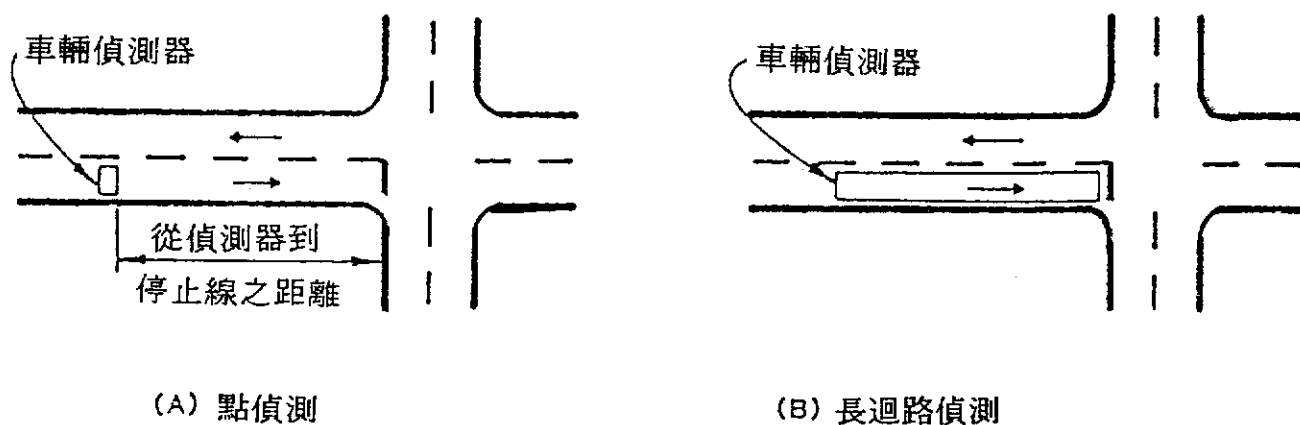


圖4-2 路口偵測器配置圖

資料來源：[25]

### (1) 最小綠燈時段 (Minimum Green Time)

最小綠燈時段又稱起始綠燈時段，其長度必須足夠使停止線與偵測器間之車隊通過交叉路口。若號誌控制器內並未儲存流量--密度關係之資料以供參考時，最小綠燈時段之長度可由存在偵測器與停止線中的車輛數依下述方法計算求得且為固定。

當採用點偵測 (Point Detection) 時，對有不同退位 (Setback) 距離的偵測器，最小綠燈時段之時間至少為  $(4 + 2n)$ ，其中4秒為起動延滯，2秒為車頭間距， $n$  為偵測器與停止線距離間之車輛數，而  $n$  可由距離除以平均車長6公尺得之。例如由偵測器到停止線距離為42公尺時，則最小綠燈時段長度為18秒以上。由於設定最小綠燈時間長度不能即時反映交通需求的變化，因此通常以42公尺作為偵測器裝設位置的最大距離限制。當採用長迴路偵測（或一連串短迴路）時，若偵測器與停止線間無距離時，其最初時段為0；若偵測器與停止線有一段距離時，此距離如同使用點偵測一般，可用來決定起始綠燈時段。

若號誌控制器中有流量-密度關係之資料可參考時，則依橫向車流通行時通過偵測器之車輛數，求其密度，再計算通過路口所需的最小綠燈時段。當橫向時相有需求量出現而本時相已無車輛通過時，本時相則於達到最小綠燈時段時終止。但此時必須考慮是否有足夠的時間來指示行人停止通過或讓已踏入路口之行人安全通過。

### (2) 綠燈延長時段 (Vehicle Extension Passing Time)

此時段為車輛由偵測器到路口所需之時間，亦可解釋為被偵測到的最大車頭距，設計時須同時考慮預先設定之延長時間單位。為達到「即時運作」的效果，此綠燈延長時段應

儘量地短。

若偵測器連續被觸動的時間間隔比所預設的延長時段小時，綠燈時間即自動延長。

當延長時段未結束且又有車輛觸動偵測器時，該原延長時段即被取消重新開始計算另一新的延長時段。此一程序一直被重複到 (1) 被偵測的車頭距大於延長時段或預設之最大間距，或 (2) 總綠燈時間到達最大綠燈時段。若出現上述兩種狀況之一時，綠燈結束，燈色變為黃燈，若車輛此時並未能完全通過路口（受最大綠燈時段影響），則將有一回復狀態 (Recall Situation) 被設定，使時制能優先回到本分相（如圖 4-3 所示）。若為長迴路偵測時，此一延長時段設為近於 0，而延長的時間由迴路所被車輛佔有時間決定，此時

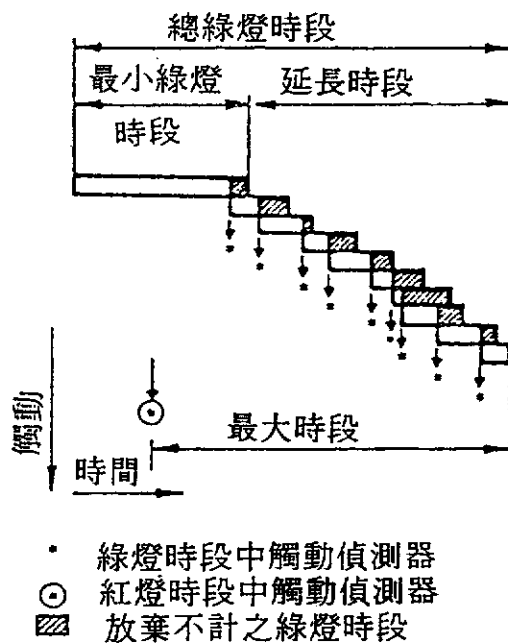


圖 4-3 感應號誌時制運作圖

資料來源：[25]

臨界的車頭距等於車輛通過迴路長度及一車身長之距離所需之時間；若為一連串的短迴路所組成之長迴路時，其短迴路之間距不宜大於最短車輛長度，否則會有單一迴路之效果，而無法利用長迴路之方式處理。

### (3) 最大綠燈時段 (Maximum Green Time)

此一時段的設定決定一時相中最大的綠燈時段長度，其表示方式可以總綠燈最長時間或最長延長時間來表示，其目的在避免當裝設偵測器之臨近路段流量升高時，其時相產生過長的綠燈時間，而影響其他時相之車流通過路口之權益。

一般最大綠燈時段時間均設為30~60秒。

## 3. 感應控制型式

交通感應控制一般分成半感應式及全感應式等兩類。

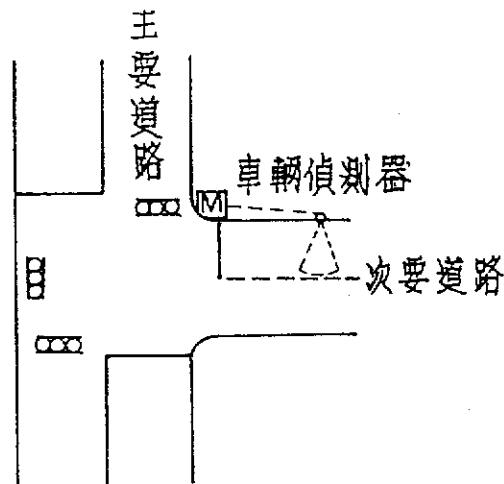
### (1) 半感應式 (Semi Traffic-Actuated)

通常應用於交通量大且均勻的主要道路與交通量低但偶有短時間高流量出現的次要道路交叉路口、路外停車場出口及其他相關可應用之路口。將偵測器裝設於次要道路上，除偵測到次要道路出現交通需求外，主要道路始終保持綠燈。對於次要道路之交通需求，在經一定程序後便可獲得通行權。典型之半感應式號誌示意圖如圖4-4所示。

### (2) 全感應式 (Full Traffic-Actuated)

交叉路口中，二道路之交通變化甚大且不規則時，可利用裝設於各臨近路段之偵測器，來指派各方向的通行權。全感應式號誌示意圖如圖4-5所示。

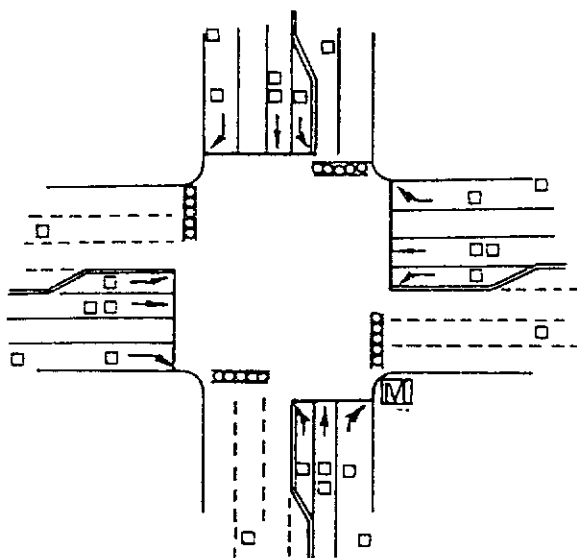
其他尚有為配合高承載率車輛或緊急車輛管理策略之感應控制型式。



- 說明：1. 次要道路在紅燈時，由車輛偵測器偵測到達之車輛數。  
 2. 主要道路在維持最短綠燈時間後，轉為次要道路綠燈時段。  
 3. 次要道路綠燈時段之長短可依行車間距與車輛數之關係獲得；亦可由微電腦號誌控制器直接設定，但設有最長綠燈時段之限制。

圖 4-4 半感應式號誌示意圖

資料來源：[23]



- 說明：1. 依據車流方向裝置車輛偵測器。  
 2. 上述偵測數據傳送至微電腦號誌控制器或控制中心。  
 3. 依據控制器內或控制中心之預置程式選擇最適控制程序。  
 4. 圖中車輛偵測器之佈設僅供參考。

圖 4-5 全感應式號誌示意圖

資料來源：[25]

### 4.1.1.3 路口時制要求

定時控制的時制設計，基本上需要有週期長度、分相長度（時比）、分相數目及順序等資料。這些數值均須依據路口車流特性資料計算。若使用定時設備，每一分相之長度及總週期長度均由預估之流量計算；若使用感應號誌設備，週期長度及分相長度均由所偵測的車流資料自動調整，其主要要求在設定4.1.1.2節所述的各時間參數值。有關時制內容及其求算方法請參見第六章。

## 4.1.2 幹道控制

### 4.1.2.1 基本概念

幹道控制係指沿幹道的路口號誌的控制，其主要目的為讓幹道上的車流得以續進。在此一狀況下（相對於獨立路口運作）必須考慮到整個幹道號誌系統的運作。

幹道號誌系統相對於封閉網路又稱為開放性系統，如圖4-6所示。幹道號誌控制的基本方法是考慮車輛沿幹道從一號誌路口起以車隊狀態運行，且以車隊型態到達下一路口。因此，估計相鄰兩路口綠燈始亮時間的關係是必要的，利用此關係，可使由上游路口到達之車隊在到達之前獲得綠燈之指示。因此，可利用號誌控制允許沿幹道產生連續通過的車隊，以降低延滯。

幹道車流控制概念可用圖4-7之時空圖來表示，此圖中幾個主要名詞之定義如下：

1. 通過帶(Through-band)：在時空圖上由一對平行之速率線所圍成代表續進流動之空間。
2. 行車速率(Band speed)：通過帶速率線之斜率代表沿幹道續進車流之速率。

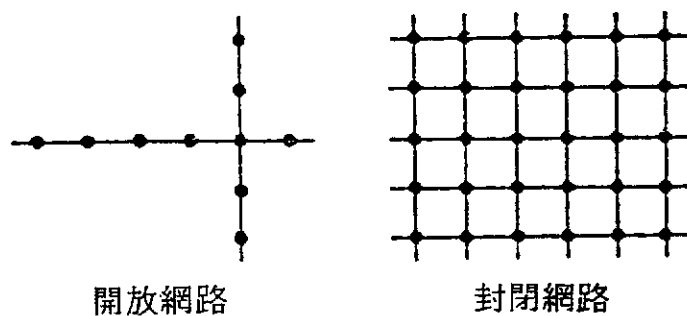


圖 4-6 號誌網路圖

3. 續進帶寬 (Band width)：通過帶的水平寬度（以秒計），代表車流可續進流動之時間。

一個方向或兩個方向的運作是幹道時制計畫發展之主要考慮對象。若幹道是單一方向時，全部的通過帶均可為續進流動所用；若幹道是兩方向時，要同時在兩方向找到續進帶並非易事；惟有在各號誌化路口距離均相同且在 250~300 公尺或更大些（距離依速度而定）下方可能產生，然而此狀況在真實世界中很少存在，因此通常都必須在帶寬與速率間斟酌取舍。

當有時差的關係時，同一系統必須使用共同週期或簡單倍數週期，雖然週期的分相比值可依不同路口而不同，但同一路口相對於主要路口的綠燈始亮時間的關係或相差一個週期長度後必須一致。

#### 4.1.2.2 時制計畫要素

採用幹道（或開放網路）號誌控制系統必須發展一套時制計畫供系統中所有號誌使用，此類時制計畫包含下列要素：

1. 週期長度：在此系統中所有路口之週期長度必須相等或成簡單倍數，此長度通常可調查各路口車流量之需求後估計而得。

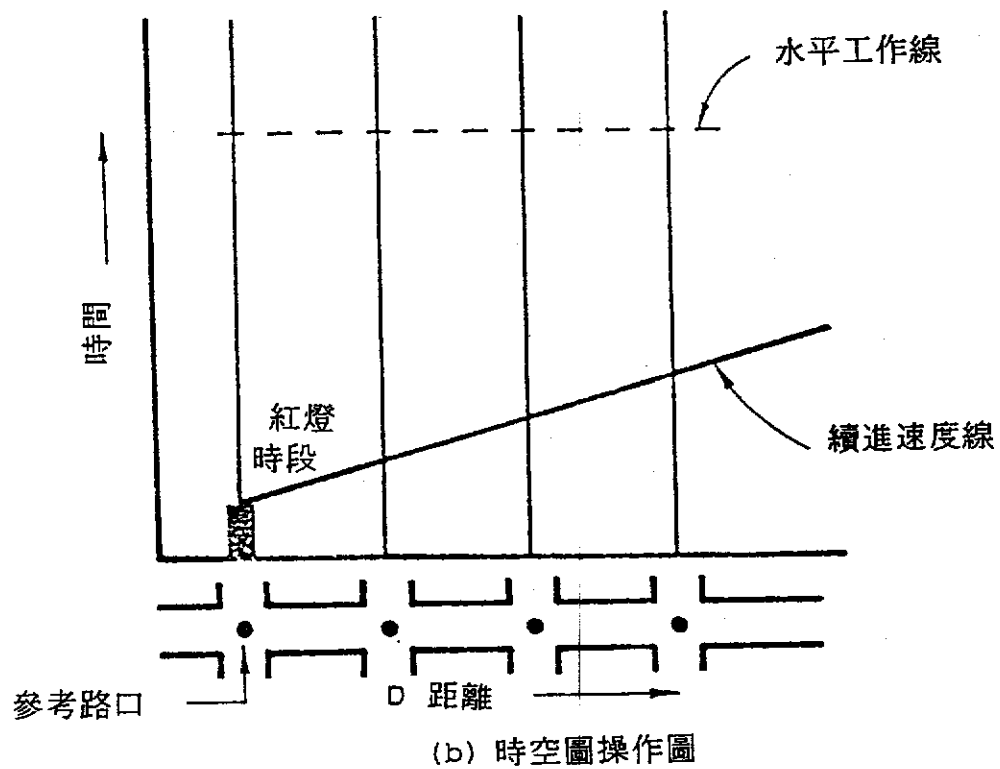
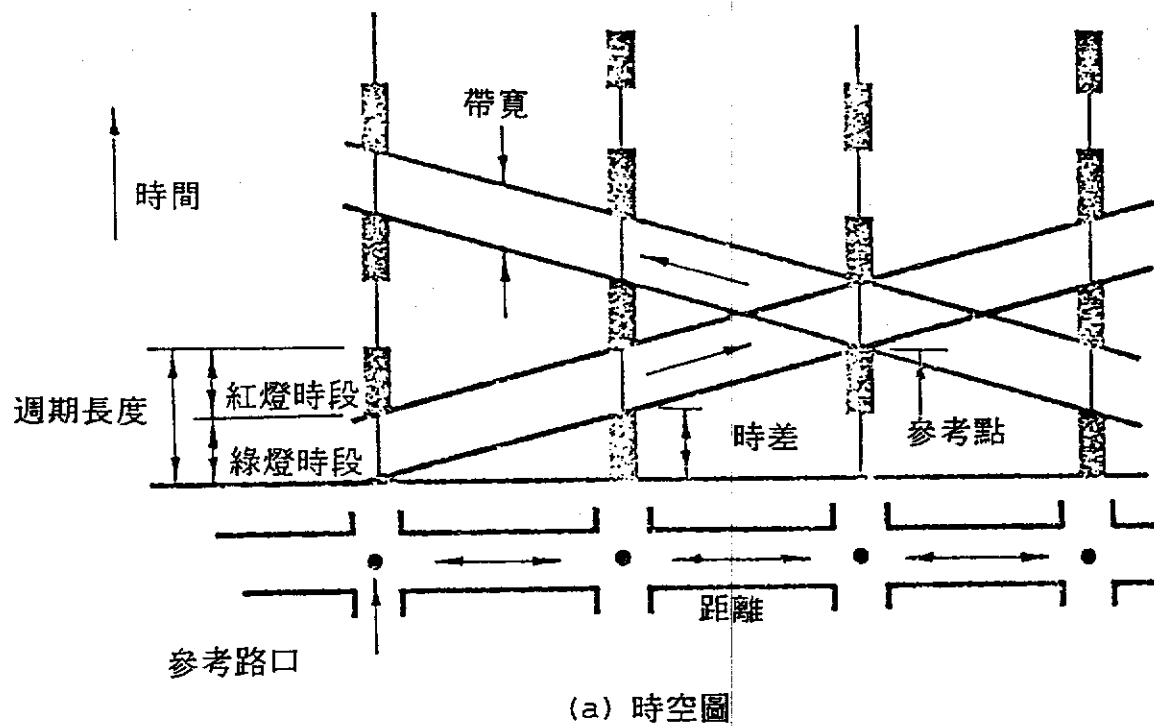


圖 4-7 時空圖

- 2.時比：在此系統中各路口可依其車流型態個別決定如何將週期時間分配給各分相。換言之，分相長度可各路口均不相同。
- 3.時差：在此系統中必須決定各路口間，綠燈始亮之時間差，通常以主要路口為參考依據。

#### 4.1.2.3 車流變化

幹道系統時制計畫的設計必須面臨車流變化的問題，通常每一組設定好的時制計畫均係根據某種車流狀況所計算而得，當交通狀況發生變化時，時制計畫的參數即會有明顯變動，以為因應。以下說明兩種基本的車流狀況的變動情況。

- 1.個別路口流量變化：在幹道系統中個別路口流量大小並不一致，如此各路口所需週期及時比就會不同。
- 2.車流方向變化：在雙向幹道中各方向車流量並非一致，若以進城——出城來說明，可有下列三種狀況：
  - (1) 進城大於出城
  - (2) 進城約略等於出城
  - (3) 出城大於進城

第一種情況通常在上午尖峰時發生，其時制計畫中在進城方向會有較大的續進帶寬；第二種情況發生在離峰時刻，進城與出城有大約相同的需求，因此兩方向的續進帶寬亦大致相等；第三種情況通常在下午尖峰時發生，出城方向的續進帶寬應較大。

早期的控制技術趨向擁有至少三套時制計畫為目的，並以每天中的時段為基礎，選擇使用。當幹道上之交通流量可被偵測時，則交通反應控制系統可在短時間內自動調整時制計畫。

#### 4.1.2.4 時制計畫之發展

決定幹道時制計畫的分析程序有手冊法、離線計算法及線上控制法三種技術，分述如下：

##### 1. 手冊法

為利用手冊計算或圖形分析來決定週期、時比及時差等參數之方法，採用此種方法首先必須收集相關資料，包括：

##### (1) 幾何資料

- 相鄰路口間距離（停止線至停止線）。
- 道路幾何特性，包括寬度、車道數、車行方向等。

##### (2) 車流資料

- 車流量，包括各直進及轉向流量。
- 車流變化狀況。
- 速度限制。

當收集到上述資料後，進行下述步驟：

- (1) 準備好一張如圖4-7之號誌系統時空圖。
- (2) 分析車流變化狀況，決定所需要的時制計畫個數。一般以三組時制計畫（上午尖峰、離峰、下午尖峰）及二組轉換時制計畫（上午尖峰進入離峰，再進入下午尖峰）為最少的時制計畫組數，而以6~10組時制計畫較為周全。
- (3) 對每一組時制計畫，均須檢核各路口的車流狀況是否適合，且決定各路口週期長度、時比等。此部份與獨立路口之內容相近。
- (4) 利用圖形分析決定出每組時制計畫所需之時差，此圖形分析之程序如下（參考圖4-7）：
  - a. 在系統中最左一個號誌路口畫一參考之號誌帶。
  - b. 利用此參考號誌帶在主要幹道綠燈時段起始點上畫一條續

進速率線，此速率線之斜率即代表續進速度。

- c. 在參考號誌之綠燈時段或紅燈時段中央畫一條水平之工作線 (Work Line)。
- d. 將各路口紅燈時段或綠燈時段之中央移放於此水平之工作線上，以獲得各方向最大且相等之通過帶寬。
- e. 此程序所求得之時制計畫必是兩方向帶寬相同。若需單一方向有較大帶寬，可對結果加以修正而得。

手冊法必須使用試誤方式方能獲得最後答案，因此最初之假設值（如續進速率、週期長度、時比等）可予修正，而獲得更佳的結果。

## 2. 離線計算法

使用電腦軟體求解最佳時制計畫，此方法所產生之時制無法直接控制號誌系統，也無法直接由幹道上獲取車流資料。

在計算幹道時制時有以下兩個基本考慮方向：(1)最小之總延滯或停等，(2)最大的續進帶寬。其中，利用最大帶寬之方法求算幹道系統時制，是最被大家所接受的。英國的運輸及道路研究實驗室的 Hillier 曾利用幹道或封閉網路的定時時制計畫，求算延滯和不同時差的關係而尋找出最佳時差 [28]，雖然此法可求最小之總延滯，但並不保證有最小之停等次數或不受干擾之續進車流。

有許多電腦模式可用以求解幹道號誌計畫，這些模式依上述考慮方式分成兩類。第一類以最大帶寬為目標，第二類以最小延滯、停等或其他效用指標為目標。目前較被廣泛應用者有下列數種：

### (1) 以最大帶寬為目標者：

- MAXBAND
- PASSER-II (84)

(2) 以最小負效用指標為目標者：

• SIGOP II

• TRANSYT-7F

### 3. 線上控制法

使用電腦交通控制系統來(1)收集車流狀況及資料，(2)計算並決定所需之時制計畫，(3)在短時間內(每5分鐘或15分鐘)輸入或調整時制。因此屬於動態或即時時制的交通控制系統。

在高速電腦及多種交通監視系統出現後，幹道系統的動態或即時時制計畫之發展變為可行，但在實際系統中此一控制觀念的應用仍是有限。幹道系統線上控制的主要觀念在利用交通偵測系統收集交通狀況資訊，並將這些資訊傳入中心加以儲存與分析，並以此車流資料預測15~30分鐘後流量，經過高速電腦求算此預測流量之最佳時制計畫後，將時制計畫傳回控制器，並付諸控制。

#### 4.1.2.5 獨立路口控制與幹道系統控制之抉擇

以往的號誌控制觀念幾乎總是要求將所有幹道的路口以單一系統來控制號誌，且試圖獲得最大續進車流。但此種做法並非完全正確，整體而言，控制策略的選擇應參考以下的因素：

1. 號誌路口之間距：幹道號誌系統之路口間距從50公尺至超過600公尺都有。一般而言，號誌間距愈小，愈需要納入一個系統予以整體控制。
2. 幹道之運作(單行道或雙向)：一般而言，單行道較易於續進車流之運作且能充分顯現系統控制之效果。
3. 號誌時相：不同的路口型式及車流特性所需的時相數及順序亦不相同，因此會影響系統控制效果。有些幹道的構成路口適用簡單之雙時相時制，而有些幹道的構成路口卻需要左轉時相，因此時

相之設計完全視需要而定。

4. 車輛到達特性：號誌化路口上游臨近路段之車流到達特性也是重要的考慮因素，當到達特性趨向隨機到達時，即沒有必要連接相鄰路口成幹道控制。產生隨機到達的情況包括：

(1) 臨近號誌路口間距過長。

(2) 由兩號誌路口間之支道或出入口（購物中心、停車場等）所轉入轉出之流量甚大。

(3) 在號誌路口由橫向道路轉入幹道之流量較大。

5. 交通量變化：車輛到達特性及車流狀況在一天24小時內之各時段難免會有所變動，通常尖峰時段較需要以幹道系統之方式控制，但離峰時段則可能以獨立路口或閃光控制為佳。

### 4.1.3 封閉網路控制

#### 4.1.3.1 基本概念

前節所述之幹道控制亦稱為開放網路的控制。若有兩條幹道相交於某路口，則兩幹道之時制必須以此路口之時制相連鎖（Interlock）。換言之，即以同樣的週期長度應用於兩幹道之上，而各路口之時制計畫也必須以幹道交叉點為參考之依據。假如幹道相交成封閉網路（如圖4-8所示），則時制計畫必須在四個交叉點路口互相連鎖，此型態之路網經常發生在市中心商業區（CBD）中。

封閉網路號誌時制的基本概念是在網路中沿各幹道產生續進車流，例如在圖4-8中，若各幹道均為雙向行車，則網路控制即以求得AB、BA、BD、DB、CD、DC、CA、AC等方向產生續進車流為目的。

對一典型網路如圖4-8，其號誌之時空圖如圖4-9，由圖4-8之範例可求得週期長度、綠燈時段及時差之關係如下：

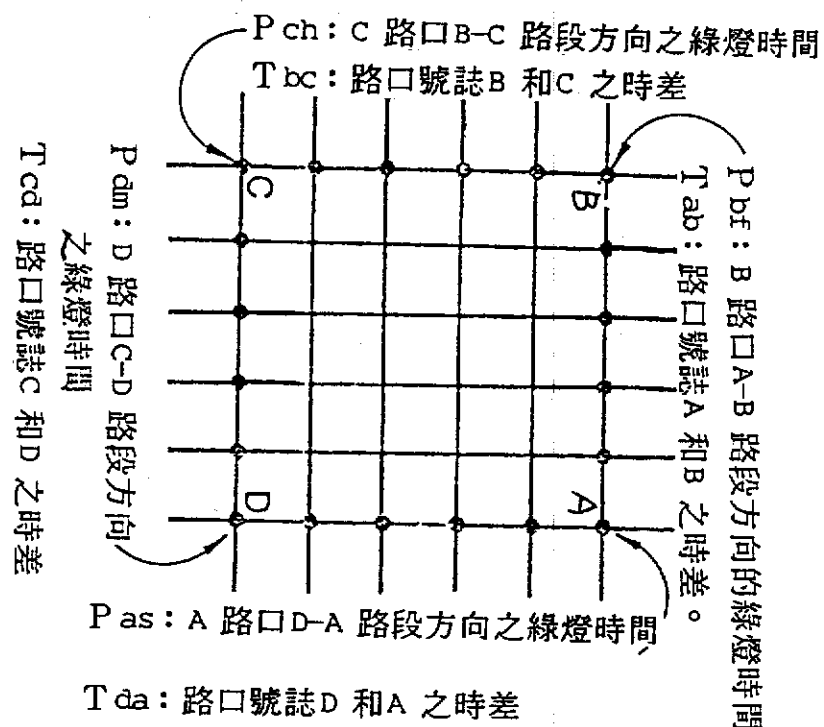


圖 4-8 典型封閉網路系統圖

資料來源：[25]

$$nC = T_{ab} + P_{bf} + T_{bc} + P_{ch} + T_{cd} + P_{dm} + T_{da} + P_{as}$$

其中， $n$ ：一任意整數。

$C$ ：週期長度。

$T_{ab}$ ：路口號誌 A 和 B 之時差。

$P_{bf}$ ：B 路口 A-B 路段方向的綠燈時間。

$T_{bc}$ ：路口號誌 B 和 C 之時差。

$P_{ch}$ ：C 路口 B-C 路段方向之綠燈時間。

$T_{cd}$ ：路口號誌 C 和 D 之時差。

$P_{dm}$ ：D 路口 C-D 路段方向之綠燈時間。

$T_{da}$ ：路口號誌 D 和 A 之時差。

$P_{as}$ ：A 路口 D-A 路段方向之綠燈時間。

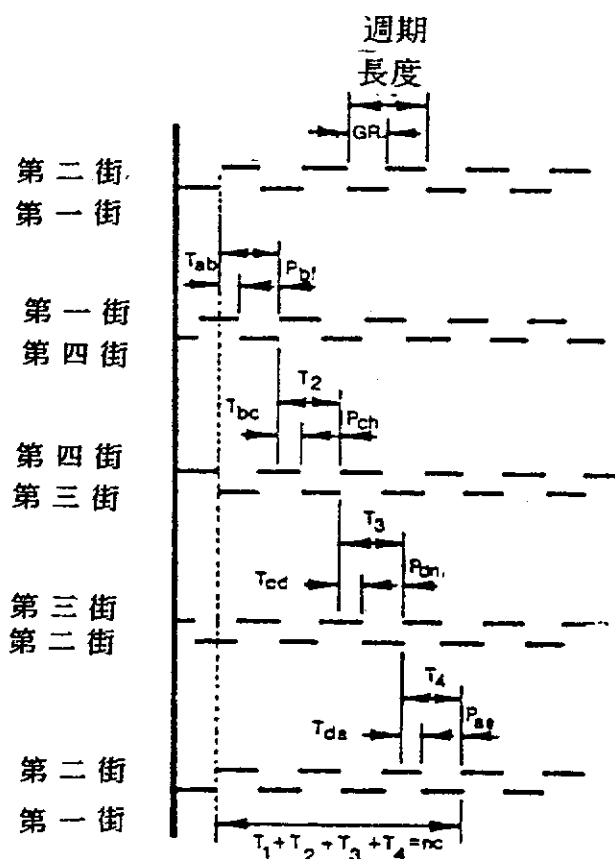


圖 4-9 封閉網路系統時空圖

資料來源：[25]

由上式可知，時差及綠燈時段的和為週期的整數倍，欲達此種情況，網路須共同使用 50：50 的時比及 0 或 1/2 或 1/4 週期的時差。

此時制之觀念適用於街廓長度適合應用 1/2 週期時差的雙向幹道或 1/4 週期時差的單向幹道的矩形或方格狀網路，若網路的街廓長度不符合要求，則此類號誌時制的效果會很差。若路口使用 50/50 的時比不符合流量要求，可能會導致延滯和擁擠。

週期長度和分相長度與交通需求、行人通過路口所需時間相關，而共同的週期長度則是封閉網路時制計畫的基本概念。

控制系統可依交通流量變化來改變週期長度，並進而調整時比及時差。其依據可為每日的不同時段（上午尖峰、離峰、下午尖峰）或偵測器所測得之交通資料。

另外，為使尖峰時段車流順暢，可能需要預先選好幾條幹道，而採用開放網路號誌時制，以促進其流暢，此種控制方式稱為優先控制（Preferential Control）。而優先幹道的選擇則依起訖點之需求及幹道配置狀況而定。

#### 4.1.3.2 時制計畫之發展

封閉網路號誌控制時制計畫的設計方法，大致可歸類為手冊法、離線計算法、即時控制法及模擬模式四類，分述如下：

##### 1. 手冊法

利用圖解試誤法在封閉網路中找尋有續進帶寬的時制計畫是非常困難的；例如要考慮各號誌化路口所有方向的車流，必須應用到三維的時空圖。

若號誌控制網路是方格狀，則依據基本的封閉網路時制概念可採用以下的時制計畫型式：

- (1) 同亮式：即連續各號誌的時差均為0且時比為50：50，此系統適用於街廓短且為飽和流量情況時。
- (2) 單一路口迭亮式：為相鄰路口之時差皆為 $1/2$ 週期，而成紅、綠燈交替出現之號誌系統。若每一街廓長度相當時，採用此系統會有良好的績效。
- (3) 雙路口迭亮式：以兩鄰近路口為一組，同組內之路口採同亮方式，相鄰兩組間之時差為 $1/2$ 週期之情況稱之。此系統通常應用於街廓長度約為150公尺之方格網路，但必須注意此時的通過帶寬僅為單一迭亮式的一半，若街廓長度更短則可

進一步用三路口迭亮式。

- (4) 1/4週期時差式：即相鄰路口之時差皆為1/4週期，在單向方格網路上且街廓短時常使用此種時制計畫法。此系統在街廓長度約為150公尺時甚為合適。

以上所討論者均為在嚴格的幾何狀況下適宜之時制計畫，且不具彈性，同時這些時制計畫只在時差及週期長度上變化。

## 2. 離線計算法

此為以幾何圖形及電腦運算的方法，設計號誌時制計畫，以供交通號誌網路作定時控制之用。這些幾何圖形及程式係以離線方式發展而成。至目前為止，發展較完整，且附有詳細說明，常被使用的電腦程式有下列兩種，有需要者可參考其說明即可了解其內容。

(1) TRANSYT-7F Model

(2) SIGOP-III Model

## 3. 線上即時控制法

發展具效率且有效的即時交通控制系統乃為電腦化交通號誌控制的最終的目的。欲達到此一目的雖然有其困難，但此學門仍為不少學者專家努力試圖突破的範疇。目前以美國 UTCS 系統 (Urban Traffic Control System) 發展較完整，且已發展至第三代。同時澳洲之 SCATS、英國的 SCOOT 等亦有其特長，可自行參考各系統之控制概念。

## 4. 模擬模式

有效的交通控制系統及策略需要有預測交通環境變動的能力，模擬乃為獲取車流對所有網路結構和控制政策的反應的一種有力工具。雖然模擬是透過人為模式模仿真實世界的執行經驗，但模擬的最大優點在於可使用電腦來修正模擬模式，以達到酷似真實世界的效果。

使用模擬來測試交通控制系統及策略的理由如下：

(1) 要評估新控制系統的行為或更改運作程序，但基於以下兩原因無法實際從現地獲得資料：

- 新的改進措施可能費用高或費時
- 真實世界的實驗可能具風險性

(2) 需要在特定的交通狀況下來評估所設計的系統及運作策略。

交通模擬模式之發展已有近三十年的歷史，成果頗有可觀，各模式均具有不同之優缺點，引用時須仔細考慮其假設條件、模擬方法及適用場合，再作抉擇。

#### 4.1.3.3 區段控制 (Section Control)

##### 1. 區段控制概念

當以電腦控制大規模號誌網路時，常有將網路分區，以增加控制效果的必要，圖4-10說明一號誌網路被分成兩區段，圖中所有號誌可接受同一控制中心之控制且在同一系統下運作，但如果

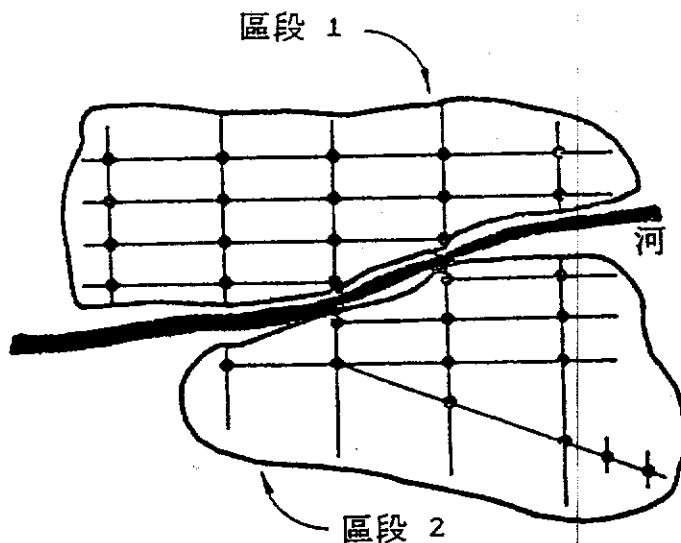


圖 4-10 區段控制圖

資料來源：[25]

兩區段有其不同的交通狀況，也可以分成兩組不同時制計畫個別運作。

如有以下情況則可考慮將網路區分為兩個或更多的區段：

- (1) 具有不同的交通狀況。
- (2) 受到地形地物的明顯分隔或距離較遠，沒有將號誌路口共同運作的必要。

## 2. 區段配置

在區段控制中重要的考慮為控制區域界線的劃分及同一區段內號誌的運作方式。基本上，在區段配置中主要的考慮因素為：

- (1) 同一區段內的交通特性要一致。
- (2) 區段界線之劃分應使因兩區段間缺乏共同控制所產生的車流干擾最小。
- (3) 政策考量：因不同目標及標的所產生的不同控制型式。
- (4) 已有通訊系統的佈設情形。

由電腦監控的號誌控制特別適合在當區段界線不易劃定或交通特性在每天不同時段變化量大的地區應用。在此情況下，不同的區段配置可能會改變資料的儲存與傳輸。

### 4.1.3.4 飽和車流狀況之控制

當一街道網路中，某一點或某些點在某一段時間內之交通需求超過容量時即形成飽和車流狀況。此時在路口會有長的等候車隊出現且可能蔓延到其他路口，即使綠燈出現車流亦無法有效移動，擁塞的狀況不易消解。

依擁塞的程度可將飽和車流狀況分成以下兩種等級：

- 在網路中僅有幾個路口發生飽和現象。
- 在網路中廣佈著飽和現象。

以下為處理此兩類型飽和車流之控制概念：

#### 1. 臨界路口控制 (Critical Intersection Control, CIC)

若飽和車流狀況只限於少數幾個臨界路口，可在這些地點應用特別的控制方法來因應。臨界路口的判定可依據過去之經驗，並在這些路口裝設較多的偵測器以達下列目的：

- 偵測飽和狀況
- 偵測各方向之流動量
- 採用適宜的特殊控制方式

臨界路口控制的基本概念為：

- (1) 在臨界路口可偵測到一個或多個方向發生飽和車流狀況。
- (2) 在臨界路口之控制由網路控制改為臨界路口控制。
- (3) 在臨界路口控制方式下，路口之運作以獨立路口方式運作，其時制計畫以增加飽和方向之路口容量為目標，因此指派給飽和方向之綠燈時段亦配合增長。
- (4) 臨界路口控制和交通感應控制的不同點在於臨界路口控制只調整時制計畫中各分相之時比，而週期長度仍然受限於網路控制之值。
- (5) 當飽和狀況紓解且被偵測出後，控制方式立刻被轉回網路控制。

在臨界路口控制法中，各分相時比的計算須依據各分相之交通量並在週期開始時即調整之。由於交通資料收集時間的延遲及計算程序另需花費時間，因此交通需求可採預測方式獲得。不同的預測方法會獲得不同流量資料，一般均採時間序列方法配合歷史資料推求下一階段流量。錯誤的預測會降低時比調整的效益。當此路口之時比發生變動時，常造成超過兩週期以上時間的交通量起伏不穩定狀況，但比起在整個系統中由於轉換時制計畫來達到相同功效所需之時間仍短許多。

臨界路口控制法不僅可用於飽和車流狀況，亦可用於流量未達飽和之特定路口。在此狀況下，臨界路口控制法的邏輯是將每一週期中之綠燈時間依實際交通需求變化加以分配，其目的在於減少延滯和防止嚴重擁擠狀況的產生。

## 2. 飽和網路控制

當擁擠狀態廣泛分佈在網路中時，臨界路口控制方法即不適用。在飽和網路中，幾乎所有方向均滿載，且車流幾乎無法移動。

依美國NCHRP報告第194輯「過飽和幹道網路之交通控制」[29]，有以下結論：

- (1) 用路口改善法效果有限。
- (2) 用系統改善法效果亦有限。
- (3) 可用高度地區反應式號誌控制。
- (4) 加強執法及禁止某些行為。
- (5) 設立待轉彎區及其他非號誌之改善。
- (6) 將路權儘量指派給主要車道。
- (7) 將車流利用槽化設施加以分流。

## 3. 幹道優先通行控制

在號誌網路中交通需求超過容量時，高度延滯必定會出現。在飽和網路狀況中，交通控制的基本方法為：控制延滯之數量以促進有優先權之幹道上車流移動，以儘快地疏解飽和狀態。

應用此一方法，號誌控制系統能記錄網路中幹道之車輛數，並疏導他們至具優先權之幹道上，以儘速離開擁擠地區。在具優先權幹道之號誌時制設計，則以在設定方向具最大流量為原則。

在市中心區的例子中，也許須將控制延伸到如路外停車場的出口。此控制系統能依交通狀況儲存及記數交通需求量。此類記數系統（如匝道控制）在高速公路上已成可接受之概念，似乎亦可將此概念引入市區街道中。

#### 4.1.3.5 行人控制

在幹道和封閉網路的號誌路口中，提供行人安全穿越的機會亦為主要的控制因素。尤其在市中心區的封閉網路中，經常有大量的行人穿越號誌化路口。

一般允許行人穿越之號誌化路口，有以下替選方式：

1. 在一個時相裡同時出現行人時相與車輛時相。
2. 若無行人號誌，則行人穿越街道須參考同向的車輛時相。
3. 設計專用的行人時相，此時所有車輛均須停止。

在美國的MUTCD中規定，若使用行人專用號誌，最小的行人時相長度為4到7秒，此時段之目的在讓行人在行人清道時段開始之前，有足夠的時間離開路口。許多研究[30]指出此行人時相祇要4秒就足夠在行人流量少於每週期10人以下應用。

在美國的MUTCD中亦規定，使用行人專用號誌時，行人清道時段必須使用閃動的禁止行人通行燈號以表示行人清道時段，它必須讓行人在橫向車流尚未接受綠燈指示前有足夠時間由緣石走到最遠端的車道中央。有些號誌以閃動禁止通行燈號及在上端的黃燈車輛號誌改變時段，顯示一固定禁止通行燈號，其目的在催促仍在行進中的行人儘速通過以減少延滯。此時行人清道時間等於閃光禁止通行時段加上黃燈時段。

在計算行人清道時段時，標準的步行速率設為1.2公尺／秒（MUTCD中所設定市區行人速度），但在行人組成不同（如有老人、手提重物、孩童和婦女）時步行速率即明顯地低於此一數值，因此在實際設計時應採用較低的行人速率值來計算行人清道時間。

在一個設有行人專用號誌的路口，車輛的通過時段必須考慮到行人從接受到車輛之綠燈訊息到通過街道所需的時間，在美國的交通工程手冊[25]中規定最小車輛綠燈時段如下：

$$G = 5 + (D / 1.2) - Y$$

式中，

G：最小車輛綠燈時間（秒）。

D：路口距離（公尺）。

Y：黃燈時間（秒）。

5 秒為行人的最小起動延滯，1.2 公尺／秒為行人的步行速率，但其數值可視情況加以調整。目前國內相關交通工程規範中，路口號誌時制設計所使用之最短綠燈時間亦如上式，但尚規定其值若小於15秒時，以15秒計。茲舉一計算實例如下：

$$D = 24 \text{ 公尺}$$

$$Y = 4 \text{ 秒}$$

$$\text{步行速度} = 1.2 \text{ 公尺 / 秒}$$

$$\text{最小起動延滯} = 5 \text{ 秒}$$

則，

$$G = 5 + 24 / 1.2 - 4$$

$$= 21 \text{ 秒}$$

在此例中，綠燈最短為21秒，如果行人流量增加，則可能需要較長的起動時間。在較寬但有分隔之幹道上，行人通過之最短時間可只算到行人步行至中央分隔島為止，此時行人必須利用兩個週期方能通過此路口。

若行人對號誌的意義不了解，則將產生嚴重的安全問題；用閃光禁止通行代表行人清道時間亦可能會被誤解；更嚴重的是有部份的行人不使用觸動鈕，如此會降低系統效用及其安全性。上述問題在設計時應加以考慮。

## 4.1.4 區域性系統控制

### 4.1.4.1 控制概念

圖4-11為獨立路口、幹道系統和封閉網路三種控制的基本類型。近年來，在高速電腦和通訊技術大幅進步後，要在一個控制中心內監控市區內所有的號誌路口，在經濟上及技術上均已變為可行。

區域性系統控制的主要好處包括：

- 總監控：給予交通工程師一個連續監視及控制所有路口的觀念；任何設備的損壞幾乎馬上就可偵測到，並可從網路中的所有地點收集交通績效的資料。
- 控制策略：對獨立路口、幹道系統或封閉網路等號誌路口，分別求其最佳控制策略，並將此策略推行至市區內所有路口而仍具有一致性。
- 設備：標準化的設備可減少設備型式之種類，應用上具維護之效率及經濟性。

區域性系統控制包括中央控制及地方分層控制兩種基本的控制概念。分述如下：

#### 1. 中央控制系統

此概念是將所有控制邏輯及監視能力都設於一個地方。此類系統在使用數量上佔大多數，其特色為具有對所有路口的決策權（在控制邏輯上），也有監視所有路口的能力。系統的資料由各路口直接傳回中央處理單元，所有路口控制器亦與中央控制單元相連線，所有決策及控制命令均由中央控制單元傳送出去，如圖4-12所示，而其優點如下：

- (1) 所有控制設備均由同一中央控制單元所控制。
- (2) 只有一個層次的控制邏輯存在，系統的複雜性及維修較少，

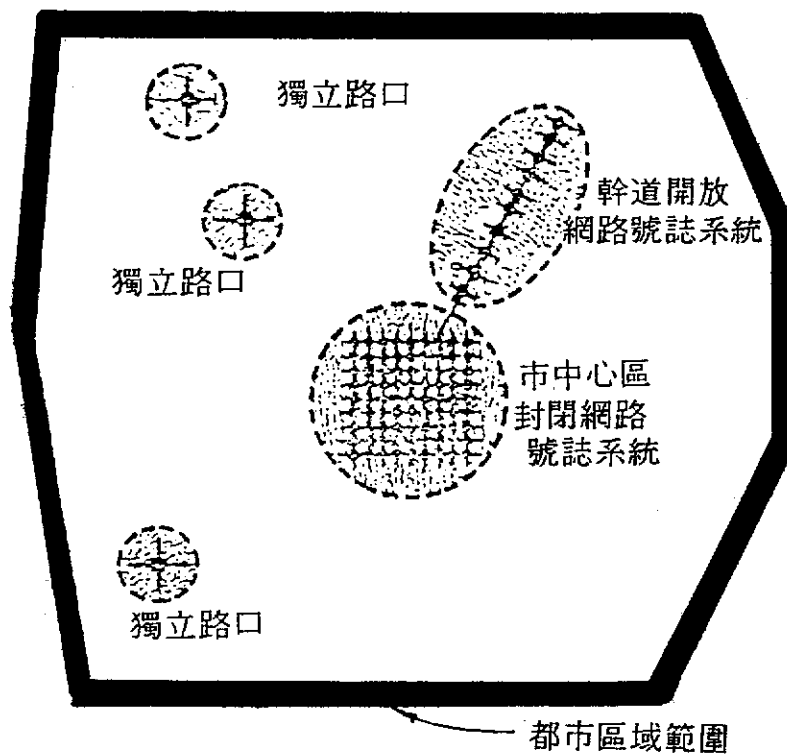


圖 4-11 號誌控制系統圖

資料來源：[25]

但若系統涵蓋面太廣則將因通訊成本增高使優點降低。

(3) 硬體複雜性低：路口控制器均是使用簡單的介面卡，容易維修。

若須在廣大區域針對大量路口設計此類控制系統，則以下幾點須特別注意：

- 容量：必須仔細探討所能監控的系統要件數量如偵測器、控制器等。
- 通訊：仔細估計對網路號誌系統中偵測器、控制器收集、分派資料及傳輸指令之最小成本。
- 彈性：在控制策略及執行能力上須有彈性。

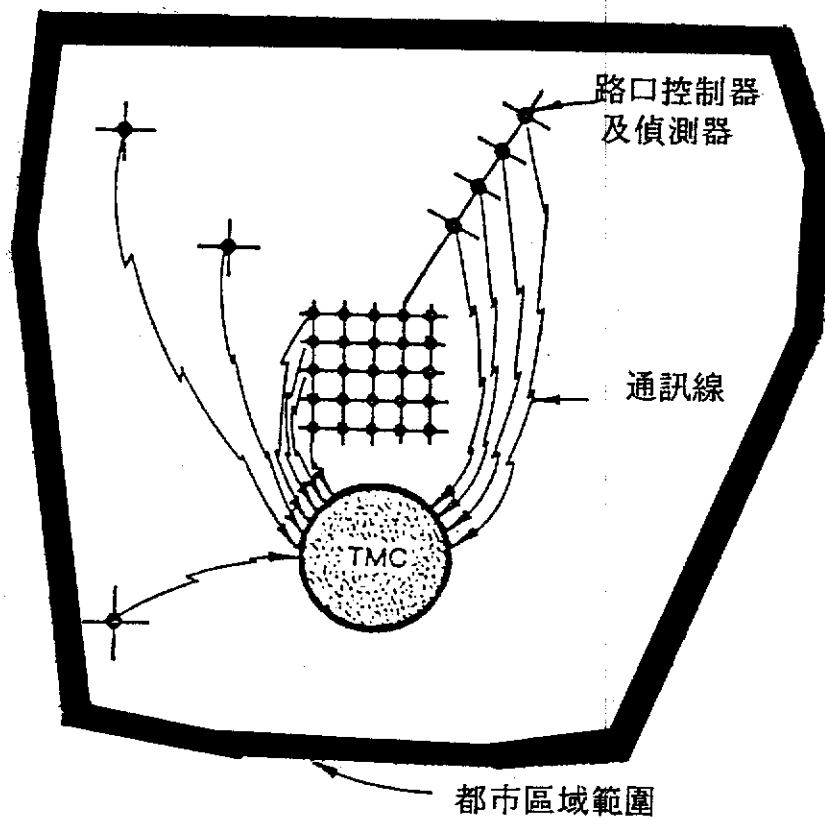


圖 4-12 中央控制系統圖

資料來源：[25]

## 2. 地方分層控制系統

此概念是將控制邏輯及監視能力依地理上分成不同層次的監視及控制，如圖 4-13 所示。圖中三層次的監控作業說明如下：

(1) 第一層：為各路口，其控制設施須具備下列功能：

- 監視 1~6 個路口的偵測器及控制邏輯的決定。
- 監視設備是否有損壞（如偵測器、號誌燈頭、控制器）。
- 收集及加總偵測到之資料。
- 傳送車流資料及設備績效至第二層控制單位。

(2) 第二層：為控制相關聯路口的區域控制中心，其功能如下：

- 監視第一層之車流及設備績效資料並傳送到第三層。
  - 監視第一層控制單位，並決定控制模式（獨立路口或系統控制）、選擇控制策略和統合第一層控制單位。
- (3) 第三層：位於都市內的接近中心位置，其功能係作為命令中心，市區內任何號誌化路口的資料可由此中心監視，包括收集及處理車流資料，持續監視及展示出來。同時，此控制中心能接收設備損壞之訊息並發出校正的指令。

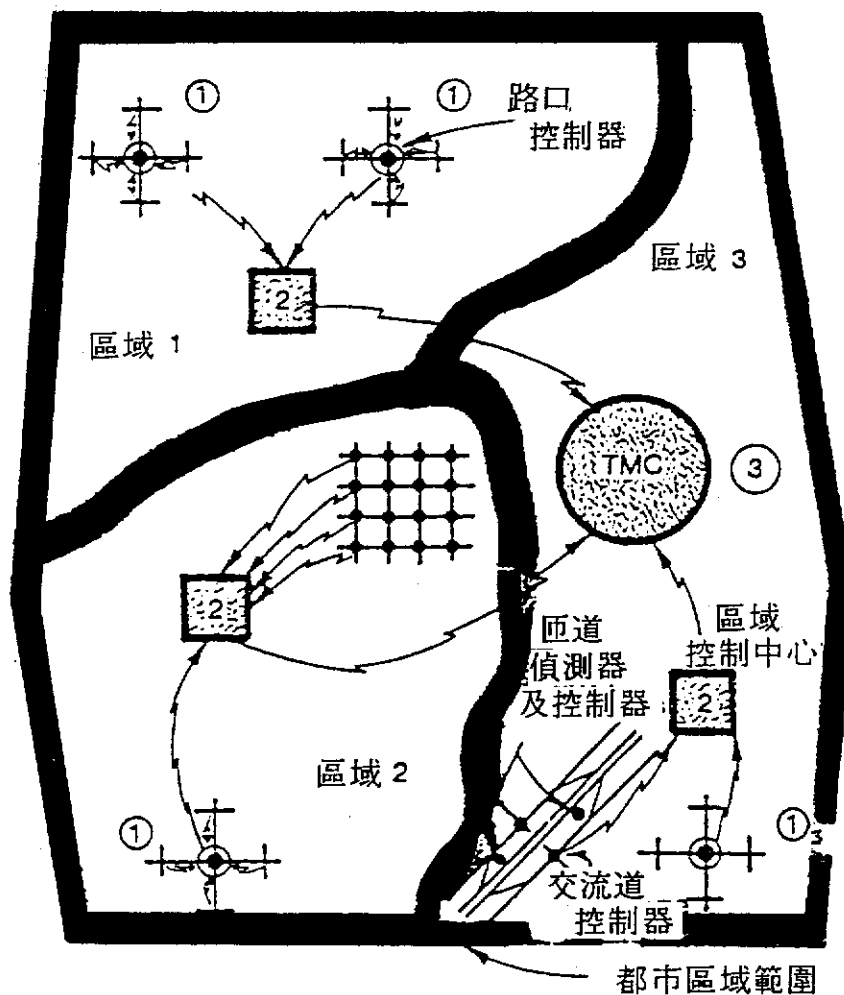


圖 4-13 地方多層次控制系統圖

資料來源：[25]

地方分層控制系統具有以下優點：

- (1) 藉著預先處理資料及集中傳送可降低通訊成本。
- (2) 因系統不依賴唯一的控制中心，可分散損壞的風險。
- (3) 有較大的容量來處理須即時運作之設施如偵測器與控制器。
- (4) 在控制策略上有較大之彈性。
- (5) 有較大的執行彈性。

其缺點如下：

- (1) 設備的維修較複雜。
- (2) 控制程序較複雜。
- (3) 需有較多的控制中心。

#### 4.1.4.2 多決策控制系統 (Multijurisdictional Control Systems)

多決策控制是區域性交通號誌控制之一種型式，其區域包含一個以上之行政區且車流並不受行政區界線影響。最早的多決策控制系統係於1974年由Ottawa Ontario和Hull, Quebec[25]所發展，此系統之特點是使用雙控制系統。

為免受限於行政區的分界來組織此一多決策控制系統，可以下列任一型式發展：

1. 不受行政干涉之中央監控系統：此一體系需要一個主電腦來監控所轄範圍內之交通號誌，並由各行政區派人組成一委員會來負責，統一控制各號誌化路口，不分行政區。
2. 受行政干涉之中央監控體系：與上一體系相同，需一主電腦來監控所轄範圍內之交通號誌，但每個行政區均有權監視及控制自己所轄範圍內之交通號誌。各個行政區均有一個控制中心，其地圖板及線上印表機與主電腦聯接，各行政區間之結合依事先協定之方式進行。主電腦會要求各行政區決定自己之運作方式及所控制

路口之各項參數，且各行政區亦須決定各行政區內之地方層次之運作方法，否則中心會依事先協定之方式運作。

3. 地區體系：此一體系除主電腦外尚有行政區電腦主持控制工作，每一行政區之電腦控制自己轄區內之交通號誌。而中心之主電腦則監視整個地區之交通運作和改善彼此之間的聯控關係，亦可監視行政區間電腦的通訊。

以上三種方式如圖4-14所示。

### 4.1.5 特殊控制

所謂特殊控制係泛指號誌化路口的標準控制方式外之其他交通

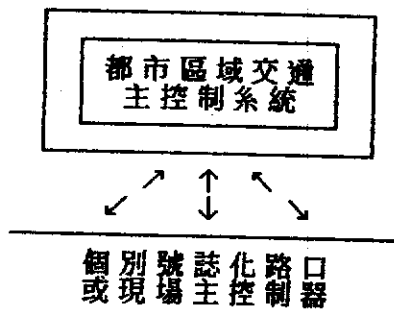
控制方式。與街道系統相關的特殊控制有：鑽石型交流道控制、方向性控制、優先權系統、攝影偵測四類，以下依序討論這些特殊控制的控制概念。

#### 4.1.5.1 鑽石型交流道控制

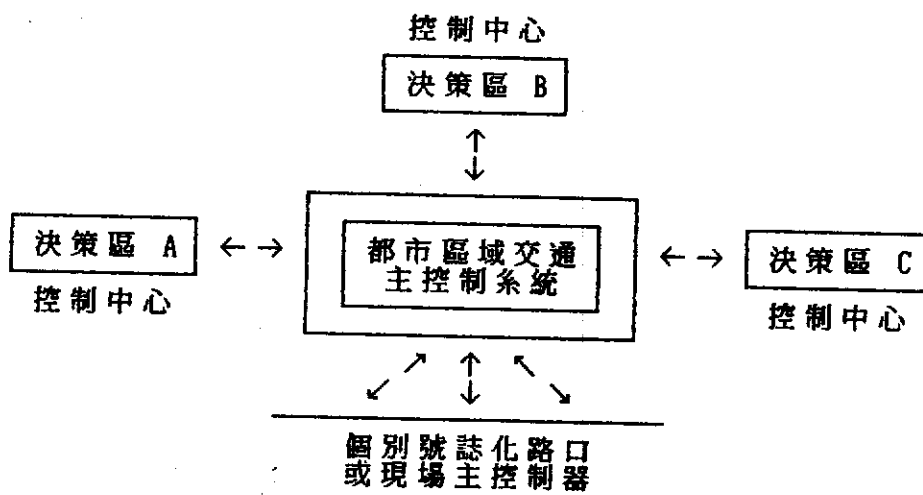
鑽石型交流道大致有下列幾種：一般的全鑽石型、半鑽石型、分離之鑽石型和其他，有些有地區服務性道路與之配合，如圖4-15所示。

在號誌化鑽石型交流道常有一些操作上的問題發生，首先是從一個匝道路口發生溢流到上游匝道路口，此時上游的匝道路口會局部或全部癱瘓而降低了路口容量；其次當兩個下匝道發生此種會影響運作的溢流（如左轉儲車彎溢流，而影響直行車道），會降低通過性車流之容量；第三種下匝道的溢流情況是，當下匝道的等候長度過長，而延伸進入高速公路時，對高速車輛及停止的車輛均有危險性。

(A) 不具決策監視和控制之中央式架構



(B) 具決策監視和控制之中央式架構



(C) 分散式架構

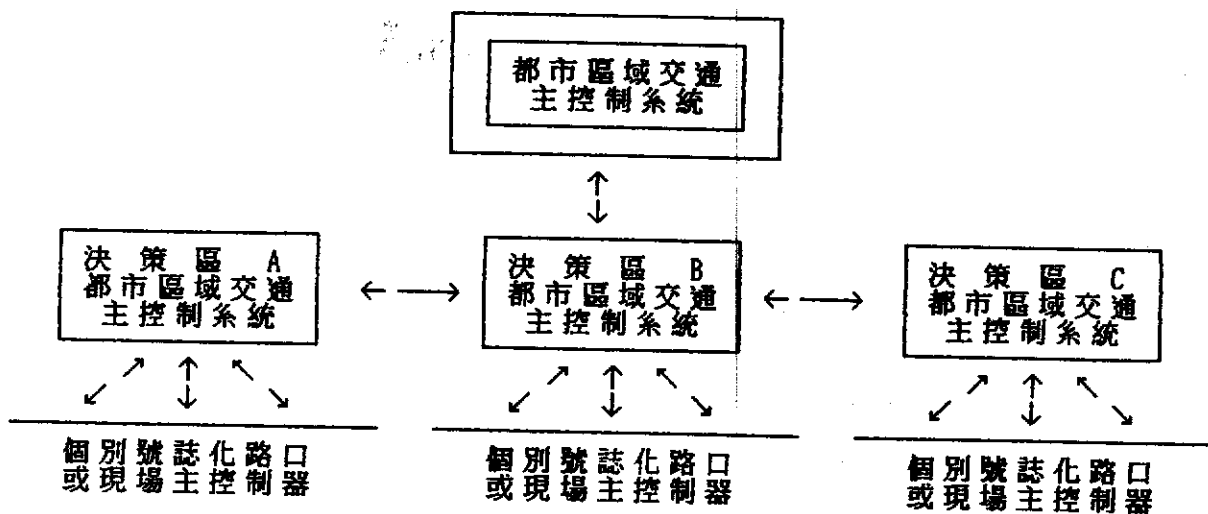
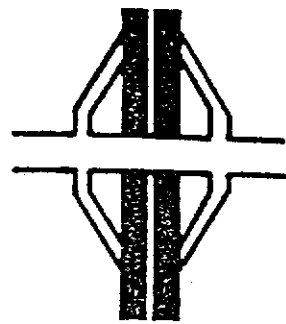
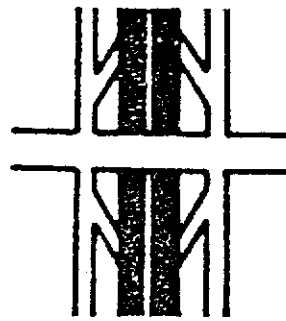


圖 4-14 多決策控制系統圖

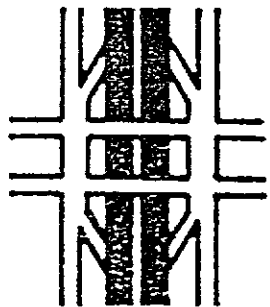
資料來源：[25]



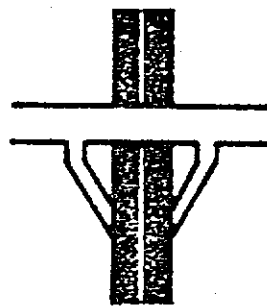
全鑽石型交流道



具地區服務性道路之  
全鑽石型交流道



分離式鑽石型交流道



半鑽石交流道

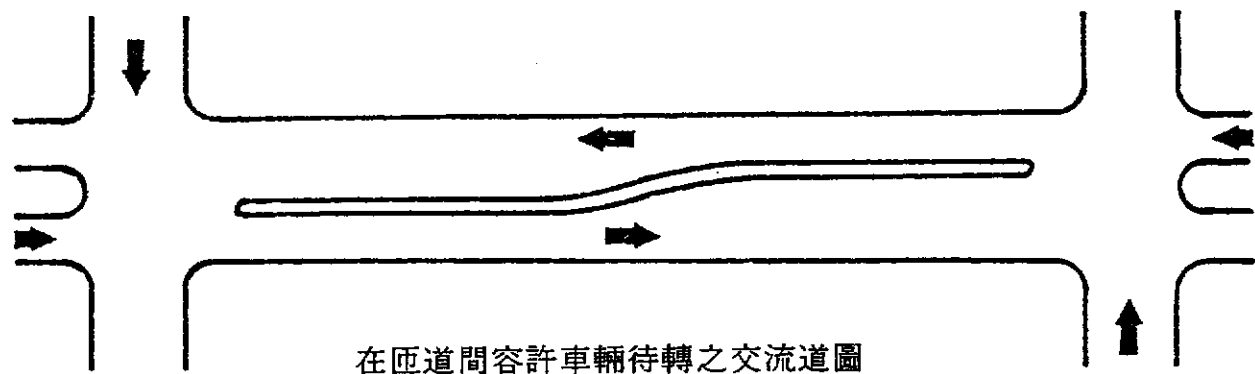
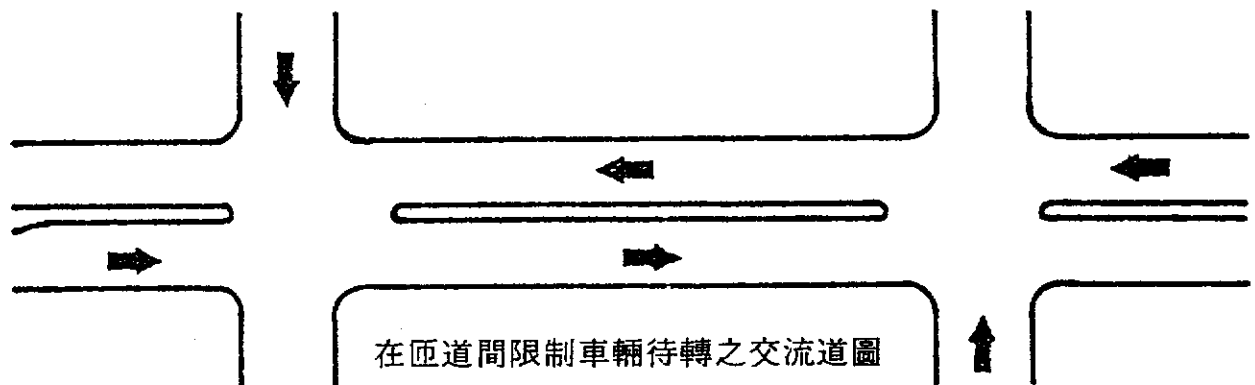


圖 4-15 鑽石型交流道型式圖

## 1. 基本時制計畫

全鑽石型交流道的號誌控制最初是以三時相的定時控制為主（如圖4-16），或藉兩個不聯結的全感應控制器獨立操作。當車流量持續成長後，則由運作的經驗中可知，為增加交流道容量和減少運作的問題及延滯，必須改善號誌控制策略。

在鑽石型號誌化交流道中，以四個時相最佳。此四時相的順序好處是讓左轉車流不會停在鑽石型交流道之中央區，兩重疊時相如圖4-17和圖4-18，這些是德州運輸協會在1950年代末期發展出的定時及全感應控制器。此時制計畫在交通工程界頗負盛名，尤其是在那些具有大且不平衡流量之交流道地區。

## 2. 控制模式

依據與鄰近交通號誌連接的需求，鑽石型交流道號誌可以選擇下述三種主要控制模式之一來運作。

- (1) 獨立號誌控制：此模式乃將匝道路口之號誌控制與鄰近號誌化路口之控制相互獨立。
- (2) 內部連接號誌控制：將兩個匝道路口之號誌加以連線配合以改善交流道之運作績效。
- (3) 號誌系統控制：如圖4-19，主要的考慮在增進地區服務性道路與橫向道路之續進車流，而將路口號誌控制與鄰近路口號誌控制加以結合共同控制。

上述三種鑽石型交流道之控制模式均可使用下述幾種號誌控制器。

- 定時控制器：此種控制器適合於在交通型態之變化數目有限且無明顯的不可預測變化特性時，與鄰近交通號誌化路口不連接或共同控制均可簡單應用。如圖4-16和圖4-17的時相分配可適用此定時控制器。若使用兩組控制器時（在每個橫向街道路口），基本的時制可透過時比及時差來改變之。

- Caltrans 鑽石型交流道軟體：由加州運輸部所發展出的這套軟體可用於含 Type 170 型控制器之系統內，並可求出如圖 4-16、圖 4-17 及圖 4-18 之時相。
- NEMA 全感應控制器：兩組標準的 NEMA 全感應控制器能應用在如圖 4-16 之三時相運作或圖 4-18 之四時相運作上。
- 德州鑽石型控制器：此全感應控制器是由德州公路及大眾運輸局依交通需求及交流道型式發展而來，其軟體乃修改具特殊程式邏輯的八個時相的 NEMA 控制單位而來，使其能用於圖 4-18 之四時相運作和圖 4-20 之時相運作。而由某時相運作改變到另一時相運作可依時鐘時刻或外部的交通反應邏輯而變。

德州鑽石型控制器能與 FACTS 電腦控制系統 [31] 結合。在此結合下，電腦可監視每一個地區服務道路路口的運作，及任何相互結合的時相運作，而達到最佳的交流道控制及地區服務性道路之續進。而在電腦控制失效時，此控制器便自動回到原先設定好之控制方式，如圖 4-18 及圖 4-20。

