

## 第五章 機車車隊疏解率模式之分析與應用

本研究進行至此，已經將調查之資料整理完畢，並且建構出符合資料的最佳型式之模式。然而，雖然已經有各部分的機車車隊疏解率模式產生，但對各模式的分析及應用仍未有一清楚的了解，為求能夠對往後研究提出適合的建議及正確的方向，仍有對各模式進行分析甚至是補充、修正的必要。

在建構模式時，本研究選定了各個具有重要影響力的變數，對模式結果能夠產生的影響的程度，則是依照其參數大小來決定，本章就要對各變數及其參數分別以討論的方式進行分析，期望對各變數有更深的了解，如此一來在應用模式時才不會產生問題，並在最後一小節提出第四章中由於樣本數不足而有較差解釋能力的模式的改善方式。



## 5.1 機車專用停等區之機車密度

停等區容納量，此名詞的意義在於能容納多少輛機車的停放，有容器儲存量的觀念，而容納量利用率的計算就是以機車佔用的面積除以停等區的面積來獲得，因此，首先本研究要從機車的尺寸探討起。參照交通部運輸研究所〔1〕的資料，採用時下道路上機車最集中的尺寸，以計算出其佔用道路的面積，詳細資料如請回顧表 4.2，最大值為 $1.9 \times 0.7 = 1.33$ 平方公尺，最小值為 $1.65 \times 0.62 = 1.023$ 平方公尺。

而本研究路段上的機車停等區，信義復興路口北端停等區面積為 52 平方公尺，忠孝復興路口則為 56 平方公尺，我們先假設機車駕駛人在停等區內停等時，能夠將容納量發揮到極限，則信義復興路口北端停等區容納量的理想值最少應該可容納 $52 \div 1.33 \cong 39.1$ 輛機車，理想值最大為 $52 \div 1.023 \cong 50.8$ 輛，平均 45 輛；在忠孝復興路口方面，北端機車停等區容納量的理想值最小是 $56 \div 1.33 \cong 42.1$ 輛，理想值最大為 $56 \div 1.023 \cong 54.8$ 輛，平均 48 輛。在各週期中，停等區真正停等的機車數除以理想值平均數，本研究稱為「停等區容納量利用率」，其分佈情形，如圖 5-1 與圖 5-2 所示。

