

# 國立交通大學

## 交通運輸研究所



車行號誌倒數計秒器下駕駛行為分析

A Study on Driving Behaviors at the  
Intersections with Traffic Signal Countdown Displays.

研 究 生：張建華

指 導 教 授：邱裕鈞 博士

中 華 民 國 九 十 七 年 六 月

# 車行號誌倒數計秒器下駕駛行為分析

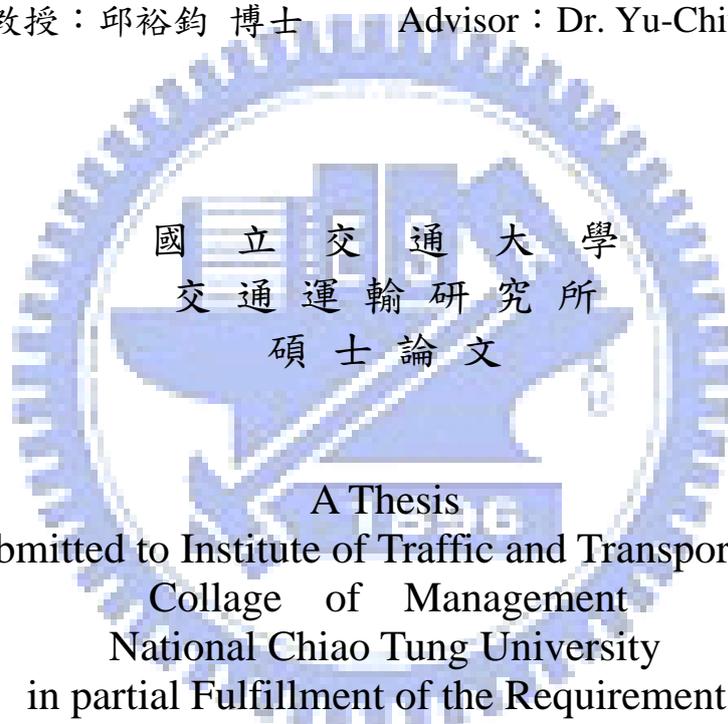
A Study on Driving Behaviors at the  
Intersections with Traffic Signal Countdown Displays.

研究生：張建華

Student : Chien-Hua Chang

指導教授：邱裕鈞 博士

Advisor : Dr. Yu-Chiun Chiou



A Thesis  
Submitted to Institute of Traffic and Transportation  
Collage of Management  
National Chiao Tung University  
in partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of  
Master  
in  
Traffic and Transportation  
June 2008  
Hsinchu, Taiwan, Republic of China.

中華民國九十七年六月

國立交通大學  
研究所碩士班  
論文口試委員會審定書

本校 交通運輸 研究所 張建華 君

所提論文 車行號誌倒數計秒器下駕駛行為分析

合於碩士資格水準、業經本委員會評審認可。

口試委員：李武之 魏健宏

邱毓鈞

指導教授：邱毓鈞

研究所所長：黃台生 教授

中華民國九十七年六月十二日

# 車行號誌倒數計秒器下駕駛行為分析

學生：張建華

指導教授：邱裕鈞博士

國立交通大學交通運輸研究所碩士班

## 摘要

本研究主要係為探討號誌化路口於增設車行號誌倒數計秒器後駕駛人之駕駛行為變化情形，包括綠燈倒數計秒器及紅燈倒數計秒器等，本研究選擇新竹縣竹北市光明六路與中華路交岔口為綠燈倒數計秒器之研究路口，並以其上游未設置綠燈倒數計秒器之光明六路與博愛路交岔口為實驗之對照路口，於同一時間分別對兩路口進行攝影，以收集同一股車流分別通過有設置綠燈倒數計秒器路口及未設置綠燈倒數計秒器路口之車流行為，進而探討駕駛人於號誌化路口有無設置車行綠燈倒數計秒器下之闖紅燈行為及猶豫區間變化情形，並以駕駛人距停止線距離、臨近路口速度、距紅燈始亮時間等進行車輛駕駛人停行決策之羅吉斯迴歸分析；在紅燈倒數計秒器研究方面則選擇臺北市忠孝東路與敦化南路交岔口為研究對象，分別於紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、3 個月及 4.5 個月時進行車流行為攝影，進而探討整體機車流與汽車流及機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車、機車停等區內之第一部起動機車、內側第一車道之第一部起動汽車、內側第二車道之第一部起動汽車、機車停等區後方之第一部起動汽車等提早起動率、起動延滯及起動延滯公式於紅燈倒數計秒器設置前與設置後及隨時間之變化情形。

研究結果發現有設置綠燈倒數之路口較無設置綠燈倒數之路口其闖紅燈比率低、猶豫區間長、羅吉斯迴歸分析之車輛最後通過機率較低，有綠燈倒數路口駕駛人之停行決策已提前至綠燈剩餘時間 2 秒至 1 秒時，若綠燈剩餘時間為 1 秒時，多數駕駛人將減速並停止於停止線前，若綠燈剩餘時間為 2 秒時，則多數駕駛人將加速通過路口，顯示停行決策不一致，車隊速度不連續，有速差產生，易於發生追撞。而紅燈倒數計秒器設置前與設置後整體機車流與汽車流及各車道位置之汽車、機車其提早起動率大致呈現先降後升之趨勢，並於設置後 4.5 個月時約略高於設置前，起動延滯則呈現先升後降並於設置後 4.5 個月時已低於設置前，起動延滯公式迴歸分析發現車隊之飽和車流間距隨時間並無明顯之變化，而總累積起動延滯呈現先升後降並於設置後 4.5 個月時已低於設置前。整體而言，駕駛人面對綠燈倒數數字之判斷力因人而異，於交通安全之維護風險較高，而紅燈倒數在安定駕駛人停等紅燈時之躁動情緒、起動延滯之縮短、停等紅燈車隊之紓解效率等各方面，均具有正面之協助，輔以肇事型態分析，紅燈倒數計秒器顯較綠燈倒數計秒器利多於弊且無爭議。

關鍵詞：號誌倒數計秒器、猶豫區間、羅吉斯迴歸、起動延滯、駕駛行為

# **A Study on Driving Behaviors at the Intersections with Traffic Signal Countdown Displays.**

Student : Chien-Hua Chang

Advisor : Dr. Yu-Chiun Chiou

Institute of Traffic and Transportation  
Collage of management  
National Chiao Tung University

## **Abstract**

The purpose of this study is to discuss driving behaviors at the intersections with traffic signal countdown displays, including green-light and red-light. Two neighboring signalized intersections, one with green-light countdown displays and the other without, in Hsinchu county town were chosen as study sites. Two digital video cameras were used separately to collect the traffic passing through the two signalized intersections at the same time. Then we analyse the difference between the two intersections on red-running violations, Dilemma Zone and Logistic Regression. Another signalized intersection in Taipei city was chosen to collect the traffic data before the red-light countdown displays installed and after red-light countdown displays started operation at 1.5-month, 3-month, 4.5-month. Then we analyse the difference between before and after on red-running violations, headway and start-up delays.

It is found that red-running violations ratio with green-light countdown displays is smaller than without. Dilemma Zone with green-light countdown displays is longer than without. The traffic passing numbers with green-light countdown displays is smaller than without. The time of driver make a choice to pass or stop with green-light countdown displays have advanced one or two seconds before the start of red light. Red-running violations were reduced at 1.5-month after red-light countdown installed but its effectiveness tended to dissipate over time as the violation numbers had bounced back to more than before level. Headway is no change with time. Start-up delays were raised at 1.5-month after red-light countdown installed and then decreased over time. On the whole, red-light countdown displays is better than green-light countdown displays owing to its advantages is more than its disadvantages.

Keywords : Traffic Signal Countdown Displays, Dilemma Zone, Start-up delay, Driver Behavior, Logistic Regression

## 誌謝

在離開校園九年後的 95 年 9 月 14 日，我懷著一顆忐忑不安的心走進黃台生所長開的「系統模擬」課程的教室，從此展開我在交通大學台北校區求學的日子，跟著一群年齡小我將近一輪的年輕同學一起去追尋、完成我那深藏已久的夢想，從無間斷的作業、報告、考試、論文研討等，一直催促著我往前走，戰戰兢兢，就怕稍一怠惰就跟不上大家的腳步，六百三十多個日子過去了，猛然回首，真不敢相信自己竟然能這樣子的撐過來了，終於要跟大夥兒一起畢業了。

畢業論文得以順利完成，最要感謝的是恩師邱裕鈞老師，從研究構想、資料收集、研究方法及結果分析等各階段都給我最細心的指導，尤其老師體恤我上班工作的時間限制，特別利用早上八點多及中午一點的時間與我討論論文進度，犧牲老師休息的時間，讓我感動不已，我的論文也才能因此而一步一步趕上進度並順利完成，謹致上由衷的敬意與謝忱。

論文口試期間承蒙明道管理學院藍武王院長、成功大學魏健宏教授細心審閱及指導匡正，特此致謝；在學期間承蒙黃台生所長、馮正民教授、黃承傳教授、汪進財教授、許鉅秉教授、陳穆臻教授等於各領域知識之教導，讓我得以拓展各方面之視野，並運用於論文研究，特此致謝；所辦洪瑛璿小姐於行政工作之協助及無時無刻之關心與鼓勵，讓我更有勇氣去面對及克服每一次的挑戰，在此一併致謝；同學們在學業上的協助與精神上的相互勉勵，讓我不致脫隊，由衷感謝。

感謝臺北市停車管理處張處長哲揚、臺北市交通管制工程處蘇前處長崇昆、郭處長宗生、許科長文彬、沈科長淑賢等長官及規劃科同仁之鼓勵與支持，尤其感謝沈科長淑賢於工作上之體諒、包容與協助，讓我得以在最短的時間內完成學業；同事蔡軒平先生義無反顧地協助本論文路口攝影及影帶轉錄整理等工作，讓本研究得以順利進行，特致謝忱，尤其在一月底寒流過境時陪著我在 12 樓頂進行 4 個小時的錄影工作，此情此景銘記在心；規劃科同仁於工作上之協助及學業上之指導，特此一併感謝。

感謝親愛的老婆玉華兩年來無怨無悔的付出，教養 6 歲、3 歲的兒子詠翔、詠昕及管理家庭，讓我專心於學業上，雖然偶爾也要陪著兩個兒子超人「拯救世界」後才能繼續論文研究，但親愛的老婆總會在關鍵時刻出面相挺，讓「拯救世界」的任務提早結束，而我也可以早一點開始拯救我的論文；父親、母親的殷切盼望，岳父、岳母無私的協助，更是我精神上的支柱，讓我得以堅持下去，最後，謹以此論文獻給我最摯愛的父親、母親、岳父、岳母及親愛的老婆，因為有你們，我才能毫無畏懼地勇往直前。

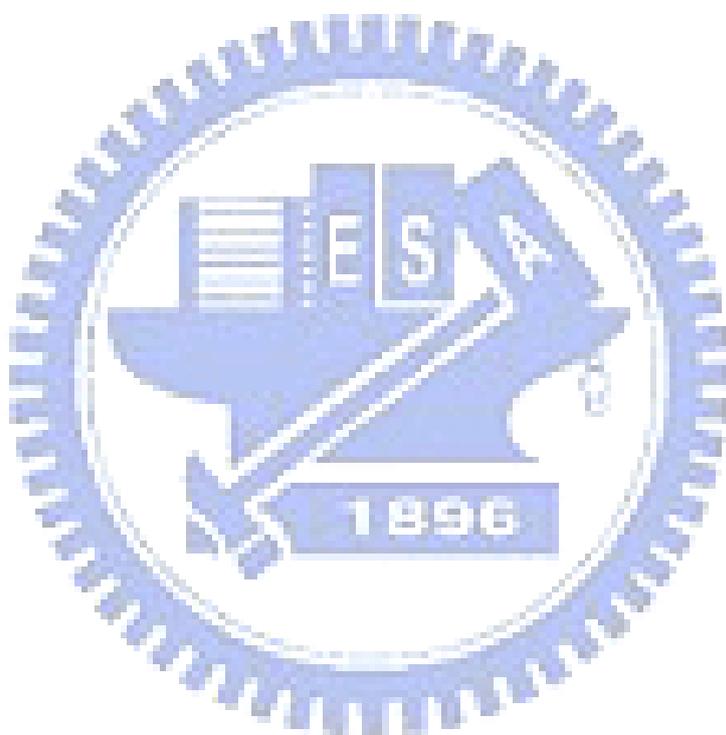
張建華 謹誌

中華民國九十七年六月

## 目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
圖目錄.....	vi
表目錄.....	viii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	5
1.3 研究範圍與對象.....	5
1.4 研究方法.....	6
1.5 研究流程與內容.....	8
第二章 文獻回顧.....	10
2.1 時相轉換下之駕駛行為.....	10
2.2 號誌化路口之績效衡量.....	16
2.3 車行號誌倒數計秒器之可能效益與衝擊.....	18
2.4 小結.....	20
第三章 實驗設計與資料收集.....	21
3.1 實驗設計.....	21
3.1.1 實驗目的.....	21
3.1.2 實驗方法與流程.....	21
3.1.3 衡量指標之選擇.....	23
3.1.4 實驗假設.....	24
3.1.5 實驗環境選擇.....	26
3.2 資料收集.....	32
3.2.1 路口拍攝情形.....	32
3.2.2 使用器材、資料紀錄與分析方法.....	35
第四章 車行綠燈倒數計秒器之實驗結果分析.....	36
4.1 闖紅燈行為分析.....	36
4.2 猶豫區間變化情形分析.....	37
4.3 羅吉斯迴歸分析.....	38
4.4 肇事分析.....	47
4.5 小結.....	48
第五章 車行紅燈倒數計秒器之實驗結果分析.....	50
5.1 提早起動率變化情形分析.....	50
5.2 起動延滯分析.....	58

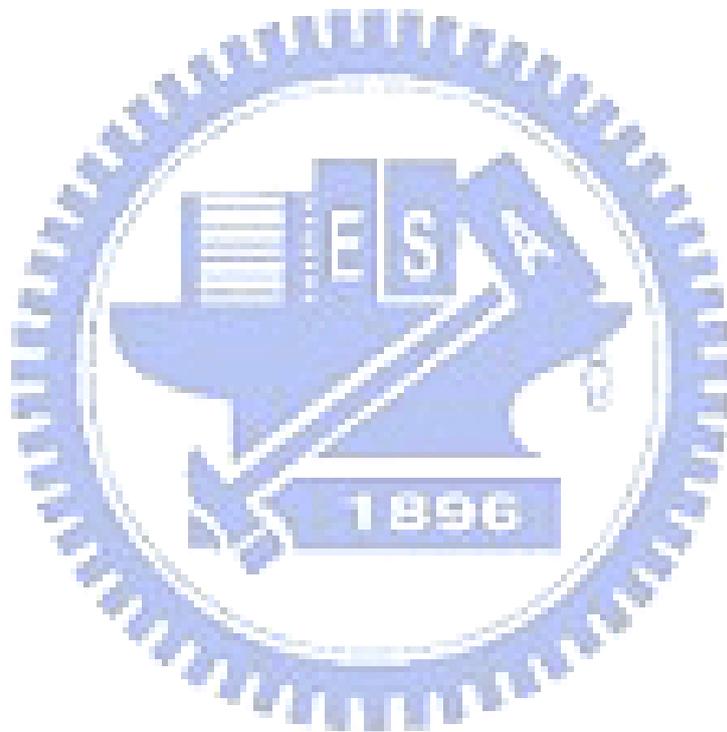
5.3	起動延滯公式校估.....	74
5.4	肇事分析.....	80
5.5	小結.....	80
第六章	結論與建議.....	83
6.1	結論.....	83
6.2	建議.....	85
參考文獻	.....	86



## 圖目錄

圖 1.1	行人倒數計秒器.....	2
圖 1.2	外掛式車行紅燈倒數計秒器.....	3
圖 1.3	內建式車行紅燈倒數計秒器.....	3
圖 1.4	外掛式車行綠燈倒數計秒器.....	3
圖 1.5	內建式車行綠燈倒數計秒器.....	3
圖 1.6	研究流程圖.....	8
圖 2.1	猶豫區間與兩可區間示意圖.....	11
圖 2.2	以駕駛者選擇行為為基礎之猶豫區間示意圖.....	12
圖 2.3	猶豫區間警示系統警告時點及方式.....	14
圖 3.1	實驗流程圖.....	22
圖 3.2	車行綠燈倒數計秒器實驗路口與對照路口之相關位置圖.....	27
圖 3.3	光明六路、中華路交岔口之路口幾何配置圖.....	28
圖 3.4	光明六路、博愛路交岔口之路口幾何配置圖.....	28
圖 3.5	車行紅燈倒數計秒器實驗路口之相關位置圖.....	31
圖 3.6	忠孝東路、敦化南路交岔口之路口幾何配置圖.....	31
圖 3.7	光明六路、中華路交岔口之車流影像.....	32
圖 3.8	光明六路、博愛路交岔口之車流影像.....	33
圖 3.9	光明六路、博愛路交岔口號誌燈運作情形.....	33
圖 3.10	忠孝東路、敦化南路交岔口之車流影像.....	34
圖 3.11	忠孝東路、敦化南路交岔口號誌燈運作情形.....	35
圖 4.1	光明六路/中華路、光明六路/博愛路紅燈始亮時累積停車機率圖.....	38
圖 4.2	距停止線 20 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖.....	44
圖 4.3	距停止線 30 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖.....	44
圖 4.4	距停止線 40 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖.....	45
圖 4.5	距停止線 50 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖.....	45
圖 4.6	距停止線 60 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖.....	45
圖 4.7	距停止線 70 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖.....	46
圖 4.8	臨近速度 30km/hr 下距停止線不同距離處之車輛通過機率比較圖.....	46
圖 4.9	臨近速度 40km/hr 下距停止線不同距離處之車輛通過機率比較圖.....	46
圖 4.10	臨近速度 50km/hr 下距停止線不同距離處之車輛通過機率比較圖.....	47
圖 4.11	臨近速度 60km/hr 下距停止線不同距離處之車輛通過機率比較圖.....	47
圖 5.1	整體之機車、汽車提早起動率變化情形統計圖.....	51
圖 5.2	機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車提早起動率統計圖.....	52
圖 5.3	機車停等區內之第一部起動機車提早起動率統計圖.....	53
圖 5.4	內側第一車道之第一部起動汽車提早起動率統計圖.....	54
圖 5.5	內側第二車道之第一部起動汽車提早起動率統計圖.....	55

圖 5.6 機車停等區後方之第一部起動汽車提早起動率統計圖.....	56
圖 5.7 各位置之機車、汽車提早起動率變化情形統計圖.....	58
圖 5.8 各車道起動延滯量測示意圖.....	59
圖 5.9 整體之機車、汽車起動延滯變化情形統計圖.....	72
圖 5.10 起動延滯變化情形曲線圖.....	72
圖 5.11 整體汽車飽和車間距、累積起動延滯變化情形曲線圖.....	78
圖 5.12 飽和車流間距變化情形曲線圖.....	79
圖 5.13 累積起動延滯變化情形曲線圖.....	79



## 表目錄

表 1.1	各縣市車行號誌倒數計秒器設置概況.....	4
表 2.1	時相轉換下影響駕駛者選擇之變數.....	12
表 3.1	車行綠燈倒數計秒器實驗路口與對照路口之交通條件整理表.....	29
表 3.2	車行紅燈倒數計秒器實驗路口之交通條件整理表.....	30
表 3.3	車行綠燈倒數計秒器實驗攝影時間表.....	33
表 3.4	車行紅燈倒數計秒器實驗攝影時間表.....	35
表 4.1	光明六路/中華路、光明六路/博愛路闖紅燈車輛數據統計表.....	37
表 4.2	黃燈始亮時羅吉斯迴歸分析表.....	39
表 4.3	黃燈剩餘時間 2 秒時羅吉斯迴歸分析表.....	40
表 4.4	黃燈剩餘時間 1 秒時羅吉斯迴歸分析表.....	40
表 4.5	綠燈剩餘時間 1 秒時羅吉斯迴歸分析表.....	41
表 4.6	綠燈剩餘時間 2 秒時羅吉斯迴歸分析表.....	41
表 4.7	綠燈剩餘時間 3 秒時羅吉斯迴歸分析表.....	42
表 4.8	綠燈剩餘時間 4 秒時羅吉斯迴歸分析表.....	42
表 4.9	車行綠燈倒數計秒器相關研究比較表.....	49
表 5.1	整體第一部起動機車及第一部起動汽車提早起動統計表.....	51
表 5.2	機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車提早起動統計表.....	52
表 5.3	機車停等區內之第一部起動機車提早起動統計表.....	53
表 5.4	內側第一車道之第一部起動汽車提早起動統計表.....	54
表 5.5	內側第二車道之第一部起動汽車提早起動統計表.....	55
表 5.6	機車停等區後方之第一部起動汽車提早起動統計表.....	56
表 5.7	整體機車流、汽車流起動延滯之基本敘述統計整理表.....	59
表 5.8	尖峰時段起動延滯之基本敘述統計整理表.....	60
表 5.9	離峰時段起動延滯之基本敘述統計整理表.....	61
表 5.10	整體機車流之第一部起動機車起動延滯變異數分析表.....	62
表 5.11	整體汽車流之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表.....	63
表 5.12	尖峰時段機車兩段左轉待轉區之第一部起動機車起動延滯變異數分析..	63
表 5.13	離峰時段機車兩段左轉待轉區第一部起動機車起動延滯變異數分析表..	64
表 5.14	尖峰時段機車停等區內之第一部起動機車起動延滯變異數分析表.....	65
表 5.15	離峰時段機車停等區內之第一部起動機車起動延滯變異數分析表.....	65
表 5.16	尖峰時段內側第一車道之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表.....	66
表 5.17	離峰時段內側第一車道之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表.....	67
表 5.18	尖峰時段內側第二車道之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表.....	67
表 5.19	離峰時段內側第二車道之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表.....	68
表 5.20	尖峰時段機車停等區後方之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表....	69
表 5.21	離峰時段機車停等區後方之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表....	69

表 5.22	起動延滯變異數分析整理表.....	73
表 5.23	整體汽車起動延滯公式分析表.....	74
表 5.24	尖峰時段內側第一車道汽車之起動延滯公式分析表.....	75
表 5.25	離峰時段內側第一車道汽車之起動延滯公式分析表.....	75
表 5.26	尖峰時段內側第二車道汽車之起動延滯公式分析表.....	76
表 5.27	離峰時段內側第二車道汽車之起動延滯公式分析表.....	76
表 5.28	尖峰時段機車停等區後方汽車之起動延滯公式分析表.....	77
表 5.29	離峰時段機車停等區後方汽車之起動延滯公式分析表.....	77
表 5.30	車行紅燈倒數計秒器相關研究比較表.....	82



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

民國 88 年台北市開始試辦行人倒數計秒器（俗稱小綠人，如圖 1.1 所示），直接在路口號誌上傳遞時制資訊於用路人知道，成為世界首創，更獲世界知名旅遊書（Lonely Planet）列為旅客到台北市可捕捉到最有趣街景之一，不但降低了行人於路口等待的焦慮，對行人安全亦存在某種程度的貢獻，也逐漸被各縣市及其他國家所引用，民國 89 年新竹市首先小規模試辦車行綠燈倒數計秒器（Green-light countdown display），隨後台南市政府、台南縣警察局陸續分別試辦車行紅燈倒數計秒器（Red-light countdown display）、車行綠燈倒數計秒器，之後幾乎各縣市政府均跟進試辦此等車行號誌倒數計秒器，依據交通部運輸研究所的調查，目前全國僅台北市、宜蘭縣、花蓮縣及連江縣尚未有車行號誌倒數計秒器設置，而各縣市政府所採用車行號誌倒數計秒器之顯示形式與倒數方式各有不同，主要顯示形式有加裝於號誌燈箱外部（簡稱外掛式，如圖 1.2、圖 1.4 所示）及以黃燈燈箱兼具倒數功能（簡稱內建式，如圖 1.3、圖 1.5 所示）等兩種，倒數方式則有紅燈倒數、綠燈倒數及紅綠燈皆倒數等三種，如表 1.1 所示。

「道路交通標誌標線號誌設置規則」第三條號誌之定義：「以規定之時間上交互更迭之光色訊號，設置於交岔路口或其他特殊地點，用以將道路通行權指定給車輛駕駛人與行人，管制其行止及轉向之交通管制設施。」，故設置號誌是為了提升路口交通安全與效率，車行綠燈倒數計秒器可以提供駕駛人綠燈剩餘時間，當駕駛人接近路口經由判讀車行綠燈倒數計秒器發現綠燈即將結束，駕駛人可能會提早執行停車或加速通行的動作，惟基於節省旅行時間之目的，車輛將加快速度並縮短間距以便能在紅燈啟亮前通過停止線，使路口有效綠燈可被充分使用而降低號誌轉換期間之時間損失，亦可促成綠燈結束前車輛結隊而行之現象以阻絕橫向道路車輛提早起步、冒進的意圖，車行紅燈倒數計秒器可提供用路人紅燈剩餘秒數，以改善駕駛人於交岔路口紅燈停等時因不耐久候或眼見橫向車流逐漸稀疏而提早起步或闖紅燈之現象，可提高行車安全。

無論車行綠燈倒數計秒器或車行紅燈倒數計秒器在交通安全與效率之管理上均有其正面之意義，然而大多數縣市政府均傾向於設置車行紅燈倒數計秒器，且不認為所有路口均應設置，而是有條件的開放，對於車行綠燈倒數計秒器多持保留之態度，其主要原因為當計秒器顯示綠燈即將結束時，駕駛人有加速並搶燈之行為，有安全上之顧慮，而此一狀況係發生於這一連串駕駛行為之何時？亦即當駕駛人距離停止線多遠？車行綠燈倒數計秒器顯示綠燈剩餘時間多少時？駕駛人會有加速並搶燈通過路口之動作，另對於猶豫區間的探討，多以黃燈始亮時之駕駛行為作為研究之對象，而號誌增設了車行綠燈倒數計秒器後，猶豫區間是否有所變化？其變化情形如何？此類問題若能加以研究釐清並尋求改善之道，或許就

可以破除大眾對車行綠燈倒數計秒器之疑慮，進而充分發揮其正面之效益；車行紅燈倒數計秒器多以降低駕駛人停等紅燈之焦慮為目的，然而其於駕駛行為上之影響為何？對於路口疏解效率是否有所提升？若能充分掌握紅燈停等時間，是否有機會可縮短車輛於路口之怠停時間？以作為進一步分析與空氣污染關係之基礎，因此本研究將針對上述各項問題進行學術上之分析，比較車行號誌倒數計秒器設置前後或有無使用間之駕駛行為，以探討其車流特性及對路口運行績效之影響，並提出車行號誌倒數計秒器設置與否之參考。



圖 1.1 行人倒數計秒器



圖 1.2 外掛式車行紅燈倒數計秒器



圖 1.3 內建式車行紅燈倒數計秒器



圖 1.4 外掛式車行綠燈倒數計秒器



圖 1.5 內建式車行綠燈倒數計秒器

表 1.1 各縣市車行號誌倒數計秒器設置概況

縣市	號誌主管單位	開始設置時間	設置路口數	所轄號誌化路口數	設置比例	設置類型		
						綠燈倒數	紅燈倒數	紅綠燈皆倒數
基隆市	交旅局	93 年	114	--	--			◎
台北縣	交通局	93 年	60	2,500	2.40%			◎
桃園縣	交通局	95 年	2	1,651	0.12%			◎
新竹縣	警察局	94 年	8	428	1.87%			
新竹市	交通局	91 年	60	608	9.87%	◎	◎	
台中市	交通局	94 年	2	--	--		◎	
台中縣	交旅局		3	1,343	0.22%			
苗栗縣	工務局	92 年	5	900	0.56%		◎	
嘉義縣	交通局	92 年	18	800	2.25%			◎
嘉義市	交通局		28	436	6.42%			
雲林縣	警察局	93 年	19	766	2.48%			
南投縣	警察局	93 年	13	714	1.82%			◎
台南縣	交觀局	89 年	68	--	--		◎	
台南市	交通局	89 年	13	700	1.86%			◎
高雄縣	警察局	94 年	3	1,516	0.20%			
高雄市	交通局	93 年	129	--	--			◎
屏東縣	警察局		7	--	--			
宜蘭縣	警察局		0	503	0.00%			
花蓮縣	警察局		0	--	0.00%			
台東縣	警察局	94 年	2	249	0.80%			
澎湖縣	警察局	89 年	3	110	2.73%			◎
金門縣	警察局		13	30	43.33%			◎
連江縣	交通局		0	0	0.00%			
公路總局			5	--	--			◎
高公局	北工處		58	--	--			◎
高公局	中工處		31	--	--			◎
高公局	南工處		45	--	--			◎

## 1.2 研究目的

本研究主要將確實了解路口號誌增設車行號誌倒數計秒器後之駕駛行為，主要目的分述如下：

1. 觀察當駕駛人於號誌化路口面對車行綠燈倒數計秒器及車行紅燈倒數計秒器等兩種不同類型之車行號誌倒數計秒器時，對其駕駛行為之影響情形。
2. 觀察當駕駛人分別先後通過有設置車行綠燈倒數計秒器及無設置車行綠燈倒數計秒器之號誌化路口時，其駕駛行為之變化情形，以了解車行綠燈倒數計秒器對於車流特性之影響程度。
3. 觀察號誌化路口於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月及 4.5 個月時之駕駛行為，以了解車行紅燈倒數計秒器對於車流特性之影響程度及其隨時間之變化情形。
4. 經由有無設置車行綠燈倒數計秒器及車行紅燈倒數計秒器設置前後等之車流特性變化情形與路口績效評估分析，歸納整理設置車行綠燈倒數計秒器、車行紅燈倒數計秒器之利弊得失，並提出路口增設車行號誌倒數計秒器與否之建議。

## 1.3 研究範圍與對象

為利分析比較路口號誌於設置車行號誌倒數計秒器之車流行為變化及路口績效，本研究之研究範圍與對象如下所述：

研究範圍：

1. 從新竹縣、台北市等已架設車行號誌倒數計秒器之路口中尋找符合研究觀察條件者，受限於時間及人力，僅選定新竹縣、台北市各一處已架設車行號誌倒數計秒器之十字型號誌化路口為研究範圍。
2. 人之駕駛行為可分為外顯行為及內顯行為，外顯行為如個別之駕駛速率、與前後車互動等可以實際調查方式觀察，而如駕駛習慣、心理等內顯行為則需透過問卷調查取得，因時間及經費考量，本研究之範圍將著重在駕駛者之外顯行為。
3. 考量交通事故之發生為隨機，肇事原因多且複雜，不易取得具體有效之分析資料，更難以從實際調查中了解其與車行號誌倒數計秒器設置與否之因果關係，故本研究僅能從事後之肇事型態分析進行對交通安全與車行號誌倒數計秒器設置與否之初步探討。

