

交叉口機車交通管制方法之研議

許添本* 馮輝昇**

摘要

目前對於交叉口機車之管制措施僅有兩階段式左轉與機車專用道兩種而已，且此二種策略近年來實施之效果並不彰。因此，有必要考慮機車流動特性重新檢討現有交通設施之規劃與控制方法，並研擬可行之機車交通管制方法，以能有效地降低路口之交通混亂及提高服務績效。本研究旨在突破以往以小汽車當量(Passenger Car Unit)處理路口機車流動型態的觀念，其目的在針對機車之交通特性以車輛數為單位，分析、探討路口機車等候佈置方式與號誌設計方法，以引發重視交叉口機車交通管制之觀念。本研究藉由對號誌設計及路口機車等候佈置方式之研究，所擬訂之交叉口機車交通管制方法，可提供作為交通設施規劃與控制之參考，有助於提升道路使用效率及淨化車流混雜行駛現象。

一、緒論

目前大部分之號誌設計方法對機車之處理方式，皆是使用單一機車當量值〔1,2,3〕，或依混合比及路寬使用不同機車當量值，以便將機車車輛數轉換成小汽車單位(pcu)進行號誌設計。根據以往針對混合車流特性之若干研究〔4,5〕，指出機車在路口之停等特性及疏解特性，和汽車並不相同，故將機車數量轉換成小汽車單位之方式反應出機車之車流特性，並不適當。

在路口幾何佈置方面，由於機車車身小，機動性高，在紅燈亮時，汽車依序排隊停等；但機車則往前鑽，造成向道路中間塞車，而往橫發展的情形，若依混合比對路段長和汽車之隨車(CAR FOLLOWING)方式並不相同〔5〕，因此維持目前混合車道之停等佈置方式，汽、機車易夾雜停等、互相干擾，並不一定是最佳之方案。國內僅有龍天立君等人在民國74年，針對機車在路口之等候佈置方式進行探討、研究，但也僅限於敘述性〔6〕的評估，並未進行量化之分析，但路口之等候方式影響號誌設計之績效，故應配合號誌設計方法，比較不同等候方式之績效，以擬定路口機車等候方式佈置之標準。

有鑑於此，本研究擬針對國內混合車流特性發展一套整合機車流動特性之交通號誌設計方法，並藉此方法擬訂路口機車最適等候方式佈置之標準，做為未來進行路口幾何佈置之一項依據，期能由此引發系列之研究，以增進道路使用效率，保障人車安全。

*台灣大學土木工程研究所副教授(聯絡地址為台北市羅斯福路四段一號 台大土木研究所;電話:(02)3625920;傳真:(02)3639990)。

**台灣大學土木工程研究所碩士班研究生。

二、路口機車等候佈置方式之探討

2.1 規劃最適佈置方式

路口機車等候佈置之方式，不僅可達到保護或約束機車等候線及車隊疏解之作用，亦同時可對路口其它運具之流動產生保護或約束之效果。因此，路口機車等候佈置形式應整體地考量與汽車車道配置及各項交通設施之整合，以使得路口之容量最大、衝突最小、效率最高。

本研究針對目前所有已使用或已研究過之六種路口機車等候佈置方式進行評估，歸納為機車專用道及汽車等候線退縮二個可行方案，另加上目前路口最常佈置之方式—混合車道，共有三種路口機車等候佈置方式之可行方案。

爲了在進行號誌設計模式評估時，在車道佈設方面有一可依循之基準，故必須對上述歸納之可行方案，規劃在不考慮號誌影響下各方案之最適配置方式。

1. 混合車道

此種佈置方式提供汽機車行駛於同一車道內，因此必須提供足夠的寬度使汽機車能並行於車道上或並停於路口，但不超過兩輛汽車能並行之寬度，以免車輛違規使兩輛汽車同時並行於同一車道內，造成汽機車之干擾與衝突更加嚴重。故混合車道之最小寬度應爲3.2公尺，而最大車道寬應設限等於兩輛小客車之靜態車寬和4.0公尺。則混合車道之車道寬可下列數學規劃式求得：

