

三輕更新計畫營運一年空品模式模擬及空氣品質影響評估報告書

期末報告定稿本

景丰科技股份有限公司

民國一〇五年一月

三輕更新計畫營運一年空品模式模擬及空氣品質影響評估報告書

期末報告定稿本

景丰科技股份有限公司

民國一〇五年一月

三輕更新計畫營運一年空品模式模擬及空氣品質影響評估報告書

期末報告定稿本

景丰科技股份有限公司

民國一〇五年一月



三輕更新計畫營運一年空品模式模擬 及空氣品質影響評估報告書

期末報告定稿本

提送單位：景丰科技股份有限公司

提送日期：中華民國 105 年 1 月

目 錄

	頁次
摘 要	摘-1
第一章 前言	1-1
1.1 計畫緣起	1-1
1.2 計畫工作項目	1-6
1.3 計畫執行進度	1-7
第二章 工作內容與方法	2-1
2.1 全廠煙道污染物年排放量彙整統計	2-1
2.2 全廠揮發性有機物 VOCs 年排放量統計	2-1
2.3 林園石化廠附近地區探空氣象觀測	2-2
2.4 空氣污染物排放量估算及模式模擬	2-4
第三章 工作成果	3-1
3.1 全廠排放量彙整與比較	3-1
3.1.1 全廠煙道排放空氣污染物之年總排放量彙整統計	3-1
3.1.2 全廠逸散性 VOCs 之年總排放量彙整統計	3-6
3.1.3 本節小結	3-7
3.2 探空觀測實施計畫	3-8
3.3 各次探空觀測結果說明	3-10
3.3.1 第一次探空觀測	3-10
3.3.2 第二次探空觀測	3-36
3.3.3 第三次探空觀測	3-62
3.3.4 第四次探空觀測	3-88
3.3.5 本節小結	3-114
3.4 空氣污染物排放量估算及模式模擬	3-115
3.4.1 營運期間全廠排放量及排放條件設定	3-115
3.4.2 探空觀測氣象資料應用	3-119
3.4.3 原生性空氣污染物（高斯擴散模式）模擬	3-136
3.4.4 衍生性空氣污染物（網格模式）模擬	3-157
3.4.5 本節小結	3-187

第四章 結論與建議.....	4-1
4.1 結論.....	4-1
4.2 建議.....	4-4

附 錄

- 附錄一、洽詢環保署有關混合層最低、最高高度之函文及環保署復函
- 附錄二、交通部民用航空局對機場四周禁止施放有礙飛航安全物體實施要點
- 附錄三、歷次探空氣球施放申請相關函文
- 附錄四、歷次探空氣球施放過程及工作記錄
 - A4.1 第一次探空觀測(施放記錄表、施放軌跡圖及施放實況照片)
 - A4.2 第二次探空觀測(施放記錄表、施放軌跡圖及施放實況照片)
 - A4.3 第三次探空觀測(施放記錄表、施放軌跡圖及施放實況照片)
 - A4.4 第四次探空觀測(施放記錄表、施放軌跡圖及施放實況照片)
- 附錄五、氣象網格模式性能評估各類分析圖
- 附錄六、空品網格模式性能評估各類分析圖

表目錄

	頁次
表 1.3-1 工作內容預定及實際進度表	1-7
表 2.3-1 函文交通部民航局填報資料參考格式	2-2
表 3.1.1-1 三輕更新擴產計畫排放管道各空氣污染物排放環評核可量 及營運後一年實際排放量彙整比較表	3-3
表 3.1.1-2 三輕更新擴產計畫排放管道 TSP 排放環評核可量及營運後 一年 TSP、PM ₁₀ 及 PM _{2.5} 實際排放量彙整比較表	3-4
表 3.1.1-3 三輕更新擴產計畫營運後一年排放管道各污染物排放總量 及環評核可量比對彙總表	3-5
表 3.1.2-1 三輕更新擴產計畫營運後一年逸散性 VOCs 排放總量及環 評核可量比對彙總表	3-6
表 3.1.3-1 三輕更新擴產計畫環評核可量與營運後一年之全廠排放量 變化差異比較	3-7
表 3.4.1-1 舊三輕(環說書)及三輕更新擴產計畫(營運後一年)之全廠點 源排放率及管道排放參數	3-116
表 3.4.1-2 舊三輕(環說書)及三輕更新擴產計畫(營運後一年)之全廠逸 散源 VOCs 排放量	3-117
表 3.4.1-3 舊三輕(環說書)及三輕更新擴產計畫(營運後一年)之全廠 NMHC 逸散排放量及排放條件	3-118
表 3.4.1-4 舊三輕(EIS 前)及三輕更新擴產計畫(營運後一年)之全廠排 放量變化差異比較	3-118
表 3.4.2-1 歷次觀測結果以梯度法估算清晨探空數據之混合層高度	3-120
表 3.4.2-2 四季逐小時混合層高度調校係數估算結果	3-123
表 3.4.3-1 三輕更新擴產計畫營運後一年各原生性空氣污染物最大濃 度增量模擬結果比較(與舊三輕排放量之模擬結果比較)(1/2)	3-140
表 3.4.3-1 三輕更新擴產計畫營運後一年各原生性空氣污染物最大濃 度增量模擬結果比較(與舊三輕排放量之模擬結果比較)(2/2)	3-141
表 3.4.3-2 三輕更新擴產計畫營運後一年各原生性空氣污染物最大濃 度增量模擬結果比較(氣象經林園探空觀測結果調校前後之 模擬比較)(1/2)	3-149
表 3.4.3-2 三輕更新擴產計畫營運後一年各原生性空氣污染物最大濃	