研究對象：

1. 同時對有設置車行綠燈倒數計秒器及無設置車行綠燈倒數計秒器之兩相鄰號誌化路口攝影，以觀察分析同一股汽車流在分別通過有無設置車行綠燈倒數計秒器路口時之駕駛行為變化情形。

2. 分別於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月進行路口攝影，以觀察分析同一路口不同位置之機車與汽車於車行紅燈倒數計秒器設置前後駕駛行為變化情形。

#### 1.4 研究方法

本研究的研究方法主要分為四個部份，分述如下：

##### 1. 文獻評析

藉由收集國內外關於車行號誌倒數計秒器、車流行為理論及路口績效評估等研究資料，以了解過去及目前國內外在車行號誌倒數計秒器方面的運用情形與相關研究分析結果；彙整關於路口車流行為理論及績效評估方式之相關研究結論，以利了解影響路口之因子及其衡量指標，供作本研究之參考與應用。

##### 2. 路口攝影調查、有與無分析 (with-or-without study) 及事前事後分析 (before-and-after study)

本研究因應研究目的之不同，對於車行綠燈倒數計秒器與車行紅燈倒數計秒器之路口將分別採取不同之攝影方式；在車行綠燈倒數計秒器方面，將於高處同時對有設置車行綠燈倒數計秒器及無設置車行綠燈倒數計秒器之兩相鄰號誌化路口攝影，每一路口事先分別於地面上做記號，由路口停止線往後數，每 10 公尺為一區間，每一路口共計 10 個區間 100 公尺，以分別記錄各路口在無設置車行綠燈倒數計秒器及有設置車行綠燈倒數計秒器時不同倒數秒數下之停等百分比，並進行統計分析檢定，以觀察比較同一股汽車流在分別通過有無設置車行綠燈倒數計秒器路口時之駕駛行為變化情形，即有與無分析。

在車行紅燈倒數計秒器方面，分別於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月於高樓處進行路口攝影，以收集車輛之起動時間等資料，並進行統計分析檢定，以觀察比較同一路口於車行紅燈倒數計秒器設置前後之駕駛行為變化情形，即事前事後分析。

##### 3. 統計模型-羅吉斯迴歸(Logistic Regression)

許多國內外研究常採用羅吉斯迴歸來分析影響交通事故發生的因子 (Yan et al., 2005)，該模型在描述自變數與離散型因變數間關係有很好的效果，尤其是在二元因變數時，即事件發生（等於 1）與未發生（等於 0），而自變數方面可為離散型或連續型的資料，且具有能描述非線性關係、無需變異數齊一性、無須假設自變數間為存在常態分佈等特性。

使用該模型需注意以下幾點：

- (1) 資料必須來自於隨機樣本。
- (2) 因變數  $y$  假設為自變數  $x$  之函數。
- (3) 自變數間應避免多元共線性關係。

事件發生的機率以羅吉斯迴歸模式表示如下：

$$\pi(x) = \frac{e^{g(x)}}{1 + e^{g(x)}} \quad (1-1)$$

$$g(x) = \ln \left[ \frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right] = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_n x_n \quad (1-2)$$

$\pi(x)$ ：事件發生的機率

$g(x)$ ：影響事件發生機率因子的線性函數

$X_i$ ：影響事件發生的自變數

$n$ ：自變數的個數

羅吉斯迴歸模式的機率函數，其機率均落於 0 和 1 之間，無傳統迴歸模式有事件機率超過 1 或小於 0 的狀況。而事件發生機率與事件不發生機率之比為

$$\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} = \frac{\frac{e^{g(x)}}{1 + e^{g(x)}}}{\frac{1}{1 + e^{g(x)}}} = e^{g(x)} = e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_n x_n)} \quad (1-3)$$

## 1.5 研究流程及內容

本研究之研究流程如圖 1.6：

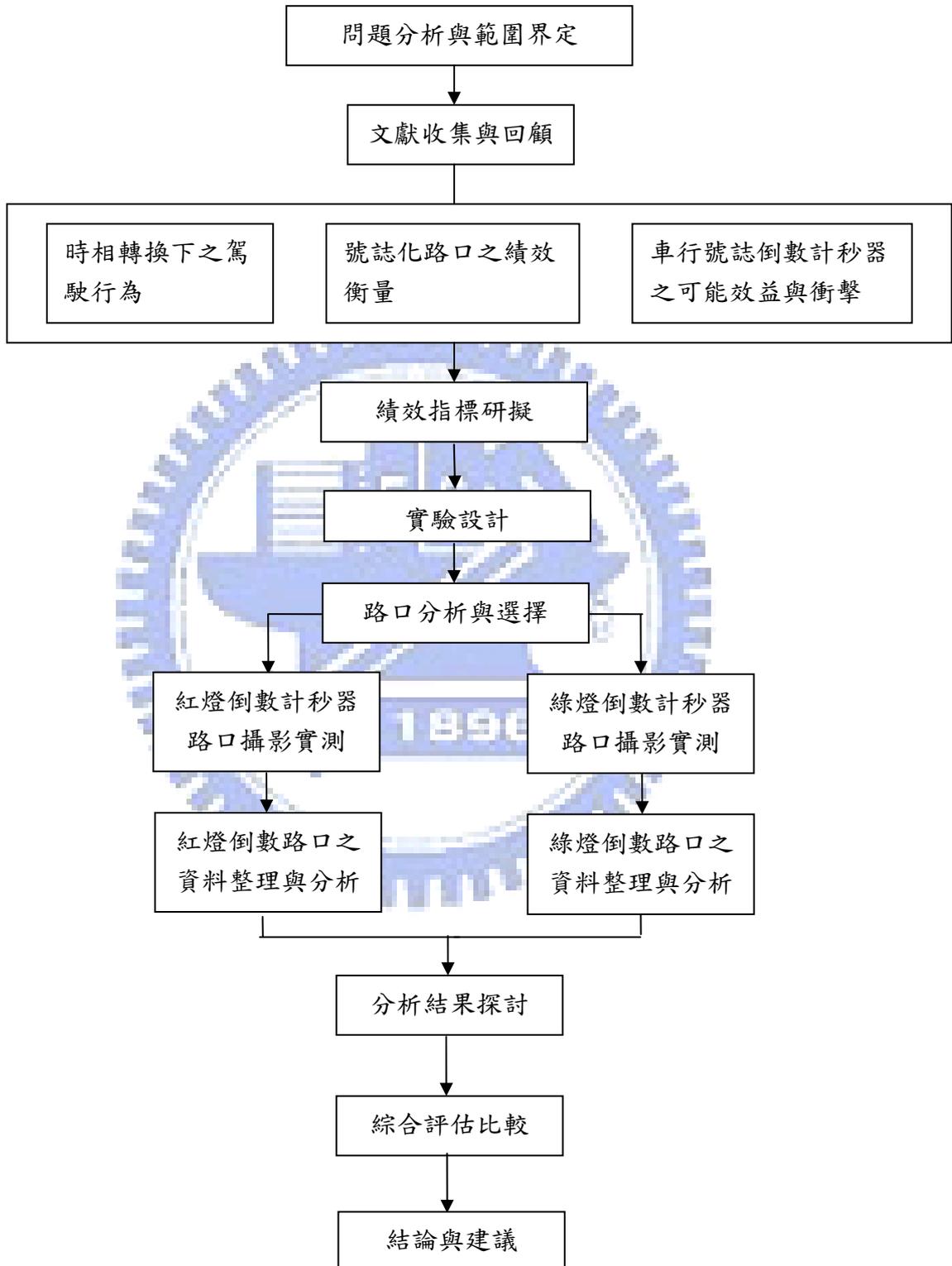


圖 1.6 研究流程圖

本研究之研究內容說明如下：

### 1. 問題分析與範圍界定

整理號誌化路口一般性的駕駛行為特性，探討設置車行號誌倒數計秒器後可能產生之問題，以界定主要研究內容、目的與目標，並釐清研究對象、研究流程與選擇適當之研究方法。

### 2. 文獻收集與回顧

收集國內外有關於號誌化路口時相轉換下之駕駛行為、號誌化路口績效衡量、設置車行號誌倒數計秒器對駕駛人之可能效益與衝擊等文獻進行回顧與探討，以了解目前設置後概況及路口駕駛行為、安全與績效等。

### 3. 績效指標研擬

經由相關文獻的回顧與整理，收集歸納影響號誌化路口車流特性之可能因子，以研擬具體之路口績效衡量指標，作為本研究有無設置車行號誌倒數計秒器之比較基準。

### 4. 實驗設計

考量研究時間與研究成本等因素，將對本研究所欲分析、探討、調查之項目進行實驗設計，使過程能維持一穩健狀態，在不影響最後研究結果之原則下，期望能縮短獲得結論的時間。

### 5. 路口分析與選擇

從已設置車行號誌倒數計秒器之路口進行分析比較及歸納，考量路口幾何條件、交通量、號誌時制管制方式等，選擇具代表性且有制高點可供拍攝之路口，以進行攝影實測。

### 6. 路口攝影實測

分別於選定之車行綠燈倒數計秒器、車行紅燈倒數計秒器之路口架設攝影機進行攝影實測，觀察駕駛者行為，進行資料分類與整理，以分析在車行綠燈倒數計秒器、車行紅燈倒數計秒器下之駕駛行為變化情形。

### 7. 綜合評估比較

依據攝影實測觀察所得到之資料加以統計分析，配合績效衡量指標，確認在車行號誌倒數計秒器下之車流與駕駛行為特性，並綜合評估比較車行綠燈倒數計秒器、車行紅燈倒數計秒器設置與否之利弊得失，以供交通工程人員規劃參考。

### 8. 結論與建議

依本研究之最後分析結果提出車行號誌倒數計秒器設置與否之結論與建議。

## 第二章 文獻回顧

本研究主要係探討號誌化路口有無增設車行號誌倒數計秒器之車流行為改變狀況，進而分析車行號誌倒數計秒器對路口運作績效之影響，希望能了解其因果關係，因此，在文獻回顧方面，將包括號誌化路口時相轉換下之駕駛行為、號誌化路口之績效衡量方式及車行號誌倒數計秒器對號誌化路口可能引起之效益與衝擊三部份。

### 2.1 時相轉換下之駕駛行為

當駕駛人行近路口而遭遇時相轉換的情況，駕駛者將立即面臨認知、判斷、操作的問題，此一現象，交通工程上係以猶豫區間 (Dilemma Zone, DZ) 來描述，並作為號誌時制設計的基礎。猶豫區間 (或稱進退兩難區) 係指駕駛者處於以下的狀況，(1) 在橫向街道衝突車流開通前，太過接近停止線而無法安全停下；(2) 在橫向街道衝突車流開通前，無足夠時間通過路口。另外與其相對的是兩可區間 (Option Zone, OZ)，指可選擇停車，亦可選擇通過路口的區間，兩種行為均可安全達成。

界定猶豫區間的方法可概分為運動學模式與駕駛者個體選擇行為模式等兩類，茲分述如下：

#### 1. 運動學模式

Gazis 等人【19】於 1960 年以基本運動學原理推導出停止距離與清道距離，定義鄰近路口之猶豫區間與兩可區間，此模式完全不考慮駕駛者選擇行為，純以最短停車距離與最大無法安全通過路口距離等物理運動學原理來探討，參數符號說明如下：

- (1)  $L$ ：車長度， $W$ ：路口寬 (單位：m)，假設該區段為平地，無坡度變化。
- (2)  $V$ ：車輛接近路口速度，假設保持等速通過路口 (單位：m/s)。
- (3)  $d$ ：車頭距離路口前停止線距離 (單位：m)。
- (4)  $X_s$ ：最短煞車距離 (單位：m)。
- (5)  $X_c$ ：最大無法安全通過路口距離 (單位：m)。
- (6)  $a$ ：車輛加速度 (單位：m/s<sup>2</sup>)。
- (7)  $\Delta t$ ：反應時間 (單位：s)。
- (8)  $Y$ ：黃燈時間 (單位：s)。

公式 (2-1) 為物理運動學推論之車輛停車距離，公式 (2-2) 為車輛無法安全通過路口距離，當兩者不相等時，即形成猶豫區間與兩可區間，如圖 2.1 所示，黃燈始亮時，若  $X_s > X_c$ ，則駕駛將陷入無法於清道時間內順利通過路口亦無法安全停下之猶豫區間內；若  $X_s < X_c$ ，則駕駛在兩可區間內。在猶豫區間內駕駛

如煞車可能造成追撞，而通過則有側撞的可能，故不論進退都有相當程度的事故風險；在兩可區間內，因駕駛者均可進行兩種操作行為，將增加駕駛選擇行為之變異，進而提高追撞事故的發生，故這兩種情況均有較高的事故發生風險，令  $X_s = X_c$ ，可消弭猶豫區間和兩可區間，以減少上述情境發生的可能，即將公式 (2-1) 與 (2-2) 相等解聯立方程式，得公式 (2-3)，所得之黃燈時間即為設計路口號誌時制之依據。

$$X_s = V * \Delta t + \frac{V^2}{2a} \quad (2-1)$$

$$X_c = V * Y - (W + L) \quad (2-2)$$

$$Y = \Delta t + \frac{V}{2a} + \frac{(W+L)}{V} \quad (2-3)$$

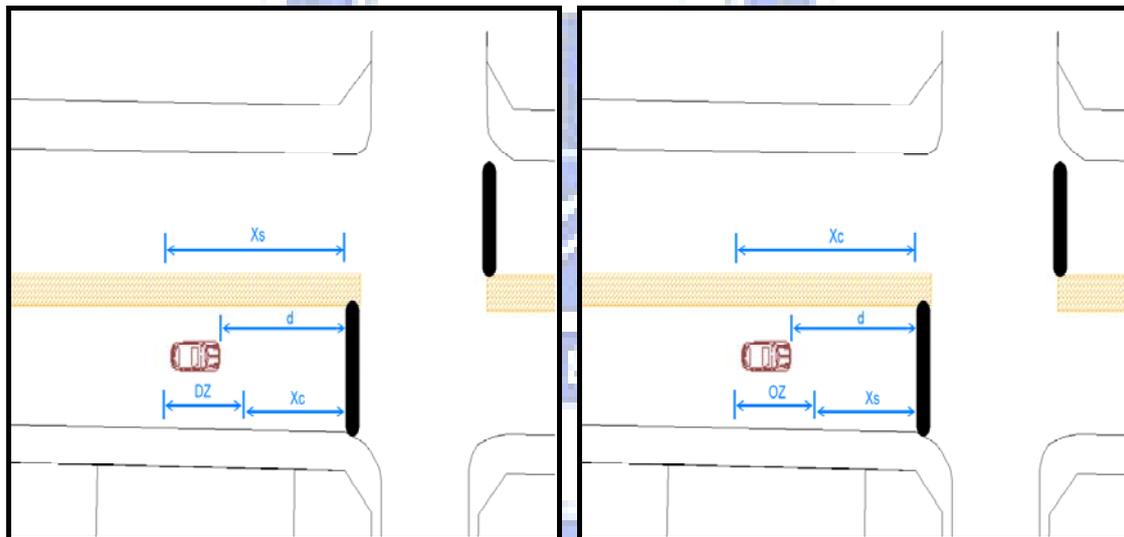


圖 2.1 猶豫區間（左圖，當  $X_s > X_c$ ）與兩可區間（右圖，當  $X_s < X_c$ ）示意圖（資料來源：【4】）

## 2. 駕駛者個體選擇行為模式

因運動公式係為物理現象，忽略影響車輛移動之駕駛者相關特性，與實際駕駛者通過路口之情形有所差異，Zegeer【20】學者於1977年定義猶豫區間為實際觀測選擇停車之駕駛者中，大於10%小於90%的人所處之道路路段長度，如圖2.2中D2減D1之長度。

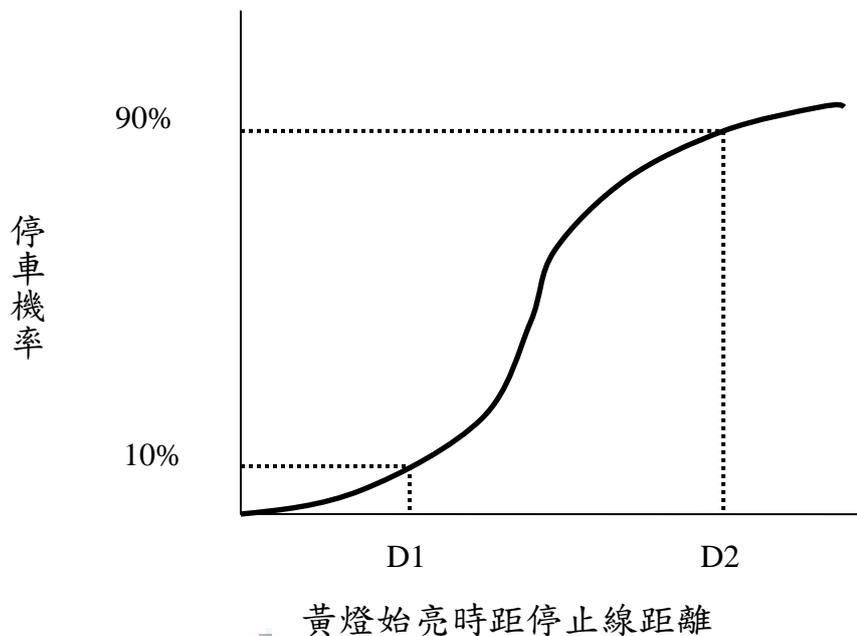


圖 2.2 以駕駛者選擇行為為基礎之猶豫區間示意圖

李銷桂【1】於號誌轉換下猶豫區間之研究中，先以實地調查收集歸納可能影響駕駛者選擇行為之變數，再以多變量因子分析及羅吉特模式篩選出主要之變數，並利用類神經網路模式探討駕駛者之不確定行為，以類神經網路構建之駕駛者行為模式推估猶豫區間，與實際猶豫區間作比較，以確認模式之有效性，其初步考慮相關影響駕駛者選擇模式之變數為以下三類：

表 2.1 時相轉換下影響駕駛者選擇之變數

類型	變數
交通特性	交通量、鄰近路口車速、車種、黃燈時間長度、黃燈始亮車輛所在位置
道路特性	路口型式、中央分隔、快慢分隔、車道分佈、路寬
駕駛行為特性	駕駛者冒險因子、變換車道因素、加減速因素、受變換車道之車輛干擾、受縱向車道干擾

經整理後使用以下駕駛選擇行為之重要變數：(1) 黃燈始亮離停止線公尺數，(2) 臨近車速（黃燈期間行駛距離除以行駛時間），(3) 本車前方 10 公尺之車流密度（反應駕駛者感覺前方路況之擁擠度），(4) 本車與前方車輛之距離（為縱向干擾），(5) 車種與所在車道，(6) 本車與左後或右後方車輛之距離；經過因素分析與羅吉特篩選後，顯現黃燈始亮時影響駕駛者是否通過路口之主要變數為當時車行速率及距停止線距離，故僅將鄰近車速以及距停止線距離納入類神經模式中，亦顯示此二因素為影響駕駛者判斷是否通過路口的重要依據。

而在不同屬性（車流、車種、速率）對猶豫區間大小和平移變化的影響方面，在車流區分為前方車輛數為 3 輛以下、3~6 輛兩種；在速率區分為時速 30~50 公里、50~70 公里兩種，其猶豫區間範圍為 29~63 公尺。在速率、前方車輛數或車種等相同屬性下，停等百分比隨距離之增加而增加；相同距離下，停等百分比隨臨近速率增加而減少，但隨前方車輛數之增加而增加，另大型車之停等百分比亦高於小型車及機車，速率愈高猶豫區間有往後退之跡象，前方車輛數愈多猶豫區間範圍有縮小及往前之現象。

劉正旭【2】針對號誌化交岔路口黃燈時對駕駛者決策行為進行研究，利用問卷瞭解駕駛者通過路口考量的因素與因素間的相關重要性，再用多評準群體決策方式訂立影響因素的權重，配合路口實地錄影觀測，運用模糊理論建構駕駛黃燈時的決策行為預測模式，提供號誌設計與路口改善之用。顯示影響路口決策為行駛車速、距停止線距離、駕駛者預期心理等，所謂預期心理為面對某情境下，依據過往經驗所做出判斷的可能結果，如通行可能會釀成事故或停下來可能會等很久等，因不易量化，故僅考慮前兩個因素進行模式建構，其預測模式對小型車有 85 % 的命中率，發現可選擇區出現的機會極低，僅在車速低時才有可能存在，但車速低可能係因類似塞車等不是根據本身決策的情形，而計算小型車的猶豫區間大小為距離停止線 28~56 公尺。

陳威杉【3】針對快速道路號誌路口變換時段的駕駛行為研究，經由現場調查發現快速道路車輛較一般公路傾向穿越；而離路口較近、臨近速度高的車輛及重車均有較高的穿越傾向。可考量路口的肇事率、闖紅燈數或黃燈結束後進入路口的比例或數量、車輛受到變換時段保護的比例及猶豫區間、可選擇區、未定（Indecision）區的範圍等四方面指標來衡量變換時段設計是否妥當，結果發現減少黃燈長度可減少可選擇區的範圍，但也可能增加闖越紅燈數；增加黃燈時間雖可消彌猶豫區間，但對消除闖紅燈的效果並不明顯，根據駕駛行為所設計的黃燈長度有隨著臨近速度增加而減少的傾向，與定性公式所設計的長度有相反的結果。而路口若存在過高減速度或是高頻率的不當剎車行為，並不能以黃燈時段的長度來改善，要著手駕駛行為以改變停等車輛與穿越車輛分界點的位置。結果顯示改變黃燈長度僅能保護大多數欲穿越車輛能在黃燈結束前通過停止線，在側撞和追撞的預防應從減少車輛臨近速度的差異著手。對於黃燈時間改善方面，建議在相同路段上由於流量所需黃燈長度差異不大，且與速度關係並不顯著，若以傳統臨近速率來設計黃燈並不適合，應該同時考量臨近路段其特有的車流量、臨近速度、車間距、以及駕駛行為的因素。

在交通部運輸研究所【5】利用實地路口攝影研究號誌交岔路口變換時段下的駕駛行為中指出，30 個號誌化交岔路口資料裡，在紅燈始亮兩秒後仍有 36 % 的車輛進入路口，與在 92 年修訂道路交通標誌標線設置規則當中，第 206 條之規定，圓形紅燈意義為，「車輛面對圓形紅燈表示禁止通行，不得超越停止線或進入路口」，顯示道路使用者對於其認知與原有設置規則有所出入。

有別於目前眾多偏向以駕駛人反應或特性為主要的研究，羅文輝【6】以跟車理論中心理-物理模型進行駕駛人行駛猶豫區之研究，以心理學中的刺激-反應模式建立以「熵」為單位的潛在性曝光量指標作為猶豫區的跟車模式「最小危險程度係數」，並以「消息理論」及「位勢」證明駕駛人行駛猶豫區的反應行為是一種「增熵現象」，更進一步指出，因交通標誌或號誌是一種習慣性的反應，若任意更改其原有之特性，駕駛人必須重新學習以獲取通過號誌化路口之「最大效益」，所謂重新學習即「重新從不穩定的狀態逐步尋求穩定狀態的過程」，此情形即是一種變相的「增熵」，如加裝閃光綠燈延長兩可區間長度卻導致肇事率增加即為一例，故建議交通控制應以「導引」駕駛人取代「配合」駕駛人的觀念，猶豫區間的交通控制應以「抑制需求」為主要手段，降低增熵趨勢，以消除潛在的危險因子，號誌化路口加裝行車綠燈倒數計時器後，是否也是一種「增熵現象」，頗值得探討。

Moon et al. 【21】針對發展車上猶豫區間警示系統 (Dilemma Zone Warning System, DZWS) 之系統整合和實車測試作研究，除了著重於系統通訊架構之外，在猶豫區間方面，藉由與路側單元及號誌的通訊 (Dedicated Short Range Communication, DSRC)，在臨近路口時，即獲得其剩餘綠燈時間及其他時制的相關資料，再搭配本車資訊監測輸入猶豫區間警示邏輯中，作為鄰近路口警示之用，警示方式可參考圖 2.3 對於邏輯參數的預設值，需注意與預設不符的狀況(如：反應時間為一秒)。

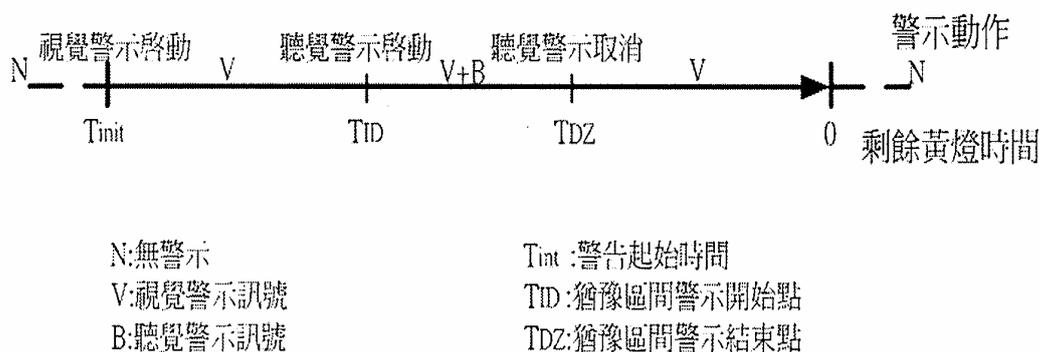


圖 2.3 猶豫區間警示系統警告時點及方式 (資料來源：【21】)

猶豫區間警示系統於不同速率分組下，駕駛者若在聲音警示下進行煞車，車輛可以在紅燈前安全停下，可看出在路測單元距離路口 120 公尺時，隨著聲音警示系統持續的長短，所繪製出來的猶豫區間的大小，具有隨著速率增加，猶豫區間越大的趨勢；且隨著速率的增加，猶豫區間的位置有遠離路口的趨勢。實驗結果顯示 DZWS 能使駕駛者安全於路口前停下或給予時相轉換的資訊，因此，可藉由縮小猶豫區間以及減少違規闖越紅燈和路口碰撞，來改善路口的交通安全。

Pant et al. 【22】針對數個彼此接近的高速路口，進行猶豫區間保護系統及號誌整合的實地測試，當兩兩路口彼此距離很接近時 (204.8m~609.6m)，很難能同時兼顧安全 (猶豫區間保護) 和效率 (續進)，對於受猶豫區間影響的車輛，可以闖紅燈、緊急煞車和黃燈加速等駕駛行為來作為可能發生衝突的衡量指標。

許書耕，藍武王【7】「號誌變換時段之時制設計新方法：總體停車或率函數」研究中提到號誌變換時段設計主要有規範一定性法與敘述一隨機法二種。規範一定性法適用各種車流狀況變換時段之設計，惟未顧及駕駛行為的隨機性，須工程師設定臨近路口車速、駕駛人反應時間、安全減速率等參數，且與變換時段設計良窳之評估指標並無關連；敘述一隨機法則以停車機率函數為代表，惟對停車機率函數之真意仍未有共識，且不具備反映車輛互動的機制，僅適用在自由流情況。故提出總體停車或率函數，係分布在停、行決策空間上之離散型機率，其值代表在相同車流狀況下，號誌由綠轉黃瞬間位於停止線上游某定點之車輛，不論是受前車的限制或出於個體意願，最終會停車之頻率，對臨近路口之未飽和與過飽和到達車流狀況均適用。當駕駛人面對號誌變換時段之停行決策門檻及行為皆相同時，則總體停車或率函數會退化成規範一定性法的定性模式；當駕駛人之停行決策行為皆不受前車干擾時，則會退化成敘述一隨機法的個體停車機率模式，經轉換成穿越車輛累積機率，即可作為評估變換時段設計良窳的績效指標。

許書耕，藍武王【8】「不同臨近車速之黃燈需時比較—台灣地區之實證」研究中，蒐集台灣北、中、南三地共十五處號誌路口之變換時段第一輛車行軌跡資料，以總體停車或率函數模式進行不同路口臨近車速的黃燈需時比較，發現不論那一地區，臨近路口車速愈高，停車或率曲線愈偏離停止線，表示車速愈高，駕駛者在黃燈時段作停、行決策的位置距停止線會愈遠。不論 $\alpha$ （黃燈結束後仍進入路口的車輛百分比）如何設定，各地區多顯示車速高者黃燈需時略短，當 $\alpha$ 為99%時，各地區之黃燈需時均小於3秒。當 $\alpha$ 設定為95%及99%時，不同臨近車速之黃燈需時最多只有0.1秒的差異，可推論「黃燈需時與臨近車速無關」。對台灣地區速限50 kph以下的都市街道號誌交叉口言，依設置規則設定的3秒黃燈，已符合99%變換時段臨近路口車輛之需要。

許書耕，藍武王【9】「不同車輛到達型態之黃燈需時研究—兩種方法之比較」研究中，分析比較Lin, et al的黃燈需時累積機率法和許書耕與藍武王的總體停車或率法二者的異同，並透過現場觀測，以實際資料檢驗黃燈需時與車輛到達型態的關係，發現黃燈需時累積機率法，因特殊之取樣方式及衡量指標，致未能直接反映實際的駕駛者需求；且部分樣本會被剔除致取樣原則不一致，難以理論加以詮釋；於多車到達的狀況，該方法高估黃燈需時，嚴格而言該法只適用於變換時段一車到達的狀況。總體停車或率法係將觀測點的停車機率(stopping probability)對應分布於距停止線之距離，並將其定義為停車或率(stopping possibility)，該法採全樣本取樣，衡量指標與ITE建議者同，能直接反映駕駛者需求，其決定的黃燈長度亦有明確的意義，即「可提供 $\alpha$ 比率的駕駛人合法進入路口」。經實證分析發現，在全樣本取樣下，變換時段不論是一車到達或多車到達，其黃燈需時在累積機率0~85%區間均相當接近；多車到達黃燈顯亮瞬間距停止線較遠之車輛會停車的比率較一車到達者略低，原因除擁擠路口號誌週期一般較長，車輛較不願意停車等候外，可能係成串車輛通過路口會形成類似「列車」的效果所致。

## 2.2 號誌化路口之績效衡量

衡量路口績效之指標多為延誤、停止數、等候車隊長度、燃料消耗、污染物排放量及安全等。分述如下【10】：

- (1) 停止數：即等候長度，可分為平均等候長度及不同到達型態造成的溢流等候長度。
- (2) 燃料消耗：車輛於接近交叉路口時因延誤及停止而導致燃料的消耗。
- (3) 安全：為減少衝突機會或衝突面積，維持車流的安全運轉，號誌化交叉路口多應用號誌時制將各方向之路權分離，使衝突之車流分隔，以衝突點及肇事頻率等進行分析。
- (4) 延誤：所謂延誤即車流在運行當中遇到無法控制的因素，而造成旅行時間上的損失。車輛行經號誌化路口所產生的「延滯」可分為狹義定義及廣義定義，狹義定義為「車流在路段上行駛時，被如車流間的摩擦干擾及交通管制設施等所影響或阻滯，致使行駛時間發生阻延和失誤」；廣義定義為「車輛駕駛者或乘客行經一路口或路段，除合理通行時間外，所額外增加的行車時間」。

