

# 國立交通大學

## 交通運輸研究所

### 碩士論文

都市貨運駕駛油耗特性與影響因素分析

Investigating the Characteristics and Influential Factors of Fuel

Consumption in Urban Freight Transportation

研究生：沈敬莘

指導教授：汪進財 教授

鍾易詩 教授

中華民國一〇二年六月

都市貨運駕駛油耗特性與影響因素分析

Investigating the Characteristics and Influential Factors of Fuel  
Consumption in Urban Freight Transportation

研究生：沈敬莘

Student: Ching-Hsin Shen

指導教授：汪進財

Advisor: Jinn-Tsai Wong

鍾易詩

Yi-Shih Chung

國立交通大學

交通運輸研究所碩士班

碩士論文

A Thesis

Submitted to Institute of Traffic and Transportation

College of Management

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master in

Traffic and Transportation

June 2013

Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國一〇二年六月

# 都市貨運駕駛油耗特性與影響因素分析

研究生：沈敬莘

指導教授：汪進財 教授

鍾易詩 教授

國立交通大學交通運輸研究所碩士班

## 摘要

關於都市貨物運輸駕駛油耗特性與影響因素的探討，在目前研究中是較少被提及的領域，多數研究以自小客車與公車為主，然隨著經濟與都市貨運的蓬勃發展，行駛里程與車輛數並不容小覷，而競爭激烈的各家業者也需要對於油耗量有效的控管，本研究選定一間都市貨運業者，針對其快捷件的服務型態進行資料蒐集，透過訪談、OBD II 行車數據及行車紀錄器畫面，分析三種都市內操作型態的路線、駕駛行為、營運型態等等，並以 OBD II 進行行車數據的蒐集，建構一以速度為基礎的油耗模式，並假設數組情境，討論模式的實用性及適用性，提供貨運業者與駕駛能夠針對不同的行車環境與路線規劃，透過油耗模式調整駕駛行為，減少油耗，達到節能減碳的目的。

關鍵詞：都市貨物運輸、駕駛型態、油耗模式

# **Investigating the Characteristics and Influential Factors of Fuel Consumption in Urban Freight Transportation**

Student: Ching-Hsin Shen

Advisor: Jinn-Tsai Wong

Yi-Shih Chung

**Institute of Traffic and Transportation**

**National Chiao Tung University**

## **Abstract**

The investigation of the characteristics and influential factors of fuel consumption in urban freight transportation field is rare. Most studies discussed about cars or buses. Within the development of economics and urban freight, the growth of freight vehicles and driving mileages should not be underestimated. Therefore, freight companies need an effective method to control the fuel consumption in the competitive market. This research selected an urban freight company, then focus on its three kinds of service patterns to collect the data. We analyze the routes, driving behavior, and operating characteristics of above three patterns through interviews, OBD II vehicle data and event data recorder. The data of OBD II is the major data for us to construct a speed-based fuel consumption model. Further, in order to know the practicality and applicability of this speed-based model, we propose some scenarios to discuss the different fuel consumption between them. By using this model, freight operators and drivers can easily adjust the driving behavior toward speed in different driving situations and routes to achieve the objective of cutting down the fuel consumption for energy saving and carbon reduction.

*Keyword: Urban freight Transportation, driving pattern, fuel consumption model*

## 誌謝

時光荏苒，兩年的研究生生涯即將畫上句點，歡笑與淚水澆灌的論文逐漸成長到撰寫致謝的時候，也代表將拋下稚嫩的學生身分走向人生的另一階段，人生行至於此，各階段都有幸獲得許多貴人指引，僅以此篇表達對各位最真誠的敬意與感謝。

兩年來，首要感謝我的指導教授汪進財老師，老師寬闊精闢的學術見解帶領學生跳脫既有的思考模式，能夠以更靈活、更深入準確的角度去看待與發現問題，對於論文的撰寫給我極大的發揮空間，而在面臨瓶頸與難關時卻又適時的提供強而有力的協助與關鍵的提點，在平日的生活，老師則像慈父般關切學生的生活情形，對於做人處事的道理與正面積極的人生觀，更是不吝分享與教導。接下來要感謝我的另一位指導教授鍾易詩老師，如果說撰寫論文的過程如同建造房子般，汪老師為學生畫下藍圖，建立起地基與梁柱，而鍾老師就是幫助學生以磚瓦使其更堅牢穩固，對於研究的架構方向與論述呈現方法都一一的指正，甚至如何有效率的處理資料與如何正確思考問題，也都不厭其煩耐心教導，人生何其有幸能夠同時獲得兩位學術涵養非凡的老師指導，只有滿滿的感謝。

另外，也要感謝所上各位老師兩年來的指導與論文研討課程對學生論文給予幫助，對於觀念、方法提出重要的建議；口試階段感謝吳健生教授、葉文健教授於百忙中撥冗仔細審閱學生論文，兩位口試委員針對論文細節的處理與邏輯架構的建立，都鼓勵學生能夠有更進一步的改進與修正，讓論文更加完整健全。

感謝邱孟佑教授提供設備測試安裝的諮詢與建議、郵政公司的鍾甯學姊與游行增稽查提供行政上的聯繫與車輛人力的調度，讓學生能夠順利蒐集資料；還要感謝所上四位行政專員如家人般的幫忙與照顧，讓我能專心於學業及論文寫作。謝謝士軒學長不只論文在平日的課業也時常給予幫助，文伶學姐、佳億學長與佩君的鼓勵支持，當然還有同屬汪家的夥伴：涵恩、弼元、憲天、群彥與穩立學弟，我們一起努力、互相扶持的情感，將永遠珍惜。

佔去生活大半時間的研究室裡，謝謝紹谷每日提供的點心與毆打用兔玩偶，提供焦躁不安、歇斯底里的研究生莫大的物質與心靈慰藉；謝謝榕芳、育瑄在我面臨瓶頸時聽我牢騷抱怨；謝謝得政、思遠與晟安總是願意撥時間聽我論述問題並提供建議；當然還有一同在研究室打拼的怡心、修豪、怡儒、鈺嫻、雨蒼、映

如、佺璟、冠宇、維德等夥伴，有你們共同參與的碩士生活，精彩的令人留戀難忘。還有宜穎、沛婕和品竹，雖然我們分屬不同系所，很感謝妳們這兩年仍舊保持聯繫，一同出遊與餐聚，一同分享彼此生活的歡笑與淚水，兩年的生活有妳們而更加充實完美。

最後，要感謝我的父母與家人，對於我無限的包容與支持，人生的道路上總是做我最強而有力的後盾與支柱，曾經的苦痛與煎熬，現在看來反而有種輕快的坦然，願在未來的日子裡，能無愧於你們，帶給你們更多的驕傲。

敬莘 謹致於  
國立交通大學交通運輸研究所  
中華民國一〇二年六月



## 目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	v
表目錄.....	viii
圖目錄.....	ix
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究架構.....	4
1.4 研究範圍.....	6
1.5 研究流程.....	6
第二章 文獻回顧.....	8
2.1 車輛與油耗.....	8
2.2 駕駛型態與油耗.....	9
2.3 環境與油耗.....	12
2.4 文獻評析.....	14
第三章 實驗設備與設計.....	18
3.1 實驗設備與簡介.....	18
3.1.1 OBD II 簡介.....	18
3.1.2 行車紀錄器.....	19
3.1.3 設備裝設.....	20
3.2 實驗設計.....	21
3.2.1 營運型態選擇.....	21
3.2.2 駕駛人與車輛.....	23

3.2.3 實驗操作流程 .....	25
3.3 資料項目與初步處理 .....	26
第四章 貨運特性與環境 .....	27
4.1 區域投遞 .....	27
4.1.1 操作特性 .....	27
4.1.2 路線型態 .....	28
4.2 支局收攬 .....	34
4.2.1 操作特性 .....	34
4.2.2 路線型態 .....	34
4.3 契戶收回 .....	35
4.3.1 操作特性 .....	35
4.3.2 路線型態 .....	36
4.4 小結 .....	45
第五章 駕駛週期特性 .....	46
5.1 變數選擇 .....	46
5.2 駕駛週期 .....	46
5.3 貨運與駕駛週期 .....	48
5.3.1 投遞型態週期特性 .....	48
5.3.2 支局型態週期特性 .....	49
5.3.3 契約型態週期特性 .....	52
第六章 模式與情境分析 .....	55
6.1 油耗模式建立 .....	55
6.2 模式情境應用 .....	62
6.2.1 操作型態情境 .....	62
6.2.2 路線調整情境 .....	64
6.2.3 行車環境情境 .....	65
第七章 結論與建議 .....	67

7.1 結論.....	67
7.2 建議.....	68
參考文獻.....	69



## 表目錄

表 1 各別文獻使用車輛車型.....	15
表 2 車輛特性.....	15
表 3 環境因素.....	16
表 4 駕駛型態因子.....	17
表 5 台北責任中心局十年國內包裹與快捷件之收投件數.....	22
表 6 實驗車輛引擎規格表.....	24
表 7 駕駛人與實驗車輛基本資料.....	24
表 8 投遞作業時間與各類週期數量總計.....	49
表 9 支局作業時間與各類週期數量總計.....	50
表 10 契約客戶作業時間與各類週期數量總計.....	53
表 11 三型態合併之油耗模式.....	56
表 12 加入類別變數之油耗模式.....	57
表 13 加速段之平均加速度 Anova 分析.....	58
表 14 各速度區間節氣門位置與節氣門位置標準差.....	60



## 圖目錄

圖 1 民國 90-100 年台灣地區貨運與公路客運每年累積行駛里程數.....	2
圖 2 研究架構圖.....	5
圖 3 研究流程圖.....	7
圖 4 車用電腦控制機制.....	18
圖 5 OBD II 車上安裝示意.....	19
圖 6 行車紀錄器.....	20
圖 7 OBD II 資訊接收示意圖.....	21
圖 8 行車紀錄器安裝示意圖.....	21
圖 9 中心局都市區域貨物流向圖.....	23
圖 10 資料蒐集流程圖.....	25
圖 11 CVS 原始資料檔節錄.....	26
圖 12 松山區投遞型態出發與回程段路線.....	29
圖 13 1/25 第一趟出車松山投遞區路線與臨停點位置圖.....	30
圖 14 1/25 第二趟出車松山投遞區路線與臨停點位置圖.....	31
圖 15 2/1 第一趟出車松山投遞區路線與臨停點位置圖.....	32
圖 16 2/1 第二趟出車松山投遞區路線與臨停點位置.....	33
圖 17 2/27 與 3/1 支局收攬路線與臨停點.....	35
圖 18 3/12 契約客戶第一趟行駛路線與收攬停等點(1).....	37
圖 19 3/12 契約客戶第一趟行駛路線與收攬停等點(2).....	38
圖 20 3/12 契約客戶第二趟行駛路線與收攬停等點(1).....	39
圖 21 3/12 契約客戶第趟二行駛路線與收攬停等點(2).....	40
圖 22 3/13 契約客戶第一趟行駛路線與收攬停等點(1).....	41
圖 23 3/13 契約客戶第一趟行駛路線與收攬停等點(2).....	42
圖 24 3/13 契約客戶第二趟行駛路線與收攬停等點(1).....	43
圖 25 3/13 契約客戶第二趟行駛路線與收攬停等點(2).....	44
圖 26 不同速度斷面比較圖.....	47
圖 27 三階段速度切割示意圖.....	47
圖 28 三階段速度切割示意圖.....	48
圖 29 1/25 兩趟出車週期平均速度變化.....	49
圖 30 3/1 四趟出車週期平均速度變化.....	51
圖 31 支局收攬時間-速度變化圖(1).....	52
圖 32 支局收攬時間-速度變化圖(2).....	52
圖 33 契約客戶時間-速度變化圖(1).....	53
圖 34 契約客戶時間-速度變化圖(2).....	54
圖 35 契約客戶時間-速度變化圖(3).....	54
圖 36 3/13 兩趟出車 cycle 平均速度變化.....	54

圖 37 操作型態情境假設速度分配型態.....	63
圖 38 操作型態情境假設示意圖.....	63
圖 39 路線調整第一種情境假設示意圖.....	64
圖 40 路線調整第二種情境假設示意圖.....	65
圖 41 行車環境情境假設速度分配圖.....	66
圖 42 行車環境情境假設示意圖.....	66



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

近年來隨著都市地區人口成長與經濟發展帶動了世界各地都市貨物運輸蓬勃發展，貨物商品與商業文件傳遞的市場需求急速增加 (Cherrett, T., 2012)，加上科技快速發展與網路使用興盛，人類的生活與消費型態也開始逐漸改變，透過網路和各種媒體，人們可以輕易獲得各種商品與服務資訊，並直接透過該媒介直接訂購商品或服務，不需要進入實體商店，民眾可以直接指定商品種類、送達時間與地點，強調個人化的服務與便利性，加上相關電子商務系統的開發與成長，更是大幅度提升都市地區貨運配送的需求，也吸引越來越多業者投入市場與競爭。

面對眾多的同業競爭，都市貨運業者為提高自身營運效率或擴大公司規模，越來越多的營業所與收貨點設立，對人力與資產的投資也不遺餘力，車輛的購買與訓練專業的配送員目的在於強化公司的運輸配送能力，然而這些大量的營運車輛產生的油耗勢必增加公司的成本支出，因此如何有效減少燃油量以達到營利的最大化和全球普遍節能環保意識影響下，確實是一門重要的課題。

為了改善各種車輛油耗狀況，各方學者不斷從各種層面去發展方法與技術以達到降低油耗的目的，從車輛硬體觀點，工程師傾向設計更輕、更流線型的車輛來降低空氣阻力、輪胎設計上降低轉動阻力，或是改變提供車輛動力方式，嘗試以油電混合等方式來提升能源使用的效率；而內部機械等設備則透過改善燃油技術、增強能源轉換效率以減少運轉過程無謂的消耗；而在車上輔助設備，則以提供導航縮短路程降低油耗量、以即時或是歷史旅行資料回饋機制來得到最適路徑減少無謂的路程，而在貨運等營業型車隊的研究中，常以最佳路徑規劃方式、使用燃油效率好的車輛或是導入車隊管理策略來改善油耗程度 (黃怡碩，民 98)。

在實際道路駕駛的情況下，駕駛型態與駕駛環境其實對於車輛的油耗有著直接的影響，但此類研究多針對大型客運車輛或小汽車，若要研究貨運車輛必須有機會與貨運相關業者接觸才能完整地瞭解其運作的方式並進行相關的研究，因此過去的研究中提到，都市地區貨運車輛的旅運特點和操作情況對於油耗的影響一直是一個較被忽視的課題，相關的數據與分析一直相當缺乏 (Protopapas, 2005)。貨運業依照經營型態不同所表現出的旅運特性和使用的車輛類型也大相逕庭，如：

原物料運送、產品運輸、港口與工廠進出口運送、包裹配送、文件快遞等等，因駕駛會有臨時停車簽收單據、卸貨區等候迴轉、或是在固定地區裝卸貨等作業時段都不可避免導致怠速或其他特殊駕駛行為發生。貨物的運輸方式在都市區域裡面相較於公路客運，雖然大部分使用的車輛車型不大，但是大量的車輛數和密集的配送行為會造成產生不少的油耗量，確實是相當值得研究的議題 (Gaines, 2006)。圖 1 為民國 90-100 年台灣地區貨運與公路客運每年累積行駛里程數，可以看出貨運里程數是遠大於公路客運，表示其油耗量也是相當可觀。

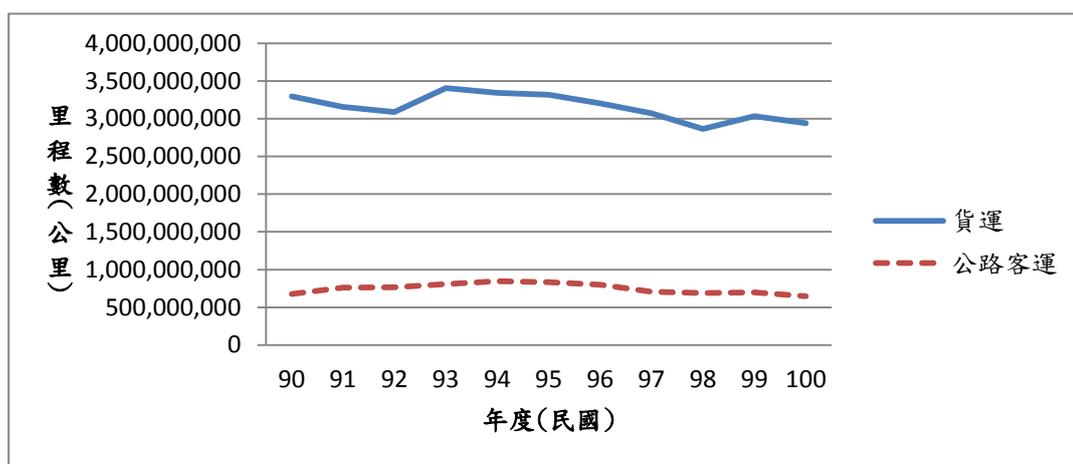


圖 1 民國 90-100 年台灣地區貨運與公路客運每年累積行駛里程數

資料來源：交通部 100 年交通統計年報

目前關於駕駛油耗特性的研究在都市貨運領域部分探究較少，貨運車輛在密集的都市街道裡行駛受制於外在環境強烈的影響，也受制於貨物點需求、公司政策與法規限制下，都市貨運駕駛行為與一般小客車或公車的駕駛特性必定有所不同。本研究希望充分了解都市貨運車輛駕駛環境特性與操作特性對於油耗的影響，並透過適當的駕駛型態因子建構出都市貨運的油耗模式，能為貨運公司未來對駕駛教育訓練或行車環境的規劃評估提供參考。

## 1.2 研究目的

燃油消耗對於貨運業者是相當大的支出部分，常見以最佳化的方式來規劃車輛的行駛路徑，直接減少不必要之行駛里程，然多數在都市區域內進行收件或投遞的貨運業者，在可能面臨收件者時間不能配合等情形下，為配合這些狀況還有隨時注意道路與行車環境，造成駕駛員在送貨時需要調整規劃行駛路徑，或許在固定路線貨運或是貨運營業所之間的集散貨物型態上，使用路線最佳化策略會較為適合，但在複雜的都市區域內配送貨物則需要對其特殊行駛環境、操作特性及駕駛型態有更深入的了解，才能對油耗型態有更完整地掌握並加以改善。

因此本研究目的有：

1. 歸納出都市貨運行為有關的外在環境特徵、操作特性，並訂定適合衡量油耗的駕駛型態因子
2. 透過實測收集資料建構駕駛型態因子與油耗之間的相互關係
3. 參考實際貨運操作情形，建構數個情境比較油耗差異，以油耗模式為基礎提出改善都市貨運油耗的相關策略。



### 1.3 研究架構

駕駛人特性與駕駛行為的關係，會受到公司文化與訓練、行車環境以及車輛狀況等因素的調節，行車環境包括道路環境、車流環境以及天候環境等，不良的道路設計與維護，容易增加車輛能耗，而不同的天候環境也會對駕車行為產生不同的影響，例如下雨天造成路面溼滑、摩擦力降低，在車輛狀況方面，車輛的性能、設備、載重以及維護都會影響到車輛的操控及能耗狀況。本研究將透過實際資料的蒐集，討論都市貨運駕駛特性與油耗間的關係，研究架構如圖 2 所示，主要分為三部分：

#### 1. 資料蒐集

透過實際資料蒐集，整理出各種影響駕駛油耗特性的因素，如：行車環境、駕駛人特性、貨運需求與操作型態、車輛基本資料等，討論其對於駕駛行為的影響。

#### 2. 油耗分析

由實測 OBD II 數據做為行車型態的表現，並建構一油耗模式。

#### 3. 油耗模式應用

利用油耗模建立結果，假設述個情境進行模式的應用，討論其管理上的使用與適用性。

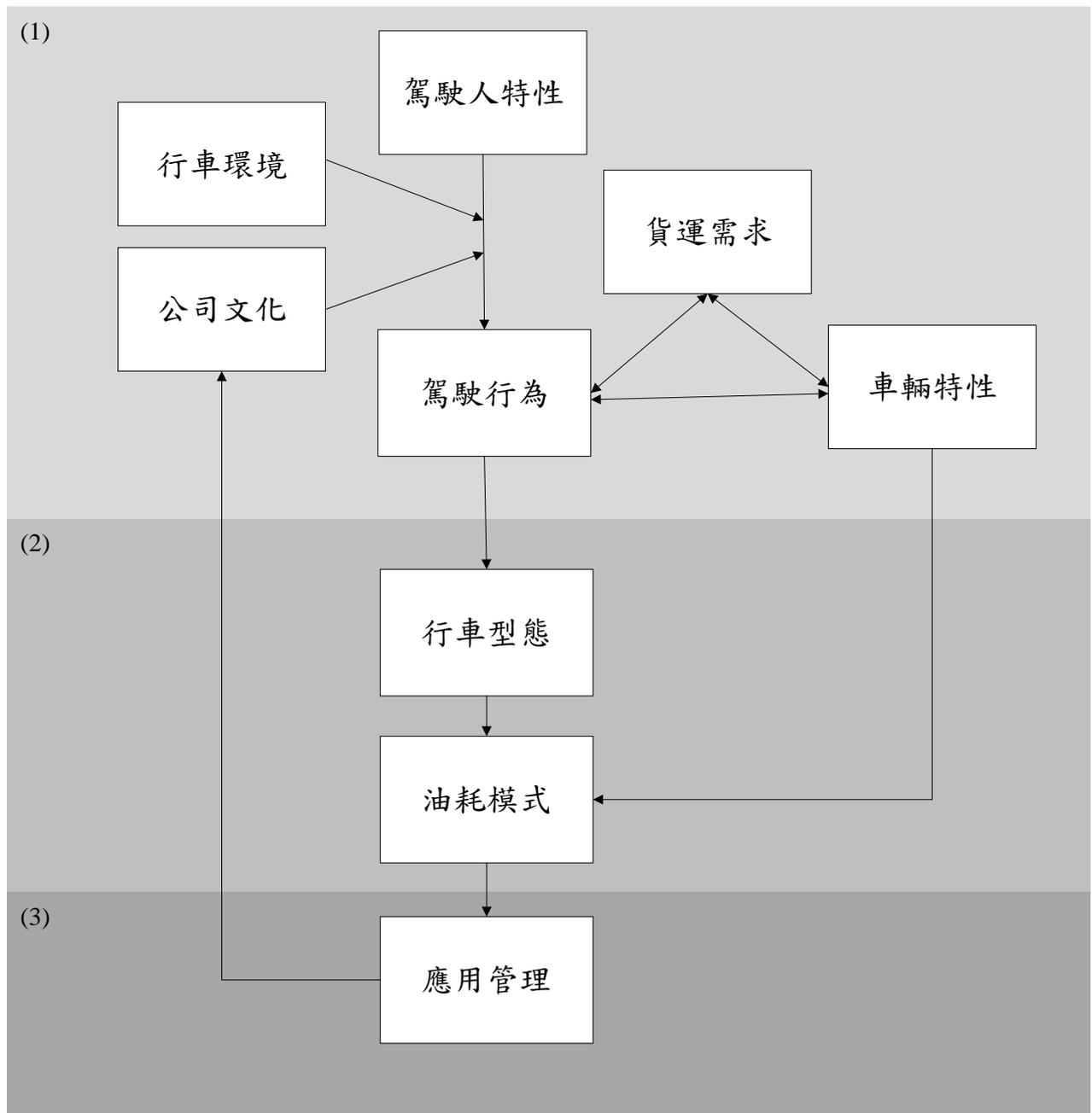


圖 2 研究架構圖

## 1.4 研究範圍

本研究根據上章節建構之研究架構進行，主要進行貨運操作型態、駕駛行為、行車型態的討論，建構相關油耗模式並建構相關應用情境，對於環境的討論則僅有氣候部分，車輛與駕駛人特性在本研究中將控制其變異，將車輛與駕駛人特性差異透過實驗設計降低其影響力與誤差。

