

國立交通大學
運輸科技與管理學系碩士班

碩士論文



丁字路口闖紅燈行為研究

Red Light Running Behavior at T-junctions

研究生：洪龍勳

指導教授：吳宗修

中華民國一百年七月

丁字路口闖紅燈行為研究

Red Light Running Behavior at T-junctions

研究生：洪龍勳

Student: Lung-Hsun Hung

指導教授：吳宗修

Advisor: T. Hugh Woo



Transportation Technology and Management

July 2011

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一百年七月

丁字路口闖紅燈行為研究

學生：洪龍勳

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

丁字路口的衝突點比十字路口少，因此闖紅燈的行為會有所不同。本研究在中壢市及桃園市選取 4 處丁字路口及 1 處十字路口進行觀察，其中一處路口作為對照組，而實驗組則是路口有遲閉時相路口、路口紅燈時相較長、路口有紅燈倒數計時及十字路口等 4 處不同環境變數的路口，以錄影方式搜集各路口車流量、闖紅燈車輛等資料，並於其中一個路口進行夜間的錄影。使用紅燈時相占周期長度的比例來推算每小時紅燈時相抵達之車流量，以此作為曝露量基礎來討論各路口闖紅燈比例。結果發現不論何種路口，直行闖紅燈車輛的闖紅燈時間點都集中於紅燈時相開始的百分之十及結束的百分之十，十字路口在紅燈時段中間的百分之八十幾乎沒有車輛敢穿越路口，而丁字路口因為不會有右側來車，約有四分之一的闖紅燈直行車輛會在紅燈時段中間的百分之八十通過；左轉的闖紅燈時間點並無明顯特徵；流量較低的夜間時段闖紅燈比率較高；在能夠觀察是否有載客及駕駛人的性別的樣本中，男性與無載客的樣本較多；左轉遲閉時相會使得在紅燈時段的前百分之十闖紅燈比率降低，因為會受到待轉格內車流影響；紅燈倒數計時顯示裝置能讓車輛準確的在綠燈時才通過路口，因此紅燈時段的最後百分之十闖紅燈比率較低；大型車與小型車會因車體較大而不願急減速，造成大型車與小型車的闖紅燈時間點集中於紅燈時段的前百分之十；而機車有高度的機動性，會在紅燈時段的最尾端時即提前起動，造成機車會在紅燈時段的最後百分之十闖紅燈。

關鍵詞：闖紅燈、丁字路口、十字路口、闖紅燈時間點

Red Light Running Behavior at T-junctions

Student : Lung-Hsun Hung

Advisor : T. Hugh Woo

Department of Transportation Technology and Management
National Chiao Tung University

ABSTRACT

The conflict points are much less at a T-junction than at a crossroad, thus making the red light running behavior at these two locations far different from each other. This research chooses 4 T-junctions and one crossroad in Zhongli City and Taoyuan City to observe the behavior. One of the T-junctions is chosen as the control site. Four different environment variables were selected for comparison: T-junction with left-turn lagging phase, T-junction with longer red-light phase, T-junction with red-light count-down displays, and the crossroad. The data were collected by video recording at each intersection, with one site recorded at night time. The result showed that red light running occurred most at the first 10% and the last 10% of a red phase. Drivers who decided to go straight in a crossroad hesitate to run red lights at the intermediate 80% time of a red phase, while about one quarter of drivers who run red lights at T-junctions violated at the intermediate 80% time of a red phase. Left turn in a red phase would disperse. At night, when the traffic is light, red light running rate is higher than that at daytime. Males and drivers who didn't accompanied by passengers are the major violators of the red light running. The rate of red light running at the first 10% of a red phase is less at T-junction with left-turn lagging phase, because hook-turn motorcycles would block the cars or motorcycles which intended to cross the junction. The T-junctions with red-light count-down displays give drivers clear forehead time when the light would change to red, thus reduce red light running at the last 10% red phase. Full-size cars and compact cars tend to run the red light during the first 10% of a red phase because of their large momentum. Motorcycles and bicycles, which have higher mobility would take off early, reflected by the result that their red light running often occur during the last 10% of a red phase.

Keywords: Red light running, T-junction, crossroad, Time to red light running

誌謝

在研究所的兩年中，承蒙恩師吳宗修老師的辛勤教導，在課業及研究上獲益匪淺，兩年的時間不算長，但獲益良多，感謝老師悉心的指導，兩年的教誨，學生將永記在心。

論文口試與審查期間，承蒙中央警察大學陳高村教授與中華大學張建彥教授撥冗審閱與指導，提供了許多精闢及寶貴的意見，使本論文能夠更臻完備，僅以特表謝忱。

在學期間，感謝實驗室學長冠霖、聖霖、政鴻在課業上與生活上的協助，與瑋晉及信宏共同修課及努力作計畫，還有學弟恕信、冠旭及佳龍在 meeting 時能提出一些意見，提供我論文的一些想法，博班的俊良學長豐富的經驗提供了許多幫助。剛進來很照顧我的紹唐學長、Wu Lab 的學長姐、眾多同學們以及小一屆的學弟妹們，還有日本的朋友們，感謝你們，讓我這兩年過的很充實。

最後感謝我的親人給我的支持，使得這麼多年求學過程都能夠無後顧之憂，謹將成果與榮耀獻給我的家人。

洪 龍 勳 謹誌

中華民國一百年九月

交通大學

目錄

目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
照片目錄.....	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 研究對象.....	6
1-4 研究步驟與流程.....	6
第二章 文獻回顧.....	8
2-1 闖紅燈之定義.....	8
2-2 闖紅燈之事故嚴重性分析.....	9
2-3 影響闖紅燈之因素.....	10
2-4 小結.....	14
第三章 研究方法.....	16
3-1 實驗目的.....	16
3-2 實驗設計.....	16
3-3 實驗路口之選擇.....	16
3-4 實驗流程.....	17
3-5 調查項目與方法.....	17
3-6 分析方法.....	21
3-6-1 敘述性統計分析.....	22
3-6-2 卡方檢定.....	22
3-6-3 假設檢定.....	22
第四章 資料收集.....	24
4-1 實驗路口.....	24
4-1-1 對照組路口.....	25
4-1-2 紅燈時相較長路口.....	27
4-1-3 左轉遲閉時相路口.....	29
4-1-4 紅燈倒數計時路口.....	31
4-1-5 十字路口.....	33
4-1-6 實驗路口比較.....	35
4-2 調查流程.....	36
第五章 資料分析.....	38
5-1 資料分類.....	38
5-2 資料修正.....	38
5-2-1 違規比例.....	38

5-2-2 車輛闖紅燈時間點	39
5-2-3 闖紅燈後行駛方向	39
5-3 整體樣本統計資料	40
5-4 個別路口統計資料	42
5-4-1 對照組路口	42
5-4-2 紅燈時相較長路口	42
5-4-3 左轉遲閉時相路口	43
5-4-4 紅燈倒數計時路口	44
5-4-5 十字路口	44
5-5 討論	45
5-5-1 路型	45
5-5-2 闖紅燈時間點	46
5-5-3 違規比例	53
5-5-4 車種、行駛車道	55
5-5-5 性別、乘客	56
5-5-6 小結	58
第六章 結論與建議	60
6-1 結論	60
6-2 建議	61
參考文獻	63
附錄-各路口車流量	65

表目錄

表 1-1	96-99 年 A1 道路交通事故原因	2
表 1-2	96-99 年違規取締件數	2
表 1-3	路口衝突點數比較	5
表 1-4	幹道車輛通過路口衝突點數比較	5
表 2-1	闖紅燈可能產生的衝突形態	12
表 2-2	影響闖紅燈行為因子	15
表 3-1	實驗假設	16
表 4-1	實驗路口比較	24
表 4-2	各路口幹道時相比較	25
表 4-3	路口拍攝時間	37
表 5-2	各路口闖紅燈樣本數	40
表 5-3	各變項之樣本數	41
表 5-4	違規車輛數轉向樣本數	41
表 5-5	中華路-忠孝路路口違規車輛組成	42
表 5-6	中華路-龍祥街路口違規車輛組成	43
表 5-7	中華路-自強一路路口違規車輛組成	44
表 5-8	中園路-西園路 77 巷路口違規車輛組成	45
表 5-9	自強一路-自強四路路口違規車輛組成	46
表 5-10	左轉闖紅燈時間點樣本數	47
表 5-11	直行闖紅燈時間點樣本數	48
表 5-12	左轉闖紅燈時間點比較表	49
表 5-13	各時段直行闖紅燈時間點比率	51
表 5-14	各車種直行闖紅燈時間點比較	51
表 5-15	闖紅燈時間點卡方檢定	52
表 5-16	各時段違規車流量比率	54
表 5-17	尖離峰之直行闖紅燈比率分析	54
表 5-18	尖離峰及夜間之直行闖紅燈比率分析	54
表 5-19	闖紅燈直行車輛數比率檢定	54
表 5-20	車種與轉向之交叉分析	55
表 5-21	車種與車道之交叉分析	55
表 5-22	車種與車道之交叉分析	56
表 5-23	駕駛人性別與闖紅燈時間點之卡方檢定	56
表 5-24	駕駛人性別與轉向之卡方檢定	57
表 5-25	駕駛人性別與行駛車道之卡方檢定	57
表 5-26	是否有載人與闖紅燈時間點之卡方檢定	57

表 5-27	是否有載人與轉向之卡方檢定.....	58
表 5-28	是否有載人與行駛車道之卡方檢定.....	58
表 5-29	驗證研究假設.....	59

圖目錄

圖 1-1	90-99 年台灣地區機動車輛登記數.....	1
圖 1-2	丁字型路口.....	2
圖 1-3	丁字型路口二時相的時相順序.....	3
圖 1-4	丁字型路口三時相的時相順序.....	3
圖 1-5	十字型路口衝突點.....	4
圖 1-6	丁字型路口衝突點.....	4
圖 1-6	研究流程圖.....	7
圖 3-1	闖紅燈擷取圖 (一之一).....	18
圖 3-2	闖紅燈擷取圖 (一之二).....	18
圖 3-3	闖紅燈擷取圖 (二之一).....	19
圖 3-4	闖紅燈擷取圖 (二之二).....	19
圖 3-5	闖紅燈擷取圖 (二之三).....	20
圖 3-6	闖紅燈擷取圖 (三之一).....	20
圖 3-7	闖紅燈擷取圖 (三之二).....	21
圖 3-8	闖紅燈擷取圖 (四).....	21
圖 4-1	錄影地點地理位置圖.....	24
圖 4-2	中華路-忠孝路路口地理位置圖.....	26
圖 4-3	中華路-忠孝路路口簡圖.....	26
圖 4-4	中華路-龍祥街路口簡圖.....	28
圖 4-5	中華路-龍祥街路口簡圖.....	28
圖 4-6	中華-自強一路路口地理位置圖.....	30
圖 4-7	中華-自強一路路口簡圖.....	30
圖 4-8	中園路-西園路 77 巷路口地理位置圖.....	32
圖 4-9	中園路-西園路 77 巷路口簡圖.....	32
圖 4-10	自強一路-自強四路路口地理位置圖.....	34
圖 4-11	自強一路-自強四路路口簡圖.....	34
圖 5-1	左轉闖紅燈時間點比較圖.....	50
圖 5-2	直行闖紅燈時間點比較圖.....	50
圖 5-3	直行與左轉闖紅燈時間點比較圖.....	52

照片目錄

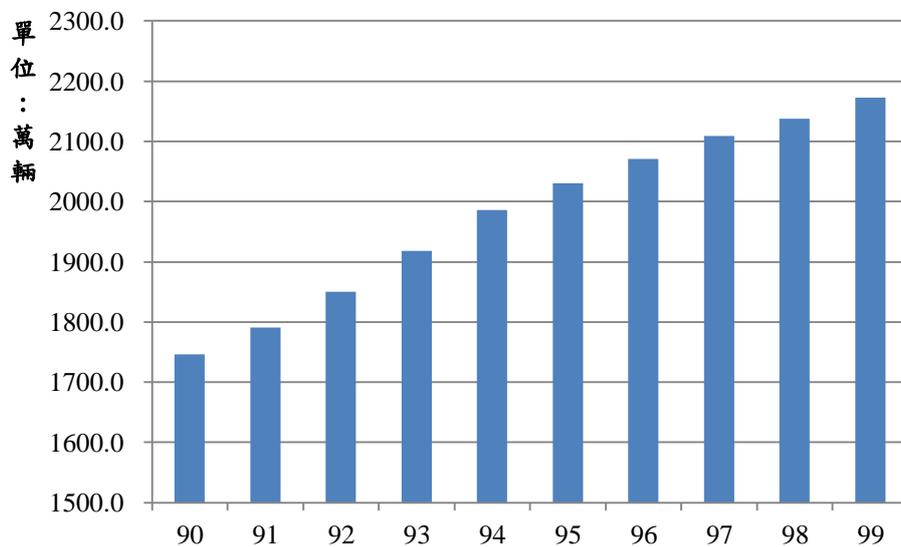
照片 4-1	中華路-忠孝路路口 (由南往北拍攝)	27
照片 4-2	中華路-龍祥街路口 (由南往北拍攝)	29
照片 4-3	中華-自強一路路口 (由南往北拍攝)	31
照片 4-4	中園路-西園路 77 巷路口 (由南往北拍攝)	33
照片 4-5	自強一路-自強四路路口 (由北往南拍攝)	35



第一章 緒論

1-1 研究背景與動機

根據交通部公路總局的統計資料顯示，至 99 年底台灣地區車輛登記數已達 21,771,805 輛 [1]，有逐年增加的趨勢，如圖 1-1 所示。台灣地區至 99 年底人口數為 23,162,123 人[2]，代表平均每 1.06 人即擁有一台機動車輛，但台灣地區面積僅有 36,191 平方公里，每平方公里約有 602 輛機動車輛，在車輛的密度如此高的地方，交通事故頻繁是台灣需要解決的重要課題。



資料來源：交通部

圖 1-1 90-99 年台灣地區機動車輛登記數

在機動車輛數逐年增加的情況下，使發生交通事故的機率提高。民眾在日常生活中不易看到重大交通事故，因此許多人無法瞭解交通事故造成的損害是多麼龐大，在不瞭解嚴重性的情況下，民眾會因為自身的方便而進行一些將造成交通事故的違規行為。造成交通事故的一個重要因素即為交通違規，駕駛人若違反道路交通規則，造成的危險性及對其他周遭用路人的影響是不可忽視的。

內政部警政署 96-99 年 A1 事故的統計指出，交通事故的發生原因與人為因素（駕駛人行為過失、乘客行為過失或行人行為過失）有關者占 95% 以上[3]，如表 1-1，因此大多數事故的發生並不是意料外造成的，絕大多數與人的因素有密切的關係。駕駛人行為過失中包含了違規，由表 1-2 可看出，每年舉發違反道路交通管理處罰條例都有超過 10% 為闖紅燈，僅次於超速及違規停車[3]，這三

項違規可逕行舉發，因此總件數較多。以數量來看，99 年平均每天約有 2610 人闖紅燈被舉發，可看出闖紅燈是民眾極為常見的行為，闖紅燈穿越路口容易與其他方向的來車發生碰撞，進而造成用路人的生命財產的重大損失，因此減少並預防闖紅燈行為是能夠增進交通安全有效的途徑。

表 1-1 96-99 年 A1 道路交通事故原因

年份	總計(件)	汽(機、慢)車 駕駛人過失	機件故障	行人(或乘客) 過失	交通管制 (設施)缺陷	其他
96 年	2463	96.14%	0.53%	3.21%	0.12%	0.00%
97 年	2150	96.60%	0.74%	2.51%	0.09%	0.05%
98 年	2016	95.68%	0.64%	3.52%	0.00%	0.15%
99 年	1973	96.10%	0.71%	3.19%	0.00%	0.00%

資料來源：內政部警政署

表 1-2 96-99 年違規取締件數

年份	總計(件)	闖紅燈 直行或左轉	比率	闖紅燈 右轉	比率	闖紅燈 總比率
96 年	11,015,114	1,326,149	12.04%	176,082	1.60%	13.64%
97 年	10,396,652	1,380,801	13.28%	184,004	1.77%	15.05%
98 年	9,575,241	940,336	9.82%	134,633	1.41%	11.23%
99 年	8,549,228	845,203	9.89%	107,279	1.25%	11.14%

資料來源：內政部警政署

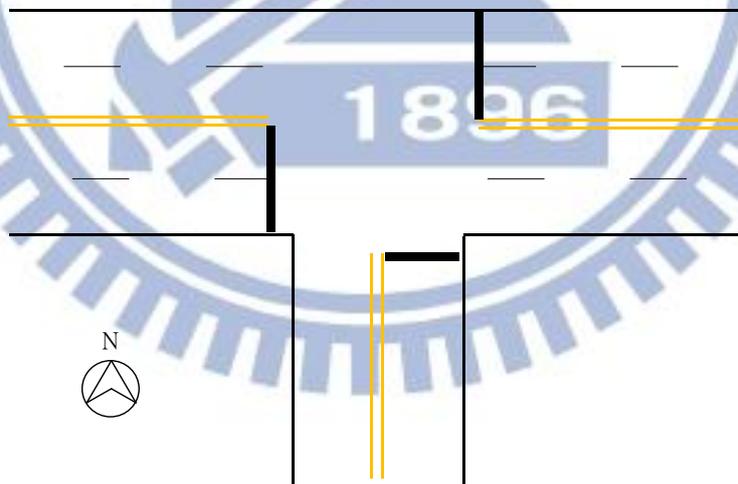


圖 1-2 丁字型路口

路口依交叉的道路數可區分為三岔路口、四岔路口、五岔路口等等，而丁字路口(T-junction) 為三岔路口的一種，道路的分布形狀如國字的「丁」或英文字母的「T」，如圖 1-2。丁字路口的英文為 T-junction 或 T-intersection。根據牛津英語辭典 (Oxford English Dictionary)，T-junction 的意義為“a junction in the shape of a ‘T’, in particular a road junction at which one road joins another at right angles”。

without crossing it.” [4]，即指一個形狀為 T 字型的路口，特別的是一條道路與另外一條道路以直角相連接，但是並沒有穿越此條道路。

這種路型造成通過路口時的衝突點數較少，若以圖 1-2 為例，在二時相（圖 1-3）的第二個時相或三時相（圖 1-4）的第三個時相，路口僅有南來向的車流往東及往西行，對東往西在等待紅燈的車流來說，通過路口僅會有一個分流及一個併流的衝突點，其中分流的衝突點又因號誌管制的關係而不存在，僅有一個衝突點的情況下，會使得駕駛人比較敢於闖紅燈。

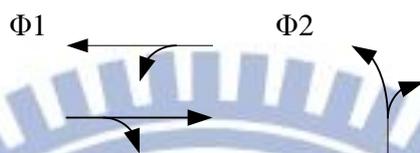


圖 1-3 丁字型路口二時相的時相順序

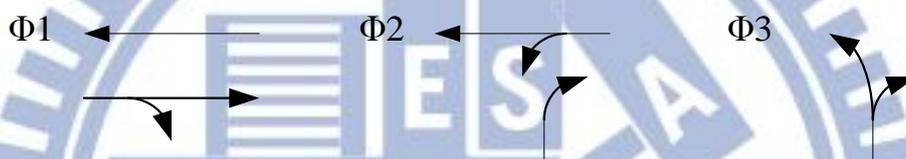


圖 1-4 丁字型路口三時相的時相順序

將十字型與丁字型的路口會產生衝突的點加以比較，會發現十字型的衝突點高達 32 點，如圖 1-5，相較之下，丁字型路口僅有 9 處衝突點[5]，如圖 1-6，以下將直行、右轉及左轉車流加以分類：

1. 若以東往西的直行車流為例，在十字型的路口依序有分流往南的車流、分流往北的車流、交叉南往北的車流、交叉西往北的車流、交叉北往東的車流、交叉北往南的車流、與北往西車流併流及與南往西車流併流。單單只是通過路口，卻有 8 個衝突點可能使駕駛人在通過路口時發生衝突；而在丁字路口，僅會與分流往南的車流及由南往西的車流併流兩個衝突點。
2. 由東往南的左轉車流在十字型路口依次會與分流往北或西的車流、交叉南往北的車流、交叉北往東的車流、交叉南往西的車流、交叉西往東的車流及與北往南車流併流等 6 處衝突點；但在丁字路口會與分流往西的車流、交叉南往西的車流、交叉西往東的車流及與西往南車流併流等 4 處地點為衝突點。
3. 若是由南往東的右轉車流，在十字路口會依序有分流往西或往北的車流、與西往東的車流併流及與北往東的車流併流等 4 處可能發生衝突的地點；而在丁字路口則僅有與分流往西的車流及西往東的車流併流，共 2 處衝突點。

