

屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：數學科

組 別：國小組

作品名稱：我家交通有順了

關 鍵 詞：時制、週期、通行量（最多三個）

編號：A1042

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號：自報名系統報名完取得作品編號後，先填寫回作品封面上，再存成 docx 及 pdf 檔
後再上傳。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

作品名稱：我家交通有順了

摘要

交通號誌具有指揮車輛通行路口的權力，藉由適宜的週期、時相、綠燈秒數之時制規劃，可有效增加路口汽車的通行量，解決不必要停等之交通壅塞問題。

緊鄰學校的五叉路口，是重要的交通要道，南來北往的車輛在交通尖峰時刻總是因為停等此路口號誌造成一定程度的塞車，透過系列性科學化的測量與計算，我們提出路口週期再增加 5-15 秒時，共有 18 種新的交通時制設置方式，可使此路口通行量增加 0.2475 至 0.6759 公尺，並有效紓解停等紅綠燈的壅塞。

壹、研究動機

我們學校位在屏東縣與高雄市的交界處，緊鄰高屏大橋，在進大橋前有一處五叉路口，剛好是往返兩縣市的交通要道。常常聽到爸媽與老師提到，在上下班時刻這裡經常塞車等待紅綠燈號誌，通過這個路口後就會順暢了。

有幾次趁著放學時候，我們騎腳踏車到路口看看，真的就像爸媽說的一樣，路口很大、車道很多、交通複雜，不管是哪個方向過來的車輛都匯集在這裡，雖然紅綠燈可以控管車輛的通行停止，但是車輛真的很多，來往流動不佳，導致此路口在尖峰時刻總是塞住。

因此，我們便想如果可以讓路口交通更順暢，那麼控制路口的交通號誌就是關鍵，於是著手針對現有紅綠燈秒數進行調整，藉以提高路口的交通流量便是這次科展的研究動機了！

貳、研究目的

- 一、整理路口交通號誌之週期、時相等時制設置方式。
- 二、計算現有時制的最大通行量。
- 三、提議改善路口擁塞的「新」時制設置及其最大通行量(尖峰時段)。

參、研究設備及器材

錄影機、照相機、碼表、筆記型電腦、紙、筆

肆、研究過程或方法

一、路口分析

(一)地圖模擬與路線分析

藉由 google 地圖的便利性，讓我們在電腦上可以精準繪製出五叉路口之等比例的縮小地圖，不僅可以免去現場測量車道長度之危險，更能依實際路口現況製作交通路線圖，相當方便。

(二)現場攝錄與數據分析

我們分別在 11 月、12 月各選定兩個早上(共四個時間點)，親自到現場以拍照與錄影方式，攝錄路口的車輛流動情況、交通號誌秒數，並將所得的數據與質性結果進行分析。

二、文獻閱讀

(一)如何分析路口的通行量：依據我們所搜尋到的資料，進行路口號誌的分析時應該了解時制、時段、時相、週期等。如下說明。

- 1.時制：號誌的週期、時相、時差與各時段長短的設計規定，稱為時制。
- 2.時段：對同一方向車流，燈號持續保持不變之期間稱為時段，而一時段之時間長短，謂之時段長度。通常綠燈時段長度之符號為 G，黃燈時段長度之符號為 Y，全紅時段長度之符號為 AR，紅燈時段長度之符號為 R。
- 3.時相：為指示不同方向交通之通行或停止，將週期分為幾個部分，每一部分皆為一時相，每一時相被指派給一車流組合，而該車流組合在此時相中具有路權而得以通過交叉路口。
- 4.週期：面對某一車流方向，同一顏色的燈號循環一週為一週期，所需之時間謂之週期長度。

(二)繪製路口交通示意圖：依據路口現況、號誌時數、車道路線等資訊，繪製出此路口之交通時制示意圖。

三、研究流程

(一)定義通行量：我們依據路口的交通週期、時段等設置，自行定義本研究的通行量計算方式。

通行量：路口各路線車輛在綠燈下的最大通行距離之總和/路口週期

(二)設定目標方程式：依據上述通行量的定義，路口須測量出各車道通過五叉路口的距離、通行路口的平均速率、車道綠燈通行秒數、路口週期秒數等。

(三)尋求合理條件：依據現有路口秒數，設定合理的車道通行時間，求得新的時制。

伍、研究結果與討論

一、繪製路口車道之路線圖/時相圖

(一)複製 google 地圖，並標示行車路線（路線 1 至路線 6）



圖 1：五叉路口之 google 交通地圖

- 地圖說明：左邊為和生路三段、右邊為和生路二段
 右上角為建國路往屏東段、左下角為建國路往高雄段
 下面另有清進巷。此即五叉路口。

■ 路線說明

表 1：五叉路口之各路線說明

編號	顏色	綠燈	路線走向說明
1	綠	55 秒	和生路二段往建國路高雄端，路口長 108.01 公尺(如圖)



編號	顏色	綠燈	路線走向說明
2	棕	65 秒	建國路屏東端往高雄端，路口長 102.19 公尺(如圖)



編號	顏色	綠燈	路線走向說明
3	深藍	25 秒	建國路屏東端往清進巷，路口長 104.51 公尺(如圖)
4	紅	25 秒	清進巷往建國路屏東端，路口長 104.51 公尺(如圖)



編號	顏色	綠燈	路線走向說明
5	淺藍	55 秒	建國路高雄端往和生路二段，路口長 45.87 公尺(如圖)



編號	顏色	綠燈	路線走向說明
6	灰	40 秒	建國路高雄端往屏東端，路口距離 106.25 公尺



編號	路線走向說明
註 1	和生路三段的車輛往任一方向的車輛極少，採忽略不計
註 2	和生路二段往建國路屏東端，因為不通過五叉路口，故不計入

測量說明

1. 每條路線通過五叉路口之距離為路線起訖兩端的紅燈停止線，並以 google 地圖的測量距離功能讀取該長度。
2. 各路線通過路口的平均速度計算方式
 - (1) 各路線自綠燈通行後的第一台車，於綠燈時按下碼表計時，通過路口後到紅燈停止線則結束計時並讀取秒數，以距離÷時間=速率之公式求得第一台車通過路口的平均速率。
 - (2) 同上方法，測量該路線綠燈歸零後的最後一台車之通過時間，求得其通過路口的平均速率。
 - (3) 將第一台車與最後一台車的平均速率再加以平均，求得此路線車輛通過路口的平均速率。
 - (4) 按以上方法，求得六條路線的平均速率。

