

運輸車隊節油獎勵演算模組建構

張建彥^{1*}、劉駿賢²、王傳賢³、胡雅芬⁴、黃立璋⁵

¹ 中華大學運輸科技與物流管理學系(副教授)

² 財團法人車輛研究測試中心(副工程師)

³ 財團法人車輛研究測試中心(課長)

^{4,5} 中華大學運輸科技與物流管理學系(碩士生)

E-mail*:axle@chu.edu.tw

能源局計畫編號: 106-E0404

摘要

油耗成本乃是公路汽車運輸業的重大成本負擔，因此許多業者紛紛尋求改善油耗效率或降低油耗成本之策略。基本上，就單一運輸業者之經營而言，運輸車輛油耗改善之策略大致可包括駕駛者管理、車輛管理、節油輔助系統導入三個面向，其中駕駛者管理面向之節油獎勵制度、節油駕駛教育訓練、節油駕駛行為管理應是目前運輸車隊節油管理之優先推動策略，此三者環環相扣，彼此間有密切之關係。鑒於過去相關研究大多著重在節油駕駛行為管理與節油駕駛教育訓練，對於節油獎勵制度部分則較為缺乏。因此，本研究乃針對汽車運輸業之客、貨運輸業者導入運輸車隊節油獎勵制度之需要，規劃並開發相關的節油獎勵演算模組，模組主要分為基本背景資料、節油門檻分析、節油獎勵分析三大部分，其中節油獎勵分析包括結合提撥制與定額制之五大節油獎勵模式分析，以及各模式分析結果之評估。本研究最後並利用 Microsoft Excel 軟體為工具，開發演算模組之試算表，期能透過演算模組之建立與應用，作為業者推動節油管理之參考，落實車隊節能與減碳運輸。

關鍵詞：車隊，節油獎勵，演算模組。

1.前言

有鑒於全球氣候變遷對地球環境的影響愈來愈明顯，加上能源日益短缺的衝擊，提倡節能減碳早已成為國際重要的潮流與趨勢，運輸部門由於大量使用石化能源如汽油、柴油等，因此產生大量的溫室氣體排放量。現今大多數工業國家之運輸部門溫室氣體排放量，是僅次於工業部門為第二大排放部門，大部分國家運輸部門溫室氣體排放佔比超過 20%，例如美國為 33%，另外歐盟約為 27% [1]，而臺灣運輸部門溫室氣體排放約佔 11~12%，其中又以公路運輸為最大宗，約占 9 成以上，顯見公路運輸系統節能減碳的重要性。

公路運輸系統之能源使用與溫室氣體排放，除了是私人運具的大量使用所致外，汽車客、貨運輸業者的重型柴油車運送營業亦是主要原因。這些營業用之重型柴油車隊，就行駛里程與行駛時間而言，多屬於長距離或長時間使用之職業用車輛，對於燃油能

源的消耗與溫室氣體的排放，均相當可觀。因此，政府節能減碳政策的發展，除了一方面要儘量發展大眾運輸系統以抑制私人運具之小客車與機車成長外，另一方面也要積極改善公路汽車運輸業者之能源使用。

此外，油耗成本乃是公路汽車運輸業的重大成本負擔，因此許多業者紛紛尋求改善油耗效率(即每公升耗油之行駛里程數，單位為公里/公升)或降低油耗成本之策略。基本上，就單一運輸業者之經營而言，運輸車輛油耗改善之策略大致可包括駕駛者管理、車輛管理、節油輔助系統導入三個面向，在駕駛者管理方面，以節油駕駛行為管理、節油獎勵制度、節油駕駛教育訓練三大措施為主；在車輛管理方面，主要策略則包括汰換老舊車輛、車輛保養管理與定期查核、行車前標準檢查作業，至於節油輔助系統導入面向，目前則有導入節油設施如導風板、節能輪胎、胎壓偵測器等、裝置衛星定位系統、行車紀錄器及應用車隊管理系統進行車輛派遣與調度，其目標層級概念可如圖 1 所示。另外，依據張建彥等[2]於 2016 年所建立之節油管理策略可行性指標(如公式(1-1))與節油管理策略之可行性優先排序(如表 1 所示)，駕駛者管理面向之節油獎勵制度、節油駕駛教育訓練、節油駕駛行為管理三大策略分居優先性之第 2、3、4 位，其中節油獎勵制度之節油成效權重最大，但因考慮業者落實度與重要度，其可行性指標值(42.4965)相較於車輛保養管理與定期查核(43.8092)優先序位略低。由於目前運輸業者對於車輛保養管理與定期查核大多能夠加以有效執行，故駕駛者管理之策略應成為運輸車隊節油管理之優先輔導推動的項目。

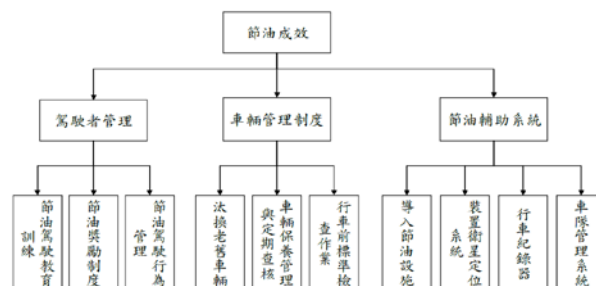


圖 1 運輸車隊節油管理策略目標層級架構圖

$$\text{可行性指標} = \text{節油成效權重} \times (\text{落實度} \times \text{重要度}) \quad (1)$$

以駕駛者管理而言，節油駕駛行為管理、節油獎勵制度、節油駕駛教育訓練三大措施環環相扣，彼此間有密切之關係，如圖 2 所示[3]。圖中之架構可稱為節油駕駛管理之架構，其中節油獎勵制度之建立在於推動節油駕駛行為管理，而節油駕駛行為管理的結果，應作為節油駕駛教育訓練之基礎，例如透過節油駕駛行為管理的分析，了解公司較耗油的駕駛者有那些不良的駕駛行為或習慣，再依此設計教育訓練方案或課程，改善其行為或習慣。另外，節油駕駛行為管理與節油駕駛教育訓練的成果，亦可進一步回饋作為節油獎勵制度改善的參考，而此三大措施之核心即為駕駛行為資料管理。作為節油駕駛行為管理、節油獎勵制度、節油駕駛教育訓練之核心資源，駕駛行為資料之蒐集與管理為相當重要的必備工作，目前主要的資料蒐集技術是駕駛行為紀錄系統與油耗紀錄系統。

