

國內輪胎分級標示推動效益評估

◎劉怡眉、廖慶復

一、前言

台灣地狹人稠，天然資源有限，傳統化石能源大部分需仰賴進口，根據能源局 2015 年的統計[1]，台灣能源供給量中有 97.8%為進口能源，而在所有能源耗用量中，運輸部門又佔整體能源消費量約 12%，為主要耗用能源項目之一。因此，提升車輛燃油效率為改善運輸部門能源消耗之重點方向。而提升車輛的燃油效率有許多種方法，包含改善引擎效率、減輕車體重量、降低車輛風阻、提升輪胎節油性能等等。2015 年國際能源總署(International Energy Agency,IEA)以及國際綠能運輸理事會(The International Council on Clean Transportation, ICCT)於研究重型車輛耗能管理時，因引擎效率以及輪胎性能對於整車油耗表現的提升為最具成本效益之指標技術(如圖 1)，故建議將引擎效率以及輪胎性能列為重型車輛耗能管理之標準[2]。且根據 IEA 統計，輪胎於行駛過程中產生的滾動阻力佔整體車輛能耗的 15~30%，可知每年消耗在輪胎滾動阻力上的能源是多麼龐大，這也突顯出輪胎節能性能提升與管理的重要性。

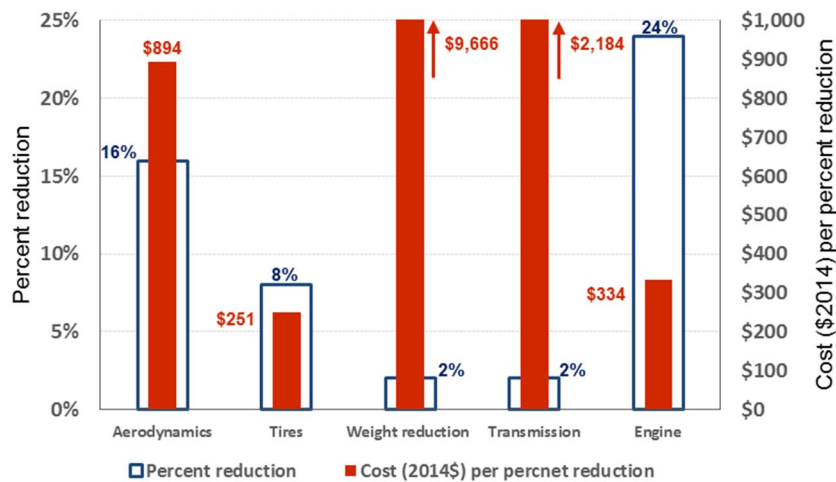


圖 1、重型車輛各種技術提升所需花費成本與其節能百分比

二、輪胎分級制度

為減少運輸車輛二氧化碳的排放，建立輪胎最低性能標準及分級標籤制度為 IEA 在

2009 年針對運輸能源效率所提出的改善建議之一，現階段許多國家已陸續推動輪胎效率分級標籤法規。目前國際上針對輪胎性能分級標示的項目主要有三項，分別為燃油效率分級(根據輪胎滾動阻力進行分級)、濕抓能力分級以及外部滾動噪音分級，其中輪胎滾動阻力與濕抓能力通常具有一定的關聯性，意即輪胎滾阻越小可能導致抓地能力變差，因此若僅考慮單一指標可能會影響到另一項性能要求。目前國際上實施輪胎分級管制的國家，為兼顧節能與安全，其管制項目至少都包含了燃油效率(滾動阻力)以及濕地抓地力兩項。國際間目前已實施輪胎分級管制的主要國家為：歐盟、日本、韓國及沙烏地阿拉伯等，而中國大陸也在近期陸續發布管理辦法並規劃實施，各國管制現況綜整如表 1 所示。

