

機車保檢合一之污染減量潛勢分析

林紘原

萬能科技大學環境工程系 副教授

摘要

有鑑於國內機車定期檢測是目前落實排氣管制最主要的措施，環保署有意藉由推動「保檢合一」政策，亦即在機車排氣定檢時同時進行必要調修保養。為評估此一政策的成本效益與推廣的可行性，本研究利用 2010 年在北部地區執行機車保檢合一的 7358 個四行程機車定檢數據與 2414 個二行程機車定檢數據進行排放污染減量分析。研究重點在於比較調修保養前後的 CO 與 HC 排氣濃度與機車保養項目(如更換火星塞、空氣濾淨器、化油器、點火正時)的相關性，並藉以評估因調修濃度改善所能削減的污染量以及對改善基隆市空氣品質的潛力。研究結果顯示四行程機車與二行程機車調修前 CO、HC 濃度越高，大致上 CO 或 HC 濃度削減量也越大，但尚與調修內容有關。以每輛機車每年平均行駛距離 4,500 公里，執行定檢站調修一次計，估計四、二行程機車每年可分別減少 CO 排放量 6.629 公斤/年與 10.577 公斤/年；可分別減少 HC 排放量 0.35 公斤/年與 0.585 公斤/年，但尚需結合行車型態調查才能得到更實際的減量效益。

關鍵詞：定檢、機車、保檢合一、移動污染源

Evaluatyon of POLLution reduction potential of inspection associated with maintenance for motobikes

Hong-yuen Lin

Associate Professor, Department of Environmental Engineering, Vanung University, Chung-Li city, 320, Taiwan

Abstract

It has been well recognized that routine inspection of automobile emissions is a necessary control measure for mobile source of air pollution. Thus, the Environmental Protection Agency of the Executive Yuan has recently promoted the experimental policy of ‘inspection associated with maintenance for motobikes’ with an aim to reduce the amount of emitted air pollutants. To evaluate the pollution reduction potential of this control measure, routine inspection data of 7358 4-stroke type and 2414 2-stroke type motorbikes were analyzed, focusing on comparisons of emitted CO and HC concentrations before and after maintenance with items of maintenance(eg., cleaning or changing sparking plug, air cleaning strainer, carburetor, adjusting Air to fuel ratio, or any combination of these items). Study results show that (1)the higher the CO/HC emission concentrations, the larger the reduction percentage; ration for both type motorbikes, but also affected by the maintenance items; (2)On an averaged driving mileage of 4500 km and assumed one inspection per year for each motorbike, the annual reduction amounts of CO for each 4-stroke type and 2-stroke type motorbikes are estimated to be 6.625 kg and 10.577 kg, respectively; much larger than those of HC reduction of 0.35 kg and 0.585 kg, for each 4-stroke type and 2-stroke type motorbikes, respectively.

Keywords: Routine inspection, motorcycles, inspection associated with maintenance, mobile source of air pollution

一、研究動機與目的

1.1 研究動機

機車具有機動、迅速、便捷、經濟與停車方便等特性，適合做短距離的代步工具，加上我國地狹人稠的特性，因此機車成為目前我國最普遍的個人交通工具，且機車密度高，因此環保署透過各項管制政策，包括：加嚴排放標準、建立稽查檢驗制度、推廣低污染車輛及汰舊換新等措施，期能將其污染排放量降低。

有鑑於國內機車定期檢測是目前落實排氣管制最主要的措施，環保署有意藉由推動「保檢合一」政策，亦即在機車排氣定檢時同時進行必要調修保養，並檢測調修保養前後的 CO 與 HC 排氣濃度，以了解受檢車輛的排氣濃度與機車保養項目(如更換火星塞、空氣濾淨器、化油器、點火正時)存在合理的相關性，並藉以評估因調修濃度改善所能削減的污染量以及對改善基隆市空氣品質的潛力。

1.2 研究目的

本研究目的在了解與影響因素，透過基隆市各定檢站所提供的排氣檢測數據與機車保養項目調查，以了解受檢車輛的排氣濃度與機車保養項目存在合理的相關性，並藉以評估推動「保檢合一」政策對機車排氣污染減量的潛在效益。

二、研究方法

2.1 機車定檢數據蒐集

本研究蒐集研究對象行政區內所有 2010 年機車定檢的原始數據。

2.2 機車排氣濃度異常值篩除

為避免部份定檢站數據品質欠佳影響本研究分析結果的可信度，需要研究一異常值篩除方法。本研究以排放廢氣的總碳濃度在調修前後差異是否一致為篩選的依據。汽油是由含 4~12 個碳的碳氫化合物分子所組成。密度為 719.7 g/L。本研究採用總碳濃度(TC，以%表示)的合理範圍，做為篩除異常值的方法。假設汽油的積碳可以忽略，則 $TC=CO+HC+CO_2$ 。TC值與空燃比AFR(以莫耳數比表示)有關。以汽油分子 C_4H_{10} 、 C_8H_{18} 、 $C_{12}H_{26}$ 計算可能的空燃比(0.5~2.5)條例下應出現的TC濃度範圍詳如圖 1。因此，本研究以 $CH_{12}H_{26}$ 的空燃比 0.5~2 為合理範圍，所對應之調修前後TC值範圍為 6.587~12.50%(或相當於 C_8H_{18} 空燃比為 1.0~1.9 的範圍)做為篩除的門檻值。

