

東海大學國際經營與貿易學系碩士班

碩士論文

台灣空氣品質監測站 PM_{2.5} 濃度之研究:聯立分量迴歸模型

**Study of PM_{2.5} Concentration: Simultaneous Quantile
Regression Model on Air Quality Monitoring Stations
in Taiwan**

指導教授：林灼榮 博士、高惠娟 博士

研究生：張軒愷 撰

中 華 民 國 1 0 8 年 6 月

東海大學國際經營與貿易學系碩士班

張軒愷 君所撰碩士論文：

臺灣空氣品質監測站 PM_{2.5} 濃度之研究：聯立分量迴歸模型

業經本委員會審議通過

碩士論文口試委員會委員 孔祥球 (孔祥球)

江怡蓓 (江怡蓓)

指導教授 林灼榮 (林灼榮)

高惠娟 (高惠娟)

系主任 Don Gotcher (Don Gotcher)

中華民國 1 0 8 年 0 6 月 0 6 日

謝誌

這篇論文經過一年的努力終於完成，要謝謝同學一起學習努力還有學弟妹的加油鼓勵，常常一起在研究室待到很晚，常常一起去吃晚餐，也要謝謝國貿所的每個教授也讓我不同課程都有學習到不同的知識，而寫這篇論文一開始時我的統計基礎並沒有很好，而且算是跨領域的論文，在統計基礎沒有很好且對於空氣汙染的議題都不是很了解的情況，但是在林灼榮教授的用心指導下，有鼓勵和用心叮嚀我進度和方向，每次的論文討論都有一定的進度，還有在當研究室的助理時也學習到各種做事的方法和態度，在未來的生活裡，不管是在工作還是人生態度等等的，一定會有所幫助。



台灣空氣品質監測站 PM_{2.5} 濃度之研究:聯立分量迴歸模型

指導教授：林灼榮 博士、高惠娟 博士

研究生：張軒愷

學 號：G06420013

摘 要

本文使用環保署十個空氣品質監測站埔里(參考站)、線西(工業站)、三義(背景)、永和(交通站)、馬祖(一般站)、大里(一般站)、西屯(一般站)、沙鹿(一般)、忠明(一般站)、豐原(一般站)，在 2015-2018 年每小時資料，進行空氣品質分析。首先使用 Catmull-Rom Spline 和 Linear 法，進行遺漏值之插補；其次，利用聯立分量迴歸模型分析，分別使用 0.1、0.5、0.9 分位，進行 PM_{2.5} 影響因子分析。實證結果發現:在 PM_{2.5} 污染嚴重情況之 0.9 分位時: (1)化學因子方面:PM_{2.5(-1)}、PM₁₀、O₃、CO，在所有監測站中，皆會惡化 PM_{2.5}； (2)氣象因子方面:AT 在線西、永和、馬祖、大里、西屯、沙鹿和忠明呈現 U 字型，現階段會增加 PM_{2.5}；RH 在永和、大里、忠明和豐原呈現倒 U 字型，現階段會降低 PM_{2.5}；WS 只在線西、永和呈現 U 字型，現階段會增加 PM_{2.5}； (3)東北季風虛擬變方面，永和、馬祖、大里、忠明的東北季風，皆會惡化 PM_{2.5}。

關鍵字：PM_{2.5}、聯立分量迴歸

Study of PM_{2.5} Concentration: Simultaneous Quantile Regression Model on Air Quality Monitoring Stations in Taiwan

Advisors : Dr. Jwu-Rong Lin 、 Erin H. Kao

Graduate Student : Hsuan-Kai Chang

Student No. : G064200013

Abstract

This study use The Environmental Protection Administration(EPA) Ten Air Quality monitoring Station, Puli(reference), Xianxi(industry), Sanyi(background), Yonghe(traffic), Matsu(general), Dali(general), Xitun(general), Shalu(general), Zhongming (general) and Fengyuan(general), hourly data between 2015 and 2018 to analysis air quality. First, using Catmull-Rom Spline and Linear method, interpolate the missing data ; then using Simultaneous Quantile Regression model with 0.1, 0.5, 0.9 quantile 、 PM_{2.5} impact factor analysis. Empirical study discovered at 0.9 quantile of serious PM_{2.5} pollution: (1) Chemical factors: PM_{2.5} (-1), PM₁₀, O₃, CO, in all monitoring stations, will worsen PM_{2.5} (2) meteorological factors: at Xianxi, Yonghe, Matsu, Dali, Xitun, Shalu and Zhongming present U-shaped, and will increase PM_{2.5} at this stage; RH will have inverted U-shaped in Yonghe, Dali, Zhongming and Fengyuan, and will reduce PM_{2.5} at this stage; WS will only display U-shaped on the Xianxi and Yonghe. At this stage, PM_{2.5} will be increased; (3) North east monsoon deteriorate PM_{2.5} in Yonghe, Matsu, Dali and Zhongming.

Keywords: PM_{2.5}, Simultaneous-Quantile Regression

目 錄

摘 要	.....	II
Abstract	.....	III
目 錄	.....	IV
圖目錄	.....	VI
表目錄	.....	VII
第一章 緒論	.....	1
第一節 研究背景與動機	.....	1
第二節 研究目的	.....	2
第三節 研究流程與章節架構	.....	3
第二章 文獻探討	.....	5
第一節 PM _{2.5} 和其他衍生性氣膠	.....	5
第二節 遺漏值的處理	.....	8
第三節 分量迴歸	.....	10
第三章 研究設計	.....	11
第一節 資料來源與遺漏值的處理	.....	11
第二節 變數設定及模型設定	.....	11
第三節 分量迴歸	.....	12
第四章 實證結果分析	.....	14
第一節 PM _{2.5} 差異性檢定	.....	14
第二節 埔里站實證分析	.....	16
第三節 線西站實證分析	.....	21
第四節 三義站實證分析	.....	26
第五節 永和站實證分析	.....	31
第六節 馬祖站實證分析	.....	36
第七節 大里站實證分析	.....	41
第八節 西屯站實證分析	.....	46
第九節 沙鹿站實證分析	.....	51

第十節	忠明站實證分析.....	56
第十一節	豐原站實證分析.....	61
第五章	結論與建議.....	66
第一節	研究結論.....	66
第二節	研究貢獻與管理意涵.....	68
第三節	研究限制.....	69
參考文獻	.....	70



圖目錄

《圖1》 研究流程圖	4
《圖2-1》 大氣懸浮微粒來源.....	5
《圖2-2》 線西監測站PM _{2.5} 現有資料遺漏問題	8
《圖4-1》 埔里站盒鬚圖	17
《圖4-2》 線西站盒鬚圖.....	22
《圖4-3》 三義站盒鬚圖.....	27
《圖4-4》 永和站盒鬚圖.....	32
《圖4-5》 馬祖站盒鬚圖.....	37
《圖4-6》 大里站盒鬚圖.....	42
《圖4-7》 西屯站盒鬚圖.....	47
《圖4-8》 沙鹿站盒鬚圖.....	52
《圖4-9》 忠明站盒鬚圖.....	57
《圖4-10》 豐原站盒鬚圖.....	62

表目錄

《表4-1》PM _{2.5} 差異性分析	14
《表4-2》埔里站敘述統計	16
《表4-3》埔里相關係數表	17
《表4-4》埔里站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計	19
《表4-5》埔里監測站跨分量(Inter-quantile)之F檢定	20
《表4-6》線西站敘述統計	21
《表4-7》線西相關係數表	22
《表4-8》線西站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計	24
《表4-9》線西監測站跨分量(Inter-quantile)之F檢定	25
《表4-10》三義站敘述統計	26
《表4-11》三義站相關係數表	27
《表4-12》三義站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計	29
《表4-13》三義監測站跨分量(Inter-quantile)之F檢定	30
《表4-14》永和站敘述統計	31
《表4-15》永和站相關係數表	32
《表4-16》永和站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計	34
《表4-17》永和監測站跨分量(Inter-quantile)之F檢定	35
《表4-18》馬祖站敘述統計	36
《表4-19》馬祖站相關係數表	37
《表4-20》馬祖站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計	39
《表4-21》馬祖監測站跨分量(Inter-quantile)之F檢定	40
《表4-22》大里站敘述統計	41
《表4-23》大里站相關係數表	42
《表4-24》大里站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計	44
《表4-25》大里監測站跨分量(Inter-quantile)之F檢定	45
《表4-26》西屯站敘述統計	46

《表4-27》西屯站相關係數表.....	47
《表4-28》西屯站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計.....	49
《表4-29》西屯監測站跨分量(Inter-quantile)之F檢定.....	50
《表4-30》沙鹿敘述統計.....	51
《表4-31》沙鹿站相關係數表.....	52
《表4-32》沙鹿站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計.....	54
《表4-33》沙鹿監測站跨分量(Inter-quantile)之F檢定.....	55
《表4-34》忠明站敘述統計.....	56
《表4-35》忠明站相關係數表.....	57
《表4-36》忠明站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計.....	59
《表4-37》忠明監測站跨分量(Inter-quantile)之F檢定.....	60
《表4-38》豐原站敘述統計.....	61
《表4-39》豐原站相關係數表.....	62
《表4-40》豐原站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計.....	64
《表4-41》豐原監測站跨分量(Inter-quantile)之F檢定.....	65

第一章 緒論

本章第一節為研究背景與動機、第二節為研究目的、第三節為研究流程與章節架構。

第一節 研究背景與動機

PM_{2.5}¹對於健康的影響相當大也逐漸被重視，空氣污染對於健康風險、經濟發展、環境等皆有重大負面影響，國際癌症研究機構(International Agency for Research on Cancer)也在2013年發表報告指出PM_{2.5}為確定致癌因子。

由於空氣污染的問題日趨嚴重，因此行政院環保署（Environmental Protection Administration）原先是使用1993年推出的空氣污染指標(pollutants standards index,PSI)，但此指標中只有懸浮微粒PM₁₀、二氧化硫SO₂、二氧化氮NO₂、一氧化碳CO、及臭氧O₃等污染物數值。但由於近年來PM_{2.5}的問題越來越嚴重，PSI指標又缺少對於PM_{2.5}的檢測，因此在環保署在2012年又增加PM_{2.5}指標，使得台灣的空氣污染指標呈現PSI和PM_{2.5}雙指標。後來環保署在2016年12月1日又制定了一套空氣品質指數(Air Quality Index)取代原本的PSI和PM_{2.5}雙指標，成為單一指標。

行政院環境保護署(Environmental Protection Administration)以不同的污染源特性，在全台建設六十站一般測站，五站工業站，兩站國家公園站(其中一站兼為一般站)，五站背景站(其中兩站兼為一般站)，六站交通站和兩站其他測站。

過去對於分析PM_{2.5}主要是使用最小平方法來進行分析，但最小平方法無法提供PM_{2.5}離群值對迴歸參數之影響；本文使用聯立分量迴歸(Simultaneous-quantile Regression)來進行檢測，可以清楚分析PM_{2.5}在濃度低和濃度高時的分布。

¹依據行政院環保署的定義，懸浮微粒(fine particular matters)係指懸浮在空氣中近似於灰塵之粒狀物，其中小於2.5微米(μm)的顆粒，稱之為PM_{2.5}

第二節 研究目的

本文選取埔里(參考站)、線西(工業站)、三義(背景)、永和(交通站)、馬祖(一般站)、大里(一般站)、西屯(一般站)、沙鹿(一般)、忠明(一般站)、豐原(一般站)進行分析。選取此十個監測站的原因如下:(1)由於埔里為盆地地形，PM_{2.5}進入埔里較不易散出去，因此埔里站為觀測重點；(2)線西位於彰化，同時也是台中火力發電廠的下風處，為工業測站，因此選取線西站；(3)三義位於苗栗，屬於背景站，因此是空氣污染較少的地區，可以和其他汙染較多的監測站進行比較；(4)永和位於新北市，屬於交通站，因此屬於交通流量較頻繁之地區，因此選取永和站；(5)馬祖為外島，為境外汙染的重點地區，因此選取馬祖站；(6)大里、西屯、沙鹿、忠明、豐原皆位於台中，皆屬於一般站，都位於人口密集之地區，因此對於一般民眾生活之空氣品質有重大關係，因此選取此五站。了解這十個監測站之PM_{2.5}組成因子為本文之目的。

而對於PM_{2.5}組成因子之研究目的主要有下列幾點：

1. 檢測各化學因子變數對於PM_{2.5}是否有正向影響，也檢測PM_{2.5}在濃度高還有濃度低時，化學因子變數是否有所不同。
2. 溫度、濕度、風速是否會影響PM_{2.5}，PM_{2.5}在濃度高還有濃度低時在是否有所差別。
3. 東北季風是否會影響PM_{2.5}(反映境外汙染源)。
4. 最小平方法²分析結果和聯立分量迴歸進行比較。

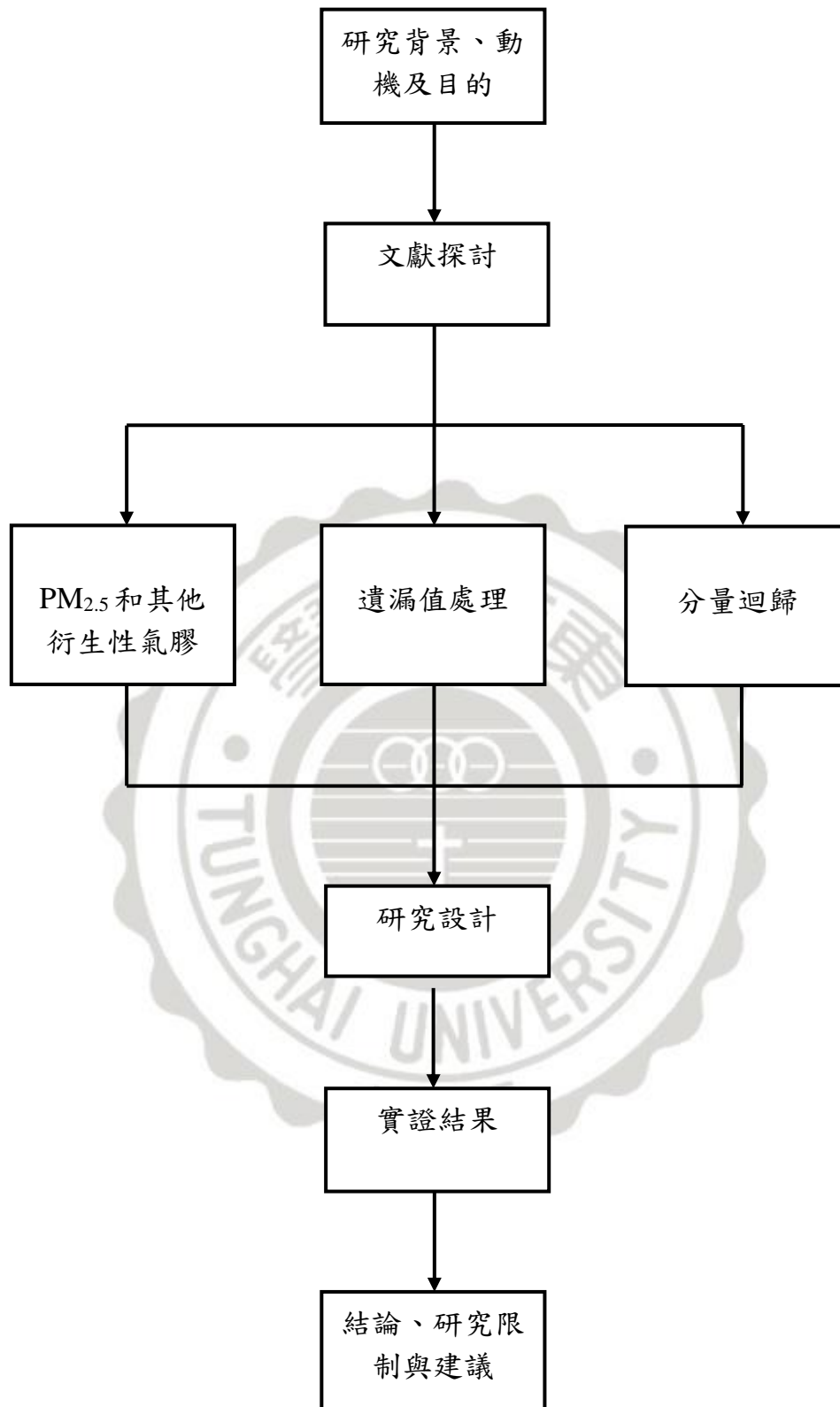
²估計迴歸係數最常用的方法之一就是普通最小平方(ordinary least squares)，又簡稱為最小平方法。

第三節 研究流程與章節架構

本文分為五節，各章節內容如下，研究流程概括下面幾點：

- 1.緒論:本章包含研究背景與動機、研究目的。
- 2.文獻回顧:內容涵蓋PM_{2.5}和其他衍生性氣膠、遺漏值的處理、分量迴歸。
- 3.研究設計:分別說明本研究之資料來源與遺漏值的處理、變數設定及模型設定、分量迴歸。
- 4.實證結果分析:本章主要有敘述統計分析、相關係數分析、聯立分量迴歸分析。
- 5.結論與研究限制:歸納本文研究發現，並說明研究限制。





《圖1》 研究流程圖

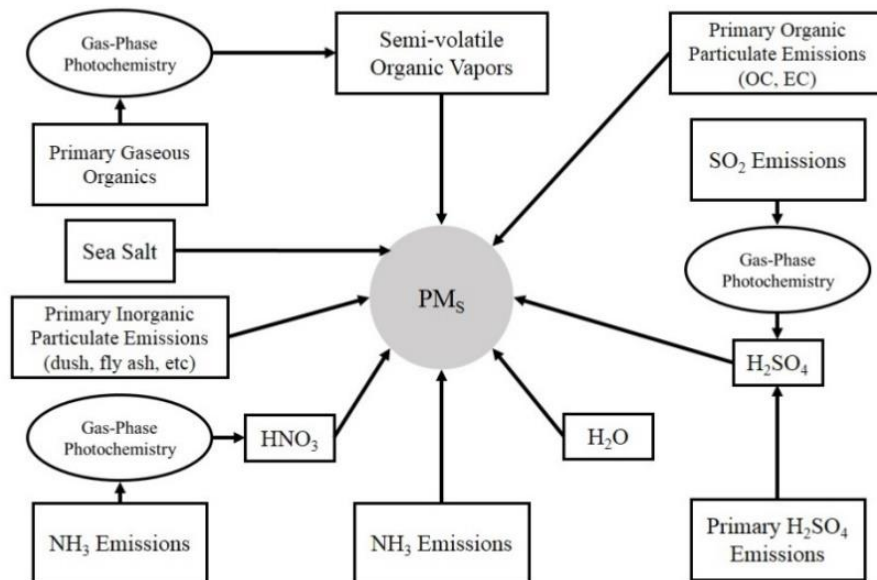
第二章 文獻探討

本章第一節為 PM_{2.5} 和其他衍生性氣膠的介紹，第二節介紹遺漏值的處理，第三節為分量回歸的介紹。

第一節 PM_{2.5}和其他衍生性氣膠

依據行政院環保署的定義，懸浮微粒(fine particular matters)係指懸浮在空氣中近似灰塵的粒狀物，其中小於 2.5 微米(μm)的顆粒，稱之為 PM_{2.5}。PM_{2.5} 又可分為原生性氣膠(primary aerosol)、衍生性氣膠(secondary aerosol)兩種類型，都可能為自然或是人為產出。原生性細懸浮微粒是指被釋放到大气時即為 PM_{2.5} 的粒狀物，成分主要由物理破碎或一次污染物排放所產生。衍生性細懸浮微粒是指被釋出非 PM_{2.5} 之化學物質，在大气環境中經過複雜的化學與光學變化後變成 PM_{2.5} 的微粒。

Seinfeld and Pandis (1998)在書中的懸浮微粒來源圖《圖 2-1》指出，原生性氣膠來源還可分為無機及有機氣膠，無機氣膠如揚塵或飛灰，有機氣膠則為有機碳等；衍生性氣膠則由 H₂SO₄、NH₃、SO₂ 及其他有機氣體經大气反應後組成。



《圖2-1》 大气懸浮微粒來源
(摘自 Seinfeld and Pandis, 1998)

Shang, Deng, He and Duan(2019)使用一種基於分類回歸樹 (classification and regression tree)和集合極端學習機的新型預測模型(ensemble extreme learning machine)方法開發用於以分層方式將數據集分割成子集並構建預測每片葉子的模型，首先，CART用於通過構造淺層次回歸來分割數據集樹。然後在樹的每個節點處，使用節點的訓練樣本和隱藏的神經元構建 EELM 模型選擇數字以分別最小化驗證錯誤的子樹的葉子上的驗證錯誤節點作為根。最後，對於樹的每個葉子，從根到路徑的全局和幾個本地 EELM 比較葉子，選擇葉子上具有最小驗證誤差的葉子。新的模型提高了處理多種變化模式的能力。

Gan, Sun, Wang and Wei(2018) 使用二次分解 (the secondary-decomposition-ensemble learning paradigm)來預測PM_{2.5}濃度，二次分解(SD)處理系列：(1)使用小波包分解 (wavelet packet decomposition)將時間序列分解為低頻分量和高頻分量；(2)高頻通過互補集合經驗模式分解進一步分解組件 (complementary ensemble empirical mode decomposition) 算法。實證結果表明，該方法優於基準水平和方向預測精確度的方法。

