

廢氣處理

不同助燃添加劑對二行程機車廢氣排放之影響

杜平泉*、王清輝**、張曉莉***

摘要

由於二行程機車易造成汽油短路、點火不順暢及燃燒不完全等現象，導致碳氫化合物(THC)以及一氧化碳(CO)排放量偏高，因此一般販售的汽油均添加助燃添加劑。但是添加助燃劑雖然使得 CO 的含量降低，卻也可能造成氮氧化物(NO_x)含量大量增加。本研究在於探討(1)各廠牌二行程機車廢氣中 THC、CO 和 NO_x 排放量與汽油組成間之關連性；(2) THC、CO 以及 NO_x 等排放量與摻配不同濃度助燃劑之燃料間之關係。研究顯示加入助燃劑的確有降低二行程機車廢氣成份，本研究以 7~9 vol% MTBE 為建議之最佳燃料，在此濃度下不只降低 THC 與 CO 之含量，同時對於 NO_x 亦有良好的抑制效果。

【關鍵字】

1. 碳氫化合物(THC)
2. 助燃劑

*高苑技術學院化學工程系副教授

**高苑技術學院化學工程系副教授

***高苑技術學院化學工程系助理教授

一、前　　言

依照中華民國環境保護署的調查，台灣省車輛排放所造成 THC、CO 以及 NO_x 等有害空氣污染物，分別佔全體空氣污染量的 55.0%、47.5% 與 49.7%⁽¹⁾。而機車占機動車輛總數的 65.4%，因此機車顯然是造成本省各都會區空氣惡化的最主要因素，其中又以輕型機車(低於 50c.c.)因佔機車總數的 42%左右^(1,2)，因此，此類機車應是不可忽視的主要污染源之一。

一般輕型機車引擎都屬於二行程式。由於引擎的結構特殊，導致燃料油易短路、點火不順暢及燃燒不完全等現象⁽²⁻⁵⁾，容易造成排氣中 THC 及 CO 的含量偏高。為了提高汽油的燃燒效益，減低 THC 及 CO 的排放量，販售的汽油通常必須添加助燃劑。而助燃劑雖然得以降低廢氣中 THC 和 CO 的含量，提高 CO₂ 的排放量，但是，也可能因此造成排放廢氣中 NO_x 的含量大幅增加。

關於助燃劑影響四行程燃油汽車排放廢氣的研究報告屢見於文獻⁽⁶⁻¹²⁾。Bishop 與 Stedman⁽¹⁰⁾發現，汽油中之氧氣的含量自 0% 增加至 2% 時，汽車廢氣中 CO 的排放量降低約為 16±3%。若燃料油添加 2% 的甲基-三級丁基-醚(methyl tert-butyl ether，MTBE)，廢氣中 CO 與 THC 的排放量分別降低約 15-20% 與 8%；而 NO_x 的含量並無顯著的影響^(11,12)。雖然類似的研究均顯示助燃劑對於汽車廢氣的排放有抑制的效果，但是有關機車的相關研究卻依然闕如。

二、研究方法

燃料填充管與機車化油器連接後，將已添加助燃劑的燃料油依固定之流量由填充管加入化油器，以流入引擎燃燒室；引擎之火星塞底部連接熱電偶，以測量引擎溫度；利用轉速檢測器以測定引擎活塞之運轉速度；機車排放之 CO、CO₂ 與 THC 則以成份分析儀分析其濃度；至於 NO_x 之排放量以 NO_x 檢測儀偵測。

本研究所使用之助燃劑包括甲基三級丁基醚(MTBE)、甲醇(Methanol)、乙醇(Ethanol)、苯(Benzene)以及異丙基醚(IPE)等五種；汽油採用中國石油公司生產之無助燃劑 92 標準無鉛汽油(表 1)；測試之 50c.c. 機車包括光陽 IDOL50 與山葉 JOG

TYPE-II 50 兩種。以下為主要之實驗步驟：

以 MTBE、IPE、甲醇、乙醇、苯等助燃劑分別與 92 無鉛汽油配置成 0.0 vol%，3.0vol%，5.0vol%，7.0vol%，9.0vol%，11.0vol%，15.0vol% 等不同濃度之燃料。