	度增量模擬結果比較(氣象經林園探空觀測結果調校前後之 模擬比較) (2/2)	3-150
表 3.4.4-1	TAQM 之垂直層數與解析設定	3-161
表 3.4.4-2	氣象網格模式模擬之性能評估指標及目標值	3-165
表 3.4.4-3	臭氧性能評估期程(10 月)WRF 模式性能評估量化結果	3-166
表 3.4.4-4	PM 性能評估期程(1 月)WRF 模式性能評估量化結果	3-168
表 3.4.4-5	臭氧背景濃度模擬結果之性能評估量化結果	3-172
表 3.4.4-6	PM 背景濃度模擬結果之性能評估量化結果	3-175
表 3.4.4-7	三輕更新擴產計畫營運後一年臭氧(O ₃)最大濃度增量模擬 結果比較(與舊三輕排放量之模擬結果比較)	3-177
表 3.4.4-8	三輕更新擴產計畫營運後一年懸浮微粒(PM ₁₀)及細懸浮微 粒(PM _{2.5})最大濃度增量模擬結果比較(與舊三輕排放量之模 擬結果比較)	3-178
表 3.4.4-9	三輕更新擴產計畫營運後一年臭氧(O ₃)最大濃度增量模擬 結果比較(氣象經林園探空觀測結果調校前後之模擬結果比較)	3-183
表 3.4.4-10	三輕更新擴產計畫營運後一年懸浮微粒(PM ₁₀)及細懸浮微 粒(PM _{2.5})最大濃度增量模擬結果比較(氣象經林園探空觀測 結果調校前後之模擬結果比較)	3-184

圖 目 錄

	<u>頁次</u>
圖 1.1-1 中油林園石化廠（三輕更新計畫）位置圖.....	1-3
圖 1.1-2 中油原林園石化廠廠區平面佈置圖.....	1-4
圖 1.1-3 中油林園石化廠三輕更新計畫廠區平面佈置圖.....	1-5
圖 2.4-1 本計畫模式模擬執行流程圖.....	2-6
圖 3.2-1 本計畫進行探空觀測地點.....	3-8
圖 3.3.1-1 第一次探空觀測期間(103年10月21日至28日)綜觀天氣圖.....	3-11
圖 3.3.1-2 第一次探空觀測期間(103年10月21日至28日)早上林園 測站與屏東測站氣溫觀測結果垂直變化.....	3-14
圖 3.3.1-3 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(1/3).....	3-18
圖 3.3.1-3 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(2/3).....	3-19
圖 3.3.1-3 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(3/3).....	3-20
圖 3.3.1-4 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日) 早上林園測站與屏東測站相對濕度觀測結果垂直變化.....	3-23
圖 3.3.1-5 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日) 早上林園測站與屏東測站氣壓觀測結果垂直變化.....	3-24
圖 3.3.1-6 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日) 中午林園測站氣溫觀測結果垂直變化.....	3-26
圖 3.3.1-7 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日) 中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (1/3).....	3-29
圖 3.3.1-7 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日) 中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (2/3).....	3-30
圖 3.3.1-7 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日) 中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (3/3).....	3-31
圖 3.3.1-8 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日) 中午林園測站相對濕度觀測結果垂直變化.....	3-33
圖 3.3.1-9 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日) 中午林園測站氣壓觀測結果垂直變化.....	3-34

圖 3.3.2-1	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日)綜觀天氣圖	3-37
圖 3.3.2-2	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站氣溫觀測結果垂直變化	3-40
圖 3.3.2-3	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(1/3)	3-44
圖 3.3.2-3	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(2/3)	3-45
圖 3.3.2-3	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(3/3)	3-46
圖 3.3.2-4	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站相對濕度觀測結果垂直變化	3-49
圖 3.3.2-5	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站氣壓觀測結果垂直變化	3-50
圖 3.3.2-6	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 中午林園氣溫觀測結果垂直變化	3-52
圖 3.3.2-7	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (1/3)	3-55
圖 3.3.2-7	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (2/3)	3-56
圖 3.3.2-7	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (3/3)	3-57
圖 3.3.2-8	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 中午林園測站相對濕度觀測結果垂直變化	3-59
圖 3.3.2-9	第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 中午林園測站氣壓觀測結果垂直變化	3-60
圖 3.3.3-1	第三次探空觀測期間(104 年 4 月 21 日至 27 日)綜觀天氣圖	3-63
圖 3.3.3-2	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站氣溫觀測結果垂直變化	3-66
圖 3.3.3-3	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(1/3)	3-70
圖 3.3.3-3	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(2/3)	3-71
圖 3.3.3-3	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(3/3)	3-72

