

道路交通安全評估之研究

- 以位處山區的大學為例 -

鄧振源¹ 沈永信²

摘要

隨著機動車輛的快速成長，道路交通安全的問題愈應受到重視。在機動車輛中，機車所佔的比例近七成，但機車的交通安全並未受到相同比例的重視。學生騎乘機車的力也逐年增加，尤其位處山丘地區的學校，機車更是絡繹於途；學生通學道路的交通安，業已成為各學校關心的重點，對於通學道路的危險程度如能事先進行評估，並加以有效改善，必能減少學生騎乘機車通學的交通事故。

本研究結合層級評估法與 SMARTER 評估方法，進行機車通學道路危險路段的評估。首先建立評估的層級結構，考量人、車、路及環境四項因素共 22 個評估準則，然後利用專家判斷找出因素及準則的重要順序，再應用重心法求取因素及各因素準則的權重。本研究以華梵大學為實證分析，將主要通學道路分為八條路段，並利用實地調查方式取得 22 個評估準則的衡量值，再利用 SMARTER 評估法求取八條路段的綜合效用值。根據評估結果，四條路段屬於危險路段，本研究根據四條路段潛在的危險原因，提出改善措施。本研究所提出的方法簡單易於使用，具有實務應用的價值。

壹、前言

近年來台灣地區隨著經濟的發展，國民所得的提高，機動車輛的數量大幅增加，尤其是機車。截至民國 91 年 5 月底止，台灣地區的機動車輛為 17,601,100 輛（機車為 11,817,624 輛，佔 67.1%，其他佔 32.9%），幾乎人手一輛機動車輛。機動車輛快速成長，在交通與生活上的確給人們帶來很多的方便，但也同時帶來許多問題，如交通安全、噪音、空氣污染、停車及交通秩序等。由於機車佔機動車輛近七成，因此機車的交通安全最值得重視，因此機車道路交通安全問題的評估研究刻不容緩。

¹ 華梵大學工業管理學系副教授

² 華梵大學工業管理學系碩士班研究生

造成交通意外事故的原因有很多，一般可歸納人、車、路及環境四類因素相互間的影響。Shinar 等人 (1978) 以百分比的方式顯示交通事故的肇因 (如圖 1)，從圖中可以發現人的因素造成交通事故的比例極高。

為瞭解相關道路交通安全的狀況，必須進行詳細調查與分析。調查與分析的項目，必須包括人、車、路及環境的因素，在人的因素方面，要考量駕駛行為對交通安全的影響；在車的因素方面，要考量交通量、車速等對交通安全的影響；在道路方面，要考量道路彎度、視距、坡度及設施佈置狀況的影響。為了保障駕

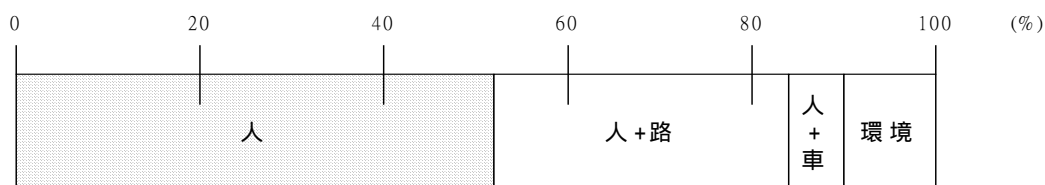


圖 1 交通事故肇因比例圖

駛者在道路行駛的安全性，需將人、車、路及環境的因素加以綜合分析，同時評估危險的路段及程級，並提供政府相關部門及機車駕駛人參考。鑑此，道路交通安全的評估，實為促進騎乘機車安全重要的研究課題之一。

貳、文獻回顧

本研究主要針對機車行駛道路的安全性進行評估，國內有關於道路交通安全的文獻甚多，可歸納為(1)人的因素、(2)道路安全設計、(3)易肇事地點、(4)機車安全、及(5)駕駛行為五個部分，茲分別扼要回顧於後。

1.人的因素

侯尚志(1983)對駕駛人違規因素進行分析，採用傳統統計多變量分析方法，以關聯度分析做為檢視不同車種與不同車輛違規項目因素，同時分析違規駕駛人行為間的相關情形。

王佩勳(1990)對易肇事地點影響機車肇事與人為因素的狀況進行研究，利用專家系統建構工具 INSIGHT 2⁺，建立機車肇事智慧型電腦作業系統。此一系統可分為兩部分，系統 I 為依據易肇事地點的主要肇事型態，檢查道路環境方面有何缺失，以研判肇事原因，進而研擬有效的改善對策；系統 II 為繼系統 I 之後，在無任何道路環境方面的缺失情況下，依人為方面的肇事原因，設想應以何種交通工程的措施，來預防這些人為過失的發生。經由兩個系統的運作，期能有系統且有效率的鑑定出影響機車肇事的道路環境狀況因素，進而研擬有效的改善對策。

