

平面路口右轉車輛停讓行人安全距離之研究

吳水威 Shoei-Uei, Wu¹ 邱美珍 Mei-Chen Chiu²

摘要

隨著行人路權問題被重視，各國政府皆有訂定法令保護行人在道路上之安全，其中右轉車輛對於在斑馬線上行走的行人威脅尤其甚大，因此我國內政部警政署規定右轉車輛須停讓行人四個枕木紋、而台北市政府規定右轉車輛須停讓行人 3 公尺，或許該項規定對行人可能不會造成生理上的威脅，但是是否行人的心理會造成威脅，係一值得研究的課題。為使行人在路口斑馬線能夠安全，除了行人遵守交通規則外，駕駛者的停讓行為也非常重要，因此，本研究針對車輛停讓行人安全距離模式建立與分析之課題進行研究，整體研究方法以系統分析法為主，而各研究流程採用「文獻評析法」、「抽樣問卷法」與「統計分析法」為主要研究方法。而以都市地區行人與車輛密集的交叉路口為研究範圍，並以新竹市與台北市為例。首先，針對行人安全感認進行問卷資料收集，並進行統計分析，得知台北市行人認為車輛停讓其之安全距離平均為 3.4 公尺，而新竹市為 3.2 公尺。接著本研究利用問卷調查結果，結合「運動學」、「路權理論」、「交通衝突理論」，進行右轉車輛停讓行人安全距離模式之影響因素分析，並建立模式，並以代表性人車衝突情況進行分析，研析車輛右轉速率與停讓距離等相關關係，期能可供相關機關參考。

關鍵詞：人車衝突、停讓、行人與右轉車輛

壹、前言

1.1 研究背景與動機

台灣是汽機車密度非常高的地區，道路汽機車車流混合情形普遍，且行人在道路上常感覺到「危險、驚慌、失措、無助」。根據台北市警察局交通大隊資料統計指出自民國 88 年以來，行人交通事故死亡人數都占交通事故死亡人數之三成左右，相較於其他歐美等先進國家，台灣地區的行人交通事故死亡人數偏高。

¹ 交通大學運輸科技與管理學系副教授(30010 新竹市大學路 1001 號，電話 03-5712121-31816，e-mail：suwu@faculty.nctu.edu.tw)

² 交通大學運輸科技與管理學系碩士班研究生(30010 新竹市大學路 1001 號，電話 03-5712121-57238，e-mail：pecy0530@yahoo.com.tw)

內政部警政署[1]曾規定：行人穿越道若有四格枕木紋以內都淨空時，車子才能右轉。而台北市「行人交通安全月」，則訂定取締車輛不停讓行人的標準為三公呎，上述安全距離或許可保障行人不致被車輛碰撞，但卻可能仍對行人的心理造成安全上的威脅，進而產生閃躲，讓車輛先行通過。因此，針對車輛右轉時，在不致於對行人造成心理與生理的傷害及威脅前提下，應在距行人多遠處即停車停讓之探討，即為本研究之動機。

1.2 研究目的與內容

鑑於台灣地區行人在交叉路口的死亡受傷人數眾多，因此本研究應用安全感認理念與交通衝突理論進行研究，以建立右轉車輛停讓行人適當安全距離之模式，並進一步探討內政部警政署與台北市「行人交通安全月」所規定之車輛停讓行人之安全距離是否適當，並供行政單位參考，盼可有效減低台灣地區行人交通事故死亡受傷人數，提高台灣行人在道路上的尊嚴及權利。

1.3 研究範圍與對象

本研究以「都市地區行人與車輛密集的交叉路口」為研究範圍，並以台北市與新竹市為例，針對平面交叉路口右轉車輛駕駛者與行人穿越道行人進行研究。

貳、 文獻回顧

2.1 安全感

韋氏大辭典對「安全感」的定義為：「免於危險、傷害及損失的感覺，一種安全的情形或品質」，即對於自身周遭環境安全性的感覺。欲評定運輸系統是否「安全」會因個人主觀之界定而有所差異，甚至難以數量化方式評估，然相對於安全之風險，不僅有明確的數學定義，並可藉由科學方法對某事件的風險進行評估，且「風險」與「安全」之間是一個相對存在的概念，但是安全或是不安全是個非常抽象的概念。概念上，「不安全」隱藏著「風險因素」(hazard)與「風險」(risk)的意涵，因此可以透過此一近似的概念來增進對「安全」的了解。Luhmanns (1993) 認為沒有絕對安全的觀念，因而不能期待透過技術設備的改善，就可以達到「免除風險」意義下之安全；因此，安全是一個抽象的概念，它必須依附在風險的概念之下，人們只能從風險的事物中，才能說出安全為何物。因此，本研究將利用「風險」概念來探討右轉車輛禮讓行人之適當安全距離。

2.2 風險感認

「風險認知 (Risk Perception)」即是人類在瞭解某特定風險」之後，透過直覺(intuitive)評估風險的過程。Rhona Flin, Kathryn Mearns 與 Rachael Gordon ,Mark Fleming[2] 指出人類以主觀決策對每天可能面臨的風險進行量化評估，即人類評估或認知風險時並非憑藉理性且科學化的衡量標準，這就是所謂的「風險認知」 (Risk Perception)，並以其所感認之結果從事所有活動。

風險感認的刺激來源可分成下列幾個方向[3]：(1) 直接的事務經驗；(2)