圖 3.3.3-4	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站相對濕度觀測結果垂直變化	3-75
圖 3.3.3-5	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 早上林園測站與屏東測站氣壓觀測結果垂直變化	3-76
圖 3.3.3-6	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 中午林園測站氣溫觀測結果垂直變化	3-78
圖 3.3.3-7	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (1/3).....	3-81
圖 3.3.3-7	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (2/3).....	3-82
圖 3.3.3-7	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (3/3).....	3-83
圖 3.3.3-8	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 中午林園測站相對濕度觀測結果垂直變化	3-85
圖 3.3.3-9	第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日) 中午林園測站氣壓觀測結果垂直變化	3-86
圖 3.3.4-1	第四次探空觀測期間(104 年 7 月 21 日至 30 日)綜觀天氣圖	3-89
圖 3.3.4-2	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日) 早上林園測站與屏東測站氣溫觀測結果垂直變化	3-92
圖 3.3.4-3	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(1/3).....	3-96
圖 3.3.4-3	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(2/3).....	3-97
圖 3.3.4-3	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日) 早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化(3/3).....	3-98
圖 3.3.4-4	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日) 早上林園測站與屏東測站相對濕度觀測結果垂直變化.....	3-101
圖 3.3.4-5	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日) 早上林園測站與屏東測站氣壓觀測結果垂直變化	3-102
圖 3.3.4-6	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日) 中午林園測站氣溫觀測結果垂直變化	3-104
圖 3.3.4-7	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日) 中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (1/3).....	3-107
圖 3.3.4-7	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日)	

	中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (2/3).....	3-108
圖 3.3.4-7	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日)	
	中午林園測站風速風向觀測結果垂直變化 (3/3).....	3-109
圖 3.3.4-8	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日)	
	中午林園測站相對濕度觀測結果垂直變化	3-111
圖 3.3.4-9	第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日)	
	中午林園測站氣壓觀測結果垂直變化	3-112
圖 3.4.2-1	春季探空觀測混合層高度逐時組合平均估算結果	3-121
圖 3.4.2-2	夏季探空觀測混合層高度逐時組合平均估算結果	3-121
圖 3.4.2-3	秋季探空觀測混合層高度逐時組合平均估算結果	3-122
圖 3.4.2-4	冬季探空觀測混合層高度逐時組合平均估算結果	3-122
圖 3.4.2-5	WRF 模式系統架構圖	3-125
圖 3.4.2-6	WRF 模式前處理系統流程圖	3-125
圖 3.4.2-7	本計畫氣象網格模式模擬之四層巢狀網格配置示意圖	3-126
圖 3.4.2-8	本計畫第一次探空施放期間 (10 月 21 日至 28 日)	
	nudging 前後 WRF 模式模擬各層氣溫時序圖.....	3-128
圖 3.4.2-9	本計畫第一次探空施放期間 (10 月 21 日至 28 日)	
	nudging 前後 WRF 模式模擬各層風速時序圖.....	3-128
圖 3.4.2-10	本計畫第一次探空施放期間 (10 月 21 日至 28 日)	
	nudging 前後 WRF 模式模擬各層風向時序圖.....	3-129
圖 3.4.2-11	本計畫第一次探空施放期間 (10 月 21 日至 28 日)	
	nudging 前後 WRF 模式模擬邊界層高度時序圖.....	3-129
圖 3.4.2-12	本計畫第二次探空施放期間 (1 月 20 日至 27 日)	
	nudging 前後 WRF 模式模擬各層氣溫時序圖.....	3-130
圖 3.4.2-13	本計畫第二次探空施放期間 (1 月 20 日至 27 日)	
	nudging 前後 WRF 模式模擬各層風速時序圖.....	3-130
圖 3.4.2-14	本計畫第二次探空施放期間 (1 月 20 日至 27 日)	
	nudging 前後 WRF 模式模擬各層風向時序圖.....	3-131
圖 3.4.2-15	本計畫第二次探空施放期間 (1 月 20 日至 27 日)	
	nudging 前後 WRF 模式模擬邊界層高度時序圖.....	3-131
圖 3.4.2-16	本計畫第一次探空施放期間 (10 月 21 日至 28 日)	
	nudging 前後 WRF 模式模擬各層氣溫散布圖.....	3-132
圖 3.4.2-17	本計畫第一次探空施放期間 (10 月 21 日至 28 日)	
	nudging 前後 WRF 模式模擬各層風速散布圖.....	3-133