Niu, Wang, Sun and Li(2016) 為了提高預測的可靠性和準確性，在日常PM_{2.5}濃度預測中引入了基於“分解和集合”的有前途原理的混合模型和最近提出的稱為灰狼優化器 (grey wolf optimizer) 的元啟發式算法。與現有的PM_{2.5}鑄造方法相比，該模型提高了預測精度和方向預測的命中率。實證研究表明，所提出的混合分解 - 集合模型因其較高的預測精度和雙向預測命中率而顯著優於所有考慮的基準模型。

Wang, Zhang, Qin and Zhang(2017) 以整合個體預測模型 ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) 和支持向量機 (Support Vector Machine)

在中國深圳用時間序列預測的 hybridGarch 方法通過 10 天每小時 PM_{2.5} 濃度數據進行測試，包括線性和非線性。六站數據集的經驗結果表明：(1) 深圳 PM_{2.5} 濃度在全天 24 小時內經歷波動因工廠和車輛排放而在工作時間內達到峰值；(2) PM_{2.5} 的空間差異由於地理和氣象條件，濃度不明顯；(3) 提出的混合模型可以產生更可靠和準確的預測能力；(4) 提議混合模型分析具有可能的條件異方差特徵的時間序列數據並估算 PM_{2.5} 濃度波動率的方差。

Moisan, Herrera and Clements(2018)使用了一種基於動態多線性方程組的方法它包含每小時，每日和每年的季節特徵，用於每小時預測智利聖地亞哥 11 個氣象站的 PM_{2.5} 污染濃度。證明了所提出的模型具有匹配甚至超過精度的潛力競爭非線性預測模型的擬合和預測能力。該模型成功地預測了各種高濃度類別事件發生在中距離事件的 53%到 76%之間，以及大約 90%的極端事件所有氣象站平均發生的事件。

Niu, Gan, Sun and Li(2017) 在本研究提出了基於相空間重構 (Phase space reconstruction) 的集合經驗模態分解和最小二乘支持向量機 (ensemble empirical mode decomposition and least square support vector machine)，用於 PM_{2.5} 濃度預測。實證結

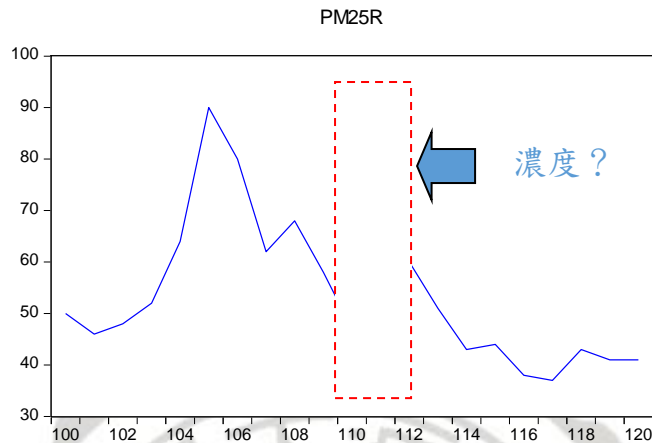
果表明了這一點提出的模型可以勝過比較模型，可以顯著改善預測在更高的預測和方向精度方面的表現。

Ni, Huang and Du(2017)應用多變量統計方法(Multivariate Statistical Analysis method)和倒傳導遞類神經(Back Propagation Neural Network)，結果發現，BPNN 方法在相關挖掘中表現更好。最後，應用自回歸整合移動平均線（以下簡稱 ARIMA）時間序列模型，探討短期時間序列中 PM_{2.5} 的預測。預測結果與觀察到的數據非常一致。此研究有助於實現 PM_{2.5} 的實時監控，分析和預警。



第二節 遺漏值的處理

現有的十個監測站皆有遺漏值問題，其中以《圖 2-2》的線西監測站為例，因此需要透過遺漏值處理，以下介紹遺漏值的成因和種類，和遺漏值的各種處理方法：



《圖2-2》線西監測站PM_{2.5}現有資料遺漏問題

一.遺漏值的成因和種類

在檢測空氣污染時，檢驗空氣的空氣檢測站難免因為機器故障、檢修等等的因素導致遺漏值的產生，當遺漏值產生時如何處理遺漏值就是個相當重要的問題。

Little and Rubin(1987)將遺漏值分為以下 3 個種類：(1)完全隨機遺漏值(Missing completely at random, MCAR)，代表遺漏值都是獨立於可觀察和不可觀察的變數。由於缺失資料是隨機出現的，所以 MCAR 是可忽略的缺失機制。(2)隨機遺漏值(Missing at random ,MAR)，假設遺漏值和可觀察的變數有關，但和不可觀察的變數無關。MAR 同樣也是可忽略的缺失機制。(3)非隨機遺漏值(Missing not at random, MNAR)，代表遺漏值和不可觀察的變數有關。因為缺失資料容易導致資料偏差的問題，所已屬於 MNAR 不可忽略的缺失機制。

二.遺漏值的處理方法

遺漏值的最佳處理方式是預防遺漏值的產生，但在收集空汙資料的過程中難免會有些資料的遺漏。Little and Rubin(1987)把處理遺漏值的方法分為四大類：完整個案分析法(Complete –Case Analysis)、模型輔助法(Model-Based Procedure)、加權法(Weight)、插補法(Imputation-Based Procedures)，在本文中使用的插補法，在後面會更詳細介紹此種遺漏值處理方法。

完整個案分析法，簡單來說就是將遺漏值刪除是一種普遍也簡單的方法，但這種方法容易導致大量資料的流失。Kim and Curry(1977)用五個變項的資料矩陣來實驗，假如所有變項上都 10%的個案缺失，並且是隨機的，這樣使用成批刪除法來處理，結果只剩 41%的個案可以來分析。

模型建構法(Model-Based Procedure)，主要是使用概度最大化(Maximum Likelihood)的統計理論，假設一個母體分布之情形，在概度最大化的原則下，估計參數值。陳信木與林佳瑩(1997)指出如果模型是無誤的，即使遺漏值的分布不是完全隨機，最大概度法所求得的估計值仍然是一致的(consist)且有效率的(efficient)。但是這種方法在執行上和解釋上較為困難。

加權法，當個案的某一個變項之觀察值缺漏，將使得此個案在此變項的分配上失去代表，也可稱為失去影響力，假如樣本中存有另外變相同樣特徵之觀察體，藉由加權這些觀察體的代表性，可以彌補此特定觀察體資訊遺漏的損失(陳信木和林佳瑩，1997)。但目前學術界較少使用這種方法，原因是加權法的執行上過於冗長、費時，所以加權法並未被普遍使用。

三.插補法的種類

在本文中使用的插補法來進行遺漏值的處理，插補法的做法是一旦出現遺漏值，則找尋另一個數值來代替。插補法可以分為單一插補法(Single Imputation)，以一個數值來代替一筆遺漏值 and 多重插補法。Rubin(1987)提出多重插補法(multiple Imputation)的概念，以多個數值來代替一筆遺漏值。

Cardinal Spline 插值法，假設前後有 2 個遺漏值，則可將遺漏值依下列公式插補值遺漏值，式中 P_{i-2} 和 P_{i-1} 代表前兩個非遺漏值， P_{i+1} 和 P_{i+2} 代表接下來兩個非遺漏值，式中 t 為張力參數(tension parameter)。

$$IV_{CS} = (2\lambda^3 - 3\lambda^2 + 1)P_{i-1} + (1-t)(\lambda^3 - 2\lambda^2 + \lambda)(P_{i+1} - P_{i-2}) - (2\lambda^3 - 3\lambda^2)P_{i+1} + (1-t)(\lambda^3 - \lambda^2)(P_{i+2} - P_{i-1}) \quad (1)$$

Catmull-Rom Spline 插值法，這種插補法是 Cardinal Spline 插值法的特例，將張力參數 t 設為 0。本論中使用這種插補法進行第一次插補遺漏值。

$$IV_{CRS} = (2\lambda^3 - 3\lambda^2 + 1)P_{i-1} + (\lambda^3 - 2\lambda^2 + \lambda)(P_{i+1} - P_{i-2}) - (2\lambda^3 - 3\lambda^2)P_{i+1} + (\lambda^3 - \lambda^2)(P_{i+2} - P_{i-1}) \quad (2)$$

線性差值法(linear Interpolation Method),是利用前一個非遺漏值與下一個遺漏值之間，進行線性漸進估計式；式中 P_{i-1} 代表前一個遺漏值，而 P_{i+1} 則是代表下一個遺漏值， λ 為特定遺漏值除以總遺漏值之相對位置。。Gourieroux and Monfort(1987)應用線性模型來插補。在本論文中使用此種方法進行第二次插補遺漏值。

$$IV_{Lin} = (1 - \lambda)P_{i-1} + \lambda P_{i+1} \quad (3)$$

第三節 分量迴歸

Koenker and Bassett(1978)提出分量迴歸，分量迴歸是一種進階的迴歸方法，相較於傳統的最小平方法，只能用估計條件均數，但對於極端值(outliner)是非常敏感的，分量迴歸可以用描述被解釋變數中條件分配各方量的情形，也較易顯示出分配兩側尾端的情況。

Zhang, Yue, et al. (2017)使用分量迴歸測量學齡兒童中對於PM_{2.5}與呼吸道炎症的遺傳和表觀遺傳的敏感性。結果發現學齡兒童中對PM_{2.5}的易感性存在顯著差異，FeNO 分布於右尾顯著較大，與左尾較少關聯。使用分量迴歸相較於最常使用的最小平方法只會提供均值，還可以提供左右尾FeNO的分布情形。

分量迴歸不只可以應用在空氣汙染等環境議題上，分量迴歸也應用在經濟、財金等議題，如莊家彰、管中閔(2005)應用分量迴歸在台灣和美國股市價量關係上，台灣股市報酬率和成交量之間具有同向關係，具有「價量齊揚」和「價跌量縮」之關係，而美國股市的報酬率和成交量呈現「價量齊揚」和「價量背離」互相對稱的”V”字關係。傳統以最小平方方法無法得到這種實證結果，以分量迴歸來分析就可看出左右兩尾整個的分布情形。

陳建良、管中閔(2006)應用分量迴歸估計台灣工資函數和工資的性別歧視程度，使用分量迴歸可以看出在工資高和低歧視程度的比例，結果為低工資的女性受到的歧視最大，如果只用最小平方方法來檢測，就可能會有低估或高估的情況。

第三章 研究設計

第一節 資料來源與遺漏值的處理

本論文選取環保署十個空氣品質監測站埔里(參考站)、線西(工業站)、三義(背景)、永和(交通站)、馬祖(一般站)、大里(一般站)、西屯(一般站)、沙鹿(一般)、忠明(一般站)、豐原(一般站)2015 到 2018 年的小時資料來進行分析每站 31248 筆資料，接著將樣本進行遺漏值的填補，使用套裝軟體 Eviews³進行兩次遺漏值的填補，第一次使用 Catmull-Rom Spline 進行資料的填補，第二次則使用 Linear 插補法來填補遺漏值。

第二節 變數設定及模型設定

應變數為 PM_{2.5}，單位為(ppm)，而在自變數方面，考量化學因子、氣象因子、和季節性虛擬變數等三構面(張立農，2015)。

在化學因子方面，變數共有 PM₂₅(-1)、PM₁₀、二氧化硫(SO₂)、一氧化氮(NO)、二氧化氮(NO₂)、臭氧(O₃)、一氧化碳(CO)共 7 個，考量到自我相關的問題，所以 PM_{2.5} 落後一期當作自變數。

在氣象因子方面，變數共有：氣溫(apparent temperature,AT)、相對溼度(relative humidity,RH)與風速(wind speed,WS)，根據 Chen et al.(2013)發現濕度(RH)對中顆懸浮微粒呈現非線性波浪狀，也發現風速(WS)對懸浮微粒同樣呈現波浪狀關係，因此三個變數皆以二次式設定(AT²、RH²、WS²)。所以氣象因子共有 AT、AT²、RH、RH²、WS、WS² 等 6 個自變數。

在虛擬變數方面，每年 10 月到隔年 3 月會有東北季風(WD)，會將大陸空氣汙染及沙塵暴等境外汙染帶入，設定 EN 為季節性虛擬變數。

根據以上變數，將迴歸模型設定如下：

$$\begin{aligned} \text{PM}_{2.5} = & \alpha_0 + \alpha_1 \text{PM}_{2.5}(-1) + \alpha_2 \text{PM}_{10} + \alpha_3 \text{SO}_2 + \alpha_4 \text{NO} + \alpha_5 \text{NO}_2 + \alpha_6 \text{O}_3 + \\ & \alpha_7 \text{CO} + \alpha_8 \text{AT} + \alpha_9 \text{AT}^2 + \alpha_{10} \text{RH} + \alpha_{11} \text{RH}^2 + \alpha_{12} \text{WS} + \alpha_{13} \text{WS}^2 + \\ & \alpha_{14} \text{EN} + \varepsilon \end{aligned} \quad (4)$$

³ EViews 是為一種進階的統計分析軟體，大多使用於計量經濟分析。<https://zh.wikipedia.org/wiki/EViews>

第三節 分量迴歸

本文使用 Koenker and Bassett(1978)提出的分量迴歸來進行分析，能被對於不同分量的依變數與自變數之間進行完整的分析，能夠更完整的分析不同的條件分配，能夠更完整的分析 PM_{2.5} 由高到低的整個變化。

分量迴歸的理論模型如下 (Koenker and Bassett,1978)：

假設 (y_i, x_i) 分別代表被解釋變數與解釋變數， $i=1,2,\dots,n$ ，來自一組母體的樣本的觀察值， θ 為某個分量， ε 為殘差值， β 為估計之參數。

分量迴歸的模型如下：

$$y_i = x_i \beta_\theta + \varepsilon_i$$

$$\text{Quant}_\theta(y_i | x_i) = x_i' \beta_\theta \quad (5)$$

其中 $\text{Quant}_\theta(y_i | x_i)$ 是 y_i 的第 θ 條件的分量，且 $0 < \theta < 1$ ，且要符合 $\text{Quant}_\theta(\varepsilon_{\theta i} | x_i) = 0$ 。

透過極小化的殘差絕對值總和的目標函數，可用下式表示：

$$\min_{\beta} (\sum_{y_i \geq x_i' \beta} \theta |y_i - x_i' \beta| + \sum_{y_i < x_i' \beta} (1 - \theta) |y_i - x_i' \beta|) \quad (6)$$

極小化的過程可透過線性規劃，求得下式：

$$Q_{\theta,n}(\beta) = \frac{1}{n} (\sum_{y_i \geq x_i' \beta} \theta |y_i - x_i' \beta| + \sum_{y_i < x_i' \beta} (1 - \theta) |y_i - x_i' \beta|) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_\theta(\varepsilon_{\theta i}) \quad (7)$$

其中檢驗函數如下：

$$\lambda_\theta(\varepsilon) = \begin{cases} \theta_\varepsilon & \text{IF } \varepsilon \geq 0 \\ \theta_{\varepsilon-1} & \text{IF } \varepsilon < 0 \end{cases} \quad (8)$$

檢驗函數中，參數估計值 β_θ 的意義為：當 x_i 變動一單位時，在第 θ 個分量變動 β_θ 個單位。

在本文中使用的聯立分量迴歸來進行分析，估計係數的值會和一般分量迴歸相同，標準誤 (standard error) 類似，但聯立分量迴歸的共變異數矩陣是透過 bootstrapping 得來。Bootstrap(拔靴法)是以隨機重複抽取放回，以獲取樣本、估計標準誤 (estimated standard errors) 的方法。Roger(1993)證實 bootstrap standard errors 會比個別估計分量群組好，劉彩卿、陳欽賢(2012)指出 bootstrap 以 20 次複製估計變足以檢定預期假設。本論文聯立方程式也以 20 次複製估計檢定預期假設。並以百分之十、百分之五十、百分之九十來進行聯立分量迴歸來分析，並和最小平方法進行比較。最後使用跨分量

F 檢定分別測試聯立分量迴歸中 Q0.1 和 Q0.5、Q0.5 和 Q0.9、Q0.5 和 Q0.9，各變數的是否有所差別。



第四章 實證結果分析

本章第一節說明 PM_{2.5} 差異性檢定，第二到十一節依序介紹從埔里、線西、三義、永和、馬祖、大里、西屯、沙鹿、忠明、豐原，並且每站皆會介紹敘述統計、相關係數表、最小平方方法和聯立分量迴歸模型之估計、跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定。

第一節 PM_{2.5} 差異性檢定

依據《表 4-1》PM_{2.5} 差異性分析：(1)在 PM_{2.5} 小時差異性，Bartlett 檢定和 ANOVA F 檢定皆為顯著，而早上 11 點時平均數為 23.01 達到最高峰，而早上 5 點時達到最低的 19.31；(2)在 PM_{2.5} 月分差異性檢定方面，Bartlett 檢定和 ANOVA F 檢定皆為顯著，在三月時平均數為 28.321 為最高，6 月時為 12.48 為最低；(3)在 PM_{2.5} 年度差異性檢定方面，Bartlett 檢定和 ANOVA F 檢定皆為顯著，PM_{2.5} 的平均數從 2015 年的 23.560 到 2017 年的 20.207 逐年下降，但到 2018 年些微上升到 20.581；(4)在 PM_{2.5} 監測站差異性檢定方面，Bartlett 檢定和 ANOVA F 檢定皆為顯著，埔里測站的平均數為 24.925 最高，可能為埔里區為盆地，PM_{2.5} 不易分散出去，次高的為線西測站 24.428，原因可能為線西站為工業區，最低的永和站為 17.247。

《表 4-1》PM_{2.5} 差異性分析

Panel A: PM _{2.5} 小時差異性分析					
小時	資料筆數	平均值	小時	資料筆數	平均值
0	13020	21.06	12	13020	22.96
1	13020	20.71	13	13020	22.67
2	13020	20.23	14	13020	22.48
3	13020	19.82	15	13020	22.48
4	13020	19.49	16	13020	22.43
5	13020	19.31	17	13020	22.39
6	13020	19.37	18	13020	22.45
7	13020	19.97	19	13020	22.56
8	13020	21.05	20	13020	22.5
9	13020	22.07	21	13020	22.29
10	13020	22.70	22	13020	21.89
11	13020	23.01	23	13020	21.42
Barlett 檢定			$\chi^2(23)=419.1919^{***}$		
F 檢定			Welch F(23,113208)=91.14325^{***}		

註：*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、5%與 1%顯著。

《表 4-1》PM_{2.5} 差異性分析(續 1)

Panel B: PM _{2.5} 月份差異性分析					
月份	資料筆數	平均值	月份	資料筆數	平均值
1	29760	24.272	7	29760	14.957
2	29760	26.87	8	29760	16.192
3	29760	28.321	9	29760	19.492
4	29760	26.234	10	29760	23.38
5	29760	19.358	11	29760	22.538
6	29760	12.48	12	29760	24.004
Bartlett 檢定			$\chi^2(11)=35878.37^{***}$		
F 檢定			Welch F(11,119621)=5049.866 ^{***}		
Panel C: PM _{2.5} 年度差異性分析					
年度	資料筆數	平均值	年度	資料筆數	平均值
2015	87600	23.560	2017	87600	20.207
2016	87600	21.447	2018	87600	20.581
Bartlett 檢定			$\chi^2(3)=7655.405^{***}$		
ANOVA F 檢定			Welch F(3,159280)=759.2370 ^{***}		
Panel D: PM _{2.5} 監測站差異性分析					
監測站	資料筆數	平均值	監測站	資料筆數	平均值
大里	31248	22.428	線西	31248	24.428
西屯	31248	22.867	埔里	31248	24.925
沙鹿	31248	20.102	三義	31248	17.755
忠明	31248	22.812	馬祖	31248	22.178
豐原	31248	20.783	永和	31248	17.267
Bartlett 檢定			$\chi^2(9)=4348.966^{***}$		
F 檢定			Welch F(9,127241)=1089.177 ^{***}		

