

## 摘要

在大多數的城市中臭氧 ( $O_3$ ) 污染問題越來越嚴重。就以天氣類型來看，主要多發生在秋季。當熱帶低壓北移時，台灣綜觀風場屬於東風形勢。受到中央山脈的阻擋，使得西半部地區呈現微弱的西風系，造成污染物不易擴散而導致高  $O_3$  濃度。然而到目前為止，由於缺乏垂直氣象資料與當地複雜的地形資料，使得有較少數的研究能結合複雜的光化學反應來一起探討氣象條件、地形特徵與空氣品質。因此，本研究想要來探討引起高  $O_3$  濃度事件中地形的特徵與氣象條件、近地面與垂直剖面的光化學反應，以及空氣污染物之來源。

本研究藉由基本的統計方法及主成份分析 (PCA) 來對於近地面之氣象參數 (風速、風向及混合層高度) 與空氣污染物濃度 ( $O_3$ 、NO、 $NO_2$  及 CO) 進行分析。然而，為了補償垂直剖面資料的不足，我們使用繫留探空系統來收集垂直氣象的參數資料與空氣污染物的濃度。此外，本研究亦引用澳洲聯邦科學與工業研究機構 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO) 所屬之大氣研究部門研發之空氣污染模式 (The Air Pollution Model Version 3, TAPM V3.0)，並加入當地風場資料同化，以模擬驗證此期間之氣塊軌跡移動路徑。

結果顯示當熱帶低壓北移並接近台灣之天氣型態下，容易造成高  $O_3$  濃度的發生。滴定反應能夠被分類成三個時段 (0000 LST - 0600 LST、0900 LST - 1000 LST、1200 LST - 1300 LST)。在第一個時段中， $O_3$  與  $O_3/O_x$  之線性關係最強 ( $R^2 > 0.8$ )，且地形特徵明顯地支配著  $O_3$  濃度變化的空間特性，並可分成三個空間形式 (沿海地區、都會區及內陸地區)。線性回歸比率在近地面 15 - 50 m ( $R^2 = 5.92E-01$ ) 比高

空 300 - 600 m ( $R^2 = 3.40E-01$ ) 高，表示  $\text{NO}_2$  濃度在高空 300 - 600 m 的產生比率低於近地面。而 CO 濃度在靜風狀態下 (風速  $< 1.5$  m/s) 之貢獻量最大 ( $> 50\%$ )，表示在此時段中，空氣污染物主要以當地排放為主。在第三個時段中， $\text{O}_3/\text{Ox}$  的比率接近穩定，表示  $\text{O}_3$  濃度急遽上升的同時， $\text{NO}_2$  濃度並無隨之上升，反而是因為  $\text{O}_3$  濃度於太陽輻射旺盛下大量的被產生，NO 濃度不足無法同時快速的參與滴定反應產生  $\text{NO}_2$ 。在本研究中所監測到的高  $\text{O}_3$  濃度事件，雖然不包含在時間與空間特性的統計分類上。推測原因可能是 9 月 17 日時，由於  $\text{O}_3$  前驅物於前一晚的累積，加上當日 1200 LST - 1500 LST 之混合層發展至 635 m，太陽輻射旺盛 ( $1.34 - 2.52$  MJ/m<sup>2</sup>)，且低風速 ( $< 3$  m/s) 之情況下，造成南投地區於近地面 100 m 處發生高  $\text{O}_3$  濃度事件 (121.5 ppb)。再由 TAPM 模擬氣塊軌跡顯示，空氣污染物會由沿海及都會地區所傳輸，其氣塊軌跡之移動路徑與污染物來源方向相似。表示本模式未來在解析污染物來源時，可充分利用其氣塊順、逆軌跡線來加以分析。

**關鍵字：**臭氧事件、滴定效應、主成份分析、繫留探空系統、空氣污染模式

## Abstract

Ozone pollution is getting worse in most major cities. The weather type which occurs during the autumn months, when the northern edge of the tropical depression reaches this area, has weak-to-moderate easterly winds covering the region. It is unfavorable for pollutant dispersion, resulting in high O<sub>3</sub> concentrations. So far, few studies have discussed the complicated photochemical reactions associated with meteorological conditions, topographical features and air quality, because of the poor vertical meteorological data and the complicated local topographical patterns. This study intends to discuss the features of topographical and meteorological conditions triggering high O<sub>3</sub> concentration episodes, photochemical reactions at the surface and the vertical profile of O<sub>3</sub> episodes and source of the air pollutants.

