

83 - 51 - 1102

高速公路收費孔道最適調撥時機模擬之研究



交通部運輸研究所

中華民國八十三年九月

交通部運輸研究所
合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱 中 文：高速公路收費孔道最適調撥時機模擬之研究 外 文：A Simulation Study of the Optimal Adjustment strategy for Freeway Toll Gate Operations			
國際標準書號(或叢刊號)	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號	
	009104830490	83 - 51 - 1102	
主辦單位：運輸計畫組 主 管：鄭陽榮 計畫主持人：鄭賜榮 顧 問：林豐博 研究人員：蘇振維、張瓊文、陳勁甫、吳繼虹、黃新薰、黃運貴			研 究 期 間 自 8 2 年 8 月 至 8 3 年 7 月
關鍵詞：收費孔道、交通量、車輛到達率、平均等候車隊表度、系統內時間、車輛離開率、介穩定狀態			
摘要：本研究係依據中山高速公路泰山收費站實地調資料，進行日常交通特性與調撥前後車流特性分析，並以電腦模擬收費站車流運作系統，構建一套包括輸入、輸出、優先處理順序、選擇收費孔、進入時間、離開時間、下游狀況與最適時機輸出等八大模組的電腦模擬程式。依本模擬程式分析歸納出實施收費孔調撥之主要考慮因素為 1. 不找零收費孔道之V/C值約達0.92。2. 主線雙向車道車流率差值高於800vph。本研究據以研訂調撥開始與結束之判斷準則，更進一步發展出收費孔調撥之判斷程序，及寫成電腦模擬程式。最後，本研究依據收費站平常日、連續假日與節慶特殊日之車流率分佈情形，經模式判斷分析後，研擬泰山收費站收費孔最適調撥時機，作為高速公路收費站實際運作之參考，以期提升高速公路主線之服務水準。			
出版日期	頁數	工本費	本 出 版 品 取 得 方 式
83年 9月	194	100元	凡屬機密或限閱性出版品均不對外公開。一般性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。
管制等級： <input type="checkbox"/> 機密（ <input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況辦理解密） <input type="checkbox"/> 限閱（ <input type="checkbox"/> 解限日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況辦理解限） <input checked="" type="checkbox"/> 一般			
備 註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

目 錄

	頁次
第一章 緒論-----	1
1.1 研究緣起-----	1
1.2 研究內容-----	1
1.3 研究範圍-----	2
1.4 研究方法與流程-----	2
第二章 收費站現況特性與調查分析-----	4
2.1 收費站現況交通特性分析-----	4
2.1.1 收費站佈設現況-----	4
2.1.2 收費站容量分析-----	5
2.1.3 泰山收費站交通特性分析-----	6
2.2 調查資料分析-----	25
2.2.1 調查計畫及調查方法說明-----	25
2.2.2 調查資料分析-----	26
2.3 調撥前後交通及作業特性分析-----	57
2.3.1 目前調撥作業方式說明-----	57
2.3.2 調撥前後交通特性分析-----	59
第三章 收費站最適調撥時機模擬程式之構建-----	69
3.1 收費站運作績效特性-----	69
3.2 模擬程式參數之基本假設-----	71
3.3 模擬程式模式架構-----	77
3.4 模擬程式測試、校估-----	87
3.5 程式的輸入與輸出格式-----	89
3.5.1 程式的輸入格式-----	89

	頁次
3.5.2 程式的輸出格式-----	93
第四章 調撥時機評估指標之研擬-----	96
4.1 實施調撥說明-----	96
4.2 調撥時機評估指標考慮因素-----	97
4.3 調撥時機評估指標之訂定-----	99
4.3.1 調撥績效之模擬分析-----	99
4.3.1.1 調撥條件-----	99
4.3.1.2 調撥後績效分析-----	102
4.3.2 調撥時機之評估指標-----	116
第五章 實例驗證-----	119
5.1 中山高速公路泰山收費站最適調撥時機之判斷-----	119
5.2 中山高速公路泰山收費站最適調撥時機之建議-----	130
第六章 結論與建議-----	139
6.1 結論-----	139
6.2 建議-----	142
參考文獻-----	144
附錄A.收費站最適調撥時機模擬程式	
附錄B.收費站概似(簡易)調撥時機程式	
a.原始程式ADJ.FOR	
b.資料檔ADJ.DAT	
c.輸出檔ADJ.OUT	

表 目 錄

	頁次
表 2.1 中山高速公路收費車道分類表-----	5
表 2.2 夜間及雨天之容量折減百分比-----	7
表 2.3 歷年高速公路泰山收費站各車種交通量統計表-----	8
表 2.4 最近四年各月份交通量統計表-----	11
表 2.5 82年與83年一般週日泰山收費站每日交通量比較概況表---	12
表 2.6 民國82、83年泰山收費站各車種組成比例與交通量統計---	14
表 2.7 泰山收費站83年雙向交通量統計表-----	15
表 2.8 民國83年泰山收費站雙向各車種交通量-----	18
表 2.9 連續假日前後泰山收費站全日交通量統計表-----	23
表2.10 連續假日前後泰山收費站各車種交通量及組成比例統計表-	24
表2.11 泰山收費站南下方向調撥前後主線車速概況表-----	29
表2.12 泰山收費站北上方向調撥前後主線車速概況表-----	30
表2.13 泰山收費站南下方向調撥前後主線車種組成-----	31
表2.14 泰山收費站北上方向調撥前後主線車種組成-----	32
表2.15 中山高速公路各車種長度統計表-----	33
表2.16 中山高泰山收費站調撥前後各種收費孔道至下游主線之旅行 時間(南下)-----	35
表2.17 中山高泰山收費站調撥前後各種收費孔道至下游主線之旅行 時間(北上)-----	37
表2.18 泰山收費站調撥前後南下方向各收費孔車輛到達累積情形-	39
表2.19 泰山收費站調撥前後北上方向各收費孔車輛到達累積情形-	40
表2.20 泰山收費站調撥前後南下方向各收費孔車輛離開累積情形-	41
表2.21 泰山收費站調撥前後北上方向各收費孔車輛離開累積情形-	42

表2.22 泰山收費站調撥前後南下不找零小型車各收費孔之平均選擇車輛數-----	43
表2.23 泰山收費站調撥前後北上不找零小型車各收費孔之平均選擇車輛數-----	45
表2.24 中山高泰山收費站調撥前後南下各種收費孔道之等候長度-	48
表2.25 中山高泰山收費站調撥前後北上各種收費孔道之等候長度-	52
表2.26 中山高速公路泰山收費站調撥時段統計表-----	58
表2.27 泰山收費站北上方向不找零各收費孔調撥前後小型車平均到達率一覽表-----	67
表2.28 泰山收費站南下方向不找零各收費孔調撥前後小型車平均到達率一覽表-----	67
表2.29 泰山收費站北上方向不找零收費孔調撥前後平均車輛等候長度一覽表-----	68
表2.30 泰山收費站南下方向不找零收費孔調撥前後平均車輛等候長度一覽表-----	68
表 3.1 收費站最適模擬程式輸入資料說明表-----	91
表 3.2 收費站最適模擬程式輸出結果-----	93
表 4.1 泰山收費站通過車流量小車比例表-----	101
表 4.2 泰山收費站各車道調撥前後的車種組成比例-----	101
表 4.3 泰山收費站各車道調撥前後車流量分佈比例-----	102
表 4.4 各型收費孔道平均服務時間及服務容量-----	103
表 4.5 不同車流率之各收費孔平均等候車隊長度(無調撥)-----	110
表 4.6 不同車流率之各收費孔平均系統時間(無調撥)-----	110
表 4.7 高速公路收費站服務水準分級標準表-----	110
表 4.8 不同車流率之各收費孔之服務水準表(無調撥)-----	111
表 4.9 不同車流率之各收費孔平均等候車隊長度(調撥後)-----	111

表4.10 不同車流率之各收費孔平均系統時間(調撥後)-----	112
表4.11 不同車流率之各收費孔之服務水準表(調撥後)-----	112
表4.12 調撥後對向不同流率之孔服務績效表-----	117
表 5.1 收費站簡易調撥時機程式輸入資料-----	127
表 5.2 收費站概似(簡易)調撥時機程式輸出-----	128
表 5.3 中山高泰山收費站一週之代表性全日車流量-----	133
表 5.4 中山高泰山收費站之一週每日調撥時段建議表-----	134
表 5.5 中山高泰山收費站83年春節期間全日車流量統計表-----	135
表 5.6 中山高泰山收費站83年春節期間調撥時段建議表-----	136
表 5.7 中山高泰山收費站連續假日期間全日車流量統計表-----	137
表 5.8 中山高泰山收費站連續假日期間調撥時段建議表-----	138

圖 目 錄

	頁次
圖 1-1 研究流程-----	3
圖 2-1 歷年泰山收費站交通量成長趨勢圖-----	9
圖 2-2 泰山收費站近四年各月份交通量圖-----	9
圖 2-3 泰山收費站83年一週交通量變化圖-----	16
圖 2-4 泰山收費站83年一週內各車種組成比例分析圖-----	16
圖 2-5 泰山收費站全日交通總量變化趨勢圖-----	19
圖 2-6 泰山收費站連續假日前後交通量變化圖-----	19
圖 2-7 泰山收費站連續假日前後全日交通量變化情形-----	21
圖 2-8 泰山收費站區配置示意圖-----	25
圖 2-9 泰山收費站區配置圖-----	28
圖2-10 收費站調撥前後各方向收費孔分配示意圖-----	59
圖2-11 泰山收費站南北向流量示意圖-----	60
圖 3-1 不同狀態下（穩定、介穩定、不穩定）收費站之運作狀況-	70
圖 3-2 台灣地區高速公路主線欄柵式收費站之一般配置圖-----	72
圖 3-3 無等候狀況下服務時間累積機率分配圖-----	75
圖 3-4 有等候狀況下服務時間累積機率分配圖-----	75
圖 3-5 模擬程式基本架構圖-----	78
圖 3-6 車輛進入收費站系統之時空關係圖-----	85
圖 3-7 模擬結果與實際調查之等候平均長度比較圖-----	88
圖 3-8 模擬結果與實際調查之累積離開車輛數比較圖-----	88
圖 4-1 不找零小型車收費孔不同流率及模擬時段之等候長度變化圖	104
圖 4-2 找零小型車收費孔不同流率及模擬時段之等候長度變化圖-	104
圖 4-3 客聯車收費孔不同流率及模擬時段之等候長度變化圖-----	105

圖 4-4 大貨車收費孔不同流率及模擬時段之等候長度變化圖-----	105
圖 4-5 不找零小型車收費孔之平均等候長度與V/C值關係圖-----	106
圖 4-6 4,750VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖-----	113
圖 4-7 5,000VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖-----	113
圖 4-8 5,250VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖-----	114
圖 4-9 5,500VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖-----	114
圖4-10 5,750VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖-----	115
圖4-11 6,000VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖-----	115
圖 5-1 收費站簡易調撥時機流程圖-----	120

第一章 緒論

1.1 研究緣起

高速公路依其服務功能，具有無號誌、進出完全管制及進出口均藉立體交叉之匝道與平面道路相連接之專用路權等特性，因此可提供用路人最不受干擾、最便捷之道路服務條件。國內中山高速公路自民國六十七年完成通車後，即大幅縮短了台灣地區西部走廊南北之時間距離，並帶動經濟之迅速發展。唯國內高速公路之興建係以徵收通行受益費方式，作為建設成本之攤還及公路營運維修經費之來源；至徵收之方式，乃採於主線適當間距設置柵欄式收費站，對所有通過之車輛依車種別分別收取通行費。因高速公路係具專用路權，故其主線無平面交叉之瓶頸，而收費站則成為高速公路系統中可能對車流產生固定延滯之唯一設施。因此，收費站之設計容量及作業方式，對整體高速公路系統之運作與控制，尤顯重要。

目前高速公路收費站之收費孔道係以南北方向橫跨主線之對稱柵欄式佈設，其中央設有一至二孔不找零小型車收費孔道，可視雙向實際車輛到達與等候狀況，經工作人員經驗判斷後，加以彈性調撥車輛通行與收費方向，以紓解過飽和方向之車流。該調撥時機之判斷，應是重要的決策課題，惟實際運作上為方便起見，都簡化為在每日或每週固定時段，進行某一方向之固定調撥。但由於高速公路主線全日車流量變異頗大，尤以民族節慶日或連續假日時所引發之特殊車流狀況，迥異於平常日，實難以傳統之調撥方式解決收費站孔道調撥問題。因此，研究一套合乎學理又易於操作使用的方法來確定收費孔道之調撥時機，使高速公路收費站更能發揮整體效益，乃為本研究之重要目的。

1.2 研究內容

本研究主要之研究內容包括下列幾項：

- 一、回顧高速公路收費站容量分析方式。
- 二、探討收費孔道調撥與收費站運作之關係。
- 三、構建高速公路收費孔道最適調撥時機之電腦模擬程式。
- 四、建立高速公路最適調撥時段之評估指標。
- 五、實例驗證模擬程式之適用性。

1.3 研究範圍

本研究係以中山高速公路之泰山收費站作為分析驗證之對象。

1.4 研究方法與流程

本研究係依據臺灣地區高速公路實地調查資料，進行日常交通特性與調撥前後車流特性分析，並以 TPS 電腦模擬模式為基礎，先模擬不同的車流交通特性狀況，再探討收費站調撥作業之調撥時機評估指標，之後，進一步考慮收費站雙向車流運作情況，構建一套模擬適當調撥時機的電腦模擬程式。為研究周延起見，再以收費站現場的交通資料進行模式測試。最後，則以泰山收費站24小時之流量為依據，透過模式探討其適當的調撥時機，並與現況調撥時段作一比較分析。

本研究計分下列五個階段進行（流程圖如圖 1-1）：

- 第一階段：國內、外有關收費站容量及運作等相關文獻之回顧與比較。
- 第二階段：高速公路收費站交通特性之調查與分析。
- 第三階段：高速公路收費孔道最適調撥時機電腦模擬程式之構建。
- 第四階段：高速公路最適調撥時段評估指標之建立。
- 第五階段：實例驗證。
- 第六階段：研提結論與建議。

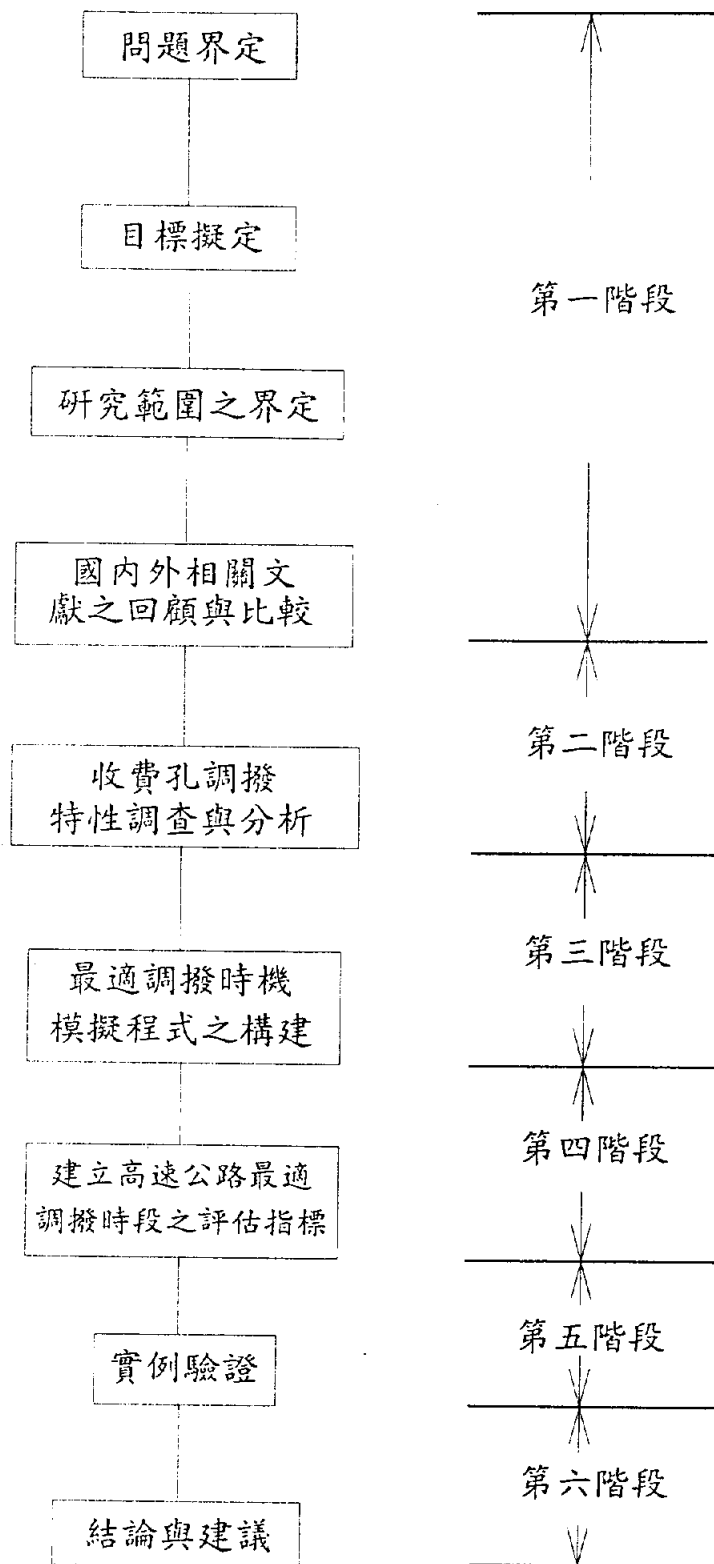


圖 1-1 研究流程

第二章 收費站現況特性與調查分析

2.1 收費站現況交通特性分析

本節首先對目前一般高速公路收費站之佈設狀況作一說明，其次對以往有關收費站容量分析之文獻作一回顧，最後並以目前通過交通量最大的泰山收費站作為交通特性之主要分析對象，以了解收費站現況交通特性，作為後續分析之基礎。

2.1.1 收費站佈設現況

目前中山高速公路全線共設10處主線欄柵式收費站，由北至南依序為汐止、泰山、楊梅、造橋、后里、員林、斗南、新營、新市及岡山等，收費車道數約為主線車道數之 2.5倍，其中除泰山收費站擁有20條收費車道，楊梅收費站有12條收費車道外，其餘 8處皆係10條收費車道。收費車道係對稱分置於南北向車道，實際運作時可依交通需求之分佈，以人工佈設交通錐並配合標誌、號誌之管制方式，將中央部份收費車道作彈性調撥，以提高服務效率。

收費站之收費作業係依車輛種類固定分派收費車道，車輛種類則配合監理法規分成數類，如表 2.1所示。

其中小型車收費車道尚再分成找零與不找零兩類，因此收費車道共分四類。高速公路對於重型車輛行駛內側車道有較多之限制，且大貨車需在通過收費站後進行過磅以防超載，因此各收費站皆按行車方向由外往內依大貨車、客聯車、小型車（找零）、小型車（不找零）等順序分派收費車道，在10處收費站中，單向之收費車道固定分派型式除泰山收費站為北上車道（2,2,1,5），南下車道（1,2,1,6），楊梅為（1,1,1,3）外，其餘皆是（1,1,1,2）（括號中數目表示各型收費孔之數目）。為便於分析起見分別將小型車（不找零）、小型車（找零）、客聯車及大貨車等四種收費車道，命名為型一、型二、型

三及型四收費車道。

表 2.1 中山高速公路收費車道分類表

車 道 別	車 輛 種 類
小型車不找零車道	含小客車、小貨車、小客貨兩用車及小型特種車等。
小型車找零車道	
客聯車收費車道	含大客車、以曳引車拖行之半拖車、全拖車（含平板、貨櫃、罐型、廂型等拖車）及小型拖車等。
大貨車收費車道	含大貨車、大客貨兩用車、大貨車兼充代用客車、未拖帶拖車之曳引車及非拖車型之大型特種車等。

資料來源：[4]

2.1.2 收費站容量分析

一、容量分析方法

以往收費站部份容量分析多以等候理論為基礎，將尖峰流量依車種別分派（Assign）到各收費孔，收費孔之通過流量視為車輛平均到達率，通過收費孔時間視為服務時間，經由等候理論模式推導，求出收費亭前平均每車等候時間（Waiting Time）與平均車輛等候長度（Queueing Length），並據以評估收費站之服務水準。但由於等候理論是屬於分析性模式之一種，限制條件較多，常常無法反映真實的情況，故1993年鄭賜榮等[1]對於高速公路容量與服務水準指標之研究中，乃以電腦模擬方式來分析收費站之容量與服務水準，以反映真實的收費站操作情況。

二、容量分析

根據[1]之分析結果，收費孔之服務容量可定義為在最常發生之

道路及交通狀況下，每一小時能通過之最大車輛數。一般而言，在交通流量低的情況下，通過收費站的車輛不須等候即可接受服務，其所需的服務時間對收費站的作業並不會產生顯著的影響，以該研究自兩收費站蒐集之無等候狀況下四類收費孔之服務時間為例，服務時間自2.05秒~5.89秒不等，推算成容量分別約在600~1700VPH。就小型車收費孔而言，該值與自動收費系統（經過收費站時不須停車繳費）之收費孔平均容量約1,400VPH相差不遠。由此可知，沒有等候情況對收費站之作業確實影響不大，因此在討論「容量」有關的問題上，並不具有太大的意義，倒是在有車輛等候之情況下，由於收費孔之服務容量是按處理正在等候服務之車輛所花費的時間計算得來，據此來討論「容量」問題才有其實質意義。

以前述的調查結果為基礎，有車輛等候狀況下之資料加以整理後，得到各型態收費孔之平均服務時間，型一收費孔4.57秒、型二收費孔9.99秒、型三收費孔7.16秒及型四收費孔7.34秒。就上述平均服務時間，可得到各型態收費孔之服務容量分別為：型一收費孔 790 VPH、型二收費孔 360 VPH、型三收費孔 500 VPH及型四收費孔 490 VPH。此結果與1987年國內的一項研究[7]，各型態收費孔之服務容量分別為型一 802 VPH、型二 553 VPH、型三 513 VPH及型四 455 VPH，比較得知，除型二收費孔之服務容量差異較大外，其餘各項差值尚可接受。而造成此現象之原因主要是有些不找零小客車仍利用找零收費孔，致使整個平均服務時間縮短，相對地使容量變大。

另外，白天、晚上及天氣狀況亦對收費孔之服務容量亦有所影響。該研究並未蒐集有關這方面的資料，根據1987年的研究報告[8]可知，在白天天候狀況良好的情況下調查所得資料可利用表 2.2的容量調整因子來推算夜間及雨天時之容量。

2.1.3 泰山收費站交通特性分析

表 2.2 夜間及雨天之容量折減百分比

收費孔型式	天候狀況		
	晴天夜間	雨天日間	雨天夜間
型一收費孔	4 %	13 %	23 %
型二收費孔	4 %	6 %	6 %
型三收費孔	21 %	11 %	21 %
型四收費孔	7 %	4 %	7 %

資料來源：[8]

1. 歷年交通量分析

根據中山高速公路泰山收費站歷年通過交通量資料統計，泰山收費站自民國六十四年通車以來，通過交通量逐年成長（如圖 2-1 所示），由表 2.3 統計資料可知，民國六十五年時，泰山收費站通過交通量僅約 458 萬輛，民國八十二年時，交通量成長至 6,601 萬輛，十七年之間，平均年成長率約 17.0%。

2. 車種組成及成長率分析

就車種分析，由表 2.3 可知，通過泰山收費站的車種以小型車為主，其所佔比例逐年增加，民國七十七年之後小型車佔總交通量的比例已超過 80%。雖然大貨車的交通量逐年增加，但由於小型車交通量成長快速，致大貨車佔總交通量的比例反有逐年減少的趨勢。平均而言，近年大貨車的交通量約佔總交通量的 10%。民國七十七年之前，大客車及拖車的交通量均為正成長，民國七十八年之後呈現負成長趨勢。就各車種平均年成長率而言，自民國六十五年至八十二年間，小型車交通量成長最快，平均年成長率為 18.0%，大貨車次之，成長率為 14.7%，大客車及大拖車交通量成長較緩，平均年成長率為 11.1%。

3. 各月份交通量變化情形分析

表 2.3 歷年高速公路泰山收費站各車種交通量統計表

單位:輛

車種 民國	小型車		大貨車		大客車/大拖車		合 計	
	交通量	百分比	交通量	百分比	交通量	百分比	交通量	百分比
64	1,283,588	74.53	264,302	15.35	174,383	10.13	1,722,273	100.00
65	3,275,166	71.46	790,450	17.25	517,681	11.29	4,583,297	100.00
66	4,692,361	68.77	1,333,466	19.54	797,307	11.69	6,823,134	100.00
67	7,786,603	71.94	1,852,955	17.12	1,184,548	10.94	10,824,106	100.00
68	12,711,701	73.86	2,399,366	13.94	2,100,248	12.20	17,211,315	100.00
69	13,627,889	71.35	2,695,859	14.11	2,777,479	14.54	19,101,227	100.00
70	14,905,944	73.30	2,731,937	13.43	2,696,909	13.26	20,334,790	100.00
71	16,310,817	75.67	2,535,868	11.76	2,709,878	12.57	21,556,563	100.00
72	19,116,682	77.45	2,805,955	11.37	2,759,517	11.18	24,682,154	100.00
73	22,018,141	78.38	2,998,302	10.67	3,075,945	10.95	28,092,388	100.00
74	23,606,273	78.78	2,990,611	9.98	3,366,598	11.24	29,963,482	100.00
75	27,130,278	78.60	3,558,127	10.31	3,826,852	11.09	34,515,257	100.00
76	33,332,982	79.39	4,122,353	9.82	4,528,533	10.79	41,983,868	100.00
77	39,990,247	80.12	4,726,768	9.47	5,196,092	10.41	49,913,107	100.00
78	46,469,870	81.77	5,168,946	9.09	5,194,429	9.14	56,833,245	100.00
79	51,888,082	83.23	5,281,065	8.47	5,171,597	8.30	62,340,744	100.00
80	53,552,933	82.88	6,717,684	10.40	4,346,373	6.73	64,616,990	100.00
81	53,951,431	83.23	8,086,101	12.48	2,780,714	4.29	64,818,246	100.00
82	54,736,859	82.92	8,181,675	12.39	3,091,388	4.68	66,009,922	100.00
成長率	18.02%		14.74%		11.08%		16.99%	

圖 2-1 歷年泰山收費站交通量成長趨勢圖

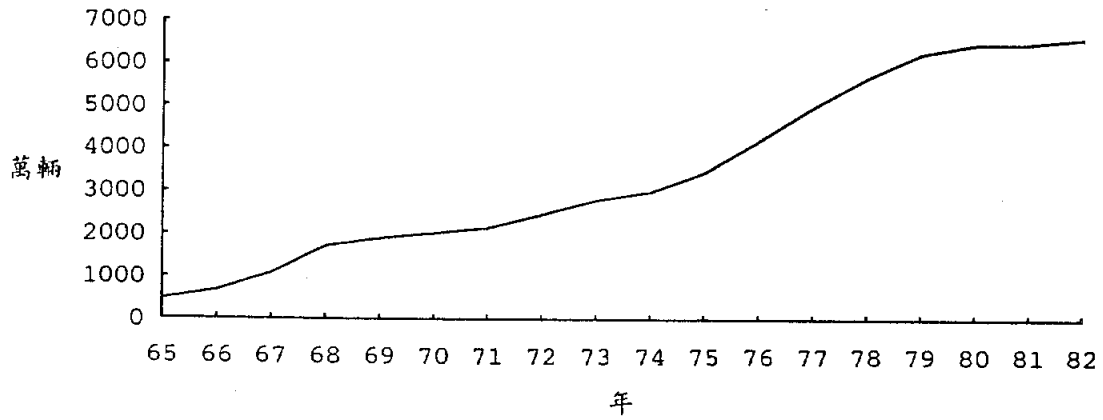
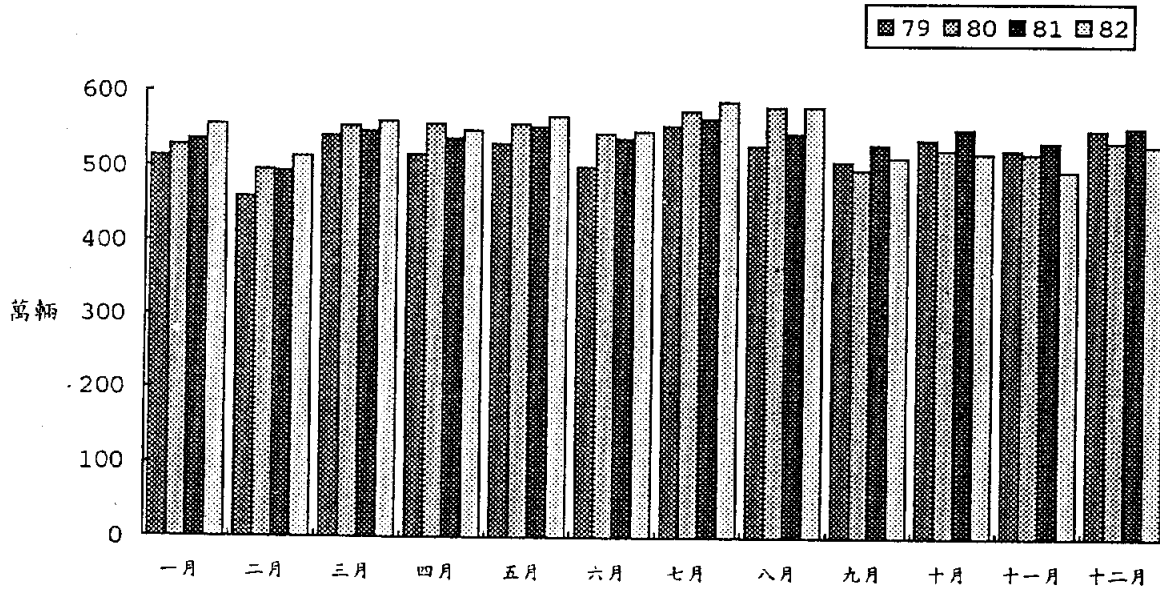


圖 2-2 泰山收費站近四年各月份交通量圖



3. 各月份交通量變化情形分析

就最近四年各月份交通量分析歷年各月份中山高速公路交通量變化情形，由表 2.4 及圖 2-2 可知，最近四年中，就歷年每月平均交通量分析，除每年七、八月的交通量較高，二月份的交通量較低之外，各月份交通量並無顯著變化，平均而言，近年各月份平均交通量超過 500 萬輛。

二、北二高通車後對於中山高交通量影響分析

1. 總交通量影響分析

根據表 2.5 本研究整理高公局泰山收費站八十二年（八月）及八十三年（三月）統計資料顯示，民國八十二年，中山高平均一週單向交通量約有 91,600 ~ 94,500 輛，民國八十三年平均一週單向交通量略降，約為 85,600 ~ 88,400 輛，平均減少約 6.5 %。探究其原因，主要係由於民國八十二年八月二十八日北二高中和新竹段通車後，部分原使用中山高的交通量移轉至北二高所致。

2. 單向交通量影響分析

就方向性分析，由表 2.5 可知，無論北二高通車前後，一週中任一天南下方向的交通量普遍大於北上方向交通量，平均雙向交通量差 2,800 輛。若就北二高通車前後單一方向交通量變化情形分析，一般而言，北二高通車後對於雙向交通量均有影響，其中對於北上方向交通量影響略大，平均減少 6.6%，南下方向降幅較小，平均減少 6.5%。

若就一週變化情況分析，無論南北方向，一週中以星期一交通量減少的幅度最大，平均減少比例均達 10% 以上，其中尤以北上方向交通量減少比例較高，達 11.8%。其次交通量減少比例較大者為星期二，其變化情形與星期一相類似，亦為北上方向交通量減少情形較為顯著，差值比例約 10.2%。變化最小者為星期四，無論南北方向，其交通量變化均不及 3%。

表 2.4 最近四年各月份交通量統計表

單位:輛

年期 月份	七九年		八〇年		八一年		八二年	
	交通量	%	交通量	%	交通量	%	交通量	%
一月	5,125,458	8.2	5,276,540	8.2	5,357,139	8.3	5,557,268	8.5
二月	4,590,441	7.4	4,959,237	7.7	4,937,286	7.6	5,133,035	7.9
三月	5,140,106	8.2	5,542,210	8.6	5,469,733	8.4	5,601,713	8.6
四月	5,164,782	8.3	5,537,202	8.6	5,382,937	8.3	5,476,649	8.4
五月	5,310,150	8.5	5,571,186	8.6	5,525,583	8.5	5,672,815	8.7
六月	5,004,249	8.0	5,453,989	8.4	5,384,355	8.3	5,466,030	8.4
七月	5,553,417	8.9	5,754,422	8.9	5,646,554	8.7	5,870,142	9.0
八月	5,276,460	8.5	5,801,373	9.0	5,447,684	8.4	5,800,891	8.9
九月	5,073,765	8.1	4,974,174	7.7	5,298,527	8.2	5,117,153	7.9
十月	5,370,593	8.6	5,229,594	8.1	5,513,286	8.5	5,183,329	8.0
十一月	5,234,611	8.4	5,175,801	8.0	5,325,398	8.2	4,948,375	7.6
十二月	5,496,712	8.8	5,341,262	8.3	5,529,764	8.5	5,294,168	8.1
合 計	62,340,744	100.0	64,616,990	100.0	64,818,246	100.0	65,121,563	100.0

註:各月份百分比欄係該月份佔全年交通量的比例

單位：輛／日

表 2.5 82年與83年一般週日泰山收費站每日交通量比較概況表

週日	方向	82年	83年	北上	交通量差	百分比	82年	南下	交通量差	百分比
星期一		98,759	87,134		-11,625	-11.8%	98,505	88,364	-10,141	-10.3%
星期二		90,674	81,395		-9,279	-10.2%	91,866	82,882	-8,984	-9.8%
星期三		89,377	84,831		-4,546	-5.1%	92,810	87,391	-5,419	-5.8%
星期四		88,356	86,016		-2,340	-2.6%	89,756	87,786	-1,970	-2.2%
星期五		91,243	86,650		-4,593	-5.0%	94,579	90,871	-3,708	-3.9%
星期六		82,154	88,038		-4,116	-4.5%	100,397	93,351	-7,046	-7.0%
星期日		90,877	84,885		-5,992	-6.6%	93,725	88,108	-5,617	-6.0%
平均		91,634	85,564		-6,070	-6.6%	94,520	88,393	-6,126	-6.5%

由表 2.6統計結果可知，無論北二高通車前後，中山高速公路南北雙向交通組成均以小型車為主。小型車交通量變化情形大致上與總量變化情形相近，均以星期一、星期二交通量減少的情形較為顯著，星期四交通量變化最小，但是就變化幅度而言，小型車交通量減少幅度較總量變化為低。就不同方向車種組成分析，北上方向大貨車與小型車的組成比例略有變化，大致而言，星期一與星期日大貨車及小型車組成比例變化不大，民國83年星期二至星期六小型車所佔比例略較民國82年所佔比例為高，約高出 1.2~ 3.6%，相對地，大貨車現況所佔的比例較民國82年降低 1.5~ 3.0%左右。南下方向車種組成變化不大，雖然大貨車所佔比例稍降，小型車比例略增，但大致而言，北二高通車前後大貨車、客聯車及小型車交通量約維持 5%、12%、83%的比例。

三、現況交通特性分析

1. 一周交通總量變化情形分析

由圖 2-3知，民國83年一周平均交通量以星期六雙向總交通量最高，全日總交通量超過18萬，其次為星期五，總交通量為 177,521輛/日，星期一的交通量亦相當高，約17.5萬輛，一周內交通量最低者為星期二，交通量約 164,279輛。大致說來，高速公路交通量自星期二開始逐日增加，至星期六達到一周最高運量，星期日運量即明顯下降，星期一可能因北部地區中短途通勤或返回工作地旅次，使得交通量又略增加。

2. 雙向交通量變化情形分析

根據資料顯示，一周內高速公路交通量均以南下方向交通量大於北上方向交通量，平均而言，北上方向交通量佔雙向比例小於50%。由於星期五、六南下返鄉、旅遊的旅次數明顯增加，北上方向交通量佔總交通量的比例不及49%，較其他日為低。由表 2.7可看出，一周內高速公路單向交通量變化趨勢與總量變化情形大致一致，雙向均以星期六交通量最大、星期二交通量最低，

表 2.6 民國82、83年泰山收費站各車種組成比例與交通量統計
 交通量單位：輛/日
 百分比單位：%

方向 車種 星期		北 上						南 下									
		大貨車		客聯車		小型車		合計		大貨車		客聯車		小型車		合計	
		交通量	百分比	交通量	百分比	交通量	百分比	交通量	百分比	交通量	百分比	交通量	百分比	交通量	百分比	交通量	百分比
82 年	星期一	8,477	8.58	9,958	10.08	80,324	81.33	98,759	4,318	4.38	11,123	11.29	83,064	84.32	98,505		
	星期二	9,276	10.23	10,316	11.38	71,083	78.39	90,675	4,660	5.07	10,683	11.63	76,524	83.30	91,867		
	星期三	10,507	11.76	10,224	11.44	68,647	76.81	89,378	4,462	4.81	11,216	12.08	77,134	83.11	92,812		
	星期四	9,852	11.15	9,779	11.07	68,725	77.78	88,356	4,362	4.86	10,767	12.00	74,629	83.14	89,758		
	星期五	10,978	12.03	8,667	9.50	71,599	78.47	91,244	4,453	4.71	11,191	11.83	78,937	83.46	94,581		
	星期六	9,245	10.03	10,171	11.04	72,738	78.93	92,154	4,514	4.50	11,405	11.36	84,478	84.14	100,397		
83 年	星期日	5,150	5.67	8,834	9.72	76,893	84.61	90,877	2,100	2.24	8,057	8.60	83,568	89.16	93,725		
	星期一	6,949	7.98	9,333	10.71	70,852	81.31	87,134	3,903	4.42	10,516	11.90	73,946	83.68	88,365		
	星期二	7,077	8.69	9,041	11.11	65,278	80.20	81,396	4,010	4.84	10,115	12.20	68,758	82.96	82,883		
	星期三	7,362	8.68	9,229	10.88	68,241	80.44	84,832	4,101	4.69	10,585	12.11	72,706	83.20	87,392		
	星期四	7,683	8.93	9,551	11.10	68,782	79.96	86,016	4,254	4.85	10,867	12.38	72,665	82.78	87,786		
	星期五	8,104	9.35	9,546	11.02	68,999	79.63	86,649	4,406	4.85	11,240	12.37	75,225	82.78	90,871		
年	星期六	6,637	7.54	9,159	10.40	72,242	82.06	88,038	3,918	4.20	10,609	11.36	78,825	84.44	93,352		
	星期日	4,393	5.18	8,264	9.74	72,228	85.09	84,885	1,937	2.20	7,700	8.74	78,471	89.06	88,108		

表 2.7 泰山收費站83年雙向交通量統計表
 交通量單位：輛／日
 百分比單位：%

方向 星期	北 上		南 下		合 計
	交通量	百分比	交通量	百分比	
星期一	87,134	49.65	88,365	50.35	175,499
星期二	81,396	49.55	82,883	50.45	164,279
星期三	84,832	49.26	87,392	50.74	172,224
星期四	86,016	49.49	87,786	50.51	173,802
星期五	86,649	48.81	90,871	51.19	177,520
星期六	88,038	48.54	93,352	51.46	181,390
星期日	84,885	49.07	88,108	50.93	172,993

圖 2-3 泰山收費站83年一週交通量變化圖

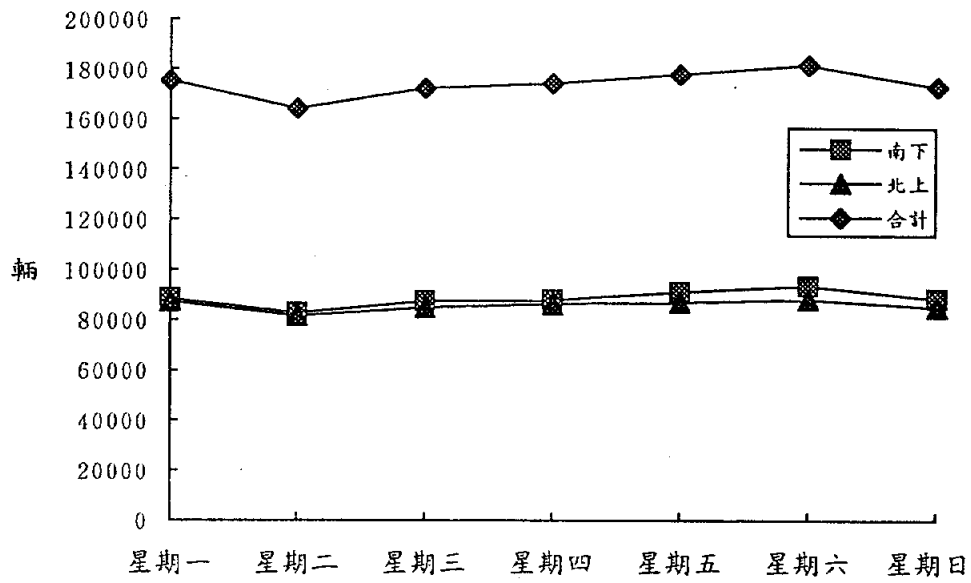
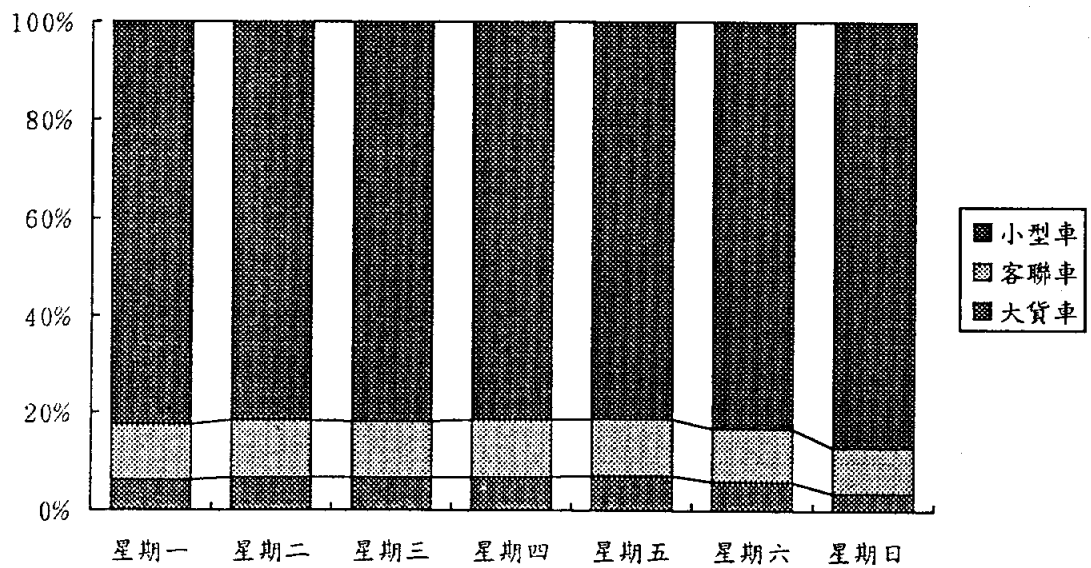


圖 2-4 泰山收費站83年一週內各車種組成比例分析圖



其中北上方向星期一的交通量略小於星期六交通量，但較星期五交通量大，北上方向星期日交通量並不高，約和星期三交通量相近。至南下方向，其星期五的交通量略較星期六交通量為低，其次為星期一與星期日的交通量。就雙向交通量差異分析，雖然雙向星期六的交通量均為最大，但星期六雙向交通量之差值亦為最大，其次為星期五與星期日。雖然雙向星期一的交通量均很大，但南北雙向的交通量都相當平均，雙向交通量之差異最小。

3. 車種組成分析

目前高速公路交通組成係以小型車為主，無論南、北雙向小型車佔總交通量的比例均在80%以上，其次為客聯車，所佔比例約11%（略示如圖 2-4）。若就南、北雙向交通組成分析，由表 2.8可看出南下方向小型車佔總交通量的比例約83%，高於北上方向的比例（約80%），北上方向大貨車所佔比例約 8%，較南下方向大貨車所佔比例 5%為高，客聯車所佔雙向交通量之比例則無顯著差異，南下方向略高，但大致說來南、北雙向均在11.0%左右。

就一周各日車種組成比例分析，無論南下或北上方向，星期日小型車所佔比例均較其他日為高，尤以南下方向所佔比例最高，高達89%。自星期二至星期五一般日，小型車佔總交通量的比例較一致，北上方向小型車約佔80%，南下方向近83%。至於大貨車，雙向均以星期日所佔比例最低，星期五所佔比例最高，但一般說來，南下方向大貨車的組成比例較固定，除星期日外，所佔比例維持在4.20~4.85%。客聯車與大貨車變化情形相似，亦以星期日所佔比例最低，但北上方向客聯車所佔比例減少比例較低，僅較其他日減少 0.5%左右。

4. 全日交通量變化情形分析

由圖 2-5可看出一周内各日全日交通量變化趨勢大致類似，均以凌晨一時至六時交通量較低，六時之後交通量急遽上升，除星期日上午尖峰時段發生於十一時之外，其餘日均在上午八時達

表 2.8 民國83年泰山收費站雙向各車種交通量

交通量單位：輛／日

百分比單位：％

方向 車種 星期	北 上						南 下							
	大貨車			客聯車			小型車			合計				
	交通量	百分比	客聯車 交通量	百分比	交通量	百分比	大貨車 交通量	百分比	交通量	百分比	小型車			
											交通量	百分比		
星期一	6,949	7.98	9,333	10.71	70,852	81.31	87,134	3,903	4.42	10,516	11.90	73,946	83.68	88,365
星期二	7,077	8.69	9,041	11.11	65,278	80.20	81,396	4,010	4.84	10,115	12.20	68,758	82.96	82,883
星期三	7,362	8.68	9,229	10.88	68,241	80.44	84,832	4,101	4.69	10,585	12.11	72,706	83.20	87,392
星期四	7,683	8.93	9,551	11.10	68,782	79.96	86,016	4,254	4.85	10,867	12.38	72,665	82.78	87,786
星期五	8,104	9.35	9,546	11.02	69,000	79.63	86,650	4,406	4.85	11,240	12.37	75,225	82.78	90,871
星期六	6,637	7.54	9,159	10.40	72,242	82.06	88,038	3,918	4.20	10,609	11.36	78,825	84.44	93,352
星期日	4,393	5.18	8,264	9.74	72,227	85.09	84,884	1,937	2.20	7,700	8.74	78,471	89.06	88,108

圖 2-5 泰山收費站全日交通總量變化趨勢圖

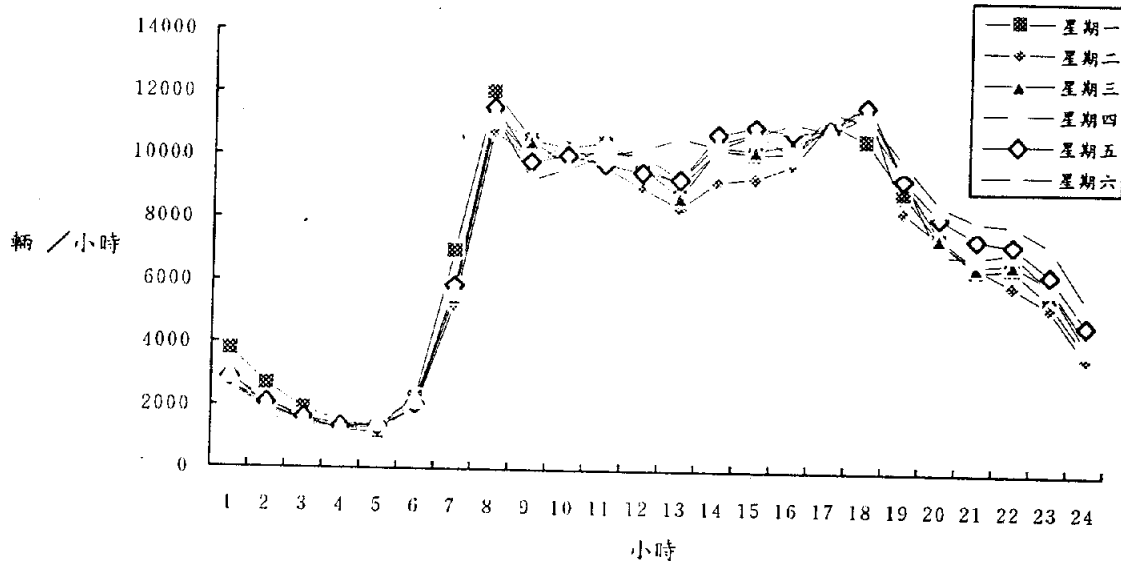
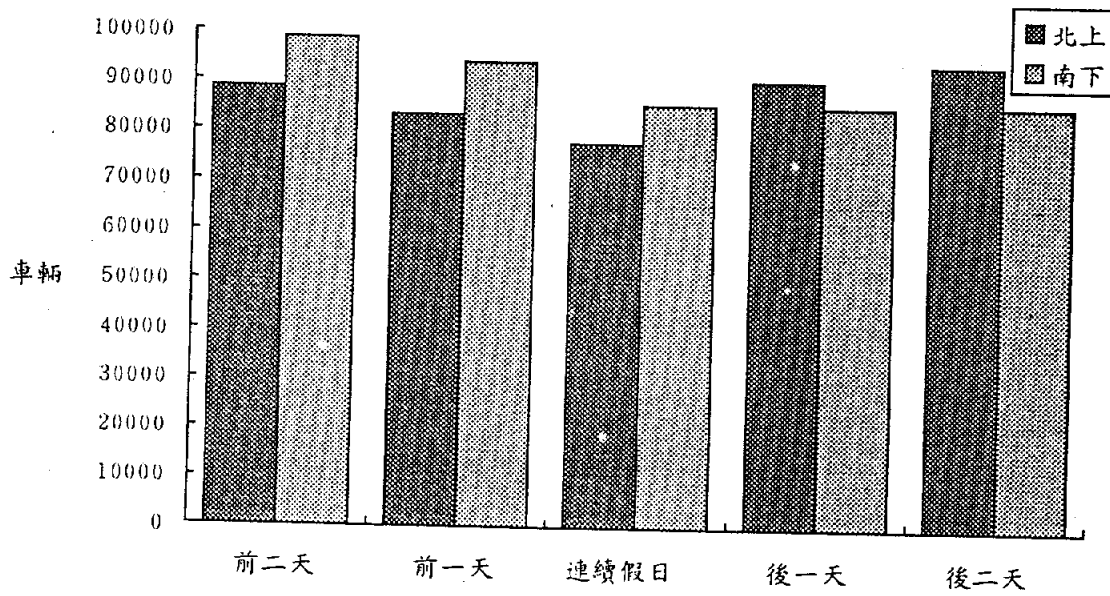


圖 2-6 泰山收費站連續假日前後交通量變化圖



到交通量之尖峰。星期一至星期六間，自上午九時至十六時，除十三時交通量略減之外，其餘各小時交通量均維持在 9,000~11,000 輛／小時，至下午十七、十八時交通量又達到另一尖峰，除星期日於二十一、二十二時交通量又略增之外，其餘各日十八時之後交通量即逐漸下降，直降至隔日凌晨五時達到交通最低量。

四、連續假日交通特性分析

為分析連續假日高速公路交通流量之變化情形，本研究利用今年（83年）元旦、年假、春假等三組連續假日資料，整理分析得到以下分析結果。

1. 連續假日前後交通量變化情形分析

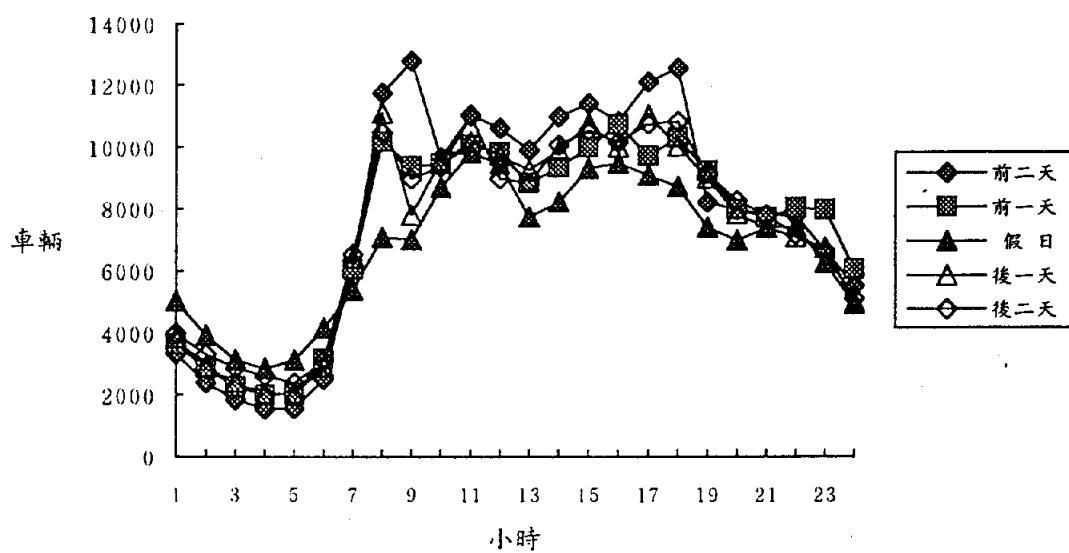
就交通總量而言，連續假日前後以連續假日前二天南北雙向交通量最大，平均交通量為 187,458 輛／日，其次為連續假日結束後第二天，其交通量亦將近 18 萬輛／日，連續假日期間平均交通量最低，約 16 萬輛／日。平均而言，連續假日前交通量較大，且連續假日前、後兩天的交通量均較前、後一天的交通量大，其原因可能為許多人為避開連續假日交通尖峰，多於連續假日前提早返鄉或出遊，或於連續假日後延後返家或返回工作地點，致連續假日前後的交通量反較連續假日期間的交通量為高。

