

東海大學環境科學與工程研究所

碩士論文

高雄都會區空氣污染與健康效應之分析

**The study of air pollution and health effect at
Kaohsiung metropolis in South Taiwan**



指導教授：程萬里 教授

研究生：高永峰

中華民國九十九年六月

摘要

由於台灣早期在設立工業區時，並未完整的考慮到都市化的迅速，造成都會區與工業區交錯緊鄰，又因台灣的土地狹小，往往會形成「工業區就在我家隔壁」的情況，高雄都會區為台灣工業重鎮集中區，人口眾多外，汽機車密度也佔全台之冠，除了其擁有全台最大石化工業區外，亦存在著其它重大污染排放工業，如中鋼、火力發電廠等，因此高雄的污染潛勢相當高。

本研究在天氣與溫度的分類上，以春、夏、秋、冬四季做為分類，在高雄都會區中做討論；在疾病人數的分組中以學齡前幼童(0-4歲)、青少年(5-14歲)、成人(15-65歲)及老年人(65歲以上)做為分類，再利用國家衛生研究院所提供之全民健保資料庫疾病就診人數資料進行呼吸道疾病、心血管疾病與空氣污染的風險評估。

研究結果顯示，在呼吸道疾病中，各別污染物對人體健康效應評估上以NO₂的影響較大，PM₁₀次之，各族群在季節分析上均以高污染的春秋兩季有較大的風險增加率。在心血管疾病上則以PM₁₀及O₃有較大之關聯性。在空氣指標中以RAQI (Revise Air Quality Index) 對就診人數之關聯性較PSI及AQI值高。顯現出空氣污染對人體健康效應絕不止受單一污染物的影響。

關鍵字：RAQI、全民健保資料庫、空氣指標、風險評估

目錄

摘要.....	ii
目錄.....	iii
圖目錄.....	vi
表目錄.....	viii
第一章 緒論.....	1
1.1 前言.....	1
1.2 研究背景.....	1
第二章 文獻回顧.....	4
2.1 高雄都會區污染背景介紹.....	4
2.1.1 高雄都會區工業發展概述.....	4
2.1.2 空氣品質現況.....	7
2.2 空氣品質指標污染物.....	10
2.3 空氣污染物對人體之影響.....	12
2.3.1 臭氧及對人體之影響.....	12
2.3.2 懸浮微粒及對人體之影響.....	13
2.3.3 二氧化氮及對人體之影響.....	14
2.3.4 二氧化硫及對人體之影響.....	15
2.3.5 一氧化碳及對人體之影響.....	16
2.4 空氣污染事件回顧.....	17
2.5 空氣污染對人體健康效應回顧.....	19
2.5.1 Ozone.....	19
2.5.2 Particle Matter.....	20
2.5.3 NO ₂	20

2.5.4	SO ₂ 及 CO	21
第三章	研究方法	23
3.1	環境監測資料來源	23
3.2	就診人數之擷取	25
3.3	統計分析方法-時間序列回歸模式	28
3.3.1	就診人數之時間序列回歸模式	29
3.3.2	時間序列回歸模式-第一階段	30
3.3.3	時間序列回歸模式-第二階段	32
3.3.4	時間序列回歸模式檢定-殘差分析	32
3.4	修正之空氣品質指標 (RAQI) 公式	35
3.4.1	RAQI 公式及各項目解析	36
3.5	相對風險值 (Relative Risk, RR)	38
第四章	結果與討論	40
4.1	高雄地區之敘述性資料	40
4.1.1	污染物及氣象因子之敘述統計分析	41
4.1.2	污染物相關性矩陣分析	47
4.1.3	就診人數統計分析	49
4.1.4	就診人數與空氣污染物月效應分析	53
4.1.5	就診人數星期效應分析	54
4.2	各污染物與就診人數線性回歸分析	55
4.3	風險評估分析	59
4.3.1	污染物與全疾病就診人數風險評估分析	59
4.3.2	污染物與呼吸道疾病就診人數風險評估分析	61
4.3.3	污染物與心血管疾病就診人數風險評估分析	63
4.3.4	RAQI、PSI 及 AQI-呼吸道疾病就診人數風險評估分析	67

4.3.5	RAQI、PSI 及 AQI-心血管疾病就診人數風險評估分析	69
4.4	溫度對疾病就診人數之相關性	72
4.5	延遲效應之分析	76
4.5.1.	呼吸道疾病就診人數延遲效應分析	76
4.5.2.	心血管疾病就診人數延遲效應分析	78
4.6	文獻結果比較	83
第五章	結論與建議	84
5.1.	呼吸道疾病就診人數與空氣污染物之風險評估	84
5.2.	心血管疾病就診人數與空氣污染物之風險評估	84
5.3.	空氣污染指標與疾病就診人數之關係	85
	參考文獻	86
	附錄一 空氣污染物及污染指標與呼吸道疾病及心血管疾病延遲效應分析表	93
	附錄二 國際疾病傷害及死因分類標準第九版(ICD-9)	105

圖目錄

Figure 1-1 The petrochemical industry area in Kaohsiung metropolis.....	3
Figure 2-1 The petrochemical industry area in Taiwan.....	5
Figure 2-2 The air pollutants annual mean variation at Kaohsiung air quality in Taiwan, 2001-2008.....	9
Figure 3-1 Location of air quality monitoring stations in Taiwan.....	24
Figure 3-2 Study flow chart.....	27
Figure 3-3 (a) Initially picks up of daily respiratory admission ; (b) A plot of predicted admission;(c)The residual plot of the final model without air pollution plotted against day of study.....	34
Figure 4-1 Box plot.....	40
Figure 4-2 Box plot of CO variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.....	43
Figure 4-3 Box plot of NO ₂ variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.....	43
Figure 4-4 Box plot of SO ₂ variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.....	43
Figure 4-5 Box plot of PM ₁₀ variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.....	44
Figure 4-6 Box plot of O ₃ -8hr variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.....	44
Figure 4-7 Box plot of O ₃ -Max variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.....	44
Figure 4-8 Box plot of PSI variables by four season in Kaohsiung metropolis,	

2004-2007.....	45
Figure 4-9 Box plot of AQI variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.....	45
Figure 4-10 Box plot of RAQI variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.....	45
Figure 4-11 Box plot of Temperature variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.....	46
Figure 4-12 Box plot of Relative Humidity variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.....	46
Figure 4-13 The month variation on disease admission and (a) air pollutants, (b)air pollution index, 2004-2007.....	53
Figure 4-14 The week variation on disease admission, 2004-2007.....	54
Figure 4-15 The liner regression analysis of air pollution index and disease admission.	56
Figure 4-16 The liner regression analysis of air pollutants and disease admission.....	57
Figure 4-17 The liner regression analysis of air pollutants and disease admission.....	58

表目錄

Table 2-1 The PSI annual mean variation of air quality area in Taiwan, 2001-2008.	7
Table 2-2 The air quality fraction defective variation of air quality area in Taiwan, 2001-2008.	8
Table 2-3 The comparative table of air pollutants and air quality index.	10
Table 2-4 The comparative table of air quality index with influence on health and color state.	11
Table 2-5 The influence of O ₃ on human body.	13
Table 2-6 The influence of particle matter on human body.	14
Table 2-7 The influence of NO ₂ on human body.	15
Table 2-8 The influence of SO ₂ on human body.	16
Table 2-9 Case of air pollution event review	18
Table 3-1 The detail item of EPA monitoring stations	24
Table 3-2 Definition of Quartile	39
Table 4-1. The descriptive statistics for air pollution and meteorological variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.	42
Table 4-2 The pearson correlation for air pollution and meteorological variables in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.	48
Table 4-3 The descriptive statistics for all case (respiratory and cardiovascular) admission variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.	50
Table 4-4 The descriptive statistics for respiratory admission variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.	51
Table 4-5 The descriptive statistics for cardiovascular admission variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.	52

Table 4-6 Relative risk (RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital all cause admissions with air pollution in Kaohsiung metropolis.....	64
Table 4-7 Relative risk (RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital cardiovascular admissions with air pollution in Kaohsiung metropolis.....	65
Table 4-8 Relative risk (RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital cardiovascular admissions with air pollution in Kaohsiung metropolis.....	66
Table 4-9 Relative risk (RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital respiratory admissions with PSI and RAQI in Kaohsiung metropolis.....	70
Table 4-10 Relative risk (RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital cardiovascular admissions with PSI and RAQI in Kaohsiung metropolis.....	71
Table 4-11 The descriptive statistics for temperature in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.....	73
Table 4-12 Relative risk (RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital respiratory admissions with air pollutants and index in Kaohsiung metropolis. 74	74
Table 4-13 Relative risk (RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital cardiovascular admissions with air pollutants and index in Kaohsiung metropolis.	75
Table 4-14 The best lag effect of air pollutant with respiratory admission in four season in Kaohsiung metropolis.....	79
Table 4-15 The best lag effect of index with respiratory admission in four season in Kaohsiung metropolis.....	80
Table 4-16 The best lag effect of air pollutant with cardiovascular admission in four season in Kaohsiung metropolis.....	81
Table 4-17 The best lag effect of index with cardiovascular admission in four season in Kaohsiung metropolis.....	82

第一章 緒論

1.1 前言

在台灣的工商業努力促進發展經濟的同時，卻也同時帶來了許多的副產物，如水污染、廢棄物污染及空氣污染等環境問題，因為空氣是生物體生存的必需品，而且在大氣中污染物又會有擴散的情形發生，難以控制其擴散的方向，所以空氣污染所引起的健康效應問題對國民的衝擊最為直接。

在過去一些國內外的學者針對空氣污染對健康效應的影響所研究的方向主要是針對人口眾多的大都市區域進行急性疾病（死亡率、住院、急診或急性呼吸道疾病）的研究，但是卻忽略的台灣本島地區的工業區在設立時與國外土地規劃的差異，如台灣因為早期在設立工業區時，並未完整的考慮到都市化的迅速，造成都會區與工業區交錯緊鄰，又因台灣的土地狹小，往往會形成「工業區就在我家隔壁」的情況，也因為工業區與住宅區如此的靠近，當工廠的空氣污染物任意排放至大氣中時，除了對環境生態造成影響外，更對民眾的健康在短期與長期上有很大的威脅。且在地形、污染源分佈、傳輸路徑、氣象條件等背景不同之下，不同地區的空气品質皆有所差異，而污染物的累積及對人體健康的影響也會有所不同的差異存在。

1.2 研究背景

近幾年台灣的空氣品質因為政府所實施的各種與空氣污染防治有關的措施與制度而有了改善，但是在台灣地區罹患氣喘、過敏、呼吸道疾病及心血管方面疾病的人數卻未顯著的減少，其中除了和過敏因子（塵蟎、黴菌）、氣象條件有關之外，亦有許多研究顯示與空氣污染物所造成的健康效應也有非常大的關聯。

行政院環保署在 1994 年開始設立空氣品質監測網，而用來表示空氣品質情況的空氣品質標準則是參考美國環保署的「Pollution Standard Index, PSI」，此指標的訂定是根據每日空氣品質指標污染物 O₃、PM₁₀、SO₂、NO₂ 及 CO 的副指標值中最大單一污染物濃度換算而來，但在現實環境中的空氣污染物並不是單一存在，而是同時並存於環境中的，若是使用 PSI 來表示空氣品質，則會無法反應出多種空氣污染物存在而對人體所造成的傷害程度。

因為 PSI 系統會對實際環境中的空氣品質造成遮蔽及模糊的現象，因此程萬里教授研發出一套利用美國 Air Quality Index (AQI) 修正而成的 Revise Air Quality Index (RAQI)，此指標在過去的研究中證實可以在污染物在最低效應的基準上，進一步的考慮到其他污染物的存在 (Cheng, 2004, 2007, 2008)。行政院環保署亦在空污防制計畫-本土化「空氣品質指標，AQI」的研析與建議報告中評估未來使用 RAQI 進行台灣空氣品質標準的評估 (National Science Council, 2006)。

為配合國家施行十大經濟建設，高雄都會區於民國 57 年開始逐漸發展成為石化工業重鎮 (Figure 1-1)，石化業除了為台灣帶來龐大的經濟效益外，也提供了很可觀的污染物 (簡, 2003)。大量的就業人潮亦帶來了交通污染排放之問題。因此本研究將利用 RAQI、PSI 及 AQI 與各污染物一同針對高高屏空品區進行健康效應之評估。



資料來源：簡-石化工業區之分部與排放

Figure 1-1 The petrochemical industry area in Kaohsiung metropolis.

第二章 文獻回顧

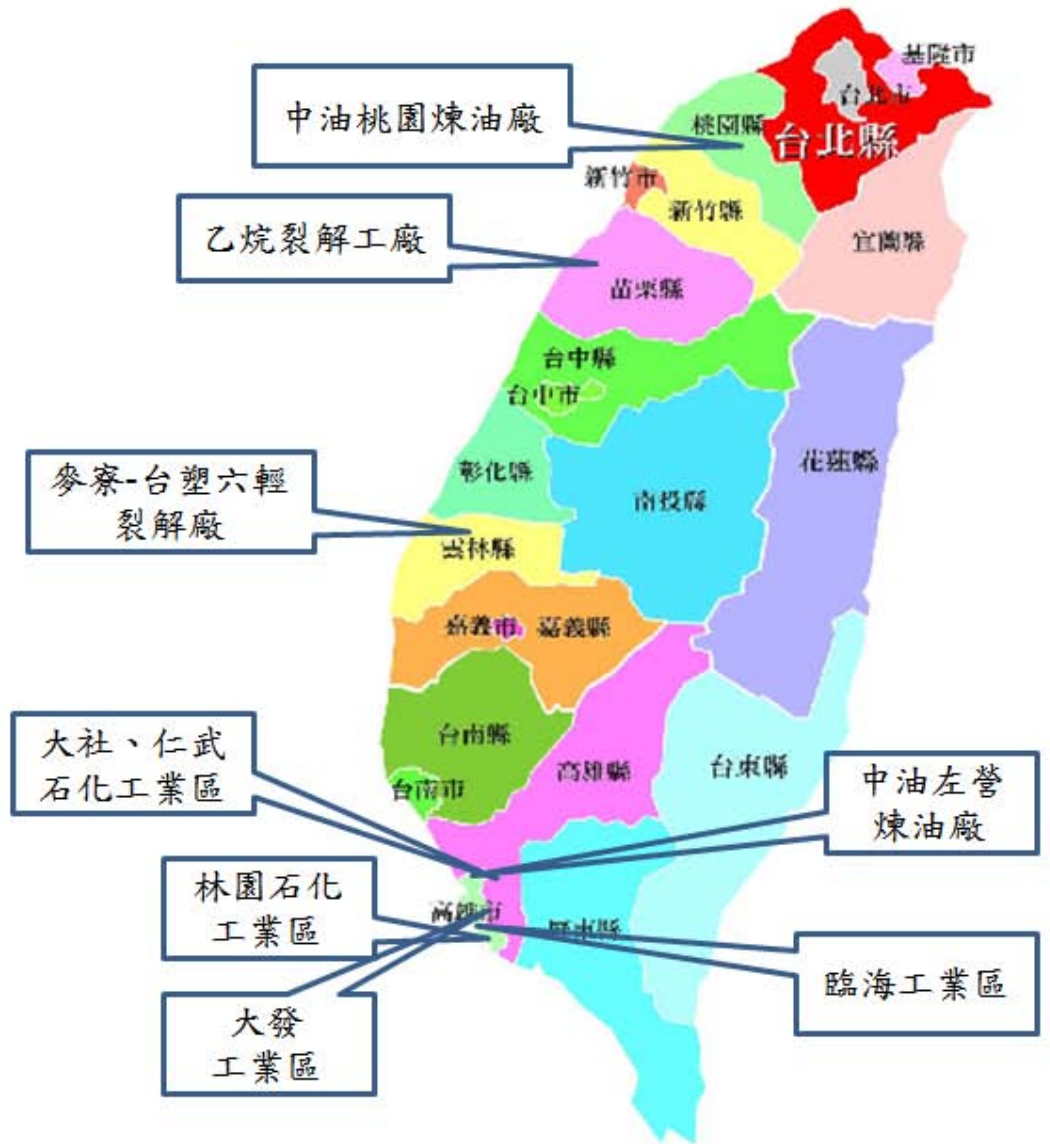
2.1 高雄都會區污染背景介紹

2.1.1 高雄都會區工業發展概述

高雄地區早年為了配合政府國家發展政策，於民國57年完成高雄港之擴建計畫，成功的將高雄港發展為全台第一大港外，2000年至2003年高雄港皆位於全球第五大商港的位置，至今亦為全球前十二大商港（高雄港務局統計報，2009），期間完成大林埔外海浮筒及海底油管，可供大型油輪卸油，因此在十大建設計劃中，經濟部工業局便策劃了一系列之石油化學工業區（如林園石化工業區）之建設，同時在高雄地區發展石油化學工業。

石油化學工業過去在台灣經濟發展過程中便扮演了相當重要的角色，根據經濟部統計顯示，有關石油化學工業相關製造業每年之總產值所佔的比例高達30%以上（經濟部統計處，2006），Figure 2-1顯示，全台重大石化工業區皆集中分布於高雄地區，例如大社、仁武石油化學工業區、中油左營煉油廠、大發石油化學工業區、林園石油化學工業區、大林埔工業區等。

台灣石化工業分佈圖



Source: 台灣中油股份有限公司

Figure 2-1 The petrochemical industry area in Taiwan.

由上圖可看出，我國的石化工業區大多集中於南部的高雄地區，高雄由於具有優良的港口，適合原料與產品的進出口作業，加上腹地廣大以及日本時代留下的煉油設備等因素，所以長久以來被政府規劃為臺灣主要的工業區。石化工業主要的上、中游石化原料工廠也多設在高雄市左營區的高雄煉油廠內或鄰近位於高雄縣的林園、仁武、大社工業區內，以降低運輸成本，因此大高雄地區可說是臺灣的石化重鎮，但也因此造成高雄地區嚴重的工業污染。

例如台塑設立的PVC（聚氯乙烯）工廠，其年產能達132萬公噸，佔全台生產總能的81%（台塑關係企業），其所產生的污染潛勢亦非常龐大。除了上述之石化工業外，高雄地區亦存在全台最大之煉鋼廠-中鋼，其年產能約為2000萬噸鋼鐵，其CO₂排放量為2400萬噸，佔了全台CO₂排放量的8.7%，其各種空氣污染物的排放總量佔高雄市固定污染源總排放量的37.6%，其中粒狀物就佔了68.9%、硫氧化物占37.7%、氮氧化物占36.6%、揮發性有機化合物占18.4%（高雄市環保局，2009）。

台電位於高雄地區的大林浦發電廠主要是以燃煤來做為發電所需的燃料，因此在高雄地區污染物排放所佔之比例亦相當龐大，亦有前鎮的南部發電廠、及永安鄉的興達發電廠，其高雄地區這三座發電廠總裝置容量為7843 MW，已超過台中火力發電廠的5780 MW（經濟部能源局業務統計報，2009），此意味高雄地區不論是CO₂或其他污染物排放量均高於台中地區，因此高雄都會區是二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳的二級防制區，也是粒狀污染物及臭氧的三級防制區。

2.1.2 空氣品質現況

根據環保署空氣品質監測資料顯示 (Table 2-1~Table 2-2)，近年全台 PSI 平均值以 2004 年最高，於 2005 年略降低，在 2006 年開始又開始上升，而空氣品質不良百分比於 2001 年開始下降，但在 2004 年急速上升，以高屏空品區來說，不良比例達 8.35%，是全台七大空品區中空氣品質最不良的地區，其次為雲嘉南空品區，其不良比例從 2003 年的 2.58% 上升至隔年 2004 年的 5.98%，2005 年空氣品質不良比例則上升更多，高屏空品區為 10.9%，雲嘉南空品區為 6.25%，與 2003 年相比各上升了 4.25%、3.67%，由表中亦可看出全台空氣品質最不良的空品區為高屏空品區，其次為雲嘉南空品區，中部空品區排第三。

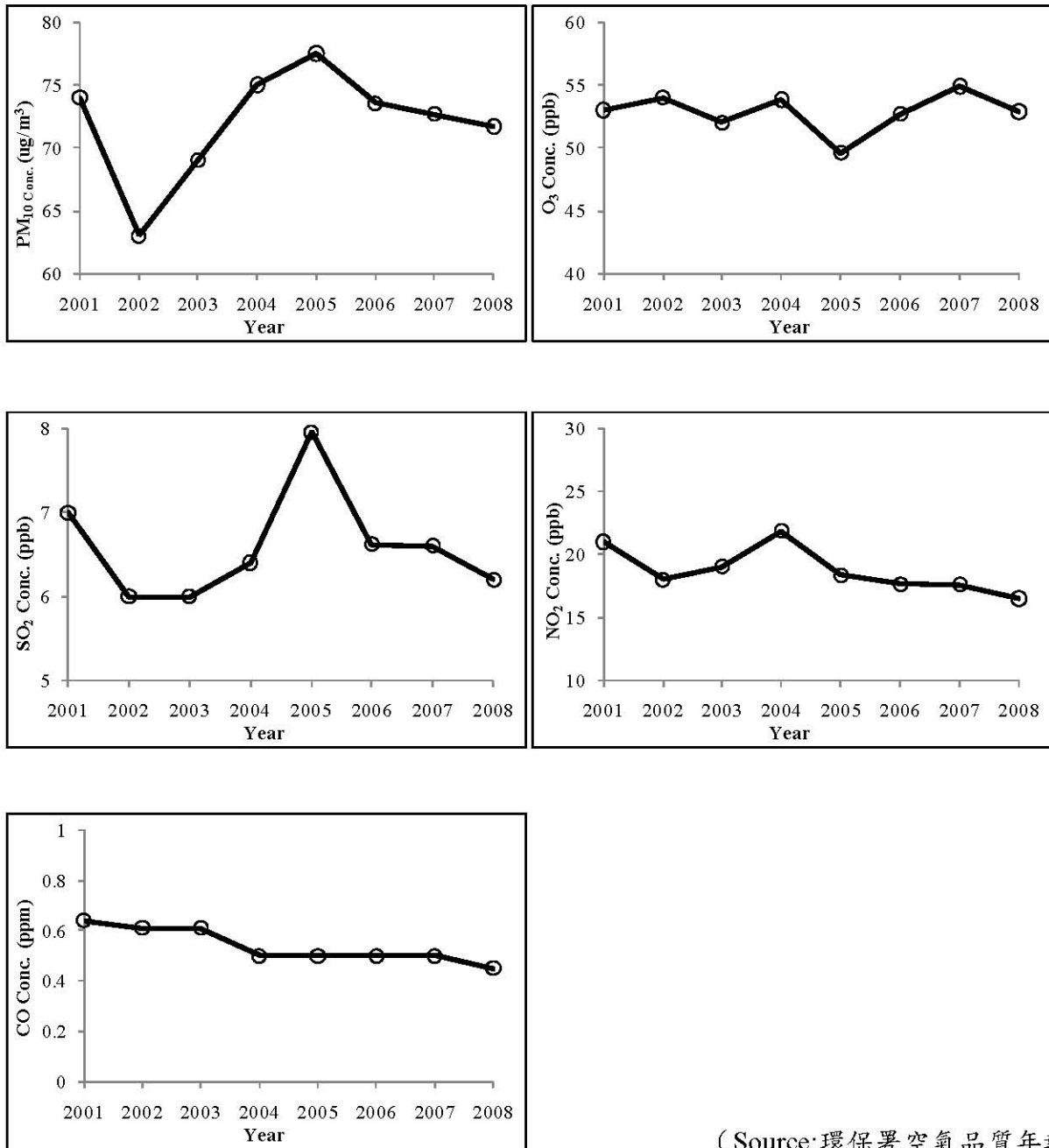
Table 2-1 The PSI annual mean variation of air quality area in Taiwan, 2001-2008.

PSI	North	Chu-Miao	Central	Yun-Chia-Nan	Kao-Ping	Yilan	Hua-Tung
Sites	19	5	9	9	11	2	2
2001	51	50	59	64	67	40	36
2002	52	53	60	62	64	43	34
2003	50	52	62	62	64	45	34
2004	54	54	64	68	68	44	40
2005	53	54	62	67	68	43	39
2006	53	57	64	67	68	45	42
2007	54	53	61	65	67	44	38
2008	52	53	59	65	66	45	37
Source: 環保署 1999-2008 空氣品質監測年報							

Table 2-2 The air quality fraction defective variation of air quality area in Taiwan, 2001-2008.

FD %	North	Chu-Miao	Central	Yun-Chia-Nan	Kao-Ping	Yilan	Hua-Tung
Sites	19	5	9	9	11	2	2
2001	2.00	0.99	2.62	3.30	8.59	0.14	0.82
2002	1.78	1.15	2.77	3.59	7.45	0.14	0.00
2003	1.26	0.66	2.70	2.58	6.65	0.00	0.00
2004	2.90	1.59	5.89	5.98	8.35	0.14	0.00
2005	2.20	1.76	3.86	6.25	10.90	0.28	0.27
2006	1.95	1.32	3.81	6.98	8.59	0.41	0.41
2007	2.37	1.32	3.59	5.07	9.03	0.00	0.00
2008	1.70	0.82	2.56	4.63	6.21	0.00	0.00
*FD Fraction defective %				Source: 環保署 1999-2008 空氣品質監測年報			

Figure 2-2 為高屏空品區 2001-2008 年各污染物年平均濃度變化情形，其中 PM₁₀ 從 2002 年開始上升，至 2005 年達最高 77.49 ug/m³，之後逐年下降。SO₂ 與 NO₂ 近年都是呈現下降之趨勢，CO 則是無太大變化，均保持在年平均 0.5ppm 左右，而 O₃ 則是從 2005 年開始上升，於 2007 年達到最高濃度 54.9 ppb，至 2008 年略為下降至 52.9 ppb。



(Source:環保署空氣品質年報)

Figure 2-2 The air pollutants annual mean variation at Kaohsiung air quality in Taiwan, 2001-2008.

2.2 空氣品質指標污染物

台灣所使用的空氣品質標準是在1984年開始參考美國環保署所使用的污染標準指標 (PSI)，並在1989年後修正後沿用至今，其功能主要是用來表示當日的空氣品質情況。其空氣品質指標污染物分別有粒徑十微米以下之懸浮微粒 (PM₁₀)、一氧化碳 (CO)、二氧化硫 (SO₂)、二氧化氮 (NO₂)、臭氧 (O₃)，並根據監測站當日空氣中PM₁₀濃度、SO₂濃度、NO₂濃度、CO濃度及O₃濃度等數值換算出該污染物之空氣污染副指標值，再以當日各副指標值之最大值為該測站當日之空氣污染指標值，其各污染物之指標值換算如下表 (Table 2-3) 所示 (行政院環保署)：

Table 2-3 The comparative table of air pollutants and air quality index.

污染物	PM ₁₀	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂
統計方式	24小時 平均值	24小時 平均值	24小時內 最大8小時 平均值	24小時內 最大小時值	24小時內 最大小時值
單位	µg/m ³	ppb	ppm	ppb	ppb
PSI值					
50	50	30	4.5	60	-
100	150	140	9	120	-
200	350	300	15	200	600
300	420	600	20	400	1200
400	500	800	40	500	1600
500	600	1000	50	600	2000

資料來源：行政院環保署

各污染物濃度值在經過換算為PSI之後，環保署就可根據各污染物中最大副指標值的數值進行當日空氣污染品質之判斷（如Table 2-4所示），當PSI值介於100~199時就判斷空氣品質為不良、200~299為非常不良，超過300就表示為有害的情況。但是PSI僅能表示出單一污染物最大副指標值對人體健康的影響，而忽略的其他污染物的存在，造成了遮蔽及模糊的現象發生（Cheng, 2007），而不能夠明確的去評估在某種空氣污染程度下對健康所造成的影響。

Table 2-4 The comparative table of air quality index with influence on health and color state.