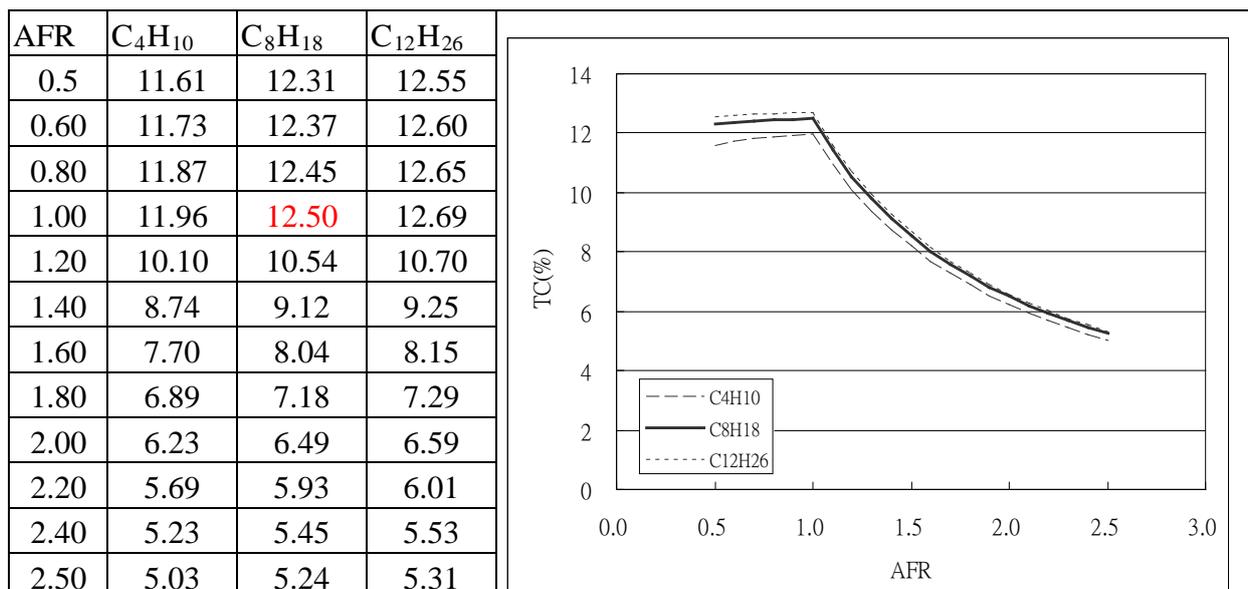


圖 1 TC 值與空燃比 AFR 的關係

註:假設汽油碳全部氣化無積碳，空氣組成N₂=78.09%，O₂=20.94%，H₂O=0，CO₂=0.038%，Ar=0.932%。燃燒產物假設以CO₂為第一優先充分形成，其次為HC，CO假設不存在但不影響TC值的計算。

2.3 保檢合一削減率計算

$$\text{CO與HC濃度削減率} = \frac{\text{調修前檢出濃度} - \text{調修後檢出濃度}}{\text{調修前檢出濃度}} \times 100\% \dots\dots(1)$$

2.4.機車污染物削減量減量推估

環保署計算檢驗站檢測不合格機車複驗合格機車及98年度辦理報廢機車之削減量，定義機車排放削減量計算公式為

削減量(公噸/年)=機車定檢調修合格輛數×削減係數(g/km)×年實際行駛里程(公噸/年)×10⁻⁶。另參考環保署「機車排氣定期檢驗站品質管理與查核專案計畫研究報告」進行污染物濃度與排放重量換算以推估機車污染排放削減係數，換算公式如下：

- 四行程機車 CO：Y(g/Km)=0.86X(%)+1.03
- 二行程機車 CO：Y(g/Km)=0.65X(%)+1.46
- 四行程機 HC：Y(g/Km)=0.0007X(ppm)+0.0663
- 二行程機 HC：Y(g/Km)=0.0002X(ppm)+0.2328

但上述公式如何得出以及可信度為何並無詳細資料，因此，本研究係以較保守的估計方法推估總受檢車經過適當維修保養後的污染削減量：

$$\text{總受檢車 CO 削減量} = \text{CO 平均削減率} * \text{削減係數} * \text{受檢車年平均行駛里程數} * \text{受檢車數} \dots(2)$$

$$\text{總受檢車 HC 削減量} = \text{HC 平均削減率} * \text{削減係數} * \text{受檢車年平均行駛里程數} * \text{受檢車數} \dots(3)$$

本計畫將採用下式估計平均單一機車保檢合一的 CO 與 HC 削減量：
保檢合一 CO/HC 減量(g/d)=惰轉停等 CO/HC 減量(g/d)+行駛中 CO/HC 減量(g/d)..(4)

式中，惰轉停等 CO/HC 減量(g/d)=於市區中每輛機車每日行駛平均惰轉停等時間(min/d)*經保檢合一，每輛機車每分鐘平均之 CO/HC 惰轉減量(g/min)

行駛中 CO/HC 減量(g/d)=於市區中每輛機車每日平均行駛里程數(km/d)*經保檢合一，平均油耗減少率(%)*環保署公告之 CO/HC 排放係數(以 g/km 表示，採用台北市、新北市平均車速為 40 km/h 之平均值，詳表 1)。因此，

總受檢車 CO/HC 削減量=每輛機車每日 CO/HC 削減量*每日行駛機車數.....(5)

表1 機車污染物削減係數與排放係數

行程別	年里程數(km)	污染物種類	削減係數(g/km)	排放係數(g/km)
二行程	4,500	CO	4.608	4.8412
		HC	1.334	2.6186
四行程	4,500	CO	6.398	3.4058
		HC	0.671	1.4368

資料來源：行政院環保署「各縣市執行空氣污染品質改善維護計畫執行成效分析與推動專案計畫」；此係數為機車時速40km/hr之排放狀況。

2.5保檢合一CO與HC削減效益分析

由以下兩估算式所的結果進行比排序比較，可以得知在何種條件下，CO 與 HC 濃度削減量可獲得最效益：

$$CO削減效益(= CO減少濃度/元) \frac{CO削減率 \times CO迺修前濃度}{保檢合一費(30元) + 其他維修支出費} \dots\dots(6)$$

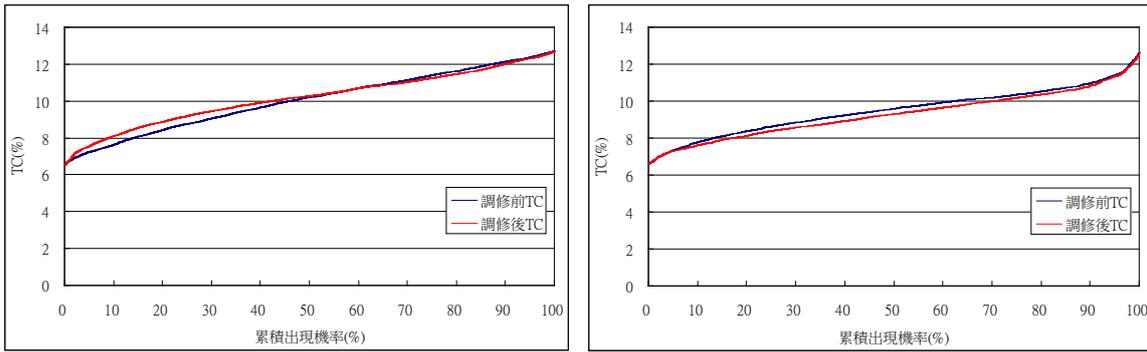
$$HC削減效益(= HC減少濃度/元) \frac{HC削減率 \times HC迺修前濃度}{保檢合一費(30元) + 其他維修支出費} \dots\dots(7)$$