若就南北雙向交通量分析，由圖 2-6 可看出，連續假日前及連續假日期間，高速公路南下交通量高於北上交通量，其中尤以連續假日前一、二天差異較大，平均相差 10,000 輛／日。連續假日後則相反；北上方向交通量高於南下交通量，但雙向交通量差異較連續假日前雙向交通量為小，約 5,000~8,000 輛／日。

2. 全日交通量變化情形分析

由圖 2-7 可得知，連續假日前後交通量明顯集中於 8:00~18:00 十個小時內，該時段內交通量平均為 8,000~12,000 輛／小時。就全日各小時交通量變化情形分析，連續假日前後，全日

圖 2-7 泰山收費站連續假日前後全日交通量變化情形



交通量以凌晨1:00~6:00交通量為最低，平均僅有4,000~1,600輛／小時。因此，就紓解連續假日高速公路交通壅塞問題而言，未來應再繼續加強利用政策手段，以分散部分尖峰時段交通量至離峰時段，有效紓解連續假日所集中之交通量。

就不同方向全日交通量分析，由表 2.9可看出，連續假日前一、二天，在十五時之前南下交通量大於北上交通量，十五時之後則相反；北上方向交通量大於南下交通量。根據資料顯示，連續假日前單向尖峰小時，係發生於南下方向上午八、九時，尤其連續假日前兩天上午九時，南下方向單位小時交通量高達 9,232 輛。連續假日期間交通量分佈情形略同於連續假日前，十六時前南下交通量大於北上交通量，十六時之後則以北上交通量較大，其單向尖峰小時發生於南下方向上午十一時，交通量為 5,598 輛／小時。連續假日後上午南下方向交通量仍是大於北上方向交通量，但是在十四時之後，北上交通量即大於南下交通量，其單向尖峰發生於連續假日後一天上午八時，尖峰小時交通量為 6,516 輛。

3. 車種組成分析

連續假日前後，小型車均為高速公路之主要車種，所佔車流比例高達80%以上，其次為客聯車，平均佔10%左右，大貨車所佔比例最低，僅約 5%。

若就連續假日前後車種組成比例分析，由表2.10可看出，連續假日前兩天小型車的比例約佔總流量的82%，隔日（連續假日前一日）小型車所佔比例增至84%，連續假日已增至89%，連續假日後小型車的比例漸降，連續假日後二天小型車比例降至84%左右。至於大貨車與客聯車，其車種組成比例變化情形均與小型車相反，連續假日前兩天大貨車佔總流量的6.71%，客聯車佔 11.32%，連續假日期間，大貨車車流比例降至2.51%，客聯車降至8.10%，連續假日過後，中山高速公路車種組成比例又恢復至連續假日前各車種之組成比例。

表 2.9 連續假日前後泰山收費站全日交通量統計表

單位:輛

日別 小時	連續假日前二天		連續假日前一天		連續假日		連續假日後一天		連續假日後二天	
	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下
1	1,898	1,433	1,845	1,795	2,269	2,769	2,374	1,494	2,636	1,347
2	1,277	1,118	1,395	1,477	1,890	2,033	1,915	1,011	2,327	995
3	1,053	804	1,080	1,189	1,555	1,568	1,698	716	2,098	790
4	853	717	864	1,134	1,371	1,496	1,439	635	1,986	640
5	788	795	833	1,229	1,277	1,854	1,377	669	1,686	713
6	978	1,547	1,056	2,109	1,363	2,815	1,468	1,455	1,689	1,434
7	2,408	3,799	2,287	3,799	1,776	3,631	2,894	3,545	2,855	3,711
8	4,511	7,254	3,870	6,317	2,480	4,618	4,588	6,516	4,447	6,043
9	3,577	9,232	3,627	5,763	2,797	4,249	3,453	4,384	3,878	5,124
10	4,015	5,684	3,755	5,729	3,701	5,025	4,010	5,603	3,968	5,436
11	4,758	6,304	4,184	5,918	4,272	5,598	4,266	5,950	4,698	6,359
12	4,670	5,989	4,220	5,633	4,328	5,178	4,333	5,435	4,165	4,866
13	4,560	5,381	4,191	4,695	3,692	4,083	4,589	4,712	4,252	4,616
14	5,247	5,774	4,774	4,598	3,943	4,301	4,446	5,499	5,008	5,108
15	5,588	5,856	4,951	5,067	4,545	4,792	5,409	5,380	5,312	5,275
16	5,557	5,304	5,454	5,302	4,700	4,812	5,333	4,702	5,279	4,921
17	6,579	5,565	5,356	4,379	4,838	4,263	6,406	4,643	6,007	4,776
18	7,166	5,413	6,015	4,298	4,913	3,825	6,114	3,943	6,436	4,395
19	4,383	3,842	5,358	3,880	4,183	3,229	5,170	3,836	5,164	3,976
20	4,115	3,855	4,135	3,864	3,722	3,275	4,197	3,657	4,768	3,504
21	4,085	3,731	3,789	3,929	3,928	3,466	4,016	3,379	4,256	3,549
22	4,175	3,621	4,005	4,035	3,965	3,474	4,031	3,070	4,048	3,139
23	3,491	3,164	3,723	4,247	3,375	2,898	3,862	2,875	3,767	2,820
24	2,927	2,617	2,539	3,516	2,733	2,201	2,957	2,030	3,057	2,050
總計	88,659	98,799	83,306	93,902	77,616	85,453	90,345	85,139	93,787	85,587

表 2.10 連續假日前後泰山收費站各車種交通量及組成比例統計表

交通量單位：輛／日
百分比單位：%

車種 日別	大貨車		客聯車		小型車		合 計	
	交通量	百分比	交通量	百分比	交通量	百分比	交通量	百分比
連續假日前二 天	12,580	6.71	21,218	11.32	153,651	81.97	187,449	100.00
連續假日前一 天	9,518	5.37	19,013	10.73	148,678	83.90	177,209	100.00
連續假日	4,096	2.51	13,201	8.10	145,772	89.39	163,069	100.00
連續假日後一 天	8,191	4.67	17,038	9.71	150,256	85.62	175,485	100.00
連續假日後二 天	10,382	5.79	18,709	10.43	150,272	83.78	179,363	100.00

2.2 調查資料分析

2.2.1 調查計畫及調查方法說明

一般而言，配合模擬模式之構建，整個交通特性調查計畫大致可分為二個部份，一為構建模擬程式所需資料調查，二係測試模擬程式所需資料調查。由於本研究之模擬模式係以 TPS[1] 模式為基礎，進一步模擬分析收費站雙向及可調撥交通狀況，故構建模式所需之部份資料（如不受區位影響之資料）仍沿用 TPS 模式資料，而調查計畫則著重於本研究所欲構建之「收費站最適調撥時機模擬模式」特性資料及測試所需資料進行調查。其調查項目及方法，配合圖 2-8 泰山收費站區示意圖大致說明如下：

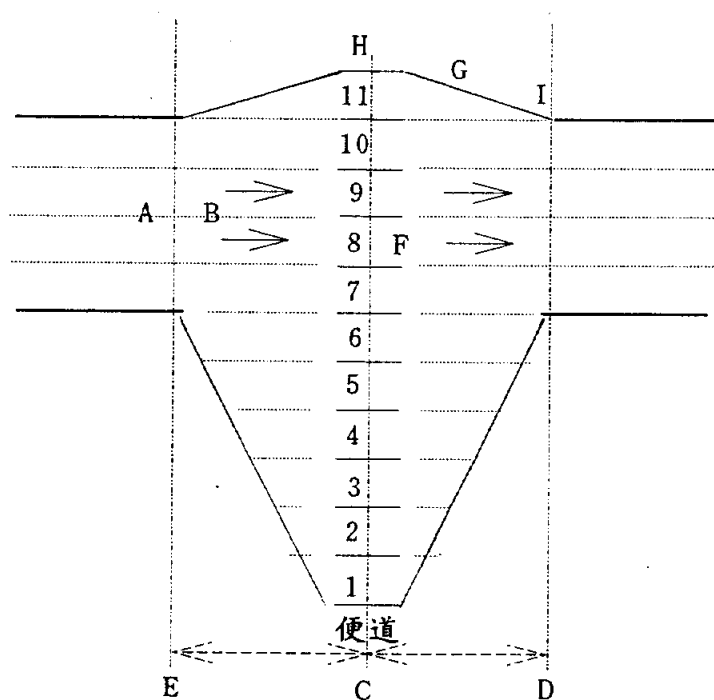


圖 2-8 泰山收費站區配置示意圖（以北上方向為例）

一、泰山收費站之幾何配置資料：自高公局蒐集詳細的幾何配置資料

。

- 二、上游喇叭口各主線車道之行駛速率：利用測速槍觀測於 A 點處各主線車道之行駛速率或利用劃設 50 公尺長參考線，測量行駛時間的方式得到。
- 三、上游喇叭口各主線車道之車種組成及車長：利用人工或攝影機觀測於 A 點處各主線車道之車種組成及車長。
- 四、駕駛者選擇行為：即車輛在進入收費站區後至選定收費車道之間的選擇行為變化，主要針對可有不同收費孔選擇之不找零小型車而言，係利用攝影機架設於收費站上方（B 點）攝影，之後再以人工整理分析錄影帶資料而得。
- 五、變換車道、交織干擾：指在前述變換車道過程中之各種交織干擾行為之觀察，資料收集方法同前項。
- 六、出收費站至下游銜接道之旅行時間：即如示意圖中所示，車輛由 C 點至 D 點的旅行時間，可由人工量測而得。
- 七、各型收費孔平均到達率：於收費孔站上方觀察進入收費站區特定收費孔車道（大約相當 B 點位置處）每 5 秒之車輛到達情形。
- 八、各型收費孔平均等候車隊長度：於收費孔上方利用人工或攝影方式，每 15 秒觀察一次車隊等候長度（輛）。
- 九、各型收費孔平均離開率：於收費孔上方利用人工或攝影方式觀察收費孔（大約相當 F 點位置處）每 5 秒之車輛離開情形。

2.2.2 調查資料分析

本研究所調查之調撥後交通特性資料，係指北上多一車道，南下少一車道之調撥現況資料。

一、泰山收費站之詳細幾何配置：詳如圖 2-9所示。

二上游喇叭口各主線車道之行駛速率：

調查結果詳如表2.11、2.12所示，其中調撥前南下四線自內側車道至外側車道之平均行駛速率分別為：58.73KPH、59.00KPH、63.64 KPH、57.57KPH，調撥後平均行駛速率：63.91KPH、61.79KPH、64.61、58.54KPH；北上調撥前自內至外之平均行駛速率分別為：56.07KPH、54.82KPH、55.13KPH、54.10KPH，調撥後平均行駛車速為：52.88KPH、55.34KPH、54.97KPH、56.74KPH。由此結果可知，於進入泰山收費站區前，車輛之平均行駛速率約在55~65 KPH左右，其中由於受到下坡地形之影響，北上車道煞車較早，故其平均車速略低於南下之平均行駛速率。

三、上游喇叭口各主線車道之車種組成及車長：

調查結果詳如表2.13、2.14所示，由表中可知不論調撥前後或南下、北上第一、二車道（最內側二車道）幾乎沒有大車行駛，其中北上車道部份有規定大型車禁行內側兩車道。調撥前後南下車道總流量變化不大，而各車道之車種組成無大差異，其中第三、四車道之小型車比例分別為65%、30%左右。調撥後因北上車流量較南下車流量約高出50%左右，故第三車道亦湧入不少小型車（已達第三車道流量之90%以上）。各車種車長統計詳如表2.15所示，其中小客車平均車長為4.42公尺、大客車平均車長為 12.89公尺、小貨車4.94公尺、大貨車平均車長9.09公尺、聯結車平均車長為 15.30公尺（單聯結）、21.95公尺（雙聯結）。

四、出收費站至下游銜接道之旅行時間：

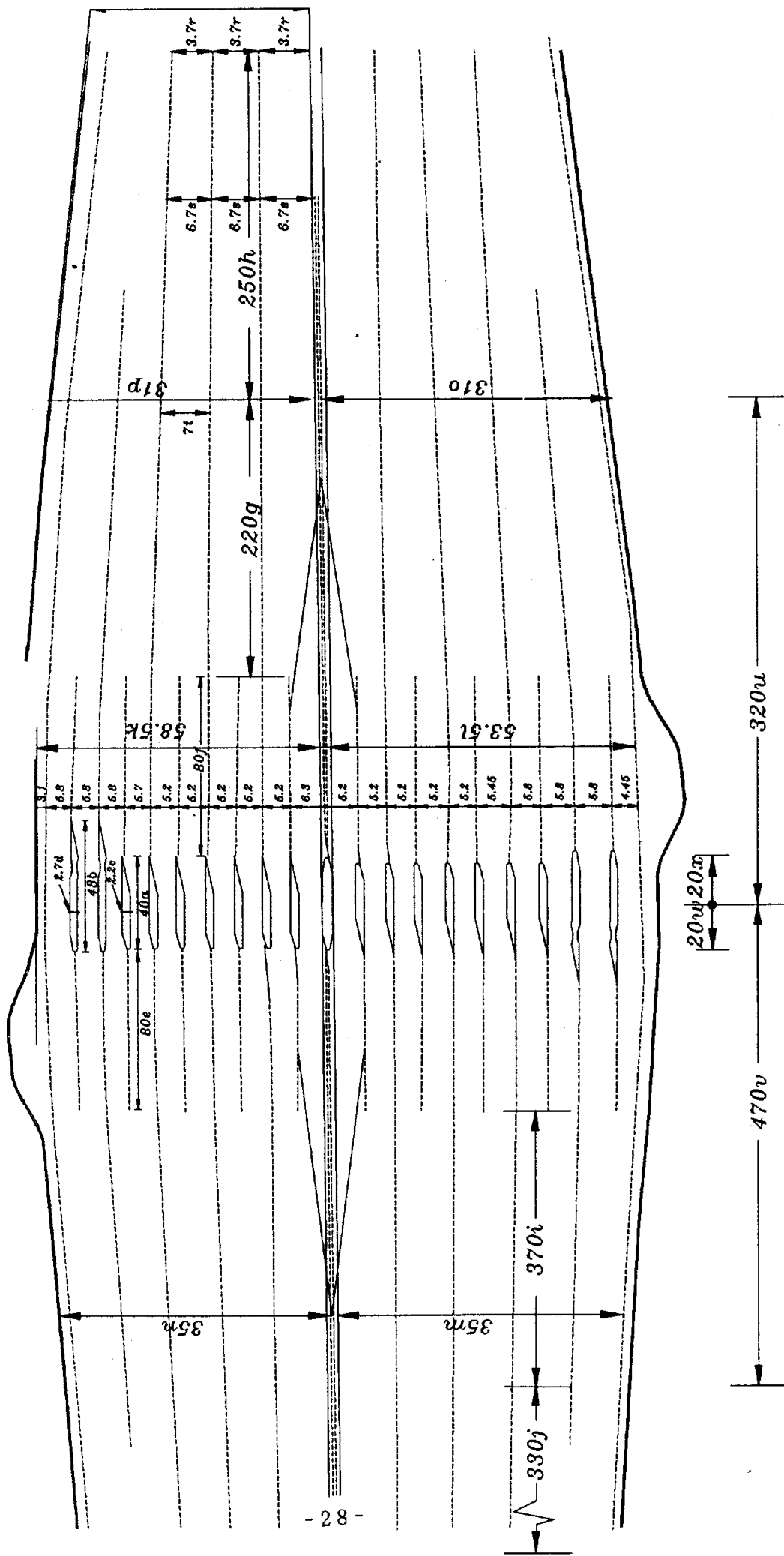


圖 2-9 泰山收費站區配置圖

表 2.11 泰山收費站南下方向調撥前後主線車速概況表

單位：KPH

樣本數	調撥前 車道1	調撥前 車道2	調撥前 車道3	調撥前 車道4	調撥後 車道1	調撥後 車道2	調撥後 車道3	調撥後 車道4
1	55.56	52.41	71.23	59.10	71.23	63.13	47.08	67.75
2	53.94	49.16	59.74	71.23	57.27	59.10	63.86	63.86
3	94.16	57.27	68.59	57.87	66.14	57.27	49.16	57.27
4	55.56	57.27	53.94	47.89	88.18	59.10	53.42	50.51
5	61.05	63.86	52.41	59.10	59.74	59.74	48.31	66.14
6	47.08	55.56	52.41	49.60	74.07	52.41	61.73	80.52
7	49.16	55.56	61.05	59.74	68.59	61.05	68.59	57.27
8	49.16	80.52	59.10	49.16	68.59	53.94	63.13	71.23
9	59.10	88.18	81.70	61.05	50.97	57.27	74.07	55.56
10	61.05	59.10	77.16	67.75	59.10	47.08	67.75	59.74
11	55.56	59.74	81.70	57.27	66.14	63.86	57.27	59.10
12	68.59	55.01	67.75	50.51	59.10	55.56	66.14	57.27
13	61.05	75.08	71.23	45.54	71.23	55.56	61.73	45.54
14	59.10	71.23	65.36	80.52	71.23	51.92	55.56	71.23
15	63.13	51.44	71.23	61.73	63.86	55.56	80.52	52.41
16	57.27	49.16	63.13	48.31	46.69	65.36	59.10	63.13
17	27.78	68.59	63.86	47.08	61.05	61.05	55.56	53.94
18	53.94	53.94	65.86	55.56	80.52	85.47	84.18	63.13
19	45.54	50.97	57.87	71.23	61.05	71.23	57.27	66.14
20	55.56	45.54	74.07	66.14	57.87	57.27	77.16	57.87
21	52.41	61.73	52.41	55.56	74.07	67.75	57.27	68.59
22	55.56	52.41	59.10	70.32	71.23	61.05	63.13	42.09
23	50.51	53.94	66.14	59.10	57.27	71.23	47.89	70.32
24	45.54	49.16	68.59	43.40	71.23	63.13	49.60	59.10
25	52.41	59.74	80.52	49.60	63.86	65.36	57.27	61.73
26	74.07	50.97	74.07	55.56	59.10	63.86	49.60	68.59
27	59.10	52.41	63.13	65.36	66.14	71.23	66.14	67.75
28	68.59	57.27	92.59	52.41	71.23	77.16	49.60	55.56
29	65.36	48.31	63.13	47.08	74.07	57.27	48.31	49.60
30	63.13	63.13	57.27	45.54	71.23	55.56	52.41	55.56
31	61.73	63.86	70.32	88.18	67.75	68.59	68.59	53.94
32	61.05	52.41	63.13	59.10	74.07	68.59	65.36	52.41
33	18.52	55.56	65.36	80.52	84.18	61.05	77.16	85.47
34	57.27	55.56	55.56	65.36	61.73	71.23	80.52	44.44
35	61.73	59.10	57.27	45.54	65.36	68.59	77.16	53.94
36	74.07	63.13	77.16	45.54	65.36	53.94	80.52	92.59
37	59.10	59.74	53.94	57.27	66.14	66.14	68.59	77.16
38	67.75	57.27	89.61	63.13	63.13	59.74	57.27	57.27
39	61.73	71.23	46.69	38.58	59.10	68.59	67.75	77.16
40	61.05	61.05	59.74	71.23	65.36	68.59	70.32	80.52
41~80	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
平均	58.73	59.00	63.64	56.37	63.91	61.79	65.18	58.79

表 2.12 泰山收費站北下方向調撥前後主線車速概況表 單位：KPH

樣本數	調撥前 車道1	調撥前 車道2	調撥前 車道3	調撥前 車道4	調撥後 車道1	調撥後 車道2	調撥後 車道3	調撥後 車道4
1	57.87	53.94	44.80	52.91	52.41	63.13	58.48	53.42
2	51.44	60.39	47.48	53.94	62.42	67.75	55.01	50.51
3	52.91	42.74	61.73	47.48	50.05	55.56	52.41	55.01
4	63.13	57.87	44.09	56.69	63.86	61.05	57.27	59.74
5	47.08	53.94	50.51	62.42	50.97	61.73	48.31	66.14
6	53.94	50.05	38.05	42.41	60.39	63.86	60.39	56.12
7	39.68	53.94	43.07	49.16	53.94	52.41	55.56	55.01
8	50.97	50.05	46.30	32.30	63.13	63.86	57.27	59.10
9	57.87	57.87	50.97	60.39	69.44	53.42	57.27	56.12
10	62.42	55.56	60.39	56.12	59.10	71.23	70.32	60.39
11	30.03	55.56	56.69	52.41	63.13	53.94	58.48	48.31
12	55.01	48.31	53.94	45.17	32.11	61.05	55.56	47.89
13	58.48	60.39	47.89	53.94	69.44	57.87	49.60	71.23
14	68.59	45.54	50.05	66.14	57.27	66.93	59.10	61.05
15	45.54	55.01	61.73	52.41	63.86	53.94	51.92	58.48
16	61.73	65.36	66.14	66.93	56.69	62.42	55.01	72.15
17	58.48	59.74	52.91	41.77	57.27	57.87	57.87	47.48
18	56.69	47.48	46.30	61.05	43.40	43.74	48.73	44.44
19	44.44	50.51	50.51	53.94	46.30	41.77	46.69	62.42
20	57.27	59.74	38.58	50.51	43.07	51.44	39.97	46.69
21	61.05	73.10	72.15	73.10	41.46	43.07	41.15	52.41
22	63.86	51.44	66.93	62.42	53.94	47.48	35.84	40.55
23	51.92	49.60	56.69	57.27	49.60	63.86	56.69	42.41
24	57.27	48.31	63.86	52.91	49.60	50.51	53.94	51.92
25	66.93	48.73	51.92	60.39	61.05	47.08	53.94	59.10
26	56.12	57.27	53.42	57.87	40.85	40.55	43.40	60.39
27	59.10	53.94	56.12	47.08	46.30	50.97	50.05	49.16
28	59.10	73.10	50.97	56.12	45.54	42.41	63.13	63.13
29	57.27	47.89	55.56	42.74	48.73	53.42	37.37	58.48
30	58.48	62.42	53.42	45.91	50.97	55.56	50.05	45.17
31	75.08	54.47	67.75	63.86	50.05	55.56	51.44	70.32
32	57.87	52.91	63.13	63.13	47.08	48.73	72.15	58.48
33	57.87	66.14	53.42	50.97	44.44	51.92	56.12	57.87
34	53.94	46.30	48.31	54.47	49.60	46.69	56.12	56.12
35	44.09	55.01	50.97	44.80	51.92	44.44	48.73	64.60
36	53.42	48.31	51.92	44.09	52.91	45.91	47.08	50.05
37	59.74	53.94	63.86	51.44	42.74	48.73	56.12	52.41
38	66.14	57.87	56.69	51.92	56.69	43.40	62.42	81.70
39	59.10	55.56	61.73	40.85	63.86	61.73	54.47	45.17
40	59.74	53.42	51.92	58.48	47.08	66.14	59.74	48.31
41~80	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
平均	56.07	54.82	55.13	54.10	52.88	55.34	54.97	56.74

表 2.13 泰山收費站南下方向調撥前後主線車種組成

單位：輛

車道別		1				2				3				4			
時段		小客車	大貨車	客聯車	小客車	大貨車	客聯車	小客車	大貨車	客聯車	小客車	大貨車	客聯車	小客車	大貨車	客聯車	客聯車
(秒)																	
調 撥 前	0—5	113	7	0	101	22	0	51	7	22	17	13	24				
	5—10	101	5	0	112	11	0	74	6	27	20	10	20				
	10—15	96	14	0	105	17	0	60	10	27	20	17	20				
	15—20	113	7	0	101	22	0	62	5	27	13	14	24				
	20—25	103	6	0	106	21	0	52	9	18	9	22	24				
	平 均	105	8	0	105	19	0	60	7	24	16	15	22				
	百分比	93%	7%	0	85%	15%	0	65%	8%	26%	30%	28%	42%				
調 撥 後	0—5	112	9	0	108	15	0	67	10	14	11	16	28				
	5—10	120	5	0	115	15	0	69	7	19	16	8	23				
	10—15	108	8	0	103	12	0	60	8	16	15	12	24				
	15—20	104	9	0	102	11	0	45	7	12	15	7	21				
	20—25	104	11	0	111	8	0	70	10	15	19	10	21				
	25—30	88	7	0	96	11	0	73	15	15	20	13	22				
	平 均	106	8	0	106	12	0	64	10	15	16	11	23				
	百分比	93%	7%	0	90%	10%	0	72%	11%	18%	35%	20%	45%				

表 2.14 泰山收費站北上方向調撥前後主線車種組成																	單位：輛	
車道別		1				2				3				4				
時 段	(秒)	小客車	大貨車	客聯車	客聯車	小客車	大貨車	客聯車	客聯車	小客車	大貨車	客聯車	客聯車	小客車	大貨車	客聯車	客聯車	
調 撥 前	0—5	94	0	0	0	96	0	0	0	69	1	3	2	5	41			
	5—10	103	0	0	0	106	0	0	0	79	6	1	2	16	56			
	10—15	126	0	0	0	132	0	0	0	78	9	4	2	25	48			
	15—20	121	0	0	0	119	0	0	0	84	3	7	0	36	30			
	20—25	89	0	0	0	103	0	0	0	61	2	3	9	21	35			
	25—30	106	0	0	0	111	0	0	0	79	2	1	8	25	37			
	30—35	110	0	0	0	141	0	0	0	71	5	6	12	27	37			
	35—40	122	0	0	0	146	0	0	0	97	1	1	12	25	31			
	40—45	121	0	0	0	119	0	0	0	99	1	0	8	30	38			
	平 均	110	0	0	0	111	0	0	0	80	3	3	6	23	39			
	百分比	100%	0	0	0	100%	0	0	0	93%	4%	3%	9%	33%	58%			
調 撥 後	0—5	144	0	0	0	156	0	0	0	113	1	3	8	25	56			
	5—10	170	0	0	0	230	0	0	0	122	1	3	19	28	58			
	10—15	178	0	0	0	244	0	0	0	155	2	1	33	35	64			
	15—20	125	0	0	0	175	0	0	0	105	4	1	19	18	40			
	20—25	155	0	0	0	182	0	0	0	100	0	2	17	40	55			
	25—30	173	0	0	0	218	0	0	0	141	0	3	21	31	61			
	30—35	235	0	0	0	232	0	0	0	95	0	4	20	28	45			
	35—40	199	0	0	0	146	0	0	0	97	2	7	14	16	39			
	40—45	222	0	0	0	245	0	0	0	133	2	2	22	25	54			
	45—50	173	0	0	0	205	0	0	0	73	1	6	12	21	39			
	50—55	130	0	0	0	183	0	0	0	138	0	1	16	17	60			
	55—60	98	0	0	0	162	0	0	0	104	0	2	22	15	37			
	平 均	167	0	0	0	198	0	0	0	115	1	3	19	25	51			
	百分比	100%	0	0	0	100%	0	0	0	96%	1%	3%	20%	26%	54%			

表 2.15 中山高速公路各車種長度統計表

單位：公尺

樣本數	小客車	大客車	小貨車	大貨車	單聯結車	雙聯結車
1	4.6	12.0	5.4	10.5	16.3	21.5
2	4.2	12.4	5.2	7.5	16.0	23.0
3	4.6	13.0	4.4	7.6	16.1	20.0
4	4.6	13.0	5.0	8.0	16.5	22.0
5	4.2	13.2	4.0	7.5	10.5	23.0
6	4.5	13.0	5.1	7.4	16.0	21.0
7	3.9	13.5	4.8	9.0	16.0	21.0
8	4.4	13.0	5.0	10.2	14.0	22.0
9	4.5	13.5	4.0	7.0	17.0	23.0
10	4.6	13.0	4.0	7.8	19.0	21.0
11	4.4	13.0	5.0	13.0	15.0	22.0
12	5.2	13.5	4.0	7.5	16.5	22.0
13	4.2	13.0	5.0	8.0	13.0	23.0
14	4.0	13.0	5.0	10.0	16.0	22.0
15	4.8	13.0	5.0	10.0	13.0	21.0
16	4.4	13.0	4.8	11.7	16.2	21.5
17	4.4	13.0	4.3	10.0	15.0	22.0
18	4.5	12.5	5.6	7.5	16.0	22.0
19	4.0	12.8	5.4	7.5	14.0	22.5
20	4.2	12.5	6.5	10.7	14.0	23.0
21	4.5	12.5	3.8	7.3	14.0	21.0
22	4.5	13.0	6.8	8.0	12.0	21.0
23	4.5	12.5	4.8	9.5	16.0	23.0
24	4.4	13.0	5.0	12.0	15.0	23.0
25	4.7	12.5	5.7	7.5	18.0	21.5
26	3.5	13.0	4.0	11.0	14.0	22.0
27	4.6	12.8	5.6	11.0	15.0	22.0
28	4.5	13.1	4.0	8.0	16.0	22.5
29	4.1	12.5	6.0	8.0	16.5	22.0
30	5.0	12.8	5.0	12.0	16.5	22.0
平均	4.42	12.89	4.94	9.09	15.30	21.95

調查結果詳如表2.16、2.17所示，其中南下車道調撥前平均旅行時間約在26~36秒，調撥後約在23~27秒；北上車道調撥前約為20~29秒，調撥後約19~23秒。

五、各收費孔平均到達率：

本研究整理調撥前後各收費孔每 1分鐘之到達車輛數詳如表2.18、2.19所示，其中南下方向調撥前平均每—小型車不找零收費孔之車輛到達率約為638VPH，調撥後約為718VPH（總量大致維持不變）。北上方向不找零小型車調撥前後之平均收費孔到達率分別約為792VPH、775VPH，總量約增加20%左右。

六、各收費孔平均離開率：

調撥前後各型收費孔每 1分鐘之到達車輛數詳如表2.20、2.21所示，其中南下方向小型車不找零收費孔調撥前後平均車輛離開率分別為591VPH、667VPH，找零車道調撥前後分別為340VPH、415VPH，客聯車收費孔調撥前後分別為308VPH、394VPH。北上方向小型車不找零收費孔調撥前後平均車輛離開率分別為762VPH、734VPH，找零車道調撥前後分別為296VPH、425VPH（相差較多的主要原因為車輛大幅增加，有些不用找零的小型車選擇車輛較少的找零車道），客聯車收費孔調撥前後分別為323VPH、374VPH。

七、駕駛者選擇行為及變換車道、交織干擾：

經再整理表2.20、2.21之調查結果，泰山收費站有無調撥情形下之車輛選擇收費孔的情形詳如表2.22及2.23所示。由表中可知正對主線的四個收費孔較受到駕駛的喜好，另觀測到相鄰兩收費孔之等候車輛長度相差約 4輛車以上時，大部份上游來車才會進入較短等候長度之收費孔，否則來車將直接進入其正面之下游收費孔。

八、各型收費孔平均等候車隊長度：

表 2.16 中山高泰山收費站調撥前後各種收費孔道至下游主線之旅行時間(南下)
單位：秒

樣 本 點	(調撥前)各類型收費孔									(調撥後)各類型收費孔								
	11	12	13	14	15	16	17	18	19*	12	13	14	15	16	17	18	19	
	小	小	小	小	小	小	找	客	客**	小	小	小	小	小	找	客	客	
1	26	26	23	27	27	26	31	30	28	36	26	25	25	19	28	30	21	
2	28	29	26	29	31	26	21	29	31	24	27	28	30	21	20	24	27	
3	24	26	34	24	25	25	28	27	34	23	25	24	25	25	21	30	15	
4	23	31	31	27	28	25	26	26	34	25	28	25	34	25	33	26	20	
5	25	27	33	36	26	26	30	34	34	21	26	26	29	21	22	27	19	
6	24	23	33	24	30	24	31	24	31	23	27	25	27	21	25	23	22	
7	25	24	27	26	22	28	25	32	29	22	26	24	31	30	21	31	17	
8	31	33	32	29	31	28	32	44	41	24	28	26	25	19	24	38	18	
9	25	26	26	32	28	25	33	33	32	24	25	28	24	23	23	26	21	
10	28	24	30	28	36	33	27	31	34	30	26	23	27	20	26	29	22	
11	26	23	25	26	30	27	27	30	33	24	25	24	28	25	27	23	20	
12	26	23	31	24	25	27	32	29	43	23	26	25	25	24	24	29	23	
13	24	22	29	28	24	25	27	28	38	26	27	26	26	26	30	25	20	
14	23	24	24	26	23	24	25	34	32	26	27	28	27	27	27	26	34	
15	28	24	27	23	26	29	30	29	33	28	23	29	28	22	20	23	22	
16	28	23	27	24	27	24	25	36	40	25	27	27	24	26	18	26	21	
17	26	22	26	29	27	29	28	31	39	27	24	24	26	24	23	21	22	
18	27	28	32	30	25	26	28	30	34	26	23	19	24	26	26	23	18	
19	25	32	29	30	27	24	29	34	32	28	25	25	27	22	24	21	32	
20	23	29	29	29	27	28	29	44	35	27	25	27	23	28	21	24	23	
21	24	23	28	29	23	24	27	33	47	23	32	31	22	23	25	21	20	
22	28	24	30	31	23	27	41	40	34	25	29	27	23	24	22	26	25	
23	25	25	28	24	27	27	28	38	34	22	26	22	26	24	23	27	20	
24	29	24	27	26	22	26	29	32	34	27	23	24	26	20	22	21	35	
25	28	26	25	24	27	26	29	34	35	26	23	24	31	23	24	26	21	
26	28	22	27	43	25	28	42	34	41	23	25	28	21	28	16	26	24	
27	31	23	26	24	28	23	26	43	32	30	22	29	27	22	26	23	23	
28	27	26	25	29	24	24	28	34	38	25	26	28	28	26	22	24	28	
29	25	28	32	26	31	23	25	32	37	25	22	23	24	24	30	27	29	
30	28	30	27	22	23	28	26	29	38	22	27	23	25	23	22	24	27	
31	26	25	34	25	25	27	26	29	34	28	26	27	21	22	21	26	27	
32	29	26	29	23	26	26	25	33	37	21	27	31	27	27	22	24	27	
33	26	28	30	26	21	26	31	31	42	28	21	27	23	22	22	20	23	
34	25	26	30	26	29	23	28	34	30	23	27	28	22	22	27	23	26	
35	27	24	27	25	31	29	32	29	31	25	25	26	22	18	19	24	30	
36	27	23	30	23	27	21	28	41	42	28	26	26	24	27	23	22	20	
37	22	27	29	30	25	24	32	37	36	25	24	29	30	33	24	24	30	
38	23	25	31	27	26	28	27	38	33	27	25	25	22	22	20	21	22	
39	29	23	25	23	23	24	25	45	37	25	22	27	25	22	27	22	26	
40	29	26	33	25	29	29	32	32	32	24	30	26	32	27	20	22	26	

*:各類型收費孔編碼 11~19。

**：「小」表示小型車不找零收費孔。

「找」表示小型車找零收費孔。

「客」表示客聯車收費孔。

表 2.16 中山高泰山收費站調撥前後各種收費孔道至下游主線之旅行時間(南下)續
單位：秒

樣 本 點	(調撥前)各類型收費孔									(調撥後)各類型收費孔								
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	12	13	14	15	16	17	18	19	
	小	小	小	小	小	小	找	客	客	小	小	小	小	小	找	客	客	
41	26	26	23	27	27	26	31	30	28	36	26	25	25	19	28	30	21	
42	28	29	26	29	31	26	21	29	31	24	27	28	30	21	20	24	27	
43	24	26	34	24	25	25	28	27	34	23	25	24	25	25	21	30	15	
44	23	31	31	27	28	25	26	26	34	25	28	25	34	25	33	26	20	
45	25	27	33	36	26	26	30	34	34	21	26	26	29	21	22	27	19	
46	24	23	33	24	30	24	31	24	31	23	27	25	27	21	25	23	22	
47	25	24	27	26	22	28	25	32	29	22	26	24	31	30	21	31	17	
48	31	33	32	29	31	28	32	44	41	24	28	26	25	19	24	38	18	
49	25	26	26	32	28	25	33	33	32	24	25	28	24	23	23	26	21	
50	28	24	30	28	36	33	27	31	34	30	26	23	27	20	26	29	22	
51	26	23	25	26	30	27	27	30	33	24	25	24	28	25	27	23	20	
52	26	23	31	24	25	27	32	29	43	23	26	25	25	24	24	29	23	
53	24	22	29	28	24	25	27	28	38	26	27	26	26	26	30	25	20	
54	23	24	24	26	23	24	25	34	32	26	27	28	27	27	27	26	34	
55	28	24	27	23	26	29	30	29	33	28	23	29	28	22	20	23	22	
56	28	23	27	24	27	24	25	36	40	25	27	27	24	26	18	26	21	
57	26	22	26	29	27	29	28	31	39	27	24	24	26	24	23	21	22	
58	27	28	32	30	25	26	28	30	34	26	23	19	24	26	26	23	18	
59	25	32	29	30	27	24	29	34	32	28	25	25	27	22	24	21	32	
60	23	29	29	29	27	28	29	44	35	27	25	27	23	28	21	24	23	
平均	26	26	28	27	26	26	29	33	36	25	25	27	26	24	23	25	24	

備註：1. 第11不找零小客車車道，樣本只有48個，其餘均為60個。
2. 第20車道為大貨車，因必需過磅所以行駛時間未予統計。
3. 調喔後南下少了一不找零小客車車道。

表 2.17 中山高泰山收費站調撥前後各種收費孔道至下游主線之旅行時間(北上)

單位：秒

樣 本 點	(調撥前)各類型收費孔								(調撥後)各類型收費孔								
	10 小	9 小	8 小	7 小	6 小	5 找	4 客	3* 客**	11 小	10 小	9 小	8 小	7 小	6 小	5 找	4 客	3 客
1	21	18	19	20	25	21	31	25	18	17	18	24	19	24	22	18	23
2	20	16	20	20	24	22	27	24	18	20	19	17	17	23	21	24	18
3	21	19	23	21	23	24	27	31	22	19	18	19	22	17	20	21	17
4	18	17	20	19	26	24	26	33	22	23	21	24	19	23	20	25	18
5	21	19	18	20	24	21	31	26	20	18	18	20	21	20	22	25	19
6	22	19	21	20	21	20	33	36	20	21	18	19	20	18	20	22	23
7	22	20	19	17	23	21	27	27	21	19	18	20	18	21	19	27	23
8	18	22	16	21	25	25	28	34	19	17	20	18	16	22	19	23	19
9	21	20	19	18	24	19	26	30	20	19	19	21	15	20	20	25	21
10	20	22	24	30	24	22	31	29	20	20	15	16	17	20	24	25	21
11	22	20	20	18	23	23	28	34	20	18	20	17	24	22	18	23	15
12	17	20	22	20	24	24	30	26	19	18	19	20	19	23	18	24	23
13	19	17	22	20	21	20	28	39	22	18	19	17	16	20	22	26	21
14	22	17	23	18	22	19	33	26	20	21	19	23	18	19	20	23	18
15	19	19	25	21	23	24	34	27	17	20	17	19	18	19	18	22	28
16	20	24	31	16	22	23	33	33	23	20	24	20	20	18	18	27	22
17	20	20	19	18	24	22	28	32	19	17	18	25	18	20	18	24	24
18	21	17	21	17	23	21	26	33	20	19	21	21	24	21	20	23	19
19	18	18	19	22	24	21	27	33	19	19	20	20	19	19	21	22	23
20	20	23	25	19	25	23	28	27	22	19	18	22	22	21	23	19	23
21	20	20	21	22	19	20	27	26	19	20	15	17	20	20	23	22	20
22	20	19	22	20	19	25	30	29	22	19	21	19	21	19	18	27	26
23	21	25	25	18	27	22	29	26	20	18	20	19	17	21	20	23	23
24	21	20	19	19	22	25	26	25	19	18	20	22	17	19	22	24	25
25	21	23	22	23	25	24	25	31	27	20	27	19	22	20	19	25	23
26	21	23	20	19	18	22	27	31	18	19	23	23	20	22	20	24	22
27	20	19	19	23	22	22	24	26	19	20	18	23	20	20	18	23	26
28	22	22	23	18	23	22	25	26	19	20	21	22	17	19	19	21	21
29	19	19	28	19	24	25	26	27	19	18	21	7	18	22	24	24	23
30	22	19	22	23	22	27	25	25	21	21	20	17	18	19	21	20	21
31	21	22	21	22	19	19	31	28	18	21	19	22	17	25	19	22	21
32	21	18	22	18	24	21	31	26	21	21	18	20	20	19	18	24	22
33	21	21	21	20	24	26	29	29	21	20	19	19	17	20	19	21	22
34	21	21	23	22	27	25	25	26	18	18	16	21	17	22	20	23	23
35	18	22	25	22	23	24	29	31	24	17	16	19	16	19	18	19	21
36	20	17	20	21	21	23	30	27	21	19	19	22	18	21	22	26	18
37	21	18	19	19	27	22	26	26	23	20	25	19	23	19	20	23	25
38	20	19	17	18	26	23	30	32	20	17	21	18	22	18	21	21	23
39	24	19	22	20	27	20	27	28	20	17	21	24	24	22	24	27	23
40	20	20	20	19	22	23	26	27	18	22	18	19	23	19	21	25	24

*：各類型收費孔編碼3~10。

**：「小」表示小型車不找零收費孔。

「找」表示小型車找零收費孔。

「客」表示客聯車收費孔。

表 2.17 中山高泰山收費站調撥前後各種收費孔道至下游主線之旅行時間(北上)續
單位：秒

樣 本 點	(調撥前)各類型收費孔								(調撥後)各類型收費孔								
	10 小	9 小	8 小	7 小	6 小	5 找	4 客	3 客	11 小	10 小	9 小	8 小	7 小	6 小	5 找	4 客	3 客
41	17	24	20	22	20	23	27	26	23	19	16	21	21	21	21	18	22
42	21	17	22	19	21	21	23	29	20	20	21	17	21	20	19	18	20
43	22	24	21	18	21	27	25	25	18	21	19	20	22	20	22	30	22
44	20	18	22	19	23	20	24	28	22	19	18	17	24	19	16	24	22
45	16	19	16	21	25	24	24	28	20	18	19	22	20	22	20	21	21
46	21	19	16	19	23	21	24	31	19	15	18	19	25	18	18	18	22
47	20	16	22	23	20	23	20	27	20	20	19	22	23	17	21	21	21
48	14	20	19	21	22	21	31	27	19	18	18	20	19	22	22	25	24
49	18	22	18	21	20	24	23	58	21	19	20	19	20	18	18	20	24
50	22	19	20	17	23	22	26	26	19	20	19	20	21	21	19	25	25
51	22	19	21	22	29	26	25	27	18	20	21	18	18	23	19	25	20
52	19	18	20	20	19	23	24	32	22	19	17	21	16	18	20	25	21
53	16	17	23	26	19	22	30	24	18	19	19	20	18	19	20	23	21
54	19	24	21	20	22	24	28	28	22	18	18	22	16	20	20	21	26
55	17	16	20	21	22	21	27	30	18	18	20	24	17	20	17	21	23
56	23	21	20	19	27	23	26	31	21	17	20	21	19	18	20	25	22
57	17	19	20	19	19	21	27	29	21	19	17	19	17	18	20	22	22
58	20	18	19	20	20	24	27	28	21	19	18	18	17	21	19	26	21
59	22	20	19	20	25	18	28	33	23	18	18	21	18	23	20	24	23
60	19	17	23	22	21	22	34	32	20	20	20	19	19	19	22	26	16
平均	20	20	21	20	23	22	28	29	20	19	19	20	19	20	20	23	22

備註：1. 第 1,2 車道為大貨車，因必需過磅所以行駛時間未予統計。
2. 調撥後北上多出一不找零小客車車道。

表 2.18 泰山收費站調撥前後南下方各收費孔車輛到達累積情形
單位：輛

連續 時段 (分)	(調撥前)各類型收費孔						(調撥後)各類型收費孔					
	11 小	12 小	13 小	14 小	15 小	16 小	12 小	13 小	14 小	15 小	16 小	
1	8	14	14	15	10	5	13	19	18	14	18	
2	21	25	30	28	29	15	24	34	35	28	32	
3	34	36	49	34	33	22	32	41	44	33	42	
4	43	49	59	46	42	31	44	53	53	39	47	
5	52	63	74	54	51	39	59	69	62	49	57	
6	60	79	92	72	57	48	77	87	72	55	65	
7	72	90	109	80	64	57	95	103	90	63	78	
8	89	105	126	94	72	65	106	115	99	70	82	
9	97	114	142	104	81	71	125	132	114	77	88	
10	104	128	154	113	87	80	146	143	122	91	101	
11	115	138	169	124	94	85	151	154	128	96	108	
12	126	150	180	132	101	91	169	173	142	104	122	
13	136	162	194	147	114	99	190	191	155	115	130	
14	148	176	210	155	118	104	204	206	170	125	143	
15	160	189	223	167	127	114	212	220	179	133	149	
16	174	207	242	175	135	124	230	233	188	144	159	
17	185	221	257	184	141	132	242	246	197	149	165	
18	194	230	268	194	146	135	255	257	207	155	171	
19	205	241	283	201	151	142	272	271	219	162	180	
20	215	253	295	211	161	152	289	281	232	171	187	
21	224	267	312	228	171	163	303	294	244	179	198	
22	232	278	329	240	179	168	322	310	258	190	207	
23	244	289	344	248	190	176	336	330	273	198	216	
24	256	302	357	261	201	184	355	344	289	208	222	
25	271	319	376	271	207	194	369	356	302	214	229	
26	278	330	387	282	219	198	385	368	311	222	236	
27	290	342	410	294	225	204	402	389	321	230	244	
28	301	350	426	304	233	209	424	412	334	238	256	
29	309	363	445	313	242	213	441	429	348	246	263	
30	322	375	460	323	250	222	457	443	360	256	275	
31	336	385	476	332	262	226	471	455	368	263	282	
32	346	397	489	338	271	233	482	468	379	271	290	
33	355	408	504	352	282	242	502	486	388	283	298	
34	368	420	520	362	294	248	514	496	401	294	306	
35	377	428	532	369	302	253	532	513	408	301	312	
36	385	438	547	378	313	258	546	534	418	310	325	
37	395	448	560	387	322	264	561	550	432	320	334	
38	404	460	576	394	330	268	577	570	447	333	343	
39	412	471	589	404	338	272	589	582	459	342	351	
40	413	491	606	412	352	277	604	598	473	351	366	

表 2.19 泰山收費站調撥前後北上方向各收費孔車輛到達累積情形
單位：輛

連續 時段 (分)	(調撥前)各類型收費孔						(調撥後)各類型收費孔					
	10	9	8	7	6	5	11	10	9	8	7	6
	小	小	小	小	小	找	小	小	小	小	小	小
1	9	13	13	9	8	9	8	17	15	19	16	11
2	22	28	31	25	17	13	13	29	27	33	28	19
3	37	39	48	40	29	17	21	45	43	49	45	30
4	51	53	63	54	42	24	28	58	52	63	56	42
5	62	64	76	66	51	29	31	65	63	71	64	51
6	73	74	87	79	60	35	37	76	73	86	72	61
7	89	91	103	94	72	38	40	84	87	98	83	69
8	103	104	115	107	85	41	50	104	108	119	101	89
9	117	119	134	123	94	45	60	123	130	136	122	108
10	130	136	147	137	109	55	68	140	150	158	137	120
11	147	153	159	158	121	61	78	159	168	173	156	137
12	156	164	173	165	128	66	86	175	193	183	164	150
13	167	178	189	183	134	74	93	190	212	193	171	156
14	180	190	209	197	146	78	103	208	226	202	179	163
15	194	206	226	213	157	89	113	225	240	215	185	170
16	205	223	242	231	172	100	119	239	251	225	194	187
17	217	238	256	249	184	106	130	262	257	234	204	198
18	227	248	269	262	188	111	140	276	269	243	214	210
19	238	263	281	278	198	116	149	294	276	257	221	217
20	250	275	294	290	207	121	157	311	285	266	230	222
21	264	285	314	302	215	126	167	330	294	274	238	233
22	278	302	325	317	224	130	175	346	304	283	247	239
23	289	313	336	332	235	134	184	360	318	297	254	246
24	301	325	351	346	241	141	192	371	335	307	261	255
25	313	337	366	357	252	144	199	384	350	313	273	266
26	322	348	386	370	259	151	209	404	366	331	290	280
27	334	363	403	383	272	157	217	419	381	346	305	295
28	350	377	420	397	282	161	229	441	399	360	315	310
29	365	393	434	410	299	164	239	461	411	373	324	321
30	379	405	445	425	312	166	247	477	422	387	336	330
31	394	423	457	440	323	173	258	492	440	401	346	341
32	407	440	475	454	334	181	262	502	453	413	365	353
33	417	450	489	469	343	190	273	521	469	435	386	366
34	434	466	503	488	359	193	283	541	486	453	399	386
35	447	479	519	500	369	199	292	559	504	469	413	398
36	460	496	531	511	379	209	298	571	521	483	422	410
37	472	511	548	522	389	212	305	583	532	499	443	419
38	486	526	560	541	402	220	314	599	548	514	462	430
39	497	537	576	557	417	223	319	610	561	527	473	442
40	505	551	591	574	426	230	329	629	579	553	490	463
41	523	568	601	589	435	233	336	645	592	564	511	473
42	530	578	620	603	445	238	345	662	611	587	526	490
43	537	587	635	617	449	242	356	684	628	607	538	502
44	551	599	651	628	458	248	366	703	648	626	549	523
45	560	606	667	642	466	257	376	724	664	642	559	540
46	575	623	681	651	474	260	384	739	680	656	571	556
47	587	639	697	667	489	265	395	756	694	670	584	566
48	604	659	713	682	504	268	403	771	711	682	593	577
49	620	674	729	696	517	275	409	783	725	699	604	589
50	633	686	742	708	530	284	413	793	736	714	620	599

表 2.20 泰山收費站調撥前後南下方向各收費孔車輛離開累積情形

單位：輛

連續 時段 (分)	(調撥前)各類型收費孔									(調撥後)各類型收費孔								
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	12	13	14	15	16	17	18	19	
	小	小	小	小	小	小	找	客	客	小	小	小	小	小	找	客	客	
1	8	14	12	9	11	8	7	4	3	14	11	9	11	12	9	9	8	
2	20	25	24	16	20	18	13	12	9	27	22	20	23	24	13	15	13	
3	34	31	34	30	32	27	19	19	12	40	34	30	36	35	21	24	19	
4	47	45	47	42	42	37	25	24	19	53	45	42	47	44	29	30	21	
5	56	54	58	51	50	43	31	31	23	67	57	54	60	57	38	39	28	
6	69	67	72	62	62	50	39	35	23	80	70	65	73	67	46	44	30	
7	78	77	83	76	76	62	46	42	27	94	80	78	89	75	53	54	37	
8	89	89	95	84	83	70	54	47	28	106	89	91	98	84	61	64	45	
9	99	99	106	95	90	76	60	52	33	120	103	104	110	94	67	72	50	
10	111	112	115	106	99	86	63	57	43	133	114	116	124	101	76	84	57	
11	119	122	125	113	107	92	68	66	48	144	126	126	131	110	81	88	62	
12	131	132	137	124	116	98	77	69	52	155	138	134	143	118	90	91	63	
13	145	137	149	134	124	107	84	72	56	168	150	146	156	126	97	100	68	
14	159	151	161	143	135	114	91	78	63	181	163	156	168	139	102	107	76	
15	171	163	173	152	146	124	96	83	64	193	175	166	182	148	111	117	86	
16	184	173	184	160	153	132	102	88	67	206	184	177	195	159	121	125	90	
17	193	183	194	166	162	139	109	92	71	219	198	188	205	162	130	134	93	
18	203	193	205	177	168	144	114	95	74	233	210	198	212	166	137	141	98	
19	214	199	216	185	179	150	120	99	81	244	221	206	215	171	144	147	101	
20	226	212	225	192	186	155	126	105	89	257	231	216	226	177	148	154	106	
21	240	223	238	203	197	166	131	113	84	271	244	228	238	190	153	160	109	
22	251	233	250	214	203	171	135	120	100	282	256	242	250	202	159	164	110	
23	266	245	267	224	216	179	141	126	106	297	270	251	261	211	165	170	115	
24	279	260	279	237	226	188	146	133	113	313	282	261	274	218	171	180	122	
25	289	268	287	244	233	193	151	138	116	328	295	271	283	223	174	186	129	
26	299	281	300	251	242	196	157	143	122	341	307	282	288	227	180	193	136	
27	311	292	311	259	248	204	161	150	129									
28	322	300	323	271	259	211	168	156	132									
29	335	312	337	282	267	221	173	162	133									
30	346	325	348	288	276	229	178	168	139									
31	358	336	353	301	288	238	183	171	142									
32	369	347	374	310	296	245	186	175	143									
33	383	359	387	321	303	250	192	181	147									
34	392	373	399	328	314	257	198	184	150									
35	402	385	413	334	324	265	202	189	155									
36	415	397	424	344	335	273	208	198	164									
37	426	412	437	357	344	282	212	204	169									
38	437	421	448	365	351	289	219	209	172									
39	448	434	459	374	360	296	224	217	175									
40	463	440	472	382	368	301	228	221	178									
41	474	450	482	392	377	307	231	227	183									
42	483	460	495	401	388	315	236	234	188									
43	495	470	504	411	395	318	242	242	190									
44	505	478	514	417	403	324	246	248	196									
45	515	486	525	428	411	328	252	255	204									
46	525	497	538	437	418	334	260	262	206									
47	535	510	548	446	423	338	265	266	209									
48	540	520	561	457	432	344	271	274	218									
49	540	530	576	469	442	350	277	277	222									
50	540	541	586	482	447	357	283	284	229									

