

# 號誌倒數計時器對駕駛行為影響之研究

學生：詹善斌

指導教授：吳宗修

國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班

## 摘要

台灣目前於號誌化路口所架設之行車號誌倒數計時器主要分為三類，紅燈倒數計時器、綠燈倒數計時器、紅燈與綠燈皆倒數之計時器。本研究主要探討紅燈倒數計時器與綠燈倒數計時器於號誌化路口對駕駛人行為之影響。本研究選擇新竹市區之路口為紅燈倒數計時器之研究路口，分別於尖峰與離峰兩個時段，倒數計時器開啟與關閉兩種運作狀態，利用攝影機架設於研究路口之行人天橋上，收集停止線後方第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區停等之機車數、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等四種資料做為紅燈倒數計時器之績效衡量指標。綠燈倒數計時器之研究路口位於新竹科學園區，亦分別於尖峰與離峰兩個時段，倒數計時器開啟與關閉兩種運作狀態，利用雷射測速槍於路邊進行資料收集，主要收集之績效衡量指標為綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速與黃燈時汽車通過停止線之車速。

研究之結果發現，裝設紅燈倒數計時器之路口，汽車駕駛人於倒數計時器開啟時之起動延滯低於倒數計時器關閉時；倒數計時器之開啟與關閉對於機車駕駛人並無顯著之影響；停等區後方第一輛汽車之起動延滯主要受到機車停等區停等機車數之影響，其次為倒數計時器之運作狀態。因此紅燈倒數計時器所提供之時間資訊能使汽車駕駛人於紅燈轉換為綠燈時即時起動車輛，以減少汽車之起動延滯時間。研究同時發現機車對於號誌之敏感性高，因此提早起動之情況較汽車嚴重。裝設綠燈倒數計時器之路口於倒數計時器開啟時，綠燈結束前數秒汽車通過停止線之車速與黃燈時通過停止線之車速皆高於倒數計時器關閉時。顯示出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，加速通過號誌化路口，並且有一半以上之汽車駕駛人於綠燈快結束時通過路口之車速會超過路口速限。

關鍵詞：號誌倒數計時器；駕駛行為；起動延滯；速度

# **Effects of Traffic Signal Count-Down Displays on Driver Behaviors**

Student : Shan-Bin Chan

Advisor : T. Hugh Woo

Department of Transportation Technology and Management  
Nation Chiao Tung University

## **ABSTRACT**

There are three types of traffic signal count-down displays in Taiwan. They are red-light count-down displays, green-light count-down displays, and mix of red-light and green-light count-down displays. This study focuses on the driver behaviors affected by red-light count-down displays and green-light count-down displays. Two intersections in Hsinchu city were chosen as study sites. A digital video camera on a pedestrian overpass was used to collect start-up delay of the first vehicle behind the stop line, start-up delay of the first motorcycle behind the stop line, numbers of motorcycles in the waiting area, and start-up delay of the first vehicle behind the motorcycle waiting area at peak and off-peak hours while the red-light count-down displays were turned on and off. A laser gun was used to collect the speed of vehicles passing stop lines during the last 5 seconds of green phase and amber period at peak and off-peak hours while the green-light count-down displays were turned on and off.

It is found that start-up delays of the first vehicle behind stop line with red-light count-down displays turned on is smaller than with red-light count-down displays turned off. Start-up delays of the first motorcycle behind the stop line are no difference whether red-light count-down displays were turned on or off. Numbers of motorcycles in the waiting area are the most important factor that influences start-up delays of the first vehicle behind motorcycle waiting area. The second important factor affecting start-up delays of the first vehicle behind motorcycle waiting area is red-light count-down displays. Therefore, the time information provided by red-light count-down displays did shorten the drivers start-up delays. When the green-light count-down displays are turned on, the speed of vehicles passing the stop line during the last 5 seconds of green phase and amber period are significantly higher than when the green-light count-down displays are turned off. The drivers rely on the time information provided by the green-light count-down displays to speed up their vehicles crossing the study intersection. It is found that more than half of the vehicles exceeded the posted speed limit.

Keywords : Traffic Signal Count-Down Displays, Driver Behavior, Start-up Delay, Speed

## 誌謝

研究所求學的這兩年中，承蒙恩師吳宗修老師辛勤的指導，於研究方向與方法上不斷的指導與斧正，得以順利完成本論文。無論在課業上或是待人接物、處世態度上，在吳老師孜孜不倦的教誨下獲益匪淺，在此特致謝意。

論文口試與審期間，承蒙本所吳水威教授與中華大學企業管理學系李開偉教授撥冗審閱，並提供精闢寶貴之意見，使本論文能夠更臻完備與充實，僅此特表謝忱。研究所求學期間，承蒙陳光華老師、張新立老師、吳水威老師、高凱老師、張隆憲老師、謝尚行老師、李明山老師的啟蒙與教導，在此致上最高之謝意。

在學期間，感謝學長建民、士銘、智仁於生活上與課業上的協助與指導，同研究室的家峰、議賢、弘霖、苑綾一起熬夜打拚，在這間小小的研究室中，留下了不少美好的回憶。另外感謝學弟燦仁、傑閔、維龍、乃晨、裕棟，辛苦地協助論文之實驗數據收集。感謝所有運管所九三級同學們，百晉、建宇、耀楨、大中、士偉、則言、起豪、依潔、惠玉、韻璇等，於課業上的互相鼓勵與生活上的互相扶持。謝謝系上助理秀蔭以及幸榮在行政上的協助。

感謝意玫這三年多來對我的協助與支持，從當兵時聽我訴苦，到研究所期間幫我解除壓力，妳無怨無悔的付出銘感在心。

最後，謝謝親愛的父母多年來無微不至的照顧，兩位妹妹的支持與鼓勵，以及所有親朋好友們的關懷。謹將此成果與榮耀與你們一同分享。

詹善斌 謹誌

中華民國九十三年六月

# 目錄

中文摘要 .....	i
英文摘要 .....	ii
誌謝 .....	iii
目錄 .....	I
圖目錄 .....	III
表目錄 .....	IV
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究背景與動機 .....	1
1.2 研究目的 .....	3
1.3 研究範圍與對象 .....	3
1.4 研究方法 .....	4
1.5 研究流程 .....	4
第二章 文獻回顧 .....	7
2.1 國內相關文獻 .....	7
2.1.1 行人號誌倒數計時器 .....	7
2.1.2 行車號誌倒數計時器 .....	10
2.1.3 起動延滯 .....	11
2.2 國外相關文獻 .....	12
2.3 小結 .....	12
第三章 實驗設計與資料搜集 .....	14
3.1 實驗目的 .....	14
3.2 實驗方法與流程 .....	14
3.3 變數之決定 .....	14
3.3.1 紅燈倒數計時器路口分析之變數 .....	14
3.3.2 綠燈倒數計時器路口分析之變數 .....	17
3.4 實驗路口選擇 .....	17
3.5 觀察時段與倒數計時器運作狀態 .....	25
3.6 使用器材 .....	26
3.7 錄影與測速 .....	26
3.8 資料記錄 .....	29
3.9 分析流程 .....	34
3.10 研究假設 .....	34
3.10.1 紅燈倒數計時器之研究假設 .....	34
3.10.2 綠燈倒數計時器之研究假設 .....	37
3.11 分析方法 .....	39
第四章 結果分析 .....	40

4.1	紅燈倒數計時器之駕駛行為分析 .....	40
4.1.1	尖峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉 .....	40
4.1.2	離峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉 .....	43
4.1.3	紅燈倒數計時器關閉時尖峰時段與離峰時段 .....	45
4.1.4	紅燈倒數計時器開啟時尖峰時段與離峰時段 .....	46
4.2	綠燈倒數計時器之駕駛行為分析 .....	47
4.2.1	尖峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉 .....	48
4.2.2	離峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉 .....	49
4.2.3	綠燈倒數計時器關閉時尖峰時段與離峰時段 .....	51
4.2.4	綠燈倒數計時器開啟時尖峰時段與離峰時段 .....	52
4.3	提早起動率 .....	52
4.4	通過停止線車速分佈分析 .....	53
4.5	小結 .....	54
第五章	結論與建議 .....	58
5.1	結論 .....	58
5.2	建議 .....	59
參考文獻	.....	60



## 圖目錄

圖 1-1 紅燈倒數計時器 .....	1
圖 1-2 綠燈倒數計時器 .....	1
圖 1-3 研究流程圖 .....	6
圖 2-1 起動方向之車輛起動時間 (以機車為例) .....	11
圖 3-1 實驗流程圖 .....	15
圖 3-2 紅燈倒數計時器路口變數測量點示意圖 .....	16
圖 3-3 綠燈倒數計時器路口變數測量點示意圖 .....	17
圖 3-4 光復路與東光路交叉口地理位置圖 .....	24
圖 3-5 新安路與展業二路交叉口地理位置圖 .....	25
圖 3-6 MARKSMAN LTI 20-20 雷射測速槍 .....	27
圖 3-7 光復路與東光路交叉口幾何型態 .....	27
圖 3-8 光復路與東光路交叉口錄影機架設之地點 .....	28
圖 3-9 光復路與東光路交叉口錄影機拍攝之畫面內容 .....	28
圖 3-10 新安路與展業二路交叉口幾何型態 .....	29
圖 3-11 新安路與展業二路交叉口雷射測速槍架設之地點 .....	30
圖 3-12 新安路與展業二路交叉口錄影機拍攝畫面內容 .....	30
圖 3-13 第一輛汽車之起動延滯量測示意圖 .....	31
圖 3-14 第一輛機車之起動延滯量測示意圖 .....	32
圖 3-15 機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯量測示意圖 .....	33
圖 3-16 速度校正圖 .....	33
圖 3-17 分析流程圖 .....	35
圖 4-1 尖離峰時段汽機車提早起動率座標分佈圖 .....	54

## 表目錄

表 1-1 各地區號誌倒數計時器之類別.....	3
表 2-1 起動延滯的行進間距.....	11
表 3-1 新竹市架設號誌倒數計時器之路口資料表.....	19
表 3-2 新竹科學園區架設號誌倒數計時器之路口資料表.....	22
表 3-3 觀測路口幾何型態與特性整理表.....	24
表 3-4 錄影時間表.....	26
表 4-1 觀察研究路口之汽機車流量表.....	40
表 4-2 尖峰時段紅燈倒數計時器開啟時各變數之樣本數與摘要統計表.....	41
表 4-3 尖峰時段紅燈倒數計時器關閉時各變數之樣本數與摘要統計表.....	41
表 4-4 尖峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下第一輛汽車起動延滯之變異數分析.....	42
表 4-5 尖峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下第一輛機車起動延滯之變異數分析.....	42
表 4-6 尖峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下停等區後方汽車起動延滯之變異數分析.....	43
表 4-7 離峰時段紅燈倒數計時器開啟時各變數之樣本數與摘要統計表.....	43
表 4-8 離峰時段紅燈倒數計時器關閉時各變數之樣本數與摘要統計表.....	43
表 4-9 離峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下第一輛汽車起動延滯之變異數分析.....	44
表 4-10 離峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下第一輛機車起動延滯之變異數分析.....	44
表 4-11 離峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下停等區後方汽車起動延滯之變異數分析.....	45
表 4-12 紅燈倒數計時器關閉的情況下尖離峰的第一輛汽車起動延滯之變異數分析.....	45
表 4-13 紅燈倒數計時器關閉情況下尖離峰的第一輛機車起動延滯之變異數分析.....	46
表 4-14 紅燈倒數計時器關閉情況下尖離峰的停等區後方汽車起動延滯之變異數分析.....	46
表 4-15 紅燈倒數計時器開啟的情況下尖離峰的第一輛汽車起動延滯之變異數分析.....	47
表 4-16 紅燈倒數計時器開啟情況下尖離峰的第一輛機車起動延滯之變異數分析.....	47
表 4-17 紅燈倒數計時器開啟情況下尖離峰的停等區後方汽車起動延滯之變異數分析.....	47
表 4-18 尖峰時段綠燈倒數計時器開啟時各變數之樣本數與摘要統計表.....	48
表 4-19 尖峰時段綠燈倒數計時器關閉時各變數之樣本數與摘要統計表.....	48
表 4-20 尖峰時段綠燈倒數計時器開與關情況下綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速之變異數分析.....	49
表 4-21 尖峰時綠燈倒數計時器開與關情況下黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析.....	49
表 4-22 離峰時段綠燈倒數計時器開啟時各變數之樣本數與摘要統計表.....	50
表 4-23 離峰時段綠燈倒數計時器關閉時各變數之樣本數與摘要統計表.....	50
表 4-24 離峰時段綠燈倒數計時器開與關情況下綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速之變異數分析.....	50

變異數分析 .....	50
表 4-25 離峰時綠燈倒數計時器開與關情況下黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析 .....	51
表 4-26 綠燈倒數計時器關閉的情況下尖離峰的綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速之變異數分析 .....	51
表 4-27 綠燈倒數計時器關閉情況下尖離峰的黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析 .....	51
表 4-28 綠燈倒數計時器開啟的情況下尖離峰的綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速之變異數分析 .....	52
表 4-29 綠燈倒數計時器開啟情況下尖離峰的黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析 .....	52
表 4-30 紅燈倒數計時器路口汽機車提早起動率整理表 .....	53
表 4-31 綠燈倒數計時器通過停止線車速之比例表 .....	54
表 4-32 紅燈倒數計時器路口之資料整理表 .....	55
表 4-33 紅燈倒數計時器各變數之顯著性比較 (P值) .....	55
表 4-34 綠燈倒數計時器路口之資料整理表 .....	56
表 4-35 綠燈倒數計時器各變數之顯著性比較 (P值) .....	56



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

台灣各地方的交叉路口紅綠燈上，陸陸續續地都裝上了倒數計時的顯示器，其最主要的功用就是提供駕駛者在時間上的資訊，讓駕駛者知道綠燈到底還剩幾秒可以通過，紅燈到底還需要再等幾秒鐘。可是目前倒數計時器的種類很多，每個縣市都有自己的規格，也有自己的計時方式，甚至同一個縣市可能就不單只有一種倒數計時器的規格。就新竹市而言，就有兩種規格，分為紅燈倒數計時器，如圖 1-1，與綠燈倒數計時器，如圖 1-2，兩種號誌倒數計時器。其他縣市也是一樣，有的縣市採用綠燈倒數計時器，有的縣市則是採用紅燈倒數計時器，而有的縣市甚至在同一個交叉路口，不管是紅燈或是綠燈都有在倒數。而這麼多種方式的倒數計時器，到底哪一種是最好的，哪一種對於駕駛者能提供最有效的道路資訊，哪一種倒數計時器對於交通安全上的影響最小等等，這都是值得研究的課題。



圖 1-1 紅燈倒數計時器



圖 1-2 綠燈倒數計時器

駕駛人駕駛車輛到達號誌化路口時，看到紅燈時，是將車輛停止於停止線之前；如果看到綠燈時，一定會想辦法要過這個號誌化路口；如果看到黃燈時，就會有兩種行為，一種是快速衝過這個路口，另一種就是馬上停下來。此時若在裝有倒數計時器的號誌化路口，駕駛者看到的如果是綠燈倒數計時器時，駕駛者可能就會提早執行停車或是加速通行的動作，而不致於在綠燈轉換成紅燈時而無法完全的通過路口。如果駕駛者所在的路口是紅燈倒數計時器的號誌化路口時，則可以讓駕駛者知道到底他還要等多久時間。但是也很可能有些駕駛者因為得知還有幾秒就要變換時相，所以駕駛者可能會等的不耐煩就會提早起動，而影響到橫向車流的駕駛者。無論架設紅燈倒數計時器或是綠燈倒數計時器，駕駛者都有其不同的駕駛行為，而這些駕駛行為對交通安全上是否有影響這也是值得去探討的課題。

一般而言，駕駛者於號誌化路口遇到黃燈時，駕駛者就必須面臨是要快速通行，亦或是要減速停車的決定。如果當時行駛車輛近距離接近停止線，大多數的駕駛者就會選擇快速通行，以避免緊急煞車而導致後方車輛的追撞；如果車輛距離停止線尚遠，大多數的駕駛者就會選擇減速停車，以等待黃燈轉換成紅燈。但是不同的駕駛者在進退兩難區時，則可能會因為交通狀態與駕駛者屬性而有不同的選擇行為。舉例來說：如果在進退兩難區中，前後兩台車的駕駛者在號誌化路口遇到黃燈時，做了不同的選擇，則極有可能產生交通事故。例如前車駕駛者選擇停止通行，等候黃燈轉換紅燈。而後車駕駛者選擇趕在變成紅燈前加速通行，這時極有可能產生追撞的事故。此外，駕駛者如果做了不適當的決定時，則極有可能會造成因為闖紅燈而發生的事故。比如說，太晚決定要衝過該號誌化路口而導致與橫向的車輛或是對向欲左轉的車輛發生側撞的事故等。

雖然目前沒有完整的證據可以證明闖紅燈照相系統（Red-Light Camera）可以改善交通安全。但是如果假設闖紅燈照相系統可以減少闖紅燈的發生率，並且減少了因為闖紅燈而造成的交通事故。在路口架設闖紅燈照相系統可以有效的減少側撞的事故的發生率，亦可以減少左轉車輛與對向直行車輛的側撞或角撞事故的發生，但是有可能會增加追撞的事故率。國外學者的研究中發現，在架設了闖紅燈照相系統之後，在總合事故數方面並沒有多大改變，但是側撞的比例減少，而追撞的比例增加。一般而言，由於側撞的事故會比追撞的事故來的嚴重，以降低事故嚴重性來作為評比，架設闖紅燈照相系統是有效的。

如上述所言，當駕駛者到達號誌化路口時，就必須面臨一連串的選擇行為，每個人的選擇一定有所不同，而且路口週遭的環境一定會影響到駕駛者行為選擇的標準。無論台灣或是世界其他各國，有不少號誌化路口都已經設備了闖紅燈照相系統。而國外的研究顯示闖紅燈照相系統是可以減少闖紅燈的發生率，可是卻有可能會增加追撞的發生率。所以在號誌化路口架設任何的新型設施，多少對於駕駛者的行為有一定的影響。目前台灣各地區的號誌化路口，陸續地設置了號誌時相倒數計時器，而這些倒數計時器有的是紅燈倒數有的是綠燈倒數，也有的是紅燈及綠燈兩種燈號一起都有在倒數，如表 1-1 所示。由於不同規格的倒數計時器對於駕駛者行為模式會有不同的影響，因此本研究將要探討各種倒數計時器對駕駛者行為的選擇上會有何不同，而各種倒數計時器對於交通

安全上會有何影響。

表 1-1 各地區號誌倒數計時器之類別

地區 \ 類型	綠燈倒數計時器	紅燈倒數計時器	兩種燈號都倒數
新竹市	○	○	
台南市		○	
彰化縣		○	
基隆市			○
嘉義縣			○
桃園縣			○
高雄市			○
金門縣			○
香港	○	○	
新加坡	○		
大陸			○

## 1.2 研究目的

本研究主要在探討號誌倒數計時器對於駕駛者行為之影響以及對於交通安全上的影響。本研究的主要目的如下所述：

1. 觀察駕駛者面臨不同種類的號誌倒數計時器時，對其駕駛行為之影響。
2. 觀察駕駛者面臨號誌倒數計時器不同的運作狀態時，對其駕駛行為之影響。
3. 觀察駕駛者於號誌倒數計時器路口在不同時段下，對其駕駛行為之影響。

## 1.3 研究範圍與對象

大多數人可能都認為紅燈倒數計時器對於交通安全上的影響會比綠燈倒數計時器來得小。一般認為當駕駛者到達架設綠燈倒數計時器的路口時，駕駛者知道他還有幾秒鐘可以通過這個路口，當秒數越來越少時，就有可能會踩油門，加速通過此號誌化路口，而這種加速的動作就會產生交通安全上的顧慮。如果剩餘秒數來不及通過該號誌化路口時，就很有可能會與對向左轉的車流或是橫向的車流產生衝突。而當秒數不足時，駕駛者考慮到自己車子的性能與秒數，而不通過該號誌化路口，而決定踩煞車，但後面的跟車駕駛覺得自己車子的性能不錯，一定可以完全地通過該路口，而跟車駕駛決定踩油門，這時候就很有可能發生追撞的事故。紅燈倒數計時器也一樣會有交通安全上的顧慮，當駕駛者發覺紅燈的剩餘秒數變少時，就會耐不住等候而事先起動，如果橫向車流突然有車輛選擇要衝過該路口時，一樣是有可能會發生事故。因此紅燈倒數計時器與綠燈倒數計時器在交通安全上的顧慮其實是一樣的。所以這兩種號誌時相倒數計時器，到底哪一種比較好，哪一種對交通安全上的影響最小，這就是一個值得研究的課題。

