

國立交通大學  
運輸科技與管理學系碩士班

碩士論文

號誌化平面交叉路口序別直行車  
微觀紓解模式之研究

**A Study on Ordered Straight Vehicles Microscopic  
Discharging Models at the Signalized Intersection**



研究生：許銘娟

指導教授：吳水威

中華民國九十六年六月

號誌化平面交叉路口序別直行車微觀紓解模式之研究

**A Study on Ordered Straight Vehicles Microscopic  
Discharging Models at the Signalized Intersection**

研究生：許銘娟

Student : Ming-Chuan Hsu

指導教授：吳水威

Advisor : Dr. Shoei-Uei Wu

國立交通大學

運輸科技與管理學系



Submitted to Institute of Transportation Technology and Management

College of Management

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Science

in

Traffic and Transportation

June 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年六月

# 號誌化平面交叉路口序別直行車微觀紓解模式之研究

學生姓名：許銘娟

指導教授：吳水威

國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班

## 摘要

號誌化交叉路口向為都市地區道路系統之主要交通瓶頸，是車輛衝突與延滯最常發生的地點，因此如何有效針對路口交通特性加以分析，並適時提供一具有安全、效率及順暢的控制措施或策略，是研究號誌化路口的重要課題。又由於交叉路口的車輛紓解特性對交叉路口的容量評估影響甚鉅，而紓解率的應用常換算成飽和流率，進而推算出理論容量值。因此，車輛紓解特性因素，在整個道路路口容量與分析中佔了相當重要角色。

過去多數交叉路口車輛紓解行為之研究，多探討穩定車流下純小客車之紓解率，或以小客車當量數轉換大車的紓解情形，較少以微觀的方式來探討車流紓解趨於穩定前後之序別車輛的不同車種紓解特性，此乃一值得研究之課題，而本研究中「序別」係指當號誌為紅燈期間，依停止線由前往後之個別停等車輛所排序之相對停等位置的順序關係。故本研究針對較單純的號誌化交叉路口之直行車流進行調查，分析號誌化路口車流在紓解未達穩定與趨於穩定後之紓解特性，並將每車隊中前後兩輛車之車種分類成大車-大車、大車-小車、小車-大車以及小車-小車等四組樣本，探討前後兩車不同車種組合間紓解間距之差異性，再以微觀角度構建序別車輛微觀紓解模式。此外，經由觀察發現在號誌紅燈轉換綠燈前，車輛會有搶先起動之行為，本研究亦將考量此行為特性進行探討。而本研究成果之結果，將可提供交通號誌時制設計與道路容量估計等相關研究之基礎。

關鍵詞：號誌化路口、序別直行車、微觀紓解模式

# **A Study on Ordered Straight Vehicles Microscopic Discharging Models at the Signalized Intersection**

Student : Ming-Chuan Hsu

Advisor : Shoei-Uei Wu

Department of Transportation Technology & Management

National Chiao Tung University

## **ABSTRACT**

Signalized intersections are always the main traffic bottlenecks of road system in urban areas, and it is the most frequently place to cause delay and conflict of the vehicles. Therefore, how to analyze the traffic characteristics effectively and provide safe, efficient and fluency strategy in time are very important issues for signalized intersections. Because discharging characteristics of the vehicles at intersections impact seriously on estimating capacity, discharge rates are often applied to change into saturated flow rates estimating theoretical capacity. Therefore, it played a quite important role in all road capacity analyses.

Many studies of the queuing discharging behavior at the intersection, usually discussed the stable discharging rate of the passenger cars, or analyzed discharging characteristics of the heavy vehicles by transferring the passenger-car-equivalent. Few studies discussed in the microscope method and analyzed the vehicles types discharging characteristics of ordered vehicle before they are unstably and stably discharged. It is worth for study. Ordered vehicles mean the relative ordered position of queuing vehicles stopping in front of the stop line during red light. So this study aims at the characteristics of the straight traffic flow under simple signalized intersection, and analyzes the discharging characteristics of unstable and stable discharging traffic flow at the signalized intersection. According to forward-backward two types of vehicles, we classify four sets of vehicles samples as heavy-heavy, heavy-small, small-heavy, and small-small, and discuss the difference of the combination of two types of vehicles. Then we construct the Microscopic Discharging Model of Ordered Straight Vehicles. Besides, we find some characteristics that some vehicles start at the intersection before the green light phase begins. We will discuss the characteristics of this behavior. The results of this study could be referenced for the base for estimating the capacity of lanes, designing signal, the relevant research and etc.

Keywords : signalized intersection, ordered straight vehicles, microscopic discharging model

## 誌謝

雖然在交大求學的时光只有匆匆兩年，但是這段期間的美好回憶卻是讓我回味無窮、畢生難忘的。本論文得以順利完成，首先要感謝指導教授吳水威老師的指導與提攜。從無到有的過程中有賴恩師不厭其煩的指引與協助，感謝恩師對學生論文研究的激勵，思緒縝密之牽引，觀念之啟迪，論文架構之匡正以及用字遣詞之推敲斟酌；更銘志於心的是恩師在為學處事極待人接物方面的諄諄教誨，使學生在治學方法與處事態度上獲益良多，而恩師在學術研究之嚴謹精神與待人處世之親切態度，更足以為學生日後學生之表率，學生在此謹致上最誠摯的感謝與敬意。

在論文口試期間，承蒙陳高村老師與楊宗璟老師的撥冗細審，並惠賜寶貴的意見與殷切的指證，使本論文疏漏謬誤之處得以斧正，在此深表感謝。期中審查期間，感謝卓訓榮老師與黃台生老師細心審閱並提供建議，使得論文內容更臻嚴謹完備。於受業期間，系上老師的悉心教導與關懷，系上助理幸榮姊與秀蔭姊生活上的協助，使得我在交大運管的求學生涯得以順利畢業，在此一並致謝。

研究資料的蒐集為論文研究期間最辛苦的部份，感謝台北市信義警察分局的協助，更感謝行政組的靳先生，還有沈先生以及簡阿姨的幫忙，因為有你們的協助，使我們能於分局大樓頂樓進行路口攝影調查，順利取得論文所需的車流資料，也因為有你們的大力幫忙，才使得本論文得以順利完成。

此外，兩年的交大求學生活中除了學業，最重要的還是來自於身邊一同學習成長的好朋友關懷互動。感謝 Wu Lab 同門的政諺、彥仲、志榮、協政、雅蘭以及珮瑜，和你們一同在實驗室中互相討論、吐槽、意見分享，相互切磋學習，一同完成種種艱困的挑戰，過程雖然辛苦，但也將成為日後最美好的回憶。另外，一同歡笑的好姐妹彥臻與思慧，最辛苦的班代國濬，還有澳門仔、昱傑、阿春以及其他同學，謝謝你們對我的關懷、鼓勵與支持，使我在交大的生活更加多采多姿也增添了幾許溫馨的氣氛，感謝你們陪我渡過充實快樂的研究生生活。另外也感謝維翰學長、郁凱學長與彥宏學長，感謝你們在我需要幫忙時適時伸出援手，解決了我論文上的疑惑。

當然也不忘要感謝北大門旁的土地公，每當有重要的考試或報告時，總是不忘帶著仙草蜜到土地公廟請求土地公的保佑，亦或當論文與到瓶頸或是生活遇到不順遂時，也是會到土地公廟去請求土地公的保佑，因此，本論文得以順利完成，當然也有賴土地公的保佑，再次說聲謝謝您土地公。

也要感謝我的父母與哥哥、姊姊，謝謝你們默默的耕耘，使我能在不虞匱乏的環境中求學，讓我無後顧之憂的選擇我想要的生活，並給予我無微的關懷與鼓勵，使我能順利完成碩士學位，謝謝你們。還有感謝姑姑與姑丈，謝謝你們在我

學習的過程和生活上給予的支持與關懷。也要特別感謝奇龍，五年多來的歡喜悲傷都有你一起分享，走過的每個角落也都有你的陪伴，謝謝你一直以來關心與支持，讓我更有勇氣接受生活的考驗。

最後，僅以本論文獻給所有關心我的人，感謝你們曾經在各個不同的階段，對我的照顧與支持，並將此成果與榮耀與您們一同分享。

許銘娟 謹誌於

新竹 交大

中華民國九十六年六月



# 目錄

中文摘要 .....	i
英文摘要 .....	ii
誌謝 .....	iii
目錄 .....	v
表目錄 .....	vii
圖目錄 .....	x
<b>第一章 緒論</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究動機 .....	1
1.2 研究目的 .....	2
1.3 研究對象與範圍 .....	2
1.4 研究流程 .....	3
1.5 研究架構 .....	6
<b>第二章 文獻回顧</b> .....	<b>8</b>
2.1 車流理論方面 .....	8
2.1.1 車流行為研究方法 .....	8
2.1.2 車流行為研究對象 .....	9
2.2 車輛紓解特性之相關文獻 .....	9
2.2.1 車輛紓解特性 .....	9
2.2.2 車流紓解分析方式 .....	16
2.3.3 影響紓解之因素 .....	17
2.3 車輛飽和流率 .....	19
2.3.1 飽和流率定義 .....	19
2.3.2 影響飽和流率之因素 .....	21
2.3.3 飽和流量相關研究 .....	22
2.4 綜合評析 .....	23
<b>第三章 研究方法與理論基礎</b> .....	<b>25</b>
3.1 研究方法 .....	25
3.1.1 文獻評析法 .....	25
3.1.2 攝影調查法 .....	25
3.1.3 單因子變異數分析法 .....	26
3.1.4 t 檢定分析 .....	26
3.1.5 相關分析 .....	26
3.1.6 逐步迴歸模式 .....	28
3.2 理論基礎 .....	30
3.2.1 微觀車流理論 .....	30
3.2.2 運動學原理 .....	30

3.2.3 跟車理論.....	30
3.3 小結.....	31
<b>第四章 資料調查蒐集與特性分析 .....</b>	<b>32</b>
4.1 資料調查與認定方式.....	32
4.1.1 現場資料調查.....	32
4.1.2 資料認定方式.....	33
4.2 現場調查車流資料.....	34
4.3 現場調查車流影像處理與資料統計.....	39
4.3.1 影像資料處理.....	39
4.3.2 車流資料統計整理.....	39
4.4 影響因素分析.....	44
4.4.1 不同車種與跟車車種組合之分析.....	44
4.4.2 車輛停等間距之分析.....	47
4.4.3 機車密度之分析.....	48
4.4.4 機車停等區縱向長度之分析.....	48
4.4.5 第一部車輛搶先起動之分析.....	49
<b>第五章 序別直行車輛微觀紓解模式之構建與驗證 .....</b>	<b>50</b>
5.1 模式構建前之分析.....	50
5.1.1 車輛紓解穩定位置分析.....	50
5.1.2 有機車停等區之直行車道不同基準線設定之分析.....	55
5.2 模式構建.....	56
5.2.1 無機車停等區直行車道之序別車輛紓解模式構建.....	58
5.2.2 有機車停等區直行車道之序別車輛紓解模式構建.....	68
5.3 模式驗證.....	79
5.3.1 無機車停等區直行車道之序別車輛紓解模式驗證.....	79
5.3.2 有機車停等區直行車道之序別車輛紓解模式驗證.....	88
5.4 綜合比較分析.....	98
<b>第六章 結論與建議 .....</b>	<b>101</b>
6.1 結論.....	101
6.2 建議.....	103
<b>參考文獻 .....</b>	<b>104</b>



## 表目錄

表 2.1 穩定車輛紓解間距.....	15
表 2.2 國內車流紓解文獻比較.....	15
表 2.3 Greenshields 調查小汽車紓解車間距.....	16
表 2.4 車流紓解分析方法比較.....	17
表 2.5 各國飽和流量推估方式及單位比較.....	22
表 3.1 相關係數強度大小之意義.....	27
表 4.1 調查車道號誌時相週期.....	37
表 4.2 道路幾何特性表.....	38
表 4.3 調查車輛一覽表.....	39
表 4.4 車隊紓解時間及間距統計.....	40
表 4.5 不同車種平均紓解間距.....	47
表 4.6 不同跟車車種組合平均紓解間距.....	47
表 4.7 不同車種與跟車車種組合紓解間距顯著差異分析.....	47
表 4.8 不同機車停等區縱向長度之紓解間距顯著差異分析.....	49
表 4.9 有機車停等區之不同直行車道大小車輛數一覽表.....	49
表 4.10 第一部車輛有無搶先起動之紓解間距顯著差異分析.....	49
表 5.1 平均紓解間距統計.....	51
表 5.2 無機車停等區之直行車道車輛紓解穩定位置檢定.....	52
表 5.3 有機車停等區之直行車道車輛紓解穩定位置檢定(機車停等區後方線).....	53
表 5.4 有機車停等區之直行車道車輛紓解穩定位置檢定(停止線).....	54
表 5.5 不同基準線設定之整體車輛紓解間距檢定.....	55
表 5.6 不同基準線設定之序別車輛檢定.....	56
表 5.7 模式變數定義.....	57
表 5.8 無機車停等區之直行車道第一部車輛相關分析.....	58
表 5.9 無機車停等區之直行車道第一部車輛紓解間距模式摘要.....	58
表 5.10 無機車停等區之直行車道第二部車輛相關分析.....	59
表 5.11 無機車停等區之直行車道第二部車輛紓解模式摘要.....	60
表 5.12 無機車停等區之直行車道第三部車輛相關分析.....	60
表 5.13 無機車停等區之直行車道第三部車輛紓解模式摘要.....	61
表 5.14 無機車停等區之直行車道第四部車輛相關分析.....	62
表 5.15 無機車停等區之直行車道第四部車輛紓解模式摘要.....	62
表 5.16 無機車停等區之直行車道第五部車輛相關分析.....	63
表 5.17 無機車停等區之直行車道第五部車輛紓解模式摘要.....	63
表 5.18 無機車停等區之直行車道第六部車輛相關分析.....	64
表 5.19 無機車停等區之直行車道第六部車輛紓解模式摘要.....	65
表 5.20 無機車停等區之直行車道第七部車輛相關分析.....	65

表 5.21 無機車停等區之直行車道第七部車輛紓解模式摘要.....	66
表 5.22 無機車停等區之直行車道第八部車輛相關分析.....	67
表 5.23 無機車停等區之直行車道第八部車輛以後紓解模式摘要.....	67
表 5.24 有機車停等區之直行車道第一部車輛相關分析.....	68
表 5.25 有機車停等區之直行車道第一部車輛紓解模式摘要.....	69
表 5.26 有機車停等區之直行車道第二部車輛相關分析.....	70
表 5.27 有機車停等區之直行車道第二部車輛紓解模式摘要.....	70
表 5.28 有機車停等區之直行車道第三部車輛相關分析.....	71
表 5.29 有機車停等區之直行車道第三部車輛紓解模式摘要.....	71
表 5.30 有機車停等區之直行車道第四部車輛相關分析.....	72
表 5.31 有機車停等區之直行車道第四部車輛紓解模式摘要.....	73
表 5.32 有機車停等區之直行車道第五部車輛相關分析.....	74
表 5.33 有機車停等區之直行車道第五部車輛紓解模式摘要.....	74
表 5.34 有機車停等區之直行車道第六部車輛相關分析.....	75
表 5.35 有機車停等區之直行車道第六部車輛以後紓解模式摘要.....	75
表 5.36 有機車停等區之直行車道第一部車輛相關分析(停止線).....	76
表 5.37 有機車停等區之直行車道第一部車輛紓解模式摘要(停止線).....	77
表 5.38 有機車停等區之直行車道第二部車輛相關分析(停止線).....	77
表 5.39 有機車停等區之直行車道第二部車輛紓解間距模式摘要(停止線).....	78
表 5.40 無機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證資料.....	79
表 5.41 無機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式檢定.....	80
表 5.42 無機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證資料.....	80
表 5.43 無機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式檢定.....	81
表 5.44 無機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式驗證資料.....	81
表 5.45 無機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式檢定.....	82
表 5.46 無機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式驗證資料.....	82
表 5.47 無機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式檢定.....	83
表 5.48 無機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式驗證資料.....	83
表 5.49 無機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式檢定.....	84
表 5.50 無機車停等區直行車道之第六部車輛紓解模式驗證資料.....	84
表 5.51 無機車停等區直行車道之第六部車輛紓解模式檢定.....	85
表 5.52 無機車停等區直行車道之第七部車輛紓解模式驗證資料.....	85
表 5.53 無機車停等區直行車道之第七部車輛紓解模式檢定.....	86
表 5.54 無機車停等區直行車道之第八部車輛以後之紓解模式驗證資料.....	86
表 5.55 無機車停等區直行車道之第八部以後之車輛紓解模式檢定.....	88
表 5.56 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證資料.....	88
表 5.57 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式檢定.....	89
表 5.58 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證資料.....	89

表 5.59 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式檢定.....	90
表 5.60 有機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式驗證資料.....	90
表 5.61 有機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式檢定.....	91
表 5.62 有機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式驗證資料.....	91
表 5.63 有機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式檢定.....	92
表 5.64 有機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式驗證資料.....	92
表 5.65 有機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式檢定.....	93
表 5.66 有機車停等區直行車道之第六部車輛以後之紓解模式驗證資料.....	93
表 5.67 有機車停等區直行車道之第六部車輛以後之紓解模式檢定.....	95
表 5.68 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證資料 (停止線).....	95
表 5.69 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式檢定 (停止線).....	96
表 5.70 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證資料(停止線).....	96
表 5.71 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式檢定(停止線).....	97
表 5.72 第一部車輛平均紓解間距與車輛紓解穩定位置之比較.....	98
表 5.73 序別直行車輛紓解模式整理.....	100



## 圖目錄

圖 1.1 序別車輛示意圖.....	1
圖 1.2 直行專用車道路口示意圖.....	3
圖 1.3 研究流程.....	5
圖 1.4 研究架構.....	7
圖 2.1 車輛紓解示意圖.....	10
圖 2.2 飽和流率示意圖.....	19
圖 2.3 飽和時相圖.....	20
圖 2.4 累積曲線圖.....	21
圖 3.1 逐步迴歸流程圖.....	29
圖 3.2 跟車模式示意圖.....	31
圖 4.1 基準線設定示意圖.....	33
圖 4.2 松仁路攝影觀測位置.....	35
圖 4.3 信義路五段攝影觀測位置.....	36
圖 4.4 無機車停等區之平均紓解時間.....	41
圖 4.5 無機車停等區之平均紓解間距.....	41
圖 4.6 有機車停等區之松仁路平均紓解時間.....	42
圖 4.7 有機車停等區之信義路五段平均紓解時間.....	43
圖 4.8 有機車停等區之松仁路平均紓解間距.....	43
圖 4.9 有機車停等區之信義路五段平均紓解間距.....	43
圖 4.10 大車紓解間距散佈圖.....	44
圖 4.11 小車紓解間距散佈圖.....	45
圖 4.12 大車-大車車種組合紓解間距散佈圖.....	45
圖 4.13 大車-小車車種組合紓解間距散佈圖.....	46
圖 4.14 小車-大車車種組合紓解間距散佈圖.....	46
圖 4.15 小車-小車車種組合紓解間距散佈圖.....	46
圖 4.16 不同停等間距之紓解間距散佈圖.....	48
圖 4.17 不同機車密度之車輛紓解間距散佈圖.....	48
圖 5.1 無機車停等區之直行車道平均紓解間距.....	52
圖 5.2 有機車停等區之直行車道平均紓解間距(機車停等區後方線).....	53
圖 5.3 有機車停等區之直行車道平均紓解間距(停止線).....	54
圖 5.4 有機車停等區之直行車道平均紓解間距.....	55
圖 5.5 無機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證.....	80
圖 5.6 無機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證.....	81
圖 5.7 無機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式驗證.....	82
圖 5.8 無機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式驗證.....	83
圖 5.9 無機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式驗證.....	84

圖 5.10 無機車停等區直行車道之第六部車輛紓解模式驗證.....	85
圖 5.11 無機車停等區直行車道之第七部車輛紓解模式驗證.....	86
圖 5.12 無機車停等區直行車道之第八部以後之車輛紓解模式驗證.....	87
圖 5.13 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證.....	89
圖 5.14 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證.....	90
圖 5.15 有機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式驗證.....	91
圖 5.16 有機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式驗證.....	92
圖 5.17 有機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式驗證.....	93
圖 5.18 有機車停等區直行車道之第六部車輛以後之紓解模式驗證.....	94
圖 5.19 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證 (停止線).....	96
圖 5.20 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證(停止線).....	97



# 第一章 緒論

## 1.1 研究動機

號誌化交叉路口向為都市地區道路系統之主要交通瓶頸，是車輛衝突與延滯最常發生的地點，其對車流的運行影響很大，而一般常會藉由號誌系統來管制車輛的行進、停止與轉向，以維持道路上良好之行車秩序，降低車流間彼此之干擾與衝突。因此有效地針對號誌化交叉路口交通特性加以分析，除了有助於對車流行為的瞭解外，更能做為道路容量分析、號誌設計及管理法規研擬之參考依據。

在號誌化交叉路口的各種行車行為中，車輛紓解特性對於都市道路之運作效率影響甚鉅，且對於在綠燈時間內紓解車輛數也會有一定的影響存在。由於車輛的紓解行為對交叉路口的容量評估影響很大，而紓解率的應用常換算成飽和流率，進而推算出理論容量值，因此，瞭解影響車輛紓解特性之因素，在整個道路路口容量與分析中扮演著相當重要角色。

在針對號誌化交叉路口車輛紓解行為研究中，過去的學者大部份都針對穩定車流下純小客車之紓解率進行探討，進而求出其小車飽和流量，或是以大小車混合的情形以採取混合比率來代表，分別求出其影響的特性，也常採取小客車當量數轉換大車的紓解情況，較少以微觀的方式來分析探討車流紓解趨於穩定後序列車輛的紓解特性，亦或是車流未達穩定前序列車輛的紓解特性。然而號誌化交叉路口車輛之紓解特性，對於道路交通通暢與否有顯著的影響，有鑑於此，號誌化交叉路口車輛紓解模式乃是一值得研究之課題，而本研究中「序列」係指當號誌為紅燈期間，依停止線由前往後之個別停等車輛所排序之相對停等位置的順序關係，如圖 1.1 所示。

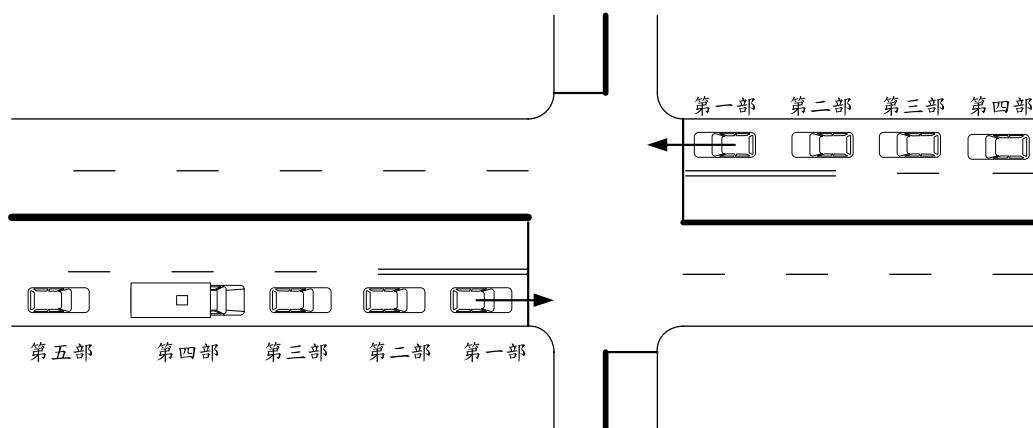


圖 1.1 序列車輛示意圖

號誌化路口車流行為主要可分為直行、右轉及左轉，而本研究僅先從較基礎且單純的直行專用車道作為研究範圍，針對實際行駛於號誌化平面交路口直行車道之車流資料進行調查，分析直行車輛車流在紓解未達穩定與趨於穩定後之紓解

特性，並探討前後不同車種之差異性及其他影響紓解行為之因素，另外，經由觀察發現在紅燈轉換成綠燈前，車輛會有搶先起動之行為，因此加以考量車輛搶先起動對車流紓解產生之影響，以建構號誌化平面交叉路口序別直行車微觀紓解模式。而本研究所得之結果，將可提供改善交通工程與設計之參考依據，並作為交通號誌時制設計與道路容量估計等研究之基礎。

## 1.2 研究目的

本研究主要觀察號誌化路口直行車流之特性，分析探討直行車道車輛紓解特性，以構建號誌化交叉路口序別直行車輛微觀紓解模式，基於上述研究之動機，主要目的可歸納如下：

- 1、藉由實地攝影調查進行車流資料蒐集，觀察國內號誌化平面交叉路口直行車輛之紓解行為，並分析探討影響號誌化平面交叉路口直行車輛紓解之相關因素，以作為構建序別直行車微觀紓解模式之基礎。
- 2、根據實地攝影調查所得之資料進行研析，分析直行車輛在紓解未達穩定前及趨於穩定後之紓解特性，探討前後不同車種及停等間距等影響車輛紓解之相關因素，並考量紅燈轉換綠燈前，車輛搶先起動之行為對車輛紓解之影響程度，再分別針對無機車停等區與有機車停等區之直行車道，以微觀方式推估序別車輛紓解模式。
- 3、本研究所建立之序別直行車微觀紓解模式，可提供未來改善交通工程與設計等相關措施規劃之參考指標，並作為設計交通號誌時制與估計車道容量等研究之基礎。

## 1.3 研究對象與範圍

本研究主要係探討市區號誌化平面交叉路口直行車輛之紓解行為，因此將以直行汽車為主要研究對象。此外，根據路口型態、車種分類、環境限制與觀測時段訂出本研究之範圍如下所示：

1. 路口型態：本研究主要是分析號誌化平面交叉路口之直行車輛紓解特性，故選擇以直行專用車道為依據，路口交叉角度為垂直，且紓解車道接近路口之型式為直線而非曲線，如圖 1.2 所示，作為本研究資料蒐集之範圍。

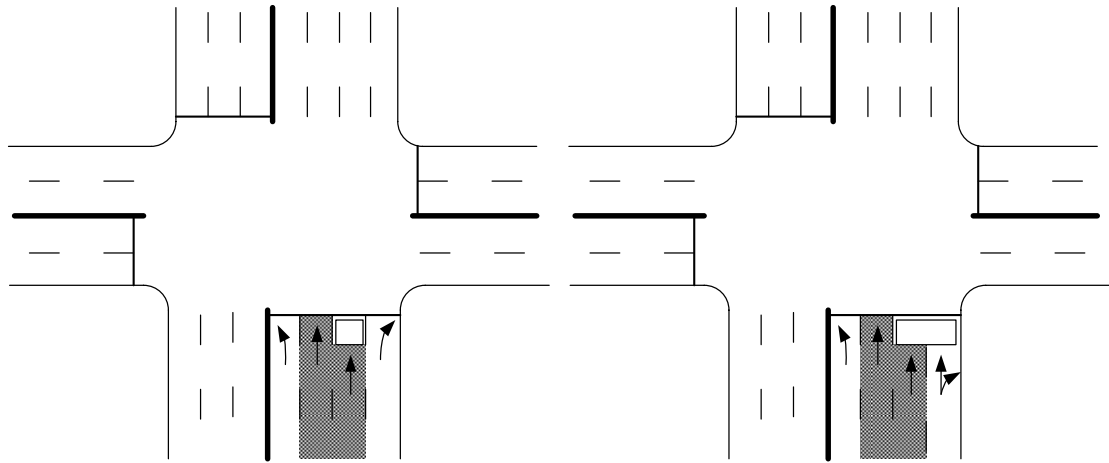


圖 1.2 直行專用車道路口示意圖

2. 車種分類：主要是以汽車為研究對象，暫不考慮機車。而車種主要分成小車與大車，小車泛指一般自用小客車、營業用小客車及小貨車，大車則是指公車、大貨車以及聯結車。
3. 環境限制：主要選取平坦無坡度變化之直線路段，由於公路幾何設計會影響駕駛者於正常情況下之駕駛行為，故為簡化影響因素，僅考慮無坡度之直線路段。另外，調查路口應選擇在距離交叉路口 80 公尺內無停車之干擾，或干擾極小可以忽略之路口，亦無行人之干擾，且車流之紓解不受下游等候車輛之影響。
4. 觀測時段：由於本研究係以現場攝影觀測的方式蒐集資料，而不同天候狀況會對駕駛者之駕駛行為產生不同程度之影響，故為簡化天候影響因素起見，並確保攝影效果的品質，因此本研究主要是以白天時段，氣候良好，能見度佳之時段。

## 1.4 研究流程

本研究依下列流程進行各項研究工作，而研究流程如圖 1.3 所示，各階段執行工作簡要說明如下：

1. 確定研究動機與研究目的。

針對國內號誌化平面交叉路口之背景作一說明，並簡單敘述目前相關研究之最新發展情況，之後在對於研究之目的與未來研究所預期之成果作清楚之說明。

2. 確定研究範圍與對象。

本研究所要探討的為號誌化平面交叉路口序別直行車微觀紓解模式，因此研究範圍為號誌化平面交叉路口之直行專用車道，其中直行車道又分為設有機車停



等區與無機車停等區兩種型態，而研究對象主要以汽車為主。

3. 蒐集國內外交叉路口車流之相關文獻，並進行回顧、整理與探討。

藉由文獻之回顧，了解國內、外車輛紓解特性與紓解模式之研究情形與理論，以作為本研究建立號誌化平面交叉路口序別直行車微觀紓解模式時之參考。

4. 研究方法與理論基礎之建立。

藉由文獻回顧分析探討所得之結論，研析出相關的研究方法與適當的理論基礎，以作為資料調查蒐集分析與模式構建之依據。

5. 以攝影調查蒐集市區號誌化平面交叉路口直行車紓解之特性，並分析探討影響紓解行為之因素。

先選定適合代表直行車流的號誌化平面交叉路口，該路口必須有足夠車流量形成車隊，以便於觀察號誌化平面交叉路口直行車輛之紓解特性；並選定符合一般車流型態之非假日時段進行影像拍攝記錄。之後對於所蒐集之車流紓解資料，進行特性分析之工作。

6. 道路幾何特性與號誌週期之調查，並分析探討影響紓解行為之因素。

實際現場調查之交叉路口的道路幾何條件與號誌週期長度，另外，針對會影響直行車輛紓解行為之因素進行分析探討，以推估號誌化平面交叉路口序別直行車微觀紓解模式之影響因素。

7. 構建國內市區號誌化平面交叉路口序別直行車微觀紓解之模式。

依據現場實際攝影調查之結果，判斷模式中該放入何種可能影響車輛紓解行為的相關性變數，並將各變數做分類與篩選，以其調查之數值資料來進行分析，構建出號誌化平面交叉路口序別直行車微觀紓解模式。