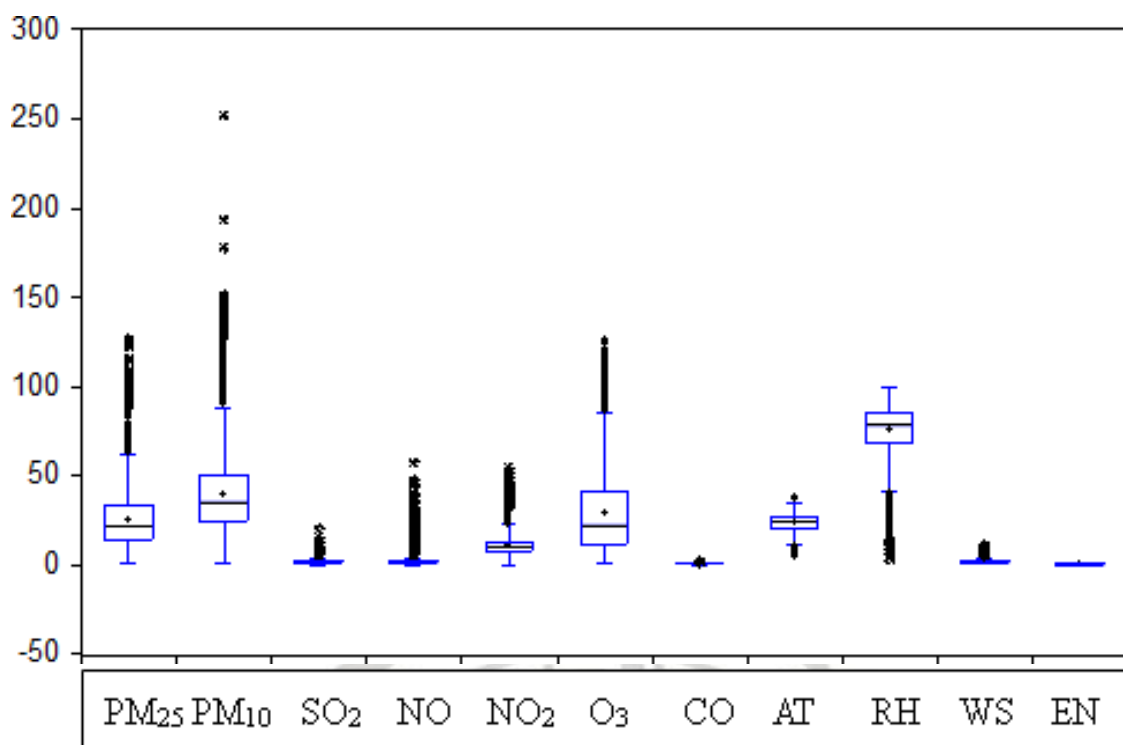
註:*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、5%與1%顯著。

第二節 埔里站實證分析

依據《表 4-2》埔里站敘述統計，PM_{2.5}的平均數為 24.925，依據環保局空氣品質指標(AQI)，仍在良好(0-50)的空氣品質的標準中，但最大值 127 卻達到敏感族群不健康的(101-150)的等級。依據《圖 3-1》埔里站盒鬚圖，PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO、NO₂、O₃、RH 有較多的離群值。季節性虛擬變數(En)平均為 0.489，代表一年中觀測值十月至隔年三月約占整年度約 49%。

《表 4-2》埔里站敘述統計

變數	平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
Panel A:化學因子					
PM ₂₅	24.925	22	127	1	15.407
PM ₁₀	38.982	35	252	1	20.007
SO ₂	1.848	1.7	20	0.02	0.944
NO	1.985	1.28	57	0.1	2.513
NO ₂	10.828	9.6	54	0.1	5.684
O ₃	28.412	22	127	0.5	21.76
CO	0.368	0.34	1.86	0.04	0.165
Panel B:氣候因子					
AT	23.063	24.000	38.000	4.300	5.083
RH	76.554	79.000	100	2.696	13.04
WS	1.473	1.1	11	0.2	1.019
Panel C:季節性虛擬變數					
En	0.489	0.000	1	0	0.5



《圖4-1》埔里站盒鬚圖

依據《表4-3》埔里相關係數表所有係數皆為顯著，但NO、AT、RH、WS對PM_{2.5}皆為負向關係，其餘變數對PM_{2.5}皆為正向關係。

《表 4-3》埔里相關係數表

	<i>PM</i> ₂₅	<i>PM</i> ₁₀	<i>SO</i> ₂	<i>NO</i>	<i>NO</i> ₂	<i>O</i> ₃	<i>CO</i>	<i>AT</i>	<i>RH</i>	<i>WS</i>	<i>EN</i>
<i>PM</i> ₂₅	1.00	0.93***	0.28***	-0.13***	0.52***	0.24***	0.65***	-0.2***	-0.21***	-0.06***	0.36***
<i>PM</i> ₁₀	0.94***	1.00	0.32***	-0.11***	0.54***	0.21***	0.66***	-0.21***	-0.21***	-0.08***	0.37***
<i>SO</i> ₂	0.30***	0.34***	1.00	0.1***	0.48***	-0.20***	0.38***	-0.20***	0.18***	-0.31***	0.07***
<i>NO</i>	-0.05***	-0.03***	0.22***	1.00	0.08***	-0.38***	0.15***	-0.14***	0.10***	-0.12***	0.07***
<i>NO</i> ₂	0.48***	0.52***	0.48***	0.16***	1.00	-0.15***	0.85***	-0.52***	0.14***	-0.35***	0.45***
<i>O</i> ₃	0.24***	0.24***	-0.15***	-0.30***	-0.12***	1.00	-0.04***	0.49***	-0.68***	0.62***	-0.04***
<i>CO</i>	0.63***	0.64***	0.41***	0.35***	0.84***	-0.05***	1.00	-0.54***	0.04***	-0.26***	0.55***
<i>AT</i>	-0.20***	-0.20***	-0.15***	-0.20***	-0.45***	0.48***	-0.50***	1.00	-0.45***	0.51***	-0.58***
<i>RH</i>	-0.13***	-0.14***	0.15***	0.14***	0.11***	-0.69***	0.07***	-0.44***	1.00	-0.57***	-0.07***
<i>WS</i>	-0.06***	-0.08***	-0.27***	-0.16***	-0.33***	0.66***	-0.27***	0.52***	-0.61***	1.00	-0.12***
<i>EN</i>	0.36***	0.36***	0.08***	0.14***	0.43***	-0.02***	0.52***	-0.57***	-0.07***	-0.11***	1.00

註：1.*、**及***分別代表α在10%、5%及1%顯著。2.左下角為 Pearson 相關係數⁴，右上角為 Spearman 相關係數。

⁴ Pearson 為有母數的相關係數，Spearman 為無母數的相關係數。

依據《表 4-4》最小平方法(ordinary least squares)和聯立分量迴歸參數(SQREG)比較，在 OLS 的部分，除了 WS 為 5% 顯著異於零外，其餘變數皆為 1% 顯著異於零，化學因子除了 SO₂、NO、NO₂ 係數為負外，其餘化學因子變數之係數皆為正，季節性虛擬變數 EN 之係數也為負。

依據《表 4-4》最小平方法(OLS)和聯立分量迴歸(SQREG)參數比較和《表 4-5》埔里監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定，在化學因子的部分，PM_{2.5(-1)}、PM₁₀、O₃，在 Q0.1、Q0.5、Q0.9 三個分量中係數皆為正，且在《表 4-5》F 檢定各分量 Q0.1 和 Q0.5、Q0.5 和 Q0.9、QQ0.1 和 Q0.9 比較中皆為顯著不同，表示 PM_{2.5(-1)}、PM₁₀、O₃ 在 PM_{2.5} 濃度高時皆較有影響力。SO₂ 在三個分量係數皆為負，但在 Q0.5 係數為最高的-2.05。NO 及 NO₂ 只有在 Q0.1 係數為負且顯著外，Q0.5 和 Q0.9 皆為不顯著。

在氣象因子方面，AT 在 Q0.1 和 Q0.5 之係數為負且為顯著，但在 Q0.9 卻不顯著，顯示 AT 在 PM_{2.5} 濃度低時具有較大的負向關係。而 WS 在 Q0.1 和 Q0.5 係數為負且顯著，但在 Q0.9 卻是係數為正且 5% 顯著。

在季節性虛擬變數方面，三個分量皆為係數皆為負，但只有在 Q0.9 為不顯著。顯示埔里站的東北季風可能會降低 PM_{2.5}。

《表 4-4》 埔里站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計

	普通最小平方法	聯立分量迴歸		
	OLS	Q0.1	Q0.5	Q0.9
常數	-6.980*** (-13.81)	-8.576*** (-7.23)	-5.539*** (-9.57)	-4.697*** (-6.11)
Panel A 化學因子				
PM ₂₅ (-1)	0.648*** (224.67)	0.623*** (68.54)	0.690*** (120.87)	0.679*** (117.91)
PM ₁₀	0.238*** (99.71)	0.215*** (32.27)	0.205*** (43.15)	0.251*** (46.52)
SO ₂	-0.171*** (-7.38)	-0.126*** (-2.77)	-0.205*** (-8.09)	-0.25*** (-4.79)
NO	-0.038*** (-4.06)	-0.078*** (-5.53)	-0.007 (-0.70)	0.012 (0.77)
NO ₂	-0.037*** (-5.47)	-0.023** (-2.04)	-0.007 (-1.00)	9.18E-05 (0.01)
O ₃	0.034*** (23.57)	0.027*** (10.33)	0.036*** (14.92)	0.046*** (19.98)
CO	7.35*** (26.07)	6.918*** (13.68)	5.958*** (15.21)	6.105*** (10.46)
Panel B 氣象因子				
AT	-0.271*** (-10.98)	-0.439*** (-12.45)	-0.26*** (-12.65)	-0.046 (-1.07)
AT ²	0.007*** (12.92)	0.011*** (12.70)	0.007*** (14.28)	0.002** (2.33)
RH	0.112*** (9.6)	0.148*** (5.86)	0.094*** (6.79)	0.047*** (3.68)
RH ²	-4.64E-04*** (-5.72)	-0.001*** (-4.01)	-3.75E-04*** (-3.95)	-6.55E-05 (-0.74)
WS	-0.119** (-1.7)	-0.414*** (-2.89)	-0.26*** (-3.29)	0.211** (1.68)
WS ²	0.063*** (4.78)	0.082*** (3.20)	0.075*** (4.00)	0.013 (0.50)
EN	-0.121*** (-2.34)	-0.19*** (-3.06)	-0.222*** (-5.44)	-0.105 (-1.20)
\bar{R}^2	0.9581	0.7226	0.7983	0.8386

註：*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、5%與 1%顯著。括號內為 t 值。OLS 的 \bar{R}^2 為 adjusted \bar{R}^2 ,SQREG 的 \bar{R}^2 為 pseud \bar{R}^2 。

《表 4-5》 埔里監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定

	Q0.1	Q0.5	Q0.5	Q0.9	Q0.1	Q0.9
PM ₂₅ (-1)	0.623	0.690	0.690	0.697	0.623	0.697
	(104.63)***		(3.93)**		(31.95)***	
PM ₁₀	0.215	0.205	0.205	0.251	0.215	0.251
	(4.50)**		(112.31)***		(26.39)***	
SO ₂	-0.126	-0.205	0.205	-0.25	-0.126	-0.25
	(3.51)*		(0.83)		(5.12)**	
NO	-0.078	-0.007	-0.007	0.012	-0.078	0.012
	(22.43)***		(1.22)**		(24.76)***	
NO ₂	-0.023	-0.007	-0.007	9.18E-05	-0.023	9.18E-05
	(2.05)		(0.25)		(2.10)	
O ₃	0.027	0.036	0.036	0.046	0.027	0.046
	(11.94)***		(12.65)***		(57.02)***	
CO	6.918	5.958	5.958	6.105	6.918	6.105
	(3.32)*		(0.06)		(1.13)	
AT	-0.439	-0.26	-0.26	-0.046	-0.439	-0.046
	(28.87)***		(26.44)***		(39.21)***	
AT ²	0.011	0.007	0.007	0.002	0.011	0.002
	(35.72)***		(32.27)***		(49.72)***	
RH	0.148	0.094	0.094	0.047	0.148	0.047
	(5.89)**		(10.11)***		(18.93)***	
RH ²	-0.001	-3.75E-04	-3.8E-04	-6.6E-05	-0.001	-6.6E-05
	(3.83)*		(8.33)***		(15.88)***	
WS	-0.414	-0.26	-0.26	0.211	-0.414	0.211
	(1.70)		(14.01)***		(12.42)***	
WS ²	0.082	0.075	0.075	0.013	0.082	0.013
	(0.12)		(5.80)**		(3.93)**	
EN	-0.19	-0.222	-0.222	-0.105	-0.19	-0.105
	(0.44)		(1.62)		(0.76)	

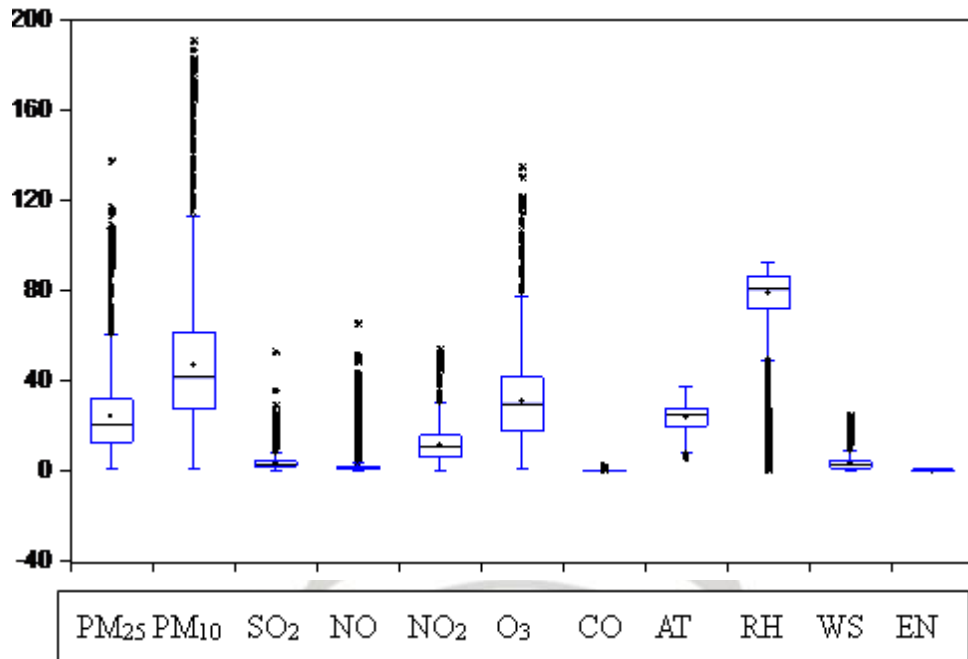
註:*、**及***分別代表 $\alpha=10\%$ 、5%與 1%顯著。括號內為 f 值。

第三節 線西站實證分析

依據《表 4-6》線西站敘述統計圖和 PM_{2.5} 平均值為 24.428，依據環保局空氣品質標準(AQI)，仍在良好(0-50)的空氣品質的標準中，但最大值 138 卻達到對敏感族群不健康的(101-150)的等級。依據《圖 4-2》線西站盒鬚圖(Box Plot)，PM₂₅、PM₁₀、SO₂、NO、NO₂、O₃、RH 有較多的離群值，以普通最小平方法可能會有忽略離群值的可能，而本文的分量迴歸可以分析出各分量的離群值。季節性虛擬變數(En)平均為 0.489，代表一年中觀測值 10 月至隔年三月約占整年度約 49%。

《表 4-6》線西站敘述統計

變數	平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
Panel A:化學因子					
PM ₂₅	24.428	21.000	138.000	1.000	15.418
PM ₁₀	47.510	42.000	191.000	1.000	25.699
SO ₂	3.714	3.100	53.000	0.100	2.233
NO	2.210	1.400	66.000	0.012	2.951
NO ₂	11.893	11.000	54.000	0.067	7.328
O ₃	31.196	30.000	135.000	1.700	17.764
CO	0.329	0.300	2.390	0.040	0.167
Panel B:氣候因子					
AT	24.197	25.000	38.000	5.000	5.515
RH	78.810	81.000	93.000	0.700	10.943
WS	3.290	2.800	25.000	0.100	2.259
Panel C:季節性虛擬變數					
En	0.489	0.000	1.000	0.000	0.500



《圖4-2》線西站盒鬚圖

依據《表 4-7》線西相關係數表在左下角的 Pearson 相關係數表，除了 WS 和 SO₂ 不顯著異於零且負相關還有 CO 和 O₃ 只有 10% 顯著且正相關外，其餘皆為 1% 顯著。而右上角的 Spearman 相關係數表，除了 O₃ 和 AT 不顯著異於零且負相關外，還有 SO₂ 和 WS 只有 5% 顯著且正相關外，其餘皆為 1% 顯著。

《表 4-7》線西相關係數表

	<i>PM₂₅</i>	<i>PM₁₀</i>	<i>SO₂</i>	<i>NO</i>	<i>NO₂</i>	<i>O₃</i>	<i>CO</i>	<i>AT</i>	<i>RH</i>	<i>WS</i>	<i>ENI</i>
<i>PM₂₅</i>	1.00	0.85***	0.45***	0.15***	0.46***	0.2***	0.65***	-0.3***	-0.12***	-0.19***	0.35***
<i>PM₁₀</i>	0.86***	1.00	0.49***	0.18***	0.45***	0.24***	0.64***	-0.27***	-0.18***	-0.1***	0.36***
<i>SO₂</i>	0.38***	0.44***	1.00	0.31***	0.51***	0.14***	0.50***	-0.15***	-0.23***	0.01**	0.26***
<i>NO</i>	0.18***	0.16***	0.29***	1.00	0.34***	-0.16***	0.32***	-0.06***	-0.12***	0.03***	0.12***
<i>NO₂</i>	0.47***	0.44***	0.47***	0.42***	1.00	-0.31***	0.71***	-0.54***	0.12***	-0.23***	0.45***
<i>O₃</i>	0.18***	0.25***	0.13***	-0.26***	-0.34***	1.00	0.02***	-0.01	-0.5***	0.37***	0.12***
<i>CO</i>	0.64***	0.63***	0.45***	0.40***	0.66***	0.01*	1.00	-0.46***	-0.04***	-0.16***	0.44***
<i>AT</i>	-0.26***	-0.24***	-0.08***	-0.10***	-0.46***	0.03***	-0.37***	1.00	-0.12***	-0.06***	-0.71***
<i>RH</i>	-0.10***	-0.19***	-0.20***	-0.01**	0.10***	-0.48***	-0.06***	-0.04***	1.00	-0.35***	-0.05***
<i>WS</i>	-0.15***	-0.04***	-0.00	-0.09***	-0.23***	0.30***	-0.09***	-0.14***	-0.31***	1.00	0.14***
<i>EN</i>	0.33***	0.35***	0.20***	0.13***	0.41***	0.08***	0.40***	-0.70***	-0.07***	0.17***	1.00

註：*、**及***分別代表α在 10%、5%及 1% 顯著。2. 左下角為 Pearson 相關係數，右上角為 Spearman 相關係數。

依據《表 4-8》線西站最小平方法(OLS)和聯立分量迴歸(SQREG)參數的比較，在 OLS 的部分除了 SO₂ 只有 5% 顯著異於零還有 RH 不顯著外，其餘變數皆 1% 顯著，但 RH² 的係數卻極為接近 0，SO₂ 係數為負和其他化學因子係數皆為正不同。

依據《表 4-8》線西站最小平方法(OLS)和聯立分量迴歸(SQREG)參數的比較聯立分量迴歸及《表 4-9》線西站跨分量 F 檢定的部分，化學因子方面，PM₁₀ 在 Q0.1 及 Q0.5 在《表 4-9》跨分量 F 檢定中沒有不同，但在 Q0.5 和 Q0.9 及 Q0.1 和 Q0.9 卻顯著不同，代表 PM₁₀ 在 PM_{2.5} 高濃度時有較高的影響力。SO₂ 在 Q0.1 係數為負且 1% 顯著，但在 q0.5 為不顯著，q0.9 只有 10% 顯著且係數為正，代表 SO₂ 只在 PM_{2.5} 濃度高時才會影響 PM_{2.5}。NO 在 q0.1 為不顯著，q0.5 和 q0.9 係數為正且顯著異於零。NO₂ 卻在 3 個分量皆為正的且 1% 顯著，但在 PM_{2.5} 時係數為最高的 0.133，代表在 PM_{2.5} 濃度低時較具有影響力。O₃ 同樣也是在三個分量皆為 1% 顯著且為正，也在 PM_{2.5} 濃度低時係數較高，代表在 PM_{2.5} 濃度低時 O₃ 影響力最大。CO 的係數無論在 OLS 或是 SQREG 皆是化學因子中最大的，代表 CO 對 PM_{2.5} 的惡化有最大的影響力，但係數在 Q0.9 時為最高，代表 PM_{2.5} 濃度高時 CO 影響力為最大。

在氣象因子方面，AT、RH、WS 三者的係數皆為一次項為負，而二次項為正。RH 在 Q0.1 和 Q0.5 皆不顯著、Q0.9 在 10% 顯著，RH² 在三個分量的係數皆為接近 0，代表濕度對於 PM_{2.5} 的惡化較沒有影響力。

在東北季風虛擬變數方面，在 OLS 係數為負且 1% 顯著，而在 Q0.1 和 Q0.9 不顯著，但在 Q0.5 卻 1% 顯著係數為負，可能原因為線西站位於海邊，陸海交會的情況東北季風可能將 PM_{2.5} 吹散，而使 PM_{2.5} 濃度下降。

