

東海大學  
環境科學與工程學系  
碩士論文

利用貝氏信賴網絡進行臭氧預測-大里測站為例

**Application of Bayesian Network to  
Predict Ozone Concentration –  
A Case Study at Dali Air Quality Station in Taiwan**

研究生：陳姿吟

指導教授：陳鶴文 博士

陳維燁 博士

中華民國 104 年 6 月

東海大學碩士班研究生  
論文指導教授推薦書

環境科學與工程學系陳姿吟君所提之論文

題目：利用貝氏信賴網路進行臭氧預測-大里測站為例

Application of Bayesian Network to Predict Ozone  
Concentration - A Case Study at Dali Air Quality Station in  
Taiwan

係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授： 陳姿吟 (簽章)  
陳姿吟

104 年 2 月 17 日

東海大學環境科學系碩士班

論文口試委員審定書

環境科學與工程學系碩士班陳姿吟君所提之論文

題目：利用貝氏信賴網路進行臭氧預測-大里測站為例

Application of Bayesian Network to Predict Ozone Concentration - A Case Study at Dali Air Quality Station in Taiwan

---

經本委員會審議，認為符合碩士資格標準。

論文口試委員召集人 林嘉宏 (簽章)

委員

林宏嶽

李思光

陳懿文

陳維煒

中華民國 104 年 6 月 25 日

## 致謝

回想在東海大學的學習生涯，因為五年一貫的關係，從大四開始修研究所的課程，深怕自己會跟不上研究所的課程，但幸好有研究室學長姐的幫忙，讓我能跟上學業，在此感謝瑩喬學姐、培軒、柏均、阿聖、彰邑、啟宇學長在學業上的幫助，也謝謝一起努力的同學：于婷、雅今、蕙君、金鋼，在遇到問題時，互相給予意見與幫助。研究所的課程中，讓我對各方面的研究方法有更進一步的了解，也改變了對於環境工程的想法，原先以為環境工程與數學不會有太大的關係，但進了研究室後，發現很多的研究方法都與數學有關，讓我對環境管理、數據統計分析產生了興趣。

在研究室的學習中，很感謝研究室的每個人，謝謝玫華學姐、瑋倫、硯勛學長平時對於研究上的指導以及給予意見，讓我對於研究方法更加瞭解、繪圖軟體更加熟悉，也謝謝耀州、于安、昱廷、騰瑋學弟平日的幫忙，以及為研究室帶來許多的歡樂。最感謝的是指導教授陳鶴文老師以及陳維燁老師的指導，讓我在研究上，邏輯清晰有條理，對於數據的統計分析以及數據整理更有頭緒，遇到問題時，老師們也會細心的指導，給予許多的建議，讓我可以很快解決研究上的問題，使得本論文可以順利完成。此外，謝謝口試委員余瑞芳老師、林宏嶽老師以及甯蜀光老師的客觀建議與修改論文，讓我的論文更加完整，在此謹致以最深的謝意。感謝我的家人在求學過程中，給予我支持與鼓勵，在我迷惘想回家充電時，家永遠是最好的避風港，使我可以順利完成研究所學業。

最後，感謝在研究所學習過程中，曾經幫助我的每個人，謝謝你們，祝福大家每天開開心心。

姿吟

## 摘要

近年來都市空氣品質日漸惡化，空氣汙染對人體健康的影響，空氣品質日漸受到重視，從過去長期監測資料可發現，臭氧為都市地區主要的空氣汙染物，為了建立臭氧的預警模式，提前讓民眾知道臭氧濃度變化，採取適當策略以降低  $O_3$  對人體健康的負面衝擊，但由於  $O_3$  汙染事件具有隨機性與複雜之特性，故本研究利用貝氏理論、蒙地卡羅及馬可夫鏈來建立臭氧預測模型，為了驗證模式的可行性，研究中選擇以大里測站為對象，挑選 2006 至 2011 年之間共五年的逐時臭氧監測數據，整合貝氏理論 (Bayesian Theory) 與蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo simulation) 技術，建立臭氧濃度之時間序列預測模式，模擬都市空氣中臭氧濃度的變動趨勢。研究結果顯示，機率統計模式能有效的預測臭氧濃度的變化趨勢，在此模式的協助下，將可提供臭氧的短期變動趨勢，使民眾或政府提前做好預防措施，減少人體健康之危害。

關鍵字：空氣汙染、時間序列、貝氏理論、蒙地卡羅模擬、馬可夫鏈

## Abstract

In recent years, urban air quality deteriorates gradually. Air pollution affects human health significantly, and air quality is getting more attention among our societies. Long-term monitoring data from the past has showed that ozone is a major air pollutant in urban area. Alert model of ozone will be establish in order to let the public to know about ozone concentration in advance, and it adopts appropriate policies to reduce the negative impact of ozone on human health. However, due to randomness and complexness of ozone ( $O_3$ ) pollution's characteristics, the Bayesian theory, Monte Carlo stimulation and Markov Chain is used to create ozone forecasting model in our study. So, Dali monitoring station is chosen as object of this study to verify the feasibility of our model, in which the selection of hourly ozone monitoring data for five years between 2006 and 2011 were integrated into Bayesian theory and Monte Carlo stimulation to establish the time series forecasting model of ozone concentrations and stimulate the trend of changes of urban ozone concentration in the air. The result is shown that the probabilistic model can predict the ozone concentration's changes trend effectively. Thus, with the help of this model, people or government will be able to take preventive measures to reduce harm to human health.

**Keywords** : Air pollution, Time series, Bayesian theory, Monte Carlo simulation, Markov Chain.

# 總目錄

中文摘要 .....	I
英文摘要 .....	II
總目錄 .....	III
表目錄 .....	VI
圖目錄 .....	VII
第一章 緒論 .....	1
1-1 研究緣起 .....	1
1-2 研究目的 .....	3
第二章 文獻回顧 .....	4
2-1 臭氧對環境及人體的危害 .....	4
2-2 臭氧的生成機制 .....	5
2-3 臭氧的預測或預警 .....	7
2-4 貝氏信賴網路之應用 .....	10
2-5 馬可夫鏈 .....	12
2-5-1 馬可夫鏈原理 .....	12
2-5-2 隱藏型馬可夫鏈模型 .....	14
2-6 蒙地卡羅模擬之應用 .....	16
2-7 小結 .....	17

第三章 研究方法 .....	18
3-1 研究背景區域 .....	18
3-2 貝氏信賴網路推論 .....	20
3-2-1 貝氏定理(Bayes' theorem) .....	20
3-2-2 貝氏信賴網路 .....	23
3-3 馬可夫鏈模式 .....	27
3-4 蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation) .....	31
第四章 結果與討論 .....	35
4-1 基礎統計 .....	35
4-2 臭氧濃度分布 .....	37
4-3 轉換矩陣建立 .....	39
4-4 臭氧濃度之預測模型 .....	42
4-5 預測模型探討 .....	48
4-5-1 預測模擬結果之評估指標 .....	48
4-5-2 評估結果 .....	49
第五章 結論與建議 .....	56
5-1 結論 .....	56
5-2 建議 .....	57





參考文獻.....	58
附錄.....	63
附表一 第 t 小時轉換至第 t+1 小時之臭氧機率轉換矩陣表 .....	63
附表二 第 t 小時轉換至第 t+1 小時之 NO <sub>x</sub> 機率轉換矩陣表.....	71
附表三 第 t 小時轉換至第 t+1 小時之 NO <sub>x</sub> →O <sub>3</sub> 機率轉換矩陣表 .....	79



## 表目錄

表 1-1 PSI 值與健康影響.....	2
表 2.1 各預測模式優缺點.....	9
表 3-1 第一小時組距轉至第二小時組距之機率表.....	27
表 4-1 單變數迴歸分析結果.....	36
表 4-2 臭氧每小時之 10 個組距.....	41
表 4-3 臭氧第一小時轉至第二小時之機率轉換矩陣表.....	42
表 4-4 NO <sub>x</sub> 每小時之 10 個組距.....	45
表 4-5 NO <sub>x</sub> 第一小時轉至第二小時之機率轉換矩陣表.....	46
表 4-6 NO <sub>x</sub> →O <sub>3</sub> 第一小時轉至第二小時之機率轉換矩陣表.....	46
表 4-7 MAPE 預測準確度之評估標準.....	48
表 4-8 臭氧濃度預測模式之檢定結果.....	50
表 4-9 加入 NO <sub>x</sub> 臭氧濃度預測模式之檢定結果.....	51
表 4-10 預測誤差值比較表.....	54

## 圖目錄

圖 1-1 空氣污染指標大於 100 之指標污染物 .....	2
圖 2-1 描述吹牛骰子遊戲的貝氏信賴網路模型 .....	12
圖 3-1 研究樣區 .....	18
圖 3-2 研究架構圖 .....	19
圖 3-3 描述天氣與地面乾濕的貝氏信賴網路 .....	21
圖 3-4 機率轉換矩陣圖 .....	23
圖 3-5 貝氏信賴網路示意圖 .....	24
圖 3-6 描述臭氧第一小時濃度與第二小時濃度的貝氏信賴網路 .....	26
圖 3-7 機率向量矩陣圖 .....	29
圖 3-8 隱藏型馬可夫鏈之模型 .....	31
圖 3-9 抽樣流程圖 .....	34
圖 4-1 線性迴歸分析結果 .....	35
圖 4-2 對數迴歸分析結果 .....	36
圖 4-3 指數迴歸分析結果 .....	36
圖 4-4 臭氧濃度基礎統計分佈 .....	37
圖 4-5 NO <sub>x</sub> 濃度基礎統計分佈 .....	38
圖 4-6 第一小時之臭氧濃度機率分佈圖 .....	39
圖 4-7 預測臭氧濃度變動趨勢之模型-平均值與觀察值比較 .....	43

圖 4-8 NO<sub>x</sub> 濃度轉換至 O<sub>3</sub> 濃度流程圖 ..... 44

圖 4-9 預測臭氧濃度(加入 NO<sub>x</sub> 濃度)變動趨勢之模型-平均值與觀察值比較 ... 47

圖 4-10 臭氧濃度等級分布之因子關聯探討..... 53

圖 4-11 臭氧濃度(加 NO<sub>x</sub>)等級分布之因子關聯探討..... 53

圖 4-12 預測誤差時間序列變化圖..... 55



# 第一章 緒論

## 1-1 研究緣起

近年來，台灣科技進步及經濟快速成長，使我們的生活習慣改變許多，因此產生不同的環境問題。1980 年工業區紛紛的建立，再加上民眾普遍以汽、機車代步，在生活便利性提高的情況下，卻也不知不覺的對環境造成破壞。根據行政院環境保護署 2006 年至 2011 年空氣品質監測資料顯示，台灣中部地區之 PSI 指標，主要以懸浮微粒及  $O_3$  作為當日之指標污染物，其中  $O_3$  污染物的比例有逐年增加的趨勢，若不做改善，吸入過多的臭氧，將損害人體呼吸道等疾病，造成人體的健康狀況（許瓊文，2008）。

空氣污染指標（Pollutant Standard Index, PSI）為依據監測資料將當日空氣中懸浮微粒( $PM_{10}$ )（粒徑 10 微米以下之細微粒）、二氧化硫( $SO_2$ )、二氧化氮( $NO_2$ )、一氧化碳(CO)及臭氧( $O_3$ )濃度等數值，以其對人體健康的影響程度，分別換算出不同污染物之副指標值，再以當日各副指標之最大值為該測站當日之空氣污染指標值(PSI)，用以評估一個地區或國家的空氣品質好壞或空氣污染嚴重的程度高低，台灣空氣品質指數分為五級，如表 1-1 所示（行政院環境保護署）。

此外，根據行政院環境保護署「國家環境保護計畫」中，統計出 1997 年到 2007 年空氣污染指標大於 100 之指標污染物，如圖 1-1 所示，造成  $PSI > 100$  的主要因素為臭氧（ $O_3$ ）及懸浮微粒（ $PM_{10}$ ），其中  $PM_{10}$  有逐年下降的趨勢，但  $O_3$  卻有逐年上升現象。故臭氧濃度是否下降，將與空氣品質是否達到行政院環境保護署規定之標準有關（許瓊文，2008）。

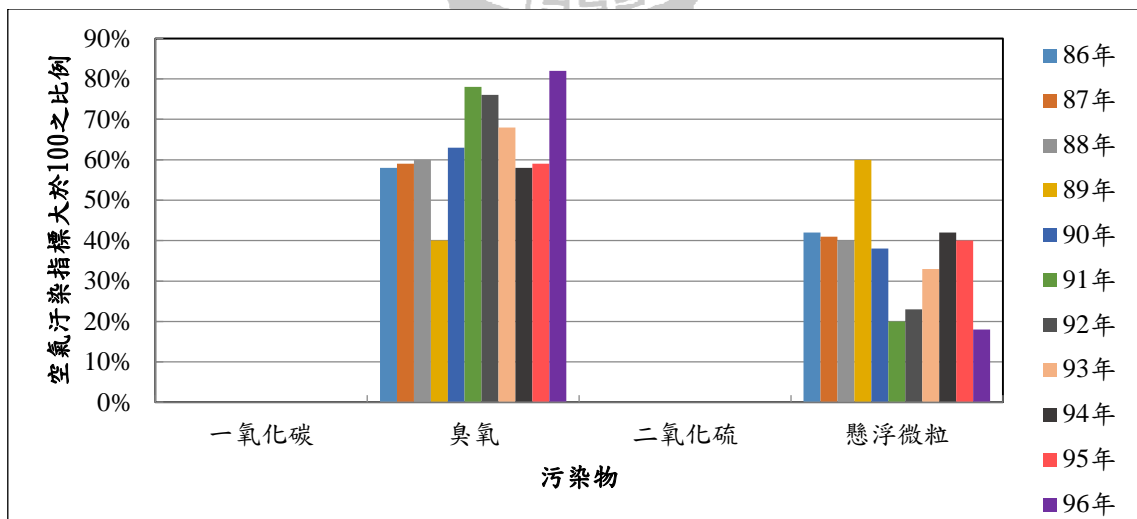
因此，本研究將針對臭氧濃度變動趨勢進行預測，提前讓民眾得知臭氧濃度變化，採取適當策略，以降低  $O_3$  對人體健康的負面衝擊。

在台中、南投地區之工業區主要排放的廢氣會經過台中的大里地區以及南投地區之主要幹道，再加上工廠及汽、機車所排放之廢氣造成環境空氣品質污

染日趨嚴重，故本研究針對台灣中部地區之大里測站為研究樣區，建立臭氧濃度之時間序列預測模式，模擬都市空氣中臭氧濃度的變動趨勢，其模擬結果可提供民眾或政府提前得知臭氧的短期變動趨勢，使民眾或政府提前做好預防措施，減少人體健康之危害。

表 1-1 PSI 值與健康影響

級別	指數	人體健康的影響
良好	0-50	對一般民眾身體健康無影響。
普通	51-100	對敏感族群健康無立即影響。
不良	101-199	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。
非常不良	200-299	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。
有害	≥ 300	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：行政院環境保護署網站 <http://www.epa.gov.tw/mp.asp?mp=epa>

圖 1-1 空氣污染指標大於 100 之指標污染物

## 1-2 研究目的

由於空氣中臭氧濃度具有時間動態性，且與空氣中揮發性有機物與氮氧化物濃度有關，因此進行臭氧濃度預測時需要同時掌握污染物間的互動與因果關係。另外，由於動態貝氏信賴網路具有處理因子間因果關聯的能力，也能處理因子的動態特性，因此本研究結合動態貝氏信賴網路、馬可夫鏈以及蒙地卡羅模擬技術，建置時間序列的預測模式，進行未來臭氧濃度之預測。



## 第二章 文獻回顧

### 2-1 臭氧對環境及人體的危害

臭氧 (Ozone,  $O_3$ ) 為氧分子的同素異形體 (allotrope)，由三個氧原子所組成，分子量為 48.00，可隨著溫度、壓力的改變而成為固體、液體或氣體，於一大氣壓下其沸點為  $-112^\circ\text{C}$ ，是一種化學性質相當不穩定的氣體。由於臭氧具有特殊的「草鮮味」，故以希臘語 OZEIN 命名，中文意思為「新鮮氧氣」之意思 (詹昆衛, 2002)。臭氧的製造是由含有氧分子的氣體所構成，通過高壓電管，使氧分子激發分裂成氧原子，氧原子再和氧分子結合形成臭氧分子，而含有氧分子的氣體通常是空氣和純氧，但二者臭氧之產率以純氧較高 (戴正光, 2001)。臭氧之氧化力非常強，於鹼性溶液中還原電位為 2.07V，僅次於氟 (Fluorine,  $F_2$ )、氫氧自由基 (Hydroxyl free radical,  $OH\cdot$ ) 及氧原子 (Atomic oxygen,  $O$ )，為最強氧化劑之一 (Harris, 1972)，具有非常強的生物致死性，但因在水中會與水中有機物、無機物作用，且快速分解，消毒效果因此會降低 (Broadwater et al., 1973)。

大氣層中的臭氧可區分為兩種，平流層臭氧與對流層臭氧，平流層臭氧可以吸收太陽光中大部分的紫外線，保護生態環境不受紫外線破壞；對流層的臭氧則會對人類及動植物造成不良的影響。臭氧是一種具腐蝕性的有毒氣體，為構成光化學煙霧的重要成份，也是重要的溫室氣體，根據醫學研究指出當生物吸入過多的臭氧，會導致呼吸系統的損害，對植物生長則產生抑制作用 (許瓊文, 2008)。

臭氧具有強烈的刺激性，吸入過量將損害人體呼吸道，及傷害中樞神經系統，在低濃度的暴露下，會使人的眼睛、呼吸道與肺部有刺激感甚至頭痛、目眩、食慾減退的情形發生，若是長時間的暴露下，甚至會引起肺部組織受傷、肺水腫的現象 (Bromberg, 1995)。



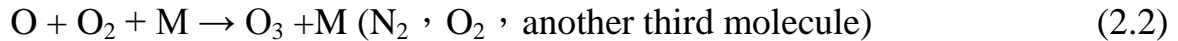
林映君(2012)等人之研究以大鼠為實驗對象，探討臭氧對心血管生理指標是否有急性的累積及延遲的效應，結果指出在每天受到臭氧暴露 5 至 8 小時下，會使心臟收縮壓、脈壓顯著提高，且臭氧會在體內產生延遲及累積效應，因此使心律變異性之時域指標上升。高瑄佺(2002)研究人類肺部上皮細胞單獨及共同暴露臭氧及氣懸微粒造成 DNA 傷害情形，實驗結果顯示臭氧 80 ppb 一小時的暴露即會造成顯著氧化壓力造成之 DNA 傷害。張彥駿(2002)研究台北地區某間國小之 56 位學童進行臭氧的暴露評估，結果發現臭氧與國小學童的尖峰吐氣流量率有明顯的負相關，因此台灣目前的平均臭氧濃度會對學童的肺功能造成有所影響。

空氣中臭氧的濃度大約為 0.01~0.04 ppm，勞動安全法中規定連續使用條件的濃度為 0.1 ppm 以下。它吸收對人體有害的短波紫外線，防止其到達地球，但由於工業及汽機車排放大量的廢氣，使大氣中臭氧層日漸稀薄而破洞，導致紫外線直射地球表面，造成人類皮膚的危害及地球表面溫度上升，因而形成全球暖化的現象，如吳介銘(2009)研究日常活動中因遭受熱危害因子及自然紫外光暴露時，人體皮膚生理反應與主觀熱舒適感之變化趨勢與反應幅度，並評暴露危害警示指標之可行性。蔡孟君(1994)於研究中提出臭氧濃度會對植物傷害，在其研究中採用 Weibull 模式以七小時平均 25 ppb 之臭氧濃度評估五種作物之減產率，發現中部地區敏感作物之減產率在 6%到 18%，而南部之減產率約達 3%至 17%。

## 2-2 臭氧的生成機制

臭氧的前驅物包括揮發性有機碳化物(VOC)及氮氧化物( $\text{NO}_x$ )，而一般常以非甲烷碳氫化合物(NMHC)等同於 VOC。臭氧發生的原因是由於機動車輛與工業排放等人為因素，或自然界產生的氮氧化物( $\text{NO}_x$ )及揮發性有機碳化物(VOC)，經過一連串的光化學反應所形成衍生性的二次污染現象。

光化反應方程式如下：



揮發性有機碳化物(VOC)的光化反應方程式如下：



另外CO也會影響NO<sub>x</sub>的生成，當大氣中存有大量CO時，則NO會轉化為NO<sub>2</sub>，反應機制如下：



反應式(2.1)至反應式(2.3)為二氧化氮的光解循環，並不會產生多餘的臭氧，而反應式(2.10)不須消耗O<sub>3</sub>，就能使NO轉化為NO<sub>2</sub>，所以在大氣中臭氧濃度在不被消耗的情形下，濃度因而升高，使得大氣中累積大量的臭氧，造成空氣品質惡化。

當早上汽機車和工業工廠開始運作，空氣中一氧化氮濃度增加，臭氧濃度也逐漸上升，到了中午，由於太陽輻射最為強烈，致使一氧化氮透過光化學氧化作用生成二氧化氮，然後慢慢消退，便利於臭氧的生成，而臭氧在此時濃度為最高，當太陽輻射在黃昏減弱時，氮氧化物濃度逐漸降低時，臭氧也會隨著因而降低。

林嘉祥(2011)探討O<sub>3</sub>污染物濃度於春夏兩季及時段性之時空分布，並指出夏季濃度均較春季低，主要受到濕沉降、光化程度及對流旺盛之因素影響；時

段分布之結果顯示， $\text{NO}_x$  於 7:00 - 8:00 及 18:00 - 19:00 出現尖峰值，臭氧則於 13:00 - 16:00 出現尖峰值，其  $\text{NO}_x$  及臭氧因受光化學反應，所以濃度與時間成反比，其中臭氧與溫度成正比，與濕度成反比。王偉政(2009)研究分析指出臭氧濃度周變化有逐日累積的趨勢，在周六時臭氧濃度到達最大值反而比平日高，出現「周末效應」的現象，並發現前日午後總氧化劑濃度與當日最大八小時臭氧平均濃度呈現正相關，此可解釋臭氧濃度累積的現象；而當日上午  $\text{NO}$  濃度與當日臭氧濃度呈現負相關，可能與  $\text{NO}_x$  滴定效應(titration effect)有關 (Syri et al., 2001)。

本研究將利用 2006 年至 2011 年臭氧監測數據，進行未來臭氧濃度的預測，以提供民眾或政府提前得知臭氧的短期變動趨勢，使民眾或政府提前做好預防措施，減少人體健康之危害。

### 2-3 臭氧的預測或預警

空氣污染物濃度會隨時間變化，而呈現不同的濃度，使用時間序列作分析，時間序列以時間先後順序型態出現的一連串觀測值集合，也就是對某種動態系統隨時間連續觀測所得到之觀測值集合，其主要目的在於分析時間序列變數現在與過去的關係，以預測此變數未來發展的趨勢為何，進而可事先做決策。許多研究顯示，運用不同預測模式對空氣污染物濃度之預測，例如：陳文程(2011)選取七個空氣品質監測站日最大臭氧濃度當為預測污染物，以多重線性回歸(MLR)、廣義加性模式(GAM)、多層感知器類神經網路(MLP)三種預測模式，隨機取樣(random sampling)及 Kennard-Stone (K-S) algorithm 兩種資料選取方法，加上兩種輸入條件對臭氧濃度的預測結果進行比較，研究結果顯示當使用全部資料數進行模擬時，不管輸入條件為 Case I 或 Case II，以 MLP 模式結果最佳，GAM 次之，而 MLR 模式則幾乎皆為最差，其因為污染物濃度與大氣條件具有非線性的關係，故 MLR 模式為最差。張耀華(1995)利用單變量 ARIMA 法、轉

換函數法及介入分析法三種時間序列法，比較三種方法對 1994 及 1995 年間 4 月至 11 月臭氧濃度變化預測之結果，研究結果顯示三種分析方式所預測的結果相差不遠。溫耀旭(2011)利用移動平均法、指數平滑法及考慮季節性因子之預測等方法建構  $PM_{2.5}$  的預測模型，並取最小絕對偏差值作為評估預測模型表現優劣的判準，研究結果顯示，屏東市區中長期季和月  $PM_{2.5}$  的預測應採用季節性因子預測法，短期日  $PM_{2.5}$  的預測以移動平均法表現最佳，移動期數  $AP=2$  天，而小時  $PM_{2.5}$  的預測則以指數平滑法為最佳預測模型。



各模式之優缺點，如表 2.1 所示。

表 2.1 各預測模式優缺點

模式	優點	缺點	資料來源
多重線性回歸 (MLR)	可直接由模式中看出各個自變數對於依變數之影響。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 只能單方向表示自變數對於依變數之影響。</li> <li>2. 無法解釋各個自變數之間的相互關係。</li> <li>3. 預估結果深受自變數預估準確度影響。</li> </ol>	張素珠，2011。
廣義加性模式 (GAM)	可處理數據中的非線性關係，可自動選擇合適多項式，不需估計迴歸參數。	樣本數較少時，模擬結果可信度低，模式易受不能定量的環境變數影響(如干擾)。	王娟、倪健，2006。
人工類神經網路 (ANN)	可用來模擬輸入變數與輸出值間之非線性關係。	無法針對輸入變數的相對重要性以及解釋變數間的相關性。	傅建豪，2010。
單變量 ARIMA 模式	短期預測較精準，只需被預測變數數據。	無法探討變數間因果關係，不適合中長期預測且計算複雜。	莊仁文，2006。
移動平均法 (MA)	原理簡單、計算容易、預測結果尚佳。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 不易掌握特殊變化。</li> <li>2. 加大移動平均法的期數(即加大 n 值)會使平滑波動效果更好，但會使預測值對數據實際變動更不敏感。</li> <li>3. 由於是平均值，預測值總是停留在過去的水平上而無法預測會導致將來更高或更低的波動。</li> </ol>	謝明瑞，2011。

由上述研究使用各種不同的預測模式，以建立預警機制，傳統的統計迴歸方法包括多重線性迴歸及分類迴歸樹模式，然而臭氧濃度與  $\text{NO}_x$  濃度為非線性關係，所以線性迴歸方法預測結果較差。

為了增加模式預測能力，本研究選用貝氏信賴網路、馬可夫鏈以及蒙地卡羅為研究方法，以機率的方式來建立預測模型，其主要優點為貝氏信賴網路可將資料模式直接以圖形展現，可明顯地表現出變數間的關聯性，使得決策或模擬結果的解釋更加容易，且進行情境演練，了解各種狀況可能的機率或風險，並結合馬可夫鏈矩陣的轉換與蒙地卡羅的抽樣，可用來模擬污染物間的非線性關係，建立臭氧預警機制，因此利用此模式可獲得較佳的預測結果。