空氣污染指標 (PSI)	0~50	51~100	101~199	200~299	≥300
對健康的影響	良好	普通	不良	非常不良	有害
	Good	Moderate	Unhealthful	Very Unhealthful	Hazardous
狀態色塊	綠色	黃色	紅色	紫色	棕色
人體健康影響	對一般民眾身體健康無影響。	對敏感族群健康無立即影響。	對敏感族群會有輕微症狀惡化的現象，如臭氧濃度在此範圍，眼鼻會略有刺激感。	對敏感族群會有明顯惡化的現象，降低其運動能力；一般大眾則視身體狀況，可能產生各種不同的症狀。	對敏感族群除了不適症狀顯著惡化並造成某些疾病提早開始；減低正常人的運動能力。

資料來源：行政院環保署

2.3 空氣污染物對人體之影響

2.3.1 臭氧及對人體之影響

臭氧 (O₃) 是一種氧化性極高的空氣污染物，主要是由前驅污染物氮氧化物 (NO_x) 和揮發性有機化合物 (Volatile Organic Compound, VOC) 在白日經過強烈的太陽輻射照射，紫外線與前驅污染物反應後所生成的「二次污染物」。而 VOC 的來源，包括化工廠、氣機車排放、和其他工業活動的來源。臭氧及臭氧之前趨物亦可以風力傳輸千哩之遠，所以雖然在上風處有許多臭氧前驅物之污染源排放至大氣環境中，但是在局部環流的傳輸之下卻是造成下風處無污染排放之地區的臭氧濃度高於上風處地區。

因為臭氧所具有的強氧化性，當人體暴露在高濃度的臭氧環境中，對於皮膚、呼吸道系統等都會造成傷害，如咳嗽、氣喘惡化、眼睛刺痛及肺氣腫等傷害。但是若長期暴露在低濃度的臭氧環境中，亦會造成敏感族群（如老年人、嬰幼兒、氣喘患者、其他呼吸疾病相關之患者）導致不可逆轉之肺部疾病或慢性肺部機能老化的呼吸道疾病等。暴露於臭氧環境有關之健康效應如 Table 2-5。

根據環保署空氣品質統計年報顯示，近年來台灣的空氣品質已經有逐步改善的情況，但是空氣品質主要污染物卻由二氧化硫轉為臭氧，因此目前環保署已將臭氧前驅物的氮氧化物及碳氫化合物列為管制目標，以期許降低臭氧對人體的影響（行政院環保署空氣品質監測年報，2008）。

Table 2-5 The influence of O₃ on human body.

健康效應指標	說明
輕微咳嗽	短時間暴露產生輕微咳嗽及喉痛症狀。
呼吸急促	不論是正常人或敏感族群，均會產生呼吸短促現象。
導致氣喘	長期暴露低濃度臭氧環境與氣喘病發最有關。
呼吸道相關疾病	肺炎、氣喘及其他呼吸相關疾病。

資料來源：本研究整理

2.3.2 懸浮微粒及對人體之影響

懸浮微粒是空氣中的粒子物質，根據粒徑大小的不同，分為PM₁₀及PM_{2.5}及更小的微粒（ultrafine particulates），其對人體所造成的傷害程度也有所差異，因為這些粒子的粒徑過小以至於能夠飄浮於大氣之中，且在粒子表面多會吸附其它之重金屬、化學物質等有毒物質，因此也會被呼吸系統所吸入並累積於生物體內部。懸浮微粒的主要來源有揚塵、沙塵暴及燃燒產生之煙霧、黑霧、酸煙霧及油煙等，更細小之懸浮微粒如PM_{2.5}則是二次污染物（硫酸鹽及硝酸鹽）、工業活動、車輛引擎等所產生。根據環保署資料顯示，除了臭氧已經被環保署列為空氣品質不良主要污染物，PM₁₀亦是造成高雄地區空氣品質不良的原因之一。暴露於臭氧環境有關之健康效應如Table 2-6。

Table 2-6 The influence of particle matter on human body.

健康效應指標	說明
老年人、孩童急性氣喘、晚上咳嗽和感冒發生次數較高	敏感族群暴露於 PM ₁₀ 、PM _{2.5} 以及更小的微粒 (ultrafine particulates) 造成。
COPD*、肺氣腫、肺癌等呼吸系統疾病。	持續的暴露小於 10 微米的粒狀物，呼吸道感染疾病例增多、氣喘疾病嚴重性的上升、就醫人數的增加有一定的相關性。
死亡率增加、慢性支氣管炎的症狀	長期暴露於 PM ₁₀ 粒狀物之下，即使濃度較低，仍會滲入而沉澱其中造成肺部之傷害。
*慢性阻塞性肺疾病	資料來源：本研究整理

2.3.3 二氧化氮及對人體之影響

二氧化氮 (NO₂) 是空氣中的氮氣經過氧化反應 (燃燒) 之後而形成的氮氧化物，而空氣中的 NO₂ 與其它氮化合物的總稱為 NO_x，特性為易溶於水、具有強氧化性、刺激性與腐蝕性之氣體，在高濃度的情況下具有刺激性氣味。在人為活動 (火力發電廠、汽機車、內燃機等高溫燃燒氧化過程) 下所產生之 NO₂ 是都市區主要的光化學煙霧之前驅物質，與有機化合物在強烈太陽輻射產生光化反應後形成二次污染物臭氧，造成空氣品質惡化，因此環保署已將 NO₂ 列為空氣污染物重要管制之目標，以期許能夠減少 NO₂ 的排放，避免造成空氣品質惡化。暴露於 NO₂ 環境有關之健康效應如 Table 2-7。

Table 2-7 The influence of NO₂ on human body.

健康效應指標	說明
兒童易引發氣喘病例	因二氧化氮易刺激鼻、喉及呼吸道黏膜、減低呼吸系統對病菌的抵抗力。
肺功能損害	造成急性肺水腫、呼吸頻率增加、換氣阻塞。
增加呼吸系統急性及慢性疾病	長期及短期暴露，對各族群皆會導致肺氣腫、肺炎、支氣管炎、氣喘...等等疾病。

資料來源：本研究整理

2.3.4 二氧化硫及對人體之影響

二氧化硫 (SO₂) 主要的來源為燃燒含硫物質後所產的空氣污染物質，其特性為無色、易溶於水、具有刺激性氣體，在大氣中的 SO₂ 與雨水結合後會形成酸雨，降至建築物、土壤、河川及湖泊皆會造成損害。除了火山地帶及自然火災之外，人為活動（鋼鐵工廠排放、使用含硫汽油、發電廠燃煤）為造成 SO₂ 污染的主因。在政府有關單位的努力下，根據環保署空氣污染統計年報顯示，SO₂ 的濃度趨勢呈現下降，已經不是空氣品質不良的主要指標污染物，取而代之的是 PM 及 O₃，但因 SO₂ 的危害性高，因此環保署仍繼續降低燃料中硫化物的含量標準。暴露於 SO₂ 環境有關之健康效應如 Table 2-8。

Table 2-8 The influence of SO₂ on human body.

健康效應指標	說明
刺激上呼吸道與支氣管過敏	刺激呼吸道上之黏膜，引起支氣管狹窄並造成呼吸功能改變。
眼睛、皮膚刺激性傷害	大氣中之 SO ₂ 濃度過高，與眼球或皮膚接觸後造成刺激性反應。

資料來源：本研究整理

2.3.5 一氧化碳及對人體之影響

一氧化碳 (CO) 是無色、無味、無臭的氣體，主要是在燃燒不完全的情況下所產生的，在都市區域中主要的來源以汽機車引擎燃燒產生之廢氣居多。因為 CO 對於紅血球的親和力比氧氣還要大 210 倍，因此若處於高濃度的 CO 環境之下，則人體中的紅血球所能攜帶的氧氣將會被 CO 所取代，造成窒息的情形發生。通常大氣中的 CO 會因為擴散作用下達到稀釋的效果因而不會產生 CO 中毒的事件發生，但若是長期處於 CO 較高的環境之中，依然會發生 CO 所引起的生物體器官組織長期缺氧造成的傷害。

2.4 空氣污染事件回顧

在二十世紀初，因工業革命之後，所造成的人口集中化、都市化，及各種工業活動蓬勃發展，伴隨而來的是大量的空氣污染物排放至大氣之中，因為空氣污染物對於空氣品質的影響甚鉅，因此空氣污染事件造成傷害的案例也層出不窮，因當時主要以燃煤推動蒸汽機組，所以主要空氣污染物質以 SO₂ 及 PM 為最大量之排放。

由歷史空氣污染事件中造成嚴重污染的成因可以發現當大氣混合層中產生逆溫現象，造成污染物垂直對流高度減少，污染物的擴散受到侷限而容易產生累積作用，或綜觀天氣型態為高壓時，造成風場微弱、陽光充足進而造成污染物濃度逐漸累積，均造成嚴重的空污傷害事件。

然而在二戰之後，許多城市開始大量使用石化燃料並排放硫化物和煤煙，此現象也造成了當時空氣污染不斷的惡化，雖然後來依靠發展較清潔之燃料來解決此一部份之環境污染問題，但是因交通車輛之增加迅速，造成氮氧化物、VOC 之類的光化污染物濃度也隨之增加 (Fenger, 2008)。

在各國皆發生重大空污事件造成民眾生命財產的損害之後，有關空氣污染防治之相關空氣污染物排放標準受到注意並建立出來。Table 2-9 為全球重大空氣污染事件之案例回顧：

Table 2-9 Case of air pollution event review

年份	地區	成因	污染物	病發人數
1909	蘇格蘭	大氣混合層產生 逆溫現象	Smog (此名詞在 這時被提出)	死亡人數 1000 餘人
1930	比利時繆斯河谷	逆溫現象	SO ₂ 、Smog	6000 多人罹患心肺疾 病，有 63 人在發病後 第四、五天死亡
1943-1955	美國洛杉磯	逆溫現象	SO ₂ 、Smog	死亡人數在 65 歲以上 的有 400 多人
1952	英國倫敦	史上最大空氣污 染致死最多人數 之事件，期間因為 大霧，加上工廠運 作，燃煤發電取暖 之原因，使得含碳 之 PM ₁₀ 及 SO ₂ 增 加	PM ₁₀ 及 SO ₂ ，當 時 PM 濃度為 3,000 至 14,000µg/m ³ 之間	8000 多人得病，約 4000 人死亡
1952	美國洛杉磯	高壓壟罩造成風 速低、陽光充足、 污染物易累積	主要污染為汽車 排放污染物，次要 污染源為工廠	約有 400 人死亡
1961	日本四日市	逆溫現象污染物 累積	SO ₂	6376 人死亡
1966	美國紐約	逆溫現象污染物 累積	SO ₂	168 人死亡

資料來源：本研究整理

2.5 空氣污染對人體健康效應回顧

空氣污染物對人體造成的健康效應分有急性及慢性之兩種作用，對於人體上不同的器官及系統皆有一定之影響，空氣污染物影響人體的範圍從上呼吸道之發炎至慢性呼吸道疾病、心血管疾病及肺癌等，再至兒童之急性呼吸道疾病之感染、成人之慢性支氣管炎及造成心血管、肺疾病及氣喘之急性惡化。此外無論是短期或長期暴露在空氣污染環境之中，皆會跟死亡率及壽命長短有所關聯（Kampa, 2008）。

以下針對各污染物對人體健康效應之影響進行文獻回顧：

2.5.1 Ozone

Jerrett學者針對美國96個大都市進行長期（1977年至2000年）暴露在臭氧環境中所造成之風險值研究，結果顯示在單一污染物模式中，暴露在臭氧環境中對於心肺有關之疾病所造成就診率的增加有關，其相對風險值為1.014（95% confidence interval, 1.007 to 1.022）。當臭氧濃度增加10 ppb的同時，對於呼吸道疾病有關之風險值從1.029（95% confidence interval, 1.010–1.048）增加為1.040（95% confidence interval, 1.010 to 1.067）（Jerrett, 2009）。

Turner學者等人在2005年澳洲針對雪梨當地居民進行急性心血管症候群與氣候及空氣污染物的研究發現，在受到高溫、高輻射的刺激因素下，導致光化學煙霧反應，因而產生臭氧、氧化物等化合物，造成急性心血管就診人數之風險值增加13%，除此之外亦會影響心律不整等相關心血管疾病問題（Turner et al., 2007）。

2.5.2 Particle Matter

Pope 學者針對美國猶他州的研究發現，當 PM_{2.5} 在經過 14 天的累積移動平均之後，年齡小於 65 歲以下的心臟相關疾病就診人數增加了 3.5%，年齡大於 65 以上的老人在心臟衰竭的就診人數則增加了 19.6%(Pope et al., 2008)。Pope 學者等人亦針對全美國 51 個城市中的空氣微粒污染 (PM_{2.5}) 進行壽命週期的研究，在將可能影響壽命因素 (如吸菸習慣、收入、教育程度及移民狀況) 納入回歸模式考慮之後，研究結果顯示，當大氣中 PM_{2.5} 濃度每減少 10 ug/m³，則民眾的平均壽命會增加 0.61 ± 0.2 年 (Pope et al., 2009)。

Kappos 學者等人亦針對 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 對人體健康的影響進行研究，在短期健康效應的研究結果顯示，每日暴露在 PM 環境中，無論是 COPD、肺炎和其它呼吸道疾病及糖尿病患者皆會影響到發病率的改變。長期暴露於高濃度的 PM 健康效應研究中發現，心血管患者及嬰幼兒的就診率會整體提高，對於呼吸器官、肺功能成長以及免疫系統皆會有所影響 (Kappos et al., 2004)。

2.5.3 NO₂

Oglesby 在研究中分析 1991 年交通排放之空氣污染物 (NO₂ 和 VOC) 和肺部疾病的關係，研究結果發現，居住環境在交通主要幹道 20 公尺內的民眾，於呼吸道中的痰相較於一般民眾會較多，且得到氣喘相關的呼吸道疾病機率亦會較一般人大。若居住於交通主要幹道 200 公尺內的民眾，得到氣喘的比例會比一般人多 13%，每遠離交通主要幹道 100 公尺，得到氣喘的機率就降低 12%，此結果顯示當長時間暴露在高濃度污染物環境之中會造成呼吸道疾病的發生率提高 (Oglesby et al., 2006)。

Chang 針對 1997 年-2001 年台北的空氣污染物與心血管疾病相關研究發現，在氣溫大於 20°C 時，除了 SO₂ 之外，其於污染物如 PM₁₀-1.085 (1.061-1.110)、NO₂-1.177 (1.150-1.205)、CO -1.090 (1.064-1.118)、O₃-1.189 (1.154-1.225) 皆和心血管疾病有顯著關聯性，氣溫小於 20°C 時，除了 CO 之外，其於污染物皆有顯著關聯性 (Chang et al., 2005)。

2.5.4 SO₂ 及 CO

Han 學者在研究中指出，與交通污染排放有關的污染物除了 NO_x 和 VOC 之外，另一重要污染源就是 CO，其起因為不完全燃燒下所產生的污染物 (Han, 2006)。Oyana 學者等人針對加拿大地區交通流量大之區域進行空氣污染物與成人氣喘相關之研究，將距離污染源分別於 0.5 km、1 km 以內相對於 2 km 以外之族群進行風險評估，結果顯示，在 0.5 km 內之族群風險值 4.41 大於 1 km 之族群 0.52，其結果與 Oglesby 學者的研究結果類似，均是減少暴露在污染物環境之中，皆能減少受到污染物之傷害 (Oyana et al.,2004)。

Yang 學者等人針對亞熱帶城市之空氣污染做相關研究，研究結果發現，當污染物濃度增加時，CO 和 NO₂ 在呼吸道疾病上和污染物有顯著關係，其風險值分別為 1.014 與 1.013 (Yang et al.,2004)。

Liang 在研究中將空氣污染物與心血管疾病及呼吸道疾病做相關研究，結果顯示，暴露在高濃度 SO₂ 之中，對於呼吸道疾病就診人數之相對風險增加為 17.6%，大於 65 歲以上老人的心血管就診人數之相對風險增加 15%。暴露在 CO 之中，對於呼吸道疾病之相對風險增加為 23.7%，大於 65 歲以上老人的心血管就診率之相對風險增加 41.6% (Liang, 2009)。

Chien的研究報告指出，在大氣中SO₂濃度低於25 ppm時，它所造成的急性刺激反應部位在上呼吸道及眼睛，當濃度大於36 ppm時易造成鼻咽炎、咳嗽、痰、呼吸短促和其他呼吸道疾病症狀；在皮膚方面，通常40 ppm以下會引起過敏性反應，但在相同濃度下隨曝露時間長短的不同，對人體所產生之影響亦異，曝露時間愈長，對健康之影響愈大；SO₂若附著於懸浮微粒上而被吸入人體時，將比單獨的SO₂或懸浮微粒對人體健康造成更嚴重的危害，此即所謂的協同效應（synergistic effect）（Chien, T. W.,2007）。

第三章 研究方法

3.1 環境監測資料來源

行政院環保署為得知都會地區空氣品質的變化情形，分別於全台人口稠密之地區設立大氣空氣品質監測站，使其形成監測網，並於1993年9月開始自動監測大氣中空氣污染物之濃度與氣象條件的變化。其中所監測之空氣污染物之種類有NO₂、SO₂、O₃、CO及PM₁₀等；氣象資料有風速、風向、溫度、濕度、太陽輻射等資料。

本研究所採用之2004 - 2007年空氣污染物及氣象監測數據來自於高高屏空品區之仁武、大寮、林園、楠梓、左營、前金、小港、鳳山、前鎮及復興等10座監測站 (Figure 3-1)。本研究所採用之空氣污染物監測項目為臭氧當日最大值 (O₃-Max) 臭氧 (O₃) 最大八小時平均值 (O₃-8hr)、懸浮微粒 (PM₁₀) 日均值、二氧化硫 (SO₂) 日均值、一氧化碳 (CO) 最大八小時平均值、二氧化氮 (NO₂) 日均值，氣象資料為溫度、濕度皆取日均值。並根據累積與延遲效應將各污染物分別進行當日、延遲一天 (當天與前一天之平均)、延遲兩天 (當天與前兩天之平均)、與延遲三天 (當天與前三天之平均) 進行污染物與就診人數之風險評估。Figure 3-1為高高屏空品區測站分布圖。Table 3-1為高高屏各測站之座標位置與監測項目一覽表。

如前言所述，為配合國家施行十大經濟建設，高雄地區於民國57年開始逐漸發展成為石化工業重鎮，石化業除了為台灣帶來龐大的經濟效益外，也提供了很可觀的污染物，大量的就業人潮亦帶來了交通污染排放之問題。因此本研究利用國家衛生研究院所整理之健保資料庫進行空氣污染對人體健康效應之影響。

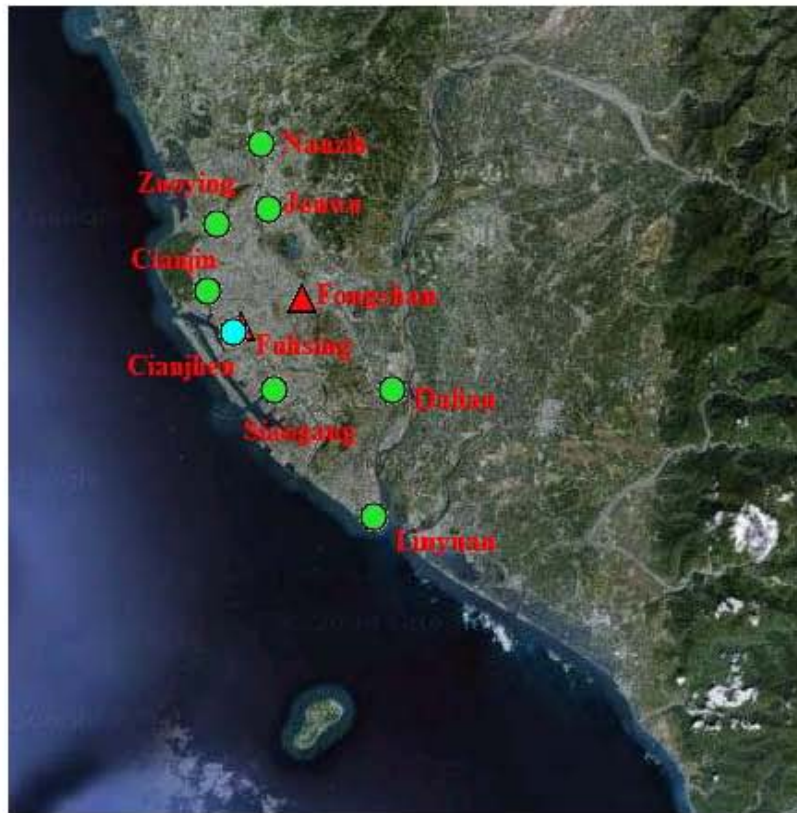


Figure 3-1 Location of air quality monitoring stations in Taiwan

(source: Taiwan-EPA,)

Table 3-1 The detail item of EPA monitoring stations

測站名稱	測站位置	種類	O ₃	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	CO
仁武	八卦國小	大氣	√	√	√	√	√
大寮	潮寮國小	大氣	√	√	√	√	√
林園	汕尾國小	大氣	√	√	√	√	√
楠梓	楠梓國小	大氣	√	√	√	√	√
左營	左營國中	大氣	√	√	√	√	√
前金	七賢國中	大氣	√	√	√	√	√
小港	小港國中	大氣	√	√	√	√	√
鳳山	曹公國小	交通	√	√	√	√	√
前鎮	獅甲國中	工業	√	√	√	√	√
復興	復興國小	交通	√	√	√	√	√

資料來源：行政院環保署

3.2 就診人數之擷取

每日醫療門診人數採用中央健康保險局委託國家衛生研究院（National Health Research Institutes, NHRI）所建立之「全民健康保險學術研究資料庫」。我國目前全民健保納保率達到99%以上（NHRI, 2007），使得健保資料成為醫藥衛生相關領域研究中具有代表性的實證資料，其研究成果可作為醫藥衛生政策的參考，為重要的研究資源。健保資料之內容涵蓋就醫民眾的基本資料、就診醫院、時間、疾病診斷名稱及處方...等各種資料，其中各種疾病診斷皆為醫師的專業判斷，可避免一般問卷的回憶性誤差（recall bias）及訪視對象判斷疾病的錯誤。而且，亦因累積數年，資料龐大幾乎囊括全民的病歷，因此亦成為提供傳統問卷資料來源外的另一種選擇。

本研究所使用之健保資料為2004-2007年高高屏空品區之各級醫療單位每日抽樣門診量，其中本研究所採用之醫療單位包括醫學中心、地區醫院、區域醫院及基層醫療單位等四個層級。其抽樣方法是依健保局提供之原始檔以西、中、牙醫檔案分類，按比率計算各檔案資料量比率分別抽取適當資料量。各檔案以母體資料中月份佔年度資料量之比率，計算每月應抽取之樣本數，再以系統抽樣法自每月資料檔中抽出所需樣本數，整合每月資料即為抽樣資料。資料量約佔母體樣本數之0.2%。

本研究依據國際疾病分類第九版（International Classification of Disease 9th Revision, TCD-9）篩選出上呼吸道疾病（460-486，490-519）以及心血管疾病（410-429）之就診人數，並將其列入疾病人數範圍內作分析。此外，因為不同年齡層之族群對於暴露在不同濃度之空氣污染物可能會有不同程度之健康效應影響，因此本研究也將整個族群分為學齡前（0-4歲）、小孩（5-14歲）、成年

人（15-64歲）及老年人（65歲以上）分別分析探討。本研究除了將就診人數進行年齡分層外，亦根據不同年齡層族群在面對季節因子變化時所反應出的敏感程度不同將2004-2007年分成春、夏、秋、冬四個季節進行探討。Figure 3-2為本研究之流程示意圖：

Study Flow Chart

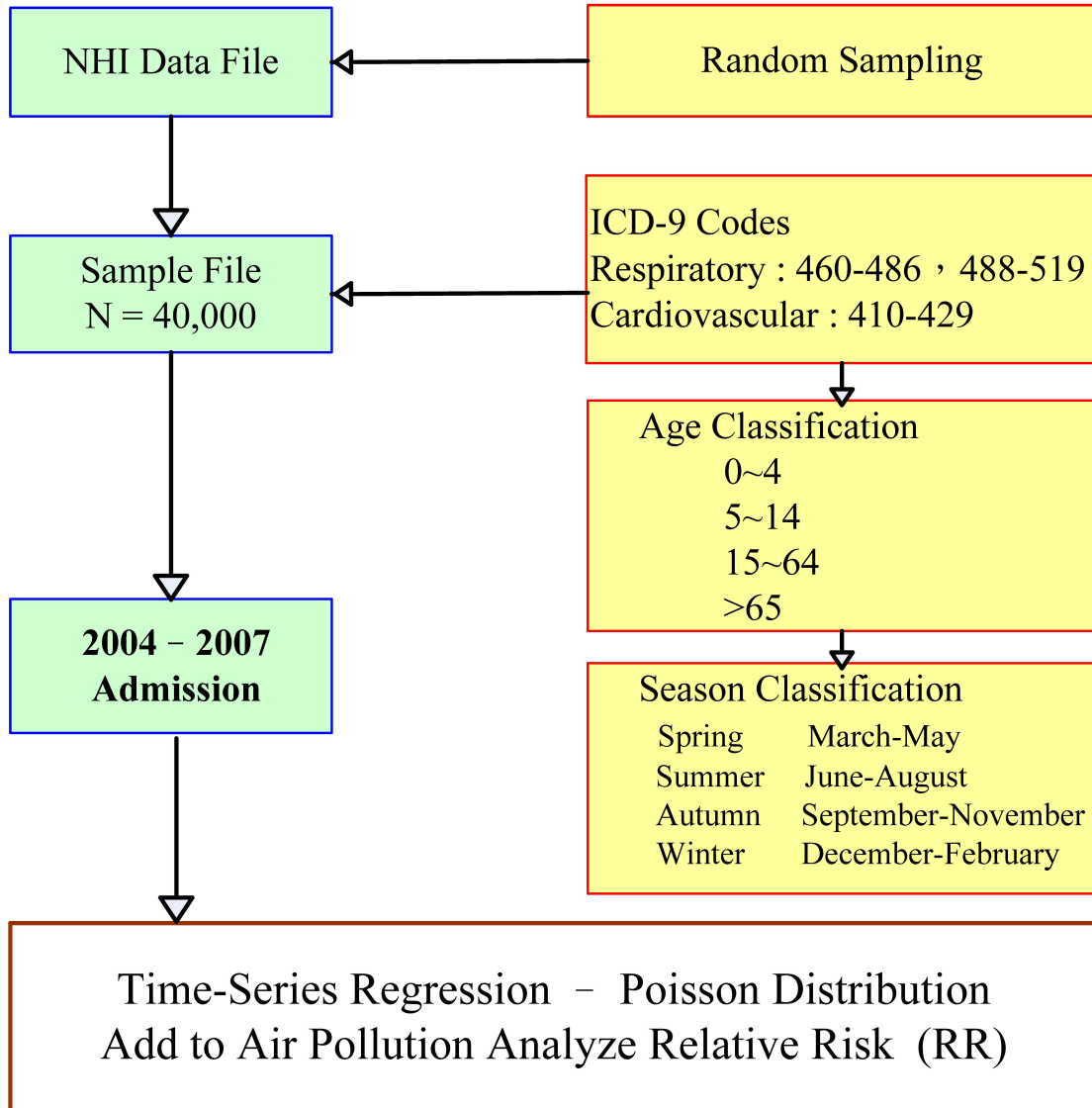


Figure 3-2 Study flow chart

3.3 統計分析方法-時間序列回歸模式

流行病學中針對空氣污染與健康效應的統計分析方法有很多，其中最常見為 Case-crossover 及 Time-series regression，在本研究中所使用的則為 Time-series regression，在分析過程中必須排除掉假日與非假日之影響，其原因為假日時除了大型綜合醫院有急診之服務外，醫院門診為休診狀態，或為假日時工作人數較平日為少，除了交通排放污染少之外，工廠所產生的污染物濃度也會較平日為低；其次為溫度及濕度的因素，在不同年齡族群中，嬰幼兒及老年人在定義上為較敏感族群，容易受到外在因素的影響造成疾病的產生（例如環保署為進一步維護對空氣污染物特別敏感族群的身體健康，在參考世界衛生組織（WHO）空氣品質指引（Global Air Quality Guideline），及美國空氣品質指標（AQI）的研訂經驗，以不改變現行 PSI 預報系統下，增列 PM_{2.5} 監測預警值，以大於 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 作為預警，以提升敏感族群預警機制。），皆是考慮到嬰幼兒及老年人族群容易受到外在污染物及氣候的改變而造成身體不適。因此上述之因素皆會造成就診人數實際就診數之影響，造成數據之準確性降低。

於本研究中所使用之分析方法是將空氣污染對於人體之影響經模式量化後進行估計，統計分析方法主要分為兩步驟進行：

- 1、利用模式來評估各地區、各年齡層每天因空氣污染之影響導致罹患呼吸道疾病門診人數。
- 2、根據每日的呼吸道疾病人數與污染物濃度來建立模式，計算各地區各污染物對於人體的影響。

3.3.1 就診人數之時間序列回歸模式

方法為先定義某一地區內某一天的健康事件為在當地罹患呼吸道疾病且於當地之醫療院所就診的病人。同時，定義研究地區內的風險族群 (population risks) 為位於當地的居民或工作於該區域的人。在此定義下，可以得到每日的門診人次。另外每日的門診人數可視為整個族群中的極小部份，且每日門診人次量為一非負數的整數，其分配為一普瓦松分配 (Poisson distribution)，在普瓦松分配下，假設在整個族群下所受的風險是相同的，則每天發生 y 個門診人次的機率如下：

$$prob(y/\lambda) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^y}{y!} \dots\dots\dots (3-1)$$

