

路口安全程度評估模式之評析

曾平毅¹ 林豐裕²

- 1 中央警察大學交通學系暨交通管理研究所副教授
2 中央警察大學交通管理研究所碩士班研究生

摘 要

交叉路口的交通流暢與否及安全性，直接影響到整體的道路運行績效，然而交叉路口不論在車流特性或幾何條件上，皆較一般路段複雜，隱藏著許多潛在的危險性，常成為易發生交通事故之場所。有鑑於目前欠缺一套適當之交叉路口安全程度評估準則，作為分析肇事主因與研擬改善對策之參據。本研究首先分析現行危險路口鑑別方法與運用狀況，其次回顧與整理國內外有關路口安全程度評估模式與評估準則之相關文獻，並進行評析。最後則提出構建一個能真正反映路口交通安全潛在危險程度，並可藉以援引改善方案之評估模式架構之構想，作為發展本土化的交叉路口安全評估模式之基礎。

一、前 言

交叉路口(Intersection)為道路系統之重要樞紐，其交通流暢與否及安全性(Safety)，直接影響整體的道路運行績效(Performance)，然而交叉路口不論在車流特性或幾何條件上，皆較一般路段複雜，隱藏著許多潛在的危險性，常成為易發生交通事故之場所。以台北市的資料為例，民國八十七年發生交叉路口的交通事故次數共計 9,224 次，佔總事故次數 20,805 次之 49%，惟全市一千多個路口總面積 842,400 米²，僅佔道路總面積 20,018,297 米²之 4.2%[1,2]，顯見大多的交通事故集中發生在這小小範圍之內。根據美國的研究，在都市與郊區交通事故報導中，分別超過 1/2 與 1/3 發生集中於交叉路口範圍內，在澳洲則分別為 43%及 11%[18]。由此可知，交叉路口安全特性之衡量與改善，實為道路交通安全研究的重要課題。

有鑑於歷年來國內外均投入許多的研究心力致力於交叉路口的安全評量與改善，惟以往的研究多依據事後之事故特性進行分析，或以事故資料建立鑑定危險路段或地點，其所用方法大多以肇事次數、肇事嚴重性或肇事原因為發展基礎[3-6]；亦有部分文獻從交通衝突的調查，衡量交通事故的潛在可能性，以輔助交通資料的不完整，進一步診斷交通安全問題[7-10,19-22]，然而這些方法分析所得之結果，並不易建立路口危險因子與改善對策之間的關係，亦即各項不同的人(駕駛行為特性)、車(車流特性)、路(幾何設計特性)、環境(交通環境特性)等危險因子與安全改善措施間之關連並不明確，無法構建周延之因果關連架構及提供作為實務應用。基此，本研究嘗試由國內外文獻之回顧整理，瞭解各評估模式之特色與優缺點，並進一步評析評估指標、評定方法與優缺點，以作為未來發展本土路口安全評估模式之基礎。

二、路口安全評估要素

本研究回顧整理國內外之相關文獻，由於對問題之觀點及基礎環境不同，其對路口安全之重視程度與評量方式均不相同。經整理各文獻所選取之路口安全評估指標項目，示如表 1。其中林良泰[11]曾構建交叉路口整體安全水準，並考量行人交通量、交通量、車種組成、道路分類、路口照明、槽化程度、視距、坡度、路面狀況、車道數、車道寬、道路面積、鋪面狀況、天候、天色、減速狀況、號誌遵守比率、行人違規穿越比率、超速比率、超載比率、違規超車比率等影響因素；許添本[4]則建立號誌化交叉路口風險分析方法，考量行駛速率、交通量、轉向比、車種比、設計速率、道路功能、交叉路口間隔、設計路型、進入路口線型、路口寬度、轉彎半徑、轉向車道、轉向儲存空間、車道連續性、路面特性、車流動現複雜性、交通島設置排水設施、號誌位置與指示、號制時相、清道時間、續進控制、相關標誌設置、相關標現設置、區位土地使用、視野、各動線視距、路側建築線位置、漸進路口特性、道路坡度、照明狀況、植栽設置、公共設施位置等因素，兩篇文獻之內容較為完整。

