

## 臺中市緊急任務車輛肇事特性與防制

### Traffic Accident Characteristics and Prevention of Emergency Mission Vehicles in Taichung City

曾平毅 Pin-Yi Tseng<sup>1</sup>

鄧錦宏 Ching-Hung Teng<sup>2</sup>

#### 摘要

緊急任務車輛交通事故時有所聞，目前國內文獻大多對於消防機關車輛進行探討，而警備車事故的相關研究則較為欠缺，因此本研究乃針對臺中市警察及消防之政府機關緊急任務車輛分析，蒐集臺中市自民國 103 年 1 月 1 日起至 108 年 6 月 30 日止之救災指揮車、消防車、救護車、巡邏車、警用大重機、機車等緊急任務車輛全般交通事故共 399 件進行分析，以探究其肇事特性。本研究首先將事故資料以敘述性統計方法找出各事故車輛屬性關係；其次透過卡方獨立性檢定、CHAID 分析及計算相關係數之方法，了解各變數間之關聯性與互動情形；接著以卡方獨立性檢定 CHAID 分析所得之顯著變數來建立二元羅吉斯迴歸模型。研究成果顯示，緊急任務車輛易發生嚴重事故之情境為駕駛巡邏機車時、直行時、民眾車輛為機車時、行經號誌化路口時。本研究最後綜合分析結果並研擬可行之防制對策，供緊急任務車輛駕駛人或相關單位參考，以期減少事故之發生及傷害。

**關鍵詞：**緊急任務車輛、交通事故、卡方獨立性檢定、CHAID 分析、二元羅吉斯迴歸

---

<sup>1</sup> 中央警察大學交通學系教授(聯絡地址：33334 桃園市龜山區樹人路 56 號，電話：03-3282321 轉 4619，E-mail: una139@mail.cpu.edu.tw)。

<sup>2</sup> 中央警察大學交通管理研究所碩士，目前服務於臺中市政府警察局。

## Abstract

*Occasionally, emergency mission vehicles occurred traffic accidents. Currently, most of the domestic literatures discussed the accidents involving fire department vehicles, and the studies on accidents of police department vehicles were lacking. This study collected the accident data of emergency mission vehicles, such as disaster rescue command cars, fire vehicles, ambulances, patrol cars, patrol heavy motorcycles, and motorbikes, in Taichung City from January 1, 2014 to June 30, 2019. A total of 399 cases were analyzed to explore the accident characteristics. Firstly, descriptive statistics analysis was used to figure out the relationship between variable's attributes. Secondly, this study applied Chi-square test of independence, CHAID, and correlation coefficient analysis to examine the relationship and interaction among variables. Thirdly, a binary logistic regression model was developed by using those significant variables identified from the Chi-square test of independence and CHAID analyses. Emergency mission vehicles are prone to serious accidents when in the situations of driving patrol motorbikes, driving straight, confronting motorbikes, and passing through a signalized intersection. Finally, this study comprehensively analyzed the accident characteristics and proposed some feasible preventive measures that could be provided for the reference of emergency vehicle drivers and related departments in order to reduce accidents and injuries.*

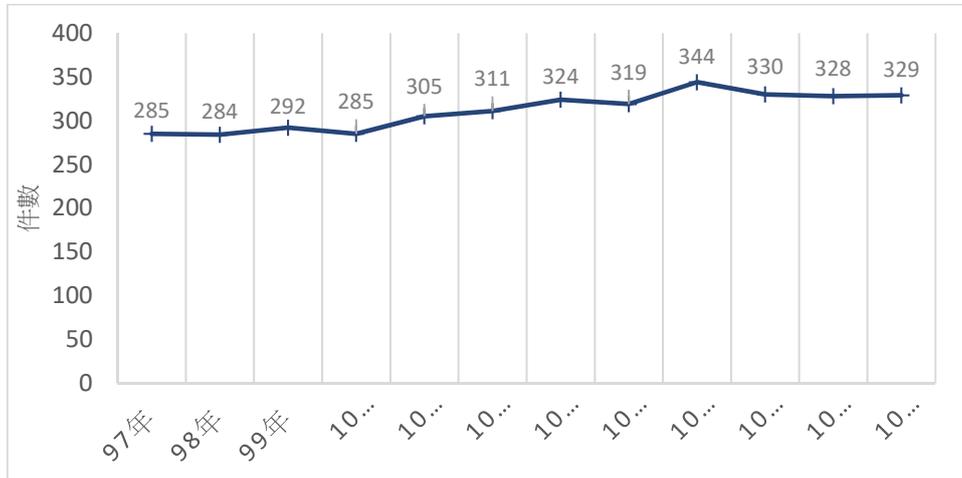
**Keywords:** emergency mission vehicle, traffic accident, chi-square test of independence, CHAID, binary logistic regression.

## 一、前言

緊急任務車輛依法執行緊急任務時，因為案件時效性與急迫性，越早到達現場處理越能減少造成的傷亡及損失，因此必須爭取現場反應時間。依我國「道路交通安全規則」第 93 條第 2 項規定所賦予的道路優先通行權，鳴警笛及開啟警示燈即不受道路交通法規、號誌、標線、標誌之限制，享有優先通行之權利，且民眾聽聞緊急任務車輛之警號時，不論來自何方，均應立即避讓，而緊急任務車輛的類型包括消防車、救護車、警備車、工程救險車、毒性化學物質災害事故應變車等。不論是否開啟警示燈或鳴警笛，都會有發生交通事故之可能。然而緊急任務車輛依法執行任務時被賦予道路優先權不等同於刑事免責權或民事免責權，無理由可阻卻違法，因此在執行任務路途中發生交通事故，仍有特別注意之義務，需依相關法令釐清交通事故之責任規屬。若發生交通事故時，理當依道路交通事故處理辦法、道路交通安全規則等規定進一步分析肇事原因，依照一般道路交通事故後續處理方式，進行保險理賠或賠償。

交通部道安資訊平台資料(2020)顯示，民國 97 年至 108 年各年度全台警備車、消防車、救護車、工程救險車 A1、A2 事故總件數如圖 1(平台資料不包含毒性化學物質災害事故應變車事故)，資料並無法區分該特種車輛

是否在執行緊急任務期間發生交通事故，所以資料顯示為該車輛不論鳴笛與否於執行勤務中所有發生的 A1、A2 事故件數，從資料中發現事故總件數仍高居不下，並於 101 年 8 月 1 日起新增未禮讓緊急任務車輛之吊扣駕照處罰規定後，仍未見事故件數有所下降。



資料來源：交通部道安資訊平台(2020)

圖 1 全台警備車、消防車、救護車、工程救險車 A1 及 A2 總件數

國外相關文獻曾針對消防車、救護車及警備車進行肇事特性研究並提供研究成果供政府單位擬定政策改善；國內文獻大多僅針對消防車或救護車單一車輛進行研究其事故特性，警備車交通事故不在少數但是長久以來一直都是不被討論的對象，本研究以臺中市為例，透過事故 e 化系統調取警察及消防機關車輛(巡邏車、警用大重機、巡邏機車、救災指揮車、消防車、救護車，以下簡稱緊急任務車輛)執行緊急任務過程中、執行一般勤務或勤畢返隊等所有狀況下發生的所有交通事故，透過統計分析，綜合探討其肇事特性。本研究目的為：

- 1.分析臺中市緊急任務車輛之肇事特性。
- 2.研擬臺中市緊急任務車輛之肇事防制對策。

## 二、文獻回顧

本節主要針對國內外文獻於道路交通事故原因之研究、緊急任務車輛事故之研究及相關研究方法進行回顧，並作綜合評析。

### 2.1 道路交通事故原因

事故的發生不外乎人為、車輛機械、道路設計與天候環境等四大主要因素，國內交通事故根據統計，其中又以人為疏失佔最大宗、達 97% 以上(湯儒彥，1998)。國外學者 Shinar 等人(1978)研究發現交通事故之原因以人為比例佔極高百分比，超過九成以上的事故原因都與駕駛行為有關。交通部 102 年運輸政策白皮書(交通部，2013)指出，道路交通事故傷亡成本估算約占各國生產毛額(Gross Domestic Product, GDP)約 3-5%，所造成社會成本損失甚大，而人為因素占道路交通事故 90% 以上，減少交通事故是各國之願景與目標。

溫傑華等人(2004)研究指出駕駛者行經非號誌化路口，常因未能減速慢行或禮讓路權優先方向之車輛先行，而導致交通事故發生，因停等或減速等動作而感到不耐煩與浪費時間者、或是身體攻擊性較強者，容易產生不減速、未禮讓之行為，年輕與男性駕駛者有較高之違規傾向。楊紹琦(2006)研究性別與年齡對於交通風險知覺的影響發現，駕駛者為男性及 25 歲以下之年輕族群，相對地風險較高。

臺灣機車肇事率高居不下，其中又以 18 歲至 35 歲青壯年為主要肇事族群，影響機車事故傷亡的因素眾多，林宜潔(2019)使用羅吉斯迴歸探討機車當事人死亡機率時，從研究中實證發現當事人特徵中以無照駕駛與酒後駕車，環境因素中以夜間環境影響程度為最高，於道路型態中則以圓環影響顯著；研究中亦使用多元羅吉斯迴歸探討機車為第一當事人時死傷程度與主要肇事原因實證分析結果發現，男性駕駛人騎乘機車相較於女性較容易因事故死亡；以年齡來觀察 18 歲至 35 歲機車駕駛人中，年紀越長的駕駛人越不容易發生傷亡事故，但是一旦事故發生，駕駛死傷程度又以輕傷為最頻繁；機車駕駛人無照駕駛時，死傷程度為死亡的可能性最高；雨天、夜間、視距不良等因素皆會提高機車駕駛人死亡之機率；交岔路口發生嚴重事故的機率較低，駕駛死傷程度以輕傷為主，平直道路之死傷程度為負相關。

防衛駕駛定義為在無法控制周圍環境及其他人行為之情形下，保障生命、時間及金錢之駕駛方式。林彥輝(2018)針對全台地區駕駛人共抽樣 933 份有效問卷，依道路各類情境設計量表探討汽車駕駛人之防衛駕駛行為，並透過 Rasch 模式量測與校估，校估出每位受測者之估計值再透過統計軟體 SPSS 分析，探討其影響因素。研究發現男性、教育程度高、開車經驗豐富、每日駕駛時間長、對駕駛技術有信心、日常還會使用機車以及風險感知較高之民眾，進行防衛駕駛行為之頻率也會比較高；而平常較常有侵略駕駛之行為人，則較少採取防衛駕駛行為。

