

108-060-0283

出國報告(出國類別:開會)

## 參加 2018 國際道路協會從道路至隧道博覽會與研討會

服務機關:交通部運輸研究所

姓名職稱:孔垂昌研究員

派赴國家:美國

出國期間:107年11月4日至11月11日

報告日期:108年1月21日

## 參加 2018 國際道路協會從道路至隧道博覽會與研討會

著 者：孔垂昌

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw)(中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 108 年 1 月

印 刷 者：承亞興圖文印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 10 冊

系統識別號：

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

頁數：48 含附件：無

報告名稱：參加 2018 國際道路協會從道路至隧道博覽會與研討會

主辦機關：交通部運輸研究所

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

交通部運輸研究所/孟慶玉/02-23496755

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

孔垂昌/交通部運輸研究所/運輸安全組/研究員/02-23496858

出國類別：1.考察2.進修3.研究4.實習5.視察6.訪問7.開會  
8.談判9.其他

出國期間：107 年 11 月 4 日至 11 月 11 日

出國地區：美國

報告日期：108 年 1 月 21 日

分類號/目：HO／綜合類（交通類）

關鍵詞：交通安全、交通工程

內容摘要：

回顧台灣近 10 年的事故件數與傷亡人數，自 2014 年起，事故件數與受傷人數已不再增加，事故件數更呈現緩慢減少的趨勢，顯示近年來從交通部到各級道路主管機關，重視道路交通安全的努力開始產生了效果，為了更進一步擴大此一成效，應多方接觸國際上對於道路交通安全防治的新興做法，並以為借鏡，應用於國內道路交通安全改善工作。本次出國行程主要參加國際道路協會主辦的「2018 國際道路協會從道路至隧道博覽會與研討會」，透過會展中所進行的實務工程座談、論文研討、展覽活動與技術參訪等活動，與世界各國的專家學者共同討論對於增進交通安全的先進做法。了解到世界各國皆致力於提升道路交通安全，例如藉由近事故事件與交通軌跡的觀察，找出道路可能的潛在風險，並加以改善，且在安全管理方面，也已經建立一套系統化的安全管理系統，有效管制駕駛、車輛、組織，以進一步提升整體道路安全。相關做法皆可作為國內推動道安工作的借鏡。

本文電子檔已上傳至公務出國報告資訊網



## 目錄

第一章 前言.....	1
1.1 背景與目的.....	1
1.2 行程紀要.....	2
第二章 研討會與展覽活動.....	5
2.1 研討會.....	8
2.2 展覽活動.....	20
2.3 技術參訪.....	22
2.4 道路設施考察.....	37
第三章 心得與建議.....	39
3.1 心得.....	39
3.2 建議.....	40
參考資料.....	41



## 圖目錄

圖 1 近 10 年交通事故之件數及傷亡人數.....	1
圖 2 國際道路協會 2018 年辦理活動一覽.....	2
圖 3 會場剪影.....	7
圖 4 安全替代指標的交通安全管理分析流程.....	8
圖 5 錄影資料的辨識.....	8
圖 6 近事故事件的定義與分類.....	9
圖 7 開普敦市電力維修車隊導入 ISO39001 後事故變化.....	11
圖 8 開普敦市電力維修車隊更新.....	12
圖 9 超車事故類型.....	13
圖 10 超車距離與超車事故分析結果.....	13
圖 11 多車道圓環路口財損事故對照.....	15
圖 12 合併式的標示方式.....	16
圖 13 分離式的標示方式.....	17
圖 14 案例一改善前後對照圖.....	17
圖 15 環內禁止變換車道線與車道虛線改為一般車道線.....	18
圖 16 採用傳統車道標線取代魚鉤圖形化標線.....	18
圖 17 重新配置入口車道標線，以改善進入角度與視角.....	19
圖 18 重設並單一化讓路線.....	19
圖 19 筆者與 Microtraffic 執行長 Craig Millgan 合影.....	20
圖 20 南內華達州高速公路與幹道運輸系統交通控制中心.....	22
圖 21 交控中心控制大廳.....	23
圖 22 即時監視攝影系統.....	24
圖 23 多車道匝道儀控.....	25
圖 24 交控儀表板首頁.....	27
圖 25 輸入事件視窗.....	28
圖 26 歷史事故分析功能.....	29
圖 27 快照回放功能.....	30
圖 28 運輸走廊流況視窗.....	30
圖 29 偵測器資料圖形化輸出.....	31
圖 30 群組攝影機手機版介面.....	32
圖 31 自訂起訖點旅行時間.....	33
圖 32 匝道儀控查詢介面.....	34
圖 33 車輛延滯 3D 圖.....	34
圖 34 區域運輸委員會收支佔比.....	35
圖 35 拉斯維加斯都會區巴士.....	36
圖 36 Audi 車輛儀表板顯示紅燈倒數.....	36
圖 37 拉斯維加斯大道上的行人陸橋.....	37

圖 38 拉斯維加斯大道上的號誌布設.....	37
圖 39 車道佈設與號誌、標誌之配置.....	38
圖 40 資訊可變標誌.....	38



## 表目錄

表 1 出國行程紀要表.....	3
------------------	---



# 第一章 前言

## 1.1 背景與目的

回顧臺灣近 10 年的事故件數與傷亡人數，其中事故率呈現上升的趨勢，如圖 1 所示，在傷亡人數方面，雖然死亡人數逐年下降，但受傷人數仍大體上呈現增加趨勢，所幸自 2014 年起，事故件數與受傷人數不再增加，事故件數更呈現緩慢減少的趨勢，顯示近年來從交通部到各級道路主管機關，重視道路交通安全的努力開始產生了效果，為了更進一步擴大此一成效，甚至加速事故的降低，應多方接觸與了解國際上對於道路交通安全防治的新興做法，並進一步評估以為借鏡，應用於國內道路交通安全改善工作。

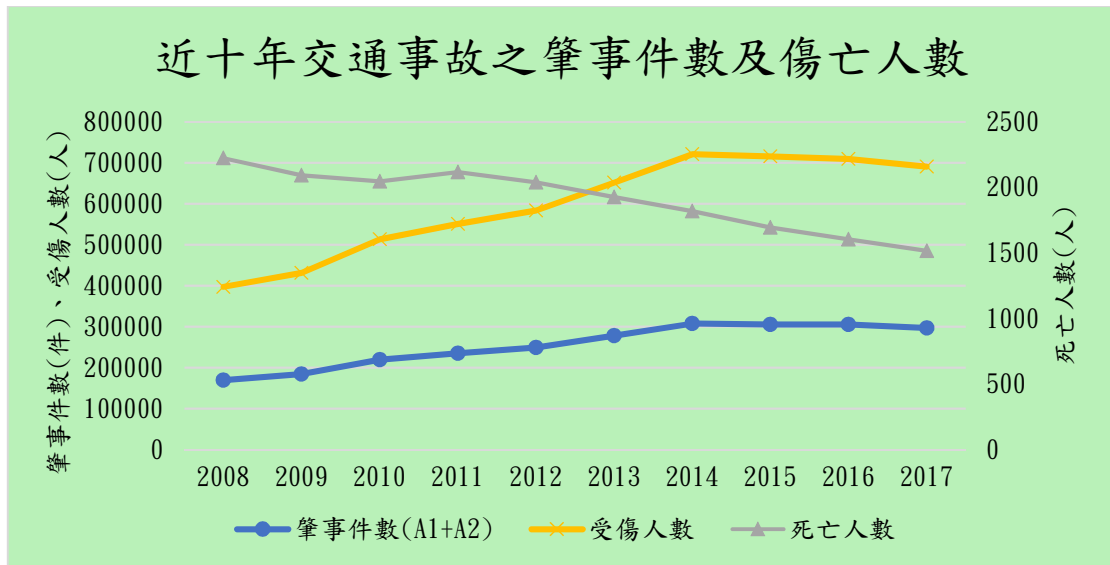


圖 1 近 10 年交通事故之件數及傷亡人數

國際道路協會（International Road Federation-global）為一個全球性非營盈利組織，總部設於美國華盛頓特區，創立於 1948 年，協助世界各國建構更完善、更安全與更智慧的道路系統，以建立全球夥伴關係為使命，更以「更好的道路，更好的世界」為願景，確信經過精細規劃與設計的道路網路，能夠具備安全、便利與環境友善的特質，也是人類及經濟發展的基本條件，因此該協會致力於促進道路交通項目的投資，滿足安全、高效的人群移動與貨物運輸需求，以協助改善人類生活。另一方面，國際道路協會於 2016 年與國際道路協會日內瓦計畫中心（International Road Federation Geneva programme centre）各自分立，形成互不隸屬的組織。

國際道路協會每年會在全球各地辦理各式講習、訓練、展覽與研討活動，以今年（2018）為例，如圖 2 所示，辦理 6 場次「安全道路設計(Safer road by design)」講習，內容包含道路安全審計、工作區域安全、工程實務

探討等；3 場次「公私部門合作夥伴討論會(IRF public-private partnerships workshop)」；3 場次「以績效為基礎的合約執行研討會(IRF performance-based contracts executive seminar)」；以及「國際道路安全與創新論壇(International road safety & innovation forum)」；「交通事故調查工作會(Traffic crash investigation workshop)」；「歐洲道路會議(European road conference)」；「IRF 中美洲地區會議(IRF mesoamerica regional congress)」；「道路設施資產管理討論會(Managing road infrastructure assets workshop)」；「2018 國際道路協會從道路至隧道博覽會與研討會(IRF global road to tunnel conference & expo)」等。經考量各項會議討論內容、形式與議程，以及本計畫經費是否足以負擔等因素，選定議程場次與道路交通安全高度相關，且內容多實務應用分享的「2018 國際道路協會從道路至隧道博覽會與研討會」作為本次出國計畫參加會議。

## JOIN US IN 2018

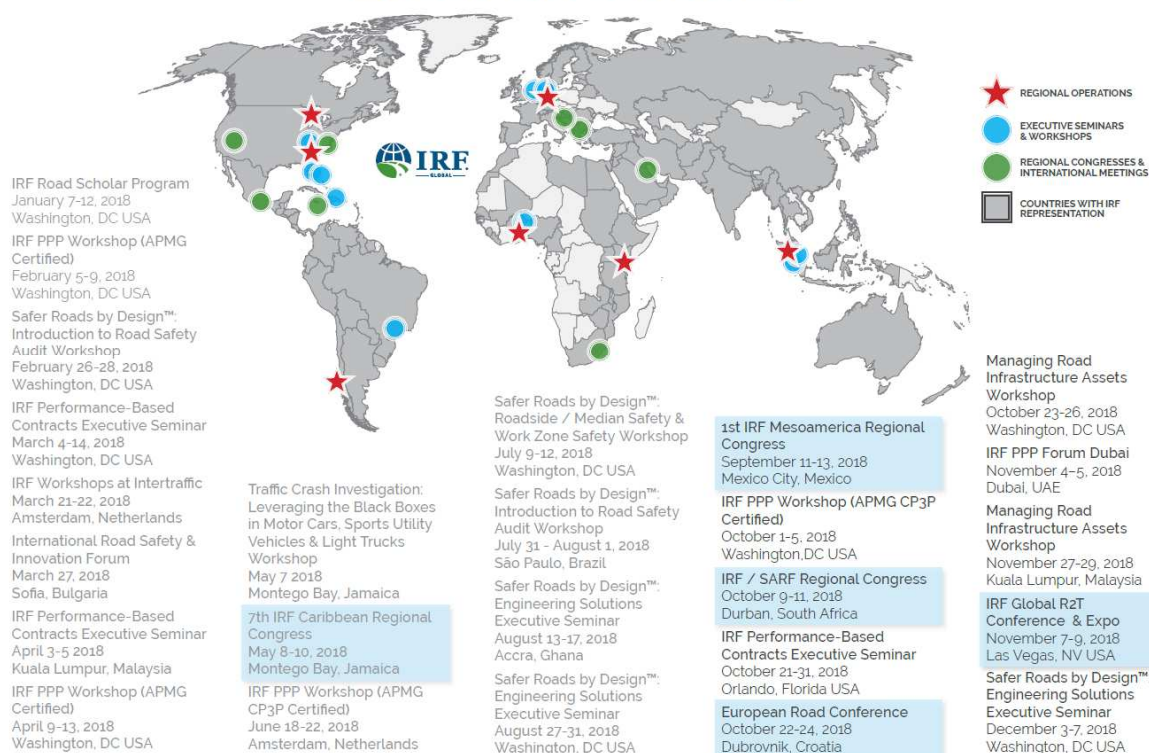


圖 2 國際道路協會 2018 年辦理活動一覽

### 1.2 行程紀要

本次出國行程自民國 107 年 11 月 4 日至 11 月 11 日，為期 8 天，主要行程為參加 2018 國際道路協會從道路至隧道博覽會與研討會，同時考察拉斯維加斯當地交通工程設施與運作狀況，詳細行程表如表 1 所示。

表 1 出國行程紀要表

日期	地點	行程內容
11/4(星期日)	臺北-拉斯維加斯	啟程經舊金山轉機至拉斯維加斯
11/5(星期一)	拉斯維加斯	考察拉斯維加斯當地交通工程設施與運作狀況
11/6(星期二)	拉斯維加斯	考察拉斯維加斯當地交通工程設施與運作狀況
11/7(星期三)	拉斯維加斯	參加博覽會與研討會
11/8(星期四)	拉斯維加斯	參加博覽會與研討會
11/9(星期五)	拉斯維加斯	參加博覽會與研討會
11/10-11 (星期六-日)	拉斯維加斯- 臺北	返程經舊金山轉機返抵臺北