由上述三點可發現，不論是何種轉向，丁字路口的衝突點都明顯少於十字路口，如表 1-3。

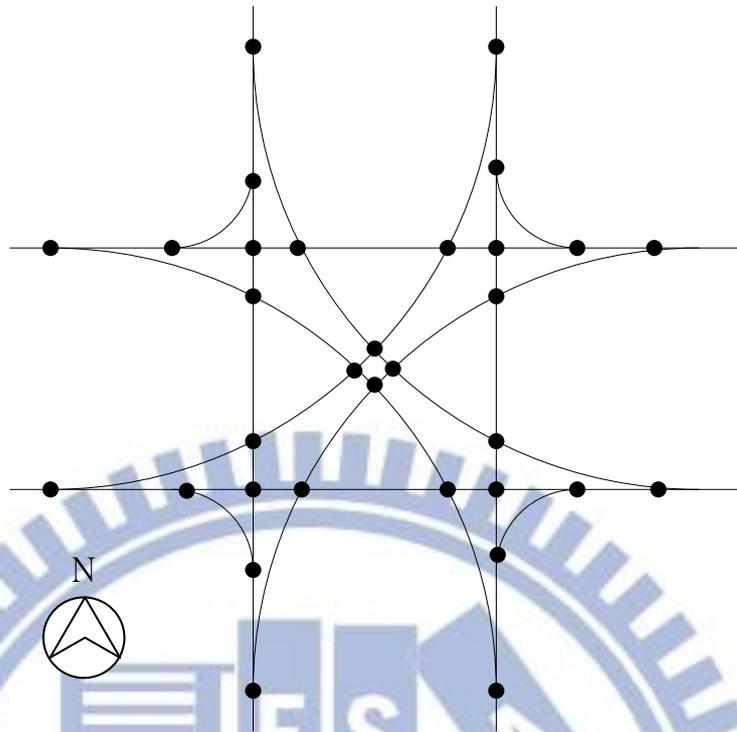


圖 1-5 十字型路口衝突點

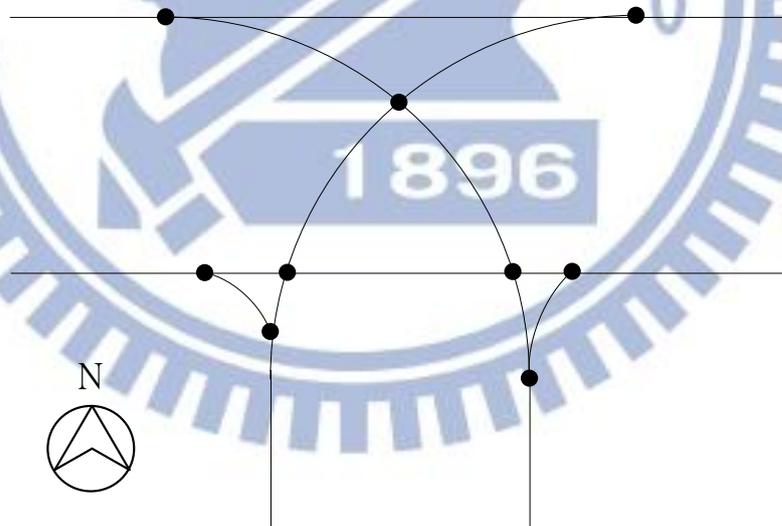


圖 1-6 丁字型路口衝突點

由表 1-4，在丁字路口衝突點較少的情況下，通過丁字路口的駕駛人會較敢於闖紅燈，尤以東來向的車流情況最嚴重。東往西方向僅有 2 個衝突點，一處為分流而另一處為併流，並無最危險的交叉穿越型衝突點，造成於丁字路口幹道直行闖紅燈的情況層出不窮，其次為東往南，該轉向雖有 4 處衝突點，但在紅燈時受到號誌管制而有 2 處衝突點並不會有車流出現，因此紅燈左轉的車輛也是極為常見。

表 1-3 路口衝突點數比較

方向	十字型路口	丁字型路口
直行車輛	8	2
左轉車輛	6	4
右轉車輛	4	2

表 1-4 幹道車輛通過路口衝突點數比較

		十字型路口	丁字型路口
直行 車輛	交叉	4	0
	分流	2	1
	併流	2	1
左轉 車輛	交叉	4	2
	分流	1	1
	併流	1	1

1-2 研究目的

在道路線型不同的情況下，丁字型路口用路人所面臨的衝突點較十字型路口少，使得駕駛人在通過丁字路口與十字路口時的感受有很大的不同，造成闖紅燈的行為與型態會有所不同。本研究以實際觀察法觀察通過丁字路口的駕駛人闖紅燈的情況，期望找出丁字路口的闖紅燈特性後利用執法或其他方式減少闖紅燈的情況。本研究的研究目的如下所述：

1. 探討衝突點較少的丁字路口是否闖紅燈行為與十字路口有所差異。
2. 在流量較大或小的時段，闖紅燈的比例是否會有所差異。
3. 路口號誌時制不同與紅燈倒數計時顯示裝置是否對駕駛人闖紅燈的行為造成差異。

員警於路口進行執法，可使違規情況大幅減少，但在人力成本與時間的考量之下，找出闖紅燈頻率較高的路口或時段，於該路口或該時段進行執法，可有效嚇阻駕駛人的闖紅燈行為；找出闖紅燈行為特性，可宣導民眾通過路口時在高危險的時間點能夠主動注意周遭可能發生的危險作防禦，進而減少闖紅燈造成事故的損害。

1-3 研究對象

本研究為探討「丁字路口」的「闖紅燈」行為，針對主線通過路口時右側無來車的方向為研究對象，通過丁字路口的幹道的所有駕駛人皆為研究對象，不論大型車、小型車、機車及腳踏車皆屬於研究對象。若於綠燈及黃燈時通過路口之車輛僅計算車流量，不對其作分析與討論；腳踏車不計算於車流量中。僅針對闖紅燈之車輛進行分析與討論。

1-4 研究步驟與流程

本研究首先進行問題的分析與界定，而後針對過去關於闖紅燈的文獻進行回顧與整理，之後進行實地的觀測與調查，實驗人員實際前往觀測的路口使用攝影機拍攝影像及記錄該路口資料，觀看錄影所得影片並將闖紅燈樣本之資料編碼、分類及統整，將各路口所蒐集到的樣本就相同及相異性進行討論，最後提出結論與建議。

1. 問題分析與界定

就闖紅燈之行為之文獻進行整理，進而對在丁字路口的用路人駕駛行為進行假設，以找尋研究方向與內容。

2. 文獻回顧

廣泛蒐集國內外相關之文獻，進行統整與分析。蒐集關於「丁字路口」及「闖紅燈」之相關文獻，作為選擇之後變數及方法之參考。

3. 實驗設計

選擇實驗的路口與架設攝影機的地點，及確定所需要觀測之項目。

4. 錄影觀察

以架設攝影機的方式來觀察通過丁字路口的用路人，並擷取錄影的結果，將錄影得來的資料進行分類與整理。

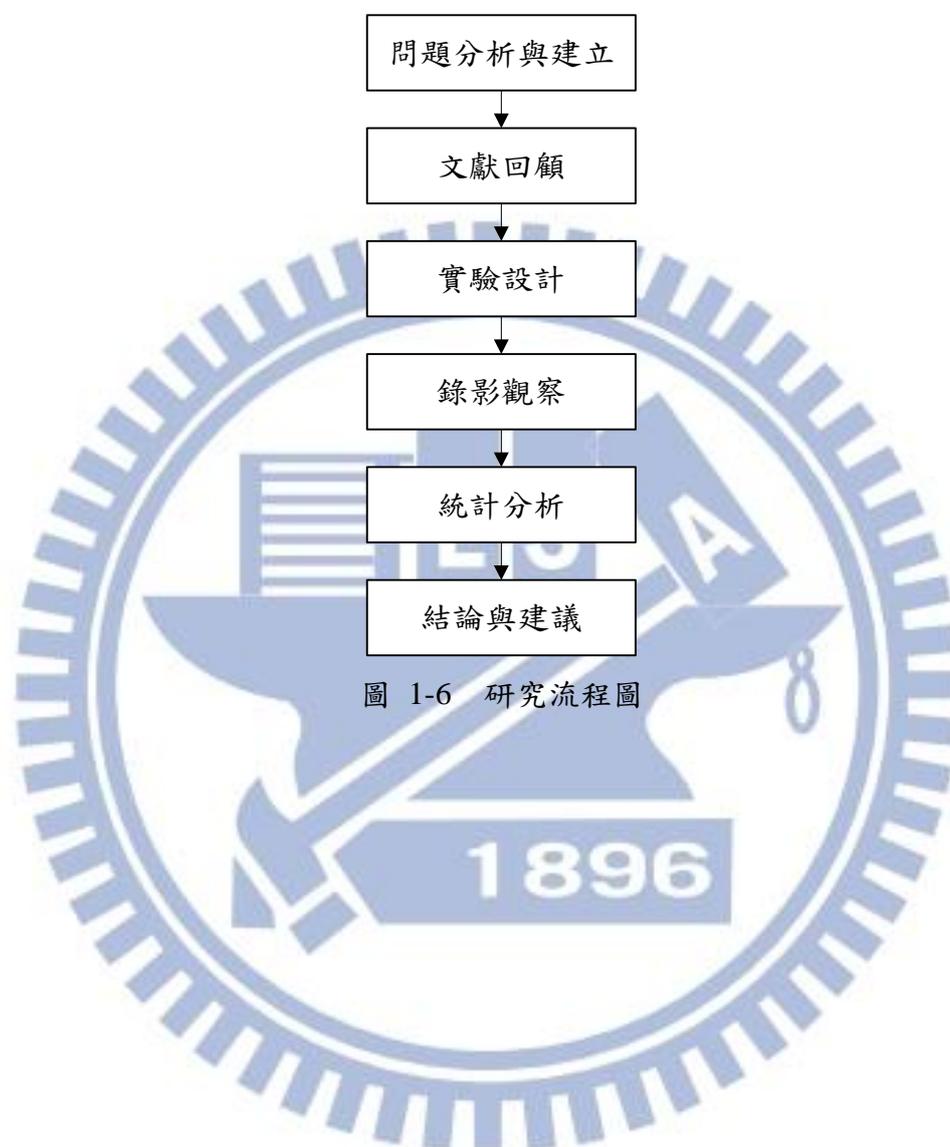
5. 統計分析

將錄影得來的資料，編碼後進行資料的解讀，使用敘述性統計、卡方分配及母體比例檢定來檢定是否有顯著的差異。使用 SPSS Statistics 及 Microsoft Office Excel 等套裝軟體進行統計及分析，並針對所得結果進行討論。

6. 結論與建議

將分析的結果，建立結論與建議，作為後續研究及實務應用的參考。

根據研究流程繪製研究流程圖，如圖 1-6 所示。



第二章 文獻回顧

本章節分為三大部分，第一部分針對闖紅燈的定義進行回顧，第二部分的文獻為過去闖紅燈事故造成的傷亡損失進行嚴重性分析，第三部分為探討會影響駕駛人闖紅燈的因素。

2-1 闖紅燈之定義

根據「道路交通標誌標線號誌設置規則」第 230 條規定，設置於三岔路口之行車管制號誌之時相可使用二時相號誌。行車管制號誌設置於左轉車輛較多，且兩向交通流量懸殊之交岔路口者，可使用綠燈早開或綠燈遲閉方式處理。[6]

台灣地區與闖紅燈相關的法律條文「道路交通管理處罰條例」第 53 條「汽車駕駛人，行經有燈光號誌管制之交岔路口闖紅燈者，處新臺幣一千八百元以上五千四百元以下罰鍰。前項紅燈右轉行為者，處新臺幣六百元以上一千八百元以下罰鍰」。實際實施時依當時所使用的車輛處以不同款項的罰金，若在到案日前繳納，機車為新臺幣 1800 元整，小型車為新臺幣 2700 元整，大型車為新臺幣 3600 元整，若是逾期繳納則罰款金額會上升，機車最高 4500 元，大型車與小型車最高為 5400 元。[6]

根據交通部於 82 年 3 月 27 日「研商闖紅燈標準會議」會議記錄：

『有關闖紅燈行為的認定，於「道路交通管理處罰條例」中並未見相關之解釋。另依「道路交通標誌標線號誌設置規則」第一百七十條第一項「停止線用以指示行駛車輛停止之界限，車輛停止時，其前懸部分不得伸越該線。」及同規則第二百零六條第一項第五款(一)「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。」若據此認定超越停止線即為闖紅燈，則一般大眾恐難以接受，亦非「道路交通管理處罰條例」當初立法精神。

為促使駕駛人回歸於對標線之認知，同時兼顧執法技術層面與大眾接受程度，茲將面對圓形紅燈時超越停止線或闖紅燈之認定敘述如后提供參考：

- (一) 車輛面對圓形紅燈時仍逕予穿越路口至銜接路段，含左轉、直行、迴轉及右轉（依箭頭綠燈允許行駛者除外）即視為闖紅燈之行為。
- (二) 有繪設路口範圍者：車輛無視於紅燈警示，有穿越路口之意圖，而車身已伸入路口範圍亦視同闖紅燈；若僅伸越停止線而未達路口範圍者，則視為不遵守標線指示。（可以處罰條例第六十條第三項之規定處分之）

- (三) 無繪設路口範圍者：以車輛無視於紅燈號誌，而有穿越路口之企圖，其車身並已伸越停止線並足以妨害其他方向人（若有行人穿越道）、車通行者亦以闖紅燈論處；若僅車身伸越停止線則以不遵守標線指示視之。
- (四) 目前交岔路口已繪設網狀黃線區者暫以該範圍視作路口，未繪設者請公路主管機關依內政部警政署六十五年二月十六日(65)警署交字第 00 二四九號函之規定，視路況車況繪設路口範圍。
- (五) 另路口設有照相設施者並請有關單位依會議結論之認定標準配合調整以更明確認定。』 [7]

2-2 闖紅燈之事故嚴重性分析

Retting 等人 (1998) 將一些有關於闖紅燈文獻進行了回顧與整理，其中包含一篇於 1983 年在澳洲研究的文獻，在澳洲的 Victoria 實施闖紅燈照相執法，使得路口減少了 10% 的傷亡人數，且減少了 32% 的事故數。[8]

Retting 等人 (1999) 收集 Fatality Analysis Reporting System (事故報告分析系統, FARS) 的資料進行分析，自 1992-96 年間，FARS 共記錄了 3753 件與闖紅燈有相關之死亡車禍事故，依年齡分為未滿 20 歲、20~69 歲及 70 歲以上作個別分析，發現未滿 20 歲的用路人較容易在尖峰時間發生事故，20~69 歲的用路人有一部分會在午夜發生死亡事故，而 70 歲以上的用路人的事故很集中的分布於白天。另外將僅有兩台車輛的事故且只有其中一台車輛為闖紅燈的車輛的死亡事故挑出進行統計，發現闖紅燈的用路人多為 30 歲以下，男性多於女性，闖紅燈的人有喝酒的比例較沒有闖紅燈的高，闖紅燈的人死亡率較沒有闖紅燈的人高。同篇文章內提到 Federal Highway Administration (FHWA, 1999) 研究發現，男性在夜間時較容易闖紅燈，夜間的事故中有 30% 的駕駛人為無駕照或是駕照失效。[9]

Shauna 等人 (2010) 於美國愛荷華州 (Iowa) 進行研究，2001~2006 年在愛荷華州的事故有 21% 與闖紅燈有關係，有 35% 的死亡車禍與闖紅燈有關，一些交通部門將闖紅燈照相機作為解決闖紅燈事故的重要工具，在愛荷華州選取了 3 個社區進行闖紅燈照相機對減少闖紅燈事故的功効研究，於 2004 年安裝闖紅燈照相機後，於 2006 年蒐集安裝前及安裝後兩年的事故資料進行分析，使用 Bayesian statistical before-and-after analysis 分析，發現闖紅燈照相機能有效的減少闖紅燈造成的事故，及一般的交通事故，另外此研究中發現，有裝設闖紅燈照相機的路口的追撞事故並沒有顯著性的增加。[10]

2-3 影響闖紅燈之因素

Retting 等人 (1998) 將一些有關於闖紅燈文獻進行了回顧與整理，以下將分項說明[8]：

1. 一個於 1994 年於 Virginia 進行實地觀察的研究，以攝影機進行錄影，但記錄時僅記錄時速高於 15 英哩的車輛，以避免記錄到紅燈時右轉的車輛，觀測結果發現，流量較大的路口，闖紅燈的比例會較高；另外下雨天與闖紅燈機率的關係在此研究並無顯著的影響。
2. 一個以攝影機進行錄影的研究，此研究定義紅燈開始後 0.5 秒後才進入路口的車輛為闖紅燈的車輛，此研究旨在比較闖紅燈的車輛與有機會闖紅燈但是並沒有闖的車輛的差別，發現闖紅燈的人通常年紀較輕、安全帶使用率較低、駕駛記錄不佳、或是行駛較小或較老的车。
3. 在一些流量不大的路口，將原來由燈號控制的路口取消號誌控制，改為在路口放置停止標誌，發現會減少事故的發生數及傷亡人數。
4. 調整黃燈時相長度和(或)全紅的時相長度將會使事故數減少，建議將號誌的轉換時間調整至 Institute of Transportation Engineers (ITE) 建議的時間。
5. 1995 年由美國公路安全保險協會 (Insurance Institute for Highway Safety, IIHS) 進行問卷調查，有 66% 的民眾支持設置闖紅燈照相機，也有其他在歐洲進行類似的調查，發現民眾大多支持設置闖紅燈照相機。

Lum 與 Wong (2002) 於新加坡進行研究，使用 logistic modeling 進行闖紅燈照相機對闖紅燈行為分析，在選取地點的時候，為了減少差異性，選擇的路口必須時相、順序皆相同，並且地理位置要相近，在同一條道路上，才能使得駕駛人經過對照組的路口和實驗組的路口時闖紅燈的機率相近及各路口間車流量相近，最後選擇了三處位在同條路上的三個丁字路口，結果發現在有闖紅燈照相機的方向與沒有闖紅燈照相機的方向的勝算比相差 17 倍之多，闖紅燈照相機系統會使得在通過該路口時，燈號若是黃燈，駕駛人會選擇停車。此研究為在新加坡的丁字路口實驗，研究中發現，有右轉衝突車流的車道在黃燈時會選擇停止的駕駛人是沒有右轉衝突車流的車道的 6.5 倍，因為新加坡是靠左行駛的國家，因此若是在靠右行駛的國家，結果將變為有左轉衝突車流的車道在黃燈時會選擇停止的駕駛人是沒有左轉衝突車流的車道的數倍，因此駕駛人會對通過路口時，是否有衝突車流而決定在黃燈時是否要停車。[11]

Lum 與 Tan (2004) 於新加坡進行研究，在新加坡一個三時相的丁字路口進行黃燈不亮時與闖紅燈行為之間的關係，此路口為兩條均為雙向六車道的道路，於各個車道皆放兩個感應器，分別放置於停止線前與停止線後，研究結果發現若是比較黃燈亮與不亮的情況，由速度的減慢情況可以發現在黃燈消失時，駕駛人會遲疑一下，並且有降低車速的行為，此時通過的車輛數就會減少，在黃燈不亮的情況下，會闖紅燈的情況有以下三種：原本可以通過，但因為遲疑而減速，造成在紅燈時才通過路口；車輛原本在較上游，但還是小心謹慎的於紅燈時通過路口；車輛已經在停止線停止，但後來還是決定闖紅燈。而在黃燈正常時，大部份的闖紅燈行為會發生在燈號轉變成紅燈後的前 2 秒；若是在黃燈不亮的時候，駕駛人會先減速，然後若是情況許可，駕駛人會選擇闖紅燈，並且這些人認為若是被警察攔住時，能夠因為黃燈不亮而不會被處罰。[12]

Li 等人(2009) 於中國大陸的河南省平頂山市，為了確保無號誌化的丁字路口的道路交通流暢，將原可直行且可左轉的方向，改為禁止左轉，使用 Gap acceptance theory 及 Potential capacity calculation models 進行研究，發現為了保持道路的順暢，若是左轉的車流量大於此路口可提供左轉的能力，這個路口建議採取禁止左轉的措施，以保持交通順暢。[13]

Putranto 與 Sucipto (2007) 於印尼進行研究，印尼的交通情況與亞洲的其他發展中國家類似，摩托車的比例較西方已開發國家高，甚至部分市區的機車擁有率達到 653 台/ 仟人，於 Suryo Pranoto 進行研究，使用 2 台攝影機同時進行錄影，一台拍攝車流，另一台則拍攝號誌，以記錄當時的號誌。此研究將闖紅燈分為兩種型態，型一為機車在燈號已變為紅燈之後闖越路口，型二為機車在燈號轉變成綠燈之前闖越路口，並根據印尼當地的公路容量手冊 (Indonesian Highway Capacity Manual, 1997) 計算該路口之流量及容量，結果顯示在流容比 (Volume to Capacity Ratio, V/C ratio) 越低時，較多的闖紅燈情況為類型一，而流容比越高時，較多的闖紅燈的情況為類型二。在高流容比時，車流的狀況會鼓勵機車騎士在停等時超越停止線，或在等待紅燈時運用前方可利用的空間往前停等。[14]

Porter 與 Berry (2001) 以問卷方式詢問，有 20% 的受訪者在最近經過的 10 個號誌化路口曾經闖過紅燈，統計後發現年紀越輕的駕駛人越容易闖紅燈；而當駕駛人獨自騎機車時或有急事時也較易闖紅燈；受訪問者中有 10% 曾發生過與闖紅燈有關的交通事故。[15]

