

國立臺灣大學工學院土木工程學系

碩士論文

Department of Civil Engineering

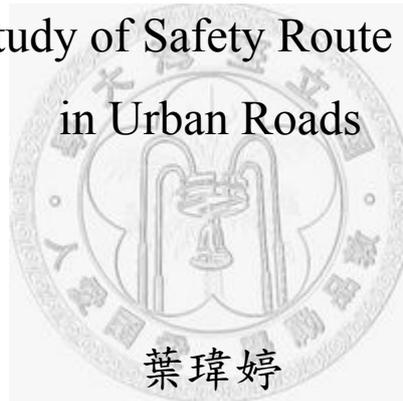
College of Engineering

National Taiwan University

Master Thesis

市區道路安全路線選擇之研究

The Study of Safety Route Choice
in Urban Roads



Yeh, Wei-Ting

指導教授：許添本 教授

Major Professor: Hsu, Tien-Pen

中華民國 97 年 6 月

June. 2008

國立臺灣大學碩士學位論文

口試委員會審定書

市區道路安全路線選擇之研究

The Study of Safety Route Choice

in Urban Roads

本論文係葉瑋婷君 (R95521504) 在國立臺灣大學土木工程學系碩士班完成之碩士學位論文，於民國 97 年 6 月 13 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：許添本
(指導教授)



卓訓榮



馮正民



系主任

張國鎮



誌謝

兩年的時間轉眼即逝，研究所畢業正是人生一階段的結束另一階段的開啟，結束十八年的求學生涯，開始就業的新一頁。寫論文的過程是痛苦的，但是這最後一頁誌謝，反而有種細細回味過去，依依不捨的感覺，這兩年所學到的知識以及所得到的經驗，在人生的旅途中留下了深刻的回憶。

「一日為師，終身為父。」，感謝恩師 許添本老師這兩年來的指導與教誨，鼓勵我做研究就是要往難的方向進行，深入思考每一個問題，才能有所收穫。也感謝老師總是適時指點迷津，同時給予自由發揮的空間，每次的論文討論總是收穫良多。

感謝交大卓訓榮老師及馮正民老師在口試期間的指導，除了給予我許多論文的建議與修正外，你們的鼓勵也讓我對自己的論文更有信心。感謝組上的其它老師：曹壽民老師、龍天立老師、周義華老師、周家蓓老師、張學孔老師、張堂賢老師，謝謝你們的指導，讓我在這兩年中受益良多，曹老師您風趣的教學以及待人處事道理的教誨，我會永遠記得的。

同窗兩年的同學們，最不捨你們了，好姊妹阿寧跟阿芳，研究路上有妳們，一點都不孤單，謝謝阿寧陪我度過這段日子，最愛跟妳一起同仇敵愾了，阿芳總是我的開心果，再怎麼不開心跟妳說說話就會轉換心情。同學六年的大維、阿布跟香腸，從成大一起來到台大，又一起順利畢業有種說不出的感動，大維以後有機會還要一起打電動喔，阿布你是玩樂的最佳伙伴了，香腸原諒我騙很多人說你家賣香腸，雖然他們都真的相信了。許族的好同伴們：大頭、晉瑜、宜瑩、曄亭、強強、朱哥、Wons，你們讓我這最晚進入許族的人感受到許家的溫暖，大頭跟妳一起作報告最讓我安心了，晉瑜改天回高雄再幫妳買 85°C 的麵包，宜瑩妳這個仙女以後不要不睡覺囉！也感謝將瓪學長不厭其煩的跟我討論論文，讓我可以更快的找到方向。世紀帝國的戰友：鳥兒、小政政、歐陽、智陽、筱玫，以電動會友這句話再適合我們不過了，阿維、酷派、余同學希望很快就可以接到你們的紅色炸彈，還有駿哥你真是我的最佳導師了。

謝謝 Muddy 的陪伴，忍受我寫論文期間的情緒起伏，沒有你論文就不會這麼順利了，這一次會更珍惜更寶貝的。

最感謝的就是我的爸爸、媽媽跟妹妹，爸爸謝謝您最後還是支持我繼續完成學業，未來我不會讓您失望的；媽媽您總是陪在我身旁，您的關心是我最大的動力；可愛的妹妹來到台北有妳真好，在台大的最後一年有妳的相互扶持，忙碌的生活也變輕鬆了，我的家人，我永遠愛你們。

謝謝所有曾經幫助過我的人，有你們我才能順利畢業～
努力追求向夢想前進 Somebody or Nobody 共勉之～

2008.7.於土木館四樓 陋室

摘要

過去在進行交通量指派時，多是以路線距離長度或是旅行時間做為路線選擇準則，這是由於時間是駕駛者在進行交通行為時最關切的，但道路安全是除了時間之外最與我們切身相關的，透過問卷瞭解，61%的受訪者在進行路線選擇時會考慮安全因素，由此可見安全實為一重要路線選擇影響因素。「安全」才是回家唯一的道路，藉由安全路線的提供，可以導引車輛行走於安全性較高的道路，對於整體路網交通安全的改善帶來幫助。

本研究目的為建立一安全路線選擇方法，考慮過去多種道路安全評估方法後，以風險的概念來建立本研究之道路安全評估方法，「道路風險」即是駕駛者行駛在道路時，遭遇交通事故的可能性以及交通事故對其可能造成的損害。為了避免有低估路線風險的情形發生，本研究在進行路線選擇時將同時考慮路口及路段風險，由於過去在進行最短路徑尋找時，只單考慮路段之屬性，故本研究在建立安全路線選擇方法時，將路口及路段風險做結合成單一值，即可利用現有之規劃軟體最短路徑功能尋找最安全路線。

本研究以台北市大安區及中正區之路網做為案例分析，尋求多個起訖點間之最短路線及最安全路線後做比較，發現在顯著水準 0.05 下，本研究之最安全路線確實較最短路線來的安全。此外也透過問卷給予受訪者最短路線及最安全路線之距離及事故資料，瞭解其在同時獲得兩種資訊時，其路線選擇行為之改變，結果顯示從最短路線轉移至最安全路線之轉移比例很低，此種結果應是未將熟悉度排除之原因，故若要確切瞭解駕駛者在距離及安全之間的權衡，務必要將熟悉度排除才行。

藉由安全路線的提供，將可導引駕駛者行駛於安全路線，減少其事故風險，進一步還可將安全因素納入交通量指派中，同時考慮效率及安全，以模擬出更接近現實之交通行為。

關鍵字：道路風險、最短路徑、路線選擇、安全路線

Abstract

Conventionally, traffic assignment is conducted based on the travel distance or travel time. Besides travel distance and travel time, road safety is also an important factor which affects road users when they drive in the road. According to the questionnaire survey results, about 61% road users who were given a visit will take the safety into the consideration of route choice. Through safety route information, it can guide road users in safety roads, and raise the safety effects of the network. For the reason, safety road choice is a worthy study.

This paper presents a new idea to find the shortest path based on the minimum road accident risk. "Road accident risk" means that the probability and the severity of the accidents which road users might encounter when they drive in roads. An accident risk estimation model was developed and applied to assess the accident risk of urban road network. In the past, the shortest path only considers the section of road. To clarify the situation of underestimating the accident risk, this paper considers the risk both of intersection and the section of road. Then, using shortest path searching method the minimal risk path would be found.

A comparative analysis to compare the shortest distance path and minimum accident risk path has resulted in the significant difference of the path choice, using the data of Taipei City. Furthermore, the results of the other questionnaire survey about transferred behaviour shows that few people will transfer to the minimum accident risk path when they get the information both of the shortest path and the minimum accident risk path.

Therefore, to search for the minimum accident risk route will be meaningful for involving in the traffic assignment or in the route navigation system in the future.

Keywords : accident risk 、 the shortest path 、 route choice 、 the minimum accident risk route

目錄

口試委員會審定書	i
誌謝	ii
摘要	iii
Abstract	iv
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究內容.....	2
1.4 研究範圍.....	3
1.5 研究方法與步驟.....	3
1.6 研究流程.....	5
第二章 道路安全路線選擇問卷	7
2.1 問卷設計.....	7
2.2 問卷結果與分析.....	7
2.3 小結.....	12
第三章 文獻回顧	13
3.1 交通量指派.....	13
3.2 路線選擇行為之相關研究.....	15
3.3 安全路線選擇模式.....	19
3.3.1 危險物品運送路線選擇.....	19
3.3.2 震災救災路線選擇.....	20
3.3.3 小結.....	21
3.4 易肇事地點或路段之評估方法	23
3.5 道路安全評估相關研究.....	27

3.5.1 以交通衝突理論為基礎之研究.....	27
3.5.2 以道路安全檢核表評估之相關研究.....	29
3.5.3 以道路風險的概念為基礎之研究.....	29
3.6 綜合比較分析.....	32
第四章 道路安全評估模式	35
4.1 路段事故率評估方法.....	36
4.2 路口事故率評估方法.....	39
4.3 事故嚴重度計算方法.....	42
4.4 道路風險評估模式.....	44
第五章 安全路線選擇方法構建	47
5.1 最短路徑演算法.....	48
5.2 安全路線演算法.....	52
第六章 軟體應用及路線比較分析	59
6.1 軟體應用.....	59
6.2 路線選擇行為問卷.....	62
6.2.1 問卷設計.....	62
6.2.2 問卷結果.....	64
6.3 最短距離路線及最安全路線比較分析	75
6.3.1 路線比較統計檢定.....	75
第七章 結論與建議	79
7.1 結論.....	79
7.2 建議.....	81
參考文獻	83
附錄 A 道路安全感受問卷	87
附錄 B 安全路線選擇問卷內容及結果.....	88
附錄 C 統計檢定樣本資料	93

表目錄

表 2.1、問卷填答者職業	11
表 2.2、問卷填答者收入	11
表 2.3、安全因素與安全資訊之交叉分析結果	12
表 2.4、危險感受與安全資訊之交叉分析結果	12
表 3.1、影響路線選擇行為之因素	16
表 3.2、安全路線選擇研究整理	22
表 3.3、易肇事地點評估方法整理	26
表 3.4、道路交通事故類型與型態分類	28
表 3.5、道路風險評估比較表	31
表 4.1、碰撞類型表（依車流方向分類）	40
表 4.2、台灣地區事故成本推估值	43
表 5.1、各路段風險值	54
表 5.2、各路口事故次數	54
表 5.3、路口路段整合後風險值表	58
表 6.1、台大至國父紀念館案例問卷結果	66
表 6.2、平常行走路線與最後選擇路線之交叉分析表（台大至國父紀念館）	66
表 6.3、熟悉度對路線選擇之影響之交叉分析表（台大至國父紀念館）	66
表 6.4、台大至東區案例問卷結果	68
表 6.5、平常行走路線與最後選擇路線之交叉分析表（台大至東區）	68
表 6.6、熟悉度對路線選擇之影響之交叉分析表（台大至東區）	68
表 6.7、台大至台北火車站案例問卷結果	70

表 6.8、平常行走路線與最後選擇路線（台大至台北火車站）	70
表 6.9、熟悉度對路線選擇之影響（台大至台北火車站）	70
表 6.10、台大至忠孝敦化路口案例問卷結果	72
表 6.11、平常行走路線與最後選擇路線（台大至忠孝敦化路口） ..	72
表 6.12、熟悉度對路線選擇之影響（台大至忠孝敦化路口）	72
表 6.13、問卷中四個案例結果比較表	73
表 6.14、最短距離路線風險及最安全路線風險成對檢定結果	77
表 6.15、最短距離路線距離及最安全路線距離成對檢定結果	77



圖目錄

圖 2.1、問卷調查結果之交通工具分配圖	8
圖 2.2、問卷調查民眾在進行路線選擇時對於安全因素的考量情形 ..	8
圖 2.3、問卷調查民眾危險感受程度	9
圖 2.4、問卷調查民眾在足夠事故資訊的提供下其選擇行為	10
圖 2.5、問卷填答者年齡分佈圖	10
圖 3.1、肇事區位圖	28
圖 4.1、96 年度交通事故肇事道路型態統計圖	36
圖 4.2、碰撞類型態圖例	39
圖 4.3、路段風險計算流程圖	44
圖 4.4、路口風險計算流程圖	45
圖 5.1、交通量指派圖	47
圖 5.2、路口延滯下最短路徑演算法程式流程圖	51
圖 5.3、考慮路口及路段風險之最短路徑演算法流程圖	53
圖 5.4、假設路網圖	54
圖 5.5、假設路網圖	57
圖 6.1、最短距離路線及最安全路線圖(台大至台北火車站)	61
圖 6.2、最短距離路線及最安全路線圖 (忠孝復興路口至金山和平路 口)	61
圖 6.3、最短路線及最安全路線風險比較圖	76
圖 6.4、最短路線及最安全路線距離比較圖	76



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

以往在分析路線選擇時皆以到達時間的快慢或是行駛距離的長短為主要準則，但從一些周遭駕駛者的行駛經驗來看，有時候也會以走哪條路比較安全作為路線選擇的依據。因此，當車輛行駛或行人行走在道路上，除了時間與距離的考慮之外，最相關者莫過於安全，故安全也應為路線選擇的重要考慮因素。

交通部運輸研究所在民國96年12月發表的一份新聞稿「危險路段自己查，交通安全大家一起來」；內容為交通部運輸研究所最近開發之車禍地點資訊顯示系統，結合Google Earth的空照介面，民眾可以瞭解車禍分佈地點及每件車禍的資訊，在出門前先行瞭解哪些路段或路口為易肇事地點，考量是否要改道行駛，或是經過危險地點時提高警覺小心駕駛。這些資訊的提供，有助於讓民眾避開危險地點，提升交通安全。因此，除了提供肇事資訊外，若能進一步將其以安全行走路線的方式提供給民眾，對於民眾行前路線之規劃，將會是一大幫助。

過去交通安全的相關研究，多在於探討如何改善易肇事地點，只針對單一地點交通工程之改善作為目標，若是將交通安全與運輸規劃相結合，進一步將其納入旅行者資訊系統，提供駕駛者安全路線資訊，在交通安全改善上也可帶來許多幫助。再者，以往運輸規劃在進行交通量指派時，多是以旅行距離或是旅行時間作為指派的依據，但只單以此兩種因素進行交通量指派，往往會與現實情況有所差異，若安全為駕駛者在進行路線選擇時著重要考慮因素，將其與距離或時間因素相結合，整合效率與安全效用進行交通量指派，其指派結果應可更接近現實狀況。

總結上述因素，本研究認為發展安全路線選擇模式，以及整合安全於交通量指派中實是一值得研究的課題，故將深入探討如何建立安全路線選擇方法，以規劃出安全路線，藉由安全路線資訊的提供，除了可以引導民眾行走較安全之道路，提升其個人道路安全外，間接也可減少事故所帶來之社會成本，改善交通運輸系統整體之安全。

1.2 研究目的

過去的路線選擇模式多以旅行距離或旅行時間作為其路線選擇準則，而本研究旨在探討如何將道路安全納入路線選擇準則，以作為未來建立交通安全指派的發展基礎，研究目的如下：

- 一、瞭解安全因素是否為用路人在做路線選擇時的考量因素。
- 二、探討如何將道路安全因素納入路線選擇中。
- 三、分析最安全路線與最短路線之差異。
- 四、探討民眾在最短路線及最安全路線間的轉換行為。

1.3 研究內容

- 一、利用問卷調查瞭解駕駛者在進行路線選擇時，是否會考慮安全因素。
- 二、蒐集道路安全評估之相關文獻，瞭解如何評估道路安全。
- 三、建立道路安全評估方法，以評估道路之安全程度。
- 四、建立考量安全因素之路線選擇方法。
- 五、應用運輸規劃軟體之最短路線功能，尋找最安全路線。
- 六、發放路線選擇問卷瞭解民眾在面對最短距離路線及最安全路線時之轉換行為。
- 七、比較最短路線及最安全路線距離及安全之差異。

1.4 研究範圍

本研究所探討之道路安全乃針對市區一般道路，而市區內高架道路及快速道路或是有路權限制之道路不在研究範圍裡。本研究所指之駕駛者為道路使用者，如汽車或各種動力機械駕駛人，故在建立道路安全評估模式時，只針對上述車輛使用者做探討，並不考慮行人或慢車。總結上面兩項，本研究範圍為機動車輛行駛於市區道路之安全路線。

1.5 研究方法與步驟

本研究主要在建立一安全路線選擇方法，首先透過問卷以瞭解駕駛者平常在做路線選擇時對於安全因素的考慮情況；在道路安全性評估方面，將同時探討路段及路口的評估方法，並發展一同時考慮路段及路口安全之安全路線選擇方法。而在建立安全路線選擇方法後，應用軟體找出最安全路線，比較起訖點間最安全路線及最短路線的不同，並透過進一步的問卷調查，瞭解駕駛者在同時面對最短路線及最安全路線時的考慮行為。以下針對本研究路線選擇建立之方法及步驟做詳細說明：

一、確定研究範圍及目的：

確定本研究範圍及研究目的和研究內容。

二、文獻回顧：

蒐集並閱讀有關交通量指派、路線選擇行為、安全路線選擇、易肇事地點判定方法以及道路安全評估之相關文獻。

三、路線選擇安全因素問卷：

以網路問卷方式，瞭解一般駕駛者在進行路線選擇時對於安全因素考量的情形。

四、道路安全評估模式構建：

參考過去道路安全評估方法及易肇事地點判定法之相關研究，同時探討路口及路段安全評估方法，建立道路安全評估模式。

五、建構最安全路線選擇方法：

在道路安全評估模式建構完成後，參考過去最短路線選擇計算方式，以道

路安全評估模式為基礎，建立最安全路線選擇方法。

六、軟體應用：

選取台北市路網的幾個起訖點作為案例，應用TransCAD運輸規劃軟體為工具，規劃出起訖點間之最短及最安全路線。

七、問卷調查：

挑選幾對軟體跑出之最短及最安全路線，以問卷調查方式給予民眾起訖點間之最短路線以及最安全路線資訊，瞭解其在獲得相關資訊後，對其路線選擇行為的影響。

八、路線比較分析：

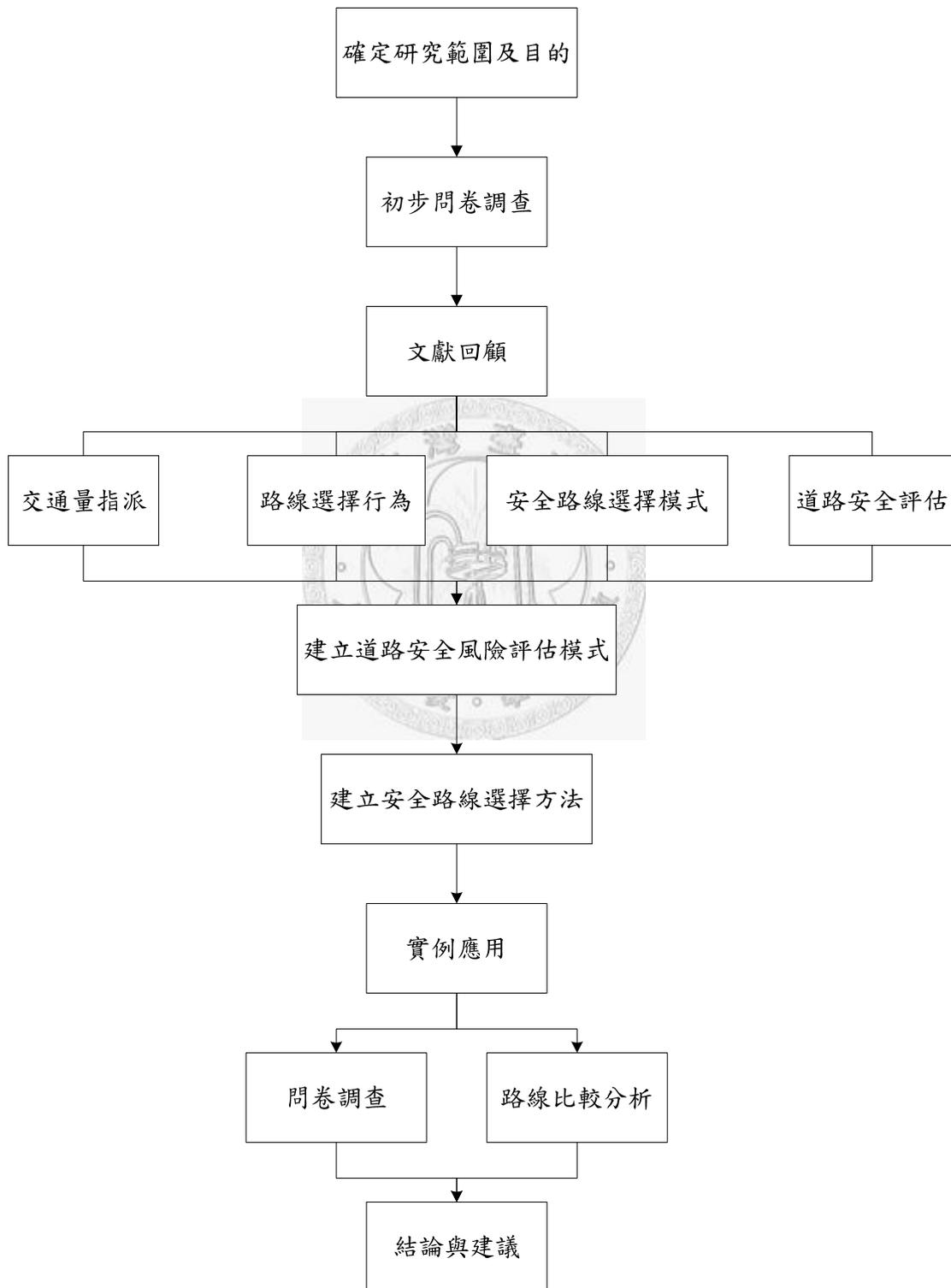
從安全及效率兩分面，比較分析最安全路線及最短路線的差異，以及其在理論及應用上的異同。

九、結論與建議：

依照本研究成果及問卷結果，提出結論與後續研究建議。



1.6 研究流程





第二章 道路安全路線選擇問卷

本研究旨在探討如何將安全納入路線選擇模式中，在經過文獻回顧後發現，過去路線選擇相關研究，多著重在於擁擠也就是效率面的探討，故本研究欲以網路問卷的方式，瞭解駕駛者除了時間、距離因素之外，是否會將安全因素納入考量，以及安全資訊的提供是否會對駕駛者的路線選擇行為帶來影響。

2.1 問卷設計

為了瞭解民眾在進行路線選擇時，安全因素是否為其主要考慮因素之一，本問卷從安全考慮因素、危險感受程度以及安全資訊提供三方面來擬定問題，以瞭解民眾平時在進行路線選擇時安全因素對其之影響，詳細問卷內容如附錄A。

本研究透過網路問卷方式發放問卷，於民國97年1月25日至民國97年2月14日放置於網路上供民眾填寫，問卷填答方式除了年齡外，皆採用封閉式問卷。

2.2 問卷結果與分析

問卷填答者為396人，有效問卷385人，調查結果顯示在安全考慮因素部份，約有61%的人在進行道路選擇時會將安全納入其考慮因素；在危險感受程度方面，約有24%的人在某路段看到車禍發生或是經歷過交通事故後會改道行駛；而在安全資訊的提供方面，約有50%的人在有足夠的事故資訊提供下會考慮改道行駛，問卷詳細分析結果如下。

