

# Statistical Analysis in Pollutant Emission Characteristics for Motorcycles in Central Taiwan

呂珊茹、林啟文

E-mail: 9314395@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

The objectives of the study are: (1) to examine the emission characteristics of motorcycles, (2) to investigate exhaust variants from type of motorcycle, number of stroke, engine size, and vehicle age, and (3) to propose regression models to predict emission concentration of CO and HC for motorcycles. The study areas were focused on the Central Air Quality Zone including Changhua county, Nantou county, Taichung county, and Taichung city. All the analyses are on the basis of database from Inspection and Maintenance (I/M) programs established by Environmental Protection Administration (EPA). The I/M database from 1996 to 2002 are used in this study. The results are summarized as follows: (1) the annually mean concentration of CO is below 4.5% (the emission standard requirement) for the four areas investigated, however the averaged CO concentrations in Taichung city are higher than the other three counties, (2) the annually mean concentration of HC is below 9,000ppm (the emission standard requirement) for the four areas investigated, and the averaged HC concentrations in Taichung city are elevated but decrease yearly. In general, the F-values are significant for CO and HC data regressed by linear models for all the four areas investigated. However, HC is fitted better than CO, with  $R^2=0.6$  for HC in contrast to  $R^2=0.07$  for CO. It was also found that F-values are significant for both CO and HC data regressed by nonlinear models, with  $R^2=0.6$  for HC in contrast to  $R^2=0.1$  for CO. F-values and  $R^2$  for nonlinear model are higher than that of for linear model, thus it is believed that nonlinear model is better for the future application. Results from examining the monthly averaged concentrations for both CO and HC indicate there are no seasonal and cyclical trends. A total of eight types of ARIMA models are proposed. Of them, CO exhaust data regressed from Taichung city is categorized as an ARIMA model, HC data regressed from Nantou county is categorized as an AR(2) model, and the other types belong to AR(1) model.

Keywords : Mobile sources ; Linear regression ; Nonlinear regression ; Time series models

## Table of Contents

目錄	封面	內頁	簽名頁	授權書	iii	中文摘要	v	英文摘要	vii	誌謝	ix	目錄	x	圖目錄	xiii	表目錄	xv	第一章	緒論	1.1	前言		
						01	1.2	研究目的												02	1.3	研究方法、項目及流程	
						03	第二章	文獻回顧	2.1	中部空品區之背景說明											07	2.2	移動性污染源排放污染物
						08	2.3	機車定期檢驗制度之歷程													10	2.4	國內相關研究回顧整理
						17	第三章	理論探討與軟體運用	3.1	統計學之意義與目的											34	3.2	統計檢定
						35	3.3	變異數分析													37	3.3.1	一因子變異數分析
						38	3.3.2	二因子變異數分析													41	3.4	迴歸分析
						46	3.5.1	時間序列成份													44	3.5	時間序列
						50	3.5.3	最小平方方法													46	3.5.2	時間序列模式
						51	3.6	應用軟體介紹													52	第四章	
						54	4.1	定檢站樣本資料之來源與特性													54	4.2	檢測資料之彙整
						54	4.3	檢測資料之基本特性與趨勢分析													55	4.4	檢測資料之污染物排放特性與趨勢分析
						55	4.4	檢測資料之污染物排放特性與趨勢分析													63		
						70	4.6	變異數分析													74	4.6.1	變異數分析
						75	4.6.2	一因子變異數分析結果													77	4.6.3	二因子變異數分析結果
						77	第五章	複迴歸分析	5.1	複迴歸式與虛擬變數之建立與定義											78	5.2	線性複迴歸分析
						83	5.2.1	中部空品區之綜合線性複迴歸方程式													83	5.2.2	台中縣之線性複迴歸方程式
						83	5.2.2	台中縣之線性複迴歸方程式													88	5.2.3	台中市之線性複迴歸方程式
						89	5.2.4	彰化縣之線性複迴歸方程式													90	5.2.5	南投縣之線性複迴歸方程式
						93	5.2.6	中部空品區與各縣市之線性複迴歸方程式綜合評析													95	5.3	非線性複迴歸分析
						98	5.3.1	中部空品區之綜合非線性複迴歸方程式													99	5.3.2	台中縣非線性複迴歸方程式
						99	5.3.2	台中縣非線性複迴歸方程式													102		
						103	5.3.4	彰化縣非線性複迴歸方程式													103	5.3.5	南投縣非線性複迴歸方程式
						105	5.3.6	中部空品區與各縣市之非線性複迴歸方程式綜合評析													107	第六章	時間序列
						112	6.2	四縣市CO模式架構之設定與估計及模式選取與檢驗													112	6.2	四縣市HC模式架構之設定與估計及模式選取與檢驗
						124	第七章	結論與建議	7.1	結論													
						136	7.2	建議													141	參考文獻	
						143	附錄A	配合第四章資料特性分析之各式圖表													149	附錄B	中部空品區各縣市