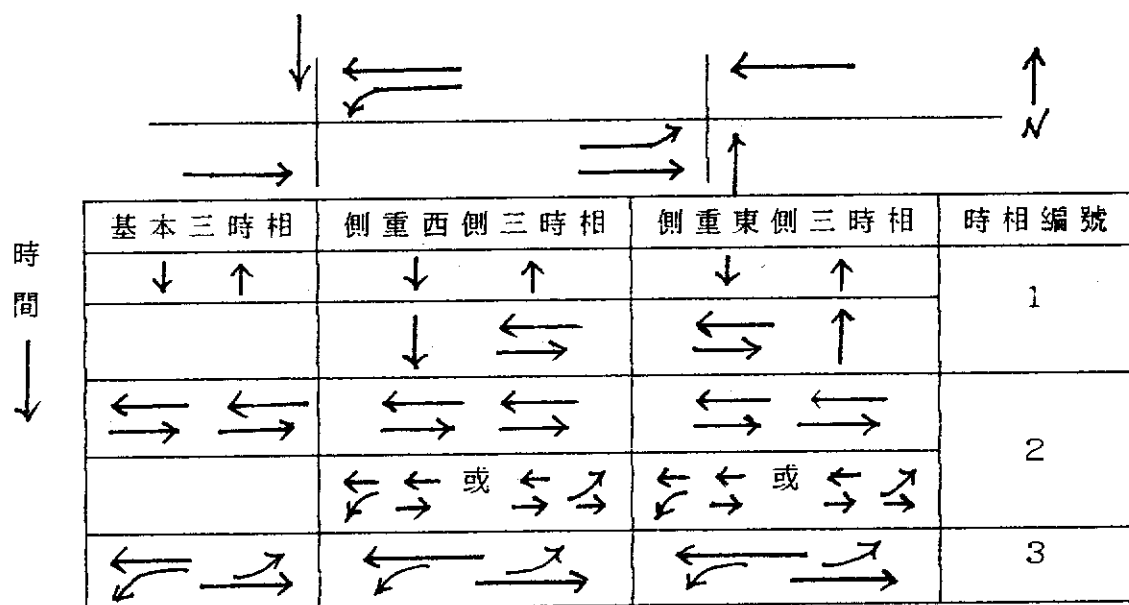


圖 4-16 三時相定時控制時相順序圖

資料來源：[25]

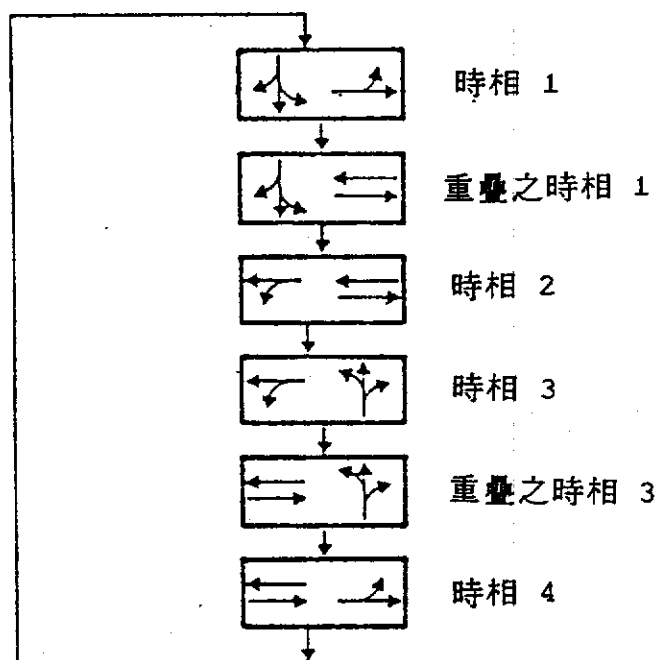


圖 4-17 四時相定時控制時相順序圖 (一)

資料來源：[25]

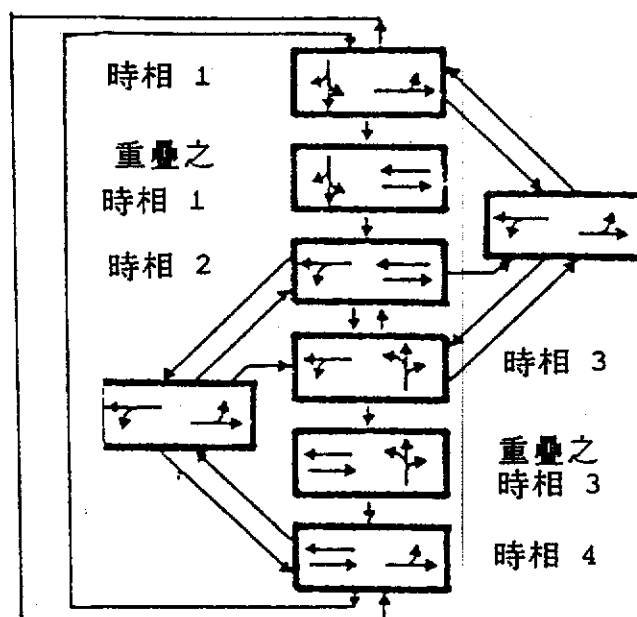


圖 4-18 四時相定時控制時相順序圖 (二)

資料來源：[25]

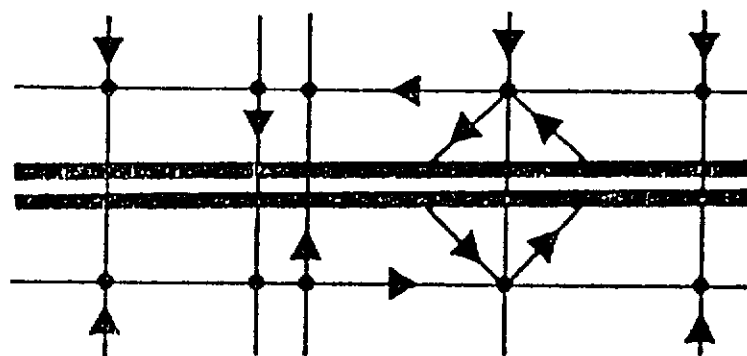


圖 4-19 地區服務性道路續進系統圖

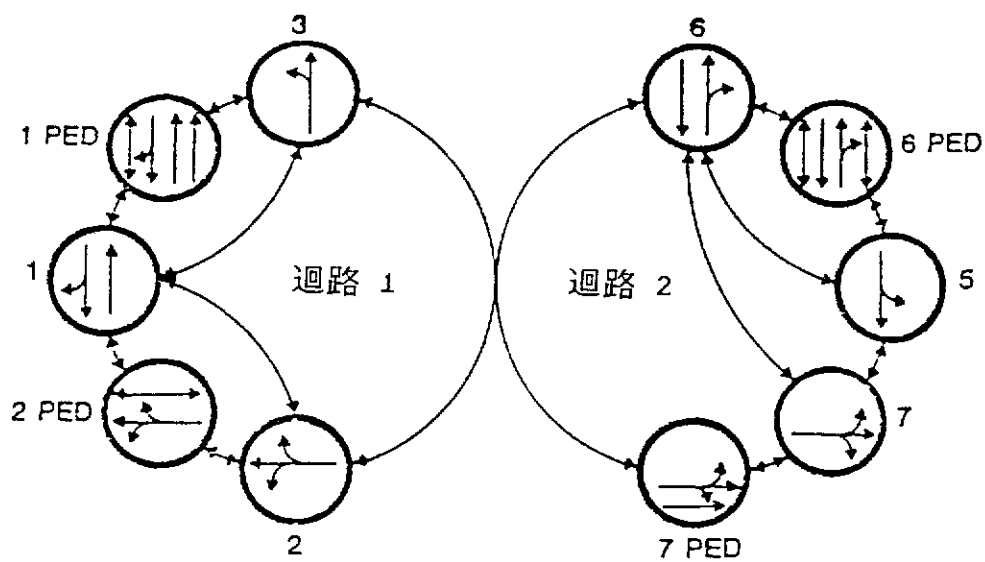


圖 4-20 德州鑽石型控制器時相圖

資料來源：[25]

#### 4.1.5.2 方向性交通控制 (Directional Controls)

適合於具有明顯方向性交通量之道路，可使用之方法有不平衡車道與調撥車道 (Reversible lane) 兩種，適合實施方向性交通控制之情況如下：

1. 道路交通量方向性大，但此現象每日持續時間不長，或在特定時段發生。
2. 道路交通量方向性大，但無平行道路可設為一組方向不同之單行道。

目前有關方向性交通控制之技術以使用標誌或同時使用車道號誌與標誌為主，使用之器材則為分離式。未來則以中央控制與目前之器材共同使用，或使用動態、即時反應之控制系統。

#### 4.1.5.3 優先車輛控制系統 (Priority System)

優先車輛控制系統之主要功能為提供優先之路權給特定之車輛，如高承載率之車輛、緊急使用車輛、鐵路平交道之火車等。高承載率之車輛有公車、中型車或共乘小汽車等，提供此類車輛優先路權之原因為考慮人之移動，而非車之移動，以人延滯為績效指標，而非車延滯。此系統必須具備以下功能，才能達成其目的：

1. 偵測高承載率車輛之到達。
2. 估計交叉路口各來向需求之人數，常用之方法為預計每種車輛之平均承載率，分別乘以各車種之數量，再加總即得。
3. 以最小人延滯為標的之號誌控制策略。

控制之方法有多種，如提供公車專用車道，或在某時相綠燈將結束時，若偵測到隨後而至之車輛為高承載率車輛時，則延續其綠燈時間。

在鐵路平交道，若偵測到火車即將到達，則啟動控制裝置將公路之號誌改為紅燈或同時使用柵欄等裝置輔助，直到火車駛離該平交道。緊急車輛之偵測與交通控制方法可分為兩種，第一種為將偵測裝置與控制系統設於路口，當偵測到緊急車輛時隨即啟動控制時制，給予優先權；另一種方法為將緊急車輛可能經過之重要路口沿線之綠燈啟動裝置皆設於某控制中心（如消防站），於緊急車輛駛出之後即啟動該裝置，各路口於該車輛通過後即改為正常時制。

任何優先車輛控制系統在使用之前，必須評估其所獲得之效用與可能造成之負效用。

#### 4.1.5.4 攝影監控 (Television Surveillance)

最新使用之攝影監控方法為在主要路口裝置攝影機，經由線路連接，位於中央控制中心之操作員可直接控制各地點之設備，並獲得有關之交通資訊，此種系統稱為閉路電視系統 (Closed Circuit Television, CCTV)。

使用閉路電視監控系統可測知道路上突發之事件如車禍、車輛故障、違規停車等及其發生時間，並可觀察道路上游受事件影響之程度，在事件發生後立刻決定處理之措施。此系統最大之缺點在於其設置與維護之成本極高，目前使用此系統之國家以美國為主，其次為日本和歐洲各國。

### 4.2 系統之群組劃分

群組劃分之主旨在於有效地區隔系統之路口關係，確實地掌握其完整性，並施以良好之控制策略來提高系統之整體運作績效。以往劃分方法並無一定之規則性，大都藉由交通工程師及交控系統設計

者之踏勘分析、累積經驗，整理歸納而成之準則，以下乃根據獨立路口、幹道及網路之特性加以區分之，其應用之步驟為：

1. 確立系統範圍：

繪製系統內之路口圖。

2. 流量資料之基本分析來確立下列狀況

- (1) 交通量具連續性，可明顯區分為幹、支道。
- (2) 轉向流量少，且機車干擾程度小者。
- (3) 路口與路口之間可加以確定有相關或不相關性。
- (4) 有明顯車隊型態者。
- (5) 車流到達型態受上游時制影響之程度。

3. 路口已設有或計畫裝設交通號誌設施之分析。

4. 將系統範圍加以劃分，如圖4-11。

- (1) 將交通量具連續性、轉向流量少、路口間距小、有明顯車隊型態者、車流到達型態受到上游時制影響者，且可明顯區分幹支道之路口加以相連，若呈一致性、且無交叉者，形成幹道。
- (2) 相鄰路口皆不具第一點之特性，且路口與路口之間無關係，路口上下游距離較長者，形成一條獨立路口。
- (3) 具第一點之特性，且路口與路口之間具有回饋影響，但路口無法相連者，即有交叉狀況者，或是相連之兩條幹道具有同等重要性者，形成網路。

### 4.3 基本調查與分析

雖然目前國內外已開發出許多電腦化交通號誌控制系統的軟體及硬體，而且同時亦有不少運轉成功的先例，然而每一地方之交通特性各有差異，其可以收集到的交通特性資料亦不相同，因此沒有任何一

個已發展完成的系統可以不經修改便能直接加以套用於其他地區。

在有關應用電腦於交通號誌之規劃與設計之前，至少必須先針對道路系統特性、現有的控制系統及控制區域內的車流特性等三方面作詳細之探討，其內容說明如下：

#### 1. 道路系統特性

研究道路系統特性時，宜先將控制區域內之地理方位及街道表示於比例圖中，以全盤了解控制區域內之狀況，再者並收集如下之路網資料：

##### (1) 道路路段及交叉路口之實體特徵

此類特徵包括：

- 道路寬度及路段長度。
- 每一臨近路段 (Approach) 之車道數及各車道之寬度。
- 路面品質。
- 交叉路口之幾何特性。

##### (2) 非道路之實體特徵

此類特徵包括道路底下及道路上空被使用之情形，例如地下管線及架空之電線等，而描述此非道路之實體特徵時須包括所有設施之大小、型式及地點。

##### (3) 路網之操作特性

此類特徵包括：

- 單行道系統。
- 調撥車道。
- 車流量及行人流量隨時間（其單位可為分、小時或日）的變動情形。
- 路口轉向之限制。
- 紅燈是否允許右轉。
- 路肩之使用情形（是否允許裝卸貨物及停車等）。

- 公車站牌之位置及型式。
- 專用車道（例如公車專用道及機車專用道等）。
- 速率管制地區（Speed Zone）。

## 2. 現有的控制系統

對大部份的都市街道而言，在實施電腦化號誌控制之前均已具有本身之號誌控制系統，因此必須對現有之控制系統有所了解方能評估新系統完成後之績效及確定是否能將舊有之設備應用在新系統上。

對於現有控制系統的資料收集必須包括：

- (1) 控制系統之一般性介紹。
- (2) 描述個別交叉路口之軟硬體設施：
  - 通訊管線的配置及控制器之位置。
  - 所採用之控制方式（定時或即時）。
  - 是否為協調號誌路口。
  - 硬體設施（控制器及偵測器等）所採用之型式及規格。
- (3) 交叉路口時制資料
  - 週期長度（秒）。
  - 時比（秒）。
  - 時差（秒）。
  - 時相順序。

## 3. 控制區域內的車流特性

此類之資料包括：

### (1) 交通量 (Volume)

交通量為規劃交通設施所需之最基本資料，可反映控制區域內道路容量的負荷情形及作為實施交通管制措施之依據。

交通量可分為以下數種型式：

- 周界交通量 (Cordon Count)

周界交通量的調查乃是在控制地區的邊緣設置若干重要之調查點，以了解通過區域內外之車輛的數量、型式及承載率等。

- 控制點交通量 (Control Count)

在控制區域內選擇數點長時間連續計算通過該點之交通量，如此可知車流量隨時間之變化情形及車流量之成長趨勢。

- 路段交通量 (Link Volume Measurement)

對控制區域內的重要路段上予以計算交通量，以了解不同時間的車流方向分佈。

- 交叉路口轉向交通量 (Intersection Traffic Count)

於每一個電腦化的號誌交叉路口計算各臨近路段 (Approach) 的轉向交通量，以作為分配各車流流動之時間長度的主要依據。

- 主要的交通產生及吸引點 (Major Traffic Generator / Attractor)

對交通需求型態影響甚大之主要活動中心 (例如：停車場、運動場及商業大樓等)，必須予以特別考慮，否則將難以設計出符合現況需求的時制計畫。

(2) 意外事故 (Accident)

必須保存及收集意外事故之紀錄，以作為分析及統計肇事地點及肇事型式的基礎。

(3) 旅行時間及延滯 (Travel Time and Delay)

控制區域內之所有路段於各種時段之旅行時間及延滯值是評估系統績效及優劣的最重要依據，此兩種參數值可利用浮動車法 (Floating-Car Technique) 加以求得。

(4) 特殊狀況 (Special Situation)

大部份之控制地區均有某些之特殊狀況而須作單獨之考慮者：

- 緊急車輛（救護車及消防車等）之偵測及路線安排。
- 標誌之遙控（例如限制轉向、禁止停車及行車路線建議標誌等）。
- 調撥車道。
- 車輛優先通行權（例如公車及高承載率之車輛具有優先通行的權利）。
- 需特殊考慮之鐵路平交道。
- 特有的氣候狀況。

#### (5) 公車之營運 (Transit Operation)

當公車與一般車輛混流於都市街道上時，公車的營運會對其他車輛之操作造成影響，所以必須對公車站牌位置及公車路線所經過的交叉路口均加以標識。甚至可分析公車之行車時間表來預測公車到達交叉路口的時間及數量，以作為考慮是否優先通行的準據。

由於國內的交通狀況遠比先進國家更為複雜，如汽機車的嚴重混流、公車路線與停靠站特多、街廓短且巷道多、路邊停車用路者普遍不遵守交通秩序等，在規劃電腦化交通號誌控制系統時顯得困難重重，因此在實際從事號誌系統軟體設計時，應先研究我國特有的交通特性，從基本上著手逐步加以改進及修正，方能發展出真正適用於我國都市地區的電腦化交通號誌控制系統。

## 第五章 軟體工程規劃

### 5.1 軟體系統分類與功能說明

早期由於硬體設備之不盡完善，諸如偵測器以及電腦快速運算功能之欠缺，無法蒐集即時交通資訊，給予適宜之交通時制計畫，因此乃依據交通工程師之經驗判斷與實地測試，或經由相關公式之計算，獲致時制計畫，設定在號誌化路口之控制器內；更由於當時交通狀況之單純容易處理，在運作績效上大致還足敷所需。可是隨著交通「量」與「質」之變異，早期的定時時制系統（Fixed-time Traffic Control System），甚或閃黃、閃紅控制已無法滿足交通狀況的快速變化；同時隨著科技文明之創新，電腦功能之快速更新，不僅蒐集交通資訊之偵測器功能日益改進，而且在交通策略之運算處理與設計方法上，更有所突破，諸如動態查表（Dynamic Pattern-Matching Traffic Control System）及動態計算（Dynamic Pattern Computing Traffic Control System）交控系統乃因運而生；更甚有所謂「全動態交控系統」（Full Dynamic Traffic Control System）即「適應性交控系統」（Adaptive Traffic Control System）之提出運作，以下乃參考美國UTCS第一代、第1.5代、第二代及第三代交控系統作一初步介紹，並就國內現況將交控系統加以分類為定時時制、動態查表、動態計算及全動態等四種交控系統提出功能說明。

#### 5.1.1 美國UTCS第一代、第1.5代、第二代及第三代交控系統介紹

有關電腦號誌系統，一般以美國之UTCS(Urban Traffic Control System)之三代系統及1.5代系統為其分界，至於其內容如下所述：

##### 1. 第一代系統（First-Generation, 1st GC）

UTCS第一代系統乃是目前使用最廣泛之系統，其時制計畫的產生乃是採取離線 (Off-Line) 作業的方式，亦即根據收集到的交通資料，再使用電腦號誌套裝軟體 TRANSYT-7F 加以運算得出各已知情況下之最佳時制。時制選擇的方式則有固定時制 (Pre-timed Control)、交通工程師手動及由最近時段的交通資料，從時制計畫資料庫中選出最合適的一套時制等三種，時制變換的頻率最快為15分鐘一次。而時制計畫之轉換，係經由設定之轉換程序逐漸完成，以避免因某些時制參數變化太大而造成交通混亂。

另外，第一代系統亦可採用臨界路口控制法 (Critical Intersection Control, CIC) 來改善交通。即在某一群組中，若有少數路口於某時段經常達到飽和，則可在該時段將此類路口暫時脫離群組，在不變週期長度的情況下，來調整時比，以疏解該路口的擁擠情況。再者，亦可允許某些路口具有優先行駛權的設計，如允許公車、救護車、警車及消防車等優先通行。

由於第一代系統採用選擇的方式來更換時制計畫，因此如果時制計畫資料庫所儲存的時制計畫數目不多時，有時無法因特殊的交通需求來選擇適用的時制計畫，如此則會對系統的績效造成負面影響。但以另一角度而言，若增加過多的預存時制計畫數目，則電腦的記憶體即需擴充，且其中若干時制計畫可能很少被用到。所以，時制計畫之數目及記憶體容量兩者之間的權衡得失 (Trade-off)，即為第一代系統最大的困擾。

## 2. 第1.5代系統 (One and a Half Generation, 1.5th GC)

由於第一代系統選擇時制計畫時，必須從時制計畫資料庫中擇一執行，因此其本身並沒有自動計算時制的能力。當道路交通需求變化很大時，預存的時制將無法滿足新的交通狀況，因而造成整個系統績效的低落。根據上述的缺失，美國洛杉磯市的ATSAC (Automated Traffic Surveillance and Control system) 系統

乃發展出1.5代系統的控制策略。

1.5代的控制系統乃是根據偵測器所收集到的資料，評估現有時制是否適當，若不適當則另外選擇比較適當的時制計畫。再者，亦可在日間離峰及深夜時間，透過離線的交控軟體，自動產生最佳的時制計畫，且經由交通工程師測試後，再用於更新資料庫中的時制計畫。與第一代系統比較，1.5代系統之交控中心對於替選時制計畫之計算及執行已具有決策能力。另外，此系統亦可自動紀錄不當的時制計畫，以提醒交通工程師進行修改或去除。

### 3. 第二代系統 (Second-Generation, 2nd GC)

第二代系統除了保持第一代系統中許多軟、硬體之特性外，其時制計畫的產生係採用偵測器所收集的交通資料，並預測下一時段的交通資料後，使用SIGOP-Ⅲ以線上即時的作業方式，經過運算得到新的時制，其時制變換頻率可達每5分鐘一次，且其擁有改良的時制計畫轉換程式及可利用交通預估模式來估計未裝設偵測器路口的交通資料。

此系統之臨界路口控制方式除了可調整時比外，並可調整時差，以增加車輛續進的機會。再者，亦可隨時將某一網路分成若干群組，再根據個別群組的交通特性，分別計算出最佳之時制計畫。

### 4. 第三代系統 (Third-Generation, 3rd GC)

第三代系統的控制策略明顯地與第一代及第二代有所不同，其主要的著眼點在於執行及評估全交通感應式的線上控制系統，亦即期望能使時制計畫隨著交通量的變化而隨時變動。因此，本系統採用完全線上即時作業的方式。

此系統之時制計畫可在3~5分鐘內產生，其時比可隨車隊之車輛到達數目的不同而配合改變，因此各項時制計畫所使用的參數可能有所不同。然而由於第三代系統需要功能十分龐大的電腦

，且其在維護作業及相關的轉換程式等方面還有若干困難尚待克服，因此，在美國目前尚無任一城市採用此一系統。

### 5.1.2 定時時制交控系統(Fixed-Time Traffic Control System)

1. 所謂定時時制交控系統，即是事先藉由交通流量之調查整理分析，劃分每日時制運作時段，經由離線方式(off-line)建立時制計畫，每日按時運作一定之時制計畫，其主要特色如下：

- (1) 無偵測器蒐集車流資訊，因此更新時制須藉由流量之重新調查方能建立新時制計畫，欠缺運作之彈性。
- (2) 無法因應交通流量之更迭變化，設定適宜時制計畫，作即時之處理。
- (3) 無法反應特殊事故之處理，掌握路口狀況之變化。
- (4) 時制計畫套數固定，除非有手動或故障狀況，否則皆依設定之時段按時運作。

#### 2. 定時時制交控系統之功能

- (1) 配合預先調查之流量變化狀況24小時自動運作定時時制計畫。
- (2) 依時日別(TOD)，週日別(DOW)儲存一定套數之時制計畫，至少應含有早晨尖峰、下午尖峰及非尖峰三套時制計畫。
- (3) 可由交通警察自行設定時制或由交控中心下達運作指令更迭時制。
- (4) 具有手動指標、故障顯示訊息及燈號之監視系統。
- (5) 具有自動對時系統。
- (6) 在幹道及網路群組中具有時基聯鎖(Time-based Coordination)功能。
- (7) 具有系統降級(Downgrade)之閃黃、閃紅顯示功能。
- (8) 能運作一定之時相功能，具有適宜之擴充性。

### 5.1.3 動態查表交控系統 ( Dynamic Pattern-matching Traffic Control System )

1. 所謂動態查表交控系統即是藉由偵測器蒐集交通資訊一定時段後，傳回路口控制器再送至控制中心，經由流量預測、運算等程序，依相關準則之判定至原先設立之時制計畫表中，選擇配適一定之時制計畫，再由控制中心送至路口控制器，或由路口控制器自行運作時制計畫，其主要特色：

- (1) 使用偵測器蒐集車流資訊，經過一定運作程序，快速地選取時制計畫來加以運作。
- (2) 在10~15分鐘內更迭一次時制計畫，具有一定之運作彈性，來反應交通狀況或事件之變化。
- (3) 具有臨界路口控制(Critical Intersection Control)之功能。
- (4) 具有流量預測之必要（以歷史流量配合當日流量趨勢來加以預測）。
- (5) 在幹道及網路之時制計畫中，當時制更迭時，須有時制轉換之必要。
- (6) 依事先調查整理之流量，按交通時制參數即週期、時比、時差（幹道及網路中）建立時制計畫對照表。

#### 2. 動態查表交控系統之功能

- (1) 偵測器蒐集交通資訊，即時瞭解交通狀況。
- (2) 利用相關準則之配適，選擇一定之時制計畫，在10~15分鐘內更迭時制。
- (3) 具有定時時制交控系統之一切功能（系統降級時使用）。
- (4) 具有臨界路口控制之功能。
- (5) 具有流量預測及時制轉換之運算模式功能。
- (6) 具有儲存時制計畫、故障訊息、交通資料之資料庫功能。
- (7) 具有動態查詢系統之功能。

### 5.1.4 動態計算交控系統 ( Dynamic Pattern-Computing Traffic Control System )

1. 所謂動態計算交控系統即是藉由偵測器蒐集交通資訊，經一定時段後傳回路口控制器，再送至控制中心，經由流量預測程序，將獲致群組內各路口之資料送至即時運算交控軟體，建立時制計畫，再送至路口控制器運作，其主要特色：

(1) 除了時制計畫之取得不一樣外，其餘之特色與動態查表交控系統皆一樣。

(2) 時制計畫之取得係經由即時運算交控軟體中獲取，運算時間較長，可能在預定之運算期間內無法運算完畢，此時仍沿用上次時制計畫。

(3) 時制計畫可能每次皆不一樣，不像動態查表交控系統之時制計畫套數固定。

2. 動態計算交控系統之功能

(1) 除了時制計畫之取得方式與動態查表交控系統不一樣外，其餘之系統功能皆具備。

(2) 可藉由即時運算交控軟體，獲得所需之時制計畫，反應交通需求之變化彈性更高。

(3) 系統降級時，可先降至動態查表交控系統，再至定時時制交控系統。

### 5.1.5 全動態交控系統 (Full Dynamic Traffic Control System)

1. 所謂全動態交控系統，即適應性交控系統，其目的乃為使路口號誌時制之調整，增加其決策之智慧性，以便因應交通狀況的迅速變化，避免重蹈動態查表、計算交控系統的缺失，諸如特殊事件之反應不夠迅速，流量預測之準確度低，時制轉換造成之不良績

效等，進而提高運作績效為最進步的交通控制技術，其主要特色如下：

- (1) 無固定之時制計畫，乃依交通狀況隨時調整因應。
- (2) 可針對特殊事故運作適宜時制即時處理，避免交通狀況之惡化。
- (3) 時制參數乃藉由偵測器蒐集即時交通資訊加以分析，利用預設之邏輯運算模式，在決策目標訂定下即時取得，以作為下一個時段運作之評估基礎。
- (4) 可藉由路口控制器自行運作交控策略。
- (5) 可按週期式的更迭時制計畫，或於下一個運算小時段( $\Delta t$ )內作決策，判斷是否加以延長或中止現行時相之綠燈。

## 2. 全動態交控系統之功能

- (1) 偵測器蒐集交通資訊，作短時間之簡單預測或不作預測加以分析，利用邏輯決策運算模式來即時運作下一個小時段或下一個週期之時制計畫。
- (2) 更迭時制可短至幾秒，最長可至一個週期，而足以快速因應交通狀況之變化。
- (3) 系統降級時，可運作動態計算或查表系統（有交控中心或路口控制器方能運算），而後再降至定時時制交控系統之一切功能。
- (4) 具有儲存時制計畫、交通資料及故障訊息之資料庫。
- (5) 具有動態查詢系統。

## 5.2 交控系統適用性探討分析

### 5.2.1 交控系統比較分析

為瞭解各式交控系統之差異，以下乃針對時制計畫之建立、功能之說明及優缺點加以分析比較，如表5.1所示。

表 5.1 交控系統比較分析

比較項目	交控系統	定時時制 交控系統	動態查表 交控系統	動態計算 交控系統	全動態 交控系統
一、時制計畫之建立方式					
(1)偵測器蒐集交通資訊	×	×	以5分鐘為蒐集單位，每隔若干時間掃描	同左	以週期或事前資訊長度為蒐集單位，每隔若干時間掃描
(2)流量預測	×	×	預測10~15分鐘	同左	預測幾秒或不預測
(3)時制參數之選擇配適	×	×	選擇時比、週期、時差	×	×
(4)交控軟體之執行	離線方式	離線方式	線上即時動態查表法	線上即時動態計算法	線上即時
(5)決策邏輯之運算	定時運作	定時運作	動態查表法	動態計算法	適應性決策邏輯
(6)時制更迭期間	幾小時（固定時數）	幾小時（固定時數）	10~15分鐘	10~15分鐘	一個小時階（ $\Delta t$ ）或一個週期
二、功能說明					
(1)臨界路口控制	×	×	✓	✓	不需
(2)系統降級之應變措施	閃黃、閃紅	閃黃、閃紅	定時時制	定時時制	動態、定時
(3)資料庫之儲存	固定時制計畫套數	固定時制計畫套數	交通參數值、時制計畫	同左	同左
(4)手動指標或控制中心更迭時制	✓	✓	✓	✓	✓
(5)路口控制器或控制中心之固定參數檔儲存	×	×	轉向比、飽和流量、流量預測參數值等	同左	同左
(6)查詢系統	✓	✓	✓	✓	✓
(7)公車優先通行、行人專用時相設立	可加入	可加入	可加入	可加入	可加入
(8)時基聯鎖	✓	✓	✓	✓	✓
(9)故障訊息顯示	控制中心可顯示	控制中心可顯示	同左	同左	同左
(10)特殊事故之處理	×	×	稍有彈性	有彈性	最具彈性
(11)事故之偵測	×	×	可加入	可加入	可加入
(12)監控系統	可加入	可加入	同左	同左	同左

(續表 5.1) 交控系統比較分析

比較項目	交控系統	定時時制 交控系統	動態查表 交控系統	動態計算 交控系統	全動態 交控系統
三、優缺點		<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 成本較小</li> <li>2. 設置容易</li> <li>3. 維修方便</li> </ol> <p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無法因應交通狀況之變化，給予適宜之時制，影響運作績效</li> <li>2. 無法處理特殊事故</li> <li>3. 時制計畫更迭不易</li> <li>4. 欠缺即時蒐集交通資訊之偵測器</li> </ol>	<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因應交通狀況之變化設定時制較具彈性</li> <li>2. 埋設偵測器蒐集交通資訊</li> <li>3. 成本略多、設置便利</li> </ol> <p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無法即時因應交通狀況之變化</li> <li>2. 流量預測有誤差產生，影響時制設計</li> <li>3. 無法更快速因應特殊事故之處理</li> <li>4. 時制轉換影響運作績效</li> <li>5. 時制計畫查表方式之設計影響績效</li> </ol>	<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 同左第1, 2點</li> <li>2. 時制計畫較準確</li> </ol> <p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 同左之前四點</li> <li>2. 交控軟體之發展不易</li> <li>3. 設置成本較多</li> <li>4. 建立時制計畫較費時</li> </ol>	<p>優點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可即時因應交通狀況之變化，設定之時制計畫最具彈性</li> <li>2. 避免重蹈動態交控系統之缺失</li> <li>3. 偵測器蒐集即時交通資訊</li> </ol> <p>缺點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設置成本較多，埋設偵測器多</li> <li>2. 邏輯運算功能尚需加入其他功能，方能配合實際狀況，如聯鎖、機車之處理</li> </ol>

註：✓ 為具備此功能

× 為不具此功能

## 5.2.2 交控系統適用性分析

基於實際運作之需要性及經費、人力之狀況之考量，不同交控系統之適用性有其必要作一簡單的探討分析，以提供作為各縣市發展交控系統之評估基礎，並充分發揮財務運用效率。

1. 幾何狀況：道路幾何狀況之踏勘，為建立交控系統之第一步，同時不同之道路幾何狀況亦會影響到系統之運作績效，其影響因素涵蓋如下：

- (1) 路型：隨著路型狀況之特殊，在運作上愈不趨向於動態交控系統之設立。

- A. 多叉路口：影響到時相數之設定及系統運作績效。

- B. T字路口：全上。

- C. 圓環：全上。

- D. 車道數：

- E. 分隔狀況：影響到車流資料之蒐集及正確性。

- F. 專用車道：如左轉專用車道，可減少衝突車流。

- (2) 幾何條件：幾何條件愈不趨向於標準狀況，則車流資料之掌握愈不易，進而影響到動態交控系統之運作績效。

- A. 坡度。

- B. 街廓長短。

- C. 中間無號誌路口之數目。

- D. 車流進入點之多寡。

2. 交通條件：包含如下因素來加以考慮

- (1) 車流型態之可預測性、重覆性。

- (2) 每日流量變動狀況（按週期別及小時別）及流量數。

- (3) 轉向流量。

- (4) 肇事發生率。

- (5)道路服務水準
- (6)車流混流狀況。
- (7)系統作業之一致性要求。
- (8)溢流狀況。

3.實體條件：包含以下因素

- (1)財務經費之負擔能力。
- (2)管理機關之人力運用。
- (3)現有系統之適用性。
- (4)現有系統架構之擴充性、移轉性。
- (5)硬體設備之配合狀況。
- (6)決策層面之考量需求。
- (7)系統大小及型式。
- (8)特殊功能要求。

將以上之考慮因素，綜合歸納結果如表5.2所示。

## 5.3 偵測器之佈設

偵測器之功用在於有效準確地蒐集車流資訊及相關之交通參數，而交控系統運作效率之良窳，其第一線之基本要件，即在於偵測器之感應能力。

一般而言，偵測器可依其設計原理的不同，而有下列數種：

- 1.壓力感應(Pressure Sensitive)
- 2.衝擊式(Impact)
- 3.超音式(Supersonic)
- 4.雷達偵測(Radar)
- 5.磁力感應(Magnetic)
- 6.感應線圈(Inductive Loop)

而各種測器的基本功能包括：

1. 能偵測所有的各型車輛。
2. 不會受其他偵測器所干擾。
3. 不會受閃電破壞。
4. 不容易受動搖。

然而基於成本經費之限制，在選擇偵測器之佈設上仍須有所考慮，以下乃就三個步驟來加以探討分析。

#### 1. 埋設路段(link)之選擇

因為時制計畫完全由埋設偵測器之路段蒐集交通量，經由一定之分析步驟而建立。而埋設數量之多寡，直接影響到分析之步驟及系統之績效；因此必須審慎地加以選擇，在可用成本範圍內，埋設具有代表性之路段來提高運作之績效。原則在經費許可之狀況下，儘量所有臨近路段皆埋設，以確實掌握車流資訊，尤其獨立路口之運作及全動態交控系統最好全部埋設；同時降低偵測器數目應不使其影響到線上時制計畫的正確性，至於埋設路段之原則如下：

- (1) 一天之內主要車流型態區，能代表整個系統者；其交通需求變化頻繁，須要確實掌握車流變化者。
- (2) 尖峰出現最早流量者。
- (3) 具有臨界路口控制功能者。
- (4) 交叉路口間之主要車流產生點數目較多者。
- (5) 需要特殊時制功能者。
- (6) 流量高且轉向流量大者。

表 5.2 交控系統適用性分析

比較項目	交控系統	定時時制 交控系統	動態查表 交控系統	動態計算 交控系統	全動態 交控系統
一、幾何路型					
1.標準化路口		✓	✓	✓	✓
2.特殊路型		✓	×	×	×
3.道路分隔		✓	✓	✓	✓
4.專用車道設置		✓	✓	✓	✓
5.車流進出入點多		✓	×	×	×
二、交通條件					
1.車流型態之掌握性高		✓	✓	✓	✓
2.車流型態變化大		×	✓	✓	✓
3.流量數之激增		×	✓	✓	✓
4.轉向流量程度高		✓	×	×	×
5.肇事發生率高		×	✓	✓	✓
6.道路服務水準		×	✓	✓	✓
續效不佳					
7.車流混流狀況嚴重		✓	×	×	×
8.溢流狀況嚴重		×	✓	✓	✓
9.系統作業之一致性要求強烈		×	✓	✓	✓
三、實體條件					
1.財務負擔能力好		×	✓	✓	✓
2.管理機關之運用佳		×	✓	✓	✓
3.現有系統之適用性良好		✓	×	×	×
4.系統架構之擴充性、移轉性高		×	✓	✓	✓
5.硬體設備之配合狀況良好		×	✓	✓	✓
6.決策層面之考慮需求程度高		×	✓	✓	✓
7.系統大小及型式		×	✓	✓	✓
8.特殊功能要求多		×	✓	✓	✓

註：✓ 較適合

× 不適合

## 2. 橫向埋設偵測器準則

亦即路段上之車道埋設位置，其判定準則

- (1) 確定該臨近路段需要埋設偵測器。
- (2) 量測20個號誌週期之早晨尖峰、下午尖峰之流量判定為臨界車道者。
- (3) 若無臨界車道者，則埋設多車道。

判別臨界車道之方法，為該車道具有20個週期之最高總車流量，而且在16~20個調查週期內，其流量亦為最高者。

## 3. 縱向埋設偵測器準則

乃決定埋設偵測器距離停止線之長度。隨著埋設距離之不同，亦會充分影響到車流資訊之正確性掌握，其埋設準則如下：

- (1) 儘量避免埋設在車輛變換車道區，在此建議，都市格子式區域，距離停止線上游位置 61~76 公尺，而在副都會區，則需91~106公尺。
- (2) 儘量避免有車流干擾點，如交通之進出入口、停車場、中間無號誌化路口、公車站牌、消防栓、郵局、銀行，應埋設在其車流干擾點之前，但至少應大於停止線上游15公尺。
- (3) 儘量避免埋設在人孔及不良鋪面上。
- (4) 距離停止線上游之長度，應考量到速度、等候線推估及停止線之估算正確程度，以避免有較大誤差。
- (5) 埋設位置距路口控制器不宜太長，以減低拉線成本。

在全動態交控系統中，由於考量即時蒐集資訊之要求，因此不僅埋設在路口上游處，同時在路口停止線處亦須埋設，以量測車輛之紓解狀況，故耗用之硬體設備成本較高。

## 第六章 軟體工程設計

經由交控系統之基本研究與規劃過程中，瞭解到交控系統之調查項目與分析方法，以及各種交控系統的基本架構、功能說明和運作方法，同時也評估比較其適用性。當負責籌建交控系統的決策人員評估採用那一種交控系統之後，若為交通感應式系統，便須將埋設偵測器之路段、車道及位置加以決定。最後的步驟就是電腦化交控系統之軟體工程設計，本章將就定時時制、動態查表及動態計算交控系統之軟體工程設計程序作一說明，以提供作為實務工作者之依據及應用規範。

### 6.1 交通參數分析

在構建時制計劃時，除了須有幾何、交通狀況等資料外，有關交通之參數亦是重要之分析項目，因為交通參數為描述交通現況之指標，並可作為選擇及評估交通控制策略的主要依據，一般而言應用在電腦化都市交通號誌控制系統的交通參數計有：

- 1.飽和流量(Saturation Flow)、紓解間距(Departure Headway)及損失時間(Loss Time)：

當綠燈始亮時，每一車輛雖然都需要耗費若干時間起動和加速，方可達到正常之行車速率，不過通常在幾秒鐘之後，等候線上之車輛即能以幾近同一間距駛離路口，而在這種情況下，如將此時所通過之交通流率換算成小時流量時，即稱為飽和流量。

損失時間即是指在綠燈和黃燈（包括全紅）時段中，未能為車隊所利用之時間，此損失時間一般可分為兩類，其一為起動之損失時間，即是當綠燈始亮時，在等候線上的前面幾部車均需耗費若干時間用於反應、起動及加速，方得以正常速率駛離路口。因此，車隊之前面幾部車從反應、起動以至加速至正常速率所耗

費之時間，即為因起動延誤而產生之損失時間，如圖6-1中之 $L_1$ 部份，而另一類之損失時間，乃是當黃燈或全紅之燈號亮時，車輛會採取加速、減速、停止或同速率行駛等不同措施。因此，在此時段內即有部份時間未能被車隊利用而成為損失，此損失時間如圖6-1之 $L_2$ 部份。

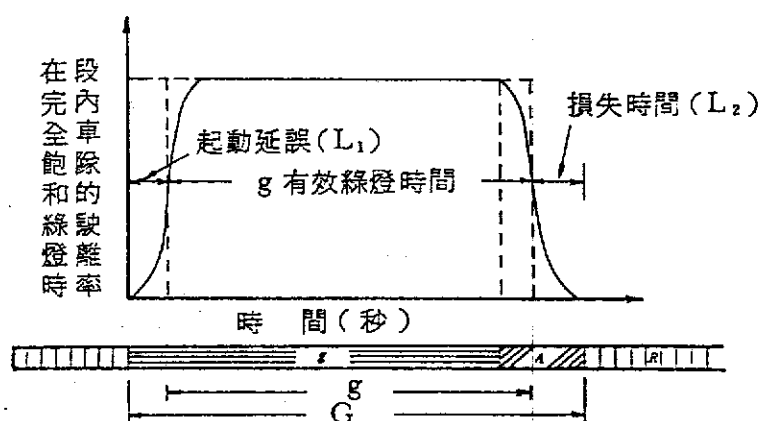


圖6-1 在完全飽和綠燈時段車隊駛離率的變化

資料來源：[?]

所謂紓解間距，即是車輛在綠燈狀態顯示下，通過停止線時兩部連續車之時間差。

(1) 調查方法：可分成兩種

A. 人工調查法：自綠燈始亮起記錄每部車通過停止線之時間，兩兩相減，即可得到紓解間距值。

a. 優點：初期成本低，迅速、簡單、方便。

b. 缺點：不能保存資料及調查錯誤時必須重做。

B. 攝影暨電腦程式處理法：先由事先拍攝路口車流資料，再經由設計之電腦蒐集紓解間距程式，以人工觀看錄影帶，輸入電腦鍵盤來蒐集資料。

a. 優點：可有效地掌握正確車流資料，並可永續保存調查

資料重覆使用。

b. 缺點：初期投資成本高，較費時。

(2) 資料分析：可分成兩種

A. 迴歸分析法：

將時段內所蒐集之紓解間距資料，刪減不合理資料，經過一定之整理，構建為依車種、轉向區分之迴歸方程式。

$$Y = a + bx$$

a：代表損失時間

b：代表飽和紓解間距

x：車輛順序

Y：代表隨著車輛順序之車輛紓解間距累積值

所構建之迴歸方程式， $R^2$ （判定係數）須甚高，參數值顯著，代表迴歸式之解釋能力佳，方可接受此迴歸式之數值。

B. 圖解法：

將上述整理之資料，得出每部車輛順序之平均紓解間距累積值，繪製成以車輛順序為橫軸，平均紓解間距累積值為縱軸之散佈圖形，羅彬榮君[6]曾從事飽和流量及損失時間之研究，如圖6-2所示。將每輛車之紓解間距值加以連接，並作一切線，則切線之斜率即為飽和紓解間距，與縱軸之交點即為損失時間，所建立之車隊紓解時間函數如下：

$$D_n = 3.078 + 2.07 \times n$$

式中，

n：車輛順序  $n \geq 4$

$D_n$ ：第 n 部車之紓解時間（秒）

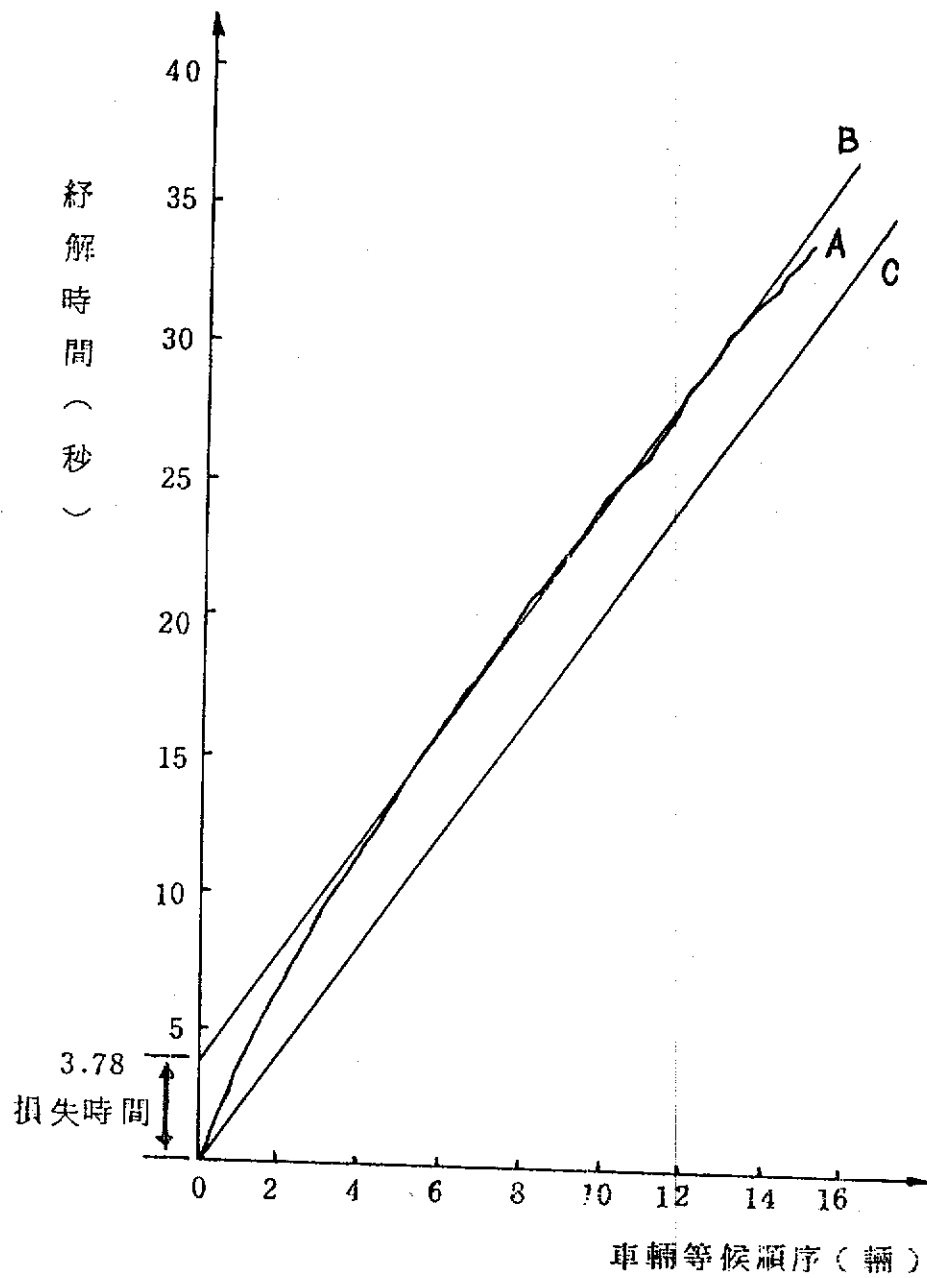


圖 6-2 飽和紓解間距與損失時間分析圖

資料來源：[6]

(3)在獲致飽和紓解間距後，則每小時之飽和流量可以下式推算之。

$$S = 3600 / b$$

式中，

S：小時飽和流量（輛／小時）

b：飽和紓解間距（秒）

(4)應用分析：

當每個路段之飽和流量推算完，可將流量除以飽和流量，稱之飽和度，代表路口之擁擠程度，可用來求算時制計畫。

## 2. 續進速度 (Progression Speed)：

主要是在幹道及網路時制設計時，利用續進速度來推估時差。

(1)續進速度乃指在幹道及網路群組中，為達成聯鎖之功能進而使車輛能夠以固定之巡弋速度 (Cruise Speed)，在設定之時差關係下，從群組中之第一個路口走至最後一個路口，中間皆不停等所得到之速度值，稱之。

(2)調查方法：乃利用浮車法 (Floating Car) 來蒐集不同時段，不同等候車隊車序下之路段旅行時間，求其平均值而換算之。

優點乃簡單易行；缺點乃由固定的駕駛員開車，缺乏隨機抽樣性。

(3)資料分析：可將調查得到之資料，按照時段加以區分，設定不同之續進速度來設計時制。

## 3. 等候線長度 (Queue Length) 與等候消散時間 (Queue Dispersion Time)：

以帶寬最大化為主之交控軟體，由於帶寬前緣未將原先停在路段上之等候車輛數加以考慮，使得帶寬呈現與實際脫節之情形，為彌補此一狀況，故加入等候消散時間之設定值，以更正確地求得適宜之幹道或網路時制計畫。

(1)所謂等候消散時間即是為紓解紅燈時停等在路段上等候之車輛數，所給予之時間值。一般而言，等候消散時間愈大，帶寬愈小，續進效果愈差。

所謂等候線長度，即是紅燈結束、綠燈始亮之際，停等在停止線後之車輛數。

(2)調查方法：乃利用人工調查尖峰時段與非尖峰之等候線長，加以記錄整理，推算出平均等候線長度，輸入到資料庫中，設定等候消散時間；或由公式推估等候線長。但是考量國內地區特性、駕駛習慣，所推估計的數值，須做若干調整，否則誤差很大。

#### 4.車輛佔有時間 (Vehicle Presence)：

即是車輛依據偵測器的時間長度，當車輛進入偵測器的感應範圍時，偵測器即計算車子的存在時間，直至離開為止。

#### 5.流率 (Flow Rate)或流量

流率乃定義為在某一特定時段內，車輛通過道路某一定點的車輛數，而如果此特定時段為一小時，則定義此流率為道路之流量。

流率的計算方法為由電腦控制偵測器在每固定時間（例如0.1秒）掃描一次，再將紀錄傳輸至計數器上，然後再由電腦每隔若干時間（例如5秒）由計數器讀取資料。如此，即可得出流量的計算方式。

$$Q = N / T \quad (6.1)$$

式中，

Q：流量（輛／小時）。

N：時間長度T所偵測得到之車輛數。

T：特定的時間長度（小時）。

## 6. 佔有率及密度

佔有率可定義為在單位時間內，在道路上的某一定點，所有車輛停留在該定點的時間百分比。可以如下的式子來表示：

$$\theta = \frac{100}{T} \sum_{i=1}^N t_i \quad (6.2)$$

式中，

$\theta$ ：佔有率（%）。

$N$ ：時間長度  $T$  內所偵測到之車輛數。

$T$ ：特定的時間長度（秒）。

$t_i$ ：第  $i$  部車的佔用時間（秒）。

而在此定義下，路段的密度可以下式表之：

$$K = \frac{1000 \times \theta}{100 \bar{d}} = 10 \frac{\theta}{\bar{d}} \quad (6.3)$$

式中，

$K$ ：密度（車輛數 / 公里）

$\bar{d}$ ：平均車長（公尺）

然而，在實際的狀況裡偵測器並非道路上的某一點，以感應式線圈（Induction Loop）偵測器為例，各偵測器所收集到的佔有率乃是車輛停留在方形感應線圈上的時間所佔百分比，亦即佔有率的大小和線圈的大小有密切的關係。那麼究竟如何才能得到正確的佔有率呢？建議由如下的公式推導來調整佔有率。

$$\theta = \frac{100}{T} \sum_{i=1}^N t_i = \frac{100 \times \left\{ \sum_{i=1}^N \left( \frac{d_i + L}{V_i} \right) \times \frac{1}{1000} \right\}}{T}$$

$$= \frac{N \times (\bar{d} + L)}{10 (\bar{V} \times T)}$$

$$\text{又, } \therefore \theta = \frac{N}{T} = K \times \bar{V}$$

$$\therefore \theta = \frac{N \times (\bar{d} + L)}{10 (\bar{V} \times T)} = \frac{N \times (\bar{d} + L)}{10 (N / K)} = \frac{1}{10} \times K \times (\bar{d} + L)$$

$$\therefore K = 10 \frac{\theta}{(\bar{d} + L)} \quad (6.4)$$

式中,

$L$  : 單一感應線圈寬度 (公尺)。

$d_i$  : 第  $i$  部車車長 (公尺)。

$\bar{d}$  : 平均車長 (公尺)。

$V_i$  : 第  $i$  部車車速 (公里 / 小時)。

$\bar{V}$  : 平均速度 (公里 / 小時)。

$\theta$  : 流量 (輛 / 小時)。

比較調整後之密度公式 (令  $K_1$  為未修正之密度, 而  $K_2$  為修正後之密度), 則

$$K_1 = 10 \frac{\theta}{\bar{d}} \quad (6.5)$$

$$K_2 = 10 \frac{\theta}{(\bar{d} + L)} \quad (6.6)$$

(5.6.5) 式除以 (5.6.6) 式，則得

$$K2 = \frac{\bar{d}}{(\bar{d} + L)} \times K1 \quad (6.7)$$

由此可知，調整前之佔有率只需乘上參數  $\frac{\bar{d}}{(\bar{d} + L)}$ ，即可得出正確的佔有率值。

## 7. 速率

速率的計算公式，會因所佈設者為單一感應線圈或雙套感應線圈而有所不同，即

(1) 對單一感應線圈而言：

$$\begin{aligned} V1 &= \frac{d + L}{t1 - t0} \times \frac{3600 \times 10^3}{1000} \\ &= 3600 \left( \frac{d + L}{t1 - t0} \right) \end{aligned} \quad (6.8)$$

式中，

$V1$ ：單一感應線圈所測得之速度（公里／小時）。

$t0$ ：偵測器起始感應時間（ $10^{-3}$  秒）。

$t1$ ：偵測器結束感應時間（ $10^{-3}$  秒）。

$L$ ：平均車長（公尺）。

(2) 對雙感應線圈而言：

$$\begin{aligned} V2 &= \frac{D}{t1 - t2} \times \frac{3600 \times 10^3}{1000} \\ &= 3600 \left( \frac{D}{t1 - t2} \right) \end{aligned} \quad (6.9)$$

式中，

$V_2$ ：雙套線圈所偵測得出之速度(公里/小時)。

$t_1$ ：第一套線圈起始感應時間( $10^{-3}$ 秒)。

$t_2$ ：第二套線圈起始感應時間( $10^{-3}$ 秒)。

$D$ ：兩線圈間之最外側距離(公尺)，如圖6-3所示。

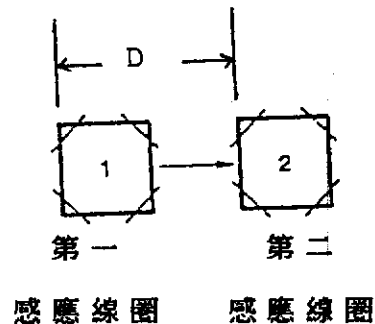


圖6-3 雙套感應線圈之距離表示圖

就車輛佔有時間、流率、佔有率、密度及速率而言，可由偵測器蒐集加以簡單換算而求得，若是未埋設偵測器者，則藉由人工調查之方法，來蒐集換算之。

## 6.2 時制計畫設計

### 6.2.1 時制設計準則

號誌時制設計之目的，係採用分配時段之方法，規定交通流向的通行權利，藉以避免衝突，減少延滯之發生。在交通部與內政部於民國七十八年修正之「道路交通標誌標線號誌設置規則」中，對時制設計之基本原則已有相當程度的規定。以下提出其中數項主要準則，供設計時參考。

1. 在一般狀況下且無特殊要求或必要者，以採用時相最簡、週期最短、操作簡單，並在安全許可下，避免對各方向人車交通產生過分延誤的時制設計。
2. 獨立路口行車管制號誌，其時制設計應根據交叉路口車輛交通量、流向、流速、路況及行人穿越數等因素，以路口延滯、車輛停等次數、燃料消耗量及廢氣排放量等負效用為最小之指標而決定。
3. 連鎖號誌系統在引進或設計軟體時，應以整體路網之路口延滯、車輛停等次數、燃料消耗量及廢氣排放量等負效用為最小；或使幹道車輛通行有效綠燈帶寬為最大之指標，據以設計時制。
4. 有行人穿越之路口，其最短之綠燈時間須能滿足行人穿越之需要。
5. 已設置交通號誌之交叉路口，非尖峰時段其交通量若不足法定之必要條件時，可改為黃紅閃光燈，即幹道閃黃燈、支道閃綠燈。
6. 三時相以上之交通感應控制號誌，可按實際狀況需要而跳越某些燈相，亦即無需如固定時制依序顯示時相。
7. 對於必須作單向更迭通行之單行道、橋樑或隧道，可裝用特種感應號誌控制之。一般採用雙相具有全紅清道時段的全感應時段。此種管制號誌，對所顯現的綠燈亦應有最長及最短時間限制與雙向紅燈時段的規定，此一限制可視交通需要及橋樑、隧道長度設

計之。

8. 同時具有行人及車輛感應之交叉路口，當兩者同時感應之後，應以行人優先考慮；亦即當行人穿越道路時其所面對各方向車道上均應顯示紅燈，以使行人能安全通過該交叉路口。

## 6.2.2 時制型態選擇依據

### 6.2.2.1 時制型態之分類

時相設計視交通流量之組合及流向，與進入交叉路口之道路數及幾何配置而異。各種不同時相設計有其特性，分述如下：

#### 1. 二時相

為最簡單之一種設計，將道路通行權交互分配給進入路口之車輛或行人。行車管制號誌於下列情況者，得使用二時相號誌控制。

- (1) 三叉路口。
- (2) 左轉車輛不多之四叉路口。
- (3) 設有行人專用號誌之非交叉路口。

若交叉路口左轉車輛較多及上下行交通流量懸殊時，得使用綠燈早開或綠燈遲閉方式處理。

#### 2. 早開 (Leading) 與遲閉 (Lagging)

在實際時相設計時，為保護某一特殊流向之車流，尚可採用一種介乎於二時相與三時相時制計畫的控制方式，此方式依其狀況分成早開 (Leading) 及遲閉 (Lagging) 兩類。通常此種控制方式用在單一方向之左轉流量特大，另一相對方向左轉流量較小時。若為此左轉流量增設左轉專用時相，將會使週期長度增長，而增加其他臨近路口車輛之延滯與車隊長度。以下便分別說明早開

與遲閉控制方式的特性：

(1) 綠燈早開

綠燈早開係允許左轉流量比率較大之方向，在綠燈始亮後有一段時間不受對向車流影響，此時對向燈號仍為紅燈，使此方向車輛包括左轉車能在沒有阻礙之下能自由行進。當綠燈早開結束後，兩個對向都顯示綠燈。綠燈早開號誌時相設計，如圖6-4中所示。

(2) 綠燈遲閉

綠燈遲閉係指兩個對向路口的綠燈號誌同時開啓，但左轉較多的方向，其綠燈時間比左轉車輛較少的方向延後結束，俾使左轉車輛較多的方向有一段時間在不受對向車流干擾下，可便利左轉車輛行進及紓解更多該方向的直行車輛，至於綠燈遲閉號誌時相設計，參考圖6-5。綠燈早開或遲閉，仍屬於二時相。

3. 三時相

如果三時相運用得法，不但仍能發揮二時相之效益，並可減少不必要的延滯。但在採用三時相之前，應先研究可否禁止車輛轉彎，以利行人穿越道路等問題。

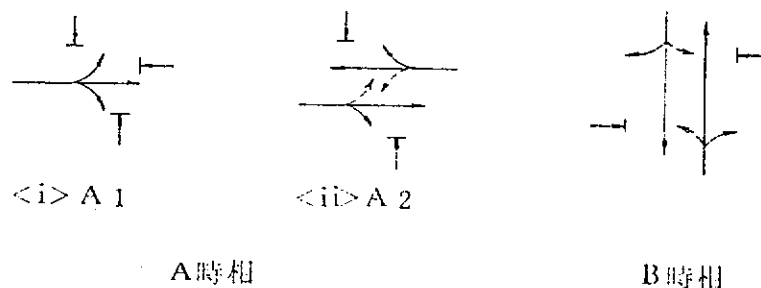


圖6-4 綠燈早開號誌時相示意圖

資料來源：[24]

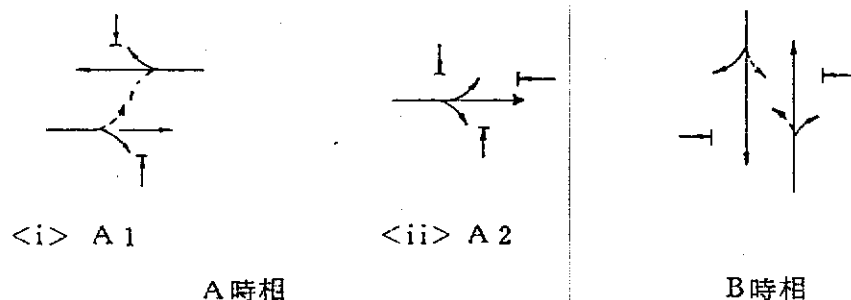


圖 6-5 綠燈遲閉號誌時相示意圖

資料來源：[24]

行車管制號誌設於下列情形之一者，可使用三時相。

- (1) 多叉路口（設在五叉路口）
- (2) 左轉彎車輛特多之四叉路口，但該路口宜有左轉專用設施配合。
- (3) 行人特多須設行人專用時相之交叉路口。

#### 4. 四時相

遇有如設計三時相號誌相同之情形者，亦可考慮設置四時相號誌。但除情形特殊絕對需要者外，宜儘量採用三時相，否則應考慮採用其他各種合理之措施補救之，諸如交叉路口之槽化設施、立體交叉之匝道工程等，以避免過份延滯。

#### 5. 多時相

理論上，號誌之時相數並無限制，但事實上，時相越多，交通延誤時間亦越久，有違號誌設計之基本要求。倘若道路錯綜交通錯綜複雜之交叉路口，視需要可使用五時相以上號誌，並得視交通情況將不必要之時相予以跳越。

### 6.2.2.2 時相數目之確定

時相數目的決定，過去往往由交通工程師憑經驗設定，但不同的工程師有見解互異之處。一般在時相選擇方面，除遇到多叉路口外，均針對左轉車流是否須增設左轉專用時相加以探討。以下提出幾種不同考慮程序，供參考應用。

1. 在交通部運輸研究所出版之交通號誌規劃手冊中，有關左轉專用時相之考慮，有以下之敘述：

- (1) 左轉量達15%以上時，可考慮設置左轉專用號誌與左轉專用道，以清除左轉車輛與直行車輛之衝突所造成對容量之降低與行車之延誤。
- (2) 交叉路口面積不大之次要幹道上，或路口左轉量介於10%~15%時，宜採用綠燈早開或遲閉；但沒有左轉專用車道之交叉路口不適於使用綠燈遲閉控制號誌。
- (3) 主要幹道路口，左轉量百分比低於10%，或對向直行車達1500 PCU（尖峰1800 PCU），或與左轉車輛衝突之行人交通量超過每小時2000人時，或交叉路口肇事記錄中連續12個月內有三次以上事故與左轉車輛有關者，其左轉應予管制。禁止左轉可於7:00~21:00之間實施。

2. 鍾振耀 [16] 以自行撰寫之模擬程式，針對在何種狀況下，提供左轉專用路權所獲取之效益，足以彌補犧牲直行車流之通行權所造成之損失進行研究。其研究內容乃利用韋伯斯特 (Webster) 公式計算週期長度，以流量比率分配有效綠燈時間，模擬16種交通狀況下，增設左轉專用時相與否之平均延滯值，依此提出以下建議：

- (1) 對向直行每車道交通量小於400輛/小時時，無論左轉交通量多寡，均無須設左轉專用時相。

(2) 對向直行每車道交通量介於400~600輛/小時之間時，若左轉交通量小於300 輛/小時時，宜採左轉專用時相可降低平均延滯。

(3) 對向直行每車道交通量高於600 輛/小時，無論左轉交通量多寡，均以不設左轉專用時相有較低之平均延滯。

3. 林茂龍 [17] 以模擬語言 SLAM 自行撰寫模擬程式，在評估號誌化獨立交叉路口設計運轉績效時，對左轉專用時相運用時機亦加以模擬。其模擬方法乃利用外部尋優程式找出一最佳週期長度，而後利用此週期長度為初始值，經模擬程序再求出最佳週期長度及其延滯值，並以總平均延滯為比較基礎。其結論如下（參見圖 6-6）：

(1) 在低左轉交通量（小於250 PCU）時，因左轉車易找到可接受間距進行左轉行為，無需設左轉專用時相。

(2) 在左轉交通量介於250~450 PCU之間時，若直行交通量低於350 PCU 或高於650 PCU 時，無需設左轉專用時相。若介於350~650 PCU之間時，則可加設左轉專用時相。

(3) 在左轉交通量介於450~600 PCU時，若直行交通量低於400 PCU 或高於700 PCU 時，無需設左轉專用時相。若介於400 PCU 與700 PCU 之間時，則可加設左轉專用時相。

(4) 在高左轉交通量（大於600 PCU）時，若直行交通量低於400 PCU 或高於750 PCU 時，無需設左轉專用時相。若介於400 PCU 與750 PCU 之間時，則可加設左轉專用時相。

4. Upchurch [32] 認為下列五項條件，可決定一個交叉路口是否需設立左轉時相。

(1) 左轉車數量。

(2) 車速。

- (3) 視距。
- (4) 肇事改善。
- (5) 左轉車與對向直行車流數量之乘積。

根據這五項條件，決定設立保護 (Protected)、保護 (Protected) / 無保護 (Permissive)、或無保護 (Permissive) 左轉時相。列出下列六個選擇準則及決策流程如圖 6-7。