8. 模式驗證。

針對所構建之序別直行車微觀紓解模式，進一步利用實際攝影調查所蒐集之新的直行車輛紓解間距資料對模式作一驗證，以檢視模式之準確性。

9. 結論與建議。

整理研究結果作成結論，闡述研究心得與模式適用之情形，並說明未來可以繼續研究發展之方向。

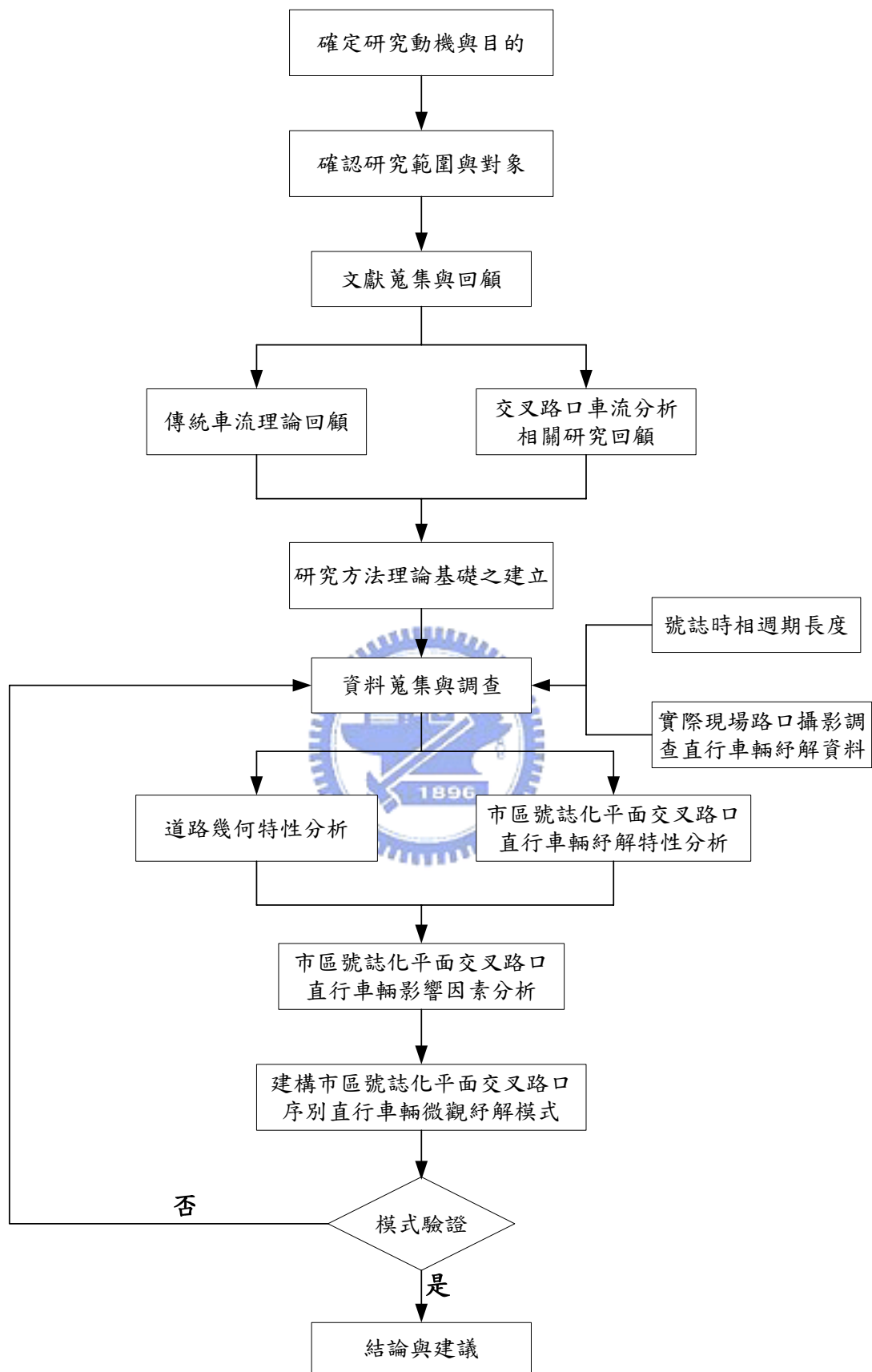


圖 1.3 研究流程

## 1.5 研究架構

本研究首先藉由回顧國內外之車流理論、跟車行為、交叉路口車流紓解特性與模式等相關文獻，瞭解目前號誌化路口相關車流研究之最新發展情形，以建立對車流與紓解特性之基本認識及概念，另外，蒐集有關車流分析方法等相關文獻資料，探討其優缺點與應用方式，了解其在實例應用上之操作方式及其特長，以作為本研究資料調查蒐集分析與模式構建之依據。

資料調查部分，首先選定車流資料之調查方法，並針對路口環境限制與型態，選定適合代表之號誌化平面交叉路口直行專用車道，且該路口具有足夠的車流量形成車隊，並於符合最一般車流型態之非假日時段中進行影像拍攝記錄，觀察號誌化平面交叉路口直行車輛之紓解特性，並針對車種組成、道路幾何條件與其他影響車輛紓解之因素進行分析，另外考量在紅燈轉換成綠燈前，車輛搶先起動之行為，判斷其是否會影響直行車輛之紓解行為，以推估號誌化平面交叉路口序別直行車微觀紓解模式之顯著影響因素。

之後藉由實際調查所得之結果，構建序別車輛微觀紓解模式，而在模式構建前，先找出車隊於綠燈始亮後的第幾部車，紓解間距才會呈現一穩定狀態。經過確認車隊穩定位置點之後，便將整個車隊劃分為兩個部份，一為紓解未達穩定狀態之區域，此區域的車輛紓解間距尚未穩定；二為紓解趨於穩定狀態之區域，此區域的車輛已達一飽和穩定狀態，車輛以一穩定之紓解間距通過路口。接下來，再進行車隊未穩定狀態之序別車輛微觀紓解模式之構建，以及穩定狀態下之車隊微觀紓解模式構建。另外，並將每個車隊前後兩輛車予以分類，針對不同跟車車種間對微觀紓解模式的影響進行探討，亦針對車輛停等間距與機車密度等影響車輛紓解間距之因素進行分析。最後對所構建之序別車輛微觀紓解模式作進一步之驗證，以檢視模式之準確性，並分析其適用性，以供交通號誌時制設計與道路容量估計等研究之參考。其研究架構如圖 1.4 所示。

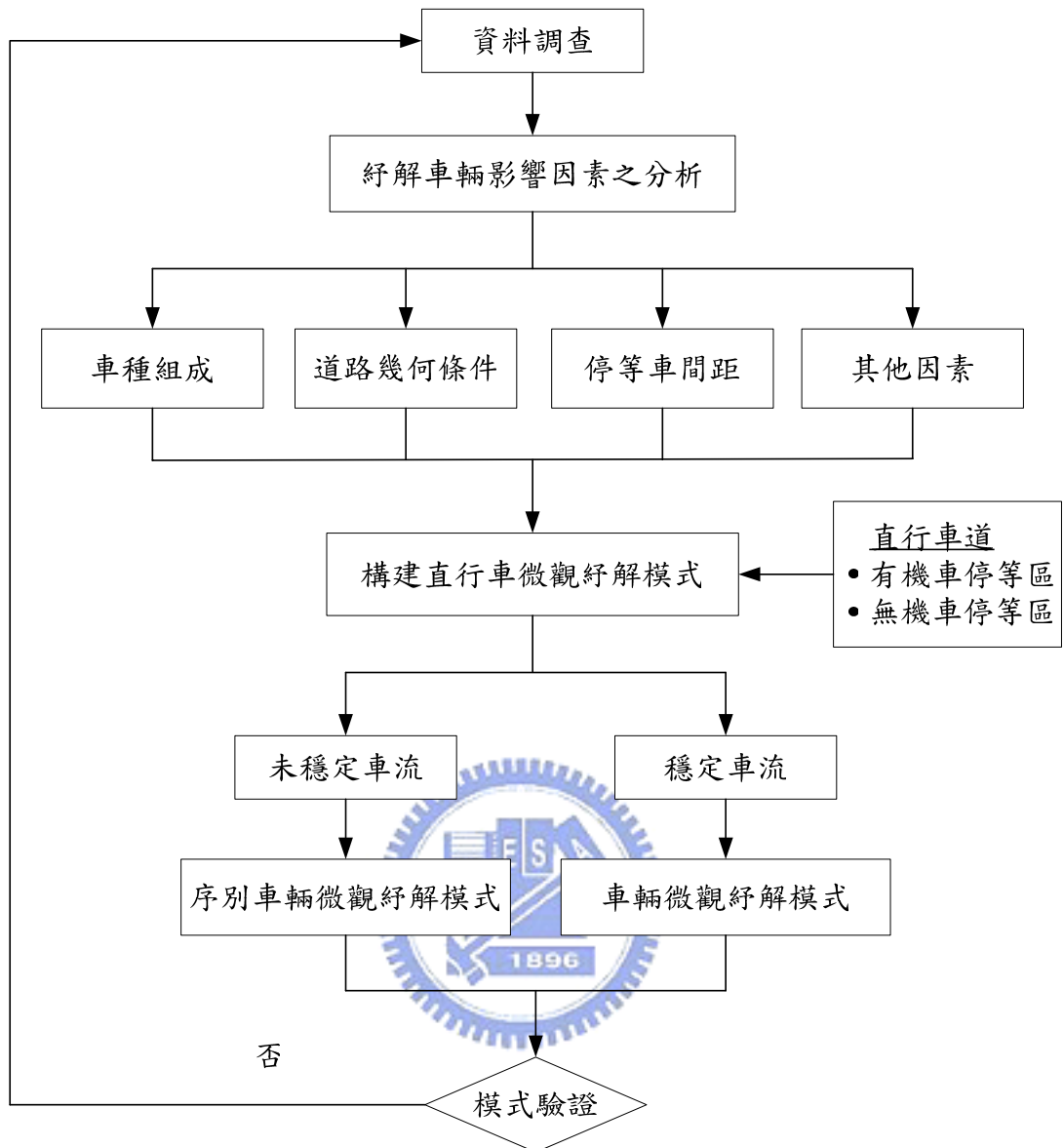


圖 1.4 研究架構

## 第二章 文獻回顧

本研究中係以微觀角度為出發點，分析號誌化平面交叉路口直行車紓解行為。故先回顧傳統車流理論相關研究，包括車流行為研究方法以及研究對象；之後再針對國內外有關交叉路口車輛紓解特性與分析方法做一整理及回顧，並對於影響紓解特性之因素進行探討，以了解過去學者所作之研究，作為本研究之參考基礎。

### 2.1 車流理論方面

#### 2.1.1 車流行為研究方法

在車流領域中，一般常用來研究車流行為的方法可概分為以下四種：(1)現場控制實驗法；(2)理論模擬推導法；(3)現場觀測法；(4)電腦模擬法。其四種方法分述如下：

##### 一、現場控制實驗法 (Controlled Test-track Experiment)：

主要目的為蒐集較完整及較真實之車流資料，然需要找尋較理想適合之測試場地，且所需耗費之人力、時間及成本均較高，同時因為實驗測試之方便性，容易形成受測者過於集中於某一群體，因而忽略不同類型駕駛人之反應行為亦有所不同，因此，較無法涵蓋全面性之車流特性。

##### 二、理論模擬推導法 (Theoretical Simulation)

乃利用事前所蒐集之車流特性資料，在固定假設條件之下，建立相關之理論模式，然推導結果僅能解釋車流行為的狀態，而無法針對個別車輛之行為與現象加以描述。

##### 三、現場觀測法 (Studies of Phenomena)

現場觀測只能觀察車流之整體行為特性，而無法直接構建出完整的模式，仍需透過觀測資料中蒐集所需相關資料，才能建立描述車流行為的模式。

##### 四、電腦模擬法 (Computer Simulation)

利用事先蒐集所得之相關車流資料，以建立車流理論模式，其後再透過撰寫電腦程式來模擬真實的車流行為。

以上四種研究方法中，控制實驗需較高的成本且實驗場地難尋，理論模式推導則為難以完整地描述複雜的車流行為，電腦模擬需事先蒐集較多相關的車流資料及花費時間撰寫程式語言，而以現場觀測方法進行車流研究，可得到與真實世界差異最小的結果，並且可利用電腦軟體及設備之應用與操作，以大幅減少研究

時間花費及提升數據蒐集之精確度，故本研究主要採用現場錄影觀測之方式，進行車流資料蒐集與分析。

## 2.1.2 車流行為研究對象

再根據不同的研究目的，可從三種不同研究對象來針對車流進行分析：

### 1. 巨觀車流 (Macroscopic Traffic Flow)

巨觀係指將道路上多部車輛視為一體，主要在描述整體的車流行為，通常以整體車流特性之參數為分析重點，如密度、速率與流量，主要應用在道路容量、路網規劃或流向分佈之規劃、預測及分析評估等方面。

### 2. 微觀車流 (Microscopic Traffic Flow)

微觀不同於巨觀之處係以單一車輛之個別行為及其與其他車輛之互動行為為分析重點，常以個別速率、相對速率、相對距離、車間距、駕駛者反應時間等參數進行駕駛行為分析，主要應用在駕駛行為決策或交通控制等方面。

### 3. 介觀車流 (Mesoscopic Traffic Flow)

介觀同時具有巨觀及微觀之部分特性，以微觀之個別車輛為主要觀察對象，而以巨觀之密度-流量-速率關係式來表示車輛的推進，常以流率、單位距離內之車道變換率及車隊相關特性等參數進行分析。

依據本研究之研究目的為分析號誌化平面交叉路口直行車輛之紓解行為，即屬於觀測個別車輛與其他車輛間之互動情形，故以微觀車流作為本研究對象。

## 2.2 車輛紓解特性之相關文獻

### 2.2.1 車輛紓解特性

紓解行為意指為綠燈期間內車輛離開交叉路口之過程，稱為車輛紓解。而紓解率則定義為單位綠燈時間內之車輛紓解數。由於汽車在路口等候紓解時有依序停等與紓解的特性，使得停等之汽車車隊於路口等候紓解時，若車道上只有小客車且紓解不受其它車流或行人干擾時，第一部停等車輛之平均紓解間距大約在 2.5 秒到 3.5 秒之間，第二部停等車輛之平均紓解間距較第一部停等車輛短，第三部停等車輛之平均紓解間距更短，到第四部或第五部車輛之後，平均紓解間距趨向一穩定值(如圖 2.1 所示)，此穩定之平均紓解間距稱為飽和間距。

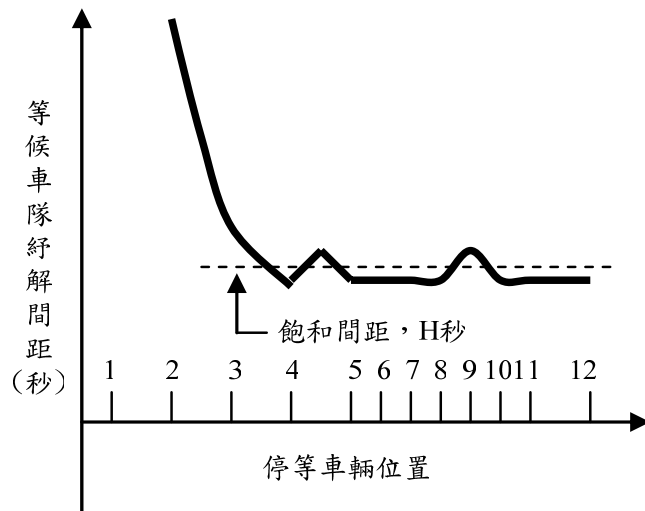


圖 2.1 車輛紓解示意圖

資料來源：2001 年台灣地區公路容量手冊

### 1、車輛穩定紓解間距

許添本(民 69)實地調查在台北市交叉路口發現，車流於綠燈始亮紓解時，自等候線第五部車輛以後開始漸趨穩定，其平均最小間距為 1.7 秒。而左轉專用車道，其紓解間距相差約 0.35 秒。顏上堯(民 75)則提出在混合車流中，小客車的紓解形式與純汽車車流相似，但較小，機車的紓解約於 12 秒左右達穩定，而汽車紓解亦於 12 秒時達穩定。

蔡輝昇、羅彬榮(民 75)則提出車隊於第四部車輛後，亦或約在綠燈亮後第 12 秒後，其平均紓解間距開始接近平穩。另外，並試圖推導國內車隊紓解間距與紓解時間之預測函數，以車隊最前面第一輛車停車位置正下方為參考線，利用「時間—平均通過車輛數圖」與「時間—紓解時間圖」兩種分析方法，分別求算車流紓解穩定間距與損失時間。而在其所研究的國內交叉路口車隊紓解時間與車隊間距之特性分析中得出  $D=2.07n+4.42$  的預測方程式，其中： $D$  為第  $n$  輛車紓解所需之時間； $n$ ：車輛等候紓解的順序，而由該方程式可得知，預測的車隊起動損失時間為 4.42 秒，平均每輛車之紓解間距為 2.07 秒。

美國公路容量手冊(HCM)(1995)認為在綠燈開始之後，停等車大約在第四部車輛紓解之後就會達到一穩定之最高值，其穩定紓解間距約為 2.0~2.2 秒。Greenshields(1947) 探討交叉路口之車輛紓解間距，其發現車輛停等位置會影響平均紓解間距，且以第一部車輛之紓解間距為最大，而隨停車輛停等位置後移逐漸遞減，於第五部車輛後呈一穩定紓解間距，其穩定紓解間距為 2.15 秒。Leong(1964)則認為第四部車輛起平均紓解間距開始接近平穩，其平均最小間距為 2.0 秒。Lee(1995)研究號誌化路口飽和容量與損失時間發現，平均最小間距為 1.91 秒，在理想情況下小於一般常見之紓解間距值(約 2.0 秒)。

Moussavi 與 Tarawneh(1990)探討不同停等位置之直行小客車紓解間距關係，其發現車輛紓解間距會在第四部車輛以後呈現一穩定紓解情況，且當紓解間距呈現上下小幅度變化之穩定情況時，即為最小紓解間距。

## 2、不同車種紓解特性

王慶瑞(民 71)利用實地攝影調查直行與左轉車輛進入交叉口之飽和流量情形，並將車輛分為小客車、大客車、小貨車與大貨車，其分別於第九輛以後、第四輛以後、第六輛以後以及第七輛以後達飽和流狀態，而平均紓解間距則分別為 1.81 秒、2.54 秒、1.97 秒與 2.57 秒，均較歐美澳等國家小。

李承德(民 87)指出公車在路口停等紓解的過程中，若前一輛車為小客車，則公車停等位置在第五輛車後趨於穩定，紓解間距約為 3.25 秒；若前一輛車亦為公車，則公車停等位置在第四輛車後趨於穩定，紓解間距約為 3.68 秒。

鄭鼎煜(民 94)則是利用微觀分類跟車觀念，來描述交叉路口之車隊紓解行為，採取觀察混合車流之方式，將車隊中車輛之間組合分為大車-大車、大車-小車、小車-大車與小車-小車四種跟車紓解間距型態，了解不同組合之跟車紓解特性，並進行觀察不同跟車車種間紓解間距之差異性與分析車隊結構之穩定位置。其結果發現不同車種組合之跟車紓解型態，對於車隊後續之紓解有顯著之影響關係，而大小車組合車隊之穩定紓解位置介於車隊第六輛至第十輛之間，且一車隊剛開始不穩定之車輛紓解間距，不管其車種為何，皆會隨其位置後移而慢慢的遞減達到穩定狀況，呈現一倒數關係模式。

Tong et al.(2002)利用類神經網路模式來模擬車輛紓解間距，並將車輛分為四種型式，第一種型式包含為小客車與計程車，第二種型式為小貨車，第三種為中貨車與大貨車，第四種則為公車，其可得平均紓解間距分別為 1.96 秒、2.24 秒、2.74 秒與 3.79 秒。

## 3、其他轉向車輛紓解特性

王慶瑞(民71)提出左轉車道小客車約於第五輛以後趨於穩定的飽和流率，其平均車輛紓解間距為1.92秒。而張學孔(民71)依據右轉特性，以機率及等候理論為基礎建立容量分析模式，包含：行人干擾下的右轉流動分析、快車道右轉飽和流量分析、及紅燈右轉容量分析模式。其得到結果如下：右轉車道飽和流量為1945/綠燈小時、對於直行加右轉車道，其平均間距為1.965秒，右轉車之直行當量為1.14、及在右轉機車之直進車輛當量值為1.92~2.72，則推估飽和流量則在5960~7480MCU/綠燈小時。

朱松偉(民83)則針對無衝突單左轉專用車道、雙左轉專用車道與左轉直行用車道進行紓解特性飽和流率之相關研究，觀測並記錄等候線第五輛至最後一輛車之每輛車的車距，並將重車與迴轉車列入考慮，針對六個路口設定直行車道與左



轉車道在不同跟車類型下(小客車與小客車、重車與小客車、小客車與重車、重車與重車四種)觀測其紓解車距。其結果可得在單左轉專用車道部分，直行車道純小客車與純重車之平均紓解間距分別為1.47秒與2.56秒；左轉專用車道純小客車與純重車之平均紓解間距分別為1.68秒與3.24秒。而共用車道左轉車之臨界間距、左轉車之平均跟車間距以及直行車之平均車間距分別為4.40秒、1.52秒以及1.48秒。

曾平毅等人(民95)探討於左轉時相保護下無衝突左轉停等車之紓解行為，實際調查蒐集平均紓解車距(第四部車輛以後)、左轉速率、車道寬度、速限、有效號誌週期時以及左轉運行區域等資料，並分析探討相關變數與紓解間距之相關情形，可發現有以下之特性：第四部以後之平均紓解車距與左轉速率呈負相關，第四部以後之平均紓解車距與縱向距離呈負相關，左轉速率與臨界左轉距離及左轉切線距離和呈正相關，車道寬度與速限與其他變數間無顯著關係。另外發現紓解間距大多隨著停等位置後移而逐漸下降，即紓解率逐漸提升，而標準差逐漸減少之趨勢，說明了停等車紓解之穩定逐漸提升。而在多左轉車道方面，雙左轉車道中內側車道之平均紓解車距大於外側車道，內側車道之紓解車距變異數小於外側車道，在三左轉車道中平均紓解車距為內側車道大於中線車道大於外側車道，而變異數為內側車道小於中線車道小於外側車道。

張瓊文等人(民94)則初步探討衝突左轉停等車紓解之行為，以錄影觀察之方法記錄衝突左轉車輛之行為與蒐集路口幾何資料，探討路口空間之使用、先行左轉之現象、間距使用之行為以及在燈號轉換期間內能紓解之車數等層面之車流特性，其提出衝突左轉車道之紓解率或每週期紓解車輛數主要受到路口幾何條件、車流狀況與號誌控制之影響。另外，左轉駕駛人之臨界間距有隨對向直行車道數之增加而增長之現象，對向僅一直行車道之臨界間距大約在3.2-3.5秒間，對向有二行車道之臨界間距大約在4.2-4.6秒間；在燈號轉換期間能紓解之左轉車數隨停止線道路口中央附近轉彎點之距離而變，在距離為27公尺時，每一左轉道大約紓解2.9輛小車，距離增為48公尺時，則大約可紓解5.5輛小車。

#### 4、機車紓解特性

而林豐博(民87)機車專用道等候車之紓解可分為三階段：第一階段，機車在綠燈還未亮之前就開始加速，紓解率很快增加，並在綠燈始亮後6秒左右達到最高值；第二階段，紓解率急速下降至5至10秒左右；最後第三階段中，紓解率可能持續下降或達到一較穩定之值，同時，據此建立起三階段紓解率推估模式。

蔣靜宜(民91)以固定時段調查法記錄機車紓解率，並繪製成累積曲線圖推估飽合流率，可得知機車自綠燈開始至飽和時段結束之紓解情形。其研究結果顯示機車路口紓解情形約可在綠燈始亮後6秒達穩定紓解狀態，且車輛啟動損失時間多為負值，得知車道寬度與飽和流量呈一線性之關係。

劉力銘(民 93)以錄影調查的方式所得之紓解情形為在綠燈始亮之後，短時間內，亦即平均在 2~4 秒之間的紓解率，會升至一高峰值約 8 輛/2 秒；之後一路下滑至綠燈亮後 20~40 秒，直到下一波從上游放行的機車到達，再升到以不飽和狀態的值紓解，至時相週期結束為止。而在混合車道中，機車並沒有出現以穩定的飽和紓解率狀態通過路口的現象，而且在每一週期當中，機車之車隊皆能夠順利在綠燈時相結束前紓解完畢。另外停等區之機車密度對機車車隊前段之紓解率具有高度正相關，但前提是不超過機車停等區之最大容納量，若佔用機車停等區之汽車數量增加，則會造成停等區機車密度的下降以及機車車隊紓解率的減少。

## 5、機車停等區對車輛紓解之影響

機車停等區的繪設對於混合車道上，停等於機車停等區後的汽車確實產生影響，除了使後方混合車流混合比下降，汽車車流在純化的情形下可以有較高的飽和紓解率之外，在佈設機車停等區後，由於汽車等候線的退縮，使得第一輛車通過停止線的延滯增加，但第四輛車之後的汽車車間距趨向一最小的穩定車間距，而在無佈設機車停等區的情況下，其車間距並沒有明顯達到穩定最小間距(林明志，民 90)。另外，有研究發現，在佈設機車停等區後，汽車必需多用 2 秒鐘通過路口，增加延滯(許添本等人，民 90)，且汽車通過路口的延滯時間與停等區縱深長度呈現正相關，在信心水準為 95%情況下，進行 T 檢定，具有顯著差異，顯示停等區的縱深長度對於起動延滯是有影響的(王義川，民 91)，但在汽車總延滯方面，事後比事前減少，而機車總延滯值，則由於設置機車停等區後，使得機車向前集中先行紓解，停等區內的機車可以有較高的飽和紓解率，因此，於交叉路口處，機車專用停等區之設置，不但可降低機車對汽車紓解的影響，且不會增加汽車的平均起動延滯(吳健生，民 91)。

## 6、紓解間距模式

Briggs(1977)提出一決定論的平均紓解間距預測模式，其模式中假設每輛停等車的加速率是固定不變的，簡單而言就是假設每輛車的車長為相同，且每輛停等車間之距離亦相同，另外還假設每輛車的反應時間相等，而根據上述之假設，利用牛頓力學方程式(Newtonian mechanical equations)導出紓解間距模式如下：

$$h_n = \begin{cases} T + \sqrt{\frac{2d_n}{A}} - \sqrt{\frac{2d_{(n-1)}}{A}} & , \text{if } d_n < d_{\max} \\ T + \frac{d}{V_q} & , \text{otherwise} \end{cases} \quad (2-1)$$

其中， $h_n$ =第n部車輛之紓解間距

$n$ =車輛停等位置

$d$ =本車與前車之距離，亦即為車輛停等間距

$V_q$ =期望速度

$d_{\max}$ =當速度為 $V_q$ 時所行駛之距離

$T$ =駕駛人起動反應時間

$A$ =每輛車之加速度，為一定值

在此模式中，當車輛速度小於期望速度時，紓解間距主要是受到加速度與車輛停等位置之影響；而當車輛速度達到期望速度時，其紓解間距則變成受駕駛人起動反應時間與期望速度之影響。因此，當車輛速度達到期望速度時，則紓解間距即成一定值。

Bonneson(1992)則根據駕駛反應時間、車輛速度與加速度發展出一套車輛紓解間距模式，不同於Briggs所提之模式，此模式並無假設加速度為固定，而是依據速度-時間與距離-時間之關係，利用簡單積分方式來計算導出加速度。而此模式與Briggs所提之模式相同部份，則為假設駕駛人反應時間為固定，但多加入一新的變數為第一部車輛的之反應時間。利用上述關係與假設，可推導出模式如下：

$$h_n = \tau N_1 + T + \frac{d}{V_{\max}} + \frac{V_{sl(n)} - V_{sl(n-1)}}{A_{\max}} \quad (2-2)$$

其中， $h_n$ =第 $n$ 部車輛之紓解間距

$T$ =駕駛人起動反應時間

$\tau$ =第一部車輛之額外的反應時間

$N_1=1$ ，表 $n=1$ 時； $0$ ，表 $n>1$ 時

$d$ =本車與前車之距離，亦即為車輛停等間距

$V_{sl(n)}$ =第 $n$ 部車通過停止線之車輛行駛速度

$V_{\max}$ =最大行駛速度，相當於加速度等於 $0$

$A_{\max}$ =最大加速度

此模式主要受到加速度、通過停止線之車輛行駛速度與駕駛人反應時間之影響。而在模式中，當車輛速度等於期望速度( $V_{\max}$ )時，其車輛紓減間距為最小。依據此觀點，通過停止線車輛行駛速度之差異都將會等於 $0$ ，且最小之紓解間距主要受到駕駛人反應時間與期望速度的影響，而車輛通過停止線之車輛行駛速度之估計，可以下列式子表示：

$$V_{sl(n)} = V_{\max} (1 - e^{-nk}) \quad (2-3)$$

其中， $k=\beta/V_{\max}$

$\beta$ =常數

車輛通過停止線之車輛行駛速度模式，是以第 $n$ 部車輛之停等位置，取代在加速度模式（速度與時間關係）於時間 $t$ 下之速度。

而表 2.1 與表 2.2 則分別針對車輛穩定紓解間距以及車輛紓解相關文獻做一整理，由此可看出不同學者對於車輛紓解特性之研究，並比較彼此之差異性。

表 2.1 穩定車輛紓解間距

作者	車種	穩定紓解間距(秒)
許添本	小客車	1.7
蔡輝昇、羅彬榮	小客車	2.07
美國公路容量手冊(HCM)	小客車	2.0~2.2
Greenshields	小客車	2.15
Leong	小客車	2.0
Lee	小客車	1.91
王慶瑞	小客車	1.81
	大客車	2.54
	小貨車	1.97
	大貨車	2.57
	左轉小客車	1.92
李承德	小車-公車	3.25
	公車-公車	3.68
Tong et al.(2002)	小客車、計程車	1.96
	小貨車	2.24
	中貨車、大貨車	2.74
	公車	3.79

表 2.2 國內車流紓解文獻比較

作者	目的	紓解方式	車種
許添本(民 69)	在某一混和狀況下之飽和流率模式	間距法	大車、小車、機車
王慶瑞(民 71)	估計飽和流量及各種小客車當量	間距法、三時段調查法	小客車、大客車、小貨車、大貨車
張學孔(民 71)	快車道右轉流動容量模式、紅燈右轉容量模式、行人干擾容量模式	固定時段法	小客車、機車
顏上堯(民 75)	混合車流下修正之飽和流量及容量推估模式	固定時段法	小客車、機車
蔡輝昇、羅彬榮(民 75)	建立車隊紓解間距與紓解時間之預測函數	間距法	大車、小車
李承德(民 86)	探討公車停靠對定時號誌化路口容量之影響	間距法	大車、小車

表 2.2 國內車流紓解文獻比較(續)

作者	目的	紓解方式	車種
蔣靜宜(民 91)	機車飽和流量模式	固定時段法	機車
劉力銘(民 93)	機車在混合車流下之紓解模式	三時段調查法	機車
鄭鼎煜(民 94)	大小車組合車隊紓解模式	間距法	大車、小車
曾平毅、張瓊文、陳文斌(民 94)	無衝突左轉停等車之紓解特性及估計車道之容量	間距法	大車、小車

### 2.2.2 車流紓解分析方式

過去針對交叉路口車流紓解過程分析的方法，主要可以分成四類來探討，以下為各方法之理論定義：

#### 1、平均最小間距調查法

屬於微觀法，此方法為測量飽和流率的基本方法，主要是於路口設定一基準線，於綠燈時間計算車輛通過基準線的車間距，通常用於調查單一車道小汽車的紓解間距。1945 年 Greenshields(1947)量測了數個週期中，前幾部車輛的車間距，分析車輛車間距中位數(median headway)的趨勢，由增加車間距的方式來估計服務某數量車輛所需要的時間，如表 2.3 所示。可以看出在第六部車輛之後，車間距為 2.1 秒，即飽和流量為 1,714vph/gpl，之後，陸續有許多研究都使用車間距的方式來計算飽和流量，所採用的基準線與車輛紓解的定義依不同研究需要而有不同。而由於車間距的量測單位經常要記錄到秒下一或二位數，因此多借助於攝影的方式來進行調查。

表 2.3 Greenshields 調查小汽車紓解車間距

車輛順序	紓解間距(秒)
第一部	$t_1=3.8$
第二部	$t_2=3.1$
第三部	$t_3=2.7$
第四部	$t_4=2.4$
第五部	$t_5=2.2$
第六部以後	$t_{6+}=2.1$

#### 2、固定時段法

係指以固定時段，如 3 秒或 5 秒記錄一次資料，主要以一車道或路口為衡量對象。一般由綠燈亮起，取固定時段 5 秒或 6 秒，記錄車輛紓解數目。主要以一

車道或路口為衡量對象。在國外部份，英國以 6 秒為準，而澳洲認為 10 秒為準。至於機車分析，一般取 3 秒來量測。

### 3、三時段調查法

此方法為第二種方法的延伸，主要是將綠燈時間分為三階段。第一階段為起動階段，此一時段內，包括了起動延滯；第二階段為飽和時段，此長度一直到車隊紓解時為止；第三階段為其餘綠燈時段，亦為未飽和時段。

### 4、佔用道路面積比例法

由綠燈亮起取適當秒數為間隔，計算汽車佔用道路面積比例為紓解時間及距停止線距離的關係。主要是汽車依跟車原理前進，而不同於機車有向前集中，向橫發展，所以車道使用率一直保持穩定，而機車則急速驟減至路段水準。

表 2.4 車流紓解分析方法比較

方法 \ 車種	機車	汽車	混合車流 (汽機車)
平均最小間距 調查法	※	○	※
固定時段法	○	○	○
三時段調查法	○	○	○
佔用道路面積 比例法	※	○	※

