

國 立 交 通 大 學

運輸科技與管理學系

碩士論文

大型事件起迄矩陣推估之研究一

以澳門格蘭披治大賽車為例

Estimation of Origin-Destination Matrices for Mass Events:

A Case of Macau Grand Prix

研 究 生：余修安

指 導 教 授：黃家耀 助理教授

中 華 民 國 九 十 九 年 六 月

大型事件起迄矩陣推估之研究—
以澳門格蘭披治大賽車為例

Estimation of Origin-Destination Matrices for Mass Events:
A Case of Macau Grand Prix

研究生：余修安

Student：Siou-An Yu

指導教授：黃家耀

Advisor：Ka-Lo Wong



Submitted to Department of Transportation Technology and Management
College of Management
National Chiao Tung University
in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master
in

Transportation Technology and Management

June 2010

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年六月

大型事件起迄矩陣推估之研究一

以澳門格蘭披治大賽車為例

研究生：余修安

指導教授：黃家耀

國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班

摘要

起迄矩陣為運輸規劃中相當重要的輸入值，但傳統旅運需求調查方法需耗費許多人力與成本才能取得完整資料，因此，需要其他成本較低且準確性高之方法來取得起迄矩陣。而常見的方法為透過路段觀測流量反向推估或修正實際的起迄矩陣，使模式流量結果與觀測值較為接近。而本研究在推估過程中嘗試二種推估方式，同步推估與依序推估，並比較結果上之差異。

另外，本研究亦進行大型事件起迄矩陣推估，係因許多城市每年都有舉辦大型事件，活動期間易吸引大批民眾聚集，需有良好的交通管制措施來分散車流。而交通規劃與管理需要有效的交通需求數據支持分析的工作，但這些事件都只持續數天，資料收集更是不易。本研究以澳門每年於 11 月舉辦的格蘭披治大賽車為例，使用平日的旅運需求調查，平日的市區路段交通量調查，並於格蘭披治大賽車期間調查少量路段的交通量數據，推估賽事期間的起迄矩陣以及市區整體交通的狀態變化，期望結果可作為賽事期間交通控制和管理之參考依據。而整體研究結果顯示，若能透過起迄矩陣推估步驟，可更貼近實際的交通狀況，此亦代表模式能有效推測賽事期間當地居民的旅運起迄需求變化及整體路網車流狀況的改變。

關鍵詞：運輸規劃、起迄矩陣推估、交通指派、大型事件

Estimation of Origin-Destination Matrices for Mass Events:

A Case of Macau Grand Prix

Student : Siou-An Yu

Advisor : Dr. Ka-Lo Wong

Department of Transportation Technology & Management
National Chiao Tung University

Abstract

The origin-destination (O-D) demand matrix is an important input in the planning of transportation. However, obtaining the demand information using the traditional household survey method is costly in money and time, and O-D estimation from link traffic counts is a common methodology to calibrate or update the O-D matrix to fit into the observations. This study also tests two different O-D estimation processes, which estimate motorcycles and private cars matrices simultaneously and in sequence. The differences of results are also compared.

This study also estimates the matrices during the mass events. Mass events organized annually may attract a large amount of traffic and require a preplanned traffic control scheme, which requires reliable traffic demand data. Such data is usually not available as the event is usually too short for detailed data collection.

In this study, the Macau Grand Prix event which is hold in streets in November is investigated. With the previously collected data from household survey and link traffic counts in the urban area, we propose a methodology to estimate the O-D demand and the corresponding changes in the city traffic pattern during the event with additional traffic count observations in a limited number of locations. The findings would be useful to the corresponding event organizers for traffic control and management purposes. The results of this study revealed that the traffic condition is similar to the real traffic pattern after O-D estimation procedure. And it represents the model can speculate about the change of local travel demand and whole traffic flows during the mass event.

Keywords: Transportation planning; Origin-destination matrix estimation; Traffic assignment; Mass events

誌謝

在研究所這兩年中，感謝許多人的支持與協助，才能完成此論文。首先要感謝指導教授黃家耀老師在論文撰寫期間給予的耐心指導，也感謝老師在生活上對我們的照顧。而論文口試之際，感謝韓復華教授與黃寬丞教授撥冗細審，並提供許多寶貴的建議與指教，使本論文內容能夠更具完整性，特此致謝。

在交大的這兩年，感謝已畢業實驗室學長姐總務與 apple，因為有你們的幫忙與鼓勵才能順利的畢業。還有感謝現在實驗室的亞蓁、小 P 與瓜哥，謝謝你們送給我的生日蛋糕(應該是插著蠟燭的披薩...)，讓我受寵若驚，實驗室因為有你們 lab 才充滿活力，也感謝研究所所認識的各個同學與學長姐，因為有你們才讓研究所的日子多采多姿。

研究所期間因為計畫案到澳門不少次，也認識到不少的澳門人。首先，感謝澳門大學高老師與溫老師，因為有您們的幫忙與贊助，才能取得論文研究的相關資料，使論文順利的完成。每每到澳門總是讓您們請吃很多大餐，讓您們破費了，非常謝謝您們。另外，感謝因計畫案而結識的澳門朋友 Peter、Nigel、Taco、ek、Tony 和 Samuel，因為你們的熱心幫助，使我能夠吃遍澳門道地的美食，像是港式飲茶、大排檔、葡菜等等，不再只有小熊貓和麥當勞可以吃，也讓原來在澳門人生地不熟的我，現在到澳門除了語言不通外，其他宛如自己家鄉的熟悉，以後若有時間必定會過去澳門與你們敘敘舊。

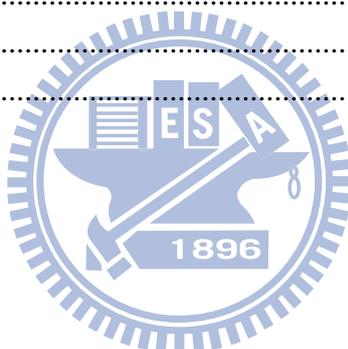
最後，感謝我的家人，因為你們的支持，讓我沒有任何後顧之憂，才得以順利完成論文，謝謝你們給予我的鼓勵與包容。

修安 謹致
2010 年 6 月
新竹 交大

目錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
圖目錄	vi
表目錄	vii
一、 前言	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的	1
1.3 研究內容與流程	2
二、 文獻回顧	4
2.1 交通指派問題	4
2.2 VISUM 軟體之概念	5
2.3 起迄矩陣推估方法	7
2.3.1 起迄矩陣推估之相關研究	7
2.3.2 極大熵法(Entropy Maximization method)	8
2.3.3 一般化最小平方方法(Generalized Least Squares)	9
2.3.4 TFlowFuzzy 推估法	10
2.4 大型事件的交通規劃與安排	12
2.4.1 上海世界博覽會	12
2.4.2 澳門格蘭披治大賽車	13
2.5 本研究起迄矩陣推估之架構	15
三、 資料收集	18
3.1 收集方法	19
3.1.1 路口轉向交通量調查	19
3.1.2 路段交通量調查	19
3.2 平日數據收集	20
3.3 賽事日數據收集	22
四、 平日起迄矩陣推估	24
4.1 路網說明與符號定義	24
4.2 TFlowFuzzy 變數修改	27
4.3 目標式權重檢測	28
4.4 同步推估	29
4.4.1 方法一—校估總流量	30
4.4.2 方法二—校估各車種流量	31
4.5 依序推估	32
4.5.1 方法三—先小客車後機車	32

4.5.2	方法四－先機車後小客車	33
4.6	結果比較與分析	34
4.6.1	結果比較	34
4.6.2	結果分析	37
4.6.3	旅次長度分佈	38
4.7	小結	41
五、	賽車日起迄矩陣推估	42
5.1	賽事日推估流程	42
5.2	結果比較與分析	43
5.2.1	結果比較	43
5.2.2	結果分析	45
5.3	旅次長度分佈	47
5.4	小結	49
六、	結論與建議	50
6.1	結論	50
6.2	建議	50
參考文獻	52
附錄	55



圖目錄

圖 1.1	研究流程示意圖	3
圖 2.1	VISUM 軟體實際操作介面	6
圖 2.2	TFlowFuzzy 推估起迄矩陣之流程(資料來源：VISUM 手冊)	6
圖 2.3	模糊理論示意圖(資料來源: Friedrich <i>et al.</i> (2000))	10
圖 2.4	上海世博交通管理圖(資料來源：上海世博會官方網站)	13
圖 2.5	澳門格蘭披治大賽車-賽道示意圖(資料來源：維基百科)	14
圖 2.6	起迄矩陣推估之流程	16
圖 2.7	賽事日起迄矩陣推估之流程	17
圖 3.1	澳門特別行政區位置圖(資料來源：澳門大學網站)	18
圖 3.2	澳門半島調查點分佈圖	21
圖 3.3	澳門離島調查點分佈圖	22
圖 3.4	賽事日觀測點	23
圖 4.1	澳門 23 分區	25
圖 4.2	歷史起迄矩陣倍大係數改變與推估前後矩陣對應流量之 RRMSE 值	29
圖 4.3	各車種於不同迴圈次數下之 RRMSE 值變化(同步推估)	36
圖 4.4	各車種於不同迴圈次數下之 RRMSE 值變化(依序推估)	36
圖 4.5	推估前後之機車流量差異	37
圖 4.6	推估前後之小客車流量差異	37
圖 4.7	推估前後之總流量差異	37
圖 4.8	機車旅次長度分佈(平日推估前)	38
圖 4.9	機車旅次長度分佈(平日推估後)	39
圖 4.10	小客車旅次長度分佈(平日推估前)	39
圖 4.11	小客車旅次長度分佈(平日推估後)	40
圖 5.1	賽事日起迄矩陣推估之流程	43
圖 5.2	推估前後之機車流量差異	45
圖 5.3	推估前後之小客車流量差異	45
圖 5.4	推估前後之總流量差異	45
圖 5.5	機車旅次長度分佈(平日)	47
圖 5.6	機車旅次長度分佈(賽事日)	47
圖 5.7	小客車旅次長度分佈(平日)	48
圖 5.8	小客車旅次長度分佈(賽事日)	48

表目錄

表 2.1	2007 年至 2009 年賽事相關統計資料	14
表 4.1	各車種推估前之 RRMSE 值	34
表 4.2	四種推估流程之結果比較	35
表 4.3	兩大橋推估前後流量與觀測值之比較	40
表 4.4	兩大橋推估前後流量與觀測值之 RRMSE 值比較	40
表 5.1	賽事日推估前進行交通指派的各車種之 RRMSE 值	44
表 5.2	賽事日推估後各車種之 RRMSE 值	44
表 5.3	平日與賽事日部分路段的觀測流量與模式流量之比較	46
表 5.4	小客車各旅次於平日與賽事日之平均旅行時間與平均行駛速度比較	49
附表 1	澳門本島平日號誌路口調查點	55
附表 2	澳門本島平日無號誌路口調查點	56
附表 3	平日路段調查點	56
附表 4	賽事日調查點選取表	57



一、前言

1.1 研究背景與動機

大型事件的舉辦往往會帶來大批的人潮與車潮，且易造成大型事件周圍的道路產生擁塞，即使在活動期間針對特定道路實施交通管制或是增加大眾運輸的班次來疏導人流，仍未必能有效地改善擁擠的道路。在制定交通管制措施時，必須事先了解在事件開始時人潮與車潮是從何處產生（即旅次產生，trip generation）與結束後往何處離開（即旅次吸引，trip attraction），而此即是起迄矩陣(origin-destination matrix)。

本研究以澳門每年於 11 月的第三個星期四至星期日舉行的格蘭披治大賽車(Macau Grand Prix)為例，分析事件期間的市區道路的交通狀態的變化，以及交通需求的改變。由於此項大型賽事於市區的道路上路舉辦，比賽時間必須對部分道路進行封閉以及附近建築物進出的嚴格管制，又使鄰近賽道周圍的道路交通擁擠。故為了解決賽事舉行所造成的擁擠情況，須取得賽事日實際路網的起迄矩陣，以做為往後未來同樣活動的交通管制或政策實施的參考依據。



1.2 研究目的

一般旅運需求起迄矩陣都是透過政府單位每約十年進行一次的大規模的居民交通習慣調查而取得。但是，實際的起迄矩陣取得不易，需付出大量的人力、時間及成本進行調查。即使在預算允許下，能夠進行大規模的旅次調查，問卷的發放、回收與匯整就需耗費相當長的時間，而可能會使得到的旅次起迄矩陣已無法代表現在民眾的旅次狀況。故為了節省龐大的成本支出與更快速且不失準確性的取得實際旅次起迄矩陣，許多研究透過路段的觀測流量反推和修正起迄矩陣，本研究將透過觀測的路段流量推估實際的起迄矩陣，並比較推估後的結果是否較歷史起迄矩陣來得貼近現在民眾的旅次情形。

另外，本研究亦針對大型活動進行起迄矩陣推估，係因大型活動的舉辦易產生大量的運輸需求，一般道路的容量暫時無法負荷如此龐大的交通量，使活動周圍的道路車流量明顯增加，此不僅使活動參與者的交通受影響，未參與活動的當地居民亦是受其影響。為了能夠了解活動時期居民的交通特性改變，從而改善大型活動所產生的交通衝擊，可透過活動舉辦期間收集到的路段觀測流量推估當時的旅運起迄需求，並適當調整道路管制措施，勢必能讓交通安排有所改善。

1.3 研究內容與流程

1. 第一章介紹本研究的背景與動機、研究目的，並簡述本研究的架構。
 2. 第二章為文獻回顧的部分，包含交通指派問題、本研究所使用的 VISUM 軟體其概念、起迄矩陣推估方法及相關研究、大型事件的交通規劃及本研究起迄矩陣推估之架構等等。
 3. 第三章為資料收集部分，介紹澳門平常日與大賽車賽事期間資料收集的規劃、進行方式、調查的時間及地點分佈。
 4. 第四章為平日起迄矩陣的推估，將比較同步推估小客車與機車的起迄矩陣與依序推估小客車與機車的起迄矩陣結果上的差異，並從上述之結果決定何種推估方式為本研究所採用，最後再針對此推估方式的結果進行分析。
 5. 第五章為賽事日起迄矩陣的推估，將比較使用兩種不同矩陣(平日歷史起迄矩陣與平日推估後矩陣)推估前與推估後的結果，判斷哪一矩陣較符合賽事日的實際情況，並針對此矩陣分析其旅次的長度分佈是否合理。
 6. 第六章將整理上述章節的研究結果，並做出結論與建議。
- 以上之研究內容可匯整成流程圖，如下所示：



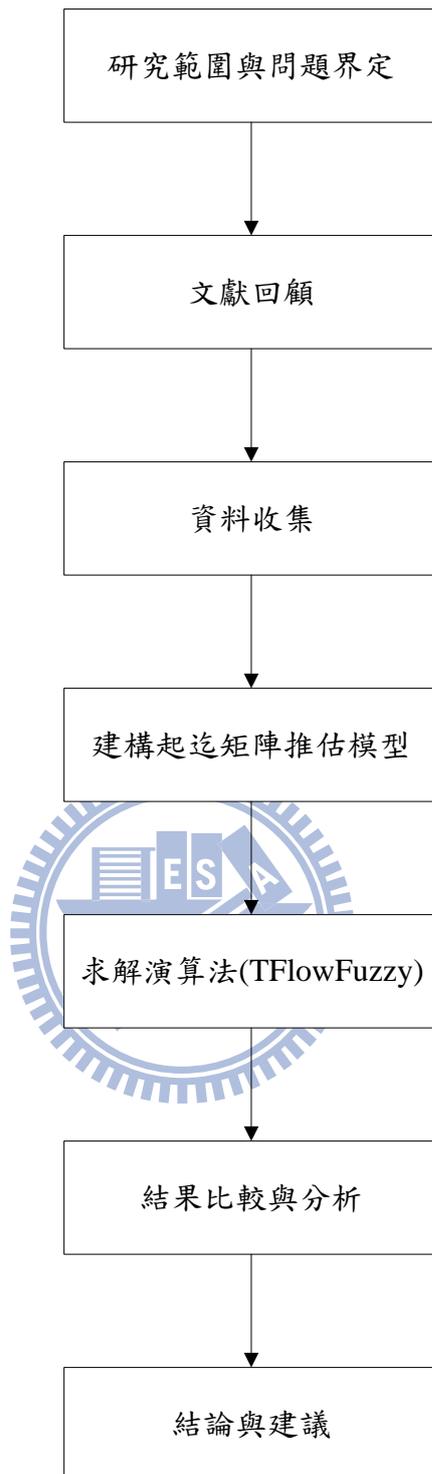


圖 1.1 研究流程示意圖

二、文獻回顧

2.1 交通指派問題

所謂交通指派問題(Traffic Assignment Problem, TAP)，即是將起迄點(Origin-Destination, O-D)間之需求如何適當且有效率的分配至路網中，並使整個路網達到均衡的狀態。而最早提出路網均衡的學者為 Wardrop，其於 1952 年提出了兩項原則：使用者均衡(User Equilibrium, U.E.)與系統最佳化(System Optimum, S.O.)。

使用者均衡的定義，即用路人於行駛前對於路網有完整的資訊，且用路人行駛於各自最短時間的路徑上，路網將會達到一均衡的狀態。而當路網達到均衡時，由於每一個起迄對的車輛皆行駛於各自的最短時間路徑，會使所有使用過的路徑上的旅行時間均會相等，且會小於或等於在未使用過的路徑上的旅行時間。而均衡狀態下的所有用路人，單方面地改變行駛路線並無法降低自己的旅行時間。因此，我們可以下式表示：

$$\text{Minimize}_x \quad z(\mathbf{x}) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega \quad (2.1)$$

subject to

$$\sum_k f_k^w = q^w \quad \forall w \quad (2.2)$$

$$x_a = \sum_w \sum_k f_k^w \delta_{a,k}^w \quad \forall a \quad (2.3)$$

$$f_k^w \geq 0 \quad \forall k, w \quad (2.4)$$

其中：

x_a : 路段 a 之流量

$t_a(x_a)$: 路段 a 之旅行時間，為 x_a 之函數

q^w : 起迄對 w 間之需求量

f_k^w : 起迄對 w 間在路徑 k 之流量

$\delta_{a,k}^w$: 起迄對 w 間，路徑 k 是否包含路段 a

\mathbf{x} : 所有路段流量變數的集合(\dots, x_a, \dots)

系統最佳化的定義即是把整個交通路網資源做最佳化的使用，也就是說，每一使用者會選擇對總系統影響最小的路徑，以達到總旅行成本為小的目標。其目標式與限制式如下所示：

$$\underset{x_i}{\text{Minimize}} \quad \sum_a t_a(x_a) \cdot x_a \quad (2.5)$$

subject to 式 (2.2)–(2.4)

以上兩項 Wardrop 提出的原則最大不同之處在於：當路網達到 UE 時，其所有被使用的路徑旅行成本必小於或等於其他未使用的路徑；而當路網達到 SO 時，所有被使用的路徑其邊際旅行成本必小於或等於其他未使用的路徑。所以，以政府的角度會期望整個路網達到 SO 而非 UE，但使用者行駛於道路時，會選擇對自己最有利的路徑行駛，即 UE。因此，交通規劃者在設計號誌或其他道路規劃時，應以 UE 的角度思考，才能真正有效降低系統的成本。

2.2 VISUM 軟體之概念

VISUM 是由德國 PTV 公司開發的一套巨觀交通規劃軟體，可透過此軟體進行路網建構、交通指派、交通規劃與預測、起迄矩陣推估、交通需求建模及路網數據管理。VISUM 能將運輸規劃基本四步驟(旅次產生、旅次分佈、運具分配與交通量指派)的交通模型放入其中，並且將各種交通運具(如：機車、小客車、貨車、軌道運輸和公共汽車等等)放入單一模型中。所以，VISUM 對於欲進行交通規劃的城市或區域來說是相當有效的。不論政府在執行任何交通政策(如：擴建道路、雙向車道改為單向車道或興建高架陸橋等等)或是改變任何土地使用(如：停車場改建為百貨公司)前，均能透過 VISUM 來評估和預測可能帶來的交通衝擊。由於其為一個具有綜合性及高靈活性的軟體，現已被廣泛應用於全球各大城市的交通規劃中。圖 2.1 為 VISUM 實際操作之介面：