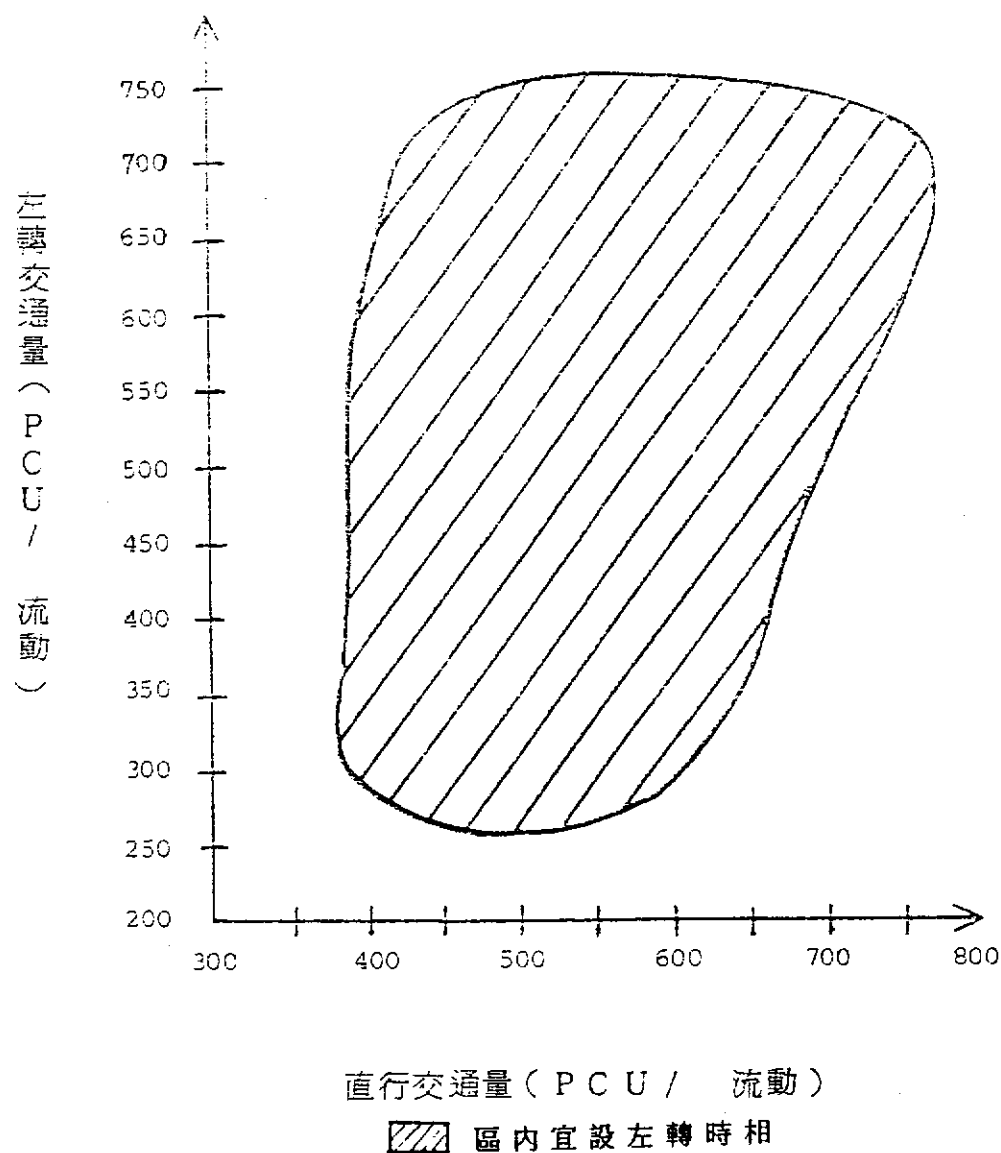
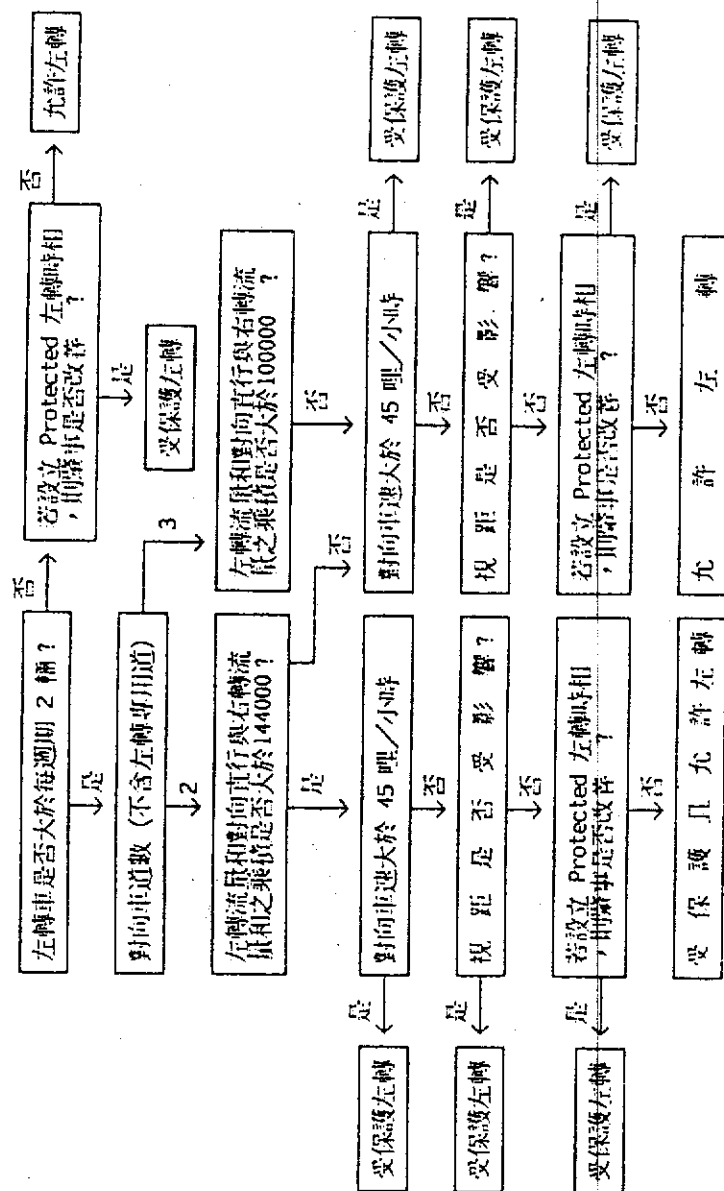


圖 6-6 路口交通量與左轉時相關係圖

資料來源：[16]



資料來源：[18]

- (1) 左轉流量需求是否超過每週期2輛。
- (2) 對向供直行和右轉的車道數有多少。
- (3) 計算左轉車和對向直行與右轉流量和之乘積，觀察此乘積在對向為2車道之情況下是否大於144,000？或對向車道數為3線車道之情況下是否大於100,000？此乘積主要是用來衡量左轉車和對向車流，對左轉車流延滯與直行車流延滯的影響程度。
- (4) 對向車流之車速是否超過60公里/小時。
- (5) 行車視距是否受到障礙。
- (6) 若設立左轉保護時相，有關左轉肇事的狀況是否能獲得改善。

### 6.2.3 分相計算方法

計算綠燈時段的方法甚多，理論法與經驗法均有。計算綠燈時段之主要目的有二：

- 使綠燈時段的長度大致足夠配合多數來到本交叉路口的車輛通過，而無太多延滯或停留。
- 使交叉路口每一方向的容量與需求量之比約略相等。

在此目的下所發展出來的計算方法，大致上分成四大類：

1. 方程式法 (Formula)：提出各種設計綠燈時間及週期之公式，這公式常用一些實際資料加以驗證。
2. 數學規劃法 (Mathematical Programming)：列出目標式及相關的限制式，以數學規劃模式來求解時制計畫的各項數值。
3. 程序搜尋法 (Search Procedure)：事先設定評估的準則，然後對各種可能情況加以比較，逐步捨棄較差設計，直到最後找出最佳的時制計畫。一般均採模擬模式為工具，進行評估工作。
4. 其他：諸如圖解法等。

上述四類方法，前三項屬最佳化模式 (Optimization Models)，其結果為最佳解或局部最佳解。以下就各種計算法中較為著名者簡單介紹，並轉換為國內可應用之狀況。

### 6.2.3.1 方程式求解法

#### 1. 韋伯斯特 (Webster) 時制計算公式

Webster 將交叉路口總延滯計算公式對週期長度加以微分，得到最小延滯值的週期長度計算公式

$$C_0 = \frac{1.5 L + 5}{1 - y_1 - y_2 - \dots - y_n} = \frac{1.5 L + 5}{1 - Y} \quad (6.10)$$

式中，

$C_0$ ：最佳週期長度 (秒)

$y_i$ ：在時相  $i$  內最大流量對飽和流量之比值。

$i = 1, 2, \dots, n$

$Y$ ： $y_i$  的總和

$L$ ：每週期的全部損失時間 (秒)

有效綠燈時間的計算，則以下列式子求得：

$$\frac{g_1}{g_2} = \frac{y_1}{y_2} \quad (6.11)$$

式中，

$g_1$ 、 $g_2$ ：時相 1 和時相 2 的有效綠燈時間 (秒)

$y_1$ 、 $y_2$ ：同前面定義

(6.11) 式可擴展到二時相以上有效綠燈時間的計算。若  $C_o - L$  表示整個週期內有效綠燈時間總和，則各時相之有效綠燈時間，可以用下列式子求得：

$$g_i = \frac{y_i}{Y} (C_o - L), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6.12)$$

應用 Webster 時制計算公式所得到的時制計畫，乃是交叉路口延滯為最低的時制計畫。在無重疊時相 (Non-Overlap Phase) 的時制計畫，使用這種方法可以迅速求解。但是在有重疊時相 (Overlap Phase) 的時制計畫中，這種方法就比較不容易求解，在計算過程中亦較為複雜，所得之解誤差可能較大。

## 2. 美國公路總署 (FHWA) 時制計算公式

美國聯邦公路總署 (FHWA) 在 1983 年出版之 "Traffic Control Devices Handbook"，對獨立路口號誌時制設計，提出以下簡單計算過程，茲將各步驟敘述於後：

### (1) 時相轉換時間

通常由甲時相變至乙時相前，須有紅燈及全紅作為清道時間，以利另一方向車輛通行，一般黃燈時間為 3 至 6 秒，但最大值建議取 5 秒，有關時相轉換時間，可由以下公式求出

$$CP = t + \frac{V}{2a + 64.4g} + \frac{W + L}{V} \quad (6.13)$$

式中，

$CP$ ：黃燈加全紅時間（秒）。

$t$ ：反應時間，取 1 秒。

$v$  : 接近路口速度 (公尺 / 秒) 。

$g$  : 坡度 (百分比) , 如上坡取正, 下坡則為負。

$a$  : 減速率 (公尺 / 秒<sup>2</sup>) , 建議採 10 公尺 / 秒<sup>2</sup> 。

$w$  : 交叉路口寬度 (公尺) 。

$L$  : 車長 (公尺) , 一般取 6 公尺。

## (2) 行人時相

在號誌交叉路口, 行人時相可分成以下三種:

- 行人移動無專用號誌燈號控制, 由行人自行參考同向車輛號誌燈號移動。
- 行人移動由行人專用燈號控制, 但仍受車輛號誌燈號管制。
- 在各方向顯示全紅, 禁止車輛行進, 可讓行人往任意方向安全移動。

FHWA建議以下公式求出行人通過路口所需之時間:

$$PT = W / 1.2 \quad (6.14)$$

式中,

$PT$  : 行人通過路口所需時間 (秒) 。

$W$  : 行人跨越路口之寬度 (公尺) 。

(6.14)式係假設行人步行速率為 1.2 公尺 / 秒, 但如有更確切的行人速率值, 則可隨時加以更換分母值。根據各時相行人通過該路口的寬度所需時間加上行人一般起動延滯, 7 秒, 求出可供行人使用之最小綠燈時間  $GP$  :

$$GP = 7 + W / 1.2 - Y \quad (6.15)$$

式中,

$GP$  : 可供行人使用之最小綠燈時間 (秒) 。

$W$  : 行人跨越路口之寬度 (公尺) 。

$Y$  : 為黃燈時間 (秒) 。

### (3) 週期長度

由以上的公式，可分別求出時相轉換時間、行人通過時間及最小綠燈時間。接著根據這些資料，假設最高的最小綠燈時間為紓解該時相臨界路口方向 (Critical Approach) 交通流量所需之時間，由臨界路口方向流量之比值，可推得另一時相所需之綠燈時間，最後由各時相的綠燈時間、黃燈及全紅時間，求得該路口週期長度。再根據各時段資料依時相順序列出完整的時制計畫，求出各臨近路口方向燈號之分相時間，送至路口控制器執行。

### 3.1985年美國公路容量手冊法

在 1985 年 HCM 的第九章「號誌交叉路口」部份，提出一種計算週期長度和有效綠燈時間的方法。其觀點即著重於整個交叉路口和每個車道群之飽和度 (Degree of Saturation) 不能超過某一限制值。交叉路口之飽和度如下式所示：

$$X_c = \sum_i (V/S)_i c_i \cdot C / (C - L) \quad (6.16)$$

每組車道群 (Lane Group) 的飽和度是：

$$X_i = V_i \cdot C / S_i \cdot g_i \quad (6.17)$$

式中，

$C$ ：週期長度 (秒)。

$L$ ：每週期之全部損失時間 (秒)。

$X_c$ ：交叉路口之飽和度，亦即臨界流量和容量之比值。

$X_i$ ：車道群  $i$  流量與容量之比值。

$(V/S)_i$ ：車道群  $i$  之流量率 (Flow Ratio)。

$\sum (V/S)_i c_i$ ：臨界車道群之流量率總和。

$g_i$ ：車道群  $i$  之有效綠燈時間 (秒)。

$S_i$ ：車道群  $i$  之飽和紓解流量。

由(6.16)式可導出在某種服務水準所需要的週期長度：

$$C = L \cdot X_c / [X_c - \sum_i (V/S)_i c_i] \quad (6.18)$$

由(6.17)式亦可導出車道群 $X_i$ 維持某種服務水準所需要的有效綠燈時間：

$$g_i = (V/S)_i \cdot (c/X_i) \quad (6.19)$$

$X_c$ 和 $X_i$ 值均須小於1，才能用來設計非飽和交叉路口之時制計畫。

由於此時制計算是以交叉路口之飽和度為設計對象，並非以交叉路口車流延滯為主，因此計算所得之時制計畫並不具備使交叉路口延滯值為最低的特性，所以在應用上受到一些限制。

### 6.2.3.2 數學規劃法

數學規劃法之架構，係利用能明確列出的限制式，求解出所要求的目標函數。在號誌時制計畫中，目標函數往往是使週期最短、延滯最低或其他條件，限制式則滿足流量需求與最小綠燈時間。以此法求解號誌時制計畫不僅能作為交通控制之離線 (Off-Line) 設計工具，也能當作線上 (On-Line) 交通控制系統整體之一部份，因此此法已成現今時制設計熱門方法之一。

在民國76年間由蔡輝昇及邱大恭所發展之數學規劃法 [18]，以下依目標函數及限制式加以說明。

1. 在目標函數方面有兩類：

(1) 交叉路口之平均延滯為最小

以Webster延滯公式簡化形式作為計算交叉路口車輛延滯的依據。

(2) 交叉路口之週期長度為最短

週期長度為最短的目的，即在於使各個車流流動能充分利用其綠燈時間，迅速通過交叉路口，不致產生綠燈時間浪費的現象。

2. 在限制式方面，主要考慮下列四項：

(1) 每個車流流動的飽和度必須小於1

(2) 每個時相長度由各車流流動之有效綠燈時間決定

每個時相內均包含有數個車流流動，比較每一個車流流動所需之有效綠燈時間，選擇最長綠燈時間，作為此時相的時間長度。

(3) 時相選擇與剔除

某些路口時制計畫，必須根據其流量多寡而決定合適的時相數及選擇早開或遲閉時相，因此須在互斥時相中選擇一時相，做為時制計畫之一部份。茲以圖6-8為例，代表一交叉路口時制計畫順序，其中時相2與時相3即是互斥時相，所以必須在兩者之間做選擇，選擇原則乃是比較此二時相所需之綠燈時間，以較長者為主，其理由是較長時相內的車流流動量一定比較短時相為高。此外，未被選擇之時相即不能作為時制計畫的一部份，其時相長度必須設定為0。

(4) 其他限制式

前面三項限制式為此數學規劃模式的主要部份。其他限制式可視情況需要，由使用者自行加入。

• 時相長度之組成因子

包括綠燈顯示時間G和燈號變換時間Y。

• 時相最短綠燈時間

此最短綠燈時間，用來保障行人穿越交叉路口時，有足夠的時間通過。

• 週期長度限制

週期長度亦可限制在某一時間範圍內。

以上所敘述之目標函數及限制式，決策者可依不同時制計畫，如時相重疊、早開遲閉等，建立適合於當地特性之模式，並能作各種敏感度分析。

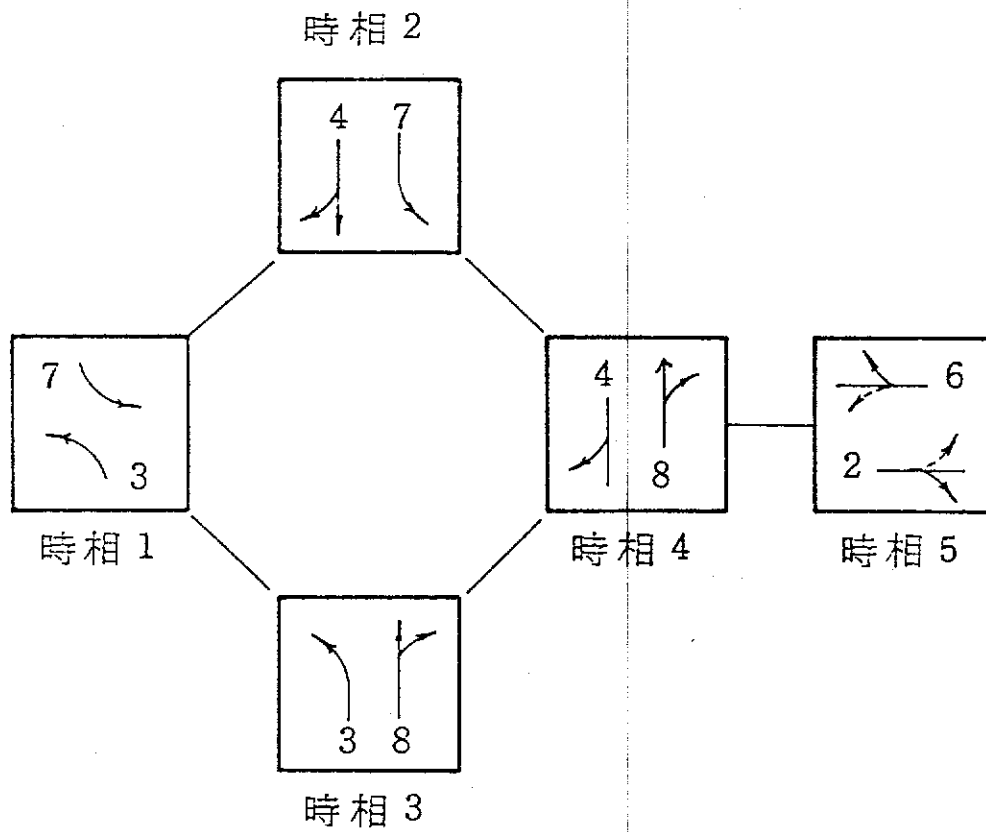


圖 6-8 交叉口時制計畫時相順序

### 6.2.3.3 程序搜尋求解法

所謂程序搜尋即是依據一連串既定的程序，在某一目標下，求出號誌時制計畫的方法。這種搜尋程序的方法以套裝軟體SOAP (Signal Operation Analysis Package) 較常使用，主要針對交叉路口的運轉分析，從事最佳化或模擬之評估，在最佳化的部份用來求解交叉路口之最佳號誌時制，其搜尋程序包括下列七項步驟：

1. 計算起始週期：利用每一時相臨界流動之飽和流率加總運算，以求得起始週期。
2. 調整左轉車流量：若有左轉時相時，依所輸入之 "Sneaker" 值，對左轉流量進行調整。
3. 調整左轉容量：增加左轉容量，使左轉的臨界流率變小。
4. 指定時相數目及順序：依所設定之六種控制策略，進行流量指派。
5. 決定每一控制策略流量：將上述之流量指派，進行評估後，決定其控制策略流量。
6. 再調整週期及左轉量：由上述之結果重新尋找最佳週期並重覆左轉流量及容量之調整。
7. 綠燈時間微調：微調綠燈時間，求取最佳的績效指標 (PI) 值。

經過此七步驟之重複演算，以交叉路口延滯值最低之目標，可獲得交叉路口最佳時制計畫，並依此時制計畫下，對各項績效進行評估。至於SOAP的模擬部份，則僅根據輸入的時制計畫做績效評估，其改變的彈性較小。這種程序搜尋法並無法對每一種時制設計均進行搜尋，換言之，只能在一定的範圍內針對相等時距的時間點進行搜尋。因此其時制計畫，事實上只是接近最佳解之一個解，並非最佳化的號誌時制設計。

### 6.2.3.4 其他求解法

#### 1. 圖表求解法

圖表法乃是應用前述最佳化的設計方法，針對各種不同的交通狀況和幾何特性，求解出各參變數間之關係，並繪製成可供計算查詢號誌時制計畫的一套圖表，使用者無須繁複計算，便可依其查詢程序獲得一最佳化時制計畫內容，以便利使用者的設計與規劃。因此在本質上來說，圖解法並非是時制設計的方法，而是時制設計方法的應用。不過由於圖解法能同時表現不同狀況下的時制計畫，提供使用者較多的選擇，也節省了許多運算的時間，因此普遍受到歡迎。在這方面主要有下列兩種圖表法：

- (1) 張家祝及張開國利用雙向二分搜尋法 (Binary Search)，採用 Webster 的交叉路口延滯公式，在既定的時相數目及順序下，找出最小延滯時的最佳綠燈時間，而獲得時制計畫。由圖 6-9 至圖 6-13 等五張圖表，配合圖 6-14 及圖 6-15 等兩張時制設計流程圖及查圖流程圖，便可查得各時相之最佳綠燈時間。以下便對於沒有重疊時相和有重疊時相的時制計畫求解，各舉一例來說明如何使用本圖解法。

#### ● 例題一

有一個交叉口，如圖 6-16 所示。該交叉口欲採用二時相的號誌控制，而每一個路口的飽和流量都是 1,800 輛小客車 / 小時。目前的路口流量依順序為 600 輛、360 輛、300 輛、180 輛小客車 / 小時。並且假設各個時相的損失時間皆為 5 秒鐘，而每一個路口都沒有最小綠燈及最大週期的限制，其時相的分配表示在圖 6-16 中。

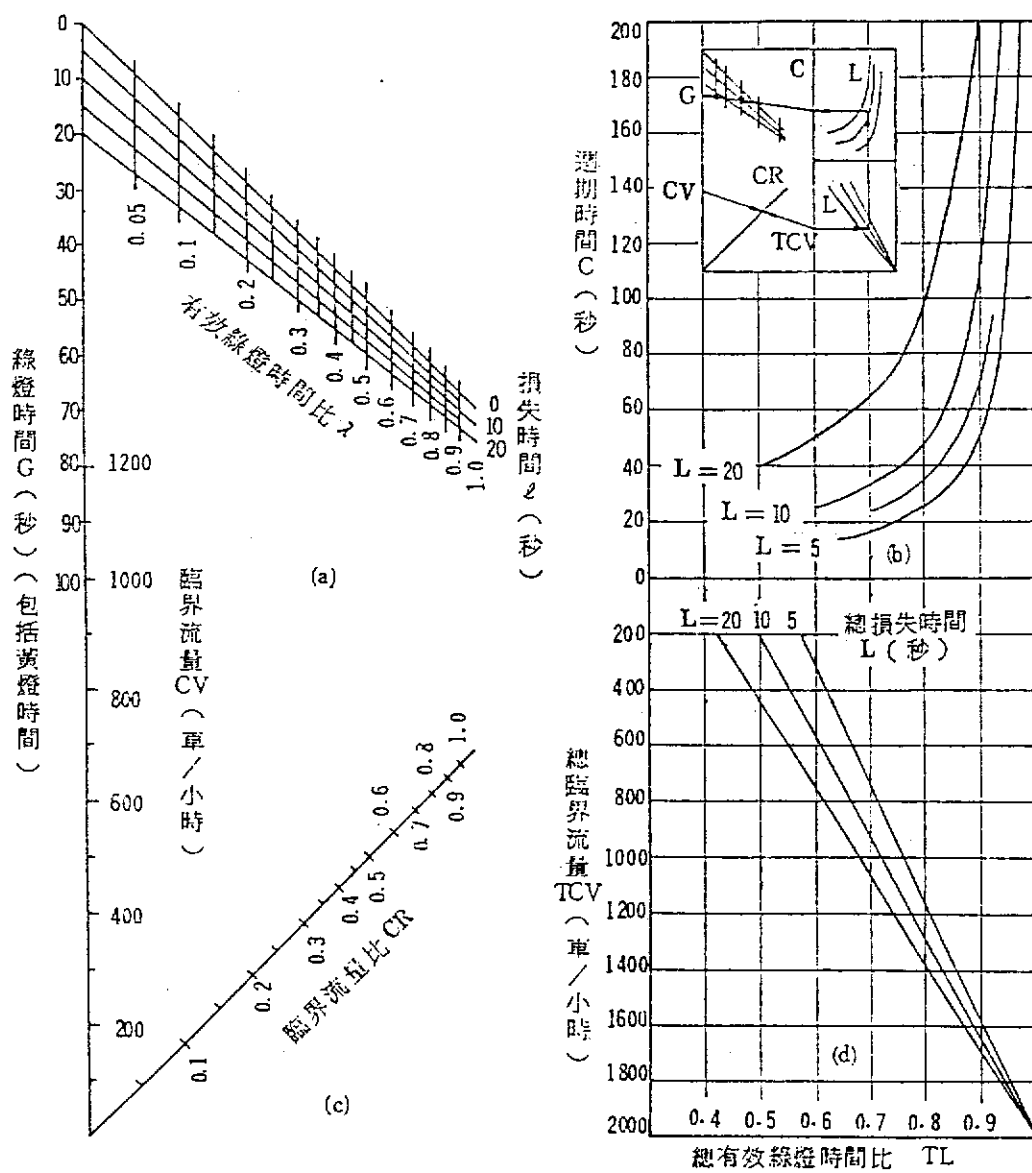


圖 6-9 「圖解法」設計圖 (一)

資料來源：[33]

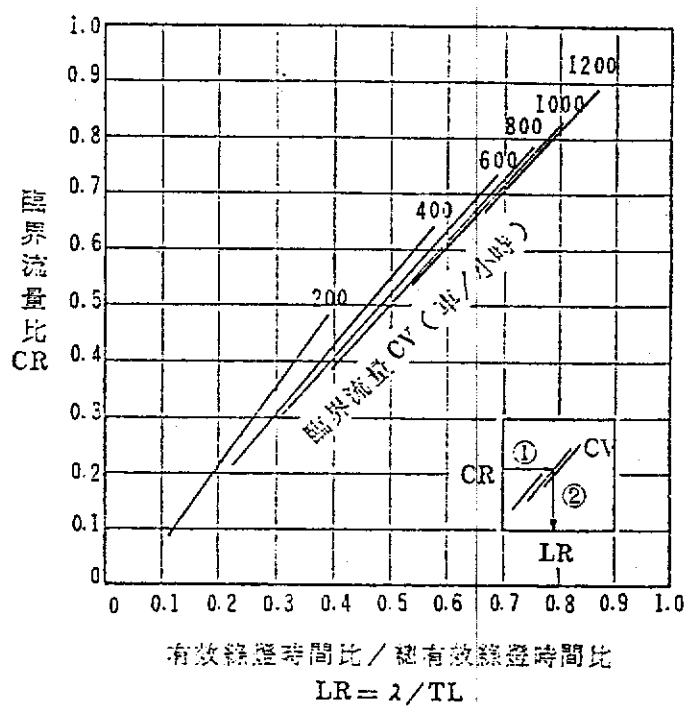


圖 6-10 「圖解法」設計圖 (二)

資料來源：[33]

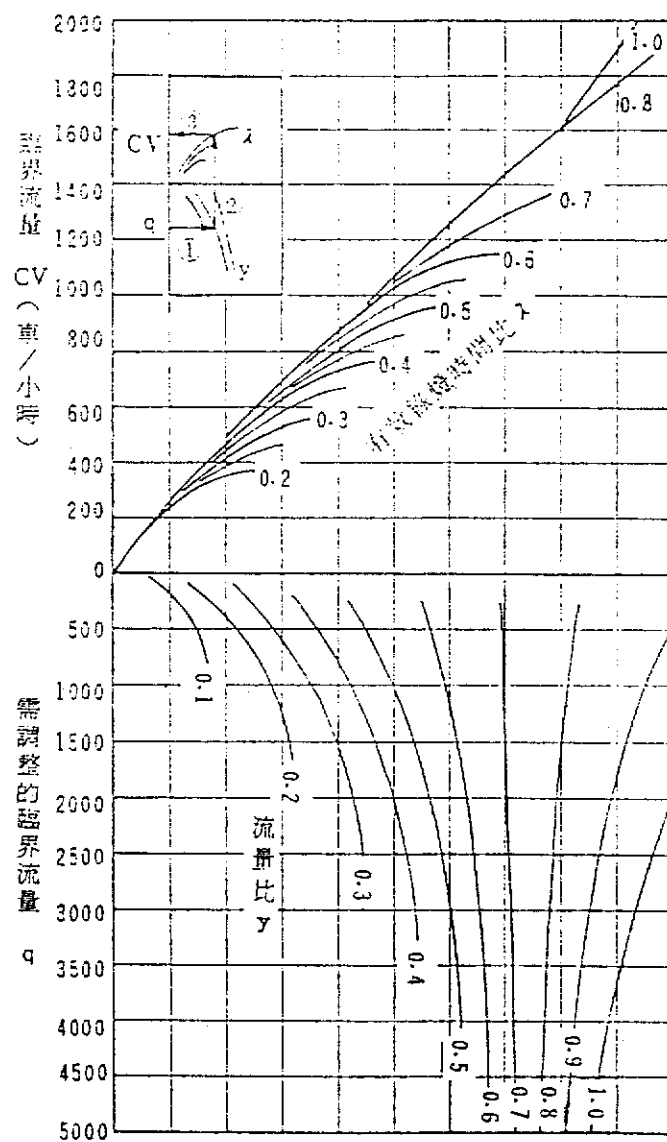


圖 6-11 「圖解法」設計圖 (三)

資料來源：[33]

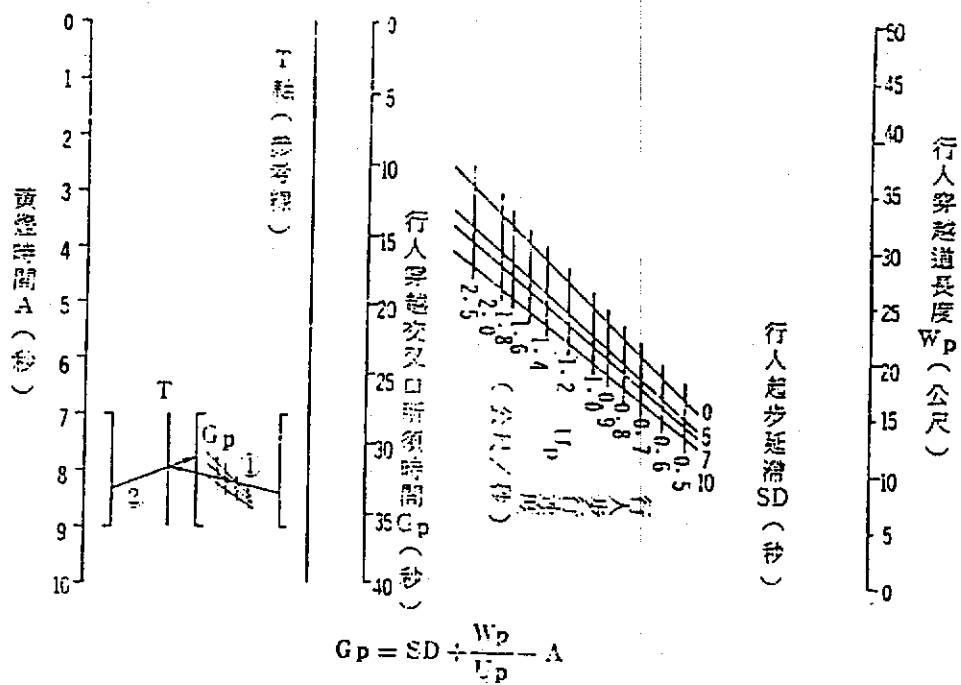


圖 6-12 「圖解法」設計圖 (四)

資料來源：[33]

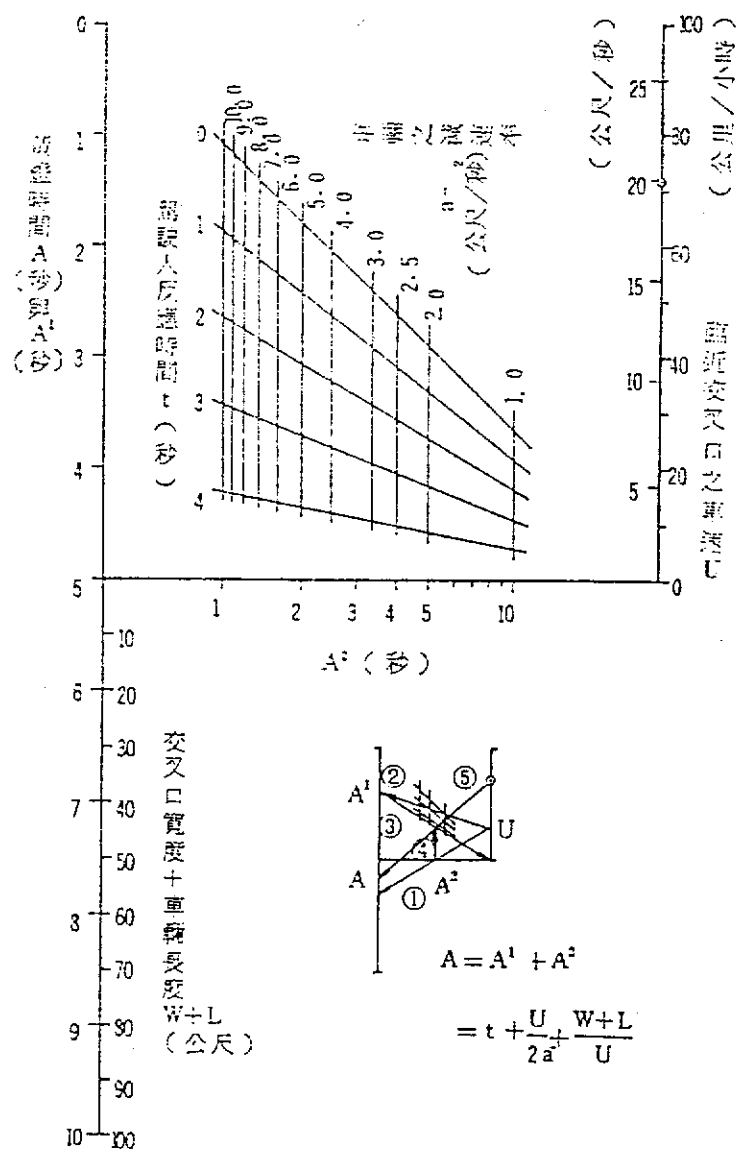


圖 6-13 「圖解法」設計圖 (五)

資料來源：[33]

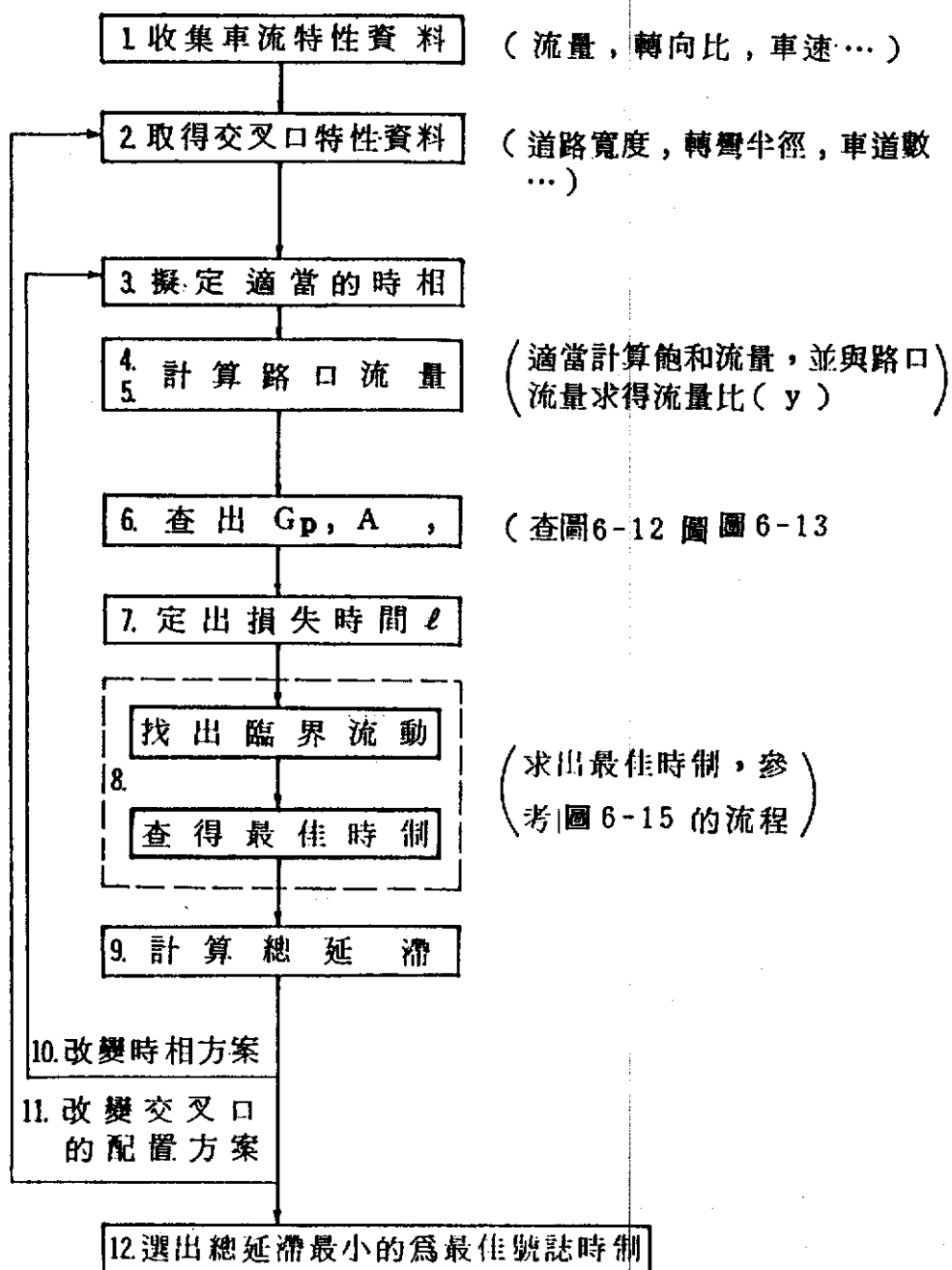
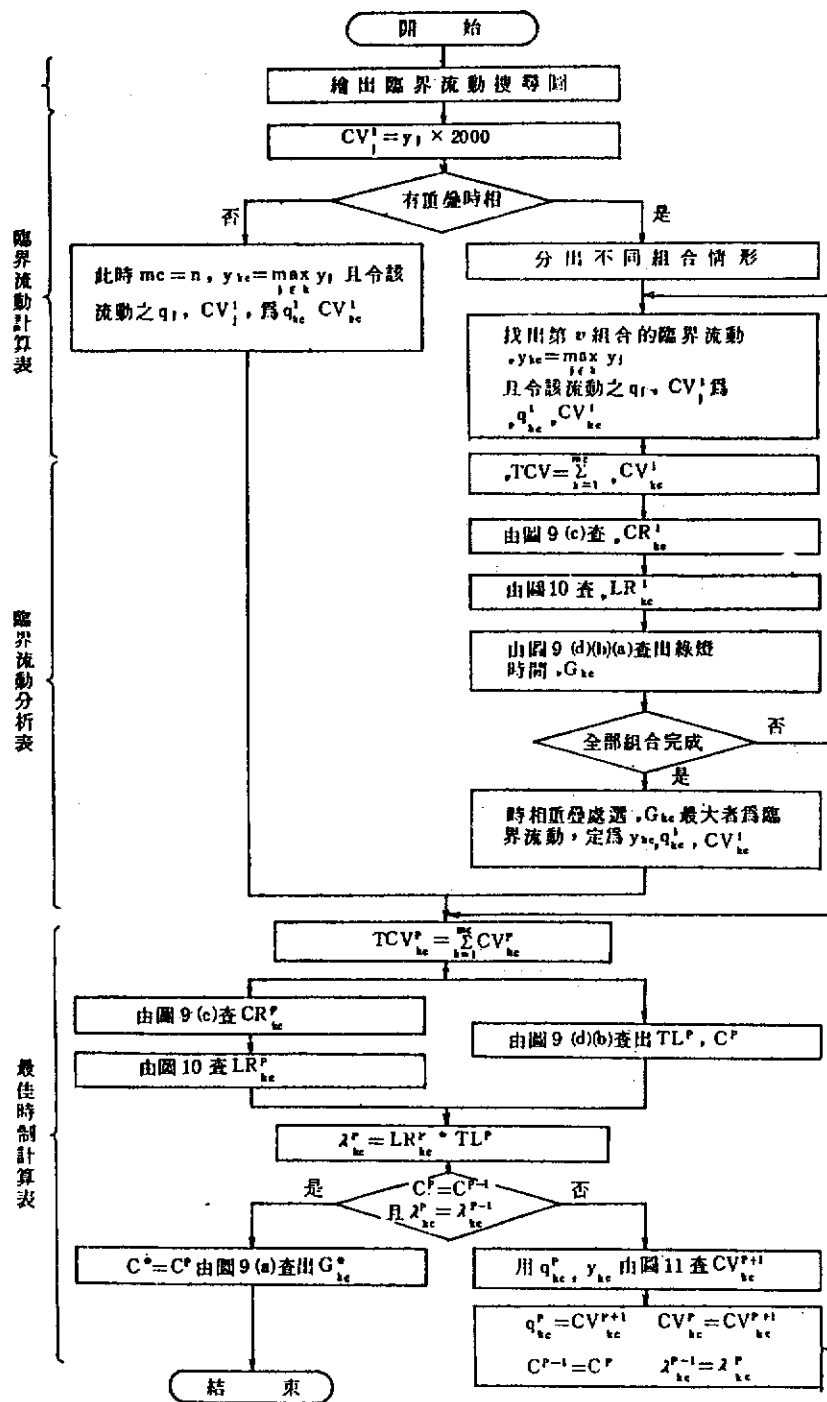


圖 6-14 獨立交叉口定時號誌時制設計的流程圖

資料來源：[33]

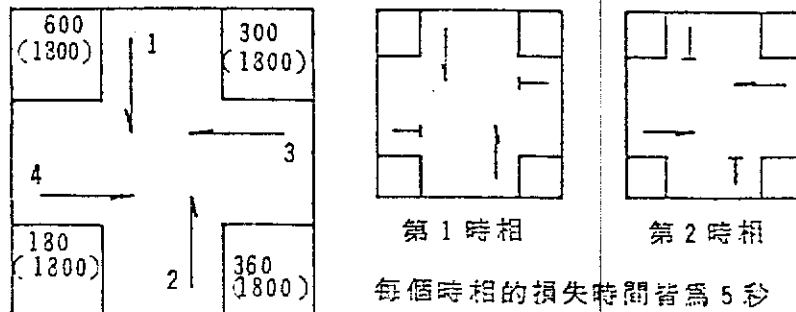


i 表時相,  $i = 1 \sim m$ 。  
 j 表路口,  $j = 1 \sim n$ 。  
 (mc 表不重疊時相數)  
 kc 表示第 k 個臨界流動,  $k = 1 \sim mc$ 。  
 v: 表示不同組合的編號。  
 P: 表示調整流量的次數。

圖 6-15 圖解法之查圖流程

資料來源: [33]

(a) 先繪出臨界流動搜尋圖，如圖6-17，其節點表示時相，而連線則表示各個路口的流動。



(C) 內為飽和流量

圖 6-16 交叉口及時相分配示意圖 (例題一)

資料來源：[33]

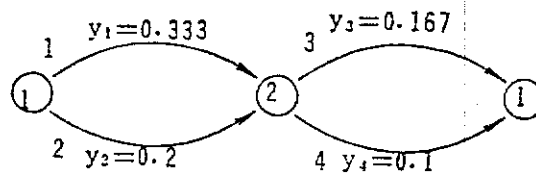


圖 6-17 臨界流動搜尋圖 (例題一)

資料來源：[33]

(b) 接著利用臨界流動計算表 6.1 來計算路口的流量比  $y_j$  與路口的基本調整流量  $C V 1_j$ ，並且找出臨界流動的  $y_{kc}$ ， $q 1_{kc}$  與  $C V 1_{kc}$  的值如表 6.1 所列。(因為

沒有重疊時相的流動，所以只考慮時相中  $y_j$  值最大

的即為該時相的臨界流動)。

(c) 因為沒有重疊時相所以不需要用到臨界流動分析表。

(d) 依照最佳時制計算表的順序重複查圖，以求得最佳時制  $C^*$ ， $C_{kc}^*$ 。其過程列在表 6.2 中，如果號誌時制

的要求精度不高時，可以只查一次圖就得到最佳時制，否則就需要重複運算，直到時制平衡為止。在重複填表的過程中，第(4)個格子和第(6)個格子內填入前一次第(13)個格子內的數值，也就是將前一次的調整臨界流量，改變為現在的臨界路口流量和調整流量（即， $q_{kc}^p = C V_{kc}^{p-1}$ ， $C V_{kc}^p = C V_{kc}^{p-1}$ ），再繼續運算。

用「圖解法」求得的最佳時制，其週期時間為 38 秒，第 1 時相分得 23 秒鐘（包括黃燈時間）除去 5 秒的損失時間，其有效綠燈時間為 18 秒。第 2 時相有 15 秒鐘（包括黃燈時間），除去損失時間，剩下有效綠燈時間為 10 秒鐘。

表 6.1 臨界流動計算表（例題一）

路口編號 j (1)	起迄時相 (2)	路口流量 $q_i$ (3)	飽和流量 $s_i$ (4)	流量比 $y_i$ (5)=(3)/(4)	基本調整流量 $CV_j^1$ (6)=(5)×2,000	臨界流動的流量比 $y_{kc}$ (7)
1	1—2	600*	1,800	0.333	666*	$y_{1c}=0.333^*$
2	1—2	360	1,800	0.200	400	
3	2—1	300*	1,800	0.167	334*	$y_{2c}=0.167^*$
4	2—1	180	1,800	0.100	200	

\* 表示臨界流動

資料來源：[33]

表 6.2 最佳時制計算表 (例題一)

重複運算的次數 P	臨界流動的編號 k	路口編號 j	第P次的臨界流量 $q_{kc}^P$	臨界流動的流量 $y_{kc}$	第P次的調整係數 $CV_{kc}^P$	第P次的總臨界流量 $TCVP = \sum_{k=1}^m CV_{kc}^P$	第P次的總有效綠時間 $TLP$	第P次的最佳週期時間 $CP$	第P次的臨界流量比例 $CR_{kc}^P = CV_{kc}^P / TCV^P$	第P次的有效綠比例 $LR_{kc}^P$	第P次的有效綠 $\lambda_{kc}^P = LR_{kc}^P \times TLP$	第P+1次的調整係數 $CV_{kc}^{P+1}$	綠燈時間 臨界流動的最佳 $G_{kc}^*$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	1	1	600	0.333	666				0.67	0.63	0.454	680	21.5*
	2	3	300	0.167	334	1,000	0.72	36	0.33	0.37	0.266	350	14.5*
2	1	1	630		680				0.66	0.63	0.458	710	
	2	3	350		350	1,030	0.727	37	0.34	0.37	0.269	360	
3	1	1	710		710				0.66	0.63	0.47	710	
	2	3	360		360	1,070	0.74	38	0.34	0.37	0.27	360	
4	1	1	710		710				0.66	0.63	0.47		23
	2	3	360		360	1,070	0.74	38	0.34	0.37	0.27		15

• 號制時制的精度要求不高時，只敘一次查圖的結果。

資料來源：[33]

## ● 例題二

十字形的交叉口如圖 6-18 所示，其假設的時相分配方式表示在時相矩陣 (Stage Matrix) 中，並且繪製成示意圖，而交叉口上的各個路口流量及飽和流量亦標示在圖中。如今假設第 1 時相及第 3 時相的損失時間各為 4 秒鐘，而第 2 時相的損失時間只有 3 秒鐘，且規定每一個時相的最短綠燈時間為 7 秒，求其最佳時制。

(a) 繪製臨界流動搜尋圖 (圖 6-19)，由圖中可以很清楚的看到第 1 路口為重疊時相，因此必須依照重疊時相的程序來處理。

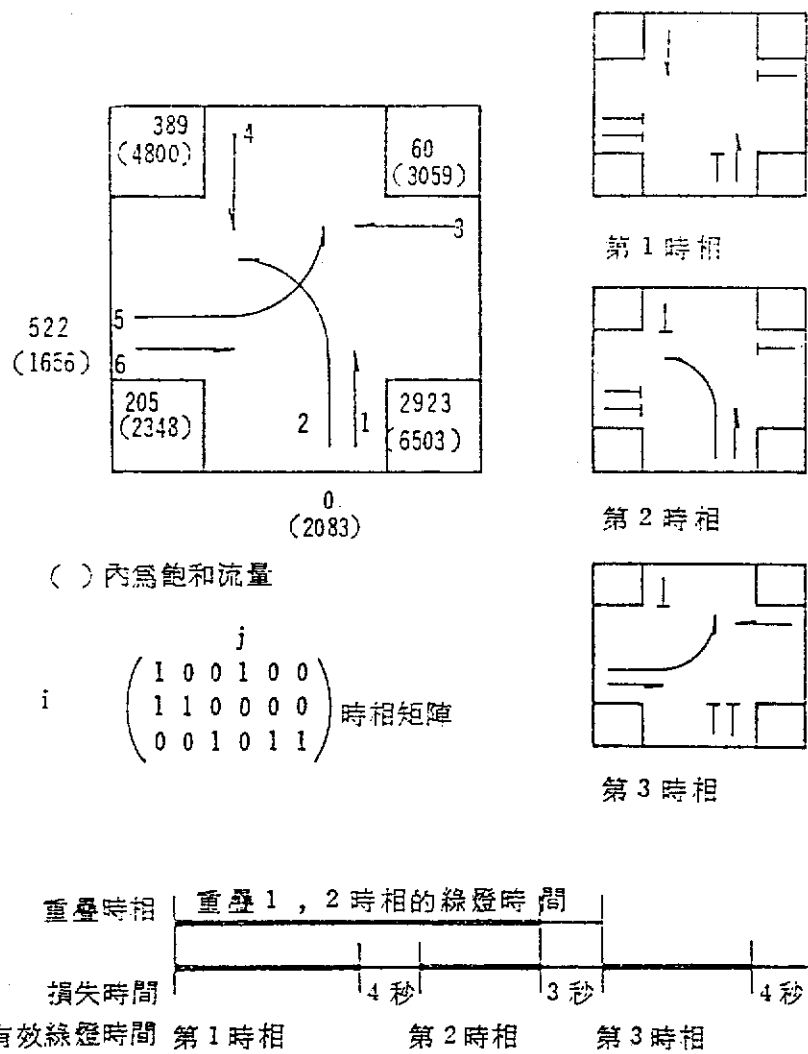


圖 6-18 交叉口及時相分配示意圖 (例題二)

資料來源：[33]

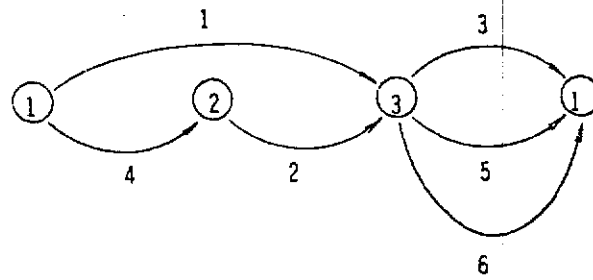


圖 6-19 臨界流動搜尋圖 (例題二)

資料來源：[33]

- (b) 由臨界流動搜尋圖中可以找出臨界流動的可能組合情形，共有六種：1-3，1-5，1-6，4-2-3，4-2-5，4-2-6。但是路口3、5、6並沒有受到重疊時相的干擾，因此只需要選擇其中流動比最大者，作為該時相的臨界流動即可，如此可以將組合情形縮減為二種：1-3、5、6與4-2-3、5、6，並且代入臨界流動計算表中，計算各種組合情形下的流量資料，如表6.3所列。

表 6.3 臨界流動計算表 (例題二)

路口編號 j (1)	起迄時相 (2)	路口流量 $q_j$ (3)	飽和流量 $s_j$ (4)	流量比 $y_j$ (5) = (3)/(4)	基本調整流量 $CV_j$ (6) = (5) × 2,000	第1種組合情形 的臨界流動 流量比 $1y_{kc}$ (7)	第2種組合情形 的臨界流動 流量比 $2y_{kc}$ (8)
1	1—3	2,923	6,503	0.4495	899	$1y_{1c} = 0.4495$	計為7秒損失 時間 $2y_{1c} = 0.0810$
2	2—3	0	2,083	0	0		
3	3—1	60	3,059	0.0196	39		
4	1—2	389	4,800	0.0810	162	$1y_{2c} = 0.3152$	$2y_{2c} = 0.3152$
5	3—1	522	1,656	0.3152	630		
6	3—1	205	2,348	0.0873	175		

資料來源：[33]

(c) 將兩種組合情形的資料代入臨界流動計算表中，以便找出真正的交叉口臨界流動。本例題在計算4-2-3、5、6的組合情況時，因為第2路口之流量為零，而最短綠燈時間是7秒鐘，所以假設第2路口的有效綠燈時間為7秒鐘，並且將之合併於損失時間中計算，即總損失時間變為18秒（4+7+3+4）。

(d) 由表6.4中找到了臨界流動為1-3、5、6，因為其所需要的綠燈時間較長（32.5秒大於21.5秒）。接著將臨界流動的資料填入最佳時制計算表中（表6.5），查得最佳的週期時間為53秒鐘，其中第1個臨界流動需要29.5秒（包括黃燈時間），而第2個臨界流動則需要23.5秒（包括黃燈時間）。

表6.4 臨界流動分析表（例題二）

組合情形 的編號 $i$	臨界流動 編號 $k$	路口 編號 $j$	第 $i$ 組 的總損失時間 $L$	第 $i$ 組 的流量比 第 $i$ 組的臨界流 量 $y_{kc}$	第 $i$ 組 的流量 第 $i$ 組的調整臨 界流量 $CV_{kc}^1$	第 $i$ 組 的流量 第 $i$ 組的總臨界 流量 $TCV = \sum_{k=1}^{m_c} CV_{kc}^1$	第 $i$ 組 的綠燈時間 第 $i$ 組的總有效 綠燈時間 $TL^1$	第 $i$ 組 的綠燈時間 第 $i$ 組的最佳週 期時間 $C^1$	第 $i$ 組 的流量 第 $i$ 組的臨界流 量的比例 $CR_{kc}^1 = CV_{kc}^1 / TCV$	第 $i$ 組 的流量 第 $i$ 組的總有效 綠燈時間 $LR_{kc}^1$	第 $i$ 組 的流量 第 $i$ 組的總有效 綠燈時間 $\lambda_{kc}^1 = LR_{kc}^1 \times TL^1$	第 $i$ 組 的流量 第 $i$ 組的總有效 綠燈時間 $G_{kc}$	第 $i$ 組 的流量 第 $i$ 組的總有效 綠燈時間
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	1	1		0.4495	899				0.59	0.58	0.510	32.5	32.5
	2	5	7	0.3152	630	1,529	0.88	58	0.41	0.42	0.370	25.5	
2	1	4		0.0810	162				0.20	0.26	0.161	11.5	21.5
	2	5	18	0.3152	630	792	0.62	47	0.80	0.74	0.459	25.5	=11.5 +7+3

資料來源：[33]

表 6.5 最佳時制計算表 (例題二)

重複運算的大數	路口編號		第 P 次的臨界路口流量 $q_{kc}^P$	臨界流動的流量比	第 P 次的調整臨界流量 $CV_{kc}^P$	第 P 次的總臨界流量 $TCV^P = \sum_{k=1}^{mc} CV_{kc}^P$	第 P 次的總有效綠燈時間比 $TL^P$	第 P 次的最佳週期時間 $C^P$	第 P 次的臨界流量比例 $CR_{kc}^P = CV_{kc}^P / TCV^P$	第 P 次的有效綠燈比 $LR_{kc}^P$	第 P 次的有效綠燈比 $\lambda_{kc}^P = LR_{kc}^P \times TL^P$	第 P+1 次的調整臨界流量 $CV_{kc}^{P+1}$	時間 臨界流動的最佳綠燈 $G_{kc}^*$
P	k	j	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	1	1	2,923	0.4495	899				0.59	0.58	0.510	970	32.5 *
	2	5	522	0.3152	630	1,529	0.88	58	0.41	0.42	0.370	600	25.5 *
2	1	1	970		970				0.62	0.61	0.543	910	
	2	5	600		600	1,570	0.89	64	0.38	0.39	0.347	600	
3	1	1	910		910				0.64	0.59	0.516	890	
	2	5	600		600	1,510	0.875	56	0.40	0.41	0.359	610	
4	1	1	890		890				0.59	0.58	0.505	870	
	2	5	610		610	1,500	0.87	54	0.41	0.42	0.365	620	
5	1	1	870		870				0.58	0.575	0.500	860	
	2	5	620		620	1,490	0.87	53	0.42	0.425	0.370	630	
6	1	1	860		860				0.58	0.575	0.500		29.5
	2	5	630		630	1,490	0.87	53	0.42	0.425	0.370		23.5

\* 號誌時制的精度要求不高時，只取一次查圖的結果

資料來源：[33]

(e) 由表 6.5 中所得到的第 2 個臨界流動的綠燈時間，

即為原來的第 3 時相所需要的綠燈時間（是提供給第 3、第 5、第 6 三個路口使用的），因此減去 4 秒的損失時間就可以得到第 3 時相的有效綠燈時間（19.5 秒）。而第 1 個臨界流動的綠燈時間是供給第 1 路口使用的，包含了第 2 與第 3 二個時相，因此可以根據這二個時相的路口流量，來分配其所需要的綠燈時間，也就是把第 1 個臨界流動的綠燈時間當作他們的週期時間，填入最佳時制計算表中，再按照表格的順序查圖填寫，最後可以得到這二個時相的綠燈時間。然而本例題中，第 2 個路口的流量為零，無法分配到綠燈時間，因此採用最短綠燈時間 7 秒作為第 2 時相的有效綠燈時間，則第 1 時相的有效綠燈時間為 15.5 秒（ $29.5 - 7 - 3 - 4$ ）。

用「圖解法」求得例題二的最佳週期時間為 53 秒鐘，第 1 時相的有效綠燈時間為 15.5 秒，損失時間為 4 秒，而第 2 時相的有效綠燈時間為 7 秒鐘，另有假設的損失時間 3 秒，最後第 3 時相的有效綠燈時間為 19.5 秒，損失時間是 4 秒鐘。

(2) Leisch [24] 將 1985 年 HCM 第九章號誌交叉路口運轉分析部份，用二元座標對應關係建立八個圖表（Nomograph），如表 6.6 及圖 6-20 所示，以取代繁複的運算過程。這八個表之前四個表，乃依據十字型交叉路口臨近路口車道數分為一車道、二車道、三車道或四車道，後四張表則分析 T 字型或 Y 字型交叉口、右轉專用道、左轉專用道、延滯和服務水準。這些圖表之應用範圍甚廣，不僅可用在容量分析或服務水準的評估，亦可用來求算號誌時制計畫。

表 6.6 轉向調整因子表

左轉

左轉 轉向比 (PLT)	綠燈=15秒*					綠燈=20秒					綠燈=30秒				
	每小時流量 (VPH) <sup>b</sup>					每小時流量 (VPH)					每小時流量 (VPH)				
	200	300	400	500*	600	200	300	400	500	600	200	300	400	500	600
0.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
0.04	1.00	0.98	0.97	—	—	1.00	0.99	0.97	0.97	0.97	1.00	0.99	0.98	0.97	0.97
0.06	1.00	0.95	0.90	—	—	1.00	0.99	0.91	0.85	0.85	1.00	0.99	0.96	0.85	0.85
0.08	0.99	0.91	0.84	—	—	0.99	0.97	0.85	0.75	0.75	0.98	0.97	0.92	0.77	0.77
0.10	0.99	0.88	0.78	—	—	0.99	0.95	0.80	0.69	0.69	0.99	0.95	0.89	0.71	0.71
0.15	0.90	0.80	0.68	—	—	0.97	0.89	0.71	0.57	0.57	0.97	0.92	0.83	0.61	0.61
0.20	0.83	0.73	0.60	—	—	0.94	0.83	0.64	0.49	0.49	0.95	0.88	0.78	0.53	0.53
0.25	0.88	0.67	0.53	—	—	0.91	0.77	0.57	0.42	0.42	0.92	0.84	0.74	0.47	0.47
0.30	0.84	0.61	0.46	—	—	0.87	0.71	0.51	0.36	0.36	0.90	0.80	0.68	0.42	0.42

右轉

右轉 轉向比 (PRT)	每小時行人游安交通量								
	低		中		高		800		
	0	50	200	400	800	1200	0	50	1200
0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
0.15	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
0.20	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
0.25	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

左轉 轉向比 (PLT)	綠燈=40秒					綠燈=50秒				
	每小時流量 (VPH)					每小時流量 (VPH)				
	200	300	400	500	600	200	300	400	500	600
0.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.06	1.00	0.99	0.98	0.94	0.94	1.00	0.99	0.98	0.94	0.94
0.08	0.99	0.98	0.96	0.85	0.85	0.99	0.98	0.96	0.90	0.90
0.10	0.99	0.97	0.94	0.84	0.84	0.99	0.97	0.95	0.86	0.86
0.15	0.97	0.94	0.89	0.76	0.76	0.97	0.94	0.90	0.78	0.78
0.20	0.95	0.91	0.85	0.69	0.69	0.95	0.91	0.86	0.73	0.73
0.25	0.93	0.88	0.81	0.64	0.64	0.93	0.89	0.82	0.68	0.68
0.30	0.91	0.85	0.78	0.60	0.60	0.91	0.86	0.79	0.64	0.64

註記：  
a. 專用車道之調整因子  
b. 專用車道之和  
c. 專用車道之和

共用車道轉向所需之調整因子

左轉

左轉 轉向比	調整因子
0.10	1.00
0.20	0.99
0.30	0.99
0.40	0.98
0.50	0.98
0.60	0.97

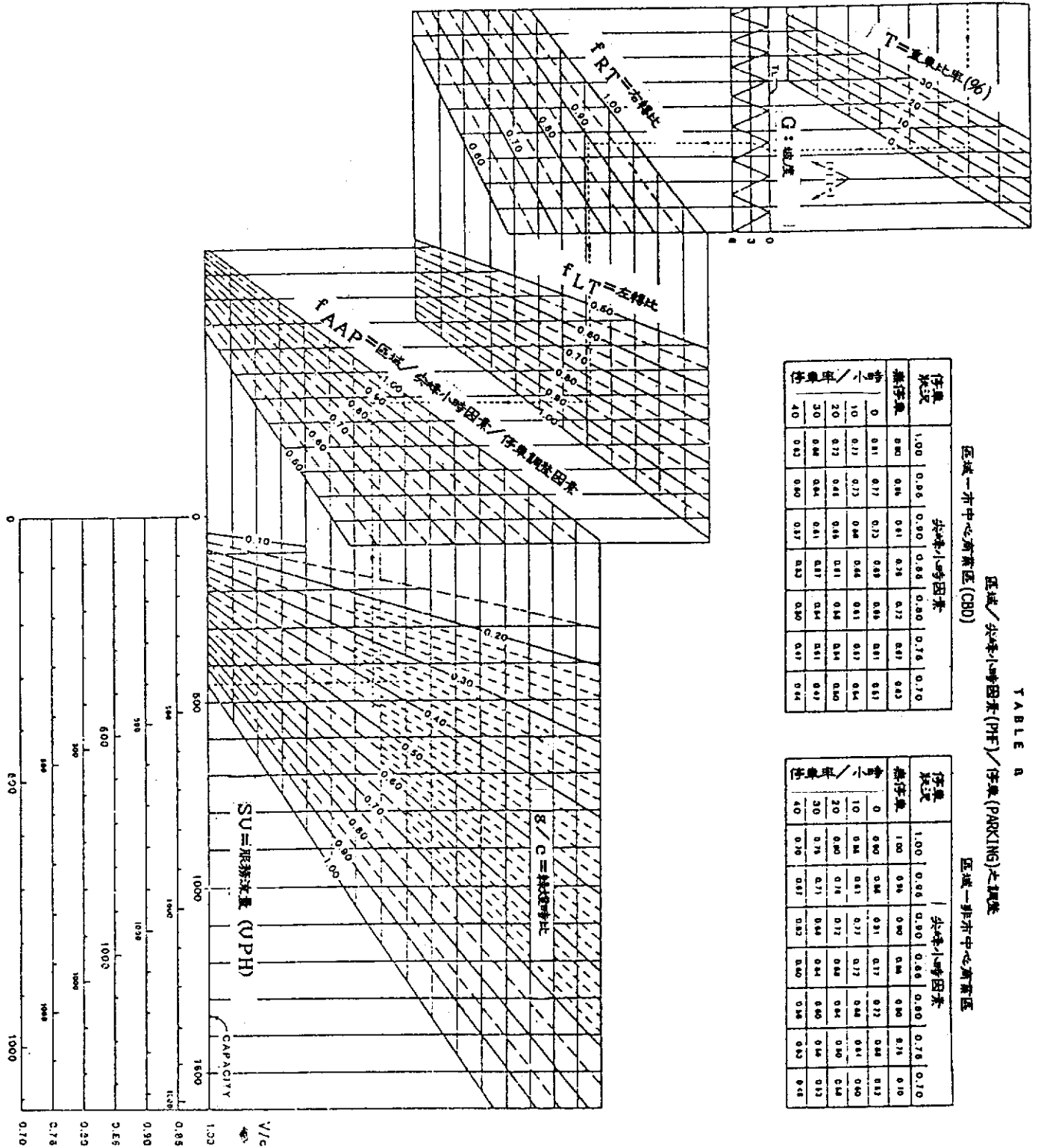
右轉

右轉 轉向比	調整因子
0.10	0.99
0.20	0.97
0.30	0.96
0.40	0.94
0.50	0.93
0.60	0.91

a. 專用車道之調整因子  
b. 專用車道之和  
c. 專用車道之和

資料來源：[33]

$W_L$  = 路線寬 單位：英尺  
單一車道調整法



區域一市中心商業區 (CBD)

停車量 車次	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40
0	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.61	0.57
10	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.61	0.57
20	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.61	0.57
30	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.61	0.57
40	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.61	0.57

區域一非市中心商業區

停車量 車次	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40
0	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.61	0.57
10	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.61	0.57
20	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.61	0.57
30	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.61	0.57
40	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.61	0.57

圖 6-20 容量分析列線圖

資料來源：[33]

因 Leisch 的圖表法乃依 1985 年美國公路容量手冊之內容而來，在求解交叉路口號誌時制計畫時，仍非以總交叉路口延滯最小為目標，而是以交叉路口或車道群之飽和度（亦即  $V/C$  值）不超過某一定值為準，因此若以總交叉路口延滯值為衡量標準，此種時制設計就不是最佳設計。

## 2. 交通部運研所求解法

對於獨立路口號誌時制設計方法，交通部運研所 [1] 曾提出一種設計程序，現將此程序列述於下，供研究者使用。

### (1) 設計邏輯基礎

- (a) 使每一輛車的平均延滯為最小。
- (b) 使車輛的平均停車次數為最少。
- (c) 使停等車隊的長度為最短。
- (d) 使每一輛車在第一次綠燈時間內可通過交叉路口的機率為最大。

獨立號誌時制設計均以上述一項或數項為設計目的，其效果可同時提高該路口的交通容量。

### (2) 設計前應先準備之資料

#### (a) 行人與車輛交通量

至少應為平常日 16 小時的交通量。

#### (b) 車輛駛進交叉路口時的速率

速率觀測應在交叉路口停車線前方 50~70 公尺處為之，取其第 85 百分位速率。

#### (c) 行人穿越道路的一般速率。

#### (d) 交叉路口平面圖

圖上應具有各臨近路段寬度、車道數目、行人穿越道長度、路權線、路緣線、縱坡、視距限制、路面標線

、停車情形、公車路線及站位、電桿、樹木、電話亭等位置，以及路旁土地使用性質及鄰近有關交通的特殊情形。另外，橋樑或鐵路平交道等均應在平面圖上詳細註明以作為設計研究時之參考，如圖6-21。