由他人得知事故；(3) 週遭環境所造成。

2.3 影響行人安全感之生理因素之相關文獻

影響行人安全感之生理因素包括有視覺、聽覺、行動力等因素，而影響安全感之生理因素為其人格特質，包括有神經質、外向性、經驗開放性宜人性及嚴謹性。

參、理論基礎與研究方法

本研究的主要理論基礎與研究方法如下：

一、理論基礎

(一)交通衝突理論

「交通衝突」一詞，Admussen 等[4]將其定義為「兩位或多位道路使用者於時空上彼此迫近，若雙方均不改變其移動則將會發生碰撞之風險情況」，另外交通衝突亦可定義為「由於兩個或者兩個以上交通行為者同一時刻共用同一個交通載體，或者交通行為者與交通載體之間由於設計本身或者外界環境干擾等原因，使得道路交通系統存在安全隱患，至少有一方交通行為者不得不改變原來的行進狀態。

(二)路權理論

路口由於分流、併流、交叉穿越等基本運行行為，其潛在交通衝突對路口安全造成極大威脅，因此，相關道路交通法規對於特定時空下之某些臨近路口車輛，規定其必須於先行停車或減速慢行，讓出路權，以讓相對用路人優先通行。一般而言，「路權」係以標誌、標線、號誌等交通控誌設施，或其他管制措施為實施，並以道路交通法規為其表現形式。目前「路權」一詞僅為交通運行學理上之分析，在交通法規中雖並非明確法律權利，但確實為一種用路權利，具有保護用路人之意涵。而路口之路權歸屬，主要係藉由行車管制號誌交互更迭，而控制各行向車流於特定時間之用路權利，以減少交通衝突與增進交通暢流。

二、研究方法

(一)變異數分析 (Analysis of Variance, ANOVA)

變異數分析主要是用來考驗三個或三個以上母群平均數的差異。在進行變異數分析時，Maxwell & Delaney[5]提出必須滿足三項假設：獨立性(independence)、常態性(normality)、變異數同質性(homogeneity of variability)。

(二)迴歸分析

迴歸分析是利用一組預測變數(自變數、獨立變數)對某一準則變數(應變數)建立關係式以便做為預測的依據。迴歸分析有三大功能，1. 做描述用 2. 做預測用 3. 做控制用。

肆、行人安全距離問卷調查與結果分析

本節透過行人問卷調查先行探討行人行經交叉路口行人穿越道時之安全感認，並進行研析，以供推導右轉車輛停讓行人適當安全距離模式之參考。

4.1 行人風險感認分析與行人感認安全距離模式架構

本研究研析影響行人風險感認之因素有個人特質(生理與心理特性)、生長背景(交通環境與社會環境)、技巧知識與事故經驗、年齡等。根據影響行人風險感認因素之分析，再透過前述所提及之風險感認之文獻與行人認為之適當安全距離之影響因素，本研究再進一步建立行人感認安全距離之研究架構。研析得知生理機能、外來訊息刺激、年齡、是否擁有駕照、謹慎性、焦慮性、過馬路之認知、是否有幾乎與車輛相撞經驗、是否有過車禍經驗等因素與行人認為之車輛停讓適當安全距離有正向關係；而性別有負向關係。

4.2 問卷信度分析與結果描述統計分析

(一)問卷信度分析

本研究之問卷，在設計及建構的過程中，主要係參考相關文獻，依學者所提之研究量表及理論，修改建構而成，且於問卷正式發放前進行初測，再依初測所得結果與受測者的建議，將問卷內容做適當的修正，所以相信本問卷在內容效度上應具有一定的水準。台北市有效問卷為 90 份，新竹市為 74 份，而問卷之信度台北市問卷整體信度為 0.9213，新竹市為 0.9154，兩市之信度皆良好。

(二)行人行經行人穿越道認知之描述統計分析

台北市與新竹市調查結果統計如表 1 及表 2 所示。

表 1 台北市車輛在停止線前行人過馬路情況統計表

行人位置\採取行動	停止	減速	加速	不變
行人剛踏上斑馬線	5(5.0%)	18(17.6%)	29(28.4%)	50(49.0%)
行人在斑馬線 1/4	2(2.0%)	36(35.3%)	39(38.2%)	25(24.5%)
行人在斑馬線 1/2	0(0.0%)	6(5.9%)	69(67.6%)	33(32.4%)
行人在斑馬線 3/4	0(0.0%)	0(0.0%)	12(11.8%)	90(88.2%)

註：() 內為行人位置選擇選項之行人百分比 資料來源：本研究整理

表 2 新竹市車輛在停止線前行人過馬路情況統計表

行人位置採取行動	停止	減速	加速	不變
行人剛踏上斑馬線	6(6.0%)	20(0.0%)	17(17.0%)	57(57.0%)
行人在斑馬線 1/4	5(5.0%)	23(23.0%)	44(44.0%)	28(28.0%)
行人在斑馬線 1/2	0(0.0%)	2(2.0%)	59(59.0%)	39(39.0%)
行人在斑馬線 3/4	0(0.0%)	3(3.0%)	23(23.0%)	74(74.0%)

註 () 內為行人位置選擇選項之行人百分比 資料來源：本研究整理

本研究將台北市與新竹市做一綜合分析得知，行人過馬路認為，當行人剛要踏上斑馬線或是快離開斑馬線時，通過路口時，會選擇速度不變，因為行人認為受車輛威脅較小，而在靠近斑馬線中央時，會選擇加快速度或減慢速度通過。另外，當車輛位置愈靠近行人行走之斑馬線時，受到車輛威脅的行人較車輛在停

