

南投縣柴油車排氣煙度檢測成效評估

黃世達¹ 李清華¹ 方信雄² 廖靖華^{1*} 洪基恩¹

¹大葉大學環境工程學系

¹ 51591 彰化縣大村鄉學府路 168 號

²南投縣政府

² 54001 南投市中興路 660 號

*chliao0312@gmail.com

摘要

根據我國環保署資料顯示，移動源為都市地區最重要之污染源，其中以柴油車輛所排放之廢氣最為嚴重，其排放之空氣污染物，因含有金屬、有機物、酸化物等，所以會對人體健康與環境造成莫大的危害，故我國環保署於民國 76 年開始對柴油車實施排放煙度之管制，將煙度標準訂為 50%，再陸續降低標準至現在的 15%，以降低柴油車所排放之空氣污染物。

本研究彙整歷年南投縣動力計檢測站及路邊攔檢柴油車輛之各項資料後發現，民國 94 年度至 103 年度於南投縣動力計檢測站中，以第二期排氣煙度標準下之柴油車輛數較多，且整體平均動力計全負載煙度有下降之趨勢，及其排氣煙度合格率平均為 93%，合格率逐年上升中。另民國 95 年度至 103 年度於南投縣路邊攔檢中，以第三期排氣煙度標準下之柴油車輛數較多，且整體平均路攔無負載煙度有下降之趨勢，及其排氣煙度合格率平均為 84%，合格率逐年上升中。從這些柴油車廢氣排放結果證明南投縣空氣品質已獲得改善。

關鍵詞：檢測站，路攔，全負載，無負載，煙度。

Evaluating Smoke Detection for Diesel Vehicles in Nantou County

SHIH-DA HUANG¹, CHING-HWA LEE¹, SHING-SHYONG FANG², CHING-HUA LIAO^{1*} and CHI-EN HUNG¹

¹Department of Environmental Engineering, Da-Yeh University

No. 168, University Rd., Dacun, Changhua 51591, Taiwan, R.O.C.

²Nantou County Government

No. 660, Zhongxing Rd., Nantou City, Nantou County 54001, Taiwan, R.O.C.

*chliao0312@gmail.com

ABSTRACT

According to statistics of the Taiwan Environmental Protection Agency (TEPA), the exhaust emissions of diesel vehicles are the principal sources of air pollution for moving vehicles in urban areas of Taiwan. These emissions contain materials such as metals, organics, and acidifying substances, which are harmful to human health and the environment. Therefore, in 1987, the TEPA

began to manage and control the exhaust emissions of diesel vehicles, setting a standard to reduce smoke emissions to 50% and gradually lowering the standard to 15%.

This study compared smoke emissions of Nantou County's diesel vehicles, tested roadside and at the Nantou EPB's testing station. From 2005 to 2014, at the Nantou EPB's testing station, diesel vehicles with a full load were mostly categorized according to the exhaust range for the second term standard. These results showed that the average smoke emissions of fully loaded diesel vehicles followed a downward trend. Overall, the exhaust-smoke pass rate, which increased yearly, was 93%. Diesel vehicles tested roadside without a load during 2006–2014 were mostly categorized according to the exhaust range for the third term standard, with the results of average smoke emissions for these vehicles also following a downward trend. The average exhaust-smoke pass rate, which increased yearly, was 84% for these vehicles. These exhaust emission results for diesel vehicles in Nantou County demonstrate improved air quality.

Key Words: Testing station, Roadside, Full-load, No-load, Smoke.