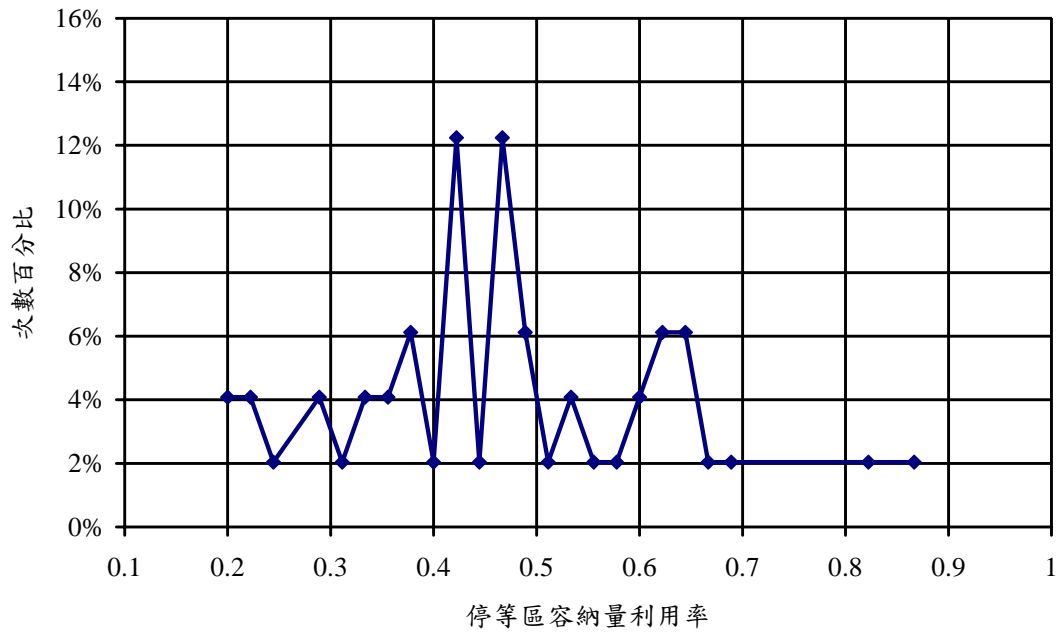


圖 5-1 信義復興路口各週期機車停等區容納量利用率次數百分比

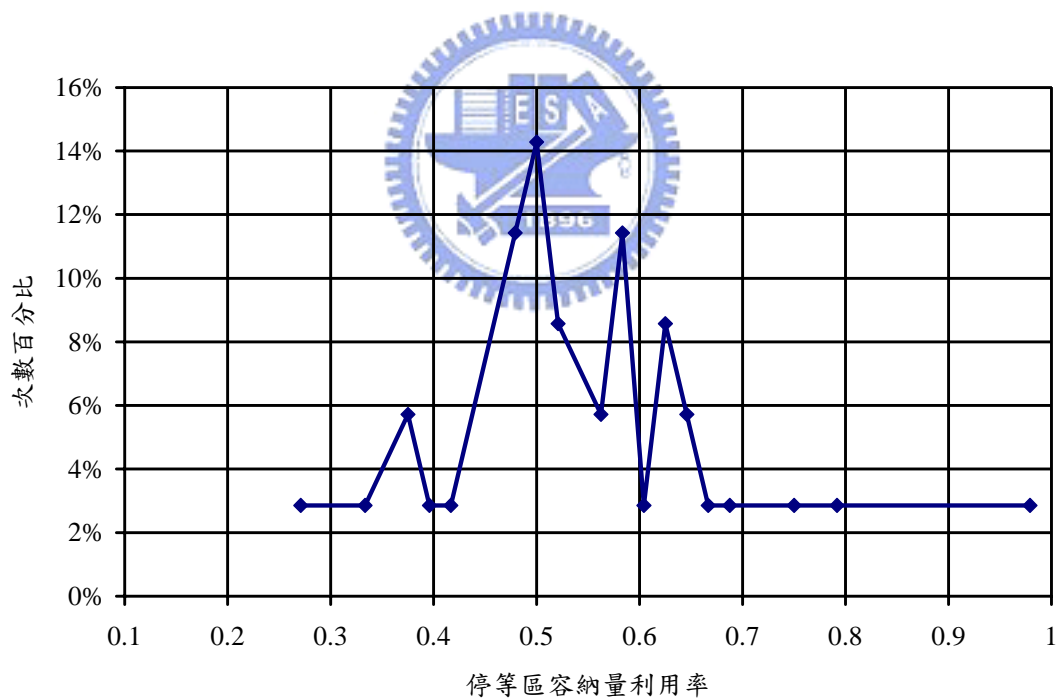


圖 5-2 忠孝復興路口各週期機車停等區容納量利用率次數百分比

我們發現在全數樣本都無法達到理想中的停等機車數，也就是停等區容納量利用率都不會到 1.0，其原因應在於，機車並非流體，機車專用停等區也不是一個儲存容器，因此直接以靜態機車佔用的面積

大小除以停等區的面積，只能用來參考其利用的程度，不可能達到百分之百全部利用；在信義復興路口北端，多集中在 0.4 到 0.5 之間，中位數是 0.467，忠孝復興則在 0.5 至 0.6 之間，中位數 0.521，換言之，後者雖然停等區較前者大，但其需求量更多，使得其容納量被更高比率地使用；觀察忠孝復興路口調查影像時也發現，在需求量大的樣本中，機車往往超出停等區之外停等，甚至佔用在快車道的汽車之前，或是見縫插針，違規停等在快車道的汽車車陣的間隙裡，而汽車方面也要比信義復興路口更容易發生佔用機車停等區的現象（其中又以計程車居多）；換言之，就是在交通需求量越大的時候，汽機車雙方面同樣都越有可能做出違規的行為，造成交通秩序的混亂。

再看本研究對忠孝復興路口北端前段機車疏解率模式，變數「停等區之機車密度」( $U_s$ ) 也是因此，對疏解率的相關性較信義復興路口要低得多，而且在模式當中也必須多加入變數「佔用機車停等區之汽車數」( $B$ ) 來提高模式的解釋能力，也由於模式對實際的疏解率描述的  $\bar{R}^2$  值不夠大，在此我們要對忠孝復興路口北端停等區之機車密度做區隔分析，將資料中的該變數分為低、中、高密度等三個群類，對三者不同之處加以比較，首先是各原來模式中的變數對疏解率的相關性分析，其結果如表 5.1。

表 5.1 停等區之機車密度高低群類中各變數對疏解率之相關性分析

各變數 \ 各群類	低密度		中密度		高密度	
	相關係數	樣本數	相關係數	樣本數	相關係數	樣本數
$U_s^{0.2}$	0.430	10	0.237	14	0.194	11
$S^{10}$	-0.471	10	0.154	14	-0.106	11
$B^3$	0.185	10	0.077	14	-0.317	11

在低停等區之機車密度的群類中，提前起動者（ $S$ ）成為相關性最大的變數，表示當停等區內的機車越是沒有利用到全部的空間時，提前起動的機車就會對疏解率有越大的影響，而在三個群類當中，也屬低密度這一類的提前起動者為最多，平均每週期中有 1.1 輛提前起動者。

而造成停等區之機車密度高或低的影響因素，由先驗知識判斷，一是機車的交通量的大小，形成在使用空間上的不同壓力，在交通量小的時候，各駕駛人比較趨向調整到自己感到比較舒適的空間，這種時候自然也會比較容易有騎士因為感到空間較廣，而出現提前起動的現象；二是受到佔用機車停等區的汽車所影響，當有汽車進入此區，能讓機車停等的空間就會被壓縮，導致密度的下降，這種狀況也比較容易出現在交通量大的時候。所以，同樣在尖峰時段裡，機車的車流量不夠大或是汽車車流量過大的時候，都可能會造成停等區之機車密度下降的現象。

提到佔用機車停等區之汽車數（ $B$ ），我們可以再看到高密度群類中，它是最具有相關性的變數，換言之，在有停了汽車的機車專用停等區內，如果又停滿了很多的機車在裡頭，這時的機車疏解率就比較會受到這些汽車的影響，推測原因是，機車本來可以藉其靈活的機動性來超越汽車，以增加疏解的效率，但是此時，停等區的機車密度卻偏高，表示一起在停等區等候綠燈的機車也很多，車輛與車輛之間的空間不夠大，所以機車就沒有辦法發揮加速性高的特性，使得疏解率也跟著下降；但是這個現象在低密度的群類中卻呈現相反的結果，其相關係數為正，也就是說，當有汽車停在停等區裡面，而停等區裡

的機車並不多時，騎士們會以更快速的方式通過停止線，以超越汽車，這也反映出多半的騎士不喜歡跟在汽車後方或附近的特性。

最後我們再以忠孝復興路口北端的機車，其在停等區之機車密度和車隊前段疏解率的關係，來繪製 XY 分佈圖，如圖 5-3，由於有超過 0.5 的相關係數，所以仍然可以從圖中看出大致的趨勢，兩者基本上是具有正相關的，但是機車密度在大約 60 輛/100 平方公尺時，車隊疏解率達到最大值，其後，分佈的樣本點只剩下總樣本數 34 個中的 3 個，且疏解率並沒有再繼續上升的趨勢。