止線前多。由交叉分析與卡方檢定，台北市與新竹市之受測者其性別、年齡、是否擁有駕照、是否幾乎與車輛相撞經驗、是否有過車禍經驗等因素與行人認為車輛應停讓之適當安全距離有顯著差異。至於個人背景脈絡與潛在變數之變異數分析方面，台北市與新竹市受測者之年齡與潛在變數符合變異數同質性檢定，因此進行變異數分析發現，生理機能、外來訊息刺激、焦慮性以及謹慎性在各年齡層間皆有顯著差異。其可能原因為年齡越大，生理機能就會愈衰退；外來訊息刺激也隨年齡層的增加而增加；謹慎性可能為由於年齡較大之受測者其生理機能退化而造成，因了解自己身體不如以往因此較謹慎。

4.3 行人感認安全距離模式之迴歸分析

影響台北市行人感認安全距離之因素有，性別、有車禍經驗、幾乎與車輛相撞、生理機能、外來訊息刺激、焦慮性、謹慎性受車輛影響情況，且模式是顯著的($P=0.037<0.05$)，且其調整過後之R平方達到0.647，因此可得到本研究之迴歸式為： $Y=0.18-0.296X_1+0.321X_2+0.358X_3+0.374X_4+0.473X_5+0.146X_6+0.156X_7+0.053X_8$

式中： Y：適當安全距離 X_1 ：性別 X_2 ：是否有車禍經驗
 X_3 ：是否幾乎與車輛相撞經驗 X_4 ：生理機能量表
 X_5 ：外來訊息刺激量表 X_6 ：焦慮性量表
 X_7 ：謹慎性量表 X_8 ：受車輛影響情況

影響新竹市行人認為之適當安全距離之因素有，性別、是否擁有汽車駕照、幾乎與車輛相撞經驗、生理機能、外來訊息刺激、焦慮性、受車輛影響程度，且模式是顯著的($P=0.026<0.05$)，且其調整過後之R平方達到0.759，因此可得到本研究之新竹市問卷迴歸式為：

$$Y=-1.166-0.087X_1-0.092X_2+0.117X_3+0.423X_4+0.518X_5+0.248X_6+1.791X_7$$

式中：Y：適當安全距離， X_1 ：性別， X_2 ：是否擁有汽車駕照
 X_3 ：是否幾乎與車輛相撞經驗， X_4 ：生理機能量表
 X_5 ：外來訊息刺激量表， X_6 ：焦慮性量表， X_7 ：受車輛影響程度

建立台北市與新竹市問卷資料之迴歸式後，本研究取所有受測者之各量表平均數，而性別、是否有事故經驗與是否幾乎與車輛相撞經驗則以0、1(0:否，1:是)代入迴歸式，得出台北市行人之停讓安全距離為3.4公尺，新竹市為3.15公尺。因此，新竹市與台北市的受測者所認為之適當安全距離大於台北市「行人交通安全月」規定之3公尺與內政部警政署規定之四個枕木紋(約三公尺)，由此可知對於新竹市與台北市行人而言，其穿越路口時心理還是會受車輛之威脅，而無法安心的通過路口。

五、平面交叉路口右轉車輛停讓行人安全距離模式建立與實証分析

5.1 影響因素分析

本研究考慮右轉車輛停讓行人適當安全距離模式之影響因素分為行人、車輛

以及路口幾何特性，說明如下：

一、路口幾何特性：

- 1.路口寬度：選取 6、8、10、12、14、16、18、20 公尺共 8 種路口寬度，以進行實例分析。另外，假設 6 至 12 公尺之道路寬為單車道，而 14 至 20 公尺之道路寬為雙車道。
- 2.車道數：車道數會影響右轉車輛轉彎之選擇，假設有單、雙車道兩種狀況。

二、行人

- 1.行人速率：2001 年台灣地區公路容量手冊中指出，行人在號誌化路口之第 15 百分位之速率為 1.2 公尺/秒，因此本研究將行人之速度假設為定值 1.2 公尺/秒，以進行研究分析。
- 2.行人位置：本研究考量之行人位置有剛要踏上斑馬線、在斑馬線 1/4、在斑馬線 1/2 以及行人在斑馬線 3/4 位置等四個位置。
- 3.行人安全感認：利用問卷調查所得距離台北市為 3.4 公尺，新竹市為 3.15 公尺。

三、車輛

- 1.車輛速度：以車輛速度為 5KPH、10KPH、15KPH、20KPH、25KPH 等五個速度進行分析。
- 2.車輛位置：假設車輛在停止線之前、車輛即將過其斑馬線前、車輛已在行人行走之斑馬線前等三個位置。
- 3.車輛轉彎半徑：圓形轉彎半徑與橢圓形轉彎半徑兩種。
- 4.車輛減速度(Deceleration Rate)：參考 Wolfgang S. Homburger, James H. Kell, David D. Perkins 所著之 Fundamentals of Traffic Engineering 第 13 版[6]本研究訂車輛之減速度為 $10\text{ft}/\text{sec}^2$ ，約為 $3.4\text{m}/\text{sec}^2$ 。