2.道路安全設計

曾平毅 (1999) 在「道路安全設計與分析」的書中，提到以「道路行車安全」為目標，分析道路交通環境的人、車、路等因素，透過設計的原理、規範、標準、準則及安全設施的運用等，期望有效的降低事故率及其嚴重度。對道路的幾何設計、交通島安全設計、道路照明設計、交通安全防護設施設計、及施工與養護路

段的安全設計等，都有詳細的設計方法與改善分析。

3.易肇事地點

吳銘山（1998）採用層級分析法（AHP），分別對產業界、行政界、學術界的專家進行訪談與問卷調查後，建立改善項目的權重，並據以建立評估改善的績效模式。

鄭勝方（1999）對易肇事地點評定方法的優、缺點、特性及適用的情況進行分析，以事故發生紀錄資料為基礎，利用統計推論及檢定技術處理事故，建立一套可量測的信賴水準；在本地背景的基礎特性，及對資訊蒐集技術可以克服的情況下，運用貝氏經驗法（*Empirical Bayes Approach*），建立評定對象危險程度的推估式，確立易肇事地點危險程度衡量指標。

林豐裕（2000）應用德菲法（*Delphi method*）建構模糊積分（*fuzzy integral*）評判模式，評估危險路段，以模糊德菲法（*fuzzy Delphi method*）進行評估共篩選出「車的層面」、「路的層面」、「行車速度」、「機車比率」、「貨車比率」、「轉向比」、「潛在衝突量」、「槽化程度」、「標誌狀況」、「路口肢線數」等九項評估準則。決定模糊權重後，在應用績效評點值與模糊統計方法，建構出各評估準則的隸屬函數（*membership function*），並以模糊綜合評判與模糊積分評判方式，衡量路口安全程度。

4.機車安全

林大煜、林豐福、林秋錦(1980)以汽車與機車的事故類型、行車環境、發生時間、發生地點及道路特性進行比較。另外，以交通事故與駕駛人的性別、年齡、職業、學歷、駕駛年資等，利用統計檢定方法找出急需改善的課題，並針對現況問題如法規制定，告發取締，監理檢查等進行檢討。

林大煜、林豐福、張開國、葉祖宏(1998)探討國內機車的交通安全問題，分別從三E（立法與執法、交通工程、以及教育與宣導）的三個面向，提出改善策略，以供未來推動機車安全管理工作的參考。

5.駕駛行為

劉正華（1997）利用駕駛者行為問卷與駕駛行為量表，進行駕駛者駕駛行為資料蒐集及分析，透過因素分析法（*factor analysis*）線性結構關聯模式、以及信度、效度分析設計開發適合國人特性的駕駛行為問卷。藉由集群分析（*cluster analysis*）與羅吉特迴歸模式（*Logit regression model*）對駕駛者交通意外事故風險與駕駛者特性、駕駛行為進行關聯性分析，藉此建立駕駛者肇事風險的評估方法。

根據研究結果顯示，駕駛行為中的侵略性及超速性違規，與交通意外事故風險有明顯的關聯性，侵略性較低的駕駛者有較低的交通意外事故風險，而超速性違規得分較高的駕駛者則有較高的交通意外事故風險。性別差異、年齡及駕車頻率也是影響事故風險性的因子，研究發現男性比女性有更高的肇事風險，而肇事隨年齡的增加而下降，並隨駕車頻率的增加而上升。此外，吊銷或吊扣駕照紀錄、超車違規紀錄、及酒醉違規駕駛紀錄也與風險有關，有前述駕駛違規紀錄者其肇事風險也較高。

參、研究架構

本研究旨在建立道路交通安全評估模式，並且針對易肇事地點加以改善，本研究架構如圖 2 所示。道路交通安全包含實地調查與問卷調查二種方式，在實地調查方面包括交通量調查、車速調查、道路實地勘查等，在問卷調查法包括機車狀況、駕駛者行為、發生交通事故狀況、受測者基本資料。