延滯時間為衡量號誌化路口效率的最主要指標之一，1985年及1994年美國公路容量手冊(Highway Capacity Manual, HCM)均以延滯為號誌化路口服務水準評估的主要指標，臺灣地區公路容量手冊亦以延滯為評估號誌化路口服務水準的基礎，故在衡量號誌化路口的效率主要以路口延滯為範疇。

蔡輝昇【11】將延誤定義為車流於路段上行進時受到若干因素之困擾或影響，使得旅行時間增加或受到延宕，可分為固定延誤、旅行時間延誤、停等時間延誤、臨近路段延誤與運行延誤等，分述如下：

- (1) 固定延滯 (Fixed Delay)  
係車輛在運行中因遇到交通號誌的管制，必須停等所消耗的時間，其與現有交通量或車輛間的干擾現象無關，一般發生在交叉路口。
- (2) 旅行時間延滯 (Travel Time Delay)  
係車流通過某一路段所需實際行駛時間，與車輛在該路段內不受任何阻延情況下，平均行駛時間的差值，除了停等時間延滯外，還包括因加速與減速所造成的延滯。
- (3) 停等時間延滯 (Stop Delay)  
由於行進中車輛受到某因素的影響，致使車輛必須停等所造成的延滯。
- (4) 臨進路段延滯 (Approach Delay)  
車輛行經交叉路口時，在交叉路口臨進路段上所發生的延滯。
- (5) 運行延滯 (Operation Delay)  
因同向車流彼此之間的干擾，或為等待橫向車流間之適當車間距

以便通行，或因擁擠、停車、行人或轉向干擾所耗費的時間。

何美瑩【12】依車輛操作行為與號誌作用影響將交叉路口延誤分為路口延誤、等候延誤與平均停等延誤等三種。May【23】將號誌化交叉號口總延滯定義為當車輛在路口受干擾與不受干擾的旅行時間差，包括停等延滯和加減速所產生的損失時間。McShane 等人【24】則將延滯分為停等延滯、臨近路段延滯或路口延滯、旅行時間延滯、等候延滯等四種。

Webster 延誤公式為各延誤模式中最被廣泛應用與討論，為一同時考量均勻到達與隨機到達的延誤模式。如公式(2-4)所示：

$$D = \frac{C(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda \times X)} + \frac{X^2}{2q(1-X)} - 0.65\left(\frac{C}{q^2}\right)^{\frac{1}{3}} \times X^{2+5\lambda} \quad (2-4)$$

D：每車平均延誤（秒/車）

C：週期長度（秒）

$\lambda$ ：綠燈時比

X：飽和度

q：臨近路段車流平均到達率（車/秒）

2000 年 HCM 延續其於 1994 年修正之 Webster 延誤公式，並加入車流到達型態參數與車道群概念，如公式(2-5)所示：

$$D = 0.38 \left[ \frac{C(1-\lambda)^2}{(1-\lambda \times X)} \right] + 173X^2 \left[ (X-1) + \sqrt{(X-1)^2 + \frac{mX}{Ca}} \right] \quad (2-5)$$

D：每車平均延誤（秒/車）

C：週期長度（秒）

$\lambda$ ：綠燈時比

X：飽和度

Ca：車道群容量（車/秒）

m：車輛到達型態調整係數

王文麟【13】交通工程學理論與實用，為了等待紅燈而在交岔路口停等的車輛，於等待綠燈再次始亮時，從看到綠燈後到驅車通過停止線進入交岔路口，以正常速率行駛所需要的一段時間，定義為起動延滯。

$Y=3.7+2.1X$  為 Greenshields【25】早期研究美國起動延滯的公式，Y 表車輛穿越停止線時間（單位：秒），X 表起步時車輛編號，數值 2.1 為飽和車流間距，單位為秒，而數值 3.7 則為累積起動延滯，單位為秒；另 1978 年 Kunzman【26】重新量測 175 處號誌化路口得到修正後的起動延滯公式為  $Y=1.1*2.1X$ 。

## 2.3 車行號誌倒數計秒器之可能效益與衝擊

黃國平、李志華【14】紅燈倒數計秒器對交通特性影響研究中以台南市設置有紅燈倒數計秒器之路口為研究對象，研究指出當綠燈始亮時，車輛間並無彼此競速及衝刺通過路口等現象，有紅燈倒數之路口其首輛車起動延滯較傳統號誌路口之首輛車起動延滯久，而後續車流之車間距則有縮短，駕駛人因有紅燈倒數顯示資訊提供，注意力較能集中於前方號誌，機車流與汽車流之整體反應類似，惟機車流對於紅燈倒數之數字顯示較為敏感，有帶動汽車流提早起動之作用；適合設置紅燈倒數計秒器之路口條件包括違規提早起動之車輛在尖峰時間佔有三分之二個週期時、紅燈時段過長致超過當地用路人忍受範圍時及路口範圍較大、有遲閉或早開管制之路口等。

詹善彬【15】號誌倒數計時器對駕駛行為影響之研究中，於設有紅燈倒數計時器之號誌化路口及設有綠燈倒數計時器之號誌化路口分別進行錄影，以關閉倒數計時器時模擬未設置前之狀況，作為對照組，以開啟倒數計時器時作為實驗組，再依錄影結果進行資料收集及統計的分析與檢定，研究發現紅燈倒數計時器開啟與關閉時，尖峰時段第一輛汽車之起動延滯平均分別為 3.38 秒、4.34 秒，離峰時段第一輛汽車之起動延滯則平均分別為 2.94 秒、4.22 秒，紅燈倒數計時器所提供之時間資訊可作為汽車駕駛人起動時機之參考，可減少第一輛汽車之起動延滯；因機車機動性高，駕駛人對號誌具高度敏感性，尖離峰時段多會提早啟動，紅燈倒數計時器所提供之時間資訊對於機車駕駛人沒有作用；機車停等區後方第一輛汽車起動時主要係依據機車停等區內之機車數，其次是紅燈倒數計時器所提供之時間資訊；綠燈倒數計時器開啟時，汽車駕駛人於綠燈結束前五秒時通過停止線的車速會比關閉時來的高，顯現汽車駕駛人會參考綠燈倒數計時器所提供之時間資訊於綠燈快結束時加速通過路口。

唐慧寧【16】以紅燈倒數計時器進行行車號誌倒數計時器設置程序之研究，首先以文獻回顧及專家學者訪談方式歸納彙整出肇事數、路口流量、車速、路寬、快慢分隔路型等五個影響路口駕駛行為之因素，其次以實驗設計方法選擇出 16 個實驗路口，分別進行路口攝影，以分析探討前述五個影響因素於紅燈倒數計時器設置後起動延滯之差異有無顯著之影響，進而確認適合設置倒數計時器之因子，並以問卷調查方式以了解駕駛人之感受及喜好之設置形式；研究結果發現一般市區路口於紅燈倒數計時器開啟與關閉時之駕駛行為有顯著之差異，綠燈一亮時即起步，以減少損失時間，但當路口之車種組合多為大型車與聯結車時，其駕駛行為則無顯著之差異，因職業駕駛人有趕時間之壓力，常不帶久候於紅燈之停等，故可不需考慮設置紅燈倒數計時器，另紅燈倒數計時器設置後，路口流量與平均車速對於駕駛行為具顯著之影響，起動延滯明顯減少，可作為評估指標，惟應視其是否達該地區各主要路口流量中之高水準，若符合則建議可設置，經由問卷調查可知多數駕駛人認為倒數計時器是具有用性，以外加式提供之資訊較清晰，駕駛人較為滿意。

Lum【27】利用感應線圈與資料紀錄器連接，收集路口違規闖紅燈與遇紅燈停止之車輛數，探討市區內一兩單行道之交岔路口於設置綠燈倒數計時器前後之駕駛行為，發現路口於設置綠燈倒數計時器 1.5 個月後，違規闖紅燈的比例有明顯的下降，平均約下降 65%，但隨著時間的延長，違規闖紅燈的比例亦隨著增加，至 7.5 個月後，其違規闖紅燈的比例已與設置綠燈倒數計時器前相差無幾，且經資料分析結果顯示綠燈倒數計時器於低車流量時對於違規闖紅燈的改善較具效用，但在高車流量時其效果則並不明顯，另在遇紅燈停止方面，於綠燈倒數計時器設置後其比例有明顯的增加，於 1.5 個月後約增加為設置前之 6.2 倍，且隨著時間的延長，其比例亦能維持，顯現綠燈倒數計時器設備可提供資訊以告知駕駛人綠燈時相即將結束，促進駕駛人於黃燈始亮時採取停止之動作，於高車流量時其效果更為顯著。

黃國平、連仁宗【17】以台南市已設置紅燈行車倒數計時器之路口針對車輛啟動時間、車輛起動延滯、駕駛人闖紅燈比例等進行紅燈行車倒數計時器之效能評估，在車輛啟動時間方面，於設置紅燈行車倒數計時器後調查發現機車騎士平均於紅燈結束前 1.732 秒開始起步，而汽車駕駛人開始起步時間約於紅燈結束前 1.237 秒，機車起步時間約較汽車提早 0.5 秒，整體平均起步時間約於紅燈結束前 1.5 秒，顯現此裝置能將駕駛人視線由注意橫向號誌燈變化轉移至注意前方跳動之秒數上並延後駕駛人提早起步穿越停止線之功能；車輛起動延滯方面，累積起動延滯為 3.17 秒，並無明顯低於國內起動延滯數值，最小間距 2.28 秒亦較國內調查值高；駕駛人闖紅燈比例方面，第一輛汽車闖紅燈的比例約為 16.7%，第一輛機車闖紅燈的比例約為 66.7%，對照汽、機車起動的時間，因機車平均起步時間較早，且其加速性能較佳，故闖紅燈之比例較高。

交通部運輸研究所於民國 97 年之行車管制號誌加裝倒數計時顯示裝置之影響評估中【18】，利用民國 92 至 95 年間 A1 類（交通事故案件中有人死亡者）及 A2 類（交通事件事件中無人死亡但有人受傷者）的道路交通事故資料（即肇事資料），採用勝算比(odds ratio)方法，進行倒數計時顯示裝置設置前、後的肇事分析比較，以探討其安全評估，研究指出僅裝置紅燈倒數計時顯示裝置者其肇事數量有減少之趨勢，僅裝置綠燈倒數計時顯示裝置者其肇事數量略有增加，兼具紅燈與綠燈倒數計時顯示裝置者其肇事件數及受傷人數均增加，可能為未設置顯示裝置之地點的 1.07~1.08 倍，有綠燈倒數者，可能誘導駕駛人加速通行，且每位駕駛人之判斷能力因人而異，反而造成路口肇事數量增加，不建議設置；有紅燈倒數者，可以降低汽車之啟動延滯，於多時相或紅燈時相較長之路口亦可避免駕駛人冒進，故可於行車號誌加裝「紅燈倒數計時顯示裝置」。

## 2.4 小結

由以上的敘述，當駕駛人駕駛車輛臨近號誌化路口時，因受前車之影響而有不同之跟車行為，當面臨號誌時制轉換之際，駕駛人因當時之車行速率及距停止線距離所致，將可能陷入猶豫區間或兩可區間，因相關交通設施的導引及駕駛人個人判斷選擇行為等，產生不同之交通問題，如闖紅燈、緊急煞車和黃燈加速等，因此在號誌時制設計上均以縮短猶豫區間範圍為努力之目標；對於號誌化路口多以延滯及等候車隊長度作為績效衡量的指標；面對民眾對於資訊提供的要求，無論行人號誌或行車號誌加裝倒數計秒器設施，將形成一種風氣而逐漸普遍，國內外對於車行綠燈倒數計秒器的相關研究文獻，尚無談及對於駕駛人之猶豫區間的影響或改變，而在車行紅燈倒數計秒器方面多著墨於起動延滯的變化，另對於此二種設施之相關優缺點比較亦甚少有關研究可供交通工程人員參考，故本研究將以上述各項研究成果為基礎，收集相關資料，分析比較車行號誌倒數計秒器設置有無對於車流行為之影響，進而提供相關設置建議。



## 第三章 實驗設計與資料收集

本研究主要目的係為了解車輛駕駛人對於路口號誌設置車行號誌倒數計秒器之駕駛行為變化情形，所以將以路口攝影的方式來蒐集所需之資料，包括車行綠燈倒數計秒器及車行紅燈倒數計秒器等兩部分，並以觀看錄影帶來進行資料整理與數位化，再進行駕駛者屬性與行為之統計分析、檢定等。

### 3.1 實驗設計

#### 3.1.1 實驗目的

本研究將探討路口號誌有無設置車行綠燈倒數計秒器對於車輛駕駛人之駕駛行為是否有影響，及車輛駕駛人於路口號誌設置車行紅燈倒數計秒器前後及隨時間之增加其駕駛行為是否有明顯改變。

車行綠燈倒數計秒器方面將利用有無設置之兩相鄰且交通條件相似之兩路口進行實驗設計及攝影，觀察其綠燈倒數 10 秒起至黃燈始亮、紅燈始亮等各階段車流運行狀況及最後通過路口與否等駕駛行為。車行紅燈倒數計秒器方面將於設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月等分別觀察其於紅燈轉換為綠燈時之車輛起動狀況及車隊起動運作行為等，故實驗目的在於以實驗之安排，透過攝影的方式，以取得本研究所需之資料，俾利進行分析。

#### 3.1.2 實驗方法與流程

依據本研究之研究目的，藉由文獻回顧尋找及確認車行號誌倒數計秒器下車流行為之可能影響因素與衡量指標，用以決定資料收集與分析之變數，再進行實驗設計與安排實驗流程，最後選擇實驗之路口及進行路口攝影工作。

以兩台攝影機置於高處分別對一個有裝置車行綠燈倒數計秒器、一個無裝置車行綠燈倒數計秒器且交通條件相似之兩相鄰路口進行攝影，攝影時間分為尖峰與離峰兩時段，攝影範圍包括路口起至其上游 100 公尺止之路段內所有車輛，觀察同一股車流在通過此二路口時其駕駛行為有何差異。

選擇一即將設置車行紅燈倒數計秒器之路口，分別於設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月等於高處架設攝影機以進行攝影，攝影時間亦分為尖峰與離峰兩時段，攝影範圍包括路口起至其上游 100 公尺止之路段內所有車輛，觀察該路口於設置車行紅燈倒數計秒器前後車輛駕駛人之駕駛行為有何差異及其隨時間之變化情形。

依前述實驗設計完成攝影工作後，即將錄影帶的資料轉製為 DVD 格式，以利反覆觀看並從中萃取所需分析之資料，再利用套裝軟體 Excel 進行資料整理及 SAS 進行資料分析與檢定，整體實驗流程如圖 3.1 所示。

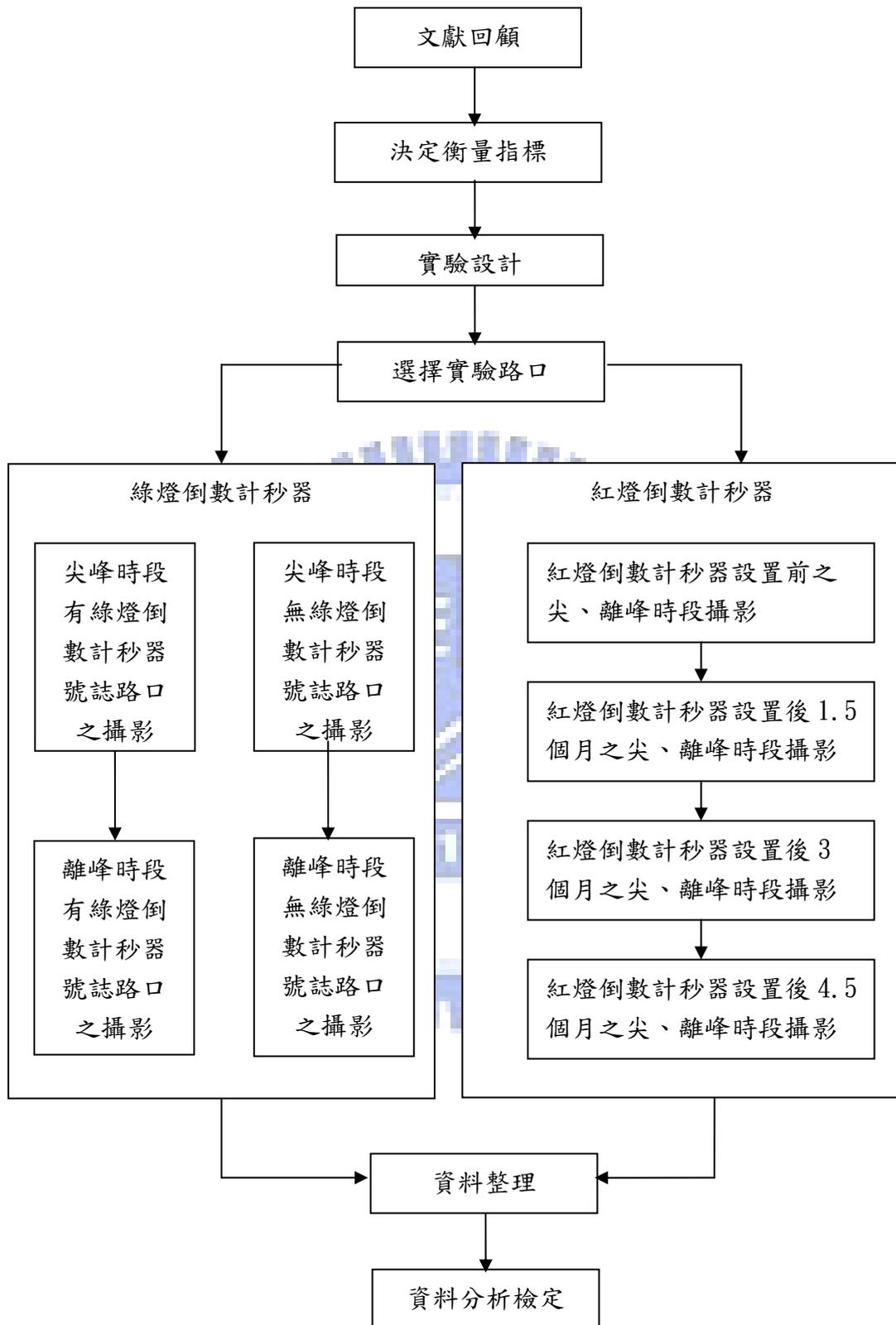


圖 3.1 實驗流程圖

### 3.1.3 衡量指標之選擇

綠燈行，紅燈停，即顯示綠燈與紅燈在交通管制上具有截然不同的意義，綠燈表示擁有通行路權，而紅燈表示沒有通行路權，因此與其配合之車行號誌倒數計秒器上所顯示之數字亦代表不同之意義，車行綠燈倒數計秒器之數字即代表擁有通行路權之剩餘時間，而車行紅燈倒數計秒器之數字代表再過多久時間將擁有通行路權，駕駛人在面對此二種倒數計秒器時，其交通狀態與交通行為是完全不同的，當面對車行綠燈倒數計秒器之數字逐漸遞減至零時，駕駛人尚處於動態之行為，有可能加速通過路口，亦有可能逐漸減速至靜止；而當面對車行紅燈倒數計秒器之數字逐漸遞減至零時，駕駛人係處於靜態之行為並準備起動通過路口，因此本研究將以不同的衡量指標來探討在時制轉換之際，如有倒數計秒器之設置，其對路口之運作效率有何影響。

在車行綠燈倒數計秒器方面，衡量指標如下：

1. 駕駛人闖紅燈行為：當面對車行綠燈倒數計秒器之數字逐漸遞減至零之際，即號誌時制即將轉換之時，此時駕駛人有可能加速通過路口，亦有可能逐漸減速至靜止，故本研究將觀察車行綠燈倒數計秒器之數字顯示為 0 時、黃燈始亮之際通過路口停止線之車輛數，以檢視其搶燈行為之變化。
2. 猶豫區間變化：1977 年 Zegeer 【20】學者研究指出，猶豫區間的定義，即實際觀測選擇停車之駕駛者中，大於 10 % 小於 90 % 的人所處之道路路段長度，因此本研究將依循此定義檢視有無車行綠燈倒數計秒器時其猶豫區間之變化情形。
3. 羅吉斯迴歸分析：依李銷桂 【1】於號誌轉換下猶豫區間之研究中，黃燈始亮時影響駕駛者是否通過路口之主要變數為當時車行速率及距停止線距離，因本研究係探討有無車行綠燈倒數計秒器對駕駛人行為之影響，故再加入時間因子，即對駕駛者是否通過路口與當時車行速率、距停止線距離及距紅燈始亮時間等進行羅吉斯迴歸分析，探討其差異情形。

在車行紅燈倒數計秒器方面，衡量指標如下：

1. 提早起動率：當停止線後方第一輛車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，即是提早起動，將所有提早起動車輛數除以所有停止線後方第一輛車輛數即可得提早起動率，本研究將探討車行紅燈倒數計秒器設置前後之提早起動率變化情形。
2. 起動延滯：當停止線後方第一輛車看到號誌由紅燈轉換為綠燈、起動車輛到完全通過停止線時所需要之時間為起動延滯，本研究將分別探討機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車、機車停等區內之第一部起動機車、停止線後方之第一部起動汽車、機車停等區後方之第一部起動汽車等起動延滯於車行紅燈倒

數計秒器設置前後之影響。

3. 起動延滯迴歸分析：當車行紅燈倒數計秒器之數字逐漸遞減至零時，停止線後方車輛將陸續起動通過路口，即以車隊型態通過路口，本研究將以各車在車隊中之排序及其通過停止線所需之時間進行迴歸分析，以檢視車行紅燈倒數計秒器設置前後車間距及累積起動延滯之變化情形。

#### 3.1.4 實驗假設

車行綠燈倒數計秒器之駕駛人闖紅燈行為、猶豫區間變化、羅吉斯迴歸分析及車行紅燈倒數計秒器之提早起動率、起動延滯迴歸分析等將依實際演算求得之數值進行分析探討，而車行紅燈倒數計秒器之起動延滯依本研究之研究目的將建立以下之實驗假設：

##### 1. 整體機車流

$H_0(MA)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

$H_1(MA)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

$H_0(MB)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

$H_1(MB)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

$H_0(MC)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

$H_1(MC)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

##### 2. 整體汽車流

$H_0(CA)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

$H_1(CA)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

$H_0(CB)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

$H_1(CB)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

$H_0(CC)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

$H_1(CC)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

##### 3. 尖峰時段機車兩段式左轉待轉區內之機車

$H_0(MTHA)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

$H_1(MTHA)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

$H_0(MTHB)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

$H_1(MTHB)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

$H_0(MTHC)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

$H_1(MTHC)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

##### 4. 尖峰時段機車停等區內之機車

$H_0(MSHA)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

$H_1(MSHA)$ ：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(MSHB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(MSHB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(MSHC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(MSHC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

#### 5. 尖峰時段內側第一車道停止線後方第一部汽車

H<sub>0</sub>(C1HA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(C1HA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(C1HB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(C1HB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(C1HC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(C1HC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

#### 6. 尖峰時段內側第二車道停止線後方第一部汽車

H<sub>0</sub>(C2HA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(C2HA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(C2HB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(C2HB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(C2HC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(C2HC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

#### 7. 尖峰時段機車停等區後方第一部汽車

H<sub>0</sub>(CSHA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(CSHA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(CSHB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(CSHB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(CSHC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(CSHC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

#### 8. 離峰時段機車兩段式左轉待轉區內之機車

H<sub>0</sub>(MTLA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(MTLA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(MTLB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(MTLB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(MTLC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(MTLC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

#### 9. 離峰時段機車停等區內之機車

H<sub>0</sub>(MSLA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異

H<sub>1</sub>(MSLA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(MSLB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異  
H<sub>1</sub>(MSLB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(MSLC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異  
H<sub>1</sub>(MSLC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

#### 10. 離峰時段內側第一車道停止線後方第一部汽車

H<sub>0</sub>(C1LA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異  
H<sub>1</sub>(C1LA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(C1LB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異  
H<sub>1</sub>(C1LB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(C1LC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異  
H<sub>1</sub>(C1LC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

#### 11. 離峰時段內側第二車道停止線後方第一部汽車

H<sub>0</sub>(C2LA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異  
H<sub>1</sub>(C2LA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(C2LB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異  
H<sub>1</sub>(C2LB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(C2LC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異  
H<sub>1</sub>(C2LC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

#### 12. 離峰時段機車停等區後方第一部汽車

H<sub>0</sub>(CSLA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異  
H<sub>1</sub>(CSLA)：紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(CSLB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異  
H<sub>1</sub>(CSLB)：紅燈倒數計秒器設置後 3 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

H<sub>0</sub>(CSLC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前沒有顯著之差異  
H<sub>1</sub>(CSLC)：紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月其起動延滯與設置前有顯著之差異

### 3.1.5 實驗環境選擇

本研究須選擇兩處路口做為實驗環境，一處為已架設車行綠燈倒數計秒器之路口，其上游或下游之路口未設置車行綠燈倒數計秒器，且兩路口之交通條件亦相似，以收集通過兩路口之駕駛行為資料；另一處為即將架設車行紅燈倒數計秒器之路口，俾利收集設置前與設置後之交通資料。

依據文獻回顧得知，為獲得較為客觀之研究結果，需使實驗路口之交通型態單純化，選擇實驗路口之原則包括沒有架設闖紅燈照相機、附近沒有公車站台、無設置行人號誌倒數計秒器、無路邊停車格、觀察路段無施工、現場無員警指揮及具有制高點可供架設攝影器材等，以降低干擾因子。

經訪談北臺灣各縣市政府，臺北縣、桃園縣僅剩一處設有綠燈倒數計秒器路口，餘皆為設有紅燈倒數計秒器路口，基隆市、新竹縣約有 10 餘處路口為紅燈、綠燈皆倒數之路口，新竹市僅有紅燈倒數之路口，臺北市將於 96 年 9 月中旬試辦號誌化路口增設紅燈倒數計秒器，經實地勘查並依前述選擇實驗路口之原則及符合本研究之實驗條件，本研究選擇新竹縣竹北市光明六路與中華路（台一線省道）交岔口作為車行綠燈倒數計秒器對駕駛行為影響之實驗路口，選擇臺北市忠孝東路與敦化南路交岔口作為車行紅燈倒數計秒器對駕駛行為影響之實驗路口。

新竹縣竹北市光明六路與中華路（台一線省道）交岔口為一單純之十字路口，目前設有車行綠燈倒數計秒器，其上游路口為光明六路與博愛路交岔口，亦為一單純之十字路口且未設置車行綠燈倒數計秒器，此路口設有人行陸橋恰可架設兩台攝影機分別對兩路口之車流進行攝影；光明六路為銜接中山高速公路竹北交流道至新竹市區之交通要道，上、下午尖峰時間車流量大，本研究欲觀察之方向為光明六路東往西之方向，光明六路、中華路交岔口路口佈設包括左轉、直行及右轉各一線車道，目前為四時相管制，週期為 130 秒，黃燈時間為 3 秒，全紅時間為 4 秒；光明六路、博愛路交岔口路口佈設為左轉一線、直行兩線及右轉一線之車道，目前為三時相管制，週期為 115 秒，黃燈時間為 3 秒，全紅時間為 4 秒；兩路口之道路幾何條件及管制方式均極為相似，且符合本研究之實驗條件，故選擇作為本研究車行綠燈倒數計秒器對駕駛行為影響之實驗路口，相關位置及路口幾何配置如圖 3.2、圖 3.3、圖 3.4 所示，路口交通條件整理如表 3.1。