若以考量層面之不同，會影響路口安全程度之因素可歸納為以下四個層面：

1. 「人」：如行人交通量、守法性或違規比例、駕駛人生理狀況等。
2. 「車」：如行車速率、交通輛、車種組成、機車交通量等。
3. 「路」：如路口面積、衝突點數、道路等級、車道數、路口槽化情形等。
4. 「環境」：如天候狀況、天色、路口附近土地使用等。

若就交叉路口之肇事種類，則可分為以下幾種[4]：

1. 行駛型肇事：指單一車輛失控造成，進而與其他交通參與者或道路設施碰撞。
2. 匯入型肇事：指車輛進行匯入，與其他有優先行駛權的車輛碰撞。
3. 鄰向穿越型肇事：指車輛穿越交叉路口時，與垂直方向穿越的車輛碰撞。
4. 對向穿越型肇事：指車輛穿越交叉路口時，與對向穿越車輛碰撞。
5. 跨越型肇事：指車輛跨越時偏離車道，與行人或其他行駛中車輛碰撞。
6. 同向左轉型肇事：車輛進行左轉時，與同向行駛（直型或左轉）車輛碰撞。
7. 同向右轉型肇事：車輛進行右轉時，與同向行駛（直型或左轉）車輛碰撞。
8. 同向直行型肇事：車輛直行行駛時，與同向行駛車輛碰撞。
9. 其他行肇事：不屬上列各項之碰撞。

三、路口安全程度之分析方法

國內外文獻中對於路口安全程度之評量方法，綜合整理如下：

1. 衝突分析技術法（Conflict Technique）

衝突分析技術法係瑞典的 Lund 大學於 1976 年發表[22]，其研究方法係使用警察機關現有的肇事資料，並蒐集衝突以及曝光量的資料，透過對衝突的明確定義與衝突率的計算公式，再利用衝突率與事故發生率的高度相關特性，說明影響交通安全的各項變數，例如路口設計、駕駛行為與交通量，期能在事故未發生前，發現衝突率較高處之潛在危險徵兆。事故的期望值 $E(A)$ 可以表示為車流量、行駛速率、路口設計等因素之函數，如(1)式所示：

$$E(A)=F(\text{flows, speed, design, etc...}) \quad (1)$$

表 1 國內外相關研究所選取之路口安全評估指標項目

學者 (發表時間)	評估對象	安全程度評估指標項目 (或影響安全之因素)
Zegeer (1982)	鑑別危險地點和路線	事故嚴重程度歷史資料(肇事率、肇事次數、傷害嚴重)
Robertson、 Carte (1988)	交叉路口行人安全分析	行人肇事次數、肇事比率、特殊行人穿越比例、行人車輛衝突、不遵守號誌情形
Turner and Hall(1994)	鑑別危險地點與路線	事故嚴重程度歷史資料
Khisty (1990)	鑑別危險地點與路線	事故比率、事故次數、事故嚴重程度、地點資料(交通流量、地點距離)
Homburger (1992)	影響肇事因素	道路幾何特性(車道數、車道寬、路肩寬度)
Ogden (1997)	鑑別危險地點與路線	道路特徵(彎道、道路等級)、路旁特性和交通特性、接近速度、支線數目、路口角度、視距、排列、輔助道路、槽化、磨擦力、迴轉半徑、車道數、路權、號誌、標誌、光線
德國	交叉路口安全檢核	肇事、速度、相交道路等級、交叉路口間距、直行道數減少、左轉車道、右轉車道、分隔島、視距、腳踏車及行人、交通設施、及道路的易辨識性、視野清晰性、易理解性、亦通行性
黃國珍 (1993)	路段與交叉路口	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
林良泰 (1996)	交叉路口整體安全水準	行人交通量、交通量、車種組成、道路分類、路口照明、槽化程度、視距、坡度、路面狀況、車道數、車道寬、道路面積、鋪面狀況、天候、天色、減速狀況、號誌遵守比率、行人違規穿越比率、超速比率、超載比率、違規超車比率
許添本 (1996)	號誌化交叉路口風險分析	行駛速率、交通量、轉向比、車種比、設計速率、道路功能、交叉路口間隔、設計路型、進入路口線型、路口寬度、轉彎半徑、轉向車道、轉向儲存空間、車道連續性、路面特性、車流動現複雜性、交通島設置排水設施、號誌位置與指示、號制時相、清道時間、續進控制、相關標誌設置、相關標現設置、區位土地使用、視野、各動線視距、路側建築線位置、漸進路口特性、道路坡度、照明狀況、植栽設置、公共設施位置
黃國平、莊榮 哲(1997)	建立公路安全指標	幾何設計、標線劃設、標誌設置、路面狀況、照明
湯儒彥 (1998)	路口事故之主要成因與改善方法	幹道無法發現路口存在、搶過路口、路口範圍過大、車流動線混亂、路口視距不足、駕駛人對前方路徑產生混淆或不易辨認、駕駛人為預期行人的出現、車速過快，反應不及