為了解人、車、路、環境因素對道路交通安全評估時的影響，本研究採用腦力激盪的方式，擬出一份專家問卷進行深度訪談，內容包含人、車、路、環境四大因素及行人量、近一年的肇事資料、交通量、重型車輛、車速變化、連續彎道、急轉彎道、交叉路口、鋪面狀況、坡度、路寬變化、狹橋、隧道、懸崖、道路照明、視距、眩光、護欄設施、土石流、號誌、標線標誌、路邊障礙物等 22 個評估準則，藉由專家學者的專業見解，求取每個因素、評估準則之間的優劣順序。本研究最後運用簡單多屬性評點法 (*Simple Multi-Attribute Rating Technique with Exploiting Ranks ; SMARTER*) 進行各路段的綜合評估，同時利用重心法 (*centroid method*) 改良權重的求取，求出各因素及評估準則的權重 (鄧振源，2002)。

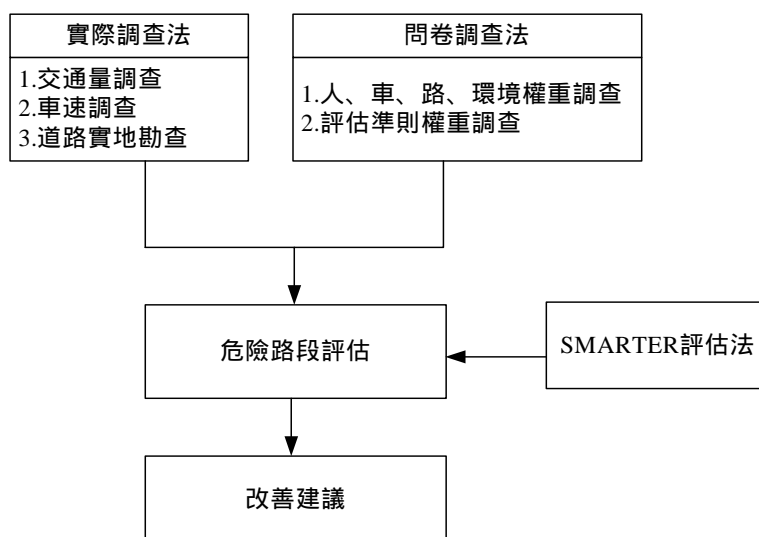


圖 2 研究架構圖

肆、道路交通安全評估模式的建立

本研究進行道路交通安全評估模式的建立時，首先建立評估的層級結構，其次將所調查的因素、評估準則作出彼此之間的優劣排序，再利用重心法求取權重，最後利用 SMARTER 評估法求出各路段的危險程度。

1. 層級結構的建立

本研究歸納出影響道路交通安全的因素，並藉由專家的專業見解，建構出評估層級體系，詳如圖 3 所示。第一層為標層 (*goal level*)，最終目標為評判道路的危險路段。第二層為考量因素 (*factors level*)，共分為人、車、路、環境四個層面。

第三層為評估準則層 (*criteria level*), 包括行人量等 22 個評估準則。

2. 評估準則的衡量

本研究所考量的 22 個評估準則中, 有 15 個準則可以根據實地勘查後直接得到衡量值, 另外 7 個準則需透過主觀的判斷。有關 22 個評估準則衡量方式, 詳如表 1 所示。

3. SMARTER 評估法

本研究應用 *Edwards* 與 *Barron* (1994) 所提出 SMARTER 評估方法進行綜合分析, 同時應用重心法直接依評估準則的重要順序求取相對權重 (*Olson and Dorai, 1992*)。