一、最常使用之交通工具

填答者中較常使用機車作為交通工具的約有65%、汽車約9%、大眾運輸約12%、自行車約8%、步行約6%。

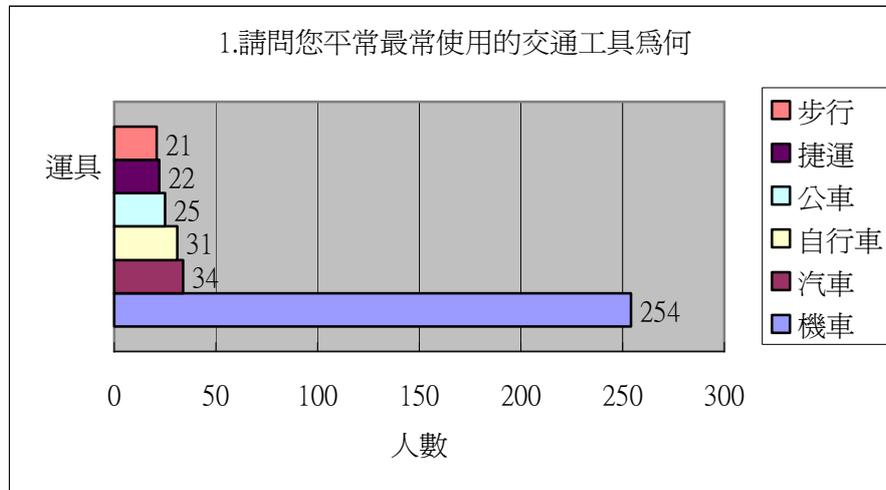


圖2.1、問卷調查結果之交通工具分配圖

二、安全考慮因素

在安全考慮因素方面，本研究設計之問卷以其在進行路線選擇時是否會考慮道路的安全性，避免行走容易發生事故的路段，結果顯示約 61%的人會考慮安全行走道路的安全性，其結果如圖 2.2。由此結果可以推估，約有超過一半的民眾在進行路線選擇的時候是會考慮安全因素的，故如何將安全因素納入路線選擇中是有其研究價值的。

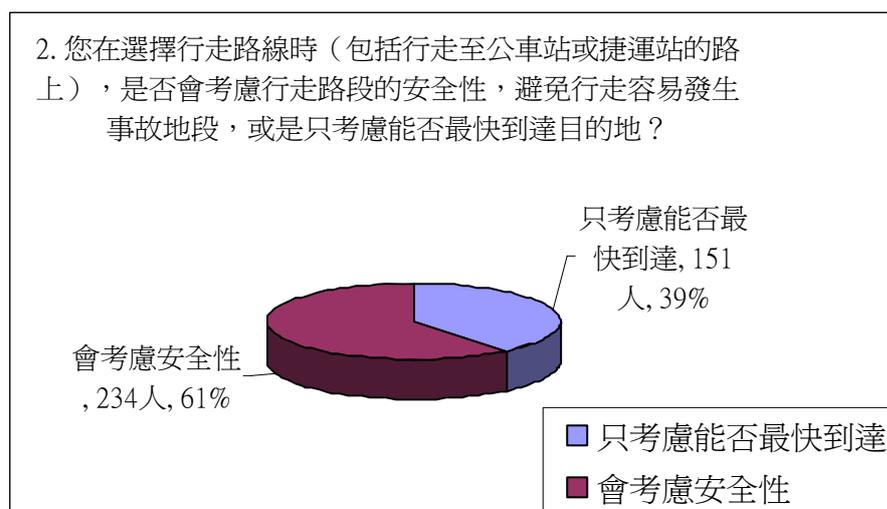


圖2.2、問卷調查民眾在進行路線選擇時對於安全因素的考量情形

三、危險感受程度

此部份問題主要在瞭解民眾其危險感受程度如何，故以其在經驗過事故或是看過事故發生後，其是否會改換路線為題目，瞭解不安全情況的發生，對其路線選擇帶來的影響有多少，結果顯示有25%的人在體驗或看過危險的情況後，會考慮改道行駛，75%的人並不會因此受到影響。由此結果本研究發現，影響民眾的路線選擇因素相當多，即使安全是多達一半人在進行路線選擇時的考慮因素，但是卻有可能因為民眾的危險感受程度不高或是自信以及習慣等影響，而沒有避開實際上可能較危險的道路或地點。

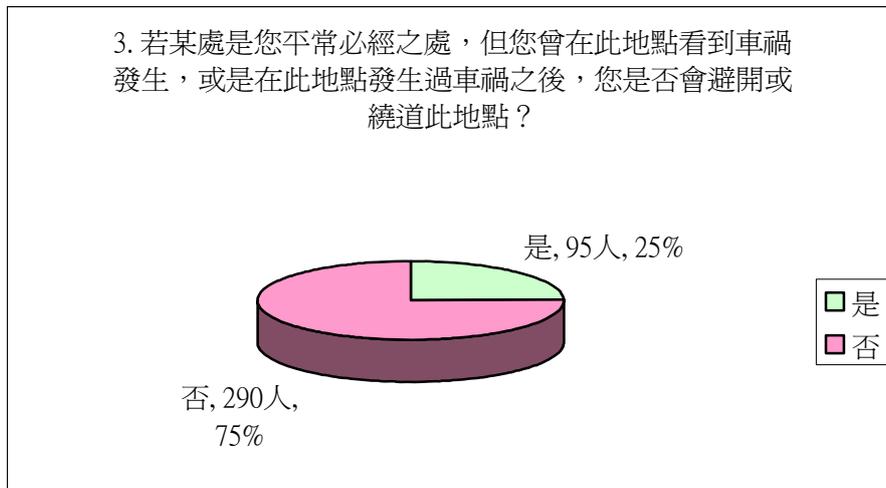


圖2.3、問卷調查民眾危險感受程度

四、安全資訊提供

本研究之目的之一在於建立安全路線選擇方法，故透過問卷瞭解若是提供足夠的事故資訊告知你某個地方是危險路口或路段，有很高的肇事率，那民眾是否會考慮改道行駛。結果顯示約有50%的人在獲得道路安全資訊後，會考慮改道行駛避免行走危險地點，故如果提供充分的交通安全資訊給民眾，甚至是安全路線的資訊，對提升改善整體交通安全是有幫助的。

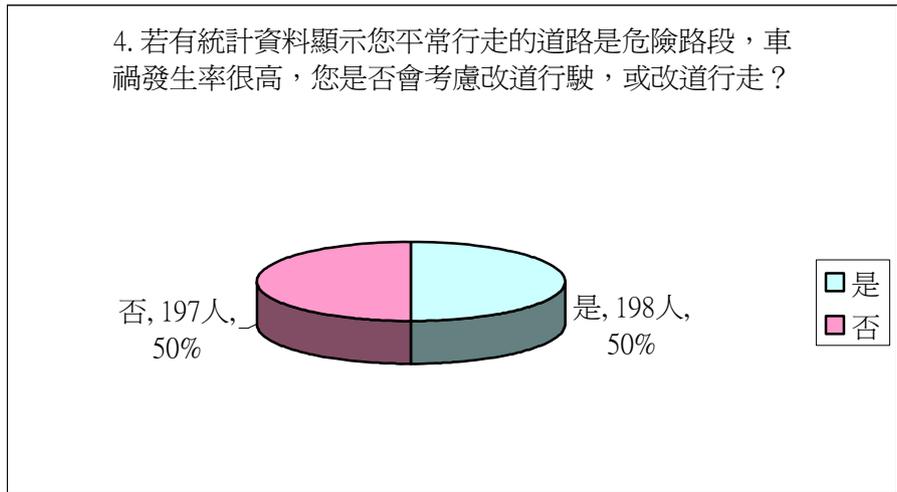


圖2.4、問卷調查民眾在足夠事故資訊的提供下其選擇行為

五、年齡

填答人的年齡分佈在20~30歲之間，30歲以下的人約佔了所有問卷的93%，詳細年齡分佈如圖2.5。

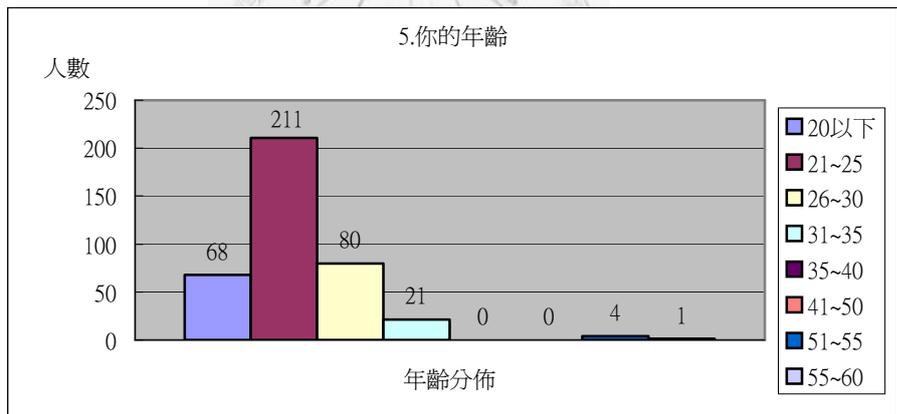


圖2.5、問卷填答者年齡分佈圖

六、性別

在填答問卷的民眾當中，有64%為男性、36%為女性。

七、職業

填答者職業統計如表2.1，其中以學生最多，佔54%。

表 2.1、問卷填答者職業

職業	人數	百分比	職業	人數	百分比
行政人員	22	6%	高等學院學生	206	54%
專業人員	10	3%	中/小學生	2	1%
學術界/教育界	23	6%	家庭工業	1	0%
電腦/工程	36	9%	自僱	3	1%
機械技術員	5	1%	待業	23	6%
服務業	15	4%	已退休	2	1%
文員	2	1%	其他	32	8%
銷售/市場部	2	1%	貿易	2	1%

八、收入

由於填答者以學生居多，故收入多在10000以下。

表 2.2、問卷填答者收入

收入	10000 以下	10000~20000	20001~30000	30001~40000	40001~50000	50001 以上
人數	210	50	37	43	34	10
百分比	74%	18%	13%	15%	12%	4%

九、交叉分析

本研究除了上述問卷之基本統計外，也針對安全因素、危險感受程度與安全資訊之相互關係作交叉分析，期望能更瞭解駕駛者對安全的考慮行為。

表2.3及表2.4分別是安全因素與安全資訊以及危險感受程度與安全資訊之交叉分析結果，由表2.3可以看出，進行路線選擇時會考慮安全因素者，在安全資訊提供下，61%的人會考慮改道行駛，而原本不考慮安全因素的人，則有34%的人會考慮改道行駛，此結果顯示，安全資訊的提供有助於讓平時不注意安全的人，轉而注意道路安全而改道行駛。

而從危險感受程度來看，表2.4顯示危險感受程度高者，在安全資訊提供下，有80%的人會選擇改道行駛，而危險感受程度低者，在安全資訊提供下，有40%的人會改道行駛，綜合表2.3及表2.4的結果，可以發現足夠的安全資訊在交通安全中扮演著重要的角色，故安全路線的提供是有其價值的。

表 2.3、安全因素與安全資訊之交叉分析結果

安全考慮因素		進行路線選擇時是否會考慮安全因素？		
		是	否	總計
安全資訊提供				
在安全資訊提供下，是否會改道行駛？	是	142	51	193
	否	92	100	192
	總計	234	151	385

表 2.4、危險感受與安全資訊之交叉分析結果

危險感受		是否會避開危險地點行駛？		
		是	否	總計
安全資訊提供				
在安全資訊提供下，是否會改道行駛？	是	76	117	193
	否	19	173	192
	總計	95	290	385

2.3 小結

透過問卷瞭解到安全因素實是民眾在進行路線選擇時的考慮因素之一，但是安全並不似旅行時間或是旅行距離等容易量化的變數，安全感受並不容易具體呈現，而且感覺的定義是因人而異的。在問卷的結果中發現，若是可以提供足夠的肇事資訊給民眾，建議其改道行駛，甚而是規劃出一條較安全的路線，導引用路人行走於安全路線，對於整體交通安全改善必有一定的效果。由於道路的安全難以衡量，所以若要尋求一條安全路線，必先建立一客觀評估方法，以評估道路安全程度，作為路線尋找的基礎。

第三章 文獻回顧

本研究之主要目的在於建立一安全路線選擇模式，故首先探討交通量指派理論，之後蒐集路線選擇行為及安全路線選擇模式，如危險物品運送路線及震災路線之研究，瞭解影響路線選擇行為之因素以及安全路線選擇模式之建立方法；並藉由回顧道路安全評估方法之研究以及易肇事地點評估方法，瞭解現有道路安全評估方法以作為本研究安全風險評估模式之參考。本章將分成五部分：交通量指派、路線選擇行為、安全路線選擇、易肇事地點或路段之評估方法以及道路安全評估相關研究。

3.1 交通量指派

運輸規劃程序的最後步驟交通量指派，主要在於模擬駕駛者之路線選擇行為，依照駕駛者對於路線的選擇評準，並根據道路交通流特性以及運輸路網特性，將旅次分佈及運具分配所得到之車旅次，依其最佳選擇路線準則分配到實際路網上，求得各路段之交通量，以作為路網規劃的參考。

交通量指派後所得之各路段交通量及旅行時間，可作為規劃及設計運輸路網的基礎（凌瑞賢，民90；段良雄，民73），有助於改善現有路網交通問題或是預估未來之旅次需求，交通量指派的主要方法如下：

一、容量無限制指派法

此法的交通量指派過程，乃是將所有旅次皆指派至最短路線或最佳路線，不考慮道路的容量問題。

- 1、全數指派法（all or nothing）：全數指派法為在兩起訖點分區間，搜尋出其最佳路線後，將此兩區間之所有交通量皆分派到最短路線或最佳路線上，不是最佳或最短路線者，則完全不指派旅次。
- 2、轉換曲線指派法：此法為兩起訖點之間，有兩條以上之替代路線，依照駕駛者路線選擇原則，將旅次按比例分派到各路線上，一般轉換曲線考慮的變數為時間與距離。

二、容量限制指派法

容量限制法與容量無限制法的差別在於，容量限制法裡最短路線或最佳路線並不一定是固定的，旅行時間會因交通量增加而調整，交通量與旅行時間之函數關係是容量限制指派法之基礎[17,18]，容量限制法必須先有時間函數後，依據時間變化逐次指派交通量，至路網呈現均衡狀態，故此法因使用之時間函數公式不同，而有多種不同的方法，下面舉一例子說明。

- 1、美國公用道路局的容量限制指派法（Bureau of Public Roads Capacity Restraint Methods）[18]：此種方法第一次指派是以假設的最短時間做指派，之後的指派則是根據前一次指派完調整後的V/C值，作為下一次指派的參考依據。此法所使用之時間函數如下：

$$T = T_f \left[1 + \alpha \left(\frac{V}{C} \right)^\beta \right]$$

其中 T ：路段旅行時間
 T_f ：自由行車下之旅行時間
 V ：路段之流量
 C ：路段之容量
 α 、 β ：參數

三、多重路徑比例指派法

此法係將各區間旅次，按照比例指派到各可能路線上，也就是所有合理路線皆有被選擇使用的可能，此法是Dail於1971年提出，他認為只要路線合理，就有可能被選擇行走的可能，其計算方法如下：

1. 求出最短路線
2. 求出路網上各路段概似機會值（Link Likelihood）
3. 求各路段加權值
4. 求各路段交通量

四、均衡指派法

Wardrop兩大交通量指派的原則[17]：

1. 使用者最佳化指派原則

駕駛者在兩地之間會選擇其認為最少旅行時間或成本的路線行走，故在進行交通量指派時，應依據合乎個別駕駛者行為的路線選擇模式，來進行指派工作。

2. 系統最佳化指派原則

系統最佳化指派原則，乃是依據整體路網系統最佳為原則，將來往各交通分區之車旅次分派到實際的運輸路網，其認為指派完成後，所有使用者的總旅行時間與成本皆最少，此情況不是出於駕駛者的意願，比較不符合實際狀況。

3.2 路線選擇行為之相關研究

Ben-Akiva et al. (1984) 曾提到影響駕駛者路線選擇因素中，除了時間、距離之外，安全也會對路線選擇造成影響，隨著旅次長度的增加駕駛者對安全的重視程度也提升。對駕駛者來說安全路線是其重要考慮因素，尤其是常開車的駕駛者都知道路網中的危險地點在哪，不過駕駛者通常無法很明確的判斷道路的安全程度有多少。

Bovy and Stern於1989年合著了一本探討路線選擇問題的書，此書整理了兩百七十多篇與路線選擇理論及研究方法有關的文獻，其認為影響駕駛者路線選擇行為之因素有許多種，駕駛者的路線選擇過程就像個黑箱一樣，駕駛者會選擇滿足其需求之最佳路線。此書之主要內容有：路線選擇之基本概念 (Wayfinding)、行為理論 (Theory)、影響選擇之因素 (Elements)、觀測模式 (Observations)、路線選擇模式 (Models) 及其路線選擇行為之相關應用與展望等。書中提到影響路線選擇行為的因素如表3.1，由表可以發現，意外、安全與肇事率也是影響因素之一。

表 3.1、影響路線選擇行為之因素

來源		一般	屬性		
			效率相關	舒適相關	其他
駕駛者		年齡、性別 生命週期 所得等級 家庭結構 種族、職業 居留時間 車內駕駛者數 家庭、組成時間 家中擁有駕照數、車輛數	--	--	--
路線	道路	道路型態、寬度、長度 車道數 轉角數 交叉口 橋樑、坡度	旅行時間 旅行成本	道路鋪面 等候時間	速限 執法效力
	交通	交通組成 交通密度 反向車流 同向車流 穿越車流 行駛速度	擁擠 車道變換 轉彎數目 停止號誌數 燈號數目 行人	噪音干擾 照明 路標 停車場 目的地	通行費 路邊停車 安全與肇事率 旅行時間的變異
	環境	美觀 建築物型態 建築物密度 沿路土地使用 景色	交叉路口數 搭乘便利度	--	安全/人潮/隱私
旅次		旅次目的 時限壓力 旅次時間 旅運人數 運具選擇	--	--	--
環境		氣候狀況 晝夜差別 路線意外 緊急事件 道路交通資訊	--	--	--

資料來源：[38]

Bovy and Stern(1989)書中提到路線選擇模式主要有：選擇集合產生模式(Choice Set Generation Model)、多路徑普羅比模式(Multi-Path Pbobit Model)、多路徑羅吉特模式(Multi-Path Logit Model)以及產生法則系統模式(Production Rule System)。

過去國內有關駕駛者路線選擇模式之研究多是使用羅吉特模式，呂錦隆(民83)以台南地區一般駕駛者以及無線計程車駕駛者為對象，利用敘述性偏好問卷，蒐集駕駛者對道路使用次數、旅行時間、路線長度、左轉次數、右轉次數及交叉口數之偏好資料，進行道路使用者路線選擇與轉移傾向之探討，建立二元羅吉特模式及普瓦松迴歸模式，其模式建立結果顯示此兩種模式解釋能力佳，並認為影響駕駛者路線選擇的主要變數是旅行時間與路線長度。

鄭鴻明(民86)針對小汽車駕駛者路線選擇行為作深入研究，以敘述性偏好問卷蒐集台北都會區內小汽車駕駛者路線選擇因素資料，並以羅吉特模式建立路線選擇模式，其模式之變數有路線坡度、交通資訊提供、經過地下道數、左轉次數、可行駛速度、行駛距離等，模式構建結果顯示可行駛速度、實際行駛距離兩項為最重要之影響因素。

黃燦煌(民88)利用兩階段問卷進行駕駛者路線選擇行為調查，瞭解即時交通資訊對駕駛者路線選擇行為之影響，其所歸納之路線選擇影響因素有：道路條件、資訊供給、服務水準、安全因素、路線長短、熟悉程度、必經地點等。在安全因素此項目裡，其所包含之因素有沿路治安狀況、路線爬坡程度、路線彎曲程度、車輛種類複雜程度、道路視野寬窄、沿路人潮多寡、同方向車輛速度等。其問卷結果顯示實際行駛距離、個人的行駛速度、沿路交通號誌數目、沿路行人及人潮多寡對駕駛者路線選擇影響程度較高。

許鳳升(民90)探討不同交通資訊來源對城際間小汽車通勤者路線選擇行為的影響，其利用問卷調查瞭解城際通勤者對不同來源之交通資訊的使用情形及替代路線選擇特性資料，並以多項羅吉特模式建立路線選擇模式，其研究結果顯示交通資訊的使用頻率越高，則城際通勤者使用替代路線的次數也越高，當通勤者旅行時間長、行駛距離長、旅行成本高、交通擁擠時，通勤者越會使用交通資訊以選擇最佳路線，故提供良好足夠的交通資訊系統，可以增加通勤者使用替代路線的意願，增加其對替代路線的熟悉度。

Abdel-Aty et al. (1995) 利用敘述性偏好方法進行電話訪談，並以二元羅吉特模式探討旅行時間的變化對路線選擇行為的影響與旅行時間變化、路上交通資訊的取得以及路線選擇三者間的相互關係。其研究結果顯示旅行時間的可靠度、旅行時間的變動對於駕駛者路線選擇行為影響很大，而且其所建立之路線選擇模式顯示交通資訊的獲得對於駕駛者有很大的影響，通勤者會藉由使用交通資訊來減少其旅行時間的不確定性，並藉此確定本身選擇了正確的道路。

Luis I. Rizzi, Juan de Dios Ortuzar (2003) 以路線選擇敘述性偏好問卷來評估智利城際間道路駕駛者之生命價值，調查問卷分成三部分：瞭解駕駛者使用研究範圍道路的頻率、路線選擇行為及其事故經驗與態度、基本社經資料。其路線選擇部分以旅行時間、通行費以及每年事故率作為變數，依照此三種變數擬定27種不同的道路情況供駕駛者選擇。此研究於路線選擇部分，除了旅行時間與旅行成本外也將不同的風險等級放進路線選擇中，以交通死亡事故作為其風險指標。其研究成果顯示風險也是影響路線選擇之主要變數之一，從其問卷調查結果可以發現駕駛者對於風險變數敏感度高，而且表現出其對安全的偏好，故作者認為若要進一步提出更明確的方法來評估安全價值，應將非死亡事故一同列入考量並在其他不同類型之道路進行調查。

Paula Iraguen and Juan de Dios Ortuzar (2004) 以網路問卷方式進行敘述性偏好問卷調查，瞭解城市區域駕駛者對於減少死亡事故的發生所願付出的價格 (Willingness-to-pay)，其路線選擇問卷之路線選擇變數包含旅行時間、旅行成本以及每年小汽車死亡事故次數，並以多項羅吉特模式 (Multinomial Logit model) 及混合羅吉特模式 (Mixed Logit model) 評估其時間價值以及減少死亡事故之願付價值。