## 1.5 研究流程

本研究之研究流程如圖 3 所示，共分為六大步驟：

### 1. 研究目的與範圍界定

以都市貨運駕駛為本研究油耗的研究主軸，探討各種外部環境、都市貨運操作型態、駕駛者以及車輛等因素，找出適當的駕駛模式因子，討論其影響油耗的程度。

### 2. 文獻回顧

針對影響可能影響油耗的各類因素做文獻回顧，最後討論各研究中模式的建立方式與變數的選擇，提供本研究在建構都市貨運駕駛油耗分析時的參考準則。

### 3. 資料蒐集

透過 OBD II 設備與行車紀錄器裝設，並設計相關實驗流程，實際量測貨運車輛於實際配送工作環境下相關行車數據、油耗量以及環境與事件記錄，並安排與業者訪談，了解該貨運業者操作特性與相關背景知識。

### 4. 資料處理與分析

收取行車數據、行車畫面以及面談之相關資料，進行資料初步的統整與處理。

### 5. 油耗模式的建構與應用

透過資料與貨運特性找出重要影響都市油耗的因子，建構一油耗模式，並假設數個情境來表述模式之適用性與實用性。

### 6. 結論與建議

針對本研究所得之研究結果做一總結論述，並對於後續值得研究之相關議題提出建議。

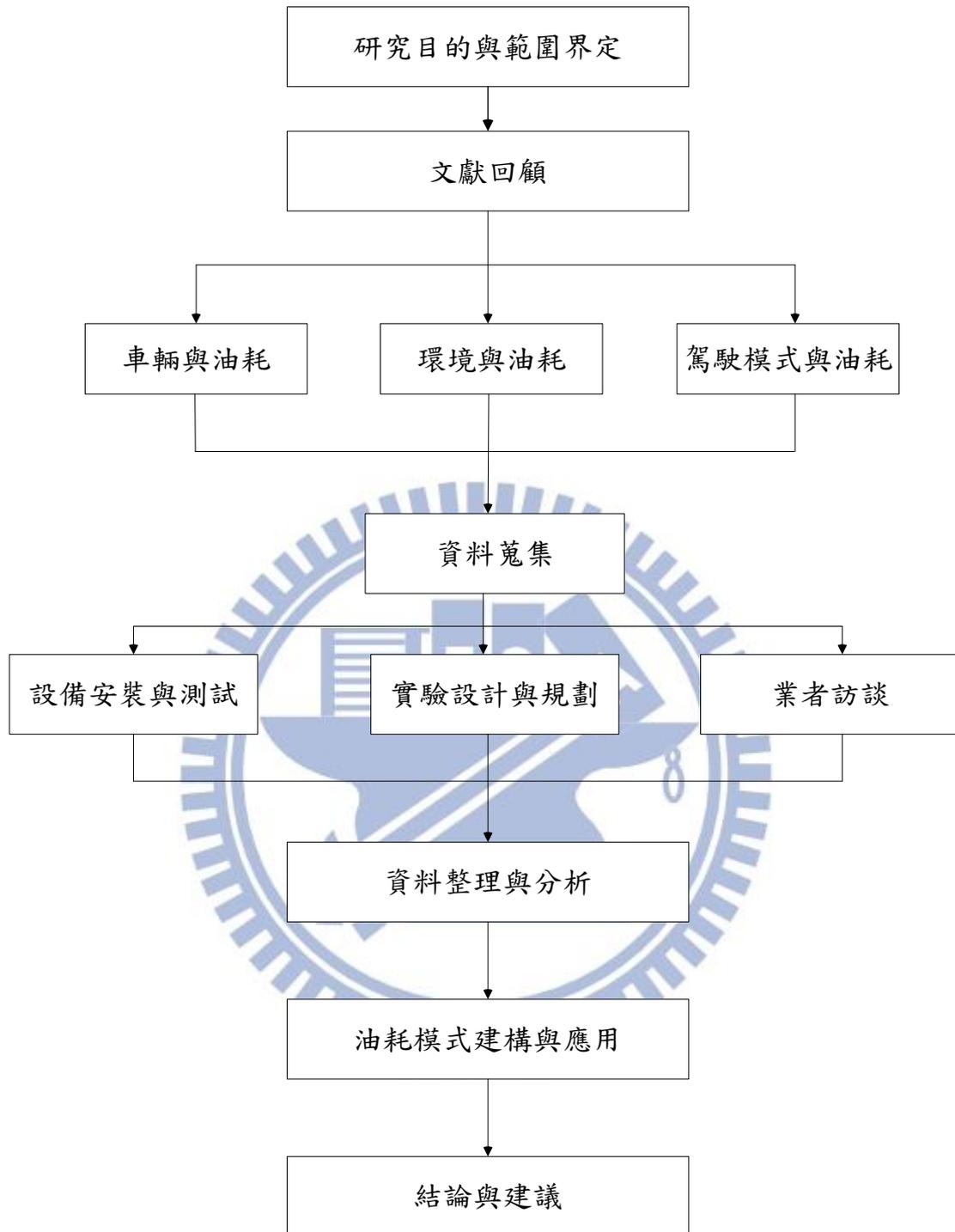


圖 3 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

車輛燃油之消耗主要經由燃油系統通至引擎汽缸內與空氣混和燃燒後，產生動力推動機械內各傳動部份來克服滾動阻力、風阻力、機械內的慣性力與爬坡阻力，在路上順利行駛。然車輛在路上行駛也會受其行駛的環境與操作環境影響，駕駛改變其駕駛型態影響其油耗程度，張慈芸 (2010) 曾利用決策實驗室分析法整合大客車污染排放及耗能之關鍵影響因素，大量引述各類文獻中使用的排放或耗能因子，提出人、車、路三個油耗影響構面的概念。因此本章將回顧車輛、駕駛行為與環境因素對油耗影響之相關文獻，最後總結各研究的結果，作為建構都市貨運油耗模式的參考。

### 2.1 車輛與油耗

Fwa and Ang (1992) 整理各研究中對同一基本平均速度油耗模型的校估結果發現，校估出來的參數值範圍相當大，是由於該模式只包含平均速度為模式的影響因子，而個別實驗中車輛設計、道路路網、路面條件、駕駛行為大不相同，模式無法準確表達出來，便直接反映在係數的數值範圍上，因此該研究以此基本平均速度油耗模型為基礎，加入各種車輛因素來拓展模式的應用，蒐集車輛資訊、油耗情況以及旅次的特性，加入引擎排氣量、車輛淨重、車齡、累積里程等等變數，通常排氣量與車輛淨重有一高度的相關性，過程中也討論變數對於模式的影響貢獻，在變數增減時會影響模式的解釋能力，最後也提及該模式由於是以平均速度為基準建構的模式，對於速度改變、道路幾何設計、道路鋪面等微觀等級情況較無法衡量。

Newman *et. al* (1989) 量測商用車輛與貨車車隊的油耗資料，以車輛排氣量、車重與平均速度作為油耗預測因子，分別建構一柴油貨車線性模型與一汽油貨車線性模型，汽油貨車模型可以解釋 86.3% 的變異，柴油貨車模型則可以解釋 77.4% 的變異。

Wang (2008) 主要應用車載排放量測系統 (Portable Emission Measurement System, PEMS) 量測 10 輛受測車輛於路徑油耗與污染物排放情形，討論駕駛模式對於各種車輛油耗的影響程度，建立一個以車輛牽引動力 (Vehicle Specific Power, VSP) 為基礎的油耗模型，VSP 代表以車重標準化計算的車輛牽引動力，

是以車速、加速度、車重和車輛道路行駛等相關阻力所建構之方程式，發現隨著行駛速度增加而油耗會顯著相關的提高，另外在車輛加速時油耗也會增加。

## 2.2 駕駛型態與油耗

Ericsson (2001) 以 Ericsson (2000) 研究中關於油耗與排放完整架構圖為基礎，選擇其中駕駛型態影響油耗這兩著關係的部分來做深入的討論，除了討論傳統影響油耗因子如：速度、加速度等駕駛型態外，還加上引擎轉速與換檔行為等，共 62 個可能影響油耗的參數項，其中 44 種與速度加速度等有關，18 種與引擎速度、檔位選擇相關，再利用因子分析法萃取出對油耗有顯著影響的 16 個指標。由於燃油消耗會因車輛電力需求、極端的加減速度進而影響燃料的使用與廢氣的排放，研究再使用迴歸分析找出這十六個指標對於油耗與排放廢氣的影響程度，其中車輛在時速 50-70 公里的範圍行駛、避免急踩油門或煞車等等，對減少油耗有顯著的幫助。

Lee et.al (2011) 的研究中使用第二代隨車診斷系統 (On-Board Diagnostics Phase 2, OBD II) 內建各種監控車輛行駛狀態的項目來當作車輛油耗預測模式建立的變數，OBD II 可監控的即時行車狀況項目多達 80 幾種，包括有行車速度、引擎轉速、冷卻水溫、電瓶電壓... 等等，研究提到過去研究車輛油耗模式多建立在各種行車型態上，但是這些模式以平均速度來處理資料，以總體的概念來呈現，模式相較下容易被過度簡化，或是遺漏了重要的影響變因，因此採用 OBD II 讀取的瞬時轉速與檔位轉換等資料試圖建構一個較好的油耗模式。透過 OBD II 連接器讀取資料進入電腦中並以 C++ 語言撰寫相關程式，以資料庫方式呈現資料，研究選取兩個變數，一個為引擎轉速，一個為節氣門位置，將其分別與油耗作關係圖比較，發現引擎轉速與與油耗量呈現二元一次方程式的關係，節氣門開啟位置百分比為一元一次簡單線性方程式，單一變數的解釋能力都相當好，而再進一步將兩種變數混和建立一新的二元二次方程式，解釋能力也有 71%，研究提供一個應用 OBD II 資料於油耗模式建立的方法，並期望能夠取得更多變數加入模式中以建立更完整的油耗預測模式。

Ahn et.al (2002) 提到現行廣泛應用的油耗模式多以駕駛循環(driving cycle) 為基礎建立的，但是這些模式被過度簡化對於其他可能影響油耗的變數，例如：旅運特性、天氣條件、駕駛者特性等等影響力無法有效截取，因此建議採用瞬時速度與加速度的因子當作建構模式的基本單位，希望能更有效評估若外在環境改

變的影響或是不同交通管制策略的效益，逐步將順時速度、加速度等變數以線性、二次、三次甚至四次方的型態嘗試建構模型，並將模式用實測資料來驗證，希望以微觀的角度來建立模式並補足原本模式上對於外在環境與駕駛相關等影響力獲取不足。

Evans *et.al* (1976) 以 16 種與速度、時間相關的因子作為衡量駕駛型態對油耗影響的變數，進行多變量分析方法，包含關聯分析、主成分分析、因子分析以及複迴歸分析，使用變數有：單一旅次平均速度、最大瞬時加速度、最大瞬時減速度、加速度超過每秒平方 0.3 公尺的持續時間、平均每單位距離之旅行時間等等，最後發現平均旅行時間、減速度大於每秒平方 0.15 公尺持續距離對於油耗有決定性的作用。

Rahka (2003) 評估除了以速度作為油耗與污染排放指標外，將車輛暫停行為的影響也納入考慮，結果顯示在車輛有一次暫停時將會有較高的油耗與排放汙染，尤其在高速行駛時，而速度對於燃油消耗的影響大於車輛暫停行為。

Hung *et.al* (2005) 透過蒐集較能代表香港交通組成的四種車型：汽油小貨車、柴油小貨車、汽油乘用車和雙層巴士實際路上運行之資料，從連續的速度時間變化表利用中央差分法計算出瞬時速度與加速度等資料，利用普遍研究中對於怠速、巡航速度和加減速度定義範圍來區隔資料，研究指出怠速時間和油耗有一明顯的關係，隨著怠速時間越長，每秒油耗量快速遞減至一穩定狀態，以一負指數關係呈現；而在非怠速狀況下的每秒油耗量則是和瞬時速度有很大的關係，研究中希望將模式概念分為四種駕駛模式來討論：怠速、巡航速度、加速度、減速度，在模式的實測值與觀察值配適程度良好，而以距離為基準的模式顯著程度的表現上也比以時間為基準的好，也顯示以實車駕駛於道路環境上的資料對於油耗模式的建構是可行的。

Alessandrini (2006) 提到動力需求、油耗量、碳氧排放都因為車輛的使用而產生，通常使用行車型態 (driving cycle) 的觀念來判斷車輛的使用情形，他認為這是不夠的，實驗測試中證明相似的行車型態下有著相似的動力需求，但是油耗量與污染排放量卻是不同的，除此之外，行車型態為一綜合的現象，無法代表單一路段或是個別駕駛者的情形，有鑑於此，他重新定一個“使用型態 (use cycle)”的概念，而所有對於油耗或是排放汙染有影響的因素都應一一被檢驗，而最方便的方法就是直接使用 OBD II 插座來讀取資訊，利用診斷器將即時車輛行駛各種參數資訊擷取出來，經過車輛底盤動力計測試，兩者的數據結果差異不到百分之

三，證實 OBD II 能應用在油耗的研究上是可行的。駕駛行為會影響節氣閥(油門)位置，即使在相似的行車型態下，可能受不同的行車型態影響而有不同的加速踏板位置變化，而位置不同會導致空氣燃料混和比值不同造成油耗量的差異，衝動型駕駛節氣閥位置與空氣燃料混和比值變異大容易造成油耗量大。研究還選擇不同年齡層、性別的駕駛者在相同的道路與環境下行駛，發現其行車型態雖然相似，但是在加速行為上卻大不相同。

Browne (2008) 利用 OBD II 及時行車資訊擷取部分行車變數，希望找出對於燃油效率有影響的變數供駕駛者駕駛時能注意，選用空氣濾淨器種類、車速、引擎轉速和載重作為可能影響因子，利用反應曲面法 (Response Surface Methodology) 進行因子或部分因子實驗，記錄反應值並配適模型，ANOVA 表格中知道，車速、引擎轉速、引擎轉速平方項與空氣濾淨器的選擇有顯著的影響，其中引擎轉速直接受駕駛著的行為影響。

Larsson and Ericsson (2009) 根據 Ericsson (2001) 研究中提出劇烈加速行為是顯著影響油耗增加的因素，因此透過一加速度建議輔助器(Acceleration Advisory Tool)來控制駕駛者避免有劇烈的加速行為，與瑞典的郵務車輛合作，行駛於三種不同道路與不同的運送目的，發現僅有其中一條路徑使用加速輔助器下有顯著的減少油耗情形，顯示單以加速狀況來衡量油耗是不夠的，還有許多的因素會影響油耗的情況，不同的路徑會造成多變化的駕駛型態。

廖文德 (2010) 利用行車紀錄器蒐集小客車開車環境與駕駛行為資料，以每位駕駛者加油之間的所有旅次為一趟，總共蒐集 32 趟行車資料，選擇 18 個駕駛型態與環境變數：天氣、路面濕滑、上下坡、道路等級、平穩駕駛、急加減速、怠速等等，兩個駕駛者類別變數，根據 3 種里程油耗當作因變數建立 3 個小汽車油耗迴歸基本模型，再依變數類別個數建構 45 個模型，並選擇三個解釋力最好的模型進行討論，主要想提供駕駛者重要可以減少油耗的因子，駕駛者可以根據其環境狀況與可控的駕駛型態選擇適合的模式來做調整。

江承修 (2008) 以國內兩家貨運業之商用車輛為研究油耗的對象，個別分析其貨運業者操作與營運型態，並透過數位式行車記錄器資資料找出駕駛型態影響油耗原因，先利用關聯分析判斷變數間的相關性，最後分別建立兩間公司之車輛油耗模式，採用的油耗因子有：急煞次數、車速次數、短怠速次數、怠速時間加總等，A 公司模式裡迴歸變數為猛剎車次數、超速、速總時間，B 公司則為僅有怠速時間，而在迴歸模型解釋能力上 A 公司的狀況相當不好，僅 0.265，顯示還

有相當多可能影響油耗的因素必須考慮。

潘偉南 (2006) 將行車紀錄器所蒐集之資料，分別用 6 個構面來對變數加以分類，並利用線性結構方程式來探討個變數之間的關係，6 個構面分別為車況、駕駛員、耗時、速度、油耗與駕駛績效，耗時指標中包含了引擎最大轉速、超轉速時間、超轉速次數、怠速時間、怠速次數等，而速度指標則包含最大加速度、最大剎車減速度、車輛最高行駛速率，最後結果顯示車況指標、耗時指標以及速度指標對於油耗指標有影響。

## 2.3 環境與油耗

Ericsson (2000) 提及駕駛型態 (driving pattern) 眾所皆知的是會影響油耗與污染排放，而駕駛型態的差異受相當多因素的影響，外部的效果可能為：街道型態、車道數量、交通條件、駕駛車輛類型等等，還有駕駛者本身的特性。研究中嘗試去定量這些對於駕駛行為有影響的外部因素，並討論這些變數對於駕駛行為的影響程度，而為了完整性，大量典型的速度與加速度型態都被放入因子分析法。12 輛配有車載系統的輕型汽車，在同一選擇路徑但不同時間行駛 4 次，比較不同的街道型態、交通條件、駕駛者特性對於駕駛型態的影響，各種不同街道型態以限速、區域、車道數等區分為 5 種，對於駕駛行為有很大的影響，在各變數都相當的顯著，駕駛者特性是除了街道型態外對駕駛型態影響最多的，而行駛於尖峰時刻時顯著有較低的平均速度與減速度；駕駛者特性則發現男性比女性有較高的時間比例在加減速，也就是容易有衝動的駕駛行為。

Rosqvist (2000) 提及影響車輛污染與油耗因素除了燃油種類與車輛類型外，還有駕駛型態 (driving pattern) 也是極為重要的影響因素，而這是以交通規劃人員的角度而言是容易實行的部分，該研究中以真實交通狀況下的駕駛型態衡量不同的道路情況對於油耗與排放的影響，選擇瑞典的 Lund 和 Malmö 兩城市外圍的共 5 個住宅區，以簡單線性迴歸的方式，評估小街道、大街道、路拱數、交叉路口直行、交叉路口左轉、交叉路口右轉等街道型態特性下對於油耗的影響大小。結果發現車輛行經於大街道時有較低的油耗可能與怠速時間減少有關；還有路拱數比較多時，也會有降低油耗的情況，原因可能在於其有降低速度與減少車輛劇烈加減速的駕駛行為有關。

Brundell-Freij and Ericsson (2005) 建構一線性方程式檢視各種道路條件、駕駛者類型、車輛性能表現等對於八種顯著影響油耗的駕駛型態如：速度、加減速、

引擎轉速超過3500轉等，最後綜合八種駕駛型態，各影響變因依重要程度排序加總後，發現有號誌控制下的交叉路口密度、限速從70km/h提升至90km/h、道路等級、鄰近土地使用型態等五種因素是影響駕駛型態最重要的五個原因。

美國能源局於1995年執行EPA 420-F-95-003計畫，探討各種行車環境對汽油小客貨車耗油影響之因素分析，溫度環境為-6.7°C時相對於25°C時平均增加耗油5.3%，最大增加油耗為13%；以平均增加油耗而言，空調及塞車之影響最為明顯，分別為21%及10.6%，以最大的增加油耗而言，惡劣道路路況、爬坡及怠速/暖車之影響最為顯著。

Vlioger (2000) 以駕駛者特性與環境討論其對油耗的影響，實驗過程中分別以一般與衝動型駕駛者搭配各種道路狀況和行駛路徑型態來做油耗量的評估，結果發現無論在何種駕駛行為下，擁擠的交通條件一定會比一般狀況下的交通條件產生較多的油耗與汙染；而駕駛為一般駕駛時，車輛行駛於都會區比起外環道路造成較多的排放與汙染，幾乎是兩倍之多；而衝動型駕駛者在都會區與鄉村道路都有較多的油耗，而在外環道路則因交通流量平穩而油耗較低，衝動型駕駛的劇烈加減速行為與高速行駛是造成油耗大增的原因。

