

建構砂石車安全管理指標之探討

A Study on Constructing Gravel Truck Safety Management Criteria

曾柏興 Po-Hsing Tseng¹

賴建霖 Jian-Lin Lai²

摘要

砂石車是一種大型貨運運具，許多業者為賺取更多的利潤，業者常採用一些違法策略(如超載、超速)來進行市場競爭，然而一旦其發生交通意外事故，對於後續嚴重的人員傷亡、社會成本(如警員出勤、醫療救護與後續照料、保險等)及用路人心態上的負擔皆有顯著的影響。為強化砂石車安全管理與協助相關政策研擬與執行，本研究目的主要透過文獻回顧，建構出影響砂石車安全管理的3個指標與10個次指標，並使用網路分析法來彙整27份專家問卷的意見，分析結果發現指標排名順序為法規面、車輛管理面與駕駛員管理。次指標前三名分別為業者考核督導、靠行管理、加重罰則，研究成果可供砂石車業者、交通與警政相關部門、其他利害關係人進行決策分析與相關法規修訂之參考。

關鍵字：砂石車、安全管理、網路分析法、指標

Abstract

Gravel trucks are large freight vehicles. In order to maximize profits, operators have often used illegal strategies (e.g. overloading and speeding) to achieve market competitiveness. However, when traffic accidents occur, there are potentially

¹ 國立臺灣海洋大學航運管理學系助理教授(聯絡地址：基隆市北寧路2號，電話：02-24622192 轉 3432，E-Mail: phtseng@mail.ntou.edu.tw)。

² 逢甲大學建設碩士在職學位學程碩士，南投縣政府警察局交通警察隊警員。

significant impacts of serious casualties, social costs (e.g. police dispatched services, medical treatment and services, and insurances, etc.) and psychological trauma for road users as well. Therefore, in order to strengthen safety management of gravel trucks and assist the formulation and implementation of related policies, this study constructed three indicators and ten sub-indicators based on literature review. Then, an Analytic Network Process was adopted to summarize the opinions analyzed from the 27 experts' questionnaires. The results show that the highest indicator rankings are Law Regulation, Vehicle Management, and Driver Management, respectively. The top three ranked sub-indicators are Truck Operators Supervision, Contract-based Truck Driver Management, and Strict Traffic Law Regulation, respectively. The research findings can help truck operators, traffic and policy administration divisions, and other stakeholders with making decision analysis and revising related laws.

Keywords: gravel truck, safety management, analytic network process, indicator

一、緣起

砂石車屬於大型貨運車輛，行駛與轉彎時視具有覺盲點區域擴大、內輪差大、佔用較大行車空間、衝撞力大、煞車不易、車側甚長易擦撞他車、噸位重等特性，在競爭的營運市場中，常出現超載或超速等情形，若發生緊急狀況時常因反應不及產生重大交通事故(蔡明志，1999; 詹淑敏，2006; Chu, 2012; Ricardo, 2013)。

近年國內對於砂石車安全的研究實屬不多，相關研究如顏上堯等 (2012) 從系統最佳化的觀點探討國內土石方調派作業及傾卸卡車派遣規劃問題，進而改善排程規劃的績效。曾針對土石方車輛調派進行研究。林信華(2015) 以臺中砂石車為例，針對警察取締砂石車的法令進行檢討，並提出執法改善的政策建議，為強化國內砂石車安全管理相關政策之擬定與實行，本研究運用網路分析法(Analytic Network Process, ANP)來建構砂石車安全管理之指標，首先透過文獻回顧與現況分析來建構出衡量指標，並利用專家問卷調查結果排序這些指標的重要性，研究成果可供砂石車業者、政府交通相關部門與其他利害關係人等，以及透過各界的合作，整合人力資源市場、保險市場、法規限制等議題進行決策分析與法規修訂之參考，逐步改善大環境並設定更為明確的預期成本效益，從源頭改善我國道路交通，以期能有效降低砂石車事故率與提升用路人的安全性。

二、文獻回顧

2.1 國內砂石車營運市場現況

砂石是公共工程建設及營建業不可或缺之主要原料，但由於砂石裝卸較為不便，為節省成本，須採用砂石車依照客戶需求，運送到客戶指定地點，由於砂石車體龐大且載重量重，所以對於經過路徑附近之居民及道路交通，構成相當威脅，若發生車禍事故，嚴重程度比一般中小型車輛較為嚴重。

目前國內載運砂石車輛主要有兩種，分成總重 21 噸傾卸式（前單軸後雙軸）大貨車(容積限制為 7 立方米)及總聯結重 35 噸傾卸式（後雙軸）半拖車(容積限制為 14.7 立方米)，受限於道路地形與行駛環境，在地區的分佈型態上有所不同，在地勢平緩、路面平整及公路服務水準等級較佳(如高速公路、快速公路及省道)以 35 噸半聯結車為最多(如圖 1 所示)，最高噸位為 43 噸半聯結車，裝載砂石之傾卸框式大貨車及半拖車，貨廂外框顏色應使用臺灣區塗料油漆工業同業公會塗料色卡編號 1-19 號黃顏色。



圖 1 砂石車照片

2.2 砂石車安全管理相關文獻

近年國內關於砂石車安全管理的文獻仍屬不多，簡盡忠(1995)認為防制砂石車違規肇事之具體作法，可從道路、砂石車輛、貨運業者、駕駛員及警察機關執法等方面來執行。謝朝儀(2000)認為砂石車安全管理可從下列六個方向來考慮：人的管理、車的管理、路的管理、保障受害者權益、加強執法取締及加強砂石相關行業管理。周家蓓與曾惠斌(2000)認為評估執行砂石車管理方案可從警政單位、監理單位及縣市政府方面來執行。周文生(2000)指出交通部於民國 83 年 5 月頒布「砂石車安全管理方案」後，由於在政策面執行上無法落實以及執法取締違規超載後難覓卸貨分裝場地等因素，整理執行效率表現較差，而業者以超時工作、超速、超載、使用再生胎等方

法，來降低成本與提高利潤，但卻因這些行為導致管理脫序與違規、肇事問題研究，其相關問題類型並區分為：駕駛人問題、車輛問題、道路環境問題、法令問題、監理問題、警察執法問題及其他問題等七類。楊正雄(2007)認為砂石車靠行現象造成司機素質不一，對於其駕駛行為的適任性難以控管，容易導致行車安全上的問題。