### (3) 時制設計程序

綠燈時段與週期時間的初步計算步驟如下：

#### (a) 時相設計

按實際情況，依轉向車輛之型態與多寡或行人交通量之高低等情形，先擬定一組時相設計。

#### (b) 計算黃燈清道時間

按反應時間、行車速率與交叉路口寬度等資料，計算每一臨近路口所需的清道時間(Clearance Interval)。

#### (c) 計算行人橫越街道所需最短綠燈時間

為了使行人有足夠時間通過路口，綠燈時間必須有一最短的限制。此最短綠燈 ( $G_{i,min}$ ) 應考慮行人起步延誤、行人穿越道長度、行人步行速率與黃燈時間。

#### (d) 計算交叉路口各臨近車道飽和流量

影響交叉路口各臨近車道飽和流量之主要因素如下：

- 車道寬度
- 路邊停車
- 道路坡度
- 左右轉專用車道
- 行人

#### (e) 計算交叉路口各時相之最高交通流量與飽和流量比

#### (f) 計算使各車流產生最小延誤之週期時間

根據Webster 公式求出交叉路口總延滯最小之週期。

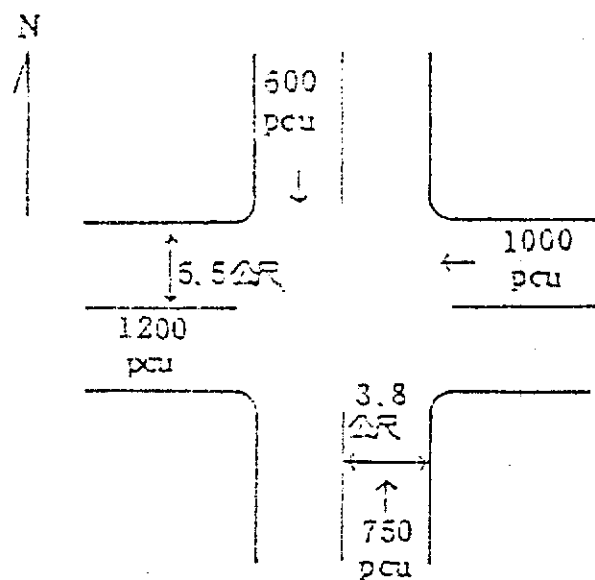


圖 6-21 交叉路口平面圖

(g) 計算各時相綠燈時間

I、計算總有效綠燈

II、計算各時相有效綠燈時間

III、計算各時相之綠燈時間

IV、各時相綠燈時間修正

(h) 號誌時相與週期時間調整

依據前項所得各時相綠燈  $G_i$  與黃燈  $A_i$ ，重新計算週期。

(4) 時制設計後之檢核

(a) 計算各交叉路口平均車輛之延滯時間

(b) 計算交叉路口各方向車輛至少須停等一次之百分率

(c) 計算交叉路口平均等車隊長度

(d) 計算交叉路口車輛於第一綠燈時間通過百分率

對於交通部運研所提出之方法，在參考文獻內有幾個例子詳細說明計算過程，工程師可自行參考，在此不再贅述。

### 6.3 定時時制設計

基本上，要建立一套定時時制交控系統，其設計之步驟可如圖6-22所示。因為在相關資料之蒐集調查、整理分析上，包含背景分析、道路幾何資料勘查及基本交通狀況資料調查項目與分析方法，已在第四章作過說明，在此不再贅述。至於重要參數就定時時制而言，因為沒有埋設偵測器，所能調查分析者大都藉由離線方式，以人工調查之方法獲致，包括（1）時制參數，即最短綠燈、最長綠燈及清道時間（2）交通參數，即飽和流量、損失時間、等候消散時間、續進速度。

以下乃就交控策略、時制計劃建立、系統降級、時制優先設計及查詢系統建立上作一說明。

經由相關資料之分析，而後即是選擇交控策略之步驟，就定時時制之設計上來說，依獨立路口、幹道及網路加以區分，其應用分析之方法敘述如下。

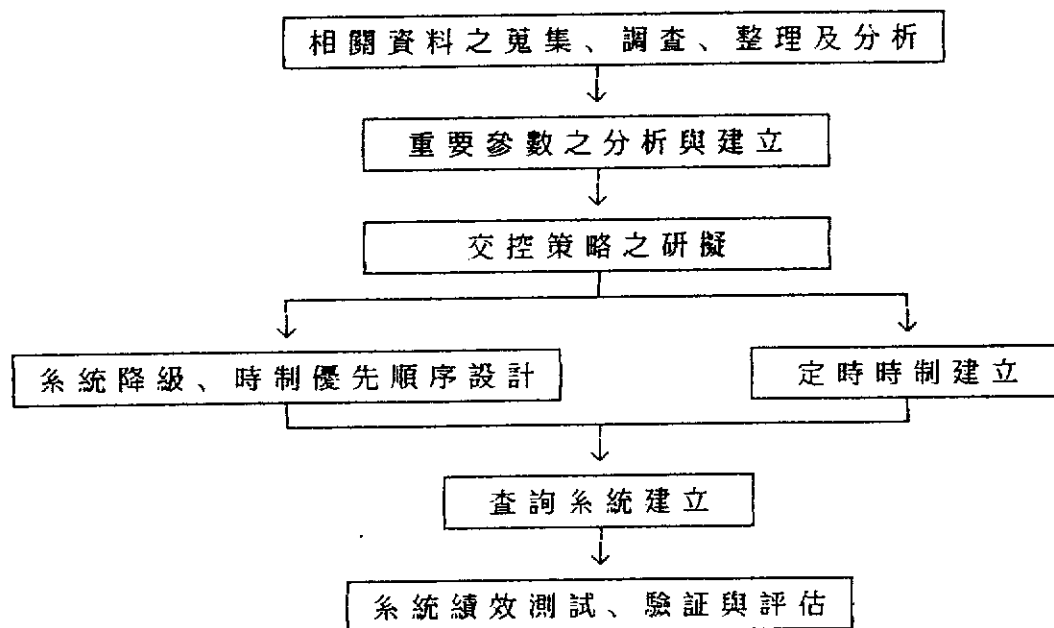


圖6-22 定時時制交控系統設計程序

## 6.3.1 交控策略之研擬

### 6.3.1.1 獨立路口定時時制交控策略

可分成下列三種方法來獲致時制計畫：

1. 方程式法：利用 Webster 公式（參考 6.2.3 節之說明）。
2. 圖解法：（參考 6.2.3 節之說明）。
3. 時制計算軟體之應用：

乃利用獨立路口時制計算軟體來建立時制計畫，在國內使用最頻繁的是 SOAP (Signal Operation Analysis Package)，以下乃作一簡單特性介紹。

- (1) 為一獨立路口提供最佳週期分時及時相型態、左轉型態等選擇方案的時制計畫運算程式，由美國佛羅里達大學運輸研究中心於 1977 年發展建立。
- (2) 屬於巨觀 (Macro Scopic)、定性 (deterministic) 之模式，目前之版本為 SOAP-84。
- (3) 求算之績效指標為延滯與停等負效用值之最小化，公式如下：

$$PI = D + KS$$

PI：績效指標

D：延滯

K：停等懲罰值 (Stop Penalty)

S：停等次數

- (4) 其延滯推估式乃取 Webster 之均勻車輛到達延滯推估式，再加上 TRANSYT-7F 模式之第二、三項隨機到達之延滯推估式而得，至於停等比率乃利用公式推出。
- (5) 輸出之績效，尚有超額燃油消耗之推估。
- (6) 針對左轉容量提出作為時制計畫修正之考量依據，分成左轉專用時段之左轉容量，直行允行左轉下之左轉容量及利用黃燈時

間之左轉容量之推估計算。

(7) 時制設計乃利用數學解析法分成八個步驟來加以完成。

- a. 初步週期計算
- b. 分時
- c. 左轉容量之調整
- d. 指派時制控制策略
- e. 計算每一控制策略下之流量
- f. ~ g. 調整最佳週期長度
- h. 決定最佳化

(8) 輸入資料包含：

- a. 幾何資料
- b. 交通資料
- c. 時制及交通參數值

輸出資料包含：

- a. 時制計畫
- b. 時制績效

### 6.3.1.2 幹道定時時制交控策略

可分成兩種：

1. 時空圖法：可分成下列幾個步驟

- (1) 蒐集相關資料：包括幾何資料、流量資料。
- (2) 製作長條圖形表示號誌之變化。
- (3) 分析流量趨勢變化，決定時制計畫套數。
- (4) 決定時制參數（利用公式推導週期、時比）。
- (5) 繪製時空圖，以試誤法配合號誌圖來調整時差，如圖6-23。

2. 離線法計算幹道時制

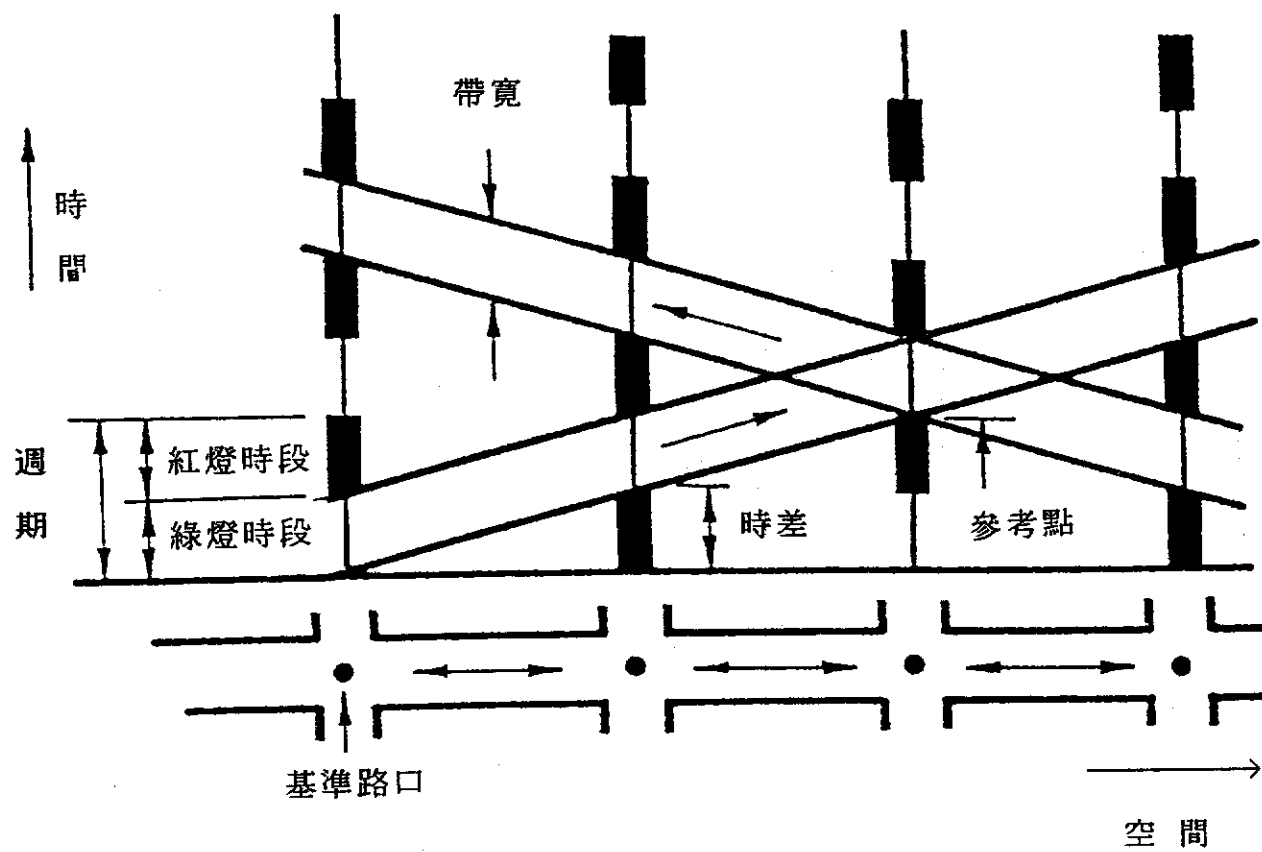


圖 6-23 時空圖

其運算之時制績效目標可劃分成兩大類：

(1)以延滯及停等負效用最小者：如TRANSYT。

(2)以續進帶寬最大者：如MAXBAND及PASSER-II兩種最具代表性。

TRANSYT 在此先不作介紹，以下針對MAXBAND及PASSER-II來加以簡單說明其特性。

A. MAXBAND (MAXimum BAND width) 法：

(a)乃根據Little之號誌聯鎖混合整數規劃理論，求算幹道雙向綠燈帶寬之和為最大之幹道時制設計軟體。

(b)可處理20個以內之號誌化路口。

(c)輸入資料包括幾何、交通流量資料，以及時制參數、特殊參數值，如續進速度範圍、等候消散時間等。

(d)輸出資料：包含時制計畫、續進速度、路段行駛時間及時空圖，並無績效評估指標。

B. PASSER-II

(Progression Analysis and Signal Evaluation Routine)

(a)乃由德州交通部與農工大學聯合發展出來，為一巨觀、定性之最適化幹道時制設計模式，不僅可求解幹道時制，亦可求解獨立路口時制。

(b)具有處理多時相之功能，同時在最大綠燈帶寬之目標函數前題下，亦具有微調閒置綠燈時間(Slack Green Time)降低延滯負效用之運作。

(c)可處理 20 個路口以內之號誌化路口，其運作原理乃結合Little及 Brook之理論，車流之處理乃假設車隊具有擴散作用，下游路口之車輛到達率則分成 5種型態。

(d)輸入資料包含

a. 幹道一般資料：包含幾何及特殊參數值之設定，如設計速度、等候消散時間。

b. 路口一般資料：

c. 路口時制參數及交通參數資料。

輸出資料包含

a. 時制資料：包含週期、時比、時差。

b. 績效指：包含系統有效度、及可及度、延滯、總耗油量及停等。

(e) 適用範圍：按交通型態及路口控制特性，其適用範圍如圖 6-24 所示。

(f) 目前之版已至 PASSER II -87。

### 6.3.1.3 網路定時時制交控策略

可分成下列二種方法：

#### 1. 人為技巧：

一般而言在網路中，因路口與路之間具有回饋現象，利用圖形試誤法來建立時制，相當困難，惟格子式路網，因具有規則性則可利用下列方式來建立時制計畫。分述如下：

- (1) 同亮式時制：設定時差為 0，時比 50:50，適合在短街廓。
- (2) 隔一迭亮時制：設定時制為半週期，需有街廓長及速度之配合。
- (3) 隔二迭亮時制：設定兩個鄰近路口為同亮，時差為 0，隔兩個路口為半週期時差，續進帶寬為隔一迭亮時制之一半。
- (4) 1/4 週期時差：適合在單行道之格子式路網中。

#### 2. 離線交控軟體

一般用來建立網路定時時制之交控軟體，主要有 TRANSYT 及 SIGOP-II 兩個，茲介紹其特性如下：

##### (1) TRANSYT (TRAFFIC Network Study Tool)：

A. 由英國運輸與道路研究實驗室 (Transportation and Road

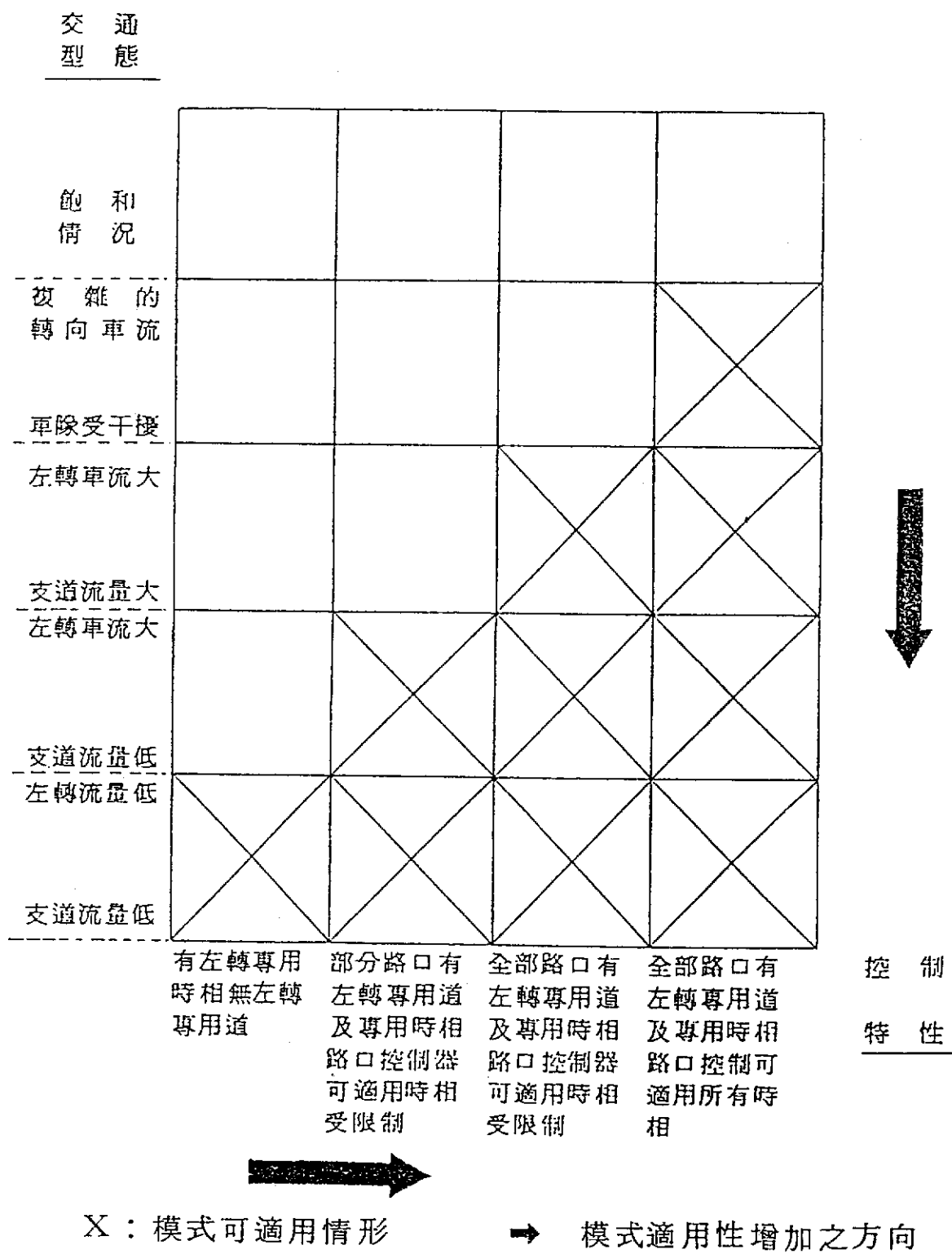


圖 6-24 PASSERII-84 之適用情形

資料來源：[4]

Research Laboratory, 簡寫TRRL) 之 DI. Robertson 於 1967年發展。

- B. 為一巨觀、定性之交通模擬與號誌最佳化模式，具有評估、設計時制之功能。
- C. 績效目標函數為負效用之最小化，運作原理乃利用爬山尋優法(Hill Climbing) 來求解最佳之時比、時差。
- D. 模擬方法乃以巨觀車隊方式加以考慮，且利用時間掃描法自動掃描系統之運行，包含三種交通流型態，即流入、飽和流及流出型態，且具有車隊擴散之現象。
- E. 可處理公車及非號誌化路口功能。
- F. 輸入資料包括網路控制資料、路口基本資料、修正參數卡及繪圖卡等四大部份，輸出資料包括輸入資料對照說明表及系統績效評估指標，其中系統績效評估指標 (Measurement of Effectiveness, 簡稱MOE) 包括延滯、停等百分比、等候車隊長、耗油量及系統項 (即總車里程數、總旅程時間及平均系統速率) 。

(2) SIGOP-III (Traffic SIGNAL OPTimization Model Version III)

- A. 由美國KLD 公司所發展。
- B. 屬於巨觀、定性之號誌設計評估模式。
- C. 目標函數乃涵蓋延滯、停等及溢流因子之負效用最小化。
- D. 不能處理公車及非號誌化路口。
- E. 缺乏實際測試與評估資料。

由於公式計算法及圖形法無法達到處理大量、快速的資料要求，同時久缺運作績效之評估，準確度不佳，因此只能作為初步設計者之學習基礎。在實際應用時制設計上，仍須藉助交控軟體輸入有關資料，以得出時制計畫。至於不同交控軟體之選擇，則可依下列幾點因素來加以考量比較：

1. 國外運作之績效評估。
2. 交控軟體具備之功能與特性。
3. 國內交通狀況之適用性。
4. 系統之轉移性、可親性與應用之便利性。
5. 購置之經費及人員之訓練與操作使用程度。
6. 系統之配合（研究區域之範圍、道路幾何狀況及車流特性）。
7. 實際需要及特殊功能之要求程度。

### 6.3.2 時制計畫之建立與運作

在研擬交控策略、選定交控軟體之後，接著便是建立時制計畫之工作。

#### 1. 獨立路口定時時制計畫之建立與運作

由於獨立路口不需特殊之車流參數，因此一般只要依照下列運作程序，即可建立一套時制計畫，進而透過有效之規劃，設計時制資料庫加以儲存使用。

**第一步驟** 整理所需流量資料及相關參數值劃分時段，依時制軟體表格之設定格式輸入，獲致時制計畫。

**第二步驟** 時制計畫之檢核（查核與正常狀況有無錯誤）與調整。

**第三步驟** 時制計畫之儲存（儲存在時制資料庫及路口控制器）。

**第四步驟** 將儲存之時制由操作員在預先設計好的工作顯示板上選擇適當時制傳送至路口控制器或根據每日各時段流量變化，由控制中心電腦自動在固定時間將各路段時制送至路口控制器執行。沒有設置控制中心者，則由路口控制器依載入之時段時制計畫定時自動運作。

#### 2. 幹道及網路時制計畫之建立與運作

在幹道及網路中，時制計畫除了週期、時比外，尚需有時差，以

達成聯鎖之功能。在運作上可劃分成無線時基聯鎖與有線時基聯鎖兩種，其運作程序可描述如下：

第一步驟 整理有關資料及分析參數值，依交控軟體設定之表格輸入，獲致時制計畫。

第二步驟 時制計畫之查核與調整。

第三步驟 時制計畫之儲存（儲存在路口主控制器、路口控制器或時制資料庫）。

第四步驟 系統對時。

第五步驟 運作無線時基聯鎖或有線時基聯鎖。

#### 1. 無線聯鎖

所謂無線聯鎖，即是將劃分不同時段之時制計畫，定時由各路口之間以路口主控制器為準，加以對時之後，定時運作時制計畫，達成聯鎖之功效，不必經由控制中心下達命令。

#### 2. 有線聯鎖

有線聯鎖即是交控中心將儲存在時制資料庫之時制計畫，由操作員或由電腦定時選取時制計畫，送至路口控制器執行聯鎖之功能。

### 6.3.3 系統降級、時制優先順序設計

為了提高交控系統運作之彈性，以及防範系統故障所造成之不良效果，應有系統降級、時制優先順序及故障應變功能之設計，茲分述如下：

#### 1. 系統降級：

由於交控系統設備故障或受外力影響所造成之系統時制無法加以運作時，此時應有系統降級之處理，在定時時制系統，其系統降級之運作，乃改為閃黃及閃紅或路口自行運作。

## 2. 時制優先順序：

在運作時制之過程，為了防範突發狀況必須訂定優先順序，以增加運作上之彈性，通常設定之優先順序如下：

第一步驟 判斷是否有"手動"旗標。

第二步驟 判斷是否有系統故障，改由路口控制器自行運作。

第三步驟 執行正常之時制。

### 6.3.4 查詢系統之建立

由於交控中心與定時時制號誌化路口有連線運作，因此有必要建立一套資訊查詢系統，主要可分成兩大部份：

#### 1. 查詢之資料及表格設計

##### (1) 查詢之資料

- A. 路口群組幾何狀況。
- B. 時制計畫。
- C. 系統故障及運作狀況。
- D. 流量。

##### (2) 表格之設計：以美觀醒目為主，並力求實用及格式之變化。

- A. 查詢系統進入格式。
- B. 路口幾何圖。
- C. 時制計畫表。
- D. 流量計畫表。
- E. 系統故障狀況顯示燈及運作狀況。

#### 2. 查詢方式之設計

以交談式方式設計查詢表格，依使用者需要自行選取所欲查詢之資料。而在設計之方法上，具有任意切換查詢之功能，以增加系統之可親性與便利性。

## 6.4 動態查表時制設計

建立一套動態查表交控系統，其設計步驟如圖6-27所示，其中相關資料之蒐集、調查、整理及分析，亦如第四章之說明。而在動態時制與定時時制間最主要之差異即是藉由車輛偵測器之設置蒐集動態交通資訊，並且送回交控中心，再經由一定準則的判定，從動態時制資料庫中，配適時制計畫，再送回路口運作。就時制計畫因應交通流量之變動彈性上，已有重大突破。

參數之分析包括時制參數，即最短綠燈、最長綠燈及清道時間以及交通參數即飽和流量、損失時間、等候消散時間及續進速度等，除可藉由離線方式加以蒐集分析外，當偵測器送回流量、佔有率等資訊，可經由事先研擬相關模式或公式，求出等候消散時間值及配適續進速度，以期符合現況之需求，獲致較佳之營運績效。

選擇偵測器埋設地點及數量，亦是極為重要之工作，可參閱第5.3節之說明，以下乃就交控策略研擬、時制計畫建立、系統降級、時制優先順序設計及查詢編修系統之建立作一說明。

### 6.4.1 交控策略之研擬

就動態查表時制之設計來說，依獨立路口、幹道及網路分別加以區分，可應用之分析方法如下：

#### 1. 獨立路口動態查表交控策略

主要乃利用獨立路口時制計算軟體來建立時制計畫，可應用的軟體為SOAP-84，其模式特性、輸入資料可參閱第6.3.1.1節或使用手冊，此處不再說明。

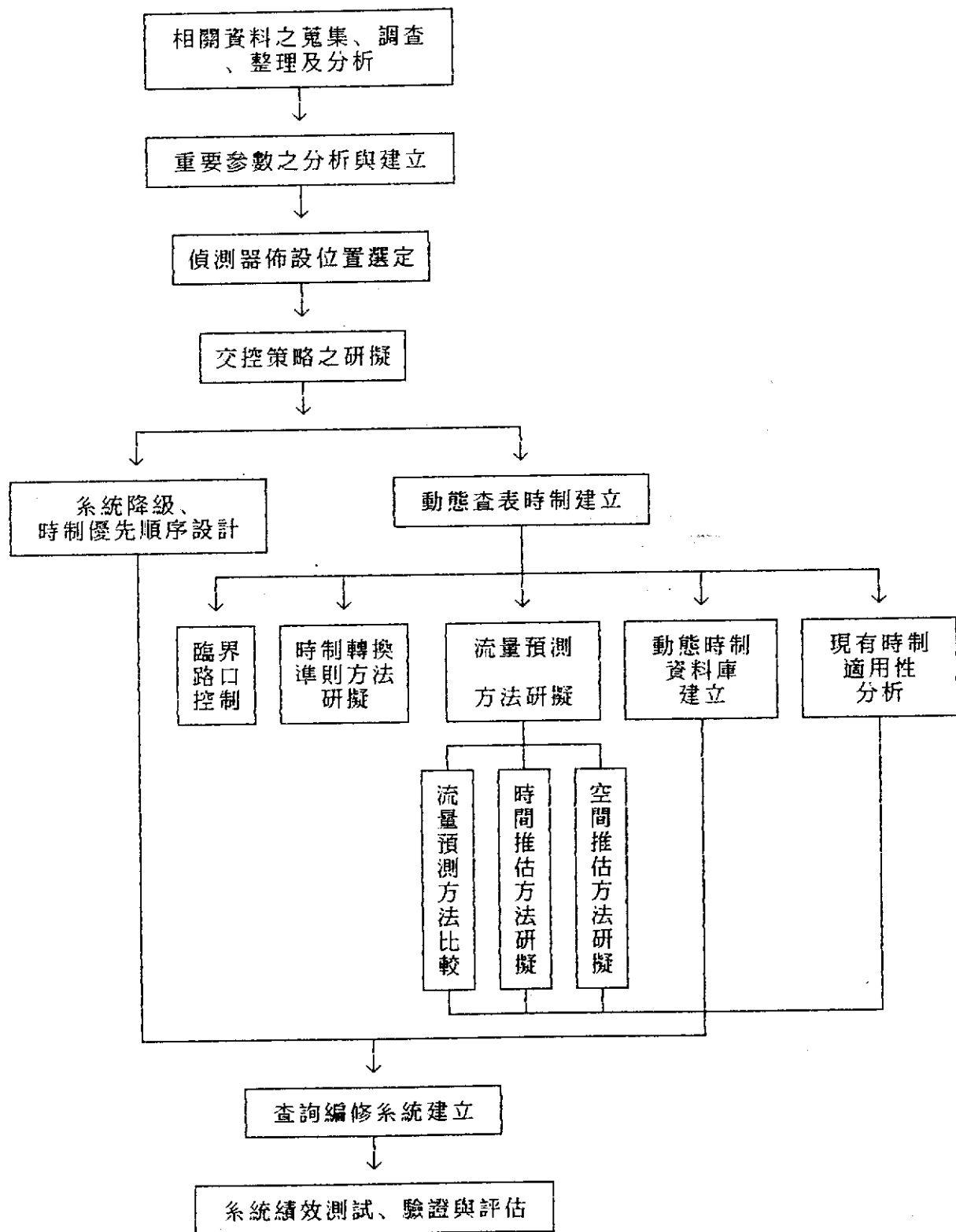


圖 6-27 動態查表交控系統設計程序

## 2. 幹道動態查表交控策略

主要利用離線法求出幹道時制計畫，再構建成時制資料庫。所應用之軟體包括PASSER II -84、MAXBAND、TRANSYT 及 BANDTOP、T7F-T88 等時制計算軟體，其中，PASSER II -84、MAXBAND 及 TRANSYT 已在 6.3 節中提出說明。另外 BANDTOP 及 T7F-T88，在此作一簡單的介紹。

### (1) BANDTOP (BANDwidth of Timing Optimization Program) 程式

BANDTOP 為幹道續進帶寬最佳時制程式之簡稱，屬於混合整數規劃模式，目標函數為幹道雙向續進帶寬和最大，可涵蓋六個部份如下：[24]

A. BANDTOP 主控程式次系統：作為輸入檔案之開起與關閉。

B. 輸入次系統：包含讀入幹道名稱個別路口及路段資料及資料查核。

C. 最佳時比次系統：可利用一般比例法及 Fibonacci 搜尋法。

D. 格式產生次系統：將資料轉變成混合整數規劃格式，以作為 LINDO 次系統之輸入資料。

E. LINDO 次系統：求解時制計畫。

F. 輸出次系統：包含錯誤訊息之列印、變數最佳解、各路段最佳續進速度及旅行時間以及最適時制計畫表、時空圖。

此程式乃針對續進帶寬部份不存在之現象，發展新模式產生鋸齒狀之續進帶寬，在此帶寬內保證所有車輛能續進至最後一個路口，不會發生停等現象。

### (2) T7F-T88 (TRANSYT-7F, Taiwan-1988) [24]

為根據最新版 TRANSYT-7F 模式發展而成的程式，能大幅減低執行時間、增加使用上之便利性，並能配合動態電腦號誌系統，作為動態計算使用，且適用於獨立路口、幹道及都市道路網路。

T7F-T88 係以三度空間共軛方向尋優法代替原 TRANSYT-7F 爬山尋優程序，加快程式執行速度，並改善績效指標值。此外加入溢流

的處理模式，以防止擁塞之情形。同時針對都市網路中某些特殊時制設計，如同亮連鎖、高速公路上下匝道時制設計、圓環時制設定固定時差功能。也具有容忍最大延滯下支道零權數法的設計，使支道在容忍某一最大延滯值下，產生幹道優先通行之機會。

T7F-T88 輸入資料檔可分為四部份：

- A. 網路參數與程式控制卡
- B. 路口特定資料卡
- C. 修正參數卡
- D. 繪圖與執行控制卡。

關於 BANDTOP 及 T7F-T88 之使用方式可參閱使用手冊。

### 3. 網路動態查表時制交控策略

網路動態查表時制除可利用 T7F-T88 加以建立外，主要可利用 T7F-T88 來構建，在此不再說明。

## 6.4.2 動態查表時制計畫之建立與運作

研擬交控策略，選擇了適宜交控軟體，接著便是時制計劃之建立工作。動態查表時制乃利用即時的交通資訊來進行流量預測，進而在下一個時段加以運作，就整個動態查表時制計畫之運作程序而言計涵蓋流量預測方法研擬與運作、動態時制資料庫建立、現有時制適用性分析及交控軟體之測試與修正等四大部份，茲分別敘述於后。

### 6.4.2.1 流量預測推估

流量預測在整個動態交通控制系統中，扮演的是第一線工作，經由預測模式的推估，將所估計的流量輸入時制軟體中加以計算進而產生時制，因此預測模式準確性乃是交控系統運作成功的關鍵所在。流

量預測推估包括時間推估和空間推估兩種，時間推估係以埋設偵測器路段為執行對象，而空間推估則係運用於未埋設偵測器之路段，透過兩個推估運作的完成以取得所需之流量資料，作為時制計算執行的依據。

### 1. 流量預測模式之探討與比較分析

動態時制計畫採行之交通流量資料欠缺一定程度及時間之正確性，若以 5分鐘為流量蒐集單位、15分鐘一次運作時段為例，僅10分鐘之時段為正確資訊，其餘皆為預測資料。而預測資料與現況接近程度須仰賴預測模式之適宜選擇，方能提高時制計畫的有效性。

(1) 國內外有關流量預測模式之研究，可分成兩大類別：[12]

A. 以當日流量資料為主之預測模式，在此介紹四種模式：

(a) 簡單指數平滑模式：

乃利用時間序列資料進行短期間流量預測的一種預測方法，需要序列型態具有相當的穩定性與規則性。首先利用前期之資料來計算平滑值，其次利用平滑值從事未來時間流量之預測，使用上較為簡單及經濟。

(2) CHOW應變平滑模式：

乃為克服簡單指數平滑模式之最佳值平滑常數不易選擇之狀態，利用預測誤差之流程來自動監視與修正。模式的運作需校估兩個參數，以致增加選擇正確參數從事預測之困難。

(3) Trigg & Leach 應變平滑模式：

平滑常數可依據預測誤差的平滑計算而隨各時期改變。對於需求水準之突然改變或需求型態的轉變可獲得較快速的反應。

(4) UTCS第三代預測模式：

基本假設為每日交通量之型態並無強烈重複性質，因此

僅依賴當日由偵測器所測得之交通量資料和由過去歷史流量資料所推測各地點插補係數  $a$  值來作預測，本身不需要使用大量之過去流量資料。

B. 以過去流量為主之預測模式，在此介紹三種模式：

(a) UTCS 第二代預測模式：

基本假設為每日交通量之變化型態具有類似之性質，故模式中不僅需要由偵測器獲得當日交通量資料，同時也需要歷史交通量資料，並透過當日與平滑歷史交通量之差的調整，來修正過去交通量之平滑值，並以此預測下一期之交通量。

(b) 卡爾曼濾波器理論之預測模式：

首先將道路交通系統視為一隨時間變化而改變的動態系統，並利用狀態向量模式，由單位延滯所產生之前一刻交通量預測值，透過理論與觀察之間的誤差修正，得到交通量之預測值。

另外介紹一種時間序列分析法，乃由 George E. P. Box 與 Gwilm M. Jenkins 兩位教授所合力完成之自我迴歸的移動平均整合模式，稱之為 ARIZMA 模式，乃針對一連串以時間序列型態出現之觀察值進行分析與預測的方法，建立之過程為一反覆循環之步驟。第一步驟為認定：乃就資料觀察值之趨勢分佈及自我相關、偏自我相關之型態預推一些適合之模式，再從理論與實際問題之交互作用中，推測出合乎精簡原則之暫定子模式。第二步驟為估計：乃利用概似法校估參數。第三步驟為診斷檢定，即判定目前之模式與數據之擬合是否適當。第四步驟為預測。

(2) 不同預測模式之間，需要有衡量模式是否精確之指標，以決定模式之優劣，較常使用之評估指標有下列幾種：

(a) MSE：平均平方誤差和，公式如下：

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N [X(t) - \bar{X}(t)]^2}{N}$$

$\bar{X}(t)$ ：實測之交通量  
 $X(t)$ ：預測之交通量

(b) MAE：平均絕對誤差和

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^N |X(t) - \bar{X}(t)|}{N}$$

變數意義同上

(c) P.E.：誤差百分比和

$$P.E. = \frac{\sum_{t=1}^N \left( \frac{\bar{X}(t) - X(t)}{X(t)} \right)}{N} \times 100\%$$

(d) MAPE：平均絕對誤差百分比和

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N \left| \frac{\bar{X}(t) - X(t)}{X(t)} \right|}{N} \times 100\%$$

(e) U 統計量

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=2}^N (FPE_t - APE_t)^2 / N - 1}{\sum_{t=2}^N (APE_t)^2 / N - 1}}$$

其中，

$$FPE_t = \frac{\bar{X}(t) - X(t)}{X(t)} \quad \text{為預測相對變化率}$$

$$APE_t = \frac{X(t) - X(t-1)}{X(t-1)} \quad \text{為實際相對變化率}$$

### (3) 預測模式之選擇

乃進行不同控制時段、不同流量狀態之比較，選擇評估指標。在動態交通號誌系統中，由於流量蒐集單位為 5 分鐘一次，故乃預測 5、10 及 15 分鐘流量之資料，作為模式間之初步比較分析，再篩選其中模式進行下一階段之比較，乃將 10 分鐘之正確流量資料，預測下一個 5 分鐘之資料，之後再利用 15 分鐘資料預測下一個控制時段 15 分鐘之流量資料，最後經由不同流量狀態變化之預測模式評估指標中判斷選擇適宜之預測模式，進行模式參數校估。

### 2. 流量預測之時間推估

執行時間推估獲取預測流量的過程，可以下列流程圖 6-28 加以說明之。

茲將圖 6-28 之時間推估流程中之每一步驟敘述如下：

- (1) 偵測器蒐集流量：路口的偵測器蒐集流量後，取得大車、小車、機車數，因為機車數的流量相當不準，而且實際上機車駛入內車道就非正常情況，而在機車道並沒有裝設偵測器，故無法求取真正的流量。因此只有先將機車數剔除，而以大小車數總和作為流量預測的基準。
- (2) 放入預測模式：將偵測器所蒐集的流量，放入預測模式裡，經由模式的運作，求取下一時段的預測流量數，而這流量值是大小車的總和。
- (3) 求取大小車預測值：將預測的流量值，乘上大小車比，就取得我們所要的大小車數。
- (4) 求取大小車之左轉、直行、右轉流量：將大小車數分別乘上轉向比，就取得我們所要的左、直、右轉流量。
- (5) 求取大小車所轉成的小客車當量值：由於大小車已分成左、直、右轉流量，因此乘上不同的當量比，就可將大小車的左、直

、右轉流量換算成小客車當量值，再予以加總就可求得大小車所轉成的小客車當量值。

(6)求取機車所轉成的小客車當量值：根據以前流量調查所建立的大小車與機車流量比值對照表，將大小車所轉成的小客車當量值乘上相對應的比值，就取得機車的小客車當量值。

(7)時間推估的完成：將大小車所轉換成的小客車當量值與機車所轉換的小客車當量值予以加總，就可得總小客車當量值(TPCU)

。

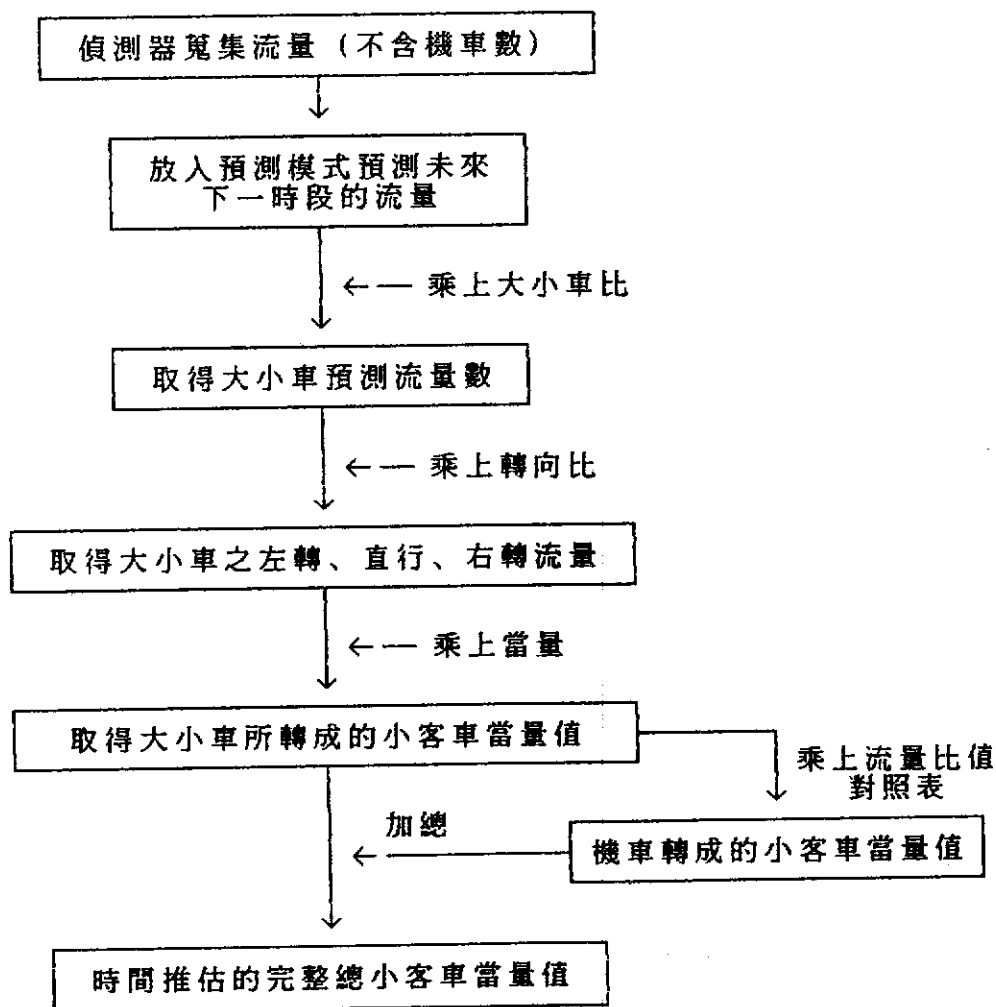


圖 6-28 時間推估流程圖

### 3. 流量預測之空間推估

由於並非每個路口的每個方向皆會埋設偵測器，因此就會產生在幹道所涵蓋的路口中，只有在埋設偵測器的路段才有流量蒐集資料，而其餘未裝設偵測器的路段上就無法蒐集流量資料的情形。為了解決該項問題，進行未埋設偵測器路段流量的空間推估就成為必需的工作，以期能獲致幹道各路口完整的流量資料。至於執行空間推估的方法，則以下列幾點說明之：

- (1) 確立要執行流量空間推估的路口：在幹道上，經由相關的準則判別，據以決定偵測器埋設位置，因此其餘未埋設偵測器而需作流量空間推估者就可加以決定。
- (2) 每一個未埋設偵測器而需作空間推估的路口，選擇一個具有流量資料的路段執行推估工作：一般在選擇策略上，大都是以相鄰近而具有偵測器設置路段的流量資料作為基礎，若相鄰近但缺乏具有偵測器設置的路段流量資料，則以鄰近沒有偵測器而已作空間推估的流量資料為基準，再作空間推估。
- (3) 偵測器蒐集流量後執行空間推估：具有偵測器的路段，在蒐集完流量後，取出直行流量的大小車數，乘上大小車當量比，轉成小客車當量(PCU)，接著根據以往流量調查資料中所建立的不同時段下兩相鄰路口流量的比值對應表，將小客車當量乘上相對應配合的比值，就可得到我們所要的未裝設偵測器路段推估總小客車當量值(TPCU)。
- (4) 支道上的流量推估：原則上在未埋設偵測器路段的流量值，是根據以往流量調查資料中，將不同時段裡的流量，乘上轉向比、當量比，求得總小客車當量值，接著除以15分鐘為一單位時段的流量數，求取平均值，作為不同時段的流量代表值。圖6-29的流程即表示推估的步驟，圖6-30則為路段編號及偵測器設

置地點。不同時段下，未設偵測器路段之推估流量比值、流量平均值，及設有偵測器路段上機車流量比值則如下述對照表。

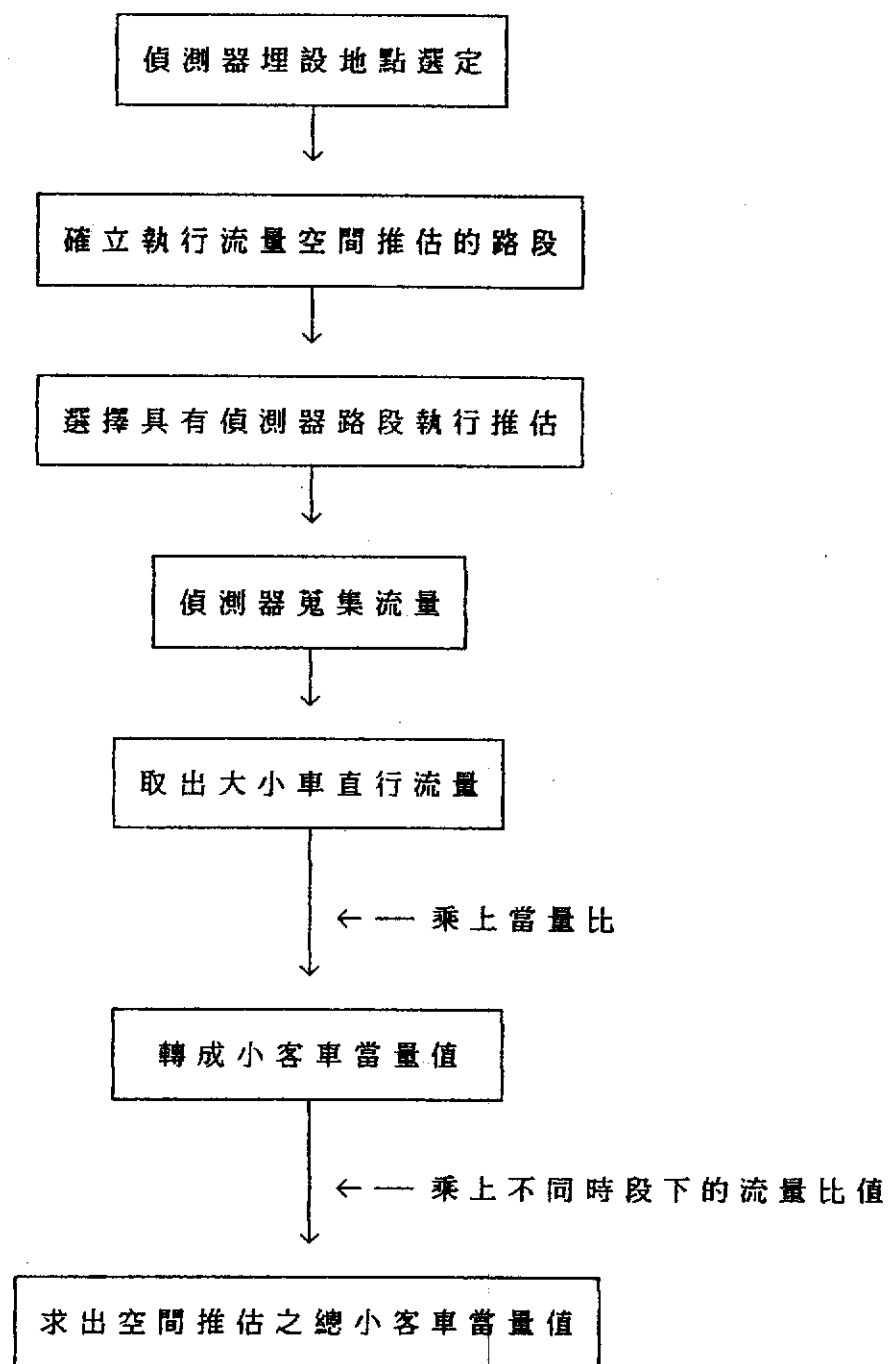
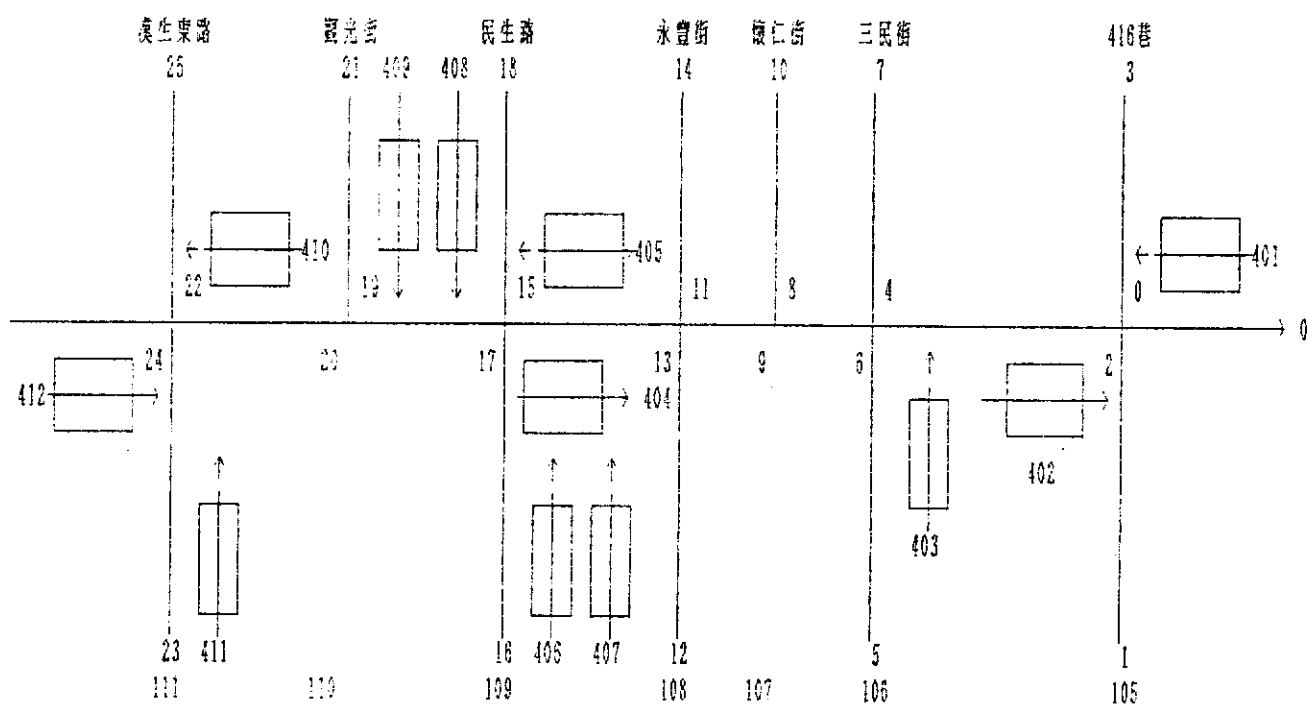


圖 6-29 空間推估流程圖

## 幹道群組



## 獨立路口

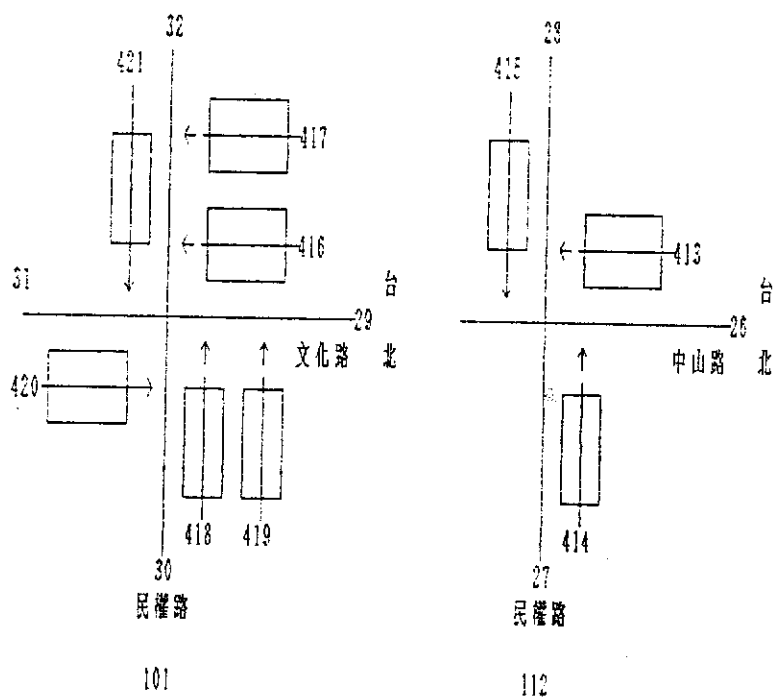


圖 6-30 路口、偵測器埋設位置及臨近路段編號

資料來源：[12]

#### 6.4.2.2 時制計畫產生之評估準則

近年來，由於動態電腦控制系統的應用，使得傳統的定時時制已被取代之。可是實際的流量往往具有某種程度的穩定性，因此時制的更迭常不需要極其頻繁，若能經由流量的蒐集，進而研擬一套合理的評估準則，據以判斷時制是否繼續維持至下一時段，這樣不但可保持電腦運作效率，而且亦可節省執行時間。

所選定的幹道群組及獨立路口數並不多，因此利用電腦執行運算的時間均甚短。可是一旦群組擴充，則運算軟體尋優時制的時間必定會增加許多，因此時制評估就有其必要性，如此一方面可減少電腦不必要的運算時間，另一方面更可減低時制更迭時不穩定時制轉換的負效益，因此在流量差異程度不大時，實有繼續維持原時制的必要性。

時制評估準則分別就獨立路口及幹道作比較：

##### 1. 獨立路口時制評估準則之設計

獨立路口的時制，主要是根據 SOAP-84 來建立。

##### (1) 現有時制適用性分析：

主要以蒐集到之流量資料作評估比較。流量資料經由時間推估及空間推估完後，轉成飽和度 ( $V/S$ ) 值，而後在東西及南北兩向分別選取臨界路段的  $V/S$  值（主要是  $V/S$  值較大者，即為臨界路段），其差異幅度見表 6.8。

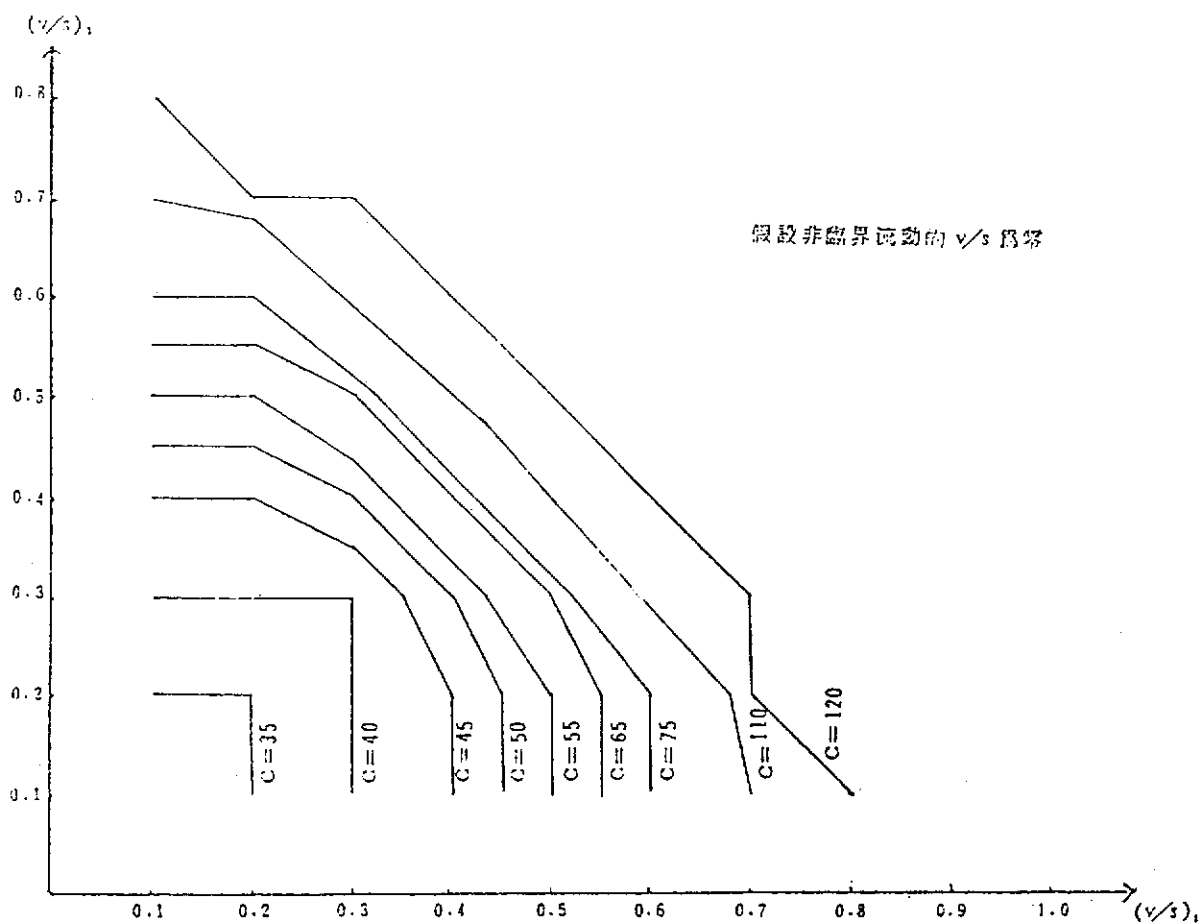


圖 6-31 SOAP-84改良模式的最佳時制設計圖 (尋優尺度5秒)

(2) 現有時制適用性之判斷過程如下：

A. 選取臨近路段的  $V/S$  值與現有時制的  $V/S$  值作比較：(可參照下圖)

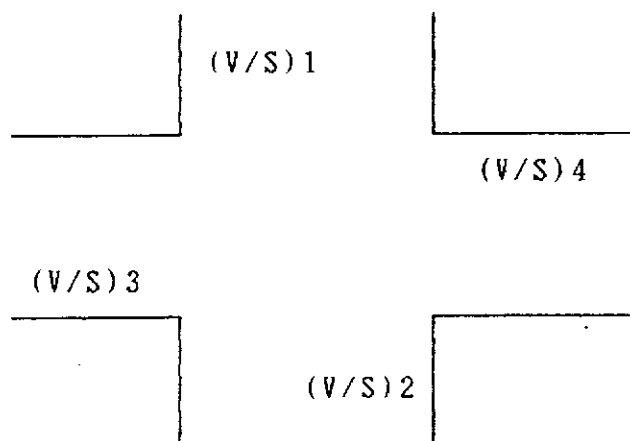


表 6.8 二時相獨立路口臨界路段飽和度 (V/S) 之差異幅度表

(V/S) : 東西向臨界路段飽和度 (參考圖 6-31)

(V/S) : 南北向臨界路段飽和度

東西向及南北向臨界路段飽和度	執行策略
1. $(V/S)_a \leq 0.3$ $(V/S)_b \leq 0.3$	給予最小週期 = 40 秒
2. $0.1 \leq (V/S)_a$ $0.7 \leq (V/S)_b$ 且 $(V/S)_a + (V/S)_b \geq 0.9$	給予最長週期 = 120 秒
3. $0.1 \leq (V/S)_b$ $0.7 \leq (V/S)_a$ 且 $(V/S)_a + (V/S)_b \geq 0.9$	給予最長週期 = 120 秒
4. $(V/S)_a + (V/S)_b = 1$	給予最長週期 = 120 秒
5. $0.7 \leq (V/S)_a < 0.8$ 且 $0.1 \leq (V/S)_b < 0.2$ 且 $(V/S)_a + (V/S)_b < 0.9$	差異幅度為 0.03
6. $0.7 \leq (V/S)_b < 0.8$ 且 $0.1 \leq (V/S)_a < 0.2$ 且 $(V/S)_a + (V/S)_b < 0.9$	差異幅度為 0.03
7. $0.9 \leq (V/S)_a + (V/S)_b < 1$ 且 $0.2 \leq (V/S)_a < 0.7$ , $0.2 \leq (V/S)_b < 0.7$	差異幅度為 0.03
8. $0.6 \leq (V/S)_a < 0.7$ 且 $0.1 \leq (V/S)_b < 0.2$	差異幅度為 0.01
9. $0.6 \leq (V/S)_b < 0.7$ 且 $0.1 \leq (V/S)_a < 0.2$	差異幅度為 0.01
10. $0.8 \leq (V/S)_a + (V/S)_b < 0.9$ 且 $0.2 \leq (V/S)_a < 0.7$ , $0.2 \leq (V/S)_b < 0.7$	差異幅度為 0.01
11. $0.5 \leq (V/S)_a < 0.6$ , $0.1 \leq (V/S)_b < 0.3$ 且 $(V/S)_a + (V/S)_b < 0.8$	差異幅度為 0.015
12. $0.5 \leq (V/S)_b < 0.6$ , $0.1 \leq (V/S)_a < 0.3$ 且 $(V/S)_a + (V/S)_b < 0.8$	差異幅度為 0.015
13. $0.4 \leq (V/S)_a < 0.5$ , $0.1 \leq (V/S)_b \leq 0.2$	差異幅度為 0.03
14. $0.4 \leq (V/S)_b < 0.5$ , $0.1 \leq (V/S)_a \leq 0.2$	差異幅度為 0.03
15. $0.6 \leq (V/S)_a + (V/S)_b < 0.8$ 且 $0.2 \leq (V/S)_a < 0.5$ , $0.2 \leq (V/S)_b \leq 0.5$	差異幅度為 0.03
16. $0.3 \leq (V/S)_a < 0.4$ , $0.1 \leq (V/S)_b \leq 0.3$ 且 $(V/S)_a + (V/S)_b < 0.6$	差異幅度為 0.05
17. $0.3 \leq (V/S)_b < 0.4$ , $0.1 \leq (V/S)_a \leq 0.3$ 且 $(V/S)_a + (V/S)_b < 0.6$	差異幅度為 0.05

(a)取東西向臨界路段V/S 值，即 $\text{Max}[(V/S)_3, (V/S)_4]$ 與現有  
時制的V/S 值相比較，若差異範圍不大，則繼續作下一階  
段的比較，若大於規定範圍，則從事即時運算與查表法的  
新時制執行過程。

(b)在東西向比較後，若是飽和度差異不大，則比較南北向的  
飽和度差異值，若是仍然在規定範圍內，則至下一階段繼  
續作比較，若是差異幅度超過限度，則作查表法與即時運  
算的新時制建立。

B.比較完東西向與南北向的臨界路段V/S 值，皆在規定範圍內  
，則以東西向與南北向臨界路段差異值的絕對值相加，若是  
仍在規定範圍內，則現有時制的適用性已滿足準則要求，因  
此可適用至下一時制，而不作新時制的建立。

在作現有時制適用性分析時，若經評估準則判定可沿用至下一時  
段時，則下一時段時制適用性分析，是以最先沿用的時制所具備的臨  
界路段V/S 值作比較分析，在此舉一例子說明之：

東西向臨界路段V/S值	10:15 ~ 10:30 0.32	10:30 ~ 10:45 0.33	10:45 ~ 11:00 0.35
南北向臨界路段V/S值	0.51	0.49	0.47
東西向加南北向臨界路段 V/S差異值絕對值之和		$ 0.01  +  -0.02 $ = 0.03	$ 0.03  +  -0.04 $ = 0.07

在上表中來分析，10:15~10:30所具備的時制是否適用到 10:30  
~10:45 的時段，因為在東西向臨界路段的V/S 差異值是0.01，而南  
北向差異值是0.02，皆在規定範圍內，而東西向和南北向之V/S 差異  
之絕對值之和是0.03，亦在規定範圍內。故 10:15~10:30 的時制可  
沿用至 10:30~10:45 之時段內。但是在 10:45~11:00 的時段內，  
其東西向臨界路段之V/S 值與 10:15~10:30 時段內之V/S 值比較後  
，其差異值為0.03，座落於規定差異幅度範圍內，而以南北向的差異

值加以比較，亦符合其規定範圍內，可是若進而將兩者之差異值取絕對值加以比較後，就超過規定範圍了，故10:45~11:00之時段不能再沿用10:15~10:30之時制。

## 2. 幹道時制評估準則之建立

幹道的組成是由數個路口匯集而成，不若獨立路口來的單純。因此一組流量的變化性本身就很大，再加上時制的更迭又有時差、時比的變化，複雜性就更大，若是時相數又非單純的二時相變化，則執行評估上就會倍加困難。因此從事現有時制適用性分析，在效益上並不顯著，故原則上以不作較為適宜。

總括地來說，在評定一個獨立路口的現有時制適用性時，在時相數變化不多時，例如單純的二時相，則可經由流量的變化情形，建立一套合理的評估準則。然而一旦時相數增加，則考慮的變數較多，造成處理上的困難，進而使得判斷的準則更加繁瑣，此時對電腦運作效益的增加反而不明顯，而且不同的時相再配合不同的流量，其準則的建立將形成難以克服的三度空間、四度空間等變數處理，因此原則上若時相數超過三個以上，則以不作現有時制適用性的處理較為適宜。

### 6.4.2.3 動態時制查表法之設計

所謂動態時制查表法，即是由時制資料庫中找尋一組交通量特性變動範圍和即時由偵測器所傳回的交通量特性相吻合的時制計畫，可分成獨立路口動態時制查表法與幹道動態時制查表法兩種。

#### 1. 獨立路口動態時制查表法：

獨立路口相關之交通參數僅有流量數，進而劃分成不同週期時比之關係，由於不需處理路口與路口之間的時差，建立的方式較為簡單，如圖6-32所示之程序。

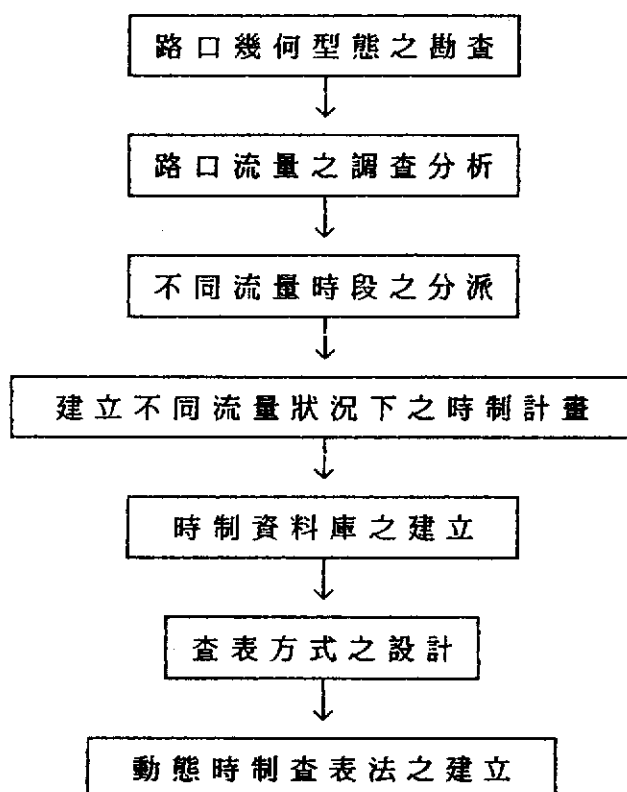


圖6-32 獨立路口動態時制查法建立之程序

時段流量切割方法可先就調查之流量值先以 5分鐘小幅度時段區分，列出其調查資料 ( $V/S$ ) 大小序列值（至少需有 8個小時之流量資料）定出其上限及下限值，再細部劃分流量變動範圍，定出不同 ( $V/S$ ) 飽和度下，求取不同週期時比之時制計畫。至於時比之區隔則以每一時相之臨界飽和度 ( $V/S$ ) 為準，建立之時制資料庫如表6.9 所示。

查表之方式，則先由偵測器送回之不同臨界方向之流量資料，分別除以飽和流量，獲得飽和度值，再由各預定之時相順序中，以飽和度較高者定義為時相臨界飽和度值，再相加獲致路口臨界飽和度值，