式 (3-1) 為普瓦松分配公式，即某天產生 y 個事件所發生的機率。其中 $e = 2.71828$ 為自然對數， y 為隨機變數 (Y) 中任意可能發生的值， $\lambda > 0$ 為此分配之母數。

近幾年關於空氣污染對於死亡率或醫院醫療人數相關的研究都以應用普瓦松迴歸作為主要模式。在本研究之資料分析中，普瓦松迴歸為一種計算相對風險的模式，在控制人數和其他因子特性後，當總族群增為兩倍時，受到空氣污染的影響而增加之就診率也相對增加兩倍。

普瓦松迴歸所建立之模式為 (如式 3-2)：

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p \dots\dots\dots (3-2)$$

其中：Y 為當天的死亡人數或就診人數

E (Y) 為當天 Y 的期望值

X_1, \dots, X_p 為每日就診人數或死亡人數之預測參數 (污染物)

β_1, \dots, β_p 為預測參數之迴歸係數。

3.3.2 時間序列回歸模式-第一階段

此階段模型是預測每日罹患呼吸性疾病人數，在流行病學上，要建立一模式來解釋兩變數的關係時，最重要的步驟就是必須先控制一些潛在的變因，在此稱為控制模式中的混亂因子（confounding factors）。

許多變數資料都會隨時間呈現明顯的季節性變動，例如死亡人數、疾病人數以及空氣污染物。在以往的研究當中發現，空氣污染的確對人體有著負面的影響，然而在現實生活中，導致人體罹患呼吸道疾病的原因不僅僅只有空氣污染一項，還包括了個人的生活習慣、活動範圍、體質、遺傳、氣候等原因，因此在探討空氣污染是否對人體確實有影響的過程中，其它的因子必須一並移除。

從各地區、各年齡層一整年呼吸道疾病門診率的時間序列圖中，發現這些資料本身有明顯的週期性與時間上的相關性。經過一些時間序列的分析後，這些呼吸道疾病門診率的資料有一些共通的特性，例如具有週期為 7 天的時間序列。平常日：星期二至星期六的呼吸道疾病門診率差異很小，但星期一、日和平常日則有明顯的不同，且這二天的門診率型態也不同，稱之為星期的效應，最後在模式中加入具有週期性的時間變數來模擬每週人數的變化，例如平常日與非工作日等。這些時間變數以啞變數（dummy variable）的方式放入模型中作調整，而加入模式與否並不是必須的，可對原始資料進行檢定，再考慮是否加入做調整。

如何決定在預測模型中，應該包含哪些預測變項，一般變項選擇法(selection methods) 中常用有三種，分別是：

(1) 順向選擇法 (forward selection)

順向排除法的第一個步驟是選擇經統計檢定後最顯著的預測變項，亦即選擇一個與反應變項相關最高的預測變項。在第二步驟中，選擇變項第二個進入迴歸公式者乃是其餘預測變項，各別除了第一個預測變項 (X_1) 的影響力之後，與效標變項的部分相關 (part correlation) 最高者，此種方式使得每次 R 的增加量為最大，如此循環，直到 R 的增加量不再達統計上的顯著水準為止，即不再有任何變項的淨 F (partial F) 檢定值達到 0.05 的顯著度，則預測變項不再進入迴歸公式，當預變項進入公式後則留在該公式中，此即為順向排除法的迴歸分析。

(2) 反向淘汰法 (backward selection)

反向淘汰法是與順向進入法相反的程序，所有的預測變項先以同時分析法的方式納入迴歸方程式的運算當中，然後逐步的將未達統計顯著水準的預測變項，以最弱、次弱的順序自方程式中予以排除。直到所有未達顯著的預測變項均被淘汰完畢為止。不顯著的預測變項是指變項加入模型後，並不能顯著地增進模型對資料的適配度，因此這些變數需要從模型中刪掉。

(3) 逐步排除法 (stepwise selection)。

逐步排除法是一種具有反向淘汰法形式的順向選擇法，他所使用的演算法是依所有的預測變項並非同時被取用來進行預測，而是依據解釋力的大小，逐步的檢視每一個預測變項的影響，稱為逐步分析法。是一

次加一個達到顯著水準的預測變項到模型中（類似順向選擇法的方式）。然而，每次加入預測變項後，也同時檢驗已經在模型裡的變項是否要被剔除（類似反向淘汰法的方式）。

所以，逐步排除法擷取了順向選擇與反向淘汰法兩者之長，本研究遂以逐步排除法來選取變項。

3.3.3時間序列回歸模式-第二階段

本階段之模式主要為探討空氣污染物對各地區感染呼吸性疾病就診人數之影響。各地區的呼吸道疾病人數依照第一階段處理之後，將所建立的預測模式加入污染物變數直接進行普瓦松迴歸。在探討各污染物對於每日呼吸性疾病人數關係中，加入單一污染物於模式進行 Poisson regression，污染物效應除了採用當天（lag 0 day）進行就診人數之時間序列回歸模式模擬外，因污染物除了對當日就診人數有影響外，部分民眾也許會依照就醫習慣、個人體質忍程度及地理位置之因素考量，並未於當日進行就診，因此造成在就診人數上有延遲及累積效應，故本研究為了一同探討污染物在延遲及累積效應中對就診人數之相關影響，因此使用移動平均法（Moving average, MA）進行前一天（lag1 day）、前二天（lag2 day）與前三天（lag3 day）之分析。

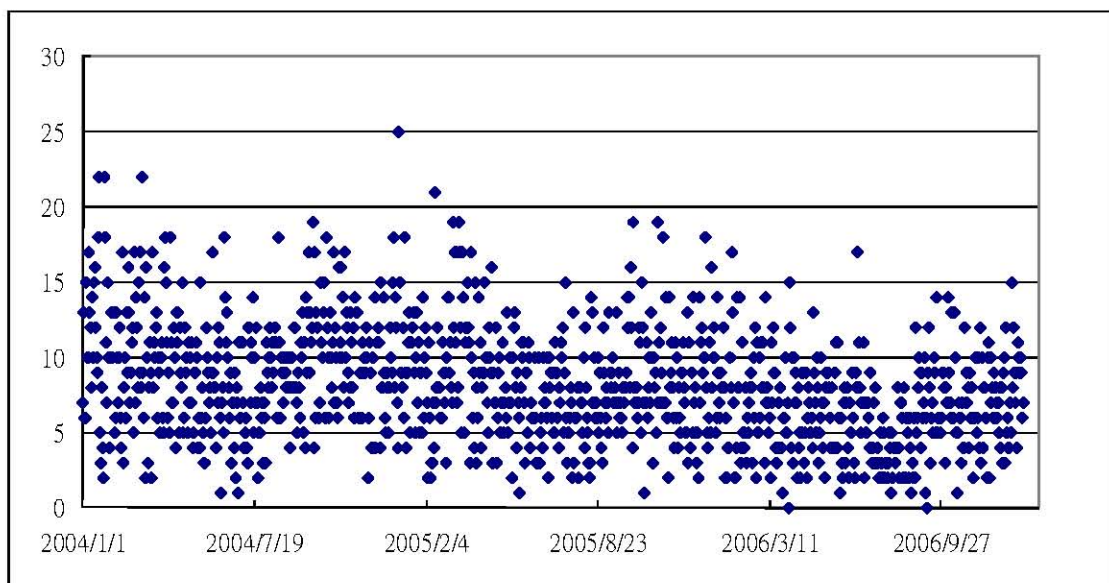
3.3.4時間序列回歸模式檢定-殘差分析

嚴謹的迴歸分析是要進一步對 residuals 做檢視後，才報告分析所得到之結果。殘餘值是指每個個案將其自變項之數值代入迴歸模式中計算在應變項之預測值，然後將實際觀察到之值與此預測值相減後所得到之殘餘。對殘餘值之診斷主要有兩項：

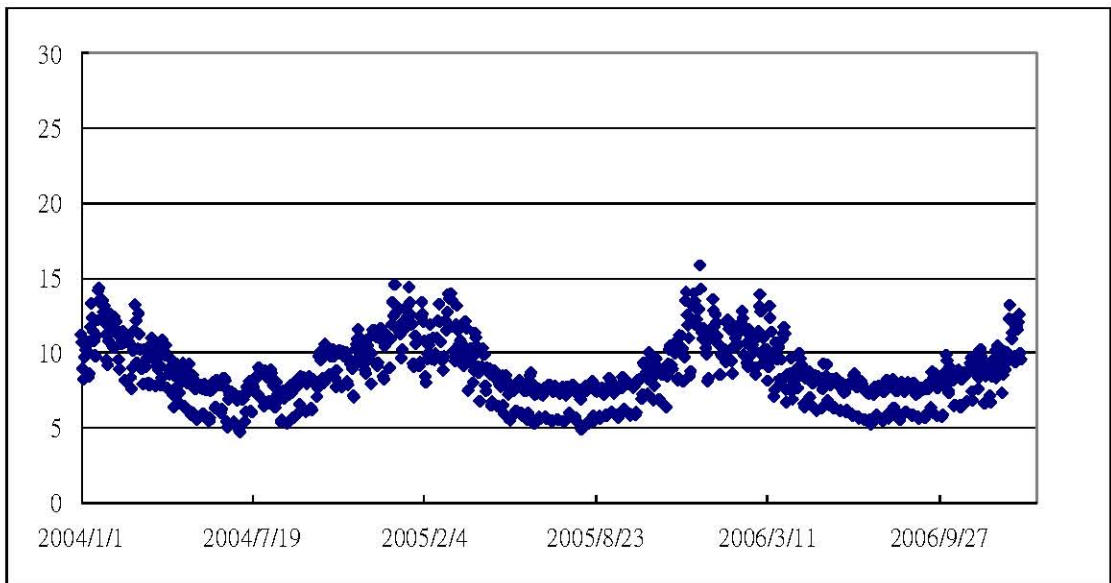
殘差分析係用以判定模式在假設上的正確性，以及有無一些異常的個案可能對迴歸模式的估計造成不當之的影響，並膨脹 standard errors。特別是當樣本數較小時，我們要當心此可能性。首先假定「迴歸模型的假設是正確，然後再利用現有的資料去驗證其正確性」。此現有的資料就是殘差，因為所有變化的資料均在殘差內，所以利用分析殘差的結果來判斷假設的正確性是合理可行的，此謂之「殘差分析」(如 Figure 3-3)。

如圖 a 所示，當就診人數初擷取出時其為亂數分佈，無法得知空氣污染物對就診人數有何相關聯性，因此利用時間序列模式之普瓦松分配在根據假設之預設參數(濕度、假日及溫度)下進行就診人數之時間序列回歸分析，所得到之 $E(Y)$ 即為當天就診人數 Y 之期望值(如圖 b)，再由原本初擷取出之就診人數與經時間序列回歸模式模擬出之期望值做殘差分析，圖 c 即為受到預設參數影響之就診人數，皆為平行並散佈於 X 軸，其結果可定義為本研究在挑選預設參數進入回歸模式時符合假設，其殘差圖亦可視為無受到空氣污染物影響之就診人數。本研究在時間序列回歸模式中進行殘差分析時全部符合分析所需之假設。

(a)



(b)



(c)

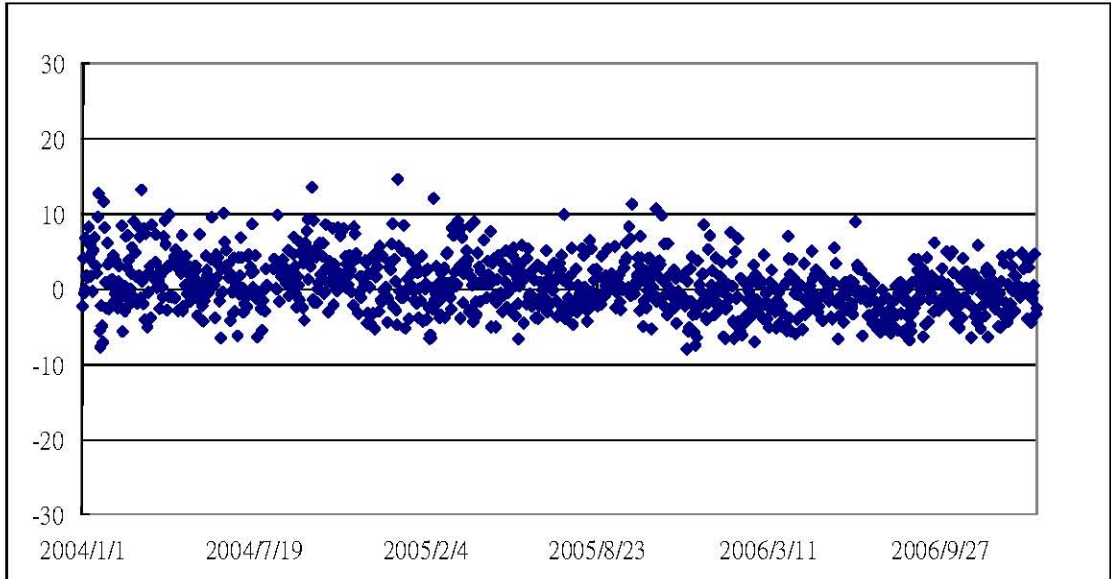


Figure 3-3 (a) Initially picks up of daily respiratory admission ; (b) A plot of predicted admission ; (c) The residual plot of the final model without air pollution plotted against day of study.

3.4 修正之空氣品質指標 (RAQI) 公式

現行環保署 PSI 係採用污染物濃度與指標值對照，並輔以線性內插函數來計算各污染物的副指標值後，再依最大操作型函數選取 PSI，然而 PSI 卻無法同時反應多種污染物所產生之危害程度，尤其特別是對敏感族群（例如嬰幼兒、老年人及呼吸道疾病或心血管疾病患者）。RAQI 指標在過去的研究中證實可以在污染物在最低效應的基準上，進一步的考慮到其他污染物的存在，且行政院環保署亦在空污防制計畫-本土化「空氣品質指標，AQI」的研析與建議報告中評估未來使用 RAQI 進行台灣空氣品質標準的評估。

熱力學中的熵，除熱力學之熱熵 (thermal entropy) 以外，且廣泛應用在化學、統計、資訊學上為評估衡量資料中的混亂程度，稱為資訊熵 (information entropy)。資訊熵又是物質熵 (matter entropy) 的一種，表示一物質對於某種目的所具「有用性」之程度，資料分類中，有相關文獻探討過資訊含量，並應用熵函數來建立決策樹，其原理就是利用熵函數來評估決策資料中哪個資料所含的資訊含量最低，資訊含量最低者表示它所含有的樣式最少，因此可以用作為決策樹的頂點。

統計學上的熵指數係由數學家 Shannon 所建立，基於一個系統的熵(entropy) 可以用系統狀態之機率的對數平均值來表示的理念將 entropy 引入到資訊理論中，亦使 entropy 成為資訊理論與統計力學之間最重要的接觸點。本研究即利用 Shannon's Entropy Function 為工具，提出一空氣品質指標建議。

熵函數方程式 (entropy function) 多年來已運用於大氣能量平衡模式，其分析結果廣泛引人注意；模式之最大優點在於其能簡潔的表達，還可用來研究參數化技術與敏感性評估。不可諱言，正因為如此使得模式的物理真實性受到了一些模糊，此意正是指標之長處。故本研究納入熵函數結合最大操作型函數建構新創之修正空氣品質指標 (Cheng *et al*, 2004; 郭育誌, 2003; 陳育松, 2004)。

3.4.1 RAQI 公式及各項目解析

$$RAQI = \text{Max}[I_1, I_2, \dots, I_n] \times \frac{\sum_{j=1}^n \text{Ave}_{\text{daily}}[I_j]}{\text{Ave}_{\text{annual}} \left[\sum_{j=1}^n \text{Ave}_{\text{daily}}[I_j] \right]} \times \frac{\text{Ave}_{\text{annual}} \{ \text{Entropy}_{\text{daily}} [\text{Max}[I_1, I_2, \dots, I_n]] \}}{\text{Entropy}_{\text{daily}} [\text{Max}[I_1, I_2, \dots, I_n]]}$$

..... (3-3)

上式 (如式3-3) 中 $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ 分別為 PM_{10} 、 SO_2 、 CO 、 NO_2 及 O_3 五種副指標值，year 為計算之總時間 (例如：研究中所選取為5年之年均值)；根據PSI值與AQI值之盲點加以修正公式細說如下：

- i. 方程式之首項 $\text{Max}[I_1, I_2, \dots, I_n]$ 稱為最大操作型函數，即為各副指標之最大值，其可減少遮蔽偏差的產生，此為空氣污染對人體的基本效應，乃目前現行PSI之取值 (AQI 之指標系統亦是如此)。PSI 值可依下列式計算：

$$I_P = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (CP - BP_{Lo} + I_{Lo})$$

- = I_P 污染物P之指標
- = C_P 污染物P之濃度 (取至小數位第3位)
- = BP_{Hi} 大於或等於 C_P 的轉折點
- = BP_{Lo} 小於或等於 C_P 的轉折點
- = I_{Hi} 相當於 BP_{Hi} 的PSI 值
- = I_{Lo} 相當於 BP_{Lo} 的PSI 值

ii. 方程式之第二項
$$\frac{\sum_{j=1}^n Ave_{daily}[I_j]}{Ave_{annual}\left[\sum_{j=1}^n Ave_{daily}[I_j]\right]}$$
，稱為背景算術平均指標值，

用以當作該測站之現況警示比較性，其中概括五種污染物之污染程度，分子項為各副指標之日算術平均值，分母項為各副指標之日平均值後再取年平均。

iii. 方程式之第三項
$$\frac{Ave_{annual}\{Entropy_{daily}[Max[I_1, I_2, \dots, I_n]]\}}{Entropy_{daily}[Max[I_1, I_2, \dots, I_n]]}$$
 稱為背景算術

平均指標熵值，分母項為熵值，即將該測站每日之指標值取以10 為底之熵值（即為熵函數之日平均值），其用途在區分同一平均指標的不同資訊涵義（如前述之資訊熵）。

當指標值較平均時即表示污染相對較不嚴重（entropy value 愈大），反之，當指標值較分散時即污染相對較嚴重（entropy value 愈小），分子項為將該測站每日之指標熵值在取其平均，用以當作該測站之背景算術平均指標熵值。

由於目前國內所使用的空品指標值 (PSI) 是選取每日最大副指標值之方法其應用於遞減型指標時往往會產生偏差情形，包含模糊與遮蔽兩個現象，而模糊現象即污染物危害環境不至於如指標值所顯示般嚴重，發生於利用副指標值線性相加來決定總指標值，亦指產生誇張污染損害之慮；遮蔽現象即污染損害應較指標值嚴重，發生於利用副指標值之權重相加或以算數平均來決定總指標值，易使指標值低於最大可能污染損害。

綜合以上之三項函數之優點是可以站在污染物最低效應的基礎，同時進一步的考慮其他污染的存在，並區分歧分布狀況，以此物理推論為開始，此指標不但具有比較性的功能，且考慮了可能產生之偏差令其降到最低。本篇論文除分析疾病人數與空氣污染物之間的關係外，也驗證在於分辨RAQI與PSI應用於疾病人數方面之優劣，所以最後將以RAQI與PSI做比較。

3.5 相對風險值 (Relative Risk, RR)

本研究係以擷取國家衛生研究資料庫中高高屏空品區2004年至2007年之就診人數資料，再依病因及年齡分別檢定，探討致病原因是否與當日或前幾日之空氣污染物濃度變化有所關聯。本研究在控制氣象因子、星期假日因子及季節等可能干擾之因子之下，建立一時間序列統計模型來探討空氣污染物與疾病就診人數之關係。

首先所使用之方法為利用四分位數法 (Quartile) (如Table 3-2) 將各污染物濃度進行分成四等份之統計分析，因利用四分位數進行污染物對就診人數影響之分析具有不易受到極端值 (極大、極小) 影響的優點，且IQR之優點在於可描述資料之分散程度，當IQR越大，表示資料離散程度越大，反之則越為集中。

再利用第一四分位數-Q1（低濃度）與第三四分位數-Q3（高濃度）進行污染物從低濃度轉換到高濃度時實際對就診人數相對風險值之評估(如下式一)，藉以顯示各疾病之就診人數相對增加之風險值，並計算95%信賴區間（Confidence Interval, CI）。

$$Q3/Q1 > 1 \text{ or } < 1 \text{ or } = 1 \dots\dots\dots \text{式一}$$

當評估出之RR值大於1時，表示暴露於高污染之空氣污染物會導致就診人數之風險增加，就診人數與污染物濃度變化呈現正相關；若RR值小於1時，表示暴露於高污染濃度狀態下對於就診人數不會增加就診風險，也就是就診人數與污染物的濃度變化不具相關性；若RR等於1時，則代表不論是否有暴露於高濃度的空氣污染物之中，皆與就診人數不具有相關性。

例如在本研究分析結果所表式的風險評估值中，當RR值大於1，表示對空氣污染對人體有健康效應上之影響時，若風險評估值為1.029，則表示暴露在此污染環境中，會造成就診人數增加2.9%，反之小於1時，風險評估值為0.968時，則表示無相關性。

Table 3-2 Definition of Quartile

第一四分位數（Q1）-等於該樣本中所有數值按大小順序後第 25%的數字。
第二四分位數（Q2）-等於該樣本中所有數值按大小順序後第 50%的數字。
第三四分位數（Q3）-等於該樣本中所有數值按大小順序後第 75%的數字。
Q3-Q1 -四分位距（Inter Quartile Range, IQR）。

第四章 結果與討論

4.1 高雄地區之敘述性資料

Table 4-1為本研究針對高雄地區之2004-2007年各污染物(CO、NO₂、SO₂、PM₁₀、O₃-8hr、O₃-Max)及氣象因子(溫度、濕度)進行敘述統計分析，並利用盒型圖(Box Plot, Figure 4-1)來進行污染物濃度分布之探討(如Figure 4-2至Figure 4-12)。可以藉此觀察出資料的分佈特性。如單筆資料中的第25百分位數-Q1、第50百分位數-Q2、第75百分位數-Q3、及最大值-Max與最小值-Min。又Q3及Q1代表矩形長度及該筆資料的50%，因此長度愈長，代表該筆資料的分散度愈大。

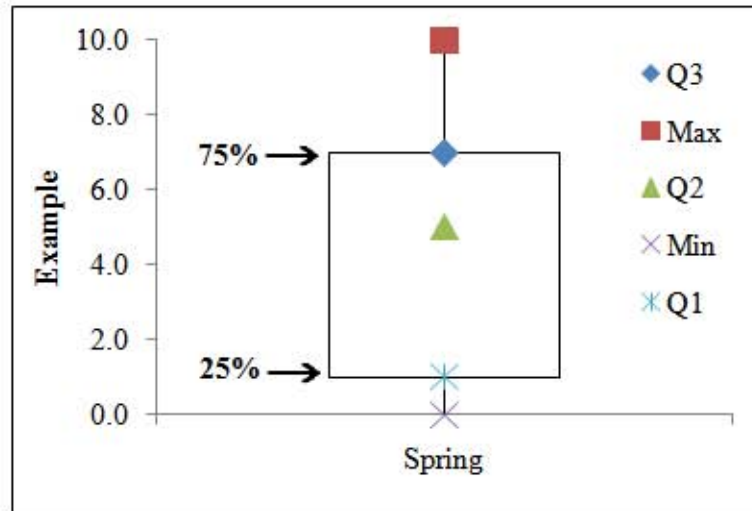


Figure 4-1 Box plot

4.1.1 污染物及氣象因子之敘述統計分析

以季節區分2004年至2007年高雄地區空氣污染物之分析結果顯示，CO的平均濃度以冬季0.91 ppm為最高，秋季0.71 ppm次之，最低的是夏季0.51 ppm，而最大值出現在春季及冬季；NO₂平均濃度從高到低依序為冬季32.8 ppb、秋季24.7 ppb、春季23.5 ppb及夏季14.4 ppb，最大值出現在春49.1 ppb、秋43.0 ppb、冬50.8 ppb，顯示NO₂在這三季有影響人體健康之風險；SO₂平均濃度依序為冬季11.39 ppb、春季9.24 ppb、秋季8.95 ppb及夏季7.09 ppb，最大值出現在冬22.5 ppb，春20.0 ppb、秋16.6 ppb。

PM₁₀平均濃度依序為冬季110.3 ug/m³、秋季92.6 ug/m³、春季78.5 ug/m³及夏季45.2 ug/m³，PM₁₀最大值在季節上以秋210.2 ug/m³、冬211.4 ug/m³兩季的濃度差不多，其次為春季193.9 ug/m³；O₃-8hr平均濃度依序為秋季64.6 ppb、冬季48.6 ppb、春季47.5 ppb及夏季33.3 ppb，最大值出現在秋117.7 ppb，春112.4 ppb、冬101.5 ppb；O₃-Max平均濃度依序為秋季81.0 ppb、冬季61.3 ppb、春季60.3 ppb及夏季47.9 ppb，最大值出現在秋150.6 ppb，冬125.5 ppb、春153.4 ppb、夏139.3 ppb。PSI指標平均值最高出現在秋冬兩季，分別為79.0及79.7，春季為66.1，夏季則為最低49.3，AQI指標以冬季最高，指標值為65.2，秋季次之，為54.1，後為春季的44.7，最小的是夏季的指標值24.66。RAQI指標為秋季最高，指標值為90.4，冬季次之，指標值為88.9，春季指標值為67.5，夏季則最低，其指標值為41.1。

對於氣象因子分析結果，在高雄夏季平均溫度為29.3°C，其次為秋季26.9°C，冬季則為最低20.9°C；相對濕度方面，以夏季74.4%為最高，春秋冬三季的濕度則差異不大，平均為70.1%。

Table 4-1. The descriptive statistics for air pollution and meteorological variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

Pollutant	Season	Min	25%(Q1)	50%(Q2)	75%(Q3)	Max	Mean	SD	IQR
CO (ppm)	Spring	0.24	0.49	0.65	0.82	2.59	0.68	0.25	0.33
	Summer	0.18	0.34	0.45	0.61	1.70	0.51	0.24	0.27
	Autumn	0.25	0.54	0.69	0.85	1.46	0.71	0.22	0.31
	Winter	0.38	0.74	0.89	1.04	2.59	0.91	0.26	0.30
NO ₂ (ppb)	Spring	7.43	16.32	22.70	30.00	49.09	23.46	8.53	13.68
	Summer	4.28	10.83	14.08	17.38	28.04	14.40	4.43	6.55
	Autumn	7.47	19.03	25.02	29.55	42.95	24.66	6.96	10.52
	Winter	11.60	27.98	33.15	37.26	50.80	32.78	7.30	9.28
SO ₂ (ppb)	Spring	3.22	6.97	8.98	11.37	19.99	9.24	3.14	4.40
	Summer	2.34	5.34	6.79	8.54	15.45	7.09	2.41	3.19
	Autumn	3.75	7.04	8.80	10.37	16.61	8.95	2.47	3.33
	Winter	5.22	9.38	11.25	12.92	22.46	11.39	2.92	3.54
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	20.57	50.45	77.49	100.87	193.90	78.49	33.49	50.42
	Summer	20.12	34.41	42.21	54.11	94.50	45.17	14.13	19.70
	Autumn	29.05	67.95	94.60	113.61	210.21	92.63	31.39	45.66
	Winter	34.64	88.18	109.96	130.98	211.38	110.31	31.87	42.80
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	3.05	28.16	45.47	65.68	112.44	47.51	22.28	37.51
	Summer	9.33	19.32	26.40	44.47	88.24	33.25	18.12	25.15
	Autumn	6.04	51.88	68.17	79.17	117.66	64.62	21.38	27.30
	Winter	3.05	35.29	50.07	62.98	101.46	48.60	19.45	27.69
O ₃ -Max (ppb)	Spring	9.53	38.86	58.70	79.59	153.40	60.34	25.85	40.73
	Summer	13.84	27.90	40.20	63.22	139.32	47.93	24.69	35.32
	Autumn	15.02	66.15	82.87	97.73	150.62	80.98	24.88	31.58
	Winter	9.53	46.51	62.09	76.61	125.48	61.34	22.50	30.11
PSI	Spring	26.07	51.12	67.15	79.20	141.31	66.14	19.89	28.07
	Summer	25.10	35.68	45.66	59.59	127.24	49.28	17.04	23.91
	Autumn	31.64	67.40	80.12	89.32	140.57	78.95	18.84	21.92
	Winter	34.12	68.56	78.62	90.71	134.34	79.72	16.05	22.14
AQI	Spring	11.90	27.30	44.30	58.70	107.10	44.71	18.89	31.40
	Summer	10.00	17.60	21.70	30.20	66.90	24.66	9.81	12.60
	Autumn	18.20	42.60	54.00	64.60	121.50	54.10	17.15	22.00
	Winter	22.80	51.90	63.60	77.00	122.50	65.20	18.18	25.10
RAQI	Spring	13.94	40.23	65.49	89.13	199.40	67.45	33.92	48.91
	Summer	12.73	22.77	32.66	53.46	170.11	41.05	24.39	30.70
	Autumn	19.37	66.55	91.12	111.56	225.78	90.36	35.04	45.00
	Winter	20.84	66.94	85.92	110.17	231.29	88.87	31.99	43.23
Temperature (°C)	Spring	11.56	23.40	26.52	28.21	30.43	25.53	3.47	4.80
	Summer	25.09	28.49	29.54	30.36	32.07	29.33	1.35	1.88
	Autumn	17.34	25.46	27.22	28.58	30.31	26.85	2.15	3.12
	Winter	11.46	18.88	21.30	23.14	27.61	20.86	3.19	4.26
Relative Humidity (%)	Spring	48.12	67.85	70.92	73.87	90.65	70.90	5.38	6.02
	Summer	57.99	70.22	73.15	78.69	92.78	74.43	6.14	8.47
	Autumn	52.15	67.89	71.16	74.53	88.11	71.69	5.68	6.65
	Winter	48.12	67.20	70.62	73.86	89.06	70.00	6.06	6.66