在國外文獻方面，國外學者曾從不同角度來探討砂石車相關議題的研究，如 Bruning(1989)以美國為例，運用迴歸分析探討影響卡車公司高速公路事故率的因素，研究發現司機工作年資越短越容易發生事故，而完善的車輛偵測器與較少的車齡對於中、小型卡車公司防範車禍有顯著的幫助。(Bruning, 1989)。在美國，許多研究指出卡車公司採用安全科技則有效降低車禍事故(Cantor et al., 2006; Cantor et al., 2008; Cantor et al., 2009; Cantor et al., 2016)。在美國，Crum and Morrow(2002)利用 Hierarchical 迴歸分析研究發現卡車司機減少夜間駕駛、卡車公司協助上下貨、司機自願參與安全訓練將可降低駕駛疲勞進而提升駕駛安全性。Meng et al.(2015)在中國北京利用問卷調查 274 位卡車司機與 286 位計程車司機發現駕駛疲勞嚴重影響駕駛安全，因此適度的休息時間是必要的。Douglas et al. (2019)利用美國超過 1,500 位公路司機資料發現安全氣候將影響駕駛態度進而影響駕駛安全性。砂石車安全管制政策 Douglas and Swartz(2016)以北美卡車司機為對象，從政策與心理等不同角度建構職業駕駛的安全行為模式；。Camden et al. (2018)從成本效益的角度進行卡車裝設安全防範設備(如自動緊急煞車、車道偏移警示)的探討，研究發現一個價值 500 美元的自動緊急煞車系統裝設於新卡車或者將現有卡車進行設備更新將具有成本效益。在巴基斯坦，Hussain et al.(2009)研究發現卡車司機的駕駛態度與好勝的社會行為模式對於風險駕駛行為有正向影響，並建議卡車產業應加以改善工作安全氣候。在美國，Houser et al.(2009)針對車道警示系統應用於重型卡車的成本效益評估，所涉及的成本考量包括車損、人員傷亡、保險等。Jermakian(2012)運用美國 39,000 筆重型卡車事故資料(含 79 筆死亡與 2000 筆嚴重受傷)探討卡車科技(如視野輔助、前方碰撞警示、車道偏移、車輛穩定系統)的應用對於事故防範的可能性。Kingsley(2009)利用美國聯邦車輛安全協會 2001~2003 年資料發現 50%重型卡車的事故可以透過先進科技的應用來加以防範。Kuehn et al. (2011)利用 443 筆卡車事故資料探討卡車導入先進車輛輔助系統(Advanced Driver Assistance Systems)所帶來的效益，研究發現自動緊急煞車系統可有效防範 12%的卡車事故發現。Murray et al. (2009a)與 Murray et al. (2009b)利用美國聯邦車輛安全協會探討卡車產業導入碰撞警示與滾動穩定控制系統的成本效益分析，以投資報酬率的概念鼓勵業者持續投資相關先進科技，並降低潛在的故事。車輛安全系統測試 Nodine et al. (2011)運用美國運輸部資料探討整合車輛安全系統計畫於重型卡車的實驗，研究發現改善車道駕駛行為與轉向號誌的使用將可減少 3,000~13,000 件車禍事故

的發生。Chu (2012)在砂石車事故的研究中指出該產業的司機為賺取較多的薪資須頻繁性的往返運輸，在缺乏安全認知與道路環境(含路口)不良情況下容易發生事故，並建議應要求執行合理的工作時間管制並提高薪資待遇與強化安全訓練。在近幾年中，Mole and Wilkie (2017)曾針對貨車駕駛員反應時間對於交通安全之影像進行模擬實驗，研究結果證實駕駛員查看後視鏡相較於直接觀察車輛周圍狀況之反應時間慢，但仍需後視鏡等輔助設備以輔助駕駛員觀察車外盲點區域。Gerike et al. (2019)則探討重型垃圾車的營運安全問題，Zhang et al. (2020)使用 Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System 方法探討卡車流量對於高速公路交通安全的影響。

2.3 研究指標之探討

影響砂石車安全管理的指標內容與牽涉的範圍廣泛，為聚焦本研究的課題，參考 2.1~2.2 節的內容，本研究將指標分歸納出「法規面」、「駕駛員管理」、「車輛管理」為 3 大類，當中法規面可包括健全法規內容、加重罰則、砂石車業者考核督導，駕駛員管理面可包括行車安全教育訓練、酒測管理、駕駛員靠行管理，車輛管理面可包括車輛維修保養、行車紀錄、車輛安全監控設備、車輛保險，共 10 個次指標，分述如下。

1. 法規面

指訂定大型車(含砂石車)法規時內容須具體明確，由立法者審慎周延制定，使執法人員與民眾均能充分瞭解，方有所遵循，期能改善砂石車肇事情形並能提升用路人安全。

(1) 健全法規內容

指法規內容具體明確，並非要求法規作詳盡羅列之呆板規定，為適應多變化之生活、社會關係之轉變與個案之特殊性，得基於法律授權訂定法規命令或由行政機關以行政規則訂之。過去周文生(2000)曾透過文獻回顧、實地訪查與座談會方式探討砂石車管理問題，並從法規面、管理面與執行面提出因應對策。目前國內已有許多道路交通安全相關法規來規範砂石車駕駛人適任性、車輛安全與公司營運規範，以報考駕駛執照而言，需查核駕駛資格與駕駛經歷，且須通過筆試與路考才能取得合格駕照，相關法規必須與時俱進，適時的修訂與檢討，以其有效降低砂石車肇事率(周家蓓與曾惠斌，2000)。Chu (2012)則建議砂石車業者應制定合理的工作時間規則，並給予最低的薪資與紅利，以避免司機超時工作而產生意外事故。

(2) 加重罰則

指以漸進方式加重處罰以提醒駕駛人應遵守道路相關法規規定，如：道路交通管理處罰條例第 29-2 條於 105 年 11 月 16 日修正處罰規定，汽車裝載貨物行經設有地磅處所 5 公里內路段，未依標誌、標線、號誌指示或不服從交通勤務警察或依法令執行交通稽查任務人員之指揮過磅者，處汽車駕駛人新臺幣 9 萬元罰鍰，並得強制其過磅。其原規定從 1 公里取締範圍擴大至 5 公里，且罰鍰大幅加重，由 1 萬元提高至 9 萬元，以減少部分超載車輛，不當逃磅或拒磅之現象。陳高村、郭佩霞(2014)指出酒後駕車危害公共危險，應適時修法且制訂有效的取締標準，並針對其所違反的行為給予適當的裁罰。

(3)業者考核督導

指監理相關單位對於砂石車業者的考核督導，並能依照法規落實執行。因此，交通部公路總局應確實掌握各區監理所(站)管轄運送砂石之業者、車輛及駕駛人等基本資料，藉由資料完整性與正確性，實際了解業者營運模式、排班情形、車輛管理及駕駛人資格是否符合法令相關規定。陳存雄(2016)則強調公路主管機關應對營運業者進行適度的考核與督導，瞭解其課程安排與訓練內容。

2.駕駛員管理

指對於砂石車駕駛員安全管理之管控，譬如要求其參加安全教育訓練活動、出勤前酒測及車輛靠行情形，透過多項措施積極進行砂石車事故的防制，加強駕駛員的酒測管理，須詳細記載駕駛員工作每日酒測值資料。其次，更積極改善工作環境，增添駕駛員認同感並辦理「回訓」制度、擴增駕駛員安全駕駛之視野，目的在強化駕駛員安全觀念，減少事故發生。

(1)行車安全教育訓練

指辦理行車安全講習或教育訓練，讓駕駛員對最新交通法規能熟稔、整理道路環境資訊了解及安全防衛駕駛概念，以強化各項專業技能，安全觀念及車輛操作技巧直接影響行車安全，減輕因人為操作不當肇事或降低災害發生時之嚴重性(陳存雄，2016)。羅德安等(2015)根據相關文獻繪製道路交通管理系統評測量表，並建議對於新進駕駛司機應提供充分基本培訓與相關安全教育訓練。

(2)酒測管理

指駕駛員出勤前應進行酒測管理，以確保其駕駛車輛時能保持清醒的狀態。目前社會各界對防制酒後駕車已凝聚高度共識，為遏止該類危險行為，現行酒駕法令在「道路交通安全規則」第 114 條規定：飲用酒類或其他類似物後其吐氣所含酒精濃度達每公升 0.15