## 2.2 緊急任務車輛事故

Shibuya 等人(2000)指出在日本，政府使用智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)作為交通管理的手段之一，也使用 ITS 針對緊急任務車輛出勤時的交通安全進行改善，日本警視廳提出跨世紀整合性的交通系統 UTMS21(Next Generation Universal Traffic Management Systems)，UTMS21 包含 10 種主要的子系統，其中 FASTUTMS21 系統(Fast Emergency Vehicle Preemption Systems)是透過通訊設備及操作交通號誌，系統會考慮到道路上動態變化的情形，例如是否塞車、或是否交通擁擠等狀況，即時計算出的最短路線供執行緊急任務的車輛駕駛人行駛以利以最短時間到達現場處理，同時也會使欲行經的交岔路口偵測緊急任務車輛即將到來而提前開放優先號誌以供其安全通過，其研究分別於東京市及千葉市實驗，實驗結果可有效減少緊急任務車輛執行勤務時前往現場的行駛時間分別減少了 14%及 12%，也增加其通過交岔路口的安全性，驗證了該系統有效性即可行性。

Prenzler(2007)針對澳洲昆士蘭州(Queensland)自 1950 年起至 2006 止共計 45 位警察因公死亡的案件研究其原因，發現 22.2%的死因是因為遭受他人的攻擊，其餘 77.7%的死因是因為交通事故所造成，這五十年來的資料顯示死亡率雖然隨著時間的推移已有下降，證明在執法程序與防護裝備已有大幅進步，但是仍須從造成交通事故之原因著手預防。其研究針對交通事故所造成的死亡事件分析，提出其預防之方法為：減少使用靜態雷達並冒然於車流中攔截車輛，禁止警察從駕駛人外側盤查攔停之車輛，嚴格限制警車超速之情形並限制使用摩托車攔查車輛，攔截圍捕特定車輛時指揮、分工需明確以及多加使用防護設備。無法改變已發生的悲劇，但是可以從歷史事件上學會預防以防止再次發生。

交通事故所造成的傷害，一直以來都是各國關注且想極力改善的課題，Jörgen 等人(2010)針對瑞典西約塔蘭省(Västra Götaland) 探討自 1998 年至 2007 年期間警車交通事故，總共發生了 2420 件涉及警車的交通事故，其中 18 件造成嚴重傷害、91 件造成輕傷、與另外一輛車相撞造成的受傷人數為 83 人、39 件為警車單一車輛之交通事故。在瑞典使用警車的狀況通常為執行緊急任務時、平常執行巡邏勤務時、以及警車駕駛培訓時，研究統計有一半的事故發生在勤務中或執行緊急任務期間，其中僅僅 10 件交通事故發生在非勤務中或非執行緊急任務駕駛警車。這些事故原因大多數是因為警車高速行駛之下所造成，研究指出透過警車駕駛人的安全駕駛訓練及防禦駕駛作為可以有效減少事故造成人員傷亡的風險。

陳俊成(2011)之研究指出，大多數的緊急任務車輛發生交通事故的位置都在號誌化管制之交岔路口，雖然有鳴笛、閃警示燈，仍常有需要闖紅燈來取得優先通行權之狀況，因此研究利用無線射頻辨識系統(Radio Frequency Identification, RFID)的模擬技術來改善緊急救護車輛於交通號誌

管制之情形，在一個有效的辨識距離內得知緊急任務車輛的到來，促使即將通過之路口提早開放綠燈，加強緊急車輛的通行安全。

救護車交通事故(Ambulance traffic accidents, ATA)指執行緊急任務的救護車於前往救護現場途中或載送受傷患者送醫的路途中、其中一方涉及救護車之交通事故，Chiu 等人(2018)研究取自 2011 年 1 月 1 日至 2016 年 10 月 31 日臺灣的 ATA 進行研究，發現 1627217 起 ATA 之中，有 715 件救護車載送傷患就醫過程中造成了 8 件傷患於 24 小時內死亡和 1844 名傷患於車禍中又受傷的狀況，這 8 件致死的案件(佔 1.1%)都與機車碰撞有關，與整體交通事故相比，ATA 有 1.7 倍的機率導致死亡、更有 1.9 倍的機率造成傷害。臺灣地區與 ATA 相關的死亡率很高，且大多與機車碰撞有關，顯見極需重視與改善。

緊急任務車輛於鳴警笛及警示燈時，事故風險會增加嗎？Celestin 等人(2018)調查 2005 年至 2013 年間在美國中西部的愛荷華州(State of Iowa)，警車共涉及 2406 起交通事故、救護車與消防車共涉及 528 起交通事故進行研究比較，發現警車在執行緊急任務開啟警笛及警示燈之情況下發生交通事故之可能性比未執行緊急任務時高 1.8 倍，駕駛之性別、年齡、惡劣天氣(如路面冰雪)等均會提高交通事故風險；但是救護車與消防車相對於警車而言，並沒有顯著差異。

緊急任務車輛包含救護車、消防車及警車，Savolainen(2009)在調查美國密西根州(State of Michigan)緊急任務車輛事故時，利用多種類的羅吉斯迴歸模型來解釋及說明重要因素，研究顯示緊急任務車輛在鳴笛執行緊急任務時易發生在照明昏暗之條件，以及車流尖峰時段之交岔路口或車道，最常見的碰撞類型是角撞、正面碰撞及側撞，這些事故特徵大多發生於高風險駕駛行為中，例如超速、超車等。研究亦顯示事故大多於陰雨天氣或照明不佳時發生車禍事故，於高速行駛時受傷情形最為嚴重，男性駕駛員宜使用安全帶減少碰撞造成之傷害。

## 2.3 相關研究方法

進行交通安全相關改善時，交通事故的資料分析相當重要，林豐福、賴靜慧(2004)在其研究中指出常用的計算指標有事故件數、死傷人數、肇事率、事故嚴重度等 5 種，而利用這些計算指標的常用方法有肇事次數法、肇事率法、肇事機率法、事故嚴重性比例法、衍生曝光量法、勝算比法、貝氏法等 10 種。其中勝算比法適用於事故資料為類別資料時，交叉統計表為  $I \times J$  之列聯表，所謂的勝算(Odds)，在兩變數為因果變數時，解釋發生第一種結果之可能性為第二種結果之可能性的倍數，而勝算比(Odds Ratio,

OR)則為不同原因間之勝算比值，當所想瞭解之反應變數狀況的機率相當低時，勝算比可提供作為相對風險的一種大約指標。

吳宗霖(2010)在臺灣地區汽車傷亡事故肇因之研究中，針對民國 97 年道路交通事故之統計資料，使用卡方獨立性檢定與 Cramer's V 關聯係數找出和傷亡程度有關聯之變數，亦採用 CHAID 分析法選出重要的解釋變數，再加入重要解釋變數與兩兩交互作用項建立比例勝算模型，由最終比例勝算模型可得知，影響汽車肇事駕駛人傷亡程度較大的因子有保護裝備、飲酒情形、日夜、事故類型等。

黃顯欽(2011)針對 A1、A2 交通事故中第一當事者研究肇事因素，資料取自警政署民國 92 年至 93 年間 A1、A2 交通事故之原始資料，利用敘述統計、卡方獨立性檢定及卡方自動互動檢視法找出影響肇事程度之重要因素，民國 92 年影響肇事程度之重要因素為事故時間、道路類別、速限、道路型態、事故類型及型態、主要肇因、保護裝備、飲酒情形、車種等；民國 93 年影響肇事程度之重要因素相較於民國 92 年則少了保護裝備及車種。

## 2.4 綜合評析

1. 「人」、「車」、「路」為道路交通事故發生的可能因素，透過文獻回顧發現，交通事故之發生大多以「人」的因素為主要，違規與失誤是駕駛人造成事故兩大重要因子，因此從駕駛人角度出發分析原因並改善之，通常為減少交通事故之第一步。緊急任務車輛駕駛人因反覆及經常性駕駛車輛，視同以駕駛為職業之駕駛人，除了高度了解道路狀況同時也具備良好的駕駛經驗來應付突發的交通事故，防禦或反應所造成的傷害，但是一般民眾並無具備上述能力，且緊急任務車輛執行勤務時常常須違反交通規則、或有高侵略性、高速度性之駕駛行為，易暴露在高度事故風險環境之中，加上國內少有文獻探討肇事特性並擬提防制對策，故有探究之價值。
2. 減少緊急任務車輛交通事故，增進執勤時之安全在國外已備受重視，且行之有年，故民眾大多養成良好的避讓行為以利通行，並輔以科技設備強化用路安全，同時有效縮短前往現場之時間。然而國外文獻研究未必適用國內狀況，反觀我國，因為交通運具種類多樣化及數量眾多，且普遍民眾未養成即時避讓行為，緊急任務車輛發生事故時有所聞，然而其真正原因為何？值得深入討論。
3. 警察機關與消防機關在出勤時的共通點為接獲民眾報案時始出勤前往現場，路途中是否需要使用警笛或警示燈，則依任務的緊急程度不同而有不一樣的狀況，另外警察機關使用車輛的目的還有主動打擊犯罪、攔

查交通違規等非民眾報案項目。以往資料研究著重於單一車種，未將多種緊急任務車輛共同比較，希望透過比較於各車種之事故狀況，或是與其發生交通事故之對照當事人駕駛狀況，能提供給緊急任務車輛駕駛人參考，提醒緊急任務車輛駕駛人處於易生危險情境時能提早預防或事先反應、閃避事故之發生。

4. 透過文獻回顧了解可使用之研究方法，肇事特性大多屬於類別變數，使用卡方獨立性檢定能夠對各變數與欲探討之肇事狀況進行檢定，找出其關聯性變數，並透過Phi值或Cramer's V關聯係數找出高度相關之因素。更進一步使用CHAID分析、多層次卡方檢定，將同值性的樣本歸於一類，在相互關聯性之結構上了解肇事特性及其互動性。最後使用勝算比法、羅吉斯迴歸模型，將卡方檢定之結果建構適當模型進行分析與討論，讓本研究欲探討之主題做最大程度的交叉比對。
5. 以往文獻所進行之研究大多針對消防機關單一車輛種類進行研究其特性，鮮少討論其他緊急任務車輛之事故，而警察機關車輛事故一直以來都是警界避而不談的問題，加上資料取得相當困難，所以認為有共同分析價值。

### 三、交通事故資料取得與統計

本節利用敘述性統計方法針對民國103年1月1日起至108年6月30日止緊急任務車輛事故資料共計有399件之各項變數進行統計分析並說明，資料包含道路交通事故調查表(一)及道路交通事故調查表(二)之事故資料，以其分類項目分別討論與比較各車種間之狀況，並透過審視個案的方式調查於事故e化系統上無法直接獲取之資料如車輛年齡、車輛顏色等當事人細部資料進行統計分析。

