

# 重型車輛節能駕駛訓練系統

◎莊志偉、李耿昌

## 一、前言

由於車輛油耗議題直接影響車隊經營成本，因此越來越受到車隊管理者的關注，根據經濟部能源局統計調查顯示，燃油成本約占運輸車隊營運成本 3 成，是政府推動節能減碳的重點項目。而在各項車輛節能的研究中，駕駛行為是影響車輛耗能重要的因素之一，因此導入節能駕駛為車隊與車廠積極研究改善的重要議題，如美國 FORD、日本 HINO 及瑞典 SCANIA 等國際車廠均設有節能駕駛訓練中心或提供節能相關課程，協助其客戶學習節能駕駛降低燃油成本，並藉由車輛儀表上節能指示，讓駕駛者儘量將轉速操作於燃油最經濟的狀態。反觀國內現行重型柴油車輛雖已於儀表板中標示節能轉速範圍，但無法主動提醒駕駛者適時調整自身駕駛行為，以致改善車輛能耗效果有限；有鑒於此，本研究運用車載診斷系統(On-Board Diagnostic, OBD)資訊，以即時駕駛行為演算為核心，發展節能駕駛訓練系統，供國內節能駕駛訓練單位及運輸車隊作為訓練工具，透過不良駕駛行為改善，進而提升燃油效率。

## 二、節能駕駛訓練系統

節能駕駛訓練系統，包括『駕駛行為判別即時警示』及『瞬時油耗估算模組』兩個核心技術，主要是使用車載診斷系統(On-Board Diagnostic, OBD)所蒐集車輛行駛之資訊(圖 1)，如：車速、轉速、里程等各種資料，經 K-means 演算法，提供給『駕駛行為判別即時警示』(圖 2)，可即時判斷駕駛行為是否出現異常，例如急加速、急減速、怠速過久等，並透過即時警示訊息，告知駕駛者藉以矯正改善不良之駕駛行為，進而提升燃油效率；燃油消耗量是車輛燃油經濟性的主要評價指標，隨著車聯網技術的發展，越來越多的應用需要獲取車輛即時油耗資訊，例如，用於駕駛行為分析、駕駛節能排名等應用，因此以『瞬時油耗估算模組』透過 OBD 取得引擎相關參數，建立一種即時油耗量測方法，在不修改車輛結構及線路的前提下，可適用於大部分車輛，且成本低廉，並能提供精度較高的即時油耗數據應用。



圖 1 車載診斷系統 OBD

圖 2 駕駛行為即時提醒警示

## 2.1 駕駛行為判別即時警示

節能駕駛係指駕駛人於駕駛車輛過程中，能綜合考量道路環境、交通狀況、行人等因素後，盡量將車輛引擎保持於最佳工作效率(圖 3)，藉以達到油耗效率最佳化[1]。由 CIECA 研究成果指出，影響車輛油耗效率的駕駛行為包含：起步加速、剎車減速、檔位變換、巡航之速度與穩定性、怠速時間、車輛空調溫度設定等，且不同的行車型態的駕駛行為其油耗表現也會有所不同[2]。