若交通量與其他因素可以分開，則可表為(2)式：

$$F=G(\text{flows})\times H(\text{speed, design, etc...}) \quad (2)$$

其中，G(flows)為曝光量，透過(3)式的計算則求得事故率指標 R，可以作為衡量安全之指標。

$$R=E(A)/G(\text{flows}) \quad (3)$$

本法特色能考量路口設計、駕駛行為、與交通量等變數；然而在實際的案例研究中，與交通量有關的曝光量資料並不容易蒐集。

楊宗璟[9]曾應用瑞典的衝突技術，蒐集逢甲大學附近的路口資料，進行實證研究，提出行經各該路口的建議行為，並彙整衝突分析技術可能之應用方向。

2. 績效指標法

績效指標法依據美國喬治亞洲之研究，將肇事中之肇事次數、肇事率、傷害嚴重程度列為重要危險因子，依據其危險程度的不同給與不同的加權指數[23,24]。如(4)式表示：

$$\text{績效指標}=0.6\times A+0.5\times B+2.0\times C \quad (4)$$

A：肇事次數指標之危險因子

B：肇事率指標危險因子

C：嚴重程度指標危險因子

本法考慮多項指標作為評估準則，並可依其大小作為評定路口危險程度，據以改善的優先順序，為其優點。但因技素性指標所標示的是對以發生之肇事次數的統計數字，屬於量化的分析，有關駕駛人行為與道路、環境天候的互動關係而發生肇事未能加以考慮，為其缺點。

3. 肇事嚴重度當量法

Deacon 等人[25]將肇事中所有損失值以貨幣單位換算表示。

$$EPDO=9.5\times(F+A)+3.5\times(B+C)+PDO \quad (5)$$

式中，EPDO：財產損失當量

F：死亡肇事次數

A：A級肇事次數

B：B級肇事次數

C：C級肇事次數

PDO：僅財產損失次數

本法對嚴重程度、改善順序依其換算之貨幣值進行排序，但以生命及受傷換算為財物損失當量的求法並不適當。

4. 衝突面積法

林良泰[11-13]在交叉路口指標之系列研究，認為影響路口安全路口安全性之因素除衝突點數目外，尚有路口之組合設計、交通量及路口潛在衝突面積等，因此乃以平均每單位內之潛在衝突量做為路口安全性之評估標準。數學式如下：

$$\text{路口安全指標} = \text{路口總潛在加權衝突量} / \text{路口總潛在衝突面積} \\ \times \text{環境影響因素} \times \text{守法調整因素} \quad (6)$$

$$\text{路口總潛在衝突面積} = \text{總}(\text{交叉權重} \times \text{交叉衝突量}) + \text{總}(\text{併入權重} \times \text{併入衝突量}) \\ + \text{總}(\text{分出權重} \times \text{分出衝突量}) \quad (7)$$

環境調整因子=車種組成×行人交通量×路口照明×天候×幾何條件 (8)

守法調整因子=減速狀況×號誌遵守程度×行人違規穿越

×超速×超載×違規超車 (9)

本法乃以過去文獻中單位路口潛在衝突面積內潛在衝突量為定義之安全指標為基礎，並將亦為影響路口安全重要因素之路口所在環境、及用路者守法特性之二項變數納入模式，以增進此指標對路口安全之解釋能力，為其優點；但本法所提僅為計算安全指標時之架構，但對其中許多參數，並未研究其實際應有之數值，且針對交叉路口安全指標之分級僅劃分為五級，並無法將各路口安全性進行排序，以為改善規劃順序參考。

5.修正績效指標法

周義華君[14]將績效指標法予以修正，以作為易肇事地點之鑑定方法，此法不但考慮到肇事次數、肇事率，以及死傷人數，且援引品管法之精神等方法，以類似路段及路口為比較基準。修正之績效指標法如下：