一、前言

根據我國環保署近年來空氣污染量推估資料結果顯示，我國都會地區最大的污染來源為移動污染源，其中又以柴油車輛所排放之廢氣最為嚴重，主要係因柴油引擎具低燃油成本、高馬力輸出及熱效率高之動力特性，廣泛地被應用在客貨運輸車輛與工程、軍事等特殊用途上，然其排放之黑煙，不僅使人產生視覺上的不適，亦對人體健康與環境造成莫大的危害[1,6]。

又依據行政院環境保護署「台北市受體模式研究報告」指出，柴油車所排放之粒狀污染物粒徑很小，容易進入呼吸道且易積存於肺泡區，又燃燒柴油所排放的粒狀污染物，因其成份組成主要含有金屬、有機物、酸化物等，故常被視為最具危害及毒性[12,13]。另國際癌症研究署（International Agency for Research on Cancer, IARC）於1989年時，已將柴油廢氣歸類為2A致癌物，並且提出在柴油廢氣中多環芳香烴化合物（polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs）是最重要的致突變劑與致癌劑，嚴重危害人體健康，經美國環境保護署藥物試驗證實 PAHs 及 Nitro-PAHs 均會引起突變[8,9,14]。

另我國環保署於民國76年對柴油車實施排放煙度之管制，其檢測方法為CNS11644柴油車無負載急加速及CNS11645柴油車全負載定轉速等兩種，這個時期稱為第一期排放管制標準，黑煙污染度標準為50%，至今我國已進入第五期排放管制標準，其黑煙污染度標準為15%，並參考歐盟EURO 5規定，強制規定所有車輛均須加裝車上診斷系統（OBD）[1,2,5-7,11]。我國各期柴油車排放煙度標準如表1

表 1. 我國各期柴油車排放煙度標準

期別	第一期	第二期	第三期	第四期	第五期
實施日期	77/7/1	82/7/1	88/7/1	96/1/1	101/1/1
排氣管制標準 (黑煙污染度)	50%	40%	35%	25%	15%

所示[2,5]。

另由於我國南投縣因受地形及聚落分布之影響，所以南投縣道路之主要幹線多呈南北走向，且我國南投縣主要聯外道路以高速公路及省道為主，省道亦兼有縣內各鄉鎮間聯絡的功能，縣道及重要鄉道則為各鄉鎮市間聯繫之主要幹道。再根據交通部103年11月底最新統計報表資料顯示，南投縣境內柴油大客貨車數量約近5千輛，柴油小貨車約3.4萬輛[3]，又柴油車大都是商用車輛，且行駛里程較一般車輛長，故污染排放量也相當可觀，因此除了由環保署訂定新車排放標準，逐漸加強新車管制標準值，以及對於使用中車輛加強稽查，以抑制其排放值外，並逐年推動各縣市建立檢驗站，以提昇柴油車檢驗水準。

綜合上述，本研究將進行南投縣柴油車排氣煙度之現況資料來進行探討，並針對南投縣柴油車排氣煙度進行成效之評估，以協助南投縣環保局提升柴油車排氣煙度之管制成效，進而提升南投縣空氣品質。

二、文獻回顧

據李浩然之論文[5]顯示，目前我國柴油車的排煙檢測方法分成無負載急加速檢測及全負載定轉速檢測兩部份，以污染度為單位。依交通工具空氣污染物排放標準規定，柴油

車在目前所實行的二期標準中，新車型審驗與新車抽驗的黑煙標準為不得超過 40% 污染度。在無負載急加速檢測中，依照 CNS 11644 之規定，煙度計之取樣時間為 1~2 秒，但此 1~2 秒之容許偏差可能引致測試結果不同，本文首先探討檢驗人員的操作方式對測試結果的影響，其中有兩項操作參數，一是開始取樣時間，一是踩油門速度。該研究分別量測引擎在急加速過程中引擎轉速，油門位移，排氣管壓力，及排氣不透光率的變化，並記錄污染度。

另據石育岑之論文[1]顯示，國內柴油車輛可分為大客車、大貨車及小貨車，雖然柴油車的數量佔機動車輛總數的比例不高，但由於柴油車都是商用車輛，行走里程遠較一般車輛長，故污染排放量相當可觀。該研究中分析台灣各縣市柴油車排煙檢驗站的測試資料，評估台灣地區使用中柴油車黑煙污染情形，結果顯示柴油車的污染度分佈類似 γ 分佈，以無負載污染度最高，全負載 100% 轉速的污染度最低。比較民國 89~91 年這三年的檢測數據，可知柴油車的污染度逐年下降，各車種的差異逐漸減少，動力站的調修改善率約為 60%，而定檢改善率約為 40%。該研究中並找出擅調後馬力與污染度變化的關係，以污染度的改變量來定義擅調，有效判別擅調車輛，藉以評估擅調對於動力站檢測結果的影響。

