

國立交通大學  
運輸科技與管理學系碩士班

碩士論文

影響駕駛者搶越平交道之因素

Factors Affecting Drivers to Trespass the Grade Crossings



研究生：郭明仁

指導教授：吳宗修

中華民國九十八年七月

影響駕駛者搶越平交道之因素

Factors Affecting Drivers to Trespass the Grade Crossings

研究生：郭明仁  
指導教授：吳宗修

Student : Ming-Jen Kuo  
Advisor : T. Hugh Woo

國立交通大學  
運輸科技與管理學系  
碩士論文

A Thesis

Submitted to Department of Transportation Technology & Management

College of Management  
National Chiao Tung University  
in partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of  
Master  
1896  
in  
Transportation Technology & Management

The logo of National Chiao Tung University is a circular emblem. It features a central shield with a book and a lamp, symbolizing knowledge and enlightenment. The year '1896' is prominently displayed at the bottom of the shield. The entire emblem is surrounded by a gear-like border, representing industry and technology. The text 'National Chiao Tung University' and '1896' are integrated into the design.

July 2009

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年七月

# 影響駕駛者搶越平交道之因素

研究生：郭明仁

指導教授：吳宗修

國立交通大學運輸科技與管理學系

## 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影響因素對駕駛者搶越平交道行為之影響，利用實地觀察的方式觀察駕駛者於平交道之搶越行為，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。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。

關鍵字：鐵路平交道、駕駛行為、停等猶豫區、二元羅吉斯迴歸

# Factors Affecting Drivers to Trespass the Grade Crossings

Student: Ming-Jen Kuo

Advisor: T. Hugh Woo

Department of Transportation Technology and Management  
National Chiao Tung University

## **Abstract**

When trains are approaching the grade crossings and the signals of grade crossing were activated, driver and environment factors will affect drivers to trespass the grade crossings. The purpose of the study is to analyze the relationship between drivers' behaviors and the factors by observing the behaviors of trespassing at four grade crossings in Hsinchu and Taoyuan. The descriptive statistic analysis was used to analyze the proportions of trespassing in different categories, and logistic regression analysis was used to analyze which factors have the significant contribution. The results reveal that age and gender of driver, types of vehicles, approaching speed and the distance between vehicles and stopping line will affect the behaviors of trespassing significantly. Speed is the only factor that could be modified by regulations or grade crossing devices. Reducing speed of vehicles will reduce the chances of grade crossing trespassing directly, and it's also capable to decrease the risk of accidents indirectly.

Keywords: grade crossing, driving behaviors, dilemma zone, and logistic regression

## 誌謝

感謝恩師 吳宗修老師的指導，使得論文得以順利完成，在構思論文題目之初，遇到了許多觀念上的問題，無法釐清明確的研究方向，幸虧老師從旁耐心引導，使學生我能夠撥雲見日，逐漸釐清出題目的方向，而在求學期間，當我們遇到研究上的問題與困難時，老師也會利用深入淺出的方式，分析我們所遇到的問題，以及引領我們尋找解決問題的方向，老師平時的座右銘「鉅細靡遺，不厭其煩」，也對於研究的過程有莫大的幫助。除了學術與研究上的教學與指導外，老師也非常關心我們日常生活所遇到的問題，當我們面對困難或逆境時，也能夠雪中送炭，伸出即時援手，成為我們精神上的支柱，度過艱難與苦悶的研究所生活，感謝您！我最敬愛的吳老師。

在收集研究所需的資料過程中，特別感謝政鴻無怨無悔地幫忙，能夠不畏風雨地幫我去桃園做實驗，就算再累再煩也沒有任何怨言，如果沒有政鴻的幫忙，那麼這篇論文幾乎不可能完成，政鴻，實在太感謝你了，而在論文口試期間，感謝吳水威老師以及許尚華老師能夠在繁忙之中，挪出時間審查論文與前來口試，指正論文缺失之處，並提供許多寶貴的意見，讓論文能夠趨於完備。

研究所求學之初，感謝家駿學長、智明學長、永祥學長、盈君學姊的鼓勵與帶領，讓我研究所生活能夠快速步上軌道，而在求學期間也感謝雨薇、佩霖、政鴻、聖霖與冠霖的陪伴與支持，讓我的研究所生活能夠更加多采多姿。

最後要感謝我的家人與朋友，能夠適時傾聽我的煩惱，包容與原諒我的任性與不成熟，成為我繼續能夠完成論文的動力，在我苦悶時能夠適時給予我歡笑，在我灰心時能夠適時給予我鼓勵，在我難過時可以適時給我一個溫暖的擁抱，在我想出去走走的時候可以陪我上天下地，到處遨遊，感謝妳，我最親愛的家人與朋友。

郭明仁 謹誌

中華民國九十八年七月

於新竹交大

# 目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
圖目錄.....	vi
表目錄.....	vii
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 研究範圍.....	3
1.4 研究方法.....	3
1.5 研究流程.....	4
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 平交道種類與相關法規.....	7
2.2 平交道安全相關文獻回顧.....	9
2.3 駕駛行為之研究.....	10
2.3.1 道路路口的駕駛行為研究.....	11
2.4 停等猶豫區(dilemma zone).....	13
2.4.1 停等猶豫區.....	13
2.4.2 可選擇區域.....	14
2.4.3 停等猶豫區之相關文獻.....	15
2.4.4 鐵路平交道之停等猶豫區.....	16
2.5 鐵路平交道的駕駛行為研究.....	18
2.5.1 駕駛人對平交道控制裝置的認知.....	19
2.5.2 平交道事故與駕駛行為.....	19
2.5.3 警示時間控制與駕駛行為.....	23
2.6 文獻回顧小結.....	25
第三章 研究架構與方法.....	27
3.1 研究架構.....	27
3.1.1 影響駕駛者搶越平交道的環境影響因素.....	28
3.1.2 影響駕駛者搶越平交道的駕駛者自身因素.....	29
3.2 實驗設計.....	31
3.2.1 駕駛者年紀、性別與駕駛車種.....	32
3.2.2 車輛接近速度與距停止線之距離.....	33
3.3 統計方法.....	35

第四章 資料收集.....	38
4.1 觀察人員之訓練與檢定.....	38
4.1.1 測速儀器之操作與訓練：.....	38
4.1.2 性別與年紀判定之訓練.....	39
4.1.3 性別與年紀判定能力之檢定.....	40
4.2 資料收集之平交道.....	45
4.2.1 資料收集平交道之搜尋與過濾.....	45
4.2.2 資料收集平交道相關資料與樣本實際收集.....	49
第五章 數據整理與分析.....	55
5.1 樣本敘述性統計分析.....	55
5.1.1 樣本數據之轉換與校正.....	56
5.1.2 不同分類下駕駛者搶越平交道之比例.....	58
5.1.3 性別於速度與距離搶越比例之交叉分析.....	62
5.1.4 年紀於速度與距離搶越比例之交叉分析.....	64
5.1.5 駕駛車種於速度與距離搶越比例之交叉分析.....	67
5.1.6 不同平交道搶越比例之比較.....	69
5.2 二元羅吉斯模式分析.....	71
第六章 結論與建議.....	75
6.1 結論.....	75
6.2 建議.....	77
參考文獻.....	79
附表 1 性別年紀判斷能力檢定紀錄表.....	82
附表 2 實驗紀錄表.....	83
簡歷.....	84

## 圖目錄

圖 1.1 研究流程圖.....	6
圖 2.1 號誌化路口停等猶豫區之示意圖.....	14
圖 2.2 號誌化路口可選擇區域之示意圖.....	15
圖 2.3 鐵路平交道停等猶豫區之示意圖.....	17
圖 2.4 鐵路平交道可選擇區域之示意圖.....	18
圖 2.5 駕駛導引及控制程序.....	21
圖 2.6 資訊操作分區.....	21
圖 2.7 警示時間對駕駛人行為的影響.....	25
圖 3.1 研究架構圖.....	27
圖 3.2 實驗設計示意圖.....	33
圖 3.3 車輛位置誤差示意圖.....	34
圖 4.1 Marksman LTI20-20 雷射測速槍.....	39
圖 4.2 水鳥觀測數據整理示意圖.....	41
圖 4.3 農會前平交道.....	51
圖 4.4 永豐路平交道.....	51
圖 4.5 興仁路平交道.....	52
圖 4.6 國際路平交道.....	52
圖 5.1 不同車速之搶越比例圖.....	60
圖 5.2 不同距離之搶越比例圖.....	61
圖 5.3 男性與女性駕駛於不同速度之搶越比例.....	63
圖 5.4 男性與女性駕駛於不同距離之搶越比例.....	64
圖 5.5 青壯年與中老年駕駛於不同速度之搶越比例.....	65
圖 5.6 青壯年與中老年駕駛於不同距離之搶越比例.....	66
圖 5.7 機車騎士與小客(貨)車駕駛於不同速度之搶越比例.....	68
圖 5.8 機車騎士與小客(貨)車駕駛於不同距離之搶越比例.....	69



## 表目錄

表 1.1 臺鐵行車事故與平交道事故比較.....	1
表 1.2 臺鐵平交道事故按肇事原因分類.....	2
表 2.1 駕駛人在不同平交道的駕駛行為反應[30].....	24
表 4.1 水鳥觀測結果紀錄表.....	41
表 4.2 水鳥觀測數據整理表.....	41
表 4.3 觀測結果頻率表.....	42
表 4.4 觀測結果頻率表 2.....	42
表 4.5 機車騎士性別判斷能力檢定結果.....	43
表 4.6 機車騎士年紀判斷能力檢定結果.....	44
表 4.7 汽車駕駛性別與年紀判斷能力檢定結果.....	45
表 4.8 搜尋平交道一覽表.....	47
表 4.9 資料收集平交道資料整理表.....	50
表 4.10 樣本收集數量表.....	53
表 5.1 影響駕駛者搶越平交道之因素切分.....	55
表 5.2 平交道參數資料表.....	56
表 5.3 面臨停等猶豫區所需車速表.....	57
表 5.4 不同分類下駕駛者搶越平交道之比例.....	58
表 5.5 男性與女性駕駛於不同車速之搶越比例.....	62
表 5.6 男性與女性駕駛於不同距離之搶越比例.....	63
表 5.7 青壯年與中老年駕駛於不同車速之搶越比例.....	64
表 5.8 青壯年與中老年駕駛於不同距離之搶越比例.....	66
表 5.9 機車騎士與小客(貨)車駕駛於不同車速之搶越比例.....	67
表 5.10 機車騎士與小客(貨)車駕駛於不同距離之搶越比例.....	68
表 5.11 不同平交道之搶越比例.....	70
表 5.12 二元羅吉斯迴歸之結果 1.....	72
表 5.13 二元羅吉斯迴歸之結果 2.....	73

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

目前台灣鐵路環島路網的各式平交道共計有 590 處，其中有人看守的第一種平交道 14 處，第二種 2 處，設有自動柵欄的第三種甲平交道 486 處，半封閉式 34 處，手動控制 28 處，專用 26 處[1]。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，進一步分析發現，又以用路人違規闖越平交道之行為最為嚴重[2]。民國 93 至 96 年臺鐵行車事故平均 848 件中，平交道事故件數平均 91 件，占總行車事故件數之 10.8% (歷年來統計數字詳見下表 1.1)；而由傷亡人數觀察，93 至 96 年平交道事故平均傷亡人數佔台鐵行車事故所有平均傷亡人數之 31.9%，相對於平交道事故佔總事故之比例，平交道事故傷亡比例占台鐵所有事故傷亡相當高的比例，顯示出平交道事故相關問題之重要性。

表 1.1 臺鐵行車事故與平交道事故比較

年份	行車事故(含平交道事故)				平交道事故							
	件數 (件)	傷亡人數(人)			件數 (件)	占全部 行車事 故比例 (%)	傷亡人數(人)					
		合計	死亡	受傷			合計		死亡		受傷	
							人數	比例 (%)	人數	比例 (%)	人數	比例 (%)
93 年	819	208	99	109	101	12.3	70	33.7	34	34.3	36	33.0
94 年	877	192	77	115	106	12.1	68	35.4	29	37.7	39	33.9
95 年	862	182	98	84	83	9.6	58	31.9	29	29.6	29	34.5
96 年	835	182	79	103	77	9.2	48	26.4	25	31.6	23	22.3
平均	848	191	88	102	91	10.8	61	31.9	29	33.0	31	30.4

資料來源：臺灣鐵路管理局[1]

近年來臺鐵主要平交道事故中，搶越或闖越平交道發生之事故最多，平均為 56.25 件，佔所有平交道事故之 61.3%，其次為熄火或卡在平交道，平均為 13.25 件，佔所有事故 14.4%，顯示出造成平交道事故的主要原因是駕駛者搶越或闖越平交道。

表 1.2 臺鐵平交道事故按肇事原因分類

單位：件

肇事原因分類	93 年	94 年	95 年	96 年	平均
搶越或闖越平交道	63	64	56	42	56.25
熄火或卡在平交道	14	13	13	13	13.25
撞損遮斷機	0	1	1	1	0.75
平交道未淨空	9	11	4	7	7.75
跨越路線	3	3	5	4	3.75
汽機車駛入路線內	0	4	1	5	2.5
投石	0	2	0	1	0.75
工程車疏失	2	2	0	0	1
看柵工疏失	3	3	1	0	1.75
超過限高門	0	0	0	3	0.75
其他	7	3	2	1	3.25
總計	101	106	83	77	91.75

資料來源：臺灣鐵路管理局[1]

分析駕駛人搶越或闖越平交道之原因，可能是駕駛者有自信或認為還有充裕的時間能夠使其安全通過平交道，這些在平交道保安設備已開始運作後的蓄意搶越行為，可能受到駕駛者本身特性、平交道種類、管制方式與鐵公路型態等因素之影響，造成駕駛人的錯誤判斷。然而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，將處以處新臺幣六百元以上一千八百元以下之罰鍰，由上述處罰條例可得知，法規亦對搶越或闖越平交道訂定相當嚴峻的罰鍰標準，可見駕駛人搶越平交道問題之嚴重性。

## 1.2 研究目的

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，駕駛者自身特性、平交道屬性、管制方式以及鐵公路型態等因素與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，並希望研究之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。

### 1.3 研究範圍

搶越平交道即是當平交道保安設施啟動時，號誌開始閃爍，離遮斷器放下來仍有六至八秒的緩衝時間，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，由於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，因此不在研究探討的範圍之中。

行駛方向車道寬度與車道數、穿越長度與穿越軌道數、視線距離、交通狀況等等因素亦會影響駕駛人對於是否搶越平交道之決策。目前國內比例最大均為軌道數兩股的第三種甲平交道，所以在考量調查的可行性和受到研究時間與經費的限制下，僅針對第三種甲平交道進行調查，而所謂之第三種甲平交道為無看柵工駐守，但設有紅閃光警告燈、警鈴及自動遮斷器之平交道，關於平交道種類於文獻回顧部分將會做更詳細的整理與分析，而在公路型態部分則考慮雙車道與超過雙車道之道路，車輛種類考慮小客貨車、機車、大型客貨車，不考慮腳踏車或行人等其他類型。

### 1.4 研究方法

當火車抵達平交道前，平交道保安設備會開始運作，在警示系統開始運作後，中間尚有六至八秒的時間，遮斷器才會開始下降，研究探討影響此時行經平交道的駕駛人選擇搶越或是停止的決策關鍵點，透過實地調查和記錄駕駛者行為所蒐集的資料來進行分析，分析哪些因素與駕駛者選擇是否搶越平交道有顯著之相關性，並針對結果提出改善平交道安全可能之對策。

研究方法分為三個部份，第一部分為文獻評析法，即進行相關文獻資料之搜尋，搜尋國內外有關平交道安全、號誌化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，以了解國內外對這方面的研究所運用的方法與其結果，以供本研究參考，第二部份為觀察法，進行實地觀察與資料收集，在所觀察之鐵路平交道對其平交道屬性、管制方式、鐵公路型態等作實地的勘測，觀察平交道保安設備開始運作時，現場行經之車流狀況，以了解駕駛行為和蒐集資料，並以測速槍測量當平交道保安設施啟動時，駕駛者接近平交道的速度與其當時離平交道的距離作為後續資料分析所用。

第三部份為統計方法分析，對於實地觀察到駕駛人之行為與雷達測速槍所測量而得之資料，分析駕駛人對於平交道保安設備開始運作後之駕駛行為，利用二

元羅吉斯迴歸(Binary Logistic Regresson)分析哪些因素與駕駛者決定搶越平交道與否有高度的相關性，進而找出其決策關鍵點及主要影響因素。

## 1.5 研究流程

為了分析影響駕駛人在平交道保安設備運作後搶越或停等平交道的決策關鍵點及影響因素。將先對所觀察之平交道進行實地觀察與資料收集，在將所蒐集之資料進行分析討論，最後提出結論與建議。本研究流程如圖 1.1 所示。

研究的主要流程說明如下：

### 1. 研究背景與動機

由於平交道事故在第三種甲平交道發生的比例最高，在平交道保安設備已開始運作後的蓄意搶越行為，是造成平交道事故，影響平交道安全的主因，而法規中亦對搶越平交道訂定相當嚴峻的懲罰標準，因此本研究將探討影響駕駛人作出搶越平交道決策的主要影響因素。

### 2. 問題分析與界定

經由對研究背景的探討，為確定影響駕駛人搶越平交道的因素，本研究將先界定可能影響因素、確定研究問題、研究範圍與對象，以及研究最後預期達到之結果。

### 3. 相關文獻回顧

藉由文獻回顧了解相關研究，本研究將收集國內外相關研究調查，先對平交道種類和平交道保安設備做簡單介紹，對於平交道安全、號誌化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涵蓋在內。

### 4. 方法與架構之建立

選擇進行實地觀察的平交道，與決定所要觀察的項目。參考國內外文獻，歸納出研究方法與範疇。本研究以觀察駕駛人在平交道保安設備運作後，是否經過平交道的決策行為與關鍵點，探討在不同的鐵路、公路、車輛型態下，與駕駛人的決策行為之間的關連。

### 5. 資料蒐集與整理

本研究將實地觀察駕駛者的行為，在選定的平交道路口以測速槍測量當平交道保安設施啟動時，駕駛者接近平交道的速度與其當時離平交道的距離，並紀錄所觀測到該位駕駛人所駕駛之車種、年紀、性別與是否搶越平交道等等資料，以便做後續的分析所用。

## 6. 資料分析

資料回收後，對資料進行整理與分析，並利用二元羅吉斯模式分析各種因素與駕駛者是否搶越平交道決策之相關性。

## 7. 結論與建議

最後將分析的結果，針對影響駕駛人對於平交道保安設備運作的行為反應，進行結論與建議，來分析影響駕駛者搶越平交道之因素，進而能改善及提昇有關平交道保安設備，使傷亡事故降至最低，以維護平交道安全。

將以上研究流程整理如下圖：



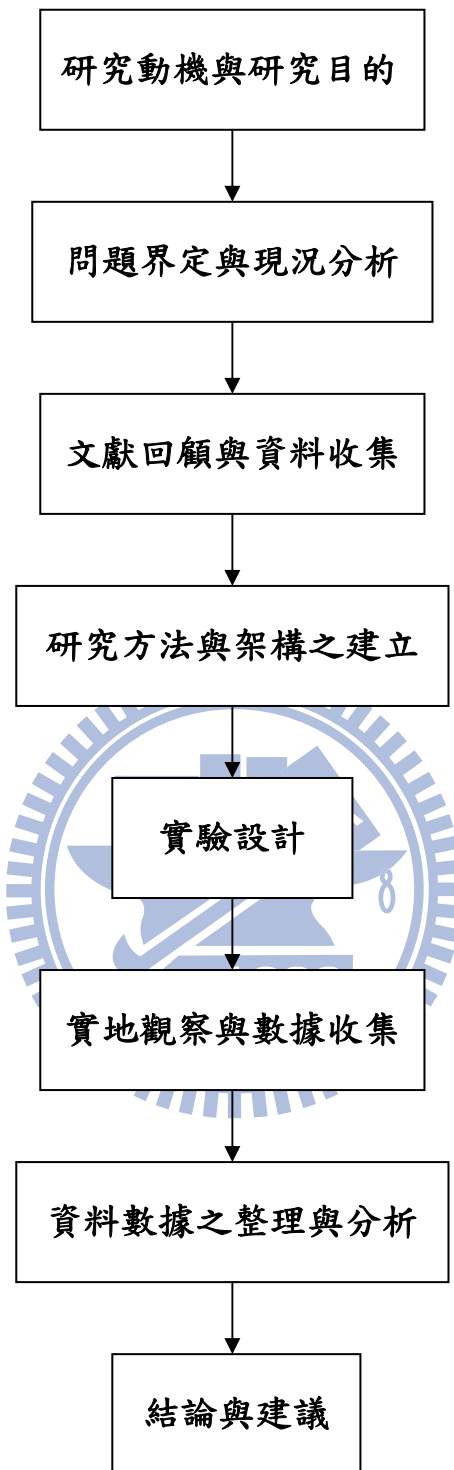


圖 1.1 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

研究探討平交道屬性、管制方式、鐵公路型態等因素對於駕駛人在平交道保安設備的開始運作後的駕駛行為。以往對平交道安全方面的研究，主要著重在平交道防護設施、管制策略與設備穩定性，以防範公路使用者搶越的行為上。搶越平交道的行為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。因此在本章中，先會對平交道種類和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涵蓋在內。

### 2.1 平交道種類與相關法規

根據「鐵路立體交叉及平交道防護設施設置標準與費用分攤規則」之規定[5]，依通過鐵路平交道每日交通量、軌距、瞭望距離等，將鐵路平交道分為四種，分別為第一種平交道、第二種平交道、第三種平交道與第四種平交道，而第三章防護設施設置標準第十四條之規定[5]，鐵路平交道除依規定設置標誌外，其設施及防護，依下列規定：

- 一、第一種鐵路平交道：設遮斷器及警報裝置，並應晝夜派看柵工駐守。
- 二、第二種鐵路平交道：設遮斷器及警報裝置，並應每日在規定時間內派看柵工駐守，或僅於列車通過時以人工操作，其駐守或操作時間應視行車業務情形，由鐵路機構規定之，但特殊情形或軌距未達 1.067 公尺者得免設遮斷器。
- 三、第三種鐵路平交道：設自動警報裝置及自動遮斷器，不派看柵工駐守，但軌距未達 1.067 公尺者得免設遮斷器，必要時得臨時派工防護。
- 四、第四種鐵路平交道：僅設平交道警告標誌，不派看柵工駐守，但因特殊情事，得臨時派工防護，除專用鐵路外，不得作為公私事業機構專用之平交道。

前項第一款至第三款之鐵路平交道，認為不宜供汽車通行者，得免設遮斷器，但其自動警報裝置之警報時間不得少於 20 秒鐘，並應在平交道兩側道路上釘樁禁止機器腳踏車以外之汽車通行。軌距未達 1.067 公尺者得免設警報裝置。



杜怡和(民 92)[6]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，分別說明如下：

#### 一、第一種平交道

日夜均派看柵工駐守，並設有升降式或臂木式柵欄、紅閃光警告燈、警鈴及列車接近電鈴。當列車到達平交道一至二分鐘前，接近電鈴鳴響，同時啟動紅閃光燈及電鈴，以警告行人及車輛後，看柵工再行辦理放下柵欄；待列車通過後，再由看柵工升起柵欄。

#### 二、第三種甲平交道

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。其控制方式，採用軌道電路方式連續控制，俟列車駛離平交道後警報器自動停止，遮斷桿升起。