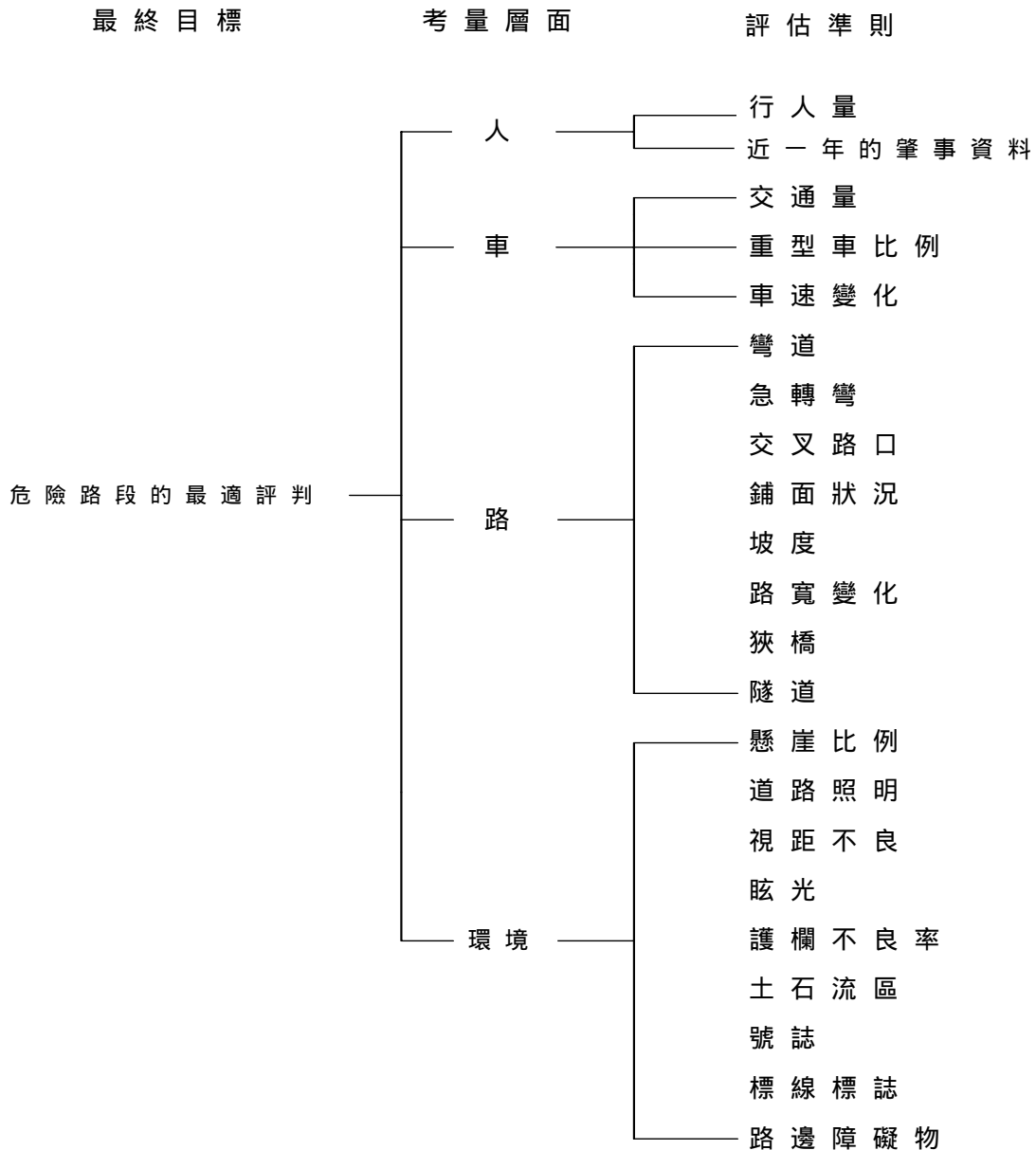


圖 3 道路交通安全評估層級結構

表 1 評估準則的衡量方式

評估準則	衡量方式	備註
行人量	根據路旁居民住戶數，由少至多分為五個等級（1,2,3,4,5）	等級
肇事次數	根據學校近一年所提供的學生意外肇事資料的統計總次數	次數
車流量	每小時有多少車量進出此路段	輛/小時
重型車比例	每小時的交通量中重型車所佔的比例	輛/小時
車速變化	每路段平均車速的變異數	變異數
彎道	凡轉彎角度超過 30 度以上均歸類為彎道	個數
急轉彎	轉彎角度為 50 度以上均歸類為急轉彎	個數
交叉路口	凡為三叉路以上且車量出入多的路口	個數
鋪面狀況	根據專家及學生實地勘查後的感覺，由不好至很好區分為五個等級（1、2、3、4、5）	等級
坡度	依據上升坡度 0 度 25 度，每 5 度為一個區間，共有五個區間，依上升坡度小至坡度大區分為 1、2、3、4、5 五個等級	等級
路寬變化	路寬窄至路寬大或路寬大至路寬窄的變化	次數
狹橋	凡橋寬只能容許一部大車通過（單向），即列為狹橋	個數
隧道	凡是以山洞連接兩處的道路	個數
懸崖比例	以懸崖的實際長度除以整段路段的全長	比例長度
道路照明	以路段的總路燈數除以整段路段的全長	個數
視距不良	利用實地勘查，凡轉彎看不到對方來車，均視為視距不良處	個數
眩光	在行車過程中，陽光直接照射，使駕駛者產生短暫的視覺障礙	個數
護欄不良率	護欄不良與缺乏護欄的長度除以整段護欄全長	長度
土石流區	凡有土石流區的警告標示或是有崩塌的前例，均列為土石流區	個數
號誌	凡路段路口有紅綠燈或閃黃燈或閃紅燈，均列為一個交通號誌	個數
標線、標誌	利用實地勘查，依標線、標誌磨損損壞程度，由低至高區分為 1、2、3、4、5 五個等級。	等級
路邊障礙物	凡有阻礙到行車視線均列為路邊障礙物	個數