Ang and Fwa (1989) 採用巨觀的方式來找出影響新加坡公車的油耗因子，主要利用迴歸模式將各種影響變數放進模式裡，討論其對於每日油耗的影響，而對於變數的處理分為兩個階段來篩選，第一個階段將服務路徑、車輛種類、引擎維修、星期當作虛擬變數，再加上每日里程數、若引擎大修後累積里程數、以及未引擎維修過之車輛累積里程數，建構一迴歸式，由於新加坡實施公車專用道情形良好，交通管制措施也都發揮很大的效果，星期幾的變數皆不顯著，而服務路徑則是發現有很大的影響，支線道路如預期地相較於主幹道油耗效率較差，而在里程數與引擎維修後里程數的影響不如預期的明顯，原因是受制於資料為橫斷面資料非一連續時間序列資料，引擎維修前後的影響力不易被信服，還有因為排班與調度問題，駕駛者間的變異與尖峰時刻在第一階段的變數使用上，影響力都無法被有效的擷取，因此針對資料做出篩選後，有了第二次模式的嘗試，將同一輛巴士行駛同一路徑連續4天以上的樣本挑選出來，變數則調整，以車輛總重用以表達車輛模式與車淨重；以單一完整路徑平均速度和停等次數表示路徑的不同，將變數以量化的方式呈現，將各變數組合與油耗之間建立關係發現以車總重、平均速度與平均速度的平方建構的簡單線性模式有最好的解釋能力。

## 2.4 文獻評析

關於車輛的油耗相關研究與模式的建立，一直以來各界學者不斷的進行實驗與驗證，早期常以標準行車型態 (driving cycle) 的建立用來作為車輛排放汙染評估、車輛油耗量評估或是車輛駕駛環境條件檢視，在各類研究中可因不同的車輛、各地區的社會經濟與地理環境條件的不同會建立各地區不同的行車型態，而以行車型態作為基礎的油耗模式通常為平均速度 (average speed) 的模式，是一個較巨觀的方式去呈現油耗的模型，常以各模式訂出的行車型態長度或是以一趟旅次做為一個樣本點，通常以每單位距離油耗量為油耗變數，此類模式被認為有時候並不能完整呈現外在環境對於油耗的衝擊，例如：車輛在壅擠的高速公路和平穩行駛的市區一般道路可能會有相同的平均速度，那對於環境對油耗的衝擊便無法判定 (Ahn, R. *et.al*, 2002)，但是對於大範圍路網或是利用各種環境變數或旅運特性變數直接評估對於油耗產生影響，卻是比較容易去定義變數並建立模式，許多模式會以此平均速度模式為基礎增加其他變數加深其應用性。

此外還有另一類研究者以瞬時速度為基礎的模式來建構油耗關係，希望透過每秒速度間的變化，期望能夠更準確、微觀的方式呈現單一車輛油耗的情形，評估小範圍外在環境對於油耗的影響，都常以每單位時間油耗量為油耗變數。

由於小客車數量在全世界各地區所佔比例遠遠高過其他大型客運車輛、貨運車等特殊車輛，在研究油耗模式時多以小客車為主要研究對象，偶有將貨運車或公車等一起納入研究範圍內是為了表達該研究地區車輛的組成，整理如表 1，關於都市貨運車輛獨立的研究相較之下，數量極其稀少，美國商業部 (U.S. Department of Commerce) 雖然一直都有對各種貨運車輛屬性與操作特性的調查報告 (Vehicle Inventory and Use Survey, VIUS)，近年也針對美國長途貨運經常有過夜怠速情形的能耗狀況進行討論，但是貨車在平日營運過程中，發生的頻繁怠速狀況卻不是那麼容易獲得，VIUS 調查報告的內容也為郵寄問卷的方式取得，對實車駕駛狀況也不能完全掌握；江承修 (2008) 以國內兩家貨運業之商用車輛為研究油耗的對象，透過數位式行車記錄器資料找出駕駛型態影響油耗原因，但是模式結果除了沒有相當令人滿意之外，文中雖對於該兩家貨運業營運狀況有大量的敘述與介紹，然而操作特性等外在因素是可能造成駕駛行為和一般車輛不同，進而影響到油耗，這部分卻不見有相關的討論。

表 1 各別文獻使用車輛車型

車型	文獻
小汽車	Evans et.al (1976)、Ericsson(2000)、Ericsson(2001)、Vlieger(2000)、Brundell-Freij and Ericsson, E. (2005)、Rosqvist (2000)、Wang (2008)、Rahka (2003)、廖文德(2010)
公車	潘偉南(2006)、張慈芸(2010)
貨車	江承修(2008)、美國能源局(1995)、Rahka (2003)、Newman et. al (1989)、Larsson and Ericsson (2009)

資料來源：本研究整理

因此本研究參考這些文獻中曾經使用和定義的各種駕駛型態因子、環境與車輛變數，並加上都市貨運的特性加以考量，希望找出適用於衡量都市貨運駕駛油耗的駕駛型態因子，而行駛環境與車輛的影響變數，皆整理於表 2 至表 4，透過適當的定義都市貨運行駛過程外在環境與貨運既有操作特性，反映在適當的駕駛型態因子及其影響駕駛油耗狀況。

表 2 車輛特性

車輛特性	車輛淨載重	Ang and Fwa (1988)、Newman et. al (1989)、Fwa and Ang (1992)
	乘客重量	Ang and Fwa (1988)
	車齡	Ang and Fwa (1988)、Fwa and Ang (1992)
	車型	Ang and Fwa (1988)
	引擎容量	Ang and Fwa (1988)、Newman et. al (1989)、Fwa and Ang (1992)
	空調	美國能源局(1995)
引擎	平均引擎轉速	Ericsson(2001)
	引擎最大轉速	潘偉南(2006)
	瞬時引擎轉速	Lee, M. G. et.al (2011)
	平均引擎轉速之標準差	Ericsson(2001)
	各檔位各區間引擎轉速所佔時間百分比	Ericsson(2001)
	節氣門位置	Lee, M. G. et.al (2011)

資料來源：本研究整理

表 3 環境因素

都市環境	行駛區域土地使用類型	Brundell-Freij and Ericsson (2005)
道路環境	街道型態 <sup>7</sup>	Ericsson, E. (2000) 、Vlieger, I.D. (2000) 、Ang, B.W. & Fwa, T. F. ( 1988 )
	街道大小	Rosqvist, L.S. (2000)
	路拱數	Rosqvist, L.S. (2000)
	交叉路口轉彎方向	Rosqvist, L.S. (2000)
	街道等級	Brundell-Freij and Ericsson (2005) 、廖文德 (2010)
	道路限速	Brundell-Freij and Ericsson (2005)
	交叉路口密度	Brundell-Freij and Ericsson (2005)
	是否為上下坡	廖文德 (2010)
	路面坡度	美國能源局(1995)
	路面是否濕滑	廖文德 (2010)
交通環境	塞車	美國能源局(1995)
	公車專用道	Ang, B.W. & Fwa, T. F. ( 1988 )
	交通號誌數量	Ang, B.W. & Fwa, T. F. ( 1988 )
氣候環境	環境溫度	美國能源局(1995)
	天氣	廖文德 (2010)

資料來源：本研究整理

表 4 駕駛型態因子

速度	平均速度 (距離/時間)	Evans et.al (1976) 、 Rakha (2003) Ericsson(2000) 、 Ericsson(2001) 、 Vlioger (2000) 、 Wang (2008) 、 Newman et. al (1989)
	平均速度之標準差	Ericsson(2000) 、 Ericsson(2001)
	各速度區間所佔時間百分比(%)	Ericsson(2000) 、 Ericsson(2001) 、 Rahka (2003)
	巡航速度	Rahka (2003) 、 Hung et.al (2005)
	最大瞬時速度	潘振南(2006) 、 Ahn et.al (2002)
怠速 停等	單趟旅次停等時間	Evans et.al (1976) 、 Hung et.al (2005)
	單趟旅次車輛完全靜止次數	Evans et.al (1976)
	平均停等時間	Evans et.al (1976)
	每公里停等次數	Ericsson(2001)
	單一旅次有無停等行為	Ericsson(2001)
	單一旅次怠速次數	江承修(2008) 、 潘偉南(2006) 、 廖文 德(2010)
	單一旅次怠速持續時間	江承修(2008) 、 潘偉南(2006)
加/ 減 速	最大瞬時加/減速度	Evans et.al (1976) 、 Ahn et.al (2002)
	加速度超過 0.3 m/s <sup>2</sup> 持續之時間	Evans et.al (1976)
	加速度小於-0.15 m/s <sup>2</sup> 持續之時間	Evans et.al (1976)
	加速度小於-0.15 m/s <sup>2</sup> 時行駛距離	Evans et.al (1976)
	單趟旅次淨加速度	Evans et.al (1976)
	平均加/減速度	Ericsson (2000) 、 Ericsson(2001) 、 Rahka (2003) 、 Hung et.al (2005)
	平均加/減速度之標準差	Ericsson(2000) 、 Ericsson(2001)
	RPA (relative positive acceleration)	Ericsson(2000) 、 Ericsson(2001)
	各區間加/減速所佔時間百分比	Ericsson(2000)
	急加/減速行為	美國能源局(1995) 、 張慈芸(2010) 、 Larsson and Ericsson (2009)

資料來源：本研究整理

## 第三章 實驗設備與設計

### 3.1 實驗設備與簡介

由於環保意識抬頭，車輛能源與污染排放議題越來越受到關注，過去許多研究利用車載量測系統(On-Board Emission Measurement System, OBS)進行能源油耗的檢測與污染氣體的排放量測，車載量測系統雖功能較為完善，但是有體積龐大攜帶不易與費用昂貴的缺點，而各廠牌車廠也有車輛動力計和工作台引擎測試等推估車輛油耗方式，但是實驗室環境單純的量測環境，對於實際上車輛在操作時會產生的油耗情形並不能完全有效掌握。因此本研究希望能夠取得貨運業者在平日作業形態下的相關行車數據，考量成本與裝設的便利性，採用近幾年相當盛行的OBD II 藍芽診斷器偵測行車電腦訊號，並使用平板電腦來接收行車相關資訊，加上行車紀錄器畫面記錄當時之行車環境或特殊事件。

#### 3.1.1 OBD II 簡介

由於現代車輛引擎與各系統間的控制已全面電腦化，從油料噴射、點火、排氣、可變汽門正時與揚程，到增壓過程都由電腦控制，以達到高效率的燃料使用與行車安全，而車輛內部各系統裝設著各種感知器 (sensors)，引擎轉速、進氣量、燃油量以及引擎冷卻水溫等行車資訊，皆由各感知器轉換為電壓訊號後，傳至電腦控制單元 (Electric Control Unit, ECU)，資料經過運算後，ECU 決定什麼時候送出信號至作動器(Actuators) 以及信號持續的時間長短，由作動器來執行接續的機械運作行動，相關作用機制如圖 4。

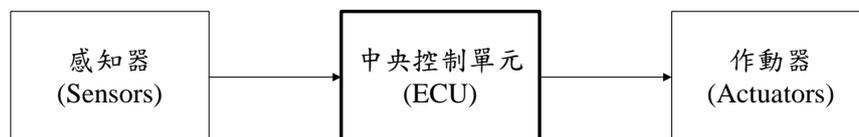


圖 4 車用電腦控制機制

OBD II的推廣是從美國加州大氣資源委員會（California Air Resources Board, CARB）首先在1985年發展出第一代車上診斷系統(On-board Diagnostics, OBD)開始，當時候修法強制所有車輛都必須有此配備。OBD 透過標準RS232接頭，能夠讀取車輛ECU記錄之資訊，起初是希望在車輛發生故障時，能即時警示駕駛人，並於車輛進廠保養維修時，準確偵測所有相關的系統與零件，並輸出各種特定情況下的故障碼，維修人員能更有效的判斷與維護。後因OBD能夠診斷的錯誤有限，偵測線路敏感度也不足，美國加州空氣資源局於1990年後積極發展第二代車上診斷系統(On-board Diagnostics II, OBD II)，加強車上各種感知器的感測能力，而近年來更發展出輕便易攜的小型診斷器，透過辨識車輛的通訊協定(protocol)，讀取各類感知器的數據與資料，更方便即時監控行車下引擎相關之油耗、污染的數值，一般駕駛者也能便宜取得，而目前關於油耗的學術研究，也有部分傾向以OBD II 診斷器作為媒介工具，取代原有不便的大型車載裝置，希望能夠有效率的掌握油耗情形。OBD II 接頭位置多在車輛駕駛座附近可以找到，圖5 即為本研究實車安裝情形。

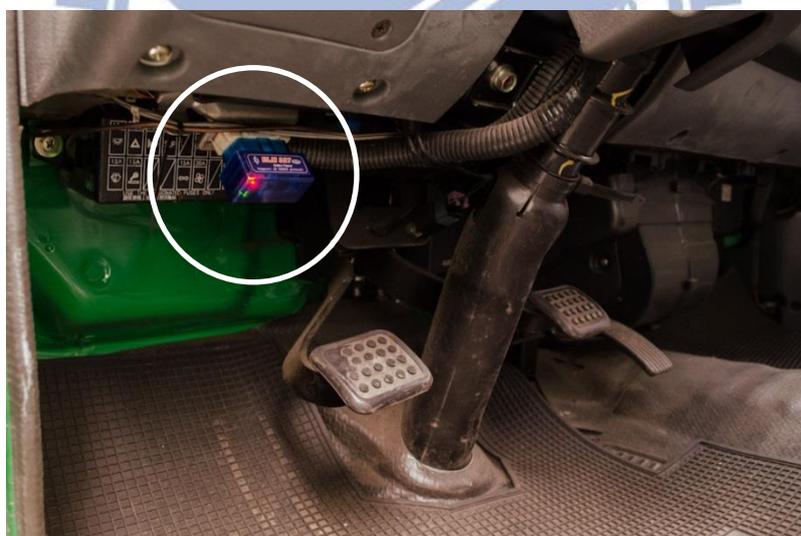


圖 5 OBD II 車上安裝示意

### 3.1.2 行車紀錄器

行車紀錄器根據交通部運輸研究所初擬之數位行車紀錄器功能技術規範中定義，係指安裝於車輛上能記錄、儲存、顯示車輛行駛速率、距離、時間，以及其他狀態資訊之數位電子紀錄設備。車內裝設行車紀錄器，可記錄汽車行駛速度、

距離、時間，以及引擎運轉、運行及停止等資料，可供了解車輛行駛及使用狀況，對於交通事故的鑑定提供了一項科學的數據做為佐證資料，此外，也有助於檢測疲勞駕駛、超速等不良駕駛行為，因此對於提昇交通管理水準、保障車輛運行安全具有重要作用。目前國內各營業車隊、客運業者甚至許多自小客車皆普遍裝設車輛行車紀錄器，作為肇事原因判斷與責任釐清，或是監督駕駛行車情形等用途，目前國內已有多家廠商引進國外設備或自行開發行車紀錄器，然各廠規格與功能不盡相同，資料輸出與呈現方式也由各廠研發團隊自行定義開發，缺乏共同技術規範，除非自行開發設計，而本研究選用延勤科技生產之行車紀錄器，其包含行車錄影、時間、速度、重力感測器、GPS 定位等功能，做為本研究對於貨運車輛於行駛過程中輔助外在環境的記錄與判斷。



圖 6 行車紀錄器

### 3.1.3 設備裝設

台灣環保署自民國 97 年 1 月開始實施的汽油汽車第 4 期排放標準，強制規定往後所有的汽車都必須配備 OBD II 系統，藉以監控車輛污染。車輛透過國際標準定義之通訊協定與 OBD 診斷器做連結，與車上電腦控制單元 (Electric Control Unit, ECU) 做溝通，診斷器將規範內需提供之行車及引擎參數透過藍芽發送，再以平板電腦接收資訊，並將資料記錄下來，資訊傳遞流程如圖 7。

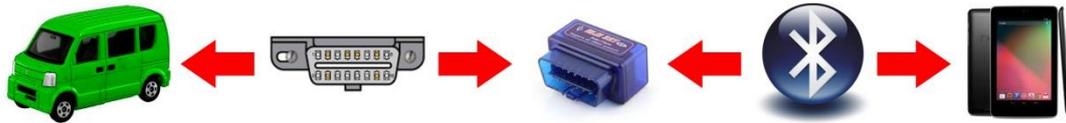


圖 7 OBD II 資訊接收示意圖

另外，本研究還加裝市售行車紀錄器於駕駛後照鏡附近，透過前鏡頭記錄車輛運行時的車前環境，用以記錄其行車路線、車流環境、天氣以及當時之作業情形。



圖 8 行車紀錄器安裝示意圖

## 3.2 實驗設計

### 3.2.1 營運型態選擇

本研究取樣之貨物運輸業者為中華郵政公司，其公司業務涵蓋函件投遞、儲匯、保險與金融等。為了突破既有的經營限制、並增加市場競爭力，於 2003 年起將其改制為中華民國完全持股的國營公司。而面對信件、通知單、繳費單等印刷物被科技資訊產物逐漸所取代，再加上民間宅配包裹業加入包裹市場競爭下，該業者面對市場結構的改變與消費生活型態的改變，勢必對於包裹運送這部分的服务進行加強管理與經營。郵政公司在國內包裹業務分為快捷件與非快捷件兩大

類，設有責任中心局主要負責快捷件的處理與投遞，非快捷件則另外設立郵件處理中心與各地大型支局進行收攬與投遞，各地區有小型支局提供民眾交寄服務。快捷郵件指寄往國內快捷送達地區之貨物，郵局收寄後即以航空或陸運方式優先處理，於最短時間內送達收件人，快捷件送達時間因路程遠近及交通狀況而有不同，送至收寄支局本地之信件，平均約 4 小時可送達。

郵政公司以一縣、市、直轄市設一責任中心局為原則，共設立 23 個責任中心局，由各責任中心局管理轄區內各級支局。本研究與台北責任中心局合作，該中心局負責台北市與部分新北市區域之快捷件的處理與投遞，每年國內快捷件的收寄與投遞逐年成長，相較於其他地區之中心局數量為全國之冠。

表 5 台北責任中心局十年國內包裹與快捷件之收投件數

項目 年度	台北責任中心局	
	快捷件	
	收寄	投遞
92 年	246,199	152,956
93 年	122,591	61,480
94 年	158,257	122,559
95 年	148,071	120,034
96 年	182,224	123,598
97 年	233,422	131,328
98 年	207,574	219,919
99 年	255,583	184,528
100 年	274,752	198,444
101 年	237,871	193,036

而中心局的快捷件處理作業大致可分為五個部分：

1. 中心局派車輛至責任範圍內的支局和契約客戶處進行收件，一般客戶和部分契約客戶會自行將包裹信件送至支局或是直接送至中心局。
2. 中心局進行快捷件的理件、分揀和封發
3. 中心局將非責任區域之快捷件送至機場和交流道，由飛機和快捷車輛送至其他責任中心局
4. 中心局將自收之快捷件與從其他責任中心區收攬到的所屬責任區之快捷

件進行分揀

5. 最後依照中心局規劃區域內的路線範圍分別進行投遞，司機將快捷件送至收件人手中

本研究中主要想探討都市區域內快捷件運送流程的油耗狀況與分析，中心局以中小型貨車進行的短程運送，包含中心局派遣車輛至契約客戶處將貨物收回、中心局派遣車輛至各支局將快捷件收回以及將中心局收攬的所有快捷件分區進行投遞作業，共 3 種作業型態，另外，中心局將非責任區域之快捷件轉出等長途固定路線運輸則不在本研究範圍內，圖 9 為都市內快捷件以車輛進行作業之流向示意。

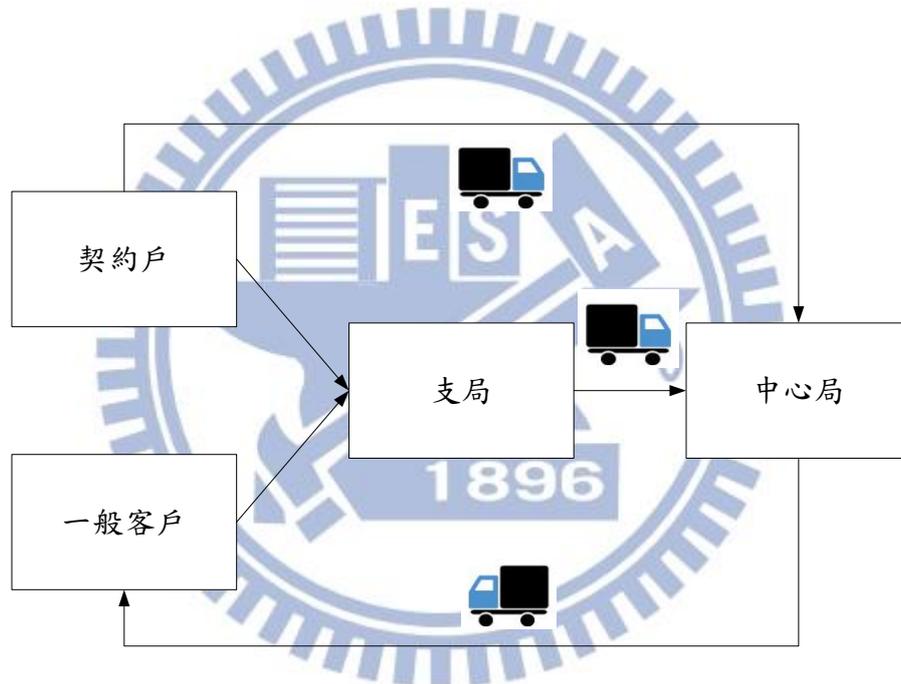


圖 9 中心局都市區域貨物流向圖

### 3.2.2 駕駛人與車輛

台北責任中心局使用相當多種不同型態的車輛，依照操作與功能性不同使用不同的車型，目前歸屬在該中心局的機動車輛共有 1,488 輛，在長距離跨縣市的集散貨物與信件時採用 17 噸和 7.5 噸重型貨車，而在市區內配送貨物、收攬支局貨物則使用中小型如 3.49 噸、2.51 噸或 1.85 噸貨車，若有貨品有冷藏低溫等需要則使用配有冷氣壓縮機的車型。本研究採用的皆是 2.51 噸三菱商用汽車，

