

## 影響駕駛者搶越平交道之因素

吳宗修<sup>1</sup>、郭明仁<sup>2</sup>

### 摘要

本研究探討列車接近平交道，平交道保安設施開始啟動時，駕駛者自身因素與環境因素對駕駛者搶越平交道行為之影響；於新竹市的農會前平交道以及桃園縣的永豐路、興仁路與國際路進行觀察與資料收集，利用實地觀察的方式觀察駕駛者於平交道之搶越行為。後續使用敘述性統計來分析不同分類與分項下駕駛者搶越之比例，以及使用二元羅吉斯迴歸來分析哪些因素與駕駛者搶越平交道之行為有顯著之相關性。結果發現駕駛者之性別、年紀、駕駛車種、平交道號誌啟動時車輛行駛之速度以及當時距平交道前停止線之距離皆會顯著影響駕駛者搶越平交道之行為。所有顯著之影響因素中，唯有速度是能夠藉由執法或平交道設施等措施來影響，降低駕駛者行經平交道之行車速度，可以直接減少搶越平交道之比例，更可間接減少發生事故之機會。

**關鍵詞：**平交道、搶越

### 一、前言

目前台灣鐵路環島路網的各式平交道共計有 590 處，其中設有自動柵欄的第三種甲平交道 486 處。依據台灣鐵路管理局之統計，歷年平交道事故肇事原因有 98% 係歸責於公路用路人之違規行為，又以用路人違規闖越平交道之行為最為嚴重 [2]，而民國 93 至 96 年臺鐵行車事故中，平交道事故占總行車事故件數之 10.8%，另由傷亡人數觀察，平交道事故平均傷亡人數占台鐵行車事故所有傷亡人數之 31.9%，可見平交道事故相關問題之嚴重性。若由平交道事故肇事之原因分析，平均以搶越或闖越平交道發生之事故最多，占有所有平交道事故之 61.3%，其次為熄火或卡在平交道，占有所有事故之 14.4%，顯見造成平交道事故的主要原因是駕駛者搶越或闖越平交道。除了安全性的考量外，根據道路交通管理處罰條例第 44 條之規定 [3]，駕駛人不遵守看守人員之指示，或遮斷器開始放下，或警鈴已響、閃光號誌已顯示，仍強行闖越，將處以處新臺幣 600 元以上 1800 元以下之罰鍰；由上述處罰條例可得知，法規亦訂定相當嚴峻的罰鍰標準。

本研究探討在列車接近平交道，平交道的保安設備開始運作時，駕駛者自身因素與環境影響因素對於駕駛者搶越平交道行為之相關性。利用實地觀察駕駛人於平交道搶越行為之方式，收集相關資料並進行分析，找出各種影響駕駛行為之因素，以期能夠了解影響駕駛者選擇搶越或停止決策行為之主要因素，並希望研究結果能夠成為相關單位制定平交道相關政策之參考，提升平交道之行車安全。搶越平交道定義為當平交道保安設施啟動時，號誌開始閃爍至遮斷器完全放下前的時間，駕駛者不顧可能會被遮斷器卡在平交道中間的風險而搶越，這種行為類

<sup>1</sup>交通大學運輸科技與管理學系副教授兼系主任（聯絡地址：30070 新竹市大學路 1001 號，電話：03-5731998，E-mail: [thwoo@mail.nctu.edu.tw](mailto:thwoo@mail.nctu.edu.tw)）

<sup>2</sup>交通大學運輸科技與管理學系碩士

似於駕駛者於號誌化路口搶越黃燈的行為，亦有可能於黃燈轉變成紅燈時尚未完全通過交叉路口而發生危險。而遮斷器放下後，駕駛仍執意衝撞遮斷器而強行闖越平交道，則類似於駕駛者於號誌化交叉路口闖越紅燈的行為，實際能觀察到駕駛者闖越平交道而衝撞遮斷器行為的可能性太低，故不在本研究探討的範圍之中。

## 二、文獻回顧

本研究欲探討駕駛者自身因素與環境影響因素對於駕駛者在平交道搶越行為之影響，搶越平交道在某種程度上類似號誌化路口的搶黃燈，所以公路系統中對於搶越行為的分析，也是本研究文獻回顧欲探討的範圍。本節首先對平交道種類與平交道保安設備做簡單介紹，對於平交道安全、道路路口的駕駛行為研究、停等猶豫區、鐵路平交道的駕駛行為研究等文獻回顧也會加以回顧涵蓋。

### 2.1 平交道種類與相關法規

杜怡和(民92)[5]指出，台鐵平交道現行種類，有第一種平交道、第三種甲平交道、半封閉平交道、人工控制式平交道與專用平交道，各種平交道所用的設備不同，其中第三種甲平交道的定義為無看柵工駐守，但設有紅閃光警告燈、警鈴及自動遮斷器，當列車到達平交道前三十秒鐘以上時，紅閃光警告啟動、警鈴鳴響示警，待六至八秒鐘後遮斷器開始下降，經過六至十秒鐘後遮斷桿降至水平位置。若道路設有分車道或分隔島之平交道，在車道入口方之遮斷桿先開始下降，再經數秒鐘後，出口方之遮斷桿才開始下降，以便使已進入平交道之人、車能順利離開平交道。

道路交通管理處罰條例第44條[3]中規定，汽車駕駛人，行近鐵路平交道，不將時速減至15公里以下，將處新臺幣600元以上1800元以下罰鍰，而第54條中更訂下詳細的規範，汽車駕駛人，駕車在鐵路平交道有下列情形之一者，處新臺幣6000元以上12000元以下罰鍰。因而肇事者，並吊銷其駕駛執照：

- 一、不遵守看守人員之指示，或遮斷器開始放下，或警鈴已響、閃光號誌已顯示，仍強行闖越。
- 二、在無看守人員管理或無遮斷器、警鈴及閃光號誌設備之鐵路平交道，設有警告標誌或跳動路面，不依規定暫停，逕行通過。
- 三、在鐵路平交道超車、迴車、倒車、臨時停車或停車。