The surface data of meteorological parameters (wind speed, wind direction and mixing height) and air pollutant concentrations (O<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub> and CO) was analyzed by basic statistical methods and principal component analysis (PCA). Also, to compensate for the deficiency of the recorded data, we used a tethered balloon system to collect vertical meteorological parameters and air pollutant concentrations. In addition, we also quote the air pollution model (TAPM), a computer model developed by Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Australia. Moreover, we also used with the local meteorological data assimilation to simulated the trajectory of air parcel in this study.

Results indicated that high O<sub>3</sub> concentration episodes occurred when the tropical depression drifted northward and approached Taiwan. The titration reactions could be classified into three temporal phases - 0000 LST - 0600 LST, 0900 LST - 1000 LST and 1200 LST - 1300 LST. During the first

phase, the  $O_3$  and  $O_3/O_x$  ( $O_x = O_3 + NO_2$ ) linear relation of the regressions was the strongest ( $R^2 > 0.8$ ), and the topographical feature clearly dominated the spatial characteristics of  $O_3$  concentration variation, classified into three spatial patterns- the coastal region, the urban area and the inward area. The rate of the regression at the height of 15 - 50 m ( $R^2 = 5.92E-01$ ) was higher than that at the height of 300 - 600 m ( $R^2 = 3.40E-01$ ). This indicated that the rate of production of  $NO_2$  at 300 - 600 m was larger than that at the height of 15 - 50 m. The contribution of CO concentration in calm winds (wind speed  $< 1.5$  m/s) was more than 50 %. In this phase, the air pollutants came mainly from local emission. During the third phase, the nearly constant ratio  $O_3/O_x$ , indicated that  $O_3$  concentration rose abruptly but the  $NO_2$  concentration was near constant since the  $O_3$  concentration is produced in considerable quantities under the strong solar radiation and reacted with limited NO to produce  $NO_2$ . The  $O_3$  episode appeared after this phase and was not included in the statistical classification of temporal and spatial characteristics. For instance, on September 17, 2005 at 1500 LST the high  $O_3$  concentration, 121.5 ppb, episode occurred at less than 100 m in Nantou due to four factors: the accumulated precursors of  $O_3$  during the previous night, mixing height of 635 m, solar radiation of 1.34 - 2.52 MJ/m<sup>2</sup> (1200 LST - 1500 LST) and low wind speed ( $< 3$  m/s). The TAPM simulated indicate that the most of the air pollutants from the coastal and urban area are transmitted by the air parcel trajectory. The trajectory of air parcel move-way with alike the direction of air pollutants source. It means that we can use the follow or back trajectory of air parcel to interpret the air pollutants source in the future.

*Keywords:*  $O_3$  episode; Titration effect; PCA; Tethersonde system; TAPM

# 目 錄

|  |           |
|--|-----------|
| <b>第一章 緒論</b> .....                                    | <b>1</b>  |
| 1-1 前言 .....   | 1         |
| 1-2 研究動機與目的 .....                                      | 3         |
| <b>第二章 文獻回顧</b> .....                                  | <b>5</b>  |
| 2-1 臭氧之生成機制 .....                                      | 5         |
| 2-2 臭氧污染與綜觀天氣型態之相關研究 .....                             | 9         |
| 2-3 臭氧污染與局部環流之相關研究 .....                               | 11        |
| 2-4 軌跡模式探討污染物來源之相關研究 .....                             | 13        |
| 2-5 文獻探討 .....   | 15        |
| <b>第三章 研究方法</b> .....                                  | <b>16</b> |
| 3-1 研究背景 .....   | 16        |
| 3-2 中部地區監測資料收集 .....                                   | 18        |
| 3-3 繫留探空 .....   | 19        |
| 3-4 使用儀器設備 .....                                       | 21        |
| 3-4.1 探空監測儀器說明 .....                                   | 21        |
| 3-4.2 空氣採樣設備說明 .....                                   | 21        |
| 3-4.3 空氣品質分析儀器說明 .....                                 | 22        |
| 3-5 主成份分析 (Principal Component Analysis) .....         | 25        |
| 3-6 空氣污染模式 (The Air Pollution Model version 3.0) ..... | 27        |
| 3-7 模式所需資料 .....                                       | 32        |
| 3-7.1 氣象資料來源 .....                                     | 32        |
| 3-7.2 污染物排放資料來源 .....                                  | 33        |
| 3-8 模式網格設定 .....                                       | 34        |

