

淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班碩士論文

指導教授：范俊海 博士

交叉路口大小車組合車隊疏散模式之研究

A Study of Dispersion Models of Platoon  
Combined Heavy Vehicles with Passenger Cars  
at Intersection

研究生：鄭鼎煜 撰

中華民國 九十四 年 六 月

## 誌謝

光陰似箭，一轉眼~~~我在淡大的日子已經不知不覺過了四年，終於劃下一個完美的句點。最後，我終於完成碩士學業。

人生有起有落，雖然，在碩士求學中，我比別人多晚了兩年畢業，並不代表我不認真，這四年的辛苦與心酸滋味點點滴滴盡在己心中，只有自己能體會。首先，我能完成學業，我要特別感謝我的恩師范俊海教授，求學期間，他總是不辭辛勞耐心指導我，並鼓勵我不要輕言放棄，有磨練才會讓你的人生不同，他也會常說一些佛理及人生道理，及引用一些佛言開啟我，”雖然晚一步，不見的不好，或許退一步，放開點，也許看到的世界更不一樣”。所以，我真的感謝我有這麼好的一位賢師，他讓我的人生變的更有意義不同。另外，還要感謝系上其它老師對我的論文指教與批評，以讓我瞭解問題徵結所在。最後，還要感謝特別來參加我所外口試的曾平毅及陳莞蕙兩位老師，對我的論文指正及建議，讓我的論文更趨完美。

研究所生涯終於結束了，要感謝或許應該是恭喜國群、劍嵐兩位忠貞的老戰友，一起渡過漫長四年的研究所生活，及最後期間一起吃飯玩樂及互相扶持對論文的執著，終於完成論文一起畢業。當然，我最要感謝是我的知心朋友佳琦，時常關心問候及鼓勵我不要輕易認輸，”她說認輸了就什麼都沒有了”，及常找我一起吃飯玩樂及談心事，陪我渡過人生最低落、寂寞的時期，所以我要特別感謝她。此外，我還要感謝我的堂弟庭華，每次陪我辛苦去戶外調查資料，讓我調查資料期間不乏無聊。過來，我要在感謝我的大學同學伯仔(伯霖)、腫老大(啟峰)、fox(嘉育)、豬肉榮(彥廷)及呆佩(佩儀)等人，他們時常關心我並說，”今年到底能不能畢業了啦?”，及偶而上來台北一起吃喝搞笑玩樂及男人心事聊天和籃球鬥牛下壓力的抒發，讓我感受到好朋友的溫暖。So，”You are the best”，但我要跟你們說，我今年真的可以畢業了啦。最後，還要感謝國中同學王龍、仲宇及惠珍關心，及在淡水一起吃飯及喝茶聊天渡過的日子。

當然，我真的要感謝我的家人，沒有他們在背後默默支持及關心，我想我真的撐不到最後。雖然晚了兩年畢業，他們並沒有任何的責罵與怪罪，只有加油打氣及最窩心家人的溫暖。雖然是遲來的畢業，他們依然還是很欣慰及開心。最後，我要把這一本論文奉獻給我的奶奶、父親、母親、姑姑、哥哥及弟弟等我最愛的家人。

運輸管理學系運輸科學碩士班鄭鼎煜 君所提之論文

交叉路口大小車組合車隊疏解模式之研究 (題目),

經本委員會審議，認為符合碩士資格標準。

論文口試委員會 主任委員 曾平毅 (簽章)

陳亮基

范俊海

中 華 民 國 9 4 年 6 月 1 3 日

**論文名稱：**交叉路口大小車組合車隊疏解模式之研究

**頁數：**109

**校系（所）組別：**淡江大學 運輸管理學系運輸科學碩士班

**畢業時間及提要別：**九十三學年度第二學期碩士學位論文摘要

**研究生：**鄭鼎煜

**指導教授：**范俊海

**論文摘要內容：**

由於交叉路口的車輛疏解特性對交叉路口的容量評估影響甚劇，而疏解率(departure rate)的應用常換算成飽和流率，進而推算出理論容量值。因此，車輛疏解特性因素，在整個道路容量與分析中佔了相當重要角色。最近公路容量研究報告中發現飽和流率一直無法在觀察值中達到收斂的極值，近而對過去求算容量的方式產生諸多的疑點。從這些的觀察中，或許回歸到疏解特性的研究，重新檢驗研究的方式。

號誌化交叉路口車流行為當中主要可分為直行、左轉、與右轉，本研究則以探討直行部份分析。而本研究希望採取兩種研究方向來進行調查以及剖析，一是對於混合車流(mixed traffic flow)的觀察方式採取，我們以每個車隊中前後兩輛車作為一組跟車樣本，並將前後兩輛車之車種，將其分類成小車-小車、大車-小車、小車-大車以及大車-大車等四組樣本。之後，了解這四組樣本之跟車疏解特性，並進行觀察不同跟車車種間疏解間距之差異性，以作為後續模式構建之依據。二是了解混合車流之疏解特性，以分析車隊結構之穩定位置求得，作為模式構建之依據。因此，我們將車隊劃分成兩個階段，一為不穩定階段，主要由小車疏解間距及大車效應(heavy vehicles effects)兩個函數，共同預測此階段之車輛疏解時間；二則為穩定階段，分別以平均疏解間距及微觀跟車間距函數預測此階段之車輛疏解時間。之後，我們以組合此兩階段模式，以建構兩種不同之車輛疏解時間預測模式，預期得到最佳效果。最後，我們以兩種不同型態之交叉路口，驗證疏解時間模式之合理性及可行性，都可以得到不錯之結果，其統計 MAPE 指標值均在 15%以內，屬於優良預測。

**關鍵字：**疏解率、車輛疏解時間預測模式、大車效應

**Title of Thesis :**

**Total pages :** 109

A Study of Dispersion Models of Platoon Combined Heavy  
Vehicles with Passenger Cars at Intersection

**Key words :** Departure Rates 、 Vehicle Departure Time Forecasting Models 、  
Heavy-Vehicle Effects

**Name of Institute :**

Graduate Institute of Transportation Science, Tamkang University

**Graduate data :** Jun 2005

**Degree conferred :** Master Degree

**Name of student :** Ting-Yu Cheng

**Advisor :** Dr. Chun-Hai Fan

**Abstract :**

Because of platoon dispersion characters at intersections impacting seriously on junction capacity, departure rates are often applied to change into saturated flow rates calculating theoretical capacity. Therefore, it played a quite important role in all the road capacity's analyses. Recently, the research articles of the road capacity found out saturated flow rates converged on the observed data, and there are many problems on the way to calculate capacity in the past. From these findings, maybe it returned the study of departure characters, and renewed to examine the method of the research.

The behavior of traffic flow at the intersection mainly separated into straight, left, right, and we only discussed straight traffic flow. However, we hope to apply two research's aspects to investigate and analyze. Firstly, how the observation methods applied in the mixed traffic flow, we chose forward-backward two vehicles of each platoon as one set of car-following sample, and according to two vehicles' type, we classified four sets of vehicle samples as small-small, heavy-small, small-heavy, and heavy-heavy. Then, we realized the car-following departure characters of these samples, and began to observe the differences of each departure headways types. Secondly, after understanding the departure characters in the mixed traffic flow, we analyzed the platoon structure to get the stable position.

In addition, we divide platoon into two states, one is unstable state, there are major small-car departure headways and heavy-vehicles effects' functions forecasting the vehicle departure time of the state; the other is stable state, we used average departure headway and microscopic car-following headway to predict the vehicle departure time of the state. Then, we combine these two state's models to construct two different vehicle departure time models.

At last, we investigated two different type intersections to validate the rationality and feasibility of our models. We can get some best results, and the statistical MAPE indexes are among 15% , belonging to excellent forecast.



# 目錄

## 目錄

## 表目錄

## 圖目錄

## 第一章 緒論

1-1 研究背景與動機.....	1
1-2 研究目的.....	2
1-3 研究範圍.....	2
1-4 研究方法.....	2
1-5 研究流程及內容.....	3

## 第二章 文獻回顧

2-1 交叉路口車流分析相關文獻回顧.....	5
2-2 車輛疏解特性及理論方法文獻回顧.....	9
2-3 飽和流量.....	13
2-4 總結.....	18

## 第三章 資料蒐集與分析

3-1 調查方式.....	19
3-2 資料收集.....	20
3-3 資料整理與分析.....	22
3-3-1 新莊市思源路口.....	23
3-3-2 台北市忠孝西路口.....	32

## 第四章 交叉路口之車輛疏解時間模式構建

4-1 理論基礎.....	51
4-2 模式構建前分析.....	52
4-3 車輛疏解時間預測模式之構建.....	62
4-4 飽和流量推估模式之構建.....	68
4-5 車輛疏解時間模式之參數校估.....	71
4-6 飽和流量模式之參數校估.....	74

## 第五章 模式驗證與比較

5-1 圖形驗證.....	77
5-2 統計驗證.....	101
5-3 模式一般性驗證.....	106

## 第六章 結論與建議

6-1 結論.....	108
6-2 建議.....	109

## 參考文獻





## 表目錄

表 2-1	國內車流疏解文獻比較.....	8
表 2-2	車流疏解分析方法比較.....	11
表 2-3	各學者所求之穩定車輛紓解間距.....	13
表 2-4	各國飽和流量推估基礎與單位比較.....	17
表 2-5	慢車道混合車流最大飽和流量值.....	18
表 3-1	調查地點一覽表.....	22
表 3-2	思源路口累積疏解車輛數模式.....	26
表 3-3	思源路調查結果表.....	26
表 3-4	四種車隊類型前六輛車平均疏解間距及疏解時間.....	27
表 3-5	車隊前六輛車之車輛疏解間距-車輛順序相關係數比較.....	27
表 3-6	四種微觀跟車類型之平均疏解間距比較.....	30
表 3-7	微觀分類不同車種顯注之變異數分析.....	30
表 3-8	飽和流量、大車比例及平均疏解間距相關係數比較.....	31
表 3-9	大車比例範圍下之飽和流量關係.....	31
表 3-10	忠孝西路累積疏解車輛數模式.....	34
表 3-11	忠孝西路各車道之飽和流量模式.....	35
表 3-12	車道 1-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距之影響.....	36
表 3-13	車道 2-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距之影響.....	36
表 3-14	車道 3-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距之影響.....	36
表 3-15	車道 1 各車隊類型之相關係數.....	37
表 3-16	車道 2 各車隊類型之相關係數.....	37
表 3-17	車道 3 各車隊類型之相關係數.....	38
表 3-18	忠孝西路車道 1-各跟車類型之平均疏解間距比較.....	44
表 3-19	忠孝西路車道 2-各跟車類型之平均疏解間距比較.....	45
表 3-20	忠孝西路車道 3-各跟車類型之平均疏解間距比較.....	45
表 3-21	車道 1-各跟車疏解間距類型之顯注差異分析.....	46
表 3-22	車道 2-各跟車疏解間距類型之顯注差異分析.....	46
表 3-23	車道 3-各跟車疏解間距類型之顯注差異分析.....	46
表 3-24	各車道之飽和流量與車隊平均疏解間距相關性.....	47
表 3-25	各車道之飽和流量與大車比例相關性.....	49
表 3-26	車道2各大車比例範圍下之飽和流量值.....	49
表 3-27	車道3各大車比例範圍下之飽和流量值.....	49
表 4-1	車隊前10輛車各類型車輛疏解間距比較.....	53
表 4-2	車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛車(1).....	54
表 4-3	車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~11 輛車(2).....	54
表 4-4	車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~10 輛車(3).....	55
表 4-5	車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~9 輛車(4).....	55
表 4-6	車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較-車道 1.....	56
表 4-7	車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較-車道 2.....	57
表 4-8	車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較-車道 3.....	58
表 4-9	車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛(1).....	60
表 4-10	車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~11 輛(2).....	60
表 4-11	車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第13~10輛(3).....	60

表 4-12	車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛(1).....	61
表 4-13	車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~11 輛(2).....	61
表 4-14	車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛(1).....	61
表 4-15	模式情境設計.....	66
表 4-16	飽和流量推估模式優缺點比較.....	71
表 4-17	思源路階段一之模式參數較估.....	72
表 4-18	忠孝西路-車道 1 階段一之模式參數較估.....	72
表 4-19	忠孝西路-車道 2 階段一之模式參數較估.....	73
表 4-20	忠孝西路-車道 3 階段一之模式參數較估.....	73
表 4-21	思源路口模式 1 及模式 2 表.....	73
表 4-22	忠孝西路口車道 1 模式 1 及模式 2 表.....	74
表 4-23	忠孝西路口車道 2 模式 1 及模式 2 表.....	74
表 4-24	忠孝西路口車道 3 模式 1 及模式 2 表.....	74
表 4-25	思源路口之飽和流量-大車比例模式校估.....	75
表 4-26	思源路口之飽和流量-車隊平均疏解間距模式校估.....	75
表 4-27	忠孝西路口之飽和流量-車隊平均疏解間距模式校估.....	75
表 4-28	忠孝西路口之飽和流量-大車比例模式校估.....	75
表 5-1	思源路口之模式構建及驗證資料使用資料表.....	76
表 5-2	忠孝西路口之模式構建及驗證使用資料表.....	76
表 5-3	MAPE 評估標準.....	101
表 5-4	階段一模式之平均絕對誤差百分比指標.....	102
表 5-5	模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標.....	102
表 5-6	各車道階段 1 模式之平均絕對誤差百分比指標.....	103
表 5-7	車道 1-模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標.....	104
表 5-8	車道 2-模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標.....	104
表 5-9	車道 3-模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標.....	105
表 5-10	模式一般化適用之條件.....	106
表 5-11	幸福路口階段 1 模式之平均絕對誤差百分比指標.....	107
表 5-12	幸福路模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標.....	107

## 圖目錄

圖 1-1	研究流程.....	4
圖 2-1	純汽車疏解示意圖.....	9
圖 2-2	純機車疏解示意圖.....	10
圖 2-3	飽和時相圖.....	14
圖 2-4	累積曲線圖.....	16
圖 3-1	思源路口攝影位置圖.....	24
圖 3-2	車隊通過車輛數.....	25
圖 3-3	思源路口每 10 秒車輛疏解圖.....	25
圖 3-4	思源路口累積疏解車輛圖.....	25
圖 3-5	車隊前兩輛車種對應關係對後續車輛疏解間距曲線比較.....	27
圖 3-6	小車-小車類型之跟車疏解間距散佈圖.....	28
圖 3-7	小車-大車類型之跟車疏解間距散佈圖.....	28
圖 3-8	大車-小車類型之跟車疏解間距散佈圖.....	29
圖 3-9	大車-大車類型之跟車疏解間距散佈圖.....	29
圖 3-10	大車比例與飽和流量關係比較.....	31
圖 3-11	飽和流量與車隊平均疏解間距關係比較.....	32
圖 3-12	忠孝西路口攝影位置圖.....	33
圖 3-13	忠孝西路口各車道各車隊通過之車輛數.....	34
圖 3-14	忠孝西路口每10秒車輛疏解圖.....	34
圖 3-15	忠孝西路口累積車輛疏解圖.....	34
圖 3-16	車道 1-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距曲線比較.....	36
圖 3-17	車道 2-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距曲線比較.....	37
圖 3-18	車道 3 車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距曲線比較.....	37
圖 3-19	車道 1-小車-小車跟車類型之疏解間距分佈.....	39
圖 3-20	車道 1-大車-小車跟車類型之疏解間距分佈.....	39
圖 3-21	車道 1-小車-大車跟車類型之疏解間距分佈.....	40
圖 3-22	車道 2-小車-小車跟車類型之疏解間距分佈.....	40
圖 3-23	車道 2-大車-小車跟車類型之疏解間距分佈.....	41
圖 3-24	車道 2-小車-大車跟車類型之疏解間距分佈.....	41
圖 3-25	車道 2-大車-大車跟車類型之疏解間距分佈.....	42
圖 3-26	車道 3-小車-小車跟車類型之疏解間距分佈.....	42
圖 3-27	車道 3-大車-小車跟車類型之疏解間距分佈.....	43
圖 3-28	車道 3-小車-大車跟車類型之疏解間距分佈.....	43
圖 3-29	車道 3-大車-大車跟車類型之疏解間距分佈.....	44
圖 3-30	忠孝西路各車道跟車類型之平均疏解間距比較.....	45
圖 3-31	車道1-飽和流量與車隊平均疏解間距對應關係圖.....	47
圖 3-32	車道2-飽和流量與車隊平均疏解間距對應關係圖.....	48
圖 3-33	車道3-飽和流量與車隊平均疏解間距對應關係圖.....	48
圖 3-34	車道2-飽和流量與大車比例對應關係圖.....	49
圖 3-35	車道3-飽和流量與大車比例對應關係圖.....	50
圖 4-1	大車數對前 10 輛車之車輛疏解狀態之影響比較.....	53
圖 4-2	車輛平均疏解間距穩定分析.....	53
圖 4-3	大車數對前 10 輛車之車輛疏解狀態之影響比較-車道 1.....	56

圖 4-4	大車數對前 10 輛車之車輛疏散狀態之影響-車道 2.....	57
圖 4-5	大車數對前 10 輛車之車輛疏散狀態之影響比較-車道 3.....	57
圖 4-6	車道 1 之車輛平均疏散間距穩定分析.....	58
圖 4-7	車道 2 之車輛平均疏散間距穩定分析.....	59
圖 4-8	車道 3 之車輛平均疏散間距穩定分析.....	59
圖 4-9	小車與大車之停等位置-通過路口速度關係比較.....	63
圖 4-10	小車之停等順序-疏散間距關係圖.....	63
圖 4-11	大車之停等順序-疏散間距關係圖.....	64
圖 4-12	模式架構圖.....	65
圖 5-1	車隊 1 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	77
圖 5-2	車隊 2 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	77
圖 5-3	車隊 3 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	78
圖 5-4	車隊 4 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	78
圖 5-5	車隊 5 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	78
圖 5-6	車隊 6 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	79
圖 5-7	車隊 7 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	79
圖 5-8	車隊 8 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	79
圖 5-9	車隊 9 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	80
圖 5-10	車隊 10 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	80
圖 5-11	車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	81
圖 5-12	車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	81
圖 5-13	車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	81
圖 5-14	車隊 14 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	82
圖 5-15	車道 1-車隊 1 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	83
圖 5-16	車道 1-車隊 2 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	83
圖 5-17	車道 1-車隊 3 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	84
圖 5-18	車道 1-車隊 4 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	84
圖 5-19	車道 1-車隊 5 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	84
圖 5-20	車道 1-車隊 6 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	85
圖 5-21	車道 1-車隊 7 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	85
圖 5-22	車道 1-車隊 8 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	85
圖 5-23	車道 1-車隊 9 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	86
圖 5-24	車道 1-車隊 10 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	86
圖 5-25	車道 1-車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	86
圖 5-26	車道 1-車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	87
圖 5-27	車道 1-車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	87
圖 5-28	車道 1-車隊 14 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	87
圖 5-29	車道 1-車隊 15 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	88
圖 5-30	車道 2-車隊 1 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	89
圖 5-31	車道 2-車隊 2 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	89
圖 5-32	車道 2-車隊 3 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	90
圖 5-33	車道 2-車隊 4 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	90
圖 5-34	車道 2-車隊 5 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	90
圖 5-35	車道 2-車隊 6 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	91

圖 5-36	車道 2-車隊 7 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	91
圖 5-37	車道 2-車隊 8 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	91
圖 5-38	車道 2-車隊 9 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	92
圖 5-39	車道 2-車隊 10 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	92
圖 5-40	車道 2-車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	92
圖 5-41	車道 2-車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	93
圖 5-42	車道 2-車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	93
圖 5-43	車道 2-車隊 14 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	93
圖 5-44	車道 2-車隊 15 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	94
圖 5-45	車道 3-車隊 1 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	94
圖 5-46	車道 3-車隊 2 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	95
圖 5-47	車道 3-車隊 3 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	95
圖 5-48	車道 3-車隊 4 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	95
圖 5-49	車道 3-車隊 5 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	96
圖 5-50	車道 3-車隊 6 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	96
圖 5-51	車道 3-車隊 7 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	96
圖 5-52	車道 3-車隊 8 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	97
圖 5-53	車道 3-車隊 9 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	97
圖 5-54	車道 3-車隊 10 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	97
圖 5-55	車道 3-車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	98
圖 5-56	車道 3-車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	98
圖 5-57	車道 3-車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	98
圖 5-58	車道 3-車隊 14 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	99
圖 5-59	車道 3-車隊 15 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較.....	99

# 第一章 緒論

## 1- 1 研究背景與動機

隨著都市發展，人口和機動車輛迅速成長，經濟活動的愈益增強，都市與城際間的運輸需求都急遽的增加，交通運輸的問題不論在硬體的道路實質規劃建設方面，或是在軟體的控制、操作方面都已成為台灣地區首要關切的問題之一。在探討道路容量的量測與推估中，由於交叉口是路網的瓶頸所在，是車輛衝突和延滯最常發生的地點，因此交叉口容量的分析是道路系統容量分析中最重要的課題，尤其是在都市地區，交叉路口多採取號誌控制，所以相對的重要。而且在分析交叉路口容量之前，必需先探討交叉口之車輛疏解特性，以進一步瞭解其特性，做為交叉路口容量分析之依據。

在號誌化交叉路口的各種行車行為中，車輛疏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，而使得路口服務水準降低。由於交叉路口的車輛疏解特性對交叉路口的容量評估影響甚劇，而疏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，車輛疏解特性因素，在整個道路容量與分析中佔了相當重要角色。

在針對交叉路口車輛疏解行為研究中，過去的學者大部份都針對純小客車之穩定疏解率探討，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疏解情況。在運研所的最近公路容量研究報告中發現飽和流率一直無法在觀察值中達到收斂的極值，近而對過去求算容量的方式產生諸多的疑點。從這些的觀察中，或許回歸到疏解特性的研究，重新檢驗研究的方式以及推估的模式。本研究中，我們主要是以觀察大車及小車之“混合車流”，不考慮機車車流，並以微觀的方式分析車隊中大車及小車之疏解行為，進而了解其疏解特性，並得知混合車流之疏解率。

號誌化路口車流行為當中主要可分為直行、左轉、與右轉，本研究則以探討直行部份分析。而本研究希望採取兩種研究方向來進行調查以及剖析，一是對於混合車隊的觀察方式採取，我們以每個車隊中前後兩輛車作為一組跟車樣本，並將前後兩輛車之車種，將其分類成小車-小車、大車-小車、小車-大車以及大車-大車等四組樣本。之後，了解這四組樣本之跟車疏解特性，並進行觀察不同跟車車種間疏解間距之差異性，以作為後續模式構建之依據。二是在於了解混合車隊之疏解特性，及微觀分類之疏解間距特性，我們想以不同的模式及加上不同的疏解特性，構建交叉路口車輛疏解時間預測模式。

## 1- 2 研究目的

號誌化交叉路口研究分析包括的課題極多，牽涉的因素亦廣，且礙於人力和時間，本研究選擇直行流動疏解特性為分析的對象，期待達到下列目的：

- (1)利用實際調查資料分析並釐清大小車組合車隊疏解特性。
- (2)釐清大小車組合車隊疏解特性，進一步構建車流疏解時間預測模式。
- (3)本研究構建車流疏解模式，其研究之成果與建議可做為交通控制平台應用之依據。
- (4)更進一步上，可將其成果應用在容量分析基礎上。

## 1-3 研究範圍

本研究主要是針對號誌化交叉路口，並根據路口型態、車種型態、流動型態定出本研究之範圍如下所示：

- (1)路口型態：主要是以快慢分隔及中央分隔路型為依據。
- (2)車種型態：主要考量以小車及大車為研究對象，暫不考慮機車的影響。  
小車-小客車、小貨車、中貨車  
大車-大客車、大貨車、卡車
- (3)流種型態：主要以直行車道做為調查的依據。

## 1-4 研究方法

### (1) 實際調查方式

本研究是經由人工和錄影設備作現場實地之調查，並利用慢速播放進行分析，以期瞭解每個車隊中大車及小車混合車流之車輛疏解特性。

### (2) 統計理論

在經由上述的調查資料收集之，針對收集得到資料進行分析，以統計上之理論應用在本研究上，以得到適當的模式與結果。

## 1-5 研究流程與內容

本文具體研究內容包括如下：

1. 在確定研究主題與研究範圍下，即著手蒐集國內外相關文獻，瞭解目前發展的情形。
2. 經由人工和錄影設備進行交叉路口上車流攝影調查與蒐集車輛特性資料。
3. 經統計分析瞭解交叉路口大小混合車隊疏解特性後，可以作為模式建立之基礎。
4. 在模式建立上，考慮上述所觀察之交叉口大小混合車隊疏解特性，分別構建不同之模式。
5. 對模式進行驗證及比較之工作，由驗證結果比較觀察模式之差異性，及提供一較佳解釋能力之模式。
6. 最後，提出結論與建議。

研究流程如圖 1-1





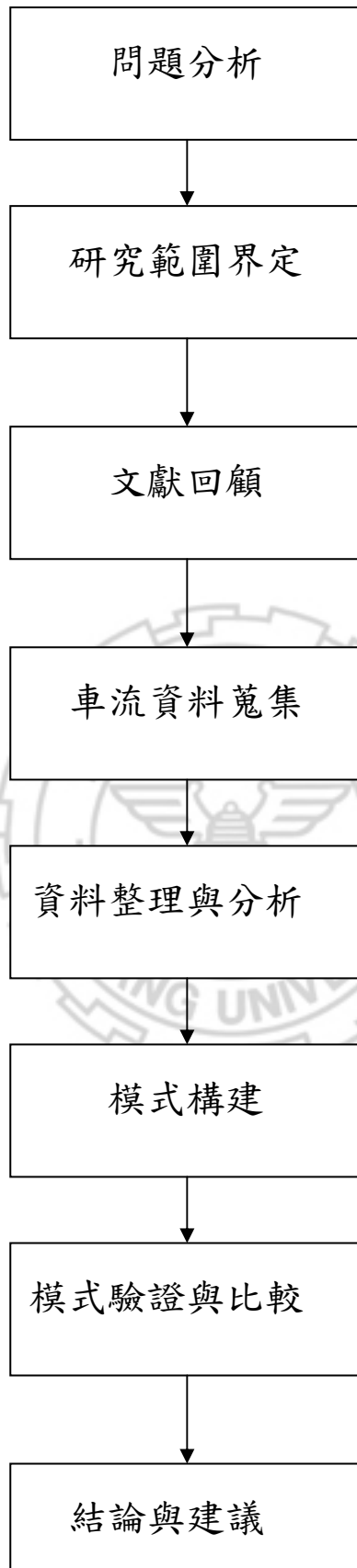


圖 1-1 研究流程

## 第二章 文獻回顧

在本章文獻回顧中，主要分成三個部份來回顧，首先，針對於在號誌化交叉路口車流分析相關文獻回顧，以瞭解過去學者所做的東西，並作為本研究之參考及依據；次之，我們針對交叉路口車流疏解特性及使用之方法論，做一整理回顧及比較；最後，對飽和流量之定義及國內外相關結果，做一詳細瞭解，並作為本研究之參考及依據。在最後，做一文獻回顧的總結。

### 2-1 交叉路口車流分析相關研究

#### A. 國內文獻

1·蘇錦江(民 64)[1]本文先進行分析交叉路口車流現象，進而建立簡易而正確之平面交叉路口混合車交通模擬模式，作為分析研討交叉路口車流行為，得一合理的結果。其模擬結果為：號誌化路口容量單方向每車道 1200 輛/小時，重型車當量 1.3、機車當量 0.5，左轉及右轉當量分別為 1.5，1。

2·許添本(民 69)[2]以流動(movement)為容量分析的基本對象，飽和流量為進行方式，並結合號誌時制及交叉口設計等，整體發展成為臨界流動分析法(critical movement approach)。並推估車隊疏解之平均最小間距在第五部車起動漸近最小，與國外類似，其平均最小間距 1.7 秒。以及左轉專用道，其間距相差約 0.35 秒。

3·張學孔(民 71)[3]利用實地右轉行為特性，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。

4·顏上堯(民 75)[5]在混合車流中，小客車的疏解形式與純汽車流相似，但較小。至於機車疏解率須 12 秒左右穩定。除混合比例低外，一般車流疏解率從 6 秒前就接近穩定。並針對 31 個混合車流的混合比，起動段在 0.02~0.9,飽和段在 0.02~0.66 間，週期混合比在 0.02~0.55 間。在其研究得知可車種實用當量如下：拖車：2.5、大車：1.5、小車：1.0。及針對直行及直行右轉兩種車流，得知起動延滯為 2.5~5.5 秒。

5·金慶松(民 75)[4] 分析並實證左轉流動之交通特性，進而建立直行左轉車道飽和流量分析架構，並實證其結果，此外對左轉流動違規特性做定性與定量之探討。在交通特性中，左專車臨車間距為 4.19 秒。由實證結果得知，所建立之飽和流量與微觀模式，其預測誤差在 18% 以內，且微觀優於巨觀模式。

6·朱松偉(民 83)[9]針對過去飽和流率之推估，都以直行車道為基礎，對於不同轉向之車道，則以直行車單位進行調整，忽略轉向車道之影響，且傳統對飽和流率的調整，不考慮重車與小客車在轉彎之差異，造成飽和流率之錯估。因此針對過去推估飽和流率的觀念進行修正。所以本研究特別針對號誌化路口單左轉專用車道、雙左轉專用車道及左轉直行共用車道之飽和流率推估方法，並進行合理的修正，同時探討其與號誌時制設計之關係。

7·張家豪(民 84)[10]試圖以交叉口安全的觀點，以肇事次數、肇事率、肇事嚴重性、肇事風險、衝突次數以及衝突比例等六項作為交叉口左轉時相設計之安全衡量指標。並藉由這些指標，作為交叉口左轉時相設計之依據。左轉允許時相之每車道對向直行流量為 300 輛、左轉流量為 200 輛；左轉保護且允許時相之每車道對向直行流量為 500 輛、左轉流量為 900 輛；左轉保護時相之每車道對向直行流量為 500 輛、左轉流量為 600 輛。

8·李承德(民 86)[14]本研究利用市區交通系統模擬模式(UTSS)模擬公車於一般車道上進站、停靠及離站之運作行為，據以探討公車停靠對定時號誌化路口容量之影響。並針對近端停靠的車道數、公車退位距、公車到達率、號誌週期及車流機車比等因素對號誌化路口容量的影響。

9·許育齊(民 86)[13]採台灣地區典型之左轉直行共用車道中允許左轉之決策行為之可能影響因素及行為資料，以觀察車輛行為並分析其特性，整理不同的道路情況，左轉車輛的行車行為。最後以類神經網路(Artificial Neural Network;ANN)發展建構出一個模式；另外本研究以模擬方式得出另一種車流資料，進行 ANN 模式建構以佐證實測資料。

10·陳建旭(民 87)[16]探討在號誌化交叉路口中，交叉路口間距之有效停儲長度對幹道車流紓解之影響。由實地之路口觀察可發現，當路口間距過短，極可能發生溢流而造成有效綠燈時間延滯。故本研究分析影響車輛延滯之因素，並以巨觀車流分析之方法描述停等延滯及有效綠燈時間延滯等現象，且將交叉路口間距此因素納入模式考量變數之一。最後，本研究之計算模式為一通用之計算式，並不限定某種特殊狀況方可使用，故可針對各種不同型態的號誌化交叉路口之停等延滯及有效綠燈時間延滯進行分析，並可據此作為判斷該交叉路口間距長度是否適當等之參考。

11·孫信泰(民 87)[15]在於推估衝突左轉車流之容量，研究對象為無左轉專用時相之左轉直行共用車道。以往在進行相關研究時，所使用的調整因子，均是以直行車道小客車為基礎所建立之調整因子值，同時趨向於專用時相之研究，忽略了小客車與機車車流特性的差異與非專用時相對路口之重要性。因此，本研究以小客車與機車為觀測對象，建立衝突左轉車流容量推估程序，並應用 UTSS 模式對號誌化路口進行相關模擬以分析各影響因素間的關係。

12·劉力銘(民 93)[20]對機車車隊疏解特性進行分析，探討疏解並建構模式，根據模式結果與變數之影響，推論機車成為路口亂象的原因，以提出改善建議。本研究進行錄影調查、模式建構、比較各變數與各模式之結果，確認機車在綠燈始亮後 2~4 秒間，疏解率會升至一高峰值；之後下降。直到綠燈亮後 20~40 秒，從

上游放行的機車到達使疏解率稍微上升，至綠燈時相結束止；從每二秒疏解率圖形上亦可區分出此三段。最後，在8.0 公尺寬的混合車道中，機車之實際疏解率最大值應介於8616 輛/小時（信義復興路口北端，機車混合比80%、行駛路肩汽車比0%之狀況）與8695輛/小時（忠孝復興路口北端、機車混合比80%、右轉車比5%、行駛第四車道比20%）之間。

13· 蔣靜宜(民91)[19]於多處機車專用道進行調查，以了解機車專用道車輛疏解情形與推估飽和流率，以為號誌化路口擬定時制計畫與容量分析之依據，並實際操作VISSIM微觀模擬軟體，探討此軟體於模擬台灣地區機車專用道車流之可行性，更可為應用此軟體進行相關機車車流模擬之基礎。實際調查可用車道寬度為1.8m、2.1m、3.0m、3.5m等機車專用道，分析其飽和流量分別為5139 Mcu/hr/lane、7432 Mcu/hr/lane、8255 Mcu/hr/lane與10546 Mcu/hr/lane，具有車道愈寬，飽和流量愈高的趨度。

## B. 國外文獻

1· NICHOLAS V.FINDLER 等人(1997)[24]針對所有的交叉路口是否有必須增設允許/保護左轉時相的需求。因此，發展出一種可適應或且不昂貴之即時決定方法論，針對交叉路口之時相制度，並利用微觀的模擬實驗整合分析號誌時制系統。最後可計算出每個週期內可通過左轉之車輛數。

2· Bruce W. Robinson, Zongzhong Tian等人(1999)[26]，發現飽和車流和路口寬度、轉向比例、交通組成等因素有很大的相關。最後，由本模擬結果，經迴歸分析方法得知一飽和車流推估模式，由路寬、轉向比例、重車及非機動車輛等變數所組成。

3· Michael Kyte, George List(1999)[27]主要針對”所有方向停止控制(all-way stop-controlled, AWSC)”之容量分析理論介紹，而且利用資料的收集來驗證及支持理論之可行性。從所有方向停止控制交叉路口之一方向疏解率，是由另一個方向車輛出現及離去所影響。根據本研究所量測之 20000 輛車頭距，可以分類 5 種衝突例子之等級。本模式可以預測平均疏解車頭距，依據每個衝突例子等級之發生之機率而求之。

4· A.F.AI-KAIAY, J.A.STEWART(2001)[30]主要是介紹一個新的方法，針對號誌化路口保護時相設置之準則，在現今只允許左專運作下依據。此方法在於達到十字路口交通操作之最佳效率。研究範圍針對每個方向只有單一車道之交叉路口，並分析三種不同的交通情境，包含一種強制保護左轉專用道及兩種直行左轉共用車道之情境探討。且利用”專家號誌”套裝軟體分析號誌系統。利用在號誌時制下之基本輸入資料，允許分析者做出決定設置保護左轉時相之最佳結果，進而構建其迴歸模式。

表 2-1 國內車流疏解文獻比較

作者(篇名)	目的	疏解方式	車種	路型
許添本(2)	在某一混和狀況下之飽和流率模式	間距法	大車、小車、機車	中央分隔、快慢分隔
張學孔(3)	快車道右轉流動容量模式、紅燈右轉容量模式、行人干擾右轉容量模式	固定時段法	小客車、機車	中央分隔、快慢分隔
金慶松(4)	直行左轉之巨觀飽和流量模式、微觀飽和流量模式	間距法、固定時段法	大車、小車、機車	中央分隔、無分隔
顏上堯(5)	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	中央分隔、快慢分隔、中央加快慢分隔及無分隔
李承德(14)	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	中央分隔、快慢分隔
孫信泰(15)	每小時的衝突左轉車流容量模式	間距法	大車、小車、機車	中央分隔
陳建旭(16)	探討交叉路口間距對車流疏解模式	佔用道路面積比例法	大車、小車	中央分隔、無分隔
蔣靜宜(19)	機車飽和流量模式	固定時段法	機車	機車專用道
劉力銘(20)	機車在混合車流下之疏解模式	三時段調查法	機車	中央分隔

### C. 小結

回顧以上文獻，可以整理得知如下幾點描述如下：

1. 不管國內外文獻，在路口方面的研究，其實大都從飽和流量及容量深入探討，在流動型態又以直行及左轉車流為主，少數探討右轉車流，至於對車流疏解方面就較少深入分析。
2. 對於研究方式，從早期以模擬方式以獲取所需要的資料，以驗證理論可行，之後，大都以實際調查資料經由統計分析的方式得到相關資訊，例如飽和流量、容量及穩定疏解間距推估結果；或是以兩者相輔相成而找出最好的結果，更正確理論可行性。
3. 對於車種研究，從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，少數探討到大小車混合車流。

## 2-2 車輛疏解特性及理論方法[5][14][16][19][20]

### 一．疏解率及穩定疏解率定義

疏解行為意指為綠燈期間內車輛離開交叉路口之過程，稱為車輛疏解。而疏解率則定義為單位綠燈時間內之車輛疏解數。

穩定疏解率(飽和流率)：為在車輛疏解過程中，車輛疏解率呈現一穩定狀態，直至黃燈亮後，車流疏解漸趨停止，則此車流疏解率定義為一”穩定疏解率”，通稱”飽和流率”，若換算為每綠燈小時則稱為”飽和流量”。

### 二．車輛疏解特性

#### 1．純小客車車流

由於無其它車種干擾，純小客車疏解過程為一平順狀態，其車輛疏解率由小變大，然後又逐漸下降，趨於停止。

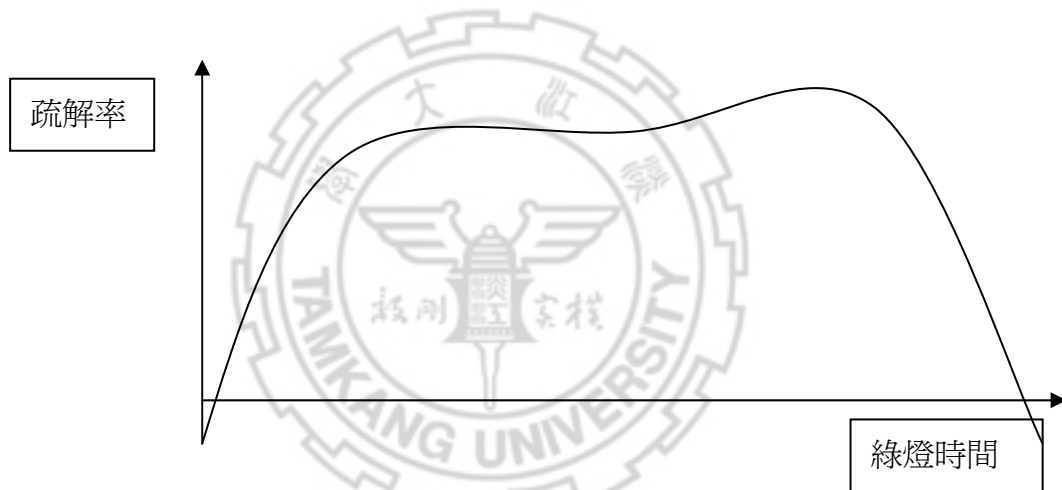


圖 2-1 純汽車疏解示意圖

#### 2．純機車車流

由於機車體積、操作靈活，紅燈時段在路口形成等候線時，通常有向前集中，往橫發展之趨勢，而在綠燈始亮前就已有若干機車起動穿越停止線。通常機車的疏解與汽車不同，機車停等在路口亦不如汽車規律，就疏解特性而言，其疏解過程與汽車類似，疏解率由小變大，然後又逐漸下降，趨於停止，然而機車前段疏解之變化率顯然較汽車之疏解為大，之後疏解率逐漸下降，不像汽車呈現一穩定狀態。

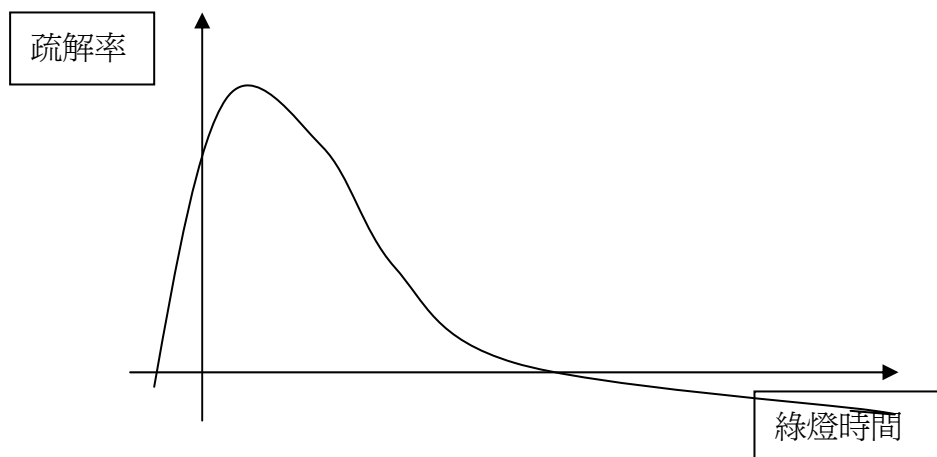


圖 2-2 純機車疏解示意圖

### 3. 混合車流

台灣中央分隔、無分隔的車道及快慢分隔的車道，都屬於混合的車流，然而其車輛間疏解的變化率，若以輛為單位，則介於純汽車與純機車之間，混合車流的疏解與汽機車在交叉口混合停等特性，機車疏解對汽車影響有關，就停等特性而言，若機車在停等時，是靠於汽車的兩側，則疏解時機車一般會靠汽車兩旁疏解，較為穩定，若機車在停等時是交雜汽車隊前後，則疏解時，機車易傾向於側向行駛，使汽車間存有空間，促使其它機車鑽入造成汽機車間的摩擦，降低疏解率，此外機車斜停時，常表示要轉彎或變換車道或靠邊行，此種情況亦增加汽機車之干擾，而降低疏解率，另機車在停等時越線停車，造成違規提早起動，減少起動延滯，增加路口違規的流量。

## 三. 車流疏解分析方式

從文獻回顧看來，針對交叉路口車流疏解過程分析的方法，主要可以分成四類來探討，以下為各方法之理論定義：

### 1. 間距法

屬於微觀法，此方法為測量飽口流率的基本方法，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疏解間距。

### 2. 固定時段法

一般由綠燈亮起，取固定時段 5 秒或 6 秒，記錄車輛疏解數目。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，一般取三秒量則。

### 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

隊疏解時為止；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，計算汽車佔用路面比例為疏解時間及距停止線距離的關係。汽車主要是依跟車原理前進，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 2-2 車流疏解分析方法比較

方法 \ 車種	機車	汽車	混合車流 (汽機車)
間距法	※	○	※
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      [本研究整理而成]

#### 四．影響疏解之因素

影響飽和紓解車輛數的原因可分號誌控制、交通組成、道路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，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) 道路因素

在道路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人行為及環境（如氣候）等。由於駕駛人之行為各有差異，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。

### 五．穩定疏解間距探討

有許多學者已找出穩定之車輛紓解間距，在理想之狀況下，配合綠燈時間及起動延滯時間應可求出不受干擾下之飽和紓解車輛數。各學者所求得之穩定紓解間距如下：

1．蔡輝昇與羅彬榮學者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：紓解第 n 輛車所需之時間

n：車輛等候紓解的順序

由該方程式可知，預測的車隊起動損失時間為 4.42 秒，平均每輛車之紓解時間間距為 2.07 秒

2．許添本學者的研究則指出紓解間距為 1.7 秒。

3．王慶瑞學者的研究中則得出直行小客車、大客車、小貨車、大貨車之紓解間距分別為 1.81、2.54、1.97、2.57 秒。

4．Greenshields 學者調查小汽車疏解車間距，得知其穩定疏解間距為 2.1 秒。

表 2-3 各學者所求之穩定車輛紓解間距

	車種	穩定疏解間距
蔡輝昇與羅彬榮	小客車	2.07
許添本	小客車	1.7
阮義君	大客車	3.6
薛春明	小客車	2.0
趙清山	直行小客車	2.0
	右轉車	2.8
王慶瑞	小客車	1.81
	大客車	2.54
	小貨車	1.97
	大貨車	2.57
李承德	公車(小車-公車)	3.24
	公車(公車-公車)	3.77
Greenshields	小客車	2.1

## 2- 3 飽和流量[3][5][15][16][19][20][21]

### 1.飽和流率定義

飽和流率(saturation flow rate, S)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)。

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，在車隊開始疏解時，因駕駛人反應時間與加速會有起動延滯，無法以最大穩定的疏解率通過路口，所損失的時間稱為起動損失時間(starting lost time)。在疏解 4、5 輛車後，車間距會漸漸趨向一致，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疏解率，而有停止損失時間

(ending lost time)的產生。1958年Webster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，車輛疏解率會較低，而有損失時間(Lost time)，車輛可以一穩定最大的疏解率離去的时间，則稱為有效綠燈時間。在圖中最大的疏解率為飽和流率，疏解曲線下的面積即為在此時相可以疏解的車輛數，假設以一相同面積的長方形來取代此疏解曲線，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(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

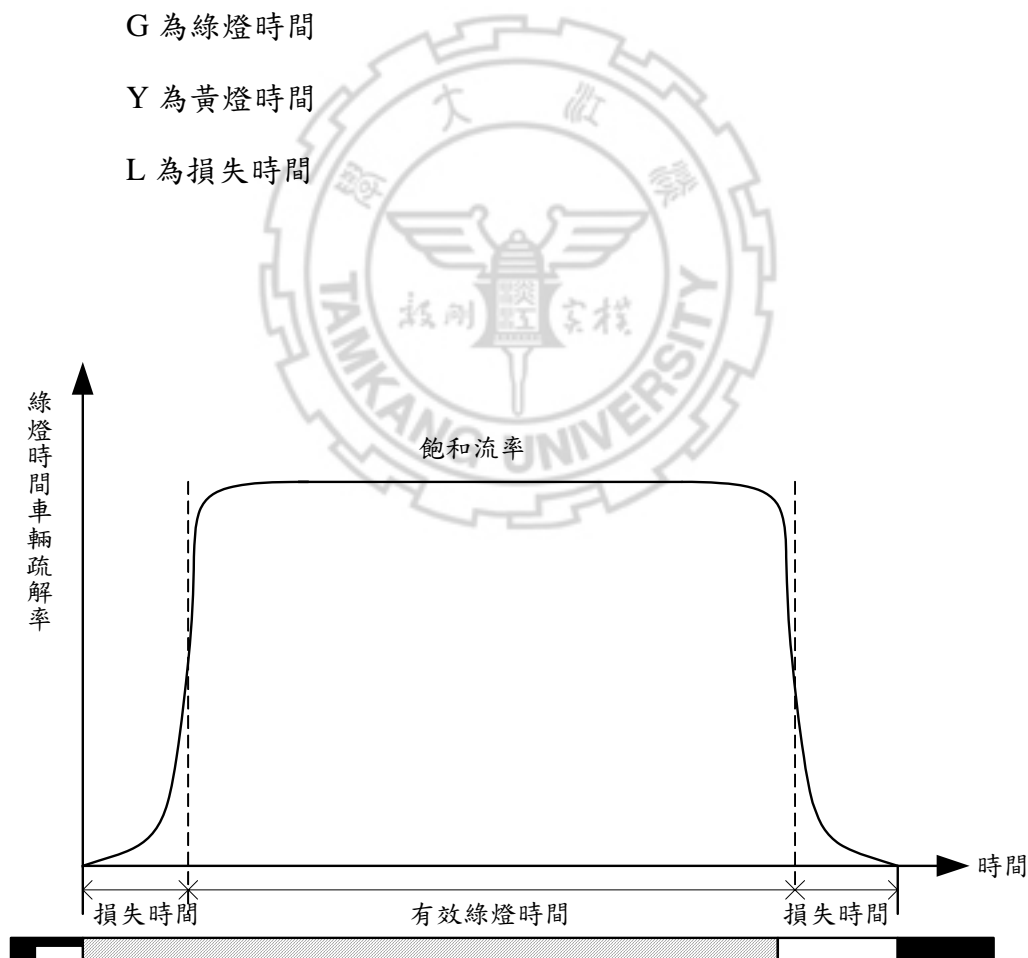


圖 2-3 飽和時相圖

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。1988 年 Robert M. Shantea 將每輛車通過停止線的時間紀錄下來，計算在不同綠燈時間下，已累積疏解的車輛數，之後以固定時間間隔，計算已累積疏解的車輛數，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，(2-1)可以改寫成(2-2)：

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

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，將機車轉換為小客車單位(PCU)來看待。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，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。

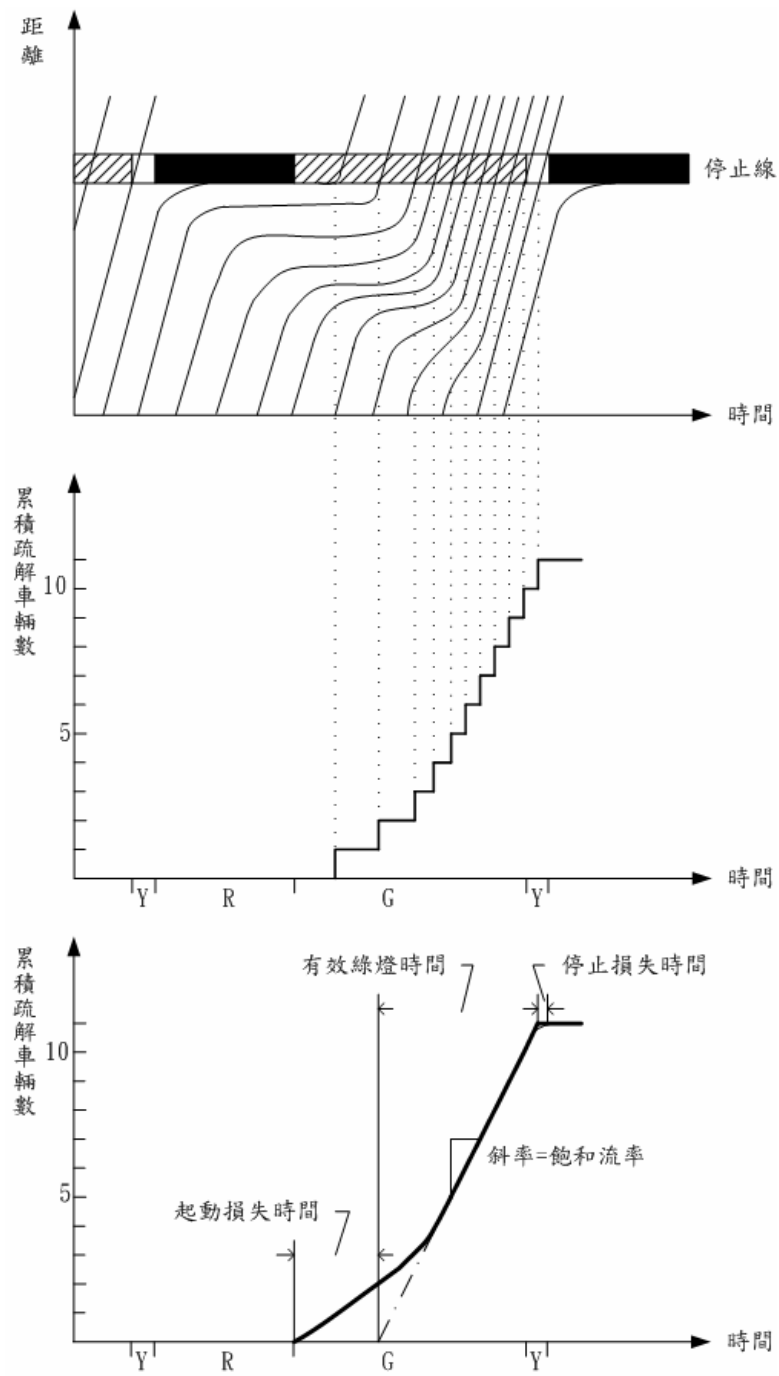


圖 2-4 累積曲線圖

## 2. 影響飽和流率因素[13][15][19]

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。影響飽和流量的因素包括：

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

### 3. 國外飽和流量之推估基礎及調查法

各國對飽和流量推估基礎之異同如表 2-4 所示。表中並比較各國飽和流量基本推估值。各國的研究都指出，飽和流量會同時受車道寬度、路口寬及車道寬的影響。

表 2-4 各國飽和流量推估基礎與單位比較[3][5]

國家	推估基礎	計算單位	基本飽和流量 (3.0~3.5m)
美國	車道群	車輛數/綠燈小時	1800
英國	路口	小客車/綠燈小時	1850
澳洲	車道	車輛數/綠燈小時	1850
瑞典	車道	車輛數/綠燈小時	1700
加拿大	車道	小客車/綠燈小時	1800
南非	車道	車輛數/綠燈小時	1900

#### 4.國內飽和流量回顧

- (1) 郭敏能君[5]對於台北市慢車道混合車流 V-K-Q 曲線的分析，其結果如表 2-5 所示：

表 2-5 慢車道混合車流最大飽和流量值

車道寬(m)	3.5	4.8	6.5
小汽車	1775	2000	2200
機車	5700	7550	11350

- (2) 蘇春明[5]以模擬方法，研究快慢車道的飽和流量，快慢道之值依不同路口型態而有所變化，其值在 1664~1791 小客車/小時。
- (3) 張學孔[3]君經由實際分析快車道飽和流量為 2080 直行小汽車/小時，右轉專用道為 1945 小汽車/小時。
- (4) 周義華君[5]，以模擬模式得出 3.5 公尺寬道路飽和流量為 2160TCU/綠燈小時。
- (5) 王慶瑞君[5]用實際調查資料分析以求各型車種快車道的飽和流量，得 1989 小客/小時，1417 大客車/小時，1827 小貨車/小時，1406 大貨車/小時。
- (6) 蔡輝昇君[5]以疏解間距調查法收集快車道之行車間距資料，並經由迴歸分析之運算，得在 7% 的大型車下，飽和流量為 1740 車/小時。

#### 2-4 總結

回顧了以上文獻，過去研究大多針對純小客車流疏解特性為主，或將大車以小車當量值轉換成其疏解率，或是將汽機車混合車流之個別疏解率探討，並無較詳細針對大車及小車之混合車流疏解特性探討。在傳統上，對於求解疏率的方法大都以模擬方式或以實際調查方式經由迴歸方式得知穩定疏解間距進而求得車隊之飽和流率。最後，本研究是對於混合車流的觀察方式採取以下之分類，以兩輛車為一組微觀跟車樣本，將其分類成小車-小車、大車-小車、小車-大車、以及大車-大車四種跟車疏解間距特性，以進行觀察不同車種間之差異性。二是本研究之重心，即是構建交叉路口車輛之疏解時間預測模式，利用本研究之所探討之四種微觀跟車疏解特性，針對混合車流之車隊進行疏解時間預測模式構建。

### 第三章資料蒐集與分析

本研究調查不同類型之交叉路口型態下大小車混合車流，並針對直進車流疏解情形為主，並利用此調查資料與後續模式結果比較，驗證模式結果之合理性。

#### 3-1 調查方式

##### 1. 車間距之計算方式：

依 1992 年美國交通工程手冊的定義，車間距為兩連續車輛通過道路之某一固定點的時間間隔，車輛的任何一點都可做為觀測之參考點，唯前後車輛的參考點必須一致，如車頭至車頭的時間間隔或車尾至車頭的時間間隔。

(1) Headway：前車車頭與後車車頭經過某一定點之時間間隔。

(2) Gap：前車車尾與後車車頭經過某一定點之時間間隔。

美國 1985 年公路容量手冊計算飽和流率之平均車間距係以等候線第四輛車之後輪通過路口停止線至等候線最後一輛車之後輪通過路口停止線的時間間隔除以其間所通過之車輛數。此種觀測方法僅適用於單一車種的情況，無法使用於多車種組合之平均車間距分析。

##### 2. 車輛之參考點

對於一交叉路口車輛通過基準線之疏解行為中，過去的研究中，針對車輛之參考點大至上有以下三種參考之依據：

- (1) 車頭
- (2) 車尾
- (3) 後輪

##### 3. 基準線設定

在飽和流率的相關文獻中，多數是以停止線做為道路之固定點，亦有以人行穿越道的標線為固定點。

- (1) 停止線
- (2) 行人穿越道

一基線可劃定在路口以測定疏解率，此基線須設在第一部等候車下游約 1 公尺之地點。第一部等候車之位置會隨週期而變，但基線必須固定，所以在設基線時應先觀察在數週期內第一部等候車之位置。

至於測定衝突左轉之疏解率時，基線可設定在左轉車停在路口內等候對向間距之地點的下方，甲車車尾通過基線到乙車車尾通過同一基線的時間為乙車之疏解間距。第一部車之疏解間距從綠燈開始起到該車之車尾通過停止線為止。



#### 4・調查計數方式

一般分成兩種：

(1) 同時性計數(synchround accounting)

適合純小客車流，測算每輛車之車頭距，再換算為飽和流量，符合跟車理論。

(2) 非同時性計數(asynchround accounting)

單位時間內通過之車輛數，包括大車、小車及機車，較適合於混合車流疏解型態。

#### 5・調查地點

(1) 道路型態

(2) 車道數、車道寬

(3) 號誌長度(綠燈、紅燈、黃燈時間長度)

(4) 有無專用號誌時相

(5) 車種組成

### 3-2 資料收集

#### 1・路口調查

為配合研究之需要，本研究採攝影的方式收集車流資料，選擇以天橋或附近大樓屋頂適合高度位置，以能錄影到本研究所需要之車流，並透過時間轉換器(Timer)，將時間附載於錄影帶上，便於觀測與記錄飽和紓解狀況下，每一輛車之車間距。

此外，資料收集時間涵蓋下午至晚上尖峰時段，因該時段之車流量介於中流量與高流量之間，對於樣本的蒐集較佳。

#### 2・觀測方法之確定

觀測飽和流率之觀測方法，一般可分為 TRRL 估算法 (TRRL Counting Method) 以及車間距法 (Headway Method) [13]，前者是以固定時間內所通過的車輛數推估飽和流率，後者則是以紓解一定的車輛數所花費的時間計算飽和流率。兩者最大的差異在於前者是以 vehicles/unit time 為單位，後者是以 time/unit vehicle 為單位。由於 TRRL 估算法無法明確區分小車、大車之差異性，而車

間距法則能夠區別兩者之不同。因此，本研究採車間距法調查飽和紓解狀況下每輛車之車間距。

### 3．調查步驟

1. 調查台北縣市之車輛直行車道，選取適合調查路口，並量測車道數、實際車道寬、道路幾何特性。
2. 拍攝的時間，選擇車流量較多時後，即下午 4 點至 7 點進行拍攝。
3. 在選定調查路口附近尋找置高點或空地，於晴朗的天氣以 Hi8 攝影機拍攝直行車道車輛。
4. 讀取錄影帶資料。

### 4．調查項目

以 Hi8 攝影機拍攝車輛直行車道路口車流疏解情形，以便於能夠重覆讀取資料，調查項目包括：

#### 1．道路幾何特性

- (1) 路口型式。
- (2) 路口車道數、車道寬度。

#### 2．車流疏解特性

- (1) 以微觀方式記錄路口直行車道每輛車通過停止線之疏解時間，以得知每一輛之疏解間距。

#### 3．車輛疏解間距設定與量測

- (1) 基準線：停止線
- (2) 車輛參考點：車尾
- (3) 車輛疏解間距量測：以後面車輛車尾通過停止線之疏解時間減去前面車輛車尾通過停止線之疏解時間，即可得後面車輛之疏解間距。此即為車間距之定義。

## 5·路口選取因素

由於本研究主要探討直行車道大小車混合車隊疏解情形的影響，為避免其他因素的干擾，因此調查路口必須符合以下原則：

- 1·路口型態選擇為快慢分隔或是中央加快慢分隔之型式，或是受到機車干擾不大之路口。
- 2·鄰近路口無巷道或出入巷道流量極少，以避免進出車輛之干擾。
- 3·近路口有適當制高點或空間可供架設攝影機，以利拍攝作業進行。
- 4·鋪面狀況良好。
- 5·直行車道之運行不會受到其他左轉車流或機車干擾，而能夠順利疏解。
- 7·於幹道上，紅燈時間不會過短，可累積足夠停等車輛數。

## 3-3 資料整理與分析

本研究經勘察台北縣市，選定適當地點，於特定時段進行拍攝，拍攝地點與時間如表 3-1 所示。

表 3-1 調查地點一覽表

調查地點	時間
新莊市思源路-中原東路口 (西向-往五股)	2005/2/25~2/27, 4:30~6:30PM
台北市忠孝西路-館前路口 (西向-往三重、新莊)	2005/4/1~2005/4/2, 4:30~6:30PM

在此節中，我們調查的路口如上表 3-1 所示，由於本研究調查之對象限於小車及大車兩種及適當的大車比例兩個因素，所以選擇這兩個適當之交叉路口。接下來，我們就針對這兩個交叉路口所調查之資料進行整理及分析，所以本研究將調查之資料分成五個階段來整理及分析。首先，資料的蒐集完成之後，當然要知道路口之幾何特性及號誌時間基本資料的獲得；第二，我們知道每個車隊疏解特性資料，如飽和流量、延滯時間及單位綠燈下車輛累積數；第三，我們針對每個

車隊之前端車輛車種對後續車輛之分析，以了解車隊前面車輛是否有其相關性，可作為第四章車輛疏解時間預測模式之依據。第四，我們將調查之車輛樣本，依微觀分類組合，分成小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種型式，以觀察不同之跟車車種組合，是否有其差異性。第五，則是針對車隊中之大車比例及車隊平均疏解間距這兩個因素，進行對飽和流量之影響性，做個影響性分析及探討。

### 3-3-1 新莊市思源路口

#### 1. 基本資料

##### (1) 道路幾何資料

- (a)地點：新莊市思源-中原東路口
- (b)車道數：3(快車道數 2，慢車道數 1)
- (c)車道寬度：3.0 m
- (d)分隔型態：快慢分隔

##### (2) 號誌時制

- (a)號誌週期：182s
- (b)綠燈時段：125s
- (c)調查週期數：於下午時段 4:30~6:30PM 調查 48 個週期數。

圖 3-1 為新莊市思源路-中原東路口攝影位置示意圖，及所要調查主要車道(內二快車道)之黑色區域圖。

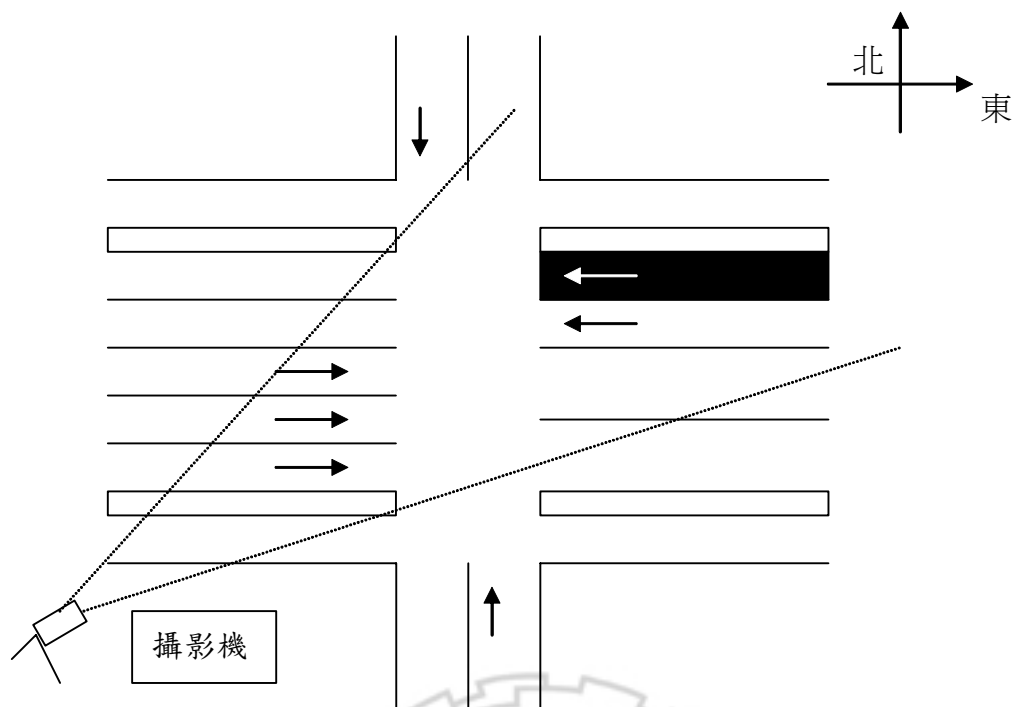


圖 3-1 思源路口攝影位置圖

## 2. 車輛疏解情形

思源路口快車道調查結果如圖 3-2 與 3-3 所示，從圖 3-2 可以看出每個週期每個車隊於路口所通過之車輛數，在此，我們觀察到通過之車輛數，都是以小車及大車混合計算求得，主要是採取以[輛]為觀察單位。從圖 3-3 可以觀察綠燈開始後每固定 10 秒車輛通過數，即可發現車輛開始在 20 秒之後慢慢達到穩定疏解狀態。我們將圖 3-3 繪製成累積曲線圖，如圖 3-4 所示，我們可以推估每單位綠燈時間路口通過之車輛數模式，如表 3-2 所示。

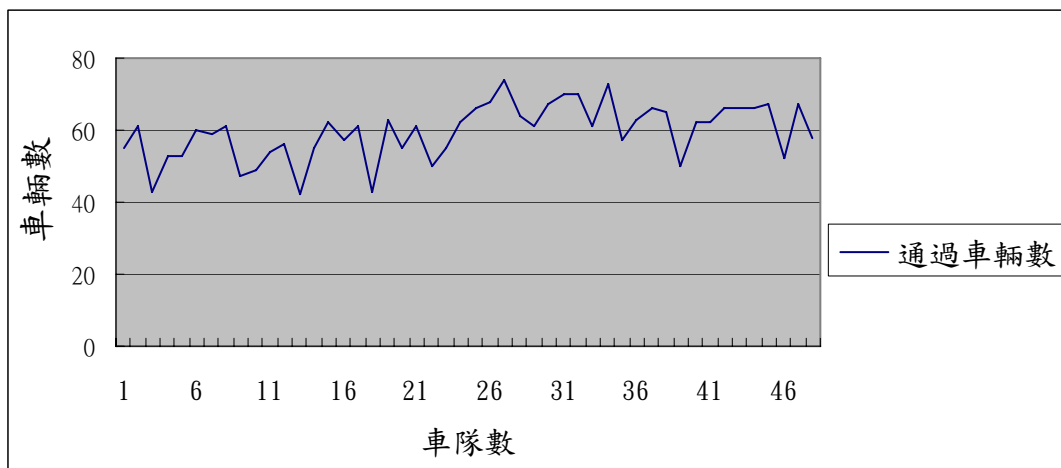


圖 3-2 車隊通過車輛數

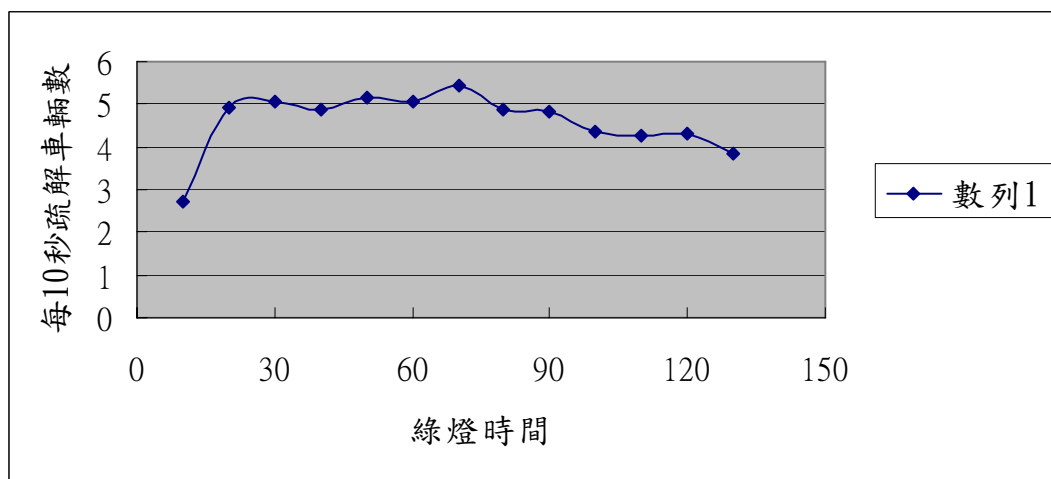


圖 3-3 思源路口每 10 秒車輛疏解圖

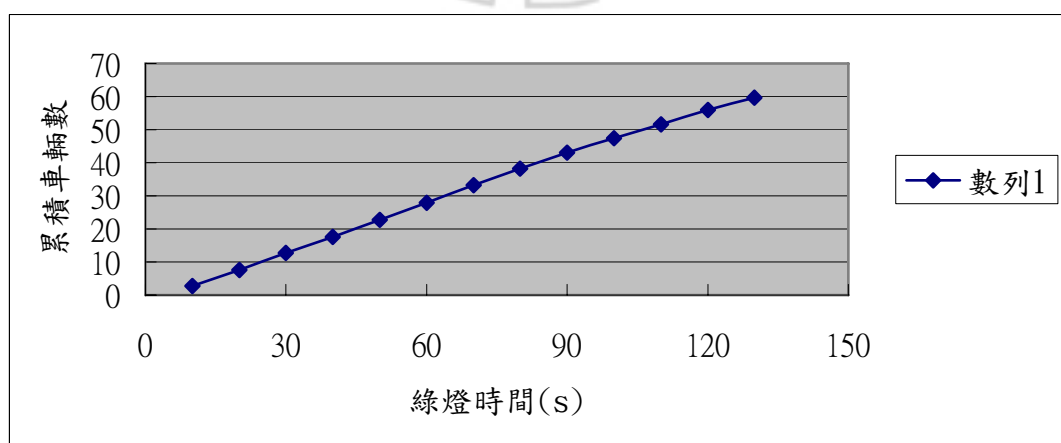


圖 3-4 思源路口累積疏解車輛圖

表 3-2 思源路口累積疏解車輛數模式

累積疏解車輛數模式	$R^2$	標準差
$N(t)=0.483t-1.458$	0.998	0.823

我們推估每單位綠燈時間路口通過之車輛數模式，如表 3-2 所示。

表 3-3 思源路調查結果表

飽和流率 (veh/s/lane)	飽和流量 (veh/hr/lane)	穩定疏解間距(s)	起動損失時間(s)
0.52	1881	1.91	5.63

我們將觀察之 48 個車隊之車輛疏解時間，以線性迴歸的方式，求出其思源路口之快車道之飽和流量為 1881veh/hr/lane，及起動延滯時間為 5.63 秒，如表 3-3 所示。

### 3. 車隊前端車輛探討與分析

我們在觀察一個車隊之疏解行為中，可以發現一個現象，就是車隊的起頭車輛車種若不同，則其車輛疏解時間及起動延滯時間是其差異性，亦即大車疏解時間較長，且起動延滯時間較久，而小車疏解時間較短，起動延滯時間較短。而且大車若在於一個車隊之起頭，其對後續車輛之疏解時間，是比起小車對後續車輛之疏解時間影響甚大。所以不同的車種對一車隊之起頭是有其影響變化性。之後，我們在觀察第二輛之車種與第一輛之車種之組合關係，對後續車輛之疏解情況分析，將它們依據分類為小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種類型之車隊，我們可以發現大車在第一輛或是第二輛，及第一輛及第二輛都是大車之車隊，對後續的車輛疏解行為是蠻大的，其中以連續兩輛都是大車，其車輛疏解行為影響最大。不同之車種型式，其起動延滯是有差異性，且若在車隊之首的話，對後續車輛之疏解行為是有一定之影響。因此，我們觀察到前面六輛車疏解行為來做個探討。從表 3-4 中，我們可以看出不同類型的車隊，對平均疏解間距及疏解時間是有所影響，其中以大車-大車類型的車隊，其每輛車之平均疏解間距高達 3.6 秒，而小車-大車、大車-小車類型每輛車之平均疏解間距也需要 3 秒以上的時間；而小車-小車類型每輛車之平均疏解間距也將近 2.9 秒，我們觀察到前 6 輛通過之疏解時間佔總綠燈時間的比例，從 1/8~1/6 之間，其中以大車-大車類型之車隊為 1/6 最高，小車-小車類型之車隊為 1/8 最低。最後，我們可以得知一個車隊第一、二輛之車種不同及組合關係，對整個車隊是有影響的，不僅影響的是其起動延滯時間、平均疏解間距、飽和流量、疏解時間這些值的變化。

表 3-4 四種車隊類型前六輛車平均疏解間距及疏解時間

類型	平均疏解間距(前 6 輛車)	疏解時間(前 6 輛車)	總疏解時間比例 (%)
小車-小車	2.86	17.19	13.75
大車-小車	3.21	19.28	15.42
小車-大車	3.02	18.14	14.51
大車-大車	3.62	21.73	17.38

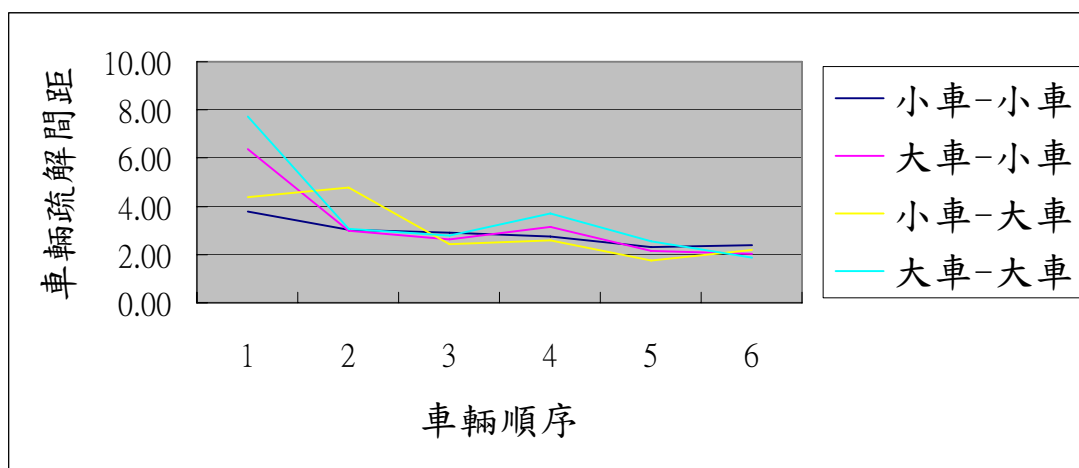


圖 3-5 車隊前兩輛車種對應關係對後續車輛疏解間距曲線比較

表 3-5 車隊前六輛車之車輛疏解間距-車輛順序相關係數比較

類型	相關係數(Pearson)	樣本數(車隊)
小車-小車	-0.41	37
大車-小車	-0.63	5
小車-大車	-0.73	4
大車-大車	-0.75	2

從圖 3-5 可以看出四種類型之車隊之疏解間距-車輛順序之變化，其第一、二輛之車種不同對車隊是有其影響性。我們將四種類型之車隊，以觀察車輛順序與車輛疏解間距是否有相關性存在，從表 3-5 我們可以發現這四種類型車隊之車輛順序-車輛疏解間距呈現一個負相關的存在，證實一個車隊前 6 輛車之疏解間距是跟順序有其相關性。

#### 4. 車隊微觀分類探討與分析

我們將所調查之車輛疏解間距資料，依據跟車型式，以兩輛車為一組資料，並按照車種型式，分類成小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種型



式，分別記錄後面跟車之疏解間距，並從其中觀察不同跟車車種其疏解間距是否有其差異性及四種型式之疏解間距之散佈比較。

#### A. 微觀分類之各型式疏解間距散佈比較

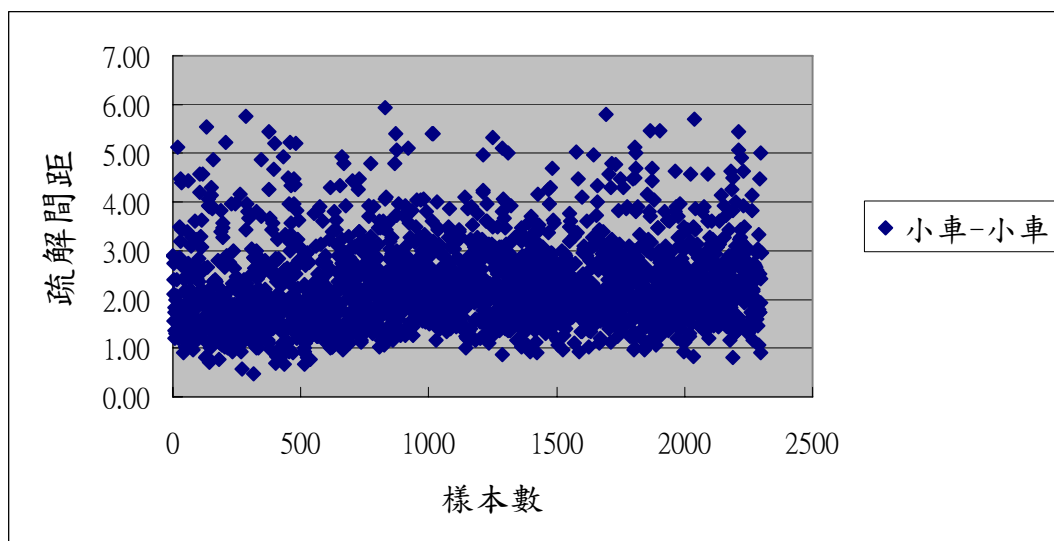


圖 3-6 小車-小車類型之跟車疏解間距散佈圖

從圖 3-6 中，我們可以知道小車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1~6 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 1~3 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-小車類型之平均跟車疏解間距。