表 2.21 泰山收費站調撥前後北上方向各收費孔車輛離開累積情形

單位：輛

連續 時段 (分)	(調撥前)各類型收費孔								(調撥後)各類型收費孔								
	10 小	9 小	8 小	7 小	6 小	5 找	4 客	3 客	11 小	10 小	9 小	8 小	7 小	6 小	5 找	4 客	3 客
1	12	11	14	13	13	5	10	6	14	15	12	14	10	9	9	5	2
2	25	25	27	25	23	11	15	11	30	28	21	25	23	19	13	11	5
3	40	39	40	38	38	16	19	17	41	37	31	38	35	23	18	14	8
4	53	53	51	55	51	21	23	23	49	48	40	44	43	28	23	19	8
5	66	64	66	68	61	26	30	25	56	56	50	53	51	33	24	24	8
6	75	73	76	79	71	31	37	27	80	67	60	65	63	38	31	32	9
7	86	87	86	92	83	38	44	32	80	81	70	78	75	45	41	41	19
8	99	101	99	106	96	45	49	38	95	97	80	90	89	55	48	46	26
9	112	114	115	121	108	51	53	43	108	111	93	105	103	64	56	53	31
10	126	127	124	136	122	54	57	48	125	125	105	118	116	68	67	59	37
11	140	141	139	150	135	59	67	55	142	138	117	132	130	74	76	67	43
12	151	154	150	158	146	64	72	58	158	150	129	145	144	83	83	73	48
13	161	168	163	171	159	69	76	62	174	163	139	159	155	90	93	79	56
14	176	179	176	185	170	74	80	65	187	174	149	173	170	99	100	88	64
15	191	191	188	199	182	78	87	71	204	186	161	188	184	105	105	97	70
16	205	205	202	212	197	84	94	75	216	199	174	198	196	114	112	108	78
17	220	218	214	228	212	90	101	81	230	209	186	212	211	122	121	119	87
18	233	232	227	242	225	93	106	87	246	223	199	227	224	134	131	131	98
19	243	242	238	256	238	97	110	89	258	237	209	241	240	142	139	141	104
20	254	255	248	268	250	99	114	92	273	249	219	253	252	148	147	145	113
21	265	267	259	278	258	104	119	98	288	261	230	267	265	157	154	150	118
22	274	278	270	292	268	107	124	104	301	272	241	281	278	163	163	156	122
23	285	292	279	305	279	111	129	109	315	286	251	294	290	167	170	166	127
24	299	306	292	316	293	117	133	112	331	301	262	306	303	173	178	173	132
25	310	319	306	327	306	124	137	114	347	314	276	320	315	182	185	180	138
26	319	330	318	339	317	129	142	120	360	327	291	335	329	189	194	185	143
27	329	342	332	354	328	135	149	129	376	335	304	349	344	195	204	192	147
28	343	355	343	365	340	139	154	134	392	350	318	364	358	204	211	201	157
29	358	369	354	380	356	144	163	140	407	362	331	377	371	210	222	212	168
30	368	381	368	394	371	148	172	144	422	376	343	390	385	219	229	220	178
31	383	394	381	408	385	153	177	150	436	390	358	402	399	224	237	230	187
32	395	407	395	422	400	158	185	156	452	403	373	416	413	233	245	235	191
33	410	420	407	436	413	161	192	162	465	417	385	432	427	242	251	242	196
34	426	433	417	450	425	166	200	169	479	430	399	448	441	251	258	245	203
35	440	447	430	465	439	171	209	178	494	443	411	464	457	258	263	250	203
36	455	462	444	480	452	175	215	185	509	459	424	477	470	266	268	254	214
37	470	475	456	495	465	178	222	191	524	474	437	489	484	272	272	257	220
38	484	488	470	511	475	185	226	198	539	488	451	501	500	282	278	265	224
39	499	504	483	526	489	190	232	204	554	501	467	516	514	286	285	272	228
40	510	517	495	538	501	195	236	209	568	514	482	530	526	291	291	276	238
41	519	530	508	551	511	201	239	215	582	529	496	542	539	296	297	280	241
42	531	543	521	565	523	205	241	221	596	541	508	554	551	300	302	284	244
43	540	553	530	575	529	210	246	226	611	556	519	568	565	306	309	291	249
44	555	566	542	586	544	216	253	233	623	570	534	582	580	313	318	296	257
45	563	574	552	598	550	221	257	240	639	583	548	597	595	320	326	305	263
46	575	588	563	613	564	227	262	244	657	600	561	608	609	326	329	314	271
47	589	601	576	623	578	233	266	248	673	614	572	623	623	332	336	320	278
48	605	618	590	629	592	238	271	255	690	629	586	635	635	341	343	325	283
49	619	635	605	643	607	243	273	259	705	643	601	651	648	346	349	329	286
50	634	646	618	658	620	247	276	263	722	656	614	666	663	350	354	335	288

表 2.22 泰山收費站調撥前南下不找零小型車各收費孔之平均選擇車輛數

觀察時段 (分)	收費孔 11		收費孔 12		收費孔 13		收費孔 14		收費孔 15		收費孔 16	
	輛	%	輛	%	輛	%	輛	%	輛	%	輛	%
1	8	12.90%	14	22.58%	12	19.35%	9	14.52%	11	17.74%	8	12.90%
2	12	19.67%	11	18.03%	12	19.67%	7	11.48%	9	14.75%	10	16.39%
3	14	21.54%	6	9.23%	10	15.38%	14	21.54%	12	18.46%	9	13.85%
4	13	18.06%	14	19.44%	13	18.06%	12	16.67%	10	13.89%	10	13.89%
5	9	17.31%	9	17.31%	11	21.15%	9	17.31%	8	15.38%	6	11.54%
6	13	18.57%	13	18.57%	14	20.00%	11	15.71%	12	17.14%	7	10.00%
7	9	12.86%	10	14.29%	11	15.71%	14	20.00%	14	20.00%	12	17.14%
8	11	18.97%	12	20.69%	12	20.69%	8	13.79%	7	12.07%	8	13.79%
9	10	18.18%	10	18.18%	11	20.00%	11	20.00%	7	12.73%	6	10.91%
10	12	18.75%	13	20.31%	9	14.06%	11	17.19%	9	14.06%	10	15.63%
11	8	16.33%	10	20.41%	10	20.41%	7	14.29%	8	16.33%	6	12.24%
12	12	20.00%	10	16.67%	12	20.00%	11	18.33%	9	15.00%	6	10.00%
13	14	24.14%	5	8.62%	12	20.69%	10	17.24%	8	13.79%	9	15.52%
14	14	20.90%	14	20.90%	12	17.91%	9	13.43%	11	16.42%	7	10.45%
15	12	18.18%	12	18.18%	12	18.18%	9	13.64%	11	16.67%	10	15.15%
16	13	22.81%	10	17.54%	11	19.30%	8	14.04%	7	12.28%	8	14.04%
17	9	17.65%	10	19.61%	10	19.61%	6	11.76%	9	17.65%	7	13.73%
18	10	18.87%	10	18.87%	11	20.75%	11	20.75%	6	11.32%	5	9.43%
19	11	20.75%	6	11.32%	11	20.75%	8	15.09%	11	20.75%	6	11.32%
20	12	22.64%	13	24.53%	9	16.98%	7	13.21%	7	13.21%	5	9.43%
21	14	19.72%	11	15.49%	13	18.31%	11	15.49%	11	15.49%	11	15.49%
22	11	16.42%	22	32.84%	12	17.91%	11	16.42%	6	8.96%	5	7.46%
23	15	19.23%	15	19.23%	17	21.79%	10	12.82%	13	16.67%	8	10.26%
24	13	20.00%	8	12.31%	12	18.46%	13	20.00%	10	15.38%	9	13.85%
25	10	20.00%	13	26.00%	8	16.00%	7	14.00%	7	14.00%	5	10.00%
26	10	18.87%	11	20.75%	13	24.53%	7	13.21%	9	16.98%	3	5.66%
合計	299	18.92%	292	18.48%	300	18.99%	251	15.89%	242	15.32%	196	12.41%

表 2.22 泰山收費站調撥後南下不找零小型車各收費孔之平均選擇車輛數 (續)

觀察時段 (分)	收費孔 12		收費孔 13		收費孔 14		收費孔 15		收費孔 16	
	輛	%	輛	%	輛	%	輛	%	輛	%
1	14	24.56%	11	19.30%	9	15.79%	11	19.30%	12	21.05%
2	13	22.03%	11	18.64%	11	18.64%	12	20.34%	12	20.34%
3	13	22.03%	12	20.34%	10	16.95%	13	22.03%	11	18.64%
4	13	23.21%	11	19.64%	12	21.43%	11	19.64%	9	16.07%
5	14	21.88%	12	18.75%	12	18.75%	13	20.31%	13	20.31%
6	13	21.67%	13	21.67%	11	18.33%	13	21.67%	10	16.67%
7	14	22.95%	10	16.39%	13	21.31%	16	26.23%	8	13.11%
8	12	23.08%	9	17.31%	13	25.00%	9	17.31%	9	17.31%
9	14	22.22%	14	22.22%	13	20.63%	12	19.05%	10	15.87%
10	13	22.81%	11	19.30%	12	21.05%	14	24.56%	7	12.28%
11	11	22.45%	12	24.49%	10	20.41%	7	14.29%	9	18.37%
12	11	21.57%	12	23.53%	8	15.69%	12	23.53%	8	15.69%
13	13	22.41%	12	20.69%	12	20.69%	13	22.41%	8	13.79%
14	13	21.31%	13	21.31%	10	16.39%	12	19.67%	13	21.31%
15	12	21.05%	12	21.05%	10	17.54%	14	24.56%	9	15.79%
16	13	22.81%	9	15.79%	11	19.30%	13	22.81%	11	19.30%
17	13	25.49%	14	27.45%	11	21.57%	10	19.61%	3	5.88%
18	14	30.43%	12	26.09%	10	21.74%	7	15.22%	3	6.52%
19	11	28.95%	11	28.95%	8	21.05%	3	7.89%	5	13.16%
20	13	26.00%	10	20.00%	10	20.00%	11	22.00%	6	12.00%
21	14	21.88%	13	20.31%	12	18.75%	12	18.75%	13	20.31%
22	11	19.30%	12	21.05%	14	24.56%	12	21.05%	8	14.04%
23	15	25.86%	14	24.14%	9	15.52%	11	18.97%	9	15.52%
24	16	27.59%	12	20.69%	10	17.24%	13	22.41%	7	12.07%
25	15	28.85%	13	25.00%	10	19.23%	9	17.31%	5	9.62%
26	13	28.89%	12	26.67%	11	24.44%	5	11.11%	4	8.89%
合計	341	23.68%	307	21.32%	282	19.58%	288	20.00%	222	15.42%

表 2.23 泰山收費站調撥前北上不找零小型車各收費孔之平均選擇車輛數

觀察時段 (分)	收費孔 10		收費孔 9		收費孔 8		收費孔 7		收費孔 6	
	輛	%	輛	%	輛	%	輛	%	輛	%
1	12	19.05%	11	17.46%	14	22.22%	13	20.63%	13	20.63%
2	13	20.97%	14	22.58%	13	20.97%	12	19.35%	10	16.13%
3	15	21.43%	14	20.00%	13	18.57%	13	18.57%	15	21.43%
4	13	19.12%	14	20.59%	11	16.18%	17	25.00%	13	19.12%
5	13	20.97%	11	17.74%	15	24.19%	13	20.97%	10	16.13%
6	9	18.37%	9	18.37%	10	20.41%	11	22.45%	10	20.41%
7	11	18.33%	14	23.33%	10	16.67%	13	21.67%	12	20.00%
8	13	19.40%	14	20.90%	13	19.40%	14	20.90%	13	19.40%
9	13	18.84%	13	18.84%	16	23.19%	15	21.74%	12	17.39%
10	14	21.54%	13	20.00%	9	13.85%	15	23.08%	14	21.54%
11	14	20.00%	14	20.00%	15	21.43%	14	20.00%	13	18.57%
12	11	20.37%	13	24.07%	11	20.37%	8	14.81%	11	20.37%
13	10	15.87%	14	22.22%	13	20.63%	13	20.63%	13	20.63%
14	15	23.44%	11	17.19%	13	20.31%	14	21.88%	11	17.19%
15	15	23.08%	12	18.46%	12	18.46%	14	21.54%	12	18.46%
16	14	20.00%	14	20.00%	14	20.00%	13	18.57%	15	21.43%
17	15	21.13%	13	18.31%	12	16.90%	16	22.54%	15	21.13%
18	13	19.40%	14	20.90%	13	19.40%	14	20.90%	13	19.40%
19	10	17.24%	10	17.24%	11	18.97%	14	24.14%	13	22.41%
20	11	18.97%	13	22.41%	10	17.24%	12	20.69%	12	20.69%
21	11	21.15%	12	23.08%	11	21.15%	10	19.23%	8	15.38%
22	9	16.36%	11	20.00%	11	20.00%	14	25.45%	10	18.18%
23	11	18.97%	14	24.14%	9	15.52%	13	22.41%	11	18.97%
24	14	21.21%	14	21.21%	13	19.70%	11	16.67%	14	21.21%
25	11	17.74%	13	20.97%	14	22.58%	11	17.74%	13	20.97%
26	9	16.36%	11	20.00%	12	21.82%	12	21.82%	11	20.00%
27	10	16.13%	12	19.35%	14	22.58%	15	24.19%	11	17.74%
28	14	22.95%	13	21.31%	11	18.03%	11	18.03%	12	19.67%
29	15	21.13%	14	19.72%	11	15.49%	15	21.13%	16	22.54%
30	10	15.38%	12	18.46%	14	21.54%	14	21.54%	15	23.08%
合計	368	19.55%	381	20.24%	368	19.55%	394	20.94%	371	19.71%

表 2.23 泰山收費站調撥後北上不找零小型車各收費孔之平均選擇車輛數(續)

[illegible]

調撥前後小型車各收費孔每15秒鐘等候車隊長度詳如表2.24、2.25所示。南下方向調撥前不找零收費孔平均等候長度為 1.6輛，找零收費孔平均等候長度為 9.1輛；北上方向不找零收費孔平均等候長度為 3.7輛，找零收費孔平均等候長度為13.2輛小客車。調撥後南下方向不找零收費孔平均等候長度為 5.9輛，找零收費孔為 4.2輛；北上方向不找零收費孔平均等候長度為13.5輛，找零收費孔平均等候長度為11.6輛。

表 2.24 中山高泰山收費站調撥前後南下方各種收費孔道之等候長度
單位：輛

連續 時段 (15秒)	(調撥前)各類型收費孔							(調撥後)各類型收費孔						
	11	12	13	14	15	16	17	12	13	14	15	16	17	
	小	小	小	小	小	小	找	小	小	小	小	小	找	
1	0	0	0	0	1	0	13	6	5	2	1	0	2	
2	1	1	2	1	0	1	11	4	5	3	0	0	1	
3	1	0	3	2	1	1	16	5	4	2	1	0	1	
4	1	1	1	1	0	0	15	14	7	3	1	0	0	
5	0	0	3	2	1	0	13	12	8	7	1	2	3	
6	0	4	1	0	0	0	15	10	11	4	0	0	3	
7	1	5	2	1	1	0	13	8	7	4	1	2	2	
8	1	8	5	2	0	0	14	9	4	2	0	1	3	
9	2	5	6	0	1	1	10	6	6	3	1	0	3	
10	2	5	5	5	1	1	9	14	9	6	2	1	2	
11	1	1	5	2	3	0	11	11	8	6	0	0	4	
12	1	1	4	5	3	0	12	11	10	5	2	3	3	
13	0	1	3	0	0	0	9	8	9	4	0	0	2	
14	0	0	3	0	0	0	9	6	6	5	0	1	0	
15	1	1	2	1	1	0	8	2	4	4	0	0	0	
16	0	1	3	2	0	0	7	2	5	2	0	3	1	
17	0	0	2	1	1	0	5	4	6	3	1	1	0	
18	1	3	4	2	1	2	8	9	11	6	2	1	2	
19	0	1	4	5	1	1	11	7	9	8	4	1	2	
20	1	1	5	8	2	0	11	7	9	6	2	1	1	
21	0	1	5	3	3	1	14	4	6	4	0	0	0	
22	1	0	6	5	4	0	7	4	7	5	0	0	1	
23	6	5	7	7	4	4	10	3	6	4	1	0	3	
24	5	6	10	4	5	1	9	3	4	5	2	1	5	
25	0	1	9	4	0	0	9	5	5	6	1	1	6	
26	0	3	5	0	0	0	5	5	6	10	0	0	7	
27	1	1	2	1	1	0	8	4	6	6	2	2	4	
28	1	1	2	1	1	0	5	10	10	8	4	5	6	
29	1	4	3	2	1	0	4	7	11	6	3	4	9	
30	5	5	7	4	2	0	2	8	7	5	0	3	8	
31	0	1	5	1	1	0	0	9	11	5	2	4	7	
32	1	1	3	3	1	1	1	10	7	6	2	2	8	
33	2	0	2	2	0	0	0	11	6	6	1	2	7	
34	1	1	2	1	1	0	1	10	6	2	2	1	7	
35	0	1	2	1	2	1	1	3	2	3	2	1	6	
36	1	1	6	2	1	1	3	10	4	0	0	0	4	
37	0	0	1	2	1	0	6	8	4	0	0	2	4	
38	0	0	0	0	0	1	6	7	2	2	0	0	8	
39	1	1	0	3	1	0	3	3	0	2	0	3	7	
40	1	1	2	1	0	0	7	7	2	1	0	0	7	
41	1	0	4	1	1	1	6	9	3	2	0	0	6	
42	1	0	4	4	2	0	3	7	4	2	2	3	7	
43	0	2	1	1	0	0	3	5	3	1	0	2	6	
44	1	0	3	0	0	1	2	5	3	3	0	0	11	
45	2	1	2	1	1	0	5	4	3	4	0	0	11	
46	1	2	4	2	1	0	8	4	2	4	0	1	10	
47	1	2	5	4	2	0	5	2	1	0	0	0	8	
48	1	7	3	1	1	2	4	17	10	7	0	3	9	
49	5	4	3	2	3	0	3	25	26	21	7	3	7	
50	5	6	5	2	1	1	4	18	22	15	9	5	9	

表 2.24 中山高泰山收費站調撥前後南下方各種收費孔道之等候長度(續一)

單位：輛

連續 時段 (15秒)	(調撥前)各類型收費孔							(調撥後)各類型收費孔						
	11	12	13	14	15	16	17	12	13	14	15	16	17	
	小	小	小	小	小	小	找	小	小	小	小	小	找	
51	6	5	3	3	1	0	6	20	21	16	11	7	10	
52	5	5	3	2	0	0	9	12	15	10	8	12	8	
53	1	3	6	0	0	0	12	20	19	18	9	13	9	
54	0	1	1	2	0	1	11	18	20	17	12	10	8	
55	1	5	4	3	3	1	11	20	21	16	10	7	6	
56	1	1	3	2	1	0	13	21	22	20	12	8	8	
57	7	6	4	3	0	3	12	25	23	21	10	10	9	
58	7	5	3	4	1	1	11	29	27	20	13	9	10	
59	2	4	3	5	1	0	12	16	18	16	12	11	11	
60	1	3	2	1	1	0	13	13	14	14	10	9	7	
61	2	1	2	3	0	0	14	11	10	11	9	7	6	
62	0	1	1	1	0	0	13	10	12	9	10	6	5	
63	0	2	2	3	2	1	12	9	11	9	6	7	4	
64	0	0	3	5	1	0	12	11	11	10	5	3	2	
65	1	1	2	1	1	0	10	10	12	8	1	1	3	
66	0	0	0	1	1	1	11	10	12	8	0	0	4	
67	0	1	1	1	0	0	11	10	11	7	3	3	2	
68	0	1	2	4	1	2	12	12	10	6	0	0	4	
69	1	0	2	4	1	0	10	10	8	8	1	1	7	
70	0	0	1	0	1	1	9	10	12	5	0	2	5	
71	1	0	2	1	1	0	7	11	14	6	2	2	3	
72	1	1	2	1	0	0	3	8	7	7	0	1	4	
73	0	2	1	4	0	0	5	7	5	4	4	1	7	
74	0	4	1	1	0	0	6	6	12	4	4	2	5	
75	1	0	2	2	2	1	6	11	9	9	2	0	3	
76	1	1	2	1	1	1	7	11	11	9	2	1	6	
77	0	0	1	1	0	0	6	14	10	9	0	0	8	
78	1	1	1	2	1	1	5	10	11	10	4	1	5	
79	1	1	4	3	2	1	4	12	10	7	5	2	4	
80	1	4	4	3	3	0	4	8	11	7	0	0	2	
81	0	2	4	2	1	0	5	9	11	7	1	2	3	
82	1	6	4	4	3	1	6	6	8	6	0	2	1	
83	0	3	2	0	0	1	6	9	7	4	3	1	3	
84	1	1	2	1	1	0	5	8	8	1	0	3	4	
85	1	5	4	1	1	0	4	13	9	2	3	0	2	
86	1	5	2	3	3	2	6	16	8	2	4	1	3	
87	8	7	1	3	3	1	5	11	12	5	0	0	1	
88	6	7	5	3	2	2	5	11	12	6	5	1	2	
89	6	7	2	4	3	3	10	12	11	5	0	0	2	
90	3	10	3	1	1	1	9	11	6	4	1	0	3	
91	1	6	1	1	2	2	8	10	7	5	1	0	2	
92	1	4	7	0	1	2	9	9	7	1	0	1	1	
93	1	1	5	2	2	1	12	5	5	1	1	0	2	
94	0	3	1	2	4	0	13	4	3	2	1	0	2	
95	0	0	3	3	2	0	13	7	4	3	1	0	3	
96	0	0	1	0	0	0	12	8	8	5	2	0	2	
97	0	0	0	1	0	0	14	9	7	7	4	0	1	
98	0	4	1	2	0	0	13	13	5	9	0	0	3	
99	0	1	1	1	0	0	14	16	9	9	1	3	4	
100	1	2	2	1	1	0	12	12	11	13	3	1	3	

表 2.24 中山高泰山收費站調撥前後南下方向各種收費孔道之等候長度(續二)

單位：輛

連續 時段 (15秒)	(調撥前)各類型收費孔							(調撥後)各類型收費孔						
	11 小	12 小	13 小	14 小	15 小	16 小	17 找	12 小	13 小	14 小	15 小	16 小	17 找	
101	1	1	4	2	1	0	10	14	10	8	6	2	4	
102	0	1	3	1	1	0	11	14	11	8	2	4	3	
103	0	2	1	1	1	0	13	15	11	9	4	6	3	
104	2	0	1	1	2	1	12	14	13	7	4	3	2	
105	1	0	1	0	0	2	12	11	10	7	6	6	3	
106	1	2	4	1	4	1	12	13	12	8	6	3	4	
107	2	6	4	2	1	1	10	14	9	8	5	2	4	
108	1	7	6	2	0	0	11	13	9	6	4	3	3	
109	5	6	1	2	1	1	11	9	8	5	4	1	4	
110	6	6	1	1	0	0	13	8	10	7	0	0	3	
111	1	7	2	6	1	1	14	9	11	8	1	0	3	
112	2	6	3	7	1	1	16	10	11	4	0	0	2	
113	1	5	3	7	0	0	15	11	11	6	2	1	4	
114	6	6	4	4	2	0	13	8	7	6	3	1	3	
115	1	1	2	1	1	1	12	6	6	6	1	0	2	
116	1	1	2	1	1	0	13	6	7	5	0	0	3	
117	0	2	2	6	3	1	13	7	5	2	1	0	2	
118	0	1	5	7	2	0	12	3	1	2	1	0	1	
119	0	1	4	6	3	0	12	3	3	1	0	0	2	
120	1	0	1	5	0	2	13	4	4	3	1	0	1	
121	1	1	1	5	1	0	14	4	3	3	0	1	2	
122	1	1	1	4	3	1	10							
123	1	2	2	2	1	0	13							
124	1	1	2	1	0	0	13							
125	12	3	2	2	1	0	14							
126	1	1	2	3	1	0	13							
127	3	3	2	1	0	0	14							
128	2	2	4	2	0	0	16							
129	1	2	6	2	0	0	18							
130	3	8	5	4	2	2	17							
131	4	3	4	3	0	1	15							
132	0	0	3	0	0	1	13							
133	1	0	0	1	1	0	15							
134	1	1	2	1	1	0	11							
135	1	2	6	2	0	0	13							
136	1	1	1	2	1	1	13							
137	1	1	2	3	1	1	14							
138	0	0	4	6	0	0	13							
139	1	0	2	5	1	0	13							
140	4	5	4	4	2	2	16							
141	1	3	1	1	0	1	12							
142	0	1	1	0	1	0	11							
143	1	7	5	3	1	1	9							
144	2	3	3	2	1	0	8							
145	1	1	2	2	0	0	5							
146	0	1	2	0	0	0	3							
147	2	2	1	1	0	0	5							
148	1	1	1	0	0	1	6							
149	0	1	2	3	0	0	9							
150	1	1	1	1	0	0	7							

表 2.24 中山高泰山收費站調撥前後南下方各種收費孔道之等候長度(續三)

單位：輛

連續 時段 (15秒)	(調撥前)各類型收費孔							(調撥後)各類型收費孔						
	11	12	13	14	15	16	17	12	13	14	15	16	17	
	小	小	小	小	小	小	找	小	小	小	小	小	找	
151	2	2	2	2	1	1	6							
152	0	1	1	0	0	0	5							
153	1	1	2	1	1	0	4							
154	0	1	1	0	1	2	4							
155	1	1	0	1	0	0	6							
156	0	1	1	0	0	0	7							
157	0	1	0	0	1	0	5							
158	2	1	0	0	0	0	6							
159	1	2	2	1	0	0	9							
160	2	1	3	2	2	1	11							
161	0	1	0	2	0	0	13							
162	0	0	2	1	1	1	10							
163	1	2	1	4	2	0	8							
164	1	0	2	0	0	1	13							
165	7	0	0	0	1	0	10							
166	5	1	4	4	1	0	11							
167	0	3	3	2	0	0	8							
168	1	0	1	0	0	0	9							
169	1	0	0	1	1	0	8							
170	1	0	2	2	1	0	6							
171	2	3	0	0	0	0	7							
172	0	1	1	0	0	1	7							
173	2	3	2	3	2	0	7							
174	0	1	1	0	0	0	6							
175	2	2	1	3	1	0	7							
176	0	0	4	2	1	0	6							
177	1	1	1	2	0	0	5							
178	2	1	2	2	1	0	6							
179	3	3	2	1	2	1	5							
180	1	1	1	0	0	0	5							
181	2	1	2	1	1	0	4							
平均	1.4	2.1	2.6	2.1	1.0	0.5	9.1	9.7	8.9	6.3	2.5	2.1	4.2	

表 2.25 中山高泰山收費站調撥前後北上方向各種收費孔道之等候長度
單位：輛

連續 時段 (15秒)	(調撥前)各類型收費孔						(調撥後)各類型收費孔						
	10	9	8	7	6	5	11	10	9	8	7	6	5
	小	小	小	小	小	找	小	小	小	小	小	小	找
1	1	0	1	0	1	12	0	2	7	10	10	7	18
2	0	2	1	0	0	12	1	2	9	11	13	9	17
3	0	0	1	0	0	12	0	6	8	14	11	7	18
4	1	1	0	0	1	11	1	2	10	12	9	9	16
5	1	0	1	1	0	13	1	6	9	9	9	11	16
6	1	1	1	2	0	12	0	1	8	7	9	10	15
7	0	5	2	2	0	11	1	1	5	8	6	7	15
8	0	4	4	2	0	11	0	0	0	4	4	5	14
9	0	1	4	0	0	14	1	1	3	9	6	6	15
10	1	0	9	2	3	14	0	0	2	6	5	2	14
11	0	0	9	3	4	15	0	0	3	7	5	7	12
12	0	7	6	0	5	14	0	0	7	6	6	8	10
13	0	5	3	6	4	14	0	1	5	3	3	7	9
14	2	5	5	6	3	14	0	0	2	6	7	7	8
15	0	2	4	5	0	14	1	0	0	6	4	4	4
16	2	4	3	5	2	12	1	2	1	7	1	6	1
17	1	3	3	3	2	13	1	1	1	5	0	1	8
18	0	1	2	2	1	12	0	0	0	4	1	0	9
19	1	0	0	1	0	14	0	0	0	0	0	0	7
20	0	1	0	0	0	14	0	0	1	0	1	1	8
21	0	0	1	1	1	13	1	1	1	1	1	0	8
22	1	2	3	2	0	14	0	0	0	0	1	0	10
23	0	0	2	0	0	13	0	1	0	1	1	1	9
24	1	2	3	3	0	12	0	0	0	1	0	0	9
25	0	6	3	1	0	12	0	1	0	0	1	0	10
26	0	5	2	3	0	12	0	0	2	2	0	0	10
27	1	6	3	0	0	12	0	1	1	1	0	0	9
28	1	2	6	0	0	11	1	0	0	0	0	1	9
29	2	4	7	0	1	13	1	1	0	0	1	0	11
30	3	8	5	2	0	12	1	0	2	0	1	1	14
31	4	6	6	4	0	11	1	1	2	6	2	2	12
32	4	5	7	5	2	11	1	2	4	9	7	6	12
33	5	7	9	2	4	9	0	6	7	8	9	8	14
34	8	10	10	5	5	8	0	0	8	12	9	8	16
35	6	9	9	7	8	10	1	0	11	13	8	8	17
36	7	8	8	8	5	8	2	1	15	15	14	7	16
37	8	8	10	8	5	11	7	5	9	4	11	13	15
38	11	7	10	8	10	10	9	6	11	17	17	10	14
39	8	6	8	10	7	9	7	8	12	20	17	11	17
40	10	11	8	10	5	10	2	8	11	15	15	10	16
41	9	9	8	7	6	12	4	8	15	16	11	10	18
42	9	7	9	6	7	10	1	3	14	17	12	9	18
43	10	7	8	7	8	13	4	6	25	15	12	11	19
44	9	8	5	9	5	14	7	9	20	18	16	13	21
45	7	6	9	5	1	15	6	25	22	29	22	13	22
46	9	9	9	5	2	16	4	26	12	25	28	13	20
47	8	8	6	4	1	15	7	29	18	31	27	15	24
48	8	7	7	5	0	18	19	28	27	31	31	16	21
49	7	4	6	3	0	18	14	21	24	24	28	23	22
50	6	3	6	2	0	15	12	26	25	28	30	18	22

表 2.25 中山高泰山收費站調撥前後北上方向各種收費孔道之等候長度 (續一)

單位：輛

連續 時段 (15秒)	(調撥前)各類型收費孔						(調撥後)各類型收費孔						
	10	9	8	7	6	5	11	10	9	8	7	6	5
	小	小	小	小	小	找	小	小	小	小	小	小	找
51	2	4	5	3	1	13	16	22	22	28	24	19	20
52	1	7	6	0	0	13	22	23	23	27	27	20	21
53	8	5	9	5	6	10	19	29	28	29	23	18	18
54	9	4	10	5	7	13	20	27	20	31	31	22	20
55	8	5	10	8	5	13	25	30	29	31	26	25	20
56	3	8	8	7	5	14	21	24	26	31	31	28	21
57	4	6	7	7	6	16	20	23	24	29	24	26	21
58	0	5	8	5	3	16	27	18	23	31	22	22	18
59	2	5	8	6	5	18	30	30	23	30	21	21	21
60	1	5	4	7	2	16	31	20	24	28	25	22	22
61	0	4	5	3	3	17	30	21	30	31	31	31	20
62	1	1	2	1	3	17	28	23	28	31	29	30	27
63	2	5	6	3	2	14	30	30	30	31	27	31	22
64	2	3	7	3	5	13	31	31	30	28	31	31	22
65	1	4	6	3	3	15	29	30	31	31	31	30	21
66	0	1	5	3	2	13	31	26	31	30	24	29	21
67	1	2	2	2	1	11	31	28	31	31	31	31	22
68	1	2	7	2	5	11	31	28	30	31	31	31	19
69	1	2	7	1	1	10	31	29	31	31	31	31	20
70	0	2	4	3	2	11	31	21	30	30	30	29	18
71	1	2	6	3	3	11	31	20	31	31	29	31	18
72	1	2	5	2	4	12	30	17	31	31	30	30	19
73	0	2	3	1	2	13	29	14	31	31	30	31	17
74	0	1	1	0	2	13	31	12	31	31	31	30	15
75	0	0	5	3	0	15	31	22	31	31	31	31	14
76	0	1	4	1	1	12	31	31	28	30	29	31	12
77	1	1	2	2	0	14	31	30	30	30	31	30	12
78	0	1	3	1	1	15	30	30	31	30	31	31	18
79	0	1	3	2	1	13	30	30	30	29	30	31	18
80	0	1	3	1	2	12	30	29	29	29	30	31	14
81	1	1	0	1	0	13	28	30	28	30	30	30	15
82	0	1	4	1	2	11	30	26	29	28	29	29	17
83	7	4	5	1	2	13	30	28	25	25	25	31	15
84	1	3	6	1	4	13	23	29	27	24	22	27	18
85	1	0	3	1	1	11	26	27	22	25	27	28	18
86	0	0	1	1	0	15	23	27	26	27	28	30	17
87	0	3	3	2	1	15	29	22	28	31	27	22	14
88	0	0	1	0	0	14	23	22	30	29	25	21	16
89	1	1	0	1	0	16	22	20	23	29	23	23	18
90	0	0	2	0	0	16	28	20	23	30	22	22	18
91	1	1	0	0	3	15	31	20	23	31	28	26	14
92	1	5	3	2	1	13	30	17	20	27	21	24	15
93	1	4	6	1	2	13	22	23	21	24	22	25	17
94	0	1	4	0	1	14	26	20	21	27	29	21	16
95	1	1	5	0	1	15	27	18	22	30	27	22	15
96	1	0	0	1	0	15	28	20	18	29	26	20	14
97	0	1	0	1	0	15	28	18	18	28	29	21	12
98	1	0	1	1	0	14	29	17	19	29	28	21	13
99	0	1	2	1	1	12	30	19	17	27	27	23	11
100	1	0	2	2	6	12	29	16	16	28	26	21	12

表 2.25 中山高泰山收費站調撥前後北上方向各種收費孔道之等候長度(續二)

單位:輛

連續 時段 (15秒)	(調撥前)各類型收費孔						(調撥後)各類型收費孔						
	10	9	8	7	6	5	11	10	9	8	7	6	5
	小	小	小	小	小	找	小	小	小	小	小	小	找
101	1	0	3	4	3	12	30	15	18	27	27	20	14
102	0	2	4	2	1	10	28	17	19	26	25	20	11
103	9	9	5	1	4	9	27	18	20	28	22	17	10
104	6	6	8	3	2	9	28	16	18	25	24	18	9
105	1	1	4	5	5	10	27	15	17	24	22	16	11
106	1	2	6	5	1	13	25	14	16	4	20	15	10
107	1	3	5	5	0	15	26	17	17	23	18	14	9
108	1	5	6	9	1	15	24	16	17	22	19	16	11
109	0	4	2	13	3	13	22	14	18	21	18	15	12
110	2	3	5	13	5	14	30	30	18	19	15	14	10
111	1	1	9	10	8	16	21	20	20	30	18	16	9
112	9	3	9	7	5	16	20	15	20	20	20	13	9
113	7	2	7	7	5	13	24	12	21	30	17	14	11
114	1	2	6	4	1	17	22	19	28	22	18	15	14
115	1	2	8	10	8	17	20	17	21	23	21	16	12
116	2	6	7	7	2	14	21	21	19	20	21	14	13
117	2	5	8	5	2	11	23	19	21	19	19	14	16
118	1	6	7	5	2	11	30	21	23	22	19	17	20
119	1	7	8	6	3	16	28	15	20	20	20	20	17
120	0	8	7	7	6	16	21	14	18	23	22	21	18
121	1	6	7	6	4	15	22	12	20	22	22	18	15
122	7	9	10	12	8	11	24	17	22	22	21	22	18
123	9	7	8	8	9	9	27	14	23	20	21	27	18
124	6	9	9	8	8	8	23	15	19	22	22	22	19
125	10	10	8	8	8	10	20	16	19	20	20	22	19
126	8	9	7	7	5	9	17	16	21	20	20	21	16
127	7	7	8	7	6	9	12	12	14	17	19	12	13
128	8	9	7	8	6	10	13	15	17	19	21	20	15
129	7	7	8	7	6	16	14	10	14	22	21	19	11
130	10	9	8	7	3	17	16	9	18	19	19	19	11
131	10	9	8	5	3	15	19	12	22	22	20	13	8
132	7	7	8	6	6	17	16	10	17	19	20	20	10
133	7	5	7	3	3	20	12	10	20	20	20	19	7
134	6	5	5	1	4	16	20	7	13	22	21	11	7
135	1	5	6	1	2	14	15	8	19	15	17	12	9
136	4	4	5	4	1	14	7	12	15	12	10	10	0
137	0	6	5	4	3	13	1	10	9	10	9	9	7
138	9	7	10	6	9	11	1	2	7	9	7	9	7
139	6	5	11	8	8	13	1	1	8	10	5	9	8
140	6	6	9	8	6	14	1	7	8	10	9	10	0
141	6	6	8	8	7	19	1	8	7	11	10	11	0
142	0	7	7	6	3	17	0	6	7	11	11	10	0
143	1	3	7	6	4	15	0	7	9	14	10	10	9
144	1	1	7	6	4	16	7	5	10	12	13	11	9
145	4	4	5	6	4	15	0	6	10	13	14	11	13
146	4	2	4	3	3	16	0	6	8	14	15	9	15
147	1	0	6	4	3	13	7	7	9	14	17	13	14
148	3	4	4	7	6	13	7	6	8	12	13	12	12
149	0	4	6	5	6	13	8	6	8	12	12	13	9
150	0	3	4	5	3	14	8	8	12	11	9	12	12

表 2.25 中山高泰山收費站調撥前後北上方向各種收費孔道之等候長度 (續三)

單位：輛

連續 時段 (15秒)	(調撥前)各類型收費孔						(調撥後)各類型收費孔						
	10 小	9 小	8 小	7 小	6 小	5 找	11 小	10 小	9 小	8 小	7 小	6 小	5 找
151	1	5	4	1	1	14	7	8	11	13	13	12	12
152	2	4	5	3	3	12	8	5	12	14	12	13	13
153	1	3	6	4	4	11	4	4	10	13	14	12	14
154	2	2	5	6	5	10	1	1	8	10	14	12	14
155	1	3	5	5	2	11	1	1	9	11	11	10	13
156	5	5	6	5	6	11	0	0	10	9	8	7	11
157	2	3	4	1	4	12	1	0	7	8	5	8	9
158	1	1	4	4	2	14	0	0	6	5	7	8	9
159	0	1	1	3	1	15	1	1	5	3	3	6	8
160	0	2	5	5	1	12	1	2	4	5	5	0	12
161	1	1	2	0	0	11	2	1	5	8	7	7	12
162	3	5	5	3	4	14	2	1	6	7	3	11	10
163	1	1	4	3	0	13	1	2	4	7	9	13	8
164	1	3	1	0	3	10	1	1	6	7	6	10	9
165	2	2	1	2	1	13	0	1	4	5	5	7	9
166	1	1	3	2	2	12	0	1	3	5	6	0	7
167	8	8	1	5	2	12	0	2	1	0	0	6	7
168	3	2	5	4	5	12	1	1	5	4	8	8	0
169	2	1	5	6	1	11	0	0	5	9	10	10	0
170	2	2	3	4	2	12	1	6	8	10	9	12	0
171	1	4	5	4	1	16	1	5	8	13	9	10	8
172	0	1	1	0	2	14	7	1	10	10	9	8	9
173	0	0	1	0	0	16	8	6	9	9	8	6	7
174	1	1	1	0	1	15	5	6	6	6	4	5	7
175	1	1	0	1	2	15	0	6	4	5	5	0	0
176	1	5	2	1	0	14	2	0	3	6	8	6	7
177	2	5	4	1	1	12	1	1	4	8	8	7	0
178	1	2	5	0	2	13	1	1	4	8	9	5	0
179	2	1	4	2	1	14	1	1	8	10	8	10	0
180	0	0	3	1	1	16	0	1	6	11	7	7	9
181	1	2	2	1	2	17	1	1	12	15	15	11	10
182	3	0	2	0	0	15	7	7	8	15	11	14	8
183	0	1	1	1	1	14	7	9	8	13	13	11	10
184	1	1	2	0	2	11	5	7	8	12	11	11	10
185	2	1	1	6	6	13	7	9	13	15	19	18	13
188	2	2	3	4	4	12	2	15	13	20	20	15	13
187	2	2	6	2	6	11	7	12	11	21	17	17	12
188	7	8	10	4	3	11	7	10	14	17	20	20	14
189	5	5	5	6	6	12	1	11	16	20	22	19	11
190	4	5	7	6	6	12	2	10	15	22	18	15	10
191	2	1	6	6	3	13	1	13	14	23	20	17	11
192	4	3	7	8	3	15	2	14	16	22	22	20	11
193	4	0	3	12	6	13	10	9	12	20	19	19	12
194	4	7	6	13	6	13	11	11	14	23	18	15	11
195	2	2	10	13	7	16	9	10	12	21	16	14	13
196	2	6	7	10	6	15	10	7	8	15	20	12	11
197	4	8	9	7	7	13	7	10	1	14	13	22	13
198	4	5	6	7	4	16	10	13	12	12	12	18	11
199	7	4	8	8	10	12	8	12	11	12	9	17	9
200	4	7	7	7	6	16	7	8	12	12	7	14	8

表 2.25 中山高泰山收費站調撥前後北上方向各種收費孔道之等候長度 (續四)

單位：輛

連續 時段 (15秒)	(調撥前)各類型收費孔						(調撥後)各類型收費孔						
	10 小	9 小	8 小	7 小	6 小	5 找	11 小	10 小	9 小	8 小	7 小	6 小	5 找
201	6	6	7	6	4	13	1	10	10	11	9	13	0
202							1	1	9	9	6	11	7
203							1	12	10	10	9	10	9
204							7	13	10	8	8	9	8
205							1	2	7	6	6	8	8
206							1	1	7	8	7	8	0
207							1	1	2	7	8	7	0
208							0	1	1	7	6	7	0
209							0	0	0	2	7	6	0
210							0	0	1	0	3	5	0
211							0	1	0	3	3	0	0
212							0	0	0	5	5	7	0
213							0	1	1	4	4	7	0
214							0	0	5	2	0	0	0
215							0	1	3	3	3	0	0
216							1	1	6	5	0	5	0
217							1	1	6	4	3	0	0
218							0	1	5	0	3	0	0
219							0	2	4	6	0	6	7
220							0	1	5	5	5	0	0
221							1	1	5	0	0	7	0
222							1	1	4	0	3	6	0
223							3	1	5	7	6	5	0
224							0	0	6	10	7	5	7
225							0	0	6	14	15	0	8
226							1	6	2	25	10	0	9
227							1	1	9	15	9	5	8
228							2	6	6	16	13	8	10
229							1	7	8	19	12	6	11
230							2	7	10	18	13	12	10
231							9	7	14	20	14	10	9
232							9	9	19	22	15	13	7
233							7	5	8	23	15	16	10
234							0	6	7	18	10	16	10
235							1	6	13	14	14	14	11
236							1	6	12	28	22	16	13
237							1	11	9	17	13	15	13
238							8	9	13	22	20	8	14
239							9	14	11	17	21	14	13
240							8	12	10	19	24	14	12
241							8	11	9	20	25	15	11
平均	2.8	5.7	5.0	4.0	3.0	13.2	12.4	10.4	13.3	16.4	15.0	13.7	11.6

2.3 調撥前後交通及作業特性分析

2.3.1 目前調撥作業方式說明

爲紓解高速公路收費站某一方向等候車輛過多之情況，收費站管理單位常將另一方向之收費孔調撥給該方向之車輛通行，尤其是在臨近都會區之收費站常實施此種作業方式，由於收費員當日所收的通行費是利用自動偵測器所得到之每一收費孔通過之車輛數加以核對，且一般而言，每天各時段通過收費站之車輛數大致呈穩定狀態，收費站管理單位基於通行費核帳手續過於繁複之考量，爲避免加重收費員之工作負擔，通常會在固定時段實施調撥，惟當收費站某一方向之車輛等候長度過長，而另一方向之車輛並非很多時，收費站管理單位通常會實施機動調撥作業，目前並無一定之作業標準來作爲實施機動調撥之參考依據。根據中山高速公路泰山收費站管理單位之說明，該收費站之調撥時段一般爲早上 8 點至下午 1 時 30 分北上方向開 9 個收費孔，南下開 10 個收費孔；下午 1 時 30 分至 4 時兩方向各開 10 個收費孔；下午 4 時至晚上 12 時北上方向開 11 個收費孔，南下方向開 9 個收費孔。現將泰山收費站八十二年八月十四日至八十二年八月二十九日每天調撥時間整理如表 2.26，從表中可以知道北上方向每天縮減一收費孔之開始調撥時間雖與上述時段不同，惟其皆從早上 6~7 點開始調撥，另其結束調撥時間則與上述時間大致一致，至於南下方向縮減一收費孔之開始調撥時間則並非很一致，其主要是根據收費站當時之車隊等候情況而定，惟其結束時間則皆在晚上 12 點前，此時作業人員同時將交通錐移至北上方向使南下方向增加一收費孔，然該增加之收費孔當時是封閉的，直至隔天早上 6~7 點時再開放。

目前現行之調撥作業爲當實施調撥時，由作業人員將一方向之收費孔前之車道分隔線上之交通錐移至另一方向之收費孔前之車道分隔線上，其佈置圖如圖 2-9 所示，通常管理員只將交通錐移動約 50 公尺。就現場觀察結果知，若將交通錐移動愈長其對疏解等候車隊的效果

表 2.26 中山高速公路泰山收費站調撥時段統計表

日 期	北上方向	南下方向
82.8.14 星期六	早上6-7點至中午12-13點 調一收費孔至南下方向	晚上6-7點至晚上12點調 一收費孔至北上方向
82.8.15 星期日	早上6-7點至中午12點調 一收費孔至南下方向	晚上6點至晚上12點調一 收費孔至北上方向
82.8.16 星期一	早上6-7點至下午1-2點調 一收費孔至南下方向	下午4-5點至晚上12點調 一收費孔至北上方向
82.8.17 星期二	早上6-7點至下午1-2點調 一收費孔至南下方向	下午4-5點至晚上12點調 一收費孔至北上方向
82.8.18 星期三	早上6-7點至下午1-2點調 一收費孔至南下方向	下午4點至晚上12點調一 收費孔至北上方向
82.8.19 星期四	早上6-7點至下午1-2點調 一收費孔至南下方向	下午4-5點至晚上12點調 一收費孔至北上方向
82.8.20 星期五	早上6-7點至下午1-2點調 一收費孔至南下方向	下午3-4點至晚上12點調 一收費孔至北上方向
82.8.21 星期六	早上6-7點至下午1-2點調 一收費孔至南下方向	下午3-4點至晚上12點調 一收費孔至北上方向
82.8.22 星期日	早上6-7點至中午12-13點 調一收費孔至南下方向	下午3-4點至晚上12點調 一收費孔至北上方向
82.8.23 星期一	早上6-7點至下午1-2點調 一收費孔至南下方向	下午3-4點至晚上12點調 一收費孔至北上方向
82.8.24 星期二	早上6-7點至下午1-2點調 一收費孔至南下方向	下午2-3點至晚上12點調 一收費孔至北上方向
82.8.25 星期三	早上6-7點至中午12-13點 調一收費孔至南下方向	下午3-4點至晚上12點調 一收費孔至北上方向
82.8.26 星期四	早上6-7點至中午12-13點 調一收費孔至南下方向	下午4點至晚上12點調一 收費孔至北上方向
82.8.27 星期五	早上6-7點至下午1-2點調 一收費孔至南下方向	下午8-9點至晚上12點調 一收費孔至北上方向
82.8.28 星期六	早上6-7點至中午12-13點 調一收費孔至南下方向	下午5點至晚上12點調一 收費孔至北上方向
82.8.29 星期日	早上6-7點至下午2-3點調 一收費孔至南下方向	下午4點至晚上12點調一 收費孔至北上方向

資料來源：高公局泰山收費站。

應愈大。

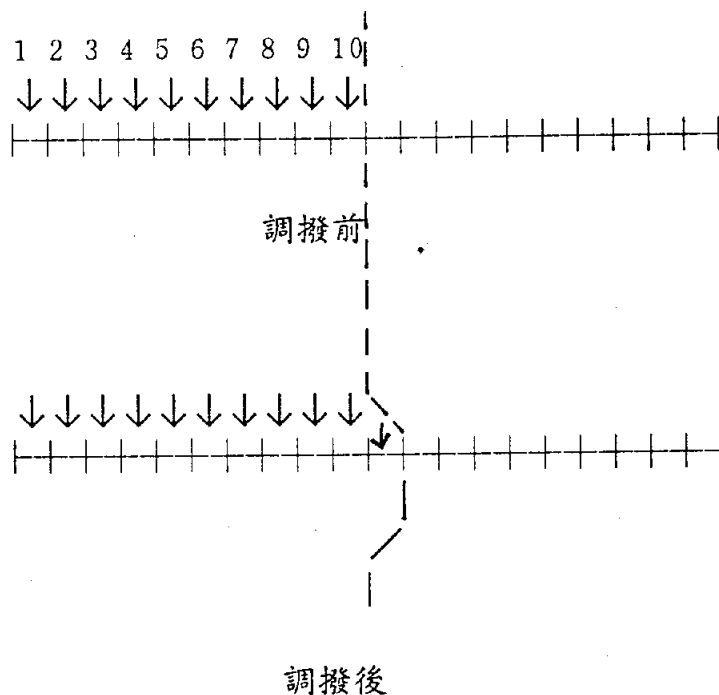


圖 2-10 收費站調撥前後各方向收費孔分配示意圖

2.3.2 調撥前後交通特性分析

為瞭解收費站實施調撥前後兩方向之交通車流特性，本研究先以收費站偵測器所得到之小汽車通過數資料進行比較分析，次以中山高速公路泰山收費站北上增加一收費孔之現地調查資料就南北兩方向之車輛到達率及等候長度等予以分析。茲將分析結果說明如下：

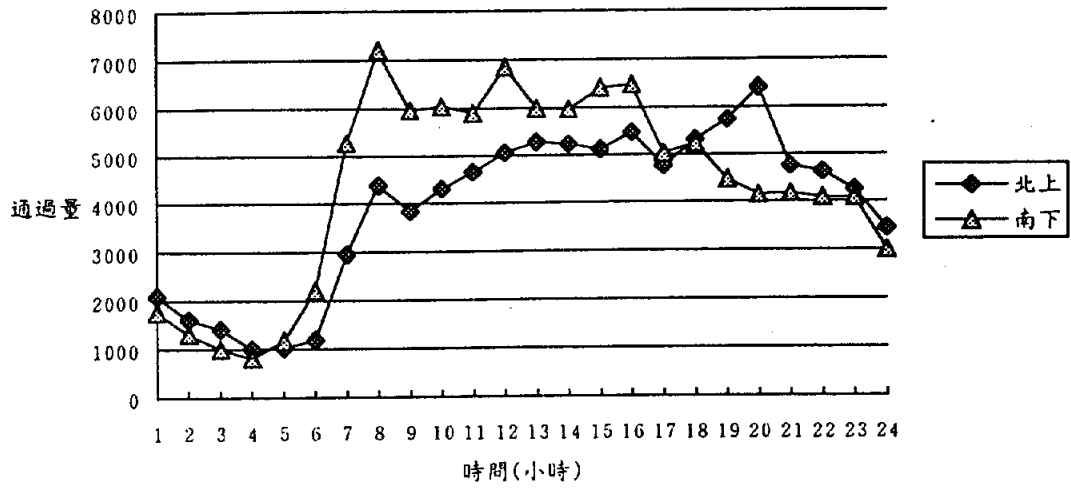
一、小汽車通過數

本研究就泰山收費站民國82年 8月14及29日兩方向之小型車通過數加以比較分析，有關每天南北兩方向每小時之小汽車通過數示意圖，請參考圖2-10，茲將分析結果綜合整理：

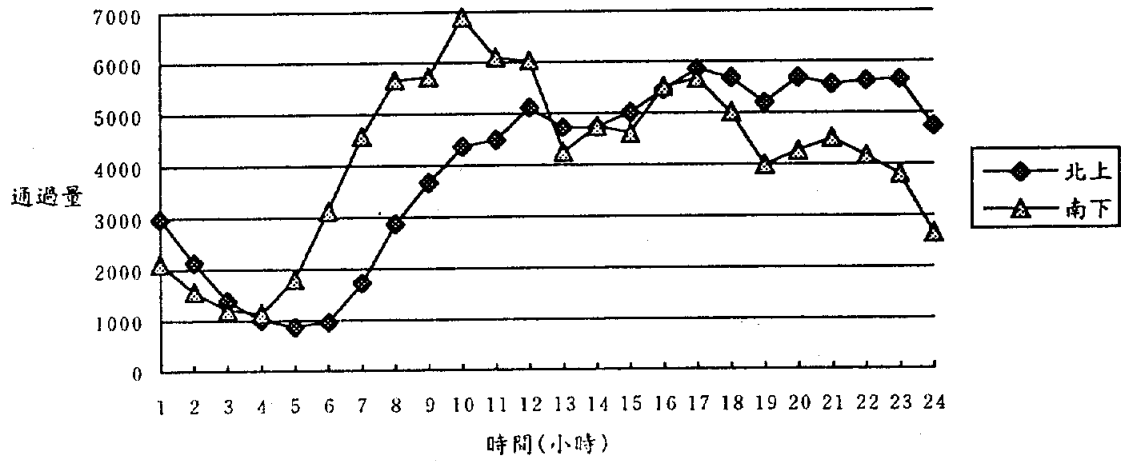
(一) 除星期日外，本研究發現南下方向每天早上七至八點之小型車通過數為全日最大數。