### 2.2 平交道安全

平交道相關安全的議題一直以來都是政府與學界相當重視的部份，因此國內外皆有許多相關的文獻，如Oh、Washington與Nam (2006)[12]的研究中發現，平均每日流量、平均每日列車流量、平交道是否接近商業區與是否有減速丘會顯著影響平交道事故發生的頻率，其中尤以減速丘的安裝可以顯著降低事故的頻率，並具有提升平交道安全的效果。Savage (2006)[13]研究指出，增加針對平交道安全相關的教育課程的確可以有效減少平交道事故的次數，平交道事故中，有很大部分的是駕駛者對風險認知的不足與對保安設施之不信任所造成，因此增進平交道安全不

能單純只從工程設計與執法的方向來執行，對於大眾平交道風險認知的教育亦是相當的重要。駕駛者搶越或闖越平交道之行為與平交道安全的議題有高度的相關性，因此有必要對駕駛行為相關之文獻做整理與收集，以了解駕駛人搶越平交道行為之特性。

## 2.3 路口駕駛行為研究

依據交通部95年之統計資料[4]，闖紅燈及其他不遵守號誌者占所有違規原因的10.46%，雖然違規闖越未必會造成肇事，但違規闖越卻是一個重要的肇事危險因素。Retting與Greene (1997)[6]針對交通號誌的燈號調整對闖越及衝撞事件的影響進行相關研究，發現燈號變換時間的長度是影響紅燈闖越與衝撞風險一個重要的因素。Papaioannou (2007)[14]於希臘的研究，利用實地觀察駕駛者於路口之駕駛行為，分析駕駛者之性別、年齡、車速以及距離與駕駛者搶黃燈行為之相關性；發現性別、年齡、車速與距離皆會顯著影響駕駛者搶黃燈之行為，其中約有50%之駕駛者於綠燈轉變成黃燈時，接近交叉路口的速度超出速限，如此一來容易造成停等猶豫區之產生而影響行車安全，研究亦發現延長黃燈時相的時間對於解決這種現象沒有顯著的幫助，然而設置路口全紅時段卻對改善這種狀況有一定的助益。透過這種方法可以改善駕駛者「停等猶豫區」，如增加路口全面紅燈的時間，便可避免黃燈時車速過快來不及煞車而衝入路口的車輛，遭受到衝突方向車輛啟動後的衝撞。

## 2.4 停等猶豫區

根據 Gazis、Herman 與 Maradudin (1960)[9]提出之解釋，停等猶豫區(dilemma zone)乃是指駕駛者行駛於道路而欲通過一號誌化之交叉路口時，恰巧遭遇綠燈時相轉變成黃燈時相，且駕駛者離交叉路口仍有一段不易判定是否能夠安全通過的距離而猶豫通過交叉路口與否之區域。而駕駛者於鐵路平交道前列車即將通過而警示警鈴響起時所需經歷之猶豫區間，與駕駛者通過交叉路口黃燈時相時所經歷之停等猶豫區有相當程度之相似，因此駕駛者於交叉路口停等猶豫區之研究與其成果可以運用在鐵路平交道之研究上，根據 Coleman 與 Moon (1997)[15]於研究中提出之解釋，駕駛者通過平交道停等猶豫區之示意圖可表示如圖 1。

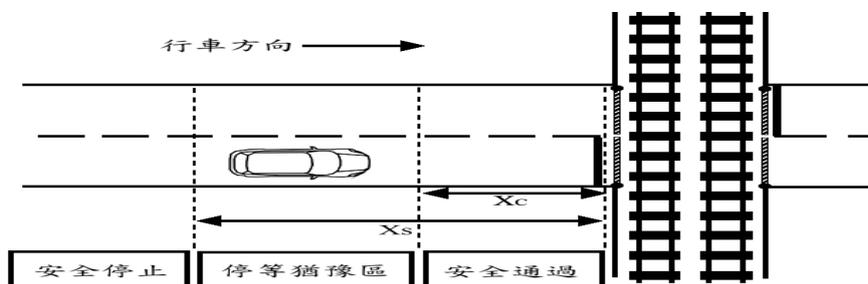


圖 1 鐵路平交道停等猶豫區之示意圖

$X_c$ 這段距離代表當平交道號誌啟動時，車輛離停止線能夠安全通過平交道之最長距離， $X_s$ 這段距離代表平交道號誌啟動時，車輛離停止線能夠安全停止在停止線前之最短距離，當 $X_s$ 大於 $X_c$ ，駕駛者落於圖中 $X_s$ 減去 $X_c$ 這段區域時，駕駛者已經

超過最短能夠安全停止的區域，卻尚未進入能夠安全通過的距離時，便會面臨兩難的狀況，便很有可能於遮斷器放下後仍未完全通過平交道，被困在平交道中間而發生危險。假設駕駛者的反應時間為 $t$ ，接近平交道的車速為 $v$ ，車輛的理論減速度為 $a$ ，因重力造成的減速度為 $G$ ，坡度為 $g$ ，則可知駕駛者最短能夠安全停止在停止線前的理論距離 $X_S$ 值為：

$$X_S = t \times v + \left[ \frac{v^2}{2(a + G \times g)} \right]$$

號誌開始閃爍至遮斷器開始放下的這段時間定義為遮斷器延滯時間(gate delay)，前遮斷器開始放下至後遮斷器開始放下的時間差距定義為閘門間隔(gate interval)，將兩者相加即為平交道運行時間，若平交道閘門延滯時間為 $T_D$ ，閘門間隔為 $T_I$ ，則平交道運行時間 $T_G$ 值為 $T_D + T_I$ 。假設駕駛者保持相同速度通過平交道，平交道的寬度為 $W$ ，車輛的長度為 $L$ ，停止線離遮斷器的距離為 $D$ ，則駕駛者保持一定速度下離平交道前停止線能夠安全通過的最長距離 $X_C$ 值為：