路 4	25 秒	104.51 公尺	5 秒	4.2 秒	20.90	24.88
路 5	55 秒	45.87 公尺	3.9 秒	3.5 秒	11.76	13.11
路 6	40 秒	106.25 公尺	5.7 秒	5 秒	18.64	21.25

表 5：五叉路口之交通現況調查表(12/08)

調查日期：12 月 8 日(二) 上午 7 點 40 分

路線	該路線		通過秒數		速率(公尺/秒)	
	綠燈秒數	路口距離	第一台車	最後一台車	第一台車	最後一台車
路 1	55 秒	108.01 公尺	8.2 秒	5.2 秒	13.18	20.77
路 2	65 秒	102.19 公尺	6.2 秒	4.3 秒	16.48	23.77
路 3	25 秒	104.51 公尺	5.3 秒	4.2 秒	19.72	24.88
路 4	25 秒	104.51 公尺	5.2 秒	4.0 秒	20.10	26.13
路 5	55 秒	45.87 公尺	3.9 秒	3.1 秒	11.76	14.80
路 6	40 秒	106.25 公尺	6.5 秒	4.9 秒	16.35	21.68

表 6：五叉路口之交通現況調查表(12/15)

調查日期：12 月 15 日(二) 上午 7 點 40 分

路線	該路線		通過秒數		速率(公尺/秒)	
	綠燈秒數	路口距離	第一台車	最後一台車	第一台車	最後一台車
路 1	55 秒	108.01 公尺	7.4 秒	5.7 秒	14.60	18.95
路 2	65 秒	102.19 公尺	4.3 秒	3.5 秒	23.77	29.20
路 3	25 秒	104.51 公尺	5.5 秒	4.7 秒	19.00	22.24
路 4	25 秒	104.51 公尺	5.1 秒	4.5 秒	20.49	23.22
路 5	55 秒	45.87 公尺	3.5 秒	3.2 秒	13.11	14.33
路 6	40 秒	106.25 公尺	5.9 秒	4.9 秒	18.01	21.68

■綜合表 3 至表 6 的數據，將各路線通過路口的第一台車與最後一台車的平均速率再加以平均之，以求得各路線通過路口的總平均速率，如下表 7。

表 7：五叉路口各路線通過路口之平均速率一覽表

路線	11 月 17 日 (二)		11 月 24 日 (二)		12 月 8 日(二)		12 月 15 日 (二)		總平均速率 (公尺/秒)
	平均 速率	平均 速率	平均 速率	平均 速率	平均 速率	平均 速率	平均 速率	平均 速率	
路 1	15.00	22.98	13.85	21.18	13.18	20.77	14.60	18.95	17.93
路 2	18.25	26.89	20.86	26.20	16.48	23.77	23.77	29.20	22.94
路 3	19.00	22.72	20.10	23.22	19.72	24.88	19.00	22.24	21.16
路 4	18.66	26.80	20.90	24.88	20.10	26.13	20.49	23.22	22.61
路 5	12.07	14.33	11.76	13.11	11.76	14.80	13.11	14.33	13.35
路 6	17.14	23.10	18.64	21.25	16.35	21.68	18.01	21.68	19.78

(二)依據上述表格等相關數據，將各路線通過路口的平均速率與綠燈秒數等資訊，紀錄如下表 8。

表 8：五叉路口之各路線重要交通數據一覽表

路線	車道數	平均通過速率	綠燈秒數	綠燈通行距離	路口距離	實際通行距離 (扣掉路口長度)
路 1	2 道	17.93 公尺/秒	55 秒	986.15	108.01	878.14
路 2	2 道	22.94 公尺/秒	65 秒	1491.1	102.19	1388.91
路 3	1 道	21.16 公尺/秒	25 秒	529	104.51	424.49
路 4	1 道	22.61 公尺/秒	25 秒	565.25	104.51	460.74
路 5	1 道	13.35 公尺/秒	55 秒	734.25	45.87	688.38
路 6	2 道	19.78 公尺/秒	40 秒	791.2	106.25	684.95

二、現有時制之通行量計算

(一)車流量的定義與簡化說明

經查相關文獻，車流量的定義是指，任何一段時間內通過道路某一點之車輛總數(單位：輛/時間)，若以小時為單位時，流量又稱為交通量(volume)。

然而，在路口通行時之實際前後車距、各車車身長度、各車實際行車速率皆不相同，為求簡便計算，本研究計算車流量時，採各路線通過路口的平均速率之概念來取代(如上表 8)，而不計其通過的汽車數量，換言之，將車流量視為各路線在綠燈下以不變的平均通過速率通行該路線綠燈秒數的距離長度，我們稱為通行長度。

(二)研究所採的通行長度與通行量之說明

■通行長度定義：在路口的周期內，各路線的車道於綠燈通行下的實際通行距離和(即是表 8 最後一欄)

■路口通行量的公式：通行長度/路口週期秒數

■本路口，如上所說週期為 145 秒，為路 1、路 2、路 4 所組成，帶入通行量公式
 $(460.74+1388.91+1388.91+878.14+878.14)/(25+65+55)=34.447$ 公尺/秒

因此，現有路口時制的通行量為 34.447 公尺/秒

三、改善現有時制

(一)設置新時制的通行量公式界定

■ 目的：希望藉由調整路口各路線的綠燈秒數，以求合理化增加通行量

■ 通行量的數據公式，如下

$$\text{通行量} = \frac{V_4 \times T_4 - L_4 + V_2 \times T_2 - L_2 + V_2 \times T_2 - L_2 + V_1 \times T_1 - L_1 + V_1 \times T_1 - L_1}{(T_4 + T_2 + T_1)}$$