圖 3.4.2-18	本計畫第一次探空施放期間 (10 月 21 日至 28 日) nudging 前後 WRF 模式模擬邊界層高度散布圖	3-133
圖 3.4.2-19	本計畫第二次探空施放期間 (1 月 20 日至 27 日) nudging 前後 WRF 模式模擬各層氣溫散布圖	3-134
圖 3.4.2-20	本計畫第二次探空施放期間(1 月 20 日至 27 日) nudging 前後 WRF 模式模擬各層風速散布圖	3-135
圖 3.4.2-21	本計畫第二次探空施放期間 (1 月 20 日至 27 日) nudging 前後 WRF 模式模擬邊界層高度散布圖	3-135
圖 3.4.3-1	本計畫 ISCST 3 高斯模式模擬範圍及敏感受體點分布	3-137
圖 3.4.3-2	TSP 24 小時值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三 輕比較)	3-142
圖 3.4.3-3	PM ₁₀ 日平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三 輕比較)	3-142
圖 3.4.3-4	PM ₁₀ 年平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三 輕比較)	3-143
圖 3.4.3-5	PM _{2.5} 日平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三 輕比較)	3-143
圖 3.4.3-6	PM _{2.5} 年平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三 輕比較)	3-144
圖 3.4.3-7	SO ₂ 小時值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕 比較)	3-144
圖 3.4.3-8	SO ₂ 日平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三 輕比較)	3-145
圖 3.4.3-9	SO ₂ 年平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三 輕比較)	3-145
圖 3.4.3-10	NO ₂ 小時值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三 輕比較)	3-146
圖 3.4.3-11	NO ₂ 年平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三 輕比較)	3-146
圖 3.4.3-12	NMHC 小時值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊 三輕比較)	3-147
圖 3.4.3-13	TSP 24 小時值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前 後比較)	3-151
圖 3.4.3-14	PM ₁₀ 日平均值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前	

	後比較).....	3-151
圖 3.4.3-15	PM ₁₀ 年平均濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較).....	3-152
圖 3.4.3-16	PM _{2.5} 日平均濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較).....	3-152
圖 3.4.3-17	PM _{2.5} 年平均濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較).....	3-153
圖 3.4.3-18	SO ₂ 小時值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較).....	3-153
圖 3.4.3-19	SO ₂ 日平均濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較).....	3-154
圖 3.4.3-20	SO ₂ 年平均濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較).....	3-154
圖 3.4.3-21	NO ₂ 小時值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較).....	3-155
圖 3.4.3-22	NO ₂ 年平均濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較).....	3-155
圖 3.4.3-23	NMHC 小時值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較).....	3-156
圖 3.4.4-1	TAQM 使用之四層巢狀網格結構 (南部地區).....	3-159
圖 3.4.4-2	空氣品質模式模擬規範指定南部地區網格模式模擬範圍.....	3-160
圖 3.4.4-3	WRF 模式模擬海平面氣壓場與中央氣象局地面天氣圖之比較(臭氧性能評估期程-10 月).....	3-164
圖 3.4.4-4	WRF 模式模擬海平面氣壓場與中央氣象局地面天氣圖之比較(PM 性能評估期程-1 月).....	3-168
圖 3.4.4-5	模擬範圍內 O ₃ 最大小時濃度值等濃度分布圖(三輕更新與舊三輕比較).....	3-179
圖 3.4.4-6	模擬範圍內 O ₃ 最大八小時濃度值等濃度分布圖(三輕更新與舊三輕比較).....	3-179
圖 3.4.4-7	模擬範圍內 PM ₁₀ 最大日平均濃度值等濃度分布圖(三輕更新與舊三輕比較).....	3-180
圖 3.4.4-8	模擬範圍內 PM _{2.5} 最大日平均濃度值等濃度分布圖(三輕更新與舊三輕比較).....	3-180
圖 3.4.4-9	模擬範圍內 O ₃ 最大小時濃度值等濃度分布圖(氣象調校前	

後比較)	3-185
圖 3.4.4-10 模擬範圍內 O ₃ 最大八小時濃度值等濃度分布圖(氣象調校 前後比較)	3-185
圖 3.4.4-11 模擬範圍內 PM ₁₀ 最大日平均濃度值等濃度分布圖(氣象調 校前後比較)	3-186
圖 3.4.4-12 模擬範圍內 PM _{2.5} 最大日平均濃度值等濃度分布圖(氣象調 校前後比較)	3-186

摘 要

摘 要

台灣中油股份有限公司（以下簡稱中油公司）林園石化廠三輕更新擴產計畫係中油林園石化廠內現有之汰舊換新計畫，林園石化廠部分既有工場配合三輕更新擴產計畫進行製程改善，以提升部分既有工場之生產效能。

本計畫係依據「台灣中油公司三輕更新擴產計畫環境影響說明書第二次變更內容對照表」（以下簡稱「第二次變更內容對照表」）於民國 101 年 10 月 23 日經行政院環保署專案小組審查結論第（三）項之附帶建議：「請台灣中油股份有限公司於本擴建計畫營運開始 1 年內，以全年地面氣象資料及實測空氣污染物排放資料，推估空氣污染物擴散模擬及對環境之影響，並提出空氣品質影響評估報告書，送環保署參考」辦理。

台灣中油股份有限公司爰依環保署前述附帶建議事項委託景丰科技股份有限公司辦理本計畫，於三輕更新擴產計畫營運後一年內，蒐集四季每季一星期之邊界層高度資料及邊界層內風速、風向資料，以及全年地面層氣象資料，再以這些實測資料推估空氣污染物（包含 PM₁₀、PM_{2.5}）之擴散及對環境之影響，並提出「三輕更新擴產計畫營運一年空氣品質影響評估報告書」，送行政院環保署參考。