是目前該中心局數量最多且較新的車種，該種車輛沒有可供低溫冷藏的設備，是用以收攬與投遞都市區域內一般的貨物、信件，由於本研究中不考慮車型上的差異是否影響油耗表現，因此在裝設設備時選用相同型號、車齡相近且累積行駛里程數相差不大的車輛作為研究樣本，希望降低由車輛本身動力、油品、內部機械引擎產生的能耗差異。相關車輛規格如表 6。

	項目	說明
1	製造商	Mitsubishi Motors
2	型號	L300 / delica
3	總重	2,510KG
4	油箱容量	55L
5	排氣量	2,351 c.c.
6	引擎種類	噴射引擎
7	車上診斷系統(OBD II)	ISO 9141-2

表 6 實驗車輛引擎規格表

中心局之都市的區內操作型態如上述有 3 種，每一種型態都進行相關的資料蒐集，貨運車輛由單一車主負責駕駛，單一車輛僅負責同一種營運型態，因此本研究在蒐集 3 種操作型態，會包含 3 名駕駛員與 3 輛車輛，駕駛與車輛相關基本資料如表 7 所示，參與實驗的所有駕駛年資皆超過 10 年以上，車輛皆為同型號且出廠 5 年內車齡又相近之新車，而每位駕駛自從開始此份工作後操作型態都沒有更換過，一直是進行相同的操作型態，可推測駕駛者對於自己負責區域之交通、環境與流程有相當程度的熟悉，駕駛行為上應無太大的差異。

表 7 駕駛人與實驗車輛基本資料

	駕駛資歷 (年)	駕駛年齡 (歲)	車輛出廠時間 (年/月)
區域投遞	18	43	97/8
支局收攬	32	55	98/11
契戶收回	24	51	98/11

### 3.2.3 實驗操作流程

該貨運公司之都市的區內操作型態如上述有三種，每一種型態都進行相關的資料蒐集，貨運車輛由單一車主負責駕駛，單一車輛僅負責同一種營運型態，每日於車輛出發營運前先裝設測試 OBD 訊號是否能讀取，以及影像是否能正常攝錄，之後司機完成理貨並裝載上車後於行車數據，待車輛執行完作業後回到廠區再將相關紀錄設備收回並儲存，以利隔日再行蒐集，圖 10 為資料蒐集流程。

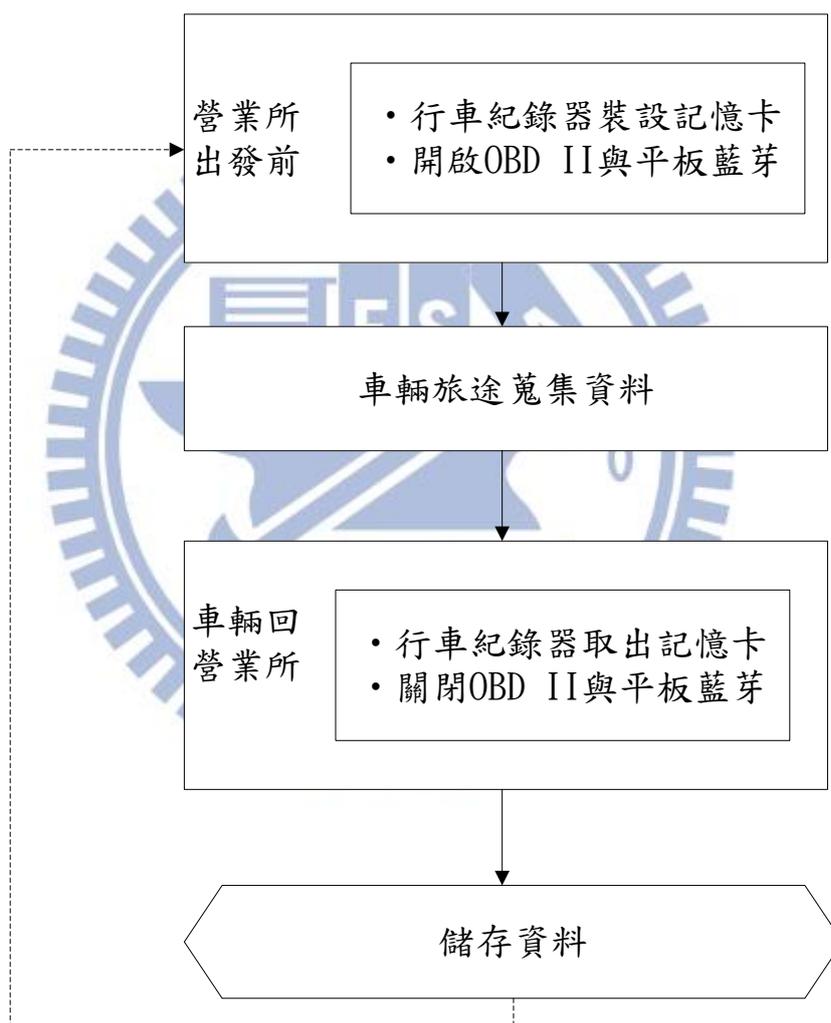


圖 10 資料蒐集流程圖

### 3.3 資料項目與處理方式

由於本研究為研究都市貨運油耗的影響因素，透過 OBD II 針對油耗蒐集項目有旅程累積油耗量、每百公里瞬間消耗公升數、旅程平均每百公里公升數；另外還有經緯度做為和影像對照的基準，還蒐集到速度 (m/s)、三軸重力加速度 (g)、節氣門位置 (%)、容積效率 (%)、空氣流率 (g/s)、引擎負載 (%)、引擎轉速 (rpm)、進氣溫度 (華氏) 等相關引擎項目，另外也有紀錄累計旅程公里數與旅行時間，原始資料為 CVS 記錄檔，如圖 11 呈現。

由於 OBD 資料經由訊號傳輸與接收，其傳遞過程由於可能車用電腦未發出訊號或是藍芽訊息有中斷現象，造成樣本不連續，這部分在資料處理上會先進行過濾，把不完整的部分剔除，對於異常數值也刪除，此外車輛在中心局的廠區內裝卸貨、停車等作業產生的油耗過程也不納入研究中。

而行車紀錄器使用功用在於記錄車輛外在行車環境，用來記錄車輛行走路線、判別當時行車情況與特殊事件的輔助說明，由於本研究並未將行車 OBD II 數據與行車畫面建立一同時間軸的資料庫，在相關數據與畫面的比對上以人工方式比對行車紀錄器與 OBD II 數據的 GPS 時間。

	A	B	C	D	E
1	GPS Time	Engine Coolant Temp	Engine RPM(rpm)	Engine Load(%)	Trip distance (stored in vehicle profile)
4695	Fri Feb 01 09:34:20	188.5999959	804.5	24.70588303	8.56011391
4696	Fri Feb 01 09:34:21	188.5999959	804.5	24.70588303	8.56011391
4697	Fri Feb 01 09:34:22	188.5999959	804.5	24.70588303	8.56011391
4698	Fri Feb 01 09:34:23	188.5999959	804.5	24.70588303	8.56011391
4699	Fri Feb 01 09:34:24	188.5999959	804.5	24.70588303	8.56011391
4700	Fri Feb 01 09:34:25	188.5999959	804.5	24.70588303	8.56011391
4701	Fri Feb 01 09:34:26	188.5999959	804.5	24.70588303	8.56011391
4702	Fri Feb 01 09:34:27	188.5999959	804.5	24.70588303	8.57789326
4703	Fri Feb 01 09:34:28	188.5999959	804.5	24.70588303	8.57789326
4704	Fri Feb 01 09:34:29	188.5999959	804.5	24.70588303	8.57789326
4705	Fri Feb 01 09:34:30	188.5999959	804.5	24.70588303	8.57875347
4706	Fri Feb 01 09:34:31	188.5999959	804.5	24.70588303	8.57875347
4707	Fri Feb 01 09:34:32	188.5999959	804.5	24.70588303	8.57982635
4708	Fri Feb 01 09:34:33	188.5999959	804.5	24.70588303	8.57982635
4709	Fri Feb 01 09:34:34	188.5999959	804.5	24.70588303	8.57982635
4710	Fri Feb 01 09:34:35	188.5999959	804.5	24.70588303	8.57982635
4711	Fri Feb 01 09:34:36	188.5999959	804.5	24.70588303	8.57982635

圖 11 CVS 原始資料檔節錄

## 第四章 貨運特性與環境

台灣的貨物運輸包含各種業態的公司，有汽車貨運、汽車路線貨運、快遞服務、物流服務等，可能因為營業規模、操作特性、車輛、貨種不同而有不同的影響油耗因素，本研究選擇郵政公司的快捷包裹服務作為研究對象，將詳細介紹公司中負責處理快捷件的台北中心局既有的都市內三種操作型態：區域投遞、支局收攬與契戶收回，透過部分 OBD II 數據、行車紀錄器畫面與業者訪談方式對各種作業之操作特性、路線型態進行詳述。

### 4.1 區域投遞

#### 4.1.1 操作特性

中華郵政公司在台灣各鄉鎮市幾乎設有服務支局，為大部分寄件人辦理交寄貨物信件的場所，快捷件在各支局集中裝袋後，由中心局至各支局收回後進行統一投遞作業，台北中心局負責區域為全台北市、部分新北市，台北中心局將責任區域依照行政區域劃分為 16 個區域，每一區域規劃 3 個子區域，每日每一投遞區域有 5 梯次出車時間，前三梯次為早班由三部車執行，第四、五梯次為晚班由一部車執行；第一梯出車時間為早上八點至九點左右，該時段貨件量大，每一區域有三部車輛各分配一子區域進行投遞；第二梯次出車時間為中午 12 點左右，該時段的貨量較少，因此由上一梯次的其中一部車進行全區域的配送；第三梯次由第一梯另外兩輛車負責，自行協調將區域劃分為二進行投遞，出車時間為下午兩點左右；第四、五梯次為另外第四輛車負責全區域，出車時間分別為下午三點半與六點半，表示每一台車每一位司機員一天會有兩趟的工作時間，司機員每日負責的班次和區域由公司專員負責排定規劃。

公司理貨人員每日將貨物依照投遞區域進行理貨分類，該區域負責的司機將分類好之貨物以籠車帶至車旁裝載，依照貨件之地址自行排定路線，同一天同一台車輛會進行兩次投遞作業，一次作業時間約為 2 小時至 2 小時半，司機於運送途中自行挑選適合的區域停車後將包裹送至收件者，停車區域除了少數合法的貨車裝卸區域外常包含紅線等禁停區，而車輛在臨停時經常不熄火，臨停三分鐘以上需熄火之法規僅不適用於冷凍、冷藏等需要持續動力維持基本運作之貨運車輛，本研究選用的車輛為運送無特殊需求之包裹信件的商用車輛，並不受規範保護內，但其國營事業背景，在停等區的選擇上駕駛似乎不用太在意。

本研究取樣兩天的樣本皆來自同一司機與投遞區域，兩日皆為早班第一梯次與第三梯次，投遞範圍為相同的松山區子區域。

#### 4.1.2 路線型態

1/25 與 2/1 蒐集的資料皆屬於中心局所劃分的同一松山區子區域，該區為一住商混合型態，有許多大型百貨公司、購物商場及部分民生社區，而區內的敦化北路及南京東路一帶也是台北重要的金融商圈，許多知名企業與銀行皆在此駐點，因此貨物流通往來也相較於其他各行政區頻繁。

由於投遞區域離中心局有一段距離，車輛由中心局出發至敦化北路附近前不會有任何的投遞動作，所以在到達投遞區域前和離開頭地區時，駕駛皆選擇行駛市民高架道路，減少一部分市區車輛干擾，等到達敦化北路附近後才展開密集的停等配送行為，圖 12 表示投遞作業非投遞段之出發與回程路線，圖 13 至圖 16 分別為取樣的四趟行車記錄進入密集投遞區的路線與臨停位置。

由於投遞動作時間通常極短，有些時候幾乎不用一分鐘即可完成，因此司機直接臨停於路邊時極少有熄火的動作，除非司機預估作業時間會較長的情況才會熄火，在路線上由於住商混和區域單行道多，為配合道路行駛方向與投遞位置間的關係，司機經常會有大量彎繞動作，尤其在圖 13 可看到，司機於一開始行駛於健康路上先行服務右方區域的客戶，位在左方的松山醫院必須在健康路進行迴轉後才能進行投遞，除非如圖 15，在進入松山醫院前並沒有其他的投遞需求，車輛就能夠於健康路直接左轉進入醫院。

健康路兩側的投遞作業完成後，司機緊接著進入南京東路五段區域，該區域多商業大樓，因此臨停需求大增，平均每趟都有 5~6 次的停等，有些投遞點司機上車後行駛甚至不到 20 公尺即停下來，速度也都不高，完成南京東路五段的投遞作業後，司機通常會往前行駛至南京東路四段右轉進入單行道彎繞至光復北路，為的就是行駛市民大道返回中心局，唯有 2/1 第二趟的投遞作業完成後並未走市民大道，而是於南京東路四段繼續直行走一般道路回到中心局。



圖 12 松山區投遞型態出發與回程段路線



圖 13 1/25 第一趟出車松山投遞區路線與臨停點位置圖



圖 14 1/25 第二趟出車松山投遞區路線與臨停點位置圖



圖 15 2/1 第一趟出車松山投遞區路線與臨停點位置圖



圖 16 2/1 第二趟出車松山投遞區路線與臨停點位置

## 4.2 支局收攬

### 4.2.1 操作特性

由於快捷件的處理是由台北中心局來統一進行投遞，所以一般民眾或是部分的契約客戶是自行將快捷件送至支所交寄，再由中心局派遣車輛至各支局將快捷件載回進行理貨後再行配送，此種營運型態只有將快捷件收回，無投遞行為，但是若有支局間往來的少量信件會由司機負責交付或領取回中心局，每日每一區域有八梯次出車時間共兩輛車負責，梯次間相隔一小時，以交錯形式發車，第一、三、五、七梯次為第一輛車負責，第二、四、六、八梯次為第二輛車負責，第一梯次出發時間約為早上八點半至九點間，晚上各支局不營業因此並不需要收攬車輛的運行。本研究蒐集的車輛資料兩天皆安排同一區域之偶數梯次。

由於快捷件於各個支所進行收回時普遍需耗費較長時間，所以司機將車輛臨等路邊時一定會進行熄火的動作，區域內的每一個支局當時候是否有快捷件需要收回是無法事前得知，必須等司機臨停進入支局後才知道有無貨品需要帶回。貨物重量在各支局收攬回中心局過程不特別記錄，因此無法得知過程中各支局收攬的數量或重量。

### 4.2.2 路線型態

研究中蒐集的兩天資料中，2/27 與 3/1 收攬負責位置皆是中心局所在的中正區域往南到萬華區共 15 個支局，一天共有四趟行車，皆由同一台車與司機進行，早上 9 點 50 分左右出發，每趟完整的作業時間約 1 小時半，由於四趟收攬作業的支局位置固定，每次出車也必須完整走完全部支局，因此路線是由公司人員規畫之最短路徑，長期下來司機對於路線走法與該支局附近適合臨停位置相當熟悉，根據行車紀錄器畫面，兩天共八趟的作業路程與停車位置幾乎完全相同，路線與停等位置表示如圖 17。

萬華區為台北市最老舊的社區，除了部分商業區域外，早期為眷村所在地，再加上大量興建國宅，目前幾乎為住宅較多。路線上，除了中正區部分密集的單行道而必須要有較多的繞行之外，在萬華區的收攬路線，大抵上可以發現並不會有多餘的彎繞，也由於住宅區在平日白天交通量不大，大抵行駛順暢，也容易選擇在上、下午離峰時間車輛數、交叉路口與行人等外在干擾較少的外環道路。



圖 17 2/27 與 3/1 支局收攬路線與臨停點

### 4.3 契戶收回

#### 4.3.1 操作特性

契戶收回此種營運型態是針對一次寄件數量多、次數頻繁的公司行號所設置，契約戶可先繳納約 2 個月的預存運費，以後每次交寄，運費可以記帳方式於月底一次結算並通知客戶於次月初繳費，契約客戶於需要大量交寄貨物時連絡中心責任局前去收攬，中心局有專員負責安排時程與貨量，讓司機也能在時間內返回中心局，專員將安排好的收貨點與時間告知司機，司機再自行安排較順暢的路線，司機於收攬過程中不需再通知客戶進行收件確認，鮮少有司機到達後無法進行收攬的情形發生。契約戶收攬型態一天一個區域有四個梯次共兩部車運行，第一、二梯次為早上時段由第一輛車進行，三、四梯次為下午時段由第二輛車進行，本研究蒐集到的樣本兩天皆為下午兩梯次，出車時間分別為下午兩點和四點左右。

契約戶多為各大公司行號或是政府機構，這些相同機能的單位多位在同一行政區域，甚至密集設立在同棟政商大樓，每次出車停等的據點較少，停車的時間較久，平均需要 6 到 7 分鐘，甚至也有到 20 分鐘的情況發生。

#### 4.3.2 路線型態

中心局位於台北市鄰近台北火車站的商業中心，契約戶多為位在政商區域的公司行號與政府機構，在蒐集兩天的資料皆是台北市部分的松山區，收攬車輛負責捷運中山國中站、捷運南京東路站與民生社區等商業區域進行攬貨，下午出車兩次，一趟作業時程從出發至回到中心局卸貨約 1 小時半，間隔 40 分鐘後再進行第二趟作業，第二趟通常收攬貨物較多，臨停據點也較上一趟的據點多，作業時間通常需要 2 小時以上，可以知道貨運車輛從中心局出發直至復興北路附近的民生社區才開始進行密集攬貨動作，前段時間為一般道路行駛過程；圖 18~19 為 3/12 第一趟出車路線與臨停點位置，圖 20~21 為 3/12 第二趟出車與臨停點位置、圖 22~23 與圖 24~25 則為 3/13 兩趟出車路線與臨停位置圖。四趟路程在進入松山區攬貨前以及回程路線大抵相同，行經八德路、復興北路進入松山區，行駛南京東路與林森北路回到中心局，契約戶收攬非專員安排固定路線，此應為駕駛人習慣路線。

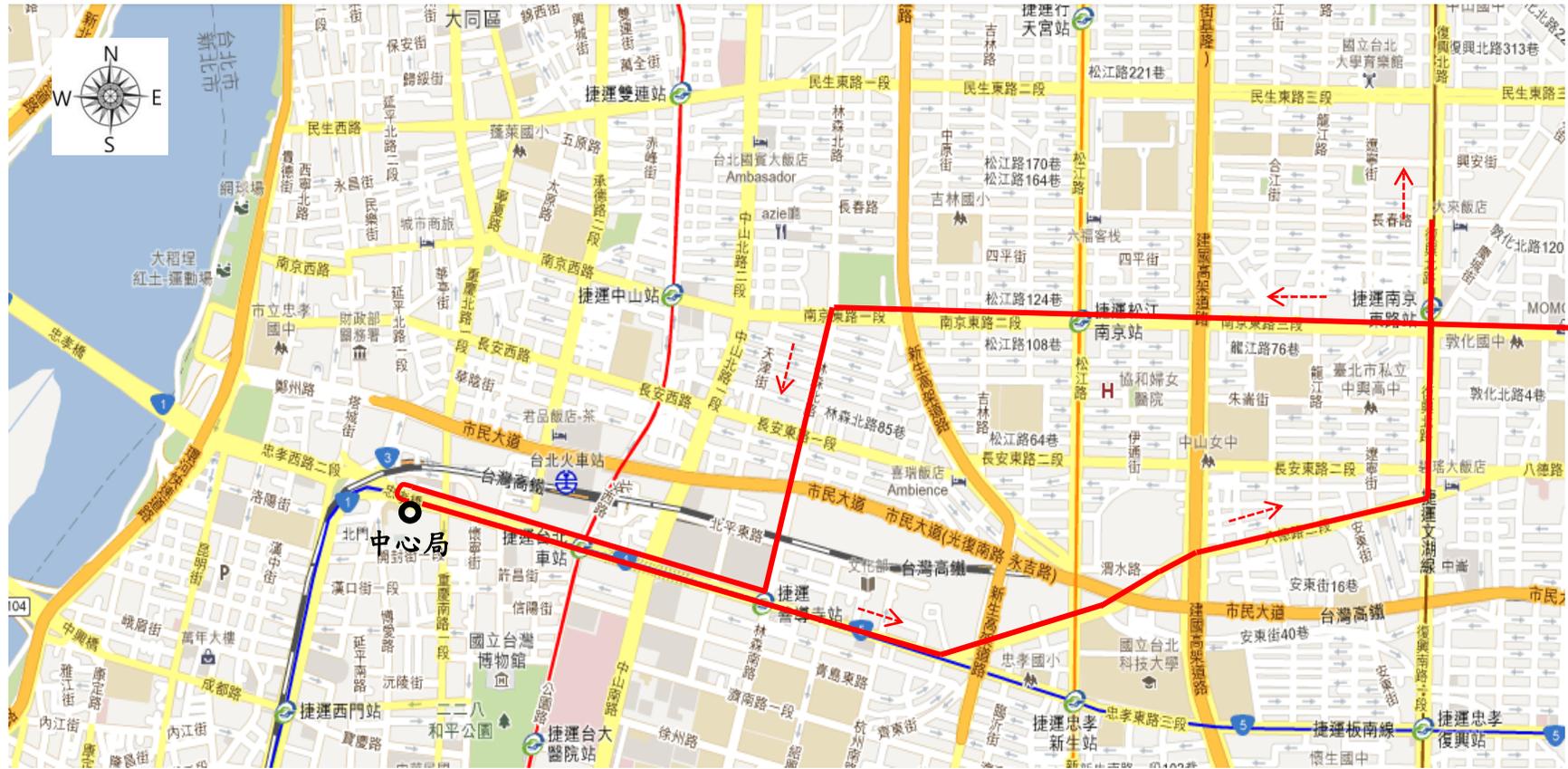


圖 18 3/12 契約客戶第一趟行駛路線與收攬停等點(1)