5.2 模式架構與建立

5.2.1 模式架構

本研究建立模式架構如圖 1 所示。

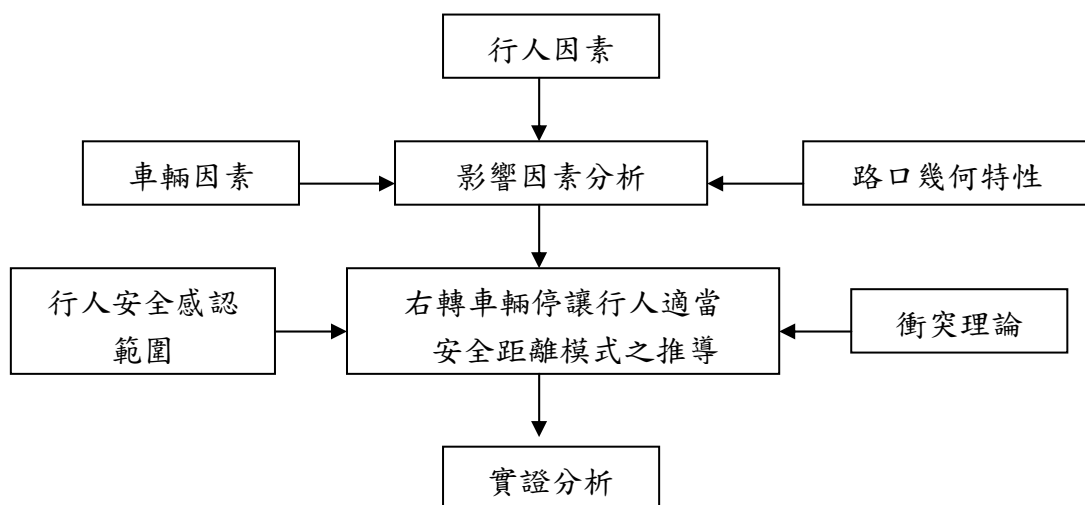


圖 1 右轉車輛停讓行人模式架構

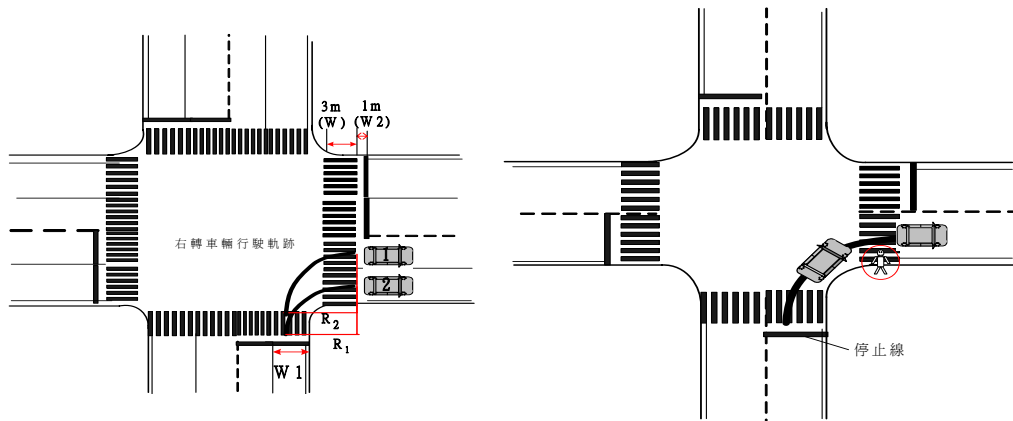
行人與車輛之衝突情況本研究以行人之行向不同以及車輛與行人之停讓情況不同分為六種情形。但因為行人行向只會影響其至與車輛衝突區之距離及行走所需時間不同，對於公式的推導沒有影響，因此下列將只針對(1)車輛可由行人前方通過路口(2)車輛可由行人後方通過路口(3)車輛與行人產生衝突三種情況進行公式之推導。號誌化平面路口示意圖如圖 2 所示，圖中之 W1 為車道寬度，W 為斑馬線寬度，W2 為停止線至斑馬線距離。車輛尺寸以小客車為主，車寬為 1.8 公尺，與車長為 5 公尺。

5.2.2 模式建立

本研究建立模式時考慮情況有，車輛可以由行人前方先行通過路口、車輛可以由行人後方通過路口，以及車輛與行人衝突，並且加入行人行向加以考量，建立判斷機制，本研究模式推導過程如下。

(一)車輛可由行人前方先行通過路口

當道路寬為 14 公尺~20 公尺情況下，因有雙車道，所以車輛可由行人前方通過路口的情況有兩種，如圖 2 中之車 1 及車 2 之行駛軌跡所示，而當道路寬為 6 公尺~12 公尺之單車道情況下，車輛要由行人前方通過路口情況即為圖中之車輛 2 之軌跡，因此下列將針對這三種情況做公式推導，當車輛要由行人前方通過路口時，行人之行向雖不同，但可用同一公式，因為行向不同，導致其至各衝突區之距離不同，所以只是影響行人到衝突區之時間，車輛不受影響。



(1) 雙車道

(2) 單車道

圖 2 單一、雙車道情況下，右轉車輛由行人前方通過路口轉彎軌跡示意圖

(1) 當為單車道情況與雙車道之外車道情況下

車輛利用圖 2 中之車輛 2 行駛之軌跡，利用雙車道之外車道進行右轉，且在行人到達衝突區減掉其安全感範圍前就已通過路口，其公式推導情況如下：

◆ 行人部份：

$$S_p - D = V_p T_p, \quad T_p = \frac{S_p - D}{V_p} \quad (1)$$

式中， S_p ：行人至衝突區之距離， V_p ：行人之行走速度(等速)