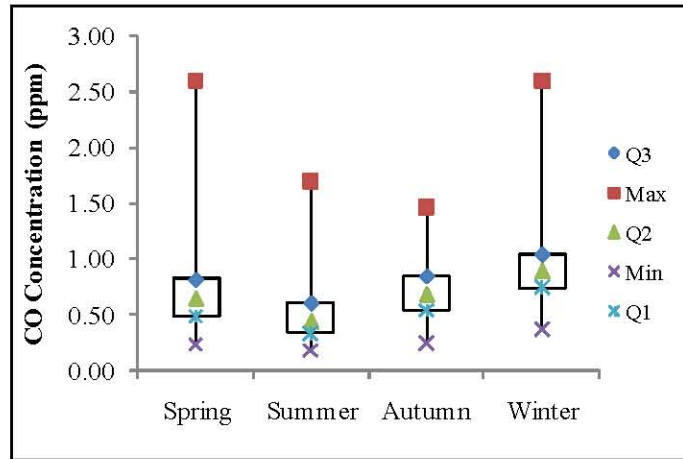


Figure 4-2 Box plot of CO variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

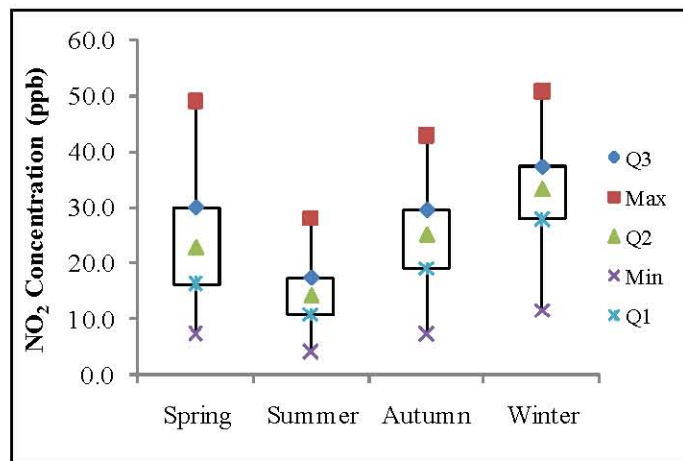


Figure 4-3 Box plot of NO₂ variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

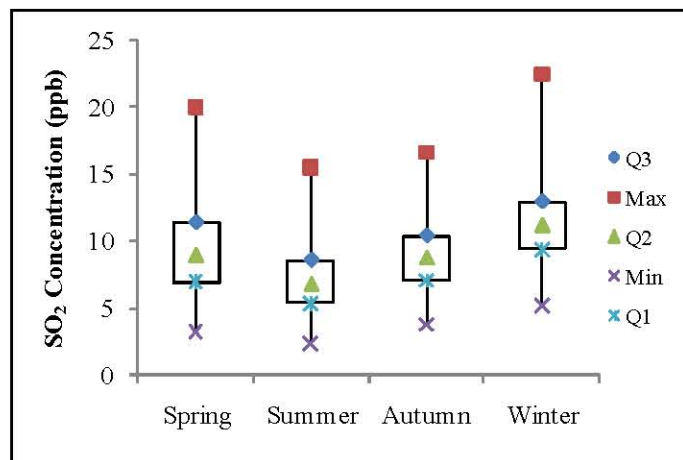


Figure 4-4 Box plot of SO₂ variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

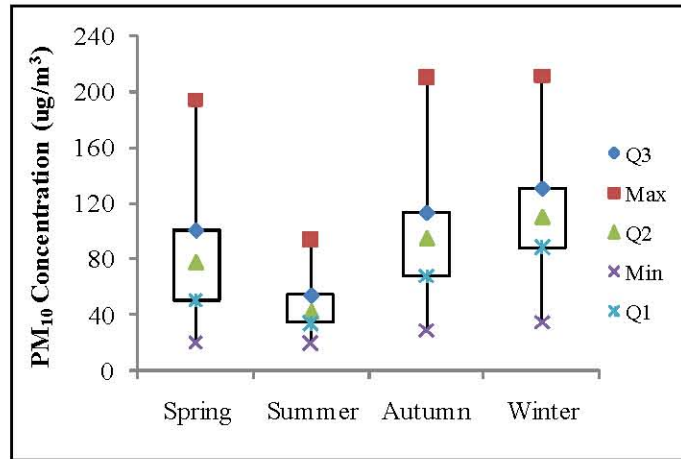


Figure 4-5 Box plot of PM₁₀ variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

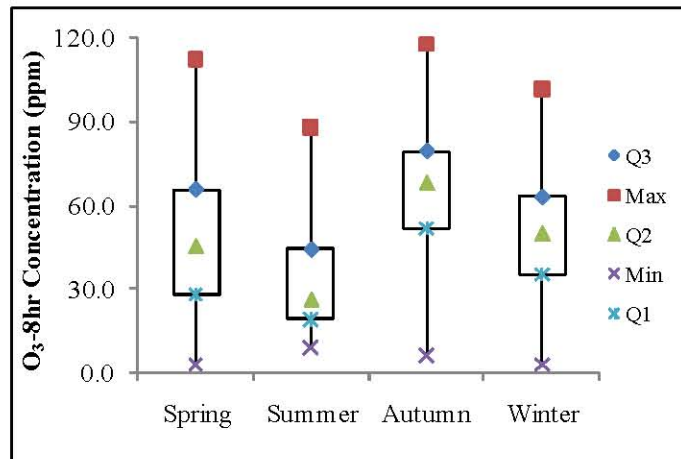


Figure 4-6 Box plot of O₃-8hr variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

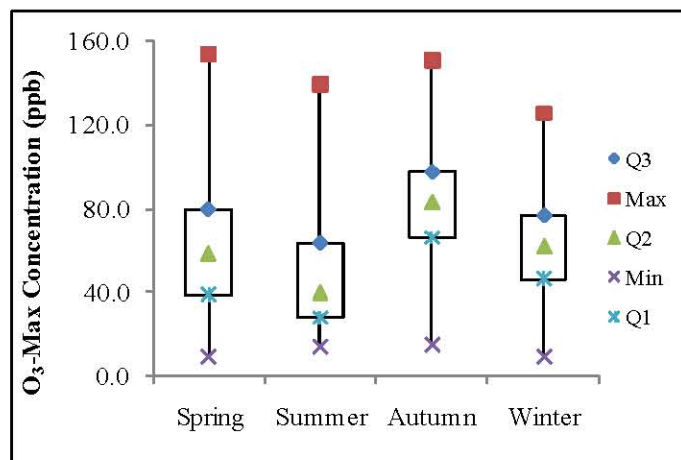


Figure 4-7 Box plot of O₃-Max variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

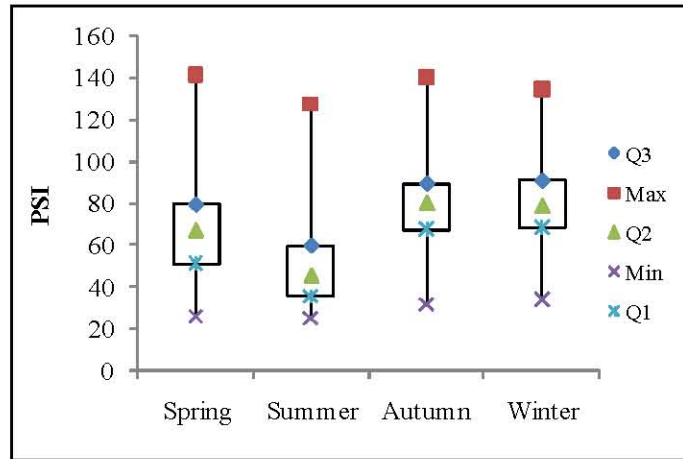


Figure 4-8 Box plot of PSI variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

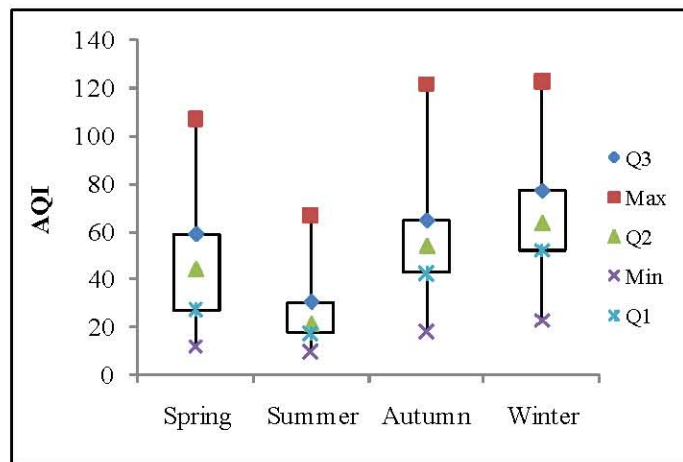


Figure 4-9 Box plot of AQI variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

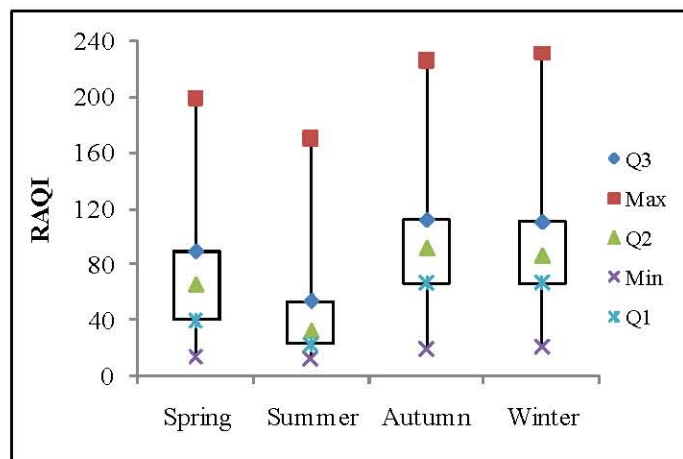


Figure 4-10 Box plot of RAQI variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

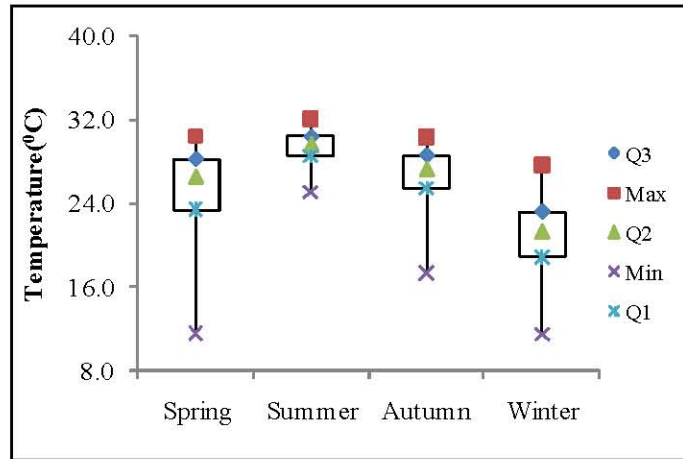


Figure 4-11 Box plot of Temperature variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

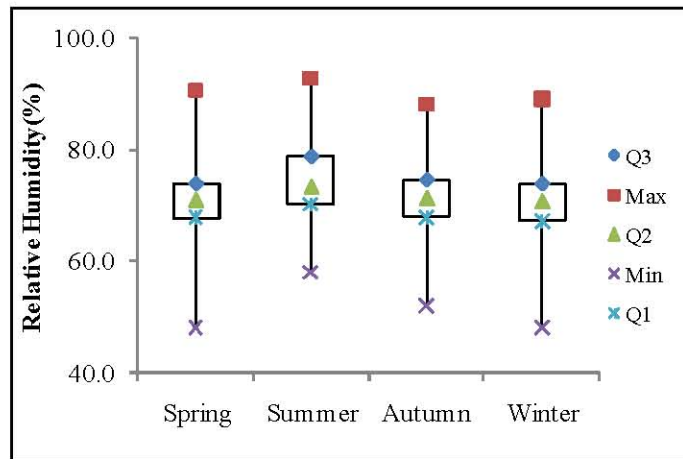


Figure 4-12 Box plot of Relative Humidity variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

4.1.2 污染物相關性矩陣分析

本研究針對高雄地區2004年至2007年空氣污染物進行皮爾森相關係數 (Pearson Correlation) 分析，分析結果如Table 4-2所示，CO對NO₂的關聯性最強，達到0.78，其次為PM₁₀的0.65、SO₂的0.56，SO₂與NO₂及PM₁₀的相關性指數達0.72及0.62。NO₂與PM₁₀的關聯性高達0.85，與臭氧最低。臭氧僅與PM₁₀的關聯性較大，與其他污染物的相關係數皆低於0.4以下。

PSI因只取當日最大副指標值，根據環保署資料統計，主要影響PSI指標的污染物為PM₁₀及O₃，其兩種污染物所佔PSI空氣品質不良比例各為64.2%、35.8%，因此PSI指標與PM₁₀及O₃之相關性指數高達0.9及0.82，與CO的相關性指數0.37為最低。AQI指標因其指標值參考PM_{2.5}的微粒污染，因此與SO₂及NO₂的相關性皆非常高，分別為0.64及0.77，而與PM₁₀達0.95，因臭氧屬於二次污染物，故與AQI的相關性指數僅0.5左右。

RAQI指標因為是將五種污染物都納入考慮，所以與每個污染物的相關性指數都非常高，分別是CO-0.61、SO₂-0.71、NO₂-0.73、PM₁₀-0.89、O₃-8hr-0.80、O₃-Max-0.82。在氣象因子相對濕度及溫度方面，除了溫度與O₃-8hr、O₃-Max的相關係數為正相關外，其於污染物皆呈現負相關。

Table 4-2 The pearson correlation for air pollution and meteorological variables in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

	RAQI	AQI	PSI	PM ₁₀	O ₃ -8hr	O ₃ -Max	CO	SO ₂	NO ₂	RH	Temp
RAQI	1.00										
AQI	0.87	1.00									
PSI	0.98	0.88	1.00								
PM ₁₀	0.89	0.95	0.90	1.00							
O ₃ -8hr	0.80	0.51	0.76	0.57	1.00						
O ₃ -Max	0.82	0.54	0.82	0.53	0.95	1.00					
CO	0.61	0.68	0.37	0.65	0.26	0.28	1.00				
SO ₂	0.71	0.64	0.43	0.62	0.20	0.22	0.56	1.00			
NO ₂	0.73	0.77	0.54	0.85	0.39	0.36	0.78	0.72	1.00		
RH	-0.40	-0.36	-0.41	-0.40	-0.38	-0.34	-0.07	-0.33	-0.28	1.00	
Temp	-0.39	-0.62	-0.44	-0.61	-0.05	0.01	-0.59	-0.58	-0.76	0.22	1.00

4.1.3 就診人數統計分析

針對高雄地區2004年至2007年呼吸道疾病與心血管疾病就診人數統計分析（如Table 4-3~Table 4-5），本研究將就診人數依照年齡分層與季節區分（春、夏、秋、冬），共有學齡前幼童、青少年、成人及老年人，並分析全年齡層（All）就診人數資料。

以呼吸道就診人數統計分析結果顯示，在學齡前幼童中，平均就診人數最高的季節在冬季，平均為8.5人，其次為春秋兩季，平均人數為7.9人，在就診人數單日最大值為冬季25人，其次為春季22人，分析結果顯示學齡前幼童受到季節影響較大。青少年在四季中平均值以秋季就診人數較多，但四季就診人數單日最大值除了冬天的26人最少外，春、夏、秋三季皆為32人。成人與老年人在夏季平均就診人數較多，成人在單日就診人數最大值中以冬季最高，老年人族群則以秋季最高。在心血管就診人數統計分析結果顯示，成人族群以秋季受到的影響較大，其次為夏季，而老年人族群以秋季的平均就診人數較高，其次為春夏兩季。

Table 4-3 The descriptive statistics for all case (respiratory and cardiovascular) admission variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

All case	Season	Min	25%(Q1)	50%(Q2)	75%(Q3)	Max	Mean(day)	SD	IQR
Pre-scholer	Spring	0.0	5.0	7.0	10.0	22.0	7.9	4.0	5.0
	Summer	0.0	4.0	6.0	8.0	18.0	6.3	3.1	4.0
	Autumn	0.0	6.0	7.0	10.0	19.0	8.0	3.6	4.0
	Winter	0.0	5.0	8.0	11.0	25.0	8.5	4.3	6.0
Children	Spring	0.0	6.0	9.0	12.0	32.0	9.8	4.9	6.0
	Summer	0.0	7.0	10.0	13.0	32.0	10.2	5.0	6.0
	Autumn	0.0	6.0	10.0	13.0	32.0	10.2	5.1	7.0
	Winter	1.0	6.0	9.0	12.0	26.0	9.3	4.2	6.0
Adult	Spring	1.0	19.0	25.0	32.0	52.0	25.3	9.5	13.0
	Summer	1.0	19.0	26.0	33.0	52.0	26.2	9.9	14.0
	Autumn	1.0	19.0	26.0	33.0	52.0	25.7	10.1	14.0
	Winter	0.0	19.0	25.0	32.0	57.0	25.5	9.8	13.0
Elder	Spring	0.0	3.0	6.0	8.0	17.0	5.7	3.1	5.0
	Summer	0.0	3.0	5.0	8.0	17.0	5.6	3.1	5.0
	Autumn	0.0	3.0	5.0	7.0	16.0	5.2	3.1	4.0
	Winter	0.0	3.0	6.0	8.0	17.0	5.7	3.1	5.0
All	Spring	5.0	39.0	50.0	61.0	103.0	50.1	16.8	22.0
	Summer	5.0	39.0	51.0	62.0	103.0	51.1	17.3	23.0
	Autumn	5.0	36.3	50.5	62.0	103.0	50.0	18.0	25.8
	Winter	6.0	40.0	50.0	60.0	102.0	49.9	16.5	20.0

Table 4-4 The descriptive statistics for respiratory admission variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

Respiratory	Season	Min	25%(Q1)	50%(Q2)	75%(Q3)	Max	Mean(day)	SD	IQR
Pre-scholar	Spring	0.00	5.00	7.00	10.00	22.00	7.91	3.97	5.00
	Summer	0.00	4.00	6.00	8.00	18.00	6.32	3.14	4.00
	Autumn	0.00	6.00	7.00	10.00	19.00	7.98	3.62	4.00
	Winter	0.00	5.00	8.00	11.00	25.00	8.53	4.29	6.00
Children	Spring	0.00	6.00	9.00	12.00	32.00	9.80	4.94	6.00
	Summer	0.00	7.00	10.00	13.00	32.00	10.15	4.99	6.00
	Autumn	0.00	6.00	10.00	13.00	32.00	10.19	5.10	7.00
	Winter	1.00	6.00	9.00	12.00	26.00	9.29	4.20	6.00
Adult	Spring	1.00	19.00	25.00	31.00	52.00	24.66	9.31	12.00
	Summer	1.00	19.00	26.00	32.00	52.00	25.76	9.74	13.00
	Autumn	1.00	19.00	25.00	32.00	52.00	25.42	9.91	13.00
	Winter	0.00	18.50	25.00	31.00	56.00	24.71	9.55	12.50
Elder	Spring	0.00	3.00	5.00	6.00	12.00	4.74	2.65	3.00
	Summer	0.00	3.00	5.00	7.00	13.00	4.90	2.79	4.00
	Autumn	0.00	3.00	5.00	7.00	16.00	4.81	2.86	4.00
	Winter	0.00	3.00	4.00	6.00	12.00	4.56	2.47	3.00
All	Spring	5.00	37.25	48.00	59.00	103.00	48.43	16.40	21.75
	Summer	5.00	38.00	50.00	62.00	103.00	49.99	16.93	24.00
	Autumn	5.00	36.00	50.00	61.00	103.00	49.34	17.52	25.00
	Winter	6.00	38.00	48.00	57.50	101.00	47.94	15.74	19.50

Table 4-5 The descriptive statistics for cardiovascular admission variables by four season in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

Cardiovascular	Season	Min	25%(Q1)	50%(Q2)	75%(Q3)	Max	Mean(day)	SD	IQR
Adult	Spring	0.00	0.00	1.00	1.00	6.00	0.80	0.97	1.00
	Summer	0.00	0.00	1.00	1.00	7.00	0.80	1.00	1.00
	Autumn	0.00	0.00	1.00	1.00	7.00	0.86	1.07	1.00
	Winter	0.00	0.00	1.00	1.00	6.00	0.84	1.03	1.00
Elder	Spring	0.00	0.00	1.00	2.00	7.00	1.15	1.29	2.00
	Summer	0.00	0.00	1.00	2.00	7.00	1.15	1.27	2.00
	Autumn	0.00	0.00	1.00	2.00	6.00	1.20	1.28	2.00
	Winter	0.00	0.00	1.00	2.00	7.00	1.14	1.28	2.00
All	Spring	0.00	0.00	2.00	3.00	8.00	1.96	1.78	3.00
	Summer	0.00	0.00	2.00	3.00	9.00	1.96	1.81	3.00
	Autumn	0.00	0.00	2.00	3.00	9.00	2.05	1.86	3.00
	Winter	0.00	0.00	2.00	3.00	9.00	1.98	1.85	3.00

4.1.4 就診人數與空氣污染物月效應分析

將就診人數與空氣污染物進行月份統計分析（如 Figure 4-13），結果顯示各污染物在月平均分析上，均在 6 月至八月間有下降之情形，此為夏季季節性之影響，然後在春秋兩季有較高之波峰，觀察 NO₂、PM₁₀ 在秋季之後進入到冬季，其濃度有繼續上升之現象，O₃ 則呈現下降的趨勢，PSI 因將 O₃ 及 PM₁₀ 視為主要指標污染物，因此即使夏季 PM₁₀ 的濃度有大幅下降，但在 PSI 值卻有高估之情形，RAQI 則在夏季更清楚的表達出空氣乾淨的情況。再比對就診人數之趨勢，其亦跟污染物一樣呈現出隨季節性有波動的情況，因此可以假定空氣污染濃度的變化確實是會影響民眾在健康效應上之反應。

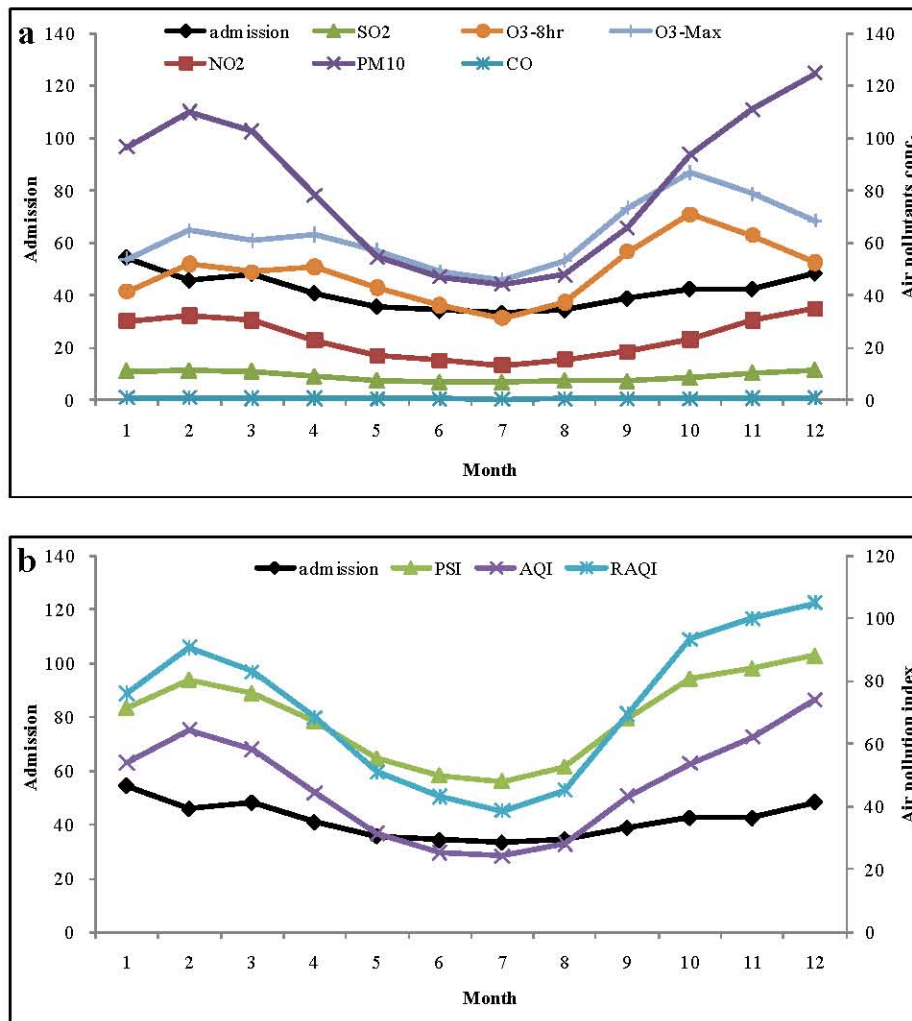


Figure 4-13 The month variation on disease admission and (a) air pollutants, (b)air pollution index, 2004-2007.

4.1.5 就診人數星期效應分析

將各年齡層族群疾病就診人數進行星期效應分析（如 Figure 4-14），圖中可發現總就診人數在星期效應上呈現周一有較高的就診人數，然後周二至周五平均差不多，並無太大變化，然後周六至周日遞減，此一現象說明了因在假日上有許多醫院及診所並無營業，因此民眾即使是在假日遇上空氣污染惡化時，也無法即刻的就醫治療，必須等待至周一正常營業時間才能就診，這就造成了假日的門診干擾效應。故本研究在統計分析空氣污染物與就診人數之關係時必須將假日效應剔除，以防止統計結果上出現干擾的現象。

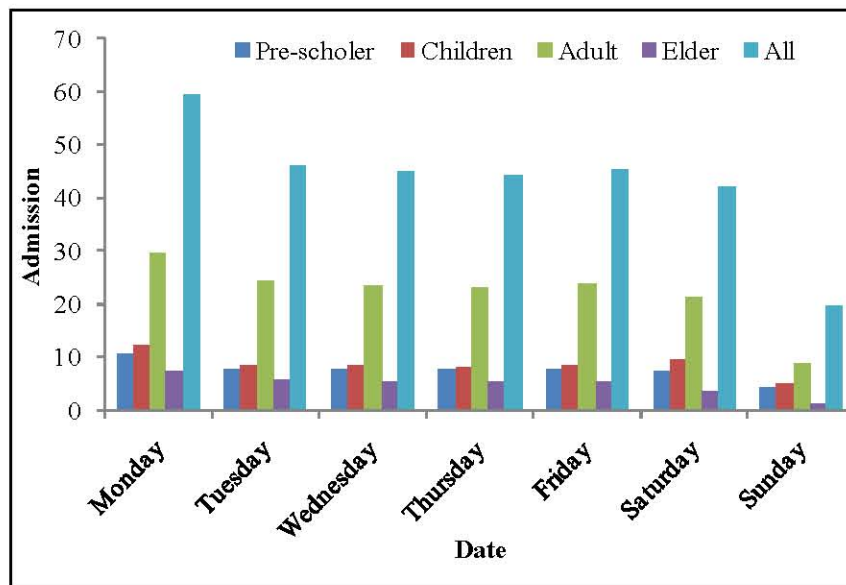


Figure 4-14 The week variation on disease admission, 2004-2007.