表 6.9 時制資料庫

臨界 (V/S)和	$\phi$ 1	$\phi$ 2	時 制 計 畫 表						
	(V/S)1臨界值	(V/S)2臨界值	週期	$\phi$ 1 綠	黃	紅	$\phi$ 2 綠	黃	紅

而後由原先構建之時制資料庫中，配適臨界飽和度座落的區段，再配適不同時相之臨界飽和度值，得出時比，進而蒐尋出對應之時制計畫，若是飽和度超越原先區分之上下限，則皆以其上下限值為依據，來配適搜尋對應之時制計畫。

## 2. 幹道動態時制查表法

所謂幹道動態時制查表法，即是由幹道時制資料庫中，找尋一組交通量特性變動範圍與由偵測器即時傳回的交通量特性相吻合的時制計畫。對於時制資料庫與查表格式乃由交通工程師事先利用調查流量資料分析幹道中各路口流量變化情形，以及路口間之流量關係，進而決定各路口之時相數及各時相下各種流量對應之時制變化，之後再將路口各種可能之變化和其他路口一起配合，利用時制計算軟體離線求取時制，以完成當某一路口流量在某一範圍內變化時，便有一組對應時制預存在時制資料庫中，利用查表方式查詢時制。

幹道動態時制查表法之設計過程，可經由下列三個步驟加以說明：

### (一) 幹道基準點 (Key Point) 之決定：

其目的在於訂定基準路口位置，進而找尋各路口與基準路口之關係，亦即表示決定基準路口之流量特性情況與其他路口對應

之變化是如何，當變動的關係確定之後，再對此基準路口作各種適當之變化。而基準路口變化之依據乃配合幹、支道流量對飽和流量相比所獲得之飽和度 ( $V/S$ ) 總和之範圍而訂定。

## (二) 決定時比：

以普通二時相為例，如表 6.10 所示，其他多路口時比之決定同此原理。

表 6.10 二時相之變動

二時相	V1	V2	V3	V4
	<u>      </u>	<u>      </u>	<u>      </u>	<u>      </u>
	S1, S2	S3, S4		
	時相一		時相二	

在普通二時相中，時相一有  $V1$  流量（合併直行、左、右轉流量）與  $S1$  飽和流量之比及  $V2/S2$  之比，從這兩者之中選一比率較大者稱之臨界飽和度，其飽和度以  $(V/S)1$  代表，同理時相 2 也選出一比率較大的飽和度，則各時相綠燈時比分配如下：

$$\text{時相一} \quad \frac{(V/S)1}{(V1/S1) + (V2/S2)}$$

$$\text{時相二} \quad \frac{(V/S)2}{(V3/S3) + (V4/S4)}$$

一般而言，在支道流量太小的路口，由於經由時制最佳化軟體中所得之時比，支道皆屬最短綠燈時間，故其路口的時比變化，只依週期而變。另外有些重要路口在找臨界飽和度時往往相對的兩方向的流量，在一天的控制時段下成為臨界方向的時段次數相當，為了使時比更為準確，必須為此情況另備有時制計劃。

## (三) 時制組數之決定

欲決定時制資料庫中應包含多少組時制，首先要考慮電腦之容量，以及各路口的變動組數，如欲以電腦的容量作依據，則可利用變化時比的路口數、基準路口的變化數，在電腦容量之限制範圍內決定各路口的時比有多少種變化。

時比的變化組數決定之後，接著便是決定其變化的範圍，其步驟包含分析各路口流量與基準路口的對應關係，即兩者之間相依性如何，因此便需找出當基準路口在某一飽和度下，其他相對應路口的時比分配情形，以15分為一時段而言，把一天的所有時段的時比作成分配圖，再在此分配圖中的上下限範圍內作等面積分配的組數分割，如此便可找出各路口的變化組數。找出了各時比的變化區間之後，再以此區間內的中位數乘以飽和流量的值作為時制計算軟體的輸入資料，所得的時制即為此一飽和度範圍內的時制計劃。

#### (四) 時制資料庫之製作過程

利用事先選定之幹道時制計算軟體，輸入所需格式資料，求取時制計畫，如以表6.11所示，共有三個路口，路口1之流量變化型態為100、200、300，路口2之流量變化型態為150、250、350，路口3之流量變化型態為200、220、240，因此將路口不同變化流量輸入時制計算軟體中，便可得到  $3 \times 3 \times 3 = 27$  組之時制計畫，以因應在各路口於其各組變化範圍內有一變動情況發生時，便有一組時制計畫以供使用。

### 查表程序

前段說明之查表法設計，在實際應用上，乃需要經過複雜的判斷分析與計算過程，在此舉台北縣第二期號誌系統之運作方式 [12] 為例說明當時制資料庫設計完成後，存放於控制中心的電腦內，如何於接收偵測器傳回流量之後進行查表程序。

表 6.11 路口流量變化分配表

路口	路口 1			路口 2			路口 3		
流量 變化 1	100	150	200 220 240	150	200	100 200 300	200	100	150 250 350
		250	200 220 240		220	100 200 300		200	150 250 350
		350	200 220 240		240	100 200 300		300	150 250 350
流量 變化 2	200	150	200 220 240	250	200	100 200 300	220	100	150 250 350
		250	200 220 240		220	100 200 300		200	150 250 350
		350	200 220 240		240	100 200 300		300	150 250 350
流量 變化 3	300	150	200 220 240	350	200	100 200 300	240	100	150 250 350
		250	200 220 240		220	100 200 300		200	150 250 350
		350	200 220 240		240	100 200 300		300	150 250 350

步驟一．將圖6-30中偵測器401～412所測得的流量，經時間預測及空間推估後，得出幹道中各路段之流量。

步驟二．將重要路口之有參與時比變化之臨界方向偵測器流量除以各自之飽和流量，即得此些路口各方向之飽和度。

路口 方向	中山／三民	中山／民生	中山／漢生東
E	✓	✓	✓
W		✓	✓
S	✓		✓
N		✓	

步驟三．將基準路口的臨界方向飽和度相加，求其座落在此查表法飽和度變化刻度如下：

飽和度臨界點	代號	週期界定點	代號
——	—	0.70	6
0.30	1	0.75	7
0.40	2	0.80	8
0.50	3	0.85	9
0.60	4	0.90	10
0.65	5	0.95	11

#### 步驟四．計算時比、及調整時比變化

$$\text{時比1(中山/漢生)} = \frac{\text{東路段 } V/S}{\text{東路段 } V/S + \text{南路段 } V/S}$$

$$\text{時比2(中山/民生)} = \frac{\text{西路段 } V/S}{\text{西路段 } V/S + \text{北路段 } V/S}$$

$$\text{時比3(中山/三民)} = \frac{\text{東路段 } V/S}{\text{東路段 } V/S + \text{南路段 } V/S}$$

由於在中山幹道中所找到的調整時比其各組變化的時比和利用臨界飽和度所找出的時比幾乎相同，僅在時差上有變化，因此以下以時差稱之，又為簡化起見，其變化各只有12組，即依基準路口飽和度之變化而變化。

$$\text{時差1(中山/漢生)} = \text{西路段的 } V/S$$

$$\text{時差2(中山/民生)} = \text{東路段的 } V/S$$

步驟五．依據步驟3所找到的飽和度劃分刻度的代號碼，再將步驟4計算的幹道中各路口時比與時差變數，在次一表內依飽和度刻度代號，以絕對誤差最小法內插尋找與之對應的時比、時差等參數刻度，最後根據此套組合即可對應出中山幹道各路口的時制計劃，有關刻度順序如下：

#### 6.4.2.4 臨界路口控制系統之設計

電腦化動態交通號誌控制路口，一般使用之控制時段為15分鐘，亦即每十五分鐘反映交通現況進而更新時制計畫，其控制功能已遠較靜態路口固定時段之控制方式來得更有彈性，惟當十五分鐘內之需求變化幅度非常大且為時甚短時，卻仍無法立即反映當時情況而給予適當的時制策略，需至下個十五分鐘才能有所改變，而該現象於下一時段又已經不復存在。因此，為改善此一缺失，所謂臨界路口控制

飽和度 代號	路口	路口 1 時比		路口 2 時比		路口 3 時比		時差
1	1			1		1		1
	2			2		2		
	3			3		3		
2	1			1		1		2
	2			2		2		
	3			3		3		
3	1			1		1		3
	2			2		2		
	3			3		3		

(Critical Intersection Control, 簡稱CIC)乃應運發展。這種號誌控制策略均能在配合整體控制下因應短期間之需求，機動性調整各方向之路權分配，使有限的資源更能充分利用且做合理分配。

臨界路口控制之控制方式，乃路口各方向流量均相當大時，如二條幹道相交會的路口，試圖反映該路口各方向之需求，適時調整其時比，而仍能維持原有之續進效果。其設計主要為在路口控制器內加入依流量調整時比之計算軟體。

#### 6.4.2.5 時制轉換準則之探討

為了使電腦化動態號誌控制系統，足以發揮其因應交通需求變化的功能，往往需要經常改變時制。然而，在繁忙的交通狀況下，頻繁的變動時制，雖是為了切合交通上的需要，但卻容易導致駕駛人的不適應，造成交通混亂。因此如何設計良好的時制補償方法，使新舊時制能有效平順的轉移，乃現今電腦化號誌系統的一項重要課題。

所謂「時制轉換」方法，乃是如何將一個正在執行中的連鎖時制計劃轉換成另一套新時制計劃所使用的方法，其內容包括補償方式的

應用、正常轉換所需的週期數以及補償時間如何分配等。

國內一般採用的時制轉換型式可分成兩類：

1. 為達成系統總延滯最小化的時制轉換過程。此法乃將轉換所需的時間最小化，使舊時制計畫盡快的變成新時制計畫，以因應新的交通狀況。
2. 平滑式的時制轉換過程。此法乃將所需轉換的時間長度平均分成幾個週期來進行轉換，一般假設在三個週期內轉換完成。

針對以上兩種方法，列舉出兩個個案來說明，新時制如下表所示：

個 案	一		二	
	舊	新	舊	新
週 期	70	80	80	70
時 差	30	20	0	10

〔個案一〕：

於5:10時，舊時制執行完畢，而新時制卻在5:20才開始執行，其中有10秒鐘的差異。

(1)系統總延滯最小法：

將10秒鐘的差異併入新時制的第一個週期內，在第二個週期開始即可使新時制正常的發揮功效，轉換時間僅一週期。

(2)平滑式的轉換過程：

將10秒鐘的差異平均併入三個週期內，在第四個週期開始才可使新時制正常地執行，轉換所需時間為三週期。

〔個案二〕：

於5:20時，舊時制執行完畢，而新時制卻在5:10即開始執行，其中有10秒鐘的差異。

(1)系統總延滯最小法：

運用縮短週期長度的方法，僅須將新時制之第一個週期縮短10秒鐘，即可完成轉換工作，轉換所需的時間為一週期。

## (2) 平滑式的轉換過程：

由於只能用延長週期長度的手段，因此所需轉換的時間長度為60秒，平均每週期須增加20秒鐘才能轉換完成，轉換所需的時間為三週期。

由以上兩個案之說明，可知：

### (一) 系統總延滯最小法：

優點：(a)可由路口控制器各自運作。

(b)系統延滯最小化。

(c)同時運用延長、縮短週期長度之方法，較有彈性。

(d)轉換週期數至多兩個。

缺點：干擾大。

### (二) 平滑式的轉換過程：

優點：(a)干擾較小。

(b)操作簡單。

(c)可由路口控制器各自運作。

缺點：(a)轉換所需週期數較多。

(b)系統延滯較大。

系統總延滯最小法與平滑式轉換法之採用：須經由控制器製造廠商進行交互損益之評估：且視當時交通情況而定。而且時制轉換時，綠燈值至少需滿足最小綠燈之限制。

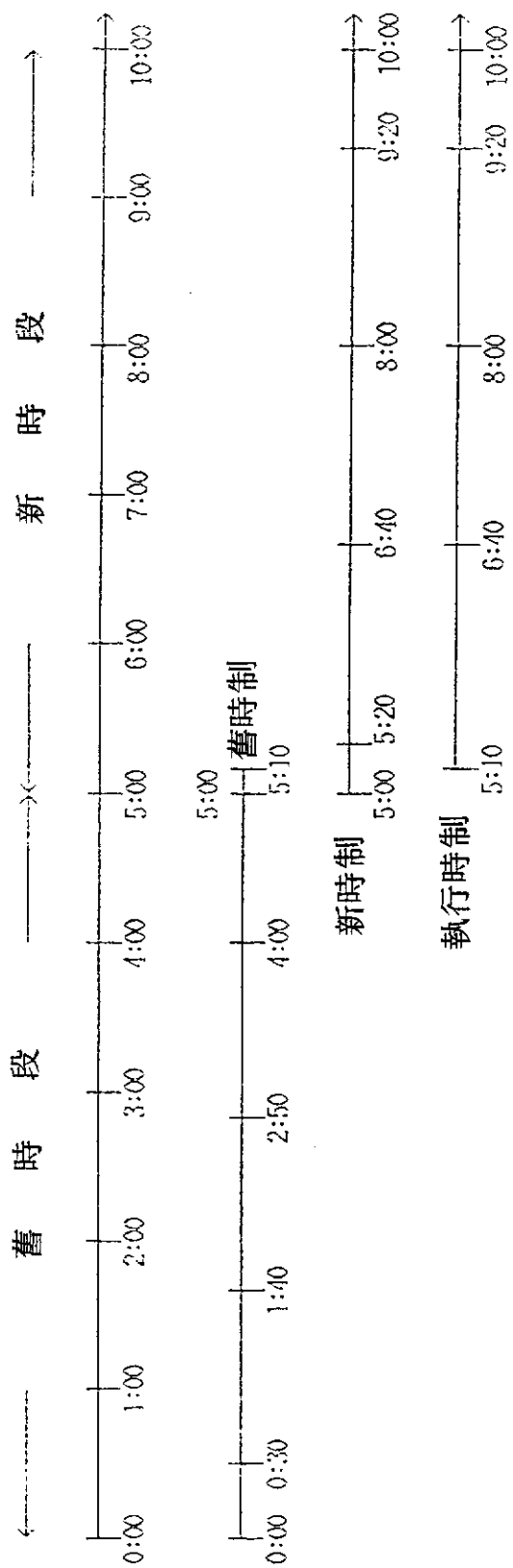
## 6.4.3 系統降級、時制優先順序設計

### 1. 系統降級

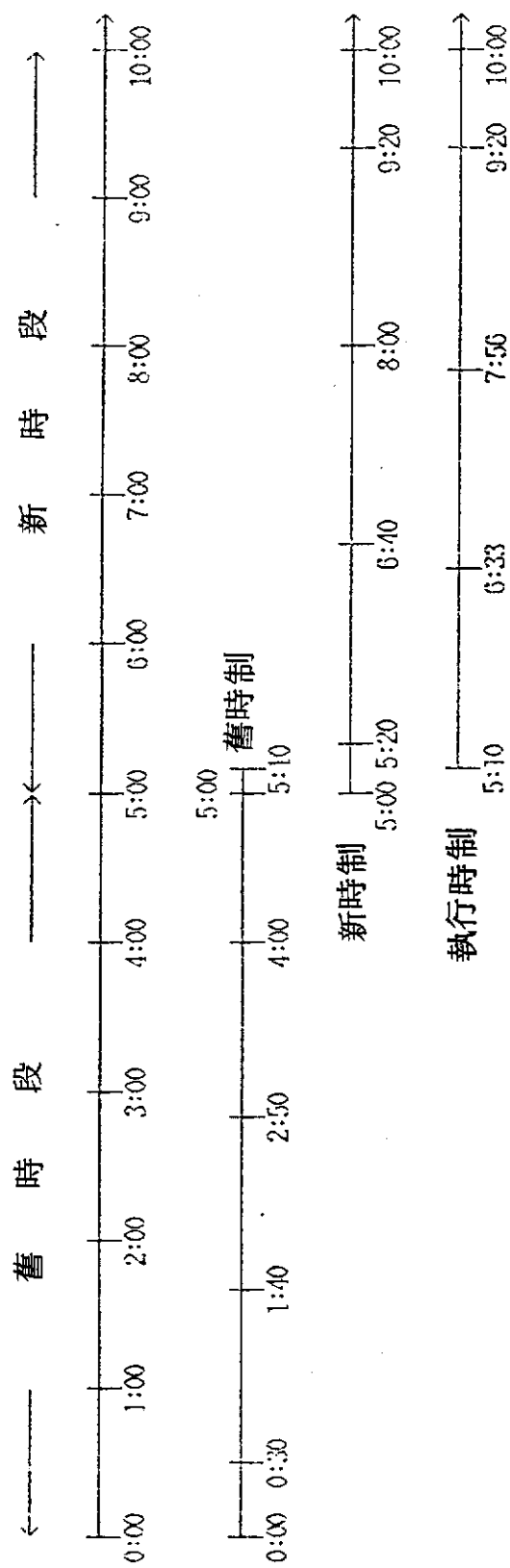
為了確保交控系統運作之彈性，當面臨相關設施故障或受外力影響造成現有之動態查表系統無法正常運作時，仍應有一定程度之時制運行能力，因此訂定系統降級的保護措施實有其必要性。

〔個案一〕

(一)系統總延滯最小法

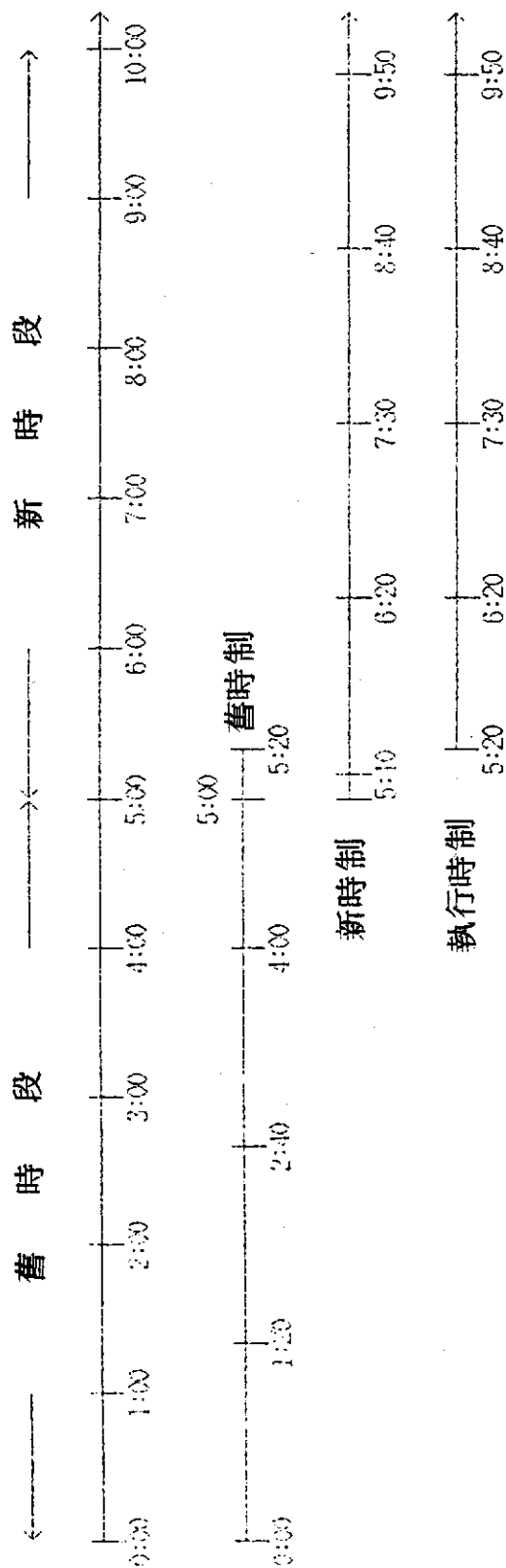


(二)平滑法

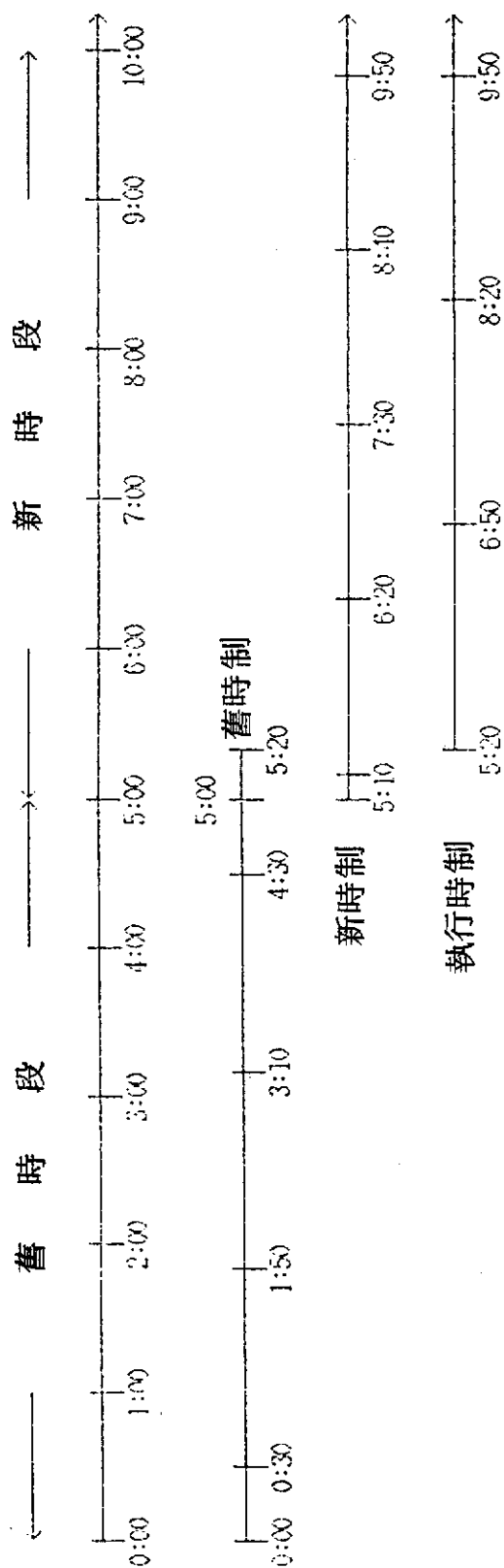


# 〔個案二〕

## (一)系統總延滯最小法



## (二)平滑法



在動態查表系統中，獨立路口系統降級的第一層為定時時制，第二層才改為閃黃、閃紅，幹道系統降級方式，第一層為無線時基連鎖，第二層為各路口自行運作定時時制，第三層才為閃黃、閃紅。

## 2. 時制優先順序

時制計畫之運作隨著週日別、突發事故等因素之影響，有必要事先在動態時制開始運作之前，先行判斷或在某些特殊情形下，改成其他控制，以增加運作上之彈性，通常設定之優先順序如下：

第一優先步驟：判斷是否有手動旗標

第二優先步驟：判斷是否有系統故障，改由路口控制器自行運作

第三優先步驟：判斷是否有執行“特殊時制”

第四步驟：執行正常之時制

第五步驟：執行系統降級時制

## 6.4.4 動態交通查詢編修系統設計

動態交通查詢編修系統之設計目的，在於能由控制中心查詢路口現況時制運作狀況、輸出報表、交通流量、擁擠情形及相關之基本硬體設施、幾何形狀乃至相關參數設定值及靜態時制、特殊時制之更迭，以達到有效運作交控系統之彈性設計。

查詢編修系統主要可分成三個子系統：

- 圖形顯示子系統
- 表格查詢子系統
- 資訊編修子系統

並應提供下列幾項功能：

- 歷史資料查詢顯示
- 即時資料查詢顯示
- 資訊編修

## 1. 圖形顯示子系統

可分為幹道及獨立路口兩大類，可利用按鍵功能顯示道路幾何圖形及即時路況資料。

### (1) 幹道群組部份：

A. 幹道群組圖：圖內應包括

(a) 即時燈態變化。

(b) 時差秒數。

(c) 各路口偵測器測得之路段飽和度、佔有率及速度。

B. 時空圖：應具有下列幾點特色

(a) 道路寬度依相對比例繪出。

(b) 可顯示任意時相之變化。

(c) 無論週期如何變化，均可顯示整條幹道之完整續進圖形。

C. 路口狀況圖：應包括

(a) 即時燈態變化。

(b) 各路口設備故障訊息，包括燈泡、砂控器、保險絲系統及偵測器故障等訊息。

(c) 箱門打開及操控狀態訊息。

(d) 時制相關資料。

(e) 有偵測器之路口狀況顯示。

(f) 無偵測器之路口推估資料。

### (2) 獨立路口

路口狀況圖。

## 2. 表格查詢子系統

乃利用選擇方式顯示歷史及即時路況資料

### (1) 幹道群組：包括

A. 排名表：就飽和度來比較。

B. 流量時制對照表。

C.飽和度表：顯示某特定時段。

D.佔有率表：顯示某特定時段。

E.平均速度表：顯示某特定時段。

F.路口偵測資料表：包括大小車流量速度表及佔有率表。

(2)獨立路口：包括

A.流量時制對照表。

B.飽和度、佔有率及平均速度顯示表。

C.路口偵測調查表。

3.資訊編修子系統

(1)幹道群組部份

A.查詢及編修群組預約控制表：主要是可預先設定個別群組未來一週內各個時段所擬執行之時制控制方式。

B.查詢及編修定時時制表。

C.查詢及編修特殊時制。

(2)獨立路口：同幹道群組。

查詢功能乃使交控系統之運作能獲致實際顯示，以了解路口現況資訊及目前處理情形，因此顯示之方式應具有一定程度的即時性，同時表格之設計應具有相當之清楚性，深具實觀又不失周延，在使用上能具相當之便利性及親和性，如此方能具有實質之功效。

至於編修之功能，則能達到彈性因應交通參數之更迭、時制計畫之迅速、替換有效配合實際現況迅速更動，使得交控系統更具多樣性功能，更符實際之需要。

## 6.5 動態計算時制設計

建立一套動態計算時制交控系統，其設計之步驟如圖6-33所示，大部份之運作皆與動態查表時制相類似，差異較大者為具備線上時制計算軟體，透過偵測器蒐集交通資訊，經過一定程序，輸入至時制計算軟體實際運算求出時制計畫，再送至路口控制器實地運作，並不須依事先劃分之流量區段來配適查尋時制計畫。

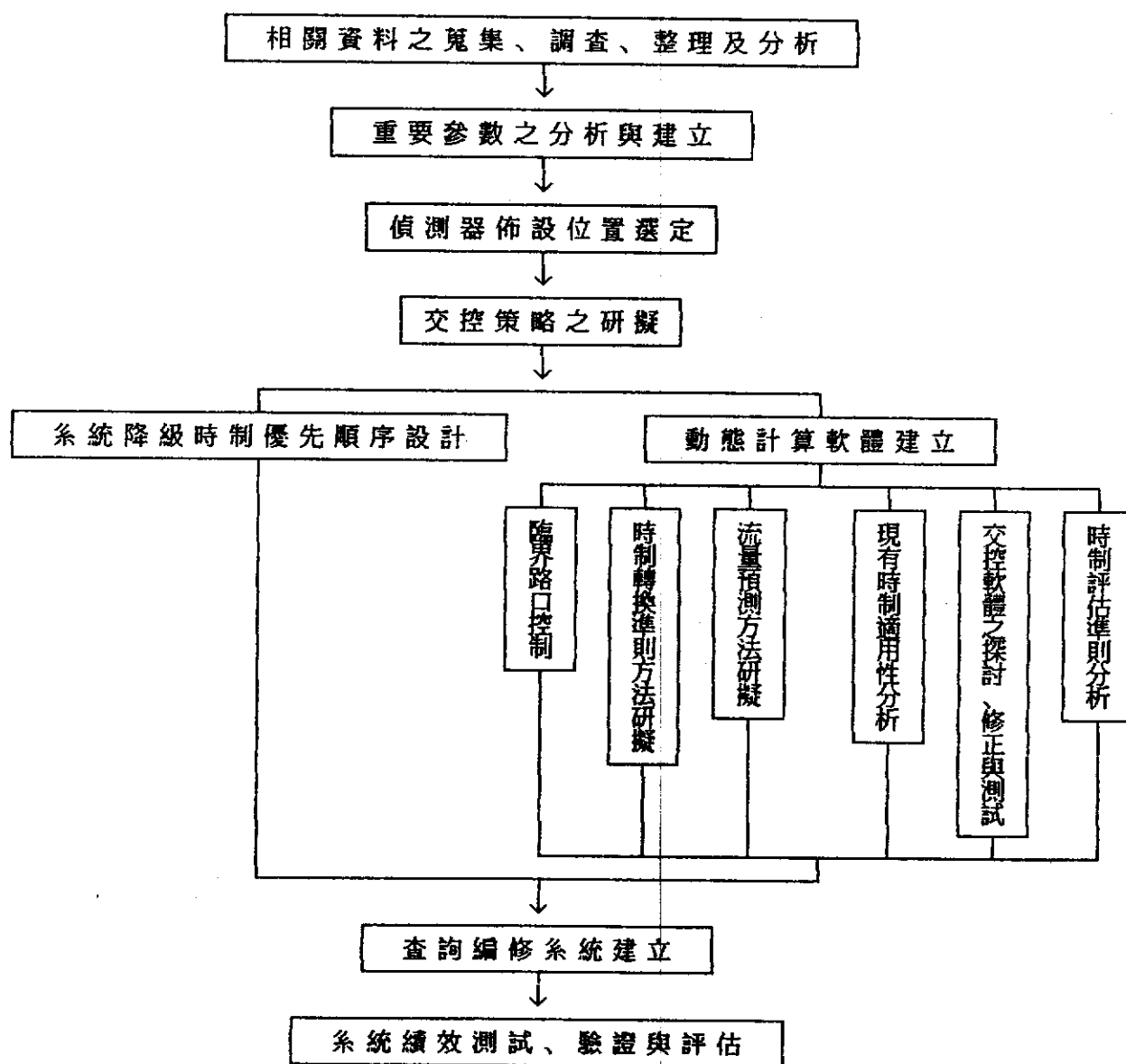


圖6-33 動態計算時制交控系統設計程序

在交通參數之分析上，亦如動態查表時制設計說明，而偵測器埋設位置之選擇在 5.3 節已做過說明，關於交控策略之研擬及查詢編修亦如動態查表時制設計法一樣。

### 6.5.1 動態計算時制計畫之建立與分析

在動態計算時制計畫之建立程序上，包括流量預測推估，現有時制適用性分析、時制轉換準則及臨界路口控制皆與動態查表時制相同，以下僅就時制評估準則分析及交控軟體之探討修正與測試上做一說明。

#### 6.5.1.1 時制評估準則分析

一般動態號誌系統之建立，除了動態計算外，大都皆具有動態查表，而兩者之間孰優成為另一時制選擇之問題，因此需要一套評估準則，以選取較佳之時制。

##### 1. 獨立路口時制評估

當現有時制已不能適用於下一時段時，則必需進行新時制計畫的建立，原則上若是查表法與即時運算皆能在規定時間範圍內執行完畢，則以即時運算所建立的時制認定較佳，但是若是在規定時間範圍內，即時運算的時制建立無法達成，將以查表法所建立的時制為新時制。

##### 2. 幹道時制評估

在幹道裡，利用時制軟體所建立的時制，其輸出績效有許多種，但是真正能代表整個時制的績效指標卻不多，例如燃油消耗未考慮擁擠、重型車、幾何設計等因素的影響，故不適合作為時制計劃的評估指標，經過多次的選擇比較，決定以有效度作為評估指標。所謂有效度指的是雙向綠燈帶寬和與週期的比值，其比值若小，表示大部分續

進車隊受阻於紅燈，評估延滯及停等次數將會增加。其定義公式如下：

$$E = B / 2 C$$

其中 E：雙向續進帶寬之有效度

B：雙向綠燈帶寬和（秒）

C：週期長度（秒）

因此以查表法和即時運算所得出的有效度較高者，作為較佳的時制，若兩者值一樣，則以即時運算作為新時制的選取值。

### 6.5.1.2 交控軟體之發展探討修正與測試

目前對於動態計算交控軟體之應用，除了引進國外現有的交控軟體，加以適當之修正，以符國內現況之外，亦能從其中找出缺失，重新發展建立交控軟體，並於線上實際運作。

#### 1. 發展建立交控軟體者

國內在成大交研所師生辛勤研究探索下，根據國外發展交控軟體之經驗，以及對於交控理論之探討，再加上配合本土車流行為特性之瞭解，建立二套交控套裝軟體為BANDTOP，另一為T7F-T88，該套裝軟體之內容在6.4節已作過說明。

#### 2. 交控軟體修正者

國內成大交研所對於交控軟體之引進不餘遺力，除了撰寫操作手冊，並能思圖改進，從理論架構以及程式邏輯上加以改進，並配合國內車流行為、交通參數之變動上，將交控軟體加以修正，並付諸動態交控系統線上即時運算時制之應用。以下乃就獨立路口及幹道、網路軟體之修正上所作之研究，作一簡單介紹。

##### (1) 獨立路口交控軟體：

主要乃修改SOAP-84之程式邏輯、相關之交通參數及車流行為研究。

A. 李英慈君 [2]，提出 SOAP-84 之小流量大週期不合理情形加以改進，並直接從時制圖凹陷的原因加以解析，在發生凹陷處的臨界點加以限制。同時將溢流因子適當予以修正，並且分析交叉路口車輛到達型態特性，在延滯公式推展到一般到達型態，此外亦校估現況車流參數，將同時透過模擬分析，研訂出經驗判斷準則，增訂 SOAP-84 之最佳時相選擇功能。

B. 賴靜慧君 [34]，建立 SOAP-84 最佳時相功能選擇之功能。

(2) 幹道交控軟體：

主要乃修改 PASSER-II 之程式邏輯，理論架構，相關之交通參數及車流行為研究。

A. 陳麗娜君 [35]，利用車輛追蹤法，將 PASSER II -84 之輸出結果予以實証，並針對時制參數予以深入探討，發現 PASSER II -84 模式未考慮支道轉入幹道之車流，而輸出績效指標亦有高估現象，同時發現到續進帶寬出現在紅燈上之程式錯誤。

B. 鄭銘興君 [4]，乃探討帶寬極大化理論，並在 PASSER II -84 模式加以改良運用。

(a) 以流量為依據之續進速度設計目的在使幹道時制之續進速度能符合實際車流之行進現象，提高時制設計之績效。因此乃從事車流特性之分析，蒐集流量-密度-速度之構建資料，配適線型，建立模式，並在程式上實際修改運作，改成另一種時空圖之輸出（如圖 6-34）。

(b) 合理等候消散時間之訂定：以往 PASSER II -84 模式之等候消散時間皆屬固定值輸入，造成與實際現況不符，影響到帶寬之存在，因此乃探討等候消散時間之影響因素，訂定合理的等候消散時間與綠燈帶前置時間，並在 PASSER II -84 模式中直接運作，使得綠燈帶寬之存在更具意義。

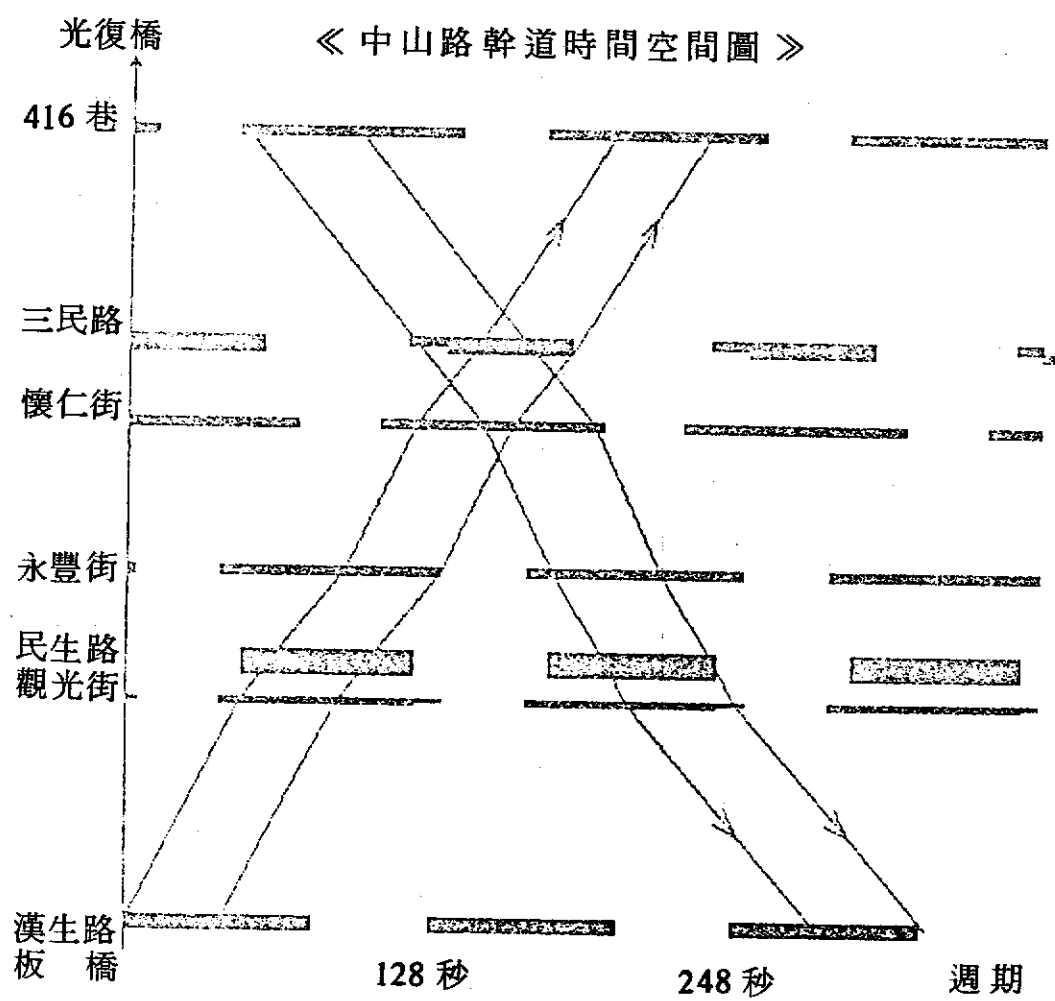


圖 6-34 PASSER II -84時空圖

資料來源：[12]

(c)修正綠燈帶寬出現在紅燈部份之不合理現象,並且加上自行設定週期上、下限之功能,使得PASSER II -84模式之運作更形完備。

(3)網路交控軟體：

主要乃修改TRANSYT-7F及SIGOP。

A.馮惠蓮君[5],乃研擬車隊擴散特性之調查方法,且建立一套分析方式,構建出汽車與機車不同特性之車隊擴散模式,並實際用於TRANSYT-7F之模式。

B.徐美玲君[3],乃分析探討SIGOP-II模式理論及其適用性,同時建立國內汽車之車隊擴散模式,代入SIGOP-II中,驗證模式之正確性。

## 6.5.2 系統降級、時制優先順序設計

動態計算系統中,獨立路口系統降級的第一層為動態查表,第二層為定時時制,第三層才改為閃黃、閃紅,幹道系統降級方式第一層為動態查表,第二層為時基連鎖,第三層為各路口自行運作定時時制,第四層才為閃黃、閃紅。

時制優先順序設計則與動態查表法一樣。

## 6.6 交通績效之量測

交控系統於安裝完成後，為求驗證實施績效，以確認此系統之價值功效及評估系統達到目標之程度，作為日後擴充改進之依據，乃進行系統實施前後之交通績效調查與評估。

1. 調查項目：包括道路服務水準之相關項目。

### (1) 總旅行時間

總旅行時間為衡量系統績效的最基本指標，其單位為車 - 小時，亦即總旅行時間為道路上之某特定時間內之車輛數與平均旅行時間之乘積。

假設在路段  $j$  車輛之平均旅行時間為  $tt_j$  (小時)

則

$$tt_j = \frac{X_j}{\bar{V}_j} \quad (6.20)$$

式中，

$X_j$ ：路段  $j$  的長度 (公里)。

$\bar{V}_j$ ：車輛在路段  $j$  的平均行駛速率 (公里 / 小時)。

由 (6.20) 式可得總旅行時間  $TTT_j$  (小時) 即

$$TTT_j = N_j tt_j = \frac{N_j X_j}{\bar{V}_j} \quad (6.21)$$

式中，

$N_j$ ：特定時段  $T$  內行經路段  $j$  的車輛數。

$tt_j$ ：路段  $j$  的平均旅行時間 (小時)。

而由 (6.4) 式與 (6.5) 式可知， $Q = \frac{N}{T}$  及  $K = 10 \frac{\theta}{d}$

且  $Q = K \times \bar{V}$

$$\therefore \overline{V} = (N / T) / (10 \theta / \overline{d}) = \frac{1}{10} \frac{\overline{d} N}{\theta T} \quad (6.22)$$

令 (6.22) 式中之  $\overline{V} = \overline{V}_j$  代入式 (6.21)

$$\text{則} \quad TTT_j = \frac{10 \times \theta_j \times T \times X_j}{\overline{d}_j}$$

式中，

$T$  : 特定之時段 (小時)。

$\theta_j$  : 特定時段  $T$  內  $j$  區段的佔有率 (%)。

$\overline{d}_j$  :  $j$  區段內之平均車輛長度 (公尺)。

因此，道路系統之總旅行時間  $TTT$  (車 - 小時) 可以下式來表示

$$TTT = \sum_{j=1}^k TTT_j \quad (6.23)$$

式中，

$TTT_j$  : 區段  $j$  內之總旅行時間 (車 - 小時)。

$k$  : 道路系統之區段數。

## (2) 總旅次長度

總旅次長度為另一經常用來衡量系統績效的指標，其單位為車 - 公里，即道路上之某特定時間內的車輛數與其平均旅次長度的乘積。

假設在路段  $j$  車輛之平均旅行時間為  $TT_j$  (小時)

則

$$TT_j = X_j N_j \quad (6.24)$$

其中

$X_j$  : 路段  $j$  的長度 (公里)。

$N_j$  : 特定時間段  $T$  內行經路段  $j$  的車輛數。

將  $Q = \frac{T}{N}$  代入 (6.24) 式中

$$\text{則 } TT_j = X_j Q_j T \quad (6.25)$$

式中，

$Q_j$ ：特定時段  $T$  內  $j$  區段的流量（輛 / 小時）。

$T$ ：特定時段長度（小時）。

再將 (6.21) 式代入 (6.25) 式中

則

$$TT_j = \frac{TTT_j \cdot \bar{V}_j}{N_j} \cdot Q_j \cdot T$$

$$\text{又 } Q_j = \frac{N_j}{T}$$

$$\therefore TT_j = TTT_j \cdot \bar{V}_j \quad (6.26)$$

因此，總旅次長度  $TT$ （車 - 公里）可以式 (6.27) 來表示

$$TT = \sum_j^k TT_j \quad (6.27)$$

### (3) 車輛停等數或停等百分比

車輛停等數或停等百分比常用來評估都市道路的車流順暢程度，停等數的多寡隨著號誌時制及車流速度而有所不同，典型的用來計算車輛停等數的時空圖如圖 6-25 所示。

由圖 6-25 可知，假設車流以固定速率順著行車軌跡駛近交叉路口，則在  $T_{gc}$  至  $T_{rc}$  時間內通過偵測器的車輛均會受阻於紅燈，亦即如要計算每週期之停等車輛數只需將每週期於  $T_{gc}$  至  $T_{rc}$  時段內通過偵測器之車輛加以累計即可得出。另外，如要求得停等百分比，則將停等車數除以總通過車輛數（每週期偵測器所測得之車輛總數）即可得之。

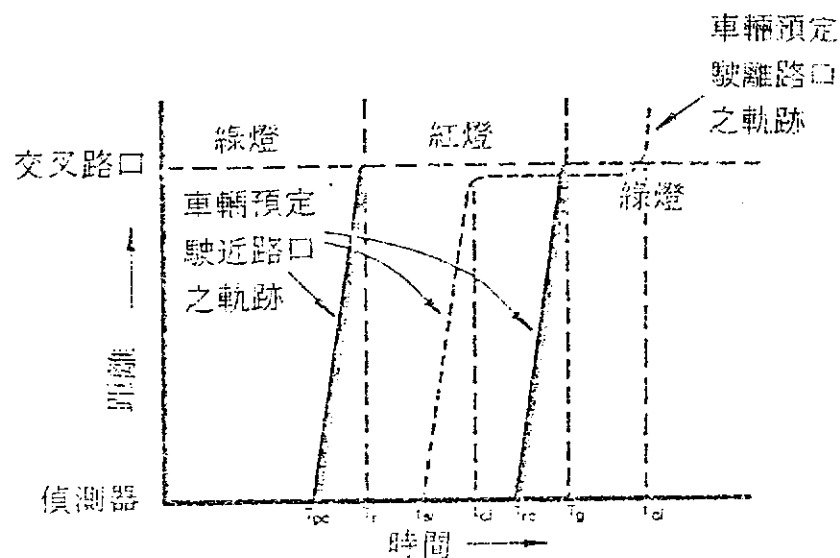


圖 6-25 計算停等及延滯之時空圖

#### (4) 延滯

毫無疑問的，延滯亦是常被用來衡量道路系統績效的指標之一，以都市幹道而言，可定義延滯為真正的旅行時間與期待的正常旅行時間的差距，而旅行時間的計算方式可利用 (6.21) 式及 (6.23) 式代入真正的行駛速率及期望速率來求得。

在都市街道的交叉路口延滯則可定義為車輛停等在交叉路口等候起動的時間損失。圖 6-25 即可用來計算交叉路口車輛的停等延滯，假設所有的停等車輛均能在下一個綠燈時段紓解完畢，則第  $i$  部車的延滯  $D_i$  (秒) 可表示如下：

$$D_i = R - (t_{ci} - T_r) + (t_{di} - T_g) \quad (6.28)$$

式中，

$R$  : 紅燈時段長度 (秒)。

$T_r$  : 紅燈始亮之時點 (秒)。

$t_{ci}$  : 第  $i$  部車到達路口時受阻之時點 (秒)。

$T_g$  : 下一個綠燈始亮之時點 (秒)。

$t_{di}$  : 第  $i$  部車離開路口之時點 (秒)。

$t_{ci}$ 之值可利用車輛到達偵測器之時點 ( $t_{si}$ )，再循著預測之行車軌跡 (即預測行車速率) 即可推得車輛受阻時之時點。

$t_{di}$ 之值則是利用下一個綠燈始亮之時點 ( $T_g$ )，而再循著預測之紓解軌跡，即可推得車輛離開路口之時點，而此時點會隨著此輛車為第幾部停等車輛而有所不同。

經過上述的方式，即可算出每部車的停等延滯，如此亦可求出總停等延滯 ( $D$ )。

$$D = \sum_{i=1}^n D_i$$

其中

$D_i$  = 第  $i$  部車於號誌週期內的停等延滯 (秒)。

$n$  : 於每週期內的停等車輛數。

若無埋設偵測器者，則利用人工調查總延滯及平均延滯值。

除了上述之四項主要衡量指標外，尚有其他衡量準則可供利用，例如可用總旅行時間、停等數及延滯等來推估燃油消耗及空氣污染程度，不過此類之評估指標尚需更進一步的研究方可確立。

## 2. 調查時段：

績效調查在考量經費及時間之限制下，以不影響效益之前題下，選擇尖峰與非尖峰若干時段加以實際調查、整理分析結果作為比較之基準。

## 3. 事前事後之績效比較評估：

將實地調查之結果彙整成表，分析系統改善程度百分比，以確立系統實質之效益所在。由於系統之完成須花費一段長時間，同時調查時段之時、空差異性，使得驗證之結果會有所影響，但加以刪除不可抗拒因素，詳實地探討比較系統運作上之優點與缺失，以作為未來提昇交控系統之發展方向，及現行系統運作方式改進功能擴充之依據。

## 6.7 系統維護

電腦化都市交通號誌控制系統的主要功能在於改善都市道路交通的擁擠問題，但是若僅著重於此一問題的正面解決，而不考慮系統之維護，則當系統中的某一機件發生問題或故障時，將造成交通秩序的全面紊亂。因此，一般的電腦號誌系統在設計上仍需投注相當大的心力於處理系統故障的問題上。

### 6.7.1 系統發生故障之原因

#### 1. 外力及天候因素：

- (1) 颱風地震等天災。
- (2) 外力撞擊。
- (3) 下雨、結霜、下雪、閃電。
- (4) 潮溼。

#### 2. 設備因素：設計錯誤、電源故障、電腦功能異常，偵測器、路口控制器故障、零件失效、脫落、超過使用年限等。

#### 3. 通訊線路中斷

- (1) 施工挖路。
- (2) 超過負荷量。

#### 4. 人為因素

- (1) 操作錯誤。
- (2) 人為破壞。

### 6.7.2 系統故障之偵知

- 1. 定期維修測試。
- 2. 交警巡邏及民眾通報。

3. 自我偵知、判斷異常狀況傳送至控制中心，或控制中心內部自行偵知。

表 6.7 則列出系統軟體在處理故障事件時，應具備之監視與警報之功能。

### 6.7.3 系統故障之處理

1. 降低運作層級，改為備份系統。
2. 中斷連線運作。
3. 通知交通警察現場指揮操作。
4. 通知廠商修理。
5. 設定防護措施（防盜、防雨、防潮、防閃電、防霜雪...）。

系統軟體維護功能之說明，則如圖 6-26 所示。其詳細說明如后：

#### (1) 控制中心電源故障時

控制中心須有自備發電機或備用電池，當電源中斷時，立刻由其自動供應電源，使電之供應不致中斷。不過路口控制器亦須事先存入因時間而改變的定時時制計畫，以應付備用電源故障或耗竭時，系統軟體仍可指示路口控制器依照預先設定之控制型態單獨操作，並保持固定之時差關係，如此將不會造成交通之混亂。而且一旦恢復供電時，所有作業系統必須具有自行檢視並自動重新起動的能力。

#### (2) 電腦故障時

控制中心內應有備份電腦，平時可做些資料處理工作，但當主控電腦發生故障時，可隨時接替工作。不過若連備份電腦也同時故障時，則與前項控制中心電源故障相同，路口之控制器須依預先存入之定時時制計畫運轉，等待電腦修護完成後，再接受控

表 6.7 系統軟體應具備之監視與警報的功能

儀器設備	項目	監 視 機 能	警 報 機 能
電 腦	動 作	系統軟體需經常檢查電腦之動作	電腦未能執行正常工作，有故障時，警報指示燈自動點亮。
路 口 控 制 器	號 誌 分 相	系統軟體自動比較判別換色訊號與確認訊號。  每一種號誌分相在確認訊號接收機盤面之發光二極體發出亮光。	換色訊號與確認訊號不符時，由顯示幕或列表機自動打出警報（其內容包含路口編號及指出該路口不受電腦控制等）。在訊號監視板組件上，用紅色發光二極體（LED）發出警報指示。
	號 誌 燈 頭	檢查燈絲斷蕊，由系統軟體分析確認訊號自動檢查。	當偵知燈泡損壞時，由顯示幕或打字機打出該路口編號及燈泡損壞之消息。警報燈將在訊號監視板面顯示。
通 訊 線 路	通 訊 線 路 之 狀 況	由系統軟體自動檢查路口控制器之確認訊號有無送達而判斷有無斷線。亦可測知路口控制器是否發生停電。	發生通訊路線不良（即斷線）時，將該路口編號及未收到確認訊號之詳情以顯示幕或列表機輸出表示。  同時將在訊號監視面板，自動顯示警告燈，表示因線路中斷而脫離系統軟體控制。
交 通 偵 測 器	操 作	由系統軟體按其交通量及佔有率自動檢查偵測器之動作是否異常。	偵測器之動作失常時，應由顯示幕或列表機打出該偵測器編號及交通量、流量容量比(V/C)及佔有率等資訊。而當偵測器恢復正常時，須由顯示幕或列表機打出其故障詳情。

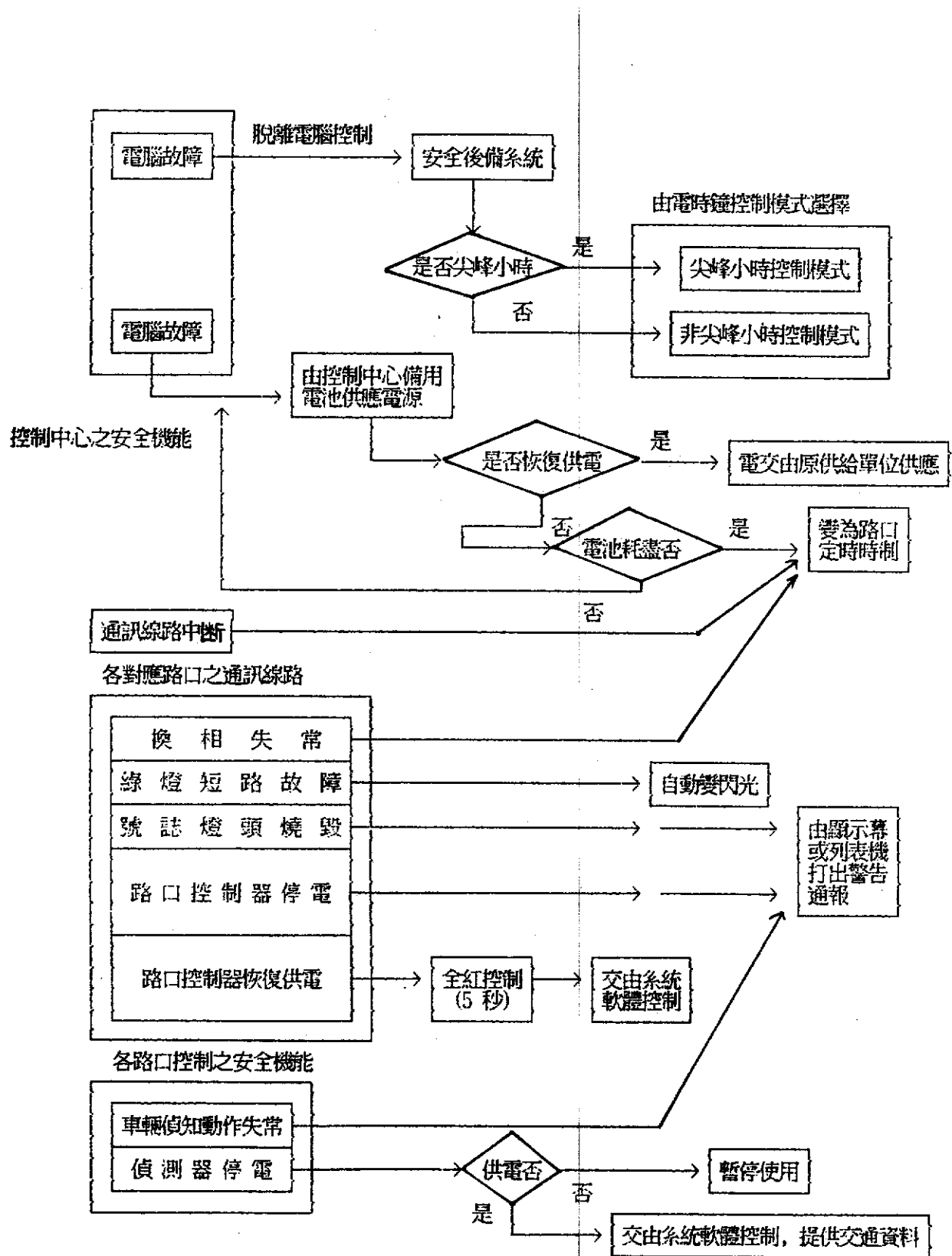


圖 6-26 系統軟體維護功能之說明圖

制中心之控制。

(3) 通訊電路中斷時

通訊電路中斷時必須儘速檢修，不過在檢修未完成前，仍與前述控制中心電源故障或電腦故障的情形相同，路口控制器仍可依預先存入之定時時制計畫照常運轉。

(4) 路口交通號誌控制器發生故障時

A. 號誌燈頭損壞時，系統軟體應能自動偵知，而且立刻由顯示幕或列表機打出警告通報。

B. 在交叉路口上各流向均同時亮綠燈時，控制器應立即將燈號變為閃光，並由列表機打出警告通報。

C. 因路口控制器故障不受系統軟體之指揮，即顯示當時燈色達預定之最大時限後，該控制器須能自動轉變為定時時制之控制型態。

D. 路口控制器停電時，系統軟體須能立刻接收到異常之確認訊號，並馬上由顯示幕或列表機自動打出警告通報。而當恢復供電時，所有方向之燈號應先顯示3~5秒之全紅時段後，幹道方始亮綠燈，然後接著進行正常之控制作業。

(5) 車輛偵測器故障時

當車輛偵測器之偵測結果異常時，應由顯示幕或列表機打出警告通報。但若其故障係因停電而發生時，則應檢查是否可以立即供電，否則便應將此一偵測器所偵測的結果交由系統軟體加以分析與判定此偵測器之故障原因。

(6) 電腦執行作業中之停電與供電

系統軟體應經常監視交流電源供應情形，而一旦電源中斷時，它可收到一中斷訊號，然後開始執行電源中斷程式，改由電池或發電機供電，而當恢復供電時，它也能自行終止電池或發電機之供電工作。

## 參 考 文 獻

- 1.交通部運輸研究所，「交通號誌規劃手冊」，民國75年。
- 2.李英慈，「SOAP-84 模式理論及其功能之改良研究」，成大交研所碩士論文，民國76年。
- 3.徐美玲，「SIGOP-Ⅱ車流處理、車隊擴散及延滯理論之研究」，成大交研所碩士論文，民國76年。
- 4.鄭銘興，「帶寬極大化理論之探討與PASSERⅡ-84模式之改良應用」，成大交研所碩士論文，民國77年。
- 5.馮惠蓮，「TRANSYT 中車隊擴散模式之建立及其應用於網路號誌時制設計之研究」，成大交研所碩士論文，民國75年。
- 6.羅彬榮，「幹道號誌時制設計方法之研究」，成大交研所碩士論文，民國75年。
- 7.邱大恭，「獨立交叉路口號誌時制數學規劃模式之研究」，成大交研所碩士論文，民國75年。
- 8.林良泰，「在綠燈帶最大及負效用最小下動態幹道號誌時制之研究」，成大交研所碩士論文，民國76年。
- 9.林本立，「應用MAXBAN模式於幹道連鎖號誌時制設計之研究」，成大交研所碩士論文，民國75年。
- 10.何志宏等，「交通號誌系統彈性連鎖與運轉作為之研究」，成大交研所，民國75年。
- 11.何志宏等，「台南市電腦化交通號誌控制系統第三期硬軟體系統工程」，成大交研所，民國76年。
- 12.何志宏等，「台北縣交通號誌電腦化第二期擴充系統工程」，成大交研所，民國78年。

13. 中華顧問工程司，「台北市中心區及連外幹道交通號誌中心控制系統規劃」，民國78年
14. 韓復華等，「新竹市第二期微電腦交通號誌系統規劃」，交大運工管系，民國78年
15. 交通部電腦化交通號誌評鑑小組，「電腦化交通號誌控制系統功能評鑑報告」，民國77年
16. 鍾振耀，「獨立交叉路口號誌二時相與四時相控制之比較研究」，交大交研所碩士論文，民國77年
17. 林茂龍，「號誌化獨立交叉路口設計運轉績效分析方法之研究」，交大交研所碩士論文，民國73年
18. 蔡輝昇，邱大恭，「以數學規劃模式求解獨立交叉路口號誌時制計劃」，成大交研所碩士論文，民國76年
19. 交通部運輸研究所，「交通工程與規劃訓練教材」，民國75年。
20. 交通部運輸研究所，「微電腦交通號誌控制系統規劃暨台南市微電腦交通號誌控制系統簡介」，民國76年。
21. 交通部運輸研究所，「交通號誌控制器硬體功能調查與其標準訂定之研究」，民國76年。
22. 交通部運輸研究所，「引進全動態時制法交通策略應用於國內都市號誌設計」，民國79年。
23. 交通部，「交通工程手冊」，民國79年。
24. 蔡輝昇，「交通控制理論與實務」，生合成出版社，民國79年。
25. "Traffic Control Systems Handbook", FHWA-US DOT, 1985.
26. "Computer Controlled Traffic Signal Systems", FHWA-US DOT, 1982.
27. "Traffic Control Systems Handbook", FHWA-US DOT, 1965.