T_p ：行人至衝突區所需時間， D ：行人安全感範圍

◆ 車輛部份：

$$S_C = \frac{2\pi R_1}{4} + W_2 + L \quad (2)$$

$$T_C = \frac{S_C}{V_C} \quad (3)$$

式中， S_C ：車輛總行走距離， W_2 ：停止線至斑馬線之距離
 L ：車輛之車身長， R_1 ：車輛之行駛軌跡半徑(外車道)
 T_C ：車輛之總行走時間， V_C ：車輛行駛速度(5KPH~25KPH)

當車輛所行走之時間小於行人所行走之時間時，車輛可在行人通過路口前由行人前方通過路口，如公式(4)所示：

$$T_C < T_P \quad (4)$$

式中， T_P ：行人行走之時間， T_C ：車輛行走之時間

(2) 雙車道之內車道情況下

當在道路寬為 14 公尺~20 公尺情況下，車輛利用雙車道之內車道，圖 2 中之車輛 1 行駛軌跡，進行右轉，則車輛要在行人到達衝突區之前提早通過路口，其公式推導如下所示：

◆ 行人部份：

$$S_p - D = V_p T_p, \quad T_p = \frac{S_p - D}{V_p} \quad (5)$$

◆ 車輛部份：

$$S_C = \frac{S_{OC}}{4} + W_2 + L + W \quad (6)$$

$$T_C = \frac{S_C}{V_C} \quad (7)$$

式中， W ：斑馬線之寬， S_{OC} ：橢圓形週長

當車輛所行走之時間小於行人行走所需之時間，則表示說車輛在行人到達之前就已完成右轉，如公式(8)。

$$T_C < T_P \quad (8)$$

(二)車輛可由行人後方通過路口

當車輛要由行人後方通過路口時，行人行向亦不會影響公式，當為單車道時，車輛要由行人後方通過路口的公式與車輛由外車道右轉情況下一樣，只是差別在行人位置，在雙車道情況下，車輛亦有兩個路徑可由行人後方通過路口，下列將針對各情況做公式之推導。

(1) 當為單車道情況與雙車道之外車道情況下

當在道路寬為 6 公尺至 12 公尺之單車道車情況以及道路寬為 14 公尺至 20 公尺之雙車道外車道情況下，車輛右轉軌跡相同如圖 3 所示，要判斷右轉車輛是否可由行人後方通過路口，則需由行人與車輛行走所需時間作判斷，當車輛行走所需時間大於行人行走所需時間，則車輛可由行人後方通過路口。

◆ 行人部份：

$$S_p + D = V_p T_p \quad , \quad T_p = \frac{S_p + D}{V_p} \quad (9)$$

◆ 車輛部分

$$S_c = \frac{2\pi R_1}{4} + W_2 - W \quad (10)$$

$$T_c = \frac{S_c}{V_c} \quad (11)$$

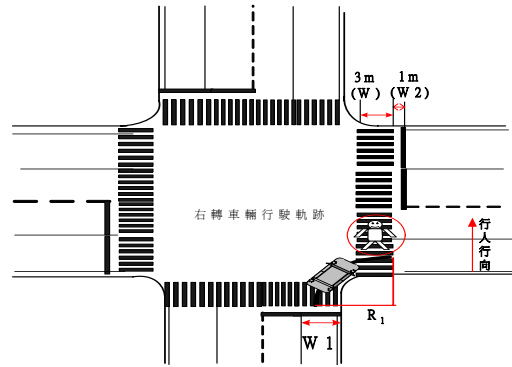


圖 3 車輛經外車道由行人後方通過路口

當車輛想由行人後方通過路口，則車輛所行走之時間必須大於行人所行走之時間，如公式(12)：

$$T_c > T_p \quad (12)$$

(2) 雙車道之內車道情況下

當車輛由道路寬為 14 公尺至 20 公尺雙車道之內車道右轉情況下，如圖 4，要判斷車輛是否能由行人後方通過路口，則須先推導出行人與車輛到達衝突區所需要之時間，當車輛所需時間大於行人所需時間，則車輛可經由內車道由行人後方通過路口，將分別針對行人與車輛進行公式推導：

◆ 行人部份：

$$S_p + D = V_p T_p \quad , \quad T_p = \frac{S_p + D}{V_p} \quad (13)$$

◆ 車輛部分

$$S_c = W + W_2 + \frac{S_{oc}}{4} - W = W_2 + \frac{S_{oc}}{4} \quad (14)$$

$$T_c = \frac{S_c}{V_c} \quad (15)$$

車輛要由行人後方通過路口，則必須要車輛行走所需時間大於行人行走所需時間，如公式(16)所示。

$$T_c > T_p \quad (16)$$

(三) 行人與車輛產生衝突

車輛與行人產生衝突，如圖 5 所示，就表示說車輛無法由行人後方或是前方通過路口，所以一定要停讓行人先通過再通行。這種情況下，車輛無論如何，一定要在行人安全感範圍外就停車，所以車輛末速度為零。

(1) 當為單車道情況與雙車道之外車道情況下

車輛由單車道(如圖 4 所示)或是雙車道之外車道(如圖 5 之衝突區 1)右轉情況下，車輛與行人產生衝突，車輛就必須要停讓行人，其判斷車輛是否與行人產生衝突原則為車輛以定減速度行駛至車輛停止，總共行走時間是否會大於、小於或等於車輛至衝突區距離減掉行人安全感範圍。