將已加入助燃劑之燃料注於燃料充填槽，啟動所有監測儀器包括熱電偶、成份分析儀、轉速檢測器、以及 NO_x 檢測儀。

啟動機車，於怠車狀況下，每兩分鐘依序記錄取樣時間，引擎轉速，引擎溫度與 CO、CO₂、THC、NO_x 以及 O₂ 之濃度變化。

俟排放廢氣濃度趨於穩定時，記錄該狀況下之各類資料後停機，洩出機內之燃料油，移出燃料充填槽中之燃料，再注入其他待測濃度之燃料，並重複前述之流程。

完成各不同濃度燃料油之測試後，調整引擎轉速，重複以上各步驟以測試轉速與廢氣排放成分間之關係。

表 1 無助燃劑 92 標準無鉛汽油

項目		成分範圍
密度	@15.5°C, kg/L	0.746
研究法辛烷	Octane Number, Research	92.1
馬達法辛烷	Octane Number, Motor	84.3
雷氏蒸氣壓	Kpa (at 37.8 °C)	56.5
氧化穩定性	Minutes	>240
含硫量	Wt%	0.005
含膠量	Washed mg/100mL Unwashed mg/100mL	0.8 1
含鉛量	gPb/L	<0.0025
腐蝕性	3hr (at 50 °C)	1a
成份分析	Paraffines(vol%) Olefines(vol%) Naphthenes(vol%) Aromatics(vol%) Benzene(vol%)	52.5 5.5 5.0 37.0 1.5
淨熱值	cal/g	10298
氫含量	Wt%	11.5
蒸餾溫度	I.B.P °C(10vol%) °C(50vol%) °C(90vol%) °C(End Point)	38.3 56.4 94.5 165 212.5
蒸餾殘餘	Vol%	0.9

三、檢測儀器

Kitagawa 廢氣成份分析儀(Komyo Exhaust Gas Tester；UREX-5000-4T/4TP；表2)；熱電偶為 DIGINORM 205，其偵測範圍為-270 至 2,300°C；並使用 Analysis Automation Limited NO/NO_x CHEMILUMINESCENT ANALYSER 為 NO_x 偵測儀。

表 2 UREX-5000-4T/4TP 測試範圍與測試精度

測試成份	一氧化碳	碳氫化合物	二氧化碳	氧氣
測試範圍	0 ~ 10.00 vol%	0 ~ 16,000vol ppm	0 ~ 20.0vol%	0 ~ 25.0vol%
最小顯示	0.01 vol%	1 vol ppm (≤2000vol ppm) 10 vol ppm (>2000vol ppm)	0.1vol%	0.1vol%
測試精度	±0.06vol% (≤2.00vol%) ±0.15vol% (>2.00vol% ≤5.00vol%) ±0.40vol% (>5.00vol% ≤10.00vol%)	±12vol% (≤400vol%) ±50vol% (>400vol% ≤1,000vol%) ±80vol% (>1,000vol% ≤2,000vol%) ±140vol% (>2,000vol% ≤6,000vol%) ±300vol% (>6,000vol% ≤14,000vol%)	±0.5vol% (≤10.0vol%) ±0.6vol% (>10.0vol% ≤16.0vol%)	±0.5vol% (≤10.0vol%) ±1.0vol% (>10.0vol% ≤21.0vol%)

四、實驗結果

4.1 光陽 IDOL 50

圖 1 顯示光陽 IDOL50 於 $270 \pm 10^\circ\text{C}$ 與 $2,200 \pm 100\text{rpm}$ 下，3vol%甲醇有較佳抑制 THC 排放之效果，其次分別為 IPE、苯、乙醇與 MTBE。圖 2 則為助燃劑與 CO 排放量之比較圖，顯示此型機車於 3vol%下 IPE 有較佳抑制 CO 排放之效果其次分別為甲醇、乙醇、MTBE 與苯。