Köll (2004) 在一些歐洲國家進行研究，這些國家的時相變換為綠燈-閃綠燈-黃燈-紅燈-紅燈/黃燈-綠燈，自瑞士、奧地利及德國的觀察發現閃綠燈會使駕駛提早進行停車的行為，因為駕駛在行駛時無法準確預估閃綠燈到黃燈的時間，造成會低估了這段時間的長度，進而讓煞車的行為提早開始。[16]

表 2-1 闖紅燈可能產生的衝突形態

分類	描述	圖示 (靠左行駛)	圖示 (靠右行駛)
Cross traffic	車輛自鄰近方向接近。		
Right Far	車輛 1 直行，車輛 2 轉彎進入與車輛 1 同方向車道。		
Right Near	車輛 1 直行，車輛 2 轉彎進入與車輛 1 相反方向。		
Two Right Turing	兩車由相鄰方向來車，同時進行同方向轉彎。		
Left Near	車輛 1 直行，車輛 2 轉彎進入與車輛 1 同方向車道。		
Right Through	車輛 1 直行，車輛 2 轉彎時穿越車輛 1 行進的車道。		

Green (2003) 於澳洲進行分析闖紅燈的死亡事故，發現在路口寬度較大的路口，可能原因包含物理上的大小及流量的關係造成會有較高的闖紅燈的比例；此研究並將十字型路口闖紅燈時可能造成的衝突整理，如表 2-1。但本篇文獻來源於澳洲，澳洲為靠左行駛的國家，因此左右的狀況將會與台灣的情況相反，文獻僅提供靠左行駛國家可能會發生之圖示，本研究將其改為適合靠右行駛的國家的圖示，但原始的分類名稱不予以更動。[17] 此為十字型路口會發生的情況，若是在丁字路口的情況下，僅有第一種（cross traffic）不會發生，其他的衝突仍然有發生的機會。

Baguley (1988) 將燈號轉變成黃燈時，駕駛人所在的區域作了分類，第一種為必然能通過路口，第二種為必然能在停止線前停車，第三種為通過路口或在停止線前停車都是有可能的，稱為 Option Zone，第四種為無法在燈號轉換成紅燈前以現在的速度通過路口，但要以一個舒適的煞車方式在停止線前停車也是不可能的，這段區域稱為 Dilemma Zone。[18]

Elmitiny (2010) 等人於美國佛羅里達州（Florida）進行研究，收集一個有架設三個攝影機的號誌化十字型路口，第一個攝影機可拍攝路口的情况，第二個攝

影機拍攝路口停止線上游至左轉專用車道出現，第三個攝影機拍攝再更上游的區域，其中第二個攝影機與第三個攝影機的拍攝區域有一部分重疊，於周中選取了 28 個離峰時段及 8 個尖峰時段，觀察的內容包含了駕駛決定繼續前進或停止，闖紅燈的車輛數、行車的車道、在車流中的位置、車輛種類及在黃燈亮時當時的速度與離路口的距離。駕駛者在黃燈時離路口的距離越短就越容易穿過路口，但是黃燈時離路口的距離與闖紅燈的機率並沒有線性相關，原因是一部分比較積極的駕駛會即使在黃燈時離路口還有一段距離，會以闖紅燈的方式來通過路口；此研究使用 tree-based model 建立模式，若是黃燈亮起時，車輛離路口介於 267.5~372.5 英尺（81.53 公尺~113.54 公尺）時，且駕駛者當時的速率大於 46.9 英哩 /小時，會有 50 % 的駕駛會穿越路口，但是若是小於等於 46.9 英哩 /小時，則有 75% 的駕駛會選擇停車，因此在這個距離下，駕駛人會依照當時的行進的速度決定是否要繼續通過路口。[19]

黃國平 (民 82) 於台南市的三處丁字路口進行機車違規闖紅燈的特性調查，選擇北門路與小東路口、大學路與長榮路口、林森路與東寧路口進行調查。闖紅燈的機車占有直行機車的 23%，約占到達車流的 53%，違規的時間以 10~12 時的比率最高，而 18~19 時比率最低；違規數在 7~8 時為最多，15~16 時最少。此三處路口流量差異越大的路口，違規的比例越高，直行路段的綠燈比越高，則違規情況越是嚴重。闖紅燈的機車有 83.3% 並沒有載乘客，顯示單獨騎乘機車會較易闖紅燈。[20]

詹善斌 (民 93) 於新竹市光復路與東光路口、新安路與展業二路使用攝影來收集數據，量測號誌倒數計時器對駕駛行為的影響，發現綠燈倒數計時會對汽車駕駛人有顯著的影響，綠燈倒數計時開啟時汽車在綠燈結束前五秒通過停止線的車速會比綠燈倒數計時器關閉的高，在綠燈快結束及黃燈時有 59% 的車輛會以高於速限 (50 km/hr) 的速度通過路口，在車速提高的情況下，肇事率也會提高，會造成交通事故的發生。而有紅燈倒數計時的路口，機車提早起動的情況遠較汽車嚴重。[21]

賴祈延 (民 97) 於新竹市進行問卷調查，使用計畫行為理論設計給予機車騎士填答的問卷，發現騎機車的民眾會因警察或闖紅燈照相機的取締而不想闖紅燈；當對闖紅燈有正向影響程度越高的受測者，對於各種不同的情境而增加闖紅燈意願的程度也越高；另外當深夜四下無人、趕時間時、通過小路口時是受訪者最容易想闖紅燈的情境。[22]

根據台灣法規「道路交通安全規則」第 99 條機車行駛規定，「在同向三車道以上道路，均應以兩段式進行左轉彎；單行道道路，行駛於右側車道或慢車道者，應以兩段式方式進行左轉彎，行駛於左側車道或慢車道者，應以兩段方式進行右轉彎。」[6]因此台灣設立有機車待轉格提供機車於兩段式左轉時待避的空間，在同向車道以上的道路若機車直接進行左轉是違反台灣的法規的。在丁字路口設

立待轉格會使得通過路口的車輛的行為造成差異，因為產生了一股新的車流，並會使得車輛在綠燈轉變為紅燈時通過路口時，會擔心待轉格車輛提前起動，使得通過路口的行為造成差異。

溫仁億 (民 94) 於台北市選擇 10 處丁字路口，進行在丁字型路口的兩段式左轉待轉區的研究，將這 10 處的事故資料做整理並且分析。台灣地區在同向三車道以上的交岔路口必須以兩段式左轉進行左轉彎，一般的十字型路口可以將機車待轉區退縮，以避免停等的機車暴露在車道上，但是丁字型路口卻因為路口的限制無法往後退縮，造成在丁字路口機車待轉區的機車會和外側車道的直行車流形成衝突，研究發現以台北市和平東路與師大路交岔路口為例，不論何種車種，在昏峰時間通過路口時，駕駛人會明顯的速度減慢，並且這現象在最外側車道尤為嚴重；待轉區設置以內縮式待轉區為安全性最佳的選擇，但是經過實際調查，發現台灣地區人行道寬度明顯的不足，並且加上在人行道上的行人設施或其他硬體設施的影響，使得內縮性待轉區並非是每個路口都可實行。[23]

根據 Matthews 與 Moran (1986) 提出的風險感認理論，對風險的感認程度是駕駛人是否採取冒險性駕駛行為的中介途徑。若是在一個既定的駕駛行為下，如果駕駛人感受到較低的危險，該動作即會安全地進行。對於遭取締或是發生意外事故的感認機率與發生事情的嚴重性會與風險感認程度的建立有密切的關係。此研究分別請年輕族群與年長族群，透過影片來評斷特定的行為是否危險，結果顯示年輕者在資訊接收方面較無法感受到危險，而年長者則是在行為表現方面較為謹慎。[24]

陳政凡 (民 98) 使用計畫行為理論 (TPB) 來檢驗那些因子會影響民眾在騎機車時進行兩段式左轉行為意向。風險感認分為兩部分，一種為感認取締風險，而另一種為感認車禍風險，感認取締風險於大型路口皆不顯著，因此受訪者認為在較大的路口鮮少受到警方取締，大多數的取締皆發生在較小的路口；另外感認車禍風險在各情境下皆是顯著的。顯示受訪者認為執行直接左轉的潛在車禍風險是影響受訪者是否進行兩段式左轉行為的重要因素。[25]

2-4 小結

由 2-1 至 2-3 的文獻顯示，有許多因子會使駕駛人選擇是否要於紅燈時闖越路口，路口設施方面包含時相長度、號誌倒數計時設施及闖紅燈照相機，駕駛人方面包含駕駛人性別、年齡及是否單獨騎車，其他還包含了行駛時間、是否有左轉衝突車流、路口的流量及容量，整理如表 2-2。

文獻中有部分研究選擇丁字路口為實驗地點，原因為在丁字路口的進行研究可將研究路口簡化，但與國外相關研究不同的是台灣的機車需要進行兩段式左轉，

因此同向三車道以上的路口皆設有待轉格，會與其他國家的情形有一定程度的差別。

表 2-2 影響闖紅燈行為因子

文獻	因子									
	時相 長度	號誌倒 數計時	闖紅燈 照相機	性 別	年 齡	單獨 騎車	時 間	左轉衝 突車流	流量/ 容量	丁字 路口
Retting (1999)			○	○	○		○		○	
Porter (2001)						○				
Lum (2002)								○		○
Lum (2004)	○									○
Köll (2004)	○				○					
Putranto (2007)								○		
黃國平(民 82)	○					○				○
詹善斌(民 93)		○								
賴祈延(民 97)			○				○			

第三章 研究方法

3-1 實驗目的

本研究的實驗目的是瞭解在通過丁字路口時，駕駛人是否會因各種不同的因素而影響闖紅燈的行為。

經由前一章對闖紅燈與丁字路口之相關文獻回顧後，需針對研究所考量的變數進行實地觀察，因闖紅燈行為為違規行為，使用模擬或問卷方式不易探討真正的駕駛行為或不同的路口對駕駛人造成的影響，但是無法得知所有通過路口的駕駛人的基本資料、事故經驗或心理狀態等資料。考量時間與成本的限制，選擇適當的路口進行現場觀察可有效且快速反映真實情況。

3-2 實驗設計

根據文獻回顧中指出時相長度、時間及紅燈倒數計時會影響駕駛者在通過一般路口的闖紅燈行為，因此本研究針對這些會影響駕駛人行為的因子，驗證在丁字路口是否亦顯著影響到駕駛行為。根據以上因子建立了五項研究假設，如表 3-1：

表 3-1 實驗假設

編號	研究假設
H1	白天與夜間會影響駕駛人於丁字路口闖紅燈行為
H2	紅燈時相長度會影響駕駛人於丁字路闖紅燈行為
H3	左轉遲閉時相會影響駕駛人於丁字路闖紅燈行為
H4	紅燈倒數計時會影響駕駛人於丁字路闖紅燈行為
H5	十字路口與丁字路口的闖紅燈行為不同

3-3 實驗路口之選擇

為了使路口型態單純化，並使周圍的道路或設施影響駕駛人行為的情況最小，因此選擇的路口有以下的原則：

1. 因為闖紅燈是個違規行為，因此民眾在周圍有警察或是攝影機的情況下，行為會與平常不同，並為了使資料收集方便及清晰，因此攝影機需架設於有良好的視野的地點，以避免後段在計算時發生錯誤，將選擇路口附近沒有警察執法及周圍適合藏匿攝影機的地點作為實驗地點。

2. 避免選取號誌化丁字路口旁有無號誌控制的小巷道，雖小巷道車流量稀少，但是會使駕駛人對行駛過此路口的風險感知發生改變，因此並不適合。
3. 在同一區域蒐集資料，不使城鄉之間的差距影響駕駛人的行為，在同一區域行駛的駕駛行為差異性較小。
4. 該路口並無交通警察進行指揮，以避免駕駛人行為受到引導的影響，無法顯現一般的狀況。

經由以上的路口選擇條件，由於台一線在桃園縣中壢市及桃園市路段均與鐵路相鄰且平行，因此產生許多丁字路口，故選擇於桃園縣進行實地觀察，選擇的路口皆在中壢市及桃園市的重要幹道上，選擇在省道台一線與縣道 110 甲線進行觀察，選定的地點皆在方圓 2 公里內，車流型態皆類似，駕駛人的行為也因距離相近而相似，幹道的車道數及寬度也相似，速限規定相同，減少路口相異處，增加控制變因，讓操縱變因設定為各路口之間的差異。為了比較丁字路口與十字路口的差異，並於選定範圍內選擇一個十字路口作為比對的路口。

3-4 實驗流程

本研究利用 DV 錄影機作為錄影的器材，前往路口架設攝影機以收集觀察路口之車流量、號誌及闖紅燈車輛數等資料，錄影設備為「Sony HDR-SR12」，以 1440x1080 的比例進行拍攝。待資料錄影收集完成後，於實驗室將錄影成果使用播放軟體「The KMPlayer 3.0.0.1439」反覆觀看及擷取圖片，同時使用計數器計算車流及闖紅燈車輛數，並將闖紅燈的車輛的資料進行編碼，最後利用套裝統計軟體 Microsoft Office Excel 及 SPSS Statistics 進行資料整理與分析。

3-5 調查項目與方法

本研究主要目的在不同的路口及時段下，駕駛人在丁字路口闖越紅燈行為之差異，使用錄影方式進行。將攝影機統一架設在幹道上，攝影機進行單向幹道車流的計算及闖紅燈樣本的記錄，而實驗人員同時間進行對向車流之計算，若是該路口車流量較大，影響實驗人員計算對向車流的計算時，實驗人員會至對向進行計算。

本實驗的樣本為闖越丁字路口的車輛，定義「在紅燈時相時超越停止線且有穿越路口行為的車輛」才為本研究所收集的樣本，其他違反號誌管制的情況，例如號誌僅有直行箭頭綠燈時左轉彎或號誌僅有左轉箭頭綠燈時直行等情況，則不

列入討論範圍。反覆播放錄影所得的影片，確定每個樣本都有實際穿越路口的行為再重覆播放以記錄樣本的資料，圖 3-1 至 3-5 均為影片的擷取圖，於圖 3-1，在影片的時間點還無法確定這台小型車與這台腳踏車是否闖紅燈，於圖 3-2 的時間點確定這兩輛皆闖紅燈，將影片的時間軸退回至左圖，記錄圖 3-1 的時間為此紅燈時相的第幾秒鐘，並記錄腳踏車為「闖紅燈直行」，而小型車為「闖紅燈左轉」。



圖 3-1 闖紅燈擷取圖（一之一）



圖 3-2 闖紅燈擷取圖（一之二）

而圖 3-3 至 3-5 為先進入待轉格再左轉的闖紅燈違規，圖 3-3 中一位女性機車騎士於紅燈時穿越路口，先將車輛騎至待轉格內，如圖 3-4，之後再進行左轉

的動作，如圖 3-5，但第一動作是直行騎至待轉格內，因此將此機車記為「闖紅燈直行」。

圖 3-6 至 3-7 為闖紅燈待轉的情況，記為「闖紅燈左轉」，於圖 3-7 時間點確定該車輛闖紅燈左轉後，退回圖 3-6 的時間點進行記錄；圖 3-7 為待轉格車輛未在支道綠燈前即穿過路口。



圖 3-3 闖紅燈擷取圖（二之一）



圖 3-4 闖紅燈擷取圖（二之二）



圖 3-5 闖紅燈擷取圖 (二之三)



圖 3-6 闖紅燈擷取圖 (三之一)



圖 3-7 闖紅燈擷取圖（三之二）



圖 3-8 闖紅燈擷取圖（四）

3-6 分析方法

將攝影的影片擷取來取得闖紅燈樣本，整理後並編碼進行分析，分成車種、車道、闖紅燈時間點、駕駛人性別與是否有載客，但除了闖紅燈時間點為等距尺度外，其餘變項皆為名目變項，因此不適合進行平均數或變異數等分析，因此使用敘述性統計分析、卡方檢定與假設檢定等分析，茲將使用之統計分析方法簡介

如下。

3-6-1 敘述性統計分析

針對名目變數及類別變數，使用次數分配表整理與描繪資料，使用長條圖代表各變項水準之次數與比例。比較兩變項之間之分布關係，使用交叉表來整理及呈現變數間關連性。

3-6-2 卡方檢定

Karl-Pearson 所提出的卡方獨立性檢定(chi-squared test of independence)可以用來檢測兩個類別變項(X 和 Y)之間關連性。

如果兩個類別變項沒有互動關係(卡方值不顯著)，稱兩個變項相互獨立；相反地，當兩個變項有交互作用影響時(卡方值顯著)，則可說此兩個變項不獨立，或具有相依或相互關聯。當卡方值(Pearson χ^2)大於顯著水準之臨界值，則拒絕虛無假設 H_0 ，接受兩變項具有特殊關係之對立假設 H_1 (不獨立)。

檢定 H_0 之皮爾森卡方統計量為：

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

O_{ij} ：觀察次數， E_{ij} ：期望次數

檢定統計量在大樣本下滿足自由度為 $(m-1)(n-1)$ 之卡方分配，大樣本的定義一般認為期望次數最少要大於等於 5，即 $E_{ij} \geq 5$ 。

卡方分配亦可作適合度檢定，用以檢定母體分配是否為某特定分配或其他理論分配，虛無假設 H_0 為假設母體服從某種分配，而對立假設 H_1 為母體不服從某種分配。統計檢定量與皮爾森卡方統計量相同，當卡方值大於臨界值則稱此母體不服從某特定分配。

3-6-3 假設檢定

當母體如果只有兩種結果，成功與失敗，並想檢定兩群母體之間的成功比例是否有差異，使用母體比例的假設檢定，雙尾檢定的虛無假設 H_0 為兩者機率相

等，即 $p_1 = p_2$ ，右尾檢定的虛無假設則是假設 $p_1 < p_2$ ，檢定的統計量為：

$$Z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n_1} + \frac{p(1-p)}{n_2}}}$$

$$p = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$$

n_1 為母體 1 的總樣本數， n_2 為母體 2 的總樣本數， x_1 為母體 1 成功的樣本數， x_2 為母體 2 成功的樣本數。檢定統計量的結果滿足 Z 分配，若是檢定統計量大於顯著水準之臨界值則稱不顯著，即兩群母體的成功比例沒有證據說明有明顯差異。



第四章 資料收集

4-1 實驗路口

實驗共分五個路口，其中有四個丁字路口及一個十字路口，為了後續的說明方便，將各路口以羅馬數字 I 至 V 進行編號，路口 I 為中華路與忠孝路路口，路口 II 為中華路與龍祥街路口，路口 III 為中華路與自強一路路口，路口 IV 為中園路與西園路 77 巷路口，路口 V 為自強一路與自強四路路口，圖 4-1 為各路口間的相關地理位置。



圖 4-1 錄影地點地理位置圖

表 4-1 實驗路口比較

路口	幹道	支道	路口型態	幹道車道數	支道車道數	時相
I	中華路	忠孝路	丁字路口	雙向四車道	雙向二車道	簡單二時相
II	中華路	龍祥街	丁字路口	雙向四車道	雙向二車道	簡單二時相
III	中華路	自強一路	丁字路口	雙向四車道	雙向四車道	左轉遲閉 二時相
IV	中園路	西園路 77 巷	丁字路口	雙向四車道	雙向二車道	簡單二時相
V	自強一路	自強四路	十字路口	雙向四車道	雙向二車道	簡單二時相

路口 I 至 IV 為丁字路口，幹道皆為雙向四車道，僅有路口 III 為支道是雙向四車道，其他路口的支道為雙向二車道；除了路口 III 為遲閉型左轉保護二時相，另外三處路口皆為簡單二時相；路口 V 為簡單二時相十字路口，幹道為雙向四

車道，支道為雙向二車道，如表 4-1。各路口幹道的時相長度皆有些不同，其中路口 III 為左轉遲閉時相，因此綠燈時段分為兩個階段，第一階段僅有直行綠燈，第二階段有直行綠燈與左轉綠燈同時亮，詳如表 4-2。

表 4-2 各路口幹道時相比較

幹道時相		綠燈	黃燈	紅燈 (全紅時相)	周期
路口 I	離峰	110	3	37 (2)	150
	尖峰	110	3	37 (2)	150
路口 II	離峰	110	3	47 (2)	160
	尖峰	130	3	57 (2)	190
路口 III	離峰	90	20	3	37 (2)
	尖峰	90	20	3	37 (2)
路口 IV	離峰	105	3	42 (2)	150
	尖峰	110	3	47 (2)	160
	夜間	60	3	27 (2)	90
路口 V	離峰	77	3	40 (2)	120
	尖峰	77	3	40 (2)	120

4-1-1 對照組路口

中華路-忠孝路路口（以下稱為路口 I）位於台一線 32 公里附近，忠孝路為通往內壢市區之道路，中華路在此路口為直線路段，有中央分隔島，雙向四車道，車道寬約 3.5 公尺，且有路肩；忠孝路為雙向二車道且並有慢車道之道路，如圖 4-2。

實驗進行時，攝影機位於中華路北向之人行道，實驗人員位於中華路南向之人行道，實驗人員於現地計算中華路南向車流及忠孝路南去向車流，攝影機記錄中華路北向車流及忠孝路北去向車流，並使用影片記錄中華路北向之闖紅燈車輛之特徵，如圖 4-3。照片 4-1 為該路口的實際狀況，照片右側圈選處為攝影機放置的地點。