(1)計算各路段及路口之肇事次數、肇事率死亡人數以及受傷人數。其中路段之肇事單位為肇事次數/百萬車公里，路口之肇事單位，則以肇事次數除以交通量（交通量指全天進入路口之總小汽車單位數）。

(2)計算上述各路段及路口各指標值之臨界值，其公式為：

$$CR = \lambda + K\sqrt{\lambda/M + 1/2M} \quad (10)$$

CR：臨界指標值

λ ：類似路段或路口之平均指標值

M：通過某路段之百萬車公里或進入某路口之百萬小汽車單位數。

K：為既定統計分配之顯著水準（Significance Level）

(3)計算上述各路段及路口之第一項除以第二項之值，即各指標危險因子。

(4)利用問卷調查分析所得之加權指數，將上述路段、路口之之各指標危險因子加權相加，而得其績點指標值。

(5)由於上式中加權數之和為1，因此績點指標值大於一者，即表其危險程度超過臨界值，應視為危險地點，並可依績點指標之大小，由大至小排出危險程度之順序。

6.貝氏法與實證貝氏法〔EB,Empirical Bayes Approach〕

Higle[27]的貝氏分析採二階段進行，第一階段係利用研究區內的道路交通事故歷史資料，產生整個研究區的肇事機率分配，接著在第二階段中，以第一階段所產生之研究區內肇事率機率分配，及分析年期內某一分析對象發生道路事故次數的資料與其交通流量資料，獲得該分析對象之肇事機率分配此第二階所產生之分配因納入分析對象的相關資訊，故會較第一階段所得之結果更接近實況，又因為每一分析對象均會有一個這樣的肇事機率分配，所以分析人員可以透過統計檢定的方式，來檢定該分析對象是否具危險性。

林豐福[6]曾應用實證貝氏法利用兩種線索來估測分析對象的不安全性，一為該分析對象所具有的道路交通特性，一為分析對象的道路交通事故紀錄。藉由前者可知悉在固定時段內，分析對象的一般性特質，亦即分析人員可利用與分析對象類似之其他對象（參考母體）的五年相關資料，所得的單位時間內之不安全性資訊，來表示該分析對象在人、車、路狀況均固定的情形下，其於單位時間內所面臨的不安全性，但是利用此種訊息來闡釋分析對

象的不安全性，顯然無法彰顯該分析對象發生道路交通事故的隨機性，與其本身獨有之特性所產生的影響，而且儘管參考母體內的一致性甚高，仍免不了有某種程度的變異存在。此外如果分析人員僅用分析對象的道路交通事故紀錄來說明其不安全性，則須面臨分析對象若無道路交通事故時，所產生缺乏分析資料的窘境：分析人員僅能據此評估分析對象之不安全性為0，但這推論是不恰當的，因為惟有當曝光量為零時，不安全才會為零。因此，若評估不安全性時僅用分析對象的道路交通事故紀錄，將使結果的隨機性過高，且無法自道路交通事故紀錄為零的資料中，獲得有用之資訊；反之，若僅用參考母體的特徵資訊，則亦無法適切反應分析對象的特質，因此，實證貝氏法同時利用此二種線索，來為分析對象的不安全性尋得有用的資訊，作為道路潛在危險性評估之指標。

7. 交叉路口安全檢核表

許添本、饒智平[4]將各種交叉路口肇事的可能影響因子，以德國之交叉路口安全檢核表概念及肇事插示圖之不同碰撞形態與肇事區位的關係，重新研擬一份以交叉路口為對象的交通安全檢核分析表。在其研究中，不同區位，碰撞型態殊異。潛在衝突的型式確定後，我們便可以用路人的角度依不同區位、不同的流動方式檢核某些特定項目是否適宜。參考德國的做法將檢核表分為五個部分：易識別性、視野清晰性、易理解性、易通行性、實際行駛速率，因為在事故資料的蒐集過程中發現，行駛速度實在是重要的影響因子。此一檢核表採表列式，以用路人而非限定在交通專業人員為設計使用對象。但其中只就交叉路口的四個區位-鄰向穿越、對向穿越、同向左轉、同向右轉，進行檢核。檢核項目依主、次要因子差別給分，再帶入轉換公式中。並且引進門檻值的概念，來界定接受某個範圍內的事務風險損益。因各肇事因子影響程度不同，故轉換公式中各變數的係數不同；由歷史資料分析中，一年發生事故次數為3次以上的路口之得分為最低者定為門檻值。檢核結果高於此門檻值者為高風險區位，在資源有限的狀況下，必須優先進行改善。許添本、王義川[15]進一步對德國、英國與本國黃國珍[17]、饒智平[4]之道路交通安全檢核表做一比較分析，重新修訂，以道路工程的角度出發，研擬一套道路的交通安全檢核表，該檢核表分為土地使用階段、道路規劃階段、道路設計階段、通車營運階段四部分。作為未來道路從規劃階段開始，設計、施工至營運前後都能藉由系統化的方法，將道路的安全進行全面的檢核，並且在尚未營運之前就能將不當的設計及早發現進而加以改善。