圖 3 為等體積(7%)的各類助燃劑在 $7,500 \pm 400\text{rpm}$ 情況下，THC 與 CO 之排放量測試結果；顯示 MTBE 有較佳抑制 THC 與 CO 排放之效果，其次分別為苯、乙醇、甲醇與 IPE。

圖 4 則為各類 7%助燃劑於 $7,500 \pm 400\text{rpm}$ 情況下之 NO_x 排放量比較圖。以 MTBE 為最佳抑制 NO_x 之助燃劑，其次分別為苯、乙醇、甲醇與 IPE。

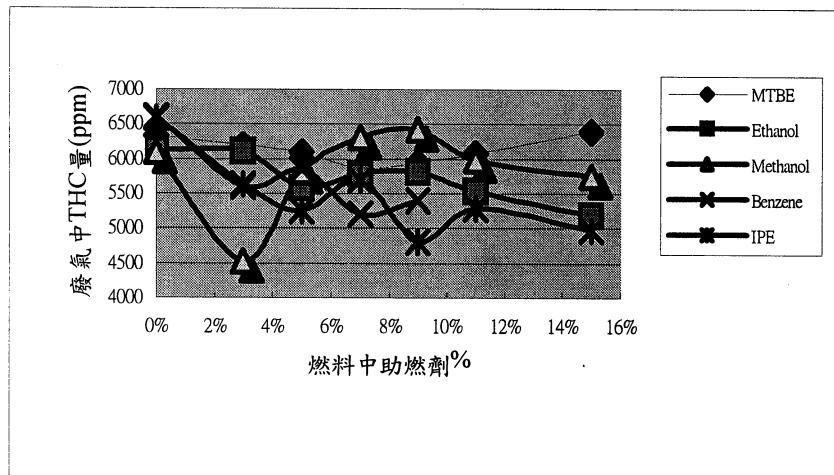


圖 1 光陽機車燃料中助燃劑量與 THC 排放量之關係

16 不同助燃添加劑對二行程機車廢氣排放之影響

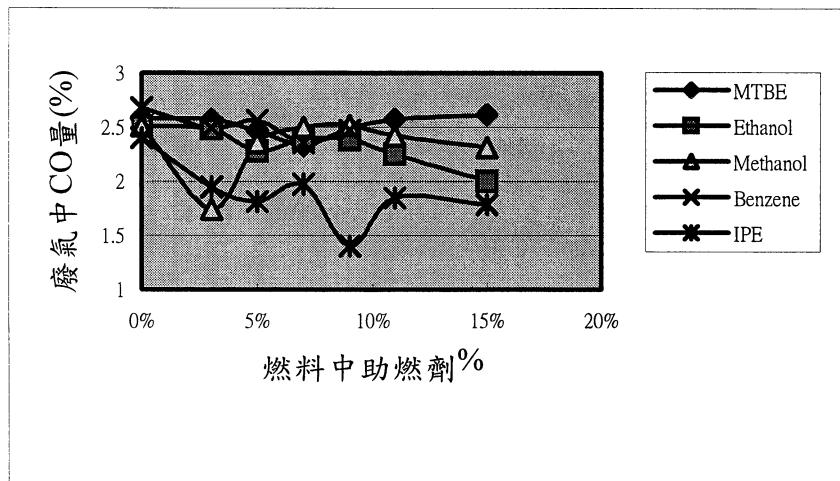


圖 2 光陽機車燃料中助燃劑量與 CO 排放量之關係