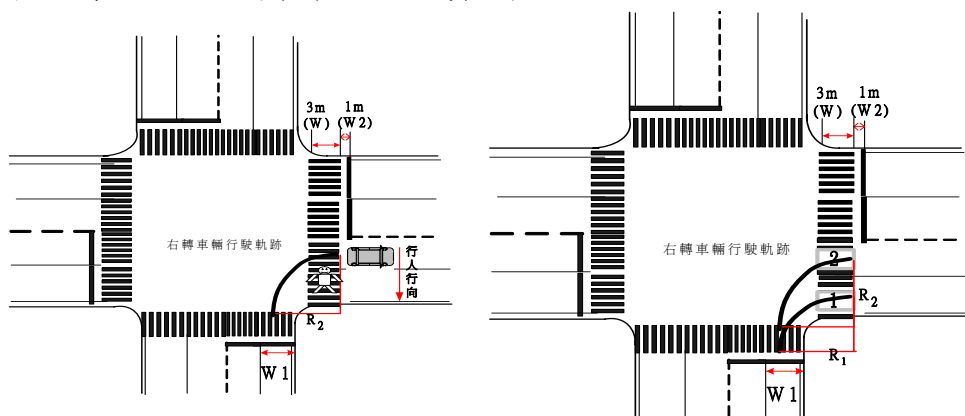


圖 4 車輛經內車道由行人後方通過路口 圖 5 雙車道情況下，右轉車輛與行人衝突區示意圖

$$V_2 = V_1 - aT, \quad 0 = V_1 - aT, \quad T = \frac{V_1}{a} \quad (17)$$

$$S = V_1 T - \frac{aT^2}{2} \quad (18)$$

式中， V_2 ：車輛之末速度(公尺/秒) ， V_1 ：車輛之初速度(公尺/秒)
 a ：車輛之減速度(公尺/秒²)(定值) ， T ：車輛行走之時間(公尺)
 S ：車輛行走距離(公尺)

車輛至衝突區距離減掉行人安全感範圍如公式(19)所示，車輛至衝突區距離為停止線至斑馬線距離+轉彎軌跡-1/2 斑馬線寬-行人安全感範圍。

$$S_c = W_2 + \frac{2\pi R_1}{4} - \frac{W}{2} - D \quad (19)$$

式中， S_c ：車輛總行走距離 ， W_2 ：停止線至斑馬線之距離
 R_1 ：車輛之行駛軌跡半徑， W ：斑馬線之寬
 D ：行人安全感範圍

當公式(18)中所算出之車輛行走距離小於或等於公式(19)所算出之車輛至衝突區距離減掉行人安全感範圍，則表示車輛可在行人安全感範圍外就停車，其判斷如公式(20)所示。

$$S < S_c \quad (20)$$

式中 S ：車輛以定減速度行駛至停止行走距離

S_c ：車輛至衝突區距離減掉行人安全感範圍

(2) 雙車道之內車道情況下

車輛由雙車道之內車道右轉與行人衝突情況如圖 5 之衝突區 2 所示，車輛亦以一定減速度行駛至車輛停止所形走之距離，如公式(22)所示，須小於車輛在各位置至衝突區距離減掉行人安全感範圍，如公式(23)所示。

$$V_2 = V_1 - aT, \quad 0 = V_1 - aT, \quad T = \frac{V_1}{a} \quad (21)$$

$$S = V_1 T - \frac{aT^2}{2} \quad (22)$$

$$S_c = W_2 + W + \frac{S_{oc}}{4} - \frac{W}{2} - D = W_2 + \frac{S_{oc}}{4} + \frac{W}{2} - D \quad (23)$$

當車輛以一定減速度行駛至停止所行走距離小於車輛至衝突區距離減掉行人安全感範圍時，表示說車輛可在行人安全感範圍外就停止，對行人不會造成威脅，如公式(24)所示。

$$S < S_c \quad (24)$$

5.3 實證分析

5.3.1 車輛轉彎軌跡長

本研究之考慮之道路型態有單車道及雙車道兩種，因此車輛右轉行駛軌跡有兩種，一為圓形軌跡，而另一軌跡為橢圓型(圖 6)。因此需利用橢圓周長計算公式來計算平面路口右轉車輛轉彎所行走之軌跡距離，考慮路寬度有 6 公尺、8 公尺、10 公尺、12 公尺、14 公尺、16 公尺、18 公尺、20 公尺下，車輛之轉彎行走距離，橢圓周長計算公式如下：

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (25)$$

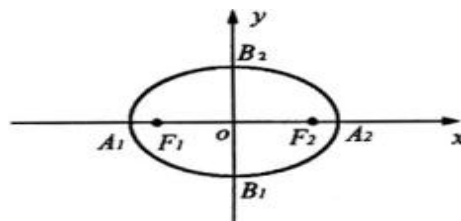


圖 6 橢圓圖形 資料來源：維其百科

本研究在進行實例分析前，假設斑馬線之橫向寬度 3 公尺，停止線到斑馬線之距離為 1 公尺，而道路寬在 14 公尺以上單向可能會有兩車道，因此本研究 14 公尺以下利用單車道來做分析，14 公尺以上才進行雙車道分析。本研究在計算右轉車輛軌跡時，先列出所有道路寬型況下之車道數，車道寬以及路肩寬，再算出車輛右轉之轉彎半徑，最後由於利用公式判斷並且算出橢圓的周長。

