

東海大學

環境科學與工程學系

碩士論文

不同天氣型態下固定污染源對台中地區 PM_{2.5} 的影響

The Impact of Stationary Pollution Sources on the Concentration of
PM_{2.5} in Taichung Area under Different Weather Types

研究生：張騰瑋

指導教授：陳鶴文博士

陳維燁博士

中華民國 107 年 7 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張騰璋君所提之論文

題目：不同天氣型態下固定污染源對台中地區 PM_{2.5} 的影響

The Impact of Stationary Pollution Sources on the Concentration
of PM_{2.5} in Taichung Area under Different Weather Types

係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授：陳鶴文 (陳印璋 簽章)

107 年 7 月 20 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張騰瑋君所提之論文

題目：不同天氣型態下固定污染源對台中地區 PM_{2.5} 的影響

The Impact of Stationary Pollution Sources on the Concentration
of PM_{2.5} in Taichung Area under Different Weather Types

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 張騰瑋 (簽章)

委員

陳維輝

陳鶴文

高文麟

林宏敏

中華民國 107 年 7 月 20 日

謝誌

首先感謝兩位指導教授陳維燁老師與陳鶴文老師，從一開始決定走五年一貫的時候，就給予我許多建議和學習的機會，提供許多研究所需的資源和良好的學習環境，在這一路上碰到難關的時候不時給予指點和教導，幫助我解決研究遇到的困難與撰寫論文時的盲點，還有彭彥斌老師在學習模式時的指導。特別感謝學位口試期間余瑞芳老師、林宏嶽老師以及商文麟主秘願意擔任學生的口試委員，並且細心指正不吝給予學生實質的意見與建議，使論文內容更臻完善。

成天埋在文獻和數據堆裡，一直等到論文完成口試結束，回首在研究室待的日子才發現，在東海的時光有各種滿滿的回憶，送舊了許多學長姐甚至是同學，如今終於也能撰寫謝誌實在是感受良多。感謝研究室助理玫華學姐、旻霏學姐、佳雯學姐、鈺雯學姐在執行環保署採樣計劃、中科計劃、南科計劃時跟有關報帳的各種支援協助與指導，還有瑋倫學長在各種生活與人生方向困惑時擔任心靈導師，傢祥學長在我面臨兵役困難的各種意見跟難忘的世紀帝國還有可怕的跑步之旅；也感謝澄喬在大甲採樣時將近半年的照顧，一起吃沙吹風找路修儀器早出晚歸冷到發抖熱到飆汗兩個禮拜就要換一次機油的日子實在難熬，但現在回想起來是個難忘的回憶，還有環管研究室的各個學長姐：暉哥、硯勛、姿吟、雅今、于婷、金剛、阿聖、啟宇在剛進研究室時的幫忙，我的好夥伴：安哥、大川、昱廷，學弟妹：小仔、品雯、憶萍、曲廷、欣宜、詠森，跟你們一起在研究室努力與歡笑的時光，讓我的研究所過得更多彩繽紛，還有阿德跟毓撰兩位摯友讓我在東海有許多笑料與難忘的回憶。

最後感謝映竹的陪伴我們一起獲取碩士學位，未來仍有許多挑戰要一起面對克服，感謝我的家人們的鼓勵支持與金援，讓我能夠專心致志在我的學業上，也感謝一路上曾經幫助過我的所有機關、師長、朋友，謝謝你們！

張騰瑋 謹致

中華民國 107 年 7 月

摘要

大氣中的懸浮微粒是近期空氣污染防治的目標污染物之一，其對環境與人體的呼吸系統與心血管疾病有很大的影響，在長期暴露在高濃度的環境將使致癌風險和死亡率提高，由於懸浮微粒的粒徑越小越容易吸入人體器官，其造成的危害遠比大粒徑的懸浮微粒高，因此 PM_{2.5} 的毒性和威脅不可小覷。

台中盆地的固定污染源排放量的多寡是直接影響中部地區 PM_{2.5} 濃度的主要來源之一，然而在排放量固定的情況下，污染傳輸情形會被氣象條件所主導，在受到盆地地形的影響下，當大氣擴散條件較差時，這些固定污染源將會對台中地區造成污染物的不斷累積，使得空氣品質劣化影響人民的健康。

為了掌握不同天氣型態下固定污染源對台中地區 PM_{2.5} 的影響，本研究選定台中地區較具規模的固定污染源，並根據容易出現不良大氣擴散條件以及出現頻率較高的天氣型態作為事件日，使用空氣污染模式(The Air Pollution Model, TAPM)進行模擬，以期得到較貼近真實的污染物的污染流佈現況，找出各個污染源的污染熱區，接著利用地理資訊系統將台中地區的行政區進行網格化並且編號，計算出各個污染源對台中地區各個受體點的污染貢獻量。研究結果顯示對台中盆地來說影響 PM_{2.5} 的主因為風速、風向和地形，天氣型態以盛行西風下的太平洋高壓西伸型態(A12)和偏南氣流型態(A21)對台中盆地全境的污染貢獻量較高，易造成空氣品質不佳的高污染事件日。

關鍵字：固定污染源、天氣型態、PM_{2.5}、TAPM

ABSTRACT

Particulate matter is part of air pollution, it is very harmful to human health and the environment. $PM_{2.5}$ has a smaller particle size therefore more damage to organs. It was listed in air quality index which developed by the Environmental Protection Agency. $PM_{2.5}$ is usually have higher pollution concentrations in spring and winter. (from October to next February). The atmospheric visibility will decrease when high concentration events occurred.

Stationary pollution sources are the main source of $PM_{2.5}$ emissions. Their amount of emission will directly affect the concentration of $PM_{2.5}$. In addition, when emissions are constant. The meteorological conditions will dominate the transmission of pollutants. If atmospheric diffusion conditions is bad, it will cause air pollutions cannot spread easily. Accumulating pollutants, resulting in poor air quality.

This study used TAPM (The Air Pollution Model) to simulate the transmission of $PM_{2.5}$ under different weather patterns. To obtain $PM_{2.5}$ concentration values for every administrative district (receptor point). Finally, estimated the pollutant contribution value of each stationary pollution sources. The results showed that the main conditions impact on $PM_{2.5}$ for the Taichung Basin is wind speed, wind direction and topography. It will cause $PM_{2.5}$ concentration overall rise in Taichung Basin when weather condition is low wind speed and prevailing westerly.

Keywords: stationary pollution sources 、 weather patterns 、 $PM_{2.5}$ 、 TAPM

總目錄

謝誌.....	III
摘要.....	IV
ABSTRACT.....	V
總目錄.....	VI
表目錄.....	VIII
圖目錄.....	IX
第一章 緒論.....	1
1.1 研究緣起.....	1
1.2 研究目的.....	2
第二章 文獻回顧.....	3
2.1 空氣污染指標.....	3
2.2 懸浮微粒.....	5
2.2.1 懸浮微粒來源.....	5
2.2.2 懸浮微粒之形成機制.....	5
2.2.3 懸浮微粒之影響.....	8
2.3 天氣型態與氣象因子之相關研究.....	10
2.4 空氣品質模式應用.....	11
2.4.1 擴散模式.....	11
2.4.2 TAPM 相關研究與應用.....	12
第三章 研究方法.....	14
3.1 研究架構.....	14
3.2 研究背景.....	16
3.3 資料蒐集.....	18
3.3.1 天氣型態分類.....	18
3.3.2 污染源簡介.....	25
3.3.3 空氣品質測站.....	28
3.4 污染源排放資料.....	29
3.4.1 點源排放清冊.....	29
3.4.2 面源排放清冊.....	32
3.4.3 排放資料推估.....	33
3.5 一致性指數率定.....	34
3.6 空氣污染模式.....	34

3.6.1	TAPM 模式氣象模組.....	35
3.6.2	TAPM 模式污染物模組.....	36
3.6.3	TAPM 模式輸入參數.....	37
第四章	結果與討論.....	42
4.1	事件日選定.....	42
4.2	一致性指數率定結果.....	44
4.3	污染源排放量推估結果.....	53
4.4	污染物擴散結果分析.....	55
4.5	固定污染源貢獻量分析.....	61
第五章	結論與建議.....	69
5.1	結論.....	69
5.2	建議.....	70
參考文獻	71
附錄	74
附表一	不同天氣型態下各污染源對受體點貢獻量.....	74
附圖一	各測站風速、溫度率定圖.....	80

表目錄

表 2.1.1 各測項污染物副指標轉換表.....	3
表 2.1.2 PSI 值與當日空氣品質對應表.....	3
表 2.1.3 AQI 分級表.....	4
表 2.2.1 大氣懸浮微粒於人體呼吸道系統之分佈與危害.....	9
表 3.2.1 研究樣區編號.....	17
表 3.3.1 空氣品質測站位置資料.....	28
表 3.4.1 固定源設備代碼及粒狀物比例.....	30
表 3.6.1 模式網格設定.....	38
表 3.6.2 土地使用分類表.....	41
表 4.1.1 99-103 年天氣型態每日判讀資料整理.....	43
表 4.1.2 TAPM 模式模擬時間.....	43
表 4.2.1 空氣品質測站一致性指數.....	45
表 4.3.1 面源排放量推估結果.....	53
表 4.3.2 點源排放量推估結果.....	54
表 4.3.3 TAPM 模式污染源輸入項.....	54
表 4.5.1 熱帶低壓系統外圍環流型態(A4)下各污染源對受體點貢獻量(%).....	64
表 4.5.2 微弱東北季風型態(A7)下各污染源對受體點貢獻量(%).....	65
表 4.5.3 高壓迴流型態(A11)下各污染源對受體點貢獻量(%).....	66
表 4.5.4 太平洋高壓西伸型態(A12)下各污染源對受體點貢獻量(%).....	67
表 4.5.5 偏南氣流型態(A21)下各污染源對受體點貢獻量(%).....	68

圖目錄

圖 2.2.1 懸浮微粒粒徑分佈圖.....	6
圖 2.2.2 粒徑分佈及其來源、產生、去除機制.....	7
圖 3.1.1 研究流程圖.....	15
圖 3.2.1 研究樣區.....	16
圖 3.6.1 操作主介面示意圖.....	37
圖 3.6.2 第一層污染源及測站位置示意圖(網格解析度 5000M×5000M).....	39
圖 3.6.3 第二層污染源及測站位置示意圖(網格解析度 1200M×1200M).....	39
圖 3.6.4 第三層污染源及測站位置示意圖(網格解析度 300M×300M).....	40
圖 4.2.1 西屯測站 A4、A7、A11、A12、A21 風速率定.....	49
圖 4.2.2 西屯測站 A4、A7、A11、A12、A21 溫度率定.....	52
圖 4.4.1 西屯測站在 5 個天氣型態的風花圖。.....	56
圖 4.4.2 熱帶低壓系統外圍環流型模擬結果.....	58
圖 4.4.3 微弱東北季風型模擬結果.....	59
圖 4.4.4 高壓迴流型模擬結果.....	59
圖 4.4.5 太平洋西伸高壓型模擬結果.....	60
圖 4.4.6 偏南氣流型模擬結果.....	60
圖 4.5.1 行政區劃分示意圖.....	61

第一章 緒論

1.1 研究緣起

台灣因近年來的科技經濟發展迅速，出口貿易頻繁，但因公共設施與工業原料供不應求，使經濟發展遭到限制，為使問題得到解決，改善基礎建設以及產業轉型升級，政府推行各項基礎公共建設，各個工業區陸續建立，尤其是十大建設政策的推展，使得台灣重工業經濟的快速發展，也緩解了經濟處處掣肘的問題，卻在無意間造成環境負荷急遽增加。

固定污染源的林立致使空氣污染愈發嚴重，對環境造成巨大的影響，懸浮微粒的濃度升高造成能見度降低，對人類日常活動和交通安全皆有更高的風險，此外 PM_{10} 的增加是過敏體質族群的重大隱憂， $PM_{2.5}$ 更會對人體健康造成更嚴重的損害，若長期處於過量的 $PM_{2.5}$ 濃度環境中，對人類的呼吸道系統、心血管疾病和其他得到各種併發症的風險也會上升。

造成都會區空氣品質劣化主要原因有兩種，其一是污染排放量增加，其二為大氣擴散能力降低，出現空氣品質劣化日的時候通常都是不利空氣污染物擴散的天氣型態，因此當空氣污染物排放速率不變時，空氣品質的好壞主要是以氣象條件來控制，其中在空氣品質不良時，多為混合層低、風速低、雲雨量少與日照強等氣象條件。台中地區受盆地的地形影響，當出現環流微弱且風向配合時，會造成污染物自大肚山和八卦山之間的缺口往盆地深處傳輸，若加上風速低的氣象條件更會使空氣污染物擴散不易，不斷累積造成空氣品質劣化(李清勝，1992；于培倫，2010；曾揚智，2015)。

為避免不必要的人力與物資的開支，一套能夠模擬出接近現況的氣象條件的空氣品質模式非常重要，可以使污染流佈情形更具準確度，藉此了解各個固定污染源在不同天氣型態下對受體點的貢獻量多寡，幫助決策者制訂相關適宜的法規，對環境問題的癥結點對症下藥保護國民健康。

1.2 研究目的

由於 PM_{2.5} 排放到大氣中之後的流動情形與地形、氣象條件息息相關，本研究藉由空氣污染模式，TAPM(The Air Pollutant Model)進行模擬，希望了解在研究樣區內固定污染源在不同天氣型態下的傳輸影響範圍，主要研究重點如下：

1. 探討不同天氣型態及地形影響下的污染流佈情形。
2. 分析各個固定污染源對受體點的污染貢獻量。



第二章 文獻回顧

2.1 空氣污染指標

空氣污染被定義為室外大氣含有一種或多種以上的污染物質，其存在之量、特性與時程之長短將會危害人類、植物及動物之生命、財產，或不合理地干擾生活之舒適(Perkins, 1970)，空氣污染除了對周遭國民健康會有潛在影響外，對民生活動與環境亦有負面影響。為評估各地區空氣品質，以往行政院環境保護署(以下簡稱環保署)，使用空氣污染指標(Pollutant Standards Index, PSI)做為預警參考，其依據當日空氣中的懸浮微粒(PM₁₀)、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、一氧化碳(CO)及臭氧(O₃)等污染物濃度值，依各污染物的對健康影響程度換算出各污染物各別之副指標值如表 2.1.1，並以最大值作為當日之 PSI 值，PSI 值對應的當日空氣品質如表 2.1.2，其大於 100 時則會對人體健康有不良影響。

表 2.1.1 各測項污染物副指標轉換表

PSI 值	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ (ppb)	NO ₂ (ppb)	CO(ppm)	O ₃ (ppb)
	24 時平均值	24 時平均值	最大小時值	最大 8 小時值	最大小時值
50	50	30	-	4.5	60
100	150	140	-	9	120
200	350	300	600	15	200
300	420	600	1200	30	400
400	500	800	1600	40	500
500	600	1000	2000	50	600

表 2.1.2 PSI 值與當日空氣品質對應表

PSI 值	0-50	51-100	101-199	200-299	>300
空氣品質	良好	普通	不良	非常不良	有害
	Good	Moderate	Unhealthful	Very Unhealthful	Hazardous

資料來源：行政院環境保護署

以往的 PSI 值是民眾唯一可判別空氣污染現況的方法，其僅能反映出最大副指標之污染物，對於確認嚴重之空氣污染稍嫌不足(陳育松，2004)，且其污染物濃度之換算值與空氣品質標準的濃度條件有所差異，容易造成認知上的誤解(郭育誌，2003)，加上過敏族群大量增加，對呼吸道有較嚴重影響的 PM_{2.5} 卻沒有列在測項中。環保署於 2016 年改採用空氣品質污染指標(Air Quality Index, AQI) 取代舊制的 PSI，AQI 新增 PM_{2.5} 與一小時制的臭氧(O₃)，並將空氣品質分為更詳細的六個等級如表 2.1.3，使得更容易分辨各項空氣品質等級所影響的族群與預防措施。

表 2.1.3 AQI 分級表

AQI 分級	空氣品質描述
良好 (0~50)	污染程度低或無污染。
普通 (51~100)	對非常少數之極敏感族群產生輕微影響。
對敏感族群不健康 (101~150)	空氣污染物可能會對敏感族群的健康造成影響，但是對一般大眾的影響不明顯。
對所有族群不健康 (151~200)	對所有人的健康開始產生影響，對於敏感族群可能產生較嚴重的健康影響。
非常不健康 (201~300)	健康警報：所有人都可能產生較嚴重的健康影響。
危害 (301~500)	健康影響威脅達到緊急，所有人都可能受到影響。

資料來源：行政院環境保護署

2.2 懸浮微粒

2.2.1 懸浮微粒來源

在大氣中的懸浮微粒會有數種型態存在，常見的型態有氣膠(aerosol)、灰塵(dust)、霧(fog)、液滴(mist)、煙霧(smog)、黑煙(smoke)、煤煙(soot)等，懸浮微粒即是指這些懸浮於空氣中的固態或液態顆粒，依照粒徑大小的不同分類是懸浮微粒的區分方法，大致可分為 TSP(Total Suspended Particulate)、PM₁₀(粒徑範圍 2.5 μm~10 μm)及 PM_{2.5}(粒徑<2.5 μm)，其中粒徑小於 2.5 μm 屬於細微粒，粒徑大於 2.5 μm 則屬於粗微粒。

其依排放來源又可分作原生性(primary)與衍生性(secondary)，原生性的懸浮微粒是由污染源直接排放於大氣中未經化學反應的微粒，又以人為活動排放或自然界排放而有所差異。自然界的來源是花粉、海鹽飛沫、火山灰、裸露地揚起的粉塵等自然現象產生；人為排放的部分主要為人類活動而來，如工廠排放、營建工程等產生的懸浮微粒。衍生性則為原生性懸浮微粒排出的前驅物經大氣化學作用轉化產生，如硫酸鹽、氨鹽、硝酸鹽等微粒。

2.2.2 懸浮微粒之形成機制

大氣中懸浮微粒的粒徑多以三峰分佈呈現，如圖 2.2.1 所示，粗微粒範圍所屬的波峰為粗粒峰(coarse mode)，而細微粒範圍所屬由大到小有兩個波峰，較大的稱為累積峰(accumulation mode)，較小的則為凝核峰(nucleation mode)(Watson & Chow,1998)。累積峰又細分成兩個次級峰，分別是液滴峰(droplet mode)和凝結峰(condensation mode)，前者多由液滴作用或由成核作用成長而成，後者則為氣相物質互相凝結而來。凝核峰的來源多為工廠直接燃燒排出，或是因燃燒排出後降溫凝結而成，由於凝核峰微粒的粒徑極小，這些粒狀物會迅速凝聚成較大的顆粒或是成為雲或霧的凝結核，因此生命週期通常小於一個小時，其分佈、來源、產生、去除機制如圖 2.2.2(Whitby & Cantrell, 1976)。

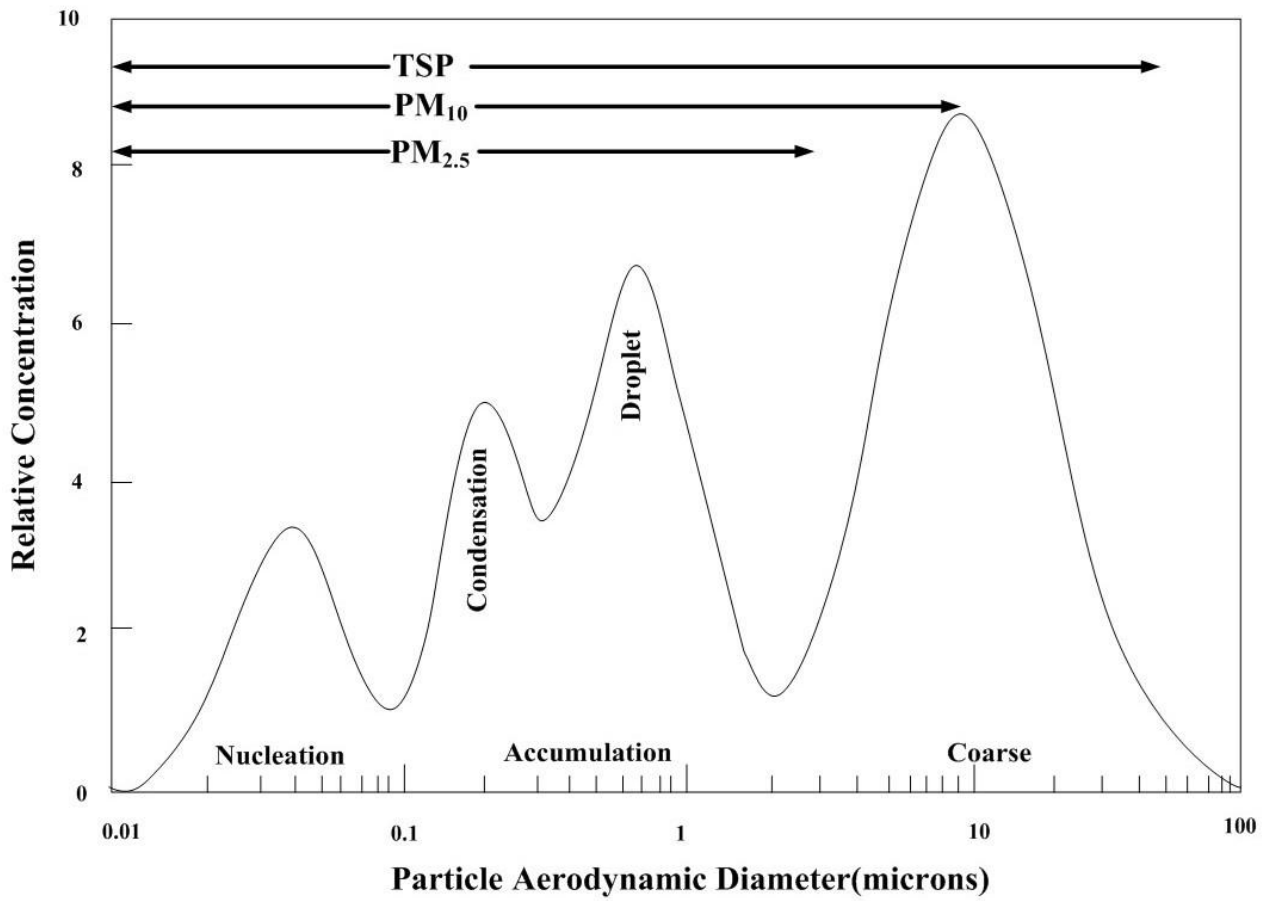


圖 2.2.1 懸浮微粒粒徑分佈圖(Watson & Chow,1998)

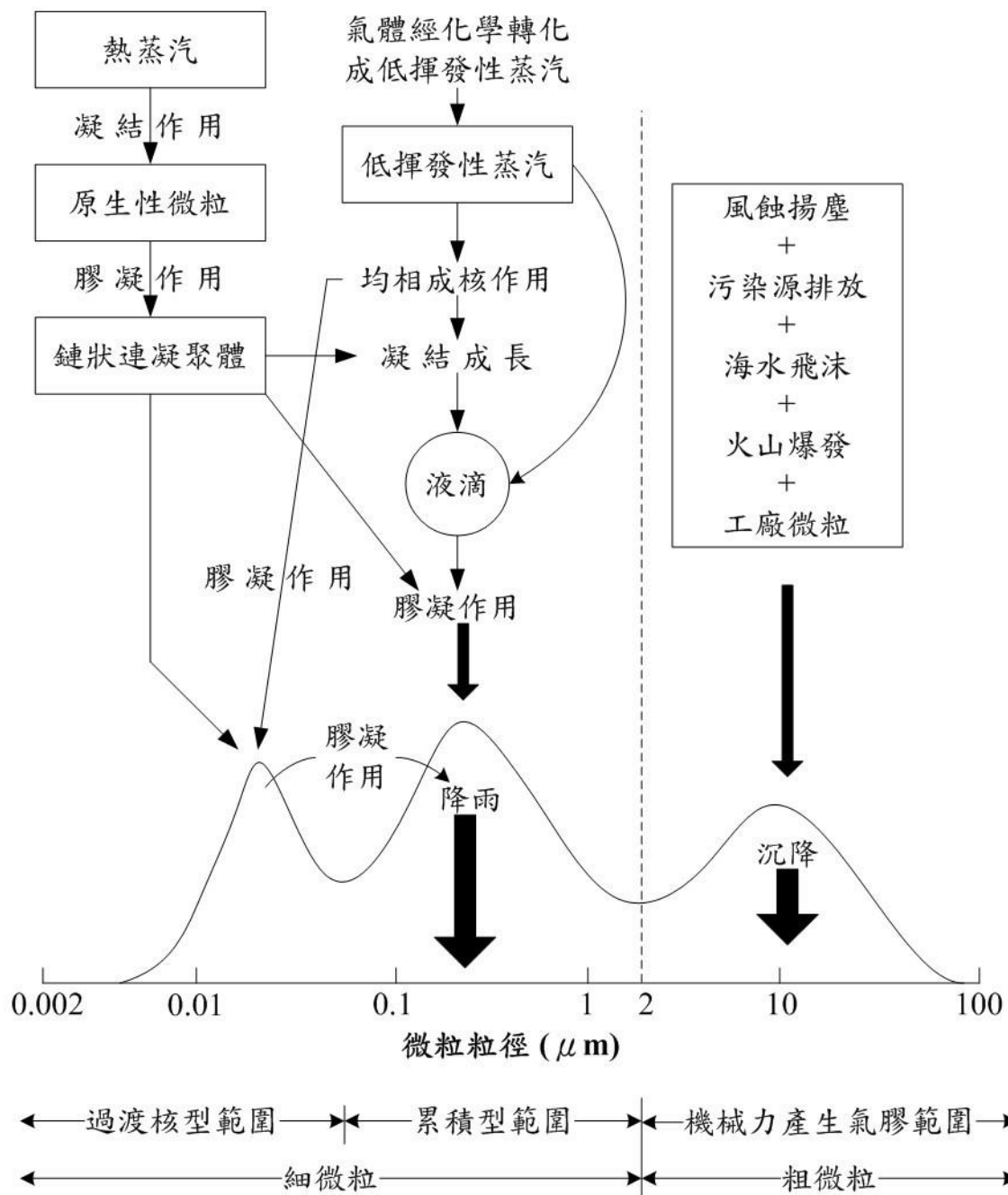


圖 2.2.2 粒徑分佈及其來源、產生、去除機制(Whitby & Cantrell, 1976)

2.2.3 懸浮微粒之影響

懸浮微粒對環境與人類健康有相當大的影響，從 1952 年英國倫敦的煙霧事件，造成數千人死亡，並引發後續上萬人的呼吸道病例和死亡率大增可見一斑。根據美國 EPA 的統計 1/3 的粒狀污染物是由可控制之燃燒過程產生，2/3 是由未控制，如森林火災、農業廢棄物焚燒等，其中火力發電廠是為高濃度粒狀物排放源的代表(Perkins, 1970)。

從以往文獻上可知，空氣污染對人類健康具有急性和慢性影響，影響許多不同的系統和器官。其範圍從輕微的上呼吸道刺激到心臟病，肺癌，兒童急性呼吸道感染和成人慢性支氣管炎，加重已有的心肺疾病或哮喘發作等等，其引起的發病率、住院率甚至死亡率的上升，皆和粒狀污染物的濃度升高有關(Monn & Becker, 1999; Brunekreef & Holgate, 2002; Kampa & Castanas, 2008; 辜美安等人, 2017)。

懸浮微粒的致病性取決於它們的大小，組成，來源等等，空氣動力學直徑小於 $10\mu\text{m}$ 的粒狀污染物對人類健康具有更大的影響(Xing et al., 2016)，曾國書(2006)統整懸浮微粒在不同粒徑的分佈下對人體呼吸道系統的危害如表 2.2.1 所示。 $\text{PM}_{2.5}$ 可以深入肺部，刺激和腐蝕肺泡壁，從而損害肺功能，人類在其長期暴露下更引起高血壓、自律神經失調、肺結核的高風險，在冠狀動脈心臟病或心血管高危險群病人上， $\text{PM}_{2.5}$ 也具有較粗懸浮微粒更高的毒性，係因細懸浮微粒 $\text{PM}_{2.5}$ 較粗懸浮微粒 PM_{10} 更易進入人體呼吸器官，對呼吸系統造成危害(盧梅芳, 2001；鄭尊仁等人, 2007)。

施佳吟(2017)提到在各濃度地區不改變其他個人危險因子的狀態下，高濃度地區的 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度若下降至與低濃度地區相同，中、高濃度地區男性平均餘命可分別因此增加 0.751 年與 0.76 年，健康餘命可因此增加 0.936 年與 0.943 年；女性平均餘命可分別因此增加 0.665 年與 0.638 年，健康餘命可因此增加 0.565 年與 0.545 年，而當低濃度區域轉變為中、高濃度時， $\text{PM}_{2.5}$ 對男性與女性的死亡與健康危害也將上升。

表 2.2.1 大氣懸浮微粒於人體呼吸道系統之分佈與危害

粒徑分布	分布特性	危害情形
>10 μm	沉積在鼻咽部	鼻毛阻擋，對人體較無危害。
5~10 μm	沉積在上部鼻腔、深呼吸道	造成纖維麻痺、支氣管黏膜過度分泌、使黏液腺增生，引起可逆性支氣管痙攣，抑制深呼吸、並蔓延至小支氣管道。
2~5 μm	10%以下沉積在支氣管，約 20~30%沉積在肺泡	形成慢性支氣管炎、細支氣管擴張、肺水腫或支氣管纖維化等症狀。
0.1~2 μm	沉積於肺泡組織中	促使肺部之巨噬細胞明顯增加，形成肺氣腫並破壞肺泡。

資料來源:曾國書(2006)

在環境影響方面，氣膠對太陽輻射同時具有散射或吸收的能力，因而造成有效日照時數的縮短，對於農作物生長、視程的衰竭以及人們生活作息造成極重大的威脅(宋鎮宇, 2000)。其中大氣能見度可視為空氣污染與氣象條件的綜合指標，且為民眾對於空氣品質感同身受的直接判斷因子，文獻分析結果也顯示，影響大氣能見度的主要的空氣污染物為 $\text{PM}_{2.5}$ (王文彥 2014；楊佳興，2015)。在研究廣州地區的 $\text{PM}_{2.5}$ 與能見度的相關性時，可看出兩者之間有很好的相關性，而 $\text{PM}_{2.5}$ 也是中國區域霧霾的主要貢獻者，其中硫酸鹽類的 $\text{PM}_{2.5}$ 是影響光散射與能見度的主要物種(Tao et al., 2009; Pui et al, 2014)，馮欽賜(1989)分析台灣全島因都市化後大氣中的懸浮微粒增加，造成全天空輻射通量衰減情形，結果顯示西部地區的懸浮微粒將可造成約 10~12%的影響程度。

2.3 天氣型態與氣象因子之相關研究

氣象條件會依不同季節產生較規律的變化，而 PM_{2.5} 的季節性變化也是顯著的，以往多數文獻中顯示在發生高污染事件的持續時數、濃度時，通常以乾季(10月至次年 2 月)也就是春季和冬季的時間點濃度最高持續時間也較長(He et al,2001;劉晏瑜，2017；林佳薇，2015)，此時中南部的細懸浮微粒主要受到本土污染源(工廠、電廠)排放與部分長程運輸的影響(謝瑞豪等人，2016)。

以大氣能見度來說，粒狀污染物與能見度呈現負相關(Liu et al., 2014)。林源海(2013)提到在其研究期間平均能見度約 10.1 公里，PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的濃度會隨著能見度越好而有下降的趨勢，而結果呈現夏季能見度較佳，春季與冬季則較差的現象，其主要原因為低風速導致的擴散不良天氣條件。探討 PM_{2.5} 濃度和氣象因子相關性分析時，發現 PM_{2.5} 濃度和風速、溫度有較高的相關性(鄭芳青，2010；黃淑倫等人，2016)。

探討天氣型態(傳輸型、滯留型)下，空氣污染情況是否有顯著差異，發現兩者天氣型態以滯留型比傳輸型更容易出現低能見度的 PM_{2.5} 事件日，其中滯留型的天氣型態又以高壓迴流型發生的比率最高(鄭芳青，2010；楊佳興，2015；謝坤龍，2016)。李建璋(2007)分析 1998~2006 年綜觀天氣圖，發現最易造成低能見度之天氣型態為華南兩區東移、鋒面過境、強烈東北季風、颱風外圍環流及鋒前暖區等五型。

梁江山(2015)將馬祖地區發生低能見度的天數達 100 天以上的天氣系統類型進行比較，影響程度依序為鋒前暖區、偏南氣流及高壓迴流型態。

鄭尊仁(2007)發現高濃度事件主因為高壓迴流的天氣型態導致污染物累積不易擴散，且多為低混合層高度、低風速等不良的大氣擴散條件。

翁叔平等人(2013)在分析高高屏典型 PM_{2.5} 污染事件發生時，東亞大尺度環流變化主要有高壓出海、寒流爆發以及鋒面過境等三種型態

曾韋勳(2012)分析一般測站空氣品質資料，結果顯示東北季風型態和高壓迴流型態，這兩種天氣類型會使高屏區域發生懸浮微粒的高污染事件日機率提高。

2.4 空氣品質模式應用

為進行空氣污染防治的政策施行，了解污染物擴散的傳輸範圍是第一要件，然而空氣污染物受到氣象、地形條件影響甚深，使得在污染物從污染源傳輸到大氣中之後，受到煙囪高度、風速、風向等影響，造成移動距離、稀釋作用、沉降效應等效果不盡相同，使得後續難以確切掌握行蹤，雖然可以使用實地監測採樣與設立大量空氣品質測站等方法可以得到直接的影響數據，但無法釐清影響的來源和污染源貢獻量比重為何，且耗費大量人力成本與資金(柯正龍等，2017)，為了解大氣中的污染源對環境的影響，現多以空氣品質模式來改善這個問題，空氣品質模式係使用數學方程式加入包含排放量、氣象、地形條件，以及物理化學反應，以求出污染物在真實大氣中之形成、擴散、傳輸的過程。

空氣品質模式大致可分為受體模式與擴散模式，受體模式是以受體點為核心，以質量守恆為基礎理論，主要透過受體點周界的採樣資料以及污染物的組成來追溯污染源；擴散模式則是以污染源為核心，主要探討污染源排放污染物到大氣後的經傳輸、沉降、稀釋等作用後，最後對受體點的影響，本研究為了解不同固定污染源的影響範圍為何，故使用擴散模式進行模擬。

2.4.1 擴散模式

目前應用在擴散模式多以高斯煙流模式(Gaussian Plume Model)為基礎(Holmes & Morawska, 2006)，國內顧問機構與學者大多應用的是 ISCST3 (Industrial Source Complex Short-Term Simulation Version 3)，為美國環保署公告的替代模式之一，以高斯煙流為基礎，假設連續排放之污染源，在大氣中經過擴散、稀釋、沉降等作用，到達穩定的狀態。但是 ISCST3 只考慮污染物擴散與水平對流，因此模式上仍有許多限制，且適用範圍為平坦或簡單地形，指沒有顯著地形起伏且地形高度均小於煙囪高度者，Bluett et al. (2004)也提到在複雜地形和沿海地區，氣象條件可能會在短時間內發生劇烈的變化，因此不適合使用 ISCST3 模式模擬。模式模擬的目標污染物種因為沒有考慮化學反應，所以也是以模擬情

性氣體為主。

由於上述限制美國環保署於 2005 年公告 AERMOD(American Meteorological Society / Environmental Protection Agency Regulatory Dispersion Model)模式為固定污染源的優選擴散模式取代舊有的 ISCST3，AERMOD 修正 ISCST3 對於中等到複雜地形中地形效應的模擬方式，並保持使用上的簡單性(曠永銓等，2005)。

在 ISCST3 與 AERMOD 的比較上，謝宏益(2008)以台中火力發電廠為例比較兩者模擬結果，發現模擬 ISCST3 模式在有效煙囪高度大於混合層高度時，會假設受體點濃度為 0，而 AERMOD 有考慮到污染物在混合層高度經過一段時間後沉降到地表的濃度值，因此 AERMOD 在使用上比 ISC 模式準確。林志柏(2010)比較 AERMOD 模式和 ISCST3 模式在複雜地形下兩模式的擴散情形，發現在最大著地濃度兩者皆發生在地表較高的地方，在濃度分布上較 ISCST3 接近觀測值。劉漢琪(2012)表示 AERMOD 在模擬計算上使用計算複雜地形分層流動及考量地表特徵影響上，其學理基礎較 ISCST3 完整，故模擬結果更具可信度。

2.4.2 TAPM 相關研究與應用

Luhar & Hurley (2002)分別在 Kincaid (鄉村地區)、Indianapolis (城市地區) and Kwinana (沿海地區)三個洲作為不同性質的受體點進行模擬，並比較 TAPM、AERMOD、ISCST3 的模擬結果，發現 TAPM 在其中三種模式中效果較佳。

Hurley et al. (2003)利用 TAPM 和美國環保署維多利亞洲排放物清單，模擬位在菲利浦港灣的墨爾本長達一年的 PM_{2.5}、PM₁₀ 和光化學煙霧(NO₂和 O₃)濃度，並和當地的空氣污染濃度比較，發現 TAPM 模擬的結果表現良好。在比對加入當地氣象資料同化前後的結果也差不多，表示即使沒有進行氣象資料同化，TAPM 也可以有良好的模擬表現，此結果也突顯排放清冊登載完整性與準確的重要。

葉昱輝(2006)使用 TAPM 台中地區熱島效應的分析，發現水平溫度場模擬值和實際值有良好的一致性，IOA 指數接近 0.9。

彭彥斌(2007)使用 TAPM 模擬春季和秋季南台灣地面臭氧濃度，其中春季臭氧濃度 IOA 指數為 0.77，秋季 IOA 指數為 0.91，兩者皆屬高度相關，模擬結果一致性良好。

曾偉杰(2008)利用 TAPM 模擬評估中部空品區 PM_{10} ，氣象場模擬結果一致性指數 IOA 皆在 0.8 以上， PM_{10} 的 IOA 也可達 0.6 以上，並在加入境外運輸的設定，發現桃竹苗空品區對中部地區的影響較雲嘉南空品區高。

于培倫(2010)以 TAPM 模式模擬台灣中部地區懸浮微粒，結果顯示氣象場的 IOA 皆高於 0.7 以上，溫度場方面一致性指數超過 0.9，在污染物方面 $PM_{2.5}$ 的 IOA 指數可達 0.6~0.7。

綜上所述 TAPM 在模擬的準確度上較 ISC 和 AERMOD 更高，且也能準確掌握住複雜地形下的模擬結果，在氣象場的部分也能有較符合實際情況的模擬結果，因此本研究採用 TAPM 作為研究工具。

第三章 研究方法

3.1 研究架構

本研究流程如圖 3.1.1，首先依研究目的選定系統邊界並進行樣區網格化，以西屯測站作為中心點，劃定 31×31 共 961 格，每格 1200m×1200m 的研究範圍。選擇研究樣區內的固定污染源作為污染排放量的輸入項來源，於研究樣區外的外部污染貢獻量假設為 0，蒐集文獻中天氣型態類別，幫助選定模擬日期，接下來蒐集模擬範圍內研究所需要的資料，整理成模式可用的格式，利用 TAPM 的氣象模組模擬出氣象場，將模擬出的模擬值與空氣品質測站的實際值進行一致性檢驗，模式風場可信後，套入 TAPM 的污染物模組，模擬出 PM_{2.5} 的濃度，將資料利用地理資訊系統整理繪圖，再把網格辨識成行政區域，找出現況的影響區域，了解污染物流佈情形並分析各個污染源的貢獻量比例。

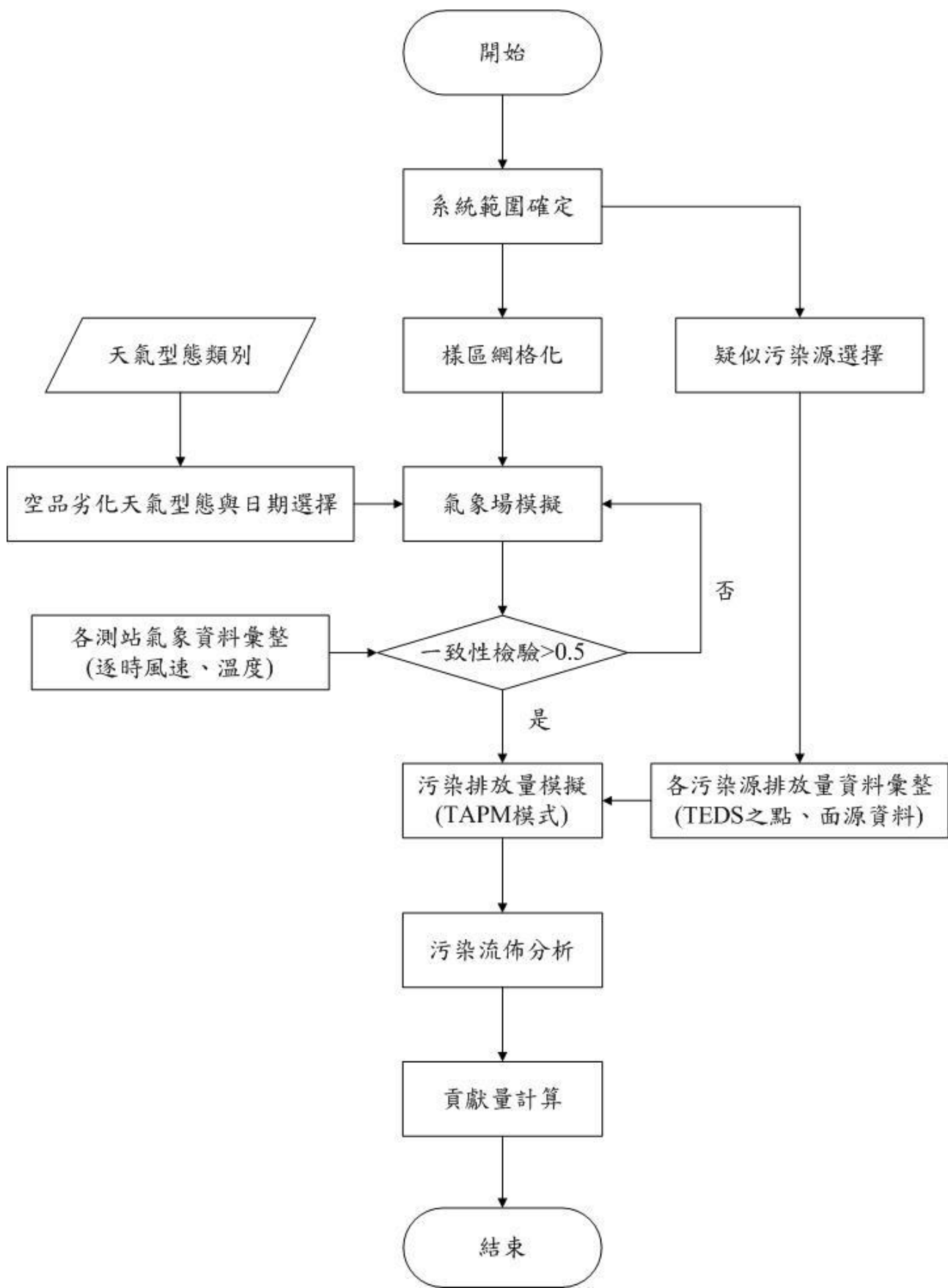


圖 3.1.1 研究流程圖

3.2 研究背景

本研究依研究目的選定涵蓋台中盆地的合適範圍作為研究樣區如圖 3.2.1 所標示，台中盆地位於台中市，氣候條件屬於副熱帶氣候，因鄰近北回歸線，太陽入射角度較大，致使高溫時期較長，年均溫在 22~23°C 左右，盆地地形也使台中的平均風速較低，盛行風向也常受盆地地形影響，較多為北風和南風(陳國川，2007)。台中盆地的範圍很容易分辨，北界為大安溪，南以濁水溪為界，東邊是以豐原、霧峰、一線以東的丘陵山地，西邊則鄰大肚山與八卦山且在兩座山峰夾著一個窄口通向盆地腹地，大肚山平均高度在 200~300 公尺，最高約 310 公尺，盆地南北長度約 48 公里，東西向寬度約 14 公里，由烏溪與大甲溪沖積扇堆積而成，盆地最低窪的地方於烏溪下游，地勢於此分別向周圍漸高，為台中市的人口稠密區。圖 3.2.1 的編號為選定的固定污染源及空氣品質測站如表 3.2.1 所示。