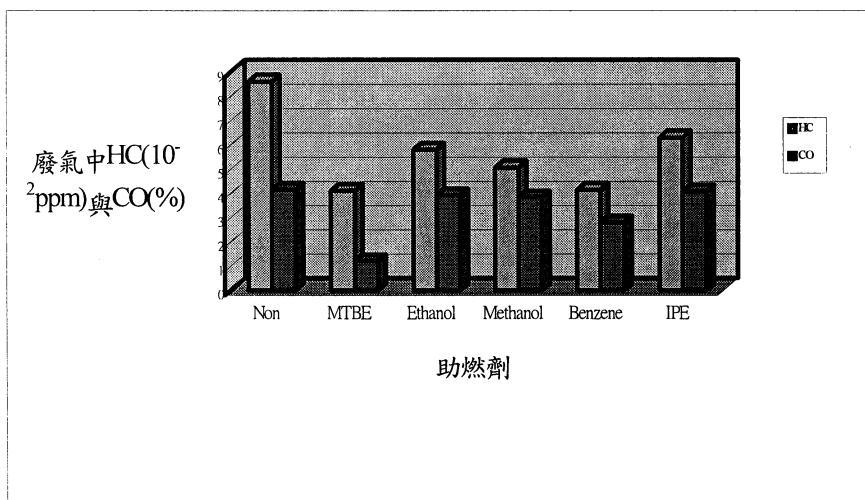


圖 3 光陽機車添加 7% 各類助燃劑於 7,500rpm 下對 THC 與 CO 之關係

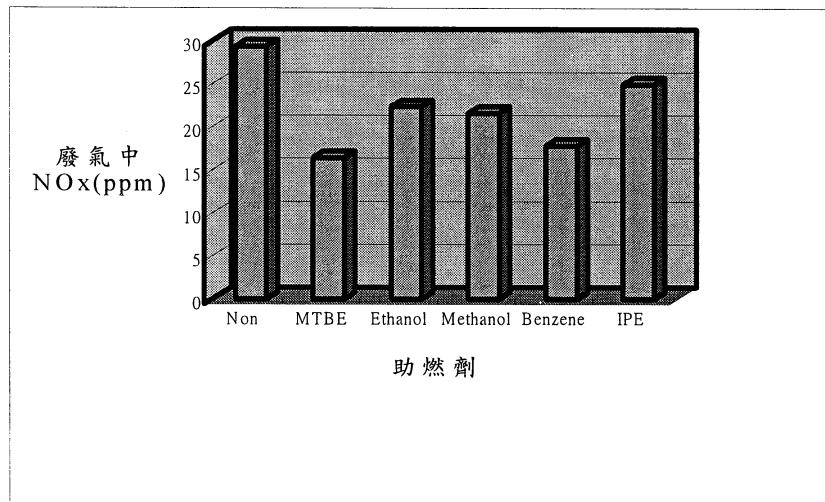


圖 4 光陽機車添加 7% 各類助燃劑於 7,500rp 下對 NO_x 之關係

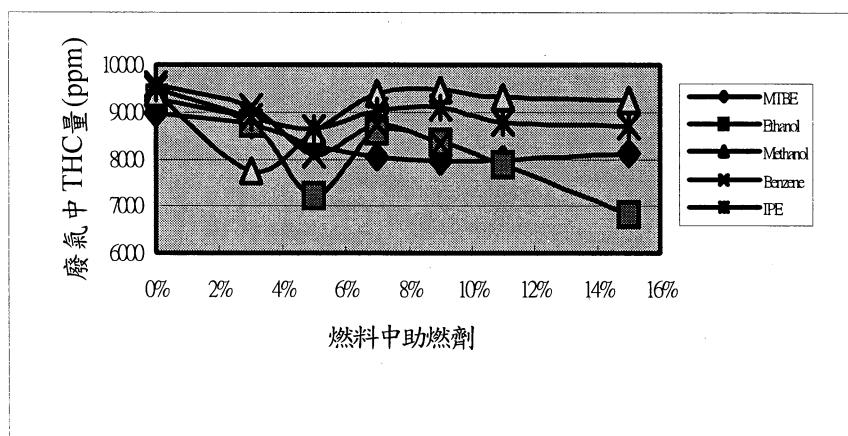


圖 5 山葉機車燃料中助燃劑量與 THC 排放量之關係

18 不同助燃添加劑對二行程機車廢氣排放之影響

4.2 山葉 JOG TYPE-II 50

圖 5 顯示對於此型機車於低轉速($2,200 \pm 100\text{rpm}$)下，THC 之排放以乙醇為最佳之助燃劑。圖 6 為 CO 與助燃劑之關係，亦顯示乙醇有較佳抑制作用。