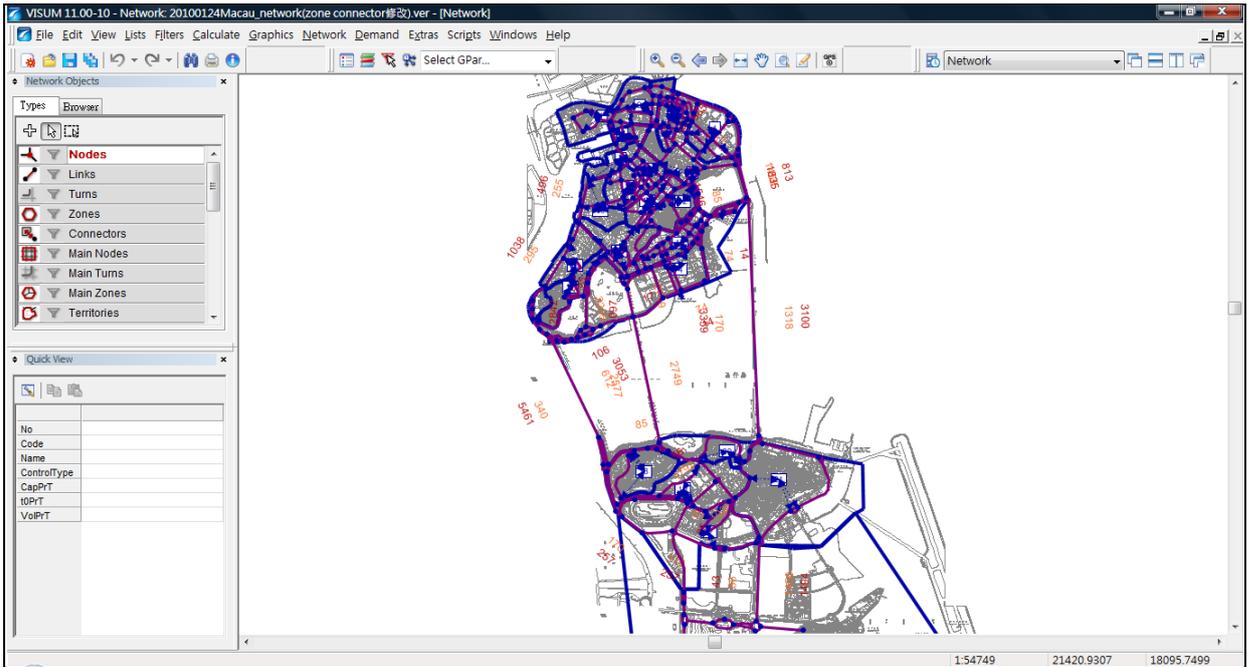


圖 2.1 VISUM軟體實際操作介面

本研究所採用之澳門實例龐大(有節點 443 個，節線 1340 條)，而且道路屬性(如：路寬、限速、路口配置等)較為複雜，若是透過自行撰寫的程式難以呈現上述資訊之細節，可能會使結果與實際路網情況差異甚大。而 VISUM 能幫助克服上述之問題，並針對各種道路設定不同的道路屬性，以及路網建構時的錯誤偵測與檢查工作等。故本研究使用 VISUM 做為路網建構與交通指派的工具。

另外，由於本研究欲進行起迄旅次矩陣的推估，於 VISUM 軟體中亦有反推起迄矩陣的功能，稱為 TFlowFuzzy。圖 2.2 為 TFlowFuzzy 進行推估起迄矩陣之流程。首先，將歷史的起迄矩陣放入已建構完成的 VISUM 交通路網當中，並執行交通指派，而在已進行了交通指派的步驟後，TFlowFuzzy 將透過比較指派得到的交通量與實際觀測的交通量，來更新和調整歷史的起迄矩陣。

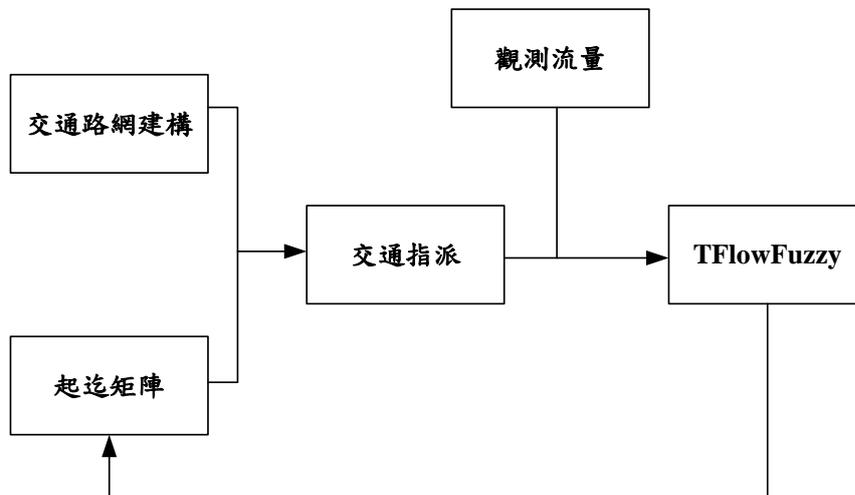


圖 2.2 TFlowFuzzy 推估起迄矩陣之流程(資料來源：VISUM 手冊)

2.3 起迄矩陣推估方法

起迄矩陣推估為一雙層規劃之問題，上層模型為起迄矩陣推估的問題，將已知的歷史起迄矩陣(prior O-D matrix)、觀測之路段流量(observed link flows)與路徑選擇比例(path choice proportions)放入模型中，但路徑選擇比例須由下層模型更新求得；下層模型為交通指派的問題，將上層所得到推估的起迄矩陣放入下層模型中，可得出路段的車流量與路徑選擇比例，再將路徑選擇比例放回上層模型中，不斷重複此動作使得推估之起迄矩陣與歷史的起迄矩陣間差異最小。本研究將於 2.3.1 節匯整起迄矩陣推估之相關研究，2.3.2 節與 2.3.3 節分別介紹常見推估起迄矩陣的方法：極大熵法(Entropy Maximization Method)與一般化最小平方法(Generalized Least Squares)，最後於 2.3.4 節介紹本研究所使用的 TFlowFuzzy 推估法。

2.3.1 起迄矩陣推估之相關研究

於交通規劃過程中，民眾的起迄需求是規劃中很重要的參考依據，因為其能直接反映路網中的車流在空間上的分佈情況。通常，我們會將起迄需求依分區組成分區之起迄矩陣，而從此矩陣看出分區至分區之旅次數。但由於取得實際的起迄矩陣不易，且透過直接的調查或家訪成本又過高，所以政府通常只會每五年至十年進行一次大規模的調查。但交通的規劃每年仍需進行，所以在未大規模調查期間，可進行成本較低的路段交通量調查。透過調查的結果，將其反向推估實際的起迄矩陣，此亦為本研究的主題。而為了使推估的起迄矩陣可用以代表實際的起迄狀況，在推估之前需先使實際觀測與模式計算的流量差異降低，再開始進行推估，以避免影響推估之結果。

過去有許多學者透過路段觀測的流量推估實際起迄矩陣，常見的推估起迄矩陣方法有極大熵法(Entropy Maximization)與一般化最小平方法(Generalized Least Square)。極大熵法的部分，Willumsen(1978) 以極大熵法推估最近似之起迄矩陣；Van Zuylen and Willumsen(1980) 假設起迄旅次按比例的指派方式，比較兩推估方法：資訊最小法(Information Minimizing Method)與極大熵法(Entropy Maximizing Method)，求得的結果顯示，使用極大熵法推估的路段流量較接近觀測的流量，且求解較為迅速；Wong *et al.* (2005) 以香港公路路網為例，結合極大熵法與路網均衡模型推估多車種的起迄矩陣，而在最大化其熵值時，亦更新路網均衡模型中的交通指派。馬廣英等人 (2006) 基於基因演算法計算 OD 反推的極大熵模型。

一般化最小平方法的部分，Bell (1983) 認為當路段流量相當準確時，使用一般化最小平方法進行推估之結果會相當接近使用極大熵法，而且推估品質會受歷史資訊影響；Yang *et al.* (1992) 將起迄矩陣推估問題構建為一個雙層規劃模型，上層為一般化最小平方法模型，下層為交通均衡指派模型；Yang (1995) 以最小平方方法提出兩種啟發式演算法 (Heuristic Algorithm) 求解雙層起迄旅次矩陣推估模型；蕭淑芸(1999)、廖珉鋒 (2000)

於其碩士論文中，構建雙層規劃模型，上層模型以最小平方法使推估後的旅次矩陣及流量與歷史的旅次矩陣及觀測流量間之差距最小，下層模型為使用者均衡路徑選擇問題，以建立動態起迄矩陣推估模型。

另外，亦有學者採用其他方法從路段流量反推起迄矩陣，林從遠（1992）於其碩士論文中，將路段流量以啟發式演算法轉化得到路徑流量解，再由路徑流量解獲得起迄矩陣；胡守任（2001）以卡門濾波器求解路段流量反推起迄矩陣之問題，並探討不同交通需求模式之有效或適用性之影響，分析低、中、高三種不同的交通需求型態。林志豪(2006)以管流類推法(Fluid analogy method)推估高速公路可能之起迄旅次矩陣，此方法只需高速公路匝道進出的流量資料，不需要原來的歷史起迄矩陣即可推估。張琪玉(2007)透過交通模擬軟體取得路段流量資料，並使用卡曼濾波模式來預測與更新下一階段的起迄點需求量。

2.3.2 極大熵法(Entropy Maximization method)

Willumsen(1978)首先將極大熵模型用於起迄矩陣反推問題中。而在眾多的起迄矩陣推估模型中，極大熵的模型由於結構較為直接，目前已被許多學者所採用。極大熵法基於資訊理論的熵原理，選取出現機率最高的組合，而在起迄矩陣推估中，由於相同的路段流量可能對應出多種不同的起迄矩陣，所以透過極大熵法，選擇出可能性最大的矩陣視為推估的起迄矩陣。式(2.6)為其目標式，其會在極大化其熵值與不失去原有起迄矩陣的結構間求得一平衡點，而當推估後之起迄矩陣其起迄對 w 的旅次，與歷史矩陣的起迄對 w 的旅次相同時，熵值會來到最大。式(2.7)與式(2.8)為其限制式，前者表示推估的矩陣經交通指派後，所有通過路段 a 的路徑流量總和必須與觀測的路段流量相等，後者表示旅次量必須滿足非負限制，如下所示：

$$\underset{\mathbf{t}}{\text{Maximize}} \quad E(\mathbf{t}) = - \sum_w \left(t_w \ln \frac{t_w}{t_w^0} - t_w \right) \quad (2.6)$$

subject to

$$v_a^0 = \sum_w p_{aw} t_w \quad (2.7)$$

$$t_w \geq 0 \quad \forall w \quad (2.8)$$

其中：

v_a : 路段 a 模式的交通量

v_a^0 : 路段 a 觀測的交通量

p_{aw} : 路徑選擇比例矩陣 \mathbf{P} 中，第 a 列第 w 行的路徑選擇比例

t_w : 推估後起迄對 w 的旅次量

t_w^0 : 歷史起迄對 w 的旅次量

極大熵法之優點為其選擇機率最高的組合，並以比例的方式呈現推估後矩陣與歷史矩陣的差異。但其缺點為假設觀測流量為已知且流量值準確，以及必須滿足流量守恆的限制，路段端點的進入數需等於離開數。但實際觀測路段流量時，可能會有計數上的誤差或是觀測的時間不同步，導致觀測結果無法維持流量守恆。而以上之數學式為無解，所以為了克服上述流量不一致性的問題，可將(2.6)式進行修改，並視資料的完整性與可靠性給予兩者適當之權重， μ_w 與 γ_a 皆為使用者定義之權重，前者反映歷史起迄矩陣中的起迄對 w 之可靠程度，後者反映路段 a 的觀測流量之可靠程度。如下所示：

$$\underset{t,v}{\text{Maximize}} \quad E'(t) = - \sum_w \mu_w \left(t_w \ln \frac{t_w}{t_w^0} - t_w \right) - \sum_a \gamma_a \left(v_a \ln \frac{v_a}{v_a^0} - v_a \right) \quad (2.9)$$

subject to

$$v_a = \sum_w p_{aw} t_w \quad (2.10)$$


2.3.3 一般化最小平方方法 (Generalized Least Squares)

Cascetta(1984) 首先透過一般化最小平方方法推估起迄矩陣，此方法的基本原理為使用差異平方和的概念，避免正負差異相抵消。式(2.11)為其目標式，目的為了使推估後與觀測的起迄矩陣較接近，並使推估後的路段流量與觀測的路段流量差異最小，而式(2.12)確保起迄需求非負的限制。

$$\underset{t}{\text{Minimize}} \quad F(t) = \frac{1}{2} (t - t^0)^T Q^{-1} (t - t^0) + \frac{1}{2} (v^0 - Pt)^T W^{-1} (v^0 - Pt) \quad (2.11)$$

subject to

$$t \geq 0 \quad (2.12)$$

其中：

t : 推估的起迄對需求 $(\dots, t_w, \dots)^T$ 之集合

t^0 : 歷史的起迄對需求 $(\dots, t_w^0, \dots)^T$ 之集合

\mathbf{v}^0 : 觀測的交通量 $(\dots, v_a^0, \dots)^T$ 之集合

\mathbf{P} : 路徑選擇比例的矩陣

\mathbf{Q} : 與 \mathbf{t}^0 為對稱且正向定義的共變異矩陣

\mathbf{W} : 與 \mathbf{v}^0 為對稱且正向定義的共變異矩陣

一般化最小平方法的優點為其不需受流量守恆所限制，且能避免模式的流量與觀測流量因正負相抵消。但此方法有一個缺點，其歷史矩陣與推估的矩陣是以差異的方式呈現，而非比例的方式。係因分區內的起迄對旅次量會因分區數增加而減少，但流量並不會因分區數多寡而影響其流量大小。所以，若旅次量非以比例的方式比較推估前後的差異，可能會使(2.11)式流量項的值過大，進而影響推估的結果。

2.3.4 TFlowFuzzy 推估法

TFlowFuzzy 為 VISUM 軟體中內建的推估起迄矩陣之演算模組，TFlowFuzzy 實質上以極大熵法為基礎，但其不須受滿足流量守恆限制的影響。TFlowFuzzy 另加入模糊理論去處理偵測器或調查時均普遍存在的精準度。而模糊理論即不同於過去二元邏輯 (binary logic) 非 0 即 1 的觀念，其存在灰色地帶，並利用歸屬函數 (membership function) 來描述模糊的概念，如圖 2.3 的模糊理論示意圖， v 為實際觀測的流量， \bar{s} 與 \underline{s} 為可接受觀測流量的誤差範圍，當觀測值與模式值之間都無誤差時，歸屬函數會達到最大值 1，而當誤差超過可接受的範圍時，即小於 $(v - \underline{s})$ 或大於 $(v + \bar{s})$ ，其歸屬函數值為 0。

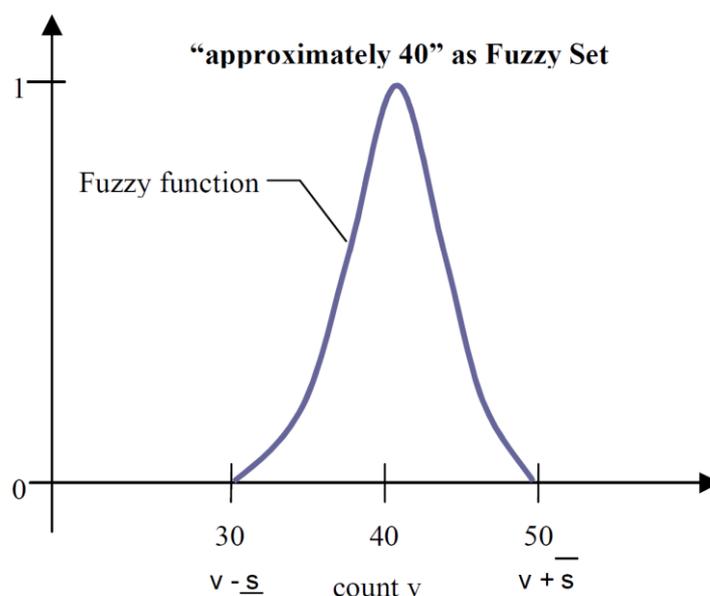


圖 2.3 模糊理論示意圖(資料來源: Friedrich *et al.* (2000))

下列式子為 TFlowFuzzy 的目標式及限制式，其中，式(2.13)中之 $E(\mathbf{t})$ 可透過極大熵法的式(2.6)求解：

$$\underset{\mathbf{t}, \bar{\mathbf{s}}, \underline{\mathbf{s}}}{\text{Maximize}} \quad E(\mathbf{t}) + E(\bar{\mathbf{s}}) + E(\underline{\mathbf{s}}) \quad (2.13)$$

$$\text{subject to} \quad \mathbf{P} \cdot \mathbf{t} + \bar{\mathbf{s}} = \bar{\mathbf{v}} \quad (2.14)$$

$$\mathbf{P} \cdot \mathbf{t} - \underline{\mathbf{s}} = \underline{\mathbf{v}} \quad (2.15)$$

$$\bar{\mathbf{s}} \geq 0 \quad (2.16)$$

$$\underline{\mathbf{s}} \geq 0 \quad (2.17)$$

where

$$E(\bar{\mathbf{s}}) = - \sum_a \left(\bar{s}_a \ln \frac{\bar{s}_a}{\bar{s}_a} - \bar{s}_a \right) \quad (2.18)$$

$$E(\underline{\mathbf{s}}) = - \sum_a \left(\underline{s}_a \ln \frac{\underline{s}_a}{\underline{s}_a} - \underline{s}_a \right) \quad (2.19)$$

其中：

\mathbf{P} ：路徑選擇比例 (\dots, P_{aw}, \dots) 之集合

\mathbf{t} ：起迄對旅次量 $(\dots, t_w, \dots)^T$ 之集合

$\bar{\mathbf{s}}, \underline{\mathbf{s}}$ ：流量上下限的鬆弛變數

$\bar{\mathbf{v}}$ ：引入模糊理論的路段流量集合， $\bar{\mathbf{v}}$ 與 $\underline{\mathbf{v}}$ 分別為其上下限值

$\hat{\bar{\mathbf{s}}} = \bar{\mathbf{v}} - \underline{\mathbf{v}}$ ：加入模糊理論的路段流量上限值與觀測交通量的差異，即可接受的上限範圍。

$\hat{\underline{\mathbf{s}}} = \underline{\mathbf{v}} - \bar{\mathbf{v}}$ ：加入模糊理論的路段流量下限值與觀測交通量的差異，即可接受的下限範圍。

從上述之目標式及限制式可看出，TFlowFuzzy 為了解決觀測時的誤差與求得更好的解，其給予流量可接受的上下限範圍。當 $\bar{\mathbf{s}}$ 近似 $\hat{\bar{\mathbf{s}}}$ 時， $E(\bar{\mathbf{s}})$ 的熵值會接近最大值，亦代表著模式流量近似觀測流量，但通常推估後的結果並不會完全與觀測值相同。所以，TFlowFuzzy 為了求得整個系統呈現最大熵的情況，需在此兩限制範圍中求得一平衡點，以取得最近似之起迄矩陣。

TFlowFuzzy 藉由較早的需求矩陣產生與實際情況較接近的需求矩陣，而在使用 TFlowFuzzy 時，用於更新矩陣的觀測資料不同於原來的極大熵法，可以取自以下任意類型的物件或是其組合：路段、轉向和分區吸引或產生的旅次量。過去有其他研究使用 VISUM 的 TFlowFuzzy 功能進行旅次矩陣校估，Friedrich *et al.*(2000)指出，德國的盧貝克大眾運輸業者曾做試驗性的研究，其使用 1997 年的流量調查資料與 1996 年的旅次矩陣透過 TFlowFuzzy 去推估現有的旅次矩陣，推估得到的矩陣在 950 個路段中，約有 75% 路段的模式流量與觀測值差異在 2%，而舊的矩陣僅有 13% 的路段達到此標準，此結果也驗證了推估後的矩陣較符合實際的旅次情況。因此，大眾運輸業者採用此推估矩陣，修改原有的大眾運輸路網，原來的 24 條路線中只有 9 條未改變。所以，TFlowFuzzy 不但可用於一般路網，應用於大眾運輸路網仍可有效推估實際的旅次矩陣。張國強等人 (2003) 針對 TFlowFuzzy 的核心原理與實際應用給予詳細的闡述，其提到傳統的 O-D 反推方法是基於靜態的交通分配模型，假設路網的阻抗與旅次分配率不隨交通量的變化而有所改變，與實際的交通狀況並不符合。而 VISUM 運用動態多路徑的均衡分配法進行交通分配，並充分利用了交通、土地使用與路網現況調查等資訊，提高了 O-D 反推的準確性。