本研究將以架設號誌倒數計時器的路口為研究的範圍，目前新竹市設有兩套系統，在新竹市區採用的是紅燈倒數計時器，而在新竹科學園區則是採用綠燈倒數計時器。現今沒有任何一份研究報告顯示哪一種號誌時相倒數計時器比較好，哪一種號誌時相倒數計時器對交通安全的影響最小，所以不只是新竹市，台灣其他縣市也各有自己的系統及規格，完全沒有統一。研究的對象為通過紅燈倒數計時器與綠燈倒數計時器之駕駛者。

## 1.4 研究方法

本研究的研究方法主要分為三個部份，分述如下：

### 1. 文獻評析法

收集國內外號誌倒數計時器相關的資料，與駕駛行為理論等相關文獻，以了解目前國內外對於這方面的研究所運用的研究方法與分析結果供本研究之參考。

### 2. 錄影觀察法

本研究將以架設錄影機的方法來觀察駕駛者的行為，分別於架設紅燈倒數計時器的路口與綠燈倒數計時器的路口設置錄影機進行錄影，然後將錄影的結果觀察駕駛者的行為。經由錄影觀察所收集來的資料加以分類與整理，然後進行變異數的分析。

## 1.5 研究流程

本研究主要分析架設紅燈倒數計時器與綠燈倒數計時器對駕駛者行為之影響，並探討紅燈倒數計時器與綠燈倒數計時器對號誌化路口之交通安全有何影響。本研究主要是於設有號誌倒數計時器之號誌化路口進行錄影觀察，再將觀察收集的資料進行分析，最後提出結論與建議。本研究的流程圖如圖 1-3 所示，其各項內容分述如下：

### 1. 問題分析與界定

本研究就駕駛者於號誌化路口時，一般性的駕駛行為進行整理。然後對設置號誌倒數計時器之號誌化路口的駕駛行為進行假設，以尋求研究的方向。

### 2. 相關文獻回顧

本研究將收集國內外先進國家學術單位與機構對於號誌倒數計時器的研究與調查，以及駕駛者到達號誌化路口時，架設新型交通管理設施對於駕駛者行為之影響等相關資料，進行統整與分析。

### 3. 實驗設計

選擇架設錄影機的地點，與決定所要觀察的項目。

### 4. 錄影觀察與資料整理

本研究將以架設錄影機的方法來觀察駕駛者的行為，分別於架設紅燈倒數計時器的

路口與綠燈倒數計時器的路口設置錄影機進行錄影。然後觀看錄影的結果，將收集來的資料進行分類與整理。

#### 5. 統計分析

將錄影所觀察來的資料，進行變異數分析。

#### 6. 結論與建議

最後將分析的結果，針對紅燈倒數計時器與綠燈倒數計時器於號誌化路口交通安全的方面，進行結論與建議，以提供其他縣市設置號誌時相倒數計時器之參考。



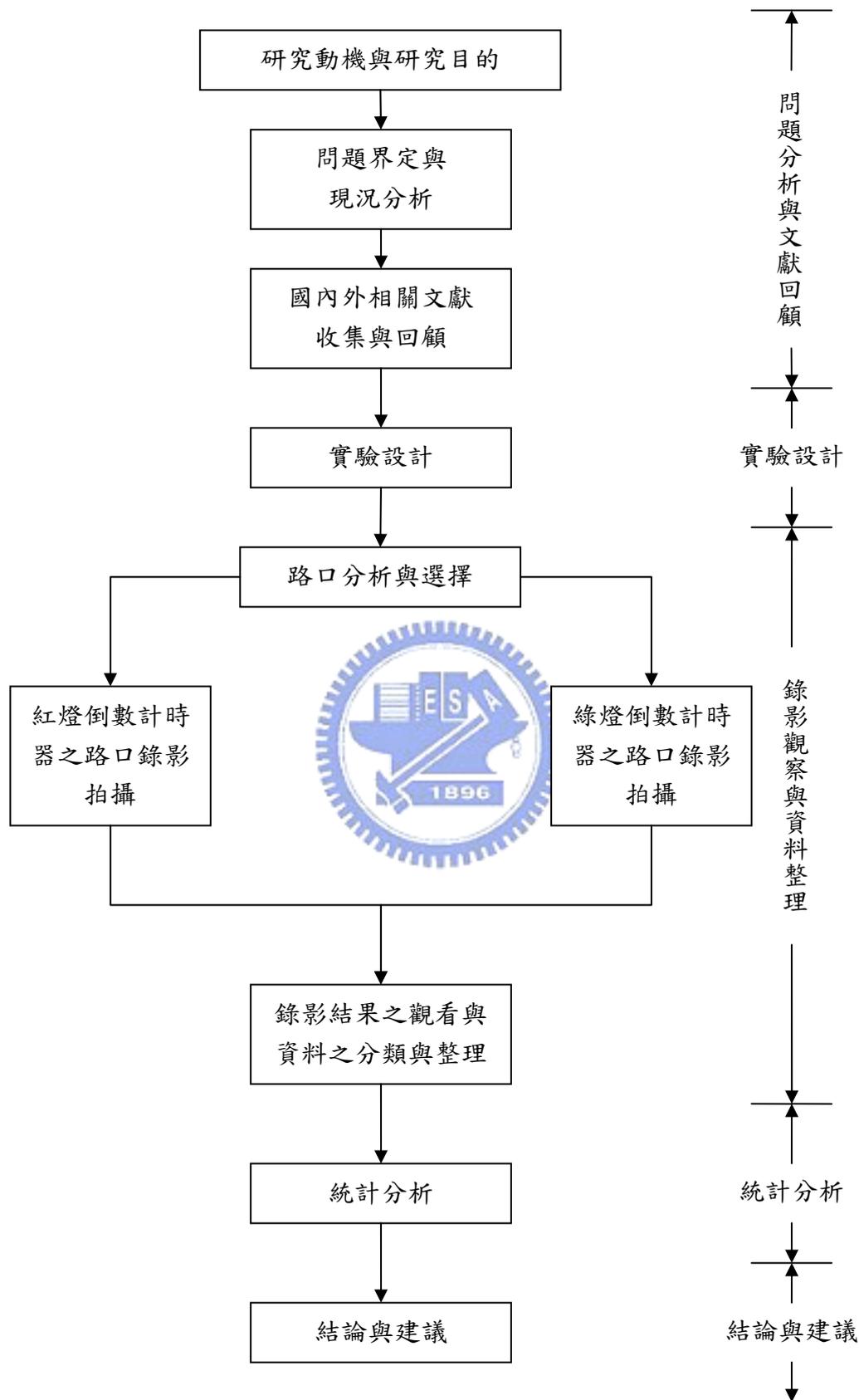


圖 1-3 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

本研究之文獻回顧部份主要分為兩個部份，第一個部份為國內目前對於號誌時相倒數計時器之相關研究；第二個部份為國外研究於號誌化路口設置新型交通設施對於駕駛者之駕駛行為與路口安全之文獻。

### 2.1 國內相關文獻

目前國內號誌化路口所使用的號誌倒數計時器主要分為兩類，一種是行人號誌倒數計時器，另一種則是行車號誌倒數計時器。而行車號誌倒數計時器主要又分為三種，紅燈倒數計時器、綠燈倒數計時器以及紅燈與綠燈都有的倒數計時器。以下就行人號誌倒數計時器與行車號誌倒數計時器分別做文獻回顧。

#### 2.1.1 行人號誌倒數計時器

依據「道路交通標誌標線號誌設置規則」第 207 條中對於行人專用號誌「行走行人」綠色燈號顯示意義之規定如下：

1. 「行走行人」綠色燈號顯示時，表示行人可穿越道路，惟應快速通行。
2. 「行走行人」綠色燈號閃光顯示時，表示警告行人，剩餘之綠燈時間不多，如已進入道路者，應快速通過，或停止於道路中央之交通島上；如尚未進入道路者，禁止跨入[4]。

然而目前多數人卻仍在「行走行人」綠色燈號閃光時強行穿越路口，且國內市區道路在寬度、路型等設計上及行人之步行速度之差異，致使行人在「行走行人」綠色燈號閃光結束時無法通過路口，而與車輛發生衝突。因此，台北市交通管制工程處於民國八十七年委託國內三家廠商分別研發在行人號誌「行走行人」綠色燈號外加上不同的剩餘時間顯示功能，以告知行人剩餘綠燈秒數，供行人作為是否通過路口之參考依據[6]。

國內有部份駕駛者會參考他向之行車管制號誌或其他資訊（如行人閃綠燈號）以便於已向綠燈亮燈之前能提早起動，減少停等延滯之時間。因此裝設行人號誌計時顯示器所顯示的秒數可能提供此等駕駛者起動的參考時點，造成行人通行的干擾與威脅[6]。

沈東石、張靖、巫哲緯等三人以問卷調查行人使用新舊系統之意見反應，該研究實地訪問調查三個地點，共計有效問卷 364 份。其中受訪者性別以女性居多，其比例為 57%；路口使用頻率以很少路過者佔 42%；而每天 2 至 3 次的比例為 28%；受訪者不曾看過此新型倒數計時顯示器高達 91%。受訪者對於行人號誌計時器或行車號誌計時器的注意程度分別為 67%和 27%，而完全不注意的為 6%。

裝設號誌計時顯示器前，行人號誌閃綠，且行人未進入路口時的通行狀況下，受訪者會快速通過的有 56%，正常通過的有 25%，停止的有 19%。而在裝設計時顯示器之後，倒數計時數字閃爍且行人未進入路口的通行狀況下，受訪者會快速通過的有 42%，

正常通過的有 19%，停止的有 39%。也就是說，加裝計時器後，閃綠時選擇停等者由 19%增加至 39%。由此調查結果可知，對於用路人而言，計時顯示器所傳達的資訊比現有的行人號誌完整，對於行人通行的安全較有保障。

計時顯示器與現有行人號誌系統安全性的比較來看，有 84%的受訪者認為計時顯示器比現有的行人號誌安全，而 6%的受訪者認為計時顯示器並沒有比現有的行人號誌安全，另外 10%的受訪者不願意表示意見或是無意見。這個調查顯示出民眾對於新型的行人號誌計時顯示器的裝設有很高的期許。

而計時顯示器的數字顏色方面，以黃色 43%的支持比率最高，其次是綠色 26%以及紅色 21%，其餘的 10%的受訪者不願意表示意見或是無意見。

張生萬指出，架設行人號誌倒數計時顯示器之後會有以下新的問題產生[8]。

### 1. 民眾要求行車號誌也加裝秒數倒數顯示器

目前全世界僅有中國大陸與台灣地區行車號誌加裝秒數倒數顯示器，歐美國家不採用，因其與行人倒數計時器性質、條件不同，在綠燈結束前數秒，因車輛駕駛者判斷停止之標準不一，容易造成追撞事件。

另外日本在行人專用號誌方面，其倒數計時器附掛於現有之行人專用號誌旁，計時之起點為紅燈開始到紅燈結束，大致上可分為讀秒倒數與長條圖示倒數計時（每長條為一固定時間，如 5 秒）兩類。日本的行人紅燈號誌倒數計時顯示系統，其主要目的乃在於提供用路行人等待剩餘的資訊，減少用路人等待的不確定性，降低用路人強行通過路口之衝動與危險，此種方式與國內現行綠燈倒數計時之思考方式不同。

### 2. 不守法駕駛者或行人違規之藉口

歐美先進國家交通事故中駕駛過失佔 70%，國內交通中駕駛過失佔 90%，當國人發生事故後第一個念頭是找對方的駕駛過失，不然就找尋事故發生當時的交通設施是否有缺失，因此常見酒醉駕車發生事故而請求國家賠償。遭酒醉駕車撞倒也請求國家賠償。竟然也有以行人號誌未加裝秒數計時顯示器造成行人被撞情形，而要求檢討改進。

### 3. 交通設施無法建立權威及浪費公帑

路口無號誌、無標誌，則依幹、支道或直行、轉彎車之優先次序停讓，有標誌（或閃光號誌），依標誌確實停讓。由三色號誌管制則依三色指示車輛行人行止，三色號誌之設置依車流量、行人量、肇事率等有一定之設定標準，但國內駕駛者不守法的習慣之一就是普遍認為標誌之「停」、「讓」是僅供參考。而在國外，駕駛者遇到「停」標誌未完全停止，即遭取締之案件則時有所聞。行人對於紅綠燈有極大的依賴感與安全感，再加上台灣都市街廓短，因此造成滿街都是紅綠燈。行人號誌加裝秒數計時器原是針對行人事故多，行人量大，道路寬及老弱婦孺（如國小學童）之需求大的路口而設置，如今卻到處要求普遍設置，浪費公帑。因此，在預算有限的情形下，必須依照路口實際的需

要來評估優先順序，逐步增設。

#### 4.行人過馬路安全不能全靠行人號誌加秒數

因為路口紅燈右轉、綠燈右轉或丁字路口仍會有行人與車輛衝突所產生之無法解決的狀況，因此必須依賴駕駛者禮讓行人，才能確保行人行的安全。因此針對行人量大以及轉向車流量大，嚴重危及行人安全之路口的三十四處，台北市交通管制工程處已採取行人保護時相，也就是當路口行人燈亮綠燈時，則四方的行人燈都亮綠燈，此時四方的行車號誌都亮紅燈，車輛都不可通行，以保護行人安全之行的權利。惟此措施對車流量大之幹道較不適宜採用。

魏健宏、溫哲欽、劉正弘等三人對行人號誌加裝倒數計時顯示器課題之探討－以台南市為例之結論如下[10]：

1. 由於路口特性的不同，以及路口的主要使用族群亦異，部份路口行人號誌的閃光秒數需再做調整。也就是說，閃光秒數應該顧慮到最常使用該路口的族群特性，例如醫院附近多為高齡族群，因此必須以高齡群的行人之需求為主，來作為閃光秒數之設定基準；而各級學校附近則應該以各年齡層學生之需求作為閃光秒數之設定基準。
2. 行人號誌需與行車號誌做相當性的配合，以避免轉彎車輛影響行人之通行安全。
3. 倒數計時器的本意，是在於解除行人對於時相在變換時間上的不確定感。因此，對於路寬較窄、穿越較不費時的道路而言，時相變換在時間上的不確定性對於行人的安全影響就相對的減少。也就是在使用效率上而言，路寬較小的街道可以直接採用傳統的行人號誌，不需要設立倒數計時器之裝置，以減少建置經費。
4. 行人號誌設置位置建議設於道路的兩側。除了具美化街道的效果外，也因為其位置固定，而可以使行人熟悉此裝置的存在，進而養成參考倒數計秒裝置的用路習慣。
5. 若行人交通與車輛交通尖峰時段不同，則可在行人尖峰時段增加行人號誌綠燈時間。以學校附近的路口為例，通常學生上學時間較一般駕駛者上班時間早，因此，應該在上學時間加長通往學校方向的行人號誌綠燈的時間，以便利行人通行，當然也包含腳踏車在內。
6. 路口的寬窄與通過時間及閃光時間不成比例。通常當大路口的行車號誌時相為紅燈，行人號誌時相為綠燈時；則小路口的行車號誌時相變成綠燈時，行人號誌時相就會改為紅燈。如果號誌時相只針對駕駛者之用路需求來設定，那麼小路口的行車流量較大路口車流量小，也縮短了小路口行車號誌時相的綠燈時間，增加大路口車輛通行的時間。也就是說在大路口的行人可能等待紅燈的時

間很長，但是綠燈可通行的時間卻很短。往往行人綠燈不到 10 秒，讀秒已經開始閃光，對於未完全過完大路口的路人而言，可能必須站在分隔島上等待下一個綠燈才能順利過完路口，對於行人來說這是非常危險的。在此提出兩點建議以作參考，一、利用該路口之行人尖峰時段，增加行人綠燈秒數，或是縮短大小路口間之紅燈停等時間的差距；二、考慮使用行車號誌全紅，而行人號誌全綠，讓路人自由通行路口。

### 2.1.2 行車號誌倒數計時器

台南市政府於民國 90 年 6 月起，在台南市區六處的多交岔路口或是號誌時相設置早開、遲閉的地點，裝設附加於紅燈燈號的紅燈倒數計時器，希望藉著提供顯性資訊改善駕駛者不遵守號誌時相所導致的交通事故。由於此等設施屬於新型行車號誌輔助設施，而且是台南市交通局構思完成後首度在台灣都市地區嘗試應用，因此有必要就其正反兩面之優缺點加以評估、比較。該研究選擇若干已設置此新型設施之路口，針對 1. 車輛起動時間，2. 車輛起動延滯，3. 駕駛者闖紅燈比例，從駕駛者行為面評估紅燈行車倒數計時器之效用，並提出紅燈倒計秒器的建議設置地點與適用規範，以作為建制之參考。初步研究結果顯示[9]：

1. 對於通過設置紅燈倒數計時器地點之車流，並未發現車輛在紅燈結束後，綠燈始亮之瞬間，車輛間有彼此競速、衝刺通過路口的現象。
2. 數據分析呈現起動方向之首輛車，其通過路口的起動延滯有較傳統號誌動延滯為久的現象，而對於後續車流，其車間距則有縮短的傾向。圖 2-1 中▲表示機車駕駛者在未亮綠燈之前就開始起動，表示其起動延滯為負值。△表示機車駕駛者在亮了綠燈後才開始起動，所以其起動延滯為正值。所以在架設紅燈倒數計時器之後，機車之起動時間點可能由原來傳統之▲點，移到△的位置。另外研究中亦顯示，每一週期中第一輛機車駕駛者較第一輛汽車駕駛者平均約有 3~4 秒的提早起動反應，因此，可以顯示機車駕駛者比汽車駕駛者更欲急切通過路口。
3. 駕駛者因為路口提供數位資訊之緣故，其注意力較專注於前方號誌。
4. 整體機車流與汽車流之反應類似，但機車流對於紅燈倒數秒數資訊較為敏感，仍有帶動汽車流提早起動之效果。

黃國平及李志華的研究指出，在提供紅燈倒數計時器輔助資訊的路段，機車駕駛者在距離綠燈始亮仍有 5~6 秒時，已有 10%左右的機車駕駛者開始慢慢地出現向路口移動的傾向，如此持續到綠燈始亮的前 2 秒左右，即在紅燈倒數秒數顯示為 2~1 秒間時。由於停等線前緣機車的帶動，會有逾三成以上的機車駕駛者做好了穿越路口的準備。反觀汽車駕駛者行為反應部分，在紅燈倒數秒數為 3 秒以前，僅有平均低於 5%的反應情況，直到紅燈倒數秒數為 2~1 秒時，在機車起動車輛的帶動之下，同樣有逾三成以上的汽車駕駛者已不耐久候而急欲通過路口[9]。

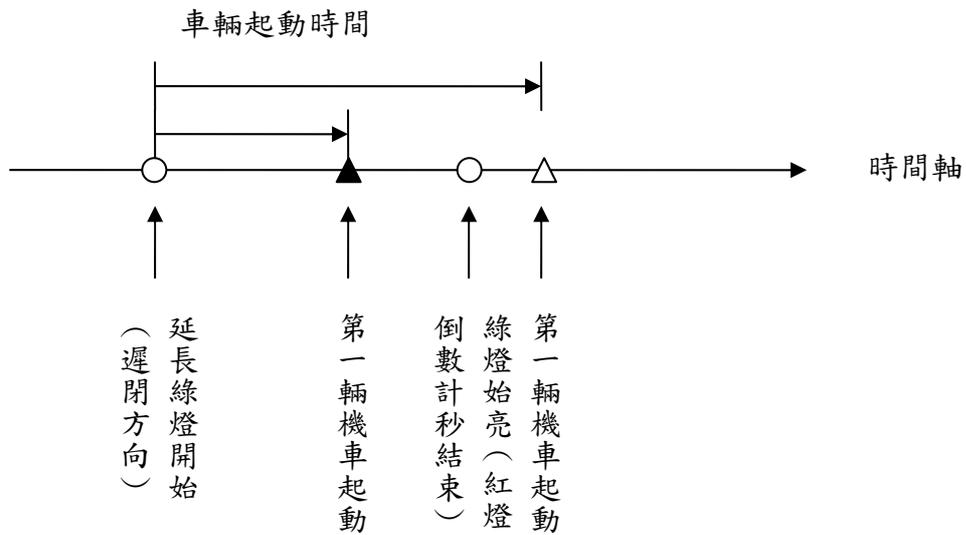


圖 2-1 起動方向之車輛起動時間 (以機車為例)