Atze Dijkstra et al. (2007) 認為若要達到永續運輸安全的目的，勢必要讓旅次行走於較安全、距離與時間較短的路線上，故其研究目的在於設計一套方法讓規劃者能夠確認現有路線選擇下或改變路線選擇後之道路安全效益。其以交通衝突量以及路線準則 (road diagram) 作為路線安全評估指標，利用S-Paramics微觀軟體進行模擬，並將道路等級分成三種：地區道路(access roads, ARs)、集散道路 (distributor roads, DRs)、通過性道路 (through roads, TRs)，假設一旅次從起點至訖點應是由地區道路出發經由集散道路後到通過性道路，在快到達目的地時又經由集散道路至地區道路，其道路安全評估準則為：變換道路類型之次數、不正

確的道路類型轉換、未使用道之道路類型、地區道路長度、集散道路長度、通過性道路長度、總旅行長度、總旅行時間、總左轉次數及交叉口密度。其建立一起訖點間共有六條路線之虛擬路網進行三種不同方式指派，發現並非每條路線結果皆一致，有些準則評估後安全性較高之路線，其交通衝突指標模擬結果卻比較差，故作者提出應要建立符合現實情況之指標，並建議應將此種安全路線評估方法整合進運輸規劃中。

3.3 安全路線選擇模式

除了針對一般駕駛者的路線選擇研究外，危險物品運送路線以及震災路線選擇，則是另一種以不同目標及規劃目的出發之路線選擇模式，危險物品運送路線的選擇，除了考慮行駛距離外，行駛路線的安全風險也是重要考量因素，以期能迅速、安全的將危險物品運送到目的地，減少其發生事故的可能性及對道路周遭環境的影響，而地震震災路線選擇也是同時考慮時間跟安全兩個因素，為了讓救援車輛可以快速的到達災區，提升救災效率。此兩種路線選擇模式皆是以安全為出發點，來進行路線之規劃及選取，故本研究擬從危險物品運送路線及救災路線選擇的相關文獻進行回顧，瞭解其路線選擇模式建立之方法，以及其道路安全評估之依據。

3.3.1 危險物品運送路線選擇

過去危險物品相關研究在進行路線評估時，所考慮的因素除了旅行時間跟旅行距離外，道路安全也是其重視的因素，由於危險物品運送路線的選擇過程中，其相關之團體及單位各有不同之追求目標，以運送者的角度來看，其關心的重點為運輸成本最低，以運送路線沿線居民來看，則是希望減少且避免此類車輛通過，政府管制單位則需綜合上述兩者的利害關係，制訂管制措施以期選擇路線能兼顧效率及安全。

李壬亮（民77）提出三種危險物品運送貨車路線選擇策略，考慮最小行車成本、最小可能貨車肇事率與最小可能肇事嚴重性，分別以上述三種不同的選線策略，作為各節點到各節點間之最短路徑選擇準則，在獲得各節點之間的最短路徑之後進行危險物品的交通量指派，最後繪圖並進行路線效益評估。

曹至宏(民77)、張新立(民79)應用風險概念作為危險物品運送路線選擇的依據,路線選擇模式以風險值作為其選擇準則,其運輸路線風險衡量因子為大貨車事故發生之可能性、事故嚴重性、曝光量以及事故衝擊程度。曹志宏(民77)先利用故障樹分析方法論對危險物品進行分類,找出風險影響因子,接著估計各項運輸路線風險因子之大小,最後結合問卷調查瞭解決策者與相關群體之感受認知程度,決定決策權重

賴士揚(民85)認為可能影響危險物品運送路線因素為:公路幾何特性、阻力、風險、應變能力、成本以及其他(交通量、交通組成、運送時間與天氣能見度等),其以這些因素作為公路運送路段評估準則,並利用AHP問卷調查各項因素可能影響程度,以求取各評估準則之權重,計算綜合指標值。

王進輝(民86)認為運送危險物品路徑選擇之問題,可以從五個方向進行瞭解:最小營運成本、最小事故發生率、最小事故嚴重性、最大社區準備率、最低風險等。鄭志強等人(民93)提供一多目標運送路線選擇問題之規劃方法,其針對低強度放射性核能廢料現行陸運作業程序以及運送路網加以分析,其將運送成本、運送風險(肇事機率與肇事後果)、民眾抗拒度作為三個目標式,由於三個目標式彼此之關係不易衡量,難以轉換成相同單位,故利用模糊多目標組合最佳化,並利用基因演算法求解。

3.3.2 震災救災路線選擇

台灣地處地震帶,地震發生後需要有一套完整的避難策略,以即時疏散民眾及至災區救難,救災路線講求的是快速且安全的到達目的地,故其救災路線選擇模式要同時考慮效率與安全。

過去許多救災路線選擇模式的研究多是同時考慮效率與安全指標(呂獎慧,民88;張淑慧,民91;蕭素月,民92),由於地震發生後常會有道路因為地震而損壞不能行走,或是路旁房屋倒塌阻斷道路,故救災路線常以路段阻斷風險來表示其道路安全性,並且考慮建物破壞機率、阻斷嚴重性以及阻斷曝光量來算出其道路阻斷風險值。除了安全效用外,救災路線也同時考慮效率效用,其以效用函數觀念結合安全與效率兩項因子,將其轉換成效用值,並依據其相對重要性給予權重加總以求得總效用值,來作為路線選擇的參考依據。

3.3.3 小結

經由危險物品運送路線及震災路線相關文獻回顧後，整理歸納如表3.2，危險物品運送路線多是以事故發生可能性以及事故嚴重度作為其運送路線之安全評估依據，而震災路線則是以道路阻斷嚴重性作為路線安全選取根據，其路線選擇模式方式皆是在路段安全評估方法建立後，評估出各路段之安全性後，以多目標規劃或是應用軟體，來尋找最安全路線。故參考此兩種路線選擇模式建立方式，本研究將先建立路線安全評估方法，之後以軟體或是最短路徑演算法尋求安全路線。



表 3.2、安全路線選擇研究整理

作者	論文題目	路線選擇考慮因素
李壬亮 (民國77年)	公路危險物品運送路線選擇與風險評估	最小行車成本、最小可能肇事率、最小可能肇事嚴重性
曹至宏 (民國77年)	危險物品道路運輸路線風險評估模式之研究	事故發生之可能性、事故嚴重性、曝光量、事故衝擊程度
張新立 (民國79年)	台灣地區危險物品道路運輸路線風險評估模式之研究	事故發生之可能性、事故嚴重性、曝光量、事故衝擊程度
賴士揚 (民國85年)	公路危險物品運送路段評估模式之研究	公路幾何特性、阻力、風險、應變能力、成本以及其他(交通量、交通組成、運送時間與天氣能見度等)
呂獎慧 (民國88年)	都市震災救災路線選擇模式之構建	建物破壞機率、阻斷嚴重性、阻斷曝光量、旅行時間、旅行時間延滯
張淑慧 (民國91年)	地震救災即時路徑選擇之地理資訊系統的建立	建物平均高度、道路有效寬度、建物密度、路段之長度、旅行時間、旅行時間延滯
蕭素月 (民國92年)	地震災害避難疏散最適路徑之研究-以南投都市計畫區範圍為例	建物破壞機率、阻斷嚴重性、阻斷曝光量、道路長度、道路有效寬度、避難人口與土地使用型態、避難人口分派方式、路段旅行成本
鄭志強等人 (民國93年)	模糊啟發式演算法則應用於低放射性廢棄物運送路線選擇之研究	運送成本、運送風險(肇事機率與肇事後果)、民眾抗拒度

資料來源：本研究整理

3.4 易肇事地點或路段之評估方法

過去交通安全研究裡，用來判斷易肇事地點的主要判定方法大致有下列幾種：肇事次數法、肇事率法、品質法、績效指標—修正品質法、肇事嚴重性當量法、二階段篩選法、四階段篩選法、肇事插示圖法等，這些都是用來判斷道路危險程度的常用方法，故本研究針對這些方法作瞭解，以作為之後道路安全評估方法之參考，下面針對這些方法作介紹：

一. 肇事次數法(Accident Frequency Method)[35]

肇事次數法為將某一地區某段時間之事故次數加以整理，以事故次數作為易肇事地點的評斷指標，以平均肇事次數或兩倍的肇事次數最為判斷門檻值，超過門檻值極為危險地點。

二. 肇事率法(Accident Rate Method) [35]

有鑑於肇事次數法未考慮交通量的影響，此法引入曝光量，以路段之肇事次數除以該路段車輛之行駛公里數，由於引入交通量，故常會有低流量路段肇事嚴重性高於高流量路段的情形發生。

三. 品質法(Rate Quality Control Method) [35]

品質法利用品質管制法的觀念，建立每一路段或地點的臨界肇事率，其方法為先取得類似評估路段之路段的平均肇事率及評估路段之延車公里數，利用統計假設與檢定方法，檢定評估路段之肇事率是否超過類似路段之臨界肇事率，凡超過即視為危險路段，其公式如下：

$$CR = \lambda + K \sqrt{\frac{\lambda}{M} + \frac{1}{2M}}$$

其中 CR ：臨界肇事率值

λ ：類似路段或地點之平均肇事率

M ：通過評估路段之延車公里數

K ：既定統計分配之顯著水準

四. 績點指標－修正品管法[35]

此法為先計算評估路段之肇事次數、肇事率及肇事嚴重指標值，再以品管法的公式計算各指標的臨界值，以求算出各指標的危險因子，接著利用經驗加權將各指標值的危險因子相加得到績點指標值，根據績點指標之大小，排列危險程度之順序，以作為改善先後次序的參考。

五. 肇事嚴重性當量法

此法主要是將每次肇事之財物損失、傷亡人數轉換成某一當量，藉此來評估路段或路口之危險性，衡量指標有財物損失當量（EPDO, Equivalent-Property-Damage-Only）、肇事次數當量（EFO, Equivalent-Fatal-Only）、受傷當量（EIO, Equivalent-Injury-Only）等，以下針對幾種當量計算方法作介紹：

1. 財物損失當量指標：美國肯塔基州[39]

$$EPDO = PDO + (INJ \times F_1) + (FAT \times F_2)$$

其中 *EPDO*：財物損失當量指標

INJ：有人受傷之肇事次數

*F*₁：有人受傷之肇事成本/僅有財物損失之肇事成本

FAT：有人死亡之事故次數

*F*₂：有人死亡之肇事成本/僅有財物損失之肇事成本

PDO：僅有財物損失之交通事故次數

2. 肇事次數當量指標：交通部運輸研究所[4]

$$ETAN = 9.5F + 3.5J + TAN$$

其中 *ETAN*：肇事次數當量

F：事故死亡人數

J：事故受傷人數

TAN：總肇事次數

3. 肇事嚴重性指標[9]

$$S.I. = \frac{12F + 3I + P}{F + I + P}$$

其中 $S.I.$ ：肇事嚴重性指標

F ：致命肇事次數

I ：傷害肇事次數

P ：財物損失肇事次數

4. 石豐宇（民76）修正績點指標法 [3]

路段： $Y = 0.238X_1 + 0.401X_2 + 0.251X_3 + 0.111X_4$

路口： $Y = 0.104X_1 + 0.501X_2 + 0.307X_3 + 0.0204X_4$

其中 Y ：肇事危險績效值

X_1 ：總肇事次數

X_2 ：肇事率

X_3 ：事故死亡人數

X_4 ：事故受傷人數

5. 肇事嚴重度：以僅財損當量（EPDO）作為肇事嚴重度指標，其採事故成本比值以作為EPDO各事故之係數值以反應事故間之相對嚴重性[7]。

$$\text{EPDO} = \text{死亡事故成本比值} \times \text{死亡事故次數} + \text{受傷事故成本比值} \times \text{受傷事故次數} + \text{僅財損事故成本比值} \times \text{僅財損事故次數}$$

六. 二階段篩選法[20]

此法乃透過二階段篩選來評估路段之危險程度，第一階段篩選指標為評估路段之肇事次數，若其肇事次數大於類似路段平均值的兩倍，則進行第二階段篩選，第二階段篩選指標為肇事率，檢視其肇事率是否超過類似路段的平均值，若兩項篩選指標皆超過，便可判定為易肇事路段。

七. 四階段篩選法[20]

此方法為二階段篩選法的擴充，其四階段的篩選指標如下：

- ◆ 第一階段：考量有死亡事故之事故次數
- ◆ 第二階段：總事故次數
- ◆ 第三階段：財物損失當量

◆ 第四階段：品管法之臨界肇事率

八. 肇事插示圖法[2,20]

將不同肇事型態及肇事嚴重程度作區分，肇事型態可分為行駛型、匯入型、鄰向穿越型、跨越型、同向左轉型、同向右轉型、同向直行型、其他型車或等九種，肇事嚴重程度則分為死亡肇事、受傷肇事及財損肇事三種，透過肇事圖可以清楚瞭解路段及路口的肇事型態及肇事嚴重程度，以作為改善方法的參考依據。

針對上述易肇事地點評估方法作個整理比較表格如表3.3。

表 3.3、易肇事地點評估方法整理

方法	評估方法	優點	缺點
肇事次數法	單以事故發生次數來評估危險程度。	方法簡單、資料容易取得	未考慮曝光量
肇事率法	將肇事次數除以交通量。	考慮曝光量	曝光量調查不易、未考慮事故嚴重度
品管法	建立臨界肇事率，利用統計假設與檢定方法，檢定評估路段之肇事率是否超過類似路段之臨界肇事率。	考慮曝光量	未考慮事故嚴重度
績點指標-修正品管法	考慮肇事次數、肇事率及肇事嚴重性，並利用權重計算各績點指標值，以指標值大小來判定。	兼顧曝光量及事故嚴重度	較為複雜
肇事嚴重性當量法	將每次肇事之財物損失、傷亡人數轉換成某一當量，藉此來評估路段或路口之危險性。	考量肇事嚴重性	需客觀衡量肇事嚴重性係數
二階段篩選法	分兩階段，先考慮肇事次數，後考慮肇事率。	考量多種評估方法	未考慮事故嚴重度
四階段篩選法	分四階段：1.考量有死亡事故之事故次數。2.總事故次數。3.財物損失當量。4.品管法之臨界肇事率。	考量多種評估方法	步驟過於複雜
肇事插示圖法	以不同的肇事型態及事故嚴重度表示各事故。	考慮各種肇事類型及嚴重度	未考慮曝光量

資料來源：本研究整理

3.5 道路安全評估相關研究

除了易肇事地點判定方法外，也有許多研究使用其他方法來進行道路安全評估，如以交通衝突理論來分析事故、車輛衝突點，以道路安全檢核表進行道路交通工程設施之評估或是以風險的概念來評估道路安全，相關研究整理如下面。

3.5.1 以交通衝突理論為基礎之研究

傳統的道路安全評估方法多是利用歷史肇事資料來做分析，但是肇事資料常常需要花費長時間蒐集，造成研究上的不便，故發展出交通衝突理論來進行安全分析。交通衝突理論為一種衡量道路潛在危險的方法，早在1967年美國通用汽車公司首先發表有關交通衝突研究的報告，並定義交通衝突為「交通衝突產生為駕駛者採取煞車禍迂迴閃避的應變措施，以避免碰撞的一種交通事故」，國內學者楊宗璟（民85）就曾應用交通衝突分析作為逢甲大學鄰近路口安全之分析工具，交通衝突理論除了可以在缺乏肇事資料的情況下作為安全評估工具外，應用交通衝突理論也可以深入分析車流衝突特性，瞭解不同路型下車流衝突特性與交通事故之間的關係。

詹丙源（民79）應用交通衝突理論來分析交叉路口的肇事特性，其配合國內環境及駕駛者習慣後，定出下列九種交叉路口衝突型態：同向減速、同向右轉、同向左轉、同向變換車道、對向左轉、穿越交通衝突、紅燈右轉衝突、行人與車輛衝突，並將肇事類型歸納成下列五種：對撞、擦撞、追撞、直角撞、側撞。

饒智平（民84）則將交通事故類型分類如表3.4，並將交叉路口劃分成趨近區位、通過區位、離去區位三個肇事區位範圍，再依車流運行方向詳細劃分成18個肇事區位。王耀鐸（民93）針對肇事碰撞插示圖的肇事區位，將整個路口劃分成12個區位，如圖3.1，趨近區位（1、2、3、4），離去區位（5、6、7、8），通過區位（9、10、11、12）。

表 3.4、道路交通事故類型與型態分類

事故類型	事故型態	事故（碰撞）型態分類
行人與車輛	對向肇事	
	同向肇事	
	行人穿越肇事	車輛直行、車輛左轉、車輛右轉
車輛與車輛	對撞肇事	直行對撞、左轉對撞、右轉對撞。
	追撞肇事	直行、左轉、右轉追撞、停等追撞、臨停追撞、倒車撞。
	交叉撞肇事	右側、左側交叉撞，左轉交叉撞。倒車撞
	擦撞肇事	同向直行擦撞，同向左轉擦撞，同向右轉擦撞，對向擦撞。
	側撞肇事	左轉、右轉、左轉匯入、右轉匯入、左轉穿越側撞及迴轉。
車輛本身	失控肇事	
	撞交通設施	
	撞障礙物	

資料來源：[35]

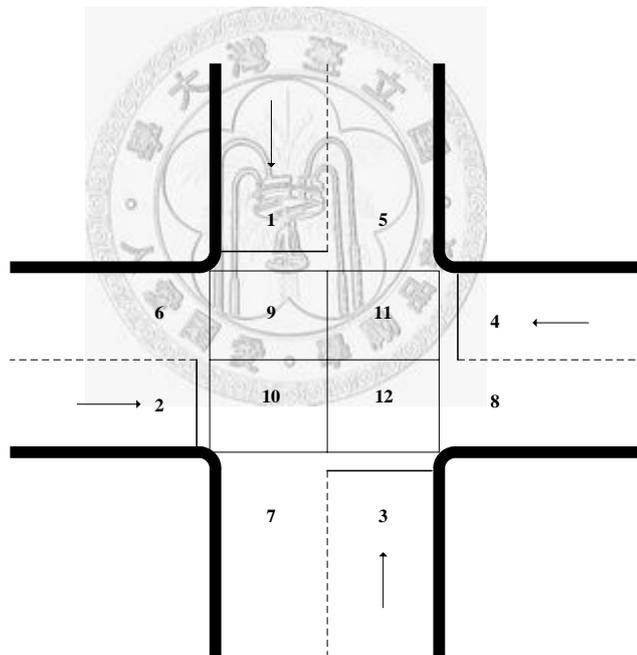


圖3.1、肇事區位圖

資料來源：[2]

3.5.2 以道路安全檢核表評估之相關研究

道路安全檢核表是一透過多個安全檢核項目，以找出道路潛在危險性的安全評估方法，其除了現有道路外亦可針對新建成之道路進行評估，一個無事故的路口並非代表此路口很安全，無潛在危險性，使用此方法可以瞭解一地點各安全影響因素對路口安全可能造成的影響，對於無交通事故資料的地點，亦可以進行安全評估。

黃國珍（民82）認為道路設計與管理對交通事故有一定的影響程度，在現有的事故調查表之外，還應增加事故發生地點之道路設計與管理資料的蒐集，以瞭解道路設計與事故發生之關聯，以改善道路設計與管理，減少交通事故的發生。其擬定之檢核表檢核方法採用次序量尺，由評鑑人員依其專業主觀評分，分成理想（符合）1分、普通2分、不理想（不符合）3分，在評估路段與路口時使用的安全評估指標項目有：標線、標誌、反光設施、視距、設計速率、車道寬、路肩寬、曲線設計、縱坡度、中央分隔島開口大小、槽化島設計、出入口管制、路旁保護設施、橋樑。

許添本（民86）參考德國經驗，以道路交通工程角度出發，研擬一套道路安全檢核表，其安全檢核表設計包含新建道路之事前預防及既成道路事後改善兩大部分。事前預防檢核表包括土地使用規劃、道路交通系統規劃及道路交通系統設計之三階段之安全檢核表，另外還有一營運時的安全檢核表，以利道路管理者可以隨時運用它來進行安全檢核。

3.5.3 以道路風險的概念為基礎之研究

風險（Risk）是可能對人造成損失或傷亡的機會，由於事物具有不確定性，並可能造成利益上的損失，故我們常會藉由資料的收集來預測風險的大小，不同的研究領域對風險有不同的定義。在道路安全方面多將風險理論應用於危險物品運輸路線的選擇上，李壬亮（民77）定義風險是指引起危險物品肇事次數的發生頻率，張新立（民79）提到事故風險通常以兩種方式來說明風險大小，一種為事故發生的可能性即事故機率值的大小，此種為機率型風險，另一種則是除了事故機率外加以考慮事故可能帶來的嚴重性，此種方法為期望值型風險。

曹至宏（民77）危險物品運輸風險衡量考慮事故發生可能性與事故之嚴重程度，衡量的因素有：（1）事故發生可能性（2）事故曝光量（3）事故發生後車輛碰撞嚴重性之衡量（4）發生危險物品災害後對周遭環境之衝擊程度。以數學式表示如下：

$$R_i = P_i \times S_i \times E_i \times A_i$$

又 R_i ：路段i之危險物品運輸風險值

P_i ：路段i之交通事故率

S_i ：路段i發生事故後，車輛碰撞嚴重程度

E_i ：車輛行駛路段i之曝光時間

A_i ：路段i發生危險物品災害後對周遭環境之衝擊程度

美國運輸工程協會（Institute of Transportation Engineering, ITE）出版的交通工程手冊，以肇事率來衡量交通事故風險，其公式為：肇事率=肇事次數/曝光量。饒智平（民84）在進行號誌化交叉路口事故風險估算時，依據研究之路口一年裡之事故資料以及路口劃分之肇事區位，以各肇事區位發生之事故發生次數以及其傷亡人數為基礎，進行各事故型態風險值的估算，其估算因素包括（1）肇事區位中某事故型態之交通事故率及（2）肇事區位中某事故型態之肇事嚴重性，以數學式表示如下：

$$R_{ijk} = P_{ijk} \times S_{ijk}$$

其中 R_{ijk} ：肇事區位i，肇事種類j，事故型態k之事故風險值

P_{ijk} ：肇事區位i，肇事種類j，事故型態k之交通事故率

S_{ijk} ：肇事區位i，肇事種類j，事故型態k之事故嚴重性績效值

李明聰（民89）以風險觀念來預估地區性道路的人車衝突狀況，其建立人車衝突風險指標，其指標包含曝光量、嚴重性兩部分，同時考慮行人暴露在危險環境時間的長短，以及發生事故後造成傷亡的嚴重程度。其以車輛流率、行人流率、車輛行駛速率、行人步行速率、道路淨寬等資料作為風險分析因素，建立並行曝光量指標、穿越曝光量指標以及嚴重性指標，以曝光量指標及嚴重性指標之乘積作為人車衝突風險指標。