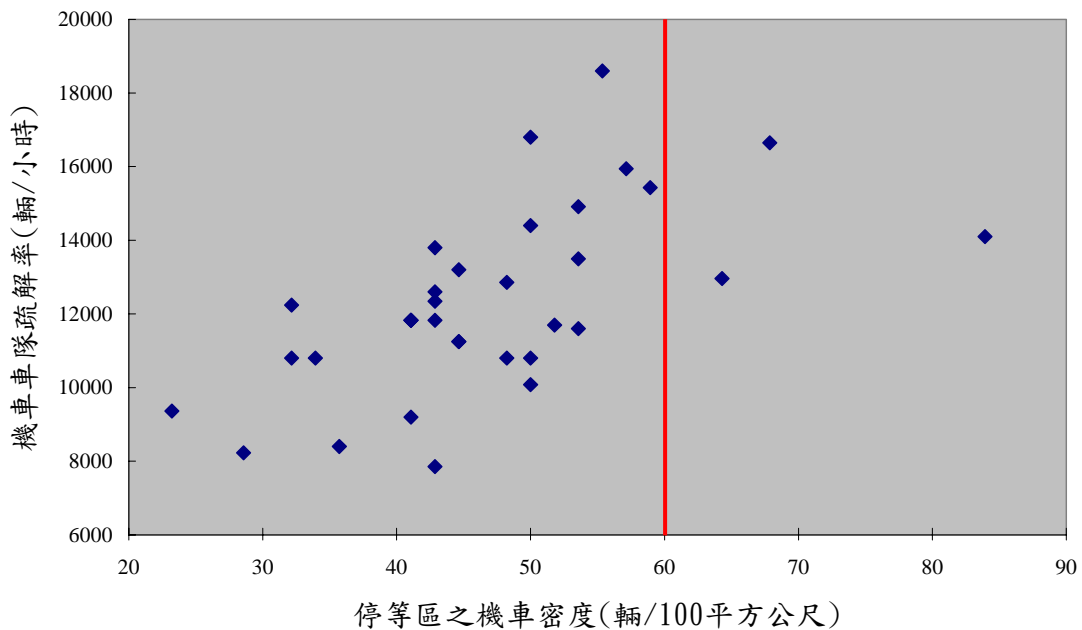


圖 5-3 忠孝復興停等區機車密度與車隊前段疏解率關係分佈

發現這個之後，為了能更了解停等區之機車密度到 60 輛/100 平方公尺之後究竟會有何發展，本研究採用信義復興路口北端的資料，再繪製一張其對機車車隊疏解率的 XY 分佈圖，希望從中獲得更多資訊，如圖 5-4。

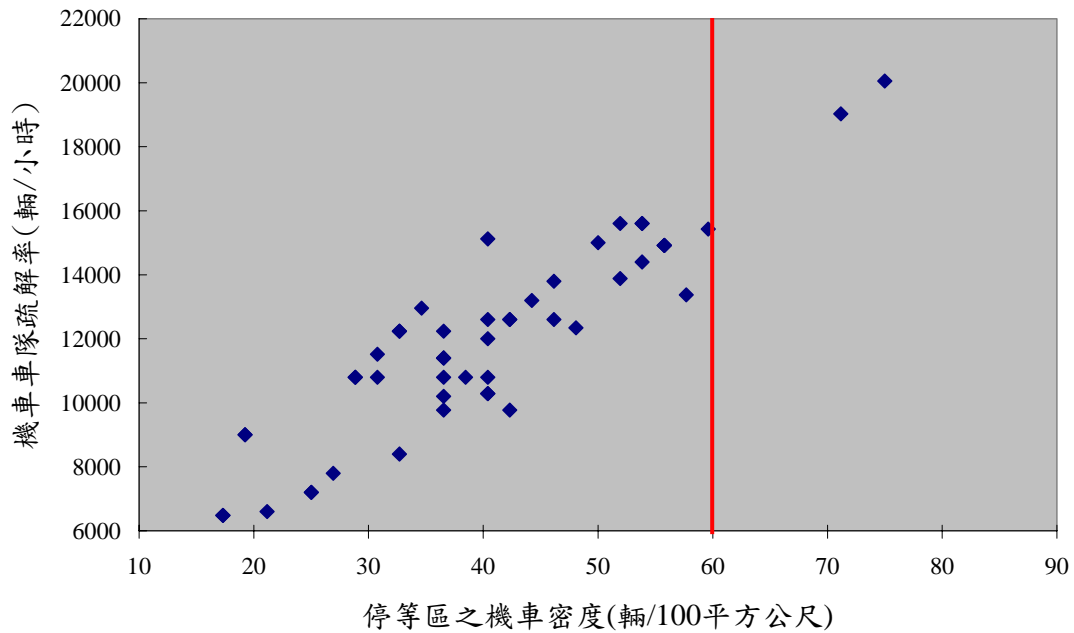


圖 5-4 信義復興停等區機車密度與車隊前段疏解率關係分佈

我們在信義復興路口北端的停等區之機車密度為 60 輛/100 平方公尺的地方再畫一條線來區隔兩邊，這次右邊的樣本點雖然有維持上升的走勢，但只剩下稀疏的兩個點；而線的左邊都還有密集分佈的 47 個樣本。