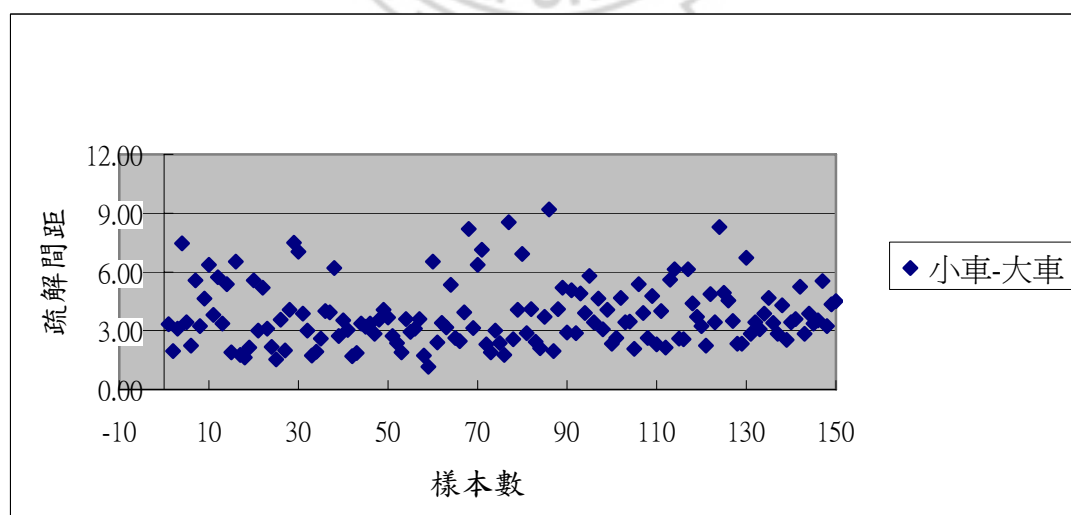


圖 3-7 小車-大車類型之跟車疏解間距散佈圖

從圖 3-7 中，我們可以知道小車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~9 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都

集中在 3~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-大車類型之平均跟車疏解間距。

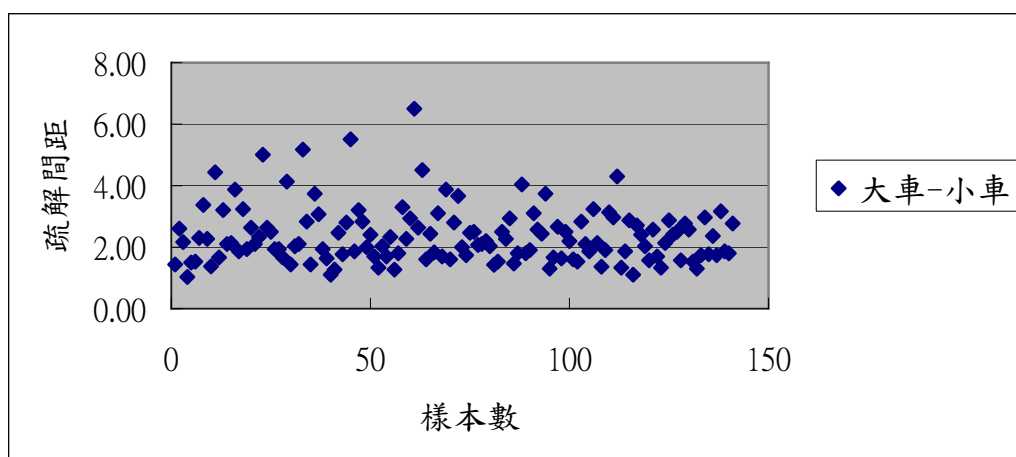


圖 3-8 大車-小車類型之跟車疏解間距散佈圖

從圖 3-8 中，我們可以知道小車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1.5~6 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都集中在 2~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-小車類型之平均跟車疏解間距。

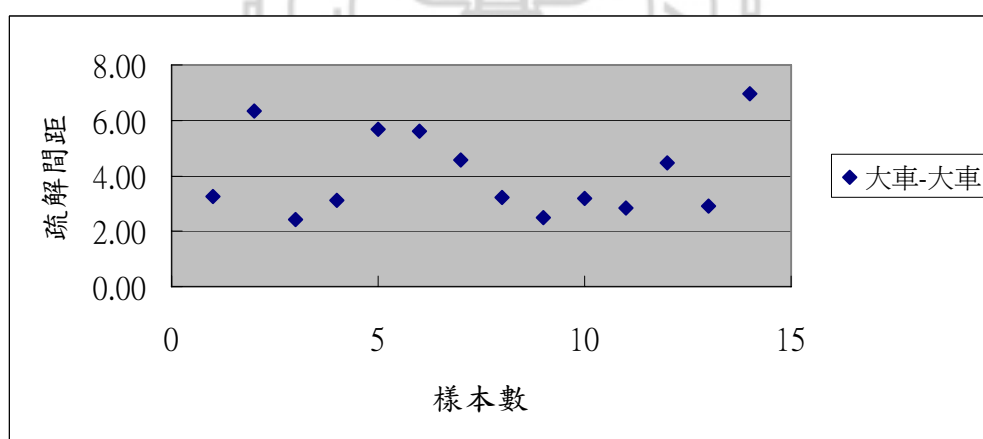


圖 3-9 大車-大車類型之跟車疏解間距散佈圖

從圖 3-9 中，我們可以知道大車-大車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~8 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都集中在 2~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-大車類型之平均跟車疏解間距。

## B. 針對微觀分類車種不同與平均疏解間距是否有顯著不同

上述中，我們知道各車種類型之跟車疏解間距散佈圖，及各類型之跟車疏解間距確定的範圍，就可以求得一確定之平均疏解間距，從表 3-6 可以知道小車小車類型之平均疏解間距為 2.03 秒，而小車-大車類型平均疏解間距為 2.40，小車-大車類型平均疏解間距為 3.77，以及大車-大車類型平均疏解間距為 4.08，可以得知這四種類型之平均疏解間距之差異性，為了更進一步證實車種不同，對跟車之疏解間距之差異是否顯注，所以我們以統計的方法來佐證，並以單因子變異素分析法來證實車種因素對於這四種之平均跟車疏解間距之影響，其差異性是有顯注之不同。

表 3-6 四種微觀跟車類型之平均疏解間距比較

類型	平均疏解間距	樣本數
小車-小車	2.03	2300
大車-小車	2.40	142
小車-大車	3.77	150
大車-大車	4.08	14

表 3-7 跟車車種疏解間距顯注之變異數分析-思源路快車道

變數-跟車車種	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	359.862	3	119.954	141.183	0.000
組內	2213.303	2605	0.850		
總合	2573.165	2608			

從表 3-7 不同跟車車種顯注之變異數分析，我們得知 P-value=0.000 小於 0.05，故拒絕虛無假設，就可以證實跟車車種不同，的確對於平均跟車疏解間距之影響是有顯注之差異性。

## 5.飽和流量影響因素探討與分析

在此節中我們主要探討大車比例與車隊平均疏解間距兩個因素對於飽和流量及之影響性，並找出其中的關係，並在第四章構建其相關模式。一個車隊之大車比例愈大，則飽和流量相對就愈小，而相對車隊平均疏解間也就愈大，這三者之間有密不可分之關係。在此，我們針對分析飽和流量之單位做一定義，我們是以單位綠燈時間所通過車輛數計算求得，其單位為 vehs/hr。首先，我們先分析大車比例與飽和流量關係，我們從表 3-9 中可以看出在一大車比範圍下飽和流量

之關係，其飽和流量隨著大車比例愈高而變的愈低。在從圖 3-10 可以明確看出大車比例與飽和流量之關係圖，呈現一條由左上往右下遞減曲線的趨勢，呈現一負相關之關係。之後，我們在針對飽和流量與車隊平均疏解間距兩者之關係，在從圖 3-11 可以明確看出車隊平均疏解間距與飽和流量之關係圖，呈現一條由左上往右下遞減曲線的趨勢，呈現一負相關之關係。

為了更證實大車比例與飽和流量及飽和流量與車隊平均疏解間距之相關性，我們分別求出 Pearson 相關係數，如表 3-8 所示，其結果如圖 3-10 至 3-11 一樣，呈現一條負相關之曲線，且其兩者相關係數值都為一中度相關，可作為第四章後續模式之構建。

表 3-8 飽和流量、大車比例及平均疏解間距相關係數比較

變數	相關係數	樣本數
飽和流量-大車比	-0.35	48
飽和流量-平均疏解間距	-0.59	48

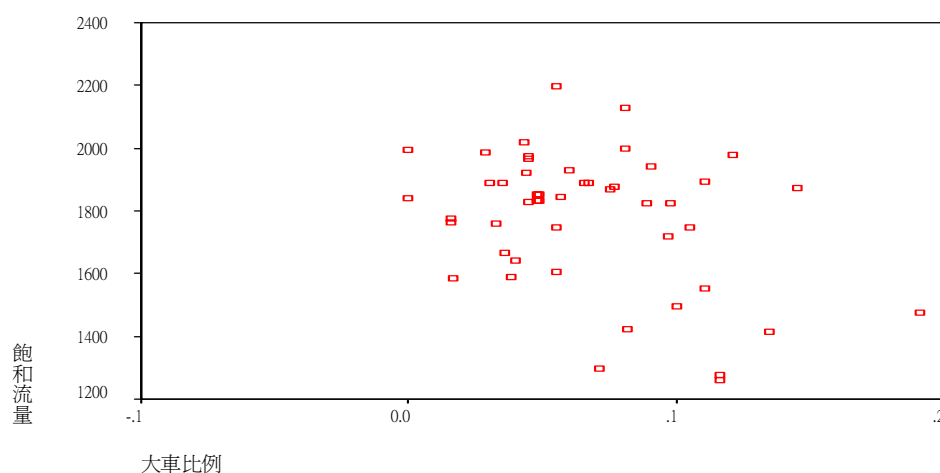


圖 3-10 大車比例與飽和流量關係比較

表 3-9 大車比例範圍下之飽和流量關係

大車比例範圍(%)	0~5	5~8	8~11	11~14	14~20
飽和流量	1880.47	1822.26	1657.46	1408.37	1376.69

從表 3-9 我們可以知道思源路口之大車比例最高在 20% 左右，而且我們觀察在一定大車比例範圍下，可以得到一個平均飽和流量值，會隨著大車比例增加而降低。

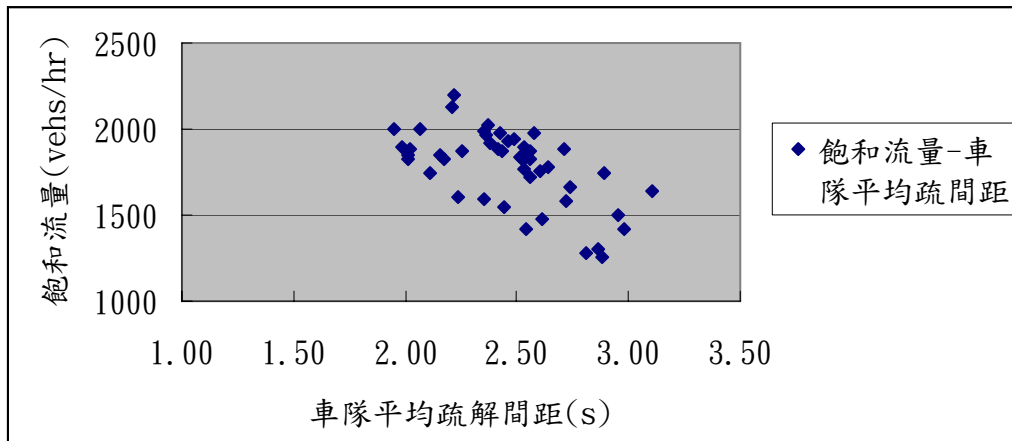


圖3-11 飽和流量與車隊平均疏解間距關係比較

### 3-3-2 台北市忠孝西路口

#### 2.基本資料

##### (3) 道路幾何資料

(a) 地點：台北市忠孝西路-館前路口

(b) 車道數：4

(c) 車道寬度：3.0m

(d) 分隔型態：中央分隔

##### (4) 號誌時制

(a) 號誌週期：200 (s)

(b) 綠燈時段：102 (s)

(c) 調查週期數：於下午時段 4:30~6:30PM 調查 60 個週期數。

圖 3-12 為台北市忠孝西路-館前西路口攝影位置示意圖，及所要調查主要車道(從最內側車道 1 至外側車道 3)之區域圖。

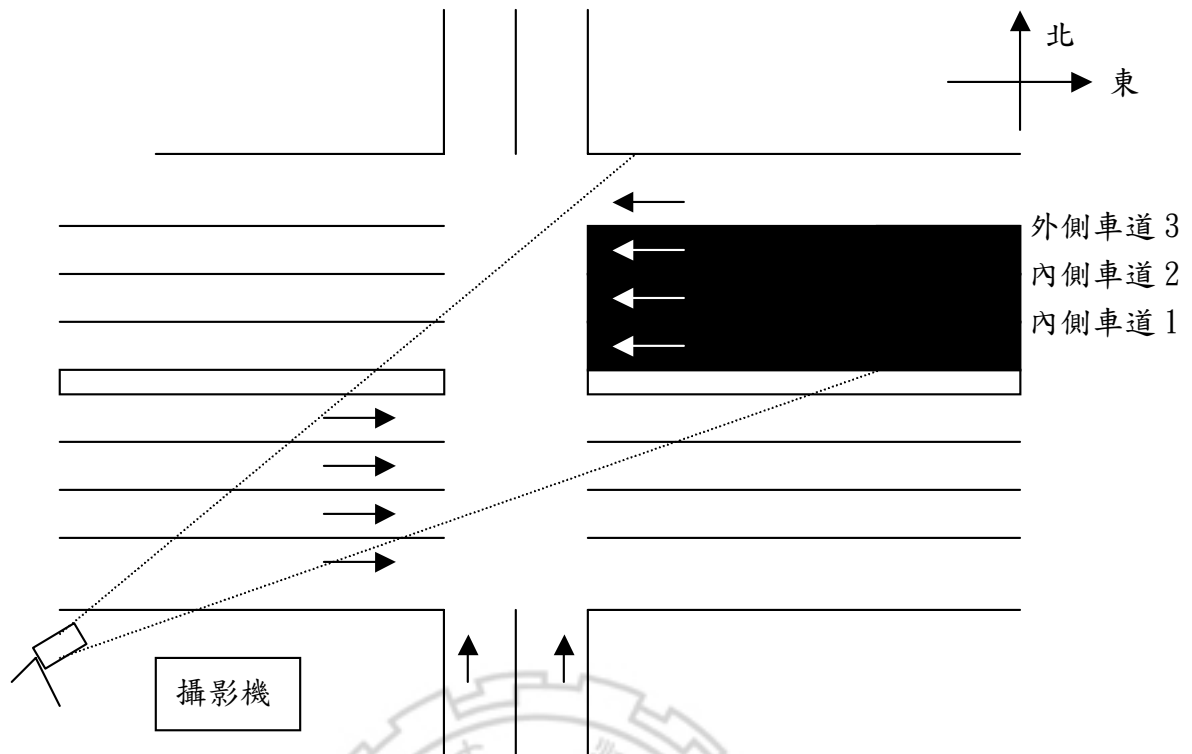


圖 3-12 忠孝西路口攝影位置圖

## 2. 車輛疏解情形

由於忠孝西路口外側車道為右轉加直行車道，所以我們不考慮觀察，而以觀察內側三車道為主，由內而外依序為內側車道 1、內側車道 2 及內側車道 3。忠孝西路口內側三直行車道調查結果如圖 3-13 至 3-15 所示，從圖 3-13 可以看出每個車道每個週期每個車隊於路口所通過之車輛數，其中又以車道 1 通過車輛數最高，其通過車輛平均數為 45 輛；車道二其次，其通過車輛平均數為 42 輛；而車道 3 通過車輛最低，其通過車輛平均數為 30 輛，這跟其車道中大車比例較高的關係有關。從圖 3-14 可以觀察綠燈開始後每固定 10 秒車輛通過數，即可發現每個車道車輛開始在 20 秒之後慢慢達到穩定疏解狀態，而在第 80 秒之後開始遞減。我們將圖 3-14 繪製成車輛累積曲線圖，如圖 3-15 所示，我們可以推估每個車道每單位綠燈時間路口通過之車輛數模式，如表 3-10 所示。

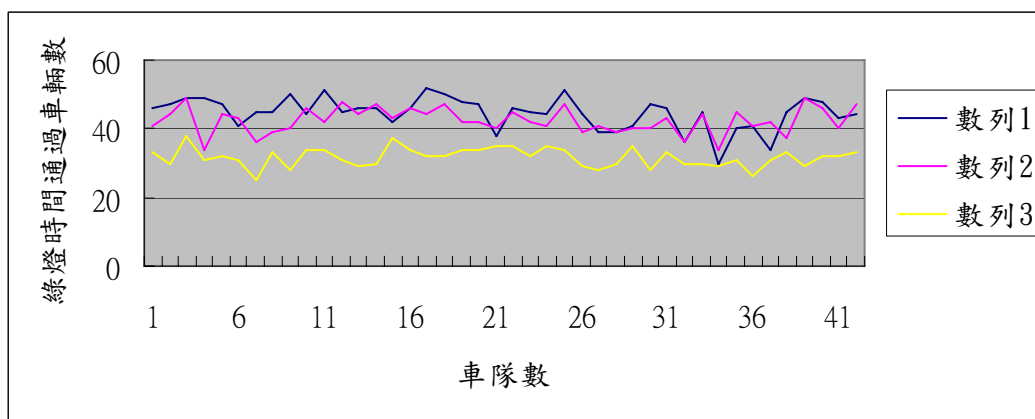


圖 3-13 忠孝西路各車道各車隊通過之車輛數

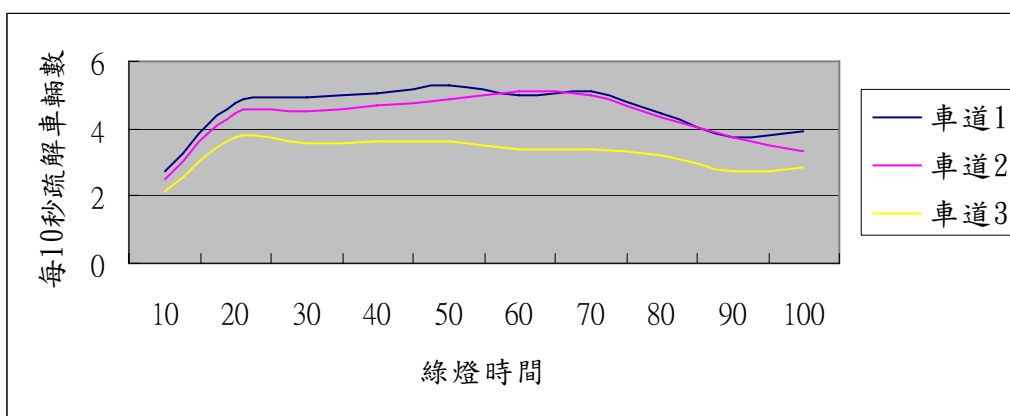


圖 3-14 忠孝西路口每 10 秒車輛疏解圖

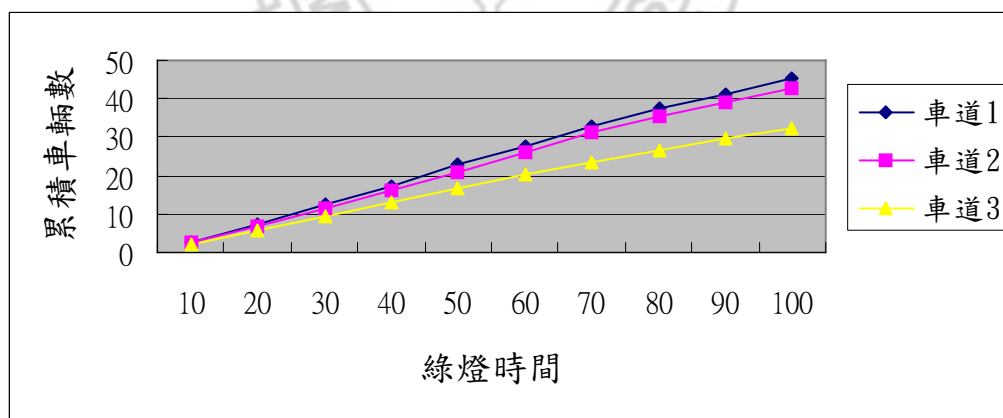


圖 3-15 忠孝西路口累積疏解車輛圖

表 3-10 忠孝西路累積疏解車輛數模式

	累積疏解車輛數模式	R-Square	標準差
車道 1	$N_1(t)=0.484t-1.855$	0.999	0.615
車道 2	$N_2(t)=0.459t-1.979$	0.999	0.654
車道 3	$N_3(t)=0.337t-0.631$	0.999	0.544

表 3-11 忠孝西路各車道之飽和流量模式

	飽和流率 (veh/s/lane)	飽和流量 (veh/hr/lane)	穩定疏解間距 (s)	起動損失時間 (s)
車道 1	0.50	1813.60	1.99	3.66
車道 2	0.48	1727.45	2.08	4.12
車道 3	0.36	1281.60	2.81	2.46

我們將觀察之 42 個車隊之車輛疏解時間，以線性迴歸的方式，求出其忠孝西路口之內側車道 1、車道 2 及車道 3 各車道之飽和流量分別為 1813.60veh/hr/lane、1727.45 veh/hr/lane 及 1281.61veh/hr/lane，其中車道 1 飽和流量最高，車道 2 其次，而車道 3 飽和流量最低。以及各起動延滯時間為 3.66、4.12 及 2.46 秒，如表 3-11 所示。

### 3.車隊前端車輛探討與分析

因忠孝西路口大車比例以車道 3 最高，而車道 2 其次，車道 1 最低。在本研究觀察中，在車道 1 只觀察到兩種類型的車隊如表 3-12 所示，而車道 2 則觀察到三種類型的車隊如表 3-13 所示。從表 3-12 中，我們可以得知車隊之首為大車的話，對平均疏解間距及疏解時間相較於小車大，其中以大車-小車類型的車隊，其每輛車之平均疏解間距高達 3.5 秒，而小車-小車類型每輛車之平均疏解間距也將近 2.9 秒；我們從表 3-13 可以發現車道 2，其中以大車-小車及小車-大車類型的車隊，其每輛車之平均疏解間距高達 3.6 秒以上，而小車-小車類型每輛車之平均疏解間距也有 3.0 秒，相較於車道 1 影響更大，這跟受鄰近車道 3 之影響有關。從表 3-14 可以發現車道 3，其中以大車-大車類型其每輛車之平均疏解間距高達 3.8 秒以上；大車-小車及小車-大車類型的車隊，其每輛車之平均疏解間距高達 3.6 秒以上，而小車-小車類型每輛車之平均疏解間距也達到 3.4 秒，相較於車道 1 與車道 2 影響更大，這跟其本車道之大車比例高有一定關係。

我們在觀察另一個現象，就是每個車道車隊前 6 輛通過之疏解時間佔總綠燈時間的比例，介於 1/6~1/4 範圍之間，其中又以大車-大車、大車-小車、小車-大車這三種類型之車隊佔整個疏解時間高達 1/4，而小車-小車類型之車隊為 1/6，兩者類型差了 1/12，這跟其大車影響有關。最後，我們可以得知一個車隊的第一、二輛之車種，對整個車隊是有影響的，不僅影響的是其起動延滯時間、平均疏解間距、飽和流量、疏解時間這些值的變化。



表 3-12 車道 1-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距之影響

類型	平均疏解間距(前 6 輛車)	疏解時間(前 6 輛車)	總疏解時間比例(%)
小車-小車	2.98	17.89	19
大車-小車	3.45	20.28	21

表 3-13 車道 2-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距之影響

類型	平均疏解間距(前 6 輛車)	疏解時間(前 6 輛車)	總疏解時間比例(%)
小車-小車	3.02	18.10	18
大車-小車	3.57	21.41	21
小車-大車	3.46	20.74	21

表 3-14 車道 3-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距之影響

類型	平均疏解間距(前 6 輛車)	疏解時間(前 6 輛車)	總疏解時間比例(%)
小車-小車	3.39	20.32	20
大車-小車	3.69	22.15	22
小車-大車	3.49	20.94	21
大車-大車	3.82	22.91	23

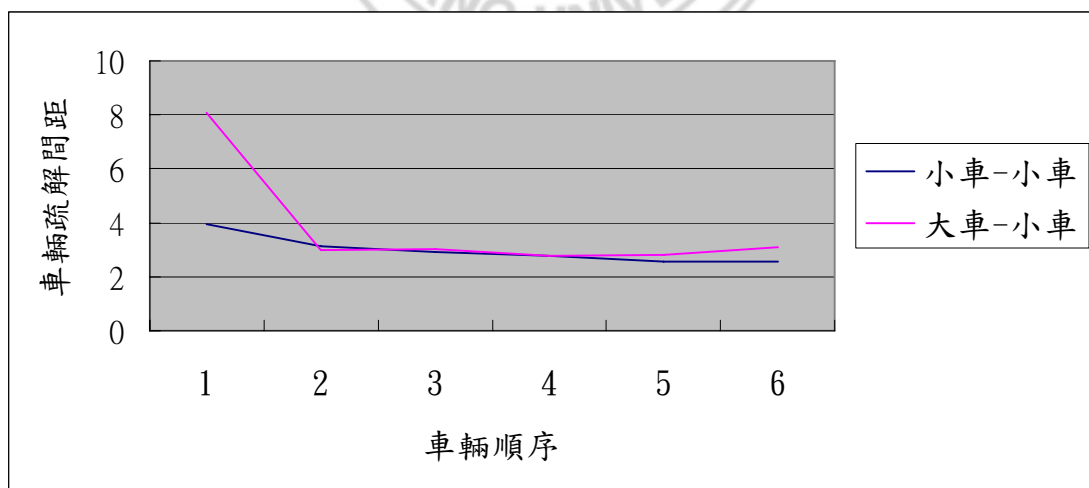


圖 3-16 車道 1-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距曲線比較

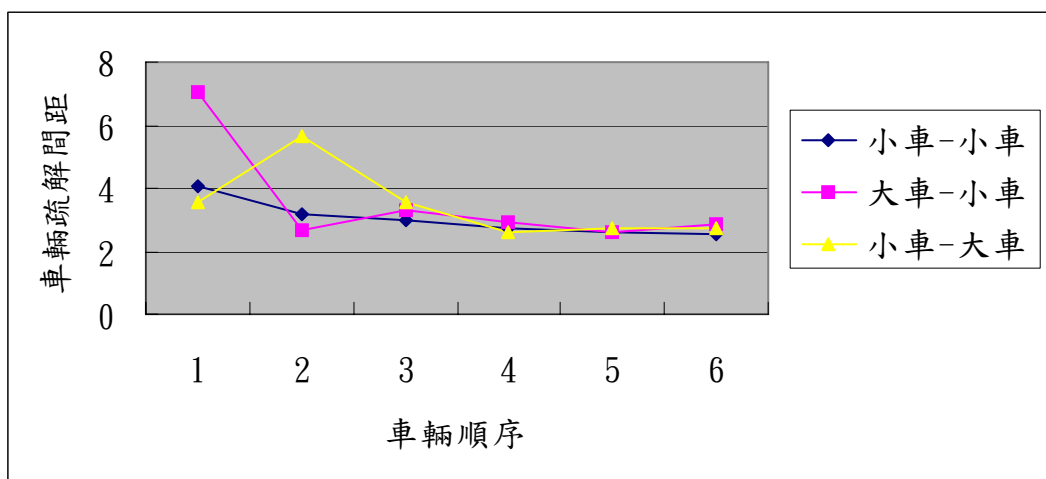


圖 3-17 車道 2-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距曲線比較

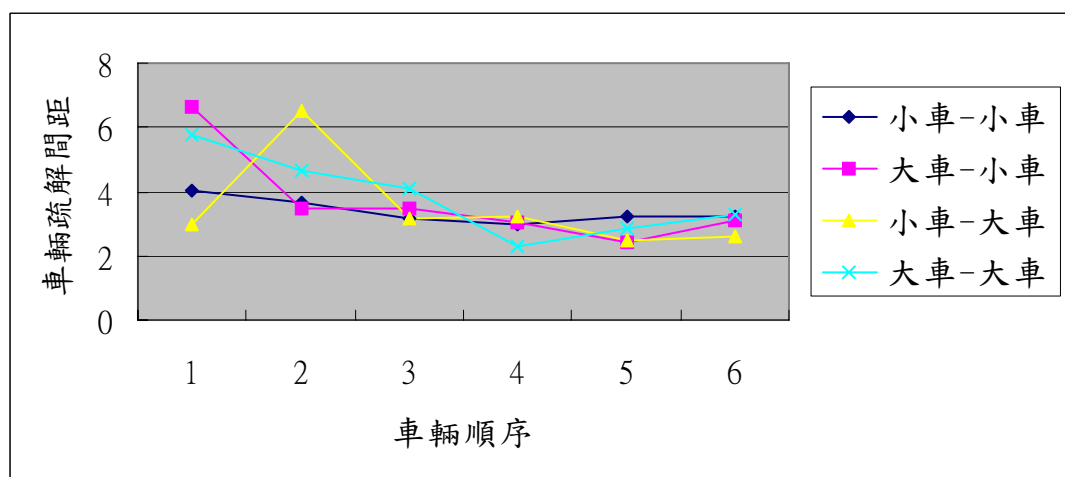


圖 3-18 車道 3 車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距曲線比較

表 3-15 車道 1 各車隊類型之相關係數

類型	相關係數(Pearson)	樣本數(車隊)
小車-小車	-0.45	38
大車-小車	-0.55	4

由表 3-15 得知車道 1 各車隊類型之相關係數值介於-0.4~-0.6 之間，呈現一中度負相關關係存在。

表 3-16 車道 2 各車隊類型之相關係數

類型	相關係數(Pearson)	樣本數(車隊)
小車-小車	-0.39	31
大車-小車	-0.60	6
小車-大車	-0.52	5

由表 3-16 得知車道 2 各車隊類型之相關係數值介於-0.4~-0.6 之間，呈現一中度負相關關係存在。

表 3-17 車道 3 各車隊類型之相關係數

類型	相關係數(Pearson)	樣本數(車隊)
小車-小車	-0.01	20
大車-小車	-0.63	7
小車-大車	-0.42	7
大車-大車	-0.49	8

由表 3-16 得知車道 3 各車隊類型之相關係數值介於-0.4~-0.7 之間，呈現一中度負相關關係存在，除了小車-小車類型為一低度相關。

從圖 3-16 到圖 3-18 可以看出各車道四種類型之車隊之疏解間距-車輛順序之曲線變化，看其第一、二輛之車種不同對車隊是否有其影響性。從圖 3-16 我們觀察車道 1 兩種類型的曲線，其第一、二輛之對後續車輛的影響性，看出其差異性不大，在觀察車道 2 的情況，其三種類型的曲線，其第一、二輛之對後續車輛的影響性，跟車道 1 情況一樣，三者之差異性並不大。最後，觀察車道 3 的情況，其四種類型的曲線，其第一、二輛之對後續車輛的影響性，可以得知四種類型有一明顯的差性。因此，我們再以觀察車輛順序與車輛疏解間距是否有相關性存在，從表 3-16 至表 3-18 中，我們可以得知各車道各類型車隊之車輛順序-車輛疏解間距呈現一個負相關的存在，其相關係數介於-0.4~-0.6 之間，大部份呈現一中度相關，除了車道 3 小車-小車類型車隊為一低相關。最後，本研究證實一個車隊前 6 輛車之疏解間距是跟順序有其相關性，對後續模式構建思考有另一新的方向。

#### 4.車輛微觀跟車疏解間距分類探討與分析

我們將所調查之各車道車輛疏解間距資料，依據微觀跟車型式，以前後兩輛車為一組資料，並按照車種組合理式，分類成小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種型式，分別記錄後面跟車之疏解間距，並從其中觀察不同跟車車種其疏解間距是否有其差異性及四種型式之疏解間距之散佈比較。以下是忠孝西路各車道之四種型式之微觀疏解間距比較：

##### A.微觀分類之各型式疏解間距比較

###### (1)車道 1

因車道 1 之大車比例較少，所以只蒐集到小車-小車、大車-大車及小車-大車三種跟車疏解間距樣本數，並無大車-小車類型樣本數。從圖 3-19 至圖 3-21 分別是小車-小車、大車-小車及小車-大車三種跟車疏解間距散佈圖比較。

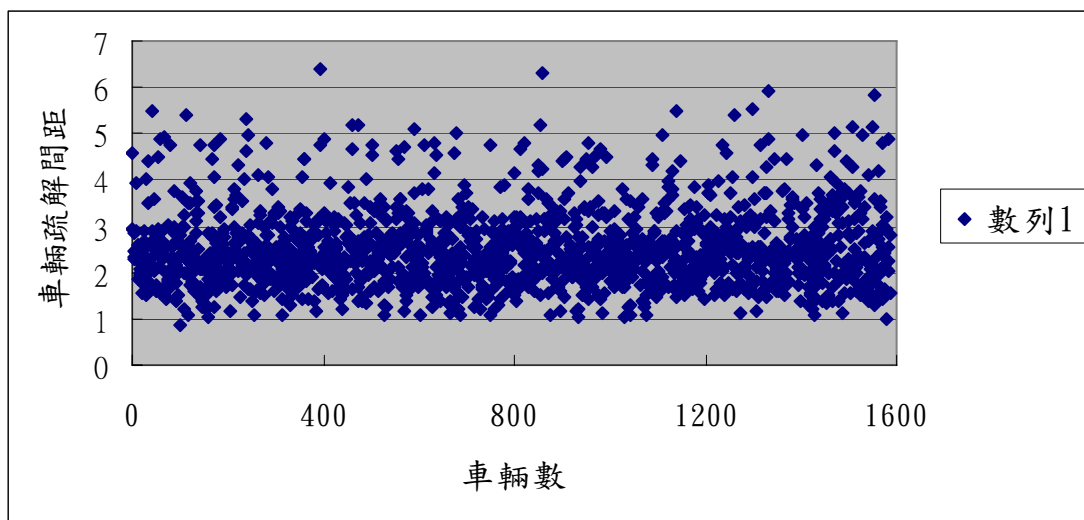


圖 3-19 車道 1-小車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-19 中，我們可以知道小車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1~7 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 1~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-18。

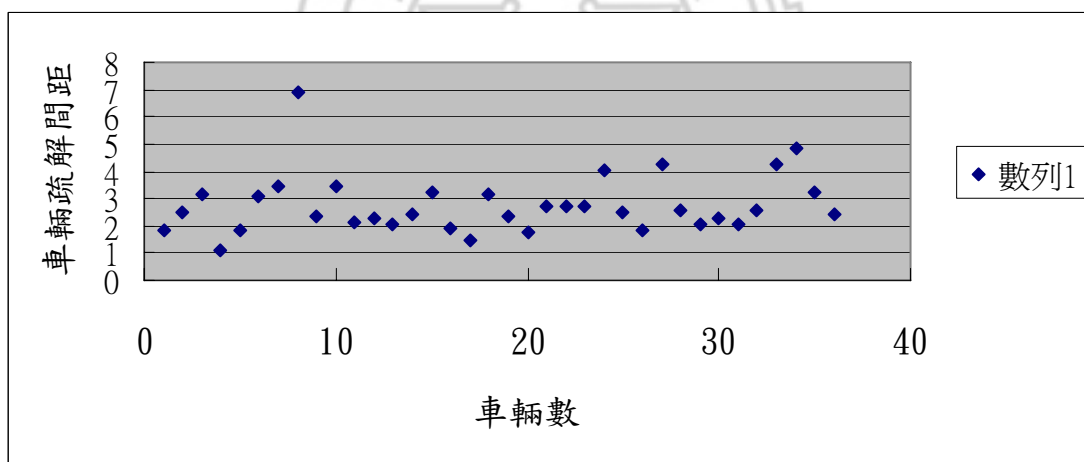


圖 3-20 車道 1-大車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-20 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1~7 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數大車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 1~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-18 所示。

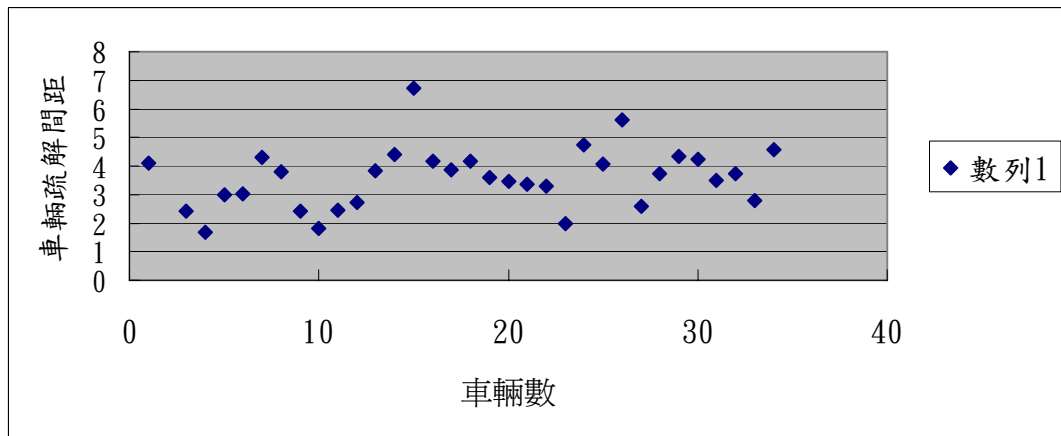


圖 3-21 車道 1-小車-大車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-21 中，我們可以知道小車-大車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~7 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 2~5 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-大車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-18 所示。

## (2) 車道 2

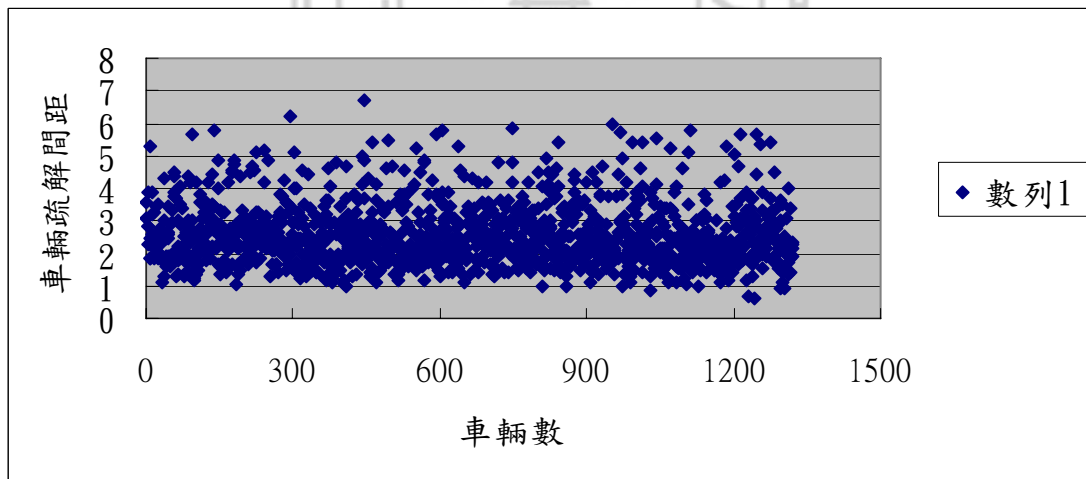


圖 3-22 車道 2-小車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-22 中，我們可以知道小車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1~7 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 1~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-19 所示。

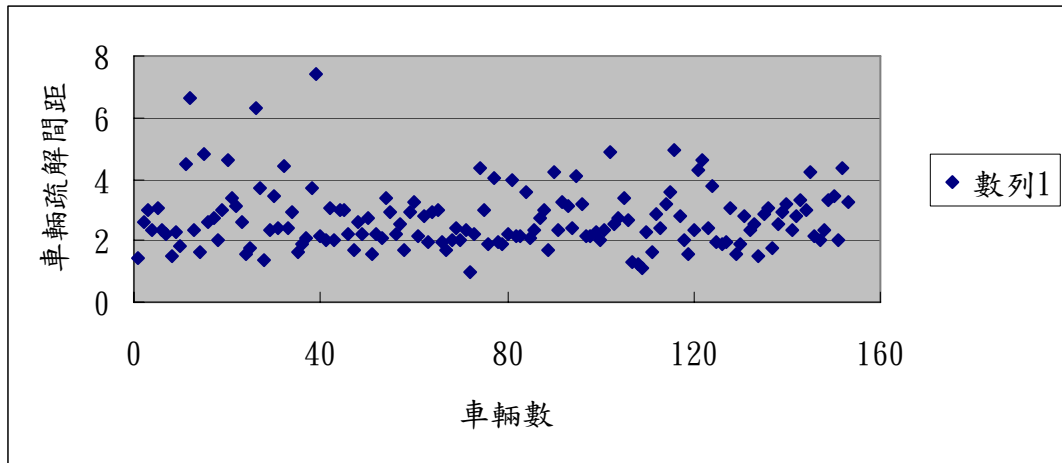


圖 3-23 車道 2-大車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-23 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~6 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 2~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-19 所示。

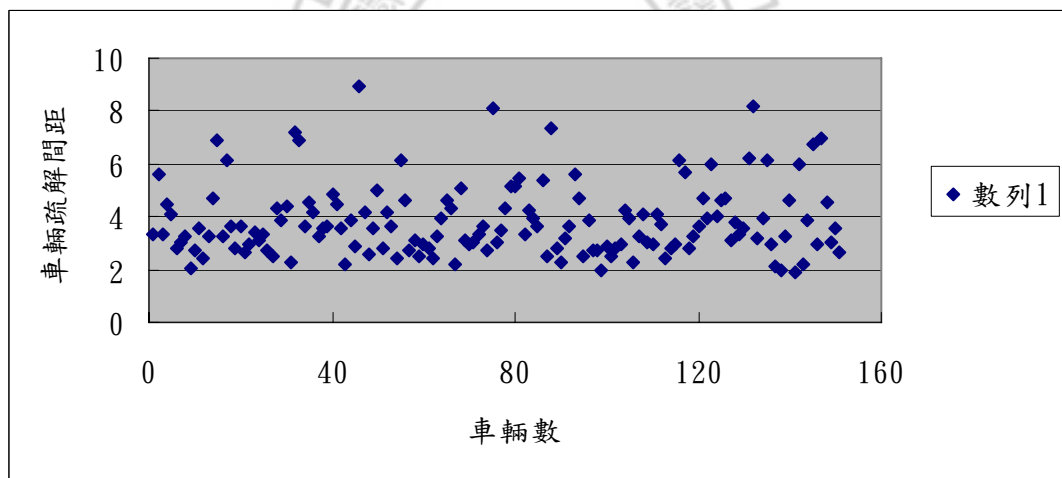


圖 3-24 車道 2-小車-大車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-24 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~8 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都集中在 2~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-大車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-19 所示。

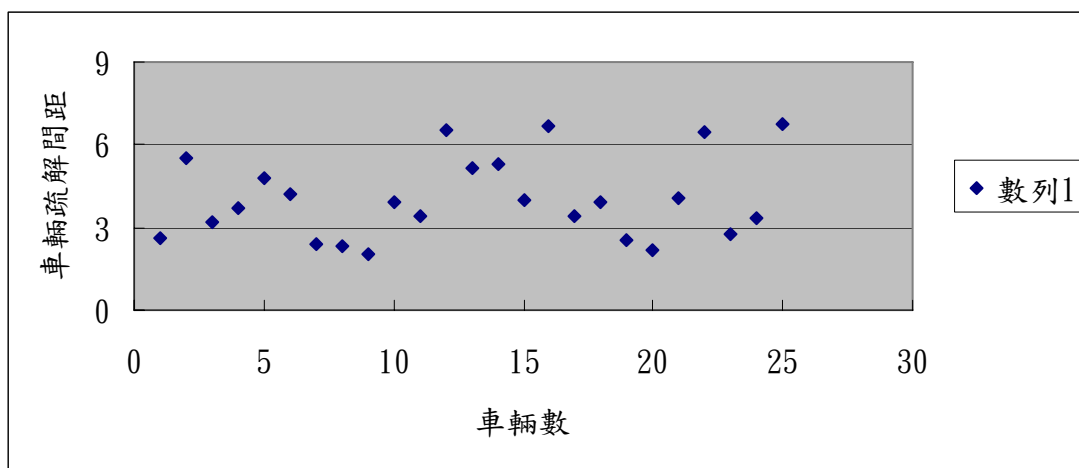


圖 3-25 車道 2-大車-大車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-25 中，我們可以知道大車-大車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 3~7 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都集中在 3~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-大車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-19 所示。

### (3) 車道 3

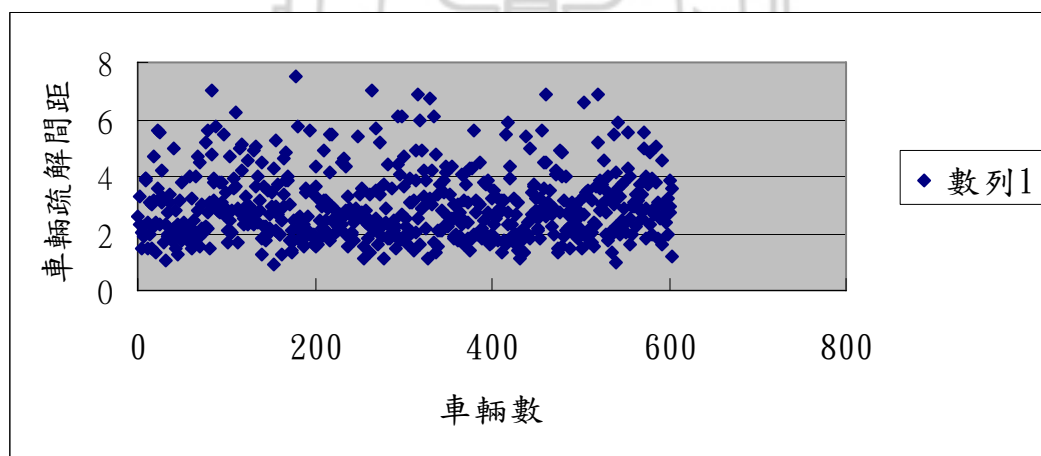


圖 3-26 車道 3-小車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-26 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1~8 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都集中在 1~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-20 所示。

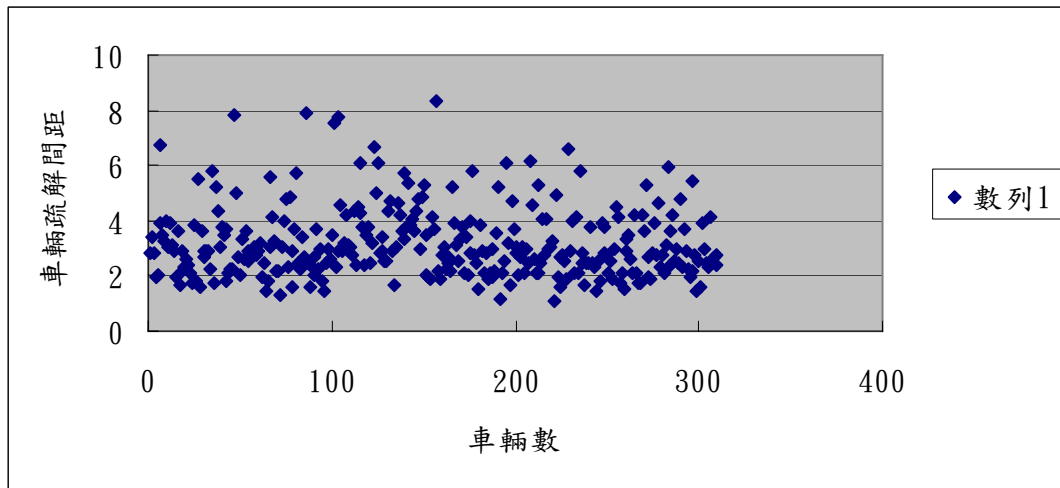


圖 3-27 車道 3-大車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-27 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~8 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數大車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 2~5 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-20 所示。

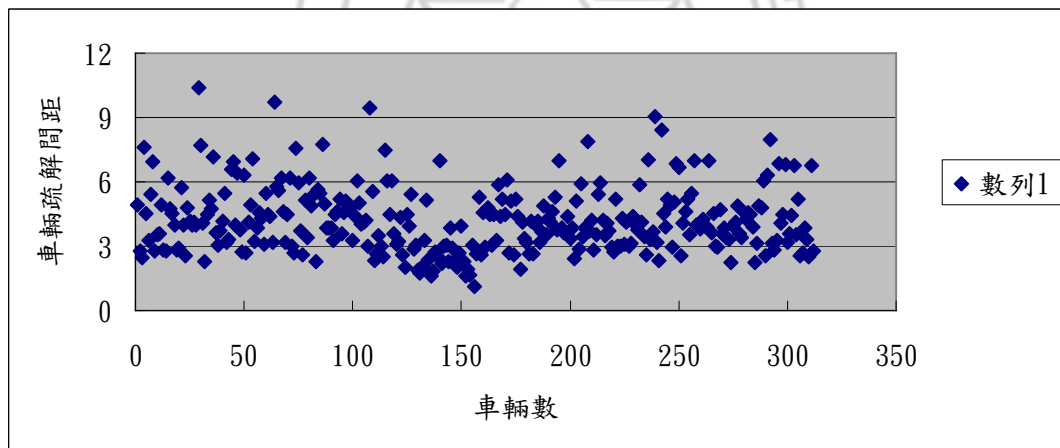


圖 3-28 車道 3-小車-大車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-28 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 3~9 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數大車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 3~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-大車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-20 所示。



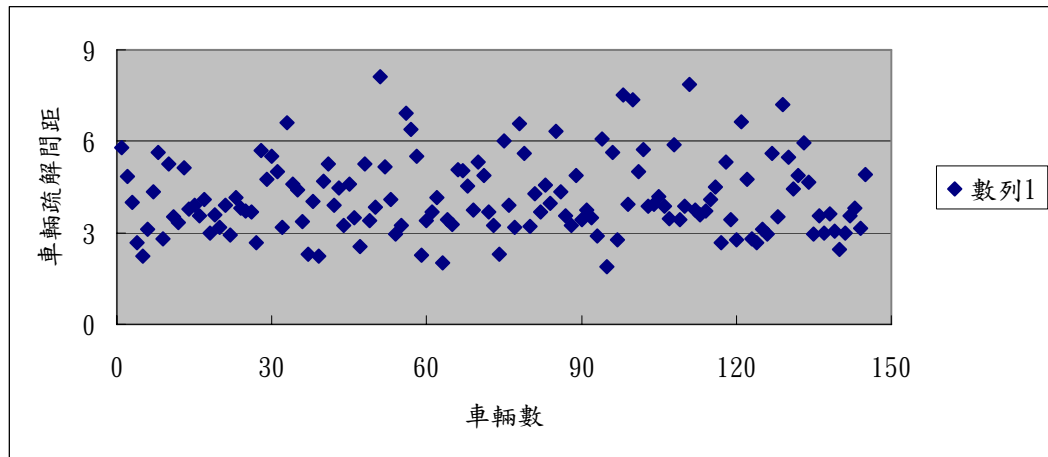


圖 3-29 車道 3-大車-大車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-29 中，我們可以知道大車-大車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 3~9 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數大車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 3~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-大車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-20 所示。

#### B. 微觀跟車疏解間距之車種類型與與疏解間距關係比較

經過上述的調查資料微觀分類及各類型之疏解間距散佈圖形比較，我們大致上可以得知每個車道跟車車種之一確定平均疏解間距，如表 3-18 至 3-20 所示，分別為車道 1、車道 2 及車道 3 之各跟車車種之平均疏解間距之值。從表得知，車道 1 與車道 2 跟車類型之平均疏解間距之差異性很小，而與車道 3 跟車類型之平均疏解間距有些差異，但整體上，其實各車道之跟車類型之平均疏解間距之差異並不是很大，可以從圖 3-30 看出端倪。因此，我們可以定論一微觀分類下之跟車組合，其有一固定之疏解間距，影響其間的因素，跟駕駛人行為及大車比例有關。最後，我們在將忠孝西路口與另一個路口思源路口比較，一樣可以得到兩個不同地區的路口，其各跟車類型之疏解間距差異性不是很大，所以還是有一固定機制存在，這跟其路口型態不同及車道寬有一定相關性。

表 3-18 忠孝西路車道 1-各跟車類型之平均疏解間距比較

類型	平均疏解間距	樣本數
小車-小車	2.13	1587
大車-小車	2.66	36
小車-大車	3.74	34

表 3-19 忠孝西路車道 2-各跟車類型之平均疏解間距比較

類型	平均疏解間距	樣本數
小車-小車	2.18	1322
大車-小車	2.70	153
小車-大車	3.76	151
大車-大車	4.04	24

表 3-20 忠孝西路車道 3-各跟車類型之平均疏解間距比較

類型	平均疏解間距	樣本數
小車-小車	2.46	602
大車-小車	2.93	308
小車-大車	3.82	310
大車-大車	4.11	145

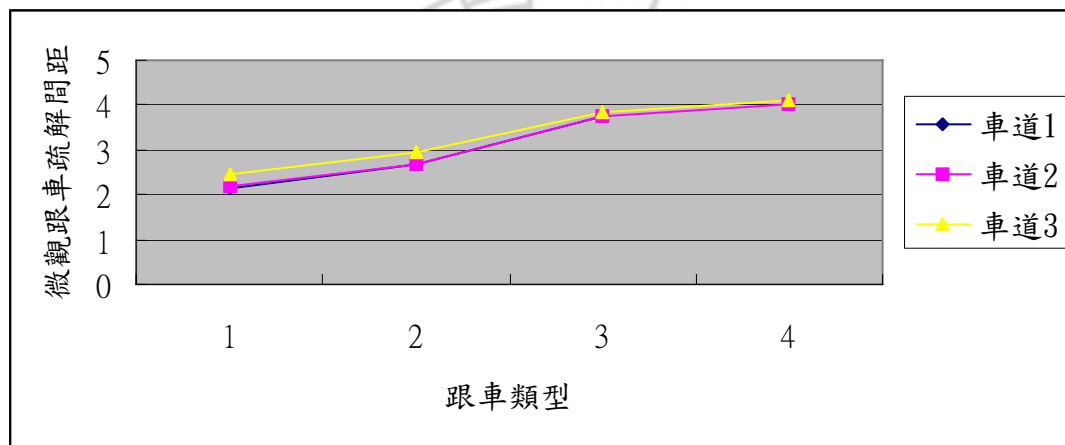


圖 3-30 忠孝西路各車道跟車類型之平均疏解間距比較

為了更進一步證實不同之跟車類型，對其疏解間距是否有顯著之差異性，所以本研究利用單因子變異數分析法，來作為各車道驗證之依據。從表 3-21 至表 3-23 分別是所有跟車疏解間距類型之顯著差異分析表。從表中我們可以知道各車道之跟車疏解間距類型之顯著差異分析之  $P\text{-value}=0.000<0.05$ ，故拒絕虛無假設，就可以證實每個車道跟車車種不同，的確對於跟車疏解間距之影響是有顯著之差異性。

表 3-21 車道 1-各跟車疏解間距類型之顯著差異分析

變數-跟車車種	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	50.474	2	25.237	35.298	0.000
組內	1181.847	1653	0.715		
總和	1232.321	1655			

從表 3-21 不同車種顯著之變異數分析，我們得知 P-value=0.000 小於 0.05，故拒絕虛無假設，就可以證實車道 1 跟車車種不同，的確對於平均跟車疏解間距之影響是有顯著之差異性。

表 3-22 車道 2-各跟車疏解間距類型之顯著差異分析

變數-跟車車種	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	267.306	3	89.102	89.747	0.000
組內	1634.171	1646	0.993		
總和	1901.477	1649			

從表 3-22 不同車種顯著之變異數分析，我們得知 P-value=0.000 小於 0.05，故拒絕虛無假設，就可以證實車道 2 跟車車種不同，的確對於平均跟車疏解間距之影響是有顯著之差異性。

表 3-23 車道 3-各跟車疏解間距類型之顯著差異分析

變數-跟車車種	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	427.455	3	142.485	85.165	0.000
組內	2275.349	1360	1.673		
總和	2702.804	1363			

從表 3-23 不同車種顯著之變異數分析，我們得知 P-value=0.000 小於 0.05，故拒絕虛無假設，就可以證實車道 3 跟車車種不同，的確對於平均跟車疏解間距之影響是有顯著之差異性。

## 5.飽和流量影響因素探討與分析

在此節中我們主要探討大車的比例與車隊平均疏解間距對於飽和流量及飽和流量之影響性，並找出其中的關係，並在第四章構建其相關模式。在大車比例對飽和流量關係中，尤於車道 1 大車數不多，所以只探討車道 2 與車道 3 之大車比與飽和流量關係。一個車隊之大車比例愈大，則飽和流量相對就愈小，而相對車隊平均疏解間也就愈大，這三者之間有密不可分之關係。首先，我們先分析車隊平均疏解間距與飽和流量關係，我們知道若一個車隊平均疏間距愈大，則飽和流量相對就愈小，則也代表車隊中大車比例相對愈大，我們從圖 3-31 到圖 3-33 之圖形判別，各車道之飽和流量-車隊平均疏解間距都呈現一條由左上往右下遞減曲線的趨勢，呈現一斜率為負之相關曲線，表示其飽和流量隨著車隊平均疏解間距愈大而相對變的愈小。為了更證實車隊平均疏解間距與飽和流量及飽和流量，我們以 SPSS 統計軟體求出 Pearson 相關係數，分別為-0.88、-0.86、-0.90，如表 3-24 所示，其結果如圖 3-31 至 3-33 一樣，其值呈現一負相關關係，且其兩者相關係數值都為一高度相關，可作為第四章後續模式之構建。

表3-24 各車道之飽和流量與車隊平均疏解間距相關性

變數	相關係數	樣本數(車隊數)
飽和流量-平均疏解間距-車道 1	-0.88	42
飽和流量-平均疏解間距-車道 2	-0.86	42
飽和流量-平均疏解間距-車道 3	-0.90	42

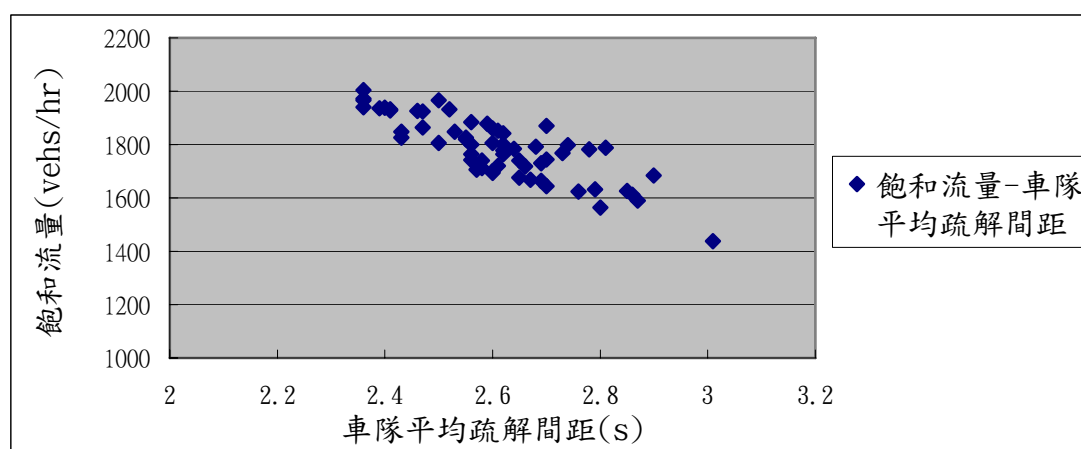


圖3-31 車道1-飽和流量與車隊平均疏解間距對應關係圖

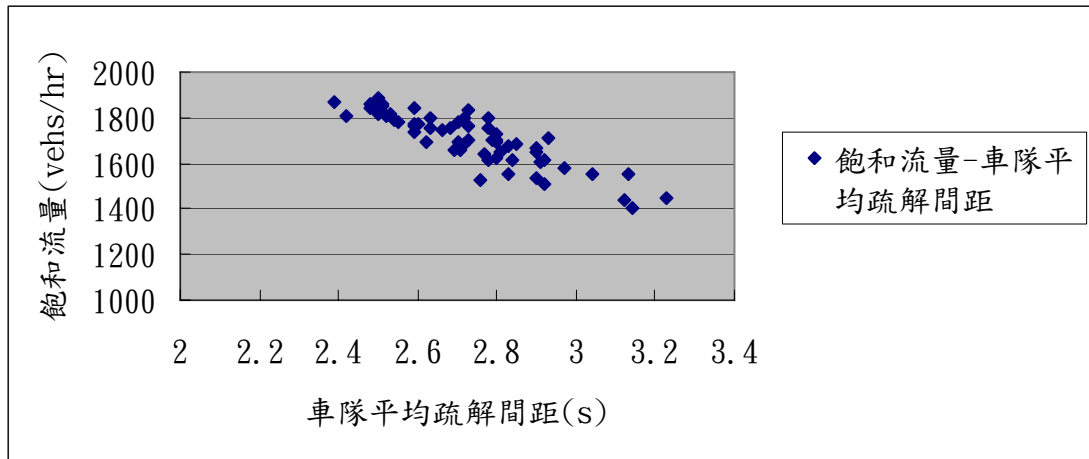


圖3-32 車道2-飽和流量與車隊平均疏解間距對應關係圖

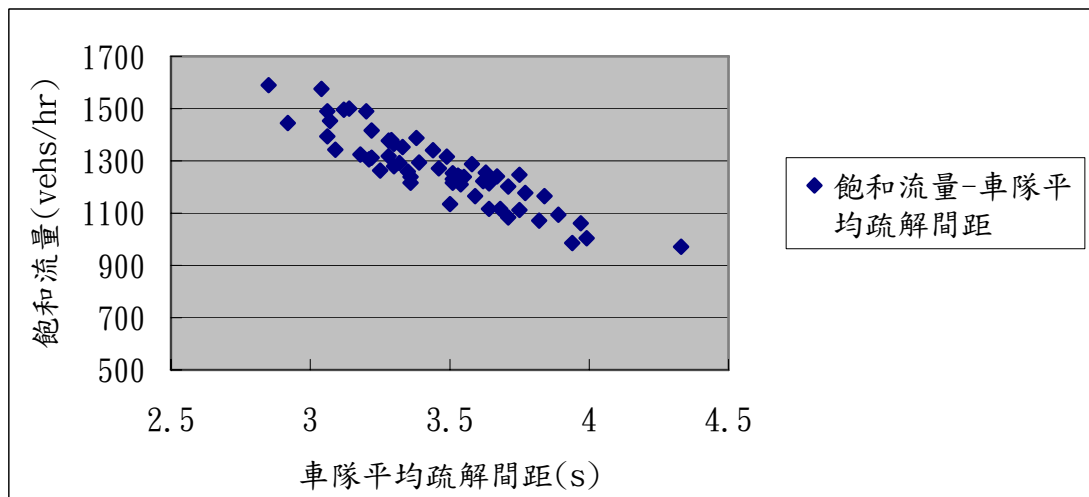


圖3-33 車道3-飽和流量與車隊平均疏解間距對應關係圖

我們再分析大車比例與飽和流量關係，我們知道若大車比例愈高，則飽和流量相對就愈低，反之，則反。們在從圖 3-34 及圖 3-35 圖形判別，各車道之飽和流量-大車比例大概呈現一條由左上往右下遞減曲線的趨勢，呈現一斜率為負之相關曲線，而車道 3 兩者之關係相較車道 2 較明顯，或許跟其大車數多原因有關。然而，我們將每個車隊的飽和流量值，依據不同的大車比例範圍分組，並求得每個大車比例範圍下之平均飽和流量值，如表 3-26 及表 3-27 所示。但是我們還是可以看出其飽和流量隨著大車比例愈大而相對變的愈小關係存在。為了更證實大車比例與飽和流量之相關性，我們以 SPSS 統計軟體求出 Pearson 相關係數，如表 3-25 所示，其值分別為-0.40 及 0.51，以及結果如圖 3-34 至 3-35 一樣，其值呈現一負相關關係，且其兩者相關係數值都為一中度相關，可作為第四章後續模式之構建。

表3-25 各車道之飽和流量與大車比例相關性

變數	相關係數	樣本數(車隊數)
飽和流量-平均疏解 間距-車道 2	-0.40	42
飽和流量-平均疏解 間距-車道 3	-0.51	42

從表3-25中，我們可以得知車道2與車道3之飽和流量與大車比例相關係數介於-0.4~-0.6之間，其兩者之關係呈現一中度相關。

表3-26 車道2各大車比例範圍下之飽和流量值

大車比例範圍(%)	0~5	5~8	8~11	11~14	14~17
飽和流量	1800.23	1689.09	1728.52	1666.37	1586.35

表3-27 車道3各大車比例範圍下之飽和流量值

大車比例範圍(%)	20~25	25~30	30~35	35~40	40~50
飽和流量	1413.16	1296.35	1263.94	1189.32	1058.90

從表3-26至3-27中，我們可以得知在一定大車比例範圍下之飽和流量，其中車道3之大車比例超高，而造成飽和流量之快速下降。

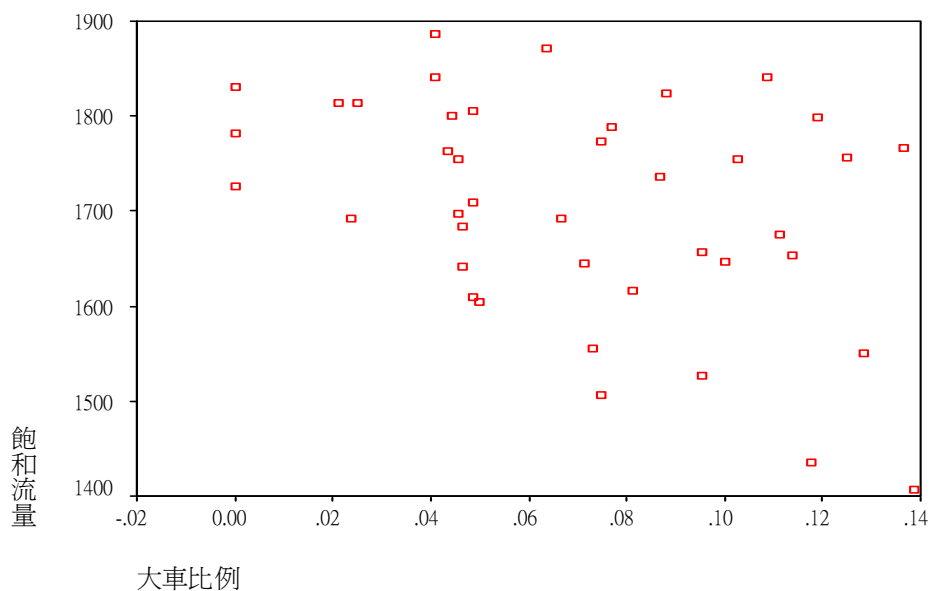


圖3-34 車道2-飽和流量與大車比例對應關係圖

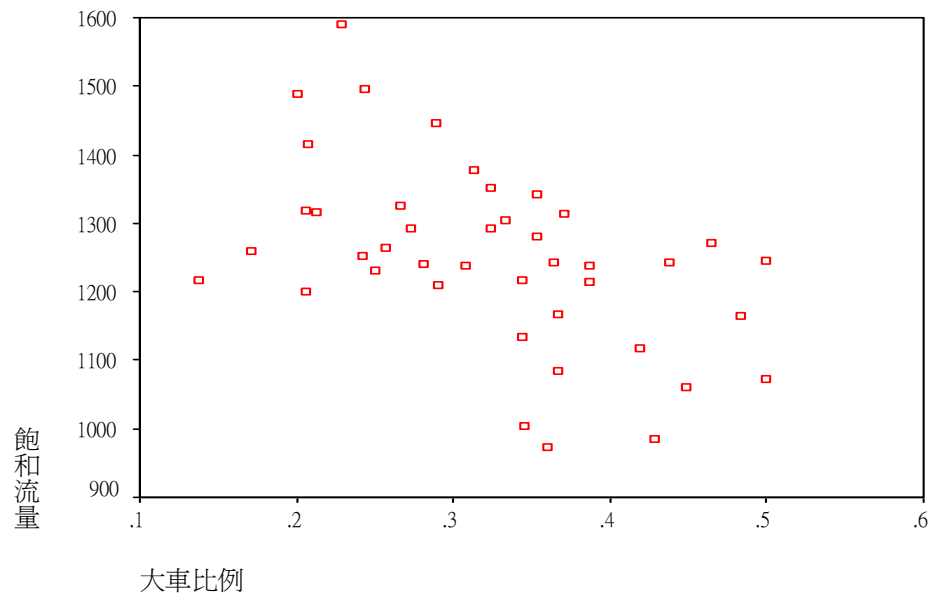


圖3-35 車道3-飽和流量與大車比例對應關係圖



## 第四章 模式構建

本研究希望建立一模式能精準描述交叉路口車隊微觀疏解時間模式，在經過上章的車流的調查與分析後，對於其交叉路口之交通特性已有深入的了解，接著乃依據其特性著手構建適當的模式。之後，我們利用本研究所發展之車輛疏解時間模式，作一轉換過程以便推估其飽和流量模式。

### 4-1 理論基礎

一般用於量度車流之單位有：輛(vehicle, veh)、小客車單位(Passenger Car Unit, PCU)、直行小客車單位(Through Car Unit, TCU)三種。這三種單位之基本意義相通，可經由車種組成或轉向調整因子來進行三種單位之相互轉換。

三種單位因分析對象不同與須配后實際道路交通情，各有其優缺點與適用之情形，分述如下：

一、輛：以車輛之個數為衡量基礎，將不同車種或不同轉向之車輛均視為同一單位，適用於單純車流或欲突顯車種特性時。若由需求與供給的觀點分析道路設施之服務水準，則使用單一、相同的比較基礎，可消除單位轉換過程所隱含之誤差。目前國外研究飽和流量之趨勢為以輛作為衡量單位。

二、小客車單位：為顯示車流之多種特性，須考慮各種車種影響道路或車流績效的差異性與相對程度，此時可使用不同車種相對於小客車之轉換因子(即小客車當量, PCE)，將不同車種之流量轉換成小客車單位之流量。因小客車當量並非定值，隨著交通狀況之變化而改變，且與交通組成有密切關係，所以在計算小客車單位流量時，須有適當的小客車當量。

三、直行小客車單位：以不同轉向流動車種相對於直行小客車之轉換因子(即直行小客車單位, TCE)，可將不同轉向流動車種換成直行小客車單位之流量。此時不僅考慮車種之特性，更考慮不同轉向流動之影響，本單位適用於受轉向流動車輛影響之情形。

以下三種車流計算單位可經由當量值的調整而互相轉換，惟應用時必須考慮到計算與推估之難易程度，選擇適宜之單位，俾能正確反應事實的現象。在大多數研究中，常為了簡化車種之間的差異，使模式在處理上較為容易，而使用小客車單位與直行小客車單位兩種為車流單位。對於同一道路而言，當道路交通狀況改變，小客車當量值與直行小客車當量值不相同，此亦為造成誤差原因之一。另外，由於研究環境的狀況不同，使得小客車當量與直行小客車當量值之訂定無法統一，亦會導致誤差產生。因此，本研究選擇以輛為單位較為合適。



## 4-2 模式構建前分析

在模式構建前，我們必須先搞清楚一個問題，亦即是車隊於綠燈開始後第幾輛車，或是在綠燈後在什麼時間後，車隊會達到一個穩定狀態，本研究試著找出這個位置點或時間點，以進行後續模式構建。在第三章的時後，我們曾對兩個交叉路口做固定時段車輛通過數的資料分析，並且得知這兩個交叉路口的車隊開始穩定之狀態時間，在時間點為 20 秒之後，整個車隊疏解狀態達到一安穩狀態。若我們將時間點位置，根據實測資料時間點轉成空間上位置，得知一個車隊之穩定狀態之位置點大概介於第 6 輛跟第 13 輛之間。所以我們在針對其空間上的範圍，在做一些分析及檢定，以找出一個較確定之位置點。在此，我們先定義車流“穩定狀態”，即一車隊之車輛疏解情況於某個時間點(空間點)之後，車輛疏解間距慢慢趨近一穩定固定間距，而呈現一穩定狀態。而本研究判定穩定狀態的方式，就是以圖形觀察方式配合統計分析方式，試找出此穩定位置點。經過確認此車隊穩定狀態在空間上的位置之後，我們可以將整個車隊劃分為兩個部份，一為未穩定狀態之區域，此區域的車輛疏解間距尚未穩定；二為穩定狀態之區域，此區域的車輛已達一飽和穩定狀態，車輛以一穩定之疏解間距通過路口。接下來，我們先進行車隊穩定狀態位置之分析，之後，在進行模式之構建。

### 4-2-1 車隊中車輛穩定位置分析

我們先對調查之兩個交叉路口之整理資料進行一些統計的分析，以逐漸明瞭車輛開始穩定之範圍及位置，我們將以兩種方式分別找出其穩定點，一種是以圖形比較的方式判斷，二是以統計的方式判斷，嘗試以這兩種方式判斷出正確位置點，以下是我們所要分析之路口：

#### 1. 新莊-思源路-中原東路口

##### (1) 車隊前 10 輛車之大車數影響

我們主要探討大車數效應對車隊前面車輛關係，亦即我們將每個車隊中前面 10 輛車抓出來，並以這 10 輛車中所佔之大車數，由於此路口前 10 輛車最多只有 3 輛大車，所以只分類成四種，依序為無大車、一輛大車、兩輛大車及三輛大車四種疏解曲線狀態，可以從表 4-1 得知各種狀態之疏解間距-車輛順序情況，了解其車輛疏解間距隨著順序增加而遞減，並從圖 4-1 得知四種疏解間距曲線之變化，進而從圖中可以發現這四種疏解狀態之差異不大，除了在出現大車之位置有其大車效應出現干擾，但可以從圖形中判斷車輛開始穩定狀態，大概在第七輛之後至第十輛之間。

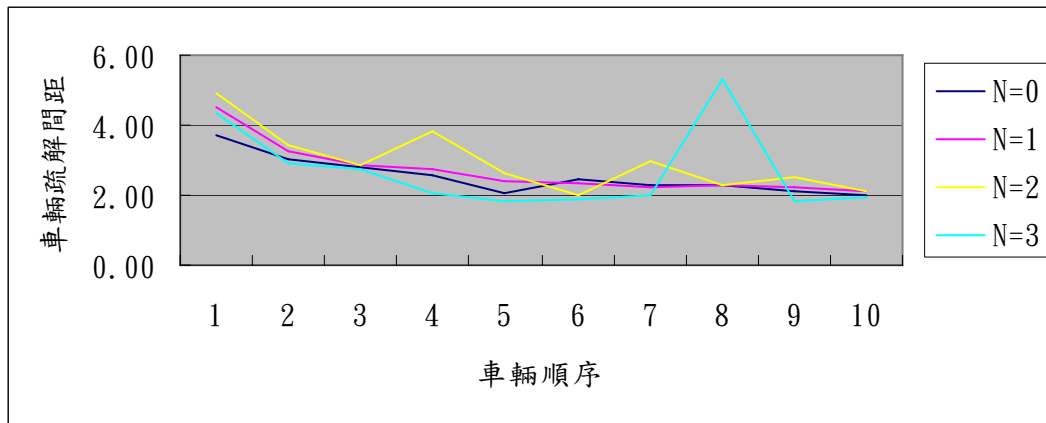


圖 4-1 大車數對前 10 輛車之車輛疏解狀態之影響比較

表 4-1 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較

大車數 車輛順序	N=0	N=1	N=2	N=3
1	3.71	4.54	4.82	4.60
2	3.01	3.28	3.36	3.00
3	2.82	2.86	2.78	3.10
4	2.58	2.77	3.57	2.33
5	2.03	2.39	2.45	2.60
6	2.45	2.35	1.90	2.63
7	2.26	2.25	2.84	2.17
8	2.30	2.31	2.71	5.00
9	2.12	2.24	2.45	1.85
10	2.11	2.13	2.21	1.80

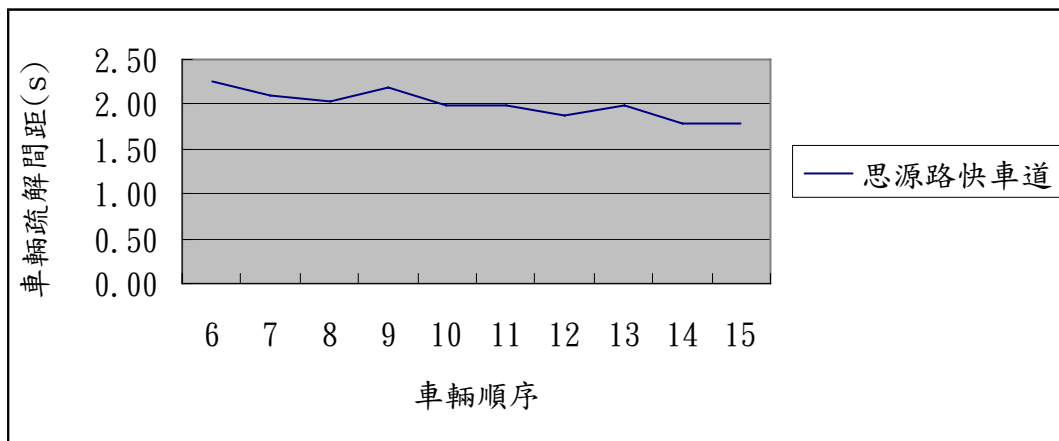


圖 4-2 車輛平均疏解間距穩定分析

我們主要針對所調查之車隊資料，將從第 6 輛車至第 15 輛車之疏解間距，並算出其平均疏解間距值，而繪成如表 4-2 平均疏解間距穩定曲線。我們從圖中可以發現思源路快車道車輛穩定位置點大概在第 8 輛之後。

