不同測試用油應用於 WLTP 測試之影響研究

劉錦源[1]、林欣慧[1*]、江睿彬[2]
[1]財團法人工業技術研究院機械與機電系統研究所(資深工程師)
[2]財團法人工業技術研究院機械與機電系統研究所(副工程師)

E-mail*: EmilyLin@itri.org.tw
經濟部能源局計畫編號: 106-E0416

摘要

本研究選用 E5 及 E10 測試用油來解析國內市售七台汽油汽車於 WLTP 測試程序規定下，使用不同油品時，其尾氣排放污染物及燃油效率之影響。其中除 PN 外，受測之車輛均可對應國內 2019 年實施之汽油汽車六期排放標準，其 PN 未符合標準之比例為 71%(E5)及 43%(E10)。

以成對 T 檢定探討使用此兩種測試用油對於污染物及燃油效率之影響是否具有顯著差異，結果顯示 PM 及 PN 之 P-value 分別為 0.024 及 0.015，均小於 0.05 的顯著水準，在統計學上具有顯著性差異，代表相對於 E5，使用 E10 對於減少 PM 及 PN 排放，有顯著之減量效果，其平均減量比例分別為 44%及 45%，而使用 E10 測試用油之 PM 及 PN 排放量，分別為 E5 測試用油之 0.5557 倍及 0.5971 倍。

CO、THC、NMHC、NOx、CO_2 及燃油效率雖無顯著影響，但測試結果中以 CO 及 NOx 數值變動較大、CO_2 及燃油效率差異變動最小，且針對 CO_2 及燃油效率，使用不同測試用油(E10、E5)之影響仍屬於實驗室測試誤差(±3%)之區間。

關鍵詞：WLTP、測試型態、E5 測試汽油、E10 測試汽油。

1. 前言

過去國際主要國家於實驗室測試型態均以反應該國之實際道路狀況為考量，如美國的聯邦測試程序(Federal Test Procedure，簡稱 FTP)、歐盟新歐盟行車型態(New European Driving Cycle，簡稱 NEDC)及日本的 JC08 等，隨著車輛產業全球化時代的來臨，國際共用之測試程序調和也日益重要。

聯合國 UNECE WP.29 於 2014 年 3 月 12 日及其管理委員會通過 GTR.15 法規，提出共同規範之全球輕型汽車測試程序 World-harmonized Light-duty vehicle Test Procedure (簡稱 WLTP)，整合現今存在於歐洲、美國、日本及印度等的差異行車型態，除可減少廠商測試成本外，針對動力計阻力模擬提供更接近實際的測試車重的較佳的設定參數。故歐盟也將於 2017 年 9 月(Euro 6d-Temp)新車型認證導入 WLTP，並於 2019 年 9 月適用於所有車型認證，測試用油部分，Euro 5 標準測試用油 E5(無水乙醇)也將轉換至 Euro 6 標準測試用油 E10(無水乙醇)。

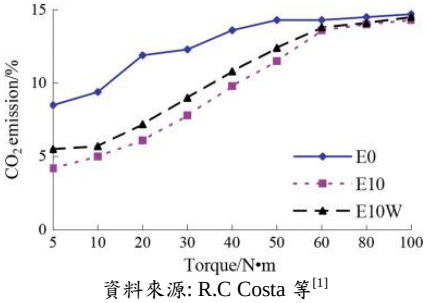
我國行政院環保署於 2016 年底正式公告將於 2019 年 9 月 1 日起實施汽油汽車六期排放標準，且納入 WLTP 測試程序規定，基於此，為因應國內汽油汽車測試程序的改變，國內勢必需建立先期之測試數據，解析不同測試程序及油品所造成之影響，本研究即主要著重於 WLTP 測試程序下，探討不同之測試用油(E5 與 E10)，其車輛之尾氣排放污染物與燃油效率的變化情形，以利國內未來對應新測試程序之參考。

2. 文獻回顧

2.1 國內外研究資料蒐集

隨著全球石油存量日益越少及為減少對化石燃料之依賴，過去幾十年中，乙醇汽油混合物已被廣泛研究，也均已被視為是汽油引擎的潛在替代燃料之一。乙醇汽油混合物比例越高其熱能越高，更容易達到完全燃燒狀態，但因乙醇的親水性較強，混合燃料容易與空氣中的水混合，導致混合燃料穩定性降低，使其有較高之儲存和運輸成本[5]。

