

## 可變資訊標誌顯示內容對主線車流影響之案例分析

楊宗璟<sup>1</sup>、陳竹友<sup>2</sup>

### 摘要

高速公路的功能是否能維持在某一服務水準之上，關係著相當大量車潮的疏運，是一項值得注意的課題，本研究嘗試就國道1號的雙向系統交流道出口之前後，透過車輛感應線圈蒐集上游與下游的每5分鐘流量資料，分析3項事件發生之後，不同可變資訊標誌的顯示內容，如何影響車流離開主線以避開下游因事件所造成的壅塞；主要的結果發現，在主線下游流量變化的部份，北向受到可變資訊標誌顯示的影響比南下的大，而內容中顯示封閉兩個車道的影響也遠比內容中顯示未封閉車道的影響大，至於由主線流出量變化的部份，則以發生於星期六時所受到的影響最大，其次是星期五，影響最小的是星期三，而觀看可變資訊標誌的地點與事件地點之距離在5公里之內或在20公里以上者，也有較顯著的額外車流由主線湧出，最後有關下游與上游流量比率變化的部份，反而以南下較北上為大，據瞭解是南下的一般流量值較小的緣故。

### 壹、前言

近年來台灣地區經濟快速發展，公路建設的腳步亦緊追其後，隨著國道三號全線及十二條東西向快速公路的陸續通車後，全省以高、快速公路為主之交通路網型態已逐漸成形。但因小客車擁有率遠超過道路成長率，造成現有高、快速公路容量不敷使用，常態性及因施工、車禍、散落物、特勤等非常態性的壅塞頻繁，民眾常常因此增加大量運輸成本。同時因為國道一號及國道三號兩條主要垂直幹道行經路徑之不同，以致兩線分別有各自不同之尖峰時段。為充分利用路網之功能以分散不同時段之常態性壅塞以及減少因施工或事故等非常態性的壅塞對用路人之影響，提供用路人正確之交通資訊以疏導車流，對於減少旅行時間、節約能源消耗來減少環境污染等都應有所幫助。

故在啟用初期，經由行前交通宣導以及途中交通資訊傳遞不當，引導用路人利用替代道路或避開壅塞路段之可能後果，往往是將遵行之用路人帶入另一個嚴重的車潮中，以致對資訊之評效甚差，或懷疑甚至拒絕接受隨時更新之交通資訊。

<sup>1</sup>逢甲大學交管系副教授

<sup>2</sup>交通部國道高速公路局中區工程處副工程司

檢討其原因，無論是主線過度飽和、改變路線過度反應及替代路線過度集中三種狀況都會影響交通疏導之成效，故如何在路網上選擇適當的位置或決策點提供路徑導引資訊，將車流導引到適當的路線上是探討的重點。

近年來世界先進國家為求更有效率地利用現有道路資源，以改善交通擁擠的問題，乃積極發展先進旅行者資訊系統 (ATIS)，以便提供給用路人更舒適、安全的旅行服務，也可以減低用路人因旅程之不確定性所受的壓力。先進旅行者資訊系統 (Advanced Traveler Information System, ATIS) 為 ITS 之一子系統，係利用先進資訊、通訊等其他相關技術，以文字、圖形或聲音等方式，提供旅行者有效之交通資訊，以協助旅行者進行最佳化的旅運決策、旅次規劃，使運輸設施能夠被有效率的利用，達到避開交通壅塞和增進交通安全的目的。然而在提供這些有效之交通資訊後，應有多少比例或數量之車輛會選擇改變旅行路線，即實際選擇改變路線之車輛數量與期望值是否會有差異，亦即提供資訊之策略為何才能促使適當的車潮轉換到另一路線。

有鑑於此，如何控制預期中適當數量之車流改變行駛路線，而使現有路線減輕塞車壓力，但不致使替代路線湧入過量車流，乃為一重要的課題。至於可選擇的控制策略，包括途中交通資訊提供的方式、轉向點與最適轉向點前資訊提供的方式，例如可變資訊標誌的內容、顯示時間、顯示頻率、語氣等如何影響改變路線車輛之數目，即作為本研究之主要內容，希望能藉由改進資訊顯示策略而對減緩交通流量的集中趨勢有所助益。

本研究範圍為利用國道一號北上路段近台中系統交流道出口之前後編號：VD-011663-N 及 VD-011658-N 兩組環路線圈式車輛偵測器 (VD)，比較在平日、假日高速公路相關路段均無影響車流事件之情形下，主線車流繼續使用主線車道之比例。當下游路段發生壅塞時，每次啟動上游資訊顯示系統 (CMS) 後，觀察並比較在不同顯示內容、顯示不同地點之 CMS 及數量、CMS 顯示不同時間長度、顯示不同頻率及不同顯示語氣之情形下，兩組 VD 顯示各種不同車流量之變化，藉此尋找出當主線車道壅塞時疏導部分車流的最適方法。同時可藉由觀察國道四號上最接近的一只 VD-040102-W-M 及國道三號台中港系統交流道以北北上車道之 VD (編號：VD-031676-N-M)，在啟動 CMS 傳遞改道訊息一段平均車行所需時間後，其車流量及速率受影響之變化。由這些變化中找出何種改道策略可以使主線及替代路線之車速及流量達到均衡之理想目標。

## 貳、文獻回顧

在先進旅行者的資訊系統 (ATIS) 中，目前所提供的資訊來源有路況廣播服務的警察廣播電台交通網以及高速公路局各交控中心。至於在資訊發佈設施方面，在行前資訊部分主要有交通管理單位之路況語音報導專線 (如 168、1968 專線)、自動傳真回覆系統、路況廣播電台、路況查詢電腦、網際網路資訊服務等；在途中資訊方面則有路況廣播電台、可變資訊標誌 (CMS)、可變圖誌系統 (CGS)、電