四、綜合評析

各有關危險路口之鑑別方式，綜合評析如后：

1. 當我們在決定這些地點，路線，或區域是否為危險地點時，對於使用何種準則或鑑別方式最適合，很少有共識。而以往各路口安全性鑑別出之數值，並無法令人從數值當中明白相對危險程度，且無法於過程或鑑別所獲得之結果中，了解危險因子與改善策略間的關係，進而構建周延之因果關聯架構，作為提供實務應用。目前的安全評估模式，最通常用來訂定改善計畫之用。
2. 使用事故次數方法者，主要著重於何處是事故發生最多的地方，故以此準則所訂之改善計畫，常以減少事故發生次數和損失為目標，並傾向於改善交通流

量較高且有較多事故的道路。

- 3.使用事故比率方法者，主要在於鑑別具有某些不正常比率的地點，而這些地點不只是具有較高流量的地點。此一方法可能會導致改善地點選擇在交通流量較小且較少事故之道路。
- 4.衝突分析技術法使用事故、衝突及曝光量等資料，透過對衝突的明確定義與衝突率的計算公式，再利用衝突率與事故發生率的高度相關特性，說明影響交通安全的各項變數，例如路口設計、駕駛行為與交通量，期能在事故未發生前，發現衝突率較高處之潛在危險徵兆。此方法可以克服發生交通事故的稀少性與資訊不完整性，是一不錯事故發生的替代指標，仍存在部分的問題，包括一至性問題、正確性與可靠度需繼續克服[20]。
- 5.林良泰君[11]所提出之「衝突面積法」以單位路口潛在衝突面積內潛在衝突量為基礎，納入路口所在環境及用路者守法特性，以增進此指標對路口安全之解釋能力，為其優點；但其中許多參數，並未研究其實際應有之數值，且針對劃分五級安全程度，實際應用上受限制。
- 6.交叉路口肇事風險預估之安全檢核表，優點在於對交叉路口的劃分，使檢核人員易於觀察，且可以就檢核結果找出特定型態對應的交通工程改善措施；但其缺失在於多為定性的檢核項目，且大多偏工程面，在評估準則之篩選上，僅由主觀之認定，且無法考量曝光量之對安全性之影響。
- 7.在機率型之鑑別模式中（貝氏法、應用貝氏法等），隱含太多的假設，例：假設符合某某分配等，無法切合實際交通環境且評估者須對統計理論有所了解。林豐福君[6]所運用之實證貝氏法，可於客觀的機率理論上進行比較，評估方法較嚴謹、具說服力為其優點，然評估者須對統計理論有足夠之了解，並需假設交通事故發生服從卜瓦松分配且參考母體之不安全性分配為珈瑪分配，為其缺點。
- 8.周義華君[14]所提出修正績點指標法，以線性迴歸方式來評估各分析對象危險性，易於應用，並以客觀的統計理論，評估一分析對象危險性為其優點；關於易肇事路段之多元迴歸分析中變數之選取，過於主觀，且未能對都市地區道路之特性廣泛蒐集其變數之樣本，致未能得到更佳的分析結果。

綜上所述，以往這些路口安全評量方法分析所得之結果，並不易直接引出安全改善措施或瞭解肇事與人（駕駛行為特性）、車（車流特性）、路（幾何設計特性）、環境（交通環境特性）間之關係，作為分析肇事主因與研擬改善對策之參據。未來路口安全程度評估指標的發展方向，或許可以朝能於事故發生前就能評估出其潛在之危險程度，並透過評估過程了解一個路口在人、車、路和環境等四方面的安全程度，便於援引改善方案的方向發展，期在事故發生前先行改善以降低事故發生率。