有此一現象發生，本研究的看法是，一般常見的停等情形之下，機車駕駛人的停等行為，僅僅會將機車密度使用到 60 輛/100 平方公尺的程度，也就是說，這個值就是在大部分情形下的停等區容納量；若是即使某週期的停等區機車密度超過了這個值，則其疏解率將會使本研究的模式難以解釋，有可能繼續上升，也有可能不升反降，因此我們要提出為式 4-1 與式 4-5 做補充的限制式，為式 5-1。

$$U_s \leq 60 \quad (5-1)$$

## 5.2 機車混合比

機車混合比只出現在後段疏解率模式裡面，因為只有後段的機車才會與汽車一同混合疏解，而且在兩個模式建構時，機車混合比都是最重要、相關性最大的變數，式 4-3 與式 4-7 中，各變數裡，係數最大者，也是機車混合比；其中，讓我們感到特殊的狀況，乃是在兩模式結果相較之下，竟以忠孝復興路口北端所建構的模式有較高的 R-square 值，但是，忠孝復興路口北端光是從錄攝的影像中來看，卻可以發現這個路口在尖峰時段中的交通秩序相當混亂，尤其是後段的疏解情形，這讓我們作出推測：機車混合比就是一個在兩個相異的車種越是混合干擾的狀況下，對疏解率就越具有高度相關性的變數。

混合比在先前的研究文獻當中也被相當地重視，其中多半都有混合比對飽和疏解率的影響，馮輝昇〔17〕的研究中指出，在機車混合比介於 0.2 至 0.8 範圍時，混合比對車道中汽、機車個別之飽和疏解率的影響並不顯著，而混合車道寬度才是影響最顯著的變數，不過，在本研究只針對同一種混合車道寬度的情形下，機車混合比就成為影響疏解率最重要的變數了；2001 年台灣地區公路容量手冊〔10〕中提到，機車之小客車當量應隨機車比例之增加而減小，表示當混合比越高的時候，路口的飽和疏解率會越大，也就有「機車混合比與機車疏解率成正相關」之意，與本研究調查結果相符合。