## 2-4 貝氏信賴網路之應用

貝氏信賴網路是一種貝氏理論所建構的網狀推論工具，以圖的方式表示各機率值之間的關係，主要由兩種元素組成，第一種為一個有方向、不循環的圖，代表變數彼此之間的相依關係，另一種為每個節點都有一個機率表，關聯起節點與他們的父節點，而這樣的結構顯示出各個因素彼此間的相互關係，再藉由重複的觀測對網路進行訓練，便能夠推測出各個因素間相互影響的概略機率。完成網路結構設計之後，接下來就是對網路進行訓練，每一個節點都存有一個紀錄與其相關節點的機率關係的表格，藉由重複對系統作觀測，統計出各項因素間是以什麼樣的機率互相影響著。一旦累積的觀測次數夠多，機率表格的內容便能夠逼近真實機率，也就能夠藉由對現有資訊的觀測，合理的以機率計算方法推測接下來的結果（黃信翰，2008）。

魏瑞慧(2008)應用貝氏信賴理論於層級貝氏模型，來辨識出信用卡顧客消費行為，並使用馬可夫鏈蒙地卡羅(MCMC)模擬估計出貝氏模式中的後驗分配參數值來捕捉顧客的消費行為變化，並結合「最近消費日」並將捕捉到顧客消費行為區分出顧客狀態，而其中馬可夫鏈蒙地卡羅(MCMC)模擬是由蒙地卡羅衍生出

來的一種方法，將原本需要完全隨機抽樣的數字，改成需與前一個數字具有某種關聯，即後面的數字可以從前面的數字經由公式運算求得。王嘉男等(2010)將貝氏信賴應用於指紋類別與人格特質關聯性，採用指紋搭配血型的人格特質預測方法。首先，輸入影像經由指紋辨認演算法分類後，再利用貝氏信賴網路做 48 種人格特質的分類，在系統中可以在 1-2 秒內快速地找出指紋對應的人格特質類別，實驗結果經由統計分析證明指紋與人格特質具有相當高的關聯性。蔡名峰(2005)利用貝氏信賴網路理論(Bayesian Belief Network, BBN)來建構工作流程之風險因子的關係圖與風險分析。呂哲帆(2008)應用貝氏信賴網路於健康風險及生態風險上的評估，其研究以台灣高鐵工程施工階段對水雉未來族群狀態的風險為例來探討其適用性，並以增強水雉未來族群狀態為目標來進行生態風險管理。黃信翰(2008)提出貝氏信賴網路模型於吹牛骰子上的應用，針對吹牛骰子所建立的模型，如圖 2-1 所示，試圖找出每一回合中影響玩家的參數與決策，並根據其相關性，推測結果，圖中節點 A、B 是輪到的玩家所面臨的局面，節點 C、D、E 是玩家所要做出的決策，並標示黃色的節點(A、D、E)，而黃色節點代表為玩家結束一回合後所透露的資訊，由此推測出白色的節點(B、C)的數值，此研究主要提高電腦程式與人類玩家對局的能力。

近年來貝氏信賴廣泛被運用於各個領域之研究，而本研究將利用貝氏信賴網路於環境上之應用，並結合蒙地卡羅模擬方法來預測空氣中未來臭氧的濃度變化。

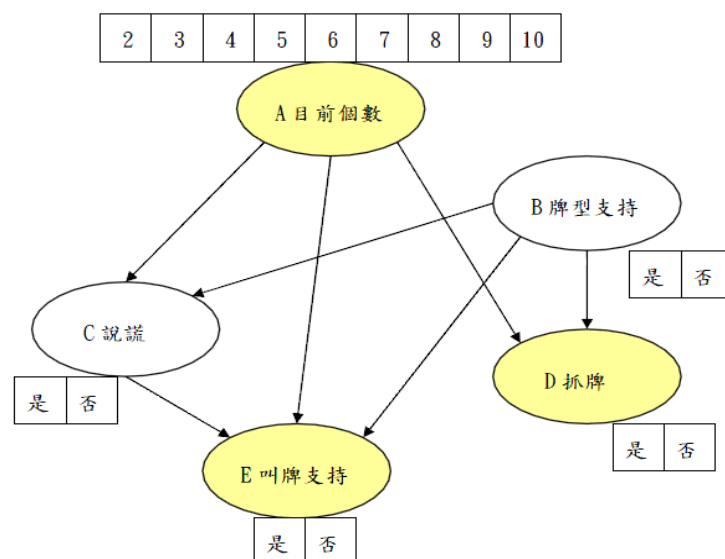


圖 2-1 描述吹牛骰子遊戲的貝氏信賴網路模型

## 2-5 馬可夫鏈

馬可夫鏈可分為兩種模型，分別為馬可夫鏈模型( Markov Chain Model, MCM )及隱藏型的馬可夫鏈模型( Hidden Markov Model, HMM )，本研究分別介紹如下：

### 2-5-1 馬可夫鏈原理

馬可夫鏈(Markov Chain)於 1907 年由俄國科學家 A. A. Markov 所提出，馬可夫鏈(Markov. Chain)是一種以機率判斷的轉換型態，按照現有的資料，利用機率分配的方式，來決定或預測下一個狀態 (Friedberg et al., 1992)。

馬可夫鏈可依其內涵分為五類：

1. 依照隨機試驗的狀態個數是否有限，分為有限馬可夫鏈(Finite Markov Chain)，與無限馬可夫鏈(Infinite Markov Chain)，一般多以有限馬可夫鏈為主。
2. 依照現在結果受過去期數多寡影響，可分為一階馬可夫鏈(First-order Markov Chain)，與高階馬可夫鏈(High-order Markov Chain)。當現在結果只受過去



一期的結果影響時，為一階馬可夫鏈；當現在結果受到過去多期結果所影響時，此時則稱為高階馬可夫鏈。

3. 依照轉移矩陣是否會隨時間變動，可分為穩定型馬可夫鏈(Stationary Markov Chain)與非穩定型馬可夫鏈(Non-stationary Markov Chain)。若一隨機序列的移轉機率並不隨著時間改變，則稱此隨機序列為「穩定型馬可夫鏈」；若隨機序列的移轉機率隨著時間改變，則稱此隨機序列為「非穩定型馬可夫鏈」(Frigessi et al., 1992)。
4. 依照數學性質，可分為正規馬可夫鏈(Regular Markov Chain)，與吸收性馬可夫鏈(Absorbing Markov Chain)。若移轉矩陣  $P$  之  $n$  次乘冪矩陣  $P^n$  中的每個元素皆為正數，則稱  $P$  為「正規移轉矩陣」(regular transition matrix)，而由此所形成的馬可夫鏈稱為「正規馬可夫鏈」；在移轉的狀態中，有的狀態可重複地停留，但有的狀態一旦停留之後便將永遠停留在該狀態上，該種狀態被稱為「吸收」(absorbing)狀態，而具有吸收狀態的馬可夫鏈則稱為「吸收型馬可夫鏈」。
5. 依照時間考慮，可分為間斷時間型馬可夫鏈(discrete-time Markov Chain)與連續時間型馬可夫鏈(continuous-time Markov Chain)。假設移轉之間的時間是一個常數並將其排序，則屬於「間斷時間馬可夫鏈」；相反地，若移轉之間的時間視為是利率的隨機變數，則系統屬於「連續時間馬可夫鏈」(高孔廉與張緯良，2000；蘇育代，2004)。

根據上述馬可夫鏈理論基本介紹，因隨機試驗的狀態個數有限，且第  $t$  小時的機率只受過去第  $t-1$  小時的影響，加上轉移機率會隨時間而改變，因此本研究預測未來臭氧濃度之模型屬於「有限型」、「一階」的「非穩定型馬可夫鏈」型態。

馬可夫鏈理論發展至今已將近 100 年，最初應用於物理現象，目前則被廣泛地應用在許多領域。近 10 多年來，國內、外研究者運用馬可夫鏈所作的相關研究很多，除了廣泛應用於統計學外，也可作為信號模型用於熵編碼技術，如

演算法編碼，以及生物學中模擬生物人口過程。而在工業科技上由於樣本數及時間過程往往相當大，所以馬可夫鏈的不變量機率分配便可適當的運用於此。

近年來各學者運用馬可夫鏈於其他領域之相關研究，陳遠泰(2002)將馬可夫鏈應用於應收帳款上，分別對於一次付清和按期付款兩種情形訂定適當的模型，並加入折現因子，推導出應收帳款的現值，將原本應為無窮級數和的現值型式轉換為有限級數和的型式。林庭煒(2007)應用連續時間馬可夫鏈建構各時段對於該網站之網頁瀏覽行為模式，並以該模式為基礎，透過參數調整來發展各時段預先擷取技術網站效能改善評估模式。劉明岳(2012)利用離散時間馬可夫鏈模型應用於改善移動通訊設備的能源消耗上，進而增加電池的使用壽命，使目前的移動設備能有更長的使用壽命。蘇育代(2004)以馬可夫鏈模型探討行銷策略刺激對消費者態度、購買行為改變的交互影響效果，分析各個決策點應採行的最適行銷策略，以及探討選戰策略對選民態度、投票行為的交互影響效果，研究結果顯示在行銷策略方面，產品行銷在行銷策略、消費者態度與購買行為具有關聯性；在選戰方面，選戰行銷在競選活動刺激對選民態度與投票行為之間也具有關聯性。廖怡雯(2002)以台中市為實證研究的範圍，採用衛星影像及地理資訊系統獲取台中市的土地使用現況，並使用景觀生態學與馬可夫鏈模式來探討台中市的土地利用空間結構的變化情形，然後提出都市規劃管理上的建議。

## 2-5-2 隱藏型馬可夫鏈模型

在正常的馬可夫鏈模型中，狀態對於觀察者來說是直接可見的，這樣狀態的轉換機率便是全部的參數。而在隱藏式馬可夫鏈模型中，狀態並不是直接可見的，但某些變數可能受到狀態的影響，而可以看見。每一個狀態在可能輸出的符號上都有一機率分布，因此輸出符號的序列能夠透露出狀態序列的一些信息。

隱藏型馬可夫鏈模型可以視為一個雙層的隨機序列，包含了隱藏層的狀態

序列 (state sequence) 和可觀察層的觀測序列 (observation sequence)。隱藏層是無法直接觀察得到的，但可以從另一個可觀察的觀測序列之隨機過程的集合觀察得出。因此，隱藏式馬可夫鏈模型是一個馬可夫鏈的機率函數，無法直接觀察的隱藏層就是一個有限狀態的馬可夫鏈，其初始的狀態機率分佈以及狀態之間的轉移機率由狀態初始機率向量  $\Pi$  和狀態轉移機率矩陣  $A$  來決定，另外還需定義觀測符號機率矩陣  $B$ ，儲存各個觀測符號在不同的狀態下的機率值 (林千翔、張嘉惠，2004)。

隱藏式馬可夫鏈被應用於語音辨識等領域，如林志榮(2000)將隱藏式馬可夫鏈模型中不可觀測的狀態觀念加入類神經網路模型，建立類神經網路狀態模型的語音辨識系統，企圖藉由隱藏式馬可夫模型與類神經網路模型的結合，發揮兩者的優點，降低語音辨識系統的錯誤率，研究結果證明了所提方法在實際應用上的可行性。林千翔、張嘉惠(2004)應用隱藏式馬可夫鏈模型之特製化的概念來提升中文斷詞的效能，以系統完全不需要對隱藏式馬可夫鏈模型的訓練過程以及測試過程做任何修改為特色，只需將訓練資料根據特製化函數來做轉換即可，實驗結果顯示隱藏式馬可夫模型可提升系統斷詞效能。曾銘健(2005)將隱藏式馬可夫鏈模型應用於寬頻通道參數的模擬；一個寬頻通道的統計參數包含了兩個重要的參數，一個為隨時間變化的場強，另一個則是因為環境變化所產生的時間延遲，研究顯示此傳播模型可以以較少的狀態逼近實際之傳播模式。

本研究將利用貝氏信賴網路計算出的機率表，再經由隱藏型馬可夫鏈進行轉換，由第 1 小時轉至第 2 小時，第 2 小時轉至第 3 小時，以此類推至第 24 小時，再由第 24 小時轉至第 1 小時，再繼續由第 1 小時陸續轉至第 24 小時，可預測未來每天的臭氧濃度值。

## 2-6 蒙地卡羅模擬之應用

蒙地卡羅抽樣方法最早起源於「統計取樣」，當時是在賭博的過程中被發現，一種為重複性且相似的機率模式，由於是在摩納哥的著名賭場發現，因此以摩納哥首都蒙地卡羅命名。最著名的是 1930 年，當時使用一種隨機的方法計算新發現的中子特性，雖然在當下計算的工具嚴重受限，但在電子計算機製造出來後，蒙地卡羅抽樣方法開始被重視 (劉倩伶，2013)。

最初的應用範圍大多以核子物理學為主，但隨著電腦運算速度大幅提升，可以在很短的時間內進行大量抽樣及反覆運算以得到估計解答，所以目前在物理、化學、數學甚至社會科學等領域也都被廣泛應用 (鄭文吉，2012)，而本研究將使用蒙地卡羅模擬方法應用於環境上，藉由蒙地卡羅的隨機抽樣，來預測未來臭氧濃度。此方法除了用來作為數值求解的方法外，也可以與電腦模擬結合，利用電腦模擬出一個理想環境，再利用亂數產生大量的隨機狀況，藉以探討許多實際實驗難以進行的理論，此特性為蒙地卡羅優點之一，使得電腦模擬方法廣泛被使用，成為解決問題的常見工具 (Bufler et al., 2003)。

蒙地卡羅模擬是利用對隨機過程的隨機抽樣來求解無規則問題的近似解，即已知  $n$  個變量的概率分布、目標變量以及  $n$  個變量之間的函數關係，經  $n$  次隨機抽樣，得到每個變量的  $n$  個值，根據其與目標變量的函數關係，得出目標變量的  $n$  個值及特徵值，而當模擬次數足夠多時，即可得到很好的模擬成果 (張影等，2007)。

林利澄(2013)應用蒙地卡羅模擬建立模型以機率方式呈現，可更直觀了解學生症候群的影響程度多寡，其中學生症候群為高德拉特博士所提出的一種影響作業完成時間的現象，其症狀指學生在執行作業時，習慣於期限前才肯積極努力地執行作業以達成目標，常會造成作業直至期限前才被完成，進而影響後續作業的執行時間，模擬結果顯示學生症候群的確會對於作業的完成時間有所影響，透過情境模擬及案例分析，在不同的作業及網圖結構上，學生症候群將有不同程度的衝擊。吳有微(2010)運用蒙地卡羅模擬技術，進行專案風險定性分

析與定量分析，找出風險因子並規劃因應計畫。孫嘉正(2008)由蒙地卡羅模擬分析三十種設備在發電廠中的重要性，實驗結果顯示，蒙地卡羅模擬所得到的結果能有效預測設備預防維護的未來狀況，進而妥善安排設備之各相關作業。蔡孝忠(2011)運用蒙地卡羅法模擬方法於預測颱風侵襲的路徑，資料採用中央氣象局 2006 至 2010 年之官方颱風預報路徑，有效且客觀的估計颱風路徑預報誤差機率，並保留官方路徑預報的原始特性，如果要預測未來颱風侵襲路徑，可根據中央氣象局發布颱風強度及結構之官方預報資訊之後，推估未來颱風侵襲的路徑機率。

## 2-7 小結

根據上述之文獻探討，貝氏信賴網路可將資料直接轉換成圖形的方式進行呈現，且可明顯地表現出變數間的關聯性；隱藏型馬可夫鏈模型是一轉換型態來表示其機率分配，並且決定或預測下一個狀態，而蒙地卡羅利用對隨機過程的隨機抽樣，求解無規則問題的近似解，結合以上三種方法可以有效處理時間變化問題，所以本研究利用貝氏信賴網路、馬可夫鏈以及蒙地卡羅抽樣來預測未來台灣中部之臭氧濃度。

## 第三章 研究方法

### 3-1 研究背景區域

本研究選定台灣中部之台中大里區為研究地區(如圖 3-1 所示)，並利用貝氏信賴網路、馬可夫鏈以及蒙地卡羅三種研究方法以建立臭氧預測模式。

大里區為台中市的一個市轄區，位於台中盆地偏東南處，為平原及盆地地區，與山麓帶坡地之接壤地區，且周圍被山地所圍繞。因大里工業區被山地圍繞，再加上台中、南投地區的工業區主要排放的廢氣，會經過大里區銜接南投主要幹道等因素，而導致大里區的空氣品質遭受影響。因此，本研究以行政院環境保護署大里空氣品質測站為環境資料來源，以探討臭氧濃度時間變化，研究架構如圖 3-2 所示，預計以貝氏信賴網路模式、馬可夫鏈模式以及蒙地卡羅模擬進行研究。

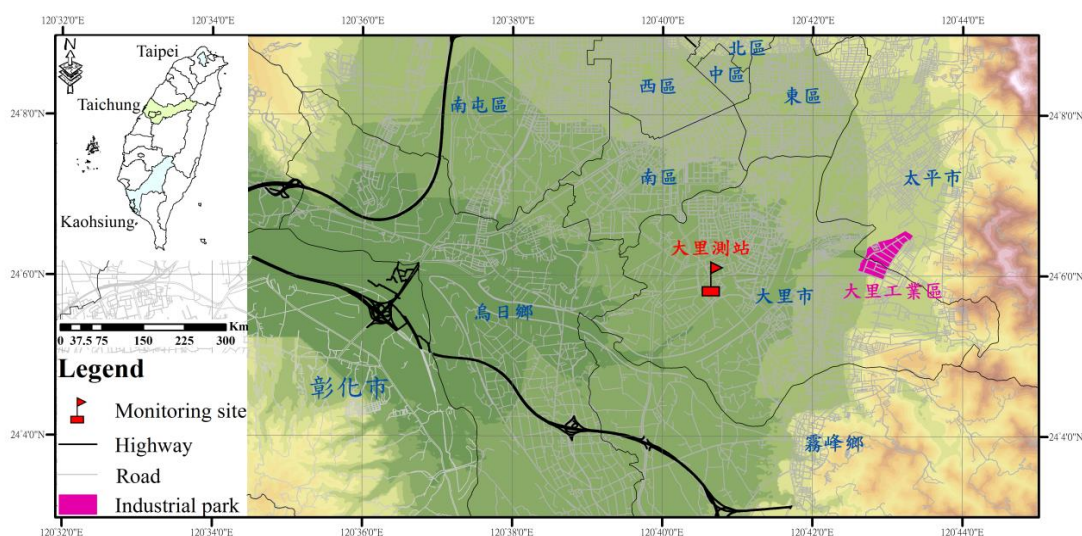


圖 3-1 研究樣區

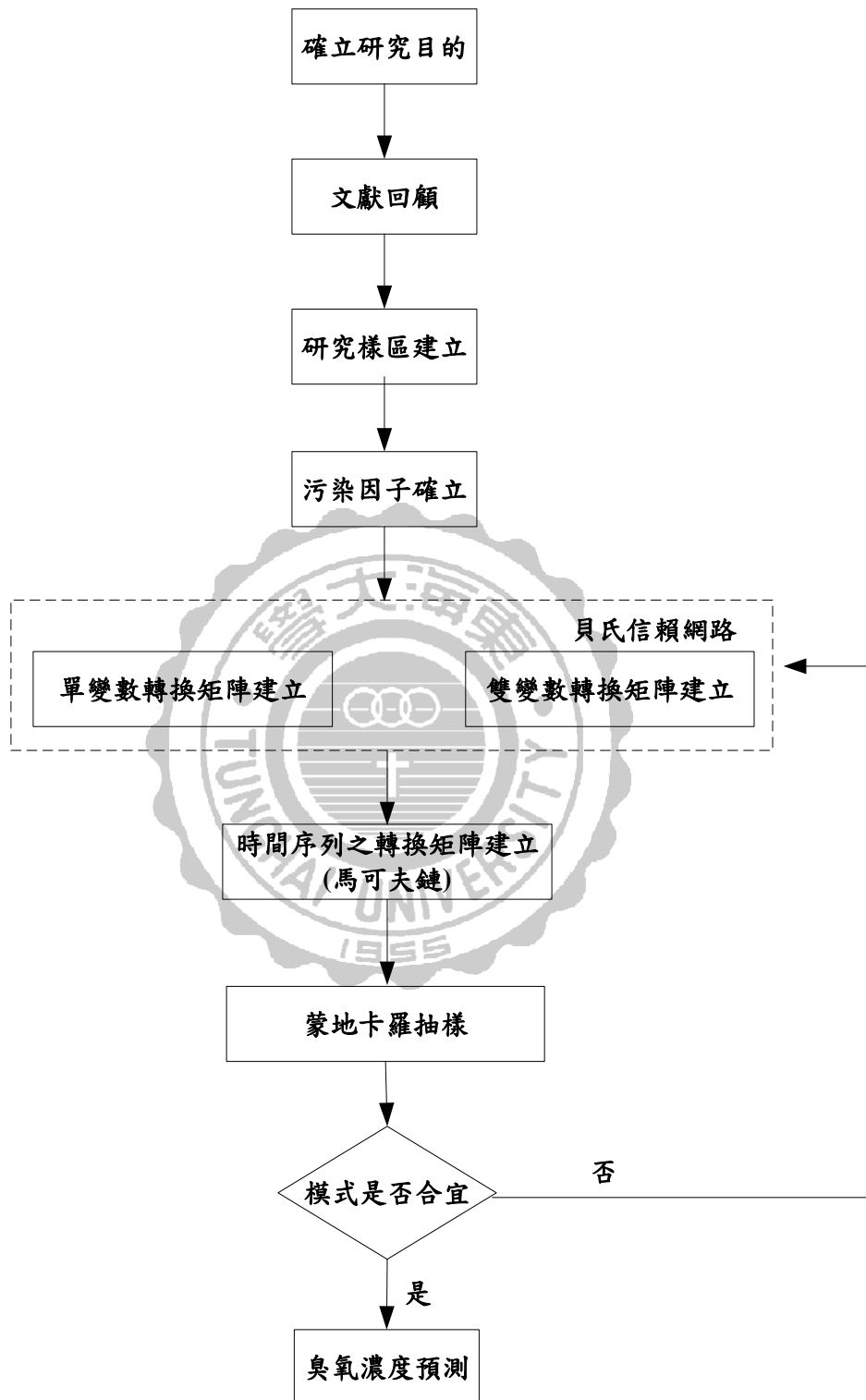


圖 3-2 研究架構圖

## 3-2 貝氏信賴網路推論

### 3-2-1 貝氏定理(Bayes' theorem)

貝氏信賴網路是由貝氏定理所建構而成，而貝氏定理是統計學上統計推論的基礎。其定理是由條件機率所構成，條件機率是假設有兩個隨機事件，事件 A 和事件 B，在事件 B 發生的條件下，事件 A 也發生的機率，此條件機率如公式(3.1)，同理，在事件 A 發生的條件下，事件 B 也發生的機率，此條件機率如公式(3.2)，而合併公式(3.1)和公式(3.2)，可以得到公式(3.3)，因而推導出貝氏定理，如公式(3.4) (Taalab et al., 2015)。

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \quad (3.1)$$

其中：

$P(B)$ 表示 B 事件發生的機率， $P(A \cap B)$ 表示事件 A 和事件 B 同時發生的機率。

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \quad (3.2)$$

其中：

$P(A)$ 表示 A 事件發生的機率。

$$P(A|B)P(B) = P(A \cap B) = P(B|A)P(A) \quad (3.3)$$

$$P(B|A) = \frac{P(A|B)P(B)}{P(A)} \quad (3.4)$$

舉例來說，以下是一個描述天氣與地面乾濕情況的貝氏信賴網路模型例子，如圖 3-3 所示，經過一百天的觀察後，得到機率表格如圖左、右。左為「下雨」節點的機率表，右為「地面濕」節點的機率表，第 101 天時，希望藉由「地面乾濕情況」來推測今天是否下過雨。



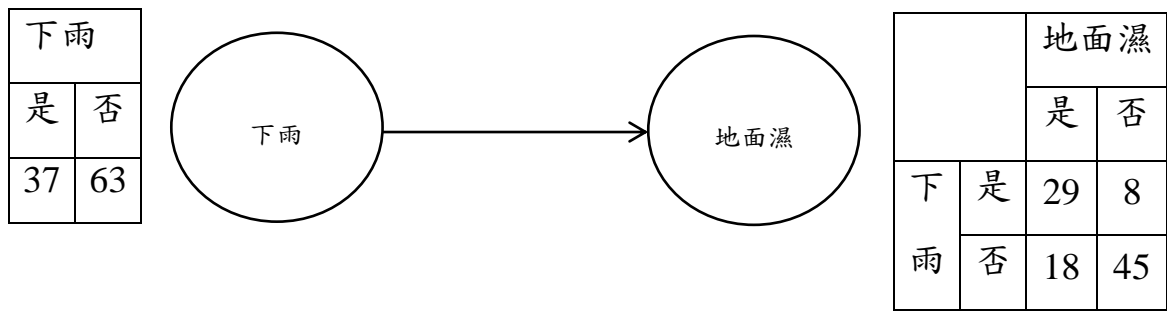


圖 3-3 描述天氣與地面乾濕的貝氏信賴網路

$$\begin{aligned}
 & P(\text{下雨}=\text{是} \mid \text{地面濕}=\text{否}) \\
 &= \frac{P(\text{地面濕}=\text{否} \mid \text{下雨}=\text{是}) \cdot P(\text{下雨}=\text{是})}{P(\text{地面濕}=\text{否})} \\
 &= \frac{8\% \cdot 37\%}{29\% + 8\% \cdot 37\% + 63\%} \\
 &= \frac{8\% + 45\%}{37\% + 63\%} \\
 &= 15\%
 \end{aligned}$$

經過計算後，在第 101 天時，若已知地面不濕的情況下，則已經下過雨的機率是 15%。

若有  $n$  個事件  $A_1, A_2, \dots, A_n$ ，且  $n$  個事件中的任兩事件為互斥， $A_1, A_2, \dots, A_n$  為樣本空間  $S$  的一個分割，其中  $P(A_t) > 0$ ， $t = 1, 2, \dots, n$ 。若  $B_{t+1}$  是一事件，且  $P(B_{t+1}) > 0$ ，則

$$P(A_t \mid B_{t+1}) = \frac{P(A_t \cap B_{t+1})}{P(B_{t+1})} = \frac{P(A_t)P(B_{t+1} \mid A_t)}{\sum_{t=1}^n P(A_t)P(B_{t+1} \mid A_t)}, \quad t=1, 2, \dots, n \quad (3.5)$$