## (2) 單因子變異數分析法

上述，我們以圖形方式比較車隊中前 10 輛車所佔之大車數對整個 10 輛車之疏解情況之影響性，並可看出其大車效應對整個車輛疏解影響，進而找出一大概穩定位置的範圍，但此種方式只是能找出一個大概的範圍。在此，我們以統計的方式，以車隊車輛位置為 13 的位置向前推進，以比較找出那個位置的車輛之後，車隊開始呈現一穩定狀態。本研究以 SPSS 軟體中的比較平均數法中之單因子變異數分析法，做為本研究進行判斷車隊開始穩定位置。判定的方式，我們是以車輛位置為 13 做為起頭，將車輛位置 13 之後的所有車輛疏解間距之總和，跟車輛位置為 12 之後的所有車輛疏解間距總和做一單因子變異數分析法，以驗證其兩者之間是否有顯著關係。若兩者沒顯著差異性，則繼續向前推進一輛車輛位置為 11，並比較車輛位置 13、12 及 11 之後所有的疏解間距是否有顯著關係，直至找出有顯著差異位置點，則為我們所要之車輛穩定點。

表 4-2 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛車(1)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	1167.947	3	383.316	1.024	0.383
組內	71481.639	188	380.221		
總和	72649.586	191			

從表4-2變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.383>0.05$ ，則接受虛無假設，代表兩者之間並無顯著關係。

表 4-3 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~11 輛車(2)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	2427.454	4	606.864	1.602	0.175
組內	89044.613	235	378.913		
總和	91472.067	239			

從表4-3變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.175>0.05$ ，則接受虛無假設，代表兩者之間並無顯著關係。

表 4-4 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~10 輛車(3)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	4339.191	5	867.838	2.283	0.047
組內	107191.438	282	380.111		
總和	111530.629	287			

從表4-4變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.047<0.05$ ，則拒絕虛無假設，代表兩者之間開始有顯著之差異關係。

表 4-5 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~9 輛車(4)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	7000.676	6	1166.779	3.059	0.006
組內	125486.938	329	381.419		
總和	132487.614	335			

從表4-5變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.006<0.05$ ，則拒絕虛無假設，代表兩者之間有非常顯著之差異關係。

從表 4-2 至表 4-5 之變異數分析表中，可以發現其顯著性值一直愈來愈低，亦即從彼此無顯著關係，至彼此間有明顯差異性，所以從表 4-5 中之變異數分析表中，我們可以得知  $P\text{ 值 }=0.006<0.05$ ，即代表彼此之間有明顯顯著差異關係，所以我們可以判定思源路口之車隊之穩定狀態位置點在於車輛位置為第九輛之後，車輛會開始會穩定下來。

## 2．台北市忠孝西路-館前路口

我們將忠孝西路每個車隊中之前 10 輛車抓出來，並以這 10 輛車中所佔之大車數，將它們分類，則可探討不同大車數對於其車隊前 10 輛車所造成之疏解間距之影響。因忠孝西路有四個車道，但我們只探討最內側三線道，而大車數比例以內車道最低，其次為內二車道，最高為內三車道。從表 4-6 到表 4-8 依序為車道 1 至車道 3 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較。從圖 4-3 到圖 4-5 得知依序為車道 1 至車道 3 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解曲線比較，但我們可以發現車道 1 及車道 2 之無大車疏解曲線與其大車數影響曲線差異不會很大，除了在大車出現時之差異較大，但車道 3 之大車數對其疏解曲線是有明顯的差異變化，這跟其車道之大車比例高有很大之關係。從圖形 4-3 及 4-4 中，我們可以得知車道 1 及車道 2 在各類型之疏解曲線，其開始穩定之範圍大概落在第 8 輛之後

至第十輛之間。至於車道 3 的情況，可以看出圖 4-5 中，各型態之疏解曲線變化差異大，也較難看出其開始穩定之範圍，只能大概在第 10 輛之後才開始穩定。

表 4-6 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較-車道 1

大車數 車輛順序	N=0	N=1
1	3.91	5.25
2	3.08	3.30
3	2.97	3.45
4	2.79	2.65
5	2.67	2.38
6	2.58	2.50
7	2.93	2.51
8	2.21	2.47
9	2.60	2.79
10	2.24	2.33

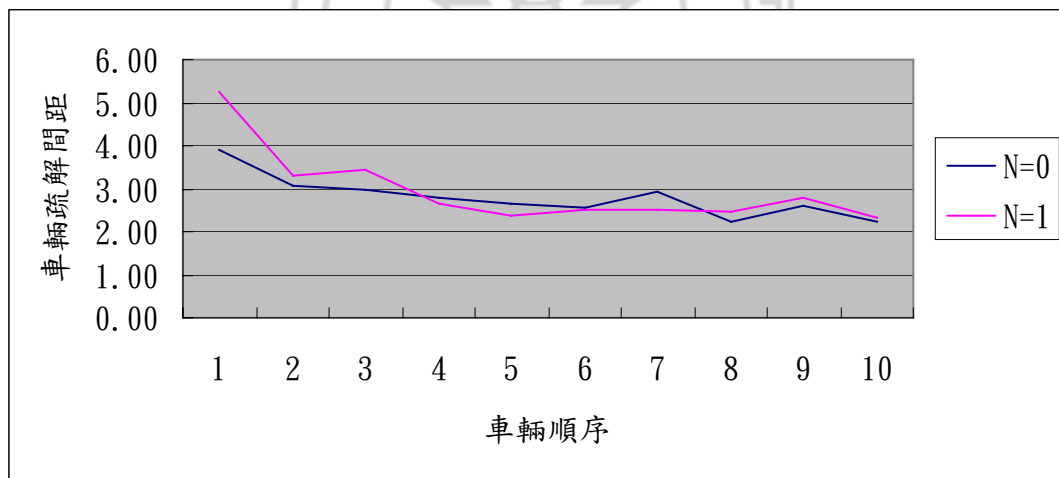


圖 4-3 大車數對前 10 輛車之車輛疏解狀態之影響比較-車道 1

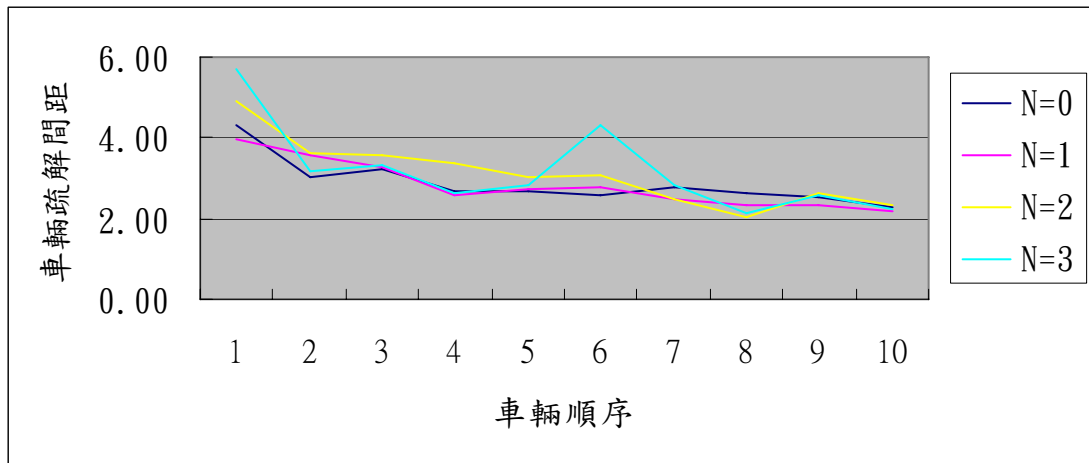


圖 4-4 大車數對前 10 輛車之車輛疏解狀態之影響-車道 2

表 4-7 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較-車道 2

大車數 車輛順序	N=0	N=1	N=2	N=3
1	4.32	3.94	4.90	5.69
2	3.01	3.59	3.64	3.17
3	3.21	3.29	3.56	3.35
4	2.67	2.57	3.35	2.62
5	2.69	2.71	3.03	2.81
6	2.60	2.79	3.06	4.32
7	2.77	2.48	2.48	2.81
8	2.65	2.33	2.05	2.15
9	2.53	2.35	2.63	2.59
10	2.28	2.17	2.34	2.23

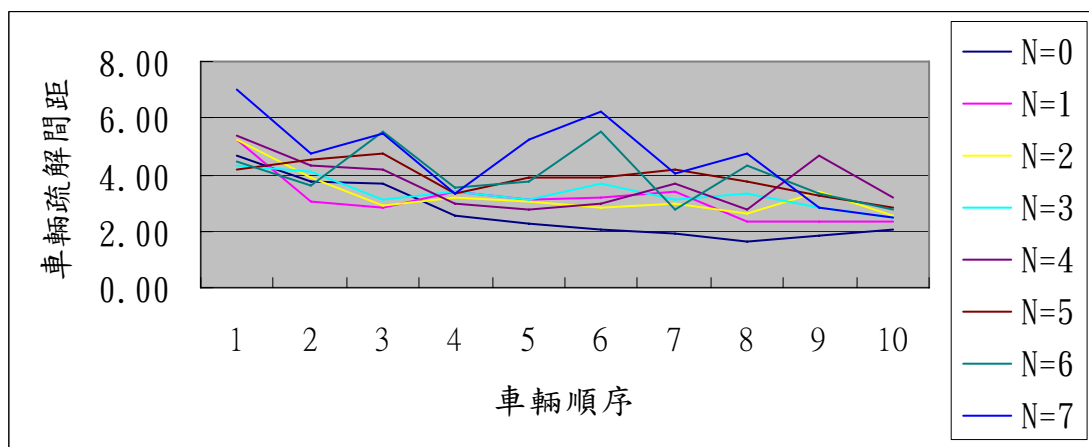


圖 4-5 大車數對前 10 輛車之車輛疏解狀態之影響比較-車道 3

表 4-8 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較-車道 3

大車數 車輛順序	N=0	N=1	N=2	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7
1	4.73	5.27	5.21	4.31	5.36	4.15	4.45	6.98
2	3.73	3.07	3.89	4.13	4.35	4.56	3.62	4.72
3	3.67	2.82	2.90	3.08	4.21	4.71	5.52	5.45
4	2.53	3.40	3.20	3.42	2.96	3.36	3.53	3.30
5	2.27	3.09	3.05	3.10	2.73	3.911	3.75	5.23
6	2.07	3.20	2.87	3.67	2.96	3.92	5.52	6.23
7	1.90	3.37	2.97	3.08	3.68	4.21	2.73	4.07
8	1.60	2.31	2.59	3.30	2.74	3.72	4.35	4.73
9	1.83	2.36	3.43	2.84	4.71	3.23	3.33	2.82
10	2.03	2.32	2.56	2.5	3.2	2.84	2.73	2.46

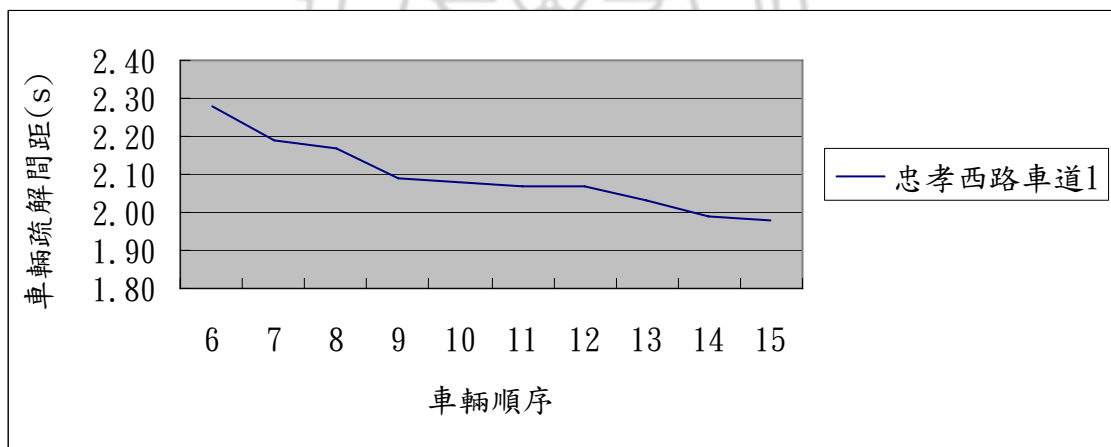


圖 4-6 車道 1 之車輛平均疏解間距穩定分析

從圖 4-6 至 4-8 是忠孝西路各車道之平均疏解間距穩定分析，我們主要針對所調查之車隊資料，將從第 6 輛車至第 15 輛車之疏解間距，並算出其平均疏解間距值，而繪成平均疏解間距穩定曲線。我們從圖中可以發現忠孝西路車道 1 及車道 2 車輛穩定位置點大概在第 9 輛與 11 輛之間，至於車道 3 車輛穩定位置點大概在第 10 輛之後，由於車道 3 大車比例過高，會造成車輛穩定位置不確定之影響。

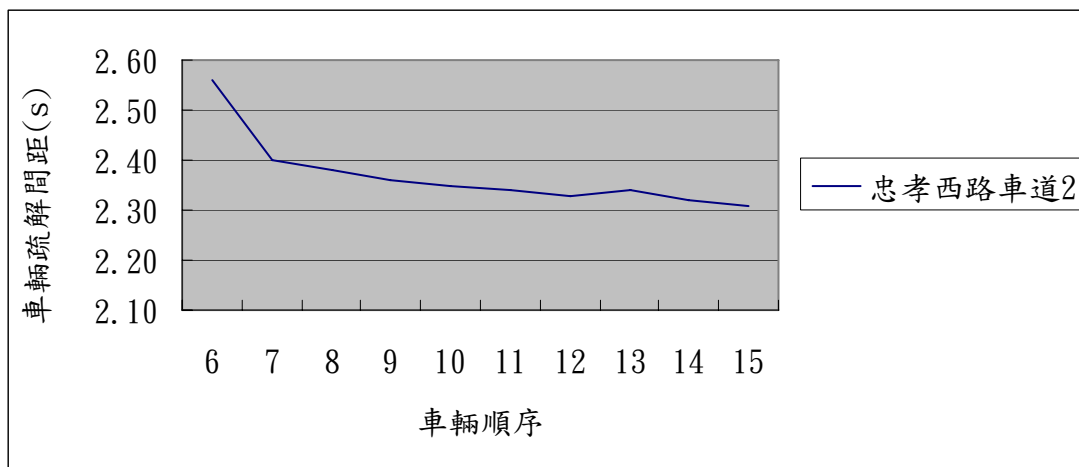


圖 4-7 車道 2 之車輛平均疏解間距穩定分析

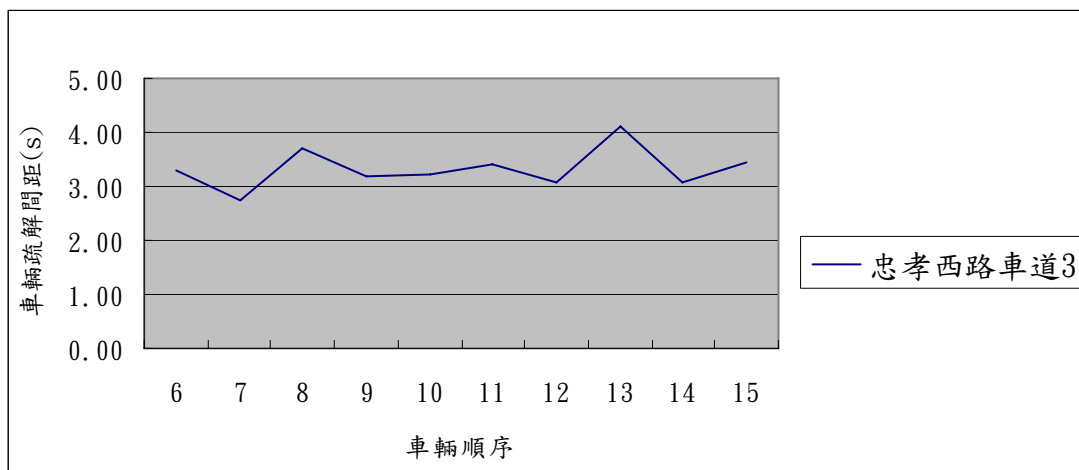


圖 4-8 車道 3 之車輛平均疏解間距穩定分析

### (3) 忠孝西路各車道穩定位置探討

上述，我們以圖形方式比較車隊中前 10 輛車所佔之大車數對整個 10 輛車之疏解情況之影響性，並可看出其大車效應對整個車輛疏解影響，進而找出一大概穩定位置的範圍，但此種方式只是能找出一個大概的範圍。本研究以 SPSS 軟體中的比較平均數法中之單因子變異數分析法，做為本研究進行判斷車隊開始穩定位置。首先針對車道 1，從表 4-9 至表 4-11 之變異數分析表中，可以發現其顯著性值一直愈來愈低，亦即從彼此無顯著關係，直至彼此間有相著差異性，所以我們要找就是不同的位置點之後所有車輛疏解間距開始有差異性時，因此從表 4-11 中之變異數分析表中，我們可以得知  $P \text{ 值} = 0.004 < 0.05$ ，即代表車隊在第 10 輛位置上彼此之間才有顯著差異關係，所以我們可以判忠孝西路口車道 1 之車隊之穩定狀態位置點在於車輛位置為第 10 輛之後，車輛會開始會穩定下來。再來針對車道 2，從表 4-12 至表 4-13 之變異數分析表中，可以發現其顯著性值一直愈



來愈低，因此從表 4-13 中之變異數分析表中，我們可以得知  $P$  值  $=0.009<0.05$ ，即代表車隊在第 11 輛位置上彼此之間才有顯著差異關係，所以我們可以判忠孝西路口車道 1 之車隊之穩定狀態位置點在於車輛位置為第 11 輛之後，車輛會開始會穩定下來。最後，在觀察車道 3 的情況，從表 4-14 就可得知其  $P$  值  $=0.000<0.05$ ，即代表車隊在第 12 輛位置上彼此之間才有顯著差異關係，所以我們可以判定忠孝西路口車道 1 之車隊之穩定狀態位置點在於車輛位置為第 11 輛之後。最後，由於各車道之穩定位置不同，為了後續模式構建之一致性，我們假設其各車道之穩定位置點在於第 11 輛的位置之後。

#### (a)車道 1

表 4-9 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛(1)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	126.592	1	126.592	1.346	0.249
組內	7711.092	82	94.038		
總和	7837.684	83			

從表4-9變異數分析中，可以得知 $p$ -value=0.249>0.05，則接受虛無假設，代表兩者之間並無顯著關係。

表 4-10 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~11 輛(2)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	521.343	2	260.671	2.792	0.065
組內	11485.416	123	93.377		
總和	12006.758	125			

從表4-10變異數分析中，可以得知 $p$ -value=0.065>0.05，則接受虛無假設，代表兩者之間並無顯著關係。

表4-11 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第13~10輛(3)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	1308.043	3	436.014	4.682	0.004
組內	15272.683	164	93.126		
總和	16580.726	167			

從表4-11變異數分析中，可以得知 $p$ -value=0.004<0.05，則拒絕虛無假設，代表兩者之間有顯著差異關係。

(b)車道 2

表 4-12 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛(1)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	152.982	1	152.982	2.466	0.120
組內	5086.280	82	62.028		
總和	5239.262	83			

從表4-12變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.12>0.05$ ，則接受虛無假設，代表兩者之間並無顯著關係。

表4-13 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第13~11輛(2)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	618.537	2	309.269	4.929	0.009
組內	7717.762	123	62.746		
總和	8336.299	125			

從表4-13變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.009<0.05$ ，則拒絕虛無假設，代表兩者之間有顯著差異關係。

(c)車道 3

表 4-14 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛(1)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	1559.756	2	779.878	10.421	0.000
組內	9205.044	123	74.838		
總和	10764.799	125			

從表4-14變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，則拒絕虛無假設，代表兩者之間有顯著差異關係。

### 4-3 車輛疏解時間預測模式之構建

我們希望建立一模式能精準描述交叉路口車隊微觀疏解時間模式，在經過第三章的車流的調查與分析後，對於其交叉路口之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的模式。

而為了解一車隊之車輛疏解行為，本研究經過上述車隊中車輛開始穩定位置點找出，來對整個車隊車輛疏解行為分割成兩個區域，以進行各別的探討。我們考慮將車隊劃分成兩個不同階段；其中一為不穩定區階段；二為穩定區階段，並分別構建其模式。針對不穩定區階段，我們以車種及順序兩個影響因素來構建其每個位置之車輛疏解間距函數，進而由各位置之疏解間距算出此不穩定區階段之車輛疏解時間。然而，我們以大車效應及小車疏解間距兩個影響函數，來構建此階段一模式。在此，所謂的”大車效應”(heavy vehicle effect)，亦即大車在此階段每個位置上之疏解間距相較於小車疏解間距之差值，即為每個位置大車所造成之效應值。而小車疏解間距函數，完全為一條純小車之疏解型態之曲線，作為結和大車效應函數，交叉預測不同位置及不同車種之疏解間距，此即完成階段一模式。對於穩定區段，我們以兩種不同型式來構建此階段車輛疏解時間模式，可分為車隊穩定位置點後之所有車輛平均疏解間距及微觀跟車間距函數來探討，前者。最後，我們將兩階段的模式混合組成一完整之車輛疏解時間預測模式，可分別構建模式 1 及模式 2 兩種模式，以準確的預測車隊每輛車之疏解時間，其模式整個架構如圖 4-12 所示。

我們認為不管車種之不同，其疏解間距都會隨著位置遞增而慢慢的遞減。所以針對車隊不穩定區域之車種不同，對於在不同停等位置上，其車輛通過路口停止線的疏解間距，會隨著其位置愈遠，其疏解間距值會慢慢的變小，相對的車輛通過之速度也會慢慢的加快，但會因車種之不同，其通過之速度是有差異性。因此，我們利用加速度運動學理論公式如 4-1 至 4-2 式所示，來佐證這個觀點。尤於小車與大車之加速性能不同，造成其起動延滯之差別及不同停等位置上小車與大車通過路口停止線速度之差異性。我們假設小車及大車之加速性能是一固定值，並以不同的車輛停等位置代入公式 4-1 及 4-2，分別求得不同車種之疏解情況及通過停止線之速度。我們從圖 4-9 可以看小車與大車在相同的停等位置上，其通過路口停止線之速度差異性，我們若以市區交叉路口速度只能 50~60km/hr 行駛，則小車在停等位置 40 公尺左右就可以達到此速度，而相反的，大車卻是小車的一倍距離長，大概要 90 公尺左右。我們在觀察圖 4-10 及圖 4-11，可以看出無論小車或大車，兩者的疏解間距會隨著車輛順序(車輛停等位置)遞增而遞減，而慢慢呈現一平穩之狀況。我們在此做的理論分析中，主要是想觀察不穩定區域中小車及大車之疏解間距曲線是否呈現一遞減的趨勢，及在什麼位置上會緩慢呈現一穩定之狀況，並從圖中可以發現大致上呈一倒數關係，對於我們後續利用倒數模式構建此不穩定區域之各位置之疏解間距，的確是有其可行性。

加速度運動學理論公式

$$s = \frac{1}{2}at^2 \quad (4-1)$$

$$V_1^2 = V_0^2 + 2as \quad (4-2)$$

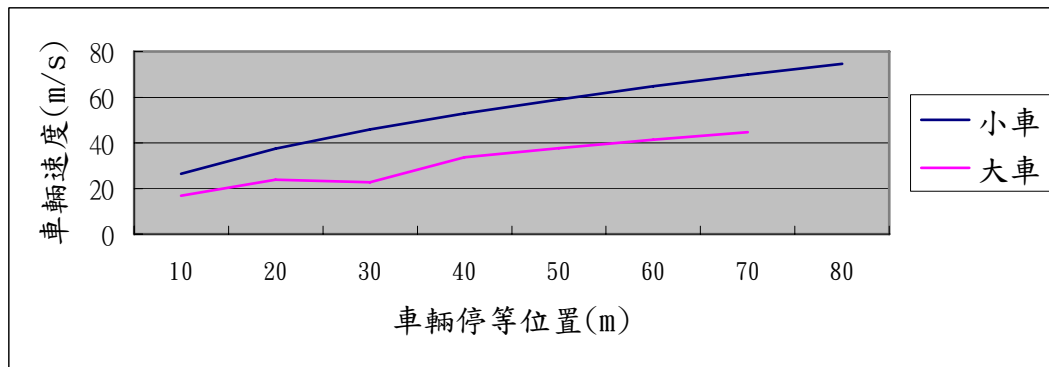


圖 4-9 小車與大車之停等位置-通過路口速度關係比較

從圖 4-9 我們看出，因車輛停止位置不同，加上車種不同之加速性能差異，可以看出大車及小車通過路口之速度差異，我們得知小車在停等位置 40 公尺左右就可以達到此速度，而相反的，大車卻是小車的一倍距離長，大概要 90 公尺左右。

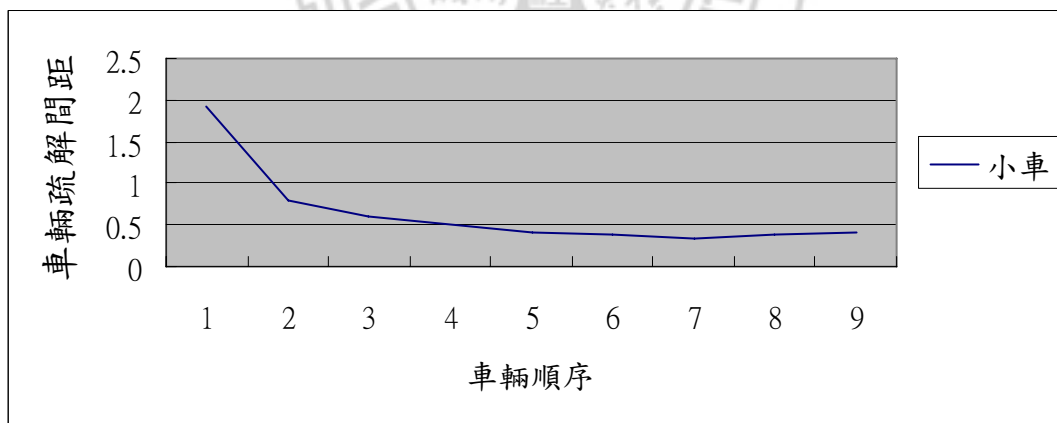


圖 4-10 小車之停等順序-疏解間距關係圖

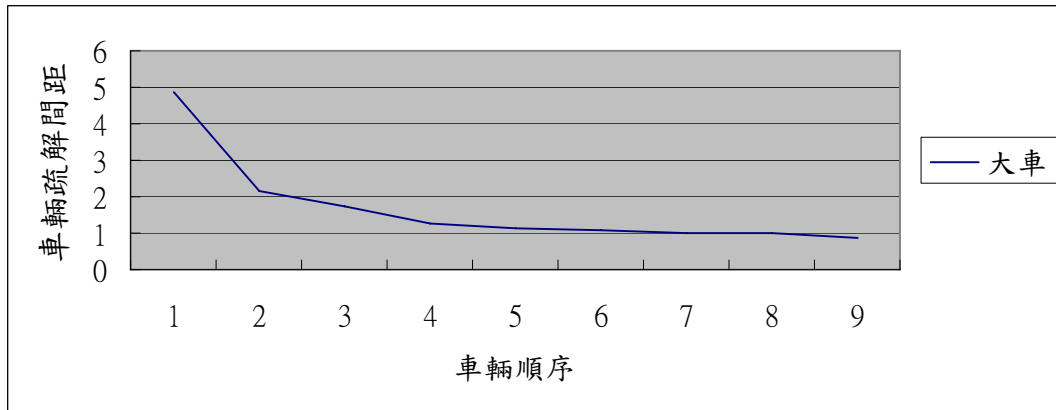


圖 4-11 大車之停等順序-疏解間距關係圖

觀察圖 4-10 及圖 4-11，可以看出無論小車或大車，兩者的疏解間距會隨著車輛順序(車輛停等位置)遞增而遞減，而兩者之疏解間距曲線大概可以呈現一倒數關係。



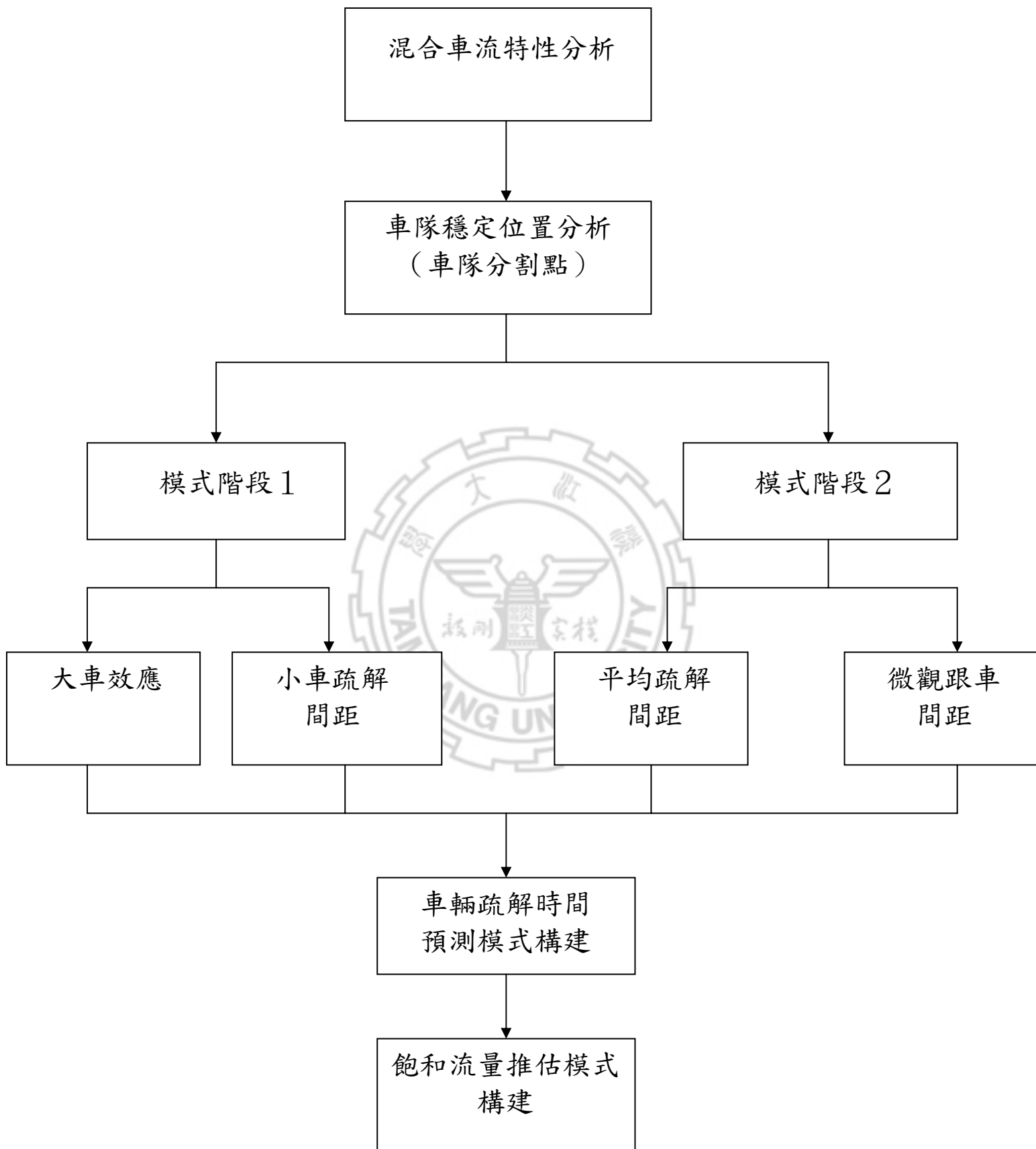


圖 4-12 模式架構圖

表 4-15 模式情境設計

模式 \ 構建項	階段 1	階段 2	整體模式
模式 1	大車效應函數+小車疏解間距函數	平均疏解間距	(大車效應函數+小車疏解間距函數)+平均疏解間距
模式 2	大車效應函數+小車疏解間距函數	微觀跟車間距	(大車效應函數+小車疏解間距函數)+微觀跟車間距

我們從表 4-15 中，可以知道本研究主要構建的模式有兩種，以及各模式之間的構建項變數函數，我們將模式構建的過程描述如下所示：

### (1) 模式 1

#### 階段 1：

我們分別將不穩定區之車輛，按照車種及順序，分成小車之疏解間距及大車疏解間距，並由兩者之影響關係，可以求得每個位置點之大車效應函數。之後，我們探討這三者對順序之關係，經由模式分析，我們可以得知，三者之疏解曲線會呈現一倒數關係，亦即三者之值會慢慢的遞減，開始呈現一穩定關係。在此階段，我們以小車疏解間距函數及大車效應函數，來做為預測階段 1 之車輛疏解時間之模式。

#### 階段 2：

我們將車隊開始穩定位置點之後的所有車輛疏解間距總和，並求出一穩定之平均值。

模式構建：我們以小車疏解間距函數及大車效應函數組合穩定平均疏解間距模式構成，以預測每個車隊車輛疏解時間模式。

模式如下：

$$DT(n) = \begin{cases} \sum_{n=1}^s f(\text{type}, n) = D.H(n) + E(n) & , n \leq s \\ DT(s) + (n-s) \cdot \sigma & n \geq s \end{cases} \quad (4-3)$$

where

$f(\text{type}, n) = D.H(n) + E(n)$ ，且當  $\text{type} = \text{小車}$ ，即  $E(n) = 0$

$DT(n)$ ：第  $n$  輛車的疏解時間(s)。

$s$ ：車隊開始穩定位置點。

$E(n)$ ：第  $n$  輛大車所造成之效應值

$DH(n)$ ：第  $n$  輛車之疏解間距(s)

$\sigma$ ：穩定位置點後之所有車輛之平均疏解間距(s)。

## (2)模式 2

階段 1：

我們分別將不穩定區之車輛，按照車種及順序，分成小車之疏解間距及大車疏解間距，並由兩者之影響關係，可以求得每個位置點之大車效應函數。之後，我們探討這三者對順序之關係，經由模式分析，我們可以得知，三者之疏解曲線會呈現一倒數關係，亦即三者之值會慢慢的遞減，開始呈現一穩定關係。所以，在此階段，我們以小車疏解間距函數及大車效應函數，來做為預測階段 1 之車輛疏解時間之模式。

階段 2：

我們將調查之車輛樣本，以微觀方式觀察前後兩輛車之關係，並記錄前後車種及後車之疏解間距，以觀察兩者之關係，並分類成小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種微觀跟車型式，並求出不同跟車車種型式之一固定之疏解間距。

模式構建：我們以小車疏解間距函數及大車效應函數組合微觀跟車固定疏解間距模式構成，以預測每個車隊車輛疏解時間模式。

模式如下：

$$DT(n) = \begin{cases} \sum_{n=1}^s f(\text{type}, n) = DH(n) + E(n) & , n \leq s \\ DT(n-1) + \text{Type}(n-1, n) \bullet \sigma & n \geq s \end{cases} \quad (4-4)$$

$$\text{Type}(n-1, n) = \begin{cases} \alpha_1 = (1, 0, 0, 0) & , \text{小車}-\text{小車} \\ \alpha_2 = (0, 1, 0, 0) & , \text{大車}-\text{小車} \\ \alpha_3 = (0, 0, 1, 0) & , \text{小車}-\text{大車} \\ \alpha_4 = (0, 0, 0, 1) & , \text{大車}-\text{大車} \end{cases}, \quad \sigma = (\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4) \quad (4-5)$$



where :

DT(n)：第 n 輛車的疏解時間(s)。

DT(n-1)：第 n-1 輛車的疏解時間(s)。

$f(\text{type}, n) = D.H(n) + E(n)$ ，且當 type=小車，即  $E(n)=0$

s：車隊開始穩定位置點。

DH(n)：第 n 輛車之疏解間距(s)

E(n)：第 n 輛車大車所造成之效應

$\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ 、 $\sigma_3$ 、 $\sigma_4$ ：各類型跟車疏解間距，依序為小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種型式。

#### 4-4 飽和流量推估模式之構建

在上節中我們已經構建了車輛疏解時間預測模式，用以推估路口每一車輛通過停止線之疏解時間，直至綠燈時間結束時。之後，我們可以得知其路口之疏解率，進而求得路口單位綠燈時間之飽和流量。而本研究之車流主要是以小車及大車混合車流為主，探討混合車流疏解情形，若不管車種之不同，將其小車及大車視為“輛”疏解之基本單位，則本研究混合車流之疏解率之可以定義為“單位綠燈時間在交叉路口通過停止線之車輛數”。

我們明確定義混合車流之疏解率之後，及了解混合車流之特性，則我們可以推估此路口之飽和流量。而我們推估之方式是以先前 4-3 節車輛疏解時間模式，做為飽和流量推估之依據。之前，我們將一車隊劃分成兩個區段，一即不穩定區段，二則為穩定區段，而根據飽和流量之定義為車輛疏解率呈現一穩定狀態，並以此穩定疏解率換算成單位綠燈時間下之飽和流量，而我們所要估計之飽和流量模式，則是以穩定區段做為飽和流量之模式構建之基準。我們以本研究所構建之二種車輛疏解時間預測模式之階段 2 模式，來做為飽和流量之推估。

我們以 4-3 節所構建之二種車輛疏解時間預測模式之階段 2 模式，分別為平均疏解間距及微觀跟車間距模式，各別推估兩種不同之飽和流量模式。則單位綠燈時間之飽和流量推估模式如下所示：

##### (1)飽和流量推估模式 1

我們以車輛疏解時間模式 1 之階段 2 平均疏解間距函數，來構建單位綠燈下之飽和流量，其公式描述如下：

$$S_1 = \frac{3600}{\bar{t}_1} \quad (4-6)$$

$\bar{t}_1$ ：穩定區段之車輛平均疏解間距值(s)。

## (2)飽和流量推估模式 2

我們以車輛疏解時間模式 2 之階段 2 微觀跟車間距函數，來構建單位綠燈下之飽和流量，其公式描述如下：

$$S_2 = \frac{3600}{\bar{t}_2} \quad (4-7)$$

$$\text{且 } \bar{t}_2 = \frac{n_1\sigma_1 + n_2\sigma_2 + n_3\sigma_3 + n_4\sigma_4}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}$$

$\bar{t}_2$ ：穩定區段之車輛平均疏解間距值(s)。

$n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ 、 $n_4$ ：各種跟車疏解間距之個數。

$\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ 、 $\sigma_3$ 、 $\sigma_4$ ：各類型跟車疏解間距，依序為小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種型式。

本研究以車輛疏解時間模式之階段 2 函數，來構建飽和流量模式，兩者之間有一轉換關係，我們將此飽和流量推估模式定義為微觀之轉換過程。此外，我們在第三章時，特別分析大車比例及車隊平均疏解間距對飽和流量之影響，所以著手構建另一種型式之飽和流量模式，此為巨觀之飽和流量型式。並比較這幾種飽和流量推估模式之理論優缺點比較，如表 4-16 所示。

## (3)飽和流量推估模式 3

在第三章中，我們曾探討飽和流量與大車例及車隊平均疏解間距之間的相關性及圖形相關，發現其兩兩之間有其負相關的存在，必須在深入的研究，本研究特別就針對這兩個因素對飽和流量之影響，試著找出其關係，並構建其兩者對應之模式，以下就兩個影響因素之說明與分析：

### (1)大車比例因素之影響

對於一個交叉路口之績效好壞在於其疏解率高低，而疏解率之影響在於車流之順暢性及車流的延滯及停等。然而，疏解率亦即是飽和流量計算之基礎，疏解率的高低，就會影響飽和流量值大小。通常，影響一個車隊之疏解率最大之因素，在於車隊車種之組成，造成通過路口車輛數之降低。而車種組成，我們可以大車比例來計算其對車隊疏解率之影響，也就是對飽和流量之影響。因此，一個車隊之大車比例愈大的話，亦即是飽和流量愈小，反之則愈大，兩者呈一反比關係。因此，本研究假設大車比例之大小與飽和流量之值成一指數關係(exponential function)，大車比例愈大，飽和流量就愈小，反之則愈大。其模式表示如下：

$$S(\alpha) = \beta e^{-\lambda\alpha} \quad (4-8)$$

其中：

$S(\alpha)$ ：大車比例為 $\alpha$ 之飽和流量

$\alpha$ ：大車比例

$\beta$ 、 $\lambda$ ：參數

### (2)車隊平均疏解間距因素之影響

一個車隊之平均疏解間距，對其飽和流量是有影響性的，當車隊平均疏解間距愈大，而飽和流量就愈小，相反，則愈大。通常，車隊之平均疏解間距之大小跟其車種組成也有一定關聯性，亦即跟大車比例有間接關係。因此，一個車隊之車隊平均疏解間距愈大，而飽和流量就愈小，反之則愈大，兩者呈一反比關係。因此，本研究假設車隊平均疏解間距之大小與飽和流量之值成一指數關係(exponential function)，車隊平均疏解間距愈大，飽和流量就愈小，反之則愈大。其模式表示如下：

$$S(\mu) = \rho e^{-\kappa\mu} \quad (4-9)$$

其中：

$S(\mu)$ ：車隊平均疏解間距為 $\mu$ 之飽和流量

$\mu$ ：車隊平均疏解間距

$\rho$ 、 $\kappa$ ：參數

表 4-16 飽和流量推估模式優缺點比較

	優點	缺點
飽和流量推估模式 1 及 2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 除了推估飽和流量之外，並可預測車輛疏解時間。</li> <li>2. 我們可以知道車隊結構及車輛疏解行為特性，以準確預測飽和流量。</li> <li>3. 對於飽和流量之推估準確性，較推估模式 3 佳。</li> <li>4. 有助於號誌控制設計之依據。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 模式應用於現實交通上較不便，比較適用模擬軟體。</li> <li>2. 其資料必須調查詳細，較耗時耗力。</li> </ol>
飽和流量推估模式 3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 模式應用方便，計算容易。</li> <li>2. 可以知道大車影響程度對於路口疏解率的變化及號誌時間調整。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 對於飽和流量之推估準確性，較推估模式 1 及 2 差。</li> <li>2. 只能預估飽和流量，不能預測車輛疏解時間。</li> <li>3. 不能獲得車隊結構及車輛疏解行為特性資訊。</li> </ol>

#### 4-5 車輛疏解時間模式之參數校估

在此，我們針對思源路及忠孝西路口之車輛疏解時間階段 1 模式進行參數校估，如下 4-5-1 及 4-5-2 所示：

##### 4-5-1 思源路口階段一模式參數較估

我們針對所調查之 48 個車隊樣本數，將每個車隊中前 9 輛車之疏解間距抓出來，並根據其車種、順序不同，分別記錄並分成小車疏解間距及大車疏解間距對其順序之影響變化。之後，我們針對大車對小車的效應在不同的順序位置其影響性。最後，我們以統計軟體 SPSS 分析這三種疏解曲線對順序之相關性，可以發現，它們有很大的負相關存在，之前，在依據這個負相關特性，我們以倒數模式來解釋這三種疏解曲線，可以得到不錯的結果。以下表 4-17 即為小車疏解間距、大車疏解間距及大車效應模式及參數較估：

表 4-17 思源路階段一之模式參數校估

	倒數模式	R-square	t 值
小車疏解 曲線	$DH1(n)=2.02+1.862*(1/n)$	0.96	13.342
大車疏解 曲線	$DH2(n)=2.692+3.919*(1/n)$	0.94	10.941
大車效應 曲線	$E(n)=0.676+2.05*(1/n)$	0.84	5.982

從表 4-17 中，我們可以發現小車疏解模式、大車疏解模式及大車效應模式 R-square 值依序為 96%、94%、84% 都蠻高的，表示模式有顯著的解釋能力。

#### 4-5-2 忠孝西路口階段一模式參數校估

我們針對所調查之 42 個車隊樣本數，將每個車隊中每個車道前 11 輛車之疏解間距抓出來，並根據其車種、順序不同，分別記錄並分成小車疏解間距及大車疏解間距對其順序之影響變化。之後，我們針對大車對小車的效應在不同的順序位置其影響性。最後，我們以統計軟體 SPSS 分析這三種疏解曲線對順序之相關性，可以發現，它們有很大的負相關存在，之前，在依據這個負相關特性，我們以倒數模式來解釋這三種疏解曲線，可以得到不錯的結果。從表 4-18 到 4-20 即為車道 1 至車道 3 之小車疏解間距、大車疏解間距及大車效應模式及參數校估：

表 4-18 忠孝西路-車道 1 階段一之模式參數校估

	倒數模式	R-square	t 值
小車疏解 曲線	$DH1(n)=2.287+1.671*(1/n)$	0.98	18.549
大車疏解 曲線	$DH2(n)=2.772+3.528*(1/n)$	0.97	10.941
大車效應 曲線	$E(n)=0.486+1.853*(1/n)$	0.95	8.959

從表 4-18 中，我們可以發現車道 1 小車疏解模式、大車疏解模式及大車效應模式 R-square 值依序為 98%、97%、95%，模式 R-square 值都在 95% 以上，表示模式有顯著的解釋能力。

表 4-19 忠孝西路-車道 2 階段一之模式參數校估

	倒數模式	R-square	t 值
小車疏解 曲線	$DH1(n)=2.323+1.765*(1/n)$	0.90	9.101
大車疏解 曲線	$DH2(n)=3.007+3.312*(1/n)$	0.92	10.941
大車效應 曲線	$E(n)=0.684.+1.541*(1/n)$	0.79	8.959

從表 4-19 中，我們可以發現車道 2 小車疏解模式、大車疏解模式及大車效應模式 R-square 值依序為 90%、92%、79%，表示模式有顯著的解釋能力。

表 4-20 忠孝西路-車道 3 階段一之模式參數校估

	倒數模式	R-square	t 值
小車疏解 曲線	$DH1(n)=2.375+1.956*(1/n)$	0.79	5.778
大車疏解 曲線	$DH2(n)=3.356+3.232*(1/n)$	0.89	8.436
大車效應 曲線	$E(n)=0.981+1.275*(1/n)$	0.52	3.1

從表 4-20 中，我們可以發現車道 3 小車疏解模式、大車疏解模式及大車效應模式 R-square 值依序為 79%、89%、52%，除了大車效應模式的 R-square 值不高外，大致上都還不錯。

我們以倒數模式來構建其階段一之小車疏解間距函數及大車效應函數，以便能預估此階段正確之疏解時間，在其參數校估上，思源路口之 R-square 值都有 95% 以上，代表其模式解釋能力好。而在忠孝西路口上，各車道之模式較估上，大至都有不錯的效果，其中以車道 1 較佳，其 R-square 都在 95% 以上；車道 2 次之，其 R-square 都在 90% 以上；再來是車道 3，其 R-square 都在 80% 以上，除了大車效應函數為 52% 不佳，這可能跟其大車比例很高的因素有關。

表 4-21 思源路口模式 1 及模式 2 表

模式	階段 1	階段 2
模式 1	$2.02+1.862*(1/n_1)+0.676+2.05*(1/n_1)$	$(n-n_1)*2.29$
模式 2	$2.02+1.862*(1/n_1)+0.676+2.05*(1/n_1)$	$2.03*n_2+2.4*n_3+3.77*n_4+4.08*n_5$

\*  $n_1$ ：階段 1 之車輛數  $n_2$ 、 $n_3$ 、 $n_4$ 、 $n_5$ ：階段 2 各微觀跟車類型之車輛數

表 4-22 忠孝西路口車道 1 模式 1 及模式 2 表

模式	階段 1	階段 2
模式 1	$2.287+1.671*(1/n_1)+0.486+1.853*(1/n_1)$	$(n-n_1)*2.24$
模式 2	$2.287+1.671*(1/n_1)+0.486+1.853*(1/n_1)$	$2.13*n_2+2.66*n_3+3.74*n_4$

表 4-23 忠孝西路口車道 2 模式 1 及模式 2 表

模式	階段 1	階段 2
模式 1	$2.323+1.765*(1/n_1)+0.684+1.541*(1/n_1)$	$(n-n_1)*2.28$
模式 2	$2.323+1.765*(1/n_1)+0.684+1.541*(1/n_1)$	$2.18*n_2+2.70*n_3+3.76*n_4+4.04*n_5$

表 4-24 忠孝西路口車道 3 模式 1 及模式 2 表

模式	階段 1	階段 2
模式 1	$2.375+1.956*(1/n_1)+0.981+1.275*(1/n_1)$	$(n-n_1)*2.32$
模式 2	$2.375+1.956*(1/n_1)+0.981+1.275*(1/n_1)$	$2.46*n_2+2.93*n_3+3.82*n_4+4.11*n_5$

從表 4-21 至表 4-24 分別是思源路口及忠孝西路口之疏解時間模式 1 及模式 2 之整體架構模式，由階段一之小車疏解間距及大車效應函數加上不同階段 2 之平均疏解間距以及微觀跟車間距組合而成。

#### 4-6 飽和流量模式之參數校估

我們以統計軟體 SPSS 分別針對飽和流量模式 3 之飽和流量-大車比例及飽和流量-車隊平均疏解間距模式校估，以下即是本研究所調查之兩個路口-思源路與忠孝西路口之飽和流模式之校估如下所示：

##### (a)思源路口

從表 4-25 可以看出其  $\beta$ 、 $\lambda$  值分別為 2046.978、-2.464，其中 P-value 小於 0.05，故拒絕虛無假設，表示  $\beta$ 、 $\lambda$  值顯著，而模式的 R-square 為 91%。從表 4-26 可以看出其  $\rho$ 、 $\kappa$  值分別為 3795.166、-0.333，其中 P-value 小於 0.05，故拒絕虛無假設，表示  $\rho$ 、 $\kappa$  值顯著。而模式的 R-square 為 56%。

表 4-25 思源路口之飽和流量-大車比例模式校估

	模式	R-Square	P-value	t-value
思源路	$S(\alpha) = 2046.978 \cdot e^{-2.464\alpha}$	0.91	(0.0128, 0.003)	(-5.35 , 20.098)

表 4-26 思源路口之飽和流量-車隊平均疏解間距模式校估

	模式	R-Square	P-value	t-value
思源路	$S(\mu) = 3795.166e^{-0.333\mu}$	0.56	(0.00, 0.00)	(-5.95 , 7.32)

## (b) 忠孝西路口

從表 4-27 可以看出其  $\beta$  值分別為 5225.785、4203.223、3959.739 及  $\lambda$  值分別為 -0.415、-0.332、-0.333，其 P-value 都小於 0.05，故拒絕虛無假設，表示  $\beta$ 、 $\lambda$  值顯著。而模式的 R-square 分別為 78%、73% 及 81%，表示模式有不錯解釋能力。而從表 4-28 可以看出車道二及車道 3 之  $\rho$  值分別為 1829.783、1850.261 及  $\kappa$  值分別為 -0.838 及 -1.216，其 P-value 都小於 0.05，故拒絕虛無假設，表示  $\rho$ 、 $\kappa$  值顯著。而模式的 R-square 分別為 83%、98%，表示模式有不錯解釋能力。

表 4-27 忠孝西路口之飽和流量-車隊平均疏解間距模式校估

	模式	R-square	P-value	t-value
車道 1	$S_1(\mu_1) = 5225.785 \cdot e^{-0.415\mu_1}$	0.78	0.000	-11.957
			0.000	11.082
車道 2	$S_2(\mu_2) = 4203.223 \cdot e^{-0.332\mu_2}$	0.73	0.000	-10.514
			0.000	11.611
車道 3	$S_3(\mu_3) = 3959.739 \cdot e^{-0.333\mu_3}$	0.81	0.000	-13.272
			0.000	11.417

表 4-28 忠孝西路口之飽和流量-大車比例模式校估

	模式	R-square	P-value	t-value
車道 2	$S_1(\alpha_1) = 1829.783 \cdot e^{-0.838\alpha_1}$	0.83	0.0315	-3.825
			0.000	44.129
車道 3	$S_2(\alpha_2) = 1850.261 \cdot e^{-1.216\alpha_2}$	0.98	0.0013	-11.696
			0.0001	28.363



## 第五章 模式驗證與比較

模式構建完成之後，必須利用另一組新的資料對模式進行驗證工作，所以本研究，將再對同一個路口錄影而蒐集得到新的資料，以作為對模式之驗證工作。所以之前已蒐集的資料部份是為進行模式構建及資料分析的資料；而另外新的蒐集的資料部份為確認本研究所構建之模式之可行及確認，如表 5-1 及 5-2 所示。上述的模式驗證，只驗證本模式適用於所調查之路段，為了更驗證模式且有一般性，亦即模式能有移轉至跟本研究所調查之路口相似之路口，也能適用本模式，所以本研究在另外多調查一個路口，作為模式移轉性之可行性。

模式驗證之主要目的是測試模式的預測模式的預測值，是否能夠合理的描述交叉路口車隊之車輛疏散時間，在微觀的車流預測模型中，主要就是把車輛疏散時間實際值與模式預測值做一比較，比較的分析的方式有兩種：

### 1. 主觀的圖形驗證方式

利用實際值與模式輸出值做一圖形比較，圖形的驗證通過與否的判定準則係以圖形曲線形狀有無相似情況為依據，而不是以實際值與模擬值密合程度為依據。

### 2. 客觀的統計驗證方式

以統計分析的方法，客觀的選擇一項評估指標，藉以評估模式的可信度。本研究採用的評估指標為平均誤差百分比(Mean Absolute Percentage, MAPE)，使用平均差百分比的好處是能夠克服模擬值與比較值單位不同及大小的響影，而能客觀地估計其差異程度。

表 5-1 思源路口之模式構建及驗證資料使用資料表

	資料庫 1	資料庫 2
車隊數	48	14
蒐集時間	94/2/25~2/27, 5:00~6:00PM	94/4/10,5:00~6:00PM
資料用途	模式構建	模式驗證

表 5-2 忠孝西路口之模式構建及驗證使用資料表

	資料庫 1	資料庫 2
車隊數	42	15
蒐集時間	94/4/1,4:30~6:30PM 94/4/2,4:30~5:30PM	94/4/2,5:30~6:30PM
資料用途	模式構建	模式驗證

## 5-1 圖形驗證

本研究利用另一筆新的車隊數之車輛疏散時間值來與模式輸出值做驗證，以思源路口與忠孝西路口來作為本研究交叉路口車隊疏散時間驗證的對象，透過觀察值與各模式之理論值比較，以判定車輛疏散時間預測模式是否符合實際車流車隊疏散行為之趨勢與型態。以下就分別為新莊思源路口及台北市忠孝西路口兩個路口之圖形描述如下所示：

### 5-1-1 新莊思源路口

我們將要驗證之 14 個車隊之實際資料，與本研究之模式 1 及模式 2 理論數據做個驗證，並比較模式 1、2 兩者之間優劣。為了更進一步證實本研究之模式 1 及 2 之佳，我們以過去常被拿來預測車輛疏散時間之線性模式，來做個模式之間比較，看是否有比線性模式較佳。以下就其圖形繪之如下所示：

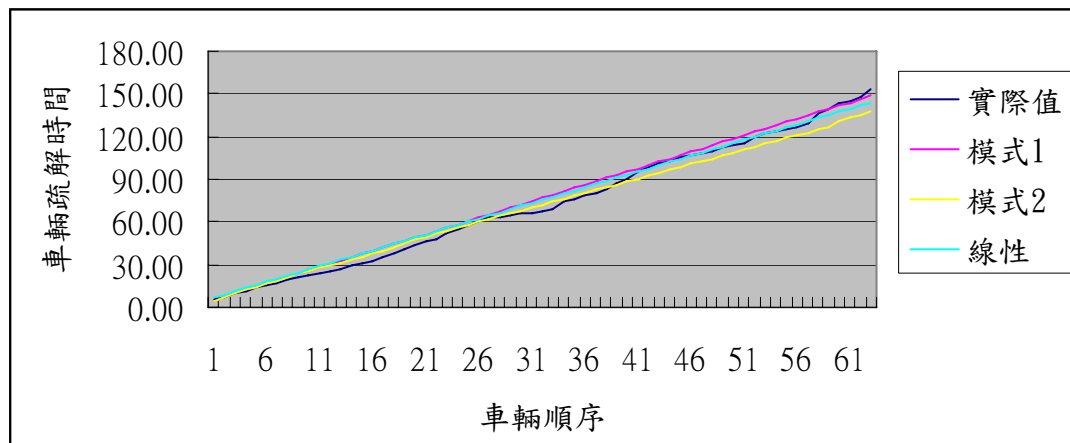


圖 5-1 車隊 1 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-1 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與實際值相近，但模式 1 之圖形近似度較線性及模式 2 佳。

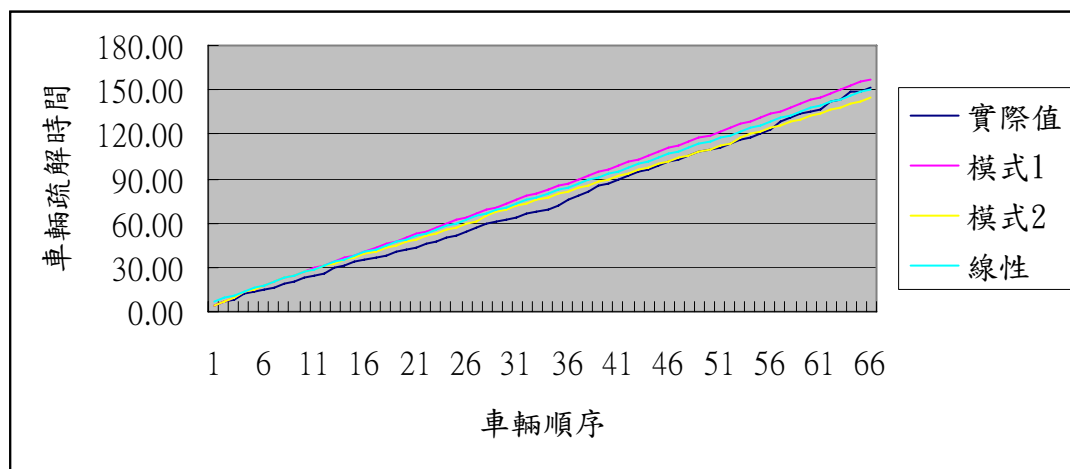


圖 5-2 車隊 2 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-2 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線前半部與實際值有一點誤差，而在後半部開始密合，但模式 2 之圖形近似度較線性及模式 1 佳。

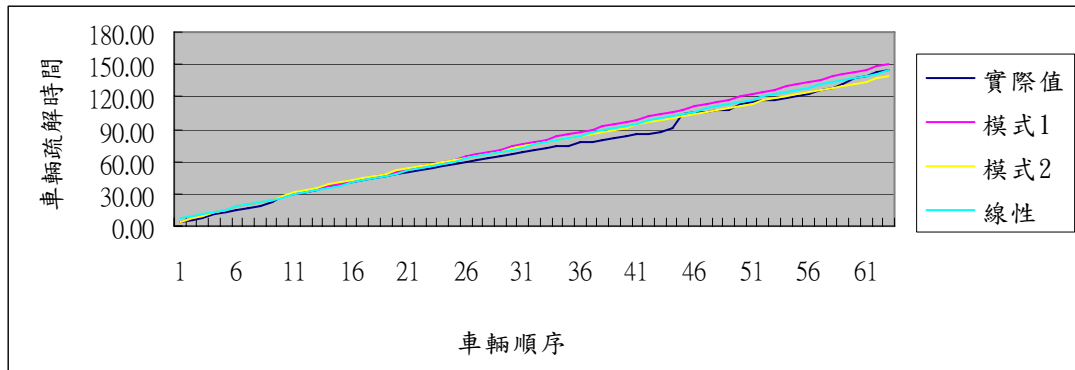


圖 5-3 車隊 3 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-3 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與實際值相近，但在曲線中間的範圍有點落差。在整體圖形表現，以本研究模式 1 較接受實際值。

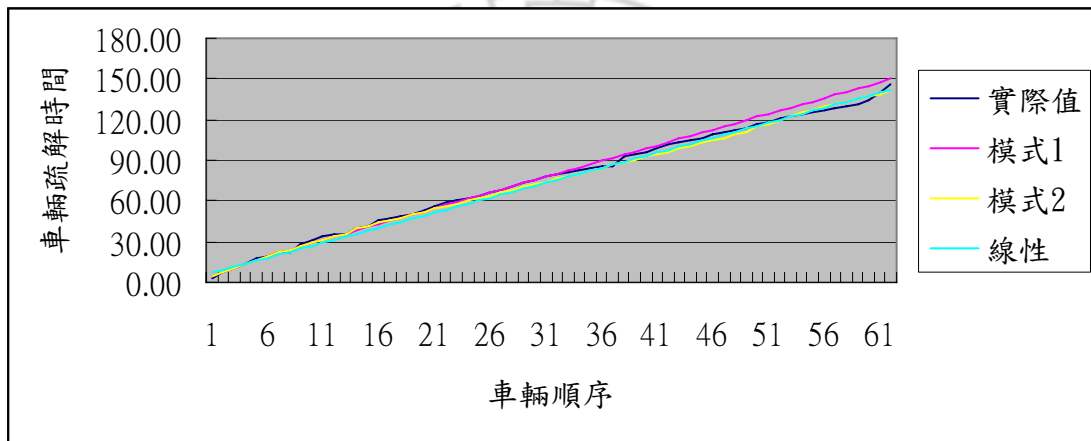


圖 5-4 車隊 4 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-4 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與實際值相近，在整體圖形表現，以本研究模式 2 與線性模式較接受實際值，比模式 1 佳。

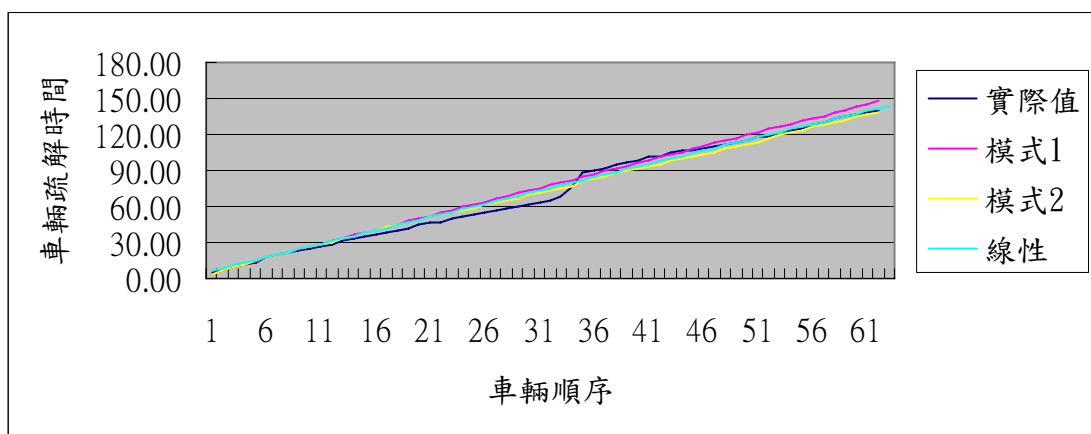


圖 5-5 車隊 5 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-5 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與實際值有點差距，尤其在曲線中間的範圍有點落差。在整體的圖形表現，三者模式曲線的近似度都與實際值接近。

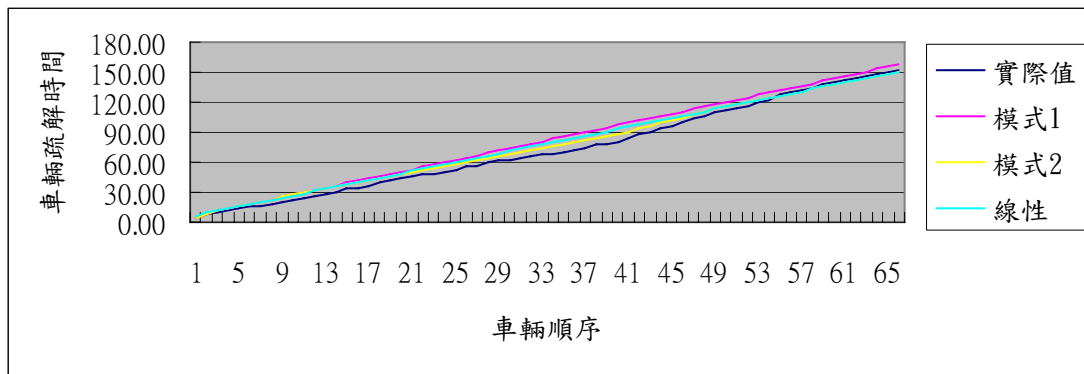


圖 5-6 車隊 6 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-6 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與實際值相近，但在曲線中間範圍有點落差。但以本研究模式 2 與線性模式較接近實際值，比模式 1 佳。

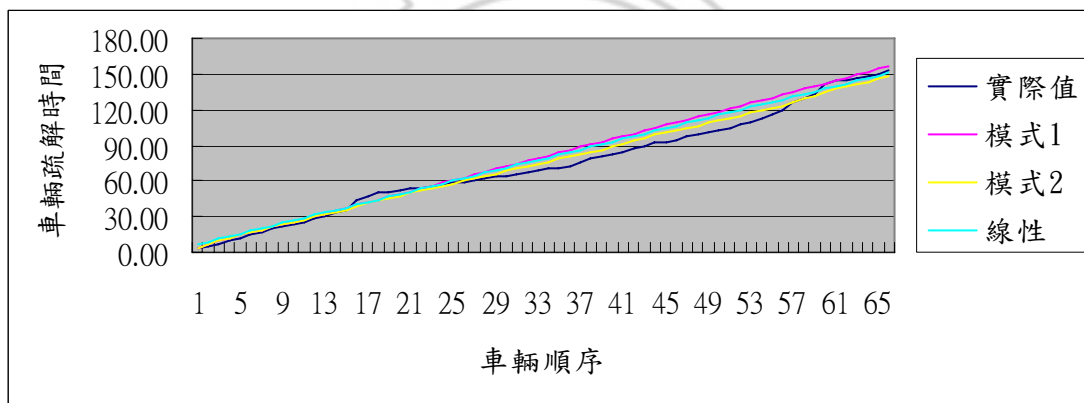


圖 5-7 車隊 7 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-7 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值有點差距，尤其在曲線中間範圍有點落差。在整體的圖形表現，三者模式曲線的近似度都與實際值接近。

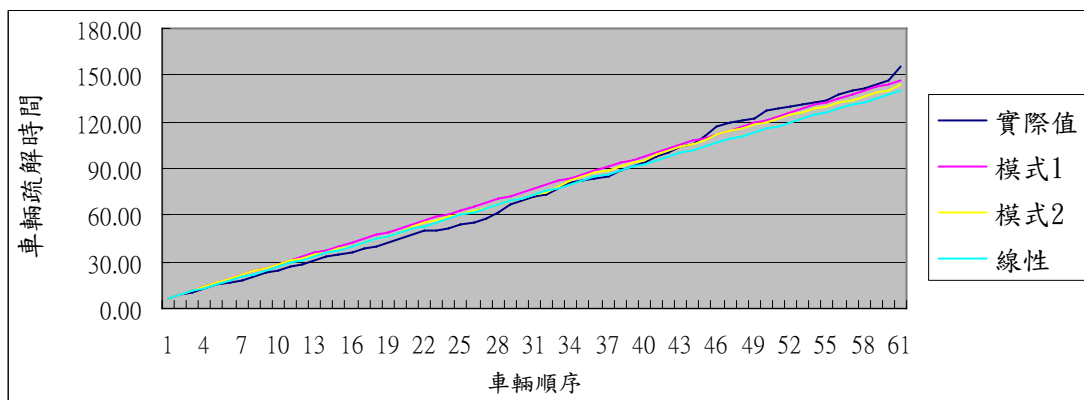


圖 5-8 車隊 8 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-8 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值有點差距，尤其在曲線中間範圍有點落差。但三者整體的圖形近似度以模式 2 與模式 1 較佳，較線性模式好。

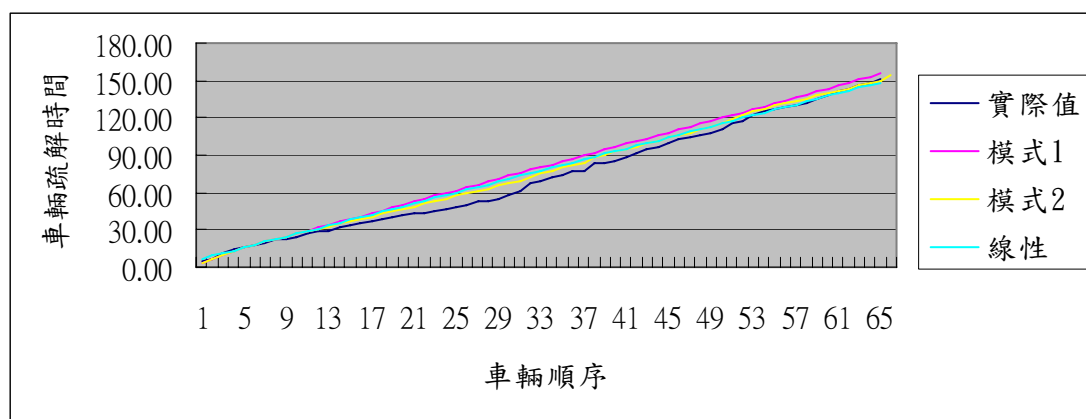


圖 5-9 車隊 9 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-9 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值有點差距，尤其在曲線中間範圍有點落差。在整體的圖形表現，三者模式曲線的近似度都與實際值接近。

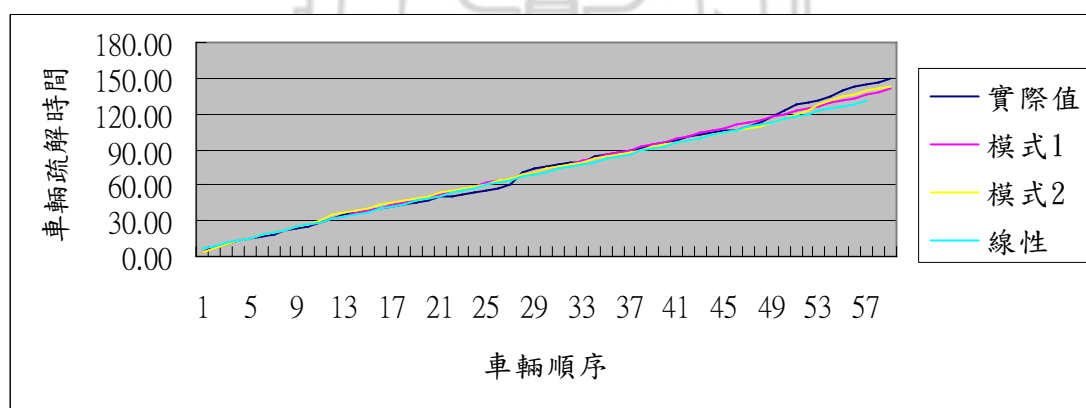


圖 5-10 車隊 10 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-10 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值非常相似，尤其以模式 1 及模式 2 較佳，而線性次之。

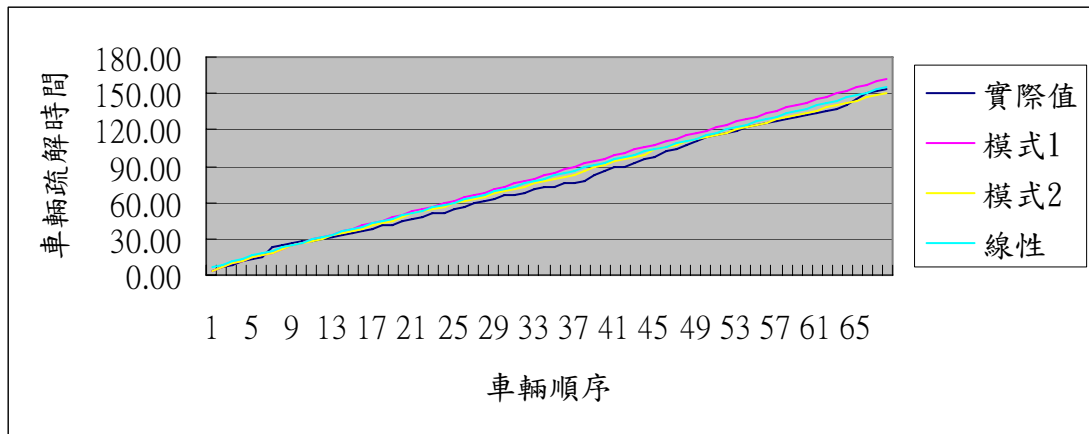


圖 5-11 車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-11 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值相似，尤其三者之圖形近似度以模式 2 較佳。

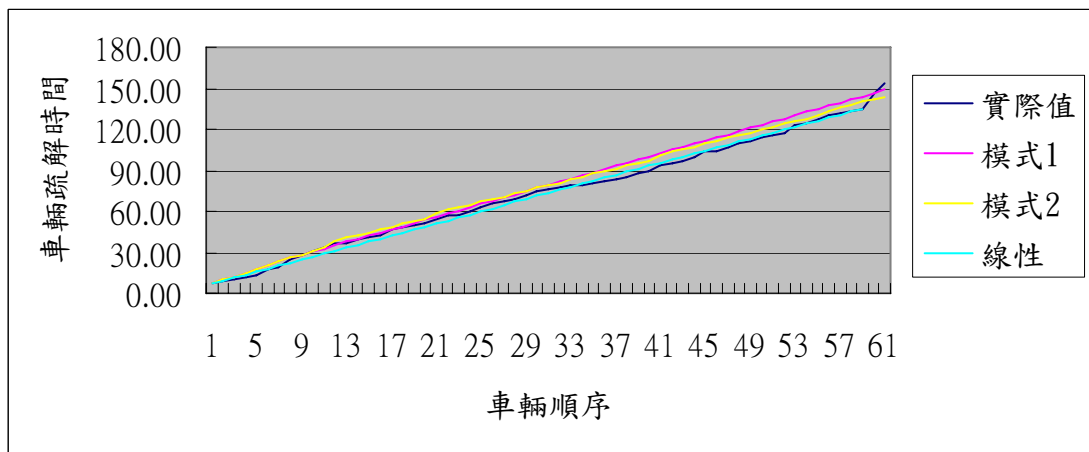


圖 5-12 車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-12 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值相似，尤其三者之圖形近似度以線性較模式 1 及模式 2 佳。

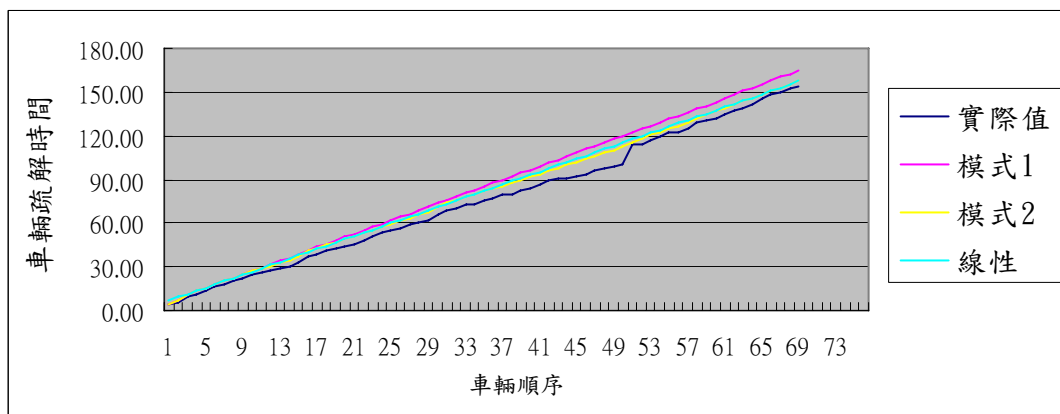


圖 5-13 車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-13 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值相似，尤其在曲線中間範圍有點落差。其中三者之圖形近似度以模式 2 佳。

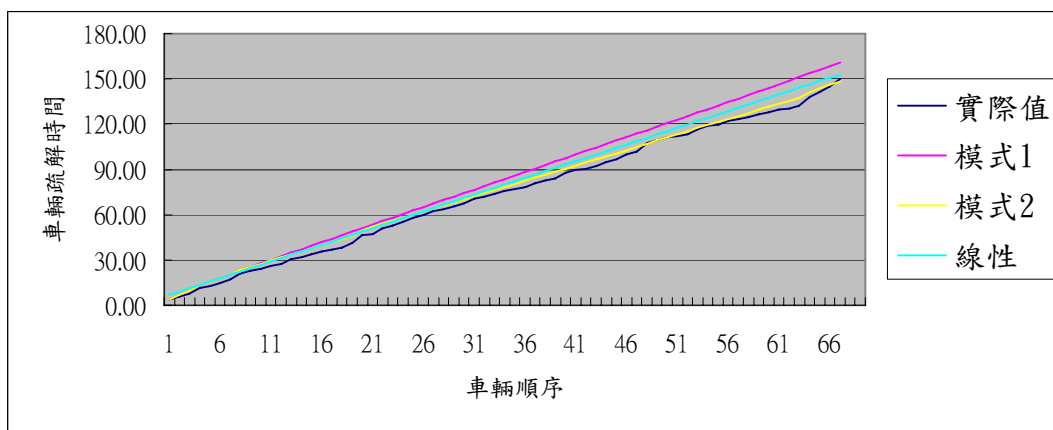


圖 5-14 車隊 14 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-14 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值相似，尤其在曲線中間範圍有點落差。其中三者之圖形近似度以模式 2 佳。