### 2.1.3 起動延滯

王文麟[2]於交通工程學理論與實用中，對於起動延滯的定義如下，為了等待紅燈而在交叉路口停等的車輛，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叉路口，以正常速率行駛所需要的一段時間，稱為起動延滯。行人穿越交叉路口時，也會有同樣起動延滯的情形，這種起動延滯所需的時間，必須在實際需要的綠燈時段內加足。一般而言，車輛起動延滯，以停等在最前面的第一輛車所需時間為最長，然後逐漸遞減至第六輛車之後，即趨於穩定狀態，每一車輛動所帶來的延誤時間依次為 3.8 秒、3.1 秒、2.7 秒、2.4 秒、2.2 秒、及 2.1 秒，其平均值約為 2.5 秒。但根據後續之研究，此種起動延滯已有逐漸減短的趨勢，如表 2-1 所示。為了方便計算起見，建議採用 2 秒之平均值。行人起步延誤至少應估計為 5-7 秒。

表 2-1 起動延滯的行進間距

年份及國家 第 i 輛車	1944 美國	1954 西德	1959 西德	1960 西德	1961 美國	後四欄的 平均值(秒)
1	3.8	2.8	2.8	3.2	1.5	2.8
2	3.1	2.7	2.6	2.4	2.6	2.6
3	2.7	2.3	2.3	2.2	2.2	2.3
4	2.4	2.2	2.1	2.0	2.1	2.1
5	2.2	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0
6	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9

## 2.2 國外相關文獻

號誌時相倒數計時器在歐美地區並無設置，因此沒有這方面的國外相關文獻，但是歐美地區對於號誌化路口設置闖紅燈照相系統、超速照相系統、駕駛者行為等研究的相關文獻甚為豐富。

Lum 與 Wong 指出，駕駛者於號誌化路口遇到黃燈時，駕駛者就必須決定要過，還是要停。如果車輛距離停止線夠近的話，駕駛者就會選擇通過；如果車輛離停止線太遠時，駕駛者就會選擇煞車。但是每個駕駛者在進退兩難區時，可能就會有不同的選擇。若連續兩台車的駕駛者做了不同的選擇，例如前車駕駛者選擇停止，而後車駕駛者選擇通過，這時候就有可能會發生追撞的事故。另外駕駛者如果做了不適當的決定時，則有可能會造成闖紅燈而發生事故。比如說，太晚決定要衝過該號誌化路口而與橫向的車輛或是對向欲左轉的車輛發生側撞的事故。而該研究中亦指出駕駛者的選擇行為可能會因為交通、狀態、行為等因素而有所不同。這可能包含有：駕駛者的態度、心情上的狀態、紅燈亮起前通過的能力、停或不停的推論、與其他駕駛者的互動、車輛接近路口時的速度、車輛離停止線的距離等等[11]。

Lum 與 Wong 指出，利用實驗組與對照組的方式來做路口的研究時，為了減少差異性，因此所選擇的路口，必須時相、順序皆相同。如此才能使得駕駛者闖紅燈的機率相近。選擇的地點在地理位置上也要相近，最好在同一條道路上，這樣子才會有相近的車流量。在有架設闖紅燈照相系統的路口，遇到紅燈選擇停車的勝算比為沒有架設闖紅燈照相系統之行進方向的 17 倍。而且在平常時段與離峰時段，停車的傾向也變的比較多。於有右轉衝突車流的車道，黃燈時選擇停止的駕駛者為沒有右轉衝突車流車道的 6.5 倍 [12]。

Lum 與 Tan 指出，在黃燈始亮時，駕駛者行為的選擇主要受到駕駛者屬性、情緒、紅燈前通過的能力、停與不停的推論、與其他駕駛者的互動、車速、與停止線的距離等因素影響。當號誌化路口的黃燈故障不亮時，駕駛者會遲疑一下，然後減低車速，此時就會使通過的車輛數會減少。而當情況允許時，駕駛者傾向於利用黃燈不亮時來闖紅燈。因為這個時候闖紅燈的駕駛者會以黃燈不亮作為脫罪的藉口。在號誌正常的情況下，大部份的闖紅燈行為會在紅燈始的前 2 秒內。在黃燈不亮的情況下，駕駛者會選擇停下來的時段為早上與下午的尖峰時段。而且在中間車道或是快車道上的車輛，會停下來的機率則比較低[13]。

## 2.3 小結

根據國外的文獻可得知駕駛者於號誌化路口遇到黃燈時，駕駛者就要決定要通過，還是要停。如果車輛離停止線夠近的話，駕駛者就會選擇快速通過；如果車輛離停止線太遠時，駕駛者就會選擇煞車停止。但是不同的駕駛者在進退兩難區，會因為當時的交通狀況與駕駛者屬性而做出不同的駕駛行為。如果連續兩台車的駕駛者做了不同的選擇，例如前車駕駛者選擇停止，而後車駕駛者選擇通過，這時候就有可能會發生追撞的

事故。架設闖紅燈照相系統就可能會造成這種情形。當駕駛者以很快的速度靠近號誌化路口時，因為突然的看到照像機，而突然的減速，此時跟在後面的車輛就很有可能會因為煞車不及而撞上前車。

所以，如果在路口設置綠燈倒數計時器時，當駕駛者看到秒數不多時，就會依自己車子的性能、車速還有其他駕駛人的車速來判斷是否要通過該路口，當他決定煞車時，而跟車的駕駛者覺得，他還有時間來的及通過該路口，而採取加速的動作，此時前車與後車就有可能會發生追撞的事故。

國內目前對於紅燈倒數計時器的研究指出，起動方向之首輛車在通過路口的起動延滯有比傳統號誌起動延滯為久的現象。對於後續車流，其車間距則有縮短的傾向。此外，由於機車流對於紅燈秒數的資訊較為敏感，因此有帶動汽車流提早起動之效果。



## 第三章 實驗設計與資料搜集

本研究欲採用錄影的方式，於設有紅燈倒數計時器的號誌化路口與設有綠燈倒數計時器的號誌化路口架設錄影設備，進行錄影的工作，然後將收集來的資料進行錄影結果的觀看與資料的收集，最後再將觀看錄影帶所收集來的資料進行駕駛者屬性與駕駛者行為的整理，最後再進行統計的分析與檢定。

### 3.1 實驗目的

本研究將對駕駛者行為進行實地觀察，研究在不同的倒數計時器狀態下，不同的時段下，駕駛行為會有何變化，亦即觀察駕駛者行為是會受環境改變之影響。本研究實驗目的在於利用實驗之安排，以取得研究內容所需要用到的資料，以利後續分析工作之進行。

紅燈倒數計時器主要觀察之時間點為號誌燈號由紅燈轉換為綠燈時，綠燈倒數計時器主要觀察之時間點為號誌燈號由綠燈轉換為黃燈時。本研究將於這兩個時間點進行駕駛行為之觀察與資料收集。

### 3.2 實驗方法與流程

本研究利用 DV 錄影機對所選擇之交叉路口進行錄影的工作，收集所要觀察路口之車流與號誌資訊，並觀察號誌化路口之駕駛者行為。然後再於實驗室中將 DV 錄影帶所收集回來的資料轉換為 VCD 格式，以便於個人電腦中反覆觀看，並從錄影的結果中萃取出所要分析變數的資料，最後再利用統計套裝軟體 Excel 與 SPSS 進行資料的整理與分析。

首先必須要決定所欲收集與進行分析之變數，接著才能進行實驗流程的安排。然後針對所欲收集與分析之變數選擇實驗之路口進行錄影的工作。選定好欲進行錄影之路口，再來就要決定錄影之時段，主要分為尖峰與離峰兩個時段。然後再針對不同的號誌倒數計時器運作狀態，開啟與關閉兩種狀態，分別進行錄影，以觀察在不同的環境下，對駕駛者行為有何影響。整個流程如圖 3-1 所示。

### 3.3 變數之決定

駕駛者行為在架設紅燈倒數計時器與架設綠燈倒數計時器之路口絕對不相同，紅燈倒數計時器會發生的行為是由靜止到加速的行為，而綠燈倒數計時器會發生的行為則是由減速到靜止或是由低速加速到高速的行為。這幾種行為是完全不相同的，所以要分開來討論與研究。

#### 3.3.1 紅燈倒數計時器路口分析之變數

架設紅燈倒數計時器之路口，欲觀察的駕駛者主要行為有：

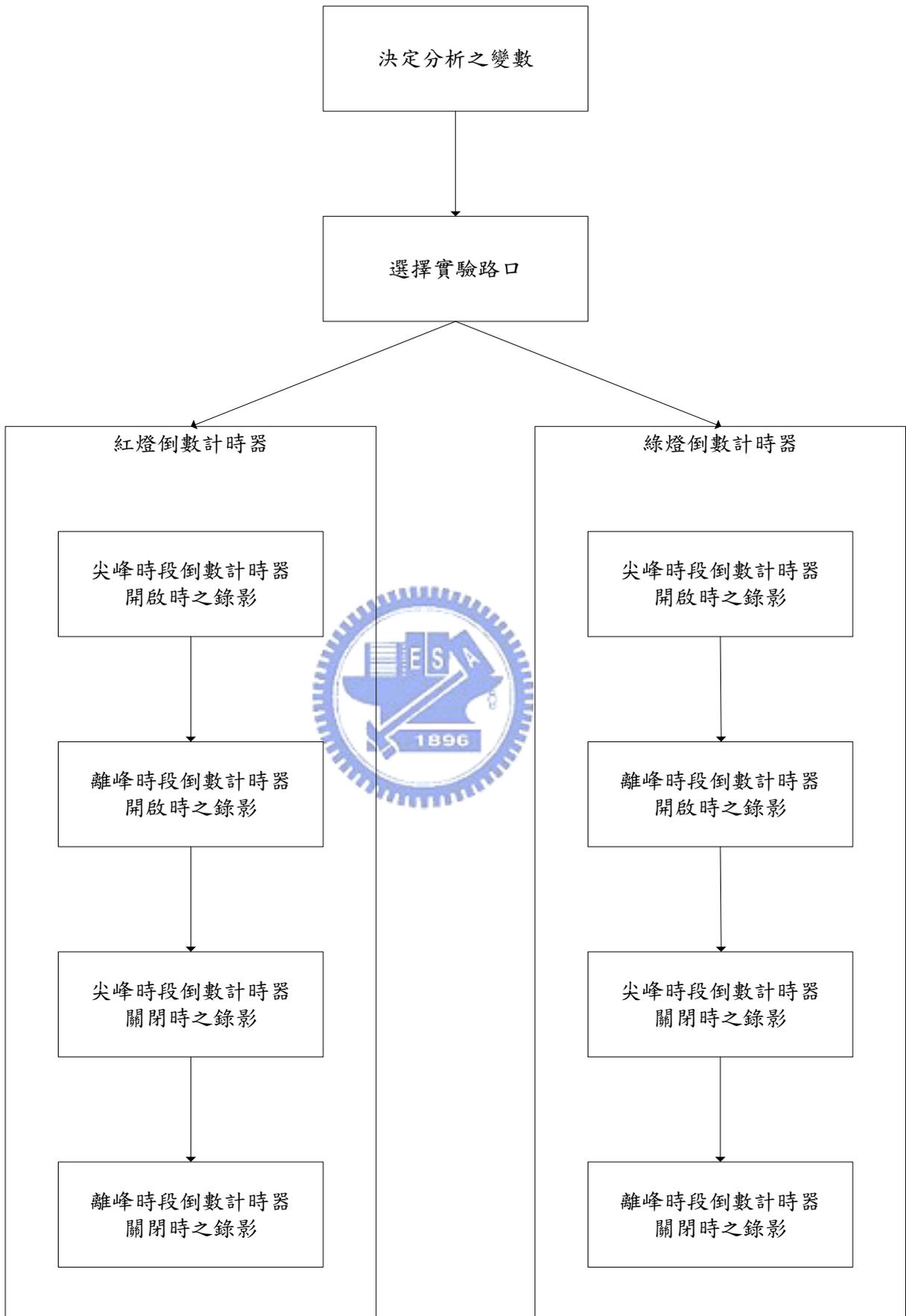


圖 3-1 實驗流程圖

1. 第一輛汽車之起動延滯：圖 3-2 為紅燈倒數計時器路口示意圖，所要觀察之第一輛汽車起動延滯為圖中 A 點的位置。觀察停止線後方之第一輛汽車從見到號誌變換，起動車輛到完全通過停止線所需要的時間。該點並不會有機車在此停等，避免機車的停等而影響到後方汽車的起動延滯，才能準確的收集到第一輛汽車的起動延滯。

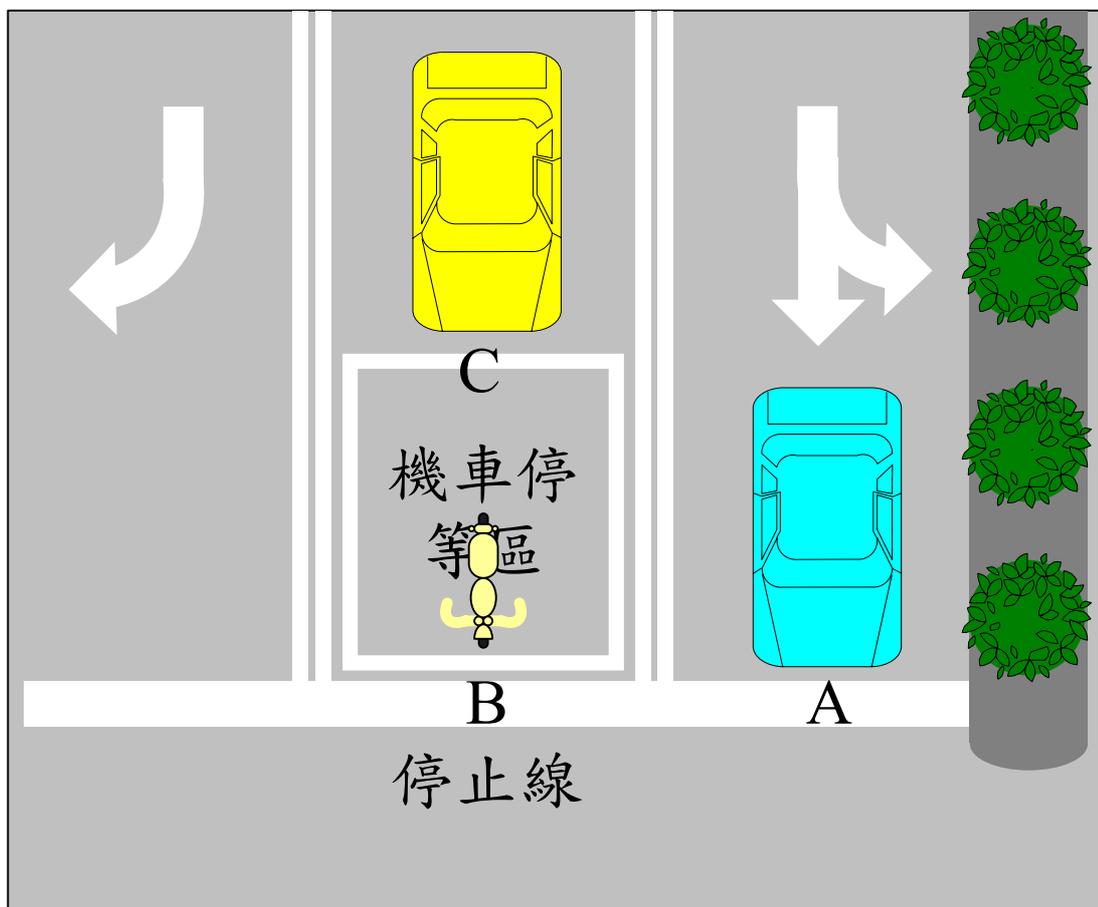


圖 3-2 紅燈倒數計時器路口變數測量點示意圖

2. 第一輛機車之起動延滯：觀察第一輛機車從號誌變換，起動車輛到完全通過停止線（圖 3-2 中的 B 點）所需要的時間。
3. 機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯：觀察機車停等區後方第一輛汽車從號誌變換起動車輛到完全通過機車停等區底線（圖 3-2 中的 C 點）所需要的時間。
4. 提早起動率：停止線後方之第一輛汽車或是停止線後方之第一輛機車於紅燈轉換為綠燈前起動車輛通過路口，即視為提早起動。提早起動之停止線後方第一輛汽車數除以所觀察收集到之所有停止線後方第一輛汽車數即為汽車之提早起動率，同樣的方法亦可得知機車之提早起動率。

### 3.3.2 綠燈倒數計時器路口分析之變數

架設綠燈倒數計時器之路口，欲觀察的駕駛者主要行為有：

1. 綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速：圖 3-3 為綠燈倒數計時器路口示意圖，於綠燈結束前 5 秒，將通過 A、B 兩點的車輛以雷射測速槍進行測速的動作，並將數據以錄音的方式記錄下來。

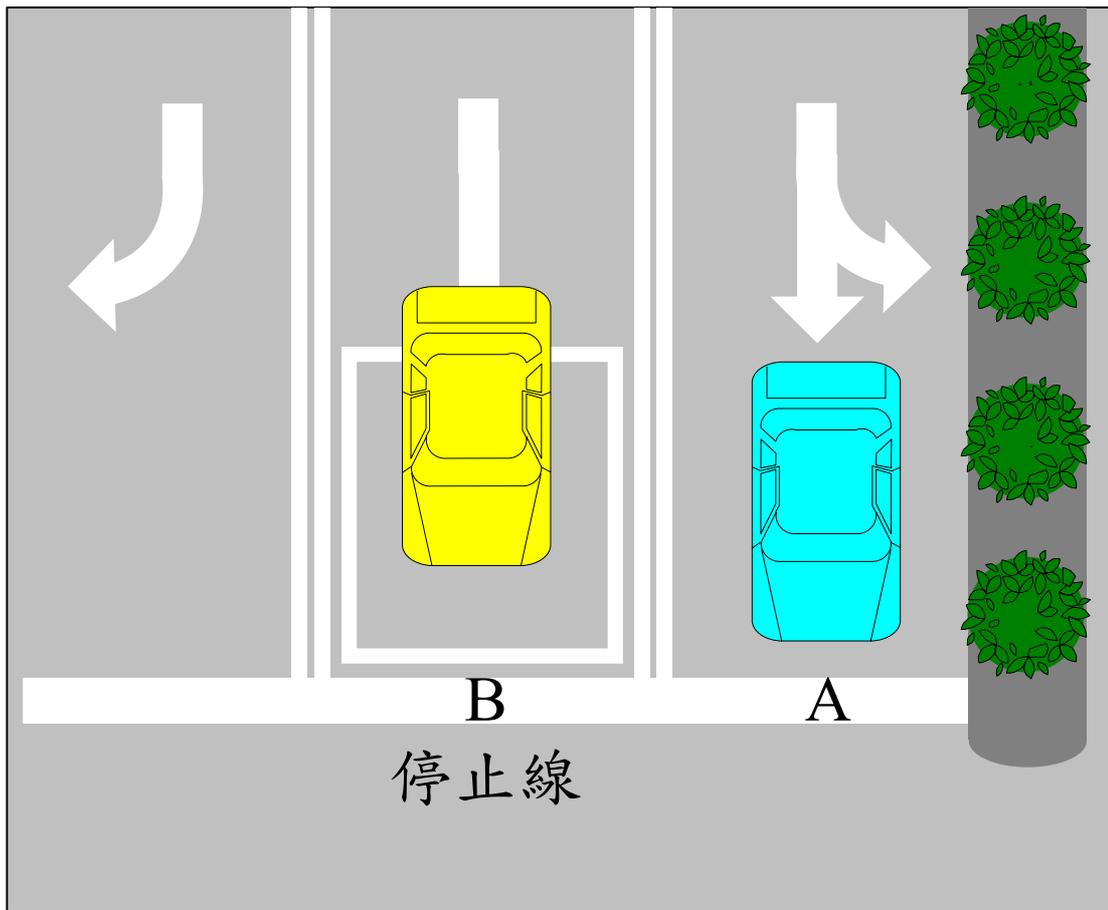


圖 3-3 綠燈倒數計時器路口變數測量點示意圖

2. 黃燈時汽車通過停止線之車速：於黃燈時間，將通過 A、B 兩點的車輛以雷射測速槍進行測速的動作，並將數據以錄音的方式記錄下來。

### 3.4 實驗路口選擇

新竹市區與新竹科學園區目前有 38 個路口架設號誌倒數計時器，新竹市區架設有 26 個紅燈倒數計時器，新竹科學園區架設有 12 個綠燈倒數計時器。主要架設地點為多時相之路口或是多叉路口，所以都是設置在主要的幹道上。目前主要地點在市區部份為經國路與光復路上，在新竹科學園區則為新安路。經國路與光復路上皆為紅燈倒數計時器，在新竹科學園區的新安路上則皆為綠燈倒數計時器。新竹市的光復路與新竹科學園區的新安路，為進出科學園區最主要的道路，所以只有每天上午與晚上的上下班時段為