## 第二章 研討會與展覽活動

本會議係國際道路協會一年一度的指標性活動，原本預定於拉斯維加斯大道北端的國際會展中心辦理，後來改至拉斯維加斯大道南端的熱帶花園酒店舉行。今年的會展主題為「建設明日交通基礎設施」，會議中聚集來自 40 多個國家的 150 位參與者，他們皆是道路交通相關領域中，居領導地位的創業家、研究人員與專業工程師，分享從創新道路建設技術、金流與人流管理、聯網車與自駕車等各種主題的獨到業務見解、重要研究成果與成功經驗，展覽活動中則展示世界各地的相關設備製造商、與技術服務商的各式產品與技術。會展主題如下：

1. 資產管理；Asset Management
  - (1) 鋪面與橋梁管理系統(研究與實務)；Pavement & Bridge Management Systems (Research and Implementations)
  - (2) 非破壞性檢測；Non-destructive Testing
  - (3) 生命週期成本分析；Life Cycle Cost Analysis
  - (4) 維護、修復與置換技術；Maintenance, Repair, and Replacement Techniques
2. 先進材料與技術；Innovative Materials and Technology
  - (1) 混凝土材料(高性能混凝土、自充填混凝土等)；Concrete Materials (Ultra-High-Performance Concrete, Self-Healing Concrete, etc.)
  - (2) 瀝青混凝土(Superpave 配比設計，溫熱拌合，纖維，聚合物，橡膠粒等的使用)；Asphalt Concrete (Superpave Mixture Designs, Warm Mixtures, Use of Fibers, Polymers, Crumb Rubber, etc.)
  - (3) 回收和廢棄材料；Recycled and Waste Materials
  - (4) 纖維強化聚合物；Fiber Reinforced Polymers
  - (5) 固化化合物；Curing Compounds
  - (6) 奈米材料應用於基礎設施與表面處理；Nano-Materials in Infrastructure Projects and Surface Treatments
3. 邁向零死亡；Towards Zero Deaths
  - (1) 道路風險診斷和道路安全審計；Road Risk Diagnosis & Road Safety Audit
  - (2) 安全道路設計；Safer Streets by Design
  - (3) 路口與圓環安全；Intersection & Roundabout Safety
  - (4) 安全資訊系統和 APPs；Safety Information Systems & Apps

- (5) 保護弱勢用路人；Protecting Vulnerable Road Users
- (6) 路側與分隔帶安全課題；Roadside/Median Safety
- (7) 工作區安全課題；Work Zone Safety
- 4. 結構設計；Structural Design
  - (1) 具有卓越結構性能的樑式橋；Girder Bridges with Superior Structural Performance
  - (2) 拱橋、懸索橋與斜張橋；Arch Bridges, Suspension, and Cable-Stayed Bridges
  - (3) 加速橋梁建造的新技術；New Technologies in Accelerated Bridge Construction
  - (4) 價值工程；Value Engineering
- 5. 隧道；Tunneling
  - (1) 傳統鑽鑿與機械化鑽掘隧道；Conventional & Mechanized Tunneling
  - (2) 新型微隧道技術；New Micro-tunneling Technology
  - (3) 施工與營運期間的健康安全和風險管理；Health Safety & Risk Management during Construction & Operations
  - (4) 公路隧道的運營與維護；Operation and Maintenance of Road Tunnels
- 6. 聯網車與自駕車(CAVs)：完備道路基礎設施；Connected & Autonomous Vehicles (CAVs): Readyng our Road Infrastructure
  - (1) 以大數據作為移動服務的關鍵推手；Big Data as a Key Enabler for Mobility Services
  - (2) 公路管理的 GIS 解決方案；GIS Solutions for Highway & Road Management
  - (3) CAVs 的市區道路與公路設；City Street & Highway Design for CAVs
  - (4) 智慧城市：從概念到現實；Smart Cities: from Concept to Reality



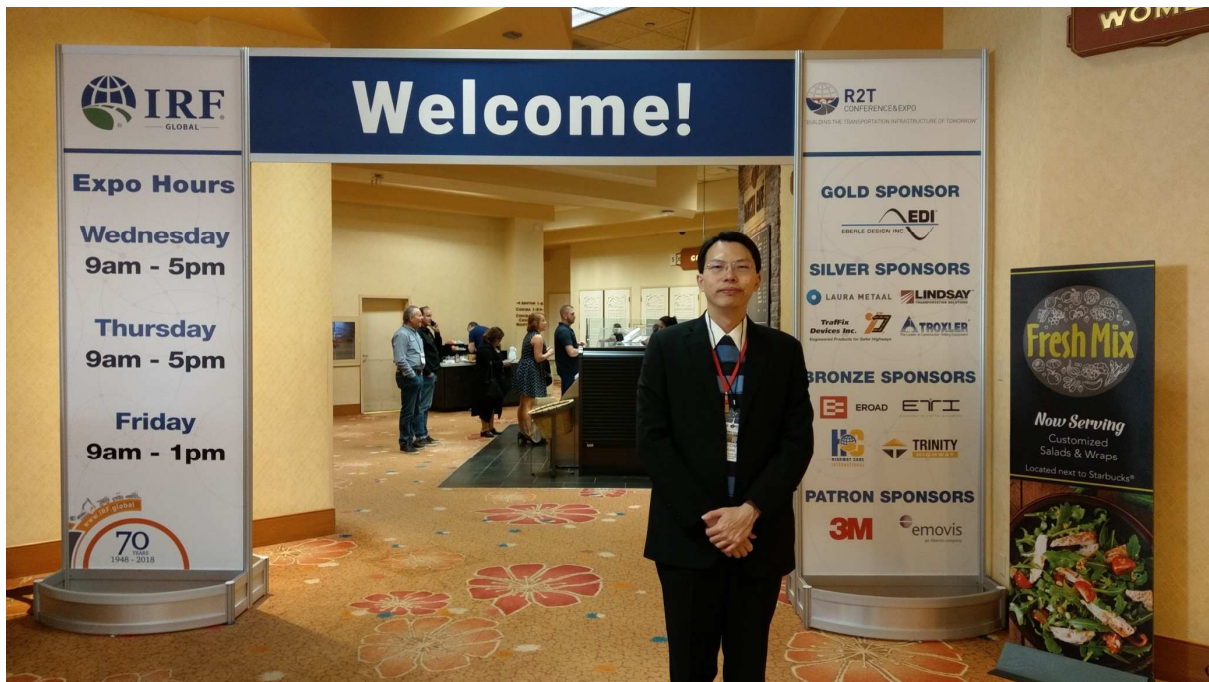


圖 3 會場剪影

今年的會展內容豐富而多樣，以下將分為研討會、展覽活動、技術參訪等 3 個小節加以說明，另本次行程搭配拉斯維加斯當地的交通設施考察，將於第 4 小節加以敘述。

## 2.1 研討會

### 1. 安全替代指標應用於道路設計與維運(Mainstreaming Surrogate Safety in Design and Operation)

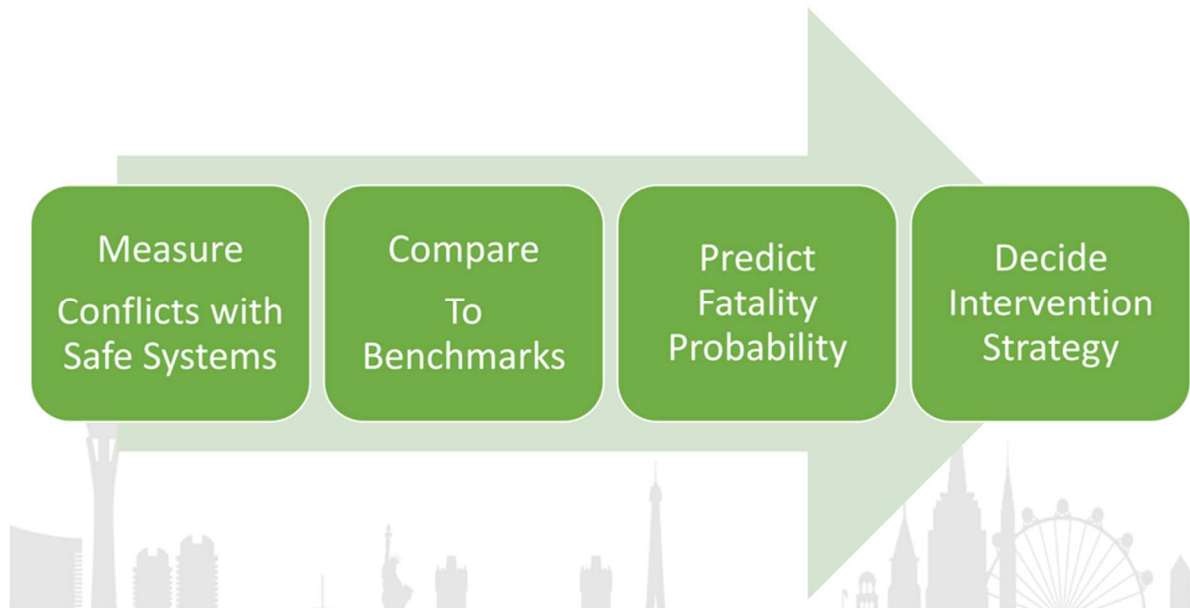


圖 4 安全替代指標的交通安全管理分析流程

安全替代指標的交通安全管理分析流程如圖 4 所示，茲簡要說明如下：

#### (1) 量測(measure)

利用一般道路交通攝影機的錄影資料，辨識車輛與行人通行軌跡(如圖 5 所示)，識別人車衝突與近事故事件(near miss)。

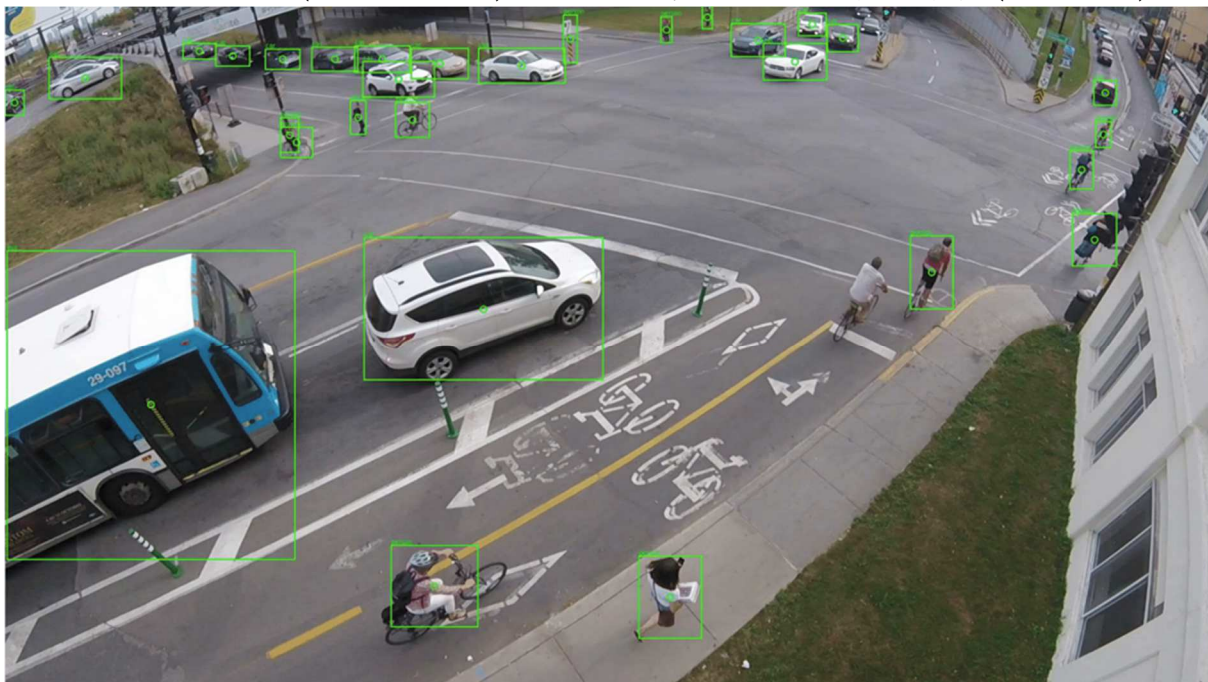


圖 5 錄影資料的辨識



對於近事故事件的辨識，係利用對所有衝突事件進行後侵佔時間與速度的二維分析，後侵佔時間代表發生事故的機會，後侵佔時間越短，越可能發生事故，速度代表事故的嚴重程度，速度越高則事故越嚴重，依此 2 指標，可將所有衝突事件區分為瀕危風險、高風險、中風險與低風險等四類近事故事件。如所圖 6 示。