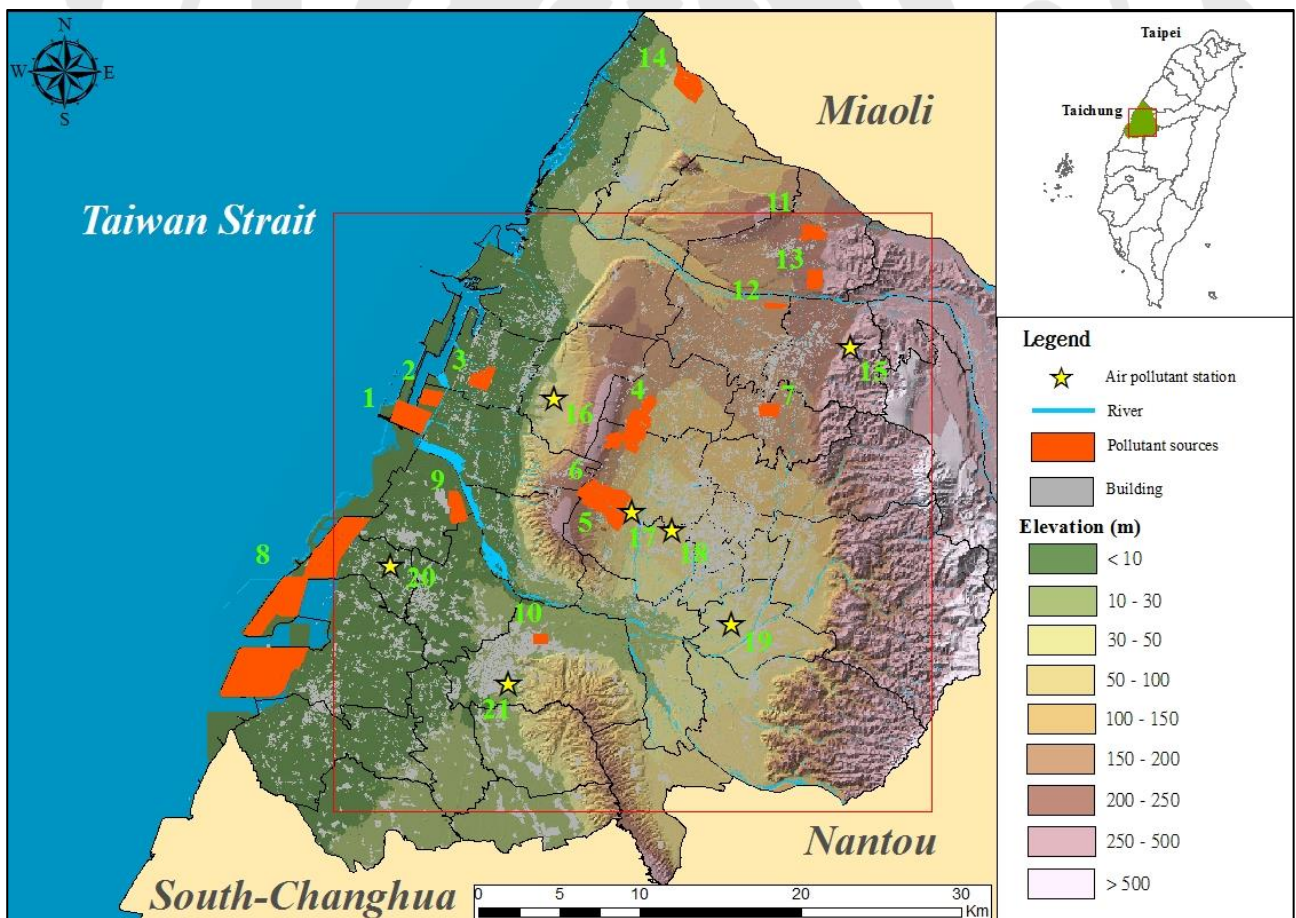


圖 3.2.1 研究樣區

表 3.2.1 研究樣區編號

編號	固定污染源	編號	空氣品質測站
1	台中火力發電廠	15	豐原測站
2	中龍鋼鐵股份有限公司	16	沙鹿測站
3	關連工業區	17	西屯測站
4	中部科學工業園區-台中園區	18	忠明測站
5	文山焚化廠	19	大里測站
6	台中工業區	20	線西測站
7	台中加工出口區(潭子工業區)	21	彰化測站
8	彰濱工業區		
9	全興工業區		
10	台灣化學纖維股份有限公司-彰化廠		
11	中部科學工業園區-后里基地		
12	豐洲工業區		
13	中部科學工業園區-七星基地		
14	幼獅工業區		

3.3 資料蒐集

本小節蒐集天氣型態出現的特徵及類別以及 TAPM 運行所需的各種參數，主要如下：

1. 蒐集天氣型態類別。
2. 輸入項固定污染源的簡介、產業類型、面積大小等。
3. 各空氣品質測站的氣象資料，包含逐時的風速、溫度等作為比對的實際值。

3.3.1 天氣型態分類

本研究探討的天氣型態種類參考楊宏宇(1993)整理的天氣型態，其將台灣的天氣類型分作 27 種，各分類概述如下：

1. 鋒面過境型(A1)

臺灣地區受鋒面影響，有時會在臺灣附近產生波動，簡稱為生波。一般臺灣出現降雨現象主要在北部地區，但有時生波，北部陰雨，南部雲量多，臺灣地區天氣呈現相當不穩定。在冬季寒流南下前緣，秋末鋒面過境時刻及春季至梅雨期間皆會有出現生波現象。

2. 鋒前暖區型(A2)

鋒面存在於 27°N~30°N 之間，迫近臺灣地區，但鋒面雲系尚未籠罩臺灣陸地，臺灣位於鋒前暖區為一穩定區，如空氣品質劣化則不易擴散，易發生污染現象，此時北部雲量相當多。在此種天類型下，華南至臺灣間以多雲至陰天為主，北部有時吹西南、偏南或西風，偶而有陣雨或強烈降雨現象。此型大多在冬季、梅雨期及秋季出現，夏季甚少。

3. 鋒面滯留型(A3)

鋒面影響臺灣地區時，如果大陸冷高壓弱，而太平洋高壓西伸勢力強盛，則鋒面被阻擋形成鋒面滯留現象，如鋒面滯留北部，則北部降雨而中、南部因鋒前下沉作用及鋒面逆溫層穩定而造成空氣品質劣化，不易擴散。如鋒面

滯留於臺灣與大陸東南沿海之間，則臺灣地區整個位於鋒前暖區，易生污染現象。

4. 熱帶低壓系統外圍環流型(A4)

臺灣附近無鋒面或強烈高壓存在，且太平洋高壓相當微弱，高壓中心偏東，而於臺灣附近有熱帶系統(低氣壓或颱風)，其外圍環流可影響臺灣附近地區，北部大致東風甚明顯。臺灣地區雲量隨系統之強弱而變化，若颱風強時則雲量多，呈現陰有陣雨，東風甚強；但如果是熱性低氣壓或低氣壓時，則雲量較少，降雨也不明顯，東風亦較弱。通常出現於下半年，甚至於在梅雨期間亦有可能出現。

5. 強烈東北季風型(A5)

主要係來自西伯利亞和蒙古高原之極地大陸冷高壓甚強，地面溫度常在 15°C ~ 40°C 之間，空氣寒冷乾燥，且其抵達華中時分裂高壓中心仍有1030hpa以上。台北至上海之間至少有四條等壓線，由於氣壓梯度大，風力甚強，臺灣東北部受東北季風正面衝擊，多半為陰雨惡劣之天氣，而南部地區雲量亦增多，介於陰天多雲之間，且南部亦有降雨機會。

6. 標準東北季風(A6)

極地大陸冷高壓位於西伯利亞貝加爾湖至華北一帶，等壓線呈南北走向，梯度分佈甚為平均。臺灣地區受東北季風影響，冷鋒已通過臺灣，冷氣團並不強盛，冷平流亦不明顯，台北至上海間至少有二至三條等壓線。北部地區一般以陰天為主，降雨會甚大，風力較A7強，南部地區則大部分以晴到多雲為主。此型出現時機為秋末至春初。

7. 微弱東北季風型(A7)

極地大陸冷高壓較弱，其高壓中心在 30°N 以北，呈近似滯留狀態，大陸冷氣團強度不強，且偏向東移。由於緯度偏高，臺灣北部地區受微弱東北季風影響，台北至上海間大致存在一至二條等壓線通過。北部地區雲量以晴到多雲為主，降雨機率較少，且風力不強。南部地區有時雲量仍多。此型多半

於秋末至梅雨期間出現。

8. 高壓出海型 I (A8)

高壓中心由陸上移出海上未達 125°E 之前定為高壓出海型，它是一個東西連貫成帶狀之移動性高壓，自華中向東移動，然後從華北(A8)、華中(A9)或華南(A10)向東出海，再通過日本南部。本型係大陸高壓在 30°N 以北出海，東海至臺灣間等壓線呈東北東至西南西走向，北部有時出現東風。北部地區雲量甚多，且常有降雨現象，南部地區雲量亦多。此型經常出現於秋末至梅雨來臨前。

9. 高壓出海型 II (A9)

大陸高壓由華中向移動，然後在 30°N 左右附近出海，臺灣附近等壓線呈東西走向。臺灣北部處於高壓正南方，有時雲量多，降雨出現，但有時雲量少，甚至不下雨。此型經常出現於秋末至梅雨來臨前。

10. 高壓出海型 III (A10)

大陸高壓由華中向東移動，然後在 30°N 以南出海，臺灣附近等壓線略呈南北走向，且北部出現偏北風，風力甚弱。大致上臺灣各地天氣晴朗，以晴天為主，此時臺灣地區為持續性之好天氣，而臺灣北部地區及我國東南沿海陸地時有濃霧產生。此型出現於秋末至梅雨來臨前。

11. 高壓迴流型(A11)

極地大陸高壓東移過 125°E 以東為迴流型。臺灣地區處於高壓西南方，有偏南風或東南風出現。由於高壓出海後迴流經暖海變性，通過北方強烈溫度梯度之海面造成平流冷卻，極易形成大霧，臺灣地區北部、東北部以陰到多雲有降雨，氣溫亦有回升現象，南部地區則大致為晴到多雲之天氣。此型一般全年均有出現機會，但主要以秋末至梅雨期間為主。

12. 太平洋高壓西伸型(A12)

臺灣地區及四周海域為西伸太平洋副熱帶高壓所控制，其高壓中心所在位置多在半位於 $20^{\circ}\text{N}\sim 24^{\circ}\text{N}$ 及 $125^{\circ}\text{E}\sim 135^{\circ}\text{E}$ 範圍內。而於臺灣地區東北部、

東部海上有高壓脊西伸至臺灣地區，臺灣地區在太平洋高壓影響下，氣壓梯度微弱，多偏南風，風力微弱，且溫度極高。大致上本型天氣仍以晴朗高溫為主，有時午後有雷陣雨出現，唯時間相當短暫。此型多半出現於下半年並主控整個臺灣地區之天氣。

13. 鋒面及颱風混合型(A13)

臺灣附近有鋒面系統存在，鄰近海域亦有颱風或熱帶性低氣壓移近，臺灣受颱風或熱帶性低氣壓影響，且鋒面亦影響臺灣北部。此兩種系統交互混合，於衛星雲圖中已混雜，無法辨識。臺灣地區不論南北天氣均不佳，降雨機會甚大，且天氣有時呈現相當惡劣。此型多半出現於梅雨期開始至冬季初期。

14. 颱風型(A14)

又稱為熱帶性低氣壓型，其特徵為臺灣在颱風(或熱帶性低氣壓)侵襲中，或在其外圍環流影響範圍內，颱風中心位於 $20^{\circ}\text{N}\sim 26^{\circ}\text{N}$ 及 $119^{\circ}\text{E}\sim 125^{\circ}\text{E}$ 之範圍內。天氣狀況極不穩定，但依颱風路徑之不同，臺灣南北或東西兩地常呈現完全不同之天氣狀況，當臺灣被颱風完全籠罩時，各地均呈現強烈風雨交加情形。

15. 西南氣流型(A15)

當颱風或熱帶性低氣壓北移至韓國南方、東海或日本九州島以西時。臺灣地區受西南風相對明顯，因受西南氣流所引進大量水氣且因地形影響，臺灣西半部地區呈現明顯之降雨，甚至在東部地區亦有降雨發生。此種天氣型態多半發生於下半年及秋末時期。

16. 熱帶系統外圍環流及鋒前暖區混合型(A16)

當臺灣南方熱帶系統存在時，北方在東海至華南一帶有北方鋒面系統接近，臺灣在此兩種系統交互影響下，天氣出現不穩定狀況。雲量甚多偶有降雨，但有時較為激烈，北部及南部均會有降雨機會。此種大氣型態多半發生於梅雨季節開始至秋末期間。

17. 高壓迴流和鋒前暖區混合型(A17)

在高壓出海後抵日本海或日本南方海面，由華中生波所伴隨鋒面南下。兩者相互影響時，在臺灣東部一帶吹南風到東南風。臺灣處在鋒面前緣及高壓西半部，兩者均相當不穩定，易有對流性降水產生，且較為明顯。此種天氣型態多半出現於梅雨初期至秋末期間。

18. 東北季風及颱風混合型(A18)

臺灣受西伯利亞極地大陸變性冷氣團和鄰近海域颱風外圍環流或颱風移近天氣系統之共同影響，臺灣北部及東北部一帶吹東風或東北風。而當颱風尚未接近，臺灣主要受東北季風影響及部分颱風外圍流影響時，臺灣北部及東北部則因氣壓梯度不明顯，天氣為多雲偶有雨，而中南部天氣晴朗穩定。但當颱風移近時，臺灣北部及東北部受外圍環流及東北季風雙重影響時，氣壓梯度較為顯著，且氣流亦於此輻合(convergence)，為臺灣北部及東北部(尤其山區)帶來大量降雨，而引起暴洪，中南部天氣則為多雲到陰為主，偶爾有降雨。

19. 臺灣近海鋒面型(A19)

在 $20^{\circ}\text{N}\sim 26^{\circ}\text{N}$ 間存在鋒面時，臺灣主要受鋒面影響。在此種天氣型態下，臺灣地區大多會出現降雨現象，尤其以北部地區較為明顯，但有時生波產生時，北部有陰雨而南部雲量多，臺灣地區出現相對不穩定的天氣現象，其出現時機為冬季寒流南下前緣。

20. 太平洋高壓型(A20)

當太平洋副熱帶高壓斷裂成為多中心型時，臺灣在南海高壓(太平洋高壓之一種)控制下。臺灣地區受高壓東半部下沉氣流籠罩，一般天氣晴朗炎熱，風力較小。此種天氣型態大多在盛夏至初秋時出現。

21. 偏南氣流型(A21)

華北一帶有熱低氣壓，而太平洋高壓主中心仍在日本以東之海面，並尚未抵達臺灣附近。臺灣地區受熱低壓外圍環流影響下，主要吹偏南風，因此

當氣流流向主要由南方抵達臺灣地區，一般多為天氣炎熱天氣，有時午後雲量變多與西南氣流不同，雨有時較不明顯，且為不連續性之降雨。

22. 華南雨區東移型(A22)

鋒面在華北、華中一帶向東移，在華南沿海常有另一不明顯之鋒面出現，雖然不會直接東移經過臺灣，但所伴隨之雨區卻隨氣流而影響。當太平洋副熱帶高壓斷裂為成多中心型時，臺灣在南海高壓控制下。臺灣地區在高壓東半部下沉氣流籠罩下，天氣較晴朗炎熱且風力甚小。此種天氣型態出現於秋末至梅雨季節來臨時。

23. 東海低壓或臺灣低壓型(A23)

東海低壓係指東海在 27°N 以北之海面所發生者，約可以 120°E 為分界線，東海為親潮及黑潮交會地區，其溫度場與溼度場至為有利於氣旋之生長；若氣流場亦符合此項需求，則波動即行發生。東海低壓生成後，對臺灣而言，因在其南方，故影響至大且鉅。東海低壓恆伴隨有惡劣天氣，故當冷鋒過境時，多對臺灣天氣發生影響。東海低壓全年均可出現，惟仲夏之月較少。臺灣低壓係指臺灣四週之近海上，新形成之溫帶氣旋而一般而論，凡是在北緯 $20^{\circ}\text{N}\sim 27^{\circ}\text{N}$ 以及東經 $117^{\circ}\text{E}\sim 128^{\circ}\text{E}$ 間海上地區生成之低壓，統稱之為臺灣低壓，大多數均生成於臺灣北方之近海上。自冬季至夏初，各月均可發生，其對臺灣天氣之影響，關係至為密切。

24. 東北季風及颱風外圍環流型(A24)

臺灣受大陸變性冷氣團和鄰近海域颱風外圍環流天氣系統之共同影響時，臺灣北部及東北部一帶主要吹東風或東北風。此時在颱風尚未接近時，臺灣主要受東北季風與部分颱風外圍環流影響，臺灣北部及東北部因氣壓梯度較不明顯，天氣為多雲偶爾有雨，而中南部天氣則晴朗穩定。

25. 颱風外圍環型(A25)

當臺灣附近無鋒面或強烈高壓存在，且太平洋高壓相當微弱中心偏東時，而臺灣附近又有熱帶系統(低氣壓或颱風)，受其外圍環流的影響，臺灣北部

地區出現明顯東風;臺灣地區的雲量則會隨系統之強弱而有變化。此種天氣類型多出現於下半年間。

26. 東北季風及華南雨區東移型(A26)

臺灣地區在每年春季期間(3至5月間),東北季風日趨微弱,但若此時在華北與華中一帶有鋒面往東移,華南沿海地區常伴隨一不明顯鋒面產生,雖然不會直接穿過臺灣地區,但所伴隨之暖濕空氣所形成之降雨帶卻會隨氣流而影響臺灣地區的天氣。其北部與東北部仍以陰雨天為主,屬於間歇性之降雨,而山區一般雨勢會較大,風力則介於標準東北季風與微弱東北季風之間;但中、南部地區天氣大多是晴到多雲(層雲)為主。

27. 東北季風及南方雲系北移型(A27)

臺灣地區每年春季期間(3至5月間),是以東北季風為主而以標準東北季風為次,但此時偶有熱帶海洋氣(MT)或赤道海洋氣團(ME)因太平洋副熱帶高壓位置而形成偏南風或南風,當海洋面屬性暖濕空氣所形成之雲雨帶(兩層雲)北移與東北季風共伴發生時,因天氣極不穩定而造成臺灣地區各地降雨機率大增。臺灣北部及東北部地區氣溫回暖,且伴隨間歇性降雨或大雨發生機會,在山區雨勢會較大;而中、南部天氣則屬於暖濕空氣為主的西南氣流或偏南氣流,溫度偏高而午後會有氣團性雷陣雨發生之機會,與盛夏天氣現象雷同。

3.3.2 污染源簡介

1. 台中火力發電廠

民國 70 年為配合國家長期經濟發展，與能源多元化政策，以及因應中部地區工商發達，用電量快速增加而興建，從 1992 年完工運轉，占地總面積達 277.5 公頃，是第一座通過環境影響評估審核通過後才興建的公園化電場，總發電功率為 5824MW，廠區煙囪設置高 250 公尺以利燃煤廢氣擴散。

2. 中龍鋼鐵股份有限公司

成立於 1993 年，為中鋼集團子公司，是國內唯一同時擁有電爐與高爐的一貫化作業鋼廠，於 2013 年開始營運，粗鋼年產能可達 600 萬噸以上，主要產品為 H 型鋼、小鋼胚、鋼板、熱軋鋼捲等，在台灣鋼鐵產業中占有重要的地位。

3. 關連工業區

政府為促進台灣中部全面發展以及健全台中港開發後之港埠營運，劃定附近關連土地開發為工業區，於民國 68 年開發完成，占地總面積 142.83 公頃，生產中的廠商共 115 家，產值約 513 億元，廠商行業類別主要有塑膠製品業(24 家)、金屬製品製造業(19 家)、機械設備製造業(18 家)、運輸業(14 家)及食品飲料製造業(14 家)。

4. 中部科學工業園區-台中園區(中科-台中)

為提供高科技產業發展之優質環境，促進中部產業升級，與新竹科學園區和台南科學園區串聯北、中、南發展核心，期許形成各具特色之高科技產業聚落，是中科計畫第一期及第二期，用地共 466 公頃，於 2005 年開始營運，主要廠商行業類別以光電、精密機械、半導體產業為主，中科各園區完工產值總額可上兆元。

5. 文山焚化廠

依據台灣省都市垃圾處理計畫，規畫民國 77 年至 80 年間興建，面積約 4.4 公頃，原規劃之每日垃圾處理量為 600 公噸，後於民國 79 年提高至 900 公噸/日，服務區域為整個台中市，並於民國 85 年正式啟用。

6. 台中工業區

為促進中部地區發展，以及配合十大建設中的兩個重大工程，政府在大肚山開闢台中工業區，占地總面積為 582 公頃，於民國 66 年到 76 年間完成共三期的工程，生產中的廠商共 1027 家，產值約 3777 億元，廠商行業類別主要有機械設備製造業(202 家)、金屬製品製造業(160 家)、塑膠製品製造業(89 家)、食品製造業(77 家)。

7. 台中加工出口區(潭子工業區)

為了平衡工業發展，增加就業機會，緩和中部地區人口外移，民國 58 年將興建中的潭子工業區改建為台中加工出口區，於民國 60 年興建完成，占地總面積 26.1187 公頃，營業額近三年約 511.2 億元，區內事業共有 42 家，廠商行業類別主要是電子零組件製造業，其次為光學製品業、金屬製品製造業。

8. 彰濱工業區

為提升國內工業水準及具工業生產、研究、休閒等功能，於 66 年編訂完成，目前仍在建設中，總開發面積為 3643 公頃，營業額 2628.99 億元，生產中廠商共 448 家，廠商主要為金屬製品業(240 家)、基本金屬製造業(54 家)、塑膠製品製造業(44 家)。

9. 全興工業區

為因應經濟的高度發展、解決中部地區興辦工業設廠用地的問題政府於民國 76 年編訂完成，位在彰化縣伸港區及和美區，占地總面積 246.8 公頃，生產中的廠商共 145 家，產值約 752 億元，廠商行業類別主要有金屬製品製造業(44 家)、紡織業(18 家)、塑膠製品製造業(11 家)、基本金屬製造業(10 家)。

10. 台灣化學纖維股份有限公司-彰化廠(台化彰化廠)

台灣由於屬海島地形的關係，各項資源極為缺乏。以往伐木砍除的小徑木、支梢材等資源棄置於山林間，為有效利用此一可貴資源，1965 年在彰化設廠。占地 74 公頃，營業額於 2015 年時約 101.3 億元，主要營業項目是纖維紡織業(螺縲製品、尼龍等產品)。

11. 中部科學工業園區-后里基地(中科-后里)

為增加國際競爭力，發展科技產業聚落，考量現有科學園區土地已供不應求，於后里地區以台糖公司原有的后里、七星兩農場為基礎，興建后里及七星基地，為中科第三期開發，於后里區都市計畫北側，占地總面積 134.64 公頃，引進之主要產業為光電、半導體及精密機械。

12. 豐洲工業區

為配合國家推動機械產業技術提升政策、建構與中部科學工業園區相輔相成之分工體系，台中市政府循「促進產業升級條例」報編開發「豐洲科技工業園區」；於民國 94 年完成編定，占地總面積約 47.64 公頃，進駐廠商共 76 家，產值約 163.8 億元，廠商行業類別主要為精密機械業與金屬製品製造業。

13. 中部科學工業園區-七星基地(中科-七星)

與后里基地同為中科第三期開發，於后里區都市計畫的南側，占地總面積 111.63 公頃，主要引進產業相同為光電、半導體及精密機械。

14. 幼獅工業區

為提供海內外青年更好的創業機會，於民國 64 年完成編定，耗時兩年完工，占地總面積 218.47 公頃，產值約 481 億元，生產中的廠商共 231 家，廠商行業類別主要為金屬基本工業(48 家)、金屬製品製造業(45 家)、機械設備製造修配業(27 家)、化學材料製造業(25 家)。

3.3.3 空氣品質測站

為蒐集研究樣區的氣象場實際值，本研究使用行政院環境保護署架設的空氣品質測站，使用的測站共 7 個，蒐集的資料包含逐時溫度、逐時風速，數據先經過前處理包含遺漏值的補缺，再與 TAPM 模式模擬的氣象場進行一致性檢驗，確認模擬風場可信度。使用到的測站資料整理如表 3.3.1。

表 3.3.1 空氣品質測站位置資料

測站名稱	測站性質	TWD97_X(m)	TWD97_Y(m)	測站高度(m)
豐原	一般測站	224606.33	2683273.95	13
沙鹿	一般測站	206205.01	2680078.75	15
西屯	一般測站	211073.30	2673039.46	11
忠明	一般測站	213526.94	2671898.98	13
大里	一般測站	217232.73	2666092.48	12
線西	工業測站	196036.02	2669707.80	11
彰化	一般測站	203376.94	2662408.54	10

參考資料：行政院環境保護署空氣品質監測網

3.4 污染源排放資料

污染源排放量的推估是依據台灣的國內全國性排放清冊(Taiwan Emission Data System)，即涵蓋各類污染源排放的總排放量資料庫。排放清冊一般指國家、區域或公司/事業單位等所有點、線、面源等，TEDS 初始於民國 78 年使用，一開始僅針對台北、高雄地區進行排放量調查推估，調查基準年為民國 77 年，後於民國 81 年委託美國凱瑟工程公司執行第一版台灣地區排放量資料庫，是為 TEDS1.0 版，後經多次改版，現行最新版本為 TEDS9.0 版，以民國 102 年為基準年，亦為本研究使用的版本。

3.4.1 點源排放清冊

點源範圍以在基準年度有營運且排放空氣污染物，同時列管於固定污染源資料庫公私場所，並採取最大聯集方式合併，避免有同一公私場所重複計算的問題。排放清冊的功用主要為提供行政管制單位擬定管制策略之用，為力求清冊登載的資料為最接近真實狀況之排放量，於 TEDS 第 7 版之後即直接彙整一級資料庫(清查、申報、空污費)之數據。排放清冊涵蓋污染物種包括 TSP、PM₁₀/PM_{2.5}、SO_x、NO_x、THC/NMHC、CO、Pb，其中因固定污染源資料庫未列入 PM_{2.5} 及 PM₁₀，兩者排放量比例計算是以 TSP 認列排放量為基礎，可區分為未經防制設備控制與控制後之計算式，分別藉由 PM₁₀/TSP 與 PM_{2.5}/TSP 比例推估，上述比例主要引用美國環保署公告之 PM Augmentation 或是 FIRE 資料庫，多為管道檢測之結果，以不同污染源分類代碼 (SCC) 對應各別粒狀物控制措施，可獲得粒狀污染物不同粒徑下之控制後排放比例，TEDS9.0 版所使用的設備代碼及粒狀污染物的比例如表 3.4.1。

表 3.4.1 固定源設備代碼及粒狀物比例

固定源設備代碼	固定源設備名稱	PM ₁₀ 比例	PM _{2.5} 比例
0	粉煤「乾底鍋爐」	0.89	0.65
1	粉煤「濕底鍋爐」	0.85	0.65
7	循環流體床鍋爐	0.85	0.65
10	燃油鍋爐	0.71	0.52
20	燃氣鍋爐	1	1
99	其他鍋爐	0.85	0.65
103	結合型氣渦輪機	0	1
201	柴油引擎	0.96	0.9
1000	電弧爐	0.63	0.57
1050	坩堝爐	0.92	0.82
1090	高爐	0.71	0.4
1099	其他熔融設施	0.79	0.45
1100	噴霧乾燥塔	0.79	0.45
1120	旋轉式乾燥爐	0.79	0.45
1199	其他乾燥設施	0.79	0.45
1210	旋轉式燒成爐	0.92	0.82
1211	隧道式燒成爐	0.92	0.82
1219	其他燒成爐	0.92	0.82
1240	燒結爐	0.92	0.82
1260	煉焦爐	0.96	0.94
1299	其他加熱設施	0.92	0.82
2000	乾式研磨設施	0.85	0.3
2010	衝碎機	0.85	0.3
2020	碾碎機	0.85	0.3
2099	其他粉碎、研磨設施	0.85	0.3
3000	網篩機	0.51	0.15
3010	旋轉分離器	0.51	0.15
3099	其他分離、篩選設施	0.51	0.15
3100	固體、固體混合設備(乾式)	0.51	0.15
3110	固體、液體混合設備(濕式)	0.51	0.15
4000	空冷設施	0.85	0.3
4099	其他冷卻設施	0.79	0.45
4160	澆鑄成型設備	0.79	0.45
4190	熱定型機	0.79	0.45
4199	其他成型設備	0.79	0.45

固定源設備代碼	固定源設備名稱	PM ₁₀ 比例	PM _{2.5} 比例
6099	其他切割設施	0.79	0.45
7000	噴砂機	0.85	0.3
7099	其他機械處理設施	0.85	0.3
8940	石油化學加熱爐	0.79	0.45
9009	秤重設備	0.65	0.3
9010	貯料倉	0.65	0.3
9011	包裝機	0.65	0.3
9014	貯料區	0.65	0.3
9038	研磨區	0.85	0.3
9039	成型作業區	0.79	0.45
9999	其他未歸類設施	0.79	0.45
空白	堆置場	0.35	0.11
	其他	0.65	0.35

資料來源：TEDS9.0 點源技術手冊

3.4.2 面源排放清冊

面源為中小型工、商業人為民生活動非人為自然活動，包括未列入點源之工廠、民生活動、無明確製程分類及座標位置等污染源。面源排放量推估方法主要採取係數推估法，使用的係數主要引用美國環保署公告的 AP-42 排放係數手冊之相關污染類別的排放係數，若無相關排放係數則參考其他相關資料，如南加州面源排放推估手冊。污染源推估公式如下：

$$\text{排放量(公噸/年)} = \text{年活動強度} \times \text{排放係數} \times \text{控制因子}$$

其中：

年活動強度：污染源類別相對之年活動量

排放係數：單位活動量之排放量

控制因子：指控制或防制設備之綜合控制效率，控制因子=(1-控制效率)，
即若無相關控制設備，則控制效率為 0，控制因子為 1。

3.4.3 排放資料推估

本研究使用 TEDS9.0 版主要蒐集的資料為點源以及面源，因為線源是指行使於公路之機動車輛，包括自用、營業用大小客車、柴油大小貨車、LPG 車、二行程、四行程機車，而在本研究中探討的主要是固定污染源，故線源部分不會列入污染源討論。

污染源排放量的推估方法首先利用地理資訊系統劃定各個固定污染源的廠區範圍，比對點源、面源排放清冊資料的二度分帶座標(TWD97)，將在廠區範圍內所標示的點源、面源之污染源排放量列出算出總和，得出固定污染源的排放量，作為模式的輸入項。

3.5 一致性指數率定

為了解實測值與模擬值的一致性程度，本研究使用以 IOA 指標(Index of Agreement)來衡量，定義方式使數值介於 0 到 1 之間，數值為 1 時為完全一致，數值為 0 時表示模擬值與實際值完全不一致，通常數值超過 0.5 即可表示模擬值為好的結果(Willmott et al., 1985)。

$$IOA=1-\frac{\sum_{i=1}^N (P_i-O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i-\bar{O}|+|O_i-\bar{O}|)^2}$$

其中：

O_i ：實際值

\bar{O} ：實際平均值

P_i ：模擬值

N ：樣本數。

3.6 空氣污染模式

本研究使用的空氣污染模式(The Air Pollution Model, TAPM)，是由澳大利亞聯邦科學與工業研究發展組織(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO)的大氣研究部門所研發，是一套可以模擬三維氣象以及空氣污染擴散傳輸模擬的模式。在設定上使用圖形化的介面(The Graphical User Interface, GUI)，操作上簡易且可應用在一般電腦平台上，套入模式所需的資料，包含 CSIRO 提供的衛星資料、污染物背景資料、污染物排放量等，即可快速驅動程式進行模擬。模擬日期及網格愈多愈複雜，會讓電腦運算量變多使得模擬時間較長，因此模擬速度受限於電腦性能以及模擬日期長度及模擬範圍的網格大小，TAPM 模式主要分作氣象和污染物兩種模組進行模擬。

3.6.1 TAPM 模式氣象模組

空氣污染模式使用的是一種不可壓縮連續方程式和非靜力流體方程式兼具隨地勢變化的垂直座標系統所組成的三維氣象模組，可以模擬垂直以及水平的風場，其中使用的參數條件有雲和雨的微物理過程、關閉亂流、土壤溫度以及濕度含量、植被型態、海平面溫度、輻射通量等。模式模擬出資料的形式為逐時數據，包含風速、風向、溫度、相對濕度、壓力等氣象因子。但模擬區域有些許限制，因為模式忽略地球曲面的影響，所以在設定水平模擬區域之最大網格時，範圍應該取在 1000 km×1000 km 以內，而在設定最小的網格大小時，解析度可以達到 100 m×100 m，因此不管在大尺度或是區域性小尺度的模擬情境下，皆適用此模式。氣象模組使用之方程式如下：

$$\frac{du}{dt} = F(u) + \frac{\partial \overline{w'u'}}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial z} - \theta_v \left(\frac{\partial \pi}{\partial x} + \frac{\partial \pi}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial x} \right) + fv - N_s(u - u_s)$$

$$\frac{dv}{dt} = F(v) + \frac{\partial \overline{w'u'}}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial z} - \theta_v \left(\frac{\partial \pi}{\partial y} + \frac{\partial \pi}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial y} \right) - fv - N_s(v - v_s)$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \sigma} = - \left(\frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial y} \right) + u \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial x} \right) + v \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial y} \right)$$

$$\frac{d\theta_v}{dt} = F(\theta_v) + \frac{\partial \overline{w'\theta_v'}}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial z} = S_{\theta_v} - N_s(\theta_v - \theta_{vs})$$

$$\sigma = Z_T \left(\frac{Z - Z_s}{Z_T - Z_s} \right)$$

其中：

Z：笛卡爾垂直坐標系統 (m)

Z_T：模式頂端高度 (m)

Z_s：地形高度 (m)

u, v, σ：水平與垂直風場

u_s, v_s：大尺度綜觀風場

θ_v：潛在虛位溫。

3.6.2 TAPM 模式污染物模組

空氣污染模式主要採用尤拉網格模組(Eulerian Grid Module, EGM)，利用預報方程式計算污染物種濃度的變化，包含污染物在大氣中的擴散、乾溼沉降、化學反應、平流對流等。其方程式如下：

$$\frac{dX}{dt} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial X}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial X}{\partial y} \right) - \left(\frac{\partial \sigma}{\partial z} \right) \frac{\partial}{\partial \sigma} (\overline{w'u'}) + S_x + R_x$$

其中：

K_x ：擴散係數

S_x ：污染物排放項

R_x ：化學反應項。

3.6.3 TAPM 模式輸入參數

空氣污染模式使用圖形化的介面，方便使用者選取並輸入參數，其操作主介面視窗如圖，其中主要使用的各參數說明如下

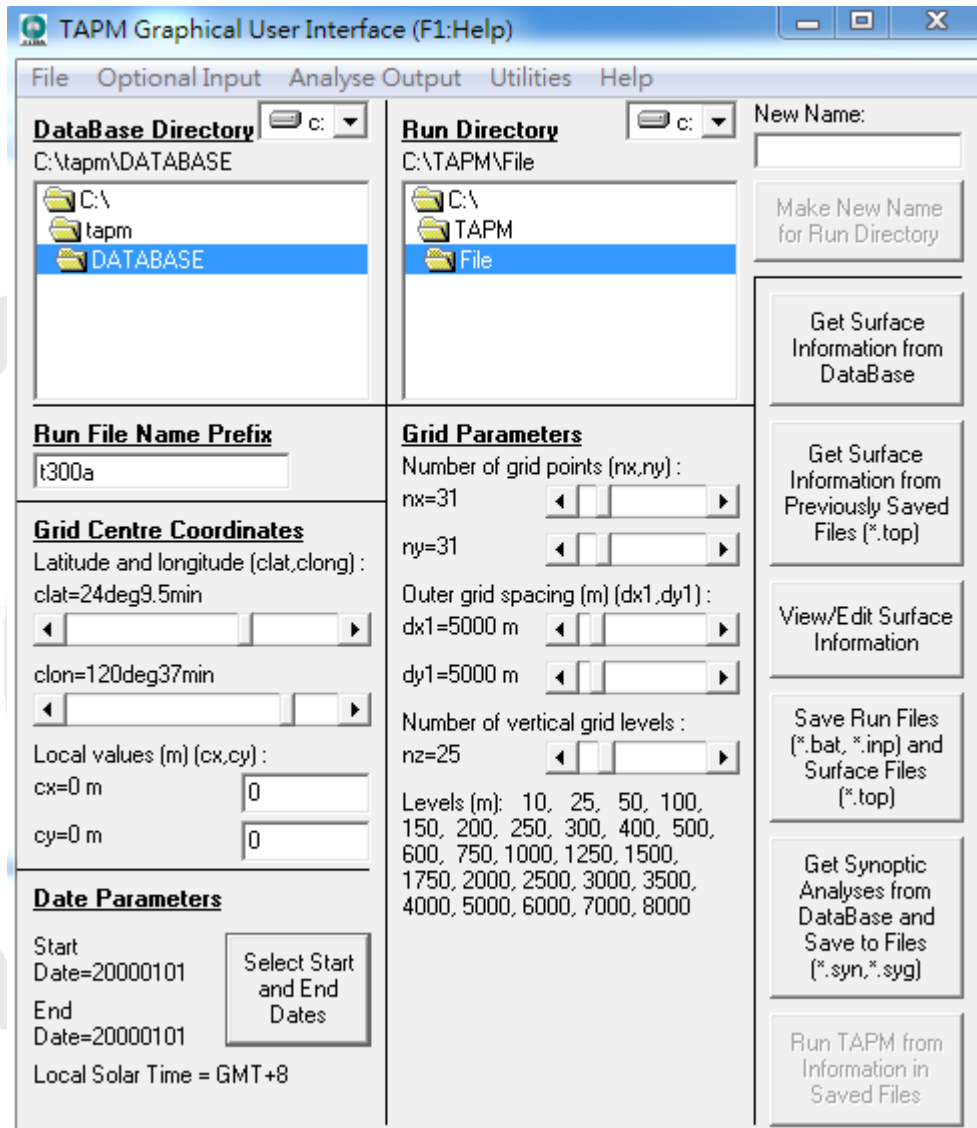


圖 3.6.1 操作主介面示意圖

1. Grid Centre Coordinates :

此為 TAPM 模式模擬範圍的網格中心設定，依使用者設定的經緯度(度分)為中心點，模擬範圍將由此向上下左右擴張，本研究的中心點設定為西屯測站，設定值為緯度 24 度 9.5 分，經度 120 度 37 分。

2. Date Parameters

此為 TAPM 模式的日期參數，表示模擬開始與結束的日期，其對應的格式為 `yyyymmdd`(例如 20000101 對應的是西元 2000 年 1 月 1 日)，另外模式會依據網格中心設定的經度幫助算出當地的太陽運行時間(LST)，如本研究設定的西屯測站位處於格林威置標準時間(GMT)+8 的時區。

3. Grid Parameters

此為 TAPM 模式的網格參數，表示模擬範圍大小，模式最多可以模擬五層的巢狀設定，主介面之設定為第一層，若需要設定更多的層數則從 Optional Input 中設定。水平的 X 方向(nx)和 Y 方向(ny)網格數目可以設定 1~200 格，垂直的 Z 方向(nz)可以設定 20~50 格，垂直高度最高可達 8000m。設定的層數、網格數、網格大小越多越精細，模擬的結果會更精確，但是設定的網格參數會影響模擬的時間，考量於電腦性能與研究目的，本研究設定了三層的巢狀模擬，如圖 3.6.2~3.6.4 所示，模式使用的網格設定如表 3.6.1，水平的 X 方向和 Y 方向網格數皆為 31 格×31 格，三層的網格解析度依序為 5000 m×5000 m、1200 m×1200 m、300 m×300 m，垂直方向的 Z 方向為 25 層，高度分別為 10、25、50、100、150、200、250、300、400、500、600、750、1000、1250、1500、1750、2000、2500、3000、3500、4000、5000、6000、7000、8000m。

表 3.6.1 模式網格設定

模式	層數	網格大小(m)	X 方向(nx)	Y 方向(ny)	Z 方向(nz)
TAPM	1	5000×5000	31	31	25
	2	1200×1200	31	31	
	3	300×300	31	31	

