

先進車輛安全配備預期效益評估 —以大貨車盲點偵測器為例

王銘亨¹

魏健宏²

摘 要

推動先進車輛安全系統(AVS)標準化是目前國際上先進國家的主要道路交通政策之一，為了解 AVS 的功能及其對於交通安全的效益，本研究以推動國內相關 AVS 標準化為願景，首先回顧各國在推動 AVS 標準化的政策和積極作為，包含最新 AVS 技術與功能，以及各國的道安重點政策和推動方式，並著重在各系統對於事故防制成效評估方法、過程及其結果，作為國內建立相關標準化作為及評估之參考。並以 2009-2014 年全國道路交通傷亡事故資料中與大貨車與弱勢用路人有關之交通事故為例，依據事故車輛碰撞前的行為、撞擊的型態和受損位置，以及肇事的原因資料，歸納各類 AVS 所相對應可能防制交通事故類型的件數和死亡人數，作為車輛裝設有相對的 AVS 之預期效益。結果發現，在假設人機介面因子(human machine interface factor, HMIF)為 0.8 時，若所有大型車都裝設有盲點偵測器的狀況下，預期可避免 24%、10%和 11%的大貨車與行人、自行車和機車的交通事故件數，且每年可減少與大貨車有關事故之死亡人數，約機車騎士 15 人、自行車騎士 3 人，和行人 5 人。研究結果可作為國內在推動先進車輛安全系統標準化之依據，並以具體數字喚起民眾對於認知及國內車商的社會責任，亦可供政府單位藉以擬訂各系統的推廣和政策行銷略參考。

關鍵字：先進車輛安全系統、盲點偵測器、交通事故前場景、人機介面因子

一、前言

推動先進車輛安全配備(Advanced vehicle safety systems, AVSs)標準化是目前國際上各國主要的道安政策重點之一，以降低交通事故的發生和事故的嚴重情度。瑞典是第一個喚起民眾的車輛安全意識，推動車身穩定系統(Electric Stability Control, ESC)系統標準化(Lie 等，2005)；美國、歐盟及澳洲等國家也陸續從 2008 起逐步推動 ESC 標準化政策。在主動防撞系統部分，各國也正推動自動緊急煞車(Advanced Emergency Braking, AEB)、車道偏離警示(Lane Departure Warning, LDW)、主動車距控制巡航(adaptive cruise control, ACC)以及防撞警示系統(Collision Warning, CW)等先進車輛安全配備標準化工作。

國內對於先進車輛的安全近年來已投入大量的資金進行研究和開發，但

¹ 臺灣警察專科學校交通管理科副教授(聯絡地址：11696 臺北市文山區興隆路三段 153 號，電話：02-22308512，E-mail：wang.mingheng@gmail.com)。

² 國立成功大學交通管理科學系教授。

由於國內自我生產車輛的能力和法規的受限，市場上對於車輛安全系統的應用，不論是主動式或被動式安全系統，仍未見普遍化，特別是國內交通管單位對於推動先進車輛安全系統標準化或法規化，仍持較保守的態度，因此，即使相關單位投入大量的資金進行開發，由於相關系統的選配率並未普及化，對於提昇車輛行車安全助益相當有限。主要原因可能係對於各類先進車輛安全系統的效益，雖然所開發的系統大都經過準確度和實地操作測試，但對於預期事故的防制，多數以描述性的方式描述其預期功能，且大都以國外的研究數據為基礎，缺乏實證的研究和交通事故資料分析資料，以致在推廣及標準化的過程較不具說服力和公信力，較難喚起民眾對於車輛安全系統的認知和重視，特別是臺灣的道路環境和組成，相較其他先進國外不同，應用先進車輛安全系統的效期和優先或急迫性有所不同。

由於國內機車數量眾多，多數道路的人行或自行車通行設施普遍不足，造成車輛與弱勢用路族群爭道的情形甚多，特別是大型車輛，由於高度、最小轉彎半徑及內輪差的因素，對於體積較小的弱勢用路族群的威脅相對增加。依據道路交通事故統計資料顯示(警政署 2009-2014)，在所有與大貨車有關的死亡事故案件中，超過 75%的死亡當事人都是弱勢用路族群，且超過 40%的事故都發生在大貨車處於起步或轉彎等慢速行駛的狀況下，亦即是可以避免的，只要駕駛人可能即早發覺弱勢用路族群的存在。因此，大貨車配備盲點偵測器，偵測車輛週邊機車、行人或自行的存在，應是首要的推動的道安政策之一。

為了喚起政府及民眾對先進車輛安全系統的重視，特別是大貨車與弱勢用路族群的安全議題，本研究首先回顧各國在推動 AVS 標準化的政策和積極作為，包含最新 AVS 技術與功能，以及各國的道安重點政策和推動方式，並著重在各系統對於事故防制成效評估方法、過程及其結果，作為國內建立相關標準化作為及評估之參考，並特別針對國內有關車輛盲點偵測器的開發及功能進行介紹，並回顧有關盲點偵測器的推估效益。再依國內事故調查報告表現有內容，以分類及統計方法，分析事故的撞擊型態、車輛事故前移動狀態、建立可能與車輛盲點有關的事故撞擊前場景(pre-crash scenarios)，並以 2009-2014 全國道路交通事故中涉及大貨車與弱勢用路族群的事故為例，考慮人機介面因子(Human Machine Influence Factor, HMIF)，藉以推估車輛盲點偵測器可以防制的事件事數及死亡人數，作為盲點偵測器的預期安全效益，最後再依探討如何應用事故資料推估其他安全配備之預期效益，作為未來研究之參考。

二、文獻回顧

先進車輛安全系統可分為主動式和被動式安全系統，被動式安全系統係指在交通事故發生後，啟動車內的安全系統，保護駕駛人或乘客，降低駕駛人和乘客受傷或死亡的機率，如安全氣囊、智慧型安全帶等；主動式車輛安全系統係指系統能偵測潛在危險狀況或在車輛處於危險的狀態下，系統能啟動調整車輛的制動能力，以防止事故的發生或降低事故的嚴重性，如防鎖死煞車系統(ABS)、電子穩定控制系統(Electronic Stability Control,ESC)、以及