圖 19 3/12 契約客戶第一趟行駛路線與收攬停等點(2)





圖 21 3/12 契約客戶第趟二行駛路線與收攬停等點(2)



圖 22 3/13 契約客戶第一趟行駛路線與收攬停等點(1)



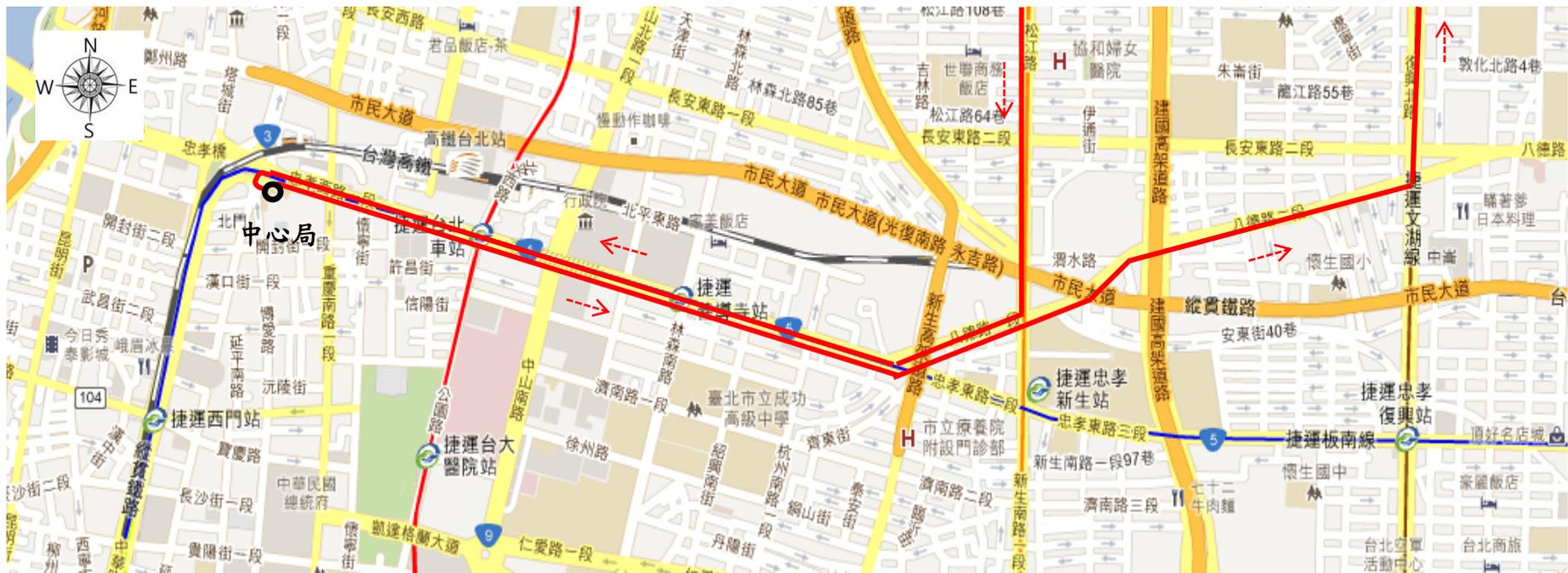


圖 24 3/13 契約客戶第二趟行駛路線與收攬停等點(1)

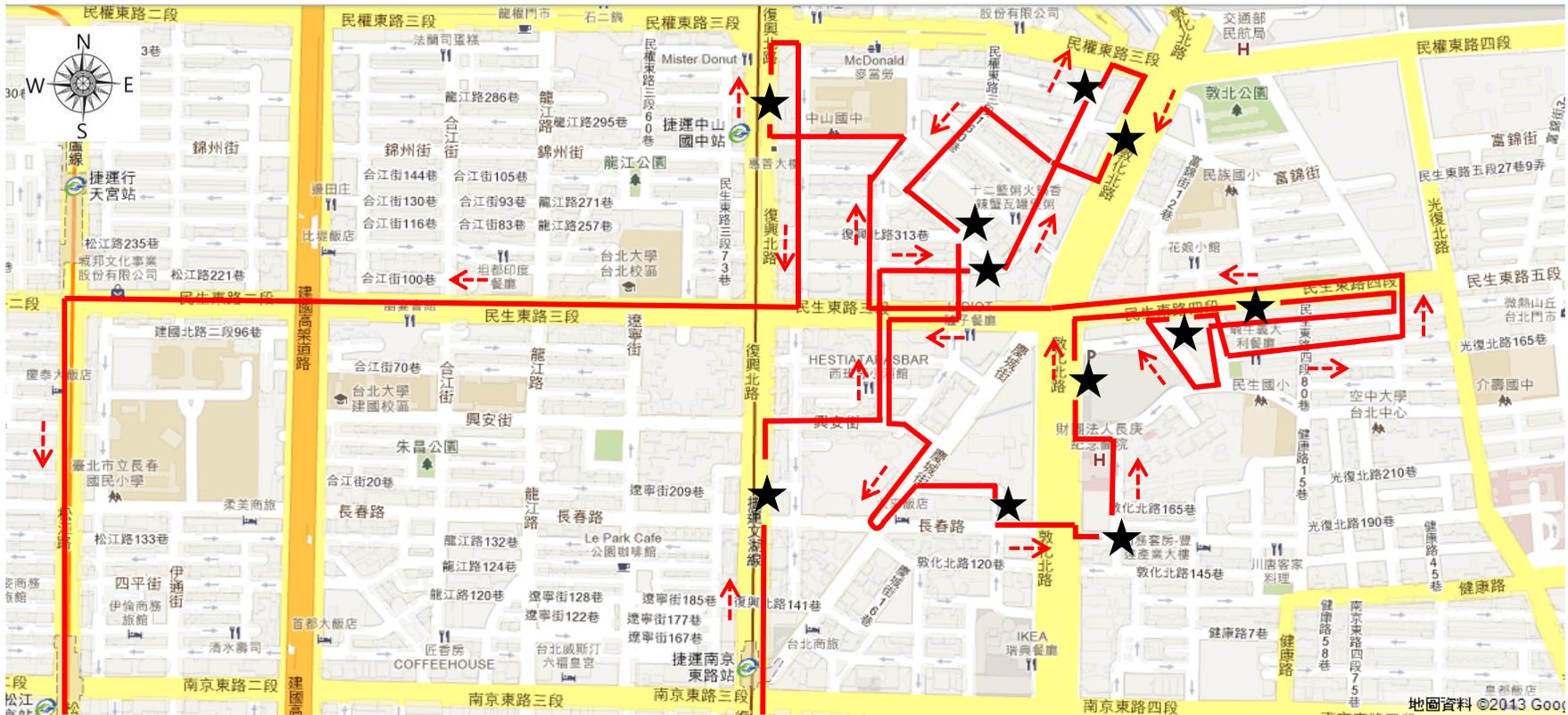


圖 25 3/13 契約客戶第二趟行駛路線與收攬停等點(2)

#### 4.4 小結

由於中華郵政為國營事業轉為公司化經營，在大部分經營制度上仍舊保有國營氣息，在油料的使用上並不會特別要求司機要有節能等行為，在冷氣的使用上駕駛人也幾乎會開啟使用，而每次加油使用簽約廠商的加油卡，採實報實銷，再加上全中心局車輛數龐大，各種新舊、大小車型混雜，耗油程度不一，無法有效規範各駕駛負責車輛之油耗程度。

操作過程中根據需求量不同有不同的排班方式，投遞型態依據每個時段的需求量有不同數量的運行車輛與劃分範圍，單時段收投數量較多的時候，派遣車輛數會增加並均分貨品件數，貨件少時則以一至兩輛車即可負責全區域的營運。

路線選擇上除了支局有規定固定行駛路線外，投遞與契約戶由於收投點每次不完全相同，在規範的區域內司機自行安排自己認為較流暢的路程進行投遞與收攬作業，本研究中投遞與契約戶收攬類型的區域都在松山區，但是在進入松山區之前的路徑選擇上，投遞區的駕駛選擇先走市民高架道路避開市區車潮，而契約戶駕駛則直接選擇行走八德路等一般道路進入松山區。另外，在台北市區內單向道繁多複雜，投遞點也多在巷弄住宅區，司機不免需要多彎繞，不過由於快捷件在投遞時若遇到收件者不在，司機會發簡訊或致電給收件者確認下一次的投遞時間，通常會安排在下一次的出車梯次，避免同一時段司機還要彎繞回去增加行駛路程與時間。

在投遞作業時由於部分路段會有密集的投遞點，即使只有短短十公尺司機仍舊會以車輛代步，因油料的使用不受限制，除非司機自行預估作業時間會超過三分鐘以上才會進行熄火的動作，而在車流量大的市區幹道通常號誌可通行時司機會有緊密的跟車情形，容易短暫加速又急剎車的情形，或是巷弄中多行人、會車等狀況常起步後即停車，此類行車時間短暫且速度也不高的行駛型態占總樣本相當多，此為都市貨運常有的特殊行駛型態。

## 第五章 駕駛週期特性

### 5.1 變數選擇

本研究將分析主要著重於駕駛行為產生之行車型態與操作環境對於油耗的影響，過去文獻中以長時間樣本做為一單位樣本進行因果分析，變數的選擇上也多以速度為基礎衍伸出各種不同形式的指標，或是引入部分引擎參數，目的都在於希望能夠適當、正確的表現車輛運行時駕駛的行為與油耗的關係。

駕駛者行駛車輛時主要動作為方向盤、加速踏板與換檔，這些動作過程會造成引擎轉速、引擎負荷、冷卻液水溫、進氣量等的不同，各類感知器在收到量測數據後發出訊號，計算出最適合的噴油量以及噴油時間長度，然若模式中加入轉速、引擎負荷、水溫、進氣量等因子作為駕駛行為上的呈現，即使油耗模型建立後，駕駛者在駕駛過程中並無法直接做出改善與調整，因此本研究將以速度為基準作為駕駛型態上的呈現，主要以線性迴歸式呈現速度與油耗量間的關係，並加上三種操作型態的類別變數與天氣變數進入模式討論，檢視各種速度變化、操作型態與環境對油耗的影響。

### 5.2 駕駛週期

選用速度為主要建立模式的變數後，文獻中發現多以單一趟完整旅次作為一樣本點的使用，相關影響油耗變數可能採用速度、加速度、引擎轉速、怠速時間等等，而由於樣本時間較長，這些變數指標也多以“平均”的概念處理，然而在一趟旅次車輛行進的過程中存在許多的變異，長時間下的樣本容易將其中的變異稀釋，有可能在兩組樣本中平均速度相同下，卻呈現不一樣的速度變化，如圖 26 所示，兩樣本速度平均速度皆為時速 30 公里，但由於樣本 1 在整個過程中呈現較穩定的駕駛型態，而樣本 2 有明顯的急加減速型態產生，即使平均速度相同，從過去文獻中知道穩定行駛狀態通常比有劇烈的加減速行為有較好的油耗效率表現。

因此，為了解行車過程中每一個速度斷面所產生的變異，本研究將不以單一旅次為樣本採樣，將採用以速度為基準對每日貨車的營運資料作切割，從開始行走至下一次速度為零時，做一個樣本點的擷取，速度零至下一次開始有速度時，也做一個樣本點的擷取，為一個週期 (cycle)，如圖 27 為一段取樣範例，速度為零的型態可能為貨車於車輛行進中遇到號誌、行人、轉彎時必須面臨的停等型態，或是車輛於司機必須下車收送貨時臨停在路邊怠速的停等型態，依操作型態不同，劃分為行駛、怠速、臨停三類的週期。研究蒐集三種作業型態的資料，皆各別取兩天的數量，進行上述的樣本切割動作，剔除

部分不連續的樣本後，有速度的行駛週期分別有 217 個、374 個以及 213 個。

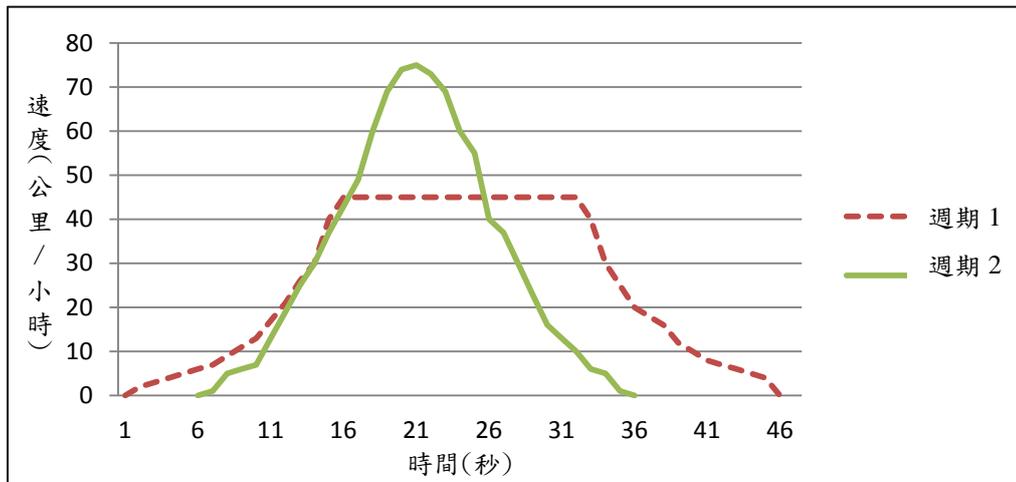


圖 26 不同速度斷面比較圖

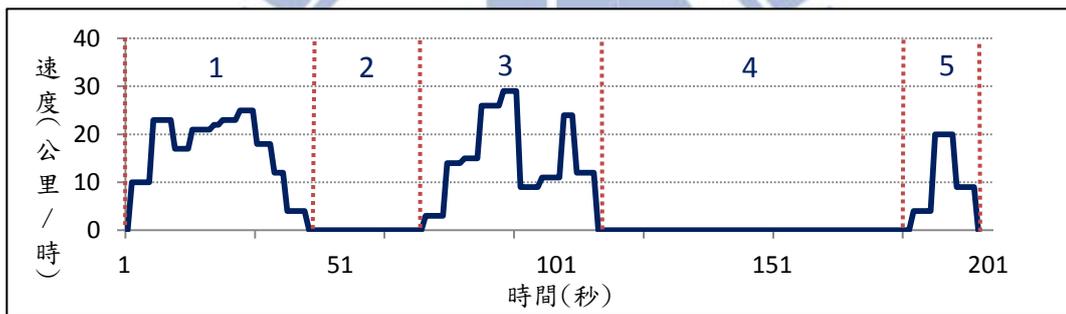


圖 27 三階段速度切割示意圖

速度再依照不同階段的速度進行切割，目的在於了解每一階段速度對於油耗的影響是否不同，首先將每一行車樣本週期切割三段，第一段為加速段，定義為速度從零到第一次增至時速 20 公里以上的時間點做為分界，是因為在觀察所有樣本後，發現大部分若能加速至時速 20 公里以上之行駛週期通常總行駛時間較長，而且會保持在時速 20 公里以上速度的時間也較長，而當加速段分界出來後，第二段即為接續的巡航段，視為較穩定的行駛狀態，而當巡航結束，時速從最後時速 20 公里以上降至時速 0 公里時，界定為減速段，若該行駛週期過程最高速度未超過時速 20 公里，則整段視為一低速的巡航段，圖 28 為速度分段示意圖。

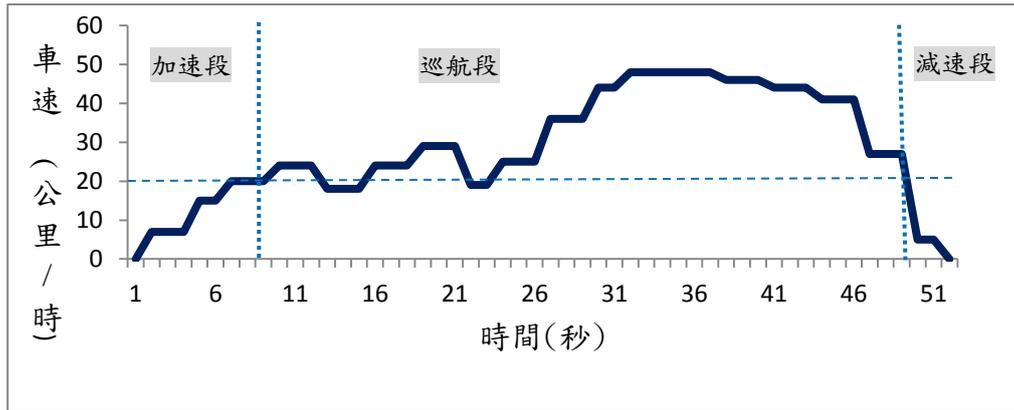


圖 28 三階段速度切割示意圖

而巡航階段時速依照每小時 10 公里單位再劃分七個速度區間，分別為巡航段時速 1~10 公里、巡航段時速 11~20 公里、巡航段時速 21~30 公里、巡航段時速 31~40 公里、巡航段時速 41~50 公里、巡航段時速 51~60 公里、巡航段時速 61~70 公里，分別就加速段、減速段與巡航的七個速度區間計算行駛距離。

### 5.3 貨運與駕駛週期

#### 5.3.1 投遞型態週期特性

取樣的兩日資料依照前章節進行切割，切割為行駛、怠速、卸貨臨停 3 種週期類型，司機臨停路邊進行投遞時，常因作業時間通常不到一分鐘因此不習慣熄火，只有偶爾需要上下樓層或是一次送件數較多時，司機自行推估需要較多的操作時間，才會進行熄火動作，而熄火有時候會造成 OBD II 訊號暫時中斷，中斷不連續的週期在本研究中會排除掉。

投遞型態上臨停地點多且密集，也受交通、行人等外在環境影響，司機平均行駛速度較低，低速段比例相當高，兩天的樣本中，217 個行駛週期中就有 77 個為最高時速在 20 公里以下的狀況，途程中左右轉與迴轉情形也很多，從圖 29 表示單日兩趟出車的連續週期平均速度記錄，可發現大部分行駛中的週期平均速度都在時速 20 公里上下，為道路都市擁擠、號誌影響、行人或密集貨物投遞點造成司機剛起步沒多久即鬆油門降低速度或是踩剎車情形，過程中有部分週期平均速度高於時速 20 公里的情形，可以到達平均速度 40 公里以上，而這些週期為車輛行經主要幹道或是車流量低的路段時候。

表 8 投遞作業時間與各類週期數量總計

日期	趟次	時間	包裹 (件)	行駛	怠速	送貨	送貨 (熄)	總計
1/25 (248)	1	08:28:27 ~ 11:27:05	47	65	40	14	8	127
	2	14:03:34 ~ 16:39:01	32	58	39	15	4	116
2/1 (195)	1	09:21:04 ~ 11:18:00*	45	40	22	14	4	80
	2	13:57:58 ~ 16:45:23	30	54	37	19	0	110
總計			154	217	138	74	16	433

\*2/1 日出發時間為 08:36:44，但 08:36:44 至 09:21:04 之間訊號不穩定有部分中斷現象且記錄影像短缺，因此排除在樣本外

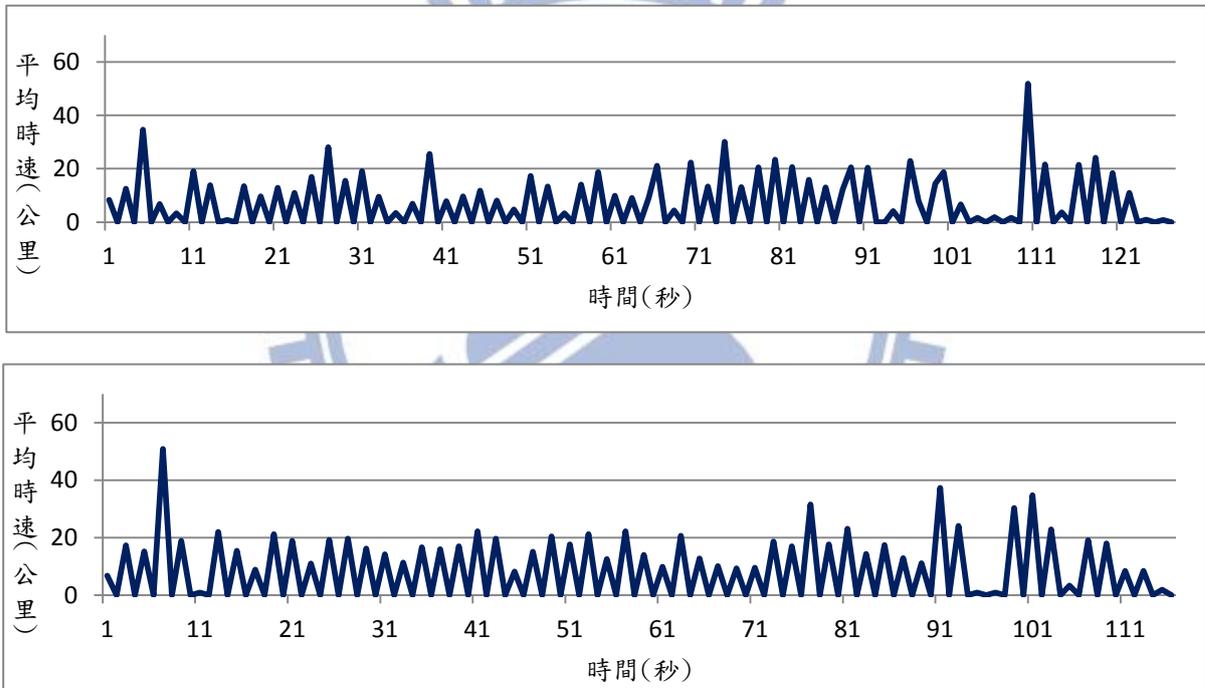


圖 29 1/25 兩趟出車週期平均速度變化

### 5.3.2 支局型態週期特性

取樣的兩日資料依照前述樣本切割方式，可以切割為行駛狀態、怠速狀態、卸貨臨停三種週期類型，由於部分支局相距不到 150 公尺，車輛每次啟動後約行駛不到 20 秒就立刻停下熄火，短時間內反覆的開關引擎有可能造成 OBD II 讀取記錄受影響有中斷的現象，造成記錄支局臨停數少於支局數量，但經由影像確認車輛確實有到達所有支所進行收攬動作，如表 9。行駛與怠速的週期數量在兩天的資料中，皆在第二趟時數量明顯較其他趟次的數量較少，表示行駛過程中受干擾需停等的次數較少，貨運業一般進行