$$X_C = T_G \times v - (W + L + D) = (T_D + T_I)v - (W + L + D)$$

根據停等猶豫區的原理，若 $X_S$ 大於 $X_C$ 時就會有所謂停等猶豫區的發生，因此可以將 $X_S$ 等於 $X_C$ 當作一個臨界值。

## 2.5 鐵路平交道的駕駛行為

鐵路平交道是鐵路及公路兩種運輸工具的交會點，由於鐵路列車本身的特性使然，其車輛行駛原理、車速、煞車能力都與一般公路汽車不同，根據台灣鐵路管理局[1]之資料，一般行駛時速約為120 km/h，設定之減速度約為 $0.416 \text{ m/s}^2$ 。若不考慮其他環境因素下，必須花費相當長的距離與時間才能完全將列車停下，以時速120 km/h行駛，在一般減速度下，必須花80.13秒的時間將車完全停止，而此時煞車距離約為1335.47公尺。因此公路駕駛人若認為列車能在平交道發生異常時，即時採取應變措施、緊急煞車，恐非如其所預期。平交道事故所牽涉到的除了列車駕駛之外，尚包含公路汽車的駕駛人，既然汽車駕駛在面對道路路口時是由交通號誌來作為反應的準則，則面對平交道的號誌及警示裝置等設施時，是否也具有相同的行為反應？Richards與Heathington (1988)[7]曾針對駕駛人對於鐵路平交道的交通標誌與相關法律的認知作探討，其研究對象為美國田納西州176位駕駛人及35位執法員警，結果發現大多數駕駛人對平交道標誌有所混淆。Abraham, T.K. Datta and S. Datta (1998) [10]曾對美國密西根州37個鐵路平交道的違規及肇事紀錄作分析研究，藉以探討不同環境及交通特性下，違規與肇事間的關係，結果發現多軌道且多車道的平交道路口，由於有較大空間，駕駛人容易闖越，事故的發生機率也較高。Richards與Heathington (1990)[11]利用錄影設備觀察了將近兩個月共445個列車通過班次以及數千個駕駛人行為，發現當警示時間越長時，駕駛者搶越的比例亦越高，可能是駕駛者無法忍耐長時間等待所致。Pickett and Grayson (1996)[8]研究探討兩大主題：駕駛人在行經警示裝置已啟動、而即將有列車通過之平交道時，為何仍會闖越？是否有更好的方法讓駕駛人確實遵守？結果發現值得關心的是那些不願停止在平交道前的蓄意違規駕駛人，原因並非出自交通號誌的失誤，而純粹是駕駛人本身願冒風險，但卻可能因此造成重大傷亡；至於駕駛人無法察覺平交道，則應深入研究防治之道，使相關的號誌設施發揮功能。

### 三、研究架構與方法

經過相關文獻的回顧與收集後，對於平交道安全與駕駛行為相關之研究有相當程度之了解，因此參考過去相關研究提出之研究架構、方法以及其歸納之影響駕駛行為因素，提出研究之架構與方法。

#### 3.1 研究架構

影響駕駛者搶越平交道的因素相當複雜，將影響駕駛者搶越平交道的因素分成兩個主要的部份，即環境影響因素與駕駛者自身因素，環境影響因素主要包含車道數、駕駛者所需穿越之長度、道路線型、道路坡度、號誌時間長度等，皆為影響駕駛者判斷是否於平交道保安設施啟動後仍搶越平交道的的外在條件，駕駛者自身因素包含駕駛者性別、年紀、車種、接近平交道的車速、號誌啟動時離平交道的距離與駕駛者是否面臨停等猶豫區等，都是會影響駕駛者搶越平交道的自身條件，因此整合可能會影響駕駛者搶越行為之因素，形成研究之架構圖如下：

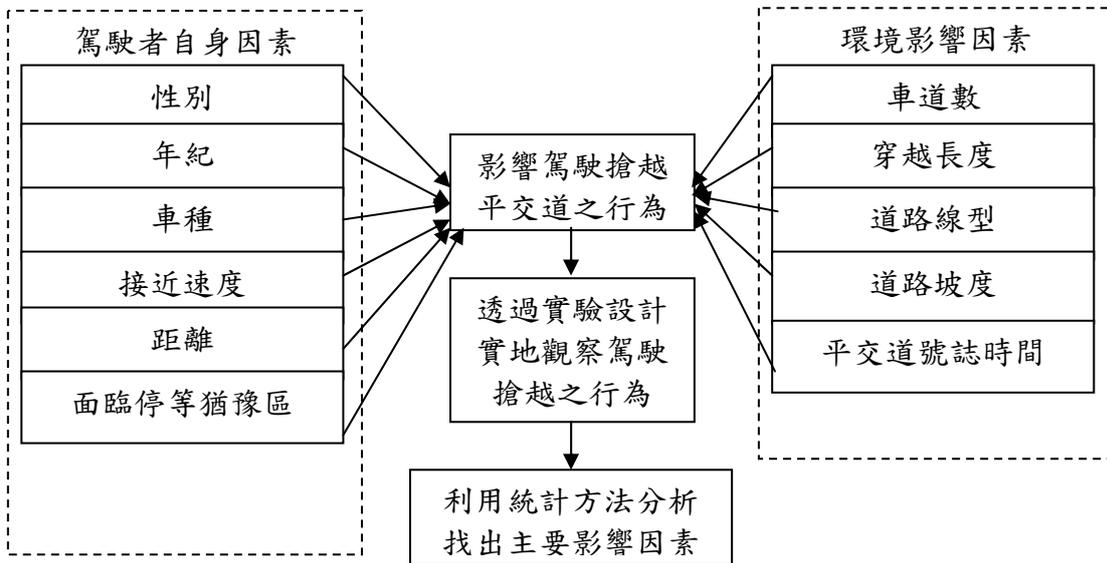


圖 2 研究架構圖

#### 3.2 實驗設計

在確立研究之架構後，為了能夠收集到駕駛者面臨平交道保安設施啟動而號誌開始閃爍時的駕駛行為資料，必須到平交道進行實地觀察與資料數據之收集，因此參考Papaioannou (2007)[14]針對駕駛者搶黃燈行為之相關研究中所進行的觀察性實驗，採用測速槍測量駕駛者面臨號誌啟動時的接近速度與距停止線的距離，將觀察與資料收集進行的方式以示意圖方式呈現，如圖3。