(二) 一般說來，各方向實施調撥前之每小時小型車通過數皆接近5000

八月十四日泰山收費站流量示意圖



八月十五日泰山收費站流量示意圖



八月十六日泰山收費站流量示意圖

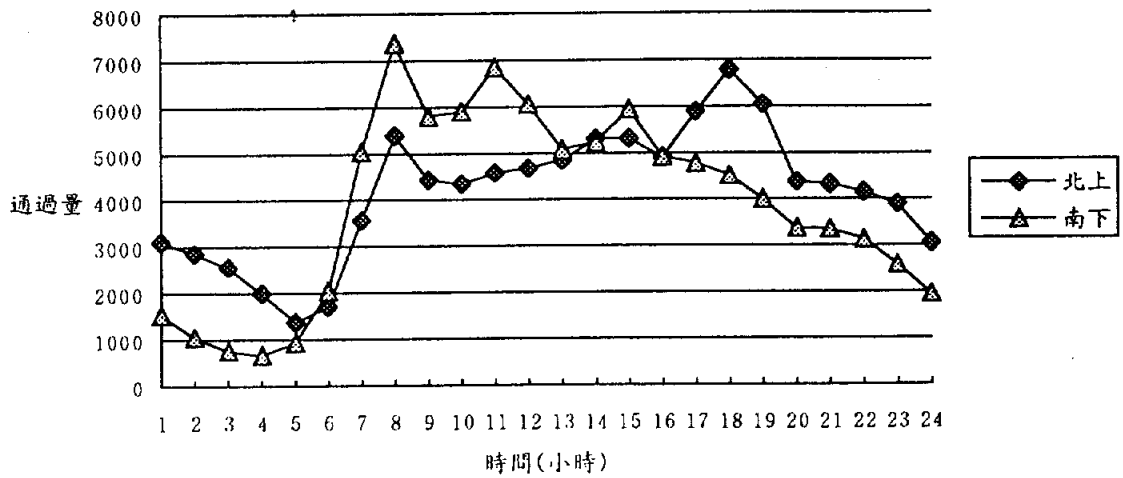
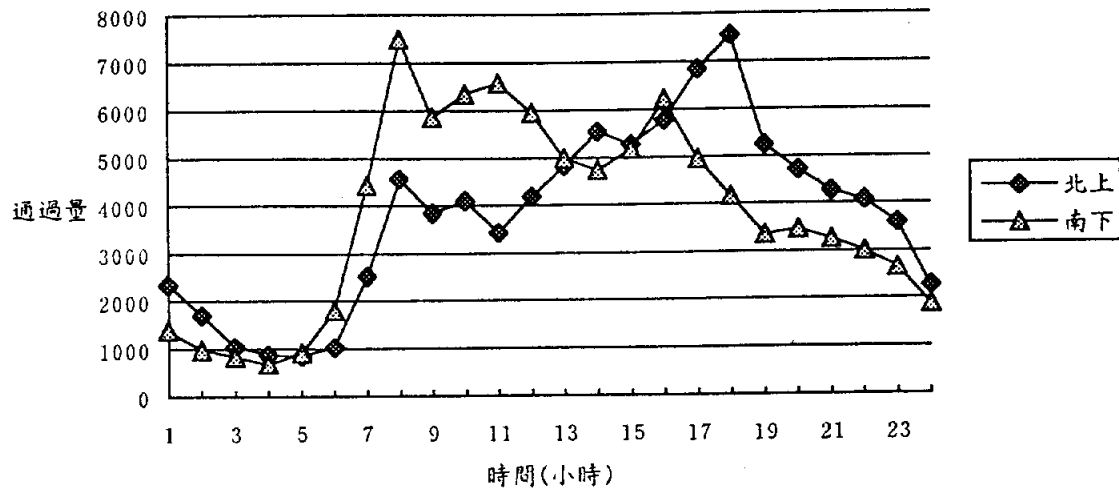
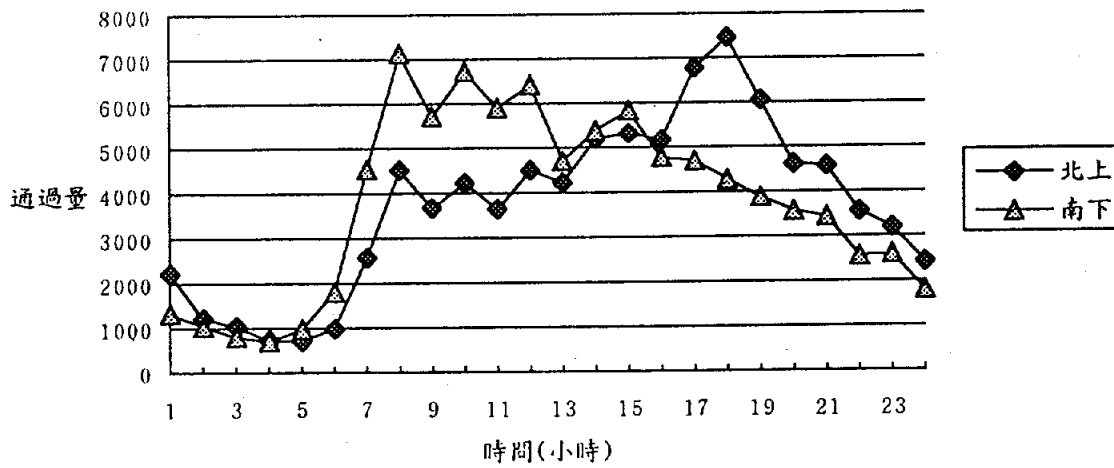


圖 2-11 泰山收費站南北向流量示意圖

八月十七日泰山收費站流量示意圖



八月十八日泰山收費站流量示意圖



八月十九日泰山收費站流量示意圖

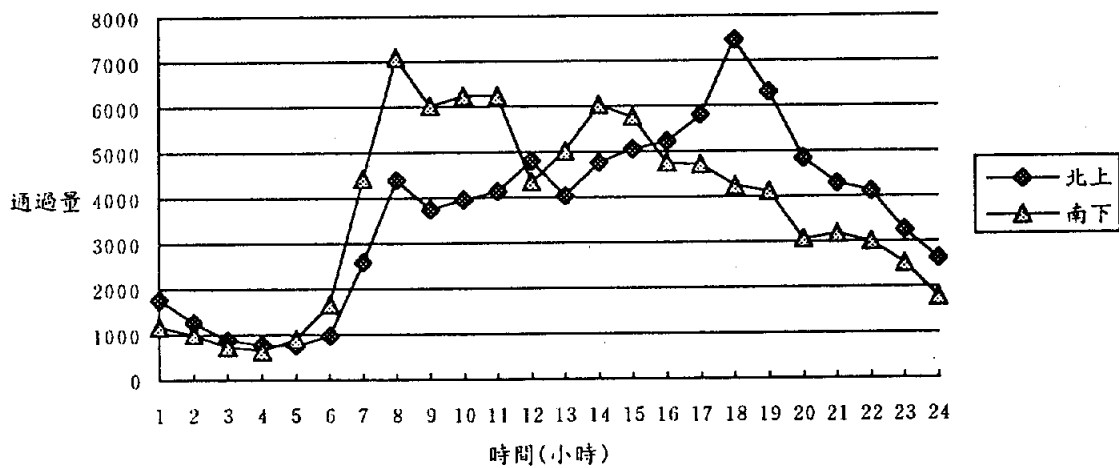
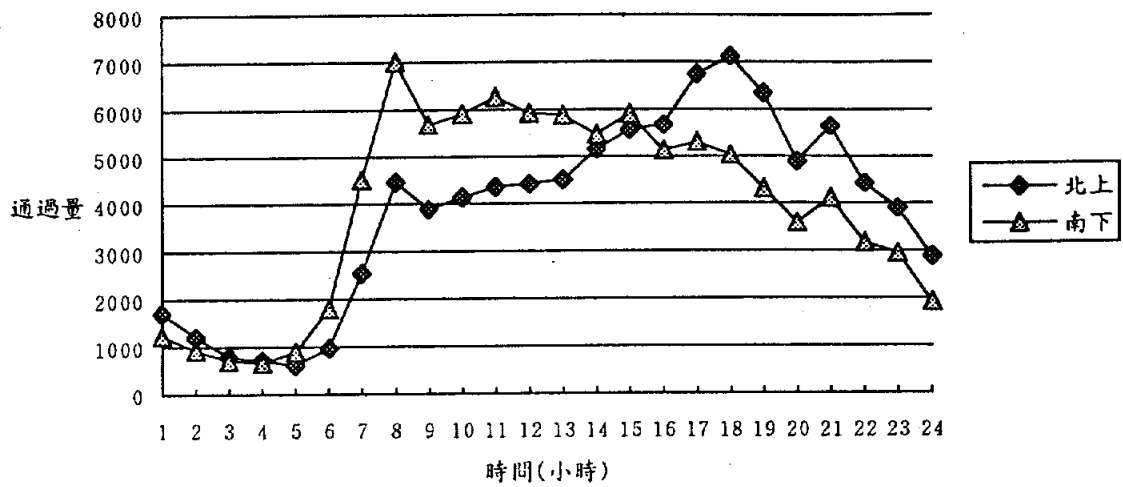
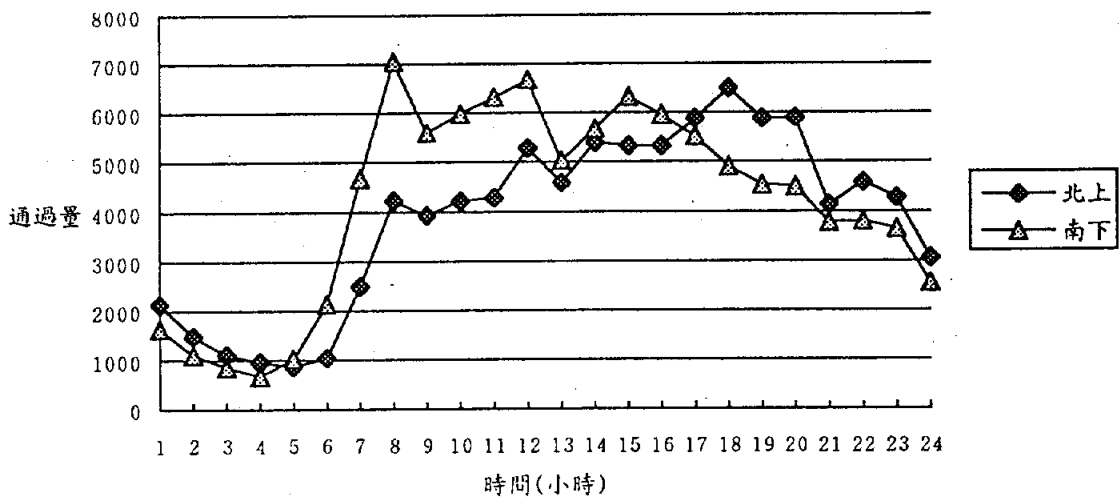


圖 2-11 泰山收費站南北向流量示意圖 (續一)

八月二十日泰山收費站流量示意圖



八月二十一日泰山收費站流量示意圖



八月二十二日泰山收費站流量示意圖

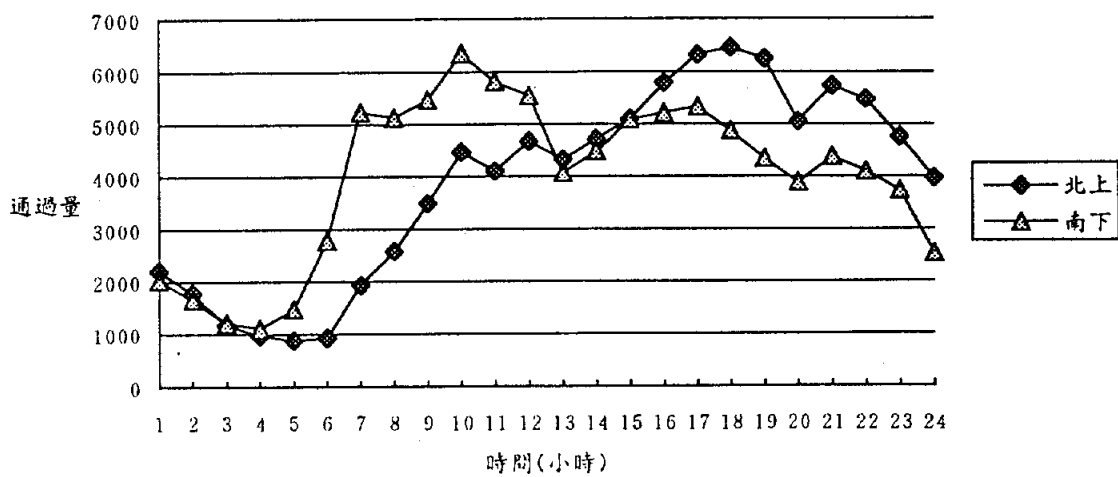
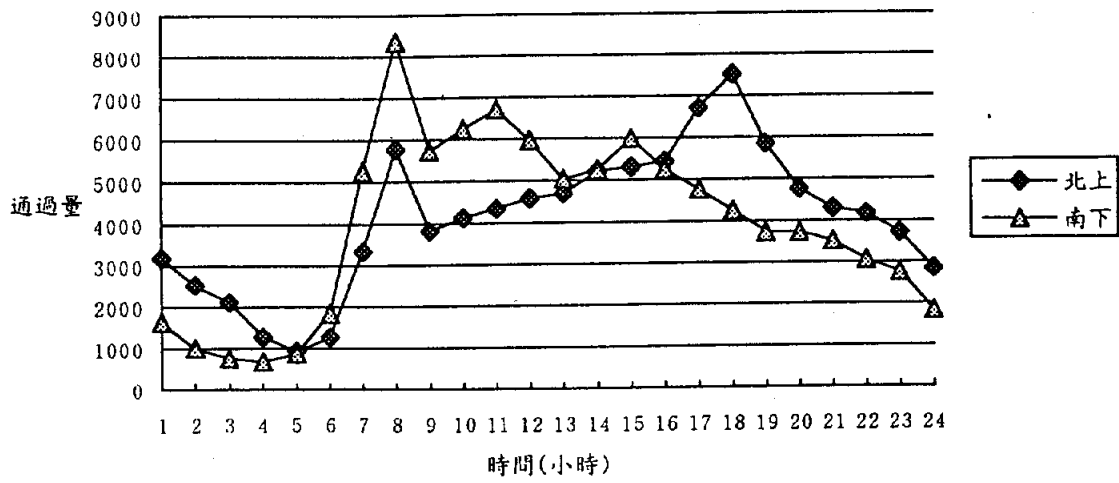
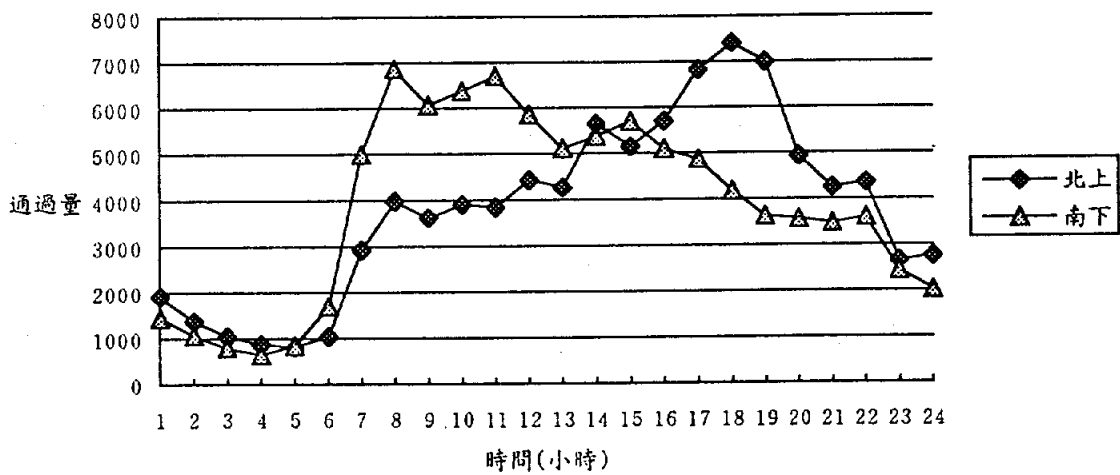


圖 2-11 泰山收費站南北向流量示意圖 (續二)

八月二十三日泰山收費站流量示意圖



八月二十四日泰山收費站流量示意圖



八月二十五日泰山收費站流量示意圖

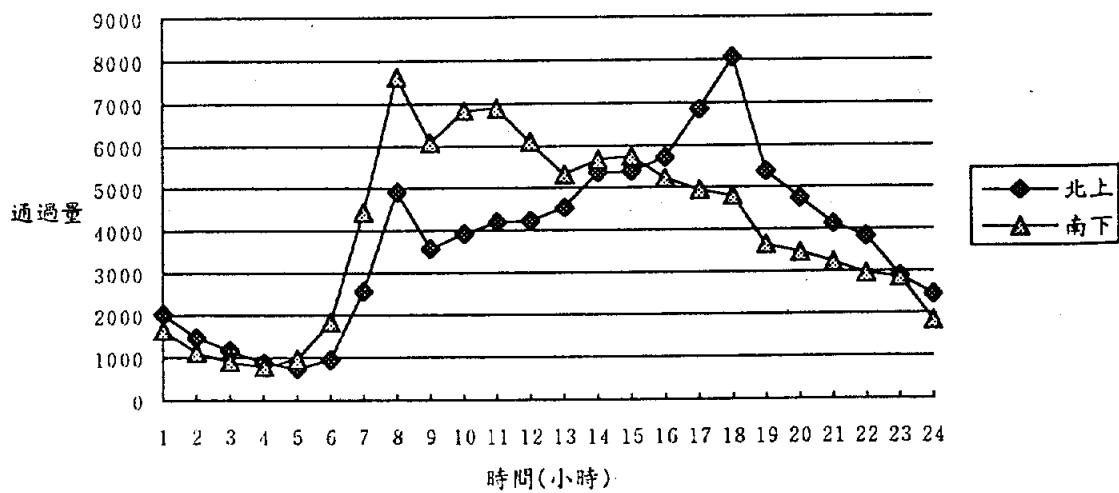
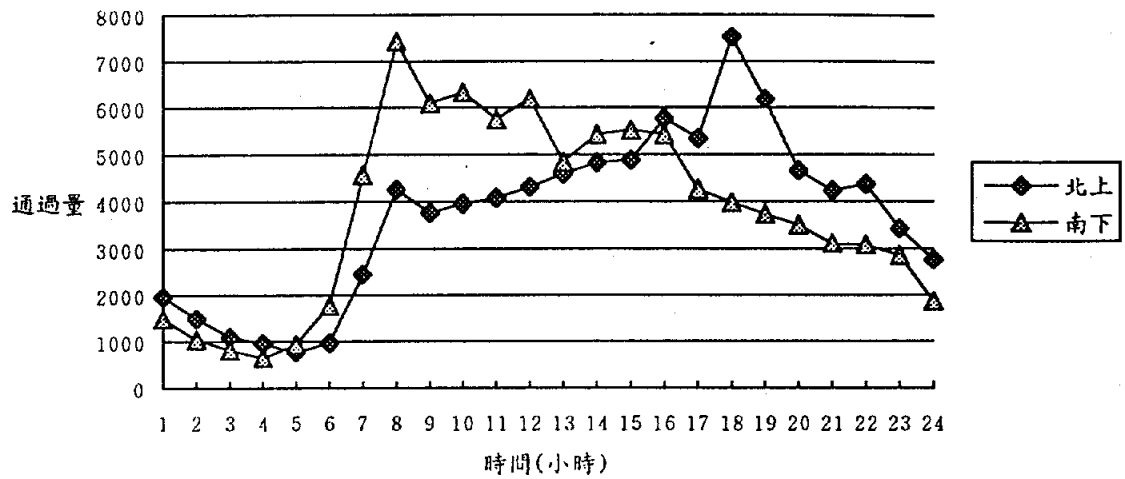
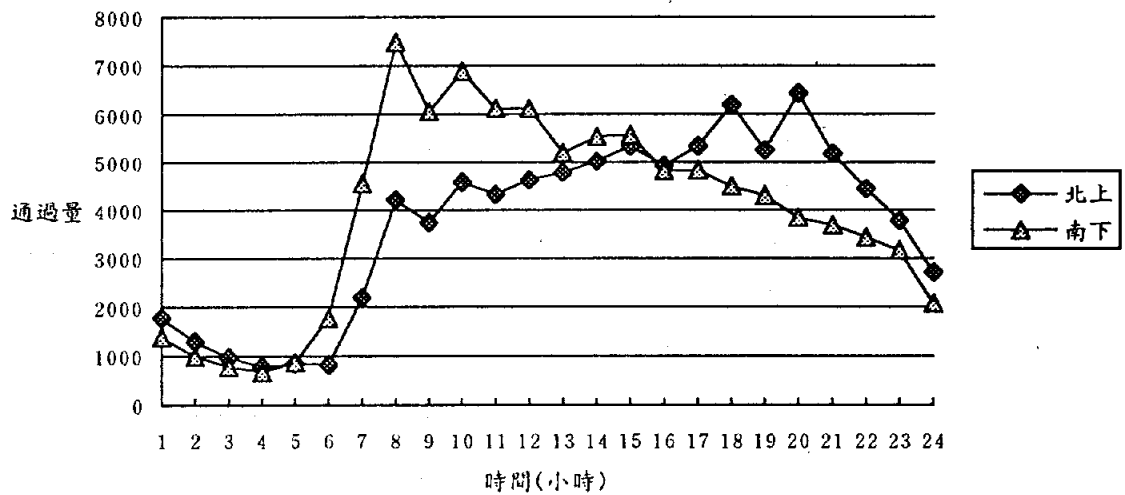


圖 2-11 泰山收費站南北向流量示意圖 (續三)

八月二十六日泰山收費站流量示意圖



八月二十七日泰山收費站流量示意圖



八月二十八日泰山收費站流量示意圖

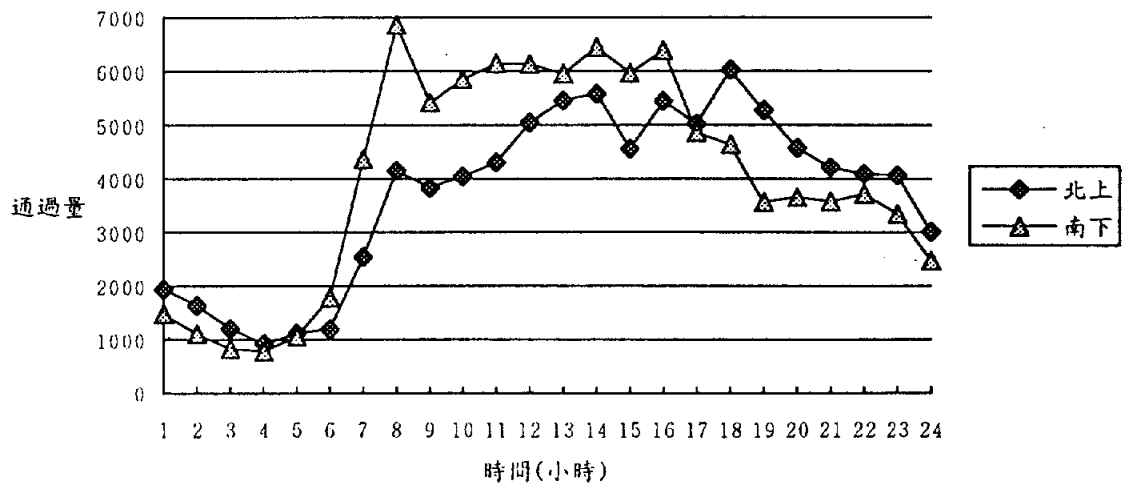


圖 2-11 泰山收費站南北向流量示意圖 (續四)

八月二十九日泰山收費站流量示意圖

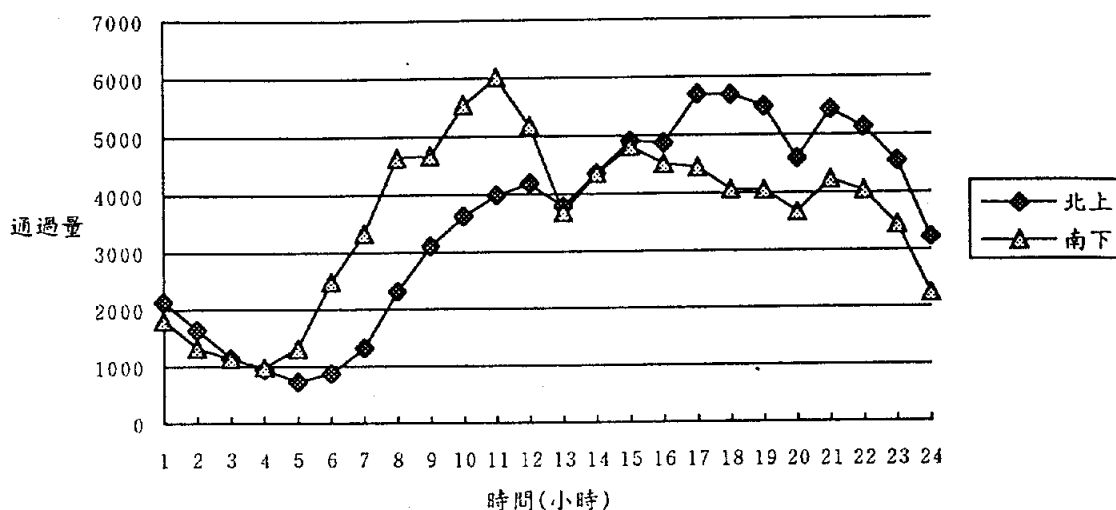


圖 2-11 泰山收費站南北向流量示意圖 (續五)

輛，尤以早上尖峰時間南下方向之每小時小型車通過數最能反映此種現象。

(三) 早上調撥期間南下方向之每小時小型車通過數大部份皆超過5000輛，而北上方向之每小時小型車通過數則低於4000輛，至於下午調撥期間北上方向之每小時小型車通過數除了於開始二至三小時期間會出現超過5000輛之情形外，其餘時段皆呈下降之趨勢。

(四) 從資料顯示，調撥期間南北兩方向之每小時小型車通過數有明顯之差異，其中早上調撥階段之每小時小型車通過數，一般而言，南下方向較北上方向至少多1000輛，而調撥前二方向之每小時小汽車通過數則較無明顯之差異。

從上述各結果知，雖然泰山收費站之現行調撥時段並無法完全採行機動作業方式，然整體而言，大致尚能反映交通車流需求。

二、車輛到達率

為瞭解收費站調撥前後各不找零收費孔之小型車數量分佈情形，

本研究特針對泰山收費站南北方向不找零收費孔調撥前後之小型車到達率進行現場調查，調查時間約為 2 小時；本研究特將開始調撥前後之各 10 分鐘及 20 分鐘之資料加以整理分析，得到南北方向不找零收費孔調撥前後小汽車每分鐘平均到達率，分別如表 2.27、表 2.28 所示。

由表知，泰山收費站北上方向調撥前各不找零收費孔之小汽車每分鐘平均到達率，皆呈穩定狀態，至調撥後各不找零收費孔之小汽車每分鐘平均到達率，並未因增加一收費孔而降低，反而增加。探究其原因，最主要的乃是調撥時段屬尖峰時間，其通過收費站之車輛數仍持續增加，另調撥之收費孔（第 11 號收費孔）之調撥車道長度大約只有 50 公尺，其可容納車輛之空間有限，且相鄰之第 9、10 號收費孔等待通過之車輛數相當多，常使車輛無法有效進入調撥增加之收費孔接受服務，致難以有效發揮其效用。

泰山收費站南下方向各不找零收費孔調撥後之小汽車每分鐘平均到達率，由於第 11 號收費孔已移作北上方向使用，大部份皆較調撥前增加，惟因南下方向之通過車輛數並非像同時段之北上方向通過車輛數那麼多，且呈遞減之狀態，故仍可滿足需求。

三、等候長度

本研究為瞭解收費站實施調撥作業對收費站交通車流之影響，特至泰山收費站進行北上方向增加一收費孔之現場資料蒐集調查，經依調撥前後各 10、20 分鐘，將南北兩方向調撥前後每 15 秒觀測到之車輛等候長度整理如表 2.29、2.30，從表 2.29 北上方向各不找零收費孔調撥前 10 分、20 分之平均等候長度資料來看，各收費孔之平均等候長度呈穩定狀態，至調撥後之平均等候長度，從 10 分鐘資料知，調撥後與調撥前差不多，惟從 20 分鐘資料知，各收費孔調撥後之平均等候長度皆較調撥前有明顯之增加，由此可知該調撥作業似稍為提早實施，另亦顯示在北上方向之車流持續增加之情況下，僅增加一收費孔之效用似乎有限。另從表 2.30 南下方向各不找零收費孔調撥前 10 分、20 分之

表 2.27 泰山收費站北上方向不找零各收費孔調撥前後小型車平均到達率一覽表

單位：輛／分

時段		收費孔10	收費孔9	收費孔8	收費孔7	收費孔6	總計
10 分	調撥前	12.8	13.5	15.1	13.4	10.4	65.2
	調撥後	13.4	15	15.8	13.7	12	69.9
20 分	調撥前	12.7	14.05	14.85	14.15	10.9	66.65
	調撥後	15.65	15.7	16.35	14.2	13.45	75.35

表 2.28 泰山收費站南下方向不找零各收費孔調撥前後小型汽車平均到達率一覽表

單位：輛／分

時段		收費孔12	收費孔13	收費孔14	收費孔15	收費孔16	總計
10 分	調撥前	11.6	14.6	8.9	10.2	5.5	50.8
	調撥後	14.6	14.3	12.2	8.1	10.1	59.3
20 分	調撥前	11.9	15.55	10.05	9.5	6.25	53.3
	調撥後	14.45	14.05	11.6	8.55	9.35	58

平均等候長度資料來看，各收費孔之平均等候長度亦呈穩定狀態，至調撥後之平均等候長度，無論從10分或20分資料知，該方向各收費孔之平均等候長度皆較調撥前增加，且愈靠近收費站內側之收費孔其平均等候長度愈大。

表 2.29 泰山收費站北上方向不找零收費孔調撥前後平均車輛等候長度一覽表
單位：車輛數/每15秒

時段		收費孔10	收費孔9	收費孔8	收費孔7	收費孔6
10分	調撥前	2.7	3.5	4.7	4.7	3.6
	調撥後	1.2	3.9	5.9	4.8	4.6
20分	調撥前	3.2	3.8	5.1	4.5	3.6
	調撥後	11.8	14.8	17.1	15.6	14.1

表 2.30 泰山收費站南下方向不找零收費孔調撥前後平均車輛等候長度一覽表
單位：車輛數/每15秒

時段		收費孔12	收費孔13	收費孔14	收費孔15	收費孔16
10分	調撥前	1.2	1.4	1.2	0.6	0.2
	調撥後	7.3	6.8	4.5	1.1	1.2
20分	調撥前	1.2	1.5	1.2	0.5	0.2
	調撥後	9.7	9.2	6.8	2.8	2.6

第三章 收費站最適調撥時機模擬程式之構建

由於本研究係以 TPS 模擬模式為基礎，經發展擴充功能及修改後構建成收費站實施調撥最佳時機之模擬模式。故有必要先了解影響收費站運作之績效特性資料，因此本章首先對前期研究計畫有關 TPS 模式所研究的收費站運作特性績效加以說明，其次再說明收費站最適調撥時機模擬程式之考量因素、架構及程式測試等部份，最後則介紹程式輸入與輸出格式，以利後續（第五章）實例驗證應用之進行。

3.1 收費站運作績效特性

於介紹收費站最適調撥模擬時機程式之前，有必要先了解收費站各項運作績效特性，由於本研究係以前期研究 TPS 模式為基礎進行改良的，故二者於收費站運作績效特性的考慮上是相同的，本節即針對該研究 TPS 模式之運作績效相關特性作一說明。

一、系統運作之穩定性

收費孔之車流狀態大致可分為三類，計有穩定、接近不穩定（介穩定）及不穩定三種。圖 3-1 表示容量為 360 VPH 的型二收費孔之六種模擬情況，其中線 1 及 2 之流率為 300 VPH，3 及 4 之流率為 345 VPH，5 及 6 之流率為 400 VPH。由圖中可發現，在穩定狀況時（到達率小於服務率時）不論是等候車隊長度或其他的評估指標值，皆與到達率成一定的函數關係，不受到達車輛間之間距及持續時間之影響。此時，單獨就流率的資料即可估計績效評估指標值，如延滯及等候長度等。而且設有多個收費孔時，只要 V/C 值小於等於 0.93 時，可維持此種穩定狀態，當只有 1 個收費孔時 V/C 值需維持在 0.9 以下，方可維持穩定狀態。

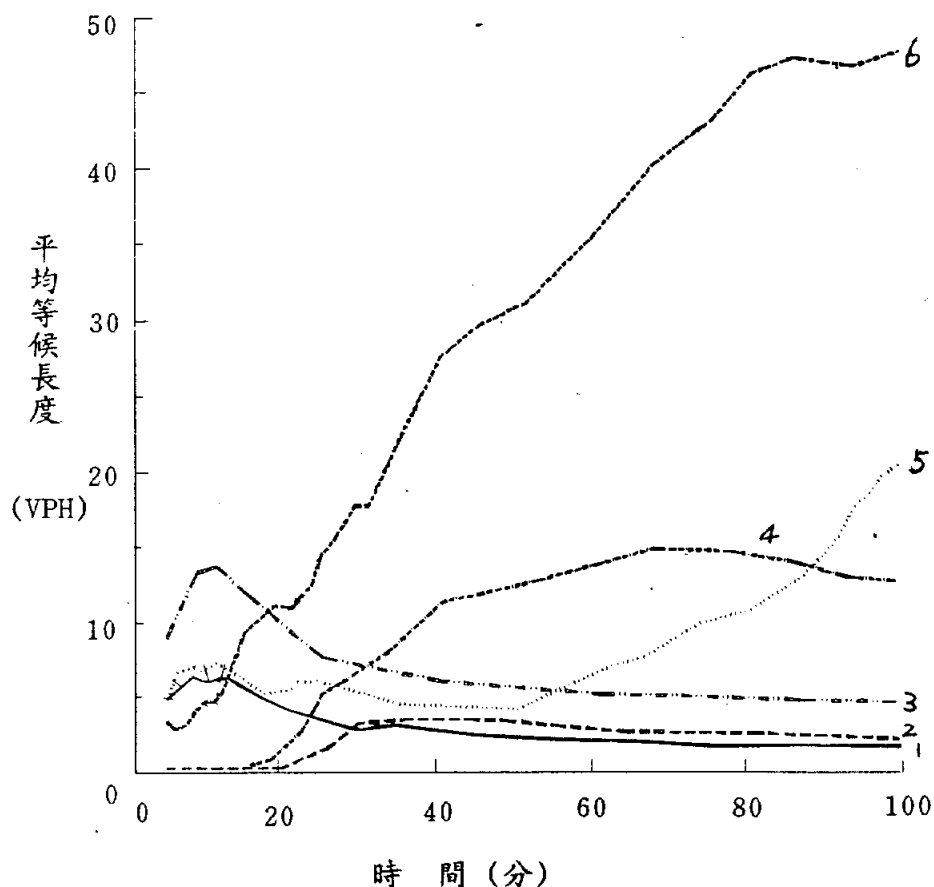


圖 3-1 不同狀態下（穩定、介穩定、不穩定）收費站之運作狀況-

當到達車輛數逐漸增加到接近收費孔容量時，就進入「接近不穩定狀態」，此時整個收費孔之操作不只和到達率有關，也和到達車輛的間距狀況有關，換言之，若到達車輛之間距大小排列順序不同，即使有相同的到達車流率，其操作績效仍有明顯的差異。通常於某一定的到達間距順序下，整個系統之操作仍有可能隨著時間的變化，保持穩定的狀況，如圖 3-1 中的線 3 及 4 所示。此時，相對應的 V/C 值大致為多收費孔系統在 $0.93 \sim 0.97$ 間，而單一收費孔之 V/C 值則在 $0.9 \sim 0.94$ 間。當 V/C 值再更高時，收費站之作業績效評估值，不但和到達率及間距順序有關，而且也各種到達率持續的時間有關，此時等候長度會隨著時間而大幅增加，如圖中之線 5 及 6 所示。

二、收費孔數之影響

當每一類車種有多個可選的收費孔時，駕駛人通常會選擇車輛到達

時等候車輛數較少的收費孔，此種選擇彈性可以減輕隨機到達方式對於收費運作負面的衝擊，而且這樣的方式比只有 1 個收費孔時更有效

三、流率之影響

相對於固定流量，固定的到達率比變動的到達率對於收費站之運作要來的好。不同型態的收費孔，持續的時間及各小時段內的流率變化，都會有不同的結果。結果發現些小時段中的流率變化，對收費孔的操作績效，較固定流率所造成之影響還要大。

3.2 模擬程式參數之基本假設

臺灣地區高速公路主線柵欄式收費之一般配置如圖 3-2 所示，其單向收費孔數計有 11 孔（北二高樹林收費站）、10 孔（中山高泰山收費站）及 5 孔（其餘收費站）等三種，收費孔道之配置，原則上是為主線車道數乘上 2.5 倍，找零小客車與大貨車均只配置一個車道，而客聯車收費孔除了泰山收費站配有二孔外其餘收費站也只配置一孔，其餘的收費孔則為不找零小客車收費孔（故在 3-7 孔之間）。

至於調撥之孔道數在泰山站與樹林站有二孔，其他收費站則只有一孔，所以單向不找零小客車收費孔最多可能出現至 9 孔。

本研究所欲構建之調撥模擬程式主要係以 TPS 模式為基礎，再予修正增加了可模擬雙向、逆向調撥行為及可多次模擬收費系統等功能，由於建立 TPS 模式之過程中，曾先後於汐止、泰山、楊梅、后里、岡山及北二高之樹林收費等處進行交通調查（主要調查內容如第二章所述），以為 TPS 模擬程式參數設定之依據，故本研究所構建之調撥模擬模式應可適用於各收費站。現將最適調撥時機模擬程式之參數基本假設說明如下：

一、模擬程式採事件導向之模擬方式

一般模擬程式之模擬方式大致可分成時間續進與事件導向二種。本研究模式係採用事件導向（Event - Driven）方式，模擬車輛之相關

動作，處理過程中不需於短時間內重覆改變車輛之相關資訊，因此較時間續進模式（Time Advance），節省電腦運算時間。故對收費站作業之模擬來說，採用此種方式雖將稍微減低模式之彈性和精確性，但仍能獲得實用的資料。

二、最適調撥時機模擬係以收費站整體績效考量

通過收費站之車流，雖會有方向性（如早晨進城，傍晚出城），但基本上南下北上車流量之多寡，卻是獨立而不相干的事件，故本研究在車流模擬時，是南、北向分開模擬，但當某一方向進行逆向調撥若干收費孔道時，另外一方向同時也會減少相同數目的收費孔道；而整個最適調撥時機係以該收費站整體的總績效值為考量，而不以改善某一方向車流之擁塞或延滯為目的。但模擬程式中，亦保留僅計算收費站的單一方向的功能選擇，用以作為收費站單一方向績效評估或幾何設計之參考。

三、逆向調撥收費孔道只限於中央不找零小客車收費孔

雖然本研究之模擬程式可處理各收費型式的收費孔道，依前期研究之調查結果，台灣地區中山高速公路車種組成中，不找零小客車約佔79%、找零小客車約佔6%、客聯車約佔11%、大貨車約佔5%。所以除不找零小客車需行調撥外，其他車種數量相對較少，另因所有的不找零小客車車道均配置在中央，如要進行逆向調撥也只能調撥中央的車道。所以本研究只針對中央的不找零小客車收費孔進行調撥。至於同方向，有異於平常的車種組成時，必須進行所有收費孔之最適調整，本研究之模擬程式亦具有其處理之能力，但不在本研究之探討範圍。

四、車輛之服務時間分配型態有五種選擇

在模式中設定有多種理論及實際觀測的到達方式及服務時間分配型態，在執行程式時可自行設定之分配方式（分配有負指數、均勻與實際三種），計有下列五種組合：1.隨機到達與隨機服務時間、2.隨機到達與均勻服務時間、3.均勻到達與隨機服務時間、4.均勻到達與均勻

服務時間及 5.隨機到達與實際服務時間等。

五、收費孔道的型式有四種

現行國道高速公路局將收費孔道分成四種，依前期研究為運算方便將其歸納為，型一：不找零小客車，型二：找零小客車，型三：大客車與聯結車，型四：大貨車。其各型車之平均車長分別為4.5米、4.5米、12米與17米。至於，主線柵欄式收費改成電子收費或評估不收費的狀況，只要加入該車種有等候與無等候二種服務時間機率累計曲線值，本研究之模擬程式亦可將其視為另外型式（如第五或第六種型式）之收費孔道處理之。

六、服務時間區分成有等候與無等候車輛二種，其中再各按四型收費孔分類，可分別統計出 8條累積曲線圖。

根據前期研究於汐止、泰山、楊梅及后里等收費站調查結果，於沒有等候車輛狀況下，各型收費孔之服務時間分佈如圖 3-3示，平均服務時間分別為型一（小客車不找零）收費孔2.05秒、型二（小客車找零）收費孔4.86秒、型三（大貨車）收費孔3.87秒及型四（客聯車）收費孔4.42秒；有車輛等候狀況下，得其服務時間分佈情況如圖 3-4所示，各型態收費孔之平均服務時間，分別為型一收費孔4.64秒、型二收費孔9.99秒、型三收費孔7.16秒及型四收費孔7.34秒。

七、收費孔道容量亦區分成有等候與無等候車輛二種

相對各型收費孔之服務容量（為服務時間之倒數）亦可區分成有等候車輛與無等候車輛二種，其容量分別為：型一收費孔775VPH、1,756VPH、型二收費孔360VPH、1,254VPH、型三收費孔 503VPH、930VPH 及型四收費孔490VPH、814VPH。此結果與1987、1993年國內的二項研究各型態收費孔之服務容量分別為型一802VPH、型二553VPH、型三513VPH與型四

圖3-3 無等候狀況下服務時間累積機率分配圖

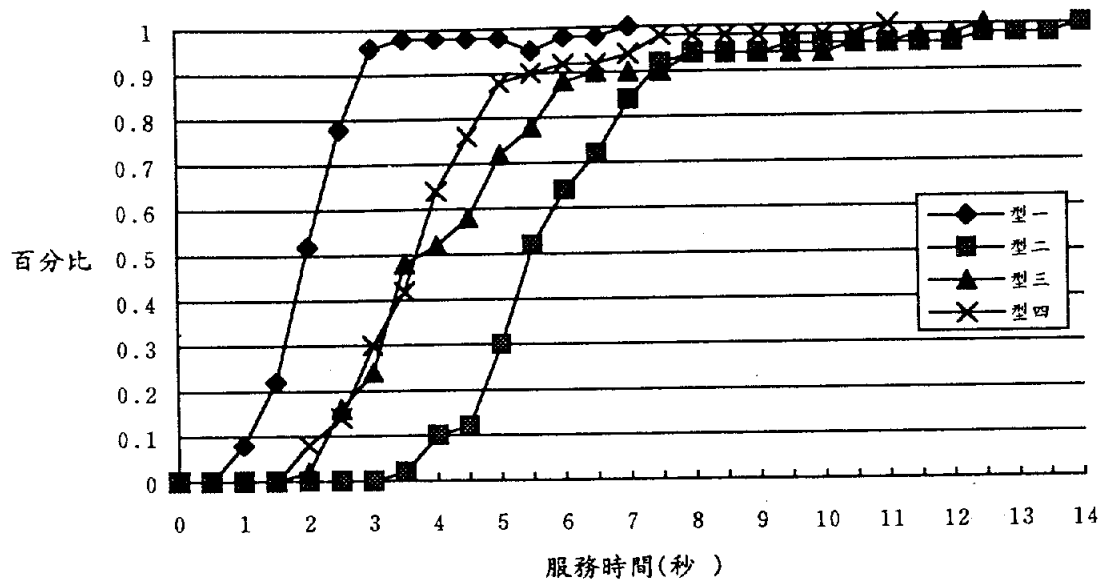
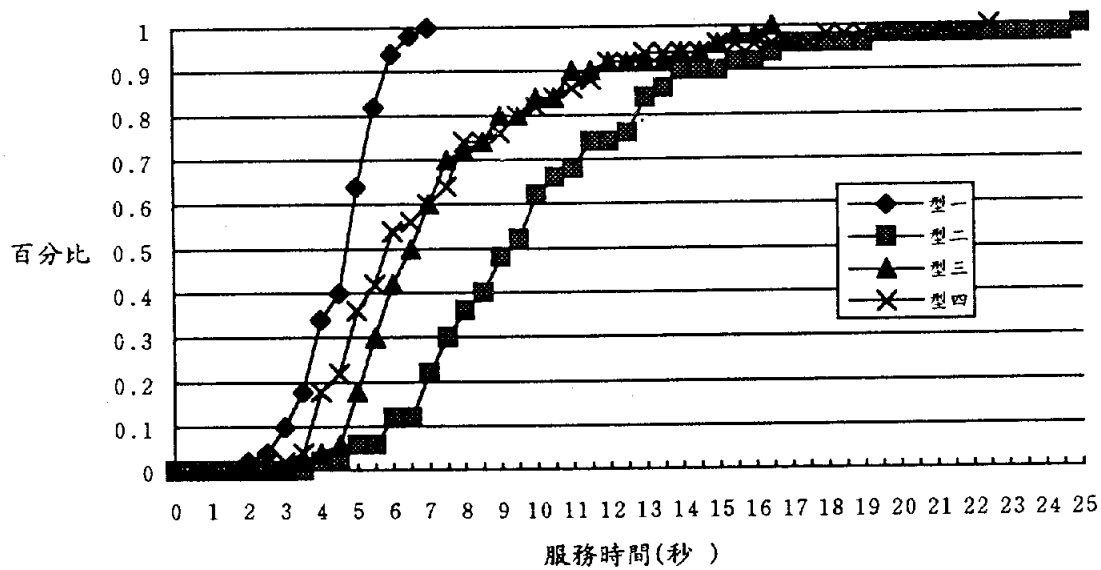


圖 3-4 有等候狀況下服務時間累積機率分配圖



455VPH，及型一950VPH、型二615VPH、型三517VPH與型四480VPH之研究結果比較，除型二收費孔相差較多外，其餘均相差不多。

八、不找零小客車行駛找零小客車收費孔道之門檻值定為 1.8

由於前期研究中所有調查的收費站找零小客車收費孔道容量均維持在360VPH左右時，而從前述二研究中 [1,2] 所分析之容量較高的原因，經向高速公路管理局查證，發現有些不找零小客車持回數票行駛找零小客車收費孔道，致使不找零小客車收費孔道之服務時間縮短，其容量因而提升。為解決此一現象，本研究在模擬程式中將不找零小客車行駛找零小客車收費孔道之門檻值定為 1.8，也就是當不找零小客車駕駛發現該不找零小客車收費孔道之排隊車長為找零小客車收費孔道之 1.8倍時，會將車輛開往找零小客車收費孔道以節省通過收費站之時間。此一數值日後亦可能隨駕駛人特性、車輛之性能或天候等因素改變，屆時在資料輸入中可自行設定。

九、考慮了天候條件與夜間因素

在本研究調查中，雖未曾進行雨天與夜間狀態各項參數資料之蒐集，但根據國外1987年之相關研究報告[8] 可知，利用表 2.2的容量折減因子，可推算夜間及雨天時各類型收費孔之容量，進而可推出其他之指標。

十、車輛進入收費站之減速率為 $3.049 \text{ (m/sec}^2\text{)}$

在本研究之調查中並未對此值進行調查，故本研究乃沿用都市地區號誌化交叉路口，駕駛者見黃燈後開始煞車至車輛停止時之減速率 $3.049 \text{ (m/sec}^2\text{)}$ 為經驗值。

十一、可不受限制的調撥收費孔數目

現行中山高速公路泰山收費站，單向有 10 個收費孔道，在平常單向尖峰車流時便有 1孔道的收費孔逆向調撥，最多可調撥 2孔道，而成

為 (11,9) 或 (12,8) 之收費孔道數配置；其他的收費站因單向只有 5 個孔道，所以最多只能逆向調撥 1 孔道，而成為 (6,4) 孔道配置；然而，本研究之模擬程式除調撥時間不受限制外（可在模擬過程的任合一個時間進行），調撥孔道數也沒有限制，故可以進行比實際作業還要多調撥孔道之模擬，但需注意調撥孔道的小客車當量需進行校估。

十二、以模擬與實際容量差值在 5VPH 以內，為樣本之接受值

所有的模擬程式均只是利用電腦來模擬真實的狀況與動作，本研究之收費站最適調撥時機模擬程式亦不例外，所以程式除透過真實的資料自動電腦模擬收費站交通系統外，也進行多項的程式測試與校估，為使模擬結果更隨機化，程式中允許使用者視使用之精細程度，決定模擬的次數。本研究訂定模擬與實際容量差值在 5VPH 以內為樣本之接受值，再從可用之樣本中取各收費孔道之效績效值平均數，以提高模擬之精確度。

3.3 模擬程式模式架構

本研究所採用的模擬程式模式架構係為事件導向 (Event-Driven) 方式，處理模擬車輛之相關動作過程中，不需在短時間內改變車輛之相關資訊，因此較採用時間續進 (Time-Advance) 模擬方式可節省龐大之電腦計算時間。對收費站作業之模擬來說，雖採用此種方式將稍微減低模式之彈性和精確性，但仍能獲得實用的資料。

有關模擬程式之基本架構如圖 3-5 所示，計分為 4 大部分，其中有關 TPS 模式部份又分成 6 小部份，茲將各部分之主要特性概述如下：

一、輸入模組

在輸入模組中，使用者可界定收費站之幾何條件、車流特性及控制模擬過程之參數，其主要之輸入資料分述如下：

1. 模擬方向數

本模式除因最適調撥時機模擬係以收費站整體績效作考量，所以

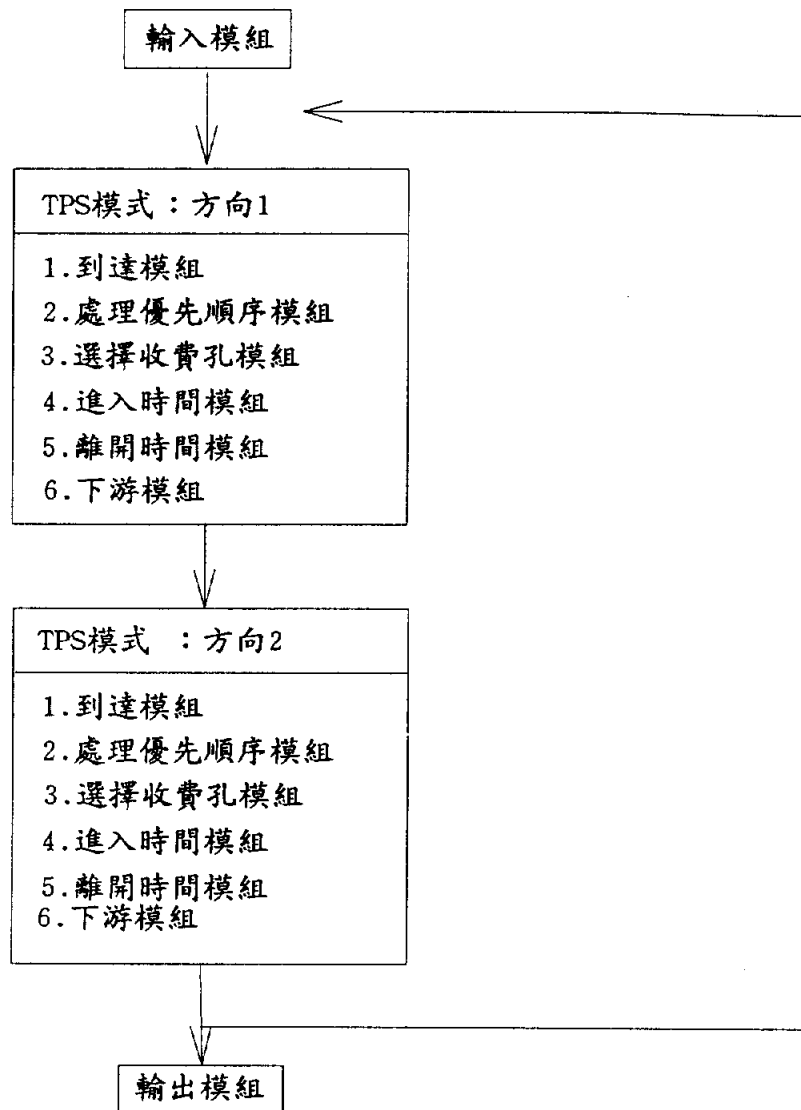


圖 3-5 模擬程式基本架構圖

程式可同時處理收費站之雙向運作外，亦可單獨評估某一方向的運作績效或幾何特性改善情形，所以輸入時使用者可選者1或2，以決定單向或雙向。相對而言如果單向，相關輸入資料只需給一組，如果雙向，當然也需依各向之條件給予二組輸入資料。

2. 模擬程式執行的次數

爲了提高模擬精確度，使用者可依自己的需求與時間，決定模擬程式執行的次數，並且本程式沒有執行次數的限制，但執行的次數愈多，模擬的時間愈長，至於程式執行一次需花費多少時間，因本研究

是採用事件導向 (Event-Driven) 模擬車輛之相關動作，處理時間會受車流的多寡、模擬時間之長短與使用之電腦速度等因素所影響，在此實在無法事先預估。

3. 車輛到達及服務時間之分配形式

本模式可模擬不收費系統、電子自動收費系統及人工收費系統等收費方式。在車輛到達型態分配方面可選擇(1)隨機到達、(2)均勻到達二種型式中之任一種；在服務時間分配方面可選擇(1)隨機服務時間、(2)固定服務時間、(3)實際服務時間等三種型式中之任一種。

將上述各三種的到達分配與服務時間相組合，可得下列五種組合：(1)隨機到達與隨機服務時間、(2)隨機到達與均勻服務時間 (3) 均勻到達與隨機服務時間、(4)均勻到達與均勻服務時間、(5)隨機到達與實際服務時間等。

本研究建議採用負指數分配之車輛到達率與實際調查之服務時間分配如圖 3-3、圖 3-4所示)。

4. 總模擬時間長度及初始不穩定時段

所謂總模擬時間乃指操作者模擬收費站作業的運作時間，模擬時間之長短視操作者的需求，但時間過長程式會有記憶體不足的現象產生；本程式中將總模擬時間分成 10 個小節，俾便讓使用者可透過分段流率調整因子，進行各小節時間中流量之調整工作，以模擬更切合實際之車流狀況。另外，在電腦模擬開始時，系統內沒有任何車輛，此時模擬之結果尚不足以反應實際作業的狀態，通常不予採用，此一時期稱之為初始不穩定時期。模擬程式中初始不穩定時段之初設值為 300 秒。