#### 3.1 資料說明

「道路交通事故處理辦法」第2條對「道路交通事故」之定義指：「指車輛或動力機械在道路上行駛，致有人受傷或死亡，或致車輛、動力機械、財物損壞之事故。」蘇志強(2000)指出道路交通事故需符合下列5項要件：(1)必須發生於道路上。(2)事故之一方必須為車輛或動力機械行駛。(3)必須因行駛的交通行為所引發。(4)必須出於行為人之過失或無過失(非故意)所致。(5)必須為有人傷亡或車輛、動力機械財物損壞之事故。

本研究仍依現行「道路交通事故處理規範」規定進行交通事故分類：A1類係指造成人員當場或二十四小時內死亡之交通事故；A2類係指造成

人員受傷或超過二十四小時死亡之交通事故；A3 類係指僅有財物損失之交通事故。

本研究所採用的資料，來源為臺中市事故 e 化系統全般事故涉及緊急任務車輛，事故資料排除非道路交通事故之案件、不論有無因果關係而未與緊急任務車輛發生碰撞之案件、緊急任務車輛為路邊停車無駕駛行為之案件、以及緊急任務車輛為第三當事人(含以上)於停等中遭波及且經交通警察大隊初判肇事因素為無肇事因素之案件，總計共 399 件，如表 1。

表 1 緊急任務車輛各年度事故總件數統計

	救災 指揮車	消防車	救護車	巡邏車	警用 大重機	巡邏 機車	總和
103 年	5	10	27	22	2	10	76
A1			1			1	2
A2	1	1	17	10	2	9	40
A3	4	9	9	12			34
104 年	5	15	29	20	0	11	80
A1							0
A2	1	5	10	12		11	39
A3	4	10	19	8			41
105 年	8	10	28	38	0	5	89
A1							0
A2	4		9	18		5	36
A3	4	10	19	20			53
106 年	6	9	15	30	1	3	64
A1							0
A2	1	2	6	12	1	3	25
A3	5	7	9	18			39
107 年	2	7	11	32	0	10	62
A1							0
A2	1	2	5	22		9	39
A3	1	5	6	10		1	23
108 年至 6 月 30 日	1	3	5	16	0	3	28
A1							0
A2			5	11		3	19
A3	1	3		5			9

本研究將資料變數分類成「事故及道路屬性」與「當事人狀態屬性」兩大類，項目如下：

1. 事故及道路屬性：係指(1)交通事故類別；(2)發生時間；(3)發生地點；(4)天候；(5)光線；(6)道路型態與事故位置；(7)號誌；(8)車道分向設施；(9)車道分道設施。

- 2.當事人狀態屬性：係指(1)有無鳴笛；(2)死傷人數；(3)性別；(4)年齡；(5)行動狀態；(6)駕駛資格；(7)飲酒情形；(8)肇事因素；(9)車種類別；(10)車輛接擊部位；(11)車輛年齡；(12)車輛顏色。

### 3.2 緊急任務車輛事故統計

#### 3.2.1 執行任務過程有無鳴笛

如表 2，從統計資料中得知，執行勤務之過程中在有鳴笛的情況下消防機關車輛發生事故之件數比警察機關車輛發生事故之件數多，並以救護車發生事故之件數為 87 件最高 (佔該車種件數 75.7%)且大多造成 A2 交通事故；在未鳴笛的情況之下則與有鳴笛之情況相反之，並以巡邏車發生事故之件數為 141 件最高 (佔該車種件數 89.2%)且大多造成 A3 交通事故。整體而言，巡邏車事故件數共 158 件為最高，次之為救護車事故件數共 115 件。

表 2 緊急任務車輛於有無鳴笛狀況下事故件數統計

		救災 指揮車	消防車	救護車	巡邏車	警用 大重機	巡邏 機車	總和
有鳴笛	A1			1				1
	A2		7	45	10	1	4	67
	A3	1	11	41	7			60
	小計	1	18	87	17	1	4	128
未鳴笛	A1						1	1
	A2	8	3	7	75	2	36	131
	A3	18	33	21	66		1	139
	小計	26	36	28	141	2	38	271

#### 3.2.2 發生事故位置

本研究將資料先區分為執行任務過程中有鳴笛及未鳴笛之兩種分類後，再依道路型態與事故位置進行統計，如表 3，其各別發生件數為 128 件(佔所有事故 32.1%)與 271 件(佔所有事故 67.9%)，顯示在未鳴笛的情況發生事故易不容忽視。在有鳴笛之執行任務過程中，6 個車種統計件數總計以事故發生在四岔路口為大宗(共 72 件)，又其中以救護車發生件數最多(52 件、佔該車種件數 45.2%)。另於未鳴笛執行任務過程中，6 個車種統計件數總計以事故發生在直路段為大宗(共 118 件、佔所有事故 29.6%)，又其中以巡邏中發生件數最多(54 件、佔該車種事故 34.2%)。

表 3 緊急任務車輛有無鳴笛於不同道路型態事故件數統計

		救災 指揮車	消防車	救護車	巡邏車	警用 大重機	巡邏 機車	總和
有 鳴 笛	三岔路	0	2	18	4		1	25
	四岔路	1	5	52	10	1	3	72
	多岔路		2	7	3			12
	直路段		6	8				14
	彎曲路及附 近		3	2				5
	其他							0
	小計	1	18	87	17	1	4	128
未 鳴 笛	三岔路	3	6	6	32		6	53
	四岔路	6	8	5	49	2	17	87
	多岔路	2	1		2			5
	直路段	14	20	17	54		13	118
	彎曲路及附 近	1	1		3		1	6
	其他				1		1	2
	小計	26	36	28	141	2	38	271

### 3.2.3 號誌運作狀況

不論有號誌路口或是無號誌路口均有可能發生交通事故，一般觀念認為事故好發於無號誌路口，而有號誌路口若非有其中一方違反號誌，理當不該發生(涉嫌)違反號誌之事故。經統計緊急任務車輛於有號誌或無號誌路口發生之事故件數，如表 4，僅有 1 件救災指揮車因號誌故障而發生事故，整體來看無號誌路口發生之事故件數為 204 件(佔所有事故 51.1%)略高於有號誌路口，有號誌路口發生之事故件數為 194 件(佔所有事故 48.6%)；從各車種來看，巡邏車事故件數以無號誌路口為 94 件(佔該車種 59.5%)為主要，而救護車事故件數以有號誌路口為 78 件(佔該車種 67.8%)為主要，比較所有車種發現，救護車及警用大重機事故以有號誌路口為大宗，其餘車種則以無號誌路口為易生事故。

表 4 緊急任務車輛於號誌種類事故件數統計

	救災 指揮車	消防車	救護車	巡邏車	警用 大重機	巡邏 機車	總和
有號誌	10	18	78	64	3	21	194
無號誌	16	36	37	94		21	204
號誌故障	1						1
總計	27	54	115	158	3	42	399

從各車種於有號誌路口事故件數而言，如表 5，除了警用大重機之事故發生於輪放式三時相路口 1 件及左轉保護四時相路口 2 件外，其餘救災指揮車、消防車、救護車、巡邏車、巡邏機車之事故均易發生於普通二時相

路口，分別為 6 件、6 件、23 件、32 件、9 件。綜觀所有車種而言，事故主要發生於普通二時相路口共 76 件，其次易發生於左轉保護三時相路口共 43 件。

表 5 緊急任務車輛於號誌路口不同運作類型事故件數統計

	救災 指揮車	消防車	救護車	巡邏車	警用 大重機	巡邏 機車	總和
01 普通二時相	6	6	23	32		9	76
02 早開二時相			1				1
03 遲閉二時間				1			1
04 輪放式三時相			2	2	1	1	6
05 左轉保護三時相	3	4	20	12		4	43
06 輪放式四時相			1				1
07 左轉保護四時相		1	14	7	2	1	25
08 輪放左轉保護四時相		1	6			1	8
11 閃光	1	4	2	9			16
12 其他		2	9	1		5	17
13 不正常運轉或無動作	1						1

### 3.2.4 服務年資

每位警察或消防人員投入機關工作時的年齡不一定剛好滿 20 歲於警校畢業時便投入職場，例如警察大學畢業之同仁即於 22 歲才投入職場，又或者參加警察或消防人員國家考試時年齡於 37 歲以下均可以報考並於受訓通過後才投入職場，因此年紀較大者未必代表服務年資較資深。本研究將緊急任務車輛駕駛人發生事故時之服務年資以 5 年一個級距，分類成 5 年以下、6-10 年、11-15 年、16-20 年、21-25 年、26 年以上等共六種調查發生事故人數並繪製成圖 2。

在駕駛人為何人方面，警察機關採用約定駕駛之方式、通常由年資較淺者駕駛；消防機關不同之處，通常以勤務分配表編排之駕駛人為主要。整體資料顯示，服務年資為 5 年以下之人員，其事故件數也較高，並隨著服務年資提升而有降低之情形，於服務年資 16-20 年時達次高峰，可能原因為駕駛資歷也相對較久，因此自信駕駛能力而忽略風險。

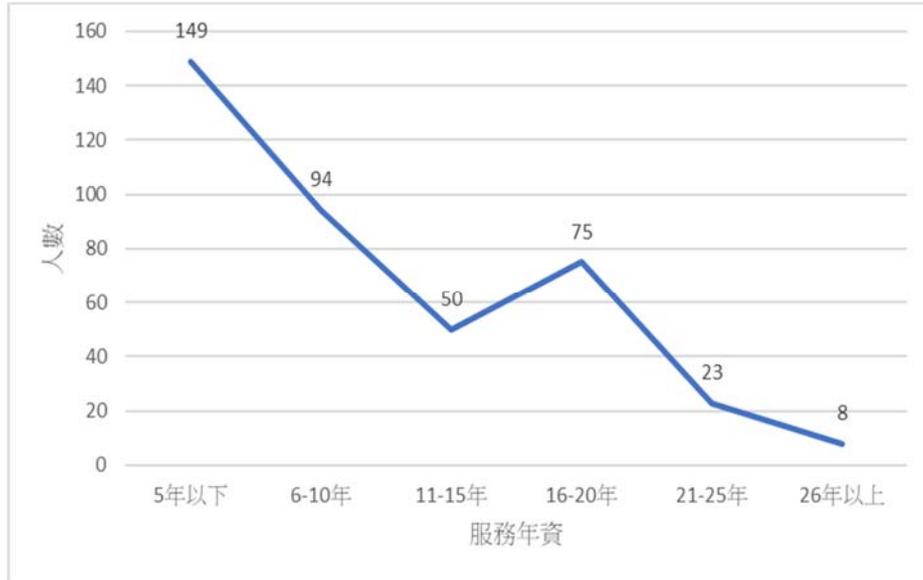


圖 2 緊急任務車輛於不同服務年資件數統計

### 3.2.5 消防機關車輛事故前行車時間

警察與消防機關車輛之間車內設備差異甚大且於接派任務出勤時的情況不同，警察機關車輛於無任務時大多在轄區線上執行巡邏勤務，遇有任務指派時才立刻趕赴現場處理；消防機關車輛均停放於分隊駐地內，遇有任務指派出便從分隊出發前往處理，少數救護車於送醫完畢後未返回駐地時又有任務指派，方從分隊駐地出發，本研究暫不討論此種狀況，亦不討論警察機關車輛。