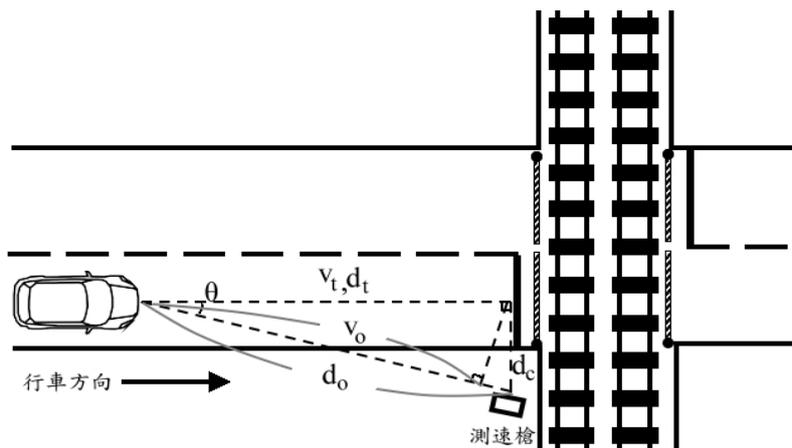


圖 3 現場資料蒐集示意圖

資料收集進行的地點選定具有號誌管制的第三種甲平交道，車輛行駛方向之道路必須與平交道直接相交，而非通過另一橫向交叉之道路才通過平交道，而資料收集的目標車輛是車隊中直接面臨平交道保安設施啟動的第一輛車，前方已經通過或正在通過平交道之車輛以及第一輛車後方跟隨之車輛皆不列入樣本。駕駛者自身影響因素資料收集包含性別，並將年紀分成三個群組，青壯年(18至40歲)、中年(41至64歲)與老年人(65歲以上)；車種則分成三種，即機車、小客車與大型客貨車；若機車騎士穿戴全罩式安全帽或是部分車輛擋風玻璃反光嚴重而無法判斷年紀與性別時，則在記錄資料時先將無法得知之資訊留空，該筆資料不列入二元羅吉斯模式迴歸分析之中，一般敘述性統計分析時仍會將該筆資料列入統計。

當距離小於15公尺時，觀測者便不易測量到車輛的速度與距離，因此在停止線前5公尺、10公尺與15公尺處路面以粉筆標示記號，當號誌啟動時駕駛者距停止線之距離小於15公尺，便可藉此得知其大約之位置。此外使用測速槍直接測量到的接近速度與距離並不是車輛真正的速度與距離，必須利用簡單的三角函數進行校正。除了收集每位駕駛者自身因素之資料外，觀察人員並收集影響駕駛者搶越平交道環境影響因素之相關資料，如道路寬度、車道數、平交道穿越之長度與軌道數等等資訊，以便做後續資料整理與分析。

### 3.3 統計方法

由於駕駛者選擇是否要於平交道保安設施啟動而號誌開始閃爍時搶越平交道乃屬於一種二元性的選擇邏輯，駕駛者的選擇只有搶越與不搶越兩種選項，因此可以適用於二元羅吉斯迴歸(Binary logistic regression)的模式[18]，根據二元羅吉斯迴歸之原理，假定第*i*位駕駛者選擇搶越的機率為 $P_i$ ，則 $P_i$ 之值為：

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-z_i}}$$

由於駕駛者只有兩種選項，則駕駛者選擇不搶越的機率即為 $1 - P_i$ ，而其中 $z$ 代表由解釋變數與駕駛者選擇是否要搶越結果所得之迴歸式，可將其表示如下：

$$z = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \dots + \beta_k X_k$$

$z$  之值為駕駛者是否搶越的結果，若選擇搶越則 $z$ 之值為1，反之若選擇不搶越則 $z$ 之值為0， $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 至 $x_k$ 代表各個解釋變數。 $x$ 代入的值可以是代表值亦可是實際值；以性別為例，若駕駛者為男性則可以用數字0代表男性，反之若駕駛者為女性則可用數字1代表女性；以接近速度為例，若接近速度為時速50公里則可直接將實際值50代入進行線性迴歸計算。當所有樣本代入進行迴歸式，可得之迴歸式中， $\alpha$ 代表線性迴歸式的常數值，而 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ 至 $\beta_k$ 分別代表解釋變數 $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 至 $x_k$ 迴歸後所得之係數，利用相關性檢定則可獲得各解釋變數與結果的相關性程度。

## 四、資料收集

在實際進行觀察與資料收集前，觀察人員必須執行資料收集進行之訓練與檢定，後續接著進行資料收集平交道之搜尋與過濾，以便能夠順利進行實地觀察與資料收集，以下章節將對這個部份做詳細之介紹。

### 4.1 觀察人員之訓練與檢定

實地觀察與資料收集進行的重點有兩個部份，第一個部份是測速儀器之操作，第二個部份則是駕駛者年紀性別之判斷，在實際進行資料收集之前，必須對觀察人員進行實驗器材操作之訓練與駕駛者年紀性別判斷之訓練與檢定，以便能夠確保觀察人員觀測所得之結果為正確且完整的。本研究使用之速度與距離測量儀器為Marksman LT120-20雷射測速槍[16]，觀察人員在進行資料收集時，必須將測速槍之槍托安裝上去，並且將槍托緊靠肩膀，保持持槍姿勢之穩定，利用測速槍上方望遠鏡中顯示之紅點，瞄準迎面而來之機車前方之前擋板或車輛引擎蓋之部份，並且扣動扳機，便可從測速槍顯示螢幕上得知車輛當時的速度與距離。由於觀察過程中必須得知駕駛者年紀與性別資料，為了確保所收集資料的準確性，必須對觀察人員進行判定駕駛者性別年紀之訓練與檢定，檢定方法使用Cohen's Kappa[17]檢定。此檢定法是由Cohen於1960年所提出，主要是評估兩觀測員間觀察與判定的信賴度，通常以 $K=0.7$ 做為信賴度的門檻，當 $K$ 值大於0.7時表示觀測員的觀測結果是值得信賴的，經由與新竹市東門街與民族路口所進行的檢定實驗後，發現兩位觀察人員對於駕駛者判定年齡性別能力 $K$ 值皆大於0.7，表示兩者判定的能力皆是可靠的。