|  |            |
|--|------------|
| 3-9 模式模擬結果評估方法 .....                                   | 35         |
| 3-9.1 氣象場模擬 .....                                      | 35         |
| 3-9.2 臭氧濃度模擬 .....                                     | 36         |
| <b>第四章 結果與討論 .....</b>                                 | <b>38</b>  |
| 4-1 2005 年秋季綜觀天氣型態 .....                               | 38         |
| 4-2 空氣品質監測 .....                                       | 40         |
| 4-2.1 O <sub>3</sub> 濃度時空分佈 .....                      | 41         |
| 4-2.2 O <sub>3</sub> 與 NO <sub>2</sub> 滴定反應 .....      | 43         |
| 4-2.3 O <sub>3</sub> 濃度主成份分析 .....                     | 51         |
| 4-2.4 O <sub>3</sub> 、NO <sub>2</sub> 與 CO 污染物來源 ..... | 53         |
| 4-3 繫留探空監測 .....                                       | 59         |
| 4-3.1 垂直氣象場 .....                                      | 59         |
| 4-3.2 垂直滴定反應與污染物分佈 .....                               | 61         |
| 4-4 TAPM 模式模擬結果 .....                                  | 64         |
| 4-4.1 氣象場模擬結果評估 .....                                  | 65         |
| 4-4.2 O <sub>3</sub> 濃度模擬結果評估 .....                    | 67         |
| 4-5 TAPM 氣塊軌跡線推算 .....                                 | 68         |
| <b>第五章 結論與建議 .....</b>                                 | <b>72</b>  |
| 5-1 結論 .....   | 72         |
| 5-2 建議 .....   | 75         |
| <b>參考文獻 .....</b>                                      | <b>76</b>  |
| <b>附錄一 .....</b>                                       | <b>1-1</b> |
| <b>附錄二 .....</b>                                       | <b>2-1</b> |
| <b>附錄三 .....</b>                                       | <b>3-1</b> |

## 表 目 錄

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 表 3-2.1 | 本研究所使用之中部地區地面氣象與空氣品質監測站資料表<br>.....   | 86 |
| 表 3-4.1 | 繫留探空儀氣象監測之各項探測項目操作參數表 .....   | 87 |
| 表 3-4.2 | 絞盤各項規格表 .....   | 87 |
| 表 3-4.3 | 空氣品質分析儀之廠牌、型號與校正過後之相關係數表<br>.....   | 88 |
| 表 3-6.1 | TAPM 使用之化學反應式 .....   | 88 |
| 表 3-8.1 | TAPM 模式網格設定 .....   | 88 |
| 表 4-1.1 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日各氣象狀況 .....  | 89 |
| 表 4-2.1 | 大於三天之共同參與滴定反應時間 .....   | 90 |
| 表 4-2.2 | 第一時段之 O <sub>3</sub> 濃度反應特徵分析 .....   | 90 |
| 表 4-2.3 | 第二時段之 O <sub>3</sub> 濃度反應特徵分析 .....   | 91 |
| 表 4-2.4 | 第三時段之 O <sub>3</sub> 濃度反應特徵分析 .....   | 91 |
| 表 4-4.1 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區各空品監測站之監測<br>值與模擬值之風速統計性能評估表 .....                 | 92 |
| 表 4-4.2 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區各空品監測站之監測<br>值與模擬值之溫度統計性能評估表 .....                 | 93 |
| 表 4-4.3 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區各空品監測站之監測<br>值與模擬值之 O <sub>3</sub> 濃度統計性能評估表 ..... | 94 |