其中：

$P(A_t)$ ， $t=1, 2, \dots, n$  稱為事前機率，而推算出事後機率  $P(A_t \mid B_{t+1})$ 。

而

$$P(B_{t+1}) = P(A_1)P(B_{t+1}|A_1) + P(A_2)P(B_{t+1}|A_2) + \dots + P(A_n)P(B_{t+1}|A_n) \quad (3.6)$$

公式(3.2)為公式(3.1)推導後，計算出的結果 (Panigrahi et al., 2009)。

本研究以大里測站所測得的數據，經由每小時的臭氧濃度公式(3.5)的運算，得到臭氧濃度機率分佈圖(如圖 3-4(a)所示)，圖 3-4(a)為臭氧濃度第 1 小時至第 24 小時的臭氧濃度機率分布圖，圖中第 7 小時曲線(綠色線)為右偏分布，臭氧濃度集中在 0~30 ppb，且機率值較高出現在臭氧濃度大約為 10 ppb；而在第 15 小時曲線(紅色線)為常態分布，表示臭氧濃度均勻分散於各個濃度，但機率值相較於其他小時則較低。接著，取出 t 小時與 t+1 小時之臭氧濃度機率曲線進行濃度高低之機率分布，將此機率分布設定為事前機率，接下來將所得到之條件機率與事前機率相乘，求得事後機率，如公式(3.6)，臭氧事後機率分佈圖(如圖 3-4(b)所示)，其中條件機率為觀察到 B 狀態時有多少可能性是來自於隨機變數  $A=A_t$  的情況，以  $P(B_{t+1}|A_t)$  表示，當  $A_1$  濃度較低時，轉換到 B 狀態會有不同的濃度，因濃度高低而產生不同的機率值，接著會構成  $A_1$  機率分布曲線， $A_1$  機率分布曲線為左偏分布，代表出現在高濃度的機率較高；而當  $A_n$  濃度較高時，轉換到 B 狀態會有不同的濃度機率值，因濃度高低而造成不同的機率值產生，之後會構成  $A_n$  機率分布曲線， $A_n$  機率分布曲線為右偏分布，出現在低濃度的機率較高。同理，在 A 狀態轉換至 B 狀態都會有一個分布曲線，每個曲線會構成一個未來臭氧濃度之分布曲線。在圖 3-4(b)底下 x、y 平面是一個馬可夫鏈轉換矩陣圖，藉由這張矩陣圖，可以觀察其 t 與 t+1 小時所得之條件機率進行機率轉換為一矩陣。若將此矩陣乘上 t 小時之事前機率，可以得知下一小時之臭氧濃度(如圖 3-4(c)所示)。將  $A_1 \sim A_n$  隨臭氧濃度高低的的不同，分成不同類別之組距，而  $A_1 \sim A_n$  為 t 小時之組距，同理， $B_1 \sim B_n$  亦隨臭氧濃度高低分成不同組距，而  $B_1 \sim B_n$  為 t+1 小時之組距，若要預測未來之 t+1 小時之濃度變化，此方法為可做決策之使用。

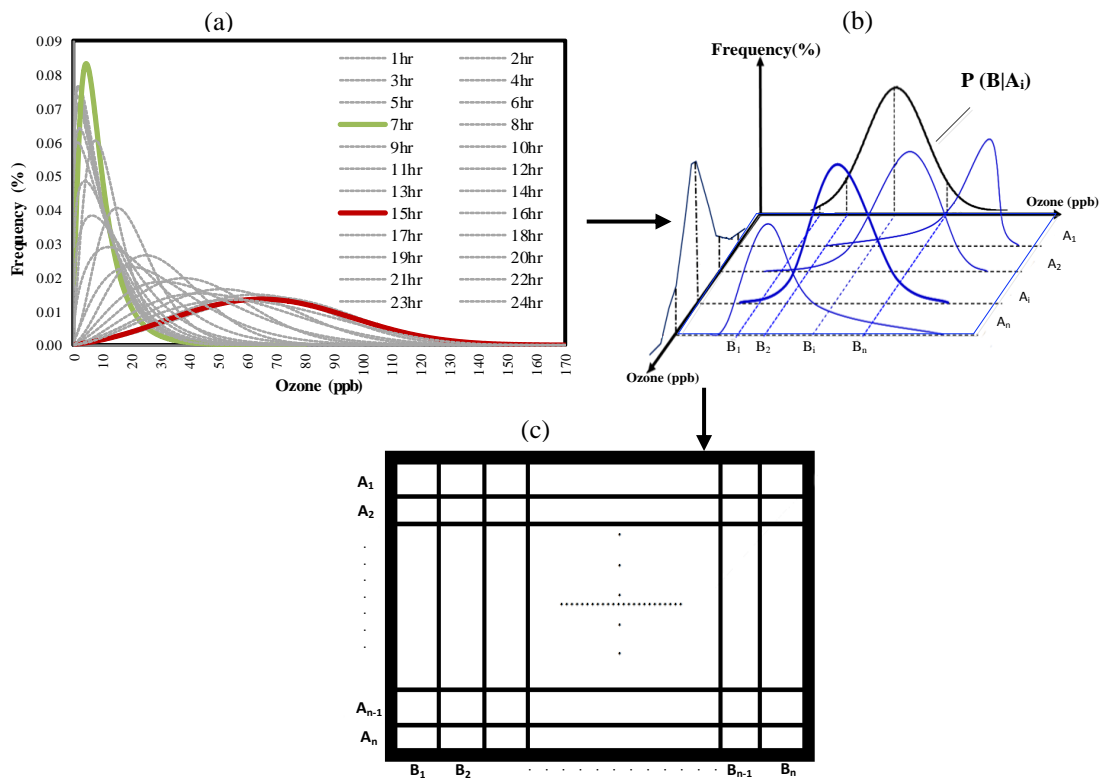


圖 3-4 機率轉換矩陣圖

### 3-2-2 貝氏信賴網路

貝氏信賴網路是由機率理論中的貝氏定理所建構之推導工具，以圖像方式來表達一群隨機變數之間的機率關係(如圖 3-5 所示)。貝氏信賴網路具有以下特性：

- 一個隨機變數的集合構成該網路的各個節點。
- 一個有向連結或箭號的集合連結成對的節點，一個由節點 Q 到節點 R 的箭號代表 Q 對 R 有直接影響。
- 每個節點有一個條件機率表(conditional probability table)用來記錄父節點對子節點的定量關係。一個節點的箭號所指向的所有節點都稱為該節點的父節點。
- 圖中不存在循環。

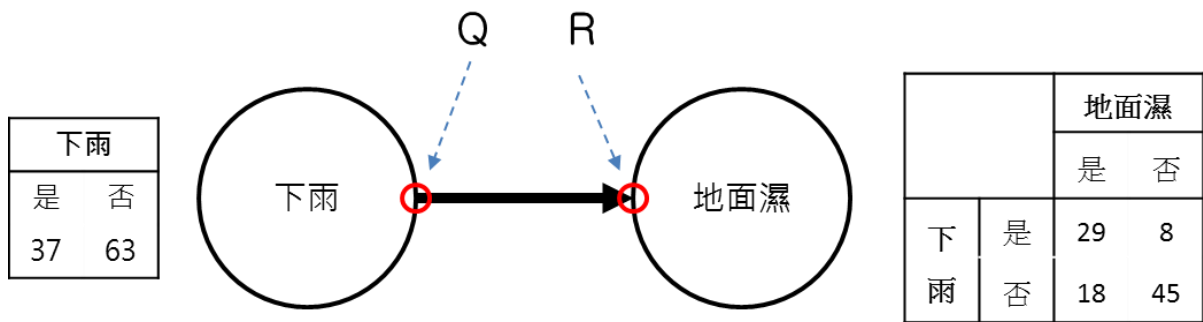


圖 3-5 貝氏信賴網路示意圖

在貝氏信賴網路的圖形中，每個節點都存有一個紀錄與其相關節點的機率表格，統計出各項因素間互相影響的機率值，一旦觀測的樣本數夠多，機率表格的內容便能逼近真實機率，也就可以利用對現有資訊的觀測，合理的以機率值推算出結果 (黃信翰，2008)。

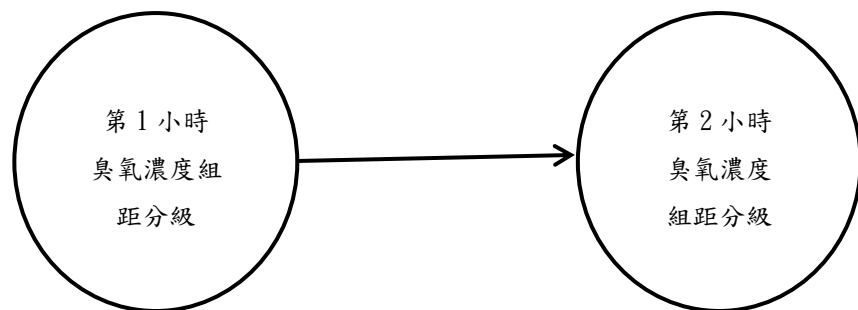
圖 3-6 描述臭氧第一小時濃度與第二小時濃度的貝氏信賴網路圖形，將 2006 年至 2011 年的臭氧濃度監測數據，依照濃度高低等比例分成 10 個組距，並統計出次數，統計出之結果如圖 3-6 的表格，左邊表格為第一小時節點，中間表格為第二小時節點，右邊表格為第一小時組距次數轉至第二小時組距次數。利用此表格可以推算出來，當臭氧濃度「第一小時為組距 1 的情形下」，「第二小時之臭氧濃度也是組距 1 的機率」，計算結果如下：

$$\begin{aligned}
 & P(\text{第2小時} = \text{組距1} | \text{第1小時} = \text{組距1}) \\
 &= \frac{P(\text{第1小時} = \text{組距1} | \text{第2小時} = \text{組距1}) \cdot P(\text{第2小時} = \text{組距1})}{P(\text{第1小時} = \text{組距1})} \\
 &= \frac{\frac{160}{205} \cdot \frac{206}{2168}}{\frac{206}{2168}} \\
 &= 0.78
 \end{aligned}$$

以此類推，得到第一小時 10 個組距轉至第二小時 10 個組距的機率表，如表 3-1。

本研究目的為預測未來每日的臭氧濃度變化，因此必須計算出  $t$  小時 10 個組距轉至  $t+1$  小時 10 個組距的機率表。在此以第一小時轉至第二小時為例，並結合馬可夫鏈轉換矩陣與蒙地卡羅抽樣之研究方法，而得到預測之臭氧濃度值。





第一小時	
組距	次數
1	206
2	225
3	214
4	212
5	224
6	217
7	217
8	211
9	221
10	221

第二小時	
組距	次數
1	206
2	212
3	230
4	213
5	213
6	225
7	205
8	227
9	220
10	217

	第2小時										
	組距1	組距2	組距3	組距4	組距5	組距6	組距7	組距8	組距9	組距10	
第1小時	組距1	160	37	4	2	0	0	1	0	0	1
	組距2	20	122	58	15	5	2	1	0	0	0
	組距3	11	32	100	47	15	9	2	1	0	0
	組距4	8	13	37	83	39	24	9	4	1	1
	組距5	1	2	18	35	83	54	19	2	2	0
	組距6	3	5	7	17	44	72	54	11	6	1
	組距7	2	1	3	10	18	46	67	55	12	2
	組距8	0	0	3	2	6	11	39	106	42	6
	組距9	1	0	0	2	3	7	10	42	125	30
	組距10	0	0	0	0	0	0	3	6	32	176

圖 3-6 描述臭氧第一小時濃度與第二小時濃度的貝氏信賴網路

表 3-1 第一小時組距轉至第二小時組距之機率表

		第2小時									
		組距1	組距2	組距3	組距4	組距5	組距6	組距7	組距8	組距9	組距10
第1 小時	組距1	0.78	0.10	0.05	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
	組距2	0.17	0.58	0.15	0.06	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	組距3	0.02	0.25	0.43	0.16	0.08	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
	組距4	0.01	0.07	0.22	0.39	0.16	0.08	0.05	0.01	0.01	0.00
	組距5	0.00	0.02	0.07	0.18	0.39	0.21	0.08	0.03	0.01	0.00
	組距6	0.00	0.01	0.04	0.11	0.24	0.32	0.20	0.05	0.03	0.00
	組距7	0.00	0.00	0.01	0.04	0.09	0.26	0.33	0.19	0.05	0.01
	組距8	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.05	0.24	0.47	0.19	0.03
	組距9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.19	0.57	0.15
	組距10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.14	0.81

### 3-3 馬可夫鏈模式

馬可夫(Andrey A. Markov, 1856-1922)於 1907 年提出馬可夫鏈理論，此理論被廣泛運用於財務金融、醫學研究等各領域。馬可夫鏈以貝氏推論為基礎，而衍生出的另一種統計方法，用來描述系統狀態在運行時，狀態間相互移轉的隨機過程。本研究將此應用於臭氧濃度在一段時期中變動的過程與結構，藉以推測未來臭氧濃度發生的可能性與其變動趨勢 (蘇育代，2004)。

馬可夫鏈的特色為，在不需要加入線性的假設前提下，運用數學方式中的機率化與隨機性。因此，本研究中所預測的臭氧濃度之變動趨勢為非線性，與馬可夫鏈理論特性相符，故選用馬可夫鏈理論作為研究分析工具。

A、馬可夫鏈理論之基本介紹。

1. 由系統「狀態」存在數目是否為有限，可分為「有限型馬可夫鏈」與「無限型馬可夫鏈」。若馬可夫鏈的狀態個數為有限，可數的狀態空間集合  $S = \{1, 2, \dots, n\}$ ，且具有穩定的轉移機率，則稱之為「有限型馬可夫鏈」。
2. 受過去觀察期數的影響，可分為「一階馬可夫鏈」與「高階馬可夫鏈」。

(1) 一階馬可夫鏈

若一隨機序列  $\{X_t\}_{t=0,1,2,\dots}$ ，其第  $t+1$  個時點的狀態僅與第  $t$  個時點的狀態有關，而與過去第  $0,1,\dots,t-1$  個時點狀態無關，則稱此隨機序列為「一階馬可夫鏈」。

(2) 高階馬可夫鏈

若一隨機序列  $\{X_t\}_{t=0,1,2,\dots}$ ，其第  $t+1$  個時點的狀態，除了與第  $t$  個時點的狀態有關，也與過去第  $0,1,\dots,t-1$  個時點狀態有關，則稱此隨機序列為「高階馬可夫鏈」。

3. 由「轉移矩陣」是否隨時間變動，可分為「穩定型馬可夫鏈」與「非穩定型馬可夫鏈」。若一隨機序列  $\{X_t\}_{t=0,1,2,\dots}$  的轉移機率隨著時間的移動，系統可能會由某一狀態轉移至另一狀態，也可能維持在原狀態不變，但在經過長時間後，系統在各個狀態下的機率趨向穩定，則稱此隨機序列為「穩定型馬可夫鏈」，反之，則為「非穩定型馬可夫鏈」(高崑銘，2006)。

根據上述馬可夫鏈理論基本介紹，因隨機試驗的狀態個數有限，且第  $t$  小時的機率只受過去第  $t-1$  小時的影響，加上轉移機率會隨時間而改變，因此本研究預測未來臭氧濃度之模型屬於「有限型」、「一階」的「非穩定型馬可夫鏈」型態。

B、機率向量 (Probability Vector)

機率向量為馬可夫鏈的核心，馬可夫鏈利用轉移狀態所計算出的機率大小，進而決定下一個狀態，這樣可由下面的公式(3.11)來加以說明。

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad , \quad \forall w_i \geq 0 \quad (3.11)$$

其中：

W：某一時刻的案件發生之狀態。



由機率向量公式(3.11)，轉換成圖 3-7 機率向量矩陣圖，圖中共有四個狀態 (a~d)，機率向量的總和要等於 1 且要滿足  $w_i \geq 0$  的條件(Armstrong et al., 2003)，在圖 3-7 的矩陣圖中列加總都為 1，這個矩陣圖為滿足馬可夫鏈條件的矩陣，假如列加總其中一列不等於 1，這個矩陣圖就無法滿足馬可夫鏈條件的矩陣圖。

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} a_{start} & b_{start} & c_{start} & d_{start} \end{matrix} \\ \begin{matrix} a_{start} \\ b_{start} \\ c_{start} \\ d_{start} \end{matrix} & \begin{matrix} \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \end{matrix} \end{matrix}$$

圖 3-7 機率向量矩陣圖

### C、轉移機率與轉移矩陣

設  $S$  為馬可夫鏈  $X_t$  的狀態空間，且  $S$  為一集合，即  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ ，且令事前狀態  $X_t = i$ ，事後狀態  $X_{t+1} = j$ ，則條件機率

$$P(X_{t+1} = j | X_t = i) = P_{ij} \quad (3.12)$$

其中：

$$i, j \in S, t \geq 0, \text{ 且 } 0 \leq P_{ij} \leq 1,$$

而所有  $P_{ij}$  的機率總和皆為 1，如式(3.13)

$$\sum_j P_{ij} = 1 \quad (3.13)$$

而當有  $n$  種不同的狀態，即方程式為

$$P(X_{t+k} = j | X_t = i) = P_{ij}^{(k)} \quad (t = 0, 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, n+1) \quad (3.14)$$

式(3.14)表示隨機變數  $X$  由狀態  $i$  經過  $k$  個轉移機率換算後，達到狀態  $j$  的條件機率。一階馬可夫鏈(First Order Markov Process)每個獨立的狀態受前一個狀態  $(n-1)$  所影響，所以由  $i$  轉換到  $j$  的狀態取決於  $X_{n-1}$  的機率(劉明岳，2012)。各種不同的狀態之間的轉移機率所組成的方矩陣，稱為轉移矩陣(高崑銘，2006；Usatenko et al., 2010)。舉例而言，若狀態空間為有限集合  $S$ ，即  $S=\{0,1,2,\dots,n\}$ ，其轉移矩陣表示如公式(3.15)。在轉移矩陣公式(3.15)中，矩陣左邊的  $0,1,\dots,n$  代表當前的狀態，矩陣上方的  $0,1,\dots,n$  代表下一期的狀態，而本研究的轉移矩陣如公式(3.16)，矩陣左邊的  $1,2,\dots,10$  為第  $t$  小時的組距，而矩陣上方的  $1,2,\dots,10$  為第  $t+1$  小時的組距，在此以第一小時轉至第二小時為例，當一小時組距為 1 時，轉至第二小時組距也是 1 的機率為 0.78，以此類推至組距 10 轉換至組距 10。

$$P_{ij} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & \dots & n \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ \vdots \\ n \end{matrix} & \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & \dots & P_{0n} \\ P_{10} & P_{11} & \dots & P_{1n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{n0} & P_{n1} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.15)$$

$$P_{ij} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & \dots & 10 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ 10 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.78 & 0.10 & \dots & 0.00 \\ 0.17 & 0.58 & \dots & 0.00 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0.00 & 0.00 & \dots & 0.81 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.16)$$

由上述轉移矩陣，如圖 3-4(C)所示，將  $T_1$  設定為蒙地卡羅抽樣之結果與貝氏信賴計算出的第一小時轉換成第二小時的轉移機率值相乘，而得到臭氧濃度於第二小時的預測值  $Y_1$ ，再將預測值  $Y_1$  乘以  $T_2$ ， $T_2$  為蒙地卡羅抽樣之結果與貝氏信賴計算出的第二小時轉換成第三小時的轉移機率值相乘，而得到臭氧濃度於第三小時的預測值  $Y_2$ ，同理可證，利用  $Y_2$  乘以轉移矩陣可得出  $T_3$ 、 $Y_3$  乘

以轉移矩陣  $T_4$  可得出  $Y_4$ ，以此模型進行上述之轉移矩陣之修正，此模型稱之為隱藏型馬可夫鏈之模型(圖 3-8)，而此方程式為

$$p(T, Y) = p(T_1) p(Y_1 | T_1) \prod_{t=2}^4 p(Q_t | Q_{t-1}) p(Y_t | Q_t) \quad (3.17)$$

其中：

$p(Q_t | Q_{t-1})$ ：轉移機率， $p(Y_t | Q_t)$ ：實測機率。

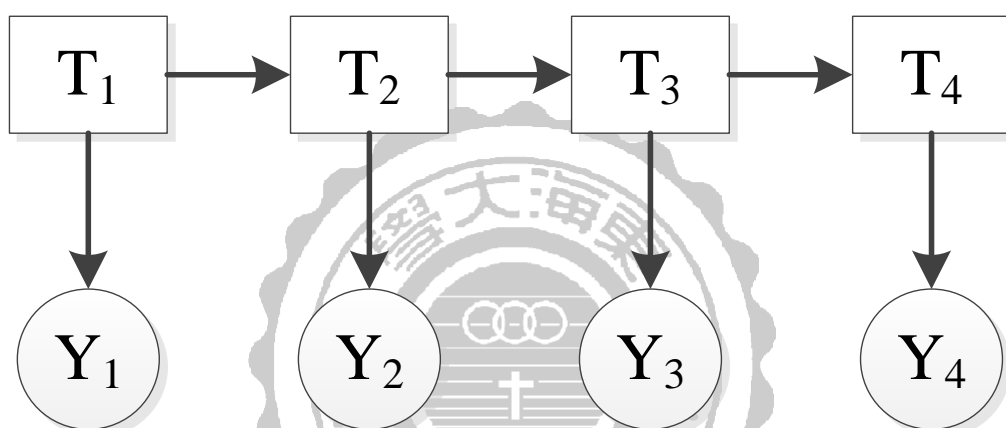


圖 3-8 隱藏型馬可夫鏈之模型

### 3-4 蒙地卡羅模擬 (Monte Carlo Simulation)

蒙地卡羅法又稱統計模擬方法，於 1953 年由 Metropolis 等人設計，並由 Wood 等人加以進一步發展電腦模擬方法。蒙特卡羅方法是一種隨機模擬方法，以機率和統計理論方法為基礎的一種計算方法，使用隨機數來解決很多計算問題的方法，並將所求解的問題與一定的機率模型相結合，使用電腦統計模擬或抽樣，以獲得問題的近似解 (Bao, 2015)。

假設  $\{\chi_i\}_{i=1}^n$  為隨機抽樣自母體分配  $F$  的隨機樣本資料。

令

$$F = \{\chi_i\}_{i=1}^n \quad (3.18)$$

$$T_n = T_n(\chi_1, \dots, \chi_n, \theta) \quad (3.19)$$

其中：

n：樣本數。

$\theta$ ：母體未知參數，且假設  $\theta$  為母體分配的所有特徵。

因此， $T_n$  的實際抽樣分配為  $G_n(\tau, F) = P(T_n \leq \tau | F)$ ，由於  $F$  (或  $\theta$ ) 未知，則  $G_n$  也是未知，在某些情況下，即使  $F$  已知，也未能夠推導出  $G_n$  分配。而蒙地卡羅模擬就是在研究者自己選擇的  $F$  情況下，利用數值模擬(numerical simulation) 來計算  $G_n(\tau, F)$ 。假設重複抽樣  $B$  次， $B$  為很大的數字，如  $B = 1000$  或是  $B = 5000$  等，令第  $b$  次抽樣得到的統計量以  $T_{nb}$  表示，根據  $B$  次的反覆計算(亦即樣本大小為  $B$ )，我們得到了  $T_{nb}$  的實證分配函數 (empirical distribution function, EDF)，

$$\hat{G}_n(\tau) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B 1(T_{nb} \leq \tau) \quad (3.20)$$

其中：

$$1(\cdot) \text{ 為指標函數(indicator function), } 1(T_{nb} \leq \tau) = \begin{cases} 1, & \text{if } T_{nb} \leq \tau \\ 0, & \text{if } T_{nb} > \tau \end{cases}.$$

選擇  $\theta$  以及樣本大小  $n$  以建構一個虛擬的資料生成過程 (data generating process, DGP)。利用電腦的隨機變數產生器 (亂數產生器, random number generator) 由  $\theta$  所代表的分配  $F$  中抽出一組隨機樣本  $\{\chi_i^*\}_{i=1}^n$ ，表示擬真亂數產生器 (pseudo random number generator)，因為所有的亂數產生器都是「幾可亂真」的程式，由這組虛擬樣本計算統計量  $T_n = T_n(\chi_1^*, \dots, \chi_n^*, \theta)$ 。應用蒙地卡羅模擬的理論基礎為「統計學基本定理」(fundamental theorem of statistics, FTS)，即

$G_n(\tau) = P(T_n \leq \tau) = E(1(T_n \leq \tau))$ ，則  $\hat{G}_n(\tau) = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B 1(T_{nb} \leq \tau) \xrightarrow{P} E(1(T_n \leq \tau)) = G_n(\tau)$ ，即在給定某資料生成過程下我們抽出一組隨機樣本並計算統計量  $T_{nb}$ ，重複  $B$  次後，我們會得到  $T_{nb}$  的實證分配函數  $\hat{G}_n(\tau)$ ，而 FTS 實證分配函數  $\hat{G}_n(\tau)$  機率收斂到該資料生成過程下的統計量之實際抽樣分配  $G_n(\tau)$  (陳旭昇，2013)。

蒙地卡羅模擬方法之應用主要分為兩大種類，第一種為在模擬過程時，需產生各種機率分佈的隨機變數；另一種為使用統計方法把模型的數字特徵估計出來，從中得到實際的數值解。蒙地卡羅模擬方法之特色，在不管狀態函數是否為非線性、隨機變數是否為正數，只要模擬的次數夠多，所得到的數值也就越準確及可靠度。

本研究以行政院環境保護署 2006-2011 年大里測站空氣品質監測數據為研究資料，藉由蒙地卡羅之方法進行隨機抽樣，抽樣流程圖，如圖 3-9 所示。由第一小時濃度開始預測，先以蒙地卡羅進行抽樣，以 2006-2011 年第一小時的臭氧濃度之最大最小值為抽樣範圍，抽出來的值進入馬可夫鏈之轉換矩陣，轉換出來的值即為第二小時的預測濃度值。以此類推至 24 小時，如果不符合終止條件，須回到蒙地卡羅重新進行抽樣；如果符合終止條件，即可停止預測，經過反覆的運算將可獲得臭氧的預測值之信賴區間與趨勢發展。