圖 3.2 車行綠燈倒數計秒器實驗路口與對照路口之相關位置圖

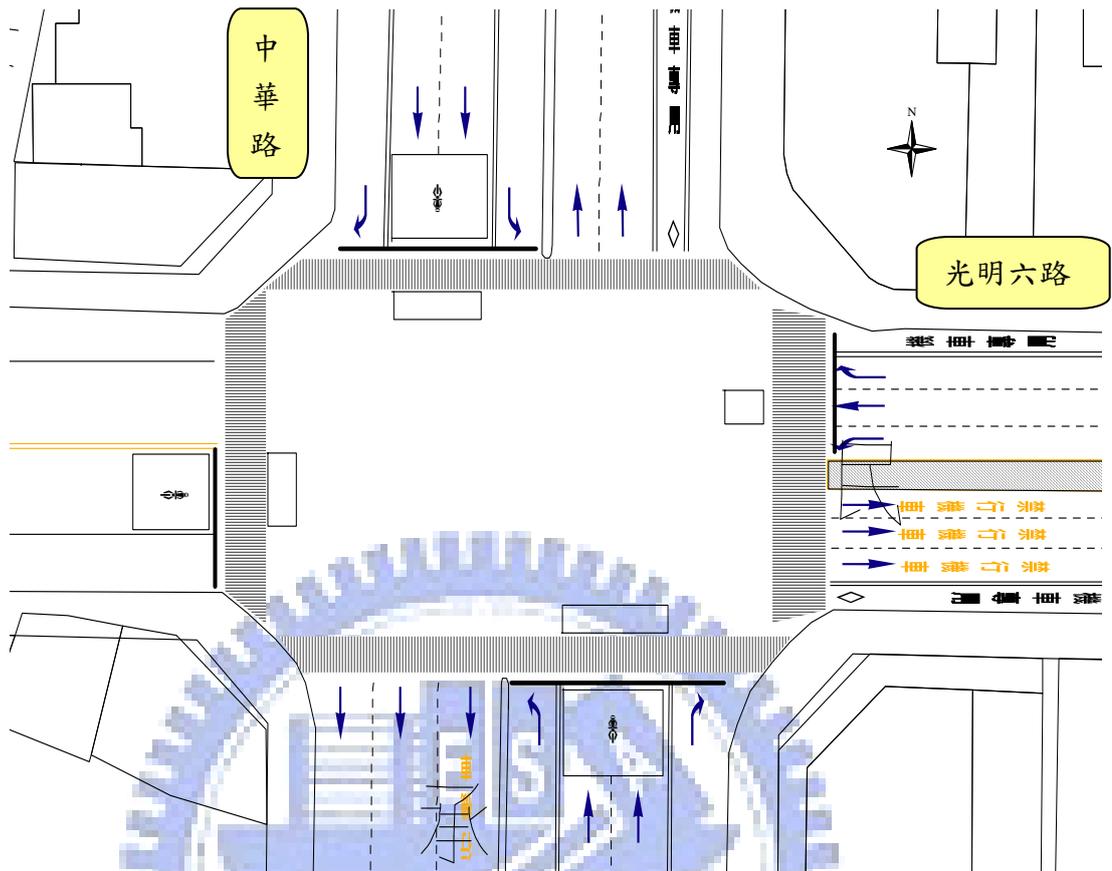


圖 3.3 光明六路、中華路交岔口之路口幾何配置圖

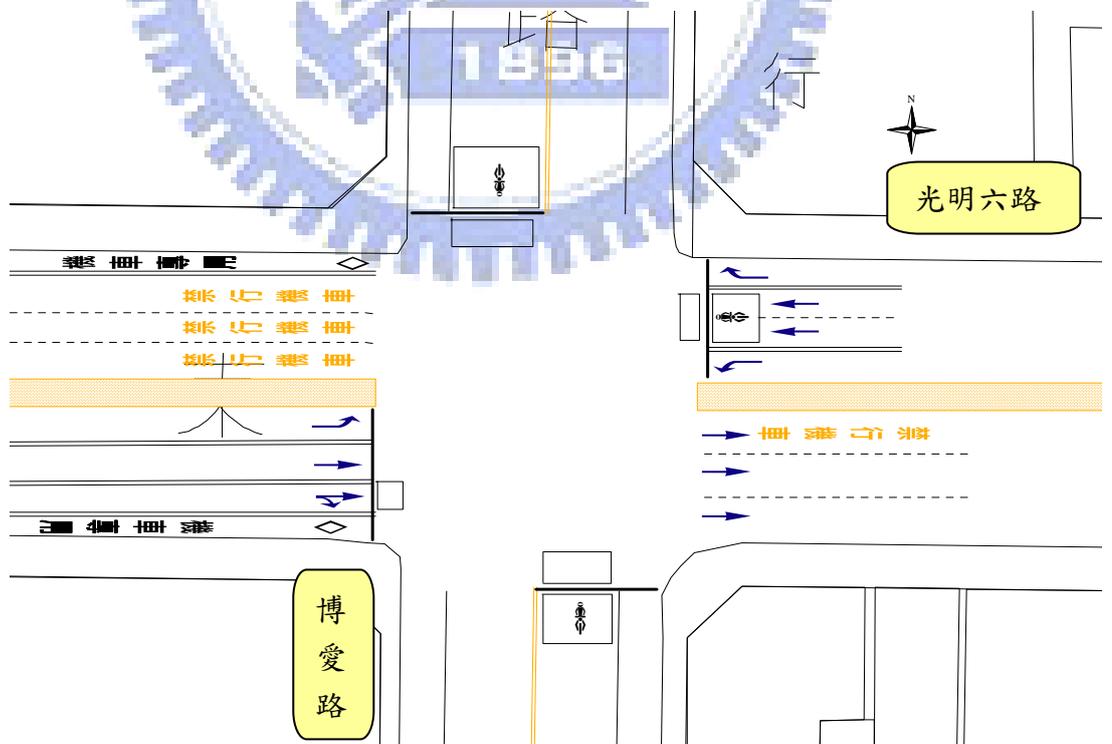


圖 3.4 光明六路、博愛路交岔口之路口幾何配置圖

表 3.1 車行綠燈倒數計秒器實驗路口與對照路口之交通條件整理表

	實驗路口	對照路口
	光明六路、中華路交岔口	光明六路、博愛路交岔口
有無設置車行綠燈倒數計秒器設施	有	無
觀察方向	東往西	東往西
路口型式	十字路口	十字路口
觀察方向車道佈設	左轉車道一線 直行車道一線 右轉車道一線	左轉車道一線 直行車道二線 右轉車道一線
號誌週期	130 秒	115 秒
號誌時相數	四時相	三時相
時相及時比	$\phi 1$ ：南北向對開，43 秒 $\phi 2$ ：南北向左轉保護，25 秒 $\phi 3$ ：西往東，25 秒 $\phi 4$ ：東西向，37 秒	$\phi 1$ ：東西向對開，53 秒 $\phi 2$ ：東西向左轉保護，20 秒 $\phi 3$ ：南北向，42 秒
黃燈時間	3 秒	3 秒
全紅時間	4 秒	4 秒
路口管制措施	無	無
尖峰時段與離峰時段之號誌週期、號誌時相數、時相及時比、黃燈時間、全紅時間及路口管制措施皆相同		

臺北市忠孝東路與敦化南路交岔口為兩主幹道之十字交岔路口，忠孝東路為連接臺北市區與臺北縣、基隆市等之重要交通幹道，其上、下午尖峰時間車流量大，本研究欲觀察之方向為忠孝東路東往西之方向，其路口佈設包括三線直行車道、一線直行右轉車道及機車兩段式左彎待轉區、機車停等區等，目前為簡單二時相管制，週期為 200 秒，黃燈時間為 4 秒，全紅時間為 4 秒，因本路口於 96 年 9 月中旬增設紅燈倒數計秒器，本研究恰可配合其時程以收集紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月等之交通資料，且本研究可商借此路口東南角之禮仁通商大樓樓頂以進行攝影工作，故選擇作為本研究車行紅燈倒數計秒器對駕駛行為影響之實驗路口，相關位置及路口幾何配置如圖 3.5、圖 3.6 所示，路口交通條件整理如表 3.2。

表 3.2 車行紅燈倒數計秒器實驗路口之交通條件整理表

忠孝東路、敦化南路交岔口	
觀察方向	東往西
路口型式	十字路口
觀察方向車道佈設	直行車道三線 直行右轉車道一線 機車兩段式左轉待轉區 機車停等區
號誌週期	200 秒
號誌時相數	二時相
時相及時比	$\phi 1$ ：東西向對開，105 秒 $\phi 2$ ：南北向對開，95 秒
黃燈時間	4 秒
全紅時間	4 秒
路口管制措施	東西向禁止左轉(大客車除外) 南北向禁止左轉
尖峰時段與離峰時段之號誌週期、號誌時相數、時相及時比、黃燈時間、全紅時間及路口管制措施皆相同	



圖 3.5 車行紅燈倒數計秒器實驗路口之相關位置圖

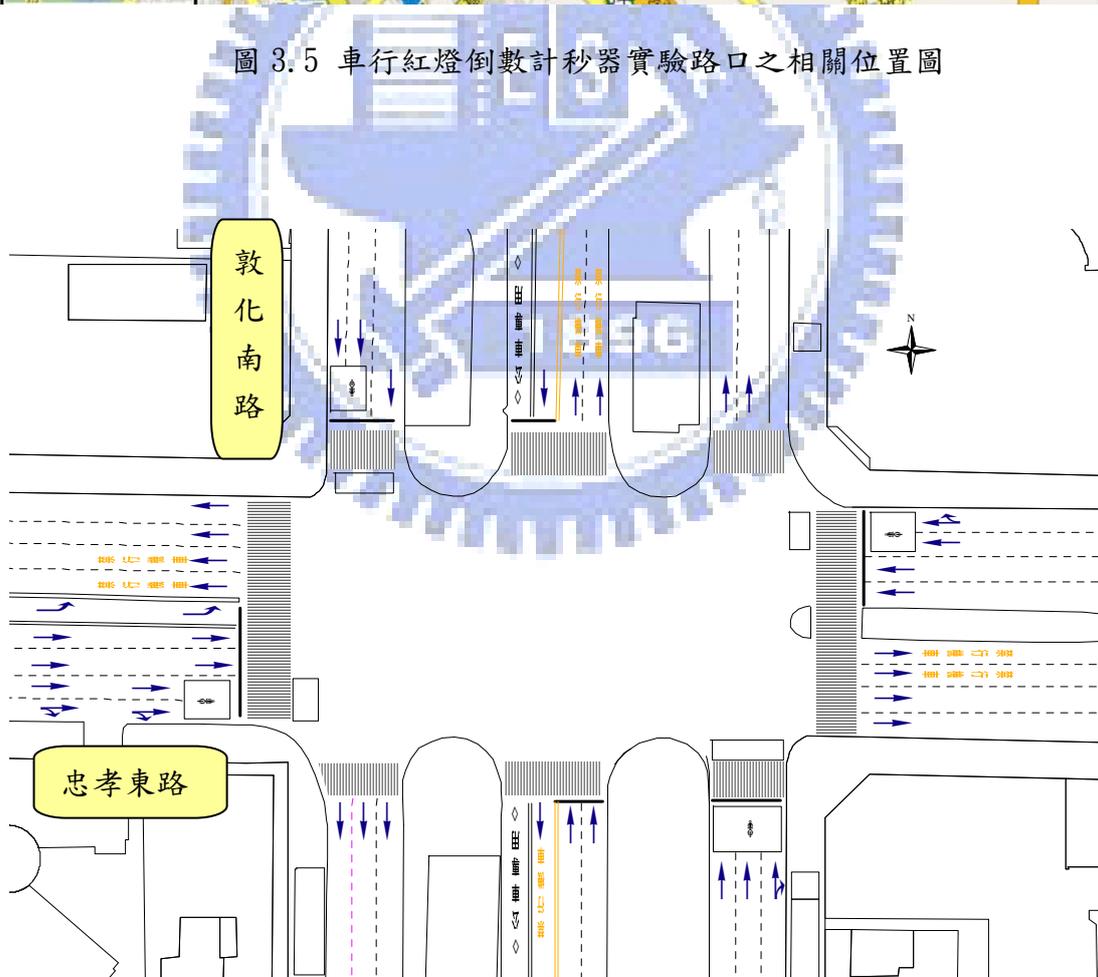


圖 3.6 忠孝東路、敦化南路交岔口之路口幾何配置圖

## 3.2 資料收集

### 3.2.1 路口拍攝情形

本研究於民國 97 年 2 月 21 日（星期四）於新竹縣竹北市光明六路、中華路交岔口及光明六路、博愛路交岔口進行攝影工作，以收集車行綠燈倒數計秒器對駕駛行為影響之交通資料，攝影前於兩路口之路側緣石上以停止線為起點往上游每五公尺張貼一段約 1 公尺長之膠帶，以劃設取樣區間，並測量現場雙白線及車道線之長度，以便日後觀看錄影帶時經由兩者之比對能更準確地計算出車輛所處之位置；攝影時係於光明六路、博愛路交岔口之人行陸橋上架設三部攝影機，三部攝影機須先對時，第一部攝影機往西拍攝光明六路、中華路交岔口車行綠燈倒數計秒器顯示之秒數及通過該路口之車流，如圖 3.7 所示；第二部攝影機往東拍攝通過光明六路、博愛路交岔口之車流，如圖 3.8 所示；第三部攝影機則拍攝光明六路、博愛路交岔口東往西方向之號誌燈運作情形，如圖 3.9 所示；攝影時間分尖峰、離峰兩時段，尖峰時段為上午 7 時至 8 時 30 分，離峰時段為上午 8 時 30 分至 10 時止，各 1.5 個小時，因光明六路、中華路交岔口週期為 130 秒，光明六路、博愛路交岔口週期為 115 秒，故兩路口尖峰時段、離峰時段應可收集 42、47 組樣本，攝影時間表如表 3.3 所示。



圖 3.7 光明六路、中華路交岔口之車流影像



圖 3.8 光明六路、博愛路交岔口之車流影像



圖 3.9 光明六路、博愛路交岔口號誌燈運作情形

表 3.3 車行綠燈倒數計秒器實驗攝影時間表

路口名稱	有無設置車行綠燈倒數計秒器設施	攝影日期	星期	攝影時間		天氣
				尖峰時間	離峰時間	
光明六路/ 中華路	有	97.2.21	四	7:00-8:30	8:30-10:00	晴
光明六路/ 博愛路	無	97.2.21	四	7:00-8:30	8:30-10:00	晴

臺北市忠孝東路與敦化南路交岔口係於民國 96 年 9 月 11 日（星期二）增設車行紅燈倒數計秒器設施，故本研究分別於 96 年 9 月 7 日（星期五）、10 月 26 日（星期五）、12 月 7 日（星期五）及 97 年 1 月 25 日（星期五）進行攝影工作，以收集該路口於紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月等之交通資料，攝影時係於本路口東南角之禮仁通商大樓樓頂架設兩部攝影機，攝影前須先對時，第一部攝影機拍攝忠孝東路與敦化南路交岔口東往西方向之車流，如圖 3.10 所示；第二部攝影機則拍攝忠孝東路與敦化南路交岔口東往西方向遠端之號誌燈運作情形，如圖 3.11 所示；攝影時間分尖峰、離峰兩時段，尖峰時段為上午 7 時至 9 時，離峰時段為上午 9 時 11 時，各 2 個小時，因本路口週期為 200 秒，故尖峰時段、離峰時段皆可各收集 36 個樣本，攝影時間整理如表 3.4 所示。



圖 3.10 忠孝東路、敦化南路交岔口之車流影像



圖 3.11 忠孝東路、敦化南路交岔口號誌燈運作情形

表 3.4 車行紅燈倒數計秒器實驗攝影時間表

路口名稱	設置車行紅燈倒數計秒器設施狀況	攝影日期	星期	攝影時間		天氣
				尖峰時間	離峰時間	
忠孝東路/ 敦化南路	設置前	96.9.7	五	7:00-9:00	9:30-11:30	晴
	設置後 1.5 個月	96.10.26	五	7:00-9:00	9:30-11:30	晴
	設置後 3 個月	96.12.7	五	7:00-9:00	9:30-11:30	陰
	設置後 4.5 個月	97.1.25	五	7:00-9:00	9:30-11:30	陰

### 3.2.2 使用器材、資料紀錄與分析方法

本研究係以攝影方式來收集所需之研究資料，所使用之器材包括 DV 攝影機、三角架、測量用推尺等，並於攝影完成後透過個人電腦及套裝軟體將攝影機之資料轉錄為 DVD，以便利利用電腦影音播放工具之播放、快進、暫停、倒轉等功能進行資料之萃取，再將錄影收視後所得之資料整理成 Excel 資料檔，最後利用 SAS 統計軟體對駕駛者是否通過路口與當時車行速率、距停止線距離及距紅燈始亮時間等進行羅吉斯迴歸分析，探討有無車行綠燈倒數計秒器對駕駛行為影響之差異情形，及進行 ANOVA 變異數分析以檢定不同車道位置之車輛其起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月是否有顯著之差異，並以各車在車隊中之排序及其通過停止線所需之時間進行迴歸分析，以探討車行紅燈倒數計秒器對駕駛行為之影響。

## 第四章 車行綠燈倒數計秒器之實驗結果分析

在車行綠燈倒數計秒器對駕駛行為影響之探討方面，本研究主要係以新竹縣竹北市光明六路、中華路交岔路口為實驗路口，並以其上游之光明六路、博愛路交岔路口為實驗之對照路口，針對兩路口於同一時間進行攝影以收集實驗所需之資料，包括各車輛所處位置、時間、速度及最後是否通過路口等，以分析路口有無設置車行綠燈倒數計秒器設施對於駕駛人闖紅燈、猶豫區間等之影響，並進行羅吉斯迴歸分析。

本研究欲觀察光明六路/中華路、光明六路/博愛路等兩路口東往西方向於綠燈剩餘時間 10 秒起至黃燈始亮、紅燈始亮等各階段車流運行狀況及最後通過路口與否等駕駛行為，由於一般號誌路口於時制設計時均會依據車流量而給予充足之綠燈通行時間，以避免因綠燈時間終了時，車流量仍未完全消化，造成車輛停等累積致出現壅塞現象，本研究所觀察之兩路口亦是如此，綠燈通行時間終了前之車流量已明顯減少，且因光明六路/中華路交岔口東往西方向綠燈時間為 37 秒，光明六路/博愛路交岔口東往西方向綠燈時間為 53 秒，明顯可看出光明六路/博愛路之路口疏解效率高於光明六路/中華路口，亦即綠燈通行時間終了前光明六路/博愛路交岔口東往西方向車流量將明顯較光明六路/中華路交岔口東往西方向車流量少，經觀看錄影帶及整理資料後，發現光明六路/中華路交岔口東往西方向於尖峰時間 42 個週期內僅 40 個週期於綠燈剩餘時間 10 秒內仍有車輛通行，有效樣本為 311 個，離峰時間 42 個週期內僅 39 個週期於綠燈剩餘時間 10 秒內仍有車輛通行，有效樣本為 187 個；光明六路/博愛路交岔口東往西方向於尖峰時間 48 個週期內僅 33 個週期於綠燈剩餘時間 10 秒內仍有車輛通行，有效樣本為 129 個，離峰時間 48 個週期內僅 40 個週期於綠燈剩餘時間 10 秒內仍有車輛通行，有效樣本為 145 個；考量有效樣本數量因素，為避免因樣本數太少或數量差異過大而影響較估結果，故本研究將尖、離峰資料合併分析。

### 4.1 闖紅燈行為分析

根據文獻記載，號誌路口設置車行綠燈倒數計秒器後，當綠燈倒數即將歸零、號誌時制轉換之際，多數駕駛人會出現加速並搶燈穿越路口之現象，本研究亦將藉由光明六路/中華路、光明六路/博愛路等兩路口以比較有無設置車行綠燈倒數計秒器對駕駛人闖紅燈行為之影響，以了解其安全性。

經整理所收集到之資料，在有設置車行綠燈倒數計秒器之光明六路/中華路路口於紅燈始亮時，位於停止線後方 20 公尺以外之車輛未發現有闖紅燈之現象，在未設置車行綠燈倒數計秒器之光明六路/博愛路路口亦是如此，故以每 5 公尺間距劃設為取樣區間，統計兩路口之闖紅燈車輛數據整理如表 4.1。

表 4.1 光明六路/中華路、光明六路/博愛路闖紅燈車輛數據統計表

紅燈始亮瞬間距停止線距離 (取樣區間)		0M-5M	6M-10M	11M-15M	16M-20M
光明六路/中華路 (有綠燈倒數)	闖紅燈車輛數	9	2	1	5
	樣本數	26	10	7	16
	百分比	34.62%	20.00%	14.29%	31.25%
光明六路/博愛路 (無綠燈倒數)	闖紅燈車輛數	5	0	1	2
	樣本數	6	2	4	4
	百分比	83.33%	0%	25.00%	50.00%

經比較表 4.1 發現各取樣區間於設有車行綠燈倒數計秒器之光明六路/中華路路口其闖紅燈比率多較無車行綠燈倒數計秒器之光明六路/博愛路路口低，顯示因車行綠燈倒數計秒器提供充足資訊，駕駛人充分掌握綠燈可通行之剩餘時間，保守的人已即早準備停車，而冒進積極的人已開始加速以便於紅燈始亮前通過路口停止線，致整體闖紅燈之比率較低。

#### 4.2 猶豫區間變化情形分析

依據 1977 年 Zegeer 【20】學者研究指出，猶豫區間的定義，即實際觀測選擇停車之駕駛者中，大於 10 % 小於 90 % 的人所處之道路路段長度，本研究將依循此定義由光明六路/中華路、光明六路/博愛路等兩路口之資料以檢視有無車行綠燈倒數計秒器時其猶豫區間之變化情形。

經整理所收集到之資料，在有設置車行綠燈倒數計秒器之光明六路/中華路路口於黃燈始亮時共有 83 個樣本最後係選擇停止於停止線前，在未設置車行綠燈倒數計秒器之光明六路/博愛路路口於黃燈始亮時則有 14 個樣本最後選擇停止於停止線前，兩路口之累積停車機率整理如圖 4.1。

依據 Zegeer 學者之猶豫區間定義及圖 4.1 可得有設置車行綠燈倒數計秒器之光明六路/中華路路口其猶豫區間為 17 公尺至 75 公尺間，共 58 公尺；未設置車行綠燈倒數計秒器之光明六路/博愛路路口其猶豫區間為 31 公尺至 62 公尺，共 31 公尺；在未設置車行綠燈倒數計秒器之路口因無綠燈可通行剩餘時間之資訊提供，致駕駛人在未知之狀況下仍依原速度前進，猶豫區間可維持在一般值，而設有綠燈倒數計秒器之路口，因有綠燈可通行剩餘時間之資訊提供及受因人而異之駕駛心理影響，保守的人在資訊充足之下在距停止線很遠的地方即已作出停、行決策，而較為冒險積極的人非得到最後一刻已臨近停止線時才作出停、行決策，致有設置車行綠燈倒數計秒器之路口其猶豫區間較無設置車行綠燈倒數計秒器之

路口長，且範圍更廣，顯現車行綠燈倒數計秒器對駕駛人面對綠燈時間即將終了時之停、行決策影響因人而異，猶豫區間範圍廣且長，將不利於交通安全之維護。

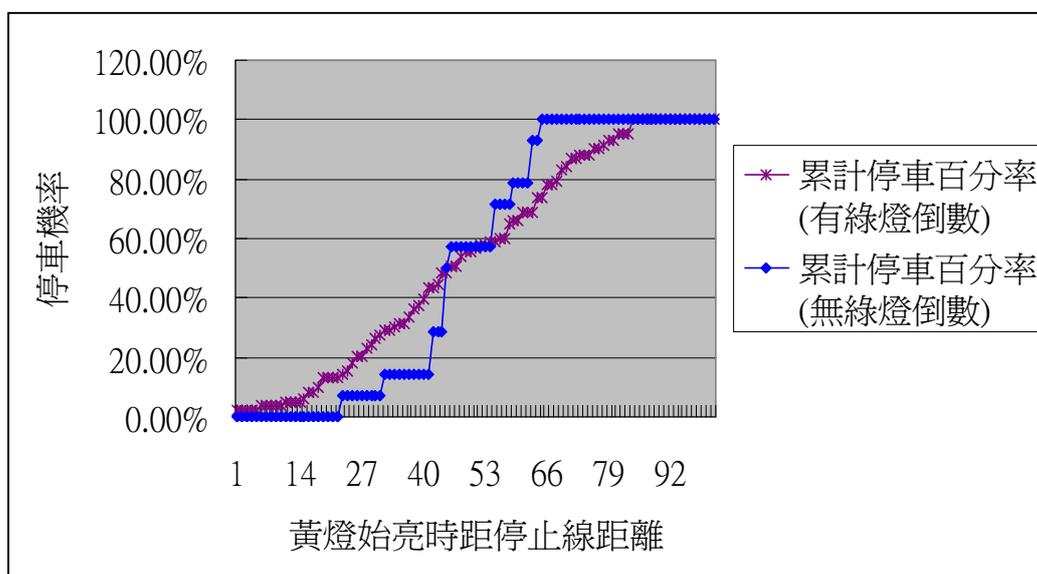


圖 4.1 光明六路/中華路、光明六路/博愛路紅燈始亮時累積停車機率圖

### 4.3 羅吉斯迴歸分析

依李銷桂【1】於號誌轉換下猶豫區間之研究中，黃燈始亮時影響駕駛者是否通過路口之主要變數為當時車行速率及距停止線距離，本研究再加入時間因子，即對駕駛者是否通過路口與當時車行速率、距停止線距離及距紅燈始亮時間等進行羅吉斯迴歸分析，以探討有無車行綠燈倒數計秒器對駕駛人行為之影響。

#### 1. 羅吉斯迴歸分析

將駕駛者最後是否通過路口與當時車行速率、距停止線距離及距紅燈始亮時間等進行羅吉斯迴歸分析，並加入虛擬變數，可得式 4-1；羅吉斯迴歸式中之 T 表駕駛者當時距紅燈始亮時間，D 表駕駛者當時距停止線距離，V 表駕駛者當時車行速率，DU 表虛擬變數，0 表無綠燈倒數設施，1 表有綠燈倒數設施，迴歸式中 T 之係數為 1.1995， $P < .0001$ ，D 之係數為 -0.1688， $P < .0001$ ，V 之係數為 0.1686， $P < .0001$ ， $DU * T$  之係數為 -0.6559， $P < .0001$ ， $DU * D$  之係數為 0.0782， $P = 0.0008 < 0.05$ ， $DU * V$  之係數為 -0.0968， $P = 0.0002 < 0.05$ ，在信賴水準 5% 下，均呈現非常顯著反應，對數可能率(Likelihood ratio)之  $P < .0001$ ，在信賴水準 5% 下，亦達非常顯著的反應，顯示有無綠燈倒數設施對於駕駛人最後是否通過路口有顯著之影響。

$\logit(p)$  代表  $p$  值的對數奇數比，有下標 0 者表無綠燈倒數之路口，無下標者表有綠燈倒數之路口，若  $T=3$  秒， $D=50$  公尺， $V=50$  公里/小時，則  $\logit(p) = 1.8847$ ， $\logit(p_0) = 4.7824$ ， $p = (e^{1.8847}) / (1 + e^{1.8847}) = 0.8682$ ， $p_0 = (e^{4.7824}) / (1 + e^{4.7824}) = 0.9917$ ， $p$  值表示有綠燈倒數之路口當駕駛人之  $T=3$

秒，D=50 公尺，V=50 公里/小時之情況下可能通過路口的機率，即 86.82%； $p_0$  值表示無綠燈倒數之路口當駕駛人之 T=3 秒，D=50 公尺，V=50 公里/小時之情況下可能通過路口的機率，即 99.17%，顯示有綠燈倒數設施路口整體車流之駕駛人通過路口機率較無綠燈倒數設施路口整體車流低。

$$\begin{aligned} \text{logit}(p) = & 1.1939 + 1.1995 T - 0.1688 D + 0.1686 V \\ & -0.6559 DU*T + 0.0782 DU*D - 0.0968 DU*V \end{aligned} \quad (4-1)$$

## 2. 黃燈時段之羅吉斯迴歸分析

### (1) 黃燈始亮時（黃燈時間為 3 秒）

黃燈始亮時駕駛者最後是否通過路口與當時車行速率、距停止線距離之羅吉斯迴歸整理如表 4.2，若 D=50 公尺，V=50 公里/小時，則  $\text{logit}(p) = -0.6457$ ， $\text{logit}(p_0) = 0.0922$ ， $p = 0.3440$ ， $p_0 = 0.5230$ ；即表示有綠燈倒數之路口當駕駛人之 D=50 公尺，V=50 公里/小時之情況下可能通過路口的機率為 34.40%；無綠燈倒數之路口可能通過路口的機率為 52.30%；可發現黃燈始亮時有綠燈倒數路口之駕駛人通過路口的機率明顯低於無綠燈倒數路口之駕駛人。

表 4.2 黃燈始亮時羅吉斯迴歸分析表

路口狀況	羅吉斯迴歸式	Likelihood ratio
有綠燈倒數	$\text{logit}(p) = 1.7293 - 0.0902 D + 0.0427 V$ (P=0.0073*) (P<.0001*) (P=0.0156*)	P<.0001*
無綠燈倒數	$\text{logit}(p_0) = 0.6872 - 0.1633 D + 0.1514 V$ (P=0.7702) (P=0.0007*) (P=0.0242*)	P<.0001*

\* 表在信賴水準 5%下，呈顯著反應

### (2) 黃燈剩餘時間 2 秒時（黃燈時間為 3 秒）

黃燈剩餘時間 2 秒時駕駛者最後是否通過路口與當時車行速率、距停止線距離之羅吉斯迴歸整理如表 4.3，若 D=50 公尺，V=50 公里/小時，則  $\text{logit}(p) = -1.7873$ ， $\text{logit}(p_0) = -1.0852$ ， $p = 0.1434$ ， $p_0 = 0.2525$ ；即表示有綠燈倒數之路口當駕駛人之 D=50 公尺，V=50 公里/小時之情況下可能通過路口的機率為 14.34%；無綠燈倒數之路口可能通過路口的機率為 25.25%；黃燈剩餘時間 2 秒時有綠燈倒數路口之駕駛人通過路口的機率低於無綠燈倒數路口之駕駛人。

表 4.3 黃燈剩餘時間 2 秒時羅吉斯迴歸分析表

路口狀況	羅吉斯迴歸式	Likelihood ratio
有綠燈倒數	$\text{logit}(p) = 1.2827 - 0.1385 D + 0.0771 V$ (P=0.0136*) (P<.0001*) (P=0.001*)	P<.0001*
無綠燈倒數	$\text{logit}(p_0) = -2.1502 - 0.2439 D + 0.2652 V$ (P=0.4398) (P=0.0090*) (P=0.0352*)	P<.0001*

\* 表在信賴水準 5%下，呈顯著反應

(3) 黃燈剩餘時間 1 秒時 (黃燈時間為 3 秒)

黃燈剩餘時間 1 秒時駕駛者最後是否通過路口與當時車行速率、距停止線距離之羅吉斯迴歸整理如表 4.4，若  $D=50$  公尺， $V=50$  公里/小時，則  $\text{logit}(p) = -3.7615$ ， $\text{logit}(p_0) = -3.6234$ ， $p = 0.0227$ ， $p_0 = 0.0260$ ；即表示有綠燈倒數之路口當駕駛人之  $D=50$  公尺， $V=50$  公里/小時之情況下可能通過路口的機率為 2.27%；無綠燈倒數之路口可能通過路口的機率為 2.60%；黃燈剩餘時間 1 秒時有綠燈倒數路口之駕駛人通過路口的機率低於無綠燈倒數路口之駕駛人。

表 4.4 黃燈剩餘時間 1 秒時羅吉斯迴歸分析表

路口狀況	羅吉斯迴歸式	Likelihood ratio
有綠燈倒數	$\text{logit}(p) = 1.1385 - 0.1492 D + 0.0512 V$ (P=0.0475*) (P<.0001*) (P=0.0174*)	P<.0001*
無綠燈倒數	$\text{logit}(p_0) = -1.0784 - 0.1943 D + 0.1434 V$ (P=0.6527) (P=0.0034*) (P=0.0573)	P<.0001*

\* 表在信賴水準 5%下，呈顯著反應

3. 綠燈時段之羅吉斯迴歸分析

(1) 綠燈剩餘時間 1 秒時

綠燈剩餘時間 1 秒時駕駛者最後是否通過路口與當時車行速率、距停止線距離之羅吉斯迴歸整理如表 4.5，若  $D=50$  公尺， $V=50$  公里/小時，則  $\text{logit}(p) = -0.2057$ ， $\text{logit}(p_0) = 1.3804$ ， $p = 0.4488$ ， $p_0 = 0.7991$ ；即表示有綠燈倒數之路口當駕駛人之  $D=50$  公尺， $V=50$  公里/小時之情況下可能通過路口的機率為 44.88%；無綠燈倒數之路口可能通過路口的機率為 79.91%；綠燈剩餘時間 1 秒時有綠燈倒數路口之駕駛人通過路口的機率亦低於無綠燈倒數路口之駕駛人。

表 4.5 綠燈剩餘時間 1 秒時羅吉斯迴歸分析表

路口狀況	羅吉斯迴歸式	Likelihood ratio
有綠燈倒數	$\text{logit}(p) = 2.0543 - 0.1233 D + 0.0427 V$ (P=0.0007*) (P<.0001*) (P=0.0003*)	P<.0001*
無綠燈倒數	$\text{logit}(p_0) = 3.0854 - 0.1463 D + 0.1514 V$ (P=0.2070) (P=0.0047*) (P=0.0476*)	P<.0001*

\* 表在信賴水準 5%下，呈顯著反應

(2) 綠燈剩餘時間 2 秒時

綠燈剩餘時間 2 秒時駕駛者最後是否通過路口與當時車行速率、距停止線距離之羅吉斯迴歸整理如表 4.6，若  $D=50$  公尺， $V=50$  公里/小時，則  $\text{logit}(p) = 1.7202$ ， $\text{logit}(p_0) = 4.6405$ ， $p = 0.8482$ ， $p_0 = 0.9904$ ；即表示有綠燈倒數之路口當駕駛人之  $D=50$  公尺， $V=50$  公里/小時之情況下可能通過路口的機率為 84.82%；無綠燈倒數之路口可能通過路口的機率為 99.04%；綠燈剩餘時間 2 秒時有綠燈倒數路口之駕駛人通過路口的機率低於無綠燈倒數路口之駕駛人。