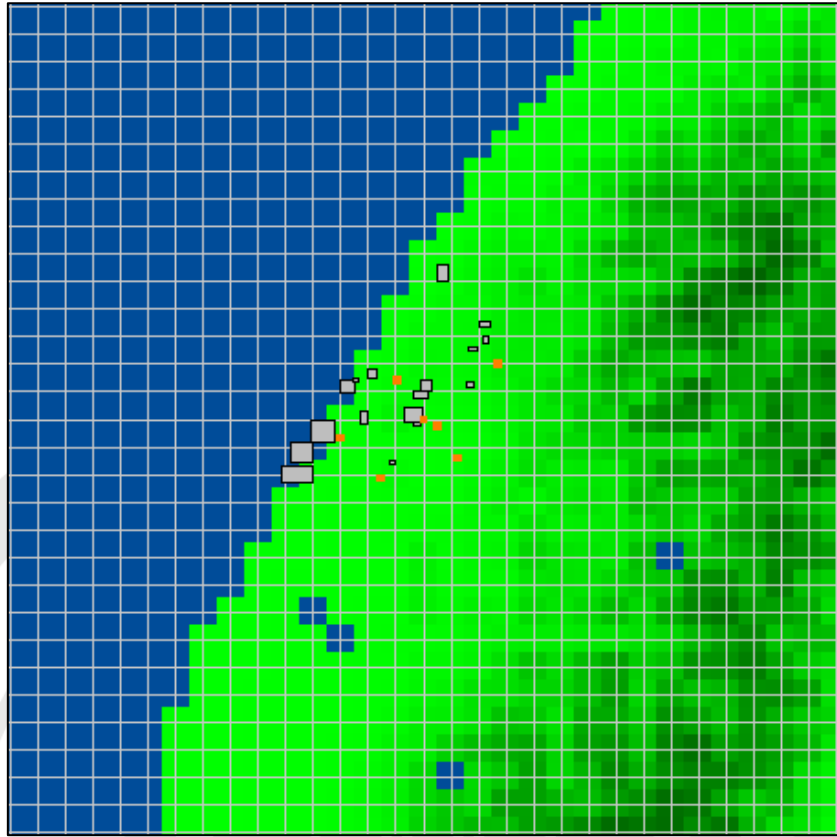


圖 3.6.2 第一層污染源及測站位置示意圖(網格解析度 5000m×5000m)

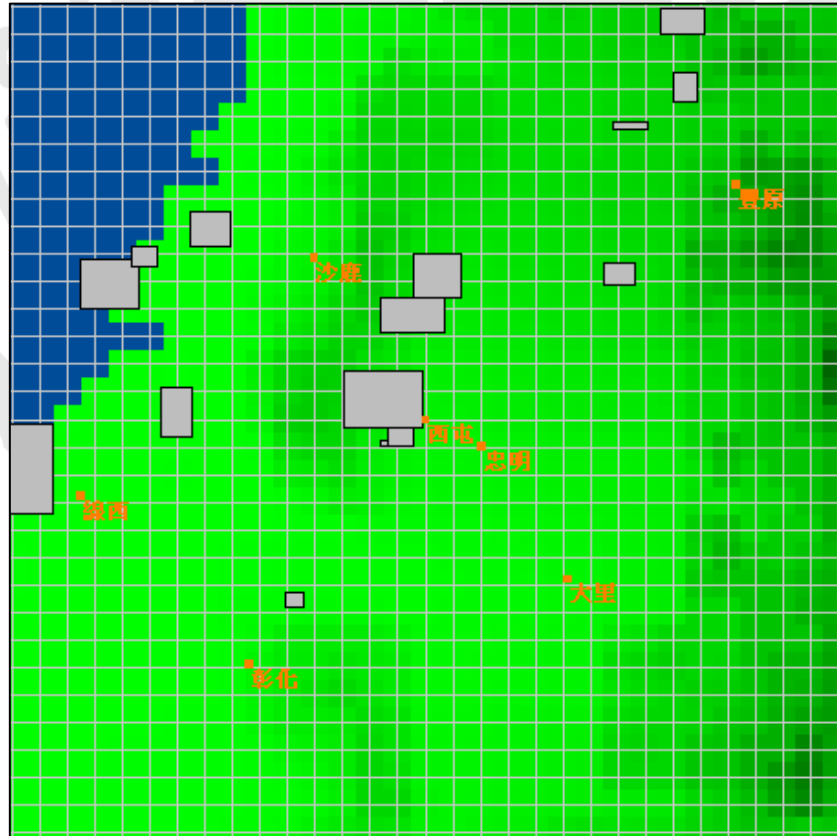


圖 3.6.3 第二層污染源及測站位置示意圖(網格解析度 1200m×1200m)

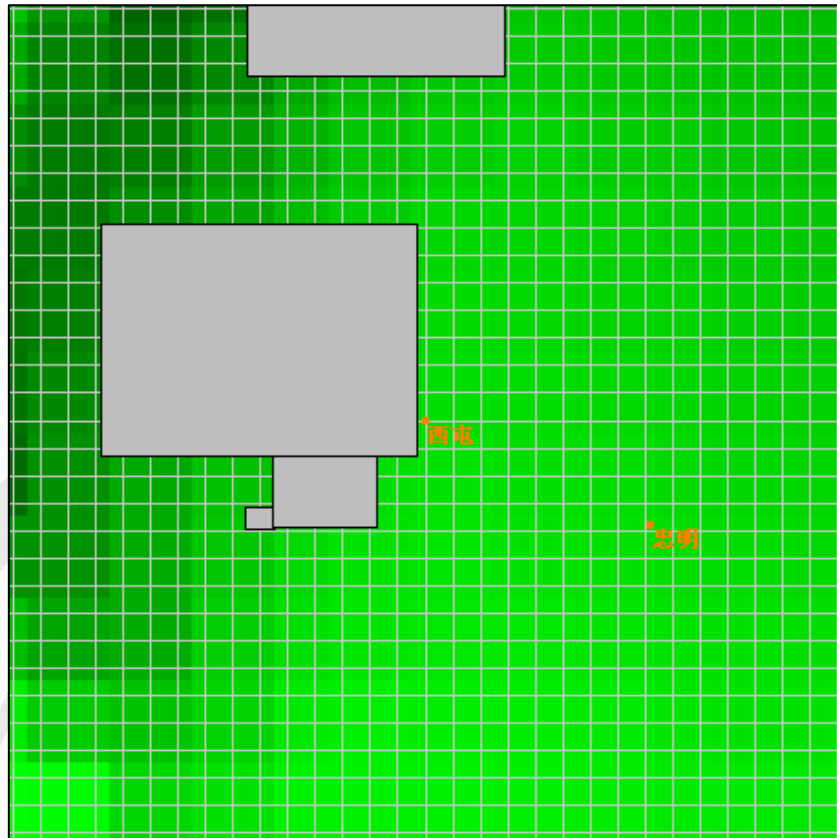


圖 3.6.4 第三層污染源及測站位置示意圖(網格解析度 300m×300m)

4. 模式氣象場資料

TAPM 模式的綜觀氣象場資料輸入是採用澳大利亞聯邦科學與工業研究發展組織 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO) 的氣象資料庫，其來源是全球分析與預報系統 (Global Analysis and Prediction, GASP)，可供模擬出逐時的風速、風向、溫度等氣象因子資料，以供後續的污染物傳輸模擬動作。

5. 模式地理資料

模式使用的地理資料包含地表高程、植被及土壤型態等資料，其來源由美國地質觀測站 (US Geological Survey, USGS) 之地球資源觀測系統 (Earth Resources Observation Systems, EROS) 的主動分散式檔案中心 (Distributed Active Archive Center, DAAC) 提供，模式土地使用分類如表 3.6.2。

表 3.6.2 土地使用分類表

類型	地表粗糙度
Forest – tall dense	4.200
Forest – tall mid-dense	3.650
Forest – dense	2.500
Forest – mid-dense	1.700
Forest – sparse(woodland)	1.200
Forest – very sparse(woodland)	1.000
Forest – low dense	0.900
Forest – low mid-dense	0.700
Forest – low sparse(woodland)	0.550
Shrub-land – tall mid-dense(scrub)	0.300
Shrub-land – tall sparse	0.250
Shrub-land – tall very sparse	0.200
Shrub-land – low mid-dense	0.100
Shrub-land – low sparse	0.060
Shrub-land – low very sparse	0.050
Grassland – sparse hummock	0.050
Grassland – very sparse hummock	0.045
Grassland – dense tussock	0.075
Grassland – mid-dense tussock	0.060
Grassland – sparse tussock	0.045
Grassland – very sparse tussock	0.040
Pasture/herb-field – dense(perennial)	0.060
Pasture/herb-field – dense(seasonal)	0.060
Pasture/herb-field – mid-dense(perennial)	0.045
Pasture/herb-field – mid-dense(seasonal)	0.045
Pasture/herb-field – sparse	0.035
Pasture/herb-field – very sparse	0.030
Luttoral	0.025
Urban	1.000

第四章 結果與討論

本章將探討本研究的各種輸入項蒐集及分析的結果，而後對 TAPM 模式模擬出的污染物流佈現況進行分析，最後進行各個污染源對受體點的貢獻量計算。

4.1 事件日選定

為了解不同天氣型態下污染物擴散的影響，本研究依據楊宏宇(1993)的分類方法，其將台灣出現的天氣型態分作 27 種類型(如 3.3.1 小節所述)，本研究挑選較具代表性的天氣型態，即容易出現空氣品質劣化以及出現頻率較高的天氣型態，依據其楊宏宇(1993)分類的 99 年到 103 年的每日判讀資料，並參考台中市政府環境保護局提供的各天氣型態劣化次數，將其整理如表 4.1.1，最後選擇的天氣型態為熱帶低壓系統外圍環流型態(A4)、微弱東北季風型態(A7)、高壓迴流型態(A11)、太平洋高壓西伸型態(A12)、偏南氣流型態(A21)。為保證模擬時間的天氣型態相同，本研究決定模擬時間的方式為相同天氣型態連續出現的天數達到 5 日以上，以 103 年為主，最後決定各天氣型態的模擬天數如表 4.1.2，模擬天數共 30 天。

表 4.1.1 99-103 年天氣型態每日判讀資料整理

編號	天氣型態名稱	出現天數(日)	出現頻率(%)	劣化頻率(%)
A1	鋒面過境型	8	0.46	1.49
A2	鋒前暖區型	94	5.37	0.00
A3	鋒面滯留型	12	0.69	0.00
A4	熱帶低壓系統外圍環流型	131	7.48	10.45
A5	強烈東北季風型	81	4.63	2.99
A6	標準東北季風型	249	14.22	4.48
A7	微弱東北季風型	186	10.62	13.43
A8	高壓出海型 I	33	1.88	0.00
A9	高壓出海型 II	24	1.37	1.49
A10	高壓出海型 III	13	0.74	2.99
A11	高壓迴流型	231	13.19	31.34
A12	太平洋高壓西伸型	175	9.99	11.94
A13	鋒面及颱風混合型	0	0.00	0.00
A14	颱風型	6	0.34	0.00
A15	西南氣流型	104	5.94	0.00
A16	熱帶系外圍環流及鋒前暖區混合型	2	0.11	0.00
A17	高壓迴流和鋒前暖區混合型	0	0.00	0.00
A18	東北季風和颱風混合型	0	0.00	0.00
A19	臺灣近海鋒面型	0	0.00	0.00
A20	太平洋高壓型	106	6.05	4.48
A21	偏南氣流型	153	8.74	7.46
A22	華南雨區東移型	13	0.74	4.48
A23	東海低壓或台灣低壓型	13	0.74	0.00
A24	東北季風及颱風外圍流型	14	0.80	1.49
A25	颱風外圍環型	70	4.00	1.49
A26	東北季風及華南雨區東移型	25	1.43	0.00
A27	東北季風及南方雲系北移型	8	0.46	0.00

表 4.1.2 TAPM 模式模擬時間

編號	天氣型態名稱	模式模擬時間	模擬天數
A4	熱帶低壓系統外圍環流型	2014/06/10~2014/06/14	5
A7	微弱東北季風型	2014/09/25~2014/10/05	11
A11	高壓迴流型	2014/11/20~2014/11/24	5
A12	太平洋高壓西伸型	2014/08/21~2014/08/25	5
A21	偏南氣流型	2014/05/29~2014/06/01	4

4.2 一致性指數率定結果

為檢驗模式風場的可信度，本研究分別檢驗豐原、沙鹿、西屯、忠明、大里、線西、彰化共 7 個測站，將測站的逐時風速和逐時溫度和 TAPM 模擬出的氣象資料進行一致性檢驗如圖 4.2.1 和圖 4.2.2(其餘測站補充於附錄)，並將結果彙整於表 4.2.1。

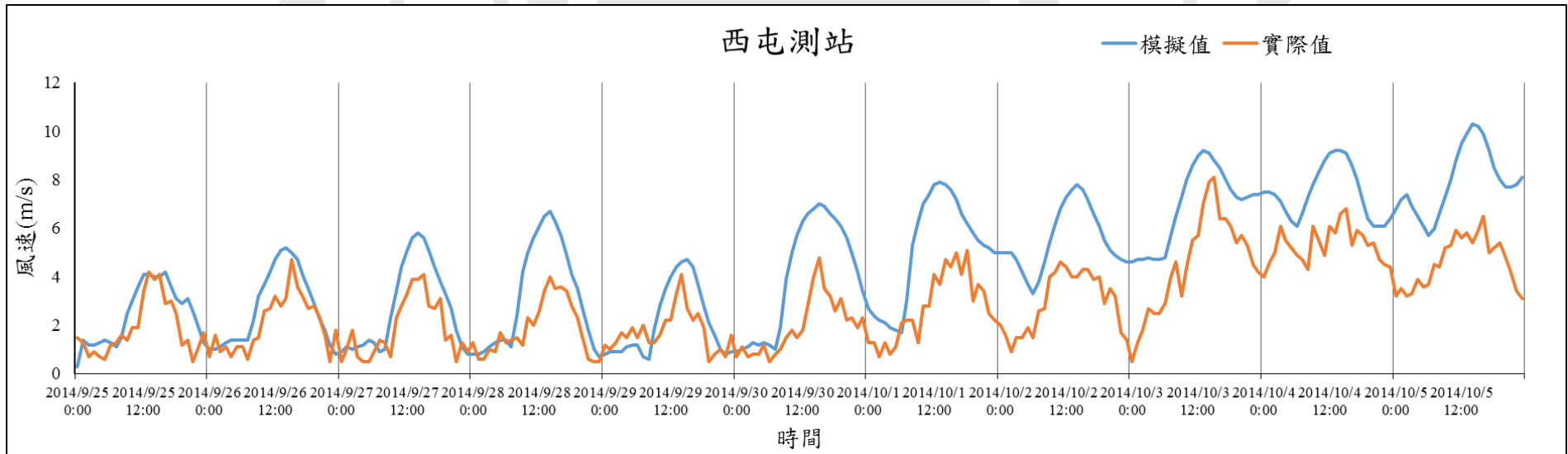
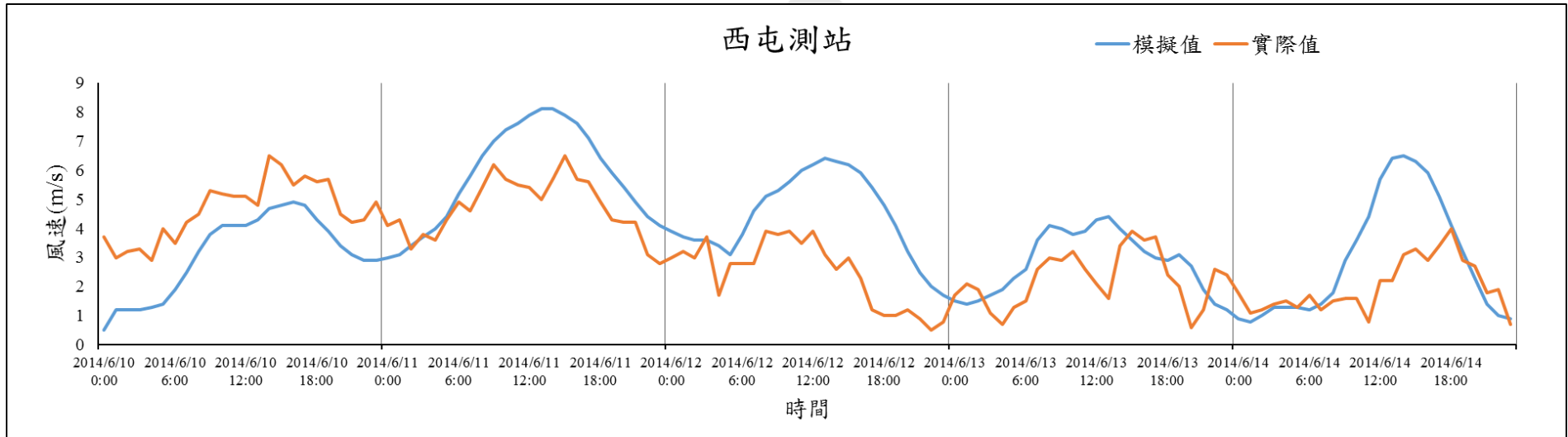
在風速模擬方面，TAPM 的模擬值對比各個測站的實際值有高估的情況出現，但整體變化的趨勢仍有相似度，一致性指數(IOA)落在 0.44~0.95 之間，從模擬結果來看以沿海地區(沙鹿、線西)的測站模擬準確度較高，在 A7 的天氣型態下 IOA 指數分別有 0.93 和 0.95 的高一致性。而豐原測站和忠明測站在 A4、A11 有出現略低於 0.5 的表現，整體平均 IOA 指數可達 0.67，顯示模擬結果尚稱良好，可看出明顯的一致性。

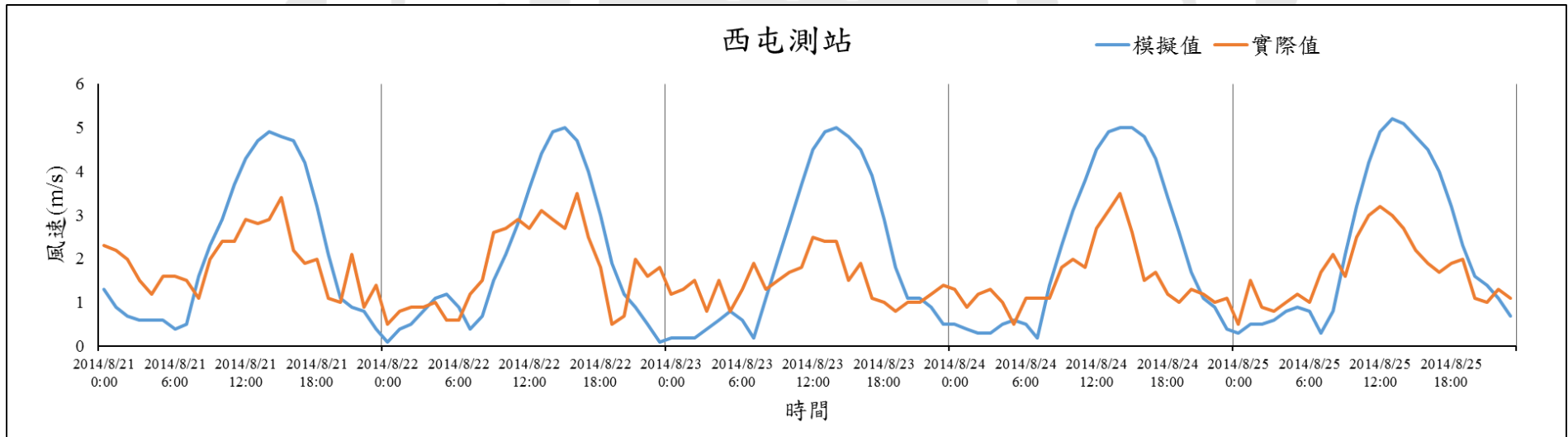
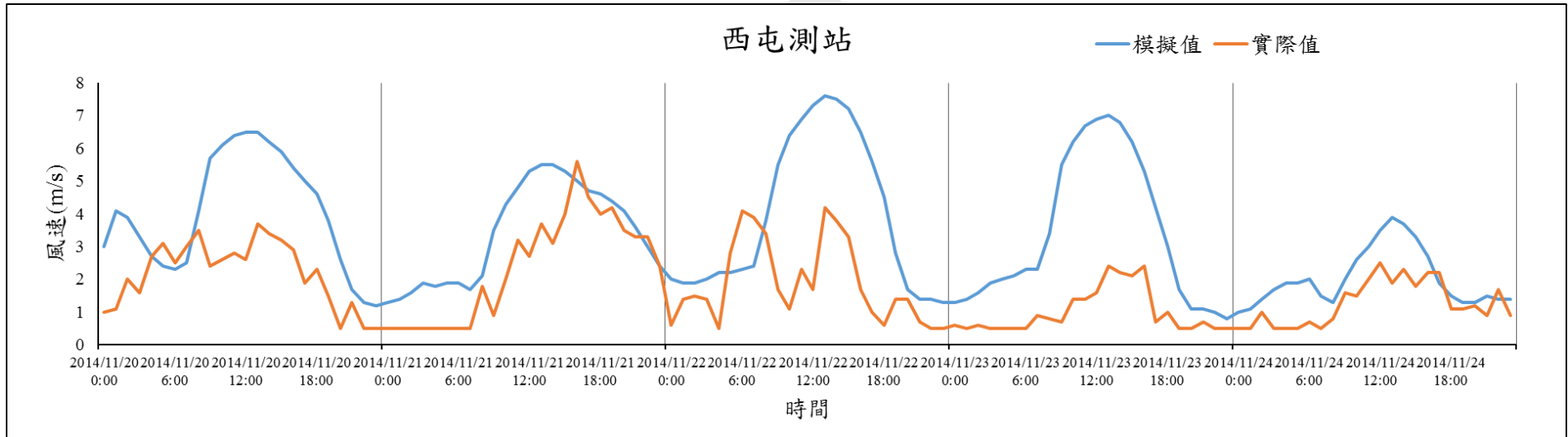
在溫度模擬方面，在西屯測站最高溫和最低溫的部分，TAPM 的模擬值會分別有高估跟低估的現象，而其他測站多為低估的表現，但差距並不大，平均溫差約 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，IOA 除了線西在 A4 的天氣型態下出現較低的 0.57，其他測站氣溫的 IOA 指數落在 0.74~0.97，平均 IOA 達 0.87，顯示模式在模擬溫度場的表現上極佳，有相當高的一致性。

表 4.2.1 空氣品質測站一致性指數

測站名稱	天氣型態	氣溫 IOA 指數	風速 IOA 指數
豐原	A4	0.81	0.56
	A7	0.89	0.51
	A11	0.97	0.45
	A12	0.96	0.59
	A21	0.86	0.65
沙鹿	A4	0.80	0.76
	A7	0.94	0.93
	A11	0.93	0.75
	A12	0.86	0.67
	A21	0.84	0.63
西屯	A4	0.74	0.73
	A7	0.93	0.78
	A11	0.93	0.56
	A12	0.89	0.68
	A21	0.83	0.54
忠明	A4	0.78	0.52
	A7	0.84	0.47
	A11	0.90	0.44
	A12	0.91	0.68
	A21	0.89	0.58

測站名稱	天氣型態	氣溫 IOA 指數	風速 IOA 指數
大里	A4	0.77	0.62
	A7	0.94	0.64
	A11	0.96	0.60
	A12	0.94	0.85
	A21	0.82	0.76
線西	A4	0.57	0.80
	A7	0.94	0.95
	A11	0.95	0.85
	A12	0.97	0.84
	A21	0.83	0.69
彰化	A4	0.75	0.71
	A7	0.90	0.72
	A11	0.89	0.61
	A12	0.95	0.68
	A21	0.83	0.59





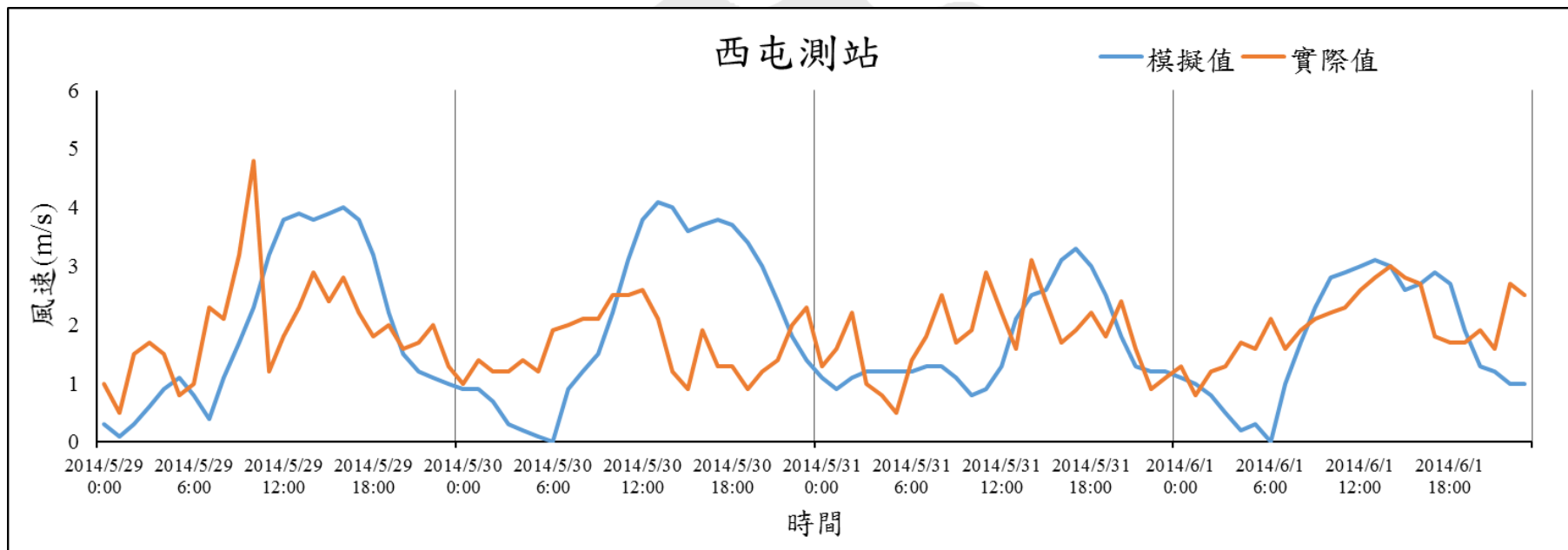
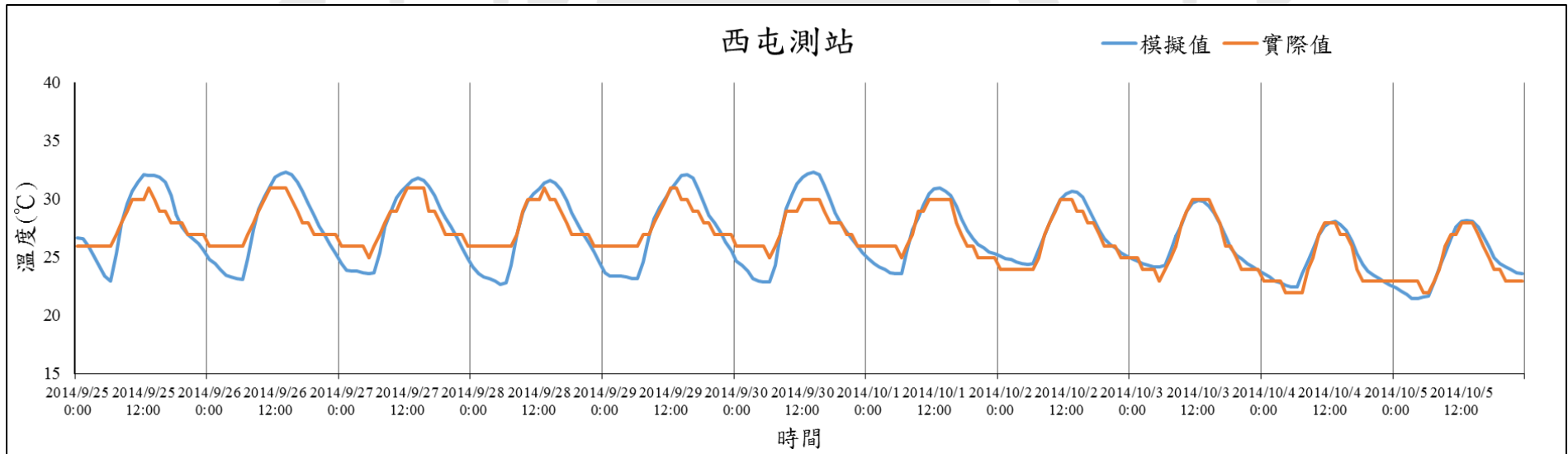
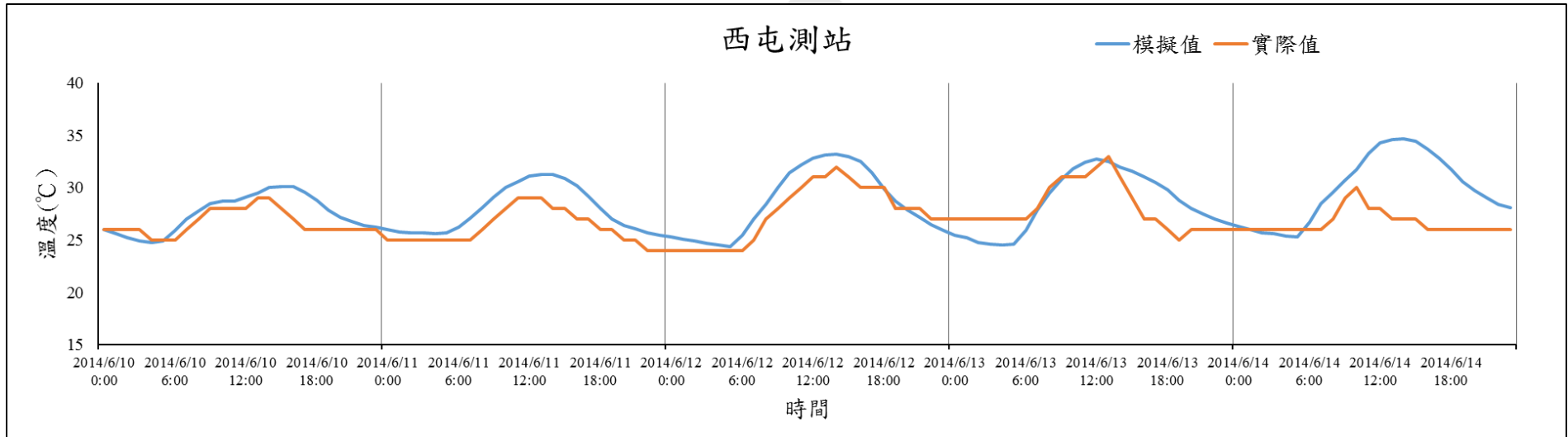
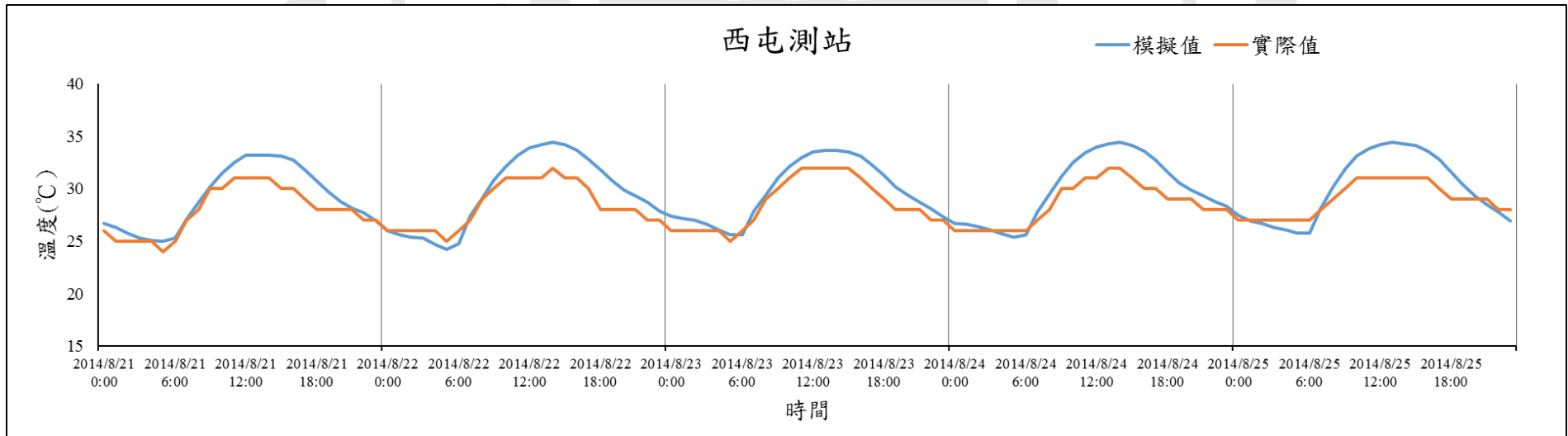
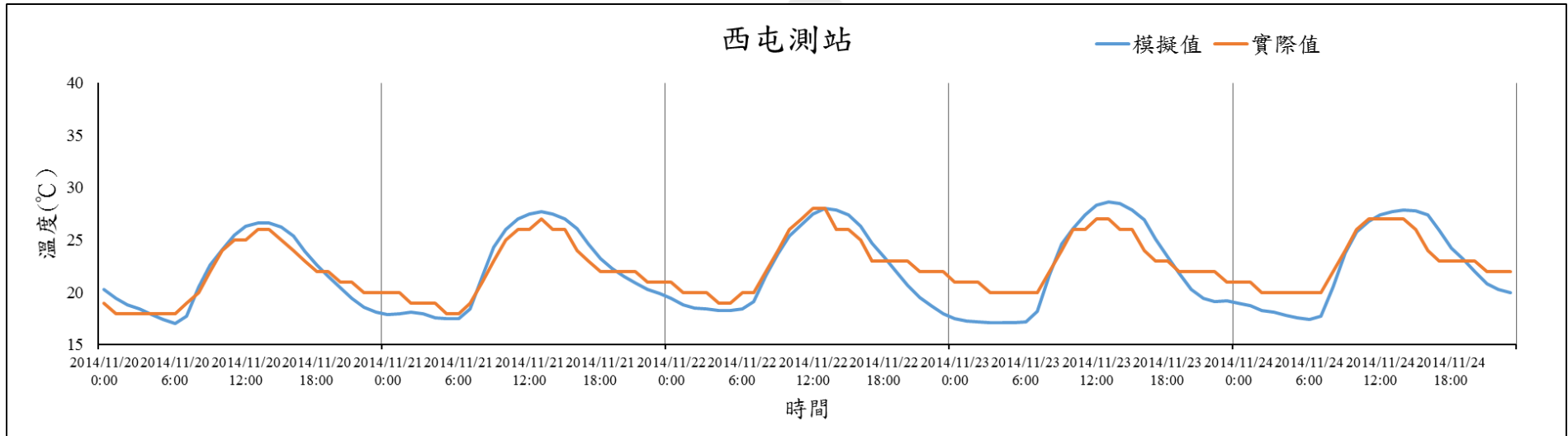


圖 4.2.1 西屯測站 A4、A7、A11、A12、A21 風速率定





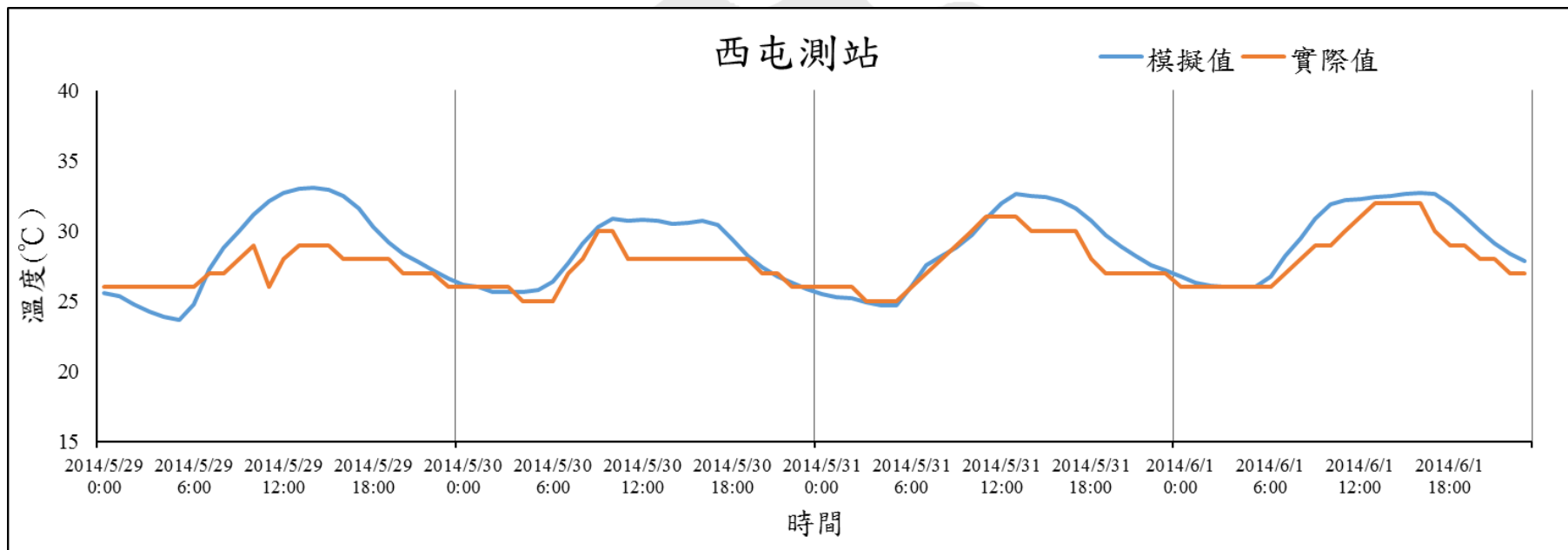


圖 4.2.2 西屯測站 A4、A7、A11、A12、A21 溫度率定

4.3 污染源排放量推估結果

本研究 TAPM 模式污染源排放量的輸入項由 TEDS9.0 的點源、面源清冊推估而來，將清冊中提供的 TWD97 座標符合在各廠區範圍內的污染排放量相加，得到本研究所需的污染源排放量輸入項資料，面源及點源清冊分別整理結果於表 4.3.1 及表 4.3.2，在模式中的參數還需要加入煙囪高度，因現階段尚無公開的公私場所排放管道的相關資料，除台中火力發電廠已知為 250m 外，本研究將中龍鋼鐵的煙囪高度假設為 50m，文山焚化廠假設為 100m，其餘工業區假設平均高度為 15m 作為污染源的輸入項，最後將排放清冊的排放量總和結果經單位轉換成模式使用的格式整理於表 4.3.3。

表 4.3.1 面源排放量推估結果

污染源面源	PM ₁₀ (噸/年)	PM ₆ (噸/年)	PM _{2.5} (噸/年)	SO _x (噸/年)	NO _x (噸/年)
火力發電廠	67.71	55.12	26.84	197.65	181.66
中龍鋼鐵	35.99	30.06	11.84	4.47	7.19
關連工業區	78.44	66.00	23.69	2.58	7.42
中科-台中	331.25	278.05	81.54	5.80	35.91
文山焚化廠	145.50	122.54	32.15	0.84	7.58
台中工業區	545.50	460.00	143.18	7.81	52.09
潭子工業區	58.98	49.59	21.69	2.99	13.07
彰濱工業區	341.45	273.06	107.02	7.19	21.90
全興工業區	101.82	76.46	36.57	1.01	4.06
台化彰化廠	41.46	34.88	12.48	1.75	6.63
中科-后里	64.92	53.29	19.75	1.38	6.66
豐洲工業區	46.64	36.35	15.78	0.53	2.79
中科-七星	171.68	142.28	42.80	1.45	11.50
幼獅工業區	68.68	58.06	28.29	3.44	14.35

表 4-3.2 點源排放量推估結果

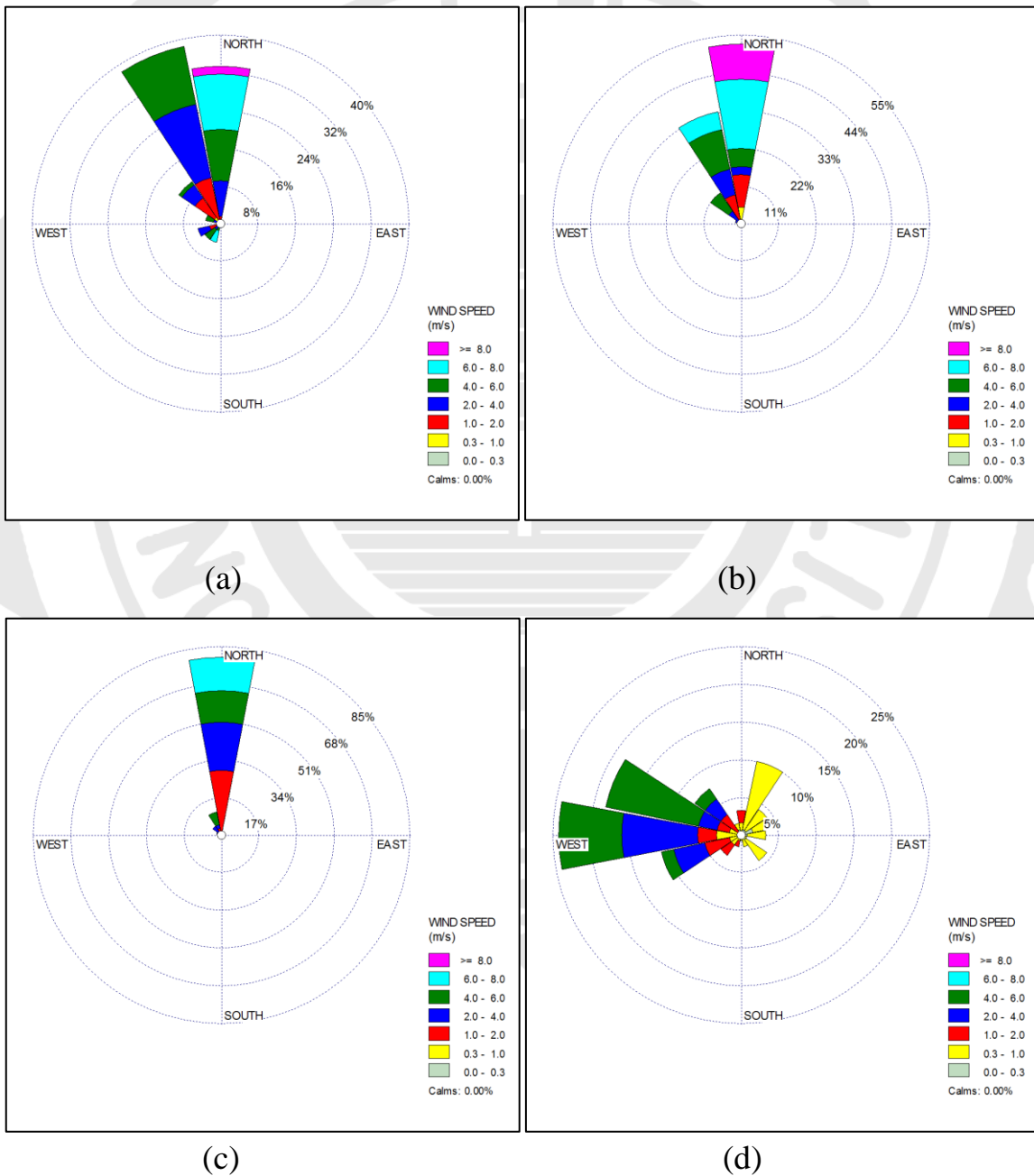
污染源點源	PM ₁₀ (噸/年)	PM ₆ (噸/年)	PM _{2.5} (噸/年)	SO _x (噸/年)	NO _x (噸/年)
火力發電廠	1807.63	1561.38	1345.90	15737.46	24109.29
中龍鋼鐵	587.87	468.29	363.65	2356.75	2210.34
關連工業區	248.27	189.92	138.89	258.63	556.99
中科-台中	13.42	10.49	7.95	21.80	117.81
文山焚化廠	1.97	1.58	1.25	13.14	256.53
台中工業區	71.43	54.95	40.70	184.89	388.87
潭子工業區	7.08	5.27	3.71	5.40	6.23
彰濱工業區	98.37	76.32	57.08	394.92	1228.55
全興工業區	89.02	68.25	50.11	163.65	184.82
台化彰化廠	7.01	4.73	2.75	4.38	3.92
中科-后里	22.59	21.03	19.66	165.12	65.59
豐洲工業區	14.83	11.34	8.30	0.01	0.06
中科-七星	0.32	0.25	0.18	1.05	1.79
幼獅工業區	67.12	49.76	34.62	131.13	183.13