## 圖 目 錄

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 圖 1-1.1 | 1997 年至 2006 年台灣各月平均 PM 濃度變化圖 .....  | 95  |
| 圖 1-1.2 | 1997 年至 2006 年台灣各月平均 O <sub>3</sub> 濃度變化圖 .....  | 95  |
| 圖 1-1.3 | 1997 年至 2006 年台灣空氣污染指標 (PSI > 100) 之指標污<br>染物比較分佈圖 .....   | 95  |
| 圖 2-1.1 | 光化學反應與滴定反應結構示意圖 .....  | 96  |
| 圖 2-2.1 | 綜觀風場為西風時受到南島高山之地形阻擋產生繞流示意圖<br>.....  | 96  |
| 圖 3-1.1 | 綜觀風場流動示意圖 (a)高壓出海或高壓迴流之天氣型態、<br>(b)熱帶低壓北移或颱風之天氣型態 .....  | 97  |
| 圖 3-2.1 | 台灣中部地區各監測站位置分佈圖 .....  | 98  |
| 圖 3-3.1 | 繫留探空與空氣污染物監測採樣之儀器架設示意圖 .....   | 98  |
| 圖 3-6.1 | 空氣污染模式 (TAPM) 架構示意圖 .....  | 99  |
| 圖 3-7.1 | 模式模擬操作流程圖 .....  | 100 |
| 圖 3-7.2 | 全球氣象資料範圍概要圖 .....  | 101 |
| 圖 3-8.1 | TAPM 網格模式範圍，使用四層巢狀網格，解析度分別為(a)<br>10 km × 10 km、(b) 3 km × 3 km、(c) 1.5 km × 1.5 km、(d) 1 km<br>× 1 km ..... | 102 |
| 圖 4-1.1 | 2005 年 9 月 15 日 00 Z 之綜觀天氣圖 .....  | 103 |
| 圖 4-1.2 | 2005 年 9 月 16 日 00 Z 之綜觀天氣圖 .....  | 103 |
| 圖 4-1.3 | 2005 年 9 月 17 日 00 Z 之綜觀天氣圖 .....  | 104 |
| 圖 4-1.4 | 2005 年 9 月 18 日 00 Z 之綜觀天氣圖 .....  | 104 |
| 圖 4-1.5 | 2005 年 9 月 19 日 00 Z 之綜觀天氣圖 .....  | 105 |
| 圖 4-1.6 | 2005 年 9 月 16 日至 9 月 18 日韋森特 (Vicente) 颱風路徑圖<br>.....  | 105 |