三、研究成果

3.1 惰轉下排氣 TC 值累積機率分布情形

根據合理的空燃比 0.5~2.0 估計排氣的總碳(TC)濃度範圍為 6.587~12.687%，在此範圍內視為有效樣本。其中四行程機車共 4128 筆，占 56.10%；二行程機車共 2237 筆，占 92.67%。四行程機車篩除比例遠高於二行程機車可能是排氣標準嚴格許多，導致空燃比調整幅度異常所致。

經篩除異常值後，在 4128 個四行程機車定檢數據中，調修前與調修後排氣中 TC 累積出現機率為 50% 的值分別為 10.199 與 10.285，算數平均分別為 10.03(標準偏差 1.617，變異係數 0.161)與 10.156(標準偏差 1.420，變異係數 0.140)，詳圖 2。在 2237 個二行程機車定檢數據中，調修前與調修後 TC 出現機率=50% 的值分別為 9.67 與 6.88，算數平均分別為 9.63(標準偏差 1.55，變異係數 0.16)與 7.07(標準偏差 1.71，變異係數 0.24)，詳圖 2。



(a) 四行程機車(n=4128)

(b) 二行程機車(n=2364)

圖 2 篩除異常值後機車 TC 值累積機率分布圖

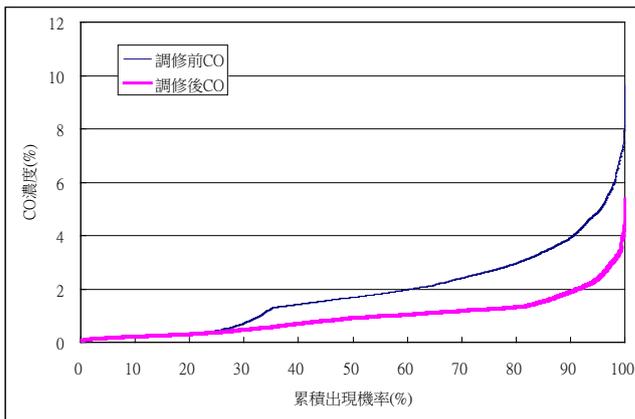
3.2 情轉下 CO 濃度削減結果分析

3.3.1 四行程機車調修後 CO 濃度削減量

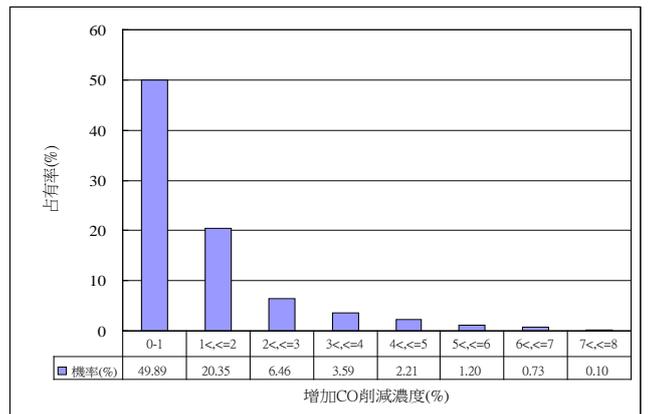
就機率分布分析，四行程機車調修後 CO 濃度累積機率分布曲線較不平直，且右端出現陡昇。就等組距削減量的機率分析，四行程機車削減濃度呈現削減量越少，出現機率越高的情形，且大多集中在 0~1%，約占 1/2，其次為 1~2%，約占 1/5。就削減量分析，累積機率 50.0%所對應的 CO 濃度削減量(=調修前 CO 濃度-調修後 CO 濃度)為 0.55%。就削減率分析，CO 濃度以累積機率 50.0%所對應的削減率為 52.38%(詳圖 3)。

3.3.2 二行程機車調修後 CO 濃度削減量

就機率分布分析，二行程機車調修後 CO 濃度累積機率分布比調修前平直。就等組距削減量機率分析，削減濃度亦如四行程機車，呈現削減量越少，出現機率越高的情形，且大多集中在 0~2%，約占 2/3，其次為 2~3%，約占 1/6。就削減量分析，累積機率 50.0%所對應的 CO 濃度削減量為 1.37%。就削減率分析，累積機率 50.0%所對應的削減率為 52.21%；算術平均削減率為 55.67%(詳圖 4)。



(a) 削減濃度累積機率



(b) 削減濃度等組距機率分布

圖 3 調修後四行程機車排氣 CO 削減濃度累積機率分布圖

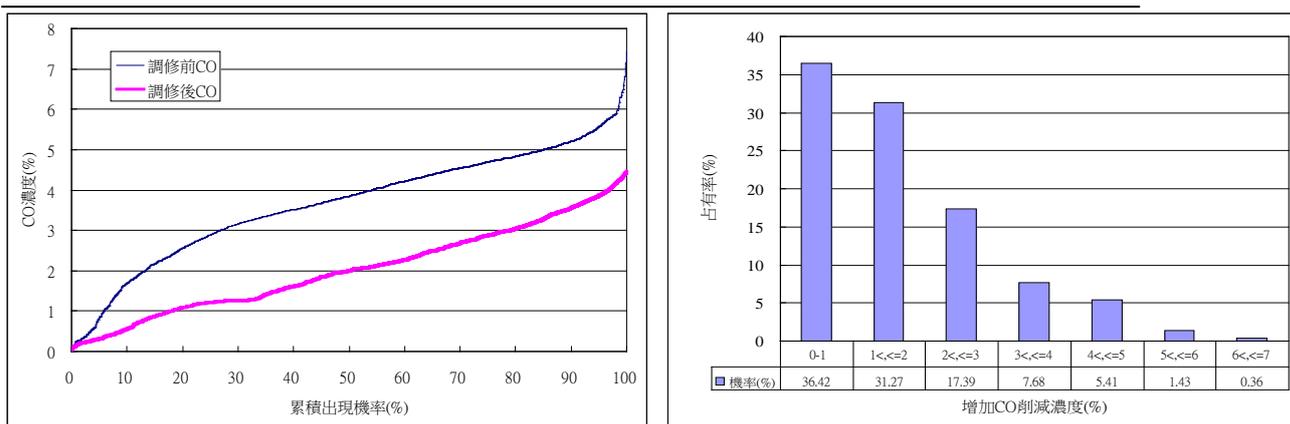


圖 4 調修後二行程機車排氣 CO 削減濃度累積機率分布圖

3.4 情轉下 HC 濃度削減結果分析

3.4.1 四行程機車調修後 HC 濃度削減量

就機率分布分析，四行程機車調修前與調修後 HC 濃度累積機率分布在 90% 以後曲線出現陡昇，因此可能有 10% 的數據異常。就等組距削減量機率分析，四行程機車削 HC 減濃度以 0~316 ppm 以下占大部份(77%)，其次為 316~1000 ppm，占 16.2%。就削減量分析，累積機率 50.0% 的 HC 削減量為 135 ppm (調修前 HC 濃度為 338 ppm，調修後為 203 ppm)。就削減率分析，累積機率 50.0% 的削減率為 60.06% (詳圖 5)。