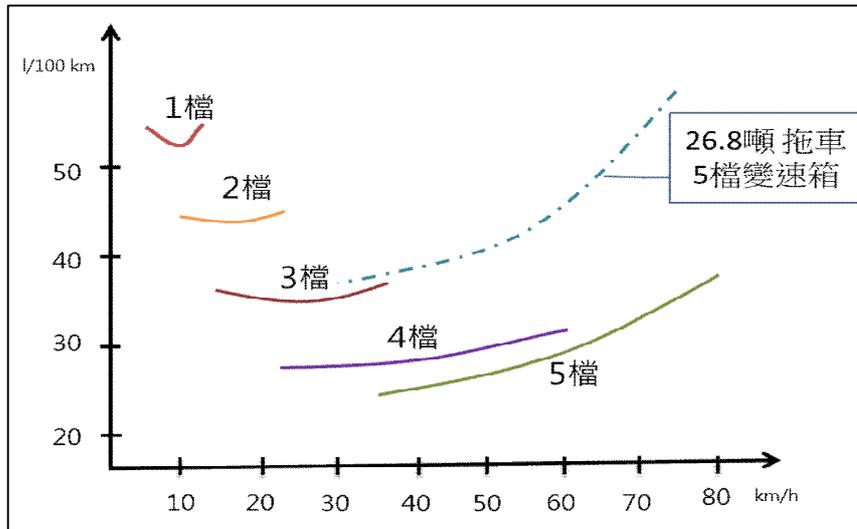


圖 3 重型車輛油耗效率與車輛檔位之關係

市區道路型態中，頻繁的加減速、期間的檔位切換及巡航速度的穩定性為影響車輛油耗效率之主要因素。如將急加減速的駕駛行為改成緩加減速，可提升平均油耗效率約 10%[3]。另外車輛行駛過程中約有 65~78% 係屬於巡航狀態，若能於高速巡航時提升 1% 車輛油耗效率，估算全球一年可減少 2 千萬桶之原油[4]。駕駛人需綜合考量當下之交通情況、道路條件、週遭環境等因素，採取合適之節能駕駛技巧[5]。另外 EU Ecodriven 計畫研究資料亦指出[6]，經過節能駕駛訓練

短期內(< 1 年)最高可減少燃油消耗 15~25%，由於駕駛舊有的惡習不易改變，長期(>1 年)效果約在 4.7%~8%，可藉由使用駕駛模擬器或是輔助儀表矯正駕駛習性達到效果。

駕駛行為分析技術可視為一項駕駛員之間的行為評量方法，此項技術分為兩階段，第一階段為駕駛行為判別，係透過 OBD 所擷取車輛行車資料之車速及轉速逐秒紀錄資料，經由分析運算可即時判別警示不良駕駛行為。常見駕駛行為有換檔轉速、行駛檔位、怠速、車速及急加減速等五項，其中換檔轉速主要為擷取換檔時的轉速高峯值；檔位透過車速與轉速間的對應關係進行分析；加減速則利用區段車速變化資料判斷車輛的加減速情形。第二階段則是族群優劣分析，針對普通或不佳之族群，另搭配即時警示輔助模組，協助駕駛員即時調整其行為，以發揮輔助功效，並且作為判斷個別駕駛行為與群體相互比較，作為族群優劣評比。如駕駛行為分析流程(圖 4)。

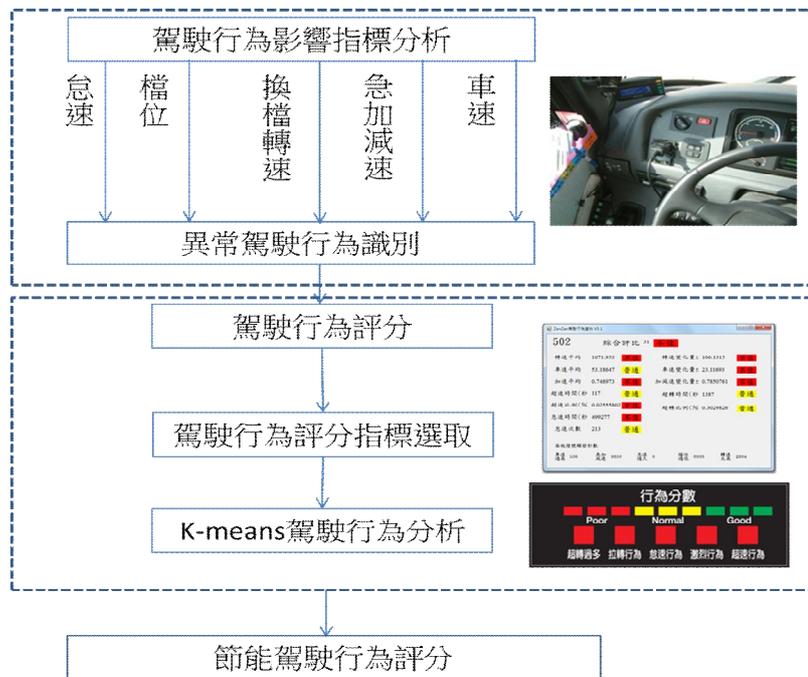


圖 4 駕駛行為分析流程

## 2.2 瞬時油耗估算模組

隨著 OBD 系統功能越來越強大，透過 ECU 所提供的數據來計算出車輛油耗是一種經濟、安全、可靠、安裝維護方便的途徑，不必加裝油耗測量設備及修改原車線路，只需在 OBD 數據量測的設備內，增加計算油耗的程式，就可對車輛的日常使用的里程油耗資訊進行統計和分析，方便車主使用和車隊的管理。