自動緊急煞車系統(Advanced Emergency Braking Systems, AEB)、車道偏移警示系統(Lane Departure Warning Systems, LDW)和盲點偵測示系統(Blind Spot Warning, BSW)等。

2.1 國外 AVS 推動情形

美國的國家公路交通安全局(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)在1968年首先提出車輛安全強化(Enhanced Safety of Vehicle, ESV)的計畫，歐洲各國、日本及澳洲亦可開響應，陸續投入研究和開發經費。近年來更由於無線感知及影像偵測技術的突破和普遍性，世界各大車廠也紛紛投入先進安全車輛配備和智慧車輛的開發，各國也陸續推動將先進安全車輛系統納入新型車輛或新出廠時的標準化配備。

在先進安全系統標準化的部分，以ESC系統為例，瑞典是第一個以喚起民眾的車輛安全意識方式，推動ESC系統標準化(Lie等，2005)，而在2008年底，幾乎所有在瑞典販售的新車都配備ESC系統，但研究指出(Krafft等人，2009)若沒有立法的規範，系統的安裝比率將無法達到這麼高；美國則規定自2008年11月起，所有新型小客車須裝設ESC系統(US Department of Transportation, 2009)；澳洲政府則要求自2011年11月起所有新小客車必須配備ESC系統，並在2013年擴及所有新出廠的小型車(含商用車)；歐盟則規定自2012年11月起所有新型車汽車都須配備ESC系統，至2014年止，則所有新出廠車輛都必須配備ESC系統(The European Parliament and Council, 2009)。

在主動防撞系統部分，歐盟在2009年規定(EU Regulation No. 347, 2012)，自2013年11月起所有新型重型車輛(Heavy-duty)，以及自2015年11月起所有新出廠的新車都必須配備AEB(Advanced Emergency Braking)和LDW(Lane Departure Warning)。澳洲也在2013通過法規(Australian Design Rule 31/03, 2013¹)，規定在2015年11月起所有新出廠小型車必須配備新式煞車輔助系統(Brake Assist Systems)，並在2016年11月起擴及中型客車(Van)和SUV車。美國國家運輸安全委員會(NTSB, National Transportation Safety Board)在2010-2015年的政策計畫上，明確指出，NHTSA必須在期限內推動所有新型的小汽車和商用車輛都必須配備主動車距控制巡航(ACC, adaptive cruise control)以及防撞警示系統(CW, Collision Warning)(NTSB, 2009)。美國也早在2005年8月起即規定所有新廠10,000磅以下小型車必須配備胎壓偵測系統(TPMS)。

針對AVS的評估與預期效益推估，除了系統開發過程必要的系統功能、準確度實驗測試之外，大部分的系統亦經過模擬測試或評估。根據最新的研究報告(Blower, 2014)整理近十年(2003-2013)全球各國幾個有關事故防制技術(advanced collision-avoidance technologies, ACATs)的效益評估結果及對交通安全的影響，該報告僅包含小型車輛，先進技術包括處理車輛穩定技術，如電子穩定控制(ESC, electronic stability control)、車前碰撞，如車前碰撞警示(FCW, forward collision warning)和自動緊急煞車(AEB, autonomous

¹ <https://www.legislation.gov.au/Details/F2013L01853>

emergency braking)、以及車道和起步相關碰撞，如車道偏移警示和與防制(LDWP, lane departure warning and prevention)、盲點偵測(BSD, blind spot detection)等。該報告並整理各類的評估方法，以及各種 ACAT 在小型車的占有率(penetration)。

整體而言，AVSs 可具體有效的降低相對的事故類別，表 1 列出依各研究所得各系統可降低事故型態(指標)的範圍，即使是在最低的範圍，其在降低事故的發生次數和嚴重傷亡人數都具有顯著的效果。

表 1 各先進車輛安全系統預期可降低相對交通事故成效

事故類別	ESC	FCAT (FCW+BA+AEB)	LDW/LDP
所有事故次數	7-9%		
所有死亡事故次數	25-33%		
相對應事故的死亡人數		39-40%	7-29%
相對應事故的嚴重受傷人數		27-50%	13-34%
單一車輛事故	34-41%		
翻車事故	72-74%		
目標(相對應)事故		9.3-72%	6-34%

資料來源：Blower(2014)

由表 1 可見各研究的評估結果因為模擬和測試方法不同，而有明顯的差異，但都發現可以顯著降低交通事故發生的件數和傷亡的人數。在歐洲，歐盟資助辦理的歐洲交通事故原因分析計畫案(TRACE 2006-2008)中，以 2006 年法國的道路交通事故資料為基礎，針對一系列先進車輛安全系統所可能相對應的事故型態，推估若車輛能配備相對的系統，則可能防制事故的發生或降低事故的傷亡，藉以評估先進車輛安全系統的預期效益(Yves 等，2009)。

在德國，Kuehn 等(2009)以類似的方式，並考慮駕駛人對於系統的反應狀況，建立人機介面因素(Human Machine Interface Factor, HMIF)調整，推估各類先進車輛安全系統預期能相對防制的交通事故次數和傷亡人數。在防撞煞車系統部分，依系統的功能不同，預期可降低 5.7-40.8%的事故；在車道維持系統部分則預期可減少 2.2%的事故；在盲點偵測系統部分則可降低 1.4%相對應的事故。雖然在盲點偵測系統的成效並未見明顯，但由於臺灣的機車數量和車輛盲點的交通事故甚為嚴重，依該研究所使用的分析方法，預期將會可較佳的防制成效。