毫克或血液中酒精濃度達 0.03%者，即違反 108 年 7 月 1 日施行新修正「道路交通管理處罰條例」第 35 條規定，機車駕駛人處新臺幣 1.5 萬元以上 9 萬元以下罰鍰，汽車駕駛人處新臺幣 3 萬元以上 12 萬元以下罰鍰，並均當場移置保管該汽機車及吊扣其駕駛執照 1 年至 2 年，致人重傷或死亡者，吊銷其駕駛執照，不得再考領，其中 5 年內第 2 次違反規定者處以累進罰鍰，除持續提高罰鍰外，並可處罰同車乘客；又「刑法」第 185 條之 3 不能安全駕駛罪規定吐氣所含酒精濃度達每公升 0.25 毫克或血液中酒精濃度達 0.05%以上者，處二年以下有期徒刑，得併科 20 萬元以下罰金，對酒駕的重視可見一斑(陳高村, 2001;)。鄭文竹(2017)認為應參考國外取締酒駕的標準(如美國、日本)來適時修訂國內警方執行酒駕取締的規定與罰則。鄭宗民、陳高村(2018)則從法理的角度探討酒駕執法程序的過程，對於攔停稽查的車輛選定、不能安全駕駛的認定與取締酒駕困難的實務上問題提出政策建議。

(3) 駕駛員靠行管理

指針對自有車輛寄靠在別家砂石車公司的駕駛員進行管理，因成立砂石車運輸公司的金額龐大，一般業者無法負荷，因此靠行行為在該產業十分普遍，該靠行司機可私底下與該公司另訂契約進行成本與利潤分帳。在靠行情況下，車輛所有人可少繳車輛領牌、繳稅等行政費用，而砂石車公司可向靠行車主收取每月約 3,000~4,500 元的靠行費，但靠行的車主良莠不齊，砂石車公司難以掌控其服務品質，對於其每日與每週工作時數難以掌控，若發生疲勞駕駛，對於道路安全為潛在的危險因子(王清文, 2003; 楊正雄, 2007)。

3. 車輛管理

車輛管理包括車輛維修保養、行車紀錄、車輛安全監控設備及車輛保險，如能重視車輛保養及設備妥善率，並強化車輛保險的重要性及必要性，將有效降低車輛事故發生及其嚴重性。

(1) 車輛維修保養

指對於砂石車能做好例行保養與維修工作，依照行駛時間或里程進行零組件檢查或換新，以減少車輛於行使過程中發生故障情形，對於常見的機械故障問題亦能做好分析與探討，透過事先的防範工作來降低事故發生率。羅德安(2015)認為砂石車業者應有效紀錄車輛保養與故障維修的內容，確實監控車輛維修流程。

(2) 行車紀錄

指透過車上的行車紀錄來瞭解砂石車駕駛員的駕駛行為是否遵照道路交通安全規定，目前交通部修正道路交通安全規則第 39 條第

1 項第 24 款規定：「總聯結重量及總重量在 20 噸以上之新登檢領照汽車，應裝設具有連續紀錄汽車瞬間行駛速率及行車時間功能之行車紀錄器（以下簡稱行車紀錄器）；自中華民國 90 年 1 月 1 日起新登檢領照之 8 公噸以上未滿 20 公噸汽車，亦同。並應檢附行車紀錄器經審驗合格之證明。」，由於此一規定僅適用新登檢領照汽車，並不適用於目前正在營運之車輛，故有強化行車記錄器的必要性(羅德安等，2015)。蔡永祥(2008)在大客車的安全研究中指出客透過數位行車紀錄來辨識高風險的駕駛者。

(3) 車輛安全監控設備

指透過裝置合格的車輛安全監控設備以提醒駕駛員出現不安全的駕駛行為而導致車禍發生。過去有不少學者曾提出利用車輛安全輔助設備來防範事故的發生(Insurance Institute for Highway Safety, 2010; Van Beeck et al., 2012; Van Beeck et al., 2014)，這些設備如倒車影像輔助系統、BSM 盲點偵測警示系統(Blind Spot Monitoring)、自動緊急煞車(Autonomous Emergency Braking System, AEB System)等(陳冠宇與周文生，2018)。車輛技術的提升可以帶來更便利且安全的交通環境，但畢竟車輛行駛時方向盤主要動向由駕駛掌握，若未能遵守交通法規或不正確駕駛觀念，事故意外仍會發生。隨著車輛科技發展演進，砂石車的車輛設備操作由舊有手動人工操作逐漸轉變為電腦系統自動運作，除了提供駕駛更充足的行車資訊外，以期能降低的車禍發生風險或嚴重程度，對於廣大用路人更有實質效益(Mole and Wilkie, 2017)。王銘亨、魏健宏(2016)利用 2009-2014 年大貨車與弱勢用路人的交通事故資料，研究發現若所有大貨車都裝置盲點偵測器下，預期可避免 11%大貨車與弱勢用路人傷亡事故。

(4) 車輛保險

指透過車輛保投來減少車禍發生時的損失(含人員傷亡與財物損失)，依強制汽車責任保險法第 50 條第 1 項「公路監理機關於執行路邊稽查或警察機關於執行交通勤務時，應查驗保險證。對於未依規定投保本保險者，應予舉發。我國汽車責任保險種類繁多，主要可分為「強制責任險」、「第三人責任險」、「車體損失險」、「竊盜損失險」等四種。其中「車體損失險」可再分為甲式、乙式、丙式，另有產險公司推出俗稱丁式之汽車限額車對車保險。如再加上各式附加險種，可超過 10 種(曾平毅、蔡佩穎，2016)。彭靜恩、游斯然(2016)認為應透過強制險的實施來強化道路使用者的安全性，並可參考美國、英國、法國、德國、日本的制度，適時修改國內汽車強制險的實施規定。

2.4 指標彙整

透過文獻回顧後歸納整理得到 3 個指標及 10 個次指標，如表 1 所示。

表 1 指標與次指標定義說明

指標	次指標	定義	文獻
法規面	健全法規內容	指有明確的交通安全規則與裁罰基準及處理細則，進而研提具前瞻性交通安全管理法規。	周文生(2000)；周家蓓、曾惠斌(2000)；Douglas and Swartz. (2016)；Douglas et al.(2019)
	加重罰則	指對於重大違規或累犯者，依情節加重罰鍰或吊扣(銷)駕照，甚至沒入車輛，同時公司管理者亦須負連帶責任。	陳高村與郭佩霞(2014)
	業者考核督導	透過定期(初評、複評)與不定期的考核督導，以表揚優良業者並給予實質獎勵，對於劣質業者，令其限期改善或廢止業營業執照。	張新立(2014)；陳存雄(2016)
駕駛員管理面	行車安全教育訓練	指含駕駛人教育訓練過程含教材內容(如防禦駕駛、道德駕駛、急救常識、肇事預防及處理、汽車引擎、電系及底盤)、師資、實施頻率、課程長度與專題演講。	羅德安等(2015)；陳存雄(2016)；Corsi and Fanara (1988)；Zacharia and Richards (2002)；Knipling(2003)
	酒測管理	出勤前利用合格酒測儀器對駕駛員進行酒精濃度測試，並針對曾違反道路交通管理處罰條例或刑法公共危險加強列管。	陳高村(2001)；鄭文竹(2017)；鄭宗民、陳高村(2018)
	駕駛員靠行管理	指針對自有車輛寄靠在別家砂石車公司的駕駛員進行管理，這些駕駛員必須取得合格的駕照與符合法規的適任性。	王清文(2003)；楊正雄(2007)；Corsi and Fanara (1988)