■ 代數說明

V_4 ：路線 4 的平均速率，由表 8 知是 22.61 公尺/秒

T_4 ：路線 4 的綠燈秒數，需另外設置，以合理增加通行量

L_4 ：路線 4 的路口長度，由表 8 知是 104.51 公尺

V_2 ：路線 2 的平均速率，由表 8 知是 22.94 公尺/秒

T_2 ：路線 2 的綠燈秒數，需另外設置，以合理增加通行量

L_2 ：路線 2 的路口長度，由表 8 知是 102.19 公尺

V_1 ：路線 1 的平均速率，由表 8 知是 17.93 公尺/秒

T_1 ：路線 1 的綠燈秒數，需另外設置，以合理增加通行量

L_1 ：路線 1 的路口長度，由上表知是 108.01 公尺

■ 將以上數據後，代入路口通行量公式後，即為

$$\text{通行量} = \frac{(22.61 \times T_4 - 104.51 + 22.94 \times T_2 - 102.19 + 22.94 \times T_2 - 102.19 + 17.93 \times T_1 - 108.01 + 17.93 \times T_1 - 108.01)}{(T_4 + T_2 + T_1)}$$

(二)通行量公式的研究與趨勢分析

■研究方式：公式含三個待設置的時間變數，先固定其中兩個變數，並規律放大另一變數，了解整體通行量的改變趨勢。

表 9：固定 T₂、T₁，依序放大 T₄ 之通行量一覽表

週期	T ₄	T ₂	T ₁	通行量	通行量差異	每秒通行量差異
145	25	65	55	34.44717241	0	0
150	30	65	55	34.05260000	-0.394572414	-0.078914483
155	35	65	55	33.68348387	-0.763688543	-0.076368854
160	40	65	55	33.33743750	-1.109734914	-0.073982328
165	45	65	55	33.01236364	-1.434808777	-0.071740439

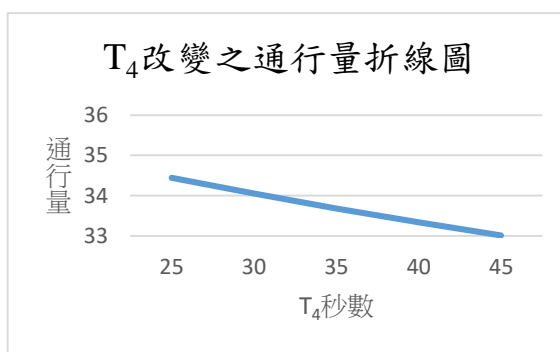


圖 2：固定 T₂、T₁，依序放大 T₄ 之通行量折線圖

■如上圖可以知道，當 T₄ 依序放大 5 秒時(固定 T₂、T₁)，通行量會下降，代表當只有增加路線 4 的時間，路口通行量將變低而更加壅塞，不利於交通紓解。

表 10：固定 T₄、T₁，依序放大 T₂ 之通行量一覽表

週期	T ₄	T ₂	T ₁	通行量	通行量差異	每秒通行量差異
145	25	65	55	34.44717241	0	0
150	25	70	55	34.82826667	0.381094253	0.076218851
155	25	75	55	35.18477419	0.73760178	0.073760178
160	25	80	55	35.51900000	1.071827586	0.071455172
165	25	85	55	35.83296970	1.385797283	0.069289864

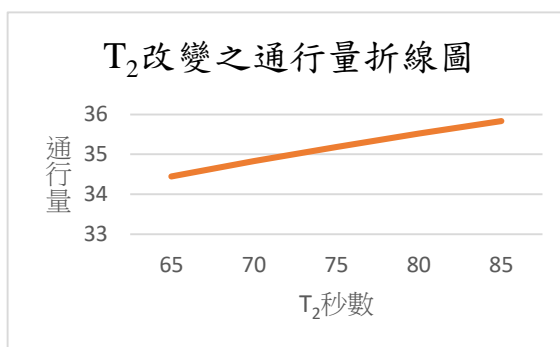


圖 3：固定 T₄、T₁，依序放大 T₂ 之通行量折線圖

■如上圖可以知道，當 T₂ 依序放大 5 秒時(固定 T₄、T₁)，通行量會上升，代表當只有增加路線 2 的時間，路口通行量將變高而更加順暢，有利於交通紓解。

表 11：固定 T₄、T₂，依序放大 T₁ 之通行量一覽表

週期	T ₄	T ₂	T ₁	通行量	通行量差異	每秒通行量差異
145	25	65	55	34.447172	0	0
150	25	65	60	34.49426667	0.047094253	0.009418851
155	25	65	65	34.53832258	0.091150167	0.009115017
160	25	65	70	34.579625	0.132452586	0.008830172
165	25	65	75	34.61842424	0.171251829	0.008562591