五、構建路口交通安全評估模式之架構性探討

(一)研究構想

一般在評估某路口安全與否？由於各評估指標績效表現的隸屬等級，如「很安全」、「比較安全」、「不太安全」等，均為具模糊性的詞語，因此要判定各路口安全程度時，若以傳統二元(Binary)邏輯的觀點來處理，往往無法確切表達安全程度。為此，本研究擬議應用較適合問題特性的模糊理論(Fuzzy Theory)概念，進行

路口交通安全評估之研究，亦即以模糊理論中之「隸屬度 (Grade of Membership)」與「隸屬函數 (Membership Function)」的概念來定義某路口之安全程度。

假想我們正研究某個路口的安全程度，考慮二種極端情況。第一種是：管制其它機動車輛絕對不得進入，顯然獲通過該路口之車輛”絕對”不會碰上交通事故的，從交通事故的角度來看該路口是”絕對安全”，安全程度最高。第二種情況：假設在路口有一輛或一輛以上車輛以發動等待著，只要有車輛膽敢通過該路口，這車輛非把它撞到不可，因此通過該路口一定發生交通事故，顯然該路口”絕對不安全”。從安全評分的角度來看，第一種情況評分為 1 (絕對安全)，第二種情況為 0 (絕對不安全)。實際情況一定在這兩種極端情況之間。

考慮到該路口的安全程度是客觀且唯一的，用一個數字來描述和代表實際安全程度是可行的，這個數字是唯一且在 0 與 1 之間。這個數值直接決定於客觀安全程度與多種因素有關，不完全決定於該路口交通事故發生次數。因為儘管該路口有一個月甚至一年未有發生路口交通事故，並不能說該路口是絕對安全的，事實上該路口的不安全程度客觀上確實存在。我們稱這客觀存在的安全程度為該路口隸屬於安全的程度及隸屬度。考察該路口不同時間的安全程度，顯然該路口的隸屬度會隨時間變化而變化，因此，這個隸屬度應該是時間的函數。

例如： $u_{\text{安全}}(\text{某路口})=0.8$ ，表達了某路口隸屬於安全的程度 (即隸屬度) 為 0.8。以數學式表示如：

$$u_A(a)=C \quad (11)$$

C：隸屬度的值

u：表示隸屬度

a：元素

A：表示模糊集

由於交叉路口安全問題受人、車、路和環境四方面影響，具有複雜性與不確定性，以及評估者 (專家學者) 對各安全影響因素間交互影響關係不明確，使得各因素間之替代性及相關參數具有模糊性，屬於模糊多準則決策 (Fuzzy Multiple Criteria Decision Making, FMCDM) 問題。因此擬使用多準則決策問題方法，適度地處理語意變數之模糊性，妥善地將量化及質化準則納入評估模式之中，同時考量專家學者評估之差異性。

基此，本研究以為採用專家與學者寶貴經驗所架構的模糊綜合評價 (Fuzzy Synthetic Decision) 可以作為評估之基礎，亦即應用模糊綜合評判理論將人、車、路及環境之個別評價準則分別建構個別評判評價模式，可以瞭解各評價路口在這四個方面的表現程度，並由實例之驗證與應用說明該評估程序之特性與實用性，藉以援引改善方案。最後再將四個評價項目個別得分情況進行積分評判 (Fuzzy Integral)，可以決定各評價路口可能發生肇事相對風險之大小，並可將其排序以作為改善順序之依據。

(二) 研究步驟

本研究提出以下研究步驟，可據以建立交叉路口安全程度評估模式：

1. 篩選評估準則及決定各準則之權重

應用模糊德菲法 (Fuzzy Delphi Method) 可以篩選路口安全評估準則。進行步驟有四：

步驟一 建立影響因素集

蒐集相關文獻資料並找出影響路口安全之因素，彙整成影響因素集。

步驟二 蒐集專家學者意見

利用問卷方式蒐集專家學者意見，請專家學者針對上述影響因素集中各個影響因素之重要性予以評分，取得各個影響因素之評價值。

步驟三 應用模糊德菲法篩選評估準則

依問卷所得之影響因素評估值，建立三角模糊函數，並依研究需要決定門檻值，篩選出之路口安全評估準則。

步驟四 使用層級分析法進行運算

處理前述之三角模糊數，以傳統層級分析法運算各準則之模糊權重。

2. 建構隸屬函數

包括量化指標及質化指標於各安全等級隸屬函數之建立。安全等級擬分成 A、B、C、D、及 E 等五個等級。

3. 模糊綜合評判

由於路口安全程度受到許多因素的影響，因而可透過模糊綜合評判來進行評估。模糊綜合評判所要處理的主要問題是對受到多個因素影響的事物做出全面評價，按照所定的評判條件對每一個評估對象賦予一個實數值作為總評指標，使得總評指標的大小反應全面評價的高低。模糊綜合評判的運算過程包含五個步驟，各步驟之內容分別為：