#### 三、半封閉平交道

無看柵工駐守，平交道寬度以直立軌條加以縮小成 1.2 公尺至 1.5 公尺，以限制只能通行機慢車與行人。此類平交道原為已封閉或將封閉平交道，在居民抗爭下，以半封閉平交道妥協而成。此種平交道僅設有自動警報器（包含紅閃光警告燈與警鈴）。當列車接近前 20 秒鐘以上時，自動警報器動作，以警告人、車，至列車離開後，自動停止警告，其控制方式仍以軌道電路連續控制。

#### 四、人工控制式平交道

設有警報器和遮斷器，其旁立有按鈕。通過列車需一度停車，由車長或調車工按下警報器後，再行通過之平交道，多設於列車稀少的支線。

#### 五、專用平交道

為公司行號之自用平交道，由使用單位負責管理，其防護設備依各公司需要而有不同的設置。

另根據「交通部台灣鐵路管理局號誌裝置養護檢查作業程序」第九章平交道防護裝置第 287 條之規定[7]，平交道自動警報機，在列車到達平交道前，應有 20 秒以上之警告時間，裝有自動遮斷機之平交道，其警報時間，不得少於 30 秒，列車未通過平交道前，警告不得停止，遮斷機不得開放；第 291 條指出遮斷機之關閉動作，應在警報動作開始後，6 秒至 8 秒啟動，遮斷桿之關閉動作時間，應

在 6 秒至 10 秒以內，開放時間，應在 12 秒以內；第 297 條規定第一種平交道接近電鈴，應在列車到達 1 分鐘前，開始警告。

對於平交道保安系統運作時間的規定，都只訂定出最低限制，對於和鐵路相交的公路型態，並沒有加以考量，平交道保安系統應當是警示公路上的行人、車輛注意，以確保行車安全，但卻沒有考量到公路上的路寬、車道數等因素，似乎有失周全。

除了對平交道種類與號誌設施等等訂定相關規定外，亦對駕駛人行經平交道時訂定必須遵守的規範與準則，如道路交通標誌標線號誌設置規則[15]中，第 209 條中規定，鐵路平交道號誌雙盞紅燈開始交替閃爍時，表示行人與車輛均禁止進入平交道，車輛並應停止於停止線前，如已在平交道中，應迅速離開，在道路交通管理處罰條例[3]中，亦有相關之規定，如第 44 條中規定，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。

從上述相關的平交道設施與號誌設置準則與法規，以及駕駛者行經平交道所須遵循的相關規定，都可顯示出平交道安全的重要性以及相關機構對平交道安全的重視，以下部分將對平交道安全相關之文獻做整理與介紹。

## 2.2 平交道安全相關文獻回顧

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，如鄭子良(民 91)[8]利用攝影調查之方式觀察平交道闖越行為，並希望能夠藉此能夠建立駕駛者闖越機率模式，其建議以偵測系統降低平交道事故的損害程度，而所謂的損害程度乃是以列車重量與列車到達平交道末速平方作為肇事嚴重程度的判斷依據，然而該研究於觀察階段並未區分闖越車輛型態，且以攝影方式取得觀察資料時會有無法獲得闖越意圖的相關資訊。

在平交道管制策略的研究上，詹坤益(民 91)[9]為建構適宜的平交道控制系統，利用程式與人因工程概念，以「固定警示時間」與「交通量自然屏障」管制概念作為主要的考量，藉由交通量形成自然屏障，降低小汽車在警示時間內成為等候車隊首部車的機率，進而降低闖越的機率。因為在不考慮超車行為下闖越平交道的先決條件是要成為車隊的首部車。交通量過低將無法形成自然屏障，而警示時間長易形成自然屏障，但另一方面也易造成駕駛人不耐久候而闖越。該研究選取二站間平交道進行模擬，以成本效益最佳化為目標，然模擬過程中未提及機車、自行車、行人的闖越模擬。

為了強化平交道設備穩定性，國內台鐵運務處[10]本身的研究報告中指出，鬧區的平交道警報器因背景噪音大而警告效果不佳，柵欄無法有效阻止蓄意闖越行為。平交道標誌應比照高速公路大型化，使其容易被用路人看見。另外平交道鄰近的公路條件會影響車輛操控，上坡路段換檔不當容易使車輛熄火，而下坡路段則有煞車不及的風險。建議平交道兩側公路 15 公尺內應保持水平，其餘 50 公尺內之坡度小於 3%或 4%，並禁設彎道。平行鐵路之公路要轉進平交道時，引道至少要 15 公尺以便保持車身能垂直穿越鐵路。最後建議採用「時速繼電器」改為固定時間警示，以增加平交道警示時間長度之威信，降低用路人因等候不耐而闖越之機率。

根據 Oh、Washington 與 Nam(2006)[31]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、警示號誌與遮斷器開始放下的時間間距、列車偵測器之距離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，可以做為提升平交道安全有效的對策之一。

對於平交道安全相關的教育亦是相當重要的，Savage(2006)[32]的研究指出，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，Savage 發現平交道事故中，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。

從平交道安全相關之文獻中可得知，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，因此對於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 駕駛行為之研究

駕駛行為是指駕駛人在車輛駕駛中的行為，要研究這個領域，牽涉到的學科很廣，包括了應用科學與基礎科學，如數學、物理學、土木、交通工程、心理學、

生理學、社會學、政治學等。一般研究駕駛行為多朝環境因素與人口統計變數來探討與交通肇事兩者間的關係，並藉由環境、規範、工程等軟硬體之改善，降低行車事故。

行車事故的發生不外乎出自於人、車、路三個因素。其中尤以人為首要。陳子儀(民 85)[11]在一份報告中引用英國道路交通研究所 1970 及 1980 年代所作的交通事故分析結果，發現數千件交通事故中與人有關者占了將近 95%，這其中包含了單獨的人因、人與車或人與路的雙重原因、人與車與路的三重原因。同時對民國 84 年國內交通事故的分析，也發現出自於駕駛過失的人為因素佔了九成以上比例。此外，劉正華(民 86)[12]研究國內駕駛行為的風險評估，也發現許多車禍發生的原因都與駕駛行為的過失有關，其導致的因素尤以「失誤」與「違規」為主。因此，研究駕駛人某特定之駕駛經驗、觀察其外在表現的行為、測量或模擬駕駛人的行車績效等成為改善不良駕駛行為的主要探討重點。

實證上對「不良駕駛行為」(Improper Driving Behavior)的研究，「駕駛者偏見」是一個重要的原因。「駕駛者偏見」是指駕駛人自認為是好的、安全的駕駛者，認為其已經有足夠的交通常識與駕駛技術，甚至認為眼前的交通情況會持續到下一秒鐘。也由於這些自以為是的錯誤假設鮮少遭受到挑戰，駕駛者多平安無恙的抵達目的地，因此繼續地保有自信，而更加無視於危險的存在。這正是潛在的肇事因素。陳子儀(民 85)[11]在同一份報告中指出，會發生交通事故的駕駛人，似乎都集中在某特定範圍的人；曾經發生過交通事故的駕駛人，其中有一部份會一再的發生。這也驗證了「駕駛者偏見」不易改正的特性。當然，除了駕駛人的偏見外，身體、生理機能等壓力或疲勞狀況的出現也有可能引起駕駛判斷的失誤而肇事。

既然駕駛行為是研究交通事故的重點，而駕駛人行駛的環境除了公路外，尚包含與鐵路相交的平交道，將這些危險的暴露點結合駕駛人行為，正是觀察是否發生事故的關鍵所在。由此，進一步探討駕駛人在面對這些危險暴露點、交通衝突點時的駕駛行為是否有所值得關注的特性就有其必要性。

### 2.3.1 道路路口的駕駛行為研究

依據警政署統計「95 年舉發違反道路管理事件成果概況」[13]，95 年的交通違規原因中，「闖紅燈及其他不遵守號誌」者總計 1,113,264 件，占有違規原因的 10.46%。Reason 等人(1993)將違規定義為「蓄意違反維護安全的慣例」。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。

國外研究道路路口的駕駛行為，多著重在駕駛人違規闖越紅燈與肇事間的關係。由於十字路口匯集不同方向的來車，在尖峰時段交通流量大，其危險的曝光

量也相對增加。為了降低道路路口闖越紅燈所可能引起的交通傷亡事故，執法上以違規照相作為遏止闖越紅燈行為的主要手段。Fleck and Smith (1999) [19]曾對美國舊金山所執行的紅燈闖越違規照相取締計畫進行評估，發現該措施能有效減少闖越紅燈的情形，也因此減少車輛衝撞的事件。在裝設有違規照相設備的路口，違規事件可減少 42%，而即使在未裝設的路口，也因駕駛人的行為受到執法及取締的制約，出現違規事件因此減少的額外效果；1997 年因違規闖越紅燈所造成的傷亡數字，也較 1992 至 1996 的 5 年平均數字減少約 9%。顯然這個措施獲得一定的成效。

Wissingerd、Hummer 與 Milazzo II(2000)[20]的一份研究報告當中，邀集交通安全、交通工程、法規的專業及非專業人士，針對紅燈闖越及違規照相取締進行討論，藉以了解公眾及專家學者對該項議題的態度與認知。其中發現，大多數用路人在面對交通號誌的燈號變換時，是結合許多因素來決定闖越或停止，如根據過去的駕駛經驗、號誌的距離、期望燈號時間的長度、車速、後車的距離及其行為等等。而公眾對於紅燈闖越違規照相的做法多持正面態度，認為能夠有效遏止闖越行為及降低事故的發生。違規照相的做法的確對道路路口的安全有所助益。其實早在 1992 年美國加州洛杉磯就於長堤 Blue Line 鐵路平交道裝設有自動照相設備，因此而減少了超過 90%的平交道闖越行為。裝設違規照相設備以改善駕駛人闖越行為的成效，某種程度上是透過科技方法降低人因的錯誤，其效果並不亞於實質設施環境的改善。而這種方法不只應用在道路路口，鐵路平交道也得到不錯的成效。另一個改善道路路口肇事的方法是透過交通號誌燈號時間的調整，按路口的特性、地理環境、尖峰流量作為調整的依據。因駕駛人無法預測何時燈號開始變換，其駕駛行為是闖越或停止，便與當時車速及距路口多遠有關。若車速太快，則可能在黃燈時強闖進入路口，而進入後才亮紅燈，否則必須緊急剎車，但可能造成後車追撞，這種「進退兩難」的駕駛行為形成所謂的「停等猶豫區」(Dilemma Zone)。要解決這個問題，就必須從交通號誌的燈號調整著手。

Retting 與 Greene(1997)[21]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，所謂的「燈號變換時間」(Change Interval)即為綠燈之後黃燈持續時間，其中亦包含路口所有號誌短暫變成紅燈的時間，也就是交叉路口兩個不同衝突方向綠燈時間的間隔時間(Intergreen Period)。路口號誌會設置一段時間全亮紅燈之原因，是為了讓交叉路口能夠完全淨空，以利衝突方向綠燈時車輛的通行，降低車禍發生之可能性，而該研究在美國紐約州都市的 10 個路口進行觀察，紀錄與分析黃燈持續時間的調整，是否有助於闖越行為的改善。分析結果發現，當黃燈時間增加時，發生紅燈闖越事件的週期數(指一次燈號變換的循環)呈現下降趨勢，且發生延遲離開路口的情形(即車行至路口，衝突方向的燈號已變為綠燈)也相對減少。

Papaioannou(2007)[33]於希臘的研究，利用實地觀察之方式，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。

前述所提及的駕駛者「停等猶豫區」可透過這種方法改善。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。由以上文獻回顧的結果可得知，公路上駕駛行為皆可經由妥善的執法與技術改良後獲得控制。這種類似的控制技術，也逐漸應用至平交道安全的改善，同樣以人因為基礎，調整用路人的駕駛行為至適當的反應動作。

## 2.4 停等猶豫區(dilemma zone)

### 2.4.1 停等猶豫區

所謂停等猶豫區(dilemma zone)，根據 Gazis、Herman 與 Maradudin(1960)[40]提出之解釋，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，其示意圖如 2.1。

於圖 2.1 中， $X_C$  這段距離代表當號誌轉變為黃燈時，車輛離停止線能夠安全通過交叉路口之最長距離，表示當號誌轉變為黃燈時，車輛接近交叉路口，車輛離停止線之距離必須小於  $X_C$  才能夠在號誌由黃燈轉變為紅燈前，安全地通過交叉路口。

而  $X_S$  這段距離代表號誌轉變為黃燈時，車輛離停止線能夠安全停止在停止線前之最短距離，表示當號誌轉變為黃燈時，車輛接近交叉路口，離停止線之距離必須大於  $X_S$  才能夠在停止線前安全地停住。

因此當  $X_S$  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，便會面臨通過或煞車兩難的狀況，這塊區域即是所謂的停等猶豫區。

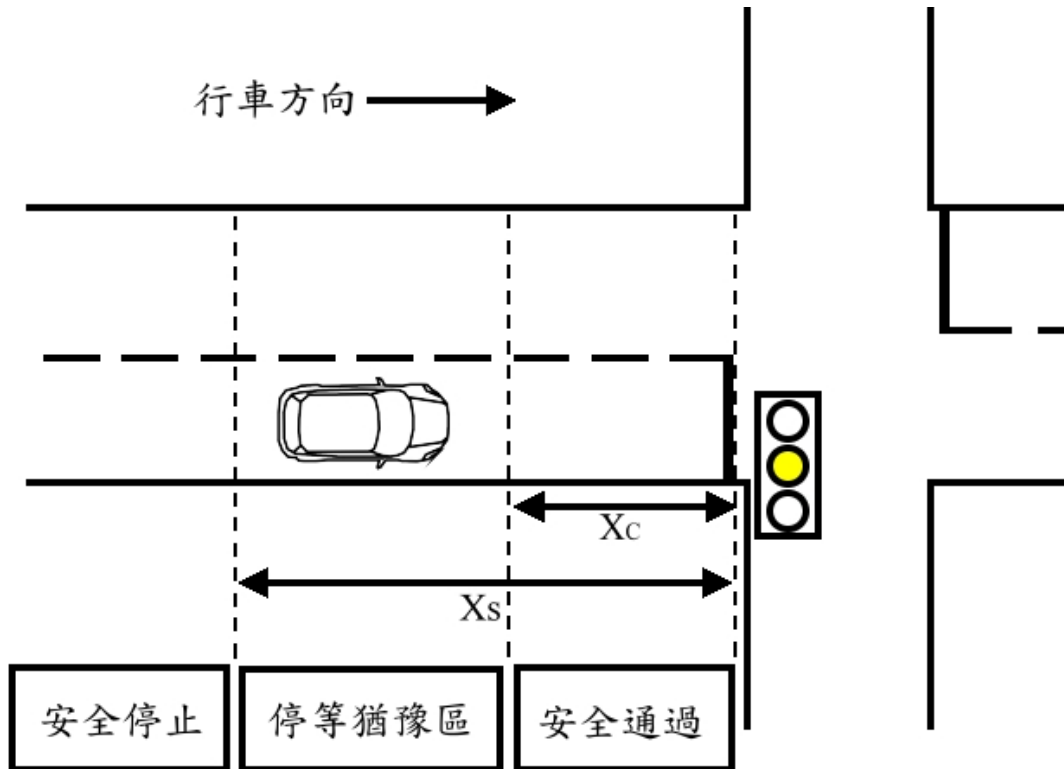


圖 2.1 號誌化路口停等猶豫區之示意圖

#### 2.4.2 可選擇區域

可選擇區域是由停等猶豫概念所引伸得來，當駕駛者接近交叉路口時由於接近速度不快且號誌黃燈時間較長時，駕駛者有餘裕可以選擇在交叉路口前停止或加速通過交叉路口之一段區域即為可選擇區域，其示意圖如圖 2.2。

於圖 2.2 中， $X_c$  代表離停止線車輛能夠安全通過的最長距離距離，表示當號誌轉變為黃燈時，車輛接近交叉路口，離停止線之距離必須小於  $X_c$  才能夠安全通過交叉路口， $X_s$  代表離停止線車輛能夠安全停止的最短距離距離，表示當號誌轉變為黃燈時，車輛接近交叉路口，離停止線之距離必須大於  $X_s$  才能夠在停止線前安全地停住，當  $X_c$  大於  $X_s$  駕駛者落於  $X_s$  減去  $X_c$  這段區域時，即圖中可安全停止與可安全通過重疊的部份，駕駛者可以自由選擇是否通過交叉路口，即為可選擇區域。

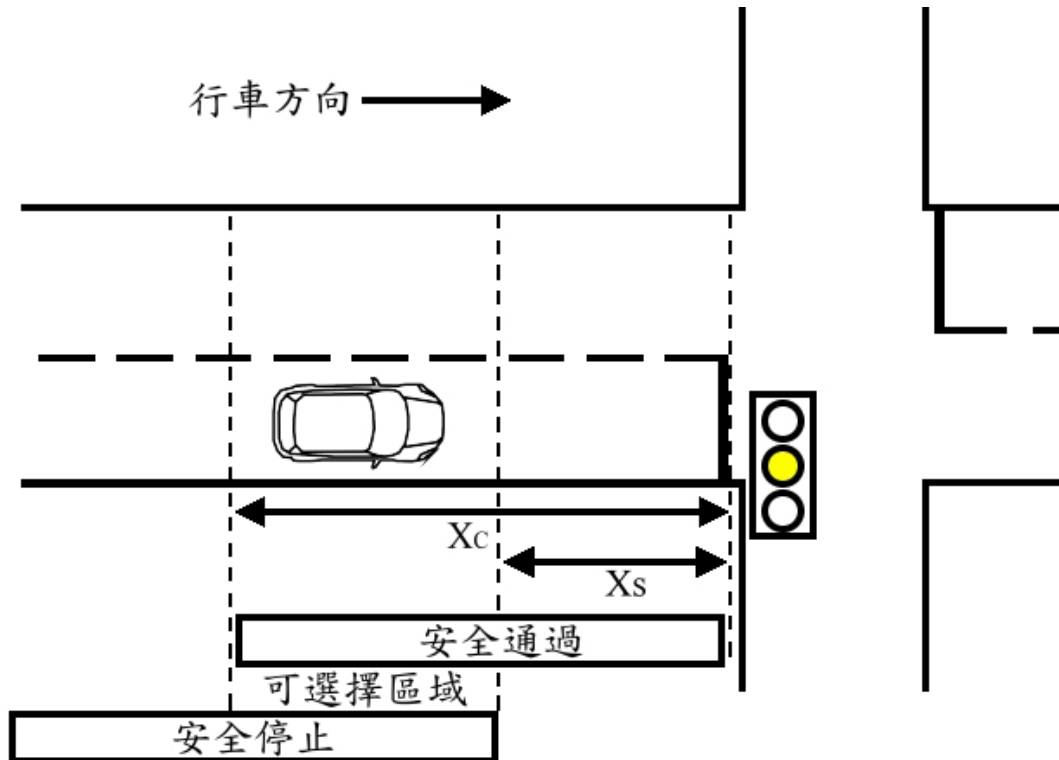


圖 2.2 號誌化路口可選擇區域之示意圖

#### 2.4.3 停等猶豫區之相關文獻

對於停等猶豫區與駕駛者於黃燈時相是否通過交叉路口之相關研究已行之有年，從道路設計與車輛因素等廣泛性的研究至駕駛者年齡與反應時間等細部性的研究已自成一獨特之系統。

以道路設計與車輛因素等因素影響駕駛員行為來分析，Chang 等人(1985)[22]之研究顯示，影響駕駛決定停止或穿越路口的因素有：黃燈開始時車輛距離交叉路口的距離、接近路口時之速度與到達停止線的時間，而坡度對停等機率亦有一定的影響，進入路口之路段為下坡時較上坡時容易使得駕駛穿越路口，此外，路寬對停等機率的影響，使用邏輯氏模式的結果顯示，當路寬增加時停等的機率會增加，反之，當路寬減少時停等的機率亦會減少。

而 Jourdain (1986)[23]之研究則提到，影響駕駛考慮是否停止的因素包括：距離停止線之距離、接近停止線時之車速、路面狀況(是否濕滑而影響煞車)、車輛煞車功能與距離交通號誌轉變成紅燈時相之時間(難以估計)，而非必要停車卻停止時所造成的個人成本與後方跟隨車輛之距離亦會影響駕駛者之決策。



此外劉正旭(民 81)[14]認為人的行為相當複雜且充滿不確定性，因此以模糊理論為重心分析駕駛者行為之模式，訪查駕駛者對黃燈時相時判斷是否通過路口之影響因素，並以多評準群體決策方法求出各影響因素的權重；繼而利用現場錄影實地觀測，以模糊統計方法建立各因素對駕駛者影響的隸屬函數，且以適當的模糊運算與模糊推論來結合各因素隸屬函數，進而構建出駕駛者於駕駛中遇黃燈時相時的決策行為預測模式，結果發現駕駛者對於黃燈時相時判斷是否通過路口的影響因素，其重要度前三名依序為 1.行駛車速 2.距停止線距離 3.駕駛者預期心理。

若以駕駛者年齡與反應時間等較細微的因素對駕駛者於黃燈時相是否通過交叉路口之影響做分析，如 Caird 與 Chisholm(2007)[24]之研究中利用模擬設備，在固定 70 km/h 之時速下，以距離停等線之距離、駕駛者年齡與感知反應時間為因素做分析，發現距離停等線之距離對駕駛者決定是否穿越正處黃燈時相之交叉路口有顯著之影響，距離停等線之距離越遠，可以容許較長的感知反應時間，則駕駛者有充足的時間在停止線前停止，反之駕駛者則可能因來不及停止而穿越，其中結果亦顯示年齡對感知反應時間無顯著之影響，年長的駕駛者停止時能雖然夠較為準確地停在停止線前，然而卻具有較高的比例在黃燈時相轉變成紅燈時相時仍卡在交叉路口中。

然而，仍有一些特例的駕駛不受停等猶豫區間的影響，如 Baguley(1988)[25]之研究顯示，任意在紅燈時相穿越路口之駕駛者，大部分是從黃燈時相轉變成紅燈時相後三秒內進入路口，對於穿越路口與否之決策點，有百分之二十任意穿越紅燈之駕駛者根本就不在猶豫區間內，因此改善交通號誌無法改變這些駕駛者之駕駛行為。

#### 2.4.4 鐵路平交道之停等猶豫區

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，交叉路口乃是兩條一般道路之交叉處，而鐵路平交道則是一般道路與鐵路之交叉處，若將橫向交叉之一般道路替換成鐵路之軌道，則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。

駕駛者於號誌化路口搶越黃燈之行為，類似於當平交道保安設施啟動時，號誌開始閃爍，離遮斷器放下後仍有六至八秒的緩衝時間，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之行為，而駕駛者於號誌化交叉路口闖越紅燈的行為，類似於遮斷器放下後，駕駛仍執意衝撞遮斷器而強行闖越平交道之行為，由於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，則不在本研究探討的範圍之中，未來若要對鐵路平交道相關的議題做更深入的研究。

若將橫向交叉之道路替換為鐵路之軌道，則根據 Coleman 與 Moon(1997)[34] 於其研究中所提出之解釋，駕駛者通過鐵路平交道停等猶豫區之示意圖可表示如下圖：