圖 7 為等體積(7%)的各類助燃劑於 $7,500 \pm 400\text{rpm}$ 情況下，THC 與 CO 之排放量測試結果。MTBE 有較佳抑制 THC 與 CO 排放之效果，其次分別為 IPE、苯、乙醇與甲醇。

圖 8 則為各類 7%助燃劑於 $7,500 \pm 400\text{rpm}$ 情況下之 NO_x 排放量比較圖；顯示以 MTBE 為最佳抑制 NO_x 之助燃劑，其次分別為 IPE、甲醇、乙醇與苯。

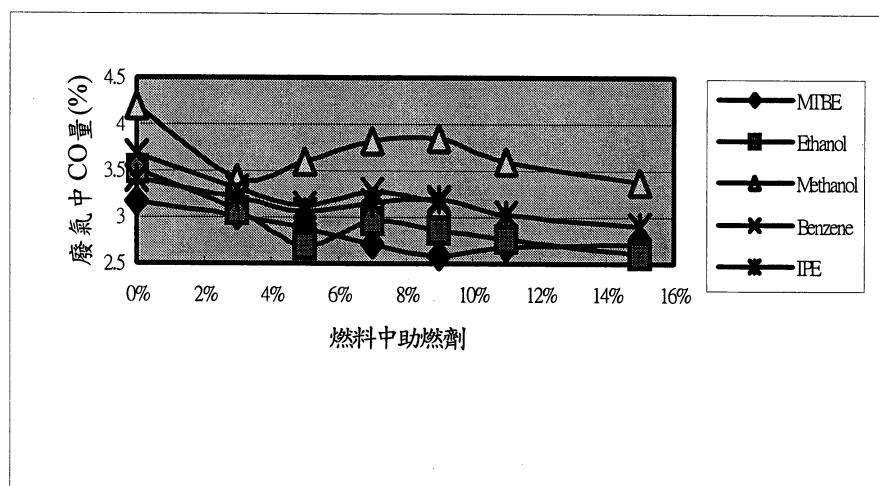


圖 6 山葉機車燃料中助燃劑量與 CO 排放量之關係

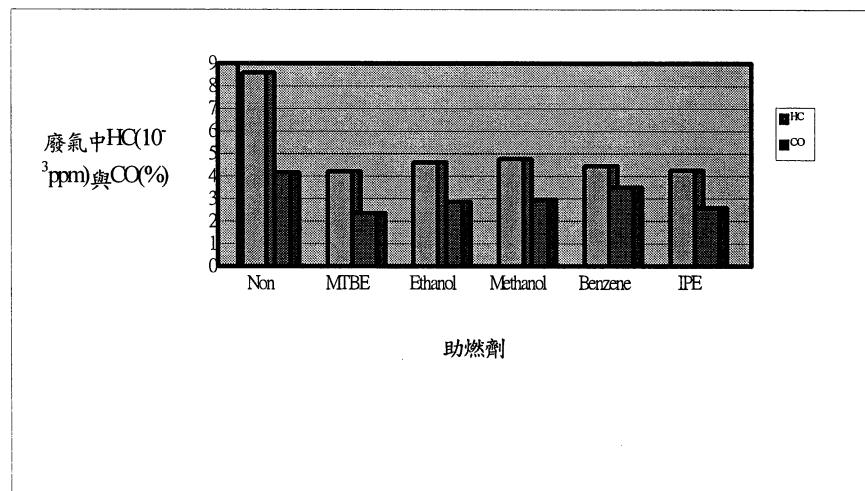


圖 7 山葉機車添加 7% 各類助燃劑於 7,500rpm 下 THC 與 CO 之關係

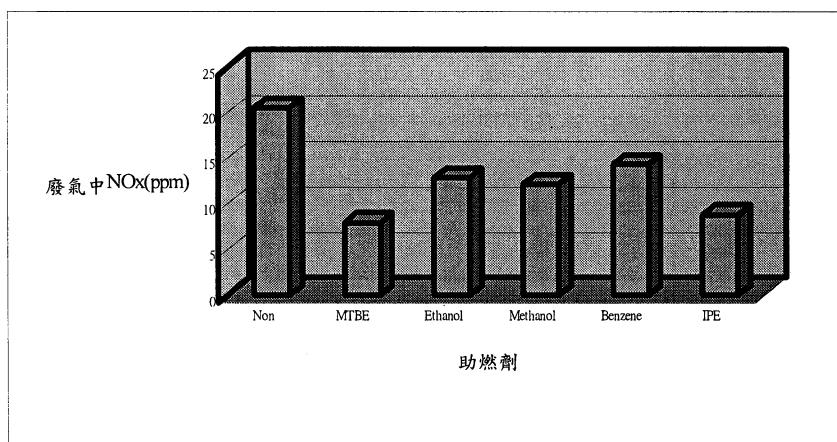


圖 8 山葉機車添加 7% 各類助燃劑於 7,500rpm 下對 NOx 之關係

20 不同助燃添加劑對二行程機車廢氣排放之影響

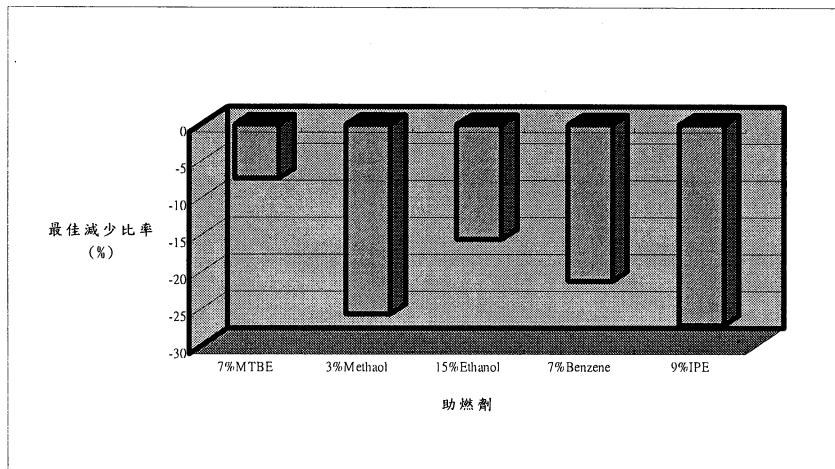


圖 9 光陽機車添加各類助燃劑對 THC 之影響

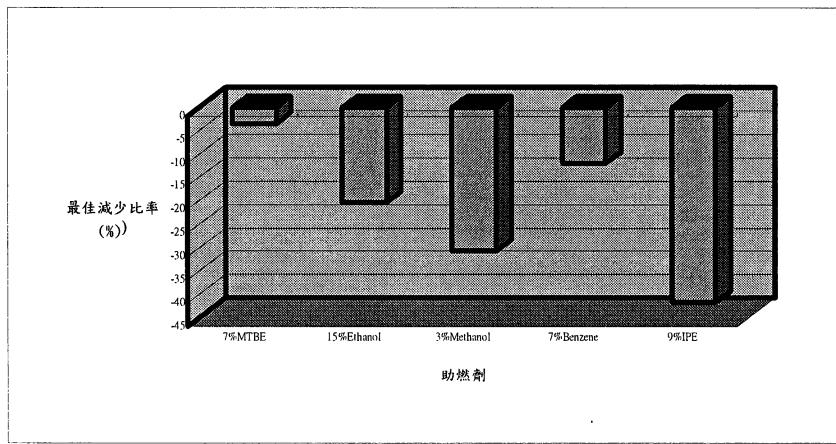