|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 圖 4-2.1  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區各空氣品質監測站之 PSI 值變化趨勢圖 .....                        | 106 |
| 圖 4-2.2  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區各空氣品質監測站之 O <sub>3</sub> 小時濃度(ppb)最大值變化趨勢圖 .....  | 106 |
| 圖 4-2.3  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區各空氣品質監測站之 NO <sub>2</sub> 小時濃度(ppb)最大值變化趨勢圖 ..... | 107 |
| 圖 4-2.4  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區各空氣品質監測站之 CO 日平均濃度(ppm)變化趨勢圖 .....                | 107 |
| 圖 4-2.5  | 2005 年 9 月 15 日 0000 LST ~ 0900 LST 中部地區之水平風場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖 ..... | 108 |
| 圖 4-2.6  | 2005 年 9 月 15 日 1200 LST ~ 2100 LST 中部地區之水平風場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖 ..... | 109 |
| 圖 4-2.7  | 2005 年 9 月 16 日 0000 LST ~ 0900 LST 中部地區之水平風場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖 ..... | 110 |
| 圖 4-2.8  | 2005 年 9 月 16 日 1200 LST ~ 2100 LST 中部地區之水平風場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖 ..... | 111 |
| 圖 4-2.9  | 2005 年 9 月 17 日 0000 LST ~ 0900 LST 中部地區之水平風場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖 ..... | 112 |
| 圖 4-2.10 | 2005 年 9 月 17 日 1200 LST ~ 2100 LST 中部地區之水平風場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖 ..... | 113 |
| 圖 4-2.11 | 2005 年 9 月 18 日 0000 LST ~ 0900 LST 中部地區之水平風場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖 ..... | 114 |
| 圖 4-2.12 | 2005 年 9 月 18 日 1200 LST ~ 2100 LST 中部地區之水平風場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖 ..... | 115 |
| 圖 4-2.13 | 2005 年 9 月 19 日 0000 LST ~ 0900 LST 中部地區之水平風                                   |     |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
|          | 場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖 .....   | 116 |
| 圖 4-2.14 | 2005 年 9 月 19 日 1200 LST ~ 2100 LST 中部地區之水平風場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖 .....               | 117 |
| 圖 4-2.15 | 2005 年 9 月 17 日沙鹿、西屯、大里與南投等監測站之 NO <sub>2</sub> /O <sub>x</sub> 比值變化圖 .....                  | 118 |
| 圖 4-2.16 | 2005 年 9 月 17 日沙鹿、西屯、大里與南投等監測站之 O <sub>3</sub> 水平濃度(ppb)變化趨勢圖 .....                          | 118 |
| 圖 4-2.17 | 2005 年 9 月 17 日沙鹿、西屯、大里與南投等監測站之 CO 水平濃度(ppm)變化趨勢圖 .....                                      | 119 |
| 圖 4-2.18 | 2005 年 9 月 17 日西屯與南投監測站之 NMHC 濃度(ppm)變化趨勢圖 .....   | 119 |
| 圖 4-2.19 | 2005 年 9 月 17 日西屯與南投監測站之 NMHC/NO <sub>x</sub> 比值變化趨勢圖 .....                                  | 120 |
| 圖 4-2.20 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日豐原監測站 O <sub>3</sub> 濃度與 O <sub>3</sub> /O <sub>x</sub> 比值線性圖 ..... | 120 |
| 圖 4-2.21 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日沙鹿監測站 O <sub>3</sub> 濃度與 O <sub>3</sub> /O <sub>x</sub> 比值線性圖 ..... | 121 |
| 圖 4-2.22 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日西屯監測站 O <sub>3</sub> 濃度與 O <sub>3</sub> /O <sub>x</sub> 比值線性圖 ..... | 121 |
| 圖 4-2.23 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日忠明監測站 O <sub>3</sub> 濃度與 O <sub>3</sub> /O <sub>x</sub> 比值線性圖 ..... | 122 |
| 圖 4-2.24 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日大里監測站 O <sub>3</sub> 濃度與 O <sub>3</sub> /O <sub>x</sub> 比值線性圖 ..... | 122 |