### 思源路口圖形驗證小結

從模式驗證比較圖 5-1 至 5-14 圖形來看，大體而言不論模式不同，3 個模式理論值圖形與實際觀察值相當近似，雖有些圖形有些誤差之差距，但整體上，3 個模式的預測效果皆相當的不錯。但本研究之模式 1 及模式 2 大至上會比線性模式之圖形比較較好，而且我們還可以看出本研究模式 2 會較模式 1 較佳，而且較接近實際值。對於造成模式理論值與實際值之間的誤差因素，可能包含駕駛人因素、鄰近車道變換車道及車輛斷續影響，會造成本模式對實際值之預測之效果好壞，但其中以鄰近變換車道因素影響較大。最後，為了進一步證明模式的有效性，及模式間解釋能力的差異性，我們在 5-2 節即針對實際值與模式理論值做一統計驗證比較。

## 5-1-2 台北市忠孝西路口

我們將要驗證之 15 個車隊之實際資料，依照各車道與本研究之模式 1 及模式 2 理論數據做個驗證，並比較模式 1、2 兩者之間優劣。為了更進一步證實本研究之模式 1 及 2 之佳，我們以過去常被拿來預測車輛疏散時間之線性模式，來與本研究之構建模式做個模式之間比較，看是否有比線性模式較佳。以下就各個車道其圖形繪之如下所示：

### (1)車道 1

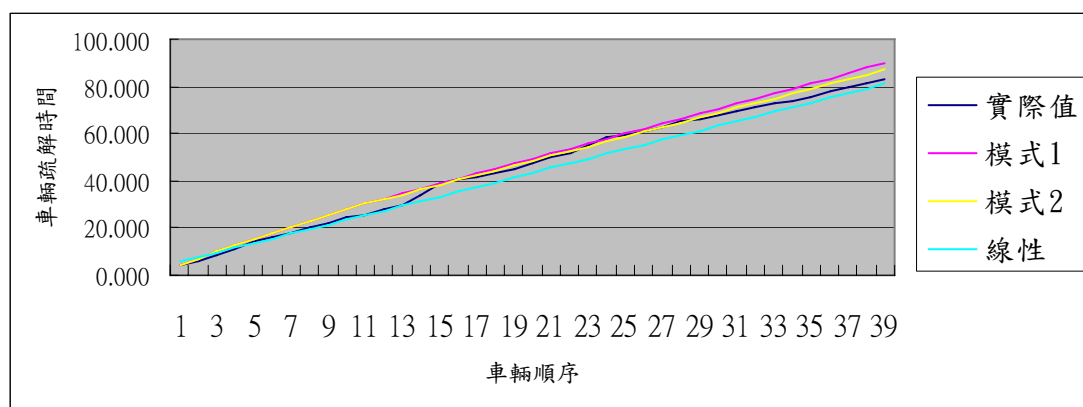


圖 5-15 車道 1-車隊 1 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-15 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值相似，尤其在曲線前半段範圍有點落差。但其前三者之圖形近似度以模式 1 與模式 2 佳。

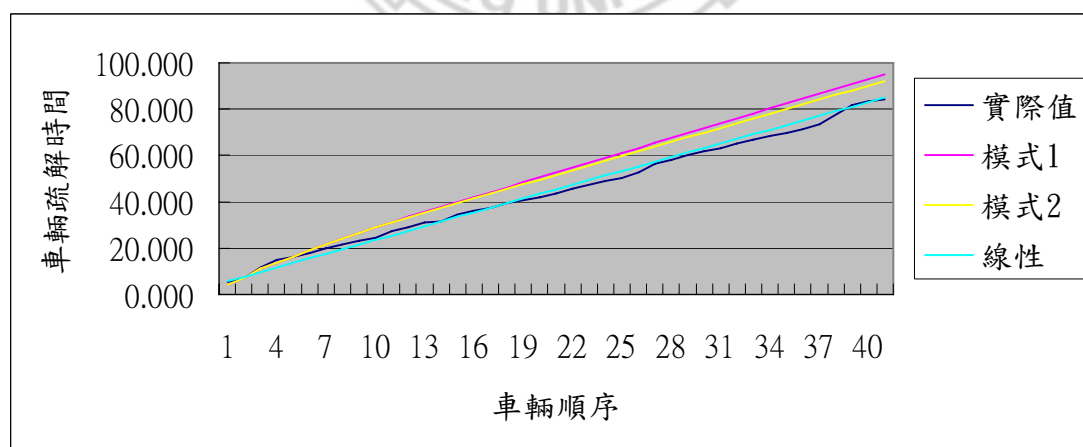


圖 5-16 車道 1-車隊 2 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-16 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。



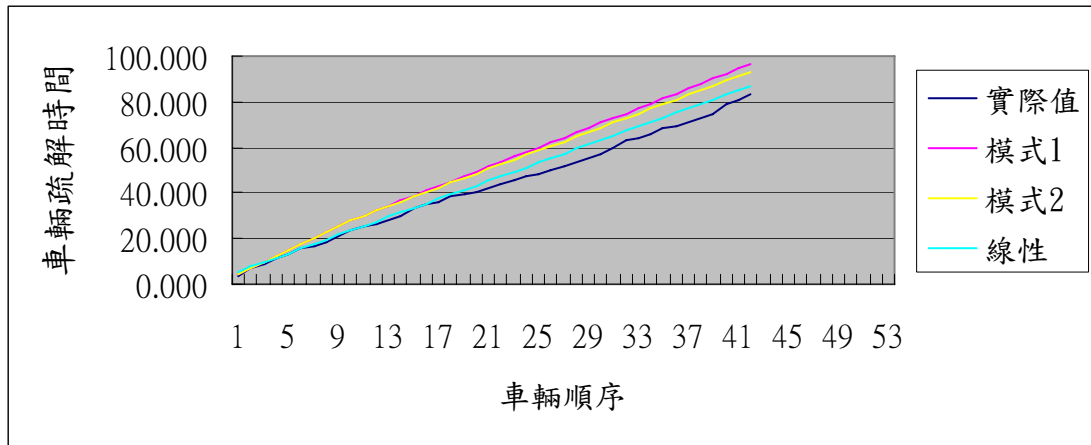


圖 5-17 車道 1-車隊 3 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-17 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

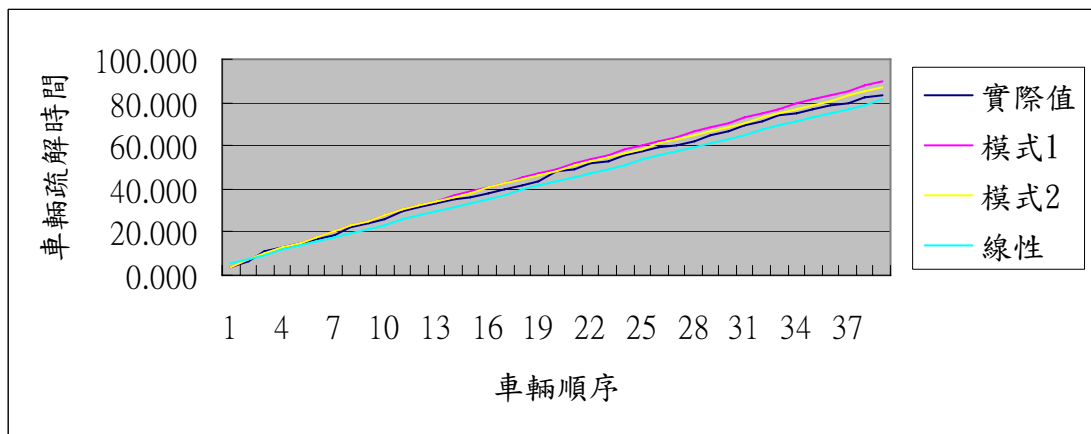


圖 5-18 車道 1-車隊 4 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-18 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以本研究模式 2 及模式 1 與實際值近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

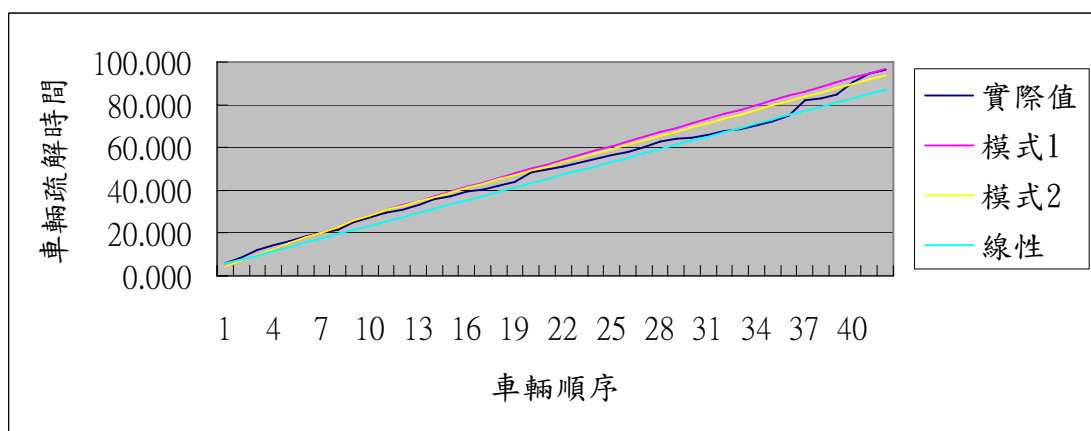


圖 5-19 車道 1-車隊 5 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-19 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以本研究模式 2 及模式 1 與實際值近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

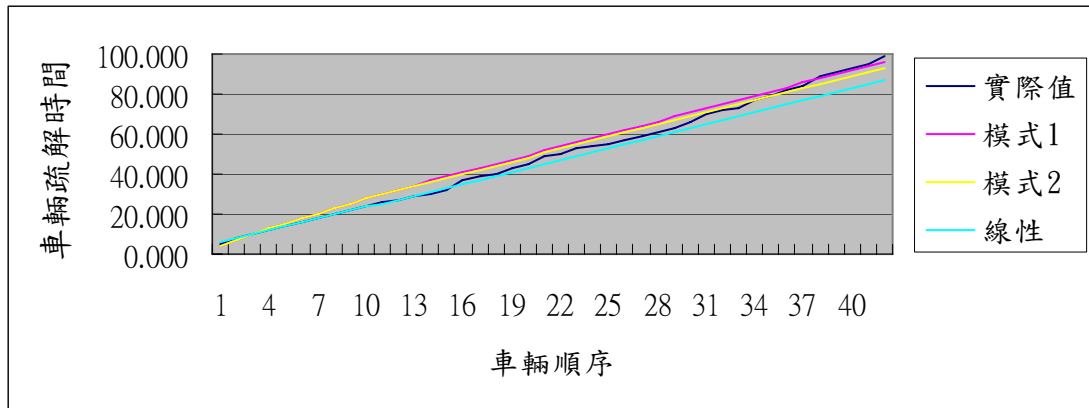


圖 5-20 車道 1-車隊 6 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-20 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，在整體的圖形表現，三者模式曲線的近似度都與實際值接近。

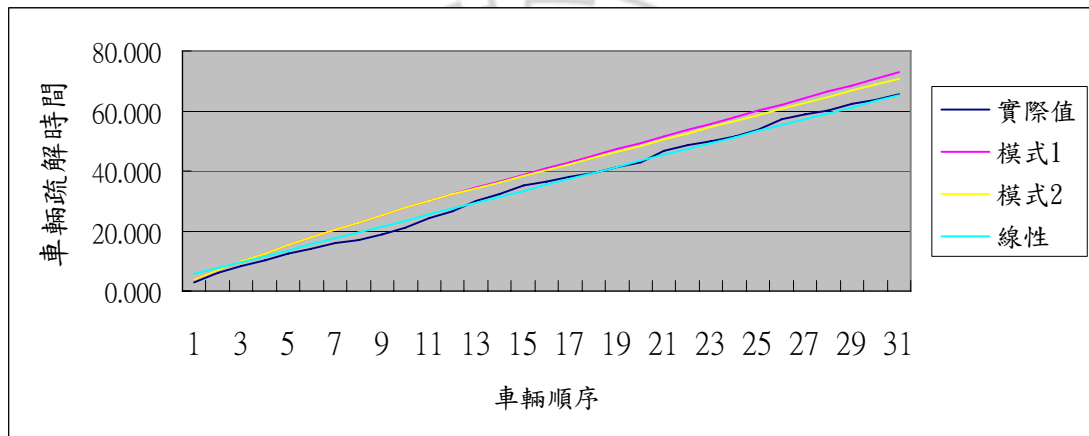


圖 5-21 車道 1-車隊 7 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-21 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

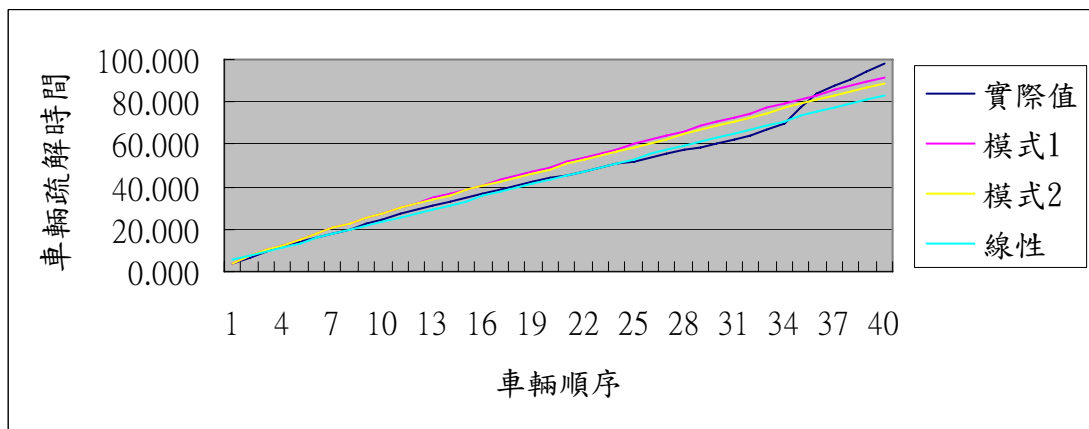


圖 5-22 車道 1-車隊 8 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-22 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

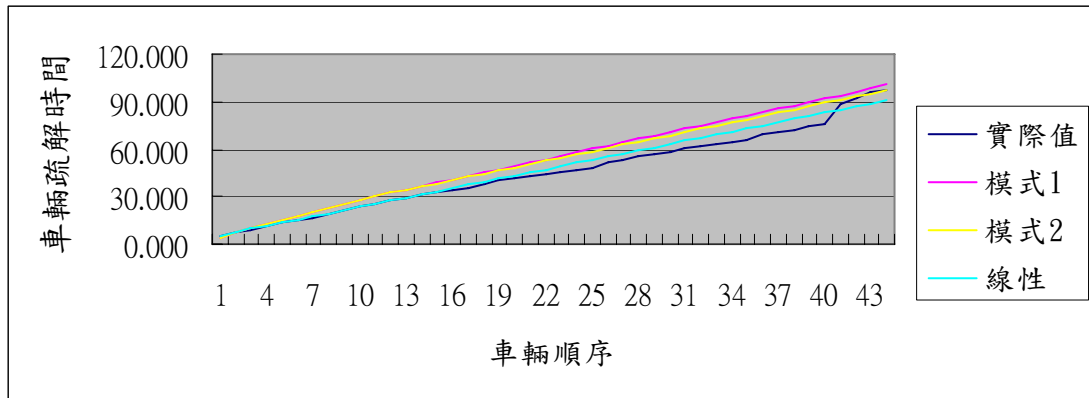


圖 5-23 車道 1-車隊 9 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-23 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

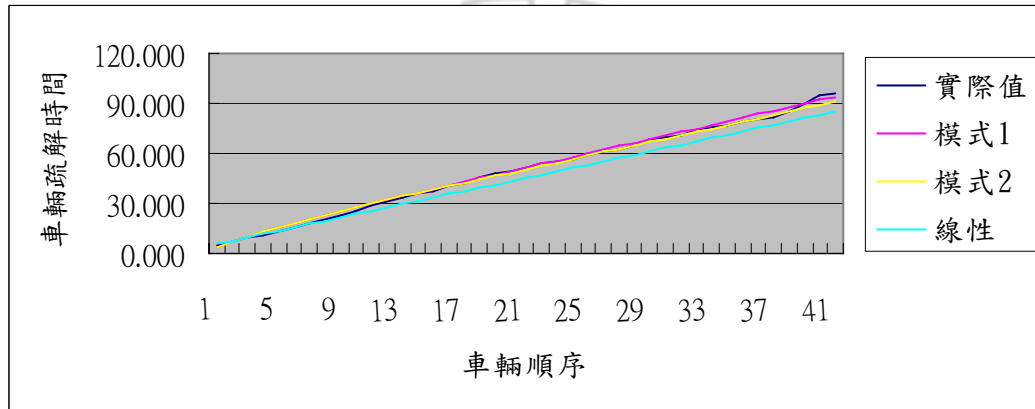


圖 5-24 車道 1-車隊 10 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-24 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

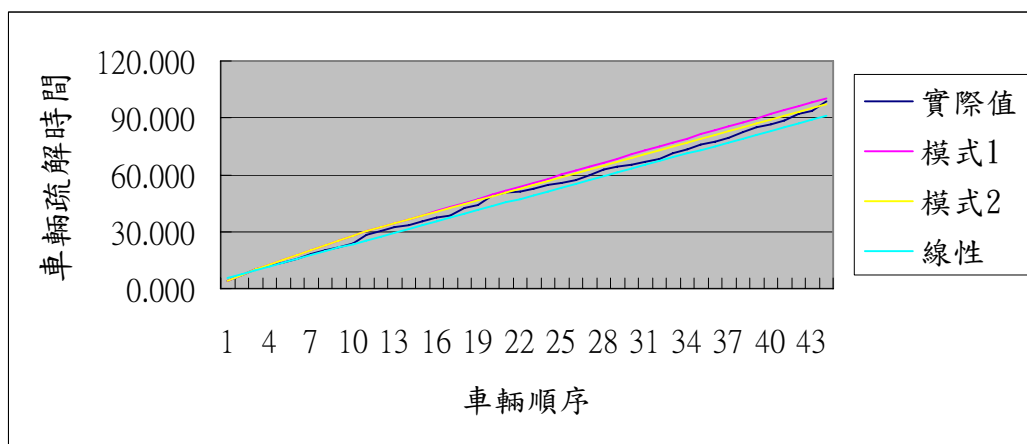


圖 5-25 車道 1-車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-25 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值近似，而線性模式與實際值有一些之誤差。

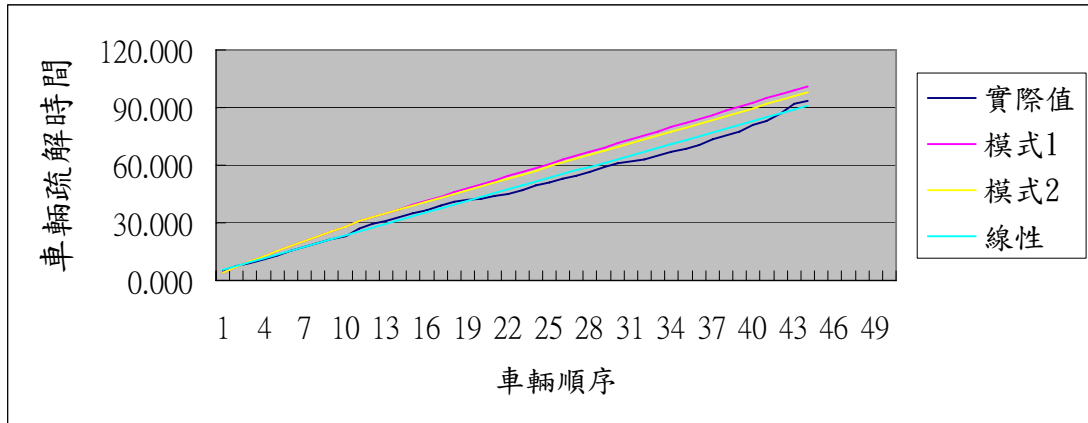


圖 5-26 車道 1-車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-26 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

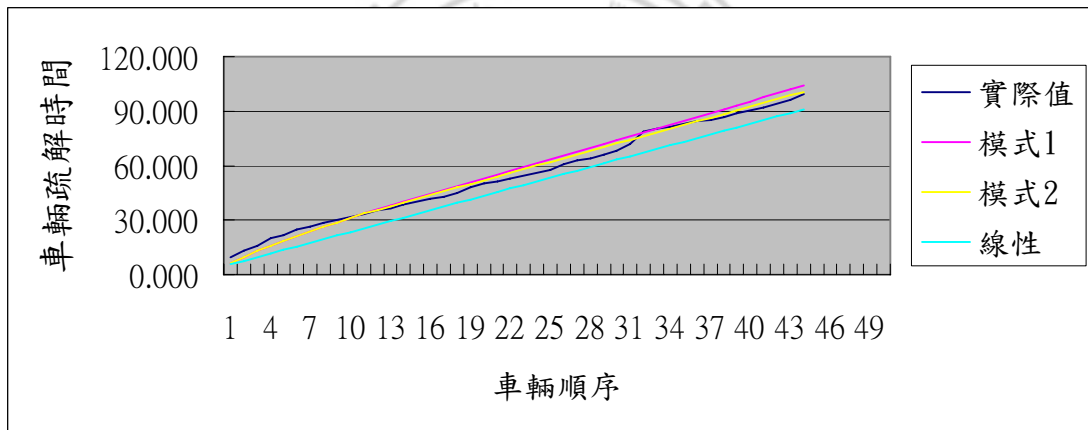


圖 5-27 車道 1-車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-27 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值近似，而線性模式與實際值有一些之誤差。

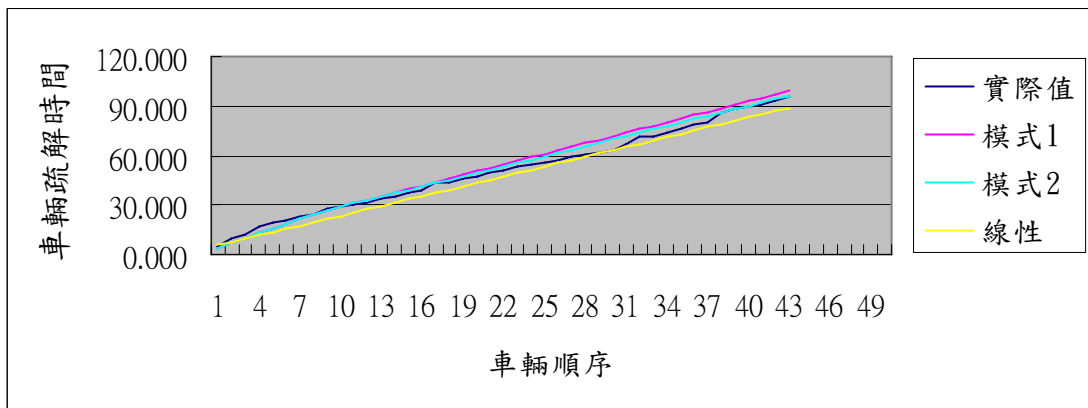


圖 5-28 車道 1-車隊 14 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-28 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值近似，而線性模式與實際值有一些之誤差。

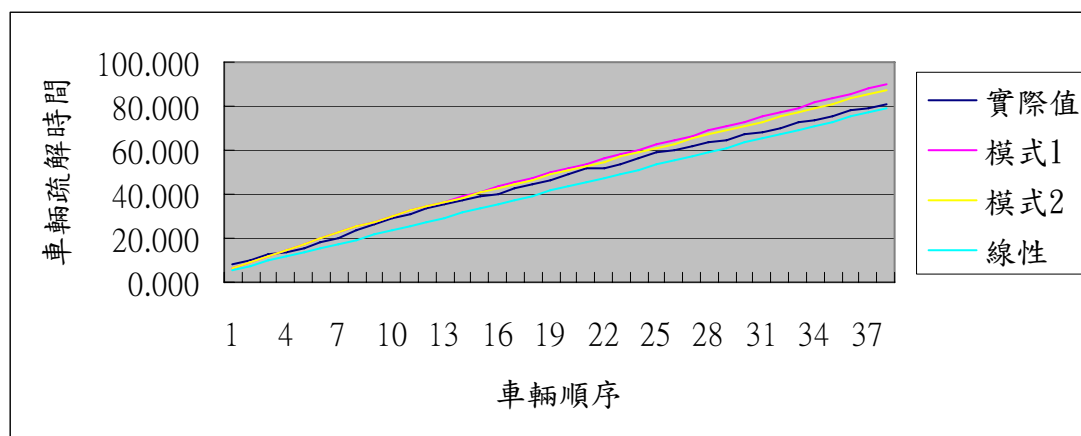


圖 5-29 車道 1-車隊 15 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-29 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

### 車道 1 圖形驗證小結

從車道 1 模式驗證比較圖 5-15 至 5-30 圖形來看，大體而言不論模式不同，3 個模式理論值圖形與實際觀察值均相當近似，雖然有些驗證圖形可能不太理想，但是最後我們可以認為 3 個模式的預測效果皆相當的不錯及有其接受性。但本研究之模式 1 及模式 2 大部份會比線性模式之圖形比較好，而且我們還可以看出本研究模式 2 會較模式 1 較佳，而且較接近實際值。對於造成模式理論值與實際值之間的誤差因素，可能包含駕駛人因素、鄰近車道變換車道及車輛斷續影響，會造成本模式對實際值之預測之效果好壞，其中以鄰近變換車道影響整個車隊疏散時間最大。但是為了進一步證明模式的有效性及模式間解釋能力的差異性，我們在 5-2 節即針對車道 1 之實際值與模式理論值做一統計驗證比較，以比較各模式之間好壞及模式接受性之適用。

## (2)車道 2

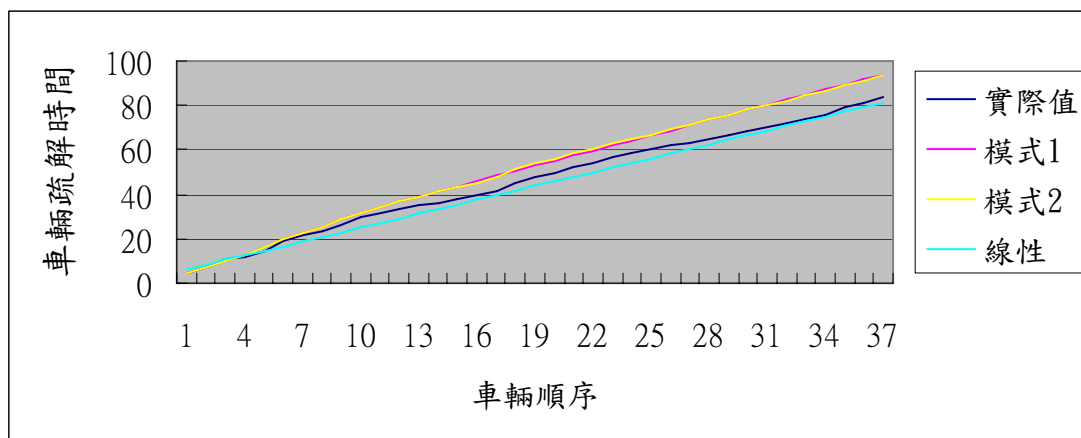


圖 5-30 車道 2-車隊 1 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-30 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

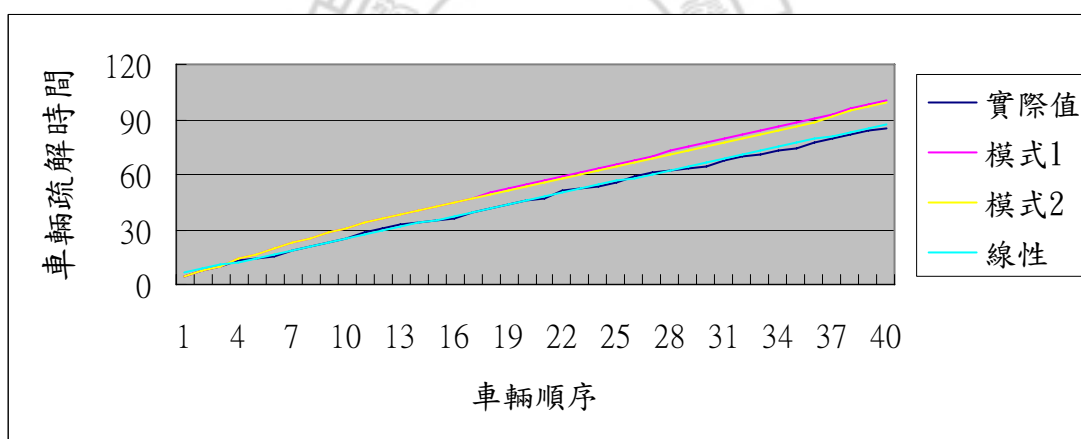


圖 5-31 車道 2-車隊 2 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-31 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

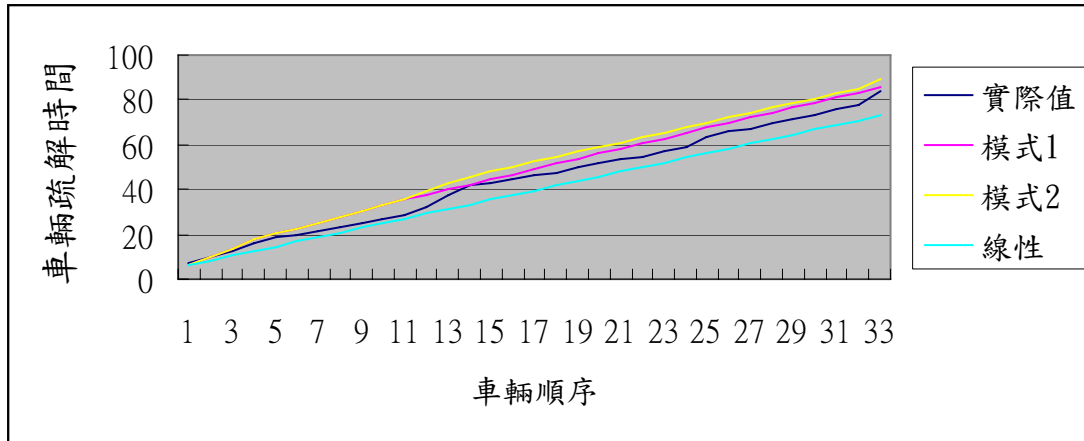


圖 5-32 車道 2-車隊 3 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-32 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 與實際值較為近似，而模式 2 及線性模式 2 實際值有較大之誤差。

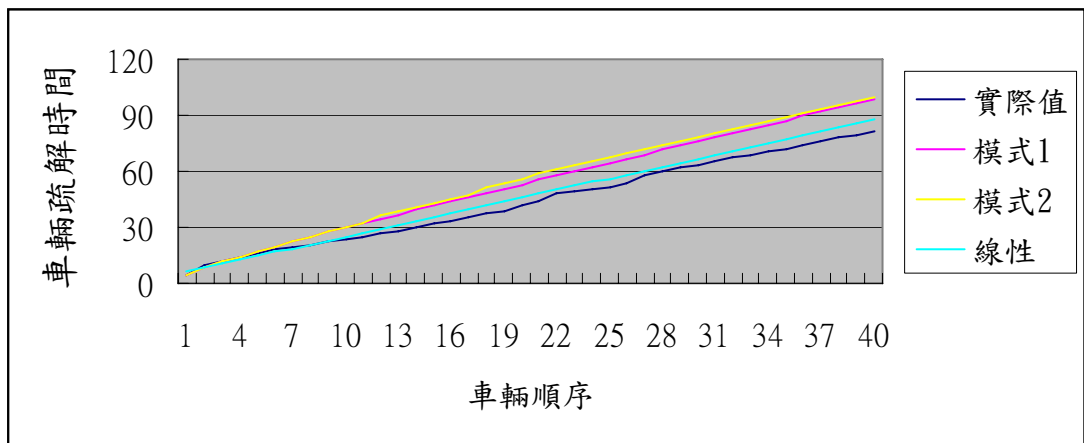


圖 5-33 車道 2-車隊 4 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-33 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

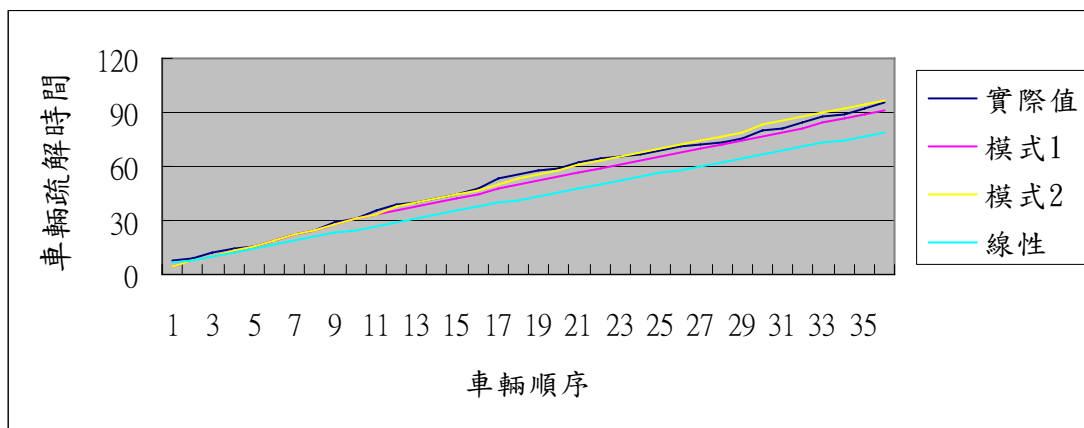


圖 5-34 車道 2-車隊 5 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-34 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值非常近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

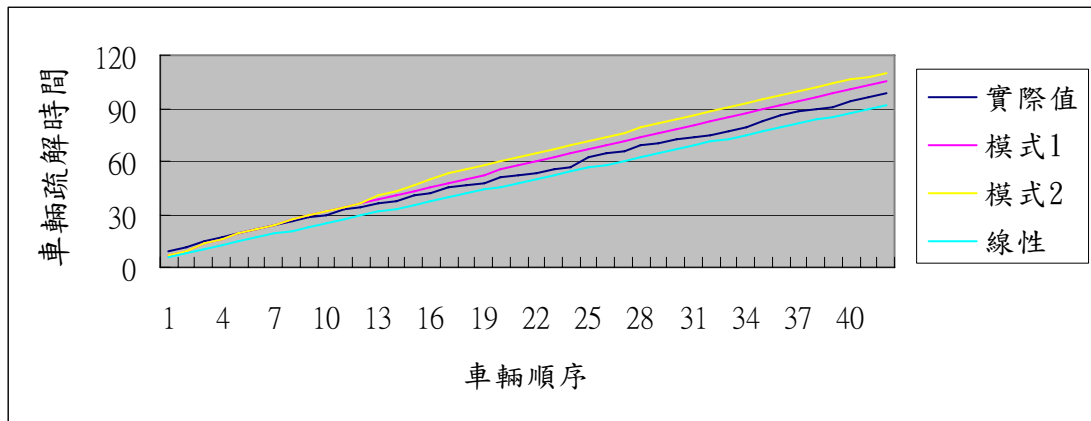


圖 5-35 車道 2-車隊 6 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-35 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及線性模式與實際值較為近似，而模式 2 與實際值有較大之誤差。

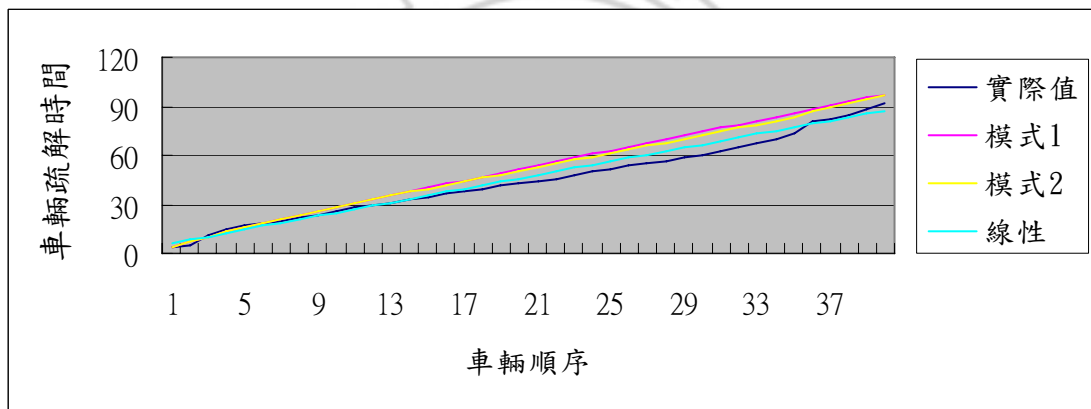


圖 5-36 車道 2-車隊 7 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-36 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式與實際值皆為近似。

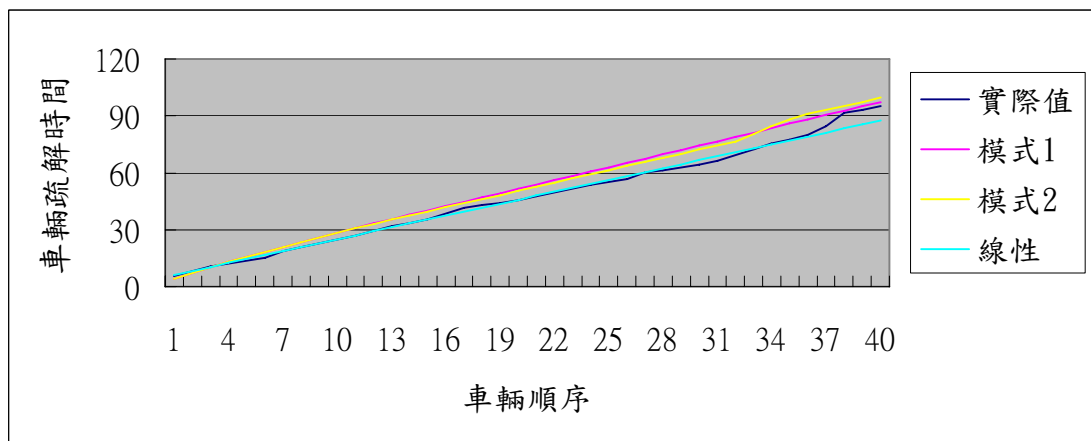


圖 5-37 車道 2-車隊 8 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較



從圖 5-37 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

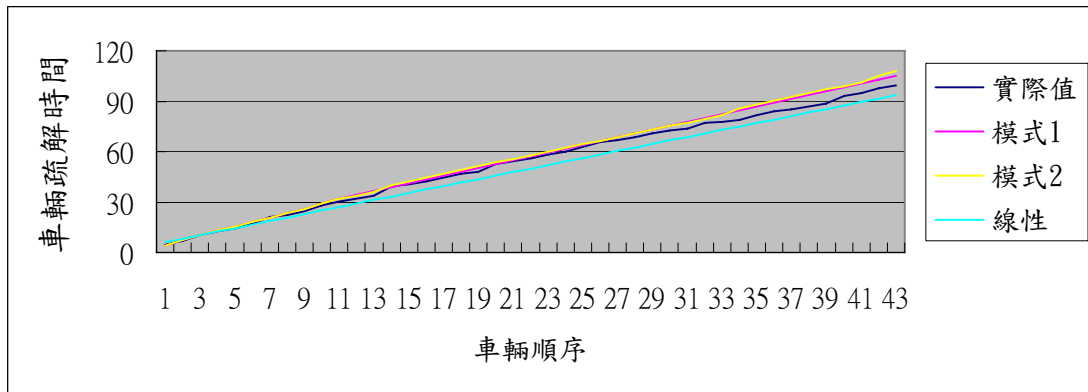


圖 5-38 車道 2-車隊 9 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-38 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

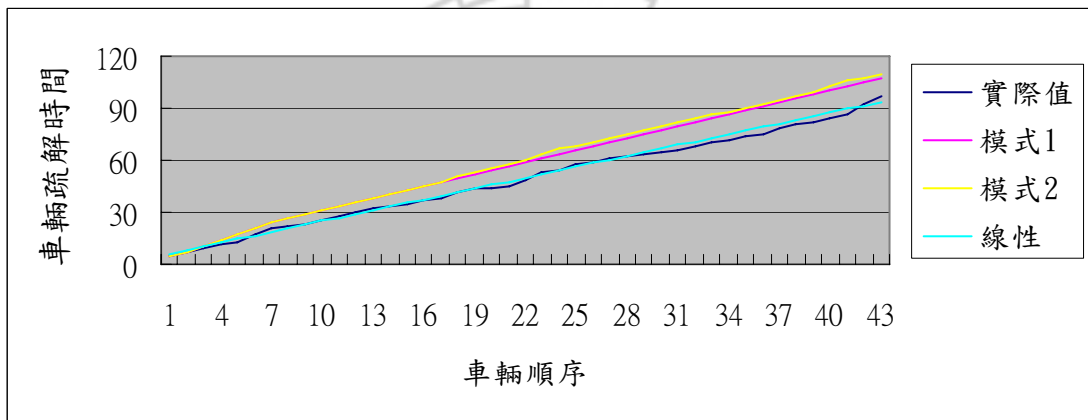


圖 5-39 車道 2-車隊 10 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-39 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

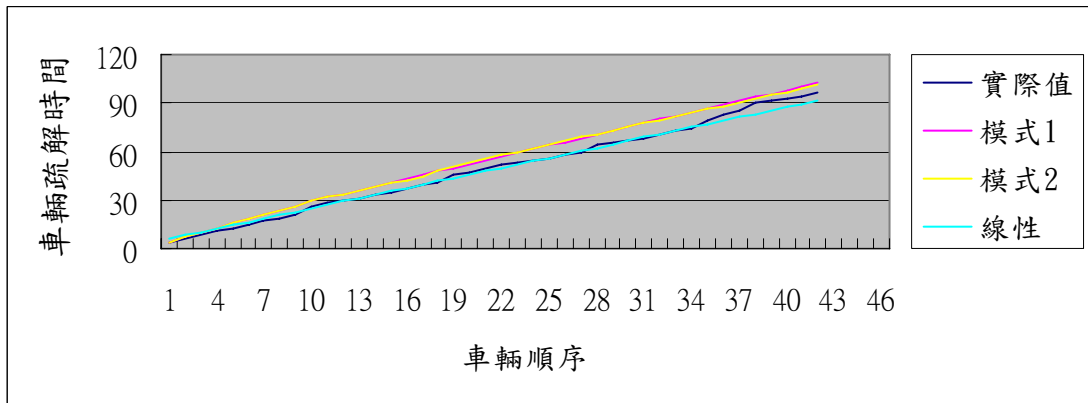


圖 5-40 車道 2-車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-40 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式與實際值皆為近似。

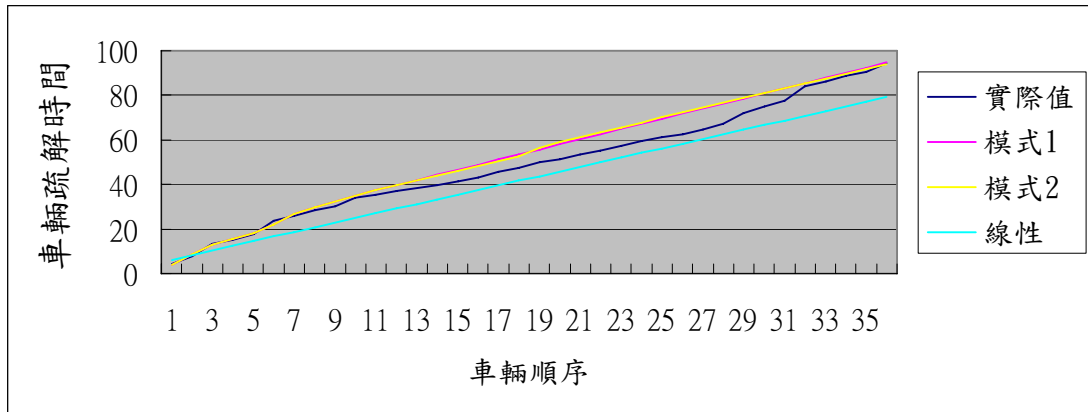


圖 5-41 車道 2-車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-41 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

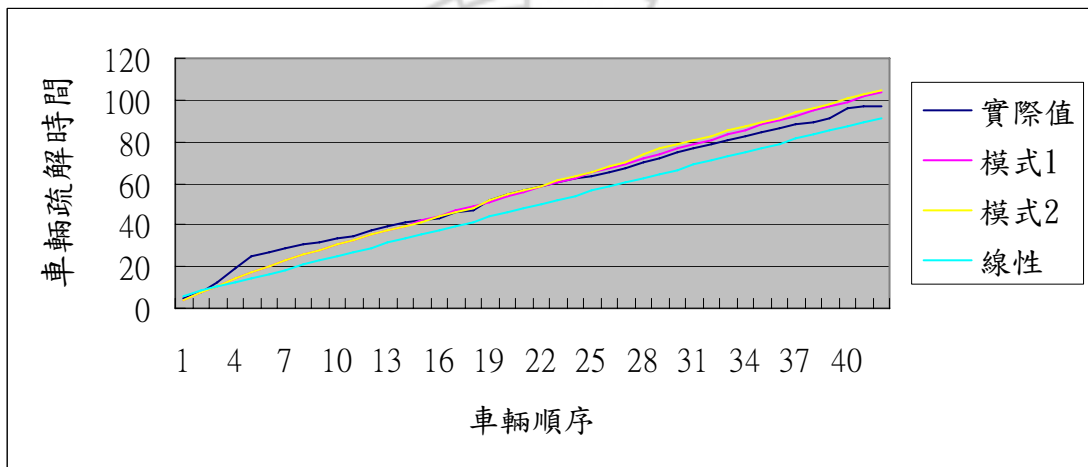


圖 5-42 車道 2-車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-42 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

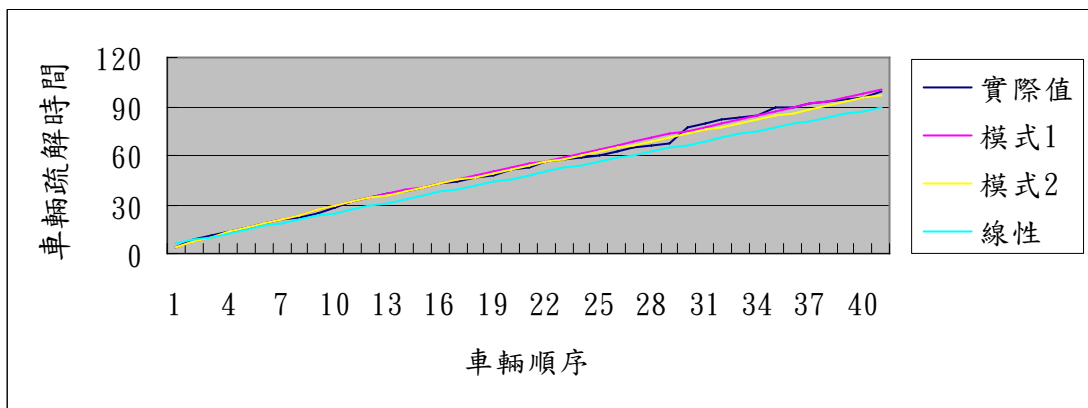


圖 5-43 車道 2-車隊 14 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-43 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

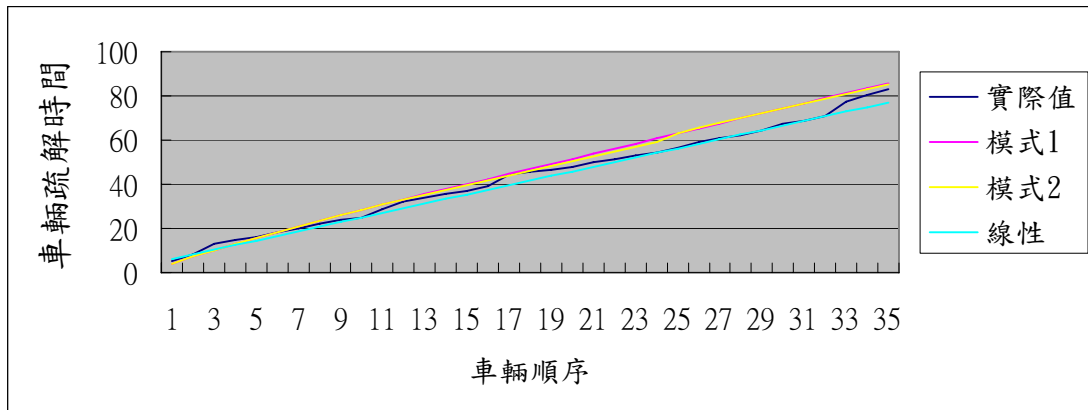


圖 5-44 車道 2-車隊 15 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-44 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式與實際值皆為近似。

### 車道 2 圖形驗證小結

從車道 2 模式驗證比較圖 5-31 至 5-45 圖形來看，大體而言不論模式不同，3 個模式理論值圖形與實際觀察值均相當近似，雖然有些驗證圖形可能不太理想，但是最後我們可以認為 3 個模式的預測效果皆相當的不錯及有其接受性。但本研究之模式 1 及模式 2 大部份會比線性模式之圖形比較好，而且我們還可以看出本研究模式 2 會較模式 1 較佳，而且較接近實際值。但是為了進一步證明模式的有效性及其解釋能力的差異性，我們在 5-2 節即針對車道 2 之實際值與模式理論值做一統計驗證比較，以比較各模式之間好壞及模式接受性之適用。

### (3)車道 3

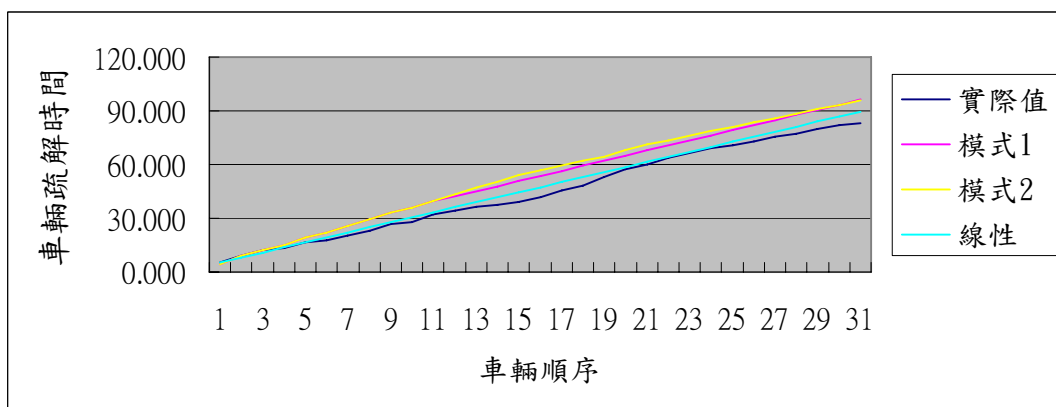


圖 5-45 車道 3-車隊 1 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-45 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

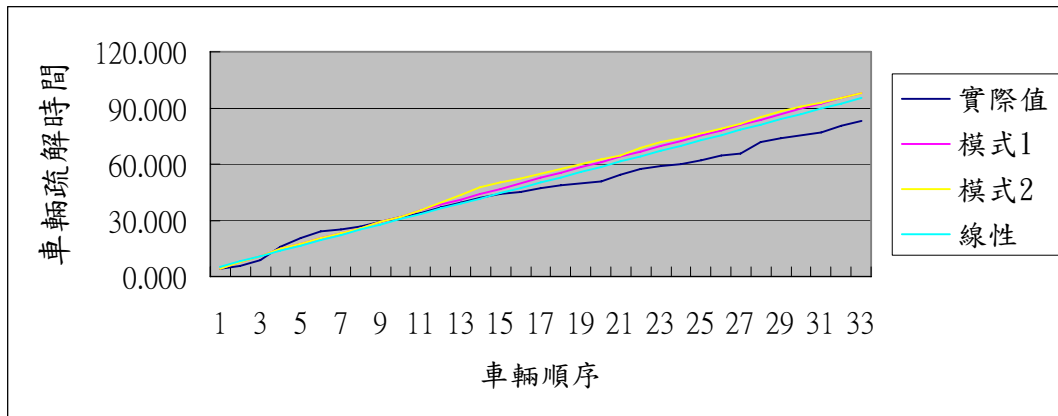


圖 5-46 車道 3-車隊 2 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-46 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式理論值在曲線後半段與與實際值有較大差異。

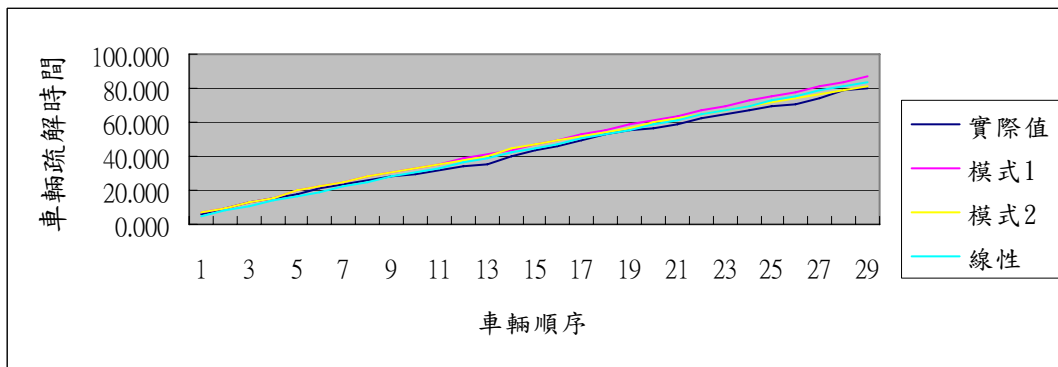


圖 5-47 車道 3-車隊 3 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-47 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式理論值與與實際值非常相似。

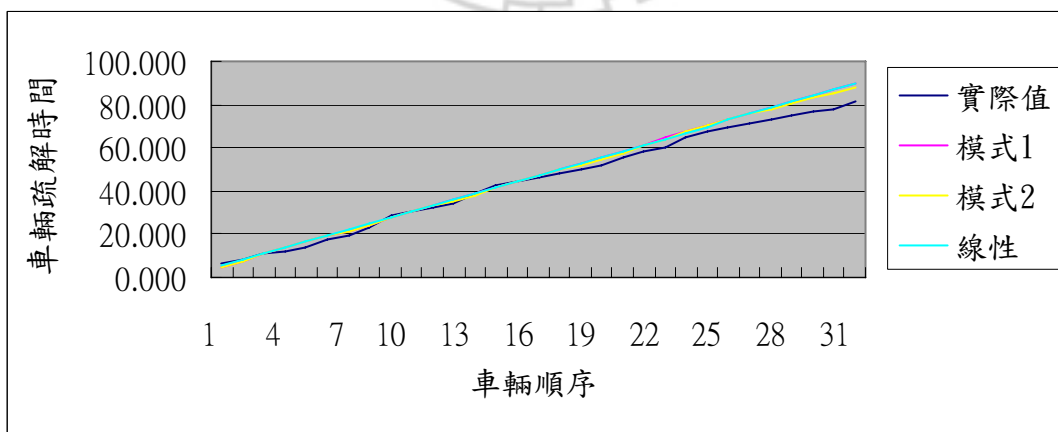


圖 5-48 車道 3-車隊 4 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-48 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式理論值與與實際值非常相似，但在曲線後半段有較小之誤差。

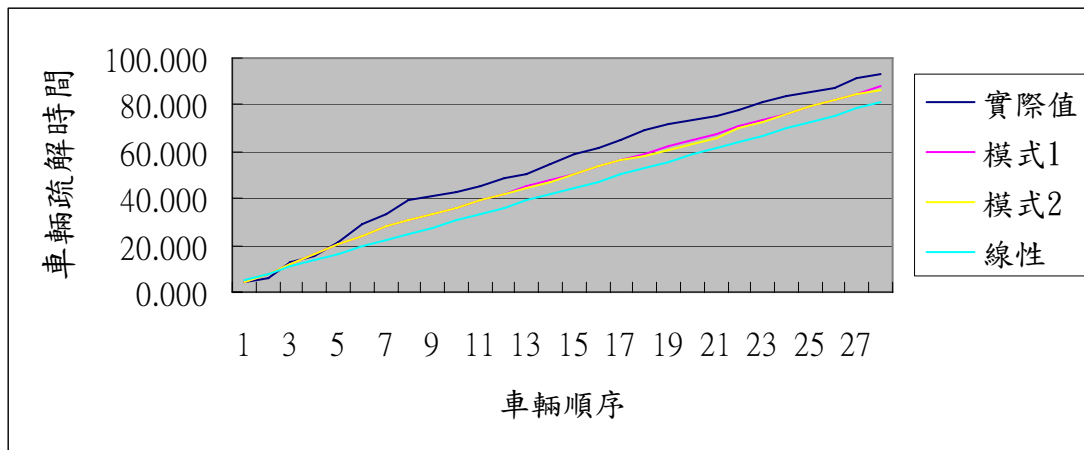


圖 5-49 車道 3-車隊 5 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-49 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

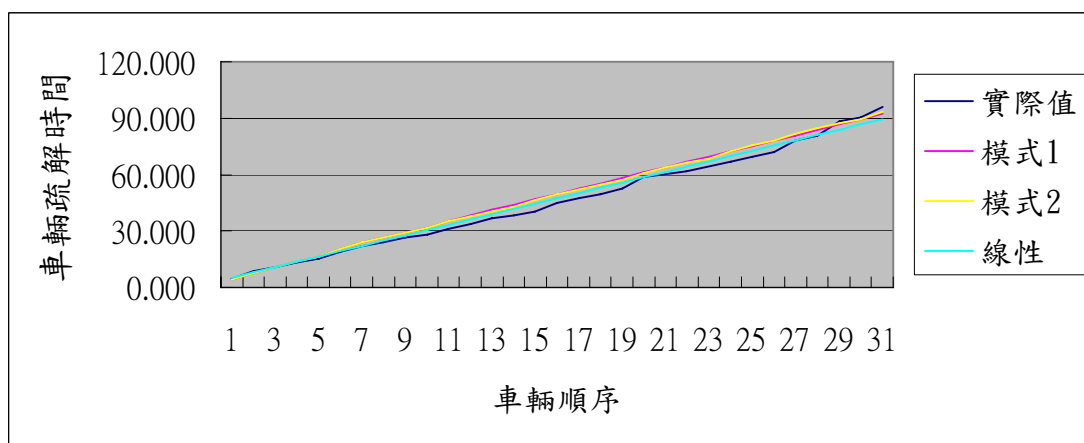


圖 5-50 車道 3-車隊 6 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-50 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式理論值與與實際值非常相似。

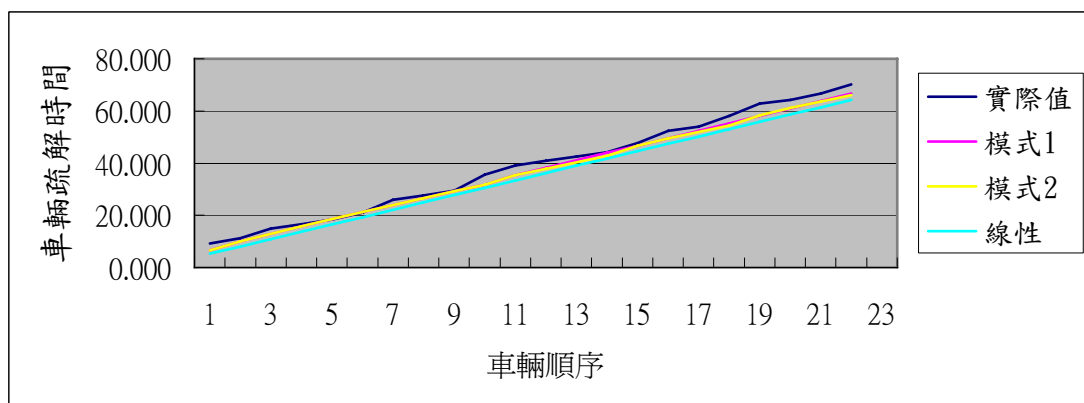


圖 5-51 車道 3-車隊 7 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-51 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

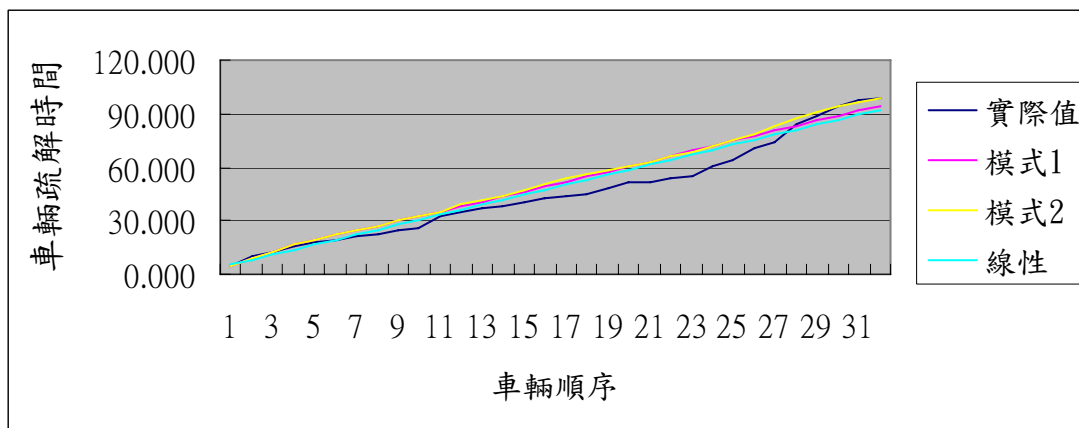


圖 5-52 車道 3-車隊 8 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-52 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，但三者模式理論值模式 1 與實際值之近似度不佳。

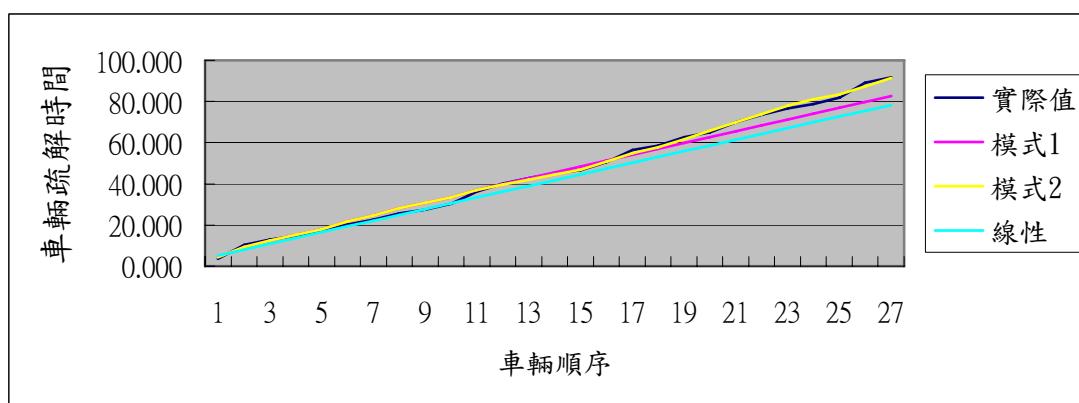


圖 5-53 車道 3-車隊 9 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-53 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 與實際值較為近似，而模式 2 次之，然而線性模式與實際值有較大之誤差。

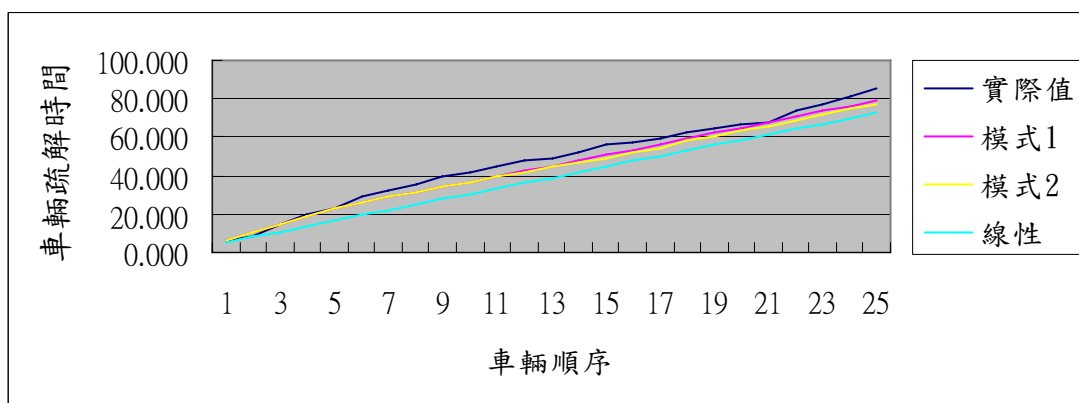


圖 5-54 車道 3-車隊 10 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-54 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

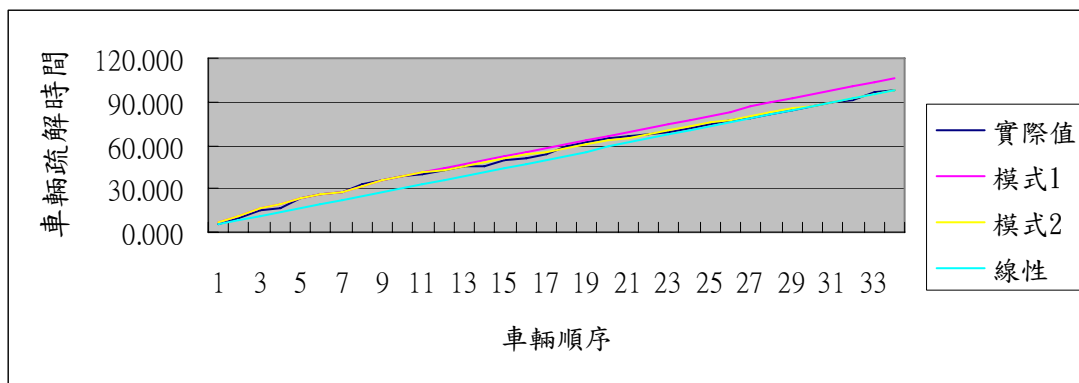


圖 5-55 車道 3-車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-55 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

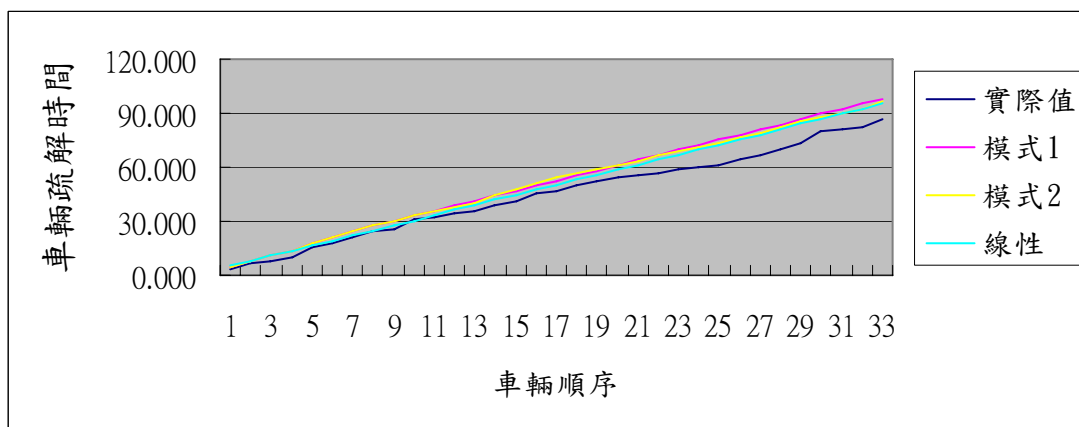


圖 5-56 車道 3-車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-56 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，但三者模式理論值模式 1 與實際值之近似度不佳。

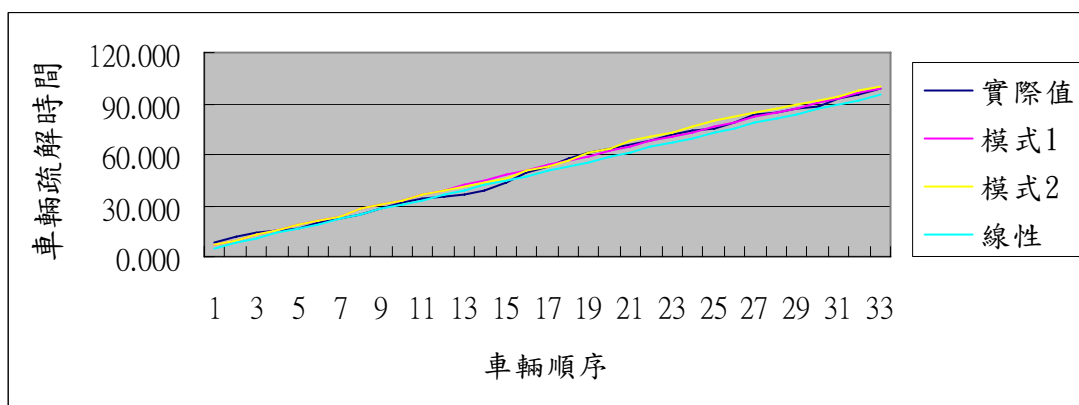


圖 5-57 車道 3-車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-57 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

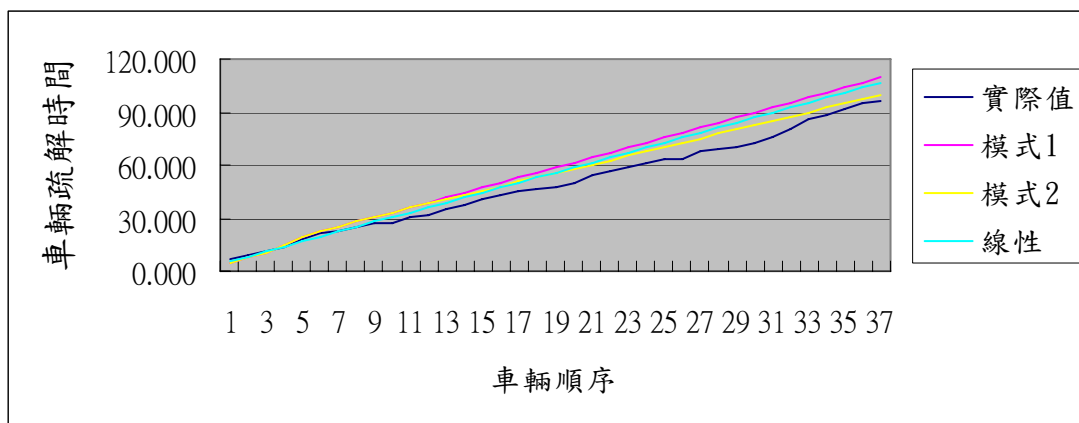


圖 5-58 車道 3-車隊 14 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-58 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，但三者模式理論值模式 1 與實際值之近似度不佳。

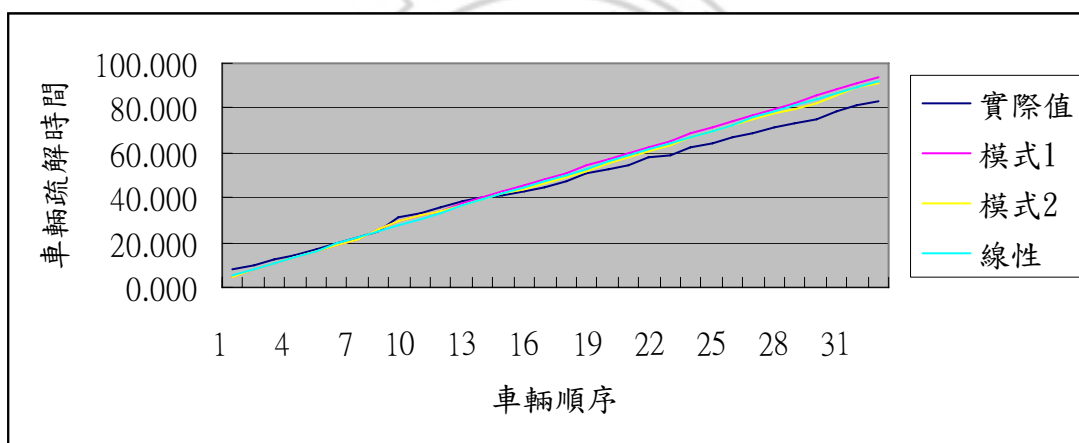


圖 5-59 車道 3-車隊 15 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-59 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，但三者模式理論值模式 1 與實際值大至相似，但在曲線後半段有點小誤差。



### 車道 3 圖形驗證小結

從車道 3 模式驗證比較圖 5-46 至 5-60 圖形來看，大體而言不論模式不同，3 個模式理論值圖形與實際觀察值均相當近似，雖然有些驗證圖形可能不太理想，但是最後我們可以認為 3 個模式的預測效果皆相當的不錯及有其接受性。但本研究之模式 1 及模式 2 大至上會比線性模式之圖形比較較好，而且我們還可以看出本研究模式 2 會較模式 1 較佳，而且較接近實際值。對於造成模式理論值與實際值之間的誤差因素，可能包含駕駛人因素、鄰近車道變換車道及車輛斷續影響，會造成本模式對實際值之預測之效果好壞，對於在車道 1 之理論值與實際值之圖形有點誤差，主要是以以鄰近變換車道因素影響較大；對於在車道 2 之理論值與實際值之圖形有點誤差，主要是以以鄰近變換車道因素及車輛斷續影響較大；對於在車道 3 之理論值與實際值之圖形有點誤差，主要是以此車道大車比例過高效應為主要之影響。但是為了進一步證明模式的有效性及模式間解釋能力的差異性，我們在 5-2 節即針對車道 3 之實際值與模式理論值做一統計驗證比較，以比較各模式之間好壞及模式接受性之適用。

整體來說，從忠孝西路口車道 1 至車道 3 來看主觀的圖形驗證，雖然有部份的圖形比較不佳，但大至上，各個車道之圖形驗證都有不錯的預測效果，但如果以車道之間來比較，則車道 1 及車道 2 之圖形驗證會較車道 3 佳。

## 5-2 統計驗證

本研究採用的評估指標為平均誤差百分比(Mean Absolute Percentage , Mape)，使用平均差百分比的好處是能夠克服模擬值與比較值單位不同及大小的響影，而能客觀地估計其差異程度。Mape 之定義如 5-1 式，且依據 Lewis 之研究指出，Mape 評估標準程度如下表所示 5-1，本研究依據 Lewis 研究所定之評估標準，用來驗證本研模式之準確性。

$$Mape \text{ (%) } = \frac{\sum_{i=1}^N \left| \frac{\theta - \hat{\theta}}{\theta} \right|}{N} * 100 \% \quad (5-1)$$

$\theta$ ：實際值

$\hat{\theta}$ ：理論值

N：觀察值的數目

表 5-3 MAPE 評估標準

MAPE(%)	<10	10~20	20~50	>50
評估標準	高精準預測	優良預測	合理預測	不準確預測

### 5-2-1 新莊思源路口

經過上述之主觀圖形驗證，我們這節要以客觀的統計驗證，來驗證本研究模式之合理性與適用性，並與線性模式做一比較。在此，我們針對階段一模式與車輛疏散時間預測模式做各別的統計驗證，從表 5-4 結果顯示，我們可以得知階段一模式之 MAPE(平均絕對誤差百分比指標)值在 4~21%範圍間，但大部份都在 15%以下，代表本模式在預估車隊開始疏散之不穩定區域之疏散時間，可見其模式預測的結果相當不錯達到優良預測；從表 5-5 結果顯示，我們可以得知車輛疏散時間預測模式，其模式 1 之 MAPE 值均在 15%以下；而模式 2 之 MAPE 值均在 10%以下，而線性模式均在 15%以下，就模式比較而言，以模式 2 解釋效果最佳，其次為模式 1 與線性模式。

表 5-4 階段一模式之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	階段一模式(%)
1	9.70
2	14.49
3	18.78
4	4.63
5	5.33
6	15.36
7	21.92
8	13.56
9	4.82
10	5.83
11	9.22
12	11.55
13	14.28
14	14.89

表 5-5 模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	模式 1(%)	模式 2(%)	線性(%)
1	8.22	7.27	8.92
2	13.07	7.65	12.21
3	9.32	7.09	9.16
4	3.64	3.06	6.96
5	7.72	6.56	8.46
6	13.87	8.71	11.75
7	11.65	8.07	13.97
8	9.05	7.28	6.49
9	11.78	7.27	9.97
10	4.01	4.82	9.30
11	9.78	5.16	9.29
12	6.80	6.84	7.55
13	12.60	8.48	10.75
14	12.30	6.24	9.78