不同年度之變異數分析 研究流程圖	180 附錄C 四縣市CO與HC月平均排放濃度	196 圖目錄 圖1-1 研
40 圖3-2 二因子變異數分析流程	05 圖3-1 一因子變異數分析流程	43 圖3-3 虛擬變數迴歸分析之係數檢驗流程
45 圖4-1 中部空品區各年度不同行程數之成長趨勢	59 圖4-2 中部空品區各年度不同廠牌之成長趨勢	62 圖4-4 中部空品區各年度不同車齡之成長趨勢
60 圖4-3 中部空品區各年度不同排氣量之成長趨勢	62 圖4-5 中部空品區各年度CO排放濃度之變動趨勢	64 圖4-6 中部空品區各年度HC排放濃度之變動趨勢
65 圖4-7 中部空品區CO之各月平均檢測值變動趨勢	66 圖4-8 中部空品區HC之各月平均檢測值變動趨勢	71 圖4-10 四縣市行程數CO不合格比率圖
72 圖4-11 四縣市廠牌CO不合格比率圖	72 圖4-12 四縣市排氣量CO不合格比率圖	72 圖4-13 四縣市車齡CO不合格比率圖
74 圖5-1 CO線性迴歸式各年度係數估計值之比較圖	96 圖5-2 HC線性迴歸式各年度係數估計值之比較圖	109 圖5-4 HC非線性迴歸式各年度係數估計值之比較圖
98 圖5-3 CO非線性迴歸式各年度係數估計值之比較圖	110 圖6-1 台中縣CO數列之ACF檢定	113 圖6-2 台中縣CO數列之PACF檢定
113 圖6-3 台中縣CO數列(1,0,0)模式之殘差ACF檢定	115 圖6-4 台中市CO數列之ACF檢定	116 圖6-5 台中市CO數列之PACF檢定
116 圖6-6 台中市CO數列(1,1,1)模式之殘差ACF檢定	118 圖6-7 彰化縣CO數列之ACF檢定	119 圖6-8 彰化縣CO數列之PACF檢定
119 圖6-9 彰化縣CO數列(1,0,0)模式之殘差ACF檢定	121 圖6-10 南投縣CO數列之ACF檢定	122 圖6-11 南投縣CO數列之PACF檢定
122 圖6-12 南投縣CO數列(1,0,0)模式之殘差ACF檢定	124 圖6-13 台中縣HC數列之ACF檢定	126 圖6-15 台中縣HC數列(1,0,0)模式之殘差ACF檢定
125 圖6-14 台中縣HC數列之PACF檢定	127 圖6-16 台中市HC數列之ACF檢定	128 圖6-17 台中市HC數列之PACF檢定
129 圖6-18 台中市HC數列(1,0,0)模式之殘差ACF檢定	130 圖6-19 彰化縣HC數列之ACF檢定	132 圖6-21 彰化縣HC數列(1,0,0)模式之殘差ACF檢定
131 圖6-20 彰化縣HC數列之PACF檢定	133 圖6-22 南投縣HC數列之ACF檢定	134 圖6-23 南投縣HC數列之PACF檢定
134 圖6-24 南投縣HC數列(1,0,0)模式之殘差ACF檢定	135 表目錄 表2-1 空氣品質區之監測站資料與PSI改善率	12 表2-2 1999年各國環境負荷比較表
12 表2-3 臺閩地區各縣市環境負荷狀況	13 表2-4 中部空品區四縣市之重要統計指標	14 表2-5 機車車輛主要之排放污染物
14 表2-6 機車定期檢驗制度之歷程	15 表2-8 91年各縣市機車排氣定檢到檢率統計表	16 表3-1 母體與樣本特徵量數之計算公式
34 表3-2 決策與錯誤因子的典型資料	39 表3-4 一因子變異數分析表	42 表3-5 二因子變異數分析表
43 表3-6 時間序列之四種成份特性	53 表4-1 各縣市之定檢站機車檢測統計數量	58 表4-3 四縣市之檢測統計數量
56 表4-2 中部空品區四縣市機車定檢檢測統計數量	70 表4-5 變異數分析之分組方式與假設檢定	79 表5-2 各縣市複迴歸模式之虛擬變數基準選定表
58 表4-4 各縣市CO與HC超過排放標準之不合格率	76 表5-1 各縣市複迴歸分析之樣本數	82 表5-4 複迴歸式之相關符號對照表
81 表5-3 各縣市線性複迴歸模式之基本架構	82 表5-5 各縣市非線性複迴歸模式之基本架構	83 表5-6 中部空品區與台中縣之線性複迴歸式係數估計值
85 表5-7 台中市與彰化縣之線性複迴歸式係數估計值	92 表5-8 南投縣之線性複迴歸式係數估計值	94 表5-9 線性迴歸式中各變數對CO排放濃度貢獻量大小之比較
96 表5-10 線性迴歸式中各變數對HC排放濃度貢獻量大小之比較	97 表5-11 中部空品區與台中縣之非線性複迴歸式係數估計值	101 表5-12 台中市與彰化縣之非線性複迴歸式係數估計值
104 表5-13 南投縣之非線性複迴歸式係數估計值	106 表5-14 非線性迴歸式中各變數對CO排放濃度貢獻量大小之比較	108 表5-15 非線性迴歸式中各變數對HC排放濃度貢獻量大小之比較
110 表6-1 台中縣COt數列可能之ARIMA模型彙整	114 表6-2 台中市COt數列可能之ARIMA模型彙整	120 表6-4 南投縣COt數列可能之ARIMA模型彙整
117 表6-3 彰化縣COt數列可能之ARIMA模型彙整	123 表6-5 台中縣HCt數列可能之ARIMA模型彙整	127 表6-6 台中市HCt數列可能之ARIMA模型彙整
130 表6-7 彰化縣HCt數列可能之ARIMA模型彙整	132 表6-8 南投縣HCt數列可能之ARIMA模型彙整	