| 圖 4-2.25 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日彰化監測站 O <sub>3</sub> 濃度與 O <sub>3</sub> /O <sub>x</sub> 比值線性圖 ..... | 123 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 圖 4-2.26 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日二林監測站 $O_3$ 濃度與 $O_3/O_x$ 比值圖 .....                      | 123 |
| 圖 4-2.27 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日南投監測站 $O_3$ 濃度與 $O_3/O_x$ 比值線性圖 .....                    | 124 |
| 圖 4-2.28 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日竹山監測站 $O_3$ 濃度與 $O_3/O_x$ 比值線性圖 .....                    | 124 |
| 圖 4-2.29 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日豐原監測站 $NO$ 濃度與 $NO_2$ 濃度線性圖(a)第一時段、(b)第二時段 .....         | 125 |
| 圖 4-2.30 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日沙鹿監測站 $NO$ 濃度與 $NO_2$ 濃度線性圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 ..... | 126 |
| 圖 4-2.31 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日西屯監測站 $NO$ 濃度與 $NO_2$ 濃度線性圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 ..... | 127 |
| 圖 4-2.32 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日忠明監測站 $NO$ 濃度與 $NO_2$ 濃度線性圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 ..... | 128 |
| 圖 4-2.33 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日大里監測站 $NO$ 濃度與 $NO_2$ 濃度線性圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 ..... | 129 |
| 圖 4-2.34 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日彰化監測站 $NO$ 濃度與 $NO_2$ 濃度線性圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 ..... | 130 |
| 圖 4-2.35 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日二林監測站 $NO$ 濃度與 $NO_2$ 濃度線性圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 ..... | 131 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 圖 4-2.36 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日南投監測站 NO 濃度與 NO <sub>2</sub> 濃度線性圖 (a) 第一時段、(b) 第二時段、(c) 第三時段<br>..... | 132 |
| 圖 4-2.37 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日竹山監測站 NO 濃度與 NO <sub>2</sub> 濃度線性圖 (a) 第一時段、(b) 第二時段、(c) 第三時段<br>..... | 133 |
| 圖 4-2.38 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日豐原監測站 O <sub>3</sub> 濃度出現次數<br>圖(a)第一時段、(b)第二時段 .....                  | 134 |
| 圖 4-2.39 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日沙鹿監測站 O <sub>3</sub> 濃度出現次數<br>圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 .....          | 135 |
| 圖 4-2.40 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日西屯監測站 O <sub>3</sub> 濃度出現次數<br>圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 .....          | 136 |
| 圖 4-2.41 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日忠明監測站 O <sub>3</sub> 濃度出現次數<br>圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 .....          | 137 |
| 圖 4-2.42 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日大里監測站 O <sub>3</sub> 濃度出現次數<br>圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 .....          | 138 |
| 圖 4-2.43 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日彰化監測站 O <sub>3</sub> 濃度出現次數<br>圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 .....          | 139 |
| 圖 4-2.44 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日二林監測站 O <sub>3</sub> 濃度出現次數<br>圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 .....          | 140 |
| 圖 4-2.45 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日南投監測站 O <sub>3</sub> 濃度出現次數<br>圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 .....          | 141 |