4.2 各污染物與就診人數線性回歸分析

本研究在將全疾病（呼吸道疾病及心血管疾病）之全年齡層就診人數經過時間序列-普瓦松回歸模式分配後，可得一就診人數的預測值，然後在經過前後比對之後，發現經過普瓦松分配後的就診人數與污染物之間的線性平均都增加了，如 Figure 4-15 至 Figure 4-17 所示：

RAQI 指標與在經過普瓦松分配前（a 圖）與分配後（b 圖）的就診人數之間的線性，從分配前的 0.147 提升至 0.268，AQI 指標從分配前的 0.129 上升至分配後的 0.166，PSI 指標為分配前的 0.077，在經過模式分配後上升至 0.113，PM₁₀ 污染物濃度與就診人數在未經過模式分配前之線性值為 0.090，在經過模式分配後，數值上升至 0.170。

污染物 SO₂ 與就診人數經模式分配前線性值為 0.077，而就診人數在經過模式分配後，線性值提升為 0.143，CO 污染物濃度與就診人數經分配前之線性值為 0.117，經過模式分配後 CO 污染物濃度與就診人數之線性值為 0.224。NO₂ 方面則是就診人數經模式分配前線性值 0.136 提升至經模式分配後的線性值 0.244。O₃-8hr 與 O₃-Max 與未經過回歸之就診人數線性值分別為 0.013、0.018，而經過回歸後的線性值提升至 0.026、0.028。

綜合以上結果，可以發現 RAQI 與就診人數之間的線性關係最好，主要是因為 RAQI 指標是將五種污染物都納入參考，可以在污染物在最低效應的基準上，進一步的考慮到其他污染物的存在，而不會發生像 PSI 指標只參考某一最大指標污染物，而忽略了其他污染物的存在，造成模糊現象的產生。PSI 指標大部分都是受到 PM₁₀ 與 O₃ 的因素影響，因此在 PM₁₀ 與就診人數經時間序列回歸後之間的線性值雖然上升了許多，但是 PSI 卻類似 PM₁₀ 與就診人數之間的線性，因其有一部分是以 O₃ 的濃度當做指標的依據，因此降低了與就診人數的關係。

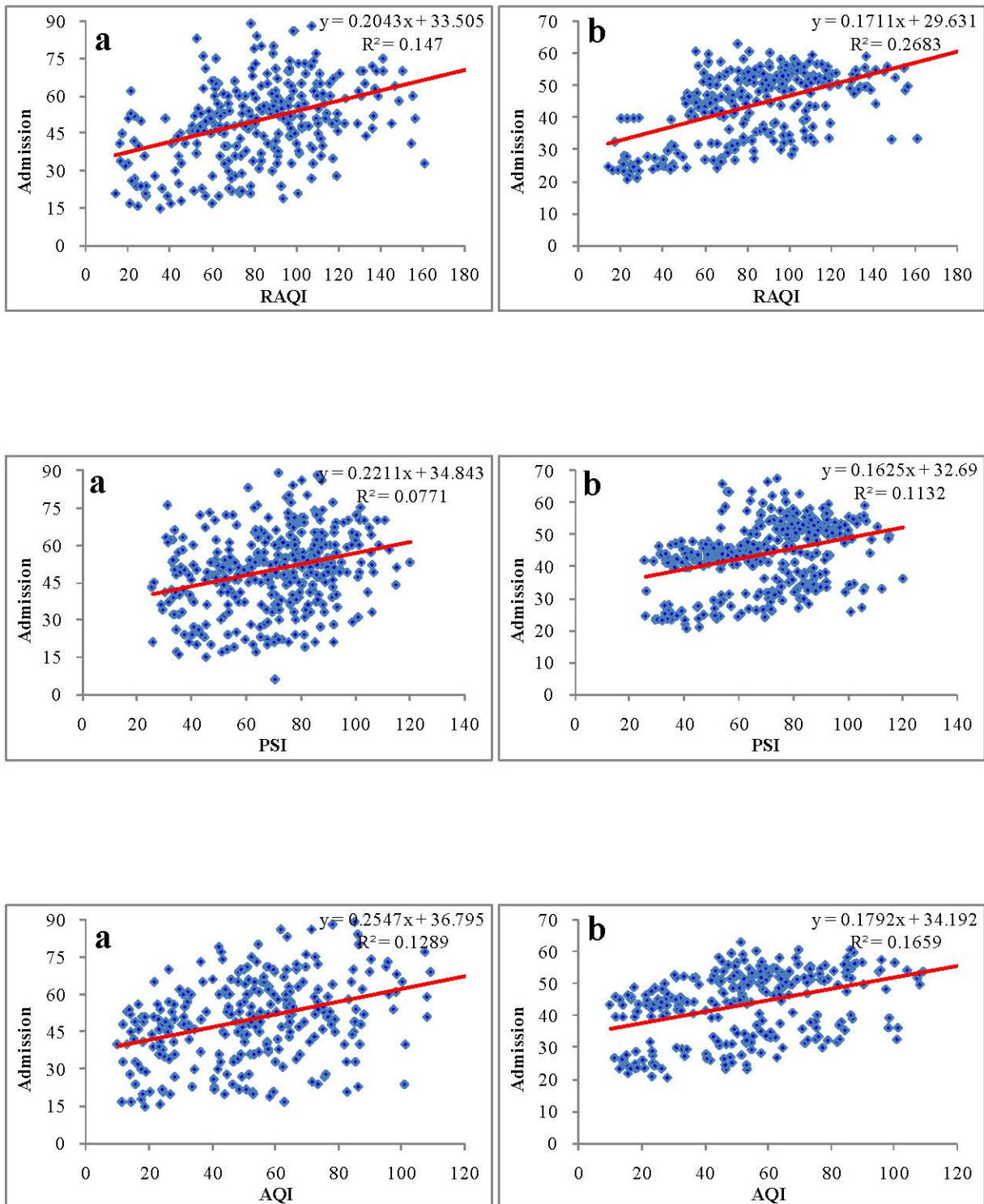


Figure 4-15 The liner regression analysis of air pollution index and disease admission.

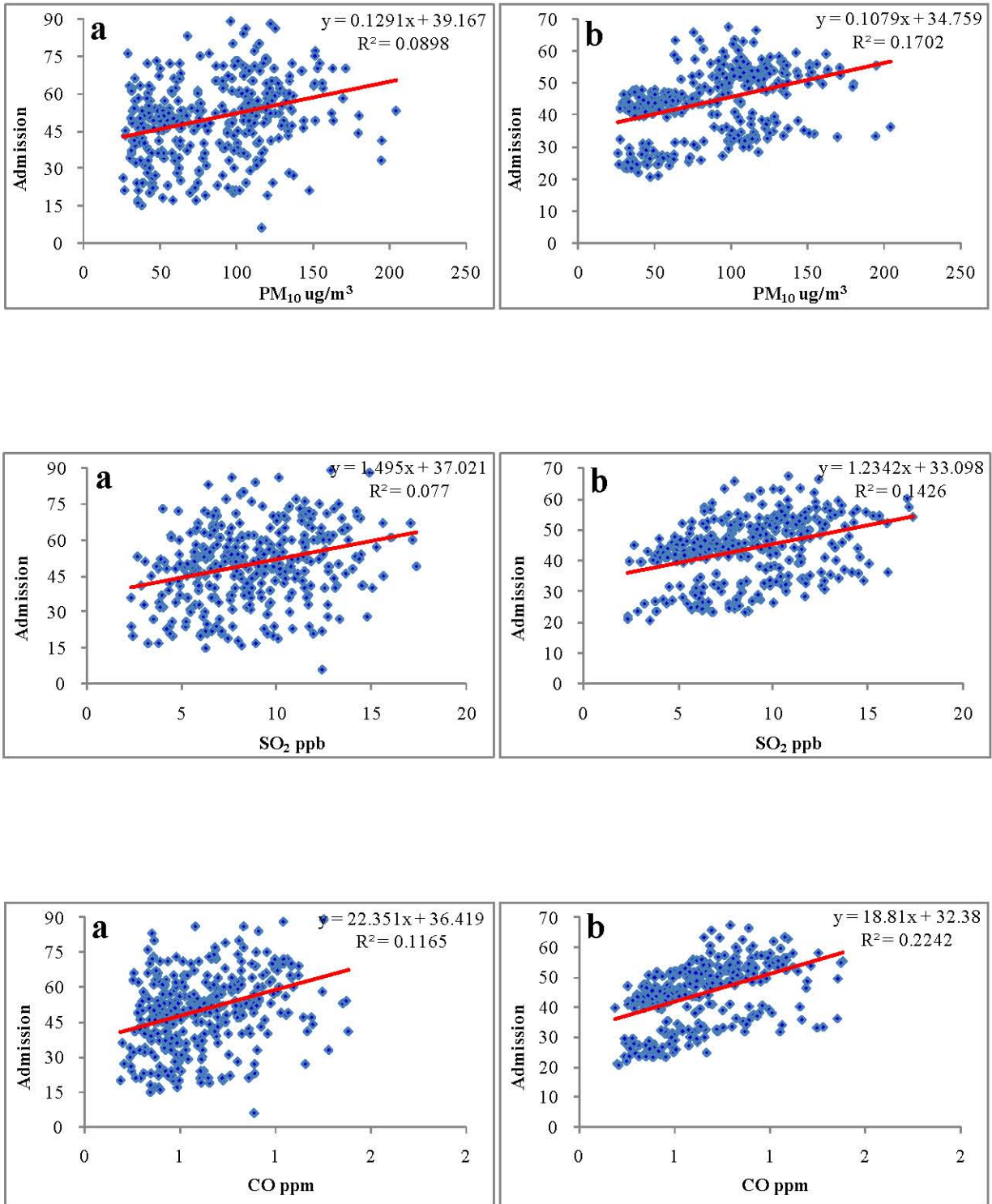


Figure 4-16 The liner regression analysis of air pollutants and disease admission.

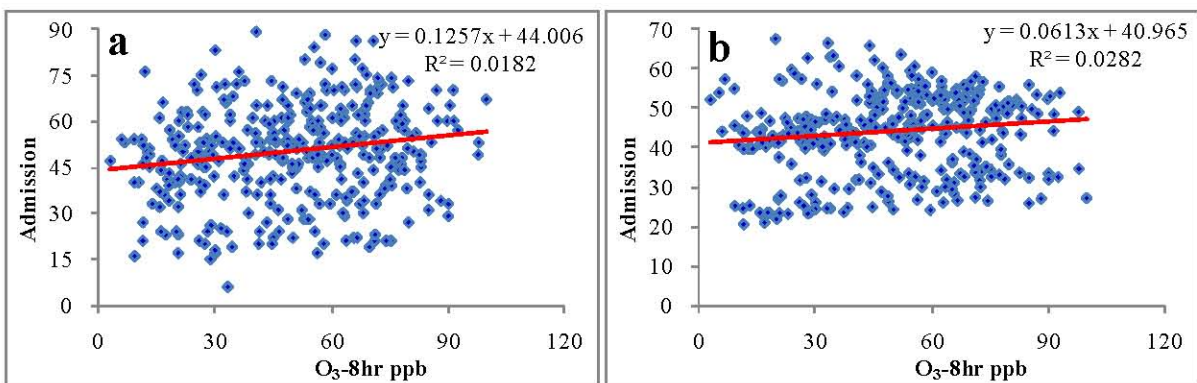
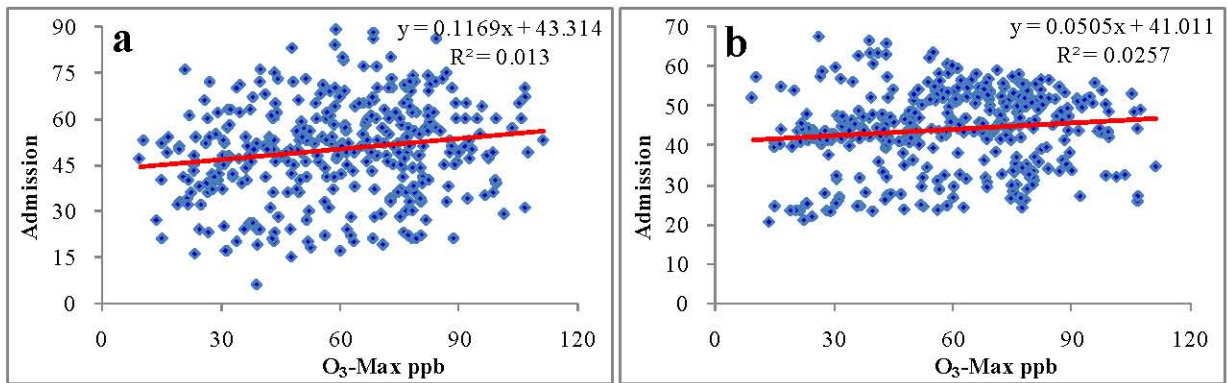
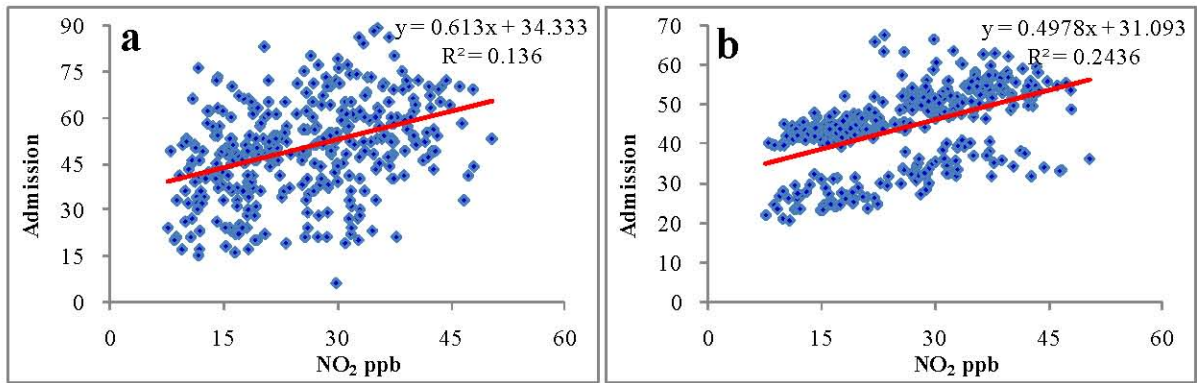


Figure 4-17 The liner regression analysis of air pollutants and disease admission.

4.3 風險評估分析

4.3.1 污染物與全疾病就診人數風險評估分析

將全疾病（呼吸道疾病與心血管疾病）每日就診人數經時間序列模式普瓦松迴歸分配後，進行各污染物（CO、NO₂、SO₂、PM₁₀、O₃-8hr、O₃-Max）與各年齡層（Pre-schooler、Children、Adults、Elder 及 all-不分年齡）疾病人數四季（春、夏、秋、冬）之風險評估，求得相對風險（Relative Risk, RR）值與 95% 信賴區間（confidence interval, CI），分析結果如 Table 4-6：

針對 CO 在春季從低濃度轉換成高濃度時，其就診人數的增加對各族群皆有顯著關係，其中以青少年的相對風險值較高，為 1.293（1.994- 0.783），其次為成人，相對風險值為 1.196（1.648- 0.840）、學齡前幼童 1.14（1.529- 0.830），老年人族群為 1.067（1.208- 0.955）。夏季除了對學齡前幼童無顯著關係外，以青少年的相對風險值 1.029（1.300- 0.783）最高，成人與老年人的風險值皆為 1.016（1.203- 0.836、1.074-0.940）。秋季以青少年 1.108（1.722- 0.680）的風險值最高，其次依序為成人 1.073（1.484- 0.756）、學齡前幼童 1.049（1.444- 0.736）及老年人 1.028（1.143- 0.933）。冬季則對於各族群皆沒有顯著關係。

NO₂ 的分析結果則顯示在春、夏、秋、冬四季以青少年的風險值 1.345（1.994- 0.938）、1.052（1.313- 0.822）、1.251（1.742- 0.817）、1.038（1.655-0.607）最高，秋季對各族群的風險值分別為學齡前幼童 1.133（1.466- 0.825）、青少年 1.251（1.742- 0.817）、成人（1.169（1.496- 0.859）、老年人 1.048（1.140- 0.981）。在冬季與 CO 不同的是各族群在四季皆有顯著關係，冬季學齡前幼童的風險值

1.030 (1.435- 0.722) 又較夏季的風險值 1.022 (1.280- 0.779) 高，也較冬季的成人 1.029 (1.468- 0.687) 為高

SO₂ 在四季對於各年齡層族群的風險評估顯示以春秋兩季對就診人數的影響較大，春季學齡前幼童風險值為 1.137 (1.541- 0.781)、青少年 1.258 (1.994- 0.587)、成人 1.176 (1.649- 0.687)、老年人 1.05591.209-.840)。秋季略低於春季，分別為學齡前幼童 1.109 (1.472- 0.777)、青少年 1.193 (1.754- 0.728)、成人 1.132 (1.504- 0.804)、老年人 1.035 (1.143- 0.887)。SO₂ 對就診人數的影響在冬季各族群風險值皆大於夏季。

PM₁₀ 的分析結果顯示在各族群中皆以春季的風險值為最高，其中又起青少年族群的風險增加率 31.7% 最高，其次為成人族群的 21.4%、學齡前幼童的 16.7%，老年人族群的風險增加率為 6.4%。秋季為風險值第二高的季節，各族群風險增加率分別為學齡前幼童 11.1%、青少年 18.0%、成人 12.4%、老年人 2.8%。風險值夏季又比冬季高，各族群風險增加率分別為學齡前幼童 5.5%、青少年 4.6%、成人 3.5%，老年人在夏季及秋季則是無顯著關係。

本研究在臭氧分析上將臭氧值分為每日最大八小時平均 (O₃-8hr) 及每日最大值 (O₃-Max)，但不管是在 O₃-8hr 或是 O₃-Max，在四季中皆以冬季對各族群無顯著關係，O₃-8hr 在老年人族群則除了春季有顯著關係外，其於季節皆無顯著關係，然後在春秋兩季臭氧濃度較高的季節其所造成的風險值也較高。春季各族群其風險增加率分別為學齡前幼童 7.8%、青少年 8.8%、成人 6.6%、老年人 0.4%，秋季為學齡前幼童 6.0%、青少年 4.8%、成人 3.7%，夏季為學齡前幼童 4.9%、青少年 4.3%、成人 3.3%。O₃-Max 在分析結果中所呈現與前面幾個污染物不同的地方在春季學齡前幼童受到的影響較大，其風險增加率為 6.5%，其次為青少年 5.9%，而成人為 4.6%。秋季學齡前幼童為 5.9%、青少年 5.0%、成人 3.8%，也是以學齡前幼童受到的影響較明顯。

4.3.2 污染物與呼吸道疾病就診人數風險評估分析

將呼吸道疾病每日就診人數經時間序列模式普瓦松迴歸分配後，進行各污染物（CO、NO₂、SO₂、PM₁₀、O₃-8hr、O₃-Max）與各年齡層（Pre-schooler、Children、Adults、Elder 及 all-不分年齡）疾病人數四季（春、夏、秋、冬）之風險評估，求得相對風險（Relative Risk, RR）值與 95%信賴區間（confidence interval, CI），分析結果如 Table 4-7：

針對 CO 在春季從低濃度轉換成高濃度時，其就診人數的增加對各族群皆有顯著關係，其中以青少年的相對風險值較高，為 1.297 (2.012- 0.780)，其次為成人，相對風險值為 1.196(1.648- 0.840)、學齡前幼童 1.139(1.526- 0.831)，老年人族群為 1.067 (1.208- 0.955)。夏季除了對學齡前幼童無顯著關係外，以青少年的相對風險值 1.029 (1.306- 0.778) 最高，成人與老年人的風險值分別為 1.018(1.208- 0.833)、1.027(1.126- 0.902)。秋季以青少年 1.110(1.736- 0.676) 的風險值最高，其次依序為成人 1.077(1.505- 0.750)、學齡前幼童 1.049(1.442- 0.737) 及老年人 1.046 (1.241- 0.892)。冬季則對於各族群皆沒有顯著關係。

NO₂ 的分析結果則顯示在春、夏、秋、冬四季以青少年的風險值 1.350 (2.012- 0.937)、1.053(1.319- 0.819)、1.255(1.756- 0.813)、1.039(1.665-0.604) 最高，秋季對各族群的風險值分別為學齡前幼童 1.132 (1.465- 0.826)、青少年 1.255 (1.756- 0.813)、成人 1.177 (1.517- 0.857)、老年人 1.081 (1.237- 0.969)。在冬季與 CO 不同的是各族群在四季皆有顯著關係，冬季學齡前幼童的風險值 1.030 (1.435- 0.723) 又較夏季的風險值 1.030 (1.486- 0.678) 高，也較冬季的成人 1.008(1.213- 0.821) 為高。以全族群來看，除了春秋兩季風險增加率(23.6、17.5%) 較高外，夏冬兩季的風險增加率 (3.4、3.0%) 則差異不大。

SO₂ 在四季對於各年齡層族群的風險評估顯示以春秋兩季對就診人數的影響較大，春季學齡前幼童風險值為 1.136(1.538- 0.781)、青少年 1.261 (2.012-0.585)、成人 1.185 (1.681- 0.674)、老年人 1.090 (1.352-.0.758)。秋季全族群風險值略低於春季約 4.6%，各族群分別為學齡前幼童 1.108 (1.474- 0.778)、青少年 1.196 (1.769- 0.727)、成人 1.138 (1.525- 0.796)、老年人 1.059 (1.241-0.823)。SO₂ 對就診人數的影響在冬季各族群風險值皆大於夏季，以全族群風險值來看，冬季平均大於夏季 5.1%。

PM₁₀ 的對於呼吸道疾病之分析結果顯示，在各族群中皆以春季的風險值為最高，其中又起青少年族群的風險增加率 32.1%最高，其次為成人族群的 22.5%、學齡前幼童的 16.6%，老年人族群的風險增加率為 10.6%。秋季為風險值第二高的季節，各族群風險增加率分別為學齡前幼童 11.0%、青少年 18.3%、成人 12.9%、老年人 4.7%。呼吸道疾病的風險值夏季又比冬季高，各族群風險增加率分別為學齡前幼童 5.5%、青少年 4.8%、成人 3.5%，老年人在夏季及秋季則是無顯著關係。

不管是在 O₃-8hr 或是 O₃-Max，在四季中皆以冬季對各族群無顯著關係，O₃-8hr 在老年人族群則除了春季有顯著關係外，其於季節皆無顯著關係，然後在春秋兩季臭氧濃度較高的季節其所造成的風險值也較高。春季各族群其風險增加率分別為學齡前幼童 7.8%、青少年 9.0%、成人 6.7%、老年人 0.6%，秋季為學齡前幼童 6.0%、青少年 4.9%、成人 3.7%，夏季為學齡前幼童 4.9%、青少年 4.4%、成人 3.4%。

O₃-Max 在分析結果中所呈現與前面幾個污染物不同的地方在春季學齡前幼童受到的影響較大，其風險增加率為 6.5%，其次為青少年 6.0%，較全疾病風險增加率高 0.1%，而成人為 4.7%。秋季學齡前幼童為 5.9%、青少年 5.2%、成人 3.8%，也是以學齡前幼童受到的影響較明顯。

4.3.3 污染物與心血管疾病就診人數風險評估分析

將心血管疾病每日就診人數經時間序列模式普瓦松迴歸分配後，進行各污染物（CO、NO₂、SO₂、PM₁₀、O₃-8hr、O₃-Max）與各年齡層（Pre-schooler、Children、Adults、Elder 及 all-不分年齡）疾病人數四季（春、夏、秋、冬）之風險評估，求得相對風險（Relative Risk, RR）值與 95%信賴區間（confidence interval, CI），但在心血管疾病就診人數中，因為成人族群的資料過少，因此統計結果均為 1。老年人族群分析結果如 Table 4-8：

CO 在四季中僅與冬季對就診人數有顯著關係，風險值為 1.005（1.308-0.725）。NO₂ 對心血管疾病的就診人數與 CO 相同，也是以冬季有顯著關係，風險值為 1.008（1.289- 0.708）。針對 SO₂ 的分析結果，其夏季及冬季皆對就診人數有顯著關係，風險值分別為 1.035（1.311- 0.807）、1.033（1.467- 0.811）。在 PM₁₀ 的分析中，在懸浮微粒較高的春秋冬三個季節皆有顯著關係，在春季顯著關係 1.045（1.361- 0.856）最高，其次為冬季 1.039（1.467- 0.708），秋季則為 1.001（1.435- 0.805）。

在心血管疾病中，O₃-8hr 和 O₃-Max 在四季中皆對於老年人有顯著關係，且皆對於秋季有較高的顯著關係，O₃-8hr 在春、夏、秋、冬四季的風險值分別為 1.038（1.370- 0.864）、1.053（1.307- 0.821）、1.068（1.467- 0.814）、1.039（1.396- 0.857）。O₃-Max 在春、夏、秋、冬四季的風險值分別為 1.050（1.370- 0.868）、1.048（1.285- 0.821）、1.083（1.467- 0.845）、1.031（1.396- 0.835）。分析結果也顯示若老年人族群暴露在 O₃-Max 的環境中，造成的風險增加率會高於暴露在 O₃-8hr 環境中，其次為 PM₁₀ 對老年人族群的心血管疾病的影響有風險性。

Table 4-6 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital all cause admissions with air pollution in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
CO (ppm)	Spring	1.140*(1.529-0.830)	1.293*(1.994-0.783)	1.196*(1.648-0.840)	1.067*(1.208-0.955)	1.188* (1.631-0.839)
	Summer	0.995*(1.285-0.770)	1.029*(1.300-0.783)	1.016*(1.203-0.836)	1.016*(1.074-0.940)	1.013* (1.209-0.830)
	Autumn	1.049*(1.444-0.736)	1.108*(1.722-0.680)	1.073*(1.484-0.756)	1.028*(1.143-0.933)	1.069* (1.477-0.753)
	Winter	0.988*(1.343-0.702)	0.980*(1.589-0.612)	0.985*(1.415-0.689)	0.994*(1.144-0.880)	0.985* (1.404-0.691)
NO ₂ (ppb)	Spring	1.163*(1.545-0.878)	1.345*(1.994-0.938)	1.230*(1.648-0.953)	1.079*(1.208-0.980)	1.220* (1.631-0.950)
	Summer	1.022*(1.280-0.779)	1.052*(1.313-0.822)	1.033*(1.207-0.871)	1.012*(1.083-0.942)	1.032* (1.208-0.860)
	Autumn	1.133*(1.466-0.825)	1.251*(1.742-0.817)	1.169*(1.496-0.859)	1.048*(1.140-0.981)	1.164* (1.490-0.855)
	Winter	1.030*(1.435-0.722)	1.038*(1.655-0.607)	1.029*(1.468-0.687)	1.005*(1.131-0.882)	1.030* (1.461-0.692)
SO ₂ (ppb)	Spring	1.137*(1.541-0.781)	1.258*(1.994-0.587)	1.176*(1.649-0.687)	1.055*(1.209-0.840)	1.171* (1.631-0.699)
	Summer	1.048*(1.339-0.762)	1.044*(1.320-0.769)	1.033*(1.231-0.825)	0.995*(1.059-0.929)	1.035* (1.245-0.818)
	Autumn	1.109*(1.472-0.777)	1.193*(1.754-0.728)	1.132*(1.504-0.804)	1.035*(1.143-0.887)	1.128* (1.499-0.806)
	Winter	1.091*(1.533-0.778)	1.106*(1.748-0.658)	1.082*(1.537-0.734)	1.012*(1.138-0.866)	1.083* (1.530-0.743)
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	1.167*(1.545-0.876)	1.317*(1.994-0.834)	1.214*(1.649-0.878)	1.064*(1.209-0.950)	1.208* (1.632-0.879)
	Summer	1.055*(1.323-0.803)	1.046*(1.287-0.791)	1.035*(1.204-0.843)	0.992*(1.048-0.923)	1.038* (1.219-0.837)
	Autumn	1.111*(1.467-0.801)	1.180*(1.742-0.691)	1.124*(1.497-0.774)	1.028*(1.143-0.877)	1.121* (1.491-0.783)
	Winter	1.029*(1.516-0.749)	1.017*(1.748-0.624)	1.015*(1.537-0.704)	0.993*(1.131-0.873)	1.017* (1.530-0.710)
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	1.078*(1.544-0.720)	1.088*(1.884-0.554)	1.066*(1.588-0.653)	1.004*(1.137-0.836)	1.067* (1.580-0.662)
	Summer	1.049*(1.389-0.731)	1.043*(1.494-0.677)	1.033*(1.342-0.752)	0.995*(1.079-0.865)	1.036* (1.348-0.751)
	Autumn	1.060*(1.320-0.825)	1.048*(1.285-0.791)	1.037*(1.202-0.845)	0.990*(1.057-0.934)	1.040* (1.211-0.843)
	Winter	0.972*(1.380-0.711)	0.923*(1.577-0.608)	0.945*(1.407-0.687)	0.967*(1.131-0.873)	0.949* (1.396-0.691)
O ₃ -Max (ppb)	Spring	1.065*(1.544-0.719)	1.059*(1.880-0.554)	1.046*(1.587-0.653)	0.996*(1.137-0.832)	1.049* (1.580-0.662)
	Summer	1.018*(1.358-0.682)	1.001*(1.469-0.574)	1.003*(1.323-0.668)	0.991*(1.086-0.865)	1.005* (1.327-0.671)
	Autumn	1.059*(1.307-0.825)	1.050*(1.289-0.791)	1.038*(1.202-0.845)	0.992*(1.057-0.939)	1.041* (1.211-0.843)
	Winter	0.963*(1.380-0.711)	0.904*(1.577-0.608)	0.930*(1.407-0.687)	0.959*(1.124-0.872)	0.935* (1.396-0.692)

