

節能駕駛有撇步、車隊省油效率高 重型柴油車輛駕駛行為分析技術

車輛研究測試中心 呂仲生

一、前言

近年來由於國際石油價格的波動，節能駕駛更加受到一般民眾以及車隊管理者的矚目，怎樣開車會耗油或最省油成爲熱門的話題。依據英國Safe and Fuel Efficient Driving (SAFED計畫)^[1]研究，開車人經由學習節能駕駛知識，平均能夠達成約10% (1.9%~17%不等) 的節能效益。包括許多車廠都已在車輛儀表上標示節能範圍來協助駕駛者(如圖1)，甚至美國福特、日本日野以及瑞典SCANIA等車廠還開辦相關節能駕訓課程，提供客戶學習降低車輛耗油的駕駛技巧。在國內方面，經濟部能源局亦對此議題十分重視，尤其是行駛里程數高、排氣量大、且高油耗的大型車輛，其能源消耗佔國內道路運輸車輛耗能總量的30%；因此特別委託車輛中心針對重型柴油車輛的節能技術進行研究，以及透過輔導團及說明會等方式進行推廣，引領爲數眾多的車隊業者更有效率地進行節油管理制度、並且輔助駕駛者能落實節能駕駛。



▲ 圖1、部分原廠儀表已用顏色(綠色區域)標示經濟轉速區域

可能影響車輛行駛耗油量的因素主要有車速、檔位以及引擎轉速等，再依據駕駛者的操作搭配出各式的組合以控制車輛行進，因此駕駛行為與車輛油耗表現關係甚密。以國內道路環境爲例，地小人稠、交通擁擠，造成不少駕駛者養成較爲急躁的駕駛習慣，例如換檔轉速過高、在短距的路口之間行駛時使用較低檔位、於高速公路上超速行駛等，這些看似不經意的動作，事實上都會產生不必要的油耗，換言之，也正是「節能駕駛」所要傳達的精神與內容。

二、駕駛行為分析理論

在現行車隊的燃油結算制度當中，結算的報表都以車爲單位，在管理制度上也都以此資料作爲駕駛者獎懲來源，然而月結油耗爲長期累積結果，如出現異常也無法立即得知與處理，同時也無法分析與判斷駕駛者在道路上行駛時的習慣是否合乎標準，使得燃油管理的制度難以發揮更有效益及公平的精神，因此「駕駛行為分析研究技術」開始受到重視，並快速發展起來。

車輛中心在進行此項技術開發初期，即先針對常見道路行駛型態設計兩套駕駛模式(一般駕駛與節能駕駛)，來釐清駕駛行為與耗油量之間的關係。路線設計區分爲三段，第一段爲市區道路，第二段爲郊區道路，第三段爲高速路段，共計5.5公里。分別使用16噸48人座營業大客車以滿載條件於封閉測試道路進行試驗。其測試耗油量結果顯示於5.5公里之

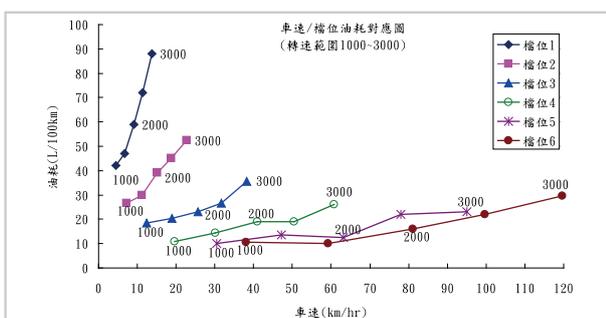
設計模擬路線中，兩種駕駛行為的耗油量差異高達640毫升；使用節能駕駛可減少28.02%之耗油量、時間差異僅68秒，顯示不同的駕駛行為確實對於耗油量有顯著的影響力。

除此之外，在建立駕駛行為分析方法之前，首先必須選擇要分析的項目，以中華FUSO車輛作為實驗車輛，並且安裝油耗計、速度計與資料擷取器等，如圖2。過程中分別記錄變速箱六個檔位於引擎轉速1,000、1,500、2,000、2,500、3,000轉(rpm)時之油耗與車速，同樣行駛200公尺所消耗之油量。