28. Hillier, J.A., "Glasgow's Experiment in Area Traffic Control", Traffic Engineering and Control, Vol. 7, No. 8, 1965, and Appendix in Vol. 7, No. 9, 1966.
29. Pignataro, L.T. et al., "Traffic Control in Oversaturated Street Networks", National Cooperative Highway Research Program Report 194, Transportation Research Board, Washington, D.C., 1978.
30. Kell, J.H., and I.J. Fullerton. "Manual of Traffic Signal Design", Institute of Transportation Engineers, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1982.
31. Haenel, H.E., and J. Williams, "Texas Stand Alone Arterial System", Presented at the 60th Annual Meeting of the Transportation Research Board Washington, D.C., 1981.
32. Upchurch, J.E., "Guidelines for Selecting Type of Left-Turn Phasing", Transportation Research Record 1069, 1986.
33. 張家祝, 張開國, 「號誌最佳時制設計之圖解法」, 運輸計劃季刊, 第13卷1期, pp.37~68, 民國73年3月。
34. 賴靜慧, 「SOAP-84時制設計軟體之最佳時相選擇系統」, 成大交研所碩士論文, 民國78年6月。
35. 陳麗娜, 「PASSER II - 84理論實証及其在電腦化交通控制系統之應用」, 成大交研所碩士論文, 民國76年6月。
36. 黃泰林, 「電腦化交通控制系統中流量預測模式之比較及其實証研究」, 成大交研所碩士論文, 民國77年6月。

# 第三篇 電腦化都市交通號誌控制 系統評鑑手冊

## 第一章 前言

## 第二章 系統功能

## 第三章 軟體規劃與設計評估

## 第四章 系統績效評估

## 第五章 交通績效評估

## 第六章 評鑑步驟與程序

# 第三篇 電腦化都市交通號誌

## 控制系統評鑑手冊

### 目 錄

表目錄	-----	Ⅱ - Ⅱ
圖目錄	-----	Ⅱ - Ⅱ
附錄目錄	-----	Ⅱ - Ⅱ
第一章 前言		
1.1 緣起與目的	-----	Ⅲ - 1
1.2 內容與架構	-----	Ⅲ - 2
第二章 系統功能		
2.1 電腦及週邊系統	-----	Ⅲ - 4
2.2 地圖板及其他配合功能	-----	Ⅲ - 13
2.3 小結	-----	Ⅲ - 15
第三章 軟體規劃與設計		
3.1 系統軟體架構設計之評估	-----	Ⅲ - 19
3.2 功能模組設計之評估	-----	Ⅲ - 21
3.3 小結	-----	Ⅲ - 21
第四章 系統績效評估		
4.1 控制中心軟硬體系統績效評估	-----	Ⅲ - 23

4.2 控制器與偵測器系統績效評估	III - 26
4.3 通訊之系統績效評估	III - 27
4.4 小結	III - 28

## 第五章 交通績效評估

5.1 事前準備事宜	III - 31
5.2 獨立路口交通績效評估	III - 32
5.2.1 調查方法	II - 32
5.2.2 資料整理與分析	III - 32
5.3 幹道交通績效評估	III - 33
5.3.1 調查方法	III - 33
5.3.2 資料整理與分析	III - 34
5.4 網路交通績效評估	III - 35
5.4.1 調查方法	III - 35
5.4.2 資料整理與分析	III - 35
5.5 總結	III - 36

## 第六章 評鑑步驟與程序

6.1 評鑑流程	III - 39
6.2 評鑑前各項準備事宜	III - 39
6.2.1 評鑑人員組成	III - 39
6.2.2 評鑑行程安排	III - 41
6.2.3 評鑑準備工作	III - 41
6.3 評鑑步驟與程序	III - 42
6.3.1 交控中心評鑑程序	III - 46
6.3.2 路口評鑑程序	III - 54
6.4 評鑑結果分析評估	III - 57

參考文獻	III - 58
------	----------

## 表 目 錄

表 2.1 系統功能評估項目表	-----	Ⅲ - 16
表 3.1 軟體規劃與設計評估項目表	-----	Ⅲ - 22
表 4.1 系統績效評估項目表	-----	Ⅲ - 29
表 5.1 不同人力與方法下所需之總調查時間統計表	-----	Ⅲ - 38

## 圖 目 錄

圖 1-1 評鑑手冊研擬工作流程	-----	Ⅲ - 3
圖 6-1 評鑑流程圖	-----	Ⅲ - 40
圖 6-2 控制中心評鑑流程圖	-----	Ⅲ - 47
圖 6-3 路口評鑑流程圖	-----	Ⅲ - 54

## 附 錄 目 錄

附錄一 電腦化都市交通號誌控制系統功能與績效問卷調查表	Ⅲ - 59
附錄二 電腦化都市交通號誌控制系統功能與績效現場評鑑表	Ⅲ - 67
附錄三 電腦化都市交通號誌控制系統評鑑總表	----- Ⅲ - 80
附錄四 路口車輛延滯時間調查表	----- Ⅲ - 92
附錄五 路口車輛停等百分比調查表	----- Ⅲ - 93
附錄六 路口車輛停等車隊調查表	----- Ⅲ - 94
附錄七 幹道（網路）旅行時間與延滯表	----- Ⅲ - 95

# 第三篇 電腦化都市交通號誌 控制系統評鑑手冊

## 第一章 前言

### 1.1 緣起與目的

近年來國內都市交通號誌控制系統，在交通部大力推動與地方政府全力配合下，號誌廠商與學術研究機構已先後於台北縣、基隆市、新竹市、台中市、嘉義市及台南市建立國人自行研究設計之都市號誌控制系統，整體系統經運作後，已能有效地改善都市內道路交通狀況。然而，電腦化號誌控制系統的發展，往往必須經由不斷地改進與擴充，才能達到全面性的效益。因此，如何建立一套評估程序與方法，作為未來改善之參考依據，將是一件刻不容緩的工作。另外由於在現有系統中，發展時間與投入廠商及人員的不同，所建立的系統往往具有一些差異，如何經由評估工作將此一差異逐步修正，朝向統一架構與規格的目標，亦是未來努力的重要方向之一。

有鑑於此，建立一套標準的都市電腦化號誌控制系統評估程序與手冊，作為未來評估與改善依據，乃是訂定本手冊之主要目的。

## 1.2 內容與架構

本手冊主要架構與內容包含下列五部份：

- 第一部份 針對都市電腦化號誌控制系統所必需具備的功能作一分析，並訂定出未來評鑑工作中所擬評估之項目。
- 第二部份 就系統軟體架構與設計內容，訂定出未來評鑑工作之評估項目。
- 第三部份 擬就現有系統運作後，如何評估整體系統績效作一說明，並將各評鑑項目加以訂定。
- 第四部份 針對系統運作後對道路交通車流可能之改善情形作一分析，並訂定出未來有關交通績效之評估指標。
- 第五部份 經由前四部份訂定出系統功能、軟體架構與設計、系統績效及交通績效評估指標後，將再針對未來進行實地評鑑工作之方法與程序作一詳細說明。

而此一評鑑手冊制定之工作流程可表示如圖1-1 所示。

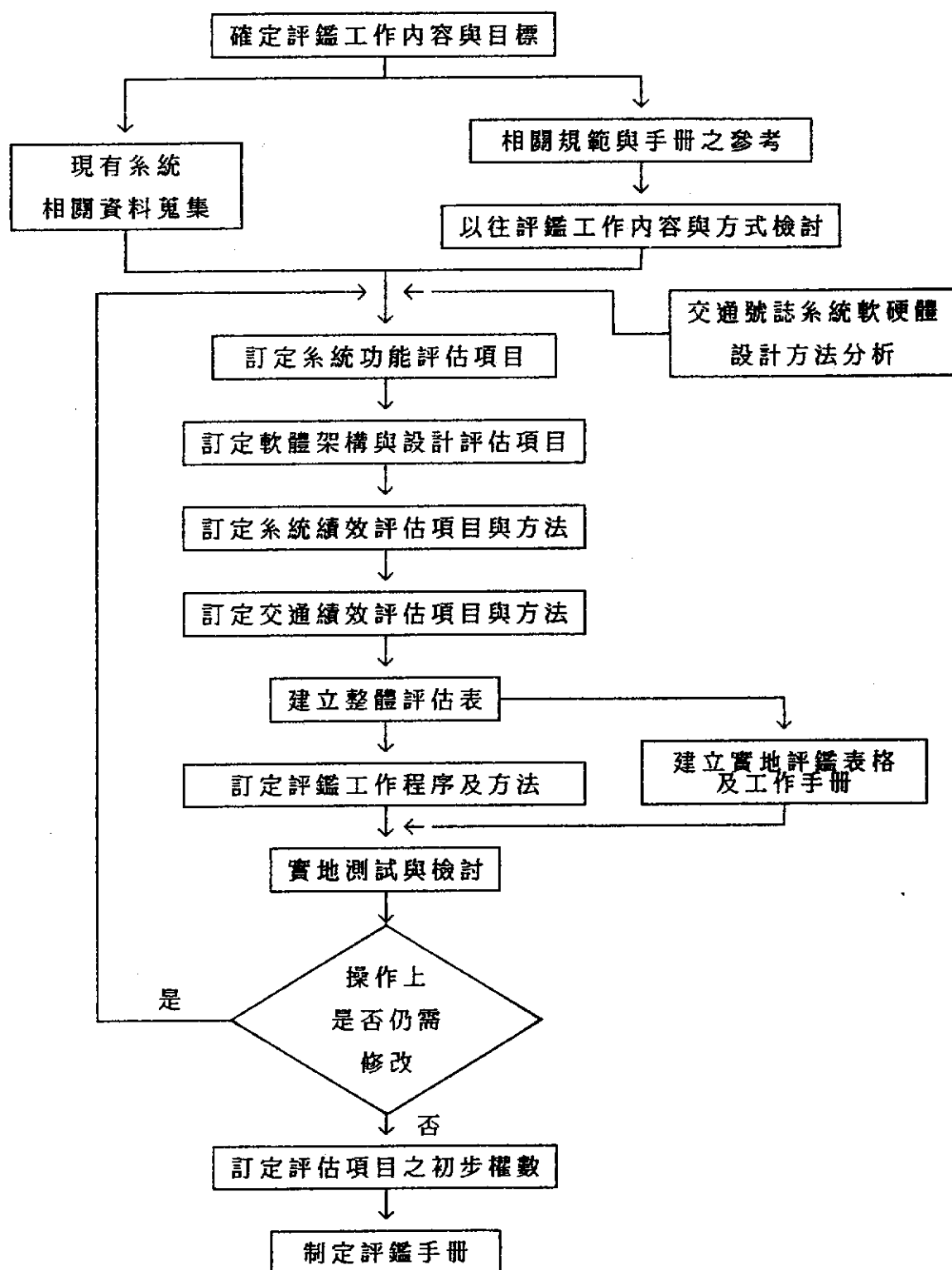


圖 1-1 評鑑手冊研擬工作流程

## 第二章 系統功能

雖然一般隨著不同都市車流與道路特性，電腦化號誌控制層次與功能將有所差別。但是，本章所提出之都市電腦化號誌系統功能評估項目，主要乃是針對未來理想系統所需具備之各項功能，作一廣泛性的探討。所以一旦進行評估工作時，必須將定時系統、動態查表、動態計算或全動態系統分別加以歸類，再進一步分析不同都市之電腦號誌控制系統功能差異，作為未來擴充及改進之參考。

有關電腦化號誌系統功能分析，一般可分別就控制中心、路口控制器及偵測器、通訊等三大主體所應具備之功能作一分析。不過由於控制器、偵測器及通訊部份，交通部已另訂有詳細規範手冊，因此本章主要將著重於控制中心系統功能分析。以下分別就（1）電腦及週邊系統（2）地圖板（3）其它配合設施作一探討。

### 2.1 電腦及週邊系統

一般控制中心電腦及週邊系統軟硬體所應具備之功能，如依重要程度加以區分為必要性、選擇性及說明性三大類評鑑項目時，各分類所具備之評鑑項目可說明如下：

#### 1. 系統控制範圍

此部份主要針對現有電腦號誌控制系統範圍內，是否有任何應納入系統控制內但卻未予以考慮之狀況作一分析。分析項目包括：

• 選擇性項目：

（1）現有系統控制範圍內是否具有未列入分析之鐵路平交道。

由於鐵路平交道是阻斷車流前進之一項重要因素，因此，在現有電腦化號誌控制系統範圍內，如有鐵路平交道，則必需同時列入系統中進行分析。

(2)現有系統控制範圍內是否具有未列入分析之高速公路匝道。

高速公路匝道進出車輛，往往是道路系統車流之一項重要干擾因素，因此，系統內如有高速公路匝道轉進轉出車流，亦需一併納入電腦化號誌控制系統中。

(3)現有系統控制範圍內是否具有未列入分析之公車專用道。

公車專用道一般應用上可提供號誌路口優先通行之功能，以便提昇公車服務水準，因此，在現有系統中如具有公車專用道，則需予以一併列入分析，並提供優先通行之權限。

(4)現有系統控制範圍內是否具有未列入分析之調撥車道。

對於上、下午尖峰道路單向車流量顯著較大時，可應用調撥車道處理方式提高容量，然而此一控制方式必需能與電腦號誌系統相結合，考慮上、下午尖峰分別分析其時制計畫。

## 2. 時制分析

有關電腦號誌系統時制分析方面，所需具備功能包括：

• 必要性項目：

(1)應用之時制最佳化軟體是否適當地加以改進或自行發展。

由於國內車流混合及推進特性往往與國外完全不同，因此，應用上有關時制最佳化分析軟體，應能自行發展或適當地加以修正，以便符合現有交通特性。

(2)是否具有群組初設與自動調整功能。

在時制分析上，不論定時或動態號誌系統，均需配合交通特性設定群組狀態。此外，隨著時間與車流特性的改變，群組的設定亦將隨之改變。因此，系統中應同時具備了群組改變及設定功能。

(3)定時時制路口，是否具有日內時段(TOD)設定功能。

在定時電腦號誌控制系統中，必需具備每日定時時制時段劃

分功能，即所謂TOD(Time of Day)設定功能，以便於不同時段內設定不同之時制計劃。

(4)定時時制路口是否具有一週以上之週日內(DOW)設定功能。

一般定時時制系統除了應提供16組以上之TOD設定功能外，亦應提供至少一週七天中，每天所擬執行之時制型態設定功能。

(5)是否提供定時路口之離線時制分析程式。

由於定時時制的分析及設定，在時間上必需隨著交通量的增加或改變，定期重新收集各項交通參數，分析及設定新的定時時制。因此，在系統中應能以離線方式提供定時路口時制分析功能，以便於進行時制計劃更新工作。

(6)是否具有緊急狀況之手動時制設定功能。

當緊急事件發生時，應允許於控制中心或路口控制器臨時下達特定時制計畫，亦即是提供手動時制設定功能。

(7)是否具備動態時制運算功能。

所謂動態時制運算乃是將系統偵測器所收集之流量資料，應用時制分析軟體於線上進行即時分析。

(8)是否具有系統內自動對時功能。

系統對時功能包括各部電腦之間、電腦及路口控制器或偵測器之間對時功能。

• 選擇性項目：

(1)定時時制路口所能設定之時段數是否大於16組。

在TOD設定上，一般至少需具備16組時段劃分功能，以滿足一天24小時內不同的交通特性。

(2)靜態路口之離線時制分析程式，是否具有交談式或視窗操作功能，同時分析結果能否直接設定於TOD/DOW。

現有時制套裝程式，在應用上常需了解輸入資料型式及格式，故常需詳細閱讀相關手冊後才能順利使用。因此，良好的系統中，除了提供離線之時制分析程式外，更應具備有交談式或視窗之工作環境，以供使用者進行操作，同時分析結果亦需能直接設定於TOD及DOW，以便能一次完成時制計畫更新工作。

(3)時制轉換時間是否超過兩個週期。

不同時段時制計畫轉換時，必需具備一轉換時間，而此一轉換工作一般均限制在二個週期內完成，以便能迅速地執行新時制計畫。

(4)是否具有特勤時制設定功能。

為配合特殊勤務需求，系統中應提供一套預設之特勤事件時制計畫，以便應付急需。

(5)系統內對時功能在開機後能否每小時執行一次。

一般對時功能自動執行時間的長短，並無一定標準，只要確保在合理誤差範圍內，能自動對時及可，一般以每小時對時一次，以便能將誤差減至最低。

### 3.保護及故障處理功能

有關係統內保護及故障處理，乃是系統運作之一項重要功能，其中包括：

• 必要性項目：

(1)錯誤操作之保護措施。

使用者各項錯誤的設定或輸入值（包括輸入不合理數值），除了應提示警示訊息外，亦需確保無法操作與設定，以防系統當機及執行錯誤之決策。

(2)是否具有硬碟或網路資料防止寫入或中毒之措施。

對於貯存系統程式之硬碟或網路檔案伺服器，除了應具備防止他人修改及撰寫之保護措施外，亦應具備基本的病毒防範措施。

(3) 是否具有不斷電系統 (UPS)。

為確保控制中心不受突發斷電事件的影響，應具備不斷電系統以便提供充裕時間進行斷電後處理事宜。

(4) 當控制中心電源無法持續供應時是否能自動記錄當時各項降級處理或設定環境。

雖然控制中心具有 UPS 功能，但是一旦停電時間過長，則中心必需自動進行系統設定、降級及關閉作業。

(5) 電源恢復供應後是否具有自動啓動及設定適合當時環境之各項系統參數。

當電源恢復供應時，系統應自動進行適合當時時段之交通參數及工作環境設定，並自動進行啓動作業。

(6) 是否具有系統各項設施故障時降級之處置措施。

一般故障降級處理方式，取決於故障因素，如果：

a. 通訊中斷：進行路口預設之時制控制計畫。

b. 偵測器故障：由中心進行流量推估或下達進行 TOD 時制計畫。

c. 控制器故障：如控制器故障無法正確控制路口時制，則應跳至閃黃燈。

d. 系統軟硬體故障：轉由預備電腦進行處理或是降為路口預設之時制控制計畫。

(7) 當系統中任何設施故障時，是否具有警示信號。

(8) 是否具有不同層次使用者使用權限之保護功能。

對於系統使用者，應依據工作的需要給予不同的資源使用權

限，以確保系統安全。至於權限的劃分可配合系統需求而有所不同。例如區分為系統維修者、系統特殊使用者、及系統一般使用者。而每類使用者所具有之權限規範亦無一定的標準，可依系統狀況自行訂定。只是，無論任何訂定方式均必需確保使用者無法越權使用，以保障系統安全。

#### 4. 貯存及記錄功能

貯存及記錄功能主要包括系統內偵測車流、時制等資料之貯存與各項操作或意外事件記錄。分析項目包括：

• 必要性項目：

(1) 各項故障狀況能否自動記錄存檔及列印。

對於所有系統故障一旦偵測得知，應能加以記錄存檔，並列印故障原因及發出警示信號。此一資料主要作為考核系統穩定性之參考。同時有關檔案必需確保無法修改或刪除。

(2) 歷史流量、點速度、佔有率及時制等資料是否能自動記錄與貯存。

偵測器收集之流量、速度、佔有率及歷史時制資料，必需加以記錄與保存，以便作為未來固定時制分析及其他交通特性統計分析之用。

• 選擇性項目：

(1) 能否記錄所有使用者，在系統中各項操作記錄。

對於系統使用情形，基本上必需作一記錄與查核，除了能了解使用者一般操作狀況外，亦能追蹤及統計資源使用分配。

(2) 能否以強制方式執行系統歷史資料轉錄備份。

當系統中各項貯存資料即將佔滿硬碟預留空間時，是否能自動偵測得知，並提出警示訊號強制進行備份工作。

(3)除了歷史資料外，各項記錄是否確保無法更改。

前述各項記錄及存檔資料，除了歷史流量及時制資料外是否能夠確保其他記錄檔案無法刪除。（或者獨立建立刪除記錄檔，而此一檔案無法刪除）

• 說明性項目：

(1)能否記錄每一電腦之CPU及操作使用時間。

記錄CPU使用時間，主要目的在於分析現有電腦系統中，工作負擔是否分配適宜，同時了解以往電腦真正執行及運作效率。

#### 5. 編修功能

電腦化交通號誌控制系統的建立，往往是一採用漸進方式不斷地加以擴充及改善。因此，提供配合擴充及改善工作需求之系統編修功能，是一項重要的工作，而此方面之需求包括：

• 必要性項目：

(1)是否具有一整合性之工作環境以提供未來路口或偵測器數量擴增之編修功能。

所謂整合性工作環境，基本上乃是期望提供一交談或視窗功能，一旦路口或偵測器擴充時，能夠同時將各相關資料一併修改。

(2)是否具有一整合性之工作環境以提供未來路口幾何狀況變化之編修。

同樣地，當路口幾何型態改變時，亦能提供整合性環境，將相關資料一併修改。

(3)能否提供時制資料庫之編修功能。

時制資料庫所包含之多組時制計畫，往往隨著特殊狀況或部份車流特性的暫時性改變（如道路施工），必需配合修改部份時制計畫，而此功能即能提供適當的編修環境。

• 選擇性項目：

- (1) 是否具有一整合性之工作環境以提供未來運輸環境改變之編修與設定。

運輸環境的改變範圍相當廣泛。例如原有鐵路地下化、興建捷運系統或增建高架道路等。一般隨著此一運輸環境的轉變，系統應配合修改，因此，提供此一整合性編修功能乃是良好系統所必需具備之功能。

- (2) 是否具有一整合性之工作環境以提供未來採行不同交通管理措施（如單行道、路邊停車）時之系統編修功能。

配合單行道、路邊停車、調撥車道或行車管制等多項運輸管理措施的施行，號誌系統必需應用編修功能作進一步的調整。

- (3) 能否提供使用權限編修與設定功能。

配合實際作業需求，可能必需增加使用者或改變使用者權限，因此，提供此一管理功能乃是系統所必需具備之項目。

• 說明性項目：

- (1) 能否提供歷史資料之統計與分析功能。

對於車流量、點速度及佔有率和預估的等候線、延滯等資料，理論上應定期進行分析。此項統計分析功能應與系統相結合，以便於同一工作環境中完成此項工作。

6. 系統顯示及查詢功能

顯示查詢功能如同系統耳目，除了能夠了解目前系統設定與運作狀況外，亦能得知路口號誌控制之各項資訊。因此，有關此部份之功能將包含：

• 必要性項目：

- (1) 能否直接或移動顯示全市主要街道路網及各電腦化路口。

對於全市街道及電腦化路口查詢功能，除了必需標示電腦化路口外，亦需區分出各路口電腦化之控制方式或所需群組等

資料。而此一查詢功能最好能直接應用滑鼠移動及Zoom加以顯示。

(2)能否查詢各路口現有時制控制方式。

經由此一功能可得知各路口現況時制控制方式及是否有降級處理之情形。

(3)能否查詢各路口目前執行之時制資料。

此項功能可提供中心控制人員了解各路口目前時制執行狀況。

(4)能否查詢各路口設定之時制計劃。

主要目的在於查詢現況系統中所有預設之定時時制設計，以便作為修改或分析之用。

(5)是否具有查詢歷史流量之功能。

查詢之歷史流量主要包括偵測器或空間推計之流量。

(6)是否具有查詢歷史時制之功能。

查詢之歷史時制主要包括所有號誌控制路口已執行完成之時制計劃。

(7)能否查詢路口現況流量、平均速度、佔有率。

理想狀況下此一功能除了顯示各路口即時狀況外，亦應能將各資料項目依大小順序加以排列。

• 選擇性項目：

(1)是否具有ZOOM功能，可由路網直接查詢每一路口各項資料。

基本上應用ZOOM的方式，提供使用者由街道圖直接查詢路口或幹道現況各項重要資訊，應是十分方便的一項設計。就目前技術水準，提供此一功能並非十分困難。

(2)能否顯示路網中數個路口時制續進時空圖及其他資訊。

幹道續進與可能之續進帶寬，一直是分析車輛順暢與否之一項指標，因此，同時顯示現況數個路口之時制狀況、續進機會與其他交通資訊，應是系統查詢中所應具備的功能。

(3)能否查詢系統中各項設備狀況。

基本上，此項功能應包含了路口控制器、偵測器及中心各項設備與通訊狀況。

(4)能否查詢系統中群組劃分方式。

如果具備動態的群組劃分功能，則可經由此一途徑得知目前群組劃分方式。

(5)能否查詢使用者使用權限等資料。

此項查詢功能主要提供作為使用者管理參考之用。

(6)能否查詢平均速度及其他交通資訊排行榜。

此一排行榜之顯示項目包括平均速度、流量或推計等候線長度等。

(7)能否顯示道路施工或管制資訊。

道路施工或管制措施影響車流狀態十分顯著，因此，在查詢功能上應能將現行施工中或管制之地點加以顯示，以便監視鄰近路口是否產生異常之交通狀況。

(8)能否顯示偵測器埋設位置。

系統中偵測器位置及數量資訊，可作為維修或配合各項歷史資料，進行系統擴充之參考。

• 說明性項目：

(1)能否應用滑鼠(MOUSE)。

滑鼠的配備與提供相關功能，是提供友善操作環境的一種方式與途徑。

## 2.2 地圖板及其他配合功能

### 1. 地圖板功能

有關係統功能評估工作，除了針對控制中心電腦軟體進行評估外，尚包含地圖板、偵測器、控制器、通訊及其配合功能之評估。其中

，由於偵測器、控制器及通訊部份已另有訂定規範，因此，將參考個別規範進行評估工作。而其他部份所擬評估之項目包括：

• 必要性項目：

- (1) 地圖板是否易於拆換修改以因應道路系統之變更。

衡量是否易於拆換修改，將依據其工作時數作為衡量標準。

- (2) 能否顯示現行號誌狀況。

此項功能為地圖板基本必需具備的功能。

- (3) 能否顯示目前交通流量大小之差異程度。

由此項顯示功能區分出目前道路流量狀況，可有全盤的掌握與了解。

- (4) 能否顯示偵測器之位置。

- (5) 能否顯示偵測器、控制器或通訊故障之路口。

故障時，除了提供警示信號及故障原因外，亦可由地圖板即時掌握發生故障之路口。

- (6) 能否顯示號誌控制方式。

由地圖板顯示現有號誌系統中，各項不同時制控制方式，將可一目了然。

• 選擇性項目：

- (1) 能否顯示現有道路施工及管制情形。

此項功能可配合流量顯示及時制資料，作為監督與時制改善分析之參考。

- (2) 能否顯示手操燈之路口。

此處所謂手操燈，主要是指定交通警察於路口進行人為時制控制。

- (3) 能否顯示流量、平均速度或佔有率之排行榜。

此項功能，基本上僅需針對較為顯著之路口作一顯示，詳細每一路口狀況可由電腦中查詢。

## 2. 其它配合功能

### • 必要性項目：

#### (1) 硬體架構是否具有一般性規格。

此處一般性規格乃是指不受廠商特殊規模的限制，必需能有許多廠商生產之硬體設備。

#### (2) 是否具有詳細的系統維修手冊與操作手冊。

此項手冊乃是未來維修與操作的必備工具。

#### (3) 是否具有中文環境。

中文環境乃是國內必需具備之基本功能，可以完全毫無隔閡地進行資訊顯示及處理。

#### (4) 是否能將重要資料由印表機直接列印成報表。

所謂直接列印成報表，不但需具備標準表格型態，最好能符合每年每月報表之格式。

### • 選擇性項目：

#### (1) 是否可與駕駛者資訊系統配合使用。

旅客資訊系統包含顯示標誌、可變標誌、廣播或導引等項目，而理想的號誌系統應能與此一項資訊系統連成一回饋性的迴路。

## 3. 偵測器、控制器及通訊功能

僅需比較與交通部現有規範之差異程度，提供參考。

## 2.3 小結

有關係統功能評估項目，可歸納如表2.1。

表 2.1 系統功能評估項目表

類別	功能別及評估項目
控制中心軟硬體功能	<p>1.系統控制範圍</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 選擇性項目               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1)現有系統中是否具有鐵路平交道未列入分析</li> <li>(2)現有系統中是否具有高速公路匝道未列入分析</li> <li>(3)現有系統中是否具有公車專用道未列入分析</li> <li>(4)現有系統中是否具有調撥車道未列入分析</li> </ul> </li> </ul>
	<p>2.時制分析</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要性項目               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1)應用之時制最佳化軟體是否適當地加以改進或自行發展</li> <li>(2)是否具有群組初設與自動調整功能</li> <li>(3)定時時制路口，是否具有日內時段(TOD)設定功能</li> <li>(4)定時時制路口是否具有一週以上之週日內(DOW)設定功能</li> <li>(5)是否提供定時路口之離線時制分析程式</li> <li>(6)是否具有緊急狀況之手動時制設定功能</li> <li>(7)是否具備動態時制運算功能</li> <li>(8)是否具有系統內自動對時功能</li> </ul> </li> <li>• 選擇性項目               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1)定時時制路口所能設定之時段數是否大於16組</li> <li>(2)靜態路口之離線時制分析程式，是否具有交談式或視窗操作功能，同時分析結果能否直接設定於TOD/DOW</li> <li>(3)時制轉換時間是否不超過兩個週期</li> <li>(4)是否具有特勤時制設定功能</li> <li>(5)系統內對時功能在開機後能否每小時執行一次</li> </ul> </li> </ul>
	<p>3.保護及故障處理功能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要性項目               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1)錯誤操作之保護措施</li> <li>(2)是否具有硬碟或網路資料防止寫入或防毒之措施</li> <li>(3)是否具有不斷電系統(UPS)</li> <li>(4)當控制中心電源無法持續供應時是否能自動記錄當時各項降級處理或設定環境</li> <li>(5)電源恢復供應後是否具有自動啓動及設定適合當時環境之各項系統參數</li> <li>(6)是否具有系統各項設施故障時之降級處置措施</li> <li>(7)當系統中任何設施故障時，是否具有警示信號</li> <li>(8)是否具有不同層次使用者使用權限之保護功能</li> </ul> </li> </ul>

類 別	功 能 別 及 評 估 項 目
控 制 中 心 軟 硬 體 功 能	<p>4. 貯存及記錄功能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要性項目               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 各項故障狀況能否自動記錄存檔及列印</li> <li>(2) 歷史流量、平均點速度、平均佔有率及時制等資料是否能自動記錄與貯存</li> </ol> </li> <li>• 選擇性項目               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 能否記錄所有使用者在系統中各項操作記錄</li> <li>(2) 能否以強制方式執行系統歷史資料轉錄備份</li> <li>(3) 除了歷史資料外，各項記錄是否確保無法更改</li> </ol> </li> <li>• 說明性項目               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 能否記錄每一電腦之CPU 及操作使用時間</li> </ol> </li> </ul>
	<p>5. 編修功能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要性項目               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 是否具有一整合性之工作環境以提供未來路口或偵測器數量擴增之編修功能</li> <li>(2) 是否具有一整合性之工作環境以提供未來路口幾何狀況變化之編修功能</li> <li>(3) 能否提供時制資料庫之編修功能</li> </ol> </li> <li>• 選擇性項目               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 是否具有一整合性之工作環境以提供未來運輸環境改變之編修與設定（如鐵路地下化）</li> <li>(2) 是否具有一整合性之工作環境以提供未來採行不同交通管理措施（如單行道、路邊停車）時之系統編修功能</li> <li>(3) 能否提供使用權限之編修與設定功能</li> </ol> </li> <li>• 說明性項目               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 能否提供歷史資料之統計與分析功能</li> </ol> </li> </ul>
	<p>6. 系統顯示及查詢功能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要性項目               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 能否直接或移動顯示全市主要街道路網及各電腦化路口</li> <li>(2) 能否查詢各路口現有時制控制方式</li> <li>(3) 能否查詢各路口目前執行之時制資料</li> <li>(4) 能否查詢各路口設定之時制計劃</li> <li>(5) 能否查詢歷史流量</li> <li>(6) 能否查詢歷史時制</li> <li>(7) 能否查詢路口現況流量、平均速度、佔有率</li> <li>(8) 能否顯示偵測器埋設位置</li> </ol> </li> <li>• 選擇性項目               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 是否具有ZOOM功能，可由路網直接查詢每一路口各項資料</li> <li>(2) 能否顯示路網中數個路口時制、續進時空圖及其他資訊</li> <li>(3) 能否查詢系統中各項設備狀況</li> <li>(4) 能否查詢系統中群組劃分方式</li> <li>(5) 能否查詢使用者使用權限等資訊</li> <li>(6) 能否查詢平均速度及其它交通資訊排行榜</li> <li>(7) 能否顯示道路施工或管制資訊</li> <li>(8) 能否顯示偵測器埋設位置</li> </ol> </li> <li>• 說明性項目               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 能否應用滑鼠(MOUSE)</li> </ol> </li> </ul>

類別	功能別及評估項目
地圖板及其他配合功能	<p>1. 地圖板功能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要性項目               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 地圖板是否易於拆換修改以因應道路系統之變更</li> <li>(2) 能否顯示現行號誌狀況</li> <li>(3) 能否顯示目前交通流量大小之差異程度</li> <li>(4) 能否顯示偵測器之位置</li> <li>(5) 能否顯示偵測器、控制器或通訊故障之路口</li> <li>(6) 能否顯示號誌控制方式</li> </ul> </li> <li>• 選擇性項目               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 能否顯示現有道路施工及管制情形</li> <li>(2) 能否顯示手操燈之路口</li> <li>(3) 能否顯示流量、平均速度、佔有率之排行榜</li> </ul> </li> </ul>
	<p>2. 其它配合功能</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要性項目               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 硬體架構是否具有般性規格</li> <li>(2) 是否具有詳細的系統技術手冊與操作說明</li> <li>(3) 是否具有中文環境</li> <li>(4) 是否能將重要資料由印表機直接列印成報表</li> </ul> </li> <li>• 選擇性項目               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 是否可與駕駛者資訊系統配合使用</li> </ul> </li> </ul>
	3. 偵測器、控制器及通訊功能

## 第三章 軟體規劃與設計

電腦化都市交通號誌系統相關軟體乃是系統之控制中樞，因此，有關軟體規劃與設計評估工作，亦是未來評鑑電腦化都市交通號誌系統之評估項目。但是，由於一般軟體工程的評鑑工作，包含需求分析、系統適切性分析、使用性分析、系統結構分析、模組功能分析及輸出報表分析等多項繁複工作，並且在測試分析過程中，往往必需配合原始程式進行靜態檢試。因此，未來實際評鑑工作進行時，如考慮可行性因素下，則僅能針對其中部份較重要項目作一評估。

至於軟體規劃與設計面上，究竟那些項目在未來應列入評鑑工作，將是一項重要課題。本手冊基於公平與客觀性的衡量下，擬針對任何系統型態之系統技術手冊與系統設計一致性及一般設計性原則，作為主要的評鑑項目。以下將分別針對軟體系統架構設計（Top-Level Design）及功能模組設計（Module Design）之評鑑項目作一分析。

### 3.1 軟體系統架構設計之評估

所謂軟體系統架構評估，主要基於由上而下的系統設計觀念，針對各個功能模組的組織及關係架構作一分析。至於擬列入評鑑之項目，經考慮實務評鑑特性，將著重於靜態分析、系統提供之技術手冊與軟體設計之一致性，各評鑑項目可依重要性說明如下：

• 必要性項目：

1. 技術手冊之模組架構及關係流程，是否與程式一致。

無論是現有系統的維護或未來系統的擴充，軟體工程技術手冊將是一項重要參考資料，可經由手冊迅速進行維修或研擬軟體工程的系統擴充計劃。因此，在參考技術手冊的同時，亦必需確保手冊與軟體的架構具一致性。

2. 是否於手冊內說明系統備份及安裝程序

基本上，系統備份就電腦化都市號誌控制中心而言，乃是一項必

備的工作，此外，也可能由於硬體損壞系統或系統中毒等因素，導致必需重新安裝系統軟體。因此，於手冊中提供備份及安裝程序與方法，乃是必備的。

### 3. 手冊內是否具備故障及意外事件處理方式。

系統可能之故障及意外事件顯示與處理方式，雖然在系統程式中要求能自動進行系統降級或緊急通報，但是手冊內亦應加以說明，同時對於軟體之非正常運作之處理方式，亦應於手冊中加以說明。

#### • 說明性項目：

#### 1. 各項輸入／輸出介面及協定是否於手冊中加以說明。

各項硬體與軟體間的連繫乃是未來系統擴充及維修的重要關鍵，因此，必需清楚地說明輸入／輸出所需的介面及通訊協定，（至於通訊協定方式已另外個別進行評鑑）理想的說明方式除了以文學敘述外，最好能依現況各項設施位置，以圖形標示。

#### 2. 軟體系統發展之相關技術是否列出參考資料。

有關軟體系統所引用之各項技術，應能於技術手冊中標示相關文獻，以便系統工程師在問題診斷與維修之參考。

#### 3. 模組間變數定義、程式語法格式及資料傳送協定是否一致，並於手冊內說明。

由於系統的發展可能有多位工程師參與，並且未來軟體後續維修及發展時，常常需了解各個功能模組之間連繫方式及協定，因此，基本上此一資料應於手冊中加以訂定及說明。

#### 4. 模組功能是否具重覆性。

此一評估項目基本上僅由技術手冊之資料作一分析與判斷，因此，評估工作的先決條件乃是技術手冊中模組架構及流程，必需與系統軟體一致。如果兩者並不一致，則此項評估工作將不具意義。

#### 5. 程式註解是否詳細清楚。

此一評估項目基本上乃是所有程式設計師的基本要求，而所謂詳細清楚的定義乃是重要變數或決策點均加以說明，同時說明文字

並不會語意不清。

## 3.2 功能模組設計之評估

對於每一模組設計方式之評估，基本上涉及許多電腦系統技術，在評鑑過程中很難以靜態之程式檢視或動態之單元模組實際測試，因此，有關此方面之評估項目僅包含下列項目：

· 說明性項目：

1. 每一功能模組資料項目、進出點及決策邏輯是否均於技術手冊中加以說明。

由於模組中傳進傳出資料、資料進出點及決策邏輯等項目，乃是模組的重要精髓，因此，完備的技術手冊中，對於前述項目應都加以說明。

2. 資料檔案的分佈貯存方式及格式是否於手冊內加以說明。

系統資料檔案的分佈、貯存方式及貯存格式，於技術手冊中加以說明與整理，乃是一般系統文件所必需包含的內容，它能提供系統工程師進行維修及檔案整理之參考。

3. 模組內變數定義、語法與格式一致否，並於手冊內加以說明。

如何定義變數或程式語法及格式，並無一定的規範，但是在系統程式發展上，此項工作乃是基本的要求。因此，理論上應能於技術手冊上作一說明，以便增加未來程式維護及修改之可看性。

4. 是否使用相容性較低之語法及技術。

對於相同功能的處理方式，往往基於考慮速度或應用特性，而使用一些相容性較低之處理技術，如有此一情形，亦應於技術手冊內作一說明。

## 3.3 小結

在考量實際評鑑工作操作可行性的因素下，有關軟體規劃與設計之評估項目及方式，可整理如表 3.1。

表 3.1 軟體規劃與設計評估項目表

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式
軟體系統架構設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要性項目                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 技術手冊之模組架構及關係流程是否與程式一致</li> <li>2. 是否於手冊內說明系統備份與安裝程序</li> <li>3. 輸入／輸出介面及協定是否於手冊中加以說明</li> <li>4. 手冊內是否具備故障及意外事件處理方式</li> </ol> </li> </ul>	<p>以隨機抽樣方式比較技術手冊與程式是否一致 參閱系統提供之手冊</p> <p>參閱系統提供之手冊</p> <p>參閱系統提供之手冊</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 說明性項目                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 各項輸入／輸出介面及協定是否於手冊中加以說明</li> <li>2. 軟體系統發展之相關技術是否列出參考資料</li> <li>3. 模組間變數定義、程式語法格式及資料傳送協定是否一致，並於手冊內說明</li> <li>4. 模組功能是否重複</li> <li>5. 程式註解是否詳細清楚</li> </ol> </li> </ul>	<p>參閱系統提供之手冊</p> <p>參閱系統提供之手冊</p> <p>參閱系統提供之手冊及隨機比較任何兩組模組</p> <p>參閱系統提供之手冊 隨機抽樣任一模組之原始程式</p>
分 類	評 估 項 目	評 估 方 式
功能模組設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 說明性項目                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 模組內資料、進出點、決策邏輯是否於手冊內加以說明</li> <li>2. 資料檔案的分佈、貯存方式及格式是否於手冊內加以說明</li> <li>3. 模組內變數定義、語法及格式一致否，並於手冊內加以說明</li> <li>4. 是否使用相容性較低之語法及技術</li> </ol> </li> </ul>	<p>參閱系統提供之手冊</p> <p>參閱系統提供之手冊</p> <p>參閱系統提供之手冊</p> <p>由硬體、輸出結果及手冊綜合判斷</p>

## 第四章 系統績效評估

有關電腦化交通號誌控制系統的績效評估，基本上包含整體運作之系統績效與道路車輛行駛之交通績效兩大部份。系統績效評估主要著重於交控系統運作時，控制中心軟硬體、路口控制器、偵測器與通訊等方面之有效性分析；而交通績效評估則著重於系統運作後，對道路車輛行駛服務之改善程度分析。因此，此二部份之績效評估在評鑑工作中，將佔有極重要的地位與份量。

本章有關係系統績效評估，將分別針對控制中心軟硬體、路口主控制器與一般控制器、路口偵測器、通訊及其他附屬設備之系統績效評估項目與內容，作一詳細說明。

### 4.1 控制中心軟硬體系統績效評估

一般控制中心型態與規模隨著不同的系統架構而稍有不同，因此，此處所謂之控制中心，基本上將涵蓋一般主要的電腦化號誌控制中心或區域性電腦化號誌控制中心。有關此方面所需進行之系統績效評估項目與內容，可分別依其重要程度，區分為必要性、選擇性及說明性項目加以分析。

• 必要性項目：

#### 1. 定時時制計劃之更新情形。

一般定時時制計劃均依據歷史流量資料加以分析，因此，必需間隔固定的時間經常進行流量調查與分析，進而更新已過時之原有定時時制計劃。

#### 2. 重要交通參數定時更新情形。

此項分析工作，基本上可以了解系統建立後之維護情形，以便判斷此一系統是否能隨著交通特性之變化，不斷地進行更新及維護。

#### 3. 偵測器收集資料與歷史時制計劃應用情形。

理論上，上述資料不但應能貯存備份，更應定時進行一些交通特性分析與統計，以便作為未來相關研究分析之用。

#### 4. 控制中心硬體設備故障次數／全年

有關控制中心故障項目包括電腦、地圖板及其他硬體週邊設施之故障，由此一指標評估控制中心系統穩定性。

#### 5. 控制中心硬體故障維修時間

此項評估指標可於現場實際測試或應用以往故障自動記錄資料加以分析。

#### 6. 電腦對時一致性。

對時工作在電腦化號誌控制路口中，佔有十分重要的地位，如能將對時誤差減至最低，則時間延遲因素可降至最低。

#### 7. 故障訊號完整明確程度

隨著不同故障層次，對系統之影響程度亦不同，因此，必需配合故障層次而有不同程度之警示信號，以便確切達到警示的目的。

#### 8. 顯示或設定之時制與路口一致性。

由此可了解控制中心各項時制資訊是否能在路口確實加以執行。

#### 9. 續進狀況與路口狀況之一致性。

由於一般時制分析中，均能顯示車輛可能之續進情形、路口車流或等候線等資訊，但是在實際運作上可能與現況情形有所差異，因此，可經由此項指標評估時制分析軟體的有效性。

#### 10. 時間推計流量之正確性。

#### 11. 空間推計流量之正確性。

#### 12. 地圖板顯示資訊與路口之一致性。

此項一致性除與現況路口時制顯示必須一致外，亦要求時間延滯能在 1 秒以下。

#### 13. 控制中心人員對系統之了解程度。

#### • 選擇性項目：

##### 1. 配合大型活動場所更改定時時制及相關交通參數之情形。

一般交通特性，可能隨著鄰近地區、大型商圈或停車場的設置而有所改變，因此，良好的系統必需能隨著大型活動場所的增設，適時地加以調整各項重要之交通參數及定時時制計劃。

2. 最上層街道圖至下層路口之資料查詢時間。(包含動態及靜態路口)
3. 下達指令至偵測器或控制器回應時間。
4. 下達指令至可變標誌之回應時間。
5. 意外事件處理能力

有關此方面的評估工作，可於現場實際操作得知。

6. 操作錯誤之提示詳細性

此部份可以現場實際測試得知各項錯誤操作之提示資訊是否詳實。

7. 故障資訊顯示之詳細程度

對於故障的偵測，理論上如能提供愈詳細的資訊，愈能減少故障維修的時間，也較能在短時間內恢復系統正常的運作。

• 說明性項目：

1. 電腦化號誌控制路口／全市路寬10公尺以上之路口

此項評估指標所稱之電腦化號誌控制路口，基本上必需是隸屬於控制中心所監控之路口或具有微電腦控制器之路口。至於所定義之路口則不應包含十公尺以下之巷道路口，由此項指標可以了解該都市地區路口號誌之電腦化程度。

2. 總費用／路口數

分別針對定時路口、動態查表、動態運算及全動態路口之電腦化號誌平均設置成本加以分析。雖然此項費用隨著功能的差異而有所不同，但卻足以反映出一般化成本概念及增減某些功能之邊際成本。

3. 平均每部電腦開機率及簽到時間／全年時間

此項指標基本上可作為評估各台電腦工作分配是否十分平均；又是否具有過多的閒置時間；而簽到操作時間則可分析各台電腦之使用頻率，以便了解是否確實符合系統操作需求。

#### 4. 系統檔案管理或貯存適宜性

一般檔案管理包含線上檔案與離線備份檔案，而管理方式應包含內容分類的查詢及搜尋。此外，在線上之檔案應儘量將重複性減至最低。

#### 5. 控制中心人員資歷分析

所謂人員資歷包含考量學歷及各項經歷與短期訓練。

#### 6. 控制中心人員是否定期訓練或講習計劃。

交通控制理論與方式，隨著電腦科技的進步，具有較短暫的生命週期。因此，人員的定期訓練或講習計劃是一項必需的課程。

前述各項評估指標，基本上隨著不同系統層次而有所不同，但對於相同層次之系統間比較，則十分清晰明瞭。

## 4.2 控制器與偵測器系統績效評估

有關此處所擬評估之控制器系統績效，包含一般路口控制器及區域性路口主控制器；偵測器則為路口所埋設之各型式偵測器。此方面所擬評估之項目將包含：

### • 必要性項目：

#### 1. 偵測器全年故障次數／偵測器數

此項資料必需借助控制中心故障自動記錄功能，才能確切執行。而記錄資料亦需確保無法刪除或更改。

#### 2. 偵測器數／動態路口數／每路口平均車道數

偵測器就如同電腦化號誌控制系統的耳目，因此，平均每一車道埋設偵測器之數量愈大，理論上交通績效應較佳，可經由此項資料和交通績效相互比較分析。

#### 3. 偵測器平均之故障修護時間

可由故障自動記錄資料得知或實地測試。

#### 4. 控制器平均之故障維修時間

可由故障自動記錄資料或現場實測得知。

#### 5. 各控制器對時的正確性

尤其對於連鎖號誌或網路型態之號誌路口而言，對時工作十分重要，足以影響車輛交通績效。

#### 6. 控制器全年故障次數／控制器數

此項資料必需藉助於系統控制中心故障自動記錄系統，此一系統亦需確保無法更新或刪除。

#### 7. 偵測器與控制器對時正確性

此部份之正確性在全動態電腦控制號誌系統中，對車流推估模式及時制決策影響較為顯著。而評估方式則可於實際路口量測。

#### 8. 偵測器偵測車輛到達與車輛型態之正確率

此項正確率乃是所有時制分析的基礎，可於路段實際量測比較。

#### 9. 偵測器偵測車輛點速度之正確性

此項評估工作亦需點路段上，藉助測速器加以偵測。

#### • 說明性項目：

##### 1. 偵測器設置費用／偵測器數

由此分析不同系統成本結構的差異。

##### 2. 控制器設置費用／控制器數

基本上，控制器與偵測器之系統績效評估大都著重於穩定性或正確性之評估，與交控中心較為不同。

### 4.3 通訊之系統績效評估

由於較詳細通訊協定與品質的評估工作，將獨立進行分析，因此，本節中僅就通訊之一般性系統績效作一評估與分析工作。有關此部份之評估項目包括：

#### • 必要性項目：

##### 1. 全年通訊故障次數

依此項平均值推定通訊系統之穩定性。

##### 2. 全年數據機故障數／數據機數。

### 3. 與交通部所訂定之通訊協定差異項目數

由於交通部訂定通訊協定前，已有許多系統開始運作，因此，此項指標僅是提供參考之用。

#### • 選擇性項目：

##### 1. 線路數／偵測器或控制器

理論上，通訊線路隨著系統架構的不同而有不同的負擔比率，而此項指標基本上可反應通訊線路之使用效率。

##### 2. 控制中心 Modem 數／偵測器及控制器總數

此項指標主要分析 Modem 使用效率，亦能再配合成本因素一併分析。

##### 3. 平均之通訊故障排除時間

可借助控制中心故障自動記錄資料或現場實地測試得知。

#### • 說明性項目：

##### 1. 系統內尚可應用之線路數

此項指標主要著重於未來擴充能力之評估。

##### 2. 通訊系統設置費用／路口數

此項費用資料，基本上僅針對具通訊功能之路口才列入分析。

##### 3. 通訊傳輸速度

使用之通訊媒介是此項評估工作之重要關鍵，而此方面之評估範圍包括偵測器至控制器及控制器或偵測器至控制中心之通訊速度。

##### 4. 平均每一路口每月通訊費用

此項費用基本上乃是路線之承擔費用。

## 4.4 小結

綜合前述控制中心、路口偵測器及控制器與通訊之系統績效評估項目、評估方式，可整理如表 4.1。

表 4.1 系統績效評估項目表

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式
控 制 中 心 軟 硬 體	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要性項目</li> <li>1. 定時時制定時更新情形</li> <li>2. 重要交通參數定時更新情形</li> <li>3. 偵測器收集資料與歷史時制資料應用情形</li> <li>4. 控制中心故障次數／全年</li> <li>5. 故障維修時間</li> <li>6. 電腦對時一致性</li> <li>7. 故障訊號完整明確程度</li> <li>8. 顯示或設定之時制與路口一致性</li> <li>9. 續進狀況與路口狀況之一致性</li> <li>10. 時間推計流量正確性</li> <li>11. 空間推計流量正確性</li> <li>12. 地圖板資訊與路口之一致性</li> <li>13. 控制中心人員對系統之了解程度</li> </ul>	<p>核對檔案日期與內容 核對報告及補調資料 控制中心實地查看</p> <p>需由系統故障自動記錄資料得知，但需確保無法予以更改或刪除 由系統故障記錄提供之 顯示各電腦內設時間以目測判定 現場實測與判定 由控制中心自路口人員回報資料核對之 由控制中心顯示資料與路口調查及車輛實際行駛狀況核對之 核對控制中心顯示資料與路口調查結果 核對控制中心顯示資料與路口調查結果 核對控制中心地圖板及現場回報資料 由簡報及問題回答判定之</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 選擇性項目</li> <li>1. 配合大型活動場所更改定時時制及相關交通參數之情形</li> <li>2. 由最上層街道圖至下層路口之資料查詢時間</li> <li>3. 下達指令至偵測器或控制器回應時間</li> <li>4. 下達指令至可變標誌之回應時間</li> <li>5. 意外事件處理能力</li> <li>6. 操作錯誤之提示詳細性</li> <li>7. 故障資訊顯示之詳細程度</li> </ul>	<p>核對有系統運作後是否有新設立之商圈或停車場等大型活動場所，並核對時制及交通參數資料是否加以配合修改 控制中心現場實測</p> <p>控制中心現場實測</p> <p>控制中心現場實測 控制中心現場實際測試 控制中心現場操作及判定 現場與路口實測，判定是否小至單元配件</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 說明性項目</li> <li>1. 電腦化號誌路口／全市路寬10公尺以上路口</li> <li>2. 總費用／路口數 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 定時路口數 %</li> <li>(2) 動態查表路口數 %</li> <li>(3) 動態計算路口數 %</li> <li>(4) 全動態路口數 %</li> </ul> </li> <li>3. 平均每部電腦開機率及簽到時間／全年時間</li> <li>4. 系統檔案管理或貯存適宜性</li> <li>5. 控制中心人員資歷分析</li> <li>6. 控制中心人員是否定期訓練或講習</li> </ul>	<p>由街道圖及系統報告書計算之</p> <p>由系統發包資料得知</p> <p>需由系統程式提供，且確保無法更正</p> <p>由現場作業流程得知 以得點方式評定，規定不同學經歷之點數 由訓練或講習資料得知</p>

(續表 4.1) 系統績效評估項目表

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式
控 制 器 與 偵 測 器	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要性項目</li> <li>1. 偵測器全年故障次數／偵測器數</li> <li>2. 偵測器數／動態路口數／每路口平均車道數</li> <li>3. 偵測器平均之故障維修時間</li> <li>4. 控制器平均之故障維修時間</li> <li>5. 控制器對時之正確性</li> <li>6. 全年控制器故障次數／控制器數</li> <li>7. 偵測器與控制器對時之正確性</li> <li>8. 偵測器偵測車輛及車種之正確性</li> <li>9. 偵測器偵測現點速率之正確性</li> </ul>	<p>需由系統故障自動記錄資料提供之 由系統報告得知</p> <p>需借助於故障自動記錄資料或實地測試 需借助於故障自動記錄資料或實地測試 現場路口測試 需借助於故障自動記錄資料 現場實測與偵測資料比較 現場實測與偵測資料比較 現場實測與偵測資料比較</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 說明性項目</li> <li>1. 偵測器設置費／偵測器數量</li> <li>2. 控制器設置費／控制器數量</li> </ul>	<p>由系統報告得知</p> <p>由系統報告得知</p>

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式
通 訊	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 必要性項目</li> <li>1. 全年通訊故障數／通訊線</li> <li>2. 數據機故障數／數據機數</li> <li>3. 與交通部通訊協定相異程度</li> </ul>	<p>需借助於故障自動記錄之資料 需借助於故障自動記錄之資料 實地測試或由系統報告得之</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 選擇性項目</li> <li>1. 線路數／偵測器或控制器</li> <li>2. 控制中心數據機數／偵測器及控制器總數</li> <li>3. 平均之通訊故障排除時間</li> </ul>	<p>由系統報告得之 由系統報告得之</p> <p>需借助於故障自動記錄之資料 或現場實測</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 說明性項目</li> <li>1. 系統內尚可應用之線路數數</li> <li>2. 通訊系統設置費用／路口數</li> <li>3. 通訊傳輸速度</li> <li>4. 每月通訊費用／路口數</li> </ul>	<p>由系統報告得之 由系統報告得之 由系統報告得之 由系統報告得之</p>

## 第五章 交通績效評估

系統績效主要表現於整個交控系統硬體設備、架構及其各子系統間之協調能力，經其配合交控軟體產生時制計畫，並於路口執行時，產生與駕駛人以及其他用路者之交互關係，此一現象所表現出的即為交通績效，即評估此一績效可真正反映系統績效與實際用路者之相互關係，並展現系統整體運作績效之指標，故交通績效評估於評鑑整個交控系統時，為不可或缺的重要一環。

評鑑各交控系統時，囿於人力以及時間限制，有關交通績效評估工作，本章將利用最精簡之人力配置方式下，即以二名交通績效調查員為例，進行獨立路口、幹道以及網路交通績效評估，評估方法與程序如下。

### 5.1 事前準備事宜

評鑑人員於交控中心內，依據該系統所準備之運作前與運作後交通績效報告，先選定一條幹道與一個獨立路口做為交通績效評鑑之評鑑地點，然後考慮該地點之交通特性（尖峰、非尖峰發生之時間），以決定路口位置與評鑑時間，並記錄該處之幾何狀況（路型、車道數、路段長度、各路口長度）以及號誌運作方式和型態，其他準備事項尚有：

1. 試驗車 (Test Car)：為調查幹道續進效果與行駛時間用，視人力決定所需車輛數，每車以二名調查員為主（不含司機）。
2. 調查員若干名：最好由曾從事過交通績效調查之人員擔任，並配合欲調查之路段狀況，再予以講習或說明，並完成工作分配。
3. 碼錶 (Stop-Watch)：幹道與網路評鑑每車兩個（可以手錶、碼錶各一個代替），獨立路口每一臨近路段 (Approach) 一個。
4. 計數器：獨立路口評鑑每一臨近路段至少三個。
5. 調查表格、筆、墊板若干。

## 5.2 獨立路口交通績效評估

限於人力與時間，評鑑作業中之交通績效評估，將以汽車為主，機車暫不予考慮，且評估時段以十分鐘為基本要求，主要評估指標為停等延滯、停等百分比以及平均等候線長度等三項。

### 5.2.1 調查方法

1. 本項評估作業採用停止時間延滯法(Stopped Delay Method)或稱停等延滯法，以二名調查員為例，一名負責計時與報時，另一名則於開始後每隔13秒計數路口之停止車輛數，並記錄於附錄四之表格中，採用13秒為間隔之目的，乃避免間隔時間被週期所整除，如此於每週期內之不同時間點量測，其調查方式較具隨機性與客觀性。調查時間至少需持續10分鐘。
2. 接著於同一臨近路口作停等百分比調查，二名調查員分別手持計數器，於同一調查時段內分別應用附錄五之表格記錄每週期該路口通過與未通過之汽車數，另外，並將每週期內發生最長等候線時之車輛數，記錄於附錄六之表格中。
3. 如此重複於每一臨近路口分別記錄其停等延滯與停等百分比。
4. 較佳之方式為一次配置四名調查員，則每一臨近路口之停等延滯與停等百分比與平均等候線長度可於一個調查時段內（10分鐘）同時調查完畢。

### 5.2.2 資料整理與分析

資料之整理為利用調查所得之基本資料，求出調查時段內路口之總延滯、每輛停止車之平均延滯、每輛車之平均延滯以及停等百分比。以上各項之計算方式如下：

1. 總延滯（輛－秒）：13秒調查間隔內之總停車數乘以13所得之數值。
2. 每一臨近路口車輛之平均延滯（秒）：總延滯除以通過路口之車輛總數。
3. 每一停等車輛之平均延滯（秒）：總延滯除以曾停於路口之車輛數。
4. 停等百分比：曾經停車之車輛數除以通過路口之車輛總數。
5. 平均等候線長度：每週期每車道內停等於停止線後之最多車輛數求其平均值。

原則上，應於尖峰與非尖峰時段各作一次交通績效評估，所得之結果，再與其運作前後之交通績效調查報告對照，評估該獨立路口之績效。

## 5.3 幹道交通績效評估

幹道交通績效評估之指標主要有：平均行駛速率、平均旅行速率、續進路口數百分比、平均續進路口數、平均續進距離數及幹道完全續進百分比等六個指標。

### 5.3.1 調查方法

調查車以隨機(Random)方式，於幹道之第一路口或最後一個路口加入車流中，並以車流之平均速率（不超車）於幹道內來回行駛六次，分別由乘坐於車內之兩位調查員利用碼錶以及計數器記錄：

1. 進入各路口之時間。
2. 交叉口所產生之延滯與原因（如紅燈、左轉同向受阻、左轉對向受阻、右轉受阻、橫越車輛受阻、行人受阻、其他）。
3. 續進次數：即通過前一路口停止線後，每經一幹道上聯鎖之交叉

路口不受紅燈直接影響而能通過該路口，則累計一次續進次數，此外並於表格中記錄該路口為續進，以便事後統計。

4. 路段中所產生之延滯與原因（如阻塞、公車停靠、計程車停靠、路邊停車、行人穿越、其他）。
5. 離開幹道之時間。
6. 將以上所需記錄事項分別加以填入附錄七之調查表。

### 5.3.2 資料整理與分析

資料之整理係利用旅行時間及行駛距離（交控中心內查閱相關幾何資料）求取各路段上之車輛旅行速率，包括路段平均行駛速率（扣除交通延滯後之行駛速率）及平均旅行速率。

其他有關續進績效之判定指標有：

1. 續進路口數百分比：以幹道上總路口數減1 乘以12作為分母，以雙向續進次數總和作為分子後乘以百分比，即求得此一數值。
2. 平均續進路口數：以續進次數之個數值作為分母，以續進次數之總和作為分子，即求得該值。
3. 平均續進距離：以雙向續進次數總和作為分母，以雙向續進總距離和作為分子，即求得該值。
4. 幹道完全續進百分比：來回幹道六次（即共12次）中，能完全由第一個路口（最後一個路口）續進至最後一個路口（第一個路口）不停等之總次數，求所佔之百分比。

最後並與該系統運作前、後之交通績效報告作一比對，評估該系統幹道上之交通績效。

## 5.4 網路交通績效評估

網路交通績效之評估指標為網路平均行駛速率、網路平均旅行速率以及網路平均停等百分比，皆以試驗車之調查方式求得三個指標數值。

### 5.4.1 調查方法

以試驗車來回穿梭於網路各路段中，並事先依據該網路之形狀決定調查路徑之最佳穿梭方式，務使網路中每一路段均能有四至六次之調查樣本（或參考事前與事後網路交通績效調查之路徑走法），調查方式大致同幹道，除第3項續進次數改為記錄不停等直接通過路口次數即可，其餘所產生延滯之原因也需一併記錄附錄七之表格上。

### 5.4.2 資料整理與分析

由各試驗車所記錄之資料彙整求得下列三個評估指標：

1. 網路平均行駛速率：由試驗車之總旅行時間扣除交通延滯所產生之時間後再除以總行駛距離，即求得該值。
2. 網路平均旅行速率：由試驗車之總旅行時間除以總旅行距離，即得該值。
3. 網路平均停等百分比：以通過起始點路口停止線後之各路口停等次數總和作為分子，以通過起始點路口後之各路口數總和作為分母，兩項相除再乘以百分比即得該數值。

以上所求得之評估指標再與其事前、事後交通績效報告加以比對，評估該網路之績效。

## 5.5 總結

經由上述獨立路口、幹道以及網路所調查之結果與該系統事前和事後交通績效數值，分別填入交通績效評估表中，以下就獨立路口、幹道及網路交通績效評分方式加以說明：

### 1. 獨立路口交通績效評分方式

獨立路口之評估指標共有四個，其指標值越小則績效越佳，故先以現場調查之績效值與事後調查之績效值個別配以權數組合之（建議現場調查佔80%，系統報告中事後績效值佔20%）。接著以系統報告中事前績效指標當作為分母，以事前績效指標減組合指標作為分子再乘以百分比，所得之值即為該單項指標之得分（若為負值，則以零分取代）；再以同樣方式求其他三個指標。而獨立路口之總得分，則為評鑑人員再給予四個評估指標不同之權數後各乘以四個指標之得分，再除以總權數即為總得分值。

### 2. 幹道交通績效評分方式

幹道之評估指標有六個，且其指標值越大則績效越佳，故先以現場調查績效值與系統報告中事後調查之績效值以一權數組合（同獨立路口且各佔80%、20%）之。接著以系統報告中事前績效指標當作分母，再以組合指標減事前績效指標當作分子再乘以百分比，即得該指標之得分（最低仍取零分）。六個指標得分乘其權數後，再除以總權數即求得總得分值。

### 3. 網路交通績效評分方式

網路之評估指標有三個，平均行駛速率與平均旅行速率之指標值為越大越佳，故同幹道指標得分之計算方式；而平均停等百分比之指標值則為越小越佳，故同獨立路口指標得分之計算方式；三個指標得分各乘以其權數（建議各為33.3%），再除以總權數即可求得總得分值。

若系統中僅含獨立路口、幹道、網路三個系統之一時，則以其各

系統之總得分作為其交通績效之總得分；若含其中二個系統時則權數分配建議為：獨立路口(30%)－幹道(70%)或獨立路口(25%)－網路(75%)或幹道(45%)－網路(55%)；若同時含三個系統時，權數分配之建議為：獨立路口(20%)－幹道(35%)－網路(45%)，如此可求得該系統之交通績效總得分。

倘若該系統並無事前與事後交通績效調查報告，基於一個沒有經過事先審慎評估與實施電腦化後之成效報告之交控系統，其評價應不致太高，可以在評鑑人員評鑑所有系統完後，開會討論該部份相對於其他系統已得分計算方式，原則上，若該系統只欠缺事後交通績效調查報告，得分之計算仍然可以照公式計算，即其在組合指標中所佔之20%自動喪失，而若欠缺事前交通績效調查報告，其交通績效得分則須經過開會方式討論產生。

當不考慮路口交通狀況下，影響有關交通績效調查工作之最大因素，為交通績效調查員之人力配置問題，如何在最精簡之人力下配合時間狀況做最有效率之評估，乃為評鑑作業良窳所應關切的問題。大部份之交控系統，皆以設計獨立路口以及幹道系統為主，且網路系統受限於網路大小與形狀，較難掌握人力配置問題，故以下就不同人力（2～14人）以及不同方法下（即獨立路口與幹道之績效調查為不同調查員分二組同時開始調查，亦或所有調查員同一組分別連續調查獨立路口與幹道交通績效），調查獨立路口與幹道系統所需之調查總時間，並以一簡單之假設狀況分別加以說明。

茲假設幹道績效調查每輛試驗車來回調查一次約需10分鐘（含路段行駛時間、延滯以及至終點路口後迴轉至對向定點，再開始調查至第一路口來回全程所花費之時間）；另獨立路口需調查每個臨近路口方向之停等延滯10分鐘（於二名調查員下）以及停等百分比與最長等候線長度共計10分鐘（於二名調查員下），共需調查四個臨近路段方向。以下就幹道及獨立路口於不同人力與不同方式下所需之總調查時間彙整於表5.1。

由表 5.1 可看出，以最基本二名調查員之方式從事評鑑調查，需耗費約二小時半（此為 140分鐘再加上10分鐘之地點轉換估計時間）；此一假設狀況下較佳之方式為八名調查員同時進行獨立路口與幹道之調查（打“\*”號處），於此一人力及方式下，大約耗費40分鐘之時間，且調查員之工作時間分配較為平均，故評鑑小組之成員中，建議至少應有八名交通績效調查員之組成方式為佳。

表 5.1 不同人力與方法下所需之總調查時間統計表

項 目	幹道續進績效調查				獨立路口停等延滯與停等百分比調查			總調查時間 (分)
	方式 人力	調查員	方 式	時間 (分)	調查員	方 式	時間 (分)	
幹道、前 後立各 路別 口調 查	2	2	一輛試驗車 來回行駛六次	60	2	每一臨近路口方向分別調 查停等延滯與停等百分比	80	(兩者相加) 140
	4	4	二輛試驗車來回行駛 各三次 (不同時間開 始進入車流)	>30 (30-35)	4	每一臨近路口方向同時調 查停等延滯與停等百分比	40	> 70 (70 - 75)
	8	6	三輛試驗車來回行駛 各二次 (不同時間開 始進入車流)	>20 (20-27)	8	同時進行二臨近路口方向 之停等延滯與停等百分比 之調查	20	> 40 (40 - 47)
幹道、 獨立時 路開 口始 調 查	4	2	同前說明	60	2	同前說明	80	取最大80
	6	2	同前說明	60	4	同前說明	40	60
	*8	4	同前說明	>30	4	同前說明	40	40
	10	2	同前說明	60	8	同前說明	20	60
		6	同前說明	>20	4	同前說明	40	40
	14	6	同前說明	>20	8	同前說明	20	> 20

## 第六章 評鑑步驟與程序

評鑑電腦化都市交通號誌控制系統之主要目的，乃在於使主管機關瞭解各交控系統之運作現況有無達到原先設計規劃的目標與功能，並提出診斷，協助改進其現有之缺失，使各交控系統有互相觀摩學習之依據。是故評鑑過程是否完整與周延，攸關評鑑效果之良窳，基於以上之考慮，有必要對評鑑之步驟與程序提出一套完整之說明，以提供每一評鑑人員於評鑑過程時之參考。

本章針對評鑑前各項準備事宜、評鑑步驟與程序以及評鑑結果之分析評估說明如下。

### 6.1 評鑑流程

本章之評鑑流程如圖6-1所示。

### 6.2 評鑑前各項準備事宜

#### 6.2.1 評鑑人員組成

為評估各交控系統之系統績效與交通績效，需邀集於此方面具公信力之專家學者與政府相關單位人員組成評鑑小組，並由其中互推組長一位，其成員至少包括：

1. 交通號誌學者專家二人。
2. 通訊學者專家一人。
3. 具交控系統專業知識之政府相關人員若干人。
4. 交通績效調查員至少二人，但最佳配置方式則需八人。
5. 資料彙整秘書一人。

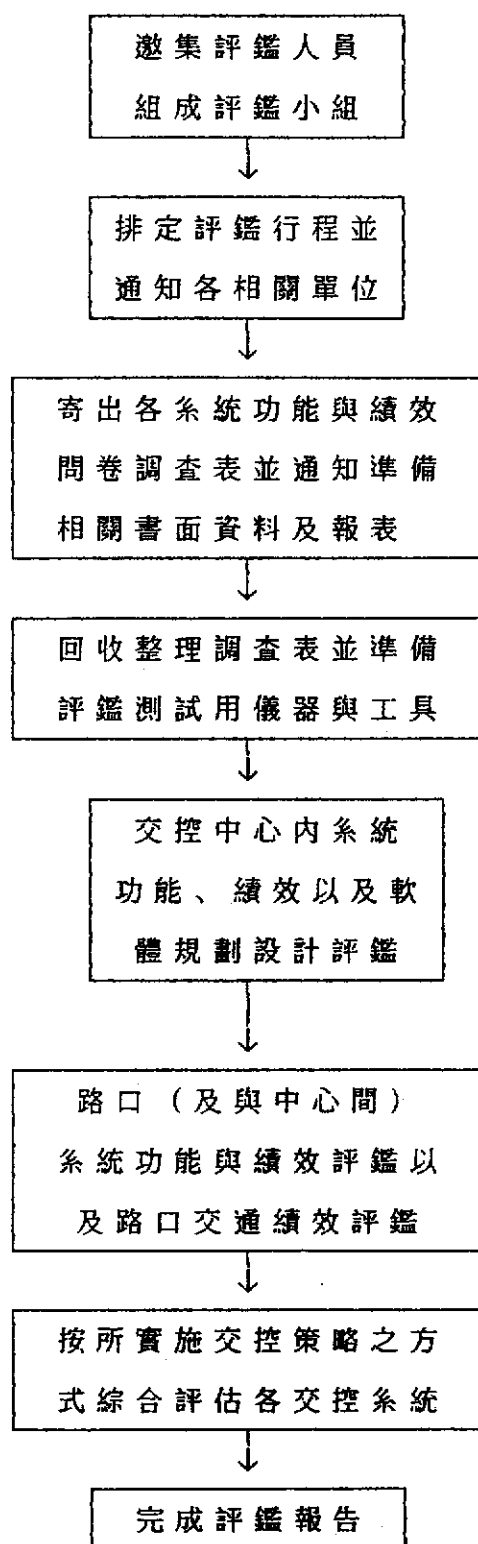


圖 6-1 評鑑流程圖

↑  
事前準備工作  
↓  
↑  
各系統評鑑  
↓  
↑  
分析評估  
↓

## 6.2.2 評鑑行程安排

排定各交控系統之日程表，並將評鑑當日實施作業區分如下：

- 1.系統簡報（二十分鐘），需由交通隊長級以上負責人簡報。
- 2.交控中心內系統功能、績效以及軟體規劃設計評鑑（四小時或當日上午）。
- 3.路口（及與交控中心間）系統功能與績效評鑑以及路口交通績效評鑑（二小時或當日下午）。
- 4.座談（三十分鐘）。

在評鑑日程公文下達各單位之同時，隨函附上事先設計完成之“電腦化都市交通號誌控制系統功能與績效問卷調查表”（如附錄一），交由各單位填寫後寄回，以便預先了解各交控系統之概況，並依據其填寫之內容做為該系統之評鑑基礎。此外，並於公文內通知受評鑑單位，於評鑑當日準備下列書面資料及報表：

- 1.系統書面簡報。
- 2.各期路網控制示意圖。
- 3.設備故障、錯誤顯示及處理報表。
- 4.時制計劃執行報表。
- 5.系統監控報表。
- 6.系統設備管理維修記錄。
- 7.系統運作事前、事後交通績效報告。
- 8.其他相關報表及報告。

## 6.2.3 評鑑準備工作

將各單位寄回之“電腦化都市交通號誌控制系統功能與績效問卷調查表”回收整理後交與每位評鑑委員，以做為實施評鑑現場績效之參考概要。此外於出發評鑑前尚需準備：

- 1.測試儀器與工具

- (1) 碼錶 (Stop-Watch) 數個。
- (2) 計數器 (Counters) 數個。
- (3) 控制器調整工具 (Tools)：如各式起子等乙套。
- (4) 測速槍 (Speed Gun)：比對偵測器所測速度用。
- (5) 無線電對講機數台：路口與控制中心以及路口與路口間聯繫用。
- (6) 皮尺一條。

## 2. 評鑑表格

- (1) 控制中心評鑑表：內含控制中心系統功能評鑑表、系統績效評估表、軟體規劃與設計評估表（附錄二）。
- (2) 路口評鑑表：內含系統績效評估表及交通績效評估表。  
（附錄二）。
- (3) 控制中心與路口聯合測試評鑑表：內含系統績效評估表。  
（附錄二）。
- (4) 路口車輛延滯時間調查表（附錄四）、路口停等百分比調查表  
（附錄五）。
- (6) 路口車輛停等車隊調查表（附錄六）。
- (7) 幹道旅行時間與延滯調查表（附錄七）。
- (8) 網路旅行時間與延滯調查表（附錄七）。

## 6.3 評鑑步驟與程序

評鑑各交控系統之重點，主要著重於整個系統之功能、運作績效、軟體規劃與設計以及實施交控策略之交通績效四大部分。為評估這四類績效，本節區分為交控中心內之評鑑與路口評鑑（含路口與控制中心間之評鑑）二部份，主要基於評鑑各系統所安排的時間大致為一天，大致以上午的時間了解該系統之運作與評鑑交控中心，其餘時間則可至路口驗證其系統功能與績效以及評估交通績效。

評鑑表格之設計，主要分為四大部份（附錄三）：

## 1. 系統功能表

### (1) 必要性項目：

- 控制中心軟硬體功能
- 地圖板及其他配合功能

### (2) 選擇性項目：

- 控制中心軟硬體功能
- 地圖板及其他配合功能

### (3) 說明性項目：

- 控制中心軟硬體功能
- 地圖板及其他配合功能

## 2. 系統績效評估項目表

### (1) 必要性項目：

- 控制中心軟硬體
- 控制器與偵測器
- 通訊

### (2) 選擇性項目：

- 控制中心軟硬體
- 通訊

### (3) 說明性項目：

- 控制中心軟硬體
- 控制器與偵測器
- 通訊

## 3. 軟體規劃與設計評估項目表

### (1) 必要性項目：

- 軟體系統架構設計

### (2) 說明性項目：

- 軟體系統架構設計

- 功能模組設計

#### 4. 交通績效評估表

##### (1) 必要性項目：

- 獨立路口
- 幹道
- 網路

不過為便於評鑑人員從事評鑑工作，避免不必要之時間浪費，故須針對某評鑑表格按所規劃之流程加以適當之分類，使評鑑人員能依據特定評鑑對象，從事一連串相關之評估工作，讓評鑑工作之進行更具效率與周延性。因此，再將附錄三之評鑑表格重新組合為三大部份（附錄二）：