2.4 大型事件的交通規劃與安排

近年來台灣每年至少會有數千場的大型活動舉辦，如跨年演唱會、國際馬拉松競賽與高雄的世界運動會等等，而這些大型事件(Mass-Events)，往往會吸引大批的人潮與車潮聚集。大型事件為特殊事件的一部份，Dunn (2007) 認為一項經過策劃的特殊事件(Planned Special Event)，即已排定時程的公開活動，其區位或持續時間會對運輸系統帶來很大的衝擊，係因活動舉辦期間，旅運需求增加，使道路容量暫時無法負荷，造成交通擁擠。不論國內外，通常為了舉行大型活動，地方政府會將活動周遭的部分道路封閉，並裝設數個閘門或開放少許道路，供民眾進出，所以往往在活動開始前或是結束後，連接閘門的道路會在短時間內超過其所能負荷之容量，而造成擁塞的情況。所以，惟有良好大型事件的交通規劃，才能改善此窘境。本研究將介紹兩大型事件與其交通規劃，於 2.4.1 小節介紹上海世界博覽會，2.4.2 小節介紹澳門格蘭披治大賽車。

2.4.1 上海世界博覽會

上海世界博覽會於 2010 年 5 月 1 日至 10 月 31 日期間舉辦，將會吸引世界各地的人潮前往參觀，因此，必須擁有足夠的車輛或是其他交通運具來運送龐大的遊客數進入或離開會場。所以，上海市政府於世博期間，期望能將 90% 以上參觀人員透過運載量較大的軌道交通、公車及遊覽車等交通方式進入會場，而 10% 的參觀人員將透過水上交通及專屬計程車的方式進入，並禁止其他私人車輛進入會場。(參考上海世博官方網站，

<http://www.expo2010.cn/>)

而上海市政府為了使世博能夠更順利的進行，將整個上海市分為三個交通管理圈(如圖 2.4 所示)：管控區、緩衝區及引導區，使車輛分區分流，且不同區域將實施不同的交通管制措施。管控區為最接近會場的地區，只有團體車輛與世博的專車能夠進入管控區，私人機動車輛禁止駛入；緩衝區重點為保障世博專車、團體車輛能快速到達園區，其內並設置了 194 公里的世博保障通道；而最外層的引導區則是將要進入市區和世博園區的車輛進行引導和分流。所以，透過此三個分區，能將車輛分層和分流，專車和團體車輛能夠較快速的抵達會場，也能夠鼓勵民眾多搭乘大眾運具，減少使用私人運具參觀世界博覽會，以避免造成嚴重的交通阻塞。



圖 2.4 上海世博交通管理圈(資料來源：上海世博會官方網站)

2.4.2 澳門格蘭披治大賽車

澳門格蘭披治大賽車於每年 11 月的第三個星期四至星期日所舉辦，至今已經有 50 多年的歷史，可說是澳門舉行的最大型國際性賽事。而此賽事最大的特色就是以實際的道路做為比賽的賽道，並以多彎、狹窄等賽道因素著名於世，且與世界知名的摩納哥蒙地卡羅賽車道十分相似。賽事在澳門本島的東望洋跑道舉行，跑道全長 6.2 公里，賽道主要位於市區，環繞著澳門東望洋山進行，起點與終點臨近澳門外港客運碼頭。賽道範圍如下圖所示：



圖 2.5 澳門格蘭披治大賽車-賽道示意圖(資料來源：維基百科)

為了能夠使賽事能夠順利進行，澳門政府針對道路、車輛與行人進行管制。首先為道路管制部分，賽道實施道路封閉，所有位於賽道旁的大樓車輛出入口因設置閘門而無法通行。而鄰近賽道的部分區域刪減停車位，以使賽場內之交通能夠更為順暢。另外，由於賽道為一環狀道路，所以平面道路已無法進入賽道中間的管制區，故為了使觀賽民眾以及賽事相關人員能夠順利進出會場，在不影響賽事進行的前提下，僅開放五條高架陸橋予以車輛通行。而賽道外的部分單向行駛的道路，開放成雙向通行，以舒緩部分的交通量。車輛管制部分，賽場內限制車輛停靠區域，除指定區外，其餘地區禁止停靠重型車輛(如：貨車、遊覽車與其他大型車輛等等)，而部分地區亦禁止停靠一般車輛。最後，行人管制部分，澳門政府於鄰近賽道地點設置臨時人行天橋，並搭配現有的地下道或天橋等設施，供民眾穿越道路封閉區域。

此大型賽事已舉辦多年，每年均吸引許多民眾前往觀賽，下表為近三年賽事期間之入場人數、入境人次與酒店住宿率，此顯示數據由澳門格蘭披治大賽車之賽車委員會所公布：

表 2.1 2007 年至 2009 年賽事相關統計資料

年份	2007(第 54 屆)	2008(第 55 屆)	2009(第 56 屆)
首日正式賽觀賽人數	15,000	17,000	18,000
次日正式賽觀賽人數	28,000	21,000	22,600
4 天賽事總觀賽人數	55,000	56,000	58,000
賽事期間訪澳旅客人次	327,876	342,779	320,698
酒店入住率	85.09%	81.96%	90.59%

資料來源：澳門格蘭披治大賽車官方網站

註：賽事期間人數均包括觀眾、記者與賽事相關人士。

從以上相關統計資料可看出觀賽人數平均每天超過 10,000 人，必會產生龐大的運輸需求，再加上賽道封閉，使未參與賽事活動的民眾被迫變更原行駛路線，使得部分路段造成擁塞。而當賽事結束，帶來的人潮及車潮相當龐大，且正臨下午尖峰時刻，勢必會對當地交通衝擊影響甚大。

2.5 本研究起迄矩陣推估之架構

以下為本研究推估起迄矩陣之步驟：

1. 建構欲進行起迄矩陣推估的路網。
2. 將歷史起迄矩陣於已建構完成的路網中進行使用者均衡(User equilibrium)的交通指派，可得兩車種的路段流量與路徑選擇比例。
3. 針對個別車種，使用歷史起迄矩陣 \hat{Q} ，觀測的路段流量 \hat{X} 和路徑選擇比例 P ，分別進行起迄矩陣推估；使得推估後之起迄矩陣 Q ，若使用固定比例 P 進行指派而得的路段流量 X 應與觀測流量 \hat{X} 的差距接近。
4. 將此推估之起迄矩陣於路網中進行一次使用者均衡的交通指派，可得路段流量與路徑選擇比例。
5. 計算推估後指派的路段流量與實際的觀測流量兩者間之 RRMSE 值。
6. 檢查迴圈(iteration)次數是否仍低於預訂值。如是，則回到步驟 3 再進行一次起迄矩陣推估；如否，則將此結果輸出。

將上述推估起迄矩陣之流程構建成一流程圖，如圖 2.6 所示：

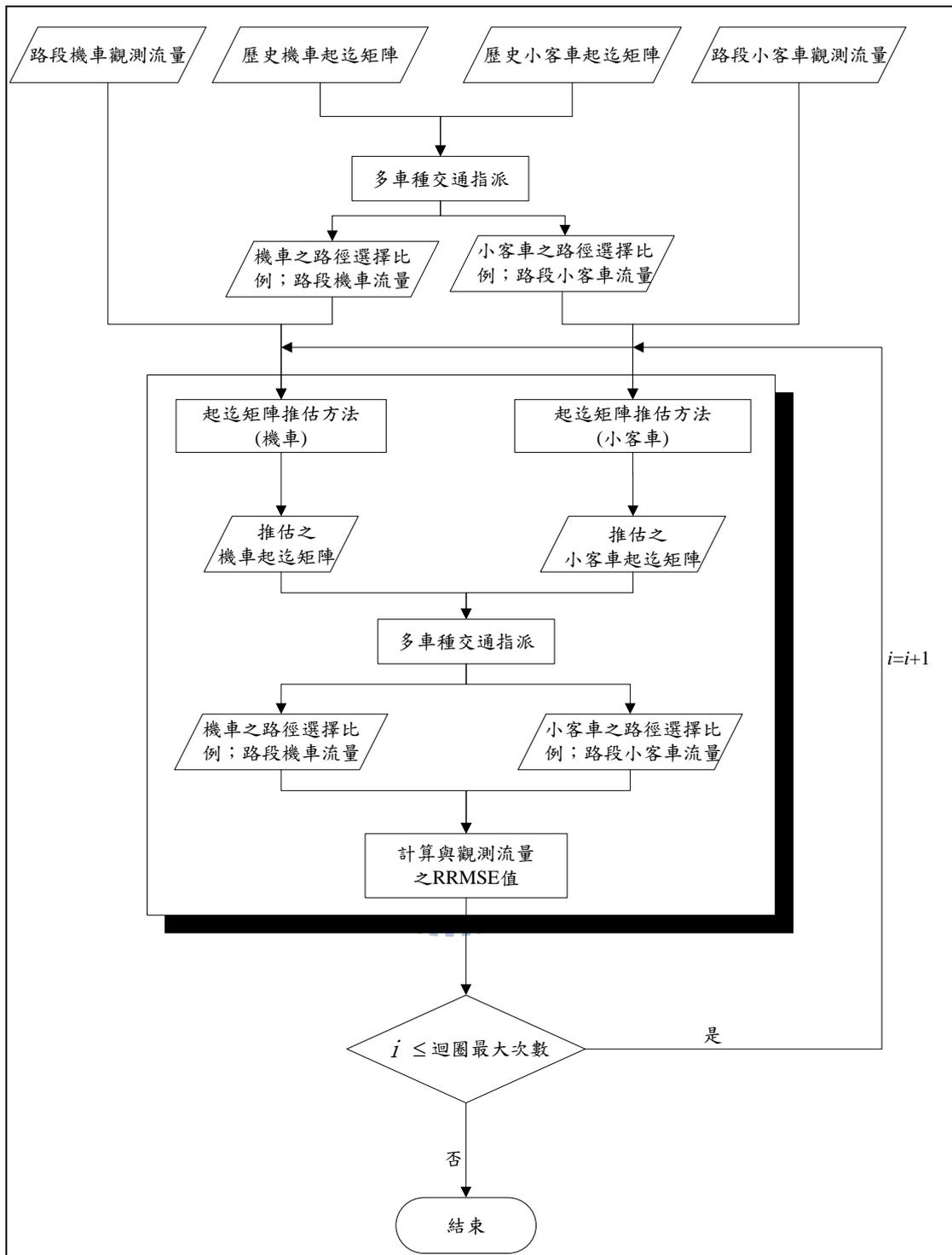


圖 2.6 起迄矩陣推估之流程

另外，由於本研究欲透過賽事日的路段觀測流量取得賽事日實際的起迄矩陣，但因無法取得賽事日之歷史矩陣，故將透過平日之歷史矩陣、平日之觀測流量與賽事日之觀測流量求得最近似賽事日的起迄矩陣，下列為賽事日起迄矩陣推估之流程：

1. 建構平日路網，並將平日歷史起迄矩陣於平日路網中進行交通指派。
2. 比較觀測的平日路段交通量與指派的路段交通量，並調整歷史起迄矩陣，使兩種流

量差異最小，可得一推估後之平日起迄矩陣。

3. 修改平日路網為賽事日之路網，並將推估的平日起迄矩陣視為賽事日之歷史起迄矩陣。
4. 將賽事日之歷史起迄矩陣於賽事日之路網中進行交通指派。
5. 比較觀測的賽事日路段交通量與指派的路段交通量，並調整歷史起迄矩陣，使兩種流量差異最小，可得一推估後之賽事日起迄矩陣。

上述之流程可匯整成流程圖，如圖 2.7 所示：

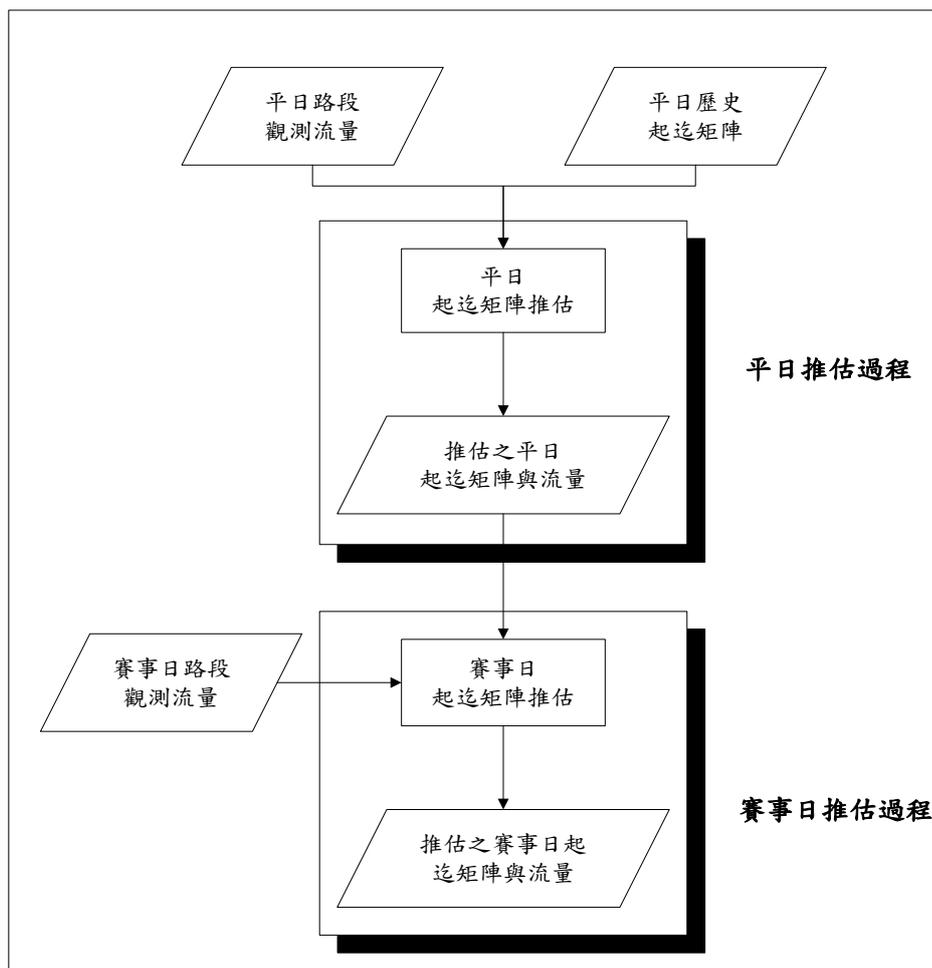


圖 2.7 賽事日起迄矩陣推估之流程

三、資料收集

本次資料收集的範圍於澳門特別行政區，位於中國廣東省東南沿海的珠江三角洲，由澳門半島、氹仔和路環兩個離島組成，總面積共 29.2 平方公里，其中澳門半島 9.3 平方公里、氹仔 6.7 平方公里、路環 7.6 平方公里、路氹填海區 5.6 平方公里。如圖 3.1 所示，澳門半島與氹仔之間由三條澳氹大橋連接，由左至右為：西灣大橋（2.2 公里）、嘉樂庇總督大橋（2.5 公里）及友誼大橋（4.5 公里）。其中，嘉樂庇總督大橋僅能給予公車與計程車通行，一般車輛及機車僅能行駛於另外兩座大橋；而最長的友誼大橋可直接通往位於氹仔的澳門國際機場。



圖 3.1 澳門特別行政區位置圖(資料來源：澳門大學網站)

為了能夠取得準確的起迄矩陣，除了大規模的調查外，亦可透過成本較低之路段流量調查取得，故本研究欲透過路段流量調查的方式校估歷史起迄矩陣。而本研究之歷史矩陣由「澳門交通出行調查」(澳大創科有限公司，2009a)所取得及放大，調查的取樣約

為人口數的 1.4%。歷史矩陣並未經效估及旅次量檢核，所以在交通模型的使用上頗為粗糙，可以作為本研究的歷史資料。另外，流量收集的部分有兩種：

1. 平日數據收集：

根據『澳門路網分析之研究』於 2009 年 10 月 12 日至 16 日之調查結果匯整所得。

2. 賽事日數據收集：

於 2009 年 11 月 19 日至 11 月 21 日進行部分路段調查，並特別於賽道主要閘門解封處進行調查。

流量收集之方法將於 3.1 節說明，3.2 節與 3.3 節將分別介紹平日數據與賽事日數據的調查點分佈位置及調查點選定準則。

3.1 收集方法

本小節將介紹本研究交通量收集的方法，3.1.1 節說明路口轉向交通量之收集方法，3.1.2 節說明路段交通量之收集方法。

3.1.1 路口轉向交通量調查

平日調查時間選於上午尖峰(7:30-9:30)與下午尖峰(17:30-19:30)兩個時段，採人工使用計數器的方式進行調查，每一調查地點依據當時路口車道數及停止線位置配置若干名調查員，並採用若干鄰近調查點設置督導員乙名。調查員位置選擇視線良好且不影響交通之處。調查時，統計各個轉向車種與車輛數，每十五分鐘調查員就路口設站位置，將所有通過停止線之車輛，按流向（左轉、直進、右轉）與車種（機車、小型車及大型車）分別統計所通過之車輛數，記錄於所設計之「路口轉向交通量調查表」內。而賽事日調查時間及調查方式與平日相同，但車種分為四種：機車、小型車、大型車及公車，紀錄每 10 分鐘通過停止線之交通量。

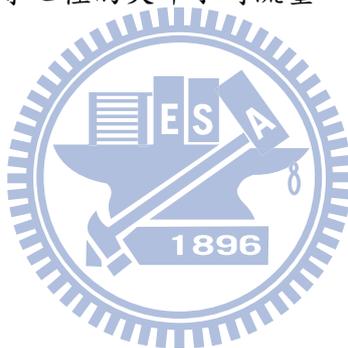
3.1.2 路段交通量調查

平日調查時間選於上午尖峰(7:30-9:30)與下午尖峰(17:30-19:30)兩個時段，調查執行方式同樣以人工調查方式，依調查地點路形等條件調配調查方式。調查時，每十五分鐘統計所有通過停止線之車輛，按車種（本島：機車、小客車、計成車、中型公車、大型公車、遊覽車與四輪以上其他車輛；離島：機車、小型車及大型車）分別統計所通過之車輛數，並記錄於「路段交通量調查表」內。而賽事日調查時間與平日相同，但收集流量的車種分為四種：機車、小型車、大型車及公車，紀錄每 10 分鐘通過停止線之交通量。

3.2 平日數據收集

平日數據之資料來自計畫案『澳門路網分析之研究』中，此計畫調查範圍覆蓋澳門半島、氹仔島及路氹城區(簡稱：離島區)。而為了方便後續的資料收集，避免需要收集的道路數量太多，根據行車道數、車流量與擁塞程度、路邊停車位及是否有公車行駛等因素，將澳門所有道路歸為三類：主要幹道、次要幹道與大橋，再按各種道路分類，建立路口重要性的分類，如主幹道與主幹道交匯，主幹道與次幹道交匯等。

所以，路口調查點於澳門半島路以主要道路之交匯處為主，號誌路口 27 個、無號誌路口 9 個與路段 7 個；離島部分以調查路段為主，共 19 個，總調查點共有 62 處。調查範圍如圖 3.2 與圖 3.3 所示，詳細之調查點位置放置於附錄中。計畫案所收集的數據有：路口轉向交通量、路段交通量與號誌路口延誤時間，而本研究採用的資料為路口轉向交通量及路段交通量之部分，其中路口轉向交通量包含機車、小型車與大型車的尖峰小時流量；而路段交通量於澳門本島包含機車、小客車、計程車、中型公車、大型公車、遊覽車與四輪以上其他車輛等七種的尖峰小時流量，離島包含機車、小型車與大型車的尖峰小時流量。