表 1 指標與次指標定義說明(續)

指標	次指標	定義	文獻
車輛管理面	車輛維修保養	車輛本身須符合各項法規之規定外，車輛定期保養與零件更換，須登載於保養紀錄卡。	張勝雄等(2011)；羅德安等(2015)
	行車紀錄	指透過後台統計分析軟體進行人車管理及駕駛行車超速、急加速、急煞車等不當駕駛等行車資料。	楊淑娟(2006)；蔡永祥(2008)；羅德安等(2015)
	車輛安全監控設備	指為提升車輛行車安全的系統裝置，如防瞌睡系統、自動緊急煞車、酒精鎖、穿戴裝置、盲點警示系統及胎壓偵測系等。	蔡中志(2014)；王銘亨、魏健宏(2016)；陳冠宇與周文生(2018)、Insurance Institute for Highway Safety(2010)；Van Beeck et al.(2012)；Van Beeck et al.(2014)；Mole and Wilkie (2017)
	車輛保險	藉由汽車所有人投保車輛相關保險，以備發生事故時，能獲得基本補償，甚至透過足額保險，以提升保障及理賠範圍。	彭靜恩、游斯然(2016)；曾平毅、蔡佩穎(2016)

三、研究方法

在透過文獻回顧建立初步指標後，運用德菲法以凝聚專家對影響砂石車安全管理指標的共識，進而確立研究評估架構，接著發給不同領域專家進行調查，最後透過 ANP 得到權重之重要程度及排序(Harker et al., 1987)，以作為臺灣砂石車安全管理方向之建議。

3.1 德菲法(Delphi Method)

德菲法 (Delphi method) 是一種透過不同領域專家獨立且反覆主觀調查，取得具一致性且較客觀結果的方法 (José et al., 2016)，其目的為綜整不同專家的意見來篩選較重要的指標與刪除較不適宜的指標，調查過程中，專家們彼此不見面討論，在進行完第一次問卷指標給分調查後，個別專家可參考避免受訪專家中存在對某指標有特殊的偏好，而影響。刪除給分較低的指標，之後再進行第二次問卷調查，如此循環直到所留下的指標皆能達到專家們的共識，如此過程可避免某些專家對於特定指標有特殊偏好，而導致問卷中存在不適宜的指標。為挑選合適的研究指標，本研究選取出 6 位專家進行初步的問卷檢視 (如表 2)，其背景為對砂石車安全管理具有 10 年以上相關經驗的業者或學者，實施日期為 108 年 7 月 5 日至 108 年 7 月 25 日。專家們針對每個指標與次指標重要度進行評分，分數為 1~5 分，評分標準為 1 代表此準則極不具重要性，5 分代表此準則極具重要性。經過兩次往返調查，本研究之指標在得到 80% 的專家都同意之下，刪除「駕駛員管理」指標下之「獎勵制度」次指標，因此共篩選出 3 個指標與 10 個次指標。³

表 2 德菲法之專家背景

性別	年齡	教育程度	職務名稱	工作年資(年)
男	51-60	博士	教授	20~25
男	51~60	博士	副教授	15~20
女	41~50	碩士	副站長	20~25
男	41~50	大學	股長	15~20
男	51~60	碩士	經理	21~25
男	41~50	碩士	股長	15~20

3.2 網路分析法介紹 (Analytic Network Process, ANP)

3.2.1 ANP 概念

³ 原先問卷設計指標包含 3 個指標 (法規面、駕駛員管理面、車輛管理面) 與 11 個次指標 (健全法規內容、加重罰則、業者考核督導、行車安全教育訓練、酒測管理、駕駛員靠行管理、獎勵制度、車輛維修保養、行車紀錄、車輛安全監控設備、車輛保險)，參考德菲法專家建議，刪除「駕駛員管理」指標下之「獎勵制度」次指標，最後留下 3 個指標與 10 個次指標。

ANP 係一種適應非獨立的遞階層次結構的決策方法，由美國匹茲堡大學的 T.L. Saaty 教授於 1996 年提出，它是在 AHP 的基礎上發展而形成。AHP 將一個多準則決策問題分解成層級架構，每一層級由一些控制指標構成，假設各指標間彼此獨立，在進行各指標間相對重要性評估後，求取每一階層之相對權重後，最後進行階層運算並決定優先順序。其成對比較觀念常運用於管理領域上，但在實務上決策指標間較多為彼此交互作用之關係，較少為單純上到下之線性關係，為修正此研究上的限制，Saaty 後續再提出 ANP 來加以改良研究方法。在本研究採取 ANP 分析過程中，假設研究之指標會互相依賴(Interdependence) 並將非線性之網路結構與相依回饋(feedback)的特性納入考量，形成超級矩陣 (Super Matrix) 來計算其相對權重(Saaty, 1980；1996)。

3.2.2 ANP 分析步驟

本研究 ANP 分析方法之說明如下(Saaty, 1996；張魁峰，2009)：

1. 確認問題及建構模式

根據決策問題的本質，決定出所有可能影響決策問題的因素，並架構成網路型式之系統，透過蒐集相關的資料，界定決策的問題與範圍，並釐清決策方案與決策準則之間的回饋與相依關係。由於進行群體決策時，每位專家對問題的認知不同，本研究以幾何平均法進行專家偏好的整合(Saaty, 1980)。

2. 建立成對比較矩陣與相對權重

建立網路層級之評估模式架構圖後，接著進行計算各層級之評估指標的相對重要性權重。將其分為 1~9 個尺度，分別代表同樣重要至非常重要九種程度，針對兩兩進行比較，藉由求取成對比較矩陣之特徵向量值，以求取出相對之權重值，進而作為超級矩陣結構內的數值。

3. 一致性檢定

一致性檢定是以一致性比率(Consistency Ratio, C.R.)為判別，當 $C.R. \leq 0.1$ 即表示此成對比較矩陣具有一致性或在可容忍偏誤範圍內，故具可接受性。其中，C.R.是由一致性指標(Consistency Index, C.I.)與隨機指標(Random Index, R.I.)所計算而成，計算公式如下所示。

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

依照 Saaty(1980)建議，若 $C.R. \leq 0.1$ 時，則表示對於各指標權重判斷的偏差程度上在可接受的範圍之內，亦即具有一致性。

4. 超級矩陣運算

超級矩陣是由 N 個子矩陣所組合而成，每個子矩陣中的權重值為經成對比較矩陣計算出的特徵向量，形成超級矩陣。每個集群中的元素相互影響，並影響其他集群的元素，Saaty(1996)假設超級矩陣為 N 個集群所組成的系統，第 h 個集群稱為 $C_h(h = 1, \dots, N)$ ，其有 n_h 個元素令為 $e_{h1}, e_{h2}, \dots, e_{hn_k}$ 。