5.3 結果分析

5.3.1 單車道情況下

台北市與新竹市，在道路幾何情況為單車道情況下，根據之前對車輛是否可由行人前方或後方通過路口之分析，得知在單車道情況下，車輛皆無法由行人前方或是後方通過，因此在單車道情況下，車輛與行人一定會產生衝突，因此車輛需有一右轉速限，由表 3 可知，當車輛在停止線前時，其右轉速限皆在 15KPH 以上，因此本研究建議，在道路寬為 6 公尺到 12 公尺，車輛在停止線前準備右轉且速限為 15KPH。

表 3 台北市與新竹市單車道情況下，車輛在各位置及各道路寬情況下右轉速限

道路寬度	車輛在停止線前	車輛即將過其斑馬線前	車輛在行人行走之斑馬線前
6 公尺	15KPH 以下	不安全	不安全
8 公尺	15KPH 以下*	5KPH 以下	不安全
10 公尺	20KPH 以下	10KPH 以下	不安全
12 公尺	25KPH 以下	15KPH 以下	不安全

註：表中值分別為行人行向與車輛相同，相反的值 資料來源：本研究整理

*該項新竹市為 20KPH 以下

5.3.2 雙車道之外車道情況下

在雙車道之外車道情況下，因為車輛可由行人後方通過路口，所以本研究針對在各道路寬情況下，行人在不同位置情況下，車輛右轉之速限。

(1) 台北市

1. 道路寬為 14 公尺

(A) 行人剛要踏上斑馬線

表 4 台北市 14 公尺之外車道，行人剛要踏上斑馬線，車輛右轉情況

車速	停止線前	即將過其斑馬線前	在行人行走之斑馬線前
5KPH	安全停止，安全停止	不安全，不安全	不安全，不安全
10KPH	安全停止，安全停止	不安全，不安全	不安全，不安全
15KPH	安全停止，安全停止	不安全，不安全	不安全，不安全
20KPH	不安全，不安全	不安全，不安全	不安全，前方通過
25KPH	不安全，不安全	不安全，前方通過	不安全，前方通過

註：表中值分別為行人行向與車輛相同，相反的值 資料來源：本研究整理

(B) 行人在斑馬線 1/4 位置

表 5 台北市 14 公尺之外車道，行人在斑馬線 1/4 位置，車輛右轉情況

車速	在停止線前	即將過其斑馬線前	在行人行走之斑馬線前
5KPH	後方通過，安全停止	不安全，不安全	不安全，不安全
10KPH	安全停止，安全停止	不安全，不安全	不安全，不安全
15KPH	安全停止，安全停止	不安全，不安全	不安全，不安全
20KPH	不安全，不安全	不安全，不安全	不安全，不安全
25KPH	不安全，不安全	不安全，不安全	不安全，不安全

註：表中值分別為行人行向與車輛相同，相反的值

資料來源：本研究整理

(C)行人在斑馬線 1/2 位置

表 6 台北市 14 公尺之外車道，行人在斑馬線 1/2 位置，車輛右轉情況

車速	在停止線前	即將過其斑馬線前	在行人行走之斑馬線前
5KPH	後方通過，安全停止	不安全，不安全	不安全，不安全
10KPH	後方通過，安全停止	不安全，不安全	不安全，不安全
15KPH	安全停止，安全停止	不安全，不安全	不安全，不安全
20KPH	不安全，不安全	不安全，不安全	不安全，不安全
25KPH	不安全，不安全	不安全，不安全	不安全，不安全

註：表中值分別為行人行向與車輛相同，相反的值

資料來源：本研究整理

(D)行人在斑馬線 3/4 位置

表 7 台北市 14 公尺之外車道，行人在斑馬線 3/4 位置，車輛右轉情況

車速	在停止線前	即將過其斑馬線前	在行人行走之斑馬線前
5KPH	後方通過，安全停止	後方通過，不安全	後方通過，不安全
10KPH	後方通過，安全停止	後方通過，不安全	後方通過，不安全
15KPH	後方通過，安全停止	後方通過，不安全	後方通過，不安全
20KPH	後方通過，不安全	後方通過，不安全	後方通過，不安全
25KPH	後方通過，不安全	後方通過，不安全	後方通過，不安全

註：表中值分別為行人行向與車輛相同，相反的值

資料來源：本研究整理

由表 4、5、6、7 可知，只有車輛在停止線前，且車輛速限為 15KPH 時，雙向行人通過路口才會皆感到安全，所以本研究建議，在道路寬為 14 公尺且車輛由外車道右轉情況下，車速限制為 15KPH 以下。

2. 道路寬為 16、18、20 公尺

車輛在道路寬為 16、18、20 公尺情況下，車輛在停止線前，車輛速限分別為 20、20、25KPH，或是車輛即將過其斑馬線前且車輛速限分別為 5、15、15KPH，則車輛不會對行人造成威脅，讓行人可安全的通過路口。

(2) 新竹市

1. 道路寬為 14 公尺

車輛在停止線前，且車速分別為 15KPH 以下時，行人通過路口才會感到安全，當車輛在其他位置時，沒有任何通過路口的情況不會對行人造成威脅，所以本研究建議，在道路寬為 14 公尺且車輛在停止線前由外車道右轉情況下，車速限制為 15KPH。

2. 道路寬為 16、18、20 公尺

車輛在道路寬為 16、18、20 公尺情況下，車輛在停止線前，車輛速限分別為在 20、20、25KPH 或是是車輛即將過其斑馬線前且速限為 10、15、15KPH 情況下，不會對行人造成威脅，讓任何行向行人皆可安全的通過路口。