#### 1. 控制中心評鑑表

##### (1) 系統功能評鑑表

###### a. 必要性項目：

- 控制中心軟硬體功能
- 地圖板及其他配合功能

###### b. 選擇性項目：

- 控制中心軟硬體功能
- 地圖板及其他配合功能

###### c. 說明性項目：

- 控制中心軟硬體功能
- 地圖板及其他配合功能

##### (2) 系統績效評估項目表

###### a. 必要性項目：

- 控制中心軟硬體
- 控制器與偵測器
- 通訊

b. 選擇性項目：

- 控制中心軟硬體
- 通訊

c. 說明性項目：

- 控制中心軟硬體
- 控制器與偵測器
- 通訊

(3) 軟體規劃與設計評估項目表

a. 必要性項目：

- 軟體系統架構設計

b. 說明性項目：

- 軟體系統架構設計
- 功能模組設計

2. 路口評鑑表

(1) 系統功能評鑑表

a. 必要性項目：

- 地圖板及其他配合功能

(2) 系統績效評估項目表

a. 必要性項目：

- 控制器與偵測器

(3) 交通績效評估表

a. 必要性項目：

- 獨立路口
- 幹道
- 網路

3. 控制中心與路口聯合測試評鑑表

(1) 系統績效評估項目表

a. 必要性功能

- 控制中心軟硬體

b. 選擇性項目

- 控制中心軟硬體

附錄三之表格設計分為四大部份，主要為便於統計交控系統總得分之用；而附錄二之分類，主要為控制中心評鑑、路口評鑑以及控制中心與路口聯合測試評鑑三大部份，為實際評鑑與記錄時使用；待評鑑委員評鑑完成所有評鑑工作後，再交與資料彙整秘書分類整理，並謄寫於附錄三之評鑑表格中，如此即可進行評鑑結果之比較分析。

### 6.3.1 交控中心評鑑程序

交控中心之評鑑程序主要參考附錄二之“控制中心評鑑表”內所列之項目進行評鑑，而所有評鑑工作之流程，則以圖6-2表示，有關之項目，依操作程序可分為線上電腦評鑑程序、查詢相關報告與報表評鑑程序以及相關地圖板評鑑程序三大部份進行評鑑說明如下：

#### 1. 線上電腦評鑑程序

##### (1) 時制分析

- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－(1)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－(2)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－(3)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－(4)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－(5)

相關測試項目尚有三項：

- 系統功能評鑑表－選擇性項目－地圖板及其他功能配合－1  
－(2) (配合地圖板測試)
- 系統績效評估項目表－選擇性項目－控制中心軟硬體－3

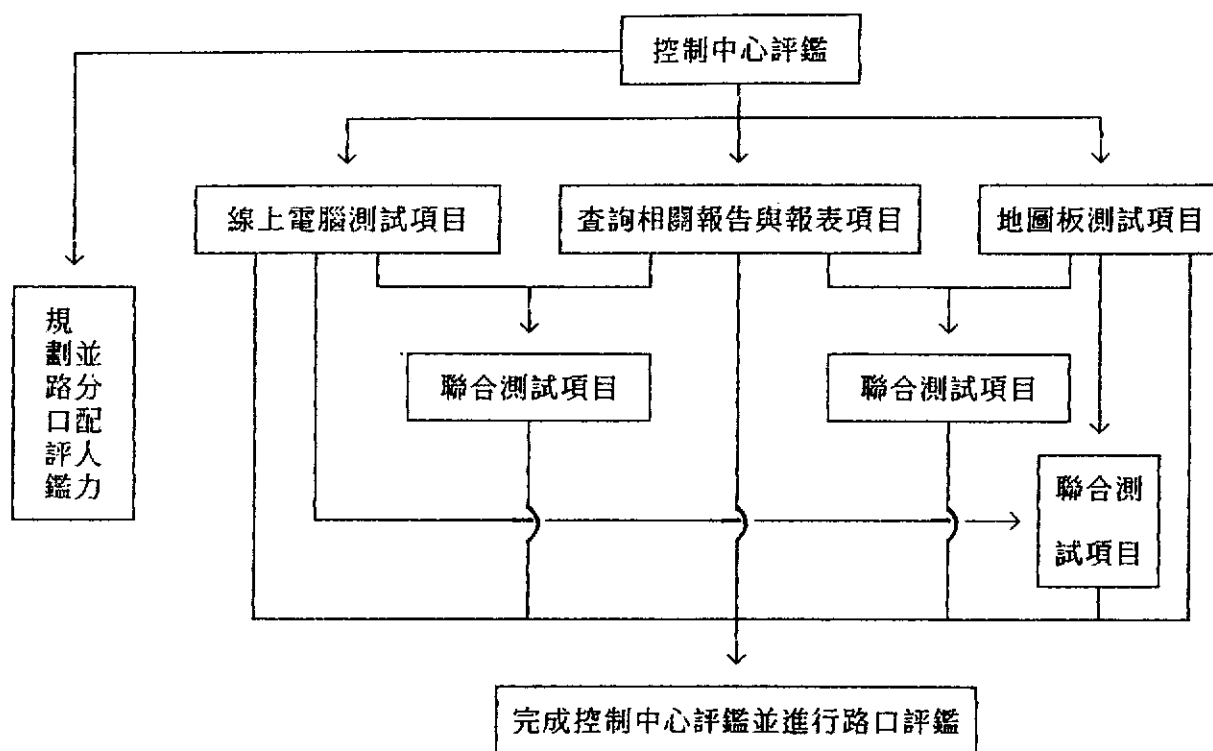


圖 6-2 控制中心評鑑流程圖

- 系統績效評估項目表－選擇性項目－控制中心軟硬體－4
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－7
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－8
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－2－(1)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－2－(2)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－2－(3)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－2－(4)
- (配合地圖板測試)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－2－(5)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－2－(6)
- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制中心軟硬體－1
- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制中心軟硬體－2
- (配合相關報告以及資料)

- 系統績效評估項目表－選擇性項目－控制中心軟硬體－1

(配合相關報告以及資料)

## (2) 保護及故障處理功能

- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－2－(1)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－(2)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－(3)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－(4)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－(5)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－(6)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－1－(7)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－3
- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制中心軟硬體－7
- 系統績效評估項目表－選擇性項目－控制中心軟硬體－5
- 系統績效評估項目表－選擇性項目－控制中心軟硬體－6

## (3) 貯存及記錄功能

- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－3－(1)  
(配合印表機測試)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－4－(1)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－4－(2)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－4－(3)
- 系統功能評鑑表－說明性項目－控制中心軟硬體功能－1

## (4) 編修功能

- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－4－(1)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－4－(2)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－4－(3)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－5－(1)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－5－(2)

- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－5－(3)
- 系統功能評鑑表－說明性項目－控制中心軟硬體功能－2

#### (5) 系統顯示及查詢功能

- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－5－(1)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－5－(2)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－5－(3)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－5－(4)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－5－(5)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－5－(6)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－5－(7)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－控制中心軟硬體功能－5－(8)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－6－(1)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－6－(2)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－6－(3)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－6－(4)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－6－(5)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－6－(6)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－6－(7)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－6－(8)
- 系統功能評鑑表－說明性項目－控制中心軟硬體功能－3
- 系統績效評估項目表－選擇性項目－控制中心軟硬體－2

#### (6) 其他有關之項目

- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制中心軟硬體－6  
(核對所有電腦)
- 系統績效評估項目表－說明性項目－控制中心軟硬體－3
- 軟體規劃設計評估項目表－必要性項目－軟體系統架構設計－1  
(配合技術手冊測試)
- 軟體規劃設計評估項目表－選擇性項目－軟體系統架構設計－4

• 軟體規劃設計評估項目表－選擇性項目－功能模組設計－4

(配合硬體、技術手冊測試)

## 2. 查詢相關報告與報表評鑑程序

### (1) 有關係統報告之評鑑項目

• 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟體功能－1－(1)

(配合地圖板)

• 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟體功能－1－(2)

(配合地圖板)

• 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟體功能－1－(3)

(配合地圖板)

• 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟體功能－1－(4)

(配合地圖板)

• 系統績效評估項目表－說明性項目－控制中心軟體－1

• 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－4

• 系統績效評估項目表－說明性項目－控制器與偵測器－1

• 系統績效評估項目表－說明性項目－控制器與偵測器－2

• 系統績效評估項目表－必要性項目－通訊－3

(可配合路口實際測試)

• 系統績效評估項目表－選擇性項目－通訊－1

• 系統績效評估項目表－選擇性項目－通訊－2

• 系統績效評估項目表－說明性項目－通訊－1

• 系統績效評估項目表－說明性項目－通訊－2

• 系統績效評估項目表－說明性項目－通訊－3

• 系統績效評估項目表－說明性項目－通訊－4

### (2) 有關係統發包資料項目之評鑑項目

• 系統績效評估項目表－說明性項目－控制中心軟體－2－(1)

• 系統績效評估項目表－說明性項目－控制中心軟體－2－(2)

• 系統績效評估項目表－說明性項目－控制中心軟體－2－(3)

- 系統績效評估項目表－說明性項目－控制中心軟硬體－2－(4)

(3) 有關技術手冊與操作說明之評鑑項目

- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－2－(2)  
(有關地圖板)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－2－(3)  
(有關地圖板)
- 軟體規劃設計評估項目表－必要性項目－軟體系統架構設計－1  
(前已配合電腦測試)
- 軟體規劃設計評估項目表－必要性項目－軟體系統架構設計－2
- 軟體規劃設計評估項目表－必要性項目－軟體系統架構設計－3
- 軟體規劃設計評估項目表－必要性項目－軟體系統架構設計－4
- 軟體規劃設計評估項目表－說明性項目－軟體系統架構設計－1
- 軟體規劃設計評估項目表－說明性項目－軟體系統架構設計－2
- 軟體規劃設計評估項目表－說明性項目－軟體系統架構設計－3
- 軟體規劃設計評估項目表－說明性項目－軟體系統架構設計－4
- 軟體規劃設計評估項目表－說明性項目－功能模組設計－1
- 軟體規劃設計評估項目表－說明性項目－功能模組設計－2
- 軟體規劃設計評估項目表－說明性項目－功能模組設計－3
- 軟體規劃設計評估項目表－說明性項目－功能模組設計－4  
(前已配合電腦硬體測試)

(4) 有關故障記錄報告與報表之評鑑項目

- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制中心軟硬體－4
- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制中心軟硬體－5
- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－1
- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－2
- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－3
- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－5  
(可配合路口實際測試)

- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－6  
(可配合路口實際測試)

- 系統績效評估項目表－必要性項目－通訊－1

- 系統績效評估項目表－必要性項目－通訊－2

- 系統績效評估項目表－必要性項目－通訊－3

(可配合路口實際測試)

#### (5) 其他有關報告以及資料之評鑑項目

- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制中心軟硬體－2

(前已配合電腦測試)

- 系統績效評估項目表－選擇性項目－控制中心軟硬體－1

(前已配合電腦測試)

- 系統績效評估項目表－說明性項目－控制中心軟硬體－4

(由現場作業流程得知)

- 系統績效評估項目表－說明性項目－控制中心軟硬體－5

(配合當場詢問)

- 系統績效評估項目表－說明性項目－控制中心軟硬體－6

(由訓練講習資料得知)

- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制中心軟硬體－3

(配合當場詢問與查看)

- 軟體規劃設計評估項目表－說明性項目－軟體系統架構設計－5

(查看原始程式)

### 3. 相關地圖板評鑑程序

#### (1) 地圖板之評鑑項目

- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－1－(1)

- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－1－(2)

- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－1－(3)

- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－1－(4)

- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－1－(5)

- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－1－(6)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－2－(1)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－2－(2)

(與印表機配合測試)

- 系統功能評鑑表－選擇性項目－地圖板及其他功能配合－1－(1)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－地圖板及其他功能配合－1－(1)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－1－(3)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－地圖板及其他功能配合－2

## (2)與地圖板配合測試之評鑑項目

- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－2－(4)  
(前已配合電腦測試)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－地圖板及其他功能配合－1－(2)  
(前已配合電腦測試)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－1－(1)  
(前已配合系統報告書測試)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－1－(2)  
(前已配合系統報告書測試)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－1－(3)  
(前已配合系統報告書測試)
- 系統功能評鑑表－選擇性項目－控制中心軟硬體功能－1－(4)  
(前已配合系統報告書測試)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－2－(2)  
(前已配合技術手冊測試)
- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他功能配合－2－(3)  
(前已配合技術手冊測試)

### 6.3.2 路口評鑑程序

路口評鑑主要在於測試路口之硬體設備及路口與控制中心間之系統功能與績效，以及實施交控策略下之交通績效等三部份。評鑑人員之配置至少留一員於控制中心內，並與路口評鑑人員以無線電對講機保持聯繫，以驗證路口之測試狀況有無適時反映至交控中心之電腦與地圖板上，和控制中心所下之指令於路口之執行狀況；原則上，由交通績效調查員從事獨立路口、幹道及網路之交通績效調查，而評鑑委員則進行系統功能與績效之驗證工作以及監督交通績效之調查工作。

路口評鑑表與聯合測試評鑑表（此表評鑑項目之進行需與控制中心以無線對講機相互配合）之評鑑流程如圖6-3所示。有關交通績效之評估調查及其得分計算方式，則詳如第五章所述，本節不加以贅述。

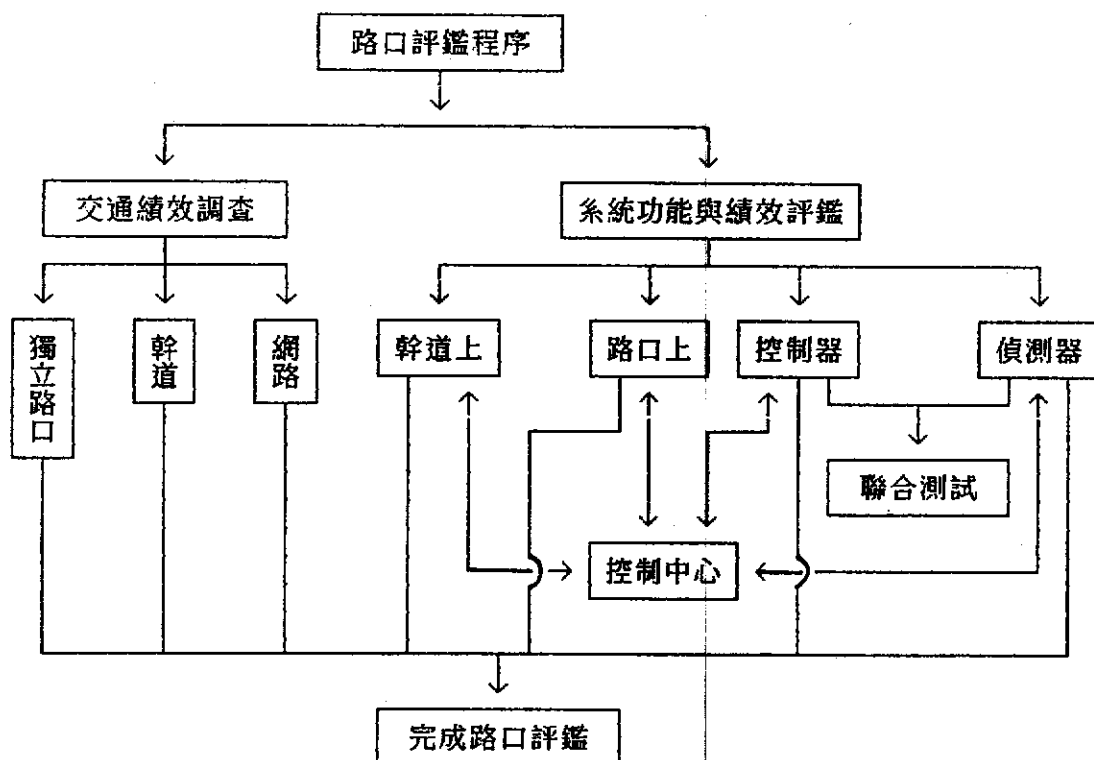


圖6-3 路口評鑑流程圖

有關路口評鑑工作，需先於控制中心內排定，若交通績效調查與其他評鑑項目同時進行，則不能與從事交通績效調查之地點和時間相衝突，以免影響交通績效調查之客觀性（如在交通績效調查員之調查路口進行故障測試）。

此部份之評鑑程序分別就幹道之評鑑、路口之評鑑、控制器評鑑與偵測器評鑑加以說明如下：

1. 幹道上評鑑項目：此部份為相關項目之測試地點，需要在幹道上進行測試者，非屬於此類之評鑑項目，則可同時適用於幹道上或是路口上之測試地點進行評鑑。

- 聯合測試表內之系統績效評估項目表－必要性功能－控制中心軟硬體－2項，需以試驗車實際行駛於幹道同時需協調控制中心內之人員進行測試。

- 聯合測試表內之系統績效評估項目表－必要性功能－控制中心軟硬體－4項，須至偵測器空間推估之路段上，進行與系統控制時段相同之流量調查工作，並與控制中心核對結果。

2. 路口上評鑑項目：

- 聯合測試表內之系統績效評估項目表－必要性功能－控制中心軟硬體－1項，與控制中心核對時制之準確性。

- 聯合測試表內之系統績效評估項目表－必要性功能－控制中心軟硬體－4項。

3. 控制器評鑑項目：

(1) 路口評鑑表

- 系統功能評鑑表－必要性項目－地圖板及其他配合功能－2  
(與偵測器同時進行測試)

- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－2  
(與偵測器同時進行測試)

- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－1

(與偵測器同時進行測試)

(2) 聯合測試表

- 系統績效評估項目表－選擇性項目－控制中心軟硬體－1  
(與控制中心配合測試)

(3) 控制中心評鑑表

- 系統績效評估項目表－必要性項目－通訊－3  
(前已於控制中心內評鑑)
- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－6  
(前已於控制中心內評鑑)
- 系統績效評估項目表－選擇性項目－通訊－3  
(前已於控制中心內評鑑)

4. 偵測器評鑑項目：

(1) 路口評鑑表

- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－2  
(前已與控制器配合測試)
- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－3  
(與計數器配合使用)
- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－4  
(與測速槍配合使用)

(2) 聯合測試表

- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制中心軟硬體－3  
(與控制中心配合測試)
- 系統績效評估項目表－選擇性項目－控制中心軟硬體－1  
(與控制中心配合測試)

(3) 控制中心評鑑表

- 系統績效評估項目表－必要性項目－控制器與偵測器－5  
(前已於控制中心內評鑑)

## 6.4 評鑑結果分析評估

完成各都市電腦化交控系統之評鑑工作後，由評鑑小組秘書將附錄二之現場評鑑表轉彙整理成附錄三之評鑑表格，以使求出該系統於系統功能、軟體規劃與設計、系統績效以及交通績效四大類別下各細項評估指標之得分數，再將此得分數乘上權數除以最高得分數乘以權數，再乘以 100 分，即可求出分類項之得分數。詳細計算方式可以下列說明：

系統功能評鑑表（必要性項目）

類別	功 能 別 及 評 估 項 目	評 鑑 結 果			評鑑結果說明	權數	得分	
		具 備						不具備
		優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
控制中心軟體功能 (70%)	1.時制分析 ( 40 %)							
	(1)引用時制最佳化軟體是否適當地加以改進或自行發展		✓			4	8	
	(2)是否具有群組初設與自動調查功能		✓			2	4	
	(3)定時時制路口，是否具有日內時段(TOD) 設定功能		✓			3	6	
	(4)定時時制路口是否具有一週以上之週日內(DOW) 設定功能		✓			2	4	
	(5)是否提供定時路口之離線時制分析程式		✓			3	6	
	(6)是否具有緊急狀況之手動時制設定功能		✓			2	4	
	(7)是否具備動態時制運算功能		✓			3	6	
	(8)是否具有系統內自動對時功能		✓			4	8	

有關時制之得分數為  $(8+4+6+4+6+4+6+8) \div (12+6+9+6+9+6+9+12) \times 100\% = 66.67\%$ ，此一數值再乘上 40% 及 70%，即此時制分析之最後得分數。經由加總各項得分數值，即可求得每一評估分項表之總得分值。此一總得分值再與其他同類型之電腦號誌控制系統（如定時、動態）分別加以比較缺失，並提出建議，以作最後評鑑之結果與決策。

## 參 考 文 獻

- 1.何志宏等，「台南市電腦化交通號誌控制系統第三期硬軟體系統工程」，成大交研所，民國76年
- 2.何志宏等，「台北縣交通號誌電腦化第二期擴充系統工程」，成大交研所，民國78年
- 3.中華顧問工程司，「台北市中心區及連外幹道交通號誌中心控制系統規劃」，民國78年
- 4.韓復華等，「新竹市第二期微電腦交通號誌系統規劃」，交大運工管系，民國78年
- 5.交通部運輸研究所，「微電腦交通號誌控制系統規劃暨台南市微電腦交通號誌控制系統簡介」，民國76年。
- 6.交通部運輸研究所，「交通號誌控制器硬體功能調查與其標準訂定之研究」，民國76年。
- 7.交通部電腦化交通號誌評鑑小組，「電腦化交通號誌控制系統功能評鑑報告」，民國77年
- 8.交通部，「交通工程手冊」，民國79年。

## 附錄一

### 電腦化都市交通號誌控制系統

#### 功能與績效問卷調查表

## 電腦化都市交通號誌控制系統功能與績效問卷調查表

敬啓者：

本部為進行各都市電腦化交通號誌控制系統評鑑案，希望能瞭解貴單位系統之運作概況以提供本部評鑑貴單位系統之參考，請依據系統過去與現有運作狀況，填入各項目後之空白欄中，若與貴單位系統無關之項目或無法查證也請加以註明之。隨函附上回郵信封，請於一星期內填妥並寄回本部。非常謝謝您的合作。謹祝

萬事如意

交通部運研所

敬上 79.11

# 系統功能評鑑表

## 1. 必要性項目：

類別	功能別及評估項目	具備	不具備	說明
控制中心軟硬體功能	1. 時制分析			
	(1) 應用之時制最佳化軟體是否適當地加以改進或自行發展			
	(2) 是否具有群組初設與自動調整功能			
	(3) 定時時制路口，是否具有日內時段(TOD)設定功能			
	(4) 定時時制路口是否具有週以上之週日內(DOV)設定功能			
	(5) 是否提供定時路口之離線時制分析程式			
	(6) 是否具有緊急狀況之手動時制設定功能			
	(7) 是否具有備動態時制運算功能			
	(8) 是否具有系統內自動對時功能			
	2. 保護及故障處理功能			
	(1) 錯誤操作之保護措施			
	(2) 是否具有硬碟或網路資料防止寫入或防竊之措施			
	(3) 是否具有不斷電系統(UPS)			
	(4) 當控制中心電源無法持續供應時是否能自動記錄當時各項降級處理或設定環境			
	(5) 電源恢復供應後是否具有自動啟動及設定適合當時環境之各項系統參數			
	(6) 是否具有系統各項設施故障時之降級處置措施			
	(7) 當系統中任何設施故障時，是否具有警示信號			
	(8) 是否具有不同層次使用者使用權限之保護功能			
	3. 貯存及記錄功能			
	(1) 各項故障狀況能否自動記錄存檔及列印			
	(2) 歷史流量、平均點速度、平均佔有率及時制等資料是否能自動記錄與貯存			
	4. 編修功能			
	(1) 是否具有一整合性之工作環境以提供未來路口或偵測器數量擴增之編修功能			
	(2) 是否具有一整合性之工作環境以提供未來路口幾何狀況變化之編修功能			
	(3) 能否提供時制資料庫之編修功能			
	5. 系統顯示及查詢功能			
	(1) 能否直接或移動顯示全市主要街道網路及各電腦化路口			
	(2) 能否查詢各路口現有時制控制方式			
	(3) 能否查詢各路口目前執行之時制資料			
	(4) 能否查詢各路口設定之時制計劃			
	(5) 能否查詢歷史流量			
	(6) 能否查詢歷史時制			
	(7) 能否查詢路口現況流量、平均速度、佔有率			
	(8) 能否顯示偵測器埋設位置			

類別	功能別及評估項目	具備	不具備	說明
地圖板及其他配合功能	1. 地圖板功能			
	(1) 地圖板是否易於拆換修改以因應道路系統之變更			
	(2) 能否顯示現行號誌狀況			
	(3) 能否顯示目前交通流量大小之差異程度			
	(4) 能否顯示偵測器之位置			
	(5) 能否顯示偵測器、控制器或通訊故障之路口			
	(6) 能否顯示號誌控制方式			
	2. 其它配合功能			
	(1) 硬體架構是否具有般性規格			
	(2) 是否具有詳細的系統技術手冊與操作說明			
	(3) 是否具有中文環境			
	(4) 是否能將重要資料由印表機直接列印成報表			

2.選擇性項目：

類別	功 能 別 及 評 估 項 目	具備	不具備	說 明
控 制 中 心 軟 硬 體 功 能	1.系統控制範圍			
	(1)現有系統中是否具有鐵路平交道未列入分析			
	(2)現有系統中是否具有高速公路匝道未列入分析			
	(3)現有系統中是否具有公車專用道未列入分析			
	(4)現有系統中是否具有調撥車道未列入分析			
	2.時制分析			
	(1)定時時制路口所能設定之時段數是否大於16組			
	(2)解離路口之離線時制分析程式，是否具有交談式或視窗操作功能，同時分析結果能否直接設定於TOD/DOT			
	(3)時制轉換時間是否不超過兩個週期			
	(4)是否具有特勤時制設定功能			
	(5)系統內對時功能在開機後能否每小時執行一次			
	3.貯存及記錄功能			
	(1)能否記錄所有使用者在系統中各項操作記錄			
	(2)能否以強制方式執行系統歷史資料轉錄備份			
	(3)除了歷史資料外，各項記錄是否確保無法更改			
	4.編修功能			
	(1)是否具有一整合性之工作環境以提供未來運輸環境改變之編修與設定（如鐵路地下化）			
	(2)是否具有一整合性之工作環境以提供未來採行不同交通管理措施（如單行道、路邊停車）時之系統編修功能			
	(3)能否提供使用權限之編修與設定功能			
	5.系統顯示及查詢功能			
	(1)是否具有ZOOM功能，可由路網直接查詢每一路口各項資料			
	(2)能否顯示路網中數個路口時制、綠進時空圖及其資訊			
	(3)能否查詢系統中各項設備狀況			
	(4)能否查詢系統中群組劃分方式			
	(5)能否查詢使用者使用權限等資訊			
	(6)能否查詢平均速度及其它交通資訊排行榜			
	(7)能否顯示道路施工或管制資訊			
	(8)能否顯示偵測器埋設位置			

類別	功 能 別 及 評 估 項 目	具備	不具備	說 明
地圖板及其他配合功能	1.地圖板功能			
	(1)能否顯示現有道路施工及管制情形			
	(2)能否顯示手機燈之路口			
	(3)能否顯示流量、平均速度、佔有事之排行榜			
	2.其它配合功能			
	是否可與駕駛者資訊系統配合使用			

3.說明性項目：

類別	功 能 別 及 評 估 項 目	具備	不具備	說 明
控制中心其他設備功能	1.貯存及記錄功能			
	能否記錄每一電腦之CPU 及操作使用時間			
	2.編修功能			
	能否提供歷史資料之統計與分析功能			
	3.系統顯示及查詢功能			
	能否應用滑鼠(MOUSE)			

## 系統績效評估項目表

### 1. 必要性項目：

分類	評估項目	評估方式	說明
控制中心軟體	1. 定時時制定時更新情形	核對檔案日期與內容	
	2. 重要交通參數定時更新情形	核對報告及補調資料	
	3. 偵測器收集資料與歷史時制資料應用情形	控制中心實地查看	
	4. 控制中心故障次數／全年	需由系統故障自動記錄資料得知，但需確保無法予以更改或刪除	
	5. 故障維修時間	由系統故障記錄提供之	
	6. 電腦對時一致性	顯示各電腦內設時間以目測判定	
	7. 故障訊息完整明確程度	現場實測與判定	
	8. 顯示或設定之時制與路口之一致性	由控制中心自路口人員回報資料核對之	
	9. 饋進狀況與路口狀況之一致性	由控制中心顯示資料與路口調查及車輛實際行駛狀況核對之	
	10. 時間推計流量正確性	核對控制中心顯示資料與路口調查結果	
	11. 空間推計流量正確性	核對控制中心顯示資料與路口調查結果	
	12. 地圖板資訊與路口之一致性	核對控制中心地圖板及現場回報資料	
	13. 控制中心人員對系統之了解程度	由簡報及問題回答判定之	

分類	評估項目	評估方式	說明
控制器與偵測器	1. 偵測器全年故障次數／偵測器數	需由系統故障自動記錄資料提供之	
	2. 偵測器數／動態路口數／每路口平均車道數	由系統報告得知	
	3. 偵測器平均之故障維修時間	需借助於故障自動記錄資料或實地測試	
	4. 控制器平均之故障維修時間	需借助於故障自動記錄資料或實地測試	
	5. 控制器對時之正確性	現場路口測試	
	6. 全年控制器故障次數／控制器數	需借助於故障自動記錄資料	
	7. 偵測器與控制器對時之正確性	現場實測與偵測資料比較	
	8. 偵測器偵測車輛及車種之正確性	現場實測與偵測資料比較	
	9. 偵測器偵測現點速率之正確性	現場實測與偵測資料比較	

分類	評估項目	評估方式	說明
通訊	1. 全年通訊故障次數／通訊線	需借助於故障自動記錄之資料	
	2. MODEM故障次數／MODEM數	需借助於故障自動記錄之資料	
	3. 與交通部通訊協定相異程度	實地測試或由系統報告得之	

2. 選擇性項目：

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	說 明
控 制 中 心 軟 硬 體	1. 配合大型活動場所更改定時時制及相關交通參數之情形	核對系統運作後是否有新設立之商圈或停車場等大型活動場所，並核對時制及交通參數資料是否加以配合修改	
	2. 由最上層街道至下層路口之資料查詢時間	控制中心現場實測	
	3. 下達指令至偵測器或控制器回應時間	控制中心現場實測	
	4. 下達指令至可變標誌之回應時間	控制中心現場實測	
	5. 意外事件處理能力	控制中心現場實際測試	
	6. 操作錯誤之提示詳細性	控制中心現場操作及判定	
	7. 故障資訊顯示之詳細程度	現場與路口實測，判定是否小至單元配件	

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	說 明
通 訊	1. 線路數／偵測器或控制器	由系統報告得之	
	2. 控制中心MODEM數／偵測器及控制器總數	由系統報告得之	
	3. 平均之通訊故障排除時間	需借助於故障自動記錄之資料或現場實測	

3. 說明性項目：

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	說 明
控 制 中 心 軟 硬 體	1. 電腦化統計路口／全市路寬10公尺以上路口	由街道圖及系統報告書計算之	
	2. 總費用／路口數 (1) 硬體設備費 (2) 軟體開發費 (3) 硬體維護費 (4) 軟體維護費	由系統發包資料得知	
	3. 平均每個電腦開機率及故障時間／全年時間	需由系統程式提供，且確保無法更正	
	4. 系統檔案管理或儲存適宜性	由現場作業流程得知	
	5. 控制中心人員資歷分析	以得點方式評定，規定不同學歷之點數	
	6. 控制中心人員是否定期訓練或講習	由訓練或講習資料得知	

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	說 明
控 制 器 與 偵 測 器	1. 偵測器設置量／偵測器數量	由系統報告得知	
	2. 控制器設置量／控制器數量	由系統報告得知	

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	說 明
通 訊	1. 系統內尚可應用之線路數	由系統報告得之	
	2. 通訊系統設置費用／路口數	由系統報告得之	
	3. 通訊傳輸速度	由系統報告得之	
	4. 每月通訊費用／路口數	由系統報告得之	

## 軟體規劃與設計評估項目表

### 1. 必要性項目

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	具備	不具備	說 明
軟體系統架構設計	1. 技術手冊之模組架構及關係流程是否與程式一致	以隨機抽樣方式比較技術手冊與程式是否一致			
	2. 是否於手冊內說明系統權份與安裝程序	參閱系統提供之手冊			
	3. 輸入／輸出介面及協定是否於手冊中加以說明	參閱系統提供之手冊			
	4. 手冊內是否具備故障及意外事件處理方式	參閱系統提供之手冊			

### 2. 說明性項目

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	具備	不具備	說 明
軟體系統架構設計	1. 各項輸入／輸出介面及協定是否於手冊中加以說明	參閱系統提供之手冊			
	2. 軟體系統發展之相關技術是否列出參考資料	參閱系統提供之手冊			
	3. 模組間變數定義、程式語法格式及資料傳送協定是否一致，並於手冊內說明	參閱系統提供之手冊及隨機比較任何兩組模組			
	4. 模組功能是否重複	參閱系統提供之手冊			
	5. 程式註解是否詳細清楚	隨機抽樣任一模組之原始程式			

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	具備	不具備	說 明
功能模組設計	1. 模組內資料、進出點、決策邏輯是否於手冊內加以說明	參閱系統提供之手冊			
	2. 資料檔案的分佈、貯存方式及格式是否於手冊內加以說明	參閱系統提供之手冊			
	3. 模組內變數定義、語法及格式一致否，並於手冊內加以說明	參閱系統提供之手冊			
	4. 是否使用相容性較低之語法及技術	由硬體、輸出結果及手冊綜合判斷			

## 交通績效評估表

必要性項目：

分類	項目	現場調查	事前交通績效	事後交通績效
獨立路口	日期			
	時間			
	調查方式			
	評估指標			
	1. 停等延滯 (秒/車) (對總車數)			
	2. 停等延滯 (秒/車) (對總停等車)			
幹道	3. 停等百分比 (%)			
	4. 平均等候線長度 (輛)			
	日期			
	時間			
	調查方式			
	評估指標			
網路	1. 平均行駛速率 (km/hr)			
	2. 平均旅行速率 (km/hr)			
	3. 匯進路口數百分比 (%)			
	4. 平均匯進路口數 (個)			
	5. 平均匯進距離 (m/次)			
	6. 幹道完全匯進百分比 (%)			
網路	日期			
	時間			
	調查方式			
	評估指標			
	1. 網路平均行駛速率 (km/hr)			
	2. 網路平均旅行速率 (km/hr)			
網路	3. 網路平均停等百分比 (%)			

## 附錄二

### 電腦化都市交通號誌控制系統 功能與績效現場評鑑表

- (1) 控制中心評鑑表
- (2) 路口評鑑表
- (3) 控制中心與路口聯合測試評鑑表

# 控制中心評鑑表

## 一、系統功能評鑑表

1. 必要性項目：

類別	功 能 別 及 評 估 項 目	評 鑑 結 果				評鑑結果說明	權數	得分
		具 備			不具備			
		優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
控 制 中 心 軟 硬 體 功 能	1. 時制分析							
	(1)應用之時制最佳化軟體是否適當地加以改進或自行發展						4	
	(2)是否具有群組初設與自動調整功能						2	
	(3)定時時制路口，是否具有日內時段(TOD)設定功能						3	
	(4)定時時制路口是否具有一週以上之週日內(DOV)設定功能						2	
	(5)是否提供定時路口之離線時制分析程式						3	
	(6)是否具有緊急狀況之手動時制設定功能						2	
	(7)是否具備動態時制運算功能						3	
	(8)是否具有系統內自動對時功能						4	
	2. 保護及故障處理功能							
	(1)錯誤操作之保護措施						3	
	(2)是否具有硬碟或網路資料防止竊入或防病毒之措施						2	
	(3)是否具有不斷電系統(UPS)						3	
	(4)當控制中心電源無法持續供應時是否能自動記錄當時各項降級處理或設定環境						2	
	(5)電源恢復供應後是否具有自動啟動及設定適合當時環境之各項系統參數						3	
	(6)是否具有系統各項設施故障時之降級處理措施						4	
	(7)當系統中任何設施故障時，是否具有警示信號						3	
	(8)是否具有不同層次使用者使用權限之保護功能						2	
	3. 貯存及記錄功能							
	(1)各項故障狀況能否自動記錄存檔及列印						4	
	(2)歷史流量、平均點速度、平均佔有率及時制等資料是否能自動記錄與貯存						3	
	4. 維修功能							
	(1)是否具有一整合性之工作環境以提供未來路口或偵測器數量擴增之維修功能						3	
	(2)是否具有一整合性之工作環境以提供未來路口幾何狀況變化之維修功能						3	
	(3)能否提供時制資料庫之維修功能						4	
	5. 系統顯示及查詢功能							
	(1)能否直接或移動顯示全市主要街道路網及各電腦化路口						2	
	(2)能否查詢各路口現有時制控制方式						3	
	(3)能否查詢各路口目前執行之時制資料						4	
	(4)能否查詢各路口設定之時制計劃						4	
	(5)能否查詢歷史流量						3	
	(6)能否查詢歷史時制						3	
	(7)能否查詢路口現況流量、平均速度、佔有率						4	
	(8)能否顯示偵測器設置位置						2	
單項總得分								
建議事項								
單項評鑑結果								

類 別	功 能 別 及 評 估 項 目	評 鑑 結 果				評鑑結果說明	權數	得分
		具 備			不具備			
		優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
地圖板及其他配合功能	1.地圖板功能							
	(1)地圖板是否易於拆換修改以因應道路系統之變更						4	
	(2)能否顯示現行號誌狀況						4	
	(3)能否顯示目前交通流量大小之差異程度						2	
	(4)能否顯示偵測器之位置						2	
	(5)能否顯示偵測器、控制器或通訊故障之路口						4	
	(6)能否顯示號誌控制方式						2	
	2.其它配合功能							
	(1)是否具有中文環境						3	
	(2)是否能將重要資料由印表機直接列印成報表						2	
	(3)硬體架構是否具有一般性規格						3	
	(4)是否具有詳細的系統技術手冊與操作說明						4	
單項總得分								
建議事項								
單項評鑑結果								
必要性項目 總 評								

2.選擇性項目：

類別	功能別及評估項目	評鑑結果				評鑑結果說明	權數	得分
		具備			不具備			
		優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
控制中心軟體硬體功能	1.系統控制範圍							
	(1)現有系統中是否具有鐵路平交道未列入分析						3	
	(2)現有系統中是否具有高速公路匝道未列入分析						2	
	(3)現有系統中是否具有公車專用道未列入分析						2	
	(4)現有系統中是否具有調撥車道未列入分析						3	
	2.時制分析							
	(1)定時時制路口所能設定之時段數是否大16組						3	
	(2)靜態路口之離線時制分析程式，是否具有交談式或視窗操作功能，同時分析結果能否直接設定於TOD/DOV						2	
	(3)時制轉換時間是否不超過兩個週期						4	
	(4)是否具有特勤時制設定功能						2	
	(5)系統內對時功能在開機後能否每小時執行一次						2	
	3.貯存及記錄功能							
	(1)能否記錄所有使用者在系統中各項操作記錄						4	
	(2)能否以強制方式執行系統歷史資料轉譯備份						2	
	(3)除了歷史資料外，各項記錄是否確保無法更改						2	
	4.編修功能							
	(1)是否具有一整合性之工作環境以提供未來運輸環境改變之編修與設定（如鐵路地下化）						2	
	(2)是否具有一整合性之工作環境以提供未來採行不同交通管理措施（如單行道、路邊停車）時之系統編修功能						2	
	(3)能否提供使用權限之編修與設定功能						2	
	5.系統顯示及查詢功能							
	(1)是否具有ZOOM功能，可由路網直接查詢每一路口各項資料						2	
	(2)能否顯示路網中數個路口時制、饋進時空圖及其他資訊						3	
	(3)能否查詢系統中各項設備狀況						2	
	(4)能否查詢系統中群組劃分方式						2	
	(5)能否查詢使用者使用權限等資訊						1	
	(6)能否查詢平均速度及其它交通資訊排行榜						2	
	(7)能否顯示道路施工或管制資訊						2	
	(8)能否顯示偵測器埋設位置						2	
單項總得分								
建議事項								
單項評鑑結果								

類別	功能別及評估項目	評鑑結果				評鑑結果說明	權數	得分
		具備			不具備			
		優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
地圖板及其他配合功能	1.地圖板功能							
	(1)能否顯示現有道路施工及管制情形						2	
	(2)能否顯示手操燈之路口						2	
	(3)能否顯示流量、平均速度、佔有率之排行榜						1	
	2.其它配合功能							
	是否可與駕駛者資訊系統配合使用						2	
單項總得分								
建議事項								
單項評鑑結果								
選擇性項目								
總評								

3.說明性項目：

類 別	功 能 別 及 評 估 項 目	評 鑑 結 果				評鑑結果說明	權數	得分
		具 備			不具備			
		優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
控制中心電腦設備功能	1.貯存及記錄功能							
	能否記錄每一電腦之CPU 及操作使用時間						3	
	2.編修功能							
	能否提供歷史資料之統計與分析功能						3	
	3.系統顯示及查詢功能							
	能否應用滑鼠(MOUSE)						1	
單項總得分								
建議事項								
單項評鑑結果								
說明性項目								
總 評								

## 二、系統績效評估項目表

### 1. 必要性項目：

分類	評估項目	評估方式	評鑑結果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控制中心軟體	1. 定時制定時更新情形	核對檔案日期與內容							4	
	2. 重要交通參數定時更新情形	核對報告及補調資料							2	
	3. 偵測器收集資料與歷史時制資料應用情形	控制中心實地查看							2	
	4. 控制中心故障次數/全年	需由系統故障自動記錄資料得知，但需確保無法予以更改或刪除							4	
	5. 故障維修時間	由系統故障記錄提供之							3	
	6. 電腦對時一致性	顯示各電腦內設時間以目測判定							3	
	7. 故障訊息完整明確程度	現場實測與判定							2	
	8. 控制中心人員對系統之了解程度	由簡報及問題回答判定之							2	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

分類	評估項目	評估方式	評鑑結果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控制室與偵測器	1. 全年控制室故障次數/控制室數	需由系統故障自動記錄資料提供之							4	
	2. 偵測器全年故障次數/偵測器數	需由系統故障自動記錄資料提供之							4	
	3. 偵測器數/感應路口數/每路口平均車道數	由系統報告得知							4	
	4. 偵測器平均之故障維修時間	需借助於故障自動記錄資料或實地測試							3	
	5. 控制室平均之故障維修時間	需借助於故障自動記錄資料或實地測試							3	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

分類	評估項目	評估方式	評鑑結果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
通訊	1. 全年通訊故障數/通訊線	需借助於故障自動記錄之資料							2	
	2. 數據機故障數/數據機數	需借助於故障自動記錄之資料							2	
	3. 與交通部通訊協定相異程度	實地測試或由系統報告得之							4	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

必要性項目 總評										
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2. 選擇性項目：

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控 制 中 心 軟 硬 體	1.配合大型活動場所更改定時時制及相關交通參數之情形	核對系統運作後是否有新設立之商圈或停車場等大型活動場所，並核對時制及交通參數資料是否加以配合修改							3	
	2.由最上層街道圖至下層路口之資料查詢時間	控制中心現場實測							2	
	3.下達指令至偵測器或控制器回應時間	控制中心現場實測							2	
	4.下達指令至可變標誌之回應時間	控制中心現場實測							1	
	5.意外事件處理能力	控制中心現場實際測試							4	
	6.操作錯誤之提示詳細性	控制中心現場操作及判定							2	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
通 訊	1.線路數／偵測器或控制器	由系統報告得之							1	
	2.控制中心數據機數／偵測器及控制器總數	由系統報告得之							1	
	3.平均之通訊故障排除時間	需借助於故障自動記錄之資料或現場實測							4	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

選擇性項目	
總 評	

3. 說明性項目：

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控 制 中 心 軟 硬 體	1.電腦化號誌路口／全市路寬10公尺以上路口	由街道圖及系統報告書計算之							2	
	2.總實用／路口數 (1) 定時控制路口數 % (2) 定時控制路口數 % (3) 定時控制路口數 % (4) 定時控制路口數 %	由系統發包資料得知							3	
	3.平均每部電腦開機率及領到時間／全年時間	需由系統程式提供，且確保無法更正							3	
	4.系統檔案管理或存儲適宜性	由現場作業流程得知							3	
	5.控制中心人員資歷分析	以得點方式評定，規定不同學歷之點數						學歷：所 學科：系 畢業：年 以下：人 學歷：人 學歷：人 學歷：人	2	
	6.控制中心人員是否定期訓練或講習	由訓練或講習資料得知							2	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控 制 器 備 用 器	1.偵測器設置實／偵測器數量	由系統報告得知							2	
	2.控制器設置實／控制器數量	由系統報告得知							2	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
通 訊	1.系統內尚可應用之線路數	由系統報告得知							2	
	2.通訊系統設置實用／路口數	由系統報告得知							2	
	3.通訊傳輸速度	由系統報告得知							3	
	4.每月通訊實用／路口數	由系統報告得知							1	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

說明性項目										
總 評										

### 三、軟體規劃與設計評估項目表

#### 1. 必要性項目

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果				評鑑結果說明	權數	得分
			具 備			不具備			
			優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
軟體系統架構設計	1.技術手冊之模組架構及關係流程是否與程式一致	以隨機抽樣方式比較技術手冊與程式是否一致						3	
	2.是否於手冊內說明系統備份與安裝程序	參閱系統提供之手冊						4	
	3.輸入／輸出介面及協定是否於手冊中加以說明	參閱系統提供之手冊						2	
	4.手冊內是否具備故障及意外事件處理方式	參閱系統提供之手冊						4	
單項總得分									
建議事項									
單項評鑑結果									

#### 2. 說明性項目

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果				評鑑結果說明	權數	得分
			具 備			不具備			
			優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
軟體系統架構設計	1.各項輸入／輸出介面及協定是否於手冊中加以說明	參閱系統提供之手冊							
	2.軟體系統發展之相關技術是否列出參考資料	參閱系統提供之手冊							
	3.模組間變數定義、程式語法格式及資料傳送協定是否一致，並於手冊內說明	參閱系統提供之手冊及隨機比較任何兩組模組							
	4.模組功能是否重複	參閱系統提供之手冊							
	5.程式註解是否詳細清楚	隨機抽樣任一模組之原始程式							
單項總得分									
建議事項									
單項評鑑結果									

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果				評鑑結果說明	權數	得分
			具 備			不具備			
			優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
功 能 模 組 設 計	1.模組內資料、進出點、決策邏輯是否於手冊內加以說明	參閱系統提供之手冊							
	2.資料檔案的分佈、貯存方式及格式是否於手冊內加以說明	參閱系統提供之手冊							
	3.模組內變數定義、語法及格式一致否，並於手冊內加以說明	參閱系統提供之手冊							
	4.是否使用相容性較低之語法及技術	由硬體、輸出結果及手冊綜合判斷							
單項總得分									
建議事項									
單項評鑑結果									
說明性項目 總 評									

## 路口評鑑表

### 一、系統績效評估項目表

#### 1. 必要性項目：

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控制器與偵測器	1. 控制器對時之正確性	現場路口測試							3	
	2. 偵測器與控制器對時之正確性	現場實測與偵測資料比較							3	
	3. 偵測器偵測車輛及車種之正確性	現場實測與偵測資料比較							4	
	4. 偵測器偵測現點速率之正確性	現場實測與偵測資料比較							2	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										
必要性項目 總 評										

## 二、交通績效評估表

必要性項目

分類	項目	現場調查	事前交通績效	事後交通績效	權數	得分
獨立路口	日期				權數	得分
	時間					
	調查方式					
	評估指標	1. 停車延滯 (秒/車) (對總車數)			3	
		2. 停車延滯 (秒/車) (對總停車)			2	
		3. 停車百分比 (%)			3	
		4. 平均等候線長度 (輛)			3	
公式計算	1. 組合指標：現場績效×80%+事後交通績效×20% 2. 各項評估指標得分 (最低0分) = (事前交通績效-組合指標) ÷ (組合指標-事前交通績效) × 100% 3. 總得分 = (某項 × (各項指標得分) × 權數) / 11					
單項總得分						
建議事項						
單項評語						

分類	項目	現場調查	事前交通績效	事後交通績效	權數	得分
幹道	日期				權數	得分
	時間					
	調查方式					
	評估指標	1. 平均行駛速率 (km/hr)			2	
		2. 平均旅行速率 (km/hr)			3	
		3. 順進路口數百分比 (%)			2	
幹道	評估指標	4. 平均順進路口數 (個)			3	
	評估指標	5. 平均順進距離 (m/次)			2	
	評估指標	6. 幹道完全順進百分比 (%)			2	
公式計算	1. 組合指標：現場績效×80%+事後交通績效×20% 2. 各項評估指標得分 (最低0分) = (事前交通績效-組合指標) ÷ (組合指標-事前交通績效) × 100% 3. 總得分 = (某項 × (各項指標得分) × 權數) / 14					
單項總得分						
建議事項						
單項評語						

分類	項目	現場調查	事前交通績效	事後交通績效	權數	得分
網路	日期				權數	得分
	時間					
	調查方式					
	評估指標	1. 網路平均行駛速率 (km/hr)			2	
	評估指標	2. 網路平均旅行速率 (km/hr)			3	
	評估指標	3. 網路平均停車百分比 (%)			3	
公式計算	1. 組合指標：現場績效×80%+事後交通績效×20% 2. 各項評估指標得分 (最低0分) = (事前交通績效-組合指標) ÷ (組合指標-事前交通績效) × 100% 3. 總得分 = (某項 × (各項指標得分) × 權數) / 8					
單項總得分						
建議事項						
單項評語						

交通績效總得分計算，權數分配方式： 1. 獨立路口 (30%) ~ 幹道 (70%) 2. 獨立路口 (25%) ~ 幹道 (75%) 3. 幹道 (45%) ~ 網路 (55%) 4. 獨立路口 (20%) ~ 幹道 (35%) ~ 網路 (45%)						
--	--	--	--	--	--	--

交通績效總得分	
總評	

# 控制中心與路口聯合測試評鑑表

## 系統績效評估項目表

### 1. 必要性項目：

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控制中心軟體體	1.顯示或設定之時制與路口之一致性	由控制中心自路口人員回報資料核對之							4	
	2.順進狀況與路口狀況之一致性	由控制中心顯示資料與路口調查及車輛實際行駛狀況核對之							3	
	3.時間推計流量正確性	核對控制中心顯示資料與路口調查結果							4	
	4.空間推計流量正確性	核對控制中心顯示資料與路口調查結果							3	
	5.地圖板資訊與路口之一致性	核對控制中心地圖板及現場回報資料							2	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										
必要性項目 總 評										

### 2. 選擇性項目：

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控制中心軟體體	1.故障顯示資訊之詳細程度	現場與路口實測，判定是否小至單元配件							3	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										
選擇性項目 總 評										

## 附錄三

### 電腦化都市交通號誌控制 系統評鑑總表

- (1) 系統功能評鑑表
- (2) 系統績效評估項目表
- (3) 軟體規劃與設計評估項目表
- (4) 交通績效評估表

## 系統功能評鑑表

### 1. 必要性項目：

類別	功能別及評估項目	評鑑結果				評鑑結果說明	權數	得分	
		具備			不具備				
		優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)					
(70%)	1. 時制分析 (40%)								
	(1) 應用之時制最佳化軟體是否適當地加以改進或自行發展						4		
	(2) 是否具有群組初設與自動調整功能						2		
	(3) 定時時制路口，是否具有日內時段(TOD) 設定功能						3		
	(4) 定時時制路口是否具有一週以上之週日內(DOV) 設定功能						2		
	(5) 是否提供定時路口之離線時制分析程式						3		
	(6) 是否具有緊急狀況之手動時制設定功能						2		
	(7) 是否具備動態時制運算功能						3		
	(8) 是否具有系統內自動對時功能						4		
	2. 保護及故障處理功能 (25%)								
	(1) 錯誤操作之保護措施						3		
	(2) 是否具有硬體或網路資料防止寫入或防病毒之措施						2		
	(3) 是否具有不斷電系統(UPS)						3		
	(4) 當控制中心電源無法持續供應時是否能自動記錄當時各項降級處理或設定環境						2		
	(5) 電源恢復供應後是否具有自動啟動及設定適合當時環境之各項系統參數						3		
	(6) 是否具有系統各項設施故障時之降級處置措施						4		
	(7) 當系統中任何設施故障時，是否具有警示信號						3		
	(8) 是否具有不同層次使用者使用權限之保護功能						2		
	3. 貯存及記錄功能 (10%)								
	(1) 各項故障狀況能否自動記錄存檔及列印						4		
	(2) 歷史流量、平均點速度、平均佔有率及時制等資料是否能自動記錄與貯存						3		
	4. 編修功能 (10%)								
	(1) 是否具有一整合性之工作環境以提供未來路口或偵測器數量擴增之編修功能						3		
	(2) 是否具有一整合性之工作環境以提供未來路口幾何狀況變化之編修功能						3		
	(3) 能否提供時制資料庫之編修功能						4		
	5. 系統顯示及查詢功能 (15%)								
	(1) 能否直接或移動顯示全市主要街道路網及各電腦化路口						2		
	(2) 能否查詢各路口現有時制控制方式						3		
	(3) 能否查詢各路口目前執行之時制資料						4		
	(4) 能否查詢各路口設定之時制計劃						4		
	(5) 能否查詢歷史流量						3		
	(6) 能否查詢歷史時制						3		
	(7) 能否查詢路口現況流量、平均速度、佔有率						4		
	(8) 能否顯示偵測器埋設位置						2		
單項總得分									
建議事項									
單項評鑑結果									

類 別	功 能 別 及 評 估 項 目	評 鑑 結 果				評鑑結果說明	權數	得分
		具 備			不具備			
		優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
地圖板及其他配合功能 ( 30 % )	1.地圖板功能 ( 50 % )							
	(1)地圖板是否易於拆換修改以因應道路系統之變更						4	
	(2)能否顯示現行號誌狀況						4	
	(3)能否顯示目前交通流量大小之差異程度						2	
	(4)能否顯示偵測器之位置						2	
	(5)能否顯示偵測器、控制器或通訊故障之路口						4	
	(6)能否顯示號誌控制方式						2	
	2.其它配合功能 ( 50 % )							
	(1)硬體架構是否具有—般性規格						3	
	(2)是否具有詳細的系統技術手冊與操作說明						4	
	(3)是否具有中文環境						3	
	(4)是否能將重要資料由印表機直接列印成報表						2	
單項總得分								
建議事項								
單項評鑑結果								
必要性項目  總 評								

2. 選擇性項目：

類 別	功 能 別 及 評 估 項 目	評 鑑 結 果				評鑑結果說明	權數	得分
		具 備			不具備			
		優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
控 制 中 心 軟 硬 體 功 能  ( 75 % )	1.系統控制範圍 ( 10 % )							
	(1)現有系統中是否具有鐵路平交道未列入分析						3	
	(2)現有系統中是否具有高速公路匝道未列入分析						2	
	(3)現有系統中是否具有公車專用道未列入分析						2	
	(4)現有系統中是否具有調撥車道未列入分析						3	
	2.時制分析 ( 40 % )							
	(1)定時時制路口所能設定之時段數是否大於16組						3	
	(2)靜態路口之離線時制分析程式，是否具有交談式或視窗操作功能，同時分析結果能否直接設定於TOD/DOV						2	
	(3)時制轉換時間是否不超過兩個週期						4	
	(4)是否具有特勤時制設定功能						2	
	(5)系統內對時功能在開機後能否每小時執行一次						2	
	4.貯存及記錄功能 ( 25 % )							
	(1)能否記錄所有使用者在系統中各項操作記錄						4	
	(2)能否以強制方式執行系統歷史資料轉錄備份						2	
	(3)除了歷史資料外，各項記錄是否確保無法更改						2	
	5.編修功能 ( 10 % )							
	(1)是否具有一整合性之工作環境以提供未來運輸環境改變之編修與設定 (如鐵路地下化)						2	
	(2)是否具有一整合性之工作環境以提供未來採行不同交通管理措施 (如單行道、路邊停車) 時之系統編修功能						2	
	(3)能否提供使用權限之編修與設定功能						2	
	8.系統顯示及查詢功能 ( 15 % )							
	(1)是否具有ZOOM功能，可由路網直接查詢每一路口各項資料						2	
	(2)能否顯示路網中數個路口時制、饋進時空圖及其他資訊						3	
	(3)能否查詢系統中各項設備狀況						2	
	(4)能否查詢系統中群組劃分方式						2	
	(5)能否查詢使用者使用權限等資訊						1	
	(6)能否查詢平均速度及其它交通資訊排行榜						2	
	(7)能否顯示道路施工或管制資訊						2	
	(8)能否顯示偵測器埋設位置						2	
單項總得分								
建議事項								
單項評鑑結果								

類別	功能別及評估項目	評鑑結果				評鑑結果說明	權數	得分
		具備			不具備			
		優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
地圖板及系統配合功能 (25%)	1.地圖板功能 (70%)							
	(1)能否顯示現有道路施工及管制情形						2	
	(2)能否顯示手操燈之路口						2	
	(3)能否顯示流量、平均速度、佔有率之排行榜						1	
	2.其它配合功能 (30%)							
	是否可與駕駛者資訊系統配合使用						2	
單項總得分								
建議事項								
單項評鑑結果								
選擇性項目								
總評								

3.說明性項目：

類別	功能別及評估項目	評鑑結果				評鑑結果說明	權數	得分
		具備			不具備			
		優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
控制中心資訊系統功能	1.貯存及記錄功能							
	能否記錄每一電腦之CPU及操作使用時間						3	
	2.維修功能							
	能否提供歷史資料之統計與分析功能						3	
	3.系統顯示及查詢功能							
	能否應用滑鼠(MOUSE)						1	
單項總得分								
建議事項								
單項評鑑結果								
說明性項目								
總評								

## 系統績效評估項目表

### 1. 必要性項目：

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控 中 心 軟 硬 體  ( 45 %)	1.定時制定時更新情形	核對檔案日期與內容							4	
	2.重要交通參數定時更新情形	核對報告及補調資料							2	
	3.偵測器收集資料與歷史時制資料 應用情形	控制中心實地查看							2	
	4.控制中心故障次數/全年	需由系統故障自動記錄資料得知，但需 確保無法予以更改或刪除							4	
	5.故障維修時間	由系統故障記錄提供之							3	
	6.電腦對時一致性	顯示各電腦內設時間以目測判定							3	
	7.故障訊號完整明確程度	現場實測與判定							2	
	8.顯示或設定之時制與路口一致性	由控制中心自路口人員回報資料核對之							4	
	9.顯示狀況與路口狀況之一致性	由控制中心顯示資料與路口調查及車輛 實際行駛狀況核對之							3	
	10.時間推計流量正確性	核對控制中心顯示資料與路口調查結果							4	
	11.空間推計流量正確性	核對控制中心顯示資料與路口調查結果							3	
	12.地圖板資訊與路口之一致性	核對控制中心地圖板及現場回報資料							2	
	13.控制中心人員對系統之了解程度	由問報及問題回答判定之							3	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑 結 果										

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控 制 器 與 偵 測 器  ( 35 %)	1.偵測器全年故障次數/偵測器數	需由系統故障自動記錄資料提供之							4	
	2.偵測器數/動態路口數/每路口 平均車道數	由系統報告得知							4	
	3.偵測器平均之故障維修時間	需借助於故障自動記錄資料或實地測試							3	
	4.控制器平均之故障維修時間	需借助於故障自動記錄資料或實地測試							3	
	5.控制器對時之正確性	現場路口測試							3	
	6.全年控制器故障次數/控制器數	需借助於故障自動記錄資料							4	
	7.偵測器與控制器對時之正確性	現場實測與偵測資料比較							3	
	8.偵測器偵測車輛及車種之正確性	現場實測與偵測資料比較							4	
	9.偵測器偵測現點速率之正確性	現場實測與偵測資料比較							2	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑 結 果										

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
通 訊 ( 20 %)	1.全年通訊故障數／通訊線	需借助於故障自動記錄之資料							2	
	2.MODEM故障數／MODEM數	需借助於故障自動記錄之資料							2	
	3.與交通部通訊協定相異程度	實地測試或由系統報告得之							4	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										
必要性項目 總 評										

2.選擇性項目：

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控 制 中 心 評 鑑 ( 60 %)	1.配合大型活動場所更改定時時制及相關交通參數之情形	核對有系統運作後是否有新設立之商圈或停車場等大型活動場所，並核對時制及交通參數資料是否加以配合修改							3	
	2.由最上層街道圖至下層路口之資料查詢時間	控制中心現場實測							2	
	3.下達指令至偵測器或控制器回應時間	控制中心現場實測							2	
	4.下達指令至可變標誌之回應時間	控制中心現場實測							1	
	5.意外事件處理能力	控制中心現場實際測試							4	
	6.操作錯誤之提示詳細性	控制中心現場操作及判定							2	
	7.故障資訊顯示之詳細程度	現場與路口實測，判定是否小至單元配件							3	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
通 訊 ( 40 %)	1.線路數／偵測器或控制器	由系統報告得之							1	
	2.控制中心MODEM數／偵測器及控制器總數	由系統報告得之							1	
	3.平均之通訊故障排除時間	需借助於故障自動記錄之資料或現場實測							4	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

選擇性項目 總 評										
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3.說明性項目：

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控 制 中 心 軟 硬 體  ( 57 % )	1.電腦化號誌路口／全市路寬10公尺以上路口	由街道圖及系統報告書計算之							2	
	2.總實用／路口數 (1) 定時控制路口數 % (2) 感應控制路口數 % (3) 感應控制路口數 % (4) 全感應路口數 %	由系統發包資料得知							3	
	3.平均每部電腦開機率及執行時間／全年時間	需由系統程式提供，且確保無法更正							3	
	4.系統檔案管理或貯存適宜性	由現場作業流程得知							2	
	5.控制中心人員資歷分析	以得點方式評定，規定不同學歷之點數						學歷：所 學研大大大 以下：人人人	2	
	6.控制中心人員是否定期訓練或講習	由訓練或講習資料得知							2	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
控制室與 偵測器 ( 29 % )	1.偵測器設置費／偵測器數量	由系統報告得知							2	
	2.控制器設置費／控制器數量	由系統報告得知							2	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果					評鑑結果說明	權數	得分
			優 (5分)	佳 (3分)	可 (2分)	尚可 (1分)	差 (0分)			
通 訊  ( 14 % )	1.系統內尚可應用之線路數	由系統報告得知							2	
	2.通訊系統設置費用／路口數	由系統報告得知							2	
	3.通訊傳輸速度	由系統報告得知							3	
	4.每月通訊費用／路口數	由系統報告得知							1	
單項總得分										
建議事項										
單項評鑑結果										

說明性項目										
總 評										

## 軟體規劃與設計評估項目表

### 1. 必要性項目

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果				評鑑結果說明	權數	得分
			具 備			不具備			
			優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
軟體系統規格設計	1. 技術手冊之模組架構及關係流程是否與程式一致	以隨機抽樣方式比較技術手冊與程式是否一致						3	
	2. 是否於手冊內說明系統權份與安裝程序	參閱系統提供之手冊						4	
	3. 輸入／輸出介面及協定是否於手冊中加以說明	參閱系統提供之手冊						2	
	4. 手冊內是否具備故障及意外事件處理方式	參閱系統提供之手冊						4	
單項總得分									
建議事項									
單項評鑑結果									
必要性項目  總 評									

### 2. 說明性項目

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果				評鑑結果說明	權數	得分
			具 備			不具備			
			優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
軟體系統發展設計 ( 50 % )	1.各項輸入／輸出介面及協定是否於手冊中加以說明	參閱系統提供之手冊						2	
	2.軟體系統發展之相關技術是否列出參考資料	參閱系統提供之手冊						2	
	3.模組間變數定義、程式語法格式及資料傳送協定是否一致，並於手冊內說明	參閱系統提供之手冊及隨機比較任何兩組模組						3	
	4.模組功能是否重複	參閱系統提供之手冊						3	
	5.程式註解是否詳細清楚	隨機抽樣任一模組之原始程式						3	
單項總得分									
建議事項									
單項評鑑結果									

分 類	評 估 項 目	評 估 方 式	評 鑑 結 果				評鑑結果說明	權數	得分
			具 備			不具備			
			優 (3分)	佳 (2分)	可 (1分)				
功 能 模 組 設 計  ( 50 %)	1.模組內資料、進出點、決策邏輯是否於手冊內加以說明	參閱系統提供之手冊						3	
	2.資料檔案的分佈、貯存方式及格式是否於手冊內加以說明	參閱系統提供之手冊						4	
	3.模組內變數定義、語法及格式一致否，並於手冊內加以說明	參閱系統提供之手冊						3	
	4.是否使用相容性較低之語法及技術	由硬體、輸出結果及手冊綜合判斷						2	
單項總得分									
建議事項									
單項評鑑結果									
說明性項目  總 評									

## 交通績效評估表

必要性項目：

分類	項目	現場調查	事前交通績效	事後交通績效	權數	得分
獨立路口 (20%)	日期				3	
	時間					
	調查方式					
	評估指標 1. 停等延滯 (秒/車) (對總車數)				3	
	2. 停等延滯 (秒/車) (對總停等車)				2	
	3. 停等百分比 (%)				3	
	4. 平均等候線長度 (輛)				3	
單項總得分						
建議事項						
單項評語						

分類	項目	現場調查	事前交通績效	事後交通績效	權數	得分
幹道 (45%)	日期				2	
	時間					
	調查方式					
	評估指標 1. 平均行駛速率 (km/hr)				2	
	2. 平均旅行速率 (km/hr)				3	
	3. 續進路口數百分比 (%)				2	
	4. 平均續進路口數 (個)				3	
	5. 平均續進距離 (m/次)				2	
	6. 幹道完全續進百分比 (%)				2	
單項總得分						
建議事項						
單項評語						

分類	項目	現場調查	事前交通績效	事後交通績效	權數	得分
網路 (35%)	日期				2	
	時間					
	調查方式					
	評估指標 1. 網路平均行駛速率 (km/hr)				2	
	2. 網路平均旅行速率 (km/hr)				3	
	3. 網路平均停等百分比 (%)				3	
單項總得分						
建議事項						
單項評語						

交通績效總得分						
總評						

系 統 績 效 總 評	總 得 分	分
	總 得 分 / 總 費 用 / 電 腦 化 號 誌 路 口 數	路 口 · 分 / 元
	評 論	
	建 議 事 項	

# 附錄四：路口車輛延滯時間調查表

調查日期：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日 調查員：\_\_\_\_\_

↑  
北

車種：汽車

調查來向：\_\_\_\_\_

間隔時間：13秒

秒數	停等車數	秒數	停等車數	秒數	停等車數	秒數	停等車數	秒數	停等車數	秒數	停等車數
0' 0"		5' 12"		10' 24"		15' 36"		20' 48"		26' 0"	
0' 13"		5' 25"		10' 37"		15' 49"		21' 1"		26' 13"	
0' 26"		5' 38"		10' 50"		16' 2"		21' 14"		26' 26"	
0' 39"		5' 51"		11' 3"		16' 15"		21' 27"		26' 39"	
0' 52"		6' 4"		11' 16"		16' 28"		21' 40"		26' 52"	
1' 5"		6' 17"		11' 29"		16' 41"		21' 53"		27' 5"	
1' 18"		6' 30"		11' 42"		16' 54"		22' 6"		27' 18"	
1' 31"		6' 43"		11' 55"		17' 7"		22' 19"		27' 31"	
1' 44"		6' 56"		12' 8"		17' 20"		22' 32"		27' 44"	
1' 57"		7' 9"		12' 21"		17' 33"		22' 45"		27' 57"	
2' 10"		7' 22"		12' 34"		17' 46"		22' 58"		28' 10"	
2' 23"		7' 35"		12' 47"		17' 59"		23' 11"		28' 23"	
2' 36"		7' 48"		13' 00"		18' 12"		23' 24"		28' 36"	
2' 49"		8' 1"		13' 13"		18' 25"		23' 37"		28' 49"	
3' 2"		8' 14"		13' 26"		18' 38"		23' 50"		29' 2"	
3' 15"		8' 27"		13' 39"		18' 51"		24' 3"		29' 15"	
3' 28"		8' 40"		13' 52"		19' 4"		24' 16"		29' 28"	
3' 41"		8' 53"		14' 5"		19' 17"		24' 29"		29' 41"	
3' 54"		9' 6"		14' 18"		19' 30"		24' 42"		29' 54"	
4' 7"		9' 19"		14' 31"		19' 43"		24' 55"		30' 7"	
4' 20"		9' 32"		14' 44"		19' 56"		25' 8"		30' 20"	
4' 33"		9' 45"		14' 57"		20' 9"		25' 21"		30' 33"	
4' 46"		9' 58"		15' 10"		20' 22"		25' 34"		30' 46"	
4' 59"		10' 11"		15' 23"		20' 35"		25' 47"		30' 59"	