首先將各個評估準則建構成評估矩陣，衡量每一評估準則下的達成值，可區分為主觀、部分主觀及完全客觀三種衡量方式。主觀衡量係由專家以[0,100]評分尺度進行評分，分數越高表示達成狀況越好。部分主觀衡量如果存在時，必須對特定路段的衡量值加以估計。完全客觀衡量係指評估準則的達成值可以用客觀量化方法進行估計。根據 n 條路段 $A = \{A_i | i = 1, 2, \dots, n\}$ 在 m 個評估準則下的衡量值

$X = \{X_{ij} | i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m\}$, 若 X_{ij} 屬於連續性資料且為最小化準則(即成本準則) C_j 時, *Edwards* (1977) 建議可利用以下方式進行歸一化, 再將各評估準則達成值轉換為[0,100] 評分的績效值 $g_j(A_i)$:

$$g_j(A_i) = \frac{\max_i \{X_{ij}\} - X_{ij}}{\max_i \{X_{ij}\} - \min_i \{X_{ij}\}} * 100, \forall i, j \quad (1)$$

其中 $X_{ij} (i = 1, 2, \dots, n)$ 的最小值, 也可以由決策者決定, 並不一定要 X_{ij} 數列中的最小值。如果 C_j 屬於最大化準則(即效益準則)時, 則可用以下方式進行歸一化與轉換成[0,100]評分的績效值 $g_j(A_i)$:

$$g_j(A_i) = \frac{X_{ij}}{\max_i \{X_{ij}\}} * 100, \forall i, j \quad (2)$$

經歸一化的轉換過程後, 不論最小化準則或最大化準則, 最後績效值的評分越高表示績效越好。如果 C_j 準則的達成值屬於離散性資料時, 決策者可用[0,100]評分尺度給予績效值適當的評分, 但必須把握達成值越佳(成本準則為低達成值, 效益準則為高達成值) 評分要越高的原則。

其次, 應用重心法求取評估準則的權重。將所調查的 m 個評估準則重要性的順序, 作為序數的基礎, 再應用重心法的概念求取 m 個評估準則的權重。重心法的程序如下:

- (1) 最重要的評估準則, 其權重以 λ_1 表示; 次重要的評估準則, 其權重以 λ_2 表示; 依此類推, 最不重要的評估準則, 其權重以 λ_m 表示。
- (2) 依評估準則重要性的序數求取權重。最重要的評估準則序數為 1, 因此 m 個準則的重要性均要考量, 權重 λ_1 為:

$$\lambda_1 = \frac{1}{m} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{m} \right)$$

第二重要的評估準則序數為 2, 除第一重要的評估準則的重要性不考慮外, 其他 $(m-1)$ 個準則重要性均要考量, 權重 λ_2 為:

$$\lambda_2 = \frac{1}{m} \left(0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{m} \right)$$

依此方式, 可分別求得其他評估準則的權重:

$$\lambda_3 = \frac{1}{m} \left(0 + 0 + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{m} \right)$$

$$\lambda_m = \frac{1}{m}(0+0+0+\dots+\frac{1}{m})$$

(3) 依上述方式得到的 m 個評估準則權重，滿足以下條件：

$$\sum_{k=1}^m \lambda_k = 1$$

$$0 < \lambda_k < 1, \forall k$$

(4) 將 λ_k 還原到相對應的評估準則權重 w_j 中。當評估準則數越多時，所產生的誤差越小。

最後，求取每一路段的效用值。設若以 U_i 表示 A_i 路段的效用值，則可利用求得的評估準則權重 $w_j (j=1,2,\dots,m)$ 與每一評估準則下各路段的績效值

$g_j(A_i) (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m)$ ，利用以下的加權和方法加總：

$$U_i = \sum_{j=1}^m w_j g_j(A_i), \forall i$$

並據以進行 n 條路段的排序，效用值越高表示路段的危險程度越低，效用值越低則表示路段越危險，宜進行交通安全的改善。

伍、實證分析

本研究選擇位處石碇大崙山區的華梵大學進行實證分析，因華梵大學有許多學生通學均以機車為主要的交通工具。近年來隨著學生人數的增加，騎乘機車的人數也逐漸增加，使得道路的交通安全愈形重要。鑑於石碇、深坑地區的快速發展，國道 5 號高速公路南港石碇段的通車、平溪設置棄土場、以及縣道 106 乙石碇坪林段的拓寬等因素影響下，大型車輛往來於深坑石碇及深坑南港地區，造成從深坑經石碇進入本校的道路危險程度日漸增加，學生騎乘機車肇事時有所聞，甚至造成人員傷亡，令人心痛。因此為了減少學生在通學期間交通事故的發生，機車通學路線安全性的評估，實為學校當局刻不容緩的課題。