目前市面上具有油耗計算的 OBD 設備大多只針對汽油引擎車輛，大部分重型車輛 OBD 並無提供油耗資訊，如需得知車輛上之瞬時油耗，則必須經由其它與油耗相關參數加以計算，以取得瞬時油耗近似值。主要是汽油與柴油引擎在工作方式上有很大的不同，根據引擎的工作原理，汽車引擎的燃燒過程中，燃油與空氣的混合比是按一定標準比例進行燃燒，汽油引擎基本保持在理論空燃比的附近，比例為 14.7:1，根據這個特性汽油引擎的油耗計算相對比較簡單，依據 OBD 數據中的空氣流量，即可換算出需要燃燒過程中參與的汽油油料質量，由此可計算燃料累計消耗量。此方法是將引擎空燃比設定在固定比值(汽油 14.7)，且設定油品比重(汽油 1L=720g)，即可得式(1)，再搭配車速可計算出每小時行駛里程，即可估算出油耗值。

$$\text{汽油車油耗值(L/h)} = \text{MAF}/14.7/720*3600 \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

然而，柴油引擎因屬於過氧燃燒，燃燒作功過程的油氣混合比高於理論混合比，由此若直接以理論空燃比計算燃油消耗，其油耗誤差大，不適合作為油耗量估算。而對不具有瞬時油耗資訊車輛，必須藉由 OBD 系統擷取引擎轉速與負載進行演算；因此本研究建立實車油耗測試法，建立單位時間下其負載所對應油耗值、每秒轉速對應油耗值及該級距排氣量 K 值關係；以柴油車以引擎負載(或油門開度)及轉速等參數，進行估算瞬時耗油，如式(2)。

$$\text{柴油車油耗值(L/h)} = \text{RK} * \text{LK} * \text{K} \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

其中 RK 為單位時間下的負載所對應轉速油耗值；LK 為轉速對應油耗值；K 為排氣量比值，再搭配車速可計算出每小時行駛里程。

經與燃油消耗計進行比對驗證(如圖 5)，估算油耗率與實際油耗率平均誤差為 -3.29%，與國外推估數據相當[7]，其特性具有實用性高、使用方便及誤差小的優勢，可實際應用於駕駛訓練需求。



圖 5 比對油耗實驗

### 三、節能駕駛實車道路訓練應用

本研究整合「駕駛行為判別即時警示」及「瞬時油耗估算模組」，發展出能與駕駛者互動的節能駕駛訓練系統(圖 6)，透過換檔轉速、行駛檔位、怠速、車速及加減速等駕駛警示燈號，提供教練及學員車輛即時資訊，除可由在旁教練紀錄行駛過程應注意行為外，亦可透過即時數據來分析行駛過程不當駕駛習慣，進而導正不良駕駛行為，如同「節能駕駛隨車教練」，並於訓練後可產製報表作為評量依據，比起過去節能駕駛訓練模式，已將傳統講授課程方式提升到互動式教導學習，更能提升駕駛行為改善及達到燃油效率提升之目的。

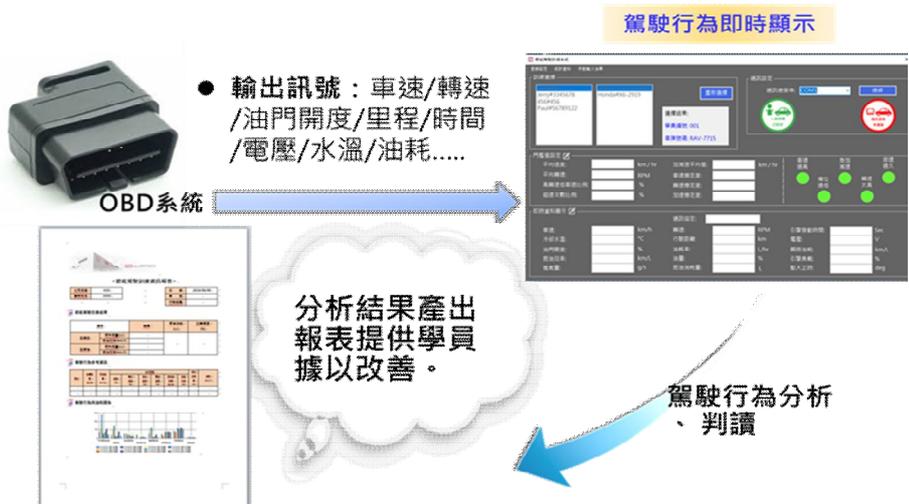


圖 6 節能駕駛訓練分析系統

本研究以上述節能駕駛訓練系統進行多人次實車道路訓練，再將駕駛行為數據資料進行相關性統計檢定分析結果(表 1)，主要影響油耗因素為『檔位過低』及『轉速過高』等兩項駕駛行為指標，皮爾森相關分別-0.809 及-0.866 具有顯著性。顯示如能將車輛控制於經濟轉速下行駛，掌握換檔時機，減少急加減速、檔位過低、轉速過高比例時，油耗值就能明顯改善。