R.C. Costa[1]用含水乙醇(含量 6.8%)和一般汽油(含 22% v/v 無水乙醇)燃料時，評估了彈性燃料引擎的性能。T.C. Cordeiro 等[2]對使用不同含水乙醇混合物的彈性燃料引擎的燃燒和排放性能進行了實驗研究，根據他們的研究結果，NO_x 結果提出了乙醇添加的複雜趨勢，這取決於操作條件，火花提前時間等參數。Xiaochen Wang 等[6]研究比較了注入汽油機的含水乙醇汽油(E10W)，無水乙醇汽油(E10)和純汽油(E0)的燃燒特性與各種負載條件與氮氧化物(Nitrogen Oxides, NO_x)、一氧化碳(Carbon monoxide, CO)、總碳氫化合物(Total hydrocarbon, THC)和二氧化碳(Carbon Dioxide, CO_2)排放變化，如下圖 1 發現 CO_2 排放量表現為 E10(無水乙醇)>E10W(含水乙醇)>E0。



資料來源: R.C Costa 等[1]

圖 1 E0/E10(無水乙醇)/E10W(含水乙醇)於不同負載下 CO_2 排放量表現

國內對於乙醇汽油之研究多著重於機車，蔡俊鴻等人[9]以 3 台同款四行程噴射機車更換排氣管後，進行 E15 與 E30 乙醇汽油排放特性研究，研究結果顯示，與市售 95 無鉛汽油(RF)相比，使用 E15 減量比例分別為 CO 15%、THC 11%，使用 E30 減量比例分別為 CO 33%、THC 28%，但 NOx 則較 RF 增加 7%(E15)和 2 %(E30)，CO_2 較 RF 增加 6%(E15)和降低 5%(E30)，代表與市售 95 無鉛汽油相比，E30 有較低之傳統空氣污染物(CO、HC)排放，但 E15 會導致部分 NOx 及 CO_2 增加。

張嘉峰等人[6]探討 9 台四行程化油器機車於 ECE 15 行車型態下，使用不含乙醇測試用油(E0)與乙醇汽油(E3)之污染排放特性，E0 相對 E3 有較低之 CO 之排放(減量比例 20.0%)，但對 THC、NOx 與 CO_2 則無顯著影響，同時乙醛也有顯著增加情形(增量比例 67.8%)。

劉達全等[8]為調查使用中車輛使用 E3 適用性，了解不含乙醇測試用油(E0)及乙醇汽油(E3)之污染與燃油效率關係，選用 10 輛行駛里程 2 萬公里內化油器機車、10 輛平均行駛里程 4 萬 5 千公里之汽油汽車進行實驗室不同油品測試比對，其中汽油汽車選用 FTP 測試型態，結果顯示相對使用 E0，E3 會減低汽車及機車 20%以上之 CO 排放，且具有統計顯著水準，HC 僅有汽車達顯著水準(減量比例 20%)，機車對於 HC 及 NOx 影響低於汽車，主要原因在於化油器之空燃比控制，不如閉迴路控制之汽車精密，兩者之市區燃油效率雖達顯著水準，但機車平均燃油效率則無，且兩者針對使用不同油品(E0、E3)之燃油效率差異僅有 1%；劉[9]另選取 5 輛符合我國環保五期標準及 5 輛符合四期之機車進行 E0 及 E10 測試，E10 對於四期機車之 CO 可減量 40%，但 NOx 增加 17%，均達到統計顯著水準，五期車部分，CO 減少程度不如四期車，但同樣造成 NOx 增量之趨勢，燃油效率部分，不論四期或五期，均有提升 5%以上情形。

經濟部能源局[7]以 12 台機車進行 WMTC 行車型態中 part1 冷車及定速 50 公里/時之油耗測試，比較不含乙醇測試用油(E0)與乙醇汽油(E5)之燃油效率差異，研究顯示 E5 測值均低於 E0，兩種燃料的平均燃油效率差異不大(1.15%)，屬實驗室測試誤差(±3%)。

由以上文獻討論得知，對使用不同濃度乙醇汽油對於污染之排放影響變化，多因測試車型特性而有所不同，其中在 CO_2 及燃油效率部分，其差異比例遠低於傳統污染物之影響。

2.2 測試法規規範蒐集

本研究採行之測試法規規定係參照UNECE WP.29工作小組於 2014 年所公布最新的GTR.15 技術資料(ECE/TRANS/180/Add.15)[3] 及 2015 年公布 UN ECE R.83/05[4]資料，以下便針對WLTP測試過程中車輛底盤動力計設定、測試車輛分類、測試行車型態、量測測試設備及測試用油進行說明。

2.1.1 車輛底盤動力計設定

由於WLTP與國內採用之歐盟測試程序於底盤動力計上重量設定有所不同，歐盟測試程序中測試主要採慣性級距之車重來進行設定，而WLTP測試則是實際參考車重數值來設定，其參考車重包含車輛空重(滿油及滿水情形下)、駕駛重量(75公斤)、其他配備(工具包等)、25公斤及可能之額外車輛負載重量，參考車重組成示意圖如圖2。