話語音系統、WAP 手機上網等方式。就路徑導引策略而言適當佈設可變資訊標誌、可變圖誌系統，以提供用路人即時路徑資訊與導引，對用路人旅行時間之節省最為顯著。目前可變資訊標誌設置原則是設在道路分歧點上游前 219~919 公尺間，適當距離之決定尚應考慮道路之型態、車道數、行車速度。用於事件偵測路段或不良天候路段之可變資訊標誌，則應設置於上游 500~700 公尺處。資料來源主要為利用路上裝設之車輛偵測器 (VD)、風力偵測器 (WD)、雨量偵測器 (RD)、濃霧偵測器 (FD)、坍方偵測器 (LD)、橋樑下陷偵測器以及閉路電視攝影機 (CCTV) 等來蒐集資料，另以用路人通報、公路警察巡邏通報、道路維護人員巡路通報、特約拖吊車通報等資料為輔。

受限於設計規畫當時之交通管理理念以及建設經費之限制，車輛偵測器之設置在都會區約每 500 公尺設置一處，在郊區約每 1000 公尺設置一處；閉路電視攝影機在都會區約每 2 公里設置一處，郊區約每 3~5 公里設置一處，可變圖誌系統則在道路有轉換選擇之叉路前設置，至於天候等偵測器則視需要安裝在適當位置。

依照目前 VD 之佈設情形，應可快速偵測出道路中各車道之車速與流量，並以每一分鐘為單位將資料傳送至交控中心之中央電腦，經計算整理後以每五分鐘交通量作為交通資訊之基本資料，此一基本資料將應用在所有交通管制之目的上，可據此算出其他衍生的資料，例如某路段的平均速率、平均佔有率或平均流量。因此資料之正確性將關係著所有駕駛者看到事件反應計畫下 CMS 顯示之內容，影響交通控制的成敗；相對著 VD 校驗也就成為最基本且最優先的工作項目。

當偵測出道路中發生壅塞狀況，經 CCTV 確認後，倘若確認壅塞狀況無法在短期間內排除疏解時，啟動 CMS 將資訊傳達給用路人以警示用路人或視狀況提出改道建議，這些過程除了考慮主線路況外尚需考慮替代道路與聯絡道路的交通流量、行車速率、佔有率，以及目前主線與替代道路各種車流特性之差異。

回顧與資訊提供相關之文獻，對用路提供之資訊依照昭凌工程顧問股份有限公司(民國 92 年)【1】可分為行前資訊提供與途中資訊兩大部份。行前資訊提供有語音報導(168、1968)、自動傳真服務、路況廣播、路況查詢電腦、網際網路資訊服務等。周榮昌、翁美娟、陳志成等(民國 90 年 11 月)【2】指出有半數以上受訪者認為電台交通報導(radio traffic report,RTR)或可變標誌可提供與交通相關的資訊，因此會常聆聽電台交通報導或注意路段中的可變標誌，認為其多能提供可靠及正確的交通路況資訊。胡大瀛、魏慶地(民國 90 年 3 月)【3】認為描述性資訊可分為(1)歷史性資訊。(2)即時現況資訊。(3)預測性資訊。無論用在行前或途中都不脫此三種類型。途中資訊可分為 6 種；1.資訊可變標誌系統(CMS)。2.無線電廣播系統。3.數位無線電廣播系統。4.長距無線電通信系統。5.短距無線電通信系統。6.車輛導航系統。資訊可變標誌系又可分為資訊及圖誌可變標誌。至於在高速公路服務區內之路況查詢電腦亦可歸類於途中資訊。周榮昌、翁美娟、陳志成等(民國 90 年 11 月)【2】對旅運者而言電台交通報導或可變標誌可提供與交通相關的資訊是有用的且願意遵循而改變路線。進一步分析指出多數受訪者認為電台交通報導或

CMS 多能提供可靠及正確的交通路況資訊，故對旅運者而言是有用的，且旅運者願意遵行建議而改變路線。周榮昌等（89 年 12 月）【4】指出以往先進旅行者資訊系統之發展均著重於了解上、下午尖峰之通勤者旅運行為，對於非通勤旅次之研究則較為缺乏。因此旅運者對提供資訊之即時反應即無法真實獲得，為克服此一困難，敘述性偏好調查及類實驗設計等方式不失一可行方法。以行前規劃而言，旅行路線資訊以最佳路線及最短時間之旅行路線為最重要，途中資訊之需求與行前規劃所需大致相同。對途中公共服務設施位置資訊亦認有其必要，若能經由互動式方式取得希望之資訊，受訪者願意付費以取得資訊。Chatterjee 等人（December 1999）【5】指出可變資訊標誌內容至少包括即時的警告訊息及警告訊息的改善方法。在經由問卷調查方式所分析的結果顯示無論是路側或門架式牌面，僅有約 1/3 的人看到牌面上的訊息，僅有 1/15 的駕駛人進行改道。Emmerink 等人（1996）【6】認為不考慮理論，以實際行為分析電台交通報導或可變標誌對路徑選擇行為兩者是有關係的。新的發現中認為較長旅程的通勤者比較不受交通資訊之影響。分析結果顯示電台交通報導或可變標誌對路徑選擇行為之影響是非常相似的，同時經由電台交通報導之影響較可變標誌稍高。更有趣的結果是大量駕駛尤其是男性在公務旅途中時，願意付費以取得在交通工具上獲知動態交通資訊。Luoma 等人（2000）【7】認為在道路狀況不佳之情形下，可變資訊標誌提出警告後平均車速僅降低 1、2 公里，行車間距也僅有少量變化；大部份看到警告標誌的駕駛者中，會注意路況但不會改變駕駛行為。吳健生（民國 90 年）【8】對途中資訊設備 CMS 之設置原則提出 1. 應在出口匝道岔出點上游約 500~700 公尺。2. 事件偵測或天候不良路段上游 500~700 公尺。3. 平面道路與入口匝道交會口上游約 200 公尺。4. 隧道入口前 150~250 公尺。Dutta 等人（2004）【9】認為可變資訊標誌影響駕駛行為為取決於資訊之種類；勸告訊息或建議訊息，以及訊息顯示之期間。當訊息出現在相對而言很短的時間但在同一時段很明白的重複顯現，將使駕駛人很清楚的獲得效益。同時對於資訊可變標誌之內容及閱讀時間以每行 10 字以下，每字需要 0.5 秒之標準來設計資訊內容。魏慶地（民國 88 年）【10】認為交通資訊提供應包括：1. 點資訊：如事故、壅塞地點。2. 線資訊：如路段流量、平均速率、旅行時間等。3. 路徑資訊：如行駛之路徑及其旅行時間、距離。4. 決策資訊：如行進方向或替代路線等。此外過度飽和(Oversaturation)、過度反應(Overreact)及集中(Concentration)三種行為現象都會造成負面的衝擊。藍武王等人（民國 90 年）【11】認為主要路線及替代路線之行駛距離越長或替代路線的旅行時間與主要路線的旅行時間差異越大，則交通資訊的使用頻率越高。