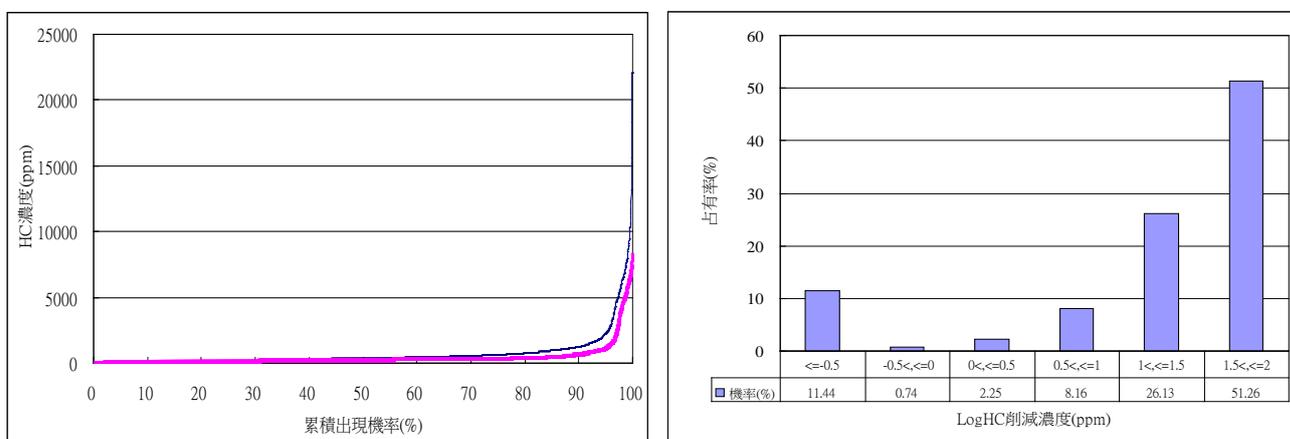


圖 5 調修後四行程機車排氣 HC 削減濃度累積機率分布圖

3.4.2 二行程機車調修後 HC 濃度削減量

就機率分布分析，二行程機車調修後 HC 濃度累積機率分布曲線較平直，惟在 98% 曲線出現水平，系有可能是數據品質問題(詳圖 10)。就等組距削減量機率分析，二行程機車削 HC 減濃度以 1000~3162 ppm 占最大部份(42.67%)，其次為 3162~10000 ppm，占 23.91%。就削減量分析，累積機率 50.0% 的削減量為 1762 ppm (調修前 HC 濃度為 6287 ppm，調修後為 4525 ppm)。就削減率分析，累積機率

50.0%所對應的削減率為 71.97%(詳圖 6)。

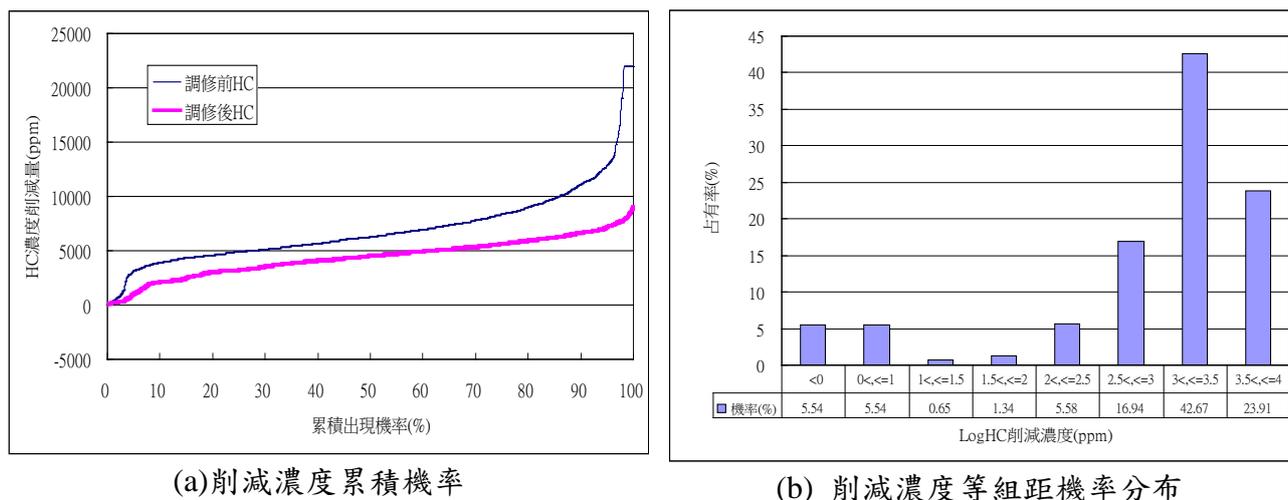


圖 6 調修後二行程機車排氣 HC 削減濃度累積機率分布圖

3.5 行駛狀態下削減量估計

3.5.1 依環保署的推估式計算

(1) CO 削減係數：

四行程機車 $CO(g/Km)=0.86*X(%) + 1.03 = 0.86*0.55 + 1.03 = 1.4730 g/km$

二行程機車 $CO(g/Km)=0.65*X(%) + 1.46 = 0.65*1.37 + 1.46 = 2.3505 g/km$

(2) CO 削減量：

以平均一年行駛距離 4,500 公里計算，假設每一輛四行程機車每年執行「保檢合一」1 次，可減少的 CO 排放量為 6.629 公斤/年(=1.4730 g/km*4500 km/1000)；二行程機車則可減少的 CO 排放量為 10.577 公斤/年。

以本研究有效樣本計(四行程機車 4128 輛，二行程機車 2237 輛)，估計每年執行「保檢合一」1 次後，可減少行駛中機車 CO 排放量 229.51 公噸/年；以本計畫全部樣本計(四行程機車 7358 輛，二行程機車 2414 輛)，估計可減少行駛中機車 CO 排放量 334.39 公噸/年，但此一數據品質較差。