$$\text{Min } W$$

$$\text{S.T. } W \geq W(c)$$

$$Q_m / \text{PHF} \leq M(\alpha, w) \cdot \text{BF} \cdot \text{RF}$$

$$W \geq 3.2$$

$$W \leq 4.0$$

$W(c)$ ：汽車道寬（公尺）

Q_m ：混合車道內尖峰每小時到達之機車輛數

$M(\alpha, w)$ ：不同車道寬與混合比下之機車飽和疏解率（車輛數/小時）

BF ：大型車（主要爲公車）對機車飽和疏解率之折減因子。

RF ：右轉汽車對機車飽和疏解率之折減因子。

2. 機車專用道

此種佈置方式提供機車行駛於專用之車道上，考慮機車在專用道上能相互錯車，車道之最小寬度應至少爲兩輛機車靜態車寬之和2.0公尺，其車道寬可下列數學規劃式求得：

$$\text{Min } W$$

$$\text{S.T. } Q_m / \text{PHF} \leq X * M(W) * g / C$$

$$W \geq 2.0$$

式中

W ：車道寬（公尺）

X ：飽和度，爲維持基本之服務水準一般設定不超過0.9

g/C ：時比，本研究假設爲0.5

$M(W)$ ：不同機車專用道寬之飽和疏解率（車輛數/小時）

一般而言，機車專用道必須配合右轉專用道之劃設，以避免右轉車輛對行駛於專用道上之機車造成嚴重之干擾與衝突。

3. 等候線退縮

此種佈置方式在交叉路口處提供機車專用之等候空間，為避免因等候區設置過大造成閒置或因設置過小造成不敷使用無法達成佈置等候區之目的，而且機車等候區之佈置會影響左右轉及直行汽車之運作，因此，必須考慮車道配置方式決定適當之等候區寬度與汽車等候線退縮距離。

- (1) 等候區寬度：因為機車等候區會阻礙左右轉汽車之運行，所以通常等候區不涵蓋左、右轉專用道，其寬度由所包含之車道數及其車道寬度決定之。
- (2) 汽車等候線退縮距離：機車等候區的設置因減少汽機車夾雜停等之現象可提高路口之安全性，但若純以效率觀點出發點，等候區的設置將增加汽車之延滯時間，另一方面由於部分機車停等於等候區將降低路口機車之混合比，使得汽機車之起動延滯隨之減少，且因等候區之機車飽和疏解率較大，可減少起動延滯隨之減少，且因等候區之機車飽和疏解率較大，可減少機車流動之疏解時間，降低機車之延滯時間。因此可以下列兩步驟決定最適之汽車等候線退縮距離：

- (i) 以不影響路口績效之條件下，求算最大可容許的等候線退縮距離，若此最大長度大於2.5公尺（一輛機車最小所需長度），則代表此路口以等候線退縮方式佈置可能提高路口績效，降低延滯時間，其數學規劃式如下：

$$\begin{aligned} & \text{Max } L \\ & \text{s.t. } (N-1)Dc + Dmc - Dm = 0 \end{aligned}$$

式中：

Dc ：等候區涵蓋之汽車道所增加之汽車延滯，如圖1 斜線部分所示

Dmc ：等候區涵蓋之混合車道所增加或減少之汽車延滯，如圖1 斜線部分所示

Dm ：等候區涵蓋之混合車道所減少之機車延滯，如圖2 斜線部分所示

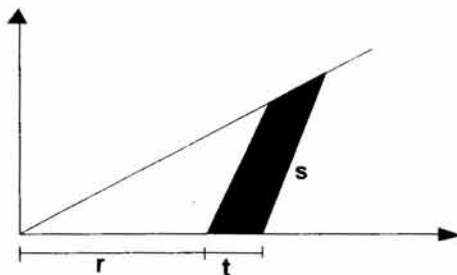


圖1 汽車延滯部分

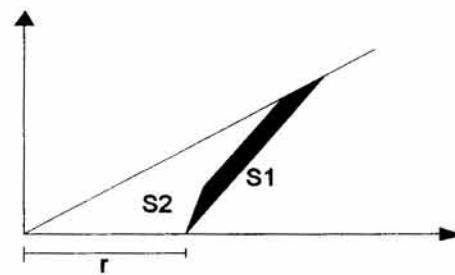


圖2 機車延滯部分

- (ii) 若第一步驟所求得之等候線退縮距離大於2.5公尺，則在此步驟將以減少最多之延滯時間為目標式，求取最佳之等候線退縮距離，但若所計算之距離小於2.5公尺，則設定為2.5公尺，其數學式如下：

$$\begin{aligned} & \text{Min } Dc + Dmc - Dm \\ & \text{s.t. } L \geq 2.5 \end{aligned}$$

此外，若為避免離峰時段機車等候區之使用率過低造成道路容量降低，可彈性規定離峰時段允許汽車使用機車等候區。

2.2 機車等候佈置方案之篩選準則

在機車等候佈置方案之初步篩選過程中，有下列三項準則：

1. 右轉比準則

龍天立君於民國74年所做之研究〔6〕，建議當右轉流量佔路口總流量達25%以上時，應設置右轉專用道，本研究即以此為是否應設置機車專用道之準則。

2. 右轉折減因子準則

雖右轉比小於25%，但若右轉流量之干擾使得混合車道之機車飽和疏解能力低於50%時，也就是右轉折減因子(RF)小於0.5，仍應考慮設置右轉專用道，本研究以此為決定是否應設置機車專用道之第二項準則