表 4.6 綠燈剩餘時間 2 秒時羅吉斯迴歸分析表

路口狀況	羅吉斯迴歸式	Likelihood ratio
有綠燈倒數	$\text{logit}(p) = 2.2252 - 0.0967 D + 0.0866 V$ (P<.0001*) (P<.0001*) (P<.0001*)	P<.0001*
無綠燈倒數	$\text{logit}(p_0) = -0.7895 - 0.1538 D + 0.2624 V$ (P=0.8934) (P=0.0140*) (P=0.1089)	P=0.0001*

\* 表在信賴水準 5%下，呈顯著反應

(3) 綠燈剩餘時間 3 秒時

綠燈剩餘時間 3 秒時駕駛者最後是否通過路口與當時車行速率、距停止線距離之羅吉斯迴歸整理如表 4.7，若  $D=50$  公尺， $V=50$  公里/小時，則  $\text{logit}(p) = 3.015$ ， $\text{logit}(p_0) = 5.6025$ ， $p = 0.9532$ ， $p_0 = 0.9963$ ；即表示有綠燈倒數之路口當駕駛人之  $D=50$  公尺， $V=50$  公里/小時之情況下可能通過路口的機率為 95.32%；無綠燈倒數之路口可能通過路口的機率為 99.63%；綠燈剩餘時間 3 秒時有綠燈倒數之路口其駕駛人通過路口的機率低於無綠燈倒數路口之駕駛人。

表 4.7 綠燈剩餘時間 3 秒時羅吉斯迴歸分析表

路口狀況	羅吉斯迴歸式	Likelihood ratio
有綠燈倒數	$\text{logit}(p) = 2.5350 - 0.1087 D + 0.1183 V$ (P<.0001*) (P<.0001*) (P<.0001*)	P<.0001*
無綠燈倒數	$\text{logit}(p_0) = 1.9875 - 0.1099 D + 0.1822 V$ (P=0.7601) (P=0.2149) (P=0.1595)	P=0.0040*

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

(4) 綠燈剩餘時間 4 秒時及其以後

綠燈剩餘時間 4 秒時及其以後駕駛者最後是否通過路口與當時車行速率、距停止線距離之羅吉斯迴歸整理如表 4.8，綠燈剩餘時間 4 秒時，若 D=50 公尺，V=50 公里/小時，則  $\text{logit}(p) = 3.5729$ ， $\text{logit}(p_0) = 59.5256$ ， $p = 0.9727$ ， $p_0 = 1.000$ ；即表示有綠燈倒數之路口當駕駛人之 D=50 公尺，V=50 公里/小時之情況下可能通過路口的機率為 97.27%；無綠燈倒數之路口可能通過路口的機率為 100%；綠燈剩餘時間 4 秒時有綠燈倒數路口之駕駛人通過路口的機率低於無綠燈倒數路口之駕駛人，惟受限於樣本數，無綠燈倒數之路口於綠燈剩餘時間 4 秒時及其以後羅吉斯迴歸式已呈不顯著反應，亦即無綠燈倒數之路口於綠燈剩餘時間 4 秒時已無車輛通行，而有綠燈倒數之路口於綠燈剩餘時間 5 秒至 10 秒羅吉斯迴歸式仍呈顯著反應。

表 4.8 綠燈剩餘時間 4 秒時羅吉斯迴歸分析表

路口狀況	羅吉斯迴歸式	Likelihood ratio
有綠燈倒數4秒	$\text{logit}(p) = 2.6879 - 0.0924 D + 0.1101 V$ (P<.0001*) (P<.0001*) (P<.0001*)	P<.0001*
無綠燈倒數4秒	$\text{logit}(p_0) = -1.1844 - 1.8116 D + 3.0258 V$ (P=0.9579) (P=0.2929) (P=0.3164)	P=0.0053*
有綠燈倒數5秒	$\text{logit}(p) = 2.8185 - 0.0820 D + 0.1032 V$ (P<.0001*) (P<.0001*) (P<.0001*)	P<.0001*
有綠燈倒數6秒	$\text{logit}(p) = 3.2297 - 0.0768 D + 0.1007 V$ (P<.0001*) (P<.0001*) (P<.0001*)	P<.0001*
有綠燈倒數7秒	$\text{logit}(p) = 4.3146 - 0.0818 D + 0.0778 V$ (P<.0001*) (P<.0001*) (P=0.0006*)	P<.0001*
有綠燈倒數8秒	$\text{logit}(p) = 4.6399 - 0.0819 D + 0.0857 V$ (P<.0001*) (P<.0001*) (P=0.0008*)	P<.0001*
有綠燈倒數9秒	$\text{logit}(p) = 3.9000 - 0.0797 D + 0.1229 V$ (P<.0001*) (P<.0001*) (P=0.0002*)	P<.0001*
有綠燈倒數10秒	$\text{logit}(p) = 4.7146 - 0.0732 D + 0.0808 V$ (P<.0001*) (P<.0001*) (P=0.0029*)	P<.0001*

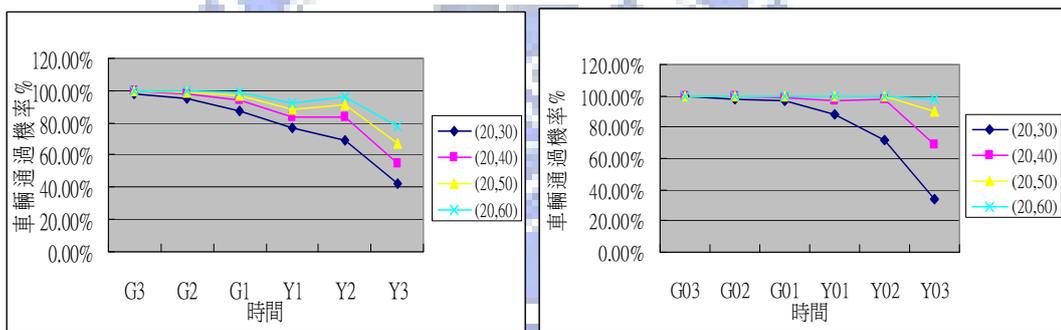
\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

4. 前述黃燈時段及綠燈時段各秒之羅吉斯迴歸式中，距停止線距離分別以本研究所推估之猶豫區間 17 公尺至 75 公尺間，以每 10 公尺為一單元代入，並配合不同之臨近速度，亦以每 10 公里/小時為一單元，分別探討黃燈時段及綠燈時段各秒在不同之距停止線距離及臨近速度下其車輛通過路口機率之變化情形，亦即以(D, V)代表(距停止線距離, 臨近速度), D 分別以 20 公尺、30 公尺、40 公尺、50 公尺、60 公尺、70 公尺代入，V 分別以 30 公里/小時、40 公里/小時、50 公里/小時、60 公里/小時代入，排列組合分別計算其車輛通過路口機率並繪製變化情形曲線圖，如圖 4.2 至圖 4.11 所示，分析說明如下：

- (1) 在相同距離、不同之臨近速度條件下，距停止線距離較近者，約 30 公尺以內，有綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線特性近似於無綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線，但在 40 公尺以上時，距停止線距離較遠者，有綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線於綠燈剩餘時間 2 秒與綠燈剩餘時間 1 秒間有明顯之差異，綠燈剩餘時間 2 秒(含)以上屬於高通過率，綠燈剩餘時間 1 秒(含)以下則屬於低通過率，此現象在近距離時(40-50 公尺)，速度低者較速度高者明顯，在遠距離時(60-70 公尺)則相反，速度高者較速度低者明顯，如圖 4.2 至圖 4.7 左側各圖所示；而無綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線其各種不同臨近速度之高通過率與低通過率變化點隨著距離的增加有往圖左方移動之趨勢，即往綠燈時段趨進，如圖 4.2 至圖 4.7 右側各圖所示。
- (2) 在相同臨近速度、不同距離之條件下，有綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線在距停止線距離較近時其特性近似於無綠燈倒數路口，在距停止線距離較遠時，有綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線於綠燈剩餘時間 2 秒與綠燈剩餘時間 1 秒間有明顯之差異，且速度愈快、距離愈遠，此現象就愈明顯，如圖 4.8 至圖 4.11 左側各圖所示；而無綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線其各種不同位置之高通過率與低通過率變化點隨著臨近速度的增加有往圖右方移動之趨勢，即趨向黃燈時段，如圖 4.8 至圖 4.11 右側各圖所示。
- (3) 無綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線其各種不同臨近速度之高通過率與低通過率變化點隨著距離的增加有往綠燈區移動之趨勢，而各種不同位置之高通過率與低通過率變化點隨著臨近速度的增加有往黃燈區移動之趨勢，可發現無綠燈剩餘時間之資訊提供時，駕駛人之停行決策係以黃燈始亮時為參考點，在此之前車隊係以常態行進，當黃燈始亮時車隊中各駕駛人之停行決策較為一致，若已接近停止線者將順其自然而通過路口，離停止線尚有一段距離者亦不強行通過而停於停止線前，舉例來說，當(D, V)等於(40, 40)時，其高通過率與低通過率之變化點介於綠燈剩餘 1 秒至黃燈第 2 秒間，而當(D, V)等於(50, 40)時，其高通過率與低通過率之變化點介於綠燈剩餘 2 秒至黃燈第 1 秒間，其間尚有 1 秒之時間差，恰足以彌補兩車之距離差 10 公尺，顯示車隊速度維持連續一致狀態，車隊中各位置車輛之高通過率與低通

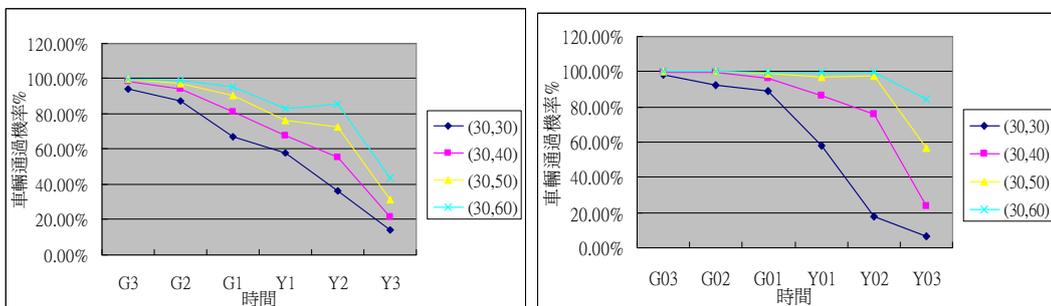
過率變化點隨距離呈現連續改變之狀態，若距停止線距離相同時，則隨速度連續變化。

- (4) 有綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線，其高通過率與低通過率之變化點介於綠燈剩餘時間 2 秒至 1 秒間，在有綠燈剩餘時間之資訊提供下，其停行決策已提前至綠燈剩餘時間 2 秒至 1 秒時，若綠燈剩餘時間為 1 秒時，多數駕駛人將減速並停止於停止線前，屬低通過率群，若綠燈剩餘時間為 2 秒時，則多數駕駛人將加速通過路口，屬高通過率群，例如，當  $(D, V)$  等於  $(40, 40)$  時，其高通過率與低通過率之變化點介於綠燈剩餘 2 秒至綠燈剩餘 1 秒間，而當  $(D, V)$  等於  $(50, 40)$  時，其高通過率與低通過率之變化點亦介於綠燈剩餘 2 秒至綠燈剩餘 1 秒間，兩車尚有距離差 10 公尺，而最後卻可獲得相同之高通過率或低通過率，顯示兩車之停行決策已不一致，車隊速度不連續，有速差產生，易於發生追撞事故。



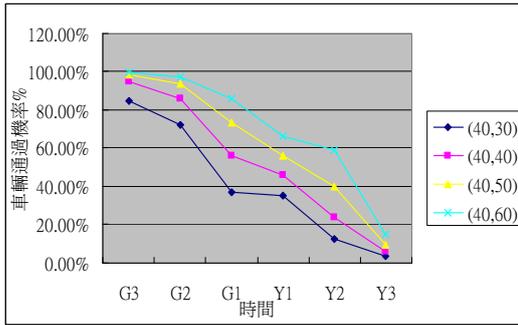
有綠燈倒數路口 無綠燈倒數路口

圖 4.2 距停止線 20 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖

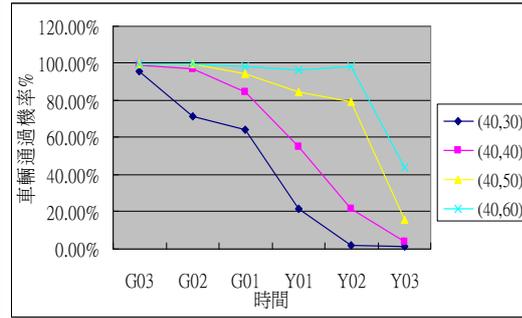


有綠燈倒數路口 無綠燈倒數路口

圖 4.3 距停止線 30 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖

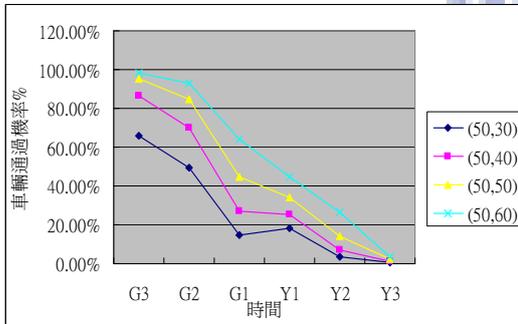


有綠燈倒數路口

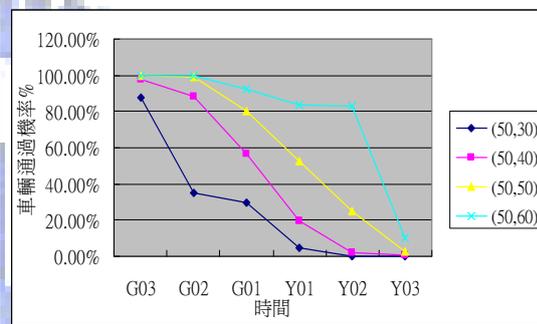


無綠燈倒數路口

圖 4.4 距停止線 40 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖

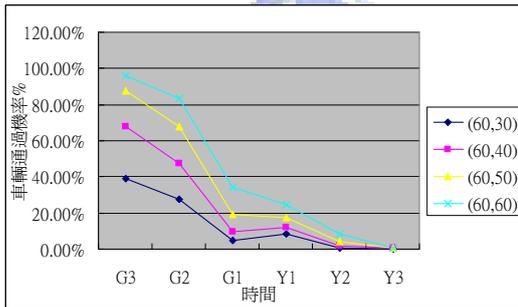


有綠燈倒數路口

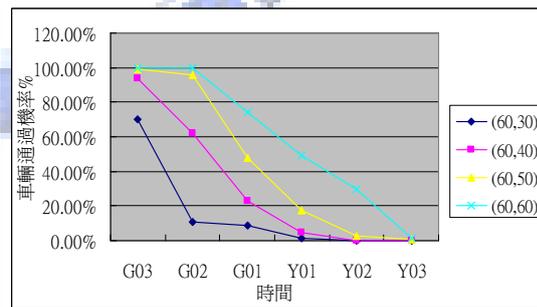


無綠燈倒數路口

圖 4.5 距停止線 50 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖



有綠燈倒數路口



無綠燈倒數路口

圖 4.6 距停止線 60 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖

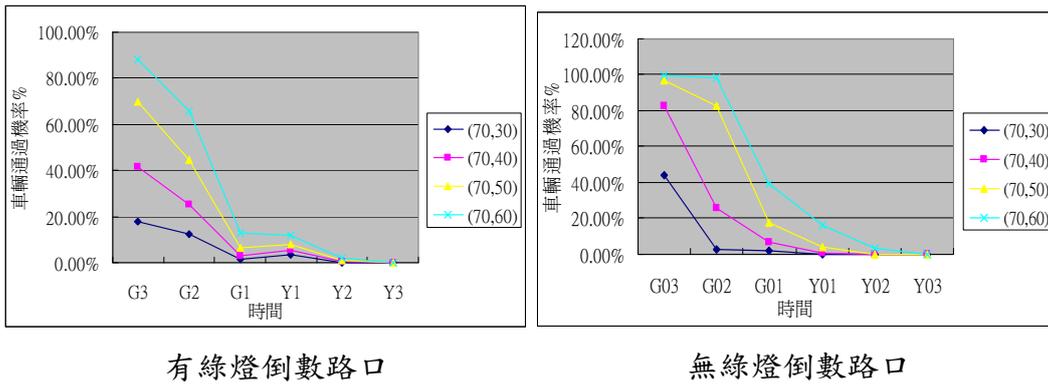


圖 4.7 距停止線 70 公尺處不同臨近速度下之車輛通過機率比較圖

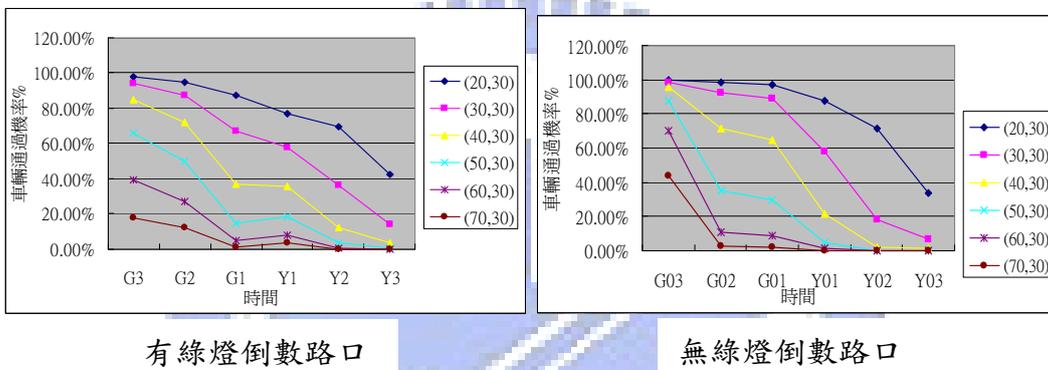


圖 4.8 臨近速度 30km/hr 下距停止線不同距離處之車輛通過機率比較圖

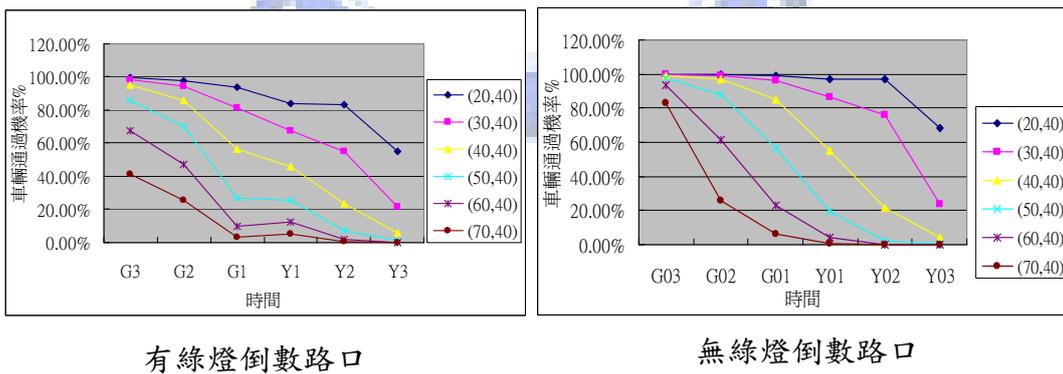
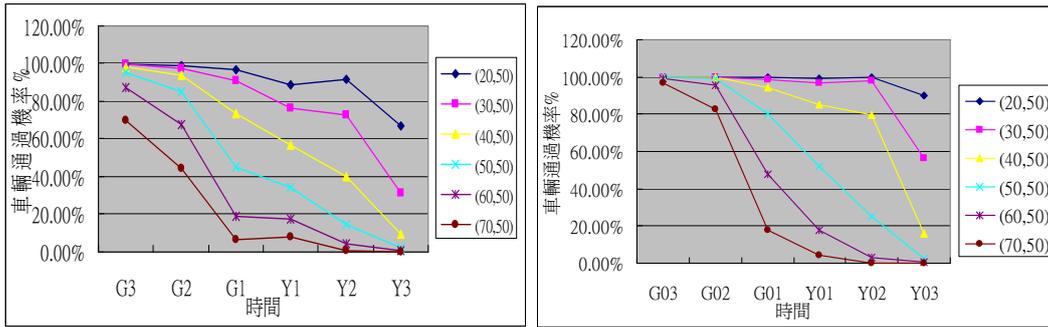


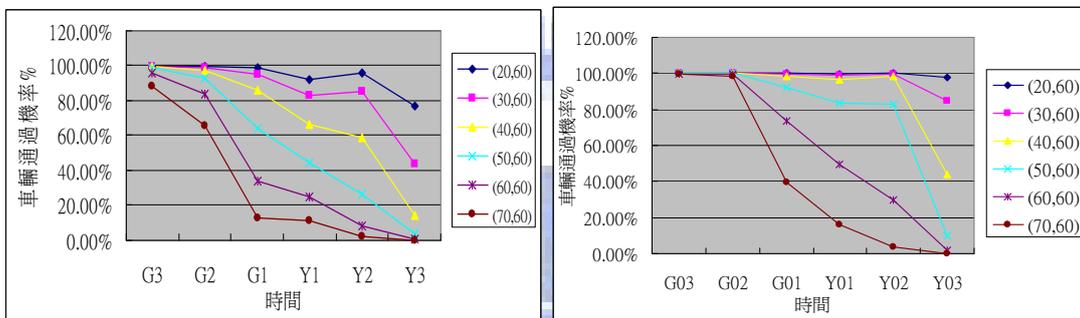
圖 4.9 臨近速度 40km/hr 下距停止線不同距離處之車輛通過機率比較圖



有綠燈倒數路口

無綠燈倒數路口

圖 4.10 臨近速度 50km/hr 下距停止線不同距離處之車輛通過機率比較圖



有綠燈倒數路口

無綠燈倒數路口

圖 4.11 臨近速度 60km/hr 下距停止線不同距離處之車輛通過機率比較圖

#### 4.4 肇事分析

經向新竹縣警察局查詢光明六路/中華路(實驗路口)及光明六路/博愛路(對照路口)於本研究攝影時間(97年2月21日)前一年內之肇事紀錄,光明六路/中華路計有9件交通事故,其中5件肇事原因主要為未保持行車安全距離,2件為違反號誌管制或指揮,1件為酒醉駕駛失控,1件為左轉彎未依規定;而光明六路/博愛路計有4件交通事故,其中3件肇事原因主要為未保持行車安全距離,1件為右轉彎未依規定,可發現光明六路/中華路有7件交通事故可能因該路口設置綠燈倒數致車輛間產生速差或於綠燈快結束時加速搶燈行駛,故未能保持行車安全距離及違反號誌管制因而肇事,另未設置綠燈倒數之光明六路/博愛路則僅有3件未保持行車安全距離而肇事之交通事故,相對較少,故號誌化路口增設車行綠燈倒數計秒器對於交通安全存有較高之風險,因每位駕駛人面對該項設施之判斷力均不同所致。

#### 4.5 小結

本研究經收集新竹縣竹北市光明六路/中華路及光明六路/博愛路等二交岔路口之交通資料，並經本章各小節整理分析可歸納如下數點結論：

1. 設有車行綠燈倒數計秒器之路口其闖紅燈比率較無車行綠燈倒數計秒器路口低，因車行綠燈倒數計秒器可提供充足的資訊，讓駕駛人充分掌握綠燈可通行之剩餘時間，駕駛人可憑當時距停止線之距離及個人駕駛經驗，以判斷並決定是否加速通過路口或緩慢減速停止於停止線前，致其闖紅燈之比率較低。
2. 有設置車行綠燈倒數計秒器之路口其猶豫區間為 17 公尺至 75 公尺間，共 58 公尺；未設置車行綠燈倒數計秒器之路口其猶豫區間為 31 公尺至 62 公尺，共 31 公尺；顯現車行綠燈倒數計秒器對駕駛人面對綠燈時間即將終了時之停、行決策影響因人而異，致猶豫區間範圍廣且長，將不利於交通安全。
3. 無論黃燈時段、綠燈時段或以整體考量所建構之羅吉斯迴歸式，發現有綠燈倒數計秒器路口之駕駛人通過路口的機率均低於無綠燈倒數計秒器路口之駕駛人且多呈顯著反應，顯示有設置車行綠燈倒數計秒器之路口因有綠燈可通行剩餘時間之資訊提供，於綠燈即將終了時多數駕駛人駕駛行為趨於保守，致通過路口的機率降低。
4. 距停止線距離較近者，有綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線特性近似於無綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線。距停止線距離較遠者，有綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線於綠燈剩餘時間 2 秒與綠燈剩餘時間 1 秒間有明顯之差異，綠燈剩餘時間 1 秒(含)以下屬於低通過率，綠燈剩餘時間 2 秒(含)以上則屬於高通過率，此現象在近距離時，速度低者較速度高者明顯，在遠距離時，速度高者較速度低者明顯。
5. 無綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線其各種不同臨近速度之高通過率與低通過率變化點隨著距離的增加有往綠燈區移動之趨勢，而各種不同位置之高通過率與低通過率變化點隨著臨近速度的增加有往黃燈區移動之趨勢。
6. 無綠燈倒數路口駕駛人之停行決策以黃燈始亮時為參考點，在此之前車隊係以常態行進，當黃燈始亮時車隊中各駕駛人之停行決策較為一致，車隊速度維持連續一致狀態，車隊中各位置車輛之高通過率與低通過率變化點隨距離呈現連續改變之狀態，若距停止線距離相同時，則隨速度連續變化。
7. 有綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線，其高通過率與低通過率之變化點介於綠燈剩餘時間 2 秒至 1 秒間，在有綠燈剩餘時間之資訊提供下，其停行決策已提前至綠燈剩餘時間 2 秒至 1 秒時，若綠燈剩餘時間為 1 秒時，多數駕駛人將減速並停止於停止線前，若綠燈剩餘時間為 2 秒時，則多數駕駛人將加速通過路口，顯示停行決策不一致，車隊速度不連續，有速差產生，易於發生追撞。

8. 經由肇事紀錄分析，有綠燈倒數路口車輛間產生速差或於綠燈快結束時加速搶燈行駛致未能保持行車安全距離及違反號誌管制而肇事之數量較無綠燈倒數路口者為高，顯現該項設施對於交通安全存有較高之風險，主要因每位駕駛人面對該項設施之判斷力均不同所致。
9. 整體而言，號誌化路口設置車行綠燈倒數計秒器設施，其闖紅燈比率較低、駕駛人通過路口機率亦較低，顯現有促進駕駛人遇紅燈停止之作用，惟其猶豫區間較長，且在車隊中每位駕駛人面對車行綠燈倒數計秒器數字之判斷力均因人而異，有人選擇減速停車，有人則加速通過，易產生速差致肇事機率較高，於交通安全之維護風險較高，有違設置之本意。
10. 有關車行綠燈倒數計秒器之相關研究比較整理如表 4.9 所示。

表 4.9 車行綠燈倒數計秒器相關研究比較表

作者及著作	研究對象	重要研究結論
詹善彬(民 93 年) 號誌倒數計時器對駕駛行為影響之研究	新竹市 綠燈倒數	◎綠燈快結束時之臨近路口速度於綠燈倒數開啟時較關閉時高
Lum et.al(2006) A before-and-after study on green signal countdown device installation	新加坡 綠燈倒數	◎綠燈倒數設置 1.5 個月後，闖紅燈比例有明顯下降，之後隨時間而增加，至 7.5 個月後，已與設置前相差無幾 ◎綠燈倒數設置後其遇紅燈停止比例有明顯的增加，隨著時間的延長，比例亦能維持 ◎綠燈倒數可提供資訊，促進駕駛人於黃燈始亮時採取停止之動作，於高流量時更顯著
交通部運研所研究 (民 97 年) 行車管制號誌加裝倒數計時顯示裝置之影響評估	台灣各縣市 綠燈倒數	◎僅裝置綠燈倒數其肇事數量略有增加 ◎兼具紅燈與綠燈倒數其肇事件數及受傷人數均增加，約為 1.07~1.08 倍
本研究(民 97 年)	新竹縣 綠燈倒數	◎有綠燈倒數其闖紅燈比率較無綠燈倒數低 ◎有綠燈倒數其猶豫區間較無綠燈倒數長 ◎有綠燈倒數其羅吉斯迴歸通過路口機率較無綠燈倒數低 ◎有綠燈倒數路口駕駛人之停行決策已提前至綠燈剩餘時間 2 秒至 1 秒時

## 第五章 車行紅燈倒數計秒器之實驗結果分析

在車行紅燈倒數計秒器對駕駛行為影響之探討方面，本研究主要係以臺北市忠孝東路、敦化南路交岔路口為實驗路口，分別於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月及 4.5 個月進行攝影以收集實驗所需之資料，包括各車輛提早起動情形、起動延滯等，以分析車輛駕駛人之提早起動率、起動延滯等與車行紅燈倒數計秒器設施設置前後及隨時間之變化情形，並進行起動延滯公式迴歸分析；分析對象包括機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車、機車停等區內之第一部起動機車、內側第一車道之汽車、內側第二車道之汽車及機車停等區後方之汽車，分析時段包含 7 時至 9 時之尖峰時間及 9 時 30 分至 11 時 30 分之離峰時間等。

### 5.1 提早起動率變化情形分析

當停止線後方第一輛車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，即是提早起動，將所有提早起動車輛數除以所有停止線後方第一輛車輛數即可得提早起動率，以下係本研究對於車行紅燈倒數計秒器設置前後之提早起動率變化情形分析。

#### 1. 整體機車流、汽車流提早起動率分析

##### (1) 整體機車流：

車行紅燈倒數計秒器設置前有 31 次第一部起動機車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，佔樣本數 107 次之 28.97%；車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有 10 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 124 次之 8.06%；設置後 3 個月有 14 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 134 次之 10.45%；設置 4.5 個月後有 53 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 132 次之 40.15%；整體機車流之第一部起動機車提早起動情形於車行紅燈倒數計秒器設置後有明顯之下降，惟於設置 4.5 個月後又回復並較設置前大幅上升，詳如表 5.1 及圖 5.1。

##### (2) 整體汽車流：

車行紅燈倒數計秒器設置前有 10 次第一部起動汽車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，佔樣本數 160 次之 6.25%；車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有 2 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 183 次之 1.09%；設置後 3 個月有 7 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 198 次之 3.54%；設置 4.5 個月後有 20 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 194 次之 10.31%；整體汽車流之第一部起動汽車提早起動情形於車行紅燈倒數計秒器設置後有明顯之下降，惟於設置 4.5 個月後又回復略高於設置前，詳如表 5.1 及圖 5.1。