## 5-2-2 台北市忠孝西路口

在此，我們針對忠孝西路口 3 個車道做階段一模式與車輛疏散時間預測模式做各別的統計驗證，分別描述如下。首先，我們針對各車道階段 1 模式之統計驗證，從表 5-6 結果顯示，車道 1 階段一模式之 MAPE 值均在 15% 以下；車道 2 階段一模式之 MAPE 值均在 20% 以下；而車道 3 階段一模式之 MAPE 值均在 20% 以下，其中以車道 1 解釋效果較佳，而車道 2 及車道 3 次之。代表本模式在預估車隊開始疏散之不穩定區域之疏散時間，達到優良預測。從表 5-7 至表 5-9 結果顯示，我們可以得知車輛疏散時間預測模式，在車道 1 方面其模式 1 之 MAPE 值均在 20% 以下；而模式 2 之 MAPE 值均在 15% 以下，而線性模式均在 20% 以下，就車輛疏散時間預測模式模式比較而言，以模式 2 解釋效果最佳，其次為模式 1 與線性模式；在車道 2 方面其模式 1 之 MAPE 值均在 20% 以下；而模式 2 之 MAPE 值均在 25% 以下，而線性模式均在 20% 以下，就全部模式比較而言，以模式 1 解釋效果最佳，其次為模式 2 與線性模式；在車道 3 方面其模式 1 之 MAPE 值均在 20% 以下；而模式 2 之 MAPE 值均在 20% 以下，而線性模式均在 25% 以下，就模式比較而言，以模式 2 解釋效果最佳，其次為模式 1 與線性模式。最後，3 個車道之模式 1 及 2 之 MAPE 值都在 20% 以下，根據表 5-1MAPE 標準而言，其模式預測效果是相當不錯。

表 5-6 各車道階段 1 模式之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	車道 1(%)	車道 2(%)	車道 3(%)
1	12.24	7.20	19.23
2	10.22	15.10	10.58
3	15.65	14.56	7.27
4	6.61	14.85	9.46
5	9.67	10.06	13.92
6	11.79	7.15	8.21
7	6.42	13.30	8.42
8	8.96	13.57	12.82
9	15.20	5.53	8.70
10	12.95	19.71	8.70
11	8.46	17.25	7.19
12	15.30	5.36	19.10
13	13.96	16.01	9.19
14	11.95	5.16	14.22
15	8.71	10.05	9.48

表 5-7 車道 1-模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	模式 1(%)	模式 2(%)	線性(%)
1	7.09	5.87	7.52
2	15.33	13.46	5.18
3	19.38	17.34	7.54
4	5.95	4.31	9.03
5	8.02	6.55	8.04
6	8.79	7.88	5.16
7	17.20	15.89	8.32
8	10.68	9.69	6.06
9	17.51	15.51	5.87
10	4.99	4.68	8.70
11	7.21	5.51	5.86
12	15.84	13.83	4.01
13	7.80	6.37	17.16
14	8.10	6.32	10.49
15	7.92	6.35	11.66

表 5-8 車道 2-模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	模式 1(%)	模式 2(%)	線性(%)
1	10.99	11.14	7.69
2	17.53	15.89	3.05
3	9.65	12.98	12.80
4	21.58	24.85	8.63
5	6.90	4.98	18.25
6	8.06	13.65	12.21
7	16.63	14.96	9.99
8	11.87	11.14	2.62
9	4.29	5.26	8.70
10	19.51	21.13	4.37
11	13.07	13.07	6.00
12	8.44	8.54	16.06
13	6.48	7.21	16.40
14	3.39	3.28	10.97
15	8.52	7.96	5.51

表 5-9 車道 3-模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	模式 1(%)	模式 2(%)	線性(%)
1	18.08	20.59	6.08
2	13.94	15.94	18.03
3	8.17	6.30	5.78
4	7.10	6.55	6.69
5	11.77	12.38	22.63
6	8.19	7.73	5.00
7	6.38	6.76	12.97
8	13.34	13.64	11.23
9	6.32	4.37	10.38
10	7.19	8.47	20.26
11	6.77	3.42	10.22
12	16.72	16.11	12.78
13	5.30	5.59	6.88
14	17.42	12.17	11.98
15	9.38	7.46	7.90

### 統計驗證小結

綜合以上統計結果來看，對於本研究調查之兩個路口，其思源路口之平均絕對誤差百分比指標均在 15% 以下，而其忠孝西路口之平均絕對誤差百分比指標均在 20% 以下，對於此兩個路口之模式預測的結果相當滿意，而且根據表 5-3MAPE 指標依據，本研究之兩個路口驗證之結果，屬於優良預測。同時，本研究之模式 2 相對於模式 1 解釋能力好，而模式預測能力可能會隨著車流狀況的不同，而有所不同，而本研究就只針對車流量介於中流量至高流量範圍之間做預測分析。

### 5-3 模式一般性驗證

一個模式的應用及效果好壞，除了適用於所針對的地方之模式構建，若能將模式移轉至其它相同性質的地方，且有一定的效果，則模式就更具有代表性及一般化。為了使本研究的模式且有一般化，亦即能將本模式應用至與本研究所調查之路口之具有相同特性之路口，讓模式更有一般性。首先，我們先對模式適用於一般化之路口之移轉性，其考慮之因素有路口型態、車道數、車道寬、大車比例及有無左轉號誌等等，再針對其因素定義其適合條件如下表 5-10 所示。之後，我們針對思源路口之特性，在根據定義條件找出一具有相同特性之幸福路口，並針對此路口，蒐集 50 分鐘之資料，總共 11 個車隊之疏解時間資料。然而，我們將本研究的模式與幸福路口之實際觀察值做一驗證比較，以證明本模式且有移轉性之適用。

我們就以統計方法之平均絕對誤差百分比指標(MAPE)，來作為模式具有移轉性之依據。首先，我們針對階段 1 模式之統計驗證，從表 5-11 結果顯示，幸福路口階段一模式之 MAPE 值大都在 15% 以下，代表本模式在預估車隊開始疏解之不穩定區域之疏解時間，達到優良預測。從表 5-12 結果顯示，我們可以得知車輛疏解時間預測模式，其模式 1 之 MAPE 值均在 10% 以下；而模式 2 之 MAPE 值均在 15% 以下，而線性模式均在 15% 以下，就模式比較而言，以模式 2 解釋效果最佳，其次為模式 1 與線性模式，但其預測之結果算是優良預測。

表 5-10 模式一般化適用之條件

模式一般化因素	條件
路口型態	快慢分隔
車道數	2
大車比例	≤25%
左轉號誌(專用)	有
車道寬	3.0~3.5

表 5-11 幸福路口階段 1 模式之平均絕對誤差百分比指標

車隊數 \ 模式	階段一模式(%)
1	10.44
2	17.29
3	13.94
4	12.49
5	11.61
6	15.81
7	8.68
8	25.36
9	13.91
10	7.46
11	11.87

表 5-12 幸福路模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標

車隊數 \ 模式	模式 1(%)	模式 2(%)	線性(%)
1	11.49	13.93	14.12
2	8.98	4.68	14.04
3	8.97	5.01	6.65
4	9.97	4.81	11.05
5	9.49	13.02	10.13
6	5.01	6.39	7.15
7	7.19	3.75	8.32
8	9.48	6.71	7.98
9	8.55	14.55	9.99
10	4.42	3.01	7.80
11	6.80	5.94	5.44

由表5-11及表5-12統計驗證中，我們得知本模式適用於相同路口型態之表現，是具有可行性的，其疏解時間模式預測幸福路口之實際值之統計誤差，大部份均在10%以內，表示本模式套用在同一型態之路口，其預估值算是優良預測。



## 第六章 結論與建議

### 6-1 結論

- 1、本研究以一微觀分類跟車觀念，來描述交叉路口之車隊疏解行為，將車隊中車輛之間組合分類四種跟車疏解間距型態，依序為小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車型式，並按不同之跟車組合來預測車輛疏解時間，經資料的分析及模式驗證比較，得知此模式解釋能力效果佳，表示本研究之模式可行，可適用於各型態之交叉路口。
- 2、本研究得知四種微觀跟車疏解間距之間，對於車種有顯著之差異性，而且對於不同地區路口之微觀跟車疏解間距差異性不大，表示車隊中之微觀跟車疏解間距，有一固定疏解模式存在，而其間之差異性大小跟其路口型態及車道寬有一定相關性。
- 3、我們從本研究所調查之路口資料及分析中，得知一大小車組合車隊之穩定疏解位置介於車隊第六輛至第十輛之間。
- 4、本研究證實一車隊剛開始不穩定之車輛疏解間距，不管其車種不同，會隨其位置遞增而慢慢的遞減達到穩定狀況，會呈現一倒數關係模式。
- 5、對於兩個路口模式驗證方面，其思源路口之平均絕對誤差百分比指標均在 15% 以下，而其忠孝西路口之平均絕對誤差百分比指標均在 20% 以下，對於此兩個路口之模式預測的結果相當滿意。同時，本研究之模式 2 相對於模式 1 解釋能力較好。
- 6、我們證實本研究模式具有一般性，可應用至其它地區相似之交叉路口。對於所驗證之幸福路口之平均絕對誤差百分比指標均在 15% 以下，的確有不錯之效果。

## 6-2 建議

- 1、本研究蒐集的資料時間是以白天、晴天為主，至於流量的範圍是介於中流量~高流量之間，建議未來研究者可以針對晚上或是下雨天之情況來研究，及可針對日間與夜間之車輛疏解行為做一分析比較。
- 2、我們是以小車及大車組合車隊疏解情況探討，未來可加入機車影響因子，以對大小車組合車隊疏解情形之干擾度判斷及分析。
- 3、由於本研究只探討直行車道之車輛疏解時間模式，未來可朝向右轉或是左轉車流疏解時間模式研究。
- 4、未來可應用於模擬軟體系統中，以模擬市區不同交叉路口型態之車輛疏解行為模式，以預測車輛通過交叉路口之時間，可做為先進交管理系統號誌時間設計之準則。



# 第一章 緒論

## 1- 1 研究背景與動機

隨著都市發展，人口和機動車輛迅速成長，經濟活動的愈益增強，都市與城際間的運輸需求都急遽的增加，交通運輸的問題不論在硬體的道路實質規劃建設方面，或是在軟體的控制、操作方面都已成為台灣地區首要關切的問題之一。在探討道路容量的量測與推估中，由於交叉口是路網的瓶頸所在，是車輛衝突和延滯最常發生的地點，因此交叉口容量的分析是道路系統容量分析中最重要的課題，尤其是在都市地區，交叉路口多採取號誌控制，所以相對的重要。而且在分析交叉路口容量之前，必需先探討交叉口之車輛疏散特性，以進一步瞭解其特性，做為交叉路口容量分析之依據。

在號誌化交叉路口的各種行車行為中，車輛疏散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，而使得路口服務水準降低。由於交叉路口的車輛疏散特性對交叉路口的容量評估影響甚劇，而疏散率的應用常換算成飽和流率，進而推算出理論容量值。因此，車輛疏散特性因素，在整個道路容量與分析中佔了相當重要角色。

在針對交叉路口車輛疏散行為研究中，過去的學者大部份都針對純小客車之穩定疏散率探討，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疏散情況。在運研所的最近公路容量研究報告中發現飽和流率一直無法在觀察值中達到收斂的極值，近而對過去求算容量的方式產生諸多的疑點。從這些的觀察中，或許回歸到疏散特性的研究，重新檢驗研究的方式以及推估的模式。本研究中，我們主要是以觀察大車及小車之“混合車流”，不考慮機車車流，並以微觀的方式分析車隊中大車及小車之疏散行為，進而了解其疏散特性，並得知混合車流之疏散率。

號誌化路口車流行為當中主要可分為直行、左轉、與右轉，本研究則以探討直行部份分析。而本研究希望採取兩種研究方向來進行調查以及剖析，一是對於混合車隊的觀察方式採取，我們以每個車隊中前後兩輛車作為一組跟車樣本，並將前後兩輛車之車種，將其分類成小車-小車、大車-小車、小車-大車以及大車-大車等四組樣本。之後，了解這四組樣本之跟車疏散特性，並進行觀察不同跟車車種間疏散間距之差異性，以作為後續模式構建之依據。二是在於了解混合車隊之疏散特性，及微觀分類之疏散間距特性，我們想以不同的模式及加上不同的疏散特性，構建交叉路口車輛疏散時間預測模式。

## 1- 2 研究目的

號誌化交叉路口研究分析包括的課題極多，牽涉的因素亦廣，且礙於人力和時間，本研究選擇直行流動疏解特性為分析的對象，期待達到下列目的：

- (1)利用實際調查資料分析並釐清大小車組合車隊疏解特性。
- (2)釐清大小車組合車隊疏解特性，進一步構建車流疏解時間預測模式。
- (3)本研究構建車流疏解模式，其研究之成果與建議可做為交通控制平台應用之依據。
- (4)更進一步上，可將其成果應用在容量分析基礎上。

## 1-3 研究範圍

本研究主要是針對號誌化交叉路口，並根據路口型態、車種型態、流動型態定出本研究之範圍如下所示：

- (1)路口型態：主要是以快慢分隔及中央分隔路型為依據。
- (2)車種型態：主要考量以小車及大車為研究對象，暫不考慮機車的影響。  
小車-小客車、小貨車、中貨車  
大車-大客車、大貨車、卡車
- (3)流種型態：主要以直行車道做為調查的依據。

## 1-4 研究方法

### (1) 實際調查方式

本研究是經由人工和錄影設備作現場實地之調查，並利用慢速播放進行分析，以期瞭解每個車隊中大車及小車混合車流之車輛疏解特性。

### (2) 統計理論

在經由上述的調查資料收集之，針對收集得到資料進行分析，以統計上之理論應用在本研究上，以得到適當的模式與結果。

## 1-5 研究流程與內容

本文具體研究內容包括如下：

1. 在確定研究主題與研究範圍下，即著手蒐集國內外相關文獻，瞭解目前發展的情形。
2. 經由人工和錄影設備進行交叉路口上車流攝影調查與蒐集車輛特性資料。
3. 經統計分析瞭解交叉路口大小混合車隊疏解特性後，可以作為模式建立之基礎。
4. 在模式建立上，考慮上述所觀察之交叉口大小混合車隊疏解特性，分別構建不同之模式。
5. 對模式進行驗證及比較之工作，由驗證結果比較觀察模式之差異性，及提供一較佳解釋能力之模式。
6. 最後，提出結論與建議。

研究流程如圖 1-1



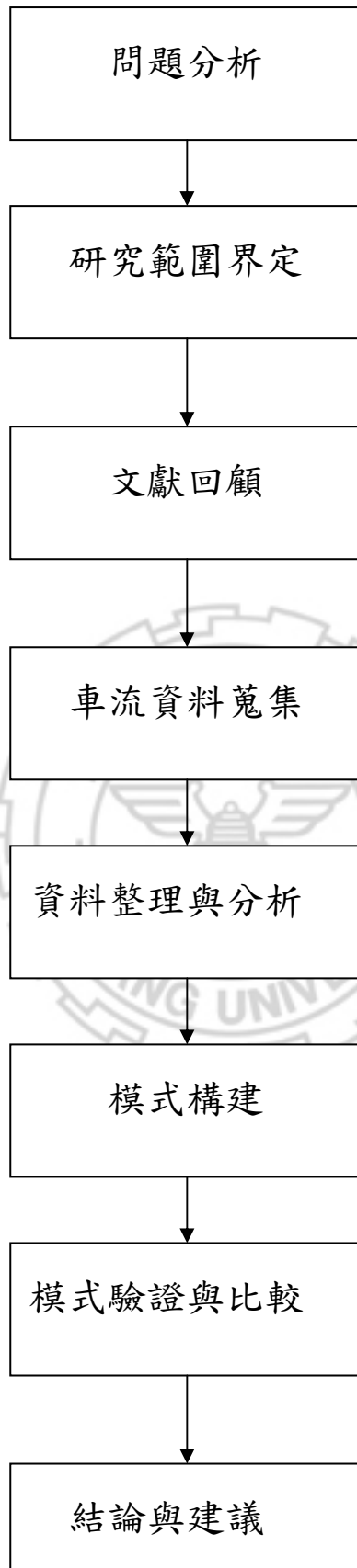


圖 1-1 研究流程

## 第二章 文獻回顧

在本章文獻回顧中，主要分成三個部份來回顧，首先，針對於在號誌化交叉路口車流分析相關文獻回顧，以瞭解過去學者所做的東西，並作為本研究之參考及依據；次之，我們針對交叉路口車流疏解特性及使用之方法論，做一整理回顧及比較；最後，對飽和流量之定義及國內外相關結果，做一詳細瞭解，並作為本研究之參考及依據。在最後，做一文獻回顧的總結。

### 2-1 交叉路口車流分析相關研究

#### A. 國內文獻

1·蘇錦江(民 64)[1]本文先進行分析交叉路口車流現象，進而建立簡易而正確之平面交叉路口混合車交通模擬模式，作為分析研討交叉路口車流行為，得一合理的結果。其模擬結果為：號誌化路口容量單方向每車道 1200 輛/小時，重型車當量 1.3、機車當量 0.5，左轉及右轉當量分別為 1.5，1。

2·許添本(民 69)[2]以流動(movement)為容量分析的基本對象，飽和流量為進行方式，並結合號誌時制及交叉口設計等，整體發展成為臨界流動分析法(critical movement approach)。並推估車隊疏解之平均最小間距在第五部車起動漸近最小，與國外類似，其平均最小間距 1.7 秒。以及左轉專用道，其間距相差約 0.35 秒。

3·張學孔(民 71)[3]利用實地右轉行為特性，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。

4·顏上堯(民 75)[5]在混合車流中，小客車的疏解形式與純汽車流相似，但較小。至於機車疏解率須 12 秒左右穩定。除混合比例低外，一般車流疏解率從 6 秒前就接近穩定。並針對 31 個混合車流的混合比，起動段在 0.02~0.9,飽和段在 0.02~0.66 間，週期混合比在 0.02~0.55 間。在其研究得知可車種實用當量如下：拖車：2.5、大車：1.5、小車：1.0。及針對直行及直行右轉兩種車流，得知起動延滯為 2.5~5.5 秒。

5·金慶松(民 75)[4] 分析並實證左轉流動之交通特性，進而建立直行左轉車道飽和流量分析架構，並實證其結果，此外對左轉流動違規特性做定性與定量之探討。在交通特性中，左專車臨車間距為 4.19 秒。由實證結果得知，所建立之飽和流量與微觀模式，其預測誤差在 18% 以內，且微觀優於巨觀模式。

6·朱松偉(民 83)[9]針對過去飽和流率之推估，都以直行車道為基礎，對於不同轉向之車道，則以直行車單位進行調整，忽略轉向車道之影響，且傳統對飽和流率的調整，不考慮重車與小客車在轉彎之差異，造成飽和流率之錯估。因此針對過去推估飽和流率的觀念進行修正。所以本研究特別針對號誌化路口單左轉專用車道、雙左轉專用車道及左轉直行共用車道之飽和流率推估方法，並進行合理的修正，同時探討其與號誌時制設計之關係。

7·張家豪(民 84)[10]試圖以交叉口安全的觀點，以肇事次數、肇事率、肇事嚴重性、肇事風險、衝突次數以及衝突比例等六項作為交叉口左轉時相設計之安全衡量指標。並藉由這些指標，作為交叉口左轉時相設計之依據。左轉允許時相之每車道對向直行流量為 300 輛、左轉流量為 200 輛；左轉保護且允許時相之每車道對向直行流量為 500 輛、左轉流量為 900 輛；左轉保護時相之每車道對向直行流量為 500 輛、左轉流量為 600 輛。

8·李承德(民 86)[14]本研究利用市區交通系統模擬模式(UTSS)模擬公車於一般車道上進站、停靠及離站之運作行為，據以探討公車停靠對定時號誌化路口容量之影響。並針對近端停靠的車道數、公車退位距、公車到達率、號誌週期及車流機車比等因素對號誌化路口容量的影響。

9·許育齊(民 86)[13]採台灣地區典型之左轉直行共用車道中允許左轉之決策行為之可能影響因素及行為資料，以觀察車輛行為並分析其特性，整理不同的道路情況，左轉車輛的行車行為。最後以類神經網路(Artificial Neural Network;ANN)發展建構出一個模式；另外本研究以模擬方式得出另一種車流資料，進行 ANN 模式建構以佐證實測資料。

10·陳建旭(民 87)[16]探討在號誌化交叉路口中，交叉路口間距之有效停儲長度對幹道車流紓解之影響。由實地之路口觀察可發現，當路口間距過短，極可能發生溢流而造成有效綠燈時間延滯。故本研究分析影響車輛延滯之因素，並以巨觀車流分析之方法描述停等延滯及有效綠燈時間延滯等現象，且將交叉路口間距此因素納入模式考量變數之一。最後，本研究之計算模式為一通用之計算式，並不限定某種特殊狀況方可使用，故可針對各種不同型態的號誌化交叉路口之停等延滯及有效綠燈時間延滯進行分析，並可據此作為判斷該交叉路口間距長度是否適當等之參考。

11·孫信泰(民 87)[15]在於推估衝突左轉車流之容量，研究對象為無左轉專用時相之左轉直行共用車道。以往在進行相關研究時，所使用的調整因子，均是以直行車道小客車為基礎所建立之調整因子值，同時趨向於專用時相之研究，忽略了小客車與機車車流特性的差異與非專用時相對路口之重要性。因此，本研究以小客車與機車為觀測對象，建立衝突左轉車流容量推估程序，並應用 UTSS 模式對號誌化路口進行相關模擬以分析各影響因素間的關係。

12·劉力銘(民 93)[20]對機車車隊疏解特性進行分析，探討疏解並建構模式，根據模式結果與變數之影響，推論機車成為路口亂象的原因，以提出改善建議。本研究進行錄影調查、模式建構、比較各變數與各模式之結果，確認機車在綠燈始亮後 2~4 秒間，疏解率會升至一高峰值；之後下降。直到綠燈亮後 20~40 秒，從



上游放行的機車到達使疏解率稍微上升，至綠燈時相結束止；從每二秒疏解率圖形上亦可區分出此三段。最後，在8.0 公尺寬的混合車道中，機車之實際疏解率最大值應介於8616 輛/小時（信義復興路口北端，機車混合比80%、行駛路肩汽車比0%之狀況）與8695輛/小時（忠孝復興路口北端、機車混合比80%、右轉車比5%、行駛第四車道比20%）之間。

13· 蔣靜宜(民91)[19]於多處機車專用道進行調查，以了解機車專用道車輛疏解情形與推估飽和流率，以為號誌化路口擬定時制計畫與容量分析之依據，並實際操作VISSIM微觀模擬軟體，探討此軟體於模擬台灣地區機車專用道車流之可行性，更可為應用此軟體進行相關機車車流模擬之基礎。實際調查可用車道寬度為1.8m、2.1m、3.0m、3.5m等機車專用道，分析其飽和流量分別為5139 Mcu/hr/lane、7432 Mcu/hr/lane、8255 Mcu/hr/lane與10546 Mcu/hr/lane，具有車道愈寬，飽和流量愈高的趨度。

## B. 國外文獻

1· NICHOLAS V.FINDLER 等人(1997)[24]針對所有的交叉路口是否有必須增設允許/保護左轉時相的需求。因此，發展出一種可適應或且不昂貴之即時決定方法論，針對交叉路口之時相制度，並利用微觀的模擬實驗整合分析號誌時制系統。最後可計算出每個週期內可通過左轉之車輛數。

2· Bruce W. Robinson, Zongzhong Tian等人(1999)[26]，發現飽和車流和路口寬度、轉向比例、交通組成等因素有很大的相關。最後，由本模擬結果，經迴歸分析方法得知一飽和車流推估模式，由路寬、轉向比例、重車及非機動車輛等變數所組成。

3· Michael Kyte, George List(1999)[27]主要針對”所有方向停止控制(all-way stop-controlled, AWSC)”之容量分析理論介紹，而且利用資料的收集來驗證及支持理論之可行性。從所有方向停止控制交叉路口之一方向疏解率，是由另一個方向車輛出現及離去所影響。根據本研究所量測之 20000 輛車頭距，可以分類 5 種衝突例子之等級。本模式可以預測平均疏解車頭距，依據每個衝突例子等級之發生之機率而求之。

4· A.F.AI-KAIAY, J.A.STEWART(2001)[30]主要是介紹一個新的方法，針對號誌化路口保護時相設置之準則，在現今只允許左專運作下依據。此方法在於達到十字路口交通操作之最佳效率。研究範圍針對每個方向只有單一車道之交叉路口，並分析三種不同的交通情境，包含一種強制保護左轉專用道及兩種直行左轉共用車道之情境探討。且利用”專家號誌”套裝軟體分析號誌系統。利用在號誌時制下之基本輸入資料，允許分析者做出決定設置保護左轉時相之最佳結果，進而構建其迴歸模式。

表 2-1 國內車流疏解文獻比較

作者(篇名)	目的	疏解方式	車種	路型
許添本(2)	在某一混和狀況下之飽和流率模式	間距法	大車、小車、機車	中央分隔、快慢分隔
張學孔(3)	快車道右轉流動容量模式、紅燈右轉容量模式、行人干擾右轉容量模式	固定時段法	小客車、機車	中央分隔、快慢分隔
金慶松(4)	直行左轉之巨觀飽和流量模式、微觀飽和流量模式	間距法、固定時段法	大車、小車、機車	中央分隔、無分隔
顏上堯(5)	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	中央分隔、快慢分隔、中央加快慢分隔及無分隔
李承德(14)	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	中央分隔、快慢分隔
孫信泰(15)	每小時的衝突左轉車流容量模式	間距法	大車、小車、機車	中央分隔
陳建旭(16)	探討交叉路口間距對車流疏解模式	佔用道路面積比例法	大車、小車	中央分隔、無分隔
蔣靜宜(19)	機車飽和流量模式	固定時段法	機車	機車專用道
劉力銘(20)	機車在混合車流下之疏解模式	三時段調查法	機車	中央分隔

### C. 小結

回顧以上文獻，可以整理得知如下幾點描述如下：

1. 不管國內外文獻，在路口方面的研究，其實大都從飽和流量及容量深入探討，在流動型態又以直行及左轉車流為主，少數探討右轉車流，至於對車流疏解方面就較少深入分析。
2. 對於研究方式，從早期以模擬方式以獲取所需要的資料，以驗證理論可行，之後，大都以實際調查資料經由統計分析的方式得到相關資訊，例如飽和流量、容量及穩定疏解間距推估結果；或是以兩者相輔相成而找出最好的結果，更正確理論可行性。
3. 對於車種研究，從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，少數探討到大小車混合車流。

## 2-2 車輛疏解特性及理論方法[5][14][16][19][20]

### 一．疏解率及穩定疏解率定義

疏解行為意指為綠燈期間內車輛離開交叉路口之過程，稱為車輛疏解。而疏解率則定義為單位綠燈時間內之車輛疏解數。

穩定疏解率(飽和流率)：為在車輛疏解過程中，車輛疏解率呈現一穩定狀態，直至黃燈亮後，車流疏解漸趨停止，則此車流疏解率定義為一”穩定疏解率”，通稱”飽和流率”，若換算為每綠燈小時則稱為”飽和流量”。

### 二．車輛疏解特性

#### 1．純小客車車流

由於無其它車種干擾，純小客車疏解過程為一平順狀態，其車輛疏解率由小變大，然後又逐漸下降，趨於停止。

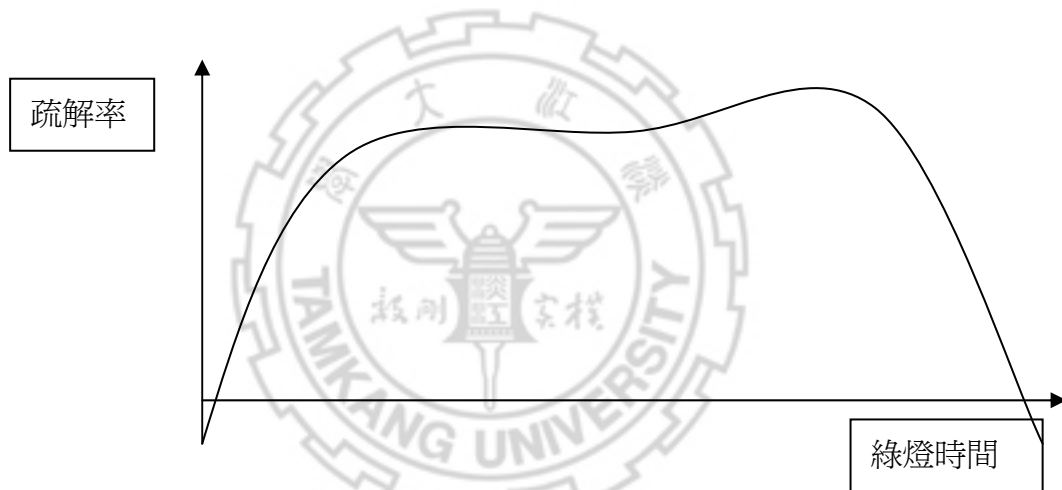


圖 2-1 純汽車疏解示意圖

#### 2．純機車車流

由於機車體積、操作靈活，紅燈時段在路口形成等候線時，通常有向前集中，往橫發展之趨勢，而在綠燈始亮前就已有若干機車起動穿越停止線。通常機車的疏解與汽車不同，機車停等在路口亦不如汽車規律，就疏解特性而言，其疏解過程與汽車類似，疏解率由小變大，然後又逐漸下降，趨於停止，然而機車前段疏解之變化率顯然較汽車之疏解為大，之後疏解率逐漸下降，不像汽車呈現一穩定狀態。

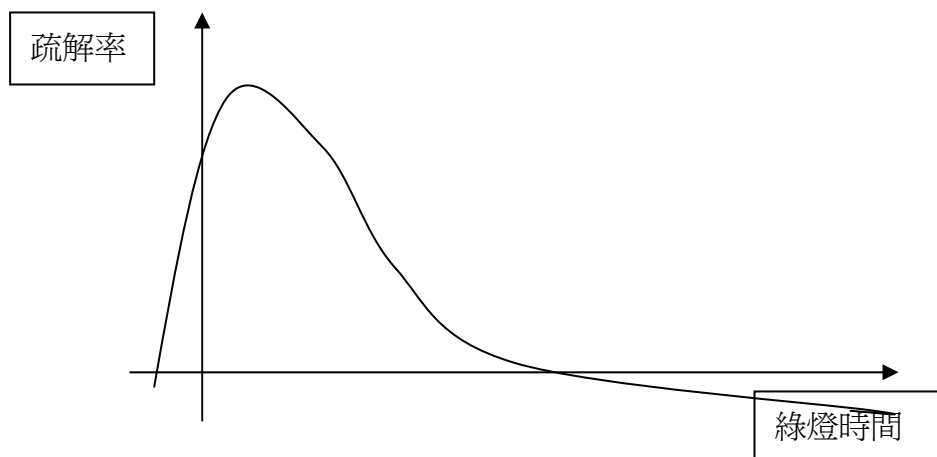


圖 2-2 純機車疏解示意圖

### 3. 混合車流

台灣中央分隔、無分隔的車道及快慢分隔的車道，都屬於混合的車流，然而其車輛間疏解的變化率，若以輛為單位，則介於純汽車與純機車之間，混合車流的疏解與汽機車在交叉口混合停等特性，機車疏解對汽車影響有關，就停等特性而言，若機車在停等時，是靠於汽車的兩側，則疏解時機車一般會靠汽車兩旁疏解，較為穩定，若機車在停等時是交雜汽車隊前後，則疏解時，機車易傾向於側向行駛，使汽車間存有空間，促使其它機車鑽入造成汽機車間的摩擦，降低疏解率，此外機車斜停時，常表示要轉彎或變換車道或靠邊行，此種情況亦增加汽機車之干擾，而降低疏解率，另機車在停等時越線停車，造成違規提早起動，減少起動延滯，增加路口違規的流量。

## 三. 車流疏解分析方式

從文獻回顧看來，針對交叉路口車流疏解過程分析的方法，主要可以分成四類來探討，以下為各方法之理論定義：

### 1. 間距法

屬於微觀法，此方法為測量飽口流率的基本方法，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疏解間距。

### 2. 固定時段法

一般由綠燈亮起，取固定時段 5 秒或 6 秒，記錄車輛疏解數目。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，一般取三秒量則。

### 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

隊疏解時為止；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，計算汽車佔用路面比例為疏解時間及距停止線距離的關係。汽車主要是依跟車原理前進，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 2-2 車流疏解分析方法比較

方法 \ 車種	機車	汽車	混合車流 (汽機車)
間距法	※	○	※
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      [本研究整理而成]

#### 四．影響疏解之因素

影響飽和紓解車輛數的原因可分號誌控制、交通組成、道路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，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) 道路因素

在道路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人行為及環境（如氣候）等。由於駕駛人之行為各有差異，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。

### 五．穩定疏解間距探討

有許多學者已找出穩定之車輛紓解間距，在理想之狀況下，配合綠燈時間及起動延滯時間應可求出不受干擾下之飽和紓解車輛數。各學者所求得之穩定紓解間距如下：

1．蔡輝昇與羅彬榮學者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：紓解第 n 輛車所需之時間

n：車輛等候紓解的順序

由該方程式可知，預測的車隊起動損失時間為 4.42 秒，平均每輛車之紓解時間間距為 2.07 秒

2．許添本學者的研究則指出紓解間距為 1.7 秒。

3．王慶瑞學者的研究中則得出直行小客車、大客車、小貨車、大貨車之紓解間距分別為 1.81、2.54、1.97、2.57 秒。

4．Greenshields 學者調查小汽車疏解車間距，得知其穩定疏解間距為 2.1 秒。

表 2-3 各學者所求之穩定車輛紓解間距

	車種	穩定疏解間距
蔡輝昇與羅彬榮	小客車	2.07
許添本	小客車	1.7
阮義君	大客車	3.6
薛春明	小客車	2.0
趙清山	直行小客車	2.0
	右轉車	2.8
王慶瑞	小客車	1.81
	大客車	2.54
	小貨車	1.97
	大貨車	2.57
李承德	公車(小車-公車)	3.24
	公車(公車-公車)	3.77
Greenshields	小客車	2.1

## 2- 3 飽和流量[3][5][15][16][19][20][21]

### 1.飽和流率定義

飽和流率(saturation flow rate,  $S$ )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)。

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，在車隊開始疏解時，因駕駛人反應時間與加速會有起動延滯，無法以最大穩定的疏解率通過路口，所損失的時間稱為起動損失時間(starting lost time)。在疏解 4、5 輛車後，車間距會漸漸趨向一致，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疏解率，而有停止損失時間

(ending lost time)的產生。1958年Webster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，車輛疏解率會較低，而有損失時間(Lost time)，車輛可以一穩定最大的疏解率離去的时间，則稱為有效綠燈時間。在圖中最大的疏解率為飽和流率，疏解曲線下的面積即為在此時相可以疏解的車輛數，假設以一相同面積的長方形來取代此疏解曲線，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(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

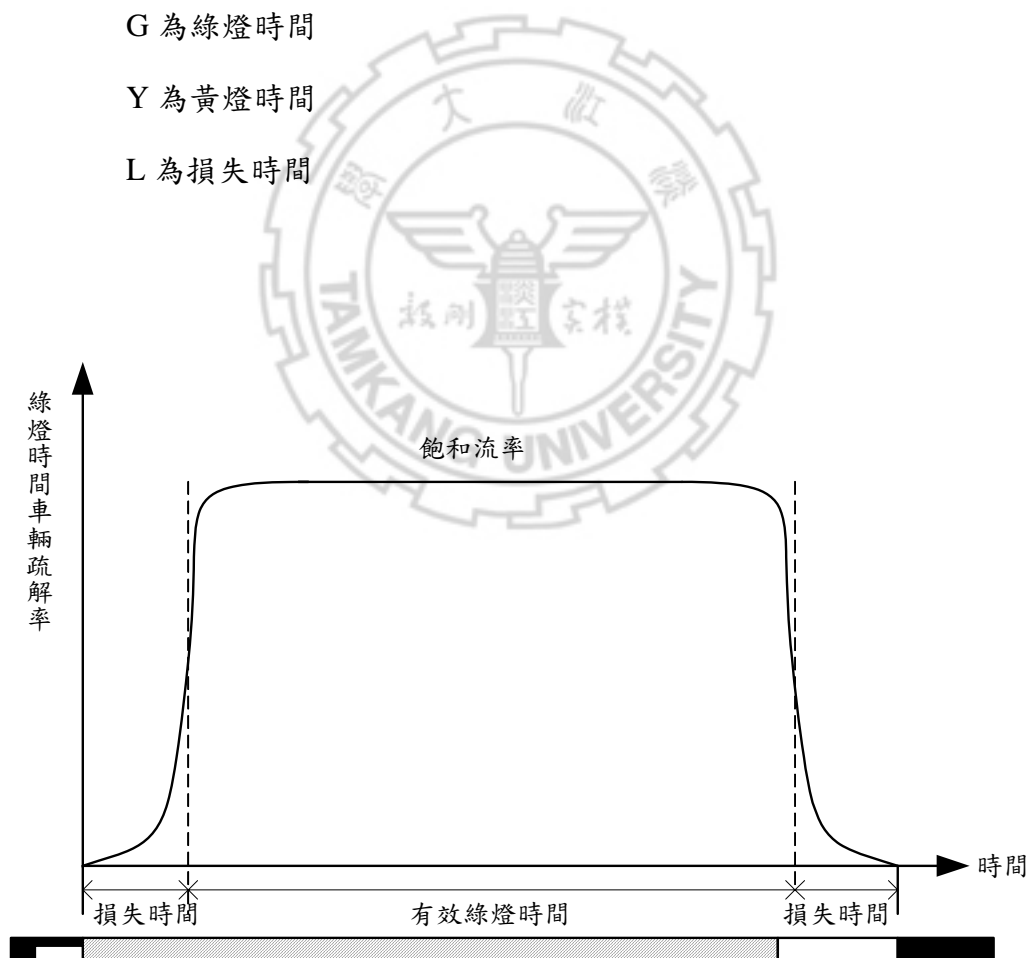


圖 2-3 飽和時相圖



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。1988 年 Robert M. Shantea 將每輛車通過停止線的時間紀錄下來，計算在不同綠燈時間下，已累積疏解的車輛數，之後以固定時間間隔，計算已累積疏解的車輛數，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，(2-1)可以改寫成(2-2)：

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

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，將機車轉換為小客車單位(PCU)來看待。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，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。

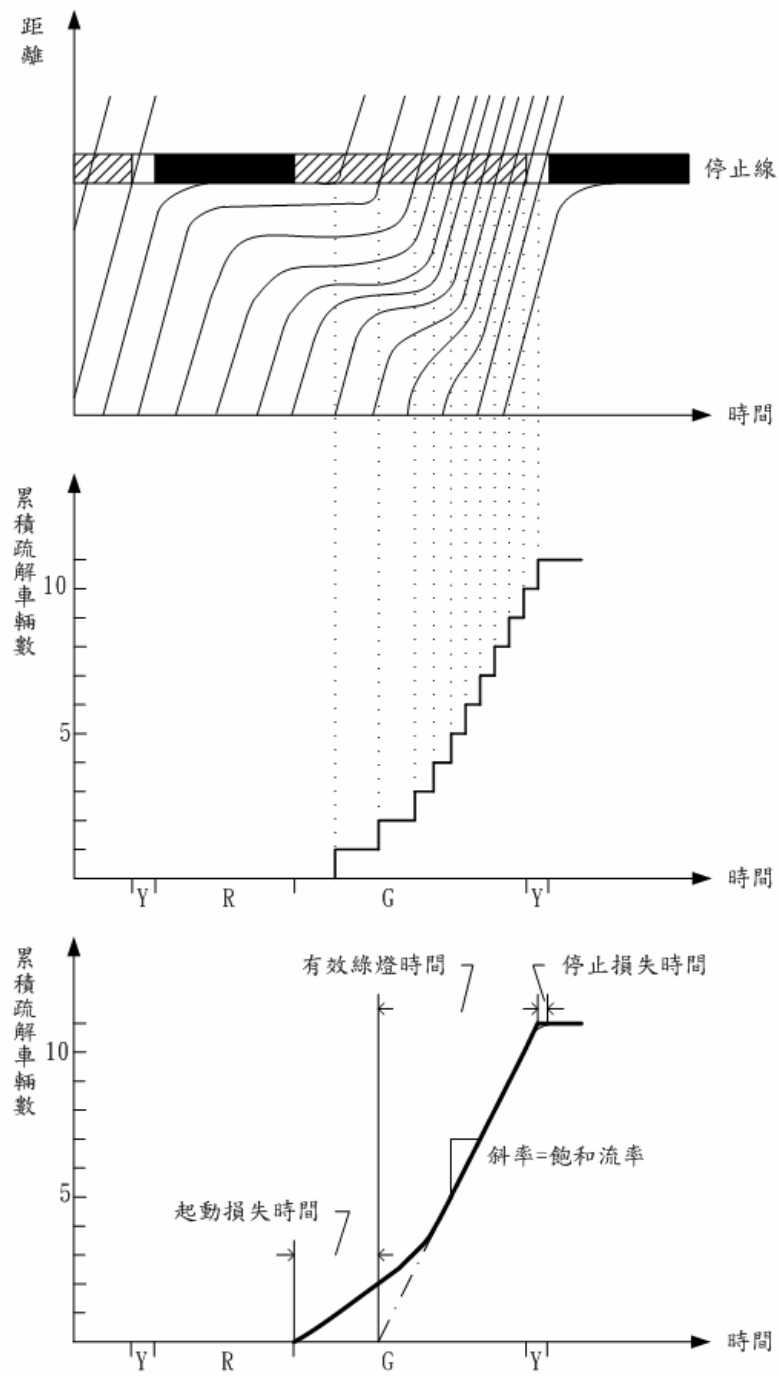


圖 2-4 累積曲線圖

## 2. 影響飽和流率因素[13][15][19]

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。影響飽和流量的因素包括：

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

### 3. 國外飽和流量之推估基礎及調查法

各國對飽和流量推估基礎之異同如表 2-4 所示。表中並比較各國飽和流量基本推估值。各國的研究都指出，飽和流量會同時受車道寬度、路口寬及車道寬的影響。

表 2-4 各國飽和流量推估基礎與單位比較[3][5]

國家	推估基礎	計算單位	基本飽和流量 (3.0~3.5m)
美國	車道群	車輛數/綠燈小時	1800
英國	路口	小客車/綠燈小時	1850
澳洲	車道	車輛數/綠燈小時	1850
瑞典	車道	車輛數/綠燈小時	1700
加拿大	車道	小客車/綠燈小時	1800
南非	車道	車輛數/綠燈小時	1900

#### 4.國內飽和流量回顧

- (1) 郭敏能君[5]對於台北市慢車道混合車流 V-K-Q 曲線的分析，其結果如表 2-5 所示：

表 2-5 慢車道混合車流最大飽和流量值

車道寬(m)	3.5	4.8	6.5
小汽車	1775	2000	2200
機車	5700	7550	11350

- (2) 蘇春明[5]以模擬方法，研究快慢車道的飽和流量，快慢道之值依不同路口型態而有所變化，其值在 1664~1791 小客車/小時。
- (3) 張學孔[3]君經由實際分析快車道飽和流量為 2080 直行小汽車/小時，右轉專用道為 1945 小汽車/小時。
- (4) 周義華君[5]，以模擬模式得出 3.5 公尺寬道路飽和流量為 2160TCU/綠燈小時。
- (5) 王慶瑞君[5]用實際調查資料分析以求各型車種快車道的飽和流量，得 1989 小客/小時，1417 大客車/小時，1827 小貨車/小時，1406 大貨車/小時。
- (6) 蔡輝昇君[5]以疏解間距調查法收集快車道之行車間距資料，並經由迴歸分析之運算，得在 7% 的大型車下，飽和流量為 1740 車/小時。

#### 2-4 總結

回顧了以上文獻，過去研究大多針對純小客車流疏解特性為主，或將大車以小車當量值轉換成其疏解率，或是將汽機車混合車流之個別疏解率探討，並無較詳細針對大車及小車之混合車流疏解特性探討。在傳統上，對於求解疏率的方法大都以模擬方式或以實際調查方式經由迴歸方式得知穩定疏解間距進而求得車隊之飽和流率。最後，本研究是對於混合車流的觀察方式採取以下之分類，以兩輛車為一組微觀跟車樣本，將其分類成小車-小車、大車-小車、小車-大車、以及大車-大車四種跟車疏解間距特性，以進行觀察不同車種間之差異性。二是本研究之重心，即是構建交叉路口車輛之疏解時間預測模式，利用本研究之所探討之四種微觀跟車疏解特性，針對混合車流之車隊進行疏解時間預測模式構建。

### 第三章資料蒐集與分析

本研究調查不同類型之交叉路口型態下大小車混合車流，並針對直進車流疏解情形為主，並利用此調查資料與後續模式結果比較，驗證模式結果之合理性。

#### 3-1 調查方式

##### 1. 車間距之計算方式：

依 1992 年美國交通工程手冊的定義，車間距為兩連續車輛通過道路之某一固定點的時間間隔，車輛的任何一點都可做為觀測之參考點，唯前後車輛的參考點必須一致，如車頭至車頭的時間間隔或車尾至車頭的時間間隔。

(1) Headway：前車車頭與後車車頭經過某一定點之時間間隔。

(2) Gap：前車車尾與後車車頭經過某一定點之時間間隔。

美國 1985 年公路容量手冊計算飽和流率之平均車間距係以等候線第四輛車之後輪通過路口停止線至等候線最後一輛車之後輪通過路口停止線的時間間隔除以其間所通過之車輛數。此種觀測方法僅適用於單一車種的情況，無法使用於多車種組合之平均車間距分析。

##### 2. 車輛之參考點

對於一交叉路口車輛通過基準線之疏解行為中，過去的研究中，針對車輛之參考點大至上有以下三種參考之依據：

- (1) 車頭
- (2) 車尾
- (3) 後輪

##### 3. 基準線設定

在飽和流率的相關文獻中，多數是以停止線做為道路之固定點，亦有以人行穿越道的標線為固定點。

- (1) 停止線
- (2) 行人穿越道

一基線可劃定在路口以測定疏解率，此基線須設在第一部等候車下游約 1 公尺之地點。第一部等候車之位置會隨週期而變，但基線必須固定，所以在設基線時應先觀察在數週期內第一部等候車之位置。

至於測定衝突左轉之疏解率時，基線可設定在左轉車停在路口內等候對向間距之地點的下方，甲車車尾通過基線到乙車車尾通過同一基線的時間為乙車之疏解間距。第一部車之疏解間距從綠燈開始起到該車之車尾通過停止線為止。

#### 4·調查計數方式

一般分成兩種：

(1) 同時性計數(synchround accounting)

適合純小客車流，測算每輛車之車頭距，再換算為飽和流量，符合跟車理論。

(2) 非同時性計數(asynchround accounting)

單位時間內通過之車輛數，包括大車、小車及機車，較適合於混合車流疏解型態。

#### 5·調查地點

(1) 道路型態

(2) 車道數、車道寬

(3) 號誌長度(綠燈、紅燈、黃燈時間長度)

(4) 有無專用號誌時相

(5) 車種組成

### 3-2 資料收集

#### 1·路口調查

為配合研究之需要，本研究採攝影的方式收集車流資料，選擇以天橋或附近大樓屋頂適合高度位置，以能錄影到本研究所需要之車流，並透過時間轉換器(Timer)，將時間附載於錄影帶上，便於觀測與記錄飽和紓解狀況下，每一輛車之車間距。

此外，資料收集時間涵蓋下午至晚上尖峰時段，因該時段之車流量介於中流量與高流量之間，對於樣本的蒐集較佳。

#### 2·觀測方法之確定

觀測飽和流率之觀測方法，一般可分為 TRRL 估算法 (TRRL Counting Method) 以及車間距法 (Headway Method) [13]，前者是以固定時間內所通過的車輛數推估飽和流率，後者則是以紓解一定的車輛數所花費的時間計算飽和流率。兩者最大的差異在於前者是以 vehicles/unit time 為單位，後者是以 time/unit vehicle 為單位。由於 TRRL 估算法無法明確區分小車、大車之差異性，而車

間距法則能夠區別兩者之不同。因此，本研究採車間距法調查飽和紓解狀況下每輛車之車間距。

### 3．調查步驟

1. 調查台北縣市之車輛直行車道，選取適合調查路口，並量測車道數、實際車道寬、道路幾何特性。
2. 拍攝的時間，選擇車流量較多時後，即下午 4 點至 7 點進行拍攝。
3. 在選定調查路口附近尋找置高點或空地，於晴朗的天氣以 Hi8 攝影機拍攝直行車道車輛。
4. 讀取錄影帶資料。

### 4．調查項目

以 Hi8 攝影機拍攝車輛直行車道路口車流疏解情形，以便於能夠重覆讀取資料，調查項目包括：

#### 1．道路幾何特性

- (1) 路口型式。
- (2) 路口車道數、車道寬度。

#### 2．車流疏解特性

- (1) 以微觀方式記錄路口直行車道每輛車通過停止線之疏解時間，以得知每一輛之疏解間距。

#### 3．車輛疏解間距設定與量測

- (1) 基準線：停止線
- (2) 車輛參考點：車尾
- (3) 車輛疏解間距量測：以後面車輛車尾通過停止線之疏解時間減去前面車輛車尾通過停止線之疏解時間，即可得後面車輛之疏解間距。此即為車間距之定義。

## 5·路口選取因素

由於本研究主要探討直行車道大小車混合車隊疏解情形的影響，為避免其他因素的干擾，因此調查路口必須符合以下原則：

- 1·路口型態選擇為快慢分隔或是中央加快慢分隔之型式，或是受到機車干擾不大之路口。
- 2·鄰近路口無巷道或出入巷道流量極少，以避免進出車輛之干擾。
- 3·近路口有適當制高點或空間可供架設攝影機，以利拍攝作業進行。
- 4·鋪面狀況良好。
- 5·直行車道之運行不會受到其他左轉車流或機車干擾，而能夠順利疏解。
- 7·於幹道上，紅燈時間不會過短，可累積足夠停等車輛數。

## 3-3 資料整理與分析

本研究經勘察台北縣市，選定適當地點，於特定時段進行拍攝，拍攝地點與時間如表 3-1 所示。

表 3-1 調查地點一覽表

調查地點	時間
新莊市思源路-中原東路口 (西向-往五股)	2005/2/25~2/27, 4:30~6:30PM
台北市忠孝西路-館前路口 (西向-往三重、新莊)	2005/4/1~2005/4/2, 4:30~6:30PM

在此節中，我們調查的路口如上表 3-1 所示，由於本研究調查之對象限於小車及大車兩種及適當的大車比例兩個因素，所以選擇這兩個適當之交叉路口。接下來，我們就針對這兩個交叉路口所調查之資料進行整理及分析，所以本研究將調查之資料分成五個階段來整理及分析。首先，資料的蒐集完成之後，當然要知道路口之幾何特性及號誌時間基本資料的獲得；第二，我們知道每個車隊疏解特性資料，如飽和流量、延滯時間及單位綠燈下車輛累積數；第三，我們針對每個



車隊之前端車輛車種對後續車輛之分析，以了解車隊前面車輛是否有其相關性，可作為第四章車輛疏散時間預測模式之依據。第四，我們將調查之車輛樣本，依微觀分類組合，分成小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種型式，以觀察不同之跟車車種組合，是否有其差異性。第五，則是針對車隊中之大車比例及車隊平均疏散間距這兩個因素，進行對飽和流量之影響性，做個影響性分析及探討。

### 3-3-1 新莊市思源路口

#### 1. 基本資料

##### (1) 道路幾何資料

- (a)地點：新莊市思源-中原東路口
- (b)車道數：3(快車道數 2，慢車道數 1)
- (c)車道寬度：3.0 m
- (d)分隔型態：快慢分隔

##### (2) 號誌時制

- (a)號誌週期：182s
- (b)綠燈時段：125s
- (c)調查週期數：於下午時段 4:30~6:30PM 調查 48 個週期數。

圖 3-1 為新莊市思源路-中原東路口攝影位置示意圖，及所要調查主要車道(內二快車道)之黑色區域圖。

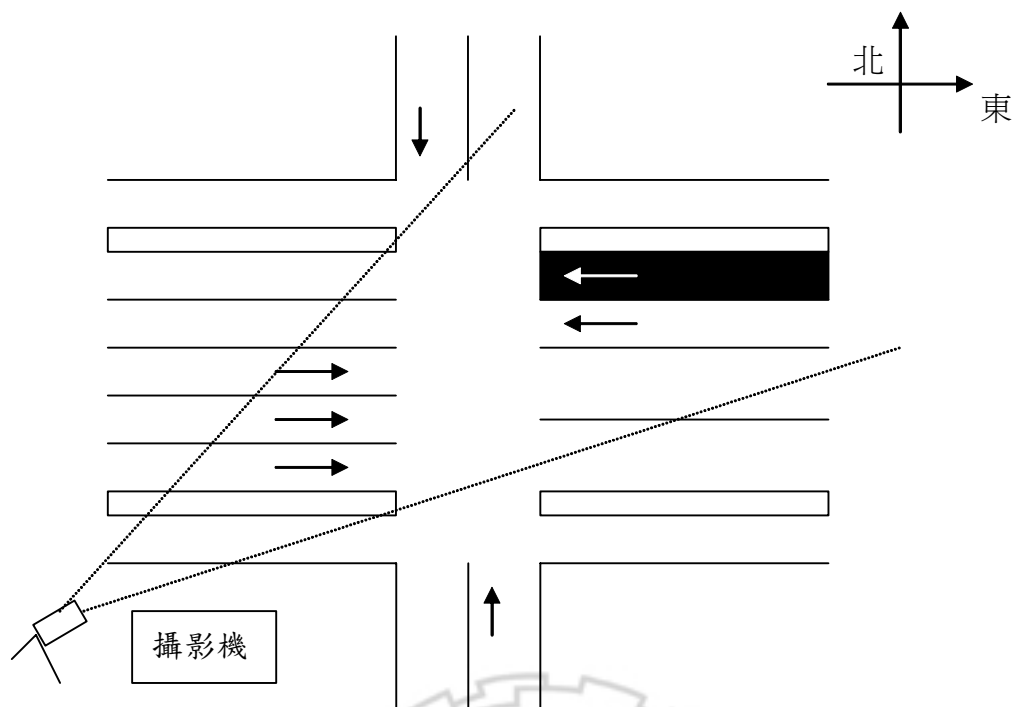


圖 3-1 思源路口攝影位置圖

## 2. 車輛疏解情形

思源路口快車道調查結果如圖 3-2 與 3-3 所示，從圖 3-2 可以看出每個週期每個車隊於路口所通過之車輛數，在此，我們觀察到通過之車輛數，都是以小車及大車混合計算求得，主要是採取以[輛]為觀察單位。從圖 3-3 可以觀察綠燈開始後每固定 10 秒車輛通過數，即可發現車輛開始在 20 秒之後慢慢達到穩定疏解狀態。我們將圖 3-3 繪製成累積曲線圖，如圖 3-4 所示，我們可以推估每單位綠燈時間路口通過之車輛數模式，如表 3-2 所示。

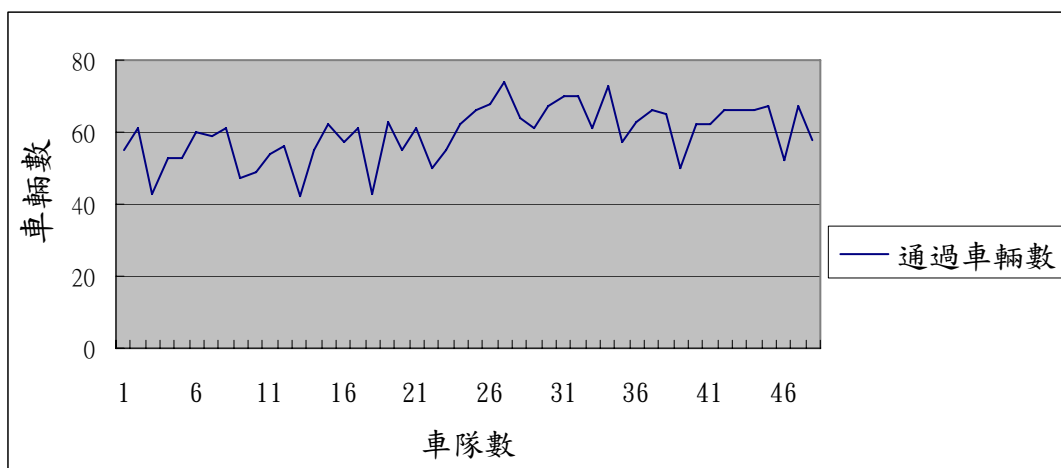


圖 3-2 車隊通過車輛數

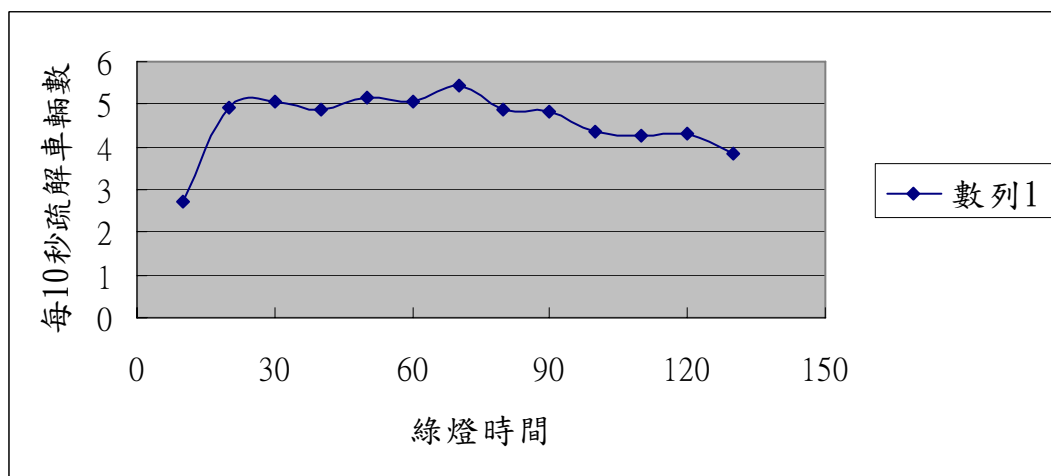


圖 3-3 思源路口每 10 秒車輛疏解圖

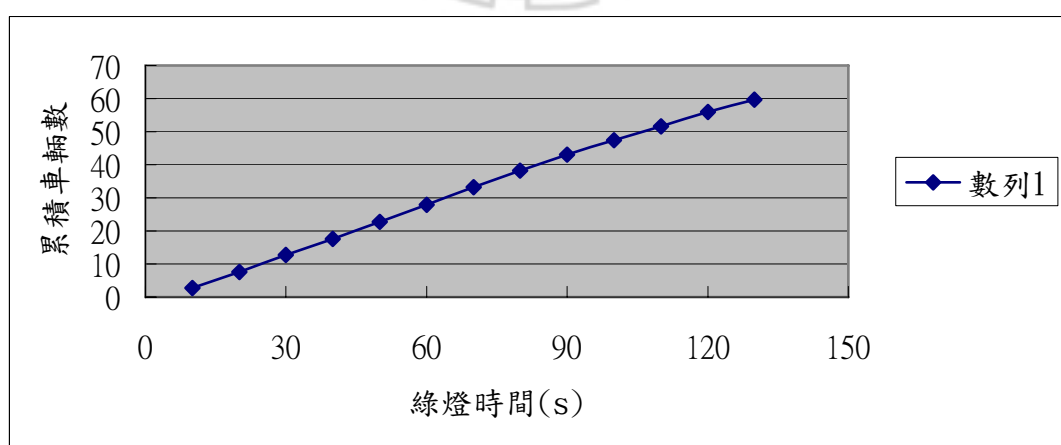


圖 3-4 思源路口累積疏解車輛圖

表 3-2 思源路口累積疏解車輛數模式

累積疏解車輛數模式	$R^2$	標準差
$N(t)=0.483t-1.458$	0.998	0.823

我們推估每單位綠燈時間路口通過之車輛數模式，如表 3-2 所示。

表 3-3 思源路調查結果表

飽和流率 (veh/s/lane)	飽和流量 (veh/hr/lane)	穩定疏解間距(s)	起動損失時間(s)
0.52	1881	1.91	5.63

我們將觀察之 48 個車隊之車輛疏解時間，以線性迴歸的方式，求出其思源路口之快車道之飽和流量為 1881veh/hr/lane，及起動延滯時間為 5.63 秒，如表 3-3 所示。

### 3. 車隊前端車輛探討與分析

我們在觀察一個車隊之疏解行為中，可以發現一個現象，就是車隊的起頭車輛車種若不同，則其車輛疏解時間及起動延滯時間是其差異性，亦即大車疏解時間較長，且起動延滯時間較久，而小車疏解時間較短，起動延滯時間較短。而且大車若在於一個車隊之起頭，其對後續車輛之疏解時間，是比起小車對後續車輛之疏解時間影響甚大。所以不同的車種對一車隊之起頭是有其影響變化性。之後，我們在觀察第二輛之車種與第一輛之車種之組合關係，對後續車輛之疏解情況分析，將它們依據分類為小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種類型之車隊，我們可以發現大車在第一輛或是第二輛，及第一輛及第二輛都是大車之車隊，對後續的車輛疏解行為是蠻大的，其中以連續兩輛都是大車，其車輛疏解行為影響最大。不同之車種型式，其起動延滯是有差異性，且若在車隊之首的話，對後續車輛之疏解行為是有一定之影響。因此，我們觀察到前面六輛車疏解行為來做個探討。從表 3-4 中，我們可以看出不同類型的車隊，對平均疏解間距及疏解時間是有所影響，其中以大車-大車類型的車隊，其每輛車之平均疏解間距高達 3.6 秒，而小車-大車、大車-小車類型每輛車之平均疏解間距也需要 3 秒以上的時間；而小車-小車類型每輛車之平均疏解間距也將近 2.9 秒，我們觀察到前 6 輛通過之疏解時間佔總綠燈時間的比例，從 1/8~1/6 之間，其中以大車-大車類型之車隊為 1/6 最高，小車-小車類型之車隊為 1/8 最低。最後，我們可以得知一個車隊第一、二輛之車種不同及組合關係，對整個車隊是有影響的，不僅影響的是其起動延滯時間、平均疏解間距、飽和流量、疏解時間這些值的變化。

表 3-4 四種車隊類型前六輛車平均疏解間距及疏解時間

類型	平均疏解間距(前 6 輛車)	疏解時間(前 6 輛車)	總疏解時間比例(%)
小車-小車	2.86	17.19	13.75
大車-小車	3.21	19.28	15.42
小車-大車	3.02	18.14	14.51
大車-大車	3.62	21.73	17.38

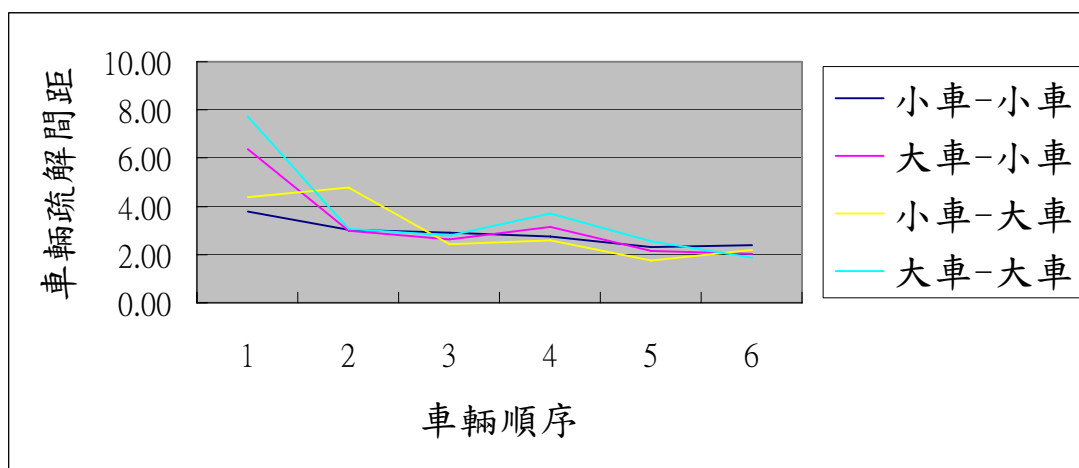


圖 3-5 車隊前兩輛車種對應關係對後續車輛疏解間距曲線比較

表 3-5 車隊前六輛車之車輛疏解間距-車輛順序相關係數比較

類型	相關係數(Pearson)	樣本數(車隊)
小車-小車	-0.41	37
大車-小車	-0.63	5
小車-大車	-0.73	4
大車-大車	-0.75	2

從圖 3-5 可以看出四種類型之車隊之疏解間距-車輛順序之變化，其第一、二輛之車種不同對車隊是有其影響性。我們將四種類型之車隊，以觀察車輛順序與車輛疏解間距是否有相關性存在，從表 3-5 我們可以發現這四種類型車隊之車輛順序-車輛疏解間距呈現一個負相關的存在，證實一個車隊前 6 輛車之疏解間距是跟順序有其相關性。

#### 4. 車隊微觀分類探討與分析

我們將所調查之車輛疏解間距資料，依據跟車型式，以兩輛車為一組資料，並按照車種型式，分類成小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種型

式，分別記錄後面跟車之疏解間距，並從其中觀察不同跟車車種其疏解間距是否有其差異性及四種型式之疏解間距之散佈比較。

#### A. 微觀分類之各型式疏解間距散佈比較

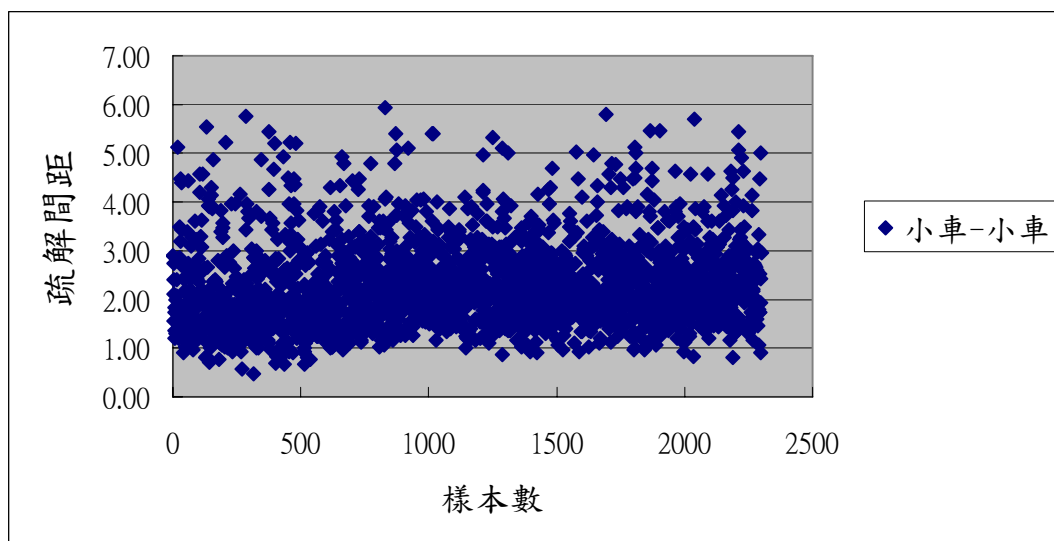


圖 3-6 小車-小車類型之跟車疏解間距散佈圖

從圖 3-6 中，我們可以知道小車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1~6 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 1~3 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-小車類型之平均跟車疏解間距。

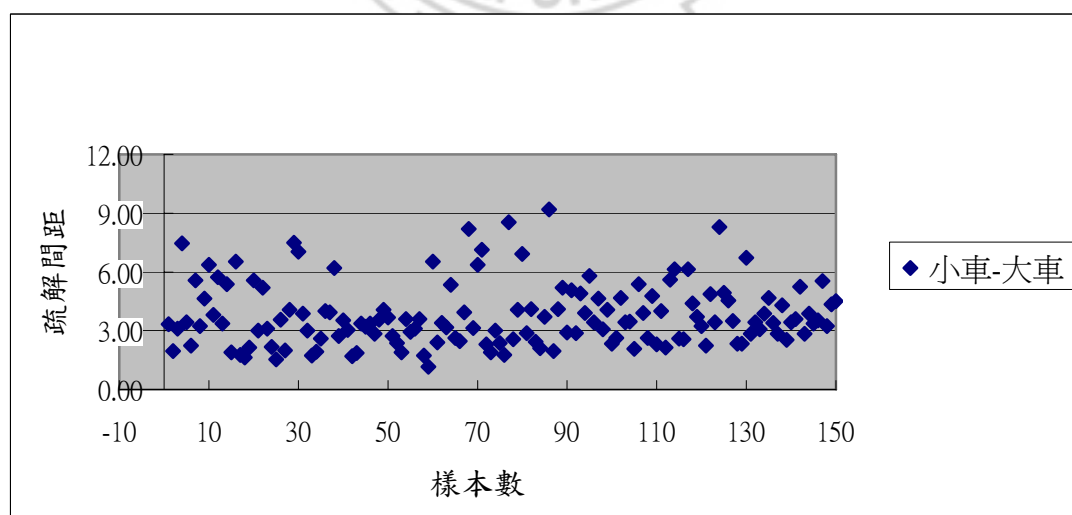


圖 3-7 小車-大車類型之跟車疏解間距散佈圖

從圖 3-7 中，我們可以知道小車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~9 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都集中在 2~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-大車類型之平均跟車疏解間距。

集中在 3~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-大車類型之平均跟車疏解間距。

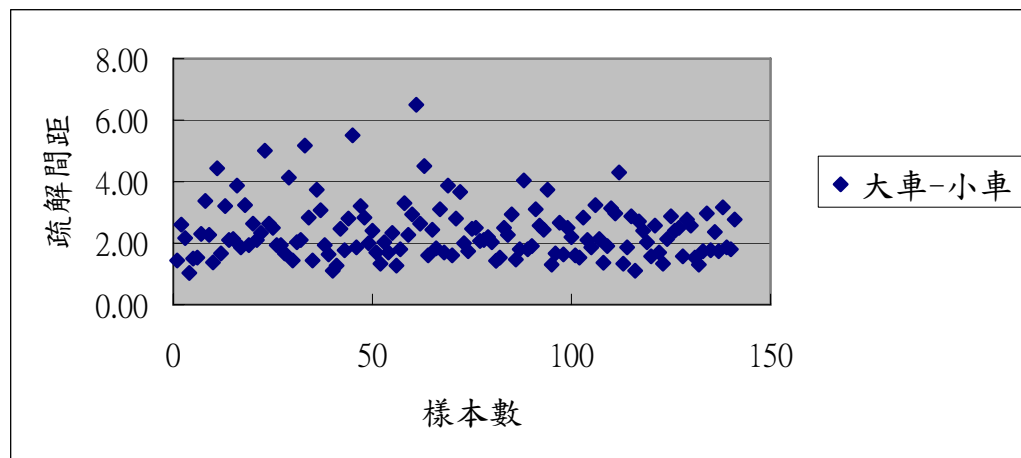


圖 3-8 大車-小車類型之跟車疏解間距散佈圖

從圖 3-8 中，我們可以知道小車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1.5~6 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都集中在 2~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-小車類型之平均跟車疏解間距。

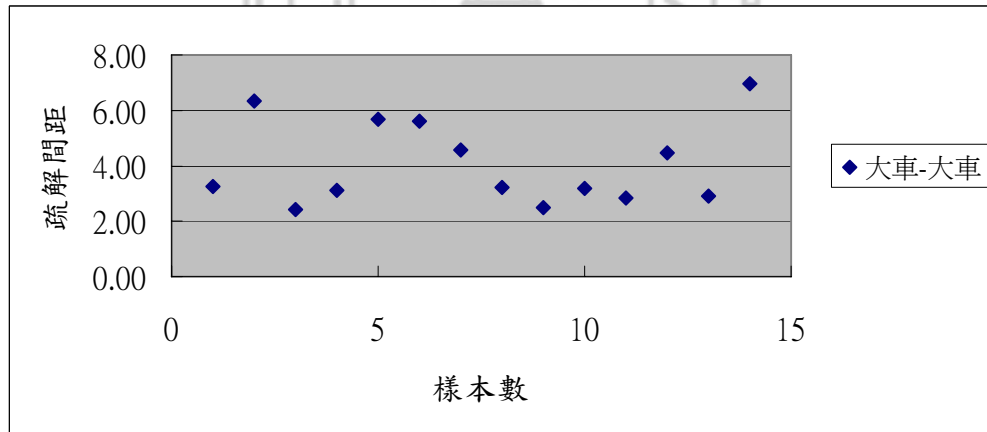


圖 3-9 大車-大車類型之跟車疏解間距散佈圖

從圖 3-9 中，我們可以知道大車-大車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~8 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都集中在 2~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-大車類型之平均跟車疏解間距。

## B. 針對微觀分類車種不同與平均疏解間距是否有顯著不同

上述中，我們知道各車種類型之跟車疏解間距散佈圖，及各類型之跟車疏解間距確定的範圍，就可以求得一確定之平均疏解間距，從表 3-6 可以知道小車小車類型之平均疏解間距為 2.03 秒，而小車-大車類型平均疏解間距為 2.40，小車-大車類型平均疏解間距為 3.77，以及大車-大車類型平均疏解間距為 4.08，可以得知這四種類型之平均疏解間距之差異性，為了更進一步證實車種不同，對跟車之疏解間距之差異是否顯注，所以我們以統計的方法來佐證，並以單因子變異素分析法來證實車種因素對於這四種之平均跟車疏解間距之影響，其差異性是有顯注之不同。

表 3-6 四種微觀跟車類型之平均疏解間距比較

類型	平均疏解間距	樣本數
小車-小車	2.03	2300
大車-小車	2.40	142
小車-大車	3.77	150
大車-大車	4.08	14

表 3-7 跟車車種疏解間距顯注之變異數分析-思源路快車道

變數-跟車車種	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	359.862	3	119.954	141.183	0.000
組內	2213.303	2605	0.850		
總合	2573.165	2608			

從表 3-7 不同跟車車種顯注之變異數分析，我們得知 P-value=0.000 小於 0.05，故拒絕虛無假設，就可以證實跟車車種不同，的確對於平均跟車疏解間距之影響是有顯注之差異性。

## 5.飽和流量影響因素探討與分析

在此節中我們主要探討大車比例與車隊平均疏解間距兩個因素對於飽和流量及之影響性，並找出其中的關係，並在第四章構建其相關模式。一個車隊之大車比例愈大，則飽和流量相對就愈小，而相對車隊平均疏解間也就愈大，這三者之間有密不可分之關係。在此，我們針對分析飽和流量之單位做一定義，我們是以單位綠燈時間所通過車輛數計算求得，其單位為 vehs/hr。首先，我們先分析大車比例與飽和流量關係，我們從表 3-9 中可以看出在一大車比範圍下飽和流量



之關係，其飽和流量隨著大車比例愈高而變的愈低。在從圖 3-10 可以明確看出大車比例與飽和流量之關係圖，呈現一條由左上往右下遞減曲線的趨勢，呈現一負相關之關係。之後，我們在針對飽和流量與車隊平均疏解間距兩者之關係，在從圖 3-11 可以明確看出車隊平均疏解間距與飽和流量之關係圖，呈現一條由左上往右下遞減曲線的趨勢，呈現一負相關之關係。

為了更證實大車比例與飽和流量及飽和流量與車隊平均疏解間距之相關性，我們分別求出 Pearson 相關係數，如表 3-8 所示，其結果如圖 3-10 至 3-11 一樣，呈現一條負相關之曲線，且其兩者相關係數值都為一中度相關，可作為第四章後續模式之構建。

表 3-8 飽和流量、大車比例及平均疏解間距相關係數比較

變數	相關係數	樣本數
飽和流量-大車比	-0.35	48
飽和流量-平均疏解間距	-0.59	48

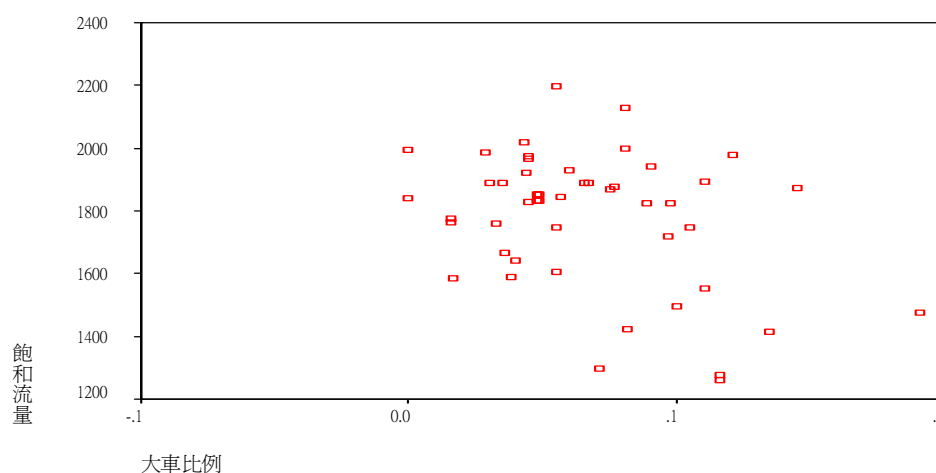


圖 3-10 大車比例與飽和流量關係比較

表 3-9 大車比例範圍下之飽和流量關係

大車比例範圍(%)	0~5	5~8	8~11	11~14	14~20
飽和流量	1880.47	1822.26	1657.46	1408.37	1376.69

從表 3-9 我們可以知道思源路口之大車比例最高在 20% 左右，而且我們觀察在一定大車比例範圍下，可以得到一個平均飽和流量值，會隨著大車比例增加而降低。

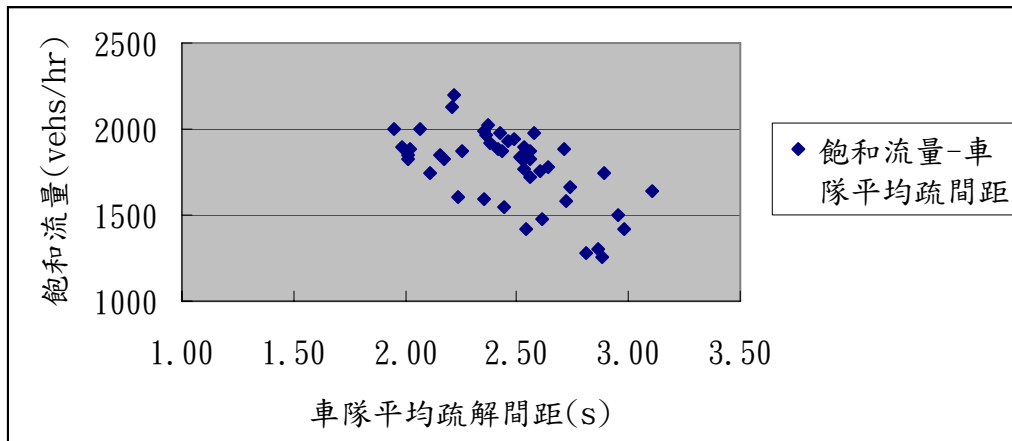


圖3-11 飽和流量與車隊平均疏解間距關係比較

### 3-3-2 台北市忠孝西路口

#### 2.基本資料

##### (3) 道路幾何資料

(a) 地點：台北市忠孝西路-館前路口

(b) 車道數：4

(c) 車道寬度：3.0m

(d) 分隔型態：中央分隔

##### (4) 號誌時制

(a) 號誌週期：200 (s)