3. 等候線退縮距離準則

在機車等候佈置方案，應以路口績效為評估標準，對於混合車道與等候線退縮方式之佈置方案主要差異在於等候區之設置，因此，若以不影響路口績效(車輛平均延滯不變)之條件所求得的最大等候線退縮距離低於2.5公尺時，則表示採取等候線退縮距離低於2.5公尺時，則表示採取等候線退縮方式之方案並不會增加路口績效，可將此方案刪除，以利後續之評估比較。

初步篩選之流程如圖3 所示。

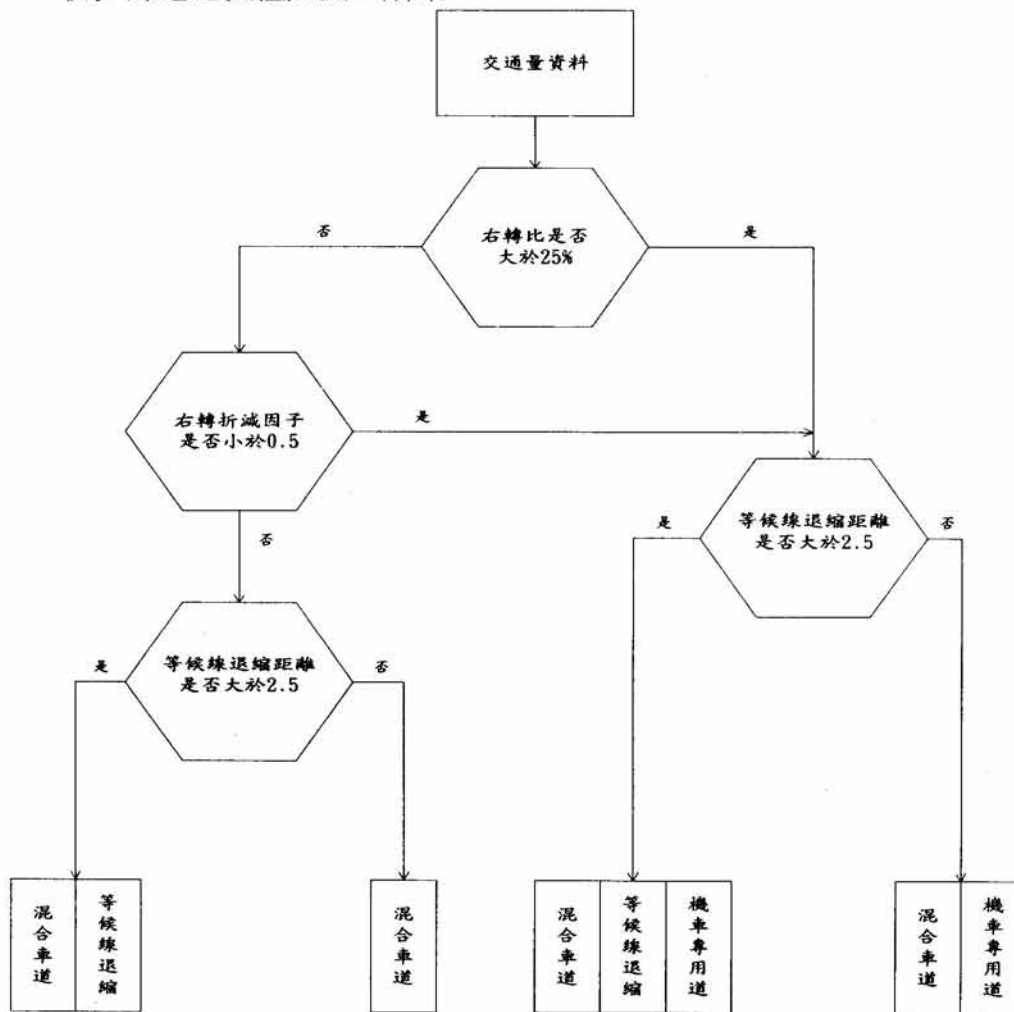


圖3 機車等候佈置方案之初步篩選流程圖

三、機車流動特性與號誌設計之關係

3.1 車流單位之比較與選擇

一般用以分析車流量之單位主要有下列三種：

1. 小客車單位 2. 直行小客車單位 3. 輛

以上三種車流量計算單位可經由當量值的調整而互相轉換，但在應用時，必須考慮反應真實情況和計算、推估之難易程度，選擇適宜之車流單位。目前一般有關號誌設計之研究，皆爲了簡化車種間的差異，使模式在處理上較爲容易，而使用小客車單位或自行小客車單位爲車流計算單位，以下就對以小客車單位、直行小客車單位進行號誌設計時之優缺點加以探討，並說明本研究爲何以輛做爲計算車流之單位。