表 1 節油管理策略可行性指標值分析表

節油管理策略	節油成效 權重(1)	落實度 (2)	重要度 (3)	可行性指標值 [(1)×(2)×(3)]	排序
節油駕駛教育訓練	0.794	6.29	7.12	35.5608	3
節油獎勵制度	1.000	6.15	6.91	42.4965	2
節油駕駛行為管理	0.919	5.47	6.09	30.6040	4
汰換老舊車輛	0.421	6.76	7.00	19.9026	6
車輛保養管理與定期查核	0.785	7.71	7.24	43.8092	1
行車前標準檢查作業	0.504	7.71	7.24	28.1069	5
導入節油設施	0.280	6.76	7.00	13.2342	9
裝置衛星定位系統	0.212	7.97	7.94	13.4109	8
行車紀錄器	0.257	7.97	7.94	16.2578	7
車隊管理系統	0.250	6.76	7.00	11.8236	10

相對於車輛管理與節油輔助系統導入之策略而言，駕駛者之節油駕駛行為管理相關措施由於只要駕駛者願意透過節油駕駛之操作，不需額外購買節油相關產品即可有效降低車輛耗油量，例如依據英國 Safe and Fuel Efficient Driving (SAFED 計畫)[4]研究，經由學習節油駕駛知識，平均節油效益可達 10% (1.9%~17% 不等)。美國福特汽車公司、日本日野汽車公司以及瑞典 SCANIA 汽車等其他車廠均已設置節油駕駛訓練中心或者駕駛訓練課程，協助客戶降低車輛耗油量，並於車輛儀錶顯示節油範圍協助駕駛。

目前車輛節油駕駛之相關研究與作法，大多是針對駕駛者之怠速、超速、急加速與急減速等較易耗油之駕駛行為進行分析，再提供駕駛者各項節油技巧，作為原則性之建議或教育訓練；另有部分研究或業者則透過數位式行車紀錄器紀錄駕駛者行駛過程中之各項操控行為，如：每個時間點之行車速度、引擎轉速、檔位資料、加速度及減速度等數值，再應用於油耗之分析[5, 6, 7, 8, 9]。此外，近年來節油駕駛之技術發展也逐漸從離線之靜態分析發展到駕駛過程中之即時動態建議或警示[10, 11, 12]，如圖 3 所示，而此一即時動態的駕駛行為分析輔助模組，亦具有節油駕駛教育訓練之功能，蓋一具有經驗之職業駕駛者對於基本的節油駕駛行為並不陌生，甚至懂得如何更省油地操作車輛，但往往因為駕駛習慣之因素，在實際運送過程中忽略了應有的節油駕駛行為法則，此時即時動態的駕駛行為分析輔助模組便可適時地提醒駕駛者，減少不當的耗油行為，長此以往，駕駛者的耗油駕駛習慣也會加以修正，達到改善駕駛行為的教育訓練效果。



圖 3 駕駛行為分析輔助模組圖

綜上所述，節油駕駛行為管理與節油駕駛教育訓練目前均有相關的研究成果與系統，作為研究單位繼續研發或業者初步應用之基礎，然而節油獎勵制度之研究則甚為缺乏。由於節油獎勵制度為駕駛者管理三大措施之一環，且與節油駕駛行為管理、節油駕駛教育訓練之推動成效具有密切之關係，試想雖然車隊管理者或業者最在意的是如何降低油耗成本，但駕駛人員主要在意的仍是薪資的報酬，有了獎勵的誘因，就可以提高駕駛人員採用更節油的方式來開車之意願，假如駕駛人員可以獲得節省油費的 30%，則換句話說公司可以賺得 70% 的油料成本，達到雙贏的局面。長遠而言，更能塑造組織內節油駕駛的環境氛圍，增加駕駛人員的向心力。因此，針對節油獎勵制度進行研究並發展業者可加以應用之分析評估系統，乃是現階段推動運輸車隊節油管理必且迫切之課題。