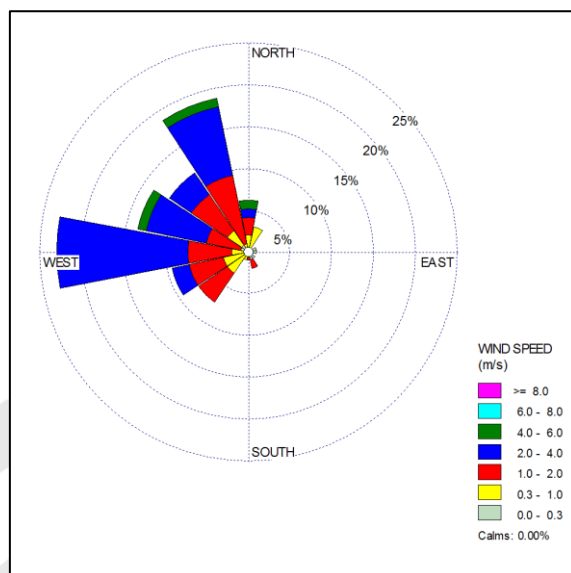
表 4.3.3 TAPM 模式污染源輸入項

污染源排放量	煙囪高度 (m)	FPM/APM	APM (g/s)	SO _x (g/s)	NO _x (g/s)
火力發電廠	250	0.39	110.73	505.30	770.26
中龍鋼鐵	50	0.33	35.58	74.87	70.32
關連工業區	15	0.28	18.48	8.28	17.90
中科-台中	15	0.14	20.08	0.88	4.87
文山焚化廠	100	0.12	8.61	0.44	8.37
台中工業區	15	0.16	35.89	6.11	13.98
潭子工業區	15	0.21	3.83	0.27	0.61
彰濱工業區	15	0.21	25.03	12.75	39.65
全興工業區	15	0.26	10.64	5.22	5.99
台化彰化廠	15	0.17	2.79	0.19	0.33
中科-后里	15	0.24	5.13	5.28	2.29
豐洲工業區	15	0.22	3.46	0.02	0.09
中科-七星	15	0.14	9.97	0.08	0.42
幼獅工業區	15	0.26	7.73	4.27	6.26

4.4 污染物擴散結果分析

本研究將 TAPM 模式模擬的結果套入地理資訊系統繪圖，由於一致性檢驗上，各個測站的溫度場和風場模擬的結果平均皆在 0.5 以上，可視為良好的模擬結果，各個測站的風速風向也有相近的趨勢，因此在結果圖上以網格劃分的中心點西屯測站的風花圖(如圖 4.1.1)，來示意判別污染物的擴散狀況，得到污染物擴散結果與分析如下：





(e)

圖 4.4.1 西屯測站在 5 個天氣型態的風花圖。(a)熱帶低壓系統外圍環流型、(b)微弱東北季風型、(c)高壓迴流型、(d)太平洋高壓西伸型、(e)偏南氣流型

圖 4.4.2 為熱帶低壓系統外圍環流型(A4)，模擬時間是 2014 年 6 月 10 日到 6 月 14 日共 5 天，盛行風向為北風，西屯測站最大風速為 6.5 m/s，平均風速 3.21m/s，整體風速偏高，較北部的污染源如豐洲工業區和中科的后里和七星基地排放的污染源，會在后里區和神岡區之間地勢較低的地區累積，較不會傳輸到台中盆地的腹地中，潭子工業區排放的污染物受地勢影響，主要影響範圍不大，主要傳輸在附近的潭子區和北屯區，在大肚山左右側的污染源則因北風和地勢的影響，隨著大肚山麓向下傳輸，最後在大肚山和八卦山的接口處會有些許累積的現象，隨後越遠的污染量則開始遞減。

圖 4.4.3 為微弱東北季風型(A7)，模擬時間是 2014 年 9 月 25 日到 10 月 5 日共 11 天，盛行風向為北風。西屯測站最大風速為 8.1m/s，平均風速 2.85m/s，風速較高，污染物傳輸的情況和熱帶低壓系統外圍環流型(A4)類似，台中盆地北邊的污染源傳輸一樣是在后里區和神岡區之間累積，潭子工業區的污染物傳輸的範圍只有在潭子區，大肚山周遭的污染源受北風吹拂和大肚山影響，污染物向下飄散。污染物傳輸特徵和 A4 相似，但是污染量較 A4 少，推測是因為風速高的天數較多，較有利於污染物傳輸。

圖 4.4.4 為高壓迴流型(A11)，模擬時間是 2014 年 11 月 20 日至 11 月 24 日共 5 天，盛行風向為北風。西屯測站最大風速為 5.6m/s，平均風速為 1.74m/s，風速和 A4、A7 相比小了許多，北部的污染源除了會在后里、神岡處累積外，還會延伸到清水區，潭子工業區傳輸到鄰近的大雅區和北屯區，和 A4、A7 一樣受北風的影響，污染物會隨著大肚山向下傳輸，但由於風速較小，在大肚山下緣有較明顯的累積污染物現象，污染物傳輸效果也較差，並往彰化地區處擴散。

圖 4.4.5 為太平洋高壓西伸型(A12)，模擬時間是 2014 年 8 月 21 日至 8 月 25 日共 5 天，盛行風向為西風。西屯測站最大風速為 3.5m/s，平均風速 1.68m/s，風速平均較小，屬於不利污染物擴散的類型，受西風的吹拂大肚山西側的污染物會越過大肚山傳輸到盆地腹地，但因地勢影響，污染物會飄到北區、西區、南區

等較深的行政區才沉降造成較高的貢獻量，而污染物也會透過大肚山和八卦山的窄口傳輸，對盆地內部的大里區有污染物較多的累積，在大肚山上緣的較低的地勢也會有污染物擴散進去，在神岡區和豐原區造成污染。

圖 4.4.6 為偏南氣流型(A21)，模擬時間是 2014 年 5 月 29 日到 6 月 1 日共 4 天，盛行風向為西風和西北風。西屯測站最大風速為 4.8m/s，平均風速 1.83m/s，受盛行風向的影響，火力發電廠和中龍鋼鐵的污染物和 A12 型態相同，會越過大肚山影響到整個盆地，但影響範圍更深入腹地，污染物會飄散累積到北屯區、大里區等行政區。

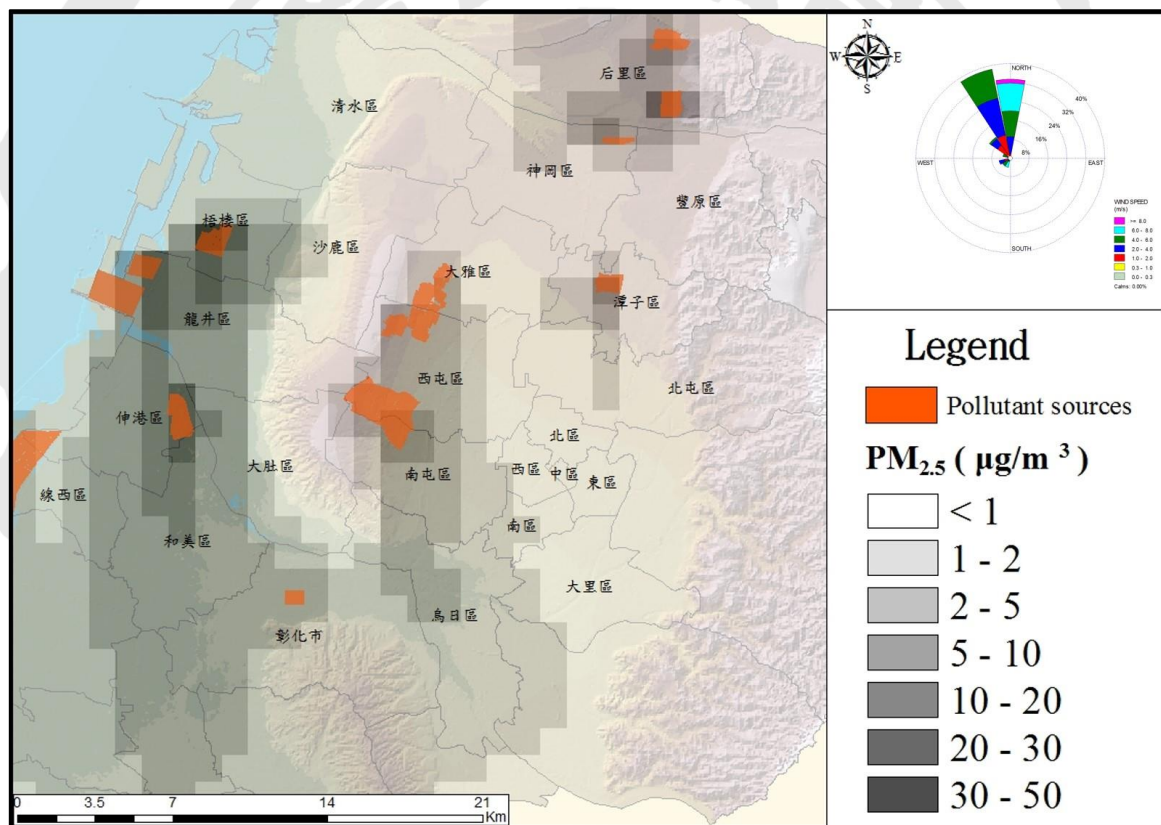


圖 4.4.2 熱帶低壓系統外圍環流型模擬結果

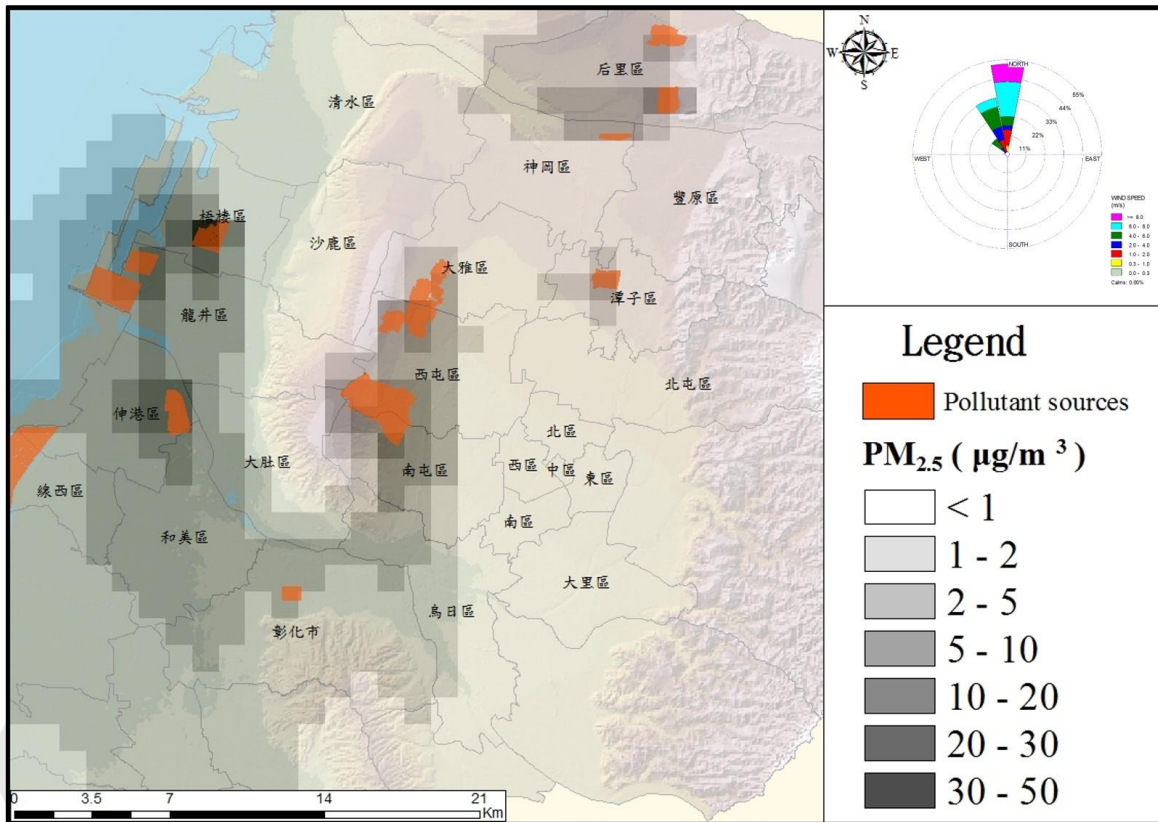


圖 4.4.3 微弱東北季風型模擬結果

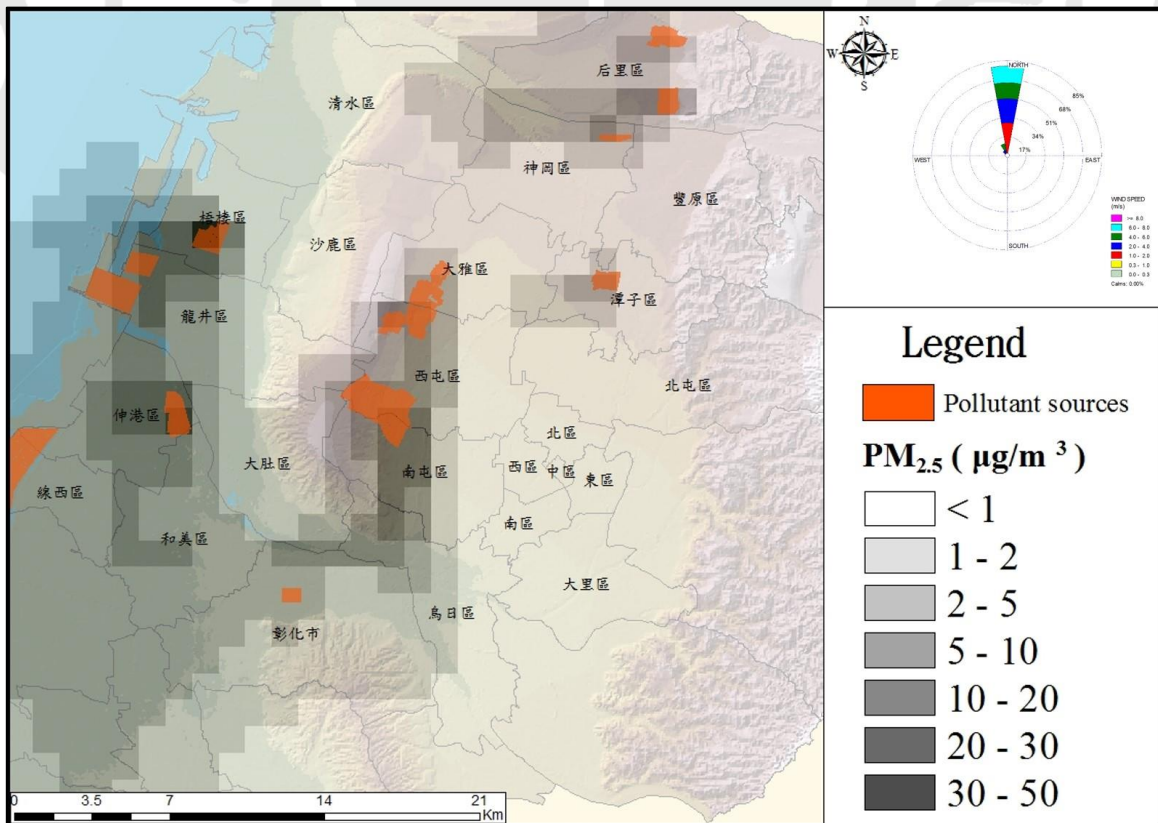


圖 4.4.4 高壓迴流型模擬結果

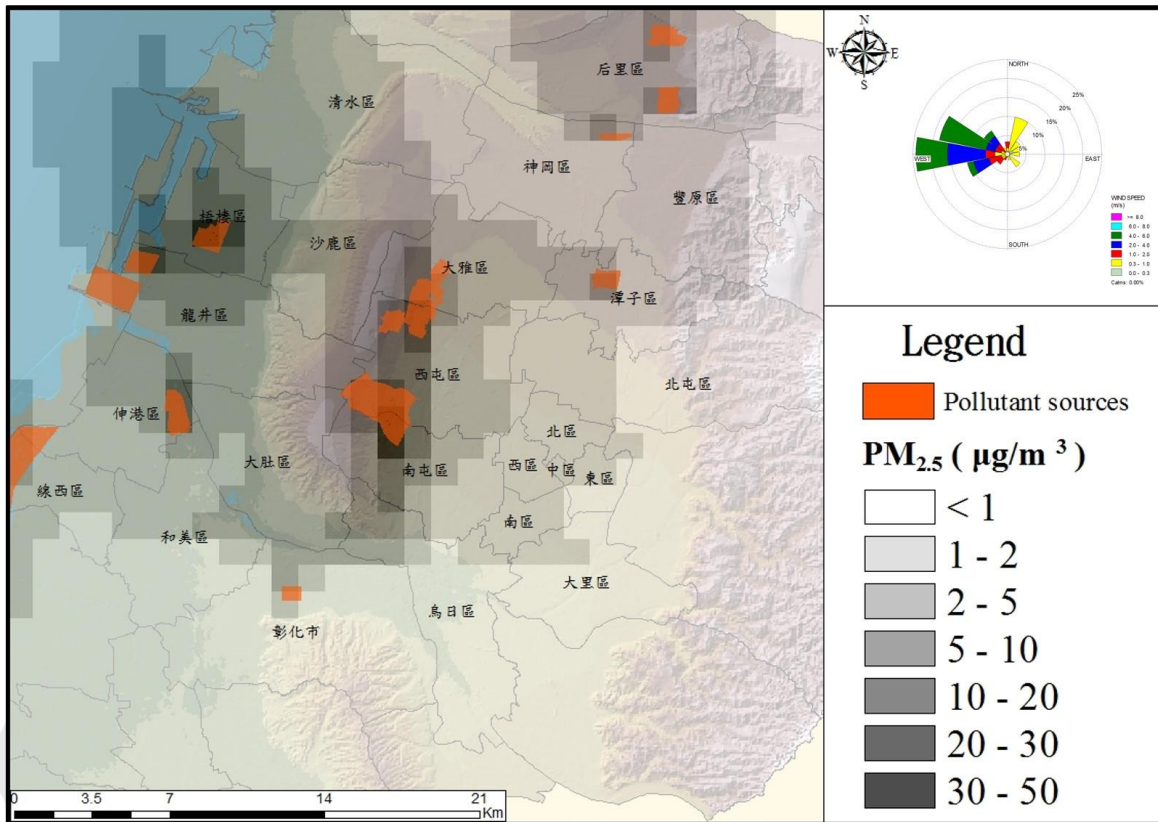


圖 4.4.5 太平洋西伸高壓型模擬結果

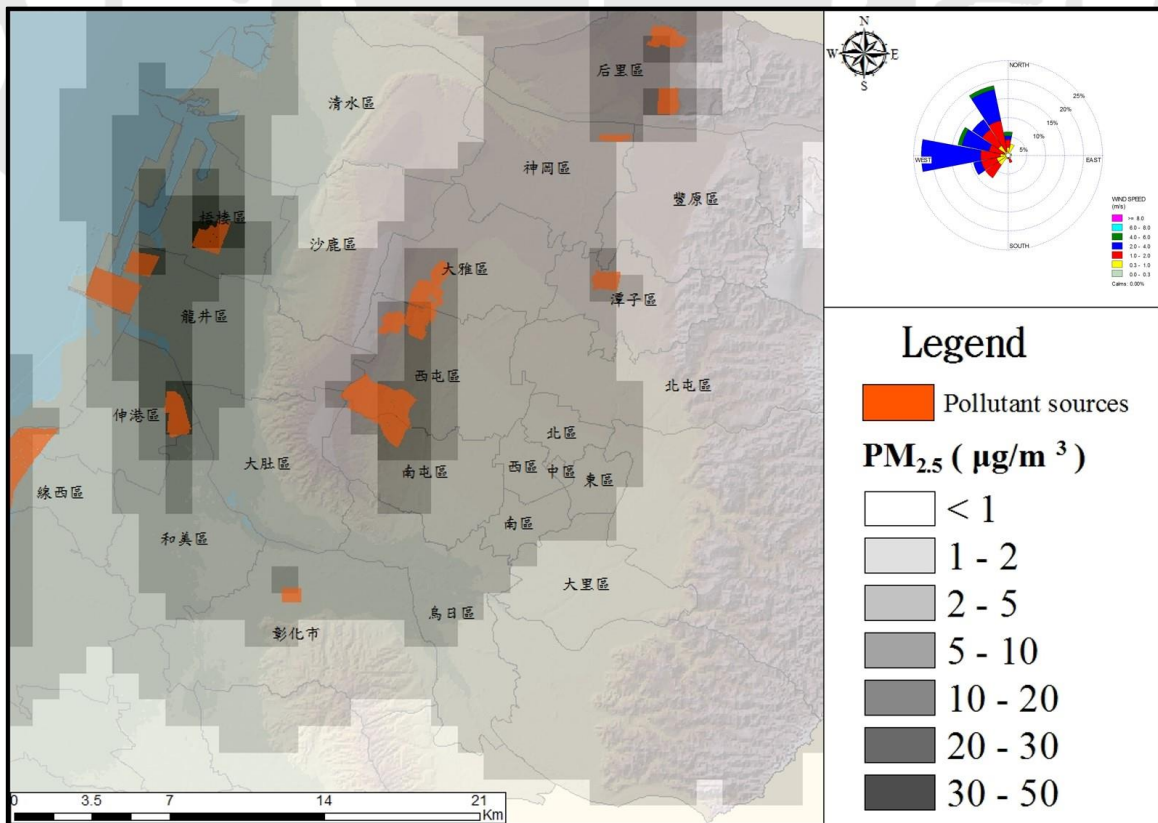


圖 4.4.6 偏南氣流型模擬結果

本研究將固定污染源依地緣分為三大區來討論，分別為大肚山西側靠海處的污染源，包含火力發電廠、中龍鋼鐵、關連工業區、彰濱工業區、全興工業區、台化彰化廠為第一區。第二區為大肚山東側在盆地腹地的污染源，包含中科-台中園區、台中工業區、文山焚化爐。第三區是位於盆地右上角的幼獅工業區、中科-后里園區、中科-七星園區、豐洲工業區、潭子工業區。

以天氣型態類型來分析，A4、A7、A11 的盛行風向皆為北風，因此在污染物擴散的情況也較相似，特別的是第一區污染源因為大肚山的阻隔，所以對西屯區、南屯區等在大肚山東側靠山的受體點貢獻量極低，以火力發電廠三個天氣型態占的比例來說，在 A4 的天氣型態下對西屯區和南屯區僅有 3.57% 和 4.87%，A7 的分別也只占 5.48% 和 4.26%，A11 甚至都不足 1%，中龍鋼鐵和關連工業區所貢獻的比例也都在 1% 左右。而彰濱工業區、全興工業區和台化彰化廠都以影響伸港區、線西區、彰化區、和美區等離其北彰化行政區為主。但是第一區污染源除了皆對下風處的北彰化影響較大外，可以發現在烏日區、大里區等位於盆地較深的行政區皆有約 10% 左右的貢獻量，在北、西、中、東、南區等靠近市中心的行政區也都有影響，火力發電廠尤為明顯，但在 A11 的天氣型態下主要只會在烏日區和大里區造成較大的貢獻量。可知 $PM_{2.5}$ 雖會受到山勢的影響會阻擋污染物直接傳輸進到台中盆地，但還是會從大肚山和八卦山的接口處順勢擴散到盆地腹地，造成污染物累積的現象。第二區的污染源則是主要影響台中盆地腹地的污染源，在西屯區和南屯區的貢獻量更是占了極大的比重，在 A4 的天氣型態下台中工業區和中科-台中園區在西屯區的貢獻量分別為 43.03% 和 45.33%，A7 為 47.84% 和 36.33%，A11 為 52.95% 和 34.29%，兩個污染源在三種天氣不同的天氣型態下都占了將近 90% 的高貢獻量，對其他接近市中心的行政區也有不小的影響，但受到北風和盆地地形的影響，在大肚山西側和北彰化的行政區的貢獻量幾乎沒有影響。第三區的污染源多位處台中盆地上緣的高處，對后里區、神岡區等行政區有較多 $PM_{2.5}$ 的貢獻量，且污染物也會因盆地上緣的地勢累積較多在神岡區的上方，並且會飄散到清水區造成該區的貢獻量上升，另外因為在相對較

高的地勢，PM_{2.5}受到北風吹拂，會將污染物飄散到下風處的潭子區、北屯區一直延伸到大里區都會有一定的影響。

A12 和 A21 的盛行風向主要為西風和西北風。此時第一區污染源的 PM_{2.5} 受到盛行的西風吹拂，會直接翻越大肚山進入台中盆地，火力發電廠的煙囪高度較高，傳輸的距離跟範圍也更廣，影響的範圍涵蓋整個台中盆地，但是對於西屯區和南屯區來說相對貢獻量較低，而較多污染物會擴散累積到大里區和市中心的行政區，由此可知 PM_{2.5} 會受到大肚山的影響飄到較遠的地方才沉降造成較高的貢獻量。第二區的污染源和 A4、A7、A11 相同對台中盆地腹地有極高的貢獻量。第三區的污染源除了潭子工業區外，只對后里區、神岡區、豐原區有貢獻量，其他行政區幾乎沒影響。

表 4.5.1 熱帶低壓系統外圍環流型態(A4)下各污染源對受體點貢獻量(%)

受體點	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	總和
清水	22.26	27.30	18.80	0.22	0.11	0.41	1.00	1.45	1.15	0.03	2.86	3.99	4.18	16.24	100
梧棲	3.12	14.46	81.04	0.02	0.01	0.04	0.02	0.27	0.24	0.00	0.10	0.07	0.09	0.54	100
龍井	8.81	52.00	34.84	0.05	0.01	0.20	0.01	0.97	2.29	0.00	0.08	0.04	0.06	0.64	100
沙鹿	20.93	30.80	38.24	0.21	0.02	0.21	0.17	1.17	1.87	0.01	0.38	0.33	0.37	5.29	100
大肚	14.80	21.04	20.14	0.03	0.00	0.57	0.01	0.79	41.72	0.03	0.03	0.01	0.02	0.79	100
后里	3.81	1.92	0.99	0.50	0.08	0.45	0.43	0.26	0.26	0.03	32.26	6.73	46.36	5.94	100
神岡	7.95	6.36	3.37	2.68	0.24	1.66	2.73	0.63	0.87	0.06	5.72	43.93	11.67	12.12	100
豐原	6.05	2.74	1.40	1.95	0.59	2.71	5.61	0.39	0.61	0.17	11.33	34.62	28.62	3.20	100
潭子	4.92	0.87	0.52	3.57	0.75	3.82	66.73	0.22	0.45	0.17	3.31	5.63	4.91	4.13	100
北屯	13.51	2.48	1.84	9.26	1.50	8.97	32.26	0.54	1.01	0.56	6.23	6.26	9.14	6.44	100
大雅	7.96	12.19	4.84	44.63	0.33	3.69	6.20	1.04	1.76	0.08	1.92	3.15	2.65	9.57	100
西屯	3.57	0.63	0.64	43.03	0.51	45.33	2.08	0.29	0.58	0.05	0.32	0.42	0.40	2.15	100
南屯	4.87	0.89	1.16	12.13	2.88	74.82	0.84	0.17	0.30	0.16	0.14	0.17	0.17	1.28	100
烏日	11.89	13.66	5.61	9.17	4.71	42.42	0.72	0.35	4.63	4.84	0.12	0.11	0.12	1.65	100
北區	10.79	1.33	1.53	18.77	1.65	23.78	25.16	0.29	0.56	0.57	1.82	3.03	1.86	8.84	100
西區	7.04	1.04	1.28	31.40	1.09	34.40	12.29	0.18	0.35	0.37	1.29	2.48	2.05	4.74	100
中區	11.34	1.70	2.04	23.28	1.03	31.72	15.13	0.27	0.58	0.77	1.38	1.95	1.17	7.64	100
東區	12.42	3.07	2.75	16.47	1.49	29.12	17.04	0.31	1.17	0.96	2.10	3.58	1.89	7.63	100
南區	8.38	1.86	1.36	22.33	1.73	48.13	7.79	0.18	0.50	0.60	0.84	1.46	1.22	3.61	100
大里	16.00	9.95	4.67	15.89	2.44	30.96	4.85	0.34	4.05	3.29	0.96	1.37	1.02	4.20	100
伸港	36.04	35.23	15.93	0.04	0.02	0.09	0.02	8.08	4.16	0.00	0.06	0.03	0.06	0.26	100
線西	53.21	8.76	5.76	0.24	0.09	0.50	0.13	30.26	0.19	0.05	0.18	0.11	0.25	0.27	100
和美	22.18	33.65	9.93	0.01	0.00	0.08	0.00	2.31	31.62	0.00	0.01	0.01	0.01	0.19	100
彰化	20.77	31.09	13.34	0.22	0.41	2.47	0.01	1.78	15.06	14.18	0.01	0.01	0.01	0.65	100

表 4.5.2 微弱東北季風型態(A7)下各污染源對受體點貢獻量(%)

受體點	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	總和
清水	0.11	14.77	13.83	0.70	0.00	0.20	0.47	0.06	0.92	0.00	8.88	22.59	22.88	14.58	100
梧棲	0.35	8.12	89.99	0.06	0.00	0.02	0.01	0.03	0.32	0.00	0.15	0.23	0.24	0.48	100
龍井	7.89	51.66	33.19	0.25	0.02	0.52	0.01	0.13	5.02	0.00	0.18	0.25	0.27	0.61	100
沙鹿	16.73	17.73	27.65	3.43	0.11	1.08	0.54	0.22	2.04	0.00	3.30	7.69	5.65	13.84	100
大肚	14.50	21.11	14.88	0.34	0.14	4.61	0.01	0.16	42.59	0.04	0.21	0.27	0.31	0.84	100
后里	0.08	0.54	0.62	0.18	0.00	0.04	0.08	0.00	0.02	0.00	37.57	6.58	48.91	5.37	100
神岡	0.19	3.01	1.27	0.19	0.01	0.06	1.05	0.01	0.18	0.00	4.56	63.15	13.03	13.28	100
豐原	0.46	2.18	1.34	0.33	0.02	0.13	1.27	0.01	0.12	0.01	16.57	33.46	39.63	4.47	100
潭子	0.29	1.42	0.61	0.48	0.02	0.08	74.65	0.01	0.15	0.01	4.47	6.38	6.60	4.83	100
北屯	3.55	4.65	2.39	5.39	0.17	0.81	39.38	0.12	0.74	0.07	9.37	8.79	13.71	10.84	100
大雅	0.75	2.80	1.27	59.96	0.01	0.10	15.63	0.04	0.42	0.00	1.70	4.58	3.15	9.58	100
西屯	5.48	1.14	0.77	47.84	0.08	36.33	5.47	0.03	0.21	0.00	0.23	0.48	0.40	1.54	100
南屯	4.26	1.42	1.44	15.29	2.22	71.58	1.86	0.05	0.24	0.00	0.15	0.26	0.24	0.99	100
烏日	8.86	9.86	5.09	14.37	4.52	47.93	1.67	0.68	2.80	1.79	0.22	0.31	0.34	1.56	100
北區	23.18	3.66	2.19	16.32	0.19	6.58	21.16	0.18	0.97	0.05	2.92	3.55	3.24	15.80	100
西區	18.27	3.06	1.91	25.41	1.17	23.25	14.34	0.14	0.66	0.02	1.06	1.44	1.53	7.75	100
中區	27.87	4.37	2.66	16.51	1.04	13.25	10.42	0.23	1.10	0.08	2.37	2.42	2.33	15.36	100
東區	23.08	5.77	3.11	10.55	1.00	5.92	20.60	0.30	1.66	0.33	4.35	7.50	3.30	12.53	100
南區	12.46	3.59	3.52	24.04	3.49	36.20	4.87	0.22	0.89	0.07	0.94	0.97	1.12	7.61	100
大里	12.96	9.98	6.68	16.59	4.25	24.17	5.27	0.92	2.74	0.96	2.17	2.57	2.15	8.59	100
伸港	20.07	22.69	4.18	0.20	0.02	0.82	0.02	3.28	48.00	0.05	0.10	0.14	0.15	0.29	100
線西	32.76	9.44	3.07	1.07	0.13	6.54	0.17	23.58	20.28	1.86	0.21	0.20	0.30	0.40	100
和美	25.83	32.60	4.33	1.11	0.17	6.78	0.09	2.24	22.20	4.05	0.08	0.11	0.12	0.27	100
彰化	19.47	26.56	11.74	3.96	1.04	11.91	0.50	2.05	9.61	11.90	0.15	0.19	0.21	0.72	100

表 4.5.3 高壓迴流型態(A11)下各污染源對受體點貢獻量(%)

受體點	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	總和
清水	0.01	0.02	0.24	0.15	0.02	0.09	1.62	0.00	0.01	0.01	13.60	29.24	35.69	19.31	100
梧棲	0.00	0.88	96.02	0.36	0.00	0.16	0.10	0.00	0.00	0.00	0.40	0.62	0.77	0.68	100
龍井	1.67	38.87	50.07	1.40	0.05	2.03	0.21	0.00	2.30	0.00	0.56	0.72	0.96	1.16	100
沙鹿	0.04	0.97	13.81	11.43	0.03	0.76	2.58	0.00	0.01	0.01	11.36	18.27	18.07	22.65	100
大肚	10.08	8.31	12.21	5.01	1.93	15.03	0.58	0.01	42.97	0.12	0.55	0.65	0.85	1.68	100
后里	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	39.69	4.32	51.05	4.84	100
神岡	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.06	0.20	0.00	0.01	0.01	8.55	63.11	21.40	6.56	100
豐原	0.06	0.07	0.05	0.14	0.06	0.28	0.52	0.01	0.04	0.02	13.57	36.25	46.40	2.51	100
潭子	0.04	0.06	0.03	0.11	0.04	0.18	79.65	0.01	0.03	0.02	4.24	6.80	7.21	1.59	100
北屯	0.24	0.31	0.23	3.31	0.20	0.89	56.77	0.06	0.15	0.09	8.29	11.00	13.23	5.24	100
大雅	0.02	0.02	0.04	44.91	0.02	0.09	8.20	0.00	0.01	0.01	6.57	17.71	13.00	9.38	100
西屯	0.01	0.39	0.90	52.95	0.01	34.29	4.25	0.00	0.00	0.00	1.09	2.24	1.96	1.90	100
南屯	0.97	1.84	0.98	17.85	1.11	71.62	1.98	0.00	0.02	0.00	0.56	1.04	0.96	1.08	100
烏日	6.43	3.75	1.52	17.72	2.93	58.79	2.14	0.25	1.03	0.72	0.68	1.18	1.12	1.73	100
北區	0.12	0.48	2.90	10.95	0.09	1.61	50.97	0.03	0.07	0.04	6.85	10.41	9.17	6.30	100
西區	0.10	3.52	5.82	11.30	0.57	12.09	42.69	0.02	0.04	0.02	4.15	6.75	6.20	6.72	100
中區	0.17	4.09	7.59	11.96	0.71	10.98	31.73	0.05	0.10	0.05	7.13	10.11	8.77	6.55	100
東區	0.30	4.15	6.98	9.63	0.89	8.95	30.04	0.06	0.15	0.08	9.17	13.98	11.34	4.28	100
南區	7.89	11.90	6.24	11.28	2.10	21.80	20.42	0.03	0.26	0.05	3.28	4.53	4.21	6.00	100
大里	21.92	14.44	5.29	8.60	2.65	18.49	8.94	0.17	1.53	0.46	3.71	4.94	4.31	4.55	100
伸港	7.75	33.34	11.07	0.91	0.46	1.71	0.15	0.84	42.58	0.07	0.21	0.22	0.34	0.35	100
線西	24.03	24.16	7.23	3.06	0.76	8.79	0.42	6.29	22.35	1.36	0.29	0.33	0.49	0.45	100
和美	6.21	25.67	12.47	4.05	0.83	14.20	0.36	0.64	29.36	4.51	0.29	0.33	0.42	0.65	100
彰化	5.82	12.80	7.35	11.51	3.24	32.52	1.21	1.01	6.97	12.48	0.79	1.30	1.36	1.64	100

表 4.5.4 太平洋高壓西伸型態(A12)下各污染源對受體點貢獻量(%)

受體點	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	總和
清水	13.10	23.85	22.74	14.85	1.10	16.30	1.98	2.28	3.30	0.29	0.01	0.15	0.03	0.02	100
梧棲	7.95	34.20	45.44	2.44	0.35	4.20	0.10	1.32	3.83	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	100
龍井	21.81	39.62	5.16	1.68	0.61	7.55	0.05	4.48	18.49	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	100
沙鹿	14.57	18.12	15.47	20.74	1.65	24.29	1.33	1.42	2.16	0.23	0.01	0.01	0.01	0.00	100
大肚	6.99	8.95	2.14	3.96	1.76	28.81	0.06	4.85	39.93	2.54	0.00	0.00	0.01	0.00	100
后里	14.60	5.15	2.60	1.65	0.58	2.68	1.31	0.95	0.84	0.16	20.32	11.00	36.58	1.58	100
神岡	29.15	15.78	8.01	6.51	1.26	6.69	9.80	2.12	2.10	0.33	0.15	17.11	0.32	0.68	100
豐原	39.23	13.31	6.10	5.22	1.43	6.56	6.44	2.12	1.87	0.33	0.67	12.58	2.92	1.22	100
潭子	22.42	9.21	3.62	8.85	1.28	6.69	42.49	1.98	1.93	0.28	0.18	0.33	0.37	0.36	100
北屯	31.89	12.27	5.42	12.95	2.90	18.37	4.88	4.14	4.27	0.59	0.37	0.68	0.75	0.52	100
大雅	11.89	8.94	4.05	49.37	0.85	13.89	8.27	1.12	1.33	0.15	0.02	0.03	0.04	0.04	100
西屯	4.78	3.70	1.97	34.40	1.12	50.92	0.98	0.82	1.12	0.13	0.01	0.01	0.01	0.01	100
南屯	6.34	5.92	2.66	9.21	2.57	69.50	0.21	1.42	1.58	0.56	0.01	0.01	0.01	0.01	100
烏日	9.74	9.34	2.72	11.13	0.96	51.76	0.22	5.35	4.06	4.66	0.01	0.01	0.03	0.01	100
北區	26.15	9.05	4.57	10.61	4.98	34.90	1.18	3.58	3.82	0.55	0.11	0.14	0.22	0.13	100
西區	20.66	10.54	5.56	7.39	6.00	41.91	0.68	3.50	2.69	0.72	0.07	0.08	0.13	0.07	100
中區	30.48	10.91	6.29	9.96	4.63	27.37	0.76	4.46	3.39	1.14	0.11	0.15	0.22	0.13	100
東區	36.97	11.62	6.09	9.24	4.11	21.69	0.69	4.32	3.17	1.43	0.12	0.17	0.23	0.15	100
南區	27.96	17.47	7.76	5.30	3.37	27.73	0.33	4.00	3.17	2.66	0.05	0.06	0.09	0.05	100
大里	37.87	19.37	7.08	3.68	3.43	16.41	0.25	4.41	4.46	2.79	0.05	0.05	0.09	0.04	100
伸港	2.38	0.40	0.12	1.43	0.88	24.60	0.06	30.95	36.22	2.89	0.01	0.01	0.02	0.01	100
線西	0.38	1.55	0.70	1.21	0.69	20.70	0.33	68.38	0.64	5.08	0.07	0.08	0.12	0.06	100
和美	1.10	0.37	0.10	3.43	1.24	46.03	0.05	30.14	4.78	12.73	0.01	0.01	0.01	0.00	100
彰化	3.73	0.90	0.09	4.80	0.18	17.29	0.07	28.08	2.15	42.70	0.01	0.01	0.01	0.00	100

表 4.5.5 偏南氣流型態(A21)下各污染源對受體點貢獻量(%)

受體點	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	總和
清水	10.76	29.61	36.40	6.72	0.15	2.46	0.78	3.55	5.84	0.11	0.42	0.44	0.70	2.04	100
梧棲	3.01	23.75	65.38	1.41	0.01	0.22	0.11	1.91	4.02	0.05	0.02	0.01	0.03	0.07	100
龍井	19.57	45.36	15.75	0.84	0.03	0.60	0.05	4.59	12.82	0.17	0.02	0.02	0.03	0.14	100
沙鹿	26.48	24.32	25.58	11.12	0.16	3.85	0.99	2.06	2.88	0.21	0.22	0.15	0.30	1.69	100
大肚	24.45	21.63	7.16	0.22	0.30	1.97	0.01	4.54	38.40	1.09	0.02	0.01	0.02	0.18	100
后里	7.80	4.49	2.13	2.62	0.47	4.15	3.09	0.68	0.75	0.15	21.95	10.39	37.63	3.71	100
神岡	18.72	12.20	5.13	10.94	1.06	13.00	11.54	1.64	2.20	0.41	0.82	16.27	1.36	4.72	100
豐原	25.73	9.92	4.95	4.43	1.12	7.17	11.25	1.90	1.66	0.52	4.33	15.21	9.25	2.56	100
潭子	20.03	9.86	4.03	5.79	0.78	9.15	41.66	1.47	1.63	0.55	0.88	1.41	1.22	1.57	100
北屯	35.06	14.72	5.74	7.72	1.33	15.93	6.90	2.65	2.95	0.94	1.28	1.15	1.91	1.71	100
大雅	18.18	9.02	4.55	42.89	0.73	13.56	5.23	1.49	1.89	0.37	0.12	0.14	0.15	1.69	100
西屯	13.21	6.68	3.75	26.08	0.55	45.55	1.01	1.15	1.24	0.29	0.02	0.02	0.03	0.40	100
南屯	17.27	11.41	3.27	6.99	2.19	51.83	0.46	2.85	2.37	1.08	0.01	0.01	0.01	0.26	100
烏日	25.26	17.62	6.89	6.36	1.46	22.88	0.76	8.30	4.60	5.52	0.02	0.02	0.02	0.29	100
北區	26.59	15.33	5.27	7.33	1.30	26.50	7.58	2.89	3.63	1.39	0.12	0.15	0.08	1.84	100
西區	23.76	13.87	4.56	9.92	1.91	30.15	5.76	3.74	3.58	1.56	0.05	0.07	0.04	1.05	100
中區	29.88	18.84	5.73	6.82	1.51	18.56	5.35	4.70	4.16	2.42	0.09	0.12	0.07	1.75	100
東區	33.60	20.49	6.37	5.87	1.65	15.73	1.82	5.32	3.94	2.69	0.15	0.18	0.10	2.10	100
南區	26.05	16.18	4.10	7.33	1.99	23.18	5.73	6.83	3.80	3.74	0.04	0.07	0.05	0.90	100
大里	32.38	17.87	6.54	5.27	1.92	14.99	2.39	8.65	4.82	3.84	0.07	0.09	0.07	1.13	100
伸港	23.50	13.74	7.89	0.10	0.07	0.54	0.05	30.03	23.30	0.44	0.05	0.04	0.07	0.16	100
線西	6.56	3.15	1.58	0.73	0.33	1.63	0.43	83.03	0.98	0.21	0.27	0.25	0.42	0.41	100
和美	22.03	21.80	4.45	0.03	0.07	0.76	0.01	18.69	30.49	1.51	0.02	0.02	0.03	0.08	100
彰化	27.83	23.40	8.91	0.19	0.07	1.77	0.02	15.40	7.89	14.29	0.02	0.02	0.03	0.14	100