1. 優點：

在號誌設計上使用小客車單位或直行小客車單位的主要好處，就是可以將各車種與轉向之流量轉換成同一計算單位，使號誌模式在構建與分析上較爲容易。

2. 缺點：

- A. 在汽機車混合車流中，將機車流量轉換成小客車單位或直行小客車單位進行號誌設計將無法在模式中考慮機車之疏解特性與停等特性。
- B. 無法表現出汽機車間相互之干擾，譬如大客車右轉車對機車疏解之影響及在路口機車對汽車起動延滯之影響。
- C. 將混合車流中汽機車視爲同一流動，無法個別針對機車探討其適當之等候佈置方式。
- D. 混合車流中汽機車使用同一號誌時制，因流動特性之不同會造成路口安全性降低之問題，譬如：汽機車之綠燈介間時間之設定應有所不同，以免發生追撞之危險。
- E. 對同一道路而言，道路交通況改變，小客車當量值與直行小客車當量值會不同，造成車流量右轉換時之誤差。
- F. 根據 Heydecder〔8〕研究指出，使用小客車單位或直行小客車單位作爲車流單位，所推估之延滯值常會產生誤差，但是以輛爲車流單位時，所推估之延滯值則誤差較小。

由以上敘述可知若將機車流量轉換成小客車單位或直行小客車單位進行號誌設計，必將無法充分反應機車流動特性，亦將無法評估出適合車之路口等候佈置方式。因此，本研究選擇以輛爲單位，將機車特性充分的反應於號誌設計之方法中，但目前所有關於混合車流的資料都是以構建小客車當量值爲目的所做的調查，而且也無機車等候區飽和疏解率之資料，故本研究須針對混合車流、待轉區與機車專用道之車流狀況進行調查，以取得研究所需之資料。

3.2 車流資料調查與分析

本研究選定台北市7個路口進行尖峰時段車流之拍攝調查，並將各項調查資料利用統計套裝軟體SPSS進行統計檢定與迴歸，以增加資料之代表性與實用性。

(1)飽和疏解率

A. 混合車道

此部分首先將調查所得之資料，針對同一道路寬度下，不同週期混合比之飽和疏解率進行變異數及平均數檢定，以確定彼此間是否有差異。經由兩兩檢定之結果顯示在混合車流中不論是汽車或機車之飽和疏解率皆不會因混合比之不同而有明顯之差異，因此可得不同混合車道寬度下，汽機車個別之飽和疏解率與寬度之迴歸關係式如下：

$$S_c = 4090.6 - 7958/W, \quad R^2 = 0.977$$

$$S_m = 11917.5 - 24608/W, \quad R^2 = 0.960$$

S_c ：混合車道中汽車之飽和疏解率（輛／小時）

S_m ：混合車道中機車之飽和疏解率（輛／小時）

W ：車道寬度（公尺）

B. 機車專用道

因台北市之機車專用道並不多見，故卻取得此部分之實際調查資料並不容易，本研究以所調查資料與過去研究所做分析得到之數值相比較，發現與台灣地區公路容量手冊所分析的資料較為相近，故此部分之飽和疏解率使用台灣地區公路容量手冊所構建之關係式如下：

$$S_m = 4745 + 1584.37W$$

C. 待轉區

經由線性迴歸得到待轉區之飽和疏解率關係式如下：

$$S_w = 2526.84 + 1404.84W, \quad R^2 = 0.991$$

(2) 起動延滯

A. 汽車部分

基本上各車道寬度之汽車起動延滯值差異並不大，以固定同一混合比之角度來觀察也無一定之規律可循，故本研究只針對起動時段混合比與汽車起動延滯值，進行迴歸取得關係式如下：

$$D = 2.846 - 3.9337\alpha + 11.2414\alpha^2, \quad R^2 = 0.943$$

D ：汽車起動延滯值

α ：機車混合比

至於混合比為0之資料是由周義華君〔7〕所做之研究中取得為2.84秒。

B. 機車部分

機車因提早起動情形較為明顯，故調查所得之起動延滯皆為0秒。

3.3 號誌設計參數與機車流動特性之關係

在號誌設計參數中最能表現車流疏解特性的參數為有效綠燈長度，而最能表現車流停等特性的參數則為綠燈介間時間。以下分別就有效綠燈長度和綠燈介間時間兩項參數探討其與機車流動特性之關係及如何在號誌設計時考慮機車之流動特性。

1. 有效綠燈長度

在流量不變之情況，有效綠燈長度之決定主要受車流之飽和疏解率、起動延滯與黃燈使用率三因素的影響，不過，一般進行號誌設計時皆設定相同之黃燈使用率0.5，故本研究並不針對此項因素進行探討。由本研究調查分析之資料中可知，不同的機車等候佈置方式將有不同疏解特性，譬如等候線