尖峰時段，車流量非常大。而新竹市的經國路為一號省道，其經過的車流有很多是經過性的車流，所以經國路於上下班的尖峰時段車流量較光復路與新安路小。詳細路口名稱與資料，新竹市區部份如表 3-1，新竹科學園區部份如表 3-2。

本研究將選擇兩個路口來進行研究，一個為架設紅燈倒數計時器之路口；一個為綠燈倒數計時器之路口。為使路口的型態單純化，而且附近的道路設施影響駕駛者行為最小，所以選擇路口的原則如下：

1. 沒有架設闖紅燈照相機之路口：闖紅燈照像機在紅燈時會使得駕駛人比較不敢越線，也比較不敢提早起動。在綠燈快結束時，駕駛人也比較不敢加速衝過路口。
2. 附近沒有公車站牌之路口：當公車停靠於路邊上下乘客時，會影響整個路口車流的續進，進而影響到研究的結果。
3. 沒有設置行人號誌倒數計時器之路口：依照行人號誌倒數計時器之研究結果顯示，機車駕駛人常會參考行人號誌倒數計時器當成其提前起動之依據，所以要將架設有行人號誌倒數計時器之路口排除，以免影響到研究的結果。
4. 沒有路邊停車格或是路邊停車較少之路口：停在路邊的車輛進行停進、駛出時，會影響到整個路口車流的續進，如果有並排停車的情況時，影響的情形將會更為嚴重，因此必需排除路邊有停車格或是停車率高的路口。

為了使資料收集更為便利，因此以錄影機架設方便與錄影機能夠有良好的視野為最優先考量。所以路口之選擇皆以有人行陸橋之路口為優先選擇。因此參照表 3-1 與表 3-2，在新竹市區的部份選擇光復路與東光路交叉口為拍攝路口。在新竹科學園區的部份，選擇新安路與展業二路交叉口為拍攝路口。圖 3-4 為光復路與東光路交叉口之地理位置圖，圖中圈起來的地方即為本研究所觀察之路口。圖 3-5 為新安路與展業二路交叉口之地理位置圖，圖中圈起來的地方即為本研究所觀察之路口。

光復路與東光路交叉口架設的是紅燈倒數計時器，此路口為十字路口，本研究所要觀察的方向為光復路往市區之方向。觀察的方向總共有三個車道，有右轉專用道，並設置有右轉專用號誌。該方向有左轉車流，並無左轉專用時相。

新安路與展業二路交叉口架設的是綠燈倒數計時器，此路口為丁字路口，本研究所要觀察的方向為新安路往市區之方向。觀察的方向總共有三個車道，有右轉專用道，並設置有右轉專用號誌，該方向有左轉車流，並無左轉專用時相。

表 3-3 為光復路與東光路交叉口、新安路與展業二路交叉口之路口特性與幾何型態整理表。

表 3-1 新竹市架設號誌倒數計時器之路口資料表

編號	路口名稱	路口型式	各路口 車道數	有無行人號誌 倒數計時器	觀察方向有無 測速照相機	有無 公車站牌	路邊停車 是否嚴重	是否符合 選擇原則
1	光復路與介壽路口	丁字型路口	光復路 5 車道 介壽路 6 車道	無	無	無	是	不符合
2	光復路與大學路口	多叉路口	光復路 5 車道 大學路 4 車道	無	無	有	是	不符合
3	光復路與東光路口	十字路口	光復路 5 車道 東光路 5 車道 學府路 3 車道	無	無	無	否	符合
4	東大路與北大路口	十字路口	東大路 6 車道 北大路 4 車道	有	無	有	否	不符合
5	東大路與經國路口	十字路口	東大路 8 車道 經國路 5 車道	無	無	無	否	符合
6	中華路與經國路北端路口	丁字型路口	中華路 4 車道 經國路 4 車道	無	無	無	否	符合
7	經國路與牛埔路口	十字路口	經國路 4 車道 牛埔路 3 車道	無	無	無	是	不符合
8	西大路與食品路口	十字路口	西大路 2 車道 食品路 2 車道	無	無	有	是	不符合
9	中華路與中正路口火車站前	十字路口	中華路 4 車道 中正路 2 車道	有	無	有	是	不符合
10	中華路與經國路南端路口	丁字型路口	中華路 5 車道	無	無	無	否	符合

			經國路 6 車道					
11	中華路與元培街口	十字路口	中華路 6 車道 元培街 2 車道	有	無	有	否	不符合
12	武陵路與農改路口	丁字型路口	武陵路 6 車道 農改路 5 車道	有	無	無	是	不符合
13	南大路與食品路口	十字路口	南大路 2 車道 食品路 4 車道	無	無	有	是	不符合
14	埔頂路與慈雲路口	十字路口	埔頂路 2 車道 慈雲路 5 車道	無	無	無	否	符合
15	經國路與自由路口	十字路口	經國路 6 車道 自由路 4 車道	無	無	無	否	符合
16	中華路與東門街口	十字路口	中華路 4 車道 東門街 2 車道	有	無	無	是	不符合
17	中華路與林森路南端路口	多叉路口	中華路 2 車道 林森路 2 車道 振興路 2 車道	無	無	無	是	不符合
18	東大路與武陵路口	十字路口	東大路 5 車道 武陵路 6 車道	無	無	無	否	符合
19	中正路與武陵路口	十字路口	中正路 4 車道 武陵路 5 車道	無	無	無	是	不符合
20	光復路與慈雲路口	十字路口	光復路 6 車道 慈雲路 5 車道	無	無	無	否	符合
21	東光路與忠孝路口	十字路口	東光路 5 車道 忠孝路 4 車道	有	無	無	否	不符合

22	西大路與林森路口	十字路口	西大路 2 車道 林森路 2 車道	有	無	無	是	不符合
23	茄苳景觀大道與牛埔東路口	多叉路口	茄苳景觀大道 10 車道 牛埔路 4 車道	無	無	無	否	符合
24	中山路與牛埔路口	多叉路口	中山路 2 車道 牛埔路 2 車道	無	無	無	是	不符合
25	西濱公路與東大路口	十字路口	東大路 2 車道 西濱公路 5 車道	無	無	無	否	符合
26	東大路三段 180 巷口	丁型路口	東大路 2 車道 東大路 180 巷 口 2 車道	有	無	無	是	不符合

表 3-2 新竹科學園區架設號誌倒數計時器之路口資料表

編號	路口名稱	路口型式	各路口 車道數	有無行人號誌 倒數計時器	觀察方向有無 測速照相機	有無 公車站牌	路邊停車 是否嚴重	是否符合 選擇原則
1	新安路與園區二路口	丁字型路口	新安路 5 車道 園區二路 5 車道	無	無	無	否	符合
2	新安路與展業二路口	丁字型路口	新安路 5 車道 展業二路 2 車道	無	無	無	否	符合
3	新安路與展業一路口	丁字型路口	新安路 5 車道 展業一路 2 車道	無	無	無	否	符合
4	新安路與工業東二路口	十字路口	新安路 5 車道 科技路 2 車道 工業東二路 3 車道	無	無	有	否	不符合
5	園區一路與工業東三路口	丁字型路口	園區一路 7 車道 工業東三路 5 車道	無	無	無	否	符合
6	工業東二路與工業東三路口	丁字型路口	工業東二路 5 車道 工業東三路 2 車道	無	無	無	否	符合
7	工業東三路與園區二路口	丁字型路口	工業東三路 5 車道 園區二路 5 車道	無	無	無	否	符合
8	研發二路與園區二路口	十字路口	研發二路 2 車道	無	無	無	否	符合

			園區二路 5 車道					
9	研發四路與園區二路口	丁字型路口	研發四路 2 車道 園區二路 5 車道	無	無	無	否	符合
10	新安路與交通大學門口	丁字型路口	新安路 4 車道	無	無	無	否	符合
11	園區三路與研新四路口	丁字型路口	園區三路 5 車道 研新四路 2 車道	無	無	無	否	符合
12	園區三路與研新一路口	丁字型路口	園區三路 4 車道 研新一路 2 車道	無	無	無	否	符合





圖 3-4 光復路與東光路交叉口地理位置圖

表 3-3 觀測路口幾何型態與特性整理表

	光復路與東光路口	新安路與展業二路口
倒數計時器型式	紅燈	綠燈
觀察方向	光復路往市區方向	新安路往市區方向
路口型式	十字路口	丁字路口
觀察方向車道數	3	3
右轉專用道	有	有
右轉專用號誌	有	有
左轉車流	有	有
左轉專用號誌	無	無

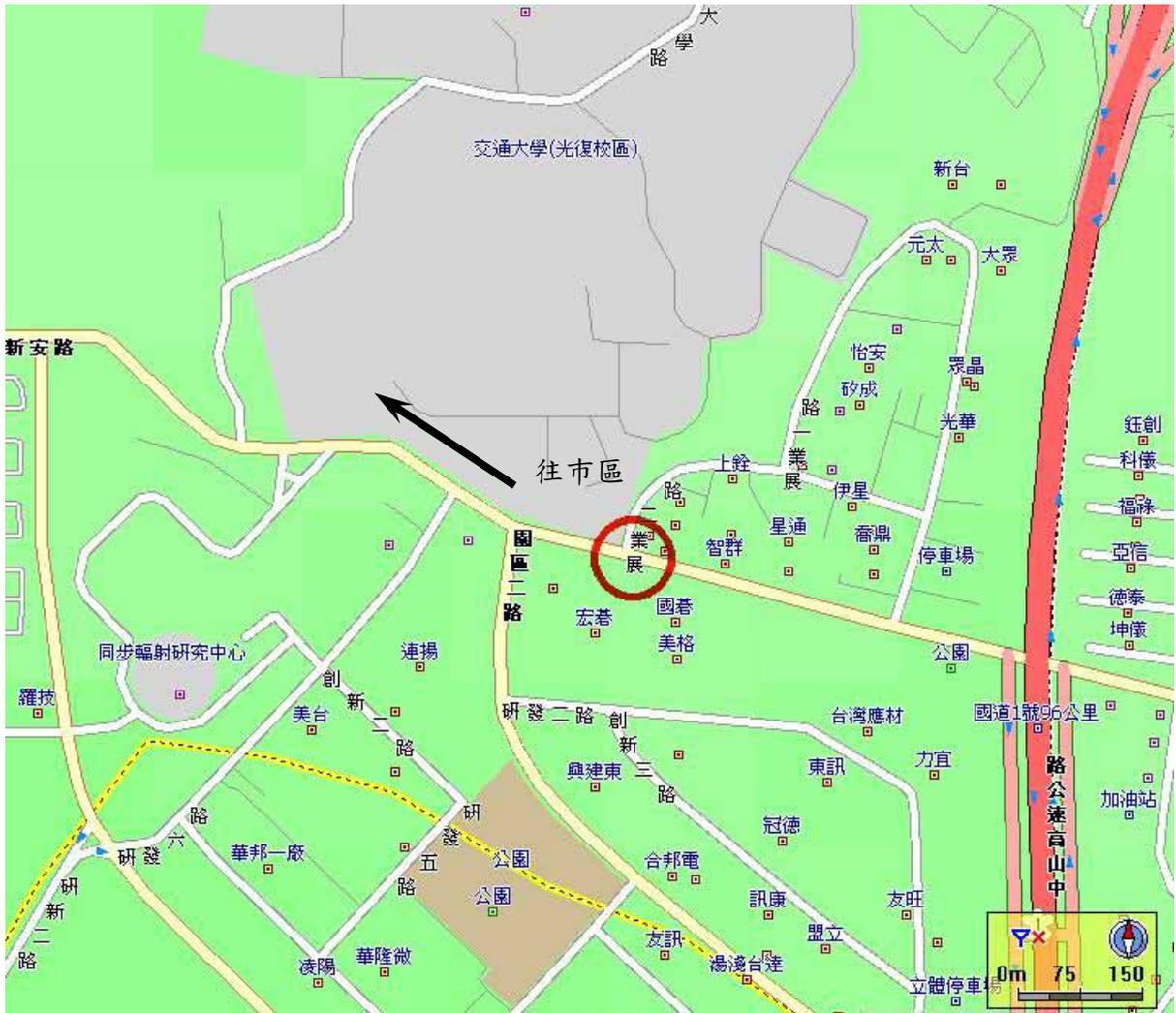


圖 3-5 新安路與展業二路交叉口地理位置圖

### 3.5 觀察時段與倒數計時器運作狀態

本研究錄影的時段擬採尖、離峰兩個時段分別進行拍攝，以分析尖峰時段與離峰時段，駕駛者行為於不同時段上之差異。尖峰時段為上午 8 時到 9 時；離峰時段為下午的 14 時到 15 時。將於這兩種時段進行錄影與資料的收集。

倒數計時器的運作狀態主要分為兩種，開啟與關閉。本研究利用關閉倒數計時器來模擬沒有倒數計時器的狀態。分別於紅燈倒數計時器開啟時，於尖峰時段與離峰時段各錄影一個小時，再於紅燈倒數計時器關閉時，同樣於尖峰時段與離峰時段再錄影一次。在綠燈倒數計時器之路口也進行相同的動作。

因此於民國 93 年 4 月 19 日（星期一），在光復路與東光路交叉口進行紅燈倒數計時器開啟之運作狀態的錄影工作。尖峰時段於上午 8 時到 9 時，離峰時段於下午的 14 時到 15 時，各錄影一個小時。另於民國 93 年 5 月 4 日（星期二），在光復路與東光路交叉口進行紅燈倒數計時器關閉之運作狀態的錄影工作。尖峰時段於於上午 8 時到 9 時，離峰時段於下午的 14 時到 15 時，各錄影一個小時。

於民國 93 年 5 月 14 日（星期五），在新安路與展業二路交叉口進行綠燈倒數計時器關閉之運作狀態的錄影工作。尖峰時段於上午 8 時到 9 時，離峰時段於下午的 14 時到 15 時，各錄影一個小時。於民國 93 年 5 月 18 日（星期二），於新安路與展業二路交叉口進行綠燈倒數計時器開啟之運作狀態的錄影工作。尖峰時段於上午 8 時到 9 時，離峰時段於下午的 14 時到 15 時，各錄影一個小時。兩個路口之錄影時間整理如表 3-4。

表 3-4 錄影時間表

路口名稱	倒數計時器運作型態	日期	星期	錄影時間	天氣
光復路與東光路	開	93.4.19	一	8:00-9:00	晴
				14:00-15:00	晴
	關	93.5.4	二	8:00-9:00	晴
				14:00-15:00	陰
新安路與展業二路	關	93.5.14	五	8:00-9:00	晴
				14:00-15:00	晴
	開	93.5.18	二	8:00-9:00	晴
				14:00-15:00	晴

### 3.6 使用器材

為了能夠精確記錄與方便整理本研究所要分析的資料，因此選擇使用錄影的方式來進行資料的收集。分別於路口之陸橋架設 DV 錄影機以進行錄影的工作，然後將錄影的結果透過個人電腦將錄影帶的資料轉錄為 VCD，運用個人電腦之影音撥放工具進行本研究所需資料之萃取。而車速的部份則是利用雷射測速槍來蒐集資料。因此本研究實驗時所使用的器材說明如下：

1. DV 錄影機：使用的 DV 錄影機型號為，SONY DCR PC-120。主要的功用為路口之錄影。
2. 三角架：三角架主要的功用為固定 DV 錄影機於陸橋上，使錄影機不會晃動，才能精確的收集資料。
3. 雷射測速槍：雷射測速槍主要的功用為收集通過停止線時車輛之速度。本研究所使用之雷射測速槍型號為，MARKSMAN LTI 20-20。照片如圖 3-6。

### 3.7 錄影與測速

光復路與東光路交叉口架設的是紅燈倒數計時器，此路口為十字路口，路口之幾何型態如圖 3-7 所示。錄影機架設於人行陸橋上進行錄影觀察，架設地點如圖 3-7 中圓圈部份，圖 3-8 為光復路與東光路交叉口錄影機架設之地點現場圖，圖中圓圈的地方即為錄影機架設處。錄影機拍攝之內容為圖 3-7 中方框所圍起來的地方，錄影之畫面範圍

內容如圖 3-9 所示。



圖 3-6 MARKSMAN LTI 20-20 雷射測速槍

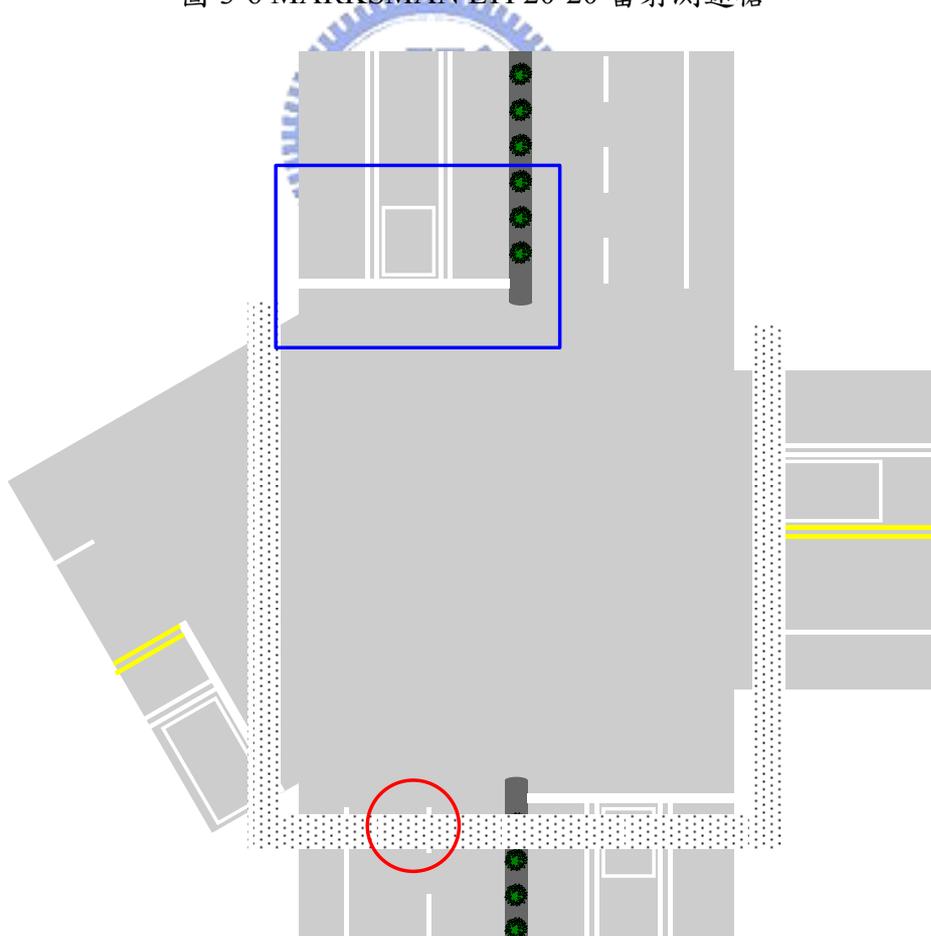


圖 3-7 光復路與東光路交叉口幾何型態



圖 3-8 光復路與東光路交叉口錄影機架設之地點



圖 3-9 光復路與東光路交叉口錄影機拍攝之畫面內容

新安路與展業二路交叉口架設的是綠燈倒數計時器，此路口為丁字路口。錄影機架設於路邊制高點進行錄影觀察，路口之幾何型態如圖 3-10 所示。雷射測速槍架設地點如圖 3-10 中圓圈部份，圖 3-11 為新安路與展業二路交叉口雷射測速槍架設之地點現場圖，圖中圓圈圈起來的地方即為雷射測速槍架設的地方。測速點為圖 3-10 中方框所圍起來的地方，路口拍攝之內容如圖 3-12 所示。