表 1、各國輪胎分級標示管制現況

	歐盟	日本	韓國	沙烏地阿拉伯	中國大陸
標籤樣式					
實施對象	小客車(C1)、 小貨車(C2)、 大客貨車(C3) 新車胎/替換胎	小客車(C1) 替換胎	小客車(C1)、 小貨車(C2) 新車胎/替換胎	小客車(C1)、 小貨車(C2)、 大客貨車(C3) 新車胎/替換胎	小客車(C1)、 小貨車(C2)、 大客貨車(C3) 替換胎
管制項目	滾動阻力 濕地抓地力 外部滾動噪音	滾動阻力 濕地抓地力	滾動阻力 濕地抓地力	滾動阻力 濕地抓地力	滾動阻力 濕地抓地力 外部滾動噪音
管制期程	強制性 2012 年 11 月	自願性 2010 年 1 月	強制性 2012 年 11 月	強制性 2015 年 11 月	自願性 2016 年 9 月起 (未來規劃強制實施)

三、國內輪胎性能調查與油耗測試

為了解國內使用及銷售的輪胎性能水準，本計畫分別於 2013 年及 2016 年進行國產/進口輪胎性能調查，將同一尺寸進口及國產新車胎(Original Equipment)/替換胎(Replacement Tires)送往國外測試機構進行測試，測試結果顯示國產輪胎大多較注重濕抓性能，濕抓等級超過半數落於 C 級以上範圍，其餘則在 E 級以上(如圖 2 所示)；相較之下節油性能表現則多數落在 E 級以下，又以 E、F 級的占比最大。而新車胎之節油性能表現較替

換胎佳，主要是新車須符合車輛容許耗用能源標準，故對於輪胎的燃油效率等級需求較高。整體來看 2016 年進行調查之輪胎整體性能水準已明顯較 2013 年提升，意味著隨著國內整車油耗標準逐年加嚴與國際實施輪胎分級標示管制後，已間接帶動國內輪胎廠商提升研發能力與技術能量，目前國內輪胎廠已具備與國際相當之技術能力。