退縮方式就會產生兩段式之疏解特性，其有效綠燈長度之限制式就應處理如下：

$$g_i \geq \frac{3600N}{S_2} + \frac{q_i c - 3600N}{S_1}$$

N：等候區車輛數

S₁：混合車道之機車飽和疏解率

S₂：等候區之機車飽和疏解率

其次在混合車道上，機車之混合比和汽車之起動延滯有互動之關係存在。此種現象亦應被反應於號誌設計方法上，在模式中加入混合比及起動延滯之限制式，使之成為模式之內生變數

2. 綠燈介間時間

綠燈介間時間設定之主要功能為確保路口行車安全，避免車輛發生碰撞，其可分為黃燈時間與紅燈清道時間。

雖然目前綠燈介間時間顯示燈號仍以黃燈為主，但國外有若干篇研究報告顯示全紅時間之設置將有助於減少路口意外事故發生率，而ITE在1985年所提出之控制策略也指出「若需提供清道時間，則須以紅燈形式顯示」。基於以上之理由在考慮效率性與安全性雙重考慮之下，本研究將綠燈介間時間分為黃燈時間和紅燈清道時間進行探討設計

(1) 黃燈時間

本研究所定義之黃燈時間主要為提供駕駛者能安全的煞停於停止線所需時間，其計算式如下：

$$y = t + V/2a$$

t：反應時間(秒)，1秒

V：臨近路口速度(公尺/秒)

a：正常減速度(公尺/秒)

機車：3.79

汽車：4.575

由上式可知在混合車道或等候區涵蓋之範圍車道，其汽機車所需之黃燈時間將有所不同，決定煞停位置亦可能不同，如未妥善處理會發生汽機車追撞之事故，必須在汽機車黃燈始亮之時點加以限制，以確保在同一位置之汽機車所做之決策是相同的

(2) 紅燈清道時間

設定紅燈清道時間之主要目的為使黃燈時段最後一輛進入路口之車輛安全地通過所需之時間，Beuioff〔9〕, Chang and Messer〔10〕曾調查分析並證實全紅時間會減低事件發生率，但為避免因全紅時間設定過長造成發生追撞事件機率增加，本研究考慮在合理之安全範圍內，使用Williams〔11〕所發展之公式

$$t = \frac{W + L}{V} - \left[K + \left(\frac{2D}{a} \right)^{0.5} \right]$$

D：橫向路口至衝突點之距離，若有待轉區則以待轉區至衝突點距離計算

K：橫向車輛反應時間，汽車：0.4秒、機車：0秒

a：橫向車輛最大加速度(公尺/秒)，機車：3.33、汽車：3.19
並以此做為區隔各流動彼此衝突點之時間表，以達成號誌時制符合車
流特性之目的。

四、號誌模式建立

本研究參照 Importa & Gantarella [12,13] 所發展之號誌設計方法，結合蒐尋程序與數學規劃兩種方法構建符合台灣混合車流特性之號誌設計方法，在號誌時相部分，建立流動群間之衝突、干擾矩陣，以區隔各流動群彼此間之相關型態，並加入 0-1 變數藉以判斷各流動群放行時間前後位置之關係，因有 0-1 變數之存在，此部分將以蒐尋程序方式求得最佳之時相組合。在號誌時制部分，採用數學規劃模式之架構，以便能明確地列出目標函數和限制式，並在模式中加入車道型態表以區別不同車道型態之限制式使幾何配置與車流特性加以結合，最後並將 0-1 變數納入數學規劃限制式中，以達成結合號誌時相與時制設計之目的，然而此問題包含 0-1 變數與非線性之目標式、限制式為一混合整數非線性問題，目前只有GAMS公司所發展的DICOPT模組可解此類問題，故本模式使用GAMS求解在不同目標式下的最佳號誌時相與時制組合，本研究所構建的限制式結構如表1 所示。

五、模式之測試及比較

本研究以一虛擬之四叉路口進行模式之測試，並與使用小客車單位處理機車流動之傳統時制設計方法，進行比較與分析

5.1 測試路口之相關資料

用以測試之虛擬路口，包括純小汽車車流及汽機車混合車流兩類，路口之幾何配置，東西方向各一車道，路口寬 7.0公尺，為一無中央分隔之路型，南北方向則各二車道，包含一左轉專用車道及一直行車道，路口寬12.8公尺，為一中央分隔路型。測試路口之流量及幾何配置，如圖4 所示，路口之各流動依其型態分類編號，共計十個流動群，如圖5 所示，並依不同流動之車流特性定車流型態，建立流動群衝突點區隔表，流動群之衝突、干擾矩陣，干擾流動群黃燈始亮點時差表。

5.2 測試結果

鑑於目前並無可行之機車延滯模式，因此本研究以假設車流為均勻到達之條件下所求得的汽車和機車延滯模式，做為號誌模式之目標限制式，雖然如此所求得的平均延滯可能會有較大的誤差，但基於在同一比較基礎下，模式測試之結果仍然具有意義。

在號誌模式測試之前，首先對路口機車等候佈置方案進行初步篩選，篩選結果顯示東西方向之混合車流以佈置等候線方式為佳，最佳之等候線退縮距離公尺，南北方向則以混合車道之佈置方式較佳。依上述篩選結果建立車道型態表，代入號誌模式中，即可進行延滯最小化之求解，其結果之平均最小延滯時間為22.52（秒/車），此時週期長度為82.33秒，各流動群之時制計劃詳如表2及圖6所示。