回顧與資訊蒐集系統相關之文獻，目前高速公路上資料蒐集設施，依據昭凌工程顧問股份有限公司（民國 92 年）【1】主要為利用路上裝設之車輛偵測器（VD）、風力偵測器（WD）、雨量偵測器（RD）、濃霧偵測器（FD）、坍方偵測器（LD）、橋樑下陷偵測器以及閉路電視攝影機（CCTV）等來蒐集資料。除車輛偵測器（VD）及閉路電視攝影機（CCTV）等可用來蒐集交通資訊外，其餘設備則用於天候資料。其中車

輛偵測器之型式可分為環路線圈、超音波、聲納、磁力、微波、影像、紅外線等，安裝之數量最多，因此必須慎重考慮經濟性與可靠性。依照高速公路中區交通控制系統施工規模，目前中區大部份採用環路線圈式車輛偵測器，很少一部份採用紅外線、微波混合式的車輛偵測器。周榮昌等(89年12月)【4】指出以往先進旅行者資訊系統之發展均著重於了解上、下午尖峰之通勤者旅運行為，對於非通勤旅次之研究則較為缺乏。通勤旅次為對運輸系統相當熟悉的重覆性旅次。反之非通勤旅次則否，故探討不同即時資訊策略之提供對非通勤旅次之相關決策之影響即顯得重要且必須。由於 ATIS 技術未全然成熟，因此旅運者對提供資訊之即時反應即無法真實獲得，為克服此一困難，敘述性偏好調查及類實驗設計等方式不失一可行方法。以行前規劃而言，旅行路線資訊以最佳路線及最短時間之旅行路線為最重要，途中資訊之需求與行前規劃所需大致相同。對途中公共服務設施位置資訊亦認有其必要，若能經由互動式方式取得希望之資訊，受訪者願意付費取得。Messmer 等人(1998)【12】建立在一個簡單自動控制的交通控制策略方面，順向控制及訊息資料回饋是限制使用者最理想的方式，對使用者而言提供預測旅行時間及長距離旅程的延誤時間應是傳遞訊息之要項。模擬學習也證明這種控制計算及控制策略是可能經由改進而達成的

回顧與路徑導引相關之研究文獻，周榮昌、翁美娟、陳志成等(民國 90 年 11 月)【2】路線移轉偏好會隨著所提供資訊之增加而遞增，當提供資訊為質的訊息時，道路移轉的比率相當低，但當提供之資訊為量化指示訊息時，因為量化指示資訊隱含著替代路線是最佳的選擇，會令大部份駕駛人傾向移轉。因此若即時資訊所提供的替代路線資訊是詳細路網的描述或是量的資訊而非質的資訊，將會有效影響旅運者路線移轉決策。當提供充分的指示資訊時 96% 會傾向移轉，反之當 RTR 或 CMS 僅顯示交通壅塞，而不能給予額外交通資訊，則旅運者將因無法獲得替代路線資訊，而抑制路線移轉的意願，移轉率約 24%。胡守任、王中允、鄭正元等(民國 91 年 12 月)【13】文中指出就公路網整體的角度來看，瓶頸路段的發生則可視為路網上流量分配過程中，道路交通供需關係的不協調，因此若能以整體路網為分析對象，應用相關交通量指派模型進行路網均衡指派分析，則對於路網整體交通瓶頸的預測與對應之疏導策略的研擬，應可獲致有效的結果。在平行的高、快速公路系統上，藉由適當的路徑導引資訊的提供，將可協助用路人進行有效的旅運選擇，避免交通擁擠，節省旅行時間，進而疏導瓶頸路段車流，增進整體運輸效能。國內針對路徑導引相關的研究，多著重在不同導引控制模式的探討，抑或導引控制策略的評估，多數未探討路網轉向點的問題。熊慧音(民國 88 年)【14】由眾多交通管理方法中，選擇以轉向控制作為交通控制之手段，提出高速公路路網行車導引之系統架構與控制模式。傳統上車輛路徑導引系統大多指透過車內導航系統提供用路人路網即時資訊，即輔助用路人正確路徑選擇決策的「個別路徑導引系統」〈Local Route Guidance System,LRGS〉，惟就交通管理者的角度而言，在低成本及短期間發揮路徑導引成效的要求下，「集體路徑導引系統」〈Global Route