(3) CO 削減率

四行程機車 CO 削減率=40 kph 之(CO 排放係數- CO 削減係數)/ CO 排放係數 *100%=[1-(3.4058-1.4730)/3.4058]*100% =43.25%。同理，二行程機車 CO 削減率=[1-(4.8412-2.3505)/4.8412]*100% =48.55%。

(4) HC 削減係數：

依環保署的推估式計算 HC 削減係數如下：

四行程機車 $HC(g/Km)=0.0007*X(ppm) + 0.0663 = 0.0007*135 + 0.0663 = 0.1608$

二行程機車 $HC(g/Km)=0.0002*X(ppm) + 0.2328 = 0.0002*1762 + 0.2328 = 0.5852$

(5) HC 削減量

以平均一年行駛距離 4,500 公里計算，假設每一輛機車每年執行「保檢合一」1 次，則每年每輛四行程機車可以減少 HC 的排放量為 0.724 公斤(=0.1608 g/km*4500 km/1000)；二行程機車則可減少 HC 的排放量為 2.633 公斤/年。

以本計畫有效樣本計(四行程機車 4128 輛，二行程機車 2237 輛)，估計執行定檢維修後可減少行駛中機車 HC 排放量 399.54 公噸/年；以本計畫全部樣本計

(四行程機車 7358 輛，二行程機車 2414 輛)，估計可減少行駛中機車 HC 排放量 525.75 公噸/年，但此一數據品質較差。

(6) HC 削減率

四行程機車 HC 削減率=40 kph 之(HC 排放係數- HC 削減係數)/ HC 排放係數 *100%=[1-(1.4368-0.1608)/1.4368]*100% =11.19%。同理，二行程機車 HC 削減率=[1-(2.6186-0.5852)/2.6186]*100% =22.35%。

3.5.2 依北台灣地區機車行駛狀態排放係數推估

CO 與 HC 排放係數減少率等同於 CO 與 HC 削減率，因此如果能建立基隆市機車檢保合一的情轉削減率與機車行駛狀態排放係數的合理關係，則可用來估計基隆市機車檢保合一對機車行駛狀態下 CO 與 HC 的削減率。本計畫假設情轉排放係數=5 kph 之排放係數，且情轉改善不影響高速排放特性，分以下兩種情境與依北台灣地區機車行駛狀態排放係數(詳表 2)試算排放係數減少如下：

情境 1：平均行駛速度為 40kph，情轉等停時間占行駛時間的 1/2(市區)

- (1)四行程機車 HC 情轉改善率=60.06%，HC 排放係數減少率=17.34(%)
- (2)四行程機車 CO 情轉改善率=52.38%，CO 排放係數減少率=17.88(%)
- (3)二行程機車 HC 情轉改善率=71.97%，HC 排放係數減少率=21.37(%)
- (4)二行程機車 CO 情轉改善率=52.21%，CO 排放係數減少率=17.11(%)

情境 2：平均行駛速度為 50kph，情轉等停時間占行駛時間的 1/3(市郊)

- 四行程機車 HC 情轉改善率=60.06%，HC 排放係數減少率=8.62(%)
- 四行程機車 CO 情轉改善率=52.38%，CO 排放係數減少率=11.27(%)
- 二行程機車 HC 情轉改善率=71.97%，HC 排放係數減少率=11.17(%)
- 二行程機車 CO 情轉改善率=52.21%，CO 排放係數減少率=9.20(%)。

由於情轉排氣濃度改善對行駛中的引擎效率理當有所提昇，因此建議採用市區的情境估計。若能調查出機車使用人實際在基隆試市區的典型行型態，就可以獲得較正確的情轉等停時間占行駛時間的百分比。

表 2 台北市、新北市機車行駛車速與 CO、NMHC 排放係數

行程別	車速(kph)	CO(g/km)	NMHC(g/km)	CO(g/hr)	NMHC(g/hr)
四行程機車	5	12.40	3.96	62.0	19.8
	10	7.42	2.57	74.2	25.7
	15	5.37	1.96	80.6	29.4
	20	4.36	1.66	87.2	33.2
	25	3.80	1.47	95.0	36.8
	30	3.44	1.37	103.2	41.1
	40	2.99	1.22	119.6	48.8
	50	2.68	1.18	134.0	59.0
二行程機車	5	13.91	7.84	69.6	39.2
	10	8.44	5.03	84.4	50.3
	15	6.19	3.80	92.9	57.0
	20	5.09	3.18	101.8	63.6
	25	4.46	2.83	111.5	70.8
	30	4.07	2.60	122.1	78.0

	40	3.57	2.32	142.8	92.8
	50	3.25	2.13	162.5	106.5

資料來源:環保署網站。

3.6 影響 CO 濃度削減量因素分析

四行程與二行程機車調修前後燃燒效率累積機率分布如圖 7 所示。就其中累積機率 50% 所對應的值而言，四行程機車調修前後燃燒效率提昇 7.69% (調修前燃燒效率=83.67%，調修後燃燒效率=91.36%)；二行程機車調修前後燃燒效率提昇 22.33% (調修前燃燒效率=51.95%，調修後燃燒效率=74.29%)。影響所及，使 CO 濃度降低 (詳圖 8)，CO₂ 濃度增加 (詳圖 9)，CO/CO₂ 比值下降 (詳圖 10)，但 HC 濃度降低並不明確 (詳圖 11)。