Table 4-7 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital cardiovascular admissions with air pollution in Kaohsiung metropolis

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
CO (ppm)	Spring	1.139*(1.526-0.831)	1.297*(2.012-0.780)	1.196*(1.648-0.840)	1.067*(1.208-0.955)	1.188*(1.631-0.839)
	Summer	0.995*(1.285-0.770)	1.029*(1.306-0.778)	1.018*(1.208-0.833)	1.027(1.126-0.902)	1.015*(1.216-0.826)
	Autumn	1.049*(1.442-0.737)	1.110*(1.736-0.676)	1.077*(1.505-0.750)	1.046*(1.241-0.892)	1.074*(1.504-0.745)
	Winter	0.988(1.341-0.704)	0.980*(1.597-0.609)	0.984*(1.433-0.681)	0.991*(1.236-0.818)	0.985*(1.427-0.681)
NO ₂ (ppb)	Spring	1.161*(1.542-0.878)	1.350*(2.012-0.937)	1.242*(1.681-0.952)	1.132*(1.352-0.968)	1.236*(1.673-0.950)
	Summer	1.022*(1.279-0.779)	1.053*(1.319-0.819)	1.035*(1.215-0.867)	1.020*(1.143-0.905)	1.034*(1.218-0.861)
	Autumn	1.132*(1.465-0.826)	1.255*(1.756-0.813)	1.177*(1.517-0.857)	1.081*(1.237-0.969)	1.175*(1.518-0.852)
	Winter	1.030*(1.435-0.723)	1.039*(1.665-0.604)	1.030*(1.486-0.678)	1.008(1.213-0.821)	1.030*(1.484-0.680)
SO ₂ (ppb)	Spring	1.136*(1.538-0.783)	1.261*(2.012-0.585)	1.185*(1.681-0.674)	1.090*(1.352-0.758)	1.182*(1.674-0.682)
	Summer	1.047*(1.338-0.762)	1.046*(1.329-0.765)	1.033*(1.233-0.822)	0.992*(1.101-0.884)	1.035*(1.248-0.815)
	Autumn	1.108*(1.474-0.778)	1.196*(1.769-0.727)	1.138*(1.525-0.796)	1.059*(1.241-0.823)	1.136*(1.527-0.800)
	Winter	1.091*(1.532-0.779)	1.108*(1.760-0.656)	1.084*(1.556-0.725)	1.019*(1.224-0.797)	1.086*(1.556-0.730)
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	1.166*(1.542-0.876)	1.321*(2.012-0.831)	1.225*(1.681-0.874)	1.106*(1.352-0.919)	1.221*(1.694-0.874)
	Summer	1.055*(1.322-0.804)	1.048*(1.294-0.787)	1.035*(1.207-0.840)	0.987*(1.081-0.874)	1.038*(1.221-0.834)
	Autumn	1.110*(1.465-0.802)	1.183*(1.757-0.687)	1.129*(1.517-0.764)	1.047*(1.241-0.810)	1.129*(1.519-0.769)
	Winter	1.029*(1.514-0.751)	1.017*(1.760-0.621)	1.015*(1.556-0.695)	0.990*(1.213-0.809)	1.016*(1.556-0.698)
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	1.078*(1.541-0.721)	1.090*(1.901-0.551)	1.067*(1.614-0.641)	1.006*(1.231-0.754)	1.069*(1.612-0.647)
	Summer	1.049*(1.387-0.732)	1.044*(1.506-0.673)	1.034*(1.353-0.745)	0.992*(1.133-0.793)	1.036*(1.362-0.743)
	Autumn	1.060*(1.319-0.825)	1.049*(1.293-0.787)	1.037*(1.206-0.841)	0.983*(1.098-0.893)	1.040*(1.216-0.837)
	Winter	0.972*(1.378-0.712)	0.923*(1.584-0.604)	0.942*(1.424-0.679)	0.949*(1.215-0.809)	0.945*(1.419-0.680)
O ₃ -Max (ppb)	Spring	1.065*(1.541-0.721)	1.060*(1.892-0.551)	1.047*(1.611-0.641)	0.993*(1.231-0.746)	1.043*(1.612-0.647)
	Summer	1.018*(1.357-0.683)	1.001*(1.479-0.569)	1.002*(1.333-0.659)	0.985*(1.145-0.793)	1.004*(1.341-0.659)
	Autumn	1.059*(1.306-0.825)	1.052*(1.295-0.787)	1.038*(1.206-0.841)	0.987*(1.098-0.900)	1.041*(1.216-0.838)
	Winter	0.963*(1.379-0.713)	0.904*(1.584-0.604)	0.927*(1.424-0.679)	0.937*(1.202-0.807)	0.930*(1.419-0.680)

Table 4-8 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital cardiovascular admissions with air pollution in Kaohsiung metropolis

Pollutant	Season	Elder	All
CO (ppm)	Spring	0.935* (1.157-0.742)	0.946* (1.038-0.838)
	Summer	0.965* (1.255-0.786)	0.987* (1.049-0.944)
	Autumn	0.969 (1.297-0.787)	0.977 (1.060-0.889)
	Winter	1.005* (1.308-0.725)	1.005* (1.130-0.878)
NO ₂ (ppb)	Spring	0.922* (1.130-0.739)	0.936 (1.016-0.838)
	Summer	0.987* (1.231-0.754)	0.990 (1.048-0.938)
	Autumn	0.969 (1.198-0.787)	0.961* (1.015-0.890)
	Winter	1.008 (1.289-0.708)	0.994* (1.129-0.889)
SO ₂ (ppb)	Spring	0.958* (1.357-0.742)	0.954* (1.175-0.839)
	Summer	1.035* (1.311-0.807)	1.004* (1.059-0.955)
	Autumn	0.985* (1.359-0.836)	0.971* (1.110-0.890)
	Winter	1.033* (1.467-0.811)	0.988* (1.150-0.883)
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	1.045* (1.361-0.856)	1.006* (1.066-0.964)
	Summer	0.957* (1.209-0.740)	0.949* (1.043-0.839)
	Autumn	1.001* (1.435-0.805)	0.977* (1.126-0.890)
	Winter	1.039* (1.467-0.708)	1.006* (1.141-0.889)
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	1.053* (1.307-0.821)	1.008* (1.056-0.958)
	Summer	1.039* (1.396-0.857)	1.004* (1.137-0.939)
	Autumn	1.068* (1.467-0.814)	1.033* (1.141-0.890)
	Winter	1.038* (1.370-0.864)	0.997* (1.182-0.894)
O ₃ -Max (ppb)	Spring	1.050* (1.370-0.868)	1.004* (1.187-0.894)
	Summer	1.048* (1.285-0.821)	1.006* (1.052-0.958)
	Autumn	1.083* (1.467-0.845)	1.041* (1.143-0.895)
	Winter	1.031* (1.396-0.835)	1.008* (1.137-0.933)

4.3.4 RAQI、PSI 及 AQI-呼吸道疾病就診人數風險評估分析

將呼吸道疾病每日就診人數經時間序列模式普瓦松迴歸分配後，進行 PSI、AQI、RAQI 與各年齡層 (Pre-schooler、Children、Adults、Elder 及 all-不分年齡) 疾病人數四季 (春、夏、秋、冬) 之風險評估，求得相對風險 (Relative Risk, RR) 值與 95% 信賴區間 (confidence interval, CI)，分析結果如 Table 4-9：

PSI 指標之風險評估在學齡前幼童相對於四季都有顯著關係，以春季影響較大，風險值為 1.112 (1.541- 0.778)，其次為夏季 1.070 (1.333- 0.848)，在冬季最低 1.027 (1.514- 0.751)。對青少年顯著關係為春季影響較大，風險值為 1.214 (2.005- 0.585)，其次為秋季的 1.082 (1.555- 0.688)，對成年人族群及老年人族群也是以春季的顯著關係較明顯，分別為 1.146 (1.669- 0.674) 及 1.042 (1.352- 0.765)，成年人族群秋季風險值為 1.072 (1.382- 0.764)，老年人為 1.015 (1.162- 0.793)，但老年人族群在夏、冬兩季則呈現無顯著關係。

利用 AQI 與呼吸道疾病就診人數進行風險評估之分析，結果顯示，學齡前幼童在四季中以春季之風險值 1.172(1.542- 0.921) 最高，其次為秋季 1.093(1.465- 0.803)，夏季的風險增加率 5.6% 又比冬季的 3.3% 高，青少年及成人除了春、秋兩季與學齡前幼童一樣均呈現較高之風險值外，與學齡前幼童不同的是冬季 AQI 對就診人數之風險值較夏季高，而老年人族群在呼吸道疾病就診人數中除了夏季呈現無顯著關係外，以春、秋、冬三季皆有顯著關係。

在將 PSI 指標及各污染物納入參考並轉化為 RAQI 指標後，在春季對於學齡前幼童之風險值為 1.139 (1.541- 0.778)，青少年為 1.237 (1.953- 0.585)，成年人為 1.168 (1.644- 0.674)，老年人則為 1.089 (1.242- 0.765)，夏季 RAQI 對於學齡前幼童之風險值為 1.075(1.333- 0.854)，青少年為 1.069(1.316- 0.825)，

成年人族群為 1.051 (1.225- 0.871)，老年人族群則呈現無顯著關係，秋季風險值在學齡前幼童為 1.076 (1.384- 0.768)，青少年、成年人及老年人分別為 1.121 (1.555- 0.688)、1.074 (1.382- 0.764)、1.017 (1.165- 0.793)，RAQI 在冬季除了對敏感族群的學齡前幼童有顯著關係外，對於青少年、成年人及老年人族群均無顯著關係。應用 RAQI 於呼吸道疾病就診人數中，呈現在冬季學齡前幼童應避免暴露於戶外之空氣污染環境之中，對於其餘族群則是較無影響。

4.3.5 RAQI、PSI 及 AQI-心血管疾病就診人數風險評估分析

將心血管疾病每日就診人數經時間序列模式普瓦松迴歸分配後，進行各污染物 PSI、AQI 與 RAQI 與各年齡層（Pre-schooler、Children、Adults、Elder 及 all-不分年齡）疾病人數四季（春、夏、秋、冬）之風險評估，求得相對風險(Realtive Risk, RR) 值與 95%信賴區間（confidence interval, CI），但在心血管疾病就診人數中，因為成人族群的資料過少，因此統計結果均為 1。老年人族群分析結果如 Table 4-10：

應用 PSI 在心血管疾病中進行之風險評估結果顯示，在春老年人呈現無顯著關係，而夏、秋、冬三季的風險值分別為 1.009(1.331- 0.897)、1.012(1.396- 0.867)、1.025 (1.467- 0.808)。其中 PSI 對心血管疾病以冬季的風險性較高。

將 AQI 指標與心血管疾病就診人數做相對風險評估，結果顯示，在四季中以秋季對老年人族群之風險值 1.161(1.200- 1.006)較高，其次為冬季 1.147(1.183- 0.869)，春季為 1.099 (1.209- 0.967)，夏季則為 1.013 (1.105- 1.001)。

以 RAQI 指標比對心血管就診人數之風險評估分析結果，在春、夏、秋、冬四季皆與老年人心血管疾病的就診有顯著關係，其風險值分別為 1.049 (1.370- 0.849)、1.011 (1.309- 0.877)、1.063 (1.396- 0.867) 及 1.088 (1.467- 0.859)，結果中亦顯示在與 PSI 比較上，RAQI 所呈現的風險值均較 PSI 高。且在春季為臭氧較高污染的季節，PSI 卻無呈現出風險顯著性，表現出了 PSI 在遮蔽效應上對於當地空氣品質影響疾病就診人數無法明顯的表示出來。使用 RAQI 也表示出，當處於冬季時，對於老年人族群的心血管疾病就診率有較高之情形，因此老年人應在冬季避免在戶外暴露於空氣污染物的環境中。但呼吸道疾病則是無較大之關係。

Table 4-9 Relative risk (RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital respiratory admissions with PSI and RAQI in Kaohsiung metropolis

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
PSI	Spring	1.112* (1.541-0.778)	1.214* (2.005-0.585)	1.146* (1.669-0.674)	1.042* (1.352-0.765)	1.185* (1.655-0.682)
	Summer	1.070* (1.333-0.848)	1.060* (1.316-0.816)	1.045 (1.225-0.864)	0.983* (1.082-0.880)	1.048 (1.240-0.860)
	Autumn	1.061* (1.384-0.802)	1.082* (1.555-0.688)	1.072* (1.382-0.764)	1.015* (1.162-0.793)	1.073* (1.387-0.769)
	Winter	1.027* (1.514-0.751)	1.002 (1.760-0.621)	1.004* (1.556-0.695)	0.977* (1.213-0.809)	1.006* (1.556-0.698)
AQI	Spring	1.172* (1.542-0.921)	1.336* (2.012-0.904)	1.234* (1.681-0.928)	1.112* (1.352-0.924)	1.231* (1.674-0.926)
	Summer	1.056* (1.290-0.913)	1.010* (1.294-0.867)	1.017* (1.207-0.907)	0.985 (1.073-0.882)	1.037 (1.220-0.910)
	Autumn	1.093* (1.465-0.803)	1.160* (1.757-0.675)	1.112* (1.518-0.756)	1.043* (1.237-0.828)	1.111* (1.519-0.760)
	Winter	1.033* (1.514-0.762)	1.044* (1.760-0.648)	1.034* (1.556-0.719)	1.012* (1.213-0.832)	1.035* (1.556-0.722)
RAQI	Spring	1.139* (1.541-0.778)	1.237* (1.953-0.585)	1.168* (1.644-0.674)	1.089* (1.242-0.765)	1.167* (1.640-0.682)
	Summer	1.075* (1.333-0.854)	1.069* (1.316-0.825)	1.051* (1.225-0.871)	0.984* (1.082-0.880)	1.053* (1.240-0.867)
	Autumn	1.076* (1.384-0.768)	1.121* (1.555-0.688)	1.074* (1.382-0.764)	1.017* (1.165-0.793)	1.075* (1.387-0.769)
	Winter	1.015 (1.532-0.723)	0.989 (1.760-0.604)	0.994* (1.556-0.679)	0.965* (1.211-0.809)	0.989 (1.556-0.680)

Table 4-10 Relative risk (RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital cardiovascular admissions with PSI and RAQI in Kaohsiung metropolis

Pollutant	Season	Elder	All
PSI	Spring	0.988* (1.370-0.740)	0.963* (1.169-0.839)
	Summer	1.009* (1.331-0.897)	1.008* (1.063-0.964)
	Autumn	1.012* (1.396-0.867)	1.008* (1.137-0.926)
	Winter	1.025* (1.467-0.808)	1.022* (1.141-0.889)
AQI	Spring	1.099* (1.209-0.967)	1.096* (1.194-0.989)
	Summer	1.013* (1.105-1.001)	1.011* (1.099-0.994)
	Autumn	1.161* (1.200-1.006)	1.157* (1.187-1.001)
	Winter	1.147* (1.183-0.869)	1.101* (1.181-0.877)
RAQI	Spring	1.049* (1.370-0.849)	1.037* (1.169-0.889)
	Summer	1.011* (1.309-0.877)	1.007* (1.063-0.964)
	Autumn	1.063* (1.396-0.867)	1.058* (1.137-0.925)
	Winter	1.088* (1.467-0.859)	1.079* (1.141-0.890)

4.4 溫度對疾病就診人數之相關性

由於季節不同，而污染物的特徵亦不同，本研究已於 4.1 節的敘述統計分析中證明空氣污染物及就診人數確實是有隨著時間出現變化之趨勢，而 4.3 節的風險評估分析結果也證明不同季節其空氣污染物對於不同年齡層族群亦有呈現不同之風險增加率，為了更確實的證明本研究在針對氣象因子(溫度)使用季節性(春、夏、秋、冬)變化對就診人數影響的合理性，首先進行溫度的百分位數統計分析(如 Table 4-11)，再將第 20%的溫度設定為一分界，22°C 以上稱為”溫暖”，22°C 以下稱為”寒冷”，選取針對溫度的不同(22°C 以上及 22°C 以下)直接進行各族群的風險評估。分析結果如 Table 4-12-Table 4-13：

在小於 22°C 以下時，CO 污染物對各年齡層族群皆無顯著關係，NO₂ 則以學齡前幼童受到的影響較大，老年人族群則無顯著關係，SO₂ 對各族群皆有顯著關係，其中以青少年及學齡前幼童的風險增加率較高，分別為 7.2 及 6.6%，成年人族群為 5.7%，PM₁₀ 對各族群中除了對老年人無顯著關係外，在學齡前幼童的風險增加率為 4.8%，青少年為 3.0%，成年人則為 2.6%，O₃-8hr 及 O₃-Max 為二次污染物，其生成之條件之一為強日照，因此在低溫時，不利於臭氧的生成，所以在小於 22°C 以下時，O₃-8hr 及 O₃-Max 除了對學齡前幼童有顯著關係外，其餘族群皆無影響，在指標值中，PSI 在各年齡層與 PM₁₀ 有相同之結果，均以對老年人族群無顯著關係，其於族群皆有影響，AQI 則以各年齡層族群皆有顯著關係，其中影響最大的是學齡前幼童及青少年族群。RAQI 顯示各年齡層族群皆有影響，以學齡前幼童的風險值較大，老年人族群最小。

在大於 22°C 以上時，各污染物（CO、NO₂、SO₂、PM₁₀、O₃）對各年齡層族群之風險評估皆呈現有顯著關係結果，且在 O₃ 中很明顯的看出在大於 22°C 以上時，各年齡層的風險增加率皆有大幅的提高，證明在溫度高時，臭氧濃度也會較高，而暴露在高臭氧濃度的環境之中對於民眾的呼吸道疾病有明顯的影響。這與我們利用季節性來分析的結果一致，在春秋兩季溫度較高，且空氣污染物濃度較高時，對於就診人數的影響有顯著關係，而到了冬季雖然東北季風會造成高雄空氣品質不良，但因天氣寒冷，在戶外的民眾均會採取保護措施（帶口罩）及減少在戶外停留的時間，因此空氣污染物對於呼吸道疾病就診人數的影響會減少。

在小於 22°C 以下時，相對於各污染物影響心血管疾病就診人數之結果，除了 CO 對於心血管疾病無顯著關係外，NO₂、SO₂、PM₁₀ 及 O₃ 皆有顯著關係，在大於 22°C 以上時，則以 O₃ 對老年人的心血管疾病就診人數有顯著關係，在空氣污染指標方面皆呈現出在小於 22°C 以下時，對心血管疾病之就診人數有顯著關係，大於 22°C 以上時，則皆無顯著關係。

綜合以上結果，符合本論文在 4.3 節的風險評估分析中，呼吸道疾病就診人數以春秋兩季為風險值較高的季節，表示在這季節中高污染的空气污染物對呼吸道疾病的就診率有較大的影響，但在心血管疾病就診人數則顯示冬季較有影響。

Table 4-11 The descriptive statistics for temperature in Kaohsiung metropolis, 2004-2007.

百分位	20%	25%	40%	50%	60%	75%	80%
溫度值 °C	21.8	22.7	25.3	26.7	27.7	28.9	29.2

Table 4-12 Relative risk (RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital respiratory admissions with air pollutants and index in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Temperature	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
CO (ppm)	< 22°C	0.990* (1.292-0.655)	0.989 (1.385-0.600)	0.991* (1.294-0.665)	0.998* (1.139-0.874)	0.991* (1.296-0.662)
	> 22°C	1.087* (1.580-0.741)	1.201* (1.752-0.665)	1.137* (1.517-0.746)	1.079* (1.212-0.886)	1.133* (1.532-0.744)
NO ₂ (ppb)	< 22°C	1.021* (1.360-0.724)	1.003 (1.400-0.654)	1.004* (1.310-0.716)	0.984* (1.122-0.872)	1.006* (1.318-0.714)
	> 22°C	1.140* (1.580-0.817)	1.297* (1.752-0.824)	1.203 (1.517-0.865)	1.103* (1.227-0.952)	1.199* (1.532-0.858)
SO ₂ (ppb)	< 22°C	1.066* (1.532-0.780)	1.072* (1.612-0.694)	1.057* (1.469-0.752)	1.009* (1.158-0.862)	1.058* (1.481-0.753)
	> 22°C	1.121* (1.556-0.762)	1.227* (1.752-0.708)	1.157* (1.513-0.779)	1.068* (1.205-0.864)	1.155* (1.524-0.775)
PM ₁₀ (ug/m ³)	< 22°C	1.048* (1.514-0.751)	1.030* (1.579-0.672)	1.026* (1.443-0.733)	0.986* (1.127-0.862)	1.028* (1.455-0.733)
	> 22°C	1.145* (1.580-0.818)	1.274* (1.752-0.802)	1.189* (1.517-0.848)	1.082* (1.210-0.899)	1.187* (1.532-0.843)
O ₃ -8hr (ppb)	< 22°C	1.008* (1.379-0.763)	0.966* (1.500-0.697)	0.976 (1.375-0.753)	0.958* (1.124-0.862)	0.979* (1.379-0.753)
	> 22°C	1.109* (1.564-0.809)	1.177* (1.737-0.707)	1.124* (1.503-0.783)	1.041* (1.222-0.837)	1.124* (1.511-0.788)
O ₃ -Max (ppb)	< 22°C	1.003 (1.379-0.745)	0.957* (1.500-0.690)	0.969* (1.375-0.746)	0.954* (1.124-0.862)	0.972* (1.379-0.745)
	> 22°C	1.098* (1.535-0.779)	1.152* (1.752-0.699)	1.107* (1.513-0.771)	1.032* (1.226-0.834)	1.108* (1.524-0.769)
PSI	< 22°C	1.048* (1.514-0.743)	1.024* (1.579-0.664)	1.021* (1.443-0.726)	0.981* (1.127-0.862)	1.024* (1.455-0.725)
	> 22°C	1.136* (1.580-0.818)	1.239* (1.752-0.766)	1.166* (1.517-0.826)	1.063* (1.209-0.879)	1.165* (1.532-0.825)
AQI	< 22°C	1.056* (1.514-0.825)	1.054* (1.579-0.771)	1.043* (1.443-0.816)	1.002* (1.130-0.879)	1.045* (1.455-0.817)
	> 22°C	1.141* (1.580-0.782)	1.265* (1.752-0.744)	1.183* (1.517-0.806)	1.078 (1.228-0.899)	1.181 (1.532-0.801)
RAQI	< 22°C	1.036* (1.532-0.724)	1.004* (1.612-0.654)	1.006* (1.469-0.716)	1.009 (1.126-0.862)	1.009* (1.481-0.714)
	> 22°C	1.139* (1.280-0.911)	1.241* (1.452-0.866)	1.171* (1.597-0.930)	1.083* (1.139-0.979)	1.195* (1.362-0.895)

Table 4-13 Relative risk (RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital cardiovascular admissions with air pollutants and index in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Temperature	Elder	All
CO (ppm)	< 22°C	0.995* (1.300-0.742)	1.001* (1.091-0.919)
	> 22°C	0.950* (1.253-0.781)	0.963* (1.061-0.907)
NO ₂ (ppb)	< 22°C	1.045* (1.300-0.753)	1.010* (1.093-0.928)
	> 22°C	0.949* (1.279-0.737)	0.952* (1.025-0.902)
SO ₂ (ppb)	< 22°C	1.034* (1.447-0.811)	0.994 (1.102-0.909)
	> 22°C	0.981* (1.338-0.791)	0.968* (1.073-0.910)
PM ₁₀ (ug/m ³)	< 22°C	1.061* (1.418-0.763)	1.009* (1.102-0.926)
	> 22°C	0.975* (1.301-0.770)	0.961* (1.055-0.908)
O ₃ -8hr (ppb)	< 22°C	1.008* (1.294-0.779)	0.981* (1.095-0.905)
	> 22°C	1.082* (1.458-0.845)	1.027* (1.102-0.928)
O ₃ -Max (ppb)	< 22°C	1.013* (1.288-0.784)	0.985* (1.096-0.903)
	> 22°C	1.087* (1.458-0.853)	1.030* (1.102-0.928)
PSI	< 22°C	1.072* (1.419-0.904)	1.012* (1.102-0.926)
	> 22°C	0.993 (1.301-0.770)	0.970 (1.065-0.908)
AQI	< 22°C	1.039* (1.263-0.859)	0.999* (1.087-0.924)
	> 22°C	0.978* (1.301-0.737)	0.963* (1.055-0.902)
RAQI	< 22°C	1.081* (1.434-0.904)	1.019* (1.102-0.927)
	> 22°C	0.994* (1.268-0.796)	0.988* (1.045-0.874)

4.5 延遲效應之分析

在 4.3 節的部分主要以探討當日空氣污染情況對當日呼吸道疾病及心血管疾病就診人數效應之分析，但因不同年齡族群對暴露在空氣污染程度的忍受度不同，其會產生的健康效應時間亦不一樣，因此本研究亦進行延遲效應（lag1-lag3 day）之分析，以了解各年齡層族群在呼吸道及心血管疾病就診人數中延遲情況。

4.5.1. 呼吸道疾病就診人數延遲效應分析

在各污染物對呼吸道疾病延遲效應分析（Table 4-14-Table 4-15）中，CO 污染物最大延遲效應在春季除了學齡前幼童是 lag-3day 有最大延遲效應外，青少年、成人及老年人均是 lag-2day，除夏季學齡前幼童無顯著關係外，其餘族群在夏秋皆以當日效應最大，冬季則為 lag-3day 有最大延遲效應。NO₂ 在春季除了老年人族群以 lag-2day 有最大延遲效應外，其餘族群皆為當日效應最大，夏季學齡前幼童為 lag-1day 有最大延遲效應，其餘族群為 lag-3day 有最大延遲效應，秋季及冬季除了老年人在秋季為 lag-2day 有最大延遲效應，其餘皆顯示當日的影響最大。

SO₂ 在春季學齡前幼童及成年人最大延遲效應為 lag-1day，青少年及老年人則為 lag-2day。夏季除了學齡前幼童為 lag-2day、老年人為無顯著關係，其餘族群及秋季皆為 lag-3day 有最大延遲效應，冬季則為當日效應最大。在 PM₁₀ 中，除了秋季學齡前幼童、青少年及老年人在 lag-3day 有最大延遲效應，其餘季節各族群皆以當日效應最大，老年人族群則在夏、冬兩季無顯著關係。O₃ 部分則以春季各族群為當日效應最大，夏、秋兩季則偏向 lag-3day 有最大延遲效應，老年人族群則較無影響。

在空氣污染指標分析中,PSI除了老年人族群夏冬兩季為無顯著關係外,春夏冬三季對各族群皆為當日效應最大,秋季除了成年人為 lag-3day 有最大延遲效應,其餘族群為 lag-2day 有最大延遲效應。AQI 指標中春夏兩季的學齡前幼童、青少年及成人為 lag-1day 有最大延遲效應,秋季與冬季分別為 lag-2day 及當日效應最大,老年人除了夏季無顯著關係外,其餘三季呈現當日效應最大,RAQI 在春季除了老年人為當日效應最大,其餘三個族群為 lag-1day 有最大延遲效應,老年人在夏季無顯著關係、秋季為 lag-3day,其餘三個族群在夏季為當日效應最大,秋季為 lag-1day,冬季除了學齡前幼童當日有顯著關係外,其餘族群為無顯著關係。