將信義復興與忠孝復興兩路口北端之機車混合比與機車車隊後段疏解率繪製成圖，其結果如圖 5-5 與圖 5-6 所示。



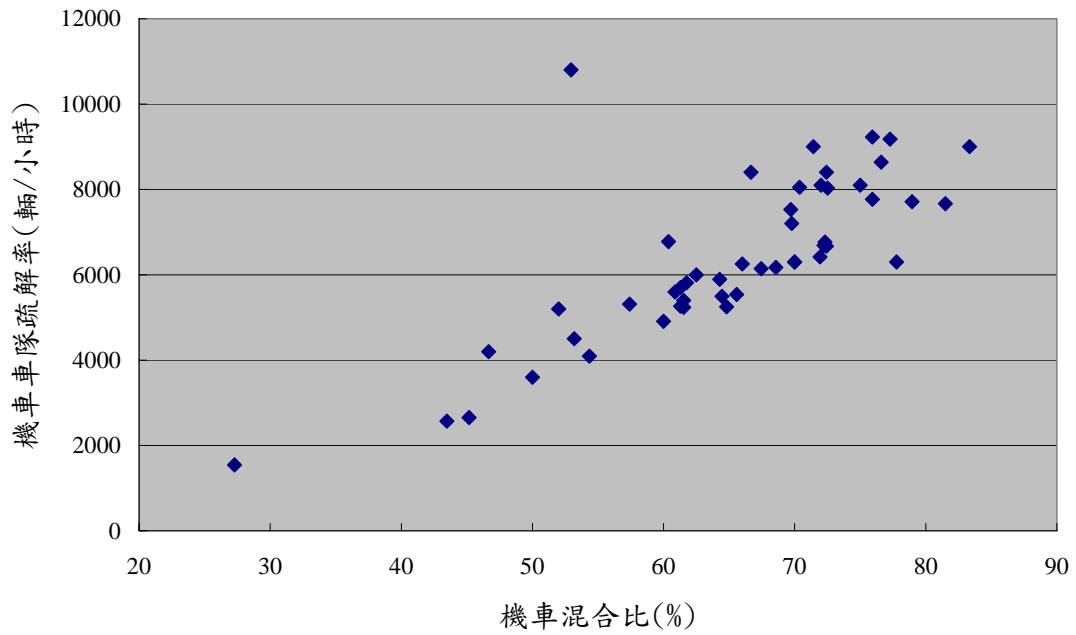


圖 5-5 信義復興路口機車混合比與機車車隊後段疏解率關係分佈

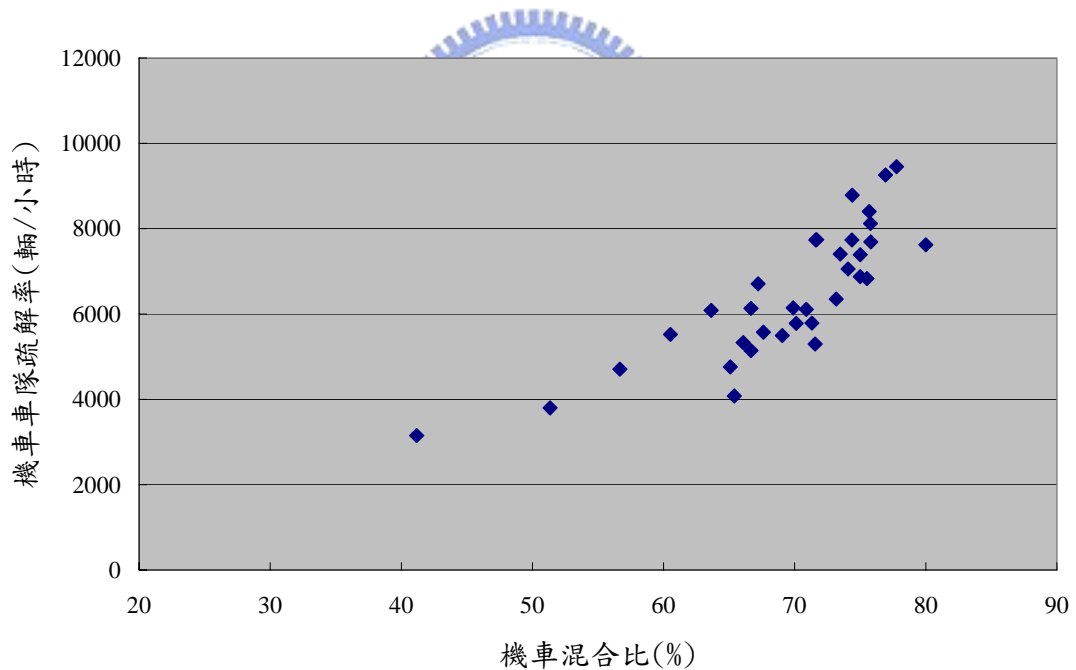


圖 5-6 忠孝復興路口機車混合比與機車車隊後段疏解率關係分佈

這也顯示出本研究的範圍，信義復興是在混合比 27~83 之間（但以 43~83 之間較密集）、忠孝復興是在混合比 41~80 之間，在這兩個區間內所建構出的二式車隊後段疏解率模式，在應用上，當然也要在

如此區間內才可以有較準確的結果；更精確地補充，兩者在路口環境條件上亦有其限制：式 4-3 與式 4-7 必須在中央分隔型道路上，前者對轉向單純之路口機車車隊後段疏解率、後者對無轉向限制之路口機車車隊後段疏解率，才能都有良好的解釋能力

二模式配合圖 5-5 與圖 5-6，可以發現，兩模式的機車混合比對疏解率之影響方式有所差別，在信義復興路口上，混合比之係數為 131，在忠孝復興路口，則是 157，兩者機車混合比的分佈範圍區間，雖然並不顯著有差異，但是對疏解率的影響力卻有差別，機車與汽車之間互相干擾影響較為嚴重的忠孝復興路口，混合比對其機車車隊疏解率的影響也要較另一路口為大。



### 5.3 汽車右轉因素

本研究在先後選擇調查信義復興與忠孝復興路口時，即已預定要針對兩路口右轉車的有無來做探討，雖然在後者的模式中，右轉車比並非對疏解率最具相關性的變數，但是在模式中放入此變數卻能有效地增加其解釋能力，而且右轉車造成的模式的差別並不只顯示在右轉車的上，回顧兩路口的後段疏解率模式如下：

$$\hat{R}_{BQ}^D = -1864 + 131P_m - 22P_{shoulder} \quad (4-3)$$

$$\hat{R}_{BQ}^D = -4285 + 157P_m + 29P_4 - 32P_r \quad (4-7)$$

從禁止右轉到允許右轉，在模式的表現上，除了原本就帶有重要影響的機車混合比 ( $P_m$ ) 之外，信義復興路口的路肩行駛比，原本可以想見，行駛在路肩的汽車會對機車疏解率有一定程度的影響，到了忠孝復興路口卻因為與混合比  $P_m$  的相關性高而被排除，從相關性分析上來看，行駛路肩比的影響也不大，對機車車隊疏解率帶來的影響還比不上汽車行駛第四車道比，這是因為汽車在忠孝復興路口的路肩位置上通常會有許多汽車準備要右轉，不像在信義復興路口，路肩車輛都是直行通過路口；當右轉車比例到達一定程度時，原本想要以行走路肩來通過路口的汽車，就會放棄走路肩，改行駛於外側車道，這種被迫遵守交通規則，行駛在第四車道上的行為，就會降低與機車發生的車流干擾，相對也會使機車車隊的疏解率提高。綜合上述觀點，兩模式、兩路口最大的差別，可說就是多了右轉車流這一個因素。

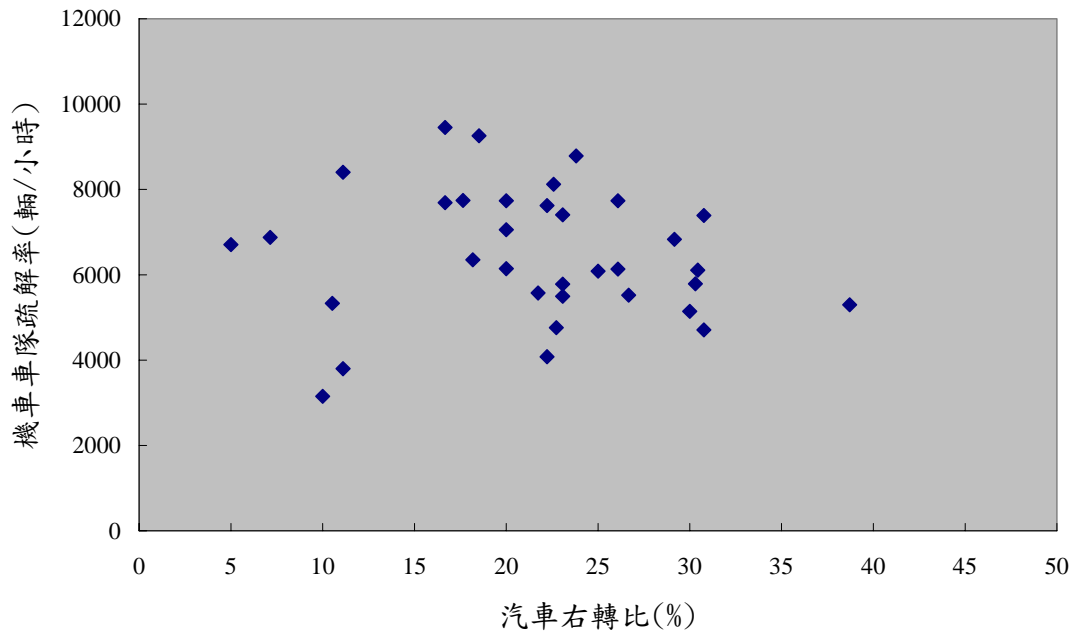


圖 5-7 忠孝復興路口汽車右轉比對機車疏解率的關係分佈

右轉車比例與疏解率的分佈如圖 5-7，看起來對疏解率的影響並不明顯，但是我們將行駛第四車道之汽車比與右轉汽車比兩者以模式中的  $29P_4 - 32P_r$  兩項合起來看，將其稱為「汽車右轉因素」項，再對疏解率繪製 XY 關係分佈圖，如圖 5-8。