本路口為簡單二時相路口，幹道時相為綠燈 110 秒，黃燈時相 3 秒及紅燈時相 37 秒，合計周期為 150 秒。

本路口作為本研究之對照組，此路口為簡單二時相為一般丁字路口最常見的時相，在左轉車流並無特別龐大的情況下不會使用三時相，而該路口並無裝設紅燈倒數計時設施，有中央分隔設施能讓所有轉向行為都限制於路口中，因此選擇此路口作對照組，用以比較及分析不同路口間差異。



圖 4-2 中華路-忠孝路路口地理位置圖

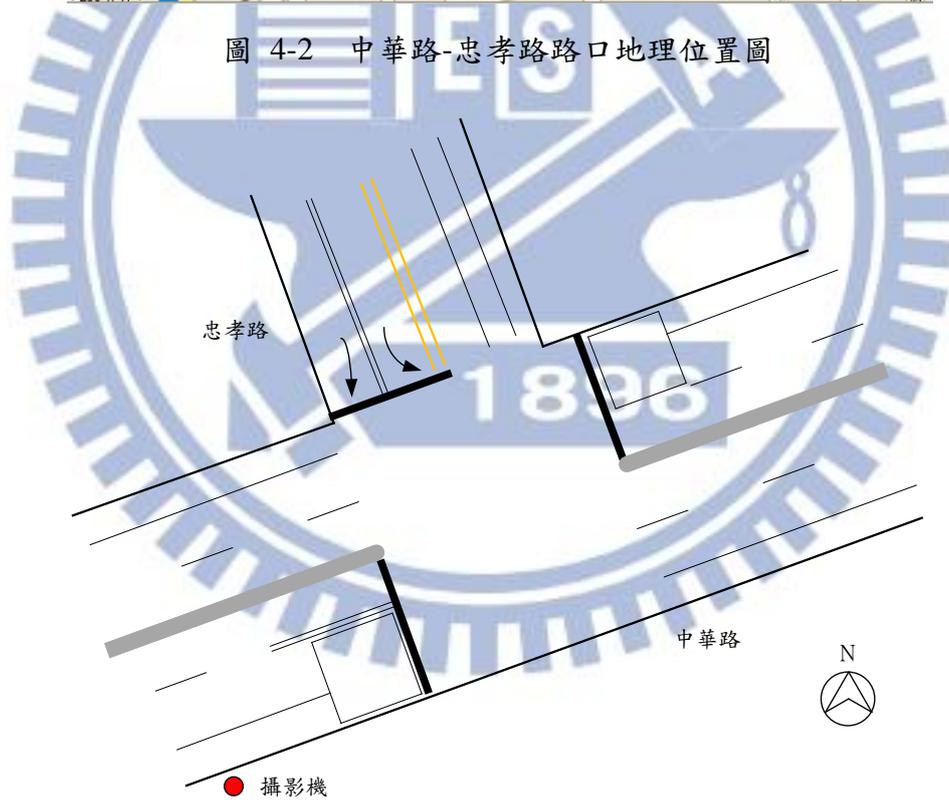


圖 4-3 中華路-忠孝路路口簡圖



照片 4-1 中華路-忠孝路路口（由南往北拍攝）

4-1-2 紅燈時相較長路口

中華路-龍祥街路口（以下稱為路口 II）位於桃園市台一線上，龍祥街行經的區域主要為住宅區，車流量較其他路口小，中華路在此路口為直線路段，有中央分隔島，雙向四車道，車道寬約 3.5 公尺，且有慢車道；龍祥街為雙向兩車道，如圖 4-4。

實驗進行時，攝影機位於中華路北向之人行道，如圖 4-5 的圓點處，實驗人員位於中華路南向之人行道，如圖 4-5 的打叉處，實驗人員於現地計算中華路南向車流及龍祥街南去向車流，攝影機記錄中華路北向車流及龍祥街北去向車流，並使用影片記錄中華路北向之闖紅燈車輛之特徵。照片 4-2 為該路口實際狀況，圈選處為攝影機拍攝地點。

本路口為簡單二時相路口，但尖離峰的時相並不相同，離峰時相為綠燈 110 秒，黃燈時相 3 秒及紅燈時相 47 秒，合計周期為 160 秒；尖峰時相為綠燈 130 秒、黃燈時相 3 秒及紅燈時相 57 秒，合計周期為 190 秒。

本路口為本次挑選的五個路口中，紅燈時相最長的路口，用以比較紅燈較長的路口對駕駛人闖紅燈行為的差別。



圖 4-4 中華路-龍祥街路路口簡圖



圖 4-5 中華路-龍祥街路路口簡圖



照片 4-2 中華路-龍祥街路口（由南往北拍攝）

4-1-3 左轉遲閉時相路口

中華路-自強一路路口（以下稱為路口 III）位於台一線 33.5 公里附近，中華路為省道台一線，自強一路為通往中壢工業區的主要道路，因此本路口車流龐大，且大型車輛較一般道路多。中華路在此路口為直線路段，有中央分隔島，車道寬約 3.5 公尺，北向車道為雙車道，在路口前有一左轉車道及路肩，過路口後有慢車道；南向車道為雙車道及一慢車道；自強一路為雙向四車道的路口，相關地理位置如圖 4-6。

實驗進行時，攝影機及實驗人員位於中華路北向之人行道，如圖 4-7 之圓圈處，實驗人員於現地計算中華路南向車流及自強一路南去向車流，攝影機記錄中華路北向車流及自強一路北去向車流，並使用影片記錄中華路北向之闖紅燈車輛之特徵。圖 4-3 為該路口實際狀況，圈選處為攝影機放置的地點。

本路口為有遲閉的左轉保護時相路口，時相為直行綠燈 90 秒、左轉保護 20 秒、黃燈時相 3 秒及紅燈時相 37 秒，周期為 150 秒。

本路口為本次挑選的五個路口中，唯一有左轉遲閉時相的路口，用以比較有無左轉遲閉時相對駕駛人闖紅燈行為的差異。



圖 4-6 中華-自強一路路口地理位置圖

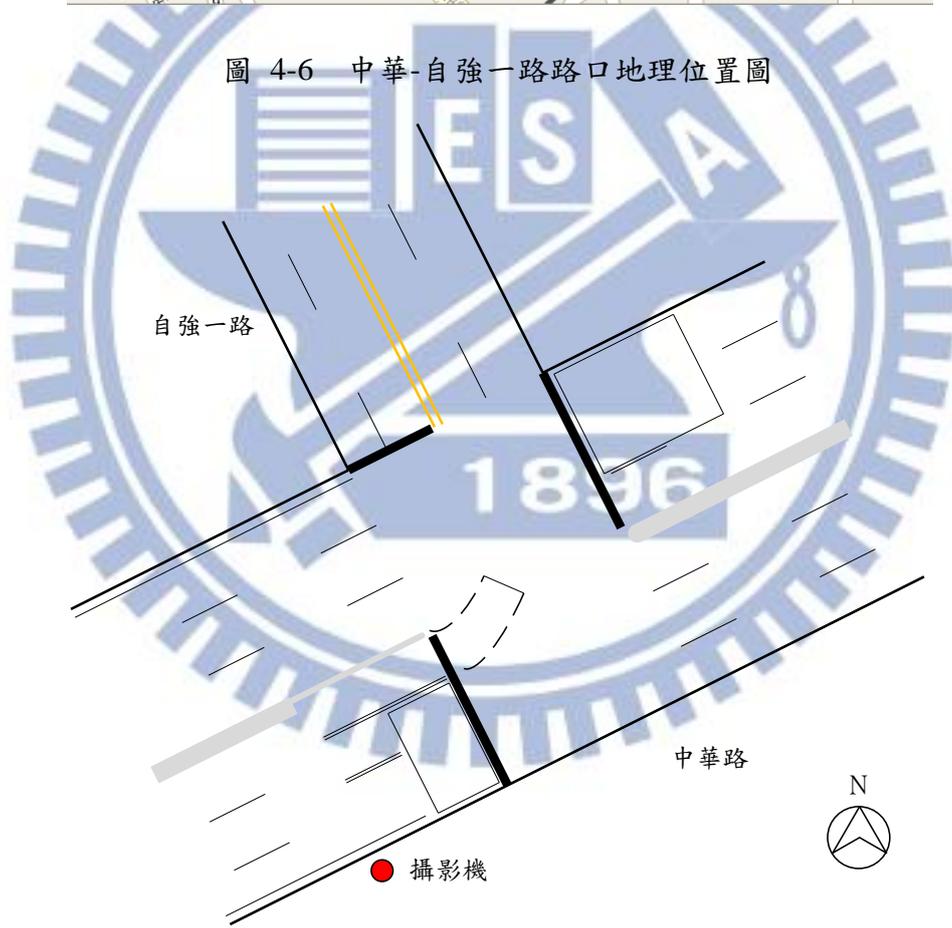


圖 4-7 中華-自強一路路口簡圖



照片 4-3 中華-自強一路路口（由南往北拍攝）

4-1-4 紅燈倒數計時路口

中園路-西園路 77 巷路口（以下稱為路口 IV）位於縣道 110 甲線，此路口位於中壢工業區內，因此大型車輛較多，中園路為縣道 110 甲線，雙向四車道，有中央分隔島，車道寬約 3.5 公尺，且有慢車道；西園路 77 巷為雙向兩車道，相關地理位置如圖 4-8。

實驗進行時，攝影機位於中園路北向之人行道，如圖 4-9 的圓點處，實驗人員位於中園路南向之人行道，如圖 4-9 的打叉處，實驗人員於現地計算中園路南向車流及西園路 77 巷南去向車流，攝影機記錄中園路北向車流及西園路 77 巷北去向車流，並使用影片記錄西園路北向之闖紅燈車輛之特徵。照片 4-4 為該路口實際狀況，照片圈選處為攝影機放置的位置。

本路口為簡單二時相路口，離峰時相為綠燈 105 秒、黃燈時相 3 秒及紅燈時相 42 秒，周期共 150 秒；尖峰時相為綠燈 110 秒、黃燈 3 秒及紅燈 47 秒，周期共 160 秒；夜間時相為綠燈 60 秒、黃燈 3 秒及紅燈 27 秒，周期為 90 秒。

本路口為本次挑選的五個路口中，唯一有紅燈倒數計時的路口，用以比較有無紅燈倒數計時的路口對駕駛人闖紅燈行為的差別。並於此路口進行夜間觀察，探討在尖峰、離峰及夜間的闖紅燈行為差異。



圖 4-8 中園路-西園路 77 巷路口地理位置圖

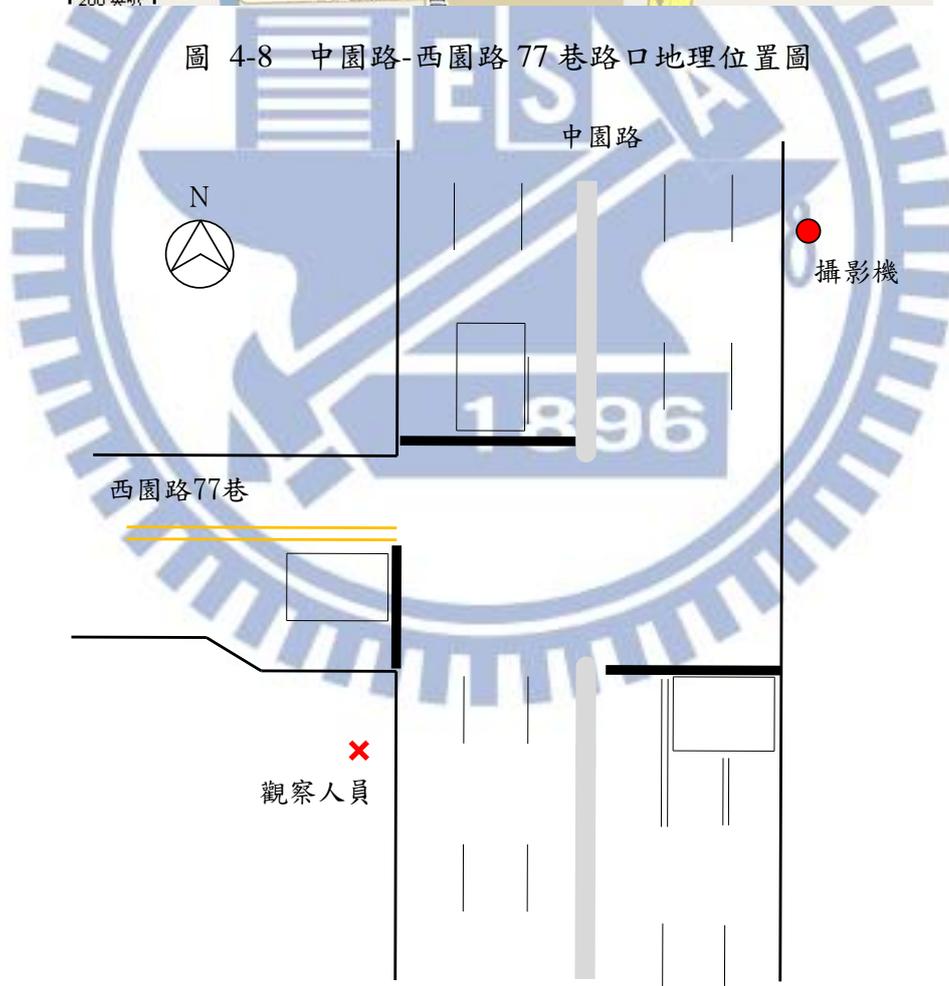


圖 4-9 中園路-西園路 77 巷路口簡圖



照片 4-4 中園路-西園路 77 巷路口（由南往北拍攝）

4-1-5 十字路口

自強一路-自強四路路口（以下稱為路口 V）位於中壢工業區內，此路口位於中華-自強一路路口北側，為一十字路口，自強一路與自強四路在此路口皆為直線路段，皆無中央分隔島，自強四路雙向四車道，車道寬約 3.5 公尺；自強四路為雙向兩車道的道路，車道寬約 3.5 公尺。本路口的幹道為自強一路，支道為自強四路。路口相關位置圖如圖 4-10，路口的簡圖如圖 4-11。

實驗進行時，攝影機與實驗人員位於自強一路北向之人行道，攝影機記錄路口車流，並使用影片記錄幹道闖紅燈車輛之特徵，照片 4-5 為該路口的實際狀況，圈選處為攝影機放置位置。

本路口為簡單二時相路口，時相為直行綠燈 77 秒、黃燈時相 3 秒及紅燈時相 40 秒，周期合計為 120 秒。

本路口為本次挑選的五個路口中，唯一的十字路口，用以比較全部丁字路口與十字路口的闖紅燈行為之差異。



圖 4-10 自強一路-自強四路路口地理位置圖

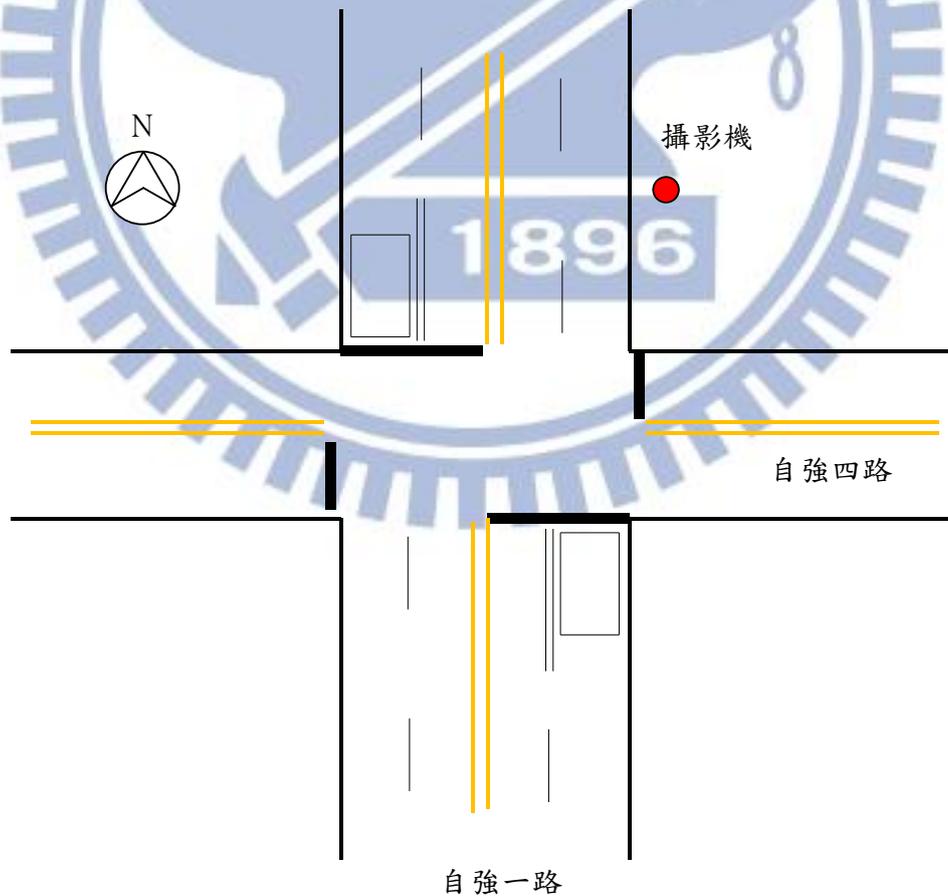


圖 4-11 自強一路-自強四路路口簡圖



照片 4-5 自強一路-自強四路路口（由北往南拍攝）

4-1-6 實驗路口比較

路口 I 為本實驗對照組，作為基準與各路口進行比較，路口 II 為紅燈時相較對照組長，並且周期長度也是實驗路口中最長的，作為討論因子「紅燈時相長度」的實驗組；路口 III 的時相長度和對照組是一模一樣的，但是路口 III 為遲閉型的左轉保護二時相路口，與對照組的簡單二時相不同，作為討論因子「左轉遲閉保護時相」的實驗組；路口 IV 有紅燈倒數計時設施，而對照組並沒有倒數計時設施，作為討論因子「紅燈倒數計時」的實驗組；路口 V 為十字路口，作為討論因子「路型」的實驗組。

各路口皆有在離峰及尖峰進行觀察，因此路口 II、III 及 IV 皆為討論因子一「尖離峰」的實驗組；因為路口 I 及路口 III 在夜間時並非為控制號誌，而是閃光號誌，路口 II 在夜間與鄰近路口皆為號誌連鎖，實地搜集後發現闖紅燈樣本取得困難，因此改至路口 IV 進行夜間的樣本搜集，進而討論因子「白天與夜間」的實驗組。各路口相對狀況比較圖如圖 4-12 所示。

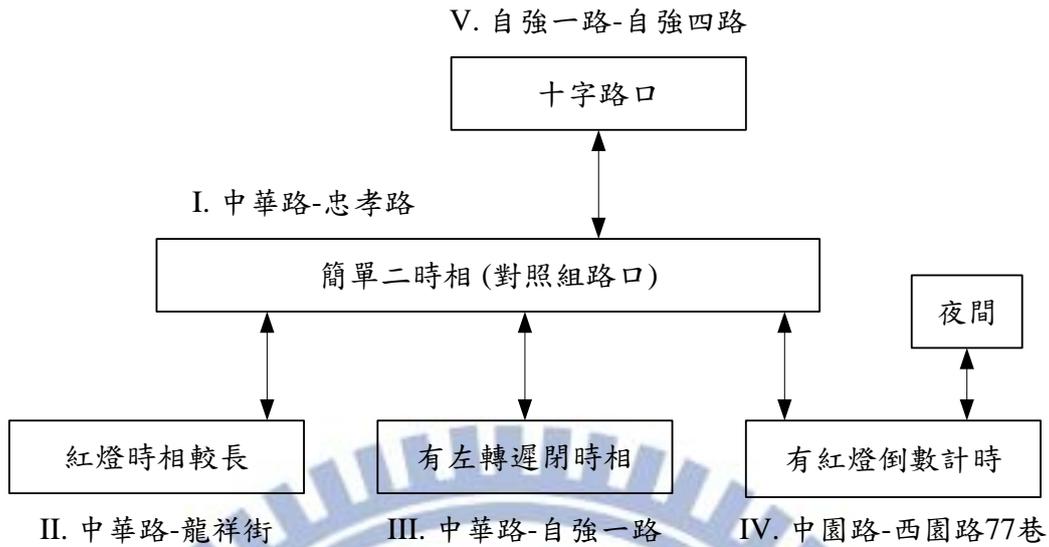


圖 4-12 路口相對狀況比較圖

4-2 調查流程

本研究的資料蒐集工作可分為以下幾個步驟：

1. 確認研究路口：進行樣本蒐集前，需確認該路口的條件，以確保該地點適合本研究之選取。
2. 實地踏勘：實地觀察該路口情況，尋找適當的觀察地點，並確定能夠在該路口蒐集到足夠樣本。
3. 選定調查時間：經實地踏勘後，即選定進行觀察的日期與時間。日期選擇星期二與星期四，離峰時間選擇為 10 時 30 分至 11 時 30 分或 14 時 30 分至 15 時 30 分，尖峰時間選在昏峰的 17 時 30 分至 18 時 30 分，夜間為 23 時 30 分至隔日 0 時 30 分。
4. 現場資料收集：在天氣許可的情況下，進行資料收集。
5. 資料整理：於現場收集完資料後，在實驗室進行影片觀看，並記錄相關資料。
6. 確認資料狀況：經資料整理後，確認樣本收集情況正常，若有樣本不足的情況，將視情況於原地點再進行一次調查。