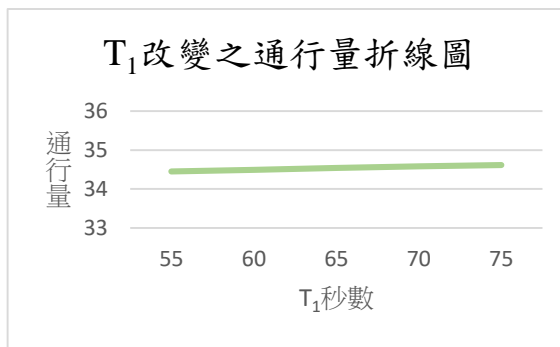


圖 4：固定 T₄、T₂，依序放大 T₁ 之通行量折線圖

■如上圖可以知道，當 T₁ 依序放大 5 秒時(固定 T₄、T₂)，通行量會上升，代表當只有增加路線 1 的時間，路口通行量將微升而順暢一些，有利於交通紓解。

■將上述三個圖綜合起來，可清楚進行相互比較，如下圖

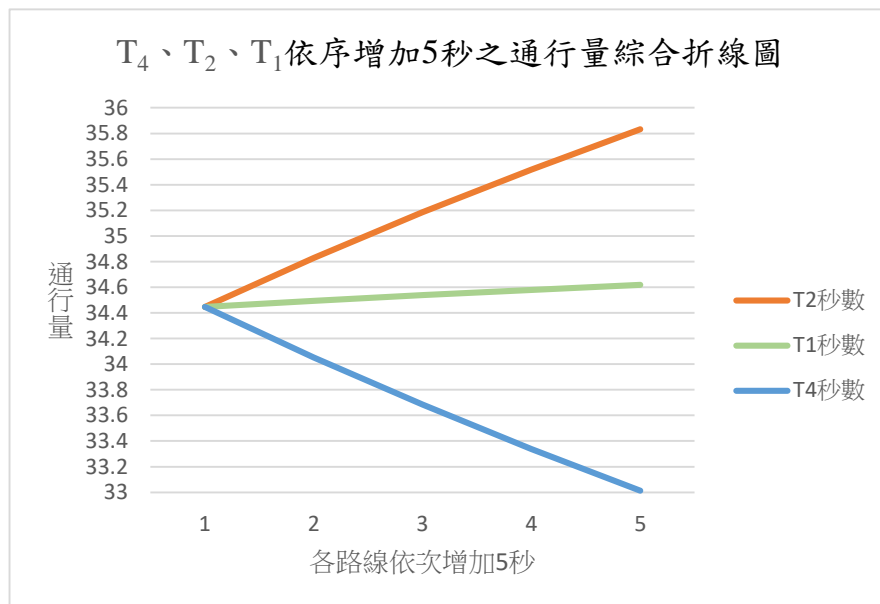


圖 5：T₄、T₂、T₁ 依序增加 5 秒之通行量綜合折線圖

■從上圖可以發現 T₁、T₄、T₂

- ◆ T₂、T₁ 會隨時間增加，提高通行量
- ◆ T₄ 則會隨時間增加，降低通行量

- ◆依三條折線圖的斜率，在單位時間內 T4 下降梯度大，T2 上升梯度次之、T1 上升梯度小
- ◆承上，若不計路口車流現況，純粹提高通行量為考量，則可以考慮增加 T2 與 T1 的秒數、降低 T4 秒數。

(二)依據現況考察，調整合宜的路燈秒數

■據 11 月 17 日(二)、11 月 24 日(二)、12 月 8 日(二)、12 月 15 日(二)的影片分析，我們發現此路口在現在的時制中，仍有以下改善之處

- ◆路線 4：部分會在綠燈時段結束時，仍有 1 至 2 台車未通過路口
- ◆路線 2：幾乎都無法在綠燈時段結束時，讓停等車輛完全通過路口
- ◆路線 1：同路線 2，但機率較路線 2 還要少一些

■路口現況之各路線綠燈時數的調整策略

- ◆路線 4：酌予延長或不延長(因綠燈所剩汽車停等數量不多)
- ◆路線 2：延長秒數，以紓解原時制的車輛停等壅塞問題
- ◆路線 1：延長秒數，但時間長度應少於路線 2，以符交通現況

■依照上述策略進行秒數調整，繪製表 12 至表 22，各路線之延長綠燈秒數的調增、調減方式，如下說明

- ◆表 12 為週期增加 5 秒、表 13 為週期增加 6 秒，以此類推至表 22 為週期增加 15 秒

- ◆調整模式有兩種，並依模式一、二順序進行調整與試算

- 模式一

1. 將各表週期所增加的秒數優先釋放給 T₂，因路線 2 最需要延長秒數
2. 先以逐次遞減 T₂ 並遞增 T₁ 的方式(因路線 1 也需要延長部分秒數，但秒數應比路線 2 較少)，計算此時制之通行量、通行量差異與平均每秒所增加的通行量
3. 當平均每秒增加的通行量小於 0.045 左右時，即停止逐次遞減 T₂ 遞增 T₁ 的模式

- 模式二

1. 改以優先將週期增加的秒數給路線 4(從 1 秒開始微幅增加，以解決路線 4 偶爾也會有停等的問題)
2. 承上，配合現況調查結果，路線 1 延長的秒數不能低於路線 4，且路線 2 的秒數應該是三個路線中增加最多的，故 T₄ 增加的秒數，也等量給 T₁ 後，再計算剩餘的週期秒數予 T₂
3. 以此方式進行完一輪 T₂ 與 T₁ 的增減後(亦以平均每秒增加的通行量小於 0.045 左右為停止條件)，再增加 T₄ 秒數 1 秒，繼續新的一輪，直至相同的停止條件

- ◆表 12 至表 22 橘色網底代表初步同時符合以下條件，可供進一步挑選之

- A. 每秒增加量大於 0.045 左右
- B. 起碼要延長路線 2、路線 1 之綠燈秒數，或三條路線皆有延長之
- C. T₂ 增加的時間最多，T₁ 次之且不可低於 T₄，T₄ 最少
- D. 單一路線延長的秒數佔全部延長秒數比例應適當，不可差異過大，以

避免紓解某一路線後，又衍生出其他路線擁塞的路問題
 (參考原時制之比例，路線 4 為 25 秒佔路口週期 145 秒的 17.24%、路
 線 2 為 65 秒佔路口週期 145 秒的 44.83%、路線 1 為 55 秒佔路口週
 期 145 秒的 37.93%)

表 12：若週期增加 5 秒下的各路口交通時制與通行量一覽表

編號	週期	T ₄	T ₂	T ₁	通行量	通行量差異	每秒增加量	條件不符說明
0	145	25	65	55	34.4472	0	0	原路口秒數
5-1	150 秒數 增加 5 秒	25	70 (+5)	55	34.8283	0.3811	0.07622	不採用 (不符 B、D)
5-2		25	69 (+4)	56 (+1)	34.7615	0.3143	0.06286	不採用 (不符 D)
5-3		25	68 (+3)	57 (+2)	34.6947	0.2475	0.04950	尚能相符
5-4		26 (+1)	68 (+3)	56 (+1)	34.6063	0.1591	0.03182	不採用 (不符 A)