因此討論之對象為消防機關車輛從隊部出發，鳴笛並開啟警示燈趕赴現場之狀況共計有 49 件，並考量市區速限而假設消防車輛於出勤時平均行車時速為 30 公里/小時(500 公尺/分)，將消防機關分隊駐地與該車發生事故地點透過 Google 地圖查詢距離，並以 1 分鐘為時間間隔繪製相對累積次數百分比如圖 3。發現於行車時間 2-3 分鐘時，相對累積次數爬升約 18% 為最高；於行車時間 5-6 分鐘時，相對累積次數爬升約 16% 為次高，因此顯示消防機關車輛於鳴笛出勤離開駐地後 2-3 分鐘及 5-6 分鐘時，發生事故可能性較高。而斜率陡升之末端於相對累積次數 70% 之位置、行車時間 6 分鐘內，為發生事故較頻繁需多加注意。

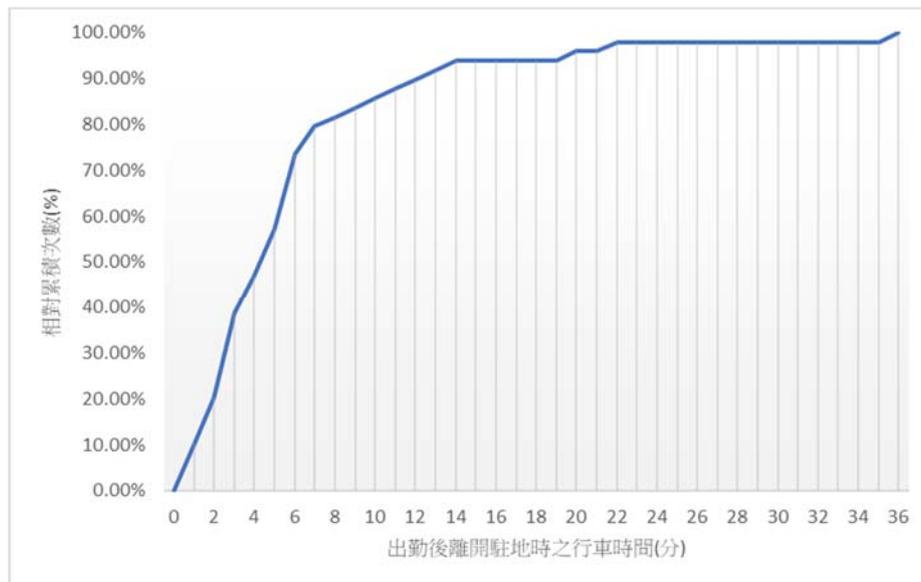


圖 3 消防機關車輛事故前行車時間之相對累積次數分配圖

#### 四、特性分析與研擬防制對策

根據依變數種類(類別變數或連續變數)與自變數間有無因果關係可區分成四大類統計分析方法，其中一類方法為當依變數種類為類別變數且自變數間無因果關係時，統計分析方法為敘述性統計、(多重)交叉分析、卡方檢定(同質性、獨立性、適合度)。迴歸分析(regression analysis)可以一次檢視多個自變數對於依變數的預測效果，當依變數為連續變數時適合用線性迴歸分析(linear regression)；當依變數主要為類別變數時則適合用羅吉斯迴歸分析(logistic regression)，即羅吉模型(logit model)，特別是分成兩類之類別變數則使用二元羅吉斯迴歸模型來解釋。

本研究資料來源為臺中市事故e化系統自民國 103 年 1 月 1 日起至 108 年 6 月 30 日止緊急任務車輛事故資料 A1、A2、A3 共計有 399 件，每筆資料均含事故及道路屬性，以及當事人事狀態屬性，所蒐集資料之變數皆為類別變數，因此使用卡方獨立性檢定，交叉檢定各變數間是否有關聯性存在，此外在資料分群方面以 CHAID 分析方法，藉以觀察各變數間相互關聯之結構性與互動特性，資料分析時採用無母數分析方法，意即沒有資料分布之假設。最後依據 CHAID 分析找出重要分割變數，並以卡方獨立性檢定之結果找出具高度相關性之變數，建構適當模型，使用二元羅吉斯迴歸進行配適，目的為找出影響事故嚴重程度(Y)之主要因素。相關計算均使用 IBM SPSS 20 統計軟體進行。

最後依據本研究分析結果，從傳統「3E」政策交通教育(Education)、交通工程(Engineering)、交通執法(Enforcement)層面思考，並考量實務單位可行性，針對緊急任務車輛駕駛人防制事故之發生，謹提列出防制策略供參考。

## 4.1 變數定義

經前一章統計資料後發現，若資料分類過細，不易看出趨勢，也會使得卡方檢定期望次數發生小於 5 之情形，進而影響其檢定結果，須將資料作更進一步整理並適當劃分。因此為了不影響卡方獨立性檢定、計算相關係數 Phi 值與 Cramer's V 值及二元羅吉斯迴歸之效果，將所使用之變數名稱及內容作適當定義，如表 6，包含依變數 Y，以及自變數 X1~X37。

## 4.2 研究方法

### 4.2.1 卡方獨立性檢定

卡方獨立性檢定又稱 Pearson 卡方檢定、亦稱交叉表分析，適用於分析兩組類別變數的關聯性，意即解釋變數 X 與反應變數 Y 之間是否為相互獨立或者有相依關係存在。本研究使用由 Kar-Pearson 所提出的卡方獨立性檢定，在型 I 誤差為 5%顯著水準下( $\alpha=0.05$ )，檢定虛無假設  $H_0$ : X 與 Y 之間呈統計獨立性；對立假設  $H_1$ : X 與 Y 之間呈統計不獨立性。意即經過卡方獨立性檢定後，若結果拒絕  $H_0$ ，則表示解釋變數 X 與反應變數 Y 之間不具有獨立性。使用卡方檢定時，除樣本數要大之外，本研究分析時會特別檢視所有欄位之期望次數皆必須大於或等於 5 之基本假設，才進行推論。

以卡方值( $\chi^2$ )應用相關係數 Phi 值與 Cramer's V 值，又稱對稱性量數，是一種用來簡單表達兩個變項間關係，變項內容為類別變項時使用。由於卡方獨立性假設只能檢定兩個變數是否相關，無法知道關聯性之強度，因此當檢定結果達顯著水準時，再以  $\chi^2$  值為基礎，可以進一步地計算兩類別變項間的相關程度，常用的計算方式有兩種：Phi 值( $\varphi$ )及 Cramer's V 值。Phi 值( $\varphi$ )適用於兩類別變數都是二元變數(dichotomous)時，最早由 Pearson 所發明並使用，在完成卡方獨立性檢定後，發現拒絕  $H_0$  意即兩變數呈現有相關性，乃進一步求取相關係數  $\varphi$ ，計算方式如下：

$$\text{Phi 值}(\varphi) = \sqrt{\chi^2/n} \quad (1)$$

其中 n 為樣本數。Phi 值( $\varphi$ )介於 0 到 1 之間，其值越高，表示相關程度越高。

Cramer' s V 值則是適用於卡方檢定時行或列超過三個數別時，計算方式如下：

$$\text{Cramer' s V 值} = \sqrt{\frac{(\chi^2/n)}{\min[(r-1),(c-1)]}} \quad (2)$$

其中 n 為樣本數， $\min[(r-1),(c-1)]$  為行數減 1 或列數減 1，取兩者較小數值者。Cramer' s V 值同樣介於 0 到 1 之間，其值越高，則表示相關程度越高。

就 Phi 值( $\phi$ )與 Cramer' s V 值而言，解釋相關係數所表達之數值與關係強弱之意涵，並無嚴格在數理上有相關定義，依通用習慣若數值介於 0.00 至 0.10 之間，則表示關係強度為弱；數值介於 0.11 至 0.30 之間，則表示關係強度為中；數值介於 0.30 以上，則表示關係強度為強。

表 6 變數內容說明

類別	變數名稱	變數內容
反應變數	事故嚴重程度(Y)	A1+A2：受傷、A3：未受傷
事故及道路屬性	發生年度(X1)	103 年、104 年、105 年、106 年、107 年、108 年
	發生季別(X2)	1-3 月、4-6 月、7-9 月、10-12 月
	發生時段(X3)	0-6 時、6-12 時、12-18 時、18-24 時
	發生行政區(X4)	原縣區、原市區
	天候(X5)	晴天、陰天、雨天
	光線(X6)	晨或暮光、日間自然光、夜間照明光
	速限(X7)	50KPH 以下、50-60KPH、60KPH 以上
	事故位置(X8)	路口(三岔路、四岔路、多岔路)、直路及其他
	號誌有無(X9)	有號誌、無號誌(含故障)
	號誌種類(X10)	二時相、三時相、四時相、閃光或其他、無號誌
	車道分向設施(X11)	中央分隔島、禁止超車線、行車分向線、無分向設施
	快車道間分道設施(X12)	禁止變換車道線、車道線、無分道設施
	快慢車道間分道設施(X13)	快慢車道分隔島、快慢車道分隔線、無分道設施
	路面邊線(X14)	有路面邊線、無路面邊線
	事故類型與型態(X15)	對撞或擦撞、追/倒車撞或交岔撞、側撞、其他
當事人狀態屬性	警消有無鳴笛(X16)	有鳴笛、未鳴笛
	警消駕駛性別(X17)	男性、女性
	警消駕駛年齡(X18)	28 歲以下、29-43 歲、44-58 歲
	警消服務年資(X19)	5 年以下、6-10 年、11-15 年、16-20 年、21-25 年、26 年以上
	民眾駕駛性別(X20)	男性、女性、非駕駛人