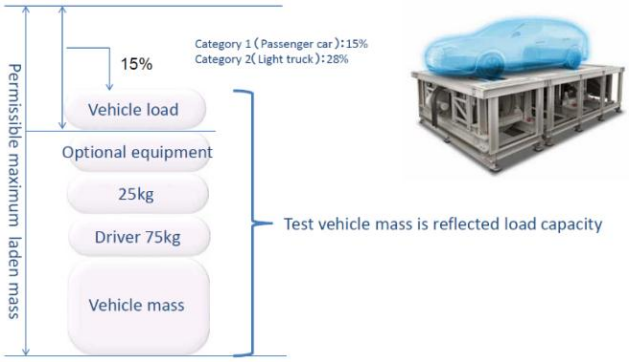


圖 2 參考車重組成示意圖(資料來源 HORIBA 公司)

測試時阻力設定的主要來源有兩種方式，其一為實車滑行、其二為替代計算公式，如公式(1)所示。

$$F_c = f_0 + f_1 \times v + f_2 \times v^2 \quad (1)$$

其中：

$f_o = 0.140 \times TM$；f_1設定為 0；

$f_2 = 2.8 \times 10^{-6} \times TM + 0.170 \times$ *寬度* $\times$ *高度*

2.1.2 測試車輛分類

WLTP測試程序中採行之行車型態又稱為WLTC，是依據車輛輸出功率與空車重重比(power to mass ratio, PMR ratio)，分為Class1、2、3共三個等級，Class3又再依最大速度(是否大於120km/h)分為Class 3a及Class 3b。故測試前需先得知車輛基本規格，如最大馬力之功率、空車重量、最高車速，以選取正確之車輛測試類別，表1則為WLTC之車輛分類資訊。

表 1 WLTC 車輛分類表

等級	功率/空重比 Pmr (W/kg)	速度 (km/h)	行車型態
Class 1	Pmr ≦ 22	無區分	Low1+Medium1+Low1
Class 2	22 < Pmr ≦34	無區分	Low2+Medium2+High2+ Extra High2
Class 3a	34 < Pmr	< 120	Low3+Medium3-1+High3-1+ Extra High3
Class 3b	34 < Pmr	≧120	Low3+Medium3-2+High3-2+ Extra High3

2.1.3 測試行車型態分類

整個WLTC共包括四個循環(Low、Medium、High、Extra high)，同時依照上述2.1.2.車輛分類，選擇圖3中四種行車型態，表2為各行車型態組成各細部組成說明，包括時間、惰轉期程、距離、最大車速、平均車速等資訊，而Class 3a及Class 3b主要差異在於Middle與High階段。