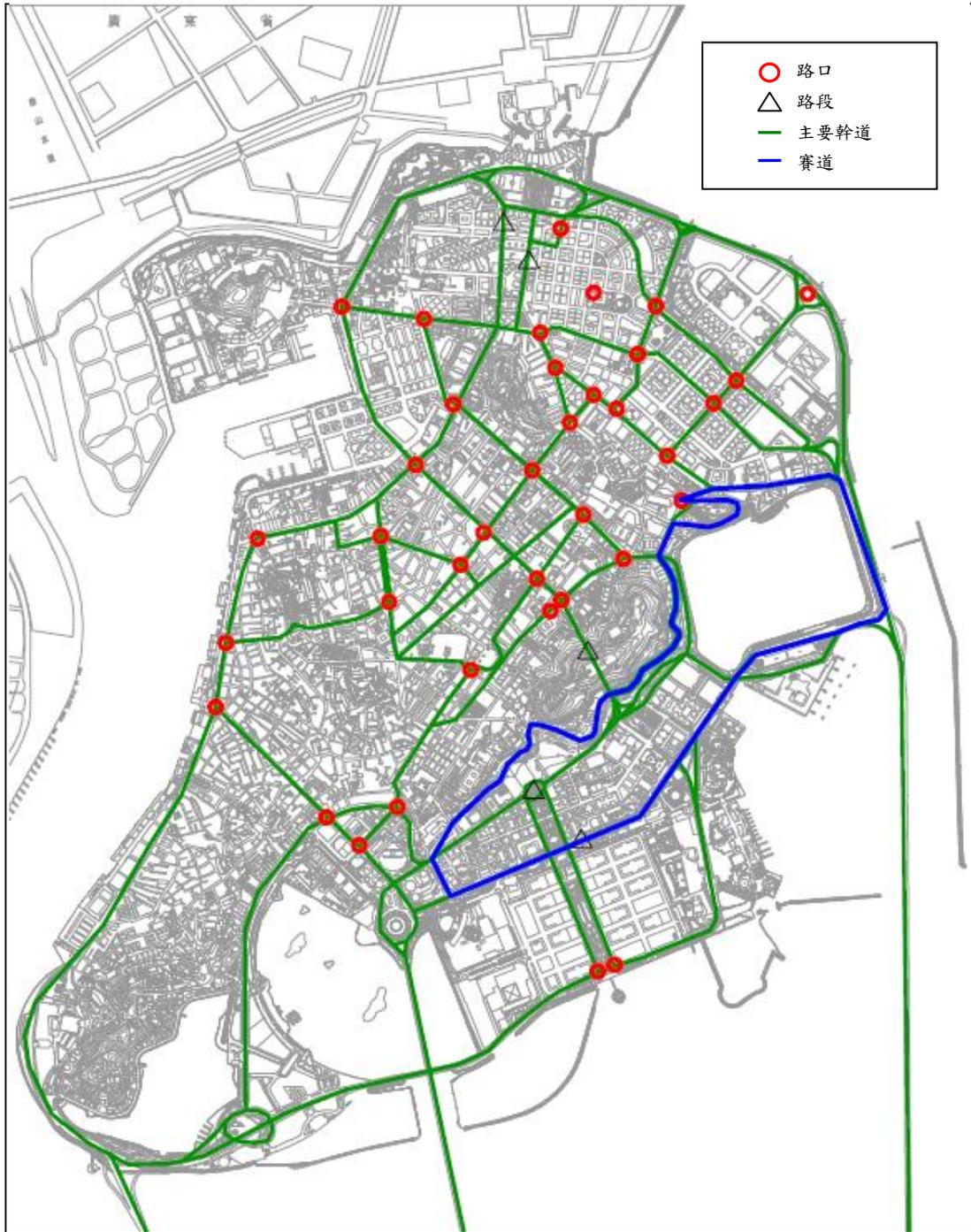


圖 3.2 澳門半島調查點分佈圖



圖 3.3 澳門離島調查點分佈圖

3.3 賽事日數據收集

本賽事調查點範圍於澳門本島內，針對受賽事影響較大的路口與路段進行調查。篩選調查點時，優先考慮賽道主要進出之閘門進行調查，即閘門封閉處(賽事期間每日凌晨 3 點陸續關閉閘門，每日下午約 5:30 陸續開放閘門)，這些道路會直接受到賽事的人潮及車潮所影響。而再考慮賽事開始或結束時必經之重要道路，且這些道路亦為當地平常日較為擁擠或主要行駛之道路。另外，再選定較外圍但可能間接會受賽事影響之道路。所以，本賽事調查點共有 23 處，路口 8 個，路段 15 個，其分佈位置如下圖所示，深色線條所圍繞區域為賽道範圍：

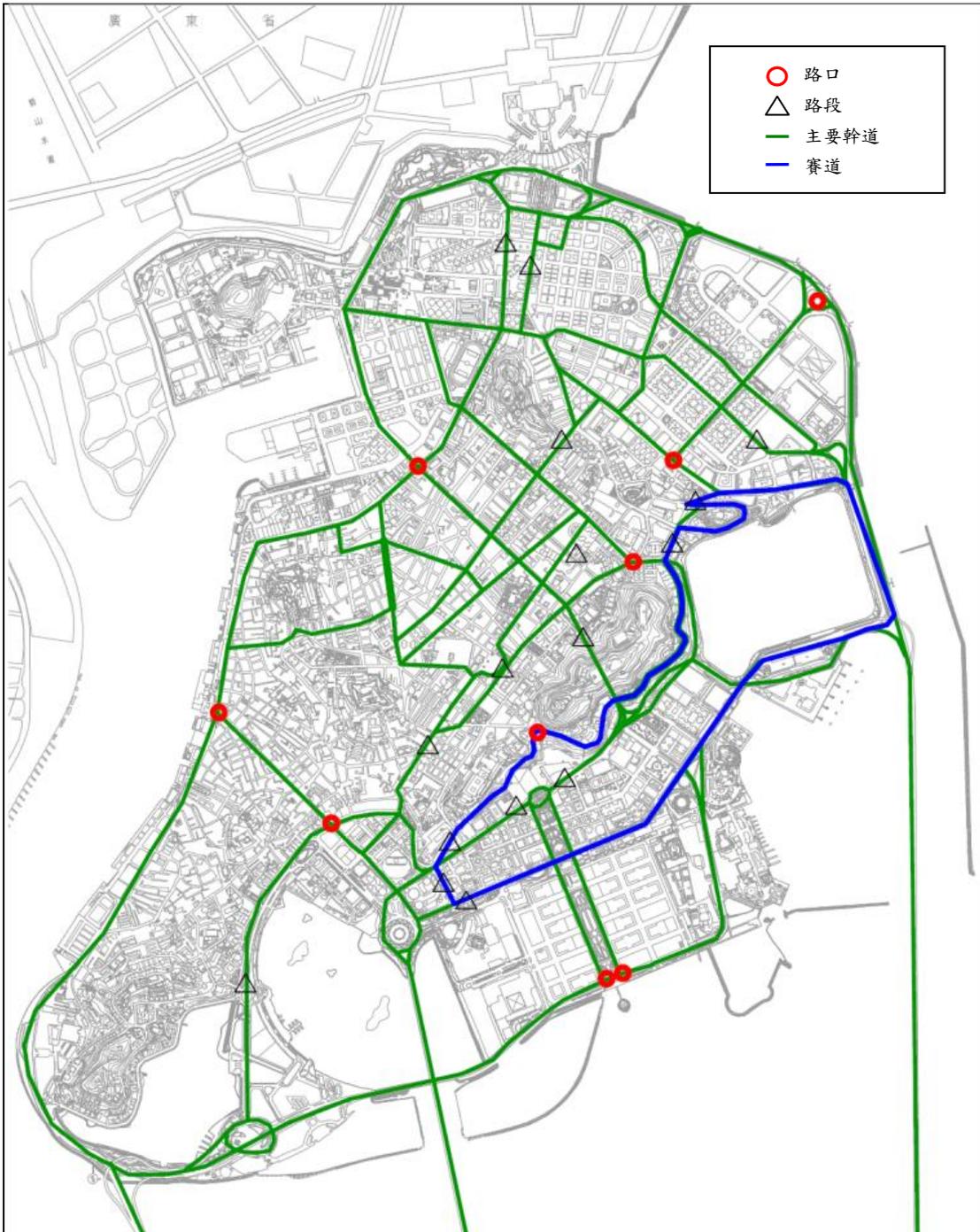


圖 3.4 賽事日觀測點

而賽事日收集的數據有：路口轉向尖峰小時交通量與路段尖峰小時交通量，其中路口轉向交通量包含機車、小型車、大型車與公車的轉向流量，而路段交通量包含機車、小型車、大型車與公車的交通流量。

四、平日起迄矩陣推估

本章節將進行平常日上午尖峰的小客車與機車的起迄矩陣推估，並使用二類不同推估之流程，對其結果做分析。一為同步進行推估兩車種之起迄矩陣，另一為依序進行推估兩車種之起迄矩陣。將在 4.1 節說明本研究所建構之路網型態與此章節所使用的符號定義說明；4.2 節將針對 TFlowFuzzy 目標式與限制式的變數與符號重新定義，以方便後面小節使用；4.3 節將探討 TFlowFuzzy 的目標式，檢測其在推估過程中，給予流量與矩陣之內建權重值是否合理；4.4 節將說明同步進行推估兩車種起迄矩陣的流程；4.5 節將說明依次序進行推估兩車種起迄矩陣的流程；4.6 節將匯整上述推估方式的結果，進行比較與分析，以決定何種推估方式為本研究所採用；最後 4.7 節為本章節之小結。

4.1 路網說明與符號定義

本研究之平日 VISUM 路網共有節點 443 個，節線 1340 條，其中有 159 條節線有進行路段流量調查。另外，市區道路之每車道容量訂為 1000 pcu/hr，速限每小時 40 公里，外圍道路之每車道容量訂為 1800 pcu/hr，速限每小時 60 公里，三大橋之每車道容量訂為 1800 pcu/hr，速限每小時 80 公里。而其估算路段上實際的旅行時間是透過美國聯邦公路總局的 BPR(Bureau of Public Roads)函數計算而得，其公式如下所示：

$$t = t_0 \left[1 + \alpha \left(\frac{V}{C} \right)^\beta \right] \quad (4.1)$$

其中：

t ：路段的旅行時間

t_0 ：自由車流下的旅行時間

V ：實際路段之流量

C ：路段通行能力

α, β ：模式之參數， $\alpha=1$ 、 $\beta=2$ 。

其中，BPR函數的 α 與 β 值參考卓訓榮等人(2007)所發表的文獻，由於過去BPR函數僅納入需求量、容量與自由車流旅行時間等變數，但未考慮道路的地形、道路旁之干擾程度與車道數，所以在這篇文章中另將上述因素加入考量，將道路分為13種類型，求出各種道路類型最適當的 α 與 β 值。其中一道路類型為2車道高干擾類型，而高干擾類型指位於都市計畫區內道路，兩旁土地使用型態以商業使用為主，或道路兩側違規停車問題嚴重，或路段長度小於300公尺。澳門市區道路因多為單行道及兩行車道，三行車道以上之道路多為外圍道路，所以本研究將參考2車道高干擾類型的參數設定值。

而為了能夠進行起迄旅次矩陣之推估，本研究之 VISUM 路網，依澳門政府統計局表示社會經濟資料的分區方式，將澳門本島與離島共分 23 區，分區情況如圖 4.1 所示。

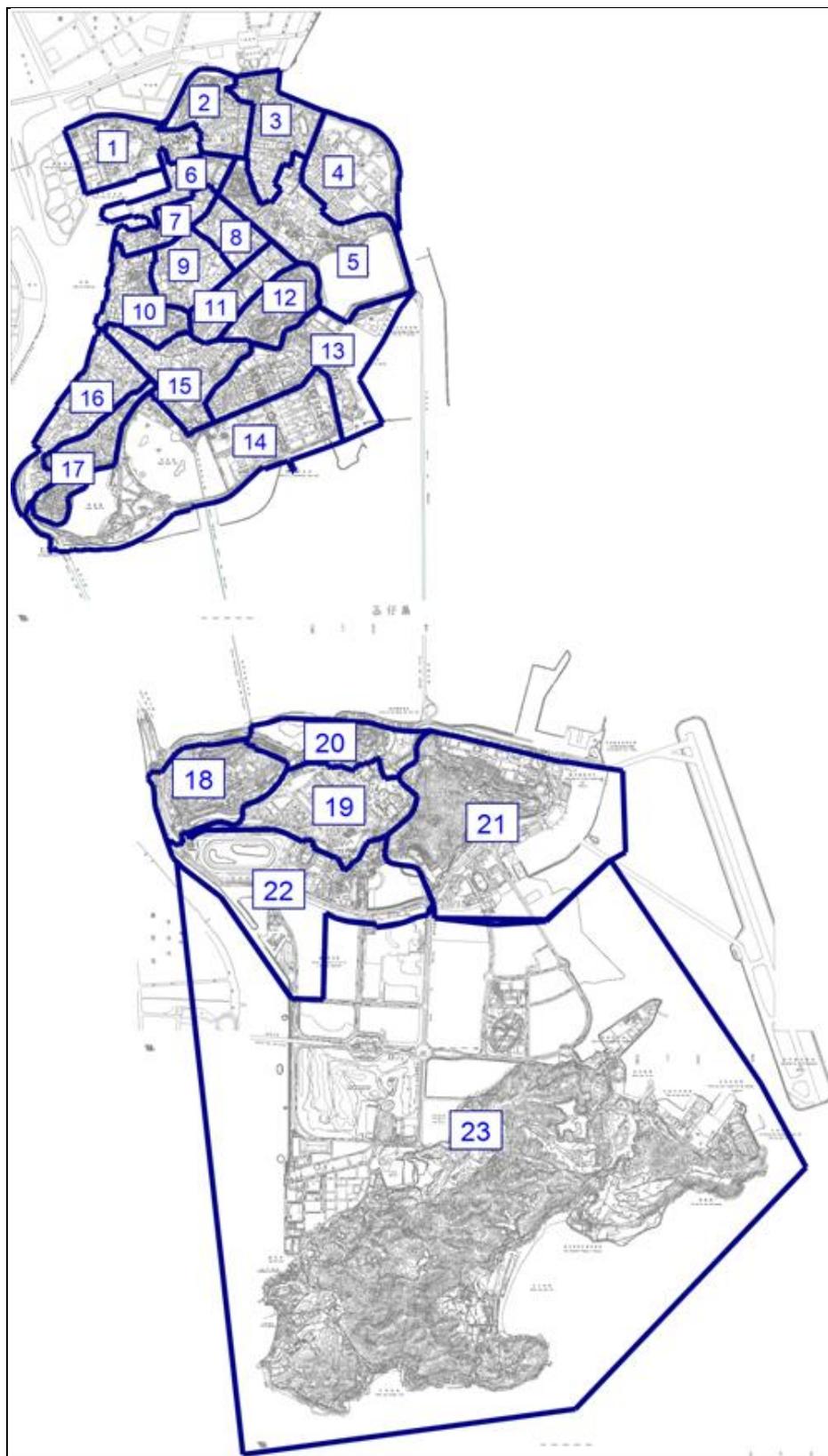


圖 4.1 澳門 23 分區

下列為本章節使用到之符號定義及說明：

i, j	路網中分區之集合
A	路網中之所有路段
A'	路網中觀測之部分路段
w	分區 i 至分區 j 的起迄對
\hat{Q}_w^T	起迄對 w 之歷史的總起迄矩陣
\hat{Q}_w^C	起迄對 w 之歷史的小客車起迄矩陣
\hat{Q}_w^{MC}	起迄對 w 之歷史的機車起迄矩陣
\hat{Q}^T	歷史的總起迄矩陣 $(\dots, \hat{Q}_w^T, \dots)^T$ 之集合
\hat{Q}^C	歷史的小客車起迄矩陣 $(\dots, \hat{Q}_w^C, \dots)^T$ 之集合
\hat{Q}^{MC}	歷史的機車起迄矩陣 $(\dots, \hat{Q}_w^{MC}, \dots)^T$ 之集合
Q_w^T	起迄對 w 之推估的總起迄矩陣
Q_w^C	起迄對 w 之推估的小客車起迄矩陣
Q_w^{MC}	起迄對 w 之推估的機車起迄矩陣
Q^T	推估的總起迄矩陣 $(\dots, Q_w^T, \dots)^T$ 之集合
Q^C	推估的小客車起迄矩陣 $(\dots, Q_w^C, \dots)^T$ 之集合
Q^{MC}	推估的機車起迄矩陣 $(\dots, Q_w^{MC}, \dots)^T$ 之集合
\hat{X}_a^T	觀測之路段 a 總流量， $a \in A'$ 。(單位：pcu)
\hat{X}_a^C	觀測之路段 a 小客車流量， $a \in A'$ 。(單位：台)
\hat{X}_a^{MC}	觀測之路段 a 機車流量， $a \in A'$ 。(單位：台)
\hat{X}^T	觀測的路段總流量 $(\dots, \hat{X}_a^T, \dots)^T$ 之集合。
\hat{X}^C	觀測的路段小客車流量 $(\dots, \hat{X}_a^C, \dots)^T$ 之集合。
\hat{X}^{MC}	觀測的路段機車流量 $(\dots, \hat{X}_a^{MC}, \dots)^T$ 之集合。
X_a^T	推估之路段 a 總流量， $a \in A'$ 。(單位：pcu)
X_a^C	推估之路段 a 小客車流量， $a \in A'$ 。(單位：台)
\hat{X}_a^{MC}	推估之路段 a 機車流量， $a \in A'$ 。(單位：台)
X^T	推估的路段總流量 $(\dots, X_a^T, \dots)^T$ 之集合。
X^C	推估的路段小客車流量 $(\dots, X_a^C, \dots)^T$ 之集合。
X^{MC}	推估的路段機車流量 $(\dots, X_a^{MC}, \dots)^T$ 之集合。
κ^C	小客車之小汽車當量，當量值取 1.0。
κ^{MC}	機車之小汽車當量，當量值取 0.4。
ψ	可代表任一車種， $\psi = \{MC, C, T\}$ 。

4.2 TFlowFuzzy 變數修改

本研究於 2.3.5 小節曾介紹 TFlowFuzzy 的目標式及限制式，為了後續小節的說明，將修改其目標式及限制式。其中， ψ 可代表機車、小客車或總流量任一車種。式(4.2)代表單一車種的目標式，式(4.3)與式(4.4)代表模式流量加上一鬆弛變數需與加入模糊理論的觀測流量上下限值相等，式(4.5)與式(4.6)表示此鬆弛變數需滿足非負限制，如下所示：

$$\underset{Q^\psi, \bar{s}^\psi, \underline{s}^\psi}{\text{Maximize}} \quad E(Q^\psi) + E(\bar{s}^\psi) + E(\underline{s}^\psi) \quad (4.2)$$

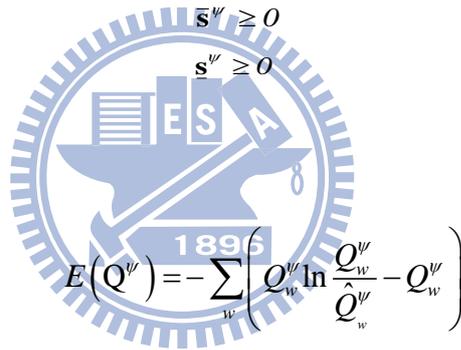
subject to
$$\mathbf{P}^\psi \cdot \mathbf{Q}^\psi + \bar{\mathbf{s}}^\psi = \bar{\mathbf{X}}^\psi \quad (4.3)$$

$$\mathbf{P}^\psi \cdot \mathbf{Q}^\psi - \underline{\mathbf{s}}^\psi = \underline{\mathbf{X}}^\psi \quad (4.4)$$

$$\bar{\mathbf{s}}^\psi \geq 0 \quad (4.5)$$

$$\underline{\mathbf{s}}^\psi \geq 0 \quad (4.6)$$

where



$$E(Q^\psi) = - \sum_w \left(Q_w^\psi \ln \frac{Q_w^\psi}{\hat{Q}_w^\psi} - Q_w^\psi \right) \quad (4.7)$$

$$E(\bar{\mathbf{s}}^\psi) = - \sum_a \left(\bar{s}_a^\psi \ln \frac{\bar{s}_a^\psi}{\hat{\bar{s}}_a^\psi} - \bar{s}_a^\psi \right) \quad (4.8)$$

$$E(\underline{\mathbf{s}}^\psi) = - \sum_a \left(\underline{s}_a^\psi \ln \frac{\underline{s}_a^\psi}{\hat{\underline{s}}_a^\psi} - \underline{s}_a^\psi \right) \quad (4.9)$$