表 6 變數內容說明(續)

類別	變數名稱	變數內容
當事人 狀態 屬性	民眾駕駛年齡(X21)	28 歲以下、29-43 歲、44-58 歲、59 歲以上
	民眾持照狀況(X22)	有駕照、無駕照或其他
	事故種類(X23)	A1+A2：受傷、A3：未受傷
	警消車種(X23*)	救災指揮車、消防車、救護車、巡邏車、警用大重機、巡邏機車
	警消車齡(X24)	全新車輛、新車車輛、中古車輛、老舊車輛
	民眾車種(X25)	大客/貨車、小客車、小貨車(含兩用)、普通重/輕型機車、其他(含非車輛)
	民眾車齡(X26)	全新車輛、新車車輛、中古車輛、老舊車輛、其他
	民眾車色(X27)	最明顯+明顯、不明顯+最不明顯、其他(含非車輛)
	警消行動目的(X28)	一般勤務、出勤路途中、收勤返隊途中、其他
	警消行動態樣(X29)	直行、起步/倒車/超車、轉彎或變換車道、迴轉或插入行列、停等/停車或其他
	民眾行動態樣(X30)	直行、起步/倒車/超車、轉彎或變換車道、迴轉或插入行列、停等/停車或其他
	民眾有無飲酒(X31)	有飲酒、未飲酒
	警消車輛撞擊部位(X32)	前/左/右車頭、左/右側車身、後/左/右車尾、不明或其他
	民眾車輛撞擊部位(X33)	前/左/右車頭、左/右側車身、後/左/右車尾、不明或其他
	警消肇因(X34)	執行緊急任務未注意安全、動態肇因、靜態肇因或其他、無肇因或不明
	民眾肇因(X35)	未禮讓緊急任務車輛、動態肇因、靜態肇因或其他、無肇因或不明
	警消受傷人數(X36)	0 人、1 人、2 人、3 人(含以上)
民眾受傷人數(X37)	0 人、1 人、2 人、3 人(含以上)	

註：事故種類(X23)與事故嚴重程度(Y)相同，於分析時使用警消車種(X23\*)。

#### 4.2.2 CHAID 分析

CHAID 分析(Chi-squared Automatic Interactive Detector)是決策樹常用分析方法的一種，是卡方檢定之延伸，且不須假設資料的分配為何，CHAID 利用卡方檢定與統計方法結合，故能和其他統計方法相輔相成，在實際狀況中，解釋變數之間除了相關性還可能存在互動關係，這個關係則無法利用線性模式來完全表達，因此 CHAID 即扮演重要的分析工具。

CHAID 分析意即卡方自動互動檢視法，僅能處理類別變數，最初由 Kass(1980)及 Biggs 等人(1991)提出。CHAID 演算均包含三個步驟：合併(merging)，分裂(splitting)以及停止(stopping)。以 Bonferroni 法調整個別卡方  $\alpha$  值，將類別變數同值性的樣本歸於一類，利用逐次搜索的方式，透過

關聯性高的變數將樣本分割為若干個同性質的組別，各組再重覆相同方步驟繼續分割，CHAID 分析於每一樹狀層所做之卡方檢定，如果不具統計上之顯著性及組前與組後足夠人數，就不會向下一層繼續分析下去，最終至分群結果不顯著為止，使反應變數之組間差異為最大，繪出樹狀圖。CHAID 分析樹狀圖中，每個自變數都會計算其 P 值及卡方值，P 值越小者說明輸入之自變數與欲檢定之依變數之間關係越緊密，在樹狀圖中則在樹的頂端。當 P 值相同時，則以卡方值越大者說明輸入之自變數與欲檢定之依變數之間關係越緊密，在樹狀圖中則在樹的頂端。目的為了找出各解釋變數與反應變數之間的關聯性與互動性，並依此結果來預測或解釋資料，幫助了解資料整體結構性。

#### 4.2.3 二元羅吉斯迴歸模型

羅吉斯迴歸分析是一種對數機率模型，是離散選擇法模型之一，屬多數量分析範疇，可以一次檢視多個自變數 X 對於依變數 Y 的預測效果，當依變數 Y 為類別變數且只有 2 個可能值時，即依變數 Y 為二元依變數(binary variable)時，則此羅吉斯迴歸稱之為二元羅吉斯迴歸分析(Binary Logistic Regression Analysis)；當依變數 Y 類別變數且有多個可能值時，即依變數 Y 為多元依變數，則此羅吉斯迴歸稱之為多元羅吉斯迴歸分析(Multiple Logistic Regression Analysis)。

典型的羅吉斯迴歸模型為一個 S 型的曲線圖，依變數為 Y，事件 Y 發生之結果只有兩種(例如發生=1、不發生=0)，機率落在 0 與 1 之間，不會像線性迴歸般出現機率大於 1 或小於 0 之情況，羅吉斯迴歸之原理為勝算比(OR)或稱相對風險(relative risk, RR)。

二元羅吉斯迴歸係假設自變數 X 與依變數 Y 之間必須符合：

$$P(Y|X) = \frac{1}{1+e^{-\sum b_i \times x_i}} \quad (3)$$

因此事件 Y 發生之機率為：

$$p = P(Y|X) = \frac{e^{f(X)}}{1+e^{f(X)}} \quad (4)$$

事件 Y 不發生之機率為：

$$1 - p = 1 - P(Y|X) = \frac{1}{1+e^{f(X)}} \quad (5)$$

將發生機率公式整理後，兩邊同時取自然對數變換，得到羅吉斯迴歸模型之線性模型為：

$$\ln \left[ \frac{P(Y|X)}{1-P(Y|X)} \right] = \text{Ln}(e^{\sum b_i \times x_i})$$

$$= \sum b_i \times x_i = \alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k = f(x) \quad (6)$$

其中  $\frac{P(Y|X)}{1 - P(Y|X)} = e^{f(x)}$  即為勝算比或稱相對風險。

在建構模型時，整體模型之適合度檢定，Hosmer 和 Lemeshow 檢定之虛無假設為縮減模型成立，對立假設為完整模型成立，因此，若檢定統計量 Wald 卡方值未達統計上之顯著水準時( $p > 0.05$ )，則代表資料模型之整體擬合程度高，亦即本研究所建構之模型配適度佳，適合用以建構二元羅吉斯迴歸模型。在 Omnibus 檢定部份，若檢定統計量 Wald 卡方值達統計上之顯著水準時( $p < 0.05$ )，則代表本研究所投入之自變數於模型中對於依變數確實具有影響力。

本研究以 -2 對數概似值(-2loglikelihood)作為判斷模型優劣之準則，其值越小則表示模型之整體配適度越佳，並以此作為選擇各模型間之依據。各模型之解釋程度，則由 Cox & Snell R 平方值與 Nagelkerke R 平方值決定，其值為 0 至 1 之間，Cox & Snell R 平方值為函數圖形之下限解釋程度，而 Nagelkerke R 平方值則為函數圖形上限之解釋程度，綜合說明了模型可解釋資料之比例。

勝算比指的是事件 Y 發生與未發生機率相除之比值。當自變數顯著性達顯著水準時( $p < 0.05$ )，則代表該變項可以解釋此組資料，經統計軟體 SPSS 計算後所得之 Exp(B)值即為勝算比。綜觀整體模型各自變數各項目間解釋力比較，觀察其 Wald 值可知，Wald 值越高，則代表該自變數的項目具資料代表性可解釋模型。

## 4.3 分析成果

### 4.3.1 事故嚴重程度與各變數交叉表

由表 7 事故嚴重程度與各變數卡方檢定表可知，在型 I 誤差為 5%顯著水準下( $\alpha = 0.05$ )，經卡方獨立性檢定顯著之變數為：發生年度、警消受傷人數、民眾受傷人數、天候、速限、事故位置、號誌有無、號誌種類、事故類型與型態、警消駕駛年齡、警消服務年資、民眾駕駛性別、民眾駕駛年齡、民眾持照狀況、警消車種、民眾車種、民眾車齡、民眾車色、警消行動目的、警消行動態樣、民眾行動態樣、警消車輛撞擊部位、民眾車輛撞擊部位、警消肇因。意指以上 24 個變數與事故嚴重程度有顯著差異、不具有獨立性。

表 7 事故嚴重程度與各變數卡方檢定表

項目	有效觀察個數	Pearson 卡方			概似比			Cramer's V 值
		數值	自由度	漸近顯著性(雙尾)	數值	自由度	漸近顯著性(雙尾)	
發生年度	399	14.544	5	0.012	14.717	5	0.120	0.191
發生季別	399	2.195	3	0.533	2.197	3	0.533	-
發生時段	399	0.721	3	0.868	0.721	3	0.868	-
發生行政區	399	1.834	1	0.176	1.836	1	0.175	-
警消受傷人數	399	94.468	2	0.000	124.01	2	0.000	0.488
民眾受傷人數	399	250.2	2	0.000	317.07	2	0.000	0.794
天候	399	6.554	2	0.038	6.945	2	0.031	0.128
光線	399	0.148	2	0.929	0.148	2	0.929	-
速限	399	7.001	2	0.030	7.047	2	0.030	0.133
事故位置	399	6.379	1	0.012	6.401	1	0.015	0.012( $\varphi$ )
號誌有無	399	11.311	1	0.001	11.365	1	0.001	0.169( $\varphi$ )
號誌種類	399	12.352	4	0.015	12.487	4	0.140	0.176
車道分向設施	399	4.996	3	0.172	5.014	3	0.171	-
快車道間分道設施	399	2.029	2	0.363	2.05	2	0.359	-
快慢車道間分道設施	399	2.772	1	0.096	2.781	1	0.095	-
路面邊線	399	1.759	1	0.185	1.763	1	0.184	-
事故類型與型態	399	26.924	3	0.000	34.761	3	0.000	0.26
警消有無鳴笛	399	0.62	1	0.431	0.621	1	0.431	-
警消駕駛性別	399	0.025	1	0.876	0.025	1	0.876	-
警消駕駛年齡	399	7.832	2	0.020	7.965	2	0.019	0.14
警消服務年資	399	11.388	5	0.044	11.998	5	0.035	0.169
民眾駕駛性別	399	23.012	2	0.000	29.112	2	0.000	0.246
民眾駕駛年齡	399	28.715	3	0.000	29.295	3	0.000	0.269
民眾持照狀況	399	19.722	1	0.000	21.679	1	0.000	0.223( $\varphi$ )
警消車種	399	67.773	5	0.000	81.107	5	0.000	0.275( $\varphi$ )
警消車齡	399	6.852	3	0.077	6.957	3	0.073	-
民眾車種	399	173.76	4	0.000	200.18	4	0.000	0.662
民眾車齡	399	18.658	4	0.001	21.684	4	0.000	0.217
民眾車色	399	15.874	2	0.000	18.883	2	0.000	0.199
警消行動目的	399	10.149	3	0.017	10.349	3	0.016	0.16
警消行動態樣	399	31.619	4	0.000	32.907	4	0.000	0.282
民眾行動態樣	399	16.061	4	0.003	16.363	4	0.003	0.201
民眾有無飲酒	399	0.299	1	0.585	0.299	1	0.584	-
警消車輛撞擊部位	399	13.507	3	0.004	14.752	3	0.002	0.184
民眾車輛撞擊部位	399	58.217	3	0.000	65.186	3	0.000	0.383
警消肇因	399	8.303	3	0.040	8.345	3	0.039	0.145
民眾肇因	399	7.371	3	0.061	7.423	3	0.060	-