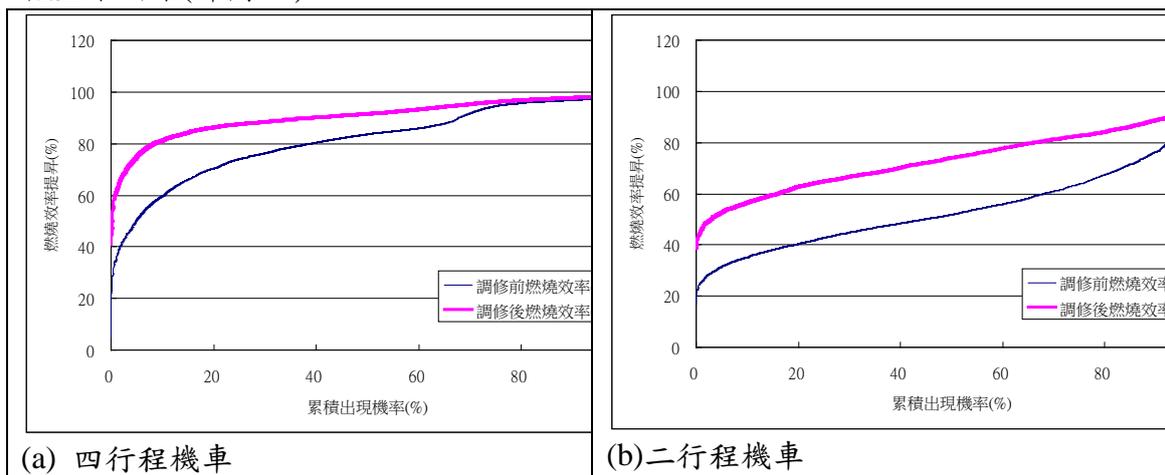


圖 7 調修前後燃燒效率累積機率分布圖

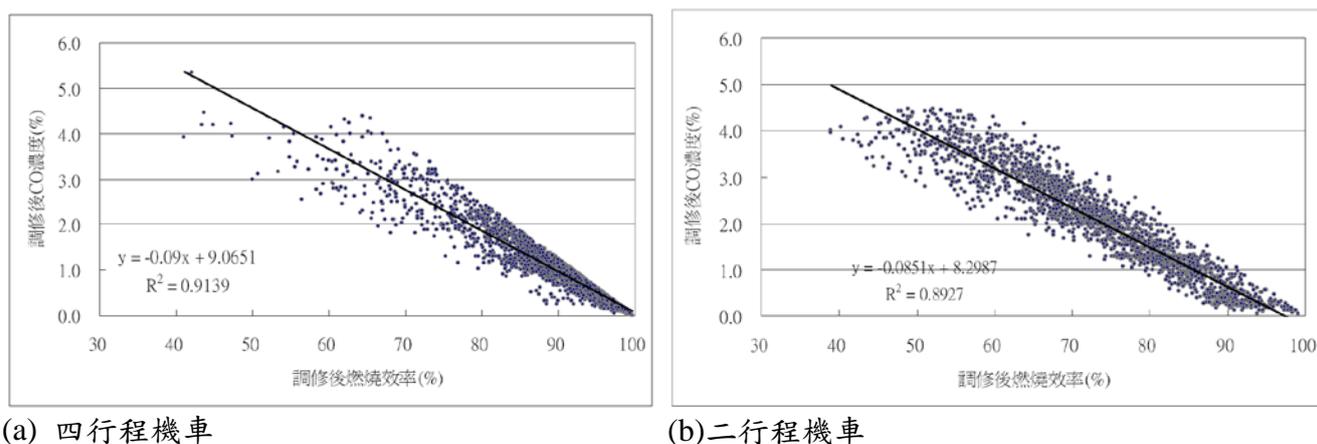
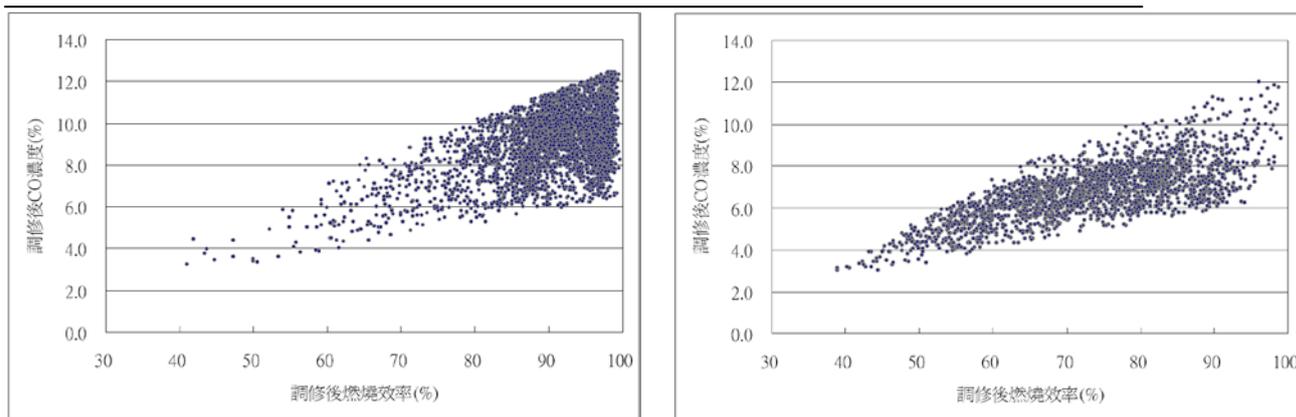