將上列道路風險研究整理如表3.5：

表 3.5、道路風險評估比較表

題目	作者	對象	風險估計方法
公路危險物品運送路線選擇與風險評估	李壬亮 民國 77 年	危險物品	貨車肇事機率、肇事嚴重性
台灣地區危險物品道路運輸路線風險評估之研究	張新立 民國 79 年	危險物品	交通事故率、危險物品災害之條件機率、車輛行駛該路段之曝光時間以及路段發生危險物品災害後對周遭環境之衝擊程度之乘積
號誌化交叉路口風險分析及安全檢核評估	饒智平 民國 84 年	號誌化路口	肇事率×肇事嚴重度，事故資料、交通衝突分析、肇事因子
地區性道路人車共存設施風險評估模式建立與應用	李明聰 民國 89 年	地區性道路	曝光量指標×嚴重度指標，考慮車輛流率、行人流率、車輛速率、行人速率、道路淨寬等因素
Traffic Engineering Handbook	美國運輸工程協會 1991	一般道路	肇事率、肇事次數、曝光量

資料來源：本研究整理



3.6 綜合比較分析

本節總結前面回顧之文獻加以比較分析，將其整理如下列幾點；

一、路線選擇行為

過去有關路線選擇行為之研究，多是針對旅行時間或是旅行距離對駕駛者路線選擇之影響作探討，在安全方面甚少著墨，但最近開始有學者提出以導引駕駛者行走於安全路線以提升整體交通安全的概念（Atze Dijkstra et al. 2007），故安全因素在路線選擇行為中實是一不可忽略的部份。而且從文獻回顧中得知，鮮少有人進行過此方面之研究，故如何將安全納入路線選擇中考慮，實是一值得研究的問題。

二、安全路線選擇

危險物品運送路線以及地震救災路線皆是以安全為考慮來進行路線規劃，此兩種路線選擇皆不同於以往的路線選擇模式只單考慮旅行時間或旅行距離，其更注重道路安全，因此危險物品運送路線主要是規劃一條肇事率低、周邊範圍人口少、運輸成本低的路線。救災路線則是效率與安全並重來規劃路線，在講求救援快速的同時也能確保救援車輛及人員的安全。人們平常之交通行為也一樣，除了考量旅行距離、旅行時間外，道路安全也是決策因素之一，故可參考上述路線選擇模式建立方法及考慮因素，建立一安全路線選擇模式。

三、道路安全評估

透過道路安全相關研究回顧，道路安全的評估方法有許多種，每種方法皆有其用途及優缺點。在有足夠事故資料時可利用肇事率法或肇事插示圖來分析，缺乏事故資料時，則可應用交通衝突理論或是道路安全檢核表來進行道路安全評估，此外也可以風險的概念來評估道路發生事故的可能性。瞭解這些方法後，由於在進行市區道路安全評估時，研究之路網將是非常大範圍且複雜之路網，若以交通衝突理論來評估各路段或路口，必須透過大量調查或是仰賴軟體模擬，但此兩種方法皆有可能出現與現況不相符的情形，若是以道路安全檢核表的方法來評估道路安全，除了調查費時外，只單考慮人車路中「路」的因素，可能無法有效表示各道路安全性，且會忽略曝光量的問

題。故本研究欲以安全風險的概念，以肇事資料為基礎加上曝光量因素的引進，來建立道路安全評估模式。





第四章 道路安全評估模式

要從安全的角度出發建立安全路線，則必須要先建立一道路安全評估模式，再依據此模式所評估出之中道路安全值，建立最安全路線之選擇方法。過去在進行道路安全評估時，有許多不同的方法：易肇事地點的多種判定方法、透過道路安全檢核表的方式找出道路的潛在危險、利用交通衝突理論分析道路不同車輛行進時的潛在衝突，或是以事故風險概念來進行安全評估，各種方法各有其優缺點及應用，本研究在多方考慮後，由於道路安全檢核表需花費較多時間進行調查，而且會忽略曝光量帶來的影響；以車輛的衝突數量來作為安全評估之依據，則需花費許多時間觀察或是利用軟體模擬而來，可能會與現實情況有所不符。故本研究決定以事故風險的概念來進行道路安全的評估，以事故發生之可能性及其可能帶來之嚴重程度作為道路安全程度的評估依據。此方法主要以過去的肇事資料為基礎，並考慮道路通過之交通量所帶來的影響，綜合事故資料與曝光量來評估道路之安全程度。

過去相關研究在評估道路風險時，[14]多只考慮各路段的肇事率或[15]單以整體路網平均車公里之肇事率作為風險評估依據，常常忽略了路口的安全風險或是無法清楚知道哪些路段危險程度較高，根據交通大隊民國96年的肇事道路型態統計資料圖，如圖4.1，30%的事故發生在直路，41%的事故發生在交叉路口，路口發生的事故佔了許多，而且路口一直是交通安全相關研究非常重視的一環，由此可見在進行路線風險評估時，路口的安全風險不能省略不記，應要將其納入路線風險中，才不會有風險低估的情形。

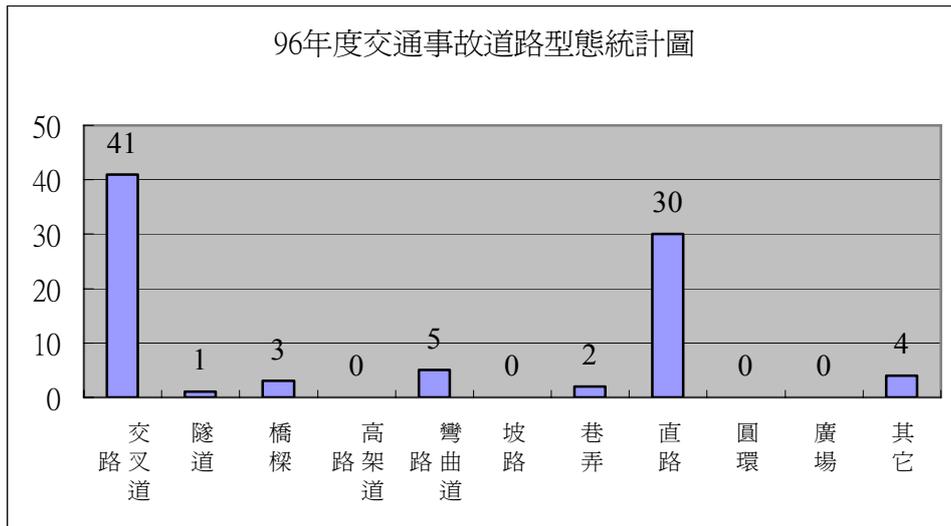


圖4.1、96年度交通事故肇事道路型態統計圖

資料來源：交通大隊網站

有鑑於上述幾點，本研究欲建立一個能同時考慮路口及路段道路風險之評估模式。「風險」乃是指發生事故的可能性以及發生事故後可能造成的損失，道路風險即是駕駛者行駛在道路時，遭遇交通事故的可能性以及交通事故對其可能造成的損害。故本研究以交通事故率及事故嚴重性作為道路風險值評估依據，並且探討將路口風險一起列入路線選擇之風險評估模式的方法，以期建立一套可以有效評估道路風險的方法。

依照上述，本章分為三個部分：路段事故率評估方法、路口事故率評估方法、事故嚴重程度計算方法。

4.1 路段事故率評估方法

一般易肇事地點的判定方法，如第二章文獻回顧裡所提到的，有肇事次數法、肇事率法、品管法、績效指標—修正品管法、肇事嚴重性當量法、二階段篩選法、四階段篩選法、肇事插示圖法等，若從風險的角度來看，以事故發生可能性或機率作為安全評估基礎的話，肇事次數與肇事率法是比較相像的評估方法，由於肇事次數法未考慮曝光量，會有風險高估或低估的情形，故本研究採用肇事率法來作為事故率的評估方法。

Chapman(1973)提出：「曝光量為一個駕駛者或一個交通系統所經歷可能發生事故之機會量」，曝光量的衡量依研究的主題不同，所考量的資料與目標也不同，

過去有些研究以在道路的行駛時間作為曝光量，有些研究則是以交通量作為曝光量單位，美國運輸工程協會（Institute of Transportation Engineering, ITE）出版的交通工程手冊中提到，其事故率衡量方法為以肇事次數除以曝光量，其曝光量指標為年車公里數(annual vehicle-miles of travel)，本研究參考其曝光量指標作為在評估道路事故率時之曝光量依據。

參考美國運輸工程協會（Institute of Transportation Engineering, ITE）曝光量計算方法，作為本研究之曝光量計算方法，其計算公式如下：

$$Exposure = AADT \times 365 \times L$$

其中 $Exposure$ ：路段的曝光量

$AADT$ ：年平均日交通量(Annual Average Daily Traffic)

L ：路段之長度

其以年平均日交通量乘以一年365天後再乘上路段長度，作為路段之曝光量。由於一般交通量調查皆在尖峰時間調查，交通量資料多為尖峰小時交通量，故在進行曝光量計算時，需將尖峰小時交通量轉換為年平均日交通量，其轉換之理論基礎如下[35]：

1. 道路設計多以第30小時交通量為設計小時交通量：

$$DHV = 30HV = AADT \times K$$

其中 DHV ：設計小時交通量（Design Hourly Volume）

$30HV$ ：第30最高小時交通量（30th Highest Hours）

$AADT$ ：年平均日交通量(Annual Average Daily Traffic)

K ：K係數（K Factor）

2. 由於都市上下午尖峰重複出現， $30HV \sim 200HV$ 間差異不大，故設計小時交通量可以下式進行估算：

$$DHV = \frac{PHV}{PHF}$$

其中 PHV ：尖峰小時交通量（Peak Hour Volume）

PHF ：尖峰小時係數（Peak Hour Factor）

3. 故根據上式，年平均日交通量估計值可以下式估算：

$$AADT = \frac{PHV}{PHF \times K}$$

考慮尖峰小時交通量皆以交通量平均值作為單位表示，故年平均日交通量也以小汽車單位 (Passenger Car Unit, PCU) 作為表示。故本研究在進行交通量轉換時，將使用公路容量手冊有關K係數的調查值：市郊K=0.08~0.12；城際K=0.12~0.15；丘陵與山區K=0.07~0.10，以K=0.08作為本研究在計算平均日交通量的值。

本研究在進行路段風險評估時，路段評估單位的選取是以兩個路口之間的道路作為一單位，不將單一路段再加以分段細部評估或是再以公尺分段，本研究假設所有車輛進入一路段後，路段之間沒有其他出口，只有在到達下一個路口後才能離開此路段，故不管路段裡的哪一段風險較高或哪一段風險較低，其於此路段上所承受的風險是相同的，且本研究的重點在於建立路網上各路段風險評估方法，並不著重在交通工程的改善方案上，不需明確瞭解事故於路段上發生的地點，故僅以路段作為一評估單位。

此外由於路段車流行進方向會有方向之分，不同方向會有不同數量的事故次數，本研究將此點簡化，風險之計算不分方向，以類似最短路徑之求解法，只以單一路段之旅行時間或距離為單位，不考慮不同方向的不同。故在計算路段事故率時，將所有路段上之事故次數不分方向一起計算，而曝光量也是將兩方向之交通量相加計算。

總和上述，在完成曝光量的計算之後，路段事故風險率之估計如下：

$$P_{ij} = \frac{A_{ij}}{E_{ij}}$$

其中 P_{ij} ：路口*i*與路口*j*之間路段之交通事故率

A_{ij} ：路口*i*與路口*j*之間路段之所有事故次數

E_{ij} ：路口*i*與路口*j*之間路段之總曝光量（交通量×路段長度）

故路段之事故風險率是以每車每公里可能發生之事故次數計算而得。

4.2 路口事故率評估方法

由於交叉路口的交通狀況複雜，安全風險的衡量也較困難，過去有許多研究[20,41]皆針對交叉路口的交通安全做深入的研究，以肇事區位與原因分析法來進行路口安全風險分析，依據不同的肇事區位及肇事種類來估算路口的安全風險。本研究的重點在於建立一套路線安全風險評估模式，路口部分將朝方便與路段風險結合的方向進行計算，故以肇事區位分析法以及肇事種類為基礎，作為本研究路口風險方法建立之參考。

車輛在到達路口後，其車流方向可分為直行、右轉與左轉（迴轉量較少故忽略不記），第二章所提到的事故類型可分為下列幾種：直行對撞、左轉對撞、右轉對撞、直行追撞、左轉追撞、右轉追撞、停等追撞、臨停追撞、倒車撞、右側交叉撞、左側交叉撞，左轉交叉撞、同向直行擦撞、同向左轉擦撞、同向右轉擦撞、對向擦撞、左轉匯入側撞、右轉匯入側撞、左轉穿越側撞及迴轉。其碰撞類型態圖例如圖4.2：

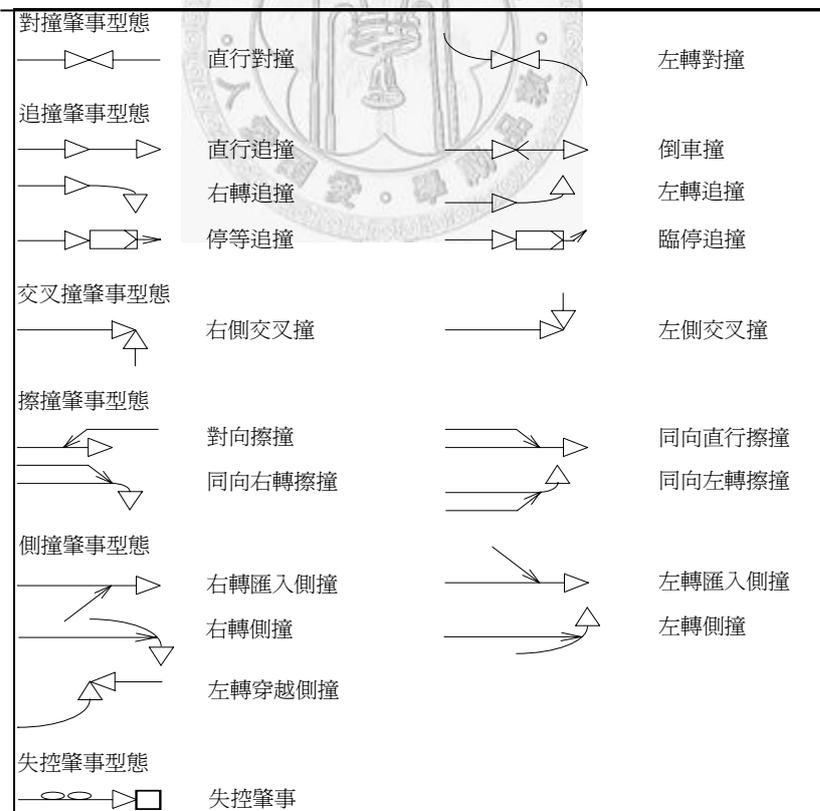


圖4.2、碰撞類型態圖例

資料來源：[2]

本研究考慮車流於路口的行進特性，再依車流行進方向來細分事故發生方向的話，依照直行、左轉、右轉可以分類成表4.1：

表 4.1、碰撞類型表（依車流方向分類）

車流方向	直行	左轉	右轉
碰撞類型	直行對撞 直行追撞 倒車撞 臨停追撞 停等追撞 右側交叉撞 左側交叉撞 對向擦撞 同向直行擦撞 右轉匯入側撞 左轉匯入側撞 左轉穿越側撞	左轉追撞 左轉穿越側撞 左轉對撞 同向左轉擦撞 左轉側撞	右轉追撞 同向右轉擦撞 右轉側撞

依照上表分類的碰撞類型，將路口的每件事務依肇事類型加以分類後建立其直行、左轉、右轉安全風險，曝光量的部分直行方向之曝光量以直行車流量計算，左轉方向以左轉車流量計算，右轉方向以右轉車流計算，其估算式子如下：

一、路口直行事故率

$$P_{ks} = \frac{A_{ks}}{E_{ks}}$$

其中 P_{ks} ：車輛到達路口k直行方向（s）之交通事故率

A_{ks} ：車輛到達路口k直行方向（s）之事故次數

E_{ks} ：車輛到達路口k直行（s）交通量

二、路口左轉事故率

$$P_{kl} = \frac{A_{kl}}{E_{kl}}$$

其中 P_{kl} ：車輛到達路口k左轉方向之交通事故率

A_{kl} ：車輛到達路口k左轉方向之事故次數

E_{kl} ：車輛到達路口k左轉交通量

三、路口右轉事故率

$$P_{kr} = \frac{A_{kr}}{E_{kr}}$$

其中 P_{kr} ：車輛到達路口k右轉方向之交通事故率

A_{kr} ：車輛到達路口k右轉方向之事故次數

E_{kr} ：車輛到達路口k右轉交通量

由上述方法，可以清楚的知道，當駕駛者到達一路口後，其直行、左轉或右轉所會遭遇到的風險有多少，此風險值進一步可作為駕駛者在進行路線選擇時的判斷依據。

但考慮到之後與路段風險結合的問題，若是以此種分向方法，應用在整體路網計算時，尚須考慮多項因素，加上在進行路口肇事型態分析時，依其路口車流行進方向以及事故碰撞型態加以分類計算之方法過於複雜，需要耗費許多時間及人力進行，礙於研究時間限制，本研究暫且將路口風險評估方法簡化，以合理且方便與路段風險相結合為目標，來建立風險路線選擇模式，以路口總事故率作為計算單位。

故路口總事故率為單位之計算方法，將其簡化後為不論路口事故之碰撞類型為何，只要是在路口範圍內之事故皆列入路口事故率計算，計算公式如下：

$$P_k = \frac{A_k}{E_k}$$

其中 P_k ：路口k之事故率

A_k ：路口k之總事故次數

E_k ：進入路口k之總交通量

故路口事故率乃以評估路口發生之事故次數除上進入路口之總交通量計算而得。

4.3 事故嚴重度計算方法

每件交通事故所產生的傷亡或財物損失皆不相同，有些地點肇事次數或肇事率雖然不高，但其事故死亡率卻可能很高，這表示此地點肇事嚴重性高，在此地點發生車禍其後果可能相當嚴重，若是沒有將肇事嚴重度列入考慮，單看事故次數或事故率並沒有辦法有效評估道路安全程度，因此，在進行道路風險評估時，不能只單以事故率作為評估指標，應要同時將事故嚴重度列入考慮，才能有效判斷道路風險程度。

由於在計算交通事故嚴重程度時，事故死亡、受傷、財物損失之性質與價值不同，不易以一客觀方法合併衡量，過去的研究對於某地點危險程度的判斷，多採用事故當量法來進行評估，用當量之計算方式將此三種不同的嚴重程度指標進行整合，常用之衡量指標有肇事次數當量（EFO, Equivalent-Fatal-Only）、財物損失當量（EPDO, Equivalent-Property-Damage-Only）、受傷當量（EIO, Equivalent-Injury-Only）等，通常為了顯示道路事故嚴重性，有死亡之事故會給予較高之權重或當量值，當量值之決定，通常可由分析人員之專業判斷獲得，或是藉由死亡成本、受傷成本、財物損失等成本資料，以成本計算成當量值的方式來評估道路事故嚴重度。

國外事故嚴重度相關研究方面，美國運輸工程協會ITE利用財物損失當量指標（EPDO）來評估事故嚴重性，其式子如下：

$$EPDO = PDO + (INJ. \times F_1) + (FAT. \times F_2)$$

其中 $EPDO$ ：財物損失當量指標

INJ ：有人受傷之肇事次數

F_1 ：有人受傷之肇事成本/僅有財物損失之肇事成本

FAT ：有人死亡之事故次數

F_2 ：有人死亡之肇事成本/僅有財物損失之肇事成本

PDO ：僅有財物損失之交通事故次數

由其式子可以知道，事故嚴重性的判斷乃是依據其所帶來之成本計算而來，由於不同國家對於成本之認知不盡相同，故對於不同事故嚴重程度之加權比重會依國情而有所不同。

以台灣來看，依據內政部警政署的分類，道路交通事故嚴重程度分成三類：

- A1類：造成人員當場或二十四小時內死亡之交通事故。
- A2類：造成人員受傷或超過二十四小時死亡之交通事故。
- A3類：僅有財物損失之交通事故。

國內事故嚴重度分級乃是以死亡事故、受傷事故以及僅財物損失事故來判斷事故嚴重程度，國內相關研究中，交通部運輸研究所(民92)以財物損失當量EPDO作為易肇事地點之嚴重度指標，同時考慮死亡事故、受傷事故以及財損事故帶來之事故成本，並參考陳高村等人(民89)推估之台灣地區事故成本(表4.2)，算出三種不同事故成本嚴重度之比值，建立其財物損失當量指標之計算公式，其公式如下：

$$EPDO=45.9\times\text{死亡事故次數}+27.8\times\text{受傷事故次數}+1\times\text{僅財損事故次數}$$

表 4.2、台灣地區事故成本推估值

單位：台幣（元）

	死亡事故(A1)成本	受傷事故(A2)成本	僅財損事故(A3)成本
平均成本	10,526,140	6,379,439	229,314

註：1999年幣值

資料來源：[24]