▲ 圖2、實驗車輛

實驗結果發現在每個檔位中提高轉速將使耗油量增加(如圖3)，從一檔1,000~3,000 rpm之間耗油量增加了96.48%，二檔時耗油量變化增加了96.3%，三檔耗油量變化增加91.9%，四檔耗油量變化增加152.4%，五檔耗油量變化增加140.48%，六檔耗油量變化增加180.95%。



▲ 圖3、車輛於不同檔位、轉速、車速時的耗油量變化

因變速箱特性，每個檔位之間都有重疊的車速範圍，表示在相同車速中車輛能用不同檔位依其所對應之轉速行駛，若使用檔位較低，轉速即較高，其中因重型車輛低檔位普遍設計為起步使用，因此一至三檔位行駛車速較低，車速重疊範圍較小，四、五、六檔位為常用行駛檔位，重疊車速範圍較大，其中五檔以及六檔重疊車速範圍從40 km/hr起最快可至90 km/hr公里。

實務上，一般駕駛者常用車速區域為時速40~90 km/hr，駕駛者若使用五檔行駛於40~60 km/hr之間時，在相同車速下其耗油量與使用六檔相比略微增加。即使同樣於相同轉速時，當車輛行駛於車速20~60 km/hr時使用高檔位以引擎轉速1,000 rpm行駛時所消耗之油量比低檔位及低轉速行駛時相對較少，其原因在於低檔位及低轉速行駛時車速過於緩慢，車輛需較多時間才可駛達測量距離終點，造成距離內消耗之油量與較高車速者相比較高。

透過以上實車油耗實驗可得知：過高的引擎轉速與車速或同車速下過低的檔位都會使車輛的耗油量增加。因此，整理出4項駕駛行為與12項分析指標，作為此分析技術之主要評估項目。

駕駛行為：轉速控制、車速控制、怠速控制、加減速控制；

分析指標：超高轉速的次數、超高轉速的比例、引擎轉速平均值、引擎轉速標準差、車輛怠速次數、車輛怠速比例、車輛平均速度、車輛速度標準差、車輛超速次數、車輛超速比例、加速度平均、加速度標準差。

當分析指標決定後，接著就是考量如何評估「人」的因素，以往常見的駕駛行為分析方式大多

採用統計次數的方法，例如計算車輛在出勤時超速或者超高轉速的次數。然而只有數量並不足以證明駕駛者的習慣是好還是差，也可能會因某位駕駛者出勤時間較長而累積有較高的數量，所以若單純只用排序來進行駕駛行為分析，容易造成判斷與評比上的誤差。因此，最好是除了排序外，也利用「分群」的概念來將駕駛者區分優良、普通、不良三個等級，讓管理者透過不同角度來瞭解哪些駕駛者的駕駛行為比較不好，需要特別注意。

三、實車道路驗證

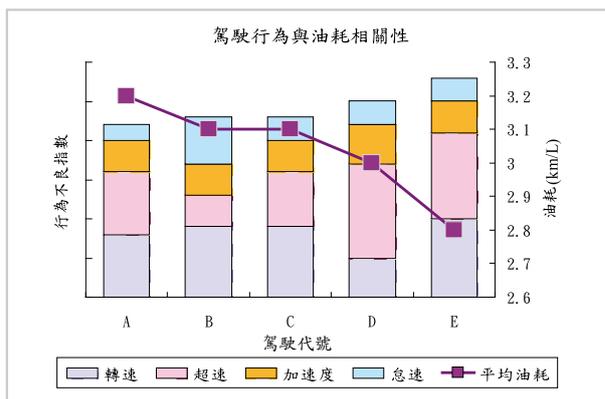
在完成理論基礎架構後，為進一步獲得更精確的研究數據及結果，則必須依靠搭配車隊進行實車道路運行的長期性實驗。研究初期選擇行駛路線較為固定的客運來進行，以掌握分析方法的準確度，實驗車輛共計五輛(五位駕駛者代號分別為A、B、C、D、E)，實驗路線往返金山至台北車站，路線過程包含高速公路、市中心鬧區、鄉鎮郊區與山路。