另一方面而言，相較於節油駕駛行為管理與節油駕

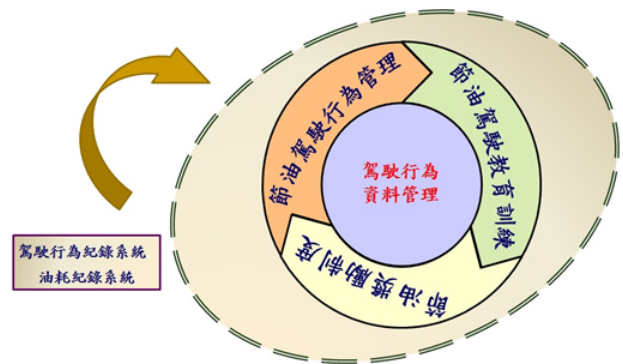


圖 2 節油駕駛管理之架構示意圖

駛教育訓練之研發，節油獎勵制度之建立乃是較複雜的工作。由於不同公司的企業文化與營業目標並不盡然相同，自然對於駕駛人員的管理方式也有所差異，因此有的公司寧願增加駕駛人員的載客或送貨績效獎金，鼓勵駕駛人員增加公司收入，但對於油耗成本的節省則選擇加以忽略，或制定一個基本的油耗成本要求；有的公司主管甚至可能不認為油耗成本的節省是駕駛人員額外的貢獻所致，而認為這是駕駛人員接受薪資所應為的基本義務，更遑論有所謂的節油獎勵。至於已建立節油獎勵制度的公司，其獎勵方式之設計大多以基本門檻制為主，亦即公司設定一個油耗效率(公里/公升)標準，超過此一標準即給與獎金，但不同公司有不同標準，獎金給與的內容亦相當多元，包括總定額獎金、單位節油定額獎金、單位節油之市售油價的百分比等，莫衷一是，增加了通用性節油獎勵制度建立的困難性。再者，節油獎勵制度的效果，尚缺乏客觀透明之分析方法可供業者在推動節油獎勵制度時據以評估其成效，更加深了業者對節油獎勵制度推動之疑慮與爭議。

因應上述節油獎勵制度研究之需要與其推動之困難性，本研究乃針對汽車運輸業之客、貨運輸業者導入運輸車隊節油獎勵制度之需要，規劃並開發相關的節油獎勵演算模組，期能透過演算模組之建立與推動應用，作為業者推動節油管理措施之參考，落實車隊節能與減碳運輸。

2. 文獻回顧

節油駕駛為近年來相當重要的課題，由於運輸系統是主要的移動污染源，因此許多研究文獻或駕駛訓練手冊，均提供如何有效地節油駕駛或環保駕駛。國際道路運輸聯盟(International Road Transport Union, IRU)[13]針對大客車節油駕駛提出建議，包括行車前的車輛保養維護、規劃旅次及使用路況導航系統、移除不必要的載重、檢查胎壓，以及行駛中的保持穩定車速、平穩地加速和煞車、高速時關閉車窗、平穩地減速、儘量以最大的法定速率行車但不要用更高的速率超車、避開壅塞交通、檢查汽車引擎燈、減少暖器及空調的使用、避免怠速、從車輛停止狀態啟動時避免急加速。SBD[14]則提出應用智慧型運輸系統技術以降低車輛在環境的衝擊，其報告中強調應用車內系統之導航、先進駕駛者輔助系統(Advanced Driver Assistance System, ADAS)和車用電子來直接或間接降低溫室氣體的排放，並鼓勵駕駛者節油駕駛。Hooker[15]於1988年針對影響油耗之因素進行研究，探討何種駕駛型態可達到最佳之經濟節能效益，結果顯示換檔時機、車速與急加速行為具有顯著之影響，並說明若駕駛者減少低速檔至高速檔之時間、在引擎經濟轉速區域內行駛、避免急加速及急減速都可減少耗油量。另外，Ericsson et al. [16]以最低總油耗為目標，建立最佳化路徑選擇的導引系統，作為駕駛者的輔助工具，乃是車輛導航系統發展的新思維。

Kompfner et al. [17]針對應用資訊通訊技術(Information and Communication Technologies, ICT)和智慧型運輸系統(ITS)來促進客貨運之環保節能的相關研究或案例加以整理，統稱綠色ITS(Green ITS)，其內容

包括：環保駕駛輔助(Eco-driving support)、環保交通管理(Eco-traffic management)、環保資訊和導引(Eco-information and guidance)、環保需求和可及性管理(Eco-demand and access management)、環保易行性服務(Eco-mobility services)、環保貨物和物流管理(Eco-freight and logistics management)、環保監控和模式化(Eco-monitoring and modeling)，其中在環保駕駛輔助技術部分，可發展的重點如下：

1. 透過環保旅行之輔助(Eco-journey support)，提供旅行前或旅行中之線上或動態環境狀況與運具選擇資訊服務予旅行者。
2. 應用有關動態路徑導引之適應性演算法(包括最少耗油量)，提升導引的效果。
3. 透過協同式環保駕駛(Cooperative eco-driving)，提供有關節能駕駛行為之駕駛輔助、回饋和指引予駕駛者。
4. 提供線上監測與線上環保駕駛準則予駕駛者。

另外，在建置節油環保駕駛系統的同時，必須確保節油環保駕駛之輔助建議，不能對行車安全產生任何負面的影響。例如，系統所提供之資訊不能對駕駛者產生過大的工作負荷，導致駕駛者分心或對交通狀況無法及時反應。對於節油環保駕駛輔助技術發展的相關建議如下：

1. 界定和驗證節油環保駕駛的關鍵參數，這些參數必須依不同的情境和交通狀況予以不同的權重。
2. 人機介面的建立必須基於使用者和顧客的需要，以促進駕駛輔助系統的建置成果。
3. 混合動力的車輛必須依其混合技術型態、運輸方式、車輛型式等來建立環保駕駛方法。
4. 研究可依據不同變數來提供混合動力之環保駕駛的最佳化，例如考慮電池生命週期之長短、電動引擎與燃油引擎交互作用、即時環保駕駛行動、長途之環保駕駛、整個混合動力系統之生命週期等。
5. 歐盟必須針對所有新車，研發製造低阻力輪胎、胎壓監測系統、檔位建議指示器等。
6. 建立系統績效、資料交換、介面等之標準。