2.2 國內 AVS 的發展

國內自 1993 起即開始陸續針對先進車輛系統，包括導向控制技術、速率控制、防撞及制動警訊、交通訊、定位及導航等，進行研究(張堂賢，1993)。為推動先進車輛安全系統，交通運輸研究所自 2000 年起先後辦理先進安全車輛研發策略之研究(王晉元等，2001)，並繼續辦理先進安全車輛系統發展及推動一系列之研究(鄭銘章等，2005-2007)。在先進安全車輛研發策

略計畫案中(王晉元等, 2001)已具體建議, 交通管理單位能將相關法規在詳細評估與調查先進安全系統對於提昇交通安全之效用與需求後, 針對使用者意願較低, 但先進安全配備效用顯著的配備, 在於「道路管理處罰條例」、「道路交通安全規則」中, 明訂有關汽車加裝或使用與行車安全直接相關, 或是能有效提升行車安全之先進安全系統(如駕駛者危險狀態警示系統、超速警示系統、安全車距警示與輔助系統等)的條文, 並具體建議針對砂石車與貨櫃大型車輛需強制加裝視線警示系統與安全車距警示系統。

財團法人車輛研究測試中心(ATRC)也針對歐美日等車輛工業先進國家之發展資訊, 配合國內技術能力與市場需求調查分析結果, 擬訂國內先進安全車輛發展方向之參考(1999); 並針對國內外電子系統相關法規, 規劃國內汽車電子系統相關產品技術之參考(2001、2002), 並持續研發測試先進車輛安全系統, 近年來, ATRC 所發展的先進車輛控制系統, 包含電動輔助轉向系統、電子式駐煞車系統、車道偏移警示系統、停車輔助系統、適應頭燈系統、大型車盲點偵測系統、全自動停車系統以及電動車整合控制系統(車輛研究測試中心, 2014)。其中大型車盲點偵測系統係藉由架設於車頭上方的攝影機擷取車輛前方影像, 只要有任何物體進入盲點區域, 便能以視覺及聽覺方式主動提醒駕駛注意, 配合雙側盲點偵測器的警示功能, 改善大型車交通事故, 特別是針對臺灣道路環境中大部分的交通事故型態應會有相當的助益。該系統自 2010 起在國光客運的部分大客車上試營運(ATRC, 2010), 惟其成效目前為止並無具體數字或評估報告。另外國內的相關法規已針對汽車胎壓偵測器進行標準化規範(車輛安全檢測基準, 2013), 自 2014 年 11 月起所有的 M1 和 N1 型的新型車輛, 以及自 2016 年 7 月所有新出廠的 M1 和 N1 型新車, 須配備胎壓偵測器。M1 型車輛指以載乘人客為主之四輪以上車輛, 且其座位數(含駕駛座)未逾九座者; N1 型車輛指以裝載貨物為主之四輪以上車輛, 且其總重量未逾 3.5 公噸者惟該項新規範並未包含大型車輛。

而國內目前有關先進車輛安全系統的推動主要系統開發, 以及系統的準確率和功能測試為主, 對於系統能提供實際改善交通安全的研究和分析, 由於資料的取得和系統的市占率因素, 尚無相關的研究針對系統對於交通事故的防制效果, 具有數據量化推估資料。在先進安全車輛系統推動策略之研究中(王晉元, 2001)雖已針對道路交通事故的肇事原因進行分析, 並藉以提出相對應的先進車輛安全系統, 惟該分析僅針對肇事的原因進行統計分析, 對於事故的碰撞型態、肇事車輛或行人相對位置及實際道路幾何環境並無深入的調查和分析, 亦無實際量化資料, 難以反應採用相對應系統的預期效果。

雖然所有文獻資料顯示, 先進車輛安全系統大多能顯著降低道路交通事故的發生和嚴重情形, 但除了 ESC 之外, 對於其他系統的效益, 大都以模擬或現地測試的方式進行評估, 而不是根據實際的交通事故資料, 依系統有無和事故發生情形進行比較評估和驗證, 然而由於其他系統的市場占有限, 加上現有的事故資料和車輛的基本資料並無紀錄事故車輛所紀錄的配備狀況, 要確實以事故的基本資料進行分析較有困難。而在歐洲, 在歐盟所資注的計畫案中(TRACE, 2006-2009), 利用法國的道路交通事故資料, 建立一套事故的預期評估方法, 針對各類的先進車輛安全系統進行事前評估, 明確顯示出系統在防制相對應交通事故類型的成效(Yves, 2009)。在德國也以類似

的方法，考慮人機反應的差異，推估各系統的預期防制事故成效(Kuehn 等，2009)。然而由於國內道路環境和組成，與其他國家不同，應用先進車輛安全配備的效益和優先或急迫性亦有所不同，特別是盲點偵測系統所對應的事故型態，如右轉車和機車的碰撞、或大型車內輪差所造成自行車或行人的危害，都是臺灣道路環境中，經常發生的事故。因此，如何依道路交通事故資料，推估各種先進車輛安全系統所能防制的交通事故及其傷害，使民眾和政府單位有實際的認知，是具體可行，且刻不容緩的。

2.3 車輛盲點偵測系統

車輛的盲點存在於車輛後視鏡的直線視線和車身後方兩側之間，駕駛人無法從後視鏡看到兩側的來車，或是大型車輛，由於車與的高度，無法看到前方人車的範圍。車輛盲點偵測器即藉由雷達(Forkenbrock 等，2014)、影像(Van Beeck 等人，2011、2012、2014)或超音波等科技，偵測是否有人車接近車輛的盲點，或從兩側接近時，以聲響或燈號指示向駕駛人提供警告訊號，避免事故的發生。

車輛盲點偵測器的預期效益已有許多研究著手評估，在歐洲，透過事故原因分析推估，盲點偵測器每年大約可減少 975 人死亡，和 2,100 嚴重受傷(eImpact，2008)。在美國，藉由事故碰撞前場景分析，盲點偵測器可預計每年可避免 457,000 人受傷和 428 人死亡(IIHS，2008)，包含 39,000 件(79 件死亡事故)與大貨車有關的事故(IIHS，2010)。另一個以當事人檢視方式調查每一個事故案件(Kingsley，2009)，發現 BSD 可避免 5.9% 與大貨車有關之交通事故。在德國，透過事故特性分析，推估 BSD 大約可避免 24.7% 的交通事故。