《表 4-8》 線西站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計

	普通最小平方法	聯立分量迴歸		
	OLS	Q0.1	Q0.5	Q0.9
常數	3.551*** (5.37)	1.234 (0.87)	2.251*** (3.45)	2.854*** (4.18)
Panel A 化學因子				
PM ₂₅ (-1)	0.770*** (285.09)	0.708*** (85.59)	0.811*** (236.03)	0.795*** (136.68)
PM ₁₀	0.105*** (61.01)	0.082*** (20.50)	0.083*** (34.87)	0.133*** (34.79)
SO ₂	-0.023** (-1.83)	-0.081*** (-3.29)	-0.008 (-0.52)	0.027* (1.45)
NO	0.023*** (2.60)	0.002 (0.10)	0.057*** (8.16)	0.031*** (1.85)
NO ₂	0.092*** (16.59)	0.133*** (11.68)	0.080*** (9.26)	0.045*** (5.44)
O ₃	0.018*** (9.88)	0.127*** (4.00)	0.016*** (8.70)	0.024*** (8.53)
CO	4.260*** (19.71)	3.240*** (11.70)	2.973*** (9.49)	6.090*** (14.08)
Panel B 氣象因子				
AT	-0.564*** (-15.64)	-0.439*** (-8.73)	-0.379*** (-8.59)	-0.555*** (-7.85)
AT ²	0.012*** (15.55)	0.009*** (8.35)	0.008*** (8.72)	0.014*** (8.38)
RH	-0.016 (-1.09)	-0.009 (-0.23)	-0.003 (-0.33)	0.014* (1.32)
RH ²	4.022E-4*** (3.83)	1.687E-4 (0.81)	2.13E-4*** (2.72)	2.792E-4*** (3.41)
WS	-0.457*** (-17.43)	-0.294*** (-4.87)	-0.391*** (-18.62)	-0.410*** (-9.94)
WS ²	0.031*** (12.89)	0.009 (1.26)	0.027*** (12.45)	0.031*** (8.69)
EN	-0.402*** (-6.10)	-0.053 (-0.47)	-0.467*** (-5.69)	-0.102 (-0.98)
\bar{R}^2	0.9358	0.6462	0.7545	0.803

註:*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、5%與 1%顯著。括號內為 t 值。OLS 的 \bar{R}^2 為 adjusted \bar{R}^2 ,SQREG 的 \bar{R}^2 為 pseud \bar{R}^2 。

《表 4-9》 線西監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定

	Q0.1	Q0.5	Q0.5	Q0.9	Q0.1	Q0.9
PM25(-1)	0.708	0.811	0.811	0.795	0.708	0.795
	(287.79)***		(7.55)***		(158.69)***	
PM ₁₀	0.082	0.083	0.083	0.133	0.082	0.133
	(0.03)		(171.45)***		(107.14)***	
SO ₂	-0.081	-0.008	-0.008	0.027	-0.081	0.027
	(11.48)***		(2.74)*		(16.47)***	
NO	0.002	0.057	0.057	0.031	0.002	0.031
	(9.27)***		(6.30)**		(2.13)	
NO ₂	0.133	0.080	0.080	0.045	0.133	0.045
	(31.12)***		(11.72)***		(53.31)***	
O ₃	0.127	0.016	0.016	0.024	0.127	0.024
	(0.99)		(11.66)***		(18.74)***	
CO	3.240	2.973	2.973	6.090	3.240	6.090
	(0.45)		(63.35)***		(0.45)	
AT	-0.439	-0.379	-0.379	0.014	-0.439	0.014
	(1.17)		(15.37)***		(1.91)	
AT ²	0.009	0.008	0.008	0.014	0.009	0.014
	(0.63)		(27.65)***		(5.61)**	
RH	-0.009	-0.003	-0.003	0.014	-0.009	0.014
	(0.01)		(1.85)		(0.23)	
RH ²	1.69E-4	2.13E-4	2.13E-4	2.79E-4	1.69E-4	2.79E-4
	(0.03)		(0.42)		(0.14)	
WS	-0.294	-0.391	-0.391	-0.410	-0.294	-0.410
	(3.29)*		(0.20)		(2.66)	
WS ²	0.009	0.027	0.027	0.031	0.009	0.031
	(9.13)***		(0.94)		(10.02)***	
EN	-0.053	-0.467	-0.467	-0.102	-0.053	-0.102
	(24.16)***		(12.57)***		(0.11)	

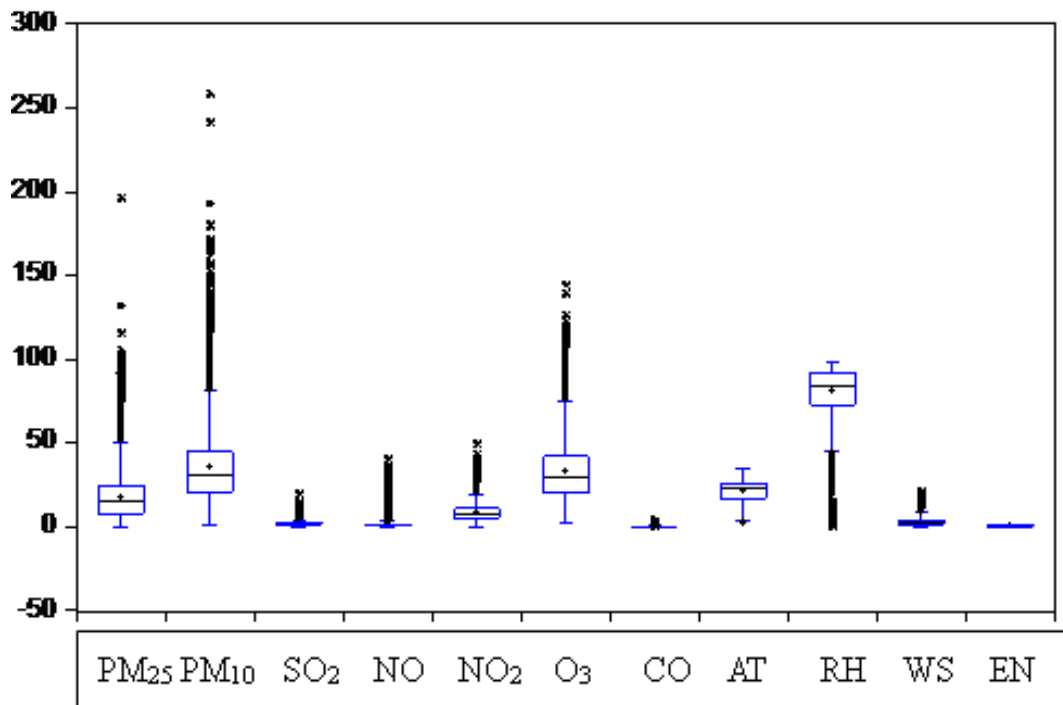
註:*、**及***分別代表 $\alpha=10\%$ 、5%與 1%顯著。括號內為 f 值。

第四節 三義站實證分析

依據《表 4-10》敘述統計圖和 PM_{2.5} 平均值為 17.755，依據環保局空氣品質標準 (AQI)，仍在良好(0-50)的空氣品質的標準中，但最大值 196 卻達到對所有族群不健康的(151-200)的等級。可見三義站雖然 PM_{2.5} 雖然平均數較低，但最大值卻很高。依據《圖 4-3》PM_{2.5}、PM₁₀、NO、NO₂、O₃、RH 有較多的離群值。季節性虛擬變數(En)平均為 0.489，代表一年中觀測值十月至隔年三月約占整年度約 49%。

《表 4-10》三義站敘述統計

變數	平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
Panel A: 化學因子					
PM ₂₅	17.755	15	196	0.333	13.334
PM ₁₀	35.219	31	258	1	20.065
SO ₂	2.108	1.8	20	0.011	1.225
NO	1.565	1.2	41	0.004	1.756
NO ₂	8.663	7.8	50	0.2	4.886
O ₃	32.727	30	145	2	17.637
CO	0.271	0.25	4.11	0.01	0.131
Panel B: 氣候因子					
AT	21.564	23	35	1.4	5.97
RH	81.394	84	99	0.1	13.515
WS	3.23	2.9	21	0.1	2.003
Panel C: 季節性虛擬變數					
En	0.489	0	1	0	0.5



《圖4-3》三義站盒鬚圖

依據《表 4-11》相關係數表，在 pearson 相關係數表中，所有變數皆為顯著，在右上角的 spearman 相關係數表中，只有 PM₁₀ 和 AT 為不顯著，其餘變數皆為顯著。

《表 4-11》三義站相關係數表

	<i>PM₂₅</i>	<i>PM₁₀</i>	<i>SO₂</i>	<i>NO</i>	<i>NO₂</i>	<i>O₃</i>	<i>CO</i>	<i>AT</i>	<i>RH</i>	<i>WS</i>	<i>EN</i>
<i>PM₂₅</i>	1.00	0.87***	0.36***	0.05***	0.39***	0.34***	0.61***	-0.04***	-0.19***	-0.21***	0.13***
<i>PM₁₀</i>	0.89***	1.00	0.40***	0.10***	0.40***	0.32***	0.60***	0.01	-0.25***	-0.21***	0.15***
<i>SO₂</i>	0.34***	0.36***	1.00	0.17***	0.23***	0.21***	0.13***	0.43***	-0.44***	-0.08***	-0.24***
<i>NO</i>	0.03***	0.05***	0.15***	1.00	0.30***	-0.11***	0.18***	0.07***	-0.15***	-0.03***	0.04***
<i>NO₂</i>	0.39***	0.40***	0.25***	0.37***	1.00	-0.21***	0.65***	-0.15***	0.19***	-0.26***	0.23***
<i>O₃</i>	0.38***	0.37***	0.26***	-0.22***	-0.20***	1.00	0.12***	0.03***	-0.48***	0.33***	0.12***
<i>CO</i>	0.56***	0.56***	0.17***	0.20***	0.59***	0.11***	1.00	-0.39***	0.13***	-0.16***	0.43***
<i>AT</i>	-0.03***	-0.01***	0.37***	0.02***	-0.13***	0.08***	-0.28***	1.00	-0.51***	-0.17***	-0.69***
<i>RH</i>	-0.14***	-0.18***	-0.34***	-0.01**	0.18***	-0.51***	0.09***	-0.42***	1.00	-0.07***	0.26***
<i>WS</i>	-0.18***	-0.17***	-0.09***	-0.11***	-0.25***	0.24***	-0.12***	-0.24***	-0.07***	1.00	0.17***
<i>EN</i>	0.14***	0.18***	-0.20***	0.06***	0.23***	0.08***	0.36***	-0.68***	0.20***	0.18***	1.00

註：1.*、**及***分別代表 α 在 10%、5%及 1%顯著。2.左下角為 Pearson 相關係數，右上角為 Spearman 相關係數。

依據《表 4-12》三義站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計，OLS 中除了 NO、AT 之係數為 5% 顯著和 RH 為不顯著外，其餘變數皆為顯 1% 顯著，而化學因子皆對 PM_{2.5} 呈現正向關係。

依據《表 4-12》三義站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計和《表 4-13》三義站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定，在 SQREG 中，化學因子方面，NO 在 Q0.1 和 Q0.5 為不顯著，只有在 Q0.9 為 1% 顯著，顯示 NO 只有在 PM_{2.5} 濃度高時才會有影響力。

在氣象因子方面，在 SQREG 中，WS 無論在 1 次項或 2 次項 Q0.1 和 Q0.5 皆為顯著，但在 Q0.9 為不顯著，顯示 WS 只有在 PM_{2.5} 濃度高時才有影響。

在東北季風虛擬變數 EN 方面，在 OLS 或是 SQREG 中係數皆為負。顯示東北季風在三義站可能降低 PM_{2.5}。



《表 4-12》三義站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計

	普通最小平方法	聯立分量迴歸		
	OLS	Q0.1	Q0.5	Q0.9
常數	-3.183*** (-7.31)	-7.216*** (-9.33)	-2.229*** (-4.33)	-0.081 (-0.12)
Panel A 化學因子				
PM ₂₅ (-1)	0.660*** (205.45)	0.622*** (98.18)	0.718*** (107.08)	0.695*** (63.01)
PM ₁₀	0.180*** (79.53)	0.141*** (33.51)	0.147*** (36.5)	0.205*** (30.01)
SO ₂	0.111*** (5.01)	0.096*** (2.59)	0.048*** (3.77)	0.095*** (2.82)
NO	0.026** (1.88)	-0.013 (-0.58)	0.006 (0.38)	0.09*** (2.73)
NO ₂	0.081*** (12.59)	0.102*** (9.01)	0.055*** (7)	0.055*** (4.36)
O ₃	0.042*** (23.67)	0.048*** (19.01)	0.032*** (14)	0.043*** (15.37)
CO	4.598*** (19.34)	1.294*** (2.52)	4.839*** (11.38)	7.604*** (12.69)
Panel B 氣象因子				
AT	0.048** (19.34)	0.045 (1.05)	0.041* (1.42)	0.069* (1.6)
AT ²	-0.002*** (-3.27)	-0.003*** (-2.39)	-0.001** (-1.81)	-0.002* (-1.63)
RH	-0.012 (-1.23)	0.065*** (3.16)	-0.024*** (-2.62)	-0.066*** (-5.1)
RH ²	1.56E-04*** (2.34)	-3.19E-04** (-2.33)	1.97E-04*** (2.86)	4.94E-04*** (6.04)
WS	-0.173*** (-5.68)	-0.228*** (-5.39)	-0.071*** (-2.45)	0.012 (0.29)
WS ²	0.016*** (4.93)	0.015*** (3.63)	0.008*** (2.92)	-0.002 (-0.54)
EN	-1.043*** (-16.69)	-1.224*** (-11.51)	-0.837*** (-17.66)	-0.685*** (-7.09)
\bar{R}^2	0.9208	0.6087	0.7316	0.7825

註：*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、 5% 與 1% 顯著。括號內為 t 值。OLS 的 \bar{R}^2 為 adjusted \bar{R}^2 ,SQREG 的 \bar{R}^2 為 pseud \bar{R}^2 。

《表 4-13》 三義監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定

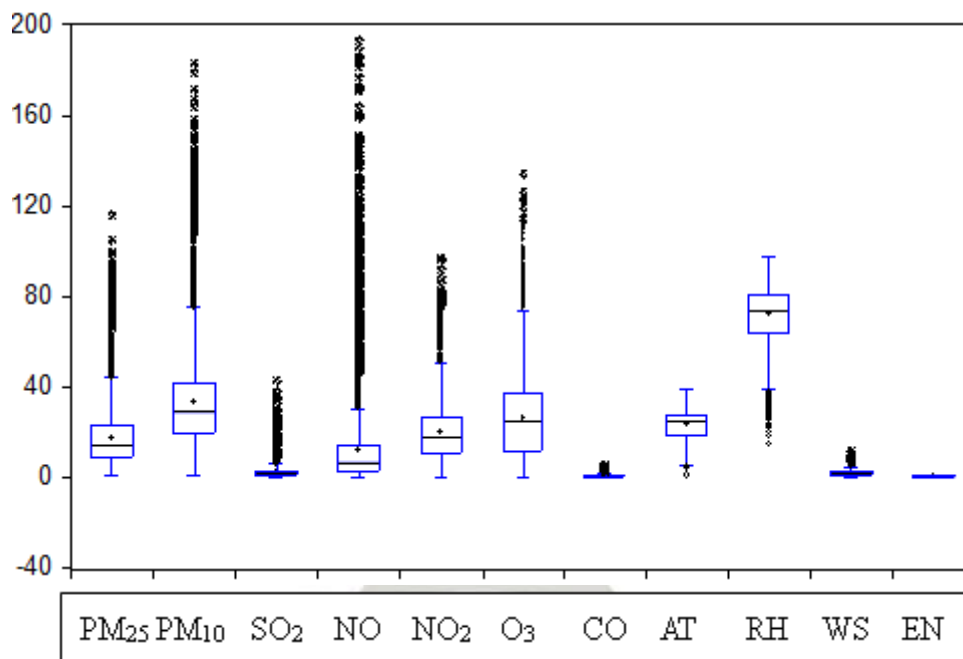
	Q0.1	Q0.5	Q0.5	Q0.9	Q0.1	Q0.9
PM25(-1)	0.622	0.718	0.718	0.695	0.622	0.695
	(812.61)***		(5.28)**		(48.28)***	
PM ₁₀	0.141	0.147	0.147	0.205	0.141	0.205
	(5.76)**		(89.38)***		(115.02)***	
SO ₂	0.096	0.048	0.048	0.095	0.096	0.095
	(1.89)		(2.09)		(0.00)	
NO	-0.013	0.006	0.006	0.09	-0.013	0.09
	(0.87)		(5.60)**		(7.66)***	
NO ₂	0.102	0.055	0.055	0.055	0.102	0.055
	(19.97)***		(0.00)		(7.83)***	
O ₃	0.048	0.032	0.032	0.043	0.048	0.043
	(50.62)***		(9.72)***		(2.17)	
CO	1.294	4.839	4.839	7.604	1.294	7.604
	(45.04)***		(22.27)***		(76.55)***	
AT	0.045	0.041	0.041	0.069	0.045	0.069
	(0.01)		(0.75)		(0.21)	
AT ²	-0.003	-0.001	-0.001	-0.002	-0.003	-0.002
	(1.57)		(0.39)		(0.24)	
RH	0.065	-0.024	-0.024	-0.066	0.065	-0.066
	(21.56)***		(10.73)***		(42.82)***	
RH ²	-3.2E-04	2.0E-04	2.0E-04	5.0E-04	-3.2E-04	5.0E-04
	(15.54)***		(10.99)***		(35.41)***	
WS	-0.228	-0.071	-0.071	0.012	-0.228	0.012
	(23.61)***		(3.16)*		(20.39)***	
WS ²	0.015	0.008	0.008	-0.002	0.015	-0.002
	(3.51)*		(5.01)**		(8.65)***	
EN	-1.224	-0.837	-0.837	-0.685	-1.224	-0.685
	(17.34)***		(3.18)*		(14.09)***	

第五節 永和站實證分析

依據《表 4-14》永和站敘述統計表，敘述統計圖和 PM_{2.5} 平均值為 17.267，依據環保局空氣品質標準(AQI)，仍在良好(0-50)的空氣品質的標準中，但最大值 116 卻達到敏感族群不健康的(101-150)的等級。依據《圖 3-4》PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO、NO₂、O₃ 有較多的離群值。季節性虛擬變數(En)平均為 0.489，代表一年中觀測值 10 月至隔年三月約占整年度約 49%。

《表 4-14》永和站敘述統計

變數	平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
Panel A: 化學因子					
PM ₂₅	17.267	14	116	1	12
PM ₁₀	33.469	29	183	1	20.113
SO ₂	2.61	2.1	43	0.05	2.122
NO	11.835	6.7	193	0.1	15.141
NO ₂	20.332	18	97	0.3	12.322
O ₃	25.977	25	134	0.1	16.349
CO	0.759	0.6	5.94	0.01	0.553
Panel B: 氣候因子					
AT	23.906	25	39	1.1	5.968
RH	72.123	74	98	15	12.138
WS	1.926	1.7	12	0.2	0.961
Panel C: 季節性虛擬變數					
En	0.489	0	1	0	0.5



《圖4-4》永和站盒鬚圖

依據《表 4-15》永和站相關係數表，無論是在左下角的 pearson 相關係數表還是右上角的 spearman 相關係數表，氣象因子 AT、RH、WS 皆對 PM_{2.5} 呈現負相關，其餘變數皆對 PM_{2.5} 呈現成正相關。在左下角的 pearson 相關係數表中，只有 O₃ 對 SO₂ 不顯著，其餘皆為 1% 顯著。在右上角的 spearman 相關係數表中，PM₁₀ 和 AT 為不顯著，而 EN 和 PM_{2.5} 只有 10% 顯著，其餘皆為 1% 顯著。

《表 4-15》永和站相關係數表

	<i>PM_{2.5}</i>	<i>PM₁₀</i>	<i>SO₂</i>	<i>NO</i>	<i>NO₂</i>	<i>O₃</i>	<i>CO</i>	<i>AT</i>	<i>RH</i>	<i>WS</i>	<i>ENI</i>
<i>PM_{2.5}</i>	1.00	0.87***	0.45***	0.25***	0.52***	0.12***	0.49***	-0.02***	-0.22***	-0.18***	0.01*
<i>PM₁₀</i>	0.88***	1.00	0.43***	0.22***	0.46***	0.18***	0.43***	0.00	-0.33***	-0.08***	0.01***
<i>SO₂</i>	0.36***	0.33***	1.00	0.42***	0.55***	-0.06***	0.50***	0.20***	-0.20***	-0.10***	-0.07***
<i>NO</i>	0.25***	0.21***	0.25***	1.00	0.76***	-0.50***	0.85***	0.13***	-0.05***	-0.32***	-0.03***
<i>NO₂</i>	0.55***	0.48***	0.46***	0.59***	1.00	-0.19***	0.89***	0.04***	-0.08***	-0.33***	0.02***
<i>O₃</i>	0.15***	0.21***	0.00	-0.44***	-0.14***	1.00	-0.32***	-0.11***	-0.34***	0.52***	0.13***
<i>CO</i>	0.43***	0.37***	0.33***	0.86***	0.78***	-0.31***	1.00	0.10***	-0.07***	-0.38***	-0.04***
<i>AT</i>	-0.06***	-0.06***	0.20***	-0.01**	0.06***	-0.04***	0.08***	1.00	-0.48***	0.02***	-0.68***
<i>RH</i>	-0.18***	-0.28***	-0.19***	0.09***	-0.11***	-0.41***	-0.02***	-0.47***	1.00	-0.27***	0.23***
<i>WS</i>	-0.17***	-0.07***	-0.06***	-0.33***	-0.36***	0.43***	-0.37***	0.02***	-0.25***	1.00	0.11***
<i>EN</i>	0.07***	0.08***	-0.09***	0.06***	0.03***	0.08***	-0.02***	-0.66***	0.22***	0.10***	1.00