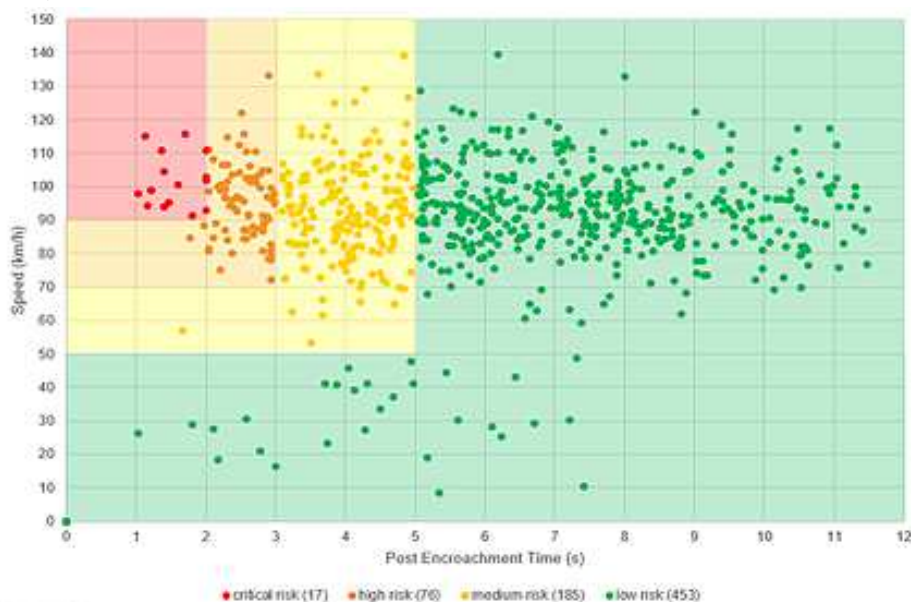


圖 6 近事故事件的定義與分類

## (2) 比對(compare)

在進行風險描述時（例如某地點某星期發生 20 件瀕危風險事件），曝險率是一個很重要的訊息，例如某地點某星期通過 2,000 輛自行車，其中有 20 輛與左轉車的衝突屬瀕危風險事件，則曝險率即為 1%，假設自行車與左轉車的瀕危風險事件的衝突基準率為 0.2%，則此地點在這一週的相對衝突風險倍數即為 5 倍。利用曝險率、衝突基準率、相對衝突風險倍數，可明確的識別異常的高衝突風險情境，這些高衝突風險情境就是後續交通工程師需要進行風險管理的候選情境。

## (3) 預測(predict)

應用前項比對的結果，搭配美國國家公路與運輸協會 (AASHTO)出版的公路安全手冊(Highway safety manual)，可進行未來死亡事故發生風險的預測，預測結果可描述為：在地點 Y 的車流形式 X，估計於未來 5 年有 Z %的機率發生死亡車禍。如此可對未來嚴重事故發生風險的預測，以數值化的方式表現。

#### (4) 決策(decide)

在分析完成後，最重要的問題就是：該如何解決。在流程中的最後一個步驟，利用匯集上千份事故改善效果相關研究成果所建構的「智慧方案決策系統」，可自動依前述分析結果產製改善項目列表，並區分短期、長期改善措施，供交通工程師進行相關改善工作，以緩解未來可能發生的死亡事故。

## 2. ISO 39001 & ISO 39002 – 道路交通安全管理系統標準(ISO 39001 & ISO 39002 – Road traffic safety management system standards)

ISO39001 名為道路交通安全管理系統，包含使用指引與相關規範條文，可確保組織內交通安全管理相關作為，以系統化的方式實現品質、安全、與持續精進的組織文化，其本質為：

- (1) 道路交通安全管理的全球標準，可預防與降低道路相關的死亡及重傷風險。
- (2) 列示達成安全系統目標與增進道路安全的標準。
- (3) 高彈性架構可因應各式不同組織的特殊需求。
- (4) 與其他重要國際管理標準，例如 ISO9001、ISO45001、ISO27001 等，使用相同的章節架構與核心內容。

其功能包括：

- (1) 協助組織增進道路交通安全管理效能。
- (2) 在組織既有的管理系統上，例如品質、環境控制等，建構道路交通安全管理系統。
- (3) 管理道路交通安全風險、保護生命、降低損失、與落實對安全與社會責任的承諾。

ISO 39002 道路交通安全-通勤安全管理的應用與示範(Road traffic safety - Good practices for implementing commuting safety management)，其為 ISO39001 的實作補充指引，特別聚焦於通勤安全。該標準的推出，期待透過改善上班、上學的通勤安全，促進整體交通安全的改善，希望雇主重視員工在上下班途中的安全，以降低事故發生與隨之而來的生產力減損，由雇主導入通勤安全標準的應用與執行，對員工的通勤行為進行教育與檢討，以保護員工上下班的安全。

截至 2016 年為止，全球已有 487 個通過 ISO39001 認證的個案，其中歐洲有 238 件、東亞及太平洋地區有 152 件、中東地區 36 件、中南美洲 24 件、中亞及南亞有 22 件、北美 4 件、非洲 2 件。其中，通過

認證最多的國家是日本，有 127 件，其次是英國的 92 件，西班牙的 49 件，義大利的 38 件，阿拉伯聯合大公國的 29 件。

以南非導入 ISO39001 的經驗為例，開普敦市電力維修車隊於 2007 年起導入，其車隊的事故率開始大幅下降（如圖 7 所示），從 2008 年的 27%，在三年內大幅下降至 6%，2016 年更新車隊後(如圖 8 所示)，更在 2017 年下降至 2%，在增進安全效果的同時，也提升燃油使用效率，從 2008 年每百公里油耗 17 公升下降至 13 公升，節省 570 萬南非幣的油料成本與 470 萬南非幣的維修成本。

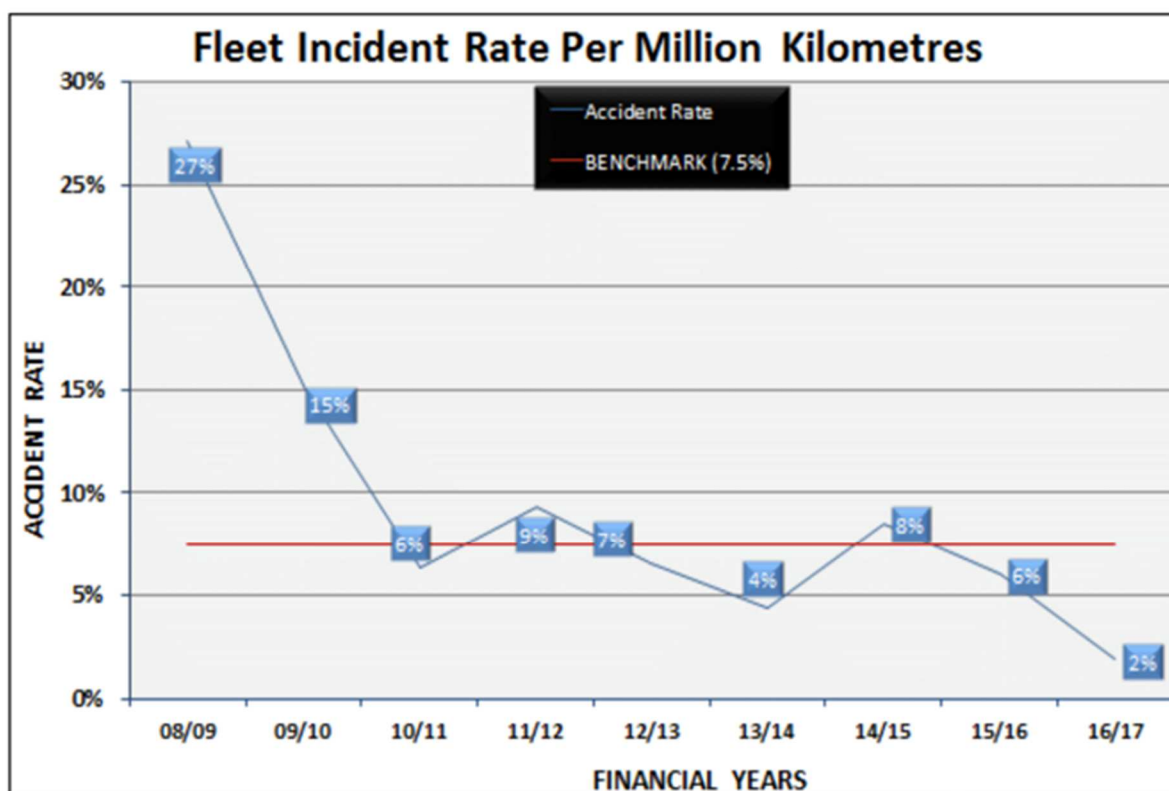


圖 7 開普敦市電力維修車隊導入 ISO39001 後事故變化

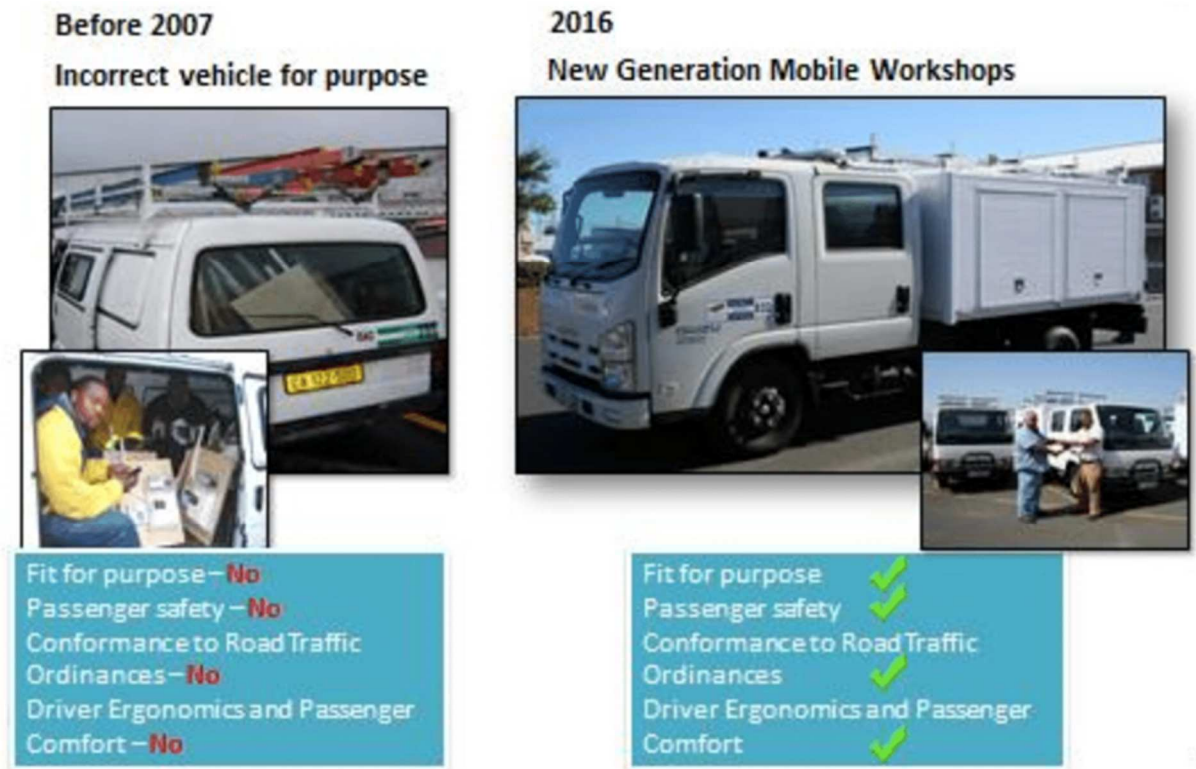


圖 8 開普敦市電力維修車隊更新

### 3. 德國超車事故防治(Prevention of overtaking accidents on rural roads with the new German guidelines for rural roads)

超車事故是德國郊區公路上常導致嚴重傷亡的事故型態之一，因為超車導致事故佔德國總事故的 6%，但卻導致 9% 的死亡或重傷。本研究係研究交通工程與駕駛行為因子對超車事故的影響，以利採取適當措施避免這類嚴重事故。本報告掃描了 5 個德國聯邦州的整體路網中，2007~2009 年間的所有交通事故，找出最容易發生與超車行為有關的事故路段，結果篩選出 500 個擁有最高事故成本密度的郊區路段。在這 500 個路段上，搜集了共 2,235 公里長度公路的交通工程相關配置（標誌/標線等），並對此 500 個路段上的 1,557 個超車事故進行巨觀分析，歸納出 76% 的超車事故發生在允許超車路段，另 24% 的超車事故發生在禁止超車路段，而在事故發生率、事故發生密度、事故成本率與事故成本密度的分析中，指出將低速限與限制超車兩項措施合併執行，可最大化安全保護效果。

另外對於 50 個路段的 166 件超車事故進行微觀的事故與超車行為分析，發現超車車輛與對向車發生碰撞的事故佔 47% 為最多，其肇因為超車駕駛對於超車距離與車輛速度的誤判，其次為轉向行為所發生