4.5.2. 心血管疾病就診人數延遲效應分析

針對空氣污染影響心血管疾病就診人數之延遲效應分析中 (Table 4-16-Table 4-17)，在 CO、NO₂ 對老年人族群影響最大的為冬季當日有顯著關係，其餘三季在統計上為無顯著關係，SO₂ 則以夏冬兩季有顯著關係，夏季 lag-2day 有最大延遲效應，冬季則為當日效應最大。PM₁₀ 中，春秋兩季為當日效應最大，冬季則是 lag-2day 有最大延遲效應，夏季則無顯著關係。O₃-8hr 為春秋兩季在延遲效應分析上以 lag-1day 為最大，夏季為 lag-2day 有最大延遲效應，冬季則為 lag-3day 有最大延遲效應。O₃-Max 在春冬兩季以 lag-3day 對心血管疾病就診人數有較大顯著關係，夏季為 lag-1day，秋季則為 lag-2day。

以空氣污染指標探討心血管疾病就診人數延遲效應，PSI 在春季為無顯著關係，夏季和秋季以 lag-1day 有最大延遲效應，冬季為當日對老年人族群心血管疾病就診有最大效應。AQI 指標除了夏季為 lag-3day 對心血管疾病就診人數有較大顯著關係，其餘三季皆呈現當日影響的效應最大。RAQI 以春秋兩季的當日效應對就診人數的影響較大，夏季為 lag-1day 有最大延遲效應，冬季則為 lag-2day 有最大延遲效應。

Table 4-14 The best lag effect of air pollutant with respiratory admission in four season in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder
CO (ppm)	Spring	lag-3day	lag-2day	lag-2day	lag-2day
	Summer	*	0	0	0
	Autumn	0	0	0	0
	Winter	lag-3day	lag-3day	lag-3day	lag-3day
NO ₂ (ppb)	Spring	0	0	0	lag-2day
	Summer	lag-1day	lag-3day	lag-3day	lag-3day
	Autumn	0	0	0	lag-2day
	Winter	0	0	0	0
SO ₂ (ppb)	Spring	lag-1day	lag-2day	lag-1day	lag-2day
	Summer	lag-2day	lag-3day	lag-3day	*
	Autumn	lag-3day	lag-3day	lag-3day	lag-3day
	Winter	0	0	0	0
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	0	0	0	0
	Summer	0	0	0	*
	Autumn	lag-3day	lag-3day	0	lag-3day
	Winter	0	0	0	*
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	0	0	0	0
	Summer	lag-2day	lag-3day	lag-3day	*
	Autumn	lag-3day	lag-3day	lag-3day	*
	Winter	*	*	*	*
O ₃ -Max (ppb)	Spring	0	0	0	*
	Summer	lag-3day	lag-3day	lag-3day	*
	Autumn	lag-2day	lag-3day	lag-3day	*
	Winter	*	*	*	*

*無顯著關係

Table 4-15 The best lag effect of index with respiratory admission in four season in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder
PSI	Spring	0	0	0	0
	Summer	0	0	0	*
	Autumn	lag-2day	lag-2day	lag-3day	lag-2day
	Winter	0	0	0	*
AQI	Spring	lag-1day	lag-1day	lag-1day	0
	Summer	lag-1day	lag-1day	lag-1day	*
	Autumn	lag-2day	lag-2day	lag-2day	0
	Winter	0	0	0	0
RAQI	Spring	lag-1day	lag-1day	lag-1day	0
	Summer	0	0	0	*
	Autumn	lag-1day	lag-1day	lag-1day	lag-3day
	Winter	0	*	*	*

*無顯著關係

Table 4-16 The best lag effect of air pollutant with cardiovascular admission in four season in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Adults	Elder
CO (ppm)	Spring	*	*
	Summer	*	*
	Autumn	*	*
	Winter	*	0
NO ₂ (ppb)	Spring	*	*
	Summer	*	*
	Autumn	*	*
	Winter	*	0
SO ₂ (ppb)	Spring	*	*
	Summer	*	lag-2day
	Autumn	*	*
	Winter	*	0
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	*	0
	Summer	*	*
	Autumn	*	0
	Winter	*	lag-2day
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	*	lag-1day
	Summer	*	lag-2day
	Autumn	*	lag-1day
	Winter	*	lag-3day
O ₃ -Max (ppb)	Spring	*	lag-3day
	Summer	*	lag-1day
	Autumn	*	lag-2day
	Winter	*	lag-3day

*無顯著關係

Table 4-17 The best lag effect of index with cardiovascular admission in four season in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Adults	Elder
PSI	Spring	*	*
	Summer	*	lag-1day
	Autumn	*	lag-1day
	Winter	*	0
AQI	Spring	*	0
	Summer	*	lag-3day
	Autumn	*	0
	Winter	*	0
RAQI	Spring	*	0
	Summer	*	lag-1day
	Autumn	*	0
	Winter	*	lag-2day

*無顯著關係

4.6 文獻結果比較

本研究在疾病篩選上與其他研究文獻略有差異，因此在比較其他研究時只針對呼吸道疾病方面進行探討，在與國外研究比較方面，Chardon 學者等人研究法國巴黎空氣污染對人體健康影響，以呼吸道疾病相關就診人數比較，從結果得知影響呼吸道疾病最大污染物為二氧化氮，其次為臭氧，與本結果最大影響物一致，關於影響第二順位的污染物在本研究分析結果中則為 PM₁₀ (Chardon et al, 2006)。

國內相關研究，如許等人於研究中也針對呼吸道疾病 (ICD-9: 460-519) 之就診人數狀況針對台中都會區 (台中市及台中縣) 進行研究發現，在各污染物中，以二氧化氮對呼吸道疾病之就診人數影響最大 (許明傑, 2002)。

李等人直接將空氣污染物與呼吸道疾病 (ICD-9: 466、490-493) 就診人數來做探討，所得到的結果呈現表示 NO₂ 對呼吸性疾病影響最大，其次為 PM₁₀ (李明燦, 2001)，此結果亦與本研究相似。

徐等人研究高雄市地區呼吸道疾病 (ICD-9: 466、490-493) 就診人數與空氣污染相關之情形，研究結果發現在污染物中與呼吸道疾病有較大影響的為 NO₂、PM₁₀ 及 SO₂，而污染物 NO₂、PM₁₀、O₃、CO 及 SO₂ 之間亦存在相關性。(徐榮男, 2004)。本研究使用 RAQI 進行就診人數之相關探討，結果證明 RAQI 確實在就診人數線性上比 PSI 及 AQI 還要好，顯現出 RAQI 可以將每個污染物的效應考慮進來，而不會出現模糊現象。

第五章 結論與建議

本研究針對有高污染潛勢的高雄都會區進行空氣品質監測資料及每日呼吸道疾病與心血管疾病就診人數資料之收集，利用時間序列模式-普瓦松迴歸模式來分析空氣污染情況與疾病就診人數之間的相關性，利用此結果來了解在高污染潛勢的高雄都會區民眾之受空氣污染傷害健康之情形。

5.1. 呼吸道疾病就診人數與空氣污染物之風險評估

本研究將 CO、SO₂、NO₂、PM₁₀ 及 O₃ 分別與呼吸道疾病就診人數進行風險評估分析；

1. 在線性分析部分，以 NO₂ 對就診人數的線性值較高，其次為 CO 及 PM₁₀。在風險評估分析中，各污染物以 NO₂ 對各年齡層之風險值較高，其次為 PM₁₀ 及 SO₂，各年齡層中均呈現以青少年及成年人族群之風險值較高，此結果表示在外就讀的青少年族群及出外工作的成年人族群暴露在高污染的環境中的機會較大，所受到影響也較明顯。
2. O₃-8hr 及 O₃-Max 在呼吸道就診人數風險評估上，均呈現出對學齡前幼童族群的影響較大，其次為青少年族群。以季節性分析來說，均是呈現以高污染季節的春、秋兩季有較高之風險值，在 SO₂、NO₂ 中冬季的風險值也較夏季高。

5.2. 心血管疾病就診人數與空氣污染物之風險評估

1. 在分析心血管疾病就診人數與空氣污染物之結果，成年人族群因就診人數過少，造成統計上均出現無顯著關係，無法去判別成年人族群是否會因為暴露在高濃度空氣污染環境之中造成心血管疾病就診人數增加的情形。此種原因可能在於成人族群不似老年人族群般敏感，因此忍受度較老年人族群來得強，故不需至醫院就診檢查。

2. 在各污染物中，老年人族群中以 PM₁₀ 在春、秋、冬三季對老年人心血管疾病就診人數有顯著關係，O₃-8hr 及 O₃-Max 亦對老年人血管疾病就診人數在四季中皆有顯著關係，其中又以春、夏、秋三季的影響較大。其結果亦顯示在 PM₁₀ 及 O₃ 對心血管方面疾病相較於其它污染物有較大的誘發性。

5.3. 空氣污染指標與疾病就診人數之關係

本研究將空氣污染指標 PSI、AQI 及 RAQI 與疾病就診人數進行風險評估分析：

1. 在呼吸道疾病方面，PSI 指標在各年齡層族群及季節中，以青少年族群及成年人族群在春、秋兩季有較高的相對風險值，冬季對學齡前幼童在呼吸道疾病方面有較大的影響。若以心血管疾病來講，以 PSI 指標來進行風險評估則顯示秋、冬兩季對老年人族群有較大之風險值。
2. 以 AQI 指標進行呼吸道疾病就診人數風險評估，各族群呈現以春秋兩季有較高之風險值，在 AQI 指標中夏季學齡前幼童的風險值明顯高於其它族群，心血管疾病分析中，以春、秋、冬三季對老年人族群有顯著關係，此結果與這三季懸浮微粒有較高濃度之情形相符合。
3. 在 RAQI 指標對呼吸道疾病就診人數分析中，青少年、成年人族群在春、秋兩季有較高顯著關係，學齡前幼童在冬季亦有顯著關係，表示在多污染物分析中，冬季對學齡前幼童的呼吸道疾病有較大的影響。在心血管疾病部分，老年人族群在秋、冬兩季呈現較高的風險值，其次為春季有較高的風險值。

參考文獻

Bayer-Oglesby, L., Schindler, C., Hazenkamp-von Arx, M. E., Braun-Fahrlander, C., Keidel, D., Rapp, R., et al. (2006). Living near main streets and respiratory symptoms in adults: The swiss cohort study on air pollution and lung diseases in adults. *American Journal of Epidemiology*, 164(12), 1190-1198.

Bell, M. L., Dominici, F., & Samet, J. M. (2005). A meta-analysis of time series studies of ozone and mortality with comparison to the national morbidity, mortality and air pollution study. *Epidemiology*, 16, 436-445.

Benoit Chardon, Agnès Lefranc, & Denis Granados. (2006). Air pollution and doctors' house calls for respiratory diseases in greater paris area(2000-2003). *Occup Environ Med Published*, doi: 10.1136/oem.2005.026187

Brook, R. D., Franklin, B., Cascio, W., Hong, Y., Howard, G., Lipsett, M., et al. (2004). Air pollution and cardiovascular disease: A statement for healthcare professionals from the expert panel on population and prevention science of the american heart association. *Circulation*, 109(21), 2655-2671.

Chan, C., Chuang, K., Su, T., & Lin, L. (2005). Association between nitrogen dioxide and heart rate variability in a susceptible population. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 12(6), 580-586.

Chan, C., Chuang, K., Chen, W., Chang, W., Lee, C., & Peng, C. (2008). Increasing cardiopulmonary emergency visits by long-range transported asian dust storms in taiwan. *Environmental Research*, 106(3), 393-400.

Chang, C., Tsai, S., Ho, S., & Yang, C. (2005). Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in taipei, taiwan. *Environmental Research*, 98(1), 114-119.

Cheng, W., Chen, Y., Zhang, J., Lyons, T. J., Pai, J., & Chang, S. (2007). Comparison of the revised air quality index with the PSI and AQI indices. *Science of the Total Environment*, 382(2-3), 191-198.

Cheng, W., Kuo, Y., Lin, P., Chang, K., Chen, Y., Lin, T., et al. (2004). Revised air quality index derived from an entropy function. *Atmospheric Environment*, 38(3), 383-391.

Dominici, F., Peng, R. D., Bell, M. L., Pham, L., McDermott, A., Zeger, S. L., et al. (2006). Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. *JAMA*, 295(10), 1127-1134.

Fenger, J. (2009). Air pollution in the last 50 years – from local to global. *Atmospheric Environment*, 43(1), 13-22.

Han, X., & Naeher, L. P. (2006). A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. *Environment International*, 32(1), 106-120.

Han, X., & Naeher, L. P. (2006). A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. *Environment International*, 32(1), 106-120.

Heinrich, J., & Slama, R. (2007). Fine particles, a major threat to children. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 210(5), 617-622.

Jalaludin, B., Morgan, G., Lincoln, D., Sheppard, V., Simpson, R., & Corbett, S. (2006). Associations between ambient air pollution and daily emergency department attendances for cardiovascular disease in the elderly (65+ years), sydney, australia. *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 16(3), 225-237.

Jerrett, M., Burnett, R. T., Pope, C. A., III, Ito, K., Thurston, G., Krewski, D., et al. (2009). Long-term ozone exposure and mortality. *The New England Journal of Medicine*, 360(11), 1085-1095.

Kampa, M., & Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151(2), 362-367.

Kan, H., Huang, W., Chen, B., & Zhao, N. (2009). Impact of outdoor air pollution on cardiovascular health in mainland china. *CVD Prevention and Control*, 4(1), 71-78.

Kappos, A. D., Bruckmann, P., Eikmann, T., Englert, N., Heinrich, U., Höpfe, P., et al. (2004). Health effects of particles in ambient air. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 207(4), 399-407.

Lagorio, S., Forastiere, F., Pistelli, R., Iavarone, I., Michelozzi, P., Fano, V., et al. (2006). Air pollution and lung function among susceptible adult subjects: A panel study. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 5(1), 11.

Lai, L., & Cheng, W. (2009). Air quality influenced by urban heat island coupled with synoptic weather patterns. *Science of the Total Environment*, 407(8), 2724-2733.

Lee, I., Tsai, S., Ho, C., Chiu, H., Wu, T., & Yang, C. (2008). Air pollution and hospital admissions for congestive heart failure: Are there potentially sensitive groups? *Environmental Research*, 108(3), 348-353.

Liang, W., Wei, H., & Kuo, H. (2009). Association between daily mortality from respiratory and cardiovascular diseases and air pollution in taiwan. *Environmental Research*, 109(1), 51-58.

Li-Wei Lai, & Wan-Li Cheng. (2009). Air temperature change due to human activities in taiwan for the past century. *International Journal of Climatology*, 30(3), 432 - 444.

Metzger, K. B., Tolbert, P. E., Klein, M., Peel, J. L., Flanders, W. D., Todd, K., et al. (2004). Ambient air pollution and cardiovascular emergency department visits. *Epidemiology*, 15(1), 46-56.

Oyana, T. J., Rogerson, P., & Lwebuga-Mukasa, J. (2004). Geographic clustering of adult asthma hospitalization and residential exposure to pollution sites in buffalo neighborhoods at a U.S.-canada border crossing point. *American Journal of Public Health*, 94(7), 1250-1257.

Pope, C. A., III, Ezzati, M., & Dockery, D. W. (2009). Fine-particulate air pollution and life expectancy in the united states. *The New England Journal of Medicine*, 360(4), 376-386.

Simpson, R., Williams, G., Petroeschevsky, A., Best, T., Morgan, G., Denison, L., et al. (2005). The short-term effects of air pollution on hospital admissions in four australian cities. *Aust N Z J Public Health*, 29(3), 213-221.

Stieb, D. M., Beveridge, R. C., Brook, J. R., Smith-Doiron, M., Burnett, R. T., & Dales, R. E. (2000). Air pollution, aeroallergens and cardiorespiratory emergency department visits in saint john, canada. *J Expo Anal Environ Epidemiol*, 10(5), 461-477.

Turner, R., Muscatello, D., Zheng, W., Willmore, A., & Arendts, G. (2007). An outbreak of cardiovascular syndromes requiring urgent medical treatment and its association with environmental factors: An ecological study. *Environmental Health*, 6(1), 37.

UK Department, o. H. (2006). Cardiovascular disease and air pollution.

US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment. Air quality criteria for ozone and related photochemical oxidants.

Vedal, S., Brauer, M., White, R., & Petkau, J. (2003). Air pollution and daily mortality in a city with low levels of pollution. *Environ Health Perspect*, 111, 45-51.

Venners, S. A., Wang, B., Peng, Z., Xu, Y., Wang, L., & Xu, X. (2003). Particulate matter, sulfur dioxide, and daily mortality in chongqing, china. *Environ Health Perspect*, 111, 562-567.

Wellenius, G. A., Schwartz, J., & Mittleman, M. A. (2006). Particulate air pollution and hospital admissions for congestive heart failure in seven united states cities. *The American Journal of Cardiology*, 97(3), 404-408.

Yang, C., Chang, C., Chuang, H., Tsai, S., Wu, T., & Ho, C. (2004). Relationship between air pollution and daily mortality in a subtropical city: Taipei, taiwan. *Environment International*, 30(4), 519-523.

Yang, C., Chen, Y., Chiu, H., & Goggins, W. B. (2005). Effects of asian dust storm events on daily stroke admissions in taipei, taiwan. *Environmental Research*, 99(1), 79-84.

Ye, F., Piver, W. T., Ando, M., & Portier, C. J. (2001). Effects of temperature and air pollutants on cardiovascular and respiratory diseases for males and females older than 65 years of age in tokyo, july and august 1980-1995. *Environ Health Perspect*, 109, 355-359.

Zhang, Y., Huang, W., London, S., Song, G., Chen, G., Jiang, L., et al. (2006). Ozone and daily mortality in shanghai, china. *Environ Health Perspect*, 114, 1227-1232.

國家衛生研究院. (2008). 全民健康保險學術研究資料庫光碟資料譯碼簿

徐榮男. (2003). 高雄市空氣污染與呼吸疾病門診量之研究. (碩士, 輔英科技大學; 環境工程衛生系碩士班). , 105.

李明燦. (2001). 高雄市空氣品質與居民呼吸系統疾病之相關性探討. (碩士, 高雄醫學大學; 公共衛生學研究所). , 144.

林佐美. (2004). 都會區空氣品質與呼吸性疾病就診人數之研究. (碩士, 東海大學; 環境科學系). , 66.

環保署空氣品質監測年報(2008).

簡雅文. (2008). 空氣汙染與新生兒健康之探討—以台灣各鄉鎮嬰兒死亡率為例. (碩士, 國立中央大學; 產業經濟研究所). , 73.

經濟部統計處. (2006).

經濟部統計處. (2006).

經濟部能源局業務統計報., 2009, from

莊惠萍. (2005). 屏東地區空氣污染對易感性族群健康影響之研究. (碩士, 高雄醫學大學; 公共衛生學研究所碩士班). , 137.

郭育誌. (2003). 以熵函數構建多元空氣品質指標之探討. (碩士, 東海大學; 環境科學系). , 88.

陳育松. (2004). RAQI 指標探討 AQI 與 PSI 之優缺得失. (碩士, 東海大學; 環境科學系). , 86.

陳逸修. (2009). 中部空品區空氣污染物與呼吸道、心血管疾病之關係. (碩士, 東海大學; 環境科學與工程學系). , 71.

高雄市環保局. (2009).

高雄港務局統計報(2009).

**附錄一 空氣污染物及污染指標與呼吸道疾病及心
血管疾病延遲效應分析表**

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital respiratory admissions with air pollutants for lag-1 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
CO (ppm)	Spring	1.155 *(1.542 - 0.867)	1.328 *(2.012 - 0.872)	1.227 *(1.681 - 0.901)	1.121 *(1.325 - 0.959)	1.222 *(1.474 - 0.896)
	Summer	0.995 *(1.338 - 0.757)	1.027 *(1.329 - 0.765)	1.016 *(1.233 - 0.822)	1.025 *(1.119 - 0.911)	1.014 *(1.248 - 0.815)
	Autumn	1.036 *(1.474 - 0.777)	1.084 *(1.590 - 0.711)	1.059 *(1.413 - 0.779)	1.036 *(1.221 - 0.903)	1.057 *(1.426 - 0.777)
	Winter	0.992 *(1.365 - 0.711)	1.008 *(1.550 - 0.627)	1.005 *(1.400 - 0.697)	1.016 *(1.254 - 0.845)	1.004 *(1.392 - 0.697)
NO ₂ (ppb)	Spring	1.157 *(1.538 - 0.879)	1.346 *(2.012 - 0.906)	1.240 *(1.681 - 0.929)	1.135 *(1.352 - 0.964)	1.234 *(1.674 - 0.928)
	Summer	1.029 *(1.338 - 0.824)	1.060 *(1.341 - 0.819)	1.041 *(1.239 - 0.868)	1.020 *(1.111 - 0.906)	1.040 *(1.250 - 0.865)
	Autumn	1.124 *(1.474 - 0.826)	1.246 *(1.769 - 0.814)	1.171 *(1.525 - 0.858)	1.082 *(1.235 - 0.976)	1.168 *(1.527 - 0.852)
	Winter	1.007 *(1.341 - 0.742)	1.007 *(1.597 - 0.613)	1.006 *(1.433 - 0.688)	1.000 *(1.213 - 0.807)	1.006 *(1.428 - 0.690)
SO ₂ (ppb)	Spring	1.146 *(1.526 - 0.875)	1.297 *(2.012 - 0.826)	1.208 *(1.681 - 0.872)	1.109 *(1.352 - 0.922)	1.204 *(1.374 - 0.872)
	Summer	1.055 *(1.338 - 0.843)	1.055 *(1.329 - 0.817)	1.040 *(1.233 - 0.866)	0.992 (1.101 - 0.900)	1.042 (1.248 - 0.863)
	Autumn	1.123 *(1.474 - 0.797)	1.224 *(1.769 - 0.688)	1.157 *(1.525 - 0.764)	1.067 *(1.229 - 0.802)	1.155 (1.227 - 0.769)
	Winter	1.076 *(1.400 - 0.791)	1.090 *(1.652 - 0.719)	1.071 *(1.473 - 0.778)	1.017 *(1.204 - 0.797)	1.072 *(1.472 - 0.779)
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	1.162 *(1.541 - 0.912)	1.305 *(1.953 - 0.903)	1.214 *(1.644 - 0.931)	1.097 *(1.280 - 0.915)	1.211 *(1.640 - 0.934)
	Summer	1.049 (1.303 - 0.795)	1.039 *(1.270 - 0.770)	1.029 *(1.189 - 0.827)	0.986 *(1.101 - 0.876)	1.032 *(1.196 - 0.821)
	Autumn	1.115 *(1.465 - 0.802)	1.198 *(1.757 - 0.688)	1.139 *(1.518 - 0.764)	1.054 *(1.229 - 0.810)	1.138 *(1.519 - 0.769)
	Winter	0.944 *(1.108 - 0.849)	0.899 *(1.075 - 0.887)	0.924 *(1.194 - 0.900)	0.962 (1.018 - 0.339)	0.925 *(1.346 - 0.867)
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	1.065 *(1.436 - 0.721)	1.055 *(1.690 - 0.559)	1.043 *(1.470 - 0.647)	0.989 *(1.196 - 0.901)	1.046 *(1.472 - 0.651)
	Summer	1.059 *(1.306 - 0.798)	1.049 *(1.315 - 0.787)	1.036 *(1.215 - 0.841)	0.984 *(1.103 - 0.899)	1.040 *(1.218 - 0.834)
	Autumn	1.051 (1.387 - 0.748)	1.052 *(1.506 - 0.611)	1.039 *(1.353 - 0.697)	0.997 *(1.131 - 0.793)	1.041 (1.362 - 0.700)
	Winter	0.944 *(1.308 - 0.723)	0.878 *(1.455 - 0.604)	0.906 *(1.331 - 0.679)	0.928 *(1.158 - 0.809)	0.909 *(1.328 - 0.680)
O ₃ -Max (ppb)	Spring	1.063 *(1.436 - 0.765)	1.058 (1.637 - 0.590)	1.045 *(1.441 - 0.674)	0.993 *(1.193 - 0.757)	1.048 *(1.447 - 0.681)
	Summer	1.023 *(1.357 - 0.748)	1.013 *(1.479 - 0.611)	1.011 *(1.333 - 0.697)	0.990 *(1.136 - 0.793)	1.012 *(1.341 - 0.700)
	Autumn	1.061 *(1.280 - 0.804)	1.052 (1.269 - 0.787)	1.039 *(1.185 - 0.841)	0.986 *(1.082 - 0.893)	1.042 (1.189 - 0.834)
	Winter	0.939 *(1.308 - 0.723)	0.869 *(1.455 - 0.604)	0.899 *(1.331 - 0.679)	0.923 *(1.158 - 0.797)	0.902 *(1.328 - 0.680)

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital respiratory admissions with air pollutants for lag-2 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
CO (ppm)	Spring	1.160 *(1.541 - 0.879)	1.334 *(2.005 - 0.936)	1.232 *(1.669 - 0.950)	1.121 *(1.352 - 0.970)	1.227 *(1.655 - 0.946)
	Summer	0.995 *(1.297 - 0.762)	1.024 *(1.284 - 0.765)	1.015 *(1.202 - 0.822)	1.023 *(1.119 - 0.906)	1.013 (1.215 - 0.815)
	Autumn	1.049 *(1.474 - 0.763)	1.099 *(1.590 - 0.702)	1.070 *(1.413 - 0.771)	1.038 *(1.171 - 0.905)	1.069 *(1.426 - 0.767)
	Winter	0.998 *(1.457 - 0.711)	1.020 *(1.673 - 0.654)	1.014 *(1.502 - 0.716)	1.022 *(1.193 - 0.845)	1.012 *(1.503 - 0.714)
NO ₂ (ppb)	Spring	1.157 *(1.537 - 0.879)	1.350 *(2.005 - 0.897)	1.242 *(1.669 - 0.925)	1.137 *(1.352 - 0.958)	1.236 *(1.655 - 0.926)
	Summer	1.026 *(1.338 - 0.832)	1.063 *(1.341 - 0.834)	1.043 (1.239 - 0.880)	1.024 *(1.113 - 0.923)	1.041 *(1.250 - 0.877)
	Autumn	1.127 *(1.474 - 0.869)	1.255 *(1.769 - 0.884)	1.177 *(1.525 - 0.911)	1.086 *(1.235 - 0.982)	1.174 (1.527 - 0.907)
	Winter	0.979 *(1.325 - 0.723)	0.970 *(1.510 - 0.604)	0.977 *(1.377 - 0.679)	0.990 *(1.199 - 0.815)	0.977 *(1.376 - 0.680)
SO ₂ (ppb)	Spring	1.141 *(1.526 - 0.876)	1.298 (2.012 - 0.829)	1.208 *(1.681 - 0.871)	1.114 *(1.352 - 0.935)	1.204 *(1.674 - 0.870)
	Summer	1.060 *(1.285 - 0.851)	1.059 *(1.307 - 0.817)	1.043 *(1.214 - 0.866)	0.991 *(1.101 - 0.875)	1.046 *(1.224 - 0.863)
	Autumn	1.133 *(1.474 - 0.895)	1.244 *(1.643 - 0.727)	1.170 *(1.442 - 0.796)	1.072 *(1.215 - 0.802)	1.168 *(1.445 - 0.804)
	Winter	1.042 *(1.367 - 0.792)	1.042 *(1.535 - 0.687)	1.034 *(1.398 - 0.753)	1.002 *(1.148 - 0.797)	1.035 *(1.399 - 0.759)
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	1.166 (1.541 - 0.912)	1.316 *(1.953 - 0.903)	1.220 *(1.644 - 0.931)	1.101 *(1.280 - 0.915)	1.217 *(1.640 - 0.934)
	Summer	1.049 *(1.303 - 0.787)	1.045 *(1.270 - 0.773)	1.033 *(1.189 - 0.830)	0.991 *(1.101 - 0.876)	1.036 *(1.196 - 0.825)
	Autumn	1.125 *(1.465 - 0.845)	1.222 *(1.579 - 0.825)	1.155 *(1.406 - 0.868)	1.062 *(1.165 - 0.939)	1.154 *(1.419 - 0.864)
	Winter	0.961 *(1.198 - 0.851)	0.916 *(1.004 - 0.895)	0.943 *(1.220 - 0.877)	0.981 *(1.018 - 0.941)	0.944 *(1.393 - 0.877)
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	1.054 *(1.395 - 0.765)	1.039 *(1.637 - 0.590)	1.031 *(1.437 - 0.674)	0.985 *(1.180 - 0.757)	1.034 *(1.439 - 0.681)
	Summer	1.061 *(1.296 - 0.842)	1.051 *(1.315 - 0.868)	1.038 *(1.215 - 0.903)	0.985 *(1.093 - 0.899)	1.041 *(1.218 - 0.897)
	Autumn	1.054 *(1.387 - 0.714)	1.054 *(1.506 - 0.609)	1.041 *(1.353 - 0.690)	0.996 *(1.132 - 0.793)	1.043 *(1.362 - 0.690)
	Winter	0.931 *(1.379 - 0.723)	0.862 *(1.438 - 0.604)	0.894 (1.336 - 0.679)	0.923 *(1.103 - 0.809)	0.896 (1.344 - 0.680)
O ₃ -Max (ppb)	Spring	1.052 *(1.395 - 0.721)	1.039 *(1.637 - 0.555)	1.031 *(1.437 - 0.644)	0.986 *(1.180 - 0.746)	1.034 *(1.439 - 0.649)
	Summer	1.015 (1.293 - 0.687)	1.000 *(1.385 - 0.569)	1.002 *(1.264 - 0.659)	0.987 *(1.132 - 0.793)	1.003 *(1.268 - 0.659)
	Autumn	1.060 *(1.280 - 0.860)	1.059 *(1.269 - 0.868)	1.043 *(1.185 - 0.903)	0.991 *(1.082 - 0.893)	1.046 *(1.189 - 0.897)
	Winter	0.923 *(1.379 - 0.687)	0.848 *(1.438 - 0.586)	0.882 *(1.336 - 0.660)	0.916 *(1.103 - 0.797)	0.885 *(1.344 - 0.660)