註：1.*、**及***分別代表α在 10%、5%及 1%顯著。2.左下角為 Pearson 相關係數，右上角為 Spearman 相關係數。

依據《表 4-16》最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計，和《表 4-17》跨分量 (Inter-quantile) 之 F 檢定，在 OLS 中，化學因子中只有 NO 係數為負，其餘皆為正。PM₁₀ 在跨分量 F 檢定中，Q0.5 和 Q0.9、Q0.1 和 Q0.9 皆為顯著不同而 PM₁₀ 在 Q0.9 係數 0.178 係數明顯高於 Q0.1 和 Q0.5，顯示 PM₁₀ 對於 PM₂₅ 在濃度高時影響力最高。SO₂ 在跨分量 F 檢定中，Q0.5 和 Q0.9、Q0.1 和 Q0.9 皆為顯著，而 SO₂ 在 Q0.9 的係數為 0.177 高於 Q0.1 和 Q0.5，顯示 SO₂ 在 PM₂₅ 濃度高時影響力最高。

在氣象因子方面，AT 和 WS 為一次項為負。二次項為正；RH 為一次項為正，二次項為負。

東北季風虛擬變數 EN 方面，在 OLS 中係數 0.197 且顯著，但在 SQREG 中，只有在 Q0.9 分量中才有顯著，顯示東北季風在 PM₂₅ 濃度高時影響較大。



《表 4-16》永和站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計

	普通最小平方法	聯立分量迴歸		
	OLS	Q0.1	Q0.5	Q0.9
常數	-4.633*** (-8.51)	-6.912*** (-8.91)	-4.317*** (-7.46)	-1.29 (-1.21)
Panel A 化學因子				
PM ₂₅ (-1)	0.71*** (241.48)	0.664*** (198.15)	0.738*** (134.88)	0.716*** (102.43)
PM ₁₀	0.134*** (72.97)	0.101*** (36.24)	0.119*** (36.37)	0.178*** (38.81)
SO ₂	0.134*** (13.64)	0.088*** (6.72)	0.097*** (7.3)	0.177*** (8.41)
NO	-0.025*** (-9.24)	-0.024*** (-4.5)	-0.017*** (-5.16)	-0.014*** (-2.84)
NO ₂	0.016*** (5.71)	0.023*** (4.9)	0.015*** (3.96)	0.013** (2.1)
O ₃	0.026*** (17.01)	0.028*** (10.89)	0.023*** (18.14)	0.022*** (8.94)
CO	2.123*** (23.85)	1.822*** (9.93)	1.756*** (13.1)	1.826*** (9.95)
Panel B 氣象因子				
AT	-0.325*** (-14.66)	-0.219*** (-10.94)	-0.292*** (-17.23)	-0.369*** (-11.79)
AT ²	0.007*** (14.83)	0.005*** (9.71)	0.007*** (18.28)	0.008*** (10.86)
RH	0.162*** (11.05)	0.165*** (8.92)	0.149*** (8.94)	0.138*** (4.29)
RH ²	-0.001*** (-9.17)	-0.001*** (-8.1)	-0.001*** (-7.38)	-0.001*** (-3.33)
WS	-0.581*** (-10.12)	-0.559*** (-8.25)	-0.421*** (-8.78)	-0.589*** (-5.82)
WS ²	0.063*** (6.27)	0.069*** (7.25)	0.042*** (7.69)	0.06*** (3.34)
EN	0.197*** (4)	0.038 (0.39)	0.085* (1.42)	0.299*** (3.37)
\bar{R}^2	0.9331	0.6379	0.7425	0.8001

註：*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、5%與 1%顯著。括號內為 t 值。OLS 的 \bar{R}^2 為 adjusted \bar{R}^2 ,SQREG 的 \bar{R}^2 為 pseud \bar{R}^2 。

《表 4-17》永和監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定

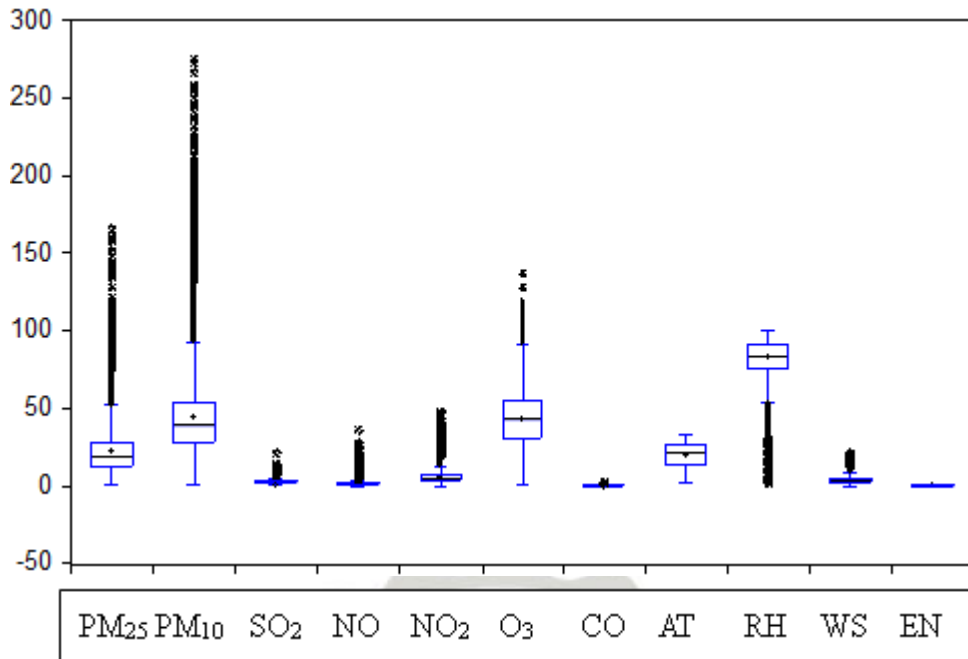
	Q0.1	Q0.5	Q0.5	Q0.9	Q0.1	Q0.9
PM25(-1)	0.664	0.738	0.738	0.716	0.664	0.716
	(154.29)***		(9.54)***		(49.03)***	
PM ₁₀	0.101	0.119	0.119	0.178	0.101	0.178
	(22.68)***		(211.38)***		(423.84)***	
SO ₂	0.088	0.097	0.097	0.177	0.088	0.177
	(0.23)		(25.53)***		(11.44)***	
NO	-0.024	-0.017	-0.017	-0.014	-0.024	-0.014
	(1.75)		(0.55)		(2.70)	
NO ₂	0.023	0.015	0.015	0.013	0.023	0.013
	(4.19)**		(0.06)		(1.36)	
O ₃	0.028	0.023	0.023	0.022	0.028	0.022
	(3.98)**		(0.06)		(2.38)	
CO	1.822	1.756	1.756	1.826	1.822	1.826
	(0.16)		(0.14)		(0.00)	
AT	-0.219	-0.292	0.292	-0.369	-0.219	-0.369
	(10.25)***		(4.64)**		(13.39)***	
AT ²	0.005	0.007	0.007	0.008	0.005	0.008
	(11.98)***		(3.06)*		(9.98)***	
RH	0.165	0.149	0.149	0.138	0.165	0.138
	(0.60)		(0.18)		(0.60)	
RH ²	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
	(1.79)		(0.36)		(1.61)	
WS	-0.559	-0.421	-0.421	-0.589	-0.559	-0.589
	(6.71)***		(2.76)*		(0.07)	
WS ²	0.069	0.042	0.042	0.06	0.069	0.06
	(11.02)***		(1.05)		(0.17)	
EN	0.038	0.085	0.085	0.299	0.038	0.299
	(0.26)		(7.92)***		(4.05)**	

第六節 馬祖站實證分析

依據《表 4-18》敘述統計表，敘述統計圖和 PM_{2.5} 平均值為 22.18，依據環保局空氣品質標準(AQI)，仍在良好(0-50)的空氣品質的標準中，但最大值 166 卻達到對所有族群不健康的(151-200)的等級。依據《圖 4-5》PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO、NO₂、O₃、RH 有較多的離群值。

《表 4-18》馬祖站敘述統計

變數	平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
Panel A:化學因子					
PM ₂₅	22.18	19	166	0.29	15.34
PM ₁₀	44.27	39	275	1	25.31
SO ₂	2.70	2.5	21	0.1	1.16
NO	1.19	0.9	36	0	1.19
NO ₂	5.71	4.9	48	0.07	3.75
O ₃	43.59	43	137	0.2	17.69
CO	0.26	0.23	2.23	0.01	0.16
Panel B:氣候因子					
AT	20.07	21	33	1.4	6.65
RH	82.36	84	100	1.5	10.92
WS	3.64	3.5	21	0.1	1.81
Panel C:季節性虛擬變數					
En	0.49	0	1	0	0.5



《圖4-5》馬祖站盒鬚圖

依據《表 4-19》馬祖站相關係數表，無論是在左下角的 pearson 相關係數表還是右上角的 spearman 相關係數表，氣象因子 AT、RH、WS 皆對 PM_{2.5} 呈現負相關，其餘變數皆對 PM_{2.5} 呈現成正相關；左下角的 pearson 相關係數表，NO 和 PM₁₀、EN 和 SO₂、EN 和 NO、RH 和 NO₂ 為不顯著外，其餘變數皆顯著；右上角的 spearman 相關係數表中，NO 和 AT、AT 和 WS、NO 和 EN 為不顯著，其餘變數皆顯著。

《表 4-19》馬祖站相關係數表

	<i>PM_{2.5}</i>	<i>PM₁₀</i>	<i>SO₂</i>	<i>NO</i>	<i>NO₂</i>	<i>O₃</i>	<i>CO</i>	<i>AT</i>	<i>RH</i>	<i>WS</i>	<i>EN</i>
<i>PM_{2.5}</i>	1.00	0.83***	0.41***	0.07***	0.43***	0.41***	0.63***	-0.36***	-0.41***	-0.12***	0.28***
<i>PM₁₀</i>	0.85***	1.00	0.45***	-0.01**	0.37***	0.38***	0.48***	-0.24***	-0.43***	-0.04***	0.19***
<i>SO₂</i>	0.48***	0.47***	1.00	0.10***	0.40***	0.02***	0.19***	0.11***	-0.26***	-0.09***	-0.05***
<i>NO</i>	0.06***	0.01	0.18***	1.00	0.27***	-0.12***	0.19***	0.00	-0.04***	0.02***	0.00
<i>NO₂</i>	0.38***	0.32***	0.41***	0.42***	1.00	-0.11***	0.57***	-0.32***	-0.03***	-0.22***	0.22***
<i>O₃</i>	0.38***	0.36***	0.04***	-0.20***	-0.18***	1.00	0.30***	-0.18***	-0.44***	-0.07***	0.06***
<i>CO</i>	0.62***	0.50***	0.30***	0.21***	0.53***	0.19***	1.00	-0.63***	-0.25***	-0.17***	0.49***
<i>AT</i>	-0.36***	-0.27***	0.04***	0.02***	-0.23***	-0.15***	-0.51***	1.00	0.20***	0.01	-0.72***
<i>RH</i>	-0.37***	-0.40***	-0.27***	0.03***	0.00	-0.43***	-0.21***	0.25***	1.00	-0.15***	-0.24***
<i>WS</i>	-0.07***	-0.02***	-0.08***	-0.08***	-0.25***	-0.09***	-0.16***	0.03***	-0.11***	1.00	0.11***
<i>EN</i>	0.29***	0.20***	0.00	-0.01	0.17***	0.05***	0.42***	-0.72***	-0.25***	0.08***	1.00

註：1.*、**及***分別代表α在 10%、5%及 1%顯著。2.左下角為 Pearson 相關係數，右上角為 Spearman 相關係數。

依據《表 4-20》馬祖站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計，OLS 的部分，化學因子中，所有變數皆會正向影響 $PM_{2.5}$ ，季節性虛擬變數 EN 為正值，顯示東北季風會對於 $PM_{2.5}$ 有正向影響，所有變數皆為顯著。

依據《表 4-20》最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計和《表 4-21》跨分量之 F 檢定，OLS 中，所有變數皆顯著，而化學因子係數皆呈現正值，而季節性虛擬變數 EN 係數為正值，代表東北季風會增加 $PM_{2.5}$ 。

化學因子中， PM_{10} 在 Q0.9 時係數為 0.109，而在《表 4-21》跨分量之 F 檢定中，Q0.5 和 Q0.9、Q0.1 和 Q0.9 皆為顯著，顯示 PM_{10} 對 $PM_{2.5}$ 濃度高時較有影響力。

氣象因子中，AT 呈現 U 字型，代表 AT 和 $PM_{2.5}$ 呈現正向關係；RH、WS 呈現倒 U 字型，代表 RH 和 WS 對 $PM_{2.5}$ 呈現負向關係。

在虛擬變數 EN 中，在 OLS 中 EN 的係數為正，代表東北季風會增加 $PM_{2.5}$ ，由於馬祖站位於外島，因此境外污染為關注重點，但在 SQREG 只有在 Q0.1 係數為正且 5% 顯著，在 Q0.5、Q0.9 卻為不顯著。

《表 4-20》馬祖站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計

	普通最小平方法	聯立分量迴歸		
	OLS	Q0.1	Q0.5	Q0.9
常數	-7.376*** (-11.7)	-13.004*** (-8.36)	-5.21*** (-6.47)	-2.729*** (-3.19)
Panel A 化學因子				
PM ₂₅ (-1)	0.808*** (313.35)	0.76*** (119.29)	0.857*** (213.33)	0.815*** (116.98)
PM ₁₀	0.074*** (49.98)	0.057*** (18.19)	0.055*** (25.78)	0.109*** (32.22)
SO ₂	0.594*** (27.35)	0.565*** (13.03)	0.428*** (15.6)	0.479*** (10.82)
NO	0.063*** (3.35)	-0.014 (-0.47)	0.053** (2.09)	0.167** (4.57)
NO ₂	0.025*** (3.16)	0.022* (1.51)	0.009 (1.05)	0.032*** (1.8)
O ₃	0.019*** (12.19)	0.012*** (4.17)	0.009*** (7.99)	0.02*** (8.85)
CO	5.027*** (27)	3.068*** (10.83)	4.084*** (16.23)	7.143*** (17.11)
Panel B 氣象因子				
AT	-0.19*** (-8.72)	-0.039 (-1.06)	-0.123*** (-6.54)	-0.264*** (-7.12)
AT ²	0.004*** (7.7)	-1.71E-04 (-0.17)	0.003*** (5.04)	0.007*** (7.39)
RH	0.126*** (7.87)	0.231*** (5.57)	0.106*** (5.35)	0.059*** (3.32)
RH ²	-0.001*** (-6.09)	-0.001*** (-5.17)	-0.001*** (-5.02)	-1.99E-04** (-1.84)
WS	0.193*** (5.93)	0.23*** (3.97)	0.054** (1.85)	0.141** (2.02)
WS ²	-0.024*** (-6.77)	-0.032*** (-5.33)	-0.014*** (-4.7)	-0.017** (-1.8)
EN	0.152*** (2.57)	0.217** (1.95)	0.053 (0.64)	0.026 (0.26)
\bar{R}^2	0.9492	0.6894	0.7769	0.8281

註：*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、5%與 1%顯著。括號內為 t 值。OLS 的 \bar{R}^2 為 adjusted \bar{R}^2 ,SQREG 的 \bar{R}^2 為 pseud \bar{R}^2 。

《表 4-21》馬祖監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定

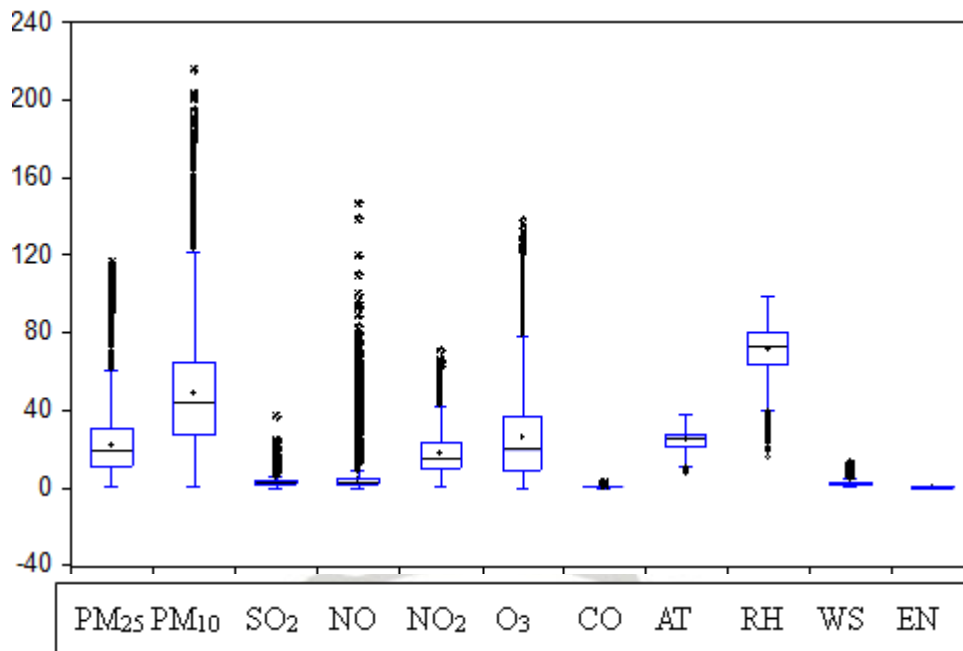
	Q0.1 Q0.5	Q0.5 Q0.9	Q0.1 Q0.9
PM25(-1)	0.76 0.857 (340.37)***	0.857 0.815 (60.54)***	0.76 0.815 (39.52)***
PM ₁₀	0.057 0.055 (0.59)	0.055 0.109 (249.69)***	0.057 0.109 (138.56)***
SO ₂	0.565 0.428 (9.60)***	0.428 0.479 (1.06)	0.565 0.479 (1.99)
NO	-0.014 0.053 (3.26)*	0.053 0.167 (9.69)***	-0.014 0.167 (14.97)***
NO ₂	0.022 0.009 (0.84)	0.009 0.032 (2.60)	0.022 0.032 (0.29)
O ₃	0.012 0.009 (1.37)	0.009 0.02 (27.37)***	0.012 0.02 (8.88)***
CO	3.068 4.084 (9.27)***	4.084 7.143 (81.92)***	3.068 7.143 (84.07)***
AT	-0.039 -0.123 (3.77)*	-0.123 -0.264 (19.35)***	-0.039 -0.264 (19.06)***
AT ²	-1.71E-04 0.003 (6.27)**	0.003 0.007 (26.72)***	-1.71E-04 0.007 (27.50)***
RH	0.231 0.106 (11.48)***	0.106 0.059 (6.90)***	0.231 0.059 (17.40)***
RH ²	-0.001 -0.001 (10.59)***	-0.001 -1.99E-04 (15.06)***	-0.001 -1.99E-04 (20.07)***
WS	0.23 0.054 (10.66)***	0.054 0.141 (2.50)	0.23 0.141 (1.50)
WS ²	-0.032 -0.014 (11.61)***	-0.014 -0.017 (0.20)	-0.032 -0.017 (2.83)*
EN	0.217 0.053 (2.05)	0.053 0.026 (0.09)	0.217 0.026 (1.65)

第七節 大里站實證分析

依據《表 4-22》敘述統計表，敘述統計圖和 PM_{2.5} 平均值為 22.428，依據環保局空氣品質標準(AQI)，仍在良好(0-50)的空氣品質的標準中，但最大值 117 卻達敏感族群不健康的(101-150)的等級。依據《圖 4-6》PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO、NO₂、O₃、RH 有較多的離群值。

《表 4-22》大里站敘述統計

變數	平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
Panel A:化學因子					
PM ₂₅	22.428	19	117	1.	16.024
PM ₁₀	49.066	44	216	1	29.596
SO ₂	2.691	2.4	37	0.067	1.506
NO	4.458	2.4	147	0.04	6.54
NO ₂	17.531	15	71	0.3	9.64
O ₃	25.833	20	138	0.031	21.505
CO	0.486	0.44	3.21	0.02	0.248
Panel B:氣候因子					
AT	24.708	26	38	7.6	5.267
RH	71.335	73	99	16	11.068
WS	1.861	1.6	13	0.4	0.977
Panel C:季節性虛擬變數					
En	0.489	0	1	0	0.5



《圖4-6》大里站盒鬚圖

依據《表 4-23》相關係數表，在左下角的 pearson 相關係數表中，除了 EN 和 SO₂ 只有 5% 顯著外，其餘皆為 1% 顯著。而右上角的 spearman 相關係數表中，PM₁₀ 和 AT 為不顯著，SO₂ 和 EN 也為不顯著，SO₂ 和 O₃ 只有 10% 顯著，其餘皆為 1% 顯著。