圖 10 光陽機車添加各類助燃劑對 CO 之影響

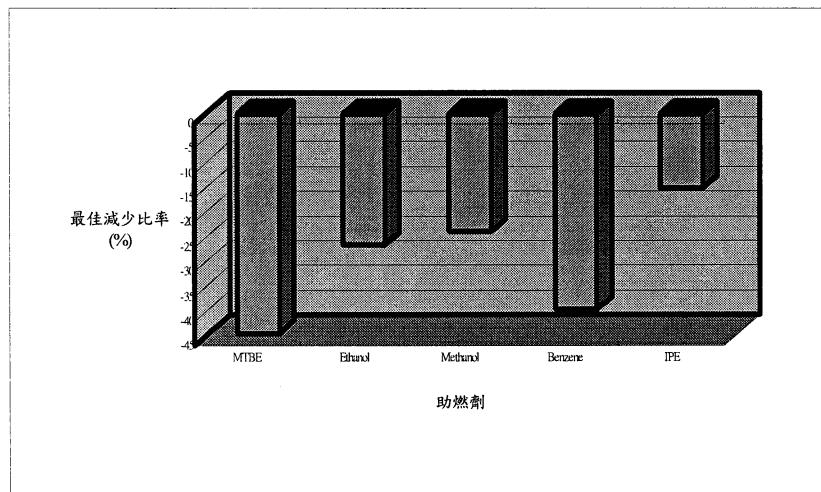


圖 11 光陽機車添加各類助燃劑對 NO_x 之影響

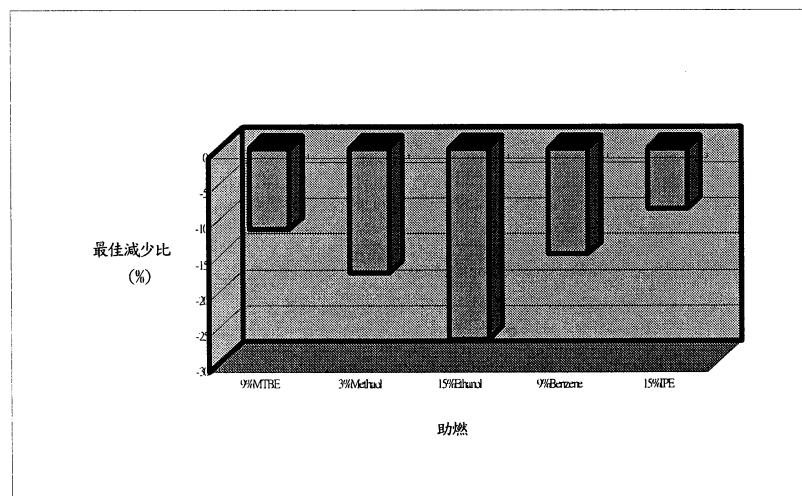


圖 12 山葉機車添加各類助燃劑對 THC 之影響

22 不同助燃添加劑對二行程機車廢氣排放之影響

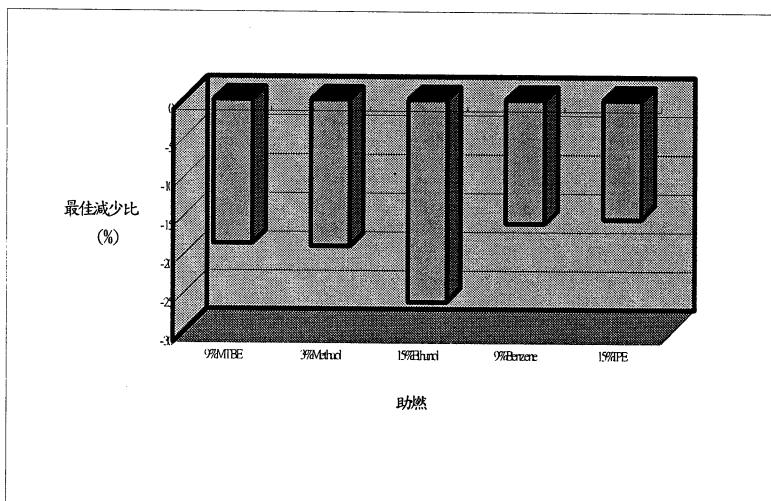


圖 13 山葉機車添加各類助燃劑對 CO 之影響

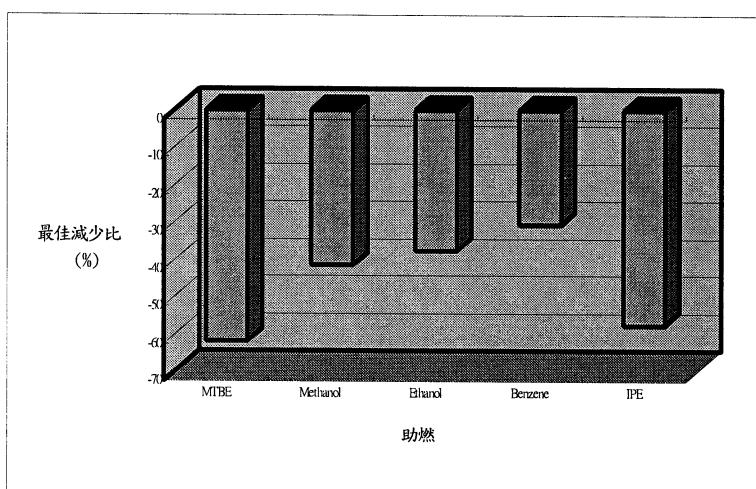


圖 14 山葉機車添加各類助燃劑對 NO_x 之影響

五、討論與結語

由圖 9 至圖 14 顯示助燃劑對於減低二行程機車廢氣排放的確有一定的成效，尤其醇類助燃劑以及苯對於抑制廢氣的排放效果良好，但是因甲醇與苯為有毒化合物，若蒸發逸散或因車輛老舊，引擎運轉不良，易造成空氣污染與毒化現象；乙醇雖無此現象，但其溶水性太高，在本省潮濕氣候的情況下，恐易造成引擎壽命減低，因此在此情況下，本研究認為：

- 1.MTBE 為較佳的助燃添加劑；
- 2.以加入 7~9vol% 之 MTBE 為最佳添加比率；

至於助燃劑對於觸媒轉化器是否有毒化現象或增進毒化速度，雖然並不在本研究探討之範圍，但應列為今後研究之主要項目。