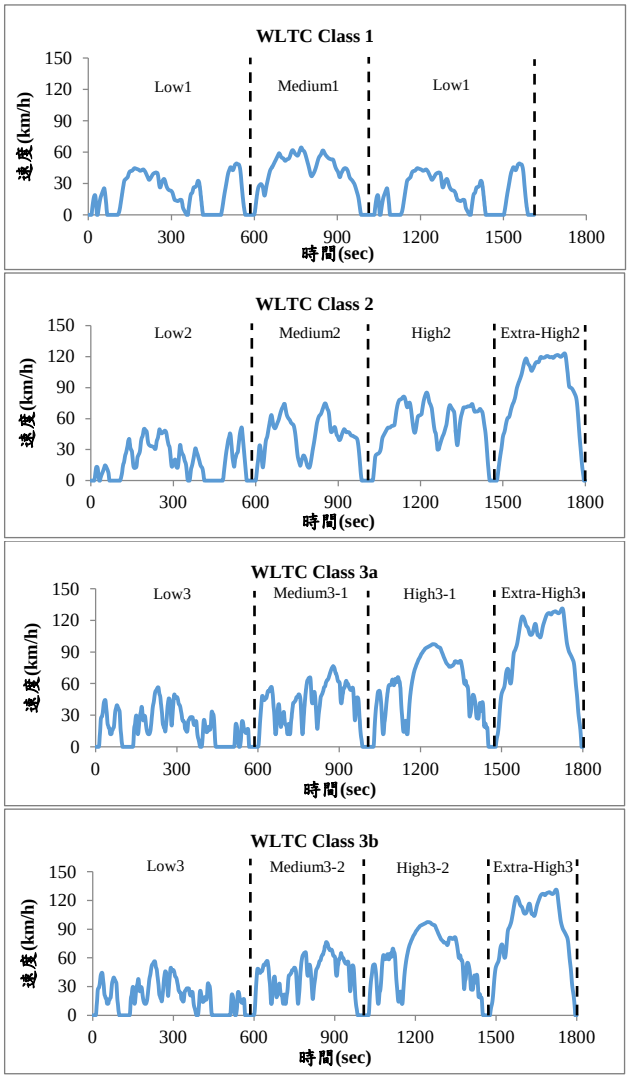


圖3 WLTC測試行車型態

表2 WLTC行車型態各階段細部組成表

分類	階段	時間(s)	惰轉期程(%)	距離(m)	最高車速(km/h)	平均車速(km/h)
Class 1	Low1	589	26.1	3,330	49.1	20.4
	Middle1	433	11.1	4,767	66.4	39.6
	Low1	589	26.1	3,330	49.1	20.4
	總計	**1,611**	**22.1**	**11,427**	—	—
Class 2	Low2	589	26.3	3,101	51.4	19.0
	Middle2	433	11.1	4,737	74.7	39.4
	High2	455	6.6	6,792	85.2	53.7
	Extra High2	323	2.2	8,019	123.1	89.4
	總計	**1,800**	**13.3**	**22,649**	—	—
Class 3b	Low3	589	26.5	3,095	56.5	18.9
	Middle 3-2	433	11.0	4,756	76.6	39.5
	High3-2	455	6.8	7,158	97.4	56.7
	Extra High3	323	2.2	8,254	131.3	92.0
	總計	**1,800**	**13.4**	**23,262**	—	—
Class 3a	Low3	589	26.5	3,095	56.5	18.9
	Middle 3-1	433	11.0	4,756	76.6	39.3
	High3-1	455	6.8	7,158	97.4	56.4
	Extra High3	323	2.2	8,254	131.3	92.0
	總計	**1,800**	**13.4**	**23,262**	—	—

2.1.3 量測測試設備規範

主要量測設備組成有底盤動力計、廢氣分析儀、排氣稀釋系統、Particulate matter (PM)量測、Particle number (PN)量測等，設備組成示意圖如圖4。因我國汽油汽車五期標準，法規污染物並未納入PN，故多數實驗室均未建置PN採樣設備，但2019年即將實施之汽油汽車六期中，也將PN納入管制對象中，此外，為對應汽油或柴油車輛的量測上運用，於WLTC測試時(Class 2、Class 3a與Class 3b行車型態)，另需考量其取樣袋/背景袋應調整為四個取樣袋。故國內車輛排放檢驗室未來應先評估目前檢驗設備之能力是否足以對應WLTP相關規定。

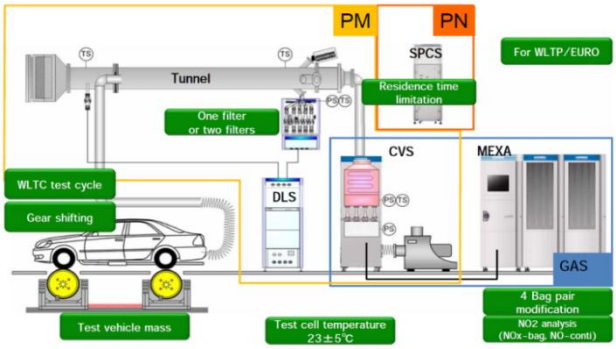


圖4 測試設備組成示意圖(資料來源HORIBA公司)

2.1.4 測試用油

依據UN/ECE GTR.15文件資料，表3彙整E10測試用油與E5測試用油規範之差異，E10主要增加包含研究辛烷值最高值、馬達辛烷值最高值與含氧量，次要修正部分包含含水量、烯烴、芳香烴與乙醇。然而，對於下一階段法規測試上執行使用不同的測試用油時，依據國內外研究資料發現可能會影響車輛性能與排放等。

表3 WLTP測試用油E5與E10比較表

參數	單位	E5		E10	
		最低值	最高值	最低值	最高值
研究辛烷值(ROM)		95.0	—	95.0	98.0
馬達辛烷值(MON)		85.0	—	85.0	89.0
15℃時密度	kg/m^3	743	756	743	756
雷氏蒸氣壓力	kPa	56.0	60.0	56.0	60.0
含水量	% v/v	—	0.015	—	0.05
蒸餾					
70℃蒸氣溫度	% v/v	24.0	44.0	34.0	46.0
100℃蒸氣溫度	% v/v	48.0	60.0	54.0	62.0
150℃蒸氣溫度	% v/v	82.0	90.0	86.0	94.0
最終沸點溫度	℃	190	210	170	195
殘餘量	% v/v	—	2.0	—	2.0
碳氫化合物分析					
烯烴	% v/v	3.0	13.0	6.0	13.0
芳香烴	% v/v	29.0	35.0	25.0	32.0
苯	% v/v	—	1.0	—	1.0
飽和烴	% v/v	分析報告		分析報告	
碳氫比		分析報告		分析報告	
碳氧比		分析報告		分析報告	
誘發期	minutes	480	—	480	—
含氧量	% m/m	分析報告		3.3	3.7
含膠量	mg/ml	—	0.04	—	0.04
含硫量	mg/kg	—	10	—	10
銅腐蝕		—	Class 1	—	Class 1
含鉛量	mg/l	—	5	—	5
含磷量	mg/l	—	1.3	—	1.3
乙醇	% v/v	4.7	5.3	9.0	10.0