過去已有許多研究或文獻針對節油駕駛的行為資料進行分析與探討，惟在節油獎勵制度之相關文獻則較缺乏，本研究乃加以蒐集並整理如表2所示。

表2 節油獎勵制度相關文獻整理表

作者	研究結果
鄭敦友 [18]	提出激勵誘因應用在節油駕駛之影響效果分析，應用「動機」、「機會」、「能力」模式針對節油獎金辦法所形成之節能效果進行研究，實驗結果顯示，節油獎金辦法之實施對燃油效率提升具有顯著之影響。
王詠涵 [19]	透過變異數分析(ANOVA)發現年齡群組於41歲以上與駕駛經驗在101~150個月以上之駕駛人，有較高之平均獎勵得分；教育程度較高之駕駛人其急加或急減次數較低；駕駛經驗越高之超車次數會越高。針對這些結果，建議業者對其分群表現較差者加強教育訓練，並對表現良好駕駛人給予適當獎勵。

表 2 節油獎勵制度相關文獻整理表(續)

作者	研究結果
車輛節能應用技術研究網站 [20]	<p>節油獎勵制度辦法需包含標準油耗的建立與節油獎勵辦法。</p> <p>1.標準油耗建立 初期建立可藉由車隊歷史油耗資料，逐年或逐月檢視公司的用油狀況後，選取其中一年或季的平均值訂為標準油耗，往後再行定期調整。</p> <p>2.節油獎勵辦法 節油獎金的發放可分為以下 2 種方式： a.駕駛者每節省 1 公升之油錢，即依部分比例提撥，例如將節省油錢之1/3回饋給駕駛者。此法較適合車隊業者初期進行車隊節能時的節油獎勵辦法。 b.藉由標準油耗，訂立不同級距的節油獎金，例如：高於標準油耗的20%，發放2000元獎金；高於標準油耗的30%，發放5000元等，依此類推來提供節油獎金。</p>

3.節油獎勵演算模組架構

節油獎勵之模組化設計概念如圖 4 所示，圖中以駕駛行為資料及油耗紀錄為基本輸入資料，分析模組主要分為基本背景資料、節油門檻分析、節油獎勵分析三大部分，其中基本背景資料主要考量業者之服務業態與車重、路線、里程等背景資料；節油門檻為分析依據油耗之背景資料進行耗油因子分析與節油獎勵門檻分析；至於節油獎勵分析則包括節油獎勵模式分析與節油獎勵模式評估，其中節油獎勵模式分析乃是分析各種獎金的分配方式，節油獎勵模式評估則是模式之成本、效應評估。詳細內容分別說明如下：

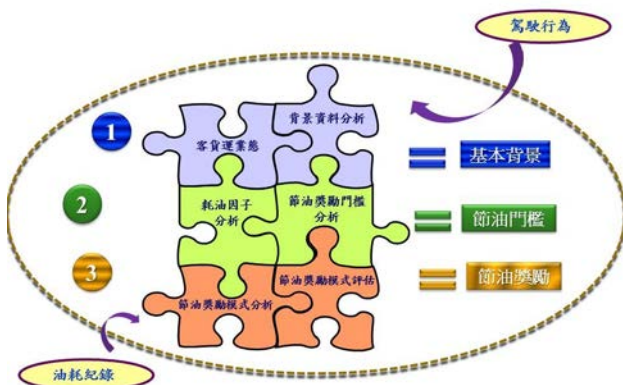


圖 4 節油獎勵之模組化設計概念圖

(1)基本背景資料模組

- 客貨運業態分析：客運與貨運必須先加以區隔，客運主要以業務、路線別作為群組基礎；貨運則依業務、車種、里程、貨物特性加以分群。
- 背景資料分析：包括油耗及駕駛行為資料來源、種類及特性；資料蒐集與節油獎勵之週期。

(2)節油門檻分析模組

- 耗油因子分析：透過相關分析，確認油耗與影響因子之關係，例如油耗效率與行駛里程、車重之相關係數

(即油耗效率是否會因行駛里程愈長而愈佳，呈現高度正相關)，若有關鍵之耗油因子，則獎勵之對象必須加以群組化或排除耗油因子之影響。

- 節油獎勵門檻分析：油耗效率或駕駛行為門檻之擬訂，例如蒐集過去六個月之紀錄，依分群法分成高、中、低三群，取中間群之平均值為門檻，或透過油耗成本之試算，選擇決策者滿意之油耗效率門檻。在進行節油獎勵門檻分析時，系統模組可提供兩種輸入方式，一種是由使用者直接由外部來輸入門檻值；另一種則是由模組內部之計算分析而得，包括油耗效率平均法與成本估算滿意度法，所謂的油耗效率平均法，乃是取一固定週期之駕駛員油耗效率進行平均分析值分群，可直接將樣本值進行平均分析，或先分為高、中、低三群，再選擇中間一群進行平均數或中位數之計算，藉以得到合理之相對門檻值；成本估算滿意度法，則是在使用者可接受之油耗成本範圍下，分析獎勵門檻值，例如假設每月最低油耗效率值所反映之油耗成本為可接受之滿意值，則所節油之成本即為以最低油耗效率為基準之其他駕駛者油耗效率所反映之省油成本，然後再設定相關的獎勵門檻值。