《表 4-23》大里站相關係數表

	<i>PM₂₅</i>	<i>PM₁₀</i>	<i>SO₂</i>	<i>NO</i>	<i>NO₂</i>	<i>O₃</i>	<i>CO</i>	<i>AT</i>	<i>RH</i>	<i>WS</i>	<i>EN</i>
<i>PM₂₅</i>	1.00	0.81***	0.48***	0.08***	0.44***	0.15***	0.49***	-0.03***	-0.18***	-0.09***	0.24***
<i>PM₁₀</i>	0.83***	1.00	0.47***	0.03***	0.43***	0.15***	0.46***	-0.01	-0.18***	-0.08***	0.20***
<i>SO₂</i>	0.42***	0.41***	1.00	0.26***	0.42***	0.01*	0.42***	0.14***	-0.18***	-0.06***	0.01
<i>NO</i>	0.12***	0.07***	0.22***	1.00	0.40***	-0.39***	0.46***	-0.16***	0.14***	-0.16***	0.17***
<i>NO₂</i>	0.44***	0.44***	0.38***	0.39***	1.00	-0.30***	0.87***	-0.44***	0.13***	-0.33***	0.45***
<i>O₃</i>	0.22***	0.22***	0.11***	-0.31***	-0.26***	1.00	-0.27***	0.34***	-0.70***	0.60***	-0.07***
<i>CO</i>	0.49***	0.45***	0.36***	0.62***	0.84***	-0.23***	1.00	-0.41***	0.13***	-0.34***	0.44***
<i>AT</i>	-0.05***	-0.02***	0.14***	-0.24***	-0.39***	0.35***	-0.36***	1.00	-0.35***	0.26***	-0.65***
<i>RH</i>	-0.14***	-0.15***	-0.16***	0.22***	0.12***	-0.70***	0.16***	-0.30***	1.00	-0.53***	0.04***
<i>WS</i>	-0.11***	-0.09***	-0.03***	-0.21***	-0.34***	0.49***	-0.34***	0.22***	-0.49***	1.00	-0.05***
<i>EN</i>	0.26***	0.22***	-0.01**	0.21***	0.42***	-0.06***	0.41***	-0.64***	0.03***	-0.06***	1.00

註：1.*、**及***分別代表α在 10%、5%及 1%顯著。2.左下角為 Pearson 相關係數，右上角為 Spearman 相關係數。

依據《表 4-24》，OLS 的部分，所有變數只有 5% 顯著，其餘變數皆為 1% 顯著；另外所有化學因子中只有 NO、NO₂ 之係數呈現負值，其餘變數皆為正值。

依據《表 4-24》大里站最小平方方法和聯立分量迴歸模型之估計和《表 4-25》大里監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定，在化學因子中，PM₁₀ 在 Q0.9 係數為 0.89 高於 Q0.1 和 Q0.5 分量，在跨分量 F 檢定中 Q0.1 和 Q0.5、Q0.5 和 Q0.9 比較也皆為 1% 顯著。SO₂ 在 Q0.1 係數為 0.262，在 Q0.5 為 0.359，在 Q0.9 卻達到 0.519，可見 SO₂ 隨著分量上升，影響力也升高，在跨分量 F 檢定中 Q0.1 和 Q0.5 為 5% 顯著，Q0.5 和 Q0.9、Q0.1 和 Q0.9 皆為 1% 顯著。

在氣象因子中，AT、WS 都呈現 U 字型，顯示 AT、WS 皆對 PM_{2.5} 有正向影響；RH 呈現倒 U 字型，顯示 RH 會對 PM_{2.5} 有負向影響。

在虛擬變數 EN 中，在 OLS 的部分，在 OLS 中 EN 的係數為正的 0.235，在 SQREG 中只有在 Q0.1 中為 1% 顯著且為正的 0.923，遠大於 Q0.5 和 Q0.9 中負的係數，在跨分量 F 檢定中，顯示東北季風在 PM_{2.5} 濃度低時有較大影響。

《表 4-24》大里站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計

	普通最小平方法	聯立分量迴歸		
	OLS	Q0.1	Q0.5	Q0.9
常數	-10.058*** (-9.99)	-14.166*** (-5.91)	-9.207*** (-7.7)	-6.494*** (-4.61)
Panel A 化學因子				
PM ₂₅ (-1)	0.785*** (232.65)	0.706*** (143.32)	0.825*** (180.11)	0.808*** (131.88)
PM ₁₀	0.057*** (30.64)	0.045*** (17.5)	0.043*** (17.53)	0.089*** (25.4)
SO ₂	0.391*** (16.9)	0.262*** (7.03)	0.359*** (10.33)	0.519*** (8.64)
NO	-0.04*** (-6.26)	-0.021** (-1.92)	-0.014** (-2.12)	-0.031*** (-2.4)
NO ₂	-0.014** (-2.14)	-0.003 (-0.31)	-0.004 (-0.48)	-0.012 (-1.09)
O ₃	0.039*** (18.08)	0.041*** (10.12)	0.032*** (12.35)	0.038*** (10.15)
CO	6.977*** (24.98)	5.348*** (11.17)	5.251*** (13.82)	7.312*** (16.91)
Panel B 氣象因子				
AT	-0.168*** (-3.67)	-0.105 (-1.17)	-0.041 (-0.95)	-0.289*** (-4.16)
AT ²	0.004*** (4.35)	0.004** (2.04)	0.002* (1.63)	0.007*** (4.46)
RH	0.24*** (9.89)	0.203*** (4.3)	0.194*** (7.36)	0.319*** (8.08)
RH ²	-0.002*** (-9.08)	-0.001*** (-3.5)	-0.001*** (-7.5)	-0.002*** (-8.16)
WS	-0.324*** (-3.7)	-0.401*** (-3.81)	-0.267*** (-3.39)	-0.247** (-1.65)
WS ²	0.037*** (2.56)	0.039*** (2.86)	0.031*** (3.12)	0.018 (0.88)
EN	0.235*** (2.86)	0.923*** (9.07)	0.119* (1.31)	-0.181* (-1.31)
\bar{R}^2	0.9023	0.5632	0.6903	0.7512

註:*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、5%與 1%顯著。括號內為 t 值。OLS 的 \bar{R}^2 為 adjusted \bar{R}^2 ,SQREG 的 \bar{R}^2 為 pseud \bar{R}^2 。

《表 4-25》大里監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定

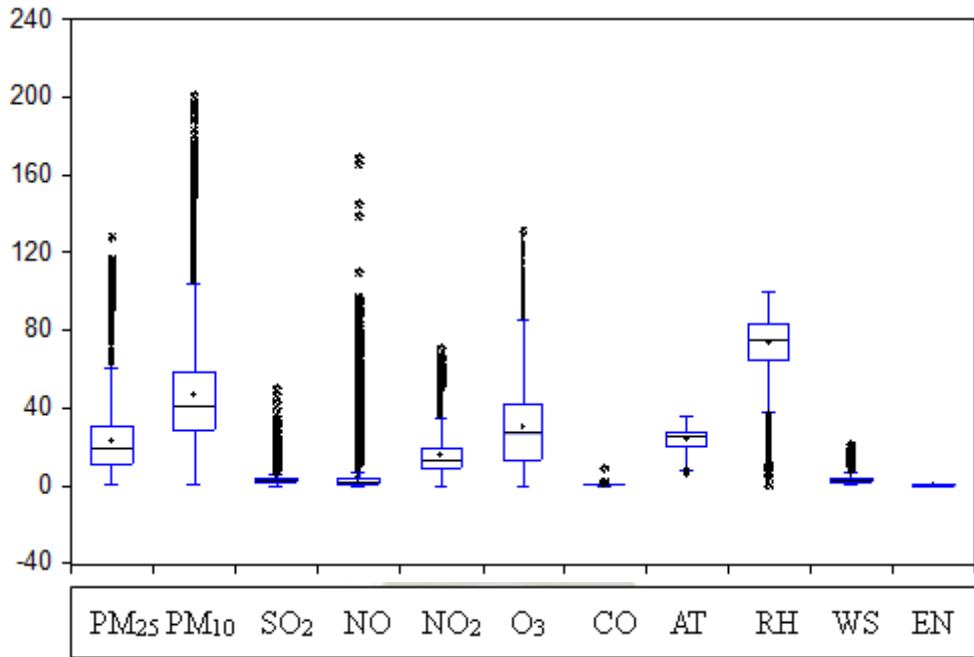
	Q0.1	Q0.5	Q0.5	Q0.9	Q0.1	Q0.9
PM25(-1)	0.706	0.825	0.825	0.808	0.706	0.808
	(323.17)***		(4.79)**		(249.16)***	
PM ₁₀	0.045	0.043	0.043	0.089	0.045	0.089
	(0.45)		(134.76)***		(114.36)***	
SO ₂	0.262	0.359	0.359	0.519	0.262	0.519
	(6.37)**		(8.04)***		(15.61)***	
NO	-0.021	-0.014	-0.014	-0.031	-0.021	-0.031
	(0.51)		(1.81)		(0.39)	
NO ₂	-0.003	-0.004	-0.004	-0.012	-0.003	-0.012
	(0.01)		(0.43)		(0.41)	
O ₃	0.041	0.032	0.032	0.038	0.041	0.038
	(4.24)**		(3.97)**		(0.39)	
CO	5.348	5.251	5.251	7.312	5.348	7.312
	(0.05)		(13.65)***		(12.17)***	
AT	-0.105	-0.041	-0.041	-0.289	-0.105	-0.289
	(0.72)		(11.07)***		(2.93)*	
AT ²	0.004	0.002	0.002	0.007	0.004	0.007
	(2.00)		(8.62)***		(1.38)	
RH	0.203	0.194	0.194	0.319	0.203	0.319
	(0.03)		(7.42)***		(5.08)**	
RH ²	-0.001	-0.001	-0.001	-0.002	-0.001	-0.002
	(0.18)		(12.06)***		(12.08)***	
WS	-0.401	-0.267	-0.267	-0.247	-0.401	-0.247
	(1.42)		(0.01)		(0.96)	
WS ²	0.039	0.031	0.031	0.018	0.039	0.018
	(0.32)		(0.29)		(0.70)	
EN	0.923	0.119	0.119	-0.181	0.923	-0.181
	(65.02)***		(4.83)**		(35.74)***	

第八節 西屯站實證分析

依據《表 4-26》敘述統計表，PM_{2.5} 平均值為 22.867，依據環保局空氣品質標準 (AQI)，仍在良好(0-50)的空氣品質的標準中，但最大值 128 卻達到敏感族群不健康的 (101-150)的等級。依據《圖 4-7》PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO、NO₂、O₃、RH 有較多的離群值。

《表 4-26》西屯站敘述統計

變數	平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
Panel A:化學因子					
PM ₂₅	22.867	19	128	1	16.044
PM ₁₀	46.449	41	201	1	24.12
SO ₂	2.803	2.4	50	0.1	1.999
NO	3.767	1.7	169	0.033	6.968
NO ₂	15.539	13	71	0.1	8.697
O ₃	29.658	27	131	0.1	20.212
CO	0.348	0.31	8.87	0.005	0.201
Panel B:氣候因子					
AT	24.192	25	36	5.3	5.525
RH	73.137	75	100	0.1	12.397
WS	2.573	2.3	21	0.2	1.583
Panel C:季節性虛擬變數					
En	0.489	0	1	0	0.5



《圖4-7》西屯站盒鬚圖

依據《表 4-27》西屯相關係數表，左下角的 pearson 相關係數表所有變數皆成 1% 顯著；右上角的 spearman 相關係數表中 SO_2 和 O 為不顯著、RH 和 EN 只有 5% 顯著，其餘皆為 1% 顯著。

《表 4-27》西屯站相關係數表

	PM_{25}	PM_{10}	SO_2	NO	NO_2	O_3	CO	AT	RH	WS	EN
PM_{25}	1.00	0.85***	0.41***	0.07***	0.40***	0.17***	0.55***	-0.10***	-0.17***	-0.20***	0.23***
PM_{10}	0.88***	1.00	0.41***	0.06***	0.37***	0.20***	0.49***	-0.07***	-0.24***	-0.14***	0.23***
SO_2	0.30***	0.30***	1.00	0.23***	0.32***	0.00	0.29***	0.26***	-0.22***	-0.26***	-0.12***
NO	0.16***	0.13***	0.16***	1.00	0.40***	-0.38***	0.30***	0.09***	0.08***	-0.25***	-0.03***
NO_2	0.45***	0.43***	0.26***	0.47***	1.00	-0.49***	0.78***	-0.23***	0.29***	-0.56***	0.18***
O_3	0.19***	0.22***	0.08***	-0.32***	-0.43***	1.00	-0.24***	0.09***	-0.61***	0.55***	0.11***
CO	0.55***	0.50***	0.24***	0.60***	0.79***	-0.24***	1.00	-0.37***	0.15***	-0.38***	0.35***
AT	-0.10***	-0.09***	0.23***	-0.08***	-0.20***	0.12***	-0.29***	1.00	-0.25***	-0.09***	-0.68***
RH	-0.12***	-0.19***	-0.20***	0.14***	0.23***	-0.62***	0.15***	-0.18***	1.00	-0.34***	0.01*
WS	-0.19***	-0.14***	-0.17***	-0.24***	-0.50***	0.42***	-0.34***	-0.17***	-0.28***	1.00	0.17***
EN	0.24***	0.25***	-0.12***	0.09***	0.21***	0.08***	0.31***	-0.67***	-0.01**	0.19***	1.00

註：1.*、**及***分別代表 α 在 10%、5%及 1%顯著。2.左下角為 Pearson 相關係數，右上角為 Spearman 相關係數。

依據《表 4-28》西屯站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計和《表 4-29》西屯監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定，OLS 的部分，WS² 為不顯著，EN 只有 5% 顯著，其餘皆為 1% 顯著。

化學因子中，SO₂ 在 Q0.9 的係數為 0.156，高於 Q0.1 和 Q0.5 的係數，在跨分量 F 檢定中 Q0.5 和 Q0.9、Q0.1 和 Q0.9 比較也為顯著不同，因此 SO₂ 在 PM_{2.5} 濃度高時有較高的影響力。

在氣象因子中，AT 和 WS 為 U 字型，顯示對 PM_{2.5} 有正向影響；RH 呈現倒 U 字型，顯示對 PM_{2.5} 有負向影響。

在東北季風虛擬變數中，在 OLS 中係數為-0.164，在 Q0.5 係數也為負值，在 Q0.9 係數也為負值。顯示東北季風會降低 PM_{2.5}。



《表 4-28》西屯站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計

	普通最小平方法	聯立分量迴歸		
	OLS	Q0.1	Q0.5	Q0.9
常數	-3.576*** (-4.85)	-7.186*** (-5.14)	-2.408*** (-2.83)	-0.885 (-1.07)
Panel A 化學因子				
PM _{2.5} (-1)	0.695*** (208.65)	0.65*** (98.06)	0.72*** (153.02)	0.714*** (132.19)
PM ₁₀	0.152*** (67.31)	0.126*** (27.89)	0.135*** (46.51)	0.176*** (60.03)
SO ₂	0.07*** (4.68)	0.024 (0.92)	0.06*** (3.17)	0.156*** (3.6)
NO	-0.042*** (-8.41)	-0.037** (-2.21)	-0.046*** (-5.11)	-0.039*** (-3.85)
NO ₂	0.044*** (7.4)	0.041** (1.89)	0.026*** (4.4)	0.013** (1.9)
O ₃	0.037*** (17.96)	0.03*** (6.1)	0.03*** (10.09)	0.047*** (16.84)
CO	6.106*** (22.65)	6.03*** (4.67)	7.095*** (13.81)	8.163*** (16.16)
Panel B 氣象因子				
AT	-0.374*** (-9.63)	-0.308*** (-5.7)	-0.32*** (-6.68)	-0.364*** (-7.68)
AT ²	0.008*** (9.83)	0.007*** (5.41)	0.007*** (6.45)	0.009*** (8.78)
RH	0.081*** (4.89)	0.106*** (2.76)	0.066*** (3.89)	0.069*** (3.66)
RH ²	-3.62E-04*** (-3.01)	-0.001*** (-2.37)	-3.96E-04*** (-3.41)	-2.10E-04* (-1.32)
WS	-0.186*** (-4.14)	-0.343*** (-3.9)	-0.133*** (-2.7)	-0.039 (-0.64)
WS ²	0.005 (1.03)	0.015* (1.64)	0.002 (0.37)	-0.004 (-1.26)
EN	-0.164** (-2.17)	0.009 (0.06)	-0.33*** (-3.97)	-0.318** (-1.86)
\bar{R}^2	0.9184	0.5936	0.7086	0.7698

註:*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、5%與 1%顯著。括號內為 t 值。OLS 的 \bar{R}^2 為 adjusted \bar{R}^2 ,SQREG 的 \bar{R}^2 為 pseud \bar{R}^2 。

《表 4-29》西屯監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定

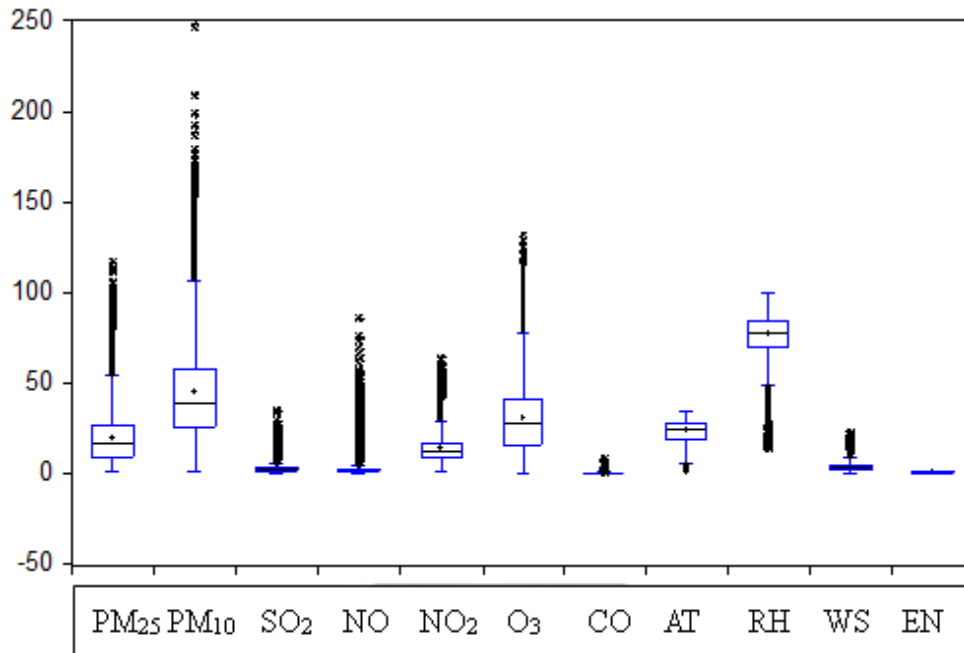
	Q0.1	Q0.5	Q0.5	Q0.9	Q0.1	Q0.9
PM25(-1)	0.65	0.72	0.72	0.714	0.65	0.714
	(150.44)***		(1.69)		(66.11)***	
PM ₁₀	0.126	0.135	0.135	0.176	0.126	0.176
	(5.94)**		(213.32)***		(84.21)***	
SO ₂	0.024	0.06	0.06	0.156	0.024	0.156
	(2.53)		(5.72)**		(6.10)**	
NO	-0.037	-0.046	-0.046	-0.039	-0.037	-0.039
	(0.40)		(0.37)		(0.01)	
NO ₂	0.041	0.026	0.026	0.013	0.041	0.013
	(0.64)		(4.99)**		(2.29)	
O ₃	0.03	0.03	0.03	0.047	0.03	0.047
	(0.01)		(31.31)***		(9.15)***	
CO	6.03	7.095	7.095	8.163	6.03	8.163
	(1.15)		(3.89)**		(3.73)*	
AT	-0.308	-0.32	-0.32	-0.364	-0.308	-0.364
	(0.05)		(0.96)		(0.76)	
AT ²	0.007	0.007	0.007	0.009	0.007	0.009
	(0.07)		(2.59)		(2.20)	
RH	0.106	0.066	0.066	0.069	0.106	0.069
	(1.42)		(0.02)		(1.05)	
RH ²	-0.001	-3.96E-04	-4.0E-04	-2.1E-04	-0.001	-2.1E-04
	(1.05)		(0.91)		(2.54)	
WS	-0.343	-0.133	-0.133	-0.039	-0.343	-0.039
	(6.05)**		(2.23)		(9.58)***	
WS ²	0.015	0.002	0.002	-0.004	0.015	-0.004
	(2.10)		(1.63)		(3.94)**	
EN	0.009	-0.33	-0.33	-0.318	0.009	-0.318
	(6.44)**		(0.00)		(3.51)*	

第九節 沙鹿站實證分析

依據《表 4-30》敘述統計表，敘述統計圖和 PM_{2.5} 平均值為 20.102，依據環保局空氣品質標準(AQI)，仍在良好(0-50)的空氣品質的標準中，但最大值 117 卻達到敏感族群不健康的(101-150)的等級。依據《圖 4-8》PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO、NO₂、O₃、RH 有較多的離群值。