本計畫工作內容包括：

- 一、全廠煙道污染物年排放量調查彙整統計工作：中油公司另案自行委由環保署認可檢測公司檢測全廠煙道氣，並提供本案承包廠商相關檢測報告以利彙整統計全廠煙道污染物年排放量。
- 二、全廠揮發性有機物 VOCs 年排放量調查統計工作：中油公司另案自行委託檢測公司每季進行檢測全廠揮發性有機物 VOCs 排放量用以作為申報每季空污費資料，並提供本案承包廠商相關資料以利彙整估算全廠揮發性有機物排放量。
- 三、林園石化廠附近地區探空氣象觀測，一年共計 56 次（邊界層高度、邊界層內風速、風向資料、蒐集全年地面層氣象資料）：
 - （一）收集新三輕營運後一年之四季每季 7 天（每天 2 次）之邊界層高度資料及邊界層內風速、風向資料（須查詢監資處以往資料，選擇邊界層最高及最低之時段測量），以及全年地面層氣象資料。
 - （二）探空氣球施放前須依交通部民用航空局規定以函文方式提出申請通知送

至交通部民用航空局，副本通知本廠，並於取得該局核可後依據該局規定施放。

- (三) 監測結果須建立及編撰提供本廠上述完整探空氣象觀測書面報告及電子檔資料。
- (四) 探空氣象觀測工作須由有經驗之學者、或專家主導該項工作，並須符合相關法令規定。

四、空氣污染物排放量估算及模式模擬：

- (一) 模擬位址及區域範圍：台灣中油公司石化事業部林園石化廠及模式模擬規範所要求之模擬範圍。
- (二) 模式模擬項目：
 1. 高斯擴散模式 (ISCST3)：以(1) 以本案探空氣象資料模擬推估；及(2) 以具代表性之林園鄰近地面氣象資料條件模擬推估本案原生性空氣污染物種：包括 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、NMHC 等污染物之擴散情形。
 2. 網格模式：分別以(1) 以本案探空氣象資料模擬推估；及(2) 以具代表性之林園鄰近地面氣象資料條件模擬推估；模擬臭氧、衍生性懸浮微粒 (PM₁₀、PM_{2.5}) 等污染物之擴散情形。
 3. 檢核各項與原環說書及其 4 次變更內容對照表之空氣污染源排放條件之內容，彙整營運後之空氣品質模式模擬輸入條件資料，及全廠各項空氣污染物排放量調查估算等資料，經中油公司認可後使用。
 4. 模擬情境代表性篩選檢定及氣象資料，由承攬商依據法規規定及專業經驗，選定適宜之模式設定條件。
 5. 依據環保署公告之空氣品質模式模擬規範，以高斯擴散模式、網格模式及其相關規定，辦理 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO_x、NO_x、NMHC、臭氧、衍生性懸浮微粒 (PM₁₀、PM_{2.5}) 之模擬工作，並針對三輕更新擴產計畫營運後排放量進行模擬推估並評估其對環境的可能影響，據以撰寫三輕更新擴產計畫營運一年空氣品質影響評估報告書。

目前所有工作已全部完成，相關工作成果如下：

一、全廠煙道污染物年排放量彙整統計工作

完成營運後第一季 (103 年 Q3) 至第四季 (104 年 Q2) 共計一年時間，包括 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO_x、NO_x、VOCs 等各項污染物在各煙道的排放

量彙整工作。

根據統計結果得知，就各製程各項空氣污染物而言，TSP、SO_x、NO_x及 VOCs (管道排放部分) 四季排放總量分別為 43.836 公噸、952.162 公噸、1,843.879 公噸及 56.135 公噸均低於環評核可量的 410.002 公噸、3,398.040 公噸、4,040.989 公噸及 128.941 公噸，分別僅佔核可量的 10.7%、28.0%、45.6% 及 43.5%。各製程均可符合環評管制要求。

二、全廠揮發性有機物 VOCs 年排放量統計工作

完成營運後第一季 (103 年 Q3) 至第四季 (104 年 Q2) 共計一年時間全廠各製程 VOCs 逸散量的排放量彙整工作。統計結果顯示，以製程區工場設備元件及儲槽區的 VOCs 逸散排放量較大。四季排放總量為 696.591 公噸，仍低於環評核可量 1,408.575 公噸，佔環評核可量約 49.5%。目前全廠各製程的逸散性揮發性有機物 VOCs 排放量均可符合環評管制要求。

彙總上述各污染物排放總量比對結果得知，新三輕營運一年後，各項污染物總排放量均未超過環評核可量而仍在環評核可量的範圍內，且皆未達到核可量的 50%，顯示營運單位污染控制良好。其中以粒狀物 (TSP、PM₁₀ 及 PM_{2.5}) 差額幅度較大，TSP 目前排放量較環評核可量低約 90%，SO_x 及 NO_x 目前排放量分別較環評核可量低約 72% 及 54%，目前總 VOCs 排放量則較環評核可量低約 51%。