※不適當(用) ○可行 【資料來源：鄭鼎煜，民 94】

### 2.3.3 影響紓解之因素

影響車輛紓解的原因可分號誌控制、交通組成、道路幾何條件及其他因素等四大類：

#### 1、號誌控制

號誌控制方面可分時制及時相兩方面來探討，所謂時制是號誌中有關時相、週期及時段長短之設計規定，當週期長度相同時，綠燈時間越長，最大之紓解車輛數越多。而所謂時相是指在同一週期中所分成之時段，用以指導各方向交通之行止，當在一個週期中所分成之時相越多，則雖車輛之行進較有規律，但若實際之轉向車流不足，則可能會浪費該時相之設計而降低該路口之紓解車輛數。

## 2、交通組成

主要分成車種及轉向比例來探討，Greenshields et al.(1947)指出大車通過路口所需的時間較小車大，且會使得後方跟隨車輛之紓解間距也變長。Lu(1984)亦發現小車之紓解間距相較於大車小，而停等車隊中的第一部車輛之車種型式，會對後續整體車隊之紓解間距造成極大的影響。Lee與Chen(1986)則發現路口車輛速度與停等車隊長度將會影響車輛紓解間距。Parker(1996)探討重車隊紓解間距之影響，其發現相較於小車而言，重車亦會使後方跟隨車輛產生較大的紓解間距。Carstens(1971)則比較不同轉向車流之紓解間距，其結果顯示無論直行、左轉或右轉車流之紓解間距，皆會隨車輛等位置遞增而遞減。而其中直行車輛之紓解間距又較左轉或右轉車輛低。

因此當該路段之車種越複雜，尤其當大型車越多時，其飽和紓解率越低。當路段中車輛轉向比例大，而無專用車道或專用時相時，則車輛間所造成之干擾會增加，致降低紓解車輛數，此外當對向車道之轉向交通量極多且又無相關措施加以配合時，則其對路口之飽和紓解車輛數亦有極大之影響。

## 3、道路幾何條件

在道路幾何條件方面可分車道數、車道寬及是否有專用車道來探討。當該研究路段之車道數越多則該路段所能紓解之總車輛數越多。而車道寬越寬時，車輛間彼此之干擾會減少，駕駛人之心理壓力也會降低，而使紓解率增加。當有一定之轉向交通量需求時，專用車道配合專用時相之設置可減少干擾之產生而使車流能順利行進，以增加紓解車輛數。

## 4、其它因素

在其他因素方面可分駕駛者行為及環境（如氣候）等。由於駕駛者之行為各有差異，對於紓解率之影響也各有不同。在環境方面，一般而言當雨天或視線不良時，會降低該路段之紓解車輛數。但由於本研究選擇白天時段，氣候良好，能見度佳做為攝影調查之觀測時段，因此，在此將不考慮天氣對紓解行為所產生的影響，僅單就駕駛者行為來進行探討。

## 2.3 車輛飽和流率

在紓解特性的研究上，飽和流率的探討通常都是最終的目的，因此本研究針對過去有關飽和流率之相關研究做一簡單之回顧。

### 2.3.1 飽和流率定義

飽和流率(Saturation flow rate)一般定義為在綠燈期間，等候之車隊通過停止線之最大穩定的離去率，其衡量對象依不同需求可以分為車道、流動或路口等。以小時為單位，則稱為飽和流量(Saturation volume)。而根據美國公路容量手冊(HCM)(1995)的定義：「飽和流率是號誌化路口的臨近路段或車道群，在正常的交通與道路狀況下，所能通過之最大車流量。同時此臨近路段或車道群的可利用時間為一小時有效綠燈時間，故其計算單位為每小時有效綠燈的最大可通過車輛數」，圖 2.2 即為飽和流率之示意圖。圖中顯示，在一個有效綠燈時間內，由於起動延滯與時制轉換等情況的影響，使得飽和紓解的穩定狀態，僅出現於中間的某一個時段。因此在推估飽和流率時，以此穩定時段為基礎。

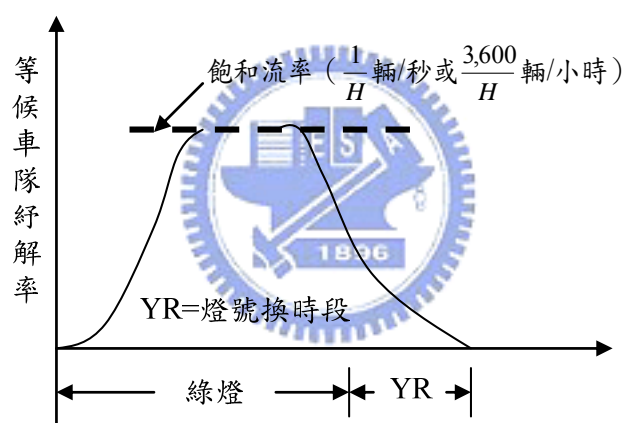


圖 2.2 飽和流率示意圖

在進行路口容量分析或擬定時制計畫時，飽和流率經常被用來預測在一給定的綠燈時間內，可以通過多少車流量，若估計之飽和流率較實際飽和流率大，會使得可以在綠燈時間內通過的車輛數被高估，連帶影響對於車流延滯與道路服務水準的判斷。

以小汽車而言，在車隊開始紓解時，因駕駛人反應時間與加速會有起動延滯，無法以最大穩定的紓解率通過路口，所損失的時間稱為起動損失時間(starting lost time)。在紓解 4、5 輛車後，車間距會逐漸趨於一致，當號誌由綠燈轉為黃燈，部份車輛會選擇停等，因此無法達到最大穩定的紓解率，而有停止損失時間(ending lost time)的產生。Webster(1958)以圖 2.3 說明有效綠燈(Effect Green Time, g)、飽和流率與損失時間之關係，Webster 認為在一飽和時相中，於綠燈開始前幾秒或即將轉為紅燈時，車輛紓解率會較低，而有損失時間(Lost time)，車輛可



以一穩定最大的紓解率離去的時間，則稱為有效綠燈時間。在圖中最大的紓解率為飽和流率，紓解曲線下的面積即為在此時相可以紓解的車輛數，假設以一相同面積的長方形來取代此紓解曲線，其中高度等於飽和流率，寬度即為有效綠燈時間，綠燈時段加上黃燈時段扣除有效綠燈時間即為損失時間，關係式如式 2-1 所示：

$$g=G+Y-L \quad (2-1)$$

其中， $g$  為有效綠燈時間

$G$  為綠燈時間

$Y$  為黃燈時間

$L$  為損失時間

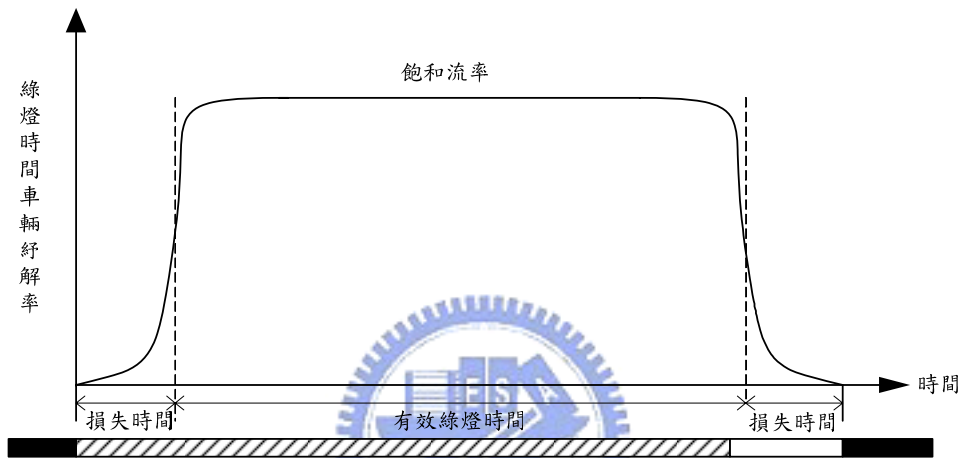


圖 2.3 飽和時相圖

雖然 Webster 定義了飽和流率、損失時間與有效綠燈之間的相互關係，但是並無法定義出有效綠燈開始的時間點。Robert M. Shantea (1988) 將每輛車通過停止線的時間記錄下來，計算在不同綠燈時間下，已累積紓解的車輛數，之後以固定時間間隔，計算已累積紓解的車輛數，如圖 2.4 所示。在圖中畫一線段使其盡量符合累積曲線中的斜線，則此線段之斜率為飽和流率，斜線於時間軸的截距為起動損失時間，斜線和時相最大累積車數的交點與紅燈開始時間的差距，即為停止損失時間，式 2-1 可以改寫成式 2-2：

$$g=G+Y-L-L_s-L_e \quad (2-2)$$

其中， $L_s$  為起動損失時間； $L_e$  為停止損失時間

有關於飽和流率、損失時間與有效綠燈時間的研究多以小汽車為對象，或將其他車種轉換為小客車單位 (PCU) 來看待 (Branston et al., 1978; Kimber et al., 1985)。然而在混合車流狀況中，以單一的 PCE 值來描述其他車種的特性，會過度簡化其他車種的特性，而無法適切表達於車流中之影響 (Kimber et al., 1985)，因此應針對不同車種的飽和流率進行探討，以了解不同車種於路口運行所造成的影響。

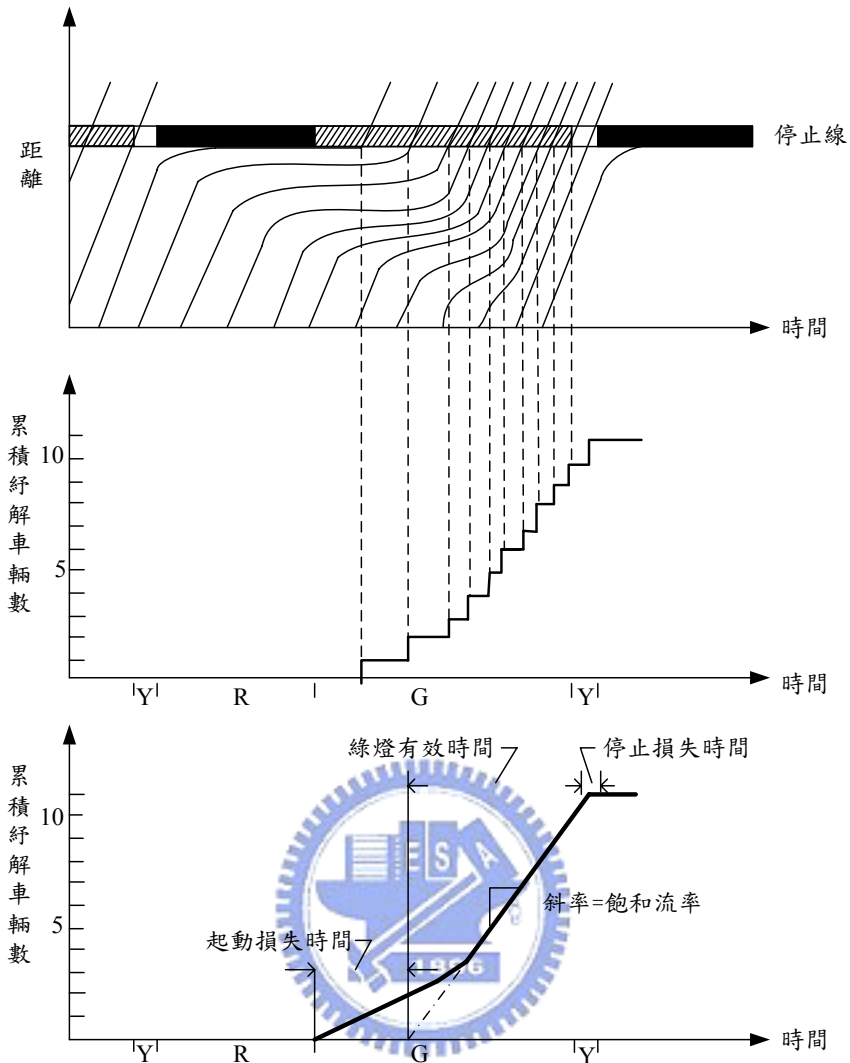


圖 2.4 累積曲線圖

### 2.3.2 影響飽和流率之因素

飽和流率會因不同情境而改變，因此應視不同道路幾何特性與車流狀況調整理想的飽和流量，以符合實際情形。一般所考慮影響飽和流量的因素包括(交通部運輸研究所，民 90)：

1. 車道數
2. 車種組成
3. 轉向分配
4. 坡度
5. 道路分隔型態
6. 交叉路口地點
7. 公車站影響
8. 路邊停車

### 2.3.3 飽和流量相關研究

飽和流量乃指現有狀況下之最大穩定車流量。各國因應不同交通特性及作業方式，而採用兩種不同的推估方法。其一是以路口寬為基礎，另一則以車道寬為基礎。

比較各國號誌化交叉路口容量分析方法，則其推估方式、飽和流量基本值及單位如表 2.5。各國容量手冊或相關研究報告所採用調查方法雖有不同，但均以穩定飽和紓解率為分析基礎，各法均有下列特點：

- 一、去除起動延滯之干擾：Greenshield 視第五部車開始穩定；美國 HCM 則認為第四部車開始穩定；澳洲法以綠燈開始後，10 秒內為干擾時段；英國法則以 6 秒為起動延滯。
- 二、確定飽和狀態：美國與澳洲容量手冊規定於調查時，必須確定停等車隊中最後一部車之車輛特性；英國容量手冊亦提及此點。此項規定乃為能保證量測到飽和狀態下車流狀況，如此推估之飽和流量方具準確性及實用性。
- 三、黃燈使用率之計算：對損失時間的確定甚為重要。
- 四、採大樣本抽樣方式進行調查，以平均觀念，消除各種偏態狀況。

表 2.5 各國飽和流量推估方式及單位比較

國家	推估方式	計算單位	基本飽和流量*
美國 1985 HCM	車道群	車輛數/綠燈小時	1800
澳洲 ARCG	車道	車輛數/綠燈小時	1850
英國 BRRL	路口	小客車/綠燈小時	1850
加拿大 CCG	車道	小客車/綠燈小時	1850
美國 1994 HCM	車道群	車輛數/綠燈小時	1900

\*以 3.0 ~ 3.5 公尺標準車道計算

(資料來源：蔣靜宜，民 91)

而國內對混合車流狀況下飽和流量之研究是以調查法、模擬法分別求得。

- 一、依臺灣地區公路容量手冊得知，理想狀況下，飽和流量一般以「200 小客車/綠燈小時」進行分析。
- 二、張學孔(民 71)經由實地分析快車道飽和流量為 2,080 直行小汽車/小時，右轉專用道為 1,945 小汽車/小時，並推估直行機車飽和流量約在 6,000~7,500Mcu/小時之間。
- 三、周義華(民 74)，以模擬模式得出 3.5 公尺寬道路飽和流量為 2160TCU/綠燈小時。
- 四、王慶瑞(民 75)以平均車間距法計算快車道飽和流量，得 1,989 小客車/小時；1,417 大客車/小時；1,827 小貨車/小時；1,406 大貨車/小時。

- 五、蔡輝昇等(民 75)以車隊紓解特性分析行車間距，並經由迴歸分析計算，結果指出，在 7% 的大型車混合比下，飽和流量為 1,740 車輛/小時。
- 六、顏上堯(民 75)以『二時段』及固定時段調查法推估飽和流量，並經由大樣本調查方式，進行迴歸分析，計算各種路型下飽和流量，以 3.5m 車道寬為標準，中央分隔路型為 1998 小客車/小時，快慢分隔及中央加快慢分隔路型是 1966 小客車/小時，無分隔路型之快車道為 1896 小客車/小時。
- 七、蔣靜宜(民 91)以模擬法之方式探討在 1.8m、2.1m、3.0m、3.5m 等可用車道寬度下之機車飽和流率，可得結果分別為 5139 Mcu/hr/lane、7432 Mcu/hr/lane、8255 Mcu/hr/lane 與 10546 Mcu/hr/lane，具有車道越寬，飽和流量越高的趨勢。
- 八、劉力銘(民 93)以間距法得 8.0 公尺寬的混合車道中，機車之實際紓解率最大值應介於 8616 輛/小時與 8695 輛/小時之間

從上述各研究中，可以知道對於飽和流量的求法，主要可分為電腦模擬法與調查分析法兩大類。而調查分析法中，又可分為間距法與固定時段法，前者以平均相鄰兩車之間距推估飽和流量；後者則以固定時段內通過之車輛數推估之。

## 2.4 綜合評析

1. 在研究方式方面，早期大多都以模擬方式來獲取所需要的資料，以驗證理論可行，而之後的研究則是以實際調查資料再經由統計分析的方式來取得相關資訊，例如飽和流量、道路容量及穩定紓解間距推估結果；或是以兩者相輔相成的方式來找出更好且更正確理論可行性之結果。而本研究主要是以實地攝影的方式來進行資料蒐集與調查，且以微觀的方式來進行模式構建，因此選擇以平均最小間距調查法做為車流紓解分析之主要方法。
2. 在車輛紓解特性方面，大多數的研究結果顯示，紓解間距以第一部車輛為最大，而隨著車輛停等位置後移，紓解間距會呈現遞減，且逐漸趨於一穩定之狀態。而國內外對於車輛紓解特性研究，過去的學者大多針對紓解趨於穩定後之純小客車紓解特性做探討，進而求出其小車飽和流量，或是以大小車混合的情形以採取混合比率來代表，分別求出其影響的特性，也常採取小客車當量數轉換大車的紓解情況，或是將大車以小車當量值轉換成其紓解率，亦或對汽機車混合車流之個別紓解率作探討。而較少以微觀的方式，針對車流紓解未達穩定前之序列車輛的紓解特性作深入之探討。
3. 在車種與轉向型態方面，不同的車種與轉向型態，對於車輛紓解間距之影響亦有所差異，其大車之紓解間距會大於小車，而直行車之紓解間距則較左轉或右轉車輛低。而國內外車輛紓解行為之研究，早期大都只針對純小客車

流，到現在汽機車混合車流研究或是只針對機車車流做探討，雖已有部分研究探討前後不同車種之差異性，但仍較缺乏詳盡且量化方式之模式予以描述不同跟車車種間之紓解間距，故較無法完整實際地描述車輛紓解行為。

4. 對於直行車道之車輛紓解間距之研究方面，大多針對純直行車道做探討，少數探討直行左轉或直行右轉直混合車道，而有關設有機車停等區之直行車道車輛紓解間距之研究則並不多見。而機車停等區對車輛紓解影響方面，係多探討停等於機車停等區後車輛之紓解特性，亦或是探討機車停等區內之機車紓解特性，然將機車停等區之機車密度視為影響因素來構建車輛紓解間距模式之研究亦不多見。
5. 因此，本研究先將車流分成為未達穩定以及趨於穩定兩部份，針對前後不同跟車車種、車輛停等間距以及機車密度等因素對車輛紓解之影響進行探討，並考量在紅燈轉換成綠燈前，車輛搶先起動之行為對車輛紓解之影響程度，以無機車停等區與有機車停等區之直行車道為研究範圍，分別構建紓解未達穩定前之序別車輛微觀紓解模式，以及趨於穩定後之車輛微觀紓解模式。



## 第三章 研究方法與理論基礎

本研究旨在構建國內市區號誌化平面交叉路口序別直行車微觀紓解之模式。研究方法上主要採用文獻評析法、攝影調查法、單因子變異數分析法、t 檢定分析、相關分析與逐步迴歸分析法。

至於理論基礎方面，則有微觀車流理論、運動學理論與跟車理論。因此本研究採用之研究方法與理論基礎，經過文獻評析與初步討論，將上述之研究方法與理論做為研究基礎。

### 3.1 研究方法

本研究主要應用之研究方法有文獻評析法、攝影調查法、單因子變異數分析法、t 檢定分析、相關分析與逐步迴歸分析法。

#### 3.1.1 文獻評析法

文獻評析法乃是傳統基本的一種探索性之研究方法，藉由蒐集既有之相關研究論著，針對所欲了解之研究主題、研究對象與範圍、研究方法與理論基礎、研究流程與架構及其結論與建議等作回顧與評析，了解其中的差異性與各研究之優缺點及焦點特長所在，以作為進一步研究之基礎，此種方式有助於初次從事某課題之研究者，亦可協助專精於某一研究領域的研究者了解到最新的資訊與研究成果，以避免缺乏理論與根據而致偏頗缺失。故本研究蒐集並分析國內外車流模式等相關文獻，探究其理論與內涵，作為本研究之研究方法與理論基礎之參考。

#### 3.1.2 攝影調查法

攝影調查法係指透過數位攝影機、數位照相機等攝錄影像之器材，針對某一特定對象、事物或地點進行靜態或動態的拍攝，用以瞭解該對象所表達之意象。而於交通運輸領域中，攝影調查往往應用在陸地運輸上，針對行人或車輛於某一特定道路路段上進行相關之調查，透過實地攝影調查所獲得車流或人流特性，以及駕駛者之駕駛行為特性等資料，進而利用調查資料分析及探究可能發生之交通問題，以提出相關之解決方案。一般而言，實地攝影調查主要優點在於能調查實地資料，利用所觀測調查而得之資料進行分析與探討，並針對實地觀測地點所發生之交通問題，提出適當之解決方法，其說服力較一般學術研究佳。但也因其調查母體過大，僅能針對某一部分特定樣本之抽樣調查，而每一樣本又具地域性，可能隨著調查區域的不同，其攝影調查所得之結果也可能有不同，故攝影調查資料僅能對特定對象或區域具有說服力，其通用性較低，此乃為攝影調查法較嚴重之缺點。

### 3.1.3 單因子變異數分析法

變異數分析的作用在於分析各種變異的來源，並進而加以比較，以瞭解不同的變數所造成的研究結果是否有顯著的差異。在變異數分析中，若僅探討一個自變數與一個應變數間的關係，此種變異數分析則稱為「單因子變異數分析」(One-way ANOVA Analysis)。

本研究以單因子變異數分析來探討不同跟車車種間之車輛紓解間距的差異情形。

### 3.1.4 t 檢定分析

- 獨立樣本 t 檢定

如欲比較一組樣本的平均值與某一定值間之差異 (one sample test)，或是兩組樣本的平均值間是否存在差異 (two sample test)，且其對應值是連續 (continuous)，則使用獨立樣本 t 檢定。其樣本間必定是具有獨立事件 (independent event) 的特性，亦即兩兩樣本間不會相互影響。而本研究主要利用獨立樣本 t 檢定來分析影響車輛紓解間距之因素，亦利用此檢定方法，針對有機車停等區之直行車道不同基準線設定之整體車輛與序別車輛之紓解間距進行檢定。

- 成對樣本 t 檢定

主要是用來檢定兩組成對(不獨立)樣本的平均數之間的差異。其原理是計算成對樣本兩者平均數間的差異是否為 0。通常用於具有前測 (pre-test) 與後測 (post-test) 的研究設計中。而本研究主要是利用成對樣本 t 檢定來找尋車隊開始趨於穩定之車輛位置點，以及驗證所構建之序別車輛紓解模式是否具代表性。

### 3.1.5 相關分析

- Pearson 相關分析

本研究針對連續與連續變數之相關分析，係以採用 Pearson 相關分析進行討論。Pearson 相關分析主要是在分析兩連續變數之間的相關程度，而相關係數可作為兩連續變數間線性相關之指標。其相關係數之值介於-1 與+1 之間，正負號表示其相關的方向，正相關即表示線性相關斜率為正，而負相關則表示線性相關斜率為負。此外，相關係數只能說明兩者關係密切的程度，而不能誤認兩者間有因果關係存在。

表 3.1 相關係數強度大小之意義

相關係數範圍(絕對值)	變項關聯程度
1.00	完全相關
0.70 至 0.99	高度相關
0.40 至 0.69	中度相關
0.10 至 0.39	低度相關
0.10 以下	為弱或無相關

● Eta 相關分析

本研究針對類別與連續變數之相關分析，係以採用 Eta 進行討論。Eta 適用於類別變數與連續變數的相關分析，可以反應非線性關係的強度，原理是計算類別變數的每一個數值（類別）下，連續型變數的離散情形占全體變異量的比例，比例越小（即  $Eta^2$  值越大），表示兩變項的關聯越強。Eta 係數數值類似 Pearson 相關係數，介於 0 至 1 之間，取平方後稱為  $Eta^2$ ，具有削減誤差百分比（PRE）的概念「註 1」，又稱為相關比（correlation ratio）。

$$E^2 = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y})^2 - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y})^2}, \quad j=1, \dots, n_i \quad i=1, \dots, m$$

其中， $Y$  是連續變數的數值， $\bar{Y}$  是連續變數的平均數， $\bar{Y}_i$  是在每個類別變數 ( $X_i$ ) 上各連續變數的平均數。

註 1：削減誤差是指某一特徵以輔助變數來觀察，降低預測錯誤。以  $X$ 、 $Y$  兩變數為例，藉  $X$  觀察  $Y$  可以減少了解  $Y$  的錯誤，預測錯誤越小即相關性越大。假設  $X$  值不知道，預測  $Y$  值時所產生的全部錯誤是  $E_1$ ，根據  $X$  值來預測  $Y$  值時所產生的總錯誤是  $E_2$  ( $X$  做為預測時的相關消息)。

$$PRE = \frac{E_1 - E_2}{E_1}$$

PRE 數值越大，表示以  $X$  預測  $Y$  能減少錯誤的比例越大，亦是說  $X$  與  $Y$  的關係越強，所以 PRE 可以用來預測相關程度。

相關係數可以說是兩變數間關係檢驗的「描述統計量」，可以用來反應變數關聯的基本性質與變化趨勢，但不是用來理解變數間實質關係與統計決策的適合策略。



### 3.1.6 逐步迴歸模式(Stepwise Regression)

迴歸分析係屬統計學中一種有用的分析方法，係指利用一組獨立變數數值，針對某一應變數進行預測，亦可以作為評估獨立變數對應變數的效用，也就是反應各獨立變數對應變數之影響程度。而按迴歸自變數之多寡，可分為簡單線性迴歸分析和多元迴歸分析，其簡單線性迴歸為僅以一個獨立變數去預測應變數的模式，而多元迴歸則是探討多個獨立變數對應變數的預測。其簡單線性迴歸通式表示如式 3-2，而複迴歸之通式表示則如式 3-3：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \varepsilon$$

式中  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3 \dots$  等參數，通常以最小平方法估算求得。

而多元迴歸分析之「逐步迴歸法」，是運用甚為廣泛的多元迴歸分析方法之一，也是多元迴歸分析報告中出現機率最多的一種預測變數的方法，它結合「順向選擇法」(forward selection) 與「反向剔除法」(backward elimination) 二種方式的優點。

所謂順向選擇法即是自變數一個一個（或一個步驟一個步驟）進入迴歸模式中。在第一個步驟中，首先進入方程式的自變數是與依變數關係最密切者，亦即與依變數間有最大正相關或最大負相關者；第二個步驟（以後每一個次步驟中）則選取與依變數間的淨相關為最大之自變數，進入迴歸模式中。在每個步驟中，使用 F 統計考驗進入迴歸模式的自變數，如果其標準化迴歸係數顯著性考驗之 F 值大於或等於內定的標準，或 F 值進入的機率值 (probability of F-to-enter) 小於或等於內定的標準 (0.05)，則此變數才可以進入迴歸模式中。

至於反向剔除法是先將所有自變數均納入迴歸模式中，之後再逐一對模式貢獻最小的預測變數移除，直到所有自變數均達到標準為止。剔除的標準有二，一為標準化迴歸係數顯著性考驗的 F 值最小；二為最大的機率值 (maximum probability of F)。SPSS 統計套裝軟體中內定剔除標準的最小 F 值為 2.71、最大的 F 機率值為 0.10。如果研究者發現預測變數間相關較高，可將剔除 F 值 (F-to-remove) 設為大些，而將 F 機率值設為較小些。

而逐步迴歸法包含了以上二種方法，此方法分析流程如圖 3.1 所示，而分析的簡要步驟如下：

- 1、在模式中原先不包括任何的自變數，而選擇與依變數相關最高者，首先進入迴歸方程式。
- 2、其次是控制迴歸方程式中之變數後，根據每個自變數與依變數間之「淨相關」(partial correlation) 的高低來決定進入方程式的順序，而進入方程式的標準在於自變數的標準化迴歸係數必須通過 F 值或 F 機率值規定之標準。

3、已被納入方程式的自變數必須再經過反向剔除法的考驗，以決定該變數是否被保留，進入迴歸方程式的變數若符合剔除標準，則會被淘汰。

此外，自變數又可分為連續變數與類別變數，而線性關係是迴歸分析重要的基本假設，然因類別變數無法適用於線性關係分析，但是在社會科學研究中，類別變數是重要的研究變數，如性別、國籍及婚姻型態等，為了使類別變數也能與其他連續變數一起納入迴歸模式進行預測，則利用虛擬變數(Dummy Variable)的方式，在進行迴歸分析前，先將類別變數轉換成具有連續變數之特性，再依一般程序進行分析。而當類別變數本身有  $n$  種情況時，則必須設有  $n-1$  個虛擬變數，且虛擬變數值為 0(屬性不出現)或 1(屬性出現)。

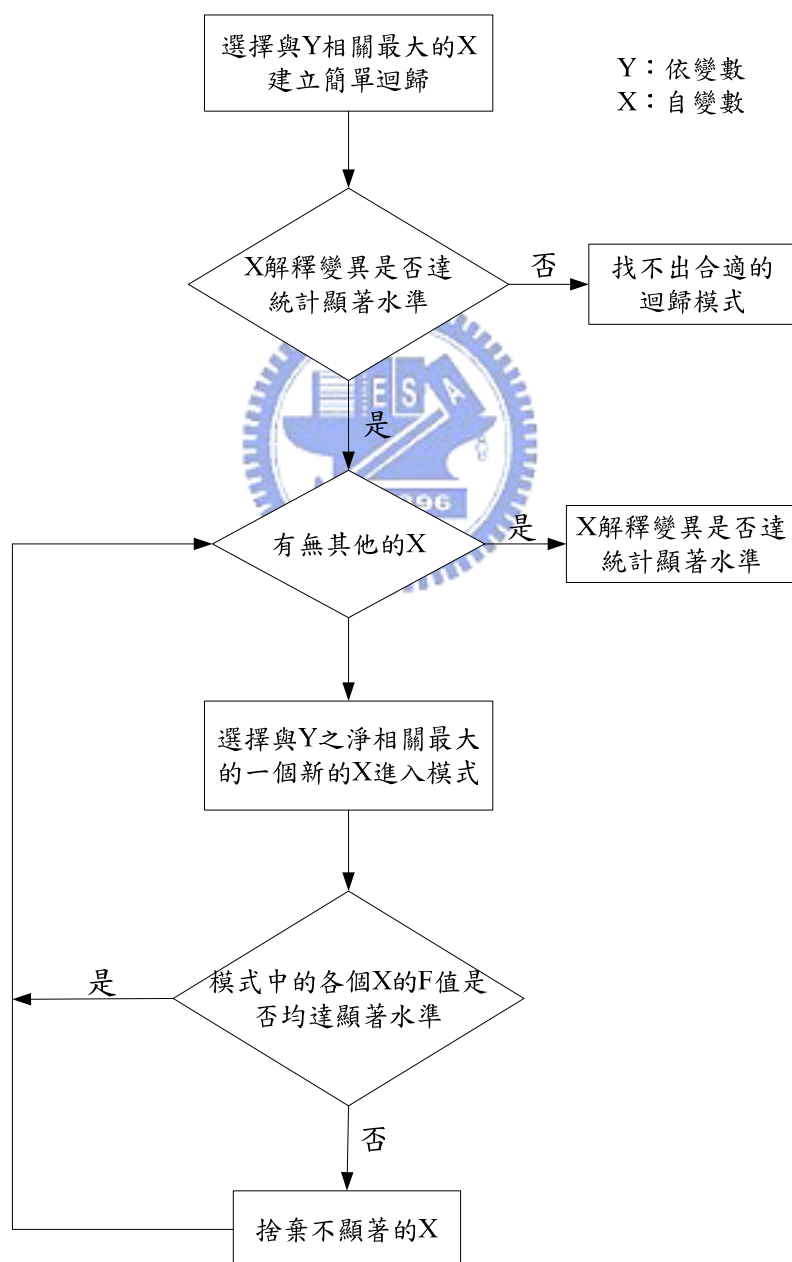


圖 3.1 逐步迴歸流程圖

## 3.2 理論基礎

在理論基礎方面，有微觀車流理論、運動學原理與跟車理論等。

### 3.2.1 微觀車流理論

車流理論係交通運輸領域中發展長久的理論基礎之一，而由於分析角度與技巧、運輸系統大小或密度特性的不同，主要可分為巨觀（Macroscopic）、介觀（Mesoscopic）與微觀（Microscopic）三種車流理論。而巨觀車流理論是以整體車流特性為主要的研究方向，探討其流量、密度、速率三者之間相互影響的關係。介觀車流理論則是以車隊之形式，藉由調查所得之資料平均值來描述車流行為之特性。相較於巨觀及介觀車流理論，微觀車流理論主要是探討車輛間於道路上行駛時自身與車輛間相互影響之特性，分析個別車輛或個別車輛與其它車輛交互作用之運行特性對整體車流所造成之影響。然而微觀車流其處理過程較為複雜繁瑣，且較不易模擬較大型之網路，但可針對個別車輛運作之影響因素做細部的分析探討，故選擇以微觀車流理論來做為本研究之理論基礎。