的事故，佔 16%，其肇因為駕駛人對其他車輛轉向的動態發生誤判，再其次為後車追撞與衝撞其他道路設施，各佔 14%，如圖 9 所示。

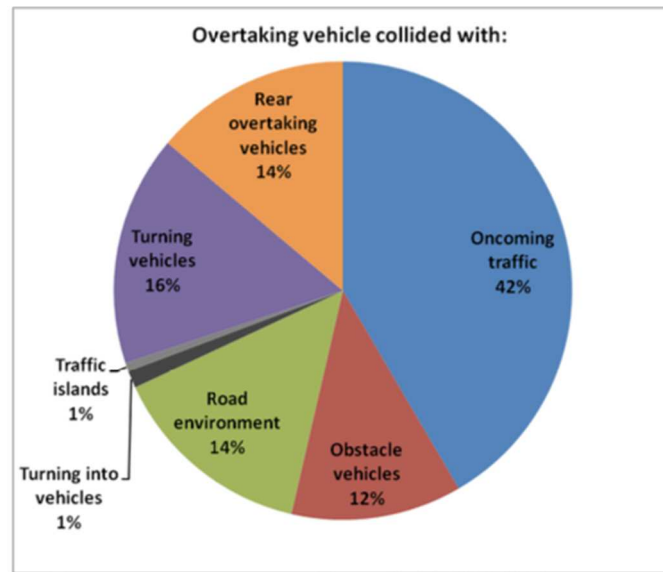


圖 9 超車事故類型

研究中並對於路段的超車行為進行錄影觀察，對於同一路段中觀察到的超車行為與超車事故進行超車操作距離分析，如圖 10 所示，顯示在超車距離不足時的超車行為將導致較高的事故率。

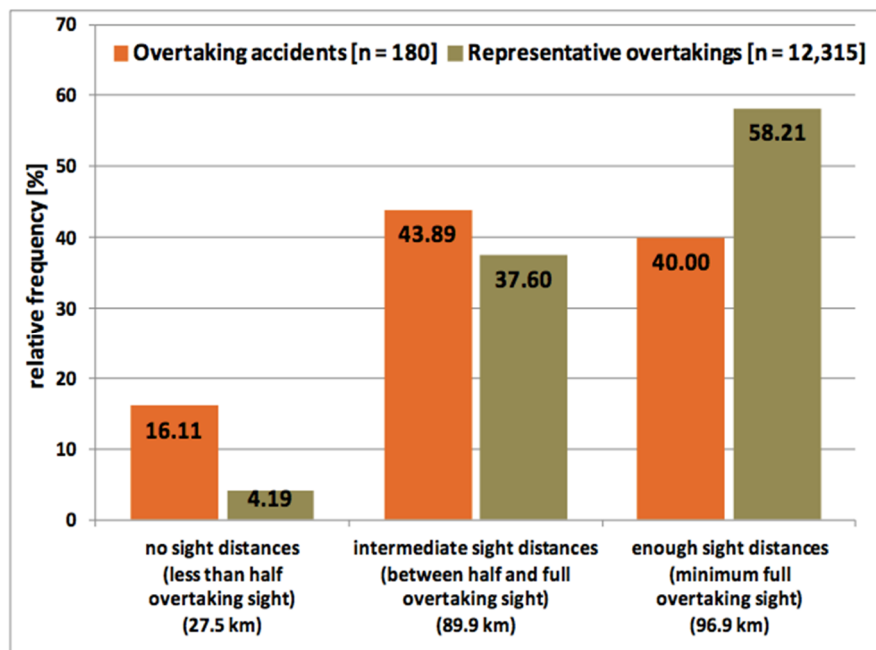


圖 10 超車距離與超車事故分析結果

研究中揭示了道路特性與駕駛操作、以及超車事故與駕駛行為之間存在多種相關性，超車距離不足為超車事故的主要影響因子，因此如要降低超車事故，應對超車視距不足的路段設置明確且連續的超車

管制設施，另對於日流量超過 8000~10000 輛車與超車視距高於標準值一半的路段，建議設置超車車道。

4. 圓環的安全設計原則-增進駕駛人認知與降低財損事故的關鍵  
(Application of Safety Design Principles for Safer, Slower Roundabouts - Keys to Improving Driver Comprehension and Reducing PDO Crashes )

許多國際研究證實，交岔路口以圓環處理可以有效減少死亡或受傷事故，然而位於北美的多個高流量、多車道的圓環路口，卻出現超出預期的財損事故，每年高達 90 件，甚至 150 件財損事故，然而在其他類似設計、類似配置與類似交通量的圓環路口，卻僅有每年約 15~30 件的財損事故（如圖 11 所示）。








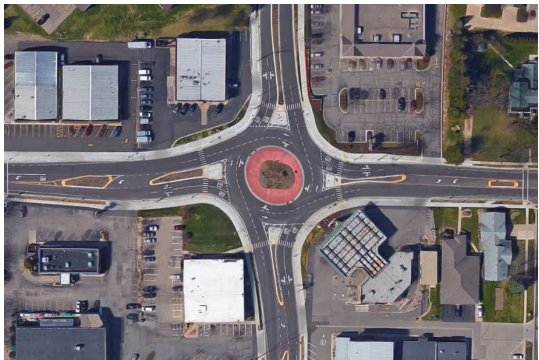
<p>每年發生 85 件以上財損事故的圓環</p>	<p>每年發生 20 件以下財損事故的圓環</p>
<p>每年 90 件財損事故（4 萬輛/日） Region of Waterloo, 加拿大安大略省</p> 	<p>每年 15 件財損事故（4 萬輛/日） New Berlin, 美國威斯康辛州</p> 
<p>每年 85 件財損事故（3 萬輛/日） Joplin, 美國密蘇里州</p> 	<p>每年 10 件財損事故（2.8 萬輛/日） Monona, 美國威斯康辛州</p> 
<p>每年 150 件財損事故（3.5 萬輛/日） Ann Arbor, 美國密西根州</p> 	<p>每年 18 件財損事故（3 萬輛/日） Waukegan, 美國威斯康辛州</p> 

圖 11 多車道圓環路口財損事故對照

這顯示雖然圓環路口可以減少嚴重的死傷事故，但不當的設計同時可能增加財損事故，如能遵循以下幾個安全設計原則，應能避免高財損事故的發生。

### (1) 車道需求與運作分析

多數的圓環路口事故是肇因於進入圓環處與環內交織的衝突，圓環車道數越多，將增加越多的交織衝突，並加劇駕駛人進入/駛離圓環的心智負擔與焦慮感，因此設計圓環最基本的原則，就是決定適當的車道數，過多車道的圓環將影響安全性、順暢度與建置成本。另一方面，精簡的車道數可讓設計者專注於幾何設計與安全設施的佈設，同時簡化駕駛人的決策需求。另一方面，圓環內的安全設計原則，應包括：速度控制（簡短路徑原則）、肢間交角正交化，肢數最小化（雙圓環比一個多肢圓環佳）。

### (2) 圓環幾何設計原則

多數圓環路口發生的財損事故是位於進入圓環處，許多駕駛人錯誤的認為進入圓環係直接匯入環內車流，而非等待適合車輛間距再行插入車流，此種錯誤認知很有可能是過小的車流交角(環外欲進入車輛路徑與環內車輛路徑的交角)所造成的，英國運輸研究實驗室(Transportation Research Lab.)建議此交角應介於 20~40 度之間，因為過小的交角導致進入圓環的駕駛人觀察右方來車時，只能看見自己的左肩，而難以看見環內來車。

### (3) 標誌標線設計

考量到圓環路口的駕駛行為涉及較多的資訊接收、判斷、與行動的過程，標誌與標線的設計應力求清楚、明確，過多、過少、與自相矛盾的標示都是不可取的，會降低駕駛人的資訊處理效率，圖 12 顯示了目的資訊與車道資訊合併的標示方式，這樣的標示方式會給駕駛人較大的負擔，因此如將車道資訊與目的地資訊分開設置，讓駕駛人分段接收兩種訊息，可提升駕駛人的資訊處理效率，如圖 13 所示。



圖 12 合併式的標示方式





圖 13 分離式的標示方式

案例解析：

案例一：N. 14<sup>th</sup> and Superior Ave. Roundabout, Lincoln, NE

本例的圓環路口位於一個擁有雙向 6 車道的郊區主要道路上，改善前每年發生 120 件事故，改善後則降低了 73%。如圖 14 所示。

問題：

- 進入圓環車輛未依規定讓車，事故型態為追撞與同向擦撞。
- 速限 45mph，但實測所得的 85 百分位車速為 55mph。
- 進入圓環車道交角較小。

改善方法：

- 車道縮減，將原本路段 3 車道、環內 2 車道的車道設計，縮減為路段 2 車道、環內 1 車道。減少入環車與環內車衝突達 50%。
- 採用傳統車道標誌取代魚鉤圖形化標誌。
- 設置 6 呎高牆遮擋不必要的視線範圍，以促使車輛減速。



圖 14 案例一改善前後對照圖

案例二：66<sup>th</sup> and Portland Aves. Roundabout, Richfield, MN

問題：

- 環內外側車道車輛誤駛繞行圓環，造成與環內內側車道車輛發生事故。

- 未依規定讓車。

改善方法：

- 環內禁止變換車道線與車道虛線改為一般車道線(如圖 15 所示)。
- 採用傳統車道標線取代魚鉤圖形化標線(如圖 16 所示)。

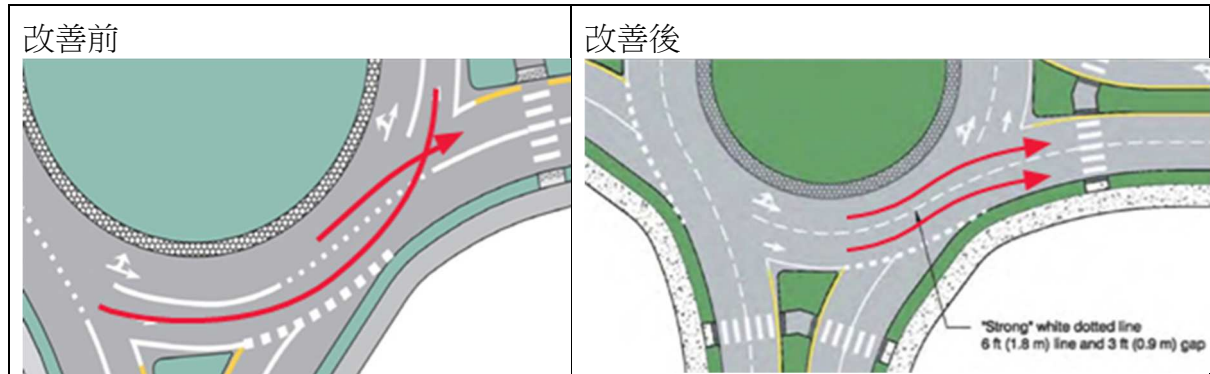


圖 15 環內禁止變換車道線與車道虛線改為一般車道線



圖 16 採用傳統車道標線取代魚鉤圖形化標線

原本採用魚鉤圖形化標線是為了防止駕駛人誤入車道進行左轉，但並沒有證據證明，反而使用傳統標線符合駕駛人對標線一致性的期待，降低駕駛人解讀負擔。

案例三：SC 46 and Bluffton Pkwy. Roundabout, Bluffton, SC

問題：

- 車道入口為對齊圓環，匯入角度不佳，且造成車輛優先通行權的混淆。

- 入口處的線型過多，易生混淆。

改善方法：

- 環內標線一致化。
- 重新配置入口車道標線，以改善進入角度與視角(如圖 17 所示)。
- 環內內車道寬縮減，外車道寬加寬。
- 重設並單一化讓路線(如圖 18 所示)。

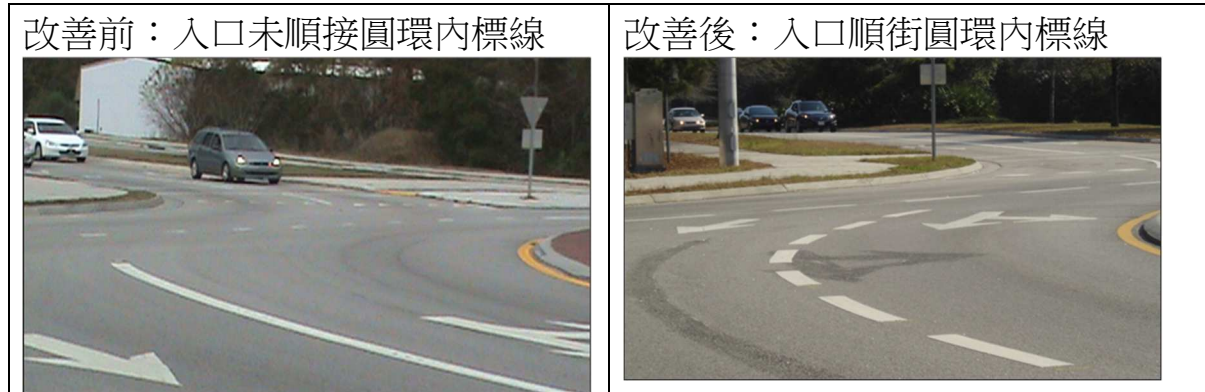


圖 17 重新配置入口車道標線，以改善進入角度與視角

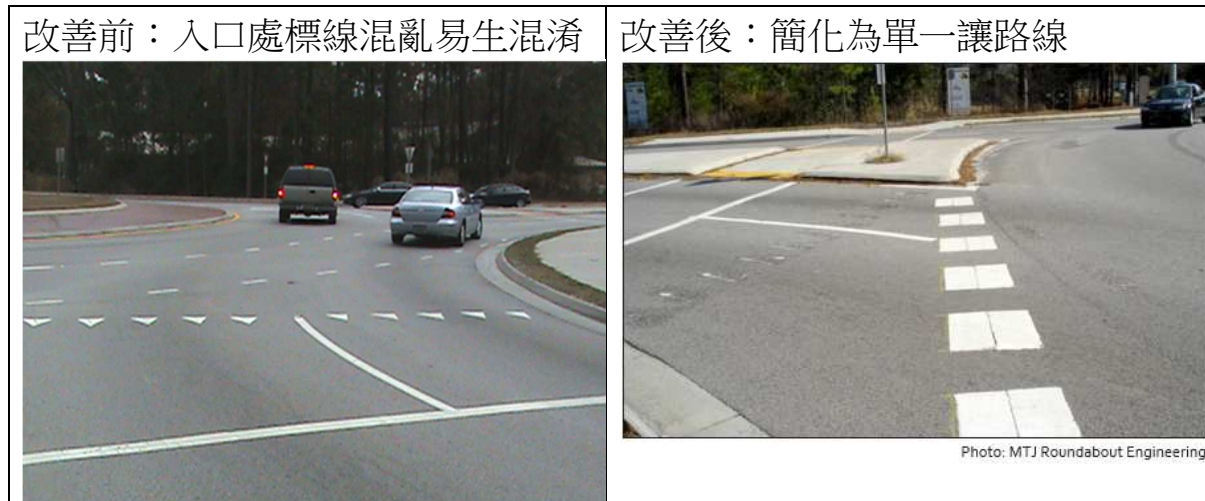


圖 18 重設並單一化讓路線



## 2.2 展覽活動

### 1. Microtraffic(Road safety video analytics)



圖 19 筆者與 Microtraffic 執行長 Craig Millgan 合影

Microtraffic 是一家位於加拿大的新創公司，主要業務是利用一般道路交通攝影機的錄影資料，分析車輛與行人通行軌跡，辨識人車衝突與近事故事件(near miss)，並利用前述的「安全替代指標應用於道路設計與維運」方式，預測道路的交通事故發生狀況，供交通管理單位參考。