另據吳信宏之論文[7]顯示，鑑於目前使用中柴油車之稽查管制以黑煙檢測為主，受測車輛須至各縣市動力站進行 CNS11644、CNS11645 排煙檢測，由於檢測時間過長，易造成業者與車主之不便，為了加強便民措施，及因應交通監理單位擬將柴油車定檢回歸環保署，及面臨柴油小客車開放進口之因素，屆時將造成動力檢測站檢測能量不足的衝擊。該研究坡道進行柴油車黑煙檢測，將其污染度與排煙試驗法之相關性進行探討及研究，作為初步篩選出高污染車輛後，再進行檢測，藉此有效降低動力站檢測能量不足之負荷。

另據吳春生之論文[6]顯示，柴油車齡係為無負載污染度與全負載污染度之重要影響因子。另柴油車於路邊攔檢時，其無負載平均污染度明顯高於動力站無負載及動力計排氣檢測之無負載平均污染度，且柴油車於路邊攔檢時較能反映使用中柴油車排氣之情形。

三、我國柴油車排氣煙度管制策略

(一) 柴油車排放煙度管制的演進歷程[1,2,5-7,11]

柴油車於民國 76 年實施黑煙污染度管制，檢測方法為 CNS11644 柴油車無負載急加速及 CNS11645 柴油車全負載定轉速等兩種，這個時期稱為第一期排放管制標準，黑煙污染度標準為 50%。另環保署為管制空氣污染物排放，提高我國柴油車排放水質，於民國 82 年 7 月 1 日起全面施行柴油車第二期排放管制標準，黑煙污染度由 50% 降為 40%。另柴油車第三期排放標準自民國 88 年 7 月 1 日起施行，將黑煙污染度由 40% 降為 35%。另環保署於民國 96 年 1 月 1 日實施柴油車第四期排放標準，黑煙污染度由 35% 降為 25%。最後環保署為促使業者引進生產使用最新污染防治技術之清潔車輛，符合世界環保潮流趨勢，自 101 年 1 月 1 日開始施行的柴油車第五期排放標準黑煙污染度由 25% 降為 15%。

(二) 我國柴油車管制策略

行政院環境保護署因採取「清潔車輛」以及「清潔燃料」兩大策略防制移動性污染源，並透過考評制度要求地方環保單位落實相關政策，因此目前各地方環保局針對柴油車的管制措施，主要是通知並要求車輛執行動力計定期檢測及煙度計檢測。通知的車輛主要來源有兩種，包括由合格的目測判煙人員進行篩選、以及由民眾檢舉高污染車輛。同時配合輔導車主進行污染改善及加裝濾煙設備，並對柴油車的使用油品進行抽驗，以減少硫氧化物的排放。希望藉由軟性的宣導、輔導策略及硬性的法規規範雙管齊下方式，推動社會大眾重視柴油車污染，以達到管制目標。

(三) 我國柴油車排氣煙度測試程序

此測試程序係依照環保署民國 92 年 12 月公告「柴油汽車排氣煙度測試方法及程序法」之規定，來進行柴油車排氣煙度之檢測，當使用中柴油車輛開始進行檢測時，其車體動力計上 100% 最大額定馬力轉速（即柴油車製造廠取得柴油車規格認證所記載引擎制動馬力發生之轉速）為基準點，實測時柴油車馬力不得低於最大額定馬力之 35%，否者予以退驗[10]。

以下針對無負載急加速排氣煙度試驗法與全負載定轉速排氣煙度試驗法稍做敘述。

1. 無負載急加速排氣煙度試驗法[10]