然而大部分的研究大都著重在盲點偵測器對汽車的事故防制資料，對於體積較小的機車、自行車或行人有時會偵測不到(FIA，2014)，特別是盲點偵測器用於大貨車上對於防制撞擊弱勢用路人的事故，應列為優先發展策略。

在臺灣，由於機車數量眾多，加上人車混合行駛情形，擴大盲點偵測器的功能與範圍，用以偵測車側及大貨車前方的視線死角內的機車、自行車及行人，相對的重要。因此，車輛測試研究中心特別針對大型車發展盲點偵測器(Chen 等，2009)採用影像偵測技術為基礎，可以偵測從左右側接近的物件，包含各式車輛、行人及自行車，該系統經過測試在白天或夜晚，準確率可達 91%。該系統並擴充加設多個影響偵測器，開發大型車盲點偵測系統，可以偵測車輛前方的盲點範圍內的車輛或行人，同時亦具備開車門時偵測後方來車，並即及提出警告功能，適用於臺灣特有的道路交通環境特性，有關其偵測範圍如圖 1 所示。

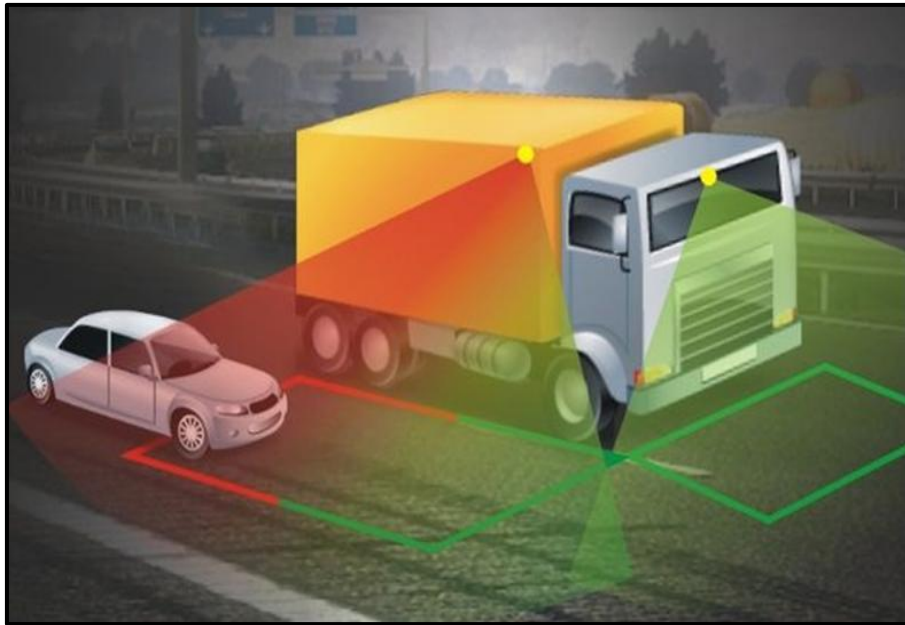


圖 1 Blind spot detection area of truck BSD-T systems (ATRC 網站¹)。

雖然盲點偵測系統在臺灣已發展成熟，但對於其所能帶來的預期成效，特別是事故的防制與死傷人數的降低情形，目前並無相關研究資料。

三、研究方法

3.1 先進車輛安全配備預期效益評估步驟

由於大部分先進車輛安全系統的使用率尚未普及，較難依實際的車輛評估其防制事故的成效，因此，大多數的研究都是藉由模擬或有限實地資料進行推估 (Forkenbrock, 2014)。在美國，有許多的研究利用歸納法 (Typology) 的方式，建立一個共同的資料庫，用以評估 AVS 的功効 (NAO Engineering, 1997; *Crash Avoidance Metrics Partnership*, 2004; Najm 等, 2003, 2007)。在最近的研究中，Yanagisawa 等人(2014)利用國家道路交通安全委員會(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)的全國交通事故資料庫，建立行人事故防制系統 (Pedestrian Crash Avoidance/Mitigation, PCAM) 的「事故碰撞前場景」(pre-crash scenarios)。Toma 等人 (Toma 等, 2014)亦利用 20014-20018 通用評估系統事故資料庫 (General Estimates System, GES)，以及大貨車事故原因調查資料庫 (Large-Truck Crash Causation Study, LTCCS)，建立與大貨車有關的交通事故碰撞前的場景，藉由短距離車與車(V2V)的通訊技術，可防制事故的發生。

在歐洲，Papps 等人 (2007) 藉由交通事故原因分析，建立評估未來及現有先進安全配備的潛在效益，其中包含針對盲點偵測系統應用在大貨車的效益評估，採用「如果駕駛人被警示，此事故是否可避免？」的方式，檢視每一個事故案件。

¹ https://www.artc.org.tw/chinese/02_research/01_01detail.aspx?pid=6

本研究乃以 2009-2014 年全國道路交通事故報告表中有關死亡(A1)及受傷(A2)資料庫為基礎，針對與大貨車有關之行人、自行車和機車等事故，藉由事故相關特性分析，包含事故前車輛或行人移動狀態、大貨車的肇因、撞擊的型態、以及大貨車撞擊的部位，將每件事故進行分類，建立與盲點偵測器有關之事故撞擊前場景，分類過程分為四個部步驟，相關判定簡述如下：

步驟 1：檢視大貨車在事故撞擊前的移動狀況

此步驟乃用於檢核事故對造當事車輛或人是否出現在大貨車的視線死角，並檢視事故的發生是否為大貨車偏離車道所造成的。基本上，事故發生在大貨車視線的死角通常是大貨車正在起步移動起步、轉彎（含左、右及迴轉）、變換車道、倒車和停車操作的過程、以及停車而駕駛人開車門時。由於機車和自行車與行人的交通特性不同，在建立事故碰撞前的場景時，必須分開討論。