(3)節油獎勵分析模組

- 節油獎勵模式分析：分為提撥制與定額制，提撥制依每月節省之總油耗成本提撥一定比例作為獎金加以分配，分配方式可分為均分方式或貢獻度方式；定額制以基本定額獎金為主，分為總定額獎金模式(符合獎勵門檻即給予一定額獎金)、單位節油定額獎金模式(超過門檻後每公升給予定額獎金)、單位節油之市售油價百分比模式(超過門檻後每公升以市售油價百分比買回)。另外，定額制獎金金額之設定亦可採用累進制，即超過某一標準級距，金額加成；或是員工能夠連續達到數次節油獎勵門檻，獎金加成等，以提升獎勵效果，鼓勵員工精進。例如，假設某一汽車貨櫃貨運公司之節油獎勵門檻值為油耗效率 3.2 公里/公升，則總定額獎金模式之累進金額可設計成油耗效率超過 3.2 公里/公升低於等於 3.4 公里/公升，獎勵金額新台幣\$500 元，超過 3.4 公里/公升低於等於 3.6 公里/公升，獎勵金額新台幣\$1000 元，依此類推，每增加一個級距，獎勵金額增加新台幣\$500 元；至於單位節油定額獎金模式之累進金額則可設計成油耗效率超過 3.2 公里/公升，基本獎勵金額新台幣\$500 元，油耗效率超過 3.2 公里/公升低於等於 3.4 公里/公升，超過部分每增加 0.1 公里/公升，獎勵金額增加新台幣\$250 元，超過 3.4 公里/公升低於等於 3.6 公里/公升，超過部分每增加 0.1 公里/公升，獎勵金額增加新台幣\$500 元，依此類推，因此若有一駕駛員之油耗效率為 3.6 公里/公升，則其節油獎金為新台幣\$2000 元。
- 節油獎勵模式評估：分析提撥制與定額制之每月獎勵成本，並評估其優劣。

依據圖 4 之模組化設計概念，本研究所建立之節油獎勵演算模組架構如圖 5 所示。

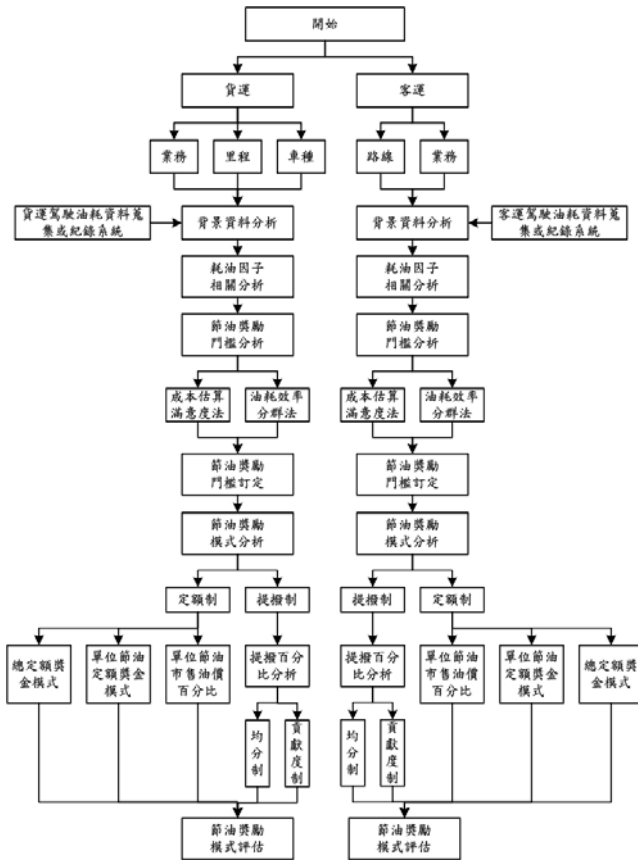


圖 5 節油獎勵演算模組架構圖

4. 演算法則範例

本研究以一公路汽車客運業者為例，說明模組各項條件情境下之節油獎勵演算過程，詳述如後。

(1) 假設條件

- 公司業態：公路汽車客運業(大客車)。
- 獎勵對象：職業大客車駕駛者。
- 背景資料：油耗效率(公里/公升)及行駛里程(公里)。
- 獎勵週期：每個月。
- 獎勵門檻分析：成本估算滿意度(以每月預設之總油耗基準為成本估算標準)。
- 獎勵制度：提撥制(假設提撥獎金為節省油耗成本的50%，並以平均油耗效率為獎勵門檻，即油耗效率值在平均值以上才可獲得節油獎金)。
- 獎勵模式：貢獻度制(依節省之用量比例分配節油獎金)。

(2) 符號說明

- X ：每月行駛總里程(公里/月)
 x_i ： i 車每月行駛里程(公里/月)
 P_i ： i 車每月油耗效率(公里/公升)
 \bar{P} ：每月油耗效率(公里/公升)
 D ：燃油價格(元/公升)

Y ：每月預設之總油耗基準(公升/月)

e ：預設總油耗基準之平均油耗效率調整因子(折減百分比)，最大值為1，在此假設為0.95。

M ：每月之最大假設節省油耗(公升/月)

S ：每月節省油耗(公升/月)

$\min(P_i)$ ：每月最低油耗效率(公里/公升)

F_i ：各車輛每月之節省油量(公升)

Z ：每月節省油錢(元/月)

r ：連續達到節油標準之權重乘數，如果未連續數個月達到節油標準， $r=1$ ，若連續數個月達到標準， $r>1$ 。
 (此一數值為結合獎金累進制之參數)

R_i ： i 車每月可得之節油獎金(元/月)

W ：提撥之節油獎金權重(%)

n ：車輛數

(3) 節油獎金計算模式之程序

a. 步驟 1：計算每月行駛總里程

$$X = \sum_{i=1}^n x_i$$

b. 步驟 2：計算每月平均油耗效率

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

c. 步驟 3：計算每月預設之總油耗基準

$$Y = \frac{X}{P \times e}$$

d. 步驟 4：計算最大假設節省油耗(M)及節省油耗(S)

$$M = \frac{X}{\min(P_i)} - \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{P_i}$$

$$S = Y - \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{P_i}$$

$$\min(P_i) = \min(P_1, \dots, P_n)$$

e. 步驟 5：計算每月節省之油錢

$$Z = S \times D$$

f. 步驟 6：計算各車輛每月之節省油量

$$F_i = \left(\frac{x_i}{\bar{P}} - \frac{x_i}{P_i} \right)$$

g. 步驟 7： i 車每月獲得之獎金

$$R_i = r \times W \times Z \times \left[\frac{\max(F_i, 0)}{\sum_{i=1}^n \max(F_i, 0)} \right]$$