圖 2 則為原始 ANP 網狀圖，藉由群組(C_1, C_2, \dots, C_n)及其所包含之元素($e_{11} \dots e_{nm}$)表示，ANP 網狀圖除能說明群組中元素間的關係及強度外，其最佳優點在於可用以評估出其內部相依及外部相依性，亦可反應出內外外部效應與交互作用，其中 $W_{11}, W_{12} \dots W_{nn}$ 即為計算出之特徵向量。

$$W = \begin{matrix}
 & \begin{matrix} C_1 & \dots & C_k & \dots & C_n \end{matrix} \\
 \begin{matrix} e_{11} \\ e_{12} \\ \vdots \\ e_{1m_1} \\ \vdots \\ e_{k2} \\ \vdots \\ e_{km_k} \\ \vdots \\ e_{n1} \\ e_{n2} \\ \vdots \\ e_{nm_n} \end{matrix} & \begin{bmatrix}
 W_{11} & \dots & W_{1k} & \dots & W_{1n} \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 W_{k1} & \dots & W_{kk} & \dots & W_{kn} \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 W_{n1} & \dots & W_{nk} & \dots & W_{nn}
 \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

圖 2 超級矩陣(Saaty, 1996)

3.3 問卷前測

問卷前測為讓數位預試者先行填寫問卷，以瞭解指標的認知判斷是否具一致性(如 C.I.與 C.R. ≤ 0.1)，並檢視問卷是否有不足與缺失之處，如專家有其他修正建議(如字句用詞或語法、樣本資料內容等)，以避免正式問卷發放時，專家們在字句上的認知不同而產生無效的分析結果。問卷發放日期為民國 108 年 9 月 2 日至民國 108 年 9 月 16 日止，共計 15 日。問卷前測採面訪過程進行，本研究與專家們逐一討論每個指標與次指標的合宜性(如問項內容是否符合產業現況與學術論文格式)，以期達成前測的研究的效度。總共發出 10 份問卷，回收 10 份，回收達成率為 100%，樣本的基本資料可分為五部份。「性別」方面，男性有 10 人(100%)；「職業」方面，產

業界有 3 人(30%)，監理單位有 2 人(20%)，警察機關有 3 人(30%)，學者有 2 人(20%)；「年齡」方面，30 歲以下有 2 人(20%)，31-40 歲有 1 人(10%)，41-50 歲有 5 人(50%)，51-60 歲有 2 人(20%)；「教育程度」方面，高中(職)有 2 人(20%)，專科有 1 人(10%)，大學有 4 人(40%)，碩士有 1 人(10%)，博士有 2 人(20%)；「工作年資」方面，6~10 年有 1 人(10%)，11~20 年有 6 人(60%)，21~30 年有 2 人(20%)，31 年以上有 1 人(10%)；「工作職稱」方面，課長有 1 人(10%)，股長有 2 人(20%)，站長有 1 人(10%)，副站長有 1 人(10%)，隊長有 1 人(10%)，巡官有 2 人(20%)，教授有 1 人(10%)，副教授有 1 人(10%)，檢測結果顯示指標皆具有一致性(C.I.與 C.R.≤0.1)。

四、研究發現

4.1 基本敘述統計分析

正式問卷發放日期為民國 108 年 10 月 26 日至民國 108 年 11 月 20 日止。問卷在取得其願意參與本研究意願後，寄出紙本問卷，填答者須具備營運砂石車貨運業或駕駛砂石車或取締砂石車或管理砂石車或運輸管理相關工作經驗(至少 10 年)，且對該研究主題有相當的認識的背景才會列為本研究挑選的對象，問卷共發出 30 份，其中包括砂石車司機及業者有 9 位，監理單位有 7 位，警察機關有 7 位，教授學者有 7 位，共回收 28 份問卷，回收率為 93%，扣除一份無效問卷後(C.I.值大於 1)，有效問卷共 27 份，其中，產業界代表有 7 位、監理單位有 6 位、警察機關 7 份及教授學者有 7 位，發出與回收狀況如表 3 所示。

表 3 問卷回收情形統計

類別	單位	發出問卷	回收問卷數	回收有效份數
產業界	砂石車司機及業者	9	8	7
政府機關	監理單位	7	6	6
	警察機關	7	7	7
學者	大學(運輸管理相關之科系)	7	7	7
總計問卷份數		30	28	27

資料來源：本研究整理

受訪對象的基本資料可分為性別、職業、年齡、教育程度、年資及工作職稱等六部份，「性別」方面，男性有 19 人(70%)，女性有 8 人(30%)；「職業」方面，產業界有 7 人(26%)，監理單位有 6 人(22%)，警察機關有 7 人(26%)，學者有 7 人(26%)；「年齡」方面，30 歲以下有 4 人(15%)，31-40

歲有 6 人(22%)，41-50 歲有 13 人(48%)，51-60 歲有 4 人(15%)；「教育程度」方面，高中(職)有 5 人(19%)，專科有 3 人(11%)，大學有 9 人(33%)，碩士有 3 人(11%)，博士有 7 人(26%)；「工作年資」方面，6~10 年有 7 人(26%)，11~20 年有 15 人(56%)，21~30 年有 4 人(15%)，31 年以上有 1 人(4%)；「工作職稱」方面，總經理有 1 人(4%)，經理有 2 人(7%)，課長有 1 人(4%)，駕駛員有 3 人(11%)，站長有 2 人(7%)，副站長有 2 人(7%)，股長有 2 人(7%)，隊/科長有 1 人(4%)，科員有 1 人(4%)，巡官有 2 人(7%)，巡佐有 1 人(4%)，警員有 2 人(7%)，教授有 4 人(15%)，副教授有 3 人(11%)。

4.2 ANP 權重分析結果

4.2.1 主要指標權重分析

從表 4 綜合產業界、政府機關、學者三方之意見後得知，專家們對於砂石車安全管理指標中的「法規面(0.3542)」最為重視，次之分別為「車輛管理面(0.3235)」、「駕駛員管理面(0.3223)」，惟這三項權重值差距不大，近乎同等重要。此分析結果 C.I.與 C.R.值遠小於 0.1，表示符合一致性檢定，研究結果顯示安全管理政策或策略推動時，仍首重法規面的規範與相關處罰條例，以供執法單位與相關業者有一致性的標準來依循，但仍不可忽視砂石車車輛管理與駕駛員例行性查核的相關工作。法規面次指標相對權重排序為：「業者考核督導(0.4001)」、「加重罰則(0.3334)」、「健全法規內容(0.2665)」，顯示強化砂石車業者的例行或不定期考核督導是專家們較重視的工作內容，以期業者平時就能做好營運安全管理資料，並提高風險管理意識。駕駛員管理面次指標相對權重排序為：「靠行管理(0.3705)」、「安全教育訓練(0.3332)」、「酒測管理(0.3705)」，研究顯示專家們認為靠行業者的素質對於整理砂石車駕駛員的管理產生嚴重的影響，須強化靠行業者的適任性，以提高營運安全。車輛管理面次指標相對權重排序為：「車輛安全監控設備(0.2959)」、「行車紀錄(0.2441)」、「車輛保險(0.2449)」、「車輛維修保養(0.1651)」，研究顯示專家們認同應強化車輛的安全監控設備，透過即時性的監測與資料分析，以減少意外發生的可能性。

表 4 整體權重分析

指標	權重	次指標	權重	整體權重	排序
法規面	0.3542	健全法規內容	0.2665	0.0944	8
		加重罰則	0.3334	0.1181	3
		業者考核督導	0.4001	0.1417	1
駕駛員 管理面	0.3223	安全教育訓練	0.3332	0.1074	4
		酒測管理	0.2963	0.0955	6
		靠行管理	0.3705	0.1194	2
車輛 管理面	0.3235	車輛維修保養	0.1651	0.0535	10
		行車紀錄	0.2941	0.0951	7
		車輛安全監控設備	0.2959	0.0957	5
		車輛保險	0.2449	0.0792	9