步驟 2：檢視弱勢用路人在事故碰撞前的移動狀況

此步驟進一步檢視弱勢用路人的移動方向和位置，確認弱勢用路人是否處於大貨車的盲點範圍，其中若行人處於站立靜止於路邊，或走路的狀態下，包含穿越道路，都可被偵測而採取相關防制措施，以避免事故發生，但若行人處理快速移動，如跑步、玩耍、或突然衝出，則大貨車駕駛可能反應不及，事故則難以避免。而對於自行車或機車的移動狀況，若為變換車道或轉彎的狀態（與大貨車不同向），雖然可被偵測，但事故可能無法及時避免。因此，自行車或機車的移動狀況，應為直行中、停車(含暫停及停於路側或路口)、以及與大貨車同時進行左轉或右轉時。

步驟 3：檢視大貨車的肇事原因

此驟步乃用於判定大貨車駕駛人是否專心駕駛，或可注意到弱勢用路人的出現與否。理論上，在未注意或不當駕駛的狀態下，如果大貨車駕駛人在有弱勢用路人出現時，特別是在車輛的盲點範圍內，能獲得及時警告，則可以避免事故的發生。因此，大貨車的肇事原因可藉由盲點偵測器避免，包含未注意車前狀況、轉彎不當、倒車/停車操作不當、未保持行車間距、變換車道不當、以及開車門不當等。

步驟 4：檢視事故型態及大貨車第一次撞擊位置

事故的型態乃用於檢視大貨車與弱勢用路人的相對位置，通常與大貨車盲點的事故型態主為有側撞、同向擦撞、以及撞擊行人。當大貨車由停止線或路邊起步時，大貨車可能追撞前方停等的機車、自行車或穿越道路中的行人。大貨車與行人的事故型態則須檢視大貨車上的撞擊的部位，例如大貨車車頭撞擊行人，特別是大貨車在慢速的狀態，則是大貨車前方盲點範圍所造成。因此，視檢事故型態必須同時檢視大貨車第次的撞擊部位，以確認撞擊的位置是否在盲點的範圍內，依事故報告表的內容，相關的部位包含：車頭（起步時）、右前車身、右側車身、右後車身（右彎或變換車道）、車尾（倒車時）、左前車身、左側車身、左後車身（左轉彎或變換車道）等。

3.2 建立事故碰撞前場景

基於上述事故場景分類原則及步驟，歸納出與大型車盲點偵測系統有關的事故前碰撞場景，依大貨車撞擊對象分別探討：

3.2.1 大貨車與行人事故前場景

依事故前場景歸納原則及事故報告表之內容項目，與盲點偵測系統有關之大貨車撞擊行人之事故前場景整理如表 2。

表 2 與盲點偵測系統有關之大貨車撞擊行人事故前場景

事故前場景	大貨車事故前移動狀況	行人在事故前的移動狀況	大貨車肇因	事故型態	大貨車第一次撞擊點
P1	01 起步	16 步行 17 靜立 (止) 中	23 未注意車前狀態	車與行人事故 02 同向通行中 03 穿越道路中 08 佇立路邊(外)	01 前車頭 02 右側車身 04 左側車身 05 右前車頭(身) 06 右後車尾(身) 07 左後車尾(身) 08 左前車頭(身)
P2	02 倒車 03 停車操作中		23 未注意車前狀態 12 倒車未依規定 17 未保持行車安全間隔		01 前車頭 02 右側車身 03 後車尾 04 左側車身 05 右前車頭(身) 06 右後車尾(身) 07 左後車尾(身) 08 左前車頭(身)
P3	06 右轉彎		23 未注意車前狀態 09 右轉彎未依規定 17 未保持行車安全間隔		02 右側車身 05 右前車頭(身) 06 右後車尾(身)
P4	05 左轉彎		23 未注意車前狀態 08 左轉彎未依規定 10 迴轉未依規定 17 未保持行車安全間隔		04 左側車身 07 左後車尾(身) 08 左前車頭(身)
P5	08 向右變換車道		23 未注意車前狀態 07 變換車不當		02 右側車身 05 右前車頭(身) 06 右後車尾(身)

P1：大貨車起步中：此類事故通常發生在大貨車停等於路口停止線後起步，或由路側起步駛入車道中，因為行人出現或行走在車輛盲點的範圍，或駕駛人未注意車子週邊的行人，而產生事故。在此事故前場景下，車輛都是處於低速的狀況下，因此，若能藉由盲點偵測系統，偵測車輛週邊的行人或車輛狀況，並對於駕駛人及時提出警告，將可避免事故的發生，目前部分車輛具備影像監視功能，但未具備警告功能，較無法發揮實際的事故防制成效。

- P2：大貨車倒車或停車操作中：此類事故前場景的大貨車亦處於低速的狀況下，在停車或倒車的操作過程中，若有行人出現在車輛週邊，若能有盲測偵測系統對駕駛人即時提供警告，將可有效避免事故的發生。
- P3：大貨車右轉彎：主要的事事故前場景係發生在路口大貨車右轉時，由於車輛轉彎半徑及內輪差的因素，經常造成行人處於危險狀況，而行人本身及駕駛人皆能未查覺，透過盲點偵測系統的使用，當有行人出現在內輪差的視線盲點範圍內，將可即時通知駕駛人，避免事故的發生。
- P4：大貨車左轉彎：同樣是車輛內輪差的問題，當行人正在穿越道路中，而大貨車正在左轉中，可能因左側視線盲點而造成事故，透過盲點偵測系統警告行人的存在，將可避免事故的發生。
- P5：大貨車向右變換車道：在道路無人行的空間狀況，行人與車輛混合通行時，若大貨車向右變換車道，可能因盲點或駕駛人疏於注意，而未意識到行人的存在，特別是在盲點的位置，若能透過盲點偵測器的警示，在車輛變換車道前，即時查覺行人的存在，將可避免事故的發生。