(4) 範例計算說明

蒐集某客運車隊六輛車(A、B、C、D、E、F)過去

六個月之資料，如表3所示。

表3 客運業者車輛里程與油耗效率表

月份	A		B		C		D		E		F	
	里程	油耗效率	里程	油耗效率	里程	油耗效率	里程	油耗效率	里程	油耗效率	里程	油耗效率
1	3277	2.22	3381	2.33	3359	2.11	3338	2.03	3321	2.22	3388	2.36
2	2936	2.17	3367	2.29	3446	2.07	3055	2.43	3366	2.43	3515	2.10
3	3063	2.26	3616	2.35	3719	2.70	3297	2.24	3632	2.58	3637	2.34
4	2977	2.42	3289	2.42	3654	2.19	4090	2.4	3339	2.62	4120	2.51
5	3291	2.25	3234	2.67	3348	2.42	3665	2.3	3435	2.51	3583	2.28
6	3848	2.45	3828	2.53	3414	2.29	3432	2.47	3998	2.52	3905	2.25

- a. 步驟1：利用表3客運業者車輛油耗效率表提供之數據，加總每月各輛車行駛里程，得知每月總里程數。
b. 步驟2：將每月各車輛使用油耗效率平均計算，得知每月平均油耗效率。步驟1及步驟2之計算結果整理如表4所示。

表4 每月所有車輛之總里程與平均油耗效率表

月份	總里程 (公里)	平均油耗效率 (公里/公升)
1	20064	2.211667
2	19685	2.248333
3	20964	2.411667
4	21469	2.426667
5	20556	2.405
6	22425	2.418333

- c. 步驟3：將每月行駛總里程除以調整後之平均油耗效率值，計算每月預設之總油耗基準。
d. 步驟4：計算每月之最大假設節省油耗(M)及節省油耗(S)，將步驟3(每月預設之總油耗基準)減去當月(每車實際油耗之總和)，即得每月節省之油耗。
e. 步驟5：將每月節省之油耗乘以每月燃油價格，計算得每月節省之油錢。步驟3至步驟5之計算結果，整理如表5所示。

表5 每月所有車輛之最高油耗值與節省油錢計算表

月份	預設總油耗 (公升)	實際油耗 (公升)	節省油耗 (公升)	燃油價格 (新台幣元/公升)	節省油錢 (新台幣元)
1	9549.3595	9095.0164	454.3431	21.4	9722.942
2	9216.1835	8804.2317	411.9518	21.4	8815.769
3	9150.2564	8705.3410	444.9154	21.4	9521.190
4	9312.7530	8877.7778	434.9752	21.4	9308.469
5	8997.0456	8590.8691	406.1765	21.4	8692.177
6	9760.9634	9286.0226	474.9408	21.4	10163.733

- f. 步驟6：計算各車每月節省之油量，利用表3客運業者車輛里程與油耗效率表與表4每月所有車輛之總里程與平均油耗表之數據，算出各車輛每月之節省油量，取得數值為正數時，即為省油；取得數值為負值時，即為不省油，如表6所示。

表6 各車每月節省之油量表

月份	A	B	C	D	E	F
1	5.5619	77.6384	-73.1790	-135.0659	5.6366	96.2832
2	-47.1392	27.2481	-132.0430	101.5826	111.9238	-110.4290
3	-85.2337	-39.3454	164.6797	-104.7706	98.2605	-46.1878
4	-3.3796	-3.7338	-162.7240	-18.7271	101.5341	56.3679
5	-94.2675	133.4626	8.6287	-69.5697	59.7485	-81.6783
6	20.5663	69.8649	-79.1136	29.6855	66.6968	-120.8070

- g. 步驟7：計算各車每月可獲得之節油獎金，利用表6各車每月節省油量表之數據，把每月各車之節省油量(正值)除以當月所有車輛之節省油量(正值)總和，乘以r再乘以權重W(50%為例)與節省之油錢，取得節油獎金，四捨五入取整數後，整理如表7所示。(假設i車連續達到數個月節省標準，r值可考慮設定為大於1，在此假設r=1)。

表7 每月各車輛可獲得之節油獎金

單位：新台幣元

月份	A	B	C	D	E	F	總和
1	146	2039	0	0	148	2529	4862
2	0	499	0	1860	2049	0	4408
3	0	0	2982	0	1779	0	4761
4	0	0	0	0	2993	1661	4654
5	0	2874	186	0	1287	0	4347
6	559	1901	0	808	1814	0	5082

(5) 節油獎勵模式之評估

透過前述範例之說明，可進一步評估此一節油獎勵模組之優、缺點如下：

a. 優點

- (a) 以節油成本來作為獎金提撥之基礎，具有合理性與調整彈性：相較於設定獎勵門檻值與固定獎金制而言，本方法依據每月設定油耗之節省成本提撥一部分比例來作為獎金，可避免在實際未省油的條件下仍須提供節油獎金，而且主管可以依據每月之實際業務狀況彈性調整獎勵之預設總油耗基準與獎勵門檻值，具有高度合理性與調整彈性。以前述表6之範例而言，從第一月分中可以發現，有的車輛較省油，有的車輛較耗油，但整體加總下來，當月實際省油454.3431公升，節省油錢新台幣9722.942元，提撥一半當作節油獎金，因此當月提供節油獎金新台幣約4862元，再依節油的貢獻度比例分配獎金；倘若主管認為此獎金之額度過高或過低，則可透過預設總油耗基準之平均油耗效率調整因子與提撥之