(b) 綠燈時段：102 (s)

(c) 調查週期數：於下午時段 4:30~6:30PM 調查 60 個週期數。

圖 3-12 為台北市忠孝西路-館前西路口攝影位置示意圖，及所要調查主要車道(從最內側車道 1 至外側車道 3)之區域圖。

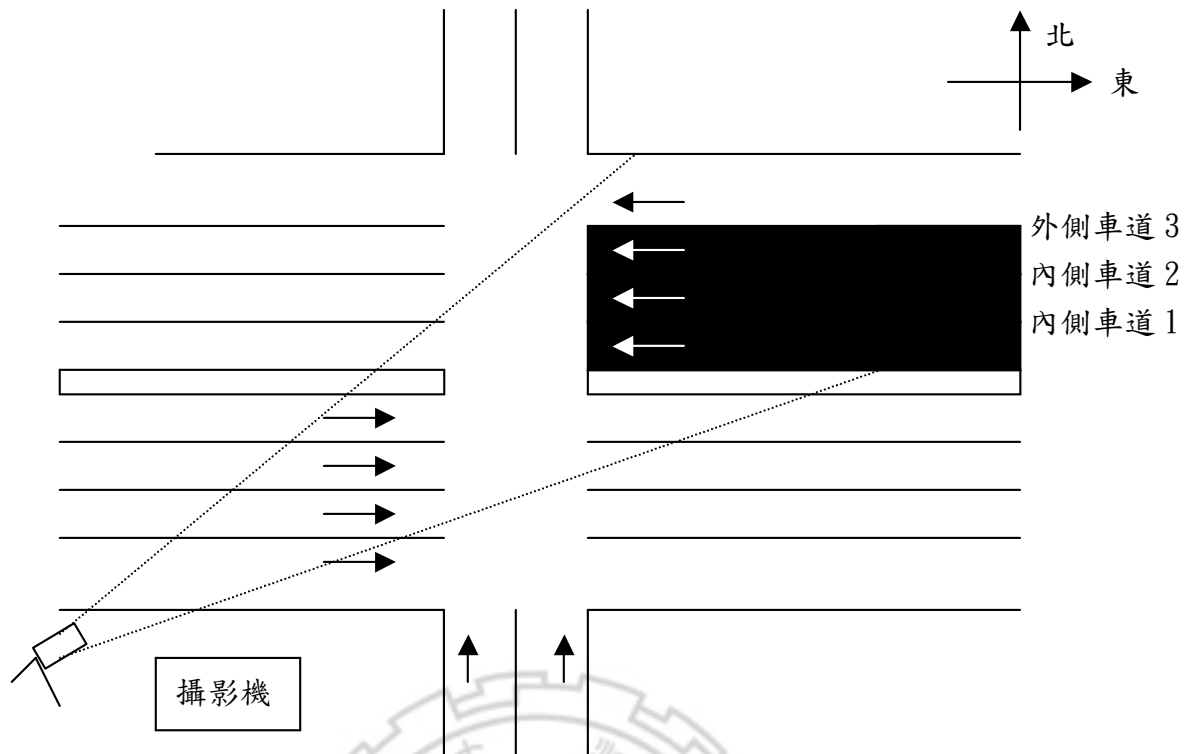


圖 3-12 忠孝西路口攝影位置圖

## 2. 車輛疏解情形

由於忠孝西路口外側車道為右轉加直行車道，所以我們不考慮觀察，而以觀察內側三車道為主，由內而外依序為內側車道 1、內側車道 2 及內側車道 3。忠孝西路口內側三直行車道調查結果如圖 3-13 至 3-15 所示，從圖 3-13 可以看出每個車道每個週期每個車隊於路口所通過之車輛數，其中又以車道 1 通過車輛數最高，其通過車輛平均數為 45 輛；車道二其次，其通過車輛平均數為 42 輛；而車道 3 通過車輛最低，其通過車輛平均數為 30 輛，這跟其車道中大車比例較高的關係有關。從圖 3-14 可以觀察綠燈開始後每固定 10 秒車輛通過數，即可發現每個車道車輛開始在 20 秒之後慢慢達到穩定疏解狀態，而在第 80 秒之後開始遞減。我們將圖 3-14 繪製成車輛累積曲線圖，如圖 3-15 所示，我們可以推估每個車道每單位綠燈時間路口通過之車輛數模式，如表 3-10 所示。

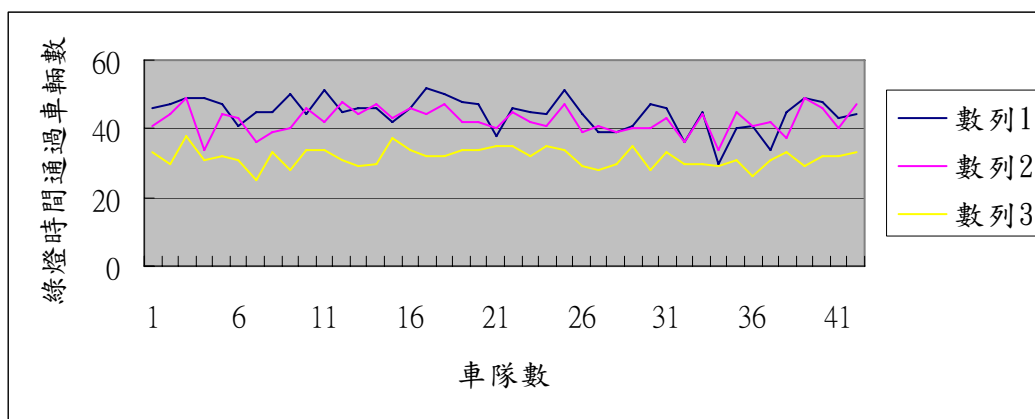


圖 3-13 忠孝西路各車道各車隊通過之車輛數

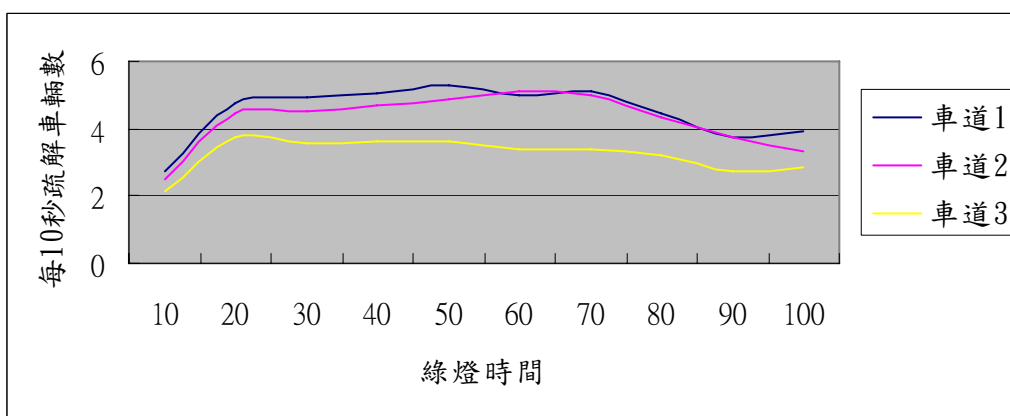


圖 3-14 忠孝西路口每 10 秒車輛疏解圖

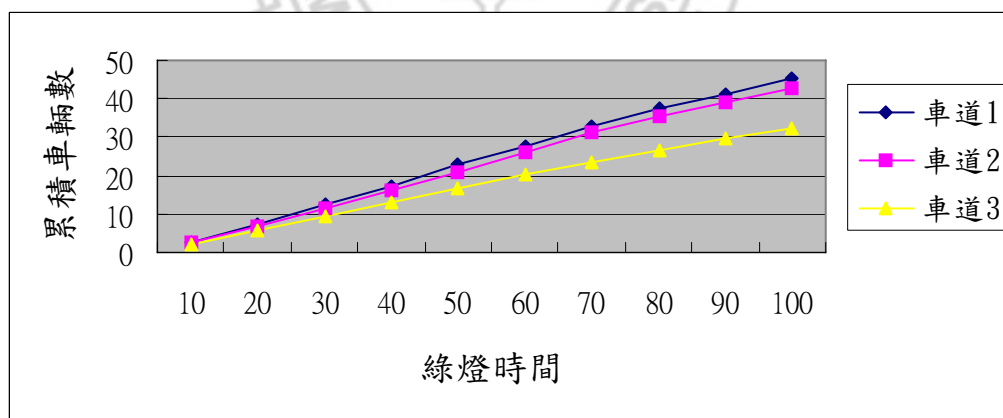


圖 3-15 忠孝西路口累積疏解車輛圖

表 3-10 忠孝西路累積疏解車輛數模式

	累積疏解車輛數模式	R-Square	標準差
車道 1	$N_1(t)=0.484t-1.855$	0.999	0.615
車道 2	$N_2(t)=0.459t-1.979$	0.999	0.654
車道 3	$N_3(t)=0.337t-0.631$	0.999	0.544

表 3-11 忠孝西路各車道之飽和流量模式

	飽和流率 (veh/s/lane)	飽和流量 (veh/hr/lane)	穩定疏解間距 (s)	起動損失時間 (s)
車道 1	0.50	1813.60	1.99	3.66
車道 2	0.48	1727.45	2.08	4.12
車道 3	0.36	1281.60	2.81	2.46

我們將觀察之 42 個車隊之車輛疏解時間，以線性迴歸的方式，求出其忠孝西路口之內側車道 1、車道 2 及車道 3 各車道之飽和流量分別為 1813.60veh/hr/lane、1727.45 veh/hr/lane 及 1281.61veh/hr/lane，其中車道 1 飽和流量最高，車道 2 其次，而車道 3 飽和流量最低。以及各起動延滯時間為 3.66、4.12 及 2.46 秒，如表 3-11 所示。

### 3.車隊前端車輛探討與分析

因忠孝西路口大車比例以車道 3 最高，而車道 2 其次，車道 1 最低。在本研究觀察中，在車道 1 只觀察到兩種類型的車隊如表 3-12 所示，而車道 2 則觀察到三種類型的車隊如表 3-13 所示。從表 3-12 中，我們可以得知車隊之首為大車的話，對平均疏解間距及疏解時間相較於小車大，其中以大車-小車類型的車隊，其每輛車之平均疏解間距高達 3.5 秒，而小車-小車類型每輛車之平均疏解間距也將近 2.9 秒；我們從表 3-13 可以發現車道 2，其中以大車-小車及小車-大車類型的車隊，其每輛車之平均疏解間距高達 3.6 秒以上，而小車-小車類型每輛車之平均疏解間距也有 3.0 秒，相較於車道 1 影響更大，這跟受鄰近車道 3 之影響有關。從表 3-14 可以發現車道 3，其中以大車-大車類型其每輛車之平均疏解間距高達 3.8 秒以上；大車-小車及小車-大車類型的車隊，其每輛車之平均疏解間距高達 3.6 秒以上，而小車-小車類型每輛車之平均疏解間距也達到 3.4 秒，相較於車道 1 與車道 2 影響更大，這跟其本車道之大車比例高有一定關係。

我們在觀察另一個現象，就是每個車道車隊前 6 輛通過之疏解時間佔總綠燈時間的比例，介於 1/6~1/4 範圍之間，其中又以大車-大車、大車-小車、小車-大車這三種類型的車隊佔整個疏解時間高達 1/4，而小車-小車類型的車隊為 1/6，兩者類型差了 1/12，這跟其大車影響有關。最後，我們可以得知一個車隊的第一、二輛之車種，對整個車隊是有影響的，不僅影響的是其起動延滯時間、平均疏解間距、飽和流量、疏解時間這些值的變化。

表 3-12 車道 1-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距之影響

類型	平均疏解間距(前 6 輛車)	疏解時間(前 6 輛車)	總疏解時間比例(%)
小車-小車	2.98	17.89	19
大車-小車	3.45	20.28	21

表 3-13 車道 2-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距之影響

類型	平均疏解間距(前 6 輛車)	疏解時間(前 6 輛車)	總疏解時間比例(%)
小車-小車	3.02	18.10	18
大車-小車	3.57	21.41	21
小車-大車	3.46	20.74	21

表 3-14 車道 3-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距之影響

類型	平均疏解間距(前 6 輛車)	疏解時間(前 6 輛車)	總疏解時間比例(%)
小車-小車	3.39	20.32	20
大車-小車	3.69	22.15	22
小車-大車	3.49	20.94	21
大車-大車	3.82	22.91	23

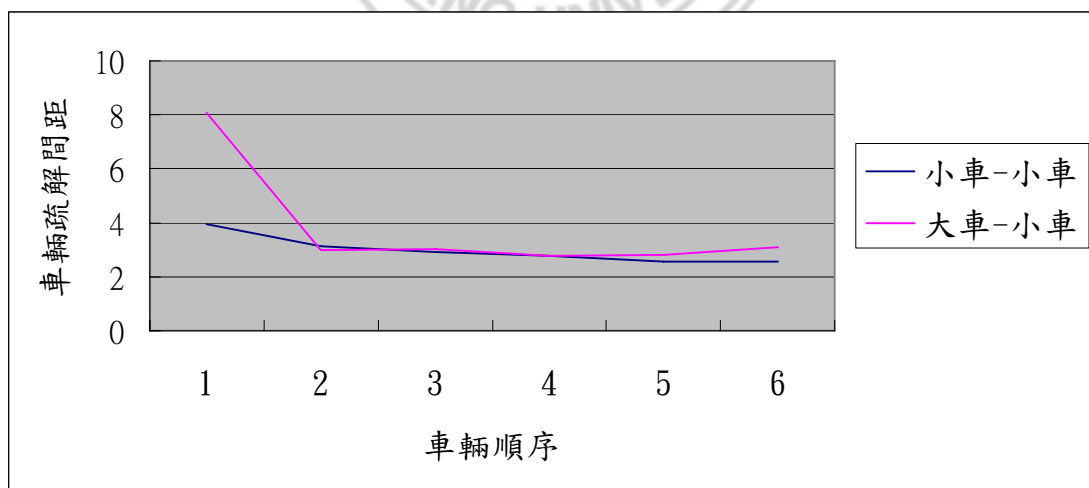


圖 3-16 車道 1-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距曲線比較

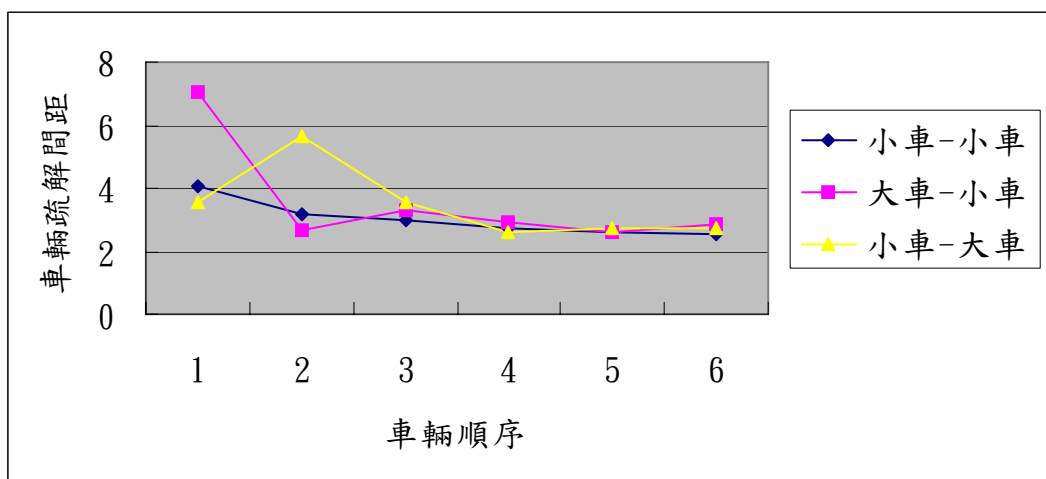


圖 3-17 車道 2-車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距曲線比較

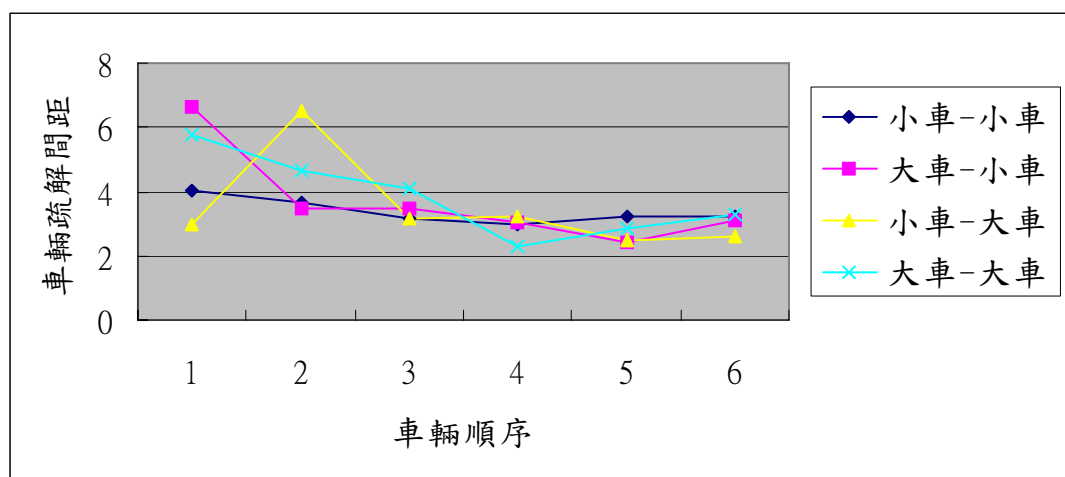


圖 3-18 車道 3 車隊前兩輛車車種對後續車輛疏解間距曲線比較

表 3-15 車道 1 各車隊類型之相關係數

類型	相關係數(Pearson)	樣本數(車隊)
小車-小車	-0.45	38
大車-小車	-0.55	4

由表 3-15 得知車道 1 各車隊類型之相關係數值介於-0.4~-0.6 之間，呈現一中度負相關關係存在。

表 3-16 車道 2 各車隊類型之相關係數

類型	相關係數(Pearson)	樣本數(車隊)
小車-小車	-0.39	31
大車-小車	-0.60	6
小車-大車	-0.52	5

由表 3-16 得知車道 2 各車隊類型之相關係數值介於-0.4~-0.6 之間，呈現一中度負相關關係存在。

表 3-17 車道 3 各車隊類型之相關係數

類型	相關係數(Pearson)	樣本數(車隊)
小車-小車	-0.01	20
大車-小車	-0.63	7
小車-大車	-0.42	7
大車-大車	-0.49	8

由表 3-16 得知車道 3 各車隊類型之相關係數值介於-0.4~-0.7 之間，呈現一中度負相關關係存在，除了小車-小車類型為一低度相關。

從圖 3-16 到圖 3-18 可以看出各車道四種類型之車隊之疏解間距-車輛順序之曲線變化，看其第一、二輛之車種不同對車隊是否有其影響性。從圖 3-16 我們觀察車道 1 兩種類型的曲線，其第一、二輛之對後續車輛的影響性，看出其差異性不大，在觀察車道 2 的情況，其三種類型的曲線，其第一、二輛之對後續車輛的影響性，跟車道 1 情況一樣，三者之差異性並不大。最後，觀察車道 3 的情況，其四種類型的曲線，其第一、二輛之對後續車輛的影響性，可以得知四種類型有一明顯的差性。因此，我們再以觀察車輛順序與車輛疏解間距是否有相關性存在，從表 3-16 至表 3-18 中，我們可以得知各車道各類型車隊之車輛順序-車輛疏解間距呈現一個負相關的存在，其相關係數介於-0.4~-0.6 之間，大部份呈現一中度相關，除了車道 3 小車-小車類型車隊為一低相關。最後，本研究證實一個車隊前 6 輛車之疏解間距是跟順序有其相關性，對後續模式構建思考有另一新的方向。

#### 4.車輛微觀跟車疏解間距分類探討與分析

我們將所調查之各車道車輛疏解間距資料，依據微觀跟車型式，以前後兩輛車為一組資料，並按照車種組合型式，分類成小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種型式，分別記錄後面跟車之疏解間距，並從其中觀察不同跟車車種其疏解間距是否有其差異性及四種型式之疏解間距之散佈比較。以下是忠孝西路各車道之四種型式之微觀疏解間距比較：

##### A.微觀分類之各型式疏解間距比較

###### (1)車道 1

因車道 1 之大車比例較少，所以只蒐集到小車-小車、大車-大車及小車-大車三種跟車疏解間距樣本數，並無大車-小車類型樣本數。從圖 3-19 至圖 3-21 分別是小車-小車、大車-小車及小車-大車三種跟車疏解間距散佈圖比較。



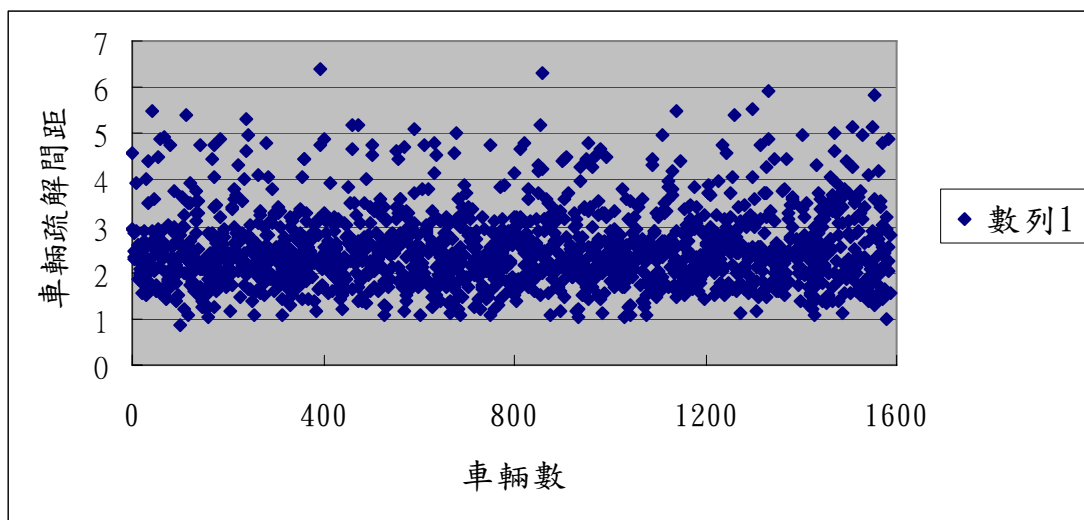


圖 3-19 車道 1-小車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-19 中，我們可以知道小車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1~7 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 1~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-18。

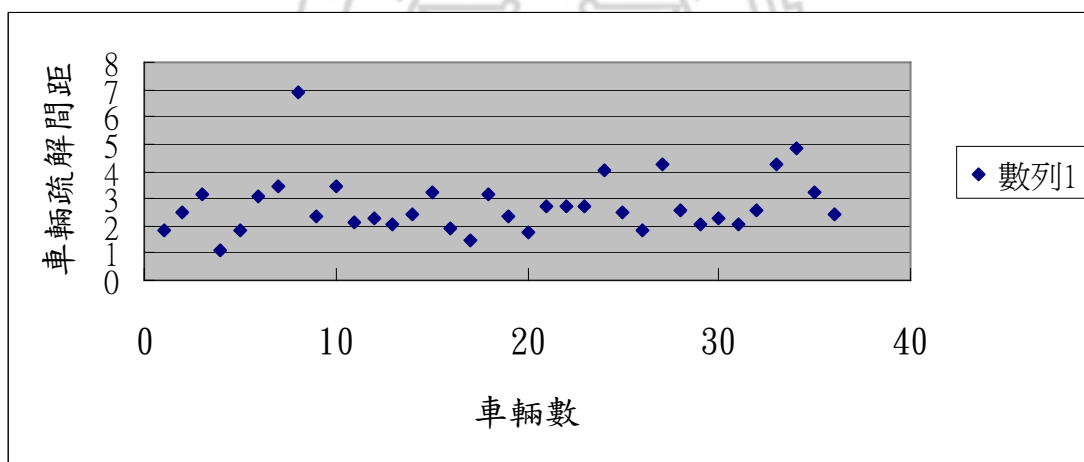


圖 3-20 車道 1-大車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-20 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1~7 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數大車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 1~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-18 所示。

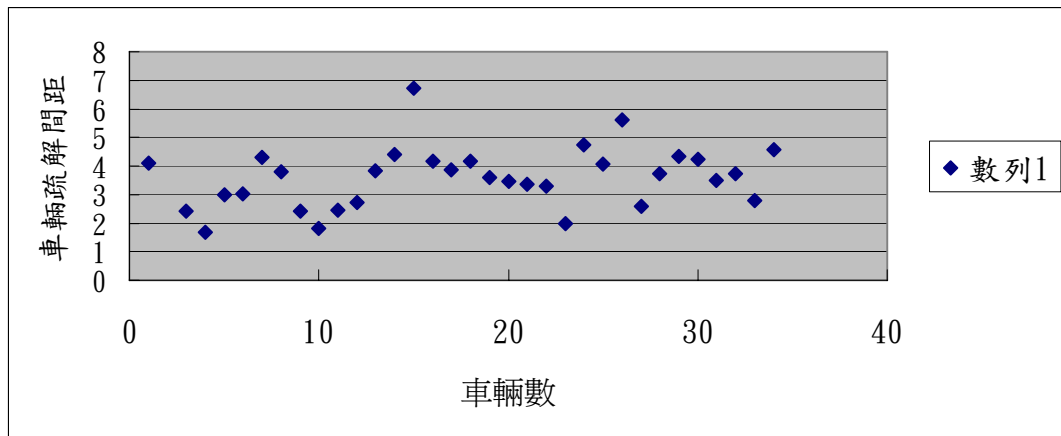


圖 3-21 車道 1-小車-大車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-21 中，我們可以知道小車-大車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~7 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 2~5 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-大車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-18 所示。

## (2) 車道 2

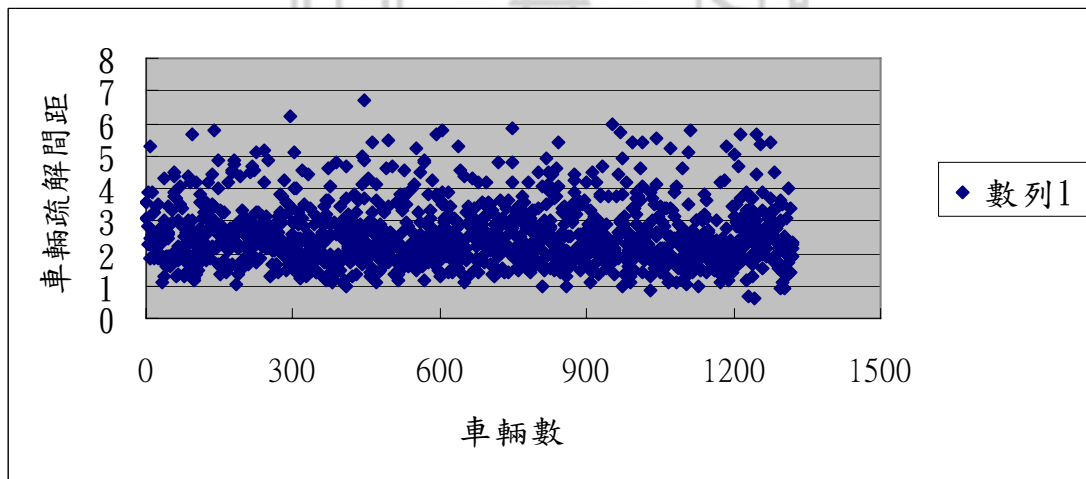


圖 3-22 車道 2-小車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-22 中，我們可以知道小車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1~7 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 1~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-19 所示。

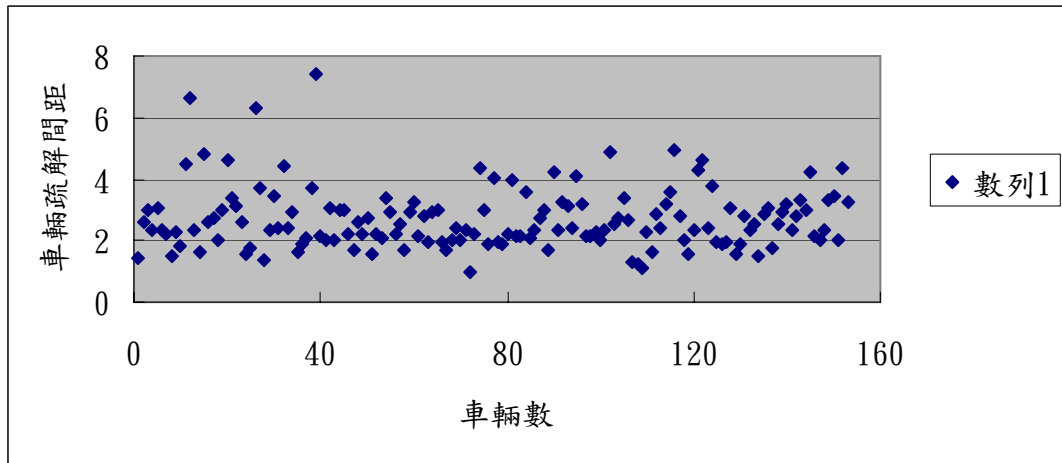


圖 3-23 車道 2-大車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-23 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~6 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 2~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-19 所示。

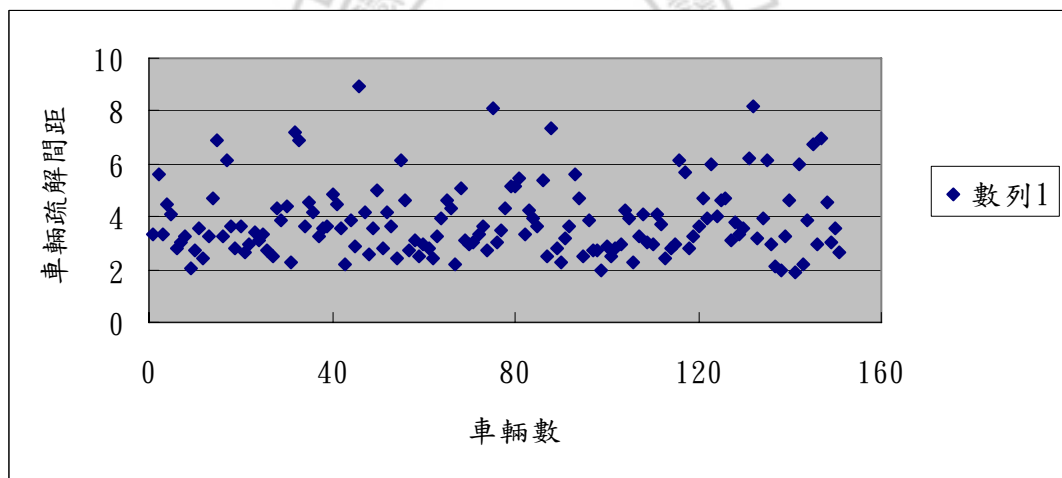


圖 3-24 車道 2-小車-大車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-24 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~8 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都集中在 2~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-大車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-19 所示。

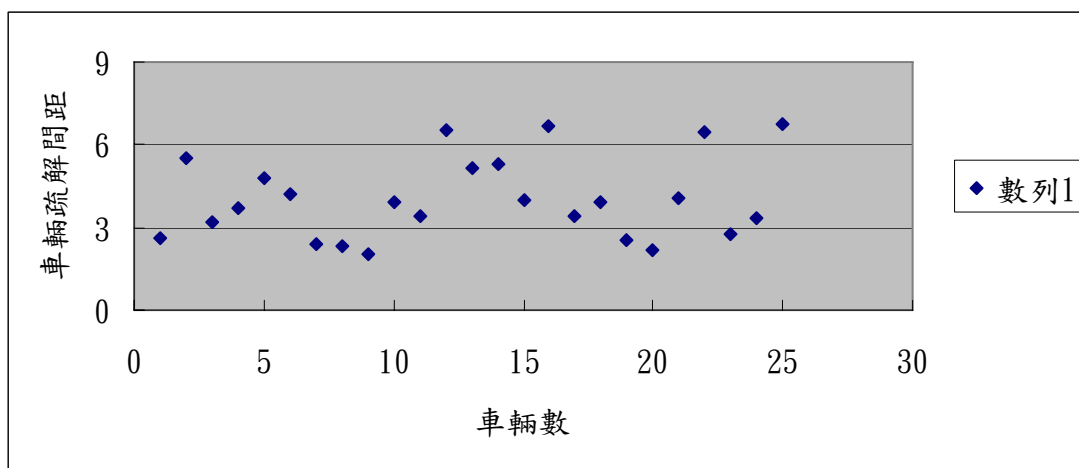


圖 3-25 車道 2-大車-大車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-25 中，我們可以知道大車-大車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 3~7 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都集中在 3~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-大車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-19 所示。

### (3)車道 3

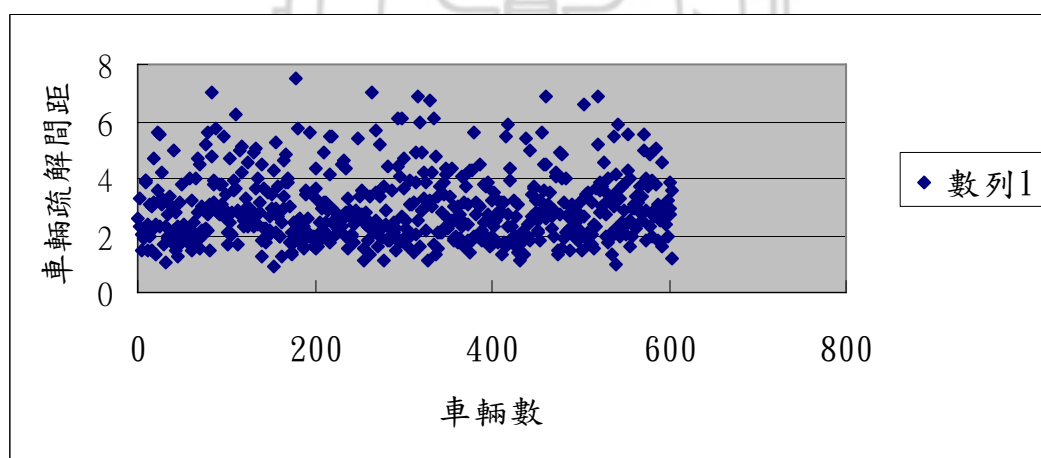


圖 3-26 車道 3-小車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-26 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 1~8 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數小車-大車類型之跟車疏解間距都集中在 1~4 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-20 所示。

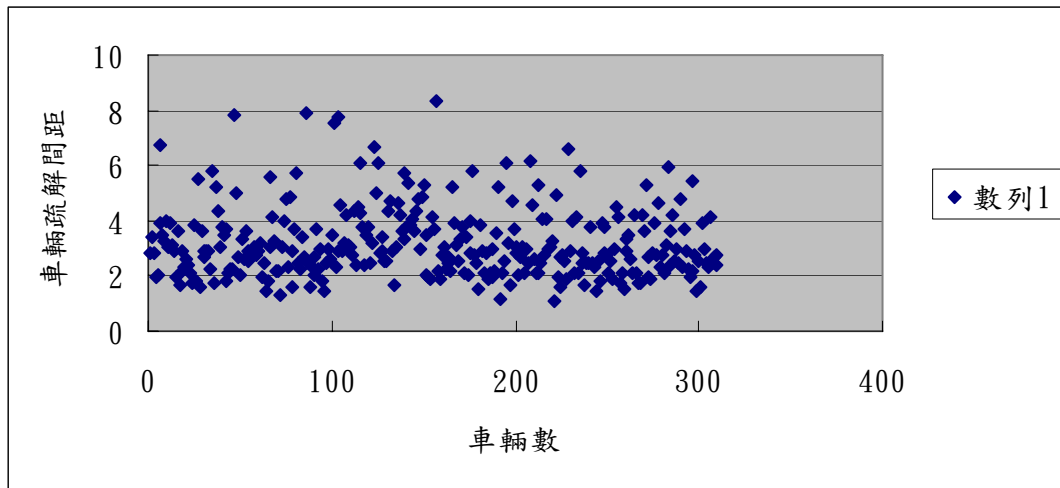


圖 3-27 車道 3-大車-小車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-27 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 2~8 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數大車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 2~5 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-小車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-20 所示。

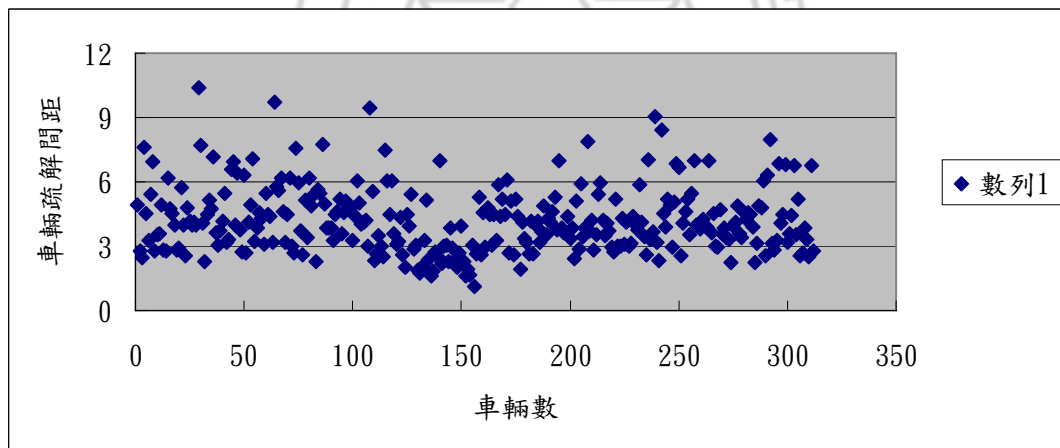


圖 3-28 車道 3-小車-大車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-28 中，我們可以知道大車-小車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 3~9 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數大車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 3~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之小車-大車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-20 所示。

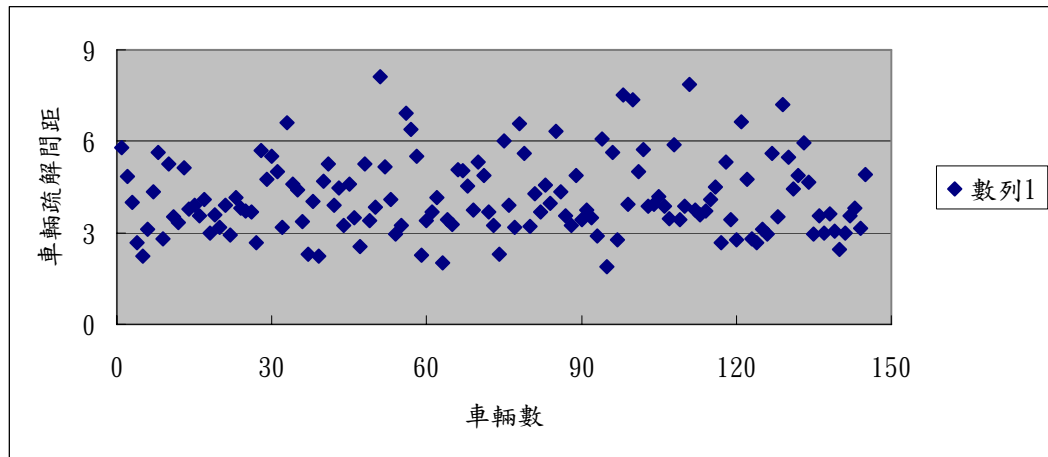


圖 3-29 車道 3-大車-大車跟車類型之疏解間距分佈

從圖 3-29 中，我們可以知道大車-大車類型之跟車疏解間距大概範圍介於 3~9 秒之間，但在更仔細的分析，可以得知大多數大車-小車類型之跟車疏解間距都集中在 3~6 秒之間，所以我們可以找出一個確定之大車-大車類型之平均跟車疏解間距，如表 3-20 所示。

#### B. 微觀跟車疏解間距之車種類型與疏解間距關係比較

經過上述的調查資料微觀分類及各類型之疏解間距散佈圖形比較，我們大致上可以得知每個車道跟車車種之一確定平均疏解間距，如表 3-18 至 3-20 所示，分別為車道 1、車道 2 及車道 3 之各跟車車種之平均疏解間距之值。從表得知，車道 1 與車道 2 跟車類型之平均疏解間距之差異性很小，而與車道 3 跟車類型之平均疏解間距有些差異，但整體上，其實各車道之跟車類型之平均疏解間距之差異並不是很大，可以從圖 3-30 看出端倪。因此，我們可以定論一微觀分類下之跟車組合，其有一固定之疏解間距，影響其間的因素，跟駕駛人行為及大車比例有關。最後，我們在將忠孝西路口與另一個路口思源路口比較，一樣可以得到兩個不同地區的路口，其各跟車類型之疏解間距差異性不是很大，所以還是有一固定機制存在，這跟其路口型態不同及車道寬有一定相關性。

表 3-18 忠孝西路車道 1-各跟車類型之平均疏解間距比較

類型	平均疏解間距	樣本數
小車-小車	2.13	1587
大車-小車	2.66	36
小車-大車	3.74	34

表 3-19 忠孝西路車道 2-各跟車類型之平均疏解間距比較

類型	平均疏解間距	樣本數
小車-小車	2.18	1322
大車-小車	2.70	153
小車-大車	3.76	151
大車-大車	4.04	24

表 3-20 忠孝西路車道 3-各跟車類型之平均疏解間距比較

類型	平均疏解間距	樣本數
小車-小車	2.46	602
大車-小車	2.93	308
小車-大車	3.82	310
大車-大車	4.11	145

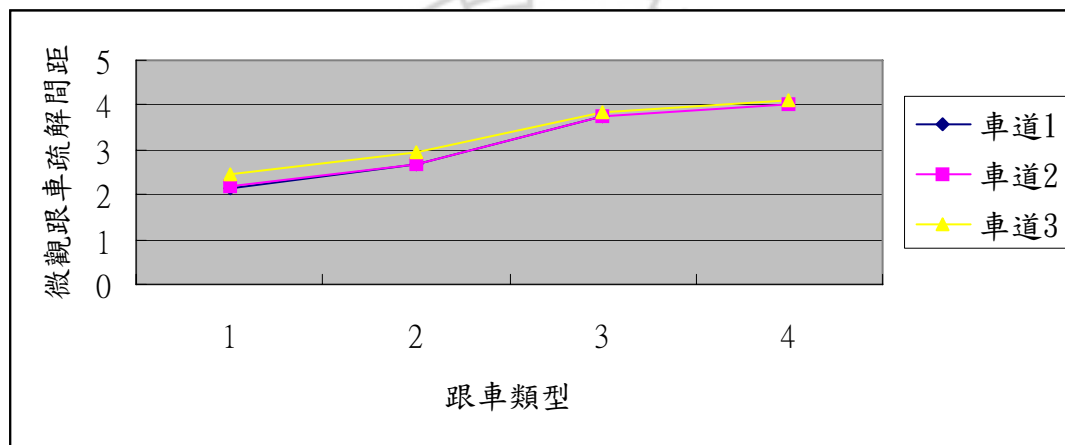


圖 3-30 忠孝西路各車道跟車類型之平均疏解間距比較

為了更進一步證實不同之跟車類型，對其疏解間距是否有顯著之差異性，所以本研究利用單因子變異數分析法，來作為各車道驗證之依據。從表 3-21 至表 3-23 分別是所有跟車疏解間距類型之顯著差異分析表。從表中我們可以知道各車道之跟車疏解間距類型之顯著差異分析之  $P\text{-value}=0.000<0.05$ ，故拒絕虛無假設，就可以證實每個車道跟車車種不同，的確對於跟車疏解間距之影響是有顯著之差異性。

表 3-21 車道 1-各跟車疏解間距類型之顯著差異分析

變數-跟車車種	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	50.474	2	25.237	35.298	0.000
組內	1181.847	1653	0.715		
總和	1232.321	1655			

從表 3-21 不同車種顯著之變異數分析，我們得知 P-value=0.000 小於 0.05，故拒絕虛無假設，就可以證實車道 1 跟車車種不同，的確對於平均跟車疏解間距之影響是有顯著之差異性。

表 3-22 車道 2-各跟車疏解間距類型之顯著差異分析

變數-跟車車種	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	267.306	3	89.102	89.747	0.000
組內	1634.171	1646	0.993		
總和	1901.477	1649			

從表 3-22 不同車種顯著之變異數分析，我們得知 P-value=0.000 小於 0.05，故拒絕虛無假設，就可以證實車道 2 跟車車種不同，的確對於平均跟車疏解間距之影響是有顯著之差異性。

表 3-23 車道 3-各跟車疏解間距類型之顯著差異分析

變數-跟車車種	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	427.455	3	142.485	85.165	0.000
組內	2275.349	1360	1.673		
總和	2702.804	1363			

從表 3-23 不同車種顯著之變異數分析，我們得知 P-value=0.000 小於 0.05，故拒絕虛無假設，就可以證實車道 3 跟車車種不同，的確對於平均跟車疏解間距之影響是有顯著之差異性。



## 5.飽和流量影響因素探討與分析

在此節中我們主要探討大車的比例與車隊平均疏解間距對於飽和流量及飽和流量之影響性，並找出其中的關係，並在第四章構建其相關模式。在大車比例對飽和流量關係中，尤於車道 1 大車數不多，所以只探討車道 2 與車道 3 之大車比與飽和流量關係。一個車隊之大車比例愈大，則飽和流量相對就愈小，而相對車隊平均疏解間也就愈大，這三者之間有密不可分之關係。首先，我們先分析車隊平均疏解間距與飽和流量關係，我們知道若一個車隊平均疏間距愈大，則飽和流量相對就愈小，則也代表車隊中大車比例相對愈大，我們從圖 3-31 到圖 3-33 之圖形判別，各車道之飽和流量-車隊平均疏解間距都呈現一條由左上往右下遞減曲線的趨勢，呈現一斜率為負之相關曲線，表示其飽和流量隨著車隊平均疏解間距愈大而相對變的愈小。為了更證實車隊平均疏解間距與飽和流量及飽和流量，我們以 SPSS 統計軟體求出 Pearson 相關係數，分別為-0.88、-0.86、-0.90，如表 3-24 所示，其結果如圖 3-31 至 3-33 一樣，其值呈現一負相關關係，且其兩者相關係數值都為一高度相關，可作為第四章後續模式之構建。

表3-24 各車道之飽和流量與車隊平均疏解間距相關性

變數	相關係數	樣本數(車隊數)
飽和流量-平均疏解間距-車道 1	-0.88	42
飽和流量-平均疏解間距-車道 2	-0.86	42
飽和流量-平均疏解間距-車道 3	-0.90	42

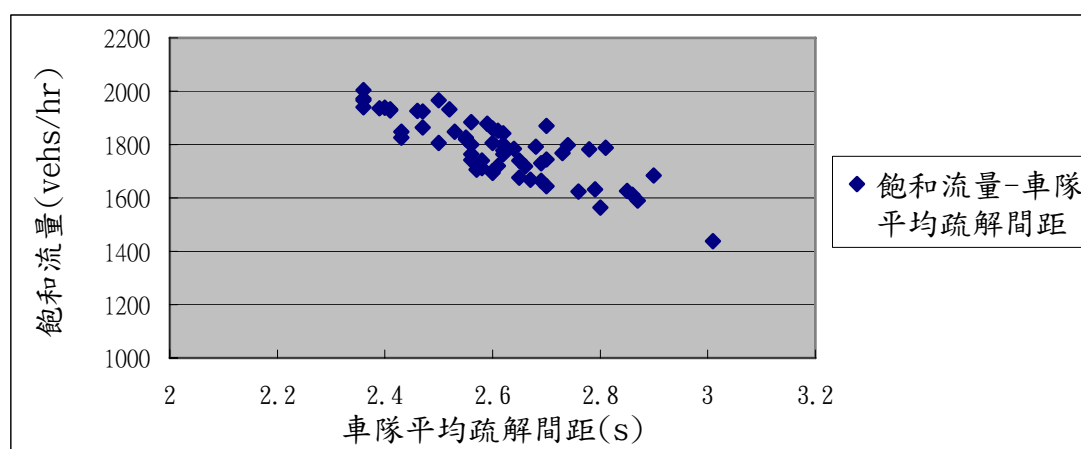


圖3-31 車道1-飽和流量與車隊平均疏解間距對應關係圖

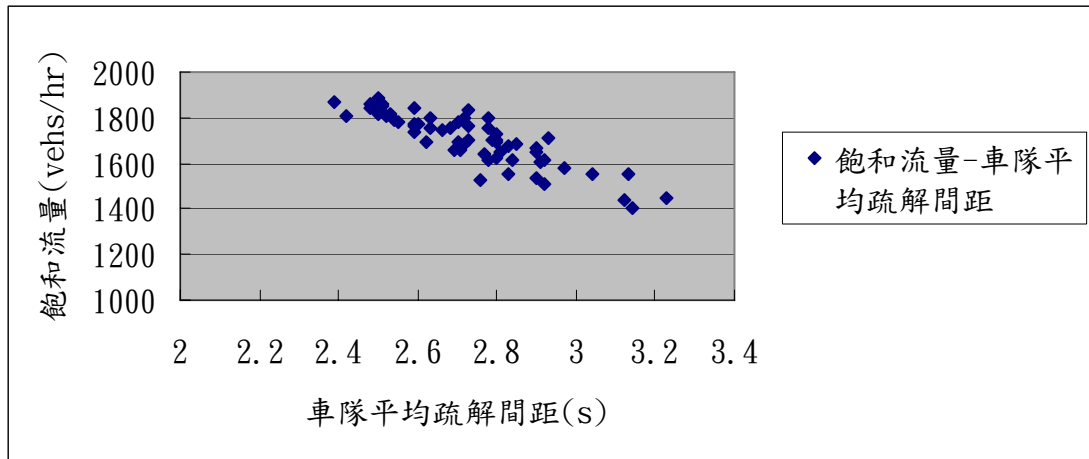


圖3-32 車道2-飽和流量與車隊平均疏解間距對應關係圖

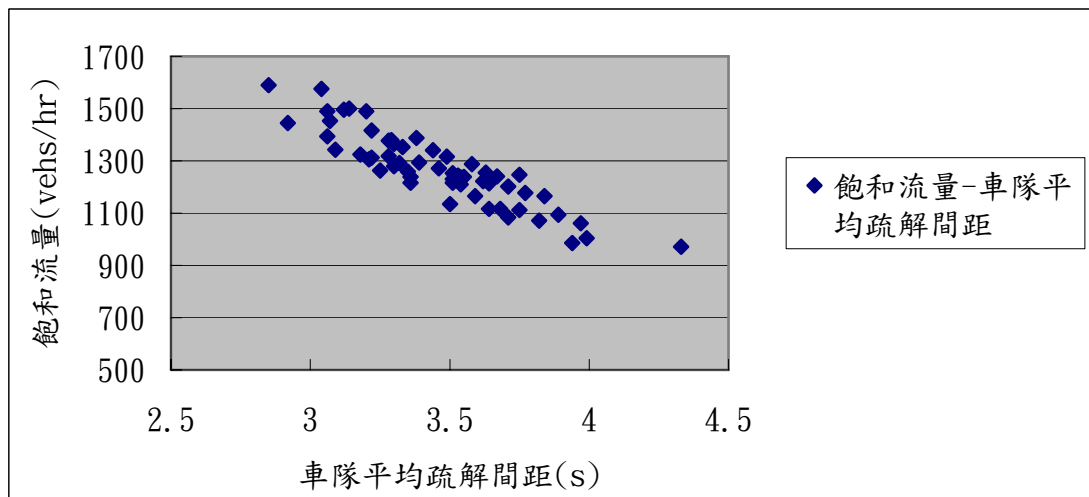


圖3-33 車道3-飽和流量與車隊平均疏解間距對應關係圖

我們再分析大車比例與飽和流量關係，我們知道若大車比例愈高，則飽和流量相對就愈低，反之，則反。們在從圖 3-34 及圖 3-35 圖形判別，各車道之飽和流量-大車比例大概呈現一條由左上往右下遞減曲線的趨勢，呈現一斜率為負之相關曲線，而車道 3 兩者之關係相較車道 2 較明顯，或許跟其大車數多原因有關。然而，我們將每個車隊的飽和流量值，依據不同的大車比例範圍分組，並求得每個大車比例範圍下之平均飽和流量值，如表 3-26 及表 3-27 所示。但是我們還是可以看出其飽和流量隨著大車比例愈大而相對變的愈小關係存在。為了更證實大車比例與飽和流量之相關性，我們以 SPSS 統計軟體求出 Pearson 相關係數，如表 3-25 所示，其值分別為-0.40 及 0.51，以及結果如圖 3-34 至 3-35 一樣，其值呈現一負相關關係，且其兩者相關係數值都為一中度相關，可作為第四章後續模式之構建。

表3-25 各車道之飽和流量與大車比例相關性

變數	相關係數	樣本數(車隊數)
飽和流量-平均疏解 間距-車道 2	-0.40	42
飽和流量-平均疏解 間距-車道 3	-0.51	42

從表3-25中，我們可以得知車道2與車道3之飽和流量與大車比例相關係數介於-0.4~-0.6之間，其兩者之關係呈現一中度相關。

表3-26 車道2各大車比例範圍下之飽和流量值

大車比例範圍(%)	0~5	5~8	8~11	11~14	14~17
飽和流量	1800.23	1689.09	1728.52	1666.37	1586.35

表3-27 車道3各大車比例範圍下之飽和流量值

大車比例範圍(%)	20~25	25~30	30~35	35~40	40~50
飽和流量	1413.16	1296.35	1263.94	1189.32	1058.90

從表3-26至3-27中，我們可以得知在一定大車比例範圍下之飽和流量，其中車道3之大車比例超高，而造成飽和流量之快速下降。

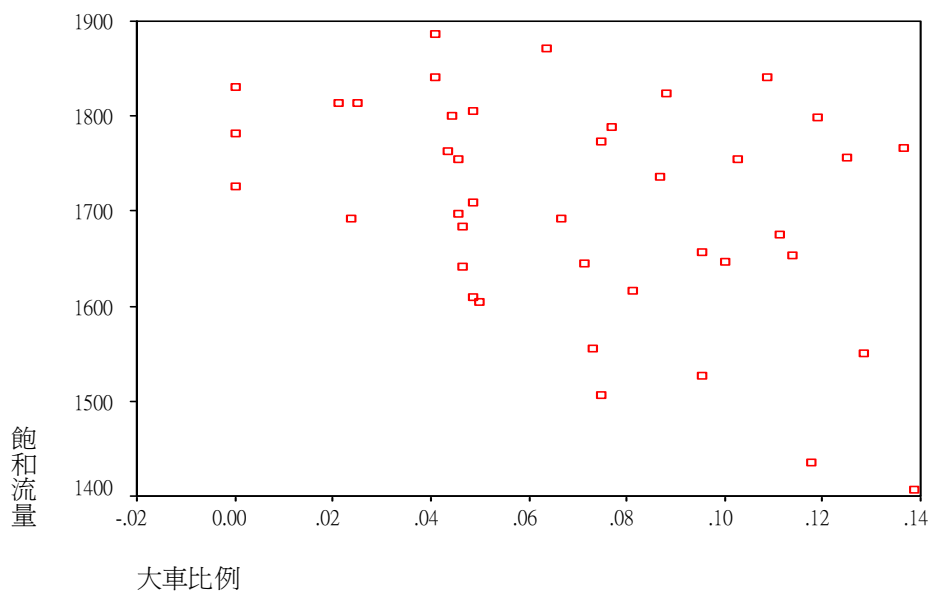


圖3-34 車道2-飽和流量與大車比例對應關係圖

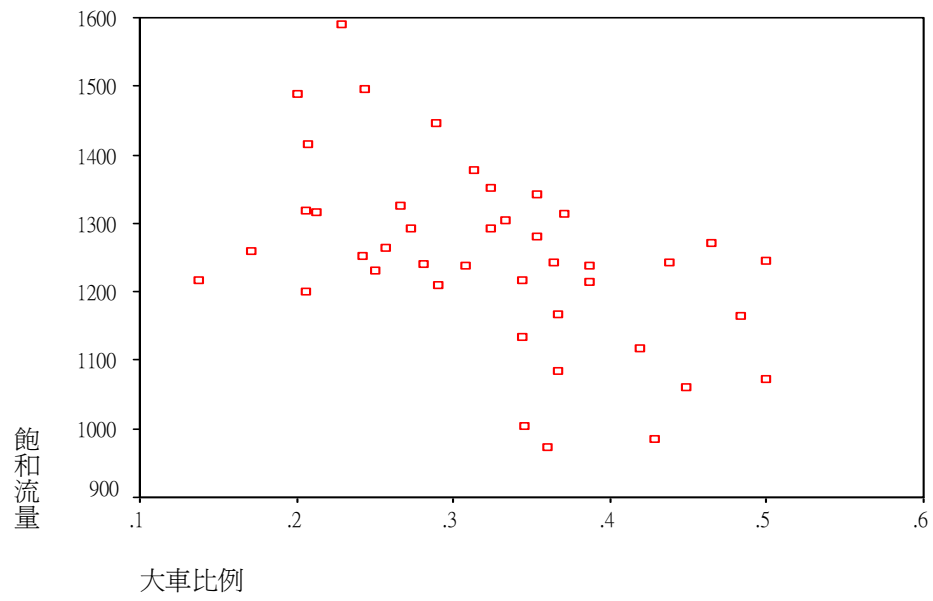


圖3-35 車道3-飽和流量與大車比例對應關係圖



## 第四章 模式構建

本研究希望建立一模式能精準描述交叉路口車隊微觀疏解時間模式，在經過上章的車流的調查與分析後，對於其交叉路口之交通特性已有深入的了解，接著乃依據其特性著手構建適當的模式。之後，我們利用本研究所發展之車輛疏解時間模式，作一轉換過程以便推估其飽和流量模式。

### 4-1 理論基礎

一般用於量度車流之單位有：輛(vehicle, veh)、小客車單位(Passenger Car Unit, PCU)、直行小客車單位(Through Car Unit, TCU)三種。這三種單位之基本意義相通，可經由車種組成或轉向調整因子來進行三種單位之相互轉換。

三種單位因分析對象不同與須配后實際道路交通情，各有其優缺點與適用之情形，分述如下：

一、輛：以車輛之個數為衡量基礎，將不同車種或不同轉向之車輛均視為同一單位，適用於單純車流或欲突顯車種特性時。若由需求與供給的觀點分析道路設施之服務水準，則使用單一、相同的比較基礎，可消除單位轉換過程所隱含之誤差。目前國外研究飽和流量之趨勢為以輛作為衡量單位。

二、小客車單位：為顯示車流之多種特性，須考慮各種車種影響道路或車流績效的差異性與相對程度，此時可使用不同車種相對於小客車之轉換因子(即小客車當量，PCE)，將不同車種之流量轉換成小客車單位之流量。因小客車當量並非定值，隨著交通狀況之變化而改變，且與交通組成有密切關係，所以在計算小客車單位流量時，須有適當的小客車當量。

三、直行小客車單位：以不同轉向流動車種相對於直行小客車之轉換因子(即直行小客車單位，TCE)，可將不同轉向流動車種換成直行小客車單位之流量。此時不僅考慮車種之特性，更考慮不同轉向流動之影響，本單位適用於受轉向流動車輛影響之情形。

以下三種車流計算單位可經由當量值的調整而互相轉換，惟應用時必須考慮到計算與推估之難易程度，選擇適宜之單位，俾能正確反應事實的現象。在大多數研究中，常為了簡化車種之間的差異，使模式在處理上較為容易，而使用小客車單位與直行小客車單位兩種為車流單位。對於同一道路而言，當道路交通狀況改變，小客車當量值與直行小客車當量值不相同，此亦為造成誤差原因之一。另外，由於研究環境的狀況不同，使得小客車當量與直行小客車當量值之訂定無法統一，亦會導致誤差產生。因此，本研究選擇以輛為單位較為合適。

## 4-2 模式構建前分析

在模式構建前，我們必須先搞清楚一個問題，亦即是車隊於綠燈開始後第幾輛車，或是在綠燈後在什麼時間後，車隊會達到一個穩定狀態，本研究試著找出這個位置點或時間點，以進行後續模式構建。在第三章的時後，我們曾對兩個交叉路口做固定時段車輛通過數的資料分析，並且得知這兩個交叉路口的車隊開始穩定之狀態時間，在時間點為 20 秒之後，整個車隊疏解狀態達到一安穩狀態。若我們將時間點位置，根據實測資料時間點轉成空間上位置，得知一個車隊之穩定狀態之位置點大概介於第 6 輛跟第 13 輛之間。所以我們在針對其空間上的範圍，在做一些分析及檢定，以找出一個較確定之位置點。在此，我們先定義車流“穩定狀態”，即一車隊之車輛疏解情況於某個時間點(空間點)之後，車輛疏解間距慢慢趨近一穩定固定間距，而呈現一穩定狀態。而本研究判定穩定狀態的方式，就是以圖形觀察方式配合統計分析方式，試找出此穩定位置點。經過確認此車隊穩定狀態在空間上的位置之後，我們可以將整個車隊劃分為兩個部份，一為未穩定狀態之區域，此區域的車輛疏解間距尚未穩定；二為穩定狀態之區域，此區域的車輛已達一飽和穩定狀態，車輛以一穩定之疏解間距通過路口。接下來，我們先進行車隊穩定狀態位置之分析，之後，在進行模式之構建。

### 4-2-1 車隊中車輛穩定位置分析

我們先對調查之兩個交叉路口之整理資料進行一些統計的分析，以逐漸明瞭車輛開始穩定之範圍及位置，我們將以兩種方式分別找出其穩定點，一種是以圖形比較的方式判斷，二是以統計的方式判斷，嘗試以這兩種方式判斷出正確位置點，以下是我們所要分析之路口：

#### 1. 新莊-思源路-中原東路口

##### (1) 車隊前 10 輛車之大車數影響

我們主要探討大車數效應對車隊前面車輛關係，亦即我們將每個車隊中前面 10 輛車抓出來，並以這 10 輛車中所佔之大車數，由於此路口前 10 輛車最多只有 3 輛大車，所以只分類成四種，依序為無大車、一輛大車、兩輛大車及三輛大車四種疏解曲線狀態，可以從表 4-1 得知各種狀態之疏解間距-車輛順序情況，了解其車輛疏解間距隨著順序增加而遞減，並從圖 4-1 得知四種疏解間距曲線之變化，進而從圖中可以發現這四種疏解狀態之差異不大，除了在出現大車之位置有其大車效應出現干擾，但可以從圖形中判斷車輛開始穩定狀態，大概在第七輛之後至第十輛之間。

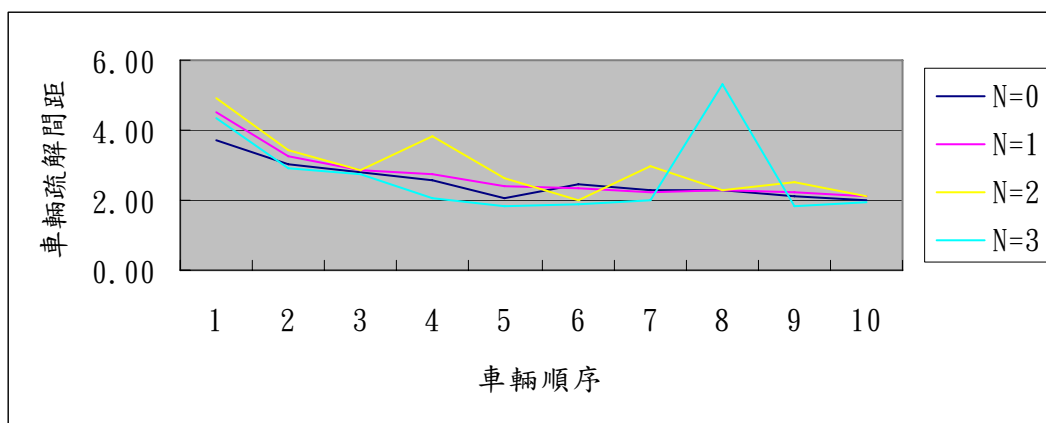


圖 4-1 大車數對前 10 輛車之車輛疏解狀態之影響比較

表 4-1 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較

大車數 車輛順序	N=0	N=1	N=2	N=3
1	3.71	4.54	4.82	4.60
2	3.01	3.28	3.36	3.00
3	2.82	2.86	2.78	3.10
4	2.58	2.77	3.57	2.33
5	2.03	2.39	2.45	2.60
6	2.45	2.35	1.90	2.63
7	2.26	2.25	2.84	2.17
8	2.30	2.31	2.71	5.00
9	2.12	2.24	2.45	1.85
10	2.11	2.13	2.21	1.80

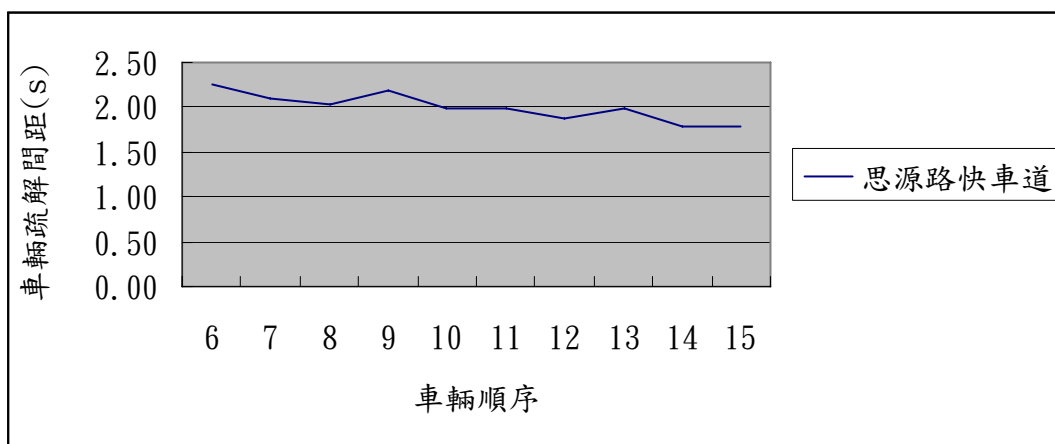


圖 4-2 車輛平均疏解間距穩定分析

我們主要針對所調查之車隊資料，將從第 6 輛車至第 15 輛車之疏解間距，並算出其平均疏解間距值，而繪成如表 4-2 平均疏解間距穩定曲線。我們從圖中可以發現思源路快車道車輛穩定位置點大概在第 8 輛之後。

## (2) 單因子變異數分析法

上述，我們以圖形方式比較車隊中前 10 輛車所佔之大車數對整個 10 輛車之疏解情況之影響性，並可看出其大車效應對整個車輛疏解影響，進而找出一大概穩定位置的範圍，但此種方式只是能找出一個大概的範圍。在此，我們以統計的方式，以車隊車輛位置為 13 的位置向前推進，以比較找出那個位置的車輛之後，車隊開始呈現一穩定狀態。本研究以 SPSS 軟體中的比較平均數法中之單因子變異數分析法，做為本研究進行判斷車隊開始穩定位置。判定的方式，我們是以車輛位置為 13 做為起頭，將車輛位置 13 之後的所有車輛疏解間距之總和，跟車輛位置為 12 之後的所有車輛疏解間距總和做一單因子變異數分析法，以驗證其兩者之間是否有顯著關係。若兩者沒顯著差異性，則繼續向前推進一輛車輛位置為 11，並比較車輛位置 13、12 及 11 之後所有的疏解間距是否有顯著關係，直至找出有顯著差異位置點，則為我們所要之車輛穩定點。

表 4-2 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛車(1)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	1167.947	3	383.316	1.024	0.383
組內	71481.639	188	380.221		
總和	72649.586	191			

從表4-2變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.383>0.05$ ，則接受虛無假設，代表兩者之間並無顯著關係。

表 4-3 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~11 輛車(2)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	2427.454	4	606.864	1.602	0.175
組內	89044.613	235	378.913		
總和	91472.067	239			

從表4-3變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.175>0.05$ ，則接受虛無假設，代表兩者之間並無顯著關係。



表 4-4 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~10 輛車(3)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	4339.191	5	867.838	2.283	0.047
組內	107191.438	282	380.111		
總和	111530.629	287			

從表4-4變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.047<0.05$ ，則拒絕虛無假設，代表兩者之間開始有顯著之差異關係。

表 4-5 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~9 輛車(4)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	7000.676	6	1166.779	3.059	0.006
組內	125486.938	329	381.419		
總和	132487.614	335			

從表4-5變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.006<0.05$ ，則拒絕虛無假設，代表兩者之間有非常顯著之差異關係。

從表 4-2 至表 4-5 之變異數分析表中，可以發現其顯著性值一直愈來愈低，亦即從彼此無顯著關係，至彼此間有明顯差異性，所以從表 4-5 中之變異數分析表中，我們可以得知  $P\text{ 值 }=0.006<0.05$ ，即代表彼此之間有明顯顯著差異關係，所以我們可以判定思源路口之車隊之穩定狀態位置點在於車輛位置為第九輛之後，車輛會開始會穩定下來。

## 2．台北市忠孝西路-館前路口

我們將忠孝西路每個車隊中之前 10 輛車抓出來，並以這 10 輛車中所佔之大車數，將它們分類，則可探討不同大車數對於其車隊前 10 輛車所造成之疏解間距之影響。因忠孝西路有四個車道，但我們只探討最內側三線道，而大車數比例以內車道最低，其次為內二車道，最高為內三車道。從表 4-6 到表 4-8 依序為車道 1 至車道 3 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較。從圖 4-3 到圖 4-5 得知依序為車道 1 至車道 3 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解曲線比較，但我們可以發現車道 1 及車道 2 之無大車疏解曲線與其大車數影響曲線差異不會很大，除了在大車出現時之差異較大，但車道 3 之大車數對其疏解曲線是有明顯的差異變化，這跟其車道之大車比例高有很大之關係。從圖形 4-3 及 4-4 中，我們可以得知車道 1 及車道 2 在各類型之疏解曲線，其開始穩定之範圍大概落在第 8 輛之後

至第十輛之間。至於車道 3 的情況，可以看出圖 4-5 中，各型態之疏解曲線變化差異大，也較難看出其開始穩定之範圍，只能大概在第 10 輛之後才開始穩定。

表 4-6 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較-車道 1

大車數 車輛順序	N=0	N=1
1	3.91	5.25
2	3.08	3.30
3	2.97	3.45
4	2.79	2.65
5	2.67	2.38
6	2.58	2.50
7	2.93	2.51
8	2.21	2.47
9	2.60	2.79
10	2.24	2.33

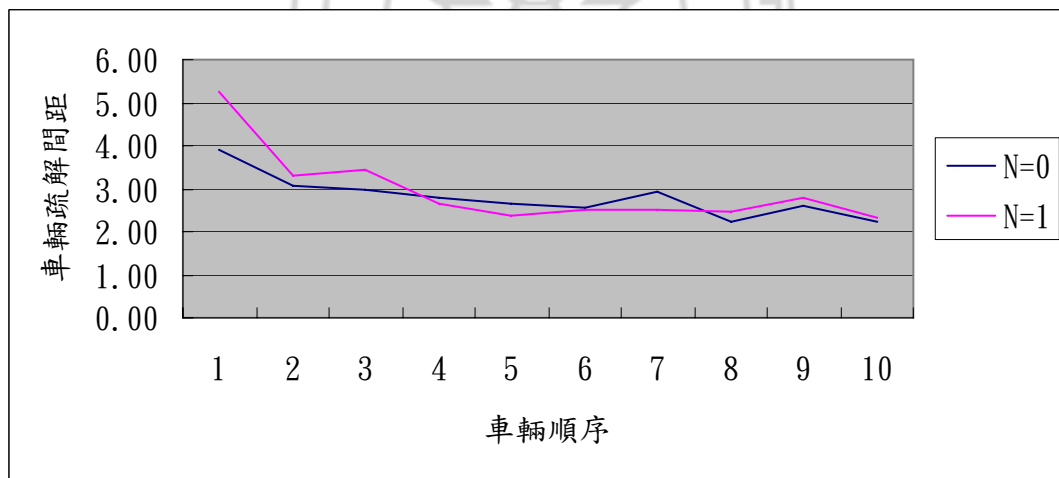


圖 4-3 大車數對前 10 輛車之車輛疏解狀態之影響比較-車道 1

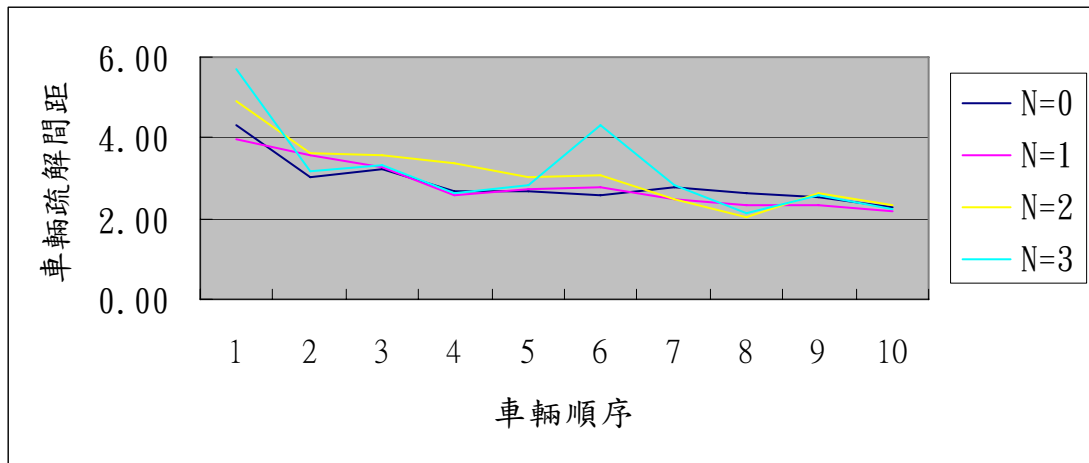


圖 4-4 大車數對前 10 輛車之車輛疏解狀態之影響-車道 2

表 4-7 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較-車道 2

大車數 車輛順序	N=0	N=1	N=2	N=3
1	4.32	3.94	4.90	5.69
2	3.01	3.59	3.64	3.17
3	3.21	3.29	3.56	3.35
4	2.67	2.57	3.35	2.62
5	2.69	2.71	3.03	2.81
6	2.60	2.79	3.06	4.32
7	2.77	2.48	2.48	2.81
8	2.65	2.33	2.05	2.15
9	2.53	2.35	2.63	2.59
10	2.28	2.17	2.34	2.23

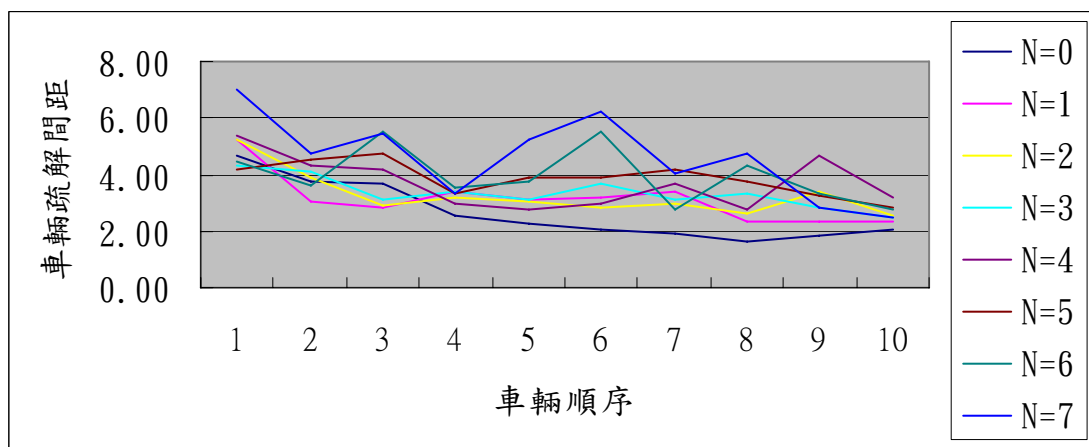


圖 4-5 大車數對前 10 輛車之車輛疏解狀態之影響比較-車道 3

表 4-8 車隊前 10 輛車各類型車輛疏解間距比較-車道 3

大車數 車輛順序	N=0	N=1	N=2	N=3	N=4	N=5	N=6	N=7
1	4.73	5.27	5.21	4.31	5.36	4.15	4.45	6.98
2	3.73	3.07	3.89	4.13	4.35	4.56	3.62	4.72
3	3.67	2.82	2.90	3.08	4.21	4.71	5.52	5.45
4	2.53	3.40	3.20	3.42	2.96	3.36	3.53	3.30
5	2.27	3.09	3.05	3.10	2.73	3.911	3.75	5.23
6	2.07	3.20	2.87	3.67	2.96	3.92	5.52	6.23
7	1.90	3.37	2.97	3.08	3.68	4.21	2.73	4.07
8	1.60	2.31	2.59	3.30	2.74	3.72	4.35	4.73
9	1.83	2.36	3.43	2.84	4.71	3.23	3.33	2.82
10	2.03	2.32	2.56	2.5	3.2	2.84	2.73	2.46