### 3.2.2 運動學原理

運動學為物體運動力學分析之基本原理之一，其主要是探討物體運動之位置、位移、速度、加速度，及運動規律，換言之，運動學是一門研究如何描述物體運動，及其與各運動學量關係之學科。而由於運動學著重於突出物體運動軌跡之表現，因此基本上運動學並未涉及使物體產生加速度或發生變形之力之探討。而車輛紓解行為亦為一種車輛時間與空間位移之運動現象，故參考運動學原理作為本研究之理論基礎。

### 3.2.3 跟車理論

跟車理論係以模擬流體力學之理論，考慮流體在管道中之流動，其質點一個接一個，且一個影響著一個，也就是說每一個運動質點緊跟著前一個質點而以其與前一質點之特性而決定其運動方式，故其基本假設為下列數點：

1. 單一車道：以達管流之要求
2. 不准超車：需一部車尾隨一部車
3. 高密度：其間距能發揮影響效果，及車與車間能有受激反應之相互作用
4. 密度在小時段變化不大，以其均值代表此時段之密度
5. 速度在連續小車隊間變化不大，以其均值代表此小車隊之速度

而基於上述假設，考慮第  $n+1$  部車尾隨第  $n$  部車行駛，如圖 3.2 跟車模式示意圖所示：

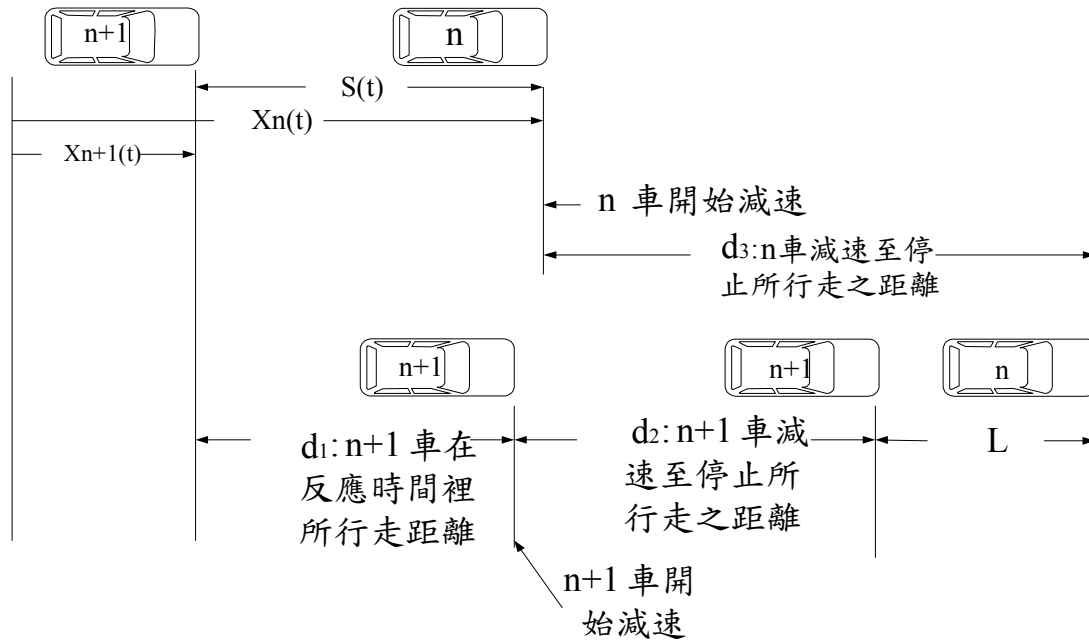


圖 3.2 跟車模式示意圖

跟車理論係描述在道路上行駛車輛間的相互關係，即是在研究後車如何跟隨前車的行為，假設前車和跟隨後車在行駛過程中，不斷地調整其行車速率及間距，使其維持一安全距離，以便在緊急事件發生時，跟隨後車能夠及時煞停而不致於與前車碰撞。而在車輛紓解的過程中，是一部車輛接著一部車輛，且每一部車輛紓解行為特性會影響後方跟隨的車輛，也就是說每一部車輛進行紓解時會緊跟前一部車輛，並以前一部車輛之紓解特性而決定其紓解行為，致使車輛紓解時出現類似跟車之行為。因此，跟隨的車輛會因前車車種之不同，亦不斷地調整其速度與間距，進而影響其紓解間距，本研究係以探討停等車輛紓解之跟車行為結果與特性，故參考跟車理論作為本研究之理論基礎。

### 3.3 小結

本研究係針對號誌化平面交叉路口直行車流紓解特性進行探討，藉由相關文獻之回顧整理，瞭解其車流紓解相關特性、研究議題發展概況與文獻採用之相關理論基礎與研究方法，藉攝影調查之方法進行車流相關資料之蒐集；此外，本研究將以微觀角度對直行車流進行微觀紓解模式構建，故以微觀車流理論、跟車理論與運動學原理作為本研究之理論基礎，而除了上述之文獻評析法、攝影調查法外，亦將採用獨立樣本  $t$  檢定與單因子變異數分析法來探討影響紓解間距之因素，再以成對樣本  $t$  檢定來找出車輛紓解穩定位置，之後利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，再以逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，並構建序別直行車微觀紓解模式，最後再進行模式驗證之工作。

## 第四章 資料調查蒐集與特性分析

本研究以號誌化交叉路口大小車混合車流為研究對象，主要是針對直行車輛紓解行為為主，在構建序別直行車輛微觀紓解模式前，應先瞭解直行車輛紓解之行為特性，且為了找出影響紓解行為之關鍵變數，本研究透過攝影調查法蒐集直行車流資料，並將所蒐集之資料整理分析，以瞭解車輛紓解之行為特性。

### 4.1 資料調查與認定方式

本研究之目的係探討號誌化交叉路口直行車輛紓解特性，以構建序別車輛微觀紓解模式，因此在調查方面，首先，必須選定資料蒐集方法為何，再經由一些調查原則及注意事項來選定適當之調查地點，最後，必須針對現場調查執行上可能產生的問題細節，或諸多認定上的問題作一釐清與界定，使得調查標準一致，以確保車流資料蒐集之正確性及完整性。

#### 4.1.1 現場資料調查

##### 1. 調查方法

由於本研究所需之車流資料，較難立即於現場取得與記錄，且亦無法透過現場實驗之方式來獲取，而為了資料取得方便及數據真實性，故採用現場實地觀測攝影法為本研究車流資料取得之方式。而本研究主要是探討號誌化平面交叉路口車輛紓解行為，須考量路口號誌時相週期，但高空拍攝因拍攝角度之關係無法取得與車流紓解時同步之號誌資料，故本研究採用二部攝影機同步拍攝之方式，將一部架設於高樓以拍攝車流紓解行為，另一部則架設於平面路口處，以拍攝號誌時相資料，再藉由手機互相聯繫，使二部攝影機能於同一時間進行拍攝，以確保資料準確性。其後再將現場攝影機所拍攝車流影像資料進行室內作業處理程序。

##### 2. 調查地點選取

- (1) 主要是挑選位於台北市內之號誌化交叉路口，在路口幾何型態上必須為兩條互相垂直之道路所交叉而成的十字路口；而轉向限制方面，本研究希望尋找一個號誌化路口具有較單純的轉向，亦即為轉向限制較多的路口，如此一來則可避免直行車流的紓解受到其他轉向車流之影響。
- (2) 路口之臨近路段單向至少有三車道，其通常單向三車道以上之道路中，內側快車道會有禁行機慢車之管制，可避免受到機車之干擾；而在停等線之後，通常劃設有機車專用停等區，若為單向三車道以上之道路，則機車停等區通常設置於外側二車道上，便於本研究蒐集無機車停等區與有機車停等區之直行車輛紓解特性，如此一來便可比較機車停等區對於車輛紓解是否有顯著影響。

- (3) 由於本研究觀察方式乃採用現場錄影拍攝，並於事後將影像儲存於電腦中播放觀察，故拍攝的範圍將包含號誌化路口以及其臨近路段，路段涵蓋自路口上游 50 公尺至路口停等線為止，其主要目的是為了在觀察時，能確認車流為連續不中斷的紓解情形，且在此範圍內必須沒有任何其它交叉路口或是巷道出口，以防有其他中斷車流之情形產生。
- (4) 拍攝路口附近應有足夠高度之建築物為佳，以利於架設攝影機器；並且拍攝視野必須寬闊良好，不會受到招牌或其他建築物等遮蔽物妨礙攝影，而能清楚觀測車輛通過路口的時間與行駛之位置。

### 3. 調查時間

調查日期將選在非假日時段，以符合一般車流之型態；並且選擇有足夠的大小車混合交通量可以形成車隊之時段，便於取得時間長度足夠的紓解樣本。

## 4.1.2 資料認定方式

### 1. 車輛參考點

在過去的相關研究中，對於交叉路口車輛通過基準線之紓解行為，針對車輛之參考點大致上有車頭、車尾與後輪三種參考依據，而本研究考量採用高空拍攝與車輛搶先起動之因素不易以後輪為參考點，故為了觀察方便，係選擇以車頭作為本研究之車輛參考點。

### 2. 基準線之設定

欲調查紓解間距必須設定一基準線，以觀測前後兩部車通過該基準之時間差。在過去的相關文獻中，多數是以停止線做為基準線設置之固定點，亦有以行人穿越道的標線為固定點。而本研究基準線的設定主要有兩個固定點，在無機車停等區之直行車道，以停止線做為基準線設置之固定點；而在設有機車停等區之直行車道，則以機車停等區後方線與停止線來做為基準線設置之固定點(如圖 4.1 所示)，並比較分析不同基準線之設定對於車輛紓解特性之影響。

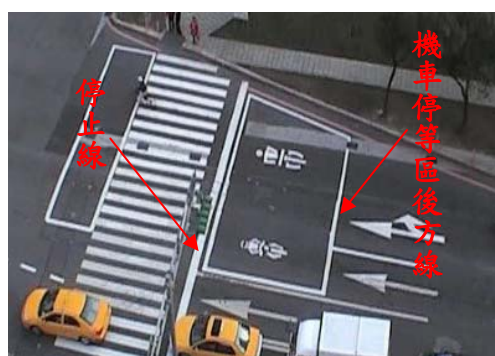


圖 4.1 基準線設定示意圖

### 3. 紓解間距

本研究係設定第一部車之紓解間距為綠燈始亮至該車車頭通過該基準線之時間，而第二部以後之紓解間距係前一部車車頭通過該基準線，至此部車車頭通過該基準線之時間差。

### 4. 停等車之認定

在停等車認定方面，當停等車隊因綠燈起亮開始紓解後，仍有上游車輛停至車隊最後方停等或與最末車保持一公尺以內之慢速行駛時，亦認定為停等車。

### 5. 違規駕駛行為之處理方法

對於違規駕駛行為之處理方法，則視影響交通狀況之程度，若影響較輕微，則忽略不探討；若影響重大，使得紓解情形嚴重中斷而無法於同週期內再進行連續車流的觀察，則該樣本週期將不列入分析探討。因此本研究對於第一部停等車的處理方式如下：若第一部車於綠燈始亮前已十分明顯提早離開路口，對於第二部車不構成影響，則將第二部車視為第一部紓解車。而若第一部車於綠燈始亮前已將整部車輛停於基準線下游，若該車對於第二部車已不構成影響，則亦將第二部車視為第一部紓解車；若對第二部車有影響，觀測此週期時則將基準線往第一部停等車之前方調整。

在資料調查過程中，除了拍攝錄影之外，還需調查路口的主要幾何型態，如：車道寬度、車道數，以及該動向臨近路口所面臨的號誌週期長度，包含紅燈、黃燈與綠燈的時間長度，與不同車種組成等資料，以作為後續構建序別直行車輛微觀紓解模式之基礎。

## 4.2 現場調查車流資料

經考量上述之拍攝原則要點，以及多次現場實地勘察及試拍後，本研究所選定之拍攝地點、拍攝時段與攝影機架設位置如下所述，另外，除了拍攝車流紓解行為外，亦須調查號誌時相資料與道路幾何基本資料等。

### 1. 拍攝地點

- (1) 信義路五段與松仁路交叉路口之松仁路往北之臨近路段，其主要攝影觀測之車道為內側車道 2 與外側車道 3，如圖 4.2 所示。
- (2) 信義路五段與松仁路交叉路口之信義路五段往東之臨近路段，其主要攝影觀測之車道為內側車道 2 與外側車道 3，如圖 4.3 所示。







## 2.攝影機架設地點

本研究考量拍攝角度的座標轉換不便及轉換後可能產生之誤差，可儘量採取直角垂直往下拍攝之方式，然而垂直拍攝之攝影距離較短，為了能完整拍攝到整體直行車道上之停等車隊，故於大樓樓頂之適當範圍內架設兩部攝影機，以增加拍攝車道長度。此外，為了取得與車流紓解同步之號誌資料，於調查路口上游適當地點架設另一攝影機，以拍攝路口號誌時相，其攝影機所架設之位置如圖 4.2 與圖 4.3 所示。

## 3.拍攝時段

(1)松仁路：民國 96 年 1 月 25 日(星期四)上午 8:00~10:00

民國 96 年 3 月 14 日(星期三)下午 4:00~6:00

(2)信義路五段：民國 96 年 1 月 25 日(星期四)下午 4:00~6:00

民國 96 年 3 月 12 日(星期一)下午 4:00~6:00

## 4.號誌時制

號誌時相週期長度為 200 秒，其詳細號誌週期資料如表 4.1 所示。

表 4.1 調查車道號誌時相週期

松仁路號誌時相長度	信義路五段號誌時相長度
●→：35 秒	↑→：57 秒
↑→：60 秒	○：3 秒
○：3 秒	全紅：2 秒
全紅：2 秒	●←：28 秒
●←：25 秒	●○：3 秒
●○：3 秒	●：107 秒
●：72 秒	週期：200 秒
週期：200 秒	
註：●為紅燈；○為黃燈	註：●為紅燈；○為黃燈

## 5.道路幾何基本資料

除了號誌週期資料外，路口幾何特性基本資料亦為調查所不可或缺的資料，其松仁路與信義路五段之道路幾何基本資料如表 4.2 所示，另外亦可參考圖 4.2 與圖 4.3。

表 4.2 道路幾何特性表

路口 名稱項目	松仁路	信義路五段
車道佈設	車道數：4 ● 快車道數 2，慢車道數 2 ● 1 左轉專用車道 2 直行專用車道 1 右轉專用車道	車道數：4 ● 快車道數 2，慢車道數 2 ● 1 左轉專用車道 2 直行專用車道 1 直行右轉混合車道
研究車道	中間直行專用車道	中間直行專用車道
車道寬度	3 公尺	3 公尺
機車停等區佈設	有	有
機車停等區面積	10.4 m <sup>2</sup>	71.5 m <sup>2</sup>
分隔型態	中央分隔	中央分隔
路口相似處	皆劃設機車停等區、車道左側皆佈設禁行機車車道。	
路口相異處	車道外側可供機車停等及紓解之空間型態不同：松仁路外側車道為右轉專用車道，無劃設機車停等區供機車停等及紓解使用；信義路五段外側車道為直行右轉混合車道，可供機車停等及紓解使用。	

### 4.3 現場調查車流影像處理與資料統計

#### 4.3.1 影像資料處理

影像資料處理係利用 Windows 內建之影像處理軟體 Windows movie maker 將所拍攝之影片進行轉檔，並將所需觀測的時段以影像轉錄器轉換成每秒 30 張之靜態圖片，之後再藉由人工觀察方式，算出每部車的紓解時間與紓解間距，經由整理製表，以繪製平均紓解時間圖與平均紓解間距圖，並觀察其車輛紓解特性。

#### 4.3.2 車流資料統計整理

利用影像資料處理後所獲得之車流資料，進行初步車流特性分析，依照不同觀察車道之資料，分別討論各車道停等車輛通過基準線之紓解時間與紓解間距。經由本研究調查，松仁路之無機車停等區與有機車停等區之直行專用車道共獲得 46 個有效週期，車輛數分別為 586 輛與 524 輛，其中大型車佔 5.46%與 8.59%；而信義路五段之無機車停等區與有機車停等區之直行專用車道共獲得 53 個有效週期，車輛數分別為 542 輛與 678 輛，其中大型車分別佔 5.91%與 5.03%，如表 4.3 所示。接下來本研究針對松仁路與信義路五段這兩個交叉路口所調查之資料進行整理與分析，首先將所有車隊依紓解車輛的順序，分別加以計算，求出平均紓解時間與平均紓解間距，其結果見表 4.4。之後並將所觀察到之紓解車輛，依不同之路段以及有無機車停等區，分別繪出車輛平均紓解時間圖以及車輛平均紓解間距圖。

表 4.3 調查車輛一覽表

項目 \ 路口	松仁路		信義路五段	
	無機車停等區	有機車停等區	無機車停等區	有機車停等區
有效樣本	46 個週期數		53 個週期數	
自用小客車	383	290	389	496
營業小客車	122	149	90	88
小貨車	49	40	31	54
多軸聯結車	1	3	0	4
大貨車	8	9	5	6
公車	23	33	27	30
車輛總數	小車：554 輛 大車：32 輛 共 586 輛	小車：479 輛 大車：45 輛 共 524 輛	小車：510 輛 大車：32 輛 共 542 輛	小車：638 輛 大車：40 輛 共 678 輛

表 4.4 車隊紓解時間及間距統計

(單位：秒)

車 輛 順 序	松仁路				信義路五段			
	有機車停等區		無機車停等區		有機車停等區		無機車停等區	
	平均紓 解時間	平均紓 解間距	平均紓 解時間	平均紓 解間距	平均紓 解時間	平均紓 解間距	平均紓 解時間	平均紓 解間距
1	5.33 (7.52)	5.33 (7.52)	3.64	3.64	2.60 (5.48)	2.60 (5.48)	2.56	2.44
2	9.57 (10.80)	4.24 (3.28)	7.68	4.01	6.69 (8.23)	3.98 (2.75)	5.99	3.36
3	12.56 (13.59)	2.98 (2.79)	10.70	3.02	9.20 (10.45)	2.51 (2.22)	8.44	2.43
4	15.02 (16.00)	2.47 (2.41)	13.13	2.43	11.76 (12.91)	2.56 (2.42)	11.02	2.58
5	17.48 (18.40)	2.46 (2.40)	15.23	2.10	13.94 (15.05)	2.17 (2.14)	13.44	2.45
6	19.89 (20.77)	2.41 (2.38)	17.32	2.10	16.02 (17.07)	2.08 (2.02)	15.95	2.49
7	22.17 (23.03)	2.28 (2.25)	19.41	2.09	18.18 (19.14)	2.17 (2.07)	18.13	2.19
8	24.37 (25.16)	2.20 (2.13)	21.46	2.05	20.17 (21.10)	1.98 (1.96)	20.29	2.27
9	26.41 (27.16)	2.15 (2.08)	23.65	2.13	22.53 (23.44)	2.20 (2.20)	22.60	2.10
10	28.03 (28.80)	1.89 (1.90)	25.15	1.87	24.42 (25.32)	1.98 (1.99)	24.83	2.06
11	30.22 (30.98)	1.96 (1.94)	26.75	1.80	26.61 (27.51)	1.77 (1.86)	26.59	2.00
12	31.98 (32.72)	2.11 (2.07)	28.52	1.83	28.51 (29.36)	1.92 (1.87)	28.78	7.91
13	33.41 (34.14)	1.98 (1.93)	29.85	1.80	30.37 (31.27)	2.09 (2.11)	30.25	1.89
14	35.56 (36.23)	1.84 (1.73)	31.10	1.69	32.55 (33.51)	2.02 (2.05)	31.50	1.97
15	38.19 (38.93)	2.05 (2.08)	33.20	1.99	34.54 (35.25)	2.07 (1.80)		
16	42.08 (42.62)	2.13 (2.02)	34.82	1.85	36.76 (37.44)	1.93 (1.80)		
17			37.13	2.03	38.09 (39.05)	1.65 (1.63)		
18			39.36	1.85	40.09 (40.88)	1.61 (1.48)		
19			41.96	2.10	43.13 (43.90)	1.63 (1.58)		
20			45.14	2.11				

註：(\*)為有機車停等區以停止線為基準線之平均紓解時間與間距

## 1、無機車停等區之直行車道

松仁路與信義路五段無機車停等區之車輛平均紓解時間如圖 4.4 所示，而車輛平均紓解間距如圖 4.5 所示。檢視下述無機車停等區之車輛平均紓解間距圖，可發現第一部車之平均紓解時間為正值，表示本研究所蒐集之樣本，在紅燈轉換綠燈前車輛搶先起動之行為屬於少數，顯示大多數的駕駛者會在綠燈始亮後才起動進行紓解。

再由車輛平均紓解間距圖，可看出其車輛平均紓解間距，會隨車輛停等位置後移呈現下降且逐漸趨於穩定，該特性與過去文獻中之結論相符合，然而無論是松仁路或信義路五段之平均紓解間距皆以第二部車為最大，其與過去文獻所提及之第一部車輛的起動延滯通常大於其後的車輛不吻合，而由於過去文獻大多會刪除掉第一部車輛搶先起動的樣本不進行探討，故推論可能為本研究所蒐集之樣本中有部分的第一部車輛在紅燈轉換成綠燈前，出現搶先起動之行為，因而造成第一部車輛平均紓解間距小於第二部車輛。

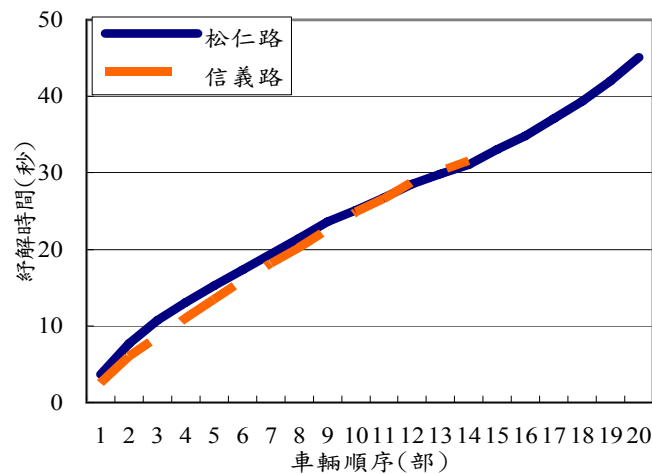


圖 4.4 無機車停等區之平均紓解時間

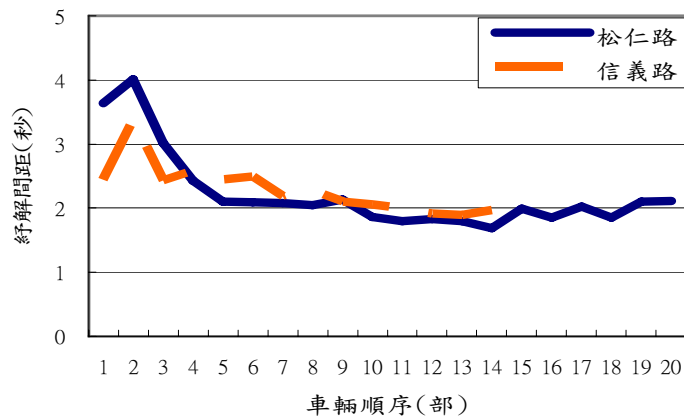


圖 4.5 無機車停等區之平均紓解間距

## 2、有機車停等區之直行車道

松仁路與信義路五段有機車停等區之車輛平均紓解時間如圖 4.6 與圖 4.7 所示，而車輛平均紓解間距如圖 4.8 與圖 4.9 所示。檢視下述有機車停等區之車輛平均紓解間距圖，以停止線為基準線之車輛，其平均紓解時間皆大於以機車停等區後方線為基準線之車輛，另外，亦可發現第一部車之平均紓解時間也皆為正值，表示本研究所蒐集之以機車停等區後方線為基準線之車輛，在紅燈轉換綠燈前車輛搶先起動之行為仍為少數，顯示多數的駕駛者仍偏向於綠燈始亮後才起動進行紓解；而若以停止線為基準線之車輛，其因前方有機車停等區，就算在紅燈轉換綠燈前已搶先起動，但仍未必通過停止線，因此對於第一部車輛之紓解時間不會有負值的產生，除非第一部車輛於停等紅燈時，已先行佔據機車停等區，使其不受前方機車之影響。

再由車輛平均紓解間距圖來看，無論是松仁路或信義路五段，其車輛平均紓解間距，亦會隨車輛停等位置後移呈現下降且逐漸趨於穩定，其該特性與無機車停等區之直行車道相同。而以停止線為基準線之車輛，其平均紓解間距皆以第一部車輛為最大，與過去文獻所提及之第一部車輛的起動延滯通常大於其後的車輛相符合；以機車停等區後方線為基準線之車輛，其平均紓解間距在松仁路以第一部車輛為最大，信義路五段則是以第二部車輛最大，推論除了受到部分的第一部車輛於紅燈轉換成綠燈前已搶先起動之關係，亦可能因機車密度的大小的差異，影響到整體第一部車輛之平均紓解間距，造成兩路段平均紓解間距為最大之車輛順序不同的結果。

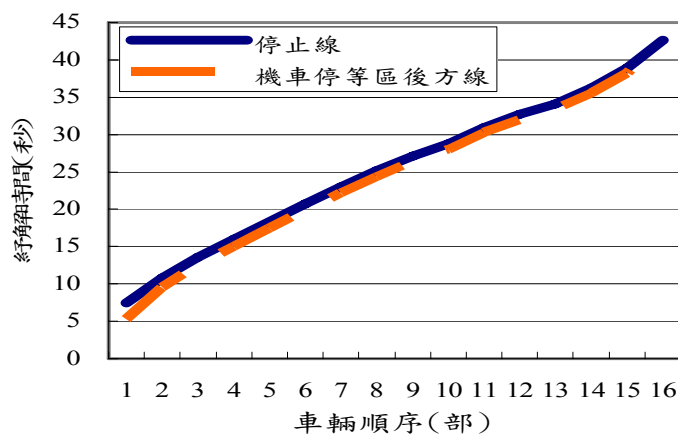


圖 4.6 有機車停等區之松仁路平均紓解時間

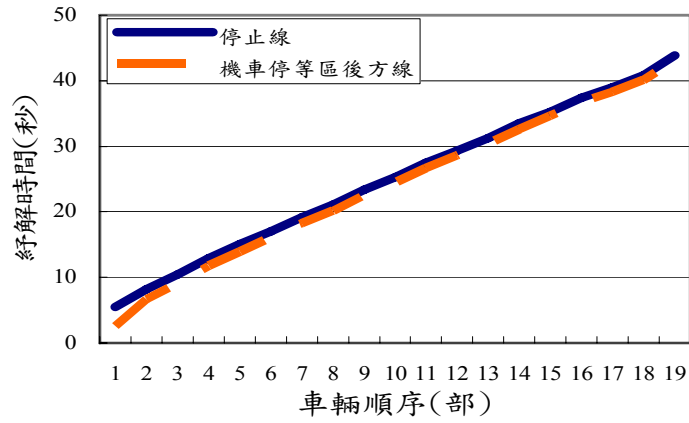


圖 4.7 有機車停等區之信義路五段平均紓解時間

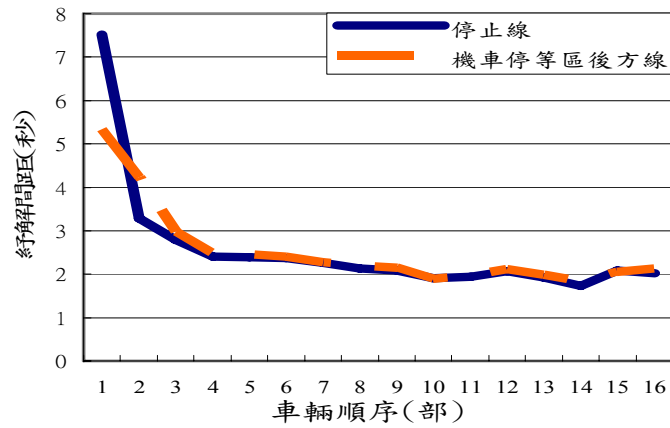


圖 4.8 有機車停等區之松仁路平均紓解間距

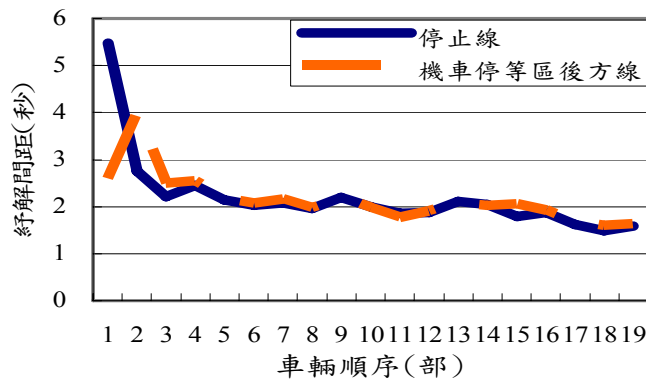


圖 4.9 有機車停等區之信義路五段平均紓解間距



## 4.4 影響因素分析

在正式開始構建序別直行車輛微觀紓解模式前，必須先對影響紓解行為之因素進行分析探討，找出其顯著影響因素，以作為後續構建序別直行車輛微觀紓解模式之基礎。

### 4.4.1 不同車種與跟車車種組合之分析

本研究主要將車種分成小車與大車，其中小車泛指一般自用小客車、營業用小客車及小貨車，大車則是指公車、大貨車以及聯結車。因此，本研究將所調查之各車道車輛紓解間距資料，依據微觀跟車型式，以前後兩輛車為一組資料，並按照車種組型式，分類成大車-大車、大車-小車、小車-大車及小車-小車四種型式，計算出不同跟車型式間之車輛紓解間距。

#### 1、第 1 部車輛不同車種之比較

因松仁路與信義路五段之直行車道大車比例較少，故本研究蒐集到第一部車輛車種樣本資料大部分為小車。而圖 4.10 與圖 4.11 分別為大車與小車兩種不同車種紓解間距散佈圖。

由圖 4.10 與圖 4.11 中，可以得知大車之紓解間距範圍主要介於 4~8 秒之間，小車之紓解間距範圍則介於 2~8 秒之間，而不同車種之平均紓解間距如表 4.5 所示。