節油獎金權重兩項參數來加以調整，但每月提供之節油獎金最多不能高過步驟4最大假設節省油耗(M)所換算之節省油耗成本，此乃是提供獎金之最大值。以上述範例之第一月份而言，能夠提供之最大獎金為16,879元。

- (b) 依節油貢獻度決定獎金額度，具有較大之節油誘因：相較於總定額獎金制而言，依節省的油量比例來決定獎金的額度，節省的油量愈多，獎金額度愈高，具有鼓勵駕駛者盡量用最佳的方法來節省耗油量，節油的獎勵誘因較大。
- (c) 分析步驟與相關參數可加以模式化與數量化，具有相當透明性：本方法之分析步驟與相關參數均相當明確，易於說明，並可進一步加以開發成電腦化系統，具有自動化分析之功能。

b. 缺點

- (a) 模式計算過程較繁複，所需設定之相關參數較多，進行分析時，耗費時間較長。
- (b) 由於並非是固定門檻值與固定獎金制，因此對駕駛者而言，有時容易產生混淆，例如可能是同樣的油耗效率，但上個月可以領到節油獎金，而這個月卻沒有節油獎金，或者同月分不同駕駛者間所領到的獎金額度差異甚大，產生較大之爭議與疑慮。

5. 演算模組開發

依據前述節油獎勵演算模組之架構，本研究利用 Microsoft Excel 軟體為工具，開發演算模組之試算表。開發過程係採用資訊系統開發常用的系統方法，包括定義問題、功能界定、模組架構分析、模式建立、參、變數設計、試算表開發、測試與除錯、模組確認等步驟，採用 Excel 軟體為開發工具，一方面是考量到 Excel 為目前相當通用的分析軟體，大多數之業者均已用來記錄每月車隊行駛里程與油耗效率，因此不需增加額外成本即可應用本演算模組；另一方面透過 Excel 所開發的演算模組，相關參數與公式均可明確顯示，容易學習並使用，使用者也可自行修改，具有相當之透明性與彈性。

圖 6 為本研究所開發之模組介面圖(以 10 輛車 6 個月之資料為例)，模組共分為三大部分 11 個視窗，第一部分包括基本背景資料之紀錄整理視窗與基本資料擷取視窗；第二部分則是針對節油門檻分析與獎勵模式之參數視窗、演算法之符號說明視窗、相關演算法視窗；第三部分為節油獎勵分析之貢獻制視窗與均分制視窗(提撥制)，以及總定額獎金模式視窗、單位節油定額獎金模式視窗、單位節油之市售油價百分比模式視窗(定額制)，共五大節油獎勵分析模式。另外，節油獎勵分析之最後一個視窗為評估視窗，統整各項獎勵模式之獎金支出比較與優劣分析。每一相關之視窗資料均相互連結，例如使用者只要變動基本資料擷取視窗之資料或參數視窗之相關演算法所對應參數值，則節油獎勵分析之五大節油獎勵分析模式視窗與評估視窗之結果即會隨之變動，使用者可即時調整參數值或修正原始資料，具有極高的互動性，亦有利於各節油獎勵分析模式之比較。圖 7、圖 8 及圖 9 分別為參數視窗、貢獻制視窗、總定額獎金模式視窗介面圖。