第五章 結論與建議

5.1 結論

本研究使用空氣污染模式模擬不同天氣型態，模式的輸入項大致可分為氣象場資料及固定污染源排放量，利用各個環保署空氣品質測站對模式的氣象場模擬結果進行率定，模式可信後接續投入使用 TEDS9.0 推估出來的固定污染源排放量，並結合地理資訊系統得到固定污染源的 PM_{2.5} 擴散情形，分析各個污染源對台中盆地受體點 PM_{2.5} 的貢獻量，整理本研究成果可得以下幾點結論：

1. 本研究利用 TAPM 模擬值比對 7 個測站的實際值，溫度的一致性指數 IOA 平均可達 0.871，在風速的 IOA 也有 0.67 的高一致性，顯示 TAPM 在模擬氣象場的部分有良好的模擬結果。
2. 模擬結果顯示盛行西風下的太平洋高壓西伸型態(A12)和偏南氣流型態(A21)對台中盆地全境的貢獻量較高，易造成空氣品質不佳。
3. 對台中盆地來說影響 PM_{2.5} 的主因為風速、風向和地形，在低風速的條件下，當盛行西風時污染物會越過大肚山對盆地腹地造成較高的 PM_{2.5} 貢獻量，盛行北風時污染物會順著山勢往下擴散，並在大肚山及八卦山的窄口處傳輸到盆地深處的烏日區、大里區造成污染物累積。
4. 第一區的固定污染源主要影響範圍在大肚山西側及北彰化的行政區，當風向配合時會進入到盆地深處。第二區的固定污染源受地形影響，傳輸範圍在盆地腹地，是主要影響西屯區、南屯區空氣品質不良的主因。第三區的固定污染源影響範圍在盆地北側的后里區、神岡區、豐原區，在北風吹拂下也會將污染物擴散到下風處的市中心行政區。

5.2 建議

本研究限制於目前政府並沒有公開的管道可以查詢到各個污染源的煙道資料，因此固定污染源的排放量的只能利用推估的方式取得，煙囪高度的部分也只能以假設的方式輸入，可能和實際值會有些許的誤差，若後續政府有公開管道可以取得這些資料，在模式模擬上應可更加準確。

雖以不同的天氣型態選定事件日進行模擬，在固定污染源貢獻量分析中可知污染物擴散的情形，又依風向大致可分盛行北風的 A4、A7、A11 和盛行西風的 A12、A21 兩種情況，若能模擬相同的天氣型態下有不同風向的事件日，或許可看出更多差異性。

參考文獻

- Bluett, J., Gimson, N., Fisher, G., Heydenrych, C., Freeman, T., & Godfrey, J. (2004). Good practice guide for atmospheric dispersion modelling. Ministry for the Environment.
- Brunekreef, B., & Holgate, S. T. (2002). Air pollution and health. *The Lancet*, 360(9341), 1233-1242.
- Henry C. Perkins(鄭福田等譯)(1970). *Air Pollution(空氣污染)*, 高立圖書有限公司。
- He, K., Yang, F., Ma, Y., Zhang, Q., Yao, X., Chan, C. K., Mulawa, P. (2001). The characteristics of PM_{2.5} in Beijing, China. *Atmospheric Environment*, 35(29), 4959-4970.
- Holmes, N. S., & Morawska, L. (2006). A review of dispersion modelling and its application to the dispersion of particles: An overview of different dispersion models available. *Atmospheric Environment*, 40(30), 5902-5928.
- Hurley, P., Manins, P., Lee, S., Boyle, R., Ng, Y. L., & Dewundegge, P. (2003). Year-long, high-resolution, urban airshed modelling: verification of TAPM predictions of smog and particles in Melbourne, Australia. *Atmospheric Environment*, 37(14), 1899-1910.
- Hurley, P. J. (2006). An evaluation and inter-comparison of AUSPLUME, AERMOD and TAPM for seven field datasets of point source dispersion. *Clean Air and Environmental Quality*, 40(1), 45.
- Hurley, P. J., Physick, W. L., & Luhar, A. K. (2005). TAPM: a practical approach to prognostic meteorological and air pollution modelling. *Environmental Modelling & Software*, 20(6), 737-752.
- Kampa, M., & Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental pollution*, 151(2), 362-367.
- Liu, Y.-J., Zhang, T.-T., Liu, Q.-Y., Zhang, R.-J., Sun, Z.-Q., & Zhang, M.-G. (2014). Seasonal variation of physical and chemical properties in TSP, PM₁₀ and PM_{2.5} at a roadside site in Beijing and their influence on atmospheric visibility. *Aerosol Air Qual. Res.*, 14, 954-969.
- Luhar, A., & Hurley, P. (2002). Comparison of meteorological and dispersion predictions obtained using TAPM with the Indianapolis (urban), Kincaid (rural) and Kwinana (coastal) field data sets. the 8th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Sofia Bulgaria.
- Luhar, A. K., & Hurley, P. J. (2003). Evaluation of TAPM, a prognostic meteorological and air pollution model, using urban and rural point-source data. *Atmospheric Environment*, 37(20), 2795-2810.
- Monn, C., & Becker, S. (1999). Cytotoxicity and induction of proinflammatory cytokines from human monocytes exposed to fine (PM_{2.5}) and coarse particles (PM_{10-2.5}) in outdoor and indoor air. *Toxicology and applied pharmacology*, 155(3), 245-252.
- Pui, D. Y., Chen, S.-C., & Zuo, Z. (2014). PM_{2.5} in China: Measurements, sources, visibility and health effects, and mitigation. *Particuology*, 13, 1-26.
- Tao, J., Ho, K.-F., Chen, L., Zhu, L., Han, J., & Xu, Z. (2009). Effect of chemical composition of PM_{2.5} on visibility in Guangzhou, China, 2007 spring. *Particuology*, 7(1), 68-75.
- Watson, J. G., and J. C., Chow, 1998, Clean Sky Visibility as a Challenge for Society. Workshop on Sampling, Regulation, and Light Scattering Effects of PM_{2.5}, 259-284.

Whitby, K., & Cantrell, B. (1976). Atmospheric aerosols- Characteristics and measurement. Paper presented at the International Conference on Environmental Sensing and Assessment, Las Vegas, Nev.

Willmott, C. J. (1982). Some comments on the evaluation of model performance. Bulletin of the American Meteorological Society, 63(11), 1309-1313.

Willmott, C. J., Ackleson, S. G., Davis, R. E., Feddema, J. J., Klink, K. M., Legates, D. R., Rowe, C. M. (1985). Statistics for the evaluation and comparison of models. Journal of Geophysical Research: Oceans, 90(C5), 8995-9005.

Xing, Y.-F., Xu, Y.-H., Shi, M.-H., & Lian, Y.-X. (2016). The impact of PM_{2.5} on the human respiratory system. Journal of thoracic disease, 8(1), 69-74.

行政院環境保護署空氣品質監測網 <https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/default.aspx>

于培倫(2010)，中部空品區天氣型態與二次氣膠之探討分析，碩士論文，東海大學。

王文彥(2014)，能見度與空氣品質之關係—以台北與高雄為例，碩士論文，東南科技大學。

王辰文(2009)，以空氣擴散模式評估雪山隧道移動車輛尾氣排放對鄰近空氣品質之影響，碩士論文，國立中山大學。

吳育魁(2010)，海陸風及熱島效應對台中都會區空氣污染物之影響分析，碩士論文，東海大學。

宋鎮宇(2000)，台灣地區大氣氣膠特性之研究-高雄及台北都會區氣膠特性與散光係數，碩士論文，國立中央大學。

李清勝(1992)，影響大台北地區懸浮微粒濃度變化之氣象分析，大氣科學，20(4)，341-361 頁。

李建璋(2007)，台北盆地低能見度受空氣污染物及氣象條件影響之相關性分析，碩士論文，國立中山大學。

林志柏(2010)，應用 AERMOD 模式於台灣之複雜地形之探討，國立臺灣大學環境工程學研究所。

林佳薇(2015)，台灣南部地區細懸浮微粒之特徵，碩士論文，國立成功大學。

林源海(2013)，台中都會區大氣懸浮微粒化學組成與盛行能見度變化特性之探討，碩士論文，國立中興大學。

施佳吟(2017)，細懸浮微粒 PM_{2.5} 之健康衝擊—平均餘命與健康餘命之分析，碩士論文，國立成功大學。

翁叔平、郭乃文、呂珮雯(2013)，高高屏地區細懸浮微粒 PM_{2.5} 污染事件的綜觀環境分析，大氣科學，41(1)，43-64 頁。

梁江山(2015)，馬祖地區低能見度與天氣類型相關性之研究，碩士論文，中華科技大學。

柯正龍、陳桂清、謝明志、吳義林、張鴻良、楊榮元(2017)，建置高雄港區 105 年即時空氣品質推估系統，交通部運輸研究所。

曠永銓、許珮蓓(2005)，AERMOD 煙流模式在台灣地區之應用研究，中興工程季刊，88，55-62 頁。

郭育誌(2003)，以熵函數構建多元空氣品質指標之探討，碩士論文，東海大學。

- 陳育松(2004)，RAQI 指標探討 AQI 與 PSI 之優缺得失，碩士論文，東海大學。
- 陳國川(2007)，臺中市的氣候與水文，教育部地理學科中心。
- 彭彥斌(2007)，南台灣地區垂直臭氧剖面中尺度模式模擬研究，博士論文，國立中山大學。
- 曾韋勳(2012)，高屏大氣懸浮微粒於不同天氣型態之特徵與氣象因子關聯性研究，碩士論文，國立成功大學。
- 曾偉杰(2008)，TAPM 模式於台灣中部空品區 PM₁₀ 模擬評估，碩士論文，東海大學。
- 曾國書(2006)，屏東都會區粗細懸浮微粒特性之研究，碩士論文，國立屏東科技大學。
- 曾揚智，(2015)，台中都會區空氣品質劣化日與天氣類型相關性之研究，碩士論文，中華科技大學。
- 辜美安、蔡坤維、林詩淳(2017)，細懸浮微粒暴露對健康的影響，醫學與健康期刊，6(1)，13-22 頁。
- 馮欽賜、柳中明、沈秀蓉(1989)，懸浮微粒衰減全天空太陽輻射之研究，大氣科學，17(4)，287-302 頁。
- 黃淑倫、林裕清、郭素娥、紀妙青、林玠模、周姜廷、黃友珊(2016)，嘉南地區細懸浮微粒濃度與氣象因子相關性分析: 2006-2014，台灣公共衛生雜誌，35(6)。575-586 頁。
- 楊宏宇(1993)，臺灣地區空氣品質與天氣類型分類相關性研究，碩士論文，文化大學。
- 楊佳興(2015)，應用大氣能見度評估空氣污染對於呼吸道疾病就診的影響，碩士論文，中山醫學大學。
- 葉昱輝(2006)，以 TAPM 模式對台中地區都市之熱島效應分析評估，碩士論文，東海大學。
- 劉晏瑜(2017)，細懸浮微粒空氣污染事件特性分析，國立高雄第一科技大學。
- 劉漢琪(2012)，AERMOD 與 ISCST3 應用於國內空氣污染物面源排放模擬之比較研究，國立台北科技大學
- 鄭芳青(2010)，臺中地區影響能見度因素之探討，碩士論文，中山醫學大學。
- 鄭尊仁(2007)，微粒空氣污染特性、毒性和健康風險之研究，國立臺灣大學。
- 盧梅芳(2001)，大氣細懸浮微粒 PM_{2.5} 污染來源及分析-化學質量平衡法受體模式應用，碩士論文，國立高雄第一科技大學。
- 謝宏益(2008)，擴散模式 ISC 與 AERMOD 之比較，碩士論文，國立中興大學。
- 謝坤龍(2016)，天氣型態對雲林地區細懸浮微粒濃度與組成之影響，碩士論文，中山醫學大學。
- 謝瑞豪、李睿桓、詹長權(2016)，台灣大氣中 PM_{2.5} 污染濃度和汙染源的時空分布，台灣醫學，20(4)，367-376 頁。

附錄

附表一 不同天氣型態下各污染源對受體點貢獻量($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

附表 1-1 熱帶低壓系統外圍環流型態(A4)下各污染源對受體點貢獻量($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

受體點	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	總和
清水	5.814	7.129	4.909	0.057	0.028	0.108	0.262	0.380	0.299	0.007	0.747	1.043	1.092	4.242	26.117
梧棲	2.743	12.732	71.338	0.015	0.009	0.032	0.016	0.238	0.211	0.002	0.085	0.057	0.080	0.475	88.032
龍井	11.983	70.756	47.402	0.062	0.015	0.277	0.017	1.321	3.109	0.003	0.103	0.059	0.088	0.872	136.067
沙鹿	6.601	9.712	12.061	0.065	0.007	0.065	0.053	0.369	0.591	0.003	0.121	0.103	0.117	1.669	31.537
大肚	11.155	15.862	15.182	0.021	0.004	0.431	0.004	0.598	31.451	0.026	0.022	0.011	0.016	0.597	75.381
后里	2.907	1.468	0.758	0.382	0.063	0.345	0.327	0.196	0.195	0.020	24.645	5.141	35.413	4.535	76.395
神岡	2.260	1.807	0.957	0.763	0.069	0.471	0.776	0.180	0.246	0.018	1.625	12.480	3.317	3.443	28.411
豐原	1.524	0.690	0.354	0.492	0.149	0.682	1.414	0.097	0.154	0.044	2.854	8.722	7.209	0.807	25.192
潭子	1.205	0.212	0.127	0.874	0.184	0.936	16.323	0.054	0.109	0.042	0.809	1.377	1.201	1.009	24.462
北屯	2.503	0.460	0.342	1.716	0.278	1.661	5.977	0.099	0.187	0.104	1.154	1.160	1.693	1.193	18.526
大雅	1.607	2.462	0.978	9.012	0.066	0.744	1.251	0.210	0.355	0.017	0.388	0.636	0.534	1.933	20.194
西屯	2.457	0.430	0.437	29.582	0.352	31.163	1.432	0.199	0.400	0.036	0.217	0.289	0.277	1.476	68.746
南屯	2.930	0.533	0.696	7.293	1.732	44.969	0.507	0.103	0.179	0.095	0.085	0.104	0.105	0.771	60.101
烏日	5.631	6.471	2.656	4.343	2.232	20.096	0.343	0.164	2.194	2.293	0.057	0.052	0.058	0.780	47.370
北區	0.519	0.064	0.074	0.903	0.080	1.144	1.211	0.014	0.027	0.027	0.088	0.146	0.090	0.426	4.812
西區	0.247	0.037	0.045	1.103	0.038	1.208	0.432	0.006	0.012	0.013	0.045	0.087	0.072	0.167	3.513
中區	0.165	0.025	0.030	0.338	0.015	0.461	0.220	0.004	0.008	0.011	0.020	0.028	0.017	0.111	1.453
東區	0.443	0.109	0.098	0.587	0.053	1.037	0.607	0.011	0.042	0.034	0.075	0.128	0.067	0.272	3.562
南區	0.641	0.142	0.104	1.710	0.132	3.685	0.596	0.014	0.038	0.046	0.065	0.112	0.094	0.276	7.655
大里	3.533	2.197	1.031	3.509	0.538	6.834	1.071	0.076	0.895	0.726	0.213	0.303	0.224	0.926	22.076
伸港	24.642	24.086	10.892	0.027	0.011	0.058	0.010	5.524	2.843	0.003	0.038	0.019	0.038	0.181	68.373
線西	9.196	1.514	0.995	0.041	0.016	0.087	0.022	5.231	0.032	0.008	0.032	0.019	0.044	0.046	17.283
和美	25.268	38.344	11.316	0.014	0.001	0.086	0.001	2.633	36.031	0.006	0.012	0.006	0.010	0.219	113.945
彰化	21.616	32.364	13.886	0.227	0.426	2.571	0.009	1.850	15.679	14.757	0.014	0.006	0.011	0.671	104.086

附表 1-2 微弱東北季風型態(A7)下各污染源對受體點貢獻量($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

受體點	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	總和
清水	0.031	4.001	3.746	0.190	0.001	0.053	0.126	0.016	0.248	0.000	2.405	6.117	6.195	3.950	27.080
梧棲	0.421	9.693	107.460	0.072	0.000	0.023	0.009	0.038	0.381	0.000	0.181	0.278	0.290	0.572	119.420
龍井	11.580	75.823	48.710	0.364	0.029	0.766	0.012	0.188	7.364	0.000	0.266	0.372	0.397	0.901	146.772
沙鹿	1.625	1.722	2.685	0.334	0.011	0.105	0.052	0.021	0.198	0.000	0.321	0.747	0.549	1.344	9.713
大肚	10.545	15.355	10.825	0.251	0.100	3.354	0.009	0.116	30.983	0.028	0.152	0.195	0.225	0.611	72.747
后里	0.046	0.297	0.343	0.102	0.002	0.024	0.046	0.001	0.012	0.001	20.846	3.652	27.138	2.982	55.489
神岡	0.037	0.586	0.247	0.037	0.001	0.012	0.204	0.002	0.035	0.001	0.887	12.283	2.535	2.584	19.450
豐原	0.063	0.301	0.185	0.046	0.002	0.018	0.176	0.001	0.017	0.001	2.288	4.622	5.474	0.617	13.811
潭子	0.048	0.234	0.101	0.080	0.003	0.014	12.330	0.002	0.025	0.001	0.738	1.054	1.090	0.797	16.518
北屯	0.334	0.438	0.225	0.508	0.016	0.077	3.705	0.012	0.069	0.007	0.882	0.827	1.290	1.020	9.408
大雅	0.121	0.452	0.206	9.685	0.002	0.015	2.525	0.006	0.068	0.000	0.275	0.740	0.509	1.547	16.153
西屯	4.342	0.904	0.610	37.940	0.063	28.814	4.335	0.026	0.170	0.001	0.180	0.380	0.318	1.222	79.305
南屯	2.977	0.996	1.006	10.687	1.555	50.025	1.298	0.036	0.165	0.001	0.103	0.181	0.168	0.689	69.886
烏日	3.940	4.382	2.264	6.389	2.011	21.311	0.745	0.303	1.246	0.794	0.099	0.138	0.151	0.692	44.465
北區	0.562	0.089	0.053	0.395	0.005	0.159	0.513	0.004	0.023	0.001	0.071	0.086	0.079	0.383	2.422
西區	0.339	0.057	0.035	0.471	0.022	0.431	0.266	0.003	0.012	0.000	0.020	0.027	0.028	0.144	1.854
中區	0.191	0.030	0.018	0.113	0.007	0.091	0.071	0.002	0.008	0.001	0.016	0.017	0.016	0.105	0.684
東區	0.380	0.095	0.051	0.174	0.017	0.097	0.339	0.005	0.027	0.005	0.072	0.123	0.054	0.206	1.646
南區	0.425	0.122	0.120	0.819	0.119	1.234	0.166	0.008	0.030	0.002	0.032	0.033	0.038	0.259	3.408
大里	1.432	1.103	0.738	1.834	0.469	2.671	0.582	0.102	0.303	0.106	0.240	0.283	0.238	0.949	11.050
伸港	19.234	21.749	4.008	0.190	0.018	0.782	0.015	3.148	46.014	0.044	0.095	0.131	0.143	0.281	95.853
線西	6.540	1.884	0.612	0.214	0.025	1.305	0.035	4.708	4.049	0.372	0.041	0.040	0.060	0.079	19.966
和美	20.865	26.330	3.500	0.895	0.137	5.472	0.076	1.812	17.928	3.274	0.068	0.088	0.100	0.218	80.764
彰化	16.684	22.756	10.057	3.392	0.889	10.204	0.429	1.756	8.230	10.195	0.125	0.164	0.182	0.618	85.681

附表 1-3 高壓迴流型態(A11)下各污染源對受體點貢獻量($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

受體點	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	總和
清水	0.004	0.005	0.073	0.045	0.005	0.026	0.484	0.001	0.003	0.002	4.077	8.765	10.701	5.788	29.980
梧棲	0.002	1.082	117.494	0.445	0.004	0.195	0.123	0.000	0.001	0.000	0.486	0.764	0.942	0.832	122.371
龍井	2.550	59.287	76.373	2.136	0.083	3.097	0.318	0.000	3.501	0.001	0.861	1.096	1.465	1.766	152.536
沙鹿	0.005	0.110	1.568	1.298	0.004	0.087	0.293	0.000	0.001	0.001	1.289	2.074	2.052	2.572	11.353
大肚	7.403	6.105	8.970	3.682	1.419	11.044	0.428	0.010	31.562	0.091	0.406	0.475	0.627	1.237	73.459
后里	0.004	0.005	0.003	0.013	0.006	0.026	0.015	0.001	0.003	0.002	26.955	2.931	34.667	3.285	67.914
神岡	0.005	0.006	0.004	0.012	0.005	0.024	0.078	0.001	0.003	0.002	3.271	24.140	8.186	2.510	38.248
豐原	0.009	0.011	0.007	0.020	0.010	0.042	0.078	0.001	0.006	0.004	2.018	5.390	6.899	0.374	14.868
潭子	0.008	0.011	0.006	0.020	0.007	0.033	14.801	0.002	0.005	0.003	0.788	1.264	1.340	0.295	18.584
北屯	0.022	0.028	0.022	0.306	0.019	0.082	5.251	0.005	0.014	0.008	0.767	1.017	1.224	0.484	9.250
大雅	0.004	0.005	0.008	9.941	0.004	0.020	1.816	0.001	0.003	0.002	1.455	3.921	2.878	2.077	22.135
西屯	0.013	0.443	1.023	60.292	0.013	39.041	4.843	0.001	0.003	0.002	1.247	2.546	2.230	2.168	113.865
南屯	1.224	2.339	1.241	22.641	1.405	90.822	2.509	0.001	0.020	0.002	0.705	1.315	1.218	1.366	126.809
烏日	4.900	2.855	1.161	13.509	2.237	44.820	1.632	0.194	0.783	0.551	0.519	0.898	0.856	1.316	76.231
北區	0.003	0.013	0.081	0.307	0.003	0.045	1.429	0.001	0.002	0.001	0.192	0.292	0.257	0.177	2.803
西區	0.002	0.065	0.108	0.210	0.011	0.224	0.792	0.000	0.001	0.000	0.077	0.125	0.115	0.125	1.855
中區	0.001	0.027	0.051	0.080	0.005	0.073	0.212	0.000	0.001	0.000	0.048	0.068	0.059	0.044	0.668
東區	0.004	0.056	0.094	0.130	0.012	0.121	0.406	0.001	0.002	0.001	0.124	0.189	0.153	0.058	1.352
南區	0.267	0.403	0.212	0.382	0.071	0.739	0.692	0.001	0.009	0.002	0.111	0.154	0.143	0.203	3.388
大里	2.200	1.449	0.531	0.863	0.266	1.856	0.897	0.017	0.153	0.046	0.372	0.496	0.433	0.457	10.037
伸港	11.050	47.561	15.799	1.297	0.661	2.438	0.211	1.195	60.754	0.097	0.299	0.312	0.489	0.505	142.669
線西	7.949	7.991	2.392	1.011	0.251	2.908	0.137	2.080	7.391	0.450	0.096	0.108	0.161	0.147	33.074
和美	7.702	31.841	15.470	5.024	1.028	17.618	0.452	0.797	36.420	5.600	0.357	0.404	0.526	0.810	124.050
彰化	6.464	14.221	8.160	12.788	3.602	36.115	1.344	1.121	7.738	13.867	0.872	1.442	1.516	1.819	111.069

附表 1-4 太平洋高壓西伸型態(A12)下各污染源對受體點貢獻量($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

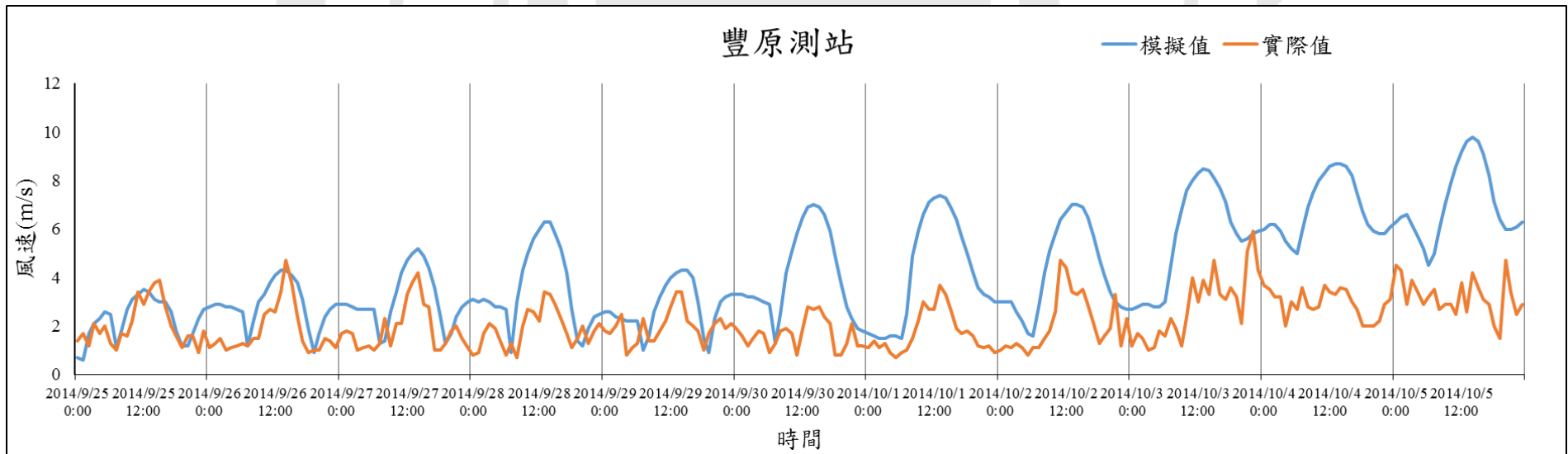
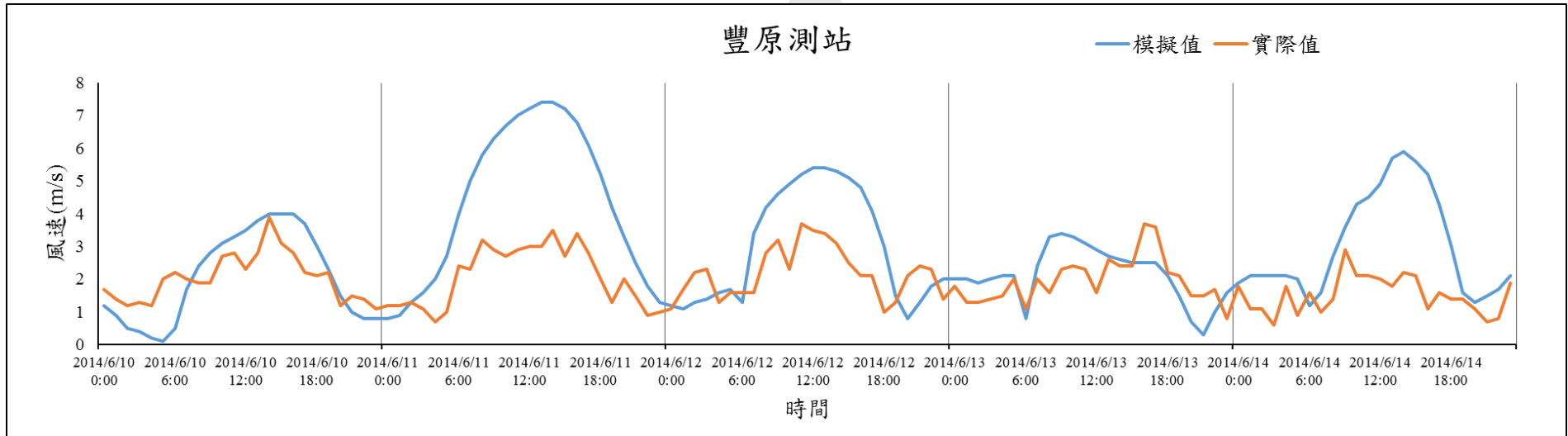
受體點	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	總和
清水	26.911	48.988	46.714	30.499	2.251	33.474	4.077	4.675	6.770	0.600	0.025	0.308	0.065	0.041	205.398
梧棲	18.101	77.906	103.506	5.548	0.807	9.566	0.231	2.995	8.732	0.372	0.001	0.001	0.002	0.001	227.771
龍井	44.512	80.844	10.520	3.418	1.248	15.407	0.095	9.136	37.722	1.142	0.002	0.002	0.003	0.001	204.053
沙鹿	20.681	25.721	21.968	29.436	2.346	34.487	1.892	2.009	3.063	0.324	0.007	0.008	0.012	0.007	141.961
大肚	6.658	8.521	2.037	3.776	1.674	27.444	0.055	4.622	38.034	2.422	0.003	0.004	0.006	0.002	95.259
后里	15.921	5.616	2.836	1.796	0.632	2.921	1.425	1.035	0.913	0.179	22.162	11.996	39.883	1.726	109.041
神岡	13.757	7.450	3.782	3.071	0.593	3.156	4.623	0.999	0.991	0.156	0.071	8.078	0.150	0.322	47.200
豐原	15.275	5.184	2.375	2.034	0.558	2.553	2.509	0.824	0.728	0.130	0.261	4.898	1.135	0.474	38.937
潭子	8.926	3.665	1.443	3.522	0.508	2.662	16.915	0.790	0.768	0.113	0.071	0.133	0.147	0.144	39.805
北屯	13.223	5.087	2.246	5.371	1.203	7.618	2.024	1.716	1.772	0.245	0.152	0.282	0.310	0.215	41.465
大雅	13.362	10.042	4.547	55.478	0.959	15.613	9.293	1.262	1.491	0.171	0.028	0.039	0.050	0.040	112.373
西屯	14.042	10.881	5.797	101.048	3.298	149.564	2.877	2.413	3.292	0.393	0.024	0.030	0.042	0.025	293.725
南屯	9.184	8.571	3.849	13.351	3.722	100.700	0.301	2.062	2.287	0.810	0.011	0.013	0.020	0.009	144.889
烏日	3.723	3.573	1.039	4.255	0.367	19.796	0.084	2.046	1.554	1.782	0.006	0.006	0.010	0.003	38.244
北區	3.004	1.039	0.525	1.218	0.572	4.007	0.136	0.412	0.439	0.063	0.013	0.016	0.025	0.015	11.484
西區	1.252	0.638	0.337	0.448	0.364	2.539	0.041	0.212	0.163	0.044	0.004	0.005	0.008	0.005	6.059
中區	0.769	0.275	0.159	0.251	0.117	0.690	0.019	0.113	0.086	0.029	0.003	0.004	0.005	0.003	2.523
東區	1.872	0.588	0.308	0.468	0.208	1.098	0.035	0.219	0.161	0.072	0.006	0.009	0.012	0.008	5.064
南區	2.209	1.380	0.613	0.419	0.266	2.190	0.026	0.316	0.250	0.210	0.004	0.005	0.007	0.004	7.899
大里	7.040	3.600	1.316	0.684	0.638	3.051	0.046	0.820	0.829	0.519	0.010	0.010	0.018	0.007	18.588
伸港	1.199	0.203	0.063	0.719	0.444	12.381	0.031	15.577	18.228	1.454	0.006	0.007	0.010	0.005	50.325
線西	0.054	0.216	0.098	0.168	0.095	2.878	0.046	9.510	0.089	0.707	0.010	0.011	0.017	0.009	13.908
和美	0.300	0.101	0.028	0.939	0.340	12.587	0.012	8.242	1.308	3.480	0.002	0.002	0.003	0.001	27.344
彰化	0.832	0.199	0.020	1.069	0.041	3.851	0.015	6.255	0.478	9.511	0.001	0.001	0.002	0.000	22.276

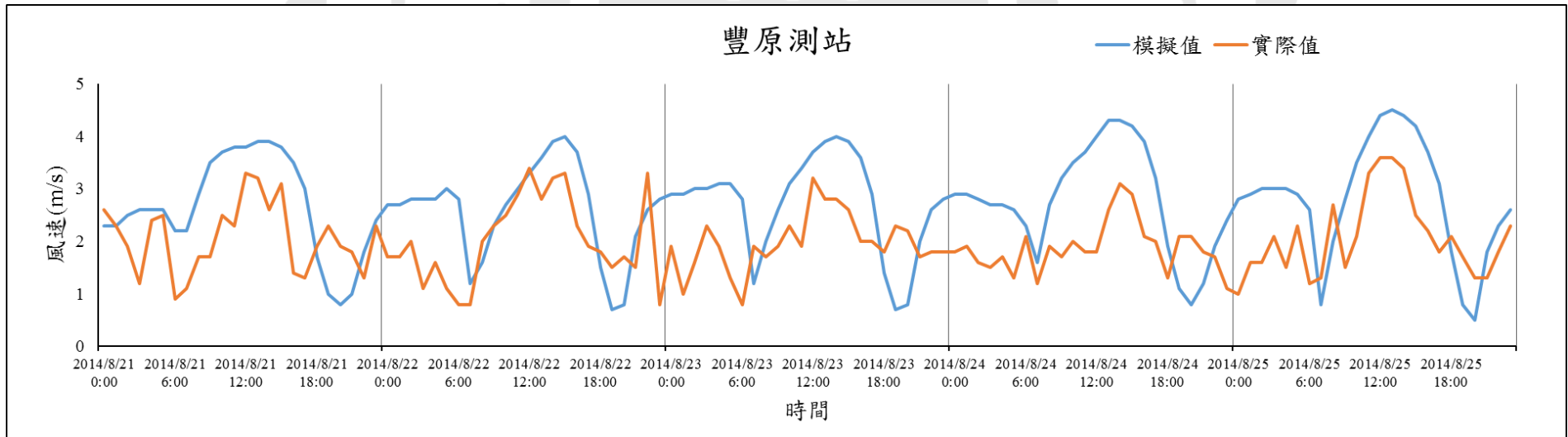
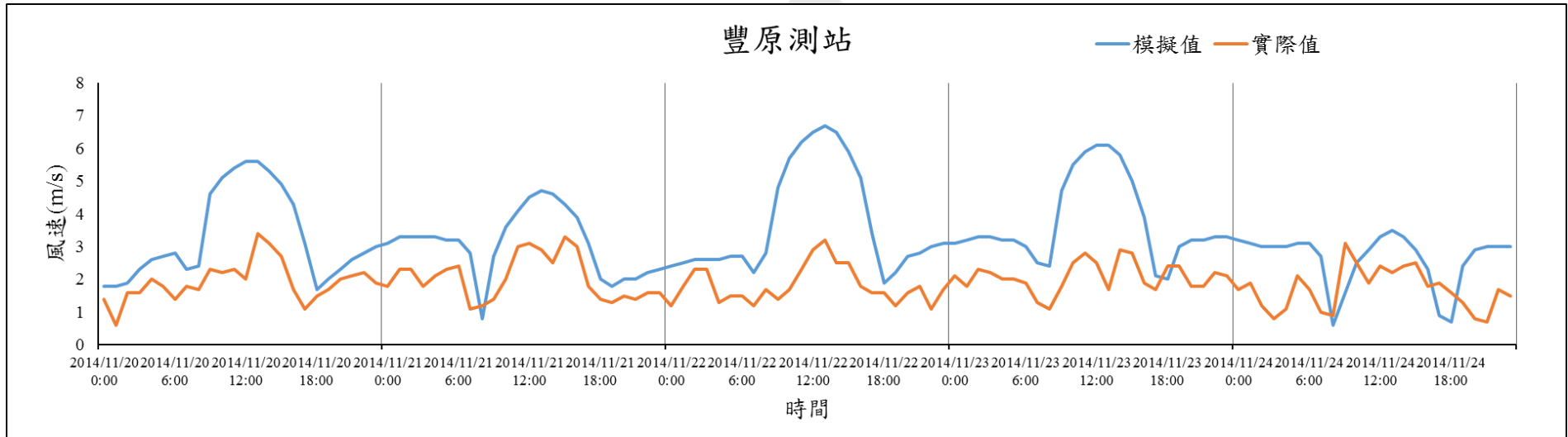
附表 1-5 偏南氣流型態(A21)下各污染源對受體點貢獻量($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

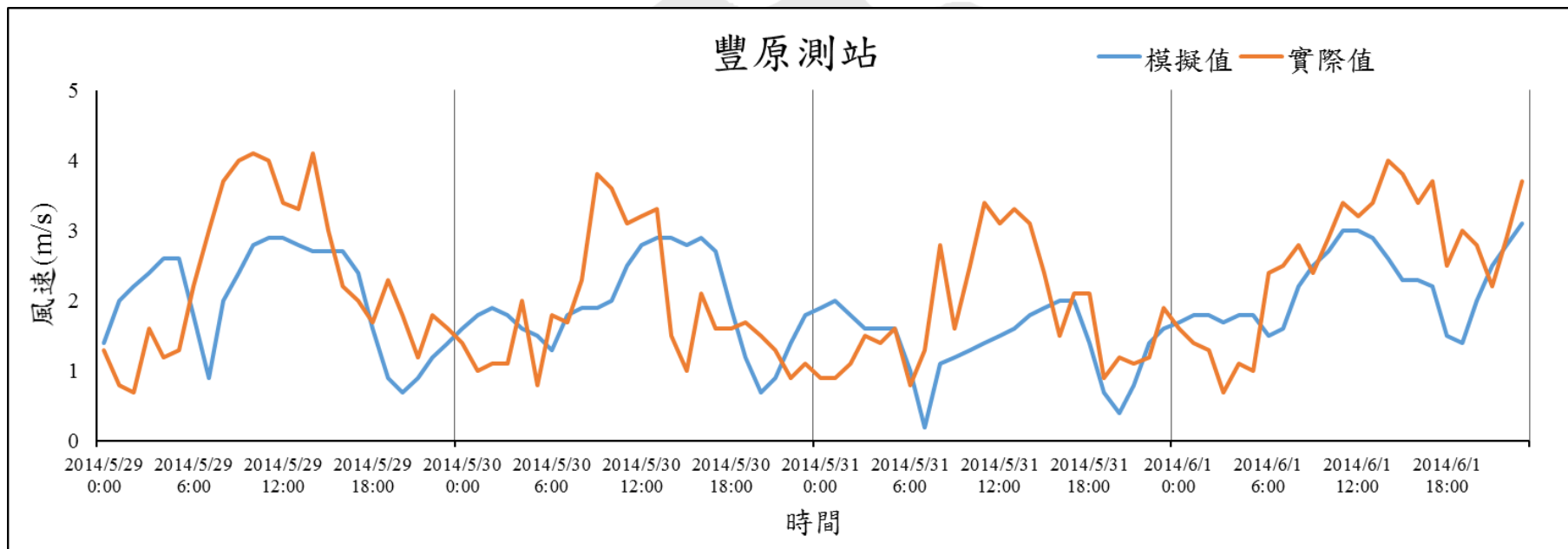
受體點	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	總和
清水	17.665	48.611	59.760	11.037	0.254	4.046	1.287	5.826	9.587	0.182	0.686	0.720	1.150	3.348	164.160
梧棲	7.902	62.392	171.791	3.693	0.031	0.587	0.301	5.008	10.567	0.127	0.048	0.037	0.072	0.192	262.747
龍井	56.910	131.907	45.790	2.430	0.095	1.730	0.148	13.345	37.289	0.491	0.070	0.051	0.097	0.421	290.775
沙鹿	19.769	18.153	19.095	8.303	0.121	2.875	0.735	1.535	2.148	0.159	0.164	0.110	0.221	1.262	74.651
大肚	35.862	31.727	10.496	0.327	0.433	2.895	0.018	6.656	56.323	1.601	0.024	0.018	0.033	0.259	146.672
后里	13.817	7.951	3.772	4.648	0.839	7.347	5.481	1.205	1.322	0.267	38.898	18.414	66.692	6.569	177.223
神岡	12.933	8.424	3.542	7.559	0.730	8.979	7.973	1.130	1.518	0.287	0.569	11.240	0.937	3.258	69.077
豐原	13.804	5.321	2.656	2.375	0.603	3.847	6.033	1.017	0.889	0.280	2.321	8.161	4.963	1.375	53.645
潭子	12.102	5.955	2.432	3.500	0.469	5.527	25.173	0.886	0.983	0.331	0.530	0.849	0.739	0.946	60.422
北屯	28.295	11.883	4.630	6.228	1.076	12.859	5.571	2.141	2.385	0.757	1.035	0.931	1.541	1.377	80.710
大雅	14.761	7.326	3.694	34.824	0.593	11.008	4.249	1.209	1.531	0.301	0.101	0.113	0.118	1.370	81.199
西屯	28.039	14.173	7.953	55.338	1.176	96.646	2.143	2.450	2.637	0.624	0.048	0.044	0.055	0.857	212.183
南屯	21.429	14.152	4.052	8.670	2.723	64.307	0.568	3.537	2.940	1.342	0.014	0.012	0.016	0.321	124.081
烏日	16.681	11.638	4.553	4.197	0.965	15.111	0.505	5.479	3.035	3.648	0.013	0.012	0.016	0.190	66.044
北區	5.685	3.278	1.128	1.567	0.278	5.666	1.621	0.619	0.777	0.297	0.026	0.032	0.018	0.393	21.383
西區	2.617	1.528	0.502	1.092	0.210	3.321	0.634	0.412	0.394	0.172	0.005	0.008	0.004	0.115	11.015
中區	1.626	1.025	0.312	0.371	0.082	1.010	0.291	0.255	0.226	0.132	0.005	0.006	0.004	0.095	5.442
東區	3.809	2.323	0.722	0.666	0.187	1.783	0.206	0.603	0.446	0.305	0.018	0.021	0.011	0.238	11.335
南區	4.415	2.742	0.695	1.242	0.337	3.928	0.970	1.158	0.644	0.633	0.008	0.012	0.008	0.152	16.945
大里	13.786	7.608	2.783	2.241	0.817	6.380	1.016	3.681	2.050	1.635	0.028	0.038	0.028	0.481	42.571
伸港	20.053	11.727	6.728	0.088	0.062	0.462	0.046	25.626	19.879	0.375	0.045	0.036	0.062	0.137	85.327
線西	1.448	0.696	0.349	0.162	0.073	0.361	0.096	18.345	0.217	0.047	0.060	0.056	0.094	0.091	22.093
和美	19.270	19.066	3.895	0.029	0.060	0.665	0.013	16.352	26.670	1.318	0.020	0.014	0.027	0.074	87.474
彰化	28.629	24.073	9.163	0.199	0.074	1.818	0.019	15.841	8.118	14.701	0.026	0.018	0.034	0.148	102.860