3.2.2 大貨車與機車或自行車事故前場景

依事故前場景歸納原則及事故報告表之內容項目，與盲點偵測系統有關之大貨車撞擊機車或自行車之事故前場景整理如表 3。

- B1/MB1: 大貨車起步中：在大貨車停於停止線後起步或從路側駛入車道時，可能因為車輛前或側邊的盲點範圍，且駕駛未注意或未保持安全間隔，而造成事故的發生。在此場景下，機車或自行車通常是處於靜止或慢速的狀況下，或是直行的狀況下，大貨車未能查覺車輛週邊的機車或自行車，造成追撞或擦撞，或未查覺直行接近的車輛而逕行駛入車道，造成側撞，若能藉由盲點偵測器的警告，將可避免事故的發生。
- B2/MB2: 大貨車停車或倒車操作中：與大貨車起步中的場景類似，都可能藉由盲點測器的應用，而避免事故的發生，惟靜止或慢速的機車或自行可能遭倒車中的大貨車撞擊。
- B3/MB3: 大貨車右轉彎：通常大多數的機車或自行車行駛於大貨車的右側，因此，都可能在大貨車右轉時因為右側的視覺盲點，或內輪差的盲點，而側撞或擦撞機車或自行車，撞擊點可能時右前、右側或右後側，若能在大貨車準備右轉前，透過盲點偵測器的警告，將可避免事故的發生。
- B4/MB4: 大貨車左轉彎：機車或自行車行駛在大貨車的狀況並不常見，若有機車或自行車，出現在大貨車的左側時，駕駛人通常較不易查覺，特別是在大貨車和機車或自行車同時左轉彎時，可能因為視線死角或駕駛人疏忽，而未注意機車或自行車的存在，而造成側撞或擦撞，若能透過盲測偵測器的即時警告，將可避免事故的發生。
- B5/MB5: 大貨車變換車道：包含向左和向右變換車道，大貨車駕駛人都可能因為注意盲點範圍內車輛、或未保持安全間距，而造成同向的擦撞，透過盲測偵測器的即時警告，將可避免事故的發生。
- B6/MB6: 大貨車開車門：大貨車通常處於臨停或停車的狀況下，在此狀況下盲點偵測器持續監視後方來車，若車輛接近，將發出警告訊息，提醒大貨車駕駛，避免事故發生，此事故前景，機車或自行車屬於直行接近的狀況。

表 3 與盲點偵測系統有關之大貨車撞擊機車或自行車事故前場景

事故前場景	大貨車事故前移動狀況	機車/自行車在事故前的移動狀況	大貨車肇因	事故型態	大貨車第一次撞擊點
B1/MB1	01 起步	01 起步 09 向前直行中 11 迴轉或橫越道路 13 靜止(引擎熄火) 14 停等(引擎未熄火)	FLP/FKSG	12 同向擦撞 13 追撞 16 側撞	01 前車頭 02 右側車身 04 左側車身 05 右前車頭(身) 06 右後車尾(身) 07 左後車尾(身) 08 左前車頭(身)
B2/MB2	02 倒車 03 停車操作中	01 起步 09 向前直行中 11 迴轉或橫越道路 13 靜止(引擎熄火) 14 停等(引擎未熄火)	23 未注意車前狀態 12 倒車未依規定 17 未保持行車安全間隔	12 同向擦撞 13 追撞 14 倒車撞 16 側撞	01 前車頭 02 右側車身 03 後車尾 04 左側車身 05 右前車頭(身) 06 右後車尾(身) 07 左後車尾(身) 08 左前車頭(身)
B3/MB3	06 右轉彎	09 向前直行中 13 靜止(引擎熄火) 14 停等(引擎未熄火) 06 右轉彎	23 未注意車前狀態 09 右轉彎未依規定 17 未保持行車安全間隔	12 同向擦撞 16 側撞	01 前車頭 02 右側車身 05 右前車頭(身) 06 右後車尾(身)
B4/MB4	05 左轉彎	09 向前直行中 13 靜止(引擎熄火) 14 停等(引擎未熄火) 05 左轉彎	23 未注意車前狀態 08 左轉彎未依規定 10 迴轉未依規定 17 未保持行車安全間隔	12 同向擦撞	04 左側車身 07 左後車尾(身) 08 左前車頭(身)
B5/MB5	08 向右變換車道	09 向前直行中	23 未注意車前狀態 07 變換車道不當	12 同向擦撞 16 側撞	02 右側車身 05 右前車頭(身) 06 右後車尾(身)
B6/MB6	13 靜止(引擎熄火) 14 停等(引擎未熄火)	09 向前直行中	40 開啟車門不當而肇事	17 其他	*04 左側車身

3.2.3 盲點偵測系統安全成效推估

理論上，當盲點偵測系統發出警示訊號（聲響）時，駕駛人可以即時採取反應動作，避免事故的發生，但實際上，駕駛人可能有未察覺警示訊號，或反應不及等狀況，亦即所謂的人機介面因子(human machine interface factor, HMIF)，而影響盲點偵測器的功效(Kuehn 等，2009)。HMIF 是一個介於 0 至 1 的數值，若駕駛人可以完全依系統的警示，作出即時且有效的反應，則 HMIF 值為 1，若完全無或不及反應，則 HMIF 值為 0。依據德國的研究顯示，車輛盲點偵測系統的 HMIF 值大約為 0.8(Färber，2008)。但對於臺灣的交通環境和駕駛人特性應需進一步的測試和調查。