都市內的操作作業時，通常會避開交通尖峰時刻，選擇上午跟下午離峰的時候，而該中心局第二趟收攬時間為正中午時段 12 點至 1 點半，部分貨運者通常是司機的休息時間，更可以推測在此時段進行攬貨作業受到的車流的影響更少。

支局收攬型態上在中正區域附近的支所距離不遠，支局間平均停等次數約三到四次，平均速度約時速 20~30 公里，期間有彎繞至中華路時的平均速度可提升至時速 30~40 公里，進入萬華區後，支局間的距離較長，但萬華區多住宅區平日白天車流量不大，支局間平均停等次數也不多，部分路段平均行駛速度可以超過時速 40 公里，如圖 30 所示，支局型態下的平均速度普遍比投遞時要高。

另外，在支局收攬的環境下，大抵都可以有平穩的加減速並保持較長時間的巡航，低速且行駛時間短暫的情形較少，如圖 31。該路線較特殊路段為華中橋支局收攬完貨物後要前往下一個支局收攬前，司機會行駛一外環道路，車輛數相當少，速度通常可以提升接近最高時速 70 公里，也幾乎很少受號誌影響需要停等，唯獨在進入外環道路之前，必須行經一市場，而該市場採買人潮多、裝卸貨的貨車也不少，在行進時雖速度沒有中斷，但是一直以較低速的情形上下起伏前進，三百公尺的路程約行走一分多鐘，如圖 32 所示，前半段為在市場的行駛狀態，後半段進入外環道路後司機開始將速度提升。

表 9 支局作業時間與各類週期數量總計

日期	趟次	時間	行駛	怠速	收貨 (熄)	臨停	小計
2/27 (377)	1	09:47:40 ~ 11:07:56	49	35	13	3	100
	2	11:50:14 ~ 13:08:40	41	29	13	1	84
	3	13:52:04 ~ 15:13:36	49	34	15	1	99
	4	15:59:03 ~ 17:21:03	44	32	13	4	93
3/1 (377)	1	09:52:59 ~ 11:14:53	50	31	16	0	97
	2	11:51:05 ~ 13:12:51	40	28	12	0	80
	3	13:47:00 ~ 15:16:57	52	37	14	3	106
	4	15:58:58 ~ 17:22:50	49	35	13	1	98
總計			374	261	109	13	757

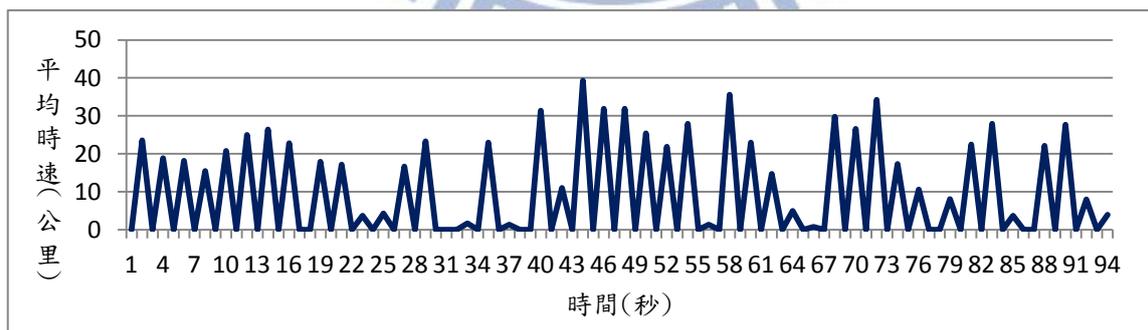
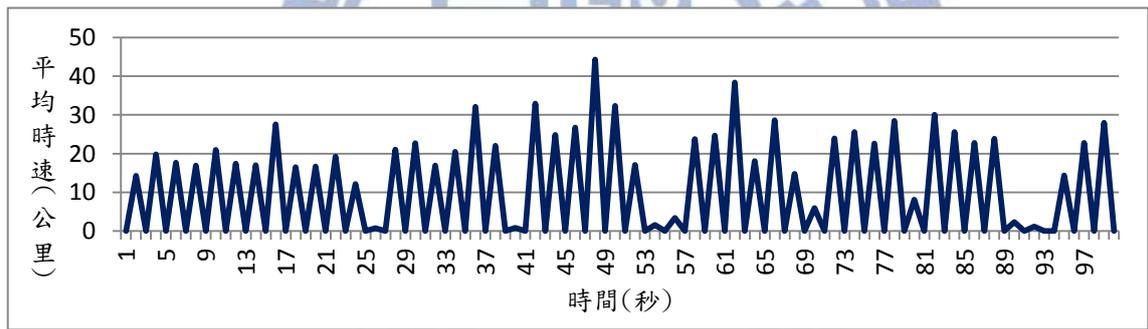
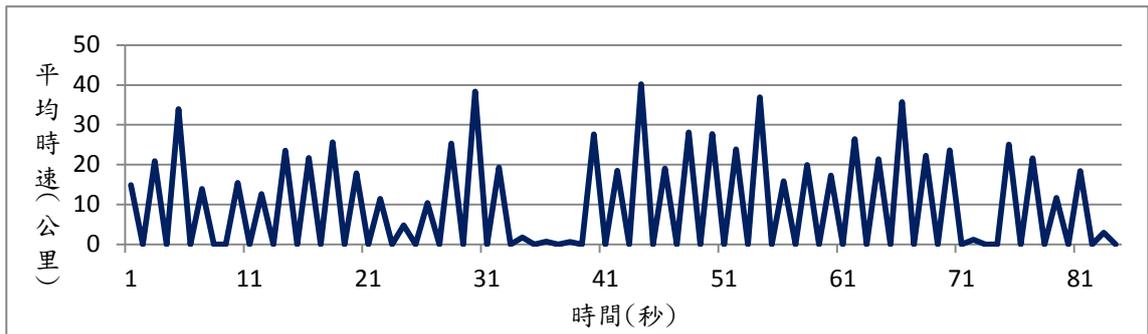
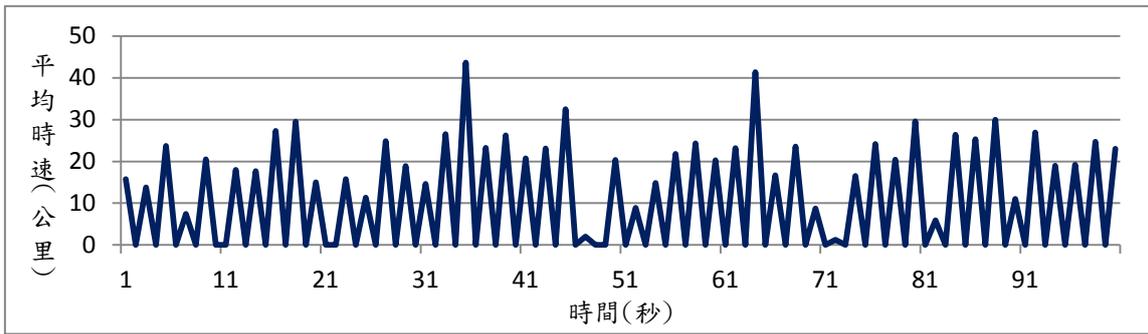


圖 30 3/1 四趟出車週期平均速度變化

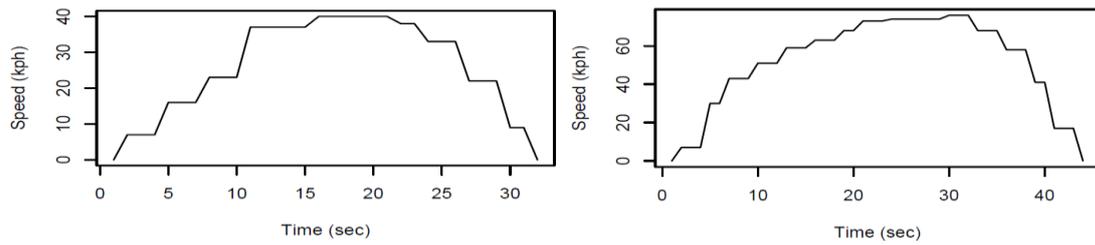


圖 31 支局收攬時間-速度變化圖(1)

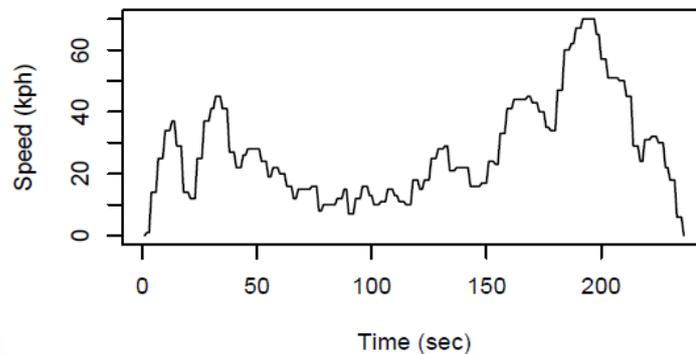


圖 32 支局收攬時間-速度變化圖(2)

### 5.3.3 契約型態週期特性

前述章節中提到本研究將蒐集到的樣本資料切割成三類的週期，以 3 月 12 日為例，第一趟行車總共有 46 次行駛週期、43 次因交通、號誌、迴轉外在道路因素產生怠速靜止的週期、5 次的路邊臨停收件，車輛收完五個據點的貨物後會到中心局進行卸貨，約 40 分鐘後由同輛車即進行第二趟同區域的契約戶攬貨；第二趟臨停的據點為 9 個，共有 62 次行駛週期、54 次因交通、號誌、迴轉倒車等外在道路因素產生靜止的週期，而由於兩天的作業型態為同一區域，行駛路線相差也不大，所以得到的各種週期數量也相差不多，相關週期數量呈現於表 10。

收攬契約戶貨物時通常需要較長作業時間，因此臨停路邊時司機必定會有熄火的動作，減少無謂油耗的產生。不過在契約戶的操作型態下，司機較常會有收完件上車後先行啟動車輛，但因為整理單據等動作未立刻行駛，此種怠速情況通常持續 30 秒左右，而因道路狀況而產生的怠速則因號誌長短有不同的時間，少則 10 幾秒多則 1 至 2 分鐘，通常遇到行人、等待轉彎等情況停等時間則不超過 5 秒鐘。

表 10 契約客戶作業時間與各類週期數量總計

日期	趟次	時間	行駛	怠速	收貨	路邊	總計
3/12 (219)	1	13:54:49 ~ 15:21:48	46	42	5	1	94
	2	16:03:21 ~ 18:28:47	62	53	8	2	125
3/13 (217)	1	13:47:07 ~ 15:17:48	45	40	5	3	93
	2	16:01:04 ~ 18:17:58	60	49	11	4	124
總計			213	184	29	10	436

以 3/12 第一趟行車為例：從中心局出發行經主要幹道時車輛駕駛型態通常能夠有一明顯的加速、高速巡航、減速的速度呈現，通常能夠保持在時速 30~50 公里，行駛時間也能夠持續 30 秒至 1 分鐘以上，這些路段的號誌數量也較多，常因紅燈而反覆停等；進入小巷弄後因為反覆的左右轉，速度上有較多的起伏，也會因號誌而有停等動作，如圖 33；而進入密集的攬貨區域時，道路為單行道並且有頻繁的左右轉，導致速度較低卻仍舊也有劇烈起伏的情形，如圖 34。當中也有穿插部分行駛週期最大時速不超時速 10 公里，通常為車輛需要迴轉、倒車、跟車、或剛起步即遭遇路口或是行人而停下車輛，時間上通常不超過 15 秒。如圖 35。另外，兩日的第二趟行車過程上平均速度變化與投遞區域相似，在進入密集攬貨區以前，車輛時速通常可以維持較高的情況，進入攬貨區後則平均速度都降低至時速 20 公里左右，如圖 36。

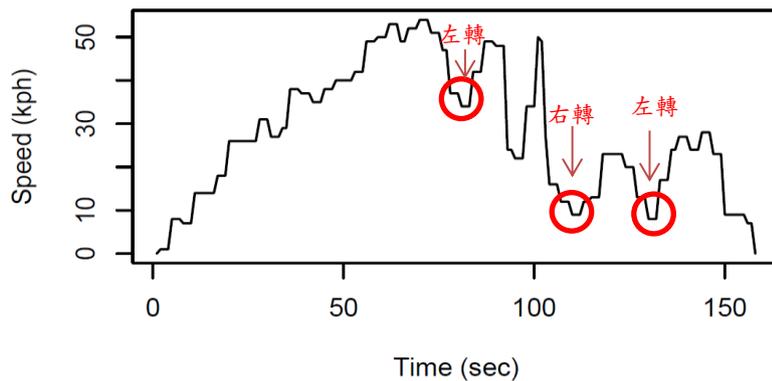


圖 33 契約客戶時間-速度變化圖(1)

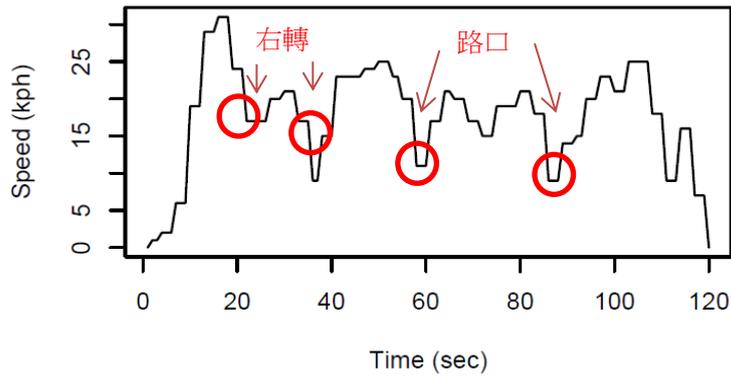


圖 34 契約客戶時間-速度變化圖(2)

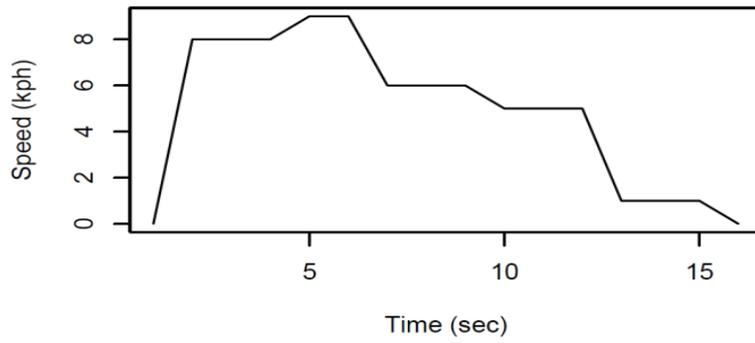


圖 35 契約客戶時間-速度變化圖(3)

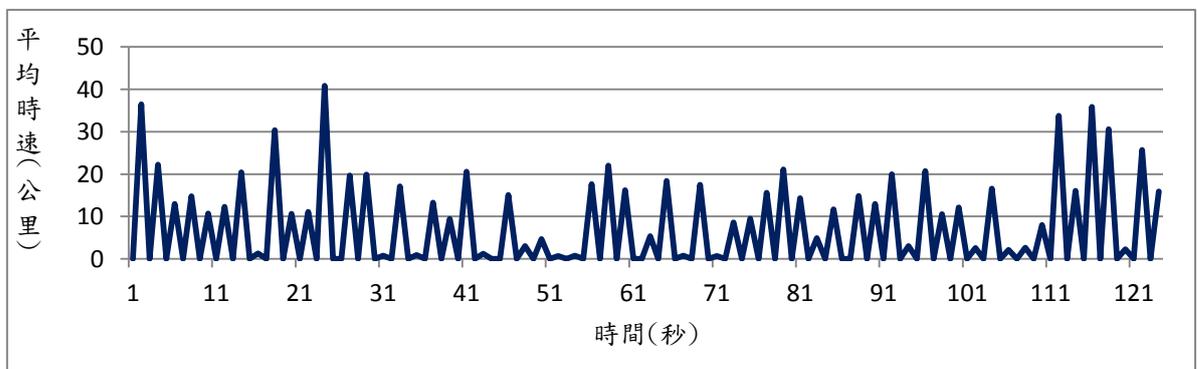
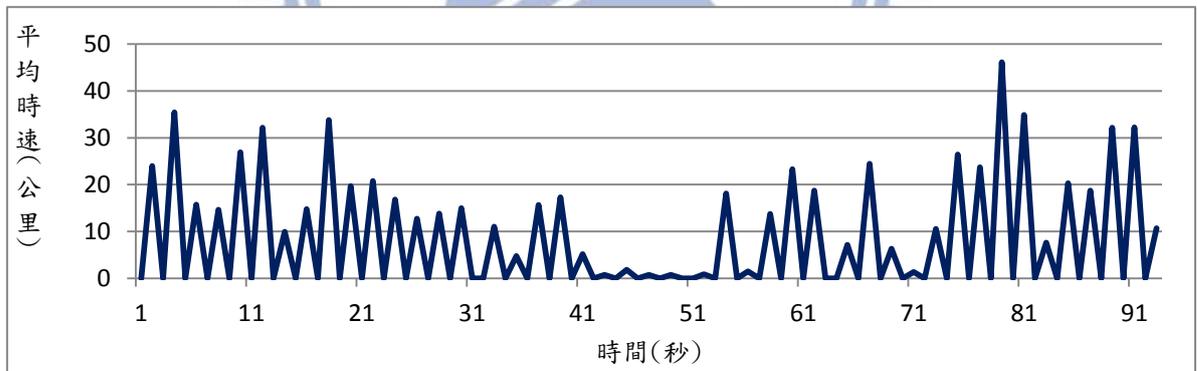


圖 36 3/13 兩趟出車 cycle 平均速度變化

## 第六章 模式與情境分析

### 6.1 油耗模式建立

將三種類別的作業型態資料做上章節處理後，選用影響油耗的變數為加速段距離、巡航段時速 1~10 公里距離、巡航段時速 11~20 公里距離、巡航段時速 21~30 公里距離、巡航段時速 31~40 公里距離、巡航段時速 41~50 公里距離、巡航段時速 51~60 公里距離、巡航段時速 61~70 公里距離以及減速段距離，利用迴歸分析建構這些不同階段的速度行駛距離與油耗量之間的關係與影響，而作為應變數的油耗量為樣本行駛週期的總油耗，主要基本模式如下：

$$\begin{aligned} \text{油耗量} = & \text{常數項} + \beta_1 * \text{加速段距離} + \beta_2 * \text{巡航時速 1~10 公里距離} + \\ & \beta_3 * \text{巡航時速 11~20 公里距離} + \beta_4 * \text{巡航時速 21~30 公里距離} + \\ & \beta_5 * \text{巡航時速 31~40 公里距離} + \beta_6 * \text{巡航時速 41~50 公里距離} + \\ & \beta_7 * \text{巡航時速 51~60 公里距離} + \beta_8 * \text{巡航時速 61~70 公里距離} + \\ & \beta_9 * \text{減速段距離} \end{aligned}$$

(油耗量：公升/週期，距離：公里)

將三種型態共 804 個駕駛週期樣本一起放入模式中，結果如表 11 所示，所有的應變數在模式中皆相當顯著，而且迴歸模式得到的調整過後的判定係數值相當高，有 0.942，會有如此高的判定係數值是因為整體行駛距離越長油耗量必然越多，此模式使用的自變數與應變數之間預期就有如此高的關係，另外，檢視各變數的 VIF 值也未超過 10 表示無明顯的共線性。

而其中發現加速段與較低速的巡航段時速 1~10 公里兩者有最差的燃油效率，係數分別為 0.322 與 0.309，再進一步比較這兩個變數的解釋力是否有差異，利用 F 檢定假設兩係數關係：

$$H_0: \beta_1 = \beta_2, H_a: \beta_1 \neq \beta_2$$

$$F = \left( \frac{b_1 - b_2}{\sqrt{s_{b_1}^2 + s_{b_2}^2 - 2s_{b_1, b_2}}} \right)^2 = \left( \frac{0.322 - 0.309}{\sqrt{0.061^2 + 0.02^2 - 2 \times 0.000222}} \right)^2 = 0.046$$

$$F_{1,804-2-1} = 3.84 > 0.046 \quad (\text{信心水準 } 95\%)$$

結果得到兩變數的係數並無顯著差異，也就是說在週期進入巡航階段後，如果有速度降至時速 1~10 公里的情況時，通常不會長時間保持，是因為行人或是號誌等外在環

境造成司機短暫減速至接近零但是還尚未完全停止的狀況，又重新將速度拉回較高的時速，而這部分的狀況會近似於車輛又做了一加速的動作，也表示若無法穩定維持較高的巡航速度一直反復有重新加速的動作，對於油耗的影響很大；而對於部分整體時速並未超過時速 20 公里的低速週期而言，其在時速 1~10 公里的情況時，也算是一加速動作，但是因為環境或貨物需求對其影響導致其不能順利加速至時速 20 公里以上並保持巡航，而又快速減緩速度至零。