註：依原比例在週期增加 5 秒下，分別為 T₄：0.86、T₂：2.24、T₁：1.9

表 13：若週期增加 6 秒下的各路口交通時制與通行量一覽表

編號	週期	T ₄	T ₂	T ₁	通行量	通行量差異	每秒增加量	條件不符說明
0	145	25	65	55	34.4472	0	0	原路口秒數
6-1	151 秒數 增加 6 秒	25	71 (+6)	55	34.9015	0.4543	0.07572	不採用 (不符 B、D)
6-2		25	70 (+5)	56 (+1)	34.8351	0.3879	0.06465	不採用 (不符 D)
6-3		25	69 (+4)	57 (+2)	34.7687	0.3215	0.05358	尚能相符
6-4		25	68 (+3)	58 (+3)	34.7024	0.2552	0.04253	不採用 (不符 C)
6-5		26 (+1)	70 (+5)	55	34.7474	0.3002	0.05003	不採用 (不符 C、D)
6-6		26 (+1)	69 (+4)	56 (+1)	34.6810	0.2338	0.03897	不採用 (不符 A)
6-7		26 (+1)	68 (+3)	57 (+2)	34.6146	0.1674	0.02790	不採用 (不符 A)
6-8		27 (+2)	67 (+2)	57 (+2)	34.4605	0.0133	0.00222	不採用 (不符 A)

註：依原比例在週期增加 6 秒下，分別為 T₄：1.03、T₂：2.69、T₁：2.28

表 14：若週期增加 7 秒下的各路口交通時制與通行量一覽表

編號	週期	T ₄	T ₂	T ₁	通行量	通行量差異	每秒增加量	條件不符說明
----	----	----------------	----------------	----------------	-----	-------	-------	--------

0	145	25	65	55	34.4472	0	0	原路口秒數
7-1	152 秒數 增加 7 秒	25	72 (+7)	55	34.9737	0.5265	0.07521	不採用 (不符 B、D)
7-2		25	71 (+6)	56 (+1)	34.9078	0.4606	0.06580	不採用 (不符 D)
7-3		25	70 (+5)	57 (+2)	34.8418	0.3946	0.05637	尚能相符
7-4		25	69 (+4)	58 (+3)	34.7759	0.3287	0.04696	尚能相符
7-5		25	68 (+3)	59 (+4)	34.7100	0.2628	0.03754	不採用 (不符 A、C、 D)
7-6		26 (+1)	70 (+5)	56 (+1)	34.7547	0.3075	0.04393	尚能相符
7-7		26 (+1)	69 (+4)	57 (+2)	34.6888	0.2416	0.03451	不採用 (不符 A)
7-8		27 (+2)	68 (+3)	58 (+2)	34.5443	0.0971	0.01387	不採用 (不符 A)

註：依原比例在週期增加 7 秒下，分別為 T_4 ：1.21、 T_2 ：3.13、 T_1 ：2.66

表 15：若週期增加 8 秒下的各路口交通時制與通行量一覽表

編號	週期	T_4	T_2	T_1	通行量	通行量差異	每秒增加量	條件不符說明
0	145	25	65	55	34.4472	0	0	原路口秒數
8-1	153 秒數 增加 8 秒	25	73 (+8)	55	35.0450	0.5978	0.07472	不採用 (不符 B、D)
8-2		25	72 (+7)	56 (+1)	34.9795	0.5323	0.06654	不採用 (不符 D)
8-3		25	71 (+6)	57 (+2)	34.9140	0.4668	0.05835	不採用 (不符 D)
8-4		25	70 (+5)	58 (+3)	34.8485	0.4013	0.05016	尚能相符
8-5		25	69 (+4)	59 (+4)	34.7830	0.3358	0.04197	不採用 (不符 C、D)
8-6		25	68 (+3)	60 (+5)	34.7175	0.2703	0.03379	不採用 (不符 A、C、D)
8-7		26 (+1)	71 (+6)	56 (+1)	34.8274	0.3802	0.04752	尚能相符
8-8		26 (+1)	70 (+5)	57 (+2)	34.7619	0.3147	0.03934	不採用 (不符 A)
8-9		26 (+1)	69 (+4)	58 (+3)	34.6964	0.2492	0.03115	不採用 (不符 A)
8-10		27 (+2)	69 (+4)	57 (+2)	34.6098	0.1626	0.02032	不採用 (不符 A)

註：依原比例在週期增加 8 秒下，分別為 T_4 ：1.38、 T_2 ：3.59、 T_1 ：3.03

表 16：若週期增加 9 秒下的各路口交通時制與通行量一覽表

編號	週期	T ₄	T ₂	T ₁	通行量	通行量差異	每秒增加量	條件不符說明
0	145	25	65	55	34.4472	0	0	原路口秒數
9-1	154 秒數 增加 9 秒	25	74 (+9)	55	35.1153	0.6681	0.07423	不採用 (不符 B、D)
9-2		25	73 (+8)	56 (+1)	35.0503	0.6031	0.06701	不採用 (不符 D)
9-3		25	72 (+7)	57 (+2)	34.9852	0.5380	0.05978	不採用 (不符 D)
9-4		25	71 (+6)	58 (+3)	34.9201	0.4729	0.05254	尚能相符
9-5		25	70 (+5)	59 (+4)	34.8551	0.4079	0.04532	尚能相符
9-6		25	69 (+4)	60 (+5)	34.7900	0.3428	0.03809	不採用 (不符 A、C)
9-7		26 (+1)	72 (+7)	56 (+1)	34.8992	0.4520	0.05022	不採用 (不符 D)
9-8		26 (+1)	71 (+6)	57 (+2)	34.8341	0.3869	0.04299	尚能相符
9-9		26 (+1)	70 (+5)	58 (+3)	34.769	0.3218	0.03576	不採用 (不符 A)
9-10		27 (+2)	70 (+5)	57 (+2)	34.683	0.2358	0.02620	不採用 (不符 A)