表1. 號誌時制求解之限制式一覽表

限制式	符號說明
$g_i + r_i = c$	$\forall i$
$V_i - u_i = g_i + l_i$	$\forall i$
$g_i \geq fc^q / S_i$	$\forall i$
$g_i \geq \frac{3600N_i}{S_{2i}} + \frac{(f q_i c - 3600N_i)}{S_{1i}}$	$\forall i$
$V_h = c$	
$U_i \leq c$	$\forall i, i \neq h, a_{hi} = 1, 2$
$V_i - (g_i + l_i) \geq l_{hi}$	$\forall i, i \neq h, a_{hi} = 0$
$V_i + (g_h + l_h) \geq c - l_{hi}$	$\forall i, i \neq h, a_{hi} = 0$
$l_j + V_i - V_j + g_i + l_i \leq c$	$\forall i, i \neq h, j \neq h, a_{ij} = 0$
$l_j + V_j - V_i + g_i + l_i \leq c$	$\forall i, i \neq h, j \neq h, a_{ij} = 0$
$l_j + V_i - V_j + g_j + l_j \leq l w_{ij}$	$\forall i, i \neq h, j \neq h, a_{ij} = 0$
$l_j + V_j - V_i + g_i + l_i \leq I(1 - w_{ij})$	$\forall i, i \neq h, j \neq h, a_{ij} = 0$
$w_{ij} = 0 / 1$	$\forall i$
$\alpha_i = \frac{q_j(c - g_j) - 3600N_j - S_{1j}(U_i - U_j)}{q_j(c - g_j) - 3600N_j - S_{1j}(U_i - U_j) + q_i(c - g_i)}$	
.....	$\forall i, a_{ij} = 2, T_i = 1, 2$
$sd_i = 2846 - 39337\alpha_i + 112414\alpha_i^2$	$\forall i, T_i = 1, 2$
$q_i(c - g_i) \geq 3600N_i$	$\forall i, T_i = 6$
$V_j - YL_j = V_i - YL_i + T Y_j$	$\forall i, a_{ij} = 2, T_i = 1, 2, 3$
$l_i = 0.5YL_i$	$\forall i, T_i = 4$
$l_i = 2.84 + 0.5YL_i$	$\forall i, T_i = 0$
$l_i = sd_i + 0.5YL_i$	$\forall i, T_i = 1$
$l_i = \text{Max}(\frac{3600N_j}{S_{2j}}, \frac{L}{4.17}) + sd_i + 0.5YL_i$	$\forall i, a_{ij} = 2, T_i = 2$
$l_i = \text{Max}(\frac{3600N_j}{S_{2j}}, \frac{L}{4.17}) + 2.84 + 0.5YL_i$	$\forall i, a_{ij} = 2, T_i = 3$
$g_k \geq g_{k \min}$	$\forall i$
$r_i \leq r_{i \max}$	$\forall i$
$c \geq c_{\min}$	
$c \leq c_{\max}$	
$f \geq 0$	

A 流動群間之衝突矩陣。
 $a_{ij} = 0$ 若流動群衝突。
 $a_{ij} = 1$ 若流動群不衝突。
 $a_{ij} = 2$ 若流動群互相干擾。
 T_i 流動群i所處之車道型態，本研究共分為六種型態。
 N_i 機車等候區可容納之機車數量
 L 汽車等候線退縮之距離
 q_i 流動群i之流量。
 S_i 流動群i之飽和疏解率。
 S_1 混合車道之機車飽和疏解率
 S_2 機車等候區之飽和疏解率
 f 路口容量因子，可使問題中所有限制式變數皆能滿足各流動之流量。
 c 週期長度。
 I 任意常數。
 w_{ij} 有關衝突流動群i, j之二元變數。
 $w_{ij} = 0$, 若流動群i在流動群j之前。
 $w_{ij} = 1$, 若流動群i不在流動群j之前。
 U_i 流動群i之綠燈始亮時刻。
 V_i 流動群i之黃燈結束時刻。
 l_i 流動群i之損失時刻。
 l_{ij} 衝突流動群i, j之清道時間，為一流動群黃燈結束至另一流動群綠燈始亮之時間。
 g_k 流動群i之有效綠燈時間。
 r_k 流動群i之有效紅燈時間。
 α_i 流動群i之機車混合比
 sd_i 汽車之起動延滯
 YL_i 流動群i之黃燈時間
 $T Y_j$ 干擾流動群i, j之黃燈始亮時間差，