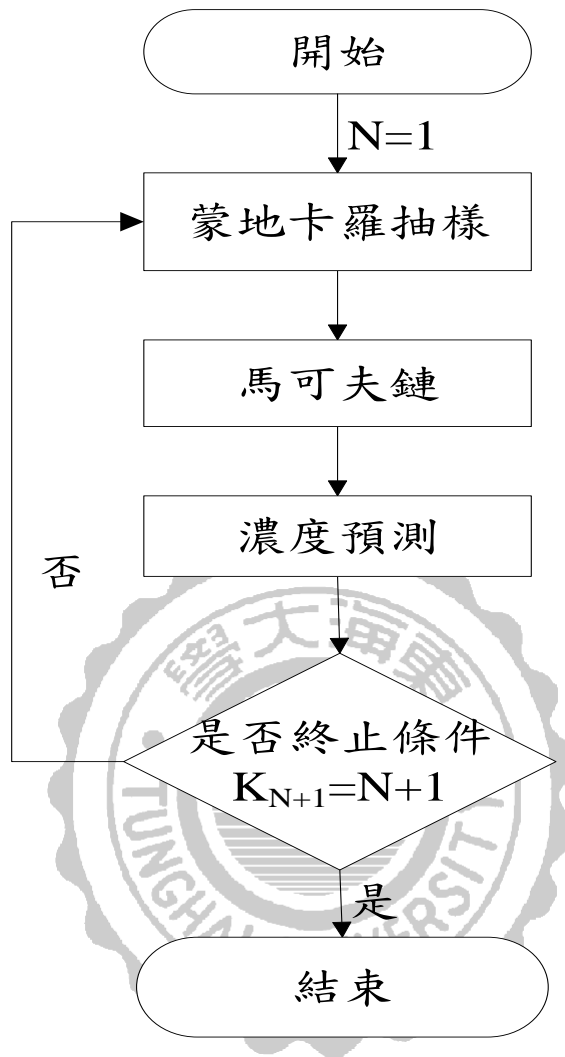


圖 3-9 抽樣流程圖

## 第四章 結果與討論

### 4-1 基礎統計

本研究將 2006 年至 2011 年之臭氧濃度與  $\text{NO}_x$  濃度之每小時平均，進行迴歸分析探討因子間是否具有相關性，若因子間有高度相關性( $R^2 \geq 0.8$ )，則可直接藉由迴歸分析進行預測，所以利用線性、對數、指數三種分析方法進行迴歸分析，分析結果如圖 4-1~圖 4-3 與表 4-1 所示。由圖中與表中可看出分析結果之判定係數  $R^2$  皆為 0.8 以下，因可推測出臭氧濃度高低與  $\text{NO}_x$  濃度高低為非線性關係、非對數關係及非指數關係。然而，從圖中又可發現臭氧濃度及  $\text{NO}_x$  濃度會隨時間而變化，但迴歸分析無法分析動態之時間序列問題，因此使用貝氏信賴網路，其方式可解決迴歸分析方法中之無法分析動態問題及變數之間為非線性關係的問題。

將資料套入貝氏信賴網路預測模式中，藉由機率可明顯地發現變數間具有時間序列的關聯性，因此我們針對每小時臭氧濃度進行探討，再利用馬可夫鏈模型，來預測下一個變數所發生的狀態。接著運用蒙地卡羅隨機抽樣方法，求解無規則問題，使預測模式更為完整。

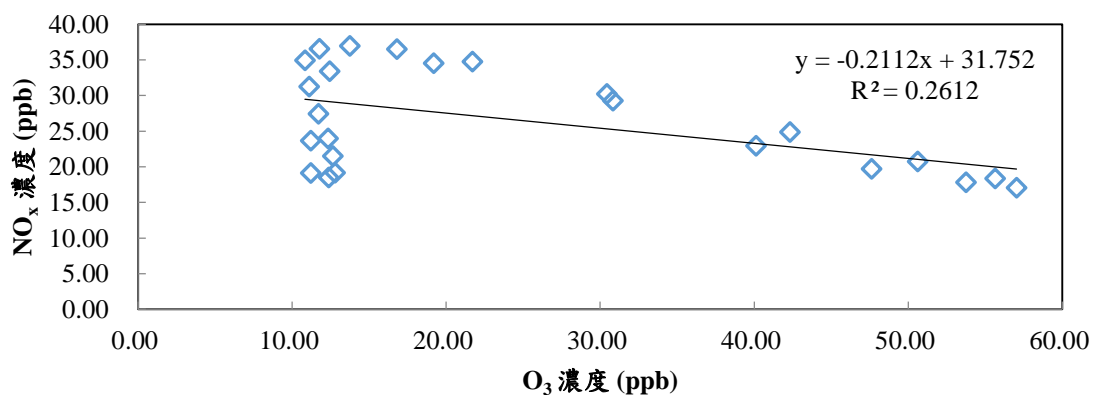


圖 4-1 線性迴歸分析結果

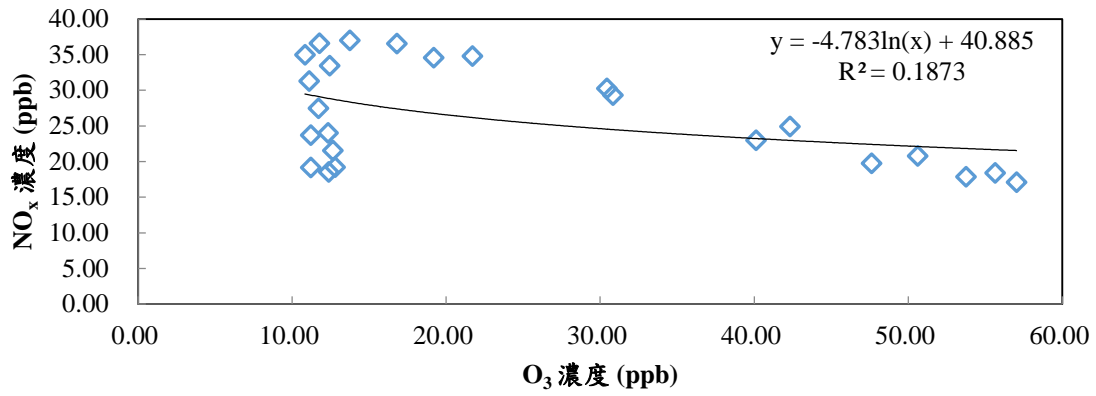


圖 4-2 對數迴歸分析結果

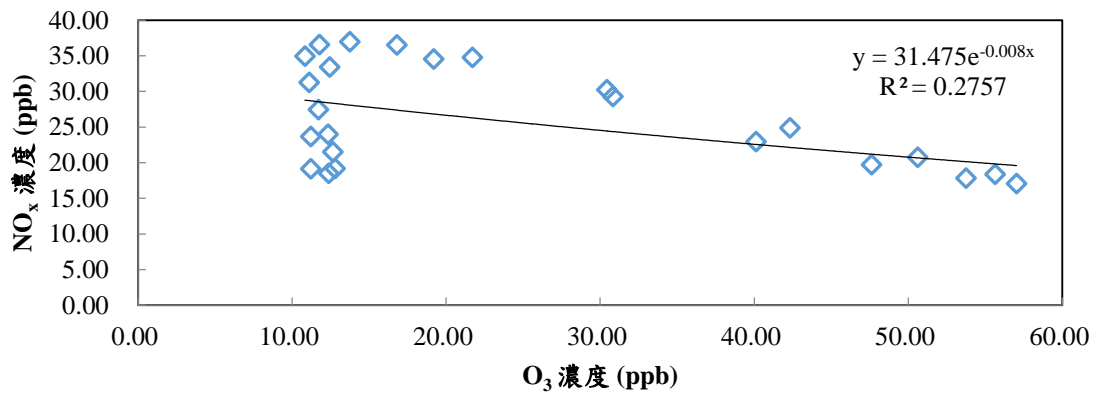


圖 4-3 指數迴歸分析結果

表 4-1 單變數迴歸分析結果

迴歸類型	趨勢預測方程式	判定係數 $R^2$
線性	$Y = -0.2112x + 31.752$	0.2612
對數	$Y = -4.783\ln(x) + 40.885$	0.1873
指數	$Y = 31.475e^{-0.008x}$	0.2757



## 4-2 臭氧濃度分布

本研究將 2006 年至 2011 年之臭氧濃度進行基礎統計，如圖 4-4 所示。臭氧濃度於上午 10 點至下午 5 點間，可發現平均值與標準差都比其他時段高。在此刻平均值均高的原因，可推測為日出後  $\text{NO}_x$  將會進行光化學反應，使得  $\text{O}_3$  濃度累積，而造成  $\text{NO}_x$  濃度下降；反之，到了傍晚隨著日照減少，降低光化學反應之作用，因而降低  $\text{O}_3$  產生速率， $\text{NO}_x$  隨之增加。標準差大的原因，代表此時段內臭氧濃度變化量較其他時段大。

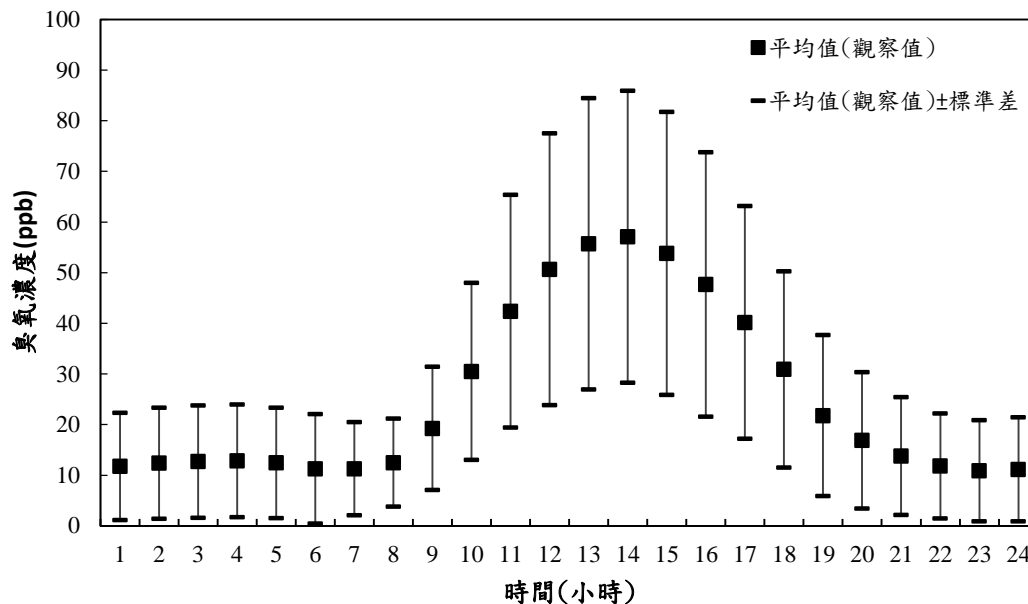


圖 4-4 臭氧濃度基礎統計分佈

圖 4-5 為 2006 年至 2011 年之  $\text{NO}_x$  濃度基礎統計分佈，圖中  $\text{NO}_x$  濃度於下午 6 點至下午 12 點間，平均值 $\pm$ 標準差之範圍，較其他時段小，代表此時段內  $\text{NO}_x$  濃度分布變化較其他時段小，其中晚上 12 點，因變異數為 0，所以平均值 $\pm$ 標準差的值等於平均值，表示晚上 12 點  $\text{NO}_x$  濃度變化不大。日出後（上午 6 點至上午 10 點） $\text{NO}_x$  開始進行光化學反應，導致  $\text{NO}_x$  濃度上升，慢慢形成  $\text{O}_3$  濃度，造成上午 11 點至下午 4 點間的  $\text{NO}_x$  濃度下降，下午 5 點過後，隨著日照強度慢慢減少，降低光化學反應之作用， $\text{NO}_x$  濃度逐漸上升， $\text{O}_3$  濃度降低。

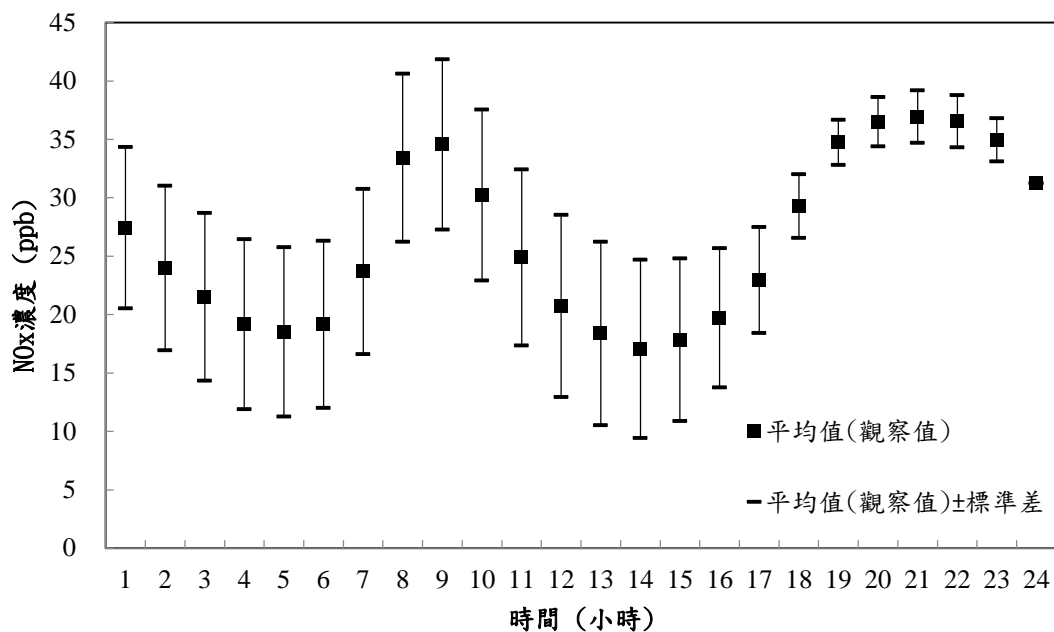


圖 4-5  $\text{NO}_x$  濃度基礎統計分佈

### 4-3 轉換矩陣建立

將臭氧濃度利用機率分佈圖進行組距的界定，圖 4-6 為第一小時之臭氧濃度機率分佈圖，臭氧濃度主要集中在 0~10 ppb，而在 50 ppb 以上的臭氧濃度機率值趨近於 0，代表臭氧濃度較少分佈於 50 ppb 以上。將每一小時(t)臭氧濃度值，以 10% 的臭氧濃度分布圖面積為一組距，共 10 個組距，其中如圖 4-6 所示，第一小時的第 10 個組距範圍為 26.8~74.2 ppb。

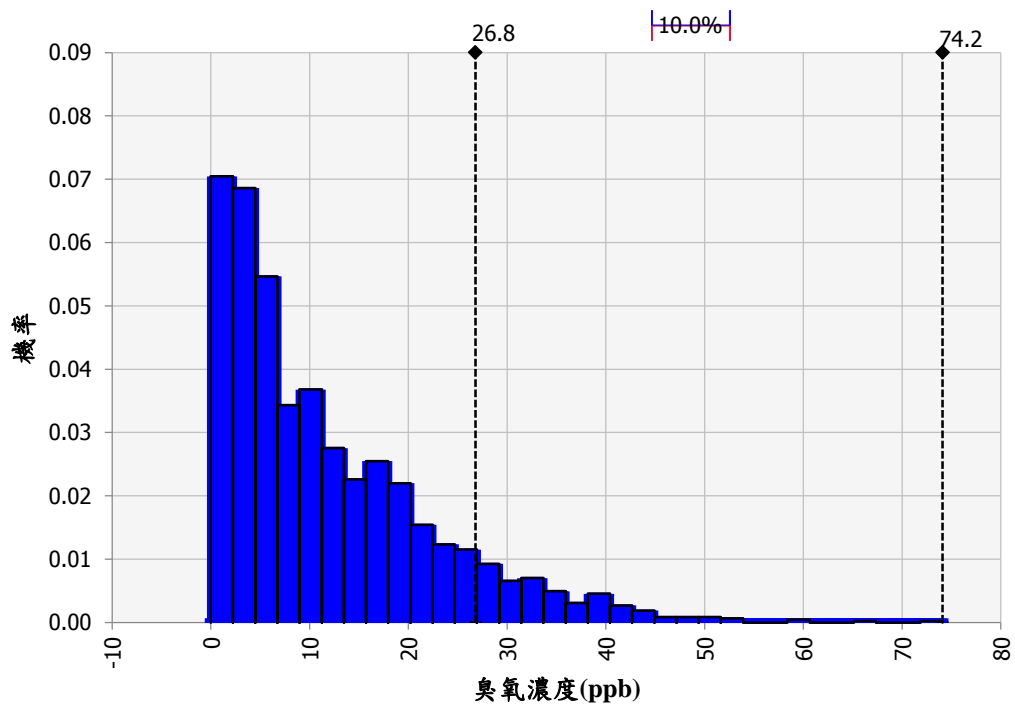


圖 4-6 第一小時之臭氧濃度機率分佈圖

因每小時所呈現的分佈圖不同，界定出的組距也不同，所以每小時之 10 個組距皆不相同，組距 1 至組距 10 為臭氧濃度值由低濃度至高濃度排列，結果如表 4-2 所示，由表中可看出第 11 小時至第 18 小時，臭氧濃度分佈範圍較廣，再將每一小時(t)經馬可夫鏈的計算可得到每小時(t+1)之機率轉換矩陣表(表 4-3)，表 4-3 為第一小時轉至第二小時之機率轉換矩陣表，表中第一小時組距 1 轉換至第二小時組距 1，機率為 0.73；第一小時組距 1 轉換至第二小時組距 2，機率為 0.10；第一小時組距 1 轉換至第二小時組距 10，機率為 0；第一小時組距 10 轉換至第二小時組距 1，機率也為 0；而第一小時組距 10 轉換至第二小時組距 10，機率為 0.80，可發現由濃度低轉換至濃度高或濃度高轉換至濃度低的機率偏低。此外，以此類推，第 t 小時轉換至第 t+1 小時，共有 24 張轉換矩陣表，其他小時之轉換矩陣表如附錄一所示，其中因第 11 小時至第 18 小時臭氧濃度分佈範圍較廣，所以計算出的轉換矩陣表中，機率分佈較均勻。因此連接 24 個小時之機率轉換矩陣表，建立臭氧預測抽樣模型。



表 4-2 臭氧每小時之 10 個組距

組距 小時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.0~1.59	1.6~2.69	2.7~4.19	4.2~5.99	6.0~8.59	8.6~11.39	11.4~15.29	15.3~19.49	19.5~26.79	26.8~74.2
2	0.0~1.59	1.6~2.69	2.7~4.39	4.4~6.59	6.6~9.19	9.2~12.09	12.1~15.99	16.0~20.29	20.3~28.39	28.4~76.7
3	0.0~1.69	1.7~2.99	3.0~4.89	4.9~7.09	7.1~9.69	9.7~12.19	12.2~15.89	15.9~21.39	21.4~28.99	29~78.6
4	0.0~1.79	1.8~3.09	3.1~4.99	5~7.19	7.2~9.59	9.6~12.39	12.4~16.39	16.4~21.09	21.1~29.69	29.7~80.3
5	0.0~1.79	1.8~3.09	3.1~4.79	4.8~6.89	6.9~8.99	9.0~11.69	11.7~15.69	15.7~20.99	21.0~28.69	28.7~75.4
6	0.0~1.49	1.5~2.19	2.2~3.89	3.9~5.89	5.9~7.89	7.9~10.49	10.5~13.99	14~19.49	19.5~27.69	27.7~69.7
7	0.0~2.39	2.4~3.79	3.8~5.29	5.3~6.69	6.7~8.39	8.4~10.29	10.3~13.19	13.2~17.89	17.9~25.09	25.1~56.9
8	0.0~3.19	3.2~4.79	4.8~6.49	6.5~8.59	8.6~10.69	10.7~12.99	13.0~15.29	15.3~18.59	18.6~23.99	24~58.7
9	0.0~5.39	5.4~8.09	8.1~11.29	11.3~14.29	14.3~17.49	17.5~20.79	20.8~23.99	24~28.19	28.2~35.29	35.3~77.3
10	0.0~9.89	9.9~15.39	15.4~20.09	20.1~24.19	24.2~27.89	27.9~32.49	32.5~37.09	37.1~44.99	45~54.99	55~98.8
11	0.0~14.39	14.4~23.09	23.1~28.99	29~34.29	34.3~39.69	39.7~45.39	45.4~52.89	52.9~61.29	61.3~73.69	73.7~127.3
12	0.0~17.29	17.3~27.99	28~35.39	35.4~41.99	42.0~48.39	48.4~55.99	56~64.09	64.1~73.29	73.3~85.79	85.8~153.9
13	0.0~19.59	19.6~30.99	31~39.49	39.5~46.99	47~54.39	54.4~61.79	61.8~70.49	70.5~80.99	81~94.19	94.2~159.1
14	0.0~20.69	20.7~32.19	32.2~40.99	41~48.39	48.4~55.39	55.4~62.89	62.9~71.09	71.1~82.89	82.9~95.59	95.6~158.2
15	0.0~18.59	18.6~29.59	29.6~37.99	38~46.19	46.2~52.99	53~59.99	60~68.29	68.3~77.79	77.8~91.39	91.4~156.6
16	0.0~14.69	14.7~24.99	25~32.69	32.7~39.89	39.9~46.39	46.4~52.79	52.8~60.79	60.8~70.09	70.1~82.89	82.9~161.0
17	0.0~12.99	13.0~20.79	20.8~26.59	26.6~32.09	32.1~37.29	37.3~43.79	43.8~50.29	50.3~59.19	59.2~71.39	71.4~143.4
18	0.0~9.09	9.1~14.49	14.5~19.19	19.2~22.99	23~27.49	27.5~32.19	32.2~37.79	37.8~45.59	45.6~57.99	58~112.9
19	0.0~4.29	4.3~7.99	8.0~11.89	11.9~14.99	15~18.59	18.6~22.19	22.2~26.59	26.6~32.59	32.6~42.99	43~94.5
20	0.0~2.89	2.9~4.99	5.0~7.89	7.9~10.59	10.6~13.49	13.5~16.89	16.9~21.19	21.2~26.49	26.5~34.99	35~90.7
21	0.0~2.19	2.2~3.59	3.6~5.59	5.6~8.09	8.1~10.49	10.5~13.79	13.8~17.49	17.5~22.19	22.2~29.99	30~70.6
22	0.0~1.89	1.9~2.99	3.0~4.29	4.3~6.29	6.3~8.59	8.6~11.39	11.4~15.19	15.2~19.99	20~26.39	26.4~64.3
23	0.0~1.59	1.6~2.69	2.7~3.79	3.8~5.29	5.3~7.29	7.3~9.99	10~13.99	14~18.29	18.3~25.19	25.2~58.6
24	0.0~1.59	1.6~2.59	2.6~3.79	3.8~5.49	5.5~7.69	7.7~10.59	10.6~14.19	14.2~18.89	18.9~25.99	26~71.2

表 4-3 臭氧第一小時轉至第二小時之機率轉換矩陣表

類別	$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
$P(X_{t,1})$	0.73	0.10	0.05	0.05	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
$P(X_{t,2})$	0.14	0.61	0.16	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
$P(X_{t,3})$	0.04	0.15	0.50	0.17	0.07	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00
$P(X_{t,4})$	0.04	0.04	0.23	0.39	0.16	0.08	0.04	0.01	0.01	0.00
$P(X_{t,5})$	0.01	0.04	0.10	0.21	0.35	0.19	0.05	0.04	0.00	0.00
$P(X_{t,6})$	0.00	0.00	0.02	0.07	0.25	0.37	0.21	0.04	0.04	0.00
$P(X_{t,7})$	0.01	0.01	0.00	0.04	0.09	0.25	0.35	0.19	0.05	0.01
$P(X_{t,8})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.19	0.51	0.20	0.03
$P(X_{t,9})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.22	0.54	0.14
$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.16	0.80

#### 4-4 臭氧濃度之預測模型

圖 4-7 為抽樣 10 天的臭氧預測濃度分佈，將預測值與觀察值作比較，圖中的觀察值為 2012/1/1~2012/1/10 的臭氧監測數據，預測值之信賴區間為抽樣 10 次，每次抽樣 10 天，之後取平均值加減一個標準差的臭氧預測濃度。將預測臭氧濃度的變動趨勢結果與觀察值濃度互相比較，有部分的預測臭氧濃度值不準確，在第二天、第三天、第五天、第六天、第八天以及第九天預測值較觀察值高，所以本研究根據臭氧形成之因素以及 MAPE 誤差檢定，加入另一個污染物  $NO_x$ 。

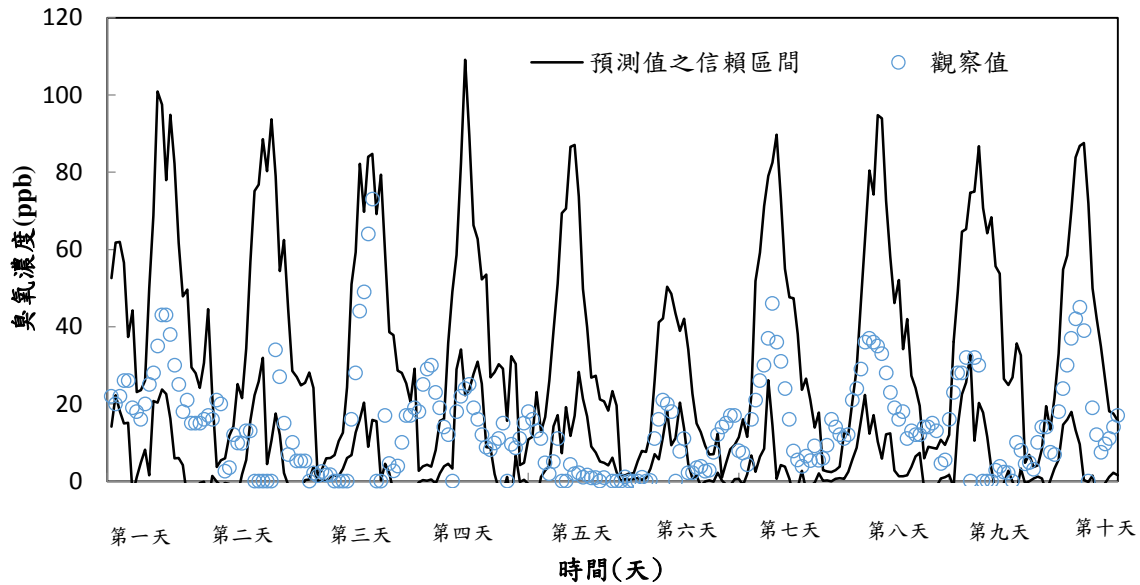


圖 4-7 預測臭氧濃度變動趨勢之模型-平均值與觀察值比較

圖 4-8 為  $\text{NO}_x$  濃度轉換至臭氧濃度之流程圖，其建立轉換矩陣之方法與 4-3 章節所述相同。先進行  $\text{NO}_x$  濃度轉換，之後再計算  $\text{NO}_x$  濃度轉換至臭氧濃度的轉換矩陣，再將此轉換矩陣加入臭氧濃度轉換矩陣中，轉換結果如表 4-4 與表 4-5，表 4-4 為  $\text{NO}_x$  每小時之 10 個組距，因每小時所呈現的分佈圖不同，因此界定出的組距也不同，故每小時之 10 個組距皆不相同，組距 1 至組距 10 將  $\text{NO}_x$  濃度值由低濃度至高濃度排列。