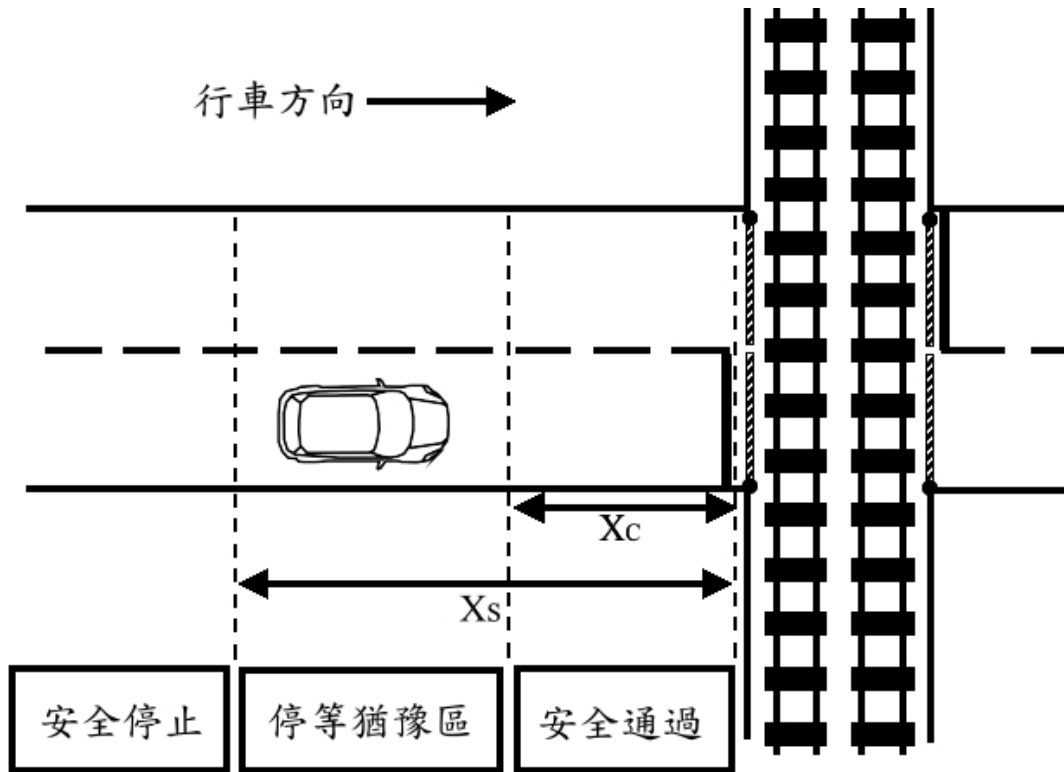


圖 2.3 鐵路平交道停等猶豫區之示意圖

圖 2.3 中  $X_c$ 、 $X_s$  與圖 2.1 中  $X_c$ 、 $X_s$  所代表之意義類似， $X_c$  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，表示平交道保安設施啟動而號誌開始閃爍時，車輛接近平交道，離停止線之距離必須小於  $X_c$  才能夠在平交道遮斷器完全放下前安全通過平交道。

而  $X_s$  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，表示平交道保安設施啟動而號誌開始閃爍時，車輛接近平交道，離停止線之距離必須大於  $X_s$  才能夠在停止線前安全地停住，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，若駕駛者沒有掌握好穿越平交道之時機，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。

相同地，若將交叉路口可選擇區域的概念亦引伸至鐵路平交道，亦可繪製出類似交叉路口可選擇區域示意圖之鐵路平交道可選擇區域示意圖如下：

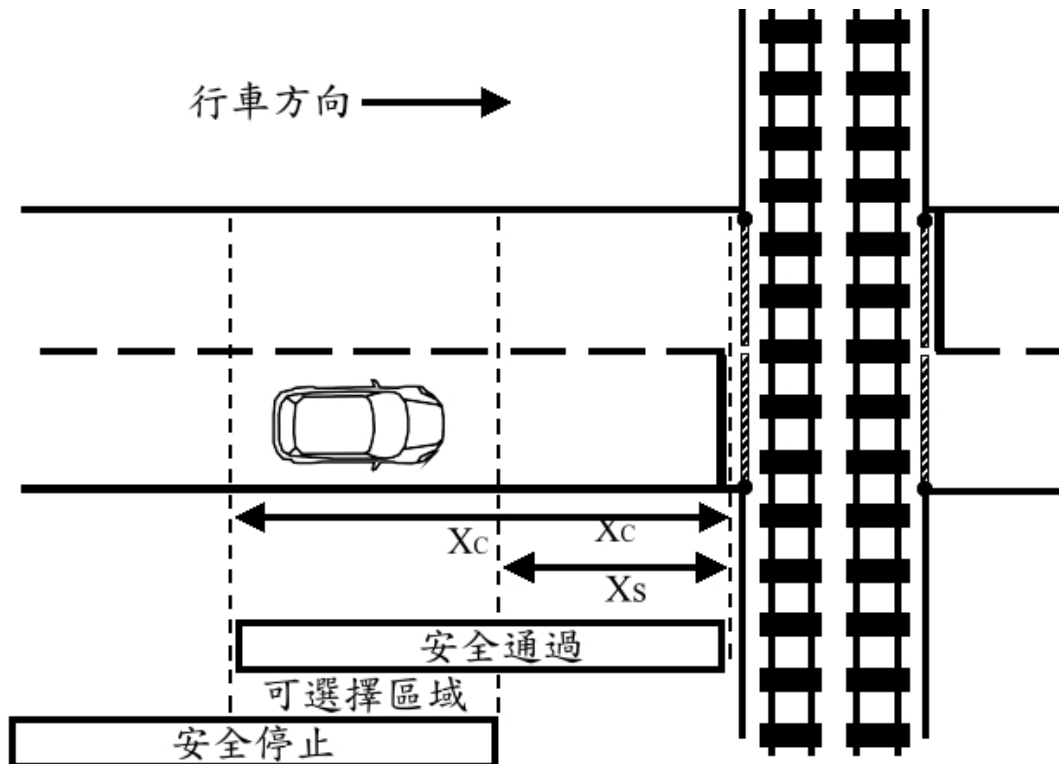


圖 2.4 鐵路平交道可選擇區域之示意圖

圖 2.4 中  $X_C$ 、 $X_S$  與圖 2.2 中  $X_C$ 、 $X_S$  所代表之意義類似，當  $X_C$  大於  $X_S$  且駕駛者位於  $X_S$  減去  $X_C$  這段區域時，即圖中可安全停止與可安全通過重疊的部份，駕駛者可以自由選擇是否通過平交道，便為所謂之可選擇區域。

## 2.5 鐵路平交道的駕駛行為研究

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，自強號列車之最高時速約為時速 130 km/h，一般行駛時速約為 120 km/h，煞車最大減速度約為  $2.0 \text{ m/s}^2$ ，設定之一般減速度約為  $0.416 \text{ m/s}^2$ 。若不考慮其他環境因素下，以時速 120 km/h 行駛，最大煞車減速度下，必須花 16.67 秒的時間將車完全停止，而此時煞車距離約為 277.78 公尺。若在一般減速度下，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，兩者皆必須花費相當長的距離與時間才能完全將列車停下。

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。也由於鐵路具有專有路權的性質，在平交道與公路交叉的暴露點上，其安全性更顯得脆弱，由歷年來的平交道傷亡數字即可明瞭。

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？以下就駕駛人認知與行為分段探討。

### 2.5.1 駕駛人對平交道控制裝置的認知

鐵路平交道同樣具有一些必要的警示號誌。如國內按「道路交通標誌線號誌設置規則」[15]的規定，必須在平交道之道路設置鐵路平交道標誌，而道路使用者必須依「道路交通安全規則」遵循標誌，採取必要且安全的駕駛行為通過平交道。

國外的研究，如 Richards 與 Heathington(1988)[26]也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，採問卷調查方式。結果發現大多數駕駛人對平交道標誌有所混淆，有將近四成的受訪者無法正確辨識「鐵路預告標誌」(Railroad Advance Warning Sign)；也有將近九成的受訪者不清楚預告標誌所要傳達的意義（該標誌預先警告前方有平交道）。同樣地，受訪者面對不同警示裝置的平交道，或者警示裝置（如閃光燈號）被啟動時，應該採取何種動作也與安全規定有所出入，顯示民眾對於平交道駕駛行為的認知出現問題。發生在平交道的不當駕駛行為可能是缺乏相關的交通法規知識，而不僅僅是駕駛人故意忽視安全所造成。該研究也顯示，駕駛人的教育程度、年齡及駕駛經驗會影響對平交道安全議題的認知。有關單位除了按照相關法規設置適當的交通警告標誌外，駕駛人必須要能夠了解其意義才是重點所在。

Pickett 與 Grayson(1996)[27]的一份平交道駕駛行為報告中，同樣探討了英國駕駛人對平交道相關號誌及規定的認知。結果也發現有將近四至五成的受訪者無法正確辨識幾個常用平交道標誌，而對於紅色閃光號誌的意義也有約四成的民眾不了解。

如前所述，號誌及標誌的使用，除了注意其顯著性以提供用路人清楚且正確的資訊外，還需駕駛人能正確解讀、了解其要求的駕駛動作並落實，如此才能發揮其功效。

### 2.5.2 平交道事故與駕駛行為

Abraham, T.K. Datta and S. Datta (1998) [28]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，將選擇的平交道按軌道數及交會道路的車道數分成四類，藉以探討不同環境及交通特性下，違規與肇事間的關係。而駕駛人

的違規按其嚴重程度分為經常的 (Routine)、冒險的(Risky)、更冒險的(More Risky)、嚴重的(Severe)、危急的(Critical)。上述違規行為的分類是按駕駛人闖越平交道的關鍵時刻、警示號誌啟動與列車到達平交道的時間作為依據，若相隔時間越近，則發生事故的風險也就越大。分析資料後發現，以「冒險的」及「經常的」違規行為最多，這兩種違規行為多發生在列車已通過平交道但警示裝置的啟動尚未解除時，分別占 33%與 27%。此外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。

Berg、Knoblauch 與 Hucke(1982)[29]曾對駕駛人的行為作一深入且深刻的敘述。該研究將平交道事故以「事件序列」(Event Sequence)加以分析，藉以找出與事故相關的危險因素。方法上結合了「駕駛導引與控制程序」(Driving Guidance and Control Process)及「資訊操作分區」(Information-Handling Zones)，以確定事故發生的原因是來自於駕駛行為模式中「認知」(Recognition)、「決策」(Decision)、「行動」(Action)某個操作環節的失誤(Error)。

在「駕駛導引與控制程序」(如圖 2.5)的模式中，駕駛人首先接收到來自於外在環境的資訊，如道路型態、視線距離、交通狀況、天氣條件等，經由確認及個人判斷分析，按其駕駛目的需求進入決策階段，而後採取必要的駕駛行動。在這些步驟當中，只要有其中一個環節出現誤差，則可能導致整個駕駛行為的失誤，事故因此而產生。

而「資訊操作分區」(如圖 2.6)則將駕駛人所面對的平交道環境按其決策反應所需的時間及空間作分割，一輛車行駛通過平交道依序分為：「接近區域」(Approach Zone)、「不可回復區域」(Nonrecovery Zone)及「危險區域」(Hazard Zone)。以上區域的分割考慮當地的車速限制及煞車停止所需的距離，而在一些只設有被動的控制裝置(如靜態號誌)的平交道則需考慮其視線距離是否能察覺到列車接近。

將這兩個分析模式加以結合，即可將平交道事故以「事件序列」的方法找出駕駛行為的失誤點，如在進入不可回復區域之前，必須要能確認號誌或察覺列車靠近(認知的程序)，並採取必要的駕駛動作(決策及行動的程序)。此概念的提出能清楚且有效的解釋平交道事故發生的原因，並有助於事故現場的重建，找出直接觸發危險的因素。

將上述資訊操作區的概念作引申，即可得 2.2.4 小節所敘述之鐵路平交道停等猶豫區，其中不可回復區類似於圖 2.3 中  $X_S$  這段無法安全地在停止線前煞車停止的這段區域，而接近區域則類似於圖中能夠安全停止的區域，在段區域內駕駛者面臨平交道號誌設施啟動，都有足夠的時間與距離於平交道遮斷器完全放下前在停止線前安全地停止。

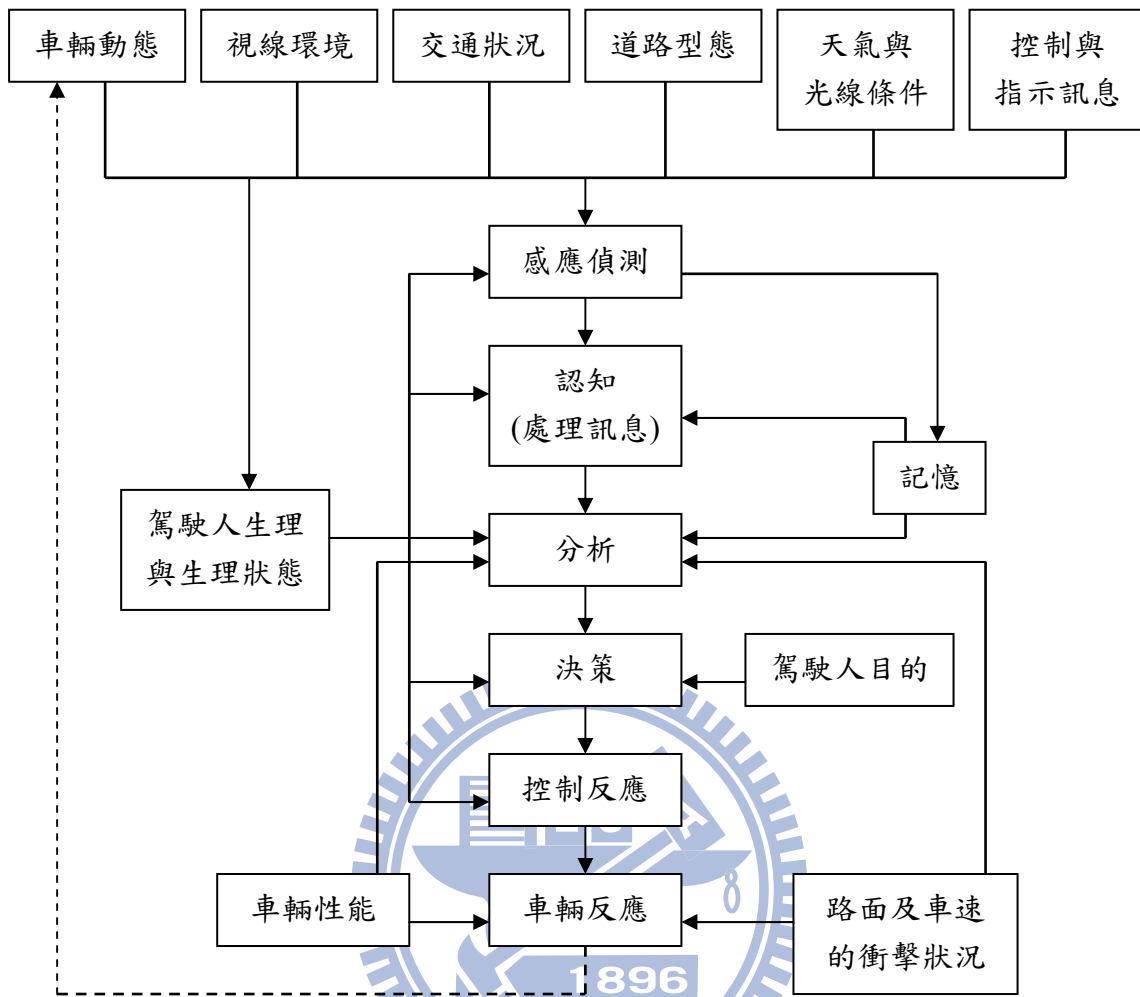


圖 2.5 駕駛導引及控制程序[29]

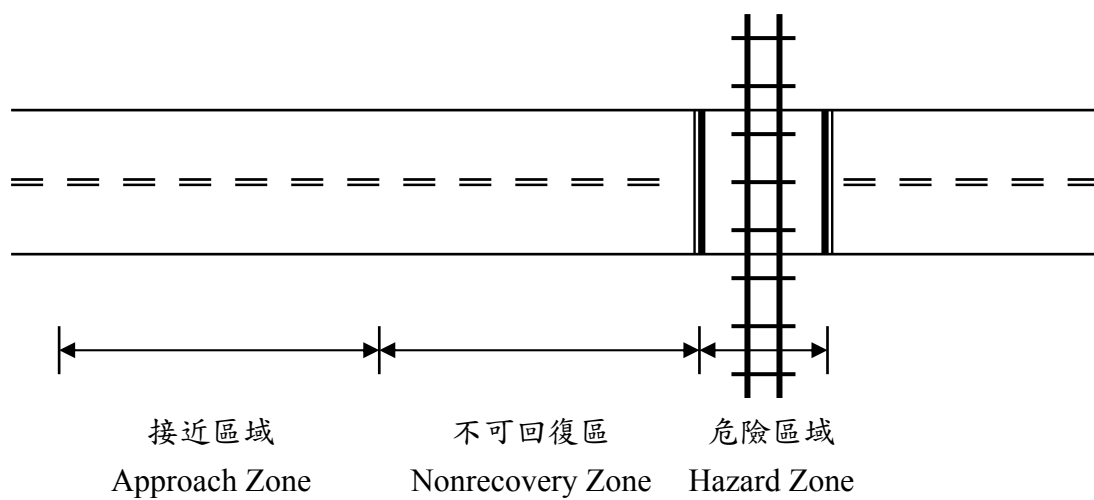


圖 2.6 資訊操作分區[29]

Pickett and Grayson(1996)[27]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？該研究收集自英國交通警察局(British Transport Police)得到之違規闖越平交道的駕駛人證詞，將駕駛人違規闖越的原因分為「不願意停止」(Unwilling to Stop)、「無法停止」(Unable to Stop)及「無察覺平交道」(Unaware of Crossing)。在收集到的 419 筆記錄當中，約有 55%的駕駛人是因為「不願意停止」而闖越，這些違規闖越者大多自信仍有充裕時間在列車到達之前通過平交道，或甚至認為在警示燈剛開始亮起時仍可闖越，屬於「蓄意的」闖越行為。而有 13%的駕駛人是因為發覺警示燈亮起時已行駛至平交道停止線附近而「不能停止」，或者擔心緊急煞車導致後方車輛追撞，而乾脆直接加速通過；27%的駕駛人可能因為駕駛時分心而導致「無察覺平交道」的存在而違規闖越，上述兩個原因可歸為「非蓄意的」闖越行為。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。

此外，該研究也分析了 1984 到 1992 年的平交道事故資料，比較年、月、日、時的事務發生趨勢。其中重要的發現是，發生在週末或非工作日的事故明顯較平時低，而且非上下班的尖峰時間也有事故率較低的現象。一個可能得解釋是：駕駛人在心情放鬆、面臨較小的時間壓力時，其駕駛行為傾向不冒風險，也就是在已經遮斷的平交道之前，願意花些時間等待列車通過，而不去闖越。這個推論引申至駕駛人的決策形成，是在一個「效用極大」的行為模式下決定闖越或停下來等待。駕駛人衡量其行為的成本及效益，當「闖越而節省時間的效益」大於「等待或被取締的成本」時，則駕駛人便會闖越。在上述週末或非工作時段的駕駛人行為，假設其闖越平交道的風險及成本（如被取締）不變，但這些時間之下，時間的節省效益變得不是那麼重要，則駕駛人考量成本大於效益，闖越行為自然會減少。

此駕駛人決策形成的「成本—效益」關係將提供有關當局改善違規闖越情形的有效方法。在此理論架構之下，要遏止違規闖越，只需降低駕駛人的效益、提高駕駛人的成本即可，如調整警示時間長度、增加違規照相取締的措施等。

該研究同時對違規者隨機抽樣 100 位駕駛人進行訪查，以了解其駕駛行為狀態。其中有 50%的違規駕駛人表示其旅次目的是為了工作需要，間接驗證了前面有關於時間壓力的推論。而對於平交道的運作方式，有將近七成以上的違規駕駛人認為平交道的警示時間將會長達一分鐘以上，但事實上實際觀測的平交道警示時間則只有在 37 至 43 秒之間，顯然有許多駕駛人高估了其所需等待的時間。而一旦駕駛人有這樣高估等待時間的認知，則更有可能促使他們不願等待，誤以為有足夠時間容許闖越行為，而這也反映了何以大多數駕駛人是「不願意停止」的。

### 2.5.3 警示時間控制與駕駛行為

平交道安全控制技術主要是透過列車接近時，啟動警示裝置預先警告駕駛人注意，在此設計下，警示裝置的啟動時間便為平交道安全的關鍵所在。而一般定義平交道「警示時間」為：從平交道警示裝置啟動開始，至列車到達平交道的時間長度。Richards 與 Heathington(1990)[30]曾經在美國選擇三處平交道，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，發現幾個重要的現象。該研究即是探討警示時間(Warning Time)對駕駛人行為及平交道安全的影響，藉由觀察到的資料評估駕駛人的反應，進而深入人因的研究。過去的幾十年間，美國的平交道安全雖因投入大筆經費進行平交道工程改善或系統升級而逐漸好轉，但仍發現有將近 50% 的事故發生在自動控制的平交道上，而這些平交道卻只佔全美國的 30%，顯然事故的發生不在於系統本身的問題，有更多因素是出自於人因。當駕駛人對平交道安全控制系統失去信心，便會誘使不良駕駛行為的發生。

警示時間是影響駕駛人行為的一個因素。該研究範圍的三處平交道，包含一個設有柵欄及閃光號誌(平均警示時間為 57.9 秒)，另兩個只設有閃光號誌。其中一個只設有閃光號誌的平交道在此研究期間，加裝了能使警示時間更加穩定的列車預測裝置(Train Predictor)，觀測安裝前後的平均警示時間分別是 75.6 秒及 39.8 秒，顯然大幅減少了警示時間的長度。另一處同樣只設有閃光號誌的平交道，其平均警示時間為 40.2 秒。

該研究將觀察到的資料經過分析後，有幾項重要的結論：

1. 到達平交道的時間與闖越行為有很大的關係。在只設有閃光燈號的平交道，警示裝置啟動後 1 至 4 秒之內到達者，由於反應不及，大多數在此時到達的駕駛人會因此闖越平交道，隨著時間增長，闖越比例逐漸下降(由 90%、70% 至 50%)。約在 4 秒以後到達者，駕駛人能夠充分反應，只剩約 20% 的駕駛人會闖越。而在設有柵欄的平交道，因為考慮柵欄放下需要約 14 秒的時間，因此闖越比例顯然要在柵欄完全放下之後才會顯著下降，大多數駕駛人在此之前到達者，闖越比例很高。這也顯示，柵欄放下前後的駕駛人行為有所差異。
2. 柵欄放下所需時間越長，駕駛人闖越的機率越高。在一般所需的 14、15 秒，觀察到的闖越行為約占 50%，若將時間減至 10 至 12 秒，則闖越比例降至 10%。過長的柵欄放下時間反而使得駕駛人心存僥倖，提供了闖越平交道的機會，但過短則會妨礙一些過長或車速慢的車輛通過，適當的柵欄放下時間必須加以衡量。



3. 關於駕駛人在平交道的行為反應，如表 2.1。在「柵欄正要放下時」到達的駕駛人，觀察到有 56.2%會直接闖越，只有 32.1%的駕駛人是停下來等待列車通過。而「柵欄已完全放下」才到達的駕駛人，其闖越比例降至 11.7%，停下來的則有 60.3%。因此，柵欄的設置及降下所需的時間長短，將左右駕駛人闖越行為與否。此外，在裝設列車預測裝置之後，於該處平交道觀測到停下來等待列車通過的比例由 19.6%上升至 44.1%，顯然警示時間縮短並趨於固定，能有效改善駕駛人的行為。

表 2.1 駕駛人在不同平交道的駕駛行為反應[30]

平交道 特性	觀測到的 車輛數	駕駛人比例		
		直接闖越	停車後闖越	停車等待
設有柵欄 柵欄正要放下	162	56.2%	11.7%	32.1%
設有柵欄 柵欄已經放下	768	11.7%	28.0%	60.3%
只設閃光號誌	1036	14.5%	31.1%	54.4%
只設閃光號誌 裝設預測器前	937	19.0%	61.4%	19.6%
只設閃光號誌 裝設預測器後	363	10.5%	45.5%	44.1%