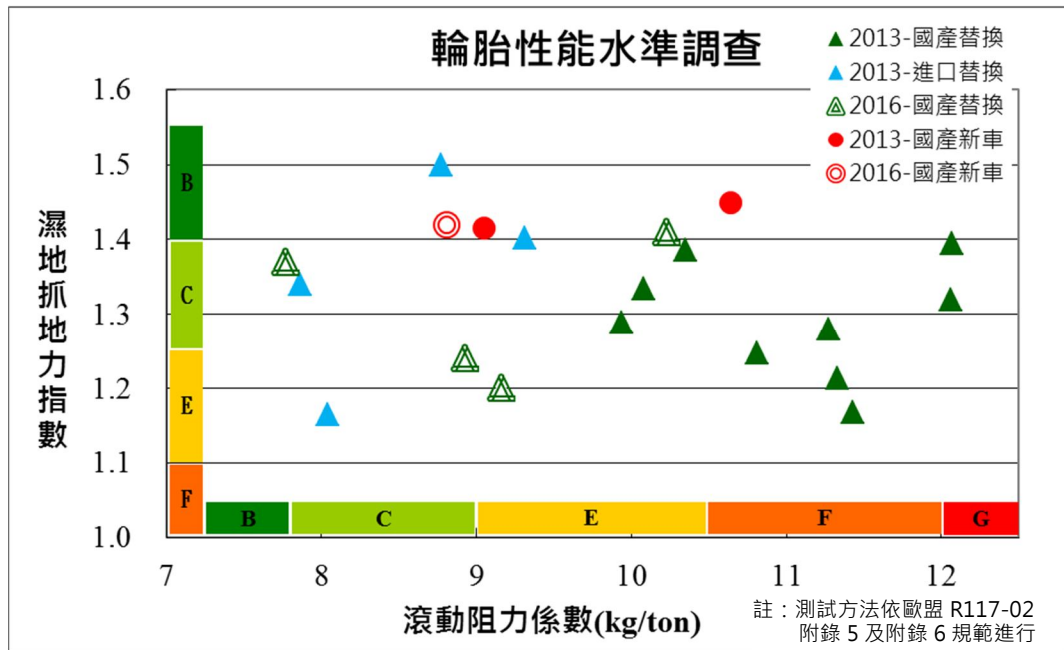


圖 2、2013~2016 年進口與國產輪胎性能水準調查

另外，為比對輪胎滾動阻力性能等級與實際油耗之關係，本研究也進一步進行小客車實車油耗測試分析，依不同尺寸挑選燃油效率 C~F 等級之轎車輪胎分別安裝於大型車(排氣量 2000 cc 以上)、中型車(排氣量 1600~1800 cc)以及小型車(排氣量 1500 cc 以下)上。各車輛先以實車滑行法求出行車阻力，阻力係數再輸入至實驗室動力計進行模擬，並以美國 FTP-75 之市區行車型態及高速公路行車型態進行測試，透過全流式稀釋道系統量測引擎在規定之測試型態下之一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、碳氫化合物(HC)的排放量，以碳平衡法從污染物排放值計算其油耗值。

小客車實車油耗測試結果整理如表 2 所示，將各車型之同等級輪胎實車油耗數值取平均後，需再經過實際道路油耗修正係數進行修正[3]，以便推估實際道路之油耗情形，其結果如表 3 所示，分析結果以 F 級輪胎為基準，當改用 E 級輪胎時，在市區可減少 1.1% 油耗，高速可減少 2.7% 油耗，平均可改善 1.7% 油耗值；若改用 C 級輪胎時，在市區可減少 4.7% 油耗，高速可減少 6.8% 油耗，平均可改善 5.5% 油耗值。

表 2、各等級輪胎實測油耗值

測式車輛/輪胎		滾動阻力係數 (N/kN)	歐盟分級 (A~G)	市區油耗 (km/L)	高速油耗 (km/L)	平均油耗 (km/L)
大型車	215/50 R17	11.2	F	11.1	16.3	12.9
		9.6	E	11.2	16.9	13.2
		7.8	C	11.7	17.5	13.7
中型車	205/55 R16	12.0	F	12.7	19.7	15.1
		10.3	E	12.8	20.5	15.4
		8.2	C	13.1	21.4	15.9
	195/60 R15	11.6	F	14.8	19.8	16.7
		10.2	E	14.9	20.1	17.0
		7.9	C	15.7	21.1	17.7
小型車	185/65 R14	12.0	F	14.5	19.3	16.4
		10.5	E	14.8	19.6	16.7
		8.3	C	15.2	20.2	17.1

表 3、各等級輪胎道路平均油耗量

歐盟分級	市區	高速	平均
F	10.45	14.75	12.03
E	10.56	15.15	12.23
C	10.94	15.75	12.68

四、國內輪胎分級推動效益評估

由上述調查統計可知國內業者所生產之輪胎在降低滾動阻力技術上已具有一定水準，也證明降低滾動阻力對於車輛油耗表現有明顯的改善作用，然目前國內普遍缺乏節能輪胎之相關資訊，消費者於選購輪胎時多依價格或廠牌進行選擇。因此若能在國內推動輪胎分級標示管理，不僅可對市面上的輪胎品質有規範作用，輪胎性能的揭露也能讓消費者有更多的資訊參考，進而促使廠商更有意願提供較高性能等級輪胎，形成一良好循環。然而實際上推動後能帶動多少節油效益，是否值得投入推動，仍需由成本效益分析來評估。

本研究採用之成本效益分析，成本項部分為輪胎標示標籤規範推行後，輪胎廠商因生產高等級輪胎而產生之生產成本、標籤成本以及需建置檢測能量之成本；而效益項部分，則是消費者因採用節能輪胎而產生之節油效益。其中，輪胎廠商生產低滾動阻力輪胎額外支付的成本轉嫁，提高輪胎銷售價格時，恰等於消費者購買低滾動阻力輪胎所支付的成本。換言之，輪胎標示標籤推行後對於輪胎廠商之效益，恰等於消費者購買低滾動阻力輪胎之成本，兩者於社會效益計算時可以相互抵消。但各別計算消費者成本效益或廠商成本效益時，仍須