比較表 4-2 與表 4-4，可發現在每小時中的第 10 個組距， $\text{NO}_x$  濃度值都到達 100 ppb 以上，整體上而言， $\text{NO}_x$  濃度較臭氧濃度高。表 4-5 為  $\text{NO}_x$  轉換至  $\text{NO}_x$  的第一小時轉至第二小時之機率轉換矩陣表，每  $t$  小時轉換至  $t+1$  小時會有一張機率轉換矩陣表，在此轉換矩陣以第一小時轉換至第二小時為例，表中第一小時組距 1 轉換至第二小時組距 1，機率為 0.72；第一小時組距 1 轉換至第二小時組距 2，機率為 0.21；第一小時組距 1 轉換至第二小時組距 10，機率為 0；第一小時組距 10 轉換至第二小時組距 1，機率也為 0；而第一小時組距 10 轉換至第二小時組距 10，機率為 0.72，因此由濃度低轉換至濃度高或濃度高轉換至濃度低的機率偏低，其他小時之轉換矩陣表如附錄二所示。之後再進行  $\text{NO}_x$  轉換至

臭氧，轉換的每小時 10 個組距界定標準根據臭氧之 10 個組距而定，第一小時轉至第二小時之機率轉換矩陣表，如表 4-6 所示，因原始數據  $\text{NO}_x$  濃度較臭氧濃度高，所以機率值較臭氧轉臭氧之機率分散，如表中第一小時組距 1 轉換至第二小時組距 1，機率為 0；第一小時組距 1 轉換至第二小時組距 2，機率為 0；第一小時組距 1 轉換至第二小時組距 10，機率為 0.13；第一小時組距 10 轉換至第二小時組距 1，機率為 0.12；而第一小時組距 10 轉換至第二小時組距 10，機率為 0.10。此外，以此類推，第  $t$  小時轉換至第  $t+1$  小時，其他小時之轉換矩陣表如附錄三所示。

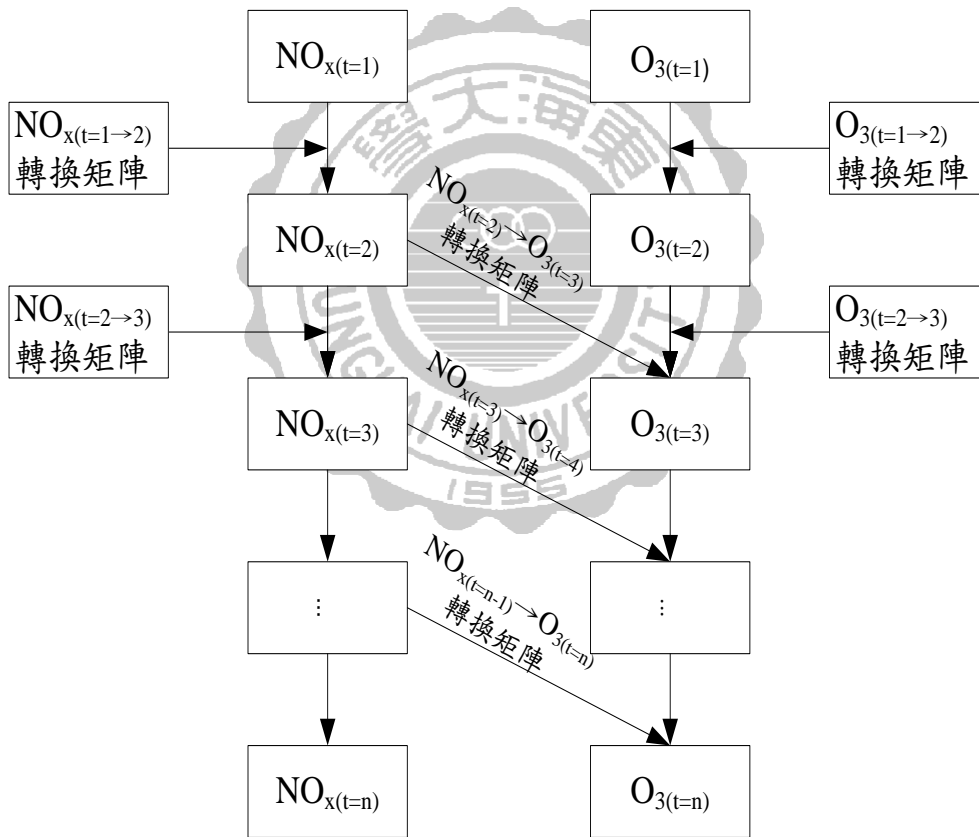


圖 4-8  $\text{NO}_x$  濃度轉換至  $\text{O}_3$  濃度流程圖



表 4-4 NO<sub>x</sub> 每小時之 10 個組距

組距 小時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.0~9.69	9.7~12.39	12.4~15.29	15.3~18.79	18.8~22.29	22.3~27.49	27.5~33.49	33.5~41.79	41.8~51.69	51.7~188.8
2	0.0~8.09	8.1~10.29	10.3~12.79	12.8~15.29	15.3~18.99	19~23.49	23.5~29.89	29.9~36.59	36.6~46.79	46.8~182.7
3	0.0~7.19	7.2~9.09	9.1~11.09	11.1~13.39	13.4~16.99	17~20.79	20.8~26.29	26.3~33.39	33.4~42.79	42.8~173.4
4	0.0~6.39	6.4~8.29	8.3~9.99	10~11.89	11.9~14.29	14.3~17.99	18~23.29	23.3~29.99	29.3~38.19	38.2~143.6
5	0.0~6.49	6.5~8.29	8.3~9.89	9.9~11.59	11.6~13.89	13.9~17.79	17.8~21.99	22~27.99	28~37.09	37.1~143.1
6	0.0~7.59	7.6~9.39	9.4~10.99	11~12.99	13~14.99	15~18.19	18.2~22.09	22.1~27.99	28~36.29	36.3~141.4
7	0.0~10.69	10.7~12.99	13~14.99	15~17.09	17.1~19.89	19.9~23.09	23.1~27.89	27.9~33.99	34~41.69	41.7~144.3
8	0.0~13.89	13.9~17.69	17.7~20.89	20.9~24.39	24.4~28.39	28.4~33.89	33.9~39.69	39.7~47.09	47.1~60.29	60.3~140.6
9	0.0~13.19	13.2~16.79	16.8~20.09	20.1~24.09	24.1~28.19	28.2~33.99	34~41.39	41.4~50.49	50.5~65.79	65.8~141.2
10	0.0~10.99	11~13.99	14~16.89	16.9~20.09	20.1~23.99	24~28.69	28.7~35.69	35.7~44.99	45~60.09	60.1~125.2
11	0.0~9.59	9.6~11.89	11.9~14.29	14.3~17.09	17.1~20.19	20.2~23.79	23.8~28.59	28.6~34.99	35~48.09	48.1~130.7
12	0.0~8.69	8.7~10.89	10.9~12.99	13~15.29	15.3~17.79	17.8~20.59	20.6~23.99	24~28.99	29~37.29	37.3~114.9
13	0.0~7.79	7.8~10.19	10.2~11.99	12~14.09	14.1~16.09	16.1~18.49	18.5~21.19	21.2~24.89	24.9~31.49	31.5~115.6
14	0.0~7.79	7.8~9.99	10~11.69	11.7~13.29	13.3~14.99	15~16.99	17~19.29	19.3~22.89	22.9~28.39	28.4~133.8
15	0.0~8.19	8.2~10.89	10.9~12.79	12.8~14.39	14.4~16.09	16.1~17.99	18~20.39	20.4~23.69	23.7~29.69	29.7~140.2
16	0.0~8.99	9~11.99	12~13.99	14~15.99	16~17.99	18~19.99	20~22.79	22.8~26.69	26.7~32.29	32.3~147.3
17	0.0~10.79	10.8~13.99	14~16.39	16.4~18.79	18.8~20.99	21~23.69	23.7~26.89	26.9~30.69	30.7~36.69	36.7~169.6
18	0.0~14.19	14.2~17.99	18~20.99	21~23.99	24~26.59	26.6~29.99	30~33.99	34~38.69	38.7~46.39	46.4~169.2
19	0.0~16.09	16.1~20.79	20.8~24.39	24.4~27.89	27.9~31.39	31.4~35.49	35.5~39.99	40~45.99	46~56.99	57~191.5
20	0.0~16.99	17~20.99	21~24.69	24.7~28.09	28.1~31.99	32~36.59	36.6~41.89	41.9~49.49	49.5~62.79	62.8~194.2
21	0.0~16.09	16.1~20.69	20.7~24.49	24.5~28.29	28.3~32.49	32.5~36.99	37~43.19	43.2~50.79	50.8~63.59	63.6~199.4
22	0.0~15.99	16~20.29	20.3~23.89	23.9~27.99	28~31.99	32~36.89	36.9~42.69	42.7~50.89	50.9~64.19	64.2~184.1
23	0.0~14.69	14.7~18.49	18.5~22.19	22.2~26.19	26.2~30.29	30.3~35.69	35.7~41.99	42~49.89	49.9~61.99	62~166.9
24	0.0~11.9	12~15.19	15.2~18.59	18.6~22.09	22.1~26.29	26.3~31.99	32~37.99	38~45.59	45.6~56.69	56.7~185.2

表 4-5 NO<sub>x</sub> 第一小時轉至第二小時之機率轉換矩陣表

類別	P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
P(X <sub>t,1</sub> )	0.72	0.21	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P(X <sub>t,2</sub> )	0.20	0.47	0.24	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P(X <sub>t,3</sub> )	0.04	0.25	0.41	0.22	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
P(X <sub>t,4</sub> )	0.01	0.08	0.23	0.35	0.24	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00
P(X <sub>t,5</sub> )	0.01	0.02	0.05	0.27	0.36	0.21	0.05	0.02	0.00	0.00
P(X <sub>t,6</sub> )	0.01	0.00	0.02	0.05	0.16	0.39	0.32	0.04	0.01	0.00
P(X <sub>t,7</sub> )	0.01	0.00	0.00	0.02	0.09	0.19	0.38	0.26	0.04	0.01
P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.18	0.41	0.25	0.04
P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.20	0.50	0.22
P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.22	0.72

表 4-6 NO<sub>x</sub>→O<sub>3</sub> 第一小時轉至第二小時之機率轉換矩陣表

類別	P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
P(X <sub>t,1</sub> )	0.00	0.00	0.13	0.07	0.13	0.20	0.07	0.07	0.20	0.13
P(X <sub>t,2</sub> )	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.25	0.00	0.00
P(X <sub>t,3</sub> )	0.22	0.11	0.00	0.11	0.00	0.22	0.00	0.11	0.11	0.11
P(X <sub>t,4</sub> )	0.00	0.05	0.09	0.09	0.18	0.14	0.18	0.18	0.09	0.00
P(X <sub>t,5</sub> )	0.08	0.04	0.04	0.14	0.16	0.12	0.10	0.11	0.09	0.10
P(X <sub>t,6</sub> )	0.06	0.06	0.04	0.10	0.13	0.15	0.16	0.13	0.09	0.11
P(X <sub>t,7</sub> )	0.06	0.09	0.07	0.11	0.09	0.14	0.11	0.12	0.11	0.11
P(X <sub>t,8</sub> )	0.09	0.07	0.09	0.07	0.12	0.10	0.09	0.11	0.14	0.11
P(X <sub>t,9</sub> )	0.10	0.10	0.14	0.10	0.10	0.06	0.09	0.10	0.10	0.10
P(X <sub>t,10</sub> )	0.12	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.09	0.07	0.09	0.10

加入  $\text{NO}_x$  濃度之預測臭氧濃度結果如圖 4-9，圖 4-9 為抽樣 10 天之加入  $\text{NO}_x$  的臭氧預測濃度分佈，圖中觀察值為 2012/1/1~2012/1/10 的臭氧監測數據，預測值之信賴區間為抽樣 10 次，每次抽樣 10 天，之後取平均值加減一個標準差的臭氧預測濃度，將預測臭氧濃度的變動趨勢結果與觀察值相互比較，在圖中預測值趨勢最高點為每天的中午時段，觀察值曲線最高點也分布於中午時段，且有許多觀察點分布於預測值的趨勢上，所以大致上預測值趨勢與觀察值曲線相符。另外，將圖 4-9 預測出的臭氧濃度趨勢與圖 4-7 預測出的趨勢相較之下，圖 4-9 預測出的結果較接近觀察值的趨勢，因此，此模型能有效預測未來臭氧濃度變化。

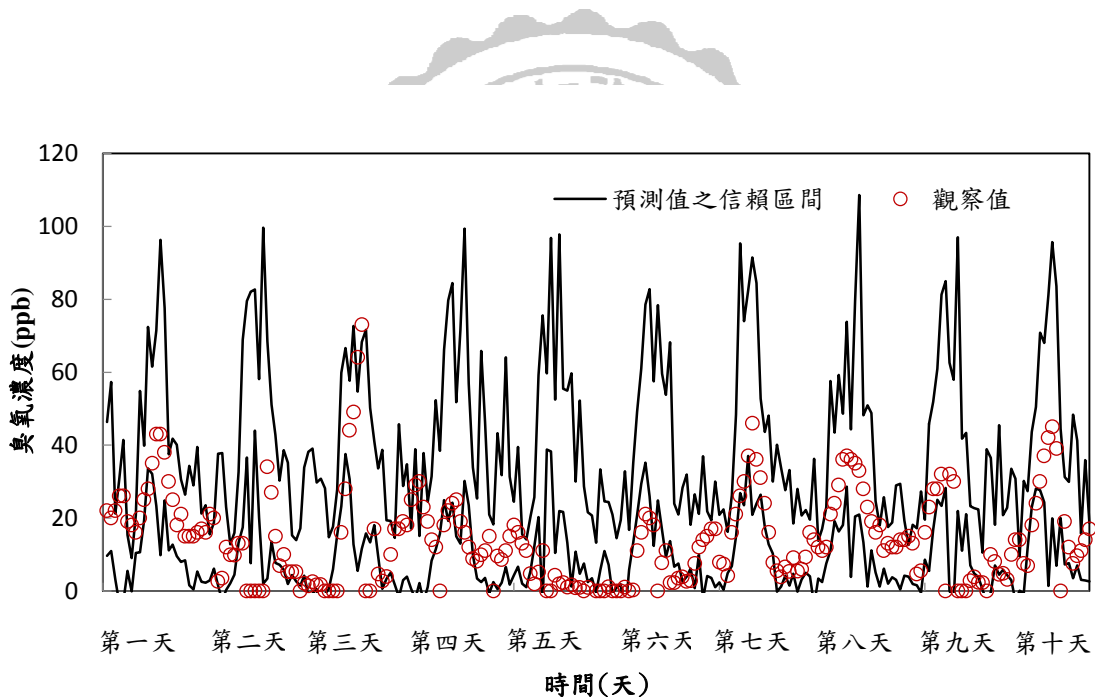


圖 4-9 預測臭氧濃度(加入  $\text{NO}_x$  濃度)變動趨勢之模型-平均值與觀察值比較

## 4-5 預測模型探討

### 4-5-1 預測模擬結果之評估指標

本研究採用平均絕對值誤差百分比來衡量模式的準確度。平均絕對值誤差百分比 (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) 又稱為平均絕對誤差百分比，用以作為預測模式好壞之評估指標。因 MAPE 為相對數值，不受測量值與預估值單位與大小之影響，能夠客觀得獲得估計值與評估值間之差異程度，所以本研究選用此方法於驗證模式準確度之應用，計算公式如公式 (4.1) 所示(黃惠隆等人，2004)。

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{x - x'}{x} \right| \times 100\% \quad (4.1)$$

其中：

$x$ ：實際值， $x'$ ：預測值， $N$ ：樣本數。

當 MAPE 值越小時，實際值與預測值之間的差異愈小，表示估計效果越佳，此外，其評估標準如表 4-7 所示。

表 4-7 MAPE 預測準確度之評估標準 (Lewis, 1982)

MAPE (%)	預測能力
<10%	高精確度
10-20%	良好
20-50%	合理
>50%	不準確

## 4-5-2 評估結果

表 4-8 為臭氧濃度預測模式之檢定結果，表中顯示一天中每個小時的預測值，在第 4 小時至第 10 小時，以及第 13 小時至第 24 小時預測出的臭氧濃度，經由誤差檢定結果得知，此時段之臭氧濃度預測結果在合理範圍內。另外，在第 1 小時至第 3 小時，以及第 11、12 小時預測較不準確，不準確的部分大致都集中在白天，因臭氧濃度會受到許多外在因素的影響，例如：日照量或其他污染物質等不確定因素，導致臭氧濃度難以預測。

由於預測出的結果仍有些不準確，所以本研究加入  $\text{NO}_x$  濃度，如表 4-9。加入  $\text{NO}_x$  後，臭氧濃度之預測結果，在第 1、3、12 小時的誤差檢定，從不準確提升至合理範圍內，預測之臭氧濃度有明顯改善，因在陽光未出現時， $\text{NO}_x$  濃度上升，且少了陽光的外在因素影響，預測模型較準確。在第 7、9 小時的誤差檢定，從合理範圍下降至不準確，可能受到其他外在因素之影響，因日出後  $\text{NO}_x$  開始進行光化學反應，而慢慢形成  $\text{O}_3$  濃度，造成上午 11 點至下午 4 點間的  $\text{NO}_x$  濃度下降，另外在白天  $\text{O}_3$  濃度受到人為活動等因素影響，例如：日照量或其他污染物質等不確定因素，而導致預測結果不準確。

表 4-8 臭氧濃度預測模式之檢定結果

小時	實際值(ppb)	預測值(ppb)	MAPE	MAPE 評估標準
1	22	33.37	51.67%	>50% → 不準確
2	20	42.02	110.12%	>50% → 不準確
3	22	40.05	82.03%	>50% → 不準確
4	26	35.76	37.54%	20%~50% → 合理
5	26	26.23	0.90%	<10% → 高精確度
6	19	20.35	7.11%	<10% → 高精確度
7	18	12.06	32.97%	20%~50% → 合理
8	16	14.25	10.91%	10%~20% → 良好
9	20	17.13	14.33%	10%~20% → 良好
10	25	25.75	3.00%	<10% → 高精確度
11	28	44.73	59.75%	>50% → 不準確
12	35	60.62	73.21%	>50% → 不準確
13	43	60.62	40.97%	20%~50% → 合理
14	43	50.30	16.99%	10%~20% → 良好
15	38	55.54	46.17%	20%~50% → 合理
16	30	44.04	46.81%	20%~50% → 合理
17	25	33.86	35.43%	20%~50% → 合理
18	18	26.02	44.57%	20%~50% → 合理
19	21	22.56	7.44%	<10% → 高精確度
20	15	13.65	8.97%	<10% → 高精確度
21	15	12.45	16.98%	10%~20% → 良好
22	15	11.86	20.90%	20%~50% → 合理
23	16	15.29	4.47%	<10% → 高精確度
24	17	19.56	15.04%	10%~20% → 良好

表 4-9 加入 NO<sub>x</sub> 臭氧濃度預測模式之檢定結果

小時	實際值(ppb)	預測值(ppb)	MAPE	MAPE 評估標準
1	22	28.01	27.30%	20%~50% → 合理
2	20	34.17	70.85%	>50% → 不準確
3	22	12.18	44.66%	20%~50% → 合理
4	26	13.66	47.46%	20%~50% → 合理
5	26	19.27	25.87%	20%~50% → 合理
6	19	10.47	44.89%	20%~50% → 合理
7	18	4.48	75.10%	>50% → 不準確
8	16	15.62	2.39%	<10% → 高精確度
9	20	32.73	63.67%	>50% → 不準確
10	25	29.67	18.69%	10%~20% → 良好
11	28	53.01	89.31%	>50% → 不準確
12	35	46.83	33.80%	20%~50% → 合理
13	43	47.39	10.22%	10%~20% → 良好
14	43	53.07	23.42%	20%~50% → 合理
15	38	51.20	34.73%	20%~50% → 合理
16	30	24.30	19.01%	10%~20% → 良好
17	25	27.27	9.07%	<10% → 高精確度
18	18	24.85	38.03%	20%~50% → 合理
19	21	19.32	8.02%	<10% → 高精確度
20	15	17.46	16.38%	10%~20% → 良好
21	15	17.98	19.86%	10%~20% → 良好
22	15	14.72	1.87%	<10% → 高精確度
23	16	22.43	40.16%	20%~50% → 合理
24	17	11.91	29.95%	20%~50% → 合理

進一步探討氣象因子是否會影響臭氧濃度的變化，因而將氣象因子及污染物因子，依照臭氧濃度預測模式檢定結果分成四個等級，製作雷達圖進行比較，如圖 4-10 所示。在污染物  $\text{NO}_x$  以及 NMHC 對於預測的臭氧濃度有明顯的影響，高精確度、良好兩等級的影響範圍較合理、不準確兩等級的影響範圍大；在  $\text{SO}_2$ 、風向、風速以及濕度對於預測的臭氧濃度有些微的影響；在溫度、 $\text{PM}_{10}$  以及  $\text{PM}_{2.5}$  對於預測的臭氧濃度較不影響。

圖 4-11 為加入  $\text{NO}_x$  的臭氧濃度等級分佈因子之雷達圖，與圖 4-10 作比較，可明顯的發現出加入  $\text{NO}_x$  後，影響變數因子有增加，其中污染物  $\text{NO}_x$ 、NMHC、風速以及風向在高精確度上，對於預測的臭氧濃度影響範圍均上升。

將預測臭氧濃度之 MAPE 指標與加入  $\text{NO}_x$  之預測臭氧 MAPE 指標，計算出誤差值  $\Delta\text{MAPE}$  進行比較，如表 4-10 所示。因誤差 MAPE 指標數值越小，表示預測愈精準，所以在第 1~3、8、12~13、15~18、22 小時，計算出的  $\Delta\text{MAPE}$  數值均為負數，表示加入  $\text{NO}_x$  濃度後，在這幾個小時，臭氧濃度預測準確度提高。以圖形表示，如圖 4-12 所示，在第 2 小時的預測臭氧濃度，雖然預測不準確，但加入  $\text{NO}_x$  的臭氧濃度，其誤差 MAPE 指標精確度百分比明顯下降；而在第 4~11 小時，因加入  $\text{NO}_x$  濃度，預測出的臭氧濃度精確度百分比沒有下降的趨勢，表示在這段時間加入  $\text{NO}_x$  濃度預測較不準確；在第 12~22 小時，因加入  $\text{NO}_x$  濃度，預測出的臭氧濃度精確度百分比有下降的趨勢，因在這段時間， $\text{NO}_x$  濃度與紫外光產生光化學反應，而導致臭氧濃度會受到  $\text{NO}_x$  濃度的影響，因此在這段時加入  $\text{NO}_x$  濃度預測較準確。



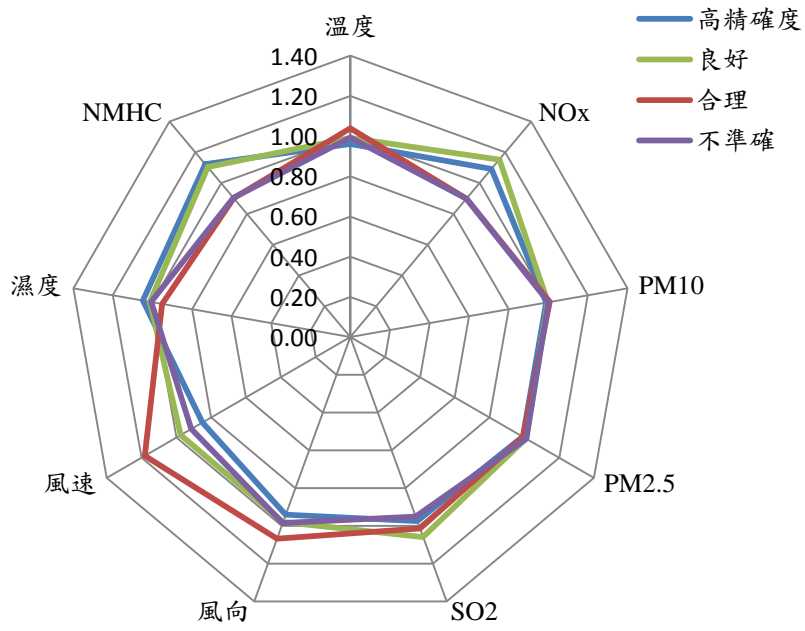


圖 4-10 臭氧濃度等級分布之因子關聯探討

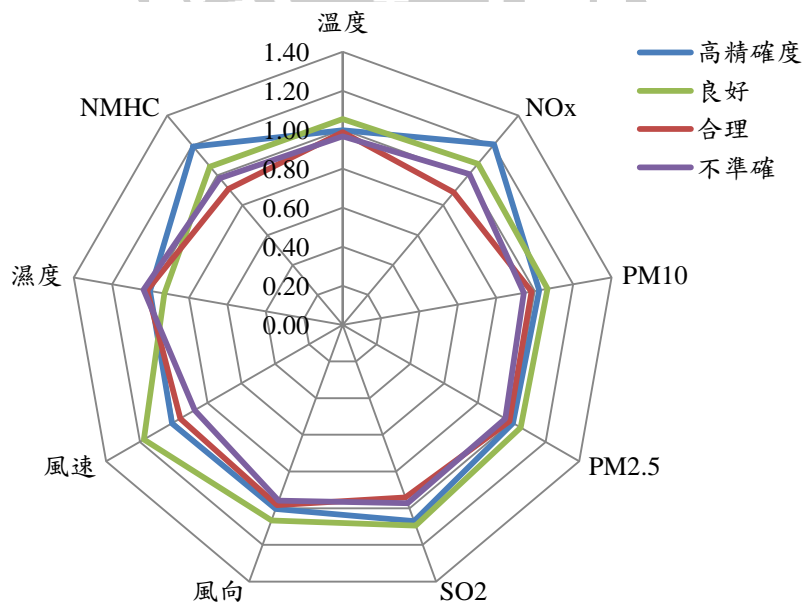


圖 4-11 臭氧濃度(加 NO<sub>x</sub>)等級分布之因子關聯探討

表 4-10 預測誤差值比較表

小時	實際值(ppb)	O <sub>3</sub>		O <sub>3</sub> +NO <sub>x</sub>		ΔMAPE*
		預測值(ppb)	MAPE	預測值(ppb)	MAPE	
1	22	33.37	51.67%	28.01	27.30%	-24.37%
2	20	42.02	110.12%	34.17	70.85%	-39.27%
3	22	40.05	82.03%	12.18	44.66%	-37.38%
4	26	35.76	37.54%	13.66	47.46%	9.92%
5	26	26.23	0.90%	19.27	25.87%	24.97%
6	19	20.35	7.11%	10.47	44.89%	37.78%
7	18	12.06	32.97%	4.48	75.10%	42.13%
8	16	14.25	10.91%	15.62	2.39%	-8.52%
9	20	17.13	14.33%	32.73	63.67%	49.34%
10	25	25.75	3.00%	29.67	18.69%	15.68%
11	28	44.73	59.75%	53.01	89.31%	29.56%
12	35	60.62	73.21%	46.83	33.80%	-39.42%
13	43	60.62	40.97%	47.39	10.22%	-30.75%
14	43	50.30	16.99%	53.07	23.42%	6.43%
15	38	55.54	46.17%	51.20	34.73%	-11.44%
16	30	44.04	46.81%	24.30	19.01%	-27.79%
17	25	33.86	35.43%	27.27	9.07%	-26.36%
18	18	26.02	44.57%	24.85	38.03%	-6.54%
19	21	22.56	7.44%	19.32	8.02%	0.58%
20	15	13.65	8.97%	17.46	16.38%	7.41%
21	15	12.45	16.98%	17.98	19.86%	2.87%
22	15	11.86	20.90%	14.72	1.87%	-19.03%
23	16	15.29	4.47%	22.43	40.16%	35.69%
24	17	19.56	15.04%	11.91	29.95%	14.91%