4. 警示時間長短會影響駕駛人行為，如圖 2.7。在 20 至 30 秒的警示時間下，有超過 80%的駕駛人會停下來等待列車通過，隨著警示時間增長，該比例逐漸下降，超過 35 秒，約只剩下 60%，若長達 80 秒，則只有不到 20%仍會繼續等待。因此，要控制闖越的比例在 20%以下，建議的警示時間最好為 20 至 35 秒。此外，在尚未裝設列車預測設備的平交道，由於警示時間有過長且變異過大的現象（平均 75 秒，範圍從 49 秒到 139 秒），其闖越機率一直很高，仍會等待的比例只有 15%至 40%之間，顯然駕駛人對控制裝置的可靠度有所懷疑。
5. 平均軌道淨空時間隨著警示時間增長而增加。當警示時間拉長，表示會有越多車輛出現在平交道前，而先到達的駕駛人在幾秒鐘的決策時間之後即進行闖越，因此先抵達的車輛先行闖越，後車成為首部車再進行決策，若不闖，則軌道淨空時間便會隨之增加。在觀察到的 25 至 35 秒警示時間下，發現仍有約 20 秒的軌道淨空時間，顯然那些會闖越的車輛在前 5 至 15 秒內就已經闖越了。這也顯示駕駛人從到達平交道，然後決定闖越的決策時間可能只在 5 秒左右。

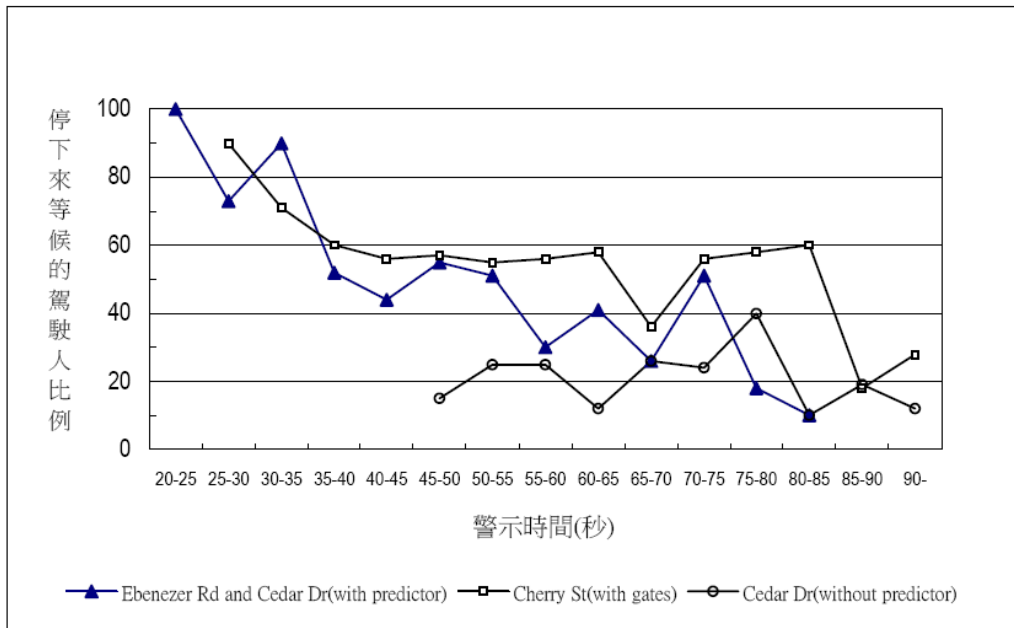


圖 2.7 警示時間對駕駛人行為的影響[30]

- 人因的研究訪問了 60 位駕駛人，詢問其對警示時間長短的預期及忍受程度。結果發現，在只設有閃光燈號的平交道，駕駛人期望列車到達的平均時間約 14.5 秒，與美國 MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices) 所要求的最小警示時間 20 秒仍有約 5.5 秒的落差；而駕駛人能忍受的過長警示時間是 39.7 秒，與期望列車到達的 14.5 秒還有 25 秒的差距。駕駛人對列車到達的期望時間，解釋了何以只要警示時間超過 30 秒，闖越比例就會開始上升。同時期望與現實要求的時間差距，也表示尚存有減少闖越、改善系統穩定度的空間。
- 至於在設有柵欄的平交道，若包含柵欄放下所需時間，駕駛人預期列車到達平均約 30.6 秒，能容忍的警示時間長度是 66.2 秒；若不包含柵欄放下時間，預期的列車到達時間是 13.2 秒，容忍的警示時間是 48.8 秒。由柵欄放下後，駕駛人開始預期列車何時到達，13.2 秒的時間與在只設有閃光燈號的平交道預期 14.5 秒列車會到達相差無幾，顯示駕駛人對警示時間的期望是從柵欄完全放下之後開始的。而對於設有柵欄的平交道，駕駛人的預期及容忍時間也顯然較長。

## 2.6 文獻回顧小結

從文獻回顧的結果可得知，國內外相關研究對於平交道安全與駕駛者於平交道之駕駛行為已經有相當豐碩之成果，如對不同平交道種類、駕駛者性別年齡與號誌時間等因素對駕駛者搶越平交道影響之相關研究，然而仍缺駕駛車種、駕駛

者接近速度與離平交道距離對搶越平交道行為影響之相關研究，以及將這些駕駛者自身因素與環境影響因素整體統整與分析對駕駛者搶越平交道行為影響之相關研究。

因此本研究參考國內外平交道安全與駕駛行為相關之研究，以及參考 Papaioannou(2007)[33]於希臘所進行接近速度、距離、駕駛者性別與年齡等因素對駕駛者搶黃燈行為影響之研究中的實驗方法與統計方法，將影響駕駛者搶越平交道的因素分為環境因素與駕駛者本身因素，利用於平交道實地觀察的方式，希望能歸納與分析影響駕駛者搶越平交道主要之因素。



### 第三章 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、平交道保安設施號誌時間長度等，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外在條件。

駕駛者自身的因素亦是影響其判斷是否要搶越平交道的重要因素之一，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：

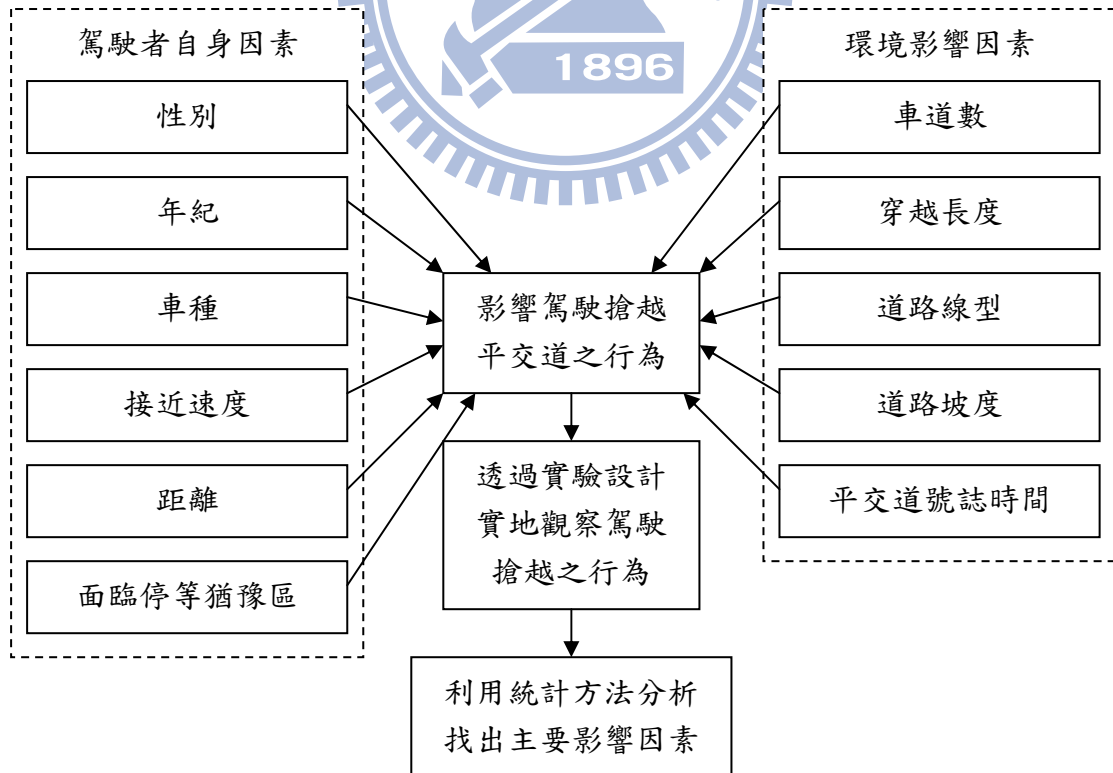


圖 3.1 研究架構圖

本研究以實地觀察的方式實際紀錄駕駛者穿越平交道的行為，記錄每位駕駛者穿越平交道時所面臨的環境影響因素與駕駛者自身條件，來分析這些影響因素與駕駛者搶越平交道行為的相關性，以下將對研究所收集之環境影響因素與駕駛者自身因素做詳細的介紹與說明。

### 3.1.1 影響駕駛者搶越平交道的環境影響因素

本研究參考國內外對駕駛行為、駕駛者於號誌化交叉路口的駕駛行為、駕駛者於鐵路平交道的駕駛行為、號誌化路口與平交道停等猶豫區相關的研究與文獻，整理主要分析的環境影響因素如下：

#### 1. 車道數

當駕駛者穿越號誌化交叉路口或是平交道時，可能因為所行駛的道路寬度較寬或是車道較多而有餘裕的心理空間，使得駕駛者行駛速度較快或是駕駛行為較為大膽，因而提高搶越交叉路口或是平交道的機會，然而道路寬度與車道數之性質過於相近，因此僅將車道數列為影響因素。

#### 2. 穿越長度

當駕駛者穿越平交道時，保安設施啟動而號誌開始閃爍，駕駛者面臨是否要搶越平交道的抉擇時，可能因為平交道的軌道數較多，或是需要穿越的距離較長時，產生畏懼的心理而提高選擇不搶越平交道的機率，然而軌道數與穿越長度之性質過於相近，因此僅將穿越長度列為影響因素。

#### 3. 道路線型

當保安設施啟動而號誌開始閃爍時，駕駛者面臨是否要搶越平交道之抉擇，若駕駛者搶越平交道後必須轉彎而不能繼續沿著直線行駛的軌跡，則可能為了應付轉彎的需求而降低車輛行駛之速度，來避免可能造成之危險，進而減少闖越平交道的機會。

#### 4. 號誌時間

另根據「交通部台灣鐵路管理局號誌裝置養護檢查作業程序」之規定[7]，平交道號誌時間包含警示器開始閃爍至遮斷器開始放下之時間，以及遮斷器開始放下至完全放下之時間，而現今平交道之設計前遮斷器完全放下後過數秒後遮斷器才會完全放下，因此在此號誌時間之定義為警示器開始閃爍至遮斷器開始放下之時間，加上前遮斷器開始放下至後遮斷器完全放下之時間，平交道號誌時間為影響駕駛者判斷是否搶越平交道的重要因素，號誌時間時間較長時，駕駛者便有較充裕的時間可以穿越平交道，因而提升駕駛者搶越平交道的機會。

## 5. 道路坡度

道路坡度亦有可能是影響駕駛者是否搶越平交道的因素之一，若平交道前相鄰接的道路為下坡路段，則駕駛者行駛速度則容易偏快或較不容易煞車而提高搶越平交道的機會。

除了上述的環境影響因素外，仍有許多環境影響因素會影響駕駛者搶越平交道的機率，如視野能見度、穿越平交道的時間為白天或晚上、平交道的地點是鄉村或都市與行駛道路的交通流量等等都可能影響駕駛者搶越的機率，但礙於實驗可行性與分析複雜度的問題，本研究暫時不將這些因素列入考量，未來若要做更完整的研究與分析，可以將這些環境影響因素列入其中。

### 3.1.2 影響駕駛者搶越平交道的駕駛者自身因素

除了環境影響因素的影響外，駕駛者自身的條件亦會影響其判斷是否要搶越平交道的能力，如性別、年紀、保安設施啟動號誌開始閃爍時駕駛者接近平交道的速率與當時離平交道的距離等等，本研究參考國內外文獻與研究的資料，整理主要分析的駕駛者自身因素如下：

#### 1. 性別

Papaioannou(2007)[33]於希臘的研究發現，當駕駛者欲穿越交叉路口而面臨停等猶豫區時，男性較女性有較高的機率搶越交叉路口，因此將相同的理論套用至平交道上，可以試著驗證是否男性搶越平交道的機率較高。

#### 2. 年紀

根據 Papaioannou(2007)[33]的研究，年紀亦是影響搶越交叉路口的因素之一，若將年紀族群分為中年人與非中年人兩組，中年人於綠燈轉變成黃燈時穿越路口的比例遠大於非中年人群組，因此本研究亦將年紀納入分析的考量之中，然而無法得知駕駛者之實際年齡，因此只能就外觀判斷駕駛者之年紀是青壯年、中年亦或是老年。

#### 3. 車種

車種亦是影響駕駛者判斷是否搶越平交道的因素之一，如機車騎士與小客車駕駛面臨是否搶越平交道時就會有不同的判斷，機車在國內佔所有機動車輛不小的比例，亦有不少民眾平日以機車做為代步工具，因此分析是否騎乘機車搶越平交道的機會較高而提高事故的風險是必要的。

#### 4. 接近速度

根據 Papaioannou(2007)[33]的研究，當號誌開始轉變為黃燈時，駕駛者接近號誌化交叉路口的速度越快，搶越黃燈的機會就越高，因此發生風險的機會亦越高，因此本研究亦欲分析是否駕駛者接近平交道的速度越快時，搶越平交道的機會就越高，而提升發生事故的風險。

#### 5. 號誌開始閃爍時離平交道的距離

當號誌開始閃爍時，駕駛者平交道仍有一段不小的距離，而必須判斷是否能夠有足夠的時間能夠穿越平交道，距離亦是影響駕駛者是否搶越平交道的因素之一，因此本研究亦將駕駛者面臨號誌啟動時距平交道的距離做為分析的考量。

#### 6. 是否面臨停等猶豫區

根據文獻回顧的資料可得知，停等猶豫區是影響駕駛人於號誌轉變為黃燈時搶越交叉路口的主要因素之一，因此本研究將停等猶豫區列為分析的重點，為了能夠分析停等猶豫區與駕駛者搶越平交道行為的相關性，必須利用相關理論將每位駕駛者的停等猶豫區的實際數值計算出來。

Coleman III 與 Moon (1997)[34]的研究中，利用簡單物理學的原理，將駕駛者於號誌化交叉路口停等猶豫區原理引申至平交道的停等猶豫區，並將其理論數值計算出來，根據其中解說的理論，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：

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

Coleman III 與 Moon 對於號誌時間之定義稍有不同，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)，而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)，將兩者時間相加即為平交道運行時間，若假定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：

$$T_G = T_D + T_I$$

若假定駕駛者決定通過平交道而保持其接近平交道的速度不變，假定平交道的寬度為  $W$ ，車輛的長度  $L$ ，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最長能夠安全通過的距離  $X_C$  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  $X_C$  當作一臨界值，則令  $X_S=X_C$  可得：

$$X_S=X_C \rightarrow t \times v + \left[ \frac{v^2}{2(a+G \times g)} \right] = (T_D + T_I)v - (W+L+D)$$

$$\rightarrow T_G = \left\{ t + \left[ \frac{v}{2(a+G \times g)} \right] + \frac{D}{v} \right\} + \left[ \frac{(W+L)}{v} \right]$$

又已知平交道運行時間為  $T_G = T_D + T_I$ ，則可知  $T_D$  與  $T_I$  各為

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

$$\rightarrow T_I = \left[ \frac{(W+L)}{v} \right]$$

則可根據接近平交道的速度算出最適宜的闔門時間與闔門延滯時間，如此一來可以根據當地速限或是平均車速來制定最佳的闔門時間與闔門延滯時間來避免駕駛者因產生停等猶豫區而被困在平交道的事件發生。

除了可以由實際觀察所得駕駛者之外部資訊如年紀、性別、速度與距離等，可能會影響駕駛者搶越平交道之行為外，駕駛者是否攝取酒精、是否處於疲勞狀態與對平交道風險之認知等亦無法由實際觀察得知的生理與心理資訊等，亦可能會影響駕駛者搶越平交道之行為，然而礙於可行性與分析複雜度的問題，本研究暫時不將這些因素列入考量，未來若要做更完整的研究與分析，可以將這些駕駛人自身因素列入其中。

## 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)[33]針對駕駛者選擇搶越交叉路口機率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 3.2。

觀察與資料收集進行的平交道選定具有號誌管制與平交道保安設施的第三種甲平交道，車輛行駛方向之道路必須與平交道直接相交，即車輛通過道路停止線後隨即接連通過平交道，而非通過另一橫向交叉之道路才通過平交道。

在選定適合的資料收集地點後，將測速槍與攝影機以停止線為基準線架設在路旁，由兩位觀察人員進行實地觀察，一位負責操作測速槍(如圖 3.2 中之位置)來測量當號誌啟動時，接近平交道車輛之接近速度與當時距平交道的距離，另一



位觀察人員負責觀察當車輛靠近平交道時，迎面而來小客車駕駛或機車騎士之性別與大致的年紀以及是否搶越平交道。

資料收集的目標車輛主要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，若要研究後方尾隨車輛搶越平交道之行為則必須考慮車流理論的相關應用，如此一來便大大增加研究的複雜度，礙於研究時間、經費與可行性之限制，暫不將這個部分考慮進來，後續研究若要加強研究的深度與廣度便可朝這個方向發展。

### 3.2.1 駕駛者年紀、性別與駕駛車種

關於駕駛者自身影響因素資料收集的部分，其中年紀與性別部分參考 Papaioannou(2007)[33]之研究，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)，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空著，該筆資料不列入二元羅吉斯模式迴歸分析之中，然而在一般敘述性統計分析時仍會將該筆資料列入統計，此外關於觀測者對駕駛者年紀性別之判斷，在實際進行資料收集前將會對觀測者進行訓練與檢定，將於資料收集的部份對觀測者訓練與檢定做詳細的說明。

車種的部份主要分成三種，參考道路交通安全規則[4]分成機車、小客(貨)車與大客貨車三種，機車部分參考道路交通安全規則第三條[4]，包含汽缸總排氣量 250 方公分以下之二輪輕型與普通重刑機器腳踏車，汽缸總排氣量 250 立方公分以上之大型重型機械腳踏車則不列入此項，小客(貨)車部分亦參考道路交通安全規則第三條，定義為總重量 3.5 公噸以下或座位在九座以下與座位二十四座以下之幼童專用車，則小客車、休旅車、計程車、箱型車、小型客貨兩用車等皆納入此類，大客貨車則是總重量 3.5 公噸以上或座位九位以上與座位二十四位以上之幼童專用車。

進行觀察時，為簡易與快速分辨小客(貨)車或是大客貨車，依照交通部公路總局[16]對車輛牌照的規定，營業用貨車(包含大型貨車與少數小型貨車)與總重量 3.5 噸或座位在九座以上之營業用大客車必須使用綠底白字且牌照號碼為五碼(2+3 碼或 3+2 碼)之車牌，總重量 3.5 噸或座位九座以上之自用大客車或特種車必須使用白底綠字且車牌號碼為五碼之車牌，總重量 3.5 噸或座位九座以上之遊覽車必須使用紅底白字且車牌號碼為五碼之車牌，總重量 3.5 噸或座位二十四座以上之大型幼童專用車必須使用黃底黑字且車牌號碼為五碼之車牌。

因此在觀察過程中，所觀察到之車輛之車牌號碼為五碼(2+3 碼或 3+2 碼)且車牌顏色為白底綠字、紅底白字或黃底黑字者，將直接列入大型客貨車，而使用綠底白字車牌之車輛仍有極少部份為營業用小貨車，因此必須依據車型將懸掛綠底白字且總重量小於 3.5 公噸之營業用小貨車歸類於小客(貨)車部份。

### 3.2.2 車輛接近速度與距停止線之距離

關於速度與距離測量之部分，在進行觀察與資料收集時，上下午尖峰時段車流量較大，車與車之間間距有時候會過短，很容易在號誌啟動時，車輛距平交道前停止線之距離很近，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，而當距離小於 10 公尺時，測速槍便完全無法測量車輛之速度與距離，因此在進行觀察時，觀察人員會在停止線前 5 公尺、10 公尺與 15 公尺處以粉筆標示記號，當號誌啟動時駕駛者距停止線之距離小於 15 公尺，且測速槍無法測得其速度與距離時，便依照標示的記號判斷車輛是位於停止線前 10 至 15 公尺間、5 至 10 公尺間或是 5 公尺以下，然而速度的部份完全無法測得，便將該筆資料速度欄位留空，雖然無法將此筆資料列入二元羅吉斯模式迴歸的部份，但在敘述性統計分析的部分仍可將此類資料納入分析。

此外參考 Papaioannou(2007)[33]針對駕駛者搶越交叉路口機率之相關研究中，當駕駛者距離停止線超過 100 公尺時，受到號誌影響的效果變得很小，因此於實地觀察中，當平交道號誌啟動時，車輛距離停止線的距離仍為 100 公尺以上時，此車輛便不列入樣本資料之中。

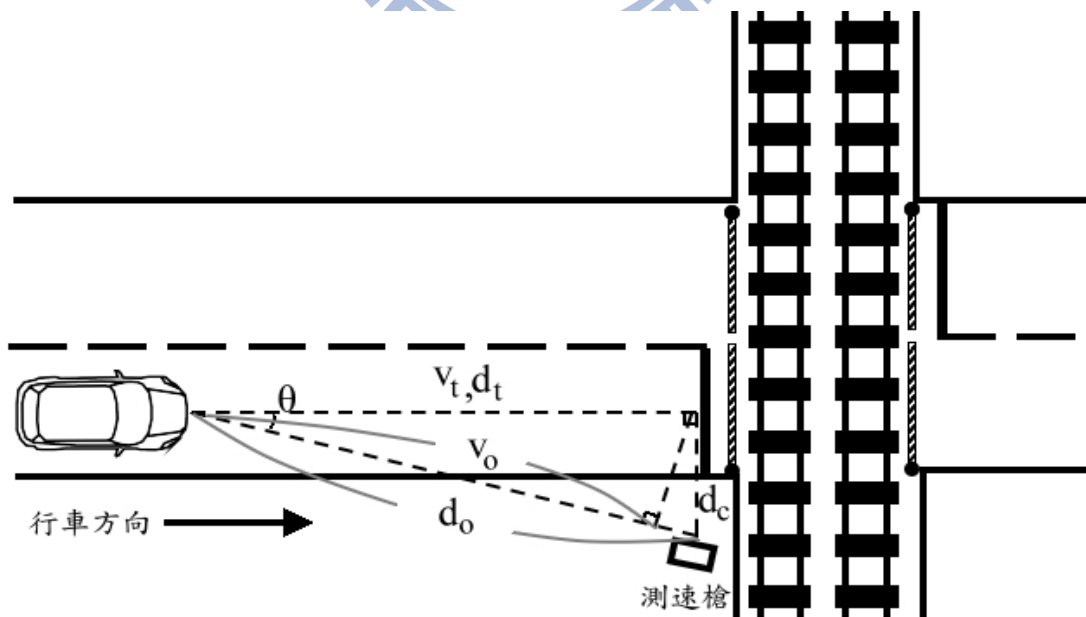


圖 3.2 實驗設計示意圖

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，必須經過相當的校正，如圖 3.2 中，直接觀測到的速度與距離分別是  $v_o$  與  $d_o$ ，而車輛真正的速度與距離分別是  $v_t$  與  $d_t$ ，必須使用簡單的三角函數與定理做校正，根據三角定理，直角三角形之底平方加上高平方等於斜邊平方，將其列示如下：

$$d_t^2 + d_c^2 = d_o^2 \rightarrow d_t = \sqrt{d_o^2 - d_c^2}$$

其中  $d_c$  值代表測速槍位置離車道中心的距離，可以用簡單的測量工具測量出來，而實際的速度則必須靠三角函數定理校正出來，可將其列示如下：

$$v_t = \frac{v_o}{\cos\theta}, \cos\theta = \frac{d_t}{d_o} = \frac{\sqrt{d_o^2 - d_c^2}}{d_o} \rightarrow v_t = v_o \frac{d_o}{\sqrt{d_o^2 - d_c^2}}$$