### 4.2 資料收集之平交道

在決定實際進行資料收集的平交道前，必須經過大量之搜尋與過濾，考慮實驗之可行性與實際之需求後，才決定正式進行資料收集之地點。藉由台灣鐵路管理局[1]網站，平交道安全資訊區中的平交道基本資料查詢功能，初步過濾可能進行資料收集之平交道，在考慮前往資料收集地點之時間成本與可行性後，主要針對台北縣、桃園縣、新竹縣市與苗栗縣地區之平交道進行搜尋與過濾，搜尋適合資料收集之平交道必須考慮數個條件如下：

1. 與平交道相交道路之車流量
2. 與平交道相交道路之車道多寡
3. 與平交道相交道路之道路線形

4. 觀察方向道路是否與平交道直接相交
5. 觀察方向道路之長度
6. 交通號誌

根據上述之平交道篩選準則，研究人員於台北縣、桃園縣、新竹縣市與苗栗縣等 55 座平交道進行踏勘，篩選適合進行資料收集之平交道，經過實地踏勘後，篩選出四個適合資料收集的平交道，即桃園縣的國際路平交道、永豐路平交道與興仁路平交道以及新竹市的農會前平交道，於四座平交道資料收集之時數與收集樣本之數量整理如表 1。

表 1 樣本數統計表

	農會前	永豐路	國際路	興仁路	總和
資料收集時數	39 小時	38 小時	35 小時	33 小時	145 小時
觀察到之列車數目	394	344	297	288	1323
受紅綠燈或其他因素 無法取得資料之樣本	127	34	2	19	182
可用樣本	267	310	295	269	1141
資料完整樣本	198	184	168	172	722
無速度資料之樣本	38	77	102	70	287
無性別與年紀資料之 樣本	17	21	7	9	54
無性別、年紀與速度 資料之樣本	14	28	18	18	78

## 五、數據整理與分析

經過前後約三個月與總時數約 145 小時之樣本資料收集後，收集到 1141 筆可用之樣本，其中 722 筆為資料完整之樣本，符合二元羅吉斯迴歸設定之樣本需求，以下將對這些樣本進行整理與分析。

在分析不同分類下駕駛者搶越平交道之比例前，必須先將所收集樣本之數據進行轉換或校正，如駕駛者之速度與距離以及是否面臨停等猶豫區等，速度與距離之資料可以利用簡單的三角函數公式做轉換，而是否面臨停等猶豫區則必須利用 Coleman III 與 Moon (1997)[15]於平交道停等猶豫區相關研究中所提到之方程式來計算，根據方程式中的原理，駕駛者之車速必須高到一定程度上時才會面臨停等猶豫區。因此從平交道長度、號誌時間、車輛長度、車輛減速度與駕駛者反應時間等資訊來計算是否超出開始面臨停等猶豫區之門檻，分別計算於四座平交道，開始面臨停等猶豫區之所需最小之接近速度，整理如表 2。

表 2 面臨停等猶豫區所需車速表

平交道名稱	使駕駛者開始面臨停等猶豫區之所需最小接近速度		
	機車	小客(貨)車	大型客貨車
農會前平交道	182.75 km/h	148.33 km/h	100.70 km/h
永豐路平交道	225.81 km/h	190.07 km/h	140.94 km/h
國際路平交道	154.63 km/h	126.11 km/h	85.92 km/h
興仁路平交道	132.93 km/h	103.62 km/h	61.06 km/h

根據上表的結果，參照實地觀察所收集之樣本，發現所有樣本中，小客(貨)車與機車沒有速度超過 65 km/h 之樣本，而大型客貨車沒有速度超過 55 km/h 之樣本，因此所收集之樣本中，沒有車速超出面臨停等猶豫區所需門檻速度之樣本，可能是為了平交道安全而秒數設定較長，使得駕駛者面臨停等猶豫區之機會大大的降低，絕大部分之駕駛者皆有充分的時間可以選擇是否通過搶越平交道，因此是否面臨停等猶豫區便無法列入後續之分析當中。

## 5.1 樣本敘述性統計分析

完成樣本之數據進行之校正後，將駕駛者於不同分類下搶越平交道之比例整理如表3。

表 3 不同分類下駕駛者搶越平交道之比例

樣本分類與分項		樣本數	搶越比例
全體樣本		1141	0.413
平交道地點	農會前平交道	267	0.333
	永豐路平交道	310	0.393
	國際路平交道	295	0.488
	興仁路平交道	269	0.431
性別	男性	695	0.440
	女性	314	0.280
年紀	青壯年(18至40歲)	569	0.494
	中年(41至64歲)	356	0.278
	老年(65歲以上)	84	0.167
車種	機車	506	0.433
	小客(貨)車	537	0.384
	大型客貨車	98	0.469
接近平交道時之速度	10 km/h 以下	12	0.000
	11 至 15 km/h	36	0.056
	16 至 20 km/h	82	0.085
	21 至 25 km/h	148	0.128
	26 至 30 km/h	159	0.195
	31 至 35 km/h	133	0.316
	36 至 40 km/h	104	0.317
	41 至 45 km/h	54	0.481
	46 至 50 km/h	33	0.727
51 km/h 以上	15	0.733	
號誌啟動時距停止線之距離	5 m 以下	186	0.871
	6 至 10 m	87	0.690
	11 至 15 m	133	0.489
	16 至 20 m	91	0.418
	21 至 25 m	109	0.376
	26 至 30 m	89	0.315
	31 至 35 m	93	0.312
	36 至 40 m	96	0.229
	41 至 45 m	68	0.147
46 至 50 m	41	0.098	

	51 至 55 m	34	0.088
	56 至 60 m	34	0.088
	61 m 以上	80	0.075
車道數	雙車道	562	0.415
	超過雙車道	579	0.411
駕駛者必須 穿越之長度	15 公尺以下	295	0.488
	15 公尺以上	846	0.387
平交道 號誌秒數	19 秒以下	564	0.461
	19 秒以上	577	0.366
道路線型	穿越後直走	872	0.407
	穿越後轉彎	269	0.431
坡度	上坡(1.5° 以上)	310	0.393
	水平(±1.0° 內)	562	0.415
	下坡(-1.5° 以下)	269	0.431