其中：

\mathbf{P}^ψ ：路徑選擇比例 (\dots, P_{aw}, \dots) 之集合

\mathbf{Q}^ψ ：推估起迄對旅次量 $(\dots, Q_w^\psi, \dots)^T$ 之集合

$\bar{s}_a^\psi, \underline{s}_a^\psi$ ：分別為於路段 a 流量上限與流量下限的鬆弛變數

$\bar{\mathbf{X}}^\psi$ ：引入模糊理論的路段流量上限之集合。

$\underline{\mathbf{X}}^\psi$ ：引入模糊理論的路段流量下限之集合。

$\hat{\mathbf{s}}^\psi = \bar{\mathbf{X}}^\psi - \underline{\mathbf{X}}^\psi$ ：加入模糊理論的路段流量上限值與觀測交通量的差異，即可接受的上限範圍。

$\hat{s}'' = \hat{\mathbf{x}}'' - \underline{\mathbf{x}}''$ ：加入模糊理論的路段流量下限值與觀測交通量的差異，即可接受的下限範圍。

4.3 目標式權重檢測

於極大熵法中，其在最小化觀測路段流量與模式路段流量差異的同時，亦最小化歷史矩陣與推估後矩陣的差異，並依據資料之完整性與可靠度來給予兩者適當之權重，而由於 VISUM 的起迄矩陣推估之演算法(TFlowFuzzy)其基於極大熵法，所以亦同時最小化兩者的差異，但演算法中並未能調整流量與矩陣兩權重之設定值。所以，為了檢測內建之權重值，本研究將把整個歷史起迄矩陣分別乘於 0.1 至 2(間隔 0.1)及 1 至 5(間隔 1)的倍大係數，亦代表同時調整路段流量與矩陣的大小。透過此方式，檢驗 TFlowFuzzy 在推估過程中，給予流量與矩陣之權重是否相同或是給予何者之權重明顯較大。而本研究檢定推估前後與實際觀測流量之配適度的工具為相對均方根誤差(Relative Root Mean Square Error, RRMSE)，其計算方式如下所示：

$$\text{RRMSE} = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{a=1}^N (X_a - \hat{X}_a)^2}}{\frac{1}{N} \sum_{a=1}^N \hat{X}_a} \times 100\% \quad (4.10)$$

其中

X_a ：路段 a 之模式流量

\hat{X}_a ：路段 a 之觀測流量

N ：觀測路段的數量

圖 4.2 歷史起迄矩陣倍大係數改變與推估前後矩陣對應流量之 RRMSE 值，x 軸為倍大係數，y 軸為 RRMSE 值，虛線部分為推估前的矩陣，實線部分為推估後的矩陣。

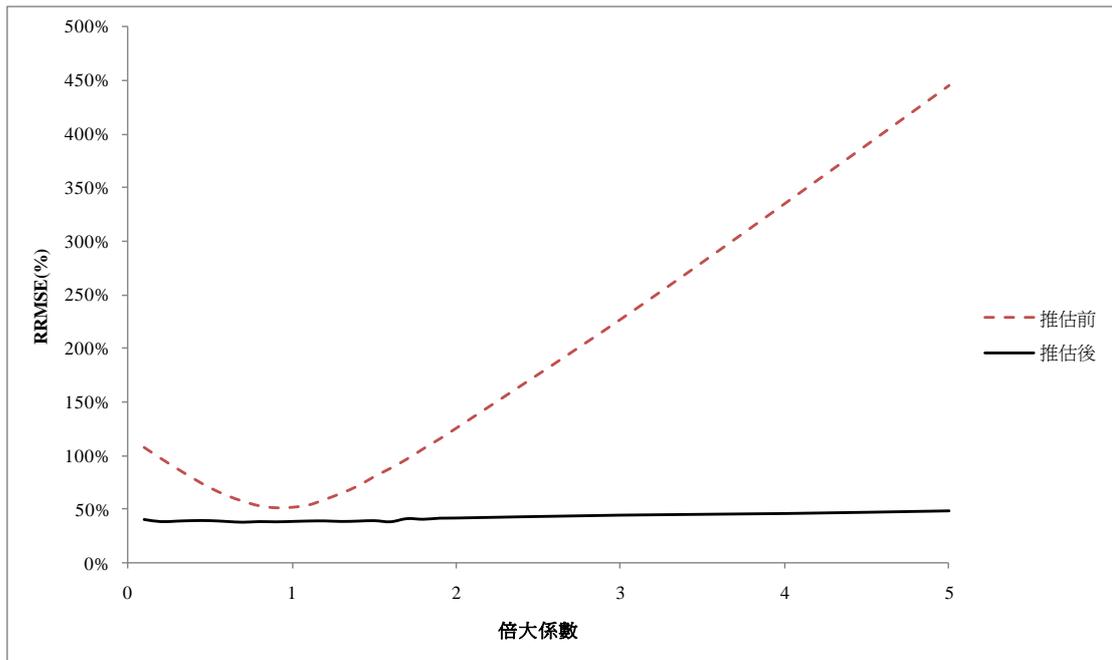


圖 4.2 歷史起迄矩陣倍大係數改變與推估前後矩陣對應流量之 RRMSE 值

從圖 4.2 可明顯看出，在整個矩陣倍大係數範圍內，推估前的矩陣約於倍大係數 0.9 至 1 間所得到的 RRMSE 值達到最佳，代表著歷史矩陣的總旅次些微偏低，而過了此 RRMSE 值的最低點後，推估前矩陣的 RRMSE 值會隨著倍大係數的增加而不斷爬升。而推估後之矩陣在倍大係數範圍 0.1 至 2 間，RRMSE 值變動幅度甚低，皆約在 38%~39% 之間。而為了再進一步了解是否於其他範圍中仍為如此的結果，本研究亦將矩陣放大至 5 倍，而從倍大係數 1 至 5 間，RRMSE 值僅約從 39% 不斷上升至 48%，上升幅度不屬明顯。由於機車與小客車矩陣在推估前後之情形同總流量，故將不在此贅述。

所以，從此結果可得知，本研究使用之歷史矩陣其開始點是在一合理的範圍中，故在後續之推估結果改善幅度較小。另外，不論機車、小客車或總流量在進行起迄矩陣推估時，主要目標為最小化觀測路段流量與模式路段流量差異，給予的權重較大，雖然仍有考慮最小化推估前後的矩陣差異，但給予的權重明顯較低，以至於推估後的 RRMSE 值隨著倍大係數變動的幅度不大。

4.4 同步推估

此小節將說明同步推估小客車與機車起迄矩陣的兩種方法與其流程。方法一為校估總流量，即使推估後的路段模式總流量接近觀測之路段總流量，再透過推估後的總起迄矩陣進而求得兩車種之起迄矩陣；方法二為校估各車種流量，即同時使推估後的兩車種模式之路段流量與觀測路段流量差異減小，再去求得兩車種起迄矩陣。兩方法詳細之流程將分別於 4.4.1 節與 4.4.2 節做介紹。

4.4.1 方法一—校估總流量

此方法將兩車種起迄矩陣分別乘於各自的小客車當量值於分區中做加總，可得一歷史總旅次起迄矩陣，而觀測的路段總流量亦以同樣的方式將兩車種做結合，即將兩車種合而為單車種，此時再透過觀測路段總流量與歷史總起迄矩陣，推估實際的總起迄矩陣，得到之總起迄矩陣再依原先各車種所占各分區的比例與各車種的當量值分配總旅次數。此方法進行推估之步驟如下所示：

步驟 1：

將觀測之平日路段的小客車流量 \hat{X}_a^C 與機車流量 \hat{X}_a^{MC} 分別乘於對應的小客車量值 κ^C 與 κ^{MC} ，可得平日路段總流量 \hat{X}_a^T 。計算方法如下所示：

$$\hat{X}_a^T = \kappa^C \hat{X}_a^C + \kappa^{MC} \hat{X}_a^{MC} \quad (4.11)$$

步驟 2：

將已知的小客車與機車之平日歷史起迄矩陣 \hat{Q}_w^C 與 \hat{Q}_w^{MC} 分別乘於對應的小客車當量值 κ^C 與 κ^{MC} ，可得平日歷史之總起迄矩陣 \hat{Q}_w^T ，計算方法如下所示：

$$\hat{Q}_w^T = \kappa^C \hat{Q}_w^C + \kappa^{MC} \hat{Q}_w^{MC} \quad (4.12)$$

步驟 3：

將平日歷史總起迄矩陣 \hat{Q}_w^T 於路網中進行交通指派，可得推估前之路段流量與路徑選擇比例。

步驟 4：

透過平日歷史總起迄矩陣 \hat{Q}_w^T 與平日路段總流量 \hat{X}_a^T 開始進行起迄矩陣推估，推估後可求得一總起迄矩陣 Q_w^T 。

$$\underset{Q^T, \bar{s}^T, \underline{s}^T}{\text{Maximize}} E(Q^T) + E(\bar{s}^T) + E(\underline{s}^T) \quad (4.13)$$

subject to 同(4.3)-(4.6) for $\psi = T$

步驟 5：

將推估後的總起迄矩陣 Q_w^T 進行交通指派，可得推估後之路段流量 X_a^T 與路徑選擇比例，並計算與觀測之路段流量 \hat{X}_a^T 之 RRMSE 值。

步驟 6：

將推估後總起迄矩陣 Q_w^T 依各車種之當量值與各分區占的比例分配總起迄旅次 P^T ，可得推估的小客車 Q_w^C 與機車矩陣 Q_w^{MC} ，如下列式子所示：

$$Q_w^C = \frac{\hat{Q}_w^C}{\kappa^C \hat{Q}_w^C + \kappa^{MC} \hat{Q}_w^{MC}} \cdot Q_w^T \quad (4.14)$$

$$Q_w^{MC} = \frac{\hat{Q}_w^{MC}}{\kappa^C \hat{Q}_w^C + \kappa^{MC} \hat{Q}_w^{MC}} \cdot Q_w^T \quad (4.15)$$

步驟 7：

將求得之兩矩陣於路網中進行交通指派，可得推估後路段上的小客車與機車流量 X_a^C 與 X_a^{MC} 及路徑選擇比例 P^C 與 P^{MC} ，並計算與觀測路段上之小客車與機車流量的 RRMSE 值。

4.4.2 方法二—校估各車種流量

此方法不同於校估總流量的方法，兩車種之起迄矩陣及路段觀測流量皆不需先結合為單車種的形式，而是使用兩車種各自之歷史起迄矩陣與路段觀測流量資料同時推估兩車種之旅次矩陣，可分別得到兩車種的起迄矩陣。其進行推估之步驟如下所示：

步驟 1：

將歷史的小客車矩陣 \hat{Q}_w^C 與機車矩陣 \hat{Q}_w^{MC} 於路網中進行交通指派，可得各車種之路段流量與路徑選擇比例 P^C 與 P^{MC} 。

步驟 2：

將兩車種觀測的路段流量 \hat{X}_a^C 與 \hat{X}_a^{MC} 及步驟 1 所得到的路段流量與路徑選擇比例同時放入起迄矩陣推估模型中，可得推估的兩車種起迄矩陣 Q_w^C 與 Q_w^{MC} 。

步驟 2.1：進行推估小客車矩陣

$$\text{Maximize}_{Q^C, \bar{s}^C, \underline{s}^C} E(Q^C) + E(\bar{s}^C) + E(\underline{s}^C) \quad (4.16)$$

subject to 同(4.3)-(4.6) for $\psi = C$

步驟 2.2：進行推估機車矩陣

$$\text{Maximize}_{Q^{MC}, \bar{s}^{MC}, \underline{s}^{MC}} E(Q^{MC}) + E(\bar{s}^{MC}) + E(\underline{s}^{MC}) \quad (4.17)$$

subject to

同(4.3)-(4.6) for $\psi = MC$

步驟 3：

將推估的兩車種起迄矩陣 Q_w^C 與 Q_w^{MC} 於路網中進行交通指派，可得推估後路段上的小客車與機車流量 X_a^C 及 X_a^{MC} 與路徑選擇比例 P^C 與 P^{MC} 。最後再計算與觀測路段上之小客車與機車流量的 RRMSE 值。

4.5 依序推估

此小節將說明依序推估小客車與機車之起迄矩陣的兩種方法與其流程。推估起迄矩陣的方法三為先進行推估小客車起迄矩陣，取得小客車起迄矩陣後，再進行推估機車起迄矩陣。而方法四的推估流程與方法三相同，但為先推估機車起迄矩陣，取得機車矩陣後再進行推估小客車起迄矩陣。兩方法詳細之流程將分別於 4.5.1 節與 4.5.2 節做介紹。

4.5.1 方法三一先小客車後機車

首先使用歷史小客車起迄矩陣與路段觀測之小客車流量推估小客車矩陣，得到的小客車矩陣再與機車之歷史起迄矩陣進行一次交通指派，指派後再使用觀測之機車流量推估機車起迄矩陣，將得到的機車矩陣與先前已推估的小客車矩陣進行交通指派，指派之流量結果再與實際觀測值做比較並計算各車種之 RRMSE 值。詳細之推估步驟如下所示：

步驟 1：

將歷史的小客車矩陣 \hat{Q}_w^C 與機車矩陣 \hat{Q}_w^{MC} 於路網中進行交通指派，可得各車種之路段流量與路徑選擇比例 P^C 與 P^{MC} 。

步驟 2：

將歷史小客車起迄矩陣 \hat{Q}_w^C 與路段觀測流量 \hat{X}_a^C 進行小客車起迄矩陣推估，可求得 Q_w^C 。

$$\text{解式(4.2)至式(4.6) for } \psi = C \quad (4.18)$$

步驟 3：

將已推估完成的小客車矩陣 Q_w^C 與尚未推估的 \hat{Q}_w^{MC} 於路網中進行交通指派，以更新路徑選擇比例 P^C 與 P^{MC} ，並可求得兩車種之流量。

步驟 4：

使用觀測的機車流量 \hat{X}_a^{MC} 及歷史的機車起迄矩陣 \hat{Q}_w^{MC} 進行機車起迄矩陣推估，可求得 Q_w^{MC} 。

$$\text{解式(4.2)至式(4.6) for } \psi = MC \quad (4.19)$$

步驟 5：

將兩個推估完成的矩陣 Q_w^C 與 Q_w^{MC} ，同時於路網中進行一次交通指派，可得推估後路段上的小客車與機車流量 X_a^C 及 X_a^{MC} 與路徑選擇比例 P^C 與 P^{MC} ，並計算推估前後各車種與觀測流量的 RRMSE 值。

4.5.2 方法四—先機車後小客車

使用歷史機車起迄矩陣與路段觀測之機車流量推估機車矩陣，可得到一機車起迄矩陣，再將此矩陣與小客車之歷史起迄矩陣進行一次交通指派，指派後再使用觀測之小客車流量推估小客車起迄矩陣，將得到的小客車矩陣與先前已推估的機車矩陣進行交通指派，指派之流量結果再與實際觀測值做比較並計算各車種之 RRMSE 值。詳細之推估步驟如下所示：

步驟 1：

將歷史的小客車矩陣 \hat{Q}_w^C 與機車矩陣 \hat{Q}_w^{MC} 於路網中進行交通指派，可得各車種之路段流量與路徑選擇比例 P^C 與 P^{MC} 。

步驟 2：

將歷史的機車起迄矩陣 \hat{Q}_w^{MC} 與觀測路段的機車流量 \hat{X}_a^{MC} 進行機車起迄矩陣推估，可得 Q_w^{MC} 。

$$\text{解式(4.2)至式(4.6) for } \psi = MC \quad (4.20)$$

步驟 3：

將推估的機車矩陣 Q_w^{MC} 與未推估的小客車矩陣 \hat{Q}_w^C 於路網中進行交通指派，以更新路徑選擇比例 P^C 與 P^{MC} ，且可暫時求得兩車種之流量。

步驟 4：

透過觀測的小客車流量 \hat{X}_a^C 及小客車起迄矩陣 \hat{Q}_w^C 進行小客車起迄矩陣推估，可求得 Q_w^C 。

$$\text{解式(4.2)至式(4.6) for } \psi = C \quad (4.21)$$

步驟 5：

將兩個推估完成的起迄矩陣同時於路網中進行一次交通指派，可得推估後路段上的小客車與機車流量 X_a^C 及 X_a^{MC} 與路徑選擇比例 P^C 與 P^{MC} ，並計算推估前後各車種與路段觀測流量的 RRMSE 值。

4.6 結果比較與分析

此小節將匯整 4.4 節與 4.5 節兩小節所提出之四種推估流程的結果，並於 4.6.1 節進行結果比較，4.6.2 節進行結果之分析，並決定何種推估方式為本研究所採用，4.6.3 節將針對推估的起迄矩陣其旅次長度進行分析。

4.6.1 結果比較

表 4.1 之數值為推估前各車種之 RRMSE 值，其透過使用歷史的機車與小客車起迄矩陣所產生。由於 TFlowFuzzy 再進行起迄矩陣推估過程中，其路徑選擇比例是固定的，而實際路網中，擁擠的道路與非擁擠的道路兩者的路徑選擇比例是不同的。假設起點至終點是由兩條道路所構成，當其中一條道路產生擁擠時，而使旅行時間大於另一條道路，會吸引部分用路人去使用未擁擠的道路，而改變其行駛路線。所以，實際路網的路徑選擇比例會隨著道路現況有所變動。因此，為了能夠取得更符合實際道路使用狀況的起迄矩陣，本研究將透過手動方式將起迄矩陣推估與交通指派進行迴圈(iteration)，從而更新路徑選擇比例，並嘗試 3 次與 10 次推估的迴圈次數，比較結果上之差異。表 4.1 為各車種推估前之 RRMSE 值，表 4.2 為四種推估流程推估後的流量與觀測路段流量的 RRMSE 值，其中，I 代表迴圈次數之結果。

表 4.1 各車種推估前之 RRMSE 值

	機車	小客車	總流量
RRMSE 值(%)	56.8	62.6	50.8

表 4.2 四種推估流程之結果比較

編號	推估方式	推估後之 RRMSE 值(%)								
		I=1			I=3			I=10		
		機車	小客車	總流量	機車	小客車	總流量	機車	小客車	總流量
1	校估總流量	56.3	47.2	38.6	58.5	40.6	29.4	62.9	44.1	25.8
2	校估各別流量	47.8	41.4	39.0	38.4	34.4	30.9	34.1	29.8	27.6
3	先小客車後機車	46.4	43.2	39.4	36.0	33.5	30.0	35.3	31.5	28.4
4	先機車後小客車	49.5	41.1	38.8	37.8	33.3	30.6	38.2	33.0	30.9

從上表可知，同步推估的兩個方法中，即方法 1 與方法 2，總流量部分不論於何種迴圈次數中，以校估總流量的方式推估的結果都優於方法 2，於 I=1 時，RRMSE 值從推估前的 50.8% 降至 38.6%，於 I=10 時，更可降至 25.8%，為四種方法裡最佳，係因此方法推估起迄矩陣所使用的路段流量屬性是以總流量的形式，所以在推估後總流量結果的部分會較其他方法佳。可是，此方法不論於何種迴圈次數時，兩車種推估後的結果卻為四種方法裡最差的。因此，我們可知此方法推估是以減少模式之總流量與觀測總流量差異為目標，並未考慮減少兩車種個別的模式流量與觀測流量之差異。而同步推估的方法 2，因為同時考慮兩車種推估後流量與觀測流量的差異，所以不論於何種迴圈次數中，兩車種推估後的結果明顯優於方法 1，總流量的部分雖不如方法 1，但結果差異不大，所以在同步推估的兩個方法中，以方法 2-校估總流量的方式較佳。

依序推估的部分，方法 3-先進行推估小客車矩陣，在 I=1 時，推估後的小客車之 RRMSE 值高於方法 4-先進行推估機車矩陣，而非低於方法 4。係因此 RRMSE 值為兩車種均使用推估後矩陣所計算出來的結果，並非只有使用推估後的小客車矩陣，而若其只使用推估後的小客車矩陣與未推估的機車矩陣進行交通指派，流量結果再與觀測值比較，經計算，小客車的 RRMSE 值(38.4%)明顯低於其他方法；而機車的部分，在 I=1 時，推估後的結果較方法 4 佳，係因為方法 3 最後才進行推估機車矩陣，由於此時已推估完成小客車矩陣，所以在推估機車矩陣時不會受小客車矩陣之影響，也因此結果上較方法 4 來得好。而方法 4，即先進行推估機車起迄矩陣，其會產生推估後的機車之 RRMSE 值高於方法 3 的原因同方法 3，而若其使用推估後的機車矩陣與未推估的小客車矩陣進行交通指派，流量結果再與觀測值比較，機車的 RRMSE 值(40.6%)亦明顯低於其他方法。