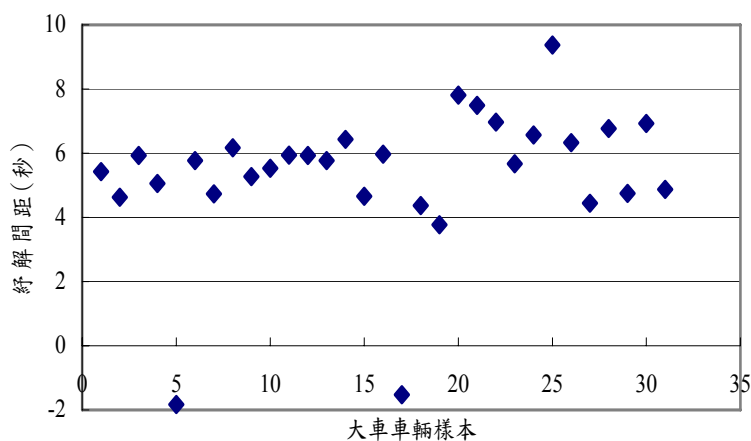


圖 4.10 大車紓解間距散佈圖

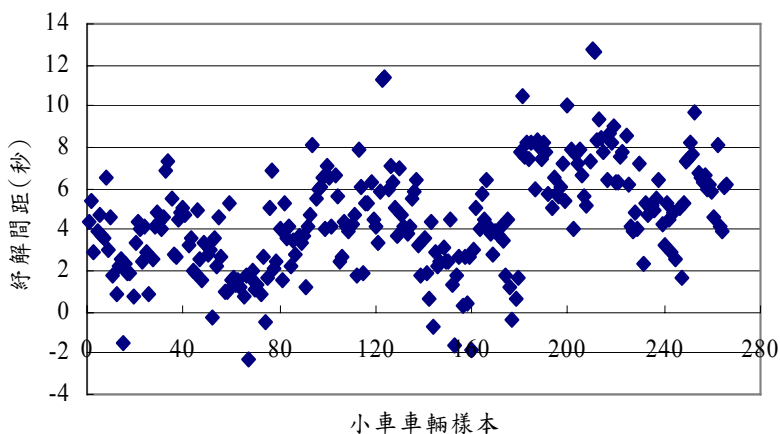


圖 4.11 小車紓解間距散佈圖

## 2、第二部車輛以後不同跟車車種組合之比較

因松仁路與信義路五段之直行車道大車比例較少，故所蒐集到大車-小車、小車-大車及小車-小車三種跟車類型之紓解間距樣本佔大多數，而大車-大車跟車類型之樣本數只有七筆資料。從圖4.12至圖4.15分別是大車-大車、大車-小車、小車-大車及小車-小車四種跟車紓解間距散佈圖比較。

由圖可知，大車-大車跟車類型之紓解間距範圍介於 3~5 秒之間，大車-小車跟車類型之紓解間距範圍主要介於 2~6 秒之間，小車-大車跟車類型之紓解間距範圍主要介於 2~4 秒之間，小車-小車跟車類型之紓解間距範圍則介於 1~5 秒之間，而不同跟車類型之平均紓解間距如表 4.5 所示。

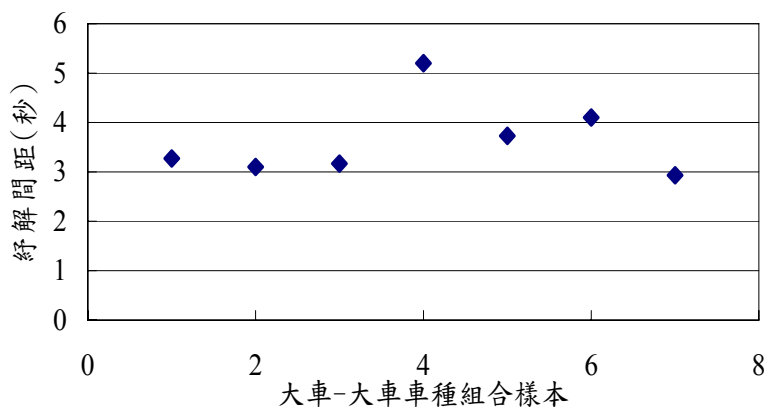


圖 4.12 大車-大車車種組合紓解間距散佈圖

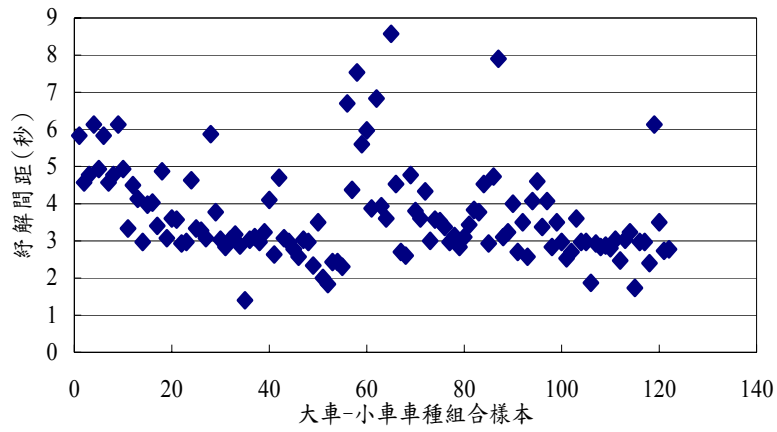


圖 4.13 大車-小車車種組合紓解間距散佈圖

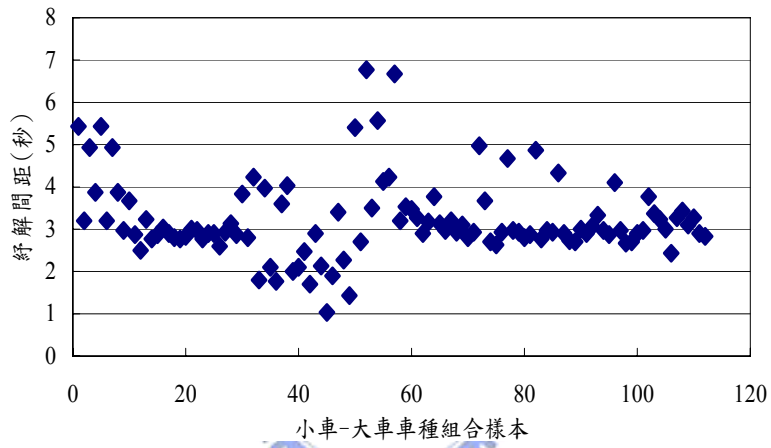


圖 4.14 小車-大車車種組合紓解間距散佈圖

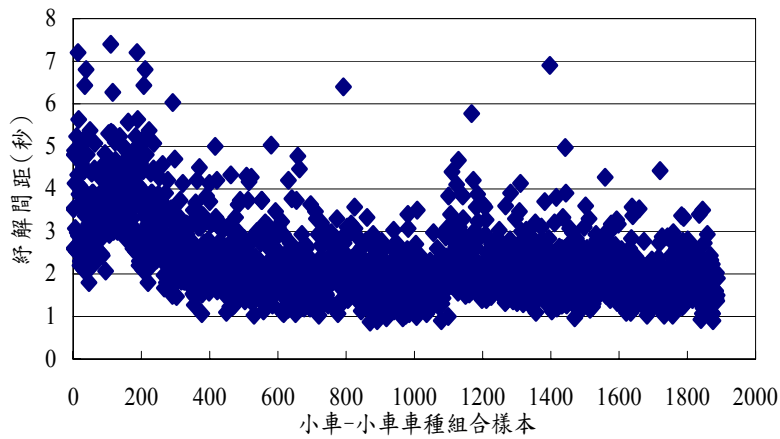


圖 4.15 小車-小車車種組合紓解間距散佈圖

### 3、不同車種與跟車車種組合之平均紓解間距關係比較

經由上述不同車種與跟車車種組合之紓解間距散佈圖形比較，可得不同車種與跟車車種組合之紓解間距，其平均紓解間距之值如表 4.5 與表 4.6 所示。而由表可得知，不同車種與跟車車種組合之平均紓解間距有明顯的差異。

表 4.5 不同車種平均紓解間距

車種	平均紓解間距(秒)	標準差(秒)	樣本數
大車	5.354	2.201	31
小車	4.477	2.539	266

表 4.6 不同跟車車種組合平均紓解間距

車種組合	平均紓解間距(秒)	標準差(秒)	樣本數
大車-大車	3.643	0.797	7
大車-小車	3.673	1.266	121
小車-大車	3.224	0.940	113
小車-小車	2.310	1.007	1888

為了更進一步證實不同車種與跟車車種組合，對其紓解間距是否有顯著之差異，因此本研究利用 SPSS 統計套裝軟體中的單因子變異數分析法進行檢定。而表 4.7 即為不同車種與跟車車種組合之紓解間距顯著差異分析表，由檢定結果可得知，不同的車種與跟車車種組合對於紓解間距的確存在顯著差異 ( $p\text{-value}=0.046<0.05$ ,  $p\text{-value}=0.000<0.05$ )。故本研究推論不同的車種與跟車車種組合，可能會對紓解間距產生影響。

表 4.7 不同車種與跟車車種組合紓解間距顯著差異分析

類型	F 值	p-value
車種	4.260*	0.046
不同跟車車種組合	111.519***	0.000

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

#### 4.4.2 車輛停等間距之分析

將錄影拍攝之車流影像資料，依所需觀測的時段以影像轉錄器轉換成每秒 30 張之靜態圖片，再藉由人工座標點取的方式，計算出第一部車輛車頭與基準線之間的距離與第二部車輛以後每部停等車輛車頭與前車車尾之間的距離，然因有少數第一部車輛於停等紅燈時，會違規停等於停止線之前或機車停等區內，因此會有少數車輛出現停等間距為負值的現象。而圖 4.16 即為不同停等間距之紓解間距散佈圖，由圖中可看出，紓解間距會隨車輛停等間距的增加而增加，兩者間呈現一種正向的關係，表示若停等間距越大，則紓解間距也就越大。故本研究推論不同的停等間距，可能會對紓解間距產生影響。

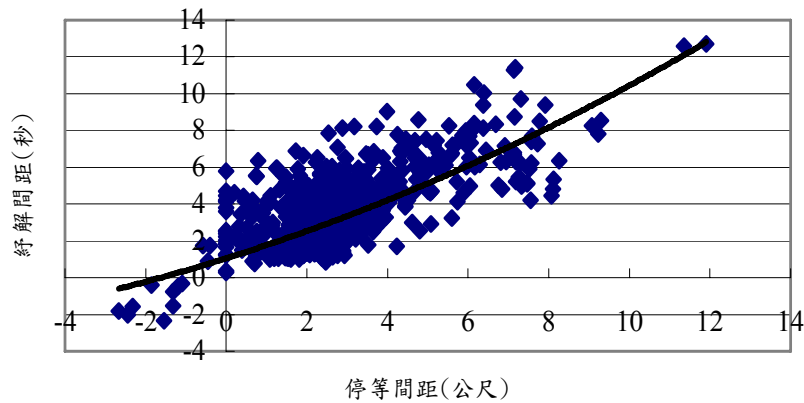


圖 4.16 不同停等間距之紓解間距散佈圖

#### 4.4.3 機車密度之分析

在劃設有機車停等區之直行車道其車輛紓解間距會受到機車密度之影響，故本研究利用攝影調查之影像資料計數每週期中機車停等區之停等機車數量，並於實地現場量測機車停等區之大小，進而推算出機車停等區之機車密度。圖 4.17 即為不同機車密度之車輛紓解間距散佈圖，由圖中可知，機車密度越大，其紓解間距就越長，且逐漸趨於緩和，兩者間呈現一種正向的關係，故本研究推論不同的機車密度，可能會對紓解間距造成不同程度之影響。

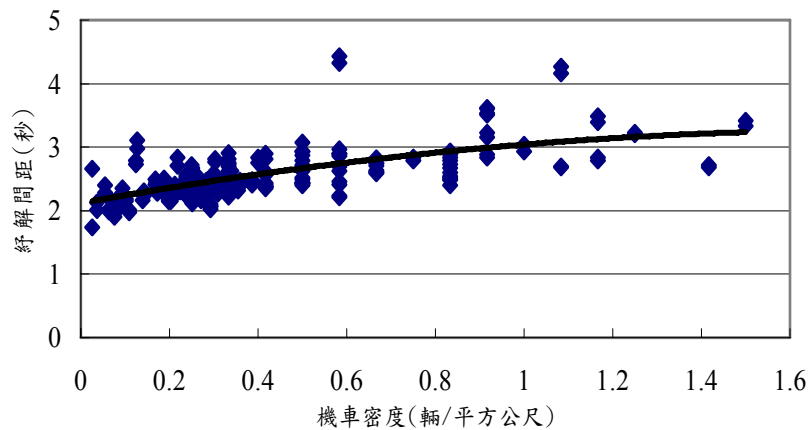


圖 4.17 不同機車密度之車輛紓解間距散佈圖

#### 4.4.4 機車停等區縱向長度之分析

機車停等區劃設之後，停等區內的機車集中紓解，對於機車的延滯降低有所幫助，但是停等區的深度越深，於綠燈始亮後，汽車通過路口的時間將會變長(王義川、許添本，民 91)。而本研究所調查之松仁路與信義路五段兩路口，其機車停等區縱向長度分別為 4 公尺與 6.5 公尺，本研究利用 SPSS 統計套裝軟體中的獨立樣本 t 檢定，來檢定兩路口之不同的機車停等區縱向長度是否會對紓解間距造成影響。表 4.8 為不同機車停等區縱向長度之紓解間距顯著差異分析表，由檢

定結果可知，不同機車停等區縱向長度對於紓解間距的確存在顯著差異 (p-value=0.000<0.05)。故本研究推論機車停等區縱向長度，可能會對紓解間距產生影響。而續以平均數比較結果可得知，松仁路之平均紓解間距(2.798 秒)大於信義路五段(2.384 秒)，與文獻所提之停等區的深度越深其紓解間距越長不符合，推論原因可能是由於松仁路大車所佔車輛比例大於信義路五段之緣故，如表 4.9 所示。

表 4.8 不同機車停等區縱向長度之紓解間距顯著差異分析

停等區縱向長度	平均數(秒)	標準差(秒)	T 值	p-value
4 公尺(松仁路)	2.798	1.841	4.423***	0.000
6.5 公尺(信義路五段)	2.384	1.252		

註：\*\*\*表 p<0.001；\*\*表 p<0.01；\*表 p<0.05

表 4.9 有機車停等區之不同直行車道大小車輛數一覽表

	松仁路	信義路五段
車輛數	小車：479 輛(91.41%) 大車：45 輛(8.59%) 共 524 輛	小車：638 輛(94.1%) 大車：40 輛(5.9%) 共 678 輛

#### 4.4.5 第一部車輛搶先起動之分析

本研究藉由實地攝影調查發現，有少部分的第一部車輛，在紅燈轉換成綠燈前，會發生搶先起動之行為。而本研究所調查之松仁路與信義路五段之有無機車停等區兩車道，其 198 筆(無機車停等與有機車停等各 99 筆)有效樣本週期中，第一部車輛搶先起動之樣本數有 15 筆，故本研究利用 SPSS 統計套裝軟體中的獨立樣本 t 檢定，來檢定第一部車輛搶先起動之行為是否會對紓解間距造成影響。而表 4.10 即為第一部車輛有無搶先起動之紓解間距顯著差異分析表。由檢定結果可知，第一部車輛有無搶先起動對於車輛紓解間距有顯著差異 (p-value=0.002<0.05)。故本研究推論第一部車輛有無搶先起動，可能會對紓解間距產生影響。

表 4.10 第一部車輛有無搶先起動之紓解間距顯著差異分析

第一部車輛有無搶先起動	平均數(秒)	標準差(秒)	T 值	p-value
有搶先起動	2.137	0.336	-3.095**	0.002
無搶先起動	2.509	0.372		

註：\*\*\*表 p<0.001；\*\*表 p<0.01；\*表 p<0.05

## 第五章 序別直行車輛微觀紓解模式之構建與驗證

本章主要是構建序別直行車輛微觀紓解模式，而在模式構建前，必須先對影響紓解行為之因素進行分析探討，找出其顯著影響變數，而經由前一章的分析比較後，可知不同跟車車種組合、車輛停等間距以及機車密度等因素，皆可能會影響到車輛紓解時間。因此，本章依據其特性著手構建適當的模式。最後再蒐集符合研究範圍之新樣本資料對模式作進一步之驗證。

### 5.1 模式構建前之分析

在模式構建前，必須先釐清一個問題，亦即為車隊於綠燈始亮後的第幾部車，或是在綠燈亮後的什麼時間，車隊紓解間距才會呈現趨於穩定狀態，本研究亦試圖找出這個位置點或時間點，以進行後續模式構建。另外，在有機車停等區之直行車道方面，本研究以停止線與機車停等區後方線來做為基準線之認定，而在模式構建前也必須先比較探討不同基準線之設定，其車輛紓解間距是否會有所差異。

#### 5.1.1 車輛紓解穩定位置分析

首先必須對紓解趨於「穩定狀態」作定義，即為一車隊之車輛紓解行為於某個時間點或空間點之後，車輛紓解間距會慢慢趨近於一固定值，而呈現穩定之狀態。而由攝影資料分析中可以得知，當車隊進行紓解時，在經過某一個時間點後，車隊紓解會趨於一穩定狀態，之後根據實測資料，將該時間點附近之時段資料轉成空間上位置，即可得知一個車隊穩定狀態之空間範圍。然後針對其空間上的範圍，做一簡單分析，以找出一個較確定之位置點。之後再利用 SPSS 統計套裝軟體中的單因子變異數分析法進行檢定，找出車隊開始穩定之位置點。經過確認車隊穩定位置點之後，便可以將整個車隊劃分為兩個部份，一為紓解未達穩定狀態之區域，此區域的車輛紓解間距尚未穩定；二為紓解趨於穩定狀態之區域，此區域的車輛已達一飽和穩定狀態，車輛以一穩定之紓解間距通過路口。接下來，再進行車隊未穩定狀態之序別車輛微觀紓解模式之構建，以及穩定狀態下之車隊微觀紓解模式構建。

本研究主要以兩種方式分別找出其穩定位置點，一種是以圖形比較的方式判斷，二是以統計檢定的方式判斷，嘗試以這兩種方式來推論正確之車輛紓解穩定位置點。因此，先對調查之兩個交叉路口之車流資料合併進行探討，其平均紓解間距如表 5.1、圖 5.1 與圖 5.2 所示。由表 5.1 可知不同停等車輛順序之平均紓解間距，會隨車輛位置後移而逐漸遞減，而從平均紓解間距圖亦可得知平均紓解間距會隨車輛停等位置後移呈現逐漸下降而趨於穩定，故可從圖形中判斷車輛開始呈現穩定紓解之位置。

表 5.1 平均紓解間距統計

車輛位置	無機車停等區(秒)	有機車停等區(秒)	
		機車停等區後方線	停止線
1	3.00	3.87	6.43
2	3.66	4.10	3.00
3	2.70	2.73	2.49
4	2.51	2.52	2.44
5	2.30	2.31	2.26
6	2.32	2.23	2.19
7	2.11	2.22	2.16
8	2.18	2.08	2.04
9	2.13	2.17	2.15
10	1.95	1.94	1.95
11	1.88	1.85	1.89
12	1.86	1.99	1.95
13	1.83	2.05	2.04
14	1.77	1.95	1.92
15	1.99	2.06	1.91
16	1.85	1.95	1.89
17	1.70	1.65	1.63
18	1.85	1.61	1.48
19	2.10	1.63	1.58
20	2.11	-	-

1、無機車停等區之直行車道

首先依圖形比較的方式來判斷，由圖 5.1 可知，其車輛紓解趨於穩定狀態之位置大概位於第六輛之後至第九輛之間，而此種方式僅能找出一個大概的範圍，故本研究續以成對樣本 t 檢定，由第一部車輛為基準向後推進，將第一部車輛之紓解間距，與第一部車輛以後之車所有輛紓解間距進行兩兩相互檢定，以驗證兩兩之間是否有顯著差異，若有顯著差異性，則繼續向後推進一輛車輛位置為二，比較第二部車輛與第二部車輛以後所有的紓解間距是否有顯著差異，若結果亦有顯著差異性，則再續以後一部車輛與其後車輛之紓解間距進行兩兩相互檢定，直至找到第 n 部車輛與其後車輛之紓解間距兩兩之間皆無顯著差異，其該部車輛位置即為車隊開始呈現趨於穩定狀態之位置。而由表 5.2 可以發現第八部車輛與第九部、第十部車輛之 p-value 皆大於 0.05，即代表彼此之間無顯著差異，故本研究推論無機車停等區之直行車道車輛紓解穩定位置位於第八部車輛之後。



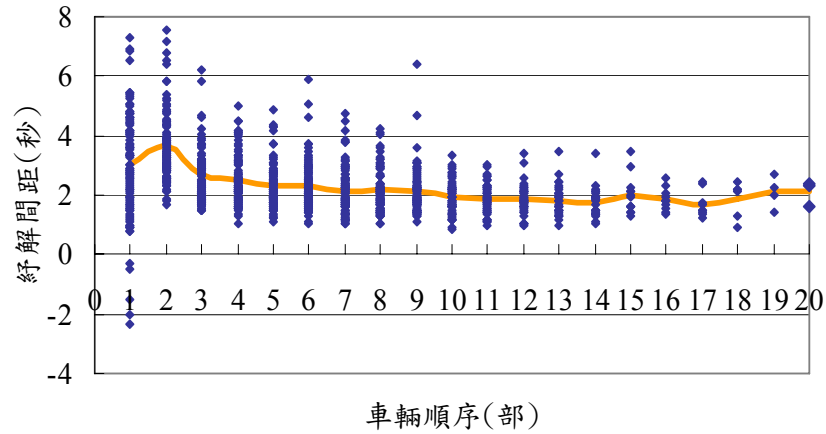


圖 5.1 無機車停等區之直行車道平均紓解間距

表 5.2 無機車停等區之直行車道車輛紓解穩定位置檢定

車輛順序		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	t 值	—	-2.774	1.965	2.329	3.440	3.116	4.448	4.235	5.194	5.606
	p-value	—	0.007	0.053	0.022	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
2	t 值	—	—	7.227	7.722	9.766	8.936	9.990	10.835	10.240	9.255
	p-value	—	—	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	t 值	—	—	—	0.833	2.376	2.139	3.860	3.576	3.993	4.716
	p-value	—	—	—	0.407	0.019	0.035	0.000	0.001	0.000	0.000
4	t 值	—	—	—	—	1.970	1.581	3.209	2.825	3.356	3.940
	p-value	—	—	—	—	0.052	0.117	0.002	0.006	0.001	0.000
5	t 值	—	—	—	—	—	-0.227	1.567	1.345	1.427	2.751
	p-value	—	—	—	—	—	0.821	0.120	0.182	0.157	0.008
6	t 值	—	—	—	—	—	—	1.738	1.466	1.602	3.507
	p-value	—	—	—	—	—	—	0.085	0.146	0.113	0.001
7	t 值	—	—	—	—	—	—	—	-0.304	-0.041	-2.613
	p-value	—	—	—	—	—	—	—	0.762	0.967	0.048
8	t 值	—	—	—	—	—	—	—	—	0.392	1.388
	p-value	—	—	—	—	—	—	—	—	0.696	0.170
9	t 值	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.488
	p-value	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.142

## 2、有機車停等區之直行車道

### (1)以停止線為基準線

依圖 5.2 可知車輛紓解趨於穩定狀態之位置大概位於第四輛之後至第八輛之間，而進一步利用成對樣本 t 檢定來找尋車輛紓解開始趨於穩定之位置，而由表 5.3 可以發現第六部車輛與第七部、第八部以及第九部車輛之 p-value 皆大於 0.05，即代表彼此之間無顯著差異，故本研究推論有機車停等區之直行車道以機車停等區後方線為基準線之車輛紓解穩定位置於第六部車輛之後。

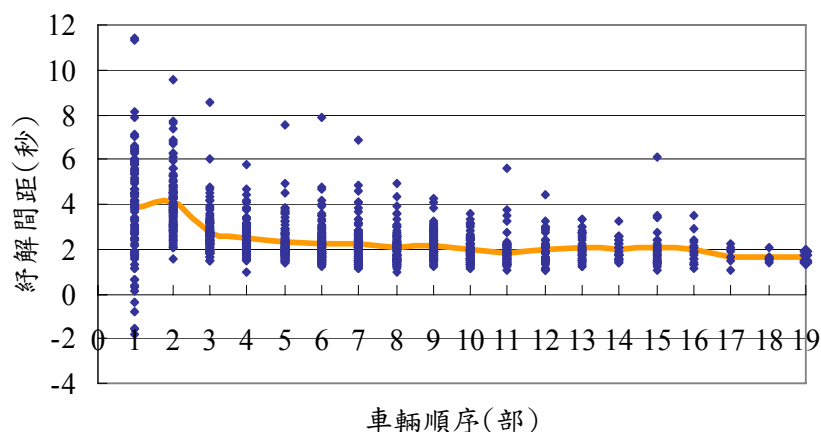


圖 5.2 有機車停等區之直行車道平均紓解間距(機車停等區後方線)

表 5.3 有機車停等區之直行車道車輛紓解穩定位置檢定(機車停等區後方線)

車輛順序		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	t 值	—	2.181	4.570	5.224	6.418	6.663	6.699	7.386	6.938
	p-value	—	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	t 值	—	—	4.136	4.501	6.519	6.220	6.334	7.438	6.364
	p-value	—	—	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	t 值	—	—	—	1.664	3.372	3.699	3.850	5.269	4.437
	p-value	—	—	—	0.099	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
4	t 值	—	—	—	—	1.828	2.650	2.488	3.972	3.437
	p-value	—	—	—	—	0.071	0.009	0.015	0.000	0.000
5	t 值	—	—	—	—	—	0.435	0.807	2.325	1.597
	p-value	—	—	—	—	—	0.783	0.421	0.022	0.114
6	t 值	—	—	—	—	—	—	0.087	1.341	0.843
	p-value	—	—	—	—	—	—	0.931	0.183	0.401
7	t 值	—	—	—	—	—	—	—	1.197	0.391
	p-value	—	—	—	—	—	—	—	0.234	0.697
8	t 值	—	—	—	—	—	—	—	—	-0.760
	p-value	—	—	—	—	—	—	—	—	0.450

(2) 以停等區後方線為基準線

依圖 5.3 可知車輛紓解趨於穩定狀態之位置大概在第四輛之後至第八輛之間，續以成對樣本 t 檢定來找尋車輛紓解開始趨於穩定之位置，檢定結果如表 5.4 所示。而由表 5.4 可以發現第六部車輛與第七部、第八部以及第九部車輛之 p-value 皆大於 0.05，即代表彼此之間無顯著差異，故本研究推論有機車停等區之直行車道以機車停等區後方線為基準線之車輛紓解穩定位置於第六部車輛之後。

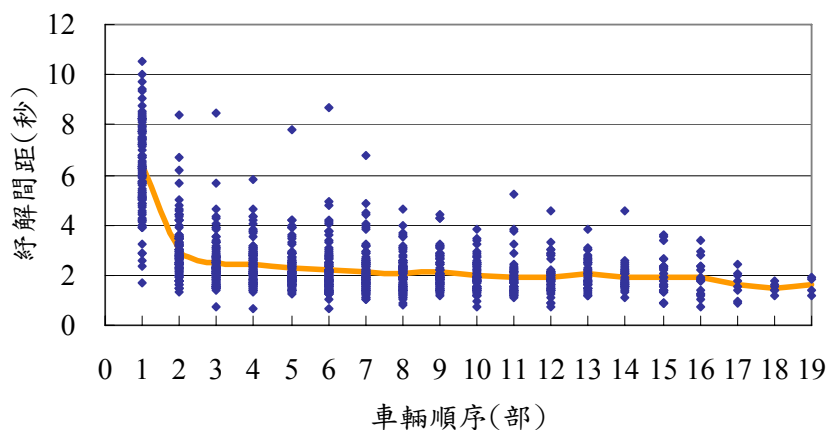


圖 5.3 有機車停等區之直行車道平均紓解間距(停止線)

表 5.4 有機車停等區之直行車道車輛紓解穩定位置檢定(停止線)

車輛順序	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	t 值	16.086	19.629	18.341	20.668	20.093	20.733	21.265	19.938
	p-value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	t 值	—	3.895	3.775	5.291	4.914	5.329	6.704	5.505
	p-value	—	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	t 值	—	—	0.384	1.759	2.142	2.378	3.590	2.530
	p-value	—	—	0.702	0.082	0.035	0.019	0.001	0.013
4	t 值	—	—	—	1.486	2.103	2.210	3.414	2.650
	p-value	—	—	—	0.141	0.038	0.029	0.001	0.010
5	t 值	—	—	—	—	0.695	0.966	2.172	1.259
	p-value	—	—	—	—	0.489	0.336	0.032	0.212
6	t 值	—	—	—	—	—	0.231	1.200	0.575
	p-value	—	—	—	—	—	0.818	0.233	0.567
7	t 值	—	—	—	—	—	—	1.020	0.018
	p-value	—	—	—	—	—	—	0.310	0.986
8	t 值	—	—	—	—	—	—	—	-0.931
	p-value	—	—	—	—	—	—	—	0.354

### 5.1.2 有機車停等區之直行車道不同基準線設定之分析

本研究首先利用 SPSS 中的獨立樣本 t 檢定法，針對有機車停等區之直行車道不同基準線設定之整體車輛紓解間距進行檢定，如表 5.5 所示，其以停止線或以機車停等區後方線為基準線之整體車輛紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.272>0.05$ )。然依序別車輛之平均紓解間距來探討，由表 5.1 與圖 5.4 可看出第一部車輛與第二部車輛之平均紓解間距有明顯地差異，而第三部車輛與第四部車輛則有些微的差異，因此，本研究便針對不同基準線設定之第一部至第四部序別車輛進行統計檢定，其結果如表 5.5 所示。由表可知，第一部車輛與第二部車輛在不同基準線設定中，其平均紓解間距有顯著差異 ( $p\text{-value}=0.000<0.05$ )，而第三部車輛與第四部車輛則無顯著差異 ( $p\text{-value}$  皆大於 0.05)。其表示不同基準線之設定，僅會對前面第一部車輛與第二部車輛之紓解間距產生影響，因此，本研究在後續構建模式時，在有機車停等區之直行車道方面，將分別構建以停止線為基準線與以機車停等區後方線為基準線之第一部車輛與第二部車輛之紓解模式，而於第三部車輛以後之車輛紓解模式，則不再進行分開構建之工作，是選擇以機車停等區後方線為基準線之車輛，構建第三部車輛以後之微觀紓解模式。

表 5.5 不同基準線設定之整體車輛紓解間距檢定

基準線之設定	平均數(秒)	標準差(秒)	T 值	p-value
停止線	2.560	1.547	1.098	0.272
機車停等區後方線	2.497	1.265		

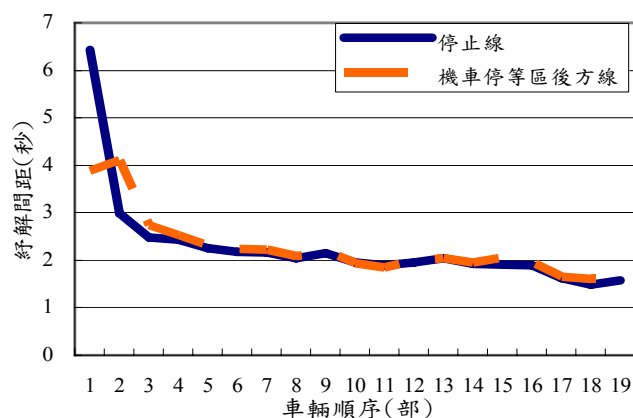


圖 5.4 有機車停等區之直行車道平均紓解間距

表 5.6 不同基準線設定之序別車輛檢定

車輛順序	基準線之設定	平均數(秒)	標準差(秒)	T 值	p-value
1	停止線	6.428	1.993	8.183***	0.000
	機車停等區後方線	3.871	2.387		
2	停止線	2.995	1.146	-6.094***	0.000
	機車停等區後方線	4.099	1.390		
3	停止線	2.485	0.989	-1.750	0.082
	機車停等區後方線	2.730	0.977		
4	停止線	2.436	0.827	-0.707	0.480
	機車停等區後方線	2.516	0.770		

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

## 5.2 模式構建

本研究希望建立一模式能準確描述交叉路口序別直行車輛紓解間距，在經過上一章的車流資料的調查與分析後，對於交叉路口有無機車停等區之直行車道大小車混合車流特性已有深入的了解，接著乃依據其特性著手構建適當之模式。

本研究主要為構建序別車輛之紓解間距(Discharge Headway, 簡稱 DH)模式，針對直行專用車道之序別直行車輛進行模式迴歸分析，並將直行專用車道分為無機車停等區與有機車停等區兩類，再分別對於不同車道型態進行模式構建。經由上述車隊中車輛開始穩定位置點之確定後，將整個車隊車輛紓解行為分割成兩個區域，以進行個別之探討。而本研究主要將車隊劃分成兩個不同階段，一為紓解未達穩定階段，另一為紓解趨於穩定階段。針對未達穩定階段，本研究依據不同車輛停等位置分別構建每部車輛之紓解模式，而對於趨於穩定階段，則不會依其停等位置的不同對模式進行分開構建，而是構建一具代表性之整體車輛紓解模式。