步驟一 確定評判對象集、因素集（評估指標集）及評價集。

步驟二 確定各評價之權重。

步驟三 確定各評估指標之績效隸屬度。

步驟四 進行綜合評判。

步驟五 非模糊化得出各評估路口於第一層之評估指標的安全水準。

4. 人、車、路與環境之積分評判

5. 個案研究

運用所建構之交叉路口安全評判評估模式，在後續研究中將以實例之驗證與應用說明該評估程序之可行性與實用性。透過評估過程，除可對路口之安全程度做一具體衡量及危險程度排序外，並可具體引申出危險路口的安全改善措施，進而達到全面性評估潛在危險性之目的。

(三) 本分析架構模式之特性與優點

1. 本架構模式對於路口安全影響因素之篩選，係集合專家學者經驗所篩選出來，使得專家學者長年所累積之易肇事地點安全評估經驗，得以傳承；利於往後評估者雖不具交通安全專業知識亦可根據所篩選出之影響因素進行評估。
2. 以模糊理論中之隸屬度與隸屬函數的概念來定義某路口之安全程度。用一個數字來描述和代表實際安全程度，這個數字是唯一且在 0 與 1 之間。這個數值直接決定於客觀安全程度與多種因素有關，不完全決定於該路口交通事故發生次數。使安全之抽象概念得以數量化。
3. 改善以「路口交通事故發生次數」為基礎之評估模式，無法評估路口潛在危險性之缺點。因為儘管該路口有一個月甚至一年未有發生路口交通事故，並不能說該路口是絕對安全的，事實上該路口的不安全程度客觀上確實存在。
4. 個別評判過程中，可以了解各影響因素的影響程度，可引出危險路口的改善措施。例：違法因素中闖紅燈的數值較高則於路口加裝闖紅燈照相機，行人交通

- 量大則建議建路橋或地下道。
- 5.透過該綜合評判程序，期以事前觀點於事故未發生之初，即進行安全程度之預測評估，作為改善方案之參考依據，降低事故發生風險。
 - 6.對於新建路口雖無事故歷史資料，亦可進行評估。

六、結論與建議

經本研究回顧評析國內外路口安全程度評估模式及我國易肇事地點鑑別現況的探討，獲致以下結論與建議：

- 1.在回顧國內、外各類危險地點評鑑方式，發現以往的研究多依據事後之事故特性進行分析，或以事故資料建立危險路段或地點，當面對無事故資料或新建道路之路口，則產生無法鑑別是否為危險路段之窘境。
- 2.以往各路口安全性鑑別出之數值，並無法令人從數值當中明白相對危險程度，且無法於過程或鑑別所獲得之結果中，了解危險因子與改善策略間的關係，進而構建周延之因果關聯架構，作為提供實務應用。
- 3.在機率型之鑑別模式中（貝氏法、應用貝氏法等），隱含太多的假設，例：假設符合某某分配等，無法切合實際交通環境且評估者須對統計理論有所了解。
- 4.以路口安全檢核表為鑑別出發點之相關方法，大多偏工程面，在評估準則之篩選上，僅由主觀之認定，並無客觀之篩選方法，且均無法考量曝光量之對安全性之影響。
- 5.本研究所研擬路口安全評估模式之架構，是運用模糊德菲法，取得專家學者群體由影響因素集中所篩選出路口安全程度評估準則。由於整個過程完全依賴專家學著之主觀認知，因此，專家學者選取適當與否，便關係著路口安全程度評估準則篩選結果之正確性。同樣的，「影響因素集」亦具相當之重要性。如果「影響因素集」中，所蒐的因素有所偏差、不足，專家學者由此所篩選出的路口安全程度評估準則，是否具代表性，將會引起爭議。因此，在整個篩選過程中必須注意「專家學者」選取之適當性及「影響因素集」所收列因素之正確性。
- 6.交叉路口安全評估模式應透過實際應用，不斷的檢討改進，本研究未來將朝向(1)客觀地建立語意變數、評估準則及評估準則績效值之隸屬函數(2)改善評估準則權重及績效值的總計問題(3)合理進行綜合整體評估等方向來發展。