▲ 圖4、客運車隊實車運行實驗

長期運行的記錄數據經過系統性地分群整理後發現，其中單一駕駛行為無法對整體油耗造成影響，但多項指標總合後仍可預測駕駛耗油趨勢，如圖5。駕駛E雖於少數指標項目如怠速次數和轉速標準差中有良好表現，但多項行為分數當中表現較為

不佳，平均油耗在五位駕駛中表現也較差，與模組分析結果吻合；其餘四位駕駛於各項指標中分數各有高低，分數綜合後與耗油趨勢依然吻合。



▲ 圖5、駕駛行為與油耗相關性

四、導入駕駛行為輔導模式

多指標分析方法經實車驗證具有可靠性，在管理制度上也較為公平，但太多的項目及資料反而容易讓基層駕駛者產生困惑，因此若希望將節能駕駛技術順利地導入業界，最好將多指標簡化成五項較為直觀的駕駛行為，包括：超速、換檔轉速過高、未確實切換至最高檔位、急躁加減速以及怠速等五種行為，方便駕駛者了解及即時反應。

由於國內地區道路、巷弄等交通環境較為複雜多變，駕駛者難免會遭遇許多突發狀況，即使已經接受過節能駕駛訓練，但在實務上仍有可能會因為注意周遭路況而忘記維持節能駕駛方式。此時，為了隨時讓駕駛員能得知操作行為是否仍符合節能駕駛之定義範圍，車輛中心特別利用一套即時顯示裝置，可協助駕駛員即時調整其行為，以發揮輔助功效。

此項顯示裝置分為兩個區塊：一區塊為整體行為評價；另一區塊為耗油行為類型說明。耗油行為依照上述常見的五種行為超速、換檔轉速過高、

未確實切換至最高檔位、急躁加減速以及怠速等來分類；評價則使用綠、黃、紅三種燈號顯示九種等級，區分出優良或者待改善的程度；開機時預設為滿分，當不良行為出現時分數燈號會逐一熄滅，對應之不良行為類型也隨之亮起，若不良行為較為嚴重時，行為分數燈號也會大量熄滅顯示其嚴重程度，如此一來就能使駕駛員得知目前行駛過程中所得到的評價分數，也可確切得知本身需改善之行為，刺激其不斷的修正及挑戰。



▲ 圖6、即時顯示裝置分為兩個區塊並固定於駕駛者前方

除了行為分析裝置之外，車輛中心的節能輔助計畫中也包含了節能駕駛訓練課程，例如許多貨運司機經常在換檔的時候會超過經濟轉速區域，而且會使用較低檔位維持高轉速較長的時間，以及在高速路段行駛時以最高時速90公里行駛(大型車最高速限為90公里/時)等駕駛習慣，均可先經由訓練課程予以說明導正，讓駕駛者了解不當的駕駛行為可能造成的不必要油耗，藉此加以改善。