無負載急加速排氣煙度測試法，其檢驗方法即測試車輛於無負載（即排檔位為空檔）時，將油門踏板急踩到底並保持 4 秒後，使回復至怠速，再保持 11 秒（共計 15 秒）完成一次試驗循環，在引擎運轉下之污染排放情形。

2. 全負載定轉速排氣煙度試驗法[4,10]

係指在動力計（動力計係用來控制引擎轉速）上進行柴油車全負載定轉速排煙測試法，其試驗柴油車輛在車體動力計上依車廠規定之方式（未規定時以定速 50 km/h）暖車至正常引擎工作溫度後，將油門踏板踩到底，依照引擎最大額定馬力轉速，再透過動力計來調整負載程度，以設定該車引擎達到最大額定馬力轉速之 $100\% \pm 50\text{rpm}$ ，在引擎運轉下之污染排放情形，此方式即為全負載定轉速排氣煙度試驗法。

四、研究內容與實施方法

由於我國現行國家柴油車排放煙度檢測標準有二，一為全負載定轉速排煙試驗法（動力計排煙檢測站使用），一為無負載急加速排煙試驗法（路邊攔檢使用），主要是測試柴油車在不同負載、不同轉速下，將車輛所排放出之粒狀物質，且透過檢測儀器將車輛所排放之粒狀物過濾在濾紙上，以了解其黑煙污染度。

因此本研究預計將南投縣歷年動力計排煙檢測站與路邊攔檢之基本資料及柴油車排氣煙度檢測資料予以分析，並進行柴油車排氣煙度之成效評估，以提供相關單位進行改善之建議。動力計排煙檢測站之受測柴油車輛來源依據為 1. 已經過主管機關之檢測人員目測、目視或遙測不符合排放標準者，應於主管機關通知之期限內修復，並至指定點（動力計排煙檢測站）接受檢驗之柴油車輛；或是 2. 經由民眾檢舉之柴油車輛，並至指定點（動力計排煙檢測站）接受檢驗之柴油車輛；或是 3. 柴油車主主動到檢（為配合推動「客貨運業者自主管理」）。

（一）受檢柴油車基本資料收集與分析

本研究將先收集有關柴油車基本資料與相關參考文獻，並收集民國 94 年度至 103 年度間南投縣柴油車動力計排煙檢測站及 95 年度至 103 年度路邊攔檢之基本資料，來進行相關之比較與分析研究。

（二）受檢柴油車之檢測排氣煙度分析

本研究將針對南投縣民國 94 年度至 103 年度間柴油車於柴油車動力計排煙檢測站，及 95 年度至 103 年度路邊攔檢時，經我國環保署公告柴油汽車煙度試驗方法與程序所檢測之柴油車排氣煙度數據資料，來進行相關之比較與分析研究。

（三）柴油車排氣煙度檢測成效評估

由於南投縣環保局 101 年度至 103 年度柴油車排煙檢測

暨停車怠速管理計畫之結案報告指出[15-17]，第 1 期柴油車至第 3 期柴油車之空氣污染程度較第 4 期柴油車與第 5 期柴油車高，加上各期受檢測柴油車數量主要大宗者為第 1 期柴油車至第 3 期柴油車，因此本研究將針對南投縣 94 年度至 103 年度柴油車經動力計檢測站所檢測之排氣煙度資料，及 95 年度至 103 年度柴油車經路邊攔檢之排氣煙度資料來予以分析比較，並進行南投縣柴油車排氣煙度檢測成效之評估。

五、結果與討論

（一）受檢柴油車基本資料收集與分析結果

本研究彙整南投縣 94 年度至 103 年度動力計排煙檢測站之各期別總柴油車輛數後並繪於圖 1 得知，第二期排氣煙度標準下之動力計檢測站受測柴油車輛數較多。另亦由圖 1 可知，本研究彙整南投縣 95 年度至 103 年度動力計檢測站之各期別總柴油車輛數後，第三期排氣煙度標準下之路邊攔檢柴油車輛數較多。由此可知，第一期與第二期柴油車大都遵循南投環保局之通知，前往動力計排煙檢測站做排氣煙度檢測，以了解該車輛是否符合法規。