由於華梵大學學生的機車通學道路，以深坑東南技術學院到華梵大學之間的聯絡道路為主，因此以此一地區的主要聯絡道路為調查及研究對象，並且依據道路的性質區分八段路段評估，詳如下表所示：

表 2 通學道路分段情形

華梵—坪林 (A_1)	坪林—九寮坡 (A_2)	九寮坡—鳳玉小吃 (A_3)
鳳玉小吃—石碇候車停 (A_4)	石碇候車停—平溪叉路口 OK (A_5)	平溪叉路口 OK—外環道入口 (A_6)
外環道出口—外環道入口 (A_7)	外環道入口—東南技術學院 (A_8)	

將實際調查收集到各評估準則的衡量值填入，如下表所示：

表 3 各路段評估準則衡量值

評估準則		路段							
		A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
人	行人量	1	2	3	4	1	4	1	5
	肇事次數	2	8	6	0	8	0	1	1
車	交通量	357.22	377.32	397.45	406.17	526.17	804.17	949.50	2209.50
	重型車比例	4.95	6.55	9.85	10.50	22.33	50.57	52.33	84.20
	車速變化	61.99	36.39	80.50	50.27	103.27	47.27	84.48	60.96
路	彎道數	12	19	14	3	8	10	2	2
	急轉彎數	6	10	4	2	4	6	1	0
	交叉路口數	1	0	0	2	1	3	0	5
	鋪面狀況	3	5	2	5	2	4	1	4
	坡度	5	5	4	3	2	1	1	1
	路寬變化	1	5	0	1	1	3	1	2
	狹橋個數	1	2	0	1	0	0	0	0
環境	隧道個數	0	1	0	0	1	0	0	0
	懸崖比例	0.389	0.633	0.952	0.429	0.632	0.15	0.522	0
	單位路燈數	18	22	9	12	27	63	75	65
	視距不良數	5	11	5	4	6	7	1	5
	眩光處	2	3	3	1	2	1	1	1
	護欄不良比例	0.1	1.4	0	0.3	1.2	0.35	0	0
	土石流區數	0	5	2	1	1	0	0	0
	號誌	0	0	0	1	3	18	18	18
	標線、標誌	4	1	5	3	2	2	5	2
路邊障礙物	1	1	3	4	2	4	2	5	

根據專家對 4 項因素及 22 個評估準則的重要性分別進行排序，再利用重心法求取四項因素及各因素下所屬評估準則的權重，結果如表示所示。四項因素的權重求取方式如下：

$$\lambda_1 = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \right) = 0.521 \quad \lambda_3 = \frac{1}{4} \left(0 + 0 + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \right) = 0.146$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{4} \left(0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \right) = 0.271 \quad \lambda_4 = \frac{1}{4} \left(0 + 0 + 0 + \frac{1}{4} \right) = 0.062$$

評估準則權重的求取，以車因素的三個準則為例，求取方式如下：

$$\lambda_{21} = \frac{1}{3} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right) = 0.61$$

$$\lambda_{22} = \frac{1}{3} \left(0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right) = 0.28$$

$$\lambda_{23} = \frac{1}{3} \left(0 + 0 + \frac{1}{3} \right) = 0.11$$

其餘因素下各準則的權重，均可用相同方式求取。最後根據層級評分法的概念，將四項因素的權重分配至各評估準則，最後得到 22 個評估準則的整體權重，詳如表 4 所示。

表 4 評估準則權重

考 量 因 素		評 估 準 則		
因素	權重	評估準則(C_j)	因素下權重	整體權重(w_{ij})
人	0.271	行人量(C_1)	0.250	0.068
		肇事次數(C_2)	0.750	0.203
車	0.146	交通量(C_3)	0.278	0.041
		重行車比例(C_4)	0.611	0.089
		車速變化(C_5)	0.111	0.016
路	0.521	彎道數(C_6)	0.152	0.079
		急轉彎數(C_7)	0.340	0.177
		交叉路口數(C_8)	0.111	0.058
		鋪面狀況(C_9)	0.215	0.112
		坡度(C_{10})	0.033	0.017
		路寬變化(C_{11})	0.079	0.041
		狹橋個數(C_{12})	0.054	0.028
		隧道個數(C_{13})	0.016	0.009
環境	0.062	懸崖比例(C_{14})	0.042	0.003
		路燈數(C_{15})	0.314	0.019
		視距不良(C_{16})	0.148	0.009
		眩光處(C_{17})	0.203	0.012
		護欄不良(C_{18})	0.061	0.004
		土石流處(C_{19})	0.083	0.005
		號誌(C_{20})	0.026	0.002
		標限標誌(C_{21})	0.012	0.001
		路邊障礙物(C_{22})	0.111	0.007