然而，車輛不一定會沿著車道中心行進，則以車道中心計算車輛的位置可能有誤差，因此以一般車道寬度 3.5 公尺，小客車寬度不超過 2 公尺為例，如下圖 3.3：

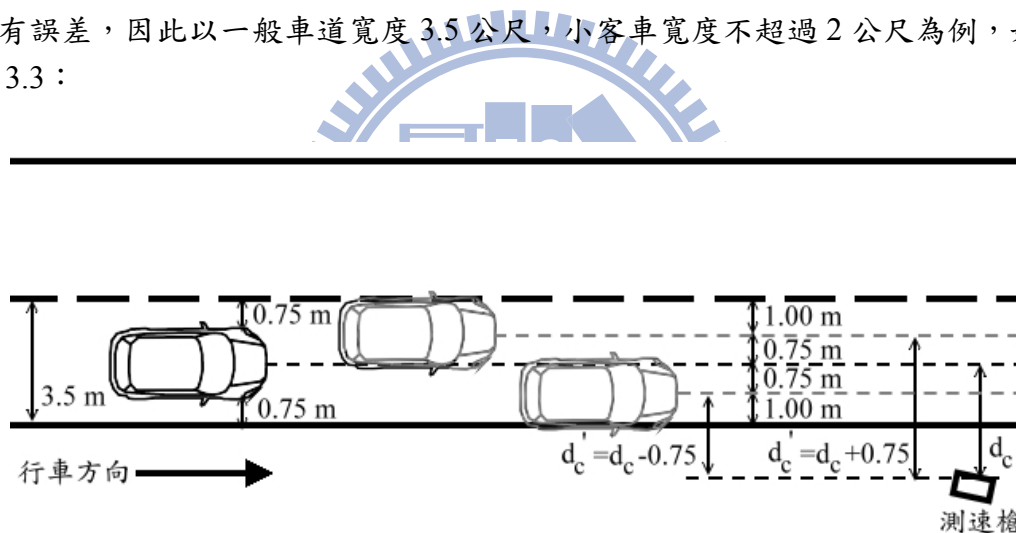


圖 3.3 車輛位置誤差示意圖

若車輛行駛過程中車輛兩側不超出車道，則車輛中心行駛偏離車道中心基準線的距離最多  $\pm 0.75$  公尺，則車輛偏移之位置  $d'_c = d_c \pm 0.75$  帶入實際距離的計算式可得：

$$d_t' = \sqrt{d_o^2 - d_c'^2} = \sqrt{d_o^2 - (d_c \pm 0.75)^2}, \text{ 則誤差值約 } d_t' - d_t, \text{ 誤差率為 } \frac{d_t' - d_t}{d_t}$$

以測速槍架設離中心線 2 公尺，觀察到車輛離停止線的距離為  $d_o$  為 10 公尺為例，則實際離停止線之距離  $d_t$  值約為 9.79 公尺， $d_t'$  之值約為 9.61 或 9.92 公尺，則誤差率約在 0.019 以內，而車輛離停止線越遠時，計算所得之誤差率越小，因此幾乎可將距離的誤差忽略不計。

同理，若計算速度校正後的誤差，將  $d_c' = d_c \pm 0.75$  帶入實際速度之計算式可得：

$$v_t' = v_o \frac{d_o}{\sqrt{d_o^2 - (d_c \pm 0.75)^2}}, \text{ 則誤差值約為 } v_t' - v_t, \text{ 誤差率為 } \frac{v_t' - v_t}{v_t}$$

以觀測到的時速  $v_o$  為 50 公里且其他條件不變的數值為例，校正過後的時速  $v_t$  約為 51.03 公里， $v_t'$  之值約為時速 52.00 或 50.40 公里，則速度誤差率亦不超過 0.019，因此亦可將速度的誤差忽略不計。

除了收集每位駕駛或騎士之年紀、性別、接近速度與距離等等駕駛者自身因素之資料外，觀察人員更於資料收集地點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所用。

### 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[35]，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，即搶越平交道與不搶越平交道，則可知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得知各解釋變數與結果的相關性程度，以接近速度為例，若

接近速度與駕駛者選擇搶越平交道的相關性為正相關且相關性很高，則表示駕駛者接近速度越快時，其搶越平交道的機率便越高。

二元羅吉斯迴歸系數估計之方式採用最大概似估計法，在一般線性迴歸方法中，估計參數的方法大多採用最小平方法，原理是根據迴歸模型選擇參數估計值，使應變數的測量值與估計值之間的離差平方值為最小，然而羅吉斯迴歸是非線性模型，不能採用一般最小平方法來做系數估計之方式，必須採用最大概似估計法來做係數之校估，最大概似估計法是統計分析中另一常用之模型系數估計方法，可以用於線性模型，也可以用於更為複雜的非線性估計。

使用最大概似估計法之前，必須先建立一個概似函數(likelihood function)，以此函數將觀測資料的機率表述為未知模式參數的函數，模式參數之估計是選擇能夠使這一函數值達到最大的參數估計值，即能夠使模式估計值以最大機率重現觀察值，假設由  $Y_1$  至  $Y_N$  所構成的母體  $N$ ，從中抽取  $n$  個樣本，分別為  $y_1$  至  $y_n$ ，令  $P_i$  為給定  $x_i$  條件下  $y_i=1$  之機率， $1-P_i$  為給定  $x_i$  條件下  $y_i=0$  之機率，則將兩者綜合起來可得  $P_i(y_i) = P_i^{y_i} (1-P_i)^{1-y_i}$ ，由於  $y_i$  等於 0 或 1，因此  $y_i$  與  $1-y_i$  各代表兩者之特定值，各項觀測相互獨立，所以它們的聯合分布可以表示為各邊際分布的乘積：

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n P_i^{y_i} (1-P_i)^{1-y_i}, \quad P_i = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta x_i)}} = \frac{e^{\alpha + \beta x_i}}{1 + e^{\alpha + \beta x_i}}$$

上述方程式即為  $n$  個觀測值之概似函數，參數估計之目的為能夠求出使這一函數值達到最大的參數估計值，然而要求出使  $L(\theta)$  最大之參數值是相當困難的，因此在實際應用上大多採用求出  $\ln[L(\theta)]$  最大值之替代方法，使  $\ln[L(\theta)]$  取得最大值的  $\theta$  值同樣能夠使  $L(\theta)$  取得最大值，透過取自然對數之方式使得計算之過程較為容易，則可得下列式子：

$$\ln[L(\theta)] = \ln\left[\prod_{i=1}^n P_i^{y_i} (1-P_i)^{1-y_i}\right], \quad P_i = \frac{e^{\alpha + \beta x_i}}{1 + e^{\alpha + \beta x_i}}$$

將其化解後可得下列式子：

$$\ln[L(\theta)] = \sum_{i=1}^n [y_i(\alpha + \beta x_i) - \ln(1 + e^{\alpha + \beta x_i})]$$

為了求得方程式中係數  $\alpha$  與  $\beta$  之值，分別對  $\alpha$  與  $\beta$  求偏導數可得下列方程式：

$$\frac{\partial \ln[L(\theta)]}{\partial \alpha} = \sum_{i=1}^n \left[ y_i - \frac{e^{\alpha + \beta x_i}}{1 + e^{\alpha + \beta x_i}} \right]$$

$$\frac{\partial \ln[L(\theta)]}{\partial \beta} = \sum_{i=1}^n x_i \left[ y_i - \frac{e^{\alpha + \beta x_i}}{1 + e^{\alpha + \beta x_i}} \right]$$

上述方程式稱為概似方程式(likelihood equations)，如果模式中有 k 個變數，則會有 k+1 個方程式來求解係數  $\alpha$  與  $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$  至  $\beta_k$  之值，由於方程式求解困難，係數之估計多半使用 SPSS 或 SAS 等統計軟體中內建之利用疊代(iteration)方法來計算完成，而後續二元羅吉斯迴歸分析亦是利用 SPSS 軟體來進行。

關於研究所需收集之樣本數，根據傳統抽樣方法樣本數估計之方式，假設母體為常態分配，信賴水準 95% 下，可允許之誤差為 0.05，研究所需之樣本數計算如下：

$$\frac{Z_{1-(\alpha/2)}^2(0.25)}{d^2} = \frac{Z_{0.975}^2(0.25)}{0.05^2} = \frac{1.96^2(0.25)}{0.05^2} = 384$$

若依照二元羅吉斯迴歸所需求之樣本數來估計，根據 Spicer(2005)[39]於書中提出二元羅吉斯迴歸需求樣本數大略的估計方式，基本樣本數需要 100 個，而每多一個變數則需增加 50 個樣本，研究設定之變數為 11 個，因此計算而得所需最少之樣本數為 650 個。

在確立研究架構、實驗方法、統計方法與需求樣本數後，進行樣本與資料之收集，實地至平交道觀察與紀錄駕駛者面臨平交道保安設施啟動而號誌開始閃爍時選擇是否搶越平交道的行為，利用二元羅吉斯迴歸找出影響駕駛者搶越平交道之主要因素，並以 SPSS 統計軟體做為分析與計算的主要工具，希望研究所之結果對於提升平交道安全能夠有相當之助益。

## 第四章 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，以下將詳述訓練與檢定的過程。

#### 4.1.1 測速儀器之操作與訓練：

本研究主要使用之速度與距離測量儀器為 Marksman LTI20-20 雷射測速槍 [36](如圖 4.1)，雷射所激發出來的光，其光子與運動之方向皆相同，且每個波束之頻率亦相同，加上波束一束束緊密地排列著，彼此分毫不差地互相平行，使整個光束即始發射到很遠的距離也不會散開，因此雷射測速槍以測量紅外線光波傳送的時間來決定速度，雷射測速槍的原理是利用雷射脈衝傳送到目標再折返的時間會以距離成正比，以固定間隔發射兩個雷射脈衝，即可測得兩個距離，將兩個距離之差距除以時間間隔即可計算出目標的速度，理論上發射兩次以上即可測量出速度，然而實務上為避免計算上的誤差，在雷射測速槍的設計上，會瞬間發送高達七組的雷射脈衝，以最小平方法求其平均值，來求得目標之速度與距離，因此所計算出來的結果誤差是相當小的，而本研究使用之測速槍為 Laser Technology Inc. 所生產之產品，其功能特性如下：

1. 雷射源波長：904 奈米
2. 測速時間：1/3 秒
3. 測速範圍：320 kph
4. 最大測量距離：720 公尺以上
5. 最小測量範圍：10 公尺



圖 4.1 Marksman LTI20-20 雷射測速槍

觀察人員在進行實驗操作測速槍時，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，利用測速槍上方望眼鏡中顯示之紅點，瞄準迎面而來之機車前方之前擋板或車輛引擎蓋之部份，並且扣動板機，便可從測速槍顯示螢幕上得知車輛當時的速度與距離，操作的重點是過程中必須保持穩定，手肘不能隨便晃動，不然容易因紅點的晃動而無法測得車輛的速度與距離，因此觀察人員在實際進行觀察前必須多加練習測速槍的操作，以確保資料收集的穩定度與準確性。

#### 4.1.2 性別與年紀判定之訓練

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，主要將性別分成男性與女性，年紀分成青壯年(18 至 40 歲)、中年(41 至 64 歲)與老年人(65 歲以上)三個部份，性別部分主要靠汽車駕駛或機車騎士之髮型、臉部、身材與服裝做判斷，男性的頭髮長度多半較短，身材較為粗壯且身高較高，臉部輪廓較為方正，皮膚較為粗糙且穿著多半較為男性化，而女性頭髮長度多半較長，且身材較為嬌小與伴隨著胸部的性徵，臉部輪廓多半較為圓潤，皮膚較為細緻或有化妝，穿著較為女性化等，機車騎士與汽車駕駛主要判斷的參考依據不同，機車騎士大多穿戴安



全帽且有些會戴著口罩，較不易從臉部判斷性別，因此主要以身材、髮型與穿著為判斷的依據，而汽車駕駛則可直接藉由擋風玻璃觀察臉部、髮型、身材與穿著做判斷。

年紀判斷主要分為兩個部份，第一個部份必須判斷駕駛人與機車騎士是否為 41 歲以下的青壯年，則可依照駕駛者之穿著、臉部與皮膚做判斷，青壯年的穿著多半較為新潮，臉部肌膚較為緊實且皺紋較少，而中年人穿著多半偏向穩重與成熟，而臉部逐漸開始出現皺紋而皮膚也較為暗沉，第二個部份是判斷是否為 65 歲以上之老年人，老年人的外觀特徵主要分成臉部特徵、身體特徵，將其特徵整理如下：

#### 1. 臉部特徵

- (1) 魚尾紋明顯
- (2) 法令紋深
- (3) 眼袋下垂
- (4) 眼皮下垂
- (5) 眼眶凹陷
- (6) 臉部皮膚下垂鬆弛

#### 2. 身體特徵

- (1) 四肢皮膚乾扁皺摺
- (2) 老人斑較多
- (3) 毛髮銀白稀疏
- (4) 駝背

觀察人員依據上述之判斷依據判斷駕駛者之年紀與性別，並進行判定駕駛者年紀性別之鑑定，然而單純訓練無法得知觀察人員判斷駕駛者性別年紀之準確性，必須進行觀察人員判定駕駛者性別年紀能力之檢定，因此統一進行調查員判定駕駛者年紀性別能力的實驗，並將實驗之統計結果以 Cohen's Kappa 模式做檢定，以確定觀察人員判定駕駛者年紀性別的結果是可信的，以下小節將會對實驗方法、檢定模式與檢定結果做詳細的說明。

### 4.1.3 性別與年紀判定能力之檢定

#### 1. Cohen's Kappa 檢定：

Cohen's Kappa[37]檢定是 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，由於計算兩觀測員判斷結果皆相同的部分占有所有觀察樣本的比例作為信賴度指標的方法是過於高估且不客觀的，故必須發展 Cohen's Kappa 檢定的方法做信賴度的校正。

Cohen's Kappa 檢定所得之 K 值介於-1 至 1 間，越接近 1 表示兩觀測員間觀測結果一致的程度越高；K=-1 代表兩觀測員之觀測結果是完全不一致的；K=0 表示兩觀測員的結果是完全不相關的。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。而於不同的領域或觀測事項中，可視情況調整 K 之門檻值。

以鳥類觀察為例，兩位觀測員於濕地觀察濕地中的鳥類生態，此濕地主要棲息三種鳥類，分別為水鳥甲、水鳥乙與水鳥丙，兩觀測員各別判斷所觀測到之同一隻水鳥，分別將結果記錄如下：

表 4.1 水鳥觀測結果紀錄表

水鳥編號	1	2	3	4	5	6	7	.....	48	49	50
觀察員 1	甲	乙	甲	丙	乙	甲	丙	.....	甲	乙	甲
觀察員 2	乙	甲	甲	丙	甲	乙	丙	.....	甲	丙	甲

(1) 將所得之結果以圖 4.2 的方式填入圖 4.2 下方的表格中，並將累積之次數記錄下來成為表格 4.2 之結果。

水鳥編號	1	2	3	4	5	6	7	.....	48	49	50
觀察員 1	甲	乙	甲	丙	乙	甲	丙	.....	甲	乙	甲
觀察員 2	乙	甲	甲	丙	甲	乙	丙	.....	甲	丙	甲

		觀察員 1		
		水鳥甲	水鳥乙	水鳥丙
觀察員 2	水鳥甲			
	水鳥乙			
	水鳥丙			

圖 4.2 水鳥觀測數據整理示意圖

表 4.2 水鳥觀測數據整理表

		觀察員 1		
		水鳥甲	水鳥乙	水鳥丙
觀察員 2	水鳥甲	10	2	1
	水鳥乙	3	15	4
	水鳥丙	1	3	11

(2) 計算所得之結果，可得知初步的同意率為 $(10+15+11)/50=72\%$ ，但這只是初步估計之結果，必須經過 Cohen's Kappa 模式之校正，故將表格內各格累積之次數除以總樣本數得到發生各種情況的比例，結果整理於表 4.3 中。

表 4.3 觀測結果頻率表

		觀察員 1		
		水鳥甲	水鳥乙	水鳥丙
觀察員 2	水鳥甲	0.20	0.04	0.02
	水鳥乙	0.06	0.30	0.08
	水鳥丙	0.02	0.06	0.22

- (3) 將兩觀測員皆同意之部分的比例值相加得  $O=0.20+0.30+0.22=0.72$ ，並將表 4.3 中各行與各列之值相加，轉換成如表 4.4 的格式。

表 4.4 觀測結果頻率表 2

		觀察員 1			各行 總和
		水鳥甲	水鳥乙	水鳥丙	
觀察員 2	水鳥甲	0.20	0.04	0.02	0.26
	水鳥乙	0.06	0.30	0.08	0.44
	水鳥丙	0.02	0.06	0.22	0.30
各列總和		0.28	0.40	0.32	1.00

- (4) 將表 4.4 所算得之各行列總合相乘，即第一行的總合與第一列的總合相乘，第二行的總合與第二列的總合相乘及第三行的總合與第三列的總合相乘得到各兩觀測者同意之部分的期望值，以數學式表示如下：

$$e_1 = \text{row}_1 \times \text{column}_1 = 0.26 \times 0.28 = 0.0728$$

$$e_2 = \text{row}_2 \times \text{column}_2 = 0.40 \times 0.44 = 0.1760$$

$$e_3 = \text{row}_3 \times \text{column}_3 = 0.32 \times 0.30 = 0.0960$$

$$E = e_1 + e_2 + e_3 = 0.3448$$

- (5) 將所求得之 O 值與 E 值代入可得：

$$K = (O - E) / (1 - E) = (0.72 - 0.3448) / (1 - 0.3448) = 0.5726$$

所得之  $K = 0.5726$  低於門檻值之要求，表示這兩位觀測者之觀測結果為不符合標準的，以下部分將實際以 Cohen's Kappa 方法對觀察人員進行判定駕駛者年紀性別能力之實驗與檢定

## 2. 觀察人員判定駕駛者年紀性別能力之檢定：

為了檢定觀察人員判斷駕駛人年紀與性別之能力，必須進行判別年紀性別的相關實驗，根據 Cohen's Kappa 檢定設定的前提，受測的觀測人員必須是受過訓

練的觀測人員才可以直接互相比較來計算兩者之可信度，因此實驗主要分成兩個階段，第一個階段是機車騎士年紀性別判斷能力之檢定，觀察人員必須詢問機車騎士實際之性別年齡，並與觀察人員判斷的結果做比對，來證實觀察人員的判斷是可信的，第二階段是汽車駕駛年紀性別判斷能力之檢定，由於前階段已經證明觀察人員對於性別年紀的判斷是受過訓練且可信的，因此汽車駕駛年紀性別判斷能力檢定的部份則是由觀察人員兩人判斷的結果直接做比較，其過程與結果敘述如下：

### (1) 機車騎士年紀性別判斷能力之檢定

實驗地點：

新竹市東門街與民族路路口

實驗方法：

觀察人員選擇東門街與民族路路口處，於紅燈時段時觀察行駛於東門街朝東門方向迎面而來之機車騎士，兩人指定特定一位機車騎士，各自判斷其性別與年紀，兩人不能互相交換意見以免影響判斷的結果，並趁其停等紅燈時詢問確實的性別年齡資料，將詢問之結果以附表 1 的格式紀錄下來，以便觀察人員做後續之檢定與分析。

實驗結果：

檢定結果主要分兩個部份，一者為性別判斷能力檢定之結果，一者為年紀判斷能力檢定之結果，性別與年紀判斷能力檢定之結果如表 4.5 與表 4.6。

表 4.5 機車騎士性別判斷能力檢定結果(樣本數：101 位)

觀察人員 1 與 實際結果比較				觀察人員 2 與 實際結果比較				觀察人員 1 與 觀察人員 2 比較			
		觀察人員 1				觀察人員 2				觀察人員 2	
		男性	女性			男性	女性			男性	女性
正 確 答 案	男 性	66 (0.653)	1 (0.010)	正 確 答 案	男 性	66 (0.653)	0 (0.000)	觀 察 人 員 1	男 性	66 (0.653)	0 (0.000)
	女 性	0 (0.000)	34 (0.337)		女 性	0 (0.000)	35 (0.347)		女 性	0 (0.000)	35 (0.347)
初步同意比例：0.990 K 值：0.978				初步同意比例：1.000 K 值：1.00				初步同意比例：0.990 K 值：0.978			

表 4.6 機車騎士年紀判斷能力檢定結果(樣本數：101 位)

觀察人員 1 與實際結果比較				觀察人員 2 與實際結果比較				觀察人員 1 與觀察人員 2 比較						
		觀察人員 1					觀察人員 2					觀察人員 2		
		青	中	老			青	中	老			青	中	老
正確答案	青	40 (0.396)	7 (0.069)	0 (0.000)	正確答案	青	45 (0.416)	5 (0.049)	0 (0.000)	觀察人員 1	青	38 (0.376)	8 (0.079)	0 (0.000)
	中	0 (0.000)	40 (0.396)	3 (0.030)		中	3 (0.029)	34 (0.338)	6 (0.059)		中	3 (0.029)	35 (0.347)	1 (0.010)
	老	0 (0.000)	0 (0.000)	11 (0.109)		老	0 (0.000)	0 (0.000)	11 (0.109)		老	0 (0.000)	4 (0.040)	12 (0.119)
初步同意比例：0.901 K 值：0.836				初步同意比例：0.863 K 值：0.775				初步同意比例：0.842 K 值：0.743						

從表中的結果可得知，觀察人員對於機車騎士年紀性別的判斷，無論是各自與實際答案做比較，或是兩人直接互相做比較，所得之 K 值皆大於 0.7，則可得知兩人對於機車騎士年紀性別判斷之能力是可以信賴的，亦符合 Cohen's Kappa 檢定中觀測人員必須是受過訓練之前提，而兩人直接互相比較對性別年紀判斷之 K 值各為 0.978 與 0.775，比起兩人各自與實際答案比較的結果還要嚴苛，加上比起詢問機車騎士之性別與年齡，詢問汽車駕駛年齡與性別較為困難，因此在檢定判斷汽車駕駛性別年紀能力的階段，將由兩位觀察人員判斷的結果直接互相比較，而不詢問汽車駕駛之年齡與性別。

## (2) 汽車駕駛年紀性別判斷能力之檢定

實驗地點：

新竹市中華路與民族路交叉口

實驗方法：

觀察人員選擇中華路與民族路交叉口處，觀察民族路往新竹火車站方向迎面而來之車輛，兩人指定特定一輛兩人皆可藉由擋風玻璃清楚看見車內駕駛外貌之車輛，各自判斷其性別與年紀，兩人不能互相交換意見以免影響判斷的結果，並將判斷之結果以附表 1 的格式紀錄下來，以便觀察人員做後續之檢定與分析。

實驗結果：

檢定結果主要分兩個部份，一者為性別判斷能力檢定之結果，一者為年紀判斷能力檢定之結果，性別與年紀判斷能力檢定之結果如表 4.7。

表 4.7 汽車駕駛性別與年紀判斷能力檢定結果(樣本數：148 位)