從表 4.2 的結果可知，不論使用何種推估方式進行推估實際的起迄矩陣，RRMSE

值均隨著迴圈次數的增加而減少，且於 I=3 之前的結果較有明顯的改善，I=10 之結果雖然皆比 I=3 來得好，但是因為結果可能會隨著迴圈次數的增加而變得較不穩定，如圖 4.3 與圖 4.4 所示。所以，本研究於賽事日的起迄矩陣推估時，將只採用至 I=3 之結果。

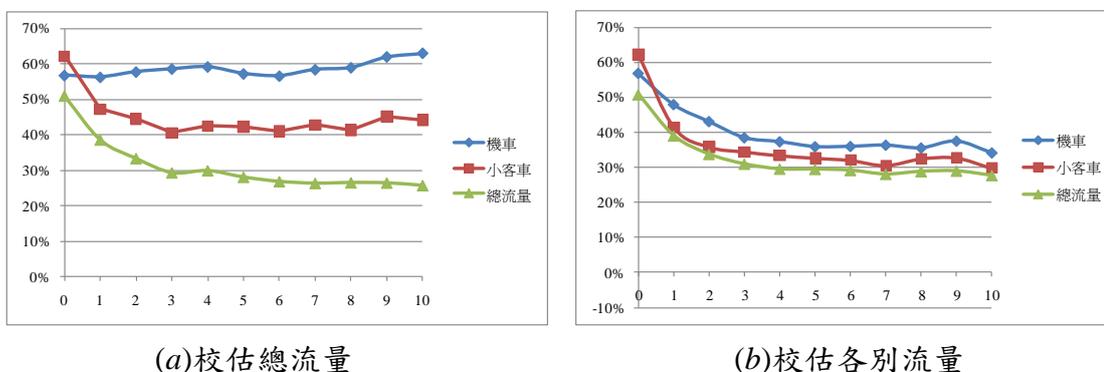


圖 4.3 各車種於不同迴圈次數下之 RRMSE 值變化(同步推估)

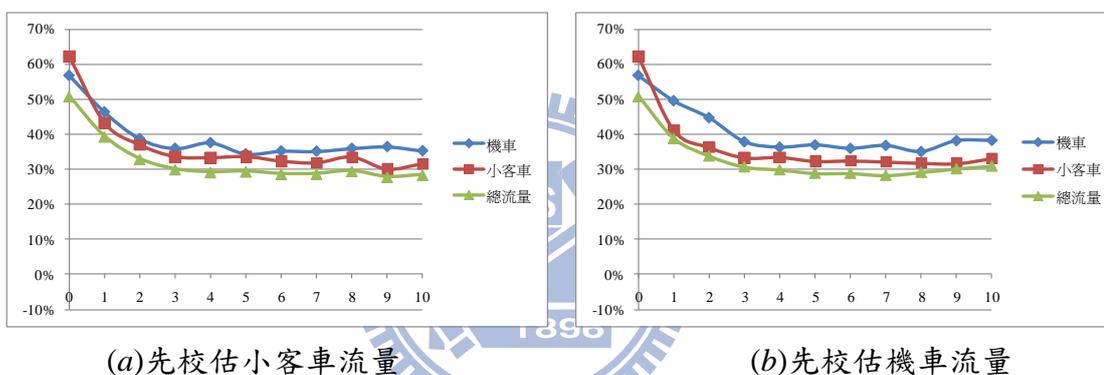


圖 4.4 各車種於不同迴圈次數下之 RRMSE 值變化(依序推估)

透過以上各項結果可知，推估方法 2、3 及 4 的結果明顯較方法 1 符合實際道路狀況。方法 1，雖然能夠使總流量結果與觀測值接近，但兩車種的部分即使迴圈次數的增加，亦無改善的情形產生，所以此方法不適合用於推估起迄矩陣。方法 3 與方法 4 兩者推估方式基本上是相同的，不過兩種方法有一缺點，以方法 3 為例，先進行推估的小客車其推估的矩陣是在機車流量尚未校估前所取得，即未推估的機車模式流量與觀測流量差異仍未減小，所以此時先推估的小客車矩陣可能不足以代表此路網的起迄矩陣。而之後進行推估的機車矩陣，因為是在小客車模式流量與觀測流量差異已改善的前提下才進行推估，所以機車的流量結果會較貼近現況。因此，為了避免推估後只有總流量與觀測流量吻合以及避免推估後的矩陣無法代表實際交通狀況，本研究所採取之推估方式將為同步推估的方法 2，即使用兩車種各自之歷史起迄矩陣與觀測流量資料同時推估兩車種之旅次矩陣。

4.6.2 結果分析

本研究於 4.6.1 節決定方法二-同步推估的校估各別流量為本研究採用之推估方式，從表 4.2 可看出小客車之改善幅度最大， $I=3$ 時，RRMSE 值可從推估前的 62.6% 降至 34.4%，機車的部份因流量變異大，改善程度較低，僅從 56.8% 降至 38.4%，而總流量部分，受小客車影響較大，雖然機車改善幅度低，但因為機車的小客車當量值只有 0.4，影響程度較低，所以總流量部分 RRMSE 值仍下降至 30.9%。下列為此推估方式其各車種及總流量推估前後之結果分析：

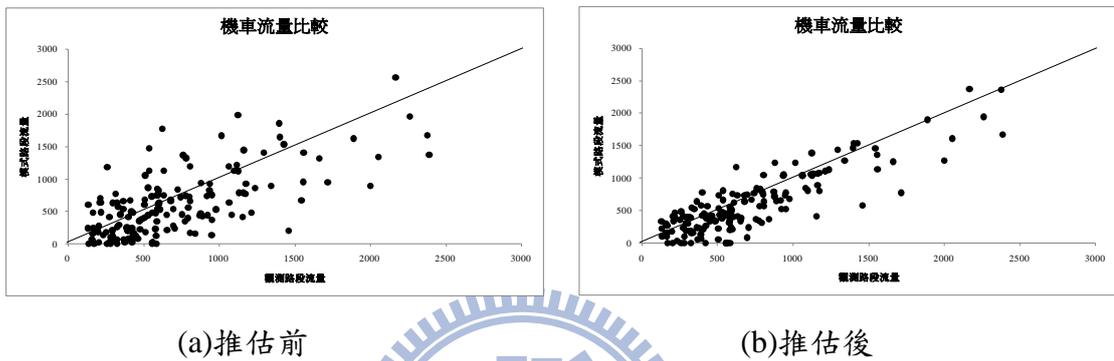


圖 4.5 推估前後之機車流量差異

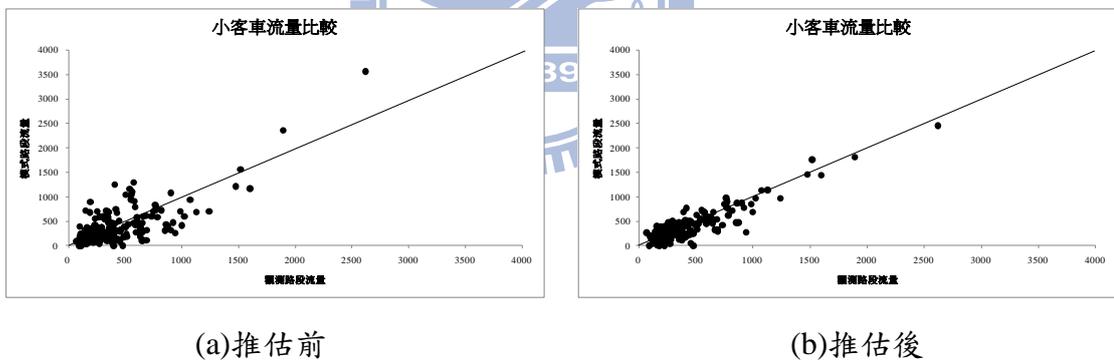


圖 4.6 推估前後之小客車流量差異

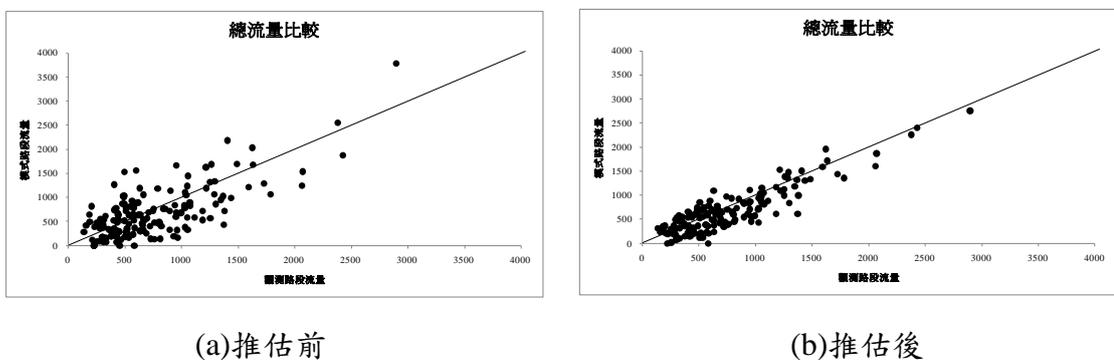


圖 4.7 推估前後之總流量差異

圖 4.5 至圖 4.7 為 I=3 時，機車、小客車與總流量分別於推估前後與觀測流量的差異，圖中之橫軸為觀測路段流量，縱軸為模式路段流量，圖中之 45 度線表示觀測流量與模式流量的值相同。此三個圖於推估前均分佈在 45 度線兩端，即部分流量值高估而部分低估，且與觀測流量差異較大，但各車種於推估後均明顯往 45 度線內移，即推估後的路段流量結果較與觀測值接近。但由於 VISUM 路段流量是根據旅行時間最短來選擇其行駛道路，再加上一般路網交通指派並無考慮轉向限制，所以部分路段流量會受其影響，以至於推估前後的模式流量均甚低或皆為 0。但實際情況並不完全如此，用路人可能會選擇距離較短但非旅行時間最短的道路行駛。因此，使得各車種的 RRMSE 值均無法下降更大的幅度。

4.6.3 旅次長度分佈

為了驗證本研究於平日路網中的推估結果合理且無不適當的調整起迄矩陣來使路段流量結果與觀測流量值吻合，所以，本研究將檢查推估結果的旅次長度分佈，並對其分析與判斷是否合理。圖 4.8 與圖 4.9 分別為平日機車起迄矩陣推估前後的旅次長度分佈情況，4.10 與圖 4.11 分別為本研究平日小客車起迄矩陣推估前後的旅次長度分佈情況，縱軸為車種的旅次數，橫軸為旅次所需的時間，此旅次時間僅包含分區至分區車輛於道路之行駛時間，並不包含區內旅行時間、步行與停車所需之時間。橫軸的 2 分鐘代表旅行時間為 2 分鐘以下，4 分鐘代表旅行時間為 2 分鐘至 4 分鐘之旅次，6 分鐘代表旅行時間為 4 分鐘至 6 分鐘之旅次，以此類推：

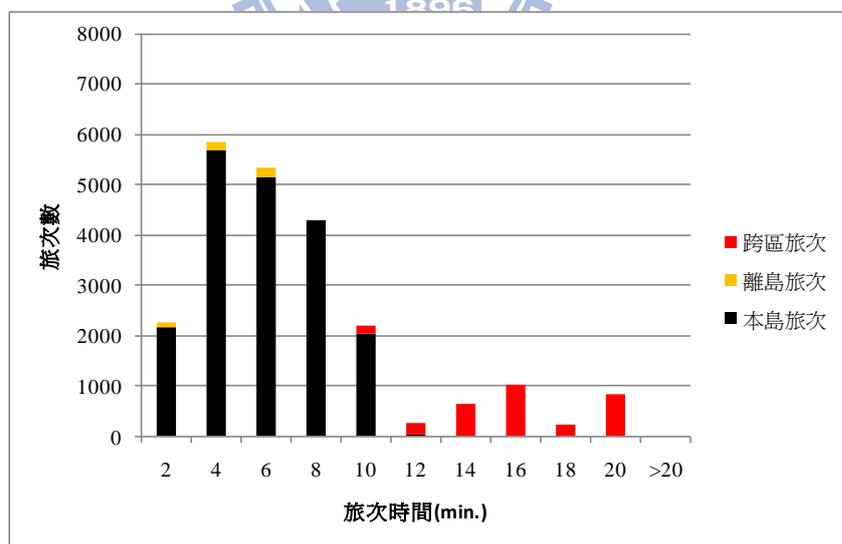


圖 4.8 機車旅次長度分佈(平日推估前)

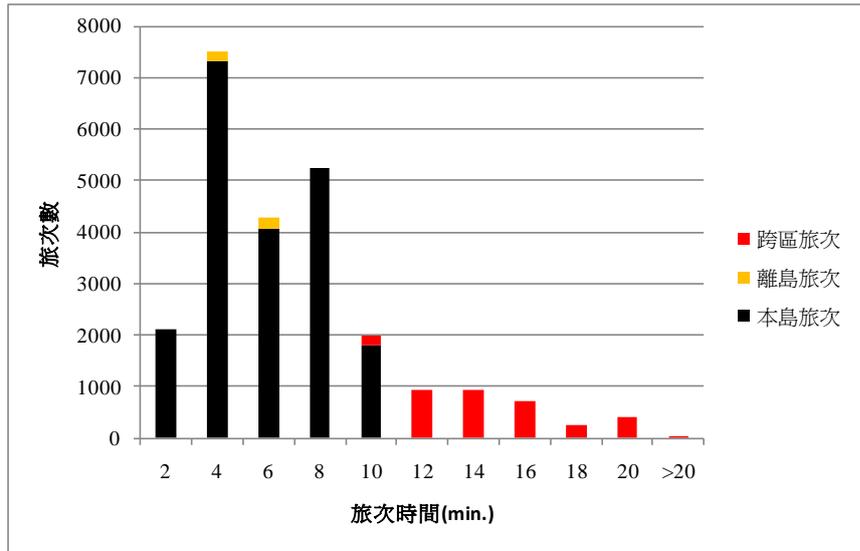


圖 4.9 機車旅次長度分佈(平日推估後)

從圖 4.8 與圖 4.9 可明顯看出，使用機車的旅次大多在澳門本島所產生，而經起迄矩陣推估後於本島的機車旅次約佔總旅次的 85%。主要是因為工作地點與住宅區多於澳門本島內，而相較於本島，離島因土地面積較為寬廣與較少居民居住，故使用機車的旅次數占總旅次的比例相當低。本島的機車旅次長度，不論是推估前或是推估後，旅次長度皆低於 10 分鐘，因本島土地面積較小，北至南僅約 4 公里，東至西僅約 2 公里，因此，所需耗費的時間較少，且多集中在 2 分鐘至 4 分鐘的間隔中，經計算，本島機車平均旅行時間約為 4.5 分鐘。而跨區旅次因為必須經過連接澳門與離島的大橋，所以旅行時間必增加許多，透過圖表可看出，跨區旅次的旅行時間皆高於 10 分鐘，且分散較為平均，平均的旅行時間約為 13.5 分鐘，約佔總旅次的 14%。最後，離島旅次的部分，離島土地面積較本島來得大，車流量也比本島來得少，幾乎無塞車的情形發生，再加上離島居民多集中於氹仔內，旅行距離較短，所以整個離島旅次的旅行時間不至於過長，平均旅行時間約為 3.7 分鐘。

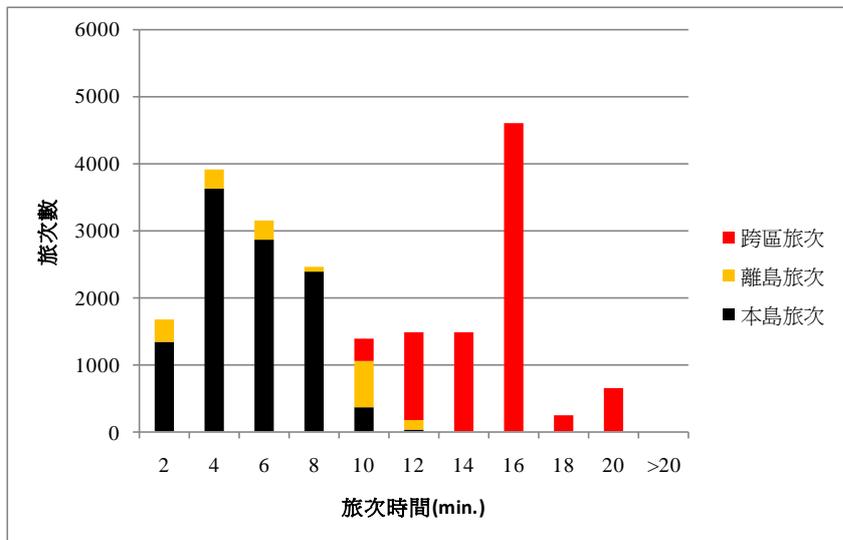


圖 4.10 小客車旅次長度分佈(平日推估前)

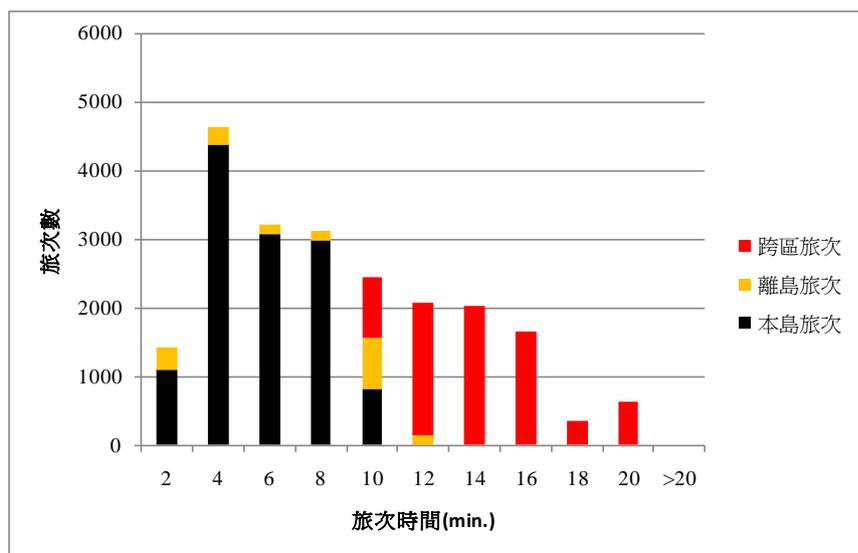


圖 4.11 小客車旅次長度分佈(平日推估後)

圖 4.10 與圖 4.11 分別為小客車推估前與推估後的旅次長度分佈，推估後的本島旅次約占總旅次的 60%，旅行時間均小於 10 分鐘，且多集中於 2 分鐘至 4 分鐘的間隔中，平均旅行時間約為 4.4 分鐘；而推估前的跨區旅次約占總旅次的 40%，比例似乎偏高。因此，透過起迄矩陣推估後，即圖 4.11，跨區旅次數明顯降低，約占所有旅次的 30%，與實際情況較為符合。而為了驗證推估後的跨區旅次是否準確，本研究將觀察澳門的友誼大橋與西灣大橋的路段流量，因為小客車與機車之跨區旅次必定需經過大橋，所以我們可檢驗其於橋上的模式流量是否與觀測值接近。在此將比較兩大橋推估前與推估後南向與北向以及兩方向加總的流量，並與觀測流量比較之 RRMSE 值，如下表所示：

表 4.3 兩大橋推估前後流量與觀測值之比較

	觀測值			推估前			推估後		
	機車	小客車	總流量	機車	小客車	總流量	機車	小客車	總流量
南向	1,434	3,118	3,692	2,113	2,724	3,569	1,564	3,198	3,824
北向	1,908	4,511	5,274	1,021	5,926	6,334	1,856	4,272	5,014
總和	3,342	7,629	8,966	3,134	8,650	9,903	3,420	7,470	8,838