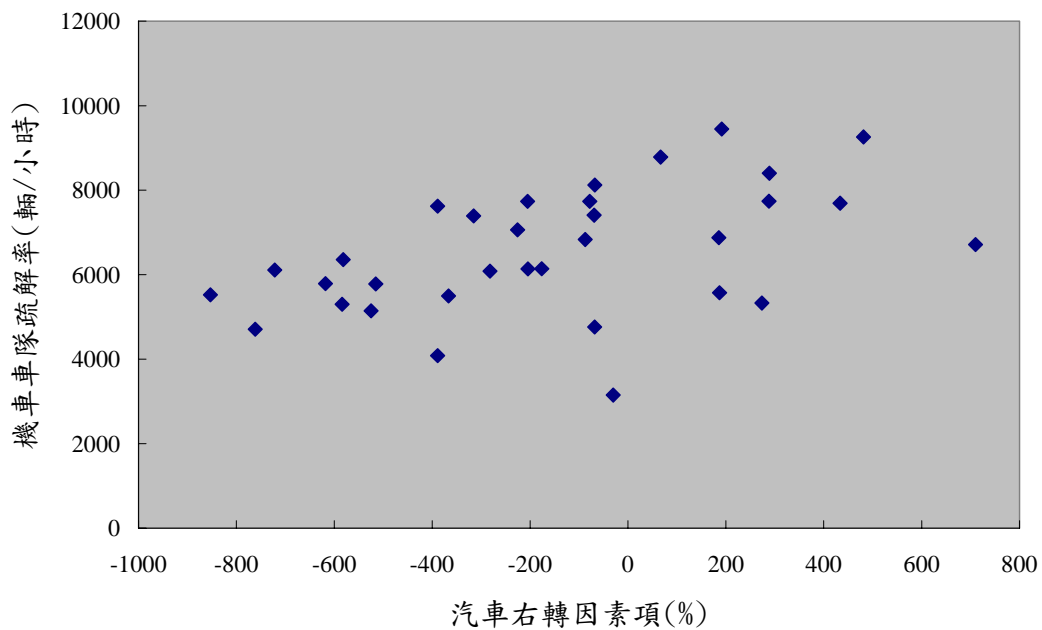


圖 5-8 汽車右轉因素項對機車疏解率之關係分佈

圖 5-8 的 XY 分佈就較能明顯看出對機車疏解率的影響了，汽車右轉因素項的相關係數為 0.475，對疏解率的相關係數也通過  $\rho \neq 0$  的相關性檢定，能夠適當地補足混合比  $P_m$ ，來對機車車隊後段疏解率做描述，本路口臨進路段上，行駛在第四車道的汽車比例大多分佈在 7% 至 31% 之間，右轉比則集中分佈在 16% 至 31%，在此範圍內，本模式都能夠對疏解率做出準確的解釋，超出此範圍外，也可使用本模式來進行預測，也將會比直接從右轉車比或是行駛第四車道比的資料進行外插法來的準確。



## 5.4 各模式之結果分析

對四個模式使用上的範圍已有了解，在本研究調查的兩路口臨進路段，其幾何型態幾乎一致，在這種環境的條件下，是否也有一致的飽和疏解率，或是一致的機車疏解量？我們現在觀察各種變數的組合，會造成多大的疏解率值，首先是純機車疏解率，如表 5.2 與表 5.3，各為信義復興與忠孝復興兩路口各種停等區之機車密度與提前起動者的變數組合所預測的疏解率，在此由於希望是純機車流的狀況，故假設無汽車佔用機車停等區（ $B$  代入 0）的情形發生。

表 5.2 信義復興機車車隊前段疏解率變數各組合的預測

提前起動者數 (輛)					
	$S=0$	$S=1$	$S=2$	$S=3$	$S=4$
停等區機車密度 (輛/100 平方公尺)					
$U_s = 60$	16766	16178	15668	15185	14717
$U_s = 50$	14533	13944	13435	12951	12484
$U_s = 40$	12344	11755	11246	10762	10295
$U_s = 30$	10210	9621	9112	8628	8161
$U_s = 20$	8147	7558	7048	6565	6097
$U_s = 10$	6188	5600	5090	4607	4139

表 5.3 忠孝復興機車車隊前段疏解率變數各組合的預測

停等區機車密度 (輛/100 平方公尺)	60	50	40	30	20	10
車隊前段疏解率 (輛/秒)	14173	12773	11373	9973	8573	7173