## REFERENCES

- Anderson, Sweeney, Williams原著, 統計研究小組譯著, 「統計學:觀念與方法」, 滄海書局, 民國86年。
- Mendenhall, W., Wackerly,

D. D. and Scheaffer, R. L.(1990). *Mathematical Statistics with Applications*. 4th ed., PWS-KENT Publishing CO. 3. Montgomery, D. C., "Design and Analysis of Experiments", 5th ed., John Wiley & Sons, 2001. 4. 白仁德, 「小客車與機車之污染排放與油耗模式特性之研究」, 交通大學交通運輸研究所碩士論文, 民國78年6月。5. 朱育民, 「利用變異數分析來探討中部地區機車排放物的特性及差異」, 國立中興大學環境工程研究所碩士論文, 民國87年8月。6. 朱育民、望熙榮, 「利用變異數分析來探討中部地區機車排放物的特性及差異」, 第十五屆空氣污染控制技術研討會, 民國87年11月。7. 吳贊鐸, 「移動性污染源污染特性分析與其應用之研究」, 交通大學交通運輸研究所碩士論文, 民國80年6月。8. 吳欣璇、盧昭暉, 「機車定檢數據篩選分析」, 第十七屆空氣污染控制技術研討會, 民國89年12月。9. 吳欣璇, 「使用中機車定檢成效評估與污染排放量推估」, 中興大學機械工程研究所碩士論文, 民國90年6月。10. 卓啟弘, 「汽車排氣遙測污染特性之分析與探討」, 大葉大學環境工程研究所碩士論文, 民國91年。11. 杜啟綸、郭育銘、吳欣璇、盧昭暉, 「機車行駛里程分佈對污染排放量推估之影響」, 第十六屆空氣污染控制技術研討會, 民國88年11月。12. 林鄉鎮, 「以降低能源消耗及污染排放為著眼點之交通控制策略研究 - 以台北市區路網為例」, 成功大學交通管理科學研究所碩士論文, 民國79年6月。13. 林清和、黃麗珍、盧昭彰、張能復, 「中部地區機車污染排放物的特性及差異之研究」, 第十六屆空氣污染控制技術研討會, 民國88年11月。14. 林清和、黃麗珍、盧昭彰、葉淑杏, 「南高屏地區機動車輛車行里程之不確定性分析」, 第十六屆空氣污染控制技術研討會, 民國88年11月。15. 林志峰, 「屏東縣機車行車型態與排放係數之調查研究」, 中山大學環境工程研究所碩士論文, 民國89年。16. 林家泓, 「移動性污染源污染排放量模式之評估與建立」, 中興大學環境工程研究所碩士論文, 民國89年8月。17. 林永章, 「移動性污染源排放量推估與地理資訊系統之整合」, 中興大學環境工程研究所碩士論文, 民國89年8月。18. 林清和、孫斌琪、黃麗珍、張能復, 「車行里程空間分布之研究」, 第十七屆空氣污染控制技術研討會, 民國89年12月。19. 林智仁、林俊毅、謝朝賢、陳又嘉、張章堂、林文印、陳志傑, 「利用引擎動力計進行機車排氣特性建立之研究」, 第十七屆空氣污染控制技術研討會, 民國89年12月。20. 林素貞、盧怡靜, 「台灣地區公路運輸部門一氧化碳排放變動因素之探討」, 第十九屆空氣污染控制技術研討會, 民國91年11月。21. 林茂文, 「時間序列分析與預測」, 華泰書局, 1992。22. 施念青, 「公路運輸部門能源消費與SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>排放特性分析」, 成功大學環境工程學系碩士論文, 民國91年7月。23. 施念青、林素貞、張翔峰, 「台灣地區公路運輸部門NO<sub>x</sub>排放因素分析」, 第十九屆空氣污染控制技術研討會, 民國91年11月。24. 唐麗英、王春和著, 「STATISTICA與基礎統計分析」, 滄海書局, 民國91年。25. 