分別考慮。另外，據本研究與輪胎廠商訪談結果，低滾動阻力輪胎於產品使用里程終止時，無法製作成翻修胎使用，故後續成效評估中亦不考慮低滾動阻力輪胎殘值效果。

另推動輪胎分級標示之方法不同，其造成之推動效果也不同，本研究假設四種不同情境分別為：1.新車胎與替換胎全面強制實施；2.僅新車胎強制實施分級管制；3.僅替換胎強制實施分級管制；4.鼓勵廠商自主標示(相當於不實施任何強制措施)等，以探討不同實施方案造成之成本項與效益項變化。這四種情境可分別對應到不同的輪胎市場滲透率，所謂滲透率是指輪胎分級標示法強制實施後，各等級輪胎在市場上的逐年佔有率變化，如圖 3 為新車胎與替換胎全面強制實施分級管制後之滲透率，為訪談國內廠商以及參考國際間市場演變狀況所得[4]，本研究以此四種情境進行成本效益估算，其分析計算流程如圖 4 所示，最後將綜整結果做一社會效益變動概況分析，協助國內相關主管機關評估推行輪胎分級標籤之經濟效益。

在經過上述步驟進行成本效益分析後，即可得到政策實施後之淨效益以及益本比資訊，由於各種政策之推動強度不同，因此也會有不同的效益產生。上述各種情境所產生的投資報酬率以及益本比如圖 5 所示，推動十年後的累積節油量則如圖 6 所示。以益本比而言，無論採用哪一種推動方式，其益本比皆大於 1，顯示無論採何種方式，輪胎分級標示都是值得推動的措施，而強制實施會使得益本比增加，以全面強制實施而言，其益本比可達到 3 左右。就累積節油量而言，若採用廠商自願性標示的推動方式，則年平均節油量僅有 0.2 萬公乘；若採用全面強制分級標示，則年平均節油量可達 4.1 萬公乘

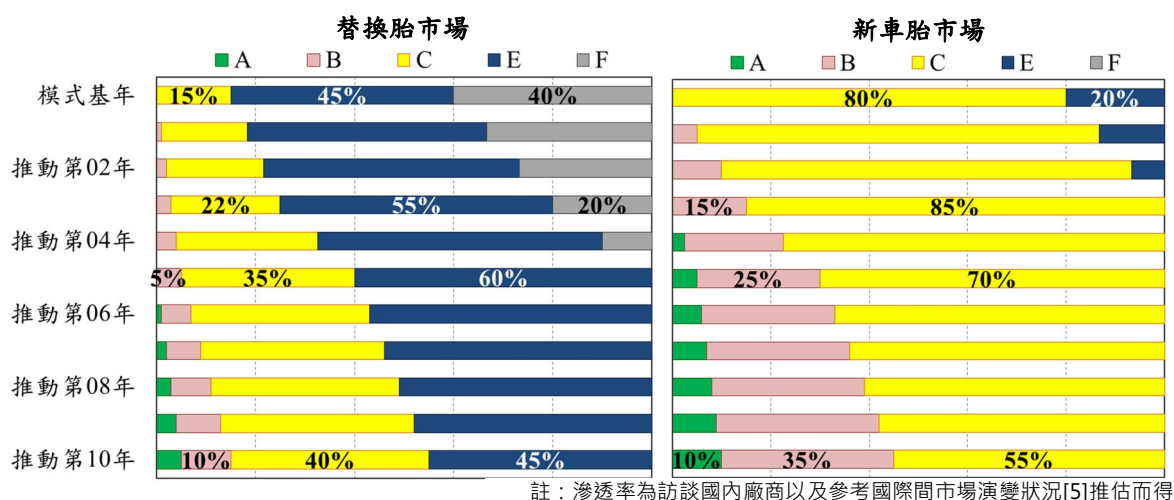


圖 3、新車胎與替換胎全面管制之輪胎市場滲透率(10 年)