表 4.4 兩大橋推估前後流量與觀測值之 RRMSE 值比較

	推估前之 RRMSE 值(%)			推估後之 RRMSE 值(%)		
	機車	小客車	總流量	機車	小客車	總流量
南向	47.4	12.6	3.3	9.1	2.6	3.6
北向	46.5	31.4	20.1	2.7	5.3	4.9
總和	6.2	13.4	10.5	2.3	2.1	1.4

從表 4.3 與表 4.4 可看出，無論是哪一車種與哪一個方向，起迄矩陣推估前的結果與觀測值差異較大，推估後的結果較為吻合。而若不考慮方向時，推估前的小客車流量部分明顯大於觀測的流量，約大於 1,000 輛左右，即此歷史矩陣的跨區旅次可能偏高，而造成此種結果的原因可能是因為起迄旅次調查時之誤差。不過，透過起迄矩陣推估的步驟後，已有所改善，從表 4.3 與表 4.4 可明顯看出，推估後模式流量與觀測流量的結果極為接近，而此跨區旅次的平均旅行時間約為 13.2 分鐘，且多為離島至本島的旅次。最後，離島部分，旅行時間 12 分鐘以下皆有旅次，不同於機車，離島居民欲從氹仔前往路環或是從路環至氹仔，因距離較遠，可能會行駛小客車而非機車，所以在結果上，小客車會有較多旅行時間超過 10 分鐘以上的旅次。相較於機車來看，於離島使用小客車的旅次大於使用機車的旅次，而經計算小客車於離島之平均旅行時間約 5.8 分鐘，較機車之 3.7 分鐘來得長。

4.7 小結

本章節透過平日歷史矩陣與平日路段觀測流量推估平日實際的起迄矩陣，並嘗試四種推估方式進行推估，其中以同步推估-校估各別兩車種的方式較為適合。而透過此方式進行起迄矩陣推估後，不論是機車或是小客車，結果上皆比歷史起迄矩陣符合實際的交通現況。

而此推估後之起迄矩陣於澳門平日的路網中執行交通指派並計算各別車流所需的行駛旅行時間，本島部分，小客車與機車的旅行時間約為 4.5 分鐘；離島部分，小客車則是需要約 5.8 分鐘，機車為 3.7 分鐘；跨區旅次部分，小客車需要 13.2 分鐘，機車則需 13.5 分鐘。所以，於澳門平日路網中行駛時，若是為跨區旅次，因為需行經大橋，故需要較多的旅行時間；而本島因土地面積小，行駛時間較短；離島部分則因土地面積較大，因此機車旅次數較少，即使使用機車，大多是使用於較短程的行駛距離，也因此離島機車的平均旅行時間較為短，相較於機車，中長程的旅次會使用小客車，也因此小客車的平均旅行時間較機車來的長許多。

五、賽車日起迄矩陣推估

本章節將進行賽事日之起迄矩陣推估，將透過已取得的資料(平日路段觀測流量、平日歷史起迄矩陣及賽事日路段觀測流量)推估賽事日之起迄矩陣。本研究將在 5.1 節說明賽事日的推估流程；5.2 節將比較使用不同的平日矩陣推估賽事日之矩陣，結果上是否有所差異，並選出較合適賽事日路網的矩陣，對其結果進行分析；而 5.3 節將探討其旅次的長度分佈情況，是否在賽事日期間，民眾之旅次長度是否有所改變；5.4 節為本章節之小結。

5.1 賽事日推估流程

此小節將說明賽事日起迄矩陣推估的流程，而本研究透過平日路網推估而得的起迄矩陣與賽事日路段的觀測流量，更新與調整平日的起迄矩陣為賽事日起迄矩陣，而使此矩陣經指派後出來的路段流量與觀測流量相吻合，本研究賽事日推估流程如圖 5.1 所示。因本研究於平日路網曾比較推估前與推估後的結果差異，為了進一步驗證平日推估後的矩陣不論於何種路網均較推估前的矩陣貼近交通現況，此章節將把平日的三個矩陣(平日歷史矩陣、 $I=1$ 的平日推估後矩陣、 $I=3$ 的平日推估後矩陣)放入賽事路網中，並比較此三個矩陣於賽事日推估前與推估後的結果差異，是否推估後的結果皆比推估前來得符合實際交通狀況。

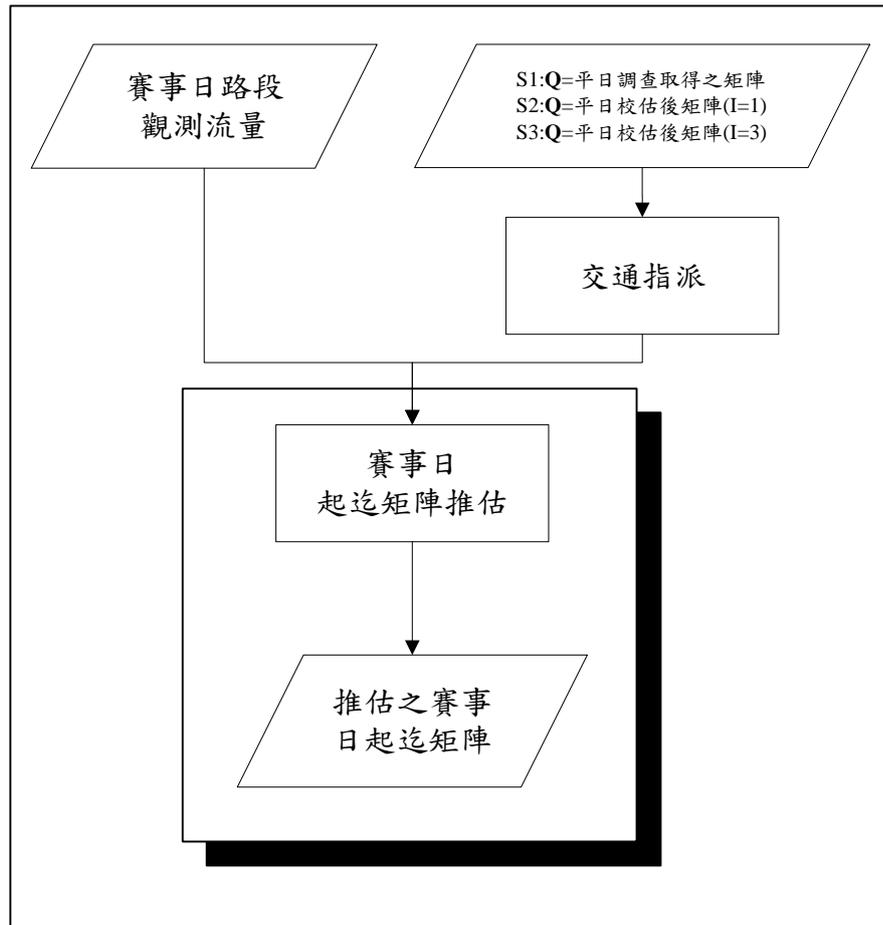


圖 5.1 賽事日起迄矩陣推估之流程

5.2 結果比較與分析

本節將於 5.2.1 小節使用不同的平日起迄矩陣來推估賽事日之矩陣，比較其結果上之差異，決定哪一矩陣較適合賽事日所採用，並於 5.2.2 小節針對此矩陣的結果進行分析。

5.2.1 結果比較

在此將為不同的矩陣給予不同的符號定義， \hat{Q} 代表使用平日歷史起迄矩陣； $Q^{i=1}$ 代表使用推估迴圈次數為 1 的平日推估後起迄矩陣； $Q^{i=3}$ 代表使用推估迴圈次數為 3 的平日推估後起迄矩陣。表 5.1 為賽事日路網中，推估前使用不同矩陣進行交通指派所得的路段流量與觀測流量比較之 RRMSE 值；表 5.2 為各車種使用不同起迄矩陣與採取不同迴圈次數推估的 RRMSE 值，如下所示：

表 5.1 賽事日推估前進行交通指派的各車種之 RRMSE 值

模式中使用的歷史矩陣	推估前(%)		
	\hat{Q}	$Q^{i=1}$	$Q^{i=3}$
機車	60.5	52.3	56.0
小客車	64.7	50.1	45.8
總流量	55.0	46.2	44.7

表 5.2 賽事日推估後各車種之 RRMSE 值

	推估後(%)					
	I=1			I=3		
使用矩陣	\hat{Q}	$Q^{i=1}$	$Q^{i=3}$	\hat{Q}	$Q^{i=1}$	$Q^{i=3}$
機車	43.0	38.7	41.5	40.2	33.5	38.6
小客車	36.6	31.4	30.6	25.6	24.8	24.3
總流量	35.3	30.6	30.8	27.2	25.3	25.6

從表 5.1 可看出，於賽事日路網中，推估前矩陣使用 $Q^{i=1}$ 與 $Q^{i=3}$ 兩個平日的推估後矩陣，在機車、小客車與總流量的 RRMSE 值均明顯低於使用平日的歷史矩陣 \hat{Q} 。若再比較兩矩陣 $Q^{i=1}$ 與 $Q^{i=3}$ ，結果上兩者差異不大， $Q^{i=3}$ 的結果僅於小客車的部分明顯優於 $Q^{i=1}$ 。所以，我們可推論，推估後的矩陣不論於何種路網(本研究將平日推估後矩陣放入賽事路網中)上，結果均較歷史矩陣符合路網實際的旅次情況。

表 5.2 為使用不同的平日起迄矩陣下，其推估的迴圈次數分別為 1 與 3，各車種流量與觀測流量間的 RRMSE 值。在推估後，使用平日歷史矩陣 \hat{Q} 的結果仍舊與推估前呈現同樣情況，使用 $Q^{i=1}$ 與 $Q^{i=3}$ 兩個平日的推估後矩陣於 I=1 的結果上明顯優於 \hat{Q} ，但隨著迴圈次數增加至 3 時，三種矩陣在結果上幾近相同，僅於機車的部分差異較大。而從三個矩陣來看，機車之 RRMSE 值約可從推估前的 52%~60% 降至推估後的 33%~40%，使用同一矩陣下，改善幅度最大約可達 20%；而小客車之 RRMSE 值約可從推估前 46%~65% 降至推估後 24%~26%，使用同一矩陣之最大改善幅度約為 35%，明顯較機車有所改善；最後總流量部分，約可從推估前 45%~55% 降至 25%~27%，同一矩陣最大可改善 28%。

所以，從以上結果可知，在進行起迄矩陣推估後，結果上均明顯較推估前的結果來得佳，當 I=1 時，改善較為明顯，而當 I=1 至 I=3 時，逐漸減緩改善的幅度。由於使用 $Q^{i=3}$ 的矩陣推估前在結果上略優於與使用 $Q^{i=1}$ 的矩陣，而推估後不論是在 I=1 或是 I=3 時，

結果上也無太大差異，但小客車部分， $Q^{i=3}$ 的 RRMSE 值些微低於使用 $Q^{i=1}$ 的值，所以將只呈現使用 $Q^{i=3}$ 推估前與推估後(I=3)的結果，並於 5.2.2 小節進行其結果的分析。

5.2.2 結果分析

下列圖表為 $Q^{i=3}$ 矩陣於賽事日起迄矩陣推估前與推估後，各車種 RRMSE 值與流量之變化：

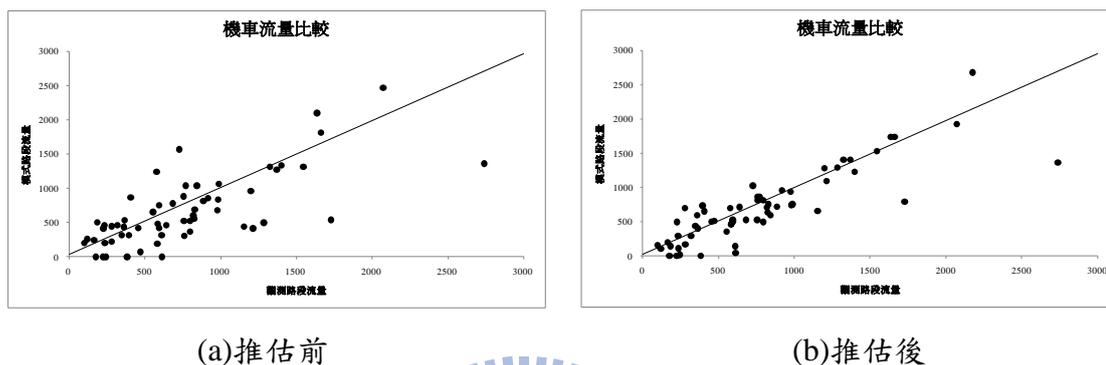


圖 5.2 推估前後之機車流量差異

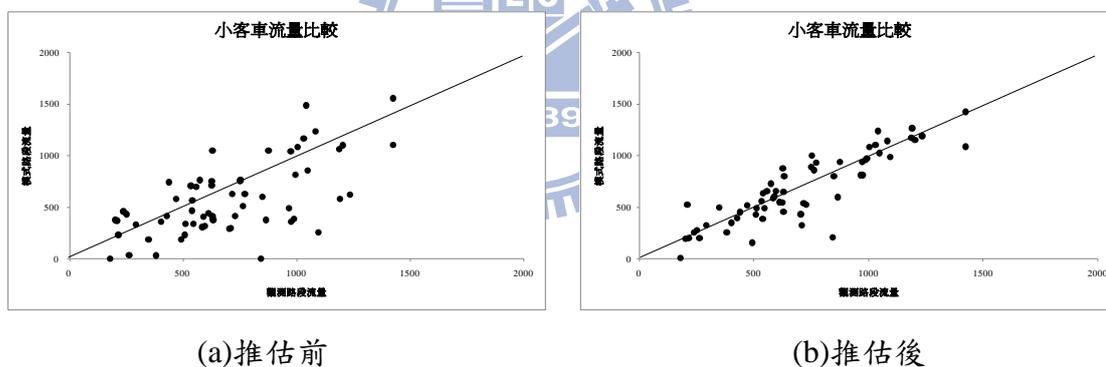


圖 5.3 推估前後之小客車流量差異

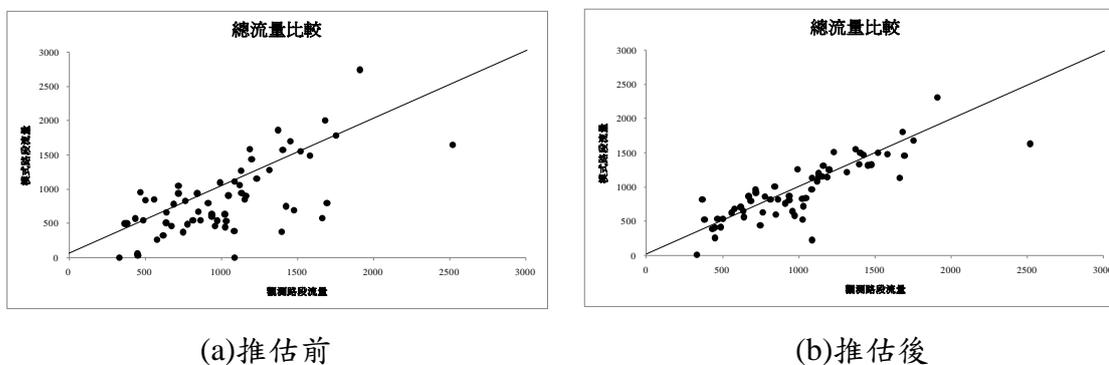


圖 5.4 推估前後之總流量差異

從以上圖表可知，小客車的結果改善幅度最大，約可從 46%降至 24%，總流量部分

也約可從 45% 降至 26%，機車雖較不明顯，但三個流量再進行起迄矩陣推估後均有所改善，逐漸的往 45 度線逼近。

於賽事日期間，部分路段流量會受賽事影響而車流量明顯的增加，為觀察平日與賽事日流量之變化，於表 5.3 僅列賽事日與平日皆有進行觀測的重要路段。從此表可知，部分道路因賽事舉辦而使車流量增加，如表 VISUM 路段編號 47，可明顯看出觀測流量其於賽事期間增加近一倍的流量，而模式流量也有類似的情況發生，此路段亦為賽事開始或結束時必經之重要道路，且為當地平常日較為擁擠或主要行駛之道路。其他路段的觀測流量與模式流量亦有相同的情形，當觀測流量因賽事的關係增加或減少時，模式產生的流量亦有同樣的變化產生。所以，代表此賽事日推估之起迄矩陣有能力分析賽事日的交通情況。因此，若是要進行管制，可針對受賽事影響程度較高之路段訂立相關配套措施。

表 5.3 平日與賽事日部分路段的觀測流量與模式流量之比較

賽事日 觀測點 編號	VISUM			平日		賽事日		賽事日觀測流 量增加比例
	路段 編號	起 點	迄 點	觀測 流量	模式 流量	觀測 流量	模式 流量	
7	47	46	56	614	494	1189	1140	93.6%
7	47	56	46	428	299	1023	826	139.0%
8	143	109	113	1053	968	1131	1200	7.4%
8	143	113	109	634	472	778	856	22.7%
8	1006	110	489	377	352	1085	966	187.8%
8	1006	489	110	1029	942	1315	1218	27.8%
13	1046	208	505	995	575	1665	1129	67.3%
13	1046	505	208	1291	1475	1373	1553	6.4%
15	880	435	372	1437	1300	1088	1131	-24.3%
16	431	67	272	438	545	302	383	-31.1%
16	431	272	67	507	530	863	817	70.2%
16	421	67	121	584	205	814	817	39.4%
16	421	121	67	534	694	434	383	-18.7%
20	654	55	345	760	403	1032	716	35.8%
22	861	9	249	449	318	579	680	29.0%
22	418	9	270	948	711	1155	1156	21.8%
22	861	249	9	574	599	764	631	33.1%
23	369	1	250	1211	1386	1199	1255	-1.0%
23	369	250	1	951	1104	993	1258	4.4%
23	1039	1	500	597	884	467	534	-21.8%
23	1039	500	1	313	482	381	524	21.7%

5.3 旅次長度分佈

為了驗證賽事日路網在推估過程中無不適當的調整起迄矩陣，及了解居民在賽事舉辦期間旅次長度是否有所受影響，本研究於此小節將透過旅次長度分佈來分析其結果。圖 5.5 與圖 5.6 分別為本研究平日推估後與賽事日推估後的機車旅次長度分佈情況：

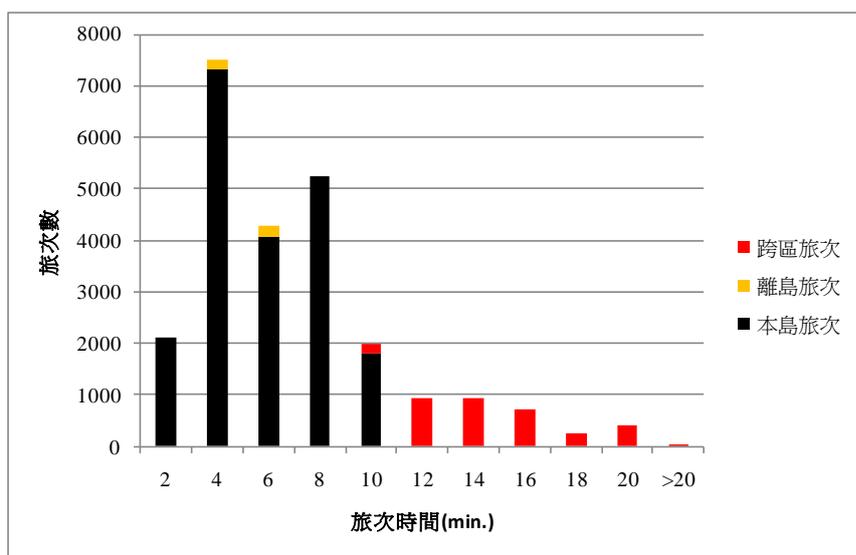


圖 5.5 機車旅次長度分佈(平日)