表 5.1 整體第一部起動機車及第一部起動汽車提早起動統計表

	設置前	設置後 1.5 月	設置後 3.0 月	設置後 4.5 月
機車提早起動次數	31	10	14	53
機車樣本數	107	124	134	132
機車提早起動率	28.97%	8.06%	10.45%	40.15%
汽車提早起動次數	10	2	7	20
汽車樣本數	160	183	198	194
汽車提早起動率	6.25%	1.09%	3.54%	10.31%

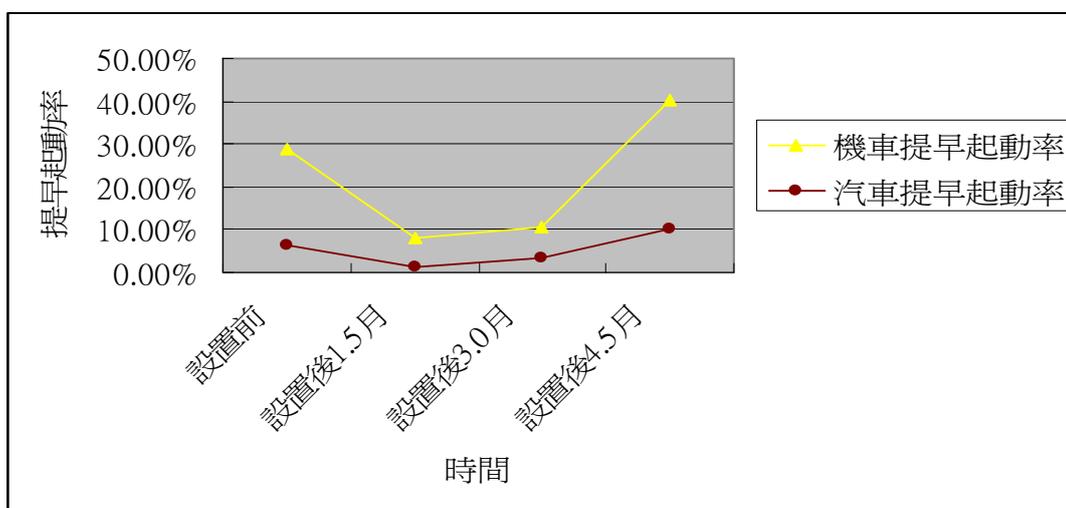


圖 5.1 整體之機車、汽車提早起動率變化情形統計圖

## 2. 機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車提早起動率分析

### (1) 尖峰時段：

車行紅燈倒數計秒器設置前有 11 次第一部起動機車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，佔樣本數 27 次之 40.74%；車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有 6 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 34 次之 17.65%；設置後 3 個月有 3 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 34 次之 8.82%；設置 4.5 個月後有 14 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 33 次之 42.42%；機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車尖峰時段提早起動情形於車行紅燈倒數計秒器設置後有明顯之下降，惟於設置 4.5 個月後又回復與設置前相當，詳如表 5.2 及圖 5.2。

### (2) 離峰時段：

車行紅燈倒數計秒器設置前有 11 次第一部起動機車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，佔樣本數 27 次之 40.74%；車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有 1 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 28 次之 3.57%；設置後 3 個月

有 4 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 33 次之 12.12%；設置 4.5 個月後有 11 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 33 次之 33.33%；機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車離峰時段提早起動情形於車行紅燈倒數計秒器設置後有明顯之下降，惟於設置 4.5 個月後又回復與設置前相當，詳如表 5.2 及圖 5.2。

表 5.2 機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車提早起動統計表

	設置前	設置後 1.5 月	設置後 3.0 月	設置後 4.5 月
尖峰時段提早起動次數	11	6	3	14
尖峰時段樣本數	27	34	34	33
尖峰時段提早起動率	40.74%	17.65%	8.82%	42.42%
離峰時段提早起動次數	11	1	4	11
離峰時段樣本數	27	28	33	33
離峰時段提早起動率	40.74%	3.57%	12.12%	33.33%

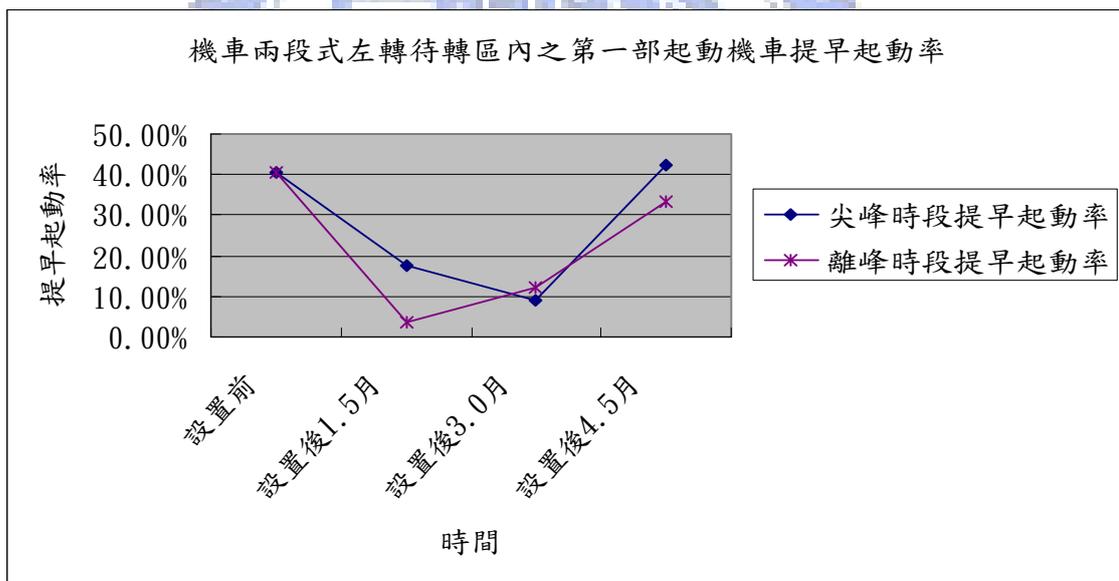


圖 5.2 機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車提早起動率統計圖

### 3. 機車停等區內之第一部起動機車提早起動率分析

#### (1) 尖峰時段：

車行紅燈倒數計秒器設置前有 5 次第一部起動機車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，佔樣本數 27 次之 18.52%；車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有 3 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 34 次之 8.82%；設置後 3 個月有 2 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 34 次之 5.88%；設置 4.5 個月後有

16 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 33 次之 48.48%；機車停等區內之第一部起動機車尖峰時段提早起動情形於車行紅燈倒數計秒器設置後有明顯之下降，惟於設置 4.5 個月後竟大幅上升，超越設置前甚多，詳如表 5.3 及圖 5.3。

(2) 離峰時段：

車行紅燈倒數計秒器設置前有 4 次第一部起動機車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，佔樣本數 26 次之 15.38%；車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有 0 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 28 次之 0%；設置後 3 個月有 5 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 33 次之 15.15%；設置 4.5 個月後有 12 次第一部起動機車提早起動，佔樣本數 33 次之 36.36%；機車停等區內之第一部起動機車離峰時段提早起動情形於車行紅燈倒數計秒器設置後有明顯之下降，惟於設置 3 個月後又回復與設置前相當，於 4.5 個月後竟大幅超越設置前甚多，詳如表 5.3 及圖 5.3。

表 5.3 機車停等區內之第一部起動機車提早起動統計表

	設置前	設置後 1.5 月	設置後 3.0 月	設置後 4.5 月
尖峰時段提早起動次數	5	3	2	16
尖峰時段樣本數	27	34	34	33
尖峰時段提早起動率	18.52%	8.82%	5.88%	48.48%
離峰時段提早起動次數	4	0	5	12
離峰時段樣本數	26	28	33	33
離峰時段提早起動率	15.38%	0.00%	15.15%	36.36%

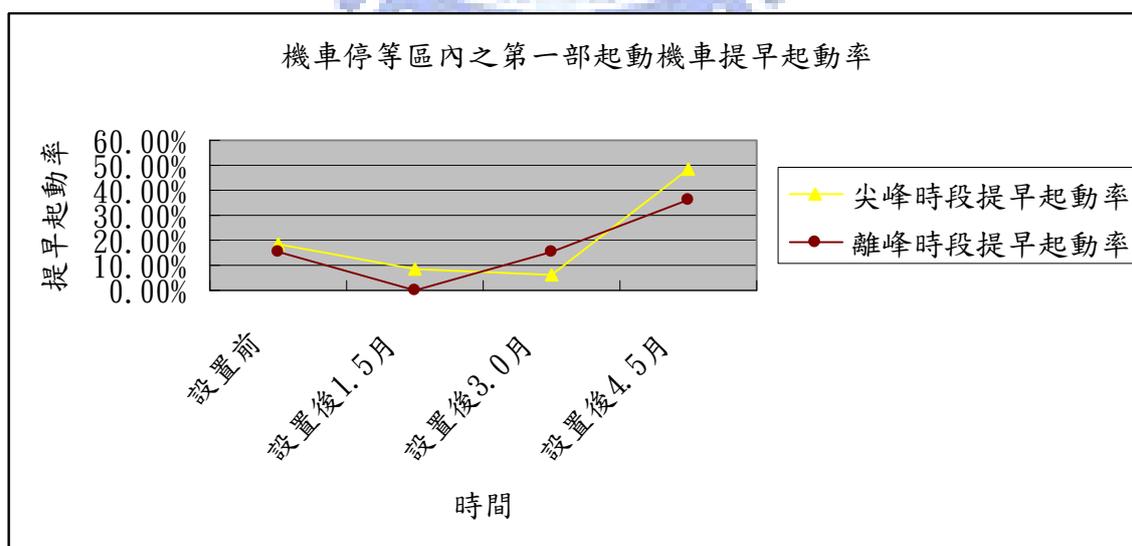


圖 5.3 機車停等區內之第一部起動機車提早起動率統計圖

#### 4. 內側第一車道之第一部起動汽車提早起動率分析

##### (1) 尖峰時段：

車行紅燈倒數計秒器設置前有 4 次第一部起動汽車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，佔樣本數 27 次之 14.81%；車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有 1 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 33 次之 3.03%；設置後 3 個月有 1 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 33 次之 3.03%；設置 4.5 個月後有 5 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 31 次之 16.13%；內側第一車道之第一部起動汽車尖峰時段提早起動情形於車行紅燈倒數計秒器設置後有明顯之下降，惟於設置 4.5 個月後又回復至略高於設置前，詳如表 5.4 及圖 5.4。

##### (2) 離峰時段：

車行紅燈倒數計秒器設置前有 3 次第一部起動汽車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，佔樣本數 27 次之 11.11%；車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有 0 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 28 次之 0%；設置後 3 個月有 4 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 33 次之 12.12%；設置 4.5 個月後有 5 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 33 次之 15.15%；內側第一車道之第一部起動汽車離峰時段提早起動情形於車行紅燈倒數計秒器設置後有明顯之下降，惟於設置 4.5 個月後略高於設置前，詳如表 5.4 及圖 5.4。

表 5.4 內側第一車道之第一部起動汽車提早起動統計表

	設置前	設置後 1.5 月	設置後 3.0 月	設置後 4.5 月
尖峰時段提早起動次數	4	1	1	5
尖峰時段樣本數	27	33	33	31
尖峰時段提早起動率	14.81%	3.03%	3.03%	16.13%
離峰時段提早起動次數	3	0	4	5
離峰時段樣本數	27	28	33	33
離峰時段提早起動率	11.11%	0.00%	12.12%	15.15%

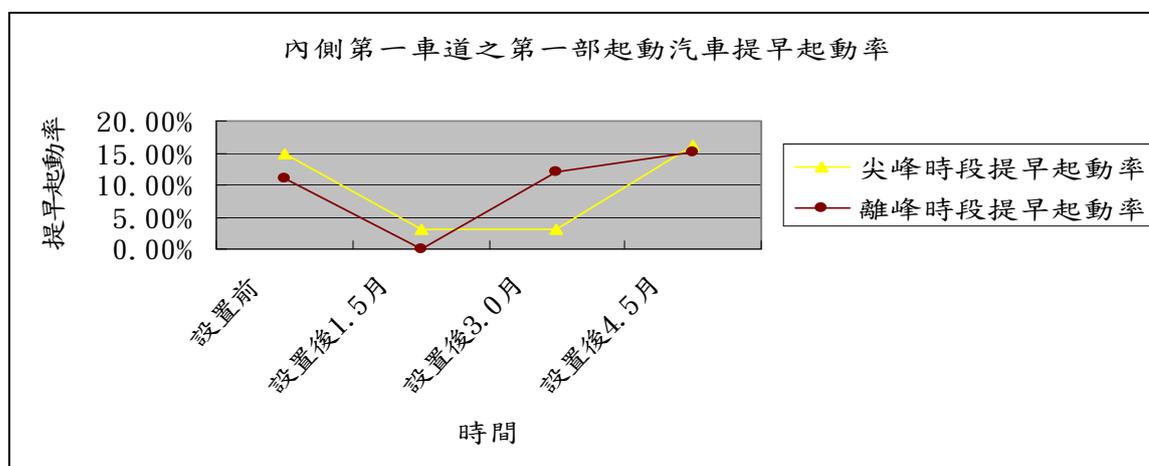


圖 5.4 內側第一車道之第一部起動汽車提早起動率統計圖

## 5. 內側第二車道之第一部起動汽車提早起動率分析

### (1) 尖峰時段：

車行紅燈倒數計秒器設置前有 0 次第一部起動汽車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，佔樣本數 27 次之 0%；車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有 1 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 34 次之 2.94%；設置後 3 個月有 2 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 34 次之 5.88%；設置 4.5 個月後有 5 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 33 次之 15.15%；內側第二車道之第一部起動汽車尖峰時段提早起動情形因車行紅燈倒數計秒器設置前為 0 次，致設置後呈現上升之現象，惟經與內側第一車道比較，尚未逾越合理值，詳如表 5.5 及圖 5.5。

### (2) 離峰時段：

車行紅燈倒數計秒器設置前有 3 次第一部起動汽車於紅燈轉換為綠燈前即已起動穿越停止線，佔樣本數 27 次之 11.11%；車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有 0 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 28 次之 0%；設置後 3 個月有 0 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 33 次之 0%；設置 4.5 個月後有 4 次第一部起動汽車提早起動，佔樣本數 33 次之 12.12%；內側第二車道之第一部起動汽車離峰時段提早起動情形於車行紅燈倒數計秒器設置後有明顯之下降，惟於設置 4.5 個月後略高於設置前，詳如表 5.5 及圖 5.5。

表 5.5 內側第二車道之第一部起動汽車提早起動統計表

	設置前	設置後 1.5 月	設置後 3.0 月	設置後 4.5 月
尖峰時段提早起動次數	0	1	2	5
尖峰時段樣本數	27	34	34	33
尖峰時段提早起動率	0.00%	2.94%	5.88%	15.15%
離峰時段提早起動次數	3	0	0	4
離峰時段樣本數	27	28	33	33
離峰時段提早起動率	11.11%	0.00%	0.00%	12.12%

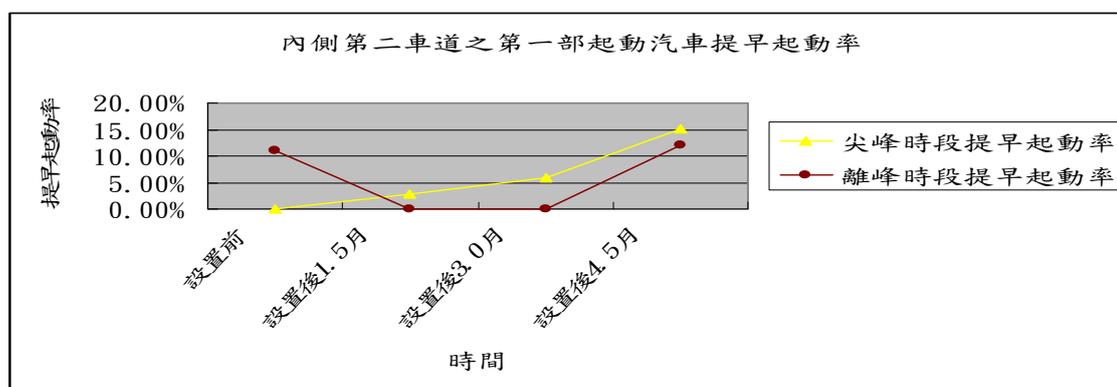


圖 5.5 內側第二車道之第一部起動汽車提早起動率統計圖

## 6. 機車停等區後方之第一部起動汽車提早起動率分析

機車停等區後方之第一部起動汽車尖峰時段、離峰時段提早起動於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形整理如表 5.6 及圖 5.6，可發現除設置 4.5 個月後之尖峰時段有 1 次第一部起動汽車提早起動外，其餘皆無提早起動情形。

表 5.6 機車停等區後方之第一部起動汽車提早起動統計表

	設置前	設置後 1.5 月	設置後 3.0 月	設置後 4.5 月
尖峰時段提早起動次數	0	0	0	1
尖峰時段樣本數	26	32	32	31
尖峰時段提早起動率	0.00%	0.00%	0.00%	3.23%
離峰時段提早起動次數	0	0	0	0
離峰時段樣本數	26	28	33	33
離峰時段提早起動率	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

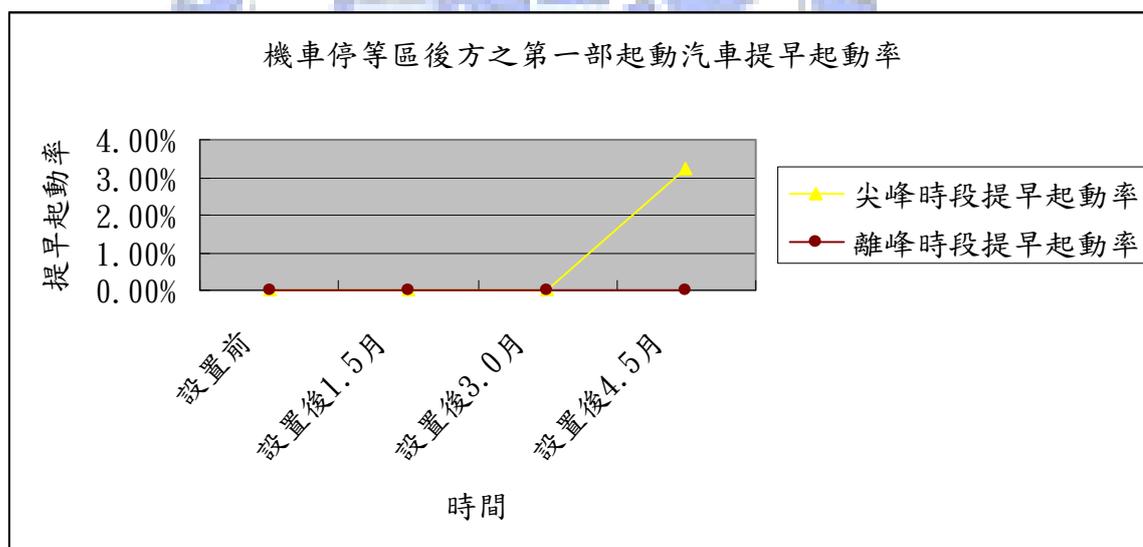


圖 5.6 機車停等區後方之第一部起動汽車提早起動率統計圖

7. 整體第一部起動機車、第一部起動汽車及尖峰時間、離峰時間各車道之機車兩段式左轉待轉區內第一部起動機車、機車停等區內第一部起動機車、內側第一車道第一部起動汽車、內側第二車道第一部起動汽車、機車停等區後方第一部起動汽車等於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月及 4.5 個月之提早起動率變化情形整理如圖 5.7，綜合分析說明如下：

(1) 整體第一部起動機車、第一部起動汽車之提早起動情形大致呈現於車行紅燈

倒數計秒器設置後 1.5 個月即有明顯之下降，之後隨時間之增加亦增加，於設置 4.5 個月後已回復並較設置前大幅上升；尖峰時段與離峰時段之各位置：機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車、機車停等區內之第一部起動機車、內側第一車道之第一部起動汽車、內側第二車道之第一部起動汽車等，其提早起動情形大致呈現於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月即有明顯之下降，之後隨時間之增加亦增加，於設置 4.5 個月後約已回復並多上升至較設置前略高，顯示多數駕駛人已注意到該項設施並受其影響而改變駕駛行為，致提早起動率有明顯之降低，設置 4.5 個月後駕駛人已習慣該項設施，故提早起動率又回復與設置前相當，此乃因提早起動係屬違規行為，違規係個人行為之表現，個人行為又與個人習慣息息相關，故當車行紅燈倒數計秒器設置初期對於習慣違規提早起動者確實具有提醒之效果並抑制其違規之意圖，惟隨著時間之增加，駕駛人對此項新設施之新鮮感不在，其違規提早起動之本性亦隨之重現，致提早起動率呈現先降後升之趨勢。

- (2) 機車停等區後方之第一部起動汽車，無論尖峰時段或離峰時段於車行紅燈倒數計秒器設置前後幾無提早起動之情形，顯示車行紅燈倒數計秒器設置與否對機車停等區後方之第一部起動汽車幾無影響，此乃因機車停等區後方之汽車駕駛行為多受制機車停等區內之機車影響，因前方已有機車停等，駕駛人較無提早起動之意圖，致車行紅燈倒數計秒器設置與否對其縱然有影響亦無法改變其駕駛行為。
- (3) 因機車之機動性高，且騎乘機車者多為年輕族群，故機車之提早起動率明顯高於汽車，於車行紅燈倒數計秒器設置 1.5 個月及 3 個月時，其提早起動率已明顯下降並趨近汽車之提早起動率，雖於設置 4.5 個月時回復至高於設置前，仍可發現車行紅燈倒數計秒器設置與否對路口較前端之機車影響程度較汽車大，使其提早起動率發生明顯之變化。
- (4) 除機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車離峰時間於車行紅燈倒數計秒器設置 4.5 個月後其提早起動率較設置前略低外，其餘位置無論尖峰時間或離峰時間之提早起動率於車行紅燈倒數計秒器設置 4.5 個月後均較設置前高，顯示車行紅燈倒數計秒器所提供之資訊將促進駕駛人於數字即將歸零時違規提早起動進入路口，以整體第一部起動機車及第一部起動汽車觀之，此現象更為明顯。

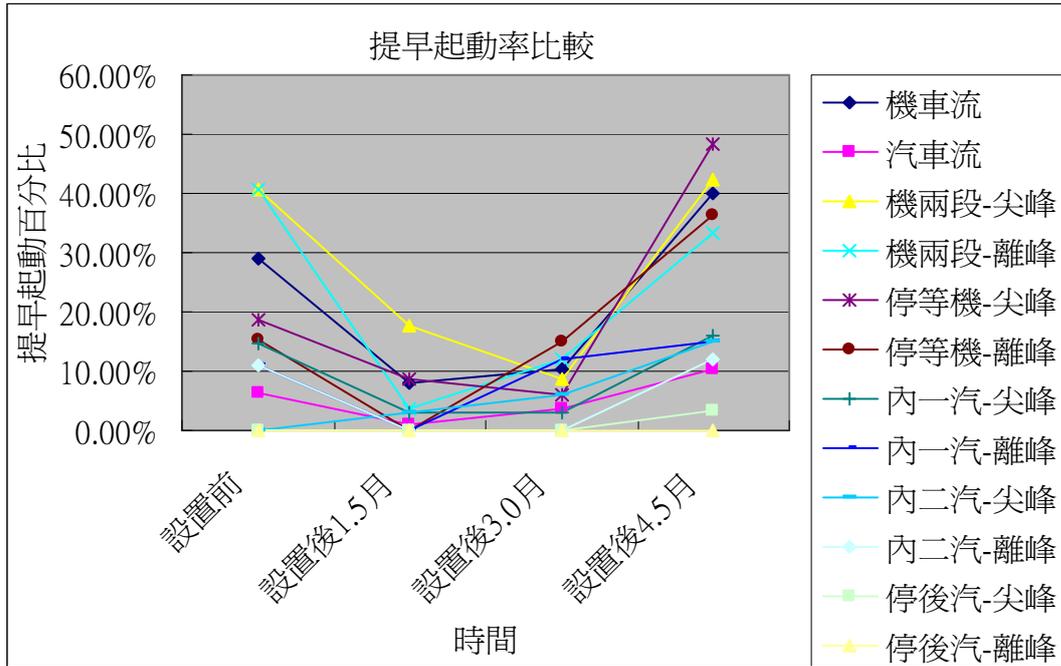


圖 5.7 各位置之機車、汽車提早起動率變化情形統計圖

## 5.2 起動延滯分析

當停止線後方第一輛車看到號誌由紅燈轉換為綠燈、起動車輛到完全通過停止線時所需要之時間為起動延滯，如圖 5.8 所示，機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車其起動延滯即為看到號誌由紅燈轉換為綠燈起由 A 行走至 A' 之時間，機車停等區內之第一部起動機車其起動延滯即為看到號誌由紅燈轉換為綠燈起由 B 行走至 B' 之時間，內側第一車道停止線後方之第一部起動汽車其起動延滯即為看到號誌由紅燈轉換為綠燈起由 C 行走至 C' 之時間，內側第二車道停止線後方之第一部起動汽車其起動延滯即為看到號誌由紅燈轉換為綠燈起由 D 行走至 D' 之時間，機車停等區後方之第一部起動汽車其起動延滯即為看到號誌由紅燈轉換為綠燈起由 E 行走至 E' 之時間。

本研究將利用 SAS 統計軟體對於整體機車流、汽車流及各車道：機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車、機車停等區內之第一部起動機車、內側第一車道停止線後方之第一部起動汽車、內側第二車道停止線後方之第一部起動汽車、機車停等區後方之第一部起動汽車等起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前後進行 ANOVA 變異數分析，因忠孝東路、敦化南路路口週期為 200 秒，本研究於尖峰時段、離峰時段各進行兩小時之錄影，應可各收集到 36 組樣本，惟捨棄部分離群值後，各實驗單位之樣本數亦隨之不同，整體機車流、汽車流基本敘述統計整理如表 5.7，尖峰時段各實驗單位相關基本敘述統計整理如表 5.8，離峰時段各實驗單位相關基本敘述統計整理如表 5.9。

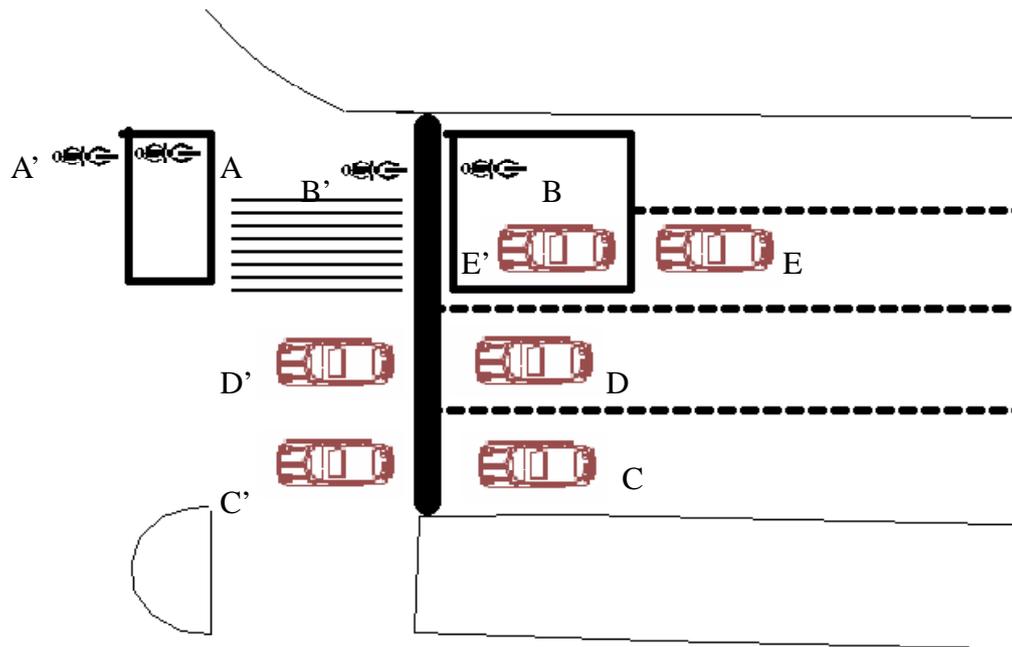


圖 5.8 各車道起動延滯量測示意圖

表 5.7 整體機車流、汽車流起動延滯之基本敘述統計整理表

	設置時間	樣本數	最小值	最大值	平均數	標準差
機車流	設置前	76	1.03	3.44	1.79	0.72
	設置後 1.5 個月	108	1.37	4.16	2.47	0.81
	設置後 3 個月	119	1.03	4.06	2.23	0.78
	設置後 4.5 個月	79	0.94	3.33	1.32	0.73
汽車流	設置前	126	2.13	8.60	4.61	1.52
	設置後 1.5 個月	152	2.37	9.60	5.36	1.30
	設置後 3 個月	168	2.70	9.83	4.98	1.44
	設置後 4.5 個月	151	2.10	9.26	4.03	1.45

表 5.8 尖峰時段起動延滯之基本敘述統計整理表

車道位置	設置時間	樣本數	最小值	最大值	平均數	標準差
機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車	設置前	16	1.03	2.16	1.40	0.65
	設置後 1.5 個月	23	1.37	3.83	2.00	0.94
	設置後 3 個月	31	1.60	3.50	1.91	0.60
	設置後 4.5 個月	19	0.97	2.54	1.10	0.62
機車停等區內之第一部起動機車	設置前	22	1.1	3.44	1.82	0.82
	設置後 1.5 個月	31	1.47	3.57	2.41	0.75
	設置後 3 個月	32	1.20	3.87	2.51	0.69
	設置後 4.5 個月	17	0.94	2.16	1.09	0.44
內側第一車道停止線後方之第一部起動汽車	設置前	23	2.36	6.13	3.74	1.24
	設置後 1.5 個月	32	2.37	6.63	4.62	0.89
	設置後 3 個月	32	2.70	7.67	4.45	1.16
	設置後 4.5 個月	26	2.16	7.66	3.24	1.06
內側第二車道停止線後方之第一部起動汽車	設置前	21	2.73	7.13	4.33	1.20
	設置後 1.5 個月	26	3.40	7.30	5.04	1.03
	設置後 3 個月	27	2.84	7.33	4.78	1.14
	設置後 4.5 個月	23	2.10	5.53	3.45	1.21
機車停等區後方之第一部起動汽車	設置前	16	4.54	8.60	6.58	1.32
	設置後 1.5 個月	21	3.90	9.23	6.52	1.53
	設置後 3 個月	19	3.50	8.30	6.14	1.35
	設置後 4.5 個月	22	2.27	8.54	5.03	1.58