六、致謝

本研究承蒙國家科學委員會與中國石油公司(計劃編號 87-CPC-E-244-001)協助，使本計劃得以完成，在此致謝。

七、參考文獻

- 1.環保署檢測所，建立車輛排氣檢驗能力簡報，81 年 3 月 3 日。
- 2.台北市環境保護局，空氣品質改善維護計畫追蹤研究計畫，86 年 6 月 23 日。
- 3.蕭瑞聖，機車原理與機構，徐氏基金會，84 年 7 月 30 日。
- 4.吳國銘，機車構造原理與修護，徐氏基金會，81 年 6 月 8 日。
- 5.楊惠春，摩托車原理構造與檢修，五洲出版社，73 年 4 月。
6. Kirchstetter, T.W.; Singer, B.C; Harley, R.A. Environ, Impact of Oxygenated Gasoline Use on California Light-Duty Vehicle Emissions, Environ, Sci. Technol, 30, 661-670, 1996.

24 不同助燃添加劑對二行程機車廢氣排放之影響

7. Born, G.L.; Lucas, S.V.; Scott, R.D.; DeFries, T.H.; Kishan, S., Effect of use of low oxygenate gasoline blends upon emissions from California vehicles. Automotive Testing Laboratories, East Liberty, OH, and Radian Corp., Austin, TX, 1994.
8. Cohu, L.K.; Rapp, L.A.; Segal, J.S., EC-1 emission control gasoline, ARCO Products Co., Anaheim, CA, 1989.
9. Dolislager, L.J., Did the wintertime oxygenated fuels program reduce carbon monoxide concentrations in California? Presented at the 10th International Symposium on Alcohol Fuels, Colorado Springs, CO, 1993.
10. Bishop, G.A.; Stedman, D.H., Environ. Sci. Technol. 24, 843-847, 1990.
11. 蔡俊鴻，揮發性有機空氣污染物控制技術與防治，環保資訊，6, pp9-14,1996。
12. 蔡俊鴻，固定污染源管道排放揮發性有機物特徵研究，第十四屆空氣污染防治技術研討會，1997，12月。