在 100 年 4 月至 6 月間進行路口的實地觀察，每個路口選擇離峰及尖峰各一小時，夜間時段由於車流量較少，因此觀察時間增為兩小時，共 12 小時。離峰時間選擇 10 時 30 分至 11 時 30 分，路口 V 的離峰時間選在 14 時 30 分至 15 時

30 分，尖峰時間選擇 17 時 30 分至 18 時 30 分，而夜間時段是選擇 23 時 30 分至隔日 0 時 30 分，詳細時間如表 4-3。

表 4-3 路口拍攝時間

	離峰	尖峰	夜間
I. 對照組	4/26 10:30~11:30	4/26 17:30~18:30	
II. 紅燈時相長	5/31 10:30~11:30	5/12 17:30~18:30	
III. 左轉遲閉時相	4/21 10:30~11:30	4/21 17:30~18:30	
IV. 紅燈倒數計時	4/28 10:30~11:30	4/28 17:30~18:30	5/27 & 5/31 23:30~次日 0:30
V. 十字路口	6/02 14:30~15:30	6/02 17:30~18:30	



第五章 資料分析

5-1 資料分類

由觀察地點所拍攝的影片，自 DV 中截取影片並標定時間，首先進行車流的計算，接著進行闖紅燈車輛的資訊收集。將資料依地點及時段分類及整理，依不同方向及車種進行統計分析，使用 SPSS 統計軟體進行統計相關計算，並對運算結果進行分析。

變數共有八項，有地點、時段、車種、車道、通過路口後的行駛方向、載客與否、駕駛人性別及紅燈時相開始後幾秒超越停止線。編號方式如下所列：

1. 地點依路口 I 至路口 V 順序將其編號為 1 至 5。
2. 時段依離峰、尖峰、夜間依序編成為 1 至 3。
3. 車種依大型車、小型車、機車、腳踏車依序編號為 1 至 4。
4. 行駛車道依內側快車道、外側快車道、慢車道依序編號為 1 至 3。
5. 闖紅燈後行駛方向依直行、左轉、機車進入待轉區後再進行左轉行為、迴轉、待轉格內車輛於支道綠燈前即穿越路口、右轉依序編號為 1 至 6。
6. 載客與否將無載客編為 0，有載客編為 1。
7. 駕駛人性別將男性編為 1，女性編為 2。
8. 紅燈時相開始後幾秒闖紅燈依實際秒數記錄。

僅有機車及腳踏車的樣本能由錄影所得的影片觀察「載客與否」及「駕駛人性別」。由實驗人員於實驗室由影片進行判斷機車及腳踏車駕駛人的性別與是否有載客，駕駛人的性別由觀察人員經由服飾或身材等主觀判斷；觀察載客與否僅分有載客及無載客，若樣本車輛有乘客站立於駕駛者前方踏板處，或是樣本車輛有承載兩人以上，則一律計為有載客。

5-2 資料修正

5-2-1 違規比例

計算車輛闖紅燈違規比例時，計算公式為：

$$\text{違規比例} = \frac{\text{違規車輛數(輛)}}{\text{車流量(輛)}}$$

假設車流量是均勻且穩定，理論上，號誌化路口的車流量僅能在綠燈時段被計算到，但是車流並不是只有在綠燈時段才會抵達到路口，會連續且穩定的抵達路口，但是在綠燈及黃燈抵達路口的車輛本身即可在當下立即通過路口，因此在綠燈及黃燈時抵達的車流應不需要討論這些車輛是否闖紅燈，故將綠燈及黃燈時理論上抵達的車流量將其剔除，僅計算理論上紅燈時抵達的車流，調整車流量的計算公式如下：

$$\text{每小時紅燈時段抵達車流量} = \text{一小時總車流量} \times \frac{\text{紅燈時相長度(秒)}}{\text{周期長度(秒)}}$$

因此將車輛闖紅燈違規比例修改為：

$$\text{違規比例} = \frac{\text{紅燈時段違規車輛數(輛)}}{\text{紅燈時段抵達車輛數(輛)}}$$

因為部分路口紅燈秒數較短，能夠闖紅燈的車輛數不多，但是道路車流輛較多，使得闖紅燈的比例相對起來較低，為了使闖紅燈比例更貼近在路口等待紅燈車輛的行為，因此進行上述的公式修改。

5-2-2 車輛闖紅燈時間點

路口的紅燈時相長度在不同的路口及時段皆不相同，以絕對時間進行比較或檢定會較不合適，因此將各個樣本闖紅燈的時間進行修正，計算公式如下：

$$\text{闖紅燈時間點} = \frac{\text{車輛闖紅燈時為紅燈的第幾秒}}{\text{紅燈時相長度}} \times 100\%$$

將所有的闖紅燈車輛樣本都經由此轉換，才能讓各路口與各時段不因為時相長度的差距而無法進行比較與分析。為了進一步分析闖紅燈的性質，將闖紅燈時間點以 10% 作切割，即將整個紅燈時相等分十等分。將闖紅燈時間點為小於 10% 的樣本於闖紅燈時間點欄位記為「1」，將闖紅燈時間點大於等於 10% 小於 20% 的樣本記為「2」，將闖紅燈時間點大於等於 20% 小於 30% 的樣本記為「3」，以此類推，最後一組為時間點大於等於 90% 的樣本記為「10」。

5-2-3 闖紅燈後行駛方向

經由現場觀察，闖紅燈的行為包含六種情況，直行、左轉、機車進入待轉區

後再進行左轉行為、迴轉、待轉格內車輛於支道綠燈前即穿越路口、右轉。但六種行為不易進行討論，而將其分為三類，即直行、左轉及右轉。闖紅燈右轉僅出現於十字路口中，將單獨進行討論。有部分機車會進入待轉區後再進行左轉行為，由於這些樣本闖紅燈後第一目標為直行至待轉格，即使後續動作為左轉行為，仍應將此行為與直行闖紅燈合併計算；迴轉為連續兩次左轉，因此將此行為與左轉闖紅燈合併計算；而待轉格內車輛於支道綠燈前即穿越路口不予以計算，因幹道車流於綠燈時進入待轉格後，即視為支道車輛，並非為本研究欲研究的對象。

因此闖紅燈直行包含「直接闖紅燈直行」與「先進入待轉區後再進行左轉」等兩種行為，而闖紅燈左轉包含「直接闖紅燈左轉」與「迴轉」等兩種行為。闖紅燈右轉僅包含「直接闖紅燈右轉」。

5-3 整體樣本統計資料

於各路口尖離峰時進行錄影與計算車流，各路口皆觀察一小時，而路口 IV 夜間時段，因車流量及違規樣本數較少，因此選擇兩個平日觀察各一小時，共兩小時。

於觀察時間內共搜集 751 個闖紅燈車輛樣本，另外的 63 個樣本是在計算車流時間前後額外收集到的闖紅燈樣本，因此另外的 63 個樣本在計算闖紅燈比例時，因為無額外時間的曝露量資料，因此不與其他 751 個樣本合併計算闖紅燈比例，僅在分析闖紅燈行為時使用。表 5-2 為各路口收集到的樣本數，表 5-3 為本研究對於各變項所取得的樣本數，表 5-4 為各路口於觀察時間內，依違規者轉向進行分類所收集到違規樣本數。

表 5-2 各路口闖紅燈樣本數

路口		一小時	額外時間	小計
I	離峰	62	16	78
	尖峰	128	10	138
II	離峰	62	5	67
	尖峰	114	10	124
III	離峰	40	0	40
	尖峰	82	0	82
IV	離峰	28	6	34
	尖峰	45	5	50
	夜間	71	11	82
V	離峰	63	0	63
	尖峰	56	0	56
小計		751	63	814

表 5-3 各變項之樣本數

變項		樣本數	百分比	總和
時段	離峰	282	34.64%	814
	尖峰	450	55.28%	
	夜間	82	10.07%	
車種	大型車	21	2.58%	814
	小型車	190	23.34%	
	機車	579	71.13%	
	腳踏車	24	2.95%	
車道	內側快車道	133	16.34%	814
	外側快車道	198	24.32%	
	慢車道	419	51.47%	
	待轉格	64	7.86%	
行駛方向	直行	517	63.51%	814
	左轉	155	19.04%	
	右轉	78	9.58%	
	待轉格內車輛 闖紅燈進入支道	64	7.86%	
乘客	有	72	8.85%	814
	無	531	65.23%	
	無法觀察	211	25.92%	
駕駛人 性別	男	444	54.55%	814
	女	159	19.53%	
	無法觀察	211	25.92%	

表 5-4 違規車輛數轉向樣本數

路口		左轉	直行	右轉	小計
I	樣本數	39	134	/	173
	%	22.54%	77.46%		100%
II	樣本數	26	150	/	176
	%	14.8%	85.2%		100%
III	樣本數	32	45	/	77
	%	41.56%	58.44%		100%
IV	樣本數	31	113	/	144
	%	21.53%	78.47%		100%
V	樣本數	16	25	78	119.00
	%	13.45%	21.01%	65.55%	100%

5-4 個別路口統計資料

5-4-1 對照組路口

本路口於離峰時，共收集到 78 個樣本，在計算流量的一小時內收集 62 個樣本，無計算流量時收集到 16 個樣本；尖峰時，共收集到 138 個樣本，在計算流量的一小時內收集 128 個樣本，無計算流量時收集到 10 個樣本。

其中有 19 個樣本（有 17 個樣本在觀察流量的一小時內觀測到）為待轉格內車輛闖紅燈進入支道的樣本，不列入接下來討論違規直行及違規左轉中。

計算違規比例時僅保留在計算流量的一小時內的違規樣本，包含 3 台大型車、27 台小型車、139 台機車及 4 台腳踏車。其中能夠觀察是否有乘客及駕駛人性別的機車與腳踏車有 143 台，其中有 123 台是未載有乘客（86%），而載有乘客的有 20 台（14%）；而駕駛人中有 97 位為男性（67.8%），女性駕駛人有 46 位（32.2%）。

在離峰時直行的闖紅燈比率為 2.77%，而尖峰時為 3.01%；離峰時闖紅燈左轉為 8.33%，而尖峰時 16.34%，詳如表 5-5。

表 5-5 中華路-忠孝路路口違規車輛組成

單位：輛			大型車	小型車	機車	總輛數
直行	離峰	小時流量	43	767	779	1589
		違規數	1	8	35	44
		違規比率	2.33%	1.04%	4.49%	2.77%
	尖峰	小時流量	78	919	1894	2891
		違規數	2	11	74	87
		違規比率	2.56%	1.20%	3.91%	3.01%
左轉	離峰	小時流量	0	73	11	84
		違規數	0	2	5	7
		違規比率	N/A	2.74%	45.45%	8.33%
	尖峰	小時流量	0	96	57	153
		違規數	0	6	19	25
		違規比率	N/A	6.25%	33.33%	16.34%

5-4-2 紅燈時相較長路口

本路口於離峰時，共收集到 67 個樣本，在計算流量的一小時內收集 62 個樣

本，無計算流量時收集到 5 個樣本；尖峰時，共收集到 124 個樣本，在計算流量的一小時內收集 114 個樣本，無計算流量時收集到 10 個樣本。

計算違規比例時僅保留在計算流量的一小時內的違規樣本，包含 3 台大型車、39 台小型車、132 台機車及 2 台腳踏車。其中能夠觀察是否有乘客及駕駛人性別的機車與腳踏車有 134 台，其中有 117 台是未載有乘客（87.3%），而載有乘客的有 17 台（12.7%）；而駕駛人中有 103 位為男性（79.9%），女性駕駛人有 31 位（23.1%）。

在離峰時直行的闖紅燈比率為 2.52%，而尖峰時為 3.33%；離峰時闖紅燈左轉為 22.95%，而尖峰時 13.92%，詳如表 5-6。

表 5-6 中華路-龍祥街路口違規車輛組成

單位：輛			大型車	小型車	機車	總輛數
直行	離峰	小時流量	34	918	949	1901
		違規數	1	12	35	48
		違規比率	2.94%	1.31%	3.69%	2.52%
	尖峰	小時流量	69	901	2065	3035
		違規數	0	16	85	101
		違規比率	0.00%	1.78%	4.12%	3.33%
左轉	離峰	小時流量	6	38	17	61
		違規數	2	8	4	14
		違規比率	33.33%	21.05%	23.53%	22.95%
	尖峰	小時流量	0	54	25	79
		違規數	0	3	8	11
		違規比率	N/A	5.56%	32.00%	13.92%

5-4-3 左轉遲閉時相路口

本路口於離峰時，共收集到 40 個樣本；尖峰時，共收集到 82 個樣本。

其中有 45 個樣本為待轉格內車輛闖紅燈進入支道的樣本，不列入接下來討論違規直行及違規左轉中。

計算違規比例時僅保留在計算流量的一小時內的違規樣本，包含 28 台小型車、42 台機車及 7 台腳踏車。其中能夠觀察是否有乘客及駕駛人性別的機車與腳踏車有 49 台，其中有 45 台是未載有乘客（91.8%），而載有乘客的有 4 台（8.2%）；而駕駛人中有 31 位為男性（63.3%），女性駕駛人有 18 位（36.7%）。

在離峰時直行的闖紅燈比率為 0.53%，而尖峰時為 0.98%；離峰時闖紅燈左

轉為 8.26%，而尖峰時 5.05%，詳如表 5-7。

5-4-4 紅燈倒數計時路口

本路口於離峰時，共收集到 34 個樣本，在計算流量的一小時內收集 28 個樣本，無計算流量時收集到 6 個樣本；尖峰時，共收集到 50 個樣本，在計算流量的一小時內收集 45 個樣本，無計算流量時收集到 5 個樣本；夜間時段，兩小時內共收集 82 個樣本，在計算流量的兩小時內收集 71 個樣本，無計算流量時收集到 11 個樣本。

計算違規比率時僅保留在計算流量的時間內的違規樣本，包含 12 台大型車、55 台小型車、74 台機車及 3 台腳踏車。其中能夠觀察是否有乘客及駕駛人性別的機車與腳踏車有 77 台，其中有 66 台是未載有乘客 (85.7%)，而載有乘客的有 11 台 (14.3%)；而駕駛人中有 65 位為男性 (84.4%)，女性駕駛人有 12 位 (15.6%)。

在離峰時直行的闖紅燈比率為 1.45%，尖峰時為 1.58%，而夜間為最高的 4.79%；離峰時闖紅燈左轉為 5.26%，尖峰時 25.58%，而夜間為 27.59%，詳如表 5-8。

表 5-7 中華路-自強一路路口違規車輛組成

單位：輛		大型車	小型車	機車	總輛數	
直行	離峰	小時流量	37	938	905	1880
		違規數	0	7	3	10
		違規比率	0.00%	0.75%	0.33%	0.53%
	尖峰	小時流量	52	942	1877	2871
		違規數	0	2	26	28
		違規比率	0.00%	0.21%	1.39%	0.98%
左轉	離峰	小時流量	3	190	25	218
		違規數	0	14	4	18
		違規比率	0.00%	7.37%	16.00%	8.26%
	尖峰	小時流量	5	231	41	277
		違規數	0	5	9	14
		違規比率	0.00%	2.16%	21.95%	5.05%

5-4-5 十字路口

本路口於離峰時，共收集到 63 個樣本；尖峰時，共收集到 56 個樣本。

計算違規比例時僅保留在計算流量的一小時內的違規樣本，包含 1 台大型車、

25 台小型車、86 台機車及 7 台腳踏車。其中能夠觀察是否有乘客及駕駛人性別的機車與腳踏車有 93 台，其中有 85 台是未載有乘客 (91.4%)，而載有乘客的有 8 台 (8.6%)；而駕駛人中有 72 位為男性 (77.4%)，女性駕駛人有 21 位 (22.6%)。

表 5-8 的數值是將幹道的北來向及南來向流量及闖紅燈輛數進行加總後除以二後得到的結果，在離峰時直行的闖紅燈比率為 0.92%，而尖峰時為 0.99%；離峰時闖紅燈左轉為 10.11%，而尖峰時 6.73%，在離峰時右行的闖紅燈比率為 14.07%，而尖峰時為 15.25%，如表 5-8。

表 5-8 中園路-西園路 77 巷路口違規車輛組成

單位：輛		大型車	小型車	機車	總輛數	
直行	離峰	小時流量	133	1406	250	1789
		違規數	8	8	10	26
		違規比率	6.02%	0.57%	4.00%	1.45%
	尖峰	小時流量	88	1354	585	2027
		違規數	1	11	20	32
		違規比率	1.14%	0.81%	3.42%	1.58%
	夜間	小時流量	19	408	137	564
		違規數	1	11	15	27
		違規比率	5.26%	2.70%	10.95%	4.79%
左轉	離峰	小時流量	7	26	5	38
		違規數	0	1	1	2
		違規比率	0.00%	3.85%	20.00%	5.26%
	尖峰	小時流量	4	30	9	43
		違規數	1	7	3	11
		違規比率	25.00%	23.33%	33.33%	25.58%
	夜間	小時流量	0	14.5	14.5	29
		違規數	0	3	5	8
		違規比率	N/A	20.69%	34.48%	27.59%

5-5 討論

5-5-1 路型

本研究將十字路口 (路口 V) 與其他四個路口進行比較，發現十字路口的闖紅燈行為與丁字路口闖紅燈行為有很大的不同，丁字路口僅有左轉與直行的方向，

並無右轉，但是根據現場觀察結果發現，十字路口的闖紅燈行為主要以車輛紅燈右轉為主（65.55%），紅燈直行與左轉占較少數，如表 5-9。

而有左轉保護時相的路口（路口 III）是五個路口中違規左轉的比率最高的（41.56%）遠高於其他路口，與該路口綠燈時僅允許直行，待左轉保護時相時（20 秒）才能進行左轉，但該路口的左轉車流不小（尖峰時 253.3 PCU/小時，離峰 203.5 PCU/小時），造成駕駛人選擇在紅燈時等待支道車流通過後進行左轉的行為。

表 5-9 自強一路-自強四路路口違規車輛組成

單位：輛		大型車	小型車	機車	總輛數	
直行	離峰	小時流量	27	318.5	198	543.5
		違規數	0	1.5	3.5	5
		違規比率	0.00%	0.47%	1.77%	0.92%
	尖峰	小時流量	9.5	376	322.5	708
		違規數	0	4	3	7
		違規比率	0.00%	1.06%	0.93%	0.99%
左轉	離峰	小時流量	2	23.5	19	44.5
		違規數	0	1.5	3	4.5
		違規比率	0.00%	6.38%	15.79%	10.11%
	尖峰	小時流量	0.5	38.5	13	52
		違規數	0	1	2.5	3.5
		違規比率	0.00%	2.60%	19.23%	6.73%
右轉	離峰	小時流量	5	59	71	135
		違規數	0.5	3.5	15	19
		違規比率	10.00%	5.93%	21.13%	14.07%
	尖峰	小時流量	0	44	67.5	111.5
		違規數	0	1	16	17
		違規比率	N/A	2.27%	23.70%	15.25%

5-5-2 闖紅燈時間點

記錄各個樣本的闖紅燈秒數後，除以各路口的紅燈秒數，換算成闖紅燈的時間點，因為各個路口在不同的時段紅燈秒數可能不同，使用闖紅燈時間點比例才能讓各路口與各時段不因為時相長度的差距而無法進行比較與分析。為了進一步分析闖紅燈的性質，將闖紅燈時間點以 10% 作切割，即將整個紅燈時相等分十等分。將闖紅燈時間點為小於 10% 的樣本於闖紅燈時間點欄位記為「1」，將闖紅燈

時間點大於等於 10% 小於 20% 的樣本記為「2」，將闖紅燈時間點大於等於 20% 小於 30% 的樣本記為「3」，以此類推，最後一組為時間點大於等於 90% 的樣本記為「10」。

$$\text{闖紅燈時間點} = \frac{\text{車輛闖紅燈時為紅燈的第幾秒}}{\text{紅燈時相長度}} \times 100\%$$

$$\text{比值} = \frac{\text{該時間等分闖紅燈車輛數}}{\text{總闖紅燈車輛數}}$$

能讓各路口間不因為樣本數不同造成累積闖紅燈樣本數差異大，使得闖紅燈行為不顯著。將每個樣本的闖紅燈時間換成闖紅燈時間比值後，再將比值依時間順序換成「闖紅燈時間點」。

表 5-10 左轉闖紅燈時間點樣本數

路口(輛)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總計
I	離峰	2	2	3	2	0	3	1	1	1	2	17
	尖峰	3	5	4	4	1	2	3	2	1	2	27
	併計	5	7	7	6	1	5	4	3	2	4	44
II	離峰	2	2	3	4	1	0	0	0	2	1	15
	尖峰	1	1	0	2	0	3	1	2	2	3	15
	併計	3	3	3	6	1	3	1	2	4	4	30
III	離峰	2	3	0	0	1	2	2	2	3	3	18
	尖峰	1	0	1	2	1	2	1	2	3	1	14
	併計	3	3	1	2	2	4	3	4	6	4	32
IV	離峰	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
	尖峰	5	4	2	0	0	0	0	0	1	0	12
	夜間	1	0	3	4	2	0	1	5	3	0	19
	併計	7	4	5	4	3	0	1	5	4	0	33
丁字 路口 合計	離峰	7	7	6	6	3	5	3	3	6	6	52
	尖峰	10	10	7	8	2	7	5	6	7	6	68
	併計	17	17	13	14	5	12	8	9	13	12	120
V (十字 路口)	離峰	2	0	1	0	0	1	0	1	1	3	9
	尖峰	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	7
	併計	4	1	1	0	0	1	0	1	1	7	16