Guidance System,GRGS) 是一種很好的做法。祁天健(民國 88 年)【15】提出一套集體式行車導引系統，透過提供適當的路況顯示及行車導引設施以及有效的導引控制策略，達到均衡路網交通量與節省用路人旅行時間等目標。所謂集體路徑導引系統係利用可變資訊標誌或公路路況廣播來引導用路人行駛最佳路徑，避開擁擠路段，使整個路網之容量得到充分而均衡的利用。然而，在集體式車輛路徑導引系統之下，何時、何地應提供用路人適當的路網交通資訊，以利用路人進行路徑轉移或交通管理單位進行路網轉向控制，目前國道高速公路各交流道前多已設置 CMS，當路網上發生交通壅塞的情形時，如何在路網上選擇適當的位置或決策點提供路徑導引資訊，將車流導引到適當的路線上，將為研究探討之重點。巫哲緯、呂英瑞(88 年 12 月)【16】高速公路基本路段容量分析方法模式以運研所委託林豐博(86 年)【17】所建立的模式在實際運用上最為方便，其模式導入自由流速率對容量影響的觀念，如此可反應不同速限對公路容量之影響。美國 1997 年版公路容量手冊的模式也將自由流速率列為評估容量的重要依據，並且將以往車道寬，路邊障礙物距離等影響容量因子改為調整自由流速率的調整因子。藉由比較林豐博模式和美國 1997 公路容量手冊模式的差異，再佐以中山高速公路北部路段各偵測器收集的資料，經分析結果發現車道寬、路邊障礙物距離對自由流速率有明顯之影響。在以不同評估指標比較服務水準，容量比(V/C)、旅行速率(S)、密度(D)、自由流速率(S)，這些評估指標所顯示之服務水準各不相同，但可看出車道寬度影響車流量之情形。所謂自由流速率為車流率不超過 1200pcphpl，駕駛人不會覺得行車有受到限制的感覺，此時平均速率等於自由流速率。Wardman 等人(1997)【18】替代道路之選擇受前方交通狀況資訊強烈之影響，延誤時間長短和地區環路以及正常狀況下相對旅行時間及提供網路知識均有所關係。顯而易見的車陣及延誤是很容易察覺的，但駕駛人變得更為敏感而在意的方面應在延誤時間，在目前正不斷增加的程度。卓訓榮、黃銘崇(91 年 12 月)【19】藉由提供交通資訊幫助用路人進行相關旅運決策，進而影響路網流量，這些都是智慧型運輸系統預期之功效。經由預估旅行時間之提供將先進旅行者資訊系統介紹給用路人並影響其旅運決策，使用路網流量變化模式下「每日〈Day-to-day or Inter-day〉變化模式」以私人通勤旅次旅行者每日旅運經驗與先進旅行者資訊系統所預估旅行時間比較兩者之差異，藉由每日之經驗以決定次日旅運決策是否變更。但是對於「即時〈Time-of-day or Intra-day〉變化模式」並未進行研究，雖然輔以高速通訊傳輸技術後可應用於交通控制即時評估及預測分析，這些在目前應是可行方向。卓訓榮等人(90 年 2 月)【20】及何志宏等人(82 年)【21】對高速公路智慧化方面也都有不同程度之認同觀點。

### 參、 研究架構

本研究架構由問題、原因、辦法與目標等循序分析與探討，最後依據高速公路交通管理規畫之標準，達到高速公路上每 5 分鐘平均車速 70 公里以上或國一、國三兩線每 5 分鐘平均車速差異小於 10 公里之預期標準。

依照目前交通狀況，國道一號以連接都會地，區域運輸為主。平日交通尖峰多發生在上、下班時段；國道三號較靠近休閒風景區，尖峰時刻多發生在與旅遊有關之往返時段中二者明顯有別，同時在中、長途旅程看來，國道三號路程較長。因此本研究主要探討如何蒐集交通資訊、傳遞路況訊息、引導用路人使用不同之旅行路線以達到適宜疏導車流之目標。首先由蒐集交通資訊著手，其次提出取得正確交通資料之方法，接著經由計算分析在高速公路上各種不同狀況時，用路人對於資訊顯示系統所傳遞之不同訊息中，所產生改變旅行路徑行為之因果關係。當條件許可時將進一步，同時評估駕駛人在取得途中交通資訊並做出路徑變更行為時，是否會產生過度飽和、過度反應及集中三種狀況，以驗證並改善資訊顯示策略。

在蒐集基本資料方面，利用國道一號台中系統交流道北上編號 VD-011663-N 及 VD-011658-N 及南下側編號：VD-011648-S 及 VD-011657-S 共四組環路線圈式車輛偵測器 (VD)，連續蒐集 1 個月 24 小時的 5 分鐘交通量。再將蒐集到的資料剔除不完整及異常資料後作為基礎資料。以及國道四號 VD-040102-W-M、國道三號台中港系統交流道以北北上車道之 VD (編號：VD-031676-N-M) 資料作為比較參考資料，以驗證當路上發生事故產生壅塞時，資訊顯示策略所傳遞之訊息是否能如預期般導引車流行走於規劃的替代道路上。在作為觀測點的兩組 VD 分別選擇位於台中系統交流道南、北出口上、下游相鄰之兩只 VD，著眼在距離最近、時間誤差最少，同時僅有一個出口而無入口的理想位置。理論上，預期引導出之車流大部份都會經過國道四號這只 VD，因此可用來作為驗證使用。

在交控中心因可利用各種偵測設備或訊息來源蒐集壅塞資料，當在不同壅塞程度、不同事故嚴重程度時，可以有各種不同交通策略來對應。以壅塞程度來說，事故地點上游行車速率維持在 80KM、50KM、30KM 亦或已定點不動了。壅塞長度有多長？500 公尺、1 公里、2 公里還是 10 公里。嚴重程度到底是全線封閉、僅剩路肩可緩慢通過、封閉一個車道亦或封閉路肩。這些不同程度之交通問題可用不同的交通策略來因應。可以顯示壅塞發生之訊息，告訴用路人何處車多；可以告訴用路人壅塞長度及車速多少；可以告訴用路人壅塞長度及預計延誤多少時間，甚至建議改變旅途改走替代道路；最終尚可通知用路人道路封閉。顯示訊息之策略可以在事故前一個交流道顯示或前兩個交流道顯示，甚至三個或更遠處都顯示，讓更多人更早獲得訊息。顯示訊息時可以持續顯示，讓所有經過 CMS 之用路人都有機會獲得資訊，或是間隔傳送訊息，讓部份人員獲得訊息。目前 CMS 設置地點均已固定，顯示內容及顯示語氣，對事件之描述則有較大程度的差異。這些不同的交通顯示策略對主線車流量將有不同程度之影響，蒐集這些不同因果關係之結果再用相關觀測點 VD 流量比例之變化，離開主線車流量數量、續留主線車流量比率之變化，由替代道路上車流量與道路設計容量之差異所計算出的剩餘容量，找出既能分散部份主線車流又能在不影響替代道路服務水準之情形下提昇主線行車速率，平衡道路容量及行車速率之最佳交通策略方案。圖 3-1 及圖 3-2 為國道一號