四、研究結果分析

4.1 大貨車與弱勢用路人事故概況

依據警政署交通事故資料分析，從 2009 至 2014 年 6 年中，共有 33,580 件交通傷亡事故與大貨車關，有 34,945 輛次大貨車涉入，造成 2,141 人死亡(24 小時內)，以及 38,261 人受傷)。在所有與大貨車有關的事故當中，超過 70% 與弱勢用路人有關，其中 64.8% 為機車、3.6% 為自行車、2.7% 為行人)，造成 1,339 機車騎士(62.5%)、147 自行車(6.9%)、以及 144 行人(6.7%) 死亡。機車與大貨發生事故的死亡率為 5.3%，行人和自行的死亡率分別為 15.2%、以及 11.9%。

為能確實了解盲點偵測系統應用於大貨車的效果，本研究的分析過程中排除事故中有涉及其他車輛、或多個弱勢用路人的案件。因此，總共有 21,820 件的事故案件作為本研究分析和推估盲點偵測系統的預期功效，其中 19,879 件與機車有關、742 件與行人、1,199 件與自行車有關，包含 11,20 機車騎士、123 行人、以及 145 自行車騎士死亡。

4.2 與盲點偵測系統有關之事故

依據所建立與盲點偵測系統有關之事故前場景，歸納出研究期間所有大貨車與弱勢用路人的事故件數及死亡人數，整理如表 3。理論上，如果每一次盲點偵測系統的警告都能發揮即時的功能，大貨車盲點偵測系統的最大功效將可避免 14.3% 的大貨車與弱勢用路人的交通事故件數，減少 170 人因而死亡(每年減少 28 人死亡)。

表 3 與盲點偵測系統有之事故

事故前場景	與行人事故		與自行車事故			與機車事故			與所有弱勢用路人事故	
	死亡人數	事件數	事故前場景	死亡人數	事件數	事故前場景	死亡人數	事件數	死亡人數	事件數
P1	29	86	B1	5	20	MB1	13	491	47	597
P2	4	58	B2	1	18	MB2	32	783	37	859
P3	2	30	B3	15	70	MB3	38	1,004	55	1,104
P4	3	45	B4	0	1	MB4	1	59	4	105
P5	0	5	B5	1	18	MB5	26	303	27	326
			B6	0	15	MB6	0	116	0	131
小計(與BSD有關)	38	224		22	142		110	2,756	170	3,122
占全部事故比率	30.9%	30.2%		15.2%	11.8%		9.8%	13.9%	12.2%	14.3%
全部事故	123	742		145	1199		1120	19,879	1,388	21,820

就大貨車與行人事故案件，盲點偵測系統將可能避免 27% 的行人事故、減少 24% 的行人事故死亡人數，特別是在大貨車剛起步的階段，占了所有與行人事故有關的多數(67%)，而超過一半的行人致死事故都是大貨車起步時，遭到大貨車車頭撞擊，若所有大貨車都設有盲點偵測系統，偵測車輛前方盲點位置的車輛或行人，將可大幅降低大貨車撞擊行人的死亡事故案件。

在與自行車的事故當中，共有 12% 的事故、15% 的死亡人數與盲點偵測系統有關，而大部分的事故都發生在大貨車右轉時(B3)，與盲點偵測系統有關的事故包含 70 件事務、15 個自行車騎士死亡。在與機車有關的事故當中，有 14% 的事故、10% 的死亡人數與盲點偵測系統有關，大部分的事故亦發生在大貨車右轉的階段，顯示車輛內輪差及右側的盲點是大貨車關鍵的危險區域，而依臺灣的道路環境，大部分的機車或自行車都行駛於大貨車右側，若能所有大貨車都能配備盲點偵測系統，將可有效避免大貨車右轉時，造成與機車的事故及死亡人數。

4.3 大貨車盲點偵測系統預期效益

由於人機介面的因素，盲點偵測系統發出的警告訊告有部分可能無法發揮即時防制事故的功效，因此，上述所推估與盲點偵測系統有關的事故係其最大的功效值(即 HMIF 為 1)，但實際上，HMIF 值一般都小於 1。若以德國所測試的數據，盲點偵測系統的 HMIF 值為 0.8，應用到上述所推動的事故

件數和死亡人數，則大貨車盲點偵測系統將避免 11.4%與弱勢用路人的事故、減少 9.8%的弱勢用路人死亡，大約每年可避免 5 個行人、3 個自行車騎士、15 機車騎士因大貨車盲點所造成的交通事故而死亡。

五、結論與建議

推動先進車輛安全配備標準化已是目前各國的道安重點政策之一，基於臺灣道路環境具有大量機車，以及人車混合的道路交通特性，推動盲點偵測系統標準化，特別是針對大型車輛，應列為國內道安工作的首要重點。為能喚起政府及民眾的重視，本研究特別針對大貨車與弱勢用路人的事故資料進行歸納分析，依據事故前車輛及用路人移動狀態、肇事原因、事故型態與撞擊部分，建立事故前與盲點偵測器有關的事故場景，藉以推動盲點偵測器的預期成效。結果發現，若所有大貨車都能配備盲點偵測設備，預期將可避免 11.4%與弱勢用路人的事故、減少 9.8%的弱勢用路人死亡，大約每年可減少 23 個弱勢用路人因大貨車盲點所造成的交通事故而死亡（包含 5 個行人、3 個自行車騎士、15 機車騎士。若能結合其他先進車輛安全配備的使用，如自動緊急煞車系統等，防制事故的成效更將能有效提昇。

本研究的研究過程和步驟將可應用於推估其他先進車輛安全配備的預期效益，並作為推動車輛安全配備標準化優先順序之參考。惟各種車輛安全配備的人機介面因子應依臺灣的道路環境及駕駛人特性進一步測試，以確實推估實際的防制事故成效。