該公司用來進行分析的道路車流錄影，需有一定的規格要求，包括：

- 解析度需 720p 以上。
- 每秒 15 幀以上。
- 錄影位置應高於 20ft 以上。
- 可接受魚眼、廣角或 360 度環景攝影。
- 如應用於交叉路口則需要在對角位置各有一個攝影機進行錄影。
- 錄影長度至少需 72 小時，建議有 168 小時以上較佳。

該公司利用深度學習人工智慧的影像辨識技術，辨識每一個影像中的人、車位置、速度、加速度與方向，並記錄於軌跡資料庫中，再由軌跡資料庫自動判定各種可能的近事故事件，加以統計分析，產出分析結果並預測未來可能集中發生事故的地點與類型。

相關預測模型係參照 1987 年瑞典隆德科技中心(Lund Institution of technology)Christer Hyden 教授的研究成果：The development of a method for traffic safety evaluation: The Swedish traffic conflicts technique。

分析方法論係由計算死亡或重傷事故發生風險開始，藉由比較研究地點的利用曝險率與衝突基準率，以辨識出高風險的道路位置，並評估未來 5 年的死亡事故發生機率，最後利用智慧方案決策系統找出緩解事故風險的改善方案。

綜上所述，該公司對委託者提供 4 個面向的協助：

- 分析近事故事件發生頻率。
- 異常的高碰撞風險辨識。
- 未來死亡事故風險預測。
- 有效的改善策略選項列表。

該公司的核心產品是「Microtraffic 衝突分析報告」，這份報告紀錄了所有能在 72 小時至 168 小時時間的車流錄影中，所觀察到的每一個近事故事件，並對每一種衝突類型，計算瀕危風險事件、高風險事件、中風險事件與低風險事件的計次量與發生頻率。除了計次量與發生頻率外，該報告還提供基準值的比較，以了解每一種衝突類型是高於一般基準的危險等級，還是低於一般基準的安全等級，另外也在可能的情況下，提供未來長期的死亡與傷害事故率的預測。因此，此報告也可用於易肇事地點的診斷，當報告中指出某衝突類型的發生頻率高於一般基準時，即可針對該衝突類型進行診斷與改善工作。報告內容包含如下：

- 按衝突類型、嚴重度區分的近事故事件發生頻次報表。
- 曝險率、曝險率與基準比較倍率。(例如：超過基準的 5 倍)
- 未來死亡事故發生率的預測。
- 可改善項目清單。
- 行人與自行車的衝突分析。

上述衝突分析報告已應用於美國明尼蘇達州，亞利桑那州，新澤西州，佐治亞州和密歇根州，以及加拿大魁北克省，安大略省，曼尼托巴省，阿爾伯塔省，薩斯喀徹溫省和卑詩省。全球已有 7 個國家的 140 多個地點使用此道路安全錄影分析技術。不過對於夜間車流的分析目前只能在充足照明的道路進行。

該公司也提供資料數據分析服務，產製路網事故風險地圖資料庫，其中包含所有路側攝影機所拍攝到的近事故事件，可做為道路安全管理的基礎，它可協助業主執行下列工作：

- (1) 找出道路上哪些地點的事故風險高於一般標準。
- (2) 指出道路上事故風險最高的位置。
- (3) 在事故發生之前預防死亡與重傷車禍。
- (4) 依據分析所得的資料結果重新調整路網安全策略。
- (5) 更適切的道路安全改善資源分配。
- (6) 透過在地化的行車風險地圖幫助道路管理單位為自動駕駛車輛的實際應用做好準備。

### 2.3 技術參訪



圖 20 南內華達州高速公路與幹道運輸系統交通控制中心



本次研討會最後一日安排技術參訪活動，參訪南內華達州高速公路與幹道運輸系統(Freeway and Arterial System of Transportation, FAST)交通控制中心，該中心位於拉斯維加斯西南近郊，與公路警察隊共用辦公大樓，並隸屬於區域運輸委員會(Regional Transportation Commission of Southern Nevada, RTC)，交控中心內部組織分別為幹道管理科與高速公路管理科，分別辦理街廓道路與高速公路之相關業務，其管理範圍為內華達州南部克拉克郡(Clark County)，包含拉斯維加斯與郡內主要城市。交控系統主要功能為交通監視與控制，控制部分是借助影像偵測器與環路線圈偵測交通狀況，再以交通號誌、匝道儀控、資訊可變標誌與車道使用號誌等手段進行控制，另輔以道路監視器確認車流狀況。



圖 21 交控中心控制大廳

該中心人員目前由內華達州交通部、克拉克郡與各城市交通管理單位，以及公路警察隊等單位派員進駐，系統維運、人員薪資與新功能開發經費皆由區域運輸委員會(RTC)挹注，目前系統功能簡述如下：

1. 公路事件警示訊息：

用路人可登錄收訊 e-mail、手機號碼等資料，就可即時收到關於轄區內 I-15、215、US-95 等道路的交通事件訊息，該訊息包含交通壅塞、事故、與施工等，以利使用者規劃通勤路線與出發時間。

2. 公路即時監視攝影機：

系統目前布設共約 340 支即時監視攝影機，其中 8 支設置於周界交會處，其餘皆布設於拉斯維加斯市區與周邊地區(如圖 22 所示)，除供交通控制中心確認與掌握道路交通狀況外，亦在網站上供大眾查閱即時路況，目前尚不提供一般社會大眾的歷史錄影資料查詢。

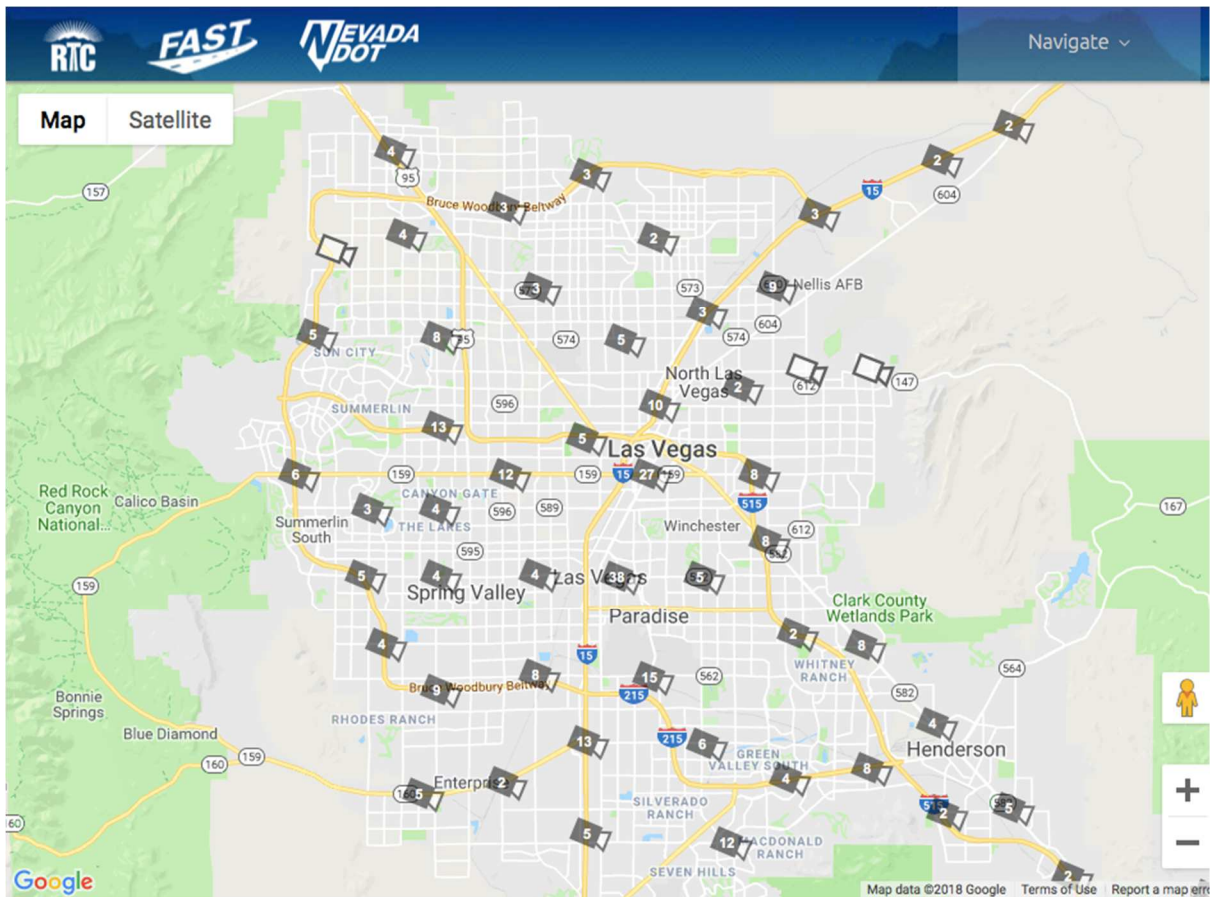


圖 22 即時監視攝影系統

### 3. 匝道儀控：

匝道儀控系統是區域運輸委員會(RTC)與內華達州交通部 (NDOT)共同合作開發的交控系統功能，其可增進交通安全與車流順暢，目前由交通控制中心控制 US-95、I-515、I-15 等高速公路上位於拉斯維加斯谷內的匝道儀控系統，用於控制進入高速公路的車流，並由交通控制中心監控匝道儀控不至於造成相連道路的壅塞。

匝道儀控號誌為紅綠 2 色，布設於上匝道停止線前，且匝道上之車道配置為多車道時，每一車道會佈設一組匝道儀控號誌，每一個車道車輛僅遵守該車道的匝道儀控號誌，號誌的綠燈時間固定為 2 秒，每一綠燈時間僅准許一輛車通過，各車道循序輪流放行，紅燈時間則依據主線流量與車速，與匝道上等待車輛數決定。如圖 23 所示。



圖 23 多車道匝道儀控

明尼蘇達州交通部曾經進行一項實證計畫，以驗證匝道儀控對交通安全的影響，該計畫在 2000 年於明尼亞波里斯與聖保羅市周邊區域的 430 個匝道上，關閉匝道儀控系統 6 週，並統計關閉前後的事件事數，發現匝道儀控關閉後整體增加了 26% 的事故，其中追撞事故增加 15%，衝出路外事故增加 60%，擦撞事故增加 200%，研究顯示大部分的高速公路事故會發生在走走停停的車流中，匝道儀控則可平順化車輛流動狀態，明顯減少走走停停的情形。

#### 4. 交控儀表板(The FAST Dashboard-Performance Monitoring & Measurement System)：

交控儀表板是完全由交通控誌中心內部員工設計、開發和編寫的網頁版使用者介面，供交控中心的電視牆與交控人員的交控電腦顯示，同時提供社會大眾於網頁環境使用，可自由定義想見的即時和歷史公路路網監控和效能資訊。此一交控儀表板介面後台讀取的交通資料庫系統，係由內華達州交通部 (NDOT) 所建立，並於南內華達州公路路網上運作的智慧交通系統 (ITS) 所蒐集並存入的交通資料，同時兼有交通控制中心技術人員記錄的特定事件資料。透過整合這些數據，交控儀表板不僅可以顯示公路路網運作效能趨勢並產製報告表，還可以量化表現各項交通資訊。對於公眾來說，它可以提供如旅行時間等實用資訊，對於交通控制中心和交通部門的技