台中系統交流道及國道三號中港系統交流道示意圖。

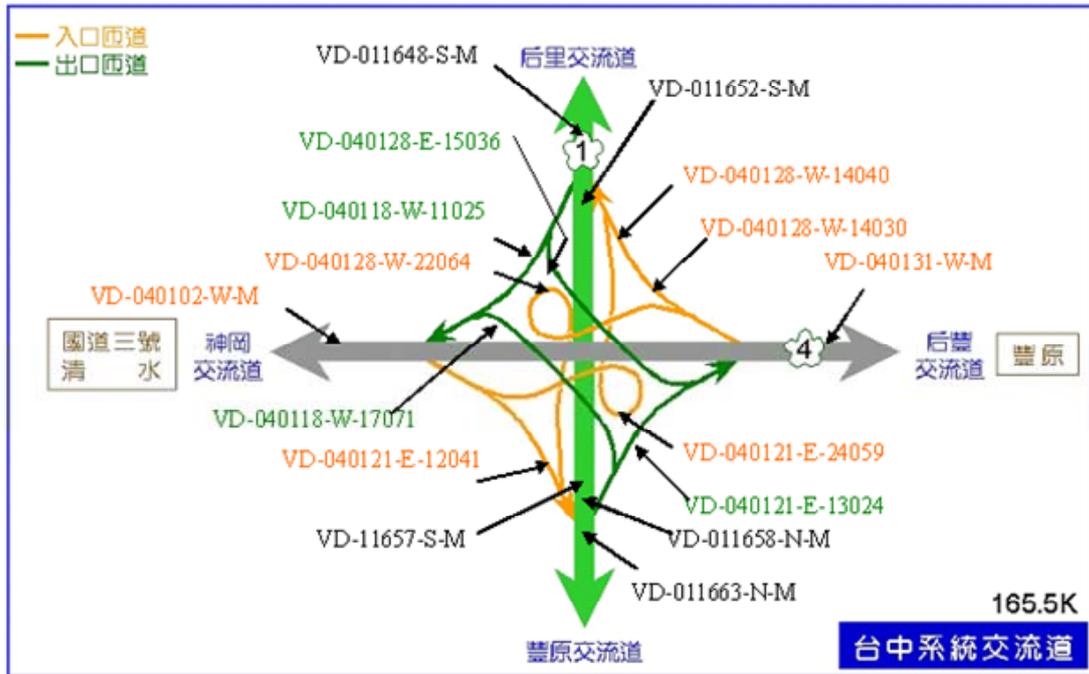


圖 3-1 國道一號台中系統交流道示意圖

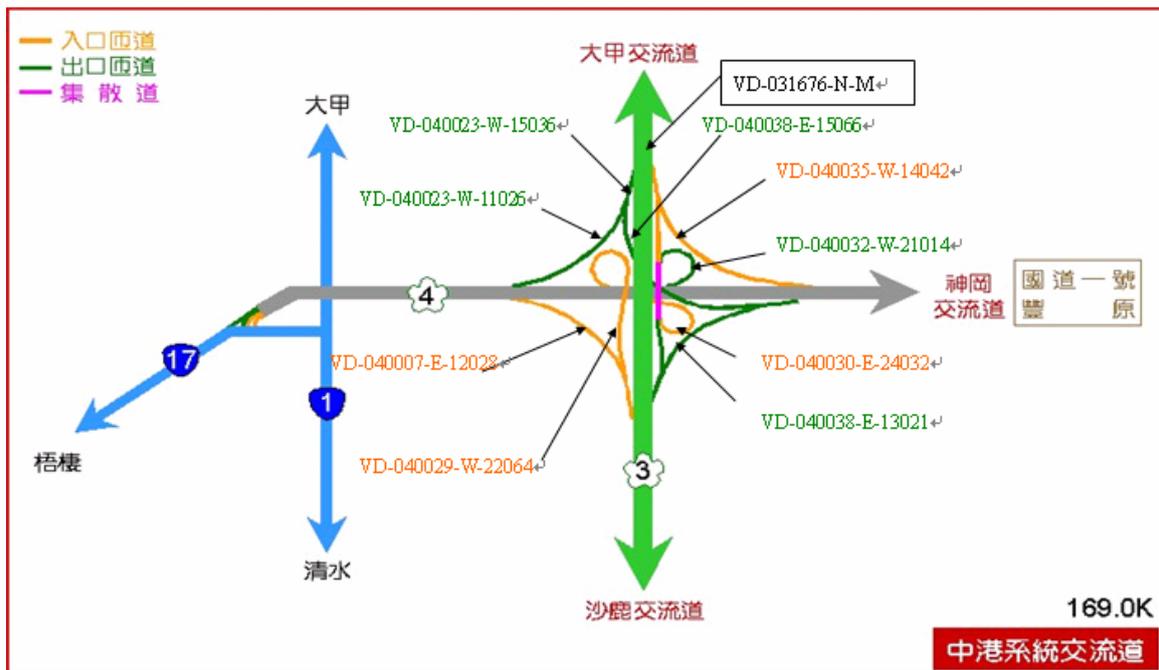


圖 3-2 國道三號中港系統交流道示意圖

#### 肆、實證分析

#### 4.1 基礎資料之建立方式與說明

在比較事件資料之前，應先建立作為比較資料對象之基礎資料，這些基礎資料建立過程及其正確性將影響未來比對結果，因此明瞭建立的方式是首先要知道的。

##### 4.1.1 基礎資料的建立方式

為建立有用之基礎資料，利用台中系統交流道北上出口匝道前編號：VD-011663-N-M、出口後編號：VD-011658-N-M；南下出口匝道前編號：VD-011648-S-M、出口後編號：VD-011657-S-M 等四組環路線圈式車輛偵測器進行資料蒐集。首先蒐集北上側 95 年 9 月 16 日至 10 月 15 日 1 整月，每天 15 分鐘之小型車、大型車、聯結車三種車型車流量轉換成 pcu 後，按照一星期七天不同日子交通型態，利用單因子變異數分析(ANOVA)來找出每個星期中相同日數之全天車流量是否有顯著的差異，換言之哪些日數交通量很接近，可以作為當日型態歷史交通量的代表，同時作為交通量比較之基礎。

以出口後編號：VD-011658-N-M 這只 VD 星期六這天為例，在蒐集到 1 個月的資料中，10 月 7 日這天屬於為中秋節連續假期中的日子，交通量當然有別，因此剔除後用其他 4 天每 15 分鐘為一比資料之方式進行單因子變異數分析(ANOVA)，目的在明瞭各天之資料是否有顯著差異，經分析結果，其  $P = 0.648 > 0.05$  差異不顯著，因此可認為星期六任一天均可作為 VD-011658-N-M 此一偵測點，比較用歷史基礎資料。