將所有樣本於紅燈的第幾秒闖紅燈的資料，進行「闖紅燈時間點」的轉換，闖紅燈左轉的資料如表 5-10，闖紅燈直行的資料如表 5-11。

由於各路口的樣本數不同，將該時間點闖紅燈樣本數除以該時段總樣本數，

以百分比來表示，五個路口的闖紅燈左轉時間點比率，如表 5-12。將各路口的資料不分時段合併進行繪圖，如圖 5-1，可發現闖紅燈左轉的車輛在闖紅燈的時間點上並沒有集中在那個時間點。

表 5-11 直行闖紅燈時間點樣本數

路口(輛)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總計
I	離峰	18	2	2	3	1	4	1	1	1	23	56
	尖峰	32	8	2	1	1	0	0	0	8	45	97
	併計	50	10	4	4	2	4	1	1	9	68	153
II	離峰	19	6	1	3	0	0	0	1	0	22	52
	尖峰	49	7	0	0	1	1	0	5	0	46	109
	併計	68	13	1	3	1	1	0	6	0	68	161
III	離峰	3	0	0	1	0	1	0	0	0	7	12
	尖峰	2	2	1	3	2	5	3	1	1	13	33
	併計	5	2	1	4	2	6	3	1	1	20	45
IV	離峰	20	0	3	0	2	0	1	0	2	4	32
	尖峰	23	2	1	1	1	1	0	2	1	6	38
	夜間	31	7	6	1	3	4	1	2	0	8	63
	併計	74	9	10	2	6	5	2	4	3	18	133
丁字路口合計	離峰	60	8	6	7	3	5	2	2	3	56	152
	尖峰	106	19	4	5	5	7	3	8	10	110	277
	併計	166	27	10	12	8	12	5	10	13	166	379
V (十字路口)	離峰	5	0	0	0	1	0	0	0	0	5	11
	尖峰	10	0	0	0	0	0	0	0	0	4	14
	併計	15	0	0	0	1	0	0	0	0	9	25

但闖紅燈直行的車輛就有明顯的共同特性及差異性，將各路口不分時段進行繪圖，如圖 5-2，可看出丁字路口的闖紅燈直行的行為明顯集中於頭尾 10% 的時間，五處路口的數據表列於表 5-13。這次觀察的路口紅燈時相於 27 秒至 57 秒不等，因此最前 10% 大約是紅燈開始的前 2~5 秒，這時間會有車輛因為不想等候整個紅燈時相，因此會選擇闖越路口；因為丁字路口直行闖紅燈僅有一個衝突點，此次選擇的路口皆有 2 秒的全紅清道時相，在這兩個原因之下，有許多的車輛會在這段時間提前就闖越路口。

路口 III（有左轉保護時相）在前 10% 的闖紅燈比率比其他路口少，與有該路口的左轉保護時相為遲閉式左轉保護時相有關，因對向的幹道會先進入紅燈的時相，當幹道進入清道時間時，即使幹道仍為黃燈，在待轉區的機踏車即會穿越路口，也使得路口產生一個新的衝突點，幹道上原本想要闖越路口的直行車輛會因為新產生的衝突點而減速闖越路口或是停止在停止線前，選擇不闖紅燈。

表 5-12 左轉闖紅燈時間點比較表

路口(%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	離峰	11.8	11.8	17.6	11.8	0.0	17.6	5.9	5.9	5.9	11.8
	尖峰	11.1	18.5	14.8	14.8	3.7	7.4	11.1	7.4	3.7	7.4
	併計	11.4	15.9	15.9	13.6	2.3	11.4	9.1	6.8	4.5	9.1
II	離峰	13.3	13.3	20.0	26.7	6.7	0.0	0.0	0.0	13.3	6.7
	尖峰	6.7	6.7	0.0	13.3	0.0	20.0	6.7	13.3	13.3	20.0
	併計	10.0	10.0	10.0	20.0	3.3	10.0	3.3	6.7	13.3	13.3
III	離峰	7.1	0.0	7.1	14.3	7.1	14.3	7.1	14.3	21.4	7.1
	尖峰	11.1	16.7	0.0	0.0	5.6	11.1	11.1	11.1	16.7	16.7
	併計	9.4	9.4	3.1	6.3	6.3	12.5	9.4	12.5	18.8	12.5
IV	離峰	50.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	尖峰	41.7	33.3	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0
	夜間	5.3	0.0	15.8	21.1	10.5	0.0	5.3	26.3	15.8	0.0
	併計	21.2	12.1	15.2	12.1	9.1	0.0	3.0	15.2	12.1	0.0
丁字 路口 合計	離峰	13.5	13.5	11.5	11.5	5.8	9.6	5.8	5.8	11.5	11.5
	尖峰	14.7	14.7	10.3	11.8	2.9	10.3	7.4	8.8	10.3	8.8
	夜間	5.3	0.0	15.8	21.1	10.5	0.0	5.3	26.3	15.8	0.0
	併計	12.9	12.2	11.5	12.9	5.0	8.6	6.5	10.1	11.5	8.6
V (十字 路口)	離峰	22.2	0.0	11.1	0.0	0.0	11.1	0.0	11.1	11.1	33.3
	尖峰	28.6	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.1
	併計	25.0	6.3	6.3	0.0	0.0	6.3	0.0	6.3	6.3	43.8

路口 IV (有紅燈倒數計時及支道左轉車流量較多) 則是最後 10% 的闖紅燈車輛較少，造成此種情況的因素有兩者，在尖峰時，該路口支道左轉車流多，因此在支道綠燈時相結束前會發生支道車輛仍無法全數通過，在現場觀察大約每 2 個周期即有 1 個周期無法將支道車輛完全疏散完，在前方有大批車流通過的情況下，駕駛人會選擇不闖越紅燈，等待前方路口變順暢再前進；而在離峰時，路口有紅燈倒數計時，使得駕駛人不會因為不知道還需要等待多久而感到焦躁，詹善斌(民 93) 的研究指出有紅燈倒數計時會造成車輛提前起動，經現場觀察，尤其是機車，提前起動的情況相當明顯，但是大多數車輛都未在綠燈前即闖越停止線，因為能夠準確掌握綠燈的時間點，也使得在這個路口於紅燈最後 10% 闖越的車輛明顯的比其他路口來得少。

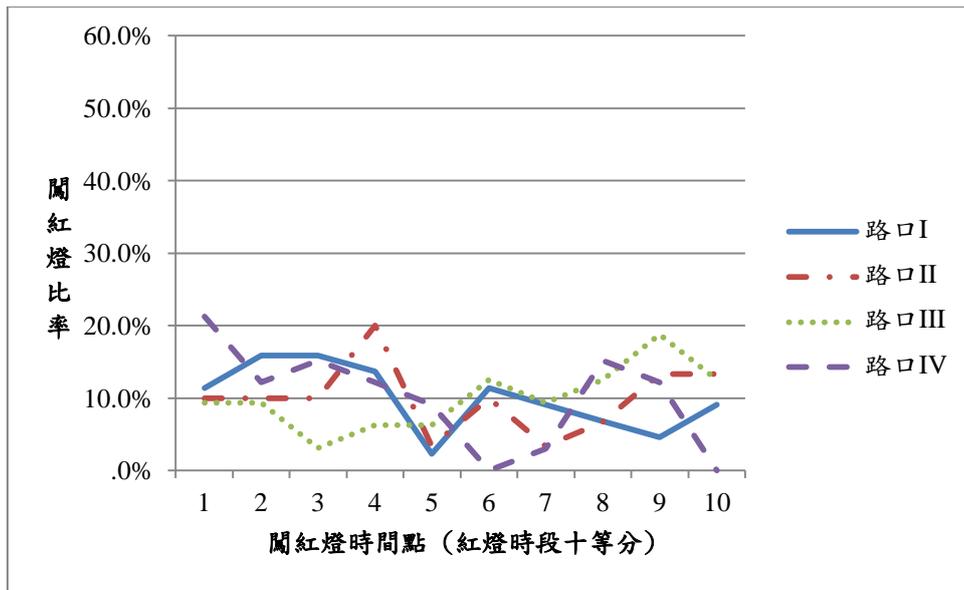


圖 5-1 左轉闖紅燈時間點比較圖

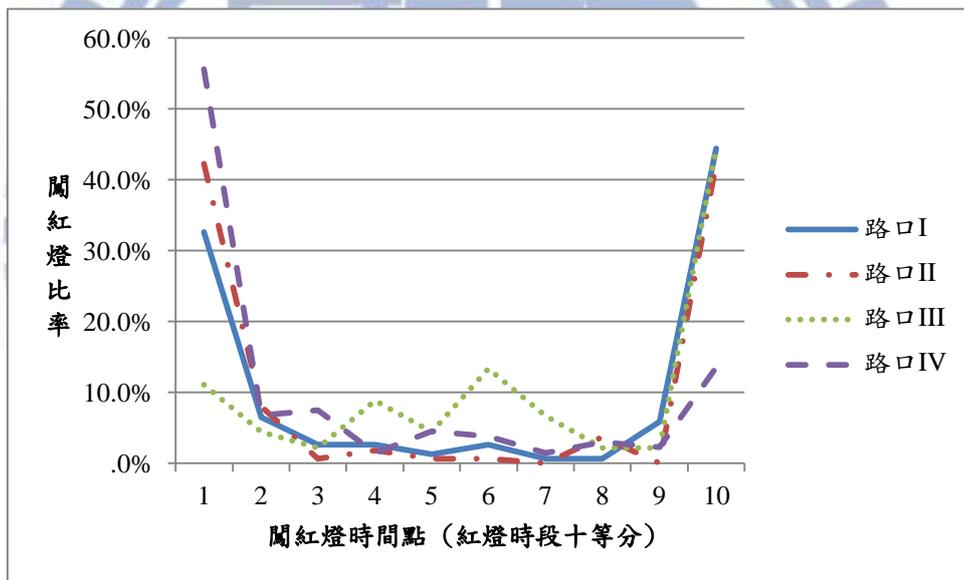


圖 5-2 直行闖紅燈時間點比較圖

路口 V (十字路口) 的直行闖紅燈情況與其他丁字路口相比略有不同，雖然最前與最後的 10% 同樣為闖紅燈比例最高的時段，但是十字路口幾乎沒有闖紅燈樣本會選在紅燈時相的 10% 之後到 90% 之間闖越紅燈，在十字路口直行闖越路口的危險性遠較丁字路口來得高，於十字路口直行闖越紅燈會通過 8 個衝突點，而丁字路口僅有 2 個，也因此十字路口幾乎不會發生在紅燈時相中段時的闖紅燈行為。

研究觀察的路口狀況都有些不同，但是 4 處丁字路口直行闖紅燈的時間點位於紅燈時相中間的 80% 的車輛少則 15.5% 以上，多則 44.4%，四個路口合併計算則有 25% 的車輛在中間的時間點闖越路口。

表 5-13 各時段直行闖紅燈時間點比率

路口(%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	離峰	32.1	3.6	3.6	5.4	1.8	7.1	1.8	1.8	1.8	41.1
	尖峰	33.0	8.2	2.1	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	8.2	46.4
	併計	32.7	6.5	2.6	2.6	1.3	2.6	0.7	0.7	5.9	44.4
II	離峰	36.5	11.5	1.9	5.8	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	42.3
	尖峰	45.0	6.4	0.0	0.0	0.9	0.9	0.0	4.6	0.0	42.2
	併計	42.2	8.1	0.6	1.9	0.6	0.6	0.0	3.7	0.0	42.2
III	離峰	25.0	0.0	0.0	8.3	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	58.3
	尖峰	6.1	6.1	3.0	9.1	6.1	15.2	9.1	3.0	3.0	39.4
	併計	11.1	4.4	2.2	8.9	4.4	13.3	6.7	2.2	2.2	44.4
IV	離峰	62.5	0.0	9.4	0.0	6.3	0.0	3.1	0.0	6.3	12.5
	尖峰	60.5	5.3	2.6	2.6	2.6	2.6	0.0	5.3	2.6	15.8
	夜間	49.2	11.1	9.5	1.6	4.8	6.3	1.6	3.2	0.0	12.7
	併計	55.6	6.9	7.5	1.5	4.5	3.8	1.5	3.0	2.3	13.5
丁字 路口 合計	離峰	39.5	5.3	3.9	4.6	2.0	3.3	1.3	1.3	2.0	36.8
	尖峰	38.3	6.9	1.4	1.8	1.8	2.5	1.1	2.9	3.6	39.7
	夜間	49.2	11.1	9.5	1.6	4.8	6.3	1.6	3.2	0.0	12.7
	併計	40.0	6.9	3.3	2.6	2.2	3.3	1.2	2.4	2.6	36.4
V (十字 路口)	離峰	45.5	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	45.5
	尖峰	71.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6
	併計	51.7	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	44.9

表 5-14 各車種直行闖紅燈時間點比較

路口		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
大型車	樣本數	14	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	%	82.35	0	0	0	0	0	0	0	0	17.65
小型車	樣本數	83	4	0	0	1	1	0	2	0	17
	%	76.9	3.7	0	0	0.9	0.9	0	1.9	0	15.7
機車	樣本數	99	29	16	10	9	13	6	8	13	152
	%	27.9	8.2	4.5	2.8	2.5	3.7	1.7	2.3	3.7	42.8
腳踏車	樣本數	1	1	0	3	1	2	0	2	0	2
	%	8.3	8.3	0	25.0	8.3	16.7	0	16.7	0	16.7
小計	樣本數	197	34	16	13	11	16	6	12	13	174
	%	40.0	6.9	3.3	2.6	2.2	3.3	1.2	2.4	2.6	35.4

不分地點與時段，將闖紅燈直行的車輛進行車種分析發現，大型車及小型車主要的直行闖紅燈行為會發生在紅燈時相的前 10%，機車主要直行闖紅燈行為則發生在紅燈時相的最後 10%，而腳踏車因為體積小及輕便，不論在那個時間點闖

紅燈時都會緊貼路邊緣石，慢速的直行通過路口，如表 5-14。

大型車與小型車主要直行闖紅燈的時間點為紅燈時相的前 10%，與大型車及小型車在看到黃燈及紅燈時煞車並沒有機車如此迅速有關，此時大型車或小型車的駕駛人會選擇在紅燈時相的前 10% 闖越路口；而機車的主要闖紅燈行為主要發生的時間點為紅燈的最後 10%，與機車的機動性高，能夠快速啟動有相關，當機車的駕駛人看到支道車流將要停止，即使距離幹道轉為綠燈的秒數未知，少則小於 1 秒，長則 5 秒以上（黃燈 3 秒，全紅時相 2 秒），駕駛人即會發動欲通過路口，因此造成容易闖紅燈的情況，而路口有紅燈倒數計時設施，雖無法減少機車提早起動的情況，但是能夠讓機車駕駛人準確掌握幹道轉為綠燈的正確時間，進而減少闖紅燈的情況。

表 5-15 闖紅燈時間點卡方檢定

時間 方向		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	顯著性
直行	實際	212	34	16	13	12	16	6	12	13	183	<0.001***
	%	41.0	6.6	3.1	2.5	2.3	3.1	1.2	2.3	2.5	35.4	
	期望	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	51.7	
	殘差	160.3	-17.7	-35.7	-38.7	-39.7	-35.7	-45.7	-39.7	-38.7	131.3	
左轉	實際	22	18	17	18	7	13	9	15	17	19	0.191
	%	14.2	11.6	11.0	11.6	4.5	8.4	5.8	9.7	11.0	12.3	
	期望	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	
	殘差	6.5	2.5	1.5	2.5	-8.5	-2.5	-6.5	-0.5	1.5	3.5	

*** 表 p<0.001

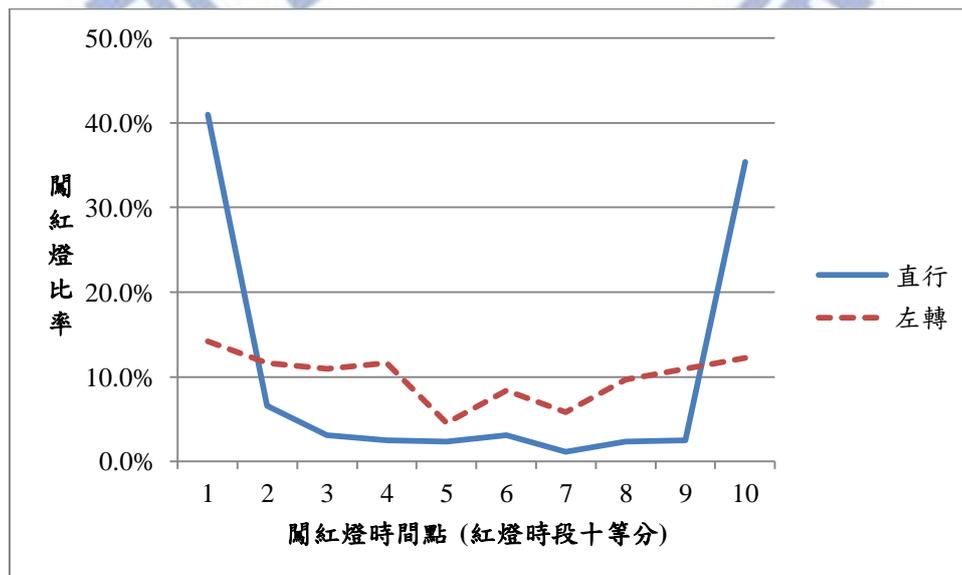


圖 5-3 直行與左轉闖紅燈時間點比較圖

僅討論丁字路口的闖紅燈車輛，使用卡方檢定來檢定直行與左轉的車輛在闖紅燈的時間點是否為均勻分布，假設各時間點的闖紅燈數量為均勻分配，檢定結果發現，闖紅燈直行的車輛在闖紅燈的時間點上有顯著性的不同，由實際樣本數與期望樣本數的殘差發現，闖紅燈直行的車輛集中於最前的 10% 及最後的 10%，而闖紅燈左轉則是無法拒絕虛無假設，即無法拒絕左轉車輛的闖紅燈時間點為均勻分配的假設，如表 5-15。由於闖紅燈直行與左轉的樣本數不同，因此將各時間點的樣本數均改為該方向總樣本數的百分比進行繪圖，如圖 5-3，可看出直行闖紅燈極集中於開頭與結尾的 10%，而左轉則是並無明顯的集中趨勢。

5-5-3 違規比例

進行違規比例計算時，假設車流量是均勻且穩定，將綠燈及黃燈時理論上抵達的車流量將其剔除，僅計算理論上紅燈時抵達的車流，調整車流量的計算公式如下：

$$\text{每小時紅燈時段抵達車流量} = \text{一小時總車流量} \times \frac{\text{紅燈時相長度(秒)}}{\text{周期長度(秒)}}$$

因此將車輛闖紅燈違規比例修改為：

$$\text{違規比例} = \frac{\text{違規車輛數(輛)}}{\text{紅燈時段抵達車輛數(輛)}}$$

調整後的車流量及各路口的違規車輛數詳如表 5-16。

由表 5-16 可看出，左轉的違規比率，皆較直行來的高，與左轉車流量較小有關，且經過車流量的調整使得分母變的異常小，造成計算出的違規比率呈現異常高的情況。

討論各路口在不同時段的違規比率是否有顯著差異，進行母體比例的單尾檢定，發現四個路口在 $\alpha=0.05$ 的情況下，四個路口皆無明顯差異，如表 5-17。而夜間的闖紅燈情況是明顯顯著的比離峰及尖峰嚴重許多，如表 5-18。

不計算夜間樣本，僅計算各路口的尖離峰樣本，進行各路口間交叉比較闖紅燈直行車輛數的比例，各路口間進行直行闖紅燈比例是否有顯著差異之檢定。

如表 5-19，路口 I（對照組）與路口 II（紅燈時相較長）的直行闖紅燈比率並無顯著差異，與路口 III（有左轉保護時相）相比，路口 III 的直行闖紅燈比率顯著的比路口 I 低，與路口 IV（有紅燈倒數計時）的路口相比，路口 IV 的直行闖紅燈比率也顯著的比路口 I 低；路口 II 的闖紅燈直行比率顯著的比路口 III 高，也顯著的比路口 IV 高；路口 III 的闖紅燈直行顯著的比路口 IV 為低。

表 5-16 各時段違規車流量比率

路口		調整後車流量(輛)		違規車輛(輛)		違規比率(%)	
		直行	左轉	直行	左轉	直行	左轉
I	離峰	391.95	19.24	44	13	11.23%	67.57%
	尖峰	713.11	37.74	87	25	12.20%	66.24%
	小計	1105.07	56.98	131	38	11.85%	66.69%
II	離峰	558.42	17.92	48	14	8.60%	78.13%
	尖峰	910.50	23.70	101	11	11.09%	46.41%
	小計	1468.92	41.62	149	25	10.14%	60.07%
III	離峰	463.73	53.77	10	18	2.16%	33.47%
	尖峰	708.18	68.33	28	14	3.95%	20.49%
	小計	1171.91	122.10	38	32	3.24%	26.21%
IV	離峰	500.92	10.64	26	2	5.19%	18.80%
	尖峰	595.43	12.63	32	11	5.37%	87.09%
	小計	1096.35	23.27	58	13	5.29%	55.86%
	夜間	169.20	8.70	27	8	15.96%	91.95%