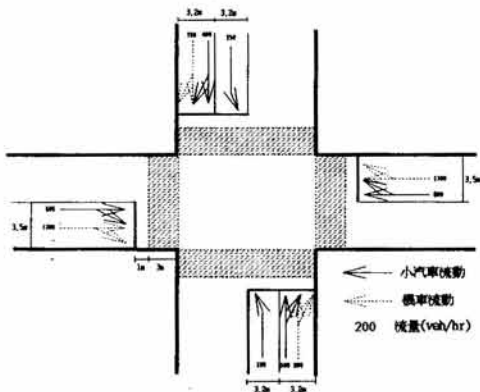


圖4 測試路口幾何配置示意圖

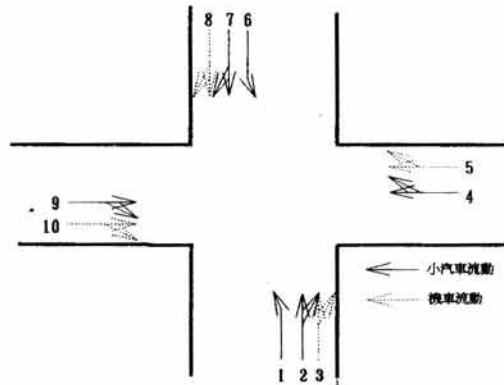


圖5 測試路口流動群編號

表2 本研究號誌設計模式下延滯最小化之求解結果

流動編號	流量 (veh/hr)	飽和流量 (veh/hr)	損失時間 (秒)	有效綠燈 (秒)	飽和度	平均延滯 (秒/pcu)	綠燈始亮時刻	綠燈結束時刻
1	200	1800	3.84	9.24	0.990	36.50	69.25	82.33
2	500	1604	5.62	25.92	0.990	28.07	35.40	66.94
3	800	4228	1.00	30.04	0.519	20.48	35.90	66.94
4	600	1817	6.22	27.97	0.972	26.79	1.01	35.20
5	1300	4887,7444	1.00	34.40	0.637	18.28	0.00	35.40
6	250	1800	3.84	11.55	0.990	35.33	66.94	82.33
7	400	1604	5.84	27.52	0.746	24.31	35.90	69.25
8	700	4228	1.00	31.85	0.428	18.54	36.40	69.25
9	600	1817	6.23	27.46	0.990	27.30	1.00	34.70
10	1300	4887,7444	1.00	33.90	0.646	18.68	0.00	34.90

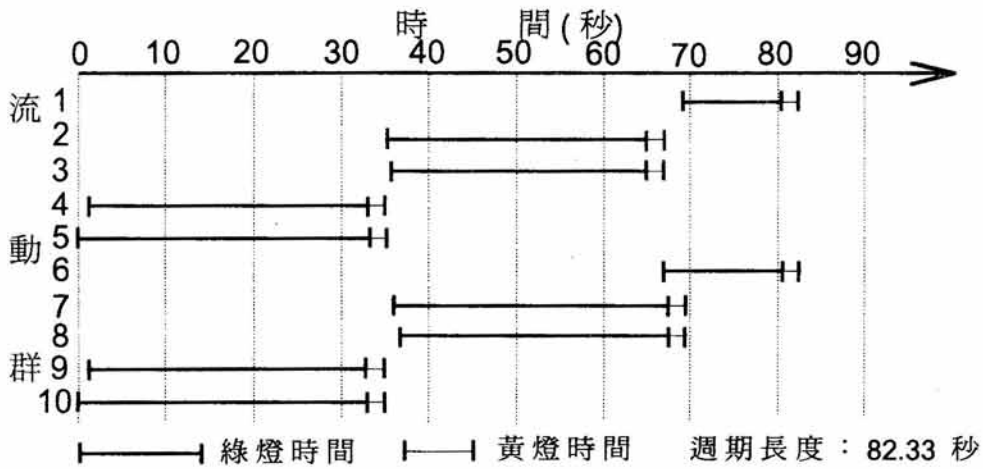


圖6 本研究號誌設計模式下延滯最小化之時制計劃

表3 小客車單位下延滯最小化之求解結果

流動編號	流量 (pcu/hr)	飽和流量 (veh/hr)	損失時間 (秒)	有效綠燈 (秒)	飽和度	平均延滯 (秒/pcu)	綠燈始亮時刻	綠燈結束時刻
1	200	1800	4.84	11.23	0.990	44.38	84.02	100.10
2	620	2000	4.84	31.34	0.990	34.22	45.03	81.21
3	795	2000	4.84	40.19	0.990	29.75	0.00	45.03
4	250	1800	4.84	14.04	0.990	42.96	81.21	100.10
5	505	2000	4.84	34.15	0.740	29.06	45.03	84.02
6	795	2000	4.84	40.19	0.990	29.75	0.00	45.03