5. 收費站上游主線路段之車道數

現行中山高速公路收費站上游之主線車道數只有二車道、四車道 (泰山收費) 二種。(然而本模擬程式可模擬各種車道數之狀況，以保

持模擬程式之彈性)

6. 收費孔型式

收費孔數係指真正用於收費的孔道數量，而便道、閒置或故障停用者均不予計算。本研究依現行之收費孔型式共分成 (1) 小客車不找零 (2) 小客車找零 (3) 客聯車找零 (大客車與聯結車) (4) 大貨車找零等四種。而程式中保留其他種類之收費方式 (如電子收費) 亦可將其納入模擬之範圍。

7. 計算上游路段每一車道之車種組成及平均車長

此一百分比之計算，是對同一車道中未正對收費孔道之車輛，與旁邊車道的車流發生合併與分出行為時，了解其產生之交通干擾程度。其次，求得該車道上車流之平均代表車長。

8. 相對於主線而言，收費孔之配置

當車輛駛出收費亭後，車道數將由收費孔道數縮減至下游主線之車道數，本研究將此緩衝區分成三區，正對下游主線車道的區域定義為 side 2，逆向調撥車道邊 side 3，另外一邊為 side 1。緩衝區之型態，將影響車流匯流之阻抗程度。

9. 各時段服務時間之調整

因各型式收費孔之服務時間有可能因車流激增，收費站加派人手，而減少服務時間 (增加容量) (於等候長度過長之孔道加派 1 人專收票根，以利車輛通行)，亦可能因長時間收費致使收費人員動作遲鈍，降低效率，服務時間因而加長，故本研究允許在各模擬小時段中進行服務時間的比例調整。

10. 收費站上游喇叭開口處各車道之車輛平均速度

當車輛由主線將進入收費站前 2 公里處便有收費減速之告示，

甚至在收費站上游喇叭開口處開始會有跳路動路面之設置，故收費站上游末端之行車速度都較主線速度為低。依前面第二章現行中山高公路之實測資料，除非收費孔道之車輛等候長度，延伸至上游喇叭開口或更上游處，不然此處之車速大致維持在60至90kph 之間。

11. 每一型式收費孔之容量

本研究現行實測之各收費孔容量分別為 (1)小客車不找零收費孔容量在776vph至1,756vph之間 (2)小客車找零收費孔容量在360vph至1,254vph之間 (3)客聯車收費孔容量在490vph至814vph之間及 (4)大貨車收費孔容量在503vph至930vph之間。

上述為正常晴天白天之容量值，如果欲模擬夜間或雨天，只要使用天候調整因子，本程式亦會自動進行容量之折減計算。

12. 每一收費孔之平均車種長度

臺灣地區高速公路上行駛之車種，依其車長之分類計可分成小客車、大客車、小貨車、中型貨車、大貨車、聯結車與雙聯結車等，但這些車種均需被統計歸類成每一收費孔道之車種，在輸入時給予代表性之車長，用以進行服務時間、等候長度、系統時間等指標之計算。

13. 收費站距離上、下游末端之長度

此一長度與收費站的收費孔數與幾何設計條件有關，每一收費站均需依其實測或設計時可用腹地長度進行考量。

14. 每一類車輛從收費孔到下游喇叭末端平均自由車流之旅行時間

當各型車通過收費站的收費孔後，開始加速前進，由原本幾乎停止的速度再度恢復至主線的 60kph下限之速度；在其加速的過程中會受車種別、車輛性能或多車道匯流主線車道之影響，所以每一車種均有其從收費孔到下游喇叭末端平均旅行時間。

15. 收費站下游路段車道數

一般收費站下游路段主線之車道數會和上游主線之車道數一樣。

16. 在收費站與主線路段銜接處，下游車道之總容量

車輛通過收費孔後加速至與主線路段銜接處時，因匯流車輛相互干擾，該銜接處之容量也會因此而降低，此處亦是收費站瓶頸之所在。

17. 為產生機率事件之亂數初始值

本研究相關車輛產生、收費孔選擇、服務時間之選擇等，均從實際車流的累積機率次數分配曲線中產生，而在配取曲線機率值時，本研究係採用亂數法取樣，所以當所有的樣本都產生後，其曲線會和母體曲線呈相同之趨勢。

18. 逆向調撥車道數與開始調撥的時機

本模擬程式進行調撥時機之研究中，當一方向因調撥而多出一至二收費孔道時，另外一方向則必需減少相同的收費孔。

19. 是否列印孔道的詳細資料

使用者可依需求指定是否列印孔道的詳細資料，此一資料可分成二種 (1) 某一孔道的等候長度的詳細資料。 (2) 樣本績效值的詳細資料。

另外，如果為收費站之雙向模擬時，亦可選擇列印二方向之總績效差異值。

20. 是否列印雙向總績效和

輸入之最後，使用者可依需求指定是否列印雙向總績效和，以作為最適調撥時機敏感度分析時之績效指標。

二、TPS 模式

原 TPS 模式有 8 大部份，但經本研究修正為最適調撥模擬程式時，所利用的 TPS 模包括 6 大部份，分述如後：

1. 到達模組

利用到達模組在高速公路收費站上游路段，每一車道隨機產生車輛，就某一車道而言，該車輛到達收費站上游末端之時間係決定於車輛間距(Headway)。對隨機到達而論，該間距可被假設呈移動性負指數函數分配，如下式所示：

$$F(h \geq t) = e^{-\frac{(t-\beta)}{(T-\beta)}} \quad (1)$$

式中 $F(h \geq t)$ 表示間距 h 大於或等於 t 之機率。

T 代表平均間距，其大小隨特定之模擬時間內之時段不同而不同。

β 代表兩車輛間之最小間距。

為避免不必要之複雜性，本研究假設同車型之車輛長度及接近速度是相同的。

2. 處理優先順序模組

在本模組中，先比較上游路段車輛的到達時間，而最早到達之車輛先行處理，該車處理完成後，在其所在車道上再產生另一輛車，並與其它未處理之車輛再行比較彼此之到達時間。

3. 選擇收費孔模組

一旦有一輛車被選擇處理時，本模組即開始確認該車使用之收費孔。為求模擬過程符合真實情況，利用前述調查到之駕駛行為，比較

各收費孔之等候長度當量值 (Equivalent Queue Length) 以模擬收費孔之選擇行為。一輛來車將被分派至等候長度當量值最小之收費孔。至於等候長度當量值則根據下列原則計算得到：

- (1) 對一欲進入收費孔之車輛來說，其直接面對之下游收費孔為其偏好之收費孔。
- (2) 一受偏好之收費孔的等候長度當量值等於其實際之等候車輛長度。
- (3) 其他收費孔之等候長度當量值由下式計算得到：

$$Q_e = Q_a + (2 + 1.5D)(0.8 + 0.4R) F \quad \text{-----}(2)$$

其中 Q_e = 等候長度當量值，單位為車輛數。

Q_a = 實際等候車輛長度，單位為車輛數。

D = 受偏好收費孔與正被考慮之收費孔間的距離，單位為收費孔數。

R = 一均一分佈之亂數，代表來車駕駛者之特性。

F = 對型一和型二收費孔而言，其值為 1.0。對型三和型四收費孔而言，其值為 0.4。

另外，本研究為處理不找零小客車持票通過找零小客車收費孔的特殊現象，特訂 1.8 值為不找零小客車持票通過找零小客車收費孔之門檻值，也就是不找零小客車之收費孔車隊等候長度大過找零小客車收費孔之等候長度的 1.8 倍時，才會發生不找零小客車持票通過找零小客車收費孔之情事。

4. 進入時間模組

本模組之主要目的為決定一車輛何時進入收費系統。對不受等候車隊干擾之車輛而言，其進入時間等於其到達收費亭之時間；而對需等候之車輛來說，其進入時間等於其加入等候車隊之時間。

當一到達車輛產生時，本模組第一件工作就是分析下游收費孔前之情況，以決定該到達車輛是否需加入等候車隊中；對一未受干擾之來車而言，其進入時間可輕易地利用其臨近速度及減速度估算得到。在以事件導向為處理依據之模擬中，等候車輛之進入時間是很難估算的。在本 TPS 模式中，是利用如圖 3-6 描述之概略過程估算等後車輛之進入時間。在圖中， T_1 表示車輛到達收費站上游端點之時間， T_2 表示等候車隊中最後一輛車離開之時間， L 表示收費亭至上游端點之距離。

為估計到達車輛之進入時間，本模式首先計算在 T_1 時從收費亭至等候車隊中最後一輛車之距離 S ，該最後等候車輛在圖中之軌線被認為如鋸齒狀一般，而此鋸齒狀軌線可被認定近似直線形。到達車輛之軌線與最後等候車輛之軌線必有一相交點，該交點之相對時間界定為到達車輛之進入時間。

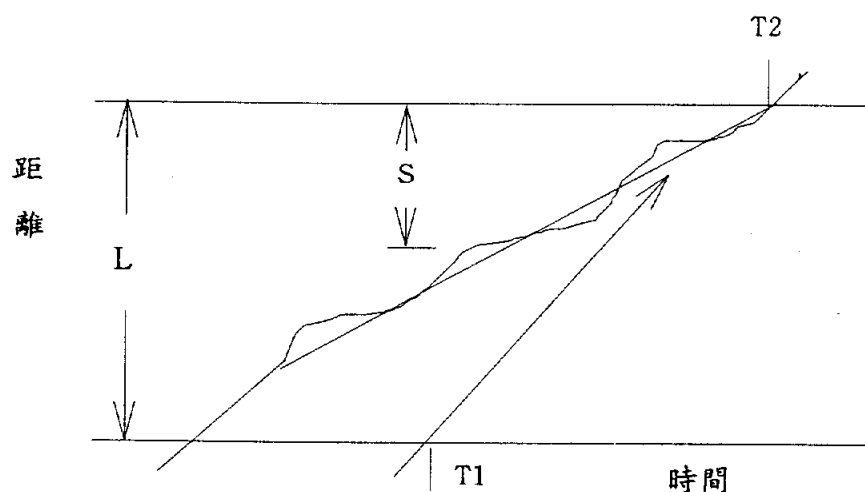


圖 3-6 車輛進入收費站系統之時空關係圖

5. 離開時間模組

本模組之主要目的為估計車輛離開收費孔之時間，而在模組中，假設收費站下游無等候車輛阻礙車輛繳費後離開收費孔。以此方式計

算得到之離開時間不考慮收費孔下游產生之干擾，因此，為符實際交通行為，有關該種情形之離開時間，應予修正。該節將於下游模組中加以敘述。

一不受等候車隊干擾之車輛離開收費亭之時間等於其進入時間（到達收費亭之時間）和服務時間之加總。對人工收費站而言，一未受干擾車輛之服務時間是依據圖 3-3所示之累積次數分配以機率性方式產生。而對免收費系統及自動收費系統來說，車輛離開收費亭之時間等於該車輛之進入時間加上 2.5秒之服務時間，此服務時間是根據 1,500 PCPHPL間距容量計算得到，而當有現地實際調查資料時，該服務時間須加以修正。

對一在等候之車輛而言，其離開時間等於其服務時間加上前一輛車之離開時間，對人工收費系統而言，等候車輛之服務時間可由圖 3-4 之累積機率分配計算得到。

6. 下游模組

收費孔下游之交通運作特性是依據下列因素而定：各收費孔車輛離開率、車輛組成、各收費孔相對於其下游主線之佈設情形及收費站下游末端之高速公路車道容量。當收費孔下游發生車輛等候情形時，將會影響服務時間。為反應這種可能性，TPS 模式在車輛之起始離開時間一決定後，即立刻檢查收費孔下游之交通情況。假如收費孔下游產生之等候車隊長度太長且影響到車輛從收費孔離開之動作，則被影響車輛之離開時間需加以更正。本模組亦估計等候車輛數佔收費站下游區域可容納車輛數之比例。

三、輸出模組

模擬模式主要之輸出結果包括下列幾項：

1. 方向編號。
2. 總模擬時間長度。

3. 各收費孔道代表之車種名稱。
4. 各收費孔之 (1)車流率、(2)平均臨近延滯時間、(3)系統時間、(4)等候長度、(5)最大等候與(6)樣本數等資料。(前五種資料均標準化為以小時為單位)。
5. 各方向之 (1)總臨近延滯、(2)總系統時間、(3)總等候長度、(4)總最大等候。
6. 車輛通過收費站之平均行駛速度。
7. 選擇收費孔之等候長度。
8. 雙向各費孔之流量、容量、V/C值、臨界延滯、系統時間、等候長度、最大等候長度差值。

3.4 模擬程式測試、校估

為求模式具實用性及合理性，本研究利用現場資料及理論期望值加以測試模式。所使用之現場資料是透過攝影機拍攝小汽車找零收費孔之車流情形，再以人工整理分析得出資料。其中包括到達車輛數、離開車輛數及每15秒之等候長度。在模式之測試中，到達車輛數是依據每5秒所觀測到之到達車輛數。圖3-7為每15秒等候長度之模擬值與觀測值之比較圖。從圖3-7可知，等候長度模擬值與觀測值平均相差0.93輛。

由圖3-7知，觀測之等候長度值與模擬等候長度值形成之軌跡圖相當吻合。雖觀測之等候長度值與模擬等候長度值存有些微差異，主要原因在測試中並沒有作任何修正動作以使各車輛模擬之服務時間與實際之觀測服務時間一致。結果顯示，在一已知時間內，模擬之離開車輛累積數與觀測值不同，如每10秒時段平均相差0.91輛，然而圖

3-8顯示模擬之離開車輛累積數與觀測之離開數相當接近，假如在測試中使用觀測到之服務時間，則觀測之等候長度值與模擬之等候長度值之差異會更少。

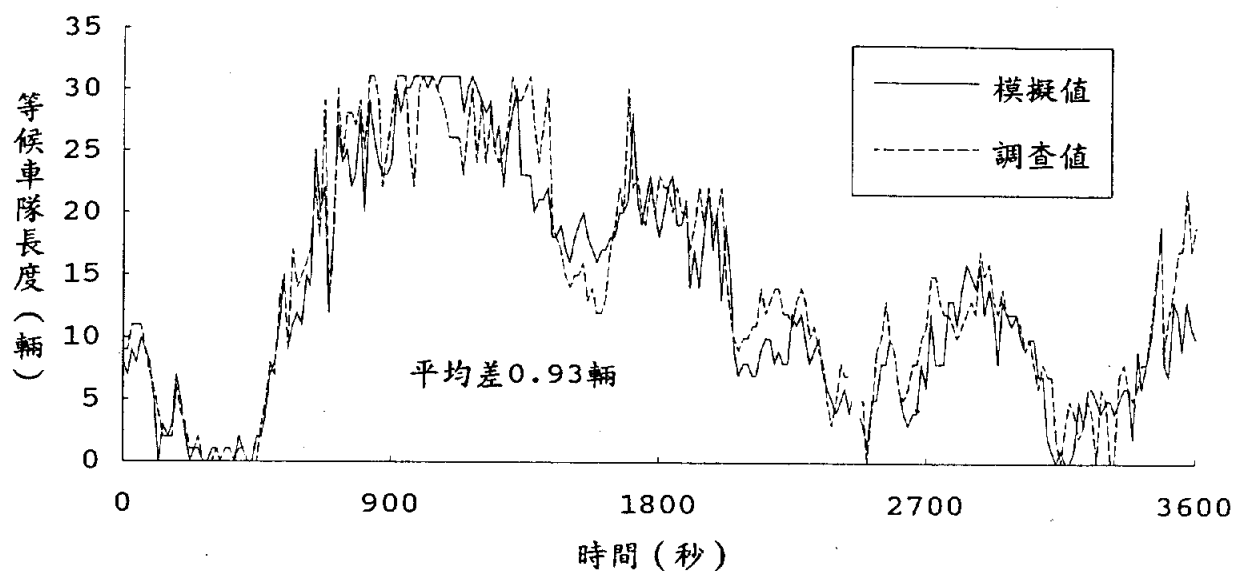


圖 3-7 模擬結果與實際調查之等候平均長度比較圖

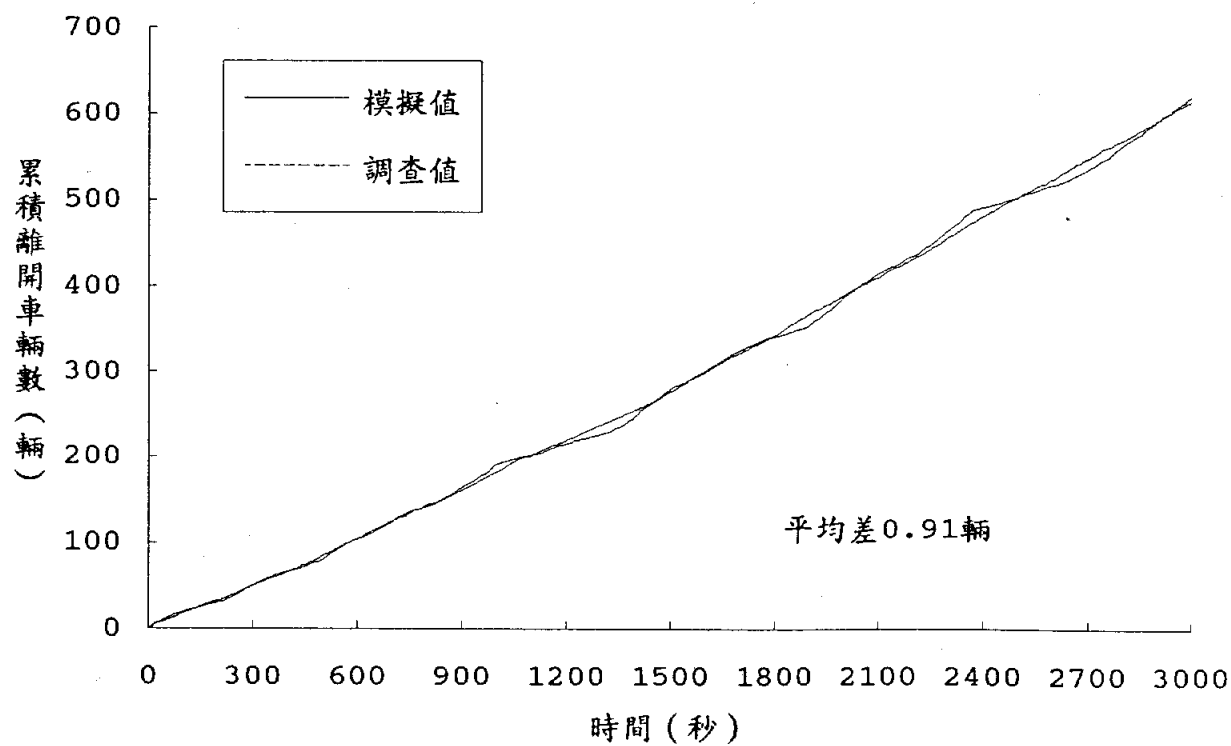


圖 3-8 模擬結果與實際調查之累積離開車輛數比較圖

3.5 程式的輸入與輸出格式

3.5.1 程式的輸入格式

收費站最適模擬程式之資料輸入格式詳細說明如下：（在表 3.1 之 CTPS 輸入資料上均加上行數編號，以方便解說；另外，在每一列之最後英文字串，為該輸入值代表之變數名稱）

1. 模擬單向或雙向（單向輸入 1，雙向則輸入 2）。變數名稱為：NDIR
2. 第一方向模擬的次數。變數名稱為：LOOP
3. 四個亂數的變數種子。變數名稱為：LROOT(4)
4. 分配的給定方式，即取分配的接受區或拒絕區，0 為 R，1 則為 (1-R)。變數名稱為：NEGA
5. 選擇分配的種類，計有（[1]隨機到達，隨機服務時間。[2]隨機到達，平均服務時間。[3]平均到達，隨機服務時間。[4]平均到達，平均服務時間。[5]本研究實際調查之次數分配。）變數名稱為：MOPT
6. 模擬的穩定初始時間，單位為秒。變數名稱為：WARMUP
7. 模擬過程的段落數及每段落的时间(SEC)，二者的乘積即為模擬時間之總時間，單位為秒。變數名稱為：NP,DUP
8. 每一段落之流量比率，即為每一段落流量與平均流量的比值。其個數應與模擬的總個數相同。變數名稱為：RATIO(NP)
9. 上游基本路段之車道數、車輛種類、減速率（單位為 M/SEC^2 ）。變數名稱為：NLANE, NTYPE, DEC
10. 收費孔道的種類，其排列順序應和第18行之容量相對應。變數名稱為：MKIND(NP)

Gate Type 1: 不找零小客車收費孔。

Gate Type 2: 找零小客車收費孔。

Gate Type 3: 大客車與聯結車收費孔。

Gate Type 4: 大貨車收費孔。

11. 不含調撥孔道之收費孔道的總個數。變數名稱爲：MTY
12. 每一收費孔種類，必需依序排列。變數名稱爲：GTYPE(MTY)
13. 每個收費孔所在的區位，收費孔下游共分成三部份(區位)。變數名稱爲：ISIDE(MTY)
14. 各收費孔服務時間的調整因素，其值可用輸出流量與給定容量之比值調整。變數名稱爲：ADJ(MTY)
15. 各主線車道給定的車輛數。變數名稱爲：FLOW(NLANE)
16. 上游主線各車道的平均速度(由內而外依次排序)。變數名稱爲：AV(NLANE)
17. 正對下游基本路段之收費孔編號。變數名稱爲：IDOWN(NLANE)
18. 上游長度。變數名稱爲：LENGTH
19. 每種收費孔的服務容量(單位：VPH)。變數名稱爲：CAP(KIND)
20. 無等候狀況各型收費孔之服務容量(單位：VPH;按型式1,2,3,4之順序)。變數名稱爲：CAP2(KIND)
21. 日夜、晴雨之調整因子(選擇1,2,3,or4)。變數名稱爲：XADJ(3,4)
22. 至24. 爲夜間、雨天之調整因子。
25. 每種收費孔之車輛平均長度(單位：M)。變數名稱爲：SIZE(KIND)
26. 至 29. 爲上游每車道車種組成的百分比，每一車道有一組機率值。
變數名稱爲：PER(NLANE, NTYPE)
30. 出收費孔至下游喇叭閉口之長度。變數名稱爲：XLEN
31. 車輛離開每一收費後，至下游與基本路段銜接處間的行駛時間，其排列順序應和第17行之容量相對應。變數名稱爲：TRAVEL(KIND)
32. 下游基本路段車道數、總容量、銜接處容量。變數名稱爲：NOUT, DCAP, CAPJAM
33. 有否進行中央不找零小客車道之逆向調撥，若有的話是從模擬後的何時開始。變數名稱爲：NEW, TTIME
34. 不找零小客車使用找零小客車收費孔之阻抗門檻值。變數名稱爲：CUTOFF
35. 調撥收費孔與正對主線下方不找零小客車收費孔的服務時間調整值

。變數名稱爲：ADJ(NMT)

36.調撥收費孔上游交通錐之擺設長度。變數名稱爲：XLONG

37.選擇是否列印某一收費孔詳細的等候長度(答 0爲不要, 答 1則爲要)。變數名稱爲：IPRINT, IPGATE

38.是否列印每一次模擬後, 合乎門檻之各收費孔各績效值(答1爲要, 答 2則印出平均後各收費孔之各績效值)。變數名稱爲：IPRINT

39.至 75.爲第二模擬方向之輸入資料, 其格式如同2.至38.項。

76.若爲雙向之收費站模擬, 決定是否列印出雙向之績效和值。

表 3.1

1 2 欲模擬單向收費或雙向收費(單向1,雙向2) NDIR
2 10 欲模擬之次數 LOOP
3 34528 54321 98785 65432 產生亂數之種子 LROOT(4)
4 0 分配的給定方式, (選擇 0 或 1) NEGA
5 5 到達型態及服務時間之機率分佈(選擇1,2,3,4或5) MOPT
6 300 模擬程式熱機(穩定)時間(單位:秒) WARMUP
7 10 390 模擬之時段數, 每時段之時間長度(單位:秒) NP,DUR
8 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 分段流率與平均流率之比值 RATIO(NP)
9 4 4 3 主線車道數,車種數,減速率(單位:m/sec²) NLANE,NTYPE,DEC
10 1 2 3 4 不同車種使用之孔道型式(按1不找零小客,2找零小客,3客聯,4大貨 之順序)
MKIND(NTYPE)
11 10 本方向收費孔道數(包括調撥收費道) MTY
12 4 4 3 3 2 1 1 1 1 1 1 按車種別之各孔道收費型式(按孔道1,2,3,...之順序)
GTYPE(MTY)
13 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 3 孔道區位編號(按孔道1,2,3,...之順序) ISIDE(MTY)
14 1.0 1 1 1.03 1 1 1 1 1 1 1 服務時間之調整因子(按孔道1,2,3,...之順序) ADJ(MTY)
15 775 1000 300 300 上游主線各車道之流量(單位:VPH;按車道1,2,3,...之順序) LOW(NLANE)
16 54 54 54 54 到達收費站上游各車道之平均速率(單位:KPH;按車道1,2,3,...之順序)
AV(NLANE)
17 7 8 9 10 各主線車道正下方孔道之編號(按車道1,2,3,...之順序) IDOWN(NLANE)
18 375 收費站本方向上游部份之長度(單位:公尺) LENGTH
19 776 360 490 503 各型式孔道之容量(單位:VPH;按型式1,2,3,4之順序) CAP(KIND)
20 1756 1254 814 930 無等候狀況各型式孔道之容量(單位:VPH;按型式1,2,3,4之順序)
CAP2(KIND)
21 1 天候、晴雨之調整因子(選擇1,2,3,or 4) IADJ
22 0.87 0.94 0.89 0.96 白天但下雨時之調整比值 XADJ(3,4)
23 0.94 0.94 0.79 0.93 夜間之晴天時的調整比值
24 0.77 0.94 0.79 0.93 夜間之下雨時的調整比值
25 4.5 4.5 16.5 13 利用各型孔道之平均車長(單位:公尺;按孔道型式1,2,3,...之順序)
SIZE(KIND)
26 0.7 0.1 0.1 0.1 主線第一車道之車種組成(按車種1,2,3,...之順序) PER(NLANE,NTYPE)
27 0.8 0.1 0.05 0.05 主線第二車道之車種組成(按車種1,2,3,...之順序)
28 0.8 0.1 0.05 0.05 主線第三車道之車種組成(按車種1,2,3,...之順序)

29 0.8 0.1 0.05 0.05 主線第四車道之車種組成(按車種1,2,3,...之順序)
 30 350 收費站本方向下游部份之長度(單位:公尺) XLEN
 31 15 15 18 20 從各型孔道到下游主線之旅行時間(秒;按孔道型式1,2,3,4)
 TRAVE(KIND)
 32 4 9000 7000 收費站下游主線車道數,總車道容量,壅塞時之容量 NOUT,DCAP,CAPJAM
 33 1 2100 調撥孔道數,調撥啓始或關閉時間(單位:秒) NEW,TTIM
 34 1.8 不找零車輛轉到找零孔道之門檻值 CUTOFF
 35 1.0 1.0 1.0 調撥孔道之服務時間調整因子 ADJ(NMT)
 36 40 調撥孔道前之車道長度(單位:米) XLONG
 37 0 1 選擇是否列印 (1=列印,0=不列印);欲列印之孔道編號 IPRINT,IPGATE
 38 2 列印型式(1=詳細列印各樣本,2=只列印樣本平均值) IPRIN
 39 10 欲模擬之次數 LOOP
 40 34528 54321 98785 65432 產生亂數之種子 LROOT(4)
 41 0 分配的給定方式,(選擇 0 或 1) NEGA
 42 5 到達型態及服務時間之機率分佈(選擇1,2,3,4或5) MOPT
 43 300 模擬程式熱機(穩定)時間(單位:秒) WARMUP
 44 10 390 模擬之時段數,每時段之時間長度(單位:秒) NP,DUR
 45 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 分段流率與平均流率之比值 RATIO(NP)
 46 4 4 3 主線車道數,車種數,減速率(單位:m/sec²) NLANE,NTYPE,DEC
 47 1 2 3 4 不同車種使用之孔道型式(按1不找零小客,2找零小客,3客聯,4大貨 之順序)
 MKIND(NTYPE)
 48 10 本方向收費孔道數(包括調撥收費道) MTY
 49 4 3 3 2 1 1 1 1 1 1 1 1 按車種別之各孔道收費型式(按孔道1,2,3,...之順序)
 GTYPE(MTY)
 50 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 3 孔道區位編號(按孔道1,2,3,...之順序) ISIDE(MTY)
 51 1.0 1 1 1.03 1 1 1 1 1 1 1 服務時間之調整因子(按孔道1,2,3,...之順序) ADJ(MTY)
 52 775 1000 300 300 上游主線各車道之流量(單位:VPH;按車道1,2,3,...之順序)
 FLOW(NLANE)
 53 54 54 54 54 到達收費站上游各車道之平均速率(單位:KPH;按車道1,2,3,...之順序)
 AV(NLANE)
 54 7 8 9 10 各主線車道正下方孔道之編號(按車道1,2,3,...之順序) IDOWN(NLANE)
 55 350 收費站本方向上游部份之長度(單位:公尺) LENGTH
 56 776 360 490 503 各型式孔道之容量(單位:VPH;按型式1,2,3,4之順序) CAP(KIND)
 57 1756 1254 814 930 無等候狀況各型式孔道之容量(單位:VPH;按型式1,2,3,4之順序)
 CAP2(KIND)
 58 1 天候、晴雨之調整因子(選擇1,2,3,or4) IADJ
 59 0.87 0.94 0.89 0.96 白天下雨之調整比值 XADJ(3,4)
 60 0.94 0.94 0.79 0.93 夜間晴天之調整比值
 61 0.77 0.94 0.79 0.93 夜間下雨之調整比值
 62 4.5 4.5 16.5 13 利用各型孔道之平均車長(單位:公尺;按孔道型式1,2,3,...之順序)
 SIZE(KIND)
 63 0.7 0.1 0.1 0.1 主線第一車道之車種組成(按車種1,2,3,...之順序) PER(NLANE,NTYPE)
 64 0.8 0.1 0.05 0.05 主線第二車道之車種組成(按車種1,2,3,...之順序)
 65 0.8 0.1 0.05 0.05 主線第三車道之車種組成(按車種1,2,3,...之順序)
 66 0.8 0.1 0.05 0.05 主線第四車道之車種組成(按車種1,2,3,...之順序)
 67 375 收費站本方向下游部份之長度(單位:公尺) XLEN
 68 15 15 18 20 從各型孔道到下游主線之旅行時間(秒;按孔道型式1,2,3,4)
 TRAVE(KIND)
 69 4 9000 7000 收費站下游主線車道數,總車道容量,壅塞時之容量 NOUT,DCAP,CAPJAM
 70 1 2100 調撥孔道數,調撥啓始或關閉時間(單位:秒) NEW,TTIM
 71 1.8 不找零車輛轉到找零孔道之門檻值 CUTOFF
 72 1.0 1.0 1.0 調撥孔道之服務時間調整因子 ADJ(NMT)
 73 40 調撥孔道前之車道長度(單位:米) XLONG

74 0 1 選擇是否列印 (1=列印,0=不列印);欲列印之孔道編號 IPRINT,IPGATE
75 2 列印型式(1=詳細列印各樣本,2=只列印樣本平均值) IPRIN

3.5.2 程式的輸出格式

本研究收費站最適調撥時機模擬程式的輸出格式可分成1.固定輸出資料與、2.選擇性輸出資料等二大項，詳細分述如下（詳見表 3.2）：

1.固定輸出資料

- (1)方向。
- (2)總模擬時間。單位為：秒
- (3)各收費孔之車種。
- (4)各收費孔之編號、車流量、容量、V/C值、臨界延滯、系統內時間、等候長度、最大等候長度、樣本數。
- (5)通過收費站之平均速率。
- (6)總績效值。

2.選擇性輸出資料

- (1)各收費孔詳細之編號、車流量、容量、V/C值、臨界延滯、系統時間、等候長度、最大等候長度、樣本數。
- (2)各收費孔每一車輛產生時等候長度值。
- (3)雙向各費孔之流量、容量、V/C值、臨界延滯、系統時間、等候長度、最大等候長度差值。

表 3.2

方向	1	
總模擬時間	3900.0	秒
孔道	1	是大貨車
孔道	2	是大貨車
孔道	3	是客聯車
孔道	4	是客聯車
孔道	5	是找零小客車
孔道	6	是不找零小客車
孔道	7	是不找零小客車

孔道 8 是不找零小客車
 孔道 9 是不找零小客車
 孔道 10 是不找零小客車
 孔道 11 是不找零小客車

孔道 編號	車流 (VOL)	容量 (VOL)	V/C	臨近延滯 (秒)	系統時間 (秒)	等候 (輛)	最大等候 (輛)	樣本數 (個)
1	424.2	503.8	0.84	17.6	18.6	2.2	8	12
2	440.1	502.3	0.88	18.2	19.2	2.4	9	10
3	462.9	490.1	0.94	28.7	32.9	4.2	13	10
4	467.0	486.3	0.96	27.8	31.9	4.1	12	1
5	394.4	360.1	1.10	247.4	258.2	28.4	45	10
6	798.2	775.5	1.03	110.9	121.7	27.0	47	6
7	798.5	776.1	1.03	98.3	107.9	24.0	44	8
8	797.9	774.5	1.03	101.4	111.4	24.8	43	13
9	799.9	776.9	1.03	105.7	116.3	25.9	43	8
10	799.9	776.7	1.03	113.2	124.5	27.7	46	7
11	846.0	777.6	1.09	12.3	12.3	2.9	5	2

*** 第 1 方向之總績效值 ***

	臨近延滯 (秒)	系統時間 (秒)	等候 (輛)	最大等候 (輛)
總績效值	572755.1	623524.9	122794.8	219101.2

通過收費站之平均後速率 = 20.6 VPH

#####

方向 2

總模擬時間 3900.0 秒

孔道 1 是大貨車
 孔道 2 是客聯車
 孔道 3 是客聯車
 孔道 4 是找零小客車
 孔道 5 是不找零小客車
 孔道 6 是不找零小客車
 孔道 7 是不找零小客車
 孔道 8 是不找零小客車
 孔道 9 是不找零小客車
 孔道 10 是不找零小客車

孔道 編號	車流 (VOL)	容量 (VOL)	V/C	臨近延滯 (秒)	系統時間 (秒)	等候 (輛)	最大等候 (輛)	樣本數 (個)
1	357.5	503.2	0.71	15.2	15.2	1.5	7	12
2	252.5	488.2	0.52	8.5	7.0	0.5	3	2

3	304.2	489.3	0.62	9.5	8.3	0.7	3	6
4	331.0	359.2	0.92	39.3	39.8	3.7	12	8
5	440.4	774.9	0.57	5.6	4.0	0.5	3	5
6	597.0	775.0	0.77	6.6	5.6	0.9	4	7
7	642.6	776.8	0.83	7.3	6.6	1.2	5	5
8	649.0	777.2	0.84	7.8	7.0	1.3	5	3
9	647.0	775.0	0.83	8.2	7.1	1.3	5	5
10	589.1	777.3	0.76	7.0	5.7	0.9	4	9

*** 第 2 方向之總績效值 ***

	臨近延滯 (秒)	系統時間 (秒)	等候 (輛)	最大等候 (輛)
總績效值	49095.5	44610.3	5800.5	23903.1

通過收費站之平均後速率 = 41.9 VPH

#####

*** 第一方向與第二方向之總績效和值 ***

	臨近延滯 (秒)	系統時間 (秒)	等候 (輛)	最大等候 (輛)
總績效和值	523659.5	578914.6	116994.3	195198.1

第四章 調撥時機評估指標之研擬

4.1 實施調撥說明

調撥車道之實施主要在車輛進入具管制性及限制性的交通路線或路段，如橋樑、隧道或高速公路等，當交通量漸大而趨飽和時，由於無其它替代路線可資轉移交通量，以致極易形成壅塞瓶頸，並可能因這些瓶頸而嚴重影響全線之運作績效。此時，若易壅塞路段之交通量具有明顯的方向性，即車道的某一方向在某時段中的交通量明顯大過另一方向的交通量，則可將交通量較少一方的車道調撥給對向的車輛使用，形同增加對向車道之容量，而充分發揮既有道路或交通設施的服務效能，實不失為良好的運輸系統管理（Transportation System Management, TSM）策略。在國外高速公路的調撥車道實施經驗中，尚有配合高乘載車輛（High Occupancy Vehicles, HOV）的措施，對紓解具方向性的交通壅塞產生極大的效益。

高速公路若欲實施調撥車道除需具備良好的道路設施條件（如車道一般至少六車道以上）外，還需要民眾充分配合、法令與法規之修改、執行及執法之確實、媒體的有效宣導。等相關條件配合方能克盡其功。國內亦曾於83年農曆春節期間，為期有效紓解大量返鄉過年的交通量，特別配合已實施多次的匝道儀控措施，再施以固定時段限制乘載四人以上的車輛方得行駛高速公路的策略，獲有顯著之效益。至於國內實施高速公路調撥車道之構想，除因高速公路本身之道路幾何設施條件不佳外，其它相關配合條件亦無法充分掌握，故至目前為止尚未有實施之案例。

以國內高速公路的運作特性觀之，雖然其與一般道路立體交叉且以交流道之匝道做為進出之管制，車輛進入高速公路後可免除如一般公路上有交叉口、號誌。等之障礙，而得以達到高速行駛之目的，但因屬收費公路，且採主線收費之型式，因此車輛在行經收費站區時，行駛速率必須先減速通過收費站繳費後再加速，而產生車流運作之

改變，形成主線上唯一固定的障礙設施，故收費站之操作績效則是影響高速公路服務水準的重要固定因素。

有關收費站運作與調撥有關之特性概有：

- 一、收費站之運作，係先按車種將全部收費孔予以固定分派。各孔道並非全日24小時均開放，須視收費孔實際車輛到達及等候之狀況，再彈性開放其孔道數量。
- 二、通過收費站的車種組成比例不一致，且全日24小時內各時段之組成比例變化差異亦大，因此，車種組成之變化將對收費站之運作績效產生影響。
- 三、當通過收費站的交通量大於收費站所能提供的收費設施，包含收費孔容量及容納容量(holding capacity)，且先於主線達到飽和，將導致等候車隊長度及等候延滯時間不斷增加而干擾甚至降低高速公路整體之服務水準。
- 四、收費站為能迅速處理等候車輛之收費，乃提供較主線車道數為多之收費孔（一般收費孔之數目以主線車道數之2.5 倍為原則）供駕駛人選擇等候長度最短或車行距離最近的孔道，俾能儘速通過收費站。但駕駛人的孔道選擇行為，大致上乃以等候長度最短為原則。當交通尖峰時段或車流率增大時，實施收費孔道調撥，對縮短駕駛人之等候時間、增加系統容量及服務效率具有相當之助益。

4.2 調撥時機評估指標考慮因素

目前高速公路收費站孔道實施調撥的方式，一般是每天在固定時間由工作人員以人工方式在收費孔之上、下游搬動警示錐來實施由於是人工操作，因此在人力運作及安全顧慮等因素下，所謂「調撥時機

」實指固定的時間，並不具機動性及彈性，因此收費孔調撥的實施成效並無法充分發揮，故為改善這種現象，研擬調撥時機之評估指標則極為重要，本研究認為調撥時機之評估指標至少應具備下列特性：

一、實用性：

評估指標應能提供收費站管理人員或孔道調撥人員對於收費站的服務績效，是否實施調撥可很容易地加以研判。收費孔調撥之時機與收費站之服務績效間有密切的關係，一般而言，服務績效代表進入收費站服務範圍內之車輛通過各收費孔之運作效率。因此，當雙向之服務水準相差過大，則服務水準低之一方，收費孔可能不敷使用，而服務水準高之一方，收費孔可能尚有剩餘容量，此時則可考慮實施調撥，將有剩餘容量一方的收費孔部份調整給已不足容量之一方使用，以提昇其收費站的整體服務效能。故調撥時機之評估指標，就實用性而言，應儘量與收費站的服務水準評估指標相同或相關。

二、合理性：

孔道調撥時機常取決於收費站雙向的服務績效差距過大時，而收費孔服務績效主要影響因素為進入收費站的車流量，故當雙向車流量差距過大時，則可考慮實施調撥；惟若此車流量差距過大的現象僅是偶發性，或持續的時間極短，以目前收費孔調撥採人工操作方式而言，將增加操作人員之工作負擔，且因收費孔調撥次數頻繁，以駕駛人之角度觀之，將造成選擇收費孔之慣性無法一致，而產生車輛操作不便，進而干擾車流之穩定性；同時亦可能增加事故發生的潛在機率。因此，調撥時機之評估指標應就雙向車流差距過大之「持續時間」加以考慮，或就收費站尖峰時段加以界定，以使孔道調撥達到合理性。

三、簡易性：

孔道調撥時機評估指標主要乃提供孔道實施調撥之決策者或

操作者能很簡易地判斷是否應實施調撥，因此指標之研定應對收費站服務狀況能很方便、快速獲得決策的衡量標準。儘量能讓使用者直接從現況中獲得是否需要調撥的訊息，而不必再經過複雜的資料統計、計算與分析。

四、有效性：

評估指標應該能有效應用於已發展良好的收費站服務水準分析評估模式，以便可自評估指標衡量值加以求算分析實施調撥前後收費站服務績效的變化情形。本研究有關收費站容量服務水準之分析係採用交通部運輸研究所82年6月與美國克拉森(CLARKSON)大學所共同發展之收費站 TPS (TOLL PLAZA SIMULATION) 模擬程式，因此調撥時機評估指標之分析，與該模擬程式之操作具相容性。

五、正確性：

評估指標應能正確反映收費站的交通特性及運作績效。

4.3 調撥時機評估指標之訂定

綜合上述調撥時機評估指標所應考慮的因素，本研究擬自不同車流率與收費站之績效關係及收費孔之運作績效特性等觀點來探討調撥時機，並作為決定評估指標之依據。

4.3.1 調撥績效之模擬分析

4.3.1.1 調撥條件

高速公路在正常狀況下，不同方向車流量分佈隨著全日中的各別時段有其穩定的分佈特性。自歷史資料的統計與分析，可求得車

流量時間(F-T) 的分佈趨勢。相同地，在通過收費站的車流量亦有相似之情形。以泰山收費站而言，本研究整理83年之流量資料，以星期別加以整理如表 2.7所示，若轉化為分佈圖則如圖 2-3。

若以每小時通過收費站之總車輛數超過5000VPH 為尖峰時段劃設之準則，則週一的北上尖峰時段概為7:00~9:00及14:00~20:00，南下尖峰時段概為 7:00~12:00及14:00~17:00，而週二北上尖峰時段概為14:00~20:00，南下尖峰時段概為 8:00~12:00及14:00~17:00，週三北上尖峰時段概為14:00~20:00，南下尖峰時段概為8:00~12:00 及14:00~16:00，週四北上尖峰時段概為14:00~20:00，南下尖峰時段概為 8:00~12:00及14:00~16:00，週五北上尖峰時段概為14:00~21:00，南下尖峰時段概為 8:00~17:00，週六北上尖峰時段概為12:00~20:00，南下尖峰時段概為 7:00~18:00，週日北上尖峰段概為15:00~23:00，南下尖峰時段概為8:00~12:00。

另考慮收費孔若實施調撥，其所調撥的孔係最內側小型車不找零收費孔，因此是否實施調撥乃以收費站總車流量中小型車數量之多寡為最主要之影響因素。由泰山收費站不同日別通過的交通量中，小型車所佔的組成比例觀之（如表 4.1），平均而言，北上方向之總小型車組成比例約佔總車輛的81.2%，南下方向之總小型車組成比例約佔總車輛的84.1%，由此亦可推知，以目前收費站所通過之車輛數的車種組成，收費站運作績效之良窳，主要乃受到小型車數量之影響。又南下方向之小型車組成比例較北上方向之小車組成比例要高。以方向性而言，上午6:00~13:00南下交通量明顯高於北上交通量，具南下方向性，13:00~6:00雙向交通量相差不大方向性不明顯，而下午16:00~22:00北上交通量明顯高於南下交通量，具北上方向性。由泰山收費站全週不同日別通過收費站之小型車的日分佈圖來看，其趨勢與全週不同日別通過總車輛數之日分佈情形概為一致。而在南北雙向不同日的小型車組成比例，發現北上週日佔85.1% 為該向不同日別中最高，週六82.1% 次之；南下週日佔

89.1% 為該向不同日別中最高，週六84.4% 次之。可知在例假日小型車組成比例較高，可能是假日小車旅遊交通量較大之原因。另有關各車道調撥前後各車道之車種組成比例及車流量分佈比例資料，如表 4.2及表 4.3。

表4.1 泰山收費站通過車流量小型車比例表

星期	北 上			南 下		
	總量	小型車數量	小型車比例	總量	小型車數量	小型車比例
	(輛/日)	(輛/日)	(%)	(輛/日)	(輛/日)	(%)
星期一	83,134	70,852	81.30	88,364	73,946	83.70
星期二	81,395	65,278	80.20	82,882	68,758	83.00
星期三	84,831	68,241	80.40	87,391	72,706	83.20
星期四	86,016	68,782	80.00	87,786	72,665	82.80
星期五	86,650	69,000	79.60	90,871	75,225	82.80
星期六	88,038	72,242	82.10	93,351	78,825	84.40
星期日	84,885	72,227	85.10	88,108	78,471	89.10
平 均	85,564	65,517	81.20	88,393	74,371	84.10

資料來源：本研究整理

表4.2 泰山收費站各車道調撥前後的車種組成比例

方向	車道別	調撥前				調撥後			
		不找零	找零	客聯車	大貨車	不找零	找零	客聯車	大貨車
南 下	車道1	0.84	0.09	0.00	0.07	0.84	0.09	0.00	0.07
	車道2	0.77	0.08	0.00	0.15	0.81	0.09	0.00	0.10
	車道3	0.58	0.07	0.27	0.08	0.64	0.07	0.18	0.11
	車道4	0.27	0.03	0.42	0.28	0.31	0.04	0.45	0.20
北 上	車道1	0.90	0.10	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00
	車道2	0.90	0.10	0.00	0.00	0.90	0.10	0.00	0.00
	車道3	0.84	0.09	0.03	0.04	0.86	0.10	0.03	0.01
	車道4	0.08	0.01	0.58	0.33	0.18	0.02	0.54	0.26

資料來源：本研究整理

實施孔道調撥的條件，應考慮：一、收費站的某一方交通量達到相當數量的交通量，二、須同時考慮對向的交通量，且在雙向交通量至少差距約一收費孔道之容量，調撥才有預期效益。調撥之實施乃對預期將上昇通過收費站之交通量，在其可能導致收費站之運作績效嚴重惡化之先，對收費站雙向之收費孔道予以整體權宜運用。

，因此調撥時機之評估指標應能反應收費站之交通量在多大時，必須考慮實施調撥。

表4.3 泰山收費站各車道調撥前後車流量分佈比例

方 向	車 道 別	調 撥 前	調 撥 後
南 下	車道 1	30 %	30 %
	車道 2	33 %	32 %
	車道 3	24 %	24 %
	車道 4	13 %	14 %
北 上	車道 1	29 %	29 %
	車道 2	31 %	35 %
	車道 3	22 %	21 %
	車道 4	18 %	15 %

資料來源：本研究整理

4.3.1.2 調撥後績效分析

依目前高速公路收費站之收費孔所服務之車種及特性，可分為四型：型一收費孔為小型車不找零孔道，型二收費孔為小型車找零孔道，型三收費孔為客聯車孔道，型四為大貨車孔道。此四型收費孔在有車輛等候狀況下，其平均服務時間為型一收費孔4.75秒，型二收費孔為9.99秒，型三收費孔7.34秒及型四收費孔7.16秒，其孔道服務容量分別為型一收費孔 780 VPH，型二收費孔 360 VPH，型三收費孔490 VPH 及型四收費孔500 VPH，整理如表4.4。

表4.4 各型收費孔平均服務時間及服務容量

	平均服務時間(Sec)	服務容量(VPH)
型一收費孔	4.75	780
型二收費孔	9.99	360
型三收費孔	7.34	490
型四收費孔	7.16	500

資料來源:[1]

四型收費孔在不同流率及不同模擬時間之情境下，經過 TPS 模擬程式之模擬，其孔道等候車隊長度之變化情形，如圖 4-1~圖 4-4。並知：

一、不同流率對等候車隊長度之影響

不同流率對四型收費孔所造成等候車隊長度之影響有一致之趨勢，流率不大時，因收費孔之服務效率足可滿足通過之車流量，而不致造成車輛之等候情形；當流率漸大時，收費孔之服務效率漸達飽和，致造成車輛等候收費之情形，惟此時車輛等候長度與車流率之增加間呈線性比例關係；當流率繼續增大，而到達收費孔的服務容量時，收費員收費之速度無法應付等候收費車輛之到達率，而造成等候長度突然激增之現象。

1. 型一收費孔：

在流率每小時 450VPH 以下，尚不致造成等候情形；在流率 450~700VPH之間時，等候長度與車流率之增加概呈線性比例關係，等候長度約在 1~3 輛間；而在流率700VPH以上時，車輛等候長度則呈激增現象。如以模擬時間為60分鐘為例，流率700VPH的等候長度約3 輛，當流率750VPH時，等候長度則約為10輛，而當流率達到其服務容量776VPH時，等候長度則已高達約35輛。