表 5-17 尖離峰之直行闖紅燈比率分析

路口	離峰	尖峰	P 值
I	11.23%	12.20%	0.316
II	8.60%	11.09%	0.062
III	2.16%	3.95%	0.055
IV	5.19%	5.37%	0.446

表 5-18 尖離峰及夜間之直行闖紅燈比率分析

路口	離峰	尖峰	夜間	P 值
IV	5.19%		15.96%	<0.001***
		5.37%	15.96%	<0.001***

* 表 p<0.05, ** 表 p<0.01, *** 表 p<0.001

表 5-19 闖紅燈直行車輛數比率檢定

路口	違規比率	I	II	III	IV
I	11.85%	-			
II	10.14%	0.083	-		
III	3.24%	<0.001***	<0.001***	-	
IV	5.29%	<0.001***	<0.001***	0.008**	-

註：各欄位為 P-value, * 表 p<0.05, ** 表 p<0.01, *** 表 p<0.001

5-5-4 車種、行駛車道

本研究將車種分為四類，大型車、小型車、機車及腳踏車，其中大型車包含大客車及大貨車，將車種與轉向及行駛車道交叉進行卡方檢定，找尋因子間的相關性，此段討論不討論十字路口樣本及待轉格內車輛提前進入支道的樣本。

車種與轉向進行交叉分析及卡方檢定後發現，p-value 小於 0.001，表示此兩因子有相關，由殘差的正負值可發現小型車較多的闖紅燈情況發生於左轉，而機車為發生在直走情況較多，大型車與腳踏車的樣本較少，情況較不顯著，如表 5-20。

表 5-20 車種與轉向之交叉分析

		大型車	小型車	機車	腳踏車	顯著性	
直行	樣本數	17	108	355	12	<0.001***	
	期望值	15.6	128.7	335.3	12.5		
	殘差	1.4	-20.7	19.7	-0.5		
左轉	樣本數	3	57	75	4		
	期望值	4.4	36.3	94.7	3.5		
	殘差	-1.4	20.7	-19.7	0.5		
小計		20	165	430	16		

車種與車道進行交叉分析及卡方檢定後發現，p-value 小於 0.001，表示此兩因子有相關，由殘差的正負值可發現大型車及小型車在闖紅燈時主要行駛於內側快車道及外側快車道，而機車與腳踏車主要行駛於慢車道，如表 5-21。

表 5-21 車種與車道之交叉分析

		大型車	小型車	機車	腳踏車	顯著性
內側快車道	樣本數	8	81	44	0	<0.001***
	期望值	4.2	34.8	90.6	3.4	
	殘差	3.8	46.2	-46.6	-3.4	
外側快車道	樣本數	10	73	92	0	
	期望值	5.5	45.8	119.3	4.4	
	殘差	4.5	27.2	-27.3	-4.4	
慢車道	樣本數	2	11	294	16	
	期望值	10.2	84.5	220.1	8.2	
	殘差	-8.2	-73.5	73.9	7.8	
樣本小計		20	165	430	16	

車種與轉向進行交叉分析及卡方檢定後發現，p-value 小於 0.001，表示此兩因子有相關，由殘差的正負值可發現欲闖紅燈左轉的車輛會行駛至內側快車道再進行左轉的行為，而闖紅燈直行的車輛會選擇在外側快車道或慢車道進行闖紅燈直行的行為，如表 5-22。

表 5-22 車種與車道之交叉分析

		內側快車道	外側快車道	慢車道	顯著性
直行	樣本數	54	157	281	<0.001***
	期望值	103.7	136.5	251.8	
	殘差	-49.7	20.5	29.2	
左轉	樣本數	79	18	42	
	期望值	29.3	38.5	71.2	
	殘差	49.7	-20.5	-29.2	
樣本小計		133	175	323	

表 5-23 駕駛人性別與闖紅燈時間點之卡方檢定

性別		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	顯著性
男	樣本數	81	22	22	19	11	16	5	16	22	115	0.238
	期望值	78.2	28.0	21.4	17.7	10.3	16.2	7.4	14.0	19.2	116.6	
	殘差	2.8	-6.0	-0.6	1.3	0.7	-0.2	-2.4	2.0	2.8	-1.6	
女	樣本數	25	16	7	5	3	6	5	3	4	43	
	期望值	27.8	10.0	7.6	6.3	3.7	5.8	2.6	5.0	6.8	41.4	
	殘差	-2.8	6.0	-0.6	-1.3	-0.7	0.2	2.4	-2.0	-2.8	1.6	
樣本小計		106	38	29	24	14	22	10	19	26	158	

5-5-5 性別、乘客

經由影片觀察駕駛的性別及是否有乘客，但大型車與小型車無法經由影片觀察，因此僅討論能夠觀察的機車與腳踏車樣本，另外本小節不討論十字路口樣本及待轉格內車輛提前進入支道的樣本。

將駕駛人性別與闖紅燈時間點進行交叉表分析，並進行卡方檢定，檢定的 p-value 值為 0.238，大於 0.05，無法拒絕「駕駛人性別與闖紅燈時間點無相關」的假設，如表 5-23。駕駛人性別與闖紅燈的方向進行交叉表分析，並進行卡方檢定，檢定的 p-value 值為 0.305，大於 0.05，無法拒絕「駕駛人性別與闖紅燈的方向無關」的假設，如表 5-24。駕駛人性別與闖紅燈時行駛的車道進行交叉表分析，並進行卡方檢定，檢定的 p-value 值為 0.122，大於 0.05，無法拒絕「駕駛人性別與闖紅燈時行駛的車道無關」的假設，如表 5-25。經由檢定結果發現，闖紅燈時

間點、闖紅燈的方向及闖紅燈時行駛的車道等三個因子與駕駛人性別並無統計上的相關。

表 5-24 駕駛人性別與轉向之卡方檢定

性別		左轉	直行	顯著性
男	樣本數	56	273	0.305
	期望值	58.3	270.7	
	殘差	-2.3	2.3	
女	樣本數	23	94	
	期望值	20.7	96.3	
	殘差	2.3	-2.3	
樣本小計		79	367	

表 5-25 駕駛人性別與行駛車道之卡方檢定

性別		內側快車道	外側快車道	慢車道	顯著性
男	樣本數	36	73	220	0.122
	期望值	32.5	67.9	228.7	
	殘差	3.5	5.1	-8.7	
女	樣本數	8	19	90	
	期望值	11.5	24.1	81.3	
	殘差	-3.5	-5.1	8.7	
樣本小計		44	92	310	

表 5-26 是否有載人與闖紅燈時間點之卡方檢定

是否有載人		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	顯著性
無	樣本數	92	30	26	21	10	19	9	16	26	139	0.384
	期望值	92.2	33.1	25.2	20.9	12.2	19.1	8.7	16.5	22.6	137.5	
	殘差	-0.2	-3.1	0.8	0.1	-2.2	-0.1	0.3	-0.5	3.4	1.5	
有	樣本數	14	8	3	3	4	3	1	3	0	19	
	期望值	13.8	4.9	3.8	3.1	1.8	2.9	1.3	2.5	3.4	20.5	
	殘差	0.2	3.1	-0.8	-0.1	2.2	0.1	-0.3	0.5	-3.4	-1.5	
樣本小計		106	38	29	24	14	22	10	19	26	158	

將是否有搭載乘客與闖紅燈時間點進行交叉分析，並進行卡方檢定，檢定的 p-value 值為 0.384，大於 0.05，如表 5-26，無法拒絕「是否有載人與闖紅燈時間點無相關」的假設。是否有載人與闖紅燈的方向進行交叉表分析，並進行卡方檢定，檢定的 p-value 值為 0.271，大於 0.05，無法拒絕「是否有載人與闖紅燈的方向無關」的假設，如表 5-27。是否有載人與闖紅燈時行駛的車道進行交叉表分析，

並進行卡方檢定，檢定的 p-value 值為 0.360，大於 0.05，無法拒絕「是否有載人與闖紅燈時行駛的車道無關」的假設，如表 5-28。

經由檢定結果發現，闖紅燈時間點、闖紅燈的方向及闖紅燈時行駛的車道等三個因子與是否搭載乘客並無統計上的相關。

表 5-27 是否有載人與轉向之卡方檢定

是否有載人		左轉	直行	顯著性
無	樣本數	72	316	0.271
	期望值	68.7	319.3	
	殘差	3.3	-3.3	
有	樣本數	7	51	
	期望值	10.3	47.7	
	殘差	-3.3	3.3	
樣本小計		79	367	

表 5-28 是否有載人與行駛車道之卡方檢定

是否有載人		內側快車道	外側快車道	慢車道	顯著性
無	樣本數	37	84	267	0.360
	期望值	38.3	80.0	269.7	
	殘差	-1.3	4.0	-2.7	
有	樣本數	7	8	43	
	期望值	5.7	12.0	40.3	
	殘差	1.3	-4.0	2.7	
樣本小計		44	92	310	

5-5-6 小結

綜觀上述討論，十字路口的闖紅燈形態與丁字路口的闖紅燈形態有明顯的不同，十字路口主要的闖紅燈情形為闖紅燈右轉，這情況在丁字路口並不會發生，而且通過十字路口的駕駛人不會選擇在紅燈時相中段時直行闖越紅燈。

丁字路口闖紅燈左轉並無明顯的特徵。在有遲閉式的左轉保護時相路口會使闖紅燈直行的車輛不會選擇在紅燈時相剛開始時闖越紅燈，而有紅燈倒數的路口闖紅燈直行的車輛不會選擇在後燈時相即將結束時闖越紅燈，雖然會有提前起動的情況，但是大多數車輛都不會超越停止線。

僅討論能夠觀察駕駛人的性別與是否載有乘客的機車與腳踏車，觀察到的結

果為闖紅燈的車輛中駕駛人為男性與並沒有載乘客較多，但是在觀察時無法將每個通過路口的車輛皆進行觀察性別及是否有載客，因此無法以曝露量為基礎，使用比率來衡量是否男性及未載乘客的車輛闖紅燈情況較嚴重。經由分析，在統計上無法證明是駕駛人性別或是否有載人對闖紅燈的時間點或闖紅燈後方向及闖紅燈車道有關。針對實驗設計所選定的因子進行假設及驗證，如表 5-29：

表 5-29 驗證研究假設

編號	研究假設	結果
H1	白天與夜間對駕駛人於丁字路闖紅燈有顯著差異	成立
H2	紅燈時相長度對駕駛人於丁字路闖紅燈有顯著差異	不成立
H3	左轉保護時相對駕駛人於丁字路闖紅燈有顯著差異	成立
H4	紅燈倒數計時對駕駛人於丁字路闖紅燈有顯著差異	成立
H5	十字路口與丁字路口的闖紅燈行為有顯著不同	成立

- H1. 「白天與夜間對駕駛人於丁字路闖紅燈有顯著影響」，本研究於路口 IV 進行觀察，發現夜間的闖紅燈直行的情況有顯著性的比尖峰及離峰都嚴重。
- H2. 「紅燈時相長度對駕駛人丁字路闖紅燈有顯著影響」，本研究於路口 I 作為對照組，路口 II 為實驗組進行驗證，路口 II 於尖峰時較路口 I 的紅燈時相長 20 秒，在離峰時長 10 秒，經過檢定後發現，不論尖峰或離峰違規比率皆沒有顯著差異。
- H3. 「左轉保護時相對駕駛人於丁字路闖紅燈有顯著影響」，路口 III 為有左轉保護時相路口，與對照組進行比較，發現在左轉保護時相的路口闖紅燈直行比率較低，且在闖紅燈的時間點上與對照組有不同的情況，左轉保護時相的路口的闖紅燈較少出現在紅燈時相開始的時候。
- H4. 「紅燈倒數計時對駕駛人於丁字路闖紅燈有顯著影響」，路口 IV 具有紅燈倒數計時設施，與對照組進行比較，發現在有紅燈倒數計時的路口闖紅燈直行比率較對照組低，且在闖紅燈的時間點上與對照組有不同的情況，有紅燈倒數的路口闖紅燈情況較少發生在紅燈時相最後幾秒。
- H5. 「十字路口與丁字路口的闖紅燈行為有顯著不同」，路口 V 為十字路口，與路口 I~IV 進行比較，發現十字路口同樣也會有闖紅燈直行與左轉，但是大多數的闖紅燈情況都是闖紅燈右轉，與丁字路口差異很大；在闖紅燈直行的時間點上也有顯著的不同，丁字路口雖然集中於紅燈時相的頭尾 10%，但是有一成以上的闖紅燈直行樣本的闖紅燈時間是在其他 80% 的時間，十字路口在 2 小時的尖離峰觀察下，搜集到 48 個闖紅燈直行樣本，只有 1 個樣本的闖紅燈直行時間點不在紅燈時相頭尾的 10%，與丁字路口差異極大。

第六章 結論與建議

本研究採用實地調查及觀察的方式，調查不同的路口與時段丁字路口的闖紅燈行為的差異，以瞭解駕駛人在通過不同路口時的差異及特徵，經由分析結果，本研究結論與建議分述如下：

6-1 結論

本研究選取了 4 處丁字路口及 1 處十字路口進行現場觀察及比較，為了避免不同縣市或不同地區闖紅燈行為的差異造成的影響，選擇的路口均位於在方圓兩公里內，並選擇在非雨天進行觀察。並於其中一處丁字路口進行一般進行研究時並不會選擇的夜間時段進行觀察。

經調查、整理及分析後，本研究所獲得以下成果：

1. 十字路口與丁字路口的闖紅燈行為有相同處但是也有明顯的不同處，相同處為兩種路口主要皆為紅燈時相前 10% 及最後 10% 為闖紅燈頻率最高的時刻，但十字路口在中間的 80% 幾乎沒有任何車輛敢穿越路口，但是丁字路口約有 25% 的直行闖紅燈是在中間的 80% 時段。
2. 闖紅燈的樣本中，觀察能夠分辨駕駛人性別與是否有載客的機車與腳踏車，男性與無載客的情況為較多。
3. 左轉遲閉時相使紅燈時相前 10% 闖紅燈行為比率降低，因對向的幹道會先進入紅燈的時相，當幹道進入清道時間時，即使幹道仍為黃燈在待轉區內機踏車即會穿越路口，使得路口產生一個新的衝突點，幹道上原本想要闖越路口的車輛會因為新產生的衝突點而減速闖越路口或是停止在停止線前選擇不闖紅燈。
4. 紅燈倒數計時雖會使機車提早起動，但因為有紅燈倒數計時，因此大多數車輛能夠準確的於綠燈後在通過路口，而不會在紅燈時相的最後 10% 的闖越路口。
5. 大型車及小型車的闖紅燈時間點較多為紅燈時相的前 10%，而機車的闖紅燈時間點較多為紅燈時相的最後 10%，腳踏車並無明顯的闖紅燈時間點。由於大型車與小型車在綠燈的尾端通過時，會因車體較大而不願減速停止，繼續通過路口；而機車由於其高機動性，使得會在紅燈時相的最尾端時提前起動搶先闖紅燈。
6. 機車較多闖紅燈直行的情況，而小型車則是闖紅燈左轉情況較多；闖紅

燈直行時行駛車道通常為慢車道，闖紅燈左轉時行駛車道常為外側快車道或內側快車道，與一般車輛直行時會走較外側的車道，左轉時走較內側的車道相同，代表駕駛人在闖紅燈時不會特地變換車道。

7. 尖離峰的闖紅燈直行比率並未有顯著差異，與此次選取的路段的尖離峰車流量並未有明顯差異有相關；夜間的车流量明顯小於白天，而夜間的闖紅燈比率明顯的較白天的尖離峰為高。

根據 Retting (1999) 的文獻指出流量會影響闖紅燈行為，而本研究的實驗結果顯示在流量較小的夜間時段，闖紅燈的情況會變嚴重；Lum (2002) 的文獻指出若有左轉衝突車流會影響到闖紅燈的行為，本研究的結果發現待轉格內的車輛若提前左轉，導致在紅燈時段的前 10% 的直行闖紅燈車輛較少；詹善斌 (民 93) 指出有紅燈倒數計時會影響闖紅燈行為，本研究實驗發現有紅燈倒數計時的路口，車輛能夠由紅燈倒數計時器確定紅燈的剩餘秒數，能夠讓車輛準確的在紅燈結束後再穿越路口。

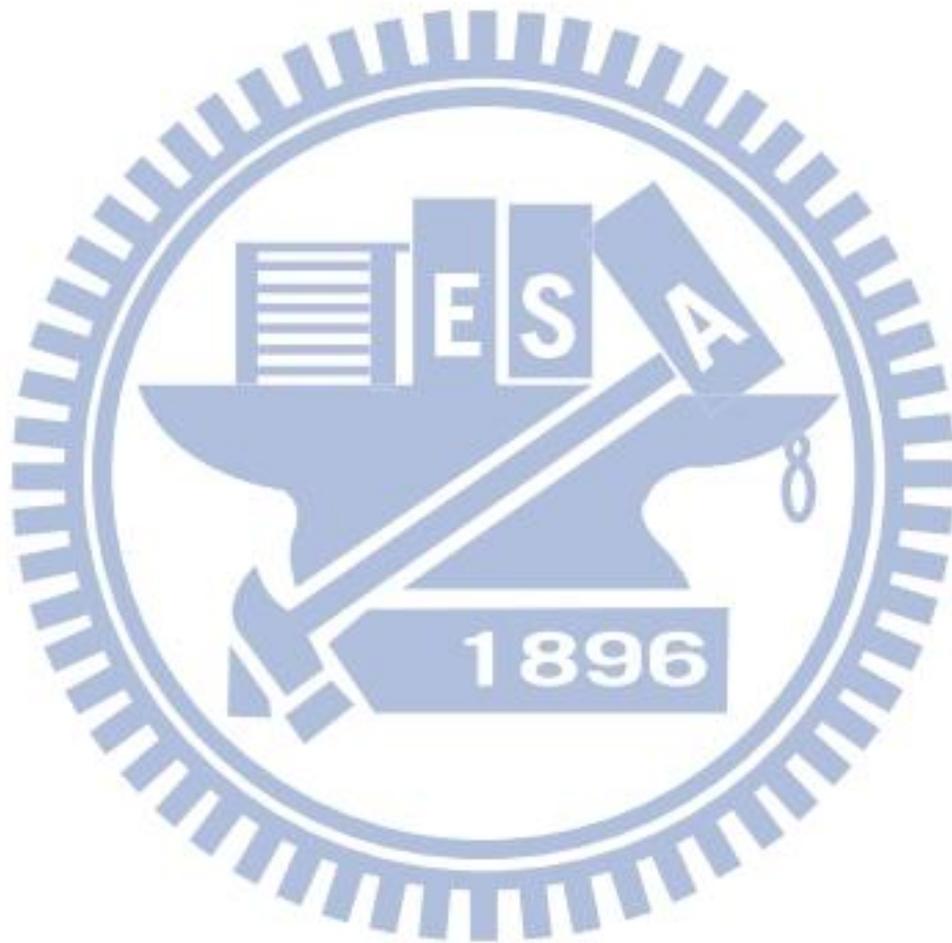
6-2 建議

針對研究成果與觀察過成中所面臨到的困難與限制，在此提供幾點相關建議供後續相關研究之參考。

1. 本研究選擇的路段是省道台一線及縣道 112，因此幹道車流皆龐大，在離峰及尖峰的流量差異不大，雙向皆為四車道以上並有分隔帶，建議將來可考慮尋找路口較小，或車流量較小的路口，可比較車流量造成駕駛人闖越丁字路口時行為的差異。調查路口的紅燈時相差距不大（對照組為 37 秒，實驗組離峰時 47 秒，尖峰時 57 秒），可考慮尋找紅燈時相超長（如超過 100 秒）的丁字路口，來驗證過長的紅燈時相是否會對駕駛人的闖紅燈行為有所影響。
2. 本研究選擇的主線均為幹道，有部分的丁字路口定義的幹道或車流量較多的方向並非為直線，但此次為了限定實驗區域，因此並無尋找到這種路口，建議可將此種丁字路口列入討論。
3. 依照現場觀察，幹道進入清道時間後，由於對向幹道已經無車，在待轉格內的機車即會先行啟動，可能會造成機車的事故發生。
4. 由本研究整理發現，在丁字路口有 25% 的闖紅燈直行車輛是在紅燈時相的第 10% 至第 90% 時闖越，因此支道左轉的車輛在通過丁字路口時很容易遇到主線闖紅燈的車輛，建議警方可針對丁字路口的直線路段進行闖紅燈的取締，可保障支道左轉的車輛能夠安全的出入，並宣導駕駛人

在通過丁字路口時的防禦性駕駛觀念。

5. 闖紅燈的駕駛人可分為直接闖越路口、緩慢闖越路口及先停車後再闖越路口，同時也因駕駛人選擇在可接受的臨界車流間隔進行闖紅燈行為有關，建議後續研究可將闖紅燈的車輛依闖紅燈前是否有進行減緩或停止的行為及當時路口衝突車流間隔進行分析。