在次指標整體排序方面，前三名分別為業者考核督導(0.1417)、靠行管理(0.1194)、加重罰則(0.1181)。目前砂石車產業仍存在許多靠行業者，造成業者的品質不一，道路主管機關可能也較難掌控所有業者的經營狀況，因此推測問卷受訪專家認為應著重在砂石車業者的定期督導與考核，避免業者因節省成本或其他因素而降低安全管理的相關工作，並要求靠行業者亦能遵守道路相關法規(如道路交通管理處罰條例、公路法等)以確保行車安全。此外，問卷受訪專家認為藉由加重違規罰則亦是可行的手段，因通常駕駛若因違反道路管理規則而收到罰單，則需由自行繳納罰鍰，因此提高罰則亦能有效防範砂石車駕駛以僥倖的心態來規避道路交通安全規則。在排序中的最後三項分別為車輛維修保養、車輛保險、健全法規內容，本研究認為目前砂石車業者須定期至監理單位或代檢廠進行車輛定期檢驗，並定期繳納車輛保險費，且現行已有既定頒佈的道路管理與車輛監理法規可供砂石車業者遵循，故整體而言這三項的排序較為後面。表 5 為超級矩陣，其將研究指標與次指標的成對比較關係展現於一個大矩陣裡，當超級矩陣中出現 0 時，代表指標與指標間或指標與次指標間或次指標與次指標之間

彼此獨立且沒有相依性，矩陣中的數值越大代表相關性越高，譬如 2-1 法規面指標與 2-2 駕駛員指標的相關性為 0.16667，2-1 法規面指標與 2-3 車輛管理指標的相關性為 0.3333，2-1 法規面指標與 3-2-1 教育訓練次指標的相關性為 0。

表 5 超級矩陣結果

	1-1 砂石車安全指標	2-1 法規面	2-2 駕駛員	2-3 車輛管理	3-1-1 健全法規	3-1-2 加重罰則	3-1-3 考核督導	3-2-1 教育訓練	3-2-2 酒測管理	3-2-3 靠行管理	3-3-1 車輛維修	3-3-2 行車紀錄	3-3-3 監控設備	3-3-4 車輛保險
1-1 砂石車安全指標	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2-1 法規面	0.4934	0.0000	0.16667	0.16667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2-2 駕駛員	0.3108	0.16667	0.0000	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2-3 車輛管理	0.1958	0.3333	0.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3-1-1 健全法規	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3-1-2 加重罰則	0.0000	0.1000	0.0000	0.0000	0.5000	0.0000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3-1-3 考核督導	0.0000	0.2000	0.0000	0.0000	0.5000	0.8000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3-2-1 教育訓練	0.0000	0.0000	0.23000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3-2-2 酒測管理	0.0000	0.0000	0.1595	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3333	0.0000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3-2-3 靠行管理	0.0000	0.0000	0.1106	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6667	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3-3-1 車輛維修	0.0000	0.0000	0.0000	0.1408	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2098	0.2098	0.1692
3-3-2 行車紀錄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0537	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1365	0.0000	0.5499	0.4434
3-3-3 監控設備	0.0000	0.0000	0.0000	0.1276	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2385	0.5499	0.0000	0.3874
3-3-4 車輛保險	0.0000	0.0000	0.0000	0.1778	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6250	0.2402	0.2402	0.0000

五、結論與建議

5.1 結論

本研究透過國內外文獻回顧彙整出 3 個指標與 10 個次指標，經由德菲法(兩次往返調查)與問卷前測(共 10 份)後，發放正式問卷 30 份，有效回收問卷為 27 份(含 7 位業者、6 位監理人員、7 位警察人員、7 位學者)，回收率為 90%，結果彙整發現砂石車安全管理指標中以法規面的權重值最高，其次為車輛管理面、駕駛員管理，顯示有健全的法規內容、相關交通違規罰則與定期或不定期考核督導規定，將有利於推動安全管理各項工作。然而三項指標重要性差異不大，顯示決策單位在執行安全管理時應定期檢視

現有法規是否需進行檢討與修正，並可參考國內各縣市實施經驗與案例，廣納各領域專家的建議來逐步推動修法工作。同時並應落實重車輛安全查核相關工作與駕駛安全管理，強化查核與取締的效能來減少高風險的砂石車行駛於道路上，藉此可嚇阻不肖業者以違法的手段來規避罰則，同時可避免潛在的交通事故發生。在次指標方面，其權重依序為：(1)業者考核督導(2)靠行管理(3)加重罰則(4)安全教育訓練(5)車輛安全監控設備(6)酒測管理(7)行車紀錄(8)健全法規內容(9)車輛保險(10)車輛維修保養。雖這些次指標的權重分數略有差異，所呈現的排序為受訪專家的綜整意見，所調查的結果可供砂石車業者(含靠行)、監理單位、警察單位、車輛製造業、車輛安全審驗單位或其他相關決策單位進行砂石車安全管理工作與資源配置之參考。

5.2 建議

本研究根據研究發現提出下列建議提供有關單位參考並落實執行：

1. 對產業界建議

(1) 建立與落實公司、人員與車輛管理相關工作

根據次指標權重分析，前三項分別為業者考核督導、靠行管理、加重罰則，在業者考核督導方面，建議每家砂石車公司應編制專責人員整理安全查核相關資料與辦理獎懲相關工作，同時應制定標準作業流程與經驗傳承制度，避免因人員異動而造成考核督導工作無法落實執行。因砂石車產業為「按趟計酬」之生態，為了獲得更高的報酬，導致駕駛員普遍超時疲勞駕駛且年紀偏大，靠行管理不易，所駕駛車輛機械也不分日夜運轉，在機件高度使用且缺乏定時維修保養情況下，容易出現交通事故發生，監理與警察應依法要求業者須落實自我內部安全考核，汰除不適任的駕駛員與強化教育訓練來改善行車安全(陳存雄，2016)，對於駕駛員的工時管理制度、工作環境及車輛定期保養、案例宣導等等應加以重視，對於違規累犯的駕駛者(如超速、超載、車輛改裝等)應施以加重罰則辦法來強化員工安全駕駛的觀念與自主管理，如業者可採行記過、扣薪、停駛等辦法來約束駕駛者，對於累犯的業者或司機，公路主管機關可強制執行禁止司機行駛車輛或吊銷牌照方式，對於督導未通過的業者，應限期改善，改善未通過者，則要求停止營業與公告業者名單。

(2) 裝設先進主被動安全防護設備

因臺灣道路環境具有大量機車運具，以及人車混合道路之特殊型態，砂石車車體龐大，應強化裝設先進主被動安全防護設備(王銘

亨、魏健宏，2016；陳冠宇、周文生，2018)。目前已規定的有防捲入設備、行車視野輔助系統⁴及胎壓偵測外，仍有防瞌睡系統、自動緊急煞車、酒精鎖、穿戴裝置及盲點警示系統等未強制加裝，產業界與政府相關單位(如車輛測試中心、車輛安全審驗中心)應相互合作研發來改善現行主被動安全防護設備，可參考相關案例與國際趨勢來修正法規規範，以達事故防制成效。

此外，砂石車行駛道路影響用路安全問題常備受民意機關立法院及社會群眾重視，過去許多車禍案例常發生於砂石車視覺死角問題所造成⁵，建議交通部除推動大型車輛裝設行車視野輔助系統補助或裝設相關規定外，更應進一步導入車輛先進設備。