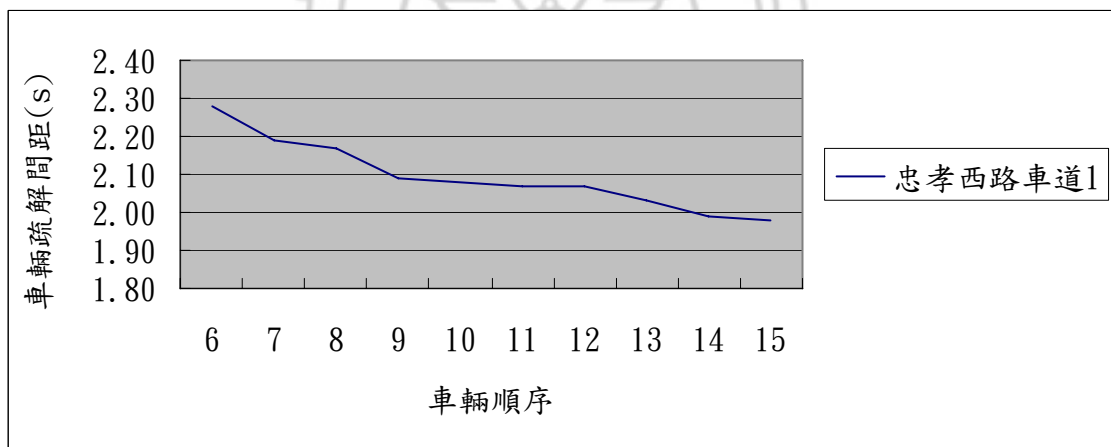


圖 4-6 車道 1 之車輛平均疏解間距穩定分析

從圖 4-6 至 4-8 是忠孝西路各車道之平均疏解間距穩定分析，我們主要針對所調查之車隊資料，將從第 6 輛車至第 15 輛車之疏解間距，並算出其平均疏解間距值，而繪成平均疏解間距穩定曲線。我們從圖中可以發現忠孝西路車道 1 及車道 2 車輛穩定位置點大概在第 9 輛與 11 輛之間，至於車道 3 車輛穩定位置點大概在第 10 輛之後，由於車道 3 大車比例過高，會造成車輛穩定位置不確定之影響。

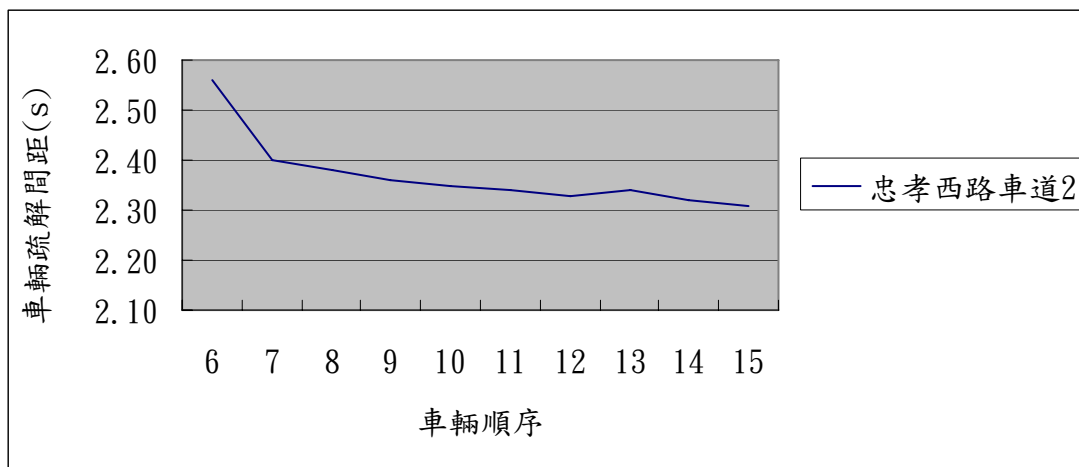


圖 4-7 車道 2 之車輛平均疏解間距穩定分析

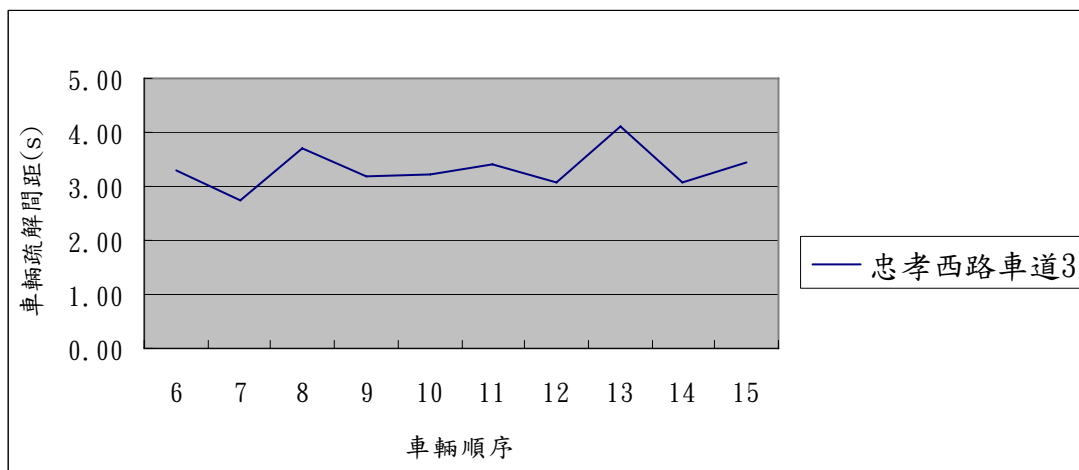


圖 4-8 車道 3 之車輛平均疏解間距穩定分析

### (3) 忠孝西路各車道穩定位置探討

上述，我們以圖形方式比較車隊中前 10 輛車所佔之大車數對整個 10 輛車之疏解情況之影響性，並可看出其大車效應對整個車輛疏解影響，進而找出一大概穩定位置的範圍，但此種方式只是能找出一個大概的範圍。本研究以 SPSS 軟體中的比較平均數法中之單因子變異數分析法，做為本研究進行判斷車隊開始穩定位置。首先針對車道 1，從表 4-9 至表 4-11 之變異數分析表中，可以發現其顯著性值一直愈來愈低，亦即從彼此無顯著關係，直至彼此間有相著差異性，所以我們要找就是不同的位置點之後所有車輛疏解間距開始有差異性時，因此從表 4-11 中之變異數分析表中，我們可以得知  $P \text{ 值} = 0.004 < 0.05$ ，即代表車隊在第 10 輛位置上彼此之間才有顯著差異關係，所以我們可以判忠孝西路口車道 1 之車隊之穩定狀態位置點在於車輛位置為第 10 輛之後，車輛會開始會穩定下來。再來針對車道 2，從表 4-12 至表 4-13 之變異數分析表中，可以發現其顯著性值一直愈

來愈低，因此從表 4-13 中之變異數分析表中，我們可以得知  $P \text{ 值 } = 0.009 < 0.05$ ，即代表車隊在第 11 輛位置上彼此之間才有顯著差異關係，所以我們可以判忠孝西路口車道 1 之車隊之穩定狀態位置點在於車輛位置為第 11 輛之後，車輛會開始會穩定下來。最後，在觀察車道 3 的情況，從表 4-14 就可得知其  $P \text{ 值 } = 0.000 < 0.05$ ，即代表車隊在第 12 輛位置上彼此之間才有顯著差異關係，所以我們可以判定忠孝西路口車道 1 之車隊之穩定狀態位置點在於車輛位置為第 11 輛之後。最後，由於各車道之穩定位置不同，為了後續模式構建之一致性，我們假設其各車道之穩定位置點在於第 11 輛的位置之後。

#### (a)車道 1

表 4-9 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛(1)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	126.592	1	126.592	1.346	0.249
組內	7711.092	82	94.038		
總和	7837.684	83			

從表4-9變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.249>0.05$ ，則接受虛無假設，代表兩者之間並無顯著關係。

表 4-10 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~11 輛(2)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	521.343	2	260.671	2.792	0.065
組內	11485.416	123	93.377		
總和	12006.758	125			

從表4-10變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.065>0.05$ ，則接受虛無假設，代表兩者之間並無顯著關係。

表4-11 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第13~10輛(3)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	1308.043	3	436.014	4.682	0.004
組內	15272.683	164	93.126		
總和	16580.726	167			

從表4-11變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.004<0.05$ ，則拒絕虛無假設，代表兩者之間有顯著差異關係。

(b)車道 2

表 4-12 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛(1)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	152.982	1	152.982	2.466	0.120
組內	5086.280	82	62.028		
總和	5239.262	83			

從表4-12變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.12>0.05$ ，則接受虛無假設，代表兩者之間並無顯著關係。

表4-13 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第13~11輛(2)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	618.537	2	309.269	4.929	0.009
組內	7717.762	123	62.746		
總和	8336.299	125			

從表4-13變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.009<0.05$ ，則拒絕虛無假設，代表兩者之間有顯著差異關係。

(c)車道 3

表 4-14 車隊穩定位置點之變異數分析-車隊第 13~12 輛(1)

變數-車輛疏解間距	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性
組間	1559.756	2	779.878	10.421	0.000
組內	9205.044	123	74.838		
總和	10764.799	125			

從表4-14變異數分析中，可以得知 $p\text{-value}=0.000<0.05$ ，則拒絕虛無假設，代表兩者之間有顯著差異關係。

### 4-3 車輛疏解時間預測模式之構建

我們希望建立一模式能精準描述交叉路口車隊微觀疏解時間模式，在經過第三章的車流的調查與分析後，對於其交叉路口之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的模式。

而為了解一車隊之車輛疏解行為，本研究經過上述車隊中車輛開始穩定位置點找出，來對整個車隊車輛疏解行為分割成兩個區域，以進行各別的探討。我們考慮將車隊劃分成兩個不同階段；其中一為不穩定區階段；二為穩定區階段，並分別構建其模式。針對不穩定區階段，我們以車種及順序兩個影響因素來構建其每個位置之車輛疏解間距函數，進而由各位置之疏解間距算出此不穩定區階段之車輛疏解時間。然而，我們以大車效應及小車疏解間距兩個影響函數，來構建此階段一模式。在此，所謂的”大車效應”(heavy vehicle effect)，亦即大車在此階段每個位置上之疏解間距相較於小車疏解間距之差值，即為每個位置大車所造成之效應值。而小車疏解間距函數，完全為一條純小車之疏解型態之曲線，作為結和大車效應函數，交叉預測不同位置及不同車種之疏解間距，此即完成階段一模式。對於穩定區段，我們以兩種不同型式來構建此階段車輛疏解時間模式，可分為車隊穩定位置點後之所有車輛平均疏解間距及微觀跟車間距函數來探討，前者。最後，我們將兩階段的模式混合組成一完整之車輛疏解時間預測模式，可分別構建模式 1 及模式 2 兩種模式，以準確的預測車隊每輛車之疏解時間，其模式整個架構如圖 4-12 所示。

我們認為不管車種之不同，其疏解間距都會隨著位置遞增而慢慢的遞減。所以針對車隊不穩定區域之車種不同，對於在不同停等位置上，其車輛通過路口停止線的疏解間距，會隨著其位置愈遠，其疏解間距值會慢慢的變小，相對的車輛通過之速度也會慢慢的加快，但會因車種之不同，其通過之速度是有差異性。因此，我們利用加速度運動學理論公式如 4-1 至 4-2 式所示，來佐證這個觀點。尤於小車與大車之加速性能不同，造成其起動延滯之差別及不同停等位置上小車與大車通過路口停止線速度之差異性。我們假設小車及大車之加速性能是一固定值，並以不同的車輛停等位置代入公式 4-1 及 4-2，分別求得不同車種之疏解情況及通過停止線之速度。我們從圖 4-9 可以看小車與大車在相同的停等位置上，其通過路口停止線之速度差異性，我們若以市區交叉路口速度只能 50~60km/hr 行駛，則小車在停等位置 40 公尺左右就可以達到此速度，而相反的，大車卻是小車的一倍距離長，大概要 90 公尺左右。我們在觀察圖 4-10 及圖 4-11，可以看出無論小車或大車，兩者的疏解間距會隨著車輛順序(車輛停等位置)遞增而遞減，而慢慢呈現一平穩之狀況。我們在此做的理論分析中，主要是想觀察不穩定區域中小車及大車之疏解間距曲線是否呈現一遞減的趨勢，及在什麼位置上會緩慢呈現一穩定之狀況，並從圖中可以發現大致上呈一倒數關係，對於我們後續利用倒數模式構建此不穩定區域之各位置之疏解間距，的確是有其可行性。



加速度運動學理論公式

$$s = \frac{1}{2}at^2 \quad (4-1)$$

$$V_1^2 = V_0^2 + 2as \quad (4-2)$$

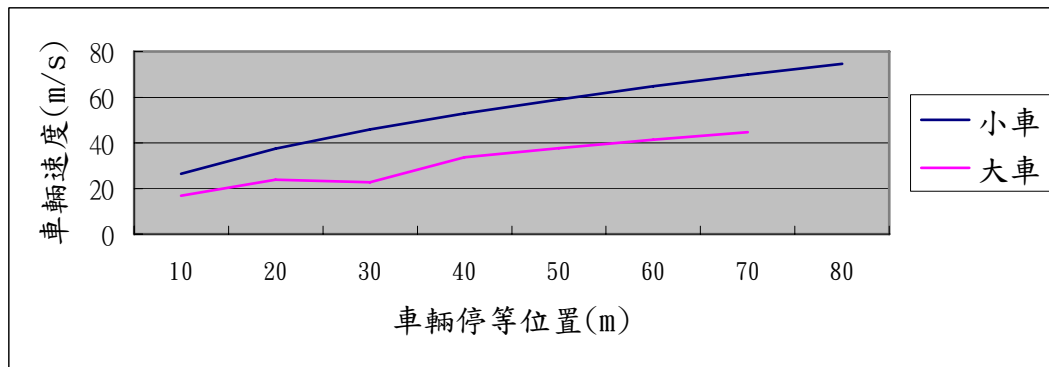


圖 4-9 小車與大車之停等位置-通過路口速度關係比較

從圖 4-9 我們看出，因車輛停止位置不同，加上車種不同之加速性能差異，可以看出大車及小車通過路口之速度差異，我們得知小車在停等位置 40 公尺左右就可以達到此速度，而相反的，大車卻是小車的一倍距離長，大概要 90 公尺左右。

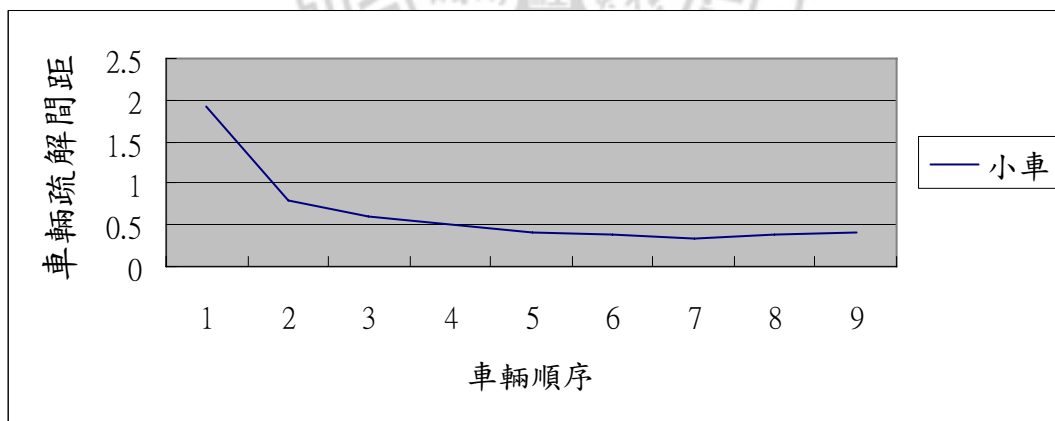


圖 4-10 小車之停等順序-疏解間距關係圖

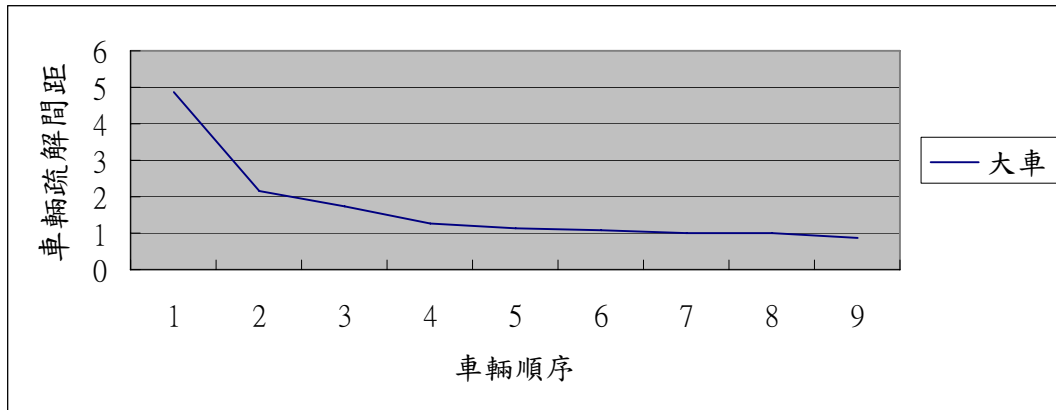


圖 4-11 大車之停等順序-疏解間距關係圖

觀察圖 4-10 及圖 4-11，可以看出無論小車或大車，兩者的疏解間距會隨著車輛順序(車輛停等位置)遞增而遞減，而兩者之疏解間距曲線大概可以呈現一倒數關係。



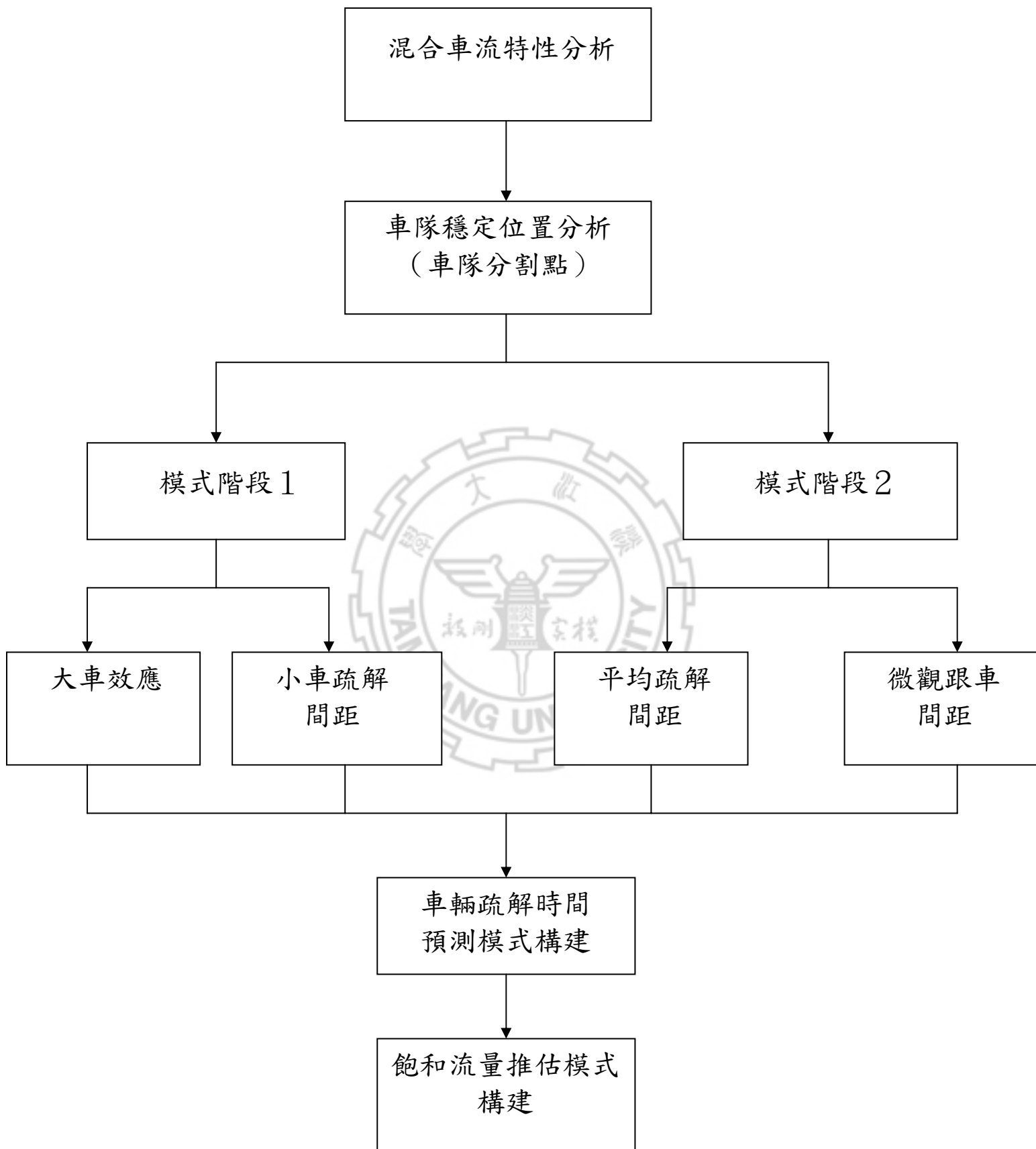


圖 4-12 模式架構圖

表 4-15 模式情境設計

模式 \ 構建項	階段 1	階段 2	整體模式
模式 1	大車效應函數+小車疏解間距函數	平均疏解間距	(大車效應函數+小車疏解間距函數)+平均疏解間距
模式 2	大車效應函數+小車疏解間距函數	微觀跟車間距	(大車效應函數+小車疏解間距函數)+微觀跟車間距

我們從表 4-15 中，可以知道本研究主要構建的模式有兩種，以及各模式之間的構建項變數函數，我們將模式構建的過程描述如下所示：

### (1) 模式 1

#### 階段 1：

我們分別將不穩定區之車輛，按照車種及順序，分成小車之疏解間距及大車疏解間距，並由兩者之影響關係，可以求得每個位置點之大車效應函數。之後，我們探討這三者對順序之關係，經由模式分析，我們可以得知，三者之疏解曲線會呈現一倒數關係，亦即三者之值會慢慢的遞減，開始呈現一穩定關係。在此階段，我們以小車疏解間距函數及大車效應函數，來做為預測階段 1 之車輛疏解時間之模式。

#### 階段 2：

我們將車隊開始穩定位置點之後的所有車輛疏解間距總和，並求出一穩定之平均值。

模式構建：我們以小車疏解間距函數及大車效應函數組合穩定平均疏解間距模式構成，以預測每個車隊車輛疏解時間模式。

模式如下：

$$DT(n) = \begin{cases} \sum_{n=1}^s f(\text{type}, n) = D.H(n) + E(n) & , n \leq s \\ DT(s) + (n-s) \cdot \sigma & n \geq s \end{cases} \quad (4-3)$$

where

$f(\text{type}, n) = D.H(n) + E(n)$ ，且當  $\text{type} = \text{小車}$ ，即  $E(n) = 0$

$DT(n)$ ：第  $n$  輛車的疏解時間(s)。

$s$ ：車隊開始穩定位置點。

$E(n)$ ：第  $n$  輛大車所造成之效應值

$DH(n)$ ：第  $n$  輛車之疏解間距(s)

$\sigma$ ：穩定位置點後之所有車輛之平均疏解間距(s)。

## (2)模式 2

階段 1：

我們分別將不穩定區之車輛，按照車種及順序，分成小車之疏解間距及大車疏解間距，並由兩者之影響關係，可以求得每個位置點之大車效應函數。之後，我們探討這三者對順序之關係，經由模式分析，我們可以得知，三者之疏解曲線會呈現一倒數關係，亦即三者之值會慢慢的遞減，開始呈現一穩定關係。所以，在此階段，我們以小車疏解間距函數及大車效應函數，來做為預測階段 1 之車輛疏解時間之模式。

階段 2：

我們將調查之車輛樣本，以微觀方式觀察前後兩輛車之關係，並記錄前後車種及後車之疏解間距，以觀察兩者之關係，並分類成小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種微觀跟車型式，並求出不同跟車車種型式之一固定之疏解間距。

模式構建：我們以小車疏解間距函數及大車效應函數組合微觀跟車固定疏解間距模式構成，以預測每個車隊車輛疏解時間模式。

模式如下：

$$DT(n) = \begin{cases} \sum_{n=1}^s f(\text{type}, n) = DH(n) + E(n) & , n \leq s \\ DT(n-1) + Type(n-1, n) \bullet \sigma & n \geq s \end{cases} \quad (4-4)$$

$$Type(n-1, n) = \begin{cases} \alpha_1 = (1, 0, 0, 0) & , \text{小車}-\text{小車} \\ \alpha_2 = (0, 1, 0, 0) & , \text{大車}-\text{小車} \\ \alpha_3 = (0, 0, 1, 0) & , \text{小車}-\text{大車} \\ \alpha_4 = (0, 0, 0, 1) & , \text{大車}-\text{大車} \end{cases}, \quad \sigma = (\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4) \quad (4-5)$$

where :

DT(n)：第 n 輛車的疏解時間(s)。

DT(n-1)：第 n-1 輛車的疏解時間(s)。

$f(\text{type}, n) = D.H(n) + E(n)$ ，且當 type=小車，即  $E(n)=0$

s：車隊開始穩定位置點。

DH(n)：第 n 輛車之疏解間距(s)

E(n)：第 n 輛車大車所造成之效應

$\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ 、 $\sigma_3$ 、 $\sigma_4$ ：各類型跟車疏解間距，依序為小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種型式。

#### 4-4 飽和流量推估模式之構建

在上節中我們已經構建了車輛疏解時間預測模式，用以推估路口每一車輛通過停止線之疏解時間，直至綠燈時間結束時。之後，我們可以得知其路口之疏解率，進而求得路口單位綠燈時間之飽和流量。而本研究之車流主要是以小車及大車混合車流為主，探討混合車流疏解情形，若不管車種之不同，將其小車及大車視為“輛”疏解之基本單位，則本研究混合車流之疏解率之可以定義為“單位綠燈時間在交叉路口通過停止線之車輛數”。

我們明確定義混合車流之疏解率之後，及了解混合車流之特性，則我們可以推估此路口之飽和流量。而我們推估之方式是以先前 4-3 節車輛疏解時間模式，做為飽和流量推估之依據。之前，我們將一車隊劃分成兩個區段，一即不穩定區段，二則為穩定區段，而根據飽和流量之定義為車輛疏解率呈現一穩定狀態，並以此穩定疏解率換算成單位綠燈時間下之飽和流量，而我們所要估計之飽和流量模式，則是以穩定區段做為飽和流量之模式構建之基準。我們以本研究所構建之二種車輛疏解時間預測模式之階段 2 模式，來做為飽和流量之推估。

我們以 4-3 節所構建之二種車輛疏解時間預測模式之階段 2 模式，分別為平均疏解間距及微觀跟車間距模式，各別推估兩種不同之飽和流量模式。則單位綠燈時間之飽和流量推估模式如下所示：

##### (1)飽和流量推估模式 1

我們以車輛疏解時間模式 1 之階段 2 平均疏解間距函數，來構建單位綠燈下之飽和流量，其公式描述如下：

$$S_1 = \frac{3600}{\bar{t}_1} \quad (4-6)$$

$\bar{t}_1$ ：穩定區段之車輛平均疏解間距值(s)。

## (2)飽和流量推估模式 2

我們以車輛疏解時間模式 2 之階段 2 微觀跟車間距函數，來構建單位綠燈下之飽和流量，其公式描述如下：

$$S_2 = \frac{3600}{\bar{t}_2} \quad (4-7)$$

$$\text{且 } \bar{t}_2 = \frac{n_1\sigma_1 + n_2\sigma_2 + n_3\sigma_3 + n_4\sigma_4}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}$$

$\bar{t}_2$ ：穩定區段之車輛平均疏解間距值(s)。

$n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ 、 $n_4$ ：各種跟車疏解間距之個數。

$\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ 、 $\sigma_3$ 、 $\sigma_4$ ：各類型跟車疏解間距，依序為小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車四種型式。

本研究以車輛疏解時間模式之階段 2 函數，來構建飽和流量模式，兩者之間有一轉換關係，我們將此飽和流量推估模式定義為微觀之轉換過程。此外，我們在第三章時，特別分析大車比例及車隊平均疏解間距對飽和流量之影響，所以著手構建另一種型式之飽和流量模式，此為巨觀之飽和流量型式。並比較這幾種飽和流量推估模式之理論優缺點比較，如表 4-16 所示。

## (3)飽和流量推估模式 3

在第三章中，我們曾探討飽和流量與大車例及車隊平均疏解間距之間的相關性及圖形相關，發現其兩兩之間有其負相關的存在，必須在深入的研究，本研究特別就針對這兩個因素對飽和流量之影響，試著找出其關係，並構建其兩者對應之模式，以下就兩個影響因素之說明與分析：

### (1)大車比例因素之影響

對於一個交叉路口之績效好壞在於其疏解率高低，而疏解率之影響在於車流之順暢性及車流的延滯及停等。然而，疏解率亦即是飽和流量計算之基礎，疏解率的高低，就會影響飽和流量值大小。通常，影響一個車隊之疏解率最大之因素，在於車隊車種之組成，造成通過路口車輛數之降低。而車種組成，我們可以用大車比例來計算其對車隊疏解率之影響，也就是對飽和流量之影響。因此，一個車隊之大車比例愈大的話，亦即是飽和流量愈小，反之則愈大，兩者呈一反比關係。因此，本研究假設大車比例之大小與飽和流量之值成一指數關係(exponential function)，大車比例愈大，飽和流量就愈小，反之則愈大。其模式表示如下：

$$S(\alpha) = \beta e^{-\lambda\alpha} \quad (4-8)$$

其中：

$S(\alpha)$ ：大車比例為 $\alpha$ 之飽和流量

$\alpha$ ：大車比例

$\beta$ 、 $\lambda$ ：參數

### (2)車隊平均疏解間距因素之影響

一個車隊之平均疏解間距，對其飽和流量是有影響性的，當車隊平均疏解間距愈大，而飽和流量就愈小，相反，則愈大。通常，車隊之平均疏解間距之大小跟其車種組成也有一定關聯性，亦即跟大車比例有間接關係。因此，一個車隊之車隊平均疏解間距愈大，而飽和流量就愈小，反之則愈大，兩者呈一反比關係。因此，本研究假設車隊平均疏解間距之大小與飽和流量之值成一指數關係(exponential function)，車隊平均疏解間距愈大，飽和流量就愈小，反之則愈大。其模式表示如下：

$$S(\mu) = \rho e^{-\kappa\mu} \quad (4-9)$$

其中：

$S(\mu)$ ：車隊平均疏解間距為 $\mu$ 之飽和流量

$\mu$ ：車隊平均疏解間距

$\rho$ 、 $\kappa$ ：參數



表 4-16 飽和流量推估模式優缺點比較

	優點	缺點
飽和流量推估模式 1 及 2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 除了推估飽和流量之外，並可預測車輛疏解時間。</li> <li>2. 我們可以知道車隊結構及車輛疏解行為特性，以準確預測飽和流量。</li> <li>3. 對於飽和流量之推估準確性，較推估模式 3 佳。</li> <li>4. 有助於號誌控制設計之依據。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 模式應用於現實交通上較不便，比較適用模擬軟體。</li> <li>2. 其資料必須調查詳細，較耗時耗力。</li> </ol>
飽和流量推估模式 3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 模式應用方便，計算容易。</li> <li>2. 可以知道大車影響程度對於路口疏解率的變化及號誌時間調整。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 對於飽和流量之推估準確性，較推估模式 1 及 2 差。</li> <li>2. 只能預估飽和流量，不能預測車輛疏解時間。</li> <li>3. 不能獲得車隊結構及車輛疏解行為特性資訊。</li> </ol>

#### 4-5 車輛疏解時間模式之參數校估

在此，我們針對思源路及忠孝西路口之車輛疏解時間階段 1 模式進行參數校估，如下 4-5-1 及 4-5-2 所示：

##### 4-5-1 思源路口階段一模式參數較估

我們針對所調查之 48 個車隊樣本數，將每個車隊中前 9 輛車之疏解間距抓出來，並根據其車種、順序不同，分別記錄並分成小車疏解間距及大車疏解間距對其順序之影響變化。之後，我們針對大車對小車的效應在不同的順序位置其影響性。最後，我們以統計軟體 SPSS 分析這三種疏解曲線對順序之相關性，可以發現，它們有很大的負相關存在，之前，在依據這個負相關特性，我們以倒數模式來解釋這三種疏解曲線，可以得到不錯的結果。以下表 4-17 即為小車疏解間距、大車疏解間距及大車效應模式及參數較估：

表 4-17 思源路階段一之模式參數校估

	倒數模式	R-square	t 值
小車疏解 曲線	$DH1(n)=2.02+1.862*(1/n)$	0.96	13.342
大車疏解 曲線	$DH2(n)=2.692+3.919*(1/n)$	0.94	10.941
大車效應 曲線	$E(n)=0.676+2.05*(1/n)$	0.84	5.982

從表 4-17 中，我們可以發現小車疏解模式、大車疏解模式及大車效應模式 R-square 值依序為 96%、94%、84% 都蠻高的，表示模式有顯著的解釋能力。

#### 4-5-2 忠孝西路口階段一模式參數校估

我們針對所調查之 42 個車隊樣本數，將每個車隊中每個車道前 11 輛車之疏解間距抓出來，並根據其車種、順序不同，分別記錄並分成小車疏解間距及大車疏解間距對其順序之影響變化。之後，我們針對大車對小車的效應在不同的順序位置其影響性。最後，我們以統計軟體 SPSS 分析這三種疏解曲線對順序之相關性，可以發現，它們有很大的負相關存在，之前，在依據這個負相關特性，我們以倒數模式來解釋這三種疏解曲線，可以得到不錯的結果。從表 4-18 到 4-20 即為車道 1 至車道 3 之小車疏解間距、大車疏解間距及大車效應模式及參數校估：

表 4-18 忠孝西路-車道 1 階段一之模式參數校估

	倒數模式	R-square	t 值
小車疏解 曲線	$DH1(n)=2.287+1.671*(1/n)$	0.98	18.549
大車疏解 曲線	$DH2(n)=2.772+3.528*(1/n)$	0.97	10.941
大車效應 曲線	$E(n)=0.486+1.853*(1/n)$	0.95	8.959

從表 4-18 中，我們可以發現車道 1 小車疏解模式、大車疏解模式及大車效應模式 R-square 值依序為 98%、97%、95%，模式 R-square 值都在 95% 以上，表示模式有顯著的解釋能力。

表 4-19 忠孝西路-車道 2 階段一之模式參數校估

	倒數模式	R-square	t 值
小車疏解 曲線	$DH1(n)=2.323+1.765*(1/n)$	0.90	9.101
大車疏解 曲線	$DH2(n)=3.007+3.312*(1/n)$	0.92	10.941
大車效應 曲線	$E(n)=0.684.+1.541*(1/n)$	0.79	8.959

從表 4-19 中，我們可以發現車道 2 小車疏解模式、大車疏解模式及大車效應模式 R-square 值依序為 90%、92%、79%，表示模式有顯著的解釋能力。

表 4-20 忠孝西路-車道 3 階段一之模式參數校估

	倒數模式	R-square	t 值
小車疏解 曲線	$DH1(n)=2.375+1.956*(1/n)$	0.79	5.778
大車疏解 曲線	$DH2(n)=3.356+3.232*(1/n)$	0.89	8.436
大車效應 曲線	$E(n)=0.981+1.275*(1/n)$	0.52	3.1

從表 4-20 中，我們可以發現車道 3 小車疏解模式、大車疏解模式及大車效應模式 R-square 值依序為 79%、89%、52%，除了大車效應模式的 R-square 值不高外，大致上都還不錯。

我們以倒數模式來構建其階段一之小車疏解間距函數及大車效應函數，以便能預估此階段正確之疏解時間，在其參數校估上，思源路口之 R-square 值都有 95% 以上，代表其模式解釋能力好。而在忠孝西路口上，各車道之模式較估上，大至都有不錯的效果，其中以車道 1 較佳，其 R-square 都在 95% 以上；車道 2 次之，其 R-square 都在 90% 以上；再來是車道 3，其 R-square 都在 80% 以上，除了大車效應函數為 52% 不佳，這可能跟其大車比例很高的因素有關。

表 4-21 思源路口模式 1 及模式 2 表

模式	階段 1	階段 2
模式 1	$2.02+1.862*(1/n_1)+0.676+2.05*(1/n_1)$	$(n-n_1)*2.29$
模式 2	$2.02+1.862*(1/n_1)+0.676+2.05*(1/n_1)$	$2.03*n_2+2.4*n_3+3.77*n_4+4.08*n_5$

\*  $n_1$ ：階段 1 之車輛數  $n_2$ 、 $n_3$ 、 $n_4$ 、 $n_5$ ：階段 2 各微觀跟車類型之車輛數

表 4-22 忠孝西路口車道 1 模式 1 及模式 2 表

模式	階段 1	階段 2
模式 1	$2.287+1.671*(1/n_1)+0.486+1.853*(1/n_1)$	$(n-n_1)*2.24$
模式 2	$2.287+1.671*(1/n_1)+0.486+1.853*(1/n_1)$	$2.13*n_2+2.66*n_3+3.74*n_4$

表 4-23 忠孝西路口車道 2 模式 1 及模式 2 表

模式	階段 1	階段 2
模式 1	$2.323+1.765*(1/n_1)+0.684+1.541*(1/n_1)$	$(n-n_1)*2.28$
模式 2	$2.323+1.765*(1/n_1)+0.684+1.541*(1/n_1)$	$2.18*n_2+2.70*n_3+3.76*n_4+4.04*n_5$

表 4-24 忠孝西路口車道 3 模式 1 及模式 2 表

模式	階段 1	階段 2
模式 1	$2.375+1.956*(1/n_1)+0.981+1.275*(1/n_1)$	$(n-n_1)*2.32$
模式 2	$2.375+1.956*(1/n_1)+0.981+1.275*(1/n_1)$	$2.46*n_2+2.93*n_3+3.82*n_4+4.11*n_5$

從表 4-21 至表 4-24 分別是思源路口及忠孝西路口之疏解時間模式 1 及模式 2 之整體架構模式，由階段一之小車疏解間距及大車效應函數加上不同階段 2 之平均疏解間距以及微觀跟車間距組合而成。

#### 4-6 飽和流量模式之參數校估

我們以統計軟體 SPSS 分別針對飽和流量模式 3 之飽和流量-大車比例及飽和流量-車隊平均疏解間距模式校估，以下即是本研究所調查之兩個路口-思源路與忠孝西路口之飽和流模式之校估如下所示：

##### (a)思源路口

從表 4-25 可以看出其  $\beta$ 、 $\lambda$  值分別為 2046.978、-2.464，其中 P-value 小於 0.05，故拒絕虛無假設，表示  $\beta$ 、 $\lambda$  值顯著，而模式的 R-square 為 91%。從表 4-26 可以看出其  $\rho$ 、 $\kappa$  值分別為 3795.166、-0.333，其中 P-value 小於 0.05，故拒絕虛無假設，表示  $\rho$ 、 $\kappa$  值顯著。而模式的 R-square 為 56%。

表 4-25 思源路口之飽和流量-大車比例模式校估

	模式	R-Square	P-value	t-value
思源路	$S(\alpha) = 2046.978 \cdot e^{-2.464\alpha}$	0.91	(0.0128, 0.003)	(-5.35 , 20.098)

表 4-26 思源路口之飽和流量-車隊平均疏解間距模式校估

	模式	R-Square	P-value	t-value
思源路	$S(\mu) = 3795.166e^{-0.333\mu}$	0.56	(0.00, 0.00)	(-5.95 , 7.32)

## (b) 忠孝西路口

從表 4-27 可以看出其  $\beta$  值分別為 5225.785、4203.223、3959.739 及  $\lambda$  值分別為 -0.415、-0.332、-0.333，其 P-value 都小於 0.05，故拒絕虛無假設，表示  $\beta$ 、 $\lambda$  值顯著。而模式的 R-square 分別為 78%、73% 及 81%，表示模式有不錯解釋能力。而從表 4-28 可以看出車道二及車道 3 之  $\rho$  值分別為 1829.783、1850.261 及  $\kappa$  值分別為 -0.838 及 -1.216，其 P-value 都小於 0.05，故拒絕虛無假設，表示  $\rho$ 、 $\kappa$  值顯著。而模式的 R-square 分別為 83%、98%，表示模式有不錯解釋能力。

表 4-27 忠孝西路口之飽和流量-車隊平均疏解間距模式校估

	模式	R-square	P-value	t-value
車道 1	$S_1(\mu_1) = 5225.785 \cdot e^{-0.415\mu_1}$	0.78	0.000	-11.957
			0.000	11.082
車道 2	$S_2(\mu_2) = 4203.223 \cdot e^{-0.332\mu_2}$	0.73	0.000	-10.514
			0.000	11.611
車道 3	$S_3(\mu_3) = 3959.739 \cdot e^{-0.333\mu_3}$	0.81	0.000	-13.272
			0.000	11.417

表 4-28 忠孝西路口之飽和流量-大車比例模式校估

	模式	R-square	P-value	t-value
車道 2	$S_1(\alpha_1) = 1829.783 \cdot e^{-0.838\alpha_1}$	0.83	0.0315	-3.825
			0.000	44.129
車道 3	$S_2(\alpha_2) = 1850.261 \cdot e^{-1.216\alpha_2}$	0.98	0.0013	-11.696
			0.0001	28.363

## 第五章 模式驗證與比較

模式構建完成之後，必須利用另一組新的資料對模式進行驗證工作，所以本研究，將再對同一個路口錄影而蒐集得到新的資料，以作為對模式之驗證工作。所以之前已蒐集的資料部份是為進行模式構建及資料分析的資料；而另外新的蒐集的資料部份為確認本研究所構建之模式之可行及確認，如表 5-1 及 5-2 所示。上述的模式驗證，只驗證本模式適用於所調查之路段，為了更驗證模式且有一般性，亦即模式能有移轉至跟本研究所調查之路口相似之路口，也能適用本模式，所以本研究在另外多調查一個路口，作為模式移轉性之可行性。

模式驗證之主要目的是測試模式的預測模式的預測值，是否能夠合理的描述交叉路口車隊之車輛疏散時間，在微觀的車流預測模型中，主要就是把車輛疏散時間實際值與模式預測值做一比較，比較的分析的方式有兩種：

### 1. 主觀的圖形驗證方式

利用實際值與模式輸出值做一圖形比較，圖形的驗證通過與否的判定準則係以圖形曲線形狀有無相似情況為依據，而不是以實際值與模擬值密合程度為依據。

### 2. 客觀的統計驗證方式

以統計分析的方法，客觀的選擇一項評估指標，藉以評估模式的可信度。本研究採用的評估指標為平均誤差百分比(Mean Absolute Percentage, MAPE)，使用平均差百分比的好處是能夠克服模擬值與比較值單位不同及大小的響影，而能客觀地估計其差異程度。

表 5-1 思源路口之模式構建及驗證資料使用資料表

	資料庫 1	資料庫 2
車隊數	48	14
蒐集時間	94/2/25~2/27, 5:00~6:00PM	94/4/10,5:00~6:00PM
資料用途	模式構建	模式驗證

表 5-2 忠孝西路口之模式構建及驗證使用資料表

	資料庫 1	資料庫 2
車隊數	42	15
蒐集時間	94/4/1,4:30~6:30PM 94/4/2,4:30~5:30PM	94/4/2,5:30~6:30PM
資料用途	模式構建	模式驗證

## 5-1 圖形驗證

本研究利用另一筆新的車隊數之車輛疏散時間值來與模式輸出值做驗證，以思源路口與忠孝西路口來作為本研究交叉路口車隊疏散時間驗證的對象，透過觀察值與各模式之理論值比較，以判定車輛疏散時間預測模式是否符合實際車流車隊疏散行為之趨勢與型態。以下就分別為新莊思源路口及台北市忠孝西路口兩個路口之圖形描述如下所示：

### 5-1-1 新莊思源路口

我們將要驗證之 14 個車隊之實際資料，與本研究之模式 1 及模式 2 理論數據做個驗證，並比較模式 1、2 兩者之間優劣。為了更進一步證實本研究之模式 1 及 2 之佳，我們以過去常被拿來預測車輛疏散時間之線性模式，來做個模式之間比較，看是否有比線性模式較佳。以下就其圖形繪之如下所示：

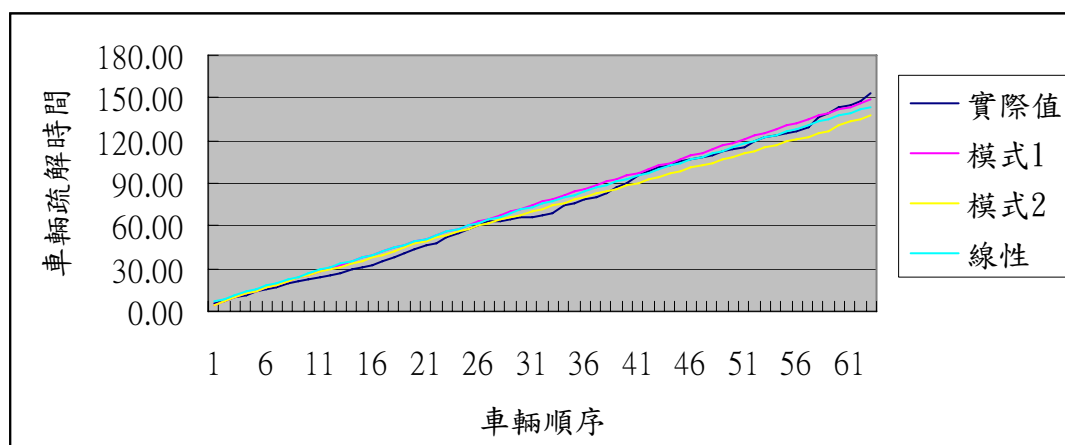


圖 5-1 車隊 1 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-1 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與實際值相近，但模式 1 之圖形近似度較線性及模式 2 佳。

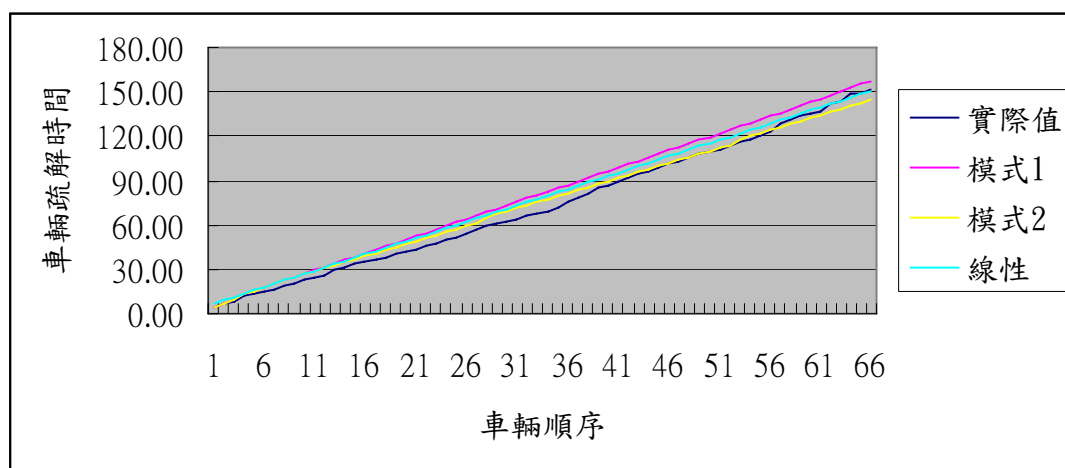


圖 5-2 車隊 2 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-2 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線前半部與實際值有一點誤差，而在後半部開始密合，但模式 2 之圖形近似度較線性及模式 1 佳。

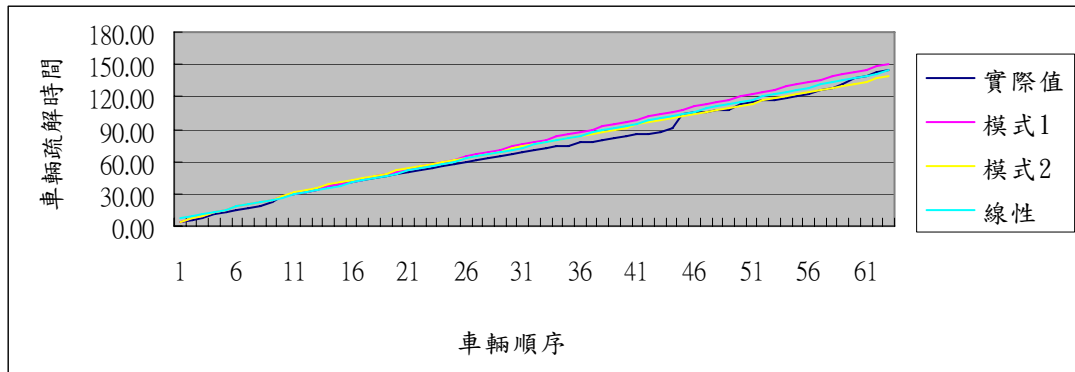


圖 5-3 車隊 3 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-3 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與實際值相近，但在曲線中間的範圍有點落差。在整體圖形表現，以本研究模式 1 較接受實際值。

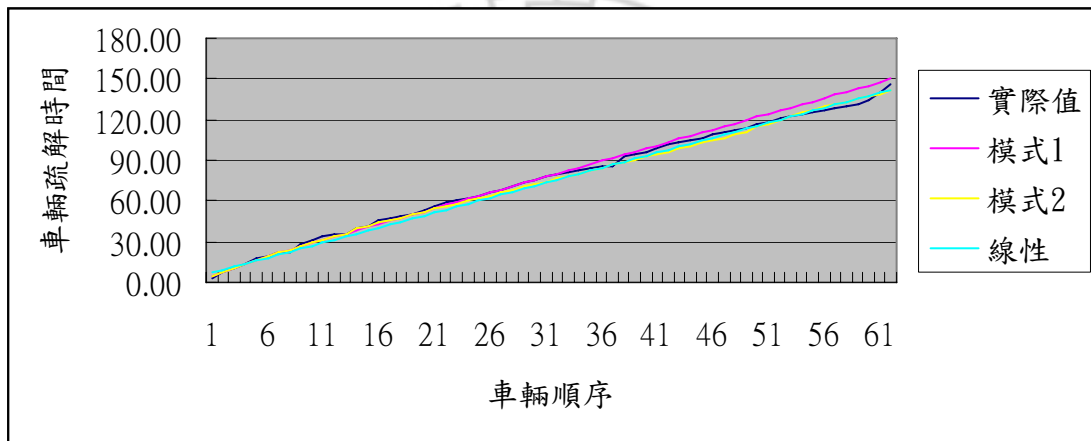


圖 5-4 車隊 4 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-4 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與實際值相近，在整體圖形表現，以本研究模式 2 與線性模式較接受實際值，比模式 1 佳。

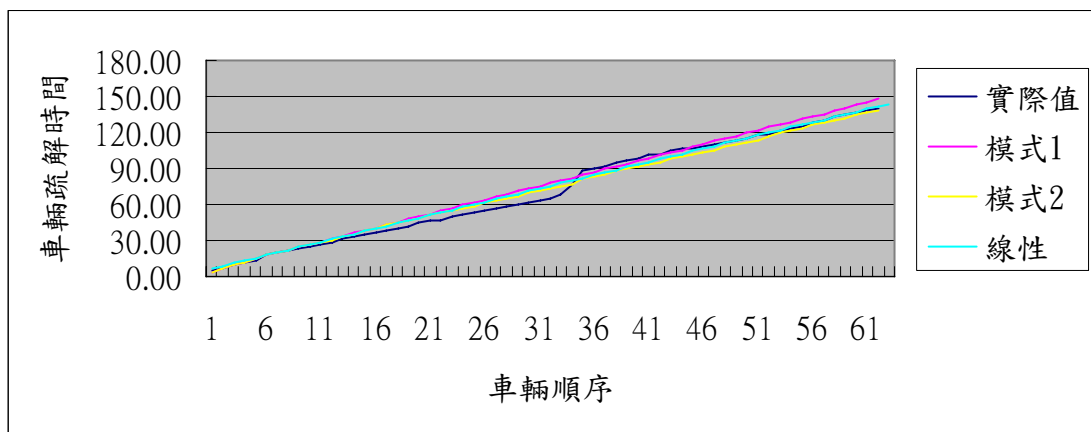


圖 5-5 車隊 5 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較



從圖 5-5 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與實際值有點差距，尤其在曲線中間的範圍有點落差。在整體的圖形表現，三者模式曲線的近似度都與實際值接近。

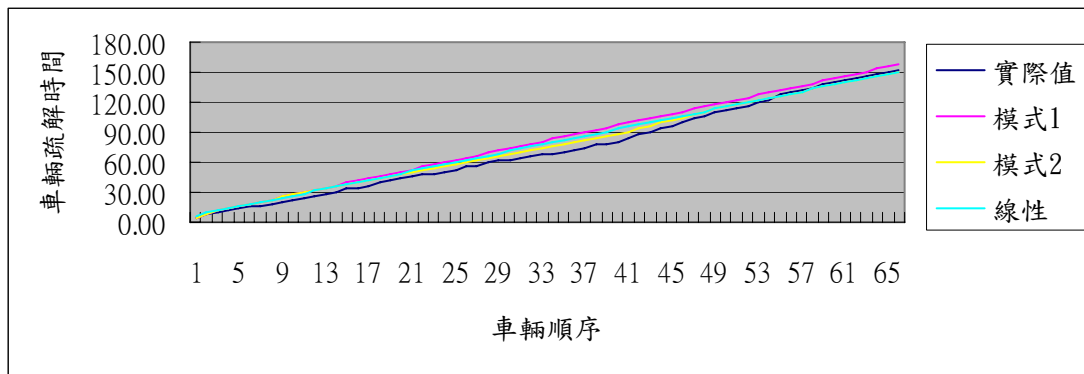


圖 5-6 車隊 6 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-6 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與實際值相近，但在曲線中間範圍有點落差。但以本研究模式 2 與線性模式較接近實際值，比模式 1 佳。

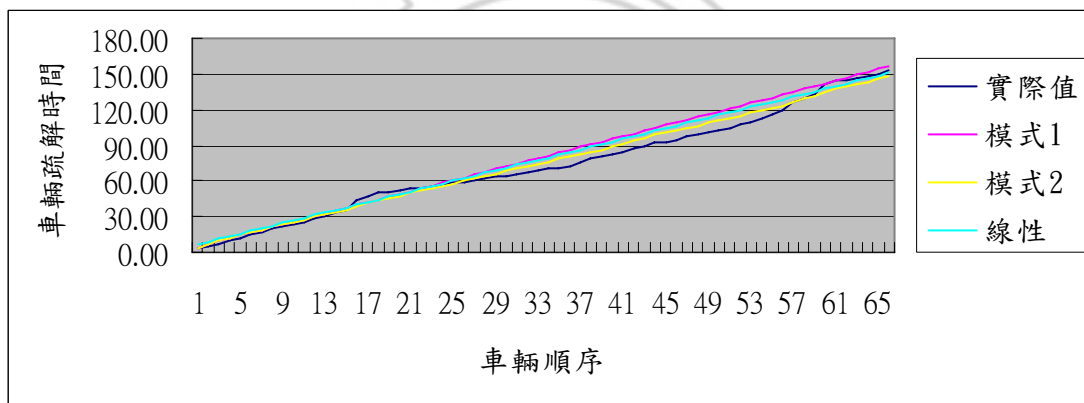


圖 5-7 車隊 7 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-7 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值有點差距，尤其在曲線中間範圍有點落差。在整體的圖形表現，三者模式曲線的近似度都與實際值接近。

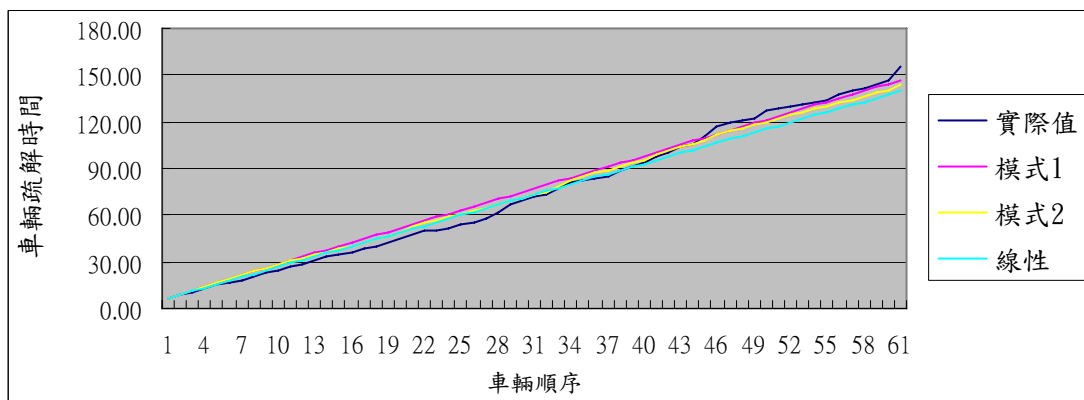


圖 5-8 車隊 8 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-8 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值有點差距，尤其在曲線中間範圍有點落差。但三者整體的圖形近似度以模式 2 與模式 1 較佳，較線性模式好。

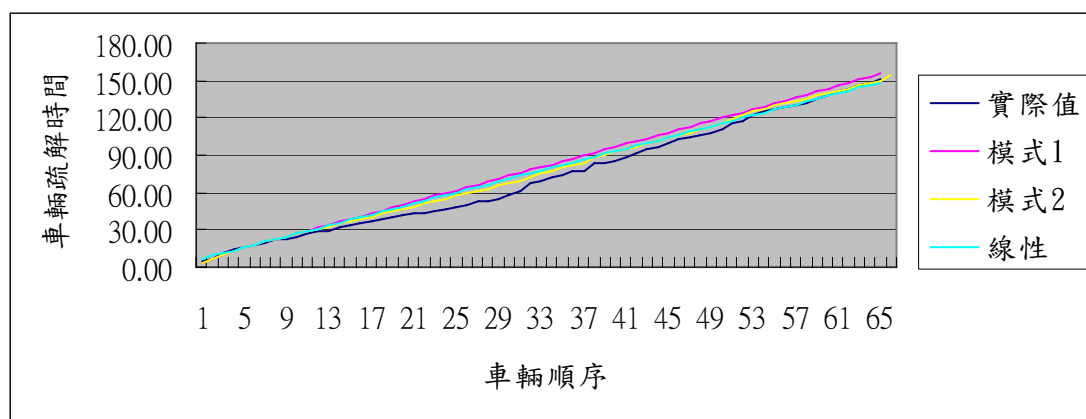


圖 5-9 車隊 9 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-9 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值有點差距，尤其在曲線中間範圍有點落差。在整體的圖形表現，三者模式曲線的近似度都與實際值接近。

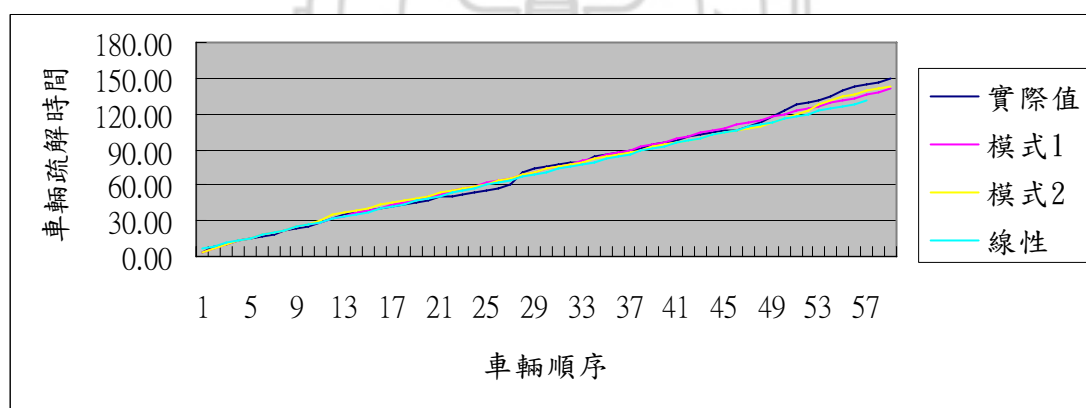


圖 5-10 車隊 10 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-10 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值非常相似，尤其以模式 1 及模式 2 較佳，而線性次之。

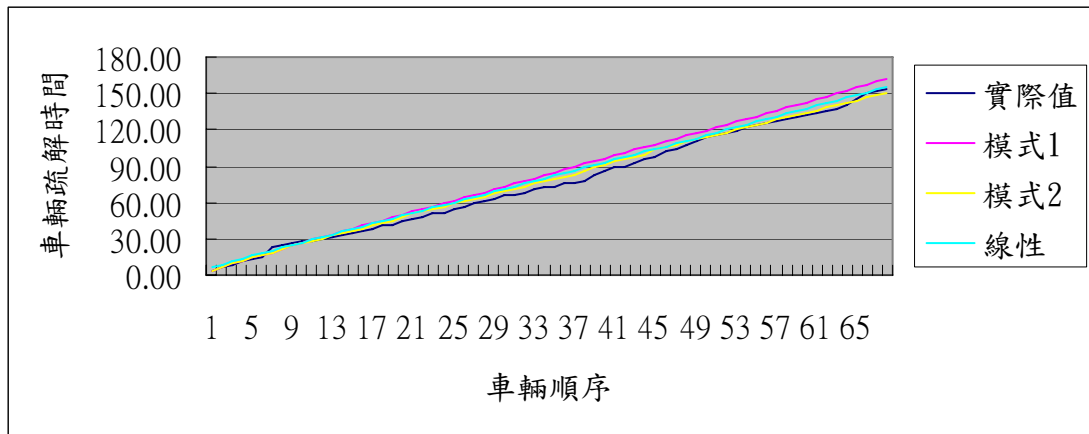


圖 5-11 車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-11 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值相似，尤其三者之圖形近似度以模式 2 較佳。

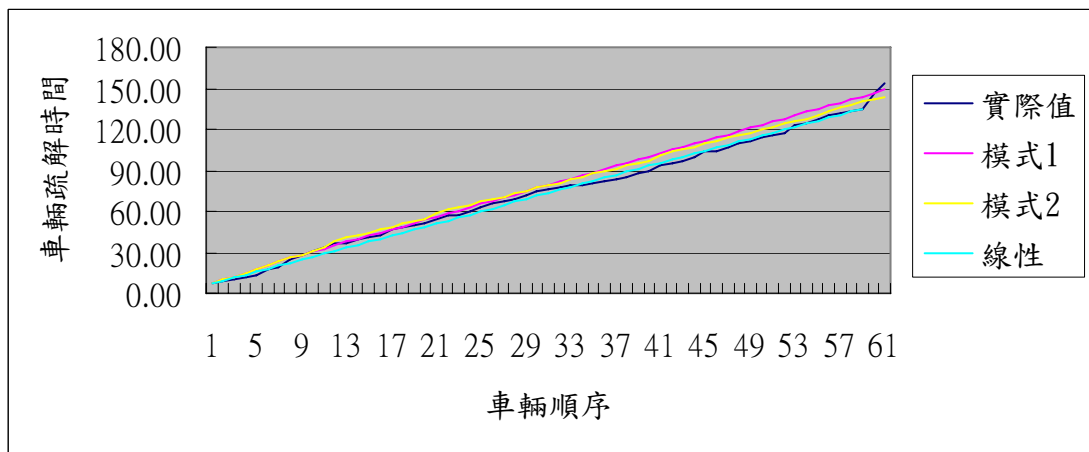


圖 5-12 車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-12 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值相似，尤其三者之圖形近似度以線性較模式 1 及模式 2 佳。

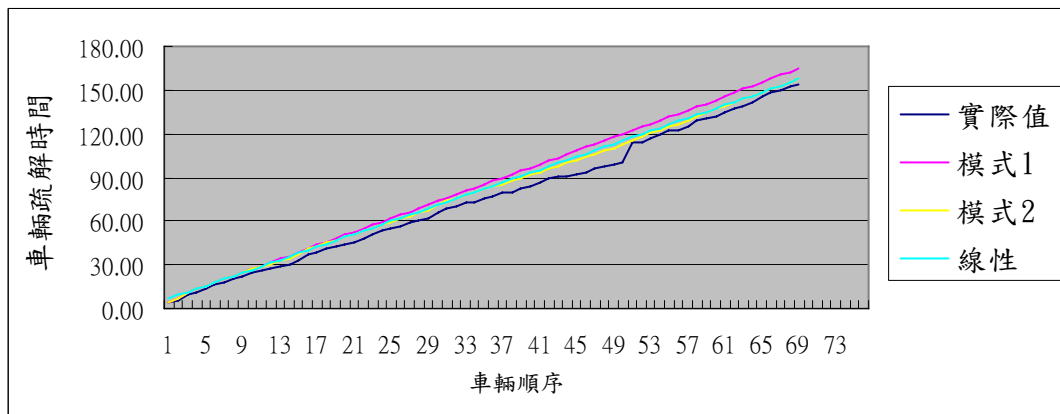


圖 5-13 車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-13 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值相似，尤其在曲線中間範圍有點落差。其中三者之圖形近似度以模式 2 佳。

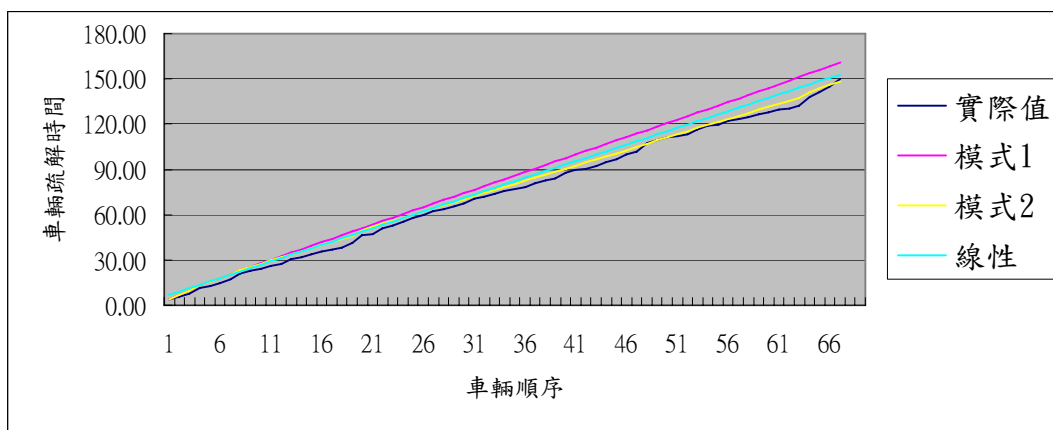


圖 5-14 車隊 14 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-14 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值相似，尤其在曲線中間範圍有點落差。其中三者之圖形近似度以模式 2 佳。

### 思源路口圖形驗證小結

從模式驗證比較圖 5-1 至 5-14 圖形來看，大體而言不論模式不同，3 個模式理論值圖形與實際觀察值相當近似，雖有些圖形有些誤差之差距，但整體上，3 個模式的預測效果皆相當的不錯。但本研究之模式 1 及模式 2 大至上會比線性模式之圖形比較較好，而且我們還可以看出本研究模式 2 會較模式 1 較佳，而且較接近實際值。對於造成模式理論值與實際值之間的誤差因素，可能包含駕駛人因素、鄰近車道變換車道及車輛斷續影響，會造成本模式對實際值之預測之效果好壞，但其中以鄰近變換車道因素影響較大。最後，為了進一步證明模式的有效性，及模式間解釋能力的差異性，我們在 5-2 節即針對實際值與模式理論值做一統計驗證比較。

## 5-1-2 台北市忠孝西路口

我們將要驗證之 15 個車隊之實際資料，依照各車道與本研究之模式 1 及模式 2 理論數據做個驗證，並比較模式 1、2 兩者之間優劣。為了更進一步證實本研究之模式 1 及 2 之佳，我們以過去常被拿來預測車輛疏散時間之線性模式，來與本研究之構建模式做個模式之間比較，看是否有比線性模式較佳。以下就各個車道其圖形繪之如下所示：

### (1)車道 1

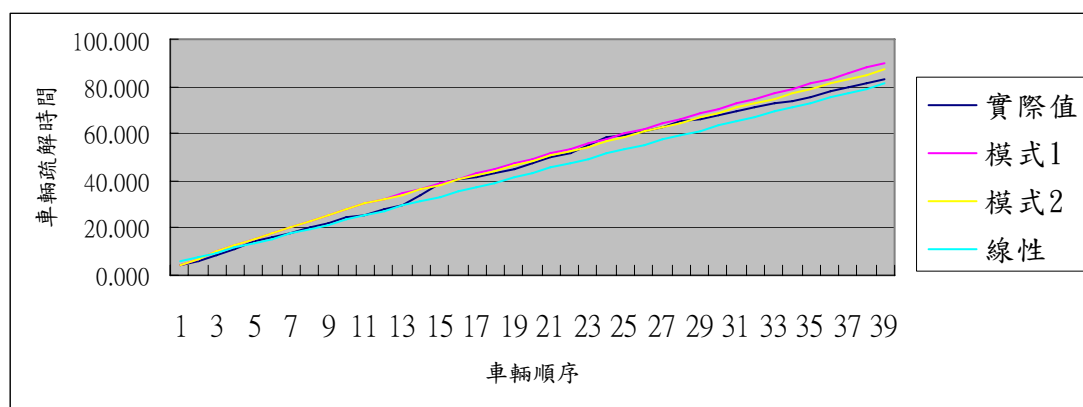


圖 5-15 車道 1-車隊 1 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-15 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值相似，尤其在曲線前半段範圍有點落差。但其前三者之圖形近似度以模式 1 與模式 2 佳。

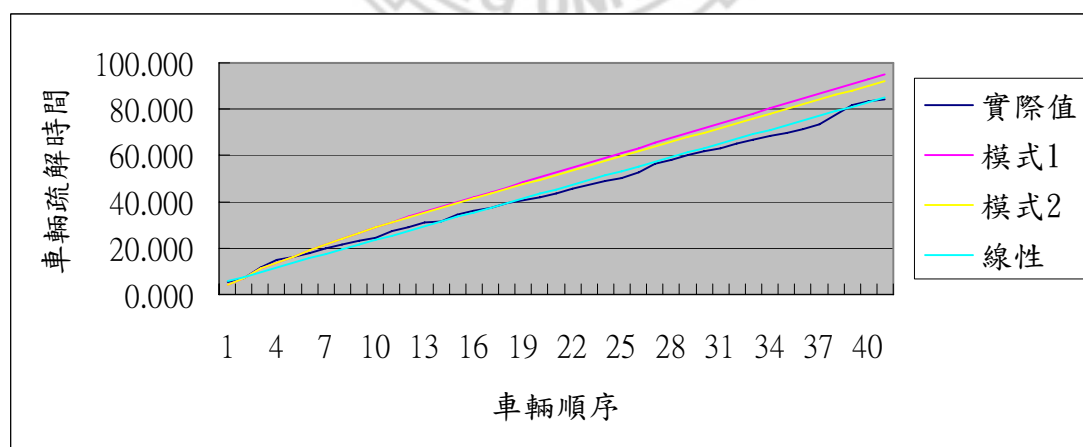


圖 5-16 車道 1-車隊 2 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-16 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

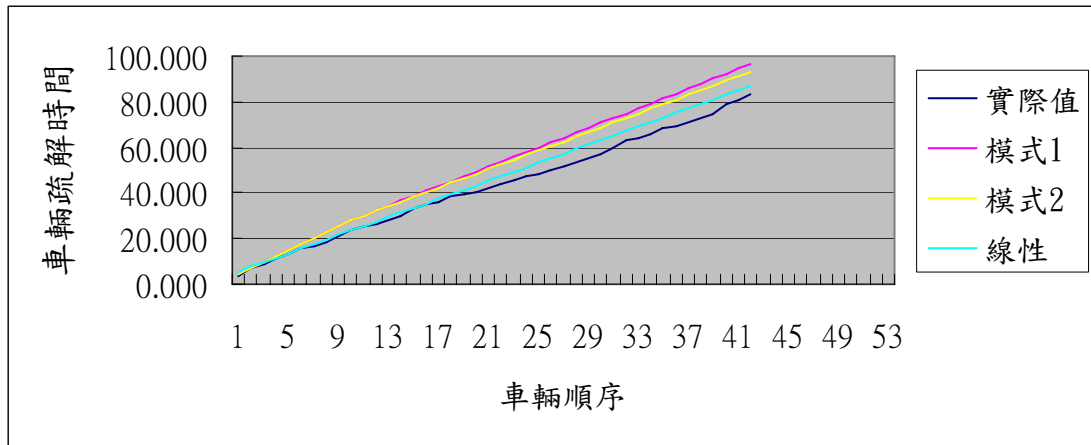


圖 5-17 車道 1-車隊 3 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-17 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

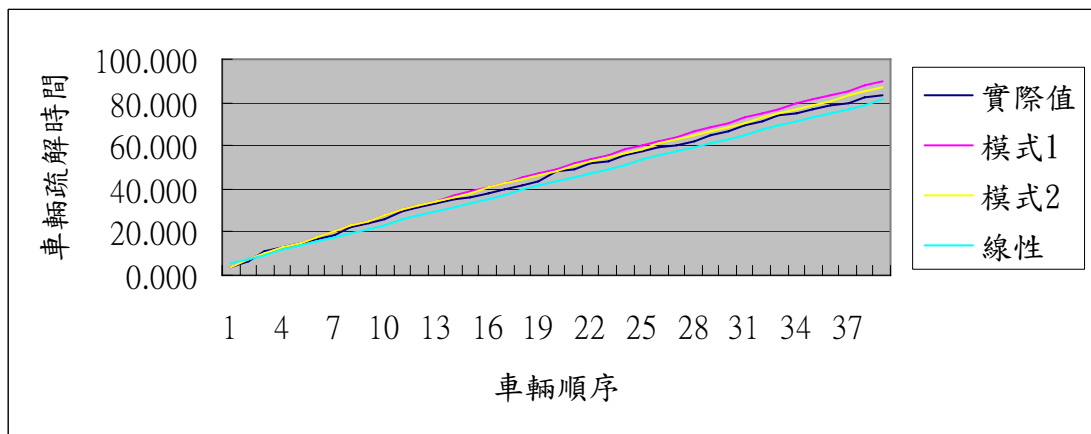


圖 5-18 車道 1-車隊 4 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-18 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中以本研究模式 2 及模式 1 與實際值近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

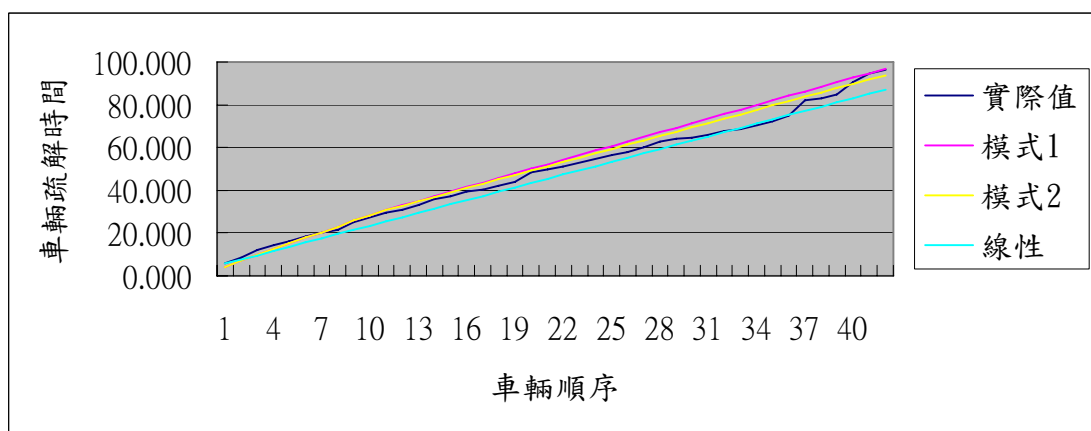


圖 5-19 車道 1-車隊 5 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-19 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以本研究模式 2 及模式 1 與實際值近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