在建構模式時本研究所採用的各變數皆是由現場調查的影像資料中取得，各變數之定義皆經過考量，詳細定義如表 5.7 所示。

表 5.7 模式變數定義

變數名稱		定義	調查計算方式	單位
車種	大車(H)	第一部車輛車種為大車	由攝影調查之影像資料中觀測第一部車輛是否為大車	-
車種組合(K)	大車-大車跟車類型(K <sub>1</sub> )	該輛車為大車，其前車為大車之跟車車種組合	由攝影調查之影像資料中觀察第二部以後之車輛，其該車與前車跟車組合關係是否為大車-大車跟車類型	-
	大車-小車跟車類型(K <sub>2</sub> )	該輛車為小車，其前車為大車之跟車車種組合	由攝影調查之影像資料中觀察第二部以後之車輛，其該車與前車跟車組合關係是否為大車-小車跟車類型	-
	小車-大車跟車類型(K <sub>3</sub> )	該輛車為大車，其前車為小車之跟車車種組合	由攝影調查之影像資料中觀察第二部以後之車輛，其該車與前車跟車組合關係是否為小車-大車跟車類型	-
第一部車輛停等間距(d <sub>1</sub> )		第 1 部車輛車頭與基準線之距離	將影像資料轉換成靜態圖片，再藉由人工座標點取的方式，算出第一部停等車車頭與基準線之距離	公尺(m)
車輛停等間距(d <sub>2</sub> )		每輛停等車車頭與前車車尾之距離	將影像資料轉換成靜態圖片，再藉由人工座標點取的方式，算出每部停等車車頭與前車車尾之距離	公尺(m)
機車停等區之機車密度(U <sub>s</sub> )		每週期中停等在機車停等區內之機車密度	由攝影調查之影像資料中計數停等區之機車數量，除以該停等區之面積(不包含提前起動之機車數量)	車輛數/平方公尺(Veh/m <sup>2</sup> )
機車停等區縱向長度(L)		機車停等區之縱向長度	現場實地測量	公尺(m)
第一部車輛搶先起動(N)		第一部車輛於紅燈轉換綠燈前搶先起動	由攝影調查之影像資料中觀察在紅燈轉換綠燈前，第一部車輛是否有搶先起動之行為	-

### 5.2.1 無機車停等區直行車道之序別車輛紓解模式構建

經由上述車輛紓解穩定位置檢定可知，在無機車停等區之直行車道，車輛紓解穩定位置點位於第八部車輛之後。因此，在無機車停等區之直行車道，於紓解未達穩定狀態，將分別構建第一部車輛至第七部車輛之紓解間距模式；而於紓解趨於穩定狀態，亦即為第八部車輛以後，則是以構建一具代表性之穩定車輛紓解模式，然由於各序位車輛間之相關性高，無法將其合併一起構建模式，因此本研究主要是選擇構建第八部車輛紓解模式為代表，而其餘紓解趨於穩定之模式則參考第八部車輛之紓解模式。

#### 1、第一部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.8 所示，由表可知，第一部車輛停等間距( $d_1$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種(H)與紓解間距較具相關性。

表 5.8 無機車停等區之直行車道第一部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
第一部車輛停等間距( $d_1$ )	-	-	0.839***	0.000	99
第一部車輛搶先起動(N)	0.554	0.307***	-	0.000	99
車種(H)	0.373	0.139*	-	0.043	99

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

之後再以逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響無機車停等區第一部車輛紓解間距之因素有第一部車輛停等間距( $d_1$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種(H)三個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種(H)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析。而各變數分析結果如表 5.9 所示。

表 5.9 無機車停等區之直行車道第一部車輛紓解間距模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
常數	1.347	7.492***	0.000
$d_1$	0.965	12.264***	0.000
N	-1.434	-2.798**	0.006
H	1.104	2.976**	0.004
$R^2_{adj} = 0.736$ $F = 92.074***$ $p\text{-value} = 0.000$			

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有第一部車輛停等間距( $d_1$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種(H)三個變數，由表可知，各變數皆達顯著水準( $p\text{-value}<0.05$ )，且沒有解釋變數被逐步迴歸剔除在模式之外。而由迴歸係數值可看出，以第一部車輛有無搶先起動(N)變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為負值，表示當第一部車輛出現搶先起動行為時，車輛紓解間距會減少 1.434 單位。此外可知迴歸模式之 F 統計量為 92.074， $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；而修正判定係數  $R^2_{\text{adj}}=0.736$ ，表示三個影響因素對紓解間距的解釋能力為 73.6%。故模式為：

$$\widehat{DH} = 1.347 + 0.965d_1 - 1.434N + 1.104H$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_1$ ：第一部車輛停等間距(公尺)

N：1，表第一部車輛有搶先起動；0，表第一部車輛無搶先起動

H：1，表第一部車輛為大車；0，表第一部車輛為小車

## 2、第二部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.10 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.10 無機車停等區之直行車道第二部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.705***	0.000	99
第一部車輛搶先起動(N)	0.262	0.069**	-	0.009	99
車種組合(K)	0.366	0.134**	-	0.001	99

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響無機車停等區車輛紓解間距之因素有車輛停等間距( $d_2$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)三個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，在車種組合(K)定義方面，然因大車所佔比例較少，使得調查資料中並無第二部車輛之大車-大車跟車類型樣本，故本研究係以小車-小車分別對大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )作對比。而各變數析結果如表 5.11 所示。



表 5.11 無機車停等區之直行車道第二部車輛紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
常數	0.387	2.121*	0.037
$d_2$	0.979	9.997***	0.000
N	0.877	2.688**	0.008
$K_2$	1.048	3.186**	0.002
$K_3$	0.888	2.481*	0.015
$R^2_{adj}=0.586$ $F=35.735***$ $p\text{-value}=0.000$			

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_2$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)、大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )四個變數，由表可知，各變數皆達顯著水準( $p\text{-value}<0.05$ )，且沒有解釋變數被逐步迴歸剔除在模式之外。而由迴歸係數值可看出，以小車-大車之跟車類型( $K_2$ )變數對車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 1.048，表示當該車為小車，而前車為大車時，車輛紓解間距會增加 1.048 單位。此外可知迴歸模式的 F 統計量為 35.735， $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；而修正判定係數  $R^2_{adj}=0.586$ ，表示四個影響因素對紓解間距的解釋能力為 58.6%。故模式為：

$$\widehat{DH} = 0.387 + 0.979d_2 + 0.877N + 1.048K_2 + 0.888K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

N：1，表第一部車輛有搶先起動；0，表第一部車輛無搶先起動

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

### 3、第三部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.12 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.12 無機車停等區之直行車道第三部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.834***	0.000	99
第一部車輛搶先起動(N)	0.033	0.001	-	0.743	99
車種組合(K)	0.456	0.208***	-	0.000	99

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

之後再先利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響無機車停等區車輛紓解間距之因素有車輛停等間距( $d_2$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)三個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，而在車種組合(K)定義方面，然因大車所佔比例較少，使得調查資料中並無第三部車輛(無機車停等區)之大車-大車跟車類型樣本，故該定義與上述第二部車輛相同。而各變數分析結果如表 5.13 所示。

表 5.13 無機車停等區之直行車道第三部車輛紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
N	排除之變數	0.479	0.633
常數	0.356	0.262*	0.026
$d_2$	0.923	14.285***	0.000
$K_2$	0.841	3.133**	0.002
$K_3$	0.784	3.584**	0.001
$R^2_{adj}=0.741$ $F=71.108^{***}$ $p\text{-value}=0.000$			

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_2$ )大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )三個變數，由表可知，除第一部車輛有無搶先起動(N)變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p\text{-value}<0.05$ )，故將第一部車輛有無搶先起動(N)變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以車輛停等間距( $d_2$ )變數對車輛紓解間距的影響最大，亦即當車輛停等間距越大時，其車輛紓解間距也就越大。此外可知迴歸模式之 F 統計量為 71.108， $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；而修正判定係數  $R^2_{adj}=0.741$ ，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為 74.1%。故模式為：

$$\widehat{DH} = 0.356 + 0.923d_2 + 0.841K_2 + 0.784K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

#### 4、第四部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.14 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.14 無機車停等區之直行車道第四部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.730***	0.000	99
第一部車輛搶先起動(N)	0.052	0.003	-	0.601	99
車種組合(K)	0.451	0.204***	-	0.000	99

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響無機車停等區車輛紓解間距之因素有車輛停等間距( $d_2$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)三個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，然因大車所佔比例較少，使得調查資料中並無第四部車輛(無機車停等區)之大車-大車跟車類型樣本，故在車種組合(K)定義方面，該定義亦與第二部車輛相同。而各變數分析結果如表 5.15 所示。

表 5.15 無機車停等區之直行車道第四部車輛紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
N	排除之變數	0.390	0.697
常數	0.381	2.006*	0.048
$d_2$	0.785	11.053***	0.000
$K_2$	1.142	5.388***	0.000
$K_3$	0.724	2.483*	0.015
$R^2_{adj} = 0.642$ $F = 44.955***$ $p\text{-value} = 0.000$			

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_2$ )大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )三個變數，由表可知，除第一部車輛有無搶先起動(N)變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p\text{-value} < 0.05$ )，故將第一部車輛有無搶先起動(N)變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以小車-大車之跟車類型( $K_2$ )變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 1.142，表示當該車為小車，而前車為大車時，車輛紓解間距會增加 1.142 單位。此外可知迴歸模式之 F 統計量為 44.955， $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；而修正判定係數  $R^2_{adj} = 0.642$ ，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為 64.2%。故模式為：

$$\widehat{DH} = 0.381 + 0.785d_2 + 1.142K_2 + 0.724K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

### 5、第五部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.16 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.16 無機車停等區之直行車道第五部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.580***	0.000	99
第一部車輛搶先起動(N)	0.049	0.002	-	0.627	99
車種組合(K)	0.433	0.187***	-	0.000	99

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響無機車停等區車輛紓解間距之因素有車輛停等間距( $d_2$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)三個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，故在車種組合(K)定義方面，本研究係以小車-小車分別對大車-大車( $K_1$ )、大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )作對比。而各變數分析結果如表 5.17 所示。

表 5.17 無機車停等區之直行車道第五部車輛紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
N	排除之變數	1.361	0.177
常數	0.597	2.347*	0.021
$d_2$	0.687	6.644***	0.000
$K_1$	1.289	2.207*	0.030
$K_2$	1.148	3.319**	0.001
$K_3$	0.707	2.884**	0.005
$R^2_{adj} = 0.419$ $F = 15.134***$ $p\text{-value} = 0.000$			

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_2$ )、大車-大車( $K_1$ )、大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )四個變數，由表可知，除第一部車輛有無搶先起動(N)變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p\text{-value}<0.05$ )，故將第一部車輛有無搶先起動(N)變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以大車-大車之跟車類型( $K_1$ )變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 1.289，表示當該車為大車，前車亦為大車時，車輛紓解間距會增加 1.289 單位。此外可知迴歸模式的 F 統計量為 15.134， $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數  $R^2_{\text{adj}}=0.419$ ，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為 41.9%。故模式為：

$$\widehat{DH} = 0.597 + 0.687d_2 + 1.289K_1 + 1.148K_2 + 0.707K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_1$ ：1，表該車為大車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

#### 6、第六部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.18 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.18 無機車停等區之直行車道第六部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.659***	0.000	99
第一部車輛搶先起動(N)	0.049	0.002	-	0.632	99
車種組合(K)	0.549	0.301***	-	0.000	99

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響無機車停等區車輛紓解間距之因素有車輛停等間距( $d_2$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)三個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，然因大車所佔比例較少，使得調查資料中並無第四部車輛(無機車停等區)之大車-大車跟車類型樣本，故在車種組合(K)定義方面，該定義亦與第二部車輛相同。而各變數分析結果如表 5.19 所示。

表 5.19 無機車停等區之直行車道第六部車輛紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
N	排除之變數	1.125	0.264
常數	0.513	2.658**	0.009
$d_2$	0.685	8.850***	0.000
$K_2$	1.272	6.868***	0.000
$K_3$	0.748	3.842***	0.000
$R^2_{adj}=0.608$ $F=39.051***$ $p\text{-value}=0.000$			

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_2$ )大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )三個變數，由表可知，除第一部車輛有無搶先起動(N)變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p\text{-value}<0.05$ )，故將第一部車輛有無搶先起動(N)變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以大車-小車之跟車類型( $K_2$ )對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 1.272，表示當該車為小車，而前車為大車時，車輛紓解間距會增加 1.272 單位。此外可知迴歸模式的 F 統計量為 39.051， $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數  $R^2_{adj}=0.608$ ，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為 60.8%。故模式為：

$$\widehat{DH} = 0.513 + 0.685d_2 + 1.272K_2 + 0.748K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

### 7、第七部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.20 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.20 無機車停等區之直行車道第七部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.605***	0.000	99
第一部車輛搶先起動(N)	0.075	0.006	-	0.461	99
車種組合(K)	0.473	0.223***	-	0.000	99

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響無機車停等區車輛紓解間距之因素有車輛停等間距( $d_2$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)三個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，而在車種組合(K)定義方面與第五部車輛相同。而各變數分析結果如表 5.21 所示。

表 5.21 無機車停等區之直行車道第七部車輛紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
N	排除之變數	1.492	0.139
常數	0.517	2.719**	0.008
$d_2$	0.587	4.599***	0.000
$K_1$	1.289	2.016*	0.047
$K_2$	1.168	4.344***	0.000
$K_3$	0.974	3.888***	0.000
$R^2_{adj}=0.346$ $F=11.353***$ $p\text{-value}=0.000$			

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_2$ )、大車-大車( $K_1$ )、大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )四個變數，由表可知，除第一部車輛有無搶先起動(N)變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p\text{-value}<0.05$ )，故將第一部車輛有無搶先起動(N)變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以大車-大車之跟車類型( $K_1$ )變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 1.289，表示當該車為大車，前車亦為大車時，車輛紓解間距會增加 1.289 單位。此外可知迴歸模式的 F 統計量為 11.353， $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數  $R^2_{adj}=0.346$ ，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為 34.6%。故模式為：

$$\widehat{DH} = 0.517 + 0.587d_2 + 1.289K_1 + 1.168K_2 + 0.974K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_1$ ：1，表該車為大車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

## 8、第八部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.22 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.22 無機車停等區之直行車道第八部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.454***	0.000	99
第一部車輛搶先起動(N)	0.054	0.003	-	0.261	99
車種組合(K)	0.382	0.146***	-	0.000	99

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響無機車停等區車輛紓解間距之因素有車輛停等間距( $d_2$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)三個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，而在車種組合(K)定義方面亦與第五部車輛相同。而各變數分析結果如表 5.23 所示。

表 5.23 無機車停等區之直行車道第八部車輛以後紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
N	排除之變數	0.078	0.938
常數	0.794	4.596***	0.000
$d_2$	0.542	7.306***	0.000
$K_1$	1.274	2.140*	0.033
$K_2$	0.905	5.097***	0.000
$K_3$	0.570	3.080**	0.002
$R^2_{adj} = 0.311$ $F = 20.411***$ $p\text{-value} = 0.000$			

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_2$ )、大車-大車( $K_1$ )、大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )四個變數，由表可知，除第一部車輛有無搶先起動(N)變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p\text{-value} < 0.05$ )，故將第一部車輛有無搶先起動(N)變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以大車-大車之跟車類型( $K_1$ )變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 1.274，表示當該車為大車，前車亦為大車時，車輛紓解間距會增加 1.274 單位。此外可知迴歸模式的 F 統計量為 20.411， $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數  $R^2_{adj} = 0.311$ ，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為 31.1%。故模式為：



$$\widehat{DH} = 0.794 + 0.542d_2 + 1.274K_1 + 0.905K_2 + 0.57K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_1$ ：1，表該車為大車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

### 5.2.2 有機車停等區直行車道之序別車輛紓解模式構建

經由上述車輛穩定位置檢定可知，在有機車停等區之直行車道，車輛紓解穩定位置點位於第六部車輛之後。因此，在有機車停等區之直行車道，於紓解未達穩定狀態，將分別構建第一部車輛至第五部車輛之紓解間距模式；而於紓解趨於穩定狀態，亦即為第六部車輛以後，則是以構建一具代表性之穩定車輛紓解模式，然由於各序位車輛間之相關性高，無法將其合併一起構建模式，因此本研究主要是選擇構建第六部車輛紓解模式為代表，而其餘紓解趨於穩定之模式則參考第六部車輛之紓解模式。另外，有機車停等區之直行車道在基準線設定有停止線與機車停止區後方線兩條線，而經由上述不同基準線設定之個別車輛檢定後，發現不同基準線之設定，只會對前面第一部車輛與第二部車輛之紓解間距造成影響，因此，本研究在有機車停等區直行車道模式構建時，除了會分別構建以機車停等區後方線為基準線之第一部車輛至第五部車輛，以及第六部車輛以後之紓解間距模式外，並針對以停止線為基準線之第一部車輛與第二部車輛構建其紓解間距模式。

(1)以機車停等區後方線為基準線之有機車停等區之直行車道

#### 1、第一部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.24 所示，由表可知，第一部車輛停等間距( $d_1$ )、機車停等區之機車密度( $U_s$ )、第一部車輛有無搶先起動( $N$ )與車種( $H$ )與紓解間距較具相關性。

表 5.24 有機車停等區之直行車道第一部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
第一部車輛停等間距( $d_1$ )	-	-	0.799***	0.000	99
機車停等區之機車密度( $U_s$ )	-	-	0.794***	0.000	99
第一部車輛搶先起動( $N$ )	0.483	0.233***	-	0.000	99
車種( $H$ )	0.398	0.158*	-	0.029	99

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響有機車停等區以機車停等區後方線為機準線之第一部車輛紓解間距因素有第一部車輛停等間距( $d_1$ )、機車密度( $U_s$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種(H)四個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種(H)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析。而各變數分析結果如表 5.25 所示。

表 5.25 有機車停等區之直行車道第一部車輛紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
常數	1.850	10.215***	0.000
$d_1$	0.500	4.748***	0.000
$U_s$	3.522	7.288***	0.000
N	-2.163	-3.928***	0.000
H	1.956	6.553***	0.000
$R^2_{adj}=0.823$ $F=115.233$ *** $p\text{-value}=0.000$			

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有第一部車輛停等間距( $d_1$ )、機車密度( $U_s$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種(H)四個變數，由表可知，各變數皆達顯著水準( $p\text{-value}<0.05$ )，且沒有解釋變數被逐步迴歸剔除在模式之外。而由迴歸係數值可看出，以機車密度( $U_s$ )變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 3.522，亦即當機車密度越高時，則車輛紓解間距就越大。而迴歸模式的 F 統計量為 35.735， $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數  $R^2_{adj}=0.823$ ，表示四個影響因素對紓解間距的解釋能力為 82.3%。故該模式為：

$$\widehat{DH} = 1.85 + 0.5d_1 + 3.522U_s - 2.163N + 1.956H$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_1$ ：第一部車輛停等間距(公尺)

$U_s$ ：機車停等區之機車密度(輛/每平公尺)

N：1，表第一部車輛有搶先起動；0，表第一部車輛無搶先起動

H：1，表第一部車輛為大車；0，表第一部車輛為小車

## 2、第二部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.26 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.26 有機車停等區之直行車道第二部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距(d <sub>2</sub> )	-	-	0.638***	0.000	99
機車停等區之機車密度(U <sub>s</sub> )	-	-	0.064	0.528	99
第一部車輛搶先起動(N)	0.017	0.000	-	0.868	99
車種組合(K)	0.445	0.198***	-	0.000	99

註：\*\*\*表 p<0.001；\*\*表 p<0.01；\*表 p<0.05

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響有機車停等區以機車停等區為基準線之車輛紓解間距因素有車輛停等間距(d<sub>2</sub>)、機車密度(U<sub>s</sub>)、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)四個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，故在車種組合(K)定義方面，本研究是以小車-小車分別對大車-大車(K<sub>1</sub>)、大車-小車(K<sub>2</sub>)與小車-大車(K<sub>3</sub>)作對比。而各變數之分析結果如表 5.27 所示。

表 5.27 有機車停等區之直行車道第二部車輛紓解模式摘要

變數名稱	β 之估計值	t 值	p-value
U <sub>s</sub>	排除之變數	1.666	0.099
N	排除之變數	0.131	0.896
常數	1.665	5.579***	0.000
d <sub>2</sub>	0.784	8.505***	0.000
K <sub>1</sub>	1.408	2.011*	0.047
K <sub>2</sub>	1.124	4.547***	0.000
K <sub>3</sub>	0.707	2.367*	0.020
R <sup>2</sup> <sub>adj</sub> =0.526    F=19.113***    p-value=0.000			

註：\*\*\*表 p<0.001；\*\*表 p<0.01；\*表 p<0.05

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距(d<sub>2</sub>)、大車-大車(K<sub>1</sub>)、大車-小車(K<sub>2</sub>)與小車-大車(K<sub>3</sub>)四個變數，由表可知，除機車密度(U<sub>s</sub>)與第一部車輛有無搶先起動(N)兩變數外，其餘變數皆達顯著水準(p-value<0.05)，故將機車密度(U<sub>s</sub>)與第一部車輛有無搶先起動(N)兩變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以大車-大車之跟車類型(K<sub>1</sub>)變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 1.408，表示當該車為大車，前車為亦大車時，車輛紓解間距會增加 1.408 單位。此外可知迴歸模式的 F 統計量為 19.113，p-value=0.000<0.05，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數 R<sup>2</sup><sub>adj</sub>=0.526，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為 52.6%。其模式為：

$$\widehat{DH} = 1.665 + 0.784d_2 + 1.408K_1 + 1.124K_2 + 0.707K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_1$ ：1，表該車為大車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

### 3、第三部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.28 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.28 有機車停等區之直行車道第三部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.702***	0.000	99
機車停等區之機車密度( $U_s$ )	-	-	0.179	0.076	99
第一部車輛搶先起動(N)	0.068	0.007	-	0.395	99
車種組合(K)	0.496	0.246***	-	0.000	99

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響有機車停等區以機車停等區為基準線之車輛紓解間距因素有車輛停等間距( $d_2$ )、機車密度( $U_s$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)四個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，其中車種組合(K)定義方面，然因大車所佔比例較少，使得調查資料中無第三部車輛(有機車停等區)之大車-大車跟車類型樣本，故在車種組合(K)定義方面，本研究係以小車-小車分別對大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )作對比。而各變數之分析結果如表 5.29 所示。

表 5.29 有機車停等區之直行車道第三部車輛紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
$U_s$	排除之變數	0.511	0.610
N	排除之變數	1.745	0.084
常數	0.520	2.157*	0.034
$d_2$	0.809	8.510***	0.000
$K_2$	1.034	4.409***	0.000
$K_3$	0.649	2.411*	0.018
$R^2_{adj} = 0.580$ $F = 28.039***$ $p\text{-value} = 0.000$			

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_2$ )、大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )三個變數，由表可知，除機車密度( $U_s$ )與第一部車輛有無搶先起動( $N$ )兩變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p\text{-value}<0.05$ )，故將機車密度( $U_s$ )與第一部車輛有無搶先起動( $N$ )兩變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以大車-小車之跟車類型( $K_2$ )變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為1.034，表示當該車為大車，前車為亦大車時，車輛紓解間距會增加1.034單位。此外可知迴歸模式的F統計量為28.039， $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數  $R^2_{\text{adj}}=0.580$ ，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為58%。其模式為：

$$\widehat{DH} = 0.52 + 0.809d_2 + 1.034K_2 + 0.649K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

#### 4、第四部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.30 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )與車種組合( $K$ )與紓解間距較具相關性。

表 5.30 有機車停等區之直行車道第四部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.792***	0.000	99
機車停等區之機車密度( $U_s$ )	-	-	0.012	0.907	99
第一部車輛搶先起動( $N$ )	0.012	0.000	-	0.538	99
車種組合( $K$ )	0.340	0.115**	-	0.008	99

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響有機車停等區以機車停等區為基準線之車輛紓解間距因素有車輛停等間距( $d_2$ )、機車密度( $U_s$ )、第一部車輛有無搶先起動( $N$ )與車種組合( $K$ )四個變數，其中第一部車輛有無搶先起動( $N$ )與車種組合( $K$ )為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，故在車種組合( $K$ )定義方面與第二部車輛相同。而各變數之分析結果如表 5.31 所示。

表 5.31 有機車停等區之直行車道第四部車輛紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
$U_s$	排除之變數	0.415	0.679
N	排除之變數	0.282	0.779
常數	0.429	2.216*	0.029
$d_2$	0.818	12.322***	0.000
$K_1$	0.967	2.030*	0.045
$K_2$	0.732	3.411**	0.001
$K_3$	0.600	3.284**	0.001
$R^2_{adj}=0.647$ $F=30.883***$ $p\text{-value}=0.000$			

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_2$ )、大車-大車( $K_1$ )、大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )四個變數，由表可知，除機車密度( $U_s$ )與第一部車輛有無搶先起動(N)兩變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p\text{-value} < 0.05$ )，故將機車密度( $U_s$ )與第一部車輛有無搶先起動(N)兩變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以大車-大車之跟車類型( $K_1$ )變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 0.967，表示當該車為大車，前車亦為大車時，車輛紓解間距會增加 0.967 單位。此外可知迴歸模式的 F 統計量為 30.833， $p\text{-value}=0.000 < 0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數  $R^2_{adj}=0.647$ ，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為 64.7%。其模式為：

$$\widehat{DH} = 0.429 + 0.818d_2 + 0.967K_1 + 0.732K_2 + 0.6K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_1$ ：1，表該車為大車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

## 5、第五部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.32 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.32 有機車停等區之直行車道第五部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.731***	0.000	99
機車停等區之機車密度( $U_s$ )	-	-	0.074	0.466	99
第一部車輛搶先起動(N)	0.086	0.007	-	0.397	99
車種組合(K)	0.653	0.427***	-	0.000	99

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響有機車停等區以機車停等區為基準線之車輛紓解間距因素有車輛停等間距( $d_2$ )、機車密度( $U_s$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)四個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，故在車種組合(K)定義方面與第二部車輛相同。而各變數之分析結果如表 5.33 所示。

表 5.33 有機車停等區之直行車道第五部車輛紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
$U_s$	排除之變數	1.018	0.311
N	排除之變數	0.594	0.554
常數	0.406	2.006*	0.048
$d_2$	0.731	9.156***	0.000
$K_1$	1.288	2.997**	0.004
$K_2$	1.055	6.421***	0.000
$K_3$	0.975	5.118***	0.000
$R^2_{adj} = 0.681$ $F = 35.926***$ $p\text{-value} = 0.000$			

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_2$ )、大車-大車( $K_1$ )、大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )四個變數，由表可知，除機車密度( $U_s$ )與第一部車輛有無搶先起動(N)兩變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p\text{-value} < 0.05$ )，故將機車密度( $U_s$ )與第一部車輛有無搶先起動(N)兩變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以大車-大車之跟車類型( $K_1$ )變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 1.288，表示當該車為大車，前車亦為大車時，車輛紓解間距會增加 1.288 單位。此外可知迴歸模式的 F 統計量為 35.926， $p\text{-value} = 0.000 < 0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數  $R^2_{adj} = 0.681$ ，表示影響因素對紓解間

距的解釋能力為 68.1%。其模式為：

$$\widehat{DH} = 0.406 + 0.731d_2 + 1.288K_1 + 1.055K_2 + 0.975K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_1$ ：1，表該車為大車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

## 6、第六部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.34 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.34 有機車停等區之直行車道第六部車輛相關分析

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.701***	0.000	354
機車停等區之機車密度( $U_s$ )	-	-	0.022	0.827	354
第一部車輛搶先起動(N)	0.042	0.002	-	0.263	354
車種組合(K)	0.521	0.272***	-	0.000	354

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響有機車停等區以機車停等區為基準線之車輛紓解間距因素有車輛停等間距( $d_2$ )、機車密度( $U_s$ )、第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)四個變數，其中第一部車輛有無搶先起動(N)與車種組合(K)為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，故在車種組合(K)定義方面與第二部車輛相同。而各變數之分析結果如表 5.35 所示。

表 5.35 有機車停等區之直行車道第六部車輛以後紓解模式摘要

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
$U_s$	排除之變數	0.119	0.905
N	排除之變數	0.210	0.834
常數	0.305	2.836*	0.044
$d_2$	0.8	10.081***	0.000
$K_1$	1.189	2.258*	0.025
$K_2$	1.124	8.077***	0.000
$K_3$	0.814	6.424***	0.000
$R^2_{adj} = 0.624$ $F = 83.015^{***}$ $p\text{-value} = 0.000$			

註：\*\*\*表  $p < 0.001$ ；\*\*表  $p < 0.01$ ；\*表  $p < 0.05$



經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_2$ )、大車-大車( $K_1$ )、大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )四個變數，由表可知，除機車密度( $U_s$ )與第一部車輛有無搶先起動( $N$ )兩變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p$ -value $<0.05$ )，故將機車密度( $U_s$ )與第一部車輛有無搶先起動( $N$ )兩變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以大車-大車之跟車類型( $K_1$ )變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 1.189，表示當該車為大車，前車亦為大車時，車輛紓解間距會增加 1.189 單位。此外可知迴歸模式的 F 統計量為 83.015， $p$ -value=0.000 $<0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數  $R^2_{adj}=0.624$ ，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為 62.4%。其模式為：

$$\widehat{DH} = 0.305 + 0.8d_2 + 1.189K_1 + 1.124K_2 + 0.814K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_1$ ：1，表該車為大車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

(2)以停止線為基準線之有機車停等區之直行車道

1、第一部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.36 所示，由表可知，第一部車輛停等間距( $d_1$ )、機車停等區之機車密度( $U_s$ )、機車停等區縱向長度( $L$ )與車種( $H$ )與紓解間距較具相關性。

表 5.36 有機車停等區之直行車道第一部車輛相關分析(停止線)

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
第一部車輛停等間距( $d_1$ )	-	-	0.464***	0.000	99
機車停等區之機車密度( $U_s$ )	-	-	0.813***	0.000	99
機車停等區縱向長度( $L$ )	-	-	-0.510***	0.000	99
車種( $H$ )	0.363	0.132*	-	0.048	99

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響有機車停等區以停止線為基準線之第一部車輛紓解間距主要因素有第一部車輛停等間距( $d_1$ )、機車密度( $U_s$ )、機車停等區之縱向長度( $L$ )與車種( $H$ )四個變數，其中車種( $H$ )為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析。而各變數分析結果如表 5.37 所示。

表 5.37 有機車停等區之直行車道第一部車輛紓解模式摘要(停止線)

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
L	排除之變數	-1.152	0.252
常數	2.470	6.768***	0.000
$d_1$	0.304	5.865***	0.000
$U_s$	4.358	13.521***	0.000
H	0.759	2.323*	0.022
$R^2_{adj}=0.746$ $F=72.996^{***}$ $p\text{-value}=0.000$			

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有第一部車輛停等間距( $d_1$ )、機車密度( $U_s$ )與車種(H)三個變數，由表可知，除機車停等區之縱向長度(L)變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p\text{-value}<0.05$ )，故將機車停等區之縱向長度(L)變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以機車密度( $U_s$ )變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 4.358，亦即當機車密度越高時，則車輛紓解間距就越大。此外可知迴歸模式的 F 統計量為 72.996， $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數  $R^2_{adj}=0.746$ ，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為 74.6%。其模式為：

$$\widehat{DH} = 2.47 + 0.304d_1 + 4.358U_s + 0.759H$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_1$ ：第一部車輛停等間距(公尺)

$U_s$ ：機車停等區之機車密度(輛/每平公尺)

H：1，表第一部車輛為大車；0，表第一部車輛為小車

## 2、第二部車輛

本研究先利用 Pearson 與 Eta 對影響變數進行相關分析，其結果如表 5.38 所示，由表可知，車輛停等間距( $d_2$ )、機車停等區縱向長度(L)與車種組合(K)與紓解間距較具相關性。

表 5.38 有機車停等區之直行車道第二部車輛相關分析(停止線)

變數名稱	紓解間距(DH)				
	Eta	Eta <sup>2</sup>	Pearson 相關係數	p-value	樣本數
車輛停等間距( $d_2$ )	-	-	0.609***	0.000	99
機車停等區之機車密度( $U_s$ )	-	-	0.076	0.457	99
機車停等區縱向長度(L)	-	-	-0.275***	0.006	99
車種組合(K)	0.488	0.239***	-	0.000	99