2.對政府機關建議

(1)強化駕駛員安全教育訓練

研究發現次指標中安全教育訓練排序第四，交通部公路總局曾於 101 年辦理「大貨車及砂石車職業駕駛人專案講習訓練」，招訓對象包括砂石車職業駕駛人及最近 3 年曾有闖紅燈、超速及肇事紀錄的大貨車職業駕駛人，但後續較少辦理針對砂石車的講習訓練活動，建議政府相關單位應編列經費辦理針對砂石車業者講習或訓練相關課程，鼓勵業者及司機能夠有具備正確的安全教育新知，找出高風險駕駛，定期清查駕駛人違規紀錄，如違規頻率明顯偏高、違反重大交通違規或發生重大交通事故等，由管轄監理單位通知業者，業者亦應自主管理與落實強制險的實施(彭靜恩、游斯然，2016)，要求高風險駕駛積極配合並接受教育訓練貫徹執行。此外對於拒不參加或消極不配合者，增列懲處機制，例如：輔導教育、記點、公布姓名或公司名稱甚至限制或停止營業，以增進交通環境中「行」的安全。

(2)靠行制度改善

⁴ 109 年起將行車視野輔助系統列為車輛定期檢驗項目，補助對象為使用中大型車輛未曾受補助行車視野輔助系統設備者，視實際裝設補助每輛新臺幣 1,000~4,000 元不等之金額，現行行車視野輔助系統設備每台價格為新台幣數千元至 2~3 萬之間，至 108 年底所有大型車共 22 萬 2,162 輛，已安裝 22 萬 332 輛，安裝率達 99.2%。

⁵ 砂石車內輪差約為 6-7.5 公尺，大型車因車身高，駕駛人座位較高可看的較遠，但是車前的視野死角和車後的視野死角的範圍都比小型車還大，大型車行駛產生的氣流易造成危險，騎乘機(慢)車與大型車併行時，應保持 2 公尺以上的安全間距，若是遇到大型車轉彎，應將車輛停在大型車後輪之後方，俟大型車完全通過後，確認安全無虞再繼續行駛。

政府相關單位應檢視目前我國現行設置貨運公司的門檻及公司靠行法規制度(楊正雄, 2007), 交通部應考量現今社會發展需要, 參考歷年來業者及司機等反映之常見問題進行研究, 研議可行的改善方式與評估實施成效。監理與警政單位可針對現行常見的砂石車違規事項(如超時工作造成疲勞駕駛、排班時間未依照勞基法規定、車輛改裝、超速等)進行檢討, 可採座談會方式, 邀請業者與專家學者提出對於法規修訂的看法, 並持續蒐集國內外相關法規與案例探討, 瞭解法規修訂的潛在問題與落實法規實施的有效性。例如為防制超載違規行為, 除現有可處罰車主及駕駛人外, 另增訂處罰出料砂石場, 透過源頭數量控管機制, 以避免事故發生與健全砂石車市場的管理制度。

參考文獻

- 王清文(2003), 臺灣砂石產業經營策略之研究, 國立東華大學企業管理學系碩士論文。
- 王銘亨、魏健宏(2016), 「先進車輛安全配備預期效益評估-以大貨車盲點偵測為例」, *105 年道路交通安全與執法研討會論文集*, 頁 17-32。
- 周文生(2000), 「砂石車管理問題掃瞄與對策」, *89 年道路交通安全與執法研討會論文集*, 頁 59-80。
- 周文生(2000), 「砂石貨運業考核督導制度之探討」, *99 年道路交通安全與執法研討會論文集*, 頁 59-80。
- 周家蓓、曾惠斌(2000), 「院頒「砂石車安全管理方案」執行成效估評制度之研擬」, *研考雙月刊*, 第 218 期, 頁 13-22。
- 林信華(2015), 警察與水土保持事務之問題探討, 國立中興大學土木保持學系碩士論文。
- 林信華、陳錦媽、陳文福(2015), 「取締違規砂石車之法令及其缺失問題之探討—以臺中市砂石車為例」, *坡地防災學報*, 第 14 卷, 第 1 期, 頁 1-16。
- 張勝雄、吳繼虹、張開國、曾平毅(2011), 「道路交通安全問題戰略研擬」, *100 年道路交通安全與執法研討會論文集*, 頁 545~560。

- 張新立(2014)，*道路交通安全改善方案之發展與評估方法之研究*，交通部運輸研究所。
- 張魁峰(2009)，*Super Decisions 軟體操作手冊-以 ANP 突破 AHP 的研究限制*。一版，臺北：鼎茂圖書。
- 強制汽車責任保險。
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=G0390060>
- 陳存雄(2016)，「培育優良素質駕駛師資（教練、講師）與養成優良駕駛人相關策略之探討」，*105 年道路交通安全與執法研討會論文集*，頁 363-378。
- 陳冠宇、周文生(2018)，「大型車行車視野輔助系統對駕駛行為影響之研究」，*107 年道路交通安全與執法研討會論文集*，頁 477-491。
- 陳高村(2001)，「論酒後駕車對交通安全影響與其衍生的法律責任」，*警學叢刊*，第 31 卷，第 5 期，頁 117-134。
- 陳高村、郭佩霞(2014)，「酒駕處罰加重立法前後執法與判決結果特性分析」，*103 年道路交通安全與執法研討會論文集*，頁 527-542。
- 彭靜恩、游斯然(2016)，「強制汽車責任保險之交通執法建議—參考法、德兩國作法」，*105 年道路交通安全與執法研討會論文集*，頁 407-420。
- 曾平毅、蔡佩穎(2016)，「我國道路交通事故保險現況及重要議題分析」，*105 年道路交通安全與執法研討會論文集*，頁 467-482。
- 楊正雄(2007)，砂石車「靠行現象」之安全管理，逢甲大學交通工程與管理研究所在職專班碩士論文。
- 詹淑敏(2006)，大客車安全問題與認知之研究，逢甲大學交通工程與管理所碩士論文。
- 道路交通管理處罰條例，民國 108 年 06 月 19 日修訂，
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0040012>。
- 蔡中志、林鼎泰(2014)，「運用錄影監視器輔助取締交通違規之研究」，*103 年道路交通安全與執法研討會論文集*，頁 219-229。

- 蔡永祥(2008)，以數位式行車紀錄辨析高肇事大客車駕駛族群，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。
- 蔡明志、葉純志、林金美、蘇建誌(2009)，「砂石車駕駛人工作環境與違規肇事之相互關係探討個案比較分析」，砂石車安全管理研討會會議論文，頁 III-1-III-24。
- 鄭文竹(2017)，「警察取締「酒後駕車」之執法問題」，106 年道路交通安全與執法研討會論文集，頁 423-438。
- 鄭宗民、陳高村(2018)，「維護交通安全的酒駕執法程序-法理探討」，107 年道路交通安全與執法研討會論文集，頁 215-225。
- 謝朝儀(2000)，砂石車十二項改革方案之規劃與推動，都市交通季刊。
- 簡盡忠(1995)，防制砂石車違規肇事執法策略之研究，84 年道路交通安全與執法研討會論文集，頁 94-100。
- 顏上堯、朱致遠、陳冠霖(2012)，「土石方調派暨傾卸卡車派遣規劃模式之研究」，運輸學刊，第 24 卷，第 3 期，頁 353-378。
- 羅德安、葉維峻、洪偉濠、邱羿茗、林伯叡、童冠傑(2015)，「我國公路客貨運業道路安全管理系統現況與改善策略之初探」，104 年道路交通安全與執法研討會論文集，頁 459-470。
- Beeck, K. V., Goedem'e, T., Tuytelaars, T. (2012), A warping window approach to real-time vision-based pedestrian detection in a truck's blind spot zone. Proceedings of the 9th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO), Rome, Italy, July 28-31 2012.
- Beeck, K. V., Goedemé, T. (2014), Real-time pedestrian detection in a Truck's blind spot camera. Proceedings of the 3rd International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods, 412-420, Loire Valley, France, March 6-8 2014.
- Bruning, E. R. (1989), "The relationship between profitability and safety performance in trucking firms," *Transportation Journal*, 28(3), pp.40-49.