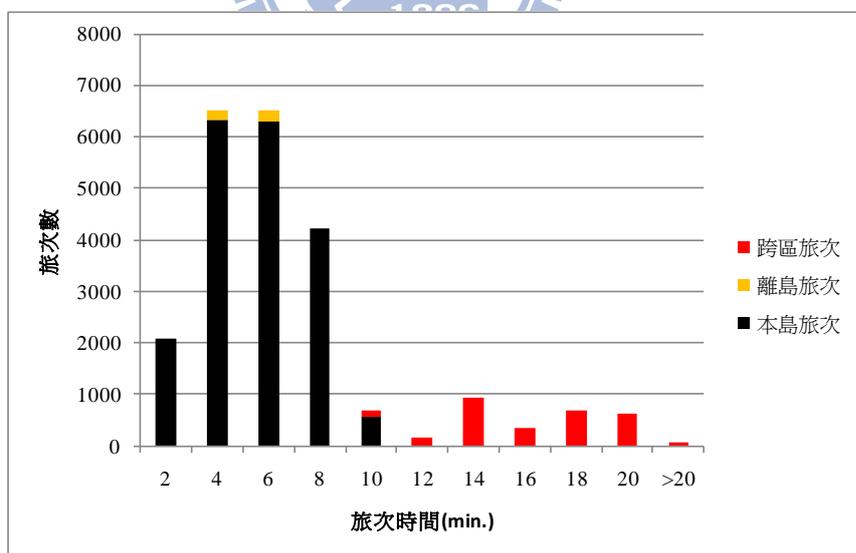


圖 5.6 機車旅次長度分佈(賽事日)

本研究澳門本島推估得到的機車旅次數於賽事日較平日來得少，於平日路網時，多數機車的旅行時間介於 2 分鐘至 4 分鐘這個間隔中，但於賽事路網時，可明顯看出旅次時間分佈已改變，4 分鐘至 6 分鐘的旅次增加，2 分鐘至 4 分鐘的旅次減少。因為賽道封路使民眾改變其行車路線，而增加部分民眾的旅行時間，但賽事日本島的平均旅行

時間與平日並無太大差別，平均旅行時間約為 4.5 分鐘；而離島部分因為較遠離賽道，故幾乎不受賽事影響，平均旅行時間約為 4 分鐘；最後，跨區旅次，於賽事日的平均旅行時間增加許多，從平日的 13.5 分鐘增加至 15.1 分鐘。因此可知，賽事日對於本島旅次與跨區旅次影響較為明顯，離島旅次的影響較不明顯。

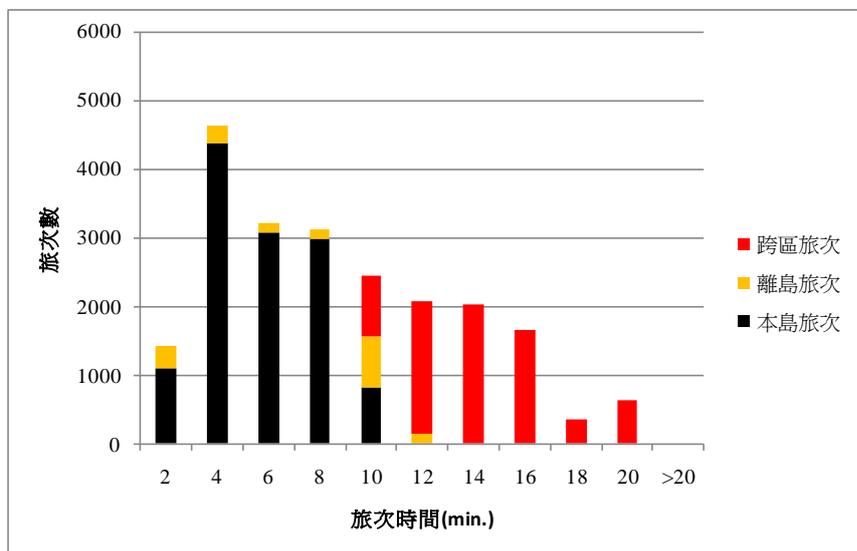


圖 5.7 小客車旅次長度分佈(平日)

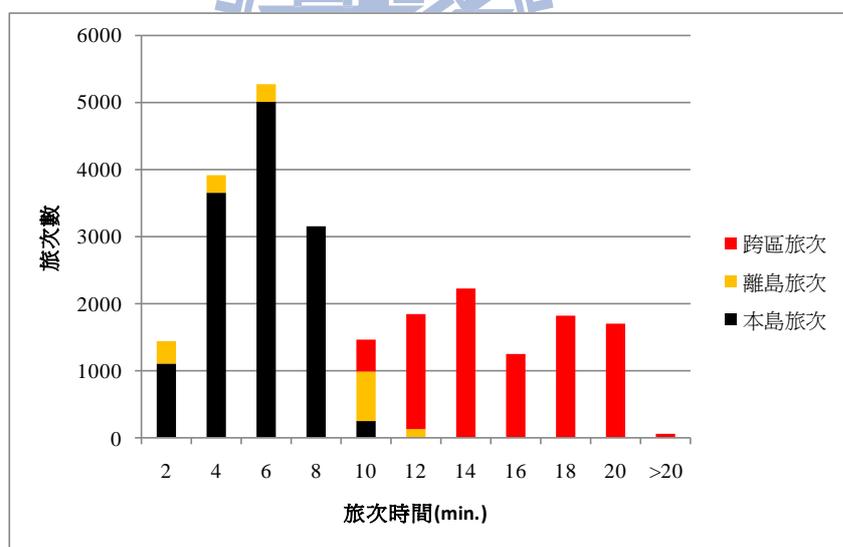


圖 5.8 小客車旅次長度分佈(賽事日)

圖 5.7 與圖 5.8 分別為本研究平日推估後與賽事日推估後的小客車旅次長度分佈情況，本島部分於 4 分鐘至 6 分鐘的間隔變化較為明顯，從平日約 3,000 的旅次數增加至 5,000 旅次數，但整體本島旅次的旅行時間只從 4.4 分鐘增加至 4.6 分鐘，可能因為本島行駛距離較短，居民離工作地點亦較近，即使賽事舉辦，可能只有途中經過的部分路段有塞車，所以旅行時間增加幅度不大。而離島旅次因離活動舉辦地點較遠，影響較小，平均旅行時間為 6 分鐘。最後，跨區旅次，因為賽事舉辦，路段車流量增加，且於友誼

大橋連接本島的部分路段封閉兩個車道為賽道，而影響小客車之旅行時間，從平日路網的 13.2 分鐘增加至 14.4 分鐘，影響較為明顯。

從上述各旅次之平均旅行時間可知，於早上尖峰時，賽事對於民眾影響較小，在加上澳門土地面積較小，旅行距離較短，即使封閉道路旅行時間增加幅度不大。因此，本研究將透過其速度來分析賽事對居民之影響程度，如表 5.4 所示：

表 5.4 小客車各旅次於平日與賽事日之平均旅行時間與平均行駛速度比較

	平均旅行時間(分鐘)		平均行駛速度(公里/小時)	
	平日	賽事日	平日	賽事日
本島旅次	4.4	4.6	28.8	26.0
跨區旅次	13.2	14.4	38.9	35.8
離島旅次	5.8	6.0	28.7	28.0

從表可看出，所有旅次均受賽事影響旅行時間增加，平均行駛速度而減少，本島旅次與跨區旅次最為明顯。跨區旅次則因需行經大橋，行駛速度較快，故平均行駛速度均較其他兩個旅次來得快。

5.4 小結

本章節透過平日推估而得的矩陣與賽事日的觀測路段反推賽事日的起迄矩陣，並比較使用平日推估後矩陣與平日歷史矩陣於賽事路網中的結果差異，結果顯示，平日推估後的矩陣明顯較歷史矩陣來的貼近實際的旅次狀況，亦代表平日推估後的矩陣於賽事路網仍比平日歷史矩陣來得好。

由於本章節之路網為賽事日路網，欲了解澳門格蘭披治大賽車對澳門居民交通之影響，可透過平均旅行時間與平均行駛速度來觀察其影響程度，而從結果可看出，賽事日期間，小客車於本島與跨區旅次的平均旅行時間增加，平均行駛速度亦隨之下降，離島旅次則是因距離活動舉辦地點較遠，幾乎不受賽事之影響。

六、結論與建議

6.1 結論

起迄矩陣為運輸規劃模型中相當重要的輸入值，一般需要透過大規模的家戶調查所取得，但需耗費大量的人力與成本。本研究使用路段觀測流量反向推估實際的起迄矩陣，並分析澳門地區的實際路網和多車種的矩陣指派模式。另外，本研究嘗試四種推估方式(同步校估總流量、同步校估小客車與機車、先校估小客車流量後校估機車流量以及先校估機車流量後校估小客車流量)並比較結果上之差異，此四種推估方式於推估後的結果均較推估前的結果佳，但以同時校估兩車種流量的方式較為符合實際的平日路網，且許多研究皆使用此方式進行起迄矩陣推估。故在推估賽事日的起迄矩陣時，本研究採用同步校估兩車種流量的方式進行推估。而於平日路網的結果顯示，經推估後模型路段總流量與觀測總流量的差異之 RRMSE 值由 50.8% 下降至 30.9%，機車由 56.8% 下降至 38.4%，小客車則由 62.6% 下降至 34.4%。

本研究亦以澳門格蘭披治大賽車為例，分析起迄矩陣推估是否能適用在大型事件的交通模型預測。本研究方法只需要在賽事期間調查少量路段的交通量數據，如搭配原始歷史矩陣做推估，總流量之 RRMSE 值可由 55.0% 下降至 27.2%，機車可由 60.5% 下降至 40.2%，小客車由 64.7% 下降至 25.6%；若搭配平日的推估起迄矩陣作為歷史矩陣，總流量之 RRMSE 值由 44.7% 下降至推估後的 25.6%，機車可由 56.0% 下降至 38.6%，小客車則由 45.8% 下降至 24.3%。結果有小幅改善，代表經過兩層的起迄矩陣推估後，更貼近實際的交通狀況。整體結果顯示，模式能有效推測大型事件期間的本地居民的旅運起迄需求變化及整體路網車流狀況的改變。

6.2 建議

1. 由於本研究僅考慮機車與小客車兩車種，未考慮居民可能因交通管制措施而改變其運具至如公車或步行等其他出行方式，建議後續可把當天公車載客量等數據同時作檢核，比對城市中的旅次總量有否增減。
2. TFlowFuzzy 在進行起迄矩陣推估時，不只可透過路段觀測流量進行推估起迄矩陣，亦可同時加入路口轉向流量的屬性來取得更精確的推估結果，所以，若是於調查時能收集到完整的轉向流量，即可克服交通指派無考慮轉向限制的缺點，推估出來的矩陣將更符合實際的交通狀況。
3. 本研究進行推估的時段為平日與賽事日的上午尖峰，雖然賽事舉辦對下午尖峰較為嚴重，但是由於賽道開門解封時間不固定，賽事會有所延誤，以至於調查時間難以

掌握，而容易造成賽道閉門與一般路段的調查時間不同步，使得同一時段調查的筆數降低，進而影響推估之結果。所以，若要真正了解下午尖峰賽事的影響程度，在成本允許下，應拉長調查時間，以收集到更完整的流量資料。



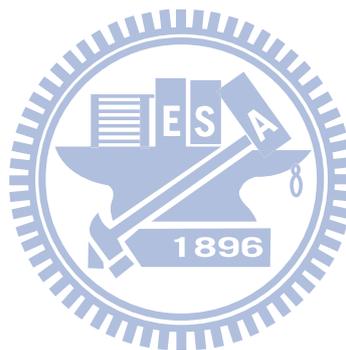
參考文獻

1. 王中允、吳宗昫 (2008),「大型事件疏散路網設計模型之研究」, 中華民國運輸學會 97 年年會暨學術論文國際研討會論文集, 1649-1670, 民國 97 年 12 月。
2. 蕭淑芸(1999),「路段流量推估起迄旅次矩陣—雙層規劃模型之應用」, 國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
3. 林從遠(1992),「由路段流量推估起迄矩陣之啟發式演算法」, 國立台灣大學土木工程研究所碩士論文。
4. 林志豪(2006),「具時間向度之修正管流類推法應用於起迄推估模式之建立-以高速公路為例」, 私立中原大學土木工程研究所碩士論文。
5. 廖珉鋒(2000),「動態起迄旅次矩陣推估模型之研究」, 國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
6. 胡守任(2001),「智慧型運輸系統基礎理論系列研究(一)—濾波理論應用於流量倒推旅次起迄量及車流密度之推估」, 交通部運輸研究所。
7. 張琪玉(2007),「一般路網下之動態旅次起迄推估與預測之研究」, 國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
8. 卓訓榮、吳育婷、林國顯、楊幼文、楊金華(2007),「靜態旅行時間路段成本函數 BPR 之校估及應用」, 運輸學刊, **19(1)**, 1-24。
9. 馬廣英、李平、聞育、杜學豔、于凱(2006),「基於極大熵模型的交通出行矩陣解法研究」, 中國浙江大學學報, **40(10)**, 1778-1782。
10. 張國強、晏克非、崔敘(2003),「基於 VISUM 模擬軟體的 O—D 矩陣反推技術」, 中國公路學報, **16(4)**, 63-66。
11. 澳大創科有限公司(2009a),「澳門交通出行調查」, 技術報告。
12. 澳大創科有限公司(2009b),「澳門路網分析之研究」, 技術報告。。
13. 澳門格蘭披治大賽車官方網站, <http://www.macau.grandprix.gov.mo/>。
14. 澳門特別行政區政府旅遊局, <http://www.macautourism.gov.mo/cn/>。
15. 上海市世界博覽會官方網站, <http://www.expo2010.cn/>。
16. 維基百科-澳門格蘭披治大賽車, <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/澳門格蘭披治大賽車>。

17. Abdulaal, M. and Leblanc, L.J. (1979) Continuous equilibrium network design models. *Transportation Research Part B*, **13**, 19-32.
18. Bell, M.G.H. (1983) The estimation of an origin-destination matrix from traffic counts. *Transportation Science*, **17**, 198-217.
19. Cascetta, E. (1984) Estimation of trip matrices from traffic counts and survey data: a generalized least squares estimator. *Transportation Research Part B*, **18**, 289-299.
20. Dunn, W. (2007) *Managing Travel for Planned Special Events Handbook: Executive Summary*, FHWA.
21. Friedrich, M., Mott, P., Nökel, K. (2000) Keeping Passenger Surveys up-to-date – A Fuzzy Approach. *Transportation Research Records*, No. 1735, 35-42.
22. Gao, Ziyou, Wu, Jianjun, Sun, Huijun (2005) Solution algorithm for the bilevel discrete network design problem. *Transportation Research Part B*, **39**, 479-495.
23. Leblanc, L.J. (1975) An algorithm for the discrete network design problem. *Transportation Science*, **9**, 183-199.
24. PTV (2009) *VISUM*, PTV software, <http://www.ptvag.com/> °
25. Sheffi, Y. (1985) *Urban transportation Network: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods*, Prentice-Hall, Inc.
26. Tobin, R.L. and Friez, T.L. (1988) Sensitivity analysis for equilibrium network flow. *Transportation Science*, **22(4)**, 242-250.
27. Van Zuylen, H.J. and Willumsen, L.G. (1980) The most likely trip matrix estimated from traffic counts. *Transportation Research Part B*, **14**, 281-293.
28. Yang, H. (1995) Heuristic algorithms for the bilevel origin-destination matrix estimation problem. *Transportation Research Part B*, **29**, 231-242.
29. Yang, H., Sasaki, T., Iida, Y. and Asakura, Y. (1992) Estimation of origin-destination matrices from link traffic counts on congested networks. *Transportation Research Part B*, **26**, 417-434.
30. Wardrop, J. G. (1952) Some theoretical aspects of road traffic research. *Proceedings of the Institute of Civil Engineers Part II*, 325-378.
31. Willumsen L.G. (1978) Estimation of an O-D Matrix from Traffic Count: A Review. *Institute for Transport Studies*, Leeds University.
32. Wong K.I., Wong S.C., Tong C.O., Lam W.H.K., Lo H.K., Yang H. and Lo H.P. (2005)

Estimation of origin-destination matrices for a multimodal public transit network.
Journal of Advanced Transportation, **39(2)**, 139-168.

33. Wong S.C., Tong C.O., Wong K.I., Lam W.H.K., Lo H.K., Yang H. and Lo H.P. (2005)
Estimation of multiclass origin-destination matrices from traffic counts. *Journal of Urban Planning and Development - ASCE*, **131**, 19-29.



附錄

附表 1 澳門本島平日號誌路口調查點

No.	路口名	No.	路口名
1	般皇子大馬路 - 南灣大馬路	15	黑沙環新街 - 馬場東大馬路
2	約翰四世大馬路 - 南灣大馬路	16	勞動節大馬路 - 馬場東大馬路
3	約翰四世大馬路 - 般皇子大馬路	17	東北大馬路 - 勞動節大馬路
4	宋玉生廣場 A - 孫逸仙馬路(南下)	18	友誼圓形地
5	宋玉生廣場 B - 孫逸仙大馬路(北上)	19	慕拉士大馬路 - 俾利喇街
6	新馬路 - 火船頭街	20	慕拉士大馬路 - 黑沙環馬路
7	沙梨頭海邊街 - 林茂巷	21	黑沙環馬路 - 拱形大馬路
8	荷蘭園大馬路 - 高士德大馬路	22	長壽大馬路 - 市場街
9	荷蘭園大馬路 - 美副將大馬路	23	永定街 - 馬場大馬路
10	士多烏拜斯大馬路-美副將大馬路	24	高士德大馬路-士多烏拜斯大馬路
11	罈些喇提督大馬路 - 高士德大馬路	25	西墳馬路 - 荷蘭園大馬路
12	罈些喇提督大馬路 - 美副將大馬路	26	黑沙環馬路 - 俾利喇街
13	慕拉士大馬路 - 東北大馬路	27	士多烏拜斯大馬路 - 二龍喉街
14	慕拉士大馬路-高利亞海軍上將大馬路	28	黑沙環新街 - 東北大馬路

附表 2 澳門本島平日無號誌路口調查點

No.	路口名	No.	路口名
A	青洲大馬路 - 何賢爵士大馬路	F	渡船街 - 鏡湖馬路
B	美副將大馬路 - 俾利喇街	G	羅利老馬路 - 俾利喇街
C	高士德大馬路 - 俾利喇街	H	馬交石砲台馬路 - 漁翁街
D	鏡湖馬路 - 連勝街	I	白朗古將軍大馬路-青洲大馬路
E	巴素打爾古街 - 沙欄仔街		

附表 3 平日路段調查點

No.	路段名	No.	路段名
1	羅理基博士大馬路	13	美副將馬路
2	巴坡沙大馬路	14	高勵雅馬路
3	友誼大馬路	15	北安大馬路
4	松山隧道	16	偉龍馬路
5	關閘馬路	17	基馬拉斯大馬路
6	海洋大馬路	18	嘉樂庇總督馬路
7	海洋花園大馬路	19	氹仔東北馬路
8	東亞運大馬路	20	孫逸仙博士大馬路
9	柯維納馬路	21	史伯泰海軍將軍大馬路
10	運動場道	22	廣東大馬路
11	望德聖母灣大馬路	23	路氹連貫公路
12	奧林匹克大馬路	24	蓮花海濱大馬路

附表 4 賽事日調查點選取表

編號	調查點	道路類型
1	賈羅布大馬路近上海四五六菜館	路段
2	南灣大馬路近加思欄馬路	路段
3	亞馬喇前地-友誼大馬路(橋旁)	路段
4	白頭馬路-得勝斜路	路口
5	摩囉園街近好奇花園	路段
6	馬交石砲台近 CEM 大樓	路段
7	俾利喇街	路段
8	宋玉生廣場-孫逸仙大馬路	路口
9	羅理基博士大馬路(近理工及培道)	路段
10	南灣大馬路-般皇子大馬路	路口
11	士多烏拜斯大馬路(塔石)	路段
12	水坑尾街(中國銀行)	路段
13	松山隧道	路段
14	雅廉訪馬路(幸運閣及中銀)	路段
15	士多烏拜斯大馬路-美副將大馬路	路口
16	慕拉士大馬路-東北大馬路	路口
17	黑沙環新街(近蔡高)	路段
18	友誼圓形地	路口
19	何鴻燊博士大馬路	路段
20	巴坡沙大馬路	路段
21	關閘馬路	路段
22	高士德大馬路-罈些喇提督大馬路	路口
23	新馬路-火船頭街	路口

簡歷



姓名：余修安

生日：民國 74 年 11 月 21 日

住址：雲林縣西螺鎮民族街 6 巷 10 號

電話：(05)5861545

E-mail：sidney.tem97g@nctu.edu.tw

學歷：

民國 99 年 6 月 國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班畢業

民國 97 年 6 月 逢甲大學交通工程與管理學系畢業

民國 93 年 6 月 國立斗六高級中學畢業