判斷性別能力之檢定				判斷年紀能力之檢定				
		觀察人員 2				觀察人員 2		
		男性	女性			青	中	老
觀察人員 1	男性	115 (0.777)	2 (0.013)	觀察人員 1	青	62 (0.419)	5 (0.034)	0 (0.000)
	女性	1 (0.007)	30 (0.203)		中	6 (0.041)	68 (0.458)	1 (0.007)
				老	0 (0.000)	0 (0.000)	6 (0.041)	
初步同意比例：0.980 K 值：0.940				初步同意比例：0.919 K 值：0.850				

從表中的結果可得知，兩位受測者對汽車駕駛性別年紀判斷結果互相比較所得之 K 值皆大於 0.7，表示兩人對汽車駕駛性別年紀的判斷是可以信賴的，而對於汽車駕駛年紀判斷之 K 值為 0.85，大於對機車騎士年紀判斷之 K 值 0.743，可能是因為機車騎士皆會穿戴安全帽且部份會穿戴口罩而遮擋了機車騎士之部分外貌，影響了觀察人員對於年紀的判斷，而汽車駕駛能從擋風玻璃清楚地看到駕駛之外貌，加上前階段對機車騎士年紀性別判斷能力之檢定後，觀察人員對於年紀性別判斷之能力有所進步，因此在汽車駕駛年紀判斷檢定之成績較機車騎士部份好。

經過觀察人員對駕駛者年紀性別判斷能力之訓練與檢定後，便進行實驗地點之搜尋與過濾，觀察人員將藉由台灣鐵路管理局[1]網站中全台平交道的資料進行第一階段的過濾，選擇出可能進行實驗的平交道進行踏勘，來決定適合進行實驗之平交道，下個小節將對這個部份進行詳細的說明。

## 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，以下章節將對這個部份做詳細之介紹與說明。

### 4.2.1 資料收集平交道之搜尋與過濾

本研究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，詳述如下：

#### 1. 與平交道相交道路之車流量

資料收集進行中，與平交道相交之道路(即本研究觀察方向之道路)車流量必須要適中，若車流量太小，則列車通過平交道時可能會沒有車輛接近平交道而無法取得有用的樣本，若車流量太大，列車通過時，車與車間之距離會太近，則距平交道 15 公尺以下之樣本數會過多，無法不易取得資料完整之樣本，因此在車流量偏大的平交道，必須挑選離峰時段來進行資料收集，車流量偏小的地點則必須挑選尖峰時段來進行資料收集。

#### 2. 與平交道相交道路之車道多寡

與平交道相交之道路必須是雙車道或雙車道以上之道路，因為單車道可能會同時會有不同方向之車輛通過，影響駕駛者通過平交道之行為，而道路之車道數亦不可有所增減，如此一來亦有可能會影響駕駛者之行為。

#### 3. 與平交道相交道路之道路線形

與平交道相交之道路彎曲程度不可過大，彎曲程度過大之道路會影響測速槍測得速度與距離之準確性，亦有可能會影響駕駛者通過平交道之行為。

#### 4. 觀察方向道路是否與平交道直接相交

觀察方向的道路必須與平交道直接相交，中間不可隔著橫向的道路才與平交道相連結，若駕駛者通過平交道前必須先通過一橫向交叉之道路，可能會因為橫向道路之車流而影響駕駛者之行為。

#### 5. 觀察方向道路之長度

由於觀察之過程必須測量駕駛者的速度與距離，而平交道號誌啟動時，車輛離停止線之距離是否影響駕駛者搶越平交道之行為亦是研究之重點之一，因此實驗平交道觀察方向道路之長度不可以過短，若長度過短則可能無法取得平交道號誌啟動時，離停止線仍然有段距離之車輛之資料樣本。

#### 6. 交通號誌

盡量選擇與平交道相交之道路上、下游無設置紅綠燈號誌之平交道，若無法避免紅綠燈號誌也盡量選擇綠燈時段較長之道路，因為當平交道號誌啟動時，紅綠燈號誌亦同時轉變為紅燈，則駕駛者於平交道之行為可能會受到紅燈之影響，不利於樣本資料之收集。

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，平交道搜尋結果整理如下表：

表 4.8 搜尋平交道一覽表

縣市	平交道名稱	平交道地點	適合與否	不適合之原因
台北縣	光復街平交道	光復街	否	因應鐵路地下化，已停用
	新台五線平交道	新台五路一段	否	因應鐵路地下化，已停用
	橫科里平交道	民權街一段	否	因應鐵路地下化，已停用
	俊英街平交道	俊英街	否	觀察方向道路曲度過大
	福德街平交道	福德街	否	觀察方向道路長度不足
	八德路平交道	八德路	否	已改成地下道
	東鶯里平交道	中正一路與環河路交叉口	否	車流量過少
	鳳鳴里平交道	大湖路	否	車流量過大 且觀察方向道路長度不足
	尖山埔路平交道	中正二路與尖山埔路交叉口	否	車流量過小 且觀察方向道路長度不足
桃園縣	建國東路平交道	建國東路	是	無
	山鶯路平交道	山鶯路	否	車流量過小
	玉山街平交道	玉山街	否	單車道
	國際路平交道	國際路	是	無
	茄苳村平交道	茄苳路	否	車流量過小 且觀察方向道路曲度過大
	高城路平交道	高城路與中華路交叉口	否	車流量過小
	永豐路平交道	永豐路與中華路交叉口	是	無
	遠東廠前平交道	遠東路與中華路交叉口	否	車道數由四線道增加成五線道
	興仁路平交道	興仁路與中華路交叉口	是	無
	忠義里平交道	永福路	否	車流量過小
	普仁里平交道	普忠路	否	車流量過小
	普義理平交道	普義里	否	單線車道 且嚴重受到紅綠燈號誌影響



	內壢南方平交道	文化二路與中華路交叉口	否	車流量過小 且觀察方向道路長度不足
	自立新村平交道	中華路一段 679 巷	否	車道數由雙線道增加成三線道 且觀察方向道路曲度過大
	六和平交道	中和路	否	車流量過大
	德育路平交道	德育路與博愛 一路交叉口	否	單線道 且觀察方向道路曲度過大
	新光路平交道	新光路一段	否	單線車道且車流量過小
	延平路北平交道	延平路三段 411 巷	否	嚴重受到紅綠燈號誌影響
	幸福水泥平交道	永美路 367 巷	否	車流量過小
	瑞塘里平交道	永美路 445 巷	否	車流量過小
新竹縣	信勢村平交道	成功路 614 巷	否	單線道且車流量過小
	唐榮平交道	唐榮機械場廠 內道路	否	單線道且車流量過小
	鳳山寺平交道	波羅汶路	否	單線道且車流量過小
	德盛街平交道	德盛街	否	車流量過小
	新豐南方平交道	新興路 194 巷	否	車流量過小
新竹市	客雅平交道	南外街	否	單線道且只能通行機車
	農會前平交道	中山路與中華 路交叉口	是	無
	頂埔平交道	中華路四段 181 巷	否	單線道且車流量過小
	變電所前平交道	中華路四段 451 巷	否	單線道且車流量過小
	美山平交道	美山聯絡道	否	單線道且車流量過小
	香山北方平交道	大湖路	否	車流量過小
	海山平交道	長興街 209 巷	否	車流量過小
	鹽水平交道	內湖路 34 巷	否	單線道且車流量過小
	南港村平交道	南港街	否	單線道且車流量過小
苗栗縣	渡船頭平交道	苗九線支線	否	單線道且車流量過小
	海寶里平交道	苗九線支線	否	單線道且車流量過小
	大山南方平交道	明山路	否	車流量過小
	龍津路平交道	龍津路	否	單線道且車流量過小
	新埔路平交道	新埔路	否	單線道且車流量過小
	通宵南平交道	海濱路	否	車流量過小

	五南路平交道	五南路	否	單線道且車流量過小
	西勢路平交道	西勢路	否	車流量過小 且觀察方向道路長度不足
	房裡路平交道	房裡路	否	單線道且車流量過小
	新復路平交道	新復路	否	單線道且車流量過小
	老莊路平交道	老莊路	否	車流量過小
	宜春路平交道	宜春路	否	單線道且車流量過小

經過實地踏勘後，篩選出五個適合資料收集的平交道，即桃園縣的建國東路平交道、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，然而建國東路平交道之環境特性與國際路相近，且國際路平交道車流量較為適中，建國東路車流量較大不利資料收集之進行，因此最終選擇國際路、永豐路、興仁路與農會前平交道進行資料收集，以下小結將詳細介紹這四座平交道銜接道路之道路寬度、車道數與平交道號誌秒數等平交道相關資料。

#### 4.2.2 資料收集平交道相關資料與樣本實際收集

實際進行資料收集前，觀察人員對這四座平交道進行平交道相關資料之收集，以便後續整理與分析所用，以下將四座平交道相關資料整理如表 4.9，四座平交道進行資料收集之時段稍有不同，其中農會前平交道由於車流量較小，因此資料收集之時段多為上下午尖峰時段，而永豐路、國際路與興仁路平交道車流量較大，不用刻意挑選在上下午尖峰時段進行資料收集，因此資料收集時段包含部份離峰時段。

表中閘門延滯時間代表平交道保安設施啟動而號誌開始閃爍到前遮斷器開始放下的這段時間，閘門間隔代表前遮斷器開始放下到後遮斷器開始放下的這段時間，而閘門延滯時間與閘門間隔是根據 Coleman III 與 Moon (1997)[34]之定義，為了分析駕駛者是否面臨停等猶豫區而測量，與總號誌時間之定義稍有不同，總號誌時間則是號誌開始閃爍至前遮斷器開始放下這段時間，與前遮斷器開始放下至後遮斷器完全放下這段時間之總和。

平交道長度代表前遮斷器之後遮斷器間之距離，在文獻中多半使用平交道寬度(width)這個字眼，然而寬度容易與道路寬度混淆，因此使用平交道長度來表示，駕駛者所需穿越之寬度即為平交道長度加上停止線至前遮斷器之距離。而最大坡度則是平交道前上遊路段 50 公尺內所測得之最大坡度，而平均坡度則是平交道前上遊路段 50 公尺內每 5 公尺測量坡度一次，將所有測量到的坡度平均所得之平均坡度。

表 4.9 資料收集平交道資料整理表

平交道屬性	平交道名稱			
	農會前平交道	永豐路平交道	國際路平交道	興仁路平交道
平交道地點	新竹市中山路與中華路交叉路口	桃園縣永豐路與中華路交叉路口	桃園縣國際路	桃園縣興仁路與中華路交叉路口
調查時段	上午 7 點至 10 點 或下午 3 點至 5 點 30 分	上午 8 點至下午 2 點	上午 8 點至下午 3 點	上午 8 點至下午 3 點
軌道數	雙軌道	雙軌道	雙軌道	雙軌道
閘門延滯時間	8.0 秒	9.0 秒	7.0 秒	7.0
閘門間隔	6.0 秒	5.0 秒	5.0 秒	5.0
總號誌時間	20.0 秒	20.0 秒	16.0 秒	18.0
平交道長度 (遮斷器距離)	16.0 公尺	24.9 公尺	12.1 公尺	22.3 公尺
停止線至 前遮斷器距離	10.5 公尺	3.2 公尺	2.1 公尺	5.4 公尺
穿越長度	26.5 公尺	28.1 公尺	14.2 公尺	27.7 公尺
總車道數	雙車道	三車道	雙車道	五車道
觀察方向 車道數	單車道	雙車道	單車道	三車道
道路總寬度	13.0 公尺	13.4 公尺	11.9 公尺	20.8 公尺
車道寬度	5.0 公尺	3.6 公尺	3.5 公尺	3.1 公尺
道路線型	通過平交道 後直走	通過平交道 後直走	通過平交道後 只能直走	通過平交道後只 能轉彎
道路最大坡度	下坡 1.1 度	上坡 2.6 度	下坡 1.0 度	下坡 2.7 度
道路平均坡度	下坡 0.72 度	上坡 1.67 度	下坡 0.48 度	下坡 1.79 度

觀察人員於上述四座平交道進行實地觀察與樣本收集，於圖中箭頭之位置觀察駕駛者搶越平交道之行為，利用測速槍測量平交道保安設施啟動而號誌開始閃爍時，車輛之接近速度與當時距平交道前停止線之距離，並判斷駕駛者之駕駛車種、性別與大概年紀，並將該樣本之資料記錄下來，樣本資料記錄之格式如附表 2 之格式。而各平交道之照片分別為圖 4.3 至 4.6，圖中箭頭之位置代表觀察人員進行觀察時之所在位置。



圖 4.3 農會前平交道



圖 4.4 永豐路平交道



圖 4.5 興仁路平交道



圖 4.6 國際路平交道

所收集到之樣本可分為四類，第一類為車種、性別、年紀、速度與距離皆能完整收集到之樣本，第二類是平交道號誌啟動時，已經相當接近平交道而無法取得速度資料而距離只能從地面標註記號而得知其離平交道 15 至 10 公尺、10 至 5 公尺或 5 公尺以內之樣本，第三類是車輛擋風玻璃反光嚴重或機車騎士穿戴全罩安全帽無法判斷性別年紀而仍能測量到速度與距離之樣本，第四類樣本是速度、性別與年紀接無法得知之樣本，後三類無法取得完整資料之樣本雖不能納入羅吉斯模式分析當中，然而在敘述性統計分析部份能仍納入分析，於四座平交道資料收集之時數與收集樣本之數量整理如下表：

表 4.10 樣本收集數量表

	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

資料收集之總時數為 145 小時，其中以農會前平交道 39 小時花費最多，永豐路平交道次之，興仁路平交道最少，四座平交道資料收集時數差異皆不大。表中「觀察到之列車數目」一欄表示列車接近平交道而平交道保安設施開始啟動，駕駛者可能面臨是否搶越平交道之次數，然而某些狀況下，觀察人員無法取得該樣本之相關資料，如表格中「受紅綠燈或其他因素無法取得資料之樣本」一欄表示駕駛者行為受到紅綠燈號誌之影響，或是觀察人員因操作測速槍失誤而無法測得其速度與距離之樣本。於農會前平交道所收集之樣本之所以無法取得資料之樣本數較多除了受紅綠燈號誌影響較大外，由於農會前平交道是第一個實際收集樣本之平交道，故觀察人員對於測速槍操作之不熟練亦是造成樣本資料流失的主因之一，而通過農會前平交道之車流量相較其他三座平交道來得小，前一輛車與下一輛車之時間間距亦較大，因此比起其他三座平交道出現無法測得速度與距離之比例亦較低。

表格中「可用樣本數」一欄即是「觀察到之列車數目」扣除「受紅綠燈或其他因素無法取得資料之樣本」所得能夠納入分析之樣本，然而可用樣本中仍有部分樣本之資料不全，如無法得知駕駛者年紀、性別與車速之樣本，將這些樣本扣

除後便得到資料完整之樣本，而資料完整之樣本將可納入二元羅吉斯迴歸之分析當中。為了使分析結果不會偏向單一平交道之特性，四座平交道樣本數差距不可過大，而從表中可得知四座平交道樣本數之差距皆不大，因此可以消除分析結果偏向單一平交道相關之疑慮。經過樣本資料之實際觀察與收集後，下一章節將對所收集到之樣本進行整理與分析，希望能夠歸納出影響駕駛者搶越平交道之主要因素。



## 第五章 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，以下章節將對這些樣本進行整理與分析，第一部分為敘述性統計之整理與分析，第二部份將對資料完整之樣本以二元羅吉斯模式進行分析，希望能夠歸納出影響駕駛者搶越平交道之因素。

### 5.1 樣本敘述性統計分析

研究中設定影響駕駛者搶越平交道之因素參考過去相關研究所採用之因素以及考量實際資料收集之可行性，將其分為駕駛者自身因素與環境影響因素，駕駛者自身因素分為平交道號誌啟動時之接近速度與當時離平交道前停止線之距離、駕駛者性別與年紀、車種與是否面停等猶豫區；環境影響因素分成必須穿越之長度、平交道號誌秒數、道路坡度、車道數與道路線型。根據所收集之樣本資料，將樣本以表 5.1 之方式做切分，分別分析不同分類下駕駛者搶越平交道之比例，分析結果將在後續小節做說明。

表 5.1 影響駕駛者搶越平交道之因素切分

因素	分項	因素	分項	因素	分項
性別	男性	距離	5 m 以下	接近 車速	10 km/h 以下
	女性		6 至 10 m		11 至 15 km/h
年紀	青壯年(18 至 40 歲)		11 至 15 m		16 至 20 km/h
	中年(41 至 64 歲)		16 至 20 m		21 至 25 km/h
	老年(65 歲以上)		21 至 25 m		26 至 30 km/h
車種	機車		26 至 30 m		31 至 35 km/h
	小客(貨)車		31 至 36 m		36 至 40 km/h
	大型客貨車		36 至 40 m		41 至 45 km/h
停等 猶豫區	面臨停等猶豫區		41 至 45 m		46 至 50 km/h
	未面臨停等猶豫區		46 至 50 m		51 km/h 以上
車道數	兩車道	51 至 55 m	穿越 長度	15 公尺以下	
	超過兩車道	56 至 60m		15 公尺以上	
號誌 時間	19 秒以上	道路 線型	穿越後直走	坡度	上坡(1.5° 以上)
	19 秒以下		穿越後轉彎		水平(±1.0° 內)
					下坡(-1.5° 以下)



### 5.1.1 樣本數據之轉換與校正

在分析不同分類下駕駛者搶越平交道之比例前，比須先將所收集樣本之數據進行轉換或校正，如駕駛者接近速度與距停止線之距離與是否面臨停等猶豫區等，速度與距離之資料可以利用第四章提到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)[34]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，因此從必須平交道長度、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駕駛者之車速是否超出開始面臨停等猶豫區之門檻，計算所需要的各項參數中，平交道地點之資訊由實地測量所得，整理如下表。

表 5.2 平交道參數資料表

平交道名稱	平交道長度 (兩遮斷器間距離)	停止線至 前遮斷器距離	閘門 延滯時間	閘門 間隔	坡度
農會前平交道	16.0 公尺	10.5 公尺	8.0 秒	6.0 秒	-0.72°
永豐路平交道	24.9 公尺	3.2 公尺	9.0 秒	5.0 秒	1.67°
國際路平交道	12.1 公尺	2.1 公尺	7.0 秒	5.0 秒	-0.48°
興仁路平交道	22.3 公尺	5.4 公尺	7.0 秒	5.0 秒	-1.79°

車輛之減速度與車體長度等參數則參考國內法規與相關研究論文所使用之參數，車輛長度參數設定參考 American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)[38]於公路幾何設計對車輛長度之設定，小客車長度設定為5.8公尺，大客貨車長度設定為12.2公尺，機車長度則採用道路交通安全規則[4]第38條中，對汽缸總排氣量未滿550立方公分之機器腳踏車不得超過2.5公尺之規定，車輛減速度參數參考周義華與陳天賜(民71)[17]於「公車站對道路交通影響之研究—公車站對車流延滯影響」一文中所整理出之車輛減速度資料，小客車之最大減速度為8.05 m/sec<sup>2</sup>，一般平滑減速度約為2.04 m/sec<sup>2</sup>，大客貨車之最大減速度為8.38 m/sec<sup>2</sup>，一般平滑減速度約為1.5 m/sec<sup>2</sup>，機車部份採用陳俊鴻(民92)[18]於「以視覺模擬方式研究機車駕駛人於路段中之駕駛行為」之研究中整理出之數據，機車最大減速為4.21 m/sec<sup>2</sup>，一般平滑減速度為2.44 m/sec<sup>2</sup>。

由於車輛減速度資料中最大減速度的部份是駕駛者遇到緊急事件(如避免交通事故等原因)而踩死煞車時才會發生，而駕駛者面臨平交道號誌啟動，決定是否要停止或是搶越平交道之行為，不如避免交通事故如此緊急，因此採用平滑減速度來計算，而駕駛者反應時間的部份亦採用 AASHTO[38]於公路幾何設計建議之 2.5 秒作為反應時間設定之參數。

根據上述分析駕駛者是否面臨停等猶豫區所需之資料，帶入 Coleman III 與 Moon (1997)[34]於平交道停等猶豫區相關研究中所提到之方程式，駕駛者最短能夠安全停止在平交道前停止線的理論距離  $X_S$  值為  $X_S = t \times v + [\frac{v^2}{2(a + G \times g)}]$ ，而駕駛者保持一定速度下離平交道前停止線最長能夠安全安全通過的距離  $X_C$  理論值為  $X_C = T_G \times v - (W + L + D)$ ，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  $X_C$  當作一臨界值，令  $X_S = X_C$ ，則可得：

$$\frac{v^2}{2(a + G \times g)} + (t - T_G)v + (W + L + D) = 0$$

求出  $v$  則可得一臨界速度，當接近速度大於  $v$  時，駕駛者即有可能面臨停等猶豫之狀況，以小客(貨)車駕駛於興仁路平交道為例，小客(貨)車之減速度  $a$  為  $2.04 \text{ m/sec}^2$ ，車輛長度  $L$  為 5.8 公尺，反應時間  $t$  為 2.5 秒，平交道長度  $W$  為 22.3 公尺，停止線至前遮斷器之距離  $D$  為 5.4 公尺，平交道運行時間  $T_G$  為 12 秒，坡度為  $-1.79^\circ$  換算成百分比坡度  $g$  為  $-0.032$ ，重力加速度  $G$  為 9.8，將上述參數代入方程式中，可求得面臨停等猶豫區之臨界速度  $v$  值約為 28.78 m/s，換算成時速約為 103.62 km/h。

依據相同的道理，分別計算於四座平交道，使駕駛者開始面臨停等猶豫區之所需最小之接近速度，整理如下表：

表5.3 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，發生這種情況之原因可能是現今平交道號誌秒數為了平交道安全而設定較長，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之變數便無法列入敘述性統計分析與後續二元羅吉斯迴歸之分析當中。

### 5.1.2 不同分類下駕駛者搶越平交道之比例

根據表 5.1 對影響駕駛者搶越平交道因素之切分方式，將駕駛者於不同分類下搶越平交道之比例整理如下表：

表 5.4 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 5.3 統計之結果，全體樣本搶越之比例為 0.413，低於 Richards 與 Heathington(1990)[30] 研究中觀察到 0.562 之搶越比例，可能是不同地區之駕駛有不同之行為特性所致，而關於性別之部分，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高出女性約 0.16，可能是因為男性駕駛對事故風險承受度較高的緣故，關於年紀之部分，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，因而降低搶越之比例。

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，然而相較於其他車種，大型客貨車所收集到的樣本較少，因此亦可能對搶越比例統計的結果有所影響。

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，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，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，若將不同速度下駕駛者搶越與不搶越之比例繪製成折線圖如圖5.1，可發現隨著車速之提升，駕駛者搶越之比例逐漸升高，不搶越之比例逐漸下降，約在時速35至40公里時，搶越比例急劇地上升，而在時速41至45公里左右產生交叉，則此點表示駕駛者搶越與不搶越之比例各為0.5，當速度超過此點時，駕駛者搶越之比例開始超過不搶越，則此點可以視為駕駛者搶越機會開始大於不搶越之門檻值。