三、林園石化廠附近地區探空氣象觀測

本計畫已分別於 103 年 10 月 21 日至 28 日、104 年 1 月 20 日至 27 日、104 年 4 月 21 日至 27 日及 104 年 7 月 21 日至 30 日間進行四次 (每季 7 天，每天 2 次，共計 56 次) 探空觀測並完成結果分析工作。

經本計畫發文環保署監資處詢問高雄市林園地區邊界層最高及最低高度發生時段，確認環保署並無相關監測資料 (詳附錄一)，故依據龍委員之測量時段要求 (選擇邊界層最高及最低之時段測量)，本計畫選擇於觀測期間每日 4:00 至 6:00 (以 5:00 為原則)、12:00 至 14:00 (以 13:00 為原則) 各進行一次探空氣球施放。

本案四次觀測期間之天氣型態，第一次觀測期間 (秋季) 台灣附近大部分時間無主要綜觀天氣系統，偶有大陸高壓系統或冷鋒對台灣造成影響；第二次觀測期間 (冬季) 台灣附近大部分時間皆受大陸高壓及冷鋒等綜觀天

氣系統影響，大都以東北季風為主；第三次觀測期間（春季）台灣附近主要受長江出海口高壓系統及台灣附近鋒面之影響，風向較不固定；第四次觀測期間（夏季）台灣附近大部分時間皆熱帶低壓及太平洋高壓等綜觀天氣系統影響，較無固定風向，但大部分時間仍以偏南風為主。依以往經驗顯示，各天氣類型分別具有春、夏、秋、冬各季之代表性天氣型態。

在清晨的探空觀測部分，四次觀測期間每日 5:00 林園探空與 8:00 屏東探空觀測比較結果顯示，在探空溫度部分除了因觀測位置以及觀測時間不同，使得日出前後地表加熱效應造成近地面氣溫有所差異，或局部高度溫度有所差異外，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。兩地 500 公尺高處溫度差異在 0.1 度至 2.0 度間、1000 公尺高處溫度差異在 0.1 度至 3.1 度間、1500 公尺高處溫度差異在 0.1 度至 2.6 度間。

清晨的探空風速風向觀測比較結果顯示，除了部分觀測因風速較弱，偶有受局部效應（如地形或海陸風）影響，造成兩地風向差異較大，並呈現與綜觀天氣形態不同之風向外，風向觀測結果在近地面處大致與綜觀天氣系統所在位置吻合。兩地 500 公尺高處風速差異在 0.1 m/s 至 7.4 m/s 間、1000 公尺高處風速差異在 0.5 m/s 至 5.4 m/s 間、1500 公尺高處風速差異在 0.1 m/s 至 6.3 m/s 間。

清晨的探空相對濕度觀測比較結果顯示，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。

在午間探空觀測部分，四次觀測期間每日 13:00 林園探空溫度觀測結果顯示，大部分清晨地面的逆溫結構在中午時皆因地表增溫而不存在。風速風向觀測結果顯示，中午期間因海陸溫差較大，處於海風最強之時間範圍內，故風速較清晨之觀測結果大，至於風向則大都以海風（偏南風、西風或西南風）為主。

四、空氣污染物排放量估算及模式模擬

本計畫彙整環說書中舊三輕（EIS 前）排放量及三輕更新擴產計畫營運一年之實際排放量後，分別以高斯模式 ISCST 3 及網格模式 TAQM，針對三輕更新擴產計畫營運後一年排放量經林園探空觀測調校氣象資料後進行原生性及衍生性污染物最大增量濃度模擬，並與相同氣象條件下環說書定稿本中舊三輕（EIS 前之排放量）之模擬結果進行比較分析。其次，並就目前模擬結果（經林園探空資料調校後）與傳統採用屏東站探空資料（未經氣象調校）進行模擬之結果進行比較，藉以了解使用當地探空資料調校前後，所

可能造成空品模式模擬結果之差異情形。

模擬結果顯示，相較於舊三輕之排放情境模擬，三輕更新擴產計畫營運後一年之排放情境模擬，不論是原生性污染物或衍生性污染物，其最大濃度增量值模擬結果均呈現顯著的下降趨勢，顯示三輕更新擴產計畫營運一年後，對於環境空氣品質確實呈現正面改善效益。

氣象調校前、後之空品模擬結果比較，在高斯模式模擬（原生性污染物）部分，經採用四季各 7 天的林園探空觀測結果來估算及調校各季的混合層高度下限值及逐時值後，代入高斯模式進行全年模擬，大體而言，「氣象經調校」與「氣象未調校」間各污染物最大濃度增量之模擬結果差異極為有限。其主要原因為：(1) 屏東站與本計畫林園探空觀測站的距離並不遠（約 24 公里），就高空氣象之空間尺度而言，其差異本就有限；(2) 混合層高度的調校係數中，中午時段雖多往下校正，但中午通常是擴散較佳的時段，所以對最高濃度的影響有限；惟夜間探空觀測結果顯示混合層有相當比例高於模式慣常設定的下限值，故夜間的模擬結果著地濃度反而可能降低，而夜間通常是比較容易出現高濃度的時間，故整體而言，「氣象經調校」模擬結果反而將較「氣象未調校」者略低。