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital respiratory admissions with air pollutants for lag-3 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
CO (ppm)	Spring	1.162 *(1.542 - 0.885)	1.333 *(2.012 - 0.888)	1.231 *(1.681 - 0.918)	1.118 *(1.352 - 0.952)	1.226 *(1.674 - 0.918)
	Summer	0.998 *(1.215 - 0.775)	1.028 *(1.269 - 0.779)	1.018 (1.185 - 0.834)	1.023 (1.118 - 0.918)	1.016 *(1.189 - 0.827)
	Autumn	1.046 *(1.474 - 0.763)	1.089 *(1.590 - 0.702)	1.063 *(1.413 - 0.771)	1.031 *(1.165 - 0.903)	1.062 (1.426 - 0.767)
	Winter	1.023 *(1.472 - 0.775)	1.054 *(1.693 - 0.732)	1.040 *(1.515 - 0.784)	1.030 *(1.193 - 0.893)	1.039 *(1.516 - 0.782)
NO ₂ (ppb)	Spring	1.157 *(1.525 - 0.854)	1.344 (2.005 - 0.923)	1.239 *(1.669 - 0.934)	1.133 (1.352 - 0.997)	1.233 *(1.655 - 0.924)
	Summer	1.024 *(1.239 - 0.804)	1.067 *(1.315 - 0.817)	1.045 *(1.215 - 0.866)	1.029 *(1.117 - 0.930)	1.043 *(1.218 - 0.863)
	Autumn	1.127 *(1.474 - 0.869)	1.253 *(1.643 - 0.918)	1.175 *(1.442 - 0.937)	1.084 *(1.221 - 0.985)	1.172 *(1.445 - 0.934)
	Winter	0.969 *(1.312 - 0.721)	0.967 *(1.493 - 0.604)	0.974 *(1.365 - 0.679)	0.996 *(1.199 - 0.815)	0.973 *(1.364 - 0.680)
SO ₂ (ppb)	Spring	1.143 *(1.526 - 0.859)	1.294 *(2.012 - 0.808)	1.206 *(1.681 - 0.855)	1.110 *(1.352 - 0.929)	1.202 *(1.674 - 0.854)
	Summer	1.058 *(1.285 - 0.831)	1.062 *(1.307 - 0.817)	1.044 *(1.214 - 0.866)	0.995 *(1.101 - 0.900)	1.047 *(1.224 - 0.863)
	Autumn	1.145 (1.474 - 0.921)	1.272 *(1.643 - 0.918)	1.189 *(1.442 - 0.940)	1.083 *(1.215 - 0.946)	1.187 *(1.445 - 0.940)
	Winter	1.042 *(1.315 - 0.797)	1.050 *(1.439 - 0.707)	1.039 *(1.331 - 0.766)	1.009 *(1.140 - 0.864)	1.040 *(1.332 - 0.768)
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	1.164 *(1.541 - 0.878)	1.304 *(1.953 - 0.747)	1.213 *(1.644 - 0.813)	1.095 *(1.280 - 0.827)	1.210 *(1.640 - 0.822)
	Summer	1.040 *(1.253 - 0.787)	1.043 *(1.270 - 0.773)	1.031 *(1.189 - 0.830)	0.998 *(1.101 - 0.881)	1.033 (1.196 - 0.825)
	Autumn	1.141 *(1.465 - 0.882)	1.246 *(1.579 - 0.850)	1.172 *(1.406 - 0.888)	1.067 *(1.165 - 0.946)	1.171 (1.419 - 0.886)
	Winter	0.957 *(1.978 - 0.451)	0.935 *(1.354 - 0.895)	0.953 *(1.220 - 0.896)	0.993 *(1.133 - 0.966)	0.953 *(1.493 - 0.877)
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	1.054 *(1.389 - 0.763)	1.050 *(1.575 - 0.590)	1.039 *(1.397 - 0.674)	0.994 *(1.180 - 0.757)	1.041 *(1.402 - 0.681)
	Summer	1.058 (1.268 - 0.863)	1.054 *(1.312 - 0.882)	1.040 *(1.214 - 0.915)	0.990 *(1.087 - 0.897)	1.042 *(1.218 - 0.911)
	Autumn	1.065 *(1.387 - 0.737)	1.070 *(1.506 - 0.622)	1.053 *(1.353 - 0.702)	1.000 *(1.113 - 0.793)	1.055 *(1.362 - 0.703)
	Winter	0.931 *(1.379 - 0.723)	0.860 *(1.438 - 0.604)	0.892 *(1.336 - 0.679)	0.921 *(1.074 - 0.809)	0.895 *(1.344 - 0.680)
O ₃ -Max (ppb)	Spring	1.036 *(1.335 - 0.720)	1.011 *(1.529 - 0.549)	1.011 *(1.364 - 0.640)	0.977 *(1.180 - 0.757)	1.014 *(1.366 - 0.645)
	Summer	1.034 *(1.442 - 0.737)	1.028 *(1.561 - 0.620)	1.022 *(1.394 - 0.702)	0.992 (1.113 - 0.793)	1.023 *(1.405 - 0.703)
	Autumn	1.061 *(1.255 - 0.863)	1.069 *(1.315 - 0.882)	1.049 *(1.215 - 0.915)	0.998 *(1.087 - 0.893)	1.051 *(1.218 - 0.911)
	Winter	0.914 *(1.379 - 0.723)	0.836 *(1.438 - 0.604)	0.873 *(1.336 - 0.679)	0.912 *(1.080 - 0.797)	0.876 *(1.344 - 0.680)

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital respiratory admissions with index for lag-1 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
PSI	Spring	1.104 * (1.541 - 0.910)	1.204 *(1.953 - 0.860)	1.100 *(1.644 - 0.897)	1.038 *(1.280 - 0.924)	1.198 *(1.640 - 0.897)
	Summer	1.065 (1.303 - 0.795)	1.052 *(1.295 - 0.770)	1.039 *(1.209 - 0.827)	0.983 *(1.087 - 0.876)	1.043 *(1.219 - 0.821)
	Autumn	1.059 *(1.442 - 0.802)	1.007 *(1.561 - 0.688)	1.052 *(1.394 - 0.764)	1.011 *(1.165 - 0.793)	1.092 *(1.405 - 0.769)
	Winter	0.948 *(1.213 - 0.849)	0.884 *(1.227 - 0.877)	0.918 *(1.126 - 0.840)	0.960 *(1.133 - 0.839)	0.920 (1.665 - 0.872)
AQI	Spring	1.182 *(1.541 - 0.970)	1.345 *(1.553 - 0.983)	1.240 *(1.669 - 0.993)	1.110 *(1.325 - 0.924)	1.237 *(1.655 - 1.000)
	Summer	1.060 *(1.290 - 0.922)	1.055 *(1.294 - 0.915)	1.040 *(1.207 - 0.944)	0.988 (1.073 - 0.893)	1.043 *(1.220 - 0.943)
	Autumn	1.090 *(1.465 - 0.844)	1.153 *(1.757 - 0.688)	1.107 *(1.518 - 0.764)	1.040 (1.225 - 0.803)	1.107 *(1.519 - 0.769)
	Winter	1.020 *(1.391 - 0.763)	1.028 *(1.601 - 0.667)	1.022 *(1.439 - 0.734)	1.008 *(1.213 - 0.826)	1.022 *(1.436 - 0.734)
RAQI	Spring	1.159 *(1.541 - 0.957)	1.273 *(1.513 - 0.903)	1.192 (1.644 - 0.931)	1.074 *(1.242 - 0.915)	1.191 *(1.640 - 0.934)
	Summer	1.068 *(1.290 - 0.795)	1.062 *(1.319 - 0.770)	1.046 *(1.219 - 0.827)	0.986 *(1.087 - 0.881)	1.049 *(1.226 - 0.821)
	Autumn	1.156 *(2.101 - 0.802)	1.197 (2.420 - 0.688)	1.126 *(1.838 - 0.764)	1.023 *(1.221 - 0.753)	1.136 *(1.920 - 0.769)
	Winter	0.993 *(1.532 - 0.742)	0.943 *(1.760 - 0.613)	0.958 *(1.556 - 0.688)	0.950 *(1.211 - 0.797)	0.961 *(1.556 - 0.690)

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital respiratory admissions with index for lag-2 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
PSI	Spring	1.100 *(1.440 - 0.921)	1.192 *(1.890 - 0.747)	1.092 *(1.595 - 0.813)	1.036 *(1.280 - 0.827)	1.190 *(1.583 - 0.822)
	Summer	1.057 *(1.283 - 0.837)	1.050 *(1.272 - 0.798)	1.037 *(1.189 - 0.850)	0.987 *(1.082 - 0.881)	1.040 *(1.196 - 0.847)
	Autumn	1.087 *(1.474 - 0.748)	1.134 *(1.590 - 0.630)	1.095 *(1.413 - 0.711)	1.029 *(1.165 - 0.793)	1.096 *(1.426 - 0.712)
	Winter	0.932 *(1.325 - 0.849)	0.852 *(1.188 - 0.811)	0.892 *(1.173 - 0.840)	0.940 *(1.018 - 0.839)	0.895 *(1.363 - 0.872)
AQI	Spring	1.170 *(1.541 - 0.926)	1.325 *(1.525 - 0.894)	1.226 *(1.668 - 0.922)	1.104 *(1.352 - 0.915)	1.223 *(1.651 - 0.921)
	Summer	1.054 *(1.290 - 0.895)	1.048 *(1.294 - 0.872)	1.035 *(1.207 - 0.910)	0.989 *(1.073 - 0.893)	1.038 *(1.220 - 0.910)
	Autumn	1.095 *(1.465 - 0.845)	1.163 *(1.579 - 0.808)	1.114 *(1.406 - 0.855)	1.043 *(1.162 - 0.924)	1.114 *(1.419 - 0.853)
	Winter	0.995 *(1.339 - 0.763)	1.000 *(1.500 - 0.667)	1.000 *(1.373 - 0.734)	1.005 *(1.213 - 0.848)	0.999 *(1.374 - 0.734)
RAQI	Spring	1.151 *(1.440 - 0.921)	1.258 *(1.460 - 0.747)	1.182 *(1.595 - 0.813)	1.070 *(1.280 - 0.827)	1.181 *(1.583 - 0.822)
	Summer	1.065 *(1.283 - 0.814)	1.063 *(1.272 - 0.798)	1.046 *(1.189 - 0.850)	0.990 *(1.082 - 0.881)	1.049 *(1.196 - 0.844)
	Autumn	1.096 *(1.474 - 0.748)	1.147 *(1.590 - 0.630)	1.105 *(1.413 - 0.711)	1.032 *(1.165 - 0.793)	1.105 *(1.426 - 0.712)
	Winter	0.961 *(1.514 - 0.742)	0.892 *(1.585 - 0.613)	0.918 *(1.446 - 0.688)	0.927 *(1.155 - 0.797)	0.922 *(1.455 - 0.690)

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital respiratory admissions with index for lag-3 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
PSI	Spring	1.009 *(1.440 - 0.921)	1.195 *(1.890 - 0.756)	1.094 *(1.595 - 0.819)	1.030 *(1.280 - 0.840)	1.199 *(1.583 - 0.828)
	Summer	1.053 *(1.255 - 0.803)	1.034 *(1.317 - 0.782)	1.039 *(1.219 - 0.836)	0.993 *(1.087 - 0.888)	1.041 *(1.226 - 0.830)
	Autumn	1.061 *(1.442 - 0.841)	1.103 *(1.561 - 0.786)	1.116 *(1.394 - 0.839)	1.017 *(1.165 - 0.897)	1.008 *(1.405 - 0.837)
	Winter	0.931 *(1.479 - 0.851)	0.872 *(1.017 - 0.895)	0.899 *(1.420 - 0.846)	0.937 *(1.145 - 0.842)	0.902 *(1.227 - 0.877)
AQI	Spring	1.172 *(1.542 - 0.921)	1.336 *(2.012 - 0.904)	1.234 *(1.681 - 0.928)	1.112 *(1.352 - 0.924)	1.231 *(1.674 - 0.926)
	Summer	1.056 *(1.290 - 0.913)	1.046 *(1.294 - 0.867)	1.034 *(1.207 - 0.907)	0.985 *(1.073 - 0.882)	1.037 *(1.220 - 0.910)
	Autumn	1.093 *(1.465 - 0.803)	1.160 *(1.757 - 0.675)	1.112 *(1.518 - 0.756)	1.043 *(1.237 - 0.828)	1.111 *(1.519 - 0.760)
	Winter	1.033 *(1.514 - 0.762)	1.044 *(1.760 - 0.648)	1.034 *(1.556 - 0.719)	1.012 *(1.213 - 0.832)	1.035 *(1.556 - 0.722)
RAQI	Spring	1.154 *(1.440 - 0.921)	1.259 *(1.890 - 0.747)	1.183 *(1.595 - 0.813)	1.068 *(1.280 - 0.827)	1.182 *(1.583 - 0.822)
	Summer	1.057 *(1.246 - 0.878)	1.064 *(1.319 - 0.853)	1.046 *(1.219 - 0.893)	0.997 *(1.087 - 0.888)	1.048 *(1.226 - 0.890)
	Autumn	1.110 *(1.474 - 0.772)	1.172 *(1.590 - 0.643)	1.121 *(1.413 - 0.723)	1.037 *(1.165 - 0.810)	1.122 *(1.426 - 0.725)
	Winter	0.944 *(1.314 - 0.742)	0.876 *(1.424 - 0.613)	0.904 *(1.320 - 0.688)	0.924 *(1.147 - 0.797)	0.907 *(1.319 - 0.690)

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital cardiovascular admissions with air pollutants for lag-1 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Elder	All
CO (ppm)	Spring	0.933 * (1.158 - 0.729)	0.942 * (1.021 - 0.852)
	Summer	0.967 * (1.230 - 0.781)	0.988 * (1.046 - 0.948)
	Autumn	0.974 * (1.214 - 0.781)	0.982 * (1.052 - 0.900)
	Winter	0.970 * (1.185 - 0.682)	0.991 * (1.106 - 0.870)
NO ₂ (ppb)	Spring	0.918 * (1.094 - 0.729)	0.935 * (1.018 - 0.839)
	Summer	0.992 * (1.255 - 0.803)	0.991 * (1.048 - 0.951)
	Autumn	0.965 * (1.202 - 0.788)	0.961 * (1.012 - 0.893)
	Winter	1.004 * (1.257 - 0.708)	1.000 * (1.140 - 0.889)
SO ₂ (ppb)	Spring	0.942 * (1.120 - 0.731)	0.947 * (1.041 - 0.839)
	Summer	1.038 * (1.311 - 0.876)	1.004 * (1.050 - 0.955)
	Autumn	0.982 * (1.435 - 0.825)	0.968 * (1.131 - 0.895)
	Winter	1.026 * (1.467 - 0.780)	0.990 * (1.150 - 0.891)
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	1.044 * (1.361 - 0.839)	1.007 * (1.064 - 0.956)
	Summer	0.967 * (1.209 - 0.775)	0.953 * (1.046 - 0.872)
	Autumn	0.994 * (1.435 - 0.805)	0.974 * (1.126 - 0.895)
	Winter	1.037 * (1.394 - 0.858)	1.038 * (1.175 - 0.965)
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	1.056 * (1.370 - 0.875)	1.006 * (1.179 - 0.910)
	Summer	1.051 * (1.285 - 0.819)	1.007 * (1.052 - 0.956)
	Autumn	1.085 * (1.467 - 0.890)	1.047 * (1.141 - 0.917)
	Winter	1.034 * (1.396 - 0.867)	1.002 * (1.137 - 0.940)
O ₃ -Max (ppb)	Spring	1.050 * (1.370 - 0.846)	1.004 * (1.179 - 0.911)
	Summer	1.050 * (1.281 - 0.871)	1.007 * (1.055 - 0.964)
	Autumn	1.090 * (1.467 - 0.888)	1.050 * (1.150 - 0.917)
	Winter	1.027 * (1.396 - 0.867)	1.005 * (1.137 - 0.938)

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital cardiovascular admissions with air pollutants for lag-2 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Elder	All
CO (ppm)	Spring	0.936 * (1.140 - 0.729)	0.942 * (1.015 - 0.839)
	Summer	0.969 * (1.212 - 0.788)	0.989 * (1.048 - 0.948)
	Autumn	0.980 * (1.214 - 0.827)	0.982 * (1.051 - 0.923)
	Winter	0.964 * (1.098 - 0.786)	0.987 * (1.106 - 0.895)
NO ₂ (ppb)	Spring	0.916 * (1.100 - 0.726)	0.934 * (1.022 - 0.839)
	Summer	0.985 * (1.254 - 0.804)	0.989 * (1.038 - 0.951)
	Autumn	0.962 * (1.202 - 0.781)	0.959 * (1.009 - 0.893)
	Winter	1.001 * (1.257 - 0.708)	1.006 * (1.132 - 0.897)
SO ₂ (ppb)	Spring	0.934 * (1.093 - 0.731)	0.945 * (1.034 - 0.839)
	Summer	1.042 * (1.310 - 0.877)	1.004 * (1.066 - 0.955)
	Autumn	0.981 * (1.435 - 0.788)	0.965 * (1.131 - 0.902)
	Winter	1.027 * (1.467 - 0.825)	0.998 * (1.150 - 0.917)
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	1.038 * (1.361 - 0.822)	1.004 * (1.064 - 0.956)
	Summer	0.963 * (1.209 - 0.775)	0.951 * (1.046 - 0.872)
	Autumn	0.989 * (1.198 - 0.805)	0.970 * (1.032 - 0.925)
	Winter	1.082 * (1.180 - -0.914)	1.078 * (1.124 - 0.999)
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	1.056 * (1.361 - 0.872)	1.008 * (1.179 - 0.918)
	Summer	1.052 * (1.285 - 0.840)	1.007 * (1.052 - 0.959)
	Autumn	1.084 * (1.467 - 0.900)	1.051 * (1.141 - 0.940)
	Winter	1.036 * (1.396 - 0.867)	1.002 * (1.137 - 0.940)
O ₃ -Max (ppb)	Spring	1.053 * (1.361 - 0.861)	1.008 * (1.187 - 0.918)
	Summer	1.043 * (1.285 - 0.871)	1.004 * (1.055 - 0.964)
	Autumn	1.089 * (1.467 - 0.902)	1.055 * (1.150 - 0.940)
	Winter	1.026 * (1.396 - 0.867)	1.007 * (1.137 - 0.940)

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital cardiovascular admissions with air pollutants for lag-3 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Elder	All
CO (ppm)	Spring	0.940 *(1.158 - 0.731)	0.943 *(1.025 - 0.839)
	Summer	0.971 *(1.200 - 0.788)	0.989 *(1.041 - 0.948)
	Autumn	0.986 *(1.214 - 0.827)	0.985 *(1.052 - 0.925)
	Winter	0.970 *(1.088 - 0.826)	0.983 *(1.069 - 0.895)
NO ₂ (ppb)	Spring	0.921 *(1.158 - 0.731)	0.936 *(1.001 - 0.839)
	Summer	0.979 *(1.179 - 0.787)	0.987 *(1.035 - 0.950)
	Autumn	0.964 *(1.202 - 0.781)	0.960 *(1.008 - 0.900)
	Winter	0.984 *(1.199 - 0.708)	1.002 *(1.132 - 0.897)
SO ₂ (ppb)	Spring	0.940 *(1.119 - 0.731)	0.946 *(1.038 - 0.839)
	Summer	1.037 *(1.287 - 0.857)	1.003 *(1.050 - 0.955)
	Autumn	0.975 *(1.214 - 0.781)	0.961 *(1.028 - 0.902)
	Winter	1.015 *(1.209 - 0.825)	0.995 *(1.093 - 0.920)
PM ₁₀ (ug/m ³)	Spring	0.969 *(1.292 - 0.778)	0.954 *(1.110 - 0.872)
	Summer	1.024 *(1.307 - 0.822)	1.001 *(1.062 - 0.956)
	Autumn	0.992 *(1.198 - 0.805)	0.968 *(1.028 - 0.925)
	Winter	1.021 *(1.100 - 0.967)	1.040 *(1.090 - 0.958)
O ₃ -8hr (ppb)	Spring	1.041 *(1.361 - 0.861)	1.003 *(1.179 - 0.918)
	Summer	1.043 *(1.273 - 0.867)	1.005 *(1.053 - 0.962)
	Autumn	1.038 *(1.396 - 0.883)	1.000 *(1.137 - 0.948)
	Winter	1.086 *(1.467 - 0.915)	1.052 *(1.141 - 0.955)
O ₃ -Max (ppb)	Spring	1.055 *(1.361 - 0.861)	1.012 *(1.179 - 0.918)
	Summer	1.035 *(1.273 - 0.871)	1.001 *(1.055 - 0.962)
	Autumn	1.030 *(1.435 - 0.883)	1.004 *(1.137 - 0.948)
	Winter	1.089 *(1.467 - 0.918)	1.058 *(1.150 - 0.952)

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital cardiovascular admissions with index for lag-1 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Elder	All
PSI	Spring	0.991 *(1.209 - 0.815)	0.962 *(1.041 - 0.872)
	Summer	1.026 *(1.361 - 0.872)	1.008 (1.064 - 0.962)
	Autumn	1.014 *(1.435 - 0.867)	0.987 *(1.137 - 0.925)
	Winter	1.001 *(1.218 - 0.897)	1.012 *(1.133 - 0.974)
AQI	Spring	0.961 *(1.209 - 0.729)	0.947 *(1.041 - 0.852)
	Summer	1.047 (1.283 - 0.894)	1.006 *(1.056 - 0.968)
	Autumn	0.998 *(1.435 - 0.808)	0.981 *(1.131 - 0.896)
	Winter	1.002 *(1.264 - 0.757)	0.995 *(1.121 - 0.889)
RAQI	Spring	0.993 *(1.209 - 0.849)	0.964 *(1.046 - 0.889)
	Summer	1.053 *(1.338 - 0.872)	1.006 (1.062 - 0.962)
	Autumn	1.026 *(1.436 - 0.867)	0.997 *(1.186 - 0.925)
	Winter	1.085 *(1.467 - 0.859)	1.032 *(1.150 - 0.890)

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital cardiovascular admissions with index for lag-2 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Elder	All
PSI	Spring	0.990 *(1.292 - 0.815)	0.963 *(1.110 - 0.872)
	Summer	1.007 *(1.326 - 0.892)	1.006 *(1.062 - 0.964)
	Autumn	1.011 *(1.435 - 0.867)	0.986 (1.137 - 0.925)
	Winter	0.927 *(1.324 - 0.901)	0.994 (1.168 - 0.989)
AQI	Spring	0.962 *(1.209 - 0.731)	0.950 *(1.046 - 0.839)
	Summer	1.042 *(1.283 - 0.872)	1.005 *(1.056 - 0.968)
	Autumn	0.997 *(1.198 - 0.808)	0.979 *(1.040 - 0.926)
	Winter	0.989 *(1.205 - 0.757)	0.997 *(1.101 - 0.889)
RAQI	Spring	0.995 *(1.292 - 0.818)	0.966 *(1.110 - 0.872)
	Summer	1.047 *(1.326 - 0.872)	1.005 *(1.062 - 0.964)
	Autumn	1.012 *(1.435 - 0.867)	0.985 *(1.137 - 0.925)
	Winter	1.105 *(1.467 - 0.883)	1.049 *(1.150 - 0.913)

Relative risk (RR) and 95% CI of hospital cardiovascular admissions with index for lag-3 day effect in Kaohsiung metropolis.

Pollutant	Season	Elder	All
PSI	Spring	0.987 * (1.292 - 0.818)	0.961 (1.101 - 0.872)
	Summer	1.004 * (1.294 - 0.867)	1.003 * (1.058 - 0.962)
	Autumn	1.006 * (1.214 - 0.867)	0.981 * (1.056 - 0.925)
	Winter	0.981 * (1.119 - 0.963)	0.986 * (1.083 - 0.908)
AQI	Spring	0.953 * (1.209 - 0.740)	0.946 * (1.041 - 0.839)
	Summer	1.048 * (1.328 - 0.894)	1.007 * (1.062 - 0.968)
	Autumn	0.996 * (1.359 - 0.808)	0.979 * (1.107 - 0.891)
	Winter	1.005 (1.264 - 0.808)	0.993 (1.119 - 0.889)
RAQI	Spring	0.998 * (1.292 - 0.818)	0.967 * (1.110 - 0.872)
	Summer	1.034 * (1.275 - 0.872)	1.001 * (1.058 - 0.962)
	Autumn	1.013 * (1.255 - 0.895)	0.982 * (1.121 - 0.925)
	Winter	1.095 * (1.267 - 0.871)	1.051 * (1.150 - 0.918)

附錄二 國際疾病傷害及死因分類標準第九版

(ICD-9)

呼吸道疾病	
460-466	急性呼吸道感染
460	急性鼻咽炎(感冒)
461	急性鼻竇炎
462	急性咽炎
463	急性扁桃腺炎
464	急性喉炎及氣管炎
465	急性上呼吸道感染，多發性或未明示位置者
466	急性支氣管炎及細支氣管炎
466	急性支氣管炎
466.1	急性細支氣管炎
470-478	其他上呼吸道疾病
472	慢性咽炎及鼻咽炎
473	慢性鼻竇炎
474	扁桃體及腺樣體之慢性疾病
475	扁桃腺周圍膿瘍
476	慢性喉炎及喉氣管炎
477	過敏性鼻炎
478	上呼吸道之其他疾病
480-487	肺炎及流行性感冒
480	病毒性肺炎
481	肺炎球菌性肺炎
482	其他細菌性肺炎
483	其他明示病原菌所致之肺炎
484	傳染性疾病肺炎，他處已歸類者※
485	支氣管性肺炎，未明示病原體者
486	肺炎，未明示病原體者

490-496	慢性阻塞性肺部疾病(C.O.P.D.)及有關病態
490	支氣管炎，未明示急性或慢性者
491	慢性支氣管炎
492	肺氣腫
493	氣喘(哮喘)
494	支氣管擴張症
495	外因性過敏性肺泡炎
496	慢性氣道阻塞，他處未歸類者
500-508	外物所致之肺沉著症及其他肺部疾病
500	煤礦工人塵肺症
501	石棉沉著症
502	其他矽石或矽鹽所致之肺沉著症
503	其他無機性塵埃所致之塵肺症
504	其他塵埃所致之肺病
505	塵肺症未明示者
506	化學煙霧及蒸氣所致之呼吸道病症
507	固體及液體所致之肺炎
508	其他及未明示外物所致之呼吸病態
510-519	呼吸系統之其他疾病
510	積膿
511	胸(肋)膜炎
512	氣胸
513	肺及縱隔膿瘍
514	肺充血及沉滯
515	發炎後肺部纖維化
516	其他肺泡及肺泡壁肺病變
517	他處已歸類而涉及肺之病態※
518	肺部其他疾病
519	呼吸系統之其他疾病

心血管疾病	
410-414	缺血性心臟病
410	急性心肌梗塞
411	其他急性及亞急性缺血性心臟病
412	陳舊性心肌梗塞
413	心絞痛
414	其他形態之慢性缺血性心臟病
415-417	肺性循環疾病
415	急性肺性心臟病
415	急性心肺症
415.1	肺栓塞
416	慢性肺性心臟疾病
417	其他肺循環疾病
420-429	其他形態心臟病
420	急性心包膜炎
421	急性及亞急性心內膜炎
422	急性心肌炎
423	其他心包膜疾病
424	其他心內膜疾病
425	心肌病變
426	傳導障礙
427	心臟性節律不整
428	心臟衰竭
429	診斷欠明之心臟疾病及其併發症