術分析師來說，它是功能豐富的分析工具，對於其他運輸專業人士來說，它是獲取實用交通資料數據的平台。

交控儀表板的主要開發目標包括：

- 將大量ITS數據視覺化為可輕鬆理解的各種圖表或地圖化資訊。
- 以電子郵件傳送方式，即時、快速地向大眾提供即時交通信息。
- 按路徑、方向，或逐月、逐日、逐小時的監控、追蹤和報告高速公路交通擁堵程度。
- 增加旅行者資訊服務的質、量、與豐富性。
- 將未經處理的公路交通資料轉換為易於掌握且真正有意義的訊息，供社會大眾使用。
- 向公眾，媒體，運輸專業人員和決策者展示道路運作績效。
- 提供可提高校準和維護高速公路流量偵測器妥善和效率的數據。
- 評估管制策略的有效性。
- 從營運的角度協助資源分配並訂定實施的優先順序。



交控儀表板的首頁包含即時交通地圖、每日尖峰時間速度變化、每小時速度變化、路網整體平均速度、路網整體壅塞程度等，如圖 24 所示。其中，高速公路上每 1/3 英里佈設一支交通偵測器，因此即時交通地圖上的路段速率會即時更新，使用者也可自行定義動畫播放歷史交通地圖。此即時交通地圖亦用於交控中心電視牆上供交控人員使用。每日尖峰時間速度變化視窗，顯示過去兩週每日平均速率、15%、85%百分位速率，可顯現高速公路的運作趨勢。每小時速度變化視窗，顯示上午尖峰與下午尖峰每 15 分鐘移動平均速率的平均速率、15%、85%百分位速率，提供使用者了解尖峰時段速率變化情形。



圖 24 交控儀表板首頁

針對事故、施工與壅塞訊息的處理，係由交控中心人員於新增事件視窗中輸入事件的詳細資料，例如車道壅塞時間、事故排除時間、拖車到達時間、是否發生二次事故以及嚴重程度等，這些資訊對於後續的交通衝擊研究非常重要，輸入事件視窗如圖 25 所示。

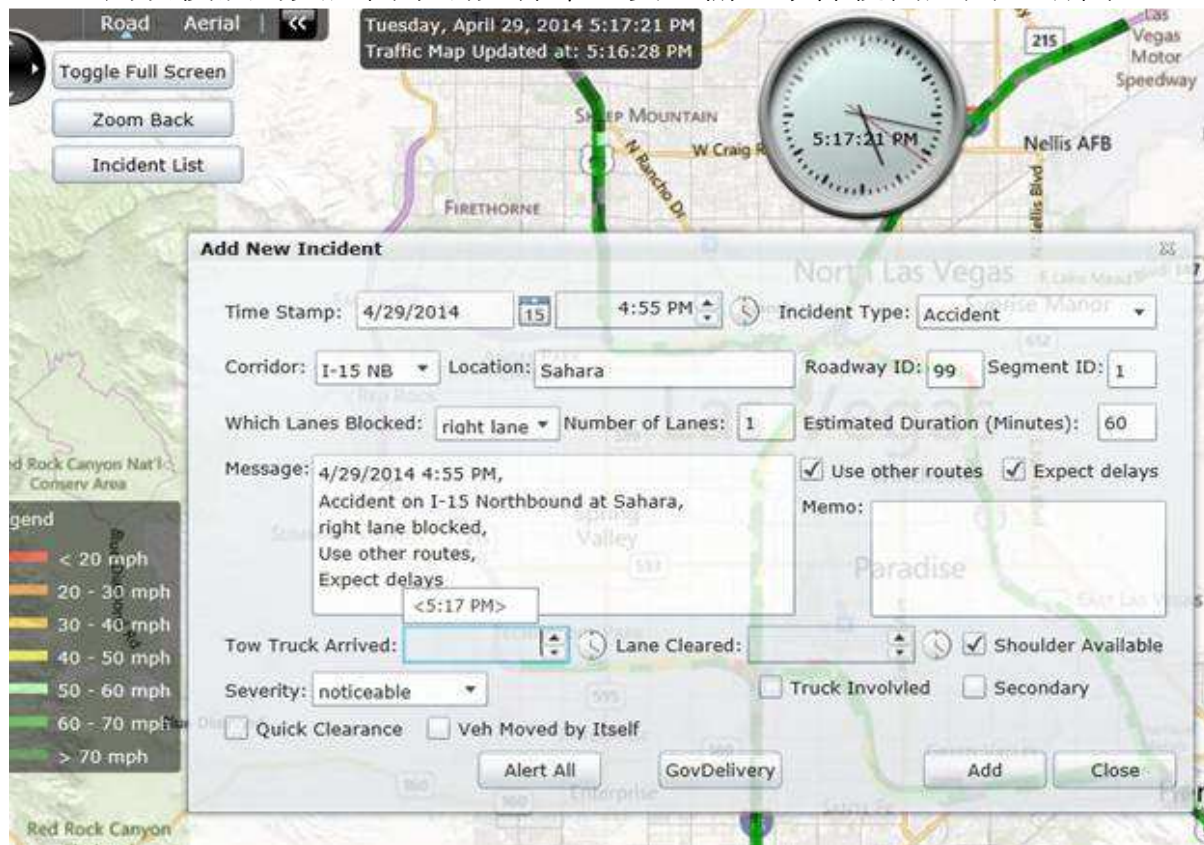


圖 25 輸入事件視窗



事件視窗輸入的事件資料存放於資料庫中。使用歷史事故分析功能可以依時間、空間、嚴重程度或清除時間等自動分析事故資料，分析結果將以圖形、表格或地圖展繪等方式展示，例如在時間頁籤中，會以圓餅圖、直方圖、折線圖顯示事故在周間日或小時時段內的佔比或趨勢，並於地圖中展繪事故熱區。此功能僅提供經申請審查核准的使用者使用。如圖 26 所示。



圖 26 歷史事故分析功能

事件回溯功能，當交控中心人員新增事件時，將觸發影像儲存功能，事件地點下游一個攝影機與上游數個攝影機以 15 秒的間隔進行相片存檔，事件清除後，系統也會依據嚴重程度持續存檔一段時間，以監控壅塞車隊的消解狀況。對於某些特定事件，交控中心會對於事件如何排除、緊急救援人員在現場的工作狀況、對交通的影響、以及壅塞車輛的累積與紓解狀況等進行檢視。此程序對於交通事件管理非常有用，例如，在 Sahara Ave 的北向車道，經常受到各類事件的影響，由於交通事件管理策略的實施，35%到 45%的事故可以在 10 分鐘甚至更短的時間內排除，緊急救援人員可以使用快照回放功能檢視他們的現場工作，是否關閉不必要關閉的車道，或是執行了多餘的工作，以更加精進作業效能。此功能對於識別是否為

二次事故也很有幫助。本項功能僅提供經申請審查核准的使用者使用。圖 27 所示。

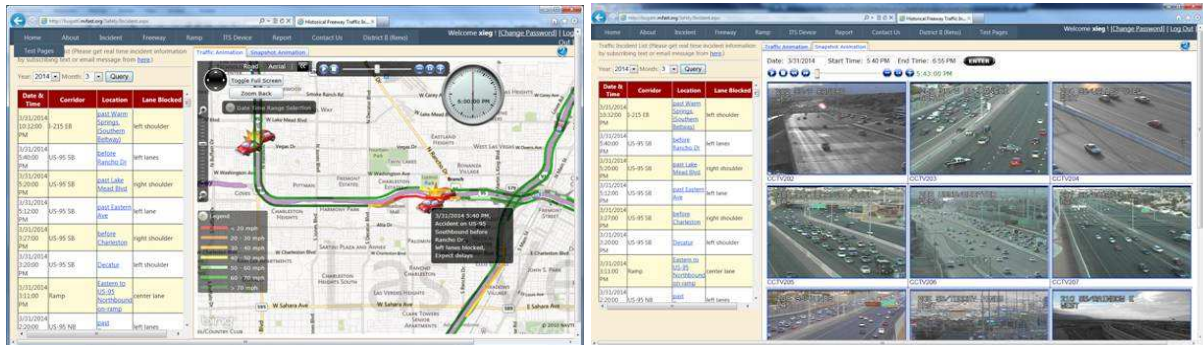


圖 27 快照回放功能

交控儀表板亦連結績效監測系統(Performance Monitoring and Measurement System ,PMMS)，該系統將拉斯維加斯周邊高速公路切分成數段主要交通廊道與次要交通廊道，方便民眾與專業人員獲取高速公路的運作效能資訊。資料輸出的方式，以圖形化描繪運輸走廊平均速度，如圖 28 所示，圖中橫軸為時間，縱軸為路段樁號，平均速率則以顏色表現，越偏向橘紅色代表速率越慢，因此此一輸出方式可在一張圖內表現一段距離高速公路於一段時間內的壅塞狀況，也易於觀察交通模式、趨向、瓶頸、擁堵程度、以及交通事故的影響，另外也可以輸出為數值表模式，易於進行其他運算分析之用。

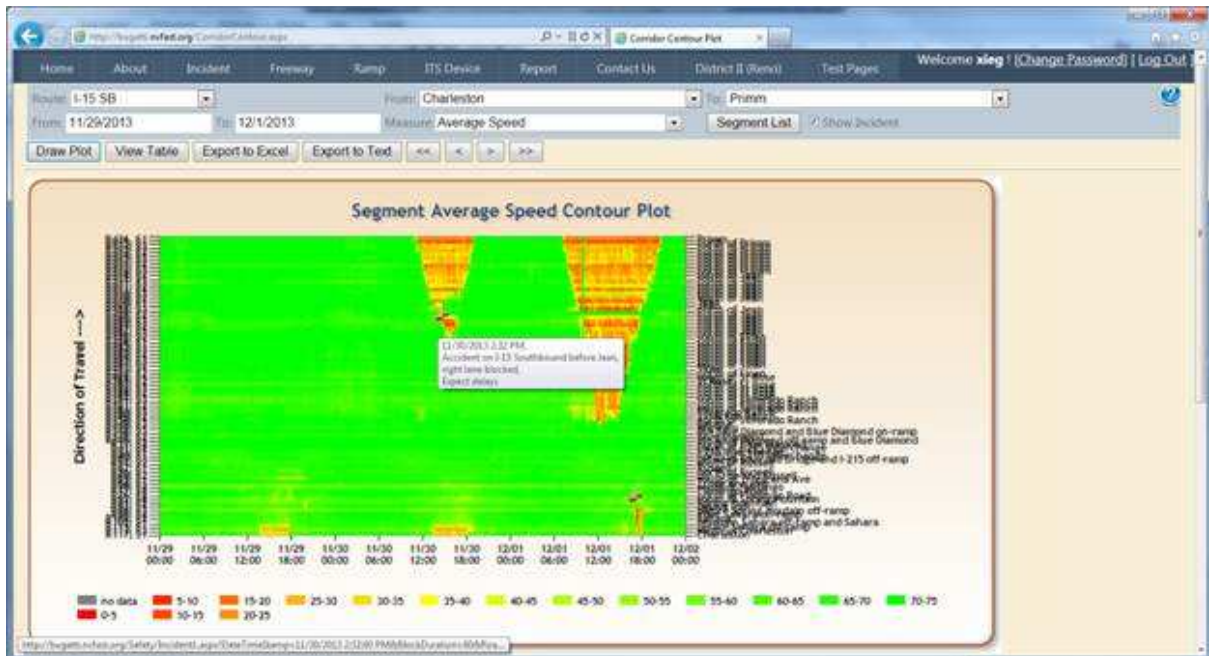
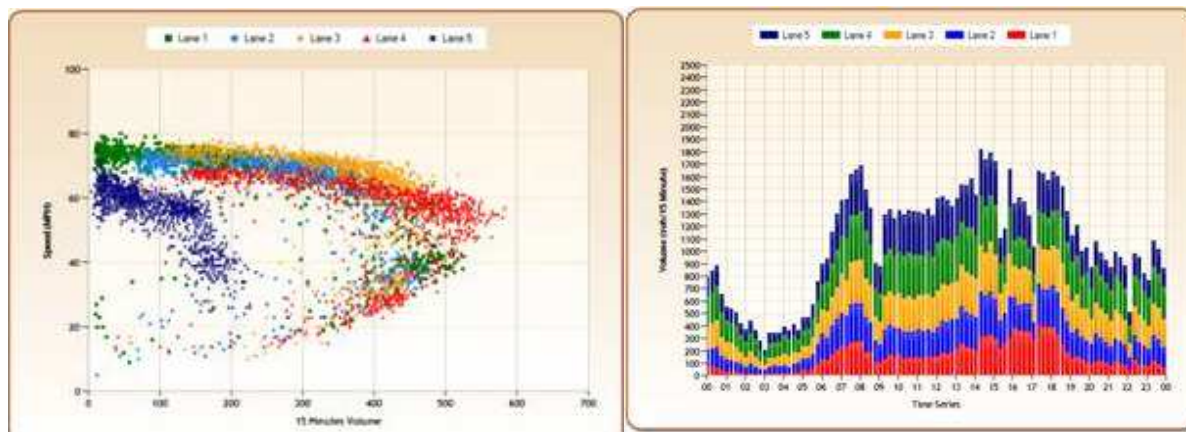