5.3.3 雙車道之內車道情況下

在雙車道之內車道情況下，因為車輛可由行人前方通過路口以及與行人產生衝突，所以本研究結合這兩種情況針對在各道路寬情況下，行人在不同位置，車輛右轉之速限。

(1)台北市

1. 道路寬為 14 公尺

當在道路寬為 14 公尺，車輛由雙車道之內車道右轉，且車輛在停止線前，速限為 25KPH，或是車輛即將過其斑馬線前速限為 15KPH，皆可以在行人安全感範圍外就停止禮讓行人，因此本研究建議，當在道路寬 14 公尺，車輛在停止線前車輛，速限為 25KPH，或是車輛即將過其斑馬線前，車輛速限為 15KPH。

2. 道路寬為 16 公尺

當在道路寬為 16 公尺，車輛由雙車道之內車道右轉，且車輛在停止線前，則其速度在 25KPH 以下，或是車輛即將過其斑馬線前且速度在 20KPH 以下，行人皆可以不受車輛威脅通過路口，因此本研究建議，當在道路寬 16 公尺，車輛由內車道右轉，車輛在停止線前，其速限為 25KPH，或是車輛即將過其斑馬線前，其速限為 20KPH。

3. 道路寬為 18 公尺

當在道路寬為 18 公尺，車輛由雙車道之內車道右轉，且車輛在停止線前或是即將過其斑馬線前，車輛速度在 25KPH 以下，對行人皆不會造成威脅，因此本研究建議，當在道路寬 18 公尺，車輛由內車道右轉且在停止線前或即將過其斑馬線前，其速限為 25KPH。

4. 道路寬為 20 公尺

當在道路寬為 20 公尺，車輛由內車道右轉，且車輛在停止線前或是即將過其斑馬線前，車輛速度在 25KPH 以下轉彎，行人可以不受威脅的通過路口，因此本研究建議，在道路寬為 20 公尺，車輛在停止線前或即將過其斑馬線前，其速限為 25KPH。

(2)新竹市

1.道路寬為 14 公尺

當在道路寬為 14 公尺，車輛由雙車道之內車道右轉，且車輛在停止線前，其速限為 25KPH 或是車輛即將過其斑馬線前速限為 15KPH 情況下，車輛不會對行人造成威脅，因此本研究建議，當在道路寬 14 公尺，車輛由內車道右轉情況下，其轉彎速限為 25KPH，或是車輛即將過其斑馬線前且轉彎速限為 15KPH。

2. 道路寬為 16 公尺

當在道路寬為 16 公尺，車輛由雙車道之內車道右轉，且車輛在停止線前，其速限為 25KPH，或是車輛即將過其斑馬線前且速限為 20KPH，行人皆可以不受車輛威脅，安全通過路口，因此本研究建議，當在道路寬 16 公尺，車輛由內車道右轉情況下，車輛在停止線前其速限為 25KPH 或是車輛即將過其斑馬線前其速限為 20KPH。

3.道路寬為 18 公尺

當在道路寬為 18 公尺，車輛由雙車道之內車道右轉，且車輛在停止線前或是即將過其斑馬線前，車輛速限為 25KPH，車輛皆不會對行人造成威脅，因此本研究建議，當在道路寬 18 公尺，車輛由內車道右轉情況下，其速限為 25KPH。

4.道路寬為 20 公尺

當在道路寬為 20 公尺，車輛由內車道右轉，車輛在斑馬線前或即將過其斑馬線前，車輛速限 25KPH，則行人可以不受威脅的通過路口，因此本研究建議，在此情況下，車輛速限為 25KPH。

陸、結論與建議

本研究針對平面交叉路口車輛停讓行人安全距離模式建立與分析之課題進行研究，整體研究方法以系統分析法為主，而各研究流程採用「文獻評析法」、「抽樣問卷法」與「統計分析法」為主要研究方法。並以「運動學」、「路權理論」、「交通衝突理論」，進行右轉車輛停讓行人安全距離模式之影響因素分析，而建立模式，並以代表性人車衝突情況進行分析，研析車輛右轉速率與停讓距離等相關關係，經由實證分析證實研究結果具有可行性。未來可考慮車輛減速變化、速度變化、位置連續變化及行人速度變化、位置連續變化等再進行研究。

參考文獻

1. 內政部警政署，網址：<http://www.npa.gov.tw/>
2. Rhona Flin ,Kathryn Mearns ,Rachael Gordon and Mark Fleming, Risk perception by, offshore workers on UKoil and gas platforms, Safety Science 22, 131-145, 1996.
3. 林柏丞，「青少年交通安全風險感認之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 85 年 6 月。
4. Admussen, F. H., and Hyden, C. ,Eds ,“Proceeding of first workshop on traffic conflicts”, Institute of Transport Economics, Oslo/Lund Institute of Technology, Oslo, Norway, 1977.
5. Maxwell,S.E.,& Delaney,H.D. , Designing experiments and analyzing data. Belmont, 1990.
6. Wolfgang S. Homburger , James H. Kell , David D. Perkins , Fundamentals of Traffic Engineering 13th Edition , 1992.
7. 陳順宇，迴歸分析 第三版，民國 89 年 7 月。
8. 台北市交通局，網址：<http://www.dot.taipei.gov.tw/ch/>