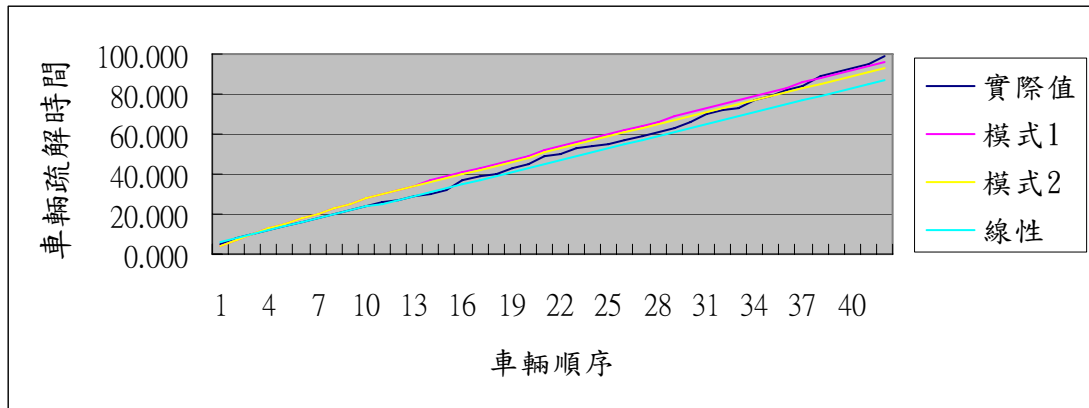


圖 5-20 車道 1-車隊 6 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-20 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，在整體的圖形表現，三者模式曲線的近似度都與實際值接近。

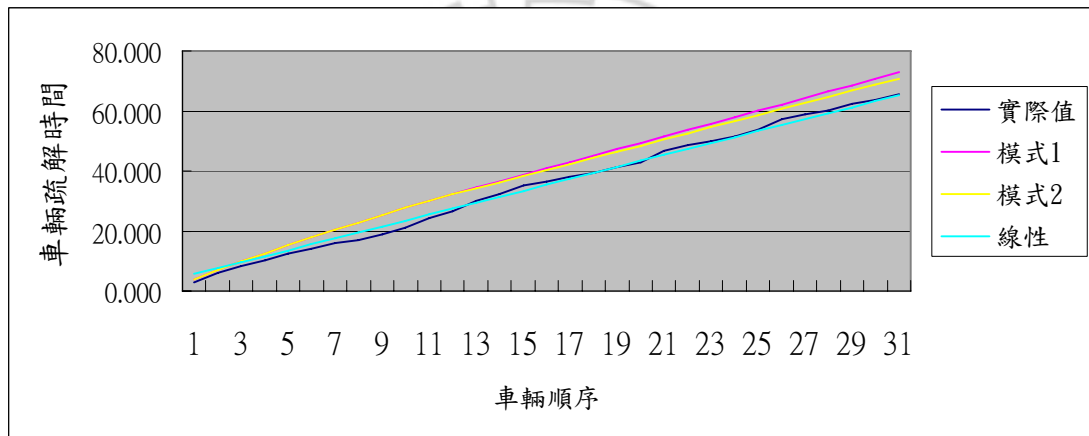


圖 5-21 車道 1-車隊 7 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-21 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

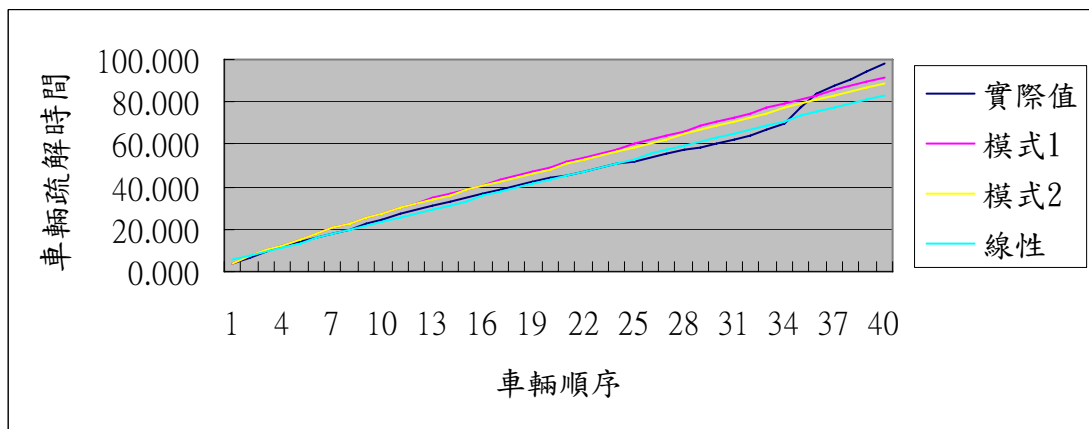


圖 5-22 車道 1-車隊 8 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-22 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

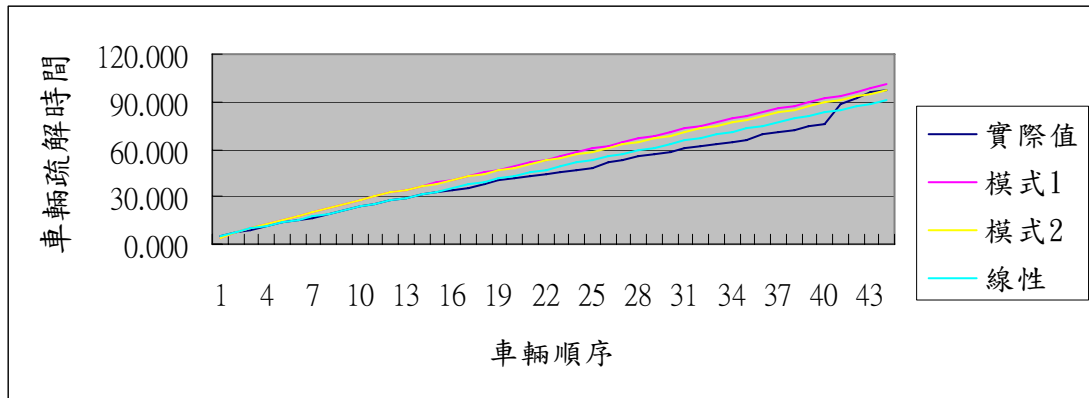


圖 5-23 車道 1-車隊 9 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-23 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

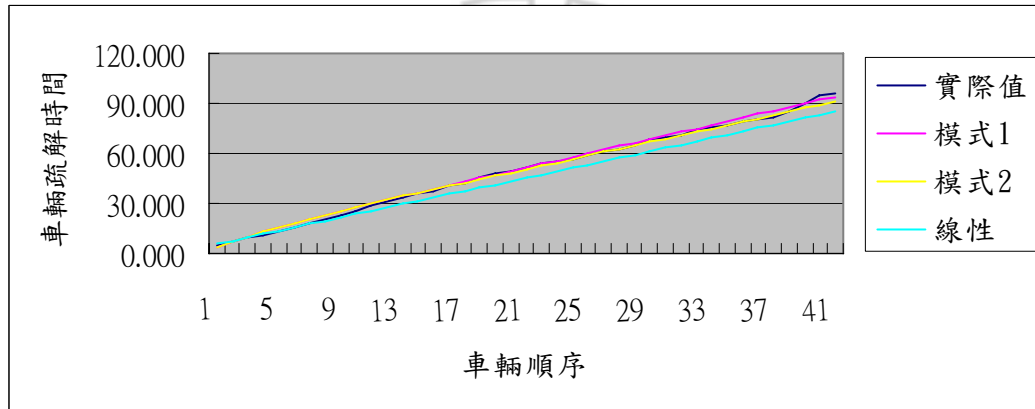


圖 5-24 車道 1-車隊 10 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-24 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

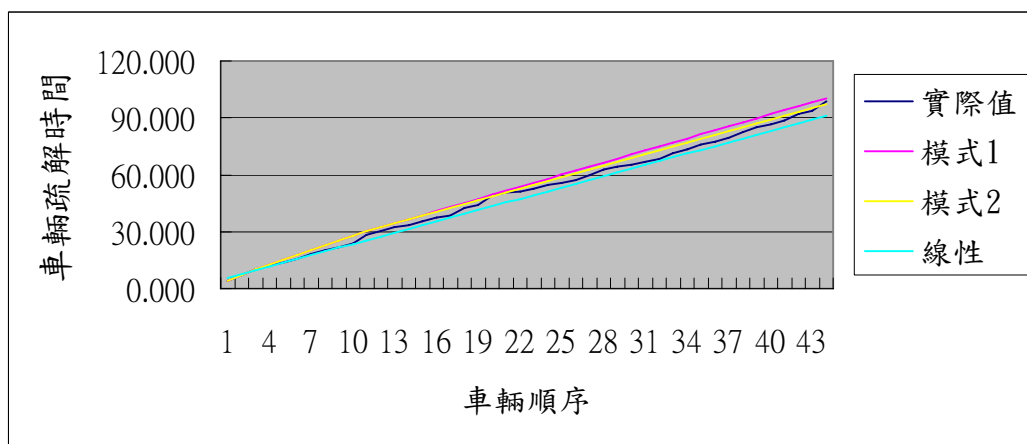


圖 5-25 車道 1-車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較



從圖 5-25 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值近似，而線性模式與實際值有一些之誤差。

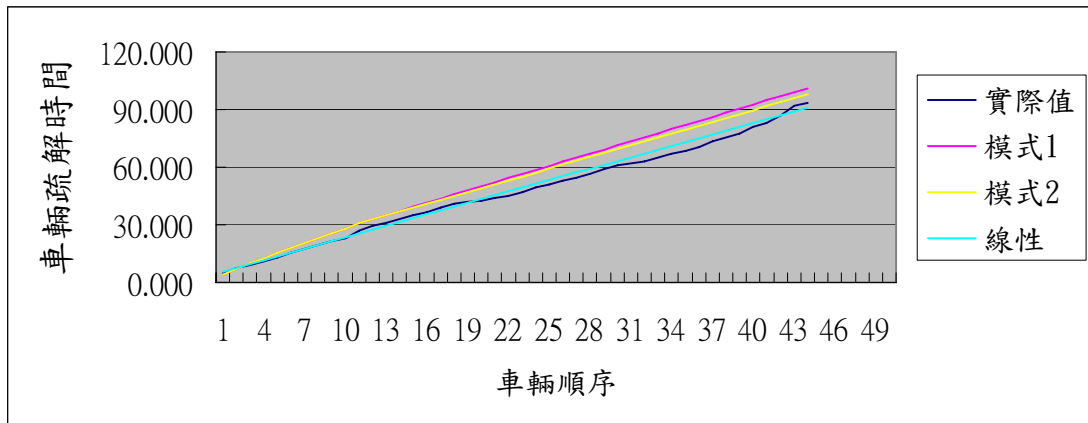


圖 5-26 車道 1-車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-26 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

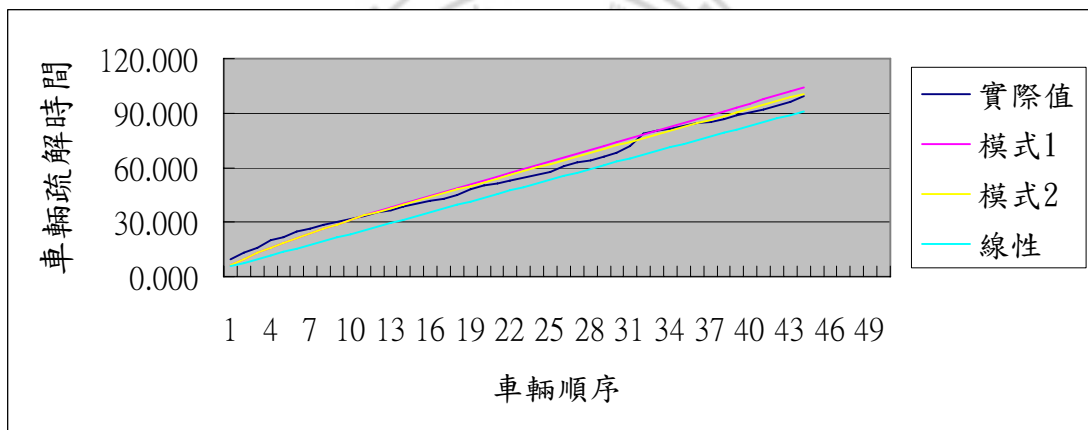


圖 5-27 車道 1-車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-27 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值近似，而線性模式與實際值有一些之誤差。

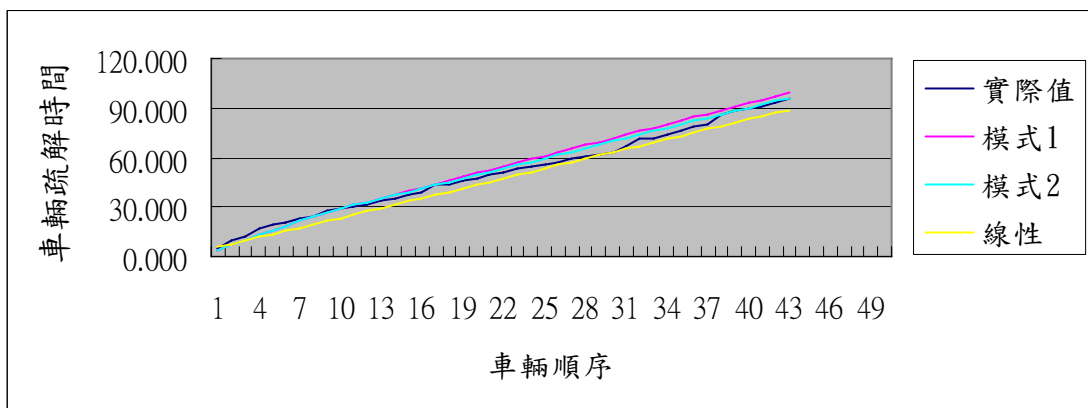


圖 5-28 車道 1-車隊 14 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-28 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值近似，而線性模式與實際值有一些之誤差。

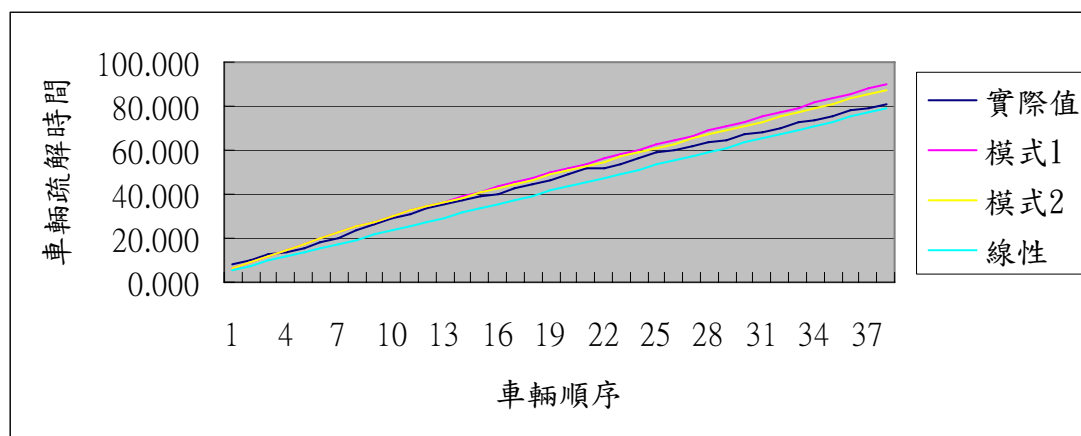


圖 5-29 車道 1-車隊 15 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-29 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

### 車道 1 圖形驗證小結

從車道 1 模式驗證比較圖 5-15 至 5-30 圖形來看，大體而言不論模式不同，3 個模式理論值圖形與實際觀察值均相當近似，雖然有些驗證圖形可能不太理想，但是最後我們可以認為 3 個模式的預測效果皆相當的不錯及有其接受性。但本研究之模式 1 及模式 2 大部份會比線性模式之圖形比較好，而且我們還可以看出本研究模式 2 會較模式 1 較佳，而且較接近實際值。對於造成模式理論值與實際值之間的誤差因素，可能包含駕駛人因素、鄰近車道變換車道及車輛斷續影響，會造成本模式對實際值之預測之效果好壞，其中以鄰近變換車道影響整個車隊疏散時間最大。但是為了進一步證明模式的有效性及模式間解釋能力的差異性，我們在 5-2 節即針對車道 1 之實際值與模式理論值做一統計驗證比較，以比較各模式之間好壞及模式接受性之適用。

## (2)車道 2

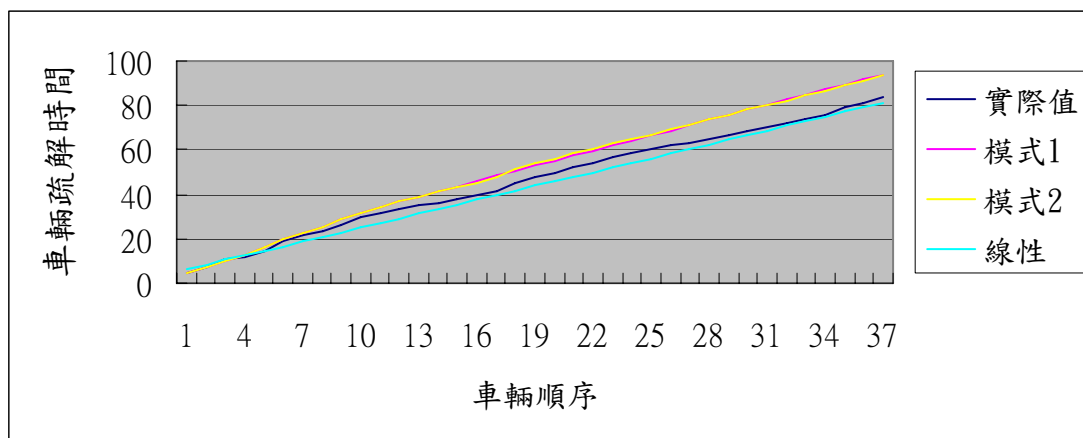


圖 5-30 車道 2-車隊 1 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-30 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

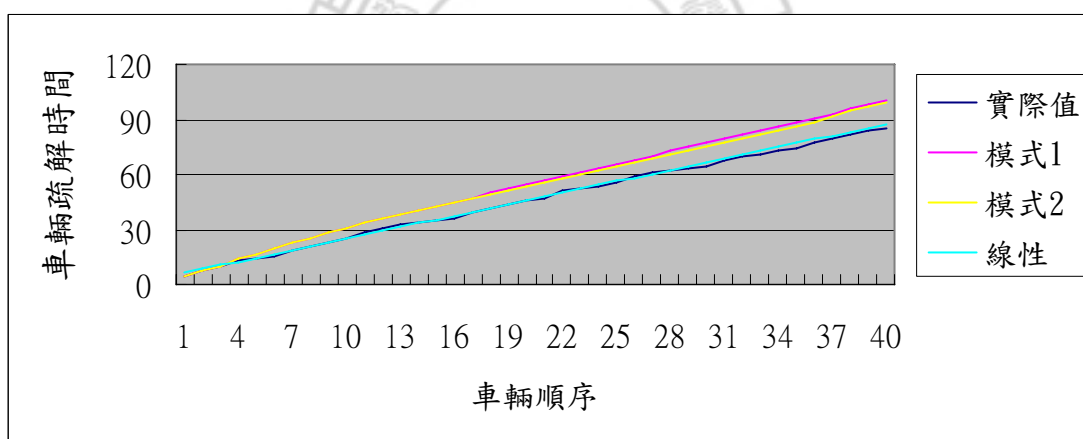


圖 5-31 車道 2-車隊 2 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-31 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

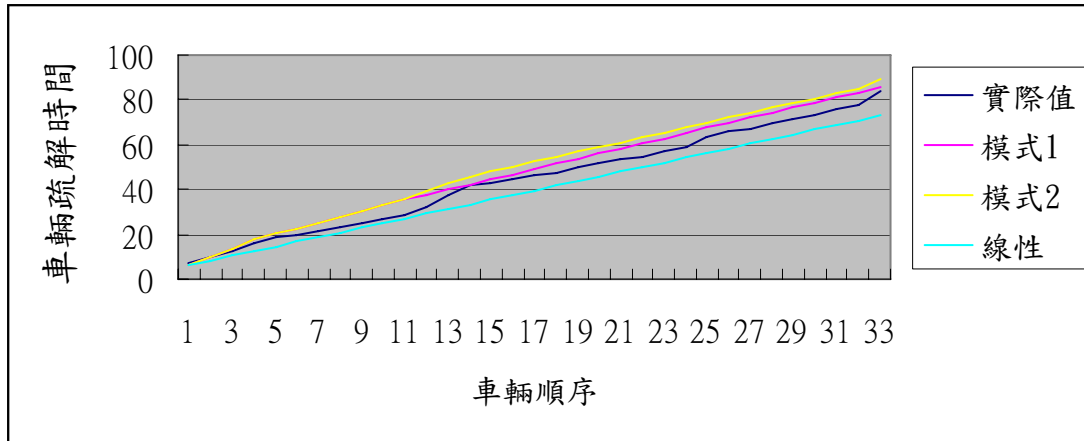


圖 5-32 車道 2-車隊 3 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-32 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 與實際值較為近似，而模式 2 及線性模式 2 實際值有較大之誤差。

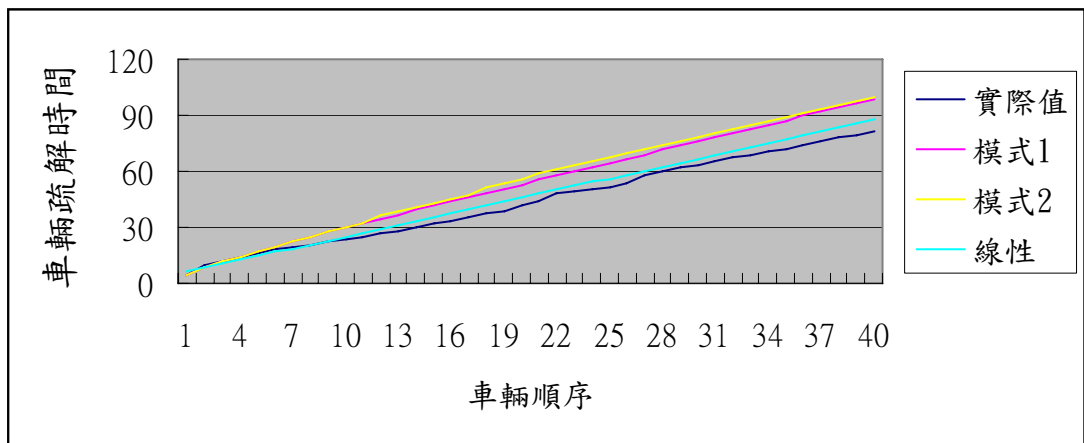


圖 5-33 車道 2-車隊 4 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-33 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

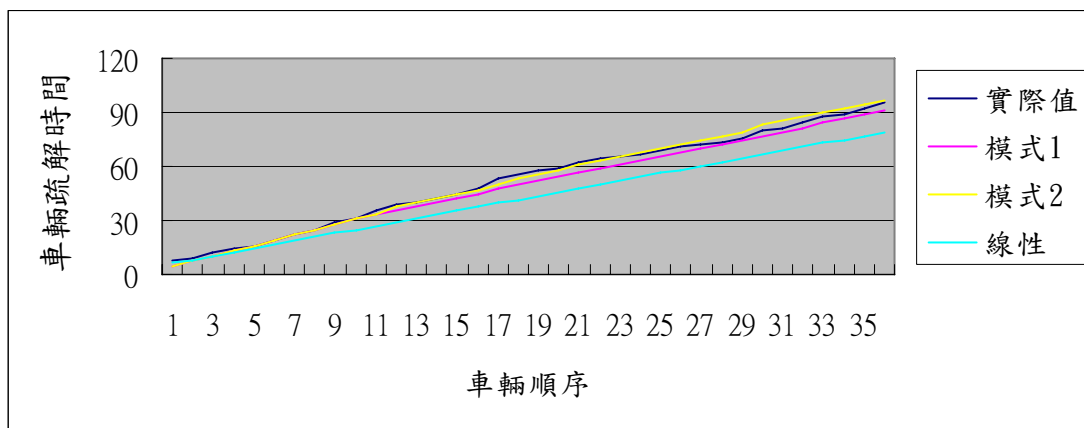


圖 5-34 車道 2-車隊 5 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-34 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值非常近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

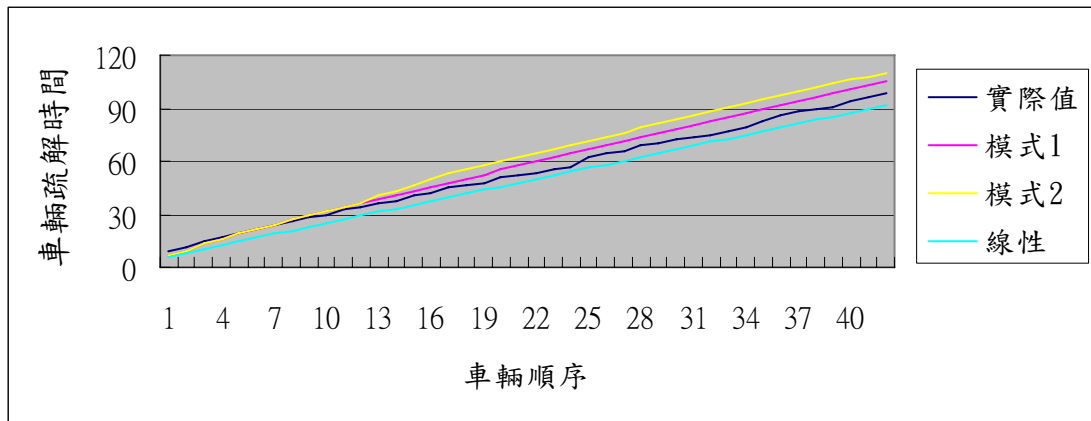


圖 5-35 車道 2-車隊 6 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-35 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及線性模式與實際值較為近似，而模式 2 與實際值有較大之誤差。

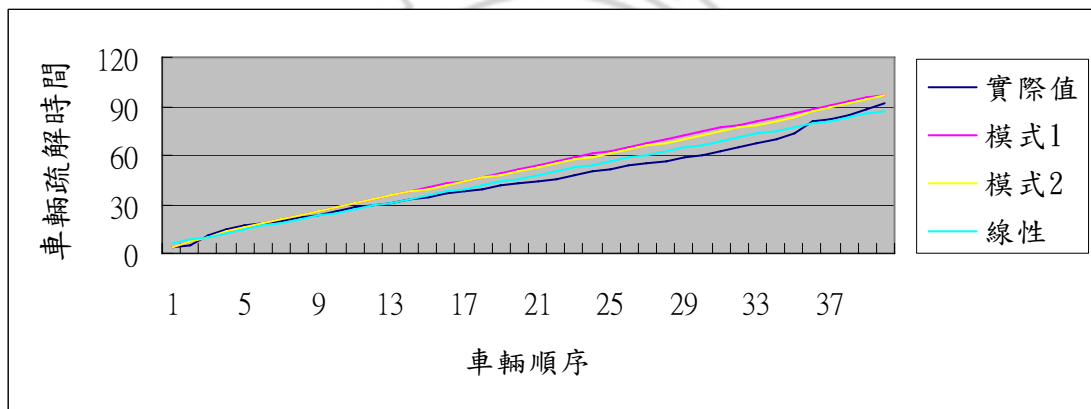


圖 5-36 車道 2-車隊 7 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-36 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式與實際值皆為近似。

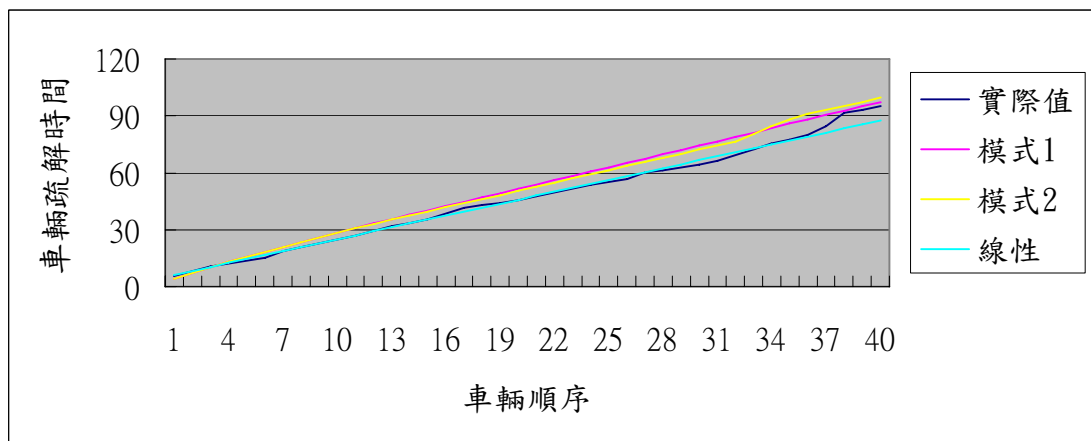


圖 5-37 車道 2-車隊 8 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-37 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

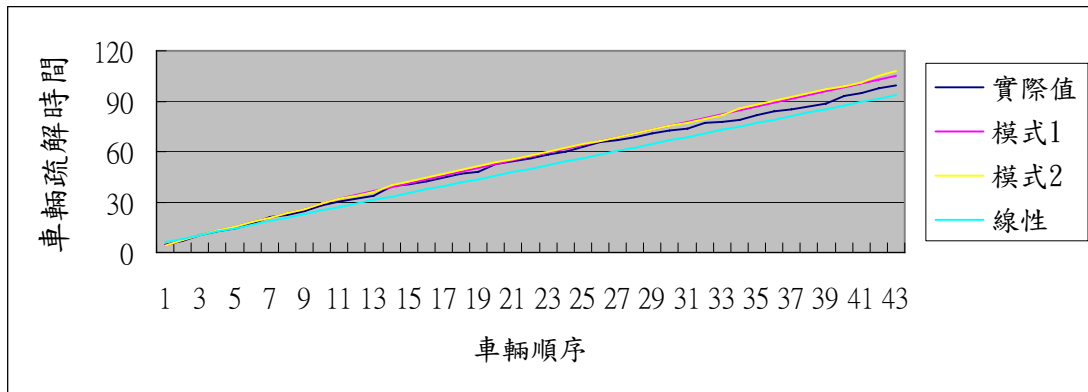


圖 5-38 車道 2-車隊 9 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-38 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

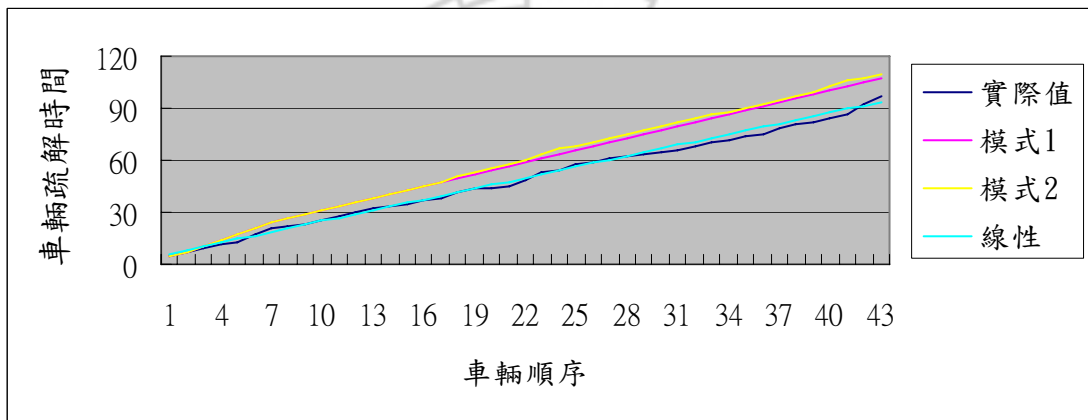


圖 5-39 車道 2-車隊 10 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-39 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。

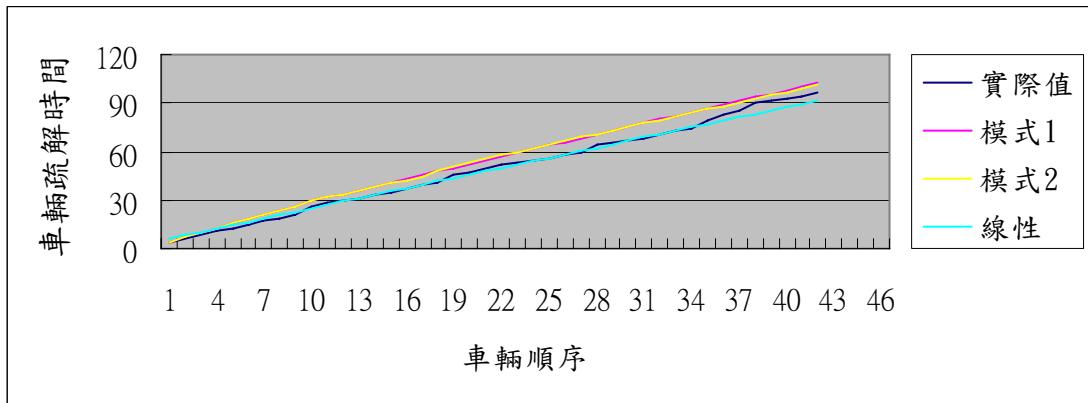


圖 5-40 車道 2-車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-40 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式與實際值皆為近似。

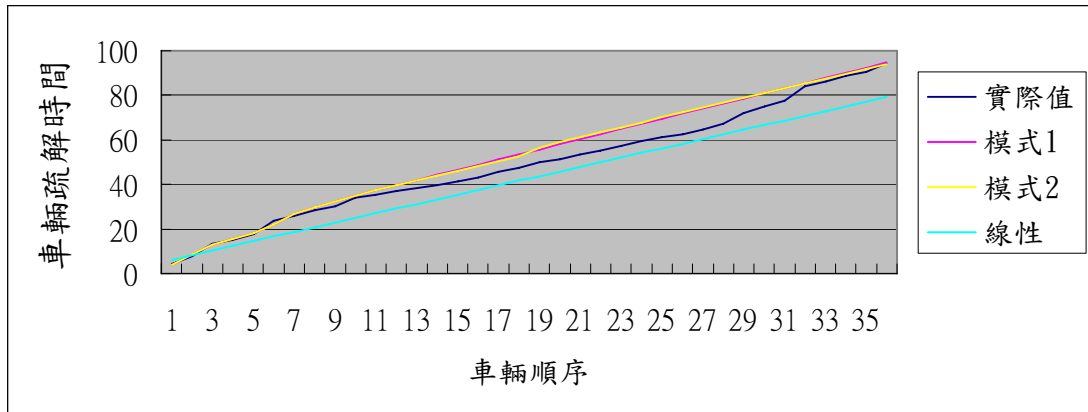


圖 5-41 車道 2-車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-41 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

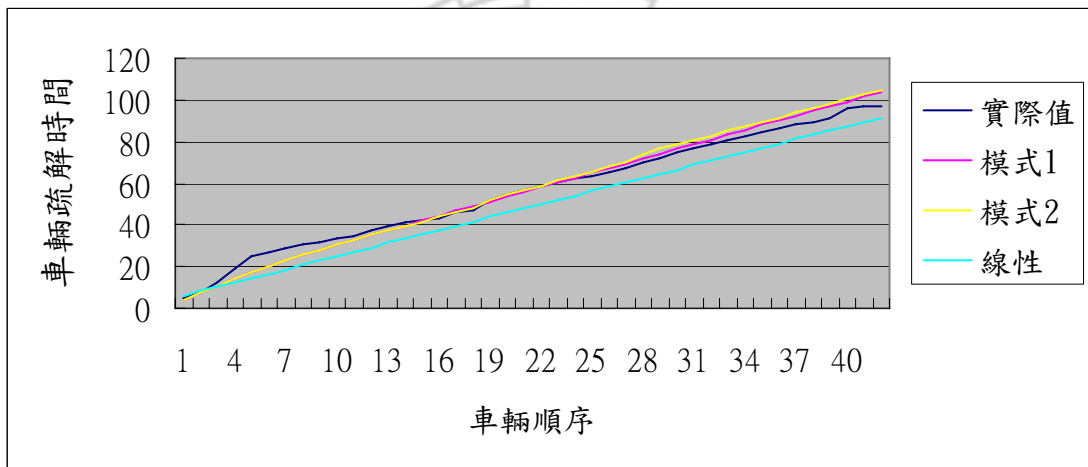


圖 5-42 車道 2-車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-42 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

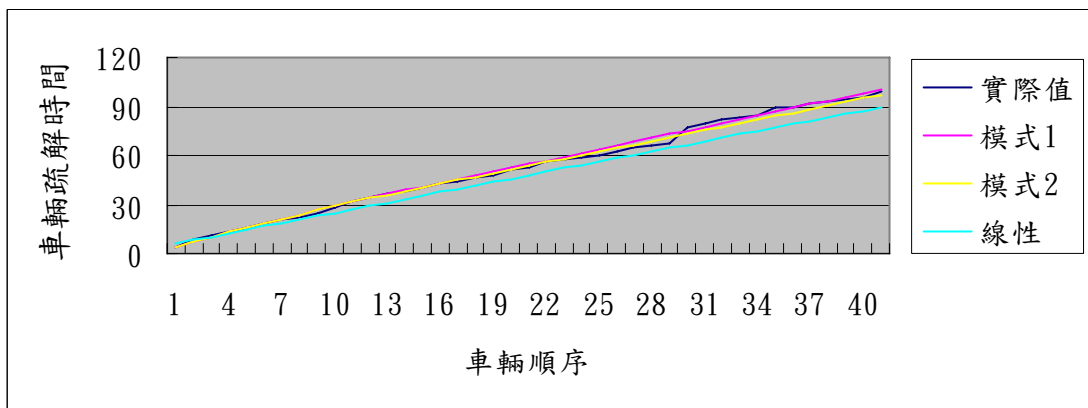


圖 5-43 車道 2-車隊 14 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較



從圖 5-43 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

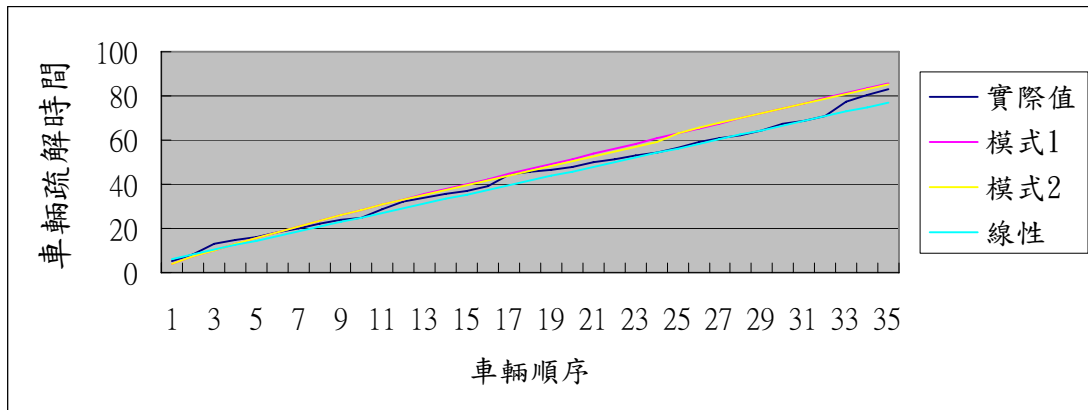


圖 5-44 車道 2-車隊 15 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-44 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式與實際值皆為近似。

### 車道 2 圖形驗證小結

從車道 2 模式驗證比較圖 5-31 至 5-45 圖形來看，大體而言不論模式不同，3 個模式理論值圖形與實際觀察值均相當近似，雖然有些驗證圖形可能不太理想，但是最後我們可以認為 3 個模式的預測效果皆相當的不錯及有其接受性。但本研究之模式 1 及模式 2 大部份會比線性模式之圖形比較好，而且我們還可以看出本研究模式 2 會較模式 1 較佳，而且較接近實際值。但是為了進一步證明模式的有效性及其解釋能力的差異性，我們在 5-2 節即針對車道 2 之實際值與模式理論值做一統計驗證比較，以比較各模式之間好壞及模式接受性之適用。

### (3)車道 3

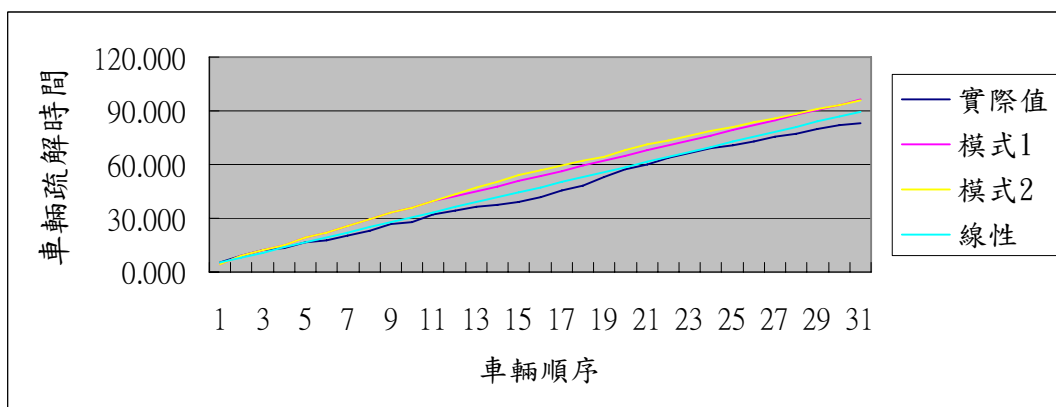


圖 5-45 車道 3-車隊 1 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-45 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以線性模式與實際值較為近似，而模式 1 及模式 2 與實際值有較大之誤差。



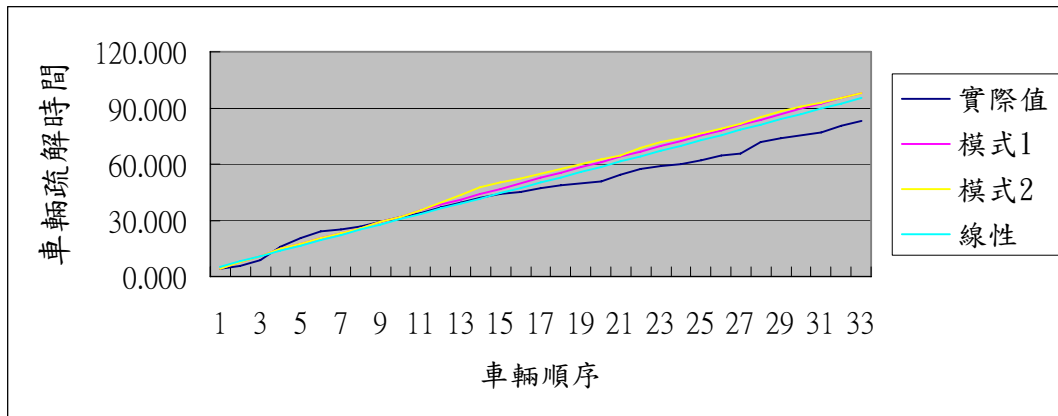


圖 5-46 車道 3-車隊 2 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-46 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式理論值在曲線後半段與與實際值有較大差異。

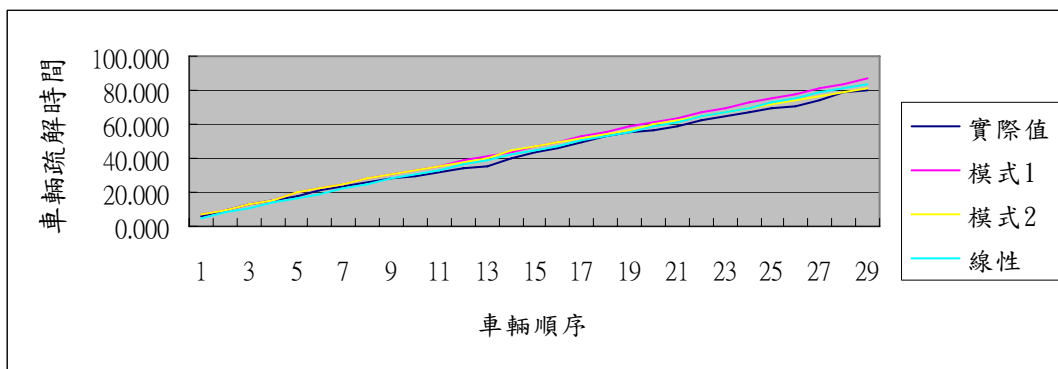


圖 5-47 車道 3-車隊 3 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-47 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式理論值與與實際值非常相似。

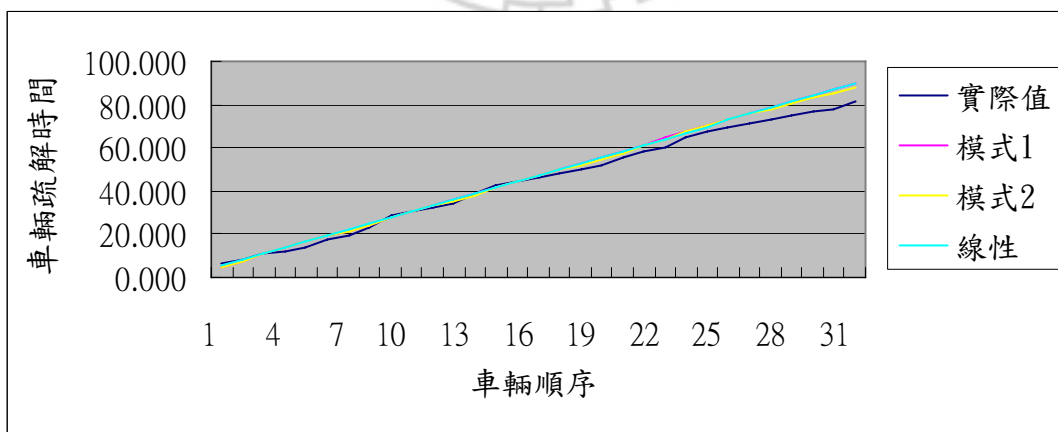


圖 5-48 車道 3-車隊 4 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-48 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式理論值與與實際值非常相似，但在曲線後半段有較小之誤差。

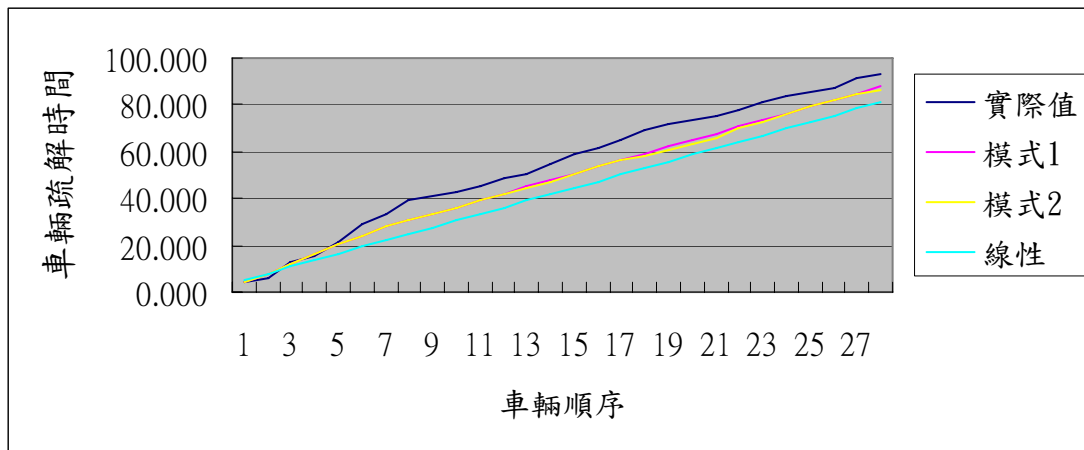


圖 5-49 車道 3-車隊 5 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-49 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

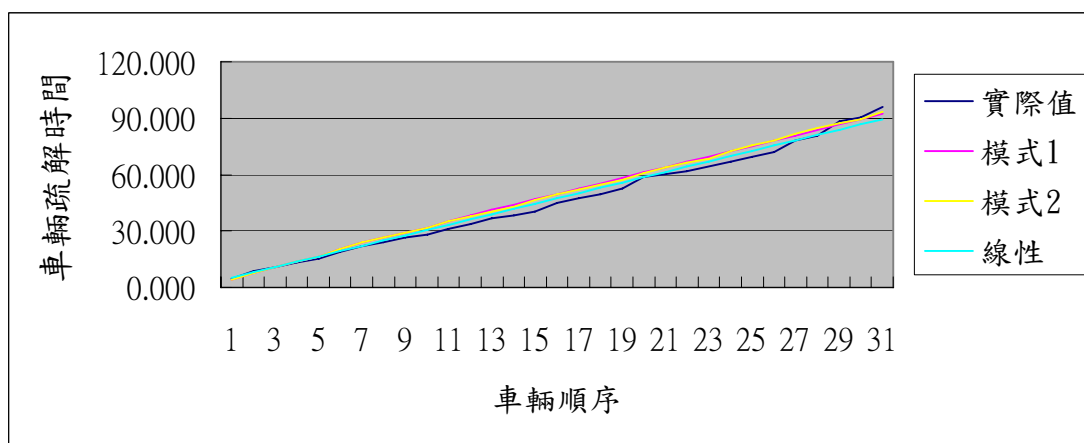


圖 5-50 車道 3-車隊 6 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-50 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中三者模式理論值與與實際值非常相似。

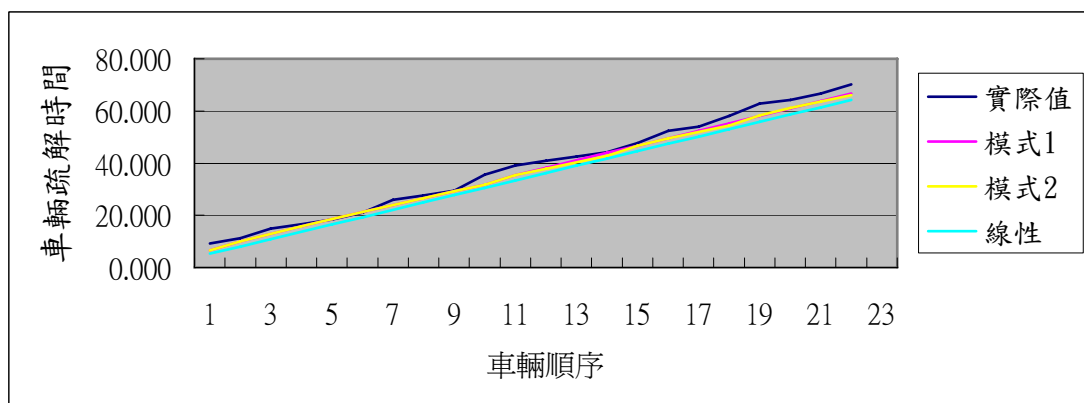


圖 5-51 車道 3-車隊 7 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-51 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

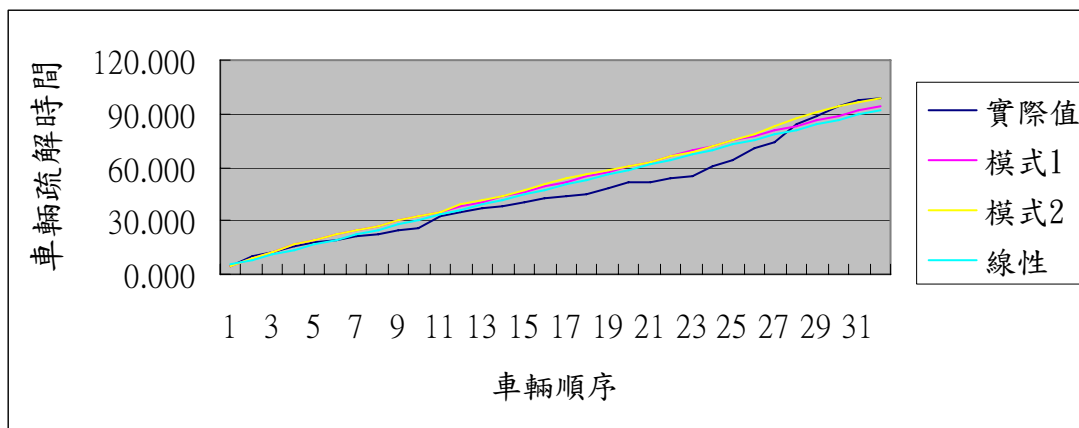


圖 5-52 車道 3-車隊 8 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-52 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，但三者模式理論值模式 1 與實際值之近似度不佳。

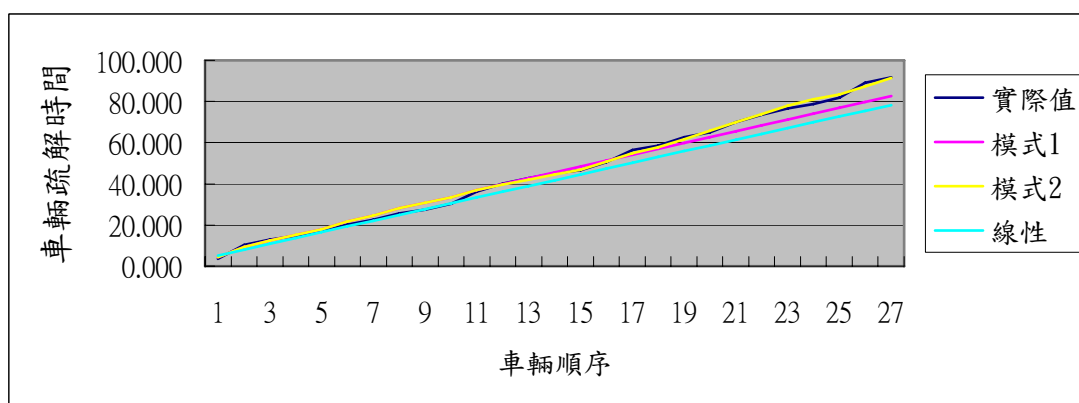


圖 5-53 車道 3-車隊 9 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-53 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 與實際值較為近似，而模式 2 次之，然而線性模式與實際值有較大之誤差。

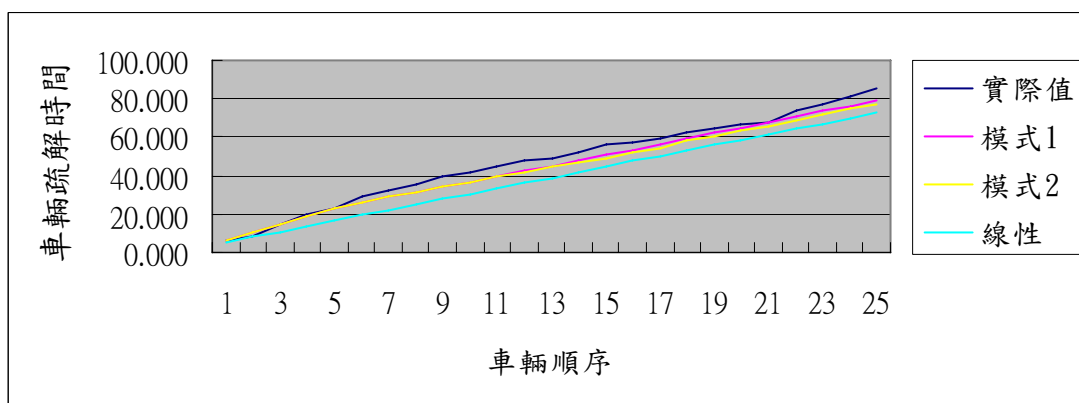


圖 5-54 車道 3-車隊 10 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-54 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

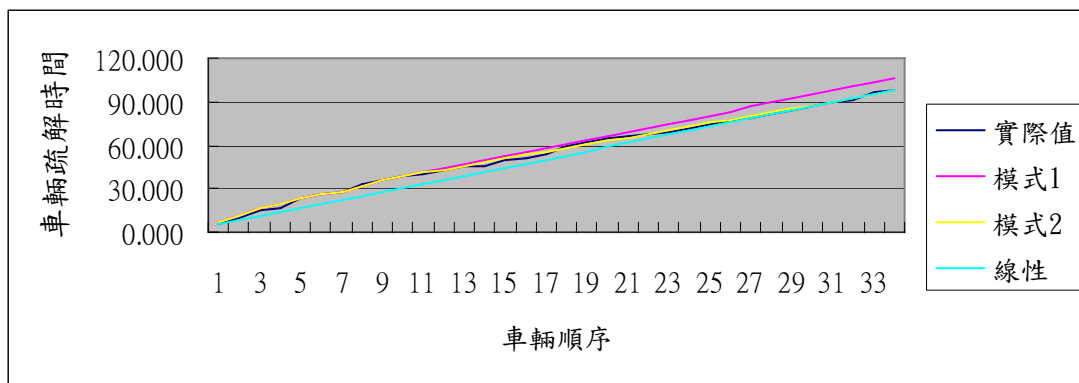


圖 5-55 車道 3-車隊 11 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-55 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

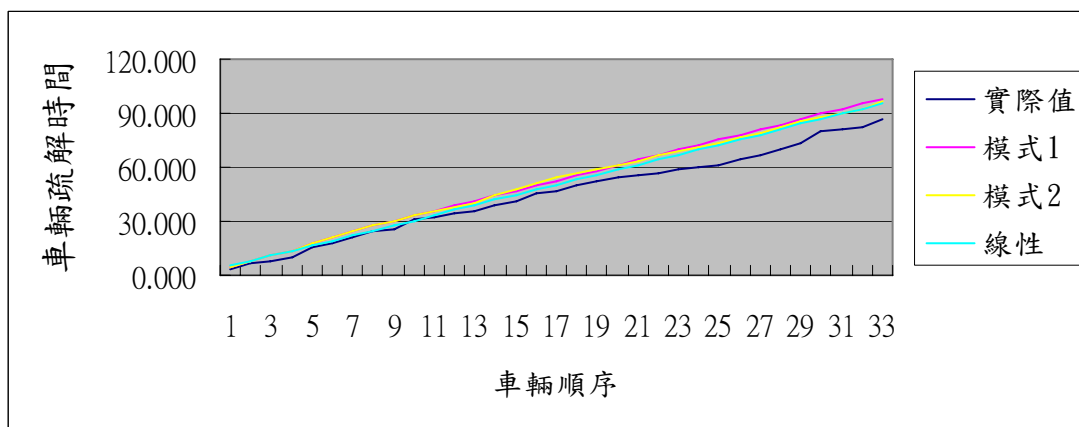


圖 5-56 車道 3-車隊 12 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-56 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，但三者模式理論值模式 1 與實際值之近似度不佳。

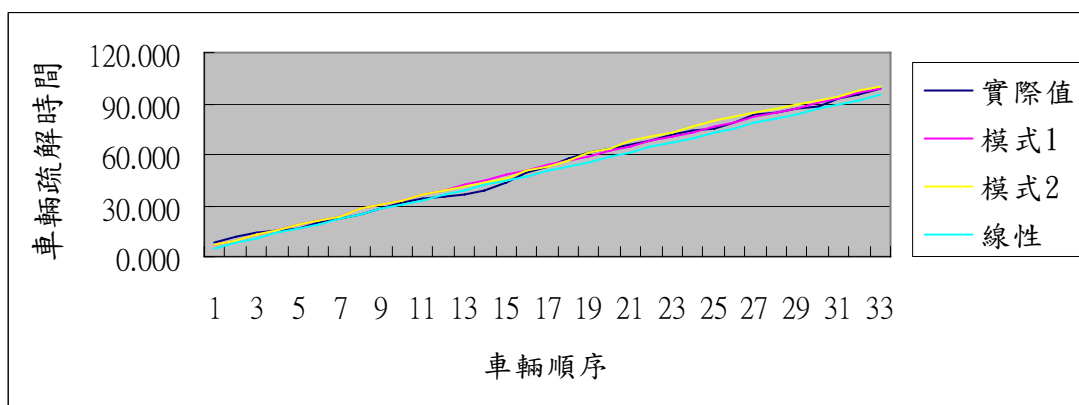


圖 5-57 車道 3-車隊 13 不同模式之車輛疏散時間實際值與理論值比較

從圖 5-57 可以看出三者模式之車輛疏散時間曲線與與實際值接近的程度，其中以模式 1 及模式 2 與實際值較為近似，而線性模式與實際值有較大之誤差。

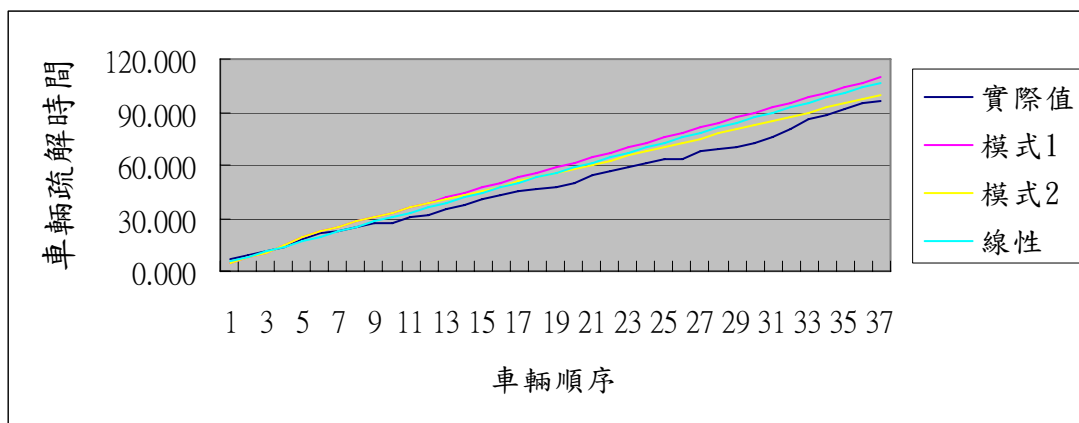


圖 5-58 車道 3-車隊 14 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-58 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，但三者模式理論值模式 1 與實際值之近似度不佳。

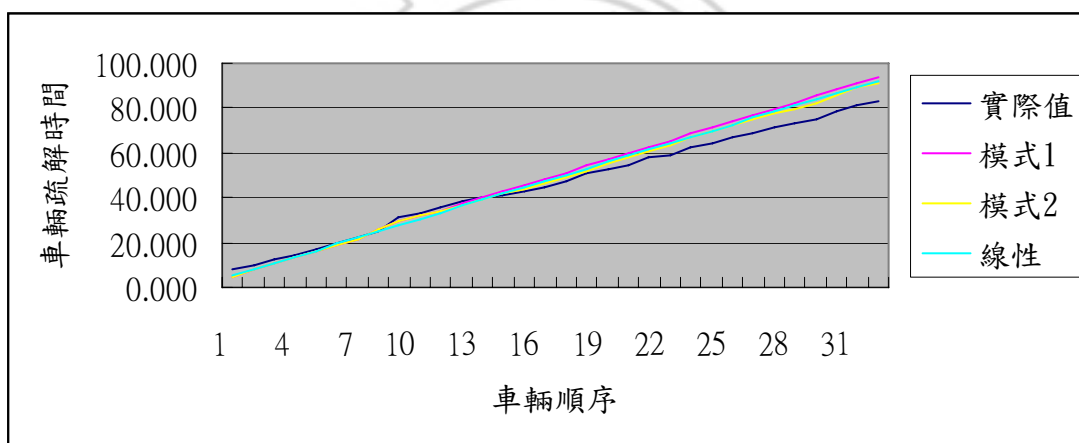


圖 5-59 車道 3-車隊 15 不同模式之車輛疏解時間實際值與理論值比較

從圖 5-59 可以看出三者模式之車輛疏解時間曲線與與實際值接近的程度，但三者模式理論值模式 1 與實際值大至上相似，但在曲線後半段有點小誤差。

### 車道 3 圖形驗證小結

從車道 3 模式驗證比較圖 5-46 至 5-60 圖形來看，大體而言不論模式不同，3 個模式理論值圖形與實際觀察值均相當近似，雖然有些驗證圖形可能不太理想，但是最後我們可以認為 3 個模式的預測效果皆相當的不錯及有其接受性。但本研究之模式 1 及模式 2 大至上會比線性模式之圖形比較較好，而且我們還可以看出本研究模式 2 會較模式 1 較佳，而且較接近實際值。對於造成模式理論值與實際值之間的誤差因素，可能包含駕駛人因素、鄰近車道變換車道及車輛斷續影響，會造成本模式對實際值之預測之效果好壞，對於在車道 1 之理論值與實際值之圖形有點誤差，主要是以以鄰近變換車道因素影響較大；對於在車道 2 之理論值與實際值之圖形有點誤差，主要是以以鄰近變換車道因素及車輛斷續影響較大；對於在車道 3 之理論值與實際值之圖形有點誤差，主要是以此車道大車比例過高效應為主要之影響。但是為了進一步證明模式的有效性及模式間解釋能力的差異性，我們在 5-2 節即針對車道 3 之實際值與模式理論值做一統計驗證比較，以比較各模式之間好壞及模式接受性之適用。

整體來說，從忠孝西路口車道 1 至車道 3 來看主觀的圖形驗證，雖然有部份的圖形比較不佳，但大至上，各個車道之圖形驗證都有不錯的預測效果，但如果以車道之間來比較，則車道 1 及車道 2 之圖形驗證會較車道 3 佳。

## 5-2 統計驗證

本研究採用的評估指標為平均誤差百分比(Mean Absolute Percentage , Mape)，使用平均差百分比的好處是能夠克服模擬值與比較值單位不同及大小的響影，而能客觀地估計其差異程度。Mape 之定義如 5-1 式，且依據 Lewis 之研究指出，Mape 評估標準程度如下表所示 5-1，本研究依據 Lewis 研究所定之評估標準，用來驗證本研模式之準確性。

$$Mape \text{ (%) } = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{|\theta - \hat{\theta}|}{\theta}}{N} * 100 \% \quad (5-1)$$

$\theta$ ：實際值

$\hat{\theta}$ ：理論值

N：觀察值的數目

表 5-3 MAPE 評估標準

MAPE(%)	<10	10~20	20~50	>50
評估標準	高精準預測	優良預測	合理預測	不準確預測

### 5-2-1 新莊思源路口

經過上述之主觀圖形驗證，我們這節要以客觀的統計驗證，來驗證本研究模式之合理性與適用性，並與線性模式做一比較。在此，我們針對階段一模式與車輛疏散時間預測模式做各別的統計驗證，從表 5-4 結果顯示，我們可以得知階段一模式之 MAPE(平均絕對誤差百分比指標)值在 4~21%範圍間，但大部份都在 15%以下，代表本模式在預估車隊開始疏散之不穩定區域之疏散時間，可見其模式預測的結果相當不錯達到優良預測；從表 5-5 結果顯示，我們可以得知車輛疏散時間預測模式，其模式 1 之 MAPE 值均在 15%以下；而模式 2 之 MAPE 值均在 10%以下，而線性模式均在 15%以下，就模式比較而言，以模式 2 解釋效果最佳，其次為模式 1 與線性模式。

表 5-4 階段一模式之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	階段一模式(%)
1	9.70
2	14.49
3	18.78
4	4.63
5	5.33
6	15.36
7	21.92
8	13.56
9	4.82
10	5.83
11	9.22
12	11.55
13	14.28
14	14.89

表 5-5 模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	模式 1(%)	模式 2(%)	線性(%)
1	8.22	7.27	8.92
2	13.07	7.65	12.21
3	9.32	7.09	9.16
4	3.64	3.06	6.96
5	7.72	6.56	8.46
6	13.87	8.71	11.75
7	11.65	8.07	13.97
8	9.05	7.28	6.49
9	11.78	7.27	9.97
10	4.01	4.82	9.30
11	9.78	5.16	9.29
12	6.80	6.84	7.55
13	12.60	8.48	10.75
14	12.30	6.24	9.78



## 5-2-2 台北市忠孝西路口

在此，我們針對忠孝西路口 3 個車道做階段一模式與車輛疏散時間預測模式做各別的統計驗證，分別描述如下。首先，我們針對各車道階段 1 模式之統計驗證，從表 5-6 結果顯示，車道 1 階段一模式之 MAPE 值均在 15% 以下；車道 2 階段一模式之 MAPE 值均在 20% 以下；而車道 3 階段一模式之 MAPE 值均在 20% 以下，其中以車道 1 解釋效果較佳，而車道 2 及車道 3 次之。代表本模式在預估車隊開始疏散之不穩定區域之疏散時間，達到優良預測。從表 5-7 至表 5-9 結果顯示，我們可以得知車輛疏散時間預測模式，在車道 1 方面其模式 1 之 MAPE 值均在 20% 以下；而模式 2 之 MAPE 值均在 15% 以下，而線性模式均在 20% 以下，就車輛疏散時間預測模式模式比較而言，以模式 2 解釋效果最佳，其次為模式 1 與線性模式；在車道 2 方面其模式 1 之 MAPE 值均在 20% 以下；而模式 2 之 MAPE 值均在 25% 以下，而線性模式均在 20% 以下，就全部模式比較而言，以模式 1 解釋效果最佳，其次為模式 2 與線性模式；在車道 3 方面其模式 1 之 MAPE 值均在 20% 以下；而模式 2 之 MAPE 值均在 20% 以下，而線性模式均在 25% 以下，就模式比較而言，以模式 2 解釋效果最佳，其次為模式 1 與線性模式。最後，3 個車道之模式 1 及 2 之 MAPE 值都在 20% 以下，根據表 5-1MAPE 標準而言，其模式預測效果是相當不錯。

表 5-6 各車道階段 1 模式之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	車道 1(%)	車道 2(%)	車道 3(%)
1	12.24	7.20	19.23
2	10.22	15.10	10.58
3	15.65	14.56	7.27
4	6.61	14.85	9.46
5	9.67	10.06	13.92
6	11.79	7.15	8.21
7	6.42	13.30	8.42
8	8.96	13.57	12.82
9	15.20	5.53	8.70
10	12.95	19.71	8.70
11	8.46	17.25	7.19
12	15.30	5.36	19.10
13	13.96	16.01	9.19
14	11.95	5.16	14.22
15	8.71	10.05	9.48

表 5-7 車道 1-模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	模式 1(%)	模式 2(%)	線性(%)
1	7.09	5.87	7.52
2	15.33	13.46	5.18
3	19.38	17.34	7.54
4	5.95	4.31	9.03
5	8.02	6.55	8.04
6	8.79	7.88	5.16
7	17.20	15.89	8.32
8	10.68	9.69	6.06
9	17.51	15.51	5.87
10	4.99	4.68	8.70
11	7.21	5.51	5.86
12	15.84	13.83	4.01
13	7.80	6.37	17.16
14	8.10	6.32	10.49
15	7.92	6.35	11.66

表 5-8 車道 2-模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	模式 1(%)	模式 2(%)	線性(%)
1	10.99	11.14	7.69
2	17.53	15.89	3.05
3	9.65	12.98	12.80
4	21.58	24.85	8.63
5	6.90	4.98	18.25
6	8.06	13.65	12.21
7	16.63	14.96	9.99
8	11.87	11.14	2.62
9	4.29	5.26	8.70
10	19.51	21.13	4.37
11	13.07	13.07	6.00
12	8.44	8.54	16.06
13	6.48	7.21	16.40
14	3.39	3.28	10.97
15	8.52	7.96	5.51

表 5-9 車道 3-模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標

模式 車隊數	模式 1(%)	模式 2(%)	線性(%)
1	18.08	20.59	6.08
2	13.94	15.94	18.03
3	8.17	6.30	5.78
4	7.10	6.55	6.69
5	11.77	12.38	22.63
6	8.19	7.73	5.00
7	6.38	6.76	12.97
8	13.34	13.64	11.23
9	6.32	4.37	10.38
10	7.19	8.47	20.26
11	6.77	3.42	10.22
12	16.72	16.11	12.78
13	5.30	5.59	6.88
14	17.42	12.17	11.98
15	9.38	7.46	7.90

### 統計驗證小結

綜合以上統計結果來看，對於本研究調查之兩個路口，其思源路口之平均絕對誤差百分比指標均在 15% 以下，而其忠孝西路口之平均絕對誤差百分比指標均在 20% 以下，對於此兩個路口之模式預測的結果相當滿意，而且根據表 5-3MAPE 指標依據，本研究之兩個路口驗證之結果，屬於優良預測。同時，本研究之模式 2 相對於模式 1 解釋能力好，而模式預測能力可能會隨著車流狀況的不同，而有所不同，而本研究就只針對車流量介於中流量至高流量範圍之間做預測分析。

### 5-3 模式一般性驗證

一個模式的應用及效果好壞，除了適用於所針對的地方之模式構建，若能將模式移轉至其它相同性質的地方，且有一定的效果，則模式就更具有代表性及一般化。為了使本研究的模式且有一般化，亦即能將本模式應用至與本研究所調查之路口之具有相同特性之路口，讓模式更有一般性。首先，我們先對模式適用於一般化之路口之移轉性，其考慮之因素有路口型態、車道數、車道寬、大車比例及有無左轉號誌等等，再針對其因素定義其適合條件如下表 5-10 所示。之後，我們針對思源路口之特性，在根據定義條件找出一具有相同特性之幸福路口，並針對此路口，蒐集 50 分鐘之資料，總共 11 個車隊之疏解時間資料。然而，我們將本研究的模式與幸福路口之實際觀察值做一驗證比較，以證明本模式且有移轉性之適用。

我們就以統計方法之平均絕對誤差百分比指標(MAPE)，來作為模式具有移轉性之依據。首先，我們針對階段 1 模式之統計驗證，從表 5-11 結果顯示，幸福路口階段一模式之 MAPE 值大都在 15% 以下，代表本模式在預估車隊開始疏解之不穩定區域之疏解時間，達到優良預測。從表 5-12 結果顯示，我們可以得知車輛疏解時間預測模式，其模式 1 之 MAPE 值均在 10% 以下；而模式 2 之 MAPE 值均在 15% 以下，而線性模式均在 15% 以下，就模式比較而言，以模式 2 解釋效果最佳，其次為模式 1 與線性模式，但其預測之結果算是優良預測。

表 5-10 模式一般化適用之條件

模式一般化因素	條件
路口型態	快慢分隔
車道數	2
大車比例	≤25%
左轉號誌(專用)	有
車道寬	3.0~3.5

表 5-11 幸福路口階段 1 模式之平均絕對誤差百分比指標

車隊數 \ 模式	階段一模式(%)
1	10.44
2	17.29
3	13.94
4	12.49
5	11.61
6	15.81
7	8.68
8	25.36
9	13.91
10	7.46
11	11.87

表 5-12 幸福路模式 1 與模式 2 及線性之平均絕對誤差百分比指標

車隊數 \ 模式	模式 1(%)	模式 2(%)	線性(%)
1	11.49	13.93	14.12
2	8.98	4.68	14.04
3	8.97	5.01	6.65
4	9.97	4.81	11.05
5	9.49	13.02	10.13
6	5.01	6.39	7.15
7	7.19	3.75	8.32
8	9.48	6.71	7.98
9	8.55	14.55	9.99
10	4.42	3.01	7.80
11	6.80	5.94	5.44

由表5-11及表5-12統計驗證中，我們得知本模式適用於相同路口型態之表現，是具有可行性的，其疏解時間模式預測幸福路口之實際值之統計誤差，大部份均在10%以內，表示本模式套用在同一型態之路口，其預估值算是優良預測。

## 第六章 結論與建議

### 6-1 結論

- 1、本研究以一微觀分類跟車觀念，來描述交叉路口之車隊疏解行為，將車隊中車輛之間組合分類四種跟車疏解間距型態，依序為小車-小車、大車-小車、小車-大車及大車-大車型式，並按不同之跟車組合來預測車輛疏解時間，經資料的分析及模式驗證比較，得知此模式解釋能力效果佳，表示本研究之模式可行，可適用於各型態之交叉路口。
- 2、本研究得知四種微觀跟車疏解間距之間，對於車種有顯著之差異性，而且對於不同地區路口之微觀跟車疏解間距差異性不大，表示車隊中之微觀跟車疏解間距，有一固定疏解模式存在，而其間之差異性大小跟其路口型態及車道寬有一定相關性。
- 3、我們從本研究所調查之路口資料及分析中，得知一大小車組合車隊之穩定疏解位置介於車隊第六輛至第十輛之間。
- 4、本研究證實一車隊剛開始不穩定之車輛疏解間距，不管其車種不同，會隨其位置遞增而慢慢的遞減達到穩定狀況，會呈現一倒數關係模式。
- 5、對於兩個路口模式驗證方面，其思源路口之平均絕對誤差百分比指標均在 15% 以下，而其忠孝西路口之平均絕對誤差百分比指標均在 20% 以下，對於此兩個路口之模式預測的結果相當滿意。同時，本研究之模式 2 相對於模式 1 解釋能力較好。
- 6、我們證實本研究模式具有一般性，可應用至其它地區相似之交叉路口。對於所驗證之幸福路口之平均絕對誤差百分比指標均在 15% 以下，的確有不錯之效果。

## 6-2 建議

- 1、本研究蒐集的資料時間是以白天、晴天為主，至於流量的範圍是介於中流量~高流量之間，建議未來研究者可以針對晚上或是下雨天之情況來研究，及可針對日間與夜間之車輛疏解行為做一分析比較。
- 2、我們是以小車及大車組合車隊疏解情況探討，未來可加入機車影響因子，以對大小車組合車隊疏解情形之干擾度判斷及分析。
- 3、由於本研究只探討直行車道之車輛疏解時間模式，未來可朝向右轉或是左轉車流疏解時間模式研究。
- 4、未來可應用於模擬軟體系統中，以模擬市區不同交叉路口型態之車輛疏解行為模式，以預測車輛通過交叉路口之時間，可做為先進交管理系統號誌時間設計之準則。