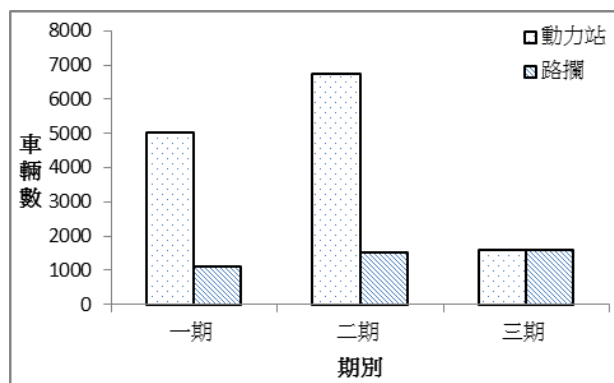


圖 1. 歷年動力計檢測站與路邊攔檢之各期別總柴油車輛數

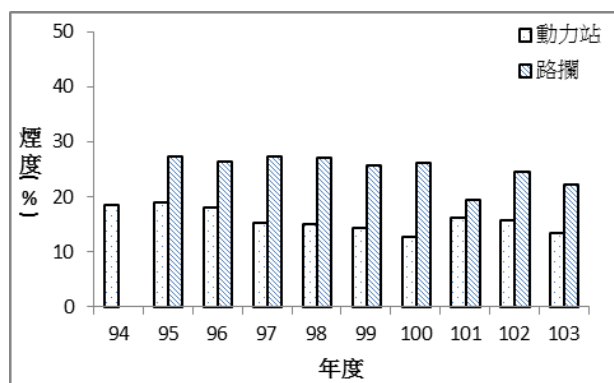


圖 2. 歷年動力計檢測站與路邊攔檢之平均煙度比較

(二) 受檢車輛之排氣煙度檢測結果與分析

本研究彙整南投縣 94 年度至 103 年度動力計檢測站及路邊攔檢之歷年煙度比較，歷年動力計檢測站與路邊攔檢之平均煙度比較如圖 2，由此圖可知，在動力計檢測站下，整體平均動力計全負載煙度有下降之趨勢，如與去年相較之下的煙度約下降 2%，而在路邊攔檢下，整體平均路攔無負載煙度亦有下降之趨勢，與 102 年度相較之下煙度約下降 2%。圖 3 為不同柴油車排氣煙度期別之煙度比較，由該圖顯示，在動力計檢測站下，第三期柴油車之動力計全負載煙度為最低 7.2%，而在路邊攔檢下，第三期柴油車之路攔無負載煙度為最低 15.3%。圖 4 為不同柴油車里程數之煙度比較，由此圖可知，在動力計檢測站下，當里程數為 10 萬至 20 萬者，其動力計全負載煙度為最大 17.7%，而在路邊攔檢下，當里程數為 20 萬至 30 萬者，其路攔無負載煙度為最大 17.8%。圖 5 為不同柴油車排氣量之煙度比較，由該圖可知，在動力計檢測站下，當排氣量為 5,000 c.c. 至 7,000 c.c. 者，其動力計全負載煙度為最大 20.4%，而在路邊攔檢下，當排氣量為 2,500 c.c. 以下者，其路攔無負載煙度為最大 41.1%。圖 6 為不同柴油車轉速之煙度比較，由該圖可知，在動力計檢測站下，當轉速為 2,800 rpm 至 3,800 rpm 者，其動力計全負載煙度值為最大 16.1%，而在路邊攔檢下，當轉速為 4,800 rpm 至 5,800 rpm 者，其路攔無負載煙度為最大 42.4%。