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

之後再利用逐步迴歸分析對影響變數進行篩選，選出對車輛紓解間距有最佳解釋能力之變數，而影響有機車停等區以機車停等區為基準線之車輛紓解間距因素有車輛停等間距( $d_2$ )、機車密度( $U_s$ )、機車停等區之縱向長度( $L$ )與車種組合( $K$ )四個變數，其中車種組合( $K$ )為類別變數，為了納入迴歸模式進行預測，則必須先將其轉換成具有連續變數特性之虛擬變數後再進行分析，故在車種組合( $K$ )定義方面，本研究是以小車-小車分別對大車-大車( $K_1$ )、大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )作對比。而各變數之分析結果如表 5.39 所示。

表 5.39 有機車停等區之直行車道第二部車輛紓解間距模式摘要(停止線)

變數名稱	$\beta$ 之估計值	t 值	p-value
$U_s$	排除之變數	-0.636	0.526
$L$	排除之變數	-0.799	0.426
常數	0.606	2.005*	0.048
$d_2$	0.712	7.652***	0.000
$K_1$	1.645	2.002*	0.048
$K_2$	1.355	4.900***	0.000
$K_3$	0.961	3.127**	0.002
$R^2_{adj}=0.510$ $F=18.029***$ $p\text{-value}=0.000$			

註：\*\*\*表  $p<0.001$ ；\*\*表  $p<0.01$ ；\*表  $p<0.05$

經由逐步迴歸分析後，進入模式之解釋變數有車輛停等間距( $d_1$ )、大車-大車( $K_1$ )、大車-小車( $K_2$ )與小車-大車( $K_3$ )四個變數，由表可知，除機車密度( $U_s$ )與機車停等區之縱向長度( $L$ )兩變數外，其餘變數皆達顯著水準( $p\text{-value}<0.05$ )，故將機車密度( $U_s$ )與機車停等區之縱向長度( $L$ )兩變數於模式中剔除。而由迴歸係數值可看出，以大車-大車之跟車類型( $K_1$ )變數對於車輛紓解間距的影響最大，其係數值為 1.645，表示當該車為大車，前車為大車時，車輛紓解間距會增加 1.645 單位。此外可知迴歸模式的  $F$  統計量為 18.029， $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，顯示整個迴歸方程式具有統計顯著性；修正判定係數  $R^2_{adj}=0.510$ ，表示影響因素對紓解間距的解釋能力為 51%。其模式為：

$$\widehat{DH} = 0.606 + 0.702d_2 + 1.645K_1 + 1.355K_2 + 0.961K_3$$

$\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$K_1$ ：1，表該車為大車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，其他

### 5.3 模式驗證

本研究之驗證資料先將車流分成未達穩定與趨於穩定兩部份，並分別針對無機車停等區與有機車停等區之直行車道，在未達穩定部份從攝影資料中另取 10 筆樣本數據，而趨於穩定部份，因所觀察之車輛數較多，因此則從攝影資料中另取 30 筆樣本數據來進行驗證之用，並進一步利用 SPSS 統計套裝軟體中的成對樣本 t 檢定來驗證序別車輛紓解模式是否具代表性。

#### 5.3.1 無機車停等區直行車道之序別車輛紓解模式驗證

##### 1、第一部車輛

由表 5.40 與圖 5.5 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.443 秒，6 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.41 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.874>0.05$ )，表示本研究所構建之無機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.40 無機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證資料

編號	第一部車輛 停等間距(m)	第一部車輛 搶先起動	車種	實際紓解 間距(秒)	預測紓解 間距(秒)	絕對差距 (秒)
1	3.176	無	小車	4.433	4.412	0.021
2	3.203	無	小車	5.412	4.438	0.974
3	2.464	無	小車	2.870	3.725	0.855
4	2.917	無	小車	3.874	4.162	0.288
5	2.754	無	大車	5.433	5.109	0.324
6	2.989	無	大車	4.639	5.335	0.696
7	2.126	無	小車	3.091	3.399	0.308
8	2.574	無	小車	4.437	3.831	0.606
9	2.671	無	小車	3.711	3.925	0.214
10	2.186	無	小車	3.600	3.456	0.144
平均	2.706	-	-	4.150	4.179	0.443

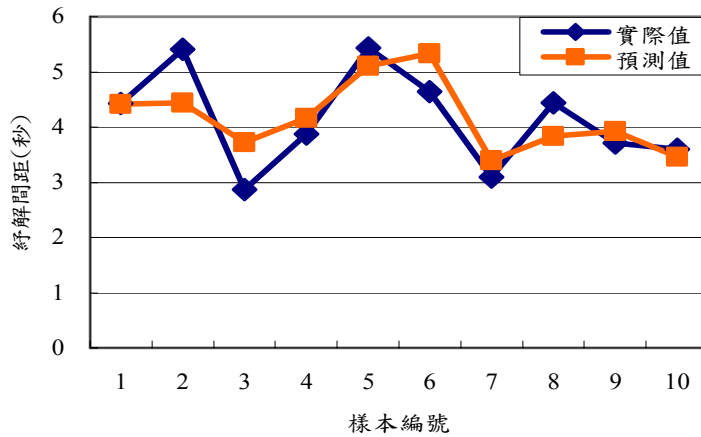


圖 5.5 無機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證

表 5.41 無機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
-0.029	0.565	0.179	-0.433	0.375	-0.163	9	0.874

## 2、第二部車輛

由表 5.42 與圖 5.6 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.412 秒，7 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.43 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.654>0.05$ )，表示本研究所構建之無機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.42 無機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	第一部車輛搶先起動	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	3.643	無	小車-小車	3.434	3.953	0.519
2	2.464	無	小車-小車	2.981	2.799	0.182
3	3.252	無	小車-小車	4.533	3.570	0.963
4	3.386	無	小車-大車	5.031	4.750	0.281
5	4.271	無	小車-大車	5.972	5.617	0.355
6	3.268	無	小車-小車	3.877	3.586	0.291
7	2.872	無	小車-小車	2.545	3.199	0.654
8	3.586	無	小車-小車	3.672	3.898	0.226
9	1.987	無	小車-小車	2.031	2.332	0.301
10	2.497	無	小車-小車	3.176	2.831	0.345
平均	3.122	-	-	3.725	3.654	0.412

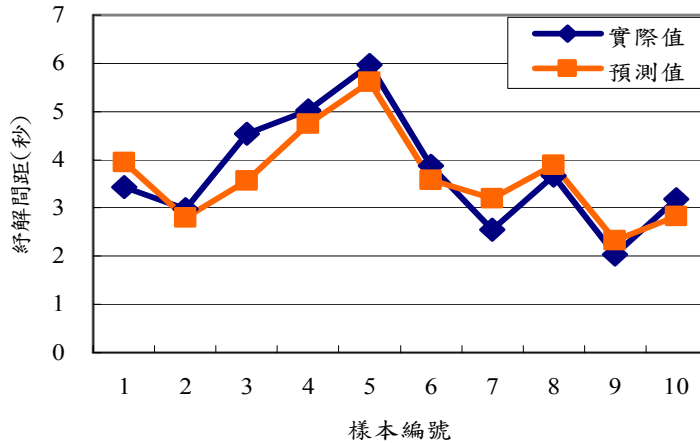


圖 5.6 無機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證

表 5.43 無機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.072	0.490	0.155	-0.278	0.422	0.463	9	0.654

### 3、第三部車輛

由表 5.44 與圖 5.7 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.402 秒，6 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.45 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.872>0.05$ )，表示本研究所構建之無機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.44 無機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	2.671	小車-小車	3.633	2.822	0.811
2	2.571	小車-小車	3.239	2.729	0.510
3	2.186	小車-小車	1.977	2.373	0.396
4	2.616	小車-小車	2.142	2.771	0.629
5	2.097	小車-小車	1.557	2.292	0.735
6	1.681	小車-小車	2.074	1.908	0.166
7	2.292	小車-小車	2.174	2.472	0.298
8	2.570	小車-大車	3.774	3.512	0.262
9	2.335	小車-小車	2.431	2.511	0.080
10	3.345	小車-小車	3.572	3.443	0.129
平均	2.437	-	2.657	2.683	0.402

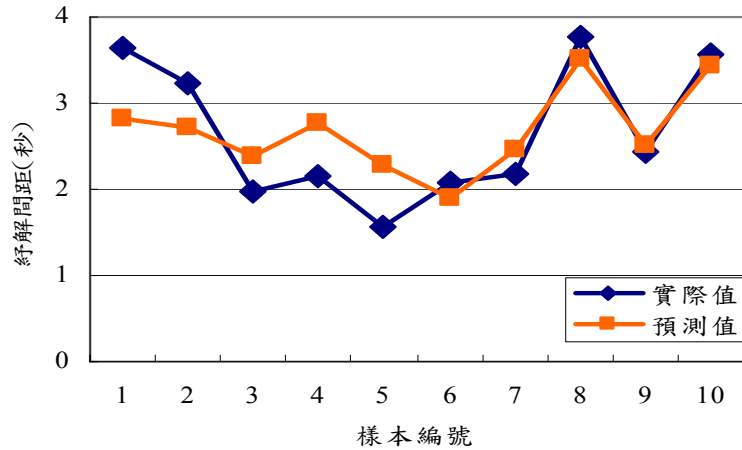


圖 5.7 無機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式驗證

表 5.45 無機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
-0.026	0.496	0.157	-0.381	0.329	-0.166	9	0.872

#### 4、第四部車輛

由表 5.46 與圖 5.8 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.436 秒，7 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.47 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.115>0.05$ )，表示本研究所構建之無機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.46 無機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	2.688	小車-小車	3.133	2.491	0.642
2	3.323	小車-小車	3.371	2.990	0.381
3	2.645	小車-小車	2.234	2.457	0.223
4	1.902	小車-小車	2.237	1.874	0.363
5	2.545	大車-小車	4.221	3.521	0.700
6	3.355	小車-小車	3.339	3.014	0.325
7	1.656	小車-小車	1.578	1.681	0.103
8	2.311	小車-小車	2.034	2.195	0.161
9	3.657	小車-小車	4.317	3.252	1.065
10	2.610	小車-小車	2.032	2.429	0.397
平均	2.669	-	2.8496	2.591	0.436

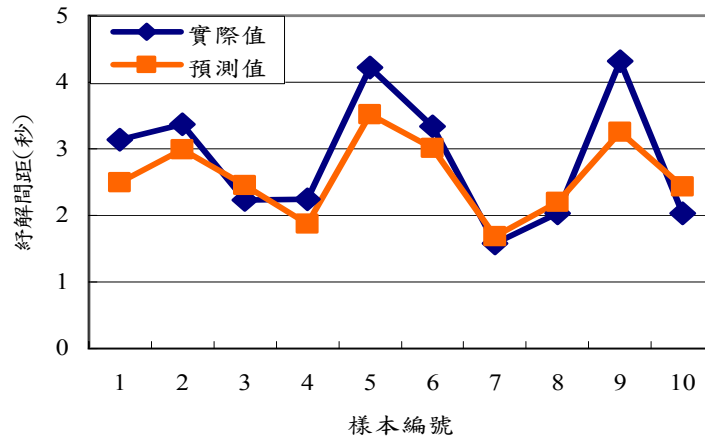


圖 5.8 無機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式驗證

表 5.47 無機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.259	0.470	0.149	-0.077	0.596	1.743	9	0.115

#### 5、第五部車輛

由表 5.48 與圖 5.9 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.405 秒，7 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.49 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.651>0.05$ )，表示本研究所構建之無機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.48 無機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	2.333	小車-小車	3.172	2.200	0.972
2	2.570	小車-小車	2.613	2.363	0.250
3	1.937	小車-小車	1.413	1.928	0.515
4	2.055	小車-小車	1.848	2.008	0.160
5	3.066	小車-小車	2.033	2.703	0.670
6	2.379	小車-小車	2.522	2.231	0.291
7	1.649	小車-小車	2.076	1.730	0.346
8	2.407	小車-小車	2.434	2.251	0.183
9	2.977	小車-大車	3.032	3.349	0.317
10	2.208	小車-小車	2.457	2.114	0.343
平均	2.358	-	2.360	2.288	0.405



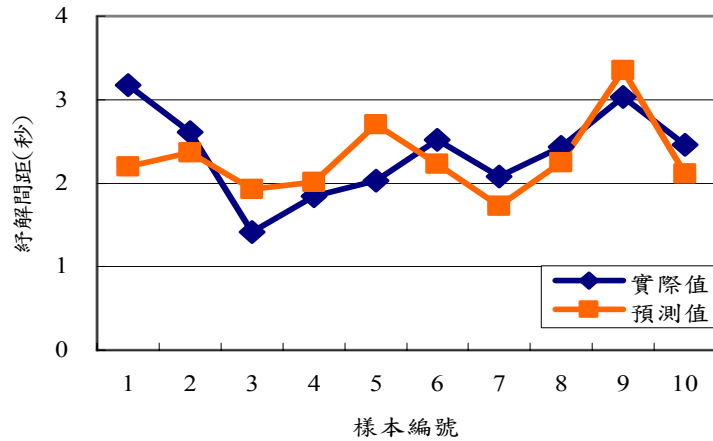


圖 5.9 無機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式驗證

表 5.49 無機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.072	0.489	0.155	-0.277	0.422	-0.463	9	0.651

#### 6、第六部車輛

由表 5.50 與圖 5.10 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.395 秒，6 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.51 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.747>0.05$ )，表示本研究所構建之無機車停等區直行車道之第六部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.50 無機車停等區直行車道之第六部車輛紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	3.059	大車-小車	3.577	3.880	0.303
2	1.826	小車-小車	2.487	1.764	0.723
3	2.302	小車-小車	1.433	2.090	0.657
4	2.058	小車-小車	2.119	1.923	0.196
5	2.661	小車-小車	1.723	2.336	0.613
6	2.513	小車-小車	2.437	2.234	0.203
7	1.775	小車-小車	1.576	1.729	0.153
8	1.823	小車-小車	1.973	1.762	0.211
9	2.494	小車-小車	2.853	2.221	0.632
10	2.022	小車-大車	2.904	2.646	0.258
平均	2.253	-	2.308	2.258	0.395

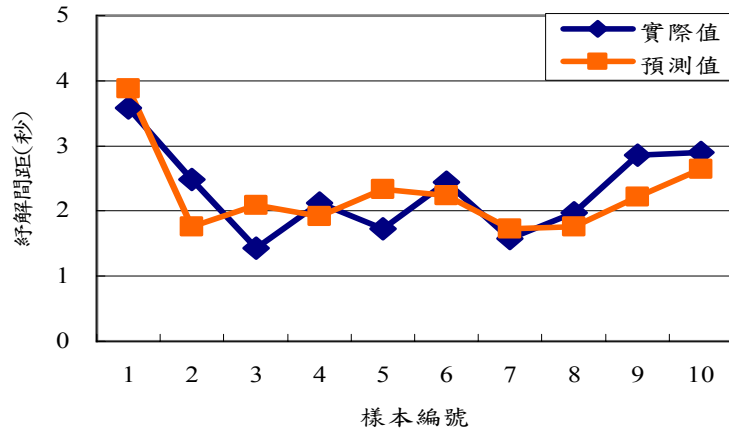


圖 5.10 無機車停等區直行車道之第六部車輛紓解模式驗證

表 5.51 無機車停等區直行車道之第六部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.050	0.473	0.149	-0.288	0.388	0.333	9	0.747

### 7、第七部車輛

由表 5.52 與圖 5.11 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.408 秒，7 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.53 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value} = 0.243 > 0.05$ )，表示本研究所構建之無機車停等區直行車道之第七部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.52 無機車停等區直行車道之第七部車輛紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	1.929	小車-小車	2.327	1.649	0.678
2	2.848	大車-小車	4.247	3.356	0.891
3	2.318	小車-小車	1.631	1.878	0.247
4	2.824	小車-小車	2.933	2.174	0.759
5	2.514	小車-小車	2.283	1.993	0.290
6	2.472	小車-小車	1.613	1.968	0.355
7	2.743	小車-小車	1.938	2.127	0.189
8	2.742	小車-大車	3.447	3.100	0.347
9	1.462	小車-小車	1.211	1.375	0.164
10	1.543	小車-小車	1.262	1.423	0.161
平均	2.339		2.289	2.104	0.408

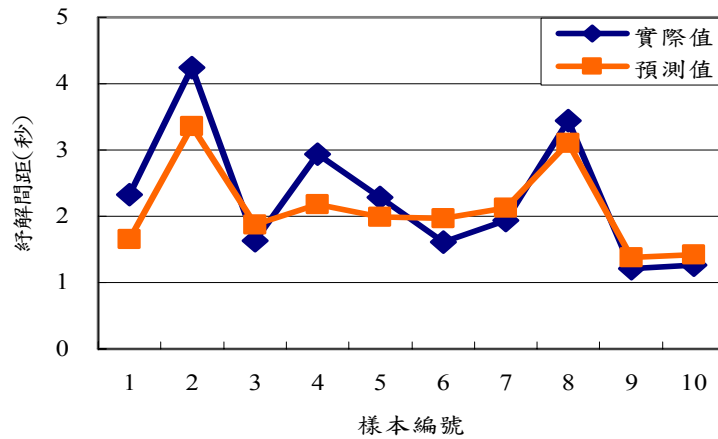


圖 5.11 無機車停等區直行車道之第七部車輛紓解模式驗證

表 5.53 無機車停等區直行車道之第七部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.185	0.468	0.148	-0.150	0.519	1.250	9	0.243

#### 8、第八部車輛以後

由表 5.54 與圖 5.12 可知，在 30 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.390 秒，21 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.55 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.618>0.05$ )，表示本研究所構建之無機車停等區直行車道之第八部車輛紓解模式亦具有不錯之預測能力。

表 5.54 無機車停等區直行車道之第八部車輛以後之紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	3.111	大車-小車	3.133	3.385	0.252
2	1.778	小車-小車	1.474	1.758	0.284
3	1.714	小車-小車	1.535	1.723	0.188
4	2.046	小車-小車	1.326	1.903	0.577
5	2.154	小車-小車	2.071	1.961	0.110
6	1.412	小車-小車	1.591	1.559	0.032
7	1.846	小車-小車	2.010	1.795	0.215
8	1.793	小車-小車	1.615	1.766	0.151
9	2.688	小車-小車	1.537	2.251	0.714
10	2.695	小車-小車	2.676	2.255	0.421
11	2.360	小車-小車	2.217	2.073	0.144

表 5.54 無機車停等區直行車道之第八部車輛以後之紓解模式驗證資料 (續)

編號	車輛停等 間距(m)	車種組合	實際紓解 間距(秒)	預測紓解 間距(秒)	絕對差距(秒)
12	2.759	小車-小車	1.622	2.289	0.667
13	2.481	小車-小車	1.784	2.139	0.355
14	2.918	小車-小車	2.975	2.375	0.600
15	2.383	小車-小車	1.673	2.086	0.343
16	2.553	小車-小車	1.549	2.178	0.629
17	2.327	小車-小車	2.376	2.055	0.321
18	2.928	小車-小車	2.109	2.381	0.272
19	2.013	小車-小車	2.178	1.885	0.293
20	1.827	小車-小車	1.232	1.784	0.552
21	2.002	小車-小車	1.633	1.879	0.246
22	1.787	小車-小車	1.371	1.762	0.391
23	2.381	小車-小車	2.119	2.085	0.034
24	2.059	小車-小車	2.874	1.910	0.964
25	2.314	小車-小車	1.734	2.048	0.314
26	1.993	小車-小車	1.533	1.874	0.341
27	2.159	小車-小車	1.771	1.964	0.193
28	2.346	小車大車	3.231	2.635	0.596
29	2.293	小車大車	2.946	2.607	0.339
30	2.690	大車-小車	4.317	3.157	1.160
平均	2.260	-	2.074	2.117	0.390

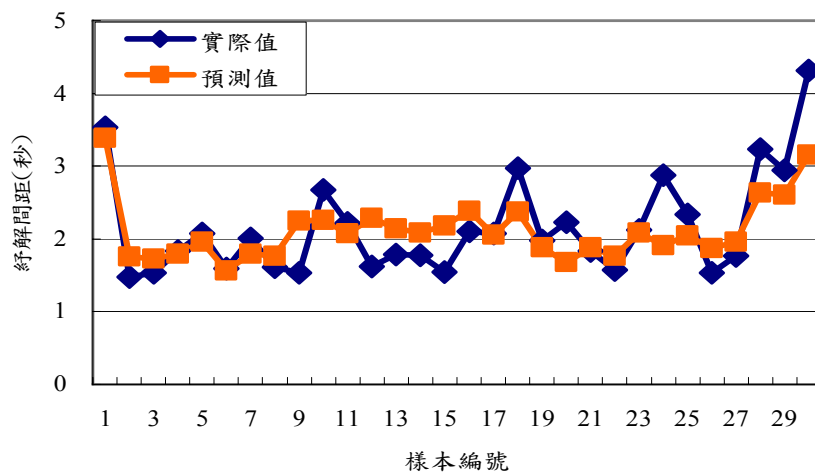


圖 5.12 無機車停等區直行車道之第八部以後之車輛紓解模式驗證

表 5.55 無機車停等區直行車道之第八部以後之車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.044	0.474	0.087	-0.221	0.133	-0.504	29	0.618

### 5.3.2 有機車停等區直行車道之序別車輛紓解模式驗證

(1)以機車停等區後方線為基準線之有機車停等區之直行車道

#### 1、第一部車輛

由表 5.56 與圖 5.13 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.456 秒，6 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.57 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.625>0.05$ )，表示本研究所構建之以機車停等區後方線為基準線之第一部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.56 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證資料

編號	第一部車 輛停等 間距(m)	機車 密度 (輛/m <sup>2</sup> )	第一部 車輛搶 先起動	車種	實際紓解 間距(秒)	預測紓解 間距(秒)	絕對 差距 (秒)
1	1.297	0.5	無	小車	4.704	4.260	0.445
2	2.874	1.417	無	小車	8.653	8.278	0.375
3	1.485	0.833	無	小車	5.283	5.526	0.243
4	1.485	0.5	無	大車	5.679	6.309	0.630
5	1.238	0.583	無	小車	5.087	4.522	0.565
6	0.353	0.194	無	小車	1.973	2.710	0.737
7	0.423	0.3	無	小車	4.027	3.118	0.909
8	0.963	0.26	無	小車	3.543	3.247	0.296
9	0.824	0.218	無	小車	2.788	3.030	0.242
10	0.188	0.168	無	大車	4.609	4.492	0.117
平均	1.113	0.497	-	-	4.635	4.549	0.456

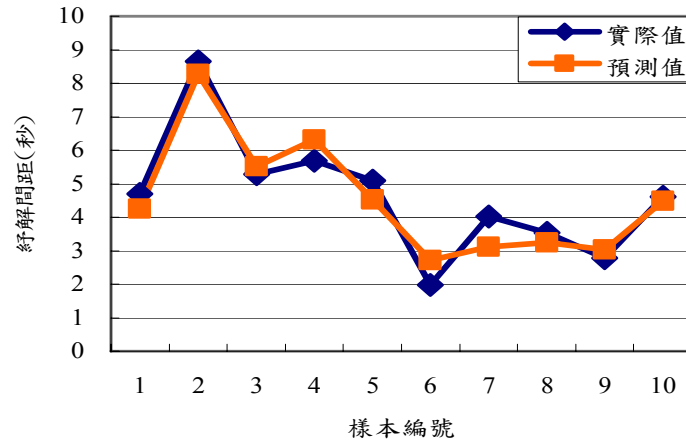


圖 5.13 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證

表 5.57 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.085	0.534	0.169	-0.297	0.468	0.505	9	0.625

## 2、第二部車輛

由表 5.58 與圖 5.14 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.432 秒，7 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.59 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.679>0.05$ )，表示本研究所構建之以機車停等區後方線為基準線之第二部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.58 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	2.737	小車-小車	3.078	3.811	0.733
2	2.171	小車-小車	3.232	3.367	0.135
3	2.286	小車-小車	3.075	3.457	0.382
4	2.024	小車-小車	3.774	3.251	0.523
5	2.475	小車-小車	3.731	3.605	0.126
6	2.994	大車-小車	5.972	5.136	0.836
7	2.942	小車-小車	3.476	3.972	0.496
8	1.967	小車-小車	3.541	3.207	0.334
9	2.022	小車-小車	2.934	3.250	0.316
10	2.402	大車-小車	4.233	4.672	0.439
平均	2.402	-	3.705	3.773	0.432

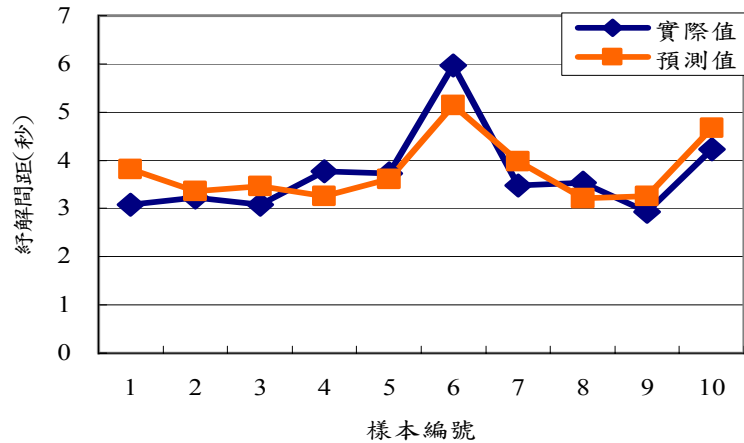


圖 5.14 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證

表 5.59 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
-0.068	0.505	0.160	-0.429	0.293	-0.427	9	0.679

### 3、第三部車輛

由表 5.60 與圖 5.15 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.384 秒，6 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.61 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.408>0.05$ )，表示本研究所構建之以機車停等區後方線為基準線之第三部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.60 有機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	1.714	小車-小車	1.672	1.907	0.235
2	2.581	小車-小車	2.313	2.608	0.295
3	2.813	小車-小車	3.039	2.795	0.244
4	2.343	小車-大車	3.574	3.064	0.510
5	3.104	小車-小車	3.239	3.031	0.208
6	2.748	小車-小車	3.371	2.743	0.628
7	1.742	小車-小車	1.835	1.929	0.094
8	2.452	小車-小車	1.802	2.503	0.701
9	2.361	小車-小車	2.970	2.430	0.540
10	2.387	小車-小車	2.839	2.451	0.388
平均	2.424	-	2.665	2.546	0.384

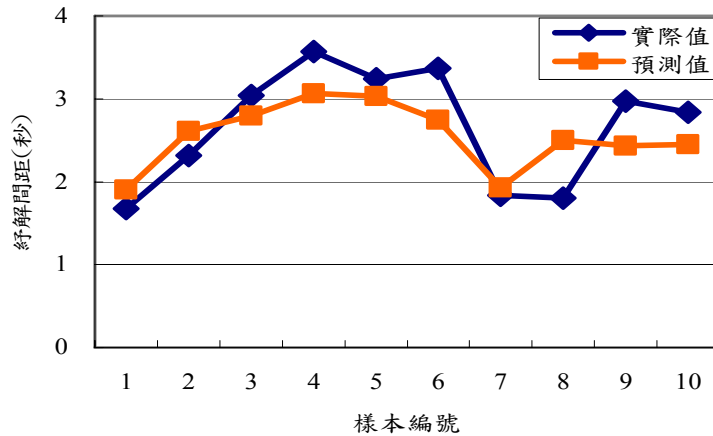


圖 5.15 有機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式驗證

表 5.61 有機車停等區直行車道之第三部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.119	0.435	0.137	-0.192	0.430	0.868	9	0.408

#### 4、第四部車輛

由表 5.62 與圖 5.16 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.415 秒，8 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.63 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.579>0.05$ )，表示本研究所構建之以機車停等區後方線為基準線之第四部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.62 有機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	2.384	小車-小車	3.414	2.379	1.035
2	2.626	小車-小車	2.933	2.577	0.356
3	2.342	小車-小車	2.237	2.345	0.108
4	3.054	小車-小車	3.120	2.927	0.193
5	2.252	小車-小車	1.662	2.271	0.609
6	2.270	大車-小車	3.574	3.018	0.556
7	2.571	小車-小車	2.379	2.532	0.153
8	2.586	小車-小車	2.233	2.545	0.312
9	2.853	小車-小車	2.331	2.762	0.431
10	1.932	小車-小車	2.403	2.010	0.393
平均	2.487	-	2.629	2.536	0.415



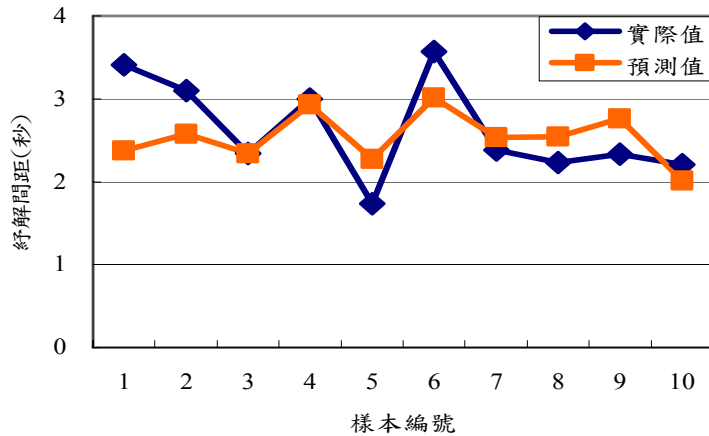


圖 5.16 有機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式驗證

表 5.63 有機車停等區直行車道之第四部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.092	0.506	0.160	-0.270	0.454	0.575	9	0.579

### 5、第五部車輛

由表 5.64 與圖 5.17 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.369 秒，6 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.65 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.167>0.05$ )，表示本研究所構建之以機車停等區後方線為基準線之第五部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.64 有機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	2.801	小車-小車	2.290	2.454	0.164
2	2.905	小車-大車	2.650	3.505	0.855
3	2.727	小車-小車	2.730	2.400	0.330
4	2.299	小車-大車	2.940	3.061	0.121
5	2.516	小車-小車	2.630	2.245	0.385
6	2.693	小車-小車	3.210	2.374	0.836
7	1.775	小車-小車	1.870	1.703	0.167
8	2.170	小車-小車	2.330	1.992	0.338
9	1.937	小車-小車	2.150	1.822	0.328
10	2.455	小車-小車	1.680	2.200	0.520
平均	2.428	-	2.448	2.376	0.404

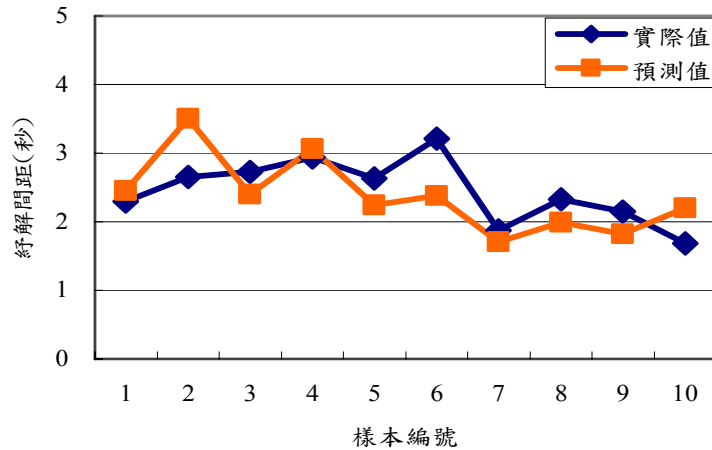


圖 5.17 有機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式驗證

表 5.65 有機車停等區直行車道之第五部車輛紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.072	0.494	0.156	-0.281	0.426	0.463	9	0.654

5、第六部車輛以後

由表 5.66 與圖 5.18 可知，在 30 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.374 秒，21 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.67 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.229>0.05$ )，表示本研究所構建之以機車停等區後方線為基準線之第六部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.66 有機車停等區直行車道之第六部車輛以後之紓解模式驗證資料