不顯著之變數為：發生季別、發生時段、發生行政區、光線、車道分向設施、快車道間分道設施、快慢車道間分道設施、路面邊線、警消有無鳴笛、警消駕駛性別、警消車齡、民眾有無飲酒、民眾肇因。意指以上 13 個變數與五種警消車輛之間無顯著差異。

經卡方獨立性檢定後，將顯著性之變數再進一步計算 Phi 值與 Cramer's V 值，如由表 7 所示，最後發現其關係程度呈現高度相關( $\geq 0.3$ )之變數為：警消受傷人數、民眾受傷人數、民眾車種、民眾車輛撞擊部位共 4 個變數，換句話說，這 4 個變數與事故嚴重程度具有高度影響關係。

#### 4.3.2 CHAID 分析結果

依變數(Y)為事故嚴重程度(A1+A2、A3)，自變數為發生年度、發生季別、發生時段、發生行政區、天候、光線、速限、事故位置、號誌有無、號誌種類、車道分向設施、快車道間分道設施、快慢車道間分道設施、路面邊線、事故類型與型態、警消有無鳴笛、警消駕駛性別、警消駕駛年齡、警消服務年資、民眾駕駛性別、民眾駕駛年齡、民眾持照狀況、警消車種、警消車齡、民眾車種、民眾車齡、民眾車色、警消行動目的、警消行動態樣、民眾行動態樣、民眾有無飲酒、警消車輛撞擊部位、民眾車輛撞擊部位、警消肇因、民眾肇因，共 35 個變數(X1~X35)進行 CHAID 分析，來了解事故嚴重程度與其他自變數之間的關係，並觀察其分割結果。其中警消受傷人數、民眾受傷人數與事故嚴重程度具有高度同質性，且經由卡方獨立性檢定後也呈現明顯高度相關，會影響分析結果偏重於此，故不放進分析模式裡討論。

整體而言(參見圖 4)，影響事故嚴重程度之因素為「民眾車種」，「警消車種」、「號誌有無」、「警消行動態樣」及「路面邊線」，共 5 個因素較為主要影響。由影響事故嚴重程度之 CHAID 分析結果可以知道(參見圖 5)，最具影響關係之因素為「民眾車種」，可能從駕駛行為進行切割，將大客/貨車、小客車、小貨車(含兩用)歸為同一類，普通重/輕型機車及其他(含非車輛)歸為同一類進行討論，並由敘述統計可以發現緊急任務車輛與小客車事故件數為最高並以 A3 事故居多，其次為與普型重型機車事故並以 A2 事故居多。

在民眾車輛為大客/貨車、小客車、小貨車(含兩用)之情形下，其次影響事故嚴重程度之因素為「警消車種」，將救護車及巡邏車歸為一類，救災指揮車及消防車歸為一類，警用大重機及巡邏機車歸為一類，救護車及巡邏車事故常發生於警消行動態樣為直行時，可能因為緊急任務車輛於轉向或侵略民眾行駛動向之行為較容易被民眾發現而進一步禮讓優先通行，在一般直行過程中不易被民眾察覺，因此需多注意直行時之風險；救災指揮車及消防車事故常發生於無路面邊線之處所，例如路口內；警用大重機車及巡邏車則易造成駕駛人本身受傷情況，宜注意其他汽車造成之風險。

在民眾車輛為普通重/輕型機車或其他(含非車輛)之情形下，其次影響事故嚴重程度之因素為「有無號誌」，先不論是否有哪一方違反號誌之規

定行駛，與緊急任務車輛事故易發生於有號誌之路口並以普通二時相路口居多，宜多加注意行經二時相路口時之風險。

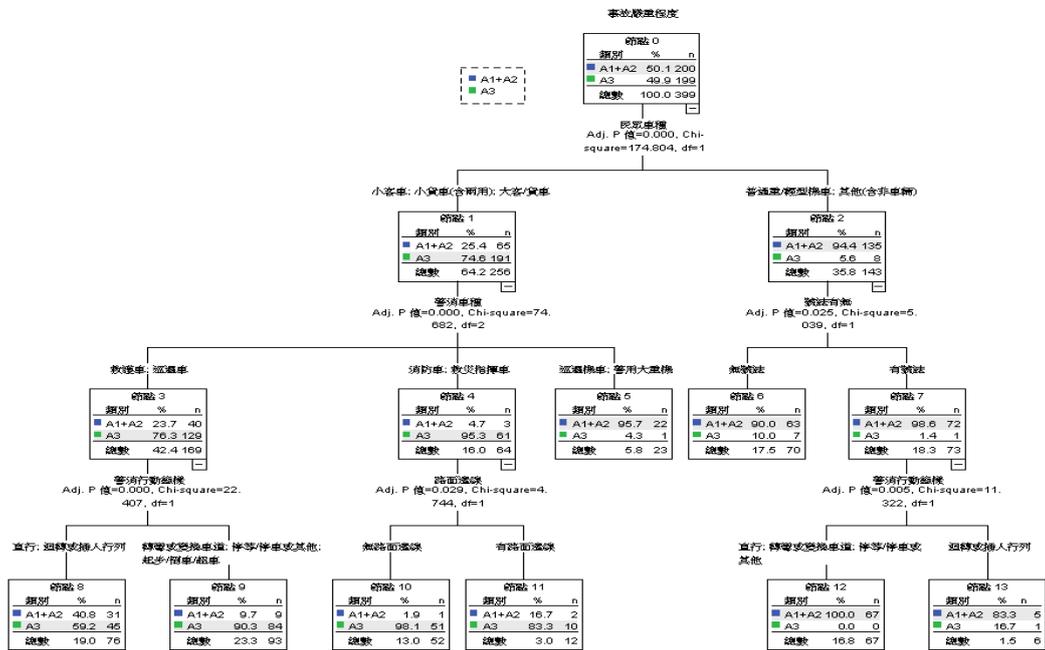


圖 4 緊急任務車輛之事故嚴重程度 CHAID 圖-全圖

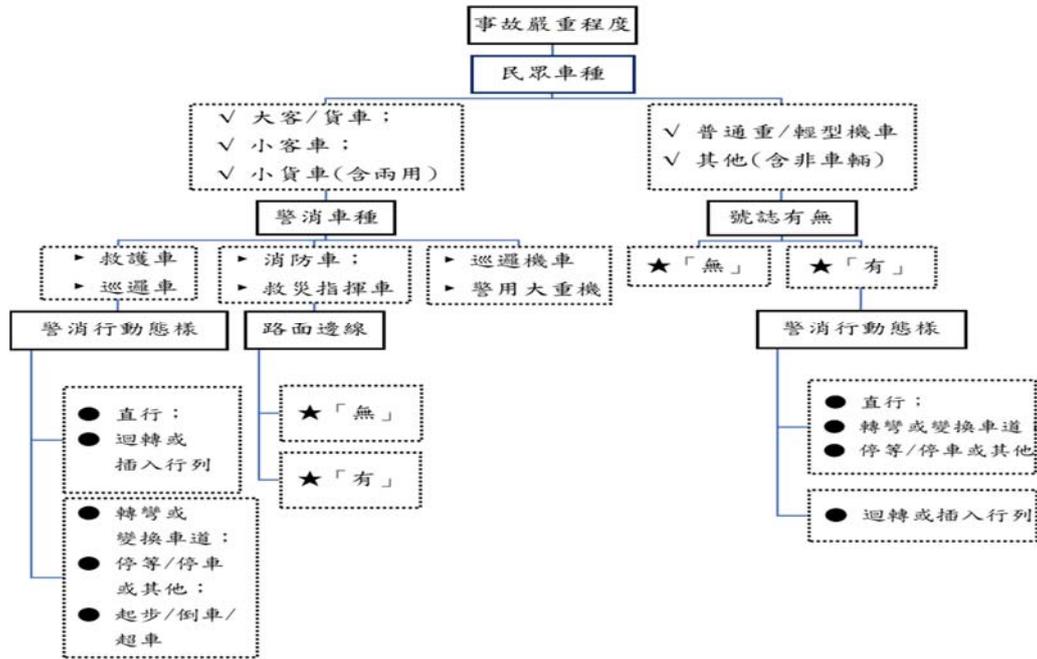


圖 5 緊急任務車輛之事故嚴重程度 CHAID 圖-簡圖

### 4.3.3 二元羅吉斯迴歸模型分析結果

本研究以反應變數 Y 為事故嚴重程度，係二元類別變數，分別為 A1+A2 及 A3，因此使用二元羅吉斯迴歸來了解自變數(X1~X37)對於依變數之影響程度，並解釋其影響關係。本研究著重於解釋變數，因此模型之建立採用強迫進入變數法，強迫讓所有已選取的自變數一次全部都能夠進入到迴歸模型中，解釋各組自變數各項目間對依變數之影響。首先分別依事故嚴重程度之 CHAID 分析結果將影響分割結果之 5 個自變數建立模型 A-1(參見表 8)，再加入經卡方獨立性檢定發現與事故嚴重程度高度相關之 1 個自變數建立模型 A-2。

由前述 CHAID 分析結果可知整體影響事故嚴重程度之因素為「民眾車種」、「警消車種」、「號誌有無」、「警消行動態樣」及「路面邊線」，共 5 個因素較為主要，故依此自變數建立模型 A-1；而經卡方獨立性檢定發現之高度相關因素為「警消受傷人數」、「民眾受傷人數」、「民眾車種」、「民眾車輛撞擊部位」，其中「警消受傷人數」、「民眾受傷人數」與事故嚴重程度有較高同質性予以排除，故於模型 A-1 再加入「民眾車輛撞擊部位」1 個變數建立模型 A-2，如表 8。