參考文獻

- 1.行政院主計處，中華民國統計年鑑，民國 87 年。
- 2.台北市政府交通局，台北市交通資訊快報，民國 87 年 7 月。
- 3.蘇志強，「建立易肇事地點評選模式之研究-台灣東部地區實例分析」，中華民國第四屆運輸安全研討會，民國 86 年 11 月。
- 4.許添本、饒智平，「交叉路口肇事風險安全檢核模式之構建與應用」，運輸學刊，第九卷第二期，民國 85 年 6 月。
- 5.趙崇仁、陳高村、王文麟，「易肇事地點評定方法與作業制度之研究」，八十七年道路交通安全與執法研討會，民國 87 年 6 月。
- 6.林豐福，「道路潛在危險性評估指標之研究」，交通部運輸研究所，民國 86 年。
- 7.葉光毅、張淑宜，「從車輛衝突行為探討影響駕駛者安全判別之因素及其改善方案」，運輸計畫季刊，第十七卷第二期，民國 77 年 6 月。

8. 詹丙源,「以交通衝突理論分析交叉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 79 年 6 月。
9. 楊宗璟,「衝突分析在市區交通安全診斷的應用-以模大學鄰近路口為例」,中華民國第三屆運輸安全研討會,民國 85 年 11 月。
10. 張新立、朱建全,「機車交通衝突指標之模式建構」,中華民國第二屆機車交通與安全研討會,民國 87 年 10 月。
11. 林良泰、朱純孝,「交叉路口安全指標之研究」,中華民國第三屆運輸安全研討會,民國 85 年 11 月。
12. 林良泰、朱純孝,「車流特性對於路口衝突之影響分析」,中華民國第四屆運輸安全研討會,民國 86 年 11 月。
13. 林良泰、顏秀吉,「交叉路口整體安全水準分析架構之研究」,中華民國運輸學會第十一屆論文研討會,民國 85 年 12 月。
14. 周義華,「都市地區易肇事地點鑑定與分析模式之建立」,中華民國運輸學會第二屆學術論文研討會,民國 76 年 7 月。
15. 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 86 年 11 月。
16. 黃國平,「影像資訊輔助 AHP 建立公路安全指標研究」,中華民國運輸學會第十一屆論文研討會,民國 85 年 12 月。
17. 黃國珍,道路設計、管理評鑑檢核表之研究,都市交通 70 期,民國 82 年。
18. Ogden, K. W.,” Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering” , Avebury Technical,1997。
19. Hauer E. “ Design Considerations of Traffic Conflict Survey ” ,TRR 667,pp.57-66,1977.
20. Chin H.C. and Quek S.T., “ Measurement of Traffic Conflicts and Collisions ” ,Transportation Research Board,TRR667,1978,pp.67-74。
21. The Department of Traffic Planning and Engineering, Lund Institute of Technology, Lund University,” The Swedish Traffic Conflict Technique”, Brochure, Lund, Sweden, 1992.
22. Lund , Sweden,” The Swedish Traffic Conflict Technique”, Lund Institute of Technology, Lund University, The Department of Traffic Planning and Engineering, 1992。
23. Risk A., Shaoul J.E.,” Exposure to Risk and the Risk of Exposure”, Accident Analysis and Prevention,Vol.14,No.5,pp.353-357,1982。
24. Ezra Hauer,” Traffic Conflict and Exposure”, Accident Analysis and Prevention,Vol.14,No.5,pp.359-364,1982.
25. Deacon,J.A.,et al.,”Identification of Hazardous Rural Highway Locations”,TRR 543,1975。
26. Hall,J.W., Turner D.S.and Hall L.E.,”Concern about Use of Severity Indexs in Roadside Safety Evaluation”, TRR 1468,pp.54-59,1994。
27. Higle,J.L.and Hecht M.B.,”A Comparision of Techniques for the Identification of Hazardous Locations”,TRR 1238,pp.10-19,1990。