本研究參考上述有關事故嚴重度分析之研究來建立事故嚴重指標，以事故發生所帶來的成本作為事故嚴重度的評估依據，依照警政署之交通事故嚴重度分類，以及參照上面事故成本推估值，以A3類僅財物損失之事故成本之權重作為1，A2類受傷事故成本為27.8，A1類死亡事故成本為45.9，來建立事故嚴重度指標，其式子如下：

$$S = NA3 + 27.8 \times NA2 + 45.9 \times NA1$$

其中 S：事故嚴重度指標

NA3：A3類事故次數

NA2：A2類事故次數

NA1：A1類事故次數

4.4 道路風險評估模式

根據上面各小節對於路段、路口事故率及事故嚴重度評估方法之說明，結合事故率與事故嚴重度得到風險值，本研究所建立之道路風險評估模式整理如下：

- 一、路段事故風險：將路段之交通事故率乘上路段之事故嚴重程度，即可得到此路段之風險值，路段風險值之計算流程圖如圖 4.3。

$$R_{ij} = P_{ij} \times S_{ij}$$

其中 R_{ij} ：路口 i 與路口 j 間路段之道路風險

P_{ij} ：路口 i 與路口 j 間路段之交通事故率

S_{ij} ：路口 i 與路口 j 間路段之事故嚴重度

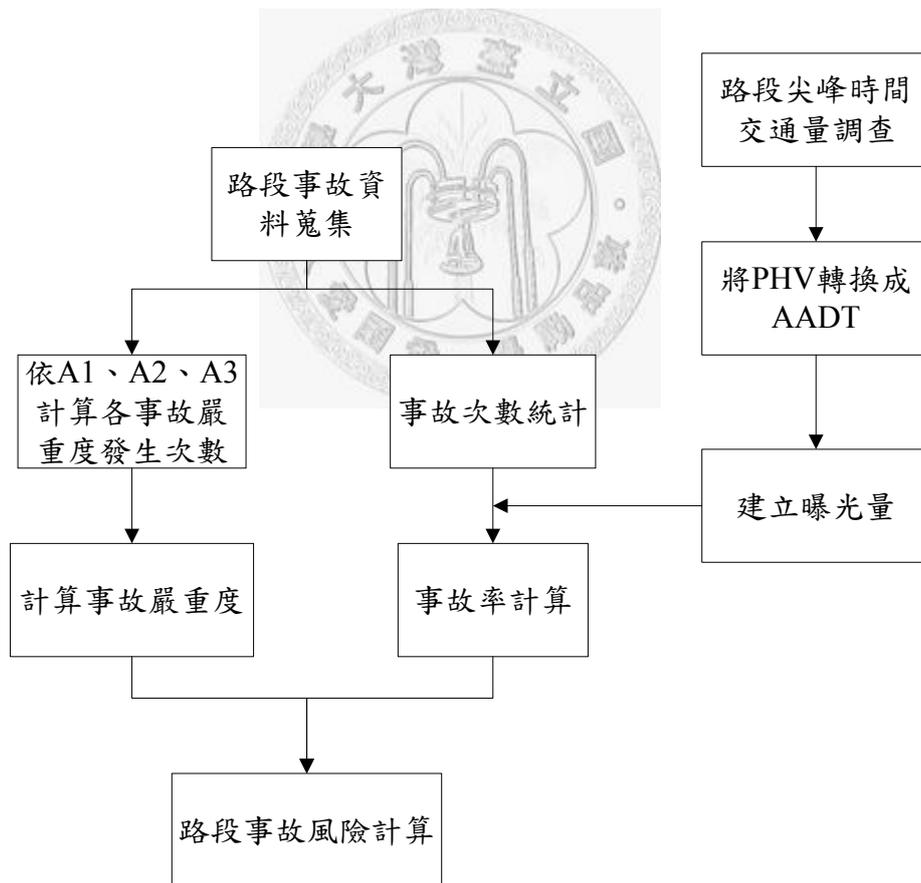


圖4.3、路段風險計算流程圖

二、路口事故風險：將路口之交通事故率乘上路口之事故嚴重程度，即可得到此路口之風險值，路口風險之計算流程圖如圖 4.4。

$$R_k = P_k \times S_k$$

其中 R_k ：k 路口之道路風險

P_k ：k 路口之事故率

S_k ：k 路口之事故嚴重度

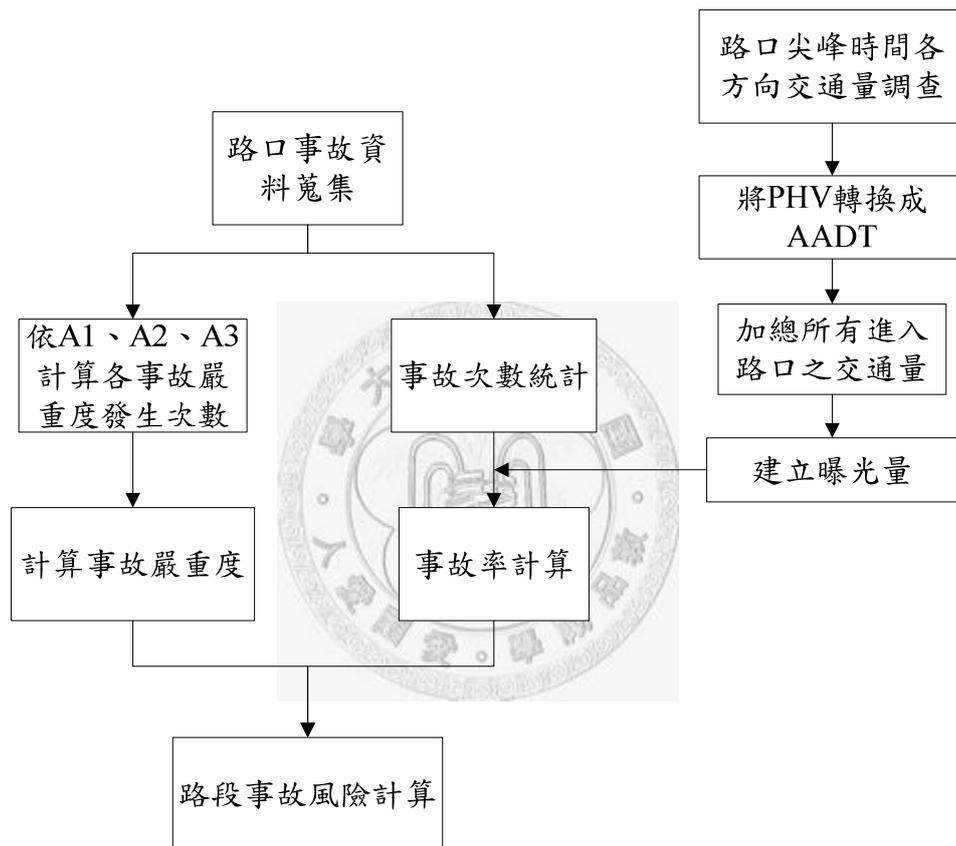


圖4.4、路口風險計算流程圖

本研究所建立之道路風險值將是一無單位數值，此風險值所代表的意義乃是在現有道路環境及交通量狀況下，車輛行走於道路的潛在風險值。路段事故風險以平均每輛車在此路段可能發生之事故率乘上此路段之事故嚴重程度後得到，路口事故風險則是以平均每車輛在此路口可能發生之事故率乘上此路口嚴重程度後得到，此章主要介紹路口及路段風險值的評估方法，在尋求安全路線時，路口及路段之結合方法，將於第五章做詳細介紹。



第五章 安全路線選擇方法構建

運輸規劃中，交通量指派的第一步驟為決定駕駛者的行駛路線準則（交通量指派步驟如圖5.1），在瞭解駕駛者的路線選擇行為後，依其路線選擇準則進行交通量指派，而尋找最短路線乃是交通量指派中重要的過程，各種交通量指派方法的計算過程皆須先尋找出最短路線，根據最短路線結果指派交通量。本研究目的之一為建立一尋求安全路線之方法，故如何以安全為路線準則來尋求最短路線，將會是本章討論重點。

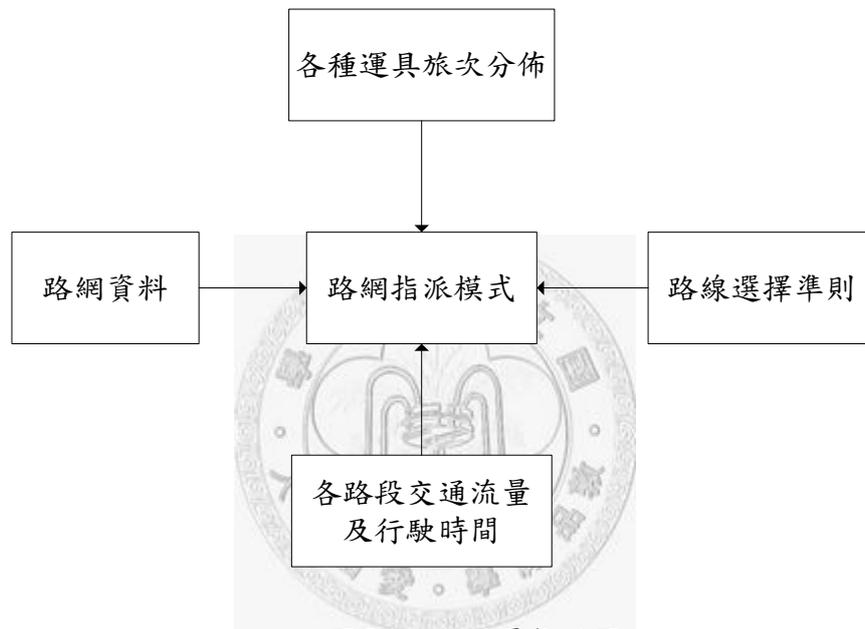


圖5.1、交通量指派圖

資料來源：[17]

過去最短路線多是以距離或時間作為其選擇準則，因應不同的規劃需求如一對一最短路徑問題、時間相依最短路徑問題等等，發展出多種不同的最短路徑演算法。本研究之安全路線選擇模式主要在提供一安全路線資訊，讓民眾在進行路線選擇時參考，根據第三章道路風險評估方法，利用此方法即可評估出路網上各路段及路口之道路風險值，在計算出路網中各路口、路段之風險後，即可運用最短路徑演算法，以風險值為路線選擇基礎，路線風險值最小為目標，找出路網中任兩對起訖點間之最安全路線。因此本研究欲參考過去最短路徑問題的計算方法，建構安全路線選擇模式。

本章分成兩部分，第一部份為最短路徑演算法之介紹，第二部份為安全路線演算法之建構說明。

5.1 最短路徑演算法

最短路線的決定是交通量指派中重要的步驟，最短路線的計算方法有許多種，最原始的計算方法乃是利用試誤法，在計算出各節點之距離或時間後，比較經過不同路線所會花費的距離或時間，排除掉較長的路線後，即可得到最短路線，但此種方法應用於小路網時尚可應用，但在路線較多的都市路網就需要一套更有效率的演算法，才能求出最短路線。

最短路徑問題依其起訖點特性而分成三種：

1. 一對一 (one-to-one)：由一特定起點至一特定訖點
2. 一對多 (one-to-all)：由一起點至路網時其他點
3. 多對多 (all-to-all)：路網上任意兩點

又因路段成本的變動性而分成四種類型[8]：靜態確定型路網(static and deterministic)、靜態時間相依問題(static time-dependent)、隨機路網(stochastic network)、及動態隨機路網時間相依問題(dynamic and stochastic time-dependent)，如依時性最短路徑問題即是由於每個路段上的旅行時間成本不同，而各需考慮路段旅行時間成本會隨時間不同而有所差異，考量時間對成本的影響以更準確的尋找出最短路徑。

而本研究主要探討之最安全路線，屬於一對一最短路線問題，而在尋求安全路線時風險值假設為一定值，故只針對靜態確定型路網以及一對一最短路徑問題之計算方法進行瞭解，現今多種最短路線計算方法，多是以動態規劃 (Dynamic Programming) 的原理為基礎發展而來，而在一對一最短路線解法較常見的為Dijkstra的標記設定法 (Label Setting Algorithm) 及Ford的標記修正法 (Label Correcting Algorithm)，以下針對這些方法作介紹[26]。

一、標記設定法 (Label Setting Algorithm)

此法又稱為Dijkstra's Algorithm，Dijkstra的計算方法為給節點一個暫時的標記，這個標記代表由起點至此點的路線成本，每一個演算循環皆會比較所有暫時性標記，選擇一最小成本標記將其由暫時性標記轉換成永久性標記，這些標記會隨著每次演算循環的進行而更新，節點的永久性標記代表起點到達其之最短路線成本。

其演算步驟如下：

假設一路網起點為 S ，終點為 T ，其它節點為 X_i ，而 $L(X_i)$ 為 X_i 的標記值，而路段成本以 $C(i,j)$ 表示。

Step 1：設定起點 S 為永久標記 P ($P=S$)，標記值為 0 ($L(S)=0$)，路網上其它點為暫時標記，標記值為無限大 $L(X_i)=\infty$ 。

Step 2：計算起點至下游路段的旅行成本 $C(P,X_i)$ ，當 $L(X_i) > L(P)+C(P,X_i)$ ，更新下游節點 X_i 之暫時標記值 $L(X_i)=L(P)+C(P,X_i)$ 。

Step 3：找出所有暫時標記之 $L(X_i)=\min \{L(X_i)\}$

Step 4：若 $L(X_i)=\min \{L(X_i)\}$ ， X_i 的為永久性標記，且 $P=X_i$ 。

Step 5：如果 $P=T$ 則停止，否則回到步驟三繼續，直到所有標記皆為永久性標記。

二、標記修正法 (Label Correcting Algorithm)

Ford 的標記修正法 (Label Correcting Algorithm) 與Dijkstra的標記設定法 (Label Setting Algorithm) 相似，主要不同在於其所有節點之標記皆為暫時性標記，在演算結束後才將暫時性標記轉換成永久性標記。其演算步驟初步為設定一佇列，將欲檢驗之節點至於佇列中，若佇列為空集合則運算結束。其運算過程為從佇列中取出一節點，計算節點到各下游節點的成本，若 $L(j) > L(i)+C(i,j)$ ，則更新 j 點標記為 $L(i)+C(i,j)$ ，並將 j 點至入佇列中，反覆進行此步驟直到佇列為空集合。

過去在進行最短路徑演算法運算時，只有在路段部份會有成本值的計算，節點部份並沒有考慮進去，但路網中的節點乃是現實路網中路口的表示，若以旅行時間作為最短路線選擇準則，旅行時間除了行車時間之外，還包括車輛遇到路口停等時所產生的時間延滯，若未將路口號誌或轉彎帶來之延滯考慮進去，將會於現況有所差異，林蔚明 (民93) 發現過去最短路徑問題，沒有考慮到路口延滯成本，而發展出一套考慮路口延滯成本之最短路徑演算法，其使用LCA最短路徑演算法作為基礎，再針對運算期間使用的依時性路徑成本以及依時性路口延滯成本的變化，對演算法在更新標號值時進行修改。其詳細求解步驟如下所述：

參數定義：

路網 $G(V, E)$ ： V 代表所有點之集合、 E 代表所有節線之集合

S ：起點

$C(tk, i, j)$ ：時間點 tk 下任意兩相鄰節點 i, j 之路段旅行時間成本

$L(tm, CurrentNode)$ ：累積之旅行時間成本標號值

$PreNode(i)$ ：點 i 之上游節點

$CurrentNode$ ：處理中之節點

$Temp(tk, i)$ ：暫存之節點 i 標號值

SEL ：待選取節點之集合

$d(tk, CurrentNode, i)$ ：節點 $CurrentNode$ 的路口延滯成本

$dL(tk, CurrentNode, i)$ ： $CurrentNode$ 的累積旅行時間成本標號值加上
 $CurrentNode$ 到 i 路口延滯成本

Step 0：設定所有點之初始值：起點 S 之標號值 $L(tm, S) = 0$ ， $tm = 0$ ，起點 S 之上游節點 $PreNode(S) = S$ ，路網上所有點 $i (i \neq S)$ 之標號值 $L(tm, i) = \infty$ ，點 i 之上游節點 $PreNode(i)$ 為最大節點編號+1。

Step 1：將 S 置入 SEL 中。

Step 2：檢查 SEL 是否為空集合，

是，到Step 8；

否，到Step 3。

Step 3：依據FIFO 的規則從 SEL 中選一點 i ，設 $CurrentNode = i$ ，從 SEL 中移除 i 。

Step 4：計算 $CurrentNode$ 之路口延滯成本 $d(tk, CurrentNode, i)$ ，此時 $tk = L(tm, CurrentNode)$ ， $CurrentNode$ 到 i 之起始標號值 $dL(tk, CurrentNode, i) = L(tm, CurrentNode) + d(tk, CurrentNode, i)$ 。

Step 5：取得所有與 $CurrentNode$ 相連之下游點 i 之路段成本 $C(tk, CurrentNode, i)$ ，並計算 $Temp(tk, i) = dL(tk, CurrentNode, i) + C(tk, CurrentNode, i)$ 。

Step 6：檢查 $L(tm, i)$ 是否大於 $Temp(tk, i)$ ，

是，到Step 7；

否，回到Step 2。

Step 7：更新點 i 之標號值 $L(tm, i) = Temp(tk, i)$ ，且使 $tm = tk$ ，點 i 之上游節點為

$CurrentNode$, $PreNode(i) = CurrentNode$, 將點 i 置入 SEL 中 , 到 Step 2 。

Step 8 : 將所有點標記 , 結束 。

其演算流程圖如圖 5.2 :

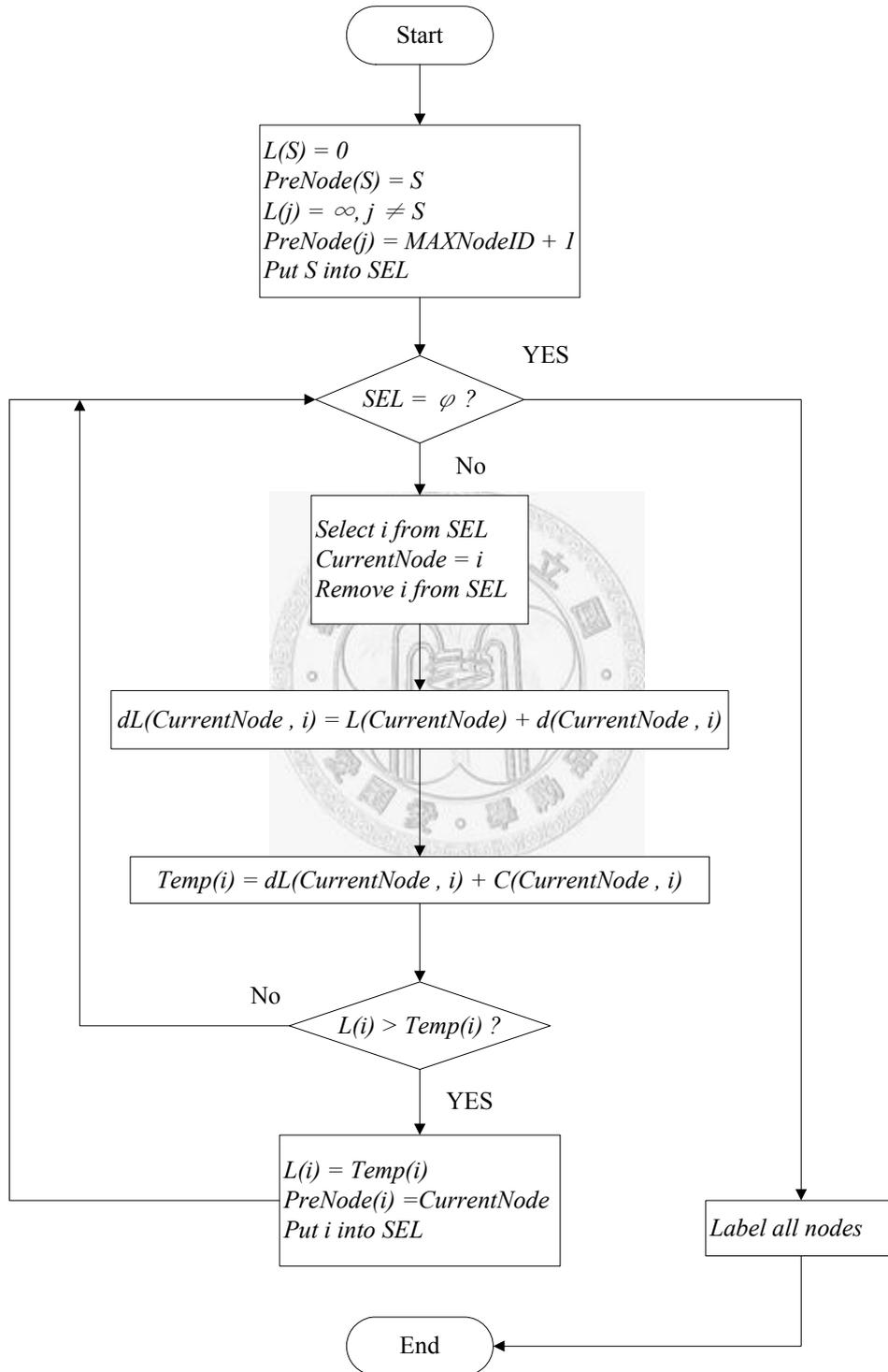


圖 5.2、路口延滯下最短路徑演算法程式流程圖

資料來源 : [14]

5.2 安全路線演算法

建立最安全路線選擇模式之目的，就在於如何在路網中找出一最安全路線，最安全路線選擇之尋找方法類似於最短路線選擇模式，只是將距離或時間因素換成安全因素。

所謂最安全路線選擇方法即為最小風險路線選擇，即是假設駕駛者在進行路線選擇時，會以道路安全作為第一考量，會傾向於選擇行走安全性較高的道路，故在最安全路線選擇方法下，兩個起訖點之間的最佳路線將會是道路風險總和最小之路線，而所謂最安全乃是一比較值。

由於過去在進行路網演算時，無論是動態規劃或是最短路徑演算法，只有路段連線部分可以標示屬性資料，於節點部分則無法標示任何資訊，但本研究欲同時考慮路口及路段風險，故在最短路徑演算上，除了路段成本值外，路口成本值也必須一併納入計算，參考林蔚明（民 93）曾以 Label Correcting Algorithm 來作為考慮路口延滯下最短路徑演算法，故本研究研擬以 Label Correcting Algorithm 為基礎來求解，步驟如下：

參數定義：

路網起點 S 、終點 T ，其他節點為 N_i

$C(i,j)$ 為節點 N_i 至節點 N_j 之路段安全風險值

$I(N_i)$ 為節點 N_i 之路口安全風險值

$L(N_i)$ 為節點 N_i 之累計標記值

Step 1：設定一佇列 Q ，將起點 S 放置於 Q 中，且設 $L(S)=0$ ，其它節點的標記值 $L(N_i)$ 為無限大。

Step 2：從佇列 Q 中取出一點 N_i ，計算由 N_i 至下游所有節點 N_j 之路段安全風險值 $C(i,j)$ ，並加上節點 N_j 之路口安全風險值 $I(N_j)$ ， $L(N_j)=L(N_i)+C(i,j)+I(N_j)$ 。

Step 3：若 $L(N_j) > L(N_i)+C(i,j)+I(N_j)$ ，則更新 $L(N_j)=L(N_i)+C(i,j)+I(N_j)$ ，並將 N_j 置入佇列 Q 中。

Step 4：檢查佇列 Q 是否為空佇列

是，運算結束

否，回到步驟二

演算法流程如圖 5.3：

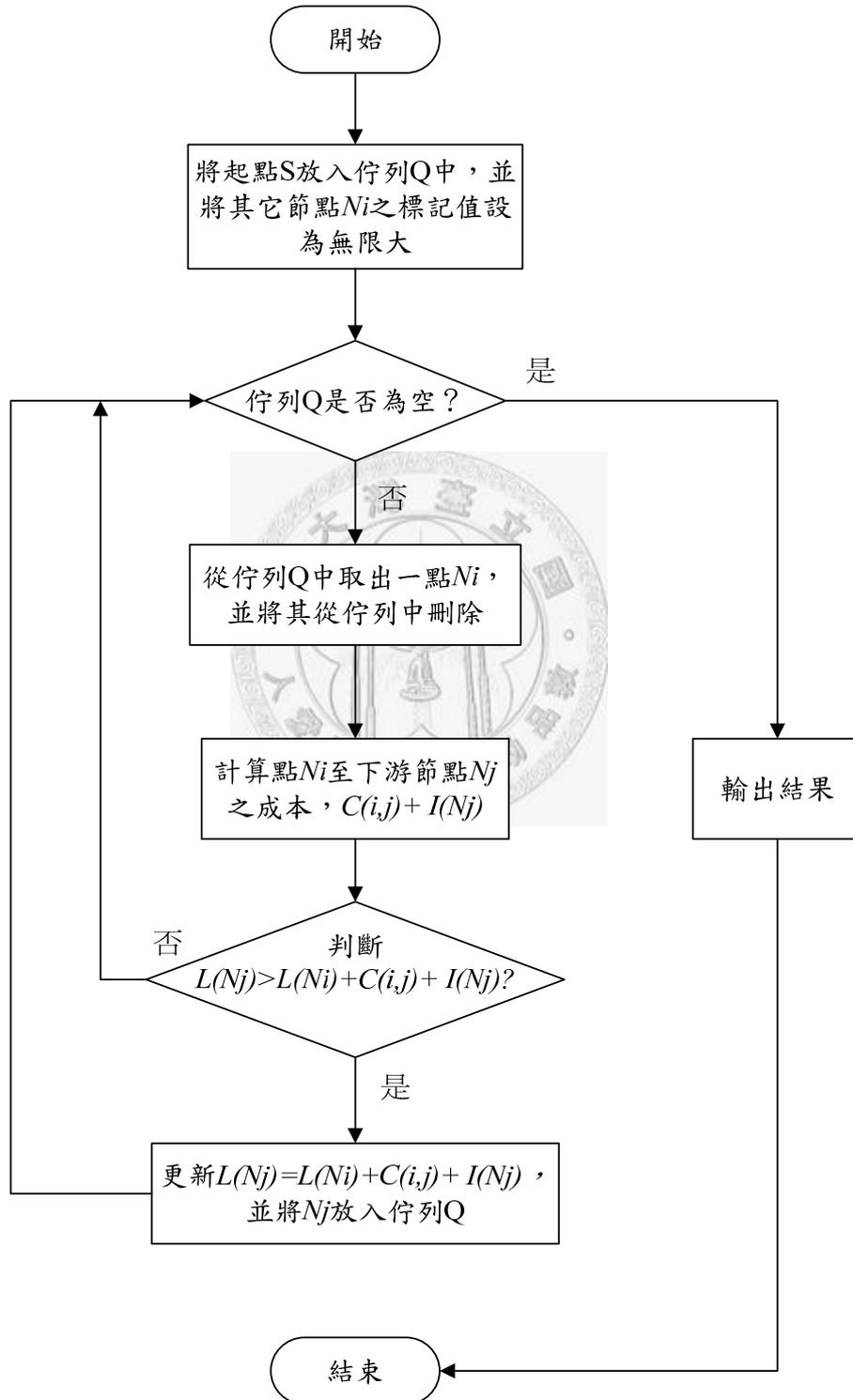


圖5.3、考慮路口及路段風險之最短路徑演算法流程圖

下面以一簡化路網來說明上述的演算流程，假設路網如圖 5.4，A、I 分別為起點和終點，B、C、D、E、F、G、H、I 代表路網上各節點，數字 1~12 為路段的編號，假設之各路口及路段資料如表 5.1 及表 5.2：