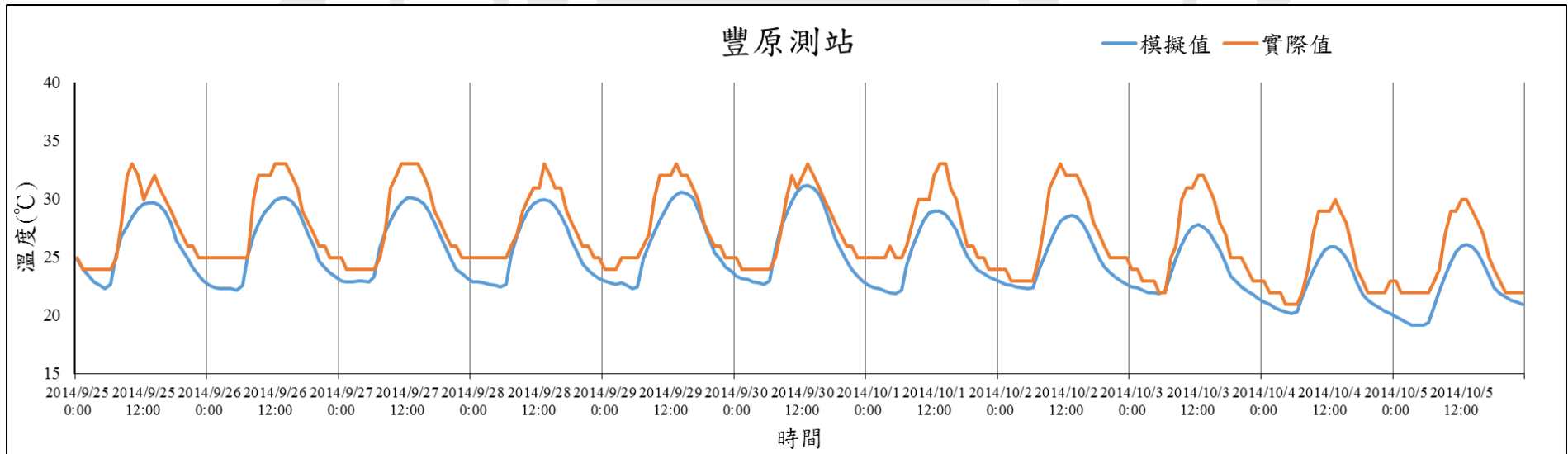
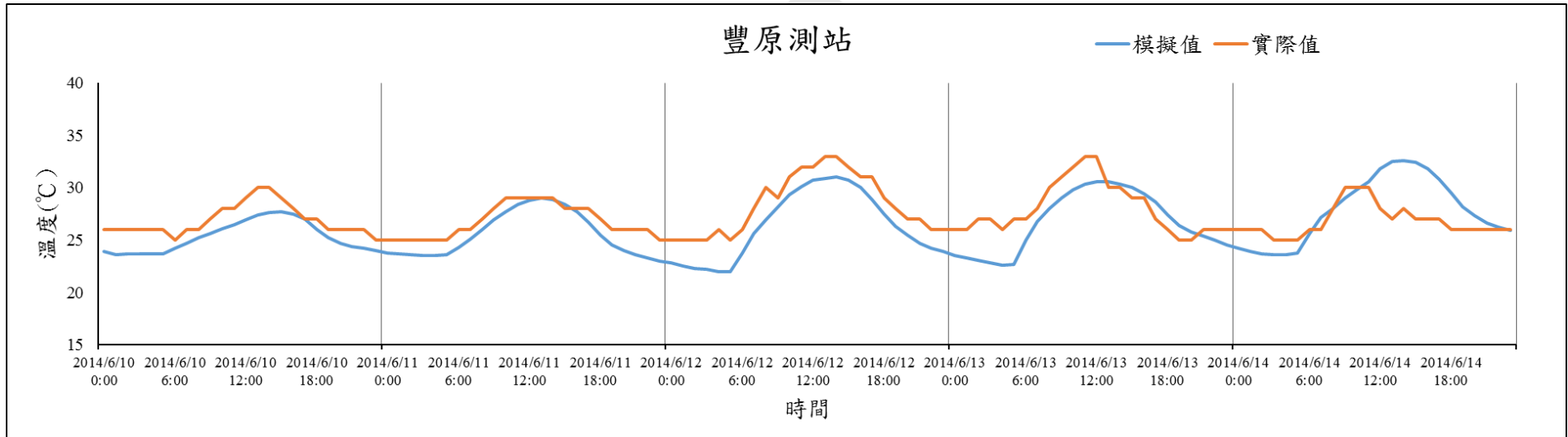
附圖一 各測站風速、溫度率定圖

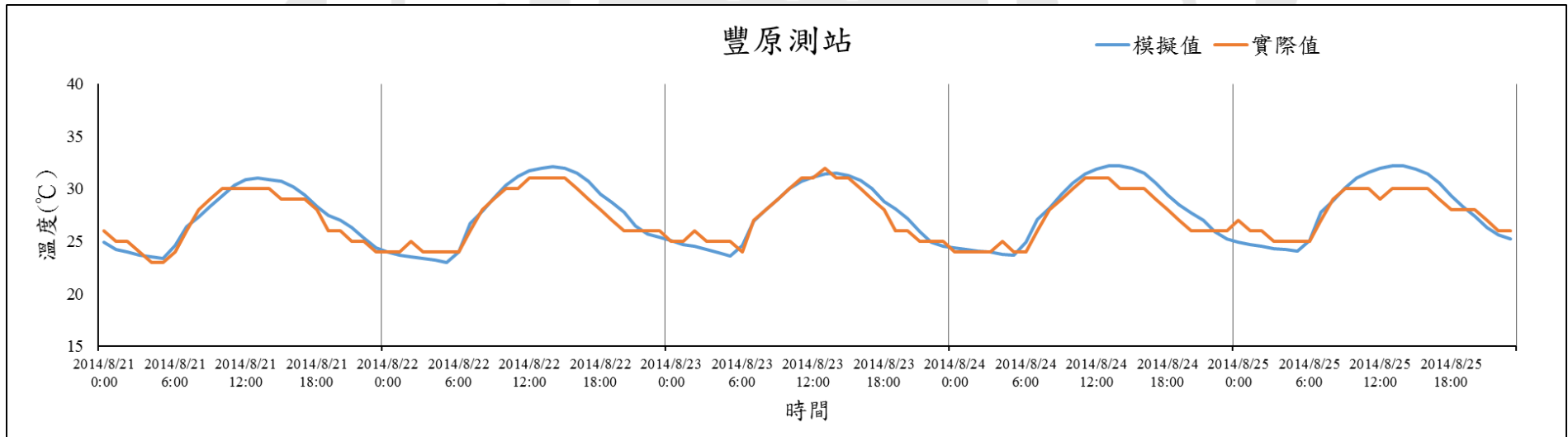
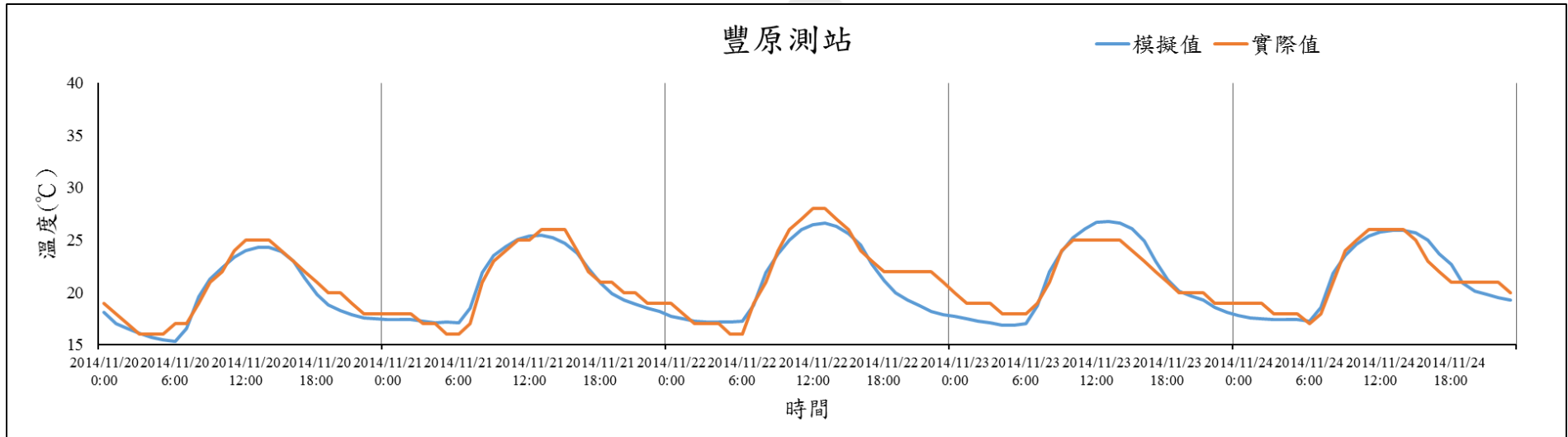


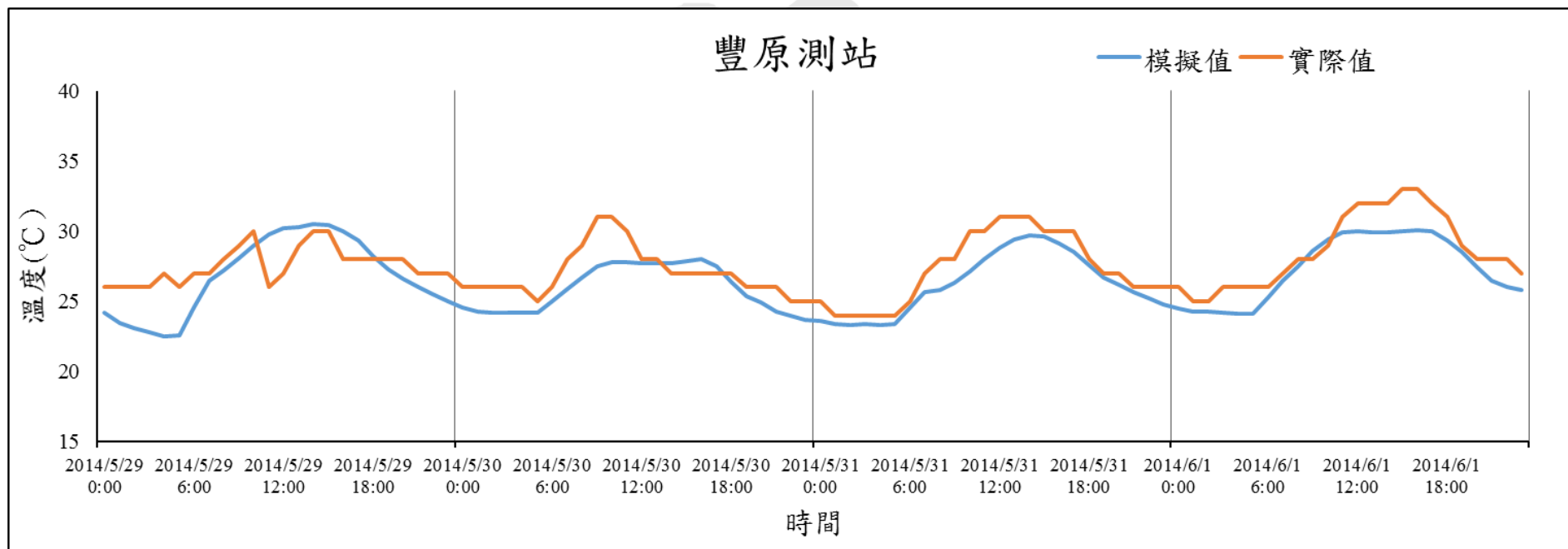




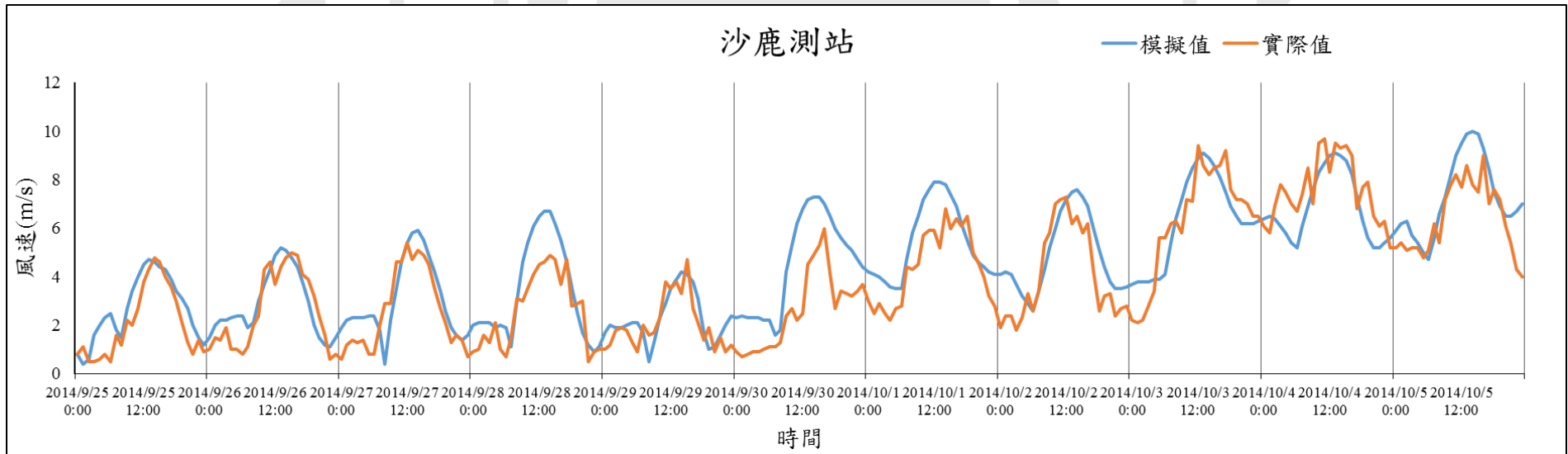
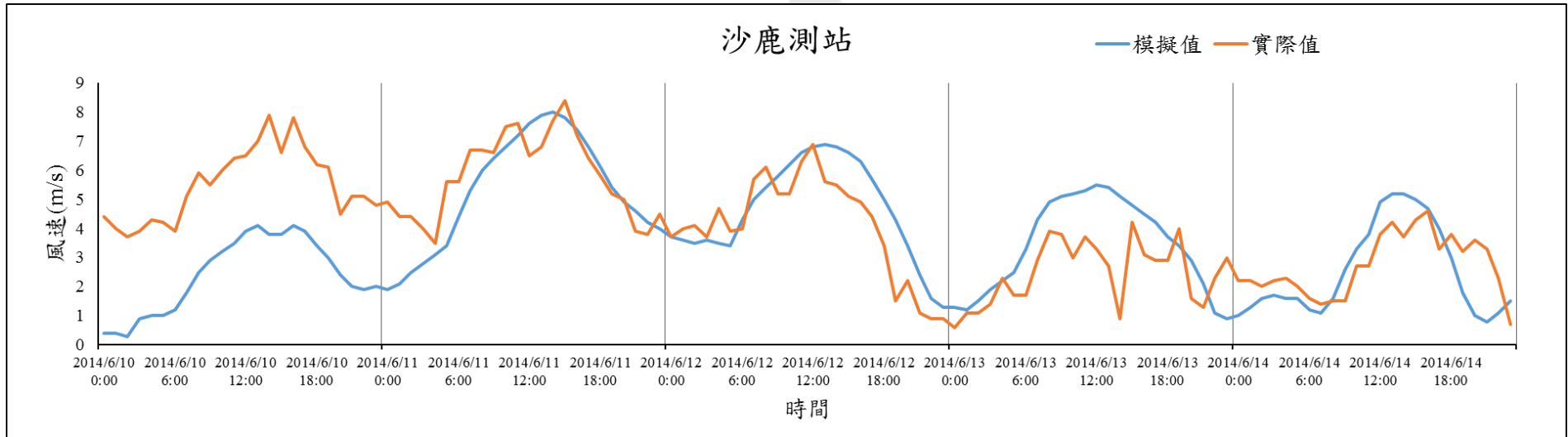
附圖 1-1 豐原測站 A4、A7、A11、A12、A21 風速率定

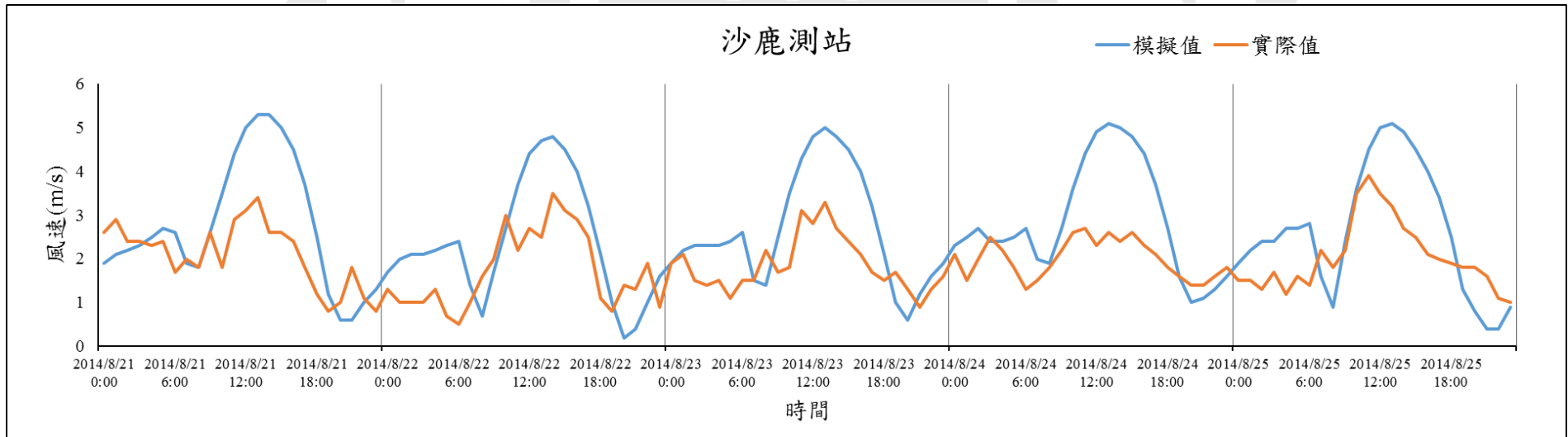
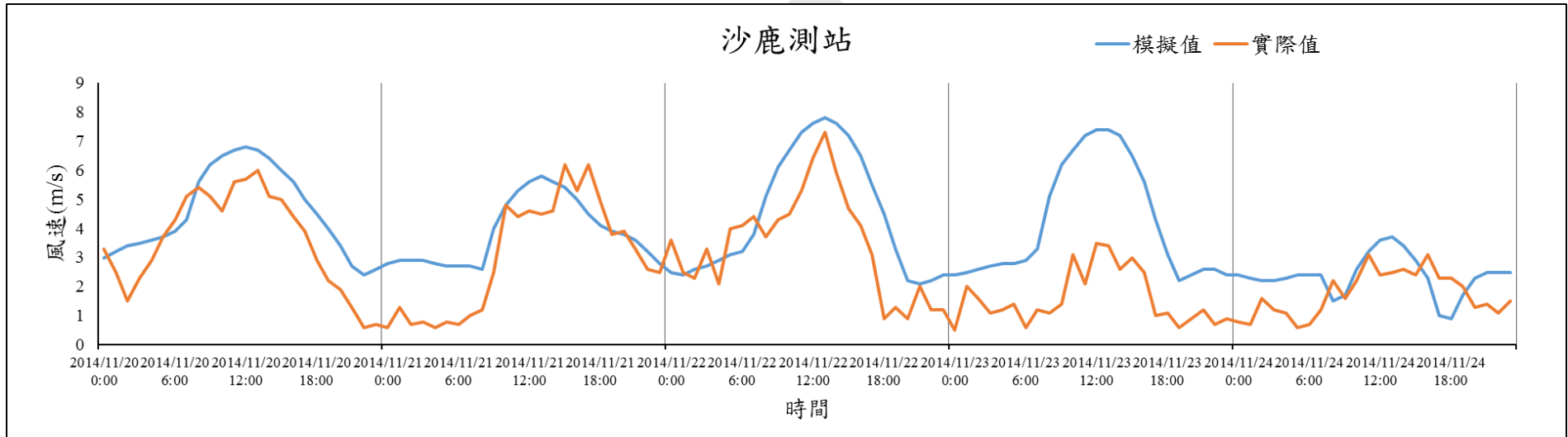


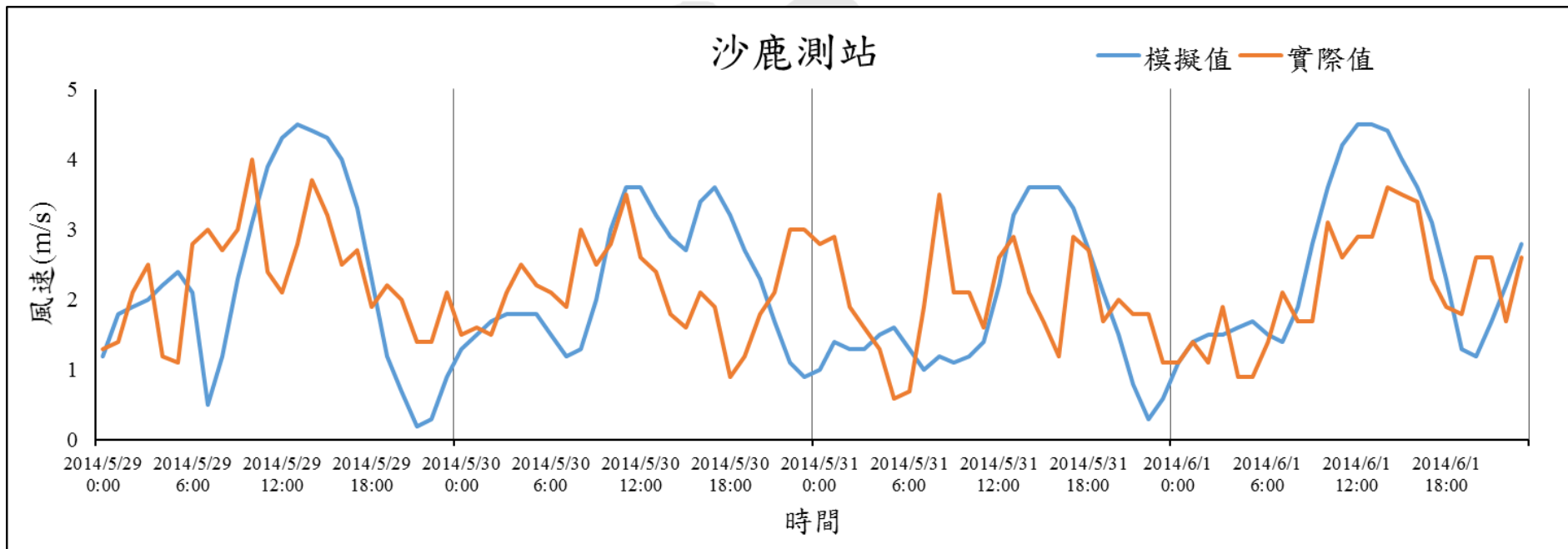




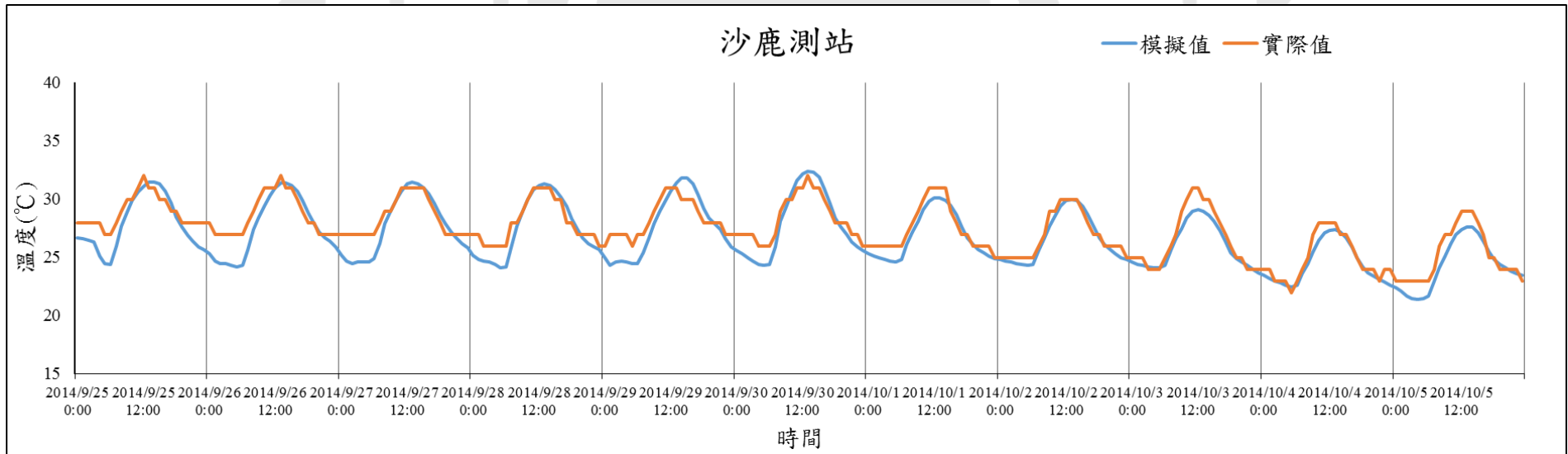
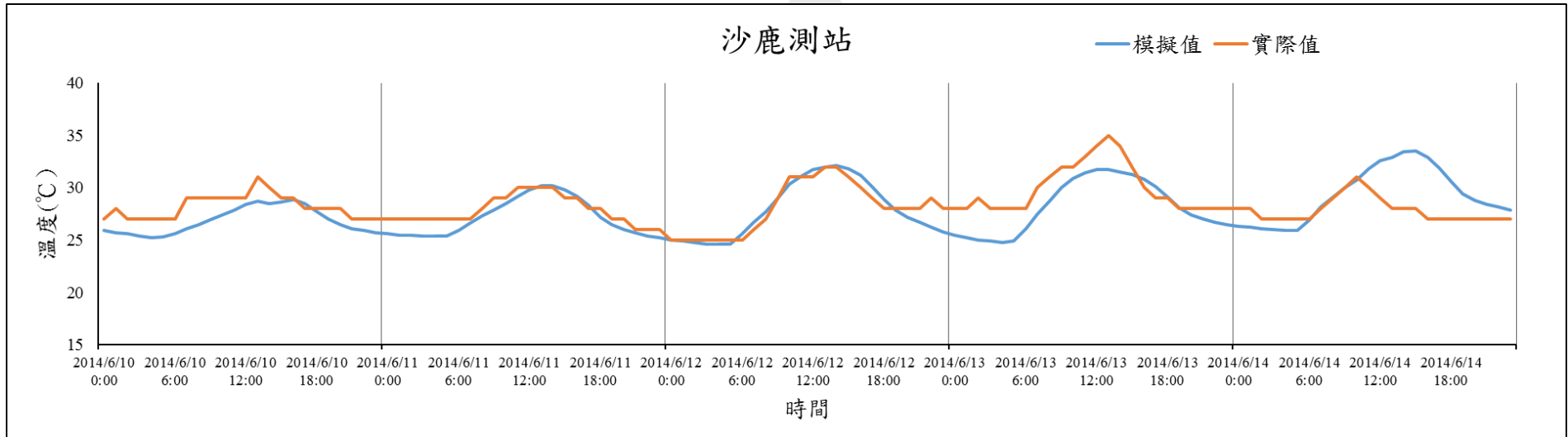
附圖 1-2 豐原測站 A4、A7、A11、A12、A21 溫度率定

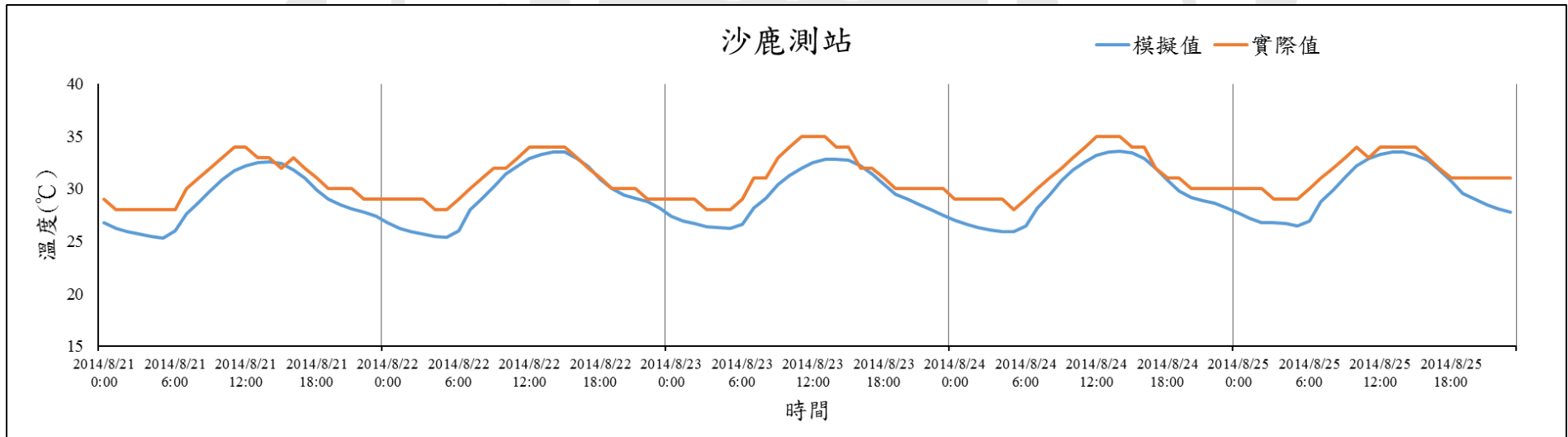
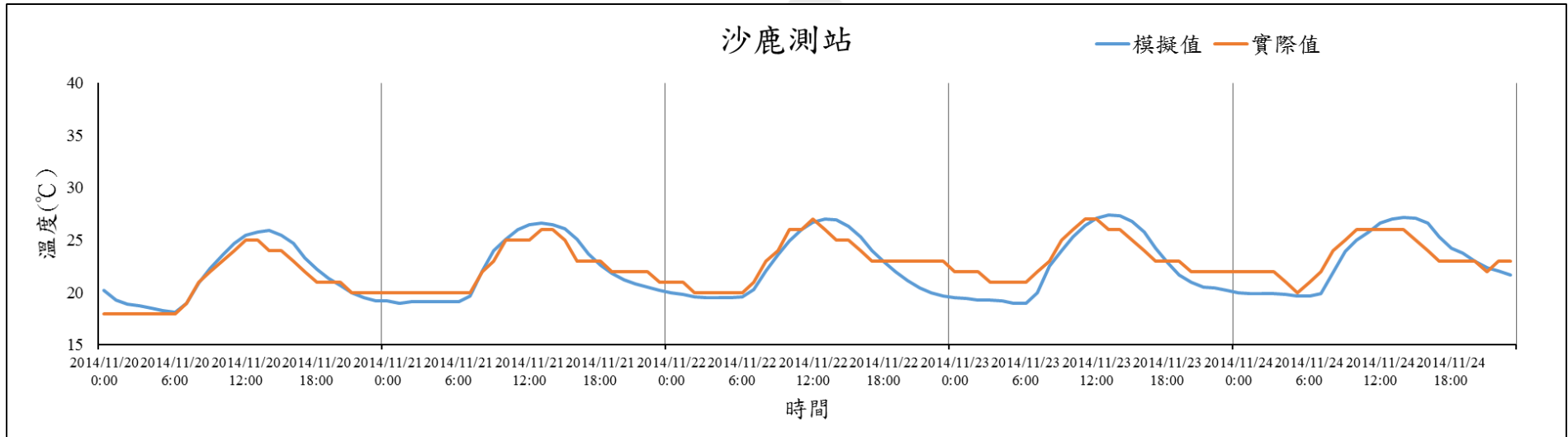


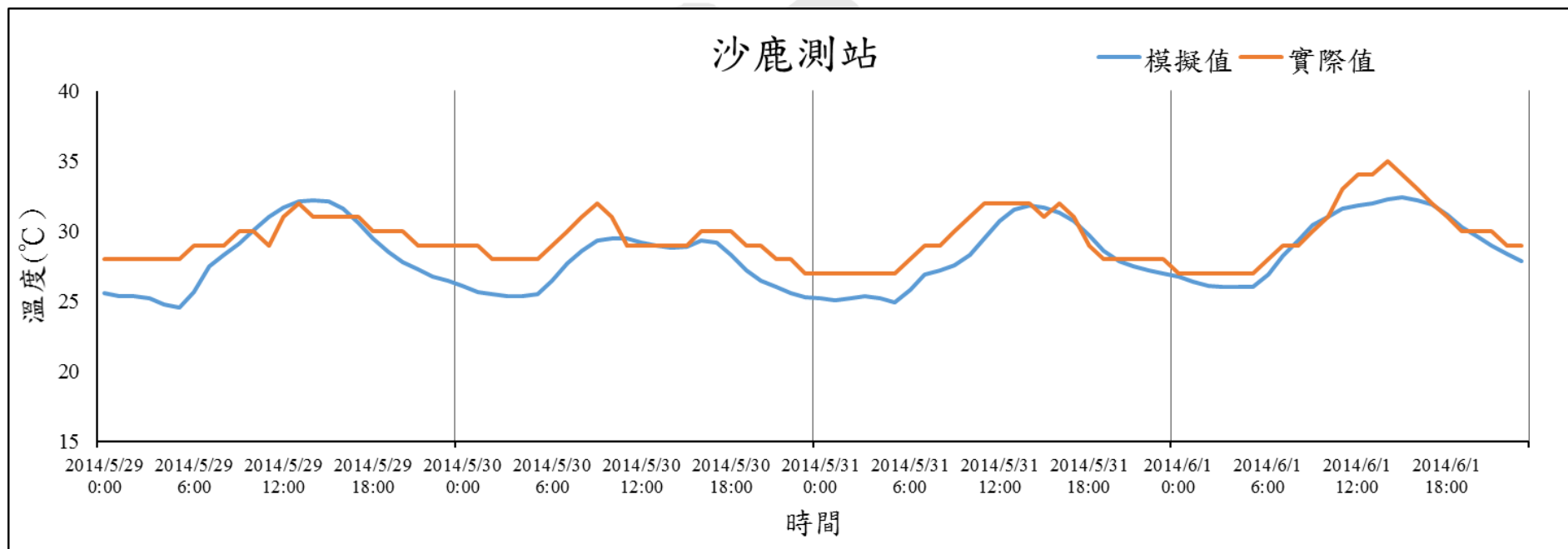




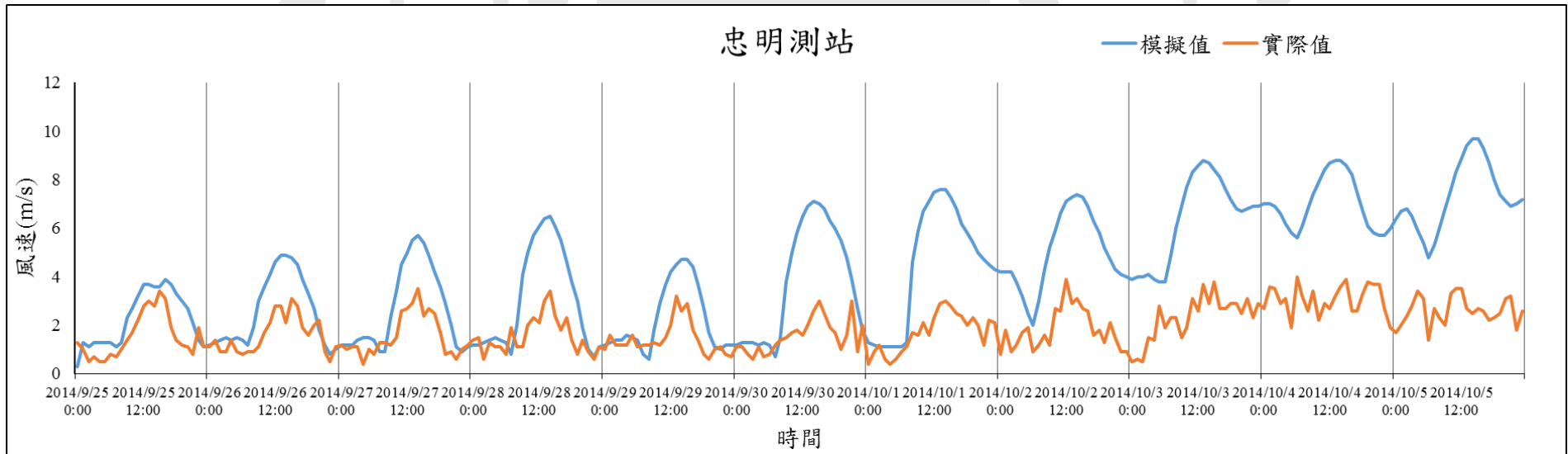
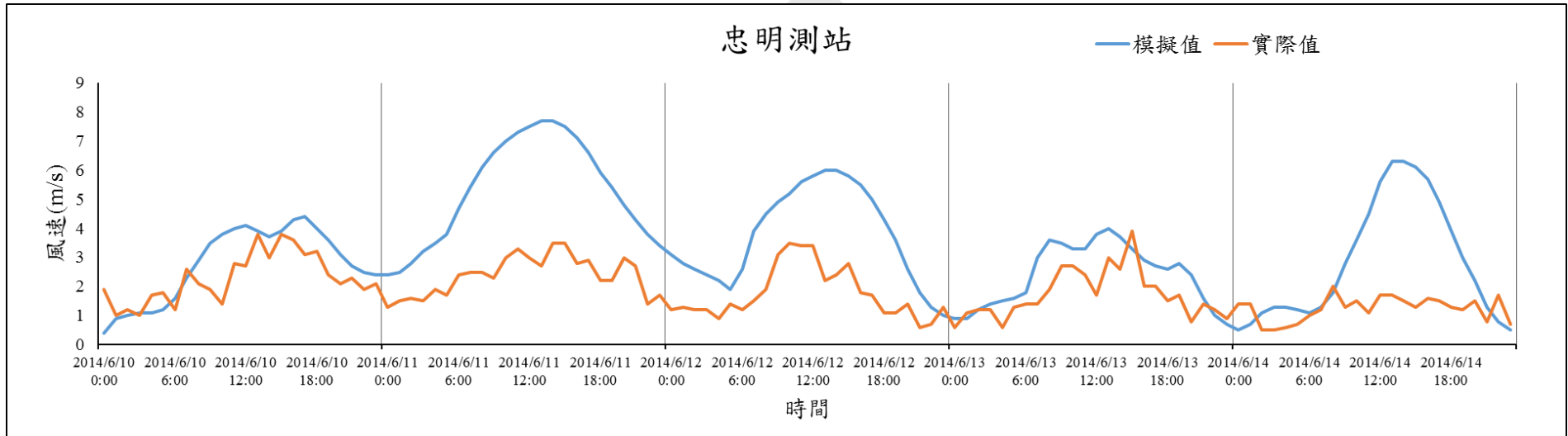
附圖 1-3 沙鹿測站 A4、A7、A11、A12、A21 風速率定

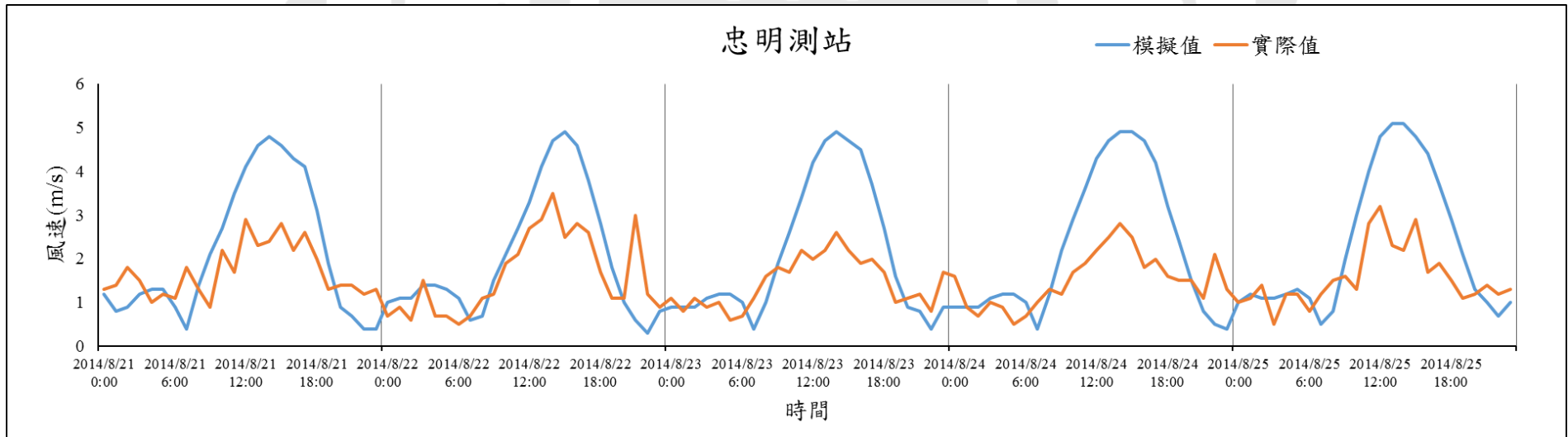
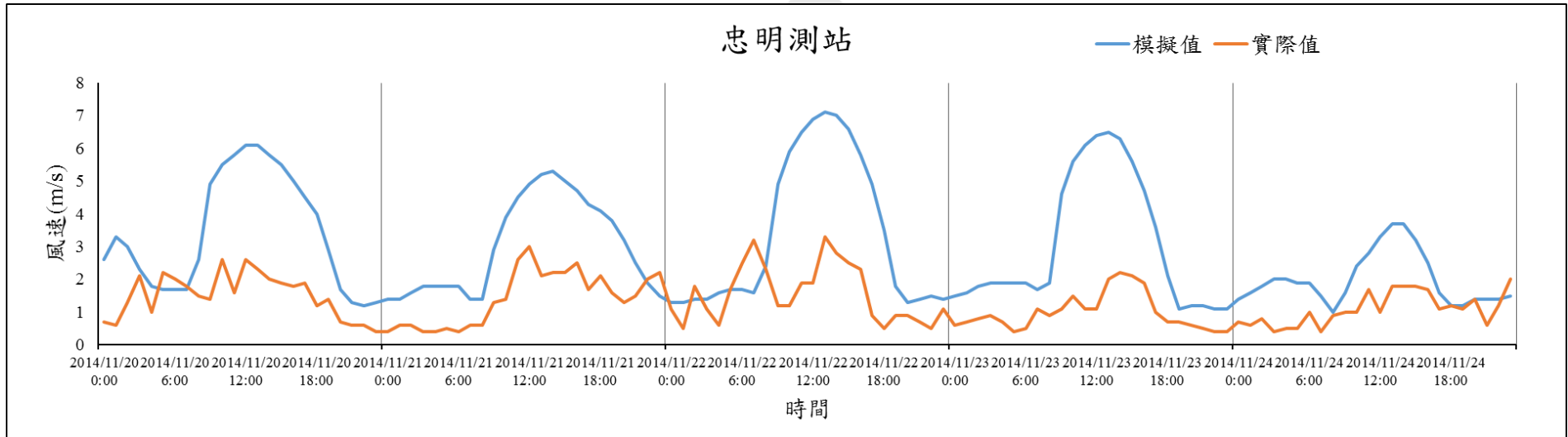