在本研究的模式中兩路口的最大疏解率，在理想狀態下，停等區之機車密度達到 60 輛/100 平方公尺，加上無提前起動者，可達到

16766 輛/小時與 14173 輛/小時，以信義復興路口的預測值較大。

而純機車流在綠燈始亮約數秒之後即會消散完畢，兩路口分佈情形如圖 5-9 與圖 5-10。

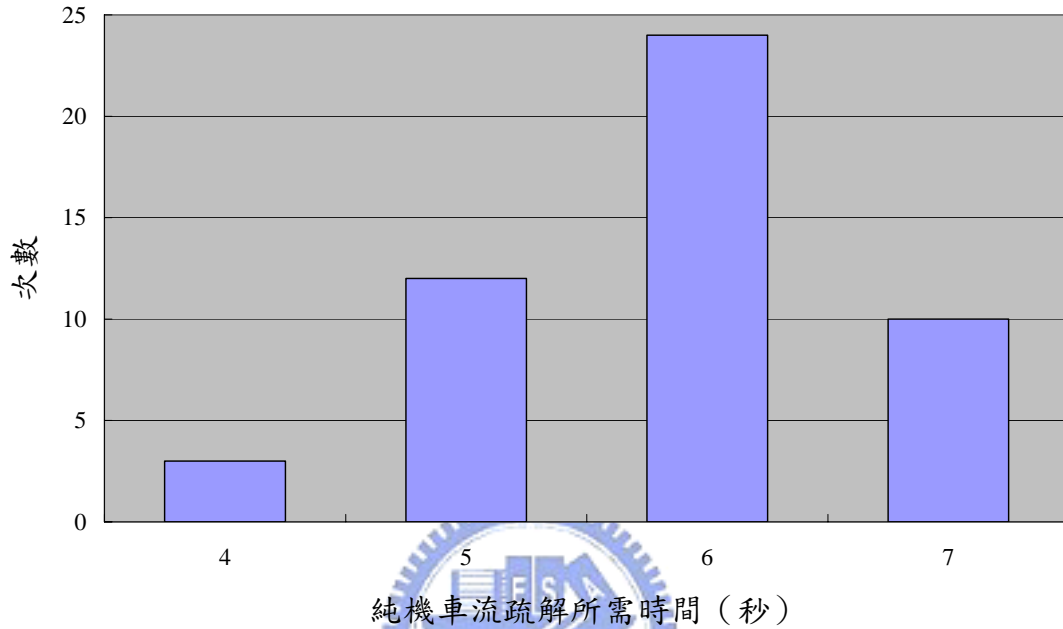


圖 5-9 信義復興路口北端機車車隊前段疏解所需時間

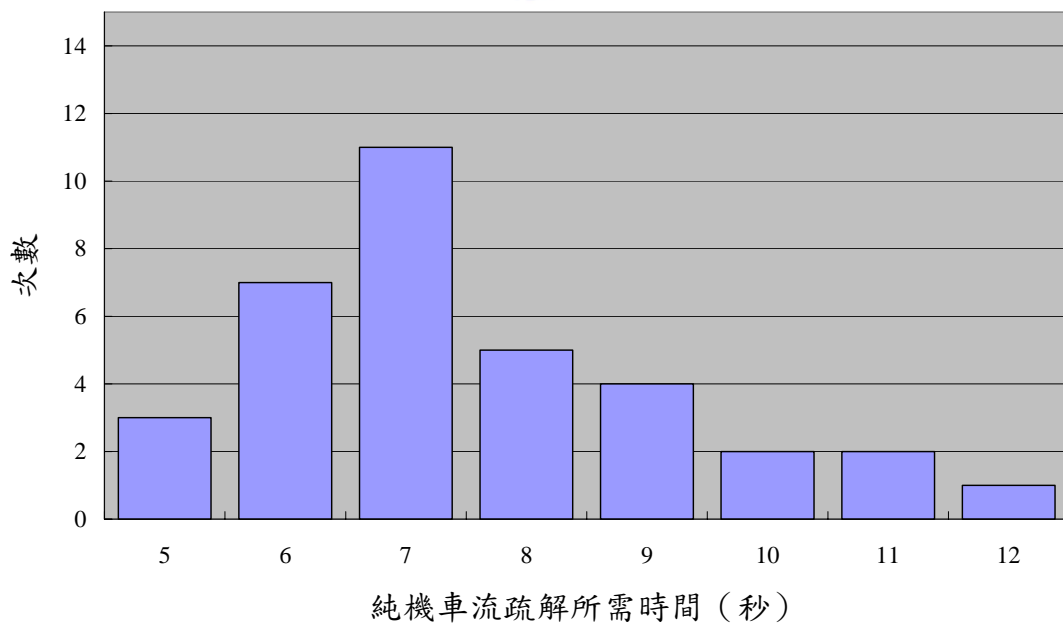


圖 5-10 信義復興路口北端機車車隊前段疏解所需時間

由上資料來看，信義路口大約有 6 秒、忠孝路口大約有 7 秒的時間進行純機車流的疏散，如果是由預測的飽和疏散率值來推算，信義路口每週期在純車流的狀態下可以疏散約 27.9 輛機車，忠孝路口則約為 27.6 部，所以，兩者雖然在疏散率值的高低上有所不同，但在數量上每週期的機車車隊前段所疏散的車輛數其實是相差無幾。

而車隊後段疏散率的預測，也需要有一個假設的環境，本研究由於兩個路口的模式有所不同，所以將結果各自列表如表 5.4 與表 5.5，其中，忠孝復興路口北端是在假設行駛第四車道之汽車比為 20%的前提下來做預測。

表 5.4 信義復興路口北端機車車隊後段疏散率個變數組合預測

混合比 (%)	行駛路肩汽車比 (%)					
	0	5	10	15	20	25
$P_m = 80$	8616	8506	8396	8286	8176	8066
$P_m = 70$	7306	7196	7086	6976	6866	6756
$P_m = 60$	5996	5886	5776	5666	5556	5446
$P_m = 50$	4686	4576	4466	4356	4246	4136
$P_m = 40$	3376	3266	3156	3046	2936	2826

表 5.5 忠孝復興路口北端機車車隊後段疏散率個變數組合預測

混合比 (%)	汽車右轉比 (%)					
	5	10	15	20	25	30
$P_m = 80$	8695	8535	8375	8215	8055	7895
$P_m = 70$	7125	6965	6805	6645	6485	6325
$P_m = 60$	5555	5395	5235	5075	4915	4755
$P_m = 50$	3985	3825	3665	3505	3345	3185
$P_m = 40$	2415	2255	2095	1935	1775	1615