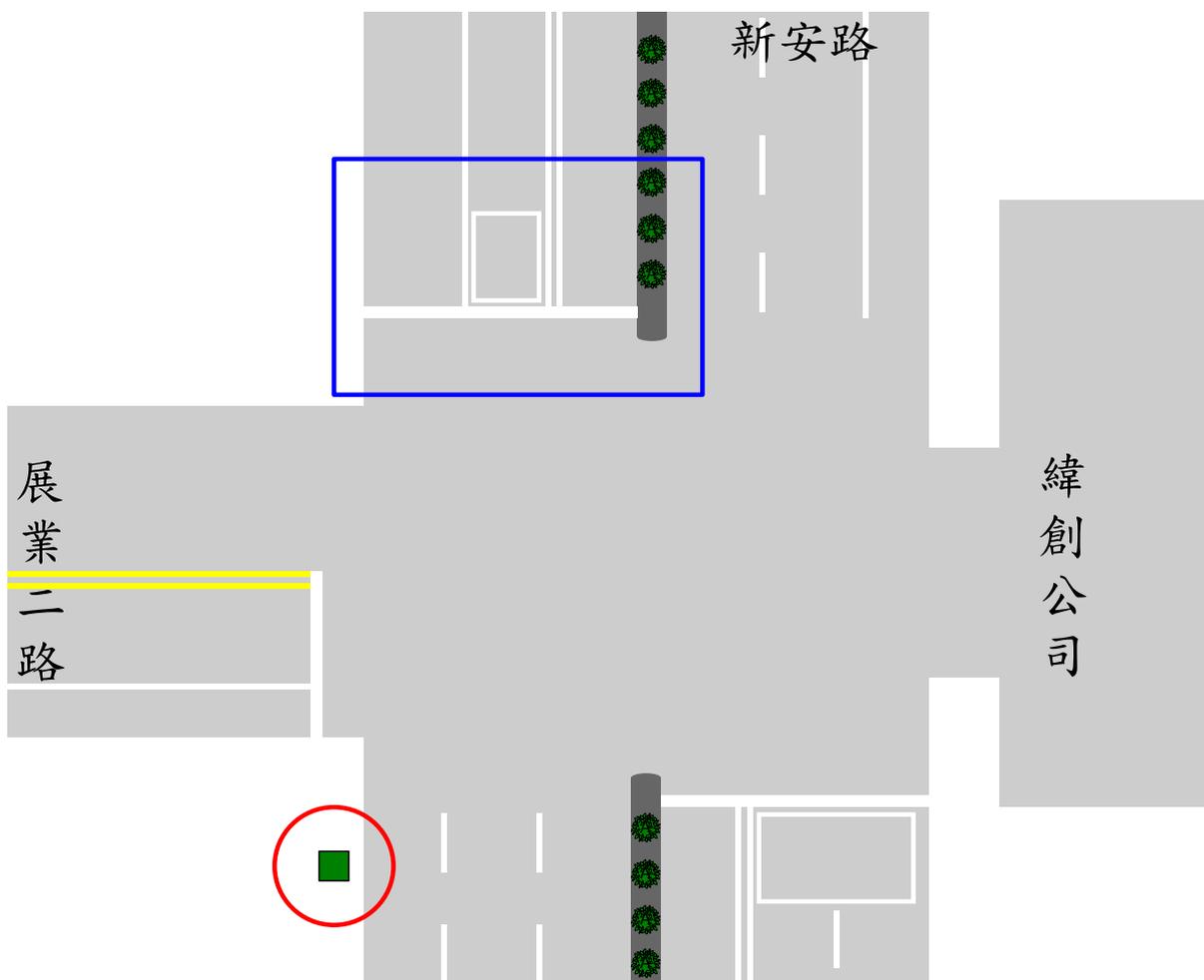


圖 3-10 新安路與展業二路交叉口幾何型態

### 3.8 資料記錄

資料記錄時所使用到的器材如下，然後利用 Excel 將錄影收視後之資料整理出來。

1. 個人電腦：個人電腦主要的功用是將 DV 錄影機所錄影回來的錄影帶轉錄到硬碟中。本研究利用 IEEE1394 介面將 DV 影帶中的資料傳輸到個人電腦的硬碟中，然後利用轉檔軟體將檔案轉換為 VCD 的格式，以減少儲存空間，方便資料之備份。個人電腦第二個重要功用為，撥放轉檔後之 VCD。利用撥放軟體將錄影之結果撥放出來，運用撥放軟體之撥放、快進、暫停、倒轉等功能，進行資料之萃取。



圖 3-11 新安路與展業二路交叉口雷射測速槍架設之地點



圖 3-12 新安路與展業二路交叉口錄影機拍攝畫面內容

- 碼錶：碼錶是用來量測車輛起動時間。於紅燈倒數計時器之路口，用來量測第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種資料。
- 計數器：計數器是用來量測車流量。於紅燈倒數計時器與綠燈倒數計時器之路口記錄直行、右轉、左轉之汽車與機車的車流量。

錄影機觀測錄影後，所要記錄的資料在紅燈倒數計時器路口的部份為第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種資料。在綠燈倒數計時器路口的部份為綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速等兩種資料。其記錄方式詳細分述如下：

- 第一輛汽車之起動延滯：起動延滯的定義如下，紅燈時在交叉路口停等的車輛，等綠燈再次始亮時，從看到綠燈後到驅車通過停止線進入交叉路口，並以正常速率行駛所需要的一段時間，稱為起動延滯。因此本研究中對於第一輛汽車之起動延滯的量測方式是利用碼錶，當錄影帶的號誌由紅燈轉換為綠燈時，馬上按下碼錶的『開始』。當車尾通過停止線時，立即按下碼錶的『停止』。然後將碼錶上的數值記錄下來，即為第一輛汽車之起動延滯。如圖 3-13，當紅燈轉換為綠燈時，馬上按下碼錶的『開始』，當車子由原停等的 A 點移動到車尾通過停止線的 A' 點時，立即按下碼錶的『停止』。

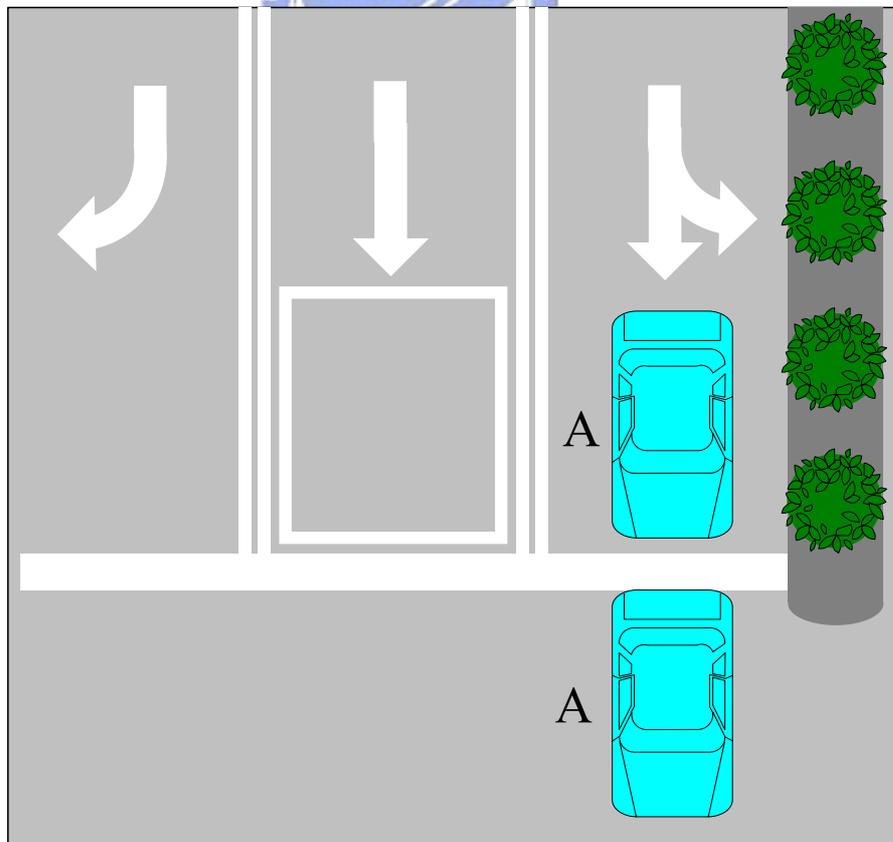


圖 3-13 第一輛汽車之起動延滯量測示意圖

2. 第一輛機車之起動延滯：類似於第一輛汽車之起動延滯，當錄影帶的號誌由紅燈轉換為綠燈時，馬上按下碼錶的『開始』。當機車尾通過停止線時，立即按下碼錶的『停止』。然後將碼錶上的數值記錄下來，即為第一輛機車之起動延滯。如圖 3-14，當紅燈轉換為綠燈時，馬上按下碼錶的『開始』，當機車車尾移動到 B' 點時，立即按下碼錶的『停止』。

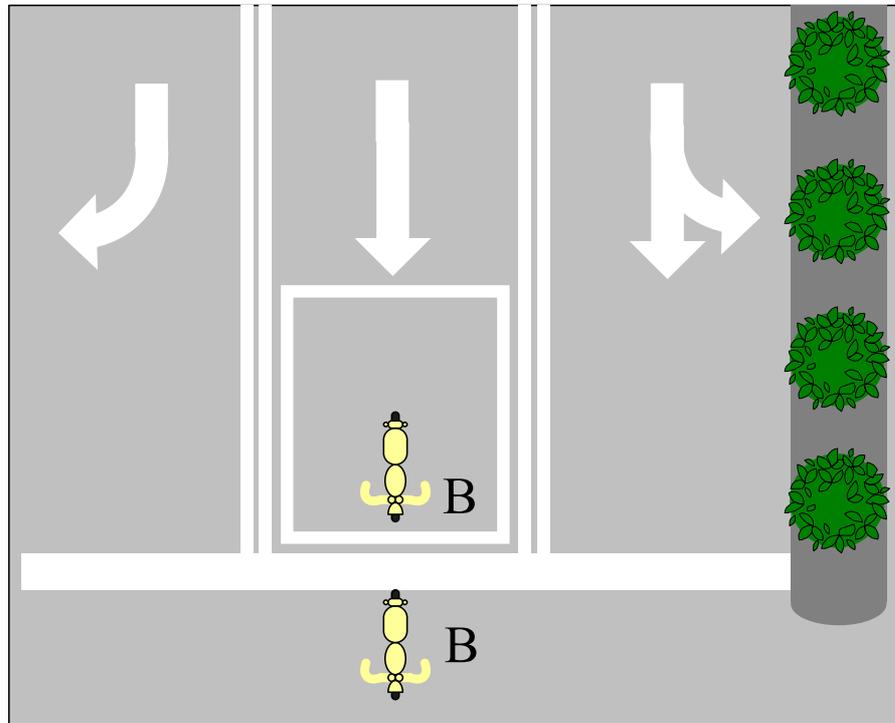


圖 3-14 第一輛機車之起動延滯量測示意圖

3. 機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯：機車停等區後方第一輛汽車之停等線為機車停等區之底線，當錄影帶的號誌由紅燈轉換為綠燈時，馬上按下碼錶的『開始』。當車尾通過機車停等區之底線時，立即按下碼錶的『停止』。然後將碼錶上的數值記錄下來，即為機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯。如圖 3-15，當紅燈轉換為綠燈時，馬上按下碼錶的『開始』，當汽車車尾移動到 C' 點時，立即按下碼錶的『停止』。
4. 綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速：利用雷射測速槍量測綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速，而記錄方式則是利用 DV 錄影機的錄音功能，將雷射測速槍之測速結果以口語的方式錄到 DV 錄影帶中，再利用個人電腦的影音撥放軟體透過喇叭撥放出來，最後再記錄到 Excel 表格中。記錄到 Excel 的速度，要透過轉換公式轉換之後才能得到真正的車速，因為在使用雷射測速槍時，觀察人員是站在路邊進行測速的動作，不可能直接站在車輛前面測速，所以測速的方向跟車輛的行進方向會有一個夾角  $\theta$  (參考圖 3-16)。所以雷射測速槍所量到的數值實際上是真正車輛速度的分量，真實速度的轉換公式如下：

機車  
等區

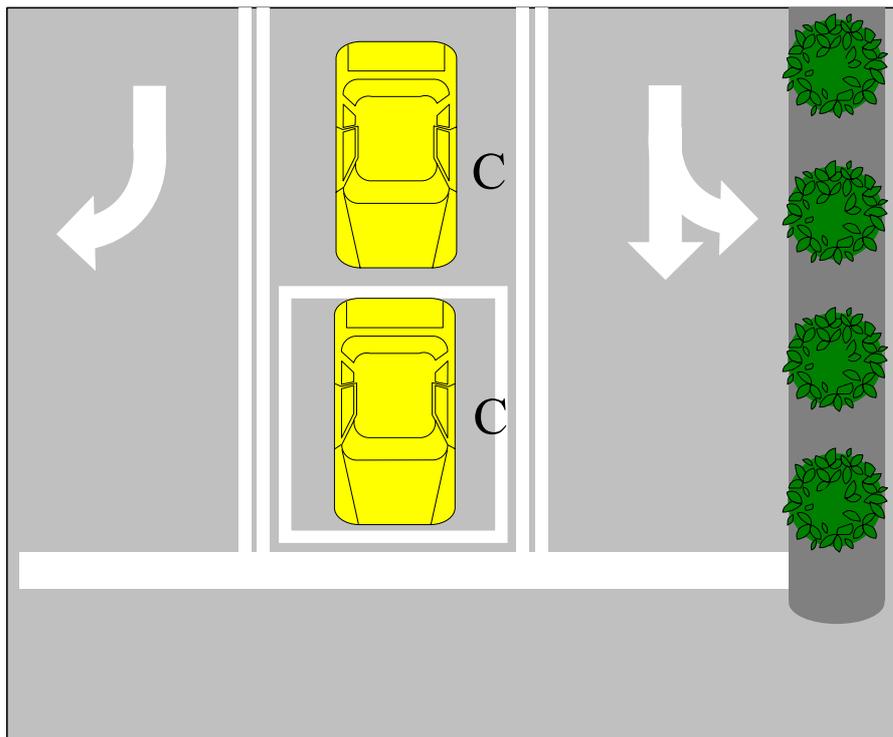
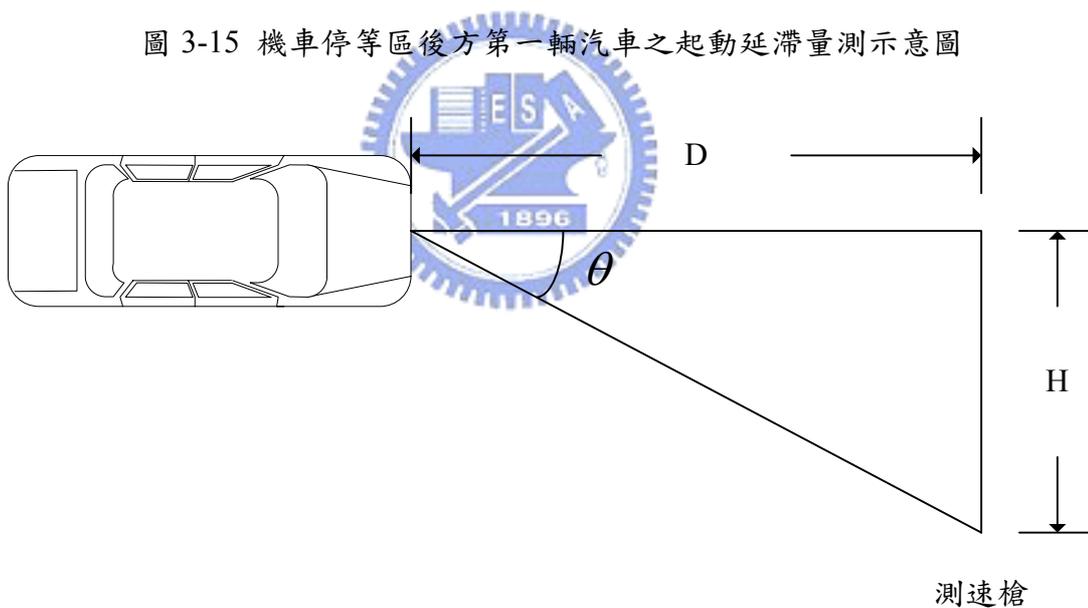


圖 3-15 機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯量測示意圖



機車  
等區

停止

圖 3-16 速度校正圖

$$V = \frac{v}{\cos \theta} = \frac{v}{\cos \left( \tan^{-1} \frac{H}{D} \right)}$$

V：真實速度

v：雷射測速槍所量測之速度

θ：觀察人員與車輛行進動線所夾之角度

H：觀察人員與車輛行進動線之橫向距離

D：觀察人員與車輛之縱向距離

5. 黃燈時汽車通過停止線之車速：相同於量測與記錄綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速之方法。

### 3.9 分析流程

本研究之分析流程圖如圖 3-17 所示。第一步先建立出本研究之研究假設；第二步將錄影帶收視記錄所要收集的數據做整理；第三步將收集的數據資料中捨棄離群值，離群值為平均數加減三倍的標準差；第四步分別就紅燈倒數計時器與綠燈倒數計時器的開啟與關閉狀態以及紅燈倒數計時器與綠燈倒數計時器的尖離峰時段之數據資料來做變異數分析；第五步將變異數分析之結果做討論。

### 3.10 研究假設

紅燈倒數計時器之路口觀察的數據為第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯；綠燈倒數計時器之路口觀察的數據為綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速。觀察的時段分別為尖峰時段與離峰時段，倒數計時器的狀態分別為開啟與關閉兩種狀態。因此建立出以下之研究假設。

#### 3.10.1 紅燈倒數計時器之研究假設

H1：尖峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。

倒數計時器可以提供汽車駕駛人時間的資訊，因此在紅燈倒數計時器之路口，汽車駕駛人可以知道到底還要等多多少秒，當紅燈倒數計時器關掉時，駕駛人就不知道他到底還要等多多少秒才能起動，所以假設在紅燈倒數計時器開啟時第一輛汽車的起動延滯會比紅燈倒數計時器關閉時來的低。

H2：尖峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對第一輛機車之起動延滯有顯著性之影響。

相等於第一個假設，機車駕駛人也跟汽車駕駛人一樣，可以從紅燈倒數計時器得到同樣的資訊，所以做出一樣的假設，紅燈倒數計時器開啟時第一輛機車的起動延滯會比紅燈倒數計時器關閉時來的低。