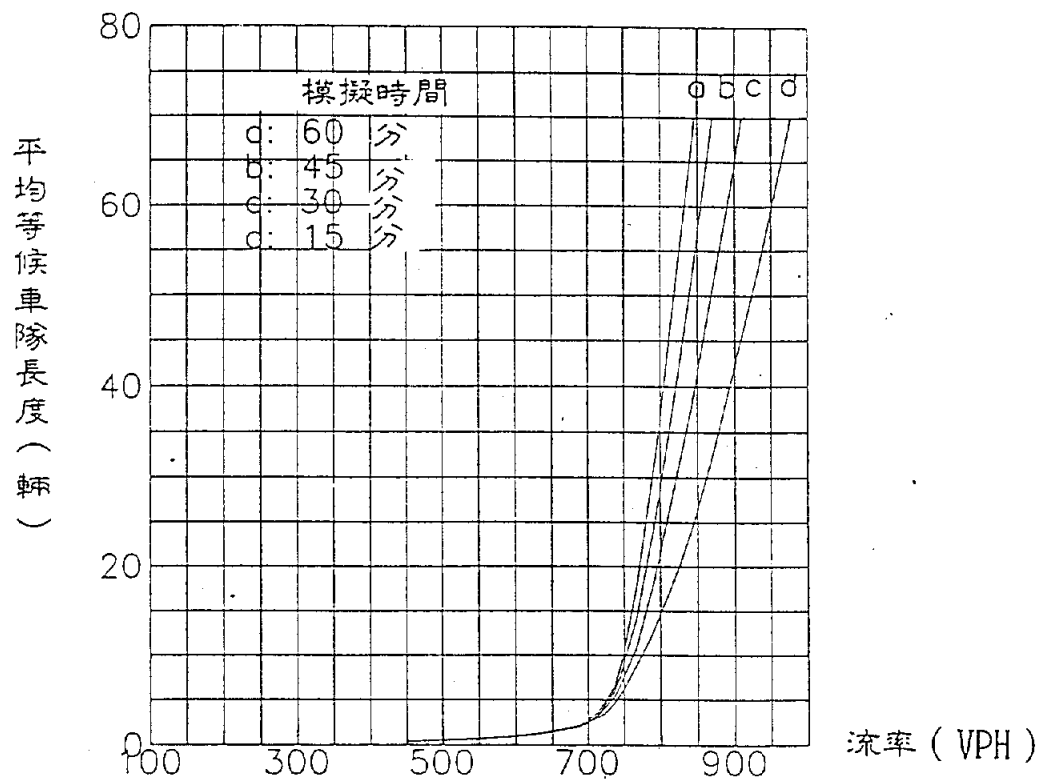


圖 4-1 不找零小型車收費孔不同流率及模擬時段之等候長度變化圖

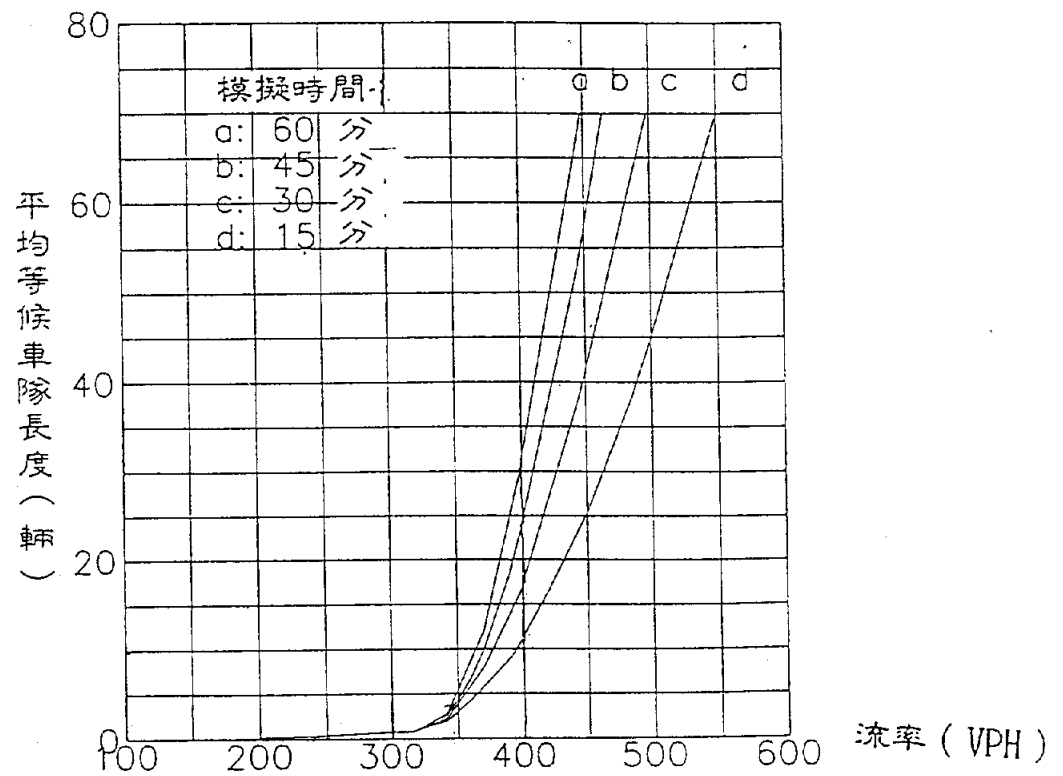


圖 4-2 找零小型車收費孔不同流率及模擬時段之等候長度變化圖

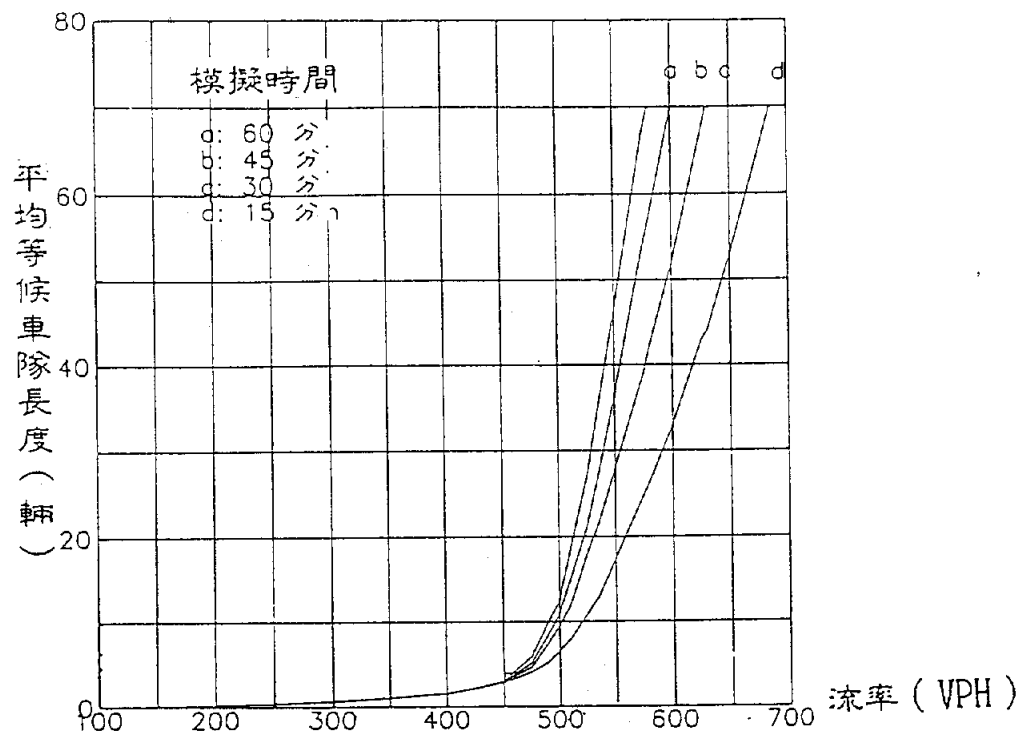


圖 4-3 客聯車收費孔不同流率及模擬時段之等候長度變化圖

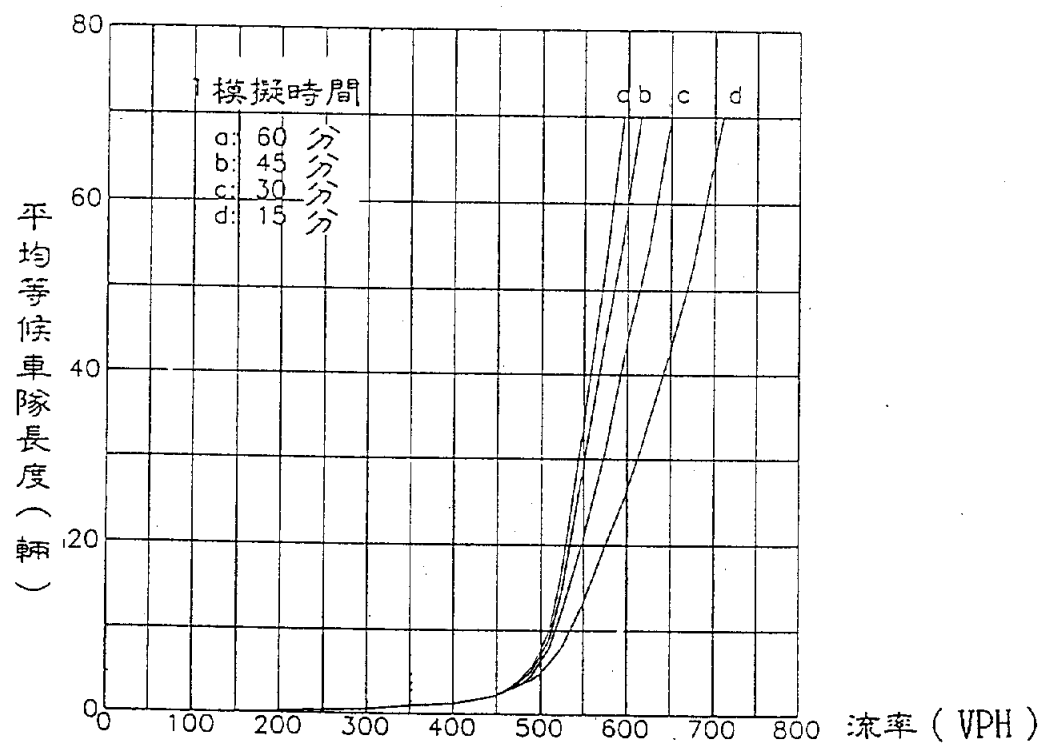


圖 4-4 大貨車收費孔不同流率及模擬時段之等候長度變化圖

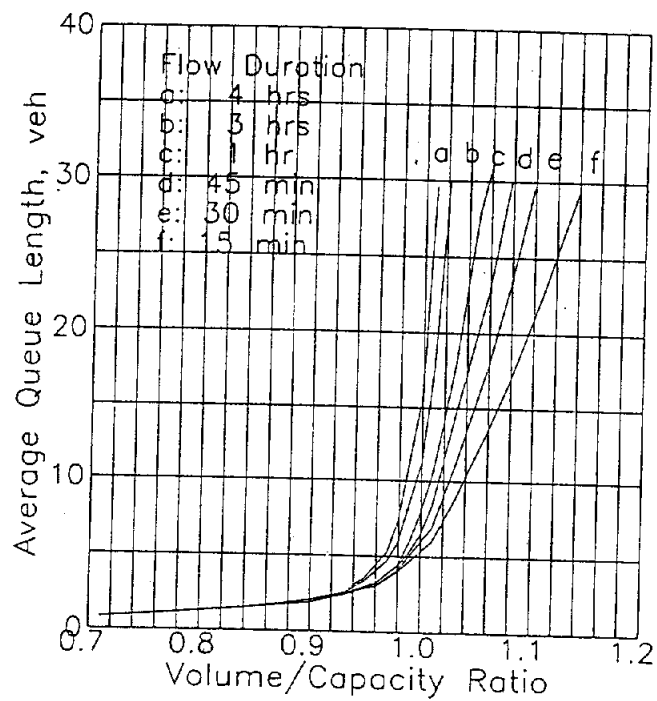


圖 4-5 不找零小型車收費孔之平均等候長度與V/C值關係圖

2. 型二收費孔：

在流率每小時200VPH以下，尚不致造成等候情形；流率200至310VPH之間時，等候長度與車流率的增加概呈線性比例關係，約在1~2輛之間；而在流率310 VPH 以上時，車輛等候長度則呈激增現象。如以模擬時間60分鐘為例，流率為310VPH的等候長度約為2 輛，而當流率為350VPH時，等候長度約為5 輛，而當流率達到其服務容量360VPH時，等候長度則約10輛。

3. 型三、型四收費孔：

型三與型四收費孔之等候長度變化情形相似，當流率在每小時250VPH以下時，不致造成等候的情形，在流率在 250~450VPH之間時，等候長度與車流率之增加概呈線性比例關係，約在1~3輛間；而在流率450VPH以上時，車輛等候長度則呈激增現象。以模擬時間為60分鐘為例，流率450VPH的等候長度約3 輛，當流率達到服務容量500VPH時，車輛等候長度則高達約12輛。

二、不同模擬時間對等候長度之影響

各型收費孔之等候長度模擬中，分別就模擬時間15分鐘、30分鐘、45分鐘及60分鐘進行模擬分析，四型收費孔均呈同一趨勢，即當流率低於孔道服務容量時，不同模擬時間對等候長度並無差異；但當流率達孔道服務容量之後，不同模擬時間，則對等候長度產生差異性之影響，且模擬時間愈長，造成等候長度之影響愈大。此概因當流率已達服務容量後，模擬時間愈長，代表收費站上游所產生的流量愈多，因待通過的車輛多且持續時間長，乃至造成收費孔更無機會於短期間消解大量待通過收費站的車輛，而導致其服務績效加速惡化。

綜合上述分析可知，各型收費孔之運作特性，當到達的車流率趨該型收費孔之服務容量時，將會形成收費孔作業無法及時處理，

而導致車隊等候之情形，此時若無其他紓解或調整措施，等候的情形將更為嚴重，可能回堵至收費站的進入區，或甚至回堵到主線，而嚴重干擾車流的運作，因此適時掌握實施孔道調撥之時機，更顯示其重要。

另外，從平均等候長度與 V/C 值間的關係圖（圖 4-5）得知，當 V/C 值約在 0.92 以下，則平均等候長度約在 3 輛以下，其孔道之服務績效呈穩定(stable)的狀態；而當 V/C 值約在 0.96 以上，則平均等候長度隨時間變為急遽上昇，孔道之績效呈不穩定(unstable)的狀態；而 V/C 值介於 0.92--0.96 之間則孔道服務績效處於穩定與不穩定狀態轉變的介穩(meta-stable) 狀態。因此孔道調撥時機若擇於穩定狀態時，其可預期之效益將不大；而若擇在不穩定狀態時，因孔道服務績效惡化情形相當敏感，尤其在流量隨時間遞昇之尖峰時段特別敏感，所以不易掌握適時預先紓解壅塞之時機，故較合宜之調撥時機應選擇在孔道服務績效處介穩狀態時，即 V/C 值在 0.92--0.96 之間。以型一收費孔而言，其服務容量約為 780 VPH，故當通過之車流量達 710~750 VPH 時，孔道服務績效處於介穩狀態，亦即可供判斷是否實施調撥之參考。

以泰山收費站為例，南北雙向各有十個收費孔，其南下小型車不找零孔道（即型一收費孔）共有六個，總服務容量約 4660 VPH，則可估算當上游車流量中不找零之小型車數量達 4280--4470 VPH 時，小型車不找零孔道處於介穩狀態，若收費站上游車流量之交通組成中，不找零小車佔 85%，則可反推求算介穩狀態之上游總車流量約介於 5040~5260 VPH 之間。此數值範圍可提供決定孔道調撥時機相當簡易之指標。

本研究為了從孔道之服務績效值來研訂孔道調撥時機之指標，擬利用收費站上游不同總車流率通過收費站之狀況，模擬收費站的服務績效，來決定適宜調撥的車流量。表 4.5 乃模擬上游總車流率 4,750 VPH、5,000 VPH、5,250 VPH、5,500 VPH、5,750 VPH 及 6,000 VPH 等狀況，並假設車流率維持固定，模擬時間長度為一個小

時，小型車不找零各孔道平均等候長度之情形。表 4.6 為小型車不找零各孔道平均系統時間之情形，轉換為服務水準等級（表 4.7）如表 4.8。自表 4.5、表 4.6 及表 4.8 中，可發現在車流率 5,250 VPH 以下，收費站各孔道之服務績效均尚良好，平均等候長度均在 2 輛以下，服務水準為 A~B 級，當車流率達 5,250 VPH，部份收費孔道（主要為正對上游車道之孔道）開始出現較長的等候長度，約為 2.5 輛，服務水準約為 C 級。在車流 5,250 VPH 以上，平均等候長度隨車流率之增加而增長，服務水準愈惡化，下降至 D 級；當車流率約達 5,750 VPH 時，幾乎所有孔道之平均等長度均超過 10 輛，服務水準則已降至 F 級。

為了瞭解孔道調撥之效果，以上述相同之模擬條件，並於模擬時間開始後 1,000 秒時，實施孔道調撥，小型車不找零孔道數自原來 6 個孔道增為 7 個孔道。模擬結果有關各孔道之平均等候長度、系統時間之模擬結果及服務水準如表 4.9、表 4.10 及表 4.11。可發現原來在車流率 5,250 VPH 時即發生服務水準 C 級之現象延至車流率約 5,750 VPH 時才發生，而車流率達 6,000 VPH 時，服務水準約為 D 級，平均等候長度約為 4--5 輛左右。大致而言，孔道調撥之實施對收費站之整體運作績效具有正面之效益。若僅就調撥車道而言，其服務績效則一直呈現良好的狀況，在車流率在 5,750 VPH 以下，平均等候長度均在 1 輛以下，而車流率達 6,000 VPH 時，平均等候長度才約 2 輛。此現象可能與上游車輛駕駛人選擇收費孔道之行爲習慣及調撥孔道之長度有關。

現況調撥孔道之長度僅約 50 公尺，因此在車流率大時，駕駛人在收費站上游並無法立即使用調撥之孔道，通常是選擇調撥孔道鄰旁之孔道（亦即未調撥前之最內側孔道）的車輛，前進至收費孔道前 50 公尺附近才轉入調撥孔道，所以孔道調撥效果最明顯之孔道應是調撥孔道鄰旁之孔道。圖 4-6—圖 4-10 為第 10 孔道在不同車流率，模擬有無實施調撥孔之車輛等候長度比較圖。其中車流率，750 VPH 及 5,000 VPH 之情形，有無調撥之第 10 孔道平均等候長度變化不

表4.5 不同車流率之各收費孔平均等候車隊長度（無調撥） 單位：輛

車道編號	車道型態	4750VPH	5000VPH	5250VPH	5500VPH	5750VPH	6000VPH
5	小型車不找零	0.5	0.7	0.9	1.4	5.1	24.3
6	小型車不找零	1.1	1.4	1.8	2.7	7.4	27.2
7	小型車不找零	1.3	1.7	2.3	3.3	8.3	29.5
8	小型車不找零	1.5	1.9	2.6	3.6	8.5	28.4
9	小型車不找零	1.6	2.1	2.7	3.7	8.5	27.2
10	小型車不找零	1.7	2.2	2.9	3.9	8.7	29.0

資料來源：本研究整理

表4.6 不同車流率之各收費孔平均系統時間（無調撥） 單位：秒

車道編號	車道型態	4750VPH	5000VPH	5250VPH	5500VPH	5750VPH	6000VPH
5	小型車不找零	3.9	4.7	5.5	7.4	23.6	106.0
6	小型車不找零	6.1	7.2	9.1	12.9	33.7	117.9
7	小型車不找零	7.1	8.5	10.9	15.3	37.7	127.6
8	小型車不找零	7.9	9.5	12.2	16.7	38.4	123.2
9	小型車不找零	8.3	10.1	12.5	17.2	38.4	118.6
10	小型車不找零	8.6	10.6	13.4	18.1	39.5	125.9

資料來源：本研究整理

表4.7 高速公路收費站服務水準分級標準表

服務水準	平均等候長度 (輛/秒) L	平均系統時間 (秒/輛) T	平均通過速度 (公里/小時) V
A	$L \leq 1$	$T \leq 15$	$V \geq 55$
B	$1 < L \leq 2$	$15 < T \leq 30$	$55 > V \geq 40$
C	$2 < L \leq 3$	$30 < T \leq 45$	$40 > V \geq 30$
D	$3 < L \leq 6$	$45 < T \leq 60$	$30 > V \geq 20$
E	$6 < L \leq 10$	$60 < T \leq 80$	$20 > V \geq 10$
F	$10 < L$	$80 < T$	$10 > V$

資料來源：[1]

表 4.8 不同車流率之各收費孔之服務水準表（無調撥）

車道編號	車道型態	4750VPH	5000VPH	5250VPH	5500VPH	5750VPH	6000VPH
5	小型車不找零	A	A	A	B	D	F
6	小型車不找零	B	B	B	C	E	F
7	小型車不找零	B	B	C	D	E	F
8	小型車不找零	B	B	C	D	E	F
9	小型車不找零	B	C	C	D	E	F
10	小型車不找零	B	C	C	D	E	F

資料來源:本研究整理

表 4.9 不同車流率之各收費孔平均等候車隊長度（調撥後） 單位：輛

車道編號	車道型態	4750VPH	5000VPH	5250VPH	5500VPH	5750VPH	6000VPH
5	小型車不找零	0.4	0.5	0.6	0.8	1.4	3.0
6	小型車不找零	0.8	0.9	1.1	1.5	2.3	4.2
7	小型車不找零	1.0	1.2	1.4	1.8	2.5	5.3
8	小型車不找零	1.1	1.3	1.6	2.0	2.9	5.4
9	小型車不找零	1.1	1.4	1.7	1.9	2.6	5.1
10	小型車不找零	1.1	1.3	1.6	2.0	2.6	5.1
11	小型車不找零 (調撥車道)	0.7	0.8	1.0	1.1	1.5	2.7

資料來源:本研究整理

表 4.10 不同車流率之各收費孔平均系統時間（調撥後） 單位：秒

車道編號	車道型態	4750VPH	5000VPH	5250VPH	5500VPH	5750VPH	6000VPH
5	小型車不找零	3.6	3.8	4.2	5.1	8.3	16.1
6	小型車不找零	5.0	5.5	6.4	7.7	11.5	20.1
7	小型車不找零	5.8	6.4	7.3	8.9	12.4	24.9
8	小型車不找零	6.2	7.1	8.1	10.2	14.0	25.2
9	小型車不找零	6.2	7.2	8.5	9.5	12.5	24.2
10	小型車不找零	6.2	7.0	8.2	10.0	12.9	24.2
11	小型車不找零	4.7	5.0	5.6	6.2	7.6	13.3

資料來源：本研究整理

表 4.11 不同車流率之各收費孔服務水準表（調撥後）

車道編號	車道型態	4750VPH	5000VPH	5250VPH	5500VPH	5750VPH	6000VPH
5	小型車不找零	A	A	A	A	B	C
6	小型車不找零	A	A	B	B	C	D
7	小型車不找零	A	B	B	B	C	D
8	小型車不找零	B	B	B	B	C	D
9	小型車不找零	B	B	B	B	C	D
10	小型車不找零	B	B	B	B	C	D
11	小型車不找零	A	A	A	B	B	C

資料來源：本研究整理

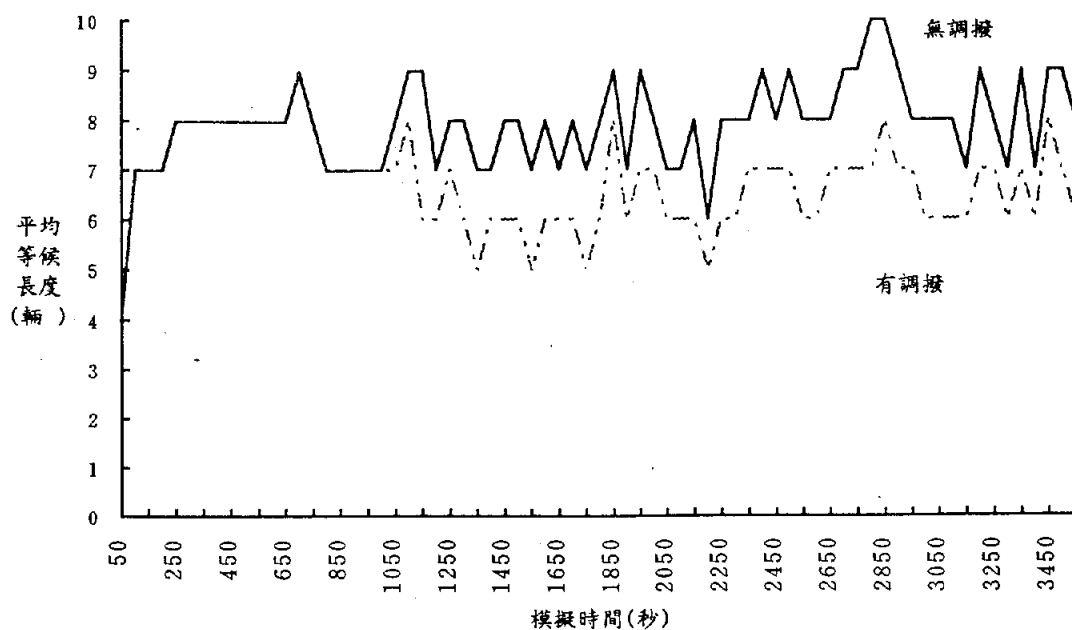


圖 4-6 4,750VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖

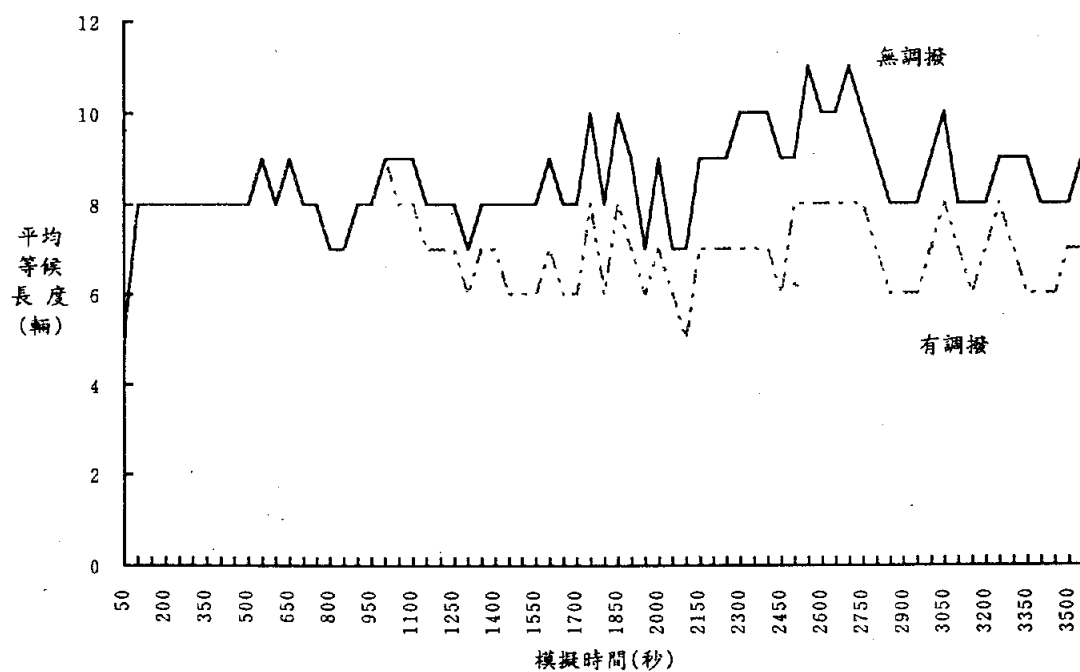


圖 4-7 5,000VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖

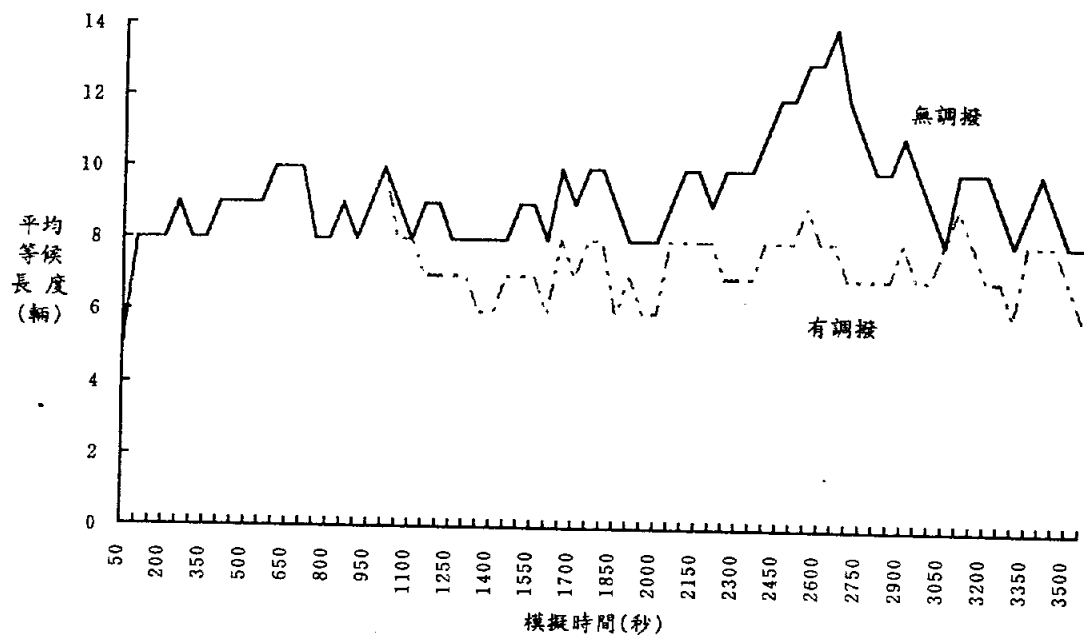


圖 4-8 5,250VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖

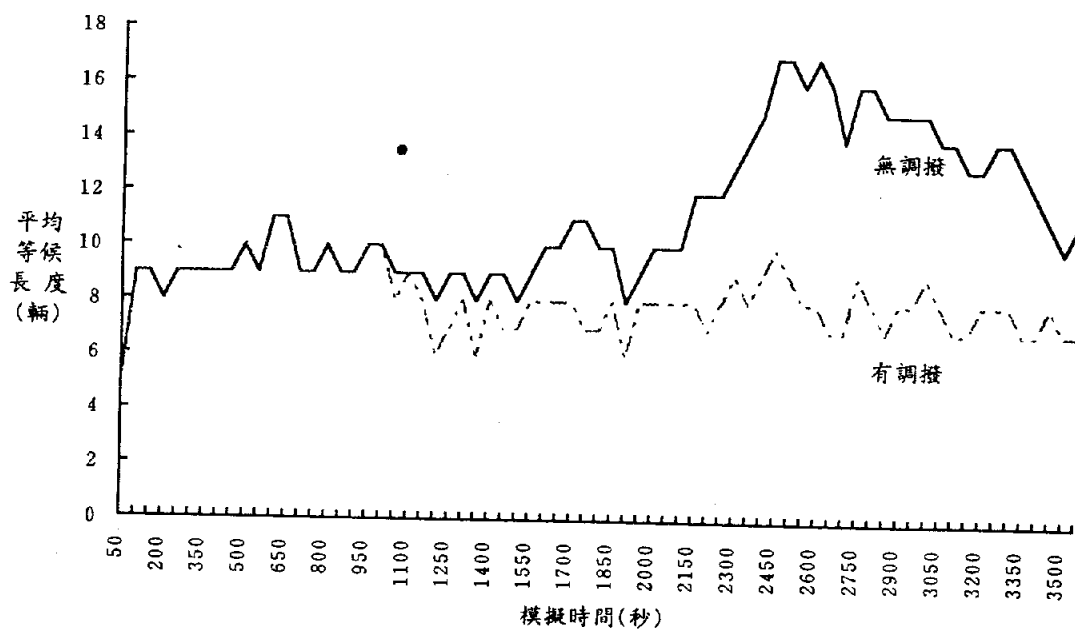


圖 4-9 5,550VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖

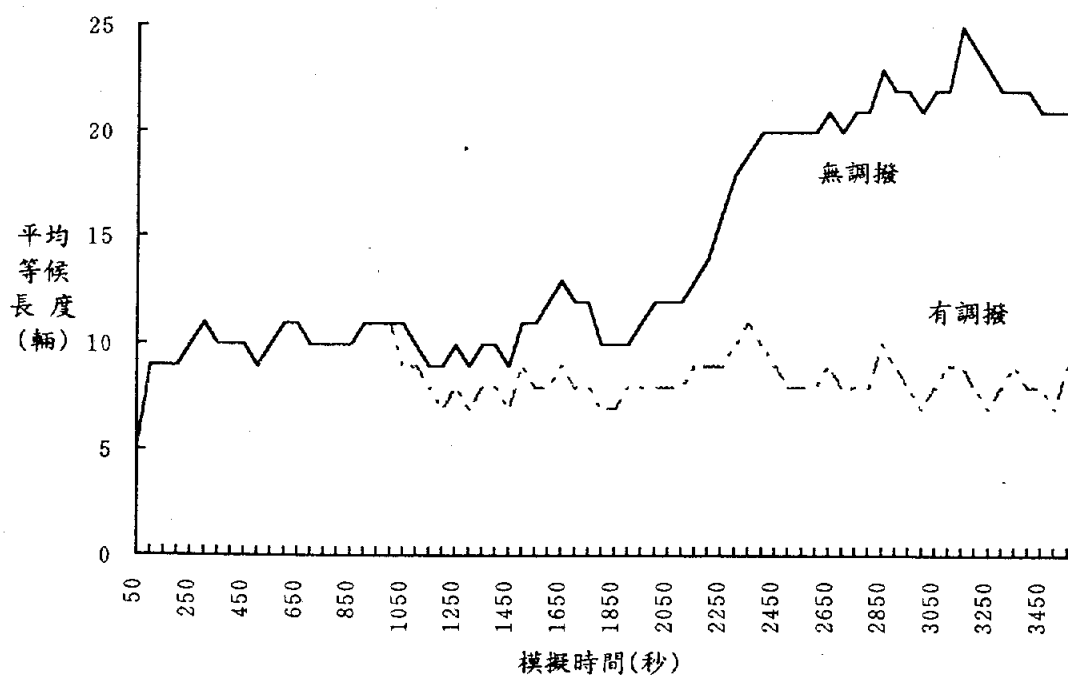


圖 4-10 5,750VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖

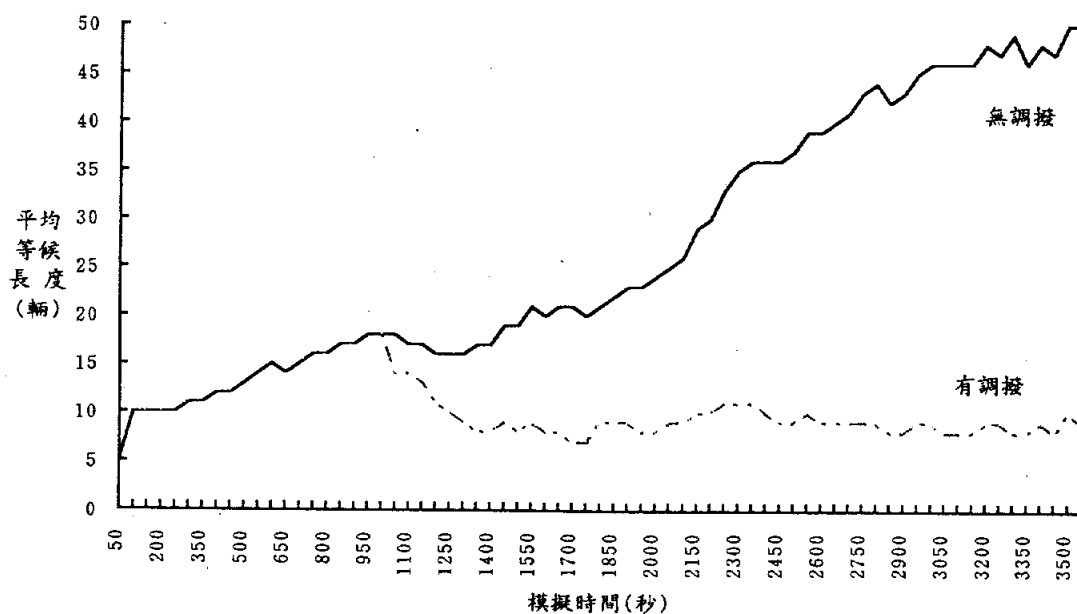


圖 4-11 6,000VPH時模擬第10孔有無調撥之等候長度比較圖

大；而當車流率在5,250VPH以上，則有調撥對第10孔道之平均等候長度具顯見之效果。如沒有實施調撥，孔道之平均等候長度隨模擬時間之增長而增大；車流率愈大則平均等候長度增大之速度愈大，且其發生劇烈變化之時間愈早，如車流率在5,750VPH及6,000VPH之情形，孔道調撥之效益便極為顯著。

綜合上述從V/C 值、孔道服務之穩定狀況及收費站TPS 模擬程式所模擬出之結果與分析等方面之探討，對於如目前中山高速公路泰山收費站單向有十個收費孔，其中小型車不找零孔道有 6個孔道之情形，本研究建議當總車流率約達5,250VPH，或使用小型車不找零孔道之車流率達4,450VPH時，即可配合對向車流率之情況，考慮實施收費孔道之調撥。

4.3.2 調撥時機之評估指標

收費孔實施調撥時，調撥一方之孔道數將增加，而對向之收費孔則相對減少。為確保調撥實施之成效除了可紓疏解或改善車流率高一方之服務績效外，並應維持對向收費孔之運作不致變成嚴重惡化之情形，基於此項考量，孔道調撥務必在收費站雙向車流率相差達一定數量以上方得實施。因型一收費孔的服務容量為776VPH，故本研究乃基於對向調撥後之績效至少應維持在D 級服務水準之考量，乃就雙向交通量差為800VPH、1,000VPH等情境進行收費站之模擬分析，以做為決定實施孔道調撥之雙向車流率最小差值。因本研究所訂實施孔道調撥之門檻值為車流率達5,250VPH，故以對向之總車流率為 4,450VPH及 4,250VPH等情境進行收費站運作績效模擬。其模擬一小時之平均等候長度，平均系統時間及各孔道服務水準如表4.12。其中當雙向車流率相差800VPH，即對向車流率為4,450VPH時，各收費孔之運作績效尚可維持服務水準C 級以上，故本研究採雙向車流率差值至少800VPH，做為實施調撥時機考慮因素之一。

表 4.12 調撥後對向不同流率之孔道服務績效表

車道編號	車道型態	4250VPH		4450VPH	
		系統時間 (秒)	等候長度 (輛)	系統時間 (秒)	等候長度 (輛)
5	小型車不找零	5.1	0.8	6.1	1.0
6	小型車不找零	8.2	1.6	10.5	2.2
7	小型車不找零	9.5	1.9	12.5	2.6
8	小型車不找零	10.8	2.2	13.6	2.9
9	小型車不找零	12.1	2.5	14.9	3.2

資料來源：本研究整理

綜合上述分析，本研究所研訂之收費孔調撥最適時機之評估指標應包含下列三項準則：

- 一、收費站雙向車流率中，有一向交通量達每小時5250VPH 以上。
- 二、收費站雙向車流率相差至少每小時 800VPH 以上。
- 三、若收費站雙向車流率均達5250VPH 時，則不實施調撥。

如將上述收費站調撥最適時機評估指標進行標準化，則可得下列三項調撥開始與調撥結束準則：

一、判斷開始調撥之三項準則：

1. 大流量方向流量 $>$ 大流量方向介穩狀態下之服務流量（相當於 0.92之容量）。
2. 雙向流量差 $>$ 800 VPH
3. 小流量方向流量 $<$ 小流量方向介穩狀態下之服務流量（相當於 0.92之容量）。

二、判斷結束調撥之三項準則：

1. 大流量方向流量 $<$ 大流量方向介穩狀態下之服務流量（相當於 0.92之容量）。
2. 雙向流量差 $<$ 800 VPH
3. 小流量方向流量 $>$ 小流量方向介穩狀態下之服務流量（相當於 0.92之容量）。

第五章 實例驗證

5.1 中山高速公路泰山收費站最適調撥時機之判斷

在本章中，本研究透過第四章的收費孔調撥評估準則，歸納出收費站簡易的調撥時機流程（如圖 5-1），計分成1.資料蒐集、容量推估，2.調撥開始判定，3.調撥結束判定與4.循環第2.3.步驟之重複調撥判定..等四大步驟；同時並撰寫了收費站簡易調撥時機程式（詳細請見附錄 B，含原始程式 ADJ.FOR、執行檔 ADJ.EXE、資料檔 ADJ.DAT與輸出檔 ADJ.OUT ），其詳細操作之過程說明如下：

第一步驟：資料蒐集與容量推估

1. 資料蒐集：

收費站簡易的調撥時機操作過程中，只需提供欲進行研究之收費站的下述二項資料：（這也是輸入檔 ADJ.DAT 中所需之唯一二項資料）

(1)收費站單向各收費孔佈設數。（依序為不找零小客車、找零小客車、客聯車、大貨車..等四種），為考慮高公局因南、北方向車流量不一致而採孔道種類不對稱配置，此處需分成北、南方向，分別設定各自之配置車種孔道佈設數。

(2)單日各方向每小時車流量。此處，也必需依北、南方向，同時 1小時 1筆資料，逐一的鍵入24個小時的雙向車流量。

2. 南、北容量之推估：

此處之容量與不穩定開始(介穩定)時之流量(服務流量)，均需有南、北方向之分。

(1)南、北各單向容量推估：

各方向單向容量，為下面四類收費孔容量之和：

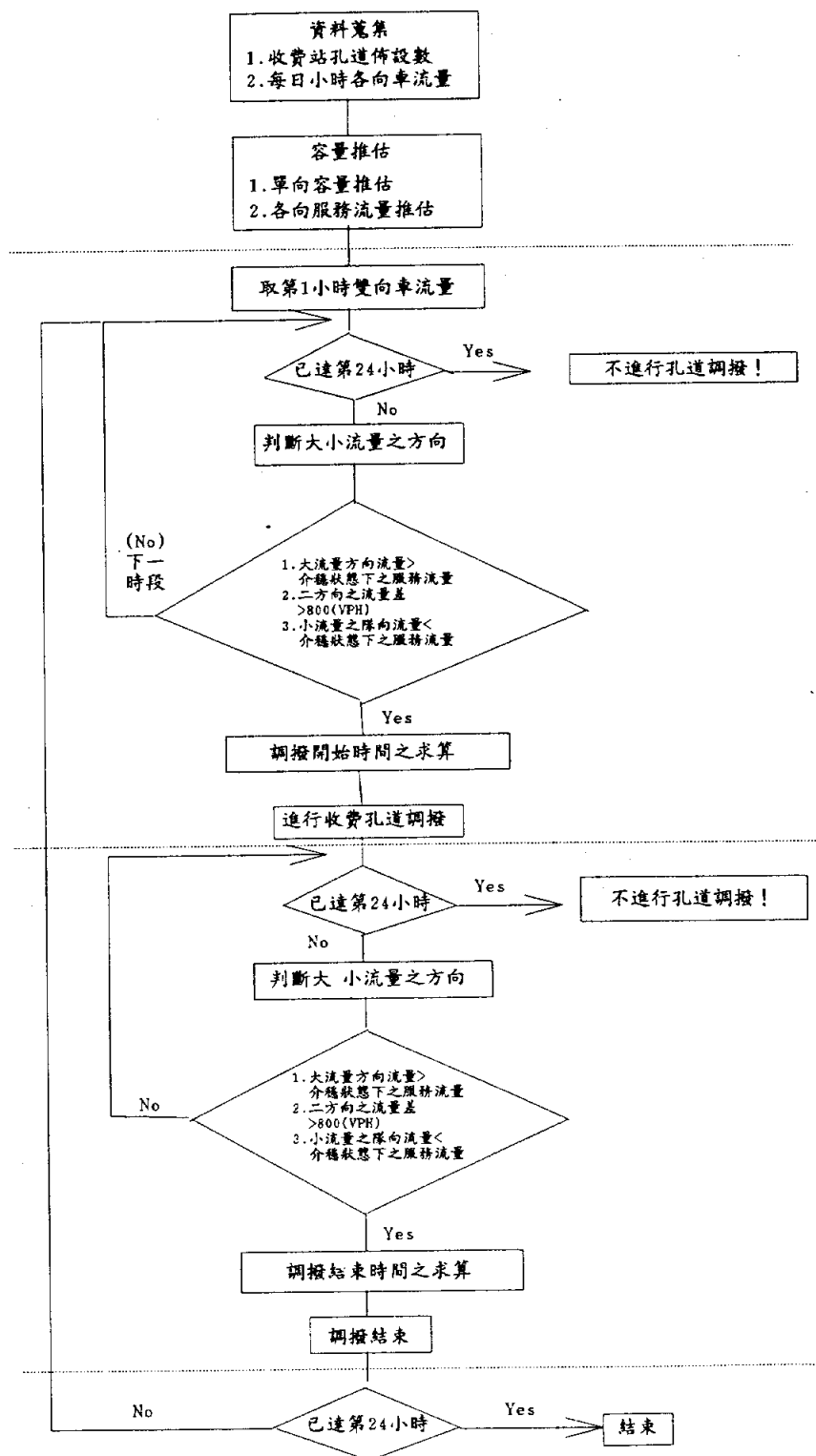


圖 5-1 收費站簡易調撥時機流程圖

a. 不找零小客車孔道數*776

b. 找零小客車孔道數*360

c. 客聯車孔道數*490

d. 大貨車孔道數*500

(2) 各方向介穩狀態下服務流量推估

各方向介穩狀態下服務流量 = 單向容量 * 0.92 (當 $V/C=0.92$ 時, 收費站車流會開始不穩定, 並且等候長度會迅速在此後激增)。爾後開始調撥與結束調撥之判定值, 也都區分成南、北二方向之服務流量判定之。

第二步驟：判定調撥開始時段

第3至第5小步驟, 會形成一個迴路, 一直判斷至滿足尋獲判定調撥開始之時段, 或至深夜24時為止。

3. 取第1小時雙向車流量：

調撥開始時段, 一般是從第1個小時起, 以1小時為增量, 逐一進行判斷。

4. 判斷是否已達第24小時：

判斷是否開始調撥要一直判斷到第24小時截止, 當二方向車流均未達調撥狀況時, 則程式會發出, 『不進行孔道調撥!』的訊息。

5. 運用調撥三項準則進行調撥開始判定：

透過第四章所研訂判定調撥開始的三大指標 (如下三式所示), 進行判定。

(1) 大流量方向流量 $>$ 大流量方向介穩狀態下之服務流量。

(2) 雙方向之流量差 $>$ 800(VPH)。

(3)小流量方向流量 $<$ 小流量方向介穩狀態下之服務流量。

所以此步驟，需先行判定二流向中那一方向為大流量之方向，其次再判斷該方向之流量是否大於該方向介穩狀態下之服務流量，並且二方向之流量差需大於800VPH（此為一不找零收費孔道之近似容量），同時也需滿足對向之流量小於該方向介穩狀態下之服務流量，三項需同時滿足，才能進行調撥。

6.調撥開始時段為整點或半點（如7時，7時半）之求算

當第 5小步驟求得第一次調撥開始之時間後，再取該時與前一小時流量之平均值，設定為中間點之流量。並比較大流量方向介穩狀態下之服務流量與該三者之接近程度，以決定調撥開始之真正時間。

第三步驟：判定調撥結束時段

以下第 7至第10小步驟，會形成一個迴路，一直判斷至尋獲調撥結束之時段，或至深夜24時為止。

7.接續上述之時段：

此處必需接續調撥開始後之時段，才能繼續進行調撥結束時段之判定。

8.判定已達第24小時，則該日不作調撥還原之動作：

如果調撥結束時段判定已達第24小時，則告知使用者『不進行調撥還原』。

9.運用結束三項調撥結束準則之判定調撥結束：

透過第四章所研訂判定調撥開始的三大指標（如下三式所示），進行判定。

(1)大流量方向流量 $<$ 大流量方向介穩狀態下之服務流量

。

(2)二方向之流量差 $<$ 800(VPH)。

(3)小流量方向流量 $>$ 小流量方向介穩狀態下之服務流量

。

所以此步驟，和開始調撥時段之判斷剛好相反，需先行判定二流向中那一方向為大流量之方向，其次再判斷該方向介穩狀態下之流量是否已小於該方向之服務流量，並且二方向之流量差已小於800VPH，同時只需滿足對向之流量大於該方向介穩狀態下之服務流量，三項只需滿足一項，即可結束調撥。

10. 調撥結束時段為整點或半點之求算

當第 9 小步驟求得第一次調撥開始之時間後，再取該時與前一小時流量之平均值，設定為中間點之流量。並比較大流量方向介穩狀態下之服務流量與該三者接近程度，以決定調撥結束之真正時間。

第四步驟：重複調撥之判定

11. 接續上述之時段：

第一次調撥開始至結束一循環後，此處必需接續第一次調撥結束後之時段，進行另一次判定調撥的開始與結束之時段。在此有一大迴路，會一直判斷至當天車流結束。在正常收費站的車流分配模式中，每日之調撥次數正常在 2 至 3 次之間，最多不會超過 6 次，而本研究在程式中設定，最多可作 10 次的調撥。

12. 判定是否已達第 24 小時：

當車流判斷至第 24 小時後，當天之車流業已結束，判斷調撥與否也至此告一個段落。

透過上述圖 5-1或收費站簡易調撥時機流程四大步驟之操作，便可很快的求得某收費站某日之調撥時機；現以泰山收費站某日（星期一）之車流狀況（如表 5.1）進行實際調撥時間研判之二種操作：

一、以人工根據四大步驟流程操作之：

第一步驟：資料蒐集、容量推估

1. 資料蒐集：

(1) 收費站孔道佈設數：

一般之收費站均為對稱配置，但泰山收費站為非對稱配置，南下收費孔道之佈設為不找零小客車 6孔道、找零小客車 1孔道、客聯車 2孔道、大貨車 1孔道。北上為不找零小客車 5孔道、找零小客車 1孔道、客聯車 2孔道、大貨車 2孔道。如表 5.1中前二列資料所示。

(2) 每日小時各方向車流量：

如表 5.1中第三列至第二十六列，為泰山收費站某日（星期一），全天單位小時之雙向車流量。

2. 容量推估

(1) 單向容量推估：

$$CAP = (NCAR * 776) + (WCAR * 360) + (BUS * 490) + (TRUCK * 503)$$

$$\text{北向容量 } NCAP = 6 * 776 + 1 * 360 + 2 * 490 + 1 * 503 = 6,499 \text{ (VPH)}$$

$$\text{南向容量 } SCAP = 5 * 776 + 1 * 360 + 2 * 490 + 2 * 503 = 5,736 \text{ (VPH)}$$

(2) 各流向介穩狀態下服務流量推估：

$$VOL = CAP * 0.92$$

北向介穩狀態下服務流量

$$NVOL = 6,499 \text{ (VPH)} * 0.92 = 5,979 \text{ (VPH)}$$

南向介穩狀態下服務流量

$$NVOL = 5,736 \text{ (VPH)} * 0.92 = 5,277 \text{ (VPH)}$$

第二步驟：調撥開始判定

此例而言，這個調撥開始判定之迴路，一直至8點才有第一個滿足調撥條件的時段。

3. 取第 1 小時雙向車流量

調撥開始時段，一般是從第 1 個小時起，以 1 小時為增量，逐一進行判斷。

4. 判斷是否已達第 24 小時

就此例而言，不可能發生此事，故繼續往下執行。

5. 運用調撥三項準則進行調撥開始判定

透過同時滿足下列調撥開始三條件之時段，本例中為南下收費孔的 8 點，換言之，南下收費孔在 8 點以前就必需進行增加孔道之撥，至於是 7 點還是 7 點半或就是 8 點，則還得進一步探討。

透過同時滿足下列調撥結束三條件之時段，本例中為 12 點，換言之，12 點以前就必需進行結束南下方向之孔道調撥，至於是 11 點還是 11 點半或就是 12 點，則還得進一步探討。

(1) 大流量方向流量 $>$ 大流量方向介穩狀態下之服務流量。

(2) 雙方向之流量差 $>$ 800(VPH)。

(3) 小流量方向流量 $<$ 小流量方向介穩狀態下之服務流量。

6. 調撥開始時段為整點或半點之求算

當第 5 小步驟求得第一次調撥開始為 8 點後，再取 7 點與 8 點流量之平均值，設定為 7 點 30 分之流量。經大流量方向介穩狀態下之服務流量與三者比較後，發現 7 點 30 分為調撥開始之真正時間。

第三步驟：調撥結束判定

7. 延續上述之時段

第一次調撥開始為8點，所以現在從9點，繼續進行調撥結束時段之判定。

8. 判定已達第24小時取隔日之流量

就此例而言，第一次調撥不可能發生此事，故繼續往下執行。

9. 運用三項結束調撥之判定準則

透過同時滿足下列調撥結束三條件之時段，本例中為12點，換言之，12點以前就必需進行結東南下方向之孔道調撥，至於是11點還是11點半或就是12點，則還得進一步探討。

(1) 大流量方向流量 $<$ 介穩狀態下服務流量

(2) 二方向之流量差 $<$ 800(VPH)

(3) 大流量之對向流量 $>$ 介穩狀態下服務流量

第四步驟：重覆調撥之判定

本例中重覆調撥的次數為一次，也就是全部需進行二次的收費孔調撥，第一次是在早上的7點30分南下收費孔需進行一不找零小客車車道之調撥，並在11點30分時結束調撥。其第二是發生在16點的北上收費孔，並在19點時結束調撥。

9. 延續上述之時段

第一次調撥開始至結束一個循環結束後為12點，所以從13點起開始，進行另一次判定調撥的開始與結束之迴路。

10. 判定是否已達第24小時

就此例而言，調撥二次後便會滿足此一條件，而結束作業。

二、以 FORTRAN 程式進行收費站簡易調撥時機研判之操作：

1. 資料蒐集：

(1) 收費站孔道佈設數：

一般之收費站均為對稱配置，但泰山收費站為非對稱配置，南下收費孔道之佈設為不找零小客車 6孔道、找零小客車 1孔道、客聯車 2孔道、大貨車 1孔道。北上為不找零小客車 5孔道、找零小客車 1孔道、客聯車 2孔道、大貨車 2孔道。如表 5.1 中前二列資料所示。

(2) 每日小時各向車流量：

如表 5.1 中第三列至第二十六列，為泰山收費站某日（星期一），全天單位小時之雙向車流量。

2. 上述資料鍵入成 ADJ.DAT 輸入檔，其格式如表 5.1 或附錄 C。

3. 執行 ADJ.EXE。就可得到 ADJ.OUT 的輸出檔。輸出結果如表 5.2 所示。

表 5.1 收費站簡易調撥時機程式輸入資料

5	1	2	2	北上：依序輸入各類型收費孔道數(不找零小客車、找零小客車、客聯車、大貨車)
6	1	2	1	南下：依序輸入各類型收費孔道數(不找零小客車、找零小客車、客聯車、大貨車)
2440	1349	依序輸入北上、南下每小時車流量(以下共24小時)		
1778	913			
1302	643			
944	563			
712	663			
885	1405			
2861	4300			
4937	7195			
4184	6416			
4055	6311			
4234	6314			
4169	5702			

4239 4973
4976 5378
4768 5450
5725 4914
6587 4649
6520 4137
5262 3765
4056 3488
3726 2853
3817 2834
3118 2500
2240 1771

表 5.2 收費站概似(簡易)調撥時機程式輸出

收費站調撥時機程式輸出 SJW ADJ.FOR 8/30/94/

單向收費孔容量為： 北上= 6226. 南下= 6499.VPH

單向收費孔介穩狀態下服務流量為： 北上= 5728. 南下= 5979.VPH

=====			
時段	北上車流	南下車流	雙向車流差
	(VPH)	(VPH)	(VPH)

1	2440.	1349.	1091.
2	1778.	913.	865.
3	1302.	643.	659.
4	944.	563.	381.
5	712.	663.	49.
6	885.	1405.	520.
7	2861.	4300.	1439.
8	4937.	7195.	2258.
9	4184.	6416.	2232.
10	4055.	6311.	2256.
11	4234.	6314.	2080.
12	4169.	5702.	1533.
13	4239.	4973.	734.
14	4976.	5378.	402.
15	4768.	5450.	682.
16	5725.	4914.	811.
17	6587.	4649.	1938.
18	6520.	4137.	2383.
19	5262.	3765.	1497.

20	4056.	3488.	568.
21	3726.	2853.	873.
22	3817.	2834.	983.
23	3118.	2500.	618.
24	2240.	1771.	469.