根據八條路段在各個評估準則的衡量值（如表 3），可轉換成【0,100】評分的績效值，績效值越大，表示危險程度越低，效用值就高。然後利用 SMARTER 評估方法，可求取八條路段的效用值，結果如表 5 所示。

表 5 各路段效用值

評估準則 (C_j)	權重 (w_j)	評估路段 (A_i) 評分值							
		A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8
行人量 (C_1)	0.068	100.0	75.0	50.0	25.0	100.0	25.0	100.0	0.0
肇事次數 (C_2)	0.203	75.0	0.0	25.0	100.0	0.0	100.0	87.5	87.5
交通量 (C_3)	0.041	100.0	98.9	97.8	97.4	90.9	75.9	68.0	0.0
重型車比例 (C_4)	0.089	100.0	93.0	93.8	93.0	78.1	42.4	40.2	0.0
車速變化 (C_5)	0.016	61.7	100.0	34.0	79.2	0.0	83.7	28.1	63.3
彎道數 (C_6)	0.079	41.2	0.0	29.4	94.1	64.7	52.9	100.0	100.0
急轉彎數 (C_7)	0.177	40.0	0.0	60.0	80.0	60.0	40.0	90.0	100.0
交叉路口數 (C_8)	0.058	80.0	100.0	100.0	60.0	80.0	40.0	100.0	0.0
鋪面狀況 (C_9)	0.112	50.0	0.0	75.0	0.0	75.0	25.0	100.0	25.0
坡度 (C_{10})	0.017	0.0	0.0	25.0	50.0	75.0	100.0	100.0	100.0
路寬變化 (C_{11})	0.041	80.0	0.0	100.0	80.0	80.0	40.0	80.0	60.0
狹橋個數 (C_{12})	0.028	50.0	0.0	100.0	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0
隧道個數 (C_{13})	0.009	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0	100.0	100.0
懸崖比例 (C_{14})	0.003	59.1	33.5	0.0	54.9	33.6	84.2	45.2	100.0
單位路燈數 (C_{15})	0.019	86.4	80.3	100.0	95.5	72.7	18.2	0.0	15.2
視距不良數 (C_{16})	0.009	60.0	0.0	60.0	70.0	50.0	40.0	100.0	60.0
眩光處 (C_{17})	0.012	50.0	0.0	0.0	100.0	50.0	100.0	100.0	100.0
護欄不良比例 (C_{18})	0.004	92.9	0.0	100.0	78.6	14.3	75.0	100.0	100.0
土石流區數 (C_{19})	0.005	100.0	0.0	60.0	80.0	80.0	100.0	100.0	100.0
號誌 (C_{20})	0.002	100.0	100.0	100.0	94.4	83.3	0.0	0.0	0.0
標線、標誌 (C_{21})	0.001	25.0	100.0	0.0	50.0	75.0	75.0	0.0	75.0
路邊障礙物 (C_{22})	0.007	100.0	100.0	50.0	25.0	75.0	25.0	75.0	0.0
路段效用值		66.828	27.350	60.363	72.012	57.386	56.886	84.563	58.419
路段危險程度排序		3	8	4	2	6	7	1	5

根據表 5 的評估結果，效用值越大表示危險程度越低，根據最低效用到最大效用的排序，得到八條路段危險程度的順序為：

$$A_2 - A_6 - A_5 - A_8 - A_3 - A_1 - A_4 - A_7$$

顯示路段 A_2 、 A_6 、 A_5 及 A_8 四條路段的危險程度較高，效用值未滿 60 分。學校當局宜針對此四條路段的交通安全加以改善，或提供改善建議給道路主管部門。

陸、結論

本研究結合 SMARTER 評估法、重心法求權重及層級評分法求取整體權重的方法，進行機車通學道路危險路段的評估。在評估層級結構方面，考量人、車、路、環境四項因素共 22 個評估準則，利用實地調查及專家判斷方式，進行各準則的衡量及準則重要順序的決定。最後以位處石碇大崙山區的華梵大學為例，進行學生騎乘機車通學道路危險路段的評估，將主要通學道路劃分為八條路段，再根據所研擬的評估層級結構，然後轉換成評分值，使得分數越高表示危險程度越低，最後利用 SMARTER 評估方法求得八條路段的綜合效用值，並據以進行路段危險程度的排序。