H3：尖峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。

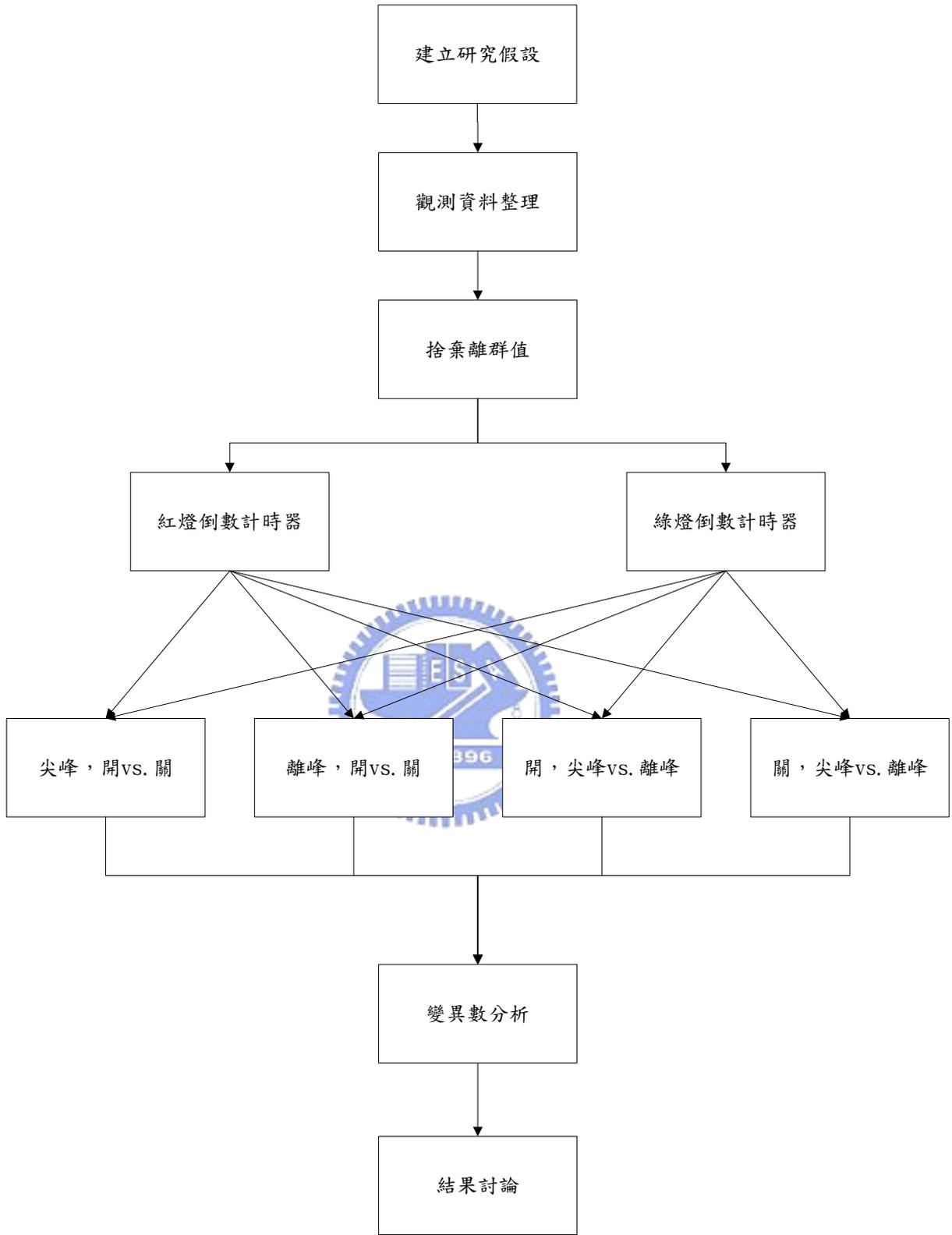


圖 3-17 分析流程圖

相等於第一個假設，機車停等區後方第一輛汽車的駕駛人一樣可以從紅燈倒數計時器得到同樣的資訊，所以做出一樣的假設，紅燈倒數計時器開啟時機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯會比紅燈倒數計時器關閉時來的低。

H4：離峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。

離峰時段跟尖峰時段的假設相同，第一輛汽車的駕駛人，一樣可以從紅燈倒數計時器得知停等時間的資訊，所以也做出一樣的假設，在紅燈倒數計時器開啟時第一輛汽車的起動延滯會比紅燈倒數計時器關閉時來的低。

H5：離峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對第一輛機車之起動延滯有顯著性之影響。

離峰時段跟尖峰時段的假設相同，第一輛機車的駕駛人，一樣可以從紅燈倒數計時器得知停等時間的資訊，所以也做出一樣的假設，在紅燈倒數計時器開啟時第一輛機車的起動延滯會比紅燈倒數計時器關閉時來的低。

H6：離峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。

離峰時段跟尖峰時段的假設相同，機車停等區後方第一輛汽車的駕駛人，一樣可以從紅燈倒數計時器得知停等時間的資訊，所以也做出一樣的假設，在紅燈倒數計時器開啟時機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯會比紅燈倒數計時器關閉時來的低。

H7：紅燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段對第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。

在紅燈倒數計時器開啟時，不管尖峰時段或是離峰時段對第一輛汽車的駕駛人都可以提供停等時間的資訊，但是在尖峰時段由於整個路口的車流量較大，橫向車流常常無法在黃燈結束前疏散車流，往往在綠燈啟亮時還有橫向車流的車輛還沒完全通過路口，所以對於第一輛汽車之起動延滯一定會有影響。因此假設尖峰時段第一輛汽車之起動延滯會高於離峰時段第一輛汽車之起動延滯。

H8：紅燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段對第一輛機車之起動延滯有顯著性之影響。

相同於 H7 的假設，在尖峰時段橫向車流的干擾比較嚴重所以假設尖峰時段第一輛機車之起動延滯會高於離峰時段第一輛機車之起動延滯。

H9：紅燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段對機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。

相同於 H7 的假設，在尖峰時段橫向車流的干擾比較嚴重所以假設尖峰時段機車停

等區後方第一輛汽車之起動延滯會高於離峰時段機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯。

H10：紅燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段對第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。

由於紅燈倒數計時器關閉，第一輛汽車的駕駛人無法獲得停等的時間資訊，但在尖峰時段橫向車流的干擾比較嚴重，因此假設尖峰時段的第一輛汽車之起動延滯比離峰時段的第一輛汽車之起動延滯高。

H11：紅燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段對第一輛機車之起動延滯有顯著性之影響。

相同於 H10 的假設，第一輛機車之駕駛人無法獲得停等的時間資訊，但在尖峰時段橫向車流的干擾比較嚴重，因此假設尖峰時段的第一輛機車之起動延滯比離峰時段的第一輛機車之起動延滯高。

H12：紅燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段對機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。

相同於 H10 的假設，機車停等區後方第一輛汽車之駕駛人無法獲得停等的時間資訊，但在尖峰時段橫向車流的干擾比較嚴重，因此假設尖峰時段的停等區後方第一輛汽車之起動延滯比離峰時段的停等區後方第一輛汽車之起動延滯高。

### 3.10.2 綠燈倒數計時器之研究假設

H13：尖峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉對綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。

綠燈倒數計時器提供的資訊為，駕駛人還剩多少秒可以通過該路口，因此假設駕駛人在剩餘的時間越少的情況下，他會提高車輛的速度，以迅速通過該路口。所以假設綠燈倒數計時器開啟時，綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速會高於綠燈倒數計時器關閉時。

H14：尖峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉對黃燈時汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。

綠燈倒數計時器提供的資訊為，駕駛人還剩多少秒可以通過該路口，因此假設駕駛人在剩餘的時間越少的情況下，他會提高車輛的速度，以迅速通過該路口。但黃燈時間通過路口並不算是闖紅燈的行為，在駕駛人看到綠燈只剩 1 秒或是已經轉換為黃燈時，他勢必要以更快的速度才能通過該路口。所以假設綠燈倒數計時器開啟時，黃燈時汽車通過停止線之車速會高於綠燈倒數計時器關閉時。

H15：離峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉對綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車

速有顯著性之影響。

相同於 H13 的假設駕駛人知道還剩多少秒可以通過該路口，因此假設駕駛人在剩餘的時間越少的情況下，他會提高車輛的速度，以迅速通過該路口。所以假設綠燈倒數計時器開啟時，綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速會高於綠燈倒數計時器關閉時。

H16：離峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉對黃燈時汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。

相同於 H14 的假設，在駕駛人看到綠燈只剩 1 秒或是已經轉換為黃燈時，他勢必要以更快的速度才能通過該路口。所以假設綠燈倒數計時器開啟時，黃燈時汽車通過停止線之車速會高於綠燈倒數計時器關閉時。

H17：綠燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段對綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。

尖峰時段由於車流量比較高，並不是每個週期，在綠燈快結束時，每輛車都有機會加速通過路口，因為尖峰時段綠燈結束時車流往往都還沒消散掉。所以假設在離峰時段的綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速會高於尖峰時段的綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速。

H18：綠燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段對黃燈時汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。

相同於 H17 的假設，並不是每個週期，在綠燈快結束時，每輛車都有機會加速通過路口，所以假設在離峰時段的黃燈時汽車通過停止線之車速會高於尖峰時段的黃燈時汽車通過停止線之車速。

H19：綠燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段對綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。

在綠燈倒數計時器關閉的情況下，汽車駕駛人並無法得知綠燈的剩餘時間，但是在尖峰時段車流量比離峰時段之車流量高，所以在綠燈快結束時加速通過路口的機會較低。因此假設在尖峰時段綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速低於離峰時段綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速。

H20：綠燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段對黃燈時汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。

相同於 H19 的假設，汽車駕駛人並無法得知綠燈的剩餘時間，但是在尖峰時段車流量比離峰時段之車流量高，所以在綠燈快結束時加速通過路口的機會不高。因此假設在尖峰時段黃燈時汽車通過停止線之車速低於離峰時段黃燈時汽車通過停止線之車速。

### 3.11 分析方法

將錄影帶收視所得之資料，首先利用 Excel 整理出錄影帶收視後所得到的數據，再利用 SPSS 統計軟體進行 ANOVA 變異數分析，於紅燈倒數計時器之路口探討第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種變數於不同時段與不同的倒數計時器運作狀態下之顯著性；於綠燈倒數計時器之路口探討綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速等兩種變數於不同時段與不同的倒數計時器運作狀態下之顯著性。



## 第四章 結果分析

本研究主要收集的資料為紅燈倒數計時路口之第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區停等之機車數、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等四種資料；綠燈倒數計時路口之綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速等兩種資料。資料收集之時段分為尖峰與離峰兩個時段，尖峰時段為上午 8 時到 9 時；離峰時段為下午 14 時到 15 時，號誌倒數計時器之運作狀態分別為開啟與關閉，資料觀察之路口為光復路與東光路交叉口、新安路與展業二路交叉口。兩個研究路口觀察方向之汽機車流量統計表如表 4-1。觀察之兩個路口，在尖峰時段車流的組成主要為機車，在離峰時段主要為汽車。

表 4-1 觀察研究路口之汽機車流量表

		左轉車流 (PCU/hr)	直行車流 (PCU/hr)	右轉車流 (PCU/hr)	合計 (PCU/hr)
紅 燈 倒 數 計 時 器	尖峰，開	74.8	1162.5	311.3	1548.6
	尖峰，關	44.7	1247.3	366.8	1658.8
	離峰，開	80.9	788.8	224.8	1094.5
	離峰，關	61.4	813.7	229.1	1104.2
綠 燈 倒 數 計 時 器	尖峰，開	53.6	905.1	17.4	976.1
	尖峰，關	50.1	771.3	21.2	842.6
	離峰，開	38.2	631.1	12.8	682.1
	離峰，關	43.6	550.3	24.1	618

### 4.1 紅燈倒數計時器之駕駛行為分析

本研究所調查之紅燈倒數計時器路口為光復路與東光路交叉口，所要分析比較的情況主要分為四種：尖峰時段，紅燈倒數計時器開啟與關閉時；離峰時段，紅燈倒數計時器開啟與關閉時；紅燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段；紅燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段。以下分別就這四種情況做變異數分析之結果討論。

#### 4.1.1 尖峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉

尖峰時段紅燈倒數計時器開啟時第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種變數的樣本數、平均數、標準差之整理表如表 4-2 所示。錄影時間總共為一個小時，紅燈倒數計時器之路口為光復路與東光路交

又口，該路口於尖峰時段號誌之週期為 3 分鐘。DV 錄影帶可錄影時間為 62 分鐘，因此由錄影觀察所收集到的週期數總共為 21 個週期，所以收集到的第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種變數的樣本數各有 21 個。第一輛汽車之起動延滯平均數為 3.38 秒，標準差為 0.53；第一輛機車之起動延滯平均數為 1.66 秒，標準差為 0.65；機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯平均數為 5.69 秒，標準差為 0.84。

表 4-2 尖峰時段紅燈倒數計時器開啟時各變數之樣本數與摘要統計表

指標 摘要統計	第一輛汽車 起動延滯 (秒)	第一輛機車 起動延滯 (秒)	停等區後方第一輛 汽車起動延滯 (秒)
樣本數	21	21	21
平均數	3.38	1.66	5.69
標準差	0.53	0.65	0.84

尖峰時段紅燈倒數計時器關閉時第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種變數的樣本數、平均數、標準差之整理表如表 4-3 所示。由錄影觀察所收集到的週期數總共為 21 個週期，所以收集到的第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種變數的樣本數各有 21 個。

表 4-3 尖峰時段紅燈倒數計時器關閉時各變數之樣本數與摘要統計表

指標 摘要統計	第一輛汽車 起動延滯 (秒)	第一輛機車 起動延滯 (秒)	停等區後方第一輛 汽車起動延滯 (秒)
樣本數	21	21	21
平均數	4.34	1.76	5.97
標準差	1.18	0.51	1.25

本研究利用 SPSS 統計軟體進行 ANOVA 變異數分析，表 4-4 為執行 SPSS 所產生出來的尖峰時段紅燈倒數計時器在開啟與關閉情況下第一輛汽車起動延滯之變異數分析結果。其結果顯示， $P=0.002 < 0.01$ ，呈非常顯著反應，符合研究假設之 H1，尖峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。於尖峰時段，紅燈倒數計時器開啟的狀態下，第一輛汽車之起動延滯平均為 3.38 秒；紅燈倒數計時器在關閉的狀態下，第一輛汽車之起動延滯平均為 4.34 秒。第一輛汽車之起動延滯在紅燈倒數計時器開啟時明顯的比關閉時來的短，也就是說在沒有紅燈倒數計時器的情況下，停等線後方的第一輛汽車的起動時間較長。表示汽車駕駛人可以參考紅燈倒數計時器所提供的時間資訊，於紅燈快結束時預先做好起動時的準備動作，以利駕駛人於紅燈轉換為綠燈之瞬間馬上起動車輛。

表 4-4 尖峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下第一輛汽車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
開與關	1	9.67	9.67	10.94	P=0.002**
誤差項	40	35.35	0.89		
總和	41	45.02			

尖峰時段紅燈倒數計時器在開啟與關閉情況下第一輛機車起動延滯之變異數分析結果如表 4-5 所示。其結果顯示， $P=0.591>0.05$ ，呈不顯著反應，與研究假設 H2 不符合，尖峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對第一輛機車之起動延滯沒有顯著性之影響。於尖峰時段，紅燈倒數計時器開啟的狀態下，第一輛機車之起動延滯平均為 1.66 秒；紅燈倒數計時器在關閉的狀態下，第一輛機車之起動延滯平均為 1.76 秒。顯示出在尖峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉這兩種不同的情況下，對於第一輛機車之起動延滯之平均數沒有影響。也就是說，並不會因為開啟紅燈倒數計時器，就會使得機車駕駛人的起動延滯變短。

表 4-5 尖峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下第一輛機車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
開與關	1	0.11	0.11	0.29	P=0.591
誤差項	40	14.29	0.36		
總和	41	14.39			

尖峰時段紅燈倒數計時器在開啟與關閉情況下機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯變異數分析結果如表 4-6 所示。其結果顯示， $P=0.405>0.05$ ，呈不顯著反應，與研究假設 H3 不符合，尖峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯沒有顯著性之影響。於尖峰時段，紅燈倒數計時器開啟的狀態下，機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯平均為 5.69 秒；紅燈倒數計時器在關閉的狀態下，機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯平均為 5.97 秒。兩者之平均數顯示出在尖峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉這兩種不同的情況下，對於機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯沒有差異。因此，無論紅燈倒數計時器是否開啟，對於機車停等區後方第一輛汽車之之駕駛人並沒有任何影響。主要影響機車停等區後方第一輛汽車的起動延滯的原因是機車停等區的停等機車數。在尖峰時段紅燈倒數計時器開啟時，機車停等區停等的機車數平均約為 12 輛，紅燈倒數計時器關閉時，機車停等區停等的機車數平均約為 13 輛，相較於離峰時段開啟與關閉時之 7 輛與 8 輛，停等之機車數較多。所以紅燈倒數器開啟與否，對於機車停等區第後第一輛汽車之駕駛人沒有任何影響，紅燈倒數計時器開啟時所提供之時間資訊，對於機車停等區第後第一輛汽車之駕駛人並沒有作用。

表 4-6 尖峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下停等區後方汽車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
開與關	1	0.84	0.84	0.71	P=0.405
誤差項	40	47.54	1.19		
總和	41	48.38			

#### 4.1.2 離峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉

離峰時段紅燈倒數計時器開啟時第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種變數的樣本數、平均數、標準差之整理表如表 4-7 所示。錄影時間總共為一個小時，紅燈倒數計時器之路口為光復路與東光路交叉口，該路口於離峰時段號誌之週期為 2 分鐘。DV 錄影帶可錄影時間為 62 分鐘，因此由錄影觀察所收集到的週期數總共為 31 個週期，所以收集到的第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種變數的樣本數各有 31 個。但有些數據屬於離群值，所以在捨棄離群值後，第一輛汽車之起動延滯之樣本數為 31 筆；第一輛機車之起動延滯之樣本數為 31 筆；機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯變之樣本數為 30 筆。

表 4-7 離峰時段紅燈倒數計時器開啟時各變數之樣本數與摘要統計表

指標 摘要統計	第一輛汽車 起動延滯 (秒)	第一輛機車 起動延滯 (秒)	停等區後方第一輛 汽車起動延滯 (秒)
樣本數	31	31	30
平均數	2.94	1.55	4.98
標準差	0.62	0.49	1.06

離峰時段紅燈倒數計時器關閉時第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種變數的樣本數、平均數、標準差之整理表如表 4-8 所示。由錄影觀察所收集到的樣本數各有 31 個，但有些數據屬於離群值，所以在捨棄離群值後，第一輛汽車之起動延滯之樣本數變為 30 筆；第一輛機車之起動延滯變為 30 筆；機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯維持 31 筆。

表 4-8 離峰時段紅燈倒數計時器關閉時各變數之樣本數與摘要統計表

指標 摘要統計	第一輛汽車 起動延滯 (秒)	第一輛機車 起動延滯 (秒)	停等區後方第一輛 汽車起動延滯 (秒)
樣本數	30	30	31
平均數	4.22	1.68	5.87
標準差	0.85	0.36	1.22

離峰時段紅燈倒數計時器在開啟與關閉情況下第一輛汽車起動延滯之變異數分析結果如表 4-9 所示。其結果顯示， $P < 0.0001$ ，呈非常顯著反應，符合研究假設 H4，離峰

時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。於離峰時段，紅燈倒數計時器開啟的狀態下，第一輛汽車之起動延滯平均為 2.94 秒；紅燈倒數計時器在關閉的狀態下，第一輛汽車之起動延滯平均為 4.22 秒。顯示出在離峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉這兩種不同的情況下，對於第一輛汽車之起動延滯有顯著的差異。第一輛汽車之起動延滯在紅燈倒數計時器開啟時明顯的比關閉時來的短。離峰時段橫向車流對於觀察方向車流之影響比尖峰時段小，所以在離峰時段，第一輛汽車之駕駛人參考紅燈倒數計時器所提供的時間資訊，可以更準確的於紅燈轉換為綠燈時起動車輛，甚至有提早起動的現象。

表 4-9 離峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下第一輛汽車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
開與關	1	24.83	24.83	43.83	P<0.0001**
誤差項	59	33.42	0.57		
總和	60	54.24			

離峰時段紅燈倒數計時器在開啟與關閉情況下第一輛機車起動延滯之變異數分析結果如表 4-10 所示。其結果顯示， $P=0.221>0.05$ ，呈不顯著反應，與研究假設 H5 不符合，離峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對第一輛機車之起動延滯沒有顯著性之影響。於離峰時段，紅燈倒數計時器開啟的狀態下，第一輛機車之起動延滯平均為 1.55 秒；紅燈倒數計時器在關閉的狀態下，第一輛機車之起動延滯平均為 1.68 秒。顯示出，無論紅燈倒數計時器是否開啟，對於機車之駕駛人是沒有顯著影響的，並不會因為開啟紅燈倒數計時器，就會使得機車駕駛人的起動延滯變短。