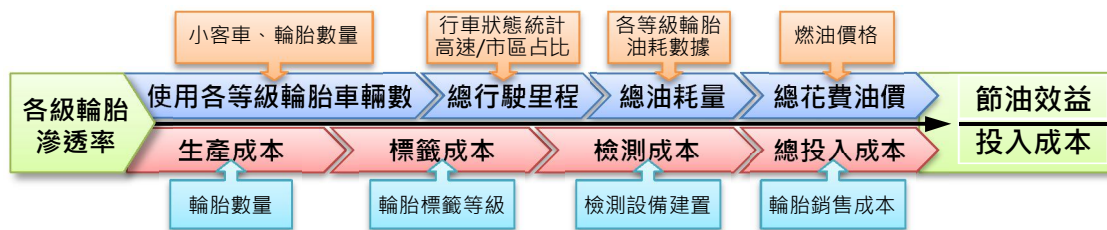


圖 4、輪胎分級標示成本效益分析流程

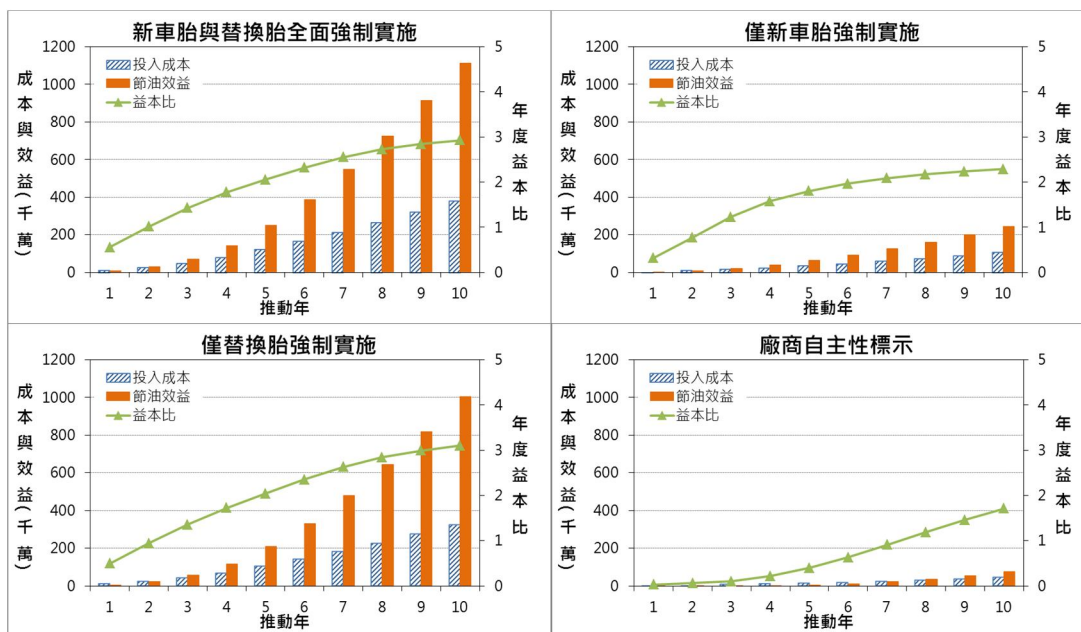


圖 5、各推動政策之投資成本與節油效益及益本比

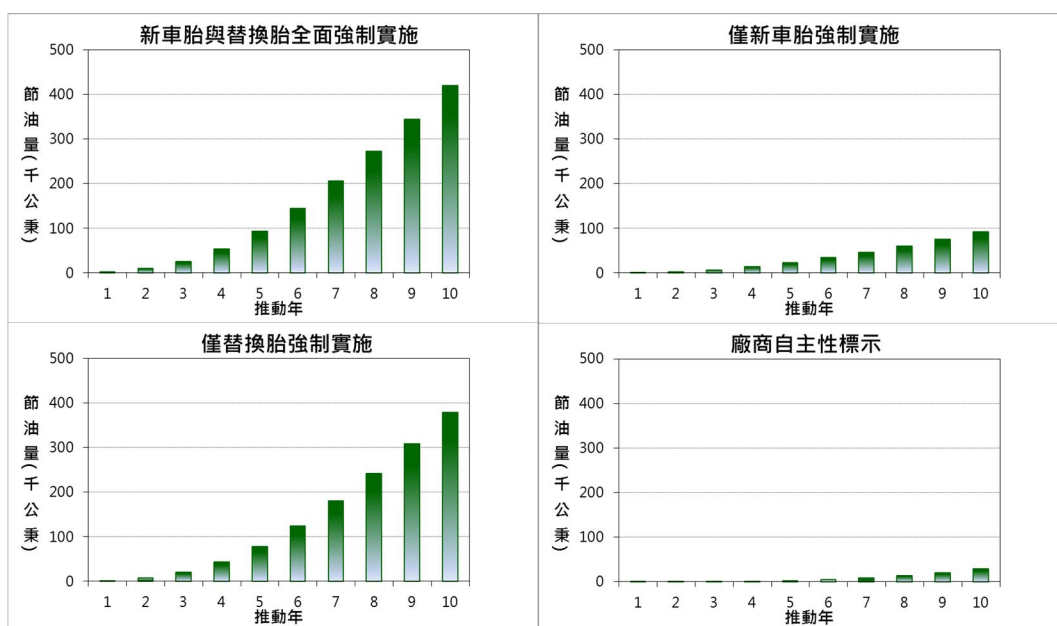


圖 6、各推動政策之累積節油量

五、結論與建議

全球每天約有 39 億條輪胎在道路上使用，相當於使用 200 萬公噸燃油用來克服行駛時輪胎與路面所產生的阻力，可見輪胎滾動阻力已成為影響車輛耗能的關鍵因素之一。根據本研究調查，提升輪胎性能對車輛行駛的油耗改善為具投資成本效益的選項。自 2012 年 11 月起歐盟實施強制性輪胎最低性能標準與輪胎分級標示制度後，已帶動世界主要國家與地區之輪胎相關產業積極投入環保節能輪胎研發，並陸續實施輪胎分級標示制度。本研究除針對市售輪胎進行性能調查外，亦進行實車油耗實驗以建立節能輪胎與整車油耗之關係，及分析國內實施輪胎分級標示之整體社會效益，綜合評估獲得以下結論與建議：

1. 輪胎標籤明顯區分出不同效率等級之輪胎滾動阻力及濕地抓地力性能，可提供消費者替換輪胎時，除考量價格及品牌外之節能、濕抓性能資訊參考。