註：原比例在週期增加 9 秒下，分別為 T₄：1.55、T₂：4.04、T₁：3.41

表 17：若週期增加 10 秒下的各路口交通時制與通行量一覽表

編號	週期	T ₄	T ₂	T ₁	通行量	通行量差異	每秒增加量	條件不符說明
0	145	25	65	55	34.4472	0	0	原路口秒數
10-1	155 秒數 增加 10 秒	25	75 (+10)	55	35.1848	0.7376	0.07376	不採用 (不符 B、D)
10-2		25	74 (+9)	56 (+1)	35.1201	0.6729	0.06729	不採用 (不符 D)
10-3		25	73 (+8)	57 (+2)	35.0555	0.6083	0.06083	不採用 (不符 D)
10-4		25	72 (+7)	58 (+3)	34.9908	0.5436	0.05436	不採用 (不符 D)
10-5		25	71 (+6)	59 (+4)	34.9262	0.4790	0.04790	不採用 (不符 D)
10-6		25	70 (+5)	60 (+5)	34.8615	0.4143	0.04143	不採用 (不符 A、C)
10-7		26 (+1)	73 (+8)	56 (+1)	34.9700	0.5228	0.05228	不採用 (不符 D)
10-8		26 (+1)	72 (+7)	57 (+2)	34.9054	0.4582	0.04582	尚能相符
10-9		26 (+1)	71 (+6)	58 (+3)	34.8407	0.3935	0.03935	不採用 (不符 A)

10-10		26 (+1)	70 (+5)	59 (+4)	34.7761	0.3289	0.03289	不採用 (不符 A)
10-11		27 (+2)	71 (+6)	57 (+2)	34.7552	0.3080	0.03080	不採用 (不符 A)

註：原比例在週期增加 10 秒下，分別為 T_4 ：1.72、 T_2 ：4.49、 T_1 ：3.79

表 18：若週期增加 11 秒下的各路口交通時制與通行量一覽表

編號	週期	T_4	T_2	T_1	通行量	通行量差異	每秒增加量	條件不符說明
0	145	25	65	55	34.4472	0	0	原路口秒數
11-1	156 秒數 增加 11 秒	25	76 (+11)	55	35.2533	0.8061	0.07328	不採用 (不符 B、D)
11-2		25	75 (+10)	56 (+1)	35.1891	0.7419	0.06745	不採用 (不符 D)
11-3		25	74 (+9)	57 (+2)	35.1249	0.6777	0.06161	不採用 (不符 D)
11-4		25	73 (+8)	58 (+3)	35.0606	0.6134	0.05576	不採用 (不符 D)
11-5		25	72 (+7)	59 (+4)	34.9964	0.5492	0.04993	不採用 (不符 D)
11-6		25	71 (+6)	60 (+5)	34.9322	0.4850	0.04409	不採用 (不符 D)
11-7		25	70 (+5)	61 (+6)	34.8679	0.4207	0.03825	不採用 (不符 A、C)
11-8		26 (+1)	74 (+9)	56 (+1)	35.0399	0.5927	0.05388	不採用 (不符 D)
11-9		26 (+1)	73 (+8)	57 (+2)	34.9757	0.5285	0.04805	不採用 (不符 D)
11-10		26 (+1)	72 (+7)	58 (+3)	34.9115	0.4643	0.04221	尚能相符
11-11		26 (+1)	71 (+6)	59 (+4)	34.8472	0.4000	0.03636	不採用 (不符 A)
11-12		27 (+2)	72 (+7)	57 (+2)	34.8265	0.3793	0.03448	不採用 (不符 A)

註：原比例在週期增加 11 秒下，分別為 T_4 ：1.9、 T_2 ：4.93、 T_1 ：4.17

表 19：若週期增加 12 秒下的各路口交通時制與通行量一覽表

編號	週期	T_4	T_2	T_1	通行量	通行量差異	每秒增加量	條件不符說明
0	145	25	65	55	34.4472	0	0	原路口秒數
12-1	157 秒數 增加 12 秒	25	77 (+12)	55	35.3210	0.8738	0.07282	不採用 (不符 B、D)
12-2		25	76 (+11)	56 (+1)	35.2572	0.8100	0.06750	不採用 (不符 D)
12-3		25	75 (+10)	57 (+2)	35.1934	0.7462	0.06218	不採用 (不符 D)

12-4		25	74 (+9)	58 (+3)	35.1296	0.6824	0.05687	不採用 (不符 D)
12-5		25	73 (+8)	59 (+4)	35.0657	0.6185	0.05154	不採用 (不符 D)
12-6		25	72 (+7)	60 (+5)	35.0019	0.5547	0.04622	不採用 (不符 D)
12-7		25	71 (+6)	61 (+6)	34.9381	0.4909	0.04091	不採用 (不符 A、C、 D)
12-8		26 (+1)	75 (+10)	56 (+1)	35.1090	0.6618	0.05515	不採用 (不符 D)
12-9		26 (+1)	74 (+9)	57 (+2)	35.0452	0.5980	0.04983	不採用 (不符 D)
12-10		26 (+1)	73 (+8)	58 (+3)	34.9813	0.5341	0.04451	尚能相符
12-11		26 (+1)	72 (+7)	59 (+4)	34.9175	0.4703	0.03919	不採用 (不符 A)
12-12		27 (+2)	73 (+8)	57 (+2)	34.8969	0.4497	0.03748	不採用 (不符 A、D)
12-13		28 (+3)	71 (+6)	58 (+3)	34.6849	0.2377	0.01981	不採用 (不符 A)