「\*」：ΔMAPE= MAPE(加入 NO<sub>x</sub>)- MAPE

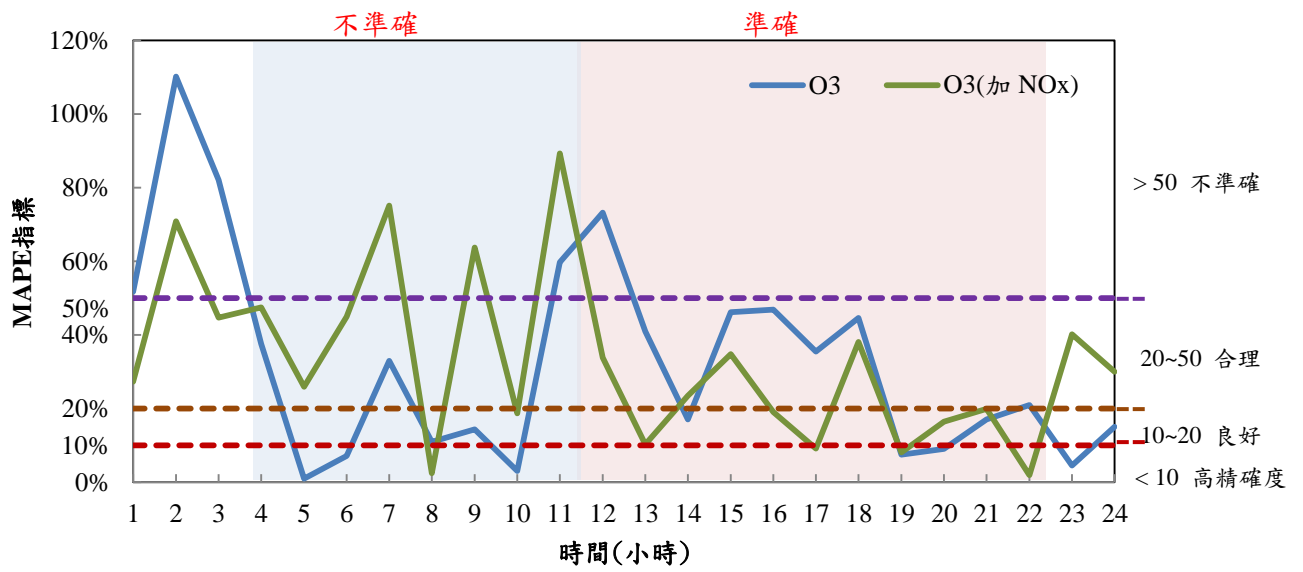


圖 4-12 預測誤差時間序列變化圖



## 第五章 結論與建議

### 5-1 結論

本研究主要工作為利用數學分析方法，進行台中大里地區臭氧濃度預測，主要結論如下所述：

1. 貝氏信賴網路可以解決迴歸分析理論上，在臭氧濃度預測模式中之非線性問題所造成之困擾。
2. 由馬可夫鏈方法可以得知，可使因子透過轉換矩陣得到正確的機率值，能有效的幫助我們建立臭氧濃度之預測模型。
3. 進行蒙地卡羅模擬時，再加上貝氏信賴網路與馬可夫鏈的分析結果，能有效的預測未來臭氧濃度的變化趨勢。因此，在此模式的協助下，將可知道臭氧短期內的變動趨勢，提供民眾及政府提前做好預防措施，以降低人體健康之危害。
4. 由預測模型所預測出之結果，在一天當中，早上臭氧濃度慢慢升高，到了中午時段臭氧濃度達到最高值，下午臭氧濃度逐漸下降。趨勢變化與實測值相符，此模型能有效預測未來臭氧濃度變化。
5. 將未加入  $\text{NO}_x$  濃度的預測模型與加入  $\text{NO}_x$  濃度的預測模型，進行預測模式之檢定，結果顯示在第 4 小時至第 11 小時，以及第 20 小時至第 24 小時預測出的臭氧濃度，經由誤差檢定結果在合理範圍，而在不準確的部分大致都集中在白天。
6. 在建立模型上，第 4~11 小時之預測臭氧濃度，加入臭氧濃度預測出的結果較準確，而在第 12~22 小時之預測臭氧濃度，加入  $\text{NO}_x$  濃度進行臭氧濃度之預測，使預測結果更精準，符合實際觀察值。

## 5-2 建議

本研究發現在所建立之臭氧濃度預測模型中加入  $\text{NO}_x$  污染物因子，預測之結果仍不準確，而不準確的部分大致都集中在白天。在探討不準確導致的因素時，發現可能受到許多外在的影響因素，例如：陽光日照量或其他污染物質等不確定因素。且本預測模型未考慮溫度、濕度等變化，所以導致臭氧濃度難以預測。

根據第四章結果與討論之探討，建議可加入其他污染物質，例如：NMHC 等，能使預測出的模型能符合觀察值，預測結果更加準確，另外，在迴歸分析上，可進一步探討高濃度分布與低濃度分布的變化，比較顯著性，進行更深入的探討與比較，而在建立模型上，如圖 4-12 預測出準確與不準確的時間點，關於時間延遲的部分，本研究未考量到，但爾後會將此方法做為一延伸研究。

以提供更準確的未來臭氧濃度之預警機制，使民眾或政府提前知道空氣中臭氧濃度過高或空氣污染嚴重，以提前做好預防措施，減少人體健康之危害。

雖然本研究預測結果仍有許多改進空間，但提出的流程架構仍發揮一定作用，希望能提供未來研究類似相關議題者之參考。

## 參考文獻

- Armstrong, B. and D. Davis, "Finite Mathematics, " Prentice Hall, 2003.
- Broadwater, W. T., R. C. Hoehn, and P. H. King, "Sensitivity of Three Selected Bacterial Species to Ozone," *Applied Microbiology*, Vol. 26, NO. 3, pp. 391-393, 1973.
- Bromberg, P. A., "Ozone-induced human respiratory dysfunction and disease, " *Toxicology Letters*, Vol. 82, NO. 83, pp. 307-316, 1995.
- Bufler, F. M., A. Schenk, and W. Fichtner, "Proof of a Simple Time-Step Propagation Scheme for Monte Carlo Simulation," *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol. 62, pp. 323-326, 2003.
- Bao, N., C. Wang, "A Monte Carlo simulation based inverse propagation method for stochastic model updating, " *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol. 60-61, pp. 928-944, 2015.
- Friedberg, S. H., A. J. Insel, and L. E. Spence, "Linear Algebra," Prentice-Hall International, 1992.
- Frigessi, A., C. R. Hwang, and L. Younes, "Optimal Spectral Structure of Reversible Stochastic Matrices, Monte Carlo Methods and the Simulation of Markov Random Fields," *Annals of Applied Probability*, Vol. 2, pp. 610-628, 1992.
- Graham, J. A., L. D. Grant, L. J. Folinsbee, D. J. Kotchmar, and J. H. B. Garner, "Nitrogen Oxides, " *International Programme on Chemical Safety*, Vol. 2, 1997.
- Lewis, C. D., "Industrial and Business Forecasting Methods," Butterworth-Heinemann, 1982.
- Lewis, E.B., "Control of Body Segment differentiation in *Drosophila* by the Bithorax Gene Complex," *Embryonic Development*, pp. 269-288, 1982.
- Panigrahi, S., A. Kundu, S. Sural, and A. K. Majumdar, "Credit Card Fraud Detection: A Fusion Approach Using Dempster-Shafer Theory and Bayesian Learning," *Information Fusion*, Vol. 10, pp. 354-363, 2009.
- Syri, S., M. Amann, W. Schopp, and C. Heyes, "Estimating Long-Term Population Exposure to Ozone in Urban Areas of Europe," *Environment Pollution*, Vol. 113, pp. 59-69, 2001.

- Taalab, K., R. Corstanje, J. Zawadzka, T. Mayr, M. J. Whelan, J. A. Hannam, R. Creamer, "On the application of Bayesian Networks in Digital Soil Mapping," *Geoderma*, Vol. 259–260, pp. 134-148, 2015.
- Usatenko, O. V., S. S. Apostolov, Z. A. Mayzelis, and S. S. Melnik, "Random Finite-Valued Dynamical Systems: Additive Markov Chain Approach," Cambridge Scientific Publisher, 2010.
- 王娟、倪健，「植物種分佈的模式研究發展」，植物生態學報，第 30 卷，第 6 期，第 1040-1053 頁，2006。
- 王偉政，「高屏地區空氣品質的周末效應」，碩士論文，淡江大學水資源及環境工程學系，台北，2009。
- 王嘉男、王敬文、郭佳銘，「指紋類別與人格特質關聯性分析」，工程科技與教育學刊，第 7 卷，第 3 期，第 476-483 頁，2010。
- 吳介銘，「發展熱危害與日光紫外線暴露之健康危害生理指標」，碩士論文，中國醫學大學職業安全衛生學系碩士班，台中，2009。
- 吳有微，「BOT 專案時程風險管理探討-以高速公路電子收費建置為例」，碩士論文，國立高雄應用科技大學工業工程與管理系，高雄，2009。
- 呂哲帆，「機率推理在環境風險分析應用之初探」，碩士論文，大葉大學環境工程學系，彰化，2008。
- 李凱平，「結合模糊理論及馬可夫鏈評估顧客價值」，碩士論文，國立嘉義大學資訊管理學系碩士班，嘉義，2007。
- 林千翔，「基於特製隱藏式馬可夫模型之中文斷詞研究」，碩士論文，國立中央大學資訊工程研究所，桃園，2005。
- 林利澄，「運用蒙地卡羅模擬法於量化專案引發學生症候群之影響與衝擊」，碩士論文，元智大學工業工程與管理學系，桃園，2012。
- 林志榮，「結合隱藏式馬可夫模型與類神經網路之國語語音辨識」，碩士論文，國立中央大學電機工程研究所，桃園，2000。

- 林映君，「臭氧對健康大鼠心血管生理指標之影響」，碩士論文，國立臺灣大學職業醫學與工業衛生研究所，台北，2012。
- 林庭煒，「應用馬可夫鏈模式於網站服務效能評估」，博士論文，國立成功大學交通管理學系碩博士班，台南，2007。
- 林嘉祥，「某工業區大氣中揮發性有機物時空特徵調查及臭氧生成潛勢之分析」，碩士論文，國立中山大學環境工程研究所，高雄，2011。
- 唐心皓，「吹牛骰子之人工智慧改良」，碩士論文，國立臺灣師範大學資訊工程研究所，台北，2011。
- 孫嘉正，「運用蒙地卡羅模擬預測關鍵設備維護時間點之研究—以半導體廠為例」，碩士論文，大葉大學工業工程與科技管理學系碩士在職專班，彰化，2008。
- 高崑銘、吳信宏、謝俊逸，「利用馬可夫鏈模式分析便利商店顧客之消費模式」，價值管理之案例探討期刊，第9卷，第44-50頁，2005。
- 高瑄仟，「臭氧和氣懸微粒對人類上皮細胞 DNA 傷害之研究」，碩士論文，國立臺灣大學職業醫學與工業衛生研究所，台北，2002。
- 張彥駿，「臭氧對國小學童尖峰吐氣流量率之短期效應」，碩士論文，國立臺灣大學職業醫學與工業衛生研究所，台北，2002。
- 張素珠，「桃園綜合醫院感染性廢棄物產出之研究」，碩士論文，國立中央大學環境工程研究所碩士在職專班，桃園，2011。
- 張影、周國華，「蒙特卡羅模擬在投資項目風險分析中的應用」，商場現代化，第519卷，第190頁，2007。
- 張耀華，「以時間序列法預測中部地區臭氧濃度之探討」，碩士論文，東海大學環境科學與工程學系，台中，1996。
- 莊仁文，「翡翠水庫優養化因子之時間序列分析」，碩士論文，中華大學土木工程學系碩士班，新竹，2006。
- 許瓊文，「應用類神經網路模擬高雄都會區臭氧濃度趨勢變化之研究」，碩士論文，國立中山大學環境工程研究所，高雄，2008。



- 陳文程，「不同模式及取樣技巧對臭氧濃度預測之影響研究」，碩士論文，弘光科技大學環境工程研究所，台中，2010。
- 陳旭昇，「時間序列分析-總體經濟與財務金融之應用」，東華書局，第二版，2013。
- 陳遠泰，「馬可夫鏈均衡之探討-案例分析」，碩士論文，國立高雄第一科技大學風險管理與保險所，高雄，2010。
- 曾銘健，「行動通訊系統中基於馬爾可夫模式之通道模型與適應性調變技術」，博士論文，國立台北科技大學機電科技研究所，台北，2005。
- 黃信翰，「吹牛骰子之人工智慧研究」，碩士論文，國立臺灣師範大學資訊工程研究所，台北，2009。
- 溫耀旭，「屏東市區細懸浮微粒 pm2.5 之預測模型」，碩士論文，屏東科技大學工業管理系所，屏東，2011。
- 詹昆衛，「臭氧處理對 *Eimeriatenella* 卵囊活性與其免疫性之探討」，碩士論文，國立中興大學獸醫學系，台中，2002。
- 廖怡雯，「運用馬可夫鏈模式於台中市土地利用變遷之研究」，碩士論文，逢甲大學土地管理系，台中，2003。
- 劉明岳，「LTE DRX 機制使用馬可夫鏈改善能源消耗研究」，碩士論文，國立東華大學電機工程學系，花蓮，2012。
- 劉倩伶，「應用蒙地卡羅模擬與交叉效率結合資料包絡分析法-評估 LED 產業經營績效」，碩士論文，元智大學工業工程與管理學系，桃園，2013。
- 蔡孝忠、呂國臣、許乃寧、賈愛玫，「蒙地卡羅法在颱風侵襲機率估計的應用」，大氣科學，第 39 卷，第 3 期，第 269-288 頁，2011。
- 蔡孟君，「臭氧對台灣地區植物之影響」，碩士論文，國立臺灣大學植物病蟲害學系，台北，1994。
- 蔡詠安，「氣象條件與臭氧事件日相關性之探討：以高高屏地區為例」，碩士論文，國立中山大學環境工程研究所，高雄，2002。

鄭文吉，「漫談蒙地卡羅法的原理及其應用」，行政院農業委員會高雄區農業改良場研究彙報，第 23 卷，第 1 期，第 26-42 頁，2013。

戴正光，「臭氧處理養殖水質之基礎研究」，碩士論文，國立中興大學農業機械工程學系，台中，2002。

謝明瑞，「商情預測」，國立空中大學，第一版，2011。

魏瑞慧，「層級貝氏模型應用於信用卡顧客消費行為分析之研究」，碩士論文，國立臺北大學統計學系，新北市，2008。

蘇育代，「行銷策略與消費者行為交互影響之研究—馬可夫鏈理論與數理模式建構之運用」，碩士論文，國立臺北大學企業管理學系，新北市，2004。



## 附錄

### 附表一 第 t 小時轉換至第 t+1 小時之臭氧機率轉換矩陣表

附表 1-1 第 1 小時轉換至第 2 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第2小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 1 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.73	0.10	0.05	0.05	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.14	0.61	0.16	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.04	0.15	0.50	0.17	0.07	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.04	0.04	0.23	0.39	0.16	0.08	0.04	0.01	0.01	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.01	0.04	0.10	0.21	0.35	0.19	0.05	0.04	0.00	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.00	0.02	0.07	0.25	0.37	0.21	0.04	0.04	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.01	0.01	0.00	0.04	0.09	0.25	0.35	0.19	0.05	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.19	0.51	0.20	0.03
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.22	0.54	0.14
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.16	0.80

附表 1-2 第 2 小時轉換至第 3 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第3小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 2 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.78	0.10	0.05	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.17	0.58	0.15	0.06	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.02	0.25	0.43	0.16	0.08	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.01	0.07	0.22	0.39	0.16	0.08	0.05	0.01	0.01	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.00	0.02	0.07	0.18	0.39	0.21	0.08	0.03	0.01	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.01	0.04	0.11	0.24	0.32	0.20	0.05	0.03	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.00	0.01	0.04	0.09	0.26	0.33	0.19	0.05	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.05	0.24	0.47	0.19	0.03
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.19	0.57	0.15
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.14	0.81

附表 1-3 第 3 小時轉換至第 4 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第4小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 3 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.79	0.12	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.15	0.59	0.15	0.05	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.04	0.18	0.44	0.17	0.10	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.02	0.06	0.18	0.37	0.24	0.07	0.04	0.02	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.01	0.02	0.08	0.26	0.32	0.20	0.07	0.02	0.00	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.01	0.04	0.09	0.25	0.34	0.18	0.08	0.02	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.00	0.03	0.01	0.04	0.24	0.41	0.22	0.05	0.00
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.09	0.24	0.45	0.16	0.00
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.17	0.62	0.17
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.14	0.82

附表 1-4 第 4 小時轉換至第 5 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第5小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 4 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.77	0.11	0.05	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.10	0.65	0.16	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.04	0.18	0.47	0.19	0.04	0.05	0.02	0.00	0.01	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.03	0.05	0.22	0.35	0.24	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.03	0.01	0.05	0.26	0.35	0.19	0.08	0.02	0.01	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.01	0.01	0.04	0.09	0.21	0.33	0.24	0.04	0.02	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.01	0.02	0.02	0.05	0.23	0.43	0.19	0.04	0.00
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.16	0.52	0.20	0.01
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.19	0.60	0.14
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.14	0.83

附表 1-5 第 5 小時轉換至第 6 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第6小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 5 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.39	0.17	0.24	0.11	0.00	0.03	0.02	0.03	0.01	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.28	0.14	0.29	0.17	0.05	0.02	0.03	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.21	0.00	0.21	0.28	0.12	0.08	0.06	0.01	0.01	0.01
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.17	0.01	0.12	0.21	0.25	0.16	0.03	0.03	0.01	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.13	0.02	0.05	0.13	0.25	0.25	0.10	0.04	0.01	0.01
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.09	0.00	0.05	0.08	0.20	0.26	0.20	0.09	0.03	0.01
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.08	0.00	0.03	0.01	0.07	0.16	0.32	0.24	0.07	0.02
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.12	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	0.19	0.36	0.23	0.02
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.11	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.16	0.50	0.17
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.12	0.77

附表 1-6 第 6 小時轉換至第 7 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第7小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 6 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.26	0.18	0.09	0.07	0.04	0.09	0.08	0.06	0.08	0.05
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.72	0.20	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.20	0.45	0.20	0.08	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.05	0.11	0.35	0.25	0.14	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.00	0.04	0.16	0.26	0.28	0.15	0.08	0.01	0.01	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.06	0.11	0.16	0.22	0.20	0.17	0.06	0.02	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.01	0.05	0.09	0.16	0.25	0.25	0.15	0.03	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0.14	0.23	0.41	0.11	0.01
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.09	0.20	0.51	0.16
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	0.18	0.74

附表 1-7 第 7 小時轉換至第 8 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第8小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第 7 小 時	$P(X_{t,1})$	0.75	0.15	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.12	0.47	0.25	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.06	0.19	0.29	0.23	0.13	0.04	0.04	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.03	0.07	0.19	0.24	0.20	0.15	0.06	0.05	0.01	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.01	0.06	0.08	0.14	0.17	0.23	0.23	0.07	0.01	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.03	0.03	0.06	0.10	0.17	0.19	0.18	0.14	0.07	0.02
	$P(X_{t,7})$	0.00	0.01	0.06	0.10	0.13	0.12	0.21	0.23	0.11	0.03
	$P(X_{t,8})$	0.00	0.01	0.04	0.04	0.10	0.14	0.13	0.16	0.27	0.11
	$P(X_{t,9})$	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.11	0.14	0.21	0.26	0.23
	$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.11	0.20	0.64

附表 1-8 第 8 小時轉換至第 9 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第9小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第 8 小 時	$P(X_{t,1})$	0.62	0.27	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.23	0.31	0.26	0.12	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.08	0.24	0.25	0.21	0.11	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.03	0.08	0.19	0.25	0.21	0.12	0.06	0.05	0.03	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.02	0.04	0.13	0.15	0.22	0.18	0.08	0.12	0.05	0.02
	$P(X_{t,6})$	0.00	0.01	0.07	0.14	0.15	0.20	0.17	0.14	0.10	0.02
	$P(X_{t,7})$	0.00	0.00	0.03	0.09	0.13	0.20	0.25	0.14	0.12	0.04
	$P(X_{t,8})$	0.02	0.00	0.02	0.02	0.08	0.14	0.17	0.25	0.21	0.07
	$P(X_{t,9})$	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.08	0.12	0.22	0.27	0.26
	$P(X_{t,10})$	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.15	0.21	0.57

附表 1-9 第 9 小時轉換至第 10 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第10小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第 9 小 時	$P(X_{t,1})$	0.50	0.31	0.13	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.25	0.31	0.21	0.13	0.05	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.08	0.22	0.24	0.19	0.12	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.05	0.11	0.20	0.21	0.15	0.14	0.06	0.06	0.01	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.03	0.04	0.13	0.18	0.22	0.14	0.12	0.10	0.06	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.04	0.01	0.07	0.14	0.20	0.16	0.17	0.10	0.08	0.02
	$P(X_{t,7})$	0.01	0.00	0.01	0.08	0.15	0.21	0.23	0.16	0.09	0.04
	$P(X_{t,8})$	0.01	0.00	0.00	0.03	0.09	0.18	0.17	0.19	0.22	0.10
	$P(X_{t,9})$	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.17	0.25	0.27	0.21
	$P(X_{t,10})$	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.11	0.22	0.62

附表 1-10 第 10 小時轉換至第 11 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第11小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第10 小時	$P(X_{t,1})$	0.58	0.23	0.06	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03
	$P(X_{t,2})$	0.18	0.43	0.17	0.10	0.04	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.06	0.25	0.28	0.16	0.12	0.08	0.04	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.04	0.07	0.26	0.25	0.16	0.08	0.08	0.04	0.02	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.03	0.01	0.12	0.26	0.27	0.13	0.10	0.05	0.03	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.01	0.00	0.05	0.19	0.20	0.25	0.17	0.09	0.03	0.01
	$P(X_{t,7})$	0.02	0.00	0.00	0.06	0.15	0.25	0.24	0.15	0.10	0.02
	$P(X_{t,8})$	0.02	0.00	0.00	0.01	0.04	0.11	0.24	0.33	0.20	0.05
	$P(X_{t,9})$	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.09	0.28	0.36	0.22
	$P(X_{t,10})$	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.24	0.66

附表 1-11 第 11 小時轉換至第 12 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第12小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第11 小時	$P(X_{t,1})$	0.71	0.14	0.04	0.03	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02
	$P(X_{t,2})$	0.13	0.57	0.19	0.07	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.02	0.23	0.39	0.22	0.11	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.04	0.05	0.30	0.29	0.18	0.10	0.03	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.01	0.01	0.09	0.28	0.26	0.21	0.10	0.04	0.00	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.01	0.00	0.01	0.07	0.28	0.29	0.20	0.10	0.03	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.01	0.00	0.00	0.02	0.07	0.24	0.38	0.20	0.06	0.01
	$P(X_{t,8})$	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.07	0.23	0.35	0.24	0.04
	$P(X_{t,9})$	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.06	0.22	0.41	0.23
	$P(X_{t,10})$	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.23	0.70

附表 1-12 第 12 小時轉換至第 13 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第13小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第12 小時	$P(X_{t,1})$	0.70	0.12	0.07	0.02	0.01	0.02	0.01	0.00	0.04	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.15	0.64	0.14	0.05	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.02	0.20	0.48	0.23	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.03	0.03	0.23	0.41	0.21	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.02	0.00	0.07	0.20	0.34	0.26	0.09	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.03	0.01	0.01	0.05	0.27	0.34	0.20	0.09	0.00	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.01	0.00	0.00	0.02	0.05	0.21	0.42	0.21	0.05	0.01
	$P(X_{t,8})$	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.06	0.16	0.42	0.25	0.04
	$P(X_{t,9})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.07	0.19	0.48	0.20
	$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.18	0.74

附表 1-13 第 13 小時轉換至第 14 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第14小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第13 小時	$P(X_{t,1})$	0.75	0.11	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.15	0.65	0.16	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.01	0.21	0.52	0.19	0.06	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.01	0.02	0.21	0.42	0.22	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.03	0.01	0.06	0.24	0.38	0.22	0.06	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.01	0.00	0.02	0.06	0.24	0.35	0.26	0.06	0.00	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.02	0.00	0.01	0.03	0.05	0.21	0.36	0.26	0.06	0.00
	$P(X_{t,8})$	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.08	0.18	0.41	0.24	0.04
	$P(X_{t,9})$	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.20	0.44	0.24
	$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.24	0.71