表 1 統計檢定分析駕駛行為分析項目與油耗相關係

		平均速度	超速	急加減速	檔位過低	轉速過高	怠速時間	怠速次數	油門開度	油耗
平均速度	皮爾森 (Pearson) 相關	1	.524	.594	-.187	-.346	.a	-.535	.527	.653
	顯著性 (雙尾)		.148	.091	.629	.361		.138	.145	.057
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
超速	皮爾森 (Pearson) 相關	.524	1	.779*	.269	.040	.a	.055	.253	.005
	顯著性 (雙尾)	.148		.013	.484	.919		.887	.511	.990
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
急加減速	皮爾森 (Pearson) 相關	.594	.779*	1	.208	-.133	.a	.238	.299	.112
	顯著性 (雙尾)	.091	.013		.591	.732		.537	.434	.774
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
檔位過低	皮爾森 (Pearson) 相關	-.187	.269	.208	1	.805**	.a	.109	.394	-.809**
	顯著性 (雙尾)	.629	.484	.591		.009		.780	.294	.008
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
轉速過高	皮爾森 (Pearson) 相關	-.346	.040	-.133	.805**	1	.a	.057	.145	-.866**
	顯著性 (雙尾)	.361	.919	.732	.009			.885	.709	.003
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
怠速時間	皮爾森 (Pearson) 相關	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a
	顯著性 (雙尾)									
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
怠速次數	皮爾森 (Pearson) 相關	-.535	.055	.238	.109	.057	.a	1	-.545	-.398
	顯著性 (雙尾)	.138	.887	.537	.780	.885			.129	.289
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
油門開度	皮爾森 (Pearson) 相關	.527	.253	.299	.394	.145	.a	-.545	1	.099
	顯著性 (雙尾)	.145	.511	.434	.294	.709		.129		.800
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
油耗	皮爾森 (Pearson) 相關	.653	.005	.112	-.809**	-.866**	.a	-.398	.099	1
	顯著性 (雙尾)	.057	.990	.774	.008	.003		.289	.800	
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9

.\*. 相關性在 0.05 層上顯著 (雙尾)。

\*\*. 相關性在 0.01 層上顯著 (雙尾)。

a. 無法計算，因為至少其中一個變數為常數。

## 四、結論

節能駕駛教育訓練系統係利用 OBD 取得行車資訊，進而即時演算與警示駕駛行為的訓練工具，直接與駕駛者互動瞭解正確的駕駛方式，改變不良換檔習慣，學習穩定行車速率、平緩減速等技巧，並即時提醒駕駛員駕駛行為，經實車驗證平均可達 5%以上節能減碳效益，對行車安全與車輛維修成本等亦有幫助。國內商用車隊或者駕駛訓練單位可導入作為改善駕駛行為並提高燃油效率之工具，以達到節能減碳的目標。

## 五、致謝

本研究承蒙經濟部能源局贊助，計畫編號 108-E0404，始得完成，謹此致謝。

## 六、參考文獻

- [1] V I Peskov 1, N A Kuzmin, A N Kuzmin and S S Ivanov “Elaboration on calculations of automobile fuel consumption” IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1177 (2019) 012024
- [2] CIECA (2007), Internal project on Eco-driving in category B driver training & the driving test.
- [3] Barkenbus, J. N. (2010), Eco-driving: An overlooked climate change initiative, *Energy policy*, Vol. 38, No. 2, pp. 762-769
- [4] Atabani, A. E., Badruddin, I. A., Mekhilef, S., and Silitonga, A. S. (2011), A review on global fuel economy standards, labels and technologies in the transportation sector, *Review. Sustain. Energy Rev.*, Vol. 15, No. 5, pp. 4586-4610.
- [5] Barth, M. and Boriboonsomisin, K. (2009), Energy and emissions impacts of a freeway-based dynamic eco-driving system. *Transp. Res. Part D, Transp. Environ.*, Vol. 14, No.6, pp. 400-410.
- [6] M. A. Abas, O. Salim, R. Martinez-Botas, and S. Rajoo, “Efforts to Establish Malaysian Urban Drive-Cycle for Fuel Economy Analysis,” *SAE Technical Paper*, No. 2014-01-1159, 2014.
- [7] 「楊殿閣·李滿·班學鋼·「基於OBD 系統的汽油車油耗即時線上監測方法」J Automotive Safety and Energy, 2016, Vol. 7 No. 1 p.108 — p.114

(本文作者現任財團法人車輛研究測試中心 環保能源部)