分析表3統計之結果，全體樣本搶越之比例為0.413，男性駕駛搶越之比例為0.440，女性駕駛搶越之比例為0.280，男性駕駛搶越之比例較高可能是因為男性駕駛對事故風險承受度較高的緣故，青壯年駕駛搶越之比例為0.494，中年駕駛搶越之比例為0.278，老年駕駛搶越之比例為0.167，隨著年紀之增長，搶越比例有降低之趨勢，可能是隨著年紀之增長，反應與駕駛能力逐漸降低，對於事故風險承受度亦逐漸降低。

若比較不同車種之搶越比例，小客車駕駛搶越之比例為0.384，機車騎士搶越之比例為0.433，大型客貨車駕駛搶越之比例為0.469，機車騎士搶越比例較小客車駕駛高的原因可能是機車相較於小客車機動性較高，較不易受到平交道地形與環境限制所致，而大型客貨車駕駛搶越比例最高可能是大型客貨車起步或煞車相較於其他車種較為費力且耗油，大型客貨車駕駛可能為了省油或不願使運送之貨物受到衝擊與使乘客感受到不適，不願輕易急踩煞車，因此搶越之比例較高。若比較不同速度下之搶越比例，隨著速度之增加，搶越之比例逐漸上升，可能是當車速越快時，煞車使車輛停下來亦較為費力且耗油，因而提高搶越的比例。隨著距離之縮短，搶越之比例逐漸上升，可能是當距離越近時，越不易在停止線前平穩的停止，因而提高搶越之比例。

分析環境影響因素之部分，車道數為雙車道之平交道搶越比例為0.415，超過雙車道之搶越比例為0.411，兩者數值非常之相近，可以合理推斷駕駛者行駛道路之車道數對於搶越平交道之比例是沒有顯著影響的。穿越長度15公尺以下之搶越比例為0.488，15公尺以上之搶越比例為0.387，可以合理推斷穿越長度較短平交道搶越之比例越高。號誌時間19秒以下之平交道闖越比例為0.461，19秒以上之搶越比例為0.366，可以合理推斷號誌秒數較短之平交道搶越比例較高。穿越平交道後必須轉彎之平交道搶越比例為0.431，穿越平交道後可以直走之平交道搶越比例為0.407，兩者似乎沒有明顯之差異，因此可以推斷其對搶越之比例沒有明顯之影響，關於道路坡度之部分，通過平交道前之道路為下坡路段之搶越比例為0.431，水平路段搶越之比例為0.415，上坡路段之搶越比例為0.393，有隨著坡度提升而搶越比例逐漸降低之趨勢。

經過上述之分析後，發現駕駛者因素中，駕駛者之性別、年紀、駕駛車種、接近平交道之車速與距平交道停止線之距離，以及環境因素中，平交道號誌之秒數、穿越之寬度與道路坡度可能會影響駕駛者搶越平交道之行為，然而從敘述性

統計中只能看出大概之趨勢與輪廓，不能確實證明這些因素皆會顯著影響駕駛者搶越平交道之行為，或者其相對影響程度，因此以下部份將以二元羅吉斯模式來分析這些駕駛者自身因素與環境影響因素中，哪些是確實會顯著影響駕駛者搶越平交道行為之因素。

## 5.2 二元羅吉斯模式分析

駕駛者選擇是否要於平交道保安設施啟動而號誌開始閃爍時搶越平交道之行為，屬於一種二元性的選擇邏輯，駕駛者的選擇只有搶越與不搶越兩種選項，因此可以適用於二元羅吉斯迴歸的模式，研究分析與計算使用之統計軟體為SPSS，迴歸式中的應變數為是否搶越平交道，若選擇搶越平交道，則數值輸入1，反之，若選擇不搶越平交道，則數值輸入0。迴歸式中的因變數共有設10個，駕駛者自身因素部分，包含性別、年紀、駕駛車種、號誌啟動時之接近速度與當時距停止線之距離，性別若為女性，則數值輸入0，若為男性則數值輸入1；年紀若為青壯年，則數值輸入0，若為中年則輸入1，若為老年，則輸入2；駕駛車種若為小型客(貨)車，則數值輸入0，若為機車則輸入1，若為大型客貨車則輸入2；距離與車速則輸入測量到實際之數值。

環境影響因素包含車道數、穿越長度、號誌秒數、道路線型與坡度。車道數若為雙車道，則數值輸入0，超過雙車道則輸入1；穿越長度若為15公尺以下，則數值輸入0，15公尺以上則輸入1；若號誌秒數為19秒以下，則數值輸入0，19秒以上則輸入1；道路線型若為穿越後直走，則數值輸入0，若為穿越後必需轉彎則輸入1；坡度狀況若為下坡，則數值輸入0，水平則輸入1，下坡則輸入2，將資料完整輸入後，利用SPSS統計軟體進行二元羅吉斯迴歸，迴歸之結果整理如表4。

表 4 二元羅吉斯迴歸之結果 1(樣本數：722)

類別	$\beta$	S.E.	Wald	d.f.	p	EXP(B)
性別	0.802	0.264	9.247	1	0.002**	2.230
年紀	-0.854	0.213	16.125	1	0.000**	0.426
車種	0.428	0.177	5.858	1	0.016*	1.534
速度	0.204	0.018	123.865	1	0.000**	1.226
距離	-0.119	0.012	96.442	1	0.000**	0.888
車道數	-0.070	0.280	0.063	1	0.803	0.932
穿越長度	0.413	0.342	1.460	1	0.227	1.511
坡度	-0.069	0.158	0.190	1	0.663	1.071
號誌秒數	0.412	0.302	1.858	1	0.173	1.510
道路線型	0.274	0.334	0.673	1	0.412	1.316
常數	-4.299	0.620	48.144	1	0.000	0.014

註：p < 0.05 為顯著\*，p < 0.01 為極為顯著\*\*。

表中 $\beta$ 為該變數之係數，S.E.為 $\beta$ 之標準差，Wald為統計檢定值，若Wald值大於3.84，則該變數為顯著變數，d.f.代表該變數之自由度，p值亦為統計檢定值，若p小於0.05則該變數為顯著變數，若p小於0.01則是極為顯著，EXP(B)值為該變數之勝算比，從分析的結果發現，性別、年紀、車種、速度與距離變數之p值皆小於0.05，表示這五個變數皆為影響駕駛者搶越平交道之顯著變數。模式分析的結果與Papaioannou對於影響駕駛者搶黃登行為因素之研究結果相當接近，其研究發現性別、