氣象調校前、後空品模擬結果之比較，在網格模式模擬（衍生性污染物）部分，「氣象經調校」與「氣象未調校」之衍生性空氣污染物最大濃度增量模擬結果，除臭氧之差異極為有限外，懸浮微粒及細懸浮微粒幾無差異。其主要原因為，衍生性污染物係由其前驅污染物種（如 SO_x、NO_x、VOCs）排放後與其他背景污染物反應後才衍生成成的污染物，因此，對局部的氣象變化較不敏感；此外，網格氣象模式因本身即有考慮氣象動力特性，故本計畫探空觀測加入後的調校氣象場模擬結果與未經調校氣象場的模擬結果之間，僅有局部些微差異（詳 3.4.2 節之二），故兩者間衍生性污染物空品模擬結果差異將極為有限。

除上述成果之外，本計畫提出相關建議如下：

- 一、本計畫進行四季各 7 日的高空氣象探空觀測，對於釐清林園地區的高空氣象特性與屏東探空站觀測結果的差異，及對應用於後續空品模擬可能造成的影響，有相當大的助益。值得國內其他重大開發案借鏡。
- 二、本計畫林園地區與空軍屏東機場探空站距離約 24 公里，兩地探空觀測結果顯示，大致僅在近地面附近的風速、風向、溫度變化有較大差異，上層

氣象則大致相同。即使如此，對混合層高度的估算結果已有明顯的影響，以林園探空估算的混合層高度明顯較屏東站估算結果為低。

三、本案以高斯擴散模式 (ISCST3) 模擬分析原生性空氣污染物，並以空品網格式 TAQM 模擬三輕更新計畫營運期間臭氧、衍生性懸浮微粒 (PM₁₀、PM_{2.5}) 等污染物之最大濃度增量擴散情形。由結果顯示，採用當地探空觀測結果進行模擬後，對污染物的最大濃度增量雖然會有些微的改變，但不致於造成嚴重的影響，對於本案原空品評估結果不致有錯誤的研判情形。

第一章 前 言

第一章 前言

1.1 計畫緣起

台灣中油股份有限公司（以下簡稱中油公司）林園石化廠現有三輕工場乙烯年產能為 23 萬公噸，自民國 67 年開工，運轉至今已達 30 年，無論在能源耗用或是在污染物排放管制方面均無法與新一代之輕裂工場競爭，且因產能偏低，不符經濟規模，因而使生產成本增加，影響生產效益。現為配合國家石化產業政策、中油公司經營策略及節能環保之需求及目前適切的興辦時機，現有三輕工場實有汰舊換新之需求，因此乃有「台灣中油股份有限公司三輕更新擴產計畫」（簡稱三輕更新擴產計畫）。

三輕更新擴產計畫位於中油林園石化廠內，而林園石化廠則座落於高雄市林園區林園工業區內，相關位置詳圖 1.1-1 所示。原林園石化廠廠區目前佈置圖如圖 1.1-2 所示。

三輕更新擴產計畫係中油林園石化廠內現有三輕組工場之汰舊換新計畫，未增購廠外土地，利用廠內既有用地進行，計畫用地面積約 35 公頃，計畫主要內容包括新建一座乙烯設計年產能 60 萬公噸，最大年產能 80 萬公噸之輕裂工場、一座汽油氫化工場、一座丁二烯工場，並配合新建芳香烴工場及相關之公用與區外設備，同時聯產丙烯、丁二烯、苯、甲苯、二甲苯等相關石化基本原料。林園石化廠部分既有工場配合三輕更新擴產計畫進行製程改善，以提升部分既有工場之生產效能。圖 1.1-3 所示為三輕更新擴產計畫實施後之廠區平面佈置圖。

三輕更新擴產計畫環境影響說明書，經行政院環保署環境影響評估審查委員會民國 97 年 12 月 29 日第 173 次會議審查通過。其後，已提出四次變更內容對照表，分別為「第一次變更內容對照表」（99 年 7 月 9 日定稿本，主要為監測計畫內容變更）；「第二次變更內容對照表」（102 年 1 月定稿本，主要為空氣污染物排放源及排放量、廢水處理流程、低頻噪音監測地點、工廠名稱及製程編號等之修正變更）；「第三次變更內容對照表」（102 年 4 月定稿本，主要為第 27 號鍋爐與第一轉烷化工場加熱爐之燃料種類及用量、簡化 M05 與 M06 等兩座製程工場、反映細部設計後之結果修訂空氣污染物排放源及排放量）；「第四次變更內容對照表」（102 年 10 月定稿本，主要為修訂部分製程工場加熱爐燃料結構與設備、部分儲槽資料、水處理設備、更正廢棄物工場有機性污泥與焚化爐底渣量、變更空氣壓縮機容量、變更營運期間監測地點，遵照法規修訂後之規定及變更後內