表 11 三型態合併之油耗模式

變數	係數		T 值	顯著性	共線性
	B 估計	標準誤			VIF
(常數)	0.003	0.001	4.345	0.000	
加速段行駛距離	0.309	0.020	15.412	0.000	1.155
巡航時速 1~10 公里距離	0.322	0.061	5.280	0.000	1.515
巡航時速 11~20 公里距離	0.213	0.017	12.618	0.000	2.084
巡航時速 21~30 公里距離	0.102	0.008	13.227	0.000	2.181
巡航時速 31~40 公里距離	0.145	0.006	23.521	0.000	1.847
巡航時速 41~50 公里距離	0.125	0.006	20.024	0.000	1.837
巡航時速 51~60 公里距離	0.084	0.007	11.693	0.000	2.542
巡航時速 61~70 公里距離	0.106	0.003	32.409	0.000	1.728
減速段行駛距離	0.147	0.019	7.811	0.000	1.076

依變數: 油耗(公升)

因此，在模式中將加速段行駛距離與巡航時速 1~10 公里距離兩變數合併為一新變數“合併加速段距離”，得一較簡潔模式，而車輛在速度上的差異應會造成油耗的不同，而相當多的文獻更指出在加速時，不同的加速行為影響油耗的損失程度不同，由模式一中也可以發現在加速段行駛距離變數的係數較高，表示車輛於加速度段行駛越久對於油耗有較大的影響，而駕駛過程中加速度過程容易因駕駛者或是環境影響下而有不同的表現，因此我們加入類別變數 R1 表示投遞型態樣本，R2 表示支局型態樣本，另外將蒐集到的環境變數：天氣類別也一起放入模式，並加入類別變數對加速段的交互作用項進行分析，由於交互作用項會出現共線性（Multi-Collinearity）的問題，事前以置中平減（mean-centering）的方式處理，結果如表 12。

表 12 加入類別變數之油耗模式

變數	係數		顯著性	共線性
	B 估計值	標準誤		VIF
模式二 ( $R^2=0.952$ )				
(常數)	.011	.001	.000	
合併加速段距離(平減)	.370	.042	.000	6.563
減速段積分距離	.161	.017	.000	1.069
巡航時速 11~20 公里距離	.220	.013	.000	1.567
巡航時速 21~30 公里距離	.099	.007	.000	2.103
巡航時速 31~40 公里距離	.141	.006	.000	1.887
巡航時速 41~50 公里距離	.123	.006	.000	1.867
巡航時速 51~60 公里距離	.092	.007	.000	2.574
巡航時速 61~70 公里距離	.107	.003	.000	1.744
R1	-.004	.001	.001	1.538
R2	.003	.001	.011	2.037
天氣	.001	.001	.688	1.531
R1*合併加速段距離(平減)	-.243	.049	.000	3.518
R2*合併加速段距離(平減)	.021	.053	.697	4.471
天氣*合併加速段距離(平減)	.207	.051	.000	1.784

文獻中提及在雨天時候會降低油耗效率，猜測可能是地面濕滑造成摩擦力下降，司機在行進時可能必須比平常多重踩油門才能達到跟晴天路面乾燥一樣的速度，在表 12 的模式二卻發現其天氣影響並不顯著，但如前述所提及，雨天地面濕滑造成駕駛必須重踩油門才能達到晴天地面乾燥時的速度，在摩擦係數降低的狀況下，加速段從靜止到起步時重踩情形可能會比較明顯，因此在模式裡將天氣本身當作一個自變數或許沒有顯著影響，但當加入一個加速段距離與天氣類別變項的交互作用項時，就有了顯著的結果，模式結果如表 12 所示，加速段與天氣交乘項係數為 0.207，效果為正向，表示在加速段時，同樣的行駛距離下，雨天會有比較耗油的情形。

而在類別變數的結果為類別變數 R1 顯著，表示整體投遞型態比契戶收攬型態較省油，R2 並不顯著，表示支局收攬型態與契約戶型態整體無顯著差異；交互作用項 R1\*合併加速段距離為顯著，表示在投遞型態下的加速段距離對於油耗的影響比契戶收攬型態要大，而交互相乘項 R2\*合併加速段距離並不顯著，表示在支局收攬型態下的加速度距離相較於契約戶型態並無顯著影響。

但是本研究蒐集的油耗資料中，該貨運公司在沒有特殊狀況下同一車輛皆只由同一

司機駕駛，而每日作業地區每隔兩~三日會有調整，目的是司機間彼此輪休時，代班司機能夠熟悉各區域及其路徑的關係，但是該車輛與司機還是會在同一種操作型態。所以本實驗蒐集的三種型態的油耗資料，也代表三輛車與三位駕駛者的型態，車輛因素與駕駛個人行為皆會造成不同的油耗情況，車輛因素在不同種類、車齡的車輛才會有明顯差異，本研究在車輛變異上，藉由選取同一種車型、車齡相差不遠的新車作為實驗取樣對象，希望消弭因車輛造成基本的燃油消耗差異，而因為司機不同可能造成的差異在模式中可能與環境造成的加速差異效果混和在一起，透過行車紀錄器記錄的行車畫面找出我們認為司機可以自由加速的情況下，加速度行為是否有不同。

挑選出司機起步加速至時速 20 公里前，無其他車輛、行人或是貨運需求干擾，且非轉彎、迴轉等特殊情形，視為司機能夠做出自由加速的樣本，投遞型態有 24 筆、支局收攬 57 筆、契戶型態 20 筆，先檢定這些樣本是符合常態分配，再利用 ANOVA 變異數檢定其平均加速度是否有差異，結果如表 13，F 值為 2.35，顯示這三種型態的駕駛人在能自由加速時的行為並無太大差異，而三位駕駛人皆為工作年資超過 10 年的資深駕駛，因此本研究建構的油耗模式中三種操作型態的加速段行為有顯著不同是因為環境或操作型態上對其影響較大，可排除駕駛個人行為上的差異。

表 13 加速段之平均加速度 Anova 分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	0.926	2	0.463	2.350	0.101
組內	19.316	98	0.197		
總和	20.243	100			

而無論是模式一或是模式二，發現巡航段隨著時速提高，有著階段性變化的趨勢，從巡航段時速 1~10 公里至巡航段時速 21~30 公里隨著速度提升燃油效率也逐漸提升，而在巡航段時速 31~40 公里效率略為變差後，又從巡航段時速 31~40 公里至巡航段時速 51~60 公里又是另一階段的燃油效率逐漸提升，因此將巡航速度 21~30 距離係數再分別與巡航速度 11~20 距離、巡航速度 31~40 距離兩項變數之係數作檢定，為確認彼此是否有相同解釋力或是其中確實有特殊的情況導致其經濟時速並非平日所認知，以 F 檢定各別係數是否有相同的影響力：

假設  $\beta_1$  為巡航段時速 11~20 公里係數

$\beta_2$  為巡航段時速 21~30 公里係數

$\beta_3$  為巡航段時速 31~40 公里係數

$H_0: \beta_1 = \beta_2$  ,  $H_a: \beta_1 \neq \beta_2$

$$F = \left( \frac{b_1 - b_2}{\sqrt{s_{b_1}^2 + s_{b_2}^2 - 2s_{b_1, b_2}}} \right)^2 = \left( \frac{0.22 - 0.099}{\sqrt{0.013^2 + 0.007^2 + 2 \times 0.00004}} \right)^2 = 49.131$$

$$F_{1,804-2-1} = 3.84 < 49.131 \quad (\text{信心水準 } 95\%)$$

$H_0: \beta_2 = \beta_3$  ,  $H_a: \beta_2 \neq \beta_3$

$$F = \left( \frac{b_2 - b_3}{\sqrt{s_{b_2}^2 + s_{b_3}^2 - 2s_{b_2, b_3}}} \right)^2 = \left( \frac{0.099 - 0.141}{\sqrt{0.007^2 + 0.006^2 + 2 \times 0.000016}} \right)^2 = 15.077$$

$$F_{1,804-2-1} = 3.84 < 15.077 \quad (\text{信心水準 } 95\%)$$

結果顯示在巡航段時速 21~30 公里時候，顯著和巡航段時速 11~20 公里係數與巡航段時速 31~40 公里係數皆有顯著的不同，可能有特殊的狀況導致出現一個看起來較經濟時速的情形。重新檢視各種操作型態上駕駛速度的分配情形，發現整個行駛週期有成功加速超過時速 20 公里並保持最高速度介於時速 21~30 公里之間有 163 筆資料，占總樣本數的五分之一，而在 163 筆資料中又有 102 筆進入巡航階段後就沒有再下降至時速 20 公里以下，穩定保持時速在 20~30 公里；而在最高速度超過時速 30 公里的駕駛週期裡，在時速 20~30 公里下通常為一判斷是否能夠繼續往上加速的狀況，推測在此區段時駕駛也通常維持穩定踩住踏板的狀態。

一般油門作動機制是通過鋼絲一端與油門踏板相連另一端與節氣門閥相連，傳輸比例大約是 1:1 的，也就是說通常駕駛者腳踩得越深，節氣門開啟的角度就越大，油量也就越多，但是噴油量的多寡與持續時間還需要透過 ECU 接收到的其他引擎參數如：進氣溫度、進氣量做為參考並執行，但這是整個引擎唯一能由駕駛者直接控制的機構，由於本研究使用車輛之通訊協定不支援讀取踏板位置的訊號，所以只能由 OBD II 量測到的節氣門位置大抵推測駕駛踩踏板的情形。

由表 14 可看出，節氣門位置隨著速度的增加，開啟角度(%)會逐漸加大，而在時速 21-30 公里之下的節氣門位置標準差時相較於前後兩個速度區間是較小的，作相關的統計檢定也顯示有明顯不同，由此可推測都市貨運駕駛在時速 21-30 公里下是常有穩定的

油門踩踏情形，油量能夠穩定的噴出混和達到有效率的使用。

表 14 各速度區間節氣門位置與節氣門位置標準差

速度區間(公里/小時)	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70
平均節氣門位置(%)	16.861	18.275	19.024	19.303	20.387	22.057
節氣門位置標準差	7.462	6.430	7.699	8.186	7.269	5.521

最後三種操作型態下模式建構完成如下：

1. 投遞型態：

$$\begin{aligned} \text{油耗量(公升)} = & 0.007 + 0.127 * \text{合併加速} + 0.161 * \text{減速段距離} + \\ & 0.22 * \text{巡航時速 11~20 公里距離} + \\ & 0.099 * \text{巡航時速 21~30 公里距離} + \\ & 0.141 * \text{巡航時速 31~40 公里距離} + \\ & 0.123 * \text{巡航時速 41~50 公里距離} + \\ & 0.092 * \text{巡航時速 51~60 公里距離} + \\ & 0.107 * \text{巡航時速 61~70 公里距離} \end{aligned}$$

2. 支局型態：

(1) 晴天

$$\begin{aligned} \text{油耗量(公升)} = & 0.014 + 0.391 * \text{合併加速} + 0.161 * \text{減速段距離} + \\ & 0.22 * \text{巡航時速 11~20 公里距離} + \\ & 0.099 * \text{巡航時速 21~30 公里距離} + \\ & 0.141 * \text{巡航時速 31~40 公里距離} + \\ & 0.123 * \text{巡航時速 41~50 公里距離} + \\ & 0.092 * \text{巡航時速 51~60 公里距離} + \\ & 0.107 * \text{巡航時速 61~70 公里距離} \end{aligned}$$

(2) 雨天

$$\begin{aligned} \text{油耗量(公升)} = & 0.015 + 0.598 * \text{合併加速} + 0.161 * \text{減速段距離} + \\ & 0.22 * \text{巡航時速 11~20 公里距離} + \\ & 0.099 * \text{巡航時速 21~30 公里距離} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&0.141*巡航時速 31\sim40 公里距離 + \\
&0.123*巡航時速 41\sim50 公里距離 + \\
&0.092*巡航時速 51\sim60 公里距離 + \\
&0.107*巡航時速 61\sim70 公里距離
\end{aligned}$$

### 3. 契戶型態：

$$\begin{aligned}
\text{油耗量(公升)} = &0.011 + 0.37*合併加速 + 0.161*減速段距離 + \\
&0.22*巡航時速 11\sim20 公里距離 + \\
&0.099*巡航時速 21\sim30 公里距離 + \\
&0.141*巡航時速 31\sim40 公里距離 + \\
&0.123*巡航時速 41\sim50 公里距離 + \\
&0.092*巡航時速 51\sim60 公里距離 + \\
&0.107*巡航時速 61\sim70 公里距離
\end{aligned}$$

整體而言，從模式中可看出，隨著速度的提升，車輛的燃油效率也會逐漸提升，在加速段的部分由於是車輛剛起步，引擎從怠速或是靜止進入較高速運轉狀態，勢必需要較大量的燃油提供動力，因此在加速段的階段對於油耗來說相當重要，除了雨天無可避免可能需要重踩才能有效起步外，駕駛者在加速段應平穩加速，在模式中投遞形態下的加速段油耗明顯與支局和契戶不同，是由於投遞行為不如支局和契約戶能夠較長時間保持行駛週期，密集的投遞點經常讓駕駛在加速段就受到干擾，造成投遞形態下駕駛環境或是駕駛自己預期下，在加速行為上很少會猛然將速度提升，反而有較好的油耗表現。

加速段與巡航時速 1~10 公里的兩變數進行合併，是由於巡航時速 1~10 公里也代表著再次加速的特性，再次加速同樣對於油耗的表現有較差的呈現，無論在何種作業型態下駕駛在能夠選擇的路段下應盡量選擇車流與號誌干擾小的路段，以避免車輛反覆加減速反而造成油耗增加，而若無法避免在壅塞區域行車，駕駛應盡量避免反覆低速跟車行為，讓前方車流較舒緩後再行駛即可。

## 6.2 模式情境應用

本研究建構之油耗模型主要由加減速距離與巡航速度距離所組成，而且判斷係數相當高，顯示都市貨運駕駛者能夠藉由簡單的速度分配來達到最佳的燃油效率，而速度也是駕駛者較能夠直接感受並做出立即調整的行為模式，將假設數個情境討論不同環境、貨運需求、路線調整下，藉由該模式的參數代入，比較各種油耗表現。

情境將分為三組，第一組為調整部分投遞作業型態後的比較；第二組為路線進行微調後的比較；第三組則為車輛行駛於一般道路無收投件行為時，車流與號誌的影響，情境的建構基礎參考本研究蒐集的資料裡平均行駛的路徑長度、投遞點數量、速度分配方式與行駛週期數量等等。

### 6.2.1 操作型態情境

在投遞作業型態下每趟次的行車經常需要停等數十個據點進行投遞作業，部分投遞點距離不遠但是仍舊需要依靠司機將車輛行駛至較近且適合停車位置進行作業，節省步行距離與時間，但是在本研究的樣本裡發現，有數個投遞點彼此距離相當近可能不到 15 公尺的狀況下，司機仍舊會將車輛開至近一點的距離才又再次進行投遞，而車輛短暫的起步又停止速度上無法也不需以高速移動，而這樣短的距離建議能夠以板車作業取代，在過度密集的投遞點，司機將車輛開至適當位置後以板車將貨品帶入各投遞需求點，減少過多低速巡航部分。

情境上假設一路段長 200 公尺，投遞需求點有四個，彼此距離不超過 15 公尺，我們認為較好的情況為停等一次，再以板車作業進行，較差也就是該貨運業經常是每到一投遞點就停等一次，共停等四次，兩種情境下的速度分配如圖 37，每一個投遞點都停等的情況下假設車輛先行 100 公尺後做第一次的投遞，隨後起步又停等第二次，四個投遞點都投遞完後行駛約 50 公尺後在路口停等號誌，由於四個停等點的作業時間個別都不超過三分鐘因此假設司機並無熄火；若只停等一次的情境下，假設車輛先行 135 公尺後停等，利用板車進行全部的投遞作業，而作業時間應比四次停等時總時間略長，超過三分鐘而有進行熄火動作，若不計怠速時油耗量，代入投遞型態的油耗模式，四次停等消耗 0.041 公升的油耗，一次停等下消耗 0.031 公升的油耗，多了 32% 的油量，可見藉由作業型態的調整將低速巡航的時間轉換為較高速度的駕駛循環裡，能夠減少油耗，唯獨司機必須增加一些步行時間，但長期而言，平均每趟出車會有一次該種密集投遞的需求產生，而台北中心局一天投遞的基本發車就有 128 趟，若能教育駕駛調整操作模式，對減少油耗量有一定的幫助，兩種情境作業型態表示如圖 38。

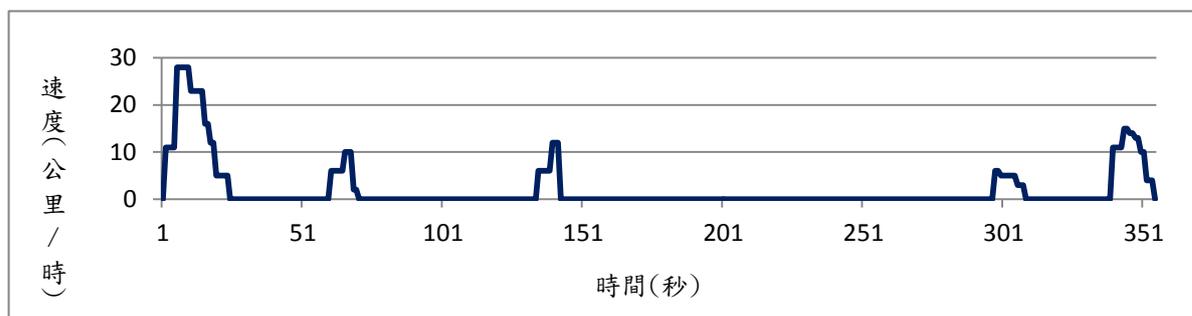
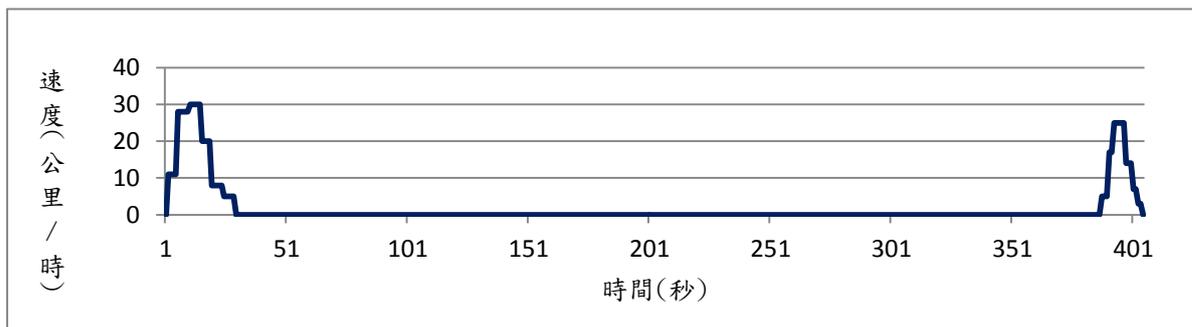


圖 37 操作型態情境假設速度分配型態

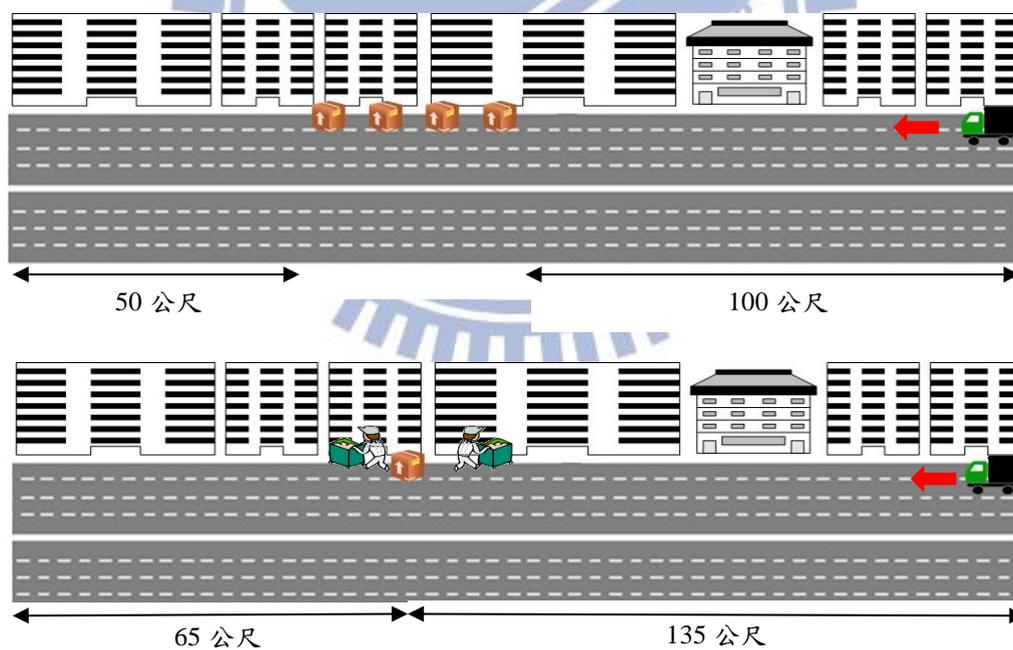


圖 38 操作型態情境假設示意圖

## 6.2.2 路線調整情境

貨運操作流程在收件或投遞順序的安排上可能會導致不同的速度行駛分配與駕駛循環數量，藉由觀察契約戶收攬型態可發現，由於該貨運是由中心局進行快捷件的統一收攬，車輛由中心局出發到固定收攬區域後，收攬點有較靠近中心局與否的差別，而契約戶一天中兩趟的收攬作業間隔僅相差不到一小時，表示契約戶其實有可能在收攬時間上的要求並不嚴苛。