- Camden, M. C., Medina-Flintsch, A., Hickman, J. S., Hanowski, R. J. (2018), "Do the benefits outweigh the costs? Societal benefit-cost analysis of three large truck safety technologies," *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 121, pp. 177-184.
- Cantor, D. E., Corsi, T. M., Grimm, C. M. (2006), "Safety technology adoption patterns in the U.S. motor carrier industry," *Transportation Journal*, Vol. 45, No. 3, pp. 20-45.
- Cantor, D. E., Corsi, T. M., Grimm, C. M. (2008), "Determinants of motor carrier safety technology adoption," *Transportation Research Part E*, Vol. 44, No. 5, pp. 932-947.
- Cantor, D. E., Corsi, T. M., Grimm, C. M. (2009), "Do electronic logbooks contribute to motor carrier safety performance?" *Journal of Business Logistics*, Vol. 30, No. 1, pp. 203-222.
- Cantor, D. E., Corsi, T. M., Grimm, C. M., Singh, P. (2016), "Technology, firm size, and safety: Theory and empirical evidence from the US motor carrier industry," *Transportation Journal*, Vol. 55, No. 2, pp. 149-167.
- Chu, H. C. (2012), "An investigation of the risk factors causing severe injuries in crashes involving gravel trucks," *Traffic Injuries Prevention*, Vol. 13, No. 4, pp. 355-363.
- Crum, M. R., Morrow, P. C. (2002), "The influence of carrier scheduling practices on truck driver fatigue," *Transportation Journal*, Vol. 42, No. 1, pp. 20-41.
- Douglas, M. A., Swartz, S. M., Richey, R. G., Roberts, M. D. (2019), "Risky business: Investigating influences on large truck drivers' safety attitudes and intentions," *Journal of Safety Research*, Vol. 70, pp. 1-11.
- Douglas, M. A., Swartz, S. M. (2016), "Truck driver safety: An evolutionary research approach," *Transportation Journal*, Vol. 55, No. 3, pp. 258-281.

- Gerike, B. L., Klishin, V. I., Drozdenko, Y. V., Gerike, P. B. (2019), "Safety of heavy-duty dump trucks in operation," *IOP Conference Series: Earth & Environmental Science*, Vol. 377, No. 1., pp. 1-7.
- Harker, P. T., Vargas, L. G. (1987), "Theory of ratio scale estimation: Saaty's analytic hierarchy process," *Management Science*, Vol. 3, No. 11, pp. 1383-1403.
- Houser, A., Murray, D., Shackelford, S., Kreeb, R., Dunn, T. (2009), Analysis of benefits and costs of lane departure warning systems for the trucking industry. (Report No. FMCSA-RRT-09-022). Federal Motor Carrier Safety Administration, Washington, D.C.
- Hussain, G., Batool, I., Kanwal, N., Abid, M. (2019), "The moderating effects of work safety climate on socio-cognitive factors and the risky driving behavior of truck drivers in Pakistan," *Transportation Research Part F*, Vol. 62, pp. 700-715.
- Insurance Institute for Highway Safety (IIHS), Large trucks to benefit from technology designed to help prevent crashes, Status Report, Vol. 45, No. 5 | May 20, 2010, access on March 20, 2020, <http://www.iihs.org/iihs/sr/statusreport/article/45/5/3>.
- Jermakian, J.S. (2012), "Crash avoidance potential of four large truck technologies," *Accident & Analysis Prevention*, Vol. 49, pp. 338-346.
- José, M. P., Carmen, A., Valero, C. and José, C. (2016), "Pooling expert opinion on environmental discounting: An international Delphi survey," *Conservation and Society*, Vol. 14, No. 3, pp. 243-253.
- Kingsley, K. J. (2009), Evaluating crash avoidance countermeasures using data from FMCSA/NHTSA's large truck crash causation study. Proceedings of the 21st International Technical Conference on Enhanced Safety of Vehicles.
- Knipling, R. R., Hickman, J. S., Bergoffen, G. (2003), Effective commercial truck and bus safety management techniques (Vol. 1). Transportation

Research Board.

http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/ctbssp/ctbssp_syn_1.pdf

- Kuehn, M., Hummel, T., Bende, J. (2011), Advanced driver assistance systems for trucks benefit estimation from real-life accidents. Proceedings of the 22nd International Technical Conference on Enhanced Safety of Vehicles.
- Meng, F., Li, S., Cao, L., Li, M., Peng, Q., Wang, C. (2015), "Driving fatigue in professional drivers: A survey of truck and taxi drivers," *Traffic Injury Prevention*, Vol. 16, No. 5, pp. 474-483.
<https://doi.org/10.1080/15389588.2014.973945>.
- Mole, C. D., Wilkie, R. M. (2017), "Looking forward to safer HGVs: The impact of mirrors on driver reaction times," *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 107, pp. 173-185.
- Murray, D., Shackelford, S., Houser, A. (2009a), Analysis of benefits and costs of forward collision warning systems for the trucking industry. (Report No. FMCSA-RRT-09-021). Federal Motor Carrier Safety Administration, Washington, D.C.
- Murray, D., Shackelford, S., Houser, A., (2009b), Analysis of benefits and costs of roll stability control systems for the trucking industry. (Report No. FMCSA-RRT-09-020). Federal Motor Carrier Safety Administration, Washington, D.C.
- Nodine, E., Lam, A., Najm, W., Wilson, B., Brewer, J. (2011), Integrated vehicle-based safety systems heavy-truck field operational test independent evaluation. (Report No. DOT HS 811 464). National Highway Traffic Safety Administration, Washington, D.C.
- Ricardo Inc. (2013), Cost & weight analysis for CMB and LDWS for heavy trucks. (Report No. NHTSA-2011-0066-0085). National Highway Traffic Safety Administration, Washington, D.C.
- Saaty, T. L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.

Saaty, T. L. (1996), *The analytic network process*. RWS Publications, Expert Choice, Inc.

Zacharia, Z. G., Richards, S. H. (2002), *International truck & bus safety research & policy symposium; Executive Summary*, Center for Transportation Research, University of Tennessee, and National Safety Council. April 2002.

Zhang, S., Xing, Y., Lu, J., Zhang, M. H. (2020), "Exploring the influence of truck proportion on freeway traffic safety using adaptive network-based fuzzy inference system," *Journal of Advanced Transportation*, Volume 2019, Article ID 3879385, pp. 1-14.

(收稿 109/08/17，第一次修改 109/10/09，第二次修改 109/10/23，接受 109/10/29，定稿 109/10/31)