《表 4-30》沙鹿敘述統計

變數	平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
Panel A:化學因子					
PM _{2.5}	20.102	17	117	1	15.041
PM ₁₀	44.795	39	247	1	25.045
SO ₂	2.764	2.3	35	0.1	1.865
NO	2.424	1.5	86	0.05	3.577
NO ₂	13.594	12	64	0.7	7.738
O ₃	30.346	28	131	0.2	18.287
CO	0.346	0.31	8.27	0.01	0.19
Panel B:氣候因子					
AT	23.726	25	35	1.078	5.646
RH	76.72	78	100	14	10.388
WS	3.441	3.1	23	0.4	2.052
Panel C:季節性虛擬數					
En	0.489	0	1	0	0.5



《圖4-8》沙鹿站盒鬚圖

依據《表 4-31》沙鹿站相關係數表，在左下角的 pearson 相關係數表中， O_3 和 SO_2 只有 10% 顯著， NO 和 AT 不顯著，其餘變數皆為 1% 顯著。右上角的 spearman 相關係數表中皆有 1% 顯著。

《表 4-31》沙鹿站相關係數表

	PM_{25}	PM_{10}	SO_2	NO	NO_2	O_3	CO	AT	RH	WS	EN
PM_{25}	1.00	0.82***	0.37***	0.06***	0.47***	0.15***	0.63***	-0.16***	-0.03***	-0.28***	0.21***
PM_{10}	0.86***	1.00	0.37***	0.06***	0.41***	0.22***	0.58***	-0.18***	-0.09***	-0.16***	0.29***
SO_2	0.32***	0.32***	1.00	0.30***	0.44***	-0.13***	0.37***	0.24***	-0.20***	-0.36***	-0.14***
NO	0.15***	0.13***	0.32***	1.00	0.35***	-0.30***	0.29***	0.13***	-0.09***	-0.16***	-0.05***
NO_2	0.50***	0.44***	0.39***	0.44***	1.00	-0.41***	0.79***	-0.23***	0.20***	-0.51***	0.21***
O_3	0.16***	0.22***	0.01*	-0.30***	-0.38***	1.00	-0.13***	-0.05***	-0.45***	0.49***	0.13***
CO	0.59***	0.54***	0.33***	0.51***	0.77***	-0.16***	1.00	-0.33***	0.09***	-0.34***	0.31***
AT	-0.14***	-0.15***	0.22***	-0.01	-0.17***	-0.01*	-0.23***	1.00	-0.22***	-0.22***	-0.73***
RH	-0.02***	-0.08***	-0.19***	0.03***	0.15***	-0.47***	0.08***	-0.12***	1.00	-0.21***	0.12***
WS	-0.24***	-0.13***	-0.26***	-0.20***	-0.46***	0.40***	-0.29***	-0.29***	-0.20***	1.00	0.23***
EN	0.23***	0.29***	-0.12***	0.05***	0.21***	0.09***	0.26***	-0.71***	0.08***	0.25***	1.00

註：1.*、**及***分別代表 α 在 10%、5%及 1% 顯著。2.左下角為 Pearson 相關係數，右上角為 Spearman 相關係數。

依據《表 4-32》沙鹿站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計化學因子中和《表 4-33》沙鹿監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定，在 OLS 的部分，SO₂ 為不顯著，其餘皆為 1% 顯著，NO 的係數為負值。

化學因子中，PM₁₀ 在在 Q0.9 時係數為 0.135，高於 Q0.1 和 Q0.5，在跨分量 F 檢定中，Q0.5 和 Q0.9、Q0.1 和 Q0.9 也顯著不同。SO₂ 在 Q0.9 時的係數也為 0.118 且 1% 顯著，代表 PM₁₀ 在 PM_{2.5} 濃度高時影響力較高。SO₂ 在 Q0.9 時的係數為 0.118，且在 OLS 為不顯著，在 Q0.1 和 Q0.5 也不顯著，因此 SO₂ 只有在 PM_{2.5} 濃度高時影響較大。NO₂ 在 Q0.1 係數為 0.135，高於 Q0.5 和 Q0.9，且在跨分量 F 檢定中 Q0.1 和 Q0.9、Q0.5 和 Q0.9 為顯著不同。

在氣象因子方面，AT、WS 為 U 字型，對 PM_{2.5} 呈現正關係；RH 為倒 U 字型，顯示對 PM_{2.5} 呈現負相關。

在東北季風虛擬變數方面，在 OLS 和 SQREG 中係數皆為負值，顯示東北季風會降低 PM_{2.5}。

《表 4-32》沙鹿站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計

	普通最小平方法	聯立分量迴歸		
	OLS	Q0.1	Q0.5	Q0.9
常數	-4.833*** (-5.96)	-17.103*** (-10.73)	-3.948*** (-4.62)	4.517*** (2.77)
Panel A 化學因子				
PM ₂₅ (-1)	0.72*** (236.42)	0.655*** (106.12)	0.784*** (209.38)	0.78*** (117.65)
PM ₁₀	0.128*** (0.74)	0.109*** (34.82)	0.094*** (33.96)	0.135*** (29.6)
SO ₂	0.012 (0.74)	-0.038 (-1.23)	0.001 (0.04)	0.118*** (2.76)
NO	-0.03*** (-3.65)	-0.035* (-1.31)	-0.019* (-1.57)	-0.025* (-1.32)
NO ₂	0.082*** (13.88)	0.135*** (8.77)	0.054*** (7.17)	0.036*** (3.65)
O ₃	0.029*** (15.44)	0.033*** (9.03)	0.02*** (8.77)	0.036*** (7.44)
CO	4.046*** (17.77)	2.362*** (2.49)	4.13*** (10.69)	6.307*** (9.03)
Panel B 氣象因子				
AT	-0.401*** (-11.76)	-0.299*** (-8.51)	-0.255*** (-7.54)	-0.501*** (-6.46)
AT ²	0.008*** (10.17)	0.005*** (6.17)	0.005*** (6.44)	0.012*** (7.23)
RH	0.164*** (8.15)	0.395*** (10.98)	0.121*** (5.54)	-0.008 (-0.26)
RH ²	-0.001*** (-6.46)	-0.002*** (-10.31)	-0.001*** (-4.86)	2.06E-04 (1.01)
WS	-0.222*** (-5.88)	-0.135** (-1.83)	-0.217*** (-6.11)	-0.208*** (-3.05)
WS ²	0.004 (1.14)	-0.007 (-1.05)	0.009*** (2.91)	0.004 (0.73)
EN	-0.836*** (-11.66)	-0.796*** (-7.86)	-0.675*** (-13.9)	-0.803*** (-6.87)
\bar{R}^2	0.9236	0.6041	0.7337	0.7841

註：*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、 5% 與 1% 顯著。括號內為 t 值。OLS 的 \bar{R}^2 為 adjusted \bar{R}^2 ,SQREG 的 \bar{R}^2 為 pseud \bar{R}^2 。

《表 4-33》沙鹿監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定

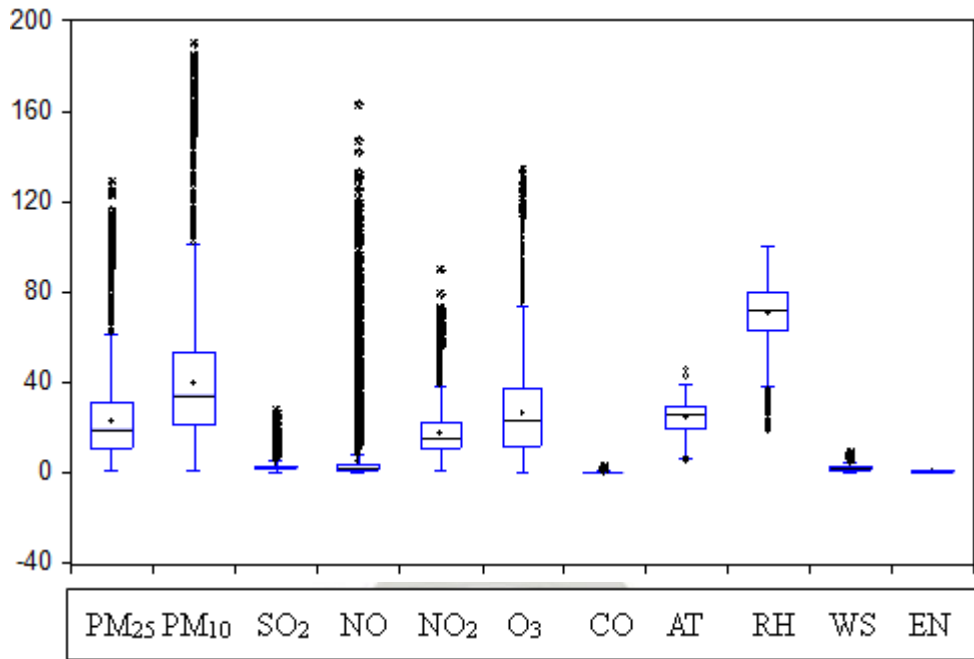
	Q0.1 Q0.5	Q0.5 Q0.9	Q0.1 Q0.9
PM25(-1)	0.655 0.784 (582.22)***	0.784 0.78 (0.53)	0.655 0.78 (255.27)***
PM ₁₀	0.109 0.094 (40.42)***	0.094 0.135 (86.48)***	0.109 0.135 (36.78)***
SO ₂	-0.038 0.001 (1.59)	0.001 0.118 (5.44)**	-0.038 0.118 (7.41)***
NO	-0.035 -0.019 (0.51)	-0.019 -0.025 (0.13)	-0.035 -0.025 (0.17)
NO ₂	0.135 0.054 (30.50)***	0.054 0.036 (3.31)*	0.135 0.036 (47.45)***
O ₃	0.033 0.02 (15.95)***	0.02 0.036 (12.97)***	0.033 0.036 (0.19)
CO	2.362 4.13 (5.67)**	4.13 6.307 (9.58)***	2.362 6.307 (19.98)***
AT	-0.299 -0.255 (1.60)	-0.255 -0.501 (13.17)***	-0.299 -0.501 (7.57)***
AT ²	0.005 0.005 (0.01)	0.005 0.012 (21)***	0.005 0.012 (17.85)***
RH	0.395 0.121 (76.99)***	0.121 -0.008 (15.11)***	0.395 -0.008 (73.08)***
RH ²	-0.002 -0.001 (68.45)***	-0.001 2.06E-04 (16)***	-0.002 2.06E-04 (73.43)***
WS	-0.135 -0.217 (2.16)	-0.217 -0.208 (0.02)	-0.135 -0.208 (1.20)
WS ²	-0.007 0.009 (8.40)***	0.009 0.004 (0.60)	-0.007 0.004 (3.20)*
EN	-0.796 -0.675 (1.35)	-0.675 -0.803 (1.38)	-0.796 -0.803 (0.00)

第十節 忠明站實證分析

依據《表 4-34》敘述統計表，敘述統計圖和 PM_{2.5} 平均值為 22.812，依據環保局空氣品質標準(AQI)，仍在良好(0-50)的空氣品質的標準中，但最大值 117 卻達到敏感族群不健康的(101-150)的等級。依據《圖 4-9》PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO、NO₂、O₃、RH 有較多的離群值。

《表 4-34》忠明站敘述統計

變數	平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
Panel A:化學因子					
PM ₂₅	22.812	19	129	1	15.721
PM ₁₀	39.883	34	190	1	25.634
SO ₂	2.629	2.3	28	0.1	1.564
No	4.554	2.2	163	0.1	8.625
No ₂	17.611	15	90	1	9.451
O ₃	26.493	23	134	0.1	19.323
CO	0.443	0.39	2.91	0.03	0.251
Panel B:氣候因子					
AT	24.644	26	46	5.2	5.636
RH	70.954	72	100	18	12.036
WS	1.887	1.8	9.1	0.4	0.834
Panel C:季節性虛擬變數					
En	0.489	0	1	0	0.5



《圖4-9》忠明站盒鬚圖

依據《表 4-35》忠明站相關係數表，在左下角的 pearson 相關係數表中， O_3 和 NO_2 為不顯著， EN 和 RH 也不顯著，其餘變數皆為顯著；在右上角的 spearman 相關係數表中， WS 和 EN 為不顯著，其餘變數皆為顯著。

《表 4-35》忠明站相關係數表

	PM_{25}	PM_{10}	SO_2	NO	NO_2	O_3	CO	AT	RH	WS	EN
PM_{25}	1.00	0.86***	0.49***	0.09***	0.45***	0.16***	0.52***	-0.08***	-0.21***	-0.15***	0.24***
PM_{10}	0.90***	1.00	0.49***	0.10***	0.45***	0.19***	0.50***	-0.07***	-0.26***	-0.10***	0.25***
SO_2	0.39***	0.39***	1.00	0.21***	0.44***	-0.03***	0.43***	0.08***	-0.21***	-0.15***	0.04***
NO	0.17***	0.16***	0.18***	1.00	0.45***	-0.33***	0.45***	-0.04***	-0.04***	-0.12***	0.15***
NO_2	0.48***	0.49***	0.35***	0.48***	1.00	-0.36***	0.86***	-0.34***	0.11***	-0.40***	0.36***
O_3	0.20***	0.21***	0.08***	-0.30***	-0.33	1.00	-0.29***	0.23***	-0.60***	0.57***	-0.02***
CO	0.52***	0.50***	0.33***	0.69***	0.85***	-0.28***	1.00	-0.33***	0.10***	-0.39***	0.33***
AT	-0.08***	-0.08***	0.13***	-0.18***	-0.29***	0.25***	-0.27***	1.00	-0.28***	0.15***	-0.68***
RH	-0.16***	-0.20***	-0.20***	0.11***	0.09***	-0.62***	0.11***	-0.21***	1.00	-0.42***	0.02***
WS	-0.17***	-0.12***	-0.08***	-0.25***	-0.41***	0.49***	-0.39***	0.10***	-0.39***	1.00	0.01
EN	0.26***	0.27***	-0.01**	0.19***	0.34***	-0.03***	0.30***	-0.67***	0.01	0.01**	1.00

註：1.*、**及***分別代表 α 在 10%、5%及 1%顯著。2.左下角為 Pearson 相關係數，右上角為 Spearman 相關係數。

依據《表 4-36》忠明站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計和《表 4-37》忠明監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定，化學因子的部分，PM₁₀ 在 Q0.9 分量時係數為 0.178 最高，高於 Q0.1 和 Q0.5，且跨分量 F 檢定中，Q0.5 和 Q0.9 的比較、Q0.1 和 Q0.9 的比較也顯著有差別，顯示 PM₁₀ 在 PM_{2.5} 濃度高時有較高影響力。化學因子中只有 NO 和 NO₂ 呈現負值。

在氣象因子方面，AT、WS 呈現 U 字型，皆對 PM_{2.5} 呈現正相關；RH 呈現倒 U 字型，對 PM_{2.5} 呈現負相關。

在季節性虛擬變數中 EN 中，在 OLS 中為 0.138 且 1% 顯著，在 SQREG 中，Q0.5 和 Q0.9 皆為正相關且 1% 顯著。



《表 4-36》 忠明站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計

	普通最小平方法	聯立分量迴歸		
	OLS	Q0.1	Q0.5	Q0.9
常數	-3.194*** (-4.3)	-5.753*** (-4.62)	-2.538*** (-2.89)	-2.412** (-2.2)
Panel A 化學因子				
PM ₂₅ (-1)	0.677*** (199.86)	0.643*** (105)	0.695*** (196.04)	0.69*** (154.28)
PM ₁₀	0.151*** (69.47)	0.128*** (32.63)	0.14*** (45.75)	0.178*** (52.34)
SO ₂	0.201*** (10.78)	0.202*** (5.66)	0.195*** (9.97)	0.196*** (3.94)
NO	-0.062*** (-13.79)	-0.052*** (-8.28)	-0.054*** (-8.37)	-0.048*** (-9.09)
NO ₂	-0.019*** (-3.23)	0.011 (0.97)	-0.02*** (-2.76)	-0.006 (-0.56)
O ₃	0.036*** (17.69)	0.031*** (11.18)	0.033*** (15.59)	0.044*** (11.26)
CO	6.442*** (24.49)	4.848*** (12.5)	6.004*** (16.24)	5.946*** (14.41)
Panel B 氣象因子				
AT	-0.244*** (-6.73)	-0.222*** (-3.27)	-0.193*** (-5.91)	-0.21*** (-2.88)
AT ²	0.006*** (7.21)	0.005*** (3.74)	0.005*** (6.38)	0.005*** (3.02)
RH	0.1*** (5.84)	0.068*** (2.64)	0.073*** (2.91)	0.158*** (6.39)
RH ²	-0.001*** (-4.47)	-2.85E-04 (-1.61)	-4.16E-04** (-2.48)	-0.001*** (-5.27)
WS	-0.762*** (-6.45)	-0.941*** (-8.25)	-0.68*** (-5.71)	-0.228 (-0.85)
WS ²	0.089*** (3.64)	0.126*** (6.3)	0.07*** (2.62)	-0.013 (-0.24)
EN	0.138** (1.87)	-0.033 (-0.24)	0.197*** (3.5)	0.369*** (3.2)
\bar{R}^2	0.9216	0.5981	0.7109	0.7752

註：*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、 5% 與 1% 顯著。括號內為 t 值。OLS 的 \bar{R}^2 為 adjusted \bar{R}^2 ,SQREG 的 \bar{R}^2 為 pseud \bar{R}^2 。

《表 4-37》 忠明監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定

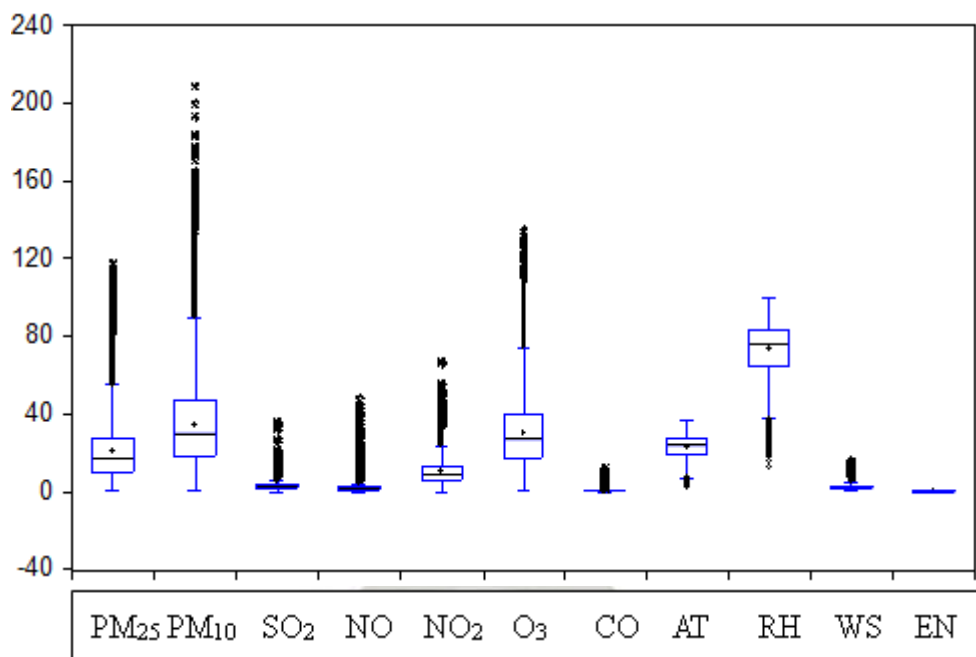
	Q0.1	Q0.5	Q0.5	Q0.9	Q0.1	Q0.9
PM25(-1)	0.643	0.695	0.695	0.69	0.643	0.69
	(57.60)***		(0.61)		(32.05)***	
PM ₁₀	0.128	0.14	0.14	0.178	0.128	0.178
	(6.44)**		(82.44)***		(132.84)***	
SO ₂	0.202	0.195	0.195	0.196	0.202	0.196
	(0.05)		(0.00)		(0.01)	
NO	-0.052	-0.054	-0.054	-0.048	-0.052	-0.048
	(0.09)		(0.84)		(0.75)	
NO ₂	0.011	-0.02	-0.02	-0.006	0.011	-0.006
	(5.17)**		(1.43)		(1.26)	
O ₃	0.031	0.033	0.033	0.044	0.031	0.044
	(0.61)		(7.23)***		(8.46)***	
CO	4.848	6.004	6.004	5.946	4.848	5.946
	(5.08)**		(0.01)		(5.69)**	
AT	-0.222	-0.193	-0.193	-0.21	-0.222	-0.21
	(0.13)		(0.06)		(0.01)	
AT ²	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	(0.06)		(0.06)		(0.00)	
RH	0.068	0.073	0.073	0.158	0.068	0.158
	(0.04)		(6.15)**		(5.42)**	
RH ²	2.85E-04	-4.16E-04	-4.16E-04	-0.001	2.85E-04	-0.001
	(0.43)		(5.14)**		(6.04)**	
WS	-0.941	-0.68	-0.68	-0.228	-0.941	-0.228
	(4.54)**		(3.34)*		(9.55)***	
WS ²	0.126	0.07	0.07	-0.013	0.126	-0.013
	(5.39)**		(2.84)*		(10.04)***	
EN	-0.033	0.197	0.197	0.369	-0.033	0.369
	(3.45)*		(1.69)		(4.21)**	