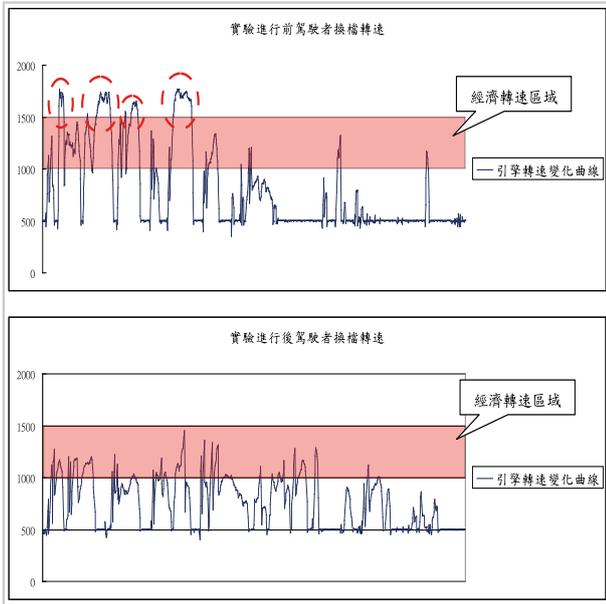
▲ 圖7、節能駕駛課程安排

根據上述二項重點，車輛中心選擇以營運路線較不固定的貨運車隊再次展開長期實車道路運行實驗，評估導入的節能駕駛課程與即時顯示輔助裝置後，可獲得多少改善效益。實驗車輛為耗油量較大的曳引車，共計三輛，其中A車與B車營運性質相近，都以跨縣市長程運輸為主，A車為該車隊中油耗表現最佳的車、B車為油耗最差的車、另一輛為純市區行駛的C車。實驗目的在於探討經由駕駛輔助裝置與行為分析軟體的結果，是否能刺激油耗最佳的駕駛者更進一步減少耗油量？而油耗較差的駕駛是否能有所改善？以及在純市區道路行駛中，駕駛行為改善後對於耗油量的影響程度為何？



▲ 圖8、實驗車輛類型

及至截稿前為止，本項實車測試仍在持續運行，但以目前所獲得的駕駛行為變化來看(如圖9)，可發現駕駛者原本所習慣的換檔方式(會超過經濟轉速區域)，在導入即時顯示裝置以及節能安全駕駛課程後，已經明顯收斂許多，可確實將切換檔位的時機控制在經濟轉速區域內；在高速行駛路段也將車速從90降低到80，符合節能駕駛的方法。而在單程油耗測試中，如果駕駛者未觸發顯示版分析項目，與一般駕駛習慣者相比，有5~34%的油耗差異表現，如表1所示。



▲ 圖9、實驗進行後駕駛者換檔轉速變化比較圖

▼ 表1、單程油耗測試結果

		觸發項目	測試路段總得分	耗油量 L/100 km	差異
城際	滿載	車速過高	1	34.574	--
		無	9	29.92	-13.46%
	空車	車速過高	1	22.348	--
		無	9	20.495	-8.29%
市區	滿載	轉速太高	1	41.46	--
		檔位過低			
		急躁行為			
		無	9	39.34	-5.11%
	空車	轉速太高	1	56.667	--
		檔位過低			
		急躁行為			
		無	9	37.21	-34.34%

五、結論

車輛中心投入重型柴油車輛的駕駛節能技術研究至今，從初期理論架構的建立，搭配客運業者進行實車道路驗證，到最後搭配貨運業者導入駕駛行

為輔導模式，經由一連串的實驗運行及驗證結果得知，藉由多指標分析可較為準確的協助車隊管理單位掌握駕駛行為較好的員工以及需要注意的族群；而即時顯示版更可隨時提醒駕駛者修正其駕駛習慣，長此以往，對車隊整體的節油管理將能提供很大的效益。

自2011年起，車輛中心即成立輔導團隊，針對國內的客貨運業者進行節能駕駛推廣訓練，協助第一線的駕駛朋友建立起良好的駕駛習慣及環保概念，也輔導車隊業者建置節能管理機制，幫業者省下高額的燃油成本，而且在落實節能之際，同時也減少了碳排放量，為友善環境貢獻一份心力；計畫推動至今，光是節能駕駛課程就已吸引超過百家業者、500位以上的學員主動報名參與，獲得廣大的迴響。希望接下來能鼓勵更多的車隊業者投入節能行列，從自身作起、從每個小小的工作環節中、一起響應節能減碳愛地球。

更多車隊節能之相關資訊，請洽：
車輛中心 04-7811222 分機3225 蘇先生
E-mail : goresu@artc.org.tw

備註：

[1] http://uk-roadsafety.co.uk/ECO_Driving/ECO_Driving.htm, SAFED - Safe and Fuel Efficient Driving - UK Road Safety.