綜合上述，於動力計檢測站所檢測之柴油車，其里程數介於 10 萬至 20 萬，或排氣量於 5,000 c.c. 至 7,000 c.c.，或轉速介於 2,800 rpm 至 3,800 rpm，或車齡大於 22 年時，該柴油車之動力計全負載煙度將為最大。另於路邊攔檢時之柴油車，其里程數介於 20 萬至 30 萬，或排氣量於 2,500 c.c. 以下，或轉速介於 4,800 rpm 至 5,800 rpm，或車齡介於 16 年至 22 年者，該路攔無負載煙度將為最大。故遵循南投環保局之通知，即於前往動力計排煙檢測站做排氣煙度檢測車輛，其煙度較路攔時之檢測車輛低，也顯示柴油車齡越大者，其煙度越高。

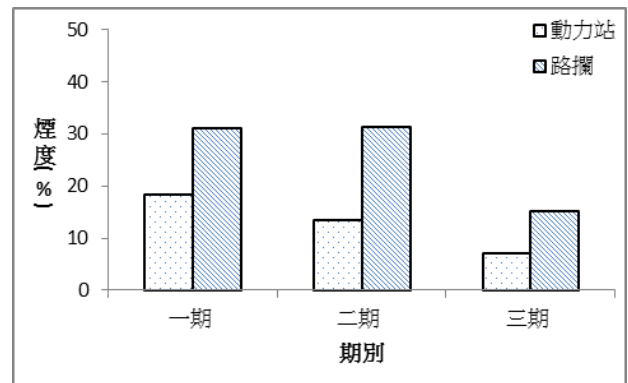


圖 3. 不同柴油車排氣煙度期別之煙度比較

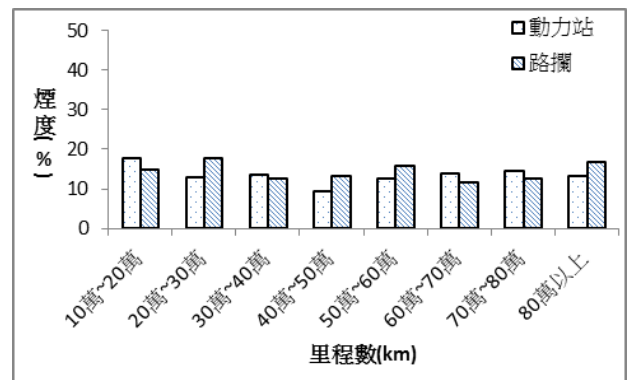


圖 4. 不同柴油車里程數之煙度比較

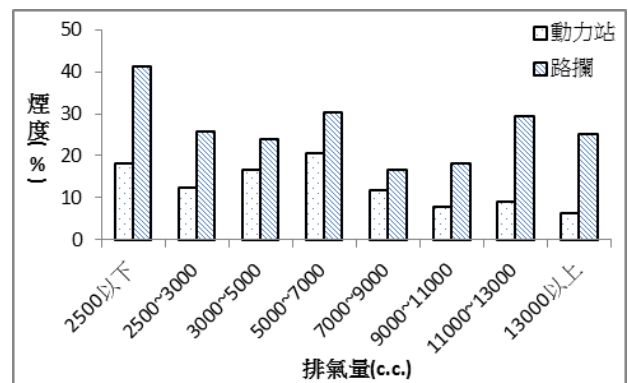


圖 5. 不同柴油車排氣量之動力計全負載煙度比較

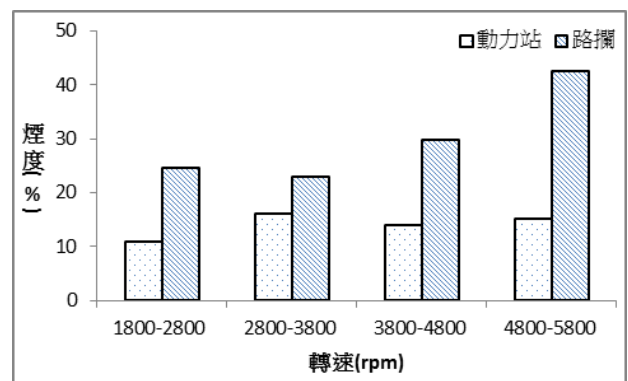


圖 6. 不同柴油車轉速之動力計全負載煙度比較

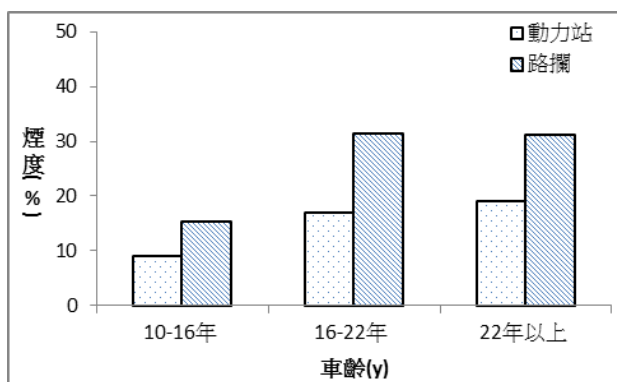


圖 7. 不同柴油車齡之動力計全負載煙度比較

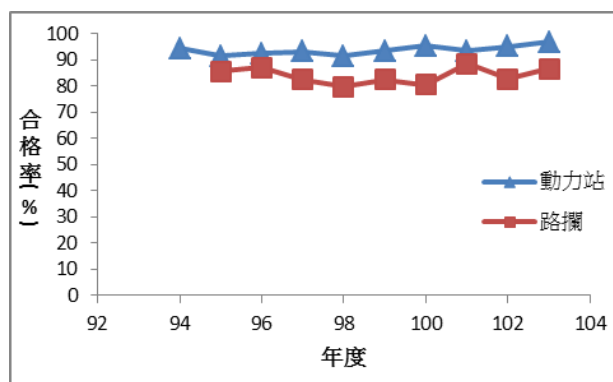


圖 8. 歷年動力計檢測站與路邊攔檢之柴油車合格率比較

(三) 歷年柴油車排氣煙度檢測成效評估結果