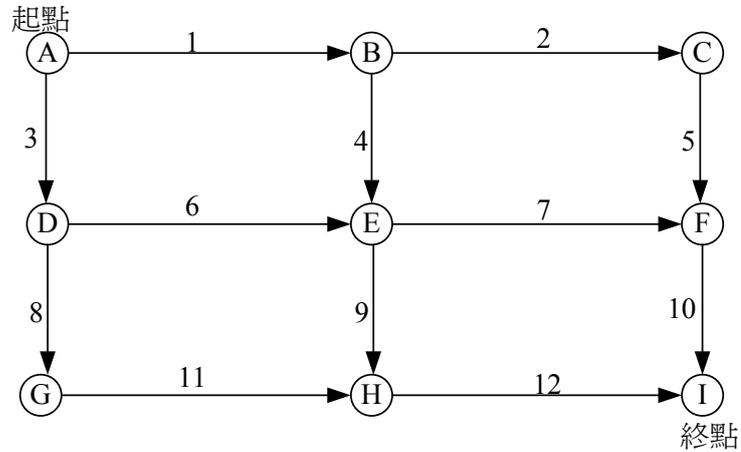


圖 5.4、假設路網圖

表 5.1、各路段風險值

路段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
事故次數	5	4	5	6	2	3	5	9	1	2	3	4
交通量(pcu) (AADT)	6481	2962	7407	3703	3796	4907	4814	3889	3796	5833	4722	6574
路段長(km)	2.0	1.2	0.8	2.1	3.0	0.7	2.4	1.6	2.9	1.4	0.9	2.1
事故嚴重 度指標	31.8	30.8	58.6	59.6	2	3	58.6	107.5	1	28.8	29.8	30.8
風險值 (10^{-5})	3.36	9.49	13.5	12.5	0.09	0.2	6.94	23.5	0.02	1.93	5.76	2.4

表 5.2、各路口事故次數

路口	B	C	D	E	F	G	H
事故次數	10	12	15	11	18	13	14
交通量(pcu) (AADT)	11111	10185	8796	9259	13888	10185	11001
事故嚴重 度指標	144	199.6	149	145	232.4	147	121.2
風險值 (10^{-5})	35.5	64.4	69.6	47.2	82.5	51.4	42.2

演算流程如下：

Step 1：將起點 A 置入佇列 Q 中，且 $L(A)=0$ ，其它各節點設為無限大。

Step 2：從佇列中取出點 A，計算其至下游節點的風險值，並將點 A 自佇列 Q 中刪除。

$$L(A)+C(1)+I(B)=38.86_{(10^{-5})} < L(B)=\infty, L(B)=38.86_{(10^{-5})}$$

將點 B 置入佇列 Q 中

$$L(A)+C(3)+I(D)=83.1_{(10^{-5})} < L(D)=\infty, L(D)=83.1_{(10^{-5})}$$

將點 D 置入佇列 Q 中

Step 3：從 Q 中取出 B，計算其至下游節點的風險值，並將 B 自佇列 Q 中刪除。

$$L(B)+C(2)+I(C)=112.75_{(10^{-5})} < L(C)=\infty, L(C)=112.75_{(10^{-5})}$$

將點 C 置入佇列 Q 中

$$L(B)+C(4)+I(E)=98.56_{(10^{-5})} < L(E)=\infty, L(E)=98.56_{(10^{-5})}$$

將點 E 置入佇列 Q 中

Step 4：從 Q 中取出 D，計算其至下游節點的風險值，並將 D 自佇列 Q 中刪除。

$$L(D)+C(6)+I(E)=130.5_{(10^{-5})} > L(E)=98.56_{(10^{-5})}, L(E)=98.56_{(10^{-5})}$$

$$L(D)+C(8)+I(G)=158_{(10^{-5})} < L(G)=\infty, L(G)=158_{(10^{-5})}$$

將點 G 置入佇列 Q 中

Step 5：從 Q 中取出 C，計算其至下游節點的風險值，並將 C 自佇列 Q 中刪除。

$$L(C)+C(5)+I(F)=195.34_{(10^{-5})} > L(F)=\infty, L(F)=195.34_{(10^{-5})}$$

將點 F 置入佇列 Q 中

Step 6：從 Q 中取出 E，計算其至下游節點的風險值，並將 E 自佇列 Q 中刪除。

$$L(E)+C(7)+I(F)=188_{(10^{-5})} < L(F)=195.34_{(10^{-5})}, L(F)=188_{(10^{-5})}$$

$$L(E)+C(9)+I(H)=140.78_{(10^{-5})} < L(H)=\infty, L(H)=140.78_{(10^{-5})}$$

將點 H 置入佇列 Q 中

Step 7：從 Q 中取出 G，計算其至下游節點的風險值，並將 G 自佇列 Q 中刪除。

$$L(G)+C(11)+I(H)=205.96_{(10^{-5})} > L(H)=140.78_{(10^{-5})}, L(H)=140.78_{(10^{-5})}$$

Step 8：從 Q 中取出 F，計算其至下游節點的風險值，並將 F 自佇列 Q 中刪除。

$$L(F)+C(10)=189.93_{(10^{-5})} < L(I)=\infty, L(I)=189.93_{(10^{-5})}$$

將點 I 置入佇列 Q 中

Step 9：從 Q 中取出 H，計算其至下游節點的風險值，並將 H 自佇列 Q 中刪除。

$$L(H)+C(12)=143.18_{(10^{-5})} < L(I)=189.93_{(10^{-5})}, L(I)=143.18_{(10^{-5})}$$

Step 10：從 Q 中取出 I，計算其至下游節點的風險值，沒有下游點，運算結束。

結果：由節點 A 到節點 I 之最短路線為 A→B→E→H→I，風險值為 $143.18_{(10^{-5})}$ 。

以窮舉法驗證此例題，由起點 A 出發至終點 I 之間的可能路徑及其風險值如下：

下：

1. A→B→C→F→I，道路風險值， 192.27×10^{-5} 。
2. A→B→E→F→I，道路風險值， 189.93×10^{-5} 。
3. A→B→E→H→I，道路風險值， 143.18×10^{-5} 。
4. A→D→G→H→I，道路風險值， 221.87×10^{-5} 。
5. A→D→E→F→I，道路風險值， 208.36×10^{-5} 。
6. A→D→E→H→I，道路風險值， 175.12×10^{-5} 。

依照此種方法反覆計算後可以得到，最安全路線為 A→B→E→H→I，總風險值為 143.18×10^{-5} 。故可證明本研究之演算法可以求得同時考慮路口及路段風險之最短路線。

根據上述演算法即可尋出路網中最安全路線，但由於上述僅是演算邏輯的敘述，若要進一步應用於實際路網時，由於實際路網資料龐大並無法用人力算出，需藉由程式撰寫將此演算邏輯放於電腦內計算，由於研究時間限制，採用不同於程式演算的方法，以簡單之方法將路口及路段風險整合後呈現。

路口及路段風險的整合方法敘述如下，本研究在第三章建立安全評估模式方法時，假設駕駛者行駛於路上時，其在路段上的出入口只有路段前後的兩個路口，於路段中間是無法進行轉向或離開路段的，故當我們進入一路段後必然會通過下一個路口才能進行轉向或是直行的動作，以此假設為依據，當一駕駛者進入路段

ij 後其必定是從路口 i 進入路段且由路口 j 離開路段，在此種情況下，駕駛者所會遭受的風險將會是路段 ij 加上路口 i 風險以及路口 j 風險，若今天駕駛者從路口 1 經由路口 2 到路口 3，其所會經歷的風險乃路口 1、路段 12、路口 2、路段 23 及路口 3，原本的整合方法乃是路段 12 風險整合後=路口 1+路段 12+路口 2，路段 23 整合後=路口 2+路段 23+路口 3，若以此方法相加後得到從路口 1 到路口 3 之風險值=路口 1+路段 12+2 路口 2+路段 23+路口 3，若將路線增長，其風險值將會除了前後路口外，中間經過路口都會被多算一次，為了避免此種情形，本研究考慮以下列方式進行整合：

$$(\text{路段}ij)' = \frac{(\text{路口}i)}{2} + \text{路段}ij + \frac{(\text{路口}j)}{2}$$

將路段及路口風險值整合後，在進行路線尋找時只需考慮路段風險即可，即可依照過去最短路徑尋找方法進行計算，只是將距離或時間成本欄位換成風險值。

參照上述整合方法，以前面假設路網為例，來做整合方法計算說明：

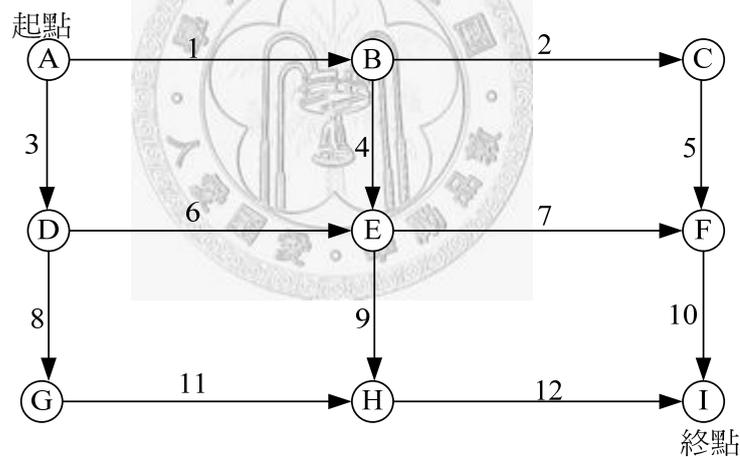


圖5.5、假設路網圖

在進行整合時路段 1=(路口 A)/2+路段 1+(路口 B)/2，以此類推可整理得到下面路口路段整合後之風險值表。

表 5.3、路口路段整合後風險值表

路段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
風險值 (10^{-5})	21.11	59.44	48.3	53.85	73.54	58.6	71.79	84	44.72	43.18	52.56	23.5

依據窮舉法計算可得到：

1. A→B→C→F→I，道路風險值， 192.27×10^{-5} 。
2. A→B→E→F→I，道路風險值， 189.93×10^{-5} 。
3. A→B→E→H→I，道路風險值， 143.18×10^{-5} 。
4. A→D→G→H→I，道路風險值， 221.87×10^{-5} 。
5. A→D→E→F→I，道路風險值， 208.36×10^{-5} 。
6. A→D→E→H→I，道路風險值， 175.12×10^{-5} 。

其風險值與前面之風險值相同，故本研究擬採用此方法來作為安全路線演算基礎。



第六章 軟體應用及路線比較分析

在道路風險評估方法及路線選擇模式建立後，本研究欲從實際路網中尋找多對起訖點作為實例分析，尋找其最安全路線以及最短距離路線來做比較，本研究在路線比較時主要是針對最短距離及最安全路線做比較，乃是由於以時間來尋找最短路線所需資料較複雜，除了路段行駛時間外還需考量到路口號誌延滯，故只針對距離作比較。由於實際路網較大，在運算上較複雜且費時，本研究使用運輸規劃軟體TransCAD，應用其路網分析(Network Analysis)中搜尋最短路線的功能，尋求最安全路線。

在尋找出最安全路線後，挑選台北市大安區中正區裡幾個起訖點，尋找出每對起訖點間之最短距離路線以及最安全路線，將此資訊放於問卷裡，以問卷調查方式，瞭解民眾在同時面對此兩種資訊時其路線選擇行為，此外也針對最安全路線與最短距離路線之間的最短距離路線及最安全路線之差異作比較分析，以台北市大安區及中正區裡的數個起訖點之最短路線及最安全路線，檢定其風險值及距離差異。

本章分成三部分：軟體應用、問卷設計及問卷結果、最短路線與最安全路線比較。

6.1 軟體應用

本研究使用TransCAD作為路網分析軟體，TransCAD是一強力運輸規劃軟體，其整合GIS (Geographic Information System) 功能，透過TransCAD 可以儲存、得到、分析、具體化各種運輸問題以及相關地理資訊。TransCAD 內建的多種功能有繪圖、地理資訊管理、圖形展示、運輸系統分析、作業研究以及統計模組。TransCAD 可以應用於各種運輸資料以及各種不同運具分析，為一理想的運輸決策支援系統。

本研究路網採用交通部運輸研究所發行之新世紀台灣地區交通路網數值地圖1.3版作為基本路網，再依照研究區域的實際情況作修改。實例分析範圍為台北市大安區與中正區，以此兩區內的市區道路為分析對象，在道路風險計算上，以台北市交通大隊民國九十六年肇事資料統計作為肇事資料依據，交通量部分以台北

市交通管制工程處民國九十六年之流量調查資料為主，由於其調查資料為尖峰時段之交通量，利用第三章提到之交通量轉換方式，將其轉換成年平均日交通量（AADT）後再進行計算。

將各路段交通量以及肇事資料加以分類計算後即可得到各路段或路口風險值，依照第五章提到之安全路線選擇方法，將其路段及路口風險整合後，即可得到各路段之風險值，接著在TransCAD的Dataview中新建risk欄位，以作為路段風險值儲存的欄位，接著使用Shortest Path Toolbox，選取所欲分析的起點及訖點，以風險值最小為目標，即可尋找出最安全路線。圖6.1和圖6.2即是最短距離路線及最安全路線的對照圖，其中紅線為最安全路線，綠線為最短距離路線，所挑選的兩個起訖點為台大至台北火車站與忠孝復興路口至金山和平路口。



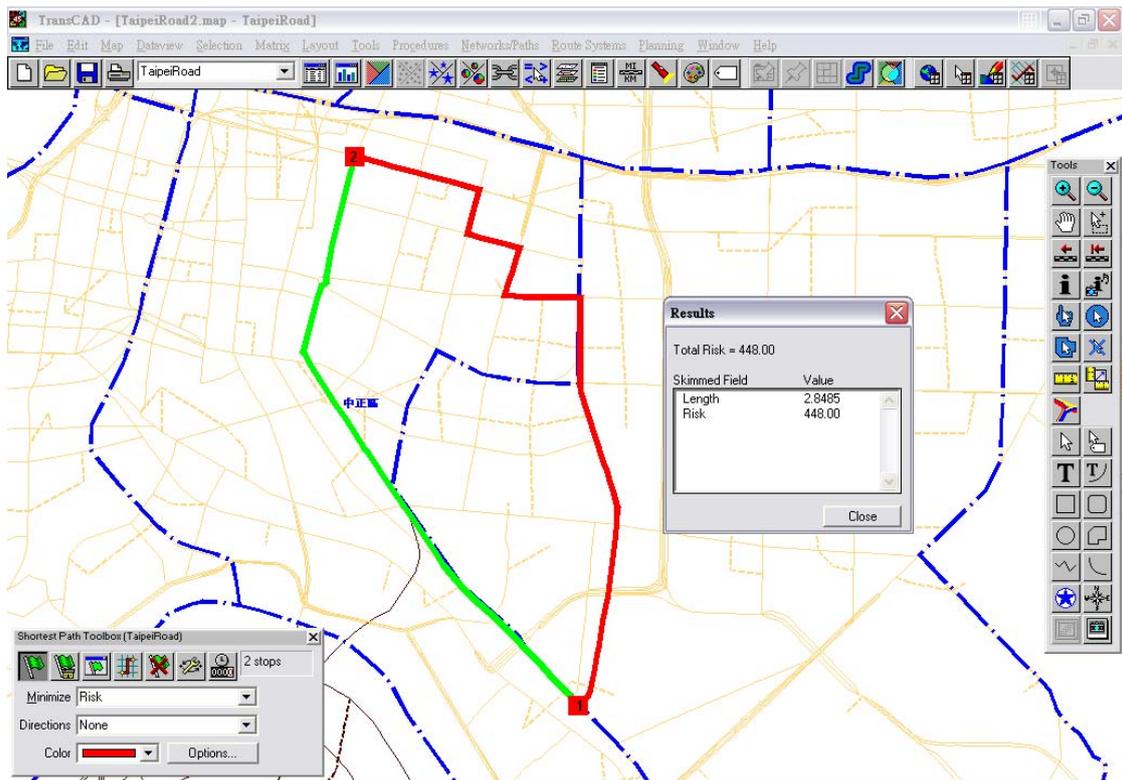


圖6.1、最短距離路線及最安全路線圖(台大至台北火車站)

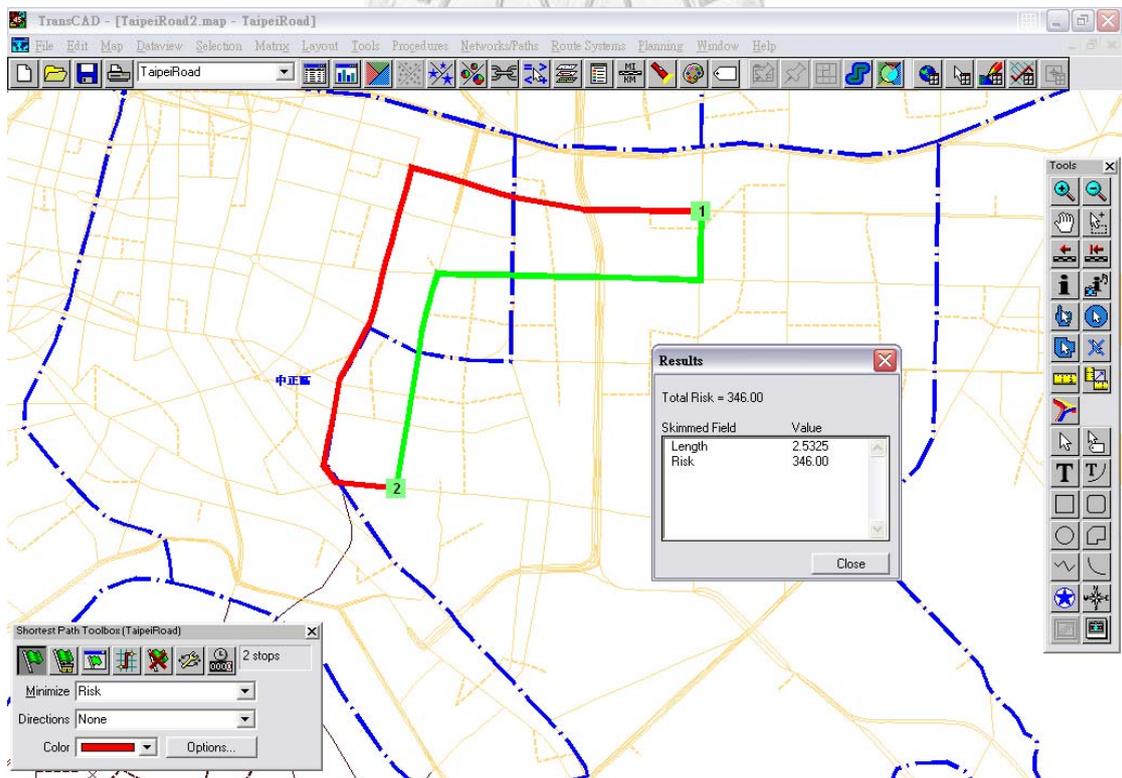


圖6.2、最短距離路線及最安全路線圖(忠孝復興路口至金山和平路口)

6.2 路線選擇行為問卷

在尋找出最安全路線後，本研究為了瞭解民眾在同時獲得起訖點間最安全路線及最短路線資訊及其比較時，其路線選擇行為的改變，設計一問卷，將安全路線以及最短路線的距離、風險以及事故資訊之比較放入問卷中，以瞭解民眾在面對這些資訊時的路線轉移行為。

6.2.1 問卷設計

過去有關路線選擇行為之研究，皆是採取大範圍大樣本的問卷發放，以敘述性偏好或顯示性偏好問卷來設計問卷，以獲得民眾進行路線選擇時的影響因素，建立其路線選擇模式。而本問卷之目的在於瞭解當民眾面對最短距離路線或最安全路線時的轉換行為，旨在初步探討民眾平時行走路線較接近最短距離路線或最安全路線，以及在安全資訊提供下對其路線選擇行為的影響。問卷設計部份主要提供受訪者起訖點之間最短路線及最安全路線的資訊，瞭解在安全路線資訊的提供下，是否會影響受訪者的選擇行為，以及在多少距離及風險的差距下，受訪者比較會偏向選擇安全路線，以及哪些因素是其不願意選擇安全路線的原因。

問卷的架構依據上述本研究所欲瞭解之問題來設計，可分成三部分，詳細說明如下：

一、路線資訊

在問卷中會提供最短路線以及最安全路線的路線圖，讓受訪者在回答時可以瞭解路線的行走方向及經過的區域，除了路線圖外也提供受訪者兩條路線之距離比較，以及其事故資訊如行走路線的總事故次數，也提供其起訖點之間最安全路線及最短路線之比較值。

二、熟悉度

對路線的熟悉度是影響路線選擇的重要因素之一，為了避免因忽略熟悉度而造成結果分析不佳，會先針對其對此起訖點間路線的熟悉程度作瞭解，以及最短路線和最安全路線何者比較接近其平時行走的路線做瞭解。