附表 1-14 第 14 小時轉換至第 15 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第15小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第14 小時	$P(X_{t,1})$	0.67	0.15	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01
	$P(X_{t,2})$	0.12	0.65	0.20	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.03	0.14	0.51	0.27	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.04	0.04	0.18	0.43	0.22	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.01	0.02	0.04	0.20	0.39	0.26	0.06	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.05	0.00	0.02	0.05	0.21	0.35	0.26	0.06	0.00	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.02	0.00	0.00	0.01	0.06	0.19	0.40	0.26	0.05	0.00
	$P(X_{t,8})$	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.07	0.18	0.37	0.28	0.04
	$P(X_{t,9})$	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.20	0.46	0.22
	$P(X_{t,10})$	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0.18	0.72

附表 1-15 第 15 小時轉換至第 16 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第16小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第15 小時	$P(X_{t,1})$	0.67	0.14	0.04	0.01	0.04	0.02	0.01	0.04	0.03	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.06	0.67	0.24	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.05	0.13	0.54	0.22	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.03	0.04	0.14	0.48	0.24	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.04	0.00	0.03	0.13	0.38	0.30	0.10	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.06	0.02	0.01	0.07	0.19	0.31	0.26	0.06	0.01	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.02	0.00	0.00	0.04	0.08	0.22	0.32	0.22	0.07	0.02
	$P(X_{t,8})$	0.04	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.18	0.41	0.26	0.03
	$P(X_{t,9})$	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.20	0.49	0.19
	$P(X_{t,10})$	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.14	0.75

附表 1-16 第 16 小時轉換至第 17 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第17小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第16 小時	$P(X_{t,1})$	0.68	0.07	0.05	0.04	0.04	0.00	0.06	0.00	0.04	0.01
	$P(X_{t,2})$	0.15	0.65	0.18	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.04	0.25	0.44	0.19	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.02	0.03	0.22	0.44	0.21	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.01	0.00	0.08	0.19	0.35	0.29	0.06	0.02	0.00	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.03	0.00	0.01	0.09	0.20	0.31	0.27	0.07	0.01	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.03	0.00	0.01	0.01	0.08	0.23	0.33	0.24	0.05	0.00
	$P(X_{t,8})$	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.08	0.21	0.40	0.24	0.01
	$P(X_{t,9})$	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	0.22	0.48	0.21
	$P(X_{t,10})$	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.17	0.75

附表 1-17 第 17 小時轉換至第 18 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第18小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第17 小時	$P(X_{t,1})$	0.62	0.14	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.01
	$P(X_{t,2})$	0.22	0.46	0.25	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.07	0.24	0.34	0.25	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.04	0.09	0.24	0.24	0.25	0.11	0.01	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.02	0.03	0.10	0.18	0.29	0.26	0.09	0.02	0.01	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.03	0.01	0.03	0.14	0.20	0.28	0.21	0.10	0.01	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.01	0.00	0.01	0.04	0.11	0.21	0.32	0.26	0.03	0.00
	$P(X_{t,8})$	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03	0.06	0.29	0.34	0.21	0.03
	$P(X_{t,9})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.04	0.20	0.51	0.20
	$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.19	0.76

附表 1-18 第 18 小時轉換至第 19 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第19小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第18 小時	$P(X_{t,1})$	0.63	0.22	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01
	$P(X_{t,2})$	0.19	0.36	0.28	0.13	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.07	0.17	0.25	0.27	0.13	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.05	0.13	0.22	0.22	0.21	0.12	0.03	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.01	0.06	0.10	0.13	0.24	0.25	0.14	0.05	0.00	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.01	0.05	0.07	0.11	0.22	0.18	0.19	0.16	0.01	0.01
	$P(X_{t,7})$	0.00	0.02	0.04	0.05	0.12	0.14	0.29	0.22	0.10	0.01
	$P(X_{t,8})$	0.01	0.00	0.02	0.01	0.03	0.13	0.19	0.29	0.28	0.03
	$P(X_{t,9})$	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.06	0.10	0.19	0.43	0.18
	$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.16	0.78



附表 1-19 第 19 小時轉換至第 20 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第20小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第19 小時	$P(X_{t,1})$	0.61	0.24	0.08	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.20	0.32	0.28	0.12	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.09	0.19	0.26	0.24	0.14	0.05	0.01	0.01	0.01	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.04	0.12	0.19	0.21	0.24	0.12	0.07	0.01	0.01	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.02	0.06	0.10	0.20	0.25	0.20	0.14	0.03	0.01	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.01	0.03	0.06	0.07	0.16	0.26	0.21	0.14	0.05	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.01	0.02	0.04	0.09	0.09	0.16	0.24	0.25	0.09	0.02
	$P(X_{t,8})$	0.00	0.00	0.01	0.03	0.07	0.10	0.21	0.28	0.25	0.04
	$P(X_{t,9})$	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	0.08	0.22	0.40	0.22
	$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03	0.04	0.17	0.74

附表 1-20 第 20 小時轉換至第 21 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第21小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第20 小時	$P(X_{t,1})$	0.64	0.23	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.13	0.43	0.32	0.08	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.10	0.17	0.29	0.28	0.10	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.05	0.09	0.18	0.22	0.26	0.11	0.04	0.03	0.01	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.03	0.02	0.11	0.20	0.25	0.21	0.13	0.05	0.01	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.01	0.01	0.05	0.10	0.16	0.30	0.25	0.10	0.03	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.00	0.00	0.02	0.06	0.11	0.18	0.27	0.25	0.10	0.00
	$P(X_{t,8})$	0.01	0.00	0.00	0.03	0.05	0.12	0.15	0.33	0.25	0.06
	$P(X_{t,9})$	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.10	0.17	0.45	0.19
	$P(X_{t,10})$	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.16	0.73

附表 1-21 第 21 小時轉換至第 22 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第22小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第21 小時	$P(X_{t,1})$	0.75	0.16	0.04	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.11	0.50	0.27	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.07	0.19	0.34	0.21	0.09	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.03	0.06	0.18	0.34	0.23	0.09	0.05	0.01	0.01	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.01	0.03	0.09	0.22	0.26	0.26	0.08	0.03	0.00	0.01
	$P(X_{t,6})$	0.00	0.03	0.04	0.12	0.19	0.27	0.24	0.11	0.00	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.00	0.01	0.02	0.04	0.11	0.18	0.33	0.24	0.05	0.02
	$P(X_{t,8})$	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.10	0.18	0.35	0.25	0.04
	$P(X_{t,9})$	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.07	0.21	0.45	0.23
	$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.04	0.21	0.72

附表 1-22 第 22 小時轉換至第 23 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第23小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第22 小時	$P(X_{t,1})$	0.70	0.23	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.12	0.55	0.19	0.06	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.04	0.14	0.46	0.21	0.09	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.04	0.12	0.14	0.34	0.25	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.01	0.05	0.09	0.21	0.24	0.26	0.07	0.05	0.01	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.00	0.02	0.04	0.08	0.22	0.29	0.22	0.10	0.02	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.00	0.01	0.01	0.04	0.07	0.20	0.35	0.25	0.06	0.01
	$P(X_{t,8})$	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.07	0.23	0.36	0.22	0.05
	$P(X_{t,9})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.04	0.20	0.51	0.19
	$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.07	0.18	0.73

附表 1-23 第 23 小時轉換至第 24 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第24小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第23 小時	$P(X_{t,1})$	0.83	0.09	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.15	0.56	0.16	0.07	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.03	0.21	0.45	0.16	0.06	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.01	0.04	0.18	0.38	0.20	0.12	0.04	0.01	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.02	0.03	0.09	0.23	0.29	0.16	0.11	0.04	0.01	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.00	0.01	0.08	0.09	0.25	0.33	0.16	0.07	0.01	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.00	0.00	0.01	0.02	0.08	0.24	0.32	0.28	0.06	0.00
	$P(X_{t,8})$	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.08	0.21	0.38	0.26	0.03
	$P(X_{t,9})$	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.09	0.19	0.45	0.22
	$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.18	0.76

附表 1-24 第 24 小時轉換至第 1 小時之臭氧機率轉換矩陣表

		第1小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第24 小時	$P(X_{t,1})$	0.23	0.08	0.08	0.08	0.12	0.07	0.11	0.10	0.09	0.05
	$P(X_{t,2})$	0.18	0.25	0.10	0.07	0.09	0.08	0.08	0.05	0.05	0.06
	$P(X_{t,3})$	0.12	0.11	0.20	0.10	0.10	0.07	0.09	0.06	0.07	0.07
	$P(X_{t,4})$	0.07	0.11	0.14	0.15	0.11	0.09	0.08	0.10	0.07	0.07
	$P(X_{t,5})$	0.07	0.10	0.09	0.12	0.13	0.16	0.10	0.06	0.09	0.06
	$P(X_{t,6})$	0.09	0.11	0.10	0.14	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.06
	$P(X_{t,7})$	0.03	0.09	0.07	0.10	0.13	0.19	0.08	0.11	0.10	0.10
	$P(X_{t,8})$	0.06	0.06	0.10	0.09	0.11	0.09	0.12	0.12	0.16	0.09
	$P(X_{t,9})$	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.13	0.14	0.11	0.18
	$P(X_{t,10})$	0.02	0.04	0.04	0.08	0.05	0.08	0.10	0.13	0.18	0.28

## 附表二 第 t 小時轉換至第 t+1 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

附表 2-1 第 1 小時轉換至第 2 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第2小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 1 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.72	0.21	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.20	0.47	0.24	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.04	0.25	0.41	0.22	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.01	0.08	0.23	0.35	0.24	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.01	0.02	0.05	0.27	0.36	0.21	0.05	0.02	0.00	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.01	0.00	0.02	0.05	0.16	0.39	0.32	0.04	0.01	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.01	0.00	0.00	0.02	0.09	0.19	0.38	0.26	0.04	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.18	0.41	0.25	0.04
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.20	0.50	0.22
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.22	0.72

附表 2-2 第 2 小時轉換至第 3 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第3小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 2 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.74	0.21	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.17	0.50	0.28	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.05	0.21	0.41	0.24	0.07	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.03	0.03	0.23	0.42	0.23	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.01	0.01	0.07	0.20	0.41	0.21	0.07	0.02	0.00	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.01	0.00	0.07	0.19	0.46	0.20	0.05	0.00	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.21	0.44	0.22	0.06	0.00
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.13	0.50	0.27	0.03
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.09	0.17	0.50	0.22
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.16	0.75

附表 2-3 第 3 小時轉換至第 4 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第4小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 3 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.60	0.23	0.08	0.04	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.26	0.37	0.20	0.12	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.07	0.29	0.26	0.24	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.03	0.09	0.20	0.33	0.23	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.01	0.04	0.13	0.19	0.35	0.21	0.07	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.02	0.01	0.03	0.10	0.15	0.28	0.30	0.08	0.03	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.00	0.01	0.04	0.08	0.17	0.38	0.25	0.06	0.00
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.11	0.17	0.36	0.30	0.05
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.06	0.15	0.47	0.27
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.11	0.18	0.67

附表 2-4 第 4 小時轉換至第 5 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第5小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 4 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.75	0.16	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.20	0.43	0.26	0.09	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.05	0.26	0.40	0.21	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.03	0.09	0.19	0.38	0.23	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.00	0.04	0.08	0.20	0.40	0.21	0.07	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.01	0.01	0.06	0.22	0.40	0.24	0.04	0.01	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.21	0.45	0.23	0.04	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.17	0.53	0.20	0.02
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.19	0.58	0.17
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.18	0.79

附表 2-5 第 5 小時轉換至第 6 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第6小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 5 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.67	0.21	0.05	0.04	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.21	0.41	0.18	0.14	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.05	0.29	0.28	0.23	0.10	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.01	0.09	0.24	0.31	0.18	0.12	0.03	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.01	0.05	0.10	0.27	0.33	0.20	0.04	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.01	0.01	0.03	0.08	0.19	0.38	0.23	0.07	0.00	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.22	0.43	0.21	0.05	0.00
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.19	0.44	0.25	0.03
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.20	0.51	0.20
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.19	0.76

附表 2-6 第 6 小時轉換至第 7 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第7小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 6 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.59	0.19	0.13	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.29	0.31	0.19	0.11	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.08	0.30	0.29	0.20	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.02	0.14	0.23	0.27	0.19	0.13	0.02	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.01	0.02	0.15	0.26	0.23	0.18	0.11	0.02	0.00	0.01
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.01	0.01	0.03	0.10	0.21	0.27	0.25	0.09	0.02	0.01
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.05	0.14	0.19	0.28	0.25	0.07	0.00
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.11	0.21	0.38	0.23	0.03
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0.23	0.48	0.20
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.19	0.75

附表 2-7 第 7 小時轉換至第 8 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第8小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 7 小 時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.56	0.20	0.13	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.25	0.27	0.18	0.18	0.07	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.08	0.22	0.24	0.17	0.15	0.09	0.05	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.05	0.16	0.22	0.21	0.18	0.12	0.06	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.04	0.06	0.12	0.19	0.19	0.18	0.14	0.05	0.02	0.01
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.03	0.06	0.10	0.12	0.17	0.22	0.15	0.09	0.05	0.01
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.01	0.00	0.05	0.14	0.19	0.26	0.22	0.09	0.04
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	0.13	0.22	0.25	0.24	0.08
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.12	0.25	0.37	0.20
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08	0.24	0.65

附表 2-8 第 8 小時轉換至第 9 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第9小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 8 小 時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.63	0.25	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.22	0.33	0.26	0.13	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.06	0.27	0.27	0.18	0.17	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.03	0.09	0.17	0.34	0.20	0.13	0.04	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.03	0.04	0.11	0.20	0.27	0.24	0.09	0.01	0.01	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.00	0.06	0.11	0.17	0.29	0.25	0.09	0.03	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.01	0.01	0.03	0.02	0.09	0.15	0.32	0.24	0.11	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.11	0.21	0.33	0.29	0.02
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.10	0.26	0.37	0.24
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.05	0.19	0.73

附表 2-9 第 9 小時轉換至第 10 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第10小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 9 小 時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.57	0.26	0.10	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.21	0.42	0.20	0.12	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.08	0.21	0.34	0.21	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.03	0.09	0.24	0.25	0.24	0.13	0.02	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.02	0.02	0.11	0.21	0.23	0.26	0.12	0.03	0.00	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.01	0.01	0.04	0.08	0.19	0.26	0.28	0.11	0.01	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.01	0.00	0.02	0.04	0.09	0.15	0.30	0.29	0.09	0.00
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.11	0.19	0.32	0.28	0.05
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.07	0.19	0.41	0.25
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.03	0.21	0.68

附表 2-10 第 10 小時轉換至第 11 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第11小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第10 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.65	0.21	0.05	0.03	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.16	0.42	0.28	0.09	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.06	0.24	0.30	0.24	0.11	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.02	0.07	0.17	0.24	0.33	0.13	0.03	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.03	0.03	0.10	0.21	0.24	0.27	0.10	0.02	0.00	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.02	0.00	0.08	0.10	0.12	0.26	0.25	0.14	0.02	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.03	0.00	0.02	0.05	0.10	0.15	0.27	0.24	0.14	0.00
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.02	0.00	0.00	0.04	0.06	0.07	0.16	0.30	0.29	0.06
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.10	0.23	0.38	0.25
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.05	0.19	0.68

附表 2-11 第 11 小時轉換至第 12 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第12小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第11 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.60	0.24	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.13	0.41	0.29	0.11	0.05	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.02	0.23	0.35	0.26	0.08	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.03	0.06	0.16	0.29	0.23	0.13	0.06	0.03	0.01	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.03	0.04	0.07	0.17	0.25	0.22	0.15	0.06	0.01	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.05	0.01	0.05	0.08	0.15	0.25	0.24	0.13	0.03	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.04	0.00	0.00	0.06	0.14	0.16	0.20	0.27	0.11	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.04	0.00	0.01	0.03	0.08	0.09	0.17	0.25	0.27	0.06
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.08	0.19	0.38	0.27
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.07	0.18	0.65

附表 2-12 第 12 小時轉換至第 13 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第13小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第12 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.61	0.12	0.06	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.03
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.18	0.53	0.16	0.07	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.06	0.21	0.40	0.16	0.11	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.02	0.08	0.19	0.31	0.23	0.09	0.05	0.02	0.01	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.01	0.03	0.09	0.28	0.23	0.21	0.10	0.05	0.00	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.02	0.01	0.03	0.10	0.19	0.28	0.20	0.14	0.04	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.02	0.00	0.01	0.05	0.10	0.17	0.26	0.25	0.10	0.03
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.01	0.01	0.00	0.02	0.05	0.11	0.19	0.29	0.24	0.07
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.05	0.11	0.16	0.40	0.22
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.06	0.19	0.65

附表 2-13 第 13 小時轉換至第 14 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第14小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第13 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.64	0.13	0.06	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.02	0.03
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.17	0.43	0.21	0.11	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.05	0.29	0.33	0.16	0.08	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.03	0.07	0.25	0.30	0.14	0.12	0.04	0.01	0.03	0.01
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.01	0.04	0.12	0.19	0.27	0.20	0.11	0.04	0.02	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.01	0.01	0.03	0.08	0.21	0.30	0.22	0.08	0.04	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.01	0.00	0.02	0.05	0.13	0.20	0.30	0.16	0.10	0.02
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.02	0.00	0.00	0.03	0.03	0.10	0.19	0.35	0.20	0.07
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.08	0.23	0.41	0.19
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.07	0.16	0.68

附表 2-14 第 14 小時轉換至第 15 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第15小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第14 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.61	0.17	0.06	0.05	0.03	0.03	0.01	0.00	0.02	0.03
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.14	0.47	0.25	0.09	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.01	0.26	0.36	0.20	0.06	0.06	0.03	0.01	0.00	0.01
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.01	0.08	0.20	0.29	0.24	0.09	0.04	0.05	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.03	0.01	0.07	0.25	0.26	0.22	0.11	0.02	0.01	0.01
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.03	0.01	0.03	0.11	0.21	0.29	0.20	0.07	0.04	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.05	0.02	0.03	0.04	0.13	0.15	0.29	0.18	0.09	0.02
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.05	0.00	0.01	0.01	0.04	0.05	0.23	0.36	0.22	0.03
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.08	0.20	0.45	0.19
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.07	0.15	0.71

附表 2-15 第 15 小時轉換至第 16 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第16小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第15 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.59	0.14	0.04	0.02	0.02	0.04	0.02	0.05	0.05	0.04
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.13	0.49	0.25	0.06	0.03	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.04	0.24	0.32	0.25	0.10	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.04	0.06	0.18	0.28	0.24	0.11	0.05	0.02	0.01	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.05	0.02	0.09	0.14	0.31	0.21	0.09	0.05	0.03	0.02
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.02	0.03	0.03	0.13	0.19	0.26	0.21	0.08	0.02	0.01
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.03	0.00	0.01	0.06	0.12	0.19	0.32	0.17	0.08	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.05	0.00	0.03	0.03	0.04	0.11	0.18	0.34	0.16	0.05
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.10	0.24	0.44	0.15
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.18	0.71

附表 2-16 第 16 小時轉換至第 17 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第17小時									
第16小時		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
	P(X <sub>t,1</sub> )	0.59	0.13	0.04	0.02	0.04	0.06	0.03	0.04	0.04	0.01
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.20	0.53	0.18	0.06	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.05	0.24	0.35	0.19	0.09	0.05	0.00	0.02	0.01	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.04	0.06	0.28	0.25	0.20	0.09	0.04	0.03	0.01	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.02	0.03	0.10	0.22	0.25	0.21	0.11	0.03	0.02	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.01	0.01	0.03	0.13	0.19	0.29	0.19	0.11	0.03	0.01
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.03	0.00	0.02	0.06	0.10	0.19	0.30	0.22	0.07	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.02	0.00	0.01	0.03	0.03	0.11	0.21	0.30	0.25	0.04
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.05	0.08	0.19	0.37	0.26
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.04	0.20	0.67

附表 2-17 第 17 小時轉換至第 18 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第18小時									
第17小時		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
	P(X <sub>t,1</sub> )	0.60	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.01	0.03	0.04
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.23	0.45	0.18	0.12	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.07	0.24	0.34	0.18	0.10	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.02	0.10	0.24	0.24	0.22	0.10	0.05	0.02	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.02	0.03	0.10	0.27	0.25	0.18	0.11	0.02	0.01	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.01	0.01	0.04	0.10	0.20	0.32	0.19	0.08	0.03	0.01
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.02	0.00	0.03	0.06	0.10	0.20	0.23	0.24	0.10	0.02
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.01	0.01	0.02	0.02	0.07	0.07	0.24	0.26	0.22	0.07
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.15	0.26	0.34	0.19
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.06	0.28	0.64

附表 2-18 第 18 小時轉換至第 19 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第19小時									
第18小時		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
	P(X <sub>t,1</sub> )	0.63	0.18	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.22	0.40	0.24	0.11	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.07	0.28	0.30	0.20	0.09	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.02	0.08	0.24	0.24	0.20	0.12	0.05	0.03	0.01	0.01
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.01	0.06	0.10	0.20	0.22	0.22	0.14	0.04	0.01	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.04	0.04	0.15	0.25	0.21	0.16	0.09	0.05	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.01	0.00	0.01	0.03	0.11	0.19	0.31	0.20	0.12	0.02
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.01	0.00	0.01	0.01	0.05	0.13	0.17	0.31	0.23	0.08
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.03	0.09	0.22	0.37	0.22
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.06	0.20	0.68



附表 2-19 第 19 小時轉換至第 20 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第20小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第19 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.62	0.18	0.07	0.03	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.03
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.24	0.43	0.19	0.10	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.10	0.17	0.31	0.22	0.14	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.02	0.11	0.27	0.26	0.12	0.12	0.07	0.03	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.02	0.02	0.13	0.21	0.23	0.21	0.11	0.06	0.01	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.01	0.07	0.10	0.20	0.25	0.21	0.13	0.03	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.01	0.01	0.05	0.14	0.23	0.19	0.25	0.11	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.01	0.05	0.03	0.13	0.22	0.25	0.25	0.06
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.06	0.13	0.22	0.34	0.22
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.07	0.22	0.68

附表 2-20 第 20 小時轉換至第 21 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第21小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第20 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.63	0.23	0.09	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.23	0.39	0.25	0.09	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.09	0.24	0.31	0.22	0.09	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.01	0.11	0.22	0.32	0.17	0.10	0.05	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.02	0.02	0.10	0.20	0.29	0.23	0.13	0.02	0.01	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.01	0.01	0.03	0.09	0.24	0.26	0.21	0.12	0.03	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.00	0.01	0.04	0.12	0.23	0.30	0.19	0.09	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.08	0.19	0.31	0.29	0.06
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.10	0.29	0.37	0.19
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.20	0.73

附表 2-21 第 21 小時轉換至第 22 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第22小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第21 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.56	0.18	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.19
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.58	0.30	0.08	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.06	0.24	0.33	0.24	0.07	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.01	0.07	0.24	0.33	0.21	0.12	0.00	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.00	0.02	0.08	0.23	0.32	0.19	0.14	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.00	0.04	0.08	0.21	0.35	0.22	0.08	0.01	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.00	0.02	0.03	0.08	0.23	0.30	0.25	0.07	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.07	0.23	0.36	0.24	0.05
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.09	0.24	0.41	0.22
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.26	0.72

附表 2-22 第 22 小時轉換至第 23 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第23小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第22 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.67	0.26	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.22	0.39	0.24	0.12	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.07	0.23	0.36	0.25	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.03	0.08	0.25	0.26	0.21	0.12	0.02	0.01	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.00	0.01	0.09	0.21	0.35	0.22	0.06	0.03	0.02	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.00	0.03	0.10	0.25	0.26	0.26	0.08	0.01	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.01	0.10	0.21	0.30	0.27	0.09	0.01
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.10	0.23	0.37	0.21	0.04
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.07	0.21	0.45	0.22
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.21	0.73

附表 2-23 第 23 小時轉換至第 24 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第24小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第23 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.69	0.24	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.25	0.41	0.20	0.09	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.03	0.24	0.41	0.20	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.02	0.10	0.23	0.32	0.24	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.00	0.01	0.07	0.27	0.29	0.24	0.10	0.00	0.01	0.00
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.00	0.00	0.02	0.08	0.26	0.32	0.21	0.10	0.01	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.19	0.38	0.31	0.03	0.00
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.07	0.22	0.37	0.25	0.03
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.19	0.47	0.25
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.22	0.72

附表 2-24 第 24 小時轉換至第 1 小時之 NO<sub>x</sub> 機率轉換矩陣表

		第1小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第24 小時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.36	0.19	0.16	0.12	0.07	0.03	0.03	0.03	0.00	0.01
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.20	0.15	0.21	0.10	0.12	0.09	0.05	0.03	0.02	0.02
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.11	0.19	0.12	0.13	0.16	0.10	0.07	0.04	0.05	0.02
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.09	0.16	0.16	0.15	0.12	0.10	0.06	0.06	0.06	0.05
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.07	0.09	0.10	0.15	0.13	0.11	0.13	0.11	0.04	0.08
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.02	0.10	0.08	0.11	0.09	0.12	0.13	0.13	0.13	0.08
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.04	0.02	0.06	0.08	0.09	0.13	0.13	0.17	0.16	0.11
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.06	0.04	0.05	0.06	0.09	0.16	0.15	0.16	0.11	0.11
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.03	0.02	0.03	0.06	0.08	0.10	0.17	0.13	0.21	0.17
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.01	0.03	0.03	0.03	0.06	0.07	0.08	0.14	0.20	0.35

### 附表三 第 t 小時轉換至第 t+1 小時之 NO<sub>x</sub>→O<sub>3</sub> 機率轉換矩陣表

附表 3-1 第 1 小時轉換至第 2 小時之 NO<sub>x</sub>→O<sub>3</sub> 機率轉換矩陣表

		第2小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 1 小 時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.00	0.00	0.13	0.07	0.13	0.20	0.07	0.07	0.20	0.13
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.25	0.00	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.22	0.11	0.00	0.11	0.00	0.22	0.00	0.11	0.11	0.11
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.00	0.05	0.09	0.09	0.18	0.14	0.18	0.18	0.09	0.00
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.08	0.04	0.04	0.14	0.16	0.12	0.10	0.11	0.09	0.10
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.06	0.06	0.04	0.10	0.13	0.15	0.16	0.13	0.09	0.11
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.06	0.09	0.07	0.11	0.09	0.14	0.11	0.12	0.11	0.11
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.09	0.07	0.09	0.07	0.12	0.10	0.09	0.11	0.14	0.11
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.10	0.10	0.14	0.10	0.10	0.06	0.09	0.10	0.10	0.10
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.12	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.09	0.07	0.09	0.10