3. 研究方法

3.1 實驗設備

進行本研究之實車動力計測試的車輛排放檢驗室為財團法人工業技術研究院車輛實驗室，該實驗室為行政院環保署與經濟部能源局認可之機動車輛檢測實驗室，所使用的設備，包括：

3.1.1 廢氣分析儀(HORIBA MEXA-7400)

(1) CO/CO_2 分析儀-HORIBA AIA-721A。

(2) THC 分析儀-HORIBA FIA-720。

(3) NO_X 分析儀-HORIBA CLA-750LE。

(4) CH_4 分析儀-HORIBA GFA-720。

3.1.2 廢氣取樣系統(HORIBA CVS7400T)

3.1.3 PN 量測設備-HORIBA MEXA-2000 SPCS

3.1.4 PM 量測設備

(1) PM 秤重櫃-HORIBA CHAM-1000。

(2) 精密天平-METTLER TOLEDO XP2UV。

3.1.5 車輛底盤動力計(AVL 48" COMPACT 4WD CAR)

3.2 測試車型

蒐集經濟部能源局車輛耗能證明核發與管理系統中 2016 年國內小客車與商用車之廠牌、車型與車輛核章數量，依圖 5 之流程篩選出 7 輛車進行測試，測試車型如表 4，其中小客車共計五輛，分別為 TOYOTA RAV4、國瑞 COROLLA ALTIS、MAZDA Mazda 3、LEXUS RX200t、福特六和 FOCUS，另也篩選出 1 輛商用車、1 輛 HEV 車，車型分別為中華 ZINGER、TOYOTA PRIUS HYBRID。

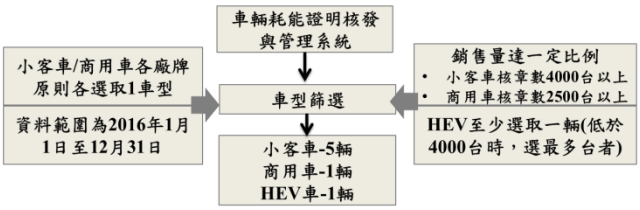


圖 5 本研究測試車輛車型篩選條件

表 4 本研究測試車車型清單

廠牌	車型	排檔型式	排氣量	傳動方式	Power max	rpm max	供油方式
中華	ZINGER	A5	2378	R	100kW	5250	間噴
LEXUS	RX200t	A6	1998	F	175.0kW	4800-5600 rpm	直噴
TOYOTA	RAV4	CVT	1987	F	107.0kW	6200rpm	間噴
福特六和	FOCUS C346-8X	A6	1499	F	132kW	6000rpm	直噴
國瑞	COROLLA ALTIS	CVT	1798	F	103kW	6400rpm	間噴
MAZDA	Mazda3	A6	1998	F	121kW	6000rpm	直噴
TOYOTA	PRIUS HYBRID	CVT	1798	F	72kW	5200	間噴

3.3 測試流程

依本研究 3.2 之原則所篩選出的車型均屬 WLTC Class 3-2 分類，測試前首先進行車輛檢查，確保車況正常，同時因本研究主要為了解不同測試油品之測試結果差異，故每一行車型態測試前均需先進行燃油抽出動作，然後依序加入測試用油，並量測 CO、THC、NMHC (Nonmethane hydrocarbon，非甲烷碳氫化合物)、PM、PN、CO_2 與燃油效率數值，第一天測試使用之燃油為 E5 測試用油，測試完成進行燃油抽出後，第二次測試則改以 E10 測試用油進行量測，整體測試流程如圖 6，同時兩天之動力計阻力均係採用原廠設定值。

因國內五期標準與六期標準主要差異在於針對缸內直噴汽油車輛之 PM 由 0.050(g/km)加嚴為 0.045(g/km)，並新增缸內直噴車輛的 PN 管制規定，為了解各車型之污染排放特性，本研究同時針對非缸內直噴車輛也進行 PM 及 PN 之量測。