| 圖 4-2.46 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日竹山監測站 O <sub>3</sub> 濃度出現次數<br>圖(a)第一時段、(b)第二時段、(c)第三時段 .....          | 142 |
| 圖 4-2.47 | 第一時段之 O <sub>3</sub> 濃度反應特徵圖 .....  | 143 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 圖 4-2.48 | 第二時段之 O <sub>3</sub> 濃度反應特徵圖 .....                        | 143 |
| 圖 4-2.49 | 第三時段之 O <sub>3</sub> 濃度反應特徵圖 .....                        | 143 |
| 圖 4-2.50 | 第一時段之 O <sub>3</sub> 濃度反應特徵分佈圖 .....                      | 144 |
| 圖 4-2.51 | 第二時段之 O <sub>3</sub> 濃度反應特徵分佈圖 .....                      | 145 |
| 圖 4-2.52 | 第三時段之 O <sub>3</sub> 濃度反應特徵分佈圖 .....                      | 146 |
| 圖 4-2.53 | 第一時段之 O <sub>3</sub> 來源圖(a)沙鹿、(b)西屯、(c)彰化、(d)二林<br>.....  | 147 |
| 圖 4-2.54 | 第一時段之 NO <sub>2</sub> 來源圖(a)沙鹿、(b)西屯、(c)彰化、(d)二林<br>..... | 148 |
| 圖 4-2.55 | 第一時段之 CO 來源圖(a)沙鹿、(b)西屯、(c)彰化、(d)二林<br>.....              | 149 |
| 圖 4-2.56 | 第一時段之 O <sub>3</sub> 來源圖(a)豐原、(b)忠明、(c)大里 .....           | 150 |
| 圖 4-2.57 | 第一時段之 NO <sub>2</sub> 來源圖(a)豐原、(b)忠明、(c)大里<br>.....       | 151 |
| 圖 4-2.58 | 第一時段之 CO 來源圖(a)豐原、(b)忠明、(c)大里 ...                         | 152 |
| 圖 4-2.59 | 第一時段之 O <sub>3</sub> 來源圖(a)南投、(b)竹山 .....                 | 153 |
| 圖 4-2.60 | 第一時段之 NO <sub>2</sub> 來源圖(a)南投、(b)竹山 .....                | 154 |
| 圖 4-2.61 | 第一時段之 CO 來源圖(a)南投、(b)竹山 .....                             | 155 |
| 圖 4-2.62 | 第二時段之 O <sub>3</sub> 來源圖(a)忠明、(b)大里、(c)二林 .....           | 156 |
| 圖 4-2.63 | 第二時段之 NO <sub>2</sub> 來源圖(a)忠明、(b)大里、(c)二林<br>.....       | 157 |
| 圖 4-2.64 | 第二時段之 CO 來源圖(a)忠明、(b)大里、(c)二林 ...                         | 158 |
| 圖 4-2.65 | 第二時段之 O <sub>3</sub> 來源圖(a)沙鹿、(b)西屯、(c)南投、(d)竹山<br>.....  | 159 |
| 圖 4-2.66 | 第二時段之 NO <sub>2</sub> 來源圖(a)沙鹿、(b)西屯、(c)南投、(d)竹山<br>..... | 160 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| 圖 4-2.67 | 第二時段之 CO 來源圖(a)沙鹿、(b)西屯、(c)南投、(d)竹山<br>.....   | 161 |
| 圖 4-2.68 | 第三時段之 O <sub>3</sub> 來源圖(a)西屯、(b)忠明、(c)大里、(d)彰化<br>.....   | 162 |
| 圖 4-2.69 | 第三時段之 NO <sub>2</sub> 來源圖(a)西屯、(b)忠明、(c)大里、(d)彰化<br>.....  | 163 |
| 圖 4-2.70 | 第三時段之 CO 來源圖(a)西屯、(b)忠明、(c)大里、(d)彰化<br>.....   | 164 |
| 圖 4-2.71 | 第三時段之 O <sub>3</sub> 來源圖(a)沙鹿、(b)竹山 .....  | 165 |
| 圖 4-2.72 | 第三時段之 NO <sub>2</sub> 來源圖(a)沙鹿、(b)竹山 .....   | 166 |
| 圖 4-2.73 | 第三時段之 CO 來源圖(a)沙鹿、(b)竹山 .....  | 167 |
| 圖 4-2.74 | 第三時段之南投 O <sub>3</sub> 來源圖 .....   | 168 |
| 圖 4-2.75 | 第三時段之南投 NO <sub>2</sub> 來源圖 .....  | 168 |
| 圖 4-2.76 | 第三時段之南投 CO 來源圖 .....   | 168 |
| 圖 4-3.1  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日西屯空品監測站 (MTP5-HE)<br>與南投繫留探空監測點 (Tethersonde) 之混合層高度<br>.....   | 169 |
| 圖 4-3.2  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日南投繫留探空監測點之垂直風<br>場剖面圖 .....   | 169 |
| 圖 4-3.3  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日第一時段 (0000 LST ~ 0600<br>LST) 垂直 O <sub>3</sub> 濃度與 O <sub>3</sub> /O <sub>x</sub> 比值線性圖(a)近地面 (約 15 -<br>50m)、(b)高空 (約 300 - 600 m) .....  | 170 |
| 圖 4-3.4  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日第二時段 (0600 LST ~ 1200<br>LST) 垂直 O <sub>3</sub> 濃度與 O <sub>3</sub> /O <sub>x</sub> 比值線性圖(a) 近地面 (約 15 -<br>50m)、(b)高空 (約 300 - 600 m) ..... | 171 |
| 圖 4-3.5  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日第三時段 (1200 LST ~ 1500   |     |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