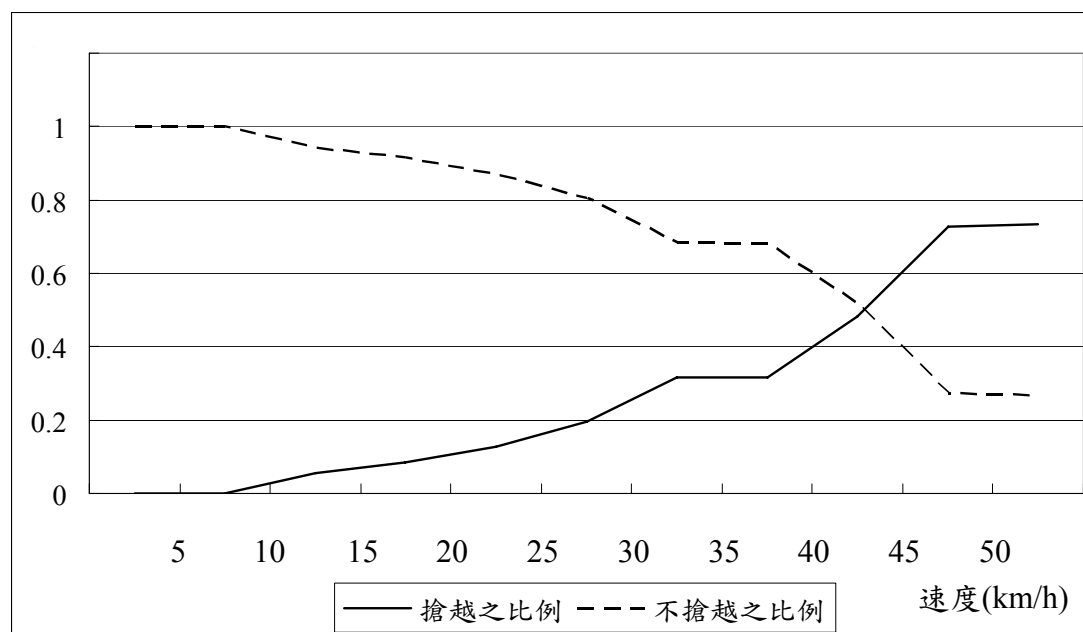


圖5.1 不同車速之搶越比例圖

關於號誌啟動時距平交道前停止線距離之部分，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，若將不同距離下駕駛者搶越與不搶越之比例繪製成折線圖如圖5.2，可發現在距停止線15公尺內，搶越之比例急劇地下降，不搶越之比例急劇地上升，約在距離11至15公尺左右產生交叉，則此點表示駕駛者搶越與不搶越之比例各為0.5，當距離小於此點時，駕駛者搶越之比例開始超過不搶越，則此點可以視為駕駛者搶越機會開始大於不搶越之門檻值，當距離超過25公尺後，搶越比例下降的速度趨近緩和，又當距離超過約35公尺後，搶越比例又開始顯著地下降，推斷在距離停止線25至35公尺這段距離對於駕駛者感受到距離之差異是不大的，因此搶越比例才會如此相近。

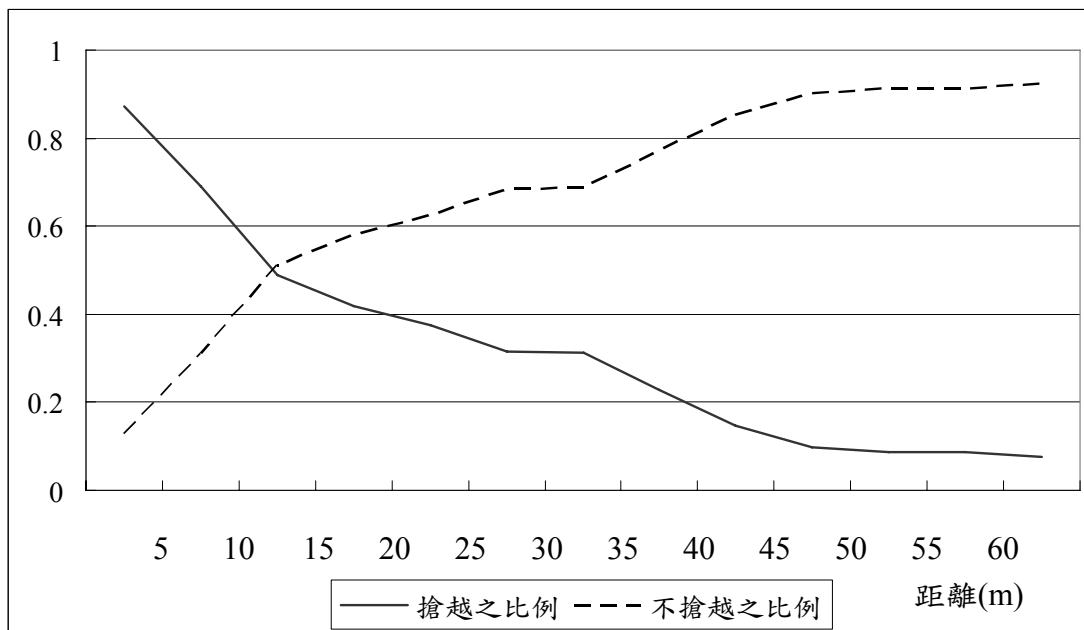


圖5.2 不同距離之搶越比例圖

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使道路之車道數對於搶越平交道之比例是沒有顯著影響的，關於穿越長度的部份，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0.387，兩者搶越比例差距為0.101，可以合理推斷穿越長度較短平交道搶越之比例越高，若考慮平交道號誌時間之部分，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0.366，兩者差距為0.095，可以合理推斷號誌秒數較短之平交道搶越比例較高，與Richards以及Heathington[30]所作之並不相符，可能是因為不同地區有不同之駕駛行為特性，加上其研究中觀察平交道之平均號誌秒數為57.9秒，高出本研究中所觀察平交道之號誌秒數許多，因此造成兩者研究結果之差異。

關於道路線型之部分，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，平交道號誌、穿越長度與坡度看似對駕駛者搶越平交道之行為有一定程度之影響，然而後續仍需要使用二元羅吉斯模式來分析這些因素是否對駕駛者搶越平交道之行為有顯著之影響。

從上述之分析中，對於駕駛者於不同速度與距離搶越之比例進行分析，分別求得於速度與距離中，搶越與不搶越比例同為0.5之門檻值，然而這門檻值是所

有駕駛者速度與距離之門檻值，不同性別、年紀與駕駛車種之速度與距離門檻值是否有所不同?以下章節將對這個部份進行分析。

### 5.1.3 性別於速度與距離搶越比例之交叉分析

將男性與女性之樣本分別計算其於不同速度之搶越比例整理如下表：

表5.5 男性與女性駕駛於不同車速之搶越比例

車速	男性駕駛		女性駕駛	
	樣本數	搶越比例	樣本數	搶越比例
10 km/h 以下	6	0.000	5	0.000
11 至 15 km/h	22	0.045	13	0.000
16 至 20 km/h	47	0.106	31	0.032
21 至 25 km/h	82	0.159	54	0.093
26 至 30 km/h	86	0.326	62	0.097
31 至 35 km/h	90	0.333	32	0.313
36 至 40 km/h	73	0.342	27	0.333
41 至 45 km/h	37	0.514	12	0.500
46 至 50 km/h	23	0.739	5	0.600
51 km/h 以上	11	0.818	4	0.750

從上表之結果可得知隨著速度之增加，男性與女性駕駛搶越之比例皆逐漸上升，其中男性駕駛上升之趨勢較女性駕駛快，若將男性與女性駕駛於不同速度下搶越與不搶越之比例繪製成折線圖如圖5.3，其中粗實線部分是男性於不同車速下之搶越比例，粗虛線為不搶越之比例，細實線為女性於不同速度下之搶越比例，細虛線為不搶越之比例，從圖中可得知男性駕駛在任何速度下搶越之比例皆比女性來得高，比較男性與女性對速度接受的門檻，兩者皆為車速在41至45公里左右，然而男性速度之接受門檻稍低於女性，然而兩者之數值非常相近，可以合理推斷男性與女性對速度之接受門檻差異不大。

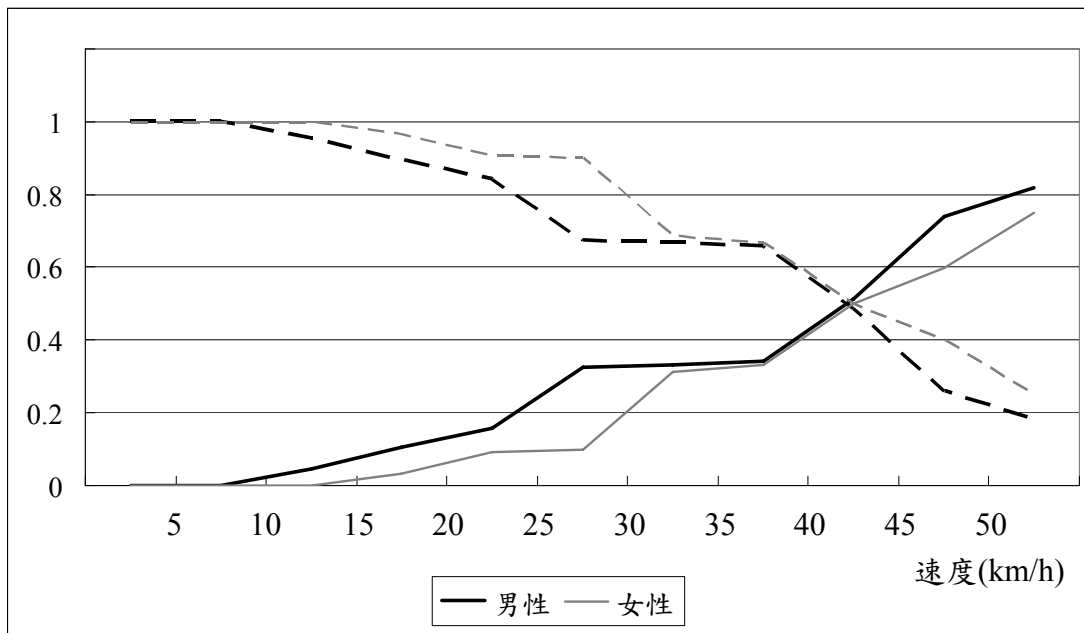


圖5.3 男性與女性駕駛於不同速度之搶越比例

比照男性與女性於不同速度之搶越比例之做法，將男性與女性之樣本分別計算其於不同距離之搶越比例整理如下表：

表5.6 男性與女性駕駛於不同距離之搶越比例

距離	男性駕駛		女性駕駛	
	樣本數	搶越比例	樣本數	搶越比例
5 m 以下	114	0.860	31	0.839
6 至 10 m	52	0.673	17	0.588
11 至 15 m	79	0.500	35	0.343
16 至 20 m	53	0.491	33	0.333
21 至 25 m	71	0.422	35	0.314
26 至 30 m	52	0.385	31	0.290
31 至 35 m	60	0.333	26	0.192
36 至 40 m	60	0.317	26	0.077
41 至 45 m	38	0.237	23	0.043
46 至 50 m	24	0.125	11	0.091
51 至 55 m	20	0.100	12	0.083
56 至 60 m	21	0.095	9	0.000
61 m 以上	51	0.078	25	0.000

從上表之結果可得知隨著距離之減少，男性與女性駕駛搶越皆有上昇之趨勢，其中男性駕駛上升之趨勢較女性駕駛快，然而女性駕駛於離停止線41至60



公尺之搶越比例形成波動之趨勢，可能是因為女性駕駛於距離41至60公尺樣本數不足而造成之誤差，若將男性與女性駕駛於不同距離下搶越與不搶越之比例繪製成折線圖如圖5.4，其中粗實線部分是男性於不同距離下之搶越比例，粗虛線為不搶越之比例，細實線為是女性於不同距離下之搶越比例，細虛線為不搶越之比例，從圖中可得知男性駕駛在任何距離下搶越之比例皆比女性來得高，比較男性與女性對距離接受的門檻，男性對於距離之接受門檻在距停止線10至15公尺左右，女性對距離之接受門檻約在10公尺左右，比起對於速度之接受門檻，男性與女性對於距離之接受門檻差距較大，亦指男性比起女性只需離停止線較遠之距離，搶越平交道之比例即會超越不搶越之比例。

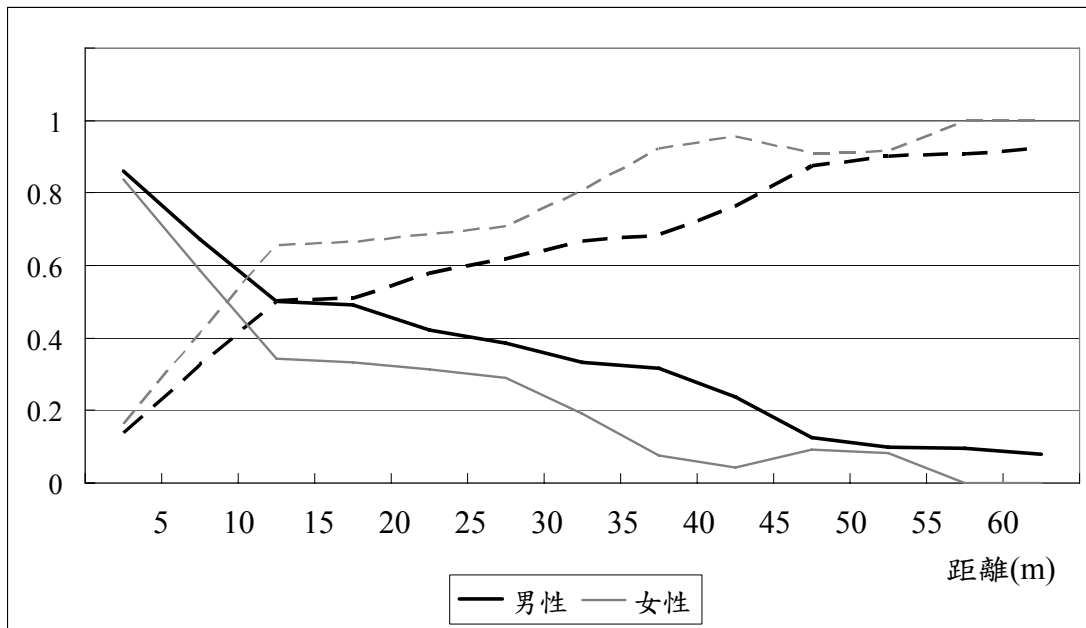


圖5.4 男性與女性駕駛於不同距離之搶越比例

#### 5.1.4 年紀於速度與距離搶越比例之交叉分析

此小節比照性別於速度與距離搶越比例交叉分析之方式，各別計算不同年紀於不同速度與距離之搶越比例，然而樣本裡老年駕駛樣本數過少，因而將老年與中年駕駛合併為中老年駕駛，與青壯年駕駛比較不同速度之搶越比例，將其整理如下表：

表5.7 青壯年與中老年駕駛於不同車速之搶越比例

車速	青壯年駕駛		中老年駕駛	
	樣本數	搶越比例	樣本數	搶越比例
10 km/h 以下	4	0.000	7	0.000
11 至 15 km/h	12	0.083	23	0.000
16 至 20 km/h	33	0.121	45	0.044

21 至 25 km/h	74	0.135	62	0.129
26 至 30 km/h	76	0.303	72	0.153
31 至 35 km/h	67	0.373	55	0.200
36 至 40 km/h	57	0.421	43	0.233
41 至 45 km/h	37	0.486	12	0.417
46 至 50 km/h	21	0.714	7	0.571
51 km/h 以上	10	0.800	5	0.800

從上表之結果可得知隨著速度之增加，青壯年與中老年駕駛搶越之比例逐漸上升，其中青壯年駕駛上升之趨勢較中老年駕駛快，若將青壯年與中老年駕駛於不同速度下搶越與不搶越之比例繪製成折線圖如圖5.5，其中粗實線為青壯年於不同車速下之搶越比例，粗虛線為不搶越之比例，細實線為中老年於不同速度下之搶越比例，細虛線為不搶越之比例，從圖中可得知青壯年駕駛在任何速度下搶越之比例皆比中老年來得高，比較青壯年與中老年對速度接受的門檻，兩者皆為車速在41至45公里左右，然而比起男性與女性之間速度門檻之差異，青壯年與中老年速度門檻之差異較為明顯，可見青壯年駕駛者對於風險接受之程度較中老年為高。

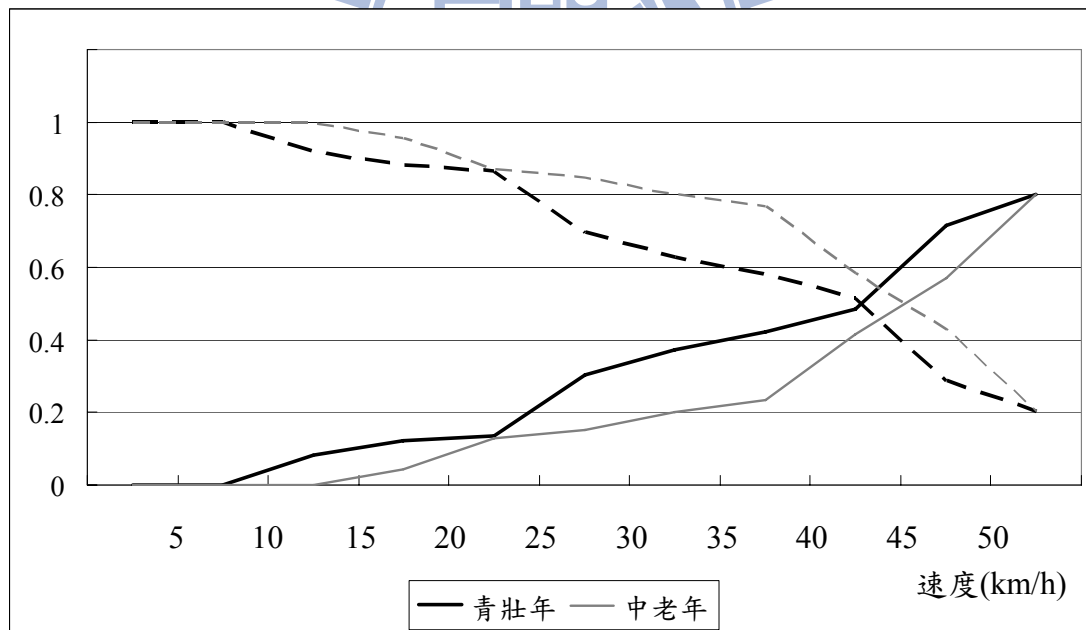


圖5.5 青壯年與中老年駕駛於不同速度之搶越比例

比照青壯年與中老年於不同速度之搶越比例之做法，將青壯年與中老年之樣本分別計算其於不同距離之搶越比例整理如下表：

表5.8 青壯年與中老年駕駛於不同距離之搶越比例

距離	青壯年駕駛		中老年駕駛	
	樣本數	搶越比例	樣本數	搶越比例
5 m 以下	94	0.894	51	0.784
6 至 10 m	43	0.791	26	0.423
11 至 15 m	60	0.633	54	0.241
16 至 20 m	49	0.531	37	0.216
21 至 25 m	61	0.443	45	0.222
26 至 30 m	48	0.417	35	0.200
31 至 35 m	43	0.395	43	0.186
36 至 40 m	42	0.310	44	0.181
41 至 45 m	33	0.273	28	0.038
46 至 50 m	13	0.231	22	0.045
51 至 55 m	17	0.118	15	0.067
56 至 60 m	18	0.111	12	0.000
61 m 以上	48	0.083	28	0.000

從上表之結果可得知隨著距離之減少，青壯年與中老年駕駛搶越皆有上昇之趨勢，其中青壯年駕駛上升之趨勢較中老年駕駛快，然而中老年駕駛於離停止線之搶越比例於部份分群形成不規律之趨勢，可能是因為駕駛樣本數不足而造成之誤差，將青壯年與中老年駕駛於不同距離下搶越與不搶越之比例繪製成如下圖：

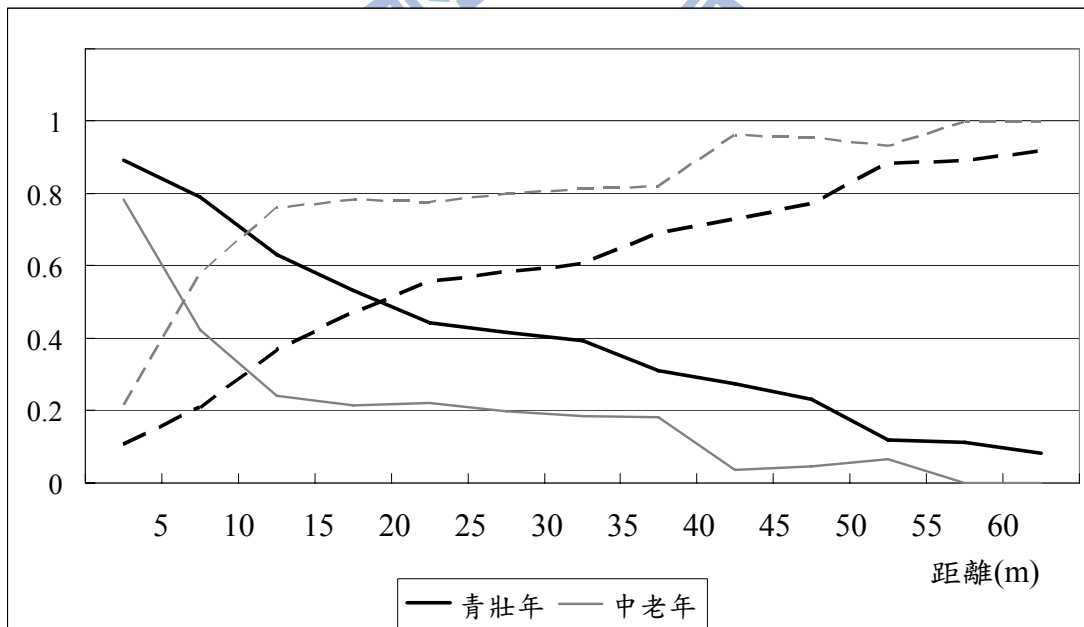


圖5.6 青壯年與中老年駕駛於不同距離之搶越比例

其中粗實線為青壯年於不同距離下之搶越比例，粗虛線為不搶越之比例，細實線為中老年於不同距離下之搶越比例，細虛線為不搶越之比例，從圖中可得知青壯年駕駛在任何距離下搶越之比例皆比中老年駕駛來得高，比較青壯年與中老年對距離接受的門檻，青壯年對於距離之接受門檻在距停止線5至10公尺左右，中老年對距離之接受門檻約在15至20公尺左右，比起青壯年與中老年對速度接受之門檻，或是男性與女性對於距離接受之門檻都來得顯著，亦符合青壯年駕駛者對於風險接受之程度較中老年為高之假設。

### 5.1.5 駕駛車種於速度與距離搶越比例之交叉分析

此小節比照前述於速度與距離搶越比例交叉分析之方式，各別計算不同車種於不同速度與距離之搶越比例，然而樣本中大型客貨車駕駛樣本數過少，而其搶越之比例亦高小客(貨)車許多，因此不能貿然將小客(貨)車與大型客貨車兩個分組合併，因此此部分放棄大型客貨車之部分，單純比較機車騎士和小客(貨)車駕駛者於不同速度之搶越比例，結果將其整理如下表：

表5.9 機車騎士與小客(貨)車駕駛於不同車速之搶越比例

車速	機車騎士		小客(貨)車駕駛	
	樣本數	搶越比例	樣本數	搶越比例
10 km/h 以下	4	0.000	7	0.000
11 至 15 km/h	24	0.042	12	0.091
16 至 20 km/h	39	0.103	37	0.054
21 至 25 km/h	76	0.171	60	0.067
26 至 30 km/h	85	0.233	64	0.141
31 至 35 km/h	59	0.441	59	0.153
36 至 40 km/h	34	0.471	57	0.246
41 至 45 km/h	21	0.714	28	0.321
46 至 50 km/h	12	0.750	18	0.611
51 km/h 以上	5	0.800	8	0.625