表 8 各模型之反應變數與解釋變數說明表

項目	反應變數 Y	解釋變數 X
模型 A-1	事故嚴重程度	民眾車種(X25)、警消車種(X23*)、號誌有無(X9)、警消行動態樣(X29)、路面邊線(X14)
模型 A-2	事故嚴重程度	民眾車種(X25)、警消車種(X23*)、號誌有無(X9)、警消行動態樣(X29)、路面邊線(X14)、民眾車輛撞擊部位(X33)

模型之適合度檢定 Hosmer 和 Lemeshow 檢定結果如表 9，4 個模型之 Hosmer 和 Lemeshow 檢定統計量 Wald 卡方值均未達統計上之顯著水準 ( $p>0.05$ )，則表示本研究資料模型之整體擬合程度高，亦即所建構之模型配適度佳，可依此建構二元羅吉斯迴歸模型。

表 9 Hosmer 和 Lemeshow 檢定

步驟	卡方值	df	顯著性
模型 A-1	4.019	8	.855
模型 A-2	2.883	8	.941

模型之 Omnibus 檢定結果如表 10，模型 A-1 及 A-2 之 Omnibus 檢定統計量 Wald 卡方值均達統計上之顯著水準( $p < 0.05$ )，則表示本研究模型所投入之自變數至少有一個能有效解釋依變數

表 10 模式係數的 Omnibus 檢定

項目	卡方值	df	顯著性
模型 A-1	311.741	14	.000
模型 A-2	329.047	17	.000

本研究以 -2 對數概似值(-2 loglikelihood)作為判斷模型優劣之準則，其值越小則表示模型整體配適度越佳，如表 11。本研究模型 A-1 與模型 A-2 為解釋同一個反應變數，模型 A-2 之 -2 對數概似值(221.309)小於模型 A-1(238.615)，所以在解釋事故種類上選擇模型 A-2 建構二元羅吉斯迴歸模型較佳，此模型 A-2 之解釋程度由 Cox & Snell R 平方值與 Nagelkerke R 平方值可知，能夠解釋變異量範圍為 56.3%~75.1%。

表 11 模式摘要

項目	-2 loglikelihood	Cox & Snell R 平方	Nagelkerke R 平方
模型 A-1	238.615	.544	.725
模型 A-2	221.309	.563	.751

由模型選擇結果，以模型 A-2 解釋事故嚴重程度為較佳(1 =A1+A2、0=A3)。模型 A-2 於二元羅吉斯迴歸各變數估計值如表 12，先從整體分析來看，自變數「民眾車種」、「警消行動態樣」、「警消車種」、「路面邊線」、「號誌有無」、「民眾車輛部位」部份項目具有解釋力。將各組變數之勝算比 Exp(B)分別解釋如下：

表 12 模型 A-2 於二元羅吉斯迴歸各變數估計值

自變數	項目	B 之估計值	S.E.	Wals	df	顯著性	Exp(B)勝算比	EXP(B)的 95%信賴區間	
								下界	上界
民眾車種	小客車	-3.606	2.201	2.683	1	.101	.027	.000	2.032
	小貨車(含兩用)	-5.376	1.910	7.924	1	.005*	.005	.000	.195
	普通重/輕型機車	-5.611	1.932	8.436	1	.004*	.004	.000	.161
	其他(含非車輛)	-.676	1.893	.127	1	.721	.509	.012	20.801

表 12 模型 A-2 於二元羅吉斯迴歸各變數估計值(續)

自變數	項目	B 之估計值	S.E,	Wals	df	顯著性	Exp(B) 勝算比	EXP(B)的 95%信賴區間	
								下界	上界
警消車種	消防車	.295	.905	.106	1	.744	1.343	.228	7.915
	救護車	-.811	.740	1.202	1	.273	.444	.104	1.895
	巡邏車	-1.383	.724	3.651	1	.056	.251	.061	1.036
	巡邏機車	-5.829	1.272	21.009	1	.000*	.003	.000	.036
號誌有無	有	1.009	.426	5.612	1	.018*	2.742	1.190	6.317
警消行動態樣	直行	2.107	.579	13.261	1	.000*	8.225	2.646	25.568
	起步/倒車/超車	-.652	1.068	.373	1	.541	.521	.064	4.223
	轉彎或變換車道	.799	.645	1.533	1	.216	2.224	.628	7.879
	迴轉或插入行列	.980	1.030	.904	1	.342	2.664	.353	20.075
路面邊線	有	-.890	.489	3.307	1	.069	2.435	.933	6.351
民眾車輛撞擊部位	前/左/右車頭	-.766	1.184	.419	1	.518	.465	.046	4.732
	左/右側車身	-.880	1.228	.513	1	.474	.415	.037	4.605
	後/左/右車尾	-3.353	1.351	6.161	1	.013*	.035	.002	.494
註：*p<.05									
註：民眾車種:對照組=大客/貨車、警消車種:對照組=救災指揮車、									
註：號誌有無:對照組=無號誌、警消行動態樣:對照組=停等/停車或其他、									
註：路面邊線:對照組=無路面邊線、民眾車輛撞擊部位:對照組=不明或其他。									

1. 在「民眾車種」方面，勝算比之對照組為「大客/貨車」，相對於對照組而言，小客車發生 A2 機率的勝算比是 0.027 倍，其他(含非車輛)發生 A2 機率的勝算比是 0.054 倍，均沒有統計上之顯著差異；而小貨車(含兩用)發生 A2 機率的勝算比是 0.005 倍且估計值為負相關，普通重/輕型機車發生 A2 機率的勝算比是 0.004 倍且估計值為負相關，均表示相較於對照組而言發生 A2 機率相對不高，均具有統計上顯著差異，因此單看此組因素影響以「小貨車(含兩用)」及「普通重/輕型機車」值得討論。

- 2.在「警消車種」方面，勝算比之對照組為「救災指揮車」，相對於對照組而言，消防車發生 A2 機率的勝算比是 1.343 倍，救護車發生 A2 機率的勝算比是 0.444 倍，巡邏車發生 A2 機率的勝算比是 0.251 倍，均沒有統計上之顯著差異；而巡邏機車發生 A2 機率的勝算比是 0.003 倍且估計值為負相關，表示相較於對照組而言發生 A2 機率相對不高，具有統計上之顯著差異，因此單看此組因素以「巡邏機車」值得討論。
- 3.在「號誌有無」方面，勝算比之對照組為「無號誌」，有號誌發生 A2 機率的勝算比是 2.742 倍且估計值為正相關，表示相較於對照組而言更容易發生 A2 事故，具有統計上之顯著差異，因此單看此組因素以「有號誌」為主要因素。
- 4.在「警消行動態樣」方面，勝算比之對照組為「停等/停車或其他」，起步/倒車/超車發生 A2 機率的勝算比是 0.521 倍，轉彎或變換車道發生 A2 機率的勝算比是 2.224 倍，迴轉或插入行列發生 A2 機率的勝算比是 2.664 倍，均沒有統計上的顯著差異；而直行發生 A2 機率的勝算比是 8.225 倍且估計值為正相關，表示相較於對照組而言有更高之可能性發生 A2 事故，具有統計上之顯著差異，因此單看此組因素以「直行」為主要因素。
- 5.在「路面邊線」方面，勝算比之對照組為「無路面邊線」，有路面邊線發生 A2 機率的勝算比是 2.435 倍，沒有統計上之顯著差異。
- 6.在「民眾車輛撞擊部位」方面，勝算比之對照組為「不明或其他」，前/左/右車頭發生 A2 機率的勝算比是 0.465 倍，左/右側車身發生 A2 機率的勝算比是 0.415 倍，均沒有統計上之顯著差異；而後/左/右車尾發生 A2 機率的勝算比是 0.035 倍且估計值為負相關，表示相較於對照組而言發生 A2 機率相對不高，具有統計上之顯著差異，因此單看此組因素以「後/左/右車尾」值得討論。
- 7.綜觀整體模型各自變數各項目而言，依模型 A-2 於二元羅吉斯迴歸分析之結果，Wald 值越高則代表該項目越具影響力，影響事故嚴重程度之中以「警消車種：巡邏機車」為影響力最高(Wald 值 21.009)，其次為「警消行動態樣：直行」(Wald 值 13.261)，再其次為「民眾車種：普通重/輕型機車」(Wald 值 8.436)。

#### 4.4 防制對策

從前述分析結果，本研究進一步綜合討論及研究發現，從交通教育(Education)、交通工程(Engineering)、交通執法(Enforcement)層面思考，並

考量實務單位可行性，針對緊急任務車輛駕駛人防制事故之發生，提列出防制策略供參考。

在二元羅吉斯迴歸模型 A-2 結果顯示，影響事故嚴重程度之因素，以「警消車種：巡邏機車」為影響力最高，其次為「警消行動態樣：直行」與「民眾車種：普通重/輕型機車」，並由之前的敘述性統計結果可以知道警消車種為巡邏機車時，發生 A1+A2 有 41 件、A3 僅 1 件，而警消行動態樣為直行時，發生 A1+A2 有 115 件、A3 有 81 件，而民眾車種為普通重/輕型機車時，發生 A1+A2 有 116 件、A3 僅 7 件。

在影響事故嚴重程度 CHAID 分析結果中，將民眾車種列為最主要影響因素，並把民眾車輛為汽車類別歸為同一類，而機車類別與其他類別歸為同一類進行討論。在與民眾車輛為汽車類別事故時，救護車及巡邏車事故共有 169 件，其中發生於救護車及巡邏車直行時佔有 61 件為最高；在與民眾車輛為機車類別與其他類別事故時，發生事故共有 143 件，其中發生在路口之事故件數佔 91 件為最高，有號誌化路口佔 70 件，號誌化路口中又以普通二時相路口佔 32 件，並以警消行動態樣為直行時為主要。根據前述分析結果，本研究分別從緊急車輛所屬機關角度、民眾因應角度及科技應用與輔助等三個向度，提出降低事故發生率及減輕事故嚴重程度之防制策略：