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	1.893	小車-小車	1.483	1.819	0.336
2	1.816	小車-小車	1.607	1.758	0.151
3	3.845	小車-小車	2.453	2.187	0.266
4	2.353	大車-小車	6.414	5.030	1.384
5	4.501	小車-小車	1.939	2.245	0.306
6	2.425	小車-小車	2.603	2.362	0.241
7	2.571	小車-小車	2.711	2.537	0.174
8	2.790	小車-小車	1.532	1.761	0.229
9	1.820	小車-小車	3.388	2.645	0.743
10	2.925	小車-小車	2.272	2.055	0.217

表 5.66 有機車停等區直行車道之第六部車輛以後之紓解模式驗證資料 (續)

編號	車輛停等 間距(m)	車種組合	實際紓解 間距(秒)	預測紓解 間距(秒)	絕對差距(秒)
11	2.188	小車-小車	2.593	2.478	0.115
12	2.716	小車-小車	2.442	2.640	0.198
13	3.652	小車-小車	2.351	2.527	0.176
14	1.475	小車-大車	4.655	4.041	0.614
15	1.854	小車-小車	1.704	1.485	0.219
16	2.875	小車-小車	1.635	1.788	0.153
17	2.826	小車-小車	3.199	2.605	0.594
18	3.041	小車-小車	2.347	2.566	0.219
19	2.237	小車-小車	2.718	2.095	0.623
20	1.998	小車-小車	3.613	3.381	0.232
21	3.824	小車-小車	1.789	1.904	0.115
22	4.182	小車-小車	4.011	3.364	0.647
23	1.778	大車-小車	3.962	4.775	0.813
24	2.027	小車-小車	1.500	1.727	0.227
25	2.111	小車-小車	2.093	1.927	0.166
26	2.703	小車-小車	1.747	1.994	0.247
27	2.919	小車-小車	2.133	2.467	0.334
28	2.778	小車-小車	3.451	2.738	0.713
29	2.356	小車-小車	1.638	2.189	0.551
30	2.489	小車-大車	3.331	3.111	0.220
平均	2.632	-	2.644	2.540	0.374

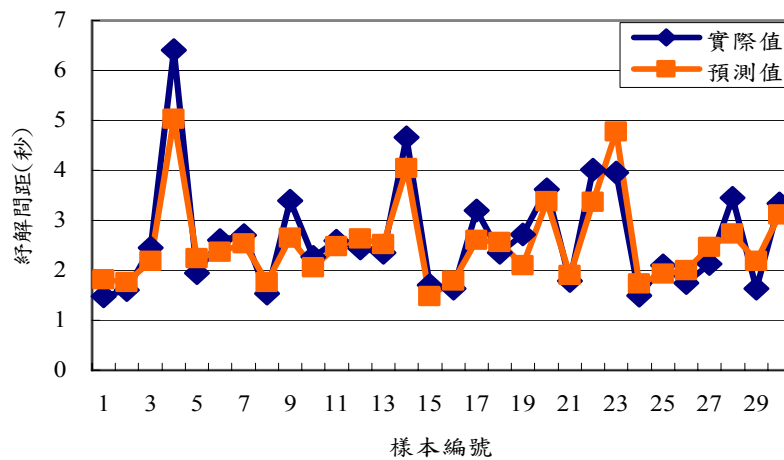


圖 5.18 有機車停等區直行車道之第六部車輛以後之紓解模式驗證

表 5.67 有機車停等區直行車道之第六部車輛以後之紓解模式檢定

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.104	0.463	0.084	-0.069	0.277	1.228	29	0.229

(2)以停止線為基準線之有機車停等區之直行車道

1、第一部車輛

由表 5.68 與圖 5.19 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.434 秒，7 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.69 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.382>0.05$ )，表示本研究所構建之以停止線為基準線之第一部車輛紓解模式具有不錯之預測能力。

表 5.68 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證資料 (停止線)

編號	第一部車輛停等 間距(m)	機車 密度 (輛/m <sup>2</sup> )	車種	實際紓解 間距(秒)	預測紓解 間距(秒)	絕對差距 (秒)
1	5.242	0.5	小車	7.017	6.222	0.795
2	4.452	0.833	小車	7.083	7.436	0.353
3	7.468	0.26	小車	5.183	5.843	0.660
4	6.152	1.417	小車	10.712	10.491	0.221
5	4.529	0.5	大車	7.119	6.767	0.352
6	5.957	0.583	小車	7.034	6.798	0.236
7	7.323	0.194	小車	5.355	5.512	0.157
8	7.135	0.3	小車	6.207	5.918	0.289
9	5.599	0.168	大車	6.670	5.641	1.029
10	7.328	0.218	小車	5.373	5.619	0.246
平均	6.119	0.497	-	6.775	6.625	0.434

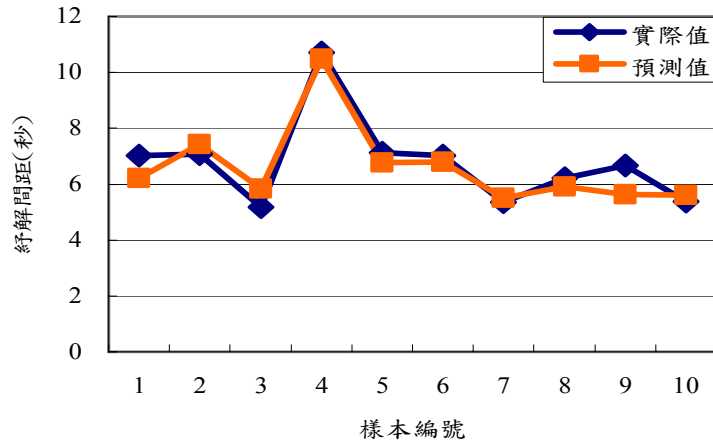


圖 5.19 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式驗證 (停止線)

表 5.69 有機車停等區直行車道之第一部車輛紓解模式檢定 (停止線)

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.151	0.519	0.164	-0.220	0.522	0.918	9	0.382

## 2、第二部車輛

由表 5.70 與圖 5.20 可知，在 10 筆驗證樣本中，預測及實際紓解間距之平均絕對誤差為 0.397 秒，7 筆樣本紓解間距差距在 0.5 秒以下，兩者間差異不大。而由表 5.71 檢定結果顯示，本研究模式所預測之紓解間距與實際紓解間距並無顯著差異 ( $p\text{-value}=0.387>0.05$ )，表示本研究所構建之以停止線為基準線之第二部車輛紓解模式亦具有不錯之預測能力。

表 5.70 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證資料(停止線)

編號	車輛停等間距(m)	車種組合	實際紓解間距(秒)	預測紓解間距(秒)	絕對差距(秒)
1	2.812	小車-小車	3.433	2.575	0.858
2	3.977	小車-小車	3.277	3.390	0.113
3	2.065	小車-小車	2.338	2.052	0.286
4	2.914	小車-小車	2.803	2.646	0.157
5	3.029	小車-小車	2.984	2.727	0.257
6	3.657	大車-小車	4.404	4.521	0.117
7	2.891	大車-小車	3.175	3.985	0.810
8	1.974	小車-小車	2.372	1.988	0.384
9	2.176	小車-小車	2.772	2.129	0.643
10	3.886	小車-小車	3.676	3.326	0.350
平均	2.938	-	3.123	2.934	0.397

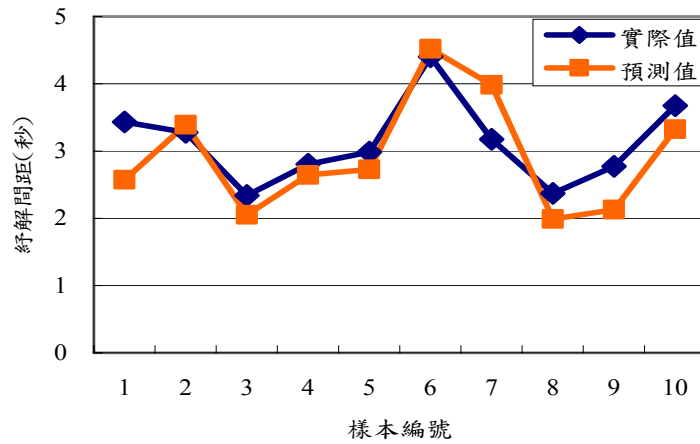
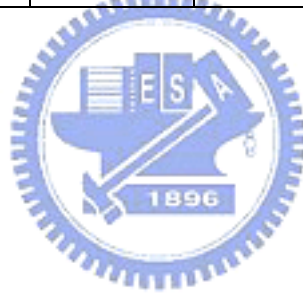


圖 5.20 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式驗證(停止線)

表 5.71 有機車停等區直行車道之第二部車輛紓解模式檢定(停止線)

成對變數差異					t 值	自由度	p-value
平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間				
			下界	上界			
0.189	0.461	0.146	-0.141	0.520	1.299	9	0.226



## 5.4 綜合比較分析

本研究首先將車隊分為未達穩定以及趨於穩定兩部份，在車輛紓解穩定位置點找尋方面，其結果如表 5.72 所示，在無機車停等區之直行車道車輛紓解穩定位置點位於第八部車輛以後；有機車停等區之直行車道，無論是以機車停等區後方線為基準線，或是以停止線為基準線，其車輛紓解穩定位置點皆位於第六部車輛之後。其符合文獻所提及之在設置機車停等區造成汽車等候線退縮，雖使得第一部車通過路口之延滯增加，但可使後方車輛紓解間距較早趨向一穩定紓解間距。

表 5.72 第一部車輛平均紓解間距與車輛紓解穩定位置之比較

機車停等區設置	基準線	第一部車輛 平均紓解間距	車輛紓解 穩定位置
無機車停等區	停止線	3.00	第八部車以後
有機車停等區	機車停等區後方線	3.87	第六部車以後
	停止線	6.43	第六部車以後

另外，針對有機車停等區之直行車道不同基準線設定之整體車輛紓解間距進行檢定，其結果顯示，不同基準線之設定，其整體車輛紓解間距並無顯著差異。而針對不同基準線設定之序別車輛紓解間距進行檢定，其結果顯示，不同基準線之設定，會對第一部車輛與第二部車輛之紓解間距產生影響。故在有機車停等區之直行車道，本研究將分別構建以停止線與以機車停等區後方線為基準線之第一部車輛與第二部車輛之紓解模式，而於第三部車輛以後，則擇取以機車停等區後方線為基準線之情境，構建第三部車輛以後之微觀紓解模式。

而本研究所構建之直行車輛微觀紓解模式，其各模式之判定係數( $R^2$ )絕大多數介於 0.5~0.8 之間，表示本研究所構建之車輛微觀紓解模式可用來預測符合本研究調查現場幾何型態的路口之序別車輛紓解間距。而進一步觀察本研究所構建之車輛微觀紓解模式，如表 5.73 所示，其可發現以下之結果：

- 1、就停等間距對第一部車輛影響而言，以無機車停等區之直行車道為最大，其係數值為 0.965，其次為有機車停等區以機車停等區後方線為基準線之直行車道，其係數值為 0.5，再來則為有機車停等區以停止線為基準線之直行車道，係數值為 0.304，推論其原因可能為有機車停等區之直行車道，以機車密度為影響車輛紓解間距之最主要因素，導致停等間距對於有機車停等區之直行車道第一部車輛的紓解間距影響相對降低，使得其係數值較無機車停等區之直行車道來的小。
- 2、在設有機車停等區之直行車道，不同基準線之認定，機車密度對第一部車輛之紓解間距所造成的影響亦不同，其中以停止線為基準線之直行車道會大於以機車停等區後方線為基準線之直行車道，即表示在相同的機車密度下，直

行車道第一部車輛通過基準線所需的時是以停止線為基準線大於以機車停等區後方線。

- 3、在第一部車輛紓解間距模式中，其第一部車輛搶先起動變數之係數值為負值，即表示第一部車輛搶先起動行為將會導致車輛紓解間距減少。而於在第二部車輛紓解間距模式中，其係數值則為正值，顯示第一部車輛若出現搶先起動行為，會導致第二部車輛之紓解間距增加，推論其原因可能為當車隊中第一部車輛出現搶先起動行為時，第二部車輛之駕駛人容易產生遲疑或猶豫是否該跟進，導致其紓解間距較無出現搶先起動之車輛大。
- 4、就第一部車輛搶先起動影響因素而言，無機車停等區之直行車道車輛紓解間距模式中，其會對第一部與第二部車輛造成影響；而在有機車停等區以機車停等區後方線為基準線之直行車道車輛紓解間距模式中，僅會對第一部車輛產生影響，推論其原因可能為無機車停等區之第一部車輛出現搶先起動行為時，因前方無機車停等阻礙，其可迅速通過路口，而第二部車輛之駕駛人因面臨是否違規跟進，導致起動時產生遲疑或猶豫而影響其紓解間距；然而有機車停等區之車輛，因受機車停等之影響，可能並未完全通過基準線，或是已通過基準線，但因前方機車尚未紓解完畢，未能迅速通過路口，致使第二部車輛大多不會選擇跟進，因此，第一部車輛搶先起動，並不會對有機車停等區之第二部車輛紓解間距產生顯著影響。
- 5、在有機車停等區以停止線為基準線之直行車道車輛紓解間距模式中，並無第一部車輛搶先起動之變數，推論原因可能為第一部車輛前方有機車阻擋，若要有搶先起動的行為出現，則必須前方機車停等區之機車亦有搶先起動的情形產生，或是機車停等區內只有少數幾部機車而使第一部車輛有機會可以搶先起動，亦或是第一部車輛於停等紅燈期間，就已先違規停等於機車停等區內，因此有機車停等區並以停止線為基準線之直行車道，不易產生第一部車輛搶先起動之行為。
- 6、不同車種組合對紓解間距之影響方面，本研究所構建之直行車輛微觀紓解模式是以小車-小車為基底，分別對大車-大車、大車-小車與小車-大車三種車種組合型態來做比較，綜觀整個模式而言，以大車-大車對紓解間距所造成之影響為最大，其次則依序為大車-小車、小車-大車以及小車-小車，即表示當前車為大車，本車亦為大車時，其車輛紓解間距會最大；而當前車為大車，本車為小車時，其紓解間距會大於前車為小車而本車為大車之車種組合；而當前車為小車，本車亦為小車時，其紓解間距則為最小。



表 5.73 序別直行車輛紓解模式整理

車輛 順序	無機車停等區 (停止線)	有機車停等區 (機車停等區後方線)	有機車停等區 (停止線)
1	$\widehat{DH} = 1.347 + 0.965d_1 - 1.434N + 1.104H$	$\widehat{DH} = 1.85 + 0.5d_1 + 3.522U_s - 2.163N + 1.956H$	$\widehat{DH} = 2.47 + 0.304d_1 + 4.358U_s + 0.759H$
2	$\widehat{DH} = 0.387 + 0.979d_2 + 0.877N + 1.048K_2 + 0.888K_3$	$\widehat{DH} = 1.665 + 0.784d_2 + 1.408K_1 + 1.124K_2 + 0.707K_3$	$\widehat{DH} = 0.606 + 0.702d_2 + 1.645K_1 + 1.355K_2 + 0.961K_3$
3	$\widehat{DH} = 0.356 + 0.923d_2 + 0.841K_2 + 0.784K_3$	$\widehat{DH} = 0.52 + 0.809d_2 + 1.034K_2 + 0.649K_3$	
4	$\widehat{DH} = 0.381 + 0.785d_2 + 1.142K_2 + 0.724K_3$	$\widehat{DH} = 0.429 + 0.818d_2 + 0.967K_1 + 0.732K_2 + 0.6K_3$	
5	$\widehat{DH} = 0.597 + 0.687d_2 + 1.289K_1 + 1.148K_2 + 0.707K_3$	$\widehat{DH} = 0.406 + 0.731d_2 + 1.288K_1 + 1.055K_2 + 0.975K_3$	
6	$\widehat{DH} = 0.513 + 0.685d_2 + 1.272K_2 + 0.748K_3$	$\widehat{DH} = 0.305 + 0.8d_2 + 1.189K_1 + 1.124K_2 + 0.814K_3$	
7	$\widehat{DH} = 0.517 + 0.587d_2 + 1.289K_1 + 1.168K_2 + 0.974K_3$	註：本研究於 5.1.2 節中經檢定結果發現，上述有機車停等區之不同基準線情境於第三部車輛以後，其紓解間距並無顯著差異，故本研究擇取以機車停等區後方線為基準線之情境，構建第三部車輛以後之微觀紓解模式。	
8	$\widehat{DH} = 0.749 + 0.542d_2 + 1.274K_1 + 0.905K_2 + 0.57K_3$		

[註 1]：(\*)為基準線之設定

[註 2]： $\widehat{DH}$ ：紓解間距(秒)

$d_1$ ：第一部車輛停等間距(公尺)

$d_2$ ：車輛停等間距(公尺)

$U_s$ ：機車停等區之機車密度(輛/每平公尺)

$N$ ：1，表第一部車輛有搶先起動；0，表第一部車輛無搶先起動

$H$ ：1，表第一部車輛為大車；0，表第一部車輛為小車

$K_1$ ：1，表該車為大車，其前車為大車之跟車類型；0，表其他

$K_2$ ：1，表該車為小車，其前車為大車之跟車類型；0，表其他

$K_3$ ：1，表該車為大車，其前車為小車之跟車類型；0，表其他

[註 3]：(1)無機車停等區之直行車道之車輛紓解穩定位置位於第八部車輛以後，故構建第八部車輛紓解模式為代表，而其餘紓解趨於穩定之模式則參考第八部車輛之紓解模式。

(2)有機車停等區之直行車道之車輛紓解穩定位置位於第六部車輛以後，構建第六部車輛紓解模式為代表，而其餘紓解趨於穩定之模式則參考第六部車輛之紓解模式。

## 第六章 結論與建議

本研究主要是以微觀的角度探討國內市區號誌化平面交叉路口直行車輛紓解行為，觀察大車及小車之混合車流，不考慮機車車流，僅將機車密度視為影響因素，並探討前後不同車種之差異性，針對不同跟車車種間對微觀紓解模式的影響進行分析，比較有機車停等區之車道與無機車停等區之直行車道兩者間之序別車輛紓解相關因素及其影響程度大小，來構建合乎國內現況之序別直行車微觀紓解模式，以期研究成果與建議可作為未來在車道容量估計與號誌時制設計之參考依據。而本研究所得結論與建議如下：

### 6.1 結論

- 1、本研究利用攝影調查法蒐集直行車道的車流資料，並分為有機車停等區與無級車停等區之直行車道兩種車道型態，針對不同跟車車種間之車種組合型態予以分類，就本車與前車之相對位置作為考量，共分為四種情形（包括大車-大車、大車-小車、小車-大車以及小車-小車）進行紓解特性分析，因此，本研究結果可有助於了解直行車道之車輛紓解特性。
- 2、本研究證實一車隊剛開始不穩定之車輛紓解間距，不管其車種不同，皆會隨車輛停等位置後移呈慢慢的遞減而逐漸趨於穩定之狀況。本研究將車隊分為未達穩定及趨於穩定兩部份，並利用「成對樣本 t 檢定」找尋車隊開始趨於穩定之位置，其檢定結果如下：無機車停等區之直行車道車輛紓解穩定位置點位於第八部車輛以後；而以機車停等區後方線或以停止線為基準線之有機車停等區之直行車道，其車輛紓解穩定位置點皆位於第六部車輛以後。
- 3、針對有機車停等區之直行車道不同基準線設定之整體車輛紓解間距進行檢定，其結果顯示，不同基準線之設定，其整體車輛紓解間距並無顯著差異。而針對不同基準線設定之序別車輛紓解間距進行檢定，其結果顯示，不同基準線之設定，會對第一部車輛與第二部車輛之紓解間距產生影響。
- 4、本研究以統計分析法與圖形判別方式進行相關影響因素之研析，結果得知影響無機車停等區之直行車道車輛紓解行為之主要決策變數為不同車種、不同車種組合型態、車輛停等間距以及第一部車輛搶先起動之行為；而影響有機車停等區之直行車道車輛紓解行為之主要決策變數為不同車種、不同車種組合型態、車輛停等間距、機車密度、機車停等區之縱向長度以及第一部車輛搶先起動之行為。

- 5、無機車停等區之直行車道車輛紓解模式，本研究針對不同車輛停等位置，利用逐步迴歸建立八個車輛紓解模式，其中第一部車輛紓解模式主要受到「不同車種」、「車輛停等間距」與「車輛搶先起動之行為」因素之影響，第二部車輛紓解模式主要受到「不同車種組合型態」、「車輛停等間距」以及「第一部車輛搶先起動行為」因素之影響，其餘車輛紓解模式以「不同車種組合型態」與「車輛停等間距」為主要影響因素。
- 6、有機車停等區之直行車道車輛紓解模式，以機車停等區後方線為基準線之部份，本研究利用逐步迴歸建立六個不同停等位置之車輛紓解模式，其中第一部車輛紓解模式除了受到「不同車種」、「車輛停等間距」與「車輛搶先起動之行為」因素之影響外，再加上「機車密度」之影響，而第二部車輛以後之紓解模式主要則是受到「不同車種組合型態」與「車輛停等間距」因素之影響。而以停止線為基準線之部份，第一部車輛紓解模式除了以「不同車種」、「車輛停等間距」、「機車密度」為主要影響因素外，亦受到「機車停等區縱向長度」之影響，而第二部車輛則與以機車停等區後方線為基準線相同，皆以「不同車種組合型態」與「車輛停等間距」為主要影響因素。
- 7、在機車停等區之機車密度影響因素中，不同基準線之認定，對第一部車輛之紓解間距所造成的影響亦不同，當車密度相同時，直行車道第一部車輛通過基準線所需的時是以停止線為基準線大於以機車停等區後方線。
- 8、在無機車停等區之直行車道，第一部車輛搶先起動會對第一部與第二部車輛之紓解間距造成影響，其中在第一部車輛紓解間距模式中，其係數值為負值，即表示第一部車輛搶先起動行為將會導致車輛紓解間距減少；而在第二部車輛紓解間距模式中，其係數值則為正值，顯示第一部車輛若出現搶先起動行為，會導致第二部車輛之紓解間距增加。而在有機車停等區以機車停等區後方線為基準線之直行車道，其第一部車輛搶先起動僅會對第一部車輛之紓解間距造成影響。
- 9、本研究所構建之直行車輛微觀紓解模式是以小車-小車之車種組合為基礎，分別對大車-大車、大車-小車與小車-大車三種車種組合型態來做比較，綜觀整個模式而言，當前車為大車，本車亦為大車時，其車輛紓解間距會最大；而當前車為大車，本車為小車時，其紓解間距會大於前車為小車而本車為大車之車種組合；而當前車為小車，本車亦為小車時，其紓解間距則為最小。
- 10、本研究所構建之直行車輛微觀紓解模式，其各模式之判定係數( $R^2$ )介於0.5~0.8之間，表示本研究所構建之車輛微觀紓解模式可用來預測符合本研究調查現場幾何型態的路口之序別車輛紓解間距。另外，模式在顯著水準為0.05下，經檢定結果顯示模式紓解間距與實際紓解間距並無顯著之差異性。

## 6.2 建議

- 1、本研究主要是利用攝影調查地方式來蒐集資料，在進行現場調查的工作上必須耗費大量時間，而在資料收集完成後，則須先將影像轉換成靜態圖片，之後再藉由人工方式，計算出每部車輛的紓解間距，其過程亦相當耗時費力，另外，人工的調查方式也容易出现誤差，建議後續研究應以發展更先進之調查系統為輔助，在調查資料上可以達到更高的效率，並有更充分、更精密的資料能供研究，使車輛紓解模式能夠更具有效力。而礙於人力與時間等因素限制的關係，所蒐集之車輛紓解樣本數較少，建議未來可再增加車流資料的樣本數目，以提升模式之可信度。
- 2、本模式之使用環境條件限制多，僅適用在直行專用車道車道寬3公尺之號誌化交叉路口，建議未來可增加其他幾何型態之號誌化交叉路口，並比較不同幾何設計對車輛紓解之影響，以期模式達到更全面的一般化理論。
- 3、本研究主要是以小車與大車之不同車種組合型態來探討車輛紓解情形，並未考量機車對車輛紓解所造成之影響，建議未來可加入機車影響因子，另外，本研究所構建之車輛紓解模式並未探討本車加速度對車輛紓解之影響，而本車加速度越快，則車輛通過路口的時間就越短，顯示本車加速度的快慢，會影響車輛紓解間距的長短，建議未來可加入本車加速度之影響因子，使模式更具代表性。
- 4、本研主要係根據攝影調查法來蒐集車輛紓解資料，因而僅能蒐集到由攝影資料中所觀察量化而得之相關數據，對於駕駛者感認等因素則無法得知，故建議未來研究可利用實車測試的方式進行相關的資料蒐集，使得車流資料能夠更趨完整性。
- 5、本研究主要是採用逐步迴歸分析來構建序別車輛紓解模式，建議後續研究者可嘗試利用其他不同之研究方法來構建車輛紓解模式，以提升模式之預測率。另外，過去文獻指出車輛到達率呈卜瓦松分配(Poisson Distributio)，然而車輛紓解離去率是否呈常態分配亦或呈其他分配型式，則有待後續研究證實。

## 參考文獻

1. 王義川、許添本，「分流市機車交通工程設計」，第四屆機車交通與安全研討會論文集，第 15-28 頁，民國 91 年 11 月。
2. 王慶瑞，「飽和流量與號誌交叉路口容量之研究」，運輸計畫季刊，第十一卷第二期，第 147-176 頁，民國 71 年 6 月。
3. 王郁凱，「機車專用車道車流模式建立之研究」，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班碩士論文，民國 95 年。
4. 交通部運輸研究所，「2001 年台灣地區公路容量手冊」，民國 90 年 3 月。
5. 交通部運輸研究所，「市區號誌化交叉路口容量分析手冊」，民國 87 年 1 月。
6. 交通部運輸研究所，「機車車道寬度與路口疏解型態之研究」，交通部運輸研究所，民國 88 年 7 月。
7. 朱松偉，「左轉車道飽和流率之推估分析」，國立台灣大學土木工程所博士論文，民國 83 年。
8. 何志宏等編著，「號誌化交叉路口飽和車流率之估計」，交通部運輸研究所，民國 83 年 12 月。
9. 李承德，「公車停靠對號誌化路口容量之影響」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 86 年。
10. 沈彥宏，「郊區公路快車道微觀車流模式建立與實證分析」，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班碩士論文，民國 95 年。
11. 林明志，「設置機車停等區對號誌化路口之影響」，國立台灣大學土木研究所，碩士論文，民國 90 年。
12. 林國顯、湯儒彥，「機車專用道車流特性與容量探討」，交通部運輸研究所，民國 91 年 10 月。
13. 林豐博等編著，「台灣地區多車道郊區公路容量及特性研究(一)」，台北，交通部運輸研究所，民國 92 年 4 月。
14. 邱皓政，「社會與行為科學的量化研究與統計分析：SPSS 中文視窗版資料分析範例解析」，五南出版，民國 91 年。
15. 吳明隆，「SPSS 統計應用實務」，松崗電腦圖書資料股份有限公司，民國 89 年 1 月。
16. 吳健生、張書銘、王政彥、劉士豪，「汽機車分流對路口影響之研究」，第四屆機車交通與安全研討會論文集，第 29-36 頁，民國 91 年 11 月。
17. 張家峰，「號誌化路口機車車隊等候長度對混合車道容量影響之研究」，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班碩士論文，民國 93 年。
18. 張瓊文、鄭嘉盈、陳文斌、曾平毅，「衝突左轉停等車紓解行為之初探」，交通學報，第五卷第一期，第 35-52 頁，民國 94 年。
19. 張瓊文、曾平毅、林豐博，「停等車疏解特性與號誌時制設計之關係」，中華民國運輸學會第二十一屆論文研討會論文集，民國 95 年 12 月。

20. 張學孔，「混合車流狀況下右轉流動特性及容量之研究」，國立台灣大學土木工程所碩士論文，民國 71 年。
21. 張維翰，「郊區路段微觀混合車流特性研析與模式建立」，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班碩士論文，民國 95 年。
22. 許添本，「號誌化交叉口容量分析及應用之研究—臨界流動方法之發展」，國立台灣大學土木工程所碩士論文，民國 69 年。
23. 許添本、簡正銓、王義川，「直行機車停等專用區紓解特性之研究」，中華民國第二屆機車交通與安全研討會論文集，第155-164頁，民國87年10月。
24. 許添本、王義川、林明志，「機車停等區的設計與績效評估」，中華民國第三屆機車交通與安全研討會論文集，第 55-67 頁，民國 90 年 4 月。
25. 陳建旭，「交叉路間距對幹道車流紓解影響之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 87 年。
26. 湯儒彥，「純機車車流路口紓解型態之研究」，中華民國第三屆機車交通安全研討會學術論文集，第 43-54 頁，民國 90 年 4 月
27. 曾平毅、林豐博，「利用飽和疏解率分析號誌化路口車道容量之重新檢視」，中國土木水利學刊，第十七卷第二期，第 363-371 頁，民國 94 年 6 月。
28. 曾平毅、張瓊文、陳文斌，「無衝突左轉停等車之紓解特性」，運輸計畫季刊，第三十五卷第二期，第 233-260 頁，民國 95 年 6 月。
29. 劉力銘，「機車在號誌路口混合車流中之紓解特性研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 93 年。
30. 蔣靜宜，「機車專用道飽和流率探討與模擬參數校估之應用」，國立台灣大學土木工程所碩士論文，民國 91 年。
31. 鄭鼎煜，「交叉路口大小車組合車對紓解模式之研究」，淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班碩士論文，民國 94 年。
32. 蔡輝昇、羅彬榮，「國內交叉路口車對紓解時間與車隊間距之特性分析」，運輸計畫季刊，第十五卷第四期，第 545-561 頁，民國 75 年。
33. 顏上堯，「混合車流狀況下市區號誌交叉口車流運轉特性及容量參數之研究」，國立台灣大學土木工程所碩士論文，民國 75 年。
34. Akcelik R., "Traffic Signals: Capacity and Timing Analysis", ARR, No.123, 1981.
35. Branston, D., and Van Zuylen, H., "The Estimation of saturation flow, Effective green time, and Passenger car equivalents at traffic signals by linear regression", Transportation Research, Vol.12, Pergamon Press, London, U.K., 1978.
36. Bonneson, J.A., "Modeling queued driver behavior at signalized intersection", Transportation Research Record 1395, pp.99-107, 1992.
37. Briggs, T., "Time headways on crossing the stop line after queuing at traffic lights", Traffic Engineering Control 18, pp.264-265, 1977.
38. Carstens, R.L., "Some traffic parametera at signalizd intersection", Traffic Engineering 41(11), pp.33-36, 1971.

39. Greenshields, B. D., A. B. Schapiro, and B.S. Ericksen, "Traffic Performance at Urban Street Intersections", Technical Report No.1. Yale Bureau of Highway Traffic, 1947.
40. H.Y. Tong, and W.T. Hung, "Neural network modeling of vehicle discharge headway at signalized intersection: model descriptions and results", Transportation Reserch Part A, Vol.36, pp.17-40, 2002.
41. Lee, J., Chen, R.L., "Entering headway at signalized intersections in a small metropolitan area", Transportation Research Record 1091, pp.117-126, 1986.
42. Leong, H. J., "Some Aspects of Urban Intersection Capacity", Australian Road Reserch Proceedings, Vol 2, Part 1, 1964.
43. Lu, Y.J., "A study of left-turning maneuver time for signalized intersections", ITE J. 54(10), pp.42-47, 1984.
44. Mossavi, M., Tarawneh, M., "Variability of departure headways at signalized intersection", Compendium of Technical Papers, Annual Meeting-ITE, pp.313-317, 1990.
45. Parker, M.T., "The effect of heavy goods vehicles and following behavior on capacity at motorway roadwork sites", Traffic Engineering Control 37, pp.524-531, 1996.
46. R. M. Kimber, M. McDonald, N. Houn, "Passenger car units in saturation flows: concept, definition, and derivation", TRB, Vol. 19, pp.39, 1985.
47. Robert M. Shanteau, "Using Cumulative Curves To Measure Saturation Flow and Lost Time", ITE Journal, Vol. 58, pp.27, 1988.
48. Tac-Hee Lee, "Saturation headways and lost times at signalized intersections", Ph.D. Dissereation, University of Kansas, 1995.
49. Transportation Research Board, Special Report 209, "Hightway Capacity Manual", National Reserch Council, 2000.
50. Webster, F. V., "Traffic Signal Settings", Technical Paper Number 39. London, England: Road Research Laboratory, pp.3, 1958.