同樣 VD-011663-N-M 這點利用同樣方式分析後，其分析結果  $p = 0.730 > 0.05$  差異不顯著，因此同樣可認為星期六任一天都能作為代表，作為歷史比較基礎資料。

南下側利用 VD-011657-S-M 及 VD-011648-S-M 蒐集到 96 年 2 月 1 日至 2 月 28 日之全天 24 小時 15 分鐘交通量，若將其中包含有春節連續假期之交通量排除在外。則其分析結果  $P = 0.494 > 0.05$  差異不顯著及  $P = 0.556 > 0.05$  差異不顯著。因此可利用其中任一天之資料作為歷史基礎資料。但實際上無論北上或南下之基礎資料還是有些許差異，為慎重計使用時將各點資料平均後再作為歷史基礎資料使用。

##### 4.1.2 流量資料之建立說明

將篩選過可作為歷史基礎的資料中，以星期六為例將該天 VD-011658-N-M 及 VD-011663-N-M 兩點車流量加以比較，比較經過台中系統交流道北上出口後有多少車輛在無任何事故影響時，經過主線上游及繼續留在主線之數量。歷史星期六上、下游車流量分布情形，其中任一時間兩點之差即為流出主線之車流量。其中 VD-011658-N-M 位於 3 車道路段，依照交通部頒布道路容量手冊推算，以 3 車道容量每小時 6500pcu 為標準計算。

建立 V/C 比關係之目的在於了解在當時道路容量與流量之關係，可作為判斷道路是否尚有剩餘容量，更進一步可作為分析車流動向之參考。

可注意 VD-011663-N-M 點星期六流量與道路容量之關係，因 VD-011663-N-M 為在 4 車道路段，容量以每小時 8500pcu 為標準。在星期六無事故時台中系統交流道出口前 V/C 比最大約到 0.65，出口後 V/C 比最大也不到 0.5，再由車流量差異發現每 15 分鐘車流量最多約可相差到 500pcu，及星期六每 15 分鐘留率相互比較顯示台中系統交流道在分散車流方面有著相當程度的重要地位。

無論任何狀況會影響主線車流量的結果，都會經由出口前、後車流量的變化，流出主線車流量以及留在主線車留率來顯示。當道路容量趨近或小於流量時會對主線車流量產生另一種影響，因此道路是否尚有剩餘容量，必須先行檢討。

經由上述分析後及重複星期日至星期五基礎資料之建立後，對於未來事件對主線車流之影響已有一完整對應之基礎資料。

#### 4.2 事故資料之建立

事故資料以蒐集高速公路局中區工程處交控中心事件反應計畫執行時所蒐集的資料為主。當事件反應計畫確認執行後，蒐集相關影響區域內 VD-011658-N-M 及 VD-011663-N-M 兩點之資料進行分析，並與相當流量或日期之同時間歷史資料進行比對，其建立原則如下：

- 一、事件發生地點位於國道一號北上 N-150K 至 N-160K 間為原則；若事件發生地點距觀察點太遠，因距離遙遠變數較多恐影響觀測結果，故暫以近距離可立即顯示結果之事故作為觀測樣本。
- 二、南下側因已接近大台中都會區，利用高速公路作為地區運輸之交通量明顯增加，因此觀測點可觀測較長之範圍。
- 三、事故發生後或事件反應計畫偵測到後，經人工確認並執行反應計畫，以在上游 CMS 顯示相關事件訊息之事件始能作為觀測樣本。
- 四、事件產生至結束時間應至少應有 30 分鐘以上，否則時間太短難以看出影響。
- 五、事件發生地點以及造成影響區域應在主線車道上，若發生或影響區域僅至匝道或地方道路，則不具觀測意義。

另北上側觀測點 VD-011658-N-M 及 VD-011663-N-M 兩點相距 500 公尺，以高速公路上限速每小時 100 公里之標準，同時以 15 分鐘為一單位之測試基礎而言 500 公尺，十餘秒之時間間隔應可忽略，因此假定此兩偵測點所蒐集之資料是相同時間點的。南下側兩只 VD 相距 900 公尺，也同樣假設資料是相同時間點的。

由以上基本資料建立過程中可歸納數項結論：

- 一、在除去連續假日交通量變化太大且不規律之情形後，以 5 分鐘交通量作為

分析基礎而言，每星期中有若干天之交通量是無太大差異的。但也有部份天差異是顯著的，在改用 15 分鐘交通作為分析基礎後，則所有差異都不顯著。

- 二、以每小時交通量作為分析基礎，則因時間太長，車流數量太大，對於車流量分配的細微變化難以察覺，同樣不宜作為分析基礎。
- 三、因此歸納以使用 15 分鐘為分析基礎，可保留適當之精密性又不會因資料太大難以分析差異，屬適當之選擇。
- 四、將連續假日特殊交通量情形排除後，每周內同一天交通量之變異數 P-值均遠大於 0.05，可以將不同週別任一天的資料作為比較基礎，唯為慎重計以不同週別同一天資料平均值作為比較基準數據。
- 五、連續假日 15 分鐘單因子變異數分析結果顯示差異是顯著的，顯示交通量變化太大無法由其中取得具代表性之資料。

本研究案目的在研究可變資訊標誌顯示策略對主線車流影響之分析，因此在當事件反應計劃產生並執行後，除對於事件之種類、發生地點、影響程度、CMS 顯示數量、使用語氣等屬於策略方面的資料必須詳加記錄外，對於事件相關資料方面，應將事件發生期間歷史上相同時間點之資料找出並進行歷史時段下游(簡稱 A 點)及上游(簡稱 B 點)之交通量進行比較以明白在歷史基礎時流量、流出量及留率之狀況，以作為比較之參考基礎。其次對於事件期間上、下游之流量分別與歷史流量資料進行比較，用以瞭解事件期間之流量與歷史流量之差異並對上、下游流量進行成對母體平均數差異檢定，以檢定事件期間與歷史資料是否有顯著差異。其次再將事件期間流量與道路容量 V/C 比畫出以確定道路容量是否足夠？是否會影響駕駛行為？再將流出主線之流量與歷史流出量進行比較同時進行檢定，同樣對留在主線之留率也進行比較和檢定。經過觀測點事件及歷史資料之比較、檢定後，對於所獲得的流量、流出量及留率資料即可作為分析、比較之資料。實際上，上、下游流量差即為流出之車流量，再增加留率之目的是希望減少上、下流量之變化對流出量判斷之影響。這些流量差理論上應為受到事件反應顯示策略影響之具體結果。理論上若無外界事件之干擾，流出主線之車流量以一穩定之比率流出，當受到外界影響時此一歷史上找到的穩定留率遭到干擾，即可斷定是受到影響，此時再參考主線流量變化、流出數量變化，大致可了解事件影響之程度。