註：原比例在週期增加 12 秒下，分別為 T_4 ：2.07、 T_2 ：5.38、 T_1 ：4.55

表 20：若週期增加 13 秒下的各路口交通時制與通行量一覽表

編號	週期	T_4	T_2	T_1	通行量	通行量差異	每秒增加量	條件不符說明
0	145	25	65	55	34.4472	0	0	原路口秒數
13-1	158 秒數 增加 13 秒	25	78 (+13)	55	35.3878	0.9406	0.07235	不採用 (不符 B、D)
13-2		25	77 (+12)	56 (+1)	35.3244	0.8772	0.06748	不採用 (不符 D)
13-3		25	76 (+11)	57 (+2)	35.2610	0.8138	0.06260	不採用 (不符 D)
13-4		25	75 (+10)	58 (+3)	35.1976	0.7504	0.05772	不採用 (不符 D)
13-5		25	74 (+9)	59 (+4)	35.1342	0.6870	0.05285	不採用 (不符 D)
13-6		25	73 (+8)	60 (+5)	35.0708	0.6236	0.04797	不採用 (不符 D)
13-7		25	72 (+7)	61 (+6)	35.0073	0.5601	0.04308	不採用 (不符 D)
13-8		25	71 (+6)	62 (+7)	34.9439	0.4967	0.03821	不採用 (不符 A、C、 D)
13-9		26 (+1)	76 (+11)	56 (+1)	35.1772	0.7300	0.05615	不採用 (不符 D)
13-10		26 (+1)	75 (+10)	57 (+2)	35.1137	0.6665	0.05127	不採用 (不符 D)

13-11		26 (+1)	74 (+9)	58 (+3)	35.0503	0.6031	0.04639	不採用 (不符 D)
13-12		26 (+1)	73 (+8)	59 (+4)	34.9869	0.5397	0.04152	尚能相符
13-13		26 (+1)	72 (+7)	60 (+5)	34.9235	0.4763	0.03664	不採用 (不符 A)
13-14		27 (+2)	74 (+9)	57 (+2)	34.9665	0.5193	0.03995	不採用 (不符 A、D)
13-15		27 (+2)	73 (+8)	58 (+3)	34.9030	0.4558	0.03506	不採用 (不符 A、D)
13-16		28 (+3)	72 (+7)	58 (+3)	34.7558	0.3086	0.02374	不採用 (不符 A)

註：原比例在週期增加 13 秒下，分別為 T_4 ：2.24、 T_2 ：5.83、 T_1 ：4.93

表 21：若週期增加 14 秒下的各路口交通時制與通行量一覽表

編號	週期	T_4	T_2	T_1	通行量	通行量差異	每秒增加量	條件不符說明
0	145	25	65	55	34.4472	0	0	原路口秒數
14-1	159 秒數 增加 14 秒	25	79 (+14)	55	35.4538	1.0066	0.07190	不採用 (不符 B、D)
14-2		25	78 (+13)	56 (+1)	35.3908	0.9436	0.06740	不採用 (不符 D)
14-3		25	77 (+12)	57 (+2)	35.3278	0.8806	0.06290	不採用 (不符 D)
14-4		25	76 (+11)	58 (+3)	35.2648	0.8176	0.05840	不採用 (不符 D)
14-5		25	75 (+10)	59 (+4)	35.2018	0.7546	0.05390	不採用 (不符 D)
14-6		25	74 (+9)	60 (+5)	35.1387	0.6915	0.04939	不採用 (不符 D)
14-7		25	73 (+8)	61 (+6)	35.0757	0.6285	0.04489	不採用 (不符 D)
14-8		25	72 (+7)	62 (+7)	35.0127	0.5655	0.04039	不採用 (不符 A、C、 D)
14-9		26 (+1)	77 (+12)	56 (+1)	35.2445	0.7973	0.05695	不採用 (不符 D)
14-10		26 (+1)	76 (+11)	57 (+2)	35.1814	0.7342	0.05244	不採用 (不符 D)
14-11		26 (+1)	75 (+10)	58 (+3)	35.1184	0.6712	0.04794	不採用 (不符 D)
14-12		26 (+1)	74 (+9)	59 (+4)	35.0554	0.6082	0.04344	尚能相符
14-13		26 (+1)	73 (+8)	60 (+5)	34.9924	0.5452	0.03894	不採用 (不符 A)
14-14		27 (+2)	75 (+10)	57 (+2)	35.0351	0.5879	0.04199	尚能相符

14-15		27 (+2)	74 (+9)	58 (+3)	34.9721	0.5249	0.03749	不採用 (不符 A)
14-16		28 (+3)	73 (+8)	58 (+3)	34.8257	0.3785	0.02704	不採用 (不符 A)

註：原比例在週期增加 14 秒下，分別為 T_4 ：2.41、 T_2 ：6.28、 T_1 ：5.31

表 22：若週期增加 15 秒下的各路口交通時制與通行量一覽表

編號	週期	T_4	T_2	T_1	通行量	通行量差異	每秒增加量	條件不符說明
0	145	25	65	55	34.4472	0	0	原路口秒數
15-1	160 秒數 增加 15 秒	25	80 (+15)	55	35.5190	1.0718	0.07145	不採用 (不符 B、D)
15-2		25	79 (+14)	56 (+1)	35.4564	1.0092	0.06728	不採用 (不符 D)
15-3		25	78 (+13)	57 (+2)	35.3938	0.9466	0.06311	不採用 (不符 D)
15-4		25	77 (+12)	58 (+3)	35.3311	0.8839	0.05893	不採用 (不符 D)
15-5		25	76 (+11)	59 (+4)	35.2685	0.8213	0.05475	不採用 (不符 D)
15-6		25	75 (+10)	60 (+5)	35.2059	0.7587	0.05058	不採用 (不符 D)
15-7		25	74 (+9)	61 (+6)	35.1433	0.6961	0.04641	不採用 (不符 D)
15-8		25	73 (+8)	62 (+7)	35.0806	0.6334	0.04223	不採用 (不符 D)
15-9		26 (+1)	78 (+13)	56 (+1)	35.3109	0.8637	0.05758	不採用 (不符 D)
15-10		26 (+1)	77 (+12)	57 (+2)	35.2483	0.8011	0.05341	不採用 (不符 D)
15-11		26 (+1)	76 (+11)	58 (+3)	35.1857	0.7385	0.04923	不採用 (不符 D)
15-12		26 (+1)	75 (+10)	59 (+4)	35.1231	0.6759	0.04506	尚能相符
15-13		26 (+1)	74 (+9)	60 (+5)	35.0604	0.6132	0.04088	不採用 (不符 A、D)
15-14		27 (+2)	76 (+11)	57 (+2)	35.1029	0.6557	0.04371	尚能相符
15-15		27 (+2)	75 (+10)	58 (+3)	35.0403	0.5931	0.03954	不採用 (不符 A、D)
15-16		28 (+3)	74 (+9)	58 (+3)	34.8948	0.4476	0.02984	不採用 (不符 A)