=====

7 :30 時段，南下方向增加一孔道
 11 :30 時段，結束南下多一孔道之調撥

16 時段，北上方向增加一孔
 19 時段，結束北上多一孔道之調撥

5.2 中山高速公路泰山收費站最適調撥時機之建議

台灣地區除中山高速公路有10處主線柵欄式收費站外，自民國82年8月通車使用的北部地區第二高速公路中和至新竹段，亦有樹林、龍潭等二座主線柵欄式收費站。該12處主線柵欄式收費站，其中只有泰山收費站因匯集了中、南部車流，使每日平均有高達18萬輛的通行車流，也是目前高速公路上唯一有進行固定時段調撥之收費站，所以本章便以該收費站為實例驗證之對象。由該收費站之幾何條件及車流特性著手分析，然後進行該收費站最適調撥時機之模擬，最後提出泰山收費站最適調撥時機之建議。

一、泰山收費站一般日全週最適調撥時機之建議

本節希望透過上一小節收費站簡易調撥時機程式，對中山高速公路泰山收費站現行調撥操作之時段進行時機之建議。

透過前第二章之資料整理，可得到表 5.3之中山高泰山收費站一週之代表性全日車流量，若將每日之車流量再配上南、北向依序之各類型收費孔數，在本例中北上收費孔配置為 5（小型車不找零） 1（小型車找零） 2（客聯車） 2（大貨車），南下為 6（小型車不找零） 1（小型車找零） 2（客聯車） 1（大貨車），將其整理成表 5.1 之 ADJ.DAT 格式（本例有週一至週日等七組資料），然後分別執行 ADJ.EXE 程式，便可得到週一至週日七組輸出資料，經整理後得表 5.4泰山收費站之每日調撥建議時段。

由表 5.4中不難發現，泰山收費站除週日外上午之晨峰發生在南下之 7點30分至11點30分，週日則延至11時才發生，但只延續 1個小時便結束，這和泰山收費站從零時就完成南向多一孔道之調撥，時段是吻合的。致於現行晨峰南下多一孔道之結束在12時或更晚的13時，其實在人力調配允許的情況下，可將其提早至11點30分，最晚不要超過12點。

致於昏峰除週日車流較平緩外，都發生在16點30分至19點，所以現行是以16時為北上多一孔道之開始調撥時段，在人力調配允許的情

況下，可將其延後30分鐘，會比較恰當。致於昏峰北上多一孔道之調撥結束，應發生在19時，所以現行昏峰北上多一孔道之調撥結束時間，在人力調配允許的情況下，可將其提早至19點。

二、泰山收費站83年春節最適調撥時機之建議

民國83年之春節連續假日從2.9日（除夕）至2.12日，共計4天。表 5.5為受影響日期（83年 2月 7日至 2月15日等 9天）之中山高泰山收費站83年春節期間全日車流量統計，將其整理成表5.1之ADJ.DAT之格式（本例有 2月 7日至 2月15日等九組資料），然後分別執行 ADJ.EXE程式，便可得到九天之輸出資料，經整理後得出表 5.6泰山收費站之調撥建議時段。

由表 5.6中可發現，泰山收費站在民國83年之春節連續假日（受影響之日期），其車流特性和一般日有很大之差別，在除夕前两天 2月 7日上午南下之 7點30分至12點30分中，除 9點至10點30分時會因南下車流量未達介穩定狀態下之服務流量，而必須暫時結束調撥外，其餘時間均需進行南下多一收費孔之調撥。另外，在大年初三 2月12日南下11點至12點間也需進行南下多一收費孔之調撥。最後在大年初六 2月15日北上17點至18點間需進行北上多一收費孔之調撥。其他的時段，不是因二方向之車流量均較為分散而不滿足調撥條件，就是二方向之車流差距不大（小於 800 VPH），不需或不便進行調撥收費孔。這和泰山收費站每逢連續假日便不實施調撥之策略也是吻合的。

三、泰山收費站連續假日最適調撥時機之建議

由第二章整理出受連續假日車流所影響之期間，大致是從連續假日的前二天至後二天為止。表 5.7為經整理後，車流受連續假日影響之中山高泰山收費站全日車流量統計資料，將其整理成表5.1之ADJ.DAT之格式（本例計有五組資料），然後分別執行 ADJ.EXE程式，便可得

到五組之輸出資料，經整理後得表 5.8泰山收費站之每日調撥建議時段。

由表 5.8中可發現，泰山收費站在受連續假日影響之日期中（前一、二天至後一、二天），其車流特性和一般日有很大之差異，在假期前二天需在上午之 8點至 8點30分，進行南下多一收費孔之調撥。另外，在下午17點30分至18點間則需進行北上多一收費孔之調撥。在假期前一天需在上午 7點30分至12點間，進行南下多一收費孔之調撥。另外，在下午16點至19點間則需進行北上多一收費孔之調撥。

在假期後一天因雙向車流量全日很平均且不集中，故不需進行調撥措施。在假期後二天需在上午 8點至 8點30分間，進行南下多一收費孔道之調撥。另外，在下午16點30分至18點間則需進行北上多一收費孔之調撥。

在連續假期中需調撥之時段則恢復成一般日之星期天情形，需在上午10點30分至11點30分間，進行南下多一收費孔之調撥。另外，在下午16點30分至19點間則需進行北上多一收費孔之調撥。

表 5.3 中山高泰山收費站一週之代表性全日車流量

單位：輛

時 間	星期一 車流		星期二 車流		星期三 車流		星期四 車流		星期五 車流		星期六 車流		星期日 車流	
	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下
1	2440	1349	1491	1185	1471	1159	1471	1160	1627	1281	1503	1465	2018	1886
2	1778	913	1114	862	1089	846	1259	892	1197	927	959	1026	1517	1406
3	1302	643	843	739	782	662	906	674	928	737	712	804	1086	1091
4	944	563	719	594	668	558	824	640	744	615	625	654	870	922
5	712	663	677	642	627	585	688	655	732	654	795	692	762	963
6	885	1405	776	1176	783	1235	802	1189	835	1267	898	1356	817	1819
7	2861	4300	2067	3219	2374	3194	2240	3629	2349	3581	2155	3562	1418	3727
8	4937	7195	4063	6798	4149	7103	4228	7052	4237	7383	4311	7044	2332	5005
9	4184	6416	3562	6417	3699	6867	3750	6249	3773	6129	3831	5495	2987	4830
10	4055	6311	4145	6325	3619	6175	3936	6240	3868	6268	4018	5663	3677	5500
11	4234	6314	3711	6043	4059	6434	4004	6215	3773	6072	4310	5859	4168	6048
12	4169	5702	4050	5061	4197	5572	4336	5822	3886	5720	4656	5683	4477	5467
13	4239	4973	3904	4577	3963	4867	4361	5038	4412	4988	5177	5544	3955	4165
14	4976	5378	4720	4605	5229	5199	5259	5314	5453	5392	5105	5337	4480	4396
15	4768	5450	5293	4149	5190	5151	5454	5458	5383	5702	5201	5645	5084	4767
16	5725	4914	5301	4565	5684	4872	5366	4811	5812	5096	5486	5729	5517	4848
17	6587	4649	6507	4753	6481	4554	6645	4958	6294	4725	5756	5207	5855	4911
18	6520	4137	7368	4357	7551	4391	7032	4194	7081	4681	6593	4894	5881	4257
19	5262	3765	4797	3626	5472	4010	5590	3996	5294	4148	5927	4079	5399	3847
20	4056	3488	4117	3411	4139	3475	3923	3119	4399	3841	4736	3895	4523	3865
21	3726	2853	3715	2959	3809	2927	3949	3058	4188	3368	4306	3807	5199	4140
22	3817	2834	3361	2742	3916	2902	4107	3062	4162	3221	4341	3679	5360	4118
23	3118	2500	2927	2475	3350	2784	3432	2648	3540	2918	3746	3597	4280	3757
24	2240	1771	2173	1608	2536	1876	2456	1713	2686	2156	2893	2638	3324	2376

表 5.4 中山高泰山收費站之一週每日調撥時段建議表

日期	時段	狀 態
星期一	7 : 30 11 : 30 16 : 00 19 : 00	南下方向增加一孔道 結束南下多一孔道之調撥 北上方向增加一孔道 結束北上多一孔道之調撥
星期二	8 : 00 11 : 00 16 : 30 19 : 00	南下方向增加一孔道 結束南下多一孔道之調撥 北上方向增加一孔道 結束北上多一孔道之調撥
星期三	7 : 30 11 : 30 16 : 00 19 : 00	南下方向增加一孔道 結束南下多一孔道之調撥 北上方向增加一孔道 結束北上多一孔道之調撥
星期四	7 : 30 11 : 30 16 : 30 19 : 00	南下方向增加一孔道 結束南下多一孔道之調撥 北上方向增加一孔道 結束北上多一孔道之調撥
星期五	7 : 30 11 : 30 16 : 00 19 : 00	南下方向增加一孔道 結束南下多一孔道之調撥 北上方向增加一孔道 結束北上多一孔道之調撥
星期六	7 : 30 8 : 30 17 : 00 19 : 00	南下方向增加一孔道 結束南下多一孔道之調撥 北上方向增加一孔道 結束北上多一孔道之調撥
星期日	11 : 00 11 : 00 16 : 30 18 : 00	南下方向增加一孔道 結束南下多一孔道之調撥 北上方向增加一孔道 結束北上多一孔道之調撥

表 5.5 中山高泰山收費站 83 年春節期間全日車流量統計表 單位：輛

時 間	83.2.7 車流		83.2.8 車流		83.2.9 車流		83.2.10 車流		83.2.11 車流		83.2.12 車流		83.2.13 車流		83.2.14 車流		83.2.15 車流	
	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下
1	1949	1625	1805	2458	1643	3817	1231	2817	1632	3044	2342	1808	3182	1853	2727	1648	2717	1450
2	1254	1292	1537	2114	1454	3051	960	2680	1300	2560	1952	1206	2775	1321	2191	1152	2338	965
3	1174	895	1147	1664	1034	2447	640	2029	950	1703	1514	851	2719	875	1943	725	2351	747
4	930	825	853	1655	857	2414	570	1672	854	1965	1564	784	2648	787	1635	616	2240	584
5	804	930	847	1935	784	2590	534	1827	773	2287	1278	1039	2508	860	1647	653	1821	613
6	1025	1730	966	2582	911	3742	683	2508	1006	3070	1043	1658	2511	1378	1545	1242	1760	1183
7	2504	3959	1934	3546	1131	2608	931	2703	1280	3176	1142	2383	2606	2059	2771	2862	2741	3209
8	5054	7505	3407	5712	1316	2594	1383	3527	1786	3688	1746	3250	3156	3015	3725	3970	4184	4778
9	3894	5263	3113	4646	1524	2634	1519	3309	2169	3601	2177	3271	3642	3606	3066	3054	3744	4009
10	4116	5602	3184	5195	1968	2623	2598	4609	4204	5584	3281	4991	4465	4362	3670	4156	3649	4644
11	4516	6400	3636	5636	2479	4002	3486	5924	4965	5840	4267	6236	5319	5287	4616	5584	4593	5619
12	4691	6288	4196	5825	2767	3491	3755	5723	5238	5754	4607	5999	3767	4761	4221	4678	3972	4561
13	4598	5788	3511	4599	2556	3135	3124	4828	3294	3720	3848	4158	2459	3629	4218	4290	4140	3985
14	5168	5947	4235	3844	2786	3653	3683	5142	3233	3777	3571	3940	2872	3849	4312	4060	4816	4647
15	5663	6027	4298	4233	2975	3714	3716	5338	3951	4374	4539	4754	3087	4255	4993	4855	5176	4913
16	5548	5245	4791	4369	3270	3785	3573	4820	4360	4585	5017	5102	4689	4494	4943	4761	5122	4649
17	6326	5820	4362	3554	2915	3320	3786	4095	4571	4231	4877	4121	4172	3693	5268	4520	5656	4465
18	7270	6244	4490	3838	2631	2554	3851	3451	4152	3396	4556	3807	4282	3557	5159	3824	6062	4177
19	3931	3810	3864	3521	1805	2302	3336	2821	3520	2617	4054	3149	3753	3058	4122	3616	4770	3714
20	4225	4295	3362	3427	1572	2059	2868	3045	3613	3111	3963	3268	3608	3125	3741	3657	4030	3390
21	4267	4010	2963	3974	1756	2443	3071	3345	4036	3314	4346	3373	3788	3358	3907	3583	4277	3486
22	4249	4048	3007	3801	2171	2682	2971	3306	3886	3253	4319	3151	3844	3150	4048	3446	3829	2791
23	3609	3671	2907	3704	1717	2310	2475	2771	3256	2485	4089	2789	3618	2722	4076	2922	3541	2614
24	3171	3268	2555	3579	1643	2251	2022	2569	2466	1821	3390	2114	3022	1910	3293	2173	3252	1897

備註：83.2.9日為除夕。

表 5.6 中山高泰山收費站83年春節期間調撥時段建議表

日期	時段	狀 態
2.7	7 : 30 8 : 30 10 : 30 12 : 30	南下方向增加一孔道 結束南下多一孔道之調撥 南下方向增加一孔道 結束南下多一孔道之調撥
2.8		不需進行調撥
2.9		不需進行調撥
2.10		不需進行調撥
2.11		不需進行調撥
2.12	11 : 00 12 : 00	南下方向增加一孔道 結束南下多一孔道之調撥
2.13		不需進行調撥
2.14		不需進行調撥
2.15	17 : 00 18 : 00	北上方向增加一孔道 結束北上多一孔道之調撥

備註：83.2.9日為除夕。

表 5.7 中山高泰山收費站連續假日期間全日車流量統計表

單位：輛

時 間	前一天 車流		前二天 車流		假期中 車流		後一天 車流		後二天 車流	
	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下	北上	南下
1	1898	1433	1845	1795	2269	2769	2374	1494	2636	1347
2	1277	1118	1395	1477	1890	2033	1915	1011	2327	995
3	1053	804	1080	1189	1555	1568	1698	716	2098	790
4	853	717	764	1134	1371	1496	1439	635	1986	640
5	788	795	833	1229	1277	1854	1377	669	1686	713
6	978	1547	1056	2109	1363	2815	1468	1455	1689	1434
7	2408	3799	2287	3799	1776	3631	2894	3545	2855	3711
8	4511	7254	3870	6317	2480	4618	4588	6516	4447	6043
9	3577	9232	3627	5763	2797	4249	3453	4384	3878	5124
10	4015	5684	3755	5729	3701	5025	4010	5603	3968	5436
11	4758	6304	4184	5918	4272	5598	4266	5950	4698	6359
12	4670	5989	4220	4633	4328	5178	4333	5435	4165	4866
13	4560	5381	4191	4695	3692	4093	4589	4712	4252	4616
14	5247	5774	4774	4598	3943	4301	4446	5499	5008	5108
15	5588	5856	4951	5067	4545	4792	5409	5380	5312	5275
16	5557	5304	5454	5302	4700	4812	5333	4702	5279	4921
17	6579	5565	5356	4379	4838	4263	6406	4643	6007	4776
18	7166	5413	6015	4298	4913	3825	6114	3943	6436	4395
19	4383	3842	5358	3880	4183	3229	5170	3836	5164	3976
20	4115	3855	4135	3864	3722	3275	4197	3657	4768	3504
21	4085	3731	3789	3929	3928	3466	4016	3379	4256	3549
22	4175	3621	4005	4035	3965	3474	4031	3070	4048	3139
23	3491	3164	3723	4247	3375	2898	3862	2875	3767	2820
24	2927	2617	253	3516	2733	2201	2957	2030	3057	2050

表 5.8 中山高泰山收費站連續假期期間調撥時段建議表

日期	時段	狀 態
前 一 天	7:30	南下方向增加一孔道
	10:00	結束南下多一孔道之調撥
	10:30	南下方向增加一孔道
	12:00	結束南下多一孔道之調撥
	16:00	北上方向增加一孔道
	19:00	結束北上多一孔道之調撥
前 二 天	8:00	南下方向增加一孔道
	8:30	結束南下多一孔道之調撥
	17:30	北上方向增加一孔道
	18:00	結束北上多一孔道之調撥
後一天		不需進行調撥
後 二 天	8:00	南下方向增加一孔道
	8:30	結束南下多一孔道之調撥
	16:30	北上方向增加一孔道
	18:00	結束北上多一孔道之調撥
假 期 中	10:30	南下方向增加一孔道
	11:30	結束南下多一孔道之調撥
	16:30	北上方向增加一孔道
	19:00	結束北上多一孔道之調撥

第六章 結論與建議

本研究之方法架構係以收費站模擬模式(TPS)為基礎，經修正並增加逆向調撥、多次模擬操作獲取合理值..等功能後，以泰山收費站之實際特性資料模擬分析收費孔調撥前後收費站的各項交通運作特性，並研訂收費孔調撥的評估準則，同時訂定了收費站調撥之判斷程序與開發模擬程式，最後以泰山收費站為例，就該收費站一般日與連續假日之調撥時機，加以分析後研提改善建議。研究期間有關資料調查、資料整理、模擬模式發展、評估準則訂定、調撥時機判斷與程式之開發等工作，均以審慎之態度進行，以期研究成果具實用性，對國內高速公路之交通運作有所助益。

6.1 結論

1. 中山高速公路泰山收費站路段交通情形經本研究調查分析結果，大致可歸納出以下幾項特性：

- (1) 中山高速公路自民國64年通車以來，至民國82年時，泰山收費站交通量已成長至 6,601萬輛，十七年之間，平均年成長率約 17.0%。其中小型車所佔之比例已超過80%，另北二高通車後中山高單向交通量略降，平均減少約 6.5%。
- (2) 一般週日有明顯晨峰與昏峰，此外方向性也很明顯。由泰山收費站之車流特性分析可印證有明顯之晨峰與昏峰，分別發生在南下早上 7點半與北上下午16點。另尖峰持續時段方面，早上長達 4個小時，下午則長達 3個小時，這和一般都市地區早、晚尖峰只維持 2個小時之差別很大。
- (3) 就連續假期之交通總量而言，以連續假日前二天南北雙向交通量最大，其次為連續假日結束後第二天，連續假期中較低；另外，連續假日後上午南下方向交通量大於北上方向交通量，但是在下午十四時之後，北上交通量即大於南下交通量。在車種

組成方面，於連續假日期間小型車比例會略為上升，於假期過後車種組成又回復成假期前的比例。

2.就車輛通過泰山收費站收費孔調撥前後（此處所謂「調撥」係指北上多一車道，南下少一車道）之交通特性加以調查分析結果，可歸納成以下幾項：

- (1)進入泰山收費站區前，車輛之平均行駛速率約在55~65 KPH左右，其中由於受到地形之影響，北上車道煞車較早，故其平均車速略低於南下之平均行駛速率。
- (2)車輛出收費孔至下游主線銜接點（南下部份長約 470公尺，北上部份長約 320公尺）之平均旅行時間分別為，南下車道調撥前約26~36秒，調撥後約23~27秒；北上車道調撥前約為20~29秒，調撥後約19~23秒。
- (3)南下方向調撥前小型車不找零收費孔之平均車輛到達率約為638 VPH，調撥後約為718VPH（總量大致維持不變）。北上方向不找零小型車收費孔調撥前後之平均到達率分別約為 792 VPH、775VPH（總量約增加20%左右）。
- (4)南下方向小型車不找零收費孔調撥前後平均車輛離開率分別為 591VPH、667VPH，北上方向調撥前後平均車輛離開率分別為 762VPH、734VPH。
- (5)南下方向調撥前小型車不找零收費孔平均等候長度為 1.6輛，調撥後為 5.9輛；北上方向不找零收費孔平均等候長度為 3.7輛，調撥後為13.5輛。

3.透過模擬模式模擬分析結果，由收費孔運作之平均等候長度與 V/C 值間關係之分析，可將收費孔運作服務績效區分為三狀態：

- (1)穩定狀態：當 V/C 值約在0.92以下，平均等候長度約 3輛以下，收費孔之運作績效頗為穩定。
- (2)介穩狀態：當 V/C 值約在0.92~0.96，平均等候長度變動頗大

，收費孔之運作逐漸由穩定狀態產生變化。

- (3)不穩定狀態：當 V/C 值超過0.96，平均等候長度隨時間變化而急遽上昇。收費孔之運作績效因等候長度之激增而惡化，亦造成收費孔無法紓解嚴重的等候現象。

其中介穩狀態持續之時間極為短暫，若不掌握介穩狀態來實施調撥，則收費孔運作將迅速轉為不穩定狀態。

- 4.經以泰山收費站南下方向為例，模擬不同車流率下收費孔之服務績效，發現無調撥時，車流率在5,250 VPH以下，收費孔服務績效尚稱良好，平均等候長度約為 2輛以下；達到5,250 VPH時，平均等候長度開始變長，約 2.5輛，呈介穩狀態；達5,750 VPH時，平均等候長度超過10輛。而若採行調撥行為後，車流率在5,750 VPH以下，平均等候長度均可維持在 2輛以下；即使車流率達6,000 VPH，平均等候長度亦維持在 6輛以下，可見調撥措施之效益。

- 5.經電腦模擬分析結果，調撥開始與調撥結束之準則訂定如下：

中山高速公路需同時滿足下列三項條件，方可實施收費孔調撥：

- (1)大流量方向之流量 $>$ 大流量方向介穩狀態下之服務流量。
- (2)雙方向之流量差 $>$ 800(VPH)。
- (3)小流量方向之流量 $<$ 小流量方向介穩狀態下之服務流量。

只需滿足下列三項條件之其中一項，便需停止調撥：

- (1)大流量方向之流量 $<$ 大流量方向介穩狀態下之服務流量。
- (2)二方向之流量差 $<$ 800(VPH)。
- (3)小流量方向之流量 $>$ 小流量方向介穩狀態下之服務流量。

- 6.只要有全日24小時之車流量，經由上述判斷準則之應用，便可決定收費站調撥的時段。本研究就該收費站調撥評估準則，更進一步發展出之判斷收費孔調撥之程序，並寫成電腦模擬程式，可簡易的判

斷該收費站每次調撥開始與結束之時間。

7. 自現有交通資料分析，泰山收費站最適調撥時機為，週一至週六每天上午 7 點30分至11點30分間進行南下多一收費孔之調撥，週日則不需進行調撥。至於，下午時間全週之16點30分至19點間實施北上多一收費孔之調撥。
8. 泰山收費站83年春節連續假期最適調撥時機之模擬結果，在除夕前二天 2月 7日的上午 7點30分至12點30分進行南下多一孔道之調撥。另外，在大年初三 2月12日11點至12點也需進行南下多一收費孔之調撥。在大年初六 2月15日17點至18點需進行北上多一收費孔之調撥。其他的時段，或因二方向車流量均較為分散，或二方向之車流差距不大（小於 800 VPH），而不需或不便調撥收費孔道。
9. 比較泰山收費站現行實施的調撥時段與本研究分析結果研議之調撥時段，可發現二者相差不多。泰山收費站累積以往之調撥經驗，目前每日之調撥時段已呈固定型態（每日零晨起南下多出一調撥收費孔，中午十三點結束調撥，下午十六點起北上多出一調撥收費孔；每逢連續假日則不予調撥），該操作時段與本研究之建議值大致接近。
10. 本研究所開發之最適調撥時機模擬模式，具有模擬收費站區與收費孔交通運作狀況之能力，並加以分析交通特性與服務水準，因此該模式也適用於處理收費站之幾何設計與作業績效之評估。

6.2 建議

1. 本模式需利用車流之歷史資料進行電腦模擬分析，但在現有的技術設備下仍無法作到即時（Real Time）線上處理。不論是本研究前

期研究 TPS模式或本研究發展之收費站最適調撥時機模擬與判斷程式，車流均為其主要之輸入資料，由於未具預測下一時刻的車流量變化能力，所以除非在高速公路設置全面性之匝道車輛偵測設施，並自偵測所得流量推估車輛起訖資料，再加以預測流量後估算該相對預測流量到達收費站之時間，才有辦法進行動態即時式收費站調撥作業，否則僅能利用以往歷史性資料進行收費站調撥作業時機分析，其結果作為管理單位之參考。

2. 本研究所發展之模擬模式可及於高速公路其他收費站調撥時段之研究。為期模擬分析更具真實性與實用性，相關輸入資料應力求正確，因此高速公路各路段基本交通資料之調查與收集非常重要，除要求資料完整外，並需不斷研究提昇調查技術。
3. 由於目前泰山收費站實施之調撥車道僅長約50公尺，長度不足，駕駛人選擇收費孔時不但容易發生車流干擾現象，且當車輛進入站區後，除非位於最內側車道，否則不易併入該調撥車道，故建議後續可針對該調撥車道設置長度問題加以研究，以提昇調撥措施之效益。

參考文獻：

1. 高速公路容量與服務水準評估指標之研究，鄭賜榮等，國科會專題研究計畫編號 NSC82-0410-E-172-001，民國82年 7月。
2. 中山高速公路收費站容量及服務水準界定之研究，郭詩毅，交通大學碩士論文，民國81年 6月。
3. 台灣地區公路容量手冊，交通部運輸研究所，民國79年10月。
4. 中山高速公路容量分析與交通管制措施之研究，高速公路局，民國71年。
5. 高速公路收費站容量分析及其改善措施之研究，陳晉源，交通大學碩士論文，民國76年10月。
6. 高速公路基本路段容量暨相關影響因素特性之研究，林貴璽，交通大學碩士論文，民國76年 6月。
7. 城際公路基本容量與小汽車當量之研究，顏憶如，成功大學碩士論文，民國76年 6月。
8. Chang, C. J., Analysis of Freeway Traffic Characteristics and Identification of Capacity of Basic freeway Section, Report No. 76-49-132, Institute of Transportation, Ministry of Transportation and Communications, Taipei, 1987.
9. T.R.B. Special Report 209, "Highway Capacity Manual - 1985", Washington D.C. 1985.
10. Said M. Easa & Adolf D. May, "Generalized Procedure for Estimating Single-and Two-Regime Models", TRR 772, 1980.
11. Daniel L. Gerlough & Matthew J. Huber, "Traffic Flow Theory (A Monograph)", T.R.B. Special Report 165, Washington D.C., 1975.
12. Roess, Macshane, Pignataro, " Freeway Level of Service : A Recived Approach", TRR 699, 1979.
13. Traffic Management & Engineering Office, " Highway Capacity

Seminar Notes-1985, Ministry of Transportation and Communications, Canada, 1985.

- 14.OECD, " Traffic Capcaity of Major Routes", Paris, 1983.
- 15.Liger, M. Capacity of Urban and Inter-urban Motorways-
General Note. CETE. Aix En Provence, October 1980.
- 16.Kolangd, Fordrojning, Beräkning av Kapaciteit. Statens
Vägverk TV 131, 1977.
- 17.Lin, F.B.,and C. W. Su., "Level-of-Service Analysis of Toll
Plazas on Freeway Main Lines," Journal of Transportation
Engineering, American Society of Civil Engineers, Vol. 120,
NO.2, March/April, 1994, pp. 246-263.
- 18.Lin, F. B., Su, C. W., Chen, C. F., and Huang, H. H.,
" Analysis of Traffic Flow Characteristics on Sun Yat-Sen
National Freeway for Capacity and Level-of-Service
Analysis, " Transportation Planning Journal, Vol. 22, No.4,
December 1993, pp. 445-478.
19. IOT, MOTC, " Methodological Framework For Capacity and
Level-of-service Analysis of Freeway System", 1993.

附錄 A：收費站最適調撥時機模擬程式

```
C   LATEST VERSION 7/12/94 used for checking against
C   Theoretical values
C   INPUT and OUTPUT UNITS: metric
C   *****
C   SIMULATION OF TOLL PLAZA OPERATION
C   *****

      DIMENSION ADELAY(15),SDELAY(15),AQ(15)
C   *****NEW*****

      DIMENSION IBLOCK(12)

C*****END OF NEW*****

      DIMENSION MB(5),SSS(15),QU(2000),XADJ(4,4)

      COMMON/Z2/ISEED(5),JSEED(5),KSEED(5),LSEED(15),NEGA

      COMMON/Z3/FLOW(5),RATIO(400),NLANE

      COMMON/Z4/WARMUP,NP,DUR,IP(400)

      COMMON/Z5/PER(12,12),FACT(12)

      COMMON/Z6/NTYPE,ITYPE(5)

      COMMON/Z7/MOPT,A(5),AB(5)

      COMMON/Z8/AV(5),V(5),XCARR(5),CARR(5),DEC

      COMMON/Z9/IA(5),IB(5)

      COMMON/Z10/NCAR(12),NQUE(12),DEPT(12,2000),INPUT(12)

      COMMON/Z11/ID(5),IDOWN(5)

      COMMON/Z12/LENGTH,SIZE(12),TIME(12,2000),XNCAR(12)

      COMMON/Z13/CAP(12),CAP2(12),XFAC(12),SERR(12),NNN(12)

      COMMON/Z14/XLEN,REDU,TRAVEL(12)

      COMMON/Z15/XYZ(2000),DEPA(12),AVEH(12)

      COMMON/Z16/NA,N,MIST

      COMMON/Z17/DURR

      COMMON/Z18/NSIDE(3),OUTN(3),ALEN(3),TLEN(3),ISIDE(15)

      COMMON/Z19/DCAP,CAPX,CAPJAM

      COMMON/Z20/MMM,TOT,CCC,TLAST

      COMMON/Z21/GTYPE(15)

      COMMON/Z30/ICASE,SERY(12)
```

```

COMMON/Z40/TADE(15),TSDE(15),IENTRY(12)
COMMON/Z50/NRR,ART(1000)
C *****NEW*****
COMMON/Z80/MT,NOUT,CRIT,KSWIT
C*****
COMMON/Z82/XDEPT(12),XTIME(12),LSEE(12)
COMMON/Z85/ADJ(12)
COMMON/Z90/TRAV1,TRAV2,TOTN
COMMON/Z91/MKIND(12)
COMMON/Z92/SERQ(12),ZCAR(12)
COMMON/Z111/KQUE(12,2000)
COMMON/Z115/NEW,TTIME,ICHANG
C *****NEW*****
COMMON/Z117/LLSEED
COMMON/Z116/NGATE(7)
COMMON/Z118/CUTOFF
COMMON/Z119/XLONG,TJUNC
COMMON/Z121/IOLD
COMMON/Z400/ILOOP
COMMON/Z900/QMAX(12),QUEMAX(12)
DIMENSION CAPPP(4)
DIMENSION ADJJJ(10),LROOT(10)
DIMENSION XINN(12),EEEE(12),VCCC(12)
DIMENSION ADEL(12),SDEL(12),AQQQ(12),NSAMP(12)
C*****END OF NEW*****
REAL LENGTH
INTEGER GTYPE,QUEMAX
C*****
OPEN(5,FILE='toll.dat')
OPEN(6,FILE='toll')
READ(5,*)NDIR
DO 7373 IKR=1,NDIR
IF(IKR.EQ.1) WRITE(6,*)'          方向 1'
IF(IKR.EQ.2) WRITE(6,*)'          方向 2'
READ(5,*)LOOP
C READ(5,*)IGATT ,VCC
C READ(5,*)(CAPPP(I),I=1,4)
C READ(5,*)(ADJJJ(I),I=1,10)
C READ(5,*)(LROOT(I),I=1,4)
C READ(5,*)NEGAT
C DO 7070 ILOOP=1,LOOP
READ(5,*)NEGA
C NEGA=NEGAT
READ(5,*)MOPT
READ(5,*)WARMUP
READ(5,*)NP,DUR
SIM=DUR*NP
WRITE(6,386)SIM

```

```

386   FORMAT(5X,' 總模擬時間 = ',F12.1,' 秒')
C     SIM=TIMX
      READ(5,*)(RATIO(I),I=1,NP)
      READ(5,*)NLANE,NTYPE,DEC
      DEC=DEC*3.28
      READ(5,*)(MKIND(I),I=1,NTYPE)
      READ(5,*)MTY
      READ(5,*)(GTYPE(I),I=1,MTY)
      KIND=0
      DO 8181 I=1,MTY
        NSAMP(I)=0
        XINN(I)=0.
        EEEE(I)=0.
        VCCC(I)=0.
        ADEL(I)=0.
        SDEL(I)=0.
        AQQQ(I)=0.
        QMAX(I)=0.
        QUEMAX(I)=0.
        IF(GTYPE(I).GT.KIND) KIND=GTYPE(I)
8181  CONTINUE
C     READ(5,*)KIND
C     WRITE(6,*)'KIND=',KIND
      READ(5,*)(ISIDE(I),I=1,MTY)
C     WRITE(6,67) (ISIDE(I),I=1,MTY)
67    FORMAT(12I6)
      READ(5,*)(ADJ(I),I=1,MTY)

C     DO 1331 I=1,MTY
C     ADJ(I)=ADJJJ(I)
C     1331  CONTINUE

      READ(5,*)(FLOW(I),I=1,NLANE)

      READ(5,*)(AV(I),I=1,NLANE)
      DO 111 I=1,NLANE
        AV(I)=AV(I)*3280./3600.
111   CONTINUE
C     READ(5,*)(MB(I),I=1,5)
      READ(5,*)(IDOWN(I),I=1,NLANE)
      READ(5,*)LENGTH
      LENGTH=LENGTH*3.28
      READ(5,*)(CAP(I),I=1,KIND)

C     CAP(1)=CAPPP(1)
C     CAP(2)=CAPPP(2)
C     CAP(3)=CAPPP(3)

```

```

C    CAP(4)=CAPPP(4)
C      DO 1199 I=1,NLANE
C    FLOW(I)=CAP(IGATT)*VCC
C      1199 CONTINUE

C      WRITE(6,*)(CAP(I),I=1,KIND)
      READ(5,*)(CAP2(I),I=1,KIND)
      READ(5,*)IADJ
      DO 901 I=1,3
      READ(5,*)(XADJ(I,K),K=1,4)
901  CONTINUE
      IF(IADJ.GE.2)THEN
        KKLL=IADJ-1
        DO 902 I=1,KIND
        CAP(I)=CAP(I)*XADJ(KKLL,I)
        CAP2(I)=CAP2(I)*XADJ(KKLL,I)
902  CONTINUE
        ENDIF
        READ(5,*)(SIZE(I),I=1,KIND)
        DO 112 I=1,KIND
        SIZE(I)=SIZE(I)*3.28
112  CONTINUE
        DO 7 I=1,NLANE
        READ(5,*)(PER(I,J),J=1,NTYPE)
7    CONTINUE
        READ(5,*)XLEN
        XLEN=XLEN*3.28
        READ(5,*)(TRAVEL(I),I=1,KIND)
        READ(5,*)NOUT,DCAP,CAPJAM
        READ(5,*)NEW,TTIME
C*****NEW*****
        READ(5,*)CUTOFF
C      WRITE(6,*)'CUTOFF',CUTOFF
        NMT=MTY
        IF(NEW.GE.1)NMT=MTY+NEW
        IF(NEW.GE.1)READ(5,*)(ADJ(I),I=MTY+1,NMT)
        IF(NEW.LT.1)READ(5,*)ADJ(MTY+1)
        READ(5,*)XLONG
        XLONG=3.28*XLONG
C *****END OF NEW*****
        READ(5,*)IPRINT, IPGATE
        READ(5,*)IPRIN
C      WRITE(6,*)'IPRINT IPGATE IPRIN',IPRINT,IPGATE,IPRIN
C      DO 7071 ICYCLE=IVCA,IVCB
C DO 1199 I=1,NLANE
C  IF(ICYCLE.LE.3)THEN
C    VCC=0.6+0.05*(ICYCLE-1)
C  ELSE

```

```

C   VCC=0.7+0.025*(ICYCLE-3)
C   ENDIF
C   FLOW(I)=CAP(IGATT)*VCC
1199  CONTINUE
C   WRITE(6,*)'loop',LOOP
      SAMP=0
      DO 7070 ILOOP=1,LOOP
C     WRITE(6,*)'ILOOP=',ILOOP
      DO 7876 IL=1,12
        QMAX(IL)=0.
7876  CONTINUE
      MT=MTY
      DO 12 I=1,KIND
        NGATE(I)=0
12    CONTINUE
      DO 13 I=1,MT
        K=GTYPE(I)
        NGATE(K)=NGATE(K)+1
13    CONTINUE
      DO 14 I=1,3
        NSIDE(I)=0
14    CONTINUE
      DO 15 I=1,MT
        K=ISIDE(I)
        NSIDE(K)=NSIDE(K)+1
15    CONTINUE
C*****NEW*****
      IF(NEW.GE.1)THEN
        KA1=MT+1
        KA2=MT+NEW
        DO 144 I=KA1,KA2
          ISIDE(I)=3
          NSIDE(3)=NSIDE(3)+1
          GTYPE(I)=1
144  CONTINUE
        ENDIF
C*****END   OF NEW*****
C     WRITE(6,*)'NGATE1 NSIDE9',NGATE(1),NSIDE(3)
C*****
C     GENERATION OF SEED NUMBERS
C*****
C     DO 87 I=1,3
      IX=39877+52*ILOOP
      DO 87 I=1,3
        DO 89 LANE=1,NLANE
          CALL RAN(IX,IY,R)
          IX=IY
          IF(I.EQ.1)ISEED(LANE)=LROOT(1)*R

```

```

      IF(1.EQ.2)JSEED(LANE)=LROOT(2)*R
      IF(1.EQ.3)KSEED(LANE)=LROOT(3)*R
C      WRITE(6,*)'I LANE ',I,LANE
C  WRITE(6,*)'  IS J K',ISEED(LANE),JSEED(LANE),KSEED(LANE)
89  CONTINUE
87  CONTINUE
C*****NEW*****
      NMT=MT
      IF(NEW.GE.1)NMT=MT+NEW
      IX=7654+56*ILOOP
      DO 94 I=1,NMT
C*****END OF NEW*****
      CALL RAN(IX,IY,R)
      IX=IY
      LSEED(I)=LROOT(4)*R
94  CONTINUE
      MSEED=9976+71*ILOOP
C*****NEW*****
      LLSEED=9875+67*ILOOP
C*****END OF NEW*****
C
C *****
C  MODIFY PER AND RANDOM NO'S TO FIT SPECIFIED FLOW RATES AND VEHICLE
MIX
C  WRITE(6,*)'BEFORE FAC'
C  CALL FAC
C  WRITE(6,*)'AFTER FAC'
C *****
C  Determine the IDs of the first and the last gates  of each type
C  WITHOUT REVERSIBLE GATES
C *****
      DO 506 I=1,KIND
      IA(I)=0
      IB(I)=0
506  CONTINUE
      DO 505 I=1,MT
      IXT=GTYPE(I)
      IF(IA(IXT).EQ.0)IA(IXT)=I
      IF(IB(IXT).EQ.0)IB(IXT)=I
      IF(1.GT.IB(IXT))IB(IXT)=I
      IF(1.LT.IA(IXT))IA(IXT)=I
505  CONTINUE
C*****NEW*****
      IOLD=MT
C*****
C ***** INITIAL CONDITIONS*****
      DURR=5.
      TRAV1=0.

```



```

    TRAV2=0.
    MMM=DUR*NP/DURR
    IWARN=0
    TOT=0
    TOTN=0
    REDU=1.
    TLAST=0.
    CRIT=(NOUT+MT)/2.*XLEN/20.
    NRR=0
    CCC=0
    CAPX=DCAP
C*****NEW*****
    TJUNC=0.
    DO 10 I=1,NMT
C*****END OF NEW*****
    SERR(I)=0.
    SSS(I)=0.
    NNN(I)=0
    XFAC(I)=1.
    NCAR(I)=0
    INPUT(I)=0
    XNCAR(I)=0
    SERQ(I)=0
    ZCAR(I)=0.
    ADELAY(I)=0.
    SDELAY(I)=0.
    IBLOCK(I)=0.
    TADE(I)=0.
    TSDE(I)=0
    AQ(I)=0.
    DO 20 J=1,2000
    DEPT(I,J)=0.
    TIME(I,J)=0.
20  CONTINUE
10  CONTINUE
    DO 19 I=1,3
    OUTN(I)=0
    TLEN(I)=0.
19  CONTINUE
    DO 25 I=1,NLANE
    IP(I)=1
    IENTRY(I)=0
    A(I)=0.
    AB(I)=0.
    CARR(I)=0.
    XCARR(I)=0.
    DEPA(I)=0.
25  CONTINUE

```

```

        DO 26 I=1,MMM
        XYZ(I)=0.
        QU(I)=0.
26      CONTINUE
        DO 266 I=1,7
        SERY(I)=0
266    CONTINUE
600    CONTINUE
C*****GENERATE ONE ARRIVAL FOR EACH LANE*****
C*IF A LANE DOES NOT HAVE A VEH GENERATED AND WAITING TO BE PROCESSED
C*****
        DO 40 LANE=1,NLANE
        IF(IENTRY(LANE).EQ.0)THEN
        CALL ARR(LANE)
        IENTRY(LANE)=1
        ENDIF
40      CONTINUE
699    FORMAT(6X,5F7.1)
C**** DETERMINE THE LANE THAT HAS THE EARLIEST ARRIVAL
C
        IST=1
        IF(NLANE.GT.1)THEN
        DO 777 I=2,NLANE
        IF(A(I).LT.A(IST))IST=I
777    CONTINUE
        ENDIF
        LANE=IST
C*****NEW*****
        IF(A(LANE)+LENGTH/V(LANE).LT.TTIME)ICHANG=0
        IF(A(LANE)+LENGTH/V(LANE).GE.TTIME)ICHANG=1
C*****END OF NEW*****
C IF(A(LANE).LT.500)WRITE(6,*)'ICHAN=',ICHANG
        IF(ITYPE(LANE).EQ.1)THEN
C WRITE(6,*)'IST A V=',LANE,A(IST),V(IST)
        ENDIF
C
C***** DETERMINE THE GATE TO GO FOR THE FIRST VEH IN LANE****
C
        CALL GATE(LANE,MSEED)
C
C***** DETERMINE THE TIME of ENTERINGTHE SYSTEM
C
        CALL SYS(LANE)
C
C***** DETERMINE EXPECTED DEPARTURE TIME FROM GATE, ASSUMING
C NO CONGESTION DOWNSTREAM OF GATE*****
        CALL DEPART(LANE)

```

```

      IGD=ID(LANE)
C
C*****
C      DETERMINE  WHETHER  TO  INCREASE  SERVICE  TIME  AND  MODIFY
C      EXPECTED  DEPARTURE  TIME  DUE  TO  DOWNSTREAM  CONGESTION
C      *****
C
      CALL  MODIFY(IST)
      IGIG=ID(IST)
      NZNZ=NCAR(IGIG)
      IF(IGIG.EQ.4.AND.A(IST).GE.1500.AND.NZNZ.GT.2)THEN
MNZ=NZNZ-1
      KKJJ=KQUE(IGIG,MNZ)/1000
      KKJJ=KQUE(IGIG,MNZ)-KKJJ*1000
C  WRITE(6,8889)A(LANE),XTIME(IST),XDEPT(IST),DEPA(IST),
C      1  KKJJ,NQUE(IGIG),TSDE(IGIG)
8889  FORMAT('A X.XD DE QU DEL',4F7.1,2I6,2F7.1)
      ENDIF
C
C*****
C  DETERMINE  WHETHER  TO  TERMINATE  SIMULATION
C*****
      IF(A(IST).LT.SIM)THEN
          GO TO 600
      ELSE
          GO TO 650
      ENDIF
C*****
C  TERMINATE  SIMULATION,STATISTICAL  ANALYSIS
C*****
C      UPSTREAM OF GATES
C      *****
650  M=MT
C  *****NEW*****
      IF(NEW.GE.1)THEN
          M=MT+NEW
          MT=M
      ENDIF
      IF(IWARN.EQ.1)THEN
          WRITE(6,*)'*** 警告 :收费站上游车流拥塞 ***'
          WRITE(6,*)'          延滞推估值不稳定'
      ENDIF
      DO 5454 IK=1,MT
C  IF(IPRIN.EQ.1)WRITE(6,*)'GATE ARRIVALS=',IK,NCAR(IK)
5454  CONTINUE
      DO 460 IK=1,NLANE
          RATE=3600./((A(IK)-WARMUP)/XCARR(IK))
C  IF(IPRIN.EQ.1)WRITE(6,348)IK,RATE

```

```

348   FORMAT(6X,'FLOW RATE IN LANE',I5,'=',F7.0,' VPH')
460   CONTINUE
      TRAV1=TRAV1/TOTN
      FSPEE=1.*LENGTH/TRAV1*3.6/3.28
C   IF(IPRIN.EQ.1) WRITE(6,345)TRAV1
C   IF(IPRIN.EQ.1)WRITE(6,346)FSPEE
345   FORMAT(/6X,'AVERAGE UPSTREAM TRAVEL TIME=',F7.1,' SEC')
346   FORMAT(6X,'AVERAGE UPSTREAM TRAVEL SPEED=',F7.1,' KPH' )
      TOTD=0.
      TOTCAR=0.
      IF(ILOOP.EQ.1)THEN
        DO 7079 IG=1,M
          IF(GTYPE(IG).EQ.1)WRITE(6,7173)IG
          IF(GTYPE(IG).EQ.2)WRITE(6,7174)IG
          IF(GTYPE(IG).EQ.3)WRITE(6,7175)IG
          IF(GTYPE(IG).EQ.4)WRITE(6,7176)IG
          IF(GTYPE(IG).EQ.5)WRITE(6,7177)IG
          IF(IG.EQ.M)WRITE(6,*)
7173   FORMAT(5X' 孔道', I5,'   是不找零小客車')
7174   FORMAT(5X' 孔道', I5,'   是找零小客車')
7175   FORMAT(5X' 孔道', I5,'   是客聯車')
7176   FORMAT(5X' 孔道', I5,'   是大貨車')
7177   FORMAT(5X' 孔道', I5,'   是不收費或電子收費')
7079   CONTINUE
          IF(IPRIN.EQ.1)THEN
            WRITE(6,6074)
6074   FORMAT(7X,'=====')
            1=====')
            WRITE(6,7399)
7399   FORMAT(7X,'孔道 車流    容量    V/C值 系統內時間 延滯 等候長度
            1最大長度')
            WRITE(6,6075)
6075   FORMAT(7X,'編號 (VPH)  (VPH)                (秒)    (秒)    (秒)
            1 (秒) ')
            WRITE(6,6076)
6076   FORMAT(7X,'-----')
            1-----')
          ENDIF
        ENDIF
        DO 450 IG=1,M
C   *****NEW*****
      IF(IG.GT.IOLD)THEN
        IF(TTIME.LT.WARMUP)THEN
          TDUR=SIM-TTIME
        ELSEIF(TTIME.GT.SIM)THEN
          GO TO 450
        ELSE
          TDUR=SIM-TTIME

```

```

        ENDIF
    ELSE
        IF(IG.GT.IOLD+NEW)THEN
            IF(TTIME.LE.WARMUP)THEN
                GO TO 450
            ELSEIF(TTIME.GT.SIM)THEN
                TDUR=SIM-WARMUP
            ELSE
                TDUR=TTIME-WARMUP
            ENDIF
        ELSE
            TDUR=SIM-WARMUP
        ENDIF
    ENDIF

C*****END OF NEW*****
    XIN=3600.*INPUT(IG)/TDUR
    AQ(IG)=TSDE(IG)/TDUR
    IF(XNCAR(IG).EQ.0)THEN
        AQ(IG)=0.
        SDELAY(IG)=0.
    C
6677     FORMAT('//6X,'Gate',I5,2X,'has no arrivals')
        GO TO 450
    ELSE
        SEE=SERR(IG)/XNCAR(IG)
    ENDIF
    IF(SEE.NE.0.AND. SEE.NE.-1) ECAP=3600./SEE
    IF(MOPT.EQ.5.AND.SERQ(IG).NE.0.)THEN
        IF(GTYPE(IG).LT.5) EEE=3600./(SERQ(IG)/ZCAR(IG))
    ENDIF
    IF(SERQ(IG).NE.0.)THEN
        IF(GTYPE(IG).LT.5)EEE=3600./(SERQ(IG)/ZCAR(IG))
    ENDIF
    IF(IPRIN.EQ.1)THEN
C  WRITE(6,347)IG
347     FORMAT('//6X,'GATE=',I5)
        KHK=1
        IF(KHK.EQ.0)GO TO 6169
    C  IF(ILOOP.EQ.1)THEN
    C  IF(GTYPE(IG).EQ.1)
    C      1      WRITE(6,*)'   Gate',IG,'   For Small Vehicles-exact fare'
    C  IF(GTYPE(IG).EQ.2)
    C      1      WRITE(6,*)'   Gate',IG,'   For Small Vehicles-with change'
    C  IF(GTYPE(IG).EQ.3)
    C      1      WRITE(6,*)'   Gate ',IG,'   For Tractor-trailers and Buses'
    C  IF(GTYPE(IG).EQ.4)
    C      1      WRITE(6,*)'   Gate',IG,'   For Heavy trucks Tractor-trailers
and Buses'

```

```

C   IF(GTYPE(IG).EQ.5)
C   1   WRITE(6,*)'   Gate',IG,'   For Toll-free or automatic '
C   ENDIF
6169  CONTINUE
      ENDIF
      IF(IPRIN.EQ.1)THEN
C   WRITE(6,222)XIN
C   WRITE(6,223)SEE
C   IF(SEE.GT.0.)WRITE(6,224)ECAP
      IF(MOPT.LE.5.AND.SERQ(IG).NE.0.)THEN
C   IF(GTYPE(IG).LT.5)WRITE(6,337)EEE
      ENDIF
      IF(MOPT.EQ.1.AND.SERQ(IG).NE.0.)THEN
C   IF(GTYPE(IG).LT.5)WRITE(6,337)EEE
      ENDIF
      ENDIF
222  FORMAT(10X,'   INPUT FLOW in VPH=',F7.0)
223  FORMAT(10X,'   SERVICE TIME in SEC/VEH=',F6.2)
224  FORMAT(10X,'   SERVICE CAPACITY in VPH=',F7.0/)
337  FORMAT(10X,'   IN-QUEUE SERVICE CAPACITY in vph=',F7.0)
      IF(NCAR(IG).GT.0)THEN
          ADELAY(IG)=TADE(IG)/XNCAR(IG)
          SDELAY(IG)=TSDE(IG)/XNCAR(IG)
          TOTD=TOTD+TSDE(IG)
          TOTCAR=TOTCAR+XNCAR(IG)
      ELSE
          ADELAY(IG)=0.
          SDELAY(IG)=0.
      ENDIF
C   IF(IPRIN.EQ.1)WRITE(6,225)
C   IF(IPRIN.EQ.1)WRITE(6,226)
C   IF(IPRIN.EQ.1)WRITE(6,227)
225  FORMAT(10X,'       臨近延滯           系統內時間   平均等候長度')
226  FORMAT(10X,'       sec/veh           sec/veh           vehicles')
227  FORMAT(10X,'-----')
C   IF(IPRIN.EQ.1)WRITE(6,228) ADELAY(IG),SDELAY(IG),AQ(IG)
228  FORMAT(11X,F10.2,5X,F10.2,6X,F10.2)
      IGATT=GTYPE(IG)
      IYES=0
      DIFF=ABS(EEE-CAP(IGATT))
      IF(DIFF.LE.520)THEN
          VC=XIN/EEE
          DIFF=ABS(EEE-CAP(IGATT))
          IF(DIFF.LE.5)THEN
              IYES=1
              IF(IPRIN.EQ.1)THEN
                  WRITE(6,2299)IG,XIN,EEE,VC,ADelay(IG),SDELAY(IG),AQ(IG),
                      1   QMAX(IG)

```

```

ENDIF
NSAMP(IG)=NSAMP(IG)+1
C KGG(NSAMP)=IG
XINN(IG)=XINN(IG)+XIN
EEEE(IG)=EEEE(IG)+EEE
VCCC(IG)=VCCC(IG)+VC
ADEL(IG)=ADEL(IG)+ADELAY(IG)
SDEL(IG)=SDEL(IG)+SDELAY(IG)
AQQQ(IG)=AQQQ(IG)+AQ(IG)
QUEMAX(IG)=QUEMAX(IG)+QMAX(IG)
ENDIF
ENDIF
IF(SEE.NE.0.AND.MOPT.EQ.1)THEN
SD=3600./SEE
IF(SD.GT.XIN)DEE=3600.*XIN/SD/(SD-XIN)+SEE
IF(SD.LE.XIN)DEE=9999.
IF(SD.GT.XIN)QUEU=XIN/3600.*DEE
IF(SD.LE.XIN)QUEU=9999.
2299 FORMAT(5X,I5,2F7.1,F7.2,F8.1,F9.1,2F7.1,f12.1)
IF(IG.EQ.1)THEN
C IF(IPRIN.EQ.1) WRITE(6,*)'**** '
C IF(IPRIN.EQ.1)WRITE(6,*)' ANALYTICAL VALUES'
C IF(IPRIN.EQ.1)WRITE(6,*)' TIME IN SYSTEM=',DEE
C IF(IPRIN.EQ.1)WRITE(6,*)' QUEUE SIZE=',QUEU
IF(DIFF.LE.5.AND.IPRIN.EQ.1)THEN
WRITE(6,8188)XIN,VC,QUEU,AQ(IG),DEE,SDELAY(IG)
8188 FORMAT(5X,6F8.2)
ENDIF
ENDIF
ENDIF
450 CONTINUE
C IF(NEW.GT.0)WRITE(6,*)NEW,'NEW GATES OPENED AT ',TTIME
C IF(NEW.EQ.0)WRITE(6,*)'NO CHANGE IN NUMBER OF GATES'
C IF(NEW.LT.0)NNEW=-NEW
C IF(NEW.LT.0)WRITE(6,*)NNEW,'GATES CLOSED AT', TTIME
IF(IPRIN.EQ.2)THEN
C WRITE(6,6755)
6755 FORMAT(1X,'G= 1 2 3 4 5 6 7 8
1 9 10 11 12')
C WRITE(6,6757)(AQ(I),I=1,NMT)
C WRITE(6,6758)(SDELAY(I),I=1,NMT)
6757 FORMAT('Q=',12F6.1)
6758 FORMAT('D=',12F6.1)
C ALLAVE=TOTD/TOTCAR
C WRITE(6,*)'OVERALL AVERAGE TIME IN SYSTEM(DELAY)',ALLAVE
C WRITE(6,346)FSPEE
ENDIF
C *****

```

```

C    DOWNSTREAM OF GATES
C    *****
C    IF(IPRIN.EQ.1)THEN
      AL=0
      TAL=0.
      KKK=0
C    IF(KKK.EQ.0)GO TO 1234
      DO 888 I=1,MT
        K=GTYPE(I)
        TAL=TAL+TRAVEL(K)*NCAR(I)
        NAL=NAL+NCAR(I)
888    CONTINUE
      ATRAVE=TAL/NAL
      MY=WARMUP/DUR+1
      D1=0.
      C1=0
      NY=MMM-1
C    WRITE(6,69)(XYZ(L),L=1,NY)
69    FORMAT(6X,10F6.0)
      DO 76 I=1,NY
        IF(XYZ(I).GT.0)THEN
          NSTART=I
          GO TO 77
        ENDIF
76      CONTINUE
77      CONTINUE
      SUM=0.
      MAX=0
      YCAP=DCAP
      DO 75 I=NSTART,NY
        D2=D1+XYZ(I)
        C2=C1+YCAP/3600*DURR
        IF(D2.GT.C2)THEN
          SUM=SUM+DURR/2*(D1+D2-C1-C2)
          QU(I)=(D2-C2)/CRIT
          IF(MT.GT.NOUT.AND.(D2-C2)/NOUT.GT.5)THEN
            YCAP=CAPJAM
          ELSE
            YCAP=DCAP
          ENDIF
        ELSE
          T=(D1-C1)/(DCAP/3600.-(D2-D1)/DURR)
          SUM=SUM+T/2.*(D1-C1)
          QU(I)=0
          YCAP=DCAP
          C2=D2
        ENDIF
      IF(I.EQ.MY)THEN