根據實證分析結果，顯示 A_2 、 A_6 、 A_5 及 A_8 四條路段的效用值均不滿 60 分，屬於較危險的通學路段。本研究根據此四條路段的潛在危險原因，提出表 6 的改善建議，可提供學校及道路主管部門的參考。

表 6 危險路段改善建議

路段	危險潛在原因	改善措施
A_2	<ul style="list-style-type: none"> ● 急轉彎處視距不良 ● 道路狹窄 ● 標線耗損不清楚 ● 山壁土石掉落 ● 山壁排水溝污泥淤積 ● 道路鋪面差 ● 防護欄不良 ● 狹橋處泥沙淤積 ● 路面減縮 ● 隧道內光線不足 ● 道路照明不足 	<ul style="list-style-type: none"> ● 設置凸透鏡 ● 擴寬道路使用面積 ● 重新規劃 ● 增設山壁水泥牆 ● 清除溝中污泥並加蓋 ● 重新鋪設路面 ● 增設並加高防護欄高度 ● 定期清除污泥 ● 增設警告標誌提醒行車安全 ● 增加隧道內光線照明 ● 增設道路照明設備
A_6	<ul style="list-style-type: none"> ● 分隔島處人多車多 ● 防護欄不足 ● 路旁違規停車 	<ul style="list-style-type: none"> ● 增設警告標示 ● 增設並加高護欄高度 ● 增設嚴禁路邊停車標誌且嚴格取締
A_5	<ul style="list-style-type: none"> ● 雙溪隧道光線不足 ● 轉彎處視距不良 ● 平溪叉路口鋪面差 ● 砂石車多 ● OK 便利商店設置凸 	<ul style="list-style-type: none"> ● 增加隧道內光線照明 ● 設置凸面鏡 ● 路口重鋪 ● 增設警告標誌 ● OK 便利商店前禁止停車
A_8	<ul style="list-style-type: none"> ● 路面鋪面差 ● 路旁違規停車 ● 部分號誌燈未發揮功效 	<ul style="list-style-type: none"> ● 重鋪路面 ● 嚴禁停車且警告行人小心車輛 ● 提請交通行政部門嚴格督促

參考文獻

1. 王佩勳(1990), *易肇事地點影響機車肇事與人為因素之狀況分析: 智慧型系統之建立*, 國立成功大學碩士論文。
2. 吳銘山(1998), *易肇事路段與路口改善績效評估與指標之建立---以台南市為例*, 交通運輸研究所碩士論文。
3. 林大煜、周永暉(1992), *台灣地區易肇事路段改善計畫作業手冊*, 交通部運輸研究所。
4. 林大煜、林豐福(1979), *台灣地區機車安全問題研究*, 台灣運輸經濟論文集, 497-532。
5. 林大煜、林豐福、林秋錦(1980), *機車安全問題研究*, 交通部運輸計劃委員會。
6. 林大煜、林豐福、張開國、葉祖宏(1998), *機車交通安全管理策略芻議*, 中華民國第二屆機車交通與安全研討會, 27-42。
7. 林豐裕(2000), *路口安全程度評估模式之研究*, 中央警察大學交通管理研究所碩士論文。
8. 侯尚志 (1983), *台北市車輛駕駛人違規行為--因素分析之研究*, 國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
9. 曾平毅(1999), *道路安全設計與分析*, 中央警察大學交通管理研究所, 上課講義。
10. 劉正華(1997), *駕駛行為之風險評估研究*, 東海大學統計學研究所碩士論文。
11. 鄭勝方 (1999), *易肇事地點評定方法之研究---台中縣為例*, 中央警察大學交通管理研究所碩士論文。
12. 鄧振源 (2002), *計畫評估：方法與應用*, 運籌規劃與管理研究中心系列叢書, 台北
13. Edwards, W. and F. H. Barron (1994), "SMARTS and SMARTER : Improved simple methods for multiattribute utility measurements," *Organizational Behavior and Human Decision Process* 60, 306-325.
14. Olson, D. L. and V. K. Dorai (1992), "Implementation of the centroid method of Solymosi and Dombi," *European Journal of Operational Research* 60 (1) ,117-129.
15. Saaty, T. L. (1980), *The analytic hierarchy process*, New York : McGraw-Hill Book Co.
16. Shinar, D. and McDowell, and T. H. Rockwell (1977), "Eye Movement In Curve Negotiation," *Human Factors* 19(1), 63-71.