表 4-10 離峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下第一輛機車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
開與關	1	0.29	0.29	1.53	P=0.221
誤差項	59	11.33	0.19		
總和	60	11.63			

離峰時段紅燈倒數計時器在開啟與關閉情況下機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯變異數分析結果如表 4-11 所示。其結果顯示， $P=0.004<0.01$ ，呈非常顯著反應，符合研究假設 H6，離峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉對機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。於離峰時段，紅燈倒數計時器開啟的狀態下，機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯平均為 4.98 秒；紅燈倒數計時器在關閉的狀態下，機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯平均為 5.87 秒。由兩者的平均數可以得知機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯在紅燈倒數計時器開啟時明顯的比關閉時來的短，也就是說在沒有紅燈倒數計時器的情況下，機車停等區後方第一輛汽車的起動時間較長。離峰時段機車停等區停等之機車數比尖峰時段來的少，離峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉時，機車停等區每週期之停等機車數分別為 7 輛與 8 輛，相較於尖峰時段之 12 輛與 13 輛來的少。所以離峰時段較少之機車停等數對於機車停等區後方第一輛汽車的駕駛人影響較小，因

此駕駛人就可以參考紅燈倒數計時器所提供之時間資訊，做為其起動時之參考。

表 4-11 離峰時段紅燈倒數計時器開與關情況下停等區後方汽車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
開與關	1	12.06	12.06	8.96	P=0.004**
誤差項	59	79.45	1.35		
總和	60	91.51			

#### 4.1.3 紅燈倒數計時器關閉時尖峰時段與離峰時段

尖峰時段紅燈倒數計時器關閉時第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種變數的樣本數、平均數、標準差之整理已如表 4-3 所示。離峰時段紅燈倒數計時器關閉時之結果整理另如表 4-8 所示。

紅燈倒數計時器在關閉的情況下尖峰與離峰的第一輛汽車起動延滯之變異數分析結果如表 4-12 所示。其結果顯示， $P=0.668>0.05$ ，呈不顯著反應，與研究假設 H10 不符合。紅燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段對第一輛汽車之起動延滯並沒有顯著性之影響。紅燈倒數計時器關閉時，尖峰時段由於受到其他方向車流的影響，起動延滯會偏高，平均第一輛汽車起動延滯為 4.34 秒；而在離峰時段，由於駕駛人無法得知停等時間的資訊，起動延滯也會增加，使得第一輛汽車平均起動延滯為 4.22 秒。兩者之平均數顯示出，紅燈倒數計時器關閉時，亦即沒有紅燈倒數計時器顯示時尖峰時段與離峰時段之第一輛汽車之起動延滯差異不大。

表 4-12 紅燈倒數計時器關閉的情況下尖離峰的第一輛汽車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
尖離峰	1	0.19	0.19	0.19	P=0.668
誤差項	49	51.08	1.04		
總和	50	51.28			

紅燈倒數計時器在關閉的情況下尖峰與離峰的第一輛機車起動延滯之變異數分析結果如表 4-13 所示。其結果顯示， $P=0.553>0.05$ ，呈不顯著反應，與研究假設 H11 不符合，紅燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段對第一輛機車之起動延滯沒有顯著性之影響。於紅燈倒數計時器關閉時，尖峰時段之第一輛機車起動延滯為 1.76 秒；離峰時段之第一輛機車起動延滯為 1.68 秒，兩者之平均數相差不大。由測量的數據可知，紅燈倒數計時器關閉的情況下，不管是尖峰時段或是離峰時段，對於第一輛機車的起動延滯並沒有什麼差別。

表 4-13 紅燈倒數計時器關閉情況下尖離峰的第一輛機車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
尖離峰	1	0.07	0.07	0.36	P=0.553
誤差項	49	9.36	0.19		
總和	50	9.43			

紅燈倒數計時器在關閉的情況下尖峰與離峰的停等區後方第一輛汽車起動延滯之變異數分析結果如表 4-14 所示。其結果顯示， $P=0.769>0.05$ ，呈現不顯著反應，與研究假設 H12 不符合，紅燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段對機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯沒有顯著性之影響。在紅燈倒數計時器關閉時，停等區後方第一輛汽車之起動延滯主要受到機車停等區停等的機車數影響，因此在尖峰時段停等的機車數較多，所以停等區後方第一輛汽車之起動延滯較高，起動延滯為 5.97 秒；離峰時段機車停等區的停等機車數變少，且駕駛人無法從紅燈倒數計時器得知停等時間的資訊下，使得停等區後方第一輛汽車之起動延滯略為變高，起動延滯為 5.87 秒，兩者之平均數相差不大。由兩者平均起動延滯的時間可知，在紅燈倒數計時器關閉的情況下，尖峰與離峰兩種不同的時段，停等區後方第一輛汽車起動延滯沒有顯著差異。

表 4-14 紅燈倒數計時器關閉情況下尖離峰的停等區後方汽車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
尖離峰	1	0.14	0.14	0.09	P=0.769
誤差項	50	78.51	1.57		
總和	51	78.65			

#### 4.1.4 紅燈倒數計時器開啟時尖峰時段與離峰時段

尖峰時段紅燈倒數計時器開啟時第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種變數的樣本數、平均數、標準差之整理已如表 4-2 所示。離峰時段紅燈倒數計時器開啟時之結果整理另如表 4-7 所示。

紅燈倒數計時器在開啟的情況下尖峰與離峰的第一輛汽車起動延滯之變異數分析結果如表 4-15 所示。其結果顯示， $P=0.011<0.05$ ，呈顯著反應，符合研究假設 H7，紅燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段對第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。於紅燈倒數計時器開啟時，尖峰時段之第一輛汽車起動延滯為 3.38 秒；離峰時段之第一輛汽車起動延滯為 2.94 秒。由兩者之平均數可以得知第一輛汽車的起動延滯在尖峰時段比離峰時段高。主要的原因是受到橫向車流的影響，在尖峰時段之橫向車流高於離峰時段的車流。在尖峰時段由於車流量較高，因此在黃燈轉換為紅燈時，在路口仍然還有許多車輛尚未完全通過路口，此時必定會影響到觀察方向車輛的起動時間。

表 4-15 紅燈倒數計時器開啟的情況下尖離峰的第一輛汽車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
尖離峰	1	2.44	2.44	6.91	P=0.011*
誤差項	50	17.69	0.35		
總和	51	20.13			

紅燈倒數計時器在開啟的情況下尖峰與離峰的第一輛機車起動延滯之變異數分析結果如表 4-16 所示。其結果顯示， $P=0.486>0.05$ ，呈不顯著反應，與研究假設 H8 不符合，紅燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段對第一輛機車之起動延滯沒有顯著性之影響。於紅燈倒數計時器開啟時，尖峰時段之第一輛機車起動延滯為 1.66 秒；離峰時段之第一輛機車起動延滯為 1.55 秒。因此，紅燈倒數計時器開啟的情況下，不管是尖峰時段或是離峰時段，對於第一輛機車的起動延滯並沒有什麼差別。

表 4-16 紅燈倒數計時器開啟情況下尖離峰的第一輛機車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
尖離峰	1	0.16	0.16	0.49	P=0.486
誤差項	50	16.26	0.33		
總和	51	16.42			

紅燈倒數計時器在開啟的情況下尖峰與離峰的停等區後方第一輛汽車起動延滯之變異數分析結果如表 4-17 所示。其結果顯示， $P=0.015<0.05$ ，呈顯著反應，符合研究假設 H9，紅燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段對機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯有顯著性之影響。於紅燈倒數計時器開啟時，尖峰時段之機車停等區後方第一輛汽車起動延滯為 5.69 秒；離峰時段之機車停等區後方第一輛汽車起動延滯為 4.98 秒。兩者之平均數顯示出，停等區後方第一輛汽車起動延滯在尖峰時段比離峰時段高。機車停等區後方第一輛汽車的起動延滯主要是受到機車停等區的停等機車數的影響。在尖峰時段，機車停等區停等的機車數較多，機車停等區後方第一輛汽車的駕駛人必需參考機車停等區停等的機車來作為起動時之參考，因此紅燈倒數計時器對於機車停等區後方第一輛汽車的駕駛人之影響很小。而在離峰時段，機車停等區停等的機車數較少，機車停等區後方第一輛汽車的駕駛人就可以參考紅燈倒數計時器作為起動時之依據。

表 4-17 紅燈倒數計時器開啟情況下尖離峰的停等區後方汽車起動延滯之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
尖離峰	1	6.25	6.25	6.32	P=0.015*
誤差項	49	48.47	0.99		
總和	50	54.72			

## 4.2 綠燈倒數計時器之駕駛行為分析

本研究所調查之綠燈倒數計時器路口為新安路與展業二路交叉口，所收集之數據資

料為綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速等兩種資料。所要分析比較的情況主要分為四種：尖峰時段，綠燈倒數計時器開啟與關閉時；離峰時段，綠燈倒數計時器開啟與關閉時；綠燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段；綠燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段。以下分別就這四種情況做變異數分析之結果討論。

#### 4.2.1 尖峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉

尖峰時段綠燈倒數計時器開啟時綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速等兩種變數的樣本數、平均數、標準差之整理表如表 4-18 所示。錄影時間總共為一個小時，綠燈倒數計時器之路口為新安路與展業二路交叉口。該路口於尖峰時段號誌之週期為 120 秒。去除離群值之後，錄影觀察所收集到的綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速樣本數為 22 個；黃燈時汽車通過停止線之車速的樣本數為 19 個，由於搶黃燈的駕駛行為非常的少，所以在樣本的收集量上相對的就會少了許多。

表 4-18 尖峰時段綠燈倒數計時器開啟時各變數之樣本數與摘要統計表

指標 摘要統計	綠燈結束前五秒汽車 通過停止線之車速 ( km/hr )	黃燈時汽車 通過停止線之車速 ( km/hr )
樣本數	22	19
平均數	45.83	51.69
標準差	10.75	15.40

尖峰時段綠燈倒數計時器關閉時綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速等兩種變數的樣本數、平均數、標準差之整理表如表 4-19 所示。錄影時間總共為一個小時，綠燈倒數計時器之路口為新安路與展業二路交叉口。該路口於離峰時段號誌之週期為 100 秒。去除離群值之後，錄影觀察所收集到的綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速樣本數為 64 個；黃燈時汽車通過停止線之車速的樣本數為 16 個，由於搶黃燈的駕駛行為非常的少，所以在樣本的收集量上相對的就會少了許多。

表 4-19 尖峰時段綠燈倒數計時器關閉時各變數之樣本數與摘要統計表

指標 摘要統計	綠燈結束前五秒汽車 通過停止線之車速 ( km/hr )	黃燈時汽車 通過停止線之車速 ( km/hr )
樣本數	64	16
平均數	31.13	30.82
標準差	7.62	7.10

尖峰時段綠燈倒數計時器在開啟與關閉情況下綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速之變異數分析結果如表 4-20。其結果顯示， $P < 0.0001$ ，呈非常顯著反應，符合研究假設 H13，尖峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉對綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。於尖峰時段，綠燈倒數計時器開啟時，綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速平均為 45.83 km/hr；綠燈倒數計時器關閉時，綠燈結束前五秒汽車通過停止

線之車速平均為 31.13 km/hr。由兩者之平均數可以得知，綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速在綠燈倒數計時器開啟時明顯的比關閉時來的快。表示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，加速通過本研究所觀察之路口。

表 4-20 尖峰時段綠燈倒數計時器開與關情況下綠燈結束前五秒  
汽車通過停止線車速之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
開與關	1	3614.28	3614.28	49.01	P<0.0001**
誤差項	84	6194.71	73.75		
總和	85	9808.99			

尖峰時段綠燈倒數計時器在開啟與關閉情況下黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析結果如表 4-21。其結果顯示，P<0.0001，呈非常顯著反應，符合研究假設 H14，尖峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉對黃燈時汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。於尖峰時段，綠燈倒數計時器開啟時，黃燈時汽車通過停止線之車速平均為 51.69 km/hr；綠燈倒數計時器關閉時，黃燈時汽車通過停止線之車速平均為 30.82 km/hr。由兩者之平均數可以得知，黃燈時汽車通過停止線之車速在綠燈倒數計時器開啟時明顯的比關閉時來的快。表示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，加速通過本研究所觀察之路口。

表 4-21 尖峰時綠燈倒數計時器開與關情況下黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
開與關	1	3745.67	3745.67	23.31	P<0.0001**
誤差項	33	5303.07	160.70		
總和	34	9048.74			

#### 4.2.2 離峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉

離峰時段綠燈倒數計時器開啟時綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速等兩種變數的樣本數、平均數、標準差之整理表如表 4-22 所示。錄影時間總共為一個小時，綠燈倒數計時器之路口為新安路與展業二路交叉口。該路口於尖峰時段號誌之週期為 120 秒。去除離群值之後，錄影觀察所收集到的綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速樣本數為 34 個；黃燈時汽車通過停止線之車速的樣本數為 10 個，由於搶黃燈的駕駛行為非常的少，所以在樣本的收集量上相對的就會少了許多。

離峰時段綠燈倒數計時器關閉時綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速等兩種變數的樣本數、平均數、標準差之整理表如表 4-23 所示。錄影時間總共為一個小時，綠燈倒數計時器之路口為新安路與展業二路交叉口。該路口於離峰時段號誌之週期為 100 秒。去除離群值之後，錄影觀察所收集到的綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速樣本數為 39 個；黃燈時汽車通過停止線之車速的樣本數為 15 個，由於搶黃燈的駕駛行為非常的少，所以在樣本的收集量上相對的就會少了許多。

表 4-22 離峰時段綠燈倒數計時器開啟時各變數之樣本數與摘要統計表

指標 摘要統計	綠燈結束前五秒汽車 通過停止線之車速 ( km/hr )	黃燈時汽車 通過停止線之車速 ( km/hr )
樣本數	34	10
平均數	55.41	62.58
標準差	6.78	8.17

表 4-23 離峰時段綠燈倒數計時器關閉時各變數之樣本數與摘要統計表

指標 摘要統計	綠燈結束前五秒汽車 通過停止線之車速 ( km/hr )	黃燈時汽車 通過停止線之車速 ( km/hr )
樣本數	39	15
平均數	33.42	33.26
標準差	8.38	7.03

離峰時段綠燈倒數計時器在開啟與關閉情況下綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速之變異數分析結果如表 4-24。其結果顯示， $P < 0.0001$ ，呈非常顯著反應，符合研究假設 H15，離峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉對綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。於離峰時段，綠燈倒數計時器開啟時，綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速平均為  $55.41 \text{ km/hr}$ ；綠燈倒數計時器關閉時，綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速平均為  $33.42 \text{ km/hr}$ 。由兩者之平均數可以得知，綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速在綠燈倒數計時器開啟時明顯的比關閉時來的快。表示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，加速通過本研究所觀察之路口。

表 4-24 離峰時段綠燈倒數計時器開與關情況下綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
開與關	1	8801.81	8801.81	145.32	$P < 0.0001^{**}$
誤差項	71	4300.24	60.57		
總和	72	13102.06			

離峰時段綠燈倒數計時器在開啟與關閉情況下黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析結果如表 4-25。其結果顯示， $P < 0.0001$ ，呈非常顯著反應，符合研究假設 H16，離峰時段綠燈倒數計時器開啟與關閉對黃燈時汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。於離峰時段，綠燈倒數計時器開啟時，黃燈時汽車通過停止線之車速平均為  $62.58 \text{ km/hr}$ ；綠燈倒數計時器關閉時，黃燈時汽車通過停止線之車速平均為  $33.26 \text{ km/hr}$ 。由兩者之平均數可以得知，黃燈時汽車通過停止線之車速在綠燈倒數計時器開啟時明顯的比關閉時來的快。表示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，加速通過本研究所觀察之路口。

表 4-25 離峰時綠燈倒數計時器開與關情況下黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
開與關	1	5162.67	5162.67	86.46	P<0.0001**
誤差項	23	1373.33	59.71		
總和	24	6536.00			

#### 4.2.3 綠燈倒數計時器關閉時尖峰時段與離峰時段

尖峰時段綠燈倒數計時器關閉時綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速等兩種變數的樣本數、平均數、標準差之整理已如表 4-19 所示。離峰時段綠燈倒數計時器關閉時綠燈結束前五秒之結果整理另如表 4-23 所示。

燈倒數計時器在關閉的情況下尖峰與離峰的綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速之變異數分析結果如表 4-26 所示。其結果顯示， $P=0.158>0.05$ ，呈不顯著反應，與研究假設 H19 不符合，綠燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段對綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速沒有顯著性之影響。綠燈倒數計時器關閉時，尖峰時段之綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速平均為 31.13 km/hr；離峰時段之綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速平均為 33.42 km/hr。因此，綠燈倒數計時器在關閉的情況下，尖峰與離峰兩種不同的時段，綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速沒有顯著的差異。

表 4-26 綠燈倒數計時器關閉的情況下尖離峰的綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
尖離峰	1	128.16	128.16	2.02	P=0.158
誤差項	101	6411.49	63.48		
總和	102	6539.65			

綠燈倒數計時器在關閉的情況下尖峰與離峰的黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析結果如表 4-27 所示。其結果顯示， $P=0.356>0.05$ ，呈不顯著反應，與研究假設 H20 不符合，綠燈倒數計時器關閉時，尖峰時段與離峰時段對黃燈時汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。綠燈倒數計時器關閉時，尖峰時段之黃燈時汽車通過停止線之車速平均為 30.82 km/hr；離峰時段之黃燈時汽車通過停止線之車速平均為 33.26 km/hr。因此，綠燈倒數計時器在關閉的情況下，尖峰與離峰兩種不同的時段，黃燈時汽車通過停止線之車速沒有顯著的差異。

表 4-27 綠燈倒數計時器關閉情況下尖離峰的黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
尖離峰	1	46.63	46.63	0.88	P=0.356
誤差項	29	1535.37	52.94		
總和	30	1582.00			

#### 4.2.4 綠燈倒數計時器開啟時尖峰時段與離峰時段

尖峰時段綠燈倒數計時器開啟時綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速等兩種變數的樣本數、平均數、標準差之整理已如表 4-18 所示。離峰時段綠燈倒數計時器開啟時綠燈結束前五秒之結果整理另如表 4-22 所示。

綠燈倒數計時器在開啟的情況下尖峰與離峰的綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速之變異數分析結果如表 4-28 所示。其結果顯示， $P=0.0002 < 0.01$ ，呈非常顯著反應，符合研究假設 H17，綠燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段對綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。綠燈倒數計時器開啟時，尖峰時段之綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速平均為  $45.83 \text{ km/hr}$ ；離峰時段之綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速平均為  $55.41 \text{ km/hr}$ 。由兩者之平均數可以得知，綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速在離峰時段比尖峰時段快很多。主要影響的因素為離峰時段較低的車流量，汽車車速在低車流量時往往會高於高車流量時的車速，所以在離峰時段，汽車能以較快的速度通過路口。

表 4-28 綠燈倒數計時器開啟的情況下尖離峰的綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
尖離峰	1	1193.97	1193.97	15.79	$P=0.0002^{**}$
誤差項	54	4083.46	75.62		
總和	55	5277.43			

綠燈倒數計時器在開啟的情況下尖峰與離峰的黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析結果如表 4-29 所示。其結果顯示， $P=0.05$ ，呈顯著反應，符合研究假設 H18，綠燈倒數計時器開啟時，尖峰時段與離峰時段對黃燈時汽車通過停止線之車速有顯著性之影響。綠燈倒數計時器開啟時，尖峰時段之黃燈時汽車通過停止線之車速平均為  $51.69 \text{ km/hr}$ ；離峰時段之黃燈時汽車通過停止線之車速平均為  $62.58 \text{ km/hr}$ 。由兩者之平均數可以得知，黃燈時汽車通過停止線之車速在離峰時段比尖峰時段快。主要影響的因素為離峰時段較低的車流量，汽車車速在低車流量時往往會高於高車流量時的車速，所以在離峰時段，汽車能以較快的速度通過路口。

表 4-29 綠燈倒數計時器開啟情況下尖離峰的黃燈時汽車通過停止線車速之變異數分析

變異來源	自由度	平方和	均方	F 檢定	顯著性
尖離峰	1	795.80	795.80	4.18	$P=0.05^*$
誤差項	27	5141.03	190.41		
總和	28	5936.83			