從上表之結果可得知隨著速度之增加，機車騎士與小客(貨)車駕駛搶越之比例逐漸上升，其中機車騎士上升之趨勢小客(貨)車駕駛快，若將青壯年與中老年駕駛於不同速度下搶越與不搶越之比例繪製成折線圖如圖5.7，其中粗實線為機車騎士於不同車速下之搶越比例，粗虛線為不搶越之比例，細實線為小客(貨)車於不同速度下之搶越比例，細虛線為不搶越之比例，從圖中可得知機車騎士與小客(貨)車對於速度接受之門檻有明顯之差距，相較於性別或年紀，車種對於速度接受門檻之差距是最明顯的，機車騎士與小客貨車駕駛之速度接受門檻差距之所以最明顯，可能是當機車速度到達一定程度時，緊急煞車容易使機車左右搖晃甚

至打滑而發生危險，機車騎士可能為了保持平穩以及駕駛安全著想而不輕易緊急煞車，因而提高搶越之比例。

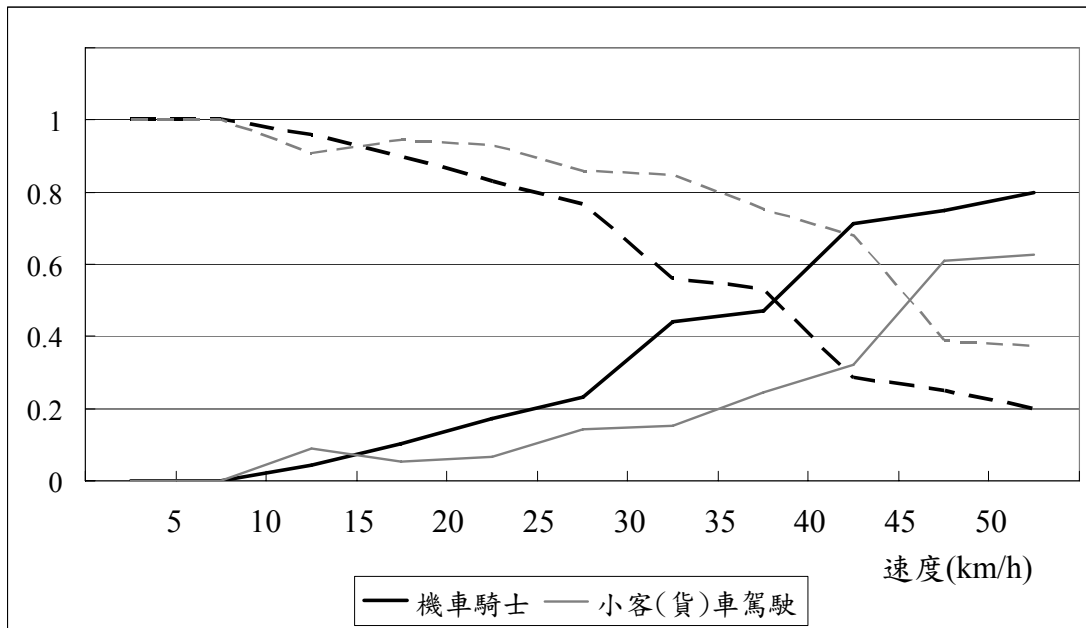


圖5.7 機車騎士與小客(貨)車駕駛於不同速度之搶越比例

比照對於機車騎士與小客(貨)車駕駛於不同速度搶越比例之作法將機車騎士與小客(貨)車駕駛之樣本分別計算其於不同距離之搶越比例整理如下表：

表5.10 機車騎士與小客(貨)車駕駛於不同距離之搶越比例

距離	機車騎士		小客(貨)車駕駛	
	樣本數	搶越比例	樣本數	搶越比例
5 m 以下	59	0.881	108	0.870
6 至 10 m	36	0.694	45	0.689
11 至 15 m	67	0.493	48	0.417
16 至 20 m	47	0.468	37	0.270
21 至 25 m	61	0.410	39	0.256
26 至 30 m	52	0.327	29	0.241
31 至 35 m	49	0.326	35	0.257
36 至 40 m	39	0.256	49	0.163
41 至 45 m	29	0.172	32	0.125
46 至 50 m	14	0.143	23	0.087
51 至 55 m	14	0.071	17	0.059
56 至 60 m	13	0.077	17	0.118
61 m 以上	18	0.056	59	0.085

從表中之結果可得知隨著距離之減少，機車騎士與小客(貨)車駕駛搶越皆有上昇之趨勢，然而兩者於部分距離分群之搶越比例形成上下波動之趨勢，可能是因為樣本數不夠充足而造成之誤差，將青壯年與中老年駕駛於不同距離下搶越與不搶越之比例繪製成如下圖：

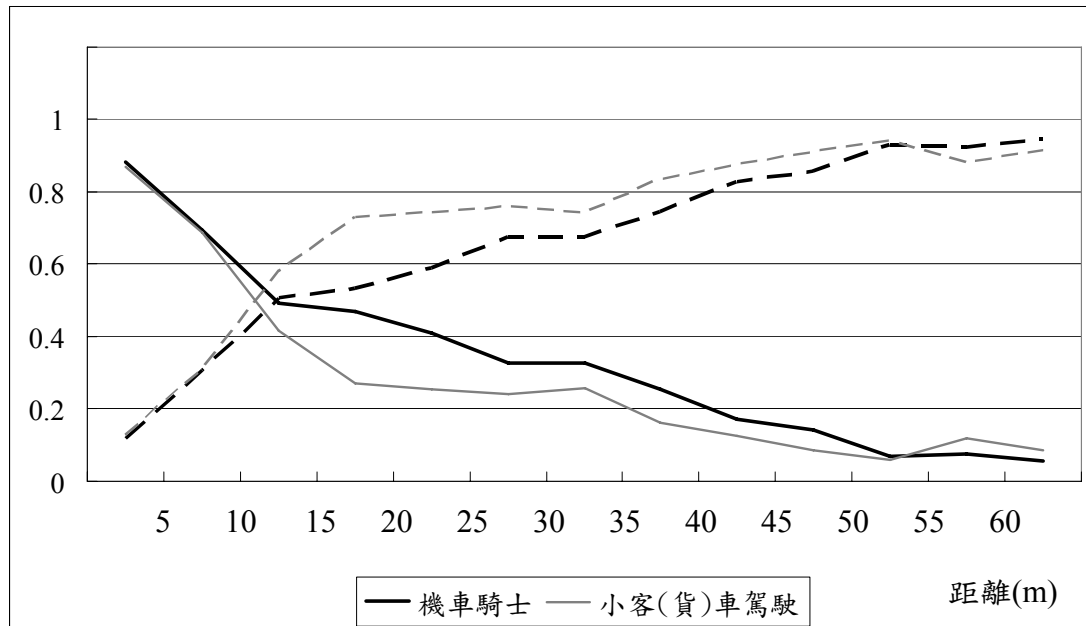


圖5.8 機車騎士與小客(貨)車駕駛於不同距離之搶越比例

上圖中粗實線為機車騎士於不同距離下之搶越比例，粗虛線為不搶越之比例，細實線為小客(貨)車駕駛於不同距離下之搶越比例，細虛線為不搶越之比例，機車騎士搶越與不搶越交叉之門檻與小客(貨)車駕駛交叉之門檻非常相近，表示機車騎士與小客(貨)車駕駛兩者對於距離接受之門檻差異是不大的。

於不同性別與年紀對於速度距離接受門檻的分析當中，對於距離接受門檻的差距皆大於對於速度門檻的差距，然而於不同駕駛車種對於不同速度距離接受門檻的分析當中，速度門檻之差距卻大於距離門檻之差距，可能是性別年紀特性與駕駛車種特性對於駕駛行為影響效果不同之緣故，然而在三種類型的比較中，駕駛者於時速40至50公里階段時，搶越比例皆急劇地上升，相較於其他速度階段，搶月比例上升的程度皆明顯許多，可見時速40公里左右為駕駛者大幅提高搶越比例之關鍵點。

### 5.1.6 不同平交道搶越比例之比較

若各自比較農會前、永豐路、國際路與興仁路四座平交道於不同性別、年齡、車種、速度與距離之搶越比例，可將其整理如下表：

表5.11 不同平交道之搶越比例

樣本分類與分項		農會前		永豐路		國際錄		興仁路	
		樣本	比例	樣本	比例	樣本	比例	樣本	比例
全體樣本		267	0.333	310	0.393	295	0.488	269	0.431
性別	男性	162	0.408	172	0.436	195	0.492	166	0.416
	女性	74	0.122	89	0.236	75	0.373	76	0.395
年齡	青壯年	112	0.429	131	0.504	169	0.574	157	0.446
	中年	97	0.286	94	0.234	86	0.279	79	0.342
	老年	27	0.037	36	0.222	15	0.200	6	0.333
車種	機車	134	0.366	129	0.395	102	0.529	141	0.461
	小客(貨)車	118	0.263	136	0.360	167	0.485	116	0.388
	大客貨車	15	0.600	45	0.489	26	0.346	12	0.500
接近速度	10 km/h 以下	1	0.000	2	0.000	3	0.000	4	0.000
	11 至 15 km/h	8	0.000	7	0.000	11	0.091	12	0.083
	16 至 20 km/h	20	0.000	21	0.095	19	0.053	20	0.200
	21 至 25 km/h	43	0.093	40	0.100	31	0.286	34	0.147
	26 至 30 km/h	53	0.151	41	0.244	29	0.310	36	0.194
	31 至 35 km/h	48	0.375	38	0.289	23	0.217	24	0.333
	36 至 40 km/h	20	0.550	35	0.314	27	0.222	22	0.227
	41 至 45 km/h	7	0.857	9	0.444	18	0.278	16	0.563
	46 至 50 km/h	10	0.800	6	0.833	5	0.600	12	0.667
	51 km/h 以上	1	1.000	6	1.000	7	0.429	1	1.000
距離	5m 以下	17	0.765	35	0.886	84	0.940	50	0.780
	6 至 10 m	21	0.571	24	0.750	22	0.773	20	0.650
	11 至 15 m	15	0.467	49	0.490	29	0.448	39	0.513
	16 至 20 m	17	0.588	29	0.345	23	0.435	22	0.364
	21 至 25 m	28	0.464	23	0.391	26	0.192	32	0.438
	26 至 30 m	29	0.379	15	0.267	16	0.438	29	0.207
	31 至 35 m	34	0.324	19	0.368	21	0.286	18	0.278
	36 至 40 m	32	0.219	37	0.297	16	0.125	11	0.182
	41 至 45 m	25	0.120	25	0.160	8	0.125	10	0.200
	46 至 50 m	16	0.063	14	0.143	5	0.000	6	0.167
	51 至 55 m	9	0.000	14	0.167	9	0.000	4	0.250
	56 至 60 m	8	0.000	13	0.000	5	0.000	8	0.250
	61 m 以上	14	0.000	15	0.000	31	0.129	20	0.100

分析表5.11之結果，可以發現於四座平交道中，男性搶越之比例皆大於女性，青壯年搶越之比例大於中年，而中年之搶越比例大於老年，表示於不同年齡與性別搶越比例之狀況，四座平交道之趨勢皆是一致的。於農會前、永豐路與興仁路平交道之大客貨車駕駛搶越比例皆大於機車騎士，機車騎士搶越之比例皆大於小客(貨)車駕駛，然而唯有國際路平交道大客貨車駕駛之搶越比例小於機車騎士與小客(貨)車駕駛，則可能是國際路平交道之大客貨車樣本數不足所造成的誤差，若增加該地點大客貨車樣本數之數量，可能可以改善這種與其他平交道結果不一致之情形。

根據表5.4之結果，隨著速度之增加，搶越比例有逐漸增加趨勢，隨著距離之增加，搶越比例逐漸降低之趨勢，然而根據表5.11之結果，若各自分析四座平交道於不同速度與距離下之搶越比例，可能因為各自平交道樣本數不夠多之緣故，無法如表5.4中的結果如此一致之趨勢，搶越比例會呈現上下波動之現象，然而仍呈現隨著速度增加，搶越比例逐漸增加，以及隨著距離之增加，搶越比例逐漸下降之大概趨勢，若增加各自平交道之樣本數，應該能夠改善這種搶越比例上下波動之現象。

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號誌啟動時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，因此下個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。

關於迴歸式中的因變數，共有設10個因變數，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。



關於環境影響因素之部分，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，迴歸之結果整理如下表：

表5.12 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，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。

模式分析的結果與 Papaioannou(2007)[33]於希臘進行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。

然而環境影響因素之部分，經過二元羅吉斯迴歸的分析後，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下表：

表5.13 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，僅能從系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  $R^2$  值與 Nagelkerke  $R^2$  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  $R^2$  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(2007)[33]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。



## 第六章 結論與建議

本研究透過實地觀察的方式，觀察駕駛者搶越平交道之行為，經過前後約三個月以及總共 145 個小時之樣本資料收集後，總共收集到 1141 個可用樣本以及 722 個完整樣本，後續利用敘述性統計分析之方式，分析駕駛者與不同分類下之搶越比例，以及使用二元羅吉斯模式來分析哪些因素會顯著影響駕駛者搶越平交道之行為，以下對於研究之結果提出結論與建議。

### 6.1 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，經過前後三個月與 145 小時之資料收集後，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：

1. 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。
2. 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。
3. 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，然而相較於其他車種，大型客貨車所收集到的樣本較少，因此亦可能對搶越比例統計的結果有所影響。

4. 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。
5. 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。
6. 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。
7. 比較男性與女性駕駛於不同速度與距離下之搶越比例，發現男性無論於任何速度與距離下搶越比例皆較女性高，然而對於速度接受之門檻男性與女性是差異不大的，而男性對於距離搶越之門檻似乎較遠，只需較遠之距離搶越之比例即開始大於不搶越之比例。
8. 比較青壯年與中老年駕駛於不同速度與距離下之搶越比例，發現青壯年無論於任何速度與距離下搶越比例皆較中老年高，且其差異之程度較男性與女性之間為大，可能是年紀較大之駕駛者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之緣故。
9. 比較小客車駕駛與機車騎士於不同距離下之搶越比例，發現差異皆較年紀與性別之差異小，然而不同速度下之搶越比例之差異卻最為明顯，且速度接受門檻之差異亦為最大的，可能是當機車速度到達一定程度時，緊急煞車容易使機車左右搖晃甚至打滑而發生危險，機車騎士可能為了保持平穩以及駕駛安全著想而不輕易緊急煞車，因而提高搶越之比例。
10. 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

不足，若增加資料收集之平交道可能會改善這種狀況，後續之研究可以朝著個方向著手。

11. 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。
12. 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。

## 6.2 建議

針對研究之成果與研究進行中所遭遇之困難與限制，提出建議與對策提供相關單位制定平交道安全相關政策之依據以及後續研究方向之參考，將提出之建議整理如下：

1. 根據道路交通管理處罰條例第 44 條之規定[3]，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，然而從實際觀察到具有速度資料之 776 個樣本當中，有 729 位駕駛者時速超過 15 公里，佔有超過九成之比例，推測可能是民眾對於平交道相關法規之不熟悉，建議相關單位應該加強對於平交道安全與相關法規之宣導，以改善這種之情形。
2. 從研究之結果發現，影響駕駛者搶越平交道之主要因素為性別、年紀、車種、速度與距離，若要針對這些顯著之影響因素來提出因應之對策，由於駕駛者之年紀、性別、車種與距離狀態難以改變與控制，唯有速度是能夠藉由執法或平交道設施等措施來影響。而降低行車之速度，直接減少搶越平交道之機會，更間接減少了事故之頻率，因此相關單位可以使用設置減速丘或減速標線等手段來降低行駛之車速以減少搶越之比例。
3. 研究中觀察的目標車輛主要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，若要研究後方尾隨車輛搶越平交道之行為則必須考慮車流理論的相關應用，如此一來便大大增加研究的複雜度，礙於研究時間、經費與

可行性之限制，不將這個部分考慮進來，後續研究若要加強研究的深度與廣度應可朝這個方向發展。

4. 研究之結果顯示，環境影響因素對於駕駛者搶越平交道行為之影響皆不顯著，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不足，若增加資料收集之平交道可能會改善這種狀況。而除了本研究設定之環境影響因素外，視野能見度、穿越平交道的時間為白天或晚上、平交道的地點是鄉村或都市與行駛道路的交通流量等等都可能會影響駕駛者搶越的機率，但礙於實驗可行性與分析複雜度相關之問題，無法將這些因素列入分析，未來若要做更完整的研究與分析，可以增加資料收集之平交道與環境影響因素之種類。
5. 除了可以由實際觀察所得駕駛者自身因素如性別、年紀、車種、速度與距離外，駕駛者是否攝取酒精、是否處於疲勞狀態與對平交道風險之認知等亦無法由實際觀察得知的生理與心理資訊等，亦可能會影響駕駛者搶越平交道之行為。然而礙於可行性與分析複雜度的問題，無法這些因素列入考量，未來若要做更完整的研究與分析，可以將這些駕駛人自身因素列入其中，或是用問卷調查之方式來分析駕駛者對於平交道風險之感認與對平交道相關法規認知的程度等。



## 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. 道路交通安全規則，民國 97 年 07 月 15 日 修正。
5. 鐵路立體交叉及平交道防護設施設置標準與費用分攤規則，民國 85 年 6 月 15 日修正。
6. 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。
7. 交通部台灣鐵路管理局，交通部台灣鐵路管理局號誌裝置養護檢查作業程序，民國 84 年 10 月。
8. 鄭子良，「先進偵測系統對鐵路平交道安全之影響研究」，國立中央大學，碩士論文，民國 91 年 7 月。
9. 詹坤益，「先進平交道安全控制蓄意闖越行為之系統設計」，國立成功大學，碩士論文，民國 91 年 7 月。
10. 台灣鐵路管理局運務處，「平交道安全之研究」，民國 71 年。
11. 陳子儀，從駕駛行為探討易發生事故者之特性，第三屆運輸安全研討會，頁 121-130，民國 85 年 11 月。
12. 劉正華，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，民國 86 年 6 月。
13. 交通部網站，<http://www.motc.gov.tw>，最後瀏覽日期民國 97 年 8 月 23 日。
14. 劉正旭，號誌化交叉路口黃燈對駕駛者決策行為之研究，交通大學土木工程學系碩士論文，1993 年。
15. 道路交通標誌標線號誌設置規則，民國 92 年 9 月 24 日修正。
16. 交通部 80.6.8.交路(80)字第 021225 號函
17. 周義華，陳天賜，公車站對道路交通影響之研究—公車站對車流延滯影響，運輸計畫季刊，第十一卷第三期，頁 303-340，民國 71 年。
18. 陳俊鴻，以視覺模擬方式研究機車駕駛人於路段中之駕駛行為，台灣大學土木所碩士論文，民國 92 年 6 月。
19. J.L Fleck., and B.B. Smith, Can We Make Red-Light Runners Stop? Red-Light Photo Enforcement in San Francisco, California, Transportation Research Record 1693, pp.46-49, 1999.
20. L.M. Wissinger, J.E. Hummer, and J.S. Milazzo II, Using Focus Groups to



- Investigate Issues of Red Light Running, Transportation Research Record 1734, pp.38-45, 2000.
21. 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.
  22. M.S. Chang, "Timing Traffic Signal Change Intervals Based on Driver Behavior," Transportation Research Record 1027, 1985.
  23. S. Jourdain, "Intergreen Timings," Traffic Engineering and Control, Vol. 27, pp. 179-182, 1986.
  24. J.K. Caird, S.L. Chisholm, C.J. Edwards, and J.I. Creaser, "The effect of yellow light onset time on older and younger drivers' perception response time (PRT) and intersection behavior", Transportation Research Part F 10 (2007) 383–396.
  25. C.J. Baguley, "Running the Red' at Signal on High-Speed Roads," Traffic Engineering and Control, Vol. 29, pp. 415-420, 1988.
  26. 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.
  27. M.W. Pickett, and G.B. Grayson, Vehicle Driver Behaviour at Level Crossings, HSE Contract Research Report No.98, 1996.
  28. J. Abraham, T.K. Datta, and S. Datta, Driver Behavior at Rail-Highway Crossings, Transportation Research Record 1648, pp.28-34, 1998.
  29. W.D. Berg, K. Knoblauch, and W. Hucke, Causal Factors in Railroad-Highway Grade Crossing Accidents, Transportation Research Record 847, pp.47-54, 1982.
  30. 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.
  31. J. Oh, S.P. Washington, and D. Nam, Accident prediction model for railway-highway interfaces, Accident Analysis and Prevention 38, pp.346–356, 2006.
  32. I. Savage, Does public education improve rail–highway crossing safety? , Accident Analysis and Prevention 38, p.p. 310–316, 2006.
  33. 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.
  34. 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.

35. D. W. Hosmer, and S. Lemeshow, Applied Logistic Regression, 2nd ed., 2000.
36. Laser Technology Inc. · <http://www.lasertech.com/> ◦
37. J. A. Cohen., A coefficient of agreement for nominal scales, Educational and Psychological Measurement, vol. 20, pp. 37-46, 1960.
38. A Policy on Ceometric Design of Highwaya and street, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 1994.
39. J. Spicer, Making Sense of Multivariate Data Analysis, 2005.
40. D.C. Gazis, R. Herman,and A. Maradudin, The problem of the yellow singnal light traffic flow. Oper. Res.8(1), p.p.112-132, 1960.



附表 1：性別年紀判斷能力檢定紀錄表

實驗地點：\_\_\_\_\_，實驗時間：\_\_年\_\_月\_\_日，星期\_\_，\_\_點\_\_分至\_\_點\_\_分  
 觀察人員：\_\_\_\_\_與\_\_\_\_\_，實驗對象：\_\_\_\_\_，總樣本數：\_\_\_\_\_。

N：number，G：gender，1 男性，2 女性，A：age，1 青壯年，2 中年，3 老年

	觀察			實際				觀察			實際				觀察			實際					
	N	G	A	G	A	N		N	G	A	G	A	N		G	A	N	G	A	G	A		
1						30						59						88					
2						31						60						89					
3						32						61						90					
4						33						62						91					
5						34						63						92					
6						35						64						93					
7						36						65						94					
8						37						66						95					
9						38						67						96					
10						39						68						97					
11						40						69						98					
12						41						70						99					
13						42						71						00					
14						43						72						01					
15						44						73						02					
16						45						74						03					
17						46						75						04					
18						47						76						05					
19						48						77						06					
20						49						78						07					
21						50						79						08					
22						51						80						09					
23						52						81						10					
24						53						82						11					
25						54						83						12					
26						55						84						13					
27						56						85						14					
28						57						86						15					
29						58						87						16					

附表 2：實驗紀錄表

實驗平交道：\_\_\_\_\_，觀察人員：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。  
 實驗日期：\_\_月\_\_日，星期\_\_，\_\_點\_\_分到\_\_點\_\_分，觀察列車數：\_\_班車。  
 車道數\_\_個，車道寬度：\_\_m，道路寬度：\_\_m，觀察方向道路寬度：\_\_m  
 平交道寬度：\_\_m，穿越長度\_\_m，停止線至閘門距離：\_\_m 軌道數\_\_軌  
 閘門延滯時間：\_\_秒，閘門時間：\_\_秒，道路線形：\_\_\_\_，坡度：\_\_。

編號	車種	性別	年紀	距離	速度	車道	搶越
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							

## 簡 歷



姓 名：郭明仁

籍 貫：台中市

出生日期：民國 73 年 10 月 24 日

聯絡地址：台中縣大雅鄉學府路250巷69號2樓

聯絡電話：0912488778

E-mail：locerferking@yahoo.com.tw

學 歷：

民國 98 年 07 月 國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班畢業

民國 96 年 06 月 國立交通大學運輸科技與管理學系畢業

民國 91 年 06 月 國立台中第一高級中學

民國 88 年 06 月 台中縣立大雅國中畢業

民國 85 年 06 月 台中縣立大雅國小畢業