本研究彙整南投縣 94 年度至 103 年度動力計檢測站與路邊攔檢之歷年柴油車排放煙度成效結果比較，南投縣歷年動力計檢測站與路邊攔檢之柴油車合格率比較如圖 8 所示，由此圖可知，南投縣歷年動力計檢測站之柴油車合格率平均為 93%，且 101 至 103 年度有小幅成長，而在路邊攔檢時，柴油車之排氣煙度合格率平均為 84%，近年較平穩無成長。由此可知，無論是於動力計檢測站或路邊攔檢之柴油車，其合格率有緩慢上升之趨勢。

(四) 歷年柴油車排氣煙度檢測成效之綜合性比較

由上述歷年動力計排煙檢測站與路邊攔檢之柴油車排氣煙度比較得知，柴油車於動力計排煙檢測站所獲得之排氣煙度值較路邊攔檢時之排氣煙度值低，與柴油車於動力計排煙檢測站之排氣煙度合格率較路邊攔檢時之排氣煙度合格率高，其主要原因有 4 項，1.已經過主管機關之檢測人員目測、目視或遙測不符合排放標準者，於期限內修復，並至動力計排煙檢測站接受檢驗，2.或是經由民眾檢舉之柴油車輛，並至動力計排煙檢測站接受檢驗車輛，3.或是柴油車主動到檢，因此許多柴油車輛已經過車廠之檢修過後，再前往動力計排煙檢測站做全負載定轉速之排煙檢驗，故才會導致柴油車於動力計排煙檢測站所獲得之排氣煙度值較路邊攔檢時之排氣煙度值低，與動力計排煙檢測站之排氣煙度合格率較路邊攔檢時之排氣煙度合格率高，4.由於南投縣屬觀光大縣，常有其他縣市之柴油車進入，導致攔檢時多屬於其他縣市之車輛，相較於動力計檢測站所檢測之柴油車都屬南投縣之車輛，而在南投縣政府的努力督導下，才會顯得南投縣柴油車於路邊攔檢之通過率低於動力計檢測站。因此建議可長期性的在重點觀光區做路邊攔檢，以持續改善南投縣之空氣品質。