```



```

YCAR=D2
YSUM=SUM
ENDIF
C1=C2
D1=D2
75 CONTINUE
TRAV2=(SUM)/D2+ATRAVE
ASPEED=(XLEN+LENGTH)/(TRAV1+TRAV2)*3.6/3.28
FF=0.
DO 36 I=NSTART,NY
FF=FF+QU(I)
36 CONTINUE
FF=FF/(NY-NSTART+1)
AVT=SUM/(DURR*NY-DURR*NSTART+DURR)
ANS=SUM/(D2)
VSPEED=VSPEED+ASPEED
MSAMP=MSAMP+1
IF(IPRIN.EQ.1)THEN
C  WRITE(6,*)' '
C  WRITE(6,*)'***DOWNSTREAM OF GATES***'
C  WRITE(6,*)' '
C  WRITE(6,349)ATRAVE
349  FORMAT(6X,'AVERAGE FREE-FLOW TRAVEL TIME =',F7.0,' sec')
C  WRITE(6,350)CRIT
350  FORMAT(6X,'HOLDING CAPACITY=',F6.0,' vehicles')
IF(FF.LE.1.0)THEN
C  WRITE(6,351)FF
351  FORMAT(6X,'AVERAGE QUEUEING VEH/HOLDING CAPACITY=',F7.2)
ELSE
C  WRITE(6,*)'  QUEUE SPILLOVER INTO GATES'
ENDIF
C  WRITE(6,352)AVT
352  FORMAT(6X,'AVERAGE NO. OF QUEUEING VEHICLES=',F6.1)
C  WRITE(6,353)ASPEED
C  VSPEED=VSPEED+ASPEED
C  MSAMP=MSAMP+1
353  FORMAT(6X,'****AVERAGE SPEED THROUGH PLAZA=',F6.1,' kph'//)
C  WRITE(6,*)'  QUEUE/HOLDING CAPACITY AT 5-SEC INTERVAL'
C  WRITE(6,669)(QU(I),I=1,NY)
669  FORMAT(6X,10F6.2)
C  WRITE(6,799)(ART(I),I=1,NRR)
799  FORMAT(5X,10F7.1)
ENDIF
1234 CONTINUE
IF(IPRINT.EQ.1)THEN
IF(ILOOP.EQ.LOOP)THEN
WRITE(6,6074)
WRITE(6,*)'

```

```

WRITE(6,6091)IPGATE
6091  FORMAT(7X,'時間    等候長度    孔道編號為 ==>',I6)
      NK=NCAR(IPGATE)-2
      TOTT=0.
      NN2=0.
      DO 1229 I=1,NK
      KTIME= KQUE(IPGATE,I)/1000
      KLEN=KQUE(IPGATE,I)-KTIME*1000
      IF(KTIME.GT.WARMUP)THEN
        TOTT=TOTT+KLEN
        NN2=NN2+1
      ENDIF
      WRITE(6,7711)KTIME, KLEN
7711  FORMAT(5X,3I6,F8.1,I6)
1229  CONTINUE
      AAVV=TOTT/NN2
      WRITE(6,*)' 平均等候長度=',AAVV
    ENDIF
  ENDIF
1239 CONTINUE
7070 CONTINUE
C      7071  CONTINUE
      VSPEED=VSPEED/MSAMP
      WRITE(6,*)
      WRITE(6,6071)
6071  FORMAT(2X,'=====
1=====')
      WRITE(6,7075)
7075  FORMAT(2X,'孔道 車流    容量    V/C    臨近延滯 系統內時間 等候
1 最大等候 樣本數')
      WRITE(6,6072)
6072  FORMAT(2X,'編號 (VOL)    (VOL)          (秒)    (秒)    (輛)
1 (輛) (個) ')
      WRITE(6,6073)
6073  FORMAT(2X,'-----
1-----')
      TADEL=0.
      TSDEL=0.
      TAQQQ=0.
      TQUEMAX=0.
      DO 7073 I=1,MT
      IF(NSAMP(I).GE.1)THEN
XINN(I)=XINN(I)/NSAMP(I)
EEEE(I)=EEEE(I)/NSAMP(I)
VCCC(I)=VCCC(I)/NSAMP(I)
ADEL(I)=ADEL(I)/NSAMP(I)
SDEL(I)=SDEL(I)/NSAMP(I)
AQQQ(I)=AQQQ(I)/NSAMP(I)

```

```

QUEMAX(I)=QUEMAX(I)/NSAMP(I)
TADEL=TADEL+ADEL(I)*XINN(I)
TSDEL=TSDEL+SDEL(I)*XINN(I)
TAQQQ=TAQQQ+AQQQ(I)*XINN(I)
TQUEMAX=TQUEMAX+QUEMAX(I)*XINN(I)
WRITE(6,7074)I,XINN(I),EEEE(I),VCCC(I),ADEL(I),SDEL(I),AQQQ(I),
1 QUEMAX(I), NSAMP(I)
ENDIF
7074 FORMAT(I5,F8.1,F9.1,F6.2,F8.1,F12.1,F7.1,2I8)
7073 CONTINUE
WRITE(6,*)
WRITE(6,*)' 臨近延滯 系統內時間 等候 最大等候'
WRITE(6,7085)TADEL,TSDEL,TAQQQ,TQUEMAX
7085 FORMAT(4X,4F14.1)

WRITE(6,6071)
WRITE(6,*)
WRITE(6,7188)VSPEED
7188 FORMAT(3X,'通過收費站之平均後速率 =',f8.1,' VPH')
C ENDF
WRITE(6,*)
7373 CONTINUE
STOP
END
C *****
SUBROUTINE RAN(IX,IY,YFL)
C *****
IY=IX*65539
IF(IY)5,6,6
5 IY=IY+2147483647+1
6 YFL=IY
YFL=YFL*0.4656613E-9
RETURN
END

C*****
C GENERATION OF ARRIVAL
C*****
SUBROUTINE ARR(LANE)
COMMON/Z2/ISEED(5),JSEED(5),KSEED(5),LSEED(15),NEGA
COMMON/Z3/FLOW(5),RATIO(400),NLANE
COMMON/Z4/WARMUP,NP,DUR,IP(400)
COMMON/Z5/PER(12,12),FACT(12)
COMMON/Z6/NTYPE,ITYPE(5)
COMMON/Z7/MOPT,A(5),AB(5)
COMMON/Z8/AV(5),V(5),XCARR(5),CARR(5),DEC
COMMON/Z50/NRR,ART(1000)
COMMON/Z91/MKIND(12)

```

```

COMMON/Z400/ILOOP
IPP=IP(LANE)
QQ=FLOW(LANE)*RATIO(IPP)
IS=ISEED(LANE)
CALL RAN(IS,IY,R)
ISEED(LANE)=IY
IF(NEGA.EQ.0)R=1.-R
IF(R.EQ.1.00)R=0.995
AA=1.-(3600/QQ-1.)*ALOG(1.-R)
IF(MOPT.EQ.1)AA=-3600./QQ*ALOG(1.-R)
IF(MOPT.EQ.3.OR.MOPT.EQ.4)THEN
  AA=3600./QQ
  FACT(LANE)=1.
ENDIF
IF(ILOOP.EQ.000)WRITE(6,*)'R QQ AA',R,QQ,AA
NRR=NRR+1
IF(A(LANE).LE.WARMUP.AND.A(LANE)+AA.GT.WARMUP)THEN
  A(LANE)=WARMUP+(A(LANE)+AA-WARMUP)*FACT(LANE)
ELSEIF(A(LANE).GE.WARMUP)THEN
  A(LANE)=A(LANE)+AA*FACT(LANE)
ELSE
  A(LANE)=AA+A(LANE)
ENDIF
AB(LANE)=AB(LANE)+AA
C ART(NRR)=A(LANE)
C IF(LANE.EQ.4)WRITE(6,*)'NRR A',NRR,A(LANE)
DO 77 I=IPP,NP
  IF(AB(LANE).GE.DUR*I)IP(LANE)=IP(LANE)+1
  IF(AB(LANE).LT.DUR*I)GO TO 79
77 CONTINUE
79 IF(IP(LANE).GT.NP)IP(LANE)=NP
  IF(A(LANE).GE.WARMUP)XCARR(LANE)=XCARR(LANE)+1.
  CARR(LANE)=CARR(LANE)+1.
C IF(R.LE.0.1)V(LANE)=AV(LANE)*(0.8+R)
C IF(R.GT.0.1.AND.R.LT.0.9)V(LANE)=AV(LANE)*(0.875+0.25*R)
C IF(R.GE.0.9)V(LANE)=AV(LANE)*(1.13+0.2*R)
  V(LANE)=AV(LANE)
  IF(MOPT.EQ.2.OR.MOPT.EQ.4)V(LANE)=AV(LANE)
  KS=KSEED(LANE)
  CALL RAN(KS,IY,R)
  IF(NEGA.EQ.0)R=1.-R
  KSEED(LANE)=IY
  CUM=0.
  DO 45 J=1,NTYPE
    CUM=CUM+PER(LANE,J)
    IF(R.LE.CUM)THEN
      ITYPE(LANE)=MKIND(J)
      GO TO 50

```

```

ENDIF
45  CONTINUE
50  CONTINUE
RETURN
END
C*****C*****
C  IDENTIFY  GATE TO GO TO FOR VEH IN LANE
C*****
SUBROUTINE GATE(LANE,MSEED)
DIMENSION AQU(12)
COMMON/Z6/NTYPE, ITYPE(5)
COMMON/Z7/MOPT, A(5), AB(5)
COMMON/Z9/IA(5), IB(5)
COMMON/Z10/NCAR(12), NQUE(12), DEPT(12,2000), INPUT(12)
COMMON/Z11/ID(5), IDOWN(5)
COMMON/Z18/NSIDE(3), OUTN(3), ALEN(3), TLEN(3), ISIDE(15)
COMMON/Z3/FLOW(5), RATIO(400), NLANE
COMMON/Z12/LENGTH, SIZE(12), TIME(12,2000), XNCAR(12)
COMMON/Z111/KQUE(12,2000)
COMMON/Z115/NEW, TTIME, ICHANG
C  *****NEW*****
COMMON/Z80/MT, NOUT, CRIT, KSWIT
COMMON/Z14/XLEN, REDU, TRAVEL(12)
COMMON/Z116/NGATE(7)
COMMON/Z117/LLSEED
COMMON/Z21/GTYPE(15)
COMMON/Z8/AV(5), V(5), XCARR(5), CARR(5), DEC
COMMON/Z119/XLONG, TJUNC
C  *****NEW*****
COMMON/Z118/CUTOFF
COMMON/Z120/NEBOR
COMMON/Z13/CAP(12), CAP2(12), XFAC(12), SERR(12), NNN(12)
COMMON/Z121/IOLD
COMMON/Z400/ILOOP
COMMON/Z900/QMAX(12), QUEMAX(12)
INTEGER GTYPE, QUEMAX
REAL LENGTH
C  *****END OF NEW *****
ITY=ITYPE(LANE)
C  WRITE(6,*) 'ITY ICHANG', ITY, ICHANG
C  GATES TO GO TO FOR VEH IN LANE  ARE FROM KA TO KB
C  *****NEW*****
IF(ITY.NE.1)THEN
  KA=IA(ITY)
  KB=IB(ITY)
ELSEIF(ICHANG.EQ.1)THEN
  KA=IA(ITY)
  KB=IB(ITY)+NEW

```

```

    NGATE(1)=NGATE(1)+NEW
    IF(NEW.GE.1)NSIDE(3)=NSIDE(3)+NEW
    IF(NEW.LT.0)NSIDE(2)=NSIDE(2)+NEW
    CRIT=(NOUT+MT+NEW)/2./XLEN/20.
C    WRITE(6,*)'KA NEW KB=',KA,NEW,KB
    ELSE
        KA=IA(ITY)
        KB=IB(ITY)
    ENDIF
C    *****END OF NEW*****
C    *** DETERMINE NUMBER OF VEH    AT OR MOVING TOWARD AVAILABLE GATES
C    AT A(IST)
    DO 60 I=KA,KB
        NQUE(I)=0
C    WRITE(6,*)'I I NQUE=',I,NQUE(I)
        M=NCAR(I)
        IF(M.EQ.0)GO TO 60
65 IF(DEPT(I,M).GT.A(LANE))THEN
        NQUE(I)=NQUE(I)+1
        M=M-1
        IF(M.EQ.0)ICASE=1
        IF(M.GT.0)ICASE=2
    ELSE
        ICASE=1
    ENDIF
    IF(ICASE.EQ.2)GO TO 65
C*****NEW*****
    IF(I.GT.IB(1))THEN
        IF(NQUE(I)*22..GE.XLONG-10.)NQUE(I)=999
    ENDIF
C*****
C    **** DETERMINE WHICH GATE BETWEEN KA AND KB TO GO TO*****
60 CONTINUE
    ID(LANE)=0
    CALL RAN(MSEED,IY,R)
    MSEED=IY
    DO 80 IG=KA,KB
        AQU(IG)=NQUE(IG)
        KDIFF=IG-IDOWN(LANE)
        KDIFF=ABS(KDIFF)
        JJJX=ABS(IG-IDOWN(1))
        IDD=IDOWN(NLANE)
        IF(KDIFF.EQ.0)THEN
            IF(IG.EQ.IDD)AQU(IG)=AQU(IG)*1.00
        ELSE
C    SET FFA (sensitivity) based    on gate type (cars if ITY.LE.2)
            IF(ITY.LE.2)FFA=1.0
            IF(ITY.GT.2)FFA=0.4

```

```

      IF(ISIDE(IG).EQ.1)THEN
      IF(JJXX.EQ.1)THEN
        AQU(IG)=AQU(IG)+(0.5*KDIFF)*(0.8+0.4*R)*FFA
      ELSE
        AQU(IG)=AQU(IG)+(1.0*KDIFF)*(0.8+0.4*R)*FFA
      ENDIF
      ELSEIF(ISIDE(IG).EQ.2)THEN
        AQU(IG)=AQU(IG)+(0.5*KDIFF)*(0.8+0.4*R)*FFA
      IF(IG.EQ.IDD)AQU(IG)=AQU(IG)*1.00
      ELSE
        IF(NLANE.GE.4)THEN
          AQU(IG)=AQU(IG)+(0.8*KDIFF)*(0.8+0.4*R)*FFA
        ELSEIF(NLANE.EQ.3)THEN
          AQU(IG)=AQU(IG)+(0.9*KDIFF)*(0.8+0.4*R)*FFA
        ELSE
          AQU(IG)=AQU(IG)+(1.0*KDIFF)*(0.8+0.4*R)*FFA
        ENDIF
      ENDIF
    ENDIF
  80 CONTINUE
  IF(ICHANG.EQ.1)THEN
  C   WRITE(6,98) LANE,(AQU(I),I=1,7)
  98 FORMAT(5X,I7,7F7.1)
  ENDIF
  BEST=9999.
  DO 82 I=KA,KB
  IF(AQU(I).LT.BEST)THEN
    BEST=AQU(I)
    ID(LANE)=I
  ELSEIF(AQU(I).EQ.BEST)THEN
    KKK=ID(LANE)
    KDA=I-IDOWN(LANE)
    KDA=ABS(KDA)
    KDB=KKK-IDOWN(LANE)
    KDB=ABS(KDB)
    IF(KDA.LT.KDB)THEN
      BEST=AQU(I)
      ID(LANE)=I
    ENDIF
  ENDIF
  82 CONTINUE
  C THE GATE TO GO TO IS ID(LANE)
  C*****NEW*****CHECK TO SEE IF TYPE 1 GATE VE WILL SHIFT TO TYPE 2 GATE
  KSWIT=0
  KDY=ID(LANE)-1
  IF(KDY.GE.1)THEN
  IF(GTYPE(ID(LANE)).EQ.1.AND.GTYPE(KDY).EQ.2)THEN
    IF(NQUE(ID(LANE)).GT.3)THEN

```

```

C*****DETERMINE VEH IN KDY*****
      NQUE(KDY)=0
      M=NCAR(KDY)
      IF(M.EQ.0)GO TO 70
75      IF(DEPT(KDY,M).GT.A(LANE))THEN
      NQUE(KDY)=NQUE(KDY)+1
      M=M-1
      IF(M.EQ.0)THEN
        ICASE=1
      ELSE
        ICASE=2
      ENDIF
      ELSE
      ICASE=1
      ENDIF
      IF(ICASE.EQ.2)GO TO 75
70      CONTINUE
C***** COMPARE VEH at ID(LANE) and VEH at KDY*****
      IF(NQUE(KDY).EQ.0)THEN
      RXY=10.
      ELSE
      RXY=1.*NQUE(ID(LANE))/NQUE(KDY)
      ENDIF
      KKL=LLSEED
      CALL RAN(KKL,IY,R)
      LLSEED=IY
C      IF(R.LE.-0.75+0.5*RXY)THEN
      IF(RXY.GT.CUTOFF)THEN
      KSWIT=1
      ID(LANE)=KDY
      ENDIF
      ENDIF
      ENDIF
      ENDIF
C*****END OF NEW*****
C*****NEW*****
C*****IF GATE TYPE 1 and LEFT-MOST GATEAND REVERSIBLE GATE ON
C WRITE(6,*)'REACH'
C WRITE(6,*)'IDLANE IB1 NEW',ID(LANE),IB(1),NEW
NEBOR=0
IF(NEBOR.EQ.0)GO TO 9898
IF(ID(LANE).EQ.IB(1))THEN
  TJ=A(LANE)+(LENGTH-XLONG)/V(LANE)
  IF(TJ.LE.TJUNC)THEN
    TJUNC=TJUNC+3600./CAP(1)
  ELSE
    TJUNC=TJ
  ENDIF

```



```

IF(NEW.GE.1)THEN
  MX=NCAR(IB(1))
  IF(MX.GT.2)THEN
C    WRITE(6,*)'DEPT TTIME',DEPT(IB(1),MX),TTIME
    IF(TJUNC+XLONG/V(LANE).GT.TTIME)THEN
C ***** MAY USE REVERSIBLE GATE if available*****
C  TARR=(1.*LENGTH-XLONG)/V(LANE)+A(LANE)
C  WRITE(6,*)'TARR TJUNC',TARR,TJUNC
C    WRITE(6,6777)LENGTH,XLONG,V(LANE),A(LANE)
C    WRITE(6,6777)A(LANE),MX,DEPT(IB(1),MX)
6777  FORMAT(4X,'A MX DE',F10.1,I5,4F10.1)
C  IF(TARR.LT.TJUNC)TARR=TJUNC
C ***** DETERMINE QUEUE AT TARR
    IUP=IB(1)+NEW
    DO 666 I=IB(1),IUP
      NQUE(I)=0
C    WRITE(6,*)'I NQUE',I,NQUE(I)
      M=NCAR(I)
      IF(M.EQ.0)GO TO 666
      DO 6011 K=1,M
        IF(DEPT(I,K).GT.TJUNC)NQUE(I)=NQUE(I)+1
        IF(NQUE(I).GT.XLONG/22.)GO TO 6022
6011    CONTINUE
6022    CONTINUE
666      CONTINUE
C*****COMPARE*****
      IBEST=IB(1)
      SHORT=1.*NQUE(IB(1))
      ILOW=IB(1)+1
      DO 667 I=ILOW,IUP
        IDIFF=I-IB(1)
        EQU=1.*NQUE(I)*(1+3*IDIFF)
        IF(EQU.LT.SHORT)THEN
          SHORT=EQU
          IBEST=I
        ENDIF
667      CONTINUE
      ID(LANE)=IBEST
      IF(IBEST.NE.IB(1))NEBOR=IB(1)
    ENDIF
  ENDIF
ENDIF
ENDIF
9898 CONTINUE
C *****END OF NEW*****
  IF(ITYPE(LANE).EQ.1)THEN
C    WRITE(6,99)A(LANE),LANE,ID(LANE)
99  FORMAT(5X,'****ICHANG A',F10.1,2I5)

```

```

ENDIF
C***** DETERMINE THE    QUEUE LENGTH AT GATE ID(LANE) AT A(LANE)
IGATT=ID(LANE)
MQUE=0
NZ=NCAR(IGATT)
IF(A(LANE).LT.500)THEN
C    WRITE(6,*)' IGATT NZ A=',IGATT,NZ,A(LANE)
ENDIF
IF(NZ.LE.1)GO TO 601
IF(A(LANE).GT.475.AND.A(LANE).LT.477.AND.IGATT.EQ.2)THEN
C    WRITE(6,7777)A(LANE)
7777    FORMAT(F6.1)
        DO 7778 KJI=1,NZ
C    WRITE(6,*)KJI,TIME(IGATT,KJI),DEPT(IGATT,KJI)
7778    CONTINUE
ENDIF
651 CONTINUE
IF(IGATT.EQ.2.AND.A(LANE).LT.500)THEN
C    WRITE(6,*)'NZ TIME',NZ,TIME(IGATT,NZ),DEPT(IGATT,NZ)
ENDIF
C*****NEW*****
IF(TIME(IGATT,NZ).GT.A(LANE))THEN
    NZ=NZ-1
    IF(NZ.GT.0)GO TO 651
ELSEIF(DEPT(IGATT,NZ).GT.A(LANE))THEN
    IF(A(LANE).GT.475.AND.A(LANE).LT.477.AND.IGATT.EQ.2)THEN
C    WRITE(6,*)'NZ DEPT A',NZ,DEPT(IGATT,NZ),A(LANE)
ENDIF
    MQUE=MQUE+1
    IF(A(LANE).GT.475.AND.A(LANE).LT.477.AND.IGATT.EQ.2)THEN
C    WRITE(6,*)'    MQUE=',MQUE
ENDIF
    NZ=NZ-1
    IF(NZ.GT.0)GO TO 651
ENDIF
601 CONTINUE
IF(IGATT.EQ.1.AND.A(LANE).LT.500)THEN
C    WRITE(6,*)'    MQUE=',MQUE
ENDIF
    IF(QMAX(IGATT).LT.MQUE)QMAX(IGATT)=MQUE
    NZ=NCAR(IGATT)
C    IF(IGATT.EQ.2)WRITE(6,*)'NZ MQUE',NZ,MQUE
    IF(NZ.LT.1)GO TO 602
    III=INT(A(LANE))*1000
    III=III+MQUE
    KQUE(IGATT,NZ)=III
C    KTIME=KQUE(IGATT,NZ)/1000
C    KQQQ=KQUE(IGATT,NZ)-KTIME*1000

```

```

      IF(IGATT.EQ.2.AND.NZ.LT.500)THEN
C   WRITE(6,6077)A(LANE),NZ,DEPT(IGATT,NZ)
      ENDIF
6077 FORMAT(F6.1,I5,F6.1)
602 CONTINUE
      RETURN
      END
C   *****
C ESTIMATE TIME AT WHICH A VEHICLE ENTERs THE SYSTEM
C   *****
      SUBROUTINE SYS(LANE)
      COMMON/Z4/WARMUP,NP,DUR,IP(400)
      COMMON/Z6/NTYPE,ITYPE(5)
      COMMON/Z7/MOPT,A(5),AB(5)
      COMMON/Z8/AV(5),V(5),XCARR(5),CARR(5),DEC
      COMMON/Z10/NCAR(12),NQUE(12),DEPT(12,2000),INPUT(12)
      COMMON/Z11/ID(5),IDOWN(5)
      COMMON/Z12/LENGTH,SIZE(12),TIME(12,2000),XNCAR(12)
      COMMON/Z21/GTYPE(15)
      COMMON/Z30/ICASE,SERY(12)
      COMMON/Z82/XDEPT(12),XTIME(12),LSEE(12)
      COMMON/Z93/IWARN
C   *****NEW*****
      COMMON/Z119/XLONG,TJUNC
      COMMON/Z120/NEBOR
      COMMON/Z9/IA(5),IB(5)
      COMMON/Z13/CAP(12),CAP2(12),XFAC(12),SERR(12),NNN(12)
      DIMENSION XOPT(2),KCASE(2)
      COMMON/Z70/MQQQ(12,2000),TTXX(12,2000)
C*****END OF NEW*****
      REAL LENGTH
      INTEGER GTYPE
C *****NEW*****
      IG=ID(LANE)
      IST=LANE
      IF(GTYPE(IG).EQ.5)THEN
          SLOW=3
          XTIME(IST)=A(IST)+1.*LENGTH/V(IST)+SLOW
          ICASE=1
          GO TO 123
      ENDIF
      SS=V(IST)**2/2./DEC
      STT=A(IST)+(LENGTH-SS)/V(IST)+V(IST)/DEC
      EXTRA=STT-A(IST)-LENGTH/V(IST)
      IF(IG.EQ.0)THEN
          WRITE(6,8088)NCAR(IG),A(LANE),NQUE(IG),STT
          IF(NCAR(IG).GT.0)WRITE(6,899)(DEPT(IG,KL),KL=1,NCAR(IG))
      ENDIF

```

```

8088   FORMAT(5X,'***',15,F10.2,15,F10.1)
899   FORMAT(7X,7F10.1)
      IF(NQUE(IG).EQ.0)THEN
          ICASE=1
          XTIME(IST)=STT
          MQUE=0
          MQQQ(IG,NCAR(IG)+1)=0
          TTXX(IG,NCAR(IG)+1)=A(IST)
          DD=9999.
C*****NEW*****
C      IF(IG.EQ.IB(1))TJUNC=0.
      ELSEIF(NCAR(IG).EQ.0)THEN
          ICASE=1
          XTIME(IST)=STT
          MQUE=0
          MQQQ(IG,NCAR(IG)+1)=0
          TTXX(IG,NCAR(IG)+1)=A(IST)
          DD=9999.
C*****NEW*****
C      IF(IG.EQ.IB(1))TJUNC=0.
C*****END OF  NEW *****
      ELSE
          N=NCAR(IG)
C      WRITE(6,*)'IG NCAR N',IG,NCAR(IG),N
C      NEW*****8
C***** DETERMINE TIME*****8888888
          IF(A(IST)+LENGTH/V(IST).GT.DEPT(IG,N)+1.5)THEN
              ICASE=1
              XTIME(IST)=STT
              MQUE=0
              MQQQ(IG,NCAR(IG)+1)=0
              TTXX(IG,NCAR(IG)+1)=A(IST)
              DD=9999.
          ELSE
              ICASE=2
C***** DETERMINE QUEUE AT TIME(IG,N)*****
C      IF(IG.EQ.9)WRITE(6,*)'_____TIME=',TIME(IG,N)
              MQUE=1
              NX=N-1
              IF(NX.GT.0)THEN
                  DO 666 KJ=1,NX
                      IF(DEPT(IG,KJ).GE.TIME(IG,N))MQUE=MQUE+1
666              CONTINUE
              ENDIF
              MQQQ(IG,NCAR(IG)+1)=MQUE
              TTXX(IG,NCAR(IG)+1)=A(IST)
C*****QUEUE HAS BEEN DETERMINED*****
C*****8determine time to join queue***88

```

```

        ITY=ITYPE(IST)
        DD=1.*MQUE*(SIZE(ITY)+7)
        DIS=LENGTH-MQUE*(SIZE(ITY)+7)
        IF(IG.EQ.9.AND.NCAR(IG).EQ.18)THEN
C          WRITE(6,*)'      &&&& DD DIS TIM',DD,DIS,TIME(IG,N)
        ENDIF
C      IF(DIS.LT.10)WRITE(6,*)' QUEUE SPILLS OVER ONTO FREEWAY'
        IF(A(IST)+DIS/V(IST).LT.TIME(IG,N))THEN
            XTIME(IST)=TIME(IG,N)+2
        ELSE
            IF(DEPT(IG,N).LE.TIME(IG,N))TIME(IG,N)=DEPT(IG,N)-1.
            B1=1.*MQUE*(SIZE(ITY)+7)/(DEPT(IG,N)-TIME(IG,N))
            A1=LENGTH-DEPT(IG,N)*B1
            B2=V(IST)
            A2=-A(IST)*V(IST)
            XTT=(A2-A1)/(B1-B2)
            IF(XTT.GT.DEPT(IG,N)+1.5)XTT=DEPT(IG,N)+1.5
            IF(XTT-TIME(IG,N).LT.1)THEN
                XTIME(IST)=TIME(IG,N)+1
            ELSE
                XTIME(IST)=XTT
            ENDIF
            IF (IG.EQ.0)THEN
                IF(NCAR(IG).GE.176.AND.NCAR(IG).LE.178)THEN
                    WRITE(6,*)'A=',A(IST)
                    WRITE(6,*)'DEPT TIME B1',DEPT(IG,N),TIME(IG,N),B1
                    WRITE(6,*)'A1 B2 A2',A1,B2,A2
                ENDIF
            ENDIF
        ENDIF
        ENDIF
        ENDIF
        ENDIF
        IF(IG.EQ.0)WRITE(6,653)ICASE,MQUE, DD, XTIME(IST)
653  FORMAT(9X,'ICAS MQ DD Xt',2I6,2F10.1)
C*****END OF NEW*****

        NGG=1
        IF(NGG.EQ.1)GO TO 123
            ITY=ITYPE(IST)
            IF(SIZE(ITY).LT.25.)X=SIZE(ITY)+7.
            IF(SIZE(ITY).GE.25.)X=SIZE(ITY)+10.
            M=NCAR(IG)
C          WRITE(6,*)'      IG  M=',IG,M
            N=M-1
111      IF(N.GT.0)THEN
            IF(DEPT(IG,N).GT.TIME(IG,M))THEN
C*****NEW*****
                X=X+SIZE(ITY)+7
C*****END OF NEW*****

```

```

N=N-1
IF(N.EQ.0)IEND=1
IF(N.GT.0)IEND=0
  ELSE
IEND=1
  ENDIF
  ELSE
    IEND=1
  ENDIF
  IF(IEND.EQ.0)GO TO 111
  ICASE=2
  XX=1.*LENGTH-X
  IF(XX.LE.0.)THEN
    TIM=A(IST)
C    WRITE(6,*)'*** SPILLOVER ***'
    IWARN=1
    ELSEIF(A(IST)+XX/V(IST).LT.TIME(IG,M))THEN
      IF(SS.GT.XX)THEN
        YY=2.*DEC*XX
        TIM=A(IST)+SQRT(YY)/DEC
      ELSE
        TIM=A(IST)+(XX-SS)/V(IST)+V(IST)/DEC
      ENDIF
    ELSE
      TT=DEPT(IG,M)-TIME(IG,M)
      HH=X-LENGTH+(TIME(IG,M)-A(IST))*V(IST)
      TIM=TIME(IG,M)+HH/(X/TT-V(IST))+1.0
      IF(TIM.LT.TIME(IG,M)+1)TIM=TIME(IG,M)+1.0
      IF(TIM.GT.DEPT(IG,M))TIM=DEPT(IG,M)
    ENDIF
  IF(ICASE.EQ.1)XTIME(IST)=STT
  IF(ICASE.EQ.2)XTIME(IST)=TIM
  IF(IG.EQ.0)WRITE(6,*)'ICA X XT',ICASE,X,XTIME(IST)
  XTIME(IST)=XTIME(IST)
123 CONTINUE
50 CONTINUE
RETURN
END
C*****
C Determine Service Time AND DEPARTURE TIME AT GATE
C ASSUMPTION: DOWNSTREAM OF GATE IS NOT CONGESTED
C*****
SUBROUTINE DEPART(LANE)
COMMON/Z2/ISEED(5),JSEED(5),KSEED(5),LSEED(15),NEGA
COMMON/Z4/WARMUP,NP,DUR,IP(400)
COMMON/Z6/NTYPE,ITYPE(5)
COMMON/Z7/MOPT,A(5),AB(5)
COMMON/Z10/NCAR(12),NQUE(12),DEPT(12,2000),INPUT(12)

```

```

COMMON/Z11/ID(5),IDOWN(5)
COMMON/Z12/LENGTH,SIZE(12),TIME(12,2000),XNCAR(12)
COMMON/Z13/CAP(12),CAP2(12),XFAC(12),SERR(12),NNN(12)
COMMON/Z14/XLEN,REDU,TRAVEL(12)
COMMON/Z15/XYZ(2000),DEPA(12),AVEH(12)
COMMON/Z17/DURR
COMMON/Z21/GTYPE(15)
COMMON/Z30/ICASE,SERY(12)
COMMON/Z82/XDEPT(12),XTIME(12),LSEE(12)
COMMON/Z85/ADJ(12)
COMMON/Z92/SERQ(12),ZCAR(12)
C***** NEW*****
COMMON/Z80/MT,NOUT,CRIT,KSWIT
C*****END OF NEW*****
REAL LENGTH
INTEGER GTYPE
IG=ID(LANE)
N=NCAR(IG)
C WRITE(6,*)'IN DEPART IG N ICASE=',IG,N,ICASE
IST=LANE
ITY=ITYPE(IST)
LS=LSEED(IG)
CALL RAN(LS,IY,R)
LSEE(IG)=IY
IF(NEGA.EQ.0)R=1.-R
ASER=3600./CAP(ITY)
C*****THEORETICAL DISTRIBUTIONS*****
C
IF(MOPT.EQ.1.OR.MOPT.EQ.3)SER=-3600./(1.*CAP(ITY))*ALOG(1.-R)*
1 ADJ(IG)
IF(MOPT.EQ.2.OR.MOPT.EQ.4)SER=3600./(1.*CAP(ITY))*ADJ(IG)
IF(MOPT.NE.5.AND.A(LANE).GT.WARMUP)THEN
C *****NEW*****
C IF(ICASE.NE.1)THEN
C*****END OF NEW*****8
ZCAR(IG)=ZCAR(IG)+1
SERQ(IG)=SERQ(IG)+SER
C *****NEW
C ENDIF
C*****END OF NEW
ENDIF
C WRITE(6,*)'IG SER SERQ',IG,SER,SERQ(IG)
C
C*****END OF THEORETICAL DISTRIBUTIONS*****
IF(MOPT.EQ.5)THEN
IF(GTYPE(IG).EQ.5)THEN
C***** TOLL FREE OR AUTOMATIC TOLL COLLECTION
SER=3.

```

```

        ICASE=1
    ELSE
        IF(R.LE.0.1)THEN
SER=0.4+2.25*R
        ELSEIF(R.LE.0.8)THEN
SER=0.5536+0.714*R
        ELSEIF(R.LE.0.925)THEN
SER=-0.635+2.2*R
        ELSEIF(R.LE.0.98)THEN
SER=-8.692+10.91*R
        ELSE
SER=-96+100*R
        ENDIF
        SER=SER/0.975
        IF(ICASE.EQ.1)THEN
SER=SER*3600./CAP2(ITY)*ADJ(IG)
        ELSE
SER=SER*3600./CAP(ITY)*ADJ(IG)
        IF(IG.EQ.4)THEN
C      IF(KSWIT.EQ.1)WRITE(6,*)'1',KSWIT,CAP(ITY),SER
C      IF(KSWIT.EQ.0)WRITE(6,*)'2',CAP(ITY),SER
        ENDIF
        IF(A(LANE).GT.WARMUP)THEN
            ZCAR(IG)=ZCAR(IG)+1
            SERQ(IG)=SERQ(IG)+SER
C      IF(IG.EQ.4)WRITE(6,*)'ZSER',ZCAR(IG),SERQ(IG)
        ENDIF
        ENDIF
    ENDIF
    ENDIF
56 CONTINUE
    IF(ICASE.EQ.1)THEN
        XDEPT(IST)=XTIME(IST)+SER
    ELSE
        XDT=DEPT(IG,N)+SER
        IF(XDT-DEPT(IG,N).LT.1.3)XDEPT(IST)=DEPT(IG,N)+1.3
        IF(XDT-DEPT(IG,N).GE.1.3)XDEPT(IST)=XDT
    ENDIF
    IF(IG.EQ.0)THEN
        MNL=N-1
        WRITE(6,*)'N-1 Xt Xd',MNL,XTIME(IST),XDEPT(IST)
    ENDIF
899 FORMAT(6X,15,2F10.1)
889 FORMAT(6X,'NVY XT Xd',15,2F10.1)
66 FORMAT(8X,215,2F8.1)
    SERY(IG)=SER
    RETURN
    END

```



```

C      *****
C      Modify Departure Time if downstream of gate is congested
      SUBROUTINE MODIFY(IST)
C      *****
      DIMENSION RATE(3)
      COMMON/Z2/ISEED(5),JSEED(5),KSEED(5),LSEED(15),NEGA
      COMMON/Z4/WARMUP,NP,DUR,IP(400)
      COMMON/Z7/MOPT,A(5),AB(5)
      COMMON/Z8/AV(5),V(5),XCARR(5),CARR(5),DEC
      COMMON/Z10/NCAR(12),NQUE(12),DEPT(12,2000),INPUT(12)
      COMMON/Z11/ID(5),IDOWN(5)
      COMMON/Z12/LENGTH,SIZE(12),TIME(12,2000),XNCAR(12)
      COMMON/Z13/CAP(12),CAP2(12),XFAC(12),SERR(12),NNN(12)
      COMMON/Z14/XLEN,REDU,TRAVEL(12)
      COMMON/Z15/XYZ(2000),DEPA(12),AVEH(12)
      COMMON/Z17/DURR
      COMMON/Z18/NSIDE(3),OUTN(3),ALEN(3),TLEN(3),ISIDE(15)
      COMMON/Z19/DCAP,CAPX,CAPJAM
      COMMON/Z20/MMM,TOT,CCC,TLAST
      COMMON/Z21/GTYPE(15)
      COMMON/Z30/ICASE,SERY(12)
      COMMON/Z40/TADE(15),TSDE(15),IENTRY(12)
      COMMON/Z80/MT,NOUT,CRIT,KSWIT
      COMMON/Z82/XDEPT(12),XTIME(12),LSEE(12)
      COMMON/Z90/TRAV1,TRAV2,TOTN
      COMMON/Z300/ELAPSE(15)
      REAL LENGTH
      INTEGER GTYPE

C      WRITE(6,*)'*****MT=',MT
      LANE=IST
      IG=ID(LANE)
C      WRITE(6,*)'IG NCAR',IG,NCAR(IG)
      N=NCAR(IG)
      ITY=GTYPE(IG)
C      TOT=TOT+1
      TNOW=XDEPT(LANE)+TRAVEL(ITY)
      IF(TNOW.GT.TLAST)THEN
CCC=CCC+CAPX*(TNOW-TLAST)/3600.
      TLAST=TNOW
      TOT=TOT+1
      ENDIF
      IF(CCC.GE.TOT)THEN
CCC=TOT
CAPX=DCAP
      ELSEIF(MT.GT.NOUT)THEN
C      IF(IG.GT.8)WRITE(6,*)'NOUT IG',NOUT,IG
      IF((TOT-CCC)/NOUT.GT.5)THEN

```

```

      CAPX=CAPJAM
ELSE
      CAPX=DCAP
ENDIF
      ELSE
CAPX=DCAP
      ENDIF
      QALL=TOT-CCC
      IF(TOT.GT.5*MT)THEN
IF(QALL.GT.0)THEN
      TTT=(OUTN(1)+OUTN(2)+OUTN(3))
      IF(TTT.EQ.0)WRITE(6,*)'LANE IG TTT',LANE,IG,TTT
      RATE(1)=OUTN(1)*0.5/TTT
      RATE(2)=(OUTN(2)+0.5*OUTN(1)+0.5*OUTN(3))/TTT
      RATE(3)=OUTN(3)*0.5/TTT
      IS=ISIDE(IG)
      NADD=0
      ALEN(IS)=0.
      DO 99 I=1,MT
      K=ISIDE(I)
      IF(K.EQ.IS)THEN
        IT=GTYPE(I)
C      WRITE(6,*)'I NCAR=',I,NCAR(I)
        ALEN(IS)=ALEN(IS)+NCAR(I)*SIZE(IT)
        NADD=NADD+NCAR(I)
      ENDIF
99  CONTINUE
      IF(NADD.NE.0)ALEN(IS)=ALEN(IS)/NADD
      IF(IS.NE.2)THEN
        COE=0.5
      ELSE
        COE=1.0
      ENDIF
      XX=SERY(IST)-3.3
      IF(XX.LE.0)XX=0
C      IF(IG.GE.8)WRITE(6,*)'NSIDE IS',NSIDE(IS),IS
      IF(QALL*RATE(IS)*ALEN(IS)/NSIDE(IS)/COE.GT.XLEN-5)THEN
        DEPA(LANE)=XDEPT(LANE)+XLEN/ALEN(IS)*COE-XX
      ELSEIF(QALL*RATE(IS)*ALEN(IS)/NSIDE(IS)/COE.GT.XLEN-15)THEN
        DEPA(LANE)=XDEPT(LANE)+2.
      ELSE
        DEPA(LANE)=XDEPT(LANE)
      ENDIF
    ELSE
      DEPA(LANE)=XDEPT(LANE)
    ENDIF
      ELSE
        DEPA(LANE)=XDEPT(LANE)
      ENDIF

```

```

      ENDIF
C      DEPA(LANE)=XDEPT(LANE)
C  WRITE(6,*)'  IG NCAR=',IG,NCAR(IG)
100 NCAR(IG)=NCAR(IG)+1
   N=NCAR(IG)
   DEPT(IG,N)=DEPA(LANE)
   LSEED(IG)=LSEE(IG)
   TIME(IG,N)=XTIME(LANE)
   IF(DEPA(LANE).LT.0)THEN
   IF(IG.EQ.0)WRITE(6,*)'  **N IG DEPA ',IG,TIME(IG,N),DEPT(IG,N)
   IF(TIME(IG,N).GT.DEPT(IG,N))WRITE(6,*)'#####'
   ENDIF
   IF(A(IST).GE.WARMUP)THEN
     XNCAR(IG)=XNCAR(IG)+1
     INPUT(IG)=INPUT(IG)+1
     SERR(IG)=SERR(IG)+SERY(IG)
     NNN(IG)=NNN(IG)+1
     TADE(IG)=TADE(IG)+DEPA(LANE)-A(LANE)-1.*LENGTH/V(LANE)
     TSDE(IG)=TSDE(IG)+DEPA(LANE)-TIME(IG,N)
     IF(IG.EQ.0)WRITE(6,*)'  #### TSDE',TSDE(IG)
     TRAV1=TRAV1+DEPA(LANE)-A(LANE)
     TOTN=TOTN+1
C   IF(IG.EQ.9)WRITE(6,9999)N,A(LANE),TIME(IG,N),DEPA(LANE),
C   1      TSDE(IG)
9999  FORMAT(5X,I5,4F10.1)
   ENDIF
   Z=DEPT(IG,N)+TRAVEL(ITY)
   NX=Z/DURR+1
   IF(NX.GT.MMM)NX=MMM
   XYZ(NX)=XYZ(NX)+1
   IS=ISIDE(IG)
   OUTN(IS)=OUTN(IS)+1
   IENTRY(LANE)=0
   KLL=NCAR(1)
C  IF(IG.EQ.7)WRITE(6,777)KLL,A(LANE),XTIME(LANE),DEPT(IG,KLL)
777  FORMAT(5X,I7,3F10.1)
   RETURN
   END
C  *****
   SUBROUTINE FAC
C  *****
   COMMON/Z2/ISEED(5),JSEED(5),KSEED(5),LSEED(15),NEGA
   COMMON/Z3/FLOW(5),RATIO(400),NLANE
   COMMON/Z4/WARMUP,NP,DUR,IP(400)
   COMMON/Z5/PER(12,12),FACT(12)
   COMMON/Z6/NTYPE,ITYPE(5)
   COMMON/Z16/NA,N,MIST
   DO 10 LANE=1,NLANE

```

```

        NK=WARMUP/DUR+1
        NSS=0.
        MIST=0.
        DO 44 K=NK,NP
            IF(K.EQ.NK)THEN
                NSS=NSS+FLOW(LANE)*RATIO(K)*(DUR*NK-WARMUP)/3600.
            ELSE
                NSS=NSS+FLOW(LANE)*RATIO(K)*DUR/3600.
            ENDIF
44      CONTINUE
C      *****NSS= number of veh to be generated after warmup period
        IN=1
        SUM=0.
        SUMB=0.
        NA=0
        N=0
        IX=ISEED(LANE)
20      CALL RAN(IX,IY,R)
        IX=IY
        IF(NEGA.EQ.0)R=1.-R
        IF(R.EQ.1.00)R=0.995
        QQ=FLOW(LANE)*RATIO(IN)
        HEAD=1.-(3600./QQ-1.)*ALOG(1.-R)
        SUM=SUM+HEAD
        IF(SUM.GE.WARMUP)SUMB=SUMB+HEAD
        NA=NA+1
        IF(SUM.GE.WARMUP)N=N+1
        DO 77 I=IN,NP
30      IF(SUM.GE.DUR*I)IN=IN+1
        IF(SUM.LT.DUR*I)GO TO 79
77      CONTINUE
79      CONTINUE
        IF(IN.GT.NP)IN=NP
        IF(N.LT.NSS)THEN
            GO TO 20
        ELSE
            FACT(LANE)=1.*(DUR*NP-WARMUP)/SUMB
            MIST=NA-N+1
66      FORMAT(6X,10F7.1)
        ENDIF
10      CONTINUE
        RETURN
        END
C      *****

```

附錄 B：收費站概似（簡易）調撥時機程式

a. 原始程式 ADJ.FOR

```

C *****
C 收費站概似調撥時機程式 94/8/30 V 1.0 SJW ADJ.FOR
C *****
      DIMENSION FLOW1(30),FLOW2(30),DEFF(30),MID(30)
      REAL NCAP,SCAP,NSER,SSER,DEF1,DEF2,DEF3,MID
C*****
      OPEN(5,FILE='adj.dat')
      OPEN(6,FILE='adj.out')
      WRITE(6,*)'*****'
      WRITE(6,*)' 收費站概似(簡易)調撥時機程式輸出 SJW ADJ.FOR'
      WRITE(6,*)'*****'
      WRITE (6,*)
      READ(5,*)NNCAR,NWCAR,NBUS,NTRUCK
      READ(5,*)SNCAR,SWCAR,SBUS,STRUCK
      NCAP=(NNCAR*776)+(NWCAR*360)+(NBUS*490)+(NTRUCK*503)
      SCAP=(SNCAR*776)+(SWCAR*360)+(SBUS*490)+(STRUCK*503)
      NSER=NCAP*0.8
      SSER=SCAP*0.8
      WRITE(6,6000)NCAP,SCAP
6000  FORMAT('單向收費孔容量為：      北上= ',F6.0,' 南下= ',F6.0,'VPH')
      WRITE(6,6100)NSER,SSER
6100  FORMAT('單向收費孔服務流量為： 北上= ',F6.0,' 南下= ',F6.0,'VPH')
      DO 5000 J=1,24
          READ(5,*)FLOW1(J),FLOW2(J)
5000  CONTINUE
      DO 7000 I=1,24
          DEFF(I)=ABS(FLOW1(I)-FLOW2(I))
7000  CONTINUE
      WRITE(6,*)
      WRITE(6,*)' ====='
      WRITE(6,*)' 時段      北上車流      南下車流      雙向車流差'
      WRITE(6,*)'              (VPH)          (VPH)          (VPH) '
      WRITE(6,*)' -----'
      DO 7100 I=1,24
          WRITE(6,6300)I,FLOW1(I),FLOW2(I),DEFF(I)
6300  FORMAT(1X,I5,3F12.0)
7100  CONTINUE
      WRITE(6,*)' ====='
      WRITE(6,*)
C***** 調撥開始之時段判定 *****
      M=1
      DO 8000 H=1,10
          COUNT=0
          DO 7300 L=M,24

```

```

IF(COUNT.EQ.0)THEN
  IF(FLOW1(L).GT.FLOW2(L))THEN
    IF(FLOW1(L).GT.NSER.AND.DEFF(L).GT.800.AND.FLOW2(L).LT.NSER)THEN
      MID(L)=(FLOW1(L)+FLOW1(L-1))/2
      DEF1=ABS(FLOW1(L-1)-NSER)
      DEF2=ABS(MID(L)-NSER)
      DEF3=ABS(FLOW1(L)-NSER)
C      WRITE(6,6410)L,DEF1,DEF2,DEF3
6410      FORMAT(6X,I5,3F10.2)

      IF(DEF1.LT.DEF2.AND.DEF1.LT.DEF3)THEN
        WRITE(6,6400)(L-1)
      ELSE
        IF(DEF2.LT.DEF3.AND.DEF2.LT.DEF1)THEN
          WRITE(6,6401)(L-1)
        ENDIF
        IF(DEF3.LT.DEF1.AND.DEF3.LT.DEF2)THEN
          WRITE(6,6400)L
        ENDIF
      ENDIF

      6400      FORMAT(6X,I3,'      時段，北上方向增加一孔道')
      6401      FORMAT(6X,I3,' :30 時段，北上方向增加一孔道')
      K=L
      COUNT=COUNT+1
    ENDIF
  ENDIF

  IF(FLOW2(L).GT.FLOW1(L))THEN
    IF(FLOW2(L).GT.SSER)THEN
      IF(DEFF(L).GT.800)THEN
        IF(FLOW1(L).LT.SSER)THEN
          MID(L)=(FLOW2(L)+FLOW2(L-1))/2
          DEF1=ABS(FLOW2(L-1)-SSER)
          DEF2=ABS(MID(L)-SSER)
          DEF3=ABS(FLOW2(L)-SSER)
C          WRITE(6,6401)L,DEF1,DEF2,DEF3
          IF(DEF1.LT.DEF2.AND.DEF1.LT.DEF3)THEN
            WRITE(6,6500)(L-1)
          ELSE
            IF(DEF2.LT.DEF3.AND.DEF2.LT.DEF1)THEN
              WRITE(6,6501)(L-1)
            ENDIF
            IF(DEF3.LT.DEF1.AND.DEF3.LT.DEF2)THEN
              WRITE(6,6500)L
            ENDIF
          ENDIF

          6500      FORMAT(6X,I3,'      時段，南下方向增加一孔道')

```

```

6501     FORMAT(6X,I3,' :30 時段，南下方向增加一孔道')
        K=L
        COUNT=COUNT+1
        ENDIF
        ENDIF
        ENDIF
        ENDIF
        ENDIF

7300  CONTINUE
C***** 調撥結束之時段判定 *****

        COUNT=0
        DO 7500 L=K,24
        IF(COUNT.EQ.0)THEN
            IF(FLOW1(L).GE.FLOW2(L))THEN
                IF(FLOW1(L).LE.NSER.OR.DEFF(L).LE.800.OR.FLOW2(L).GE.NSER)THEN

                    MID(L)=(FLOW1(L)+FLOW1(L+1))/2
                    DEF1=ABS(FLOW1(L-1)-NSER)
                    DEF2=ABS(MID(L)-NSER)
                    DEF3=ABS(FLOW1(L)-NSER)
C        WRITE(6,6401)L,DEF1,DEF2,DEF3

                    IF(DEF1.LT.DEF2.AND.DEF1.LT.DEF3)THEN
                        WRITE(6,6600)(L-1)
                    ELSE
                        IF(DEF2.LT.DEF3.AND.DEF2.LT.DEF1)THEN
                            WRITE(6,6601)(L-1)
                        ENDIF
                        IF(DEF3.LT.DEF1.AND.DEF3.LT.DEF2)THEN
                            WRITE(6,6600)L
                        ENDIF
                    ENDIF

6600     FORMAT(6X,I3,'      時段，結束北上多一孔道之調撥')
6601     FORMAT(6X,I3,' :30 時段，結束北上多一孔道之調撥')
        COUNT=COUNT+1
        M=L
        ENDIF
        ENDIF

        IF(FLOW2(L).GE.FLOW1(L))THEN
            IF(FLOW2(L).LE.SSER.OR.DEFF(L).LE.800.OR.FLOW1(L).GE.SSER)THEN

                MID(L)=(FLOW2(L)+FLOW2(L-1))/2
                DEF1=ABS(FLOW2(L-1)-SSER)
                DEF2=ABS(MID(L)-SSER)

```

```

      DEF3=ABS(FLOW2(L)-SSER)
C      WRITE(6,6401)L,DEF1,DEF2,DEF3

      IF(DEF1.LT.DEF2.AND.DEF1.LT.DEF3)THEN
        WRITE(6,6700)(L-1)
      ELSE
        IF(DEF2.LT.DEF3.AND.DEF2.LT.DEF1)THEN
          WRITE(6,6701)(L-1)
        ENDIF
        IF(DEF3.LT.DEF1.AND.DEF3.LT.DEF2)THEN
          WRITE(6,6700)L
        ENDIF
      ENDIF

6700      FORMAT(6X,13,'      時段，結束南下多一孔道之調撥')
6701      FORMAT(6X,13,' :30 時段，結束南下多一孔道之調撥')
      COUNT=COUNT+1
      M=L
      ENDIF
    ENDIF
    ENDIF
      K=K+1
7500  CONTINUE
      IF(M.GT.24)THEN
        GO TO 3000
      ENDIF
      WRITE(6,*)

8000  CONTINUE
C      WRITE(6,*)
3000  STOP
      END

```

b. 資料檔 ADJ.DAT

```

6 1 2 1      依序輸入各類型收費孔道數(不找零小客車、找零小客車、客聯車、大貨
車)
2440 1349 依序輸入北上、南下每小時車流量(以下共24小時)
1778 913
1302 643
944 563
712 663
885 1405
2861 4300
4937 7195
4184 6416
4055 6311
4234 6314

```


4169 5702
 4239 4973
 4976 5378
 4768 5450
 5725 4914
 6587 4649
 6520 4137
 5262 3765
 4056 3488
 3726 2853
 3817 2834
 3118 2500
 2240 1771

c.輸出檔 ADJ.OUT

 收費站概似調撥時機程式輸出 SJW ADJ.FOR

單向收費孔容量為： 6499. VPH
 單向收費孔服務流量為： 5199. VPH

時段	北上車流 (VPH)	南下車流 (VPH)	雙向車流差
1	2440.	1349.	1091.
2	1778.	913.	865.
3	1302.	643.	659.
4	944.	563.	381.
5	712.	663.	49.
6	885.	1405.	520.
7	2861.	4300.	1439.
8	4937.	7195.	2258.
9	4184.	6416.	2232.
10	4055.	6311.	2256.
11	4234.	6314.	2080.
12	4169.	5702.	1533.
13	4239.	4973.	734.
14	4976.	5378.	402.
15	4768.	5450.	682.
16	5725.	4914.	811.
17	6587.	4649.	1938.
18	6520.	4137.	2383.
19	5262.	3765.	1497.
20	4056.	3488.	568.
21	3726.	2853.	873.

22	3817.	2834.	983.
23	3118.	2500.	618.
24	2240.	1771.	469.

=====

7 :30 時段，南下方向增加一孔道

12 :30 時段，結束南下多一孔道之調撥

15 :30 時段，北上方向增加一孔道

19 :00 時段，結束北上多一孔道之調撥