#### 4.3 提早起動率

紅燈倒數計時器路口，所量測到之汽車與機車的提早起動率如表 4-30 所示。尖峰

時段，紅燈倒數計時器開啟時汽車之提早起動率為 0%；機車之提早起動率為 19.05%。尖峰時段，紅燈倒數計時器關閉時汽車之提早起動率為 4.76%；機車之提早起動率為 23.81%。離峰時段，紅燈倒數計時器開啟時汽車之提早起動率為 9.68%；機車之提早起動率為 35.48%。離峰時段，紅燈倒數計時器關閉時汽車之提早起動率為 3.23%；機車之提早起動率為 22.58%。由此可知，不論在哪一種時段或是哪一種倒數計時器狀態，機車提早起動的情形皆較汽車嚴重。

在尖峰時段，倒數計時器關閉時汽機車之提早起動率較倒數計時器開啟時高。主要原因為倒數計時器關閉後，駕駛人不知道其停等的時間資訊，會參考橫向車流之行車號誌做為其起動的依據，於黃燈變換為紅燈時立即起動車輛，而忽略了全紅時段，所以提早起動的情形較為嚴重。在離峰時段，由於橫向車流量較尖峰時段低，於紅燈時間快結束時，橫向車流駛進路口的車輛幾乎沒有，所以在倒數計時器開啟時，駕駛人往往會不耐久候而參考倒數計時器所提供的資訊，提早起動車輛通過路口；而倒數計時器關閉時，由於沒有停等的時間資訊可無參考，所以提早起動的車輛較倒數計時器開啟時來的少。

表 4-30 紅燈倒數計時器路口汽機車提早起動率整理表

狀態 \ 車種	汽車 (%)	機車 (%)
	尖峰，開啟	0
尖峰，關閉	4.76	23.81
離峰，開啟	9.68	35.48
離峰，關閉	3.23	22.58

以開啟時之提早起動率百分比為 X 軸，以關閉時之提早起動率百分比為 Y 軸。則汽車於尖峰時段之提早起動率位於(0,4.76)；機車於尖峰時段之提早起動率位於(19.05,23.81)；汽車於離峰時段之提早起動率位於(9.68,3.23)；機車於離峰時段之提早起動率位於(35.48,22.58)，如圖 4-1 所示。倘若紅燈倒數計時器對提早起動率沒有任何作用，則同一時段倒數計時器有開關將使其提早起動率維持不變，亦即會在圖中的 45° 線上。由圖中可以發現尖峰時段汽車與機車之提早起動率皆位於 45° 線之上方區域，而離峰時段汽車與機車之提早起動率皆位於 45° 線之下方區域。

#### 4.4 通過停止線車速分佈分析

綠燈倒數計時器之路口通過停止線之車速以 10km/hr 為級距，整理如表 4-31。本研究所觀察之路口速限為 50km/hr，而在綠燈倒數計時器開啟時，以 51-60km/hr 通過路口車輛之比例為 35.29%，以 61-70km/hr 通過路口車輛之比例為 23.53%。表示有 58.82% 的汽車駕駛人以高於 50km/hr 的速度，超速通過本研究所觀察之路口。而在綠燈倒數計時器關閉時以 21-30km/hr 通過路口車輛之比例為 48.51%，以 31-40km/hr 通過路口車輛之比例為 36.57%，以 41-50km/hr 通過路口車輛之比例為 14.18%，以 61-70km/hr 通過

路口車輛之比例為 0.74%。

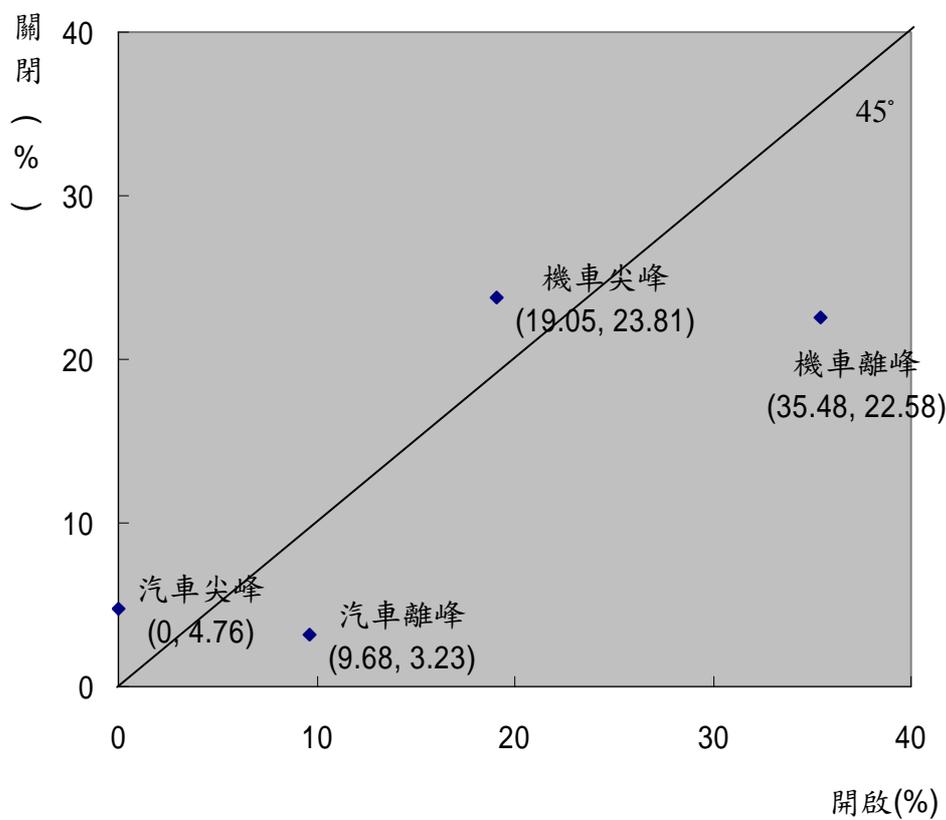


圖 4-1 尖離峰時段汽機車提早起動率座標分佈圖

表 4-31 綠燈倒數計時器通過停止線車速之比例表

車速	開啟時		關閉時	
	車輛數 (輛)	百分比	車輛數 (輛)	百分比
21-30 ( km/hr )	1	1.18	65	48.51
31-40 ( km/hr )	11	12.94	49	36.57
41-50 ( km/hr )	23	27.06	19	14.18
51-60 ( km/hr )	30	35.29	0	0
61-70 ( km/hr )	20	23.53	1	0.74
合計	85	100	134	100

#### 4.5 小結

表 4-32 為紅燈倒數計時器路口之資料總整理。表 4-33 為紅燈倒數計時器各種情況下，各變數之顯著性比較表。紅燈倒數計時器於尖峰時段，在開啟與關閉不同情況下之第一輛汽車的起動延滯有顯著差異，符合研究假設 H1，紅燈倒數計時器開啟時第一輛汽車之起動延滯低於紅燈倒數計時器關閉時；第一輛機車的起動延滯沒有顯著差異，與

研究假設 H2 不符合；機車停等區後方第一輛汽車的起動延滯沒有顯著差異，與研究假設 H3 不符合。

表 4-32 紅燈倒數計時器路口之資料整理表

指標 狀態	第一輛汽車 起動延滯 (秒)			第一輛機車 起動延滯 (秒)			機車停等區 停等機車數 (輛)			停等區後方 第一輛汽車 起動延滯 (秒)		
	樣本數	平均數	標準差	樣本數	平均數	標準差	樣本數	平均數	標準差	樣本數	平均數	標準差
尖峰，開	21	3.38	0.53	21	1.66	0.65	21	11.62	2.48	21	5.69	0.84
尖峰，關	21	4.34	1.18	21	1.76	0.51	21	12.86	4.36	21	5.97	1.25
離峰，開	31	2.94	0.62	31	1.55	0.49	31	6.71	2.4	30	4.98	1.06
離峰，關	30	4.22	0.85	30	1.68	0.36	31	8.45	2.83	31	5.87	1.22

表 4-33 紅燈倒數計時器各變數之顯著性比較 (P 值)

指標 狀態	第一輛汽車 起動延滯	第一輛機車 起動延滯	停等區後方第一輛 汽車起動延滯
尖峰，開 vs. 關	0.002**	0.591	0.405
離峰，開 vs. 關	P<0.0001**	0.221	0.004**
開，尖峰 vs. 離峰	0.011*	0.486	0.015*
關，尖峰 vs. 離峰	0.668	0.553	0.769

紅燈倒數計時器於離峰時段，在開啟與關閉不同情況下之第一輛汽車的起動延滯有極顯著差異，符合研究假設 H4，紅燈倒數計時器開啟時第一輛汽車之起動延滯低於紅燈倒數計時器關閉時；第一輛機車的起動延滯沒有顯著差異，與研究假設 H5 不符合；機車停等區後方第一輛汽車的起動延滯有顯著差異，符合研究假設 H6，紅燈倒數計時器開啟時機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯低於紅燈倒數計時器關閉時。

紅燈倒數計時器在開啟的狀態下，於尖峰與離峰這兩種不同的時段，第一輛汽車的起動延滯有顯著差異，符合研究假設 H7，尖峰時段之第一輛汽車之起動延滯高於離峰時段之第一輛汽車之起動延滯；第一輛機車的起動延滯沒有顯著差異，與研究假設 H8 不符合；機車停等區後方第一輛汽車的起動延滯有顯著差異，符合研究假設 H9，尖峰時段機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯高於離峰時段機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯。

紅燈倒數計時器在關閉的狀態下，於尖峰與離峰這兩種不同的時段，第一輛汽車的起動延滯沒有顯著差異，與研究假設 H10 不符合；第一輛機車的起動延滯沒有顯著差異，與研究假設 H11 不符合；機車停等區後方第一輛汽車的起動延滯沒有顯著差異，與研究假設 H12 不符合。

表 4-34 為綠燈倒數計時器路口之資料總整理。表 4-35 為綠燈倒數計時器各種情況下，各變數之顯著性比較表。綠燈倒數計時器於尖峰時段，在開啟與關閉不同情況下之綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速有極顯著差異，符合研究假設 H13，綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速在綠燈倒數計時器開啟時明顯的高於綠燈倒數計時器關閉時；黃燈時汽車通過停止線之車速有極顯著差異，符合研究假設 H14，黃燈時汽車通過停止線之車速在綠燈倒數計時器開啟時高於綠燈倒數計時器關閉時。

綠燈倒數計時器於離峰時段，在開啟與關閉不同情況下之綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速有極顯著差異，符合研究假設 H15，綠燈結束前五秒汽車通過停止線車速在綠燈倒數計時器開啟時明顯的高於綠燈倒數計時器關閉時。黃燈時汽車通過停止線之車速有極顯著差異，符合研究假設之 H16，黃燈時汽車通過停止線之車速在綠燈倒數計時器開啟時高於綠燈倒數計時器關閉時。

表 4-34 綠燈倒數計時器路口之資料整理表

指標 狀態	綠燈結束前五秒 汽車通過停止線車速 ( km/hr )			黃燈時汽車 通過停止線車速 ( km/hr )		
	樣本數	平均數	標準差	樣本數	平均數	標準差
尖峰，開	22	45.83	10.75	19	51.69	15.40
尖峰，關	64	31.13	7.62	16	30.82	7.10
離峰，開	34	55.41	6.78	10	62.58	8.17
離峰，關	39	33.42	8.38	15	33.26	7.03

表 4-35 綠燈倒數計時器各變數之顯著性比較 (P 值)

指標 狀態	綠燈結束前五秒汽車 通過停止線之車速	黃燈時汽車通過停止線之車速
尖峰，開 vs. 關	P<0.0001**	P<0.0001**
離峰，開 vs. 關	P<0.0001**	P<0.0001**
開，尖峰 vs. 離峰	0.0002**	0.05*
關，尖峰 vs. 離峰	0.158	0.356

綠燈倒數計時器在開啟的狀態下，於尖峰與離峰這兩種不同的時段，綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速有極顯著差異，符合研究假設之 H17，綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速在離峰時段比尖峰時段快很多；黃燈時汽車通過停止線之車速有顯著差異，符合研究假設之 H18，黃燈時汽車通過停止線之車速在離峰時段比尖峰時段快。

綠燈倒數計時器在關閉的狀態下，於尖峰與離峰這兩種不同的時段，綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速沒有顯著差異，與研究假設之 H19 不符合；黃燈時汽車通過停止線之車速沒有顯著差異，與研究假設之 H20 不符合。

紅燈倒數計時器路口，機車提早起動的情形皆較汽車嚴重。在尖峰時段，倒數計時器關閉時汽機車之提早起動率較倒數計時器開啟時高。在離峰時段，倒數計時器開啟時汽機車之提早起動率較倒數計時器關閉時高。綠燈倒數計時器開啟時，綠燈快結束與黃燈時通過停止線之車速有 58.82% 的比例會超速通過本研究所觀察之路口。



## 第五章 結論與建議

第一輛汽車之起動延滯、第一輛機車之起動延滯、機車停等區後方第一輛汽車之起動延滯等三種變數為本研究於紅燈倒數計時器之路口主要收集之數據，用以比較開啟與關閉、尖峰時段與離峰時段等各種情況下之差異性。綠燈結束前五秒汽車通過停止線之車速、黃燈時汽車通過停止線之車速為本研究於綠燈倒數計時器之路口主要收集之數據，用以比較開啟與關閉、尖峰時段與離峰時段等各種情況下之差異性。以下針對研究結果做出結論與建議。

### 5.1 結論

1. 紅燈倒數計時器所提供的時間資訊對於汽車駕駛人能做為起動時機之參考，可以減少第一輛汽車之啟動延滯。在尖峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉時，第一輛汽車之起動延滯平均分別為 3.38 秒、4.34 秒；在離峰時段紅燈倒數計時器開啟與關閉時，第一輛汽車之起動延滯平均分別為 2.94 秒、4.22 秒。
2. 紅燈倒數計時器所提供的時間資訊對於機車駕駛人沒有作用，主要的原因是機車的機動性高，駕駛人對於號誌敏感性高，而且無論尖離峰機車駕駛人提早起動的情況相當普遍。
3. 紅燈倒數計時器之路口，機車停等區後方第一輛汽車起動時主要參考依據為機車停等區內的機車數，其次才是紅燈倒數計時器所提供的時間資訊。尖峰時段，機車停等區停等的機車數較多，因此停等區後方第一輛汽車勢必等到機車疏散後才能起動，此時紅燈倒數計時器之時間資訊對於停等區後方的第一輛汽車並沒有產生直接影響。而離峰時段，機車停等區停等的機車數較少，此時停等區後方第一輛汽車的駕駛人就能參考紅燈倒數計時器所提供的時間資訊，做為起動時的參考。
4. 綠燈倒數計時器所提供的時間資訊對於汽車駕駛人有顯著的影響，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綠燈倒數計時器關閉時來的高。而在黃燈時間也有相同的結果，汽車駕駛人會參考綠燈倒數計時器所提供的資訊，於綠燈快結束時加速通過路口。
5. 紅燈倒數計時器路口，機車提早起動的情形皆較汽車嚴重。在尖峰時段，倒數計時器關閉時汽機車之提早起動率較倒數計時器開啟時高。在離峰時段，倒數計時器開啟時汽機車之提早起動率較倒數計時器關閉時高。
6. 綠燈倒數計時器開啟時，綠燈快結束與黃燈時通過停止線之車速有 58.82% 的比例以高於速限 (50 km/hr) 的速度，通過觀察路口。
7. 研究結果顯示，在裝設紅燈倒數計時器之後，可以降低汽車之起動延滯；裝設綠燈倒數計時器之後，明顯的增加綠燈快結束前與黃燈時間車輛通過停止線之

車速。就交通安全的考量，車速的提高相對的就會提高肇事率，也會增加碰撞後的損害程度，值得作進一步的評估。

## 5.2 建議

1. 本研究主要是分別選定紅燈倒數計時器與綠燈倒數計時器兩個不同的路口，以錄影的方式來進行駕駛者行為之研究。利用倒數計時器關閉的狀態來模擬沒有裝設倒數計時器之狀況。由於倒數計時器已架設一段時間，該路口駕駛人之駕駛行為已經受到倒數計時器的影響，跟沒有架設倒數計時器時的駕駛行為會有所不同。實驗時將倒數計時器關閉來模擬沒有倒數計時器的狀況，勢必跟完全沒架設倒數計時器時會有誤差。應該於路口在未架設倒數計時器之前就先進行錄影觀察，然後在架設之後再錄影觀察，以進行事前與事後之研究，以避免數據收集上之誤差，才能使分析結果更為準確。
2. 於路口收集數據時，建議分成四個階段來收集數據，第一個階段收集沒有倒數計時器之數據；第二個階段，於路口架設倒數計時器尚未啟用時收集數據；第三個階段，啟用剛架設好的倒數計時器，並收集數據；第四個階段，將啟用一段時間後的倒數計時器關閉，並收集數據。第一個階段可做為對照組，用以進行事前事後之研究；第二階段可以得知沒有啟用的倒數計時器對駕駛行為有何影響；第三階段可以得知運作中之倒數計時器對駕駛行為之影響為何；第四個階段可以得知，當運作中的倒數計時器無法正常運作時，駕駛行為有何改變。礙於研究的時間有限，無法進行該方面之研究，因此建議作為後續研究之參考。
3. 由於本研究是將路況錄影下來，再以人為操作碼錶的方式來收集各種時間數據；而通過路口的車速部份，則是以雷射測速槍來收集數據。如果經費充足，可以利用感應線圈，與先進的錄影設備，直接透過電腦進行各種所需之時間數據與車速之收集，應可以更有效率求得更精準的實驗數據。
4. 在數據收集的過程中，發現部分駕駛者為了爭取時間，而於綠燈結束前與黃燈時間加速通過路口，這種行為極容易造成交通事故。如欲防止綠燈結束前與黃燈時間加速通過綠燈倒數計時器路口之行為，可以考慮在號誌化路口加裝闖紅燈與超速照像機，並於照像機前方擺設警告標誌，告知駕駛人前方設有超速與闖紅燈照像機，迫使駕駛人於綠燈快結束前減速或是依道路速限通過路口，以避免交通事故的發生，增加整個號誌化路口的安全。

## 參考文獻

中文部份：

1. 王文中，統計學與 Excel 資料分析之實習應用，博碩文化股份有限公司，民國 88 年 12 月。
2. 王文麟，交通工程學理論與實用修正版，民國 87 年 9 月。
3. 王保進，統計套裝程式 SPSS 與行為科學研究，松崗電腦圖書資料股份有限公司，民國 85 年 7 月。
4. 交通部，道路交通標誌標線號誌設置規則，民國 87 年。
5. 何佳娟，微觀汽、機車混合車流模式之研究，國立交通大學運輸科技與管理研究所，民國 90 年 6 月。
6. 沈東石、張靖、巫哲緯，行人號誌倒數計時器顯示器功能之評估研究，都市交通季刊，第十六卷，第一期，57-67 頁，民國 90 年 3 月。
7. 林欣明，號時相轉換時間內駕駛者行為之研究，國立成功大學交通管理科學研究所，民國 86 年 6 月。
8. 張生萬，談行人號誌加裝倒數計時顯示器—行人的危機管理，都市交通季刊，第十六卷，第二期，54-58 頁，民國 90 年 6 月。
9. 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論文集，民國 92 年 4 月。
10. 魏健宏、溫哲欽、劉正弘，行人號誌加裝倒數計時顯示器課題之探討—以台南市為例，第九屆運輸安全研討會論文集，民國 92 年 4 月。

英文部份：

11. Lum, K.M., Wong, Y.D., A Study of stopping propensity at matured red light camera T-intersections, *Journal of Safety Research*, vol. 33, pp. 355-369, 2002.
12. Lum, K.M., Wong, Y.D., A before-and-after study of driver stopping propensity at red light camera intersections, *Accident Analysis and Prevention*, vol. 35, pp. 111-120, 2003.
13. Lum, K.M., Tan, Y.W., Driver response at a signalized T-intersection during an amber blackout, *Transportation Research Part F*, vol. 6, pp. 183-195, 2003.
14. McGee, H.W., Eccles, K.A., The Impact of Red-Light Camera Enforcement on Crash Experience, *ITE Journal*, March 2003, pp. 44-48, 2003.