第十一節 豐原站實證分析

依據《表 4-38》敘述統計表，敘述統計圖和 PM_{2.5} 平均值為 20.783，依據環保局空氣品質標準(AQI)，仍在良好(0-50)的空氣品質的標準中，但最大值 118 卻達到敏感族群不健康的(101-150)的等級。依據《圖 4-10》PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO、NO₂、O₃、有較多的離群值。

《表 4-38》豐原站敘述統計

變數	平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
Panel A:化學因子					
PM ₂₅	20.783	17	118	0.4	14.901
PM ₁₀	34.720	30	209	1	22.904
SO ₂	2.62	2.2	36	0.004	1.7
No	2.096	1.5	48	0.014	2.33
No ₂	10.426	9.1	67	0.05	6.1
O ₃	30.593	27	135	0.2	18.811
CO	0.389	0.32	12.13	0.009	0.466
Panel B:氣候因子					
AT	22.89	24	37	2.5	5.614
RH	73.305	76	100	13	12.254
WS	2.292	2	16	0.4	1.313
Panel C:季節性虛擬數					
En	0.489	0	1	0	0.5



《圖4-10》豐原站盒鬚圖

依據《表 4-39》豐原站相關係數表，在左下角的 pearson 相關係數表中其餘變數皆為顯著 RH 和 NO₂ 為不顯著，EN 和 O₃ 為不顯著，其餘變數皆不顯著；在右上角的 spearman 相關係數表中，NO 和 WS 只有 10% 顯著，其餘變數皆為顯著。

《表 4-39》豐原站相關係數表

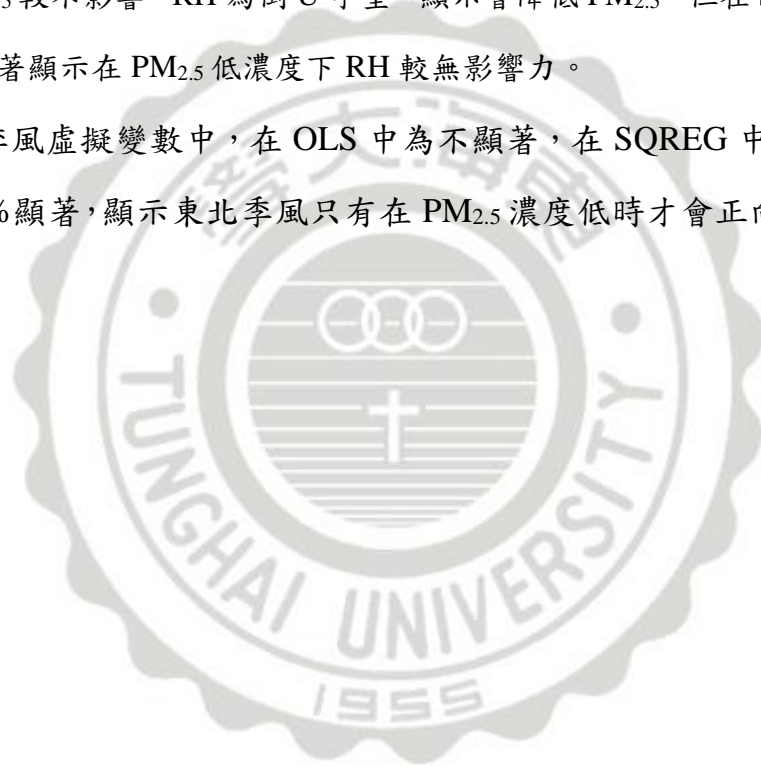
	<i>PM₂₅</i>	<i>PM₁₀</i>	<i>SO₂</i>	<i>NO</i>	<i>NO₂</i>	<i>O₃</i>	<i>CO</i>	<i>AT</i>	<i>RH</i>	<i>WS</i>	<i>ENI</i>
<i>PM₂₅</i>	1.00	0.75***	0.43***	0.06***	0.47***	0.31***	0.51***	0.10***	-0.22***	-0.08***	0.07***
<i>PM₁₀</i>	0.77***	1.00	0.44***	0.10***	0.53***	0.32***	0.55***	0.06***	-0.25***	-0.09***	0.12***
<i>SO₂</i>	0.37***	0.38***	1.00	0.28***	0.44***	0.29***	0.33***	0.43***	-0.39***	0.15***	-0.20***
<i>NO</i>	0.03***	0.08***	0.21***	1.00	0.36***	-0.07***	0.29***	0.07***	-0.14***	0.01*	0.05***
<i>NO₂</i>	0.45***	0.50***	0.39***	0.45***	1.00	-0.06***	0.75***	-0.07***	-0.01*	-0.31***	0.19***
<i>O₃</i>	0.38***	0.37***	0.30***	-0.18***	-0.05***	1.00	0.02***	0.18***	-0.64***	0.38***	0.04***
<i>CO</i>	0.23***	0.25***	0.44***	0.18***	0.29***	0.05***	1.00	-0.21***	-0.01**	-0.27***	0.29***
<i>AT</i>	0.08***	0.04***	0.35***	-0.04***	-0.08***	0.23***	0.05***	1.00	-0.35***	0.30***	-0.68***
<i>RH</i>	-0.17***	-0.23***	-0.33***	-0.02***	0.01	-0.65***	-0.09***	-0.29***	1.00	-0.41***	0.06***
<i>WS</i>	-0.09***	-0.10***	0.12***	-0.09***	-0.28***	0.23***	0.04***	0.26***	-0.30***	1.00	-0.18***
<i>EN</i>	0.10***	0.16***	-0.16***	0.11***	0.22***	0.00	0.03***	-0.67***	0.04***	-0.19***	1.00

註：1.*、**及***分別代表α在 10%、5%及 1%顯著。2.左下角為 Pearson 相關係數，右上角為 Spearman 相關係數。

依據《表 4-40》豐原站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計和《表 4-41》豐原監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定，在化學因子的部分 NO 無論在 OLS 和 SQREG 皆為不顯著。SO₂ 的係數在 Q0.9 分量中係數為 0.348 且 1% 顯著，高於 Q0.1 和 Q0.5 分量，且在 Q0.5 和 Q0.9、Q0.1 和 Q0.9 也為顯著不同，代表 SO₂ 在 PM_{2.5} 濃度高時影響力最大。

在氣象因子中，AT 無論在 OLS 或 SQREG 中皆為不顯著，顯示溫度對 PM_{2.5} 較不影響。WS 對在 OLS 中為不顯著，在 SQREG 中只在 Q0.1 為 10% 顯著，顯示風速也是對於 PM_{2.5} 較不影響。RH 為倒 U 字型，顯示會降低 PM_{2.5}，但在 SQREG 中 Q0.1 分量中為不顯著顯示在 PM_{2.5} 低濃度下 RH 較無影響力。

在東北季風虛擬變數中，在 OLS 中為不顯著，在 SQREG 中，只有在低分量 Q0.1 中 5% 顯著，顯示東北季風只有在 PM_{2.5} 濃度低時才會正向影響 PM_{2.5}。



《表 4-40》豐原站最小平方法和聯立分量迴歸模型之估計

	普通最小平方法	聯立分量迴歸		
	OLS	Q0.1	Q0.5	Q0.9
常數	-8.994*** (-10.64)	-8.611*** (-7.2)	-0.088*** (-0.99)	-9.148*** (-5.88)
Panel A 化學因子				
PM _{2.5} (-1)	0.748*** (245.36)	0.65*** (139.2)	0.774*** (240.92)	0.763*** (136.76)
PM ₁₀	0.106*** (49.41)	0.088*** (22.9)	0.092*** (41.47)	0.148*** (33.37)
SO ₂	0.176*** (7.34)	0.116*** (2.64)	0.152*** (4.96)	0.348*** (6.48)
NO	0.001 (0.1)	-0.036 (-1.17)	-0.002 (-0.12)	-0.014 (-0.66)
NO ₂	0.141*** (19.58)	0.13*** (9.24)	0.119*** (9.6)	0.166*** (9.41)
O ₃	0.057*** (23.75)	0.056*** (21.98)	0.049*** (14.48)	0.048*** (11.25)
CO	0.465*** (6.42)	0.407*** (3.22)	0.413*** (5.17)	0.458*** (3.04)
Panel B 氣象因子				
AT	-0.023 (-0.61)	0.001 (0.02)	-0.03 (-0.79)	0.008 (0.15)
AT ²	0.002** (1.69)	0.001 (0.72)	0.002* (1.63)	0.001 (0.69)
RH	0.149*** (7.15)	0.023 (0.63)	0.136*** (5.69)	0.289*** (8.1)
RH ²	-0.001*** (-5.42)	1.19E-04 (0.43)	-0.001*** (-4.88)	-0.002*** (-7.19)
WS	-0.038 (-0.7)	-0.091* (-1.46)	0.007 (0.1)	-0.021 (-0.17)
WS ²	0.007* (1.35)	0.021*** (3.71)	0.003 (0.82)	-0.006 (-0.61)
EN	0.014 (0.16)	0.256** (1.99)	-0.088 (-0.99)	0.045 (0.3)
\bar{R}^2	0.8764	0.4978	0.6355	0.7167

註：*、**及***各代表 $\alpha=10\%$ 、5%與 1%顯著。括號內為 t 值。OLS 的 \bar{R}^2 為 adjusted \bar{R}^2 , SQREG 的 \bar{R}^2 為 pseud \bar{R}^2 。

《表 4-41》豐原監測站跨分量(Inter-quantile)之 F 檢定

	Q0.1	Q0.5	Q0.5	Q0.9	Q0.1	Q0.9
PM _{2.5} (-1)	0.65	0.774	0.774	0.763	0.65	0.763
	(573.38)***		(4.62)**		(227.36)***	
PM ₁₀	0.088	0.092	0.092	0.148	0.088	0.148
	(1.04)		(138.52)***		(99.16)***	
SO ₂	0.116	0.152	0.152	0.348	0.116	0.348
	(0.61)		(10.62)***		(10.73)***	
NO	-0.036	-0.002	-0.002	-0.014	-0.036	-0.014
	(1.47)		(0.53)		(0.33)	
NO ₂	0.13	0.119	0.119	0.166	0.13	0.166
	(0.74)		(13.4)***		(3.56)*	
O ₃	0.056	0.049	0.049	0.048	0.056	0.048
	(6.41)**		(0.03)		(2.66)	
CO	0.407	0.413	0.413	0.458	0.407	0.458
	(0.00)		(0.09)		(0.07)	
AT	0.001	-0.03	-0.03	0.008	0.001	0.008
	(0.34)		(0.40)		(0.01)	
AT ²	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001
	(0.18)		(0.19)		(0.00)	
RH	0.023	0.136	0.136	0.289	0.023	0.289
	(7.52)***		(19.60)***		(22.53)***	
RH ²	1.19E-04	-0.001	-0.001	-0.002	1.19E-04	-0.002
	(10.14)***		(19.54)***		(24.64)***	
WS	-0.091	0.007	0.007	-0.021	-0.091	-0.021
	(2.71)*		(0.09)		(0.33)	
WS ²	0.021	0.003	0.003	-0.006	0.021	-0.006
	(16.75)***		(1.26)		(7.55)***	
EN	0.256	-0.088	-0.088	0.045	0.256	0.045
	(7.65)***		(1.08)		(1.66)	

第五章 結論與建議

本章先說明本研究的結論，接著敘述研究與貢獻、管理意涵，最後說明本研究的限制。

第一節 研究結論

本節將 PM_{2.5} 濃度高的 0.9 分量和 PM_{2.5} 濃度低的 0.1 分量，各進行每個監測站之比較。

因為 0.9 分量為 PM_{2.5} 濃度較高的時候，為空氣污染嚴重之狀態，為關注重點，因此進行各監測站的研究結論：

1. 化學因子方面:(1)PM_{2.5}(-1)在各監測站中係數皆為正且顯著；(2)PM₁₀ 同樣也在各監測站中為正且為顯著，代表 PM₁₀ 會同向增加 PM_{2.5}；(3)SO₂ 只有在埔里站係數為負值，其餘監測站皆為正且顯著，代表除了埔里站，其餘監測站 SO₂ 皆會同向增加 PM_{2.5}；(4)NO 卻只有在線西、三義、馬祖係數為正且顯著，代表只有在線西、三義、馬祖，NO 才會同向增加 PM_{2.5}；(5)NO₂ 也只在線西、三義、永和、馬祖、西屯、沙鹿、和豐原為正向且顯著，代表只在線西、三義、永和、馬祖、西屯、沙鹿、和豐原 NO₂ 才會同向增加 PM_{2.5}；(6)O₃ 在各監測站皆為顯著且 1% 顯著，代表 O₃ 在每個監測站皆會同向增加 PM_{2.5}；(7)CO 在各監測站係數皆為正且顯著代表 CO 在每個監測站皆會同向增加 PM_{2.5}。
2. 氣象因子方面:(1)AT 在線西、永和、馬祖、大里、西屯、沙鹿和忠明皆為一次項為負而二次項為正並且顯著，因此呈現 U 字型，現階段會增加 PM_{2.5}；(2)RH 在永和、大里、忠明和豐原皆為一次項為正而二次項為負值，並且二次項的係數較大，因此呈現倒 U 字型，現階段會降低 PM_{2.5}；(3)WS 只在線西、永和一次項為負值二次項為正值並且顯著，因此呈現 U 字型，現階段會增加 PM_{2.5}。
3. 東北季風虛擬變數方面，只有永和忠明監測站係數為正且為顯著，代表在這兩個監測站東北季風會同向影響 PM_{2.5}。

接著將PM_{2.5}濃度低的0.1分量進行各監測站之組成因子比較，雖0.1分量为空氣污染較不嚴重之狀態，但分量回歸可以看出極端值之變化，同時了解PM_{2.5}濃度低時的組成因子也是相當重要的，0.1分量之研究結論如下：

1. 化學因子方面:(1)PM_{2.5}(-1)在所有監測站係數皆為正且顯著；(2)PM₁₀在所有監測站係數皆為正且顯著，代表PM₁₀在所有監測站皆會同向增加PM_{2.5}；(3)SO₂在埔里、線西係數為負值且顯著，代表SO₂在埔里、線西會降低PM_{2.5}。而在西屯、沙鹿為不顯著，代表SO₂在西屯沙鹿不影響PM_{2.5}。在三義、永和、馬祖、大里、忠明和豐原係數皆為正且顯著，代表SO₂在這些監測站會增加PM_{2.5}；(4)NO在所有監測站皆沒有係數為正的且顯著，代表NO並不會同向增加PM_{2.5}；(5)NO₂在線西、三義、永和、馬祖、西屯、沙鹿和豐原係數皆為正且顯著，代表NO₂在這些監測站皆會增加PM_{2.5}；(6)O₃在所有監測站係數皆為正且1%顯著，代表O₃在所有監測站皆會增加PM_{2.5}；(7)CO在所有監測站係數皆為正且1%顯著，代表CO在所有監測站皆會增加PM_{2.5}。
2. 氣象因子方面:(1)AT在埔里、線西、永和、西屯、沙鹿和忠明一次項為負而二次項為正且顯著，代表AT對PM_{2.5}呈現U自型，現階段會增加PM_{2.5}；(2)RH在埔里、永和、馬祖、大里、西屯和沙鹿皆為一次項為正，二次項為負值且顯著，代表AT對PM_{2.5}呈現倒U字型，現階段會減少PM_{2.5}；(3)WS在埔里、三義、永和、大里、西屯、忠明和豐原皆一次項為負值而二次項為正值且顯著，代表WS對PM_{2.5}呈現U字型，現階段會增加PM_{2.5}。
3. 東北季風虛擬變數方面:EN在埔里、三義和沙鹿係數皆為負值且顯著，代表東北季風在埔里、三義和沙鹿會降低PM_{2.5}；EN在線西、永和、西屯和忠明皆不顯著，代表東北季風在線西、永和、西屯和忠明皆不影響PM_{2.5}；EN在馬祖、大里和豐原係數皆為正且顯著，代表東北季風在馬祖、大里和豐原皆會增加PM_{2.5}。

第二節 研究貢獻與管理意涵

本研究為探討分析了解台灣十大監測站的PM_{2.5}濃度與影響因子，主要研究貢獻與管理意涵如下：

1. 過去對於研究PM_{2.5}濃度在台灣很少研究使用聯立分量迴歸進行分析，過去多為使用最小平方法(OLS)或其他方法進行分析，聯立分量迴歸可以看出PM_{2.5}中濃度高和濃度低時的各個組成因子。
2. 本研究的監測站涵蓋台灣各個重點地區，包括台中(大里、西屯、沙鹿、忠明、豐原)、彰化(線西)、南投(埔里)、苗栗(三義)、馬祖、新北(永和)，對於台灣PM_{2.5}的減量可以提供參考。



第三節 研究限制

本文之研究限制，結論如下：

1. 化學因子資料由於白天和夜晚的屬性不同，例如埔里、線西 SO_2 可能因為白天氣溫高而生成 O_3 ，所以在本文中埔里站的 SO_2 在相關係數表中呈現正值，但在 OLS 和 SQREG 中呈現負值；線西的 SO_2 才會在相關係數中呈現正值，但在 OLS 中迴歸參數呈現負值，也在 SQREG 中迴歸分量 Q0.1、Q0.5 呈現負值。
2. 本文係以每年 10 月至隔年 3 月，設定境外東北季風虛擬變數(EN)，導致實證結果出現矛盾現象(相關係數為正；但迴歸係數為負)；由於境外污染係國人非常關注議題，故有必要更嚴謹設定此變數。



參考文獻

一、中文文獻

- 陳信木、林佳瑩(1997)。調查資料之遺漏值的處置-以熱卡插補法為例。調查研究,(3), 75-106。
- 陳建良、管中閔(2006)。台灣工資函數與工資性別歧視的分量迴歸分析。經濟論文, 34(4), 435-468。
- 張立農、江孟玲與林紹遠(2015)。台灣交通空氣品質監測站 PM₁₀ 變異影響因素之研究。水土保持學報, 47(1):1235-1246。
- 莊家彰、管中閔(2005)。台灣與美國股市價量關係的分量迴歸分析。經濟論文, 33(4), 379-404。
- 楊奕農(2017)。時間序列分析。台北市:雙葉書廊。
- 劉彩卿、陳欽賢(2012)。STATA 基礎操作與統計模型應用。台北市:雙葉書廊。

二、英文文獻

- Chen, H. W., Chen, W. Y., Chang, C. N., and Chuang, Y. H. (2013). Characterization of particles in the ambience of the high-tech industrial park of Central Taiwan. *Aerosol and Air Quality Research*, 13(2), 699-708.
- Gourieroux, C., and Monfort, A. (1981). On the problem of missing data in linear models. *The Review of Economic Studies*, 48(4), 579-586.
- k.Gan,S.L.Sun,S.Y.Wang,Y.J.Wei(2018). A secondary-decomposition-ensemble learning paradigm for forecasting PM_{2.5} concentration. *Atmospheric Pollution Research*, 9(6), 989-999.
- Kim, J.O and Curry ,j. The treatment of missing data in multivariate analysis. *Sociological Methods & Research*,6(2),215-240.
- Koenker,R. and G.J.Bassett(1978).”Regression Quantiles,”*Econometrica*,46, 33-50.
- Little, R. J. and Rubin, D.B. (1987). *Statistical Analysis with Missing Data*.New York John Wiley,(85).
- M.F.Niu,Y.F.Wang,S.L.Sun,Y.W.Li(2016). A novel hybrid decomposition-and-ensemble model based on CEEMD and GWO for short-term PM_{2.5} concentration forecasting. *Atmospheric environment*, 134, 168-180.
- M.Niu,K.Gan,S.Sun,F.Li(2017). Application of decomposition-ensemble learning paradigm with phase space reconstruction for day-ahead PM_{2.5} concentration forecasting. *Journal of environmental management*, 196, 110-118.

- P.Wang,H.Zhang,Z.D.Qin,G.S.zhang(2017). A novel hybrid-Garch model based on ARIMA and SVM for PM_{2.5} concentrations forecasting. Atmospheric Pollution Research, 8(5), 850-860.
- Rogers, W.(1993). Quantile regression standard errors. Stata Technical Bulletin, 2(9).
- S.Moisan,R.Herrera,A.Clements(2018). A dynamic multiple equation approach for forecasting PM_{2.5} pollution in Santiago, Chile. International Journal of Forecasting, 34(4), 566-581.
- Seinfeld,J.H.,and Pandis,S.N.(1998),Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change,Wiley.com.
- X.Y.Ni,H.Huang,W.P.Du (2017). Relevance analysis and short-term prediction of PM_{2.5} concentrations in Beijing based on multi-source data. Atmospheric environment, 150, 146-161.
- Z.G.Shang, T.Deng,J.Q.He, X.H.Duan(2019). A novel model for hourly PM_{2.5} concentration prediction based on CART and EELM. Science of The Total Environment, 651, 3043-3052.
- Zhang, Y., Salam, M. T., Berhane, K., Eckel, S. P., Rappaport, E. B., Linn, W. S.,and Gilliland, F. D. (2017). Genetic and epigenetic susceptibility of airway inflammation to PM_{2.5} in school children: new insights from quantile regression.Environmental Health,16(1), 88.