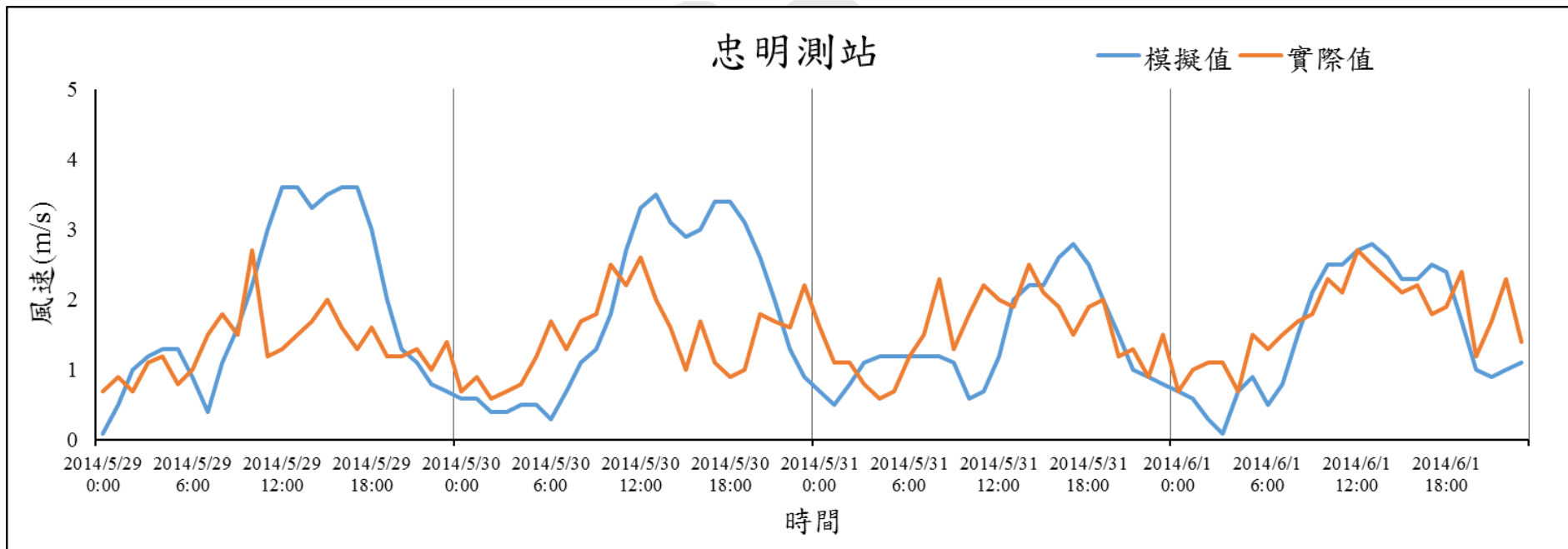




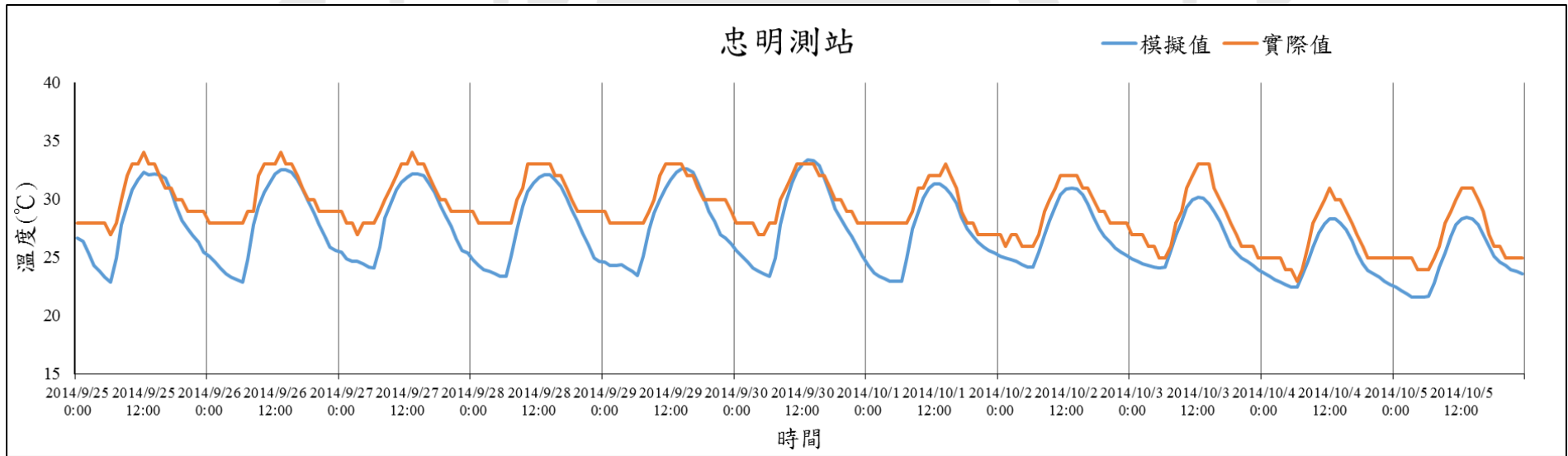
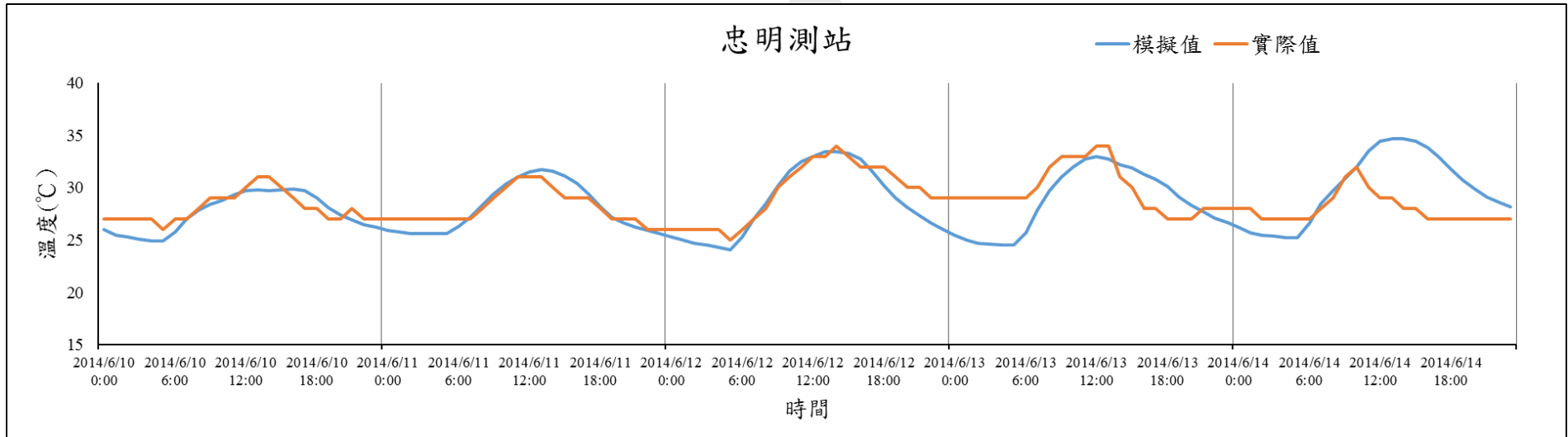
附圖 1-4 沙鹿測站 A4、A7、A11、A12、A21 溫度率定

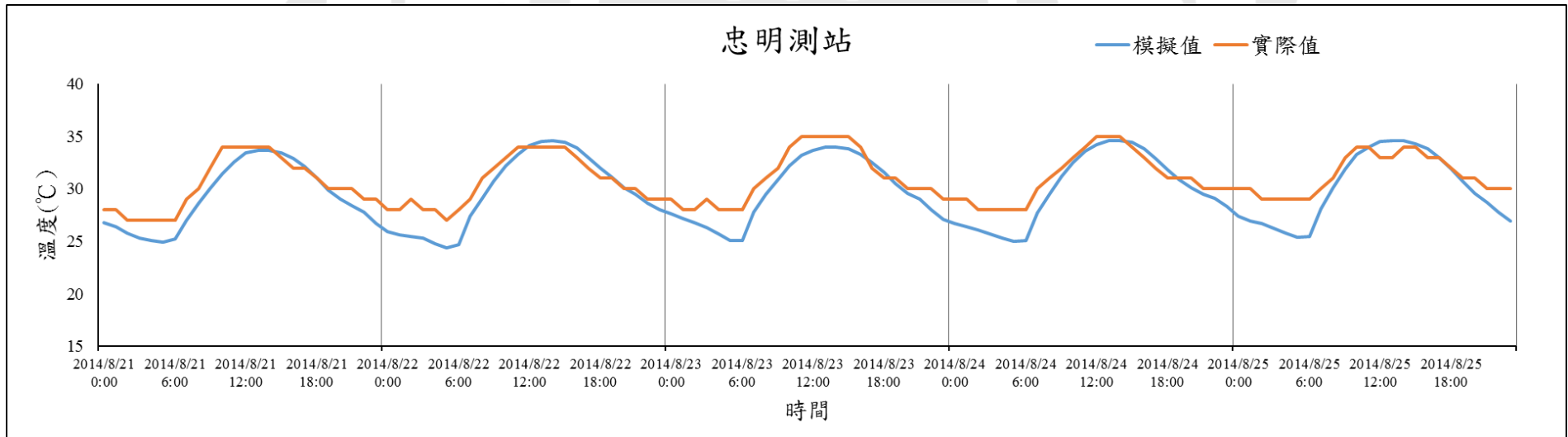
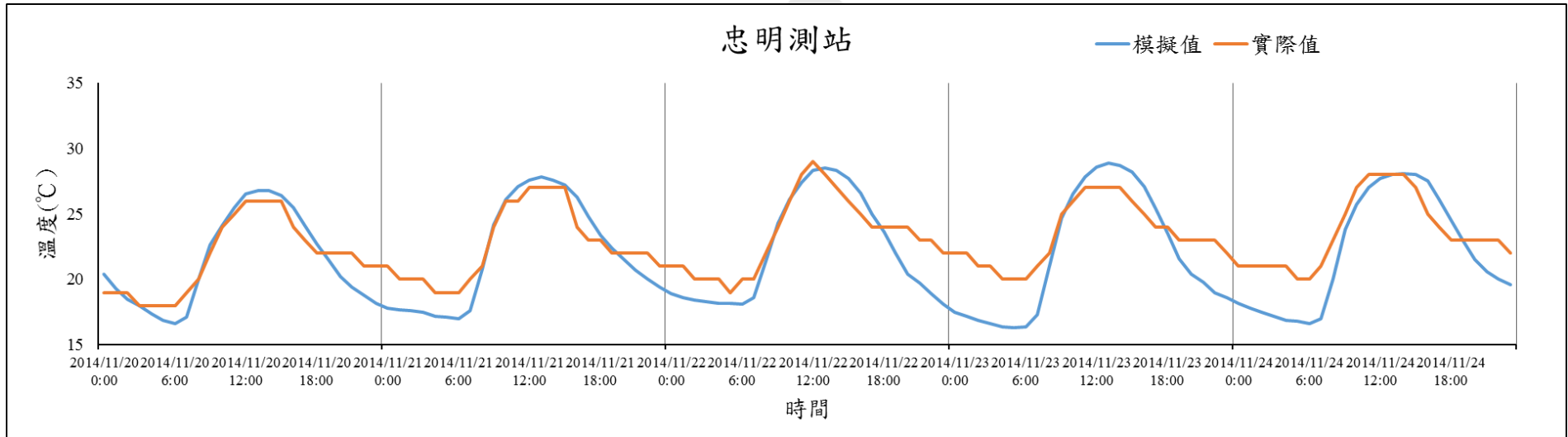


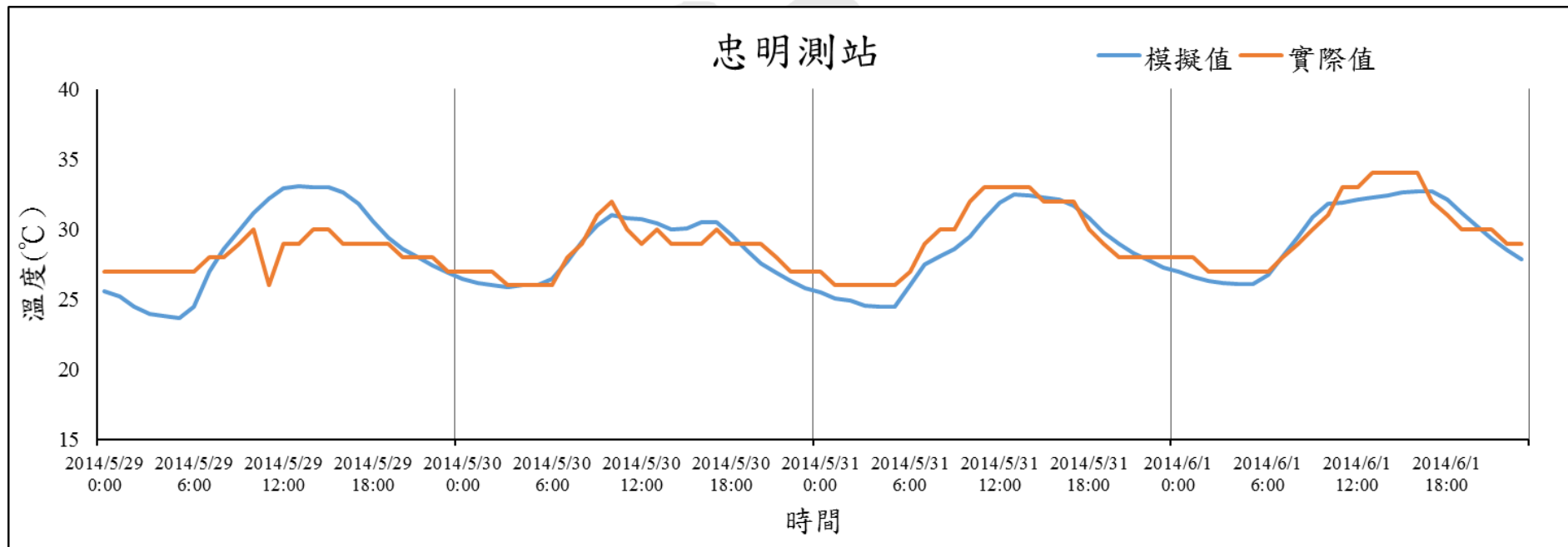




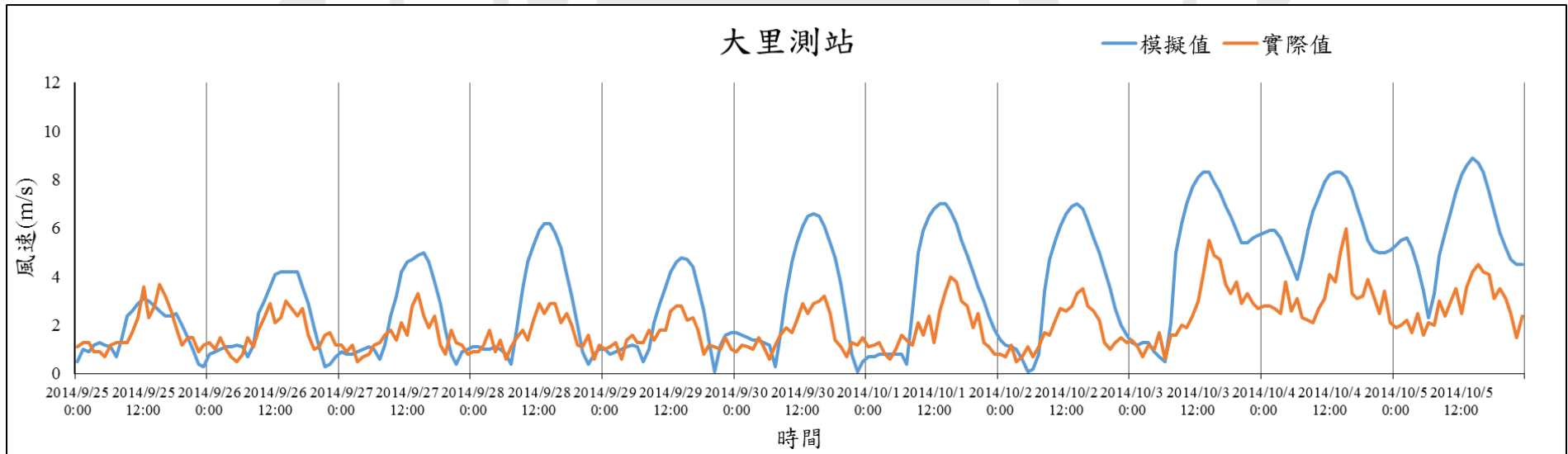
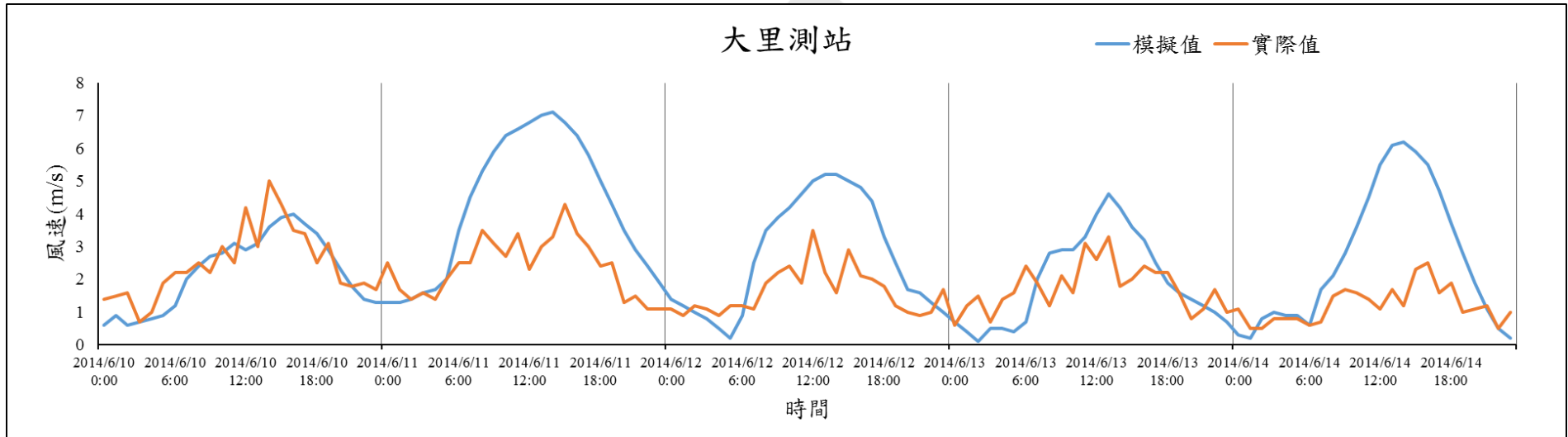
附圖 1-5 忠明測站 A4、A7、A11、A12、A21 風速率定

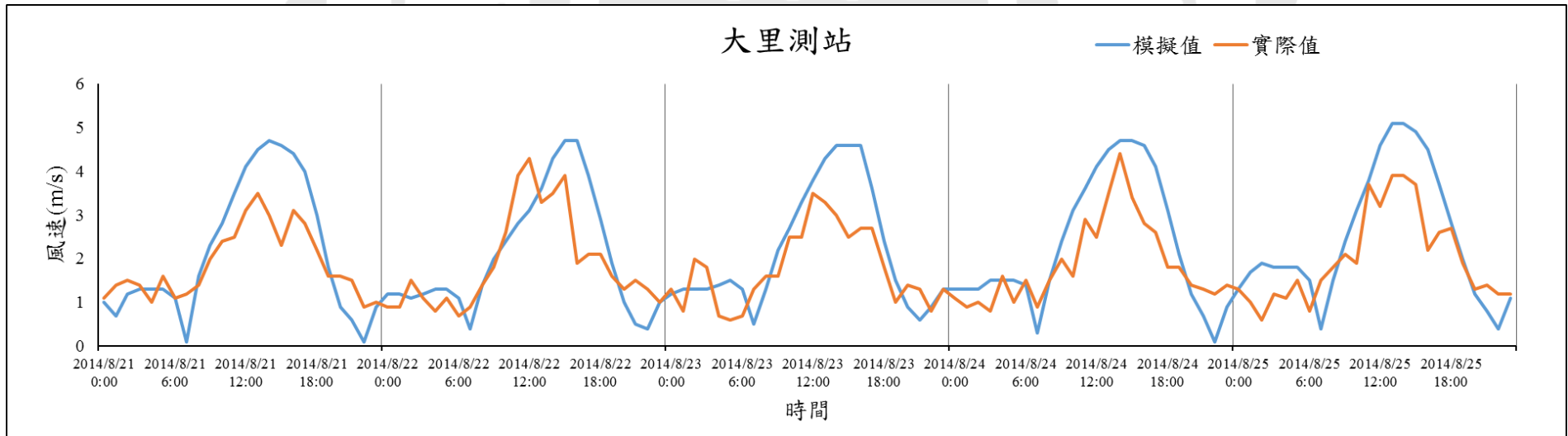
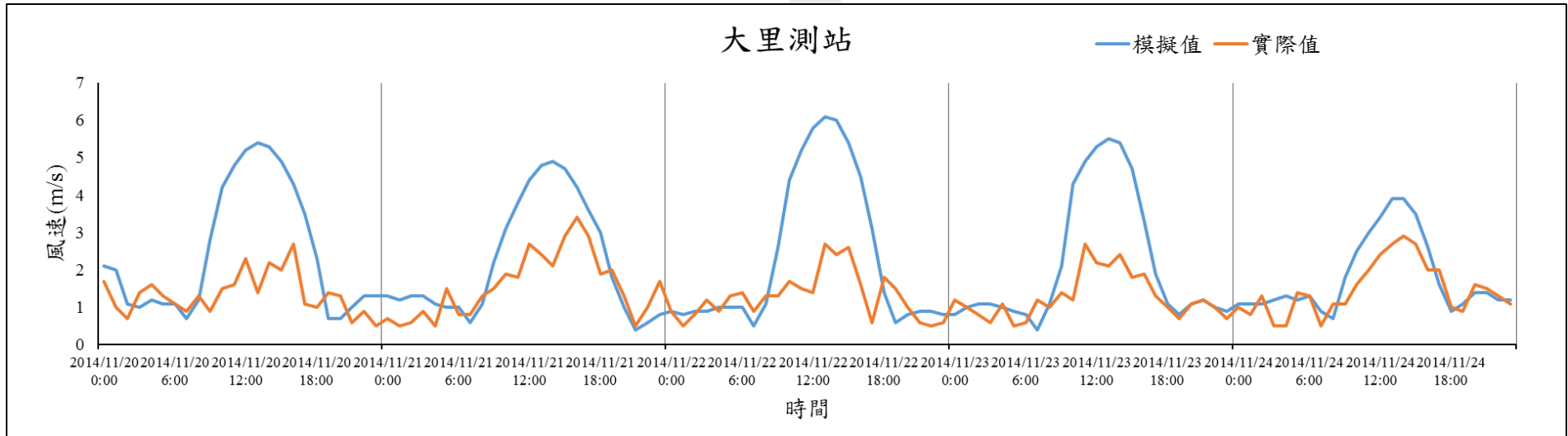


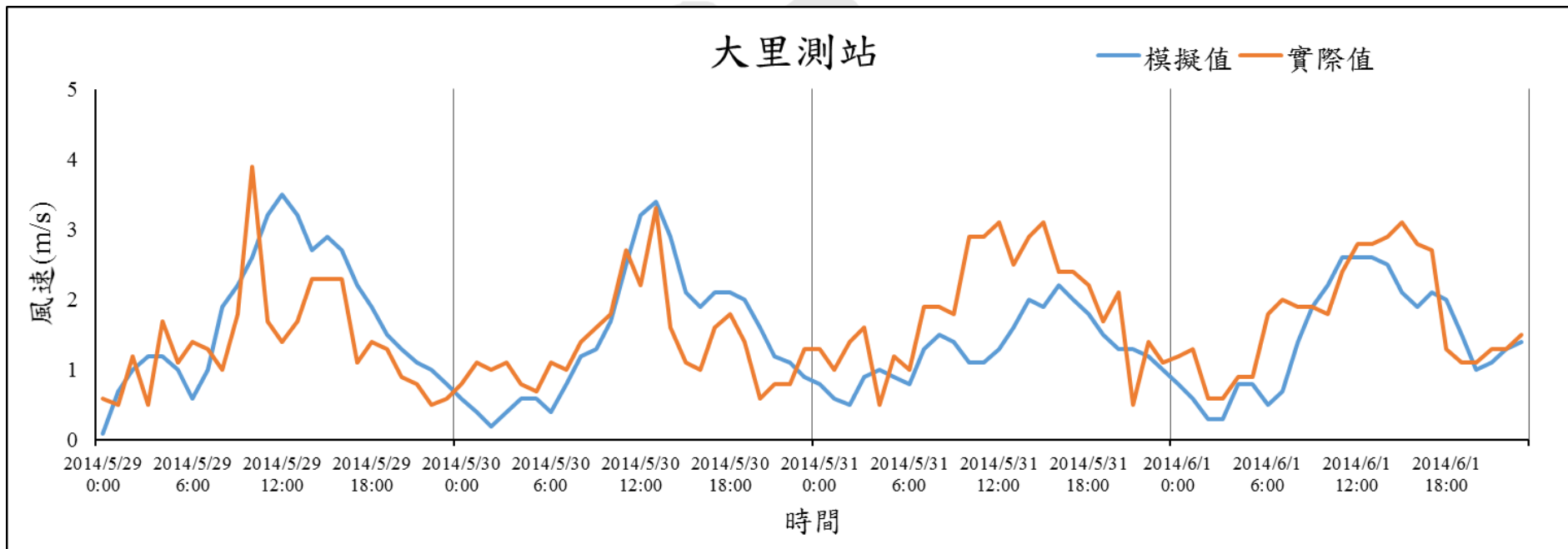




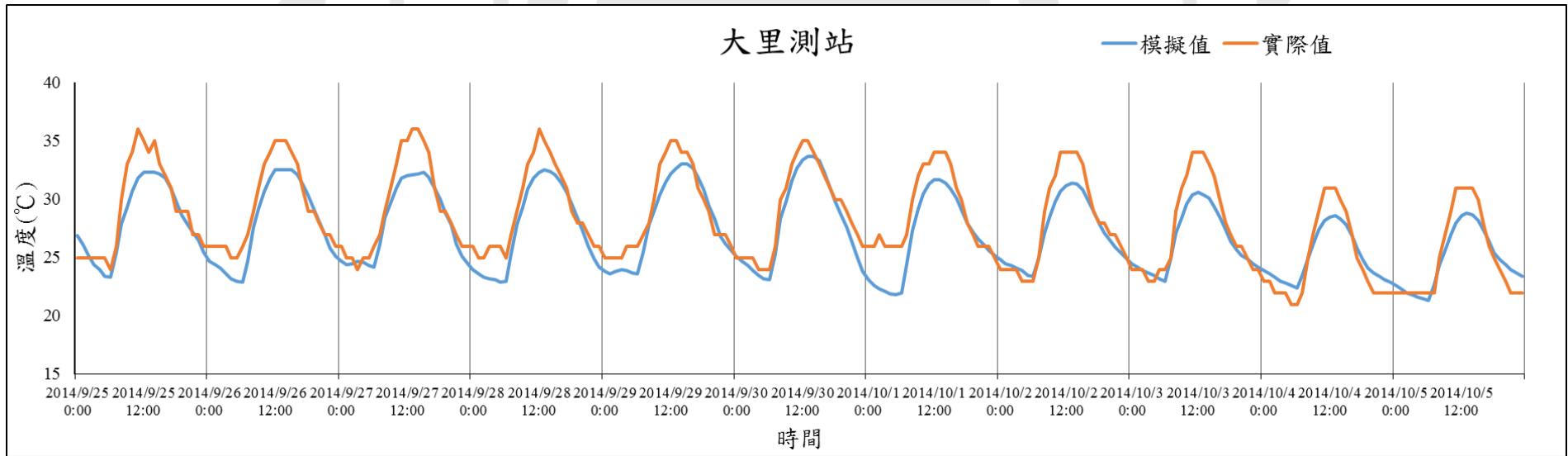
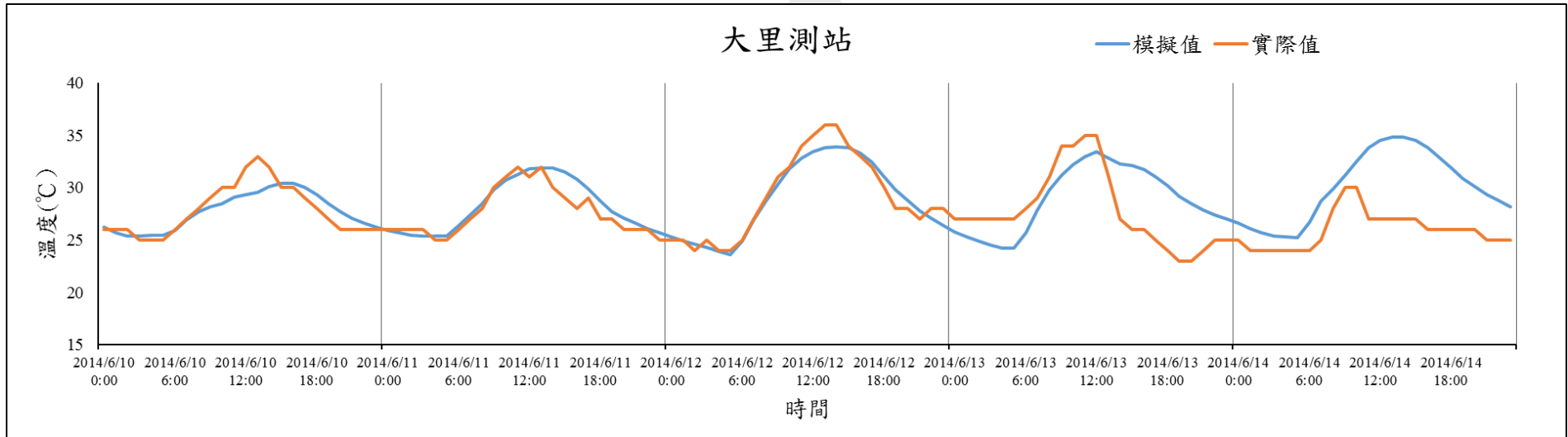
附圖 1-6 忠明測站 A4、A7、A11、A12、A21 溫度率定

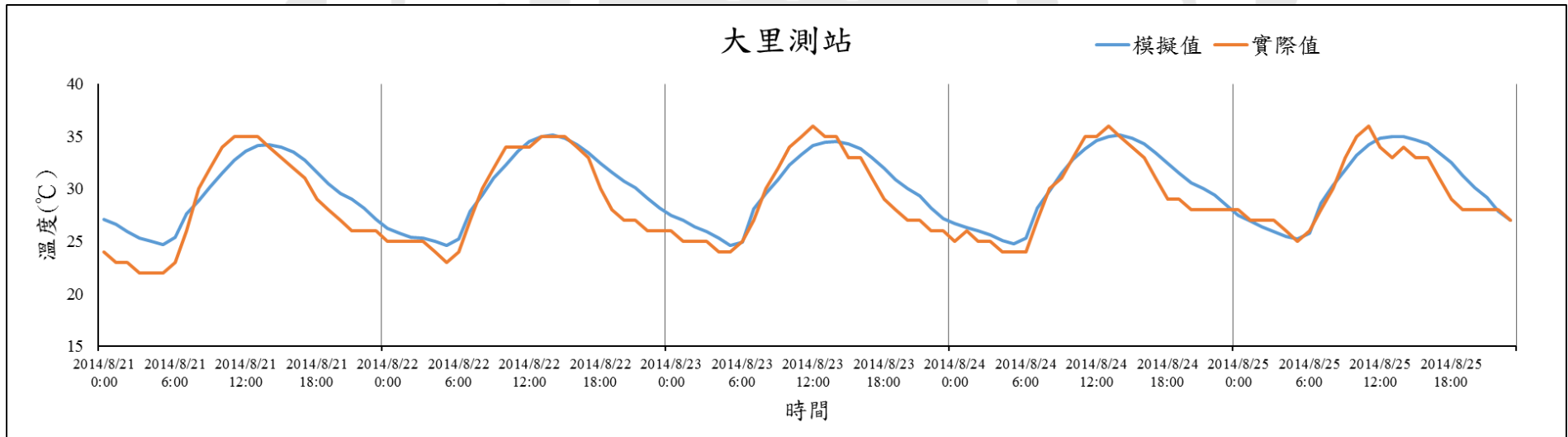
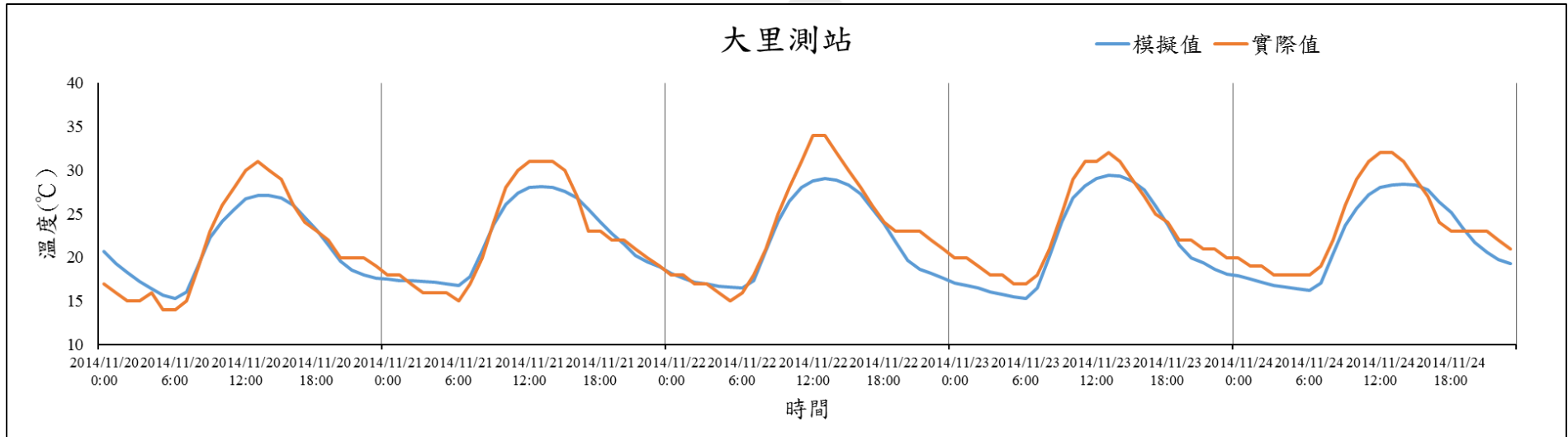


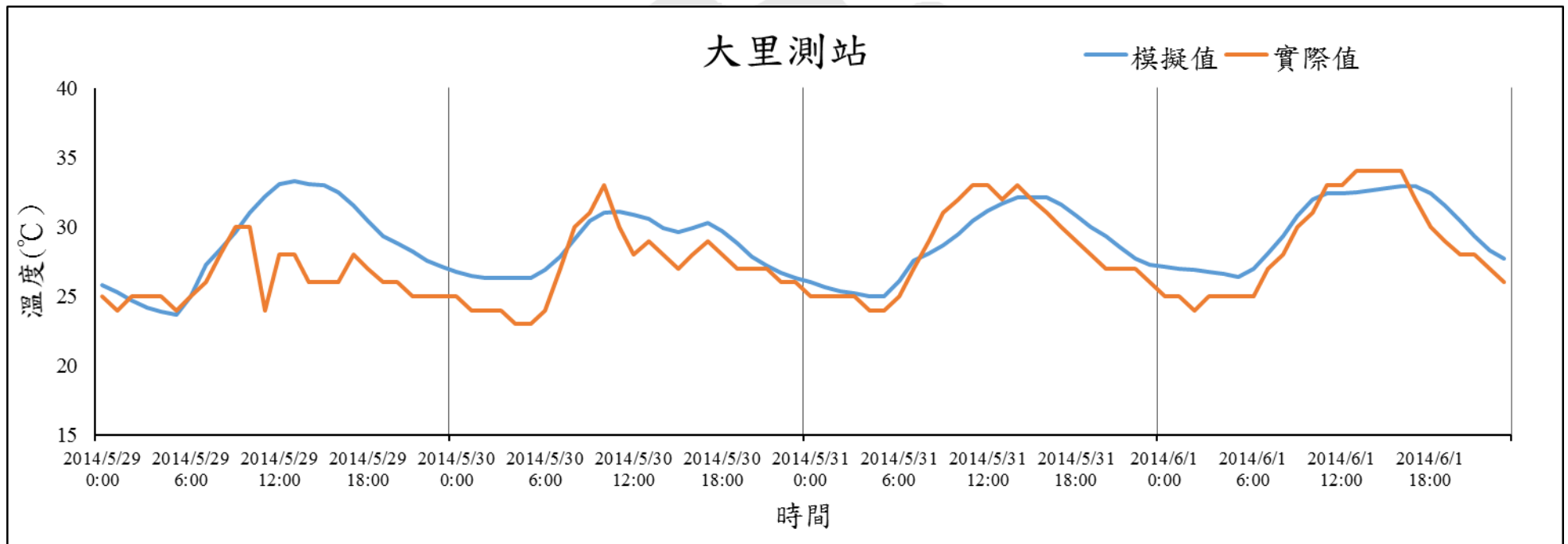




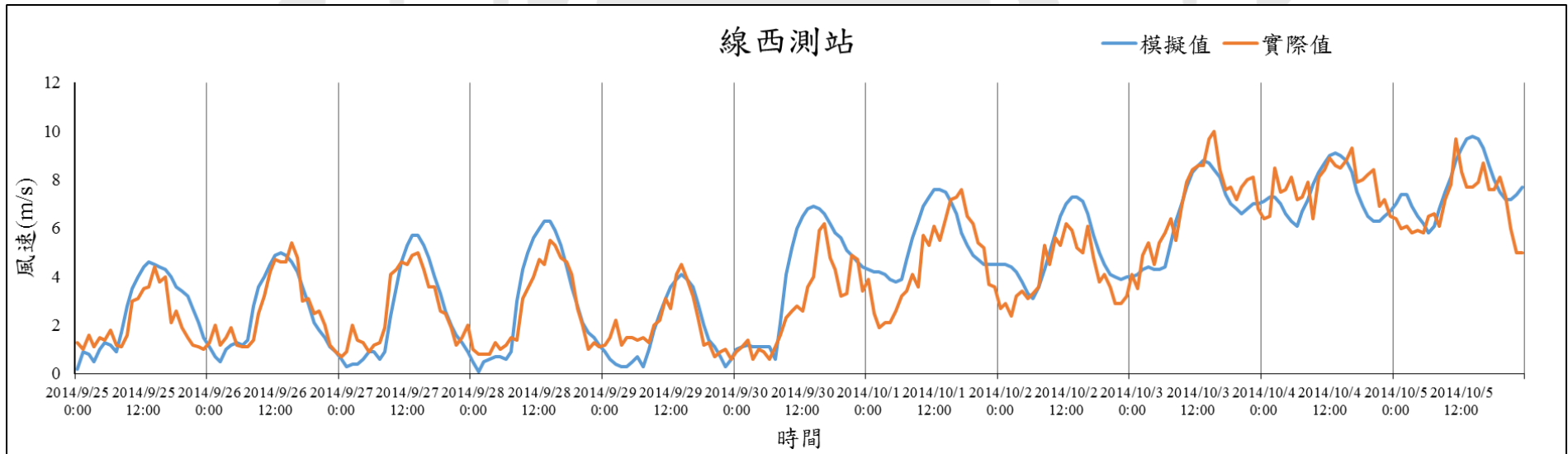
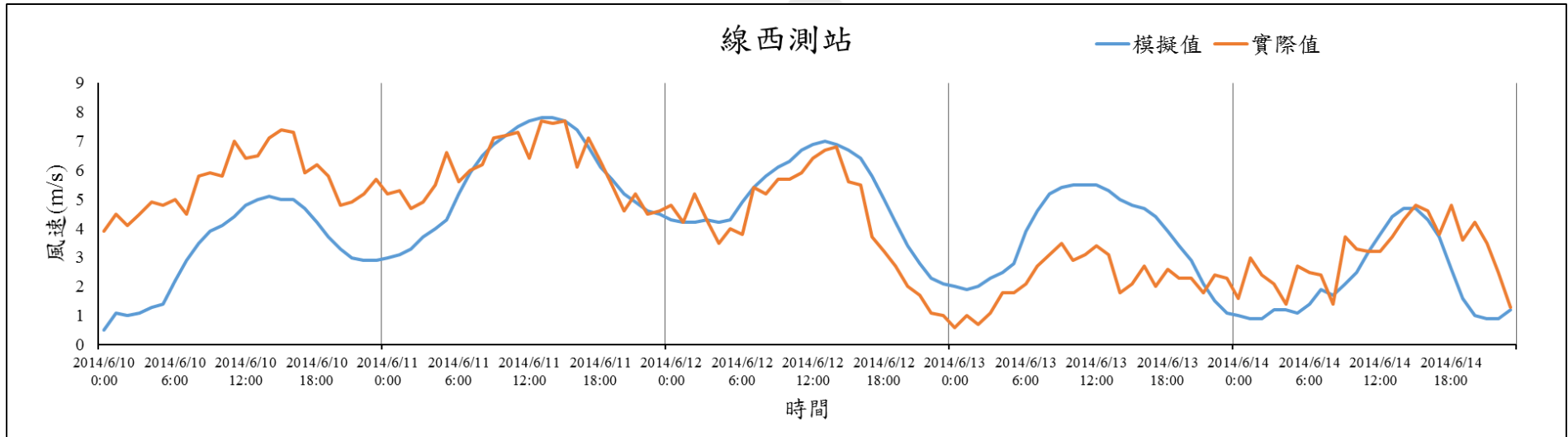
附圖 1-7 大里測站 A4、A7、A11、A12、A21 風速率定