附表 3-2 第 2 小時轉換至第 3 小時之 NO<sub>x</sub>→O<sub>3</sub> 機率轉換矩陣表

		第3小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 2 小 時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.04	0.08	0.13	0.08	0.21	0.04	0.13	0.13	0.13	0.04
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	0.40	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.13	0.06	0.00	0.06	0.25	0.13	0.00	0.25	0.06	0.06
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.07	0.07	0.06	0.06	0.12	0.16	0.13	0.13	0.15	0.04
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.06	0.05	0.08	0.08	0.13	0.17	0.09	0.16	0.12	0.05
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.05	0.08	0.10	0.09	0.12	0.13	0.12	0.09	0.09	0.13
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.09	0.07	0.08	0.07	0.11	0.11	0.12	0.14	0.12	0.09
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.11	0.07	0.11	0.12	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.09
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10	0.08	0.09	0.09	0.09	0.12
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.12	0.14	0.12	0.12	0.07	0.08	0.07	0.08	0.09	0.11

附表 3-3 第 3 小時轉換至第 4 小時之 NO<sub>x</sub>→O<sub>3</sub> 機率轉換矩陣表

		第4小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 3 小 時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.04	0.14	0.07	0.14	0.07	0.07	0.14	0.11	0.14	0.07
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.00	0.00	0.00	0.38	0.13	0.13	0.00	0.13	0.25	0.00
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.06	0.09	0.06	0.20	0.14	0.00	0.11	0.11	0.14	0.09
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.06	0.07	0.06	0.20	0.15	0.06	0.15	0.11	0.09	0.05
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.06	0.06	0.07	0.11	0.11	0.16	0.10	0.12	0.10	0.10
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.06	0.06	0.09	0.06	0.11	0.14	0.12	0.14	0.13	0.09
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.10	0.11	0.11	0.08	0.08	0.14	0.09	0.11	0.09	0.09
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.11	0.10	0.13	0.10	0.11	0.06	0.09	0.07	0.10	0.13
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.09	0.13	0.14	0.07	0.09	0.09	0.09	0.07	0.10	0.13
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.14	0.15	0.10	0.10	0.08	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10

附表 3-4 第 4 小時轉換至第 5 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第5小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第 4 小 時	$P(X_{t,1})$	0.10	0.17	0.03	0.03	0.03	0.10	0.03	0.17	0.20	0.13
	$P(X_{t,2})$	0.07	0.07	0.27	0.07	0.13	0.07	0.00	0.07	0.20	0.07
	$P(X_{t,3})$	0.05	0.06	0.09	0.12	0.14	0.12	0.12	0.11	0.15	0.05
	$P(X_{t,4})$	0.08	0.05	0.05	0.17	0.10	0.14	0.15	0.08	0.10	0.08
	$P(X_{t,5})$	0.03	0.07	0.06	0.11	0.15	0.13	0.14	0.14	0.10	0.08
	$P(X_{t,6})$	0.08	0.06	0.09	0.10	0.12	0.14	0.09	0.12	0.08	0.10
	$P(X_{t,7})$	0.14	0.08	0.08	0.08	0.12	0.10	0.08	0.11	0.11	0.10
	$P(X_{t,8})$	0.07	0.13	0.14	0.10	0.09	0.07	0.09	0.09	0.09	0.13
	$P(X_{t,9})$	0.14	0.13	0.13	0.10	0.08	0.06	0.09	0.06	0.12	0.09
	$P(X_{t,10})$	0.14	0.15	0.11	0.08	0.07	0.07	0.09	0.08	0.09	0.12

附表 3-5 第 5 小時轉換至第 6 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第6小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第 5 小 時	$P(X_{t,1})$	0.04	0.13	0.13	0.09	0.09	0.00	0.13	0.13	0.17	0.09
	$P(X_{t,2})$	0.00	0.00	0.23	0.08	0.08	0.23	0.00	0.00	0.38	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.08	0.04	0.06	0.08	0.20	0.08	0.24	0.04	0.12	0.08
	$P(X_{t,4})$	0.06	0.07	0.09	0.11	0.08	0.15	0.11	0.13	0.11	0.08
	$P(X_{t,5})$	0.08	0.07	0.09	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11	0.07	0.08
	$P(X_{t,6})$	0.06	0.06	0.11	0.09	0.14	0.12	0.12	0.10	0.10	0.09
	$P(X_{t,7})$	0.10	0.11	0.08	0.08	0.09	0.11	0.12	0.09	0.10	0.12
	$P(X_{t,8})$	0.09	0.10	0.11	0.11	0.08	0.12	0.09	0.09	0.12	0.09
	$P(X_{t,9})$	0.16	0.14	0.10	0.11	0.06	0.04	0.07	0.09	0.10	0.12
	$P(X_{t,10})$	0.12	0.14	0.11	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10	0.12

附表 3-6 第 6 小時轉換至第 7 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第7小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第 6 小 時	$P(X_{t,1})$	0.30	0.00	0.05	0.10	0.10	0.00	0.05	0.20	0.10	0.10
	$P(X_{t,2})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.06	0.00	0.12	0.06	0.18	0.00	0.06	0.24	0.24	0.06
	$P(X_{t,4})$	0.04	0.04	0.04	0.17	0.15	0.15	0.07	0.13	0.09	0.11
	$P(X_{t,5})$	0.13	0.03	0.05	0.09	0.14	0.14	0.11	0.08	0.08	0.14
	$P(X_{t,6})$	0.16	0.02	0.08	0.12	0.12	0.13	0.11	0.09	0.10	0.06
	$P(X_{t,7})$	0.19	0.02	0.08	0.10	0.10	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09
	$P(X_{t,8})$	0.18	0.03	0.11	0.08	0.10	0.12	0.12	0.09	0.08	0.09
	$P(X_{t,9})$	0.20	0.05	0.10	0.10	0.07	0.09	0.08	0.10	0.11	0.11
	$P(X_{t,10})$	0.14	0.06	0.15	0.12	0.06	0.05	0.08	0.10	0.11	0.13

附表 3-7 第 7 小時轉換至第 8 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第8小時									
第7小時		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
	$P(X_{t,1})$	0.00	0.08	0.08	0.23	0.00	0.08	0.31	0.08	0.15	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.00	0.00	0.00	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.00	0.00	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10	0.00	0.20	0.10
	$P(X_{t,4})$	0.00	0.00	0.09	0.18	0.09	0.18	0.09	0.09	0.00	0.27
	$P(X_{t,5})$	0.05	0.00	0.14	0.02	0.12	0.14	0.21	0.21	0.05	0.07
	$P(X_{t,6})$	0.08	0.10	0.10	0.09	0.13	0.11	0.13	0.06	0.11	0.10
	$P(X_{t,7})$	0.08	0.06	0.09	0.09	0.14	0.15	0.10	0.10	0.08	0.09
	$P(X_{t,8})$	0.05	0.07	0.10	0.12	0.13	0.14	0.11	0.09	0.10	0.09
	$P(X_{t,9})$	0.09	0.10	0.10	0.11	0.09	0.10	0.10	0.12	0.10	0.11
	$P(X_{t,10})$	0.14	0.15	0.11	0.08	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.11

附表 3-8 第 8 小時轉換至第 9 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第9小時									
第8小時		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
	$P(X_{t,1})$	0.00	0.07	0.07	0.13	0.20	0.00	0.13	0.13	0.13	0.13
	$P(X_{t,2})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.33
	$P(X_{t,3})$	0.00	0.13	0.00	0.13	0.25	0.00	0.00	0.25	0.13	0.13
	$P(X_{t,4})$	0.00	0.00	0.00	0.09	0.14	0.23	0.18	0.27	0.05	0.05
	$P(X_{t,5})$	0.08	0.03	0.11	0.08	0.05	0.03	0.14	0.22	0.16	0.11
	$P(X_{t,6})$	0.03	0.06	0.03	0.07	0.11	0.15	0.17	0.17	0.10	0.11
	$P(X_{t,7})$	0.04	0.05	0.09	0.05	0.15	0.11	0.12	0.13	0.07	0.20
	$P(X_{t,8})$	0.03	0.03	0.08	0.08	0.12	0.15	0.13	0.17	0.10	0.11
	$P(X_{t,9})$	0.05	0.08	0.09	0.09	0.11	0.10	0.15	0.09	0.14	0.10
	$P(X_{t,10})$	0.13	0.13	0.12	0.11	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09	0.10

附表 3-9 第 9 小時轉換至第 10 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第10小時									
第9小時		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
	$P(X_{t,1})$	0.00	0.03	0.00	0.07	0.24	0.10	0.10	0.10	0.24	0.10
	$P(X_{t,2})$	0.00	0.00	0.12	0.00	0.29	0.12	0.12	0.24	0.12	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.05	0.02	0.02	0.07	0.20	0.15	0.10	0.15	0.13	0.11
	$P(X_{t,4})$	0.07	0.04	0.06	0.09	0.14	0.06	0.12	0.18	0.11	0.14
	$P(X_{t,5})$	0.04	0.04	0.08	0.07	0.09	0.11	0.15	0.11	0.15	0.15
	$P(X_{t,6})$	0.05	0.06	0.06	0.10	0.10	0.12	0.16	0.11	0.13	0.14
	$P(X_{t,7})$	0.07	0.07	0.08	0.11	0.09	0.10	0.14	0.12	0.09	0.12
	$P(X_{t,8})$	0.13	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.08	0.15
	$P(X_{t,9})$	0.09	0.11	0.09	0.11	0.08	0.11	0.07	0.09	0.13	0.11
	$P(X_{t,10})$	0.14	0.15	0.15	0.11	0.08	0.09	0.06	0.09	0.07	0.05

附表 3-10 第 10 小時轉換至第 11 小時之 NO<sub>x</sub>→O<sub>3</sub> 機率轉換矩陣表

		第11小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 10 小 時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.05	0.04	0.07	0.10	0.09	0.16	0.09	0.16	0.12	0.13
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.06	0.04	0.04	0.09	0.12	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10	0.08	0.10	0.12	0.14	0.14
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.08	0.11	0.10	0.11	0.08	0.08	0.07	0.10	0.11	0.16
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.14	0.10	0.12	0.09	0.09	0.07	0.09	0.09	0.13	0.08
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.08	0.13	0.10	0.12	0.11	0.05	0.12	0.10	0.11	0.08
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.06	0.14	0.12	0.09	0.07	0.10	0.07	0.10	0.10	0.14
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.15	0.17	0.10	0.04	0.11	0.12	0.08	0.09	0.04	0.08
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.13	0.11	0.19	0.08	0.13	0.11	0.11	0.04	0.04	0.06
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.17	0.16	0.14	0.17	0.09	0.09	0.09	0.05	0.03	0.02

附表 3-11 第 11 小時轉換至第 12 小時之 NO<sub>x</sub>→O<sub>3</sub> 機率轉換矩陣表

		第12小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 11 小 時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.07	0.05	0.07	0.10	0.09	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.09	0.10	0.08	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.11	0.11	0.09	0.11	0.12	0.07	0.12	0.09	0.08	0.10
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.11	0.14	0.13	0.10	0.13	0.08	0.07	0.09	0.09	0.06
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.15	0.12	0.08	0.19	0.08	0.07	0.10	0.10	0.08	0.05
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.13	0.13	0.14	0.09	0.17	0.08	0.08	0.12	0.05	0.02
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.07	0.18	0.16	0.12	0.08	0.14	0.08	0.10	0.01	0.05
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.24	0.09	0.19	0.12	0.04	0.12	0.03	0.07	0.06	0.03
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.19	0.10	0.13	0.15	0.12	0.12	0.10	0.04	0.04	0.02
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.12	0.26	0.10	0.06	0.14	0.16	0.04	0.06	0.06	0.00

附表 3-12 第 12 小時轉換至第 13 小時之 NO<sub>x</sub>→O<sub>3</sub> 機率轉換矩陣表

		第13小時									
		P(X <sub>t+1,1</sub> )	P(X <sub>t+1,2</sub> )	P(X <sub>t+1,3</sub> )	P(X <sub>t+1,4</sub> )	P(X <sub>t+1,5</sub> )	P(X <sub>t+1,6</sub> )	P(X <sub>t+1,7</sub> )	P(X <sub>t+1,8</sub> )	P(X <sub>t+1,9</sub> )	P(X <sub>t+1,10</sub> )
第 12 小 時	P(X <sub>t,1</sub> )	0.07	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12
	P(X <sub>t,2</sub> )	0.12	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.08	0.11
	P(X <sub>t,3</sub> )	0.14	0.12	0.14	0.10	0.07	0.08	0.09	0.10	0.09	0.07
	P(X <sub>t,4</sub> )	0.10	0.19	0.14	0.13	0.11	0.08	0.12	0.01	0.07	0.04
	P(X <sub>t,5</sub> )	0.24	0.16	0.10	0.10	0.11	0.08	0.03	0.08	0.10	0.02
	P(X <sub>t,6</sub> )	0.08	0.14	0.06	0.19	0.17	0.17	0.06	0.08	0.06	0.00
	P(X <sub>t,7</sub> )	0.14	0.00	0.17	0.03	0.10	0.10	0.10	0.17	0.10	0.07
	P(X <sub>t,8</sub> )	0.11	0.33	0.11	0.22	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.11
	P(X <sub>t,9</sub> )	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.20	0.00
	P(X <sub>t,10</sub> )	0.18	0.27	0.09	0.09	0.00	0.09	0.00	0.18	0.09	0.00

附表 3-13 第 13 小時轉換至第 14 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第14小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第13 小時	$P(X_{t,1})$	0.08	0.08	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	0.12
	$P(X_{t,2})$	0.13	0.11	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09	0.09	0.11	0.08
	$P(X_{t,3})$	0.13	0.15	0.11	0.14	0.07	0.14	0.11	0.05	0.06	0.05
	$P(X_{t,4})$	0.13	0.20	0.11	0.07	0.11	0.13	0.09	0.04	0.11	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.26	0.19	0.13	0.06	0.03	0.00	0.13	0.03	0.10	0.06
	$P(X_{t,6})$	0.15	0.08	0.08	0.23	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
	$P(X_{t,7})$	0.17	0.00	0.17	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.17	0.17
	$P(X_{t,8})$	0.40	0.20	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,9})$	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,10})$	0.33	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00

附表 3-14 第 14 小時轉換至第 15 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第15小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第14 小時	$P(X_{t,1})$	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11
	$P(X_{t,2})$	0.15	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.06	0.07
	$P(X_{t,3})$	0.13	0.13	0.18	0.09	0.13	0.08	0.08	0.09	0.08	0.05
	$P(X_{t,4})$	0.19	0.15	0.04	0.15	0.11	0.11	0.11	0.04	0.11	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.07	0.14	0.21	0.00	0.07	0.00	0.21	0.00	0.14	0.14
	$P(X_{t,6})$	0.10	0.20	0.10	0.00	0.20	0.20	0.10	0.10	0.00	0.00
	$P(X_{t,7})$	0.50	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00
	$P(X_{t,8})$	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,9})$	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.33	0.00

附表 3-15 第 15 小時轉換至第 16 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第16小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第15 小時	$P(X_{t,1})$	0.08	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.11	0.10	0.11	0.11
	$P(X_{t,2})$	0.11	0.10	0.10	0.12	0.09	0.11	0.08	0.10	0.10	0.09
	$P(X_{t,3})$	0.16	0.16	0.08	0.16	0.05	0.08	0.13	0.09	0.05	0.04
	$P(X_{t,4})$	0.12	0.10	0.10	0.04	0.14	0.08	0.14	0.12	0.08	0.06
	$P(X_{t,5})$	0.24	0.05	0.29	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.05	0.05
	$P(X_{t,6})$	0.22	0.11	0.22	0.00	0.11	0.11	0.00	0.00	0.11	0.11
	$P(X_{t,7})$	0.00	0.25	0.00	0.50	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,8})$	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,9})$	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25
	$P(X_{t,10})$	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00

附表 3-16 第 16 小時轉換至第 17 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第17小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第16 小時	$P(X_{t,1})$	0.08	0.11	0.08	0.10	0.11	0.11	0.10	0.09	0.10	0.11
	$P(X_{t,2})$	0.09	0.09	0.11	0.10	0.08	0.09	0.11	0.12	0.11	0.10
	$P(X_{t,3})$	0.14	0.10	0.11	0.10	0.14	0.09	0.09	0.07	0.08	0.07
	$P(X_{t,4})$	0.14	0.12	0.09	0.13	0.08	0.12	0.11	0.08	0.05	0.10
	$P(X_{t,5})$	0.08	0.15	0.18	0.08	0.05	0.08	0.13	0.10	0.08	0.10
	$P(X_{t,6})$	0.13	0.08	0.13	0.04	0.04	0.25	0.00	0.08	0.17	0.08
	$P(X_{t,7})$	0.20	0.20	0.00	0.05	0.05	0.10	0.00	0.20	0.15	0.05
	$P(X_{t,8})$	0.18	0.09	0.27	0.00	0.00	0.09	0.18	0.18	0.00	0.00
	$P(X_{t,9})$	0.20	0.20	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
	$P(X_{t,10})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00

附表 3-17 第 17 小時轉換至第 18 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第18小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第17 小時	$P(X_{t,1})$	0.08	0.10	0.07	0.13	0.09	0.11	0.09	0.11	0.11	0.11
	$P(X_{t,2})$	0.07	0.10	0.09	0.11	0.09	0.09	0.12	0.10	0.11	0.12
	$P(X_{t,3})$	0.11	0.09	0.10	0.07	0.13	0.09	0.08	0.11	0.11	0.09
	$P(X_{t,4})$	0.12	0.08	0.13	0.09	0.09	0.12	0.11	0.11	0.08	0.08
	$P(X_{t,5})$	0.13	0.10	0.10	0.11	0.10	0.12	0.09	0.05	0.08	0.10
	$P(X_{t,6})$	0.10	0.17	0.11	0.09	0.10	0.11	0.10	0.11	0.07	0.03
	$P(X_{t,7})$	0.19	0.13	0.19	0.06	0.04	0.06	0.09	0.06	0.04	0.13
	$P(X_{t,8})$	0.21	0.08	0.13	0.00	0.08	0.08	0.04	0.25	0.13	0.00
	$P(X_{t,9})$	0.14	0.11	0.14	0.04	0.07	0.11	0.18	0.00	0.14	0.07
	$P(X_{t,10})$	0.15	0.15	0.08	0.15	0.15	0.08	0.23	0.00	0.00	0.00

附表 3-18 第 18 小時轉換至第 19 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第19小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第18 小時	$P(X_{t,1})$	0.06	0.08	0.15	0.07	0.07	0.10	0.13	0.11	0.10	0.13
	$P(X_{t,2})$	0.06	0.10	0.06	0.10	0.13	0.12	0.13	0.10	0.13	0.09
	$P(X_{t,3})$	0.05	0.07	0.10	0.10	0.09	0.09	0.12	0.15	0.09	0.13
	$P(X_{t,4})$	0.06	0.07	0.10	0.10	0.12	0.10	0.09	0.11	0.14	0.10
	$P(X_{t,5})$	0.10	0.06	0.11	0.08	0.12	0.09	0.09	0.10	0.14	0.11
	$P(X_{t,6})$	0.09	0.11	0.11	0.09	0.10	0.08	0.10	0.10	0.08	0.12
	$P(X_{t,7})$	0.12	0.14	0.07	0.10	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.07
	$P(X_{t,8})$	0.15	0.12	0.11	0.12	0.08	0.12	0.09	0.08	0.07	0.08
	$P(X_{t,9})$	0.16	0.08	0.13	0.09	0.09	0.15	0.08	0.07	0.05	0.10
	$P(X_{t,10})$	0.21	0.20	0.12	0.09	0.05	0.05	0.10	0.05	0.08	0.05



附表 3-19 第 19 小時轉換至第 20 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第20小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第19小時	$P(X_{t,1})$	0.00	0.08	0.14	0.16	0.08	0.05	0.05	0.11	0.22	0.11
	$P(X_{t,2})$	0.00	0.17	0.00	0.00	0.33	0.17	0.00	0.17	0.00	0.17
	$P(X_{t,3})$	0.07	0.07	0.10	0.00	0.14	0.17	0.07	0.10	0.17	0.10
	$P(X_{t,4})$	0.04	0.04	0.06	0.07	0.13	0.18	0.05	0.14	0.18	0.12
	$P(X_{t,5})$	0.04	0.07	0.07	0.07	0.17	0.12	0.07	0.15	0.10	0.12
	$P(X_{t,6})$	0.03	0.05	0.07	0.11	0.15	0.10	0.14	0.13	0.10	0.12
	$P(X_{t,7})$	0.06	0.08	0.10	0.12	0.10	0.07	0.15	0.09	0.12	0.12
	$P(X_{t,8})$	0.10	0.10	0.09	0.08	0.09	0.11	0.09	0.13	0.10	0.11
	$P(X_{t,9})$	0.09	0.12	0.11	0.11	0.08	0.10	0.11	0.08	0.09	0.11
	$P(X_{t,10})$	0.18	0.13	0.13	0.10	0.08	0.10	0.08	0.07	0.07	0.07

附表 3-20 第 20 小時轉換至第 21 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第21小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第20小時	$P(X_{t,1})$	0.07	0.07	0.00	0.07	0.00	0.20	0.00	0.27	0.27	0.07
	$P(X_{t,2})$	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.17	0.00	0.17	0.17	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.00	0.19	0.13	0.06	0.25
	$P(X_{t,5})$	0.02	0.06	0.05	0.10	0.21	0.11	0.16	0.13	0.10	0.08
	$P(X_{t,6})$	0.04	0.05	0.06	0.09	0.13	0.15	0.14	0.11	0.11	0.13
	$P(X_{t,7})$	0.05	0.06	0.08	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.09
	$P(X_{t,8})$	0.07	0.10	0.07	0.12	0.08	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10
	$P(X_{t,9})$	0.11	0.11	0.11	0.08	0.11	0.09	0.10	0.10	0.08	0.11
	$P(X_{t,10})$	0.13	0.11	0.13	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09	0.10

附表 3-21 第 21 小時轉換至第 22 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第22小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第21小時	$P(X_{t,1})$	0.29	0.14	0.07	0.00	0.14	0.00	0.07	0.14	0.14	0.00
	$P(X_{t,2})$	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.14	0.00	0.00	0.00	0.14	0.43	0.14	0.14	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.00	0.10	0.00	0.10	0.14	0.19	0.10	0.10	0.14	0.14
	$P(X_{t,6})$	0.05	0.08	0.01	0.09	0.15	0.24	0.12	0.09	0.07	0.09
	$P(X_{t,7})$	0.08	0.05	0.11	0.08	0.14	0.11	0.11	0.10	0.09	0.13
	$P(X_{t,8})$	0.05	0.06	0.09	0.12	0.13	0.09	0.10	0.11	0.13	0.12
	$P(X_{t,9})$	0.10	0.09	0.11	0.09	0.10	0.10	0.09	0.11	0.11	0.10
	$P(X_{t,10})$	0.11	0.11	0.12	0.10	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10

附表 3-22 第 22 小時轉換至第 23 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第23小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第 22 小 時	$P(X_{t,1})$	0.27	0.13	0.07	0.00	0.13	0.00	0.07	0.07	0.13	0.13
	$P(X_{t,2})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.07	0.00	0.00	0.00	0.21	0.14	0.14	0.36	0.07	0.00
	$P(X_{t,6})$	0.04	0.07	0.07	0.00	0.11	0.19	0.11	0.19	0.07	0.15
	$P(X_{t,7})$	0.09	0.05	0.05	0.12	0.12	0.10	0.17	0.10	0.09	0.12
	$P(X_{t,8})$	0.05	0.08	0.09	0.09	0.08	0.18	0.12	0.08	0.11	0.13
	$P(X_{t,9})$	0.10	0.08	0.10	0.08	0.10	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10
	$P(X_{t,10})$	0.11	0.11	0.11	0.12	0.10	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10

附表 3-23 第 23 小時轉換至第 24 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第24小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第 23 小 時	$P(X_{t,1})$	0.27	0.13	0.20	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	0.13	0.13
	$P(X_{t,2})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
	$P(X_{t,5})$	0.00	0.08	0.00	0.00	0.23	0.08	0.31	0.15	0.08	0.08
	$P(X_{t,6})$	0.12	0.04	0.00	0.00	0.23	0.12	0.19	0.23	0.00	0.08
	$P(X_{t,7})$	0.07	0.06	0.06	0.10	0.11	0.13	0.14	0.13	0.08	0.12
	$P(X_{t,8})$	0.05	0.05	0.06	0.11	0.12	0.14	0.11	0.14	0.13	0.10
	$P(X_{t,9})$	0.08	0.09	0.08	0.10	0.09	0.12	0.12	0.09	0.10	0.12
	$P(X_{t,10})$	0.10	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.10	0.10	0.09

附表 3-24 第 24 小時轉換至第 1 小時之  $\text{NO}_x \rightarrow \text{O}_3$  機率轉換矩陣表

		第1小時									
		$P(X_{t+1,1})$	$P(X_{t+1,2})$	$P(X_{t+1,3})$	$P(X_{t+1,4})$	$P(X_{t+1,5})$	$P(X_{t+1,6})$	$P(X_{t+1,7})$	$P(X_{t+1,8})$	$P(X_{t+1,9})$	$P(X_{t+1,10})$
第 24 小 時	$P(X_{t,1})$	0.29	0.21	0.00	0.07	0.00	0.07	0.14	0.07	0.00	0.14
	$P(X_{t,2})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00
	$P(X_{t,3})$	0.00	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00
	$P(X_{t,4})$	0.00	0.00	0.17	0.00	0.08	0.17	0.25	0.25	0.00	0.08
	$P(X_{t,5})$	0.04	0.09	0.04	0.04	0.30	0.09	0.17	0.09	0.09	0.04
	$P(X_{t,6})$	0.04	0.03	0.02	0.12	0.17	0.18	0.13	0.09	0.11	0.10
	$P(X_{t,7})$	0.08	0.06	0.09	0.10	0.08	0.14	0.10	0.12	0.09	0.13
	$P(X_{t,8})$	0.07	0.06	0.07	0.10	0.11	0.13	0.14	0.07	0.13	0.11
	$P(X_{t,9})$	0.09	0.09	0.07	0.09	0.08	0.13	0.10	0.13	0.12	0.10
	$P(X_{t,10})$	0.12	0.12	0.13	0.11	0.09	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10