陳君杰, 「汽機車行車型態與其污染排放及油耗之研究:以台北都會區為例」, 交通大學交通運輸研究所博士論文, 民國86年6月。26. 陳順宇、鄭碧娥著, 「統計學」, 華泰書局, 1998。27. 陳順宇、鄭碧娥著, 「SSTATISTICA手冊( )基本統計」, 華泰書局, 1999。28. 陳泓璋、望熙榮, 「中部地區機車污染排放物的特性及差異之研究」, 第十六屆空氣污染控制技術研討會, 民國88年11月。29. 陳順宇著, 「多變量分析」, 華泰書局, 2000。30. 陳泓璋, 「台灣中部地區機車污染排放特性與差異之研究」, 國立中興大學環境工程研究所碩士論文, 民國89年8月。31. 陳宜佳、余雅蕙、蔡俊鴻, 「高屏空品區機車排放空氣污染物控制對策減量評估研究」, 第十八屆空氣污染控制技術研討會, 民國90年12月。32. 張瑞麟, 「台北市機車持有使用特性與管制影響之研究」, 國立交通大學/交通運輸研究所/83/碩士/83NCTU0118023, 1994。33. 張能復、林裕強, 「北部都會區道路機動車輛污染排放分析」, 第十四屆空氣污染控制技術研討會, 民國86年12月。34. 張國華, 「行駛間小型車輛污染排放之研究」, 交通大學交通運輸研究所碩士論文, 民國87年6月。35. 張益誠、余泰毅主編, 「電腦在環境工程與管理上之應用」, 文魁資訊股份有限公司, 民國91年。36. 郭彥廉, 「空氣污染移動源管制政策之成本有效性分析」, 國立台北大學/資源管理研究所/88/碩士/88NTPU0399005, 1999。37. 郭權展, 「台北市交通管理策略對移動性空氣污染排放的影響研究」, 淡江大學水資源及環境工程研究所碩士論文, 民國90年6月。38. 程萬里、黃至豪, 「以時間序列分析探討台中電廠SO<sub>2</sub>排放對中部地區濃度之影響」, 第十四屆空氣污染控制技術研討會, 民國86年12月。39. 黃國修、鄭錕燦, 「台灣二、三期新型機車廢氣排放之分析研究」, 第十五屆空氣污染控制技術研討會, 民國87年11月。40. 曾偉榮、張時獻、郭崇義、顧復中, 「交通空氣污染濃度不確定性評估」, 第十九屆空氣污染控制技術研討會, 民國91年11月。41. 彭柏鈞、李聖彥、江鴻龍、蔡俊鴻, 「台灣都會區機車行車型態建立與污染物排放之探討」, 第十九屆空氣污染控制技術研討會, 民國91年11月。42. 萬騰州、莊源鍵, 「應用類神經網路進行廢棄物焚化廠CO排放預測」, 第十五屆空氣污染控制技術研討會, 民國87年11月。43. 楊浩二著, 「多變量統計方法」, 華泰書局, 1995。44. 楊文龍、陳俊成, 「都會運具分配策略對空氣污染之影響探討」, 第十四屆空氣污染控制技術研討會, 民國86年12月。45. 黎正中譯, 「實驗設計」, 高立圖書公司, 1998。46. 趙民德、謝邦昌著, 「迴歸分析」, 曉園出版社, 民國89年。47. 趙民德、謝邦昌著, 「多變量分析」, 曉園出版社, 民國89年。48. 鄭永祥, 「機車使用者轉乘大眾捷運系統個體選擇行為之研究」, 國立交通大學/土木工程研究所/82/碩士/82NCTU0015062, 1993。49. 鄭永福, 「台灣地主要蔬菜價格之時間數列分析」, 國立成功大學統計學研究所碩士論文, 民國89年6月。50. 蔡清讚, 「台中縣移動性污染源防制對策(I)豐原地區汽機車所造成空氣污染之總量分析」, 台中縣環境保護局, 民國86年11月。51. 蔡萬春, 「交通污染管制評估模式之參數研究」, 淡江大學水資源及環境工程研究所碩士論文, 民國91年6月。52. 盧昭暉、吳欣璇、石育岑, 「影響機車污染排放因素的探討」, 第十九屆空氣污染控制技術研討會, 民國91年11月。53. 謝邦昌著, 「STATISTICA基本使用手冊」, 曉園出版社, 民國89年。54. 顏月珠著, 「統計學」, 三民書局, 民國87年。