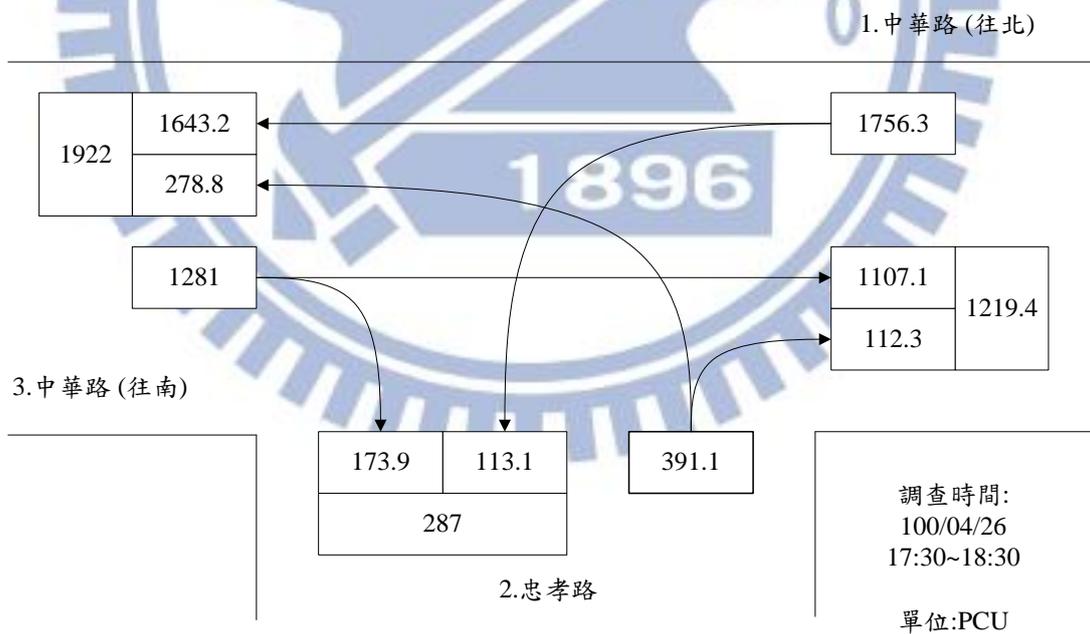
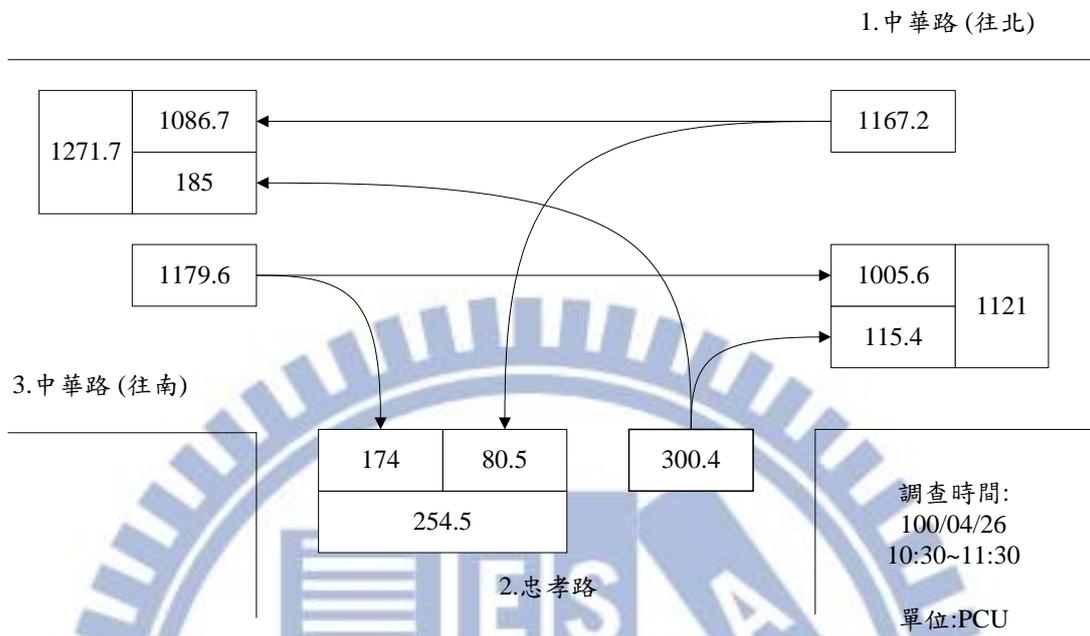


參考文獻

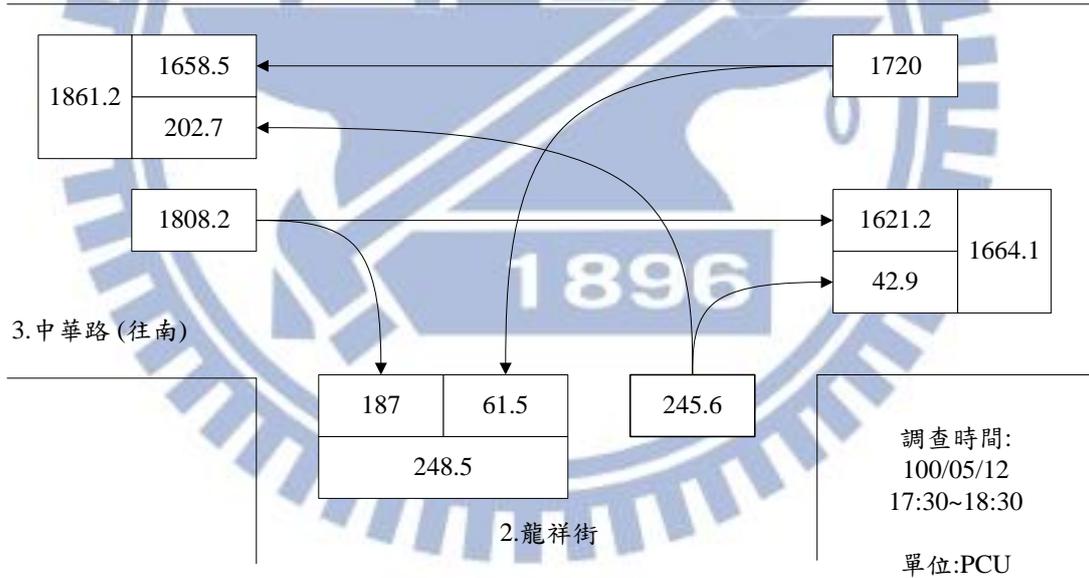
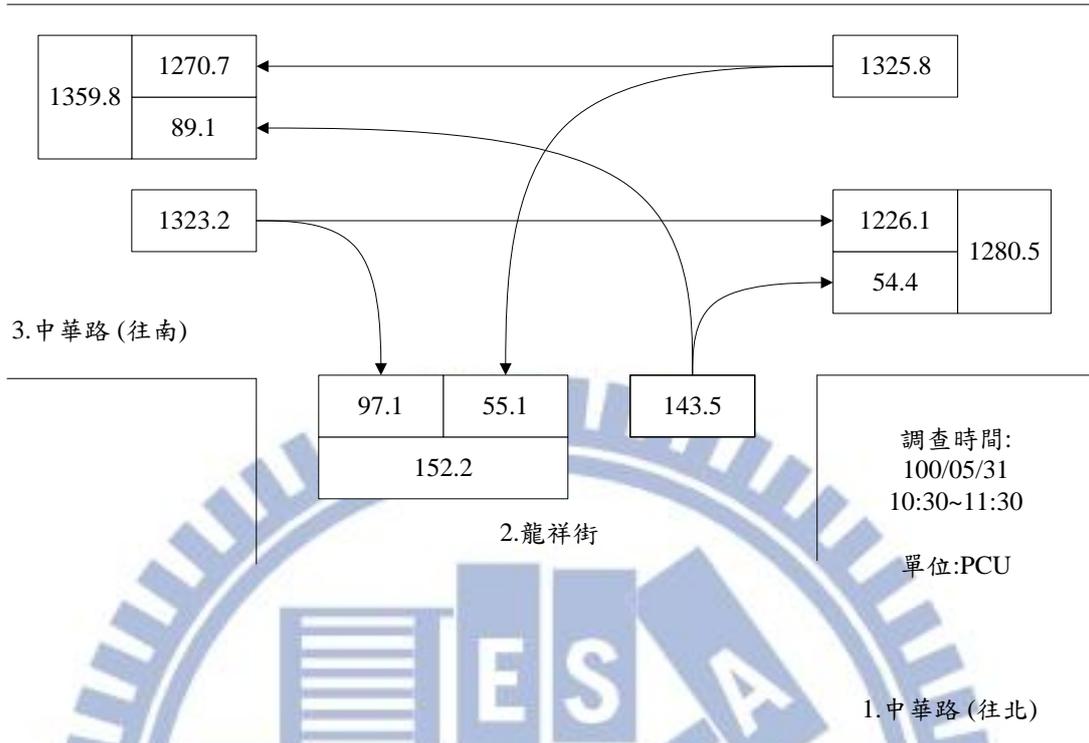
- [1] 交通部網頁 <http://www.motc.gov.tw/> [最後瀏覽日期：100 年 7 月 9 日]
- [2] 內政部戶政司網頁 http://www.ris.gov.tw/version96/population_01.html [最後瀏覽日期：100 年 7 月 9 日]
- [3] 內政部警政署網頁 <http://www.npa.gov.tw/NPAGip/wSite/> [最後瀏覽日期：100 年 7 月 9 日]
- [4] 牛津英語詞典 (Oxford English Dictionary) http://oxforddictionaries.com/view/entry/m_en_gb0867650#m_en_gb0867650
- [5] 王文麟 (民 87)，交通工程學 理論與實用
- [6] 全國法規資料庫 <http://law.moj.gov.tw> [最後瀏覽日期：100 年 7 月 9 日]
- [7] 交通部 82 年 4 月 22 日 交路字第 009811 號 函 <http://210.69.99.15/s.php?soid=4246> [最後瀏覽日期：100 年 2 月 13 日]
- [8] R.A. Retting, A.F. Williams, M.A. Greene, “Red-light running and sensible countermeasures: Summary of research findings” *Transportation Research Record* Vol.1640, pp. 23-26, 1998
- [9] R.A. Retting , R.G. Ulmer, A.F. Williams, “Prevalence and characteristics of red light running crashes in the United States” *Accident Analysis and Prevention* Vol.31, pp. 687–694, 1999
- [10] H. Shauna, O. Massiel, Eric J. Fitzsimmons, M. Thomas, M. David, “Red light running in Iowa: Automated enforcement program evaluation with Bayesian Analysis” *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* Vol.2182, pp. 48-54, 2010
- [11] K.M. Lum, Y.D. Wong, “A study of stopping propensity at matured red light camera T-intersections” *Journal of Safety Research*, Vol. 33, pp. 355-369, 2002
- [12] K.M. Lum, Y.W. Tan, “Driver response at a signalized T-intersection during an amber blackout” *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol.6, pp. 183-195, 2004
- [13] A.Z. Li, X.S. Song, X.H. Song, B.H. Wu, “Traffic Volume Condition for Left-Turn Forbidden on Urban Road Unsignalized T-Intersection” *Computational Intelligence and Software Engineering*, 2009

- [14] L. S. Putranto, R. Sucipto, "Red light violation by motorcyclists at a signalized intersection in Jakarta" *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.7, 2007
- [15] B.E. Porter, T.D. Berry, "A nationwide survey of self-reported red light running: measuring prevalence, predictors, and perceived consequence" *Accident Analysis and Prevention* Vol.33, pp. 735-741, 2001
- [16] H. Köll, M. Bader, K.W. Axhausen, "Driver behavior during flashing green before amber: A comparative study" *Accident Analysis and Prevention* Vol.36, pp. 273-280, 2004
- [17] F.K. Green, "Red light running" ARRB Transport Research Ltd, Research Report ARR 356, 2003
- [18] C. J. Baguley, "Running the red at signals on high-speed roads" *Traffic Engineering & Control* Vol.297, pp. 415-420, 1988
- [19] N. Elmitiny, X. Yan, E. Radwan, C. Russo, D. Nashar, "Classification analysis of driver's stop/go decision and red-light running violation" *Accident Analysis and Prevention* Vol.42, pp. 101-111, 2010
- [20] 黃國平，機車丁字路口違規闖紅燈特性分析，都市交通季刊 68，頁 40-42，民國 82 年。
- [21] 詹善斌，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論文，民國 93 年。
- [22] 賴祈延，影響我國機車駕駛人違規闖紅燈行為決策之因子研究，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文，民國 97 年。
- [23] 溫仁億，T 字型路口機車兩段式左轉待轉區之研究，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文，民國 94 年。
- [24] M.L. Matthews, A.R. Moran "Age differences in male drivers' perception of accident risk: The role of perceived driving ability" *Accident Analysis and Prevention*, Vol.18, pp. 299-313, 1986
- [25] 陳政凡，影響機車駕駛人兩段式左轉行為意向因素之研究，國立交通大學運輸科技與管理科學系碩士論文，民國 98 年。

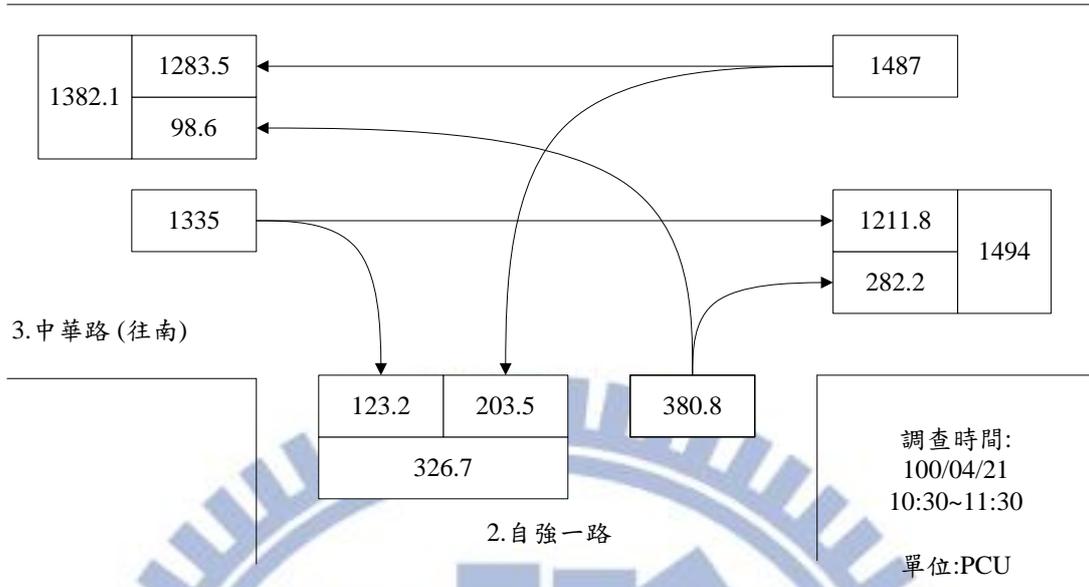
附錄-各路口車流量



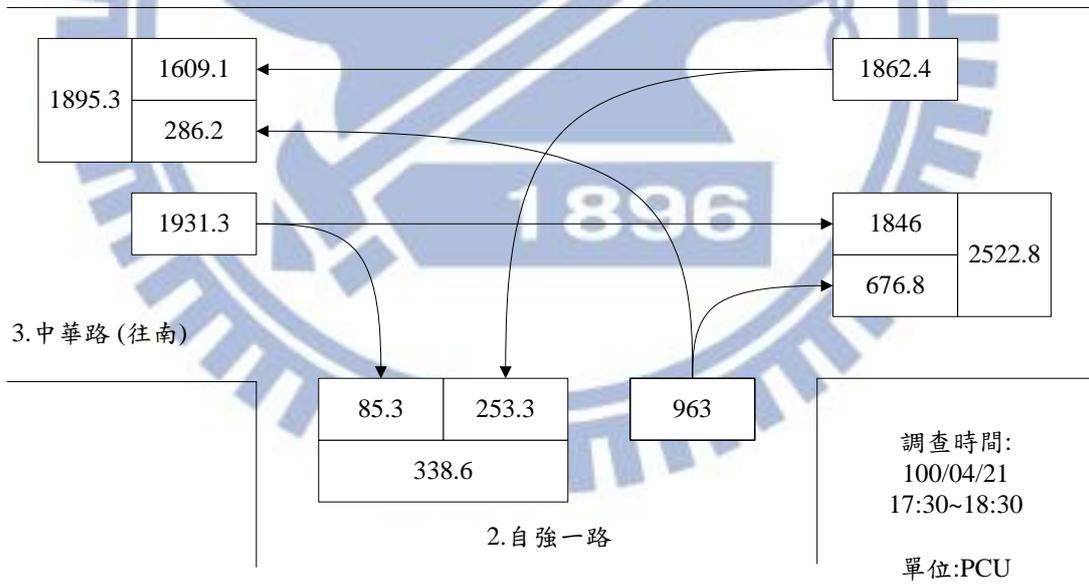
1. 中華路 (往北)



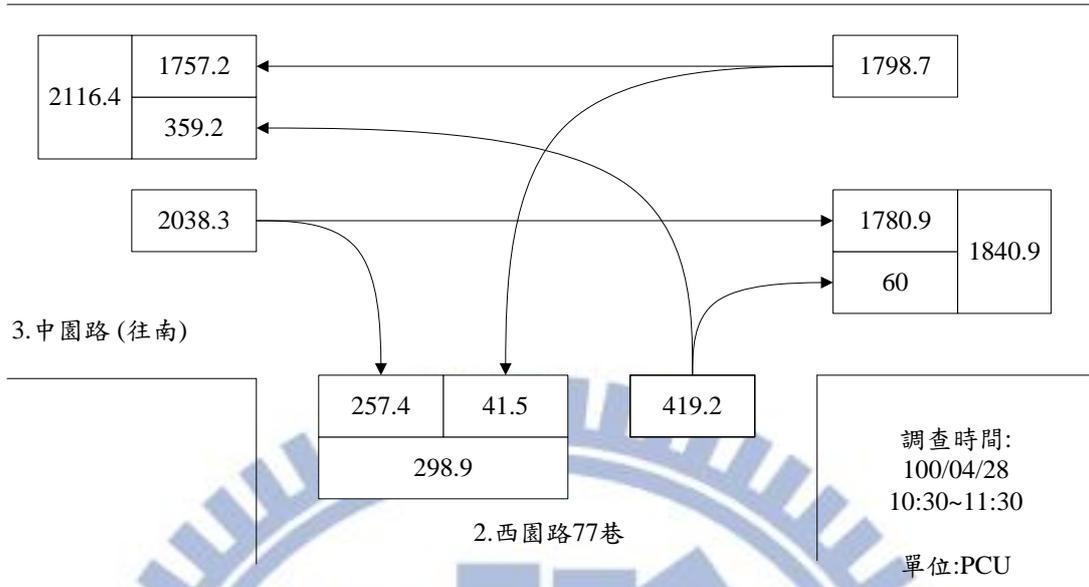
1. 中華路 (往北)



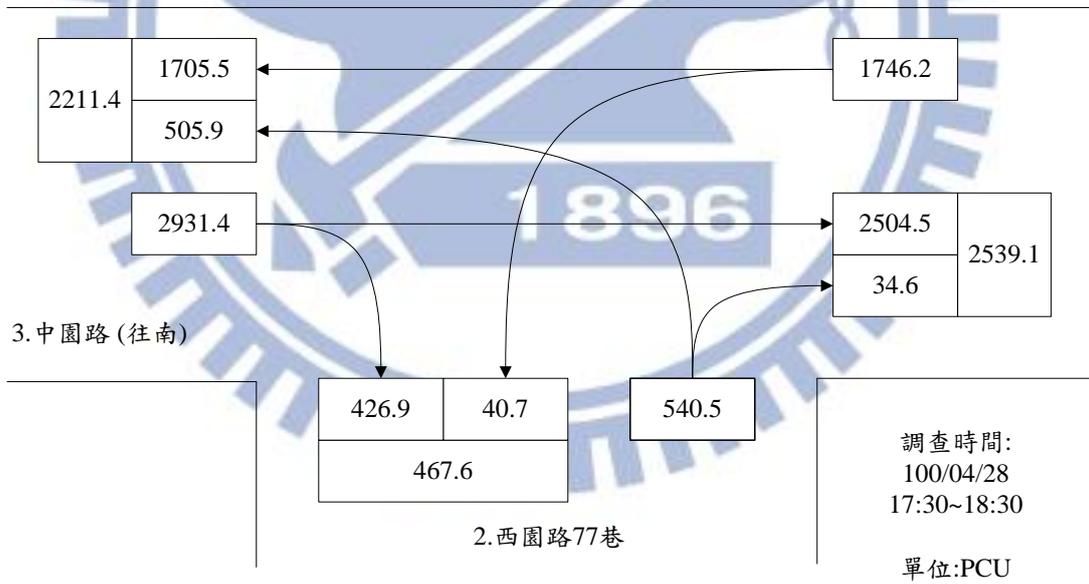
1. 中華路 (往北)



1. 中園路 (往北)



1. 中園路 (往北)



1. 中園路 (往北)