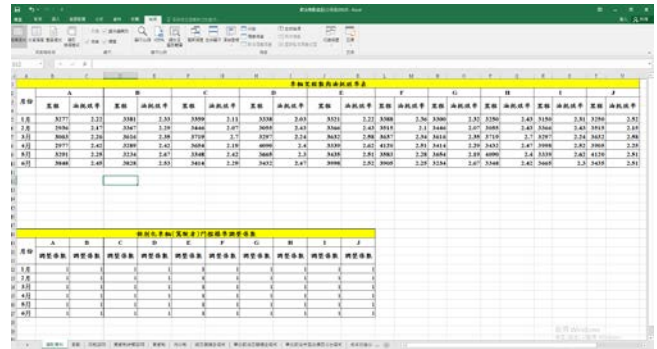


圖 6 演算模組視窗(原始資料)圖



圖 7 參數視窗圖

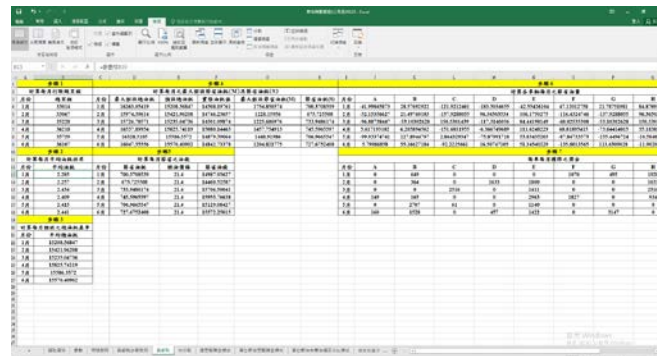


圖 8 貢獻制視窗圖

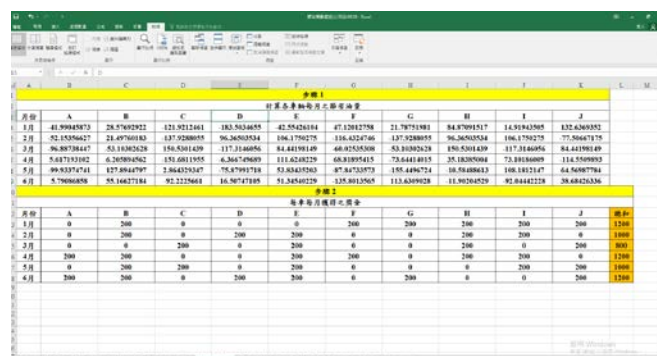


圖 9 總定額獎金模式視窗圖

6. 結論與建議

對於公路運輸系統之汽車運輸業而言，運輸車隊油耗改善之策略大致可分為駕駛者管理、車輛管理、節油

輔助系統導入三個面向，其中駕駛者管理方面，又以節油駕駛行為管理、節油獎勵制度、節油駕駛教育訓練三大措施為主，此三者乃是運輸車隊節油管理之優先輔導推動項目，由於過去許多研究均已針對節油駕駛行為管理與節油駕駛教育訓練進行探討，且有相關成果作為研究單位繼續研發或業者初步應用之基礎，然而節油獎勵制度之研究則甚為缺乏。因此本研究乃規劃並開發具有不同獎勵模式與相關參數之節油獎勵演算模組，提供後續發展與應用之參考。所開發的模組共分為基本背景資料之紀錄整理與擷取、參數與演算法、節油獎勵模式分析與評估三個部分，各模式之分析過程與相關參數均加以顯現並相互連結，具有極高的透明化與互動性，操作學習亦相當簡易。

另外，由於節油獎勵制度的推動對公司而言，乃是較為複雜而影響層面廣的管理變革，因此有必要深入了解業者在獎勵制度推動上之考量與態度，本研究雖然建立了一個具有透明性與客製化彈性的節油獎勵演算模組平台，後續仍必須加強業者之導入與應用，進行實證分析，以確認模組平台的實用價值。

7. 致謝

本研究係經濟部能源局委託財團法人車輛研究測試中心辦理之「重型車輛耗能管制執行與節能應用技術推廣計畫(1/3)」(計畫編號：106-E0404)的部分成果，謹此致謝。

8. 參考文獻

- [1] International Energy Agency (IEA), "CO₂ emissions from fuel combustion highlights 2016," Retrieved September 13, 2017, website: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsfromFuelCombustionHighlights2016.pdf>
- [2] 張建彥，周佳穎，胡雅芬，李林晉，"大型車運輸業者節油措施對節油成效之影響分析"，2016 企業競爭力與經營管理學術研討會，台灣新竹，頁數：14，2016。
- [3] 張建彥，"節能應用技術推廣技術諮詢"，結案報告，財團法人車輛研究測試中心，2015。
- [4] UK Road Safety Ltd., "SAFED-Safe and Fuel Efficient Driving," 擷取日期：2014年12月22日，網站：<http://www.uk-roadsafety.co.uk/safed.htm>。
- [5] 張季倫，"公路客運行車監控指標之研訂及駕駛與車輛資料庫管理系統之研發—數位行車紀錄器之應用"，碩士論文，國立交通大學交通運輸研究所，台北，台灣，2000。
- [6] 潘偉南，"影響國道客運駕駛績效與油耗因素之探討"，碩士論文，國立成功大學交通管理系，台南，台灣，2006。
- [7] 高啟涵，"運用資料採礦技術探討數位式行車紀錄器於公路客運駕駛員異常操作行為管理之研究"，碩士論文，淡江大學運輸管理學系，台北，台灣，2007。

- [8] 蔡宗憲，"應用數位行車資訊結合駕駛行為與人格特質之油耗因子關聯研究"，碩士論文，國立台北大學統計研究所，台北，台灣，2008。
- [9] C.-Y. Chang, J.-M. Su, and W.-C. Ho, "An application of data mining to bus eco-driving analysis," 2012 International Conference on Computer and Management (CAMAN 2012), Vol. II, CD Proceedings, IEEE Catalog Number: CFP1225M-CDR, ISBN 978-1-4577-1137-4, Wuhan, China, pp. 1624-1627, 2012.
- [10] 張建彥，"大客車環保駕駛與縱向防撞之整合式駕駛輔助系統邏輯建立之研究(II)"，行政院科技部補助專題研究計畫期末報告，2012。
- [11] 張建彥，蘇乙鳴，"大客車節油駕駛與縱向防撞之整合警示邏輯"，第十五屆海峽兩岸智能運輸系統學術研討會論文集，台灣新竹，第48~55頁，2015。
- [12] 呂仲生，張建彥，"自適性重型車輛節能駕駛行為警示系統判斷門檻之建立"，中華民國第十九屆車輛工程學術研討會，桃園創新技術學院機械工程系，台灣中壢，頁數：5，2014。
- [13] IRU, "Eco-driving safety for buses and coaches," Retrieved November 12, 2010, website: http://www.busandcoach.travel/download/best_practices/en/english_bus.pdf
- [14] SBD, "Telematics and eco-driving," SBD Telematics and ITS Research, Retrieved December 21, 2010, website: http://social.telematicsupdate.com/files/report_SBD5_5_2020_Eco%20driving%20information%20bulletin.pdf
- [15] J. N. Hooker, "Optimal driving for single-vehicle fuel economy," *Transportation Research Part A*, Vol. 22, No. 3, pp. 183-201, 1988.
- [16] E. Ericsson, H. Larsson, and K. Brundell-Freij, "Optimizing route choice for lowest fuel consumption – potential effects of a new driver support tool," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 14, Issue 6, pp. 369-383, 2006.
- [17] P. Kompfner and W. Reinhardt, "ICT for Clean & Efficient Mobility," e-Safety Forum, Final Report, November 2008.
- [18] 鄭敦友，"激勵誘因應用在節油駕駛之影響效果分析"，碩士論文，國立中山大學公共事務管理研究所，高雄，台灣，2012。
- [19] 王詵涵，"國道客運駕駛員駕駛行為、駕駛表現與人格特質之探討"，碩士論文，國立成功大學交通管理系，台南，台灣，2006。
- [20] 車輛節能應用技術研究網站，"車隊節能輔導"，擷取日期：2015年1月26日，網站：<http://energy.artc.org.tw/content/coach/coach01.aspx?CType=5>