#### 4.3 案例說明

##### 4.3.1 案例一

時間：96 年 2 月 16 日星期五 12：00 至 13：00

地點：國道一號北上 156K 附近

事件種類：事故

狀況：內側 2 車道阻斷

觀測點：VD-1658-N-M 簡稱 A 點

VD-1663-N-M 簡稱 B 點

反應計畫 CMS 顯示內容：

CMS-011666-N-M 156.0K 事故阻斷 2 車道

結果：

- 一、事故期間 1 小時內共有 3775 輛車經過 B 點，其中共同 2084 輛車繼續留在主線上，繼續使用之比率無論用 15 分鐘或 5 分鐘為基礎所做單因子變異數分析，均認為無顯著差異。
- 二、事故發生在春節連續假期的前一天，雖然連假尚未開始，但交通量已較歷史時段為大。
- 三、事故發生地點距觀測點 10 公里，事故造成內側 2 車道封閉，但因道路容量仍大於所需容量，因此並未造成顯而易見之嚴重壅塞。
- 四、CMS 提供之訊息僅屬一般訊息，對離開主線之比率並不明顯但離開之數量則有顯著的差異。
- 五、事故期間除留率不顯著外其餘上、下游流量與流出主線車流量，經成對母體平均數差異檢定認為差異是顯著的。再由上、下游及流出量平均數與歷史量差來比較，顯示上游增加之流量中有一半是流出主線，數量並不大但比率較大，因而流出主線車流量增加可能是因事件反應計畫下 CMS 顯示策略對用路人產生之影響，至於交通量增大是隨機影響或其他原因尚待研究。

#### 4.3.2 案例二

時間：96 年 2 月 20 日星期二 9:00-11:30

地點：國道一號北上 163K+460

事件：壅塞

觀測點：VD-1658-N-M 簡稱 A 點

VD-1663-N-M 簡稱 B 點

反應計畫 CMS 顯示內容：

CMS-011666-N-M 前方壅塞長度 2 公里

CMS-011691-N-M 165.4K 壅塞 2 公里

結果：

- 一、事件期間由 9:00~10:50 共有 10939 輛車經過 B 點，其中 7725 輛車續留在主線。
- 二、事件期間流出車流量與歷史流量比較並無明顯差異。
- 三、事件地點距觀測點 2 公里，事故發生時道路容量尚未飽和。
- 四、事件發生在春節連續假期中間，是否預期交通量增加會產生壅塞之心理影響用路人對警告訊息之反應，此點尚待研究。

五、事件反應計畫顯示壅塞程度並不十分嚴重，提供之警告訊息範圍也不大，在觀測點附近幾無影響。

六、事件分析資料中顯示除留率有顯著性影響且較歷史留率大外其餘均無顯示影響，因此可假定事件產生及 CMS 顯示策略之結果對用路人並無太大影響。

#### 4.3.3 案例三

時間：96 年 1 月 25 日星期四 9:00-16:00

地點：國道一號南下 172K~179K

事件：中內側車道施工

觀測點：VD-1657-S-M 簡稱 A 點

VD-1648-S-M 簡稱 B 點

反應計畫 CMS 顯示內容：

CMS-011635-S-M 172~179K 中內施工開放外側路肩

結果：

一、1 月 25 日道路施工持續 7 小時，雖然封閉中、內車道但開放外側路肩供車輛行駛，對道路容量減少有限。

二、當日交通量並未到達或趨近飽和，在有剩餘容量之情形下並未有明顯之改道行為。

三、主線下游流量及留率與歷史資料相比有顯著差異，但離開主線車流量則無明顯差異。

四、CMS 僅通知施工訊息，雖然在期中有短暫短程壅塞訊息，但沒有任何嚴重訊息，對用路人影響輕微。

五、在留率降低之情形下，流出主線車流量應該會增加。事件資料分析結果顯示，上、下游之交通量都有顯著減少之情形下，理論上流出量應相對減少，但流出量並無顯著影響，換言之該減少卻未減少就是流出有增加，因此可假定流出量可能是受到事件顯示資訊之影響。

### 伍、 結論與建議

本研究為利用高速公路上新設置之設備，蒐集相關交通資訊探討資訊可變標誌顯示策略對主線車流影響之分析。為求研究結果之一致性，並作如下假說：

- 一、所有資訊蒐集設備均有一穩定之品質與精密度。
- 二、資訊傳輸系統、中央電腦均在穩定的狀況下工作。
- 三、各項演算軟體均能在預期規劃的條件下工作。
- 四、所有資料都是未經人為修改的原始資料。

本文因受限於篇幅，跨案例的統計模式分析結果暫不納入，僅將部份重要發現篩選後置於摘要中。

## 5.1 結論

本文發展依照高速公路設計、規劃原則，經蒐集高速公路上預設觀測點實際交通資料後進行統計分析，並參考國內、外文獻資料經初步資料分析後獲得部份結論分述如下：

- 一、歷史資料之蒐集對事件發生之影響分析具有重要之影響，對不同事件如事故、壅塞、施工等各種不同事件基本資料則是愈詳盡愈好。
- 二、以本研究之案例分析，當道路流量不高時，用路人選擇繼續前進的情形較為常見，因此均未在觀測點附近發生壅塞。
- 三、用路人對 CMS 顯示之訊息反應結果，不如預期，但與國外文獻所做調查結果相仿。於發生事故時會實際改變旅行路徑之使用人約僅佔使用人的 1% 左右，顯然對 CMS 顯示內容之權威性尚待建立。
- 四、CMS 顯示策略對主線車流之影響推估應是有所影響的，但流出量相對偏低之情形下即使在事件發生期間流出量增加 5 成，對整體路網之貢獻仍然有限。
- 五、事件發生地點與觀測點距離初步分析是有影響的，分析資料數目太少致結果並不明顯，應可繼續進行研究。