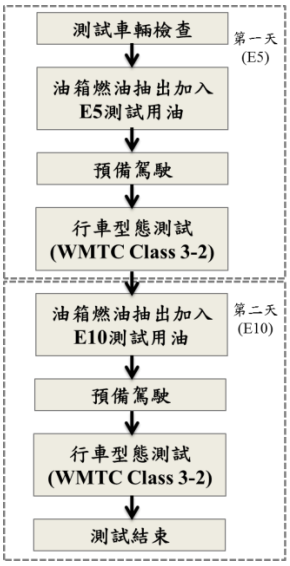


圖 6 不同測試用油(E5 與 E10)研究測試流程

4. 測試結果

本研究依據 WLTP 測試程序規定，分別選用 E5 及 E10 測試用油，及符合國內五期污染排放標準之市售汽油汽車進行 WLTC 行車型態測試，以了解國內五期車輛是否可直接對應 2019 年實施之六期標準。

依據表 5 測試結果顯示，除 PN 外，此 7 台測試車型之其他污染物(CO、THC、NMHC、NOx、PM)均符合六期標準值，選用 E5 測試用油有 5 台車之 PN 排放(編號 2、3、4、6、7)，尚無法符合六期之排放標準，而 E10 測試用油則有 3 台無法符合(編號 2、4、6)，使用 E5 未能對應六期 PN 標準之非缸內直噴車輛(編號 3、7)，選用 E10 後均能符合排放標準限值。

將 E10 與 E5 之測試值相除，以進一步了解不同測試用油(E10、E5)對於各污染物及燃油效率之相對轉換係數關係，如圖 7 所示，轉換係數中以 CO 及 NOx 差異最大，平均 CO_2 及燃油效率差異最小。其中 CO 轉換係數介於 0.48~2.04 (平均值 1.33、標準差 0.53)之間，THC 轉換係數介於 0.28~1.18 (平均值 0.81、標準差 0.26)，

NMHC 轉換係數介於 0.25~1.16 (平均值 0.80、標準差 0.27)，NOx 轉換係數介於 0.30~1.69 (平均值 0.88、標準差 0.44)，PM 轉換係數介於 0.30~0.76 (平均值 0.56、標準差 0.14)，PN 轉換係數介於 0.14~0.75 (平均值 0.55、標準差 0.19)，平均 CO_2 轉換係數介於 0.96~1.01 (平均值 0.98、標準差 0.02)，平均燃油效率轉換係數介於 0.98~1.04 (平均值 1.01、標準差 0.02)之間。由此可知，針對 CO_2 及燃油效率而言，使用不同測試用油(E10、E5)之影響仍屬於實驗室測試誤差(±3%)之區間。

表 5 本研究汽油汽車各車型測試結果

測試用油 / 項目 / 編號	E5							
	CO (g/km)	THC (g/km)	NMHC (g/km)	NOx (g/km)	PM (g/km)	PN (10^{11}#/km)	平均 CO_2 (g/km)	平均燃油效率 (km/L)
1	0.2993	0.0316	0.0284	0.0484	0.00340	3.42	223.07	10.44
2	0.1001	0.0108	0.0088	0.0069	0.00103	**11.52**	207	11.25
3	0.1446	0.0207	0.0194	0.0070	0.00059	**9.47**	172.48	13.49
4	0.2116	0.0385	0.0330	0.0505	0.00350	**30.56**	164.34	14.15
5	0.0761	0.0242	0.0230	0.0042	0.00066	3.46	153.28	15.19
6	0.1534	0.0281	0.0241	0.0062	0.00305	**23.18**	146.93	15.83
7	0.0554	0.0082	0.0072	0.0296	0.00050	**8.16**	98.750	23.58
排放標準	**1.000**	**0.100**	**0.068**	**0.060**	**0.0045***	**6.0×10^{11}**	-	-
測試用油 / 項目 / 編號	**E10**							
	CO (g/km)	THC (g/km)	NMHC (g/km)	NOx (g/km)	PM (g/km)	PN (10^{11}#/km)	平均 CO_2 (g/km)	平均燃油效率 (km/L)
1	0.6090	0.0311	0.0277	0.0509	0.00204	1.95	225.58	10.27
2	0.1205	0.0127	0.0102	0.0068	0.00059	**8.60**	209.55	11.10
3	0.2947	0.0157	0.0146	0.0118	0.00034	1.29	169.29	13.71
4	0.2888	0.0264	0.0212	0.0179	0.00144	**20.18**	158	14.69
5	0.0993	0.0212	0.0200	0.0042	0.00050	1.67	152.84	15.21
6	0.0741	0.0078	0.0061	0.0047	0.00209	**11.97**	141.54	16.43
7	0.0477	0.0076	0.0066	0.0088	0.00015	5.80	94.858	24.52
排放標準	**1.000**	**0.100**	**0.068**	**0.060**	**0.0045***	**6.0×10^{11}**	-	-