|          | LST) 垂直 O <sub>3</sub> 濃度與 O <sub>3</sub> /O <sub>x</sub> 比值線性圖(a) 近地面 (約 15 - 50m)、(b)高空 (約 300 - 600 m) .....       | 172 |
| 圖 4-3.6  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日南投繫留探空監測點之(a) NO 與(b) NO <sub>2</sub> 垂直濃度(ppb)剖面圖 .....                                     | 173 |
| 圖 4-3.7  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日南投繫留探空監測點之 O <sub>3</sub> 垂直濃度(ppb)剖面圖 .....   | 174 |
| 圖 4-3.8  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日南投繫留探空監測點之 CO 垂直濃度(ppm)剖面圖 .....   | 174 |
| 圖 4-3.9  | 2005 年 9 月 17 日 0000 LST ~ 2100 LST 南投之 NO <sub>x</sub> 垂直濃度(ppb)分佈圖 .....  | 175 |
| 圖 4-3.10 | 2005 年 9 月 17 日 0000 LST ~ 2100 LST 南投之 O <sub>3</sub> 垂直濃度(ppb)分佈圖 .....   | 176 |
| 圖 4-3.11 | 2005 年 9 月 17 日 0000 LST ~ 2100 LST 南投之 CO 垂直濃度(ppm)分佈圖 .....   | 177 |
| 圖 4-4.1  | 2005 年 9 月 17 日中部地區近地面 10 m 之水平風場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖(a) 0000 LST、(b) 0300 LST、(c) 0600 LST、(d) 0900 LST ..... | 178 |
| 圖 4-4.2  | 2005 年 9 月 17 日中部地區近地面 10 m 之水平風場與 O <sub>3</sub> 濃度(ppb)分佈圖(a) 1200 LST、(b) 1500 LST、(c) 1800 LST、(d) 2100 LST ..... | 179 |
| 圖 4-4.3  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區監測值與模擬值近地面 10 m 之風速變化趨勢圖(a)梧棲、(b)豐原、(c)沙鹿、(d)西屯、(e)忠明、(f)台中 .....                        | 180 |
| 圖 4-4.4  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區監測值與模擬值近地面 10 m 之風速變化趨勢圖(a)大里、(b)彰化、(c)二林、(d)南   |     |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
|          | 投、(e)竹山 .....  | 181 |
| 圖 4-4.5  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區監測值與模擬值近地面 10 m 之風向變化趨勢圖(a)梧棲、(b)豐原、(c)沙鹿、(d)西屯、(e)忠明、(f)台中 .....                 | 182 |
| 圖 4-4.6  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區監測值與模擬值近地面 10 m 之風向變化趨勢圖(a)大里、(b)彰化、(c)二林、(d)南投、(e)竹山 .....                       | 183 |
| 圖 4-4.7  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區監測值與模擬值近地面 10 m 之溫度變化趨勢圖(a)梧棲、(b)豐原、(c)沙鹿、(d)西屯、(e)忠明、(f)台中 .....                 | 184 |
| 圖 4-4.8  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區監測值與模擬值近地面 10 m 之溫度變化趨勢圖(a)大里、(b)彰化、(c)二林、(d)南投、(e)竹山 .....                       | 185 |
| 圖 4-4.9  | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區監測值與模擬值近地面 10 m 之 O <sub>3</sub> 濃度變化趨勢圖(a)豐原、(b)沙鹿、(c)西屯、(d)忠明、(e)大里、(f)彰化 ..... | 186 |
| 圖 4-4.10 | 2005 年 9 月 15 日至 9 月 19 日中部地區監測值與模擬值近地面 10 m 之 O <sub>3</sub> 濃度變化趨勢圖(a)二林、(b)南投、(c)竹山 .....                   | 187 |
| 圖 4-5.1  | 第一時段 (0000 LST ~ 0600 LST) 模擬時間第 52 小時之氣塊順、逆軌跡移動路徑圖 (沙鹿、西屯、彰化、二林) .....  | 188 |
| 圖 4-5.2  | 第一時段 (0000 LST ~ 0600 LST) 模擬時間第 52 小時之氣塊順、逆軌跡移動路徑圖 (豐原、忠明、大里) .....   | 189 |
| 圖 4-5.3  | 第一時段 (0000 LST ~ 0600 LST) 模擬時間第 78 小時之氣   |     |



|         |   |     |
|---------|---|-----|
|         | 塊順、逆軌跡移動路徑圖（南投、竹山） .....  | 190 |
| 圖 4-5.4 | 第二時段（0900 LST ~ 1000 LST）模擬時間第 106 小時之氣塊順、逆軌跡移動路徑圖（忠明、大里、二林） .....    | 191 |
| 圖 4-5.5 | 第二時段（0900 LST ~ 1000 LST）模擬時間第 106 小時之氣塊順、逆軌跡移動路徑圖（沙鹿、西屯、南投、竹山） ..... | 192 |
| 圖 4-5.6 | 第三時段（1200 LST ~ 1300 LST）模擬時間第 109 小時之氣塊順、逆軌跡移動路徑圖（西屯、忠明、大里、彰化） ..... | 193 |
| 圖 4-5.7 | 第三時段（1200 LST ~ 1300 LST）模擬時間第 109 小時之氣塊順、逆軌跡移動路徑圖（沙鹿、竹山） .....       | 194 |
| 圖 4-5.8 | 第三時段（1200 LST ~ 1300 LST）模擬時間第 109 小時之氣塊順、逆軌跡移動路徑圖（南投） .....          | 195 |