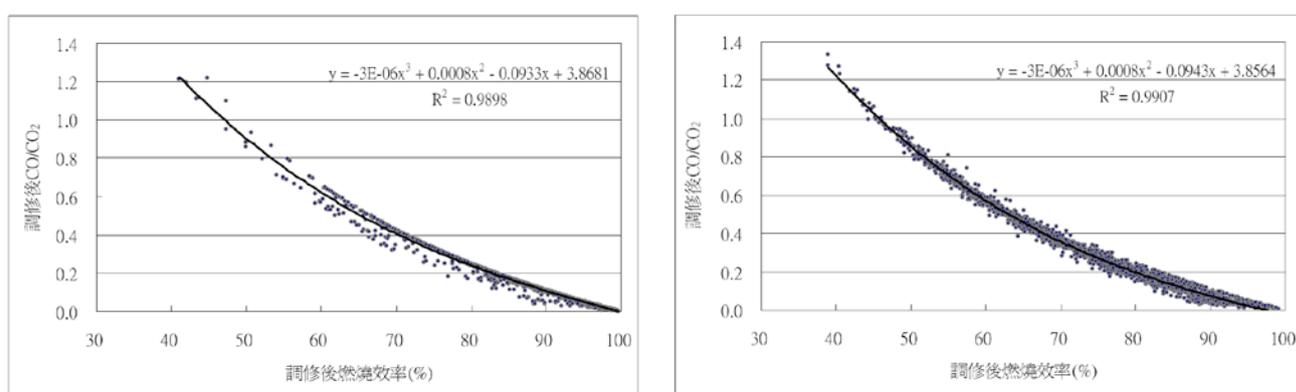
圖 8 調修後 CO 濃度與調修後燃燒效率關係



(a) 四行程機車

(b) 二行程機車

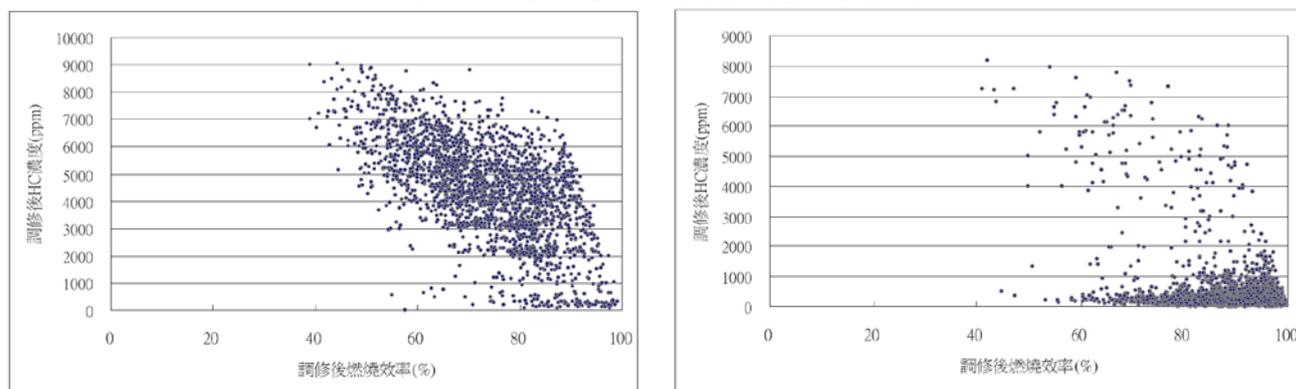
圖 9 調修後CO₂濃度與調修後燃燒效率關係



(a) 四行程機車

(b) 二行程機車

圖 10 調修後CO/CO₂濃度與調修後燃燒效率關係



(a) 四行程機車

(b) 二行程機車

圖 10 調修後 HC 濃度與調修後燃燒效率關係

3.7 削減量與調修項目的關係

3.7.1 四行程機車削減量與調修項目的關係

就四行程機車各種調修項目組合的調修前 CO、HC 濃度與調修後 CO、HC 削減濃度進行相關性分析之結果顯示，大多數的調修項目組合都有不錯線性關係(判定係數>0.70)，線性關係不佳的為只清潔火星塞、只清潔空氣濾清器或其他。特別是有調整空燃比的維修項目組合對 CO 都有很好的削減量預測關係式，HC 雖然略

差但線性關係大致屬於良好。

在 CO 削減量部份，如果扣除樣本數不到 10 個的保養組合，前 2 高削減量者為執行第 1、2、4 項(清潔火星塞、清潔空氣濾清器、調整空燃比)與執行第 1、2 項(清潔火星塞與清潔空氣濾清器)；前 2 低削減量者為執行第 3、4 項(清潔化油器與調整空燃比)與執行第 1 項(清潔火星塞)。

在 HC 削減量部份，前 2 高削減量者為執行第 1、2 項(清潔火星塞、清潔空氣濾清器與調整空燃比)與執行第 1、2 項(清潔火星塞與清潔空氣濾清器)；前 2 低削減量者為執行第 1 項(清潔火星塞)與第 5 項(其他)。保養項目組合對 HC 削減量的影響之相對大小與對 CO 的影響接近詳圖 12)。

綜合上述分析可知：(1)調修後 CO 或 HC 濃度與調修項目有關，其中單一保養項目的 CO 或 HC 削減量大致低於多養項目。(2)CO 或 HC 削減量與調修前燃燒效率有關，因此能提高燃燒效率的保養項目如清潔火星塞、清潔空氣濾清器、清潔化油器或調整高空燃比都有助於 CO 或 HC 削減量的提高。其中又以清潔火星塞、清潔空氣濾清器最顯著。(3)CO 或 HC 削減量與調修前 CO 或 HC 濃度有關。調修前 CO 或 HC 濃度越低，定檢站所執行的保養項目越少，因此 CO 或 HC 削減量也越低。(4)其他項目也對削減污染量也有貢獻，但這部份需要進一步了解是否以老舊車輛為主。(5)不同的維修組合之間並無相加性。(6)定檢數據品質對 CO 或 HC 削減量的估計有直接影響。

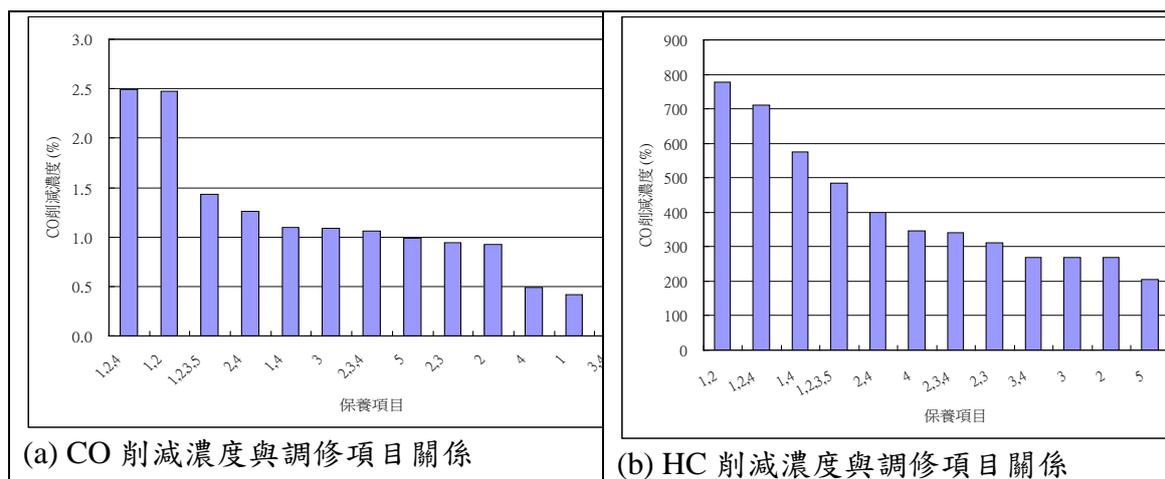


圖 12 四行程機車調修後 CO 削減濃度與調修項目關係圖

註:保養項目 1=清潔火星塞, 2=清潔空氣濾清器, 3=清潔化油器, 4=調整空燃比; 5=其他。

3.6.2 二行程機車削減量與調修項目的關係

研究結果顯示在所有調修項目組合下，調修前 CO 濃度與調修後 CO 削減量線性關係都不佳(判定係數 >0.70)，但 HC 的線性關係則有多種調修項目組合出現高度線性相關(如表 6 中底灰者)，執行數量最多的第 4 項維修項目(調整空燃比)並未出現高度線性相關。執行單一維修項目的線性相關也大多不佳。此一結果可能與二行程機車 CO、HC 的排氣標準較低有關，以致調修後 CO、HC 濃度範圍較大。