註：*排放標準是指國內即將於 2019 年 9 月 1 日實施之標準值，其中 PN 及 PM 僅管制缸內直噴車型，五期標準中無 PN 規定且 PM 標準為 0.0050(g/km)。目前我國並無平均 CO_2 排放標準值，平均燃油效率標準依據車重不同而有所差異，故未列出。

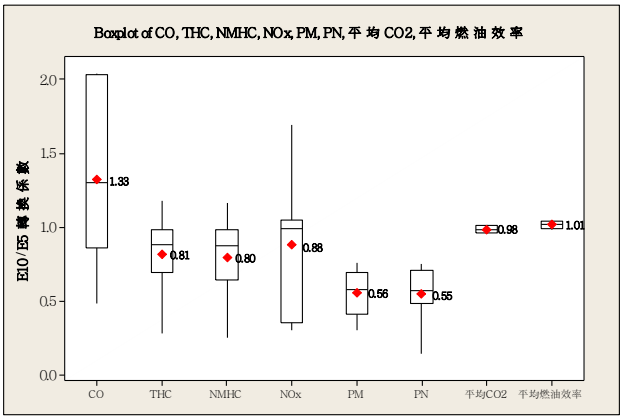


圖 7 不同測試用油(E10/E5)各污染物及燃油效率轉換係數分布圖

以成對 T 檢定探討不同測試用油(E5、E10)對於各污染物及燃油效率之影響，並假設若 P-value<0.05，我們就可以拒絕虛無假設，宣稱此檢定在統計上是顯著的，否則就不顯著。表 6 結果顯示 CO、THC、NMHC、NOx、CO_2 及燃油效率之 P-Value 均高於 0.05，代表無顯著差異，而針對 PM 及 PN，其 P-Value 分別為 0.024 及 0.015，均小於 0.05，代表有顯著差異，即在 WLTP 測試程序下，相對於 E5，汽油汽車使用 E10 測試用油對於 PM 及 PN 排放量具有統計上之意義，表示測試用油為 E10 時，其 PM 及 PN 排放量會低於 E5，其平均減量比例分別為 44%及 45%。

表 6 不同測試油品之成對 T 檢定結果

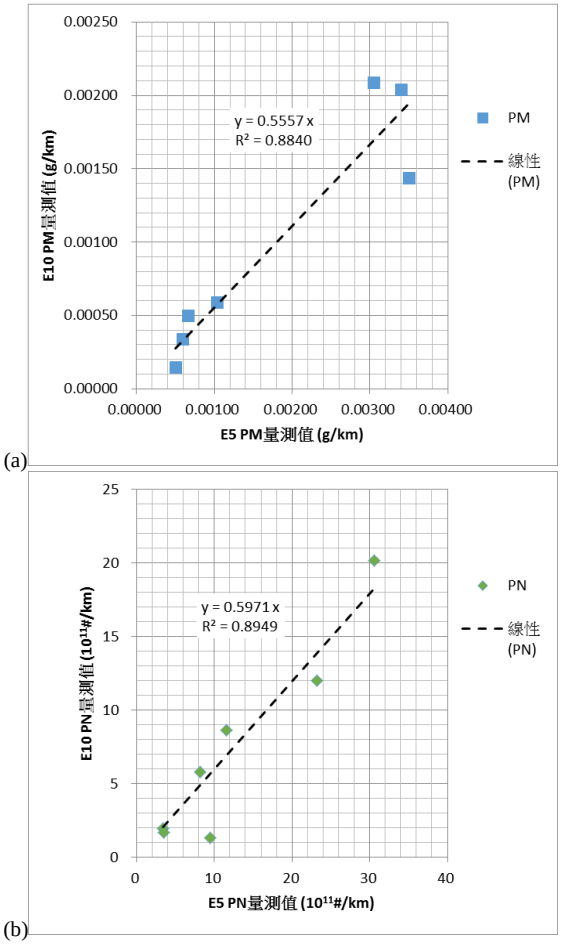
項目	CO	THC	NMHC	NOx
P-Value	0.192	0.106	0.091	0.250
項目	PM	PN	CO_2	燃油效率
P-Value	0.024*	0.015*	0.189	0.123

註：*p<0.05，代表顯著。

進一步選用直線迴歸法探討使用不同油品時，兩者 PM 及 PN 之關聯性，首先針對截距項進行檢定，PM 及 PN 截距項的 P-Value 為 0.878 及 0.593，均大於 0.05 的顯著水準，代表截距項不具顯著性、解釋能力不高，故選用無截距之線性迴歸式，估算 E5 及 E10 測試用油的 PM 及 PN 的轉換結果，結果顯示 PM 之 R-squared (R^2)為 0.8840、PN 之 R^2 為 0.8949，均具有高度相關，如下圖 8。其關係式如方程式(2)及方程式(3)所列。表示於 WLTP 測試程序下，使用 E10 測試用油之 PM 及 PN 排放量，分別為 E5 測試用油之 0.5557 倍及 0.5971 倍。

$$PM_{E10\ 測試用油}(g/km) = 0.5557 \times PM_{E5\ 測試用油}(g/km) \quad (2)$$

$$PN_{E10\ 測試用油}(10^{11}\#/km) = 0.5971 \times PM_{E5\ 測試用油}(10^{11}\#/km) \quad (3)$$