本研究假設情境為同一輛車兩趟收攬作業時段中共有 8 個契約戶需要收攬，有其中 2 個為較遠端的客戶需求，第一個情境如圖 39 所示，在兩次出車的作業時間內，第一趟出車將收攬較靠近中心局之 3 個契約戶，安排較遠端的客戶 1 個先行收攬，第二趟出車也同樣繞行整個負責範圍收攬 3 個靠近中心局的契約戶與 1 個遠端的契約戶；而另一情境如圖 40 所示，負責規劃契約戶收攬行程的規劃員將第一趟出車僅收 2 個較遠端的契約戶，第二趟出車則安排 6 個較靠近中心局的契約客戶，兩種情境若車流環境相當，第二種情境下的行駛距離明顯比第一種要少，減少了 800 公尺的距離，相對油耗量也會較低。不過相對上在出車時間的安排可能需要調整，情境二的第二趟出車雖然離中心局較近，但是收攬點多，而契約戶通常單一收攬點的作業時間需長達 5 分鐘以上，在出車梯次時間與調度上可能需要更進一步的調整。

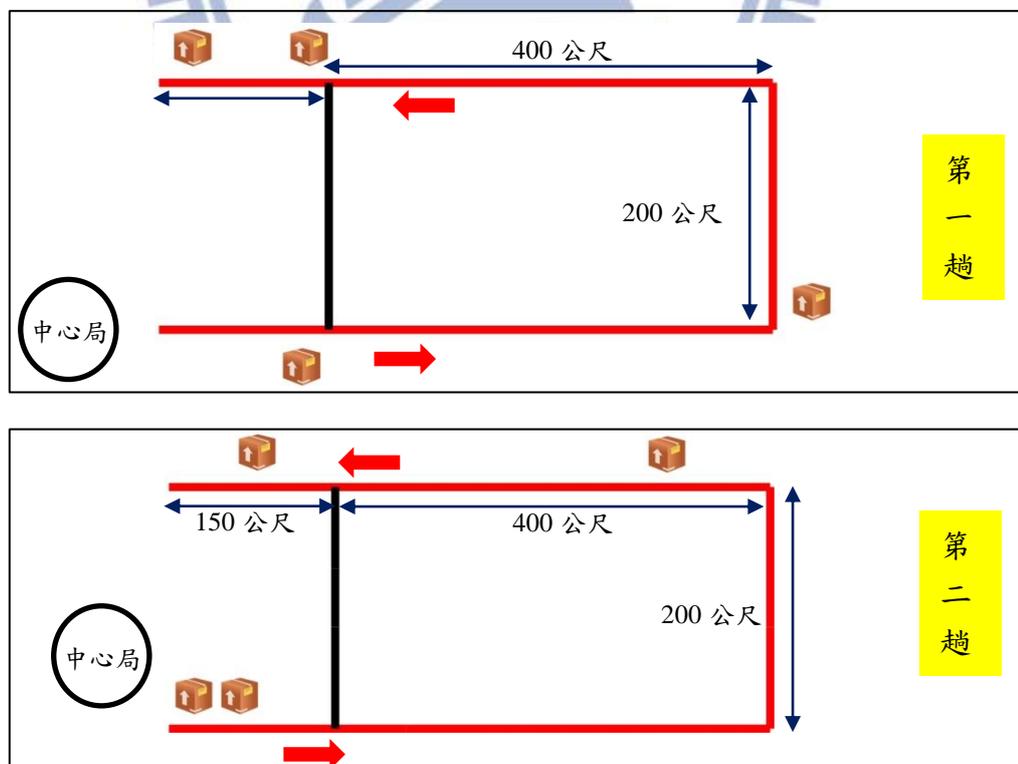


圖 39 路線調整第一種情境假設示意圖

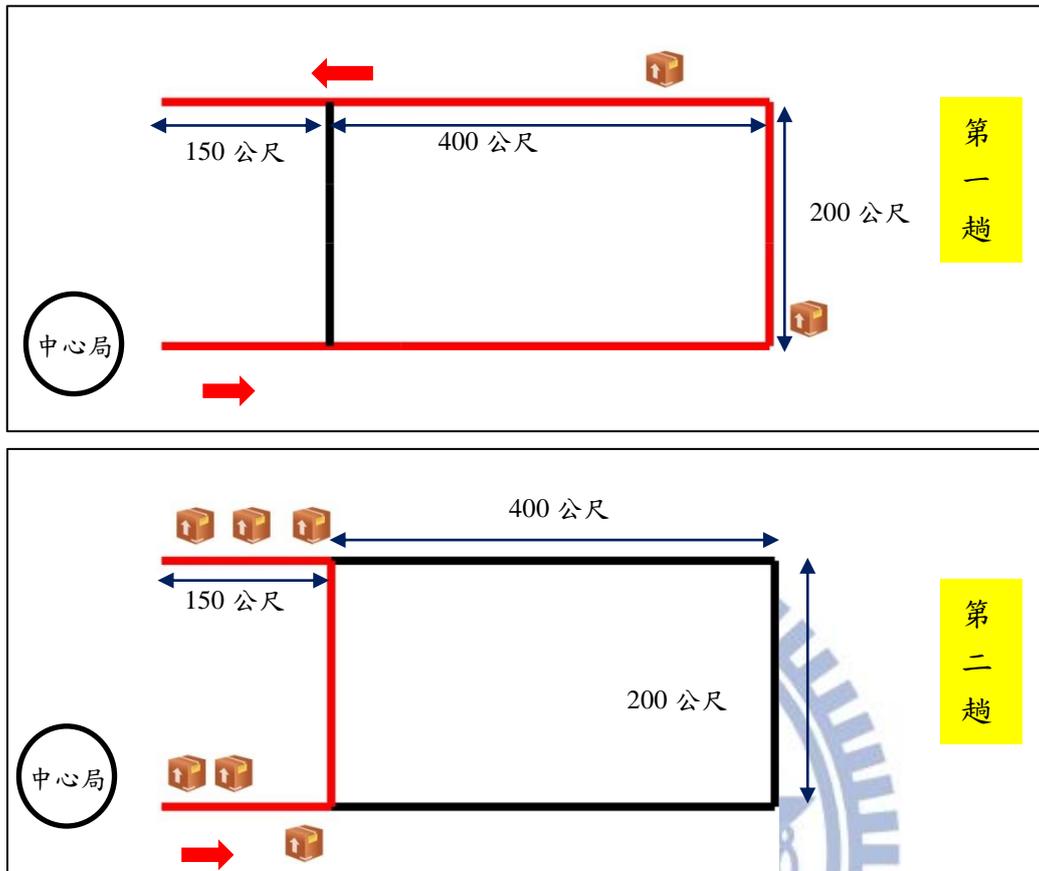


圖 40 路線調整第二種情境假設示意圖

### 6.2.3 行車環境情境

在收投操作模式下，車輛由中心局統一指派至各區域進行收件或投遞作業，在進入負責區域前和回程時都不會有收投動作，僅是單純的道路行駛，由於不受貨物需求的影响，行駛於該類路徑時，駕駛為了能盡早結束工作，通常會選擇自認之最短路徑行駛。在此假設一路段長約 450 公尺道路，限速為台北市市區道路法定限速時速 50 公里，一最理想狀態下車輛從能夠平穩加速至時速 50 公里且經過號誌不停等，一為容易受號誌與車流影响而有停等的情形，兩種情境下的速度分配由本研究中的樣本擷取出適合的行駛週期，兩種情況的速度分配如圖 41，理想情況為車輛從路口出發能夠平順的加速並達到限速 50 公里，途中不受號誌與車流影响大抵維持在最高速限左右，直到通過兩個路口；而較差的情況為車輛從路口開始即受車流干擾以相當緩慢的速度前進，約過 30 秒後才能將速度提升至時速 20 公里以上，而後受到途中一號誌影响進行停等約 35 秒，又因前方號誌減速停等，也受車流影响有低速跟車情形，後加速通過最後一個路口。行駛狀況如圖 42 所示。

依照各速度分配情形帶入上一節本研究建立的支局油耗模式，分別計算，結果在車流與號誌較佳幾乎沒有干擾的狀況下油耗量為 0.072 公升，而受到號誌車流干擾下的油耗量為 0.088 公升，增加了 22%，表示車輛若能夠長時間維持在較高時速、減少低速巡航時間、減少短距離跟車產生反覆加速的情形，對於油耗的節省會有很大的幫助，而未來都市區域能夠藉由號誌控制的改善與駕駛者減少頻繁跟車的情況得到節能的目的。

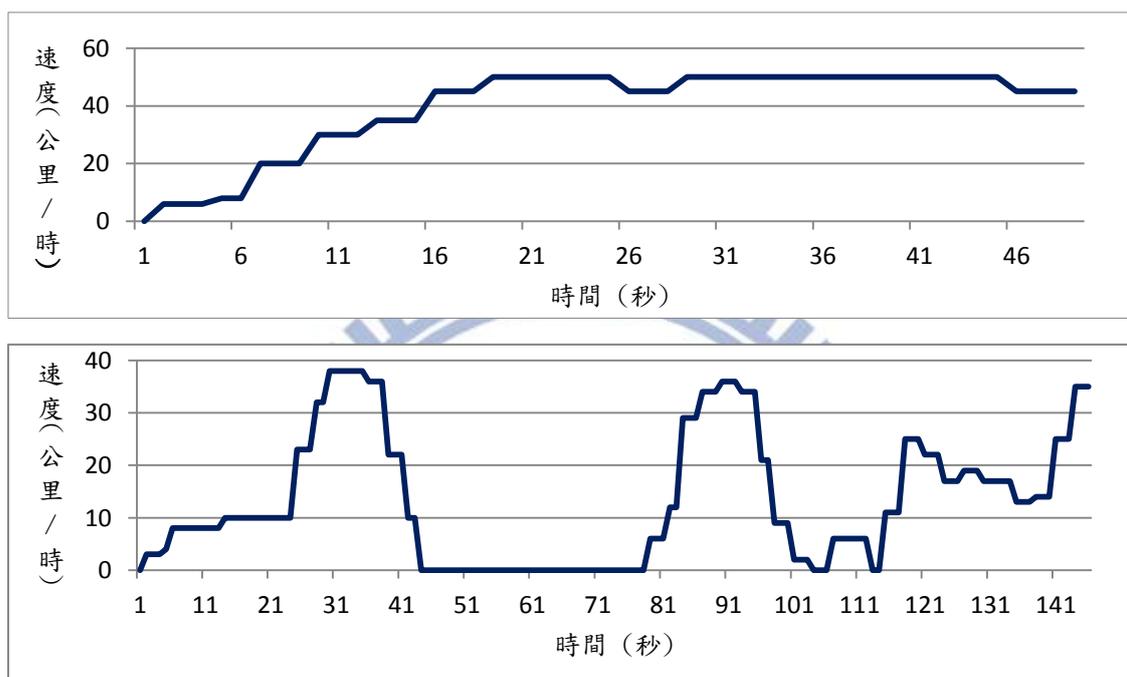


圖 41 行車環境情境假設速度分配圖

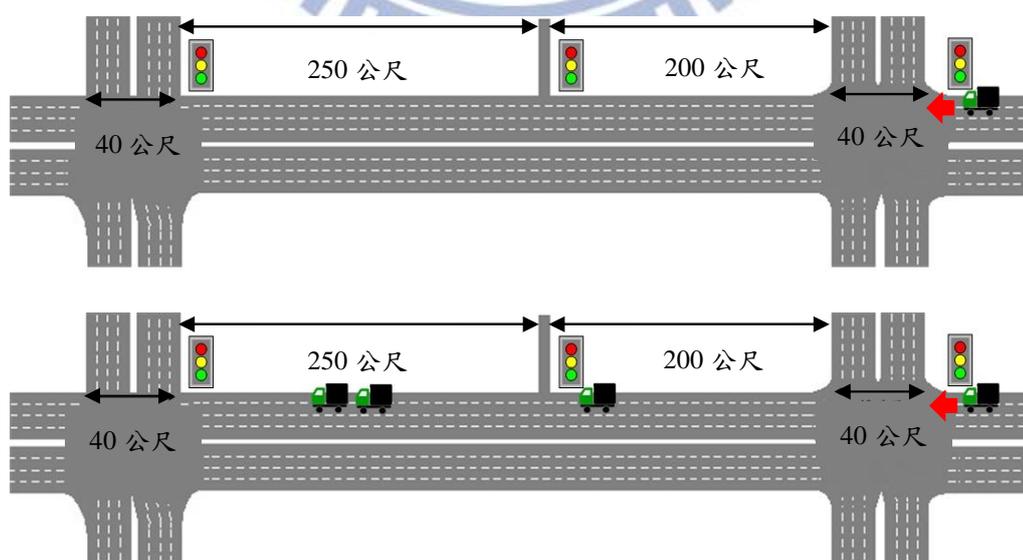


圖 42 行車環境情境假設示意圖

## 第七章 結論與建議

本研究主要欲探討都市貨運駕駛特性與影響油耗因素分析，討論該貨運業者不同的操作、路線與駕駛特性，並利用一以速度為基礎建構的油耗模式討論不同操作環境、氣候下的速度行為與油耗，並假設數個簡單情境簡述模式之應用性，方便貨運管理業者能夠以加減速與不同速度分配教育駕駛員，減少燃油消耗。綜合前述各章節之討論，歸納出以下之結論與建議。

### 7.1 結論

1. 在投遞的操作模式下，由於受到貨運投遞點需求頻繁，以及行駛路線多彎繞巷弄，受行人與車輛干擾大，駕駛週期的型態多為加速過程緩慢，導致加速段的油耗表現較支局與契戶型態來的好，但是這類週期的行駛周期都不長且無法如支局與契戶型態較多時候能夠長時間保持中高速行駛，低速對於油耗也有較大的影響。
2. 雨天受地面潮濕摩擦力下降影響，對於油耗影響主要在車輛加速時。
3. 透過加減速與速度分配油耗模式呈現，單位距離下在加速度時的油耗量明顯大於其他速度時候，表示車輛在一開始加速度時必須保持平穩，也就是避免重踩油門行為，而且進入巡航階段後也要避免反覆降低速度又重新加速的行為。
4. 油耗模式中，各巡航速度區間係數顯示隨著速度提升行車燃油效率有逐漸提升的趨勢，表示若車輛能夠維持中高速穩定行駛將對燃油效率有幫助，然而在都市地區多為較短暫且速度不高的駕駛週期，因此駕駛責任區域內地非密集收投地區時能夠選擇車流干擾與號誌影響較小的路段行駛，進入密集收投區域後應預期干擾增多速度會降低，也應避免劇烈加減速。
5. 透過加減速與各階段速度的分配，駕駛者能夠很快又直觀的調整自己的行為模式，對於業者在施行教育訓練下也能夠簡單的操作與實行，對於行車環境的選擇、排班路線調度上能夠規劃讓駕駛在作業過程中能夠有較好的速度分配，達到較佳的油耗表現。

## 7.2 建議

1. 本研究資料有 OBD II 讀取的數據與行車紀錄器畫面兩種資料，由於資料為各別記錄，在時間軸上偶有些許誤差，在資料處理過程同一時間軸發生的事件必須手動對照數據與畫面，建議未來能以資料庫形式同步處理行車影像資料、車輛運行數據，建立在相同時間軸基準點上，提供即時同步行車資料。
2. 本研究在同一作業型態下的駕駛者資訊僅收集一位，並盡量將駕駛者間的差異消弭，後續研究可以增加收集的駕駛者樣本，研究不同類型駕駛者特性與操作型態間是否存在特殊關係以及對油耗的影響。
3. 本研究僅使用加減速與各速度區間距離作為油耗模式的變數，駕駛踏板位置、檔位變化時機與引擎關係並未討論，未來能夠加強這部分與速度結合，以利更完整的油耗作動機制表現模式建構。
4. 由於郵政公司在收投作業過程時，並無記錄當下貨物重量的機制，因此在本研究中無法得知整個過程整體貨物重量變化作為可能影響油耗的變因，或許在研究中使用的小型車輛能裝載貨物不多導致油耗影響不大，但未來研究若探討使用大型車種裝載量龐大的操作型態，勢必將貨物載重作為重要的影響因素討論。

## 參考文獻

- [1] 交通部公路總局 (2012), 中華民國 100 年交通部公路總局統計年報
- [2] 江承修 (2008), 「駕駛行為對車輛油耗之影響分析—以商用車為例」, 南台科技大學行銷與流通管理系, 碩士論文
- [3] 張慈芸 (2010), 「大客車污染排放與耗能之關鍵影響因素分析」, 逢甲大學運輸科技與管理學系, 碩士論文
- [4] 黃怡碩 (2009), 「宅配車隊管理方案之實務分析」, 南台科技大學行銷與流通管理系, 碩士論文
- [5] 廖文德 (2010), 「應用數位行車資訊分析小客車駕駛行為為油耗的影響」, 台北大學統計學系, 碩士論文
- [6] 潘偉南 (2006), 「影響國道客運駕駛績效與油耗因素之探討」, 國立成功大學交通管理科學系, 碩士論文
- [7] Ahn, K., Rakha, H., Trani, A., and Van Aerde, M. (2002), “Estimating vehicle fuel consumption and emission based on instantaneous speed and acceleration levels,” Journal of Transportation Engineering, vol.128, iss.2, pp.182-190
- [8] Alessandrini, A., Filippi, F., Orecchini, F., and Ortenzi, F. (2006), “A new method for collecting vehicle behaviour in daily use for energy and environmental analysis”, *Proceedings of the institution of Mechanical Engineers, Part D*, vol.220, iss.11, pp.1527-1537
- [9] Ang, B. W. and Fwa, T. F. (1989), “A study on the fuel-consumption characteristics of public buses,” *Energy*, vol.14, iss.12, pp. 797-803
- [10] Biggs, D. C. and Akcelik, R. (1987), “Estimating effect of vehicle Characteristics on fuel consumption,” *Journal of Transportation Engineering*, vol.113, iss.1, pp.101-106
- [11] Brundell-Freij and Ericsson, E. (2005), “Influence of street characteristics, driver category and car performance on urban driving patterns,” *Transportation Research Part D*, vol.10, iss.3, pp.213-229
- [12] Browne, G. (2008), “Design of Experiments to Determine Factors Contributing to Fuel Economy,” Working Paper
- [13] Cherrett, T., Allen, J., McLeod, F., Maynard, S., Hickford, A. and Browne, M. (2012), “Understanding Urban Freight Activity – Key issues for Freight Planning,” *Journal of Transport Geography*, vol.24, pp.22-32
- [14] De Vlieger, I., De Keukeleere, M. and G Kretzschmar, M. (2000), “Environmental Effects of driving behavior and Congestion Related to Passenger Cars,” *Atmospheric Environment*, vol.34, iss.27, pp.4649-4655
- [15] Ericsson, E. (2000), “Variability in Urban Driving Patterns,” *Transportation Research Part D*, vol.5, iss.5, pp.337-354

- [16] Ericsson, E. (2001), "Independent Driving Pattern Factors and Their Influence on Fuel-use and Exhaust Emission Factors," *Transportation Research Part D*, vol.6, iss.5, pp.325-345
- [17] Evans, L., Robert, H., and Tanny, L. (1976), "Multivariate Analysis of Traffic Factors Related to Fuel Consumption in Urban Driving," *Transportation Science*, vol.10, iss.2, pp.205-215
- [18] EPA (1995), *Fuel Economy Impact Analysis of RFG*, EPA 420-F-95-003, United States Environmental Protection Agency
- [19] Fwa, T. F. Ang, and B.W. (1992), "Estimating Automobile fuel consumption in urban traffic," *Transportation Research Record* 1366
- [20] Gaines, L., Vyas, A. and Anderson, J. L. (2006), "Estimation of Fuel Use by Idling Commercial Trucks," *Transportation Research Record* 1983, pp.91-98
- [21] Guo, P., Li, Z., Zhang, Z., Chi, J., Lu, S., Lin, Y., Shi, Z. and Shi, J. (2013) "Improve Fuel Economy of Commercial Vehicles Through the Correct Driving," *Proceedings of the FISITA 2012 World Automotive Congress Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol.195, iss.7, pp. 87-96
- [22] Hung, W.T., Tong, H.Y. and Cheung, C.S. (2005), "A model approach to vehicle emissions and fuel consumption model development," *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol.55, iss.1, pp.1431-1440
- [23] Larsson, H. and Ericsson, E. (2009), "The Effects of an Acceleration Advisory Tool in Vehicles for Reduced Fuel Consumption and Emissions," *Transportation Research Part D*, vol.14, iss.2, pp.141-146
- [24] Lee, M. G., Park, Y.K., Jung, K.K. and Yoo, J.J. (2011), "Estimation of fuel consumption using in-vehicle parameters," *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology*, vol.4, iss.4, pp.37-46
- [25] Newman, P.W., Alimoradian, G.B. and Lyons, T.J. (1989), "Estimating Fleet Fuel Consumption for Vans and small Trucks," *Transportation Science*, vol.23, iss.1, pp.46-50
- [26] Protopapas, A., Chatterjee, A., Miller, T. and Everett, J. (2006), "Travel Characteristics of Urban Freight Vehicles and Their Effects on Emission Factors," *Transportation Research Record* 1941, pp.89-98
- [27] Rakha, H., ASCE, M. and Ding, Y. (2003), "Impact of stops on Vehicle Fuel Consumption an Emissions," *Transportation Engineering*, vol.129, iss.1, pp.23-32
- [28] Rosqvist, L. S. (2000), "Vehicular Emissions and Fuel Consumption for Street Characteristics in Residential areas," Lund University, Sweden
- [29] Wang, H., Fu, L., Zhou, Y. and Li, H. (2008), "Modelling of the Fuel Consumption for Passenger Cars Regarding Driving Characteristics," *Transportation Research Part D*, vol.13, iss.7, pp.479-482