圖 28 運輸走廊流況視窗

內華達州交通部與交通控制中心在拉斯維加斯都會區的高速公路沿線，每 1/3 英里佈設雷達或環路線圈車輛偵測器，偵測車流速



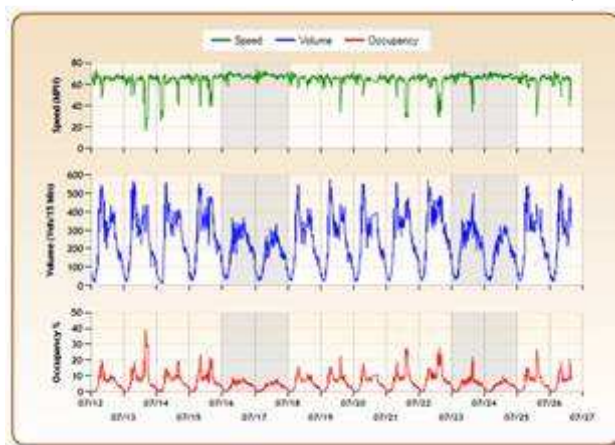
度、流量、佔有率以及車輛長度(用於車輛分類)，作為交通控制與監管的資料來源，交控儀表板當然也提供此偵測量的圖形化查詢功能，如圖 29 所示，查詢可由使用者選擇不同位置、日期、時段、車道，可為交控中心提供壅塞管理的基本參數，並提供模擬、規劃、等工作的輸入與驗證資料，同時監管偵測器的故障狀況。



速度-流量圖

總流量圖

註：不同顏色代表不同車道偵得的資料



速度、流量、佔有率-時間圖  
圖 29 偵測器資料圖形化輸出

交控中心在南內華達州維運超過 400 座路側攝影機，這些攝影機按高速公路路名、運輸走廊群組、或特殊活動分組，交控儀表板可一次顯示同群組內的多部攝影機影像，此功能特別適合廣播電台記者或車隊調度員使用，此為獨創功能，甚至有手機版本，如圖 30 所示。



圖 30 群組攝影機手機版介面

交控中心擁有 42 座可變標誌顯示旅行時間，所有顯示過的旅行時間都會被記錄在資料庫中，可供社會大眾查詢，交控儀表板也製作了顯示歷史旅行時間分析功能的頁面，可以顯示歷史平均旅行時間與歷史第 15%、85% 百分位旅行時間，或是過去一個月最長旅行時間，可供使用者了解通勤路徑上通常的旅行時間為何，對於交控中心人員而言，可以用於驗證可變標誌所顯示旅行時間的準確性，尤其在新設可變標誌時。

使用者可自行設定起訖點，系統將每分鐘更新旅行時間資訊，如圖 31 所示，區域運輸委員會的公車規劃人員也會利用此功能更新公車站牌上的到站時間表。

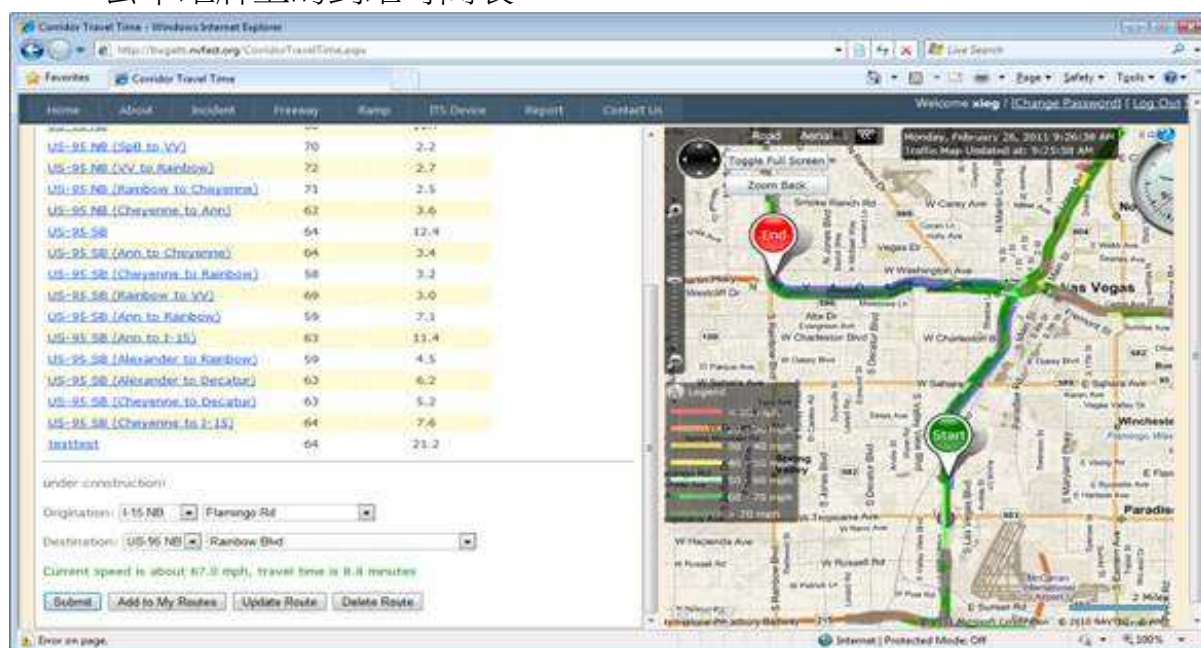


圖 31 自訂起訖點旅行時間

拉斯維加斯都會區的高速公路匝道儀控時制，多以適應性控制為之，依據匯入匝道停止線附近的影像是偵測器或環路線圈偵測器所搜集的資料自動進行儀控，儀控時間從上午 6 時到 9 時，下午 1 時 30 分到 6 時，使用者可從互動式地圖中選取欲查詢的匝道，並選擇欲查詢的日期、時段以繪製時間流量圖或下載數據資料，如圖 32 所示。此功能可幫助交通控制人員確認匝道儀控效果、調整儀控時段、放行率、與避免溢流。



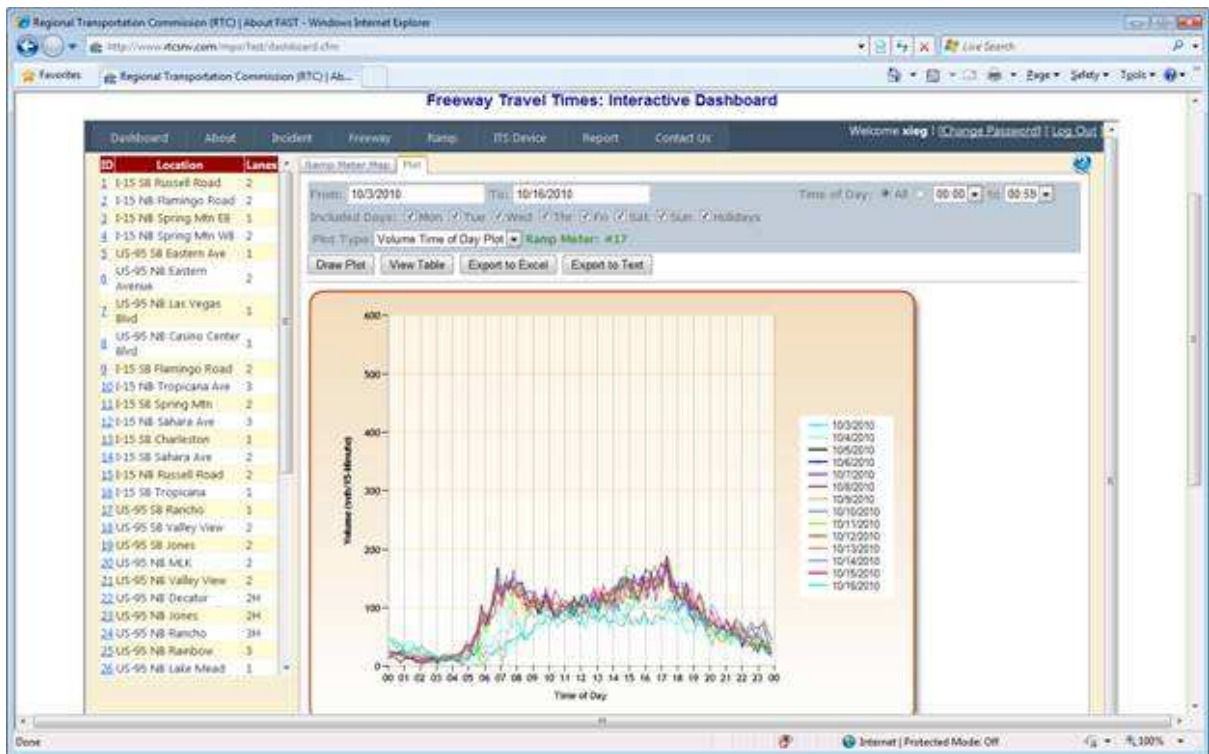


圖 32 匝道儀控查詢介面

交控儀表板計畫目前正在開發車輛延滯 3D 圖，如圖 33 所示，Z 軸為車輛延滯、X 軸為路段位置、Y 軸為時間，透過比較不同月份的車輛延滯 3D 圖，可以看見 I-15 北向的快捷車道於六月底開放後，比較六月與七月的 3D 圖可以觀察到車輛延滯降低了 50%，並消除南向位於 Sahara 的瓶頸。

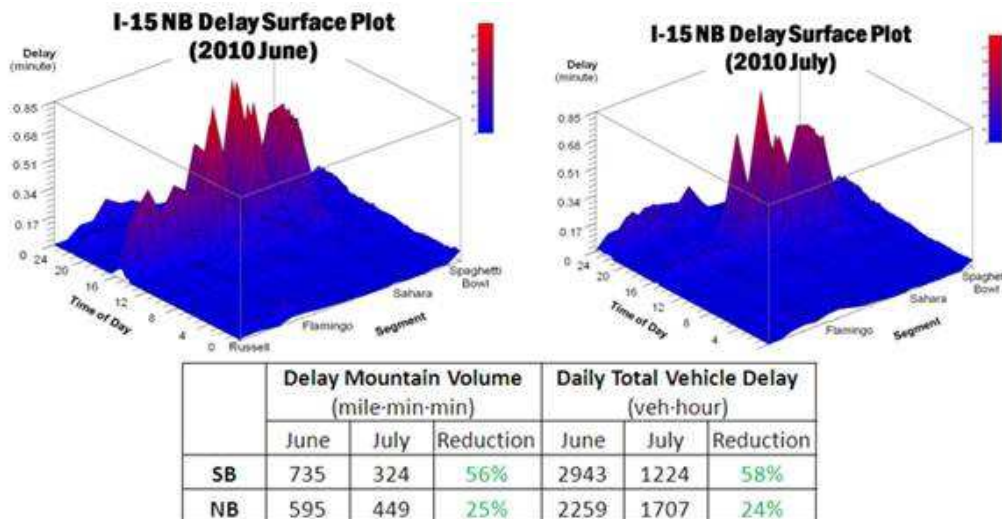


圖 33 車輛延滯 3D 圖

區域運輸委員會(RTC)是為一個區域交通管理單位，負責監督公共交通，交通管理，道路設計和建設的資金運用，除了交通控制外，區域運輸規劃與公路工程建設也是交由該委員會負責，另外還擁有該地區的公共運

輸系統。委員會的組成由管轄範圍內克拉克郡派駐 2 位委員、拉斯維加斯市派駐 2 位委員，亨德森市、北拉斯維加斯市、伯里博市、馬斯克市各派駐 1 位委員，以及內華達州交通部門主管共同組成。

該委員會的年度預算由州政府提供，以 2018 會計年度的收支概算為例，如圖 34 所示，其收入共計 5.83 億美金，其中消費及貨物稅佔 35%、車輛燃料稅佔 29%、州政府資助佔 19%、服務收益佔 14%，因此公務預算的挹注仍為主要的資金來源。支出共計 5.06 億美金，其中提供服務支出佔 39%、資本支出佔 39%、償債支出佔 15%、人員薪資僅佔 5%。