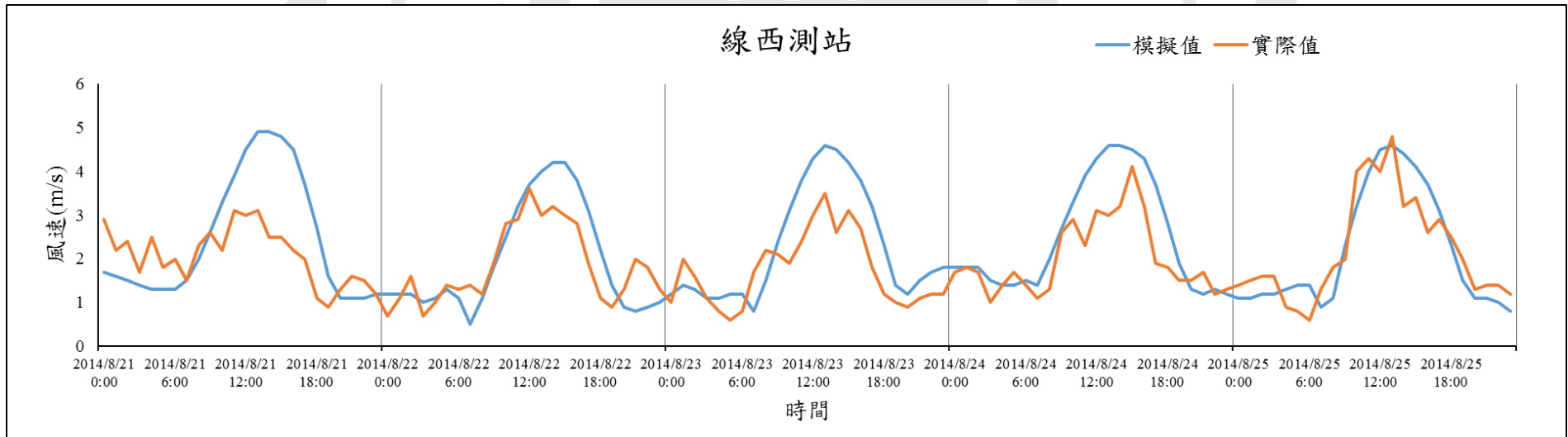
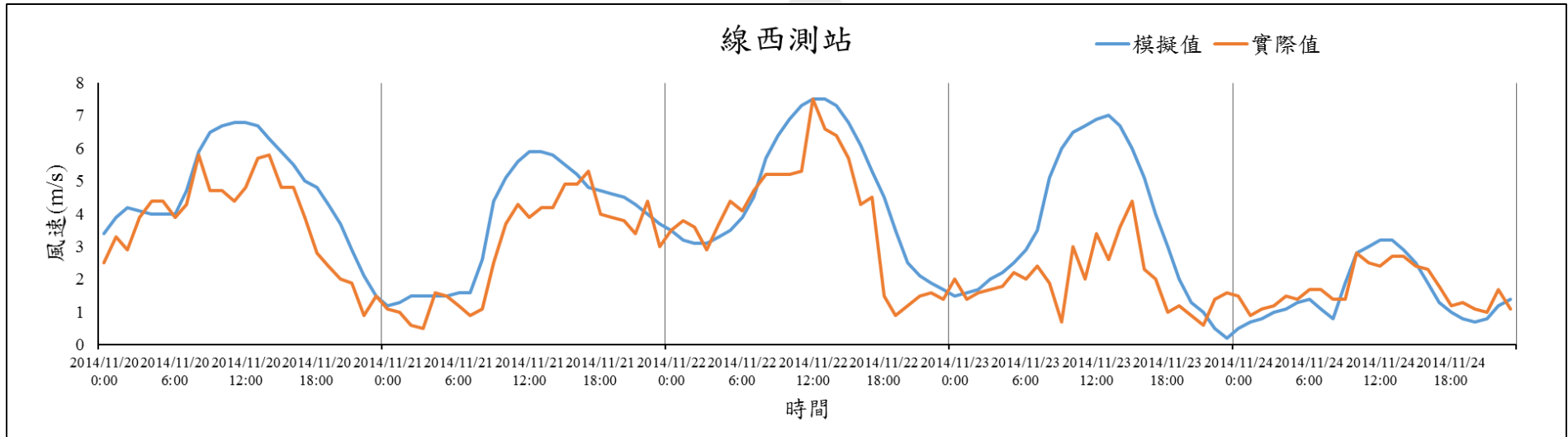


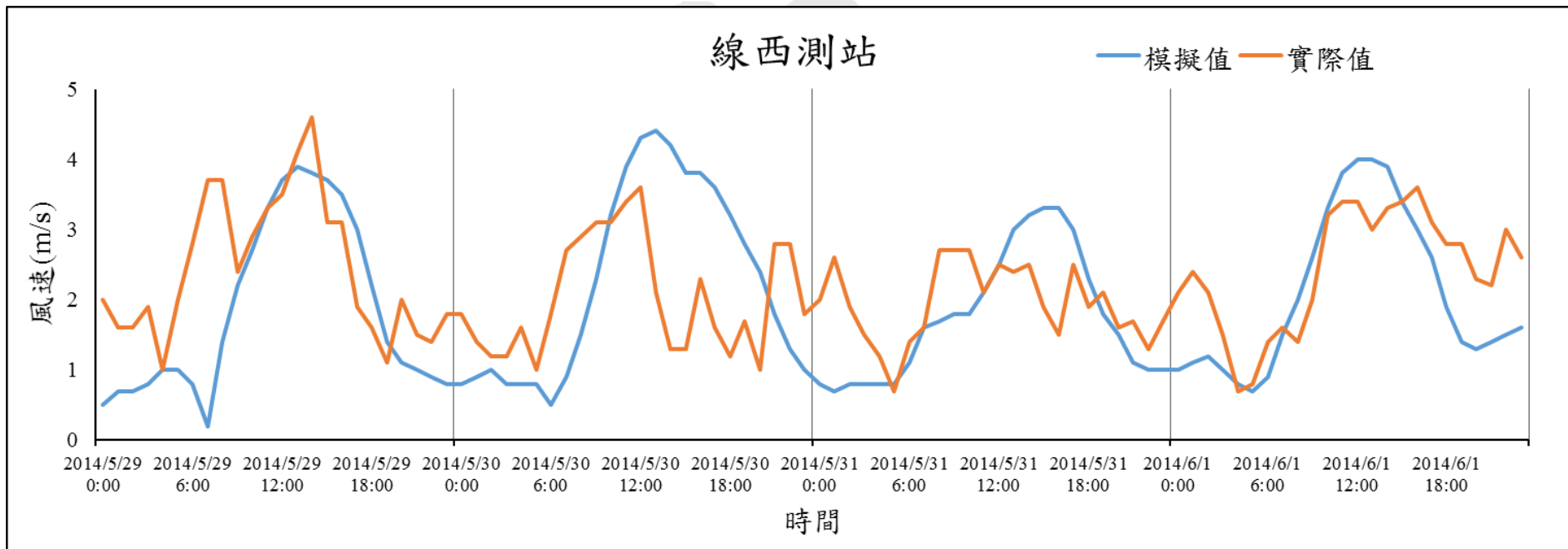




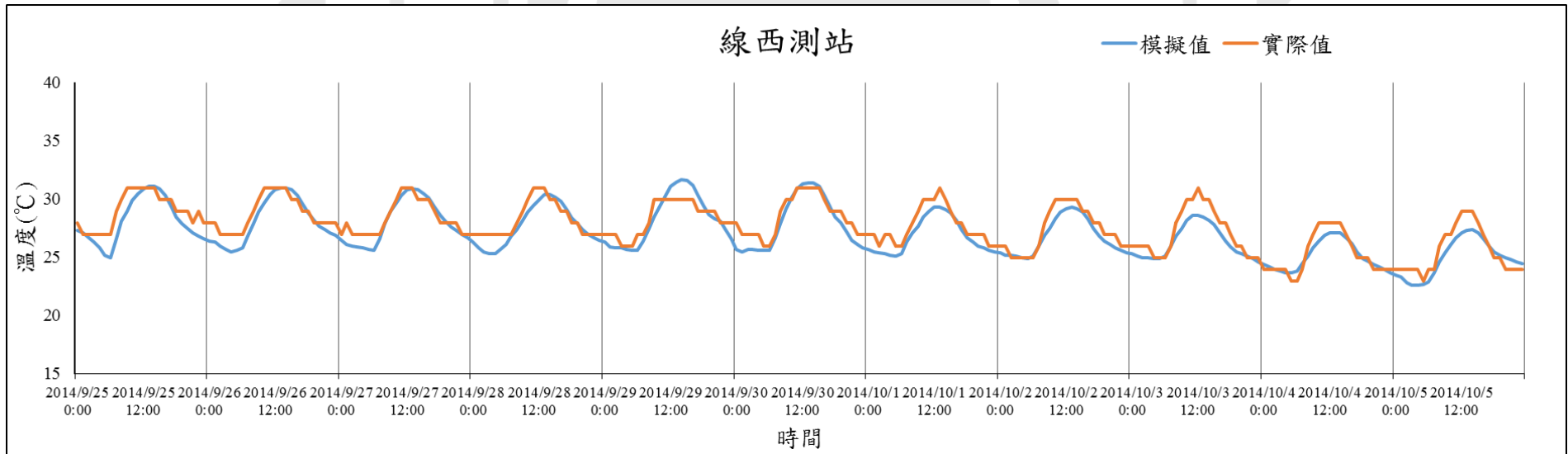
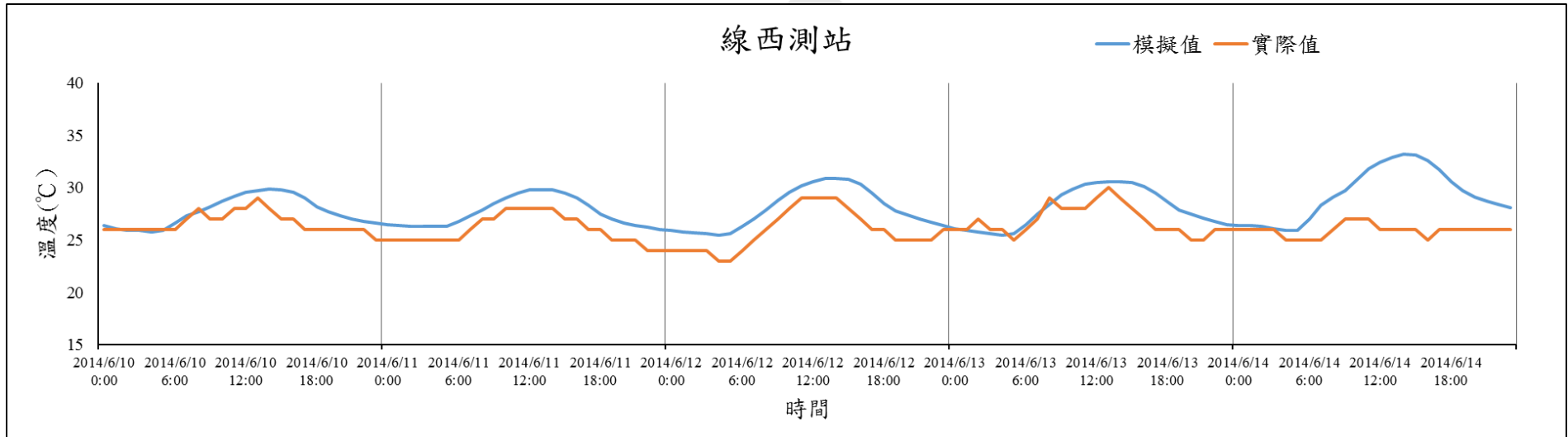
附圖 1-8 大里測站 A4、A7、A11、A12、A21 溫度率定

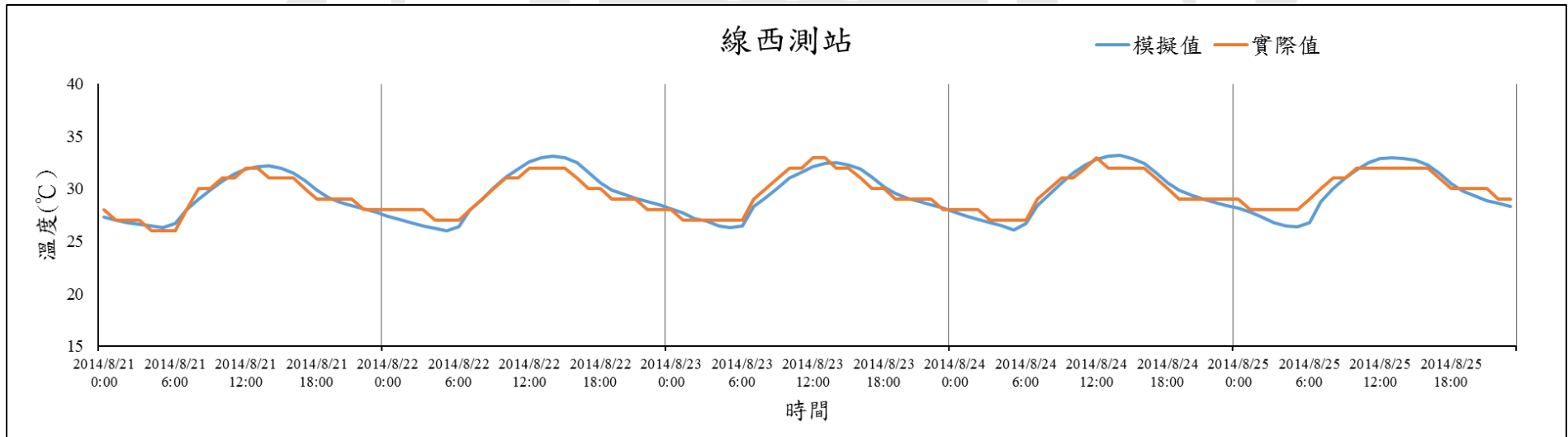
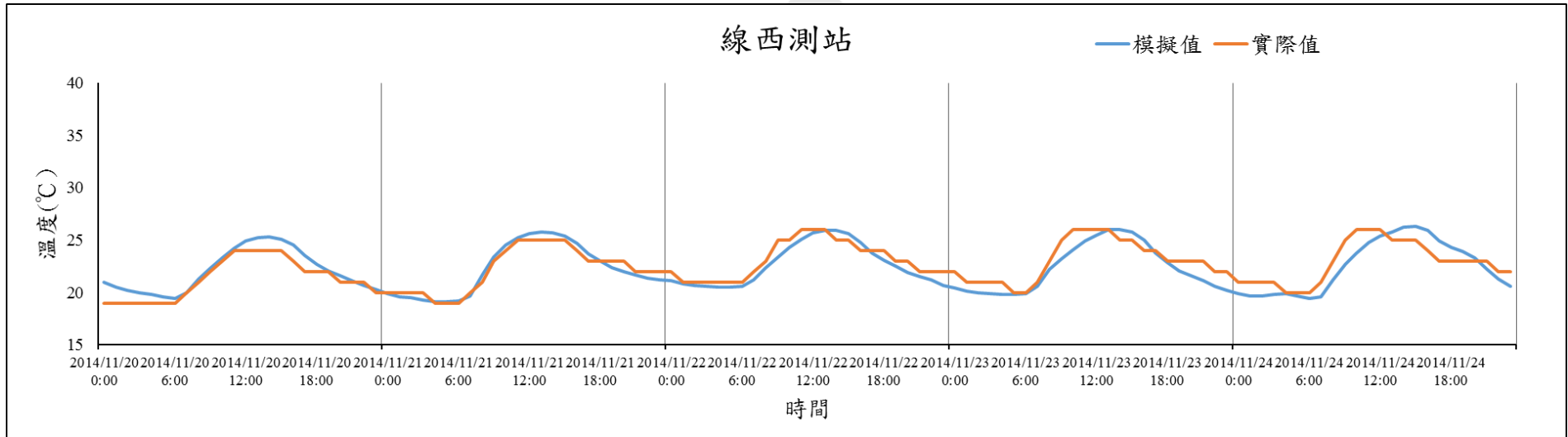


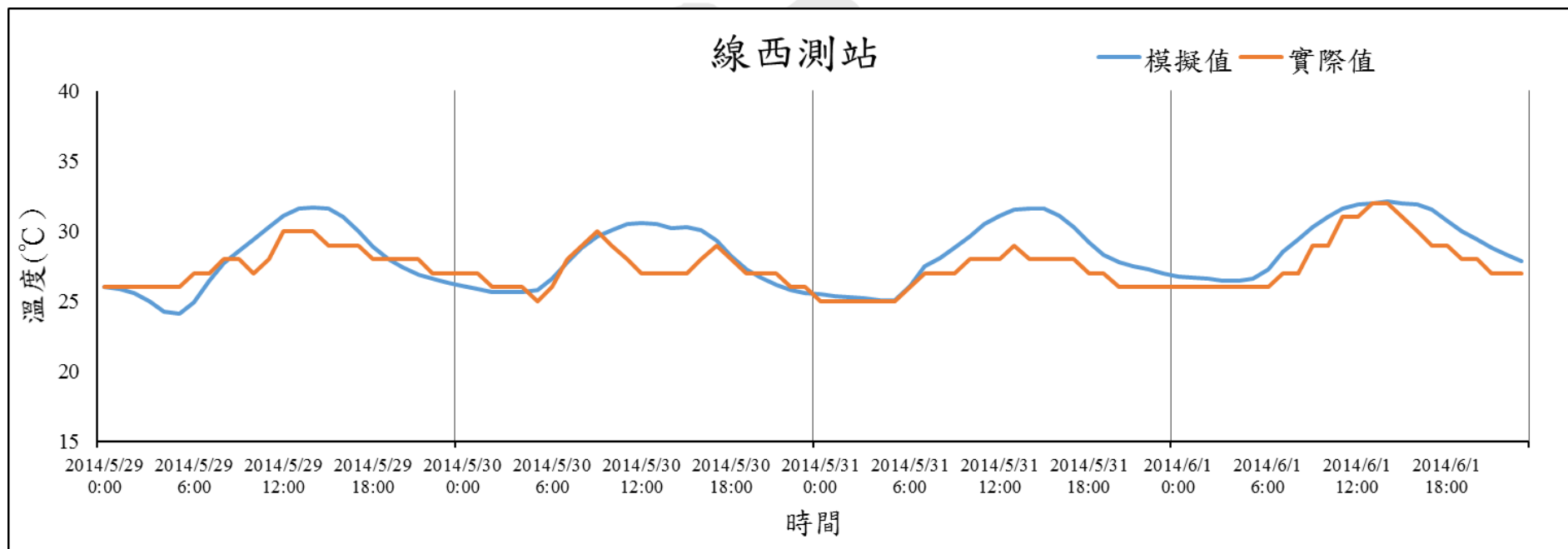




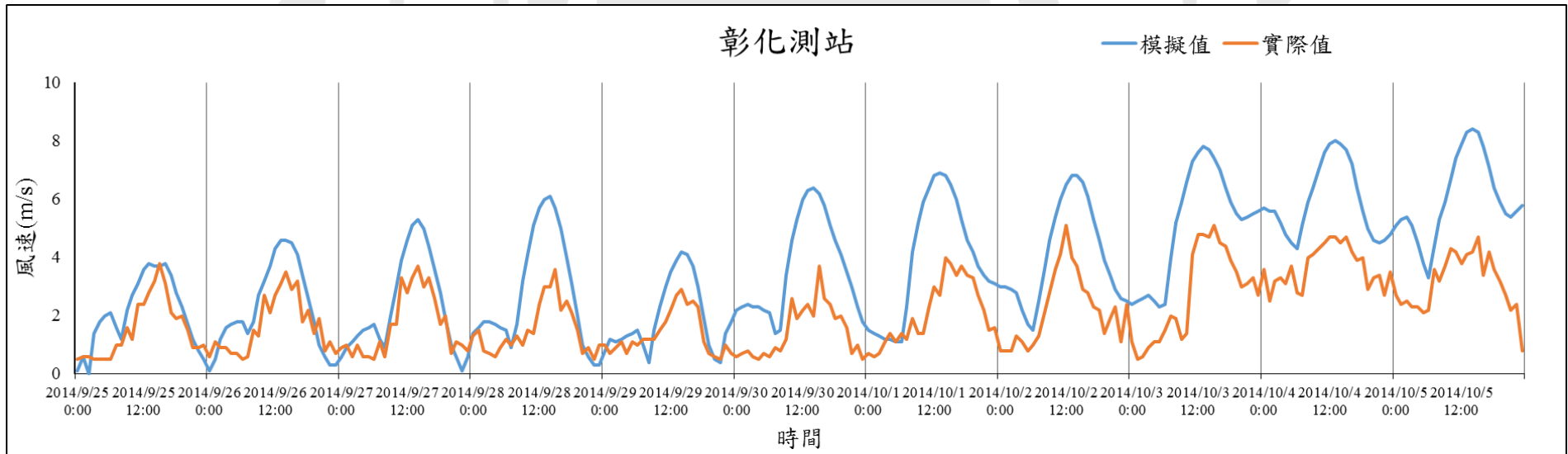
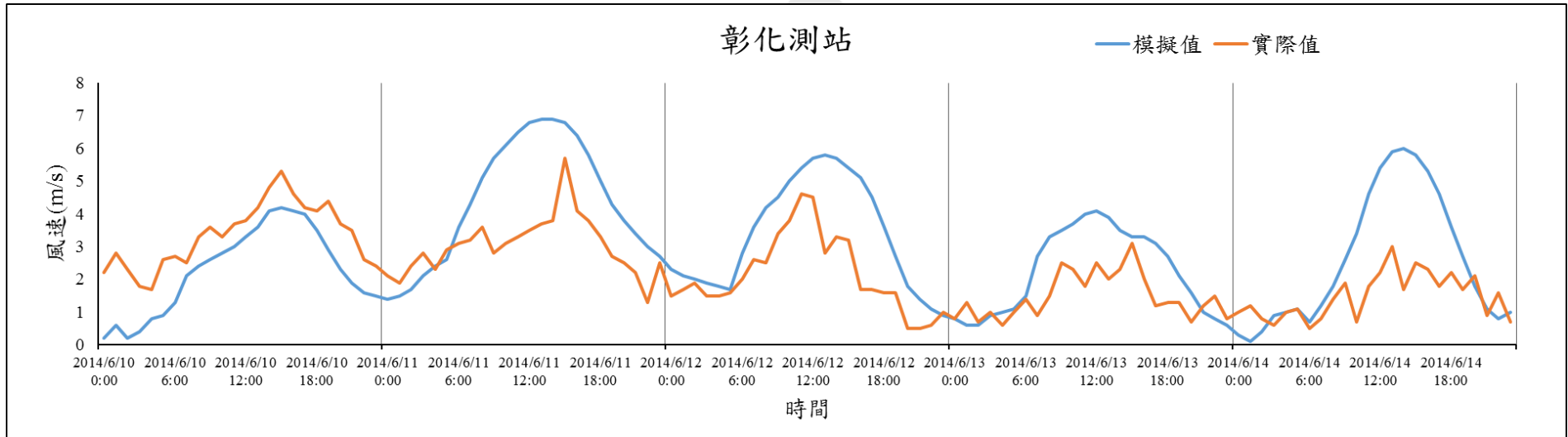
附圖 1-9 線西測站 A4、A7、A11、A12、A21 風速率定

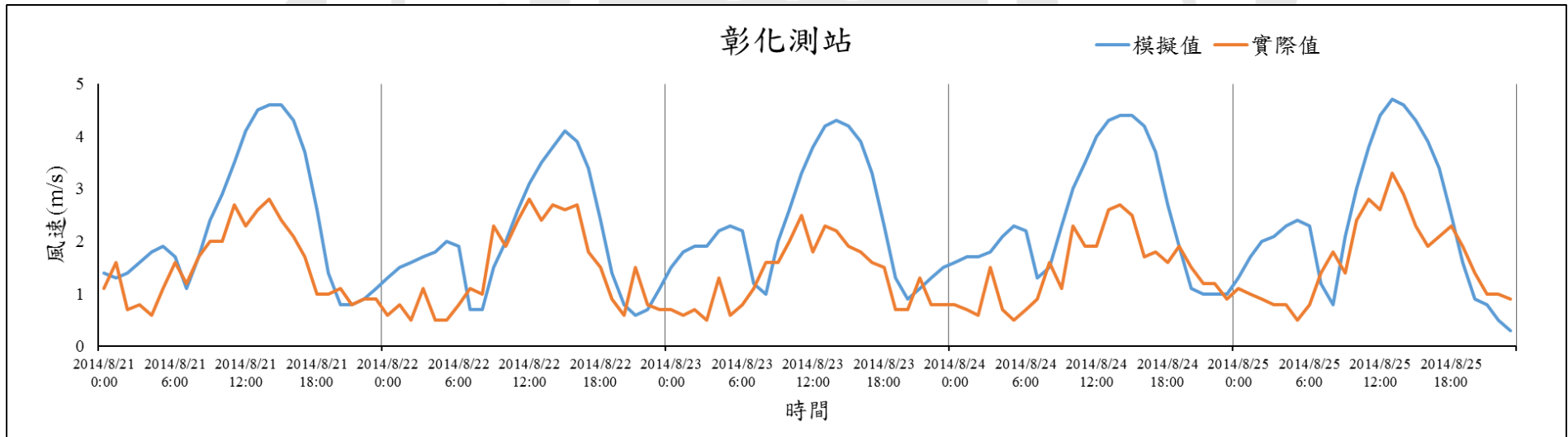
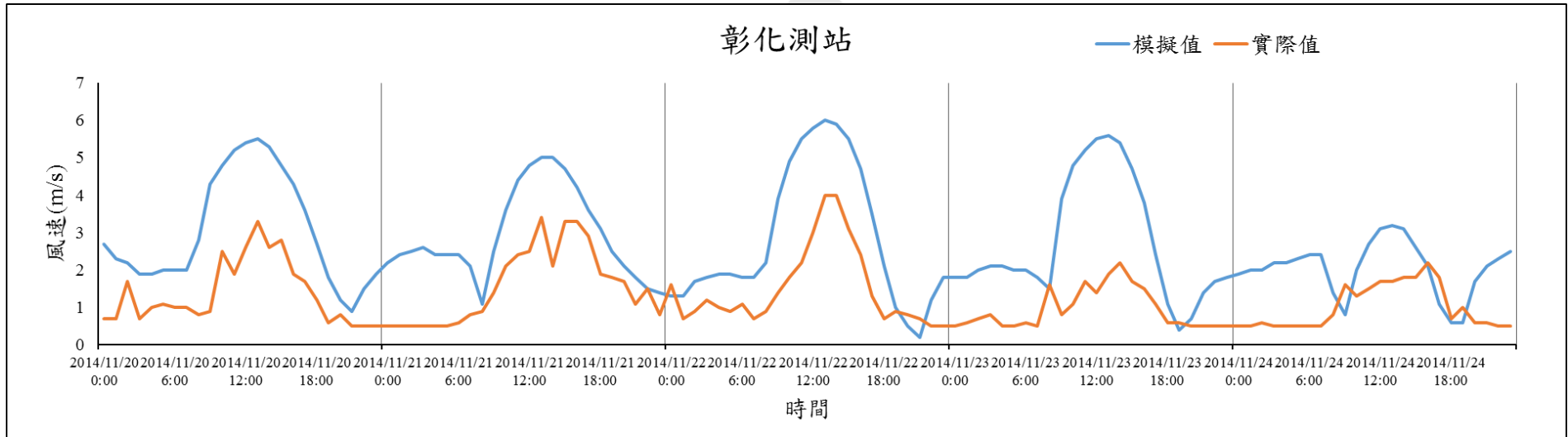


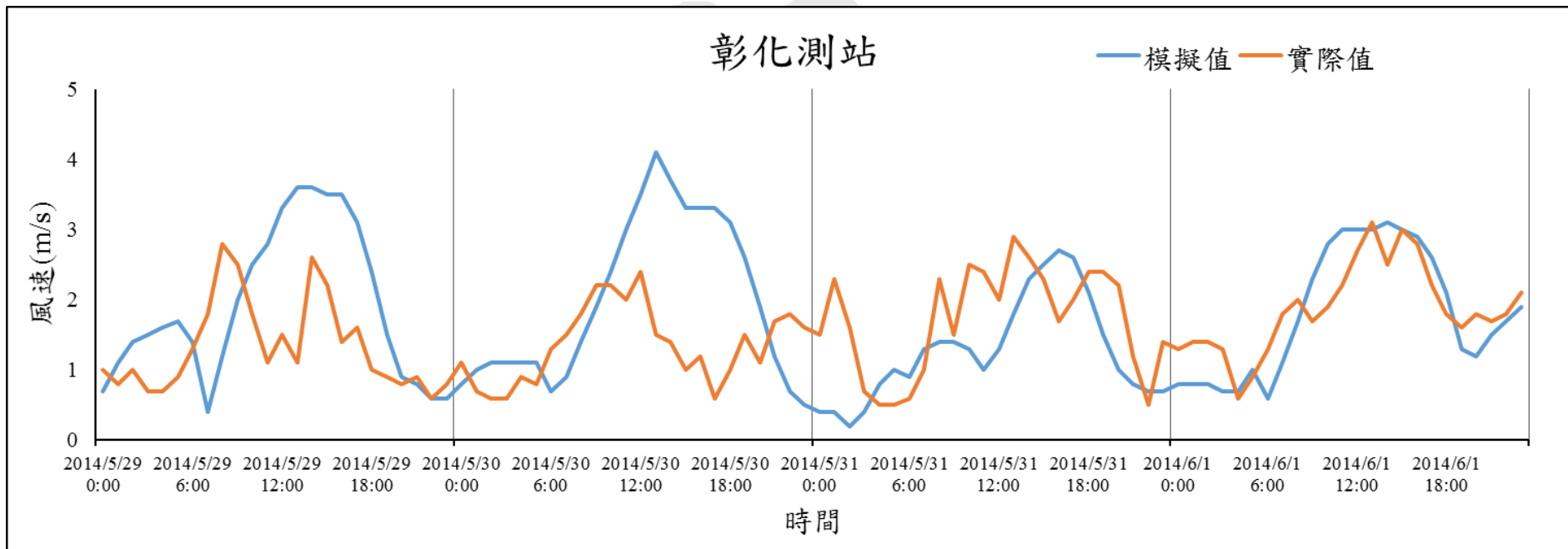




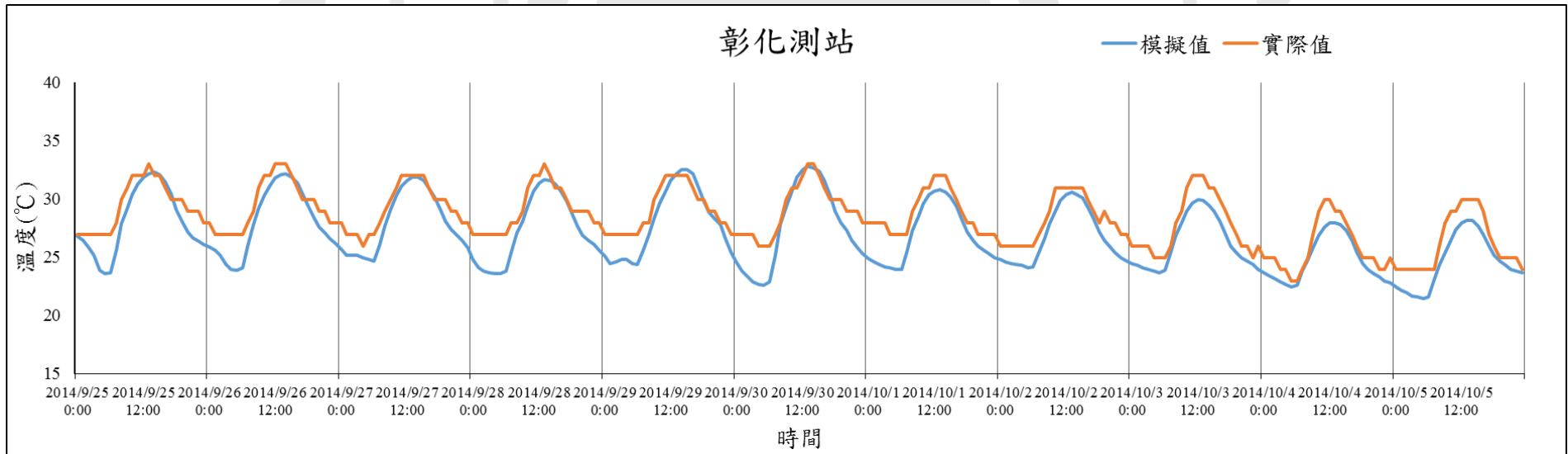
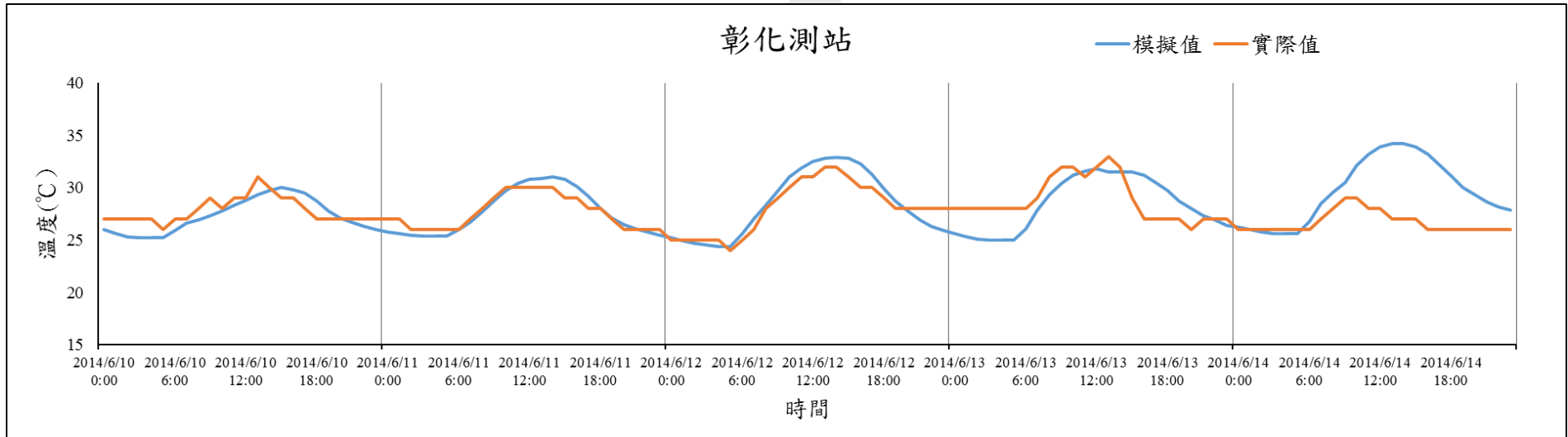
附圖 1-10 線西測站 A4、A7、A11、A12、A21 溫度率定

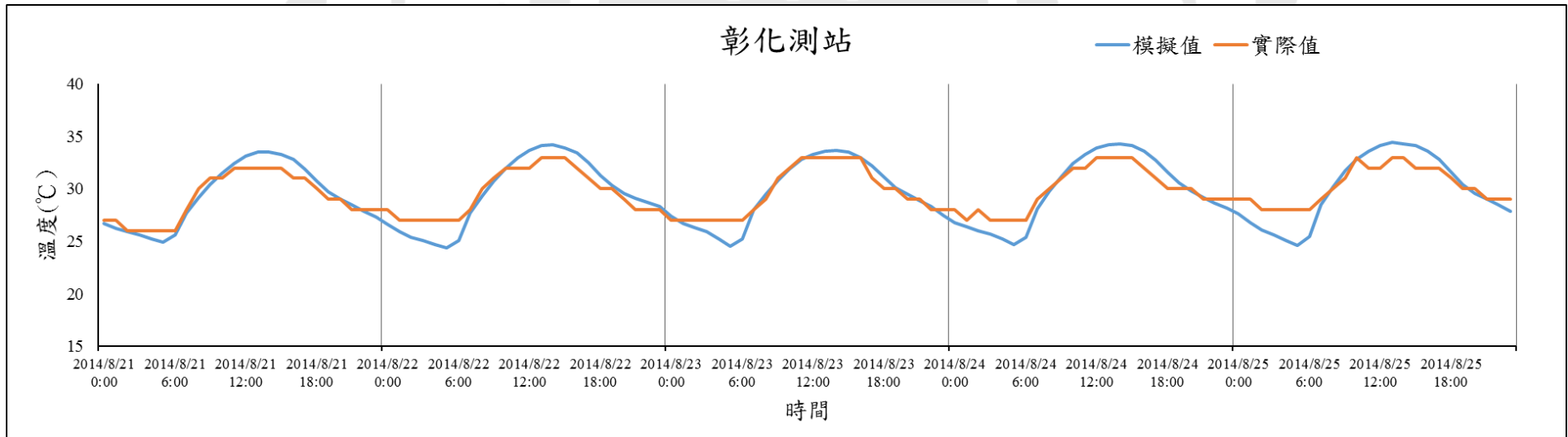
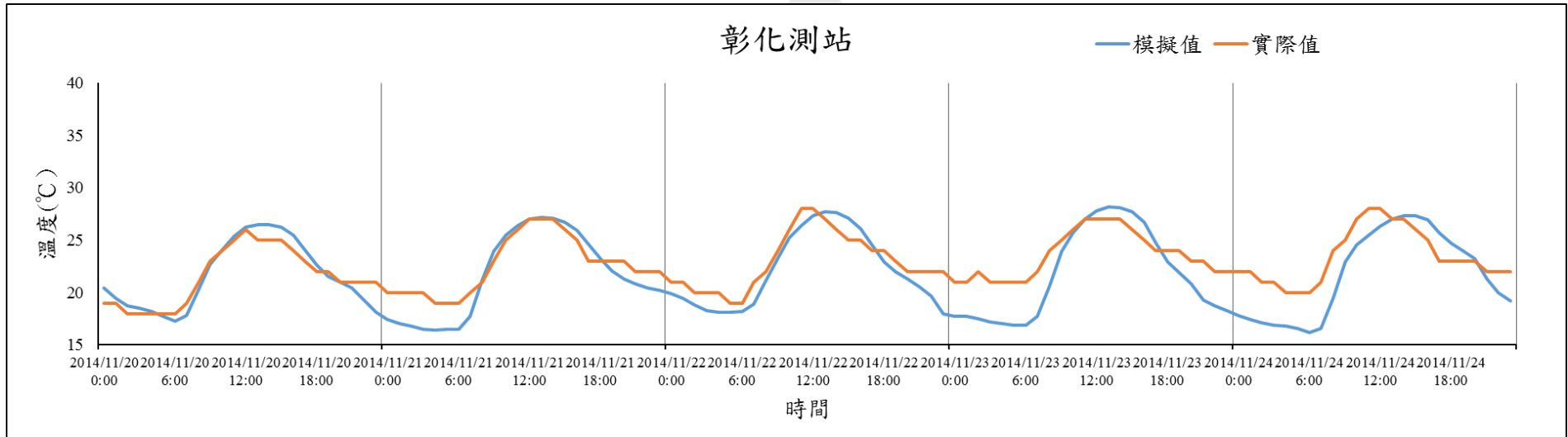


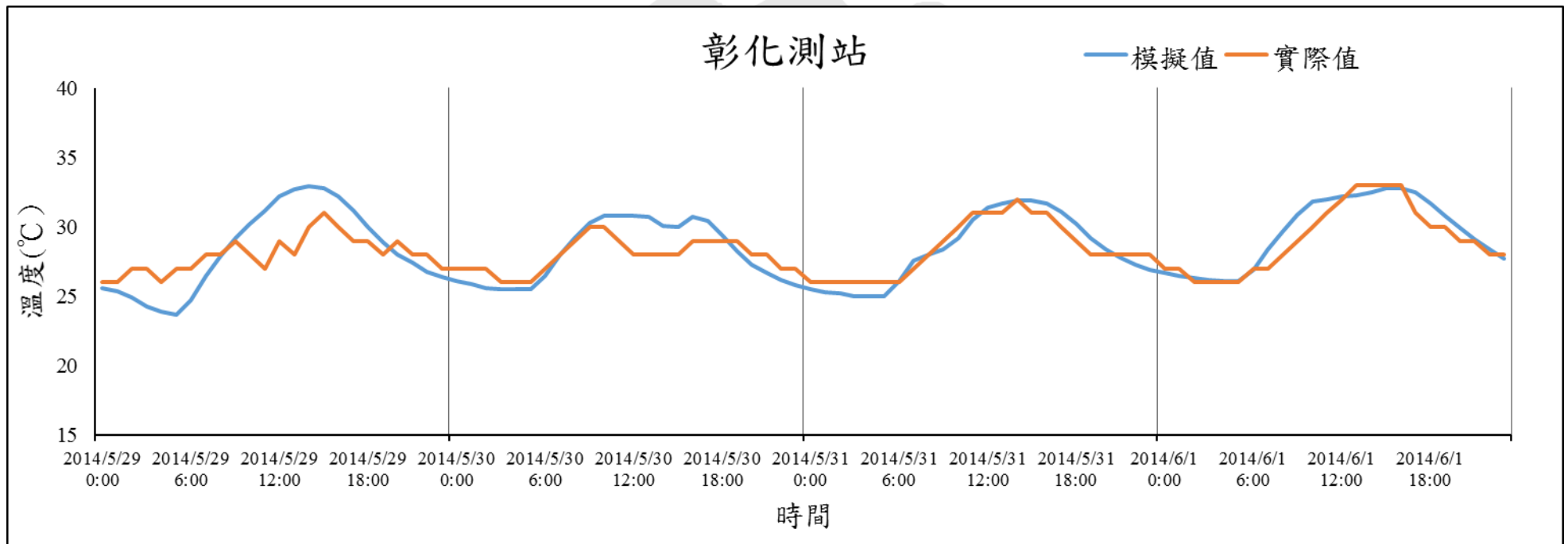




附圖 1-11 彰化測站 A4、A7、A11、A12、A21 風速率定







附圖 1-12 彰化測站 A4、A7、A11、A12、A21 溫度率定