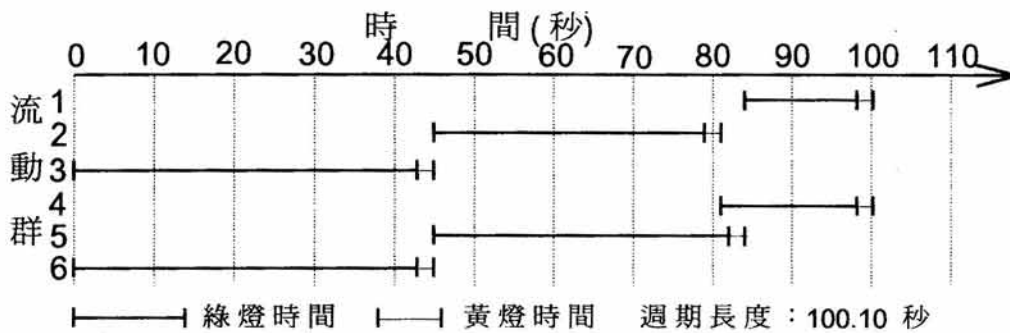


圖7 小客車單位下延滯最小化之時制計劃

而將機車流量轉換成小客車單位後，進行延滯最小化求解，所得的平均最小延滯時間為32.48（秒/車），週期長度為100.10秒。各流動群之時制計劃，詳如表3及圖7所示，用以轉換機車流量之小客車當量值為0.15此數值是根據顏上堯君(2)所建立之當量表，查表得到的。

5.3 模式比較

由模式輸出之結果可知，以小客車單位求解號誌時制之方法所得之平均延滯時間和週期長度，都較本研究所發展之號誌設計模式高出許多。此原因由時制計劃中可看出主要由於本研究之模式以輛為車流單位進行號誌可考慮機車特性決定適當之機車等候佈置方式並可考慮機汽車之互動關係，所以使得疏解時間縮短，而經由流動群衝突點區隔表之應用，使得綠燈時間之開放更加彈性化，因此明顯的縮短號誌之週期長度，降低路口延滯，提升號誌績效。經此比較，可確信本研究所發展的號誌設計方法將較以往傳統之方法，更能使路口號誌績效獲得改善。

六、結論與建議

由研究結果證實本研究所構想之方法，在因應我國獨有交通特性之下，可對路口機車之流動做有效率之處理及大幅改善號誌化交叉口之績效與安全，本研究以輛為車流單位之號誌設計方法，可藉由車道型態表之建立以限制式表現出不同機車等候佈置方式疏解特性之差異，使號誌設計模式能同時評估出適當之機車等候佈置方式，其次可藉由黃燈始亮點時差表，衝突點時間區隔表及混合比與起動延滯關係式之建立，在合理之安全下，表現出汽機車互相干擾之特性，則可藉由此互動關係求解出能真實反應路口車流特性之最有效率之時制計劃。因此建議於未來考慮應用此一新觀念，對號誌化路口進行號誌設計，考慮

設置機車號誌，以使交叉口之機車流動能獲得較佳之管制策略，因而提升路口之績效與安全。最後，本研究建議未來能針對機車之延滯模式加以研究，使得號誌模式在進行延滯最小化求解時，有較合理之依據，輸出結果亦較具有可信度。

七、參考文獻

- 1.張崇智，“獨立路口適應性號誌控制策略之比較研究”，成大交研所碩士論文，民國80年。
- 2.何志宏等，“最新全動態交通號誌控制技術開發計劃規劃報告”，民國81年。
- 3.邱素文，“最適化控制理論應用於構建獨立路口適應性號誌時制決策邏輯之分析研究”，成大交研所碩士論文，民國81年。
- 4.蔡嘉霖，“混合車流狀況下交叉口特性之調查及模擬模式之研究”，台大土研所碩士論文，民國71年。
- 5.顏上堯，“混合車流狀況下市區號誌交叉口車流運轉特性及容量參數之研究”，台大土研所碩士論文，民國76年。
- 6.龍天立，“混合車流交叉口交通管制方式及機車管制策略之研究”，道安專案，民國74年。
- 8.Heydecker, "Accuracy of Delay Surveys at Signalized Intersection", TRR 1225, 1989.
- 9.B.Benioff and T.Rorabaugh. "A Study of Clearance Intervals, Flashing Operation and Left Turn Phasing at Traffic Signals", Vol. 2: Clearance Intervals. Report FHWA-RD-78-47. FHWA, U.S. Department of Transportation, May 1978.
- 10.M.S. Chang, C.J. Messer, and A.J. Santiago "Timing Traffic Signal Change Intervals Based on Driver Behavior", Transportation Research Record 1027, 1985, pp. 20-30.
- 11.W.L. Williams "Driver Behavior During the Yellow Interval", Transportation Research Record 644, 1977, pp. 75-78.
- 12.G. Improta and G.E. Cantarella "Control System Design for an Individual Signalized Junction", Transp. Res. B Vol. 18B, No. 2, pp. 147-167. 1984.
- 13.G. Improta and G.E. Cantarella "Capacity Factor or Cycle Time Optimization for Signalized Junctions: A Graph Theory Approach", Transp. Res. B Vol. 22B, No. 1, pp. 1-23. 1988.