## 5.2 建議

- 一、中區交控中心設備目前正在建置階段，對於 VD 所蒐集的資料初步檢測正確性尚無問題，但經傳遞、運算加總後資料易漏失造成正確性降低，應注意檢核確定原因並改善以提昇資料在運算使用中之精密度。
- 二、事件產生後基本資料建立不夠周詳，對於以後資料之應用將受到影響應設法改善。
- 三、資訊顯示設備 CMS 使用詞句建議使用確實語意用語，避免使用定義不明之用詞，畢竟車多與壅塞之定義用路人難以澈底了解，若直接指出速度範圍會讓用路人更容易了解。
- 四、連續假日、特殊民俗假日欠缺歷史資料比對，應建立長期蒐集機制完成連續假日、特殊民俗假日等基本資料之建立。
- 五、CMS 顯示時間無法自動設定、替代及更新，不利顯示內容之規劃設計與執行，應由中央電腦軟體架構中增設相關功能。
- 六、中區交通控制系統工程即將完工，南區交通控制系統、國道 6 號以及東西向快速公路交通控制系統均將於 97 年底完工，屆時交通控制系統網路上將有大量資料可作為研究分析使用，對於資料正確性之規範應儘早研擬以提昇系統之可靠性及正確性。
- 七、本研究計畫中未將速度列入影響因子，因此在事件發生期間交通反較歷史期間為大之現象難以解釋，雖然引用 V/C 比偏低之情形假設結果予以說明，期望以後有類似研究時能加上速度、密度、占量等因素更詳細解釋原

因。

八、因時間及事件資料之影響，本研究計畫原擬進行流出量及流往目的之佐證檢視，均因未能遇到相當可用事故之機會以致未能進行，同時也因歷史資料之不足影響計畫之進行，建議相關單位可先行開始建立詳細歷史檔案以便未來分析使用。

### 參考文獻

1. 昭凌工程顧問股份有限公司，「高快速公路路徑導引控制策略及系統設計準則研究」，國道高速公路局委託研究案，民國 92 年 5 月。
2. 周榮昌、翁美娟、陳志成，「即時交通資訊對高速公路使用者路線移轉之影響」，中華民國運輸學會第 16 屆論文研討會論文集，民國 90 年 11 月，89-101 頁。
3. 胡大瀛、魏慶地，「行前路徑選擇行為對路網車流影響之評估」，運輸學刊第 13 卷第 1 期，民國 90 年 3 月，26-48 頁。
4. 周榮昌、何慧珍、郭仲偉、湯詠旭，「即時資訊對非通勤族次決策行為之影響」，中華民國運輸學會第 15 屆論文研討會論文集，民國 89 年 12 月，1-10 頁。
5. Chatterjee, K., Hounsell, N.B., Firmin, P.E., Bonsall, P.W., "Driver response to variable message sign information in London", Transportation Research Part C 10(2002)149-169, 1999.
6. Emmerink, R. H.M., Nijkamp, P., Rietveld, P., Ommeren, Jos N. Van., "Variable message signs and radio traffic information: An integrated empirical analysis of drivers' route choice behaviour", Transportation Research Part A. Vol.30, No.2, pp135-153, 1996.
7. Luoma, J., Rama, P., Penttinen, M., Anttila, V., "Effects of variable message signs for slippery road conditions on reported driver behaviour" Transportation Research Part F 3 75-84, 2000.
8. 吳健生等，「快速道路智慧化—先進交通管理及資訊系統規劃、設計與設置準則」期末報告初稿，交通部運輸研究所委託研究案，國立中央大學土木工程學系執行，民國 90 年 6 月。
9. Dutta, A., Fisher, D.L., Noyce, D. A., "Use of a driving simulator to evaluate and optimize factors affecting understandability of variable message signs" Transportation Research Part F. 209-227, 2004.
10. 魏慶地，「行前交通資訊逐日動態模擬之研究」，國立台灣大學土木工程研究所博士論文，民國 88 年。
11. 藍武王等，「不同交通資訊來源對城際通勤者路線選擇行為之影響」，中華民國第 6 屆運輸網路研討會，民國 90 年。
12. Messmer, A., Papageorgiou, M., Mackenzie, N., "Automatic control of variable message signs in the interurban Scottish highway network" Transportation Research Part C 6 173-187, 1998.

13. 胡守任、王中允、鄭正元，「高快速公路路網導引轉向設置點選擇原則之研究」，中華民國運輸學會第 17 屆論文研討會論文集，民國 91 年 12 月，185-194 頁。
14. 熊慧音，「高速公路路網行車導引之研究」，國立中央大學土木工程學研究所碩士論文，民國 88 年。
15. 祁天健，「高速公路集體式行車導引之模式研究」，國立中央大學土木工程學研究所碩士論文，民國 88 年。
16. 巫哲緯、呂英瑞，「我國高速公路容量分析模式整合之研究」，中華民國運輸學會第 14 屆論文研討會，民國 88 年 12 月。
17. 交通部運輸研究所，「資訊可變標誌應用於交通管理策略之研究」，民國 86 年。
18. Wardman, M., Bonsall, P. W., Shires, J. D., "Driver response to variable message signs: A stated preference investigation" Transportation Research Part C 5 pp389-405, 1997.
19. 卓訓榮、黃銘崇，「運輸資訊提供對路網流量變化之研究-動態非均衡路網方法論」，中華民國運輸學會第 17 屆論文研討會論文集，民國 91 年 12 月，933-943 頁。
20. 卓訓榮等人，「高速公路智慧化之整體規劃」，國道高速公路局委託研究案，國立交通大學辦理，民國 90 年 2 月。
21. 何志宏等人，「智慧型車路系統之可行性研究」，交通部台灣區國道興建工程局委託計畫，民國 82 年。