(a) PM (b)PN

圖 8 本研究汽油汽車不同測試用油(E5 及 E10)PM 及 PN 測試值之線性迴歸預測圖

5. 結論

本研究評估 7 輛汽油車於 WLTP 測試程序規定下，使用 E5 及 E10 對於車輛排放之污染物及燃油效率的影響，研究結果顯示：(1).除 PN 外，受測之車輛均可對應 2019 年實施之六期標準，於 E5 測試用油條件下，僅有 2 台符合六期 PN 標準，符合比例為 29%，其中也包含非缸內直噴車輛，E10 測試用油下，有 3 台符合，符合比例為 43%，非缸內直噴車輛選用 E10 後均能符合排放標準限值;(2).使用 E5 及 E10 測試用油對於 CO、THC、NMHC、NOx、CO_2 及燃油效率之量測值雖無顯著影響，但以 CO 及 NOx 差異變化最大(標準差分別為 0.53 及 0.44)、CO_2 及燃油效率差異最小(標準差均為 0.02)，意指針對 CO_2 及燃油效率，使用不同測試用油(E10、E5)之影響仍屬於實驗室測試誤差(±3%)之區間；(3).使用 E10 測試用油相對於 E5 有較低之 PM 及 PN 排放，並具有統計上的意義(P-Value 分別為 0.024 及 0.015)，其平均減量比例為 44%及 45%，而使用 E10 測試用油之 PM 及 PN 排放量，分別為 E5 測試用油之 0.5557 倍及 0.5971 倍。

6. 致謝

感謝經濟部能源局「車輛能源效率管理策略執行與基準再提升之研究計畫(3/4)」(計畫編號: 106-E0416)相關經費之支持，使本研究得以順利進行，特此致上感謝之意。

7. 污染物中英文縮寫對照說明

氮氧化物(Nitrogen Oxides, NO_x)
一氧化碳(Carbon monoxide, CO)
總碳氫化合物(Total hydrocarbon, THC)
二氧化碳(Carbon Dioxide, CO_2)
非甲烷碳氫化合物(Nonmethane hydrocarbon, NMHC)
粒狀污染物(Particulate matter , PM)
粒狀污染物顆粒數(Particle number, PN)

8. 參考文獻

[1] R.C. Costa, J.R. Sodré, “Hydrous ethanol vs. gasoline ethanol blend: engine performance and emissions”, Fuel, 89 (2010), pp. 287-293.
[2] T.C. Cordeiro de Melo, G.B. Machado, C.R.P. Belchior, M.J. Cola, J.E.M. Barros, E. Oliveira, et al. “Hydrous ethanol–gasoline blends–combustion and emission investigations on a flex-fuel engine”, Fuel, 97 (2012), pp. 796-804.
[3] United Nations, Addendum 15: Global technical regulation No. 15 “Global technical regulation on Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures (WLTP)”, ECE/TRANS/180/Add.15/Amend.1, 8 March 2017.
[4] United nations, “Addendum 82:Regulation No. 83”, E/ECE/324/Rev.1/Add.82/Rev.5−E/ECE/TRANS/505/Rev.1/Add.82/Rev.5, 4 February 2015.
[5] Xiaochen Wang, zhenbin Chen, Jimin Ni, Saiwu Liu, Haijie Zhou, “The effects of hydrous ethanol gasoline on combustion and emission characteristics of a port injection gasoline engine.”, Case Studies in Thermal Engineering Vol. 6, pp.147-154, September 2015.
[6] 張嘉峰、劉達全、葉宣貝、楊錫賢，“機車使用E3酒精汽油對法定污染物與醛酮類排放影響”，2008台灣環境資源永續發展研討會，2008。
[7] 經濟部能源局，“車輛能源效率管理策略執行與基準再提升之研究計畫(2/4)”，計畫編號：105-E0416，2016。
[8] 劉達全、劉福隆、陳鋆陽，“低濃度酒精汽油之車輛適用性研究”，中華民國第十五屆車輛工程學術研討會，2010。
[9] 蔡俊鴻，“整合噴射引擎機車與酒精汽油策略對空氣品質改善有效性研究”，計畫編號：NSC 98-2221-E-006-024-MY3，行政院國家科學委員會補助專題研究計畫，民國98年8月1日至民國101年7月31日。