六、結論

本研究彙整南投縣歷年柴油車於動力計排煙檢測站與路邊攔檢之各項排氣煙度數據資料後得知，整體動力計全負載煙度與路邊攔無負載煙度皆有下降之趨勢，以及歷年動力計排煙檢測站與路邊攔檢時之受測柴油車平均合格率依序為 93%、84%，且有逐年上升趨勢。綜合而言，南投縣政府為提升縣內環境空氣品質，在法規規範下，透過各種方式通知與督導，並要求柴油車輛須執行煙度計之檢測，以了解該車輛是否有達到我國柴油車排氣煙度之管制標準，進而促使南投縣環境空氣品質持續獲得改善。

參考文獻

1. 石育岑 (民 93)，柴油車排煙檢測成效分析與污染排放量推估，國立中興大學機械工程學系碩士論文，台中。
2. 行政院環保署移動污染源管制網，103 年 12 月 7 日，取自 https://mobile.epa.gov.tw/fuel_1.aspx。
3. 交通部統計查詢網，103 年 12 月 5 日，取自 <http://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100>。
4. 交通工具違反空氣污染防治法裁罰準則，行政院環境保護署，103 年 12 月 7 日，取自 <http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/search/LordiDispFull.aspx?ltype=04&lname=0230>。
5. 李浩然 (民 88)，無負載急加速測試中柴油車黑煙濃度之量測與分析，國立中興大學機械工程學系碩士論文，台中。
6. 吳春生 (民 96)，影響柴油車排氣黑煙污染度之車輛特性分析-以南投縣為例，大葉大學環境工程學系碩士

黃世達、李清華、方信雄、廖靖華、洪基恩：南投縣柴油車排氣煙度檢測成效評估

- 在職專班碩士論文，彰化。
7. 吳信宏（民 94），柴油車坡道黑煙與排煙試驗法之相關性研究，大葉大學機械工程研究所碩士在職專班碩士論文，彰化。
 8. 林資傑（民 97），公車於動力計上排放廢氣中固液氣三相 PAHs 特性之研究，國立台灣大學環境工程學研究所碩士論文，台北。
 9. 洪清霖、林瑞雄（民 80），台灣地區空氣污染物環境流行病學之致變力分析，第一屆懸浮微粒之污染與健康效應研討會，台北。
 10. 柴油汽車排氣煙度試驗方法及程序（民 92），行政院環境保護署，103 年 12 月 7 日，取自 <http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/search/LordiDispFull.aspx?ltype=04&lname=4160>。
 11. 陳娜真（民 102），低比例生質柴油對柴油車煙度影響之研究，大葉大學工學院碩士在職專班碩士論文，彰化。
 12. 黃志偉（民 89），柴油車排放廢氣中多環芳香烴化合物之特徵研究，國立成功大學環境工程學系碩士論文，台南。
 13. 蔣本基（民 79），台北地區交通污染與營建工程對空氣品質影響之研究及受體模式之確立，行政院環境保護署，台北。
 14. 劉正仁（民 89），交通污染源不同粒徑微粒 PAHs 成份特徵之研究，國立雲林科技大學環境與安全工程技術研究所碩士論文，雲林。
 15. 瑩諮科技股份有限公司（民 101），101 年柴油車排煙檢測及油品抽測計畫，南投縣政府環境保護局，南投。
 16. 瑩諮科技股份有限公司（民 102），102 年柴油車排煙檢測暨停車怠速管理計畫，南投縣政府環境保護局，南投。
 17. 瑩諮科技股份有限公司（民 103），103 年柴油車排煙檢測暨停車怠速管理計畫，南投縣政府環境保護局，南投。

收件：104.07.23 修正：104.09.03 接受：104.12.10