三、轉移行為

受訪者在閱讀過兩條路線之距離及安全資訊後，會選擇哪一條路最為其行走路線，若其不選擇安全路線，則進一步瞭解，影響其考慮之因素為何。

根據上述架構，問卷一開頭即請受訪者假設自己是在不趕時間且非尖峰時間的情形下選擇路線，並以自己最常使用的運具為出發點來回答問題。本研究挑選四對起訖點作為例子，此四對起訖點間的最短路線及最安全路線之差異皆不同，以瞭解在不同差異下的選擇行為變化，詳細問卷內容於附錄B。

由於時間及人力的限制，問卷挑選的起訖點皆是從台大出發，以方便在完成問卷後可以先從台大的學生裡做調查，發放對象為台大的大學生或研究生，有在台北市駕駛經驗者，運具方面除了本研究範圍之運具外，也針對自行車做瞭解。共回收50份問卷，有效問卷41份。



6.2.2 問卷結果

(1) 基本資料：

1. 性別：受訪者以男性居多，可能是因為問卷發放針對有駕駛經驗者，男性有駕駛經驗者較多。

男	女
36	5

2. 身份：受訪者中碩士班學生佔了大多數約全部受訪者的 88%。

博士生	碩士	大學生
4	36	1

3. 行駛經驗：針對有在台北市駕駛經驗者做調查，訪問對象皆符合此條件。

有	沒有
41	0

4. 交通工具：由於大部分受訪者為學生，故多是以機車作為代步工具，機車使用者約佔了 78%。

自行車	機車	汽車
7	32	2

(2) 路線選擇結果：

問卷共挑選了四對起訖點：台大至國父紀念館、台大至東區（忠孝復興路口）、台大至台北火車站、台大至忠孝敦化路口，除了基本的統計資料外，也進一步針對行走路線與選擇路線、熟悉度與行走路線和選擇路線作交叉分析，以瞭解受訪者之轉移行為，以及熟悉度對其轉移行為的影響，問卷結果整理如下：

1. 台大至國父紀念館：

其最短距離路線及最安全路線的差異為：最安全路線比最短距離路線要減少約 2.7% 的道路風險，且增加約 0.49 km 的長度。

由表 6.1 可以看出本案例之結果，最後有 54% 的人選擇行駛最短距離路線，有 46% 的人選擇行駛最安全路線，而在選擇行駛最短距離路線的 22 人中，有 9 人覺得兩條道路安全程度感覺相差不大，有 8 人則是受個人習慣或路線熟悉度影響而不選擇安全路線。

從平常行走路線與最後選擇路線的交叉分析表（表 6.2）可以看出，平常行走路線較近似最短距離路線者有 19 人，在經過此資訊提供後有 2 人轉移至安全路線，轉移比例約為 11%。而沒有走過此對起訖點的 5 人裡有 2 人選擇行駛最安全路線。

進一步將熟悉度以及行走路線和選擇路線作交叉分析（表 6.3），此一起訖點間，單從交叉分析表來看並無轉移的情形，但進一步從統計資料中檢查，結果顯示對路線熟悉者有 2 人有轉換行為，不熟悉者則有 2 人有轉換行為。

表 6.1、台大至國父紀念館案例問卷結果

台大至國父紀念館				
對路線熟悉度	熟悉	不熟悉	沒走過	
	24 (59%)	12 (29%)	5 (12%)	
平常行走路線 (有走過此路線者才需填答)	最短距離路線		最安全路線	
	19 (53%)		17 (47%)	
選擇路線	最短距離路線		最安全路線	
	22 (54%)		19 (46%)	
不選擇最安全路線的主要原因 (僅選擇最短距離路線者需回答)	兩條路線道路安全程度感覺相差不大			9 (41%)
	比最短距離路線所需行駛的距離還要多太多			4 (18%)
	比較習慣或熟悉最短距離路線的路況			8 (36%)
	自認不會發生車禍			0 (0%)
	以我的駕駛經驗感覺,最安全路線道路比較不好走			0 (0%)
	其他			1 (5%)

表 6.2、平常行走路線與最後選擇路線之交叉分析表 (台大至國父紀念館)

		選擇路線		總和
		最短路線	最安全路線	
行走路線	無	3	2	5
	最短路線	17	2	19
	最安全路線	2	15	17
總和		22	19	41

表 6.3、熟悉度對路線選擇之影響之交叉分析表 (台大至國父紀念館)

	熟悉		不熟悉		沒走過	
	最短路線	安全路線	最短路線	安全路線	最短路線	安全路線
行走路線	11	13	8	4	-	-
選擇路線	11	13	8	4	3	2

2. 台大至東區：

其最短距離路線及最安全路線的差異為：最安全路線比最短距離路線要減少約 15% 的道路風險，且增加約 0.35 km 的長度。

由表 6.4 可以看出本案例之結果，最後有 24% 的人選擇行駛最短距離路線，有 76% 的人選擇行駛最安全路線，而在選擇行駛最短距離路線的 10 人中，有 6 人則是受個人習慣或路線熟悉度影響而不選擇安全路線。

表 6.5 顯示平常行走路線較近似最短距離路線者有 10 人，在經過此資訊提供後沒有人轉移至安全路線，但原本行走路線較近似安全路線者有 31 人。

在熟悉度對路線選則影響方面，透過交叉分析表 6.6，不論是熟悉或是不熟悉路線，皆沒有人有轉換路線的行為產生。



表 6.4、台大至東區案例問卷結果

台大至東區				
對路線熟悉度	熟悉	不熟悉	沒走過	
	30 (73%)	7 (17%)	4 (10%)	
平常行走路線 (有走過此路線者才需填答)	最短距離路線		最安全路線	
	10 (27%)		27 (73%)	
選擇路線	最短距離路線		最安全路線	
	10 (24%)		31 (76%)	
不選擇最安全路線的主要原因 (僅選擇最短距離路線者需回答)	兩條路線道路安全程度感覺相差不大			1 (10%)
	比最短距離路線所需行駛的距離還要多太多			0 (0%)
	比較習慣或熟悉最短距離路線的路況			6 (60%)
	自認不會發生車禍			1 (10%)
	以我的駕駛經驗感覺,最安全路線道路比較不好走			2 (10%)
	其他			0 (0%)

表 6.5、平常行走路線與最後選擇路線之交叉分析表 (台大至東區)

		選擇路線		總和
		最短路線	最安全路線	
行走路線	無	0	4	4
	最短路線	10	0	10
	最安全路線	0	27	27
總和		10	31	41

表 6.6、熟悉度對路線選擇之影響之交叉分析表 (台大至東區)

	熟悉		不熟悉		沒走過	
	最短路線	安全路線	最短路線	安全路線	最短路線	安全路線
行走路線	9	21	1	6	-	-
選擇路線	9	21	1	6	0	4

3.台大至台北火車站：

其最短距離路線及最安全路線的差異為：最安全路線比最短距離路線要減少約 48% 的道路風險，且增加約 0.69 km 的長度。

由表 6.7 可以看出本案例之結果，最後有 78% 的人選擇行駛最短距離路線，有 22% 的人選擇行駛最安全路線，而在選擇行駛最短距離路線的 32 人中，有 9 人覺得安全路線比較不好走，有 12 人則是受個人習慣或路線熟悉度影響而不選擇安全路線，有 5 人認為安全路線所需行駛之距離比最短距離多太多，此題結果較前兩題選擇最短路線者要多，應是由於此案例之安全路線轉彎較多，而且行駛距離比最短路線遠很多。

從平常行走路線與最後選擇路線的交叉分析表（表 6.8）可以看出來，平常行走路線較近似最短距離路線者有 35 人，在經過此資訊提供後有 3 人轉移至安全路線，轉移比例約為 9%。而沒有走過此對起訖點的 5 人裡有 2 人選擇行駛最安全路線。

在熟悉度方面，熟悉路線者只有 1 人從最短路線轉移到最安全路線，不熟悉者則有 2 人轉移。而此題不選擇安全路線的原因，有 12 人是由於習慣或是熟悉度影響，有 9 人覺得安全道路比較不好走，有 5 人覺得最安全路線距離與最短距離路線的距離差太多，此案例規劃出的安全路線彎繞較多，應是影響其結果的原因之一。

表 6.7、台大至台北火車站案例問卷結果

台大至台北火車站				
對路線熟悉度	熟悉	不熟悉	沒走過	
	35 (85%)	5 (12%)	1 (2%)	
平常行走路線 (有走過此路線者才需填答)	最短距離路線		最安全路線	
	35 (88%)		5 (12%)	
選擇路線	最短距離路線		最安全路線	
	32 (78%)		9 (22%)	
不選擇最安全路線的主要原因 (僅選擇最短距離路線者需回答)	兩條路線道路安全程度感覺相差不大			3 (9%)
	比最短距離路線所需行駛的距離還要多太多			5 (16%)
	比較習慣或熟悉最短距離路線的路況			12 (38%)
	自認不會發生車禍			1 (3%)
	以我的駕駛經驗感覺,最安全路線道路比較不好走			9 (28%)
	其他			2 (6%)

表 6.8、平常行走路線與最後選擇路線 (台大至台北火車站)

		選擇路線		總和
		最短路線	最安全路線	
行走路線	無	0	1	1
	最短路線	32	3	35
	最安全路線	0	5	5
總和		32	9	41

表 6.9、熟悉度對路線選擇之影響 (台大至台北火車站)

	熟悉		不熟悉		沒走過	
	最短路線	安全路線	最短路線	安全路線	最短路線	安全路線
行走路線	31	4	4	1	-	-
選擇路線	30	5	2	3	0	1

4.台大至忠孝敦化路口：

其最短距離路線及最安全路線的差異為：最安全路線比最短距離路線要減少約32%的道路風險，且增加約0.32 km的長度。

由表 6.10 可以看出本案例之結果，最後有 29%的人選擇行駛最短距離路線，有 71%的人選擇行駛最安全路線，而在選擇行駛最短距離路線的 12 人中，有 6 人則是受個人習慣或路線熟悉度影響而不選擇安全路線。

表 6.11 顯示平常行走路線較近似最短距離路線者有 11 人，在經過此資訊提供後有 1 人轉移至安全路線，轉移比例約 9%，而沒有走過此起訖點的 7 人，有 5 人選擇最安全路線。

熟悉度影響部份，由表6.12可以看到熟悉路線者有1人有轉換路線，不熟悉部份則沒有人轉換。



表 6.10、台大至忠孝敦化路口案例問卷結果

台大至忠孝敦化路口				
對路線熟悉度	熟悉	不熟悉	沒走過	
	27 (66%)	7 (17%)	7 (17%)	
平常行走路線 (有走過此路線者才需填答)	最短距離路線		最安全路線	
	11 (32%)		23 (68%)	
選擇路線	最短距離路線		最安全路線	
	12 (29%)		29 (71%)	
不選擇最安全路線的主要原因 (僅選擇最短距離路線者需回答)	兩條路線道路安全程度感覺相差不大			3 (25%)
	比最短距離路線所需行駛的距離還要多太多			1 (8%)
	比較習慣或熟悉最短距離路線的路況			6 (50%)
	自認不會發生車禍			0 (0%)
	以我的駕駛經驗感覺,最安全路線道路比較不好走			2 (17%)
	其他			0 (0%)

表 6.11、平常行走路線與最後選擇路線 (台大至忠孝敦化路口)

		選擇路線		總和
		最短路線	最安全路線	
行走路線	無	2	5	7
	最短路線	10	1	11
	最安全路線	0	23	23
總和		12	29	41

表 6.12、熟悉度對路線選擇之影響 (台大至忠孝敦化路口)

	熟悉		不熟悉		沒走過	
	最短路線	安全路線	最短路線	安全路線	最短路線	安全路線
行走路線	10	17	1	6	-	-
選擇路線	9	18	1	6	2	5

(3) 整體分析：

從四個案例結果整理如表6.13，由表可以看出在不同起訖點，其最後選擇之結果皆不同，但不論是那個起訖點，其轉移行為皆不明顯，雖然台大至火車站此起訖點間之風險值差異最大，但由於路線繞行較遠，故選擇安全路線者很少。

表 6.13、問卷中四個案例結果比較表

	台大至國父紀念館	台大至東區	台大至火車站	台大至忠孝敦化
路線比較	最安全路線 v.s. 最短距離路線	最安全路線 v.s. 最短距離路線	最安全路線 v.s. 最短距離路線	最安全路線 v.s. 最短距離路線
	距離增加 0.49km 風險減少 2.7%	距離增加 0.35km 風險減少 15%	距離增加 0.69km 風險減少 48%	距離增加 0.32km 風險減少 32%
最後選擇路線	最短距離路線	最短距離路線	最短距離路線	最短距離路線
	22(54%)	10(24%)	32(78%)	12(29%)
	最安全路線	最安全路線	最安全路線	最安全路線
	19(46%)	31(76%)	9(22%)	29(71%)

問卷結果雖然顯示轉移比例並不高，但是值得探討的一點是路線的熟悉度影響受訪者選擇行為很大，從不選擇最安全路線的因素來看，四個例子裡皆是比較習慣或熟悉最短距離路線的路況為最多，其次為安全程度感覺相差不大。針對這兩個問題深入探討，對路線的熟悉度越高則影響其路線選擇行為越大，此時用路人傾向不轉移路線，這是由於駕駛者對某條路線有一定熟悉程度時，此種主觀的感受對其來說就是比較安全的感覺，因為其對路線熟悉，故在行走時會有較高的自信，相信自己的駕駛技術，以及其對路況的掌握程度。

施世欽(民83)提到用路人所選擇的路線並非皆是最短路線，駕駛者有使用習慣路線的現象，而且影響每個用路人的路線選擇因素皆不同，故用路人受這些因素的影響以及駕駛經驗的累積，而形成其路線選擇習慣。故若要能夠有效瞭解駕駛者在安全以及效率之間的衡量，勢必要先將熟悉度此項影響因素排除，才能獲得一較客觀完整的結果。

在安全感受程度方面，由於道路的安全或不安全的感受不易量化，即使提供民眾事故資訊，也很難給予其不同道路安全程度的感受，提供兩條路線距離

及風險的差距，卻會出現民眾難以衡量風險差距的情況，此外本研究之最安全路線乃是相對安全並非絕對安全，故在安全感受程度的表達上，並無法明確給受訪者程度的差異比較，這可能是導致其在面對安全資訊時，影響其選擇行為不大的因素之一。

從每個案例行走路線選項來看，並非所有駕駛者皆是行走於最短路線，平均約50%的受訪者，其行走路線較接近於最安全路線，此結果可作為安全交通量指派參考，未來應不單只以距離或時間來尋求最短路線，應結合安全因素，以更貼近現實情況。



6.3 最短距離路線及最安全路線比較分析

本研究為瞭解最短距離路線與最安全路線之距離與風險值是否有顯著差異，以證明最安全路線確實是比最短距離路線來的安全，故利用統計假設檢定，選取大安區與中正區裡50組起訖點，分別尋找其最短距離路線與最安全路線後作比較。

6.3.1 路線比較統計檢定

本研究在進行兩起訖點間路線尋找時，發現不同起訖點間，其最短距離路線及最安全路線的距離以及風險值差異皆不同，有些起訖點間之路線還有可能是同一條路線，故為了證明安全路線的確比最短距離路線來的安全，也就是道路風險值較低，本研究挑選台北市大安區及中正區裡50組不同起訖點，分別紀錄這50組起訖點之最短距離路線及最安全路線之距離及風險值，利用統計假設檢定其安全差異是否顯著，以證明本研究之安全路線確實比最短距離路線來的安全，下面是此50組起訖點之最短路線及最安全路線的距離及風險比較圖，此50組起訖點詳細之距離及風險值於附錄C。



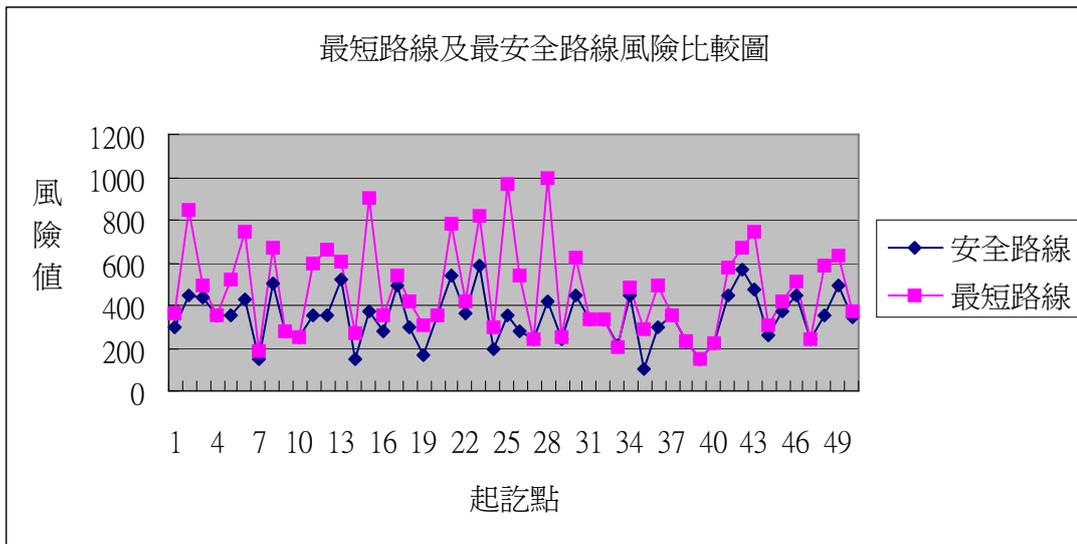


圖6.3、最短路線及最安全路線風險比較圖

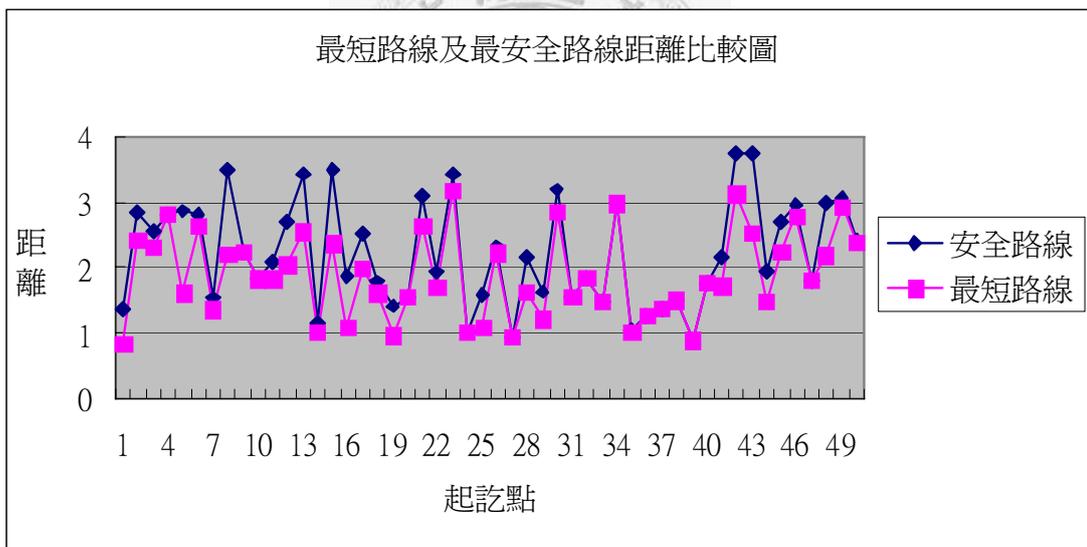


圖6.4、最短路線及最安全路線距離比較圖

由於t檢定適用於比較兩組不同樣本其平均數是否有統計上的顯著差異，本研究採用t檢定，在顯著水準 $\alpha=0.05$ 下，檢定最短距離路線與最安全路線之風險值有無差異。本研究假設如下：

$$\begin{cases} H_0: \text{最安全路線風險值} \geq \text{最短距離路線風險值} \\ H_1: \text{最安全路線風險值} < \text{最短距離路線風險值} \end{cases}$$

分析結果如表6.14：

表 6.14、最短距離路線風險及最安全路線風險成對檢定結果

成對檢定	平均數	標準差	95%信賴區間		t值	自由度	p值
			上界	下界			
最短距離路線風險值- 最安全路線風險值	-131.96	152.52	-175.3	-88.6	-6.118	49	0.000

$$t = -6.118 < -t_{49,0.05} = -1.6766 \quad (\text{結果顯著})。$$

$$P\text{值接近零} < 0.05 \quad (\text{結果顯著})。$$

除了路線風險值外，本研究也針對其路線距離作檢定分析，看其距離差異是否顯著，本研究假設如下：

$$\begin{cases} H_0: \text{最安全路線之距離} \leq \text{最短距離路線之距離} \\ H_1: \text{最安全路線之距離} > \text{最短距離路線之距離} \end{cases}$$

分析結果如表6.15：

表 6.15、最短距離路線距離及最安全路線距離成對檢定結果

成對檢定	平均數	標準差	95%信賴區間		t值	自由度	p值
			上界	下界			
最短距離路線距離- 最安全路線距離	0.3255	0.3621	0.512	0.222	6.357	49	0.000

$$t = 6.357 > t_{49,0.05} = 1.6766 \quad (\text{結果顯著})。$$

$$P\text{值接近零} < 0.05 \quad (\text{結果顯著})。$$

根據t檢定的結果可以證明，本研究建立之最安全路線之風險值與最短路線之風險值有明顯的差異，故最安全路線是比最短路線要來的安全，但其在距離長度上，最安全路線距離卻又比最短路線要來的多，但以交通安全的角度來看，行走最安全路線可以比行走最短距離路線更加安全。由此結果可以發現，安全與效率兩項因素，其之間存在著權衡關係（trade-off），在選擇行駛最安全路線時，必然要花費較多的時間，選擇行駛最短距離路線，則要承擔較大的道路風險，一般民眾平時在進行路線選擇時，在此兩因素之間的權衡比例，如能深入探討，對於整合安全要素至交通量指派中，將能設計出更貼近現實之模擬駕駛行為。



第七章 結論與建議

過去路線選擇皆以距離或旅行時間作為依據，交通量指派也根據最短路徑的結果來進行指派的動作，但本研究經由問卷調查瞭解後發現其實安全也是駕駛者在進行路線選擇的重要考慮因素，駕駛者在路上行駛時，不單只受時間、距離的影響，安全也扮演著很重要的角色，若能以安全作為路線導引依據，引導民眾行走於比較安全的路線，對於整體交通安全的改善，勢必可以提升安全性，若將安全納入交通量指派中，指派結果將能更接近現實情況。

本研究在此建立一安全路線選擇方法，以安全來作為最短路徑的選擇準則，並將其與傳統之最短路徑做比較，以作為將安全納入交通量指派的參考，本章依據前面各章所得之結論作歸納整理，並提出後續研究建議。

7.1 結論

一、本研究在透過網路問卷調查瞭解後，發現安全實為民眾在進行路線選擇時的重要考慮因素，在網路問卷填答者 385 位裡，問卷結果顯示有 61% 的人表示其在進行路線選擇時會考慮安全因素，在安全感受方面，問卷結果顯示有 24% 的人會避開行走經歷過事故或是目擊過事故發生的地點，若是提供充足的交通安全資訊，問卷結果顯示有 50% 的人會考慮改道行走較安全的道路。