在 CO 削減量部份，如果扣除樣本數不到 10 個的保養組合，前 2 高削減量者為執行執行第 1、2 項(清潔火星塞與清潔空氣濾清器)與執行第 1、2、4 項(清潔火星塞、清潔空氣濾清器、調整空燃比)；前 2 低 CO 削減量為其他維修組合除了執

行第 5 項(其他)與執行第 4 項(調整空燃)。在 HC 削減量部份，前 2 高削減量者為執行第 1、3、4 項(清潔火星塞、清潔化油器與調整空燃比)與執行第 2、3、4 項(清潔空氣濾清器、清潔化油器與調整空燃比)；前 2 低削減量者為執行第 5 項(其他)與第 3 項(清潔化油器)，詳圖 13。

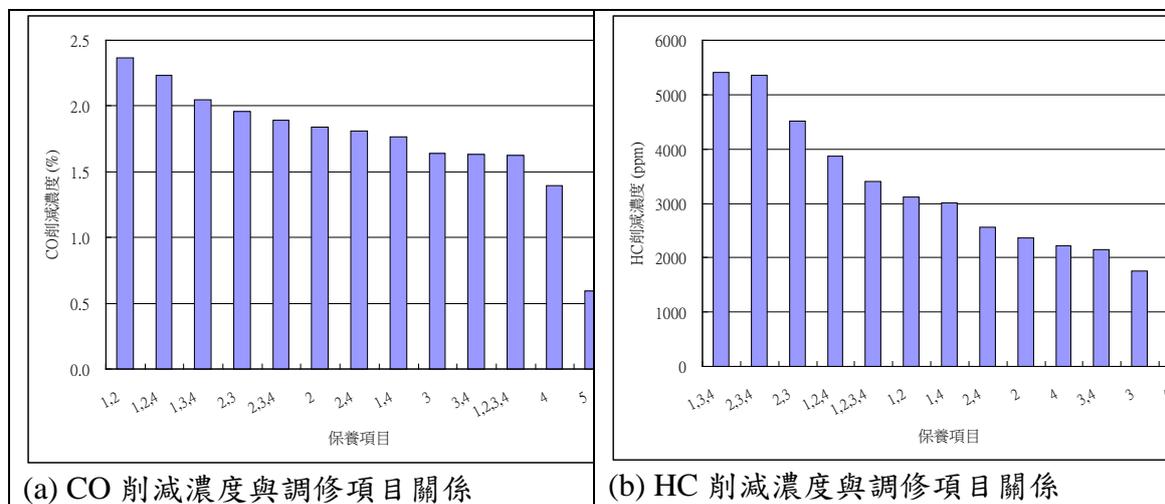


圖 13 二行程機車調修後 CO 削減濃度與調修項目關係圖

註:保養項目 1=清潔火星塞, 2=清潔空氣濾清器, 3=清潔化油器, 4=調整空燃比; 5=其他。

四、結論

1. 行駛狀態下 HC 削減量結果

- (1) 以平均一年行駛距離 4,500 公里計算，假設每一輛四行程機車每年執行定檢站的調修一次，則每年可以減少 HC 排放量為 0.35 公斤/年；每一輛二行程機車每年執行定檢站的調修一次，則每年可以減少 HC 排放量為 0.5852 公斤/年。
- (2) 以本計畫有效樣本計(四行程機車 4128 輛，二行程機車 2237 輛)，估計執行定檢維修後可減少行駛中機車 CO 排放量 229.51 公噸/年；以本計畫全部樣本計(四行程機車 7358 輛，二行程機車 2414 輛)，估計可減少行駛中機車 CO 排放量 334.39 公噸/年，但此一數據品質較差。
- (3) 由 CO 排放係數與 CO 削減係數估計本計畫有效樣本中四行程機車 CO 削減率為 11.19%，二行程機車 CO 削減率為 22.35%。

2. 影響 CO 濃度削減量因素分析

- (1) 四行程機車與二行程機車調修前 CO、HC 濃度越高，大致上 CO 或 HC 濃度削減量也越大，但尚與調修內容有關。
- (2) 就累積機率 50% 所對應的值而言，四行程機車調修前後燃燒效率提昇 7.69%；二行程機車調修前後燃燒效率提昇 22.33%。影響所及，使 CO 濃度降低，CO₂ 濃度增加，CO/CO₂ 比值下降，但 HC 濃度降低並不明確。
- (3) 四行程機車調修後 CO 前 2 高削減量者為執行第 1、2、4 項(清潔火星塞、清潔空氣濾清器、調整空燃比)與執行第 1、2 項(清潔火星塞與清潔空氣濾清器)；前 2 低削減量者為執行第 3、4 項(清潔化油器與調整空燃比)與執行第 1 項(清潔火星塞)。
- (4) 四行程機車調修後 HC 前 2 高削減量者為執行第 1、2 項(清潔火星塞、清潔空

- 氣濾清器與調整空燃比)與執行第 1、2 項(清潔火星塞與清潔空氣濾清器)；前 2 低削減量者為執行第 1 項(清潔火星塞)與第 5 項(其他)，保養項目組合對 HC 削減量的影響之相對大小與對 CO 的影響接近。
- (5) 二行程機車調修後 CO 前 2 高削減量者為執行第 1、2 項(清潔火星塞與清潔空氣濾清器)與執行第 1、2、4 項(清潔火星塞、清潔空氣濾清器、調整空燃比)；前 2 低 CO 削減量為其他維修組合除了執行第 5 項(其他)與執行第 4 項(調整空燃)。
- (6) 二行程機車調修後 HC 前 2 高削減量者為執行第 1、3、4 項(清潔火星塞、清潔化油器與調整空燃比)與執行第 2、3、4 項(清潔空氣濾清器、清潔化油器與調整空燃比)；前 2 低削減量者為執行第 5 項(其他)與第 3 項(清潔化油器)。

參考文獻

- (1) 林俊毅、林智仁、張章堂、林文印、陳志傑，”二行程與四行程機車粒狀物排放特性之研究”，2000 年第八屆氣膠科技研討會論文集。
- (2) U.S. Department of Energy, ”Heavy-Duty Truck Idle Reduction Technology Demonstrations 2005 Status Report”(2006).
- (3) Heavy-Duty Truck Idle Reduction August 27, 2007 Technology Demonstrations 2006 Status Report.
- (4) U.S. Department of Energy, ”FY 2005 Progress Report for Fuels Technologies Energy Efficiency and Renewable Energy Office of Freedom CAR and V
- (5) 行政院環保署「各縣市執行空氣污染品質改善維護計畫執行成效分析與推動專案計畫」。