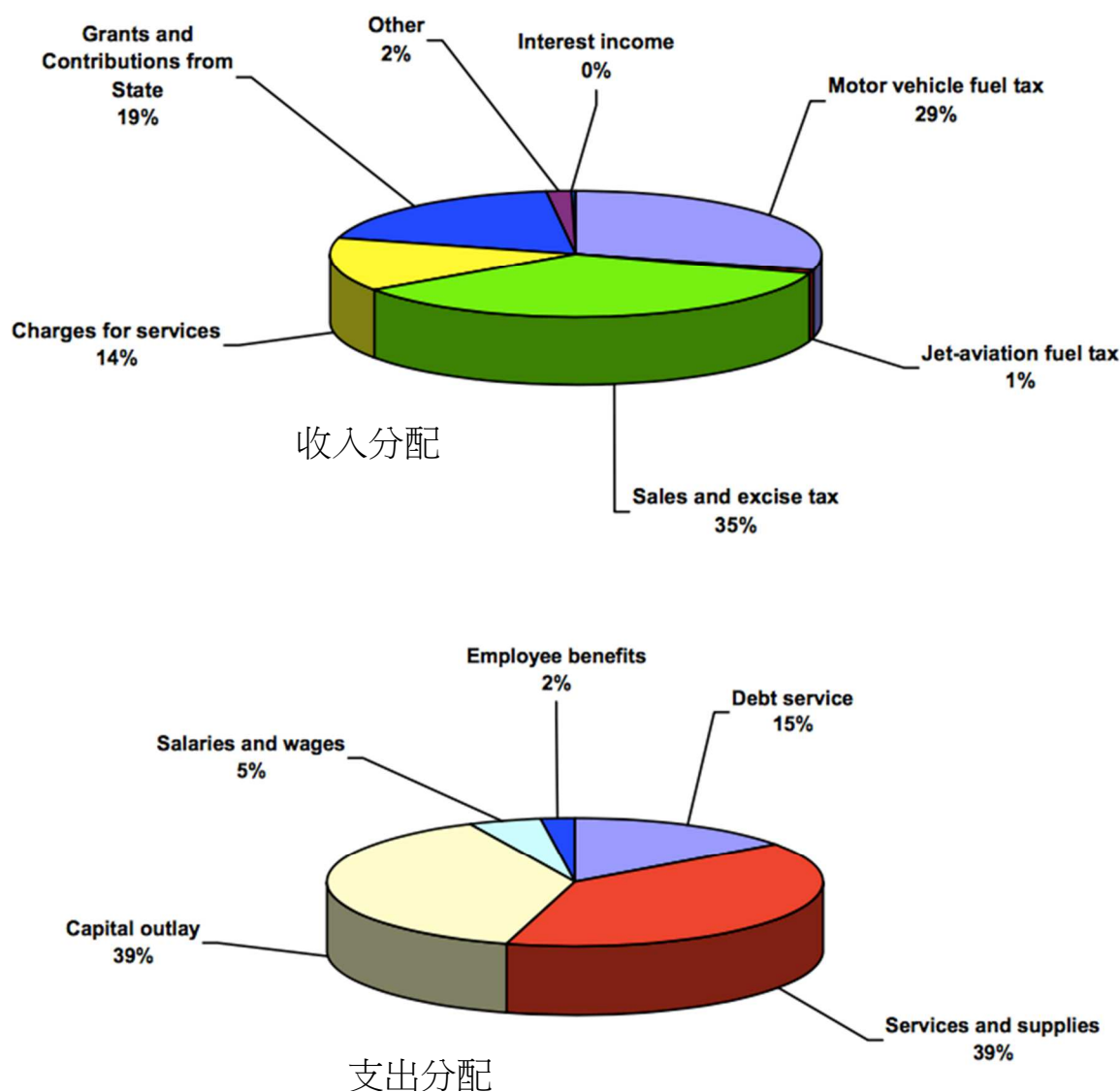


圖 34 區域運輸委員會收支佔比

區域運輸委員會(RTC)同時擁有拉斯維加斯都會區的公共運輸系統，所有的車輛、場站設施皆為區域運輸委員會所有，因此硬體的維修也由運

輸委員會負責，但服務工作，例如車輛駕駛、站務人員等，則外包給民營業者經營。拉斯維加斯大眾運輸服務已持續營運 25 年，目前營運 39 條公車路線，涵蓋 660 英里的道路，由 400 輛公車，連結 3408 個公車站點，公車車型除傳統巴士外，另採用雙層巴士與雙節巴士共同營運，如圖 35 所示，2016 年共乘載 6,400 萬旅次數，售出 21.8 萬張票證，另外提供公共自行車服務，目前建置 21 個租車站點、800 輛公共自行車，已提供 1.8 萬次騎乘，6 萬英里的騎乘距離。



圖 35 拉斯維加斯都會區巴士

這次的技術參訪活動中，交控中心也展示了區域運輸委員會現正進行的車聯網計畫，中心的交控系統與車輛製造商 Audi 合作，由路側設備提供交通資訊予車輛，車上電腦經過運算提供資訊予駕駛人，例如 Audi 於 2016 年 6 月以後出廠的 A4 與 Q7，其車用系統可計算現行車速下，到前方路口時是否會遭遇紅燈，或是遭遇紅燈時，紅燈剩餘時間(類似我國紅燈倒數顯示器的功能)，如圖 36 所示。



圖 36 Audi 車輛儀表板顯示紅燈倒數



## 2.4 道路設施考察

拉斯維加斯大道在賭場酒店集中的區段，無論平日還是假日，晚間或是日間，觀光客絡繹不絕，因此人行道上行人通行量非常大，穿越道路的需求也非常可觀，因此在這樣的路段上，每個路口都建有行人通行陸橋，每一座陸橋的出入口都設有電扶梯與無障礙電梯，不但分離行人與車流的衝突，讓已經非常擁塞的車輛免受行人干擾，行人也可享受輕鬆無障礙的通行環境，如圖 37 所示，且道路與人行道設有護欄阻隔，避免車輛臨停與保障行人安全。



圖 37 拉斯維加斯大道上的行人陸橋

拉斯維加斯大道上的行車號誌，布設如圖 38 所示，道路佈設單向 6 車道，同一行向可見設置 8 組行車號誌，其中 3 組掛設遠端車道上方，1 組掛設遠端右側號誌立桿上、1 掛設近端右側號誌立桿上、1 組左轉專用號誌掛設近端左轉車道上方、1 組左轉專用號誌掛設遠端左側號誌立桿上，1 組左轉專用號誌掛設遠端，其位置已接近對向左轉專用車道上方。

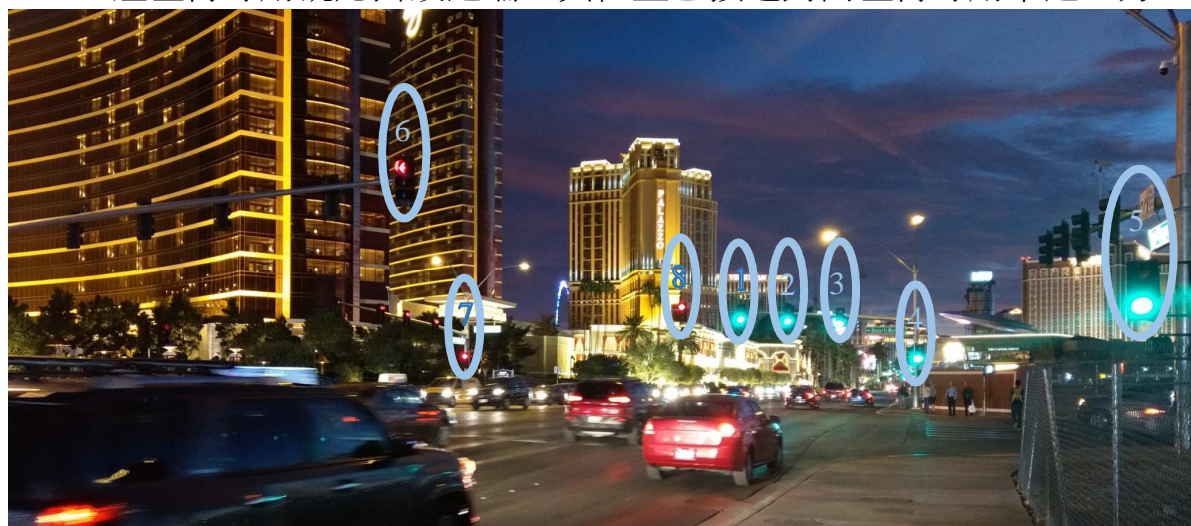


圖 38 拉斯維加斯大道上的號誌布設

路口車道佈設與號誌、標誌的配置，如圖 39 所示，同向的 3 個車道分別為左轉、直行、右轉車道，車道僅劃設左、右轉箭頭，遠方號誌設有車道標誌，號誌布設上則大致與前述布設方式相同。



圖 39 車道佈設與號誌、標誌之配置

道路即時路況可由路側資訊可變標誌直接顯示相關資訊供用路人參考，如圖 40 所示，該資訊可變標誌固定於半拖車上，看似可依需要變換設置位置。

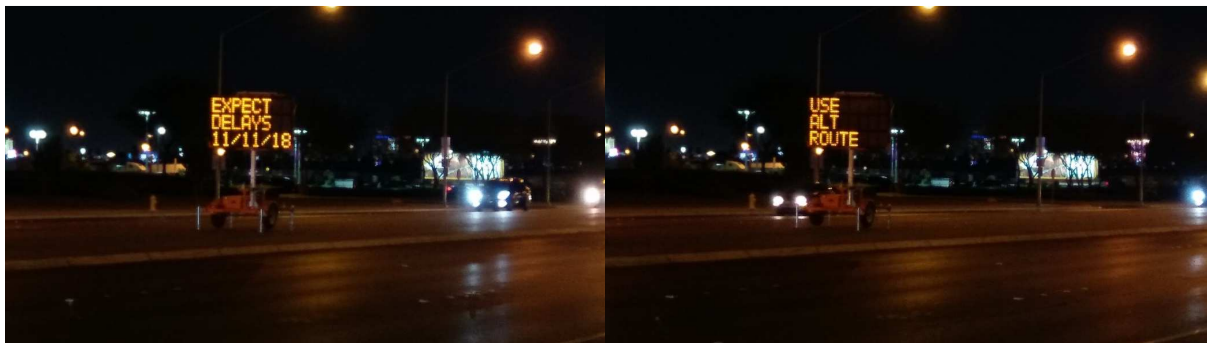


圖 40 資訊可變標誌



## 第三章 心得與建議

### 3.1 心得

世界各國皆致力於提升道路交通安全，藉由持續不斷的交通工程改善工作，消除道路可能的事故風險，傳統上就是辦理易肇事路段改善，藉由分析過去 1~3 年的事故資料，了解事故發生的原因，並研提改善策略，再進行工程改善，這種做法是基於「已發生的事故」，交通事故的發生具有稀少性與隨機性的特徵，已經發生的事故有時是因為人為因素造成，未必是道路設施的缺陷，也有時道路設施有缺陷，但未必發生大量事故，另一方面，由於交通量的調查需要投入資源辦理，未必每一個路段或路口都有交通量調查結果，所以事故資料的件數與死傷人數欠缺交通量作為母數，故容易遺漏交通量少、事故量也少、但事故量/交通量的比值高的地點。利用交通衝突技術，可以部分解決前述盲點，藉由觀察道路運作的車流、人流軌跡，找出近事故事件，只要觀察時間達數小時，即可累積觀察到大量的近事故事件，同時取得交通流量資料，可作為道路設施改善的基礎分析資料。

拜現今資訊科學發達之賜，上述的近事故事件與交通量觀察，可透過人工智慧的影像辨識與物件追蹤技術，自動化完成，可省去大量人工作業的成本，大大提升可應用性，會中也已有廠商開發相關技術與產品，只是對於國內特殊的汽機車混合車流交通狀況，可能在應用上有所限制。

世界各國多已導入安全管理系統於道路交通產業或部門，藉由運輸客運與物流業者導入安全管理系統，例如 ISO39001，強化與落實企業內部的安全管理，加強對駕駛、車輛、路線與管理組織的管理效能，提升其安全管理知識，落實組織、領導、規劃、支援、運行、績效評估與改善等步驟，建立計畫、執行、檢核、改善等管理架構，除可提升組織運作效率、減少事故成本支出，更可以增進企業形象，進一步提升整體道路安全。

交通管理一直存在許多介面整合問題，例如縣市交界的號誌控制、高速公路匝道儀控與平面道路路口控制的調和等，南內華達州區域運輸委員會(RTC)則整合州際公路、區域道路與市區道路，統籌建立交通控制中心並由單一事權管理單位進行控制，解除介面整合問題，其所開發使用的交控儀表板功能多樣，同時滿足交控專業人員與一般社會大眾的使用需求。另一方面，區域運輸委員會(RTC)更整合公共運輸系統，扮演公共運輸擁有者與策略制定者的角色，更能有利於制訂與執行整體運輸規劃策略。

### 3.2 建議

1. 出國計畫可以延伸本所研究人員視野，有利汲取國際經驗，同時與國際相關領域專家學者建立友誼，暢通溝通管道，對於研究方向的掌握較易與國際發展趨勢銜接，更有利國內交通安全的發展，因此建議應持續並擴大辦理。
2. 基於已發生的事故資料進行易肇事地點改善，雖能矯正部分道路設施缺失，但仍屬於事後補救作為，且容易有分析上的盲點，因此利用人工智慧對車流影像進行車流、人流的辨識，追蹤行進軌跡，進行衝突分析，並據以辦理路口設施改善，可彌補現行易肇事改善的盲點，並可能進一步達到事故預防的功效，建議應進行相關研究開發衝突分析工具。
3. 世界各國已導入安全管理系統(ISO39001)於車隊與運輸系統，對於運輸業者有控制事故成本與增加運作效率的優點，俟導入應用普及後，更能提升整體道路交通安全，我國在交通部運輸研究所的積極導入下，自 104 年起至 106 年止，共輔導首都客運、市府轉運站(統一開發)、統聯客運、中台灣客運及桃園客運 5 家業者通過 ISO 39001 驗證。另中興巴士集團 6 家客運業者則自行接受輔導建置，亦於 107 年 2 月通過驗證。依首都客運的導入經驗，導入前事故率 0.54 件/月百萬車公里，導入後劇減為 0.25 件/月百萬車公里，顯見導入安全管理系統的直接效益卓著，未來建議應予積極導入與推廣應用。

## 參考資料

1. 交通部運輸研究所，「混合車流路口道路與交通工程設計範例(2/4)」，民國 108 年。
2. IRF Globle 網站，<http://irf.globe>
3. Microtraffic 公司網站，<http://microtraffic.com>
4. Regional Transportation Commission of Southern Nevada 網站，<http://rtcnv.com>
5. 交通部運輸研究所，「道路交通安全管理(ISO39001)規範之評估及推廣」，民國 107 年。