### 附錄五：路口車輛停等百分比調查表

調查日期： 年 月 日

調查員：

北

車種：汽車

調查來向：

間隔時間：每週期（共計10分鐘）

[illegible]

## 附錄六：路口車輛停等車隊調查表

調查日期：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日      調查員：\_\_\_\_

↑  
北

車種：汽車

調查來向：\_\_\_\_

間隔時間：每週期 MAX Queue-Length

週期數	車 數	週期數	車 數	週期數	車 數	週期數	車 數
1		1 6		3 1		4 6	
2		1 7		3 2		4 7	
3		1 8		3 3		4 8	
4		1 9		3 4		4 9	
5		2 0		3 5		5 0	
6		2 1		3 6		5 1	
7		2 2		3 7		5 2	
8		2 3		3 8		5 3	
9		2 4		3 9		5 4	
1 0		2 5		4 0		5 5	
1 1		2 6		4 1		5 6	
1 2		2 7		4 2		5 7	
1 3		2 8		4 3		5 8	
1 4		2 9		4 4		5 9	
1 5		3 0		4 5		6 0	

## 附錄七：幹道（網路）旅行時間與延滯表

幹道（網路）名稱： \_\_\_\_\_ 幹道長度： \_\_\_\_\_ 調查日期： \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

起訖路口： → 調查流向： 調查時間： \_\_\_\_\_

調查員：

[illegible]

# 第四篇 電腦化都市交通號誌控制 系統通訊協定測試手冊

## 目 錄

第一章	測試環境	IV - 1
第二章	驗證程式操作說明	IV - 3
附錄一	鏈路層測試案例	IV - 5
附錄二	應用層測試路口控制器案例	IV - 13
附錄三	應用層測試交控中心案例	IV - 34
附錄四	偵錯案例	IV - 38

# **第四篇 電腦化都市交通號誌控制系統 通訊協定測試手冊**

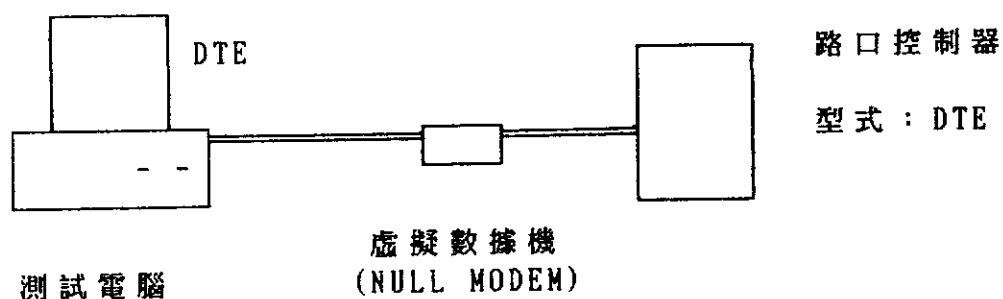
## **第一章 測試環境**

## **第二章 驗證程式操作說明**

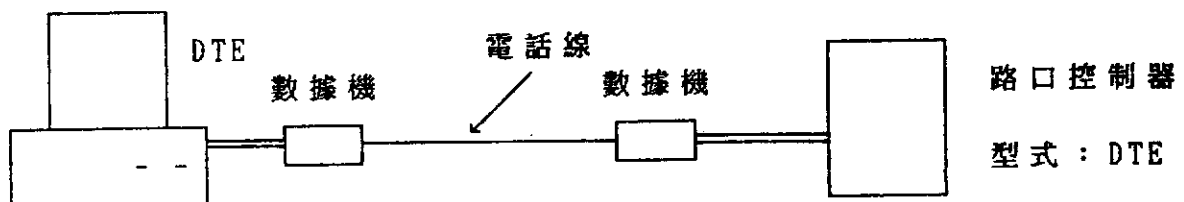
# 第四篇 電腦化都市交通號誌控制 系統通訊協定測試手冊

## 第一章 測試環境

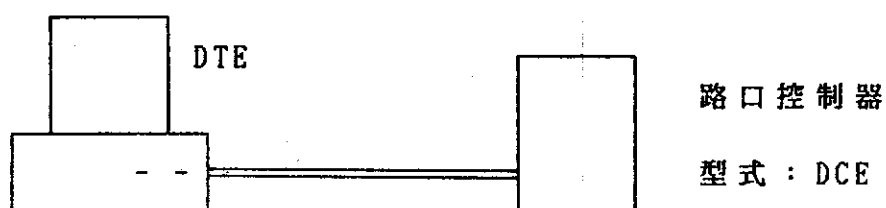
### 1. 環境：



若路口控制器 RS232-C 為 DTE，則需在測試電腦及路口控制器間加裝虛擬數據機。



若路口控制器 RS232-C 為 DTE，但測試電腦及路口控制器間，利用專線式數據機相連接，則不需虛擬數據機。



若路口控制器 RS232-C 為 DCE，則測試 PC 及路口控制器間，直接利用透通式排線（RS232C 排線）連接即可。

## 2. 測試所需設備：

(1) PC/XT 或 PC/AT 一套

COM 1 通信埠一

硬碟 20 M 以上

(2) 軟體：DOS V2.0 以上、倚天中文

(3) 交通號誌驗證程式

(4) RS232-C 排線（透通式）二條

(5) 虛擬數據機

## 第二章 驗證程式操作說明

### 1. 驗證程式啟動：

- (1) 將排線一端接路口控制器，另端接 PCXT/AT COM 1
- (2) 將 PCXT/AT 打開後，啟動中文系統（倚天）
- (3) 若要測試交控中心，請放入“測試交控中心”磁片  
若要測試路口控制器，請放入“測試路口控制器”磁片
- (4) 鍵入 A：
- (5) 若要測試交控中心，請鍵入 TCC，然後按下 return 鍵  
若要測試路口控制器，請鍵入 LCN，然後按下 return 鍵

### 2. 程式執行：

- (1) 程式分為二大部份，第一部份測試鍵路層，第二部份則測試應用層（控制系統通訊協定）
- (2) 如果鍵路層測試發生錯誤，則不會測試應用層，請更正軟體後再行測試。
- (3) 測試應用層時，可選擇正常案例或正常及異常案例
- (4) 應用層測試分步驟進行，每一步驟結束時，會出現請鍵入  
return 鍵 >  
請鍵入 return 繼續執行下步驟之測試。
- (5) 測試路口控制器時，最後會出現  
?? 控制器含車輛偵測器 ?  
請鍵 Y 或 N >  
若路口控制器含車輛偵測器時，請鍵入 Y，否則鍵入 N

### 3. 錯誤偵測：

- (1) 鏈路層錯誤發生時，所有的錯誤狀況，會放在ERROR.MSG的檔案
- (2) 應用層錯誤發生時，所有的錯誤狀況，會放在ERR.LOG的檔案裡

### 4. 本套驗證程式共含：

- (1) 號誌控制驗證程式 - 測試交控中心  
    內含檔案       TCC.EXE  
                    TFILE.DAT  
                    TFILE.CEN
- (2) 號誌控制驗證程式 - 測試路口控制器  
    內含檔案       LCN.EXE  
                    TFILE.DAT  
                    TFILE.NOR  
                    TFILE.LOC  
                    TFILE2.LOC

### 5. 附錄：

- (1) 附錄一：鏈路層測試案例
- (2) 附錄二：應用層測試路口控制器案例  
            (正常案例 及 正常及異常案例)
- (3) 附錄三：應用層測試交控中心案例
- (4) 附錄四：偵錯案例

# 附錄一 鏈路層測試案例

## 對路口控制器(編號 0)的底層測試

### I、定義

CMSG --- 正確信息

IMSG --- 不正確信息

IACK --- 不正確ACK (LCN 錯誤)

NOTH --- 不回應

### II、訊息分類

鏈結層IMSG的種類如下：

1. 碼框格式錯誤

2. 在 INFO 欄位中出現單一 AA(H) ----- IMSG2

3. LCN 錯誤 ----- IMSG3

4. LRC 錯誤 ----- IMSG4

5. VRC 錯誤 ----- IMSG5

(附註：1, 3, 4, 5 之 INFO 欄位與 CMSG1 相同)

碼框格式錯誤可分成下列幾種：

a. 漏失 DLE(在框頭) ----- IMSG1a

b. 漏失 STX ----- IMSG1b

c. 漏失 DLE + STX ----- IMSG1c

d. 漏失 DLE(在框尾) ----- IMSG1d

e. 漏失 ETX ----- IMSG1e

f. 漏失 DLE + ETX ----- IMSG1f

### Ⅲ、測試案例 (Test Case)

#### (1)\*. 測試接收處理

- 案例 1.           送出 : CMSG1(年,月,日及週內日之對時)  
                  預期回應 : ACK
- 案例 2.           送出 : IMSG1a  
                  預期回應 : NOTH
- 案例 3.           送出 : IMSG1b  
                  預期回應 : NOTH
- 案例 4.           送出 : IMSG1c  
                  預期回應 : NOTH
- 案例 5.           送出 : IMSG1d  
                  預期回應 : NAK(ERR = 80H) ----- T2 逾時
- 案例 6.           送出 : IMSG1e  
                  預期回應 : NAK(ERR = 80H) ----- T2 逾時
- 案例 7.           送出 : IMSG1f  
                  預期回應 : NAK(ERR = 80H) ----- T2 逾時
- 案例 8.           送出 : IMSG2(設定時制計劃)  
                  預期回應 : NAK(ERR = 80H) ----- T2 逾時  
                  送出 : CMSG2(含有兩個連續的 AA(H))  
                  預期回應 : ACK
- 案例 9.           送出 : IMSG3  
                  預期回應 : NAK(ERR = 04H)
- 案例 10.           送出 : CMSG3(LCN = FFFFH)  
                  預期回應 : ACK
- 案例 11.           送出 : IMSG3  
                  預期回應 : NAK(ERR = 02H)

案例 12.           送出：IMSG4  
                  預期回應：NAK(ERR = 01H)

(2). 測試傳送處理

案例 1.           送出：CMMSG4(查詢即時時間)  
                  預期回應：ACK + CMMSG5  
                  送出：ACK  
                  預期回應：NOTH

案例 2.           送出：CMMSG4  
                  預期回應：ACK + CMMSG5  
                  送出：IACK  
                  預期回應：NOTH

案例 3.           送出：CMMSG4  
                  預期回應：ACK + CMMSG5  
                  送出：NAK  
                  預期回應：CMMSG5  
                  送出：NAK  
                  預期回應：CMMSG5  
                  送出：NAK  
                  預期回應：CMMSG5  
                  送出：NAK  
                  預期回應：CMMSG5  
                  送出：NAK  
                  預期回應：CMMSG5  
                  送出：NAK  
                  預期回應：NOTH(故障!)

案例 4.

送出 : CMSG4  
預期回應 : ACK + CMSG5  
送出 : NOTH  
預期回應 : CMSG5 ----- T1 逾時  
送出 : NOTH  
預期回應 : CMSG5 ----- T1 逾時  
送出 : NOTH  
預期回應 : NOTH(故障!)

案例 5.

送出 : CMSG4  
預期回應 : ACK + CMSG5  
送出 : NAK  
預期回應 : CMSG5  
送出 : NOTH  
預期回應 : CMSG5 ----- T1 逾時  
送出 : NAK  
預期回應 : CMSG5  
送出 : NOTH  
預期回應 : CMSG5 ----- T1 逾時  
送出 : NAK  
預期回應 : CMSG5  
送出 : NOTH  
預期回應 : NOTH(故障!)

## 對 交 控 中 心 的 底 層 測 試

### I、定義

CMSG --- 正確信息

IMSG --- 不正確信息

IACK --- 不正確ACK (LCN 錯誤)

NOTH --- 不回應

### II、訊息分類

鏈 結 層 IMSG 的 種 類 如 下：

1. 碼 框 格 式 錯 誤

2. LCN 錯 誤 ----- IMSG2

3. LRC 錯 誤 ----- IMSG3

4. VRC 錯 誤 ----- IMSG4

(上 述 各 訊 息 之 INFO 欄 位 與 CMSG1 相 同)

碼 框 格 式 錯 誤 可 分 成 下 列 幾 種：

a. 漏 失 DLE(在 框 頭) ----- IMSG1a

b. 漏 失 STX ----- IMSG1b

c. 漏 失 DLE + STX ----- IMSG1c

d. 漏 失 DLE(在 框 尾) ----- IMSG1d

e. 漏 失 ETX ----- IMSG1e

f. 漏 失 DLE + ETX ----- IMSG1f

### Ⅲ、測試案例 (Test Case)

#### (1). 測試接收處理

- 案例 1.           送出 : CMSG1(告知操作模式)  
                  預期回應 : ACK
- 案例 2.           送出 : IMSG1a  
                  預期回應 : NOTH
- 案例 3.           送出 : IMSG1b  
                  預期回應 : NOTH
- 案例 4.           送出 : IMSG1c  
                  預期回應 : NOTH
- 案例 5.           送出 : IMSG1d  
                  預期回應 : NAK(ERR = 80H)  
  ----- T2 逾時
- 案例 6.           送出 : IMSG1e  
                  預期回應 : NAK(ERR = 80H)  
  ----- T2 逾時
- 案例 7.           送出 : IMSG1f  
                  預期回應 : NAK(ERR = 80H)  
  ----- T2 逾時
- 案例 8.           送出 : IMSG2  
                  預期回應 : NAK(ERR = 04H)
- 案例 9.           送出 : IMSG3  
                  預期回應 : NAK(ERR = 02H)
- 案例 10.          送出 : IMSG4  
                  預期回應 : NAK(ERR = 01H)

(2). 測試傳送處理

案例 1.           等 待 : CMSG5(年,月,日及週內日之對時)

送 出 : ACK

預 期 回 應 : NOTH

案例 2.           等 待 : CMSG5

送 出 : IACK

預 期 回 應 : NOTH

案例 3.           等 待 : CMSG5

送 出 : NAK

預 期 回 應 : CMSG5

送 出 : NAK

預 期 回 應 : CMSG5

送 出 : NAK

預 期 回 應 : CMSG5

送 出 : NAK

預 期 回 應 : CMSG5

送 出 : NAK

預 期 回 應 : CMSG5

送 出 : NAK

預 期 回 應 : NOTH(故 障!)

案例 4.           等 待 : CMSG5

送 出 : NOTH

預 期 回 應 : CMSG5 ----- T1 逾 時

送 出 : NOTH

預 期 回 應 : CMSG5 ----- T1 逾 時

送 出 : NOTH

預 期 回 應 : NOTH(故 障!)

案例 5.

等 待 : CMSG5

送 出 : NAK

預 期 回 應 : CMSG5

送 出 : NOTH

預 期 回 應 : CMSG5 ----- T1 逾 時

送 出 : NAK

預 期 回 應 : CMSG5

送 出 : NOTH

預 期 回 應 : CMSG5 ----- T1 逾 時

送 出 : NAK

預 期 回 應 : CMSG5

送 出 : NOTH

預 期 回 應 : NOTH(故 障!)

## 附錄二：應用層測試路口控制器案例

(正常案例 及 正常及異常案例)

/\*

測試程序 → 模擬 → 交控中心測試路口控制器

所有編碼均為16進位編碼

\*/

### 一、測試路口控制器 (正常案例)

#### -- 步驟 1. 測試啟動 --

##### .1 系統重新啟動

送出 : 系統重新啟動

71

預期回應 : ACK

##### .2 設定路口控制器編號

送出 : 設定路口控制器編號為1

73 00 01

預期回應 : ACK

##### .3 設定日期

送出 : 預定日期為4月1日

10 78 04 01 06

預期回應 : ACK

.4 設定時間

送出 : 設定時間為8時

11 08 00 00

預期回應 : ACK &

90

送出 : ACK

-- 步驟 2. 檢查日期及時間 --

.1 檢查日期設定

送出 : 詢問日期

61

預期回應 : ACK &

E1 78 04 01 06

.2 檢查時間設定

送出 : 詢問時間

60

預期回應 : ACK &

E0 08 -- --

/\* ....部份為目前時間\*/

-- 步驟 3. 設定時段型態 --

.1 設定時段型態 1

送出 : 設定時段型態 1

21 05 00 00 07 00 09 30 17 00 21 30

預期回應 : ACK

.2 設定時段型態 2

送出 : 設定時段型態 2

22 06 07 00 11 00 14 00 16 00 18 00 22 00

預期回應 : ACK

.3 查詢時段型態

送出 : 查詢時段型態 2 內容

69 02

預期回應 : ACK &

E9 26 07 00 11 00 14 00 16 00 18 00 22 00

送出 : ACK

-- 步驟 4. 設定週內日時段型態 --

.1 設定週內日時段型態

送出 : 設定週內日之時段型態

47 71 62 52 41 32 22 11

預期回應 : ACK

.2 查詢週內日時段型態

送出 : 查詢週內日之時段型態

68

預期回應 : ACK &

E8 12 21 22 10

送出 : ACK

-- 步驟 5. 設定時制計劃 (第二類) --

.1 設定第二類信息

送出 : 設定時段型態 2 , 各時段編號之第二類信息

31 01 21 07 00 25 03 20 10 30 00 75 12 00 35

預期回應 : ACK

送出 : 31 01 22 11 00 25 03 20 20 20 00 75 22 00 20

預期回應 : ACK

送出 : 31 01 23 14 00 25 03 10 20 30 00 75 32 00 40

預期回應 : ACK

送出 : 31 01 24 16 00 25 03 10 10 40 00 75 42 00 20

預期回應 : ACK

送出 : 31 01 25 18 00 25 03 30 10 20 00 75 52 00 30

預期回應 : ACK

送出 : 31 01 26 22 00 25 03 30 20 10 00 75 62 00 25

預期回應 : ACK

-- 步驟 6. 設定時制計劃 (第一類) --

.1 設定第一類信息

送出 : 設定時相編號為 25 之第一類信息

30 01 25 03 31 18 31 18 43 15

預期回應 : ACK

.2 查詢第一類信息

送出 : 查詢現行時制計劃第一類信息

64

預期回應 : ACK &

E4 01 25 03 31 18 31 18 43 15

送出 : ACK

-- 步驟 7. 設定特殊交通狀況日期 --

.1 設定特殊交通狀況日期

送出 : 設定特殊交通狀況日期

4A 78 10 10 02 78 10 25 01

預期回應 : ACK

.2 查詢特殊交通狀況日期

送出 : 查詢特殊交通狀況日期

6E

預期回應 : ACK &

EF 02 78 10 10 78 10 25

送出 : ACK

-- 步驟 8. 設定動態時制計劃 --

.1 設定動態時制計劃 (動態查表)

送出 : 設定動態查表時制計劃

54 71 07 00 12 00

預期回應 : ACK

.2 設定動態時制計劃 (動態計算)

送出 : 設定動態計算時制計劃

55 72 17 00 19 00

預期回應 : ACK

.3 設定時制計劃

送出 : 設定動態時制內容

56 01 25 03 10 20 30 00 75 02 00 30

預期回應 : ACK

-- 步驟 9. 查詢 --

.1 查詢操作型態

送出 : 查詢操作模式

62

預期回應 : ACK &

E2 -- (1 | 2 | 32 | 64 | 128 | 256)

送出 : ACK

.2 目前時段型態

送出 : 查詢現行時段起始及結束時間

63

預期回應 : ACK &

E3 21 07 00 11 00

送出 : ACK

.3 目前時制第二類信息

送出 : 查詢現行時制計劃第二類信息

65

預期回應 : ACK &

E5 01 21 07 00 25 03 20 10 30 00 75 12 00 35

送出 : ACK

.4 第二類信息 (動態)

送出 : 設定日期為4月3日

10 78 04 03 01

預期回應 : ACK

送出 : 查詢現行時制計劃第二類信息

65

預期回應 : ACK &

E6 01 25 03 10 20 30 00 75 02 00 30

送出 : ACK

-- 步驟 10. 其他 --

.1 通訊協定重新啟動

送出 : 通信協定重新啟動

72

預期回應 : ACK

.2 設定控制器密碼

送出 : 設定控制器密碼

70 31 32 33 20 20 20

預期回應 : ACK

.3 清除控制器密碼

送出 : 清除控制器密碼

70 FF FF FF FF FF FF

預期回應 : ACK

.4 查詢目前步階

送出 : 查詢現行步階

67

預期回應 : ACK &

E7 25 10 -- -- --

送出 : ACK

.5 查詢最後一次箱門開啓

送出 : 查詢最近一次箱門開啓關閉時間

6B

預期回應 : ACK &

EB -- -- -- -- ( -- 內為時間值 )

送出 : ACK

.6 查詢控制器運作狀況

送出 : 查詢控制器運作狀況

6C FC

預期回應 : ACK &

EC --

送出 : ACK

## 二、測試路口控制器（正常及異常案例）

/\*

測試程序 → 模擬 → 交控中心測試路口控制器

所有編碼均為16進位編碼

\*/

### -- 步驟 1. 測試啟動 --

#### .1 系統重新啟動

送出           : 系統重新啟動

71

預期回應 : ACK

#### .2 設定路口控制器編號

送出           : 設定路口控制器編號為 1

73 00 01

預期回應 : ACK

#### .3 設定日期

送出           : 設定日期為4月1日

10 78 04 01 06

預期回應 : ACK

#### .4 設定時間

送出           : 設定時間為8時

11 08 00 00

預期回應 : ACK &

90

送出           : ACK

-- 步驟 2. 檢查日期及時間 --

.1 檢查日期設定

送出 : 詢問日期

61

預期回應 : ACK &

E1 78 04 01 06

.2 檢查時間設定

送出 : 詢問時間

60

預期回應 : ACK &

E0 08 -- -- /\* -- 部份為目前時間 \*/

.3 錯誤測試 -> 日期

送出 : 錯誤日期

10 78 04 31 01

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.4 錯誤測試 -> 時間

送出 : 錯誤時間

11 1A 00 00

預期回應 : NAK (ERR = 6)

-- 步驟 3. 設定時段型態 --

.1 設定時段型態 1

送出 : 設定時段型態 1

21 05 00 00 07 00 09 30 17 00 21 30

預期回應 : ACK

.2 設定時段型態 2

送出 : 設定時段型態 1

22 06 07 00 11 00 14 00 16 00 18 00 22 00

預期回應 : ACK

.3 錯誤測試 -> 功能碼

送出 : 功能碼錯誤

2D 02 09 00 17 00

預期回應 : NAK (ERR = 2)

.4 錯誤測試 -> 時段編碼

送出 : 功能編碼錯誤

23 10 00 00 01 00 02 00 03 00 04 00 05 00 06 00

07 00 08 00 09 00 10 00 11 00 12 00 13 00 14 00

15 00

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.5 錯誤測試 -> 時段時間

送出 : 時段時間順序錯誤

23 05 07 00 11 00 14 00 12 30 18 00

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.6 錯誤測試 -> 時間值

送出 : 時間值錯誤

23 05 07 00 11 00 14 00 18 00 25 00

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.7 錯誤測試 -> 時段數不合

送出 : 時段數錯誤

23 05 07 00 11 00 14 00 18 00 20 00 23 00

預期回應 : NAK (ERR = 4)

.8 查詢時段型態

送出 查詢時段型態 2 內容

69 02

預期回應 : ACK &

E9 26 07 00 11 00 14 00 16 00 18 00 22 00

送出 : ACK

-- 步驟 4. 設定週內日時段型態 --

.1 設定週內日時段型態

送出 : 設定週內日之時段型態

47 71 62 52 41 32 22 11

預期回應 : ACK

.2 查詢週內日時段型態

送出 : 查詢週內日時段型態

68

預期回應 : ACK &

E8 12 21 22 10

送出 : ACK

.3 錯誤測試 -> 功能碼

送出 : 功能碼錯誤

48 11 21 31 41 51 61 71 72

預期回應 : NAK (ERR = 2)

.4 錯誤測試 -> 週內日

送出 : 週內日編碼錯誤

42 11 82

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.5 錯誤測試 -> 時段型態

送出 : 時段型態錯誤

42 21 3D

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.6 錯誤測試 -> 數目不合

送出 : 週日內數目不合

43 21 32

預期回應 : NAK (ERR = 5)

-- 步驟 5. 設定時制計劃 (第二類) --

.1 設定第二類信息

送出 : 設定時段型態2各時段編號第二類信息

31 01 21 07 00 25 03 20 10 30 00 75 12 00 35

預期回應 : ACK

送出 : 31 01 22 11 00 25 03 20 20 20 00 75 22 00 20

預期回應 : ACK

送出 : 31 01 23 14 00 25 03 10 20 30 00 75 32 00 40

預期回應 : ACK

送出 : 31 01 24 16 00 25 03 10 10 40 00 75 42 00 20

預期回應 : ACK

送出 : 31 01 25 18 00 25 03 30 10 20 00 75 52 00 30

預期回應 : ACK

送出 : 31 01 26 22 00 25 03 30 20 10 00 75 62 00 25

預期回應 : ACK

.2 錯誤測試 -> 基準方向

送出 : 基準方向錯誤

31 02 26 22 00 25 03 30 20 10 00 75 62 00 25

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.3 錯誤測試 -> 時段型態

送出 : 時段型態錯誤

31 01 31 07 00 25 03 20 20 10 00 65 72 00 30

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.4 錯誤測試 -> 時段編號

送出 : 時段編號錯誤

31 01 16 23 30 25 03 10 20 20 00 65 82 00 30

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.5 錯誤測試 -> 時段起始

送出 : 時段起始時間型態錯誤

31 01 12 08 00 25 03 10 25 25 00 75 73 00 20

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.6 錯誤測試 -> 時制計劃編號

送出 : 時制計劃編號錯誤

31 01 11 00 00 24 03 10 25 25 00 75 72 00 30

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.7 錯誤測試 -> 時相編號

送出 : 時相編號錯誤

31 01 11 00 00 25 02 20 40 00 75 72 00 30

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.8 錯誤測試 -> 週期

送出 : 週期錯誤

31 01 11 00 00 25 03 10 20 30 00 80 72 00 35

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.9 錯誤測試 -> 時差基準方向

送出 : 時差基準方向錯誤

31 01 11 00 00 25 03 10 20 30 00 75 78 00 20

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.10 錯誤測試 -> 時差

送出 : 時差值錯誤

31 01 11 00 00 25 03 10 20 30 00 75 72 00 2A

預期回應 : NAK (ERR = 6)

-- 步驟 6. 設定時制計劃 (第一類) --

.1 設定第一類信息

送出 : 設定時相編號為25之第一類信息

30 01 25 03 31 18 31 18 43 15

預期回應 : ACK

.2 查詢第一類信息

送出 : 查詢現行時制計劃第一類信息

64

預期回應 : ACK &

E4 01 25 03 31 18 31 18 43 15

送出 : ACK

.3 錯誤測試 -> 基準方向

送出 : 基準方向錯誤

30 08 25 03 31 18 31 18 43 15

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.4 錯誤測試 -> 時相編號

送出 : 時相編號錯誤

30 01 78 03 31 18 31 18 43 15

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.5 錯誤測試 -> 分相數目

送出 : 分相數目錯誤

30 01 25 02 31 18 31 18

預期回應 : NAK (ERR = 5)

.6 錯誤測試 -> 時間值

送出 : 時間值錯誤

30 01 25 03 31 18 3A 18 43 15

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.7 錯誤測試 -> 時相數不合

送出 : 分相數目不合

30 01 25 03 31 18 31 18 43 15 43 15

預期回應 : NAK (ERR = 4)

-- 步驟 7. 設定特殊交通狀況日期 --

.1 設定特殊交通狀況日期

送出 : 設定特殊交通狀況日期

4A 78 10 10 02 78 10 25 01

預期回應 : ACK

.2 查詢特殊交通狀況日期

送出 : 查詢特殊交通狀況日期

6E

預期回應 : ACK &

EF 02 78 10 10 78 10 25

送出 : ACK

.3 錯誤測試 -> 功能碼

送出 : 功能碼錯誤

4E 78 01 01 02 78 03 29 01 78 09 28 02

78 10 10 02 78 10 25 02 78 12 25 02

預期回應 : NAK (ERR = 2)

.4 錯誤測試 -> 日期

送出 : 日期錯誤

49 78 09 31 01

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.5 錯誤測試 -> 時段型態

送出 : 時段型態錯誤

49 78 10 10 0D

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.6 錯誤測試 -> 數目不合

送出 : 數目不合

4A 78 10 10 01 78 10 25 02 78 10 31 02

預期回應 : NAK (ERR = 4)

-- 步驟 8. 設定動態時制計劃 --

.1 設定動態時制計劃 (動態查表)

送出 : 設定動態查表時制計劃

54 71 07 00 12 00

預期回應 : ACK

.2 設定動態時制計劃 (動態計算)

送出 : 設定動態計算時制計劃

55 72 17 00 19 00

預期回應 : ACK

.3 設定時制計劃

送出 : 設定動態時制內容

56 01 25 03 10 20 30 00 75 02 00 30

預期回應 : ACK

.4 錯誤測試 -> 數目不合

送出 : 數目不合

54 10 07 00 08 00

預期回應 : NAK (ERR = 4)

-- 步驟 9. 查詢 --

.1 查詢操作型態

送出 : 查詢操作型態

62

預期回應 : ACK &

E2 -- (1 | 2 | 32 | 64 | 128 | 256)

送出 : ACK

.2 目前時段型態

送出 : 查詢現行時段起始及結束時間

63

預期回應 : ACK &

E3 21 07 00 11 00

送出 : ACK

.3 目前時制第二類信息

送出 : 查詢現行時制計劃第二類信息

65

預期回應 : ACK &

E5 01 21 07 00 25 03 20 10 30 00 75 12 00 35

送出 : ACK

.4 第二類信息 (動態)

送出 : 設定日期為4月3日

10 78 04 03 01

預期回應 : ACK

送出 : 查詢現行時制計劃第二類信息

65

預期回應 : ACK &

E6 01 25 03 10 20 30 00 75 02 00 30

送出 : ACK

-- 步驟 10. 其他 --

.1 通訊協定重新啟動

送出 : 通訊協定重新啟動

72

預期回應 : ACK

.2 設定控制器密碼

送出 : 設定控制器密碼

70 31 32 33 20 20 20

預期回應 : ACK

.3 清除控制器密碼

送出 : 清除控制器密碼

70 FF FF FF FF FF FF

預期回應 : ACK

.4 錯誤測試 -> 密碼

送出 : 密碼設定錯誤

70 31 32 41 20 20 20

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.5 錯誤測試 -> 密碼

送出 : 密碼長度錯誤

70 31 32 33

預期回應 : NAK (ERR = 5)

.6 查詢目前步階

送出 : 查詢現行步階

67

預期回應 : ACK &

E7 25 10 -- -- --

送出 : ACK

.7 查詢最後一次箱門開啓

送出 : 查詢最近一次箱門開啓關閉時間

6B

預期回應 : ACK &

EB -- -- -- -- -- ( -- 內為時間值 )

送出 : ACK

.8 查詢控制器運作狀況

送出 : 查詢控制器運作狀況

6C FC

預期回應 : ACK &

EC --

送出 : ACK

.9 請交控中心送出修改時段型態信息

預期信息 : 交控中心送出修改時段型態信息

80 --

送出 : 檢查資料範圍

ACK

.10 請交控中心送出修改時制第二類信息

預期信息 : 修改時制第二類信息

81 01 -- -- -- 25 03 -- -- -- -- --

送出 : 檢查資料範圍

ACK

如控制器含資料資源器....

-- 步驟 11. 車輛偵測器測試 --

.1 車輛偵測器運作狀況

送出 : 查詢控制器運作狀況

6C 04

預期回應 : ACK &

EC 04

送出 : ACK

.2 交通資料

送出 : 查詢交通資料訊息

6D 01 03 08 00 03 08 10

預期回應 : ACK &

ED 01 -- -- -- -- -- 03 08 00 03 08 10

送出 : ACK

### 附錄三：應用層測試交控中心案例

/\*

測試程序 → 模擬路口控制器測試交控中心

所有編碼均為16進位編碼

測試交控中心

\*/

-- 步驟 1. 回報時間 --

1). 送出 : 回報時間  
E0 00 00 00  
預期回應 : ACK &  
11 -- -- --  
送出 : ACK

-- 步驟 2. 回報日期 --

1). 送出 : 回報日期  
E1 78 01 01 07  
預期回應 : ACK &  
10 78 -- -- --  
送出 : ACK

-- 步驟 3. 回報操作模式 --

.1 回報操作模式

送出 : 回報操作模式

E2 01

預期回應 : ACK

.2 錯誤測試 -> 多種操作模式

送出 : 回報模式錯誤

E2 03

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.3 錯誤測試 -> 操作模式

送出 : 回報模式錯誤

E2 04

預期回應 : NAK (ERR = 6)

-- 步驟 4. 回報箱門開啓 --

.1 回報箱門開啓

送出 : 回報箱門開啓關閉時間

EB 04 01 08 00 04 01 08 20

預期回應 : ACK

.2 錯誤測試 -> 時間

送出 : 時間值錯誤

EB 04 01 0A 00 04 01 11 00

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.3 錯誤測試 -> 信息長度

送出 : 信息長度錯誤

EB 04 01 20 00

預期回應 : NAK (ERR = 5)

-- 步驟 5. 路口控制器運作狀況 --

.1 路口控制器運作狀況

送出 : 控制器運作狀況

EC F8

預期回應 : ACK

.2 錯誤測試 -> 設備

送出 : 設備設定錯誤

EC F3

預期回應 : NAK (ERR = 6)

-- 步驟 6. 修改時段型態 --

.1 修改時段型態 1

送出 : 修改時段型態 1

80 15 00 00 07 00 09 30 17 00 21 30

預期回應 : ACK

.2 錯誤測試 -> 時段時間

送出 : 時段時間順序錯誤

80 15 07 00 11 00 14 00 12 30 18 00

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.3 錯誤測試 -> 時間值

送出 : 時間值錯誤

80 15 07 00 11 00 14 00 18 00 25 00

預期回應 : NAK (ERR = 6)

.4 錯誤測試 -> 時段數不合

送出 : 時段數目不合

80 15 07 00 11 00 14 00 18 00 20 00 23 00

預期回應 : NAK (ERR = 4)

## 附錄四：偵錯案例

--< 步驟 9 >--

\*\* 錯誤 # 1 \*\*

.3 目前時制第二類信息

-- 傳送信息 --

65

-- 期望收到信息 --

e5 1 21 7 0 25 3 20 10 30 0 75 12 0 35

-- 信息接收 --

e5 1 21 7 0 25 3 20 10 30 1 7 12 0 35

-----

--< 步驟 9 >--

\*\* 錯誤 # 2 \*\*

.4 第二類信息 (動態)

-- 傳送信息 --

65

-- 期望收到信息 --

e6 1 25 3 10 20 30 0 75 2 0 30

-- 信息接收 --

e5 1 12 7 0 25 3 20 10 30 1 7 12 0 35

-----

--< 步驟 10 >--

\*\* 錯誤 # 3 \*\*

.5 查詢最後一次箱門開啓

-- 傳送信息 --

6b

-- 期望收到信息 --

eb ff ff ff ff ff ff ff ff

-- 信息接收 --

eb 11 9 8 32 0 8 3 4f

-----

ERR.LOG 說明：

ERR.LOG 為測試應用層時，發生錯誤，自動產生之檔案。典型的錯誤顯示如下圖：

--< 步驟 9 >--

\*\* 錯誤 # 2 \*\*

.4 第二類信息（動態）

-- 傳送信息 --

65

-- 期望收到信息 --

e6 1 25 3 10 20 30 0 75 2 0 30

-- 信息接收 --

e5 1 12 7 0 25 3 20 10 30 1 7 12 0 35

-----

各相關信息說明如下：（步驟及項次，請參閱測試案例）

- (1) 標示第幾步驟產生的錯誤。
- (2) 標示錯誤的總編號。
- (3) 標示這步驟中第幾項測試所造成之錯誤。
- (4) 表示測試時應用層傳送的信息。
- (5) 表示測試程式在傳送信息後，期望從路口控制器或交控中心收到的信息。
- (6) 表示收到對方真正的信息。
- (7) 錯誤分段區線。

註：期望信息若為ff時，表示該項欄位會檢查是否為BCD碼。

# 第五篇 國內電腦化都市交通號誌控制 系統之未來發展方向

第一章 資料之電腦化與標準化

第二章 駕駛人資訊系統之建立

第三章 建立整合高速公路之整體性控制系統

第四章 聯合控制中心

第五章 資訊展現之多樣化

第六章 發展切合國內混合車流駕駛行為之控制方法

第七章 發展不規則路口之號誌設計及評估方法

第八章 建立電腦化交通號誌控制系統之必要規範與  
相關手冊

# 第五篇 國內電腦化都市交通號誌系統 之未來發展方向

## 目 錄

### 第一章 資料之電腦化與標準化

1.1 資料電腦化 ----- V - 1

1.2 資料庫管理系統 ----- V - 2

### 第二章 駕駛人資訊系統之建立

----- V - 3

### 第三章 建立整合高速公路之整體性控制系統

----- V - 7

### 第四章 聯合控制中心

----- V - 9

### 第五章 資訊展現之多樣化

5.1 可變標誌 ----- V - 11

5.2 交通專業電台 ----- V - 11

5.3 動態顯示螢幕 ----- V - 11

### 第六章 發展切合國內混合車流駕駛行為之控制方法

6.1 國內混合車流運作特性分析 ----- V - 13

6.2 混合車流控制策略分析 ----- V - 14

## 第七章 發展不規則路口之號誌設計及評估方法

7.1 多叉路口 ----- V - 15

7.2 圓環 ----- V - 15

## 第八章 建立電腦化交通號誌控制系統之必要規範與相關手冊

----- V - 17

### 圖 目 錄

圖 2-1 ROUTE-TEL 系統所顯示之路線計劃 ----- V - 4

# 第五篇 國內電腦化都市交通號誌系統 之未來發展方向

## 第一章 資料之電腦化與標準化

### 1.1 資料電腦化

由於交通偵測技術不斷地改進，所能獲取的即時資料既多而又精確，因此亟需建立一套電腦化的資料管理系統來處理數量龐大的資料，如此不但可取代人工交通特性調查，亦可將所偵測之交通資料以固定格式來儲存，以協助交控中心獲取最佳時制計畫及作為擬定交通改善策略或繪製交通流量成長趨勢圖之基礎。舉例來說，目前國內自行發展的多車種偵測器，已可同時偵測大車、小車、機車之速度、流量及佔有率等多筆資料，而此類資料即可作為動態電腦號誌系統之基本資料，以及運用於高速公路匝道控制、感應式號誌控制、等候線推導與意外事件偵測等領域上，所以面對資料應用層面如此之廣泛，如何建立共同之資料庫乃是刻不容緩之事。

### 1.2 資料庫管理系統

資料庫係資料儲存及傳送中心，而為便於管理及運用各項資料起見，必需設定各電腦之資料讀寫區域與資料庫之內容。一般而言，電腦化號誌系統的資料庫儲存內容包括：

1. 各電腦之作業軟體，包括區域電腦、路況查詢電腦及主控電腦等

之作業系統。

2. 路口控制器所傳回之動態資料。

3. 路口靜態資料。

4. 共同資訊（如路口時制計畫）

上述資料的查詢及更新處理，應採取關連式資料結構的方式加以構建，其優點在於關連式資料結構中之資料係以二維矩陣表格方式儲存於不同檔案中，而資料間的關連係靠唯一的鍵值(Key) 聯結，因此可透過不同的鍵值來建立各種關連檔，使得資料之增刪及查詢更富於彈性，所以關連式資料結構乃成為資料庫管理系統之未來發展趨勢。

## 第二章 駕駛人資訊系統之建立

近年來，資訊產品與技術快速成長，因此，可預見未來人們生活活動中，資訊情報的流通與提供將愈形重要。基本上，提供車輛駕駛者建立道路資訊之取得方式，包括：

1. 應用靜態歷史流量資料及相關經驗，提供各項道路資訊給予駕駛者。
2. 透過偵測器收集即時流量資料，配合無線電通訊等方式，提供駕駛者動態之道路資訊，不過，此方式基本上並不具有回饋功能。
3. 不但具有前述第二種動態資訊之各項特性，同時亦嚐試訂出車輛之空間位置，並建立一封閉性之資訊交流迴路。

至於上述各種資訊之傳遞方式則可分為下列四類：

### 1. 行前資訊服務 (Pre-trip Information Services)：

此項服務係用以幫助駕駛人出發前規劃行車路線和出發時間，一般多是利用報紙、駕駛手冊、收音機廣播、電視以及電話。例如英國和法國，於連續休假期間都會預先發佈較佳的行駛路線和出發時刻給用路人知道。而最新的一項突破，則是由 TRRL 所發展的 ROUTE-TEL 系統（如圖 2-1 所示），使用者可以透過資訊傳真 (Videotex) 與系統連繫，以找出最便捷的行車路線和旅行時間。

### 2. 路邊顯示 (Roadside Display)：

路邊顯示的方式，又可分為固定路標和資訊可變標誌 (Variable Message Signs, VMS) 等兩種。VMS 常被應用在交通瓶頸處，如隧道、橋樑或臨時部份封閉之高速公路上游處。除此之外，VMS 亦可警示駕駛人“濃霧”、“前方車禍”或“天候不良”等資訊。近來，VMS 最

被廣泛應用於路線控制和匝道控制，在美國、日本、法國和德國等國家都有此項應用。

### 3. 車上交通資訊系統 (Traffic Information Broadcasting System) :

---ROUTE-TEL---	QUICKEST ROUTE
FROM : BRIGHTON	
TO : GUILDFORD	
GO NORTH ON THE A23	
LEFT ONTO THE B2155	AT 15.0 MILES
LEFT ONTO THE A279	AT 17.8 MILES
RIGHT ONTO THE A281	AT 19.0 MILES
STRAIGHT ONTO THE A248	AT 40.3 MILES
STRAIGHT ONTO THE A281	AT 40.4 MILES
END AT TURNOFF FOR A3	
ESTIMATED JOURNEY DIST.	42.1 MILES
ESTIMATED JOURNEY TIME	68 MINUTES

圖 2-1 ROUTE-TEL 系統所顯示之路線計劃

此種資訊的傳遞乃是透過收音機廣播，告訴駕駛人交通意外事件或障礙，並建議他們改道或是延緩出發時間以減輕車輛可能產生的擁擠延滯。較著名的系統如英國有78個地方性電台和BCC國家網路 (BCC National Network)；西德、奧地利、瑞士和盧森堡則一致採用ARI (Autofather Randfunk Information System)系統；以及美國廣泛應用的則是HAR(Highway Advisory Radio)系統。

### 4. 電子導航輔助 (Electronic Navigation Aids) :

亦即「車輛定位系統」，此類型之交通資訊系統必須要能掌握車輛目前位置，而將其顯示於車內的螢幕上。一般對於車輛位置的定位技術，較常用的有航位推測法 (Dead Reckoning)、三角推算法 (Trilateration) 和信號機 (Beacon) 三種。其中之航位推測法和三角推算法

，前者精確度較差，後者則不適用於道路交通，所以一般多採用信號機來掌握車輛行蹤。此外，電子導航輔助又可分為車本位之電子行車輔助 (Vehicle Based Electronic Navigation Aids)，以及路網本位之電子行車輔助 (Network Based Electronic Navigation Aids) 等兩種。至於車本位之電子行車輔助系統主要有三種型式：

(1) 簡單的方向輔助：

包括距離偵測器、方向偵測器、微電腦、數位鍵盤和顯示器。利用距離偵測器、方向偵測器以偵測車輛位置，並且將車輛之位置顯示在螢幕的道路上，微電腦則計算現處位置和目的地間的直線階梯 (Crow Flight) 距離，所以駕駛人可在每個路口獲知離目的地多遠和應行駛的方向，但其最大的缺點是只能用在棋盤式路網。較有名的有日本豐田公司的 NAVICOM 系統，以及西德 VDO 公司的 CITYPILOT 系統。

(2) 地圖顯示：

用以顯示車輛目前的位置，以及前往的目的地位置，所以地圖顯示系統需要更大的記憶器以儲存路網資料。最先應用在道路網上的的是豐田公司的 ELECTRO-GYROCATOR 系統，所採用的技術則是陰極映像管 (CRT)。新近的系統則以美國的 ETAK 和荷蘭菲立浦公司的 CARIN 系統為代表，共同的特點是應用光碟 (CD) 電腦繪圖，來取代舊有的 CRT 技術。

(3) 路線導引輔助：

前面兩種系統只能得到車輛和目的地的相對位置，而無法告訴駕駛人最佳的行駛路線，路線導引輔助則可計算出通過路網的最佳路線。著名的系統如美國的 ROUTEN-RECHNER、EVA；英國的 ROESY。這些系統都儲存有道路網中交叉路口和路段的資料，傳輸方式有文數字顯示 (Alpha-numeric Display)、語言合成器、和圖形顯示器

。不過，這些系統沒有可供回饋的通訊線路，因此無法因應路網交通狀況的變動而作修正。

由前述駕駛者資訊系統之基本特性分析可知，隨著駕駛者資訊傳遞技術的改進，未來都市內電腦化交通號誌系統亦需不斷地配合改進，一方面將駕駛者經由資訊系統的引導，改變用路行為之結果納入時制分析中，一方面亦需將各道路車流及時制狀態傳遞給予駕駛者。因此，很顯然地，未來都市內電腦化交通號誌系統與駕駛者資訊系統必需結合成一健全的回饋系統，以便能有效地引導道路交通車流，並減緩車輛延滯及意外事件發生，使其功能得以完全發揮。

### 第三章 建立整合高速公路之 整體性控制系統

若交控系統所涵蓋之區域內有高速公路穿越，特別是位於都會區內的高速公路，因具有服務市區短程旅次之功能，加上都會區內之交流道數量多且密集，故在規劃交控系統之整體最佳時制策略之時，就必須以系統之整體觀點來進行分析，亦即進出高速公路之車輛對系統之影響須納入考慮。

就高速公路系統本身而言，為維持其本身之交通流暢，可對進入匝道之車輛施予管制，以維持主線之流量不致超過其本身容量之限制，若再就高速公路路段之概念進行分析，則須將各個匝道之“點控制”、擴展之多個匝道之“線控制”，如此即可維持整段高速公路之交通流暢，而可避免發生擁塞情形或是造成瓶頸路段；至於其控制之基本觀念，則是在各路段交通需求量小於或等於其容量之原則下，對進入匝道之車輛進行適當之控制。目前已發展出之整體性匝道控制系統有下列三種：

1. 整體定時儀控系統 (Integrated Pretimed Metering)
2. 整體交通感應儀控控制 (Integrated Traffic Responsive)
3. 整體可匯車流控制 (Integrated Gap-Acceptance Merge Control)

然而高速公路與其周圍平面道路之交通狀況，應存在一種交互影響之互動關係，故二者進行本身之最佳控制策略分析時，就不能忽略彼此互動所造成之影響，故須將二者加以整合而成“面控制”之型態，此一趨勢，即為建立與高速公路相整合之整體性控制系統之由來。

未來交控系統之規劃，應將整體性控制策略納入考慮，即將進入高速公路之匝道儀控配合平面道路之交控系統加以整體設計，而離開高速公路匝道之交通量也由埋設於匝道上之偵測器加以適當之掌握，使其於進入平面道路交控系統時，加以全盤考慮，以進行最佳控制策略之設計，俾維持高速公路及交流道之交通流暢，進而提高系統之整體運輸效率，此即為整體性控制之最終目的與目標所在。

## 第四章 聯合控制中心

隨著交通行為、旅運需求之複雜多變，使得對應之交通設施及管制方式日益複雜，然而在運作管理及規劃設計時常因隸屬單位機構不一，使得彼此配合效果大打折扣，甚至常常造成運作績效之抵減；究其原因，乃在於溝通訊息欠缺，為謀求改善此一狀況，成立「聯合控制中心」實有其必要性，其主要目的如下所述：

1. 結合不同單位、人力、資源及互通之訊息，作成適宜之交通控制改進方案，以確實改善交通。
2. 利用最新交通情況及資訊，提出策略方案以供協調管制作業達成一致共識之機會。
3. 集中資訊、集中調度、集中管理、集中運作。
4. 提供駕駛人更多之道路交通服務資訊，使得交通之運行更形順暢。
5. 整合都市道路及高速公路之交通管制措施，以充分發揮應有之效率。
6. 工程與管理部門獲得協調共事之機會。
7. 交通事故之即時因應處理。

可提供之道路交通服務資訊及管制措施之運作設計如下：

1. 道路交通服務資訊（可配合交通電台或可變標誌、行車路線導引系統來提供），包含以下動態資料及靜態資料：
  - (1) 交通擁塞情形現況，包括擁塞路口地點、車流資料及其它路況之說明。
  - (2) 肇事地點說明。
  - (3) 提供建議路線，包含進出高速公路匝道及都市道路路線。

(4)當日重要交通管制措施，如時間性禁止轉向管制或單行道說明。

(5)當日交通工程施工地點說明。

(6)重要交通管制措施說明：如施工、改道或道路封閉、遊行等。

(7)當天重要交通起訖點與行經路線建議，如有國家劇院、中正紀念堂、中華體育館舉辦活動時。

(8)提供尋訪人、物之輔助性服務。

(9)提供無線電撥召計程車之輔助性服務。

## 2. 交通管制措施：

(1)電腦化交通號誌控制系統運作之監督。

(2)交通管制策略方案之研擬及運作協調，如高速公路匝道及地面道路之配合管制作業，包含號誌時制計劃及其它管制方式。

(3)交通管制方案及交通工程設計方式之定期共同研討。

(4)重大交通事故之緊急因應配合處理。

(5)不同交通管理部門間之意見協調及相互資源訊息支援之提供。

實際運作上仍需相關條件加以配合，方能使「聯合控制中心」之運作能充分發揮其績效：

1.行政機關之相互權責配合及適當之責任歸屬劃分清楚。

2.設置及運作管理經費來源之定期有效提供。

3.現行交通控制方式之有效評估及新式交通控制技術之開發，如適應性號誌控制系統、行車路線導引系統等。

4.交通人才之培養、訓練及人力資源之調配運用得宜。

5.硬體設備之改良，包含偵測器、控制器及交控中心所屬電腦配備、地圖板、通訊集中機、CCTV等。

6.相關施工訊息、交通管制措施之確實提供，作為交通管制方案設計及道路交通服務訊息提供之依據。

## 第五章 資訊展現之多樣化

### 5.1 可變標誌

可變標誌須能將各主要道路之各項訊息（擁塞、施工、交通管制措施等）傳達給駕駛人，以導引駕駛人之行車路徑及確保其安全，並對交通問題有所改善。例如若在擁塞路段前方以可變標誌提醒駕駛人選擇其他較不擁擠之路徑，如此將平均各路段上之車流負荷，而可避免擁塞路段或路口擁擠情況急劇惡化，並同時減輕交通疏導人員之工作負擔。

### 5.2 交通專業電台

在交控中心應設立交通專業電台以便隨時將中心所獲取之交通資訊傳遞給駕駛人，亦即可將地圖板所顯示之道路擁擠狀況或路口故障情況立即告知駕駛人，而協助其選擇最佳路徑及縮短行車時間，如此必能疏導都市車流及有效地利用有限的道路面積。

### 5.3 動態顯示螢幕

以往之地圖顯示板往往固定於某處而無法移動，而且所顯示的資訊受限於硬體設施無法將道路管制策略之改變立即表現於地圖板上（如單行道），再則亦無法將車流模擬的動態資料予以展現。所以，針對地圖板之缺點，建議以大型螢幕來取代地圖顯示板，而資訊的展現方式則是利用投影方式將電腦螢幕之動態資料直接顯示於大型螢幕上，因此螢幕除了可輸出一般交通資料外，尚能將車流模擬的動態現況

表現於使用者面前。總之，動態顯示螢幕應具有下列功能：

1. 顯示系統狀態

此系統狀態包括控制範圍的街道網路、號誌及偵測器的設置地點、號誌顯示之燈色或故障顯示。

2. 顯示交通資料

此類之交通資料包括交通量、車道佔有率、等候線長度、車流密度等。

3. 顯示用路者資訊

此類資訊包括用路者起點及終點之表示，最短路徑、各路段之擁擠程度、利用地址尋找區位、某分區停車位供需情形、交通管制措施（單行道、禁止轉向）等。

4. 促進公共關係

可將此螢幕設於公共建築（例如市政府大廈）內並以大型櫥窗保護，以供民眾觀覽及獲取相關交通資訊，進而可增加人們對政府的向心力。

## 第六章 發展切合國內混合車流 駕駛行為之控制方法

### 6.1 國內混合車流運作特性分析

大量的機車混雜於車流之間，為台灣地區道路交通特性之一。由於不同車種的速率，加速率及操作靈活程度不盡相同，且國內駕駛者變換車道次數頻繁、機車行進多不受車道線規範等，而形成獨特的車流行為。而在討論混合車流在路口之特性時，一般分成下列兩大特性來探討：

1. 混合車流紓解特性：混合車流交叉口，快車道的汽車紓解行為與國外純汽車車流情況類似，但在紓解型態與起動延滯有所不同。

(1) 機車的紓解過程與汽車類似，紓解率由小變大，然後再轉小，最後趨於停止。然而機車紓解變化率顯然較汽車紓解變化率來得大，且違規提前起動之比率亦較汽車為高。

(2) 對於快慢分隔路型而言，慢車道上混合車流的紓解情形，則依汽機車的混合比不同而有差異。

2. 轉向衝突特性：一般交叉路口有十種基本衝突類型，若進一步考量汽機車混合車流以及快慢分隔路型，則衝突狀況更為複雜。一個典型的快慢分隔路口，在綠燈時間會產生32個潛在衝突點，其中有五個係由慢車道直行的混合車流所產生，左轉機車產生七個衝突點，而汽車車流在任何方向所產生的衝突點不超過四個。

由以上兩種特性可知，除了紓解率不同導致車流通過路口所需之綠燈時間不定外，如何將車流分隔使其潛在衝突點減至最少，亦為時制設計所須研究之內容。

## 6.2 混合車流控制策略分析

由於混合車流在車流特性上有其特殊之處，因此在從事交通量調查與分析時，即須將各種車流資料分別加以記錄、分析，並了解各車種混合比率之關係，以達到正確預測車流組成與車流特性之目的。

有了不同車種車流的各項基本資料後，進行路口號誌控制時便可依各車種所需之時制計畫內容加以分析，最後求後最佳控制策略。混合車流控制策略與目前一般控制策略在目標上並無差異，仍以減少車輛延滯、提高路口容量、防止溢流等為目的，唯在流量資料分析、路口車隊紓解時間及績效衡量時、須依各種不同車種之特性分別加以分析，而非全以「小客車當量數」為分析之依據。例如於預測車隊等候線長度時，等量的小客車當量數並不一定有等量的等候線長度，求算綠燈時間時，因紓解率的不同加上汽機車同時紓解，等量的小客車當量數流量，並不一定需等長的綠燈時間。

綜合上述分析，國內在發展新控制策略時，建議宜著手從事混合車流之基本特性分析，及混合車流之互動關係，於從事路口號誌控制時制研究時，分別將各車種特性引入，配合上各車流量，必定可研擬出更切合實際需要的控制策略及時制計畫。

## 第七章 發展不規則路口之 號誌設計及評估方法

簡單的十字交叉路口、丁字路口的號誌設計在本手冊中均有完整的說明或實例，供使用者應用時參考。但對於幾何形狀不規則之路口，若僅利用本手冊中之策略及方法，可能無法達到預期的效果，其主因乃在於不規則路口具有許多簡單型路口所缺乏的特色，若不探究其差異，而直接加以應用，絕非解決問題的正確辦法，因此發展不規則路口之號誌設計及評估方法乃是往後須加以研究突破之目標。

不規則路口大致上可分為多叉路口與圓環等兩大類。多叉路口乃為四個以上的臨近方向路段(Approach)匯集於一處而成的路口型態；圓環則為利用環形的中央交通島將各方匯集之車流以空間配置之方法加以控制的交叉路口型態，以下分別對此兩類加以說明其日後之發展方向。

### 7.1 多叉路口

多叉路口的基本特性為其各臨近方向路段間並非完全匹配，通常會發生斜向前進及複雜的車流交叉現象，是故，如何將此車流行為及其幾何特性納入控制策略中加以分析，並於設計號誌時制時加以遵循及應用，乃是未來研究發展的重點，其內容大致上包括下列幾點：

1. 實際觀察分析駕駛人於多叉路口內運行的路徑及方式。
2. 建立模擬多叉路口車流行為之模式及各種不同績效指標。
3. 配合電腦化號誌系統之作業，建立可連鎖的控制策略及時制計劃

分析。

#### 4. 建立多叉路口控制策略評估準則與方法。

## 7.2 圓環

圓環的種類可依中央交通島的大小分成傳統圓環及小型圓環；亦可依其形狀分成圓形及橢圓形；另可依臨近方向路段的數目分成三叉圓環、四叉圓環及五叉道以上圓環等三類。在圓環內的環狀道路又可區分成無快慢分隔及有快慢分隔等兩類。圓環內車流的主要特性為環狀道路中有不斷併入與分出的車流交織，若還有快慢分隔，則再加上交叉車流，可稱得上極度複雜。由於在過去對圓環的設計，除基於都市地標功能外，尚有簡化車流運作複雜性，使車輛循一定方向連續行駛，減少衝突之功效。但目前車流量甚大，再混入機車不規則運行特性，不但無法發揮其紓解車流之特性，反而造成更嚴重的交通瓶頸。因此詳細探討圓環車流行為，尋求改善策略乃為日後之發展方向，以下提出幾項工作重點：

1. 利用極座標方法，建立混合車流在圓環之模擬模式。
2. 探討圓環之容量及其交通控制策略。
3. 建立評估圓環服務水準之指標及評估方法。
4. 建立與其他路口連鎖控制之策略。

## 第八章 建立電腦化交通號誌控制系統之 必要規範與相關手冊

隨著交通控制系統設備與技術之提昇，於都市內實施電腦化交通控制系統的可行性亦大增，美國於1960年代左右開始構建電腦化交通號誌系統，而國內也於民國七十一年九月，其次推動交通部之「改善交通秩序，促進交通安全」方案，於台南市首先開始提出電腦化交通號誌控制系統之構想，並分期加以實施，其後並陸續拓展至其他縣市。交通部道安委員會與運輸研究所為因應此一發展趨勢，除繼續協助各縣市籌建電腦化交通控制系統外，並積極與學術及相關單位合作，研擬必要之硬體功能、標準及從事系統規劃等參考手冊之建立事宜。現階段已完成的部份計有：

1. 交通號誌規劃手冊（民國75年）。
2. 交通號誌控制器之硬體功能調查與其標準訂定之研究（民國76年）。
3. 交通號誌模擬分析儀設計及操作簡介（民國76年）。
4. 現有交通號誌控制軟硬體功能比較分析（民國77年）。
5. 電腦化交通號誌控制系統之規劃與設置規範（民國77年）。
6. 交通管制設施規劃與設計手冊（民國80年）。
7. 台灣地區電腦化都市交通號誌控制系統軟體工程、通訊測試及評鑑手冊研究（民國80年）。

尚待繼續進行的部份計有：

1. 交通號誌時制分析與設計軟體之規劃與使用之研究

涵蓋國內外已發展且適合本地使用之相關時制分析與設計軟體之功能使用說明及其應用方法。

2. 電腦化交通號誌控制系統中之資料蒐集、分析與應用

包含各種偵測器所蒐集之流量、密度與佔有率等交通資料的分析與應用，以及各種號誌控制策略之實施後之績效分析工作說明。

3. 電腦化都市交通號誌控制系統之硬體架構研究

包含一個全新交通號誌控制系統各種架構之詳細介紹，分析與比較。

4. 交通偵測器硬體功能調查、佈設方式與其標準訂定之研究

涵蓋偵測器之功能說明、比較與評估，以及不同交控策略之佈設方式及其適用於國內之標準訂定。

5. 交通號誌控制系統通訊設備及其傳輸方式之研究

涵蓋路口設備間、路口與控制中心間各種通訊及傳輸方式之介紹與評估比較。

6. 電腦化交通號誌控制中心之人員編組與訓練手冊之研究

包含交通控制中心人員之編組與任務分派，以及工作人員應具備之專業知識及其訓練方式之說明。

7. 其他相關參考手冊

以上完整之參考手冊與各種設計規範，如能順利完成，相信必能提供規劃工作者完整的運作實務與瞭解設計程序，俾發揮整個交控系統的真正效益，並有效解決都市內的交通擁擠問題。

# 附 錄

附錄一 國內電腦化交通號誌控制系統參觀綜合意見整理

附錄二 中英文名詞對照

# 附錄一 國內電腦交通號誌控制系統 參觀綜合意見整理

為了研擬之電腦化交通號誌控制系統之綜合評鑑表，有必要進行先期作業評估工作，以作為評鑑表格改善之依據，乃透過交通部運輸研究所發函至桃園縣、新竹縣、台中市及台北縣之電腦交控中心進行實地參觀訪查，並蒐集整理各受訪單位之意見綜合如下：

## 1. 通訊品質不良：

電腦化交通控制系統在運作上，除了仰賴軟體功能外，硬體設備之充分配合亦是必備要件，然而其間之運作又需在通訊線路之通暢穩定下，方得以順利進行。然而實際上的困難，則常是由於通訊品質之不夠理想，常使得動態系統之運作無法正常發揮，進而影響交控中心之監控路口各相鄰群組之能力，且使得運作績效大打折扣；此外通訊系統故障之維修亦是大費周章，常無法立即處理，而使得整體電腦化交控系統之功能受到嚴重之考驗。

## 2. 專業人才不足，流動率高：

目前各地交控中心之管理人員多由警察局相關人員加以支援，不僅欠缺實質之專業人才，且待遇未能相對提高，使得聘顧人員之流動率提高，而且培訓不易，同時對於系統之操作與維護未能全程參與，一旦必須交接工作時，易形同真空狀態，因此有賴於交通主管機關加以重視，編列正式人員，在地位上予以肯定。

## 3. 欠缺長期經費之編列：

政府投注大筆經費來發展電腦化交控系統，但是興建完成開

始運作後，後續的系統維修與擴充經費卻未能持續不斷地加以編列，使得系統的功能未能充分有效地加以發揮。

4. 合約訂定內容應涵蓋：

由於電腦化交控系統所牽涉的技術層面甚多，除現有交控中心的人員能力並未能完全擔負，而仍多仰賴號誌廠商之支援，惟原先所訂定之合約不盡周延，故時常會有維修費用偏高所造成之困擾。因此，有必要在原先所編列之經費，涵蓋一定比例的維修費用，以作為系統穩定性及維修保固合約上的保障。

5. 應有系統更新能力：

隨著交通量之頻繁變動，早期所發展之動態控制系統軟體，在運作上也需配合硬體技術與交通環境加以改進，此即系統更新與改良的工作仍須持續地進行，方能維持一定的可靠度。

6. 硬體設備應足量設置：

由於經費上之限制，許多硬體設備並非予以足量地設置，致常影響系統的整體績效，諸如偵測器的數量，因此為謀求改善此一狀況，往後在預算編列時應加以充分考量，在不降低績效之狀況下，足量設置偵測器數目。

7. 擬定專業人員培訓計畫：

交通部主管機關應從速擬定一套完善的培訓計畫，針對交控中心及各縣市警察機關之所屬人員，邀請專家、學者編寫講義，施以訓練，期使交控中心人員的專業素養得以提昇。

8. 評鑑工作應考量系統分類及發展期間：

交通控制系統之評鑑工作，應就系統發展的期間及等級分類予以評定，方具有客觀性與公平性。

## 附錄二 中英文名詞對照

### A

Adaptive	適應性
Approach	臨近路段

### B

Back up	備用
Band Width	續進帶寬
Binary Search	二分搜尋法
Bus Priority	公車優先權

### C

Centralized Control System	全中央控制系統
Clearance Interval	清道時間
Communication Protocol	通信協約
Control Count	控制點交通量
Coordinated Singal	連鎖號誌
Cordon Count	周界交通量
Critical Approach	臨界路口方向
Critical Intersection Control,CIC	臨界路口控制
Cycle	週期
Cycle Length	週期長度

### D

Day-of-week, DOW	週內日
Degree of Saturation	飽和度

Delay  
Departure Headway  
Departure Rate  
Density  
Dial-up Telephone Circuits  
Dispersion Time  
Distributed Central System  
Distributed Master System  
Downgrade  
Dynamic Pattern-Matching  
Dynamic Pattern Computing

## E

Effective Green Time

## F

Fixed-Time Traffic Control System  
Floating-Car Technique  
Flow Rate  
Flow Ratio  
Full Dynamic  
Full Traffic-Actuated

## H

Hardware  
Headway  
Hill Climbing

延滯  
紓解間距  
紓解率  
密度  
撥接式電話線路  
消散時間  
分散式中央控制系統  
分散式路口主控系統  
降級  
動態查表  
動態計算

有效綠燈時間

定時時制系統  
浮動車法  
流率  
流量率  
全動態  
全感應式

硬體  
車頭距  
爬山尋優法

# I

Induction Loop	感應式線圈
Interlock	連鎖
Intersection Traffic Count	交叉路口交通量

# K

Key point	基準點
-----------	-----

# L

Lagging	綠燈遲閉
Lane Group	車道群
Leading	綠燈早開
Link Volume Measurement	路段交通量
Local Controller	路口次控制器

# M

Major Traffic Generator/Attractor	主要交通產生／吸引點
Map Display	地圖顯示
Mathematical Programming	數學規劃法
Maximum Green Time	最長綠燈時段
Measurement of Effectiveness, MOE	績效評估指標
Micro-processor	微處理機
Minimum Green Time	最短綠燈時段
Module Design	模組設計
Mouse	滑鼠
Multi-Processor Centralized System	多處理機中央化系統

# N

Number of phase	時相數
-----------------	-----

## O

Occupancy	佔有率
Off-Line	離線
offset	時差
On-Line	線上
On-street Master Controller	路口主控制器
Operation Manu	操作指引
Overlap Phase	重疊時相

## P

Passerage Car Unit, PCU	小客車當量
Phase	分相
Phase Length	分相長度
Phase Pattern	時相型態
Point Detection	點偵測
Pre-Timed Control	定時時制
Pre-Trip Information Service	行前資訊服務
Preferential Control	優先控制
Progression Speed	續進速度
progressive	續進式
Progressive Singal	續進式號誌

## Q

Queue Length	等候線長度
--------------	-------

## R

Recall Situation	回復狀態
Reliability	可靠性

Reset

重置

Righ-Of-Way, ROW

路權

## S

Saturation Flow

飽和流量

Search Procedure

搜尋程序

Section Control

區段控制

Semi Traffic-Actuated

半感應式

Setback

退位

Signal Timing Plan

號誌控制時制計畫

Simultaneous Signal

同亮號誌

Single User System

單一使用者系統

Slack Green Time

閒置綠燈時間

Speed

速率

Speed Gun

測速槍

Speed Zone

速率管制地區

Spillover

溢流

Split

時比

Stage Matrix

時相矩陣

Start Delay

起動延滯

Stop Delay

停等延滯

Stop Penalty

停等懲罰值

Stopped Delay Method

停止時間延滯法、

停等延滯法

## T

Test Car

試驗車

Through-Band

通過帶

Throuth

排線

Timing Transition, Signal Change  
Time Scheduale  
Time-Based Coordination System  
Time-of-Day, TOD  
Top-Level Design  
Traffic Pattern  
Traffic Responsive  
Traffic Signal  
Travel Time

U

Unbroken Power System, UPS  
Urban Traffic Control System, UTCS

V

Variable Message Signs, VMS  
Vehicle Extension Passing Time  
Vehicle Presence  
Volume

W

Work Line  
Work-Station

時制轉換  
時程  
時基連鎖系統  
日內時段  
系統架構設計  
交通變化型態  
交通感應  
交通號誌  
旅行時間

不斷電系統  
都市交通控制系統

資訊可變標誌  
綠燈延長時段  
車輛佔有狀態  
交通量、流量

工作線  
工作站