註：原比例在週期增加 15 秒下，分別為 T_4 ：2.59、 T_2 ：6.72、 T_1 ：5.69

(三)綜整表 12 至表 22 之初步符合挑選條件的交通時制與通行量

表 23：初步符合挑選條件的交通時制與通行量一覽表

	編號	週期	T ₄	T ₂	T ₁	通行量	通行量差異	每秒增加量
	0	145	25	65	55	34.4472	0	0
1	5-3	150	25	68 (+3)	57 (+2)	34.6947	0.2475	0.04950
2	6-3	151	25	69 (+4)	57 (+2)	34.7687	0.3215	0.05358
3	7-3	152	25	70 (+5)	57 (+2)	34.8418	0.3946	0.05637
4	7-4		25	69 (+4)	58 (+3)	34.7759	0.3287	0.04696
5	7-6		26 (+1)	70 (+5)	56 (+1)	34.7547	0.3075	0.04393
6	8-4	153	25	70 (+5)	58 (+3)	34.8485	0.4013	0.05016
7	8-7		26 (+1)	71 (+6)	56 (+1)	34.8274	0.3802	0.04752
8	9-4	154	25	71 (+6)	58 (+3)	34.9201	0.4729	0.05254
9	9-5		25	70 (+5)	59 (+4)	34.8551	0.4079	0.04532
10	9-8		26 (+1)	71 (+6)	57 (+2)	34.8341	0.3869	0.04299
11	10-8	155	26 (+1)	72 (+7)	57 (+2)	34.9054	0.4582	0.04582
12	11-10	156	26 (+1)	72 (+7)	58 (+3)	34.9115	0.4643	0.04221
13	12-10	157	26 (+1)	73 (+8)	58 (+3)	34.9813	0.5341	0.04451
14	13-12	158	26 (+1)	73 (+8)	59 (+4)	34.9869	0.5397	0.04152
15	14-12	159	26 (+1)	74 (+9)	59 (+4)	35.0554	0.6082	0.04344
16	14-14		27 (+2)	75 (+10)	57 (+2)	35.0351	0.5879	0.04199
17	15-12	160	26 (+1)	75 (+10)	59 (+4)	35.1231	0.6759	0.04506
18	15-14		27 (+2)	76 (+11)	57 (+2)	35.1029	0.6557	0.04371

- 上表列出當路口週期再增加 5-15 秒時，符合篩選條件的新時制設計
 - ◆ 本路口之新時制設定秒數共有 18 種，可讓通行量增加 0.2475 公尺(第 1 種)至 0.6759 公尺(第 17 種)
 - ◆ 週期增加 5 至 6 秒時，僅能延長路線 2、路線 1 的綠燈秒數(第 1、2 種)
 - ◆ 週期增加 7 至 9 秒，可選擇是否增加路線 2 及路線 1 的綠燈秒數(第 3、4、6、8、9 種)，或是三個路線都延長秒數(第 5、7、10 種)
 - ◆ 週期增加 10 至 15 秒，則三個路線都需分配到延長秒數(尤其是路線 4)，以避免路線 4 因停等綠燈太久，造成此路線更加壅塞(第 11 至 18 種)

本研究是在找出家鄉重要五叉路口之交通號誌新的時制設置，以解決尖峰時刻各路線停等紅綠燈的壅塞情況。藉由系列性研究後，我們有下列發現

- 一、五叉路口主要由六條路線所構成，另有兩條因車輛極少與未通過此路口而不納入。
- 二、五叉路口現存的號誌週期為 145 秒，由 6 個時相組成，但部分路線之時相重疊，故實際可視為三個部分所組成，即路線 4 的 25 秒、路線 2 的 65 秒、路線 1 的 55 秒。
- 三、因各路線車輛通過路口的平均車速、車身長度、車輛種類多有差異，故提出通行量的計算模式以取代通俗使用的車流量，並將通行量定義為路口各路線車輛在綠燈下的最大通行距離之總和除以路口週期秒數。
- 四、經由測量各路線的相關交通數據並計算後，現有路口的通行量為 34.4472(公尺/秒)。
- 五、我們在現有時制下，將週期再增加 5-15 秒的情況下，經由科學化計算，提出 18 種路口新的時制設置，皆可讓通行量增加 0.2475 至 0.6759 公尺，可有效解決路口壅塞情況(詳如表 23)。
 - A.週期增加 5 至 6 秒時，僅能延長路線 2、路線 1 的綠燈秒數(第 1、2 種)
 - B.週期增加 7 至 9 秒，可選擇是否增加路線 2 及路線 1 的綠燈秒數(第 3、4、6、8、9 種)，或是三個路線都延長秒數(第 5、7、10 種)
 - C.週期增加 10 至 15 秒，則三個路線都需分配到延長秒數(尤其是路線 4)，以避免路線 4 因停等綠燈太久，造成此路線更加壅塞(第 11 至 18 種)

柒、未來研究方向

本研究主要目的是要找出可讓路口通行量增加的秒數設定方式，透過適當的延長綠燈秒數來解決尖峰時刻路口壅塞停等之現況。

但在非尖峰時刻，延長路口週期恐怕讓多數路線處於綠燈但無車輛通行的窘況，故未來研究可以界定哪個時段屬於非尖峰用路時段，並提出非尖峰時段的時制設置，使交通號誌更具效率而減少不必要的停等。

捌、參考資料及其他

- 一、交通號誌之規劃設計

<http://ocw.knu.edu.tw/download/263/f4ec8e7e7b6b566563e1e2e2bd86bfab/%E4%BA%A4%E9%80%9A%E8%99%9F%E8%AA%8C%E6%8E%88%E8%AA%B2.pdf>

- 二、交通控制-號誌

<http://myweb.ncku.edu.tw/~shouren/unit8.pdf>