表 5.9 離峰時段起動延滯之基本敘述統計整理表

車道位置	設置時間	樣本數	最小值	最大值	平均數	標準差
機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車	設置前	16	1.10	2.83	1.76	0.73
	設置後 1.5 個月	26	1.43	3.40	2.51	0.51
	設置後 3 個月	28	1.10	3.74	2.17	0.64
	設置後 4.5 個月	22	1.30	3.33	1.60	0.76
機車停等區內之第一部起動機車	設置前	22	1.40	3.10	2.14	0.44
	設置後 1.5 個月	28	1.60	4.16	3.05	0.59
	設置後 3 個月	28	1.03	4.06	2.32	1.01
	設置後 4.5 個月	21	1.04	3.23	1.50	0.92
內側第一車道停止線後方之第一部起動汽車	設置前	24	2.13	6.24	3.88	1.10
	設置後 1.5 個月	27	3.20	6.33	4.79	0.86
	設置後 3 個月	29	2.94	6.43	4.06	1.14
	設置後 4.5 個月	28	2.70	6.26	3.61	1.01
內側第二車道停止線後方之第一部起動汽車	設置前	24	2.80	6.57	4.67	1.22
	設置後 1.5 個月	24	3.13	7.04	5.35	1.02
	設置後 3 個月	30	3.00	7.43	4.91	1.12
	設置後 4.5 個月	23	2.54	6.66	3.87	1.10
機車停等區後方之第一部起動汽車	設置前	18	2.36	6.97	5.49	1.35
	設置後 1.5 個月	22	3.53	9.60	6.43	1.21
	設置後 3 個月	31	2.84	9.83	5.94	1.60
	設置後 4.5 個月	29	2.87	9.26	5.20	1.49

各實驗單位之起動延滯 ANOVA 變異數分析如下：

### 1. 整體機車流、汽車流起動延滯分析

#### (1) 整體機車流：

機車流第一部起動機車之起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.10，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加之現象，隨著時間之增加而逐漸減少，至設置後 4.5 個月其平均起動延滯已低於設置前；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之平均起動延滯均呈現非常顯著反應， $H_{1(MA)}$ 、 $H_{1(MB)}$ 、 $H_{1(MC)}$ 之研究假設均成立，顯現整體機車流於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月及 3 個月駕駛人之起動延滯均有明顯之增加，至設置後 4.5 個月時已明顯低於設置前之起動延滯。

表 5.10 整體機車流之第一部起動機車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		1.79	2.47	2.23	1.32
與設置前 比較	F-Value		40.11	18.05	21.87
	P-Value		P<.0001*	P<.0001*	P<.0001*

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

#### (2) 整體汽車流：

汽車流第一部起動汽車之起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.11，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加之現象，隨著時間之增加而逐漸減少，至設置後 4.5 個月其平均起動延滯已低於設置前；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之平均起動延滯均呈現顯著反應， $H_{1(CA)}$ 、 $H_{1(CB)}$ 、 $H_{1(CC)}$ 之研究假設均成立，顯現整體汽車流於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月及 3 個月駕駛人之起動延滯均有明顯之增加，至設置後 4.5 個月時已顯著低於設置前之起動延滯。

表 5.11 整體汽車流之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		4.61	5.36	4.98	4.03
與設置前 比較	F-Value		19.93	4.64	11.04
	P-Value		P<.0001*	P=0.0320*	P=0.0010*

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

## 2. 機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車起動延滯分析

### (1) 尖峰時段：

機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車尖峰時段起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.12，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加之現象，隨著時間之增加而逐漸減少，至設置後 4.5 個月其平均起動延滯已低於設置前；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、3 個月之平均起動延滯均呈現顯著反應， $H_1(MTHA)$ 、 $H_1(MTHB)$ 之研究假設成立，而與設置後 4.5 個月相較則無顯著反應，拒絕  $H_1(MTHC)$ 之研究假設，顯現尖峰時段機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月及 3 個月駕駛人之起動延滯均有明顯之增加，至設置後 4.5 個月時雖略低於設置前之起動延滯，惟並無明顯之差異。

表 5.12 尖峰時段機車兩段左轉待轉區之第一部起動機車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		1.40	2.0	1.91	1.10
與設置前 比較	F-Value		6.64	8.66	2.85
	P-Value		0.0128*	0.0049*	0.0977

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

(2) 離峰時段：

機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車離峰時段起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.13，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加之現象，隨著時間之增加而逐漸減少，至設置後 4.5 個月其平均起動延滯已略低於設置前；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、3 個月之平均起動延滯均呈現顯著反應， $H_{1(MTLA)}$ 、 $H_{1(MTLB)}$ 之研究假設成立，而與設置後 4.5 個月相較則無顯著反應，拒絕  $H_{1(MTLC)}$ 之研究假設，顯現離峰時段機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月及 3 個月駕駛人之起動延滯均有明顯之增加，至設置後 4.5 個月時雖略低於設置前之起動延滯，惟並無明顯之差異。

表 5.13 離峰時段機車兩段左轉待轉區之第一部起動機車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		1.76	2.51	2.17	1.6
與設置前 比較	F-Value		16.89	4.06	0.54
	P-Value		0.0002*	0.0498*	0.4680

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

3. 機車停等區內之第一部起動機車起動延滯分析

(1) 尖峰時段：

機車停等區內之第一部起動機車尖峰時段起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.14，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加之現象，至設置後 3 個月仍呈現增加之趨勢，於設置後 4.5 個月其平均起動延滯大幅減少並低於設置前；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之平均起動延滯均呈現顯著反應， $H_{1(MSHA)}$ 、 $H_{1(MSHB)}$ 、 $H_{1(MSHC)}$ 之研究假設成立，顯現尖峰時段機車停等區內之第一部起動機車於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月及 3 個月駕駛人之起動延滯均有明顯之增加，至設置後 4.5 個月時則明顯地較設置前減少。

表 5.14 尖峰時段機車停等區內之第一部起動機車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		1.82	2.41	2.51	1.09
與設置前 比較	F-Value		8.25	12.19	19.45
	P-Value		0.0057*	0.0009*	<.0001*

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

(2) 離峰時段：

機車停等區內之第一部起動機車離峰時段起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.15，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加之現象，並隨著時間增加而減少，於設置後 4.5 個月其平均起動延滯大幅減少並低於設置前；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、4.5 個月之平均起動延滯均呈現顯著反應， $H_{1(MSLA)}$ 、 $H_{1(MSLC)}$ 之研究假設成立，與設置後 3 個月時則無顯著反應，拒絕  $H_{1(MSLB)}$ 之研究假設，顯現離峰時段機車停等區內之第一部起動機車起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有明顯之增加，至 3 個月時幾已降低至設置前之水準，於設置後 4.5 個月時則明顯地較設置前減少。

表 5.15 離峰時段機車停等區內之第一部起動機車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		2.14	3.05	2.32	1.5
與設置前 比較	F-Value		38.42	0.67	9.36
	P-Value		<.0001*	0.4183	0.0035*

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

#### 4. 內側第一車道之第一部起動汽車起動延滯分析

##### (1) 尖峰時段：

內側第一車道之第一部起動汽車尖峰時段起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.16，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加之現象，隨著時間之增加而逐漸減少，至設置後 4.5 個月其平均起動延滯已低於設置前；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、3 個月之平均起動延滯均呈現顯著反應， $H_1(C1HA)$ 、 $H_1(C1HB)$ 之研究假設成立，而與設置後 4.5 個月相較則無顯著反應，拒絕  $H_1(C1HC)$ 之研究假設，顯現尖峰時段內側第一車道之第一部起動汽車於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月及 3 個月駕駛人之起動延滯均有明顯之增加，至設置後 4.5 個月時雖低於設置前之起動延滯，惟並無明顯之差異。

表 5.16 尖峰時段內側第一車道之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		3.74	4.62	4.45	3.24
與設置前 比較	F-Value		10.0	5.11	2.78
	P-Value		0.0025*	0.0276*	0.1011

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

##### (2) 離峰時段：

內側第一車道之第一部起動汽車離峰時段起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.17，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加之現象，隨著時間之增加而逐漸減少，至設置後 4.5 個月其平均起動延滯已低於設置前；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月之平均起動延滯呈現顯著反應， $H_1(C1LA)$ 之研究假設成立，而與設置後 3 個月、4.5 個月相較則無顯著反應，拒絕  $H_1(C1LB)$ 、 $H_1(C1LC)$ 之研究假設，顯現離峰時段內側第一車道之第一部起動汽車於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月駕駛人之起動延滯有明顯之增加，至設置後 3 個月及 4.5 個月時雖較設置前增加及減少，惟並無明顯之差異。

表 5.17 離峰時段內側第一車道之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		3.88	4.79	4.06	3.61
與設置前 比較	F-Value		11.59	0.35	0.94
	P-Value		0.0013*	0.5574	0.3359

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

### 5. 內側第二車道之第一部起動汽車起動延滯分析

#### (1) 尖峰時段：

內側第二車道之第一部起動汽車尖峰時段起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.18，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加之現象，並隨著時間增加而減少，於設置後 4.5 個月其平均起動延滯減少並低於設置前；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、4.5 個月之平均起動延滯均呈現顯著反應， $H_{1(C2HA)}$ 、 $H_{1(C2HC)}$ 之研究假設成立，與設置後 3 個月時則無顯著反應，拒絕  $H_{1(C2HB)}$ 之研究假設，顯現尖峰時段內側第二車道之第一部起動汽車起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有明顯之增加，至 3 個月時幾已降低至設置前之水準，於設置後 4.5 個月時則明顯地較設置前減少。

表 5.18 尖峰時段內側第二車道之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		4.33	5.04	4.78	3.45
與設置前 比較	F-Value		4.79	1.80	5.81
	P-Value		0.0338*	0.1857	0.0204*

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

(2) 離峰時段：

內側第二車道之第一部起動汽車離峰時段起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.19，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加之現象，並隨著時間增加而減少，於設置後 4.5 個月其平均起動延滯減少並低於設置前；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、4.5 個月之平均起動延滯均呈現顯著反應， $H_{1(C2LA)}$ 、 $H_{1(C2LC)}$ 之研究假設成立，與設置後 3 個月時則無顯著反應，拒絕  $H_{1(C2LB)}$ 之研究假設，顯現離峰時段內側第二車道之第一部起動汽車起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有明顯之增加，至 3 個月時幾已降低至設置前之水準，於設置後 4.5 個月時則明顯地較設置前減少。

表 5.19 離峰時段內側第二車道之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		4.67	5.35	4.91	3.87
與設置前 比較	F-Value		4.48	0.61	5.55
	P-Value		0.0398*	0.4396	0.0229*

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

6. 機車停等區後方之第一部起動汽車起動延滯分析

(1) 尖峰時段：

機車停等區後方之第一部起動汽車尖峰時段起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.20，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月略微減少，並隨著時間增加而減少，於設置後 4.5 個月其平均起動延滯較設置前大幅減少；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、3 個月之平均起動延滯均呈現不顯著反應，拒絕  $H_{1(CSHA)}$ 、 $H_{1(CSHB)}$ 之研究假設，與設置後 4.5 個月時則呈顯著反應， $H_{1(CSHC)}$ 之研究假設成立，顯現尖峰時段機車停等區後方之第一部起動汽車起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月、3 個月時雖有減少之趨勢但不明顯，於設置後 4.5 個月時則明顯地較設置前減少許多。

表 5.20 尖峰時段機車停等區後方之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		6.58	6.52	6.14	5.03
與設置前 比較	F-Value		0.02	0.93	10.19
	P-Value		0.8992	0.3427	0.0029*

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

(2) 離峰時段：

機車停等區後方之第一部起動汽車離峰時段起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之變化情形及變異數分析結果整理如表 5.21，可發現平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有明顯之增加，並隨著時間增加而減少，於設置後 4.5 個月其平均起動延滯已較設置前減少；變異數分析結果顯示車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月之平均起動延滯呈現顯著反應， $H_1(CSLA)$  之研究假設成立，與設置後 3 個月、4.5 個月時則呈不顯著反應，拒絕  $H_1(CSLB)$ 、 $H_1(CSLC)$  之研究假設，顯現離峰時段機車停等區後方之第一部起動汽車起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有明顯增加，於設置後 3 個月及 4.5 個月時雖較設置前增加及減少，惟並不明顯。

表 5.21 離峰時段機車停等區後方之第一部起動汽車起動延滯變異數分析表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
平均起動延滯(秒)		5.49	6.43	5.94	5.20
與設置前 比較	F-Value		5.36	1.02	0.45
	P-Value		0.0260*	0.3175	0.5068

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

7. 整體第一部起動機車、第一部起動汽車等及尖峰時間、離峰時間之機車兩段式左轉待轉區內第一部起動機車、機車停等區內第一部起動機車、內側第一車道第一部起動汽車、內側第二車道第一部起動汽車、機車停等區後方第一部起動汽車等，於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月及 4.5 個月之平均起動延滯變化情形及變異數分析整理如圖 5.9、圖 5.10 及表 5.22，綜合分析說明如下：

- (1) 整體第一部起動機車、第一部起動汽車之平均起動延滯大致呈現於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有顯著增加之現象，之後隨著時間之增加而逐漸減少，至設置後 4.5 個月時其平均起動延滯已低於設置前，且均有顯著差異；各車道除機車停等區後方之第一部起動汽車於尖峰時段其起動延滯自車行紅燈倒數計秒器設置前逐步遞減至設置後 4.5 個月外，其餘機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車、機車停等區內之第一部起動機車、內側第一車道之第一部起動汽車、內側第二車道之第一部起動汽車等之尖峰時段、離峰時段及機車停等區後方第一部起動汽車之離峰時段，平均起動延滯大致呈現於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有顯著增加之現象，之後隨著時間之增加而逐漸減少，至設置後 4.5 個月其平均起動延滯已低於設置前，惟其差異程度並不顯著，顯示多數駕駛人已受到該項設施影響，在設置初期多能因此項設施所提供之資訊而減少噪動之情緒，安靜的等待紅燈倒數歸零，綠燈始亮時從容緩慢的起動車輛穿越路口，致起動延滯有增加之現象，隨著時間之增加，駕駛人亦慢慢習慣此項設施，於停等紅燈時將焦點注意到車行紅燈倒數計秒器之跳動數字上並準備起動，致起動延滯隨之減少，於設置後 4.5 個月均能低於設置前，顯現車行紅燈倒數計秒器對於安定駕駛人停等紅燈時之躁動情緒及減少起動延滯具有正面之幫助。
- (2) 機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車於尖峰時段及離峰時段其平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月時均較設置前低，惟並無顯著差異，而機車停等區內之第一部起動機車於尖峰時段及離峰時段其平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月時亦均較設置前低，且有顯著差異，顯示車行紅燈倒數計秒器對於機車停等區內之機車駕駛人影響程度較機車兩段式左轉待轉區內之駕駛人大，此乃因機車兩段式左轉待轉區內之駕駛人係為左轉而多停等一個時相，於情緒上多已不耐煩，常不能久候而急於起動車輛穿越路口，且機車兩段式左轉待轉區多位於停止線前端，易於觀測橫向車道之號誌燈及受橫向車流之影響，致其平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及已較機車停等區內之機車低，故於車行紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月時，其平均起動延滯雖有減少，惟其幅度並不大，而機車停等區內機車之平均起動延滯則受車行紅燈倒數計秒器影響而有明顯之減少。
- (3) 內側第二車道之第一部起動汽車於尖峰時段及離峰時段其平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月時均較設置前低，且呈顯著差異，而內側

第一車道之第一部起動汽車於尖峰時段及離峰時段其平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月時雖亦均較設置前低，惟並無顯著差異，顯示車行紅燈倒數計秒器對於內側第二車道之汽車駕駛人影響程度較內側第一車道之汽車駕駛人大，此乃因內側第一車道為快車道，使用此車道之駕駛人多為冒進積極之人，且相較內側第二車道而言僅受單一旁側車輛干擾影響，致其平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置前及已較內側第二車道之汽車低，故於車行紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月時，其平均起動延滯雖有減少，惟其幅度並不大，而內側第二車道因可正對紅燈倒數計秒器設施，受其數字顯示影響，致平均起動延滯有顯著之減少。

- (4) 機車停等區內之第一部起動機車尖峰時間平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月及 3 個月時呈現顯著增加，而於設置後 4.5 個月時則呈現非常顯著之減少，機車停等區後方之第一部起動汽車尖峰時段平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月及 3 個月時則無顯著變化，但於設置後 4.5 個月時則呈現顯著之減少，又機車停等區內之第一部起動機車離峰時間平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月時呈現非常顯著增加，於設置後 3 個月時無顯著變化，而於設置後 4.5 個月時則呈現顯著之減少，機車停等區後方之第一部起動汽車離峰時段平均起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月時呈現顯著增加，但於設置後 3 個月及 4.5 個月時則無顯著變化，顯示機車停等區後方汽車受前方機車停等區內之機車影響遠較車行紅燈倒數計秒器大，兩者之平均起動延滯變化特性相近，惟機車停等區後方汽車之變化幅度較機車停等區內機車次一級。
- (5) 機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車、機車停等區內之第一部起動機車、內側第一車道之第一部起動汽車、內側第二車道之第一部起動汽車等於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月其尖峰時段之平均起動延滯多較離峰時段少，此乃因尖峰時段為上班時間，駕駛人多有趕時間壓力，故較為積極冒進，致平均起動延滯較少，而機車停等區後方之汽車多受前方機車停等區內之機車影響，尖峰時間機車停等區內之機車量多，離峰時間機車停等區內之機車量少，致機車停等區後方之第一部起動汽車平均起動延滯於尖峰時段反較離峰時段多。

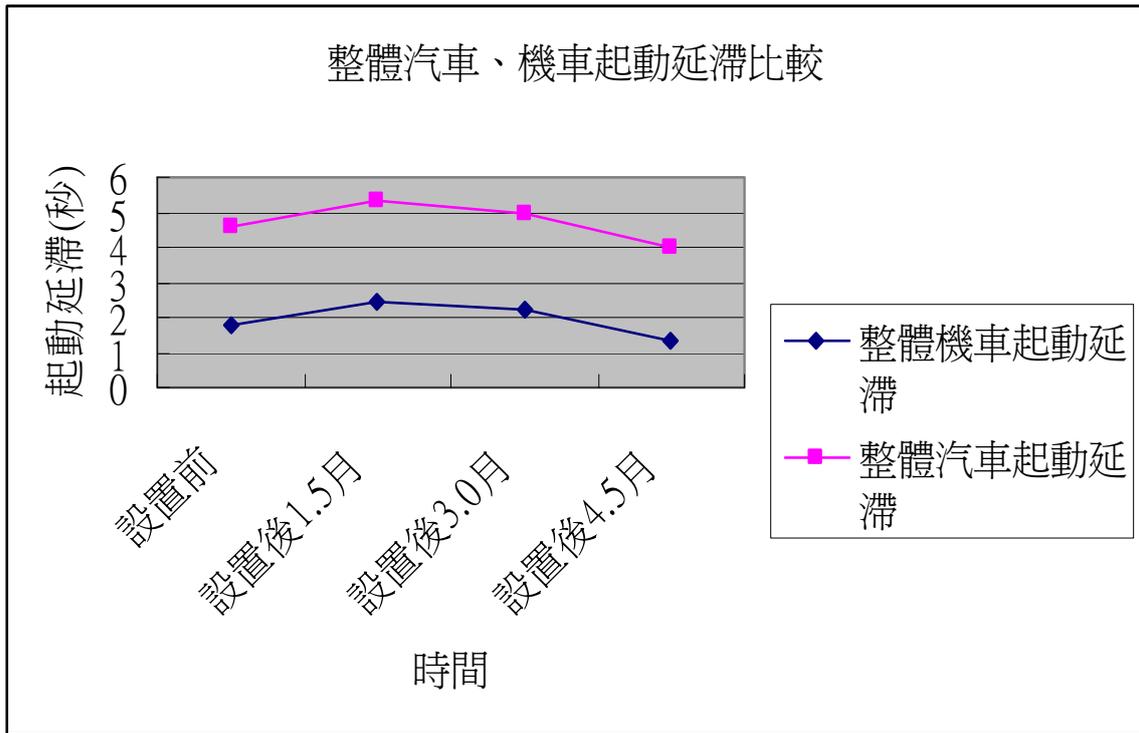


圖 5.9 整體之機車、汽車起動延滯變化情形統計圖

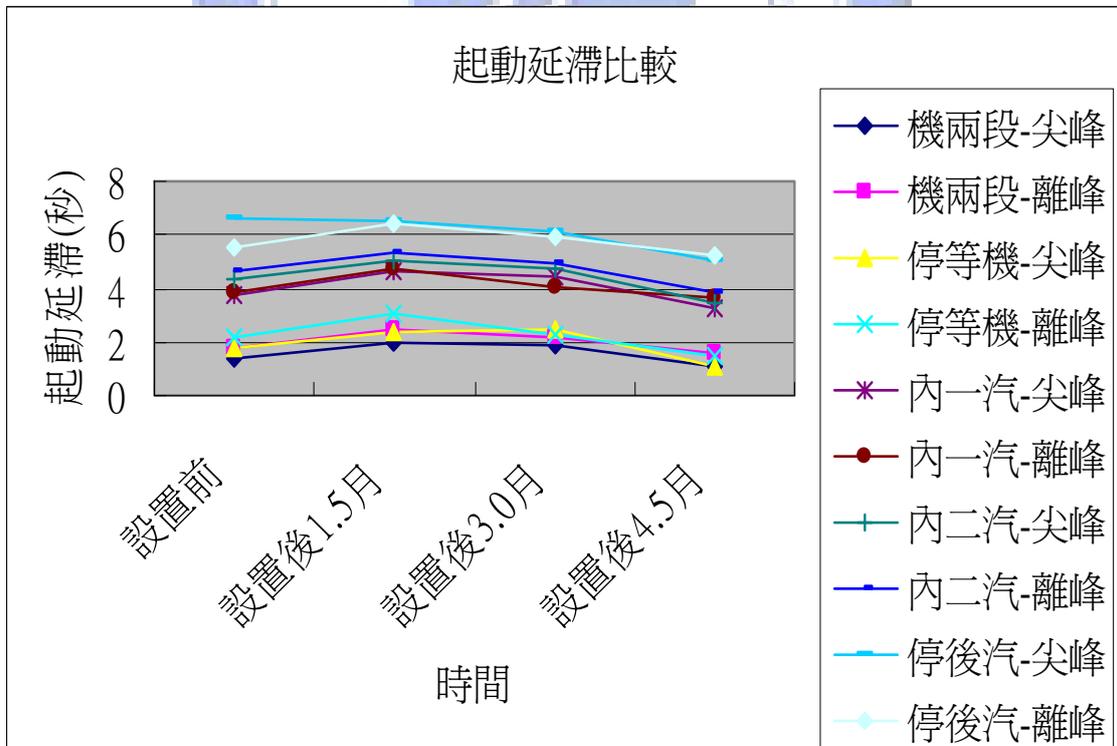


圖 5.10 起動延滯變化情形曲線圖

表 5.22 起動延滯變異數分析整理表

		設置前	設置後 1.5月	設置後 3.0月	設置後 4.5月
整體 機車	平均起動延滯(秒)	1.79	2.47	2.23	1.32
	與設置前比較		P<.0001*	P<.0001*	P<.0001*
整體 汽車	平均起動延滯(秒)	4.61	5.36	4.98	4.03
	與設置前比較		P<.0001*	P=0.0320*	P=0.0010*
機兩 段- 尖峰	平均起動延滯(秒)	1.40	2.0	1.91	1.10
	與設置前比較		P=0.0128*	P=0.0049*	P=0.0977
機兩 段- 離峰	平均起動延滯(秒)	1.76	2.51	2.17	1.6
	與設置前比較		P=0.0002*	P=0.0498*	P=0.4680
停等 機- 尖峰	平均起動延滯(秒)	1.82	2.41	2.51	1.09
	與設置前比較		P=0.0057*	P=0.0009*	P<.0001*
停等 機- 離峰	平均起動延滯(秒)	2.14	3.05	2.32	1.5
	與設置前比較		P<.0001*	P=0.4183	P=0.0035*
內一 汽- 尖峰	平均起動延滯(秒)	3.74	4.62	4.45	3.24
	與設置前比較		P=0.0025*	P=0.0276*	P=0.1011
內一 汽- 離峰	平均起動延滯(秒)	3.88	4.79	4.06	3.61
	與設置前比較		P=0.0013*	P=0.5574	P=0.3359
內二 汽- 尖峰	平均起動延滯(秒)	4.33	5.04	4.78	3.45
	與設置前比較		P=0.0338*	P=0.1857	P=0.0204*
內二 汽- 離峰	平均起動延滯(秒)	4.67	5.35	4.91	3.87
	與設置前比較		P=0.0398*	P=0.4396	P=0.0229*
停後 汽- 尖峰	平均起動延滯(秒)	6.58	6.52	6.14	5.03
	與設置前比較		P=0.8992	P=0.3427	P=0.0029*
停後 汽- 離峰	平均起動延滯(秒)	5.49	6.43	5.94	5.20
	與設置前比較		P=0.0260*	P=0.3175	P=0.5068

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

### 5.3 起動延滯公式校估

當車行紅燈倒數計秒器之數字逐漸遞減至零時，停止線後方車輛將陸續起動通過路口，即以車隊型態通過路口，以下係本研究以各車在車隊中之排序及其通過停止線所需之時間進行迴歸分析。

#### 1. 整體汽車流起動延滯公式

整體汽車流起動延滯公式於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之校估模式整理如表 5.23，T 表示車輛穿越停止線時間（單位：秒），N 表示起步時車輛編號，其係數代表飽和車流間距，常數項表累積起動延滯；可發現整體汽車流之飽和車流間距於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月時有增加，之後隨時間而減少，至 4.5 個月時已降至略低於設置前，惟其增減幅度甚小，其值多接近於 2.2 秒，顯示車行紅燈倒數計秒器設施設置前後對車隊之飽和車流間距影響不大；累積起動延滯於設置後 1.5 個月時呈現增加現象，之後隨時間而減少，於設置後 4.5 個月時已降至較設置前低之水準，顯示車行紅燈倒數計秒器設施對車隊之累積起動延滯有顯著之影響。

表 5.23 整體汽車起動延滯公式分析表

狀況	起動延滯公式	F-Value	Pr	Adj R-Sq
設置前	$T = 2.20565 N + 4.01230$ (P<.0001*) (P<.0001*)	3008.25	<.0001*	0.7329
設置後1.5月	$T = 2.23404 N + 4.37828$ (P<.0001*) (P<.0001*)	2974.89	<.0001*	0.7340
設置後3月	$T = 2.19095 N + 4.01924$ (P<.0001*) (P<.0001*)	3636.34	<.0001*	0.7614
設置後4.5月	$T = 2.18449 N + 3.17152$ (P<.0001*) (P<.0001*)	3499.15	<.0001*	0.7606

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

#### 2. 內側第一車道之汽車起動延滯公式

##### (1) 尖峰時段：

內側第一車道汽車尖峰時段起動延滯公式於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之校估模式整理如表 5.24，T 表示車輛穿越停止線時間（單位：秒），N 表示起步時車輛編號，其係數代表飽和車流間距，常數項表累積起動延滯；可發現內側第一車道汽車尖峰時段之飽和車流間距於車行紅燈倒數計秒器設置後有隨時間減少之趨勢，其累積起動延滯雖於設置後呈現增加，惟於設置後 4.5 個月時已降低至設置前之水準，顯示車行紅燈倒數計秒器設施對車隊之飽和車流間距及累積起動延滯有顯著之影響。

表 5.24 尖峰時段內側第一車道汽車之起動延滯公式分析表

狀況	起動延滯公式	F-Value	Pr	Adj R-Sq
設置前	$T = 2.30529 N + 1.57270$ (P<.0001*) (P<.0001*)	1411.40	<.0001*	0.8829
設置後1.5月	$T = 2.22505 N + 2.71463$ (P<.0001*) (P<.0001*)	1454.24	<.0001*	0.8690
設置後3月	$T = 2.16129 N + 2.77498$ (P<.0001*) (P<.0001*)	1629.72	<.0001*	0.8781
設置後4.5月	$T = 2.09144 N + 1.87444$ (P<.0001*) (P<.0001*)	1485.54	<.0001*	0.8766

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

(2) 離峰時段：

內側第一車道汽車離峰時段起動延滯公式於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之校估模式整理如表 5.25，可發現飽和車流間距於車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 4.5 個月相當，其累積起動延滯於設置後 1.5 個月時呈現增加，惟於設置後 4.5 個月時已較設置前降低，

表 5.25 離峰時段內側第一車道汽車之起動延滯公式分析表

狀況	起動延滯公式	F-Value	Pr	Adj R-Sq
設置前	$T = 2.33499 N + 2.24960$ (P<.0001*) (P<.0001*)	1126.95	<.0001*	0.8602
設置後1.5月	$T = 2.20662 N + 3.33209$ (P<.0001*) (P<.0001*)	1198.07	<.0001*	0.8706
設置後3月	$T = 2.37345 N + 2.34823$ (P<.0001*) (P<.0001*)	1314.98	<.0001*	0.8588
設置後4.5月	$T = 2.33455 N + 1.82693$ (P<.0001*) (P<.0001*)	1740.42	<.0001*	0.8864

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

3. 內側第二車道之汽車起動延滯公式

(1) 尖峰時段：

內側第二車道汽車尖峰時段起動延滯公式於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之校估模式整理如表 5.26，可發現飽和車流間距於車行紅燈倒數計秒器設置後 4.5 個月已較設置前減少，其累積起動延滯亦減少。

表 5.26 尖峰時段內側第二車道汽車之起動延滯公式分析表

狀況	起動延滯公式	F-Value	Pr	Adj R-Sq
設置前	$T = 2.60096 N + 2.74216$ (P<.0001*) (P<.0001*)	449.16	<.0001*	0.7215
設置後1.5月	$T = 2.62657 N + 3.27016$ (P<.0001*) (P<.0001*)	669.6	<.0001*	0.7742
設置後3月	$T = 2.31652 N + 3.67184$ (P<.0001*) (P<.0001*)	607.82	<.0001*	0.7606
設置後4.5月	$T = 2.47728 N + 2.10751$ (P<.0001*) (P<.0001*)	821.86	<.0001*	0.8177

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

(2) 離峰時段：

內側第二車道汽車離峰時段起動延滯公式於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之校估模式詳表 5.27，可發現飽和車流間距於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有減少，其後隨時間增加而增加，於設置後 4.5 個月時略高於設置前；其累積起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加，其後隨時間增加而減少，於設置後 4.5 個月時已低於設置前。

表 5.27 離峰時段內側第二車道汽車之起動延滯公式分析表

狀況	起動延滯公式	F-Value	Pr	Adj R-Sq
設置前	$T = 2.47562 N + 3.14903$ (P<.0001*) (P<.0001*)	702.04	<.0001*	0.8021
設置後1.5月	$T = 2.32589 N + 4.10102$ (P<.0001*) (P<.0001*)	782.56	<.0001*	0.8257
設置後3月	$T = 2.44154 N + 3.04416$ (P<.0001*) (P<.0001*)	1439.85	<.0001*	0.8758
設置後4.5月	$T = 2.52448 N + 2.34434$ (P<.0001*) (P<.0001*)	1032.49	<.0001*	0.8410