由此結果可知，安全路線的研究是有其研究價值的，而且在提供充分交通安全資訊的情況下，原本不考慮安全因素的人有 34%，會考慮改道行駛較安全的路線，而原本風險感受程度較低的人，有 40% 的人會選擇改道行駛。故若能提供安全路線給民眾，將能提升整體路網安全性。

二、不同於過去最短路徑的尋找方法，多只考慮路段屬性資料，本研究提出結合路口及路段之安全路線選擇方法，在道路安全評估方面，以風險的概念來進行道路安全評估，並提出整合路口及路段風險之路線尋找方法。不同於過去考慮路口延滯之最短路徑演算法，本研究將路口及路段風險整合為單一風險值，透過此方法將路網各路口及路段風險值結合後，即可利用現有運輸規劃軟體或 GIS 軟體之最短路徑功能，將長度或時間屬性質換成風險，即可尋找出最安全路線。

三、本研究透過路線選擇問卷，給予受訪者最短路線及最安全路線資訊，瞭解其

在同時面對最短路線及最安全路線的狀況下其路線轉移行為，問卷結果發現路線轉移比例不高，推估應是受熟悉度因素影響，駕駛者較偏向於行駛較熟悉或習慣之路線，但值得注意的是，有約 50%之受訪者其行駛路線較近似於安全路線而非最短路線，故此結果可納入交通量指派中參考，除了道路距離及時間外，亦可考量安全因素。

四、本研究挑選台北市大安區及中正區兩區內 50 對起訖點，尋求這些起訖點間之最短路線及最安全路線，並將其路線風險值及距離做統計檢定，結果顯示此 50 對起訖點間之最短路線及最安全路線風險值有顯著差異，依據此統計檢定結果顯示，本研究所建立之安全路線相較於最短路線具有較高之安全性。



7.2 建議

本研究所建立之安全路線模式，由於研究時間、人力的限制，僅針對如何建立安全路線做探討，但安全路線除可應用於安全路線導引外，也可納入交通量指派內加以研究，故本節綜合整個研究過程、研究限制以及研究方法提出下列建議：

一、安全路線導引之建議

1. 過去路線導引功能只有最短距離路線或是最短時間路線，這是由於民眾注重的是到達目的地的效率，但根據本研究之結果發現，安全也是重要考慮因素，故安全路線也應放入路線導引功能中，提供駕駛者安全路線的資訊，特別是不熟悉路況之駕駛人，可以帶來提升交通安全的功用。
2. ATIS即時交通資訊系統提供駕駛者行前或路上即時交通資訊，使其可以行走替代道路，降低路網壅塞的情況，提升整體路網效率。相同的，若能提供安全路線的資訊給予駕駛者，導引車輛行走於安全路線，對於整體路網的安全性提升，也會帶來許多幫助，進而也可減少事故的發生。

二、交通量指派之建議

1. 交通量指派的目的，就在於模擬駕駛者的路線選擇行為，以瞭解現有路網交通狀況，或是預測未來旅次需求量以作為未來道路系統參考。過去交通量指派以距離或是時間作為路線選擇準則，乃是因為此兩項因素為駕駛者在進行路線選擇時的重要考慮因素，但本研究發現安全亦為重要因素之一，若能將安全納入交通量指派中，應能模擬出更接近現況之路網交通量，並且可進一步針對駕駛者在安全及效率之間的權衡（trade-off）做瞭解，同時結合安全及效率成本來進行指派。
2. 將安全納入交通量指派時，需發展一類似時間函數（BPR 函數）之安全函數，因為路段風險會隨著交通量的進入而改變，而本研究所計算而得之原始道路風險，乃是根據現有道路環境及交通量計算而來，故需建立一安全函數，以現有交通量及指派之交通量的比例為函數基礎，作為進行交通量指派時路網風險值變動之計算依據。近年來有許多研究皆致力於探討交通量與事故之關係，若是能針對交通量與事故之關係作瞭解，應可建立一表示交通量與安全關係之函數，以作為交通量指派時安全性變化的計算依

據。

將安全放入交通量指派中時，隨著交通量被指派進路網後，路網中的最安全路線將不會是一固定路線，路段或路口的安全程度會隨著交通量的增加而改變，隨之產生新的安全路線。本研究所建立之道路安全評估方法計算所得的風險值，乃是在現有道路交通量及行車環境下，車輛行走於此道路的潛在風險值，故在進行交通量指派時，依照均衡指派原則，在達到充分指派後，路網中各路段風險值將會趨於相等穩定。當交通量指派進入道路後，交通量與風險值之間的關係，將會決定風險值的變化情形，故本研究建議後續在進行安全交通量指派時，可以參考下列函數來擬定安全函數。

$$R = f(R_0, V, V_0)$$

其中 R ：路段指派後之風險值

R_0 ：未指派交通量進入時的路段原始風險值

V ：指派之交通量

V_0 ：原始風險值之交通量

故要將安全納入交通量指派中，除了要瞭解民眾對於安全及效率之間的權衡比例外，安全函數的制定也是很重要的，瞭解安全及交通量之關係後，才能有效計算出路網風險值的變化狀況。

三、後續研究之建議

1. 本研究在路段風險計算部份，以不分向的方法計算，但現有道路並非雙向交通環境皆相同，不同方向車道之事故次數也可能不同，故若要能明確找出起訖點間之安全路線，建議可以再將路段依行車方向切成兩部份計算。
2. 本研究路口風險計算部份，由於研究時間限制，並沒有再依不同方向之事故加做分類，建議後續研究可以針對路口不同肇事型態加以分類，進一步將路口風險依行進方向做分類，以更有效結合路口及路段風險。
3. 本研究由於時間與人力之限制，在道路安全評估部份僅以風險評估方法進行，若能再與其它方法相結合，除了肇事資料外，再結合交通衝突理論或道路安全檢核表，必能更準確的評估道路安全程度。

參考文獻

1. 王進輝，「公路隧道運送危險物品之風險研究」，中央大學土木研究所碩士論文，民國八十六年六月。
2. 王耀鐸，「肇事碰撞插示圖之建立與改善措施專家系統之研究」，台灣大學土木研究所碩士論文，民國九十三年六月。
3. 石豐宇，「都市地區易肇事地點鑑定與分析模式之建立」，台灣大學土木工程研究所碩士論文，民國七十六年六月。
4. 交通部運輸研究所，台灣地區道路交通事故分析與建立電腦資訊系統之研究，民國七十一年十二月。
5. 交通部運輸研究所，道路潛在危險性評估指標之研究，民國八十六年五月。
6. 交通部運輸研究所，台灣地區公路容量手冊，民國九十年。
7. 交通部運輸研究所，易肇事地點改善作業手冊之研訂，民國九十二年。
8. 江文聲，「動態隨機時間相依路網可靠路徑選擇」，台灣大學土木研究所碩士論文，民國九十年六月。
9. 吳盟分，「重型車輛及機車肇事特性之比較研究」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國七十二年六月。
10. 李壬亮，「公路危險物品運送路線選擇與風險評估」，成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國七十七年十二月。
11. 李明聰，「地區性道路人車衝突交通安全風險評估模式之建立」，台灣大學土木研究所碩士論文，民國八十九年六月。
12. 呂錦隆，「個體旅行路線選擇與轉移傾向行為之研究」，成功大學交通管理科學系碩士論文，民國八十三年六月。
13. 呂獎慧，「都市震災救災路線選擇模式之構建」，台灣大學土木研究所碩士論文，民國八十八年六月。
14. 林蔚明，「路口延滯下路徑演算法之研究」，逢甲大學交通工程與管理學系碩士論文，民國九十三年七月。

15. 施世欽，「以路段交通量推估起訖分佈矩陣之研究」，交通大學土木工程研究所碩士論文，民國八十三年六月。
16. 施鴻志、段良雄及凌瑞賢，都市交通計劃的理論與實務，茂昌圖書有限公司，民國七十三年。
17. 凌瑞賢，運輸規劃原理與實務，鼎漢國際工程顧問股份有限公司，民國九十年。
18. 曹至宏，「危險物品道路運輸路線風險評估模式之研究」，交通大學交通運輸工程研究所碩士論文，民國七十七年六月。
19. 張新立，「台灣地區危險物品道路運輸路線風險評估模式之研究」，運輸計畫季刊第十九卷第四期，民國七十九年十二月。
20. 許添本，台灣省交通安全白皮書之研究，民國八十四年十二月。
21. 許添本，「交通工程導向的易肇事地點分析方法與改善措施」，都市交通第73期，民國八十五年。
22. 許添本、饒智平，「交叉路口肇事風險安全檢核模式之建構與應用」，運輸學刊 Vol.9 No.2，民國八十五年六月。
23. 許添本、王義川，「道路交通安全檢核表之研究」，中華民國第四屆運輸安全研討會，民國八十六年十一月。
24. 陳高村、許志誠及謝錫釗，「以損害賠償觀點推估道路交通事故成本之研究」，第十五屆中華民國運輸學會學術研討會，民國八十九年十二月。
25. 許鳳升，「不同交通資訊來源對城際通勤者路線選擇行為影響之研究」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國九十年六月。
26. 張淑慧，「地震救災即時路徑選擇之地理資訊系統的建立」，台灣大學土木工程研究所碩士論文，民國九十一年六月。
27. 黃國珍，「道路設計、管理評鑑檢核表之研究」，都市交通第70期，民國八十二年。
28. 黃燦煌，「即時資訊狀況下駕駛人路線選擇行為之分析」，交通大學交通運輸研究所博士論文，民國八十九年六月。

29. 詹丙源，「以交通衝突理論分析路口及研擬改善策略之研究」，中央警官學校警政研究所碩士論文，民國七十九年。
30. 楊宗璟，「衝突分析在市區交通安全診斷的應用」，中華民國第三屆運輸安全研討會，民國八十五年。
31. 鄭鴻明，「小汽車駕駛人路線選擇行為模式之研究」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國八十六年六月。
32. 鄭志強等人，「模糊啟發式演算法則應用於低放射性廢棄物運送路線選擇之研究」，中華管理學報Vol.5, No.1, pp.41~56，民國九十三年。
33. 賴士揚，「公路危險物品運送路段評估模式之研究」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國八十五年六月。
34. 蕭素月，「地震災害避難疏散最適路徑之研究-以南投都市計畫區範圍為例」，台灣大學地理環境資源研究所碩士論文，民國九十二年一月。
35. 饒智平，「號誌化交叉路口風險分析及安全檢核評估方法之研究」，台大土木工程研究所碩士論文，民國八十四年六月。
36. Ahuja, R. K., Magnanti, T. L. and Orlin, J. B., Network Flows : Theory , Algorithms , and Applications, Prentice-Hall Inc,1993.
37. Atze Dijkstra et al., “Method for Assessing Safety of Routes in a Road Network”, Transportation Research Record 2019, 2007.
38. Boy and Stern, “ Route choice: wayfinding in transport network”, Kluwer Academic Publishers, 1989.
39. C.M.Walton, “Traffic Engineering Handbook”, Institute of Transportation Engineering, Forth Edition,1991.
40. Luis I. Rizzi, Juan de Dios Ortuzar, “Stated preference in the valuation of interurban road safety”, Accident Analysis and Prevention Vol.35, p.9-22,2003.
41. M. Ben-Akiva et al., “Modeling inter urban route choice behaviour”, Ninth International Symposium on Transportation and Traffic Theory, pp.299-300, 1984.
42. Mohamed A. Abdel-Aty et al. , “ Investigating effect of travel time variability on route choice using repeated-measurement stated preference data”, Transportation

Research Record 1493, p.39-45, 1995.

43. Paula Iraguen, Juan de Dios Ortuzar, “Willingness-to-pay for fatal accident risk in urban areas: an Internet-based Web page stated preference survey”, *Accident Analysis and Prevention* Vol.36, p.513-524, 2004.



附錄 A 道路安全感受問卷

● 問卷內容

問卷題目：道路安全對您在做路線選擇時之影響

您好，我是台大土木所交通組的學生，現在正在進行安全對路線選擇影響之研究，想瞭解安全是否為您在做路線選擇時的考慮因素。

1. 請問您平常最常使用的交通工具為何？
 機車 汽車 自行車 公車 捷運 步行
2. 您在選擇行走路線時（包括行走至公車站或捷運站的路上），是否會考慮行走路段的安全性，避免行走容易發生事故地段，或是只考慮能否最快到達目的地？
 會考慮安全性 只考慮能否最快到達
3. 若某處是您平常必經之處，但您曾在此地點看到車禍發生，或是在此地點發生過車禍之後，您是否會避開或繞道此地點？
 是 否
4. 若有統計資料顯示您平常行走的道路是危險路段，車禍發生率很高，您是否會考慮改道行駛，或改道行走？
 是 否
5. 你的年齡

6. 你的性別
 男 女
7. 你的職業
 行政人員 專業人員（如醫生、律師） 學術界/教育界 電腦/工程
 機械技術員 服務業 文員 銷售/市場部 貿易 高等學院學生
 中/小學生 家庭工業 自僱 待業 已退休 其他
8. 你的收入(月)
 10000 以下 10001~20000 20001~30000 30001~40000
 40001~50000 50001 以上

附錄 B 安全路線選擇問卷內容及結果

● 問卷內容

您好，

我是台大土木所交通組的學生，目前正在進行有關道路安全對路線選擇影響的研究，以下有幾個簡單的問題，想瞭解您在進行路線選擇時，對於旅行時間與道路安全兩項因素之間的考慮。本問卷僅供學術研究用，統計資料不做商業用途，並採用不記名方式進行，煩請您撥空填寫，感謝。

國立台灣大學土木工程研究所 交通工程組
指導教授 許添本
研究生 葉瑋婷

下列將會提供從台大出發至四個不同目的地其最短路線與最安全路線之距離、道路風險資料，請依據這些資料，選擇您會行走的路線。

所謂道路風險是指您騎機車或開汽車在路上時，發生交通事故的可能以及事故發生可能對你造成的損害，風險指數越大代表發生事故的可能性越高以及事故發生帶來的損害越大。

一、基本資料：

- 1、性別：男 女
- 2、請問您是：博士生 碩士生 大學生
- 3、請問您有在台北市區道路行駛的經驗嗎？（在路上騎腳踏車、騎機車或開汽車）有 沒有
- 4、您平常在市區道路上行走時，最使用的交通工具：
腳踏車機車 汽車

在開始問卷填寫時，提醒您在填寫時請假設您是在不趕時間且非尖峰時間，並且以您在市區道路行走時最常使用的交通工具前往的狀況下進行路線選擇。

二、 若今天您從台大（羅斯福路新生南路交叉口）出發要去國父紀念館（仁愛光復路口），最短路線及最安全路線資訊如下：

- i. 請問您對台大到國父紀念館之間的路熟悉嗎？熟悉不熟悉沒有走過（跳過下題）
- ii. 下面哪一條路線比較像你平常行走的路線？最短距離路線 最安全路線



		最安全路線	最短距離路線
路線長度		4.99 km	4.5 km
96 年事故資料	總車禍數	263	305
	死亡車禍數	0	1
	受傷車禍數	139	156
	財損車禍數	124	148

◆ **最安全路線** 比 **最短距離路線** 要 **減少約 2.7% 的道路風險**
增加約 0.49 km 的長度

iii. 請問在上面資訊提供下，您會選擇行走哪一條路線呢？

- 最短距離路線 最安全路線（請跳至下一頁）

iv. 請問您不選擇**最安全路線**的主要原因。（**單選**）

- 兩條路線道路安全程度感覺相差不大
- 比最短距離路線所需行駛的距離還要多太多
- 比較習慣或熟悉最短距離路線的路況（如道路周邊環境、個人習慣）
- 自認不會發生車禍
- 以我的駕駛經驗感覺，最安全路線道路比較不好走（如馬路不平、號誌較多、無快慢分隔、車道數、旅行時間等）
- 其他：_____

三、若今天您從台大(羅斯福路新生南路交叉口)出發要去台北火車站(中山南路忠孝東路交叉口)，最短路線及最安全路線資訊如下：

- i. 請問您對台大到台北火車站之間的路熟悉嗎？ 熟悉 不熟悉 沒有走過 (跳過下題)
- ii. 下面哪一條路線比較像你平常行走的路線？ 最短距離路線 最安全路線



路線長度		最安全路線	最短距離路線
		4.58 km	3.89 km
96 年事故資料	總車禍數	217	329
	受傷車禍數	136	191
	財損車禍數	81	138

◆ **最安全路線** 比 **最短距離路線** 要 **減少約 48% 的道路風險**
增加約 0.69 km 的長度

iii. 請問在此資訊提供下，您會選擇行走哪一條路線呢？

最短距離路線 最安全路線 (請跳至下一頁)

iv. 請問您不選擇最安全路線的主要原因。(單選)

- 兩條路線道路安全程度感覺相差不大
- 比最短距離路線所需行駛的距離還要多太多
- 比較習慣或熟悉最短距離路線的路況 (如道路周邊環境、個人習慣)
- 自認不會發生車禍
- 以我的駕駛經驗感覺，最安全路線道路比較不好走 (如馬路不平、號誌較多、無快慢分隔、車道數、旅行時間等)
- 其他：_____

四、若今天您從台大(羅斯福路新生南路交叉口)出發要去東區(復興南路忠孝東路交叉口),最短路線及最安全路線資訊如下:

- i. 請問您對台大到東區之間的路熟悉嗎? 熟悉 不熟悉 沒有走過 (跳過下題)
- ii. 下面哪一條路線比較像你平常行走的路線? 最短距離路線 最安全路線



		最安全路線	最短距離路線
路線長度		4.05 km	3.7 km
96年 事故 資料	總車禍數	254	274
	受傷車禍數	151	137
	財損車禍數	103	137

◆ 最安全路線 比 最短距離路線 要 減少約 15% 的道路風險
增加約 0.35 km 的長度

- iii. 請問在此資訊提供下,您會選擇行走哪一條路線呢?
 最短距離路線 最安全路線 (請跳至下一頁)
- iv. 請問您不選擇最安全路線的主要原因。(單選)
 兩條路線道路安全程度感覺相差不大
 比最短距離路線所需行駛的距離還要多太多
 比較習慣或熟悉最短距離路線的路況(如道路周邊環境、個人習慣)
 自認不會發生車禍
 以我的駕駛經驗感覺,最安全路線道路比較不好走(如馬路不平、號誌較多、無快慢分隔、車道數、旅行時間等)
 其他: _____

五、若今天您從台大(羅斯福路新生南路交叉口)出發要去忠孝敦化路口,最短路線及最安全路線資訊如下:

- i. 請問您對台大到忠孝敦化路口之間的路熟悉嗎? 熟悉 不熟悉 沒有走過 (跳過下題)
- ii. 下面哪一條路線比較像你平常行走的路線? 最短距離路線 最安全路線



路線長度		最安全路線	最短距離路線
		4.52 km	4.2 km
96年事故資料	總車禍數	315	345
	受傷車禍數	149	168
	財損車禍數	166	177

◆ 最安全路線 比 最短距離路線 要 減少約 32% 的道路風險 增加約 0.32 km 的長度

- iii. 請問在此資訊提供下,您會選擇行走哪一條路線呢?
 最短距離路線 最安全路線 (結束答題)

iv. 請問您不選擇最安全路線的主要原因。(單選)

- 兩條路線道路安全程度感覺相差不大
- 比最短距離路線所需行駛的距離還要多太多
- 比較習慣或熟悉最短距離路線的路況(如道路周邊環境、個人習慣)
- 自認不會發生車禍
- 以我的駕駛經驗感覺,最安全路線道路比較不好走(如馬路不平、號誌較多、無快慢分隔、車道數、旅行時間等)
- 其他: _____

問卷結束 感謝您的填寫

附錄 C 統計檢定樣本資料

起訖點	最安全路線		最短路線	
	風險 (10^{-5})	距離	風險 (10^{-5})	距離
台大至師大	302	1.3623	365	0.8426
台大至火車站	448	2.8485	848	2.4155
台大至東區	438	2.5381	495	2.3009
台大至國父紀念館	351	2.7986	351	2.7986
台大至中正紀念堂	354	2.8582	519	1.6032
台大至敦化忠孝	430	2.8059	744	2.6205
台大至大安森林公園	153	1.5343	190	1.355
台大至總統府	502	3.4871	668	2.2063
台大至通化夜市	283	2.2318	283	2.2318
台大至金山仁愛	254	1.8241	254	1.8241
師大至火車站	354	2.0852	596	1.8207
師大至東區	351	2.6968	656	2.0455
師大至國父紀念館	518	3.4276	609	2.5471
師大至中正紀念堂	146	1.159	267	1.0084
師大至敦化忠孝	376	3.4799	905	2.365
師大至大安森林公園	283	1.8644	351	1.0995
師大至通化夜市	494	2.528	541	1.9803
師大至總統府	294	1.7879	416	1.6115
師大至金山仁愛	168	1.4098	304	0.9689
火車站至東區	353	1.5517	353	1.5517
火車站至國父紀念館	543	3.096	783	2.6403
火車站至大安森林公園	361	1.9339	418	1.6927
火車站至通化夜市	590	3.4362	814	3.1888
火車站至金山仁愛	194	1.0244	301	1.01
東區至國父紀念館	350	1.5927	968	1.0887
東區至中正紀念堂	283	2.321	536	2.2216
東區至大安森林公園	240	0.9491	240	0.9491
東區至通化夜市	418	2.1595	999	1.6372
東區至金山仁愛	241	1.6369	247	1.2154
國父紀念館至中正紀念堂	449	3.1808	627	2.8414
國父紀念館至大安森林公園	331	1.5689	331	1.5689
國父紀念館至金山仁愛	338	1.8352	338	1.8352
中正紀念堂至大安森林公園	215	1.4887	255	1.4762
中正紀念堂至通化夜市	444	2.991	484	2.9785
中正紀念堂至金山仁愛	100	1.0341	289	1.0062
敦化忠孝至大安森林公園	301	1.2744	489	1.2662

敦化忠孝至通化夜市	354	1.368	354	1.368
大安森林公園至通化夜市	229	1.5023	229	1.5023
大安森林公園至金山仁愛	151	0.8977	151	0.8977
基隆和平至台大	219	1.7673	219	1.7673
基隆和平至東區	443	2.1548	580	1.7243
基隆和平至火車站	565	3.7322	669	3.1198
基隆和平至中正紀念堂	471	3.7419	744	2.5242
基隆和平至大安森林公園	257	1.9469	304	1.4903
基隆和平至金山仁愛	371	2.7078	418	2.238
辛亥復興至火車站	451	2.9655	508	2.7886
辛亥復興至國父紀念館	246	1.798	246	1.798
辛亥復興至中正紀念堂	357	2.9753	583	2.193
古亭至國父紀念館	493	3.0438	634	2.9308
仁愛圓環至台大	344	2.4046	375	2.3724



簡歷



姓 名：葉瑋婷

出生地：高雄市

生 日：民國 73 年 8 月 24 日

學 歷：

國立台灣大學土木工程研究所交通工程組 碩士 (民國 97 年)

國立成功大學交通管理科學系 學士 (民國 95 年)

高雄市立新莊高中 (民國 91 年)

高雄市立三民國中 (民國 88 年)

高雄市立三民國小 (民國 85 年)