年紀、號誌轉變為黃燈時之接近速度與當時距停止線之距離對於駕駛者搶黃燈之行為有顯著之影響，而駕駛者搶黃燈之行為類似於駕駛者搶越平交道之行為，亦間接印證了本研究模式分析之結果。

經過二元羅吉斯迴歸的分析後，然而環境影響因素之部分，皆無法到達 $p$ 小於0.05之門檻，表示環境影響因素對於駕駛者搶越平交道之行為影響皆是不顯著的，分析造成這種狀況之原因，可能為進行資料收集之平交道地點數量不夠之緣故，增加資料收集之平交道可能會改善這種狀況，後續之研究可以朝著個方向著手。若剔除不顯著之環境影響因素，單就駕駛者自身因素進行回歸分析，並加入各變數中不同類別之分析，可得迴歸之結果整理如表5。

表 5 二元羅吉斯迴歸之結果 2(樣本數：722)

類別	$\beta$	S.E.	Wald	d.f.	p	EXP(B)
性別	0.929	0.272	11.715	1	0.001**	2.533
年紀			14.215	2	0.001**	
中年	-0.754	0.252	8.986	1	0.003**	0.470
老年	-1.746	0.661	6.980	1	0.008**	0.174
車種			10.854	2	0.004**	
機車	0.853	0.262	10.589	1	0.001**	2.346
大客貨車	0.637	0.387	2.706	1	0.100	1.890
速度	0.207	0.019	124.723	1	0.000**	1.230
距離	-0.118	0.012	94.683	1	0.000**	0.889
常數	-4.406	0.562	61.480	1	0.000	0.012
模式	-2LL - 2LL <sub>0</sub>		Cox & Snell R <sup>2</sup>		Nagelkerke R <sup>2</sup>	
關聯強度	486.372		0.375		0.551	

註：p < 0.05 為顯著\*，p < 0.01 為極為顯著\*\*。

從分析之結果可發現，性別、年紀、車種、速度與距離之 $p$ 值皆小於0.01，表示這五個因素對於駕駛者搶越平交道行為之影響皆是極為顯著的。性別變數之EXP(B)值為2.533，表示男性與女性之間搶越之勝算比為2.533，即男性搶越平交道的機會為女性之2.533倍。年紀變數中，中年駕駛者之EXP(B)值為0.470，表示中年駕駛搶越平交道之機會為青壯年駕駛之0.470倍，同理老年駕駛搶越平交道之機會為青壯年之0.174倍，表示隨著年齡之增長，駕駛者搶越之機會亦顯著地降低。車種變數整體對於駕駛者搶越平交道行為之影響是顯著的，比較機車騎士與相對於小客(貨)車駕駛之搶越狀況，機車騎士搶越平交道之機會顯著大於小客(貨)車駕駛，為小客(貨)車駕駛之2.346倍，而大型客貨車駕駛相對於小客(貨)車駕駛之搶越狀況無法通過 $p$ 值小於0.05的門檻，可能是大型客貨車駕駛之樣本數相較於機車騎士與小客(貨)車駕駛少了許多，若增加大型客貨車駕駛之樣本數可能改善這種狀況。

關於速度與距離對於搶越行為之影響，由於車種、性別與年紀為類別變數，而速度與距離為連續變數，因此無法比較類別之間對於搶越行為之影響，僅能從係數之正負值來判斷對於搶越行為影響之趨勢，速度變數之係數為正值，表示隨著速度之提升，駕駛者搶越之機會顯著地上升，而距離變數之係數為負值，表示隨著距離之增加，駕駛者搶越之機會顯著地下降。若分析模式之解釋能力，利用統計軟體SPSS檢定而得之Cox & Snell R<sup>2</sup>值與Nagelkerke R<sup>2</sup>值各為0.375與0.551，表示模式有一定程度之解釋能力，然而上述之R<sup>2</sup>值只代表預測結果與影響變數之關聯強度，不代表模式解釋程度之百分比值。經過二元羅吉斯模式之分析後，發

現影響駕駛者搶越平交道之主要因素為性別、年紀、車種、接近速度與距離，分析結果與 Papaioannou [14]之研究結果相當接近，然而環境影響變數經過分析後發現對於駕駛者搶越行為之影響皆不顯著，可能是收集資料之平交道不足之緣故。

## 六、結論

本研究之主旨為探討列車接近平交道，平交道保安設施啟動而號誌開始閃爍時，影響駕駛者搶越平交道行為之因素，將影響駕駛者搶越平交道之因素分為駕駛者自身因素與環境影響因素，踏勘台北縣、桃園縣、新竹縣市與苗栗縣內等 55 座平交道後，篩選出四座適合進行觀察，經過前後三個月之資料收集後，配合敘述性統計以及二元羅吉斯模式來分析所收集到之資料，獲得下列之結果：