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

4. 機車停等區後方之汽車起動延滯公式

(1) 尖峰時段：

機車停等區後方汽車尖峰時段起動延滯公式於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之校估模式整理如表 5.28，可發現飽和車

流間距於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月已較設置前減少，但至 4.5 個月時又增加；其累積起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加，其後隨時間增加而減少，於設置後 4.5 個月時已低於設置前。

表 5.28 尖峰時段機車停等區後方汽車之起動延滯公式分析表

狀況	起動延滯公式	F-Value	Pr	Adj R-Sq
設置前	$T = 2.98001 N + 4.87617$ (P<.0001*) (P<.0001*)	324.55	<.0001*	0.7087
設置後1.5月	$T = 2.57085 N + 5.74976$ (P<.0001*) (P<.0001*)	265.56	<.0001*	0.6491
設置後3月	$T = 2.43871 N + 5.36628$ (P<.0001*) (P<.0001*)	312.86	<.0001*	0.7042
設置後4.5月	$T = 2.71393 N + 3.85924$ (P<.0001*) (P<.0001*)	250.09	<.0001*	0.6823

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

(2) 離峰時段：

機車停等區後方汽車離峰時段起動延滯公式於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月之校估模式整理如表 5.29，可發現飽和車流間距於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月已較設置前減少，但至 3 個月時又增加，惟於設置後 4.5 個月時已減少至低於設置前；其累積起動延滯於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加，其後隨時間增加而減少，於設置後 4.5 個月時已低於設置前。

表 5.29 離峰時段機車停等區後方汽車之起動延滯公式分析表

狀況	起動延滯公式	F-Value	Pr	Adj R-Sq
設置前	$T = 2.82192 N + 3.88264$ (P<.0001*) (P<.0001*)	409.19	<.0001*	0.7713
設置後1.5月	$T = 2.46524 N + 5.07580$ (P<.0001*) (P<.0001*)	540.44	<.0001*	0.8022
設置後3月	$T = 2.81315 N + 3.99364$ (P<.0001*) (P<.0001*)	540.79	<.0001*	0.7837
設置後4.5月	$T = 2.69249 N + 3.35356$ (P<.0001*) (P<.0001*)	615.01	<.0001*	0.8005

\* 表在信賴水準5%下，呈顯著反應

5. 整體汽車於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月及 4.5 個月之飽和車流間距、累積起動延滯等變化情形整理如圖 5.11；各車道位置於內側第一車道之汽車、內側第二車道之汽車及機車停等區後方之汽車於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月及 4.5 個月之尖峰時間及離峰時間飽和車流間距、累積起動延滯等變化情形整理如圖 5.12、圖 5.13，綜合分析說明如下：

- (1) 整體汽車於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月及 4.5 個月之飽和車流間距成微幅之先升後降趨勢，而各位置於內側第一車道之汽車、內側第二車道之汽車及機車停等區後方之汽車等，無論尖峰時段或離峰時段其飽和車流間距於車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月均無一定減少或增加之趨勢，此係因停止線後方第一部車易接受到車行紅燈倒數計秒器所提供資訊之影響而改變其駕駛行為，而第二部車以後之車輛，駕駛人雖亦可能受到車行紅燈倒數計秒器所提供資訊之影響，然其受到前車之影響更鉅且更不確定，致使飽和車流間距隨車行紅燈倒數計秒器設置時程並無一定減少或增加之趨勢，且以整體車流觀之，其值多接近 2.2 秒，幾成一直線，顯現車行紅燈倒數計秒器設置前後對飽和車間距並無影響。
- (2) 整體汽車於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月及 4.5 個月之累積起動延滯大致呈現於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有增加，其後隨時間增加而減少，於設置後 4.5 個月時已低於設置前，而各位置於內側第一車道之汽車、內側第二車道之汽車及機車停等區後方之汽車等之累積起動延滯於尖峰時段及離峰時段亦大致呈現先升後降且低於設置前之趨勢，顯現車行紅燈倒數計秒器對路口停等紅燈之車隊紓解具有正面之幫助。

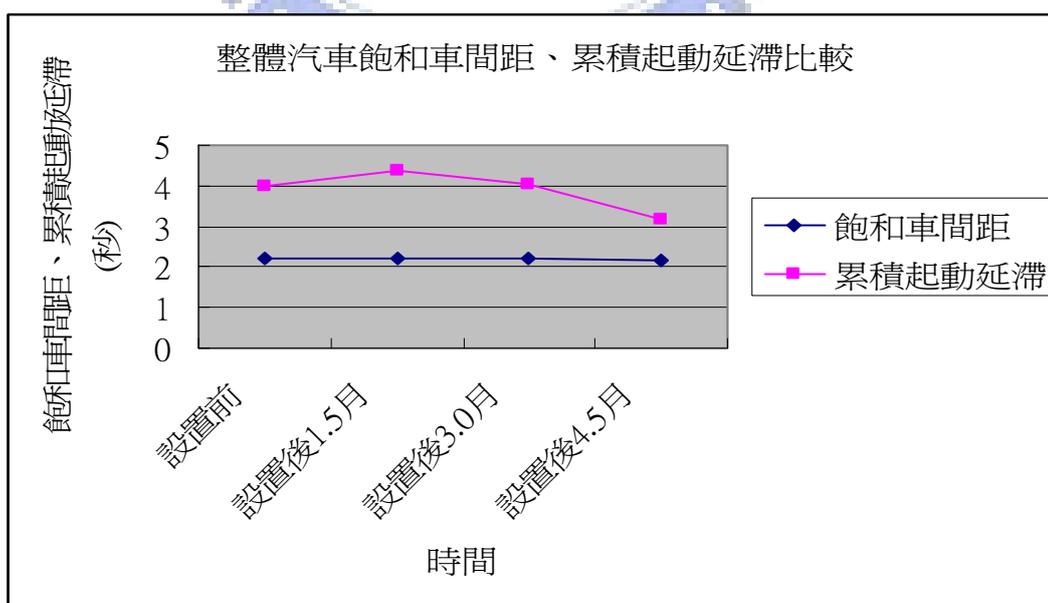


圖 5.11 整體汽車飽和車間距、累積起動延滯變化情形曲線圖

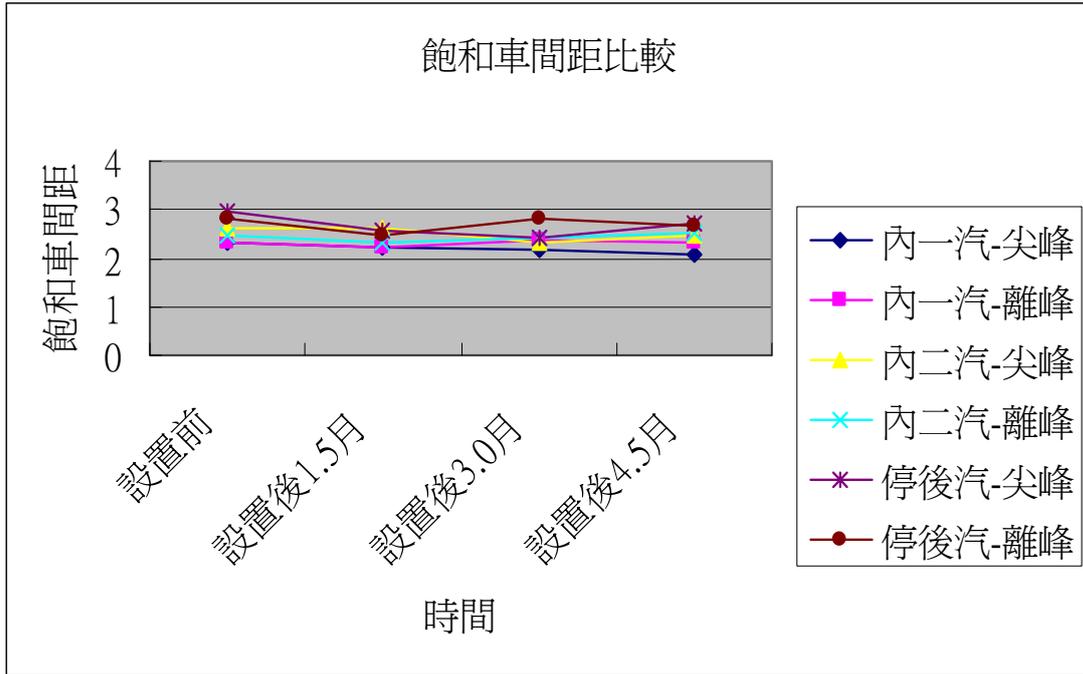


圖 5.12 飽和車流間距變化情形曲線圖

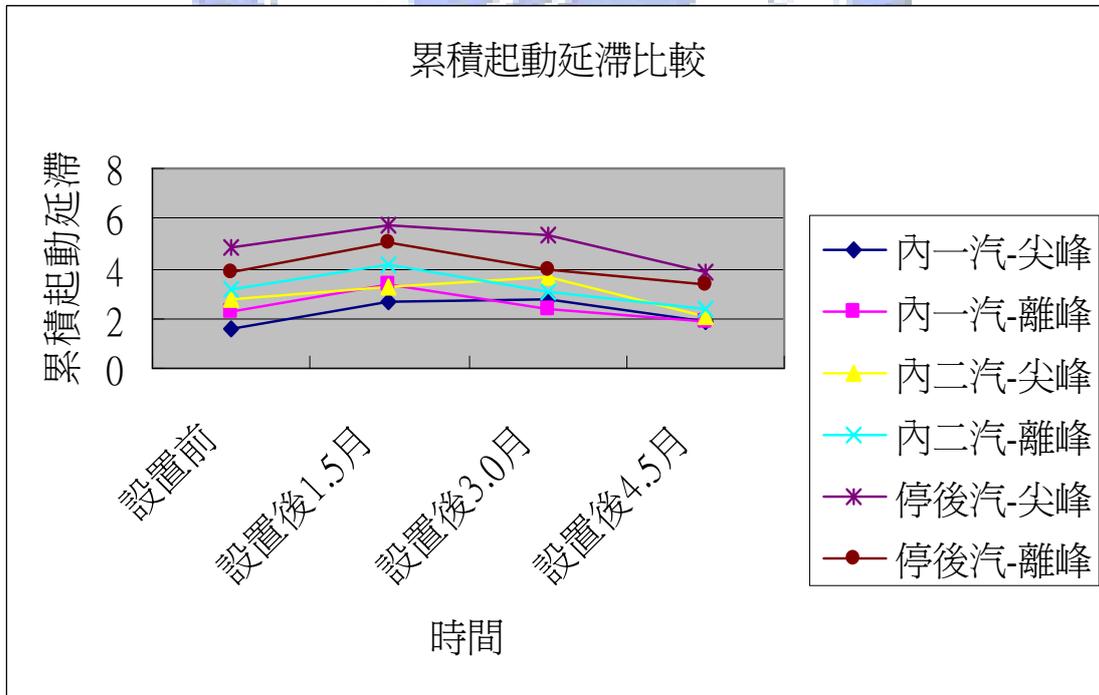


圖 5.13 累積起動延滯變化情形曲線圖

## 5.4 肇事分析

經向臺北市政府警察局交通警察大隊查詢忠孝東路/敦化南路口於 96 年 9 月 11 日（車行紅燈倒數計秒器設置日期）前後 7 個月內之肇事紀錄，設置前 7 個月內計有 24 件交通事故，其中有 2 件肇事原因主要為違反號誌管制，其餘肇事原因多為未保持行車安全距離、未注意車前狀況等；而設置後 7 個月內計有 11 件交通事故，肇事原因主要多為未保持行車安全距離及未注意車前狀況，尚無違反號誌管制而肇事者，可發現車行紅燈倒數計秒器設置後交通事故發生次數明顯低於設置前，因其肇事原因多為未保持行車安全距離、未注意車前狀況等，研判其肇事時間應多在綠燈通行時間之車輛行駛間，故肇事件數減少可能與車行紅燈倒數計秒器設置與否無直接關係，惟設置前仍有 2 件因違反號誌管制而肇事，而設置後則無，故從肇事型態而言，車行紅燈倒數計秒器仍有促進交通安全之效用。

## 5.5 小結

本研究經收集臺北市忠孝東路、敦化南路交岔路口於車行紅燈倒數計秒器設置前與設置後 1.5 個月、3 個月及 4.5 個月等資料，並經本章各小節整理分析後，歸納以下幾點結論：

1. 整體第一部起動機車、第一部起動汽車及尖峰時段、離峰時段之各位置：機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車、機車停等區內之第一部起動機車、內側第一車道之第一部起動汽車、內側第二車道之第一部起動汽車等，其提早起動情形大致呈現於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月即有明顯之下降，之後隨時間之增加亦增加，於設置 4.5 個月後約已回復並上升至較設置前高。
2. 機車停等區後方之第一部起動汽車，無論尖峰時段或離峰時段於車行紅燈倒數計秒器設置前後幾無提早起動之情形，顯示車行紅燈倒數計秒器設置與否對機車停等區後方之第一部起動汽車幾無影響。
3. 車行紅燈倒數計秒器設置與否對路口較前端之機車影響程度較汽車大，使其提早起動率發生明顯之變化。
4. 提早起動率於車行紅燈倒數計秒器設置 4.5 個月後均較設置前高，顯示車行紅燈倒數計秒器所提供之資訊將促進駕駛人於數字即將歸零時違規提早起動進入路口。
5. 整體第一部起動機車、第一部起動汽車之平均起動延滯大致呈現於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有顯著增加之現象，之後隨著時間之增加而逐漸減少，至設置後 4.5 個月時其平均起動延滯已低於設置前，且均有顯著差異；而尖峰時段、離峰時段之機車兩段式左轉待轉區內第一部起動機車、機車停等區內第一部起動機車、內側第一車道第一部起動汽車、內側第二車道第一部起動汽車等，其平均起動延滯大致亦呈現隨時間先升後降且於 4.5 個月時已低於設置前

之趨勢，惟其差異程度並不顯著。

6. 車行紅燈倒數計秒器對於機車停等區內之機車駕駛人影響程度較機車兩段式左轉待轉區內之駕駛人大，對於內側第二車道之汽車駕駛人影響程度亦較內側第一車道之汽車駕駛人大，惟機車停等區後方汽車受前方機車停等區內之機車影響遠較車行紅燈倒數計秒器大。
7. 機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車、機車停等區內之第一部起動機車、內側第一車道之第一部起動汽車、內側第二車道之第一部起動汽車等於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月其尖峰時段之平均起動延滯較離峰時段少，僅機車停等區後方之第一部起動汽車平均起動延滯於尖峰時段反較離峰時段多。
8. 對於停等紅燈之車隊而言，車行紅燈倒數計秒器設置前後對於各車道之飽和車流間距並無一定減少或增加之趨勢，整體汽車流之飽和車間距值接近 2.2 秒，幾成一直線，顯現車行紅燈倒數計秒器設置前後對飽和車間距並無影響，惟整體汽車流及尖峰時段、離峰時段各車道汽車之累積起動延滯大致呈現於車行紅燈倒數計秒器設置後隨時間先增加而減少並於設置後 4.5 個月時已低於設置前之現象，顯現車行紅燈倒數計秒器對路口停等紅燈之車隊紓解具有正面之幫助。
9. 整體而言，除提早起動係屬個人違規習慣問題，車行紅燈倒數計秒器設置後對其無顯著之效益外，其餘無論整體汽車流、機車流或尖峰時段、離峰時段機車兩段式左轉待轉區內機車、機車停等區內機車、內側第一車道汽車、內側第二車道汽車及機車停等區後方汽車等，在安定駕駛人停等紅燈時之躁動情緒、起動延滯之縮短、停等紅燈車隊之紓解效率等各方面，車行紅燈倒數計秒器設置後均具有正面之協助，另從設置前後之肇事型態改變，車行紅燈倒數計秒器仍有促進交通安全之效用。
10. 有關車行紅燈倒數計秒器之相關研究比較整理如表 5.30 所示。

表 5.30 車行紅燈倒數計秒器相關研究比較表

作者及著作	研究對象	重要研究結論
黃國平、李志華 (民 92 年) 紅燈倒數計秒器對交通特性影響研究	台南市 紅燈倒數	◎首輛車之起動延滯較傳統號誌久 ◎後續車流車間距有縮短之傾向
詹善彬(民 93 年) 號誌倒數計時器對駕駛行為影響之研究	新竹市 紅燈倒數	◎紅燈倒數開啟時之起動延滯較關閉時短
唐慧寧(民 95 年) 行車號誌倒數計時器設置程序之研究-以紅燈倒數計時器為例	高雄市 紅燈倒數	◎紅燈倒數開啟時之起動延滯較關閉時短 ◎路口流量與平均車速對於駕駛行為具顯著之影響，起動延滯明顯減少，可作為評估指標
黃國平、連仁宗等 (民 95 年) 號誌倒數計秒器功能評估	台南市 紅燈倒數	◎紅燈倒數能將駕駛人視線轉移至注意跳動之秒數上，延後駕駛人提早起步穿越停止線 ◎累積起動延滯為 3.17 秒，最小間距 2.28 秒 ◎第一輛汽車闖紅燈的比例約為 16.7%，第一輛機車闖紅燈的比例約為 66.7%
交通部運研所研究 (民 97 年) 行車管制號誌加裝倒數計時顯示裝置之影響評估	台灣各縣市 紅燈倒數	◎僅裝置紅燈倒數其肇事數量有減少之趨勢 ◎兼具紅燈與綠燈倒數其肇事件數及受傷人數均增加，約為 1.07~1.08 倍
本研究(民 97 年)	臺北市 紅燈倒數	◎紅燈倒數設置前後之提早起動率呈現隨時間先降後升之趨勢 ◎紅燈倒數設置前後之平均起動延滯呈現隨時間先升後降之趨勢 ◎飽和車流間距無一定之變化趨勢，累積起動延滯則於紅燈倒數設置前後呈現隨時間先升後降之趨勢

## 第六章 結論與建議

本研究主要係為探討號誌化路口於增設車行號誌倒數計秒器下之車流行為與路口績效，以闖紅燈行為、猶豫區間及羅吉斯迴歸等分析有無車行綠燈倒數計秒器之駕駛行為差異，以提早起動率、起動延滯及起動延滯公式迴歸分析等進行車行紅燈倒數計秒器設置前後之駕駛行為分析，以下係本研究之結論與建議。

### 6.1 結論

1. 設有車行綠燈倒數計秒器之路口其闖紅燈比率較無車行綠燈倒數計秒器路口低，顯現車行綠燈倒數計秒器有促進駕駛人遇紅燈停止之作用。
2. 有設置車行綠燈倒數計秒器之路口其猶豫區間較未設置車行綠燈倒數計秒器之路口長，顯現駕駛人面對綠燈倒數時間即將終了時之停、行決策因人而異，致整體猶豫區間範圍增長，將不利於交通安全之管理。
3. 無論黃燈時段、綠燈時段或以整體考量所建構之羅吉斯迴歸式，發現有綠燈倒數計秒器路口之駕駛人通過路口的機率均低於無綠燈倒數計秒器路口之駕駛人且多呈顯著反應，顯示有綠燈可通行剩餘時間之資訊提供可促使多數駕駛人駕駛行為趨於保守。
4. 無綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線其各種不同臨近速度之高通過率與低通過率變化點隨著距離的增加有往綠燈區移動之趨勢，而各種不同位置之高通過率與低通過率變化點隨著臨近速度的增加有往黃燈區移動之趨勢。
5. 有綠燈倒數路口，在車輛距停止線距離較近時，其車輛通過機率變化曲線特性近似於無綠燈倒數路口之車輛通過機率變化曲線；距停止線距離較遠時，其車輛通過機率變化曲線顯示於綠燈剩餘時間 1 秒(含)以下屬於低通過率，綠燈剩餘時間 2 秒(含)以上則屬於高通過率，兩者有明顯之差異。
6. 無綠燈倒數路口駕駛人之停行決策以黃燈始亮時為參考點，車隊中各駕駛人之停行決策較為一致。有綠燈倒數路口駕駛人之停行決策已提前至綠燈剩餘時間 2 秒至 1 秒時，若綠燈剩餘時間為 1 秒時，多數駕駛人將減速並停止於停止線前，若綠燈剩餘時間為 2 秒時，則多數駕駛人將加速通過路口，顯示停行決策不一致，車隊速度不連續，有速差產生，易於發生追撞。
7. 經由肇事紀錄分析，有綠燈倒數路口車輛間產生速差或於綠燈快結束時加速搶燈行駛致未能保持行車安全距離及違反號誌管制而肇事之數量較無綠燈倒數路口者為高，顯現每位駕駛人面對該項設施之判斷力均不同致交通安全存有較高之風險。
8. 整體機車流、汽車流及尖峰時段、離峰時段之機車兩段式左轉待轉區內之第一

- 部起動機車、機車停等區內之第一部起動機車、內側第一車道之第一部起動汽車、內側第二車道之第一部起動汽車等，其提早起動情形大致呈現於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月即有明顯之下降，之後隨時間之增加亦增加，於設置 4.5 個月後約已回復並上升至較設置前高。
9. 車行紅燈倒數計秒器設置與否對路口較前端之機車影響程度較汽車大，使其提早起動率發生明顯之變化，而機車停等區後方之第一部起動汽車，無論尖峰時段或離峰時段於車行紅燈倒數計秒器設置前後幾無提早起動之情形，顯示車行紅燈倒數計秒器設置與否對機車停等區後方之第一部起動汽車幾無影響。
  10. 提早起動率於車行紅燈倒數計秒器設置 4.5 個月後均較設置前高，顯示車行紅燈倒數計秒器所提供之資訊將促進駕駛人於數字即將歸零時違規提早起動進入路口。
  11. 整體機車流、汽車流之第一部車平均起動延滯大致呈現於車行紅燈倒數計秒器設置後 1.5 個月有顯著增加之現象，之後隨著時間之增加而逐漸減少，至設置後 4.5 個月時其平均起動延滯已低於設置前，且均有顯著差異；而尖峰時段、離峰時段之機車兩段式左轉待轉區內第一部起動機車、機車停等區內第一部起動機車、內側第一車道第一部起動汽車、內側第二車道第一部起動汽車等，其平均起動延滯大致亦呈現隨時間先升後降且於 4.5 個月時已低於設置前之趨勢，惟其差異程度並不顯著。
  12. 車行紅燈倒數計秒器對於機車停等區內之機車駕駛人影響程度較機車兩段式左轉待轉區內之駕駛人大，對於內側第二車道之汽車駕駛人影響程度亦較內側第一車道之汽車駕駛人大，惟機車停等區後方汽車受前方機車停等區內之機車影響遠較車行紅燈倒數計秒器大。
  13. 機車兩段式左轉待轉區內之第一部起動機車、機車停等區內之第一部起動機車、內側第一車道之第一部起動汽車、內側第二車道之第一部起動汽車等於車行紅燈倒數計秒器設置前及設置後 1.5 個月、3 個月、4.5 個月其尖峰時段之平均起動延滯較離峰時段少，僅機車停等區後方之第一部起動汽車平均起動延滯於尖峰時段反較離峰時段多。
  14. 對於停等紅燈之車隊而言，車行紅燈倒數計秒器設置前後對於各車道之飽和車流間距並無一定減少或增加之趨勢，整體汽車流之飽和車間距值接近 2.2 秒，幾成一直線，顯現車行紅燈倒數計秒器設置前後對飽和車間距並無影響，惟整體汽車流及尖峰時段、離峰時段各車道汽車之累積起動延滯大致呈現於車行紅燈倒數計秒器設置後隨時間先增加而減少並於設置後 4.5 個月時已低於設置前之現象，顯現車行紅燈倒數計秒器對路口停等紅燈之車隊紓解具有正面之幫助。
  15. 整體而言，號誌化路口設置車行綠燈倒數計秒器設施，其闖紅燈比率較低、駕駛人通過路口機率亦較低，顯現有促進駕駛人遇紅燈停止之作用，惟其猶豫區

間較長，且在車隊中每位駕駛人面對綠燈倒數數字之判斷力因人而異，易產生速差致肇事機率較高，於交通安全之維護風險較高，有違設置之本意；而在車行紅燈倒數計秒器設施方面，除提早起動係屬個人違規習慣問題無顯著之效益外，其餘無論整體汽車流、機車流或尖峰時段、離峰時段機車兩段式左轉待轉區內機車、機車停等區內機車、內側第一車道汽車、內側第二車道汽車及機車停等區後方汽車等，在安定駕駛人停等紅燈時之躁動情緒、起動延滯之縮短、停等紅燈車隊之紓解效率等各方面，均具有正面之協助，輔以肇事型態分析，車行紅燈倒數計秒器顯較車行綠燈倒數計秒器利多於弊且無爭議。

## 6.2 建議

1. 經由本研究結論可知車行紅燈倒數計秒器顯較車行綠燈倒數計秒器利多於弊且無爭議，因此建議各縣市政府交通主管單位如欲於號誌化路口增設車行號誌倒數計秒器設施時，可採用車行紅燈倒數計秒器，避免使用車行綠燈倒數計秒器。
2. 本研究受限於時間及經費，僅選擇新竹縣及臺北市各一處路口為實驗路口，無法進行各地區之差異性分析，建議後續研究可選擇多處路口進行實驗分析，以利比較區域性差異，亦可使分析結果更為準確。
3. 本研究於車行綠燈倒數計秒器之實驗中，主要係以一個有裝置車行綠燈倒數計秒器、一個無裝置車行綠燈倒數計秒器且交通條件相似之兩相鄰路口為實驗攝影之對象，惟車行綠燈倒數計秒器尚非屬號誌化路口之必備設施，各縣市政府多以設置於重要路口為主，故若交通條件非常相似甚至一致之兩路口，理論上均應都有設置車行綠燈倒數計秒器，則將無從比較，故本研究所採取之有與無分析雖已盡可能找尋符合實驗條件之路口，惟難免仍存有部分之差異，故建議後續研究可採取事前事後分析方式，已使研究結果更為客觀。
4. 本研究僅以攝影及人工觀察記錄方式進行分析，難免於資料處理過程中造成誤差，建議可以偵測器、感應線圈等電子設施以進行資料收集，並透過電腦連線以進行資料整理與分析，將可減少誤差而獲致較為精準之實驗結果。
5. 當號誌化路口增設車行綠燈倒數計秒器後，其號誌轉換黃燈需時及全紅時間是否有調整檢討的空間，增加或減少對於車行綠燈倒數計秒器之交通安全性與路口績效是否有幫助或其影響程度為何，是一個有趣的問題，建議後續研究可加以探討。

## 參考文獻

1. 李銷桂，號誌轉換下猶豫區間之研究，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文，民國 85 年。
2. 劉正旭，號誌化交叉路口黃燈對駕駛者決策行為之研究，國立交通大學土木工程研究所碩士論文，民國 82 年。
3. 陳威杉，快速道路號誌路口變換時段下之駕駛行為研究，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 87 年。
4. 陳逸勳，應用駕駛模擬器從事時相轉換下路口追撞事故因素之探討，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 95 年。
5. 交通部運輸研究所，號誌交叉路口變換時段駕駛行為調查與分析之研究，民國 91 年。
6. 羅文輝，駕駛人行駛猶豫區之研究-以心理-物理模型為例，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文，民國 85 年。
7. 許書耕，藍武王，「號誌變換時段之時制設計新方法：總體停車或率函數」，中國土木水利工程學刊，15 卷第 4 期，民國 92 年，第 841-850 頁。
8. 許書耕，藍武王，「不同臨近車速之黃燈需時比較—台灣地區之實證」，中國土木水利工程學刊，16 卷第 3 期，民國 93 年，第 543-551 頁。
9. 許書耕，藍武王，「不同車輛到達型態之黃燈需時研究—兩種方法之比較」，運輸計劃季刊，36 卷第 2 期，民國 96 年，第 209-230 頁。
10. 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，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 73 年。
11. 蔡輝昇，交通控制實務與理論，民七十九年。
12. 何美瑩，號誌化交叉路口車輛延滯模式之研究，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 79 年。
13. 王文麟，交通工程學理論與實用修正版，民國 87 年 9 月。
14. 黃國平、李志華，「紅燈倒數計秒器對交通特性影響研究」，第九屆運輸安全研討會，民國 92 年。
15. 詹善彬，號誌倒數計時器對駕駛行為影響之研究，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班碩士論文，民國 93 年。

16. 唐慧寧，行車號誌倒數計時器設置程序之研究-以紅燈倒數計時器為例，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 95 年。
17. 黃國平、連仁宗，「號誌倒數計秒器功能評估」，交通學報，第六卷，第一期，21-42 頁，民國 95 年 6 月。
18. 交通部運輸研究所，行車管制號誌加裝倒數計時顯示裝置之影響評估，民國 97 年。
19. Gazis, D., Herman, R. and Marududin, A., "The Problem of the Amber Signal Light in Traffic Flow," Traffic Engineering, pp. 19-26, July 1960.
20. Zegeer, C., "Effectiveness of Green-Extension Systems at High-Speed Intersections," Bureau of Highways, Division of Research, Kentucky Department of Transportation, Lexington, Research Rept. 472, May, 1977.
21. Moon, Y. J., Lee, J., and Park, T., "System Integration and Field Tests for Developing In-Vehicle Dilemma Zone Warning System," Transportation Research Record, No. 1826, Paper No. 03-3081, 2003.
22. Pant, P. D., Field Testing and Implementation of Dilemma Zone Protection and Signal Coordination at Closely-Spaced High-Speed Intersections, Report No. FHWA / OH -2005 / 006, 2005.
23. May, A. D., "Traffic Flow Fundamentals" Prentice Hall, New Jersey, 1990.
24. McShane William R., Roess Roger P., "Traffic Engineering (2nd Edition)", Prentice Hall, 1997.
25. Greenshields, B. "Traffic Performance at Intersections", Yale Bureau Technical Report No. 1, 1947.
26. Kunzman, W. "Another Look at Signalized Intersection Capacity", ITE Journal, 1978.
27. Lum, K. M. and Harun Halim, H. "A before-and-after study on green signal countdown device installation", Transportation Research Part F Vol 9, pp. 29-41, 2006.

## 簡歷

姓名：張建華

生日：民國 61 年 11 月 16 日

籍貫：臺灣省臺中縣

學歷：臺中縣立內埔國民小學  
臺中縣立豐原國民中學  
國立臺中第一高級中學  
淡江大學土木工程學系  
國立交通大學交通運輸研究所

考試：八十六年度公務人員普通考試土木工程科及格  
八十九年度公務人員高等考試土木工程科三級  
及格  
九十三年度高等考試土木工程技師及格

經歷：臺中縣政府工務局水利課技士  
臺北市交通管制工程處助理工程員、工程員、幫  
工程司兼股長、副工程司兼股長、正工程司

住址：臺中縣后里鄉三豐路 355 巷 1 弄 3 號

電話：(04) 2556-4068