1. 從緊急車輛所屬機關角度而言，應透過各種教育或訓練的機會，特別提醒同仁注意以下兩項特性，執勤同仁也必須有風險認知且能特別遵守：
  - (1) 騎乘警用大重機及巡邏機車時，除了小心過程之道路狀況外，非必要不以警用大重機及巡邏機車執行緊急任務或追緝違法(規)車輛，避免與民眾發生嚴重事故。
  - (2) 緊急任務車輛於直行風險較大相對容易忽略危險，直行時常伴隨著高速行駛，尤其在通過無號誌化路口時比較不容易減速行駛，常與民眾為機車時發生事故，因此通過路口時不論有無號誌化均嚴格要求減速慢行。
  - (3) 雖在勤務編排表上有明文律定何人為車輛駕駛人，但是警察機關巡邏車通常由勤務人員共同協定由何人擔任駕駛人，依照目前勤務習慣而言大多由年紀較輕或服務年資較少之人員駕駛汽車，而消防機關則是由勤務編排表明確編排後依其規定由指定人員駕駛，建議警察與消防機關於勤務編排時以統一規定合理且適當安排駕駛人，使每位勤務人員駕駛車輛之次數接近，避免駕車過勞或經驗不足而容易造成事故發生。

2. 從民眾因應角度而言，應利用各種教育與宣導機會，學習及了解道路交通法規對於禮讓執行緊急任務車輛之原理、重要性及法令規定外，更應學習以下兩項常見事故風險：
  - (1) 民眾與執行緊急任務車輛之事故肇事因素，以民眾為「主要肇因」居多，尤其是民眾駕駛普通重/輕型機車時，其次是民眾駕駛小貨車(含兩用)時。
  - (2) 民眾與執行緊急任務車輛之事故，常發生於路口，尤其是號誌化路口，民眾駕駛汽車或騎乘機車行近路口時，本來就應該提高注意與專注程度(降低事故發生率)，並適當減速慢行(減輕事故嚴重度)。
3. 從科技應用與輔助角度而言，可以盡量運用現代化之科技設備，以降低事故發生率及事故嚴重度，例如：
  - (1) 緊急任務車輛通過號誌化路口時風險甚大，特別是須違反號誌通過時，因此擬提優化主要行駛路線號誌控制，於常用車輛上裝設無線射頻辨識系統，並於重要路口之號誌控制同步裝設接收器，於緊急任務車輛到達號誌化路口前優先開放綠燈，加強緊急任務車輛通行安全。
  - (2) 民眾常表示聽不到或不了解警報器方向從何而來，因此可以適當地增加警報器音量，同時增設左側及右側警報器，使警報器方向不單單向前方傳遞，並輔助利用廣播器例如到達路口前再次示警，以利民眾提早發現緊急任務車輛接近，事先進行避讓行為。

## 五、結論與建議

本研究將卡方獨立性檢定、CHAID 分析及二元羅吉斯迴歸分析之結果交叉比較敘述性統計並進行統整，綜合討論成果，最後提出本研究不足之處，建議未來研究調查方向供參考。

### 5.1 結論

在影響事故嚴重程度分析方面，根據 CHAID 分析結果，最主要影響因素為「民眾車種」，當民眾車種為小客車時發生 202 件佔所有事故 50.6%，其中與巡邏車發生事故 73 件為最多，與救護車發生事故 62 件次之，在與民眾車種為小客車事故中巡邏車與救護車以其行動狀況為「直行」發生事故 62 件及 56 件為最多，巡邏車事故中停等(引擎未熄火)時被碰撞 43 件；在民眾車種為小客車事故中救災指揮車及消防車發生 A3 事故為主要共 61 件；在民眾車種為小客車事故中巡邏機車及警用大重機發生 A2 事故為主要

共 22 件。當民眾車種為普通重/輕型機車時發生 123 件佔所有事故 30.8%，發生於號誌化路口處所時，與緊急任務車輛為直行時為主要。

根據二元羅吉斯迴歸分析模型 A-2 可以知道影響事故嚴重程度之主要因素，以「警消車種：巡邏機車」為影響力最高，其次為「警消行動態樣：直行」，再其次為「民眾車種：普通重/輕型機車」。

影響緊急任務車輛事故嚴重程度之特性如下：

1. 駕駛巡邏機車時：A2 事故共 40 件、A3 事故共 2 件。
2. 緊急任務車輛行動態樣為直行時：A2 事故共 113 件、A3 事故共 81 件。
3. 民眾車輛為普通重/輕型機車時：A1 事故共 2 件、A2 事故共 114 件、A3 事故共 7 件。
4. 緊急任務車輛行經號誌化路口時：A1 事故 2 件、A2 事故共 109 件、A3 事故共 77 件。

針對分析結果，對於降低事故嚴重程度擬提以下防制對策：

1. 避免使用警用巡邏機車執行緊急任務或追緝違法(規)車輛，若對於重大案件不得已須騎乘警用巡邏機車追緝時，務必格外注意自身安全。
2. 緊急任務車輛於直行風險較大相對容易忽略危險，直行時常伴隨著高速行驶，要求緊急任務車輛駕駛人於通過路口時不論有無號誌化均應減速慢行。
3. 事故肇事因素均以民眾為主要肇因居多，尤其是民眾駕駛普通重/輕型機車時，民眾易發生事故年齡為 20-22 歲，宜針對民眾駕駛人加強宣導交通安全教育、或強化執法作為改善民眾違規駕駛之情形。
4. 緊急任務車輛通過號誌化路口時風險甚大，特別是須違反號誌通過時，因此擬提優化主要行駛路線號誌控制，於常用車輛上裝設無線射頻辨識系統，並於重要路口之號誌控制同步裝設接收器，於緊急任務車輛到達號誌化路口前優先開放綠燈，加強緊急任務車輛通行安全。

## 5.2 建議

1. 本研究僅針對臺中市緊急任務車輛探討，能否類推全國緊急任務車輛事故討論有待其他資料來實證，但是研究方法與結果可以作為他縣市研究參考使用，建議後續研究可以針對全臺或不同縣市間比較研究。
2. 受制於有限的研究資源，本研究的肇事分析主要以事故次數及其當事人、車輛特性分析為主，並沒有納入曝光量(Exposure)的資料，例如勤務量、延車里程等。從以往的交通分析研究而言，若能納入曝光量的研究

分析，其成果較為周延，故本研究建議後續研究盡量納入曝光量資料進行探討。

3. 本研究採用之樣本數 399 件中 A1 事故僅 2 件略顯不足，無法有效針對 A1 狀況進行分析，建議加長研究資料取得之時間範圍、或擴大研究資料取得之地點範圍，以增加有效樣本數量。
4. 為簡化影響因素限制，本研究僅討論政府機關之警察局、消防局緊急任務車輛，未討論民間救護車及其他緊急任務車輛，因為其駕駛特性與接受任務狀況不同，期望未來能列入共同比較其異同。
5. 緊急任務車輛於執行緊急任務時往往需要高速行駛，且國內外文獻均指出超速行為是造成嚴重傷害之原因，本研究僅有事故當時道路之速限，無法得知緊急任務車輛於事故前之行駛速度進行研究，建議往後研究能針對行駛速率研究，以預防嚴重事故之發生。

## 參考文獻

- 交通部(2013)，運輸政策白皮書(運輸安全)，交通部運輸研究所。
- 交通部道安資訊平台(2020)，全台警備車、消防車、救護車、工程救險車事故總件數，擷取日期：2020年04月01日，網站：  
<http://223.200.48.102/motcgis>。
- 吳宗霖(2010)，臺灣地區汽車傷亡事故肇因之研究，國立中央大學統計研究所碩士論文。
- 林豐福、賴靜慧(2004)，「道路交通事故資料基本分析方法介紹」，*都市交通季刊*，第十九卷，第三期，頁 84-95。
- 林彥輝(2018)，汽車駕駛人防衛駕駛行為量測及影響因素分析，交通大學運輸與物流管理學系碩士論文。
- 林宜潔(2019)，機車交通事故肇事原因分析-以桃園市為例，中央大學產業經濟研究所碩士論文。
- 陳俊成(2011)，利用 RFID 改善緊急救護車輛於交通號誌管制之研究，龍華科技大學資訊管理研究所碩士論文。

- 湯儒彥(1998)，「道路交通事故成因與工程改善對策之探討」，*臺灣公路工程*，第二十四卷，第九期，頁 2-16。
- 黃顯欽(2011)，分析第一當事者影響 A1、A2 類肇事事故因素之研究，交通大學運輸科技與管理研究所碩士論文。
- 楊紹琦(2006)，性別與年齡對於交通風險知覺的影響，清華大學工業工程暨工程管理學系碩士論文。
- 溫傑華、黃建樺、李香怡(2004)，「非號誌化路口違規駕駛行為影響因素之研究」，*運輸學刊*，第十六卷，第二期，頁 183-202。
- 蘇志強(2000)，*警察百科全書(八)交通警察*，臺北市：正中書局。
- Biggs, D., Ville, B., and Suen, E. (1991), "A Method of Choosing Multiway Partitions for Classification and Decision Trees," *Journal of Applied Statistics*, Vol.18, No.1, pp.49-62.
- Celestin, M., Corinne, P. A., Tracy, Y., and Cara, H. (2018), "Does Crash Risk Increase When Emergency Vehicles Are Driving with Lights and Sirens?" *Accident Analysis and Prevention*. Vol.113, pp.257-262.
- Kass, G. V. (1980), "An Exploratory Technique for Investigating Large Quantities of Categorical Data," *Applied Statistics*, Vol.20, No.2, pp.119-127.
- Jörgen, L., Christer, P. and Rick, S. (2010). "How Do We Reduce the Risk of Deaths and Injuries from Incidents Involving Police Cars? Understanding Injury Prevention in the Swedish Context," *Police Practice and Research*, Vol. 11, No.5, pp. 440-453.
- Prenzler, T. (2007), "Towards Prevention: A Situational Study of Police Deaths on Duty in Queensland," *Journal Articles*, Vol.18, pp.147-164.
- Chiu, P. W., Lin, C. H., Wu, C. L., Fang, P. H., Lu, C. H., Hsu, H. C., and Chi, C. H. (2018), "Ambulance Traffic Accidents in Taiwan," *Journal of the Formosan Medical Association*, Vol.117, pp.283-291.

Savolainen, P. T. (2009), Investigation of Emergency Vehicle Crashes in the State of Michigan, USDOT Region V Regional University Transportation Center Final Report, NEXTRANS Project No 015WY01.

Shibuya, S., Yoshida, T., and Yamashiro, Z. (2000), "Fast Emergency Vehicle Preemption System," *Proceedings of the TRB Annual Meeting*, Transportation Research Board, Washington, DC, USA., Vol.1739, pp. 44-52.

Shinar, D., McDowell, E. D., Rackoff, N. J., and Rockwell, T. H. (1978), "Field Dependence and Driver Visual Search Behaviour," *Human Factors*, Vol. 20, NO.5, pp.553-550.

(收稿 109/07/30，第一次修改 109/10/05，第二次修改 109/10/14，接受 109/10/23，定稿 109/10/27)