- (一) 本研究所觀察到之樣本，沒有發現車速到達產生停等猶豫區門檻之樣本，可能是平交道號誌設計時即考慮到相關的問題，將號誌之秒數延長，來避免駕駛者面臨停等猶豫區的狀況。
- (二) 駕駛者搶越之總搶越比例為 0.413；男性駕駛搶越之比例為 0.440，女性之比例為 0.280，男性搶越比例較高可能是因為男性駕駛對風險承受度較高的緣故；青壯年駕駛搶越之比例為 0.494，中年搶越之比例為 0.278，老年搶越之比例為 0.167，隨著年紀之增長，搶越比例有降低之趨勢，可能是隨著年紀之增長反應與駕駛能力逐漸降低，對於事故風險承受度亦逐漸降低，因而降低搶越之比例。
- (三) 小客車駕駛搶越之比例為 0.384，機車騎士搶越之比例為 0.433，大型客貨車駕駛搶越之比例為 0.469，機車搶越比例較小客車高的原因可能是機車相較於小客車機動性較高，較不易受到平交道地形與環境限制所致，而大型客貨車駕駛搶越比例最高可能是大型客貨車起步或煞車相較於其他車種較為費力且耗油，大型客貨車駕駛可能為了省油或不願使運送之貨物受到衝擊與使乘客感受到不適，不願輕易急踩煞車，因此搶越之比例較高。
- (四) 隨著速度之增加，搶越之比例逐漸上升，從時速 10 公里以下無人搶越，到時速 51 公里以上有接近四分之三比例之駕駛者搶越，原因是當車速越快時，煞車使車輛停下來亦較為費力且耗油，因此使駕駛者多半偏好保持相同的速度通過平交道，因而提高搶越的比例，隨著距離之縮短，搶越之比例逐漸上升，從距離 61 公尺以上搶越比例只有 0.075，到距離 5 公尺以內有接近九成比例之駕駛者搶越，可能是當距離越近時，越不易在停止線前平穩的停止，因而提高搶越之比例。
- (五) 車道數為雙車道之平交道搶越比例為 0.415，超過雙車道之搶越比例為 0.411，兩者數值非常之相近，推斷車道數對於搶越行為沒有顯著之影響。穿越長度 15 公尺以下之搶越比例為 0.488，15 公尺以上之搶越比例為 0.387，穿越長度較短平交道搶越之比例越高；穿越後必須轉彎之搶越比例為 0.431，可以直走之搶越比例為 0.407，兩者似乎沒有明顯之差異，可以推斷其對搶越之比例沒有明顯之影響。下坡路段之搶越比例為 0.431，水平路段搶越之比例為 0.415，上坡路段之搶越比例為 0.393，有隨著坡度提升而搶越比例逐漸降低之趨勢；號誌時間 19 秒以下之平交道闖越比例為 0.461，19 秒以上之搶越比例為 0.366，號誌秒數較短之平交道搶越比例較高。

- (六) 經過二元羅吉斯分析後，發現性別、年紀、車種、速度與距離皆為影響駕駛者搶越平交道之顯著變數，其中性別、年紀、速度與距離之 p 值更小於 0.01，表示對駕駛者搶越平交道行為之影響極為顯著。然而環境影響因素之部分皆不顯著，分析造成這種狀況之原因，可能為進行資料收集之平交道地點數量尚不足，若增加資料收集之平交道可能會改善這種狀況，後續之研究可以朝這個方向著手。
- (七) 男性與女性間搶越之勝算比為 2.533，即男性搶越平交道之機會為女性之 2.533 倍，而年紀變數中，中年駕駛者之 EXP(B) 值為 0.470，表示中年駕駛者搶越平交道之機會為青壯年駕駛者之 0.470 倍，同理老年駕駛者搶越平交道之機會為青壯年之 0.174 倍，表示隨著年齡之增長，駕駛者搶越之機會亦顯著地降低。
- (八) 比較機車騎士與相對於小客(貨)車駕駛人之搶越狀況，機車騎士搶越平交道之機會顯著大於小客(貨)車駕駛人，為小客(貨)車駕駛人之 2.346 倍，而大型客貨車駕駛人相對於小客(貨)車駕駛人之搶越狀況無法通過 p 值小於 0.05 的門檻，可能是大型客貨車駕駛之樣本數相較於機車騎士與小客(貨)車駕駛人少了許多，若增加大型客貨車駕駛人之樣本數可能改善這種狀況。

## 參考文獻

1. 台灣鐵路管理局，<http://www.railway.gov.tw/>，最後瀏覽日期民國 98 年 3 月 27 日。
2. 交通安全入口網，<http://168.motc.gov.tw/GIPSite/wSite/mp>，最後瀏覽日期民國 98 年 2 月 21 日。
3. 道路交通管理處罰條例，民國 97 年 05 月 28 日 修正。
4. 交通部網站，<http://www.motc.gov.tw>，最後瀏覽日期民國 97 年 8 月 23 日。
5. 杜怡和，「台鐵平交道安全問題之探討」，鐵道情報，第 149 期，pp.14-22，民國 92 年 11 月。
6. R.A. Retting, and Greene, M.A., Influence of Traffic Signal Timing on Red-Light Running and Potential Vehicle Conflicts at Urban Intersections, Transportation Research Record 1595, pp.1-7, 1997.
7. S.H. Richards, and K.W. Heathington, Motorist Understanding of Railroad-Highway Grade Crossing Traffic Control Devices and Associated Traffic Laws, Transportation Research Record 1160, pp.52-59, 1988.
8. M.W. Pickett, and G.B. Grayson, Vehicle Driver Behaviour at Level Crossings, HSE Contract Research Report No.98, 1996.
9. D.C. Gazis, R. Herman, and A. Maradudin, The problem of the yellow signal light traffic flow. Oper. Res. 8(1), p.p.112-132, 1960.
10. J. Abraham, T.K. Datta, and S. Datta, Driver Behavior at Rail-Highway Crossings, Transportation Research Record 1648, pp.28-34, 1998.
11. S.H. Richards, and K.W. Heathington, Assessment of Warning Time Needs at

Railroad-Highway Grade Crossings with Active Traffic Control, Transportation Research Record 1254, pp.72-84, 1990.

12. J. Oh, S.P. Washington, and D. Nam, Accident prediction model for railway-highway interfaces, Accident Analysis and Prevention 38, pp.346 – 356, 2006.
13. I. Savage, Does public education improve rail – highway crossing safety? , Accident Analysis and Prevention 38, p.p. 310 – 316, 2006.
14. P. Papaioannou, Driver behaviour, dilemma zone and safety effects at urban signalised intersections in Greece, Accident Analysis and Prevention 39 p.p. 147 – 158, 2007.
15. F. Coleman III and Y. J. Moon, Design of Gate Delay and Gate Interval Time for Four-Quadrant Gate System at Railroad- Highway Grade Crossings, Transportation Research Record no 1553, pp. 124-131, 1997.
16. Laser Technology Inc. , <http://www.lasertech.com/> °
17. J. A. Cohen., A coefficient of agreement for nominal scales, Educational and Psychological Measurement, vol. 20, pp. 37-46, 1960.
18. D. W. Hosmer, and S. Lemeshow, Applied Logistic Regression, 2nd ed., 2000.