參考文獻

- Blower, D., (2014), Assessment of the Effectiveness of Advanced Collision Avoidance Technologies, Final Report, The University of Michigan Transportation Research Institute.
- Chen, C.T. and Chen, Y.S., Real-time approaching vehicle detection in blind-spot area, ITSC '09. 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, 2009. St. Louis, MO.
- Crash Avoidance Metrics Partnership, “Enhanced Digital Mapping Project – Final Report”. U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, November 2004.
- eImpact, 2008, Assessing the Impacts of Intelligent Vehicle Safety Systems, Socio-economic Impact Assessment of Stand-Alone And Co-Operative Intelligent Vehicle Safety Systems (IVSS) in Europe, access on January 20, 2016, <http://www.eimpact.info/index.html>
- Färber, B., Freyberger, F. and Färber, B. (2008): Nutzenpotenzial von Fahrerassistenzsystemen. Literaturstudie, Expertenbefragung, Bewertung. On behalf of the German Insurers Accident Research. Unpublished.
- Fédération Internationale de l'Automobile (FIA), 2014, policy position on the general safety regulation, access on January 20, 2016, http://www.fiaregion1.com/download/briefing_papers/general_safety_regulation_final.pdf

- Forkenbrock, G., Hoover, R. L., Gerdus, E., Van Buskirk, T. R., & Heitz, M. (2014, July). Blind spot monitoring in light vehicles — System performance. (Report No. DOT HS 812 045). Washington, DC: NHTSA.
- 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 January 20, 2016, <http://www.iihs.org/iihs/sr/statusreport/article/45/5/3>
- Insurance Institute for Highway Safety (IIHS), Researchers Estimate Potential Benefits of Crash Avoidance Features, Status Report, Vol. 43, No. 3 | SPECIAL ISSUE: CRASH AVOIDANCE FEATURES | April 17, 2008, <http://www.iihs.org/iihs/sr/statusreport/article/43/3/1>, Access on January 20, 2016.
- Kingsley, K. J., 2009, Evaluating crash avoidance countermeasures using data from FMCS's/NHTSA's large truck accident causation study, National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), Paper No. 09-0460.
- Krafft, M., A. Kullgren, et al. (2009). From 15% to 90% ESC Penetration in New Cars in 48 Months - The Swedish Experience. 21st International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles., Stuttgart, Germany.
- Kuehn, M., Hummel, T., and Bende, J., Benefit Estimation of Advanced Driver Assistance Systems for Cars Derived from Real-Life Accidents, Paper Number 09-0317. 21st International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, Stuttgart, Germany, 2009.
- Lie A., Tingvall, C., Krafft, M., Kullgren, A., The Effectiveness of ESC (Electronic Stability Control) in Reducing Real Life Crashes and Injuries, Paper Number 05-0135, Proceedings of the 19th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicle (CD-ROM), National Highway Traffic Safety Administration, Washington DC, 2005.
- Najm, W. G., Smith, J. D., & Yanagisawa, M. (2007, April). Pre-Crash Scenario Typology for Crash Avoidance Research. (Report No. DOT HS 810 767). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Najm, W.G., B. Sen, J.D. Smith, and B.N. Campbell, “Analysis of Light Vehicle Crashes and Pre-Crash Scenarios Based on the 2000 General Estimates System”. DOT-VNTSC-NHTSA-02-04, DOT HS 809 573, February 2003.
- NAO Engineering, Safety & Restraints Center, Crash Avoidance Department, “44 Crashes”. General Motors Corporation, Version 3.0, January 1997.
- National Transportation Safety Board, Strategic Plan Fiscal Years 2010 through , 2009.
- Page, Y et al D 4.2.1 - A posteriori evaluation of safety functions effectiveness – Methodologies, TRACE Report, 2007.
- The European Parliament and Council, REGULATION (EC) No 661/2009, 13 July 2009.
- Toma, S., Swanson, D., & Naim, W. G. (2014, June). Large truck crash avoidance needs and countermeasure profiles for safety applications based on vehicle-to-vehicle communications. (Report No. DOT HS 812 023). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- US Department Of Transportation, 49 CFR Parts 571 and 585- Federal Motor Vehicle Safety Standards; Docket No. NHTSA 2005-20586.
- Van Beeck, K., Goedemé, T., and Tuytelaars, T. (2011). Towards an Automatic

- Blind Spot Camera: Robust Real-time Pedestrian Tracking from a Moving Camera. In Proceedings of MVA, Nara, Japan.
- Van Beeck, K., Tuytelaars, T., and Goedemé, T. (2012). A Warping Window Approach to Real-time Vision-based Pedestrian Detection in a Truck's Blind Spot Zone. In Proceedings of ICINCO..
- Van Beeck, Kristof and Goedemé, Toon, Real-Time Pedestrian Detection an a Truck's Blind Spot Camera, Proceedings of the 3rd International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods pages:412-420, :Angers, France, March 2014.
- Vehicle Standard (Australian Design Rule 31/03 – Brake Systems for Passenger Cars) 2013,
- Yanagisawa, M., Swanson, E., & Najm, W. G. (2014, April). Target crashes and safety benefits estimation methodology for pedestrian crash avoidance/mitigation systems. (Report No. DOT HS 811 998). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- 王晉元等人，先進安全車輛發展策略之研究，交通部運輸研究所，2001。
- 鄭銘章等，先進安全車輛系統之發展之推動與研究(I)-(IV)，交通部運輸研究所，2005-2007。
- 張堂賢，自動導航公路系統 Advance-F 之行車控制研究及期實驗室試驗，交通部運輸研究所，1993 年。
- 財團法人車輛研究測試中心(ARTC)，大型車盲點偵測系統，第十四屆車輛工程學術研討會，2009。
- 財團法人車輛研究測試中心(ATRC)，汽車電子系統國內外法規研究與測試設備規劃，2001 年。
- 財團法人車輛研究測試中心(ATRC)，國光客運啟動「車輛駕駛警示系統」試運行，2010 年。
http://www.artc.org.tw/chinese/06_news/06_01detail.aspx?pid=25
- 車輛安全檢測基準，公路監理法規，
<https://www.mvdis.gov.tw/webMvdisLaw/LawContent.aspx?LawID=B0049028>, 2014 年 12 月 28 日查詢。