此預測結果與先前文獻〔17〕的比較，在混合車道寬度為 8.0 公尺時，混合車流中的機車飽和疏散率預測值為 8841.5 輛/小時，由於該研究是選定有右轉專用道或是右轉流量較少的路口，其調查地點之車道寬度雖是介於 2.95 公尺至 3.5 公尺，但同樣是以機車為主的混合狀況，以本研究來看，其環境應該與忠孝復興路口之混合比為 0.7、右轉比為 15% 左右的狀況最為接近，而本研究之預測值約為 6805 輛/小時，低於前者許多，這也表示本研究估計出之機車疏散率並非飽和狀態，只是一實際狀況之值；另一方面，也有可能是因為疏散率對車道寬度的關係並非線性，即混合車道在超過 3.5 公尺之後，其疏散之效率隨著車道寬度的增加而下降，使得本研究預測的 8 公尺車道之疏散率較其預估的要少得多。



## 5.5 模式的修正應用

本模式已建構之四模式，包含幾個重要變數，在各模式中，較重要的幾個變數之參數項大小卻不一樣，雖然兩路口之調查資料已各有超過 30 個樣本，所校估出來的參數應該要有相當的準確性，但是卻發現校估的模式有  $\bar{R}^2$  值不夠高、及調整因子無法正確調整的情形，因此在這一節當中，本研究適度修改各模式，使之成為對實際應用上較適用的模式，再次回顧表 4.9 如下：

表 4.9 二號誌化交叉路口機車疏解率各模式

路口	名稱	模式型態	$\bar{R}^2$ 值	樣本數
信義	前段	$\hat{R}_{FQ}^D = 4110 + 210U_s - 371S$	0.878	41
信義	後段	$\hat{R}_{BQ}^D = -1864 + 131P_m - 22P_{shoulder}$ ， $27 \leq P_m \leq 83$	0.589	49
忠孝	前段	$\hat{R}_{FQ}^D = 5773 + 140U_s$	0.285	17
忠孝	後段	$\hat{R}_{BQ}^D = -4285 + 157P_m + 29P_4 - 32P_r$ ， $41 \leq P_m \leq 80$	0.716	34

其中  $\bar{R}^2$  值最低者為式 4-5，然而，同為機車車隊前段疏解率，式 4-1 卻有不錯的  $\bar{R}^2$  值，而兩者在幾何型態與交通狀況等環境條件上幾乎沒有差別，本研究推測其不同之原因乃在於前者發生較多汽車佔用機車停等區的現象，因此造成兩者之機車在疏解通過路口時有所差異，不過，汽車佔用機車停等區屬違規情形，也就是說，在交通管制良好情形下，此現象應可減少甚至不再發生，再加上其為調整因子，為計算出調整因子的調整參數，必須先將兩路口前段資料合併，再暫時排除掉發生汽車佔用機車停等區的樣本，總共剩下有 58 個週期，

以校估停等區機車密度對機車前段疏解率的影響，結果得到式 5-2。

$$\hat{R}_{FQ}^D = 4544 + 182U_s, \quad \bar{R}^2 = 0.662$$

(5.85) (10.62)

(5-2)

我們可以發現，本式  $\bar{R}^2$  值已足夠大，而且式 5-2 在應用範圍上將會更明顯地用在所有類似環境的路口上，模式的內容可解釋為：在無發生汽車佔用機車停等區的情況下，機車車隊前段每小時疏解率以 4544 為基本數，停等區每 100 平方公尺多停入一輛機車，則增加 182 輛的疏解率；而先前曾使用到的提前起動者 ( $S$ ) 卻因為放入模式中會使  $\bar{R}^2$  值降低而被排除。此模式是本研究在無汽車佔用機車停等區的情況下 ( $B=0$ )，對兩路口機車車隊前段疏解率的通式。

而後要再對模式放入調整因子「佔用機車停等區之汽車數」( $B$ )，以將疏解率修正為更接近實際情形，因此我們將所有機車車隊前段疏解的樣本集合起來，總共 94 個樣本，先以式 5-2 中的算法： $4544+182U_s$  來做迴歸分析，結果發現其  $\bar{R}^2$  值為 0.567，也就是說，放入有汽車佔用停等區的樣本後， $\bar{R}^2$  值會稍稍降低，但不致於是過低的狀況，這時就需要放入變數  $B$  來做調整，則可使原式的  $\bar{R}^2$  值回升至 0.585，故為一有效之調整因子，其結果為式 5-3。

$$\hat{R}_{FQ}^D = 4544 + 182U_s - 582B, \quad \bar{R}^2 = 0.585$$

(6.82) (12.67) (-1.71)

(5-3)

由式 5-3 可知，調整因子「佔用機車停等區之汽車數」對疏解率

的影響為每多 1 部汽車違規停等在機車停等區內，就會造成該綠燈時相中，機車車隊前段減少 582 輛/小時的疏散率，其影響程度要比停等區內每 100 平方公尺多停 1 輛機車的效果 (+182) 為大。

另外對於式 4-3 與 4-7，由於兩路口之機車車隊後段疏散率模式在轉向限制上不同，兩模式的變數也不盡相同，因此不能任意加以合併計算，兩式中共同的變數  $P_m$ ，具有相近的參數，為 131 與 157，表示混合比對每小時機車車隊後段疏散率的影響就在這兩者上下，而且相對之下，其他的變數  $P_{shoulder}$ 、 $P_4$ 、 $P_r$  的參數就要比  $P_m$  的小得多，亦代表其影響較小。此二式之  $\bar{R}^2$  值與式 4-2 及 4-4 的差距也並不大，加上簡便性的考量，更適合使用在一般時機，前者適用於禁止右轉的中央分隔型道路，後者為允許右轉的中央分隔型道路，且兩者皆無機車專用道。