2. 國內替換胎市場濕地抓地力等級皆在 E 級以上，滾動阻力等級則相對落差較大，以 E、F 級的占比最大；透過輪胎分級標示管制能有效降低非節能輪胎使用比例，藉此提升/維持使用中車輛能耗水準。
3. 根據輪胎分級標示推動之成本效益分析結果，若採新車胎與替換胎全面強制管理方式，其累積年平均節油量可達 4.1 公秉/年。建議初期可藉資訊充分揭露提高消費者使用節能輪胎之意願，後續逐步推動輪胎分級標示措施，以符合國際管理趨勢。

六、致謝

本研究承蒙經濟部能源局 105 年度「重型車輛耗能管制與節能應用技術推廣計畫」(3/3) 贊助，計畫編號 105-E0404，始得完成，僅此致謝。

七、參考文獻

- [1] 經濟部能源局能源統計月報「104 年能源供需概況」，2015 年
- [2] “Cost-effectiveness of engine technologies for A potential heavy-duty vehicle fuel efficiency Regulation in india” , ICCT, June 2015
- [3] “建立我國實際道路與實驗室測試差異修正係數” ，工業技術研究院，2010 年
- [4] Horst Wildeman, “Tire Labeling and Green Tires” , TCW Transfer Centrum GmbH & Co. KG

(本文作者現任財團法人車輛研究測試中心環能研究課副工程師)