容，更新空氣污染物排放量資料)。

本計畫係依據「台灣中油公司三輕更新擴產計畫環境影響說明書第二次變更內容對照表」(以下簡稱「第二次變更內容對照表」)於民國 101 年 10 月 23 日經行政院環保署專案小組審查結論第(三)項之附帶建議：**「請台灣中油股份有限公司於本擴建計畫營運開始 1 年內，以全年地面氣象資料及實測空氣污染物排放資料，推估空氣污染物擴散模擬及對環境之影響，並提出空氣品質影響評估報告書，送環保署參考」**辦理。台灣中油股份有限公司爰依環保署前述附帶建議事項委託景丰科技股份有限公司辦理本計畫，於三輕更新擴產計畫營運後一年內，蒐集四季每季一星期或冬夏兩季每季兩星期之邊界層高度資料及邊界層內風速、風向資料(承包商須查詢監資處以往資料，選擇邊界層最高及最低之時段測量)，以及全年地面層氣象資料，再以這些實測資料推估空氣污染物(包含 PM₁₀、PM_{2.5})之擴散及對環境之影響，並提出「三輕更新擴產計畫營運一年空氣品質影響評估報告書」，送行政院環保署參考。

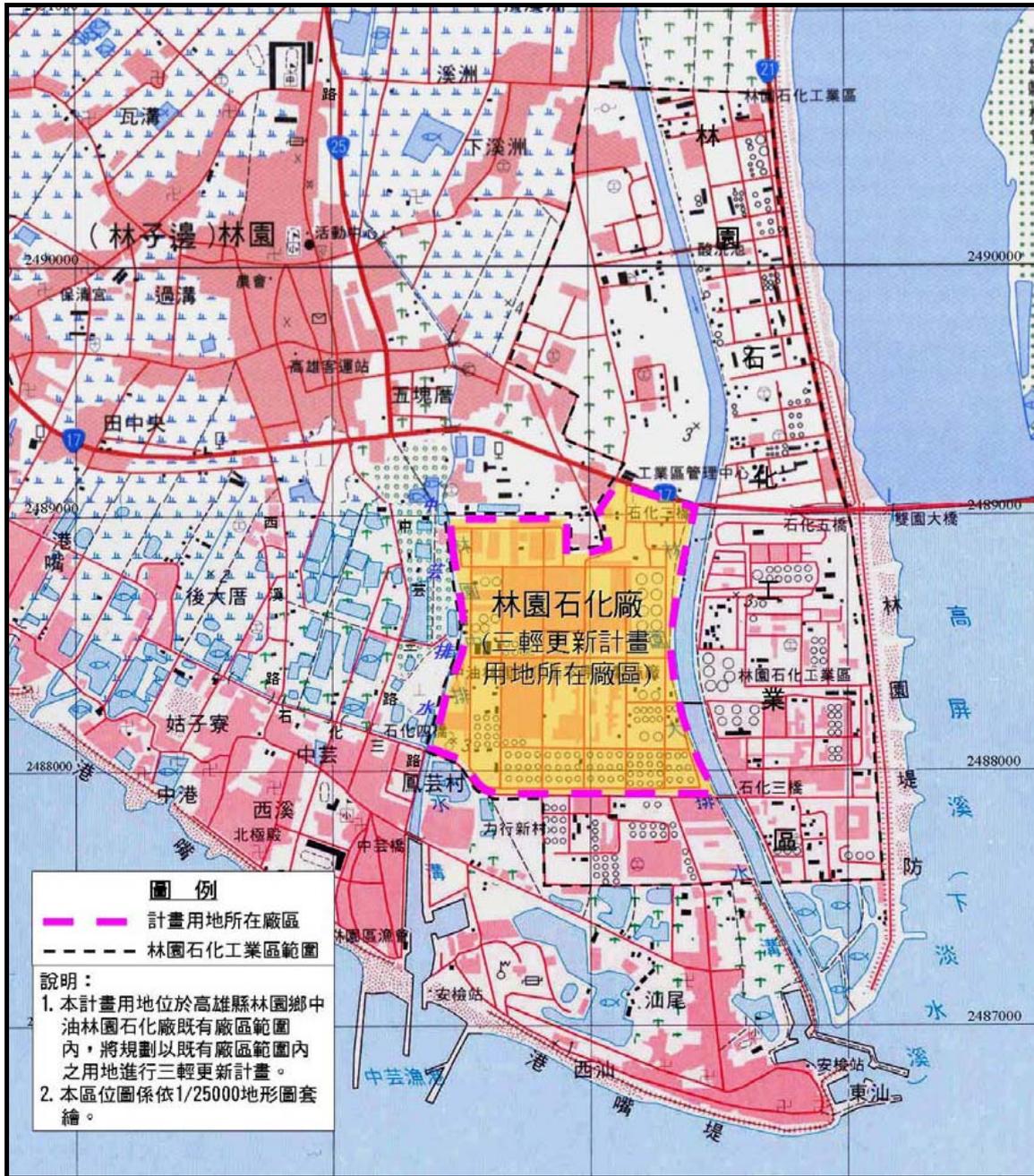


圖 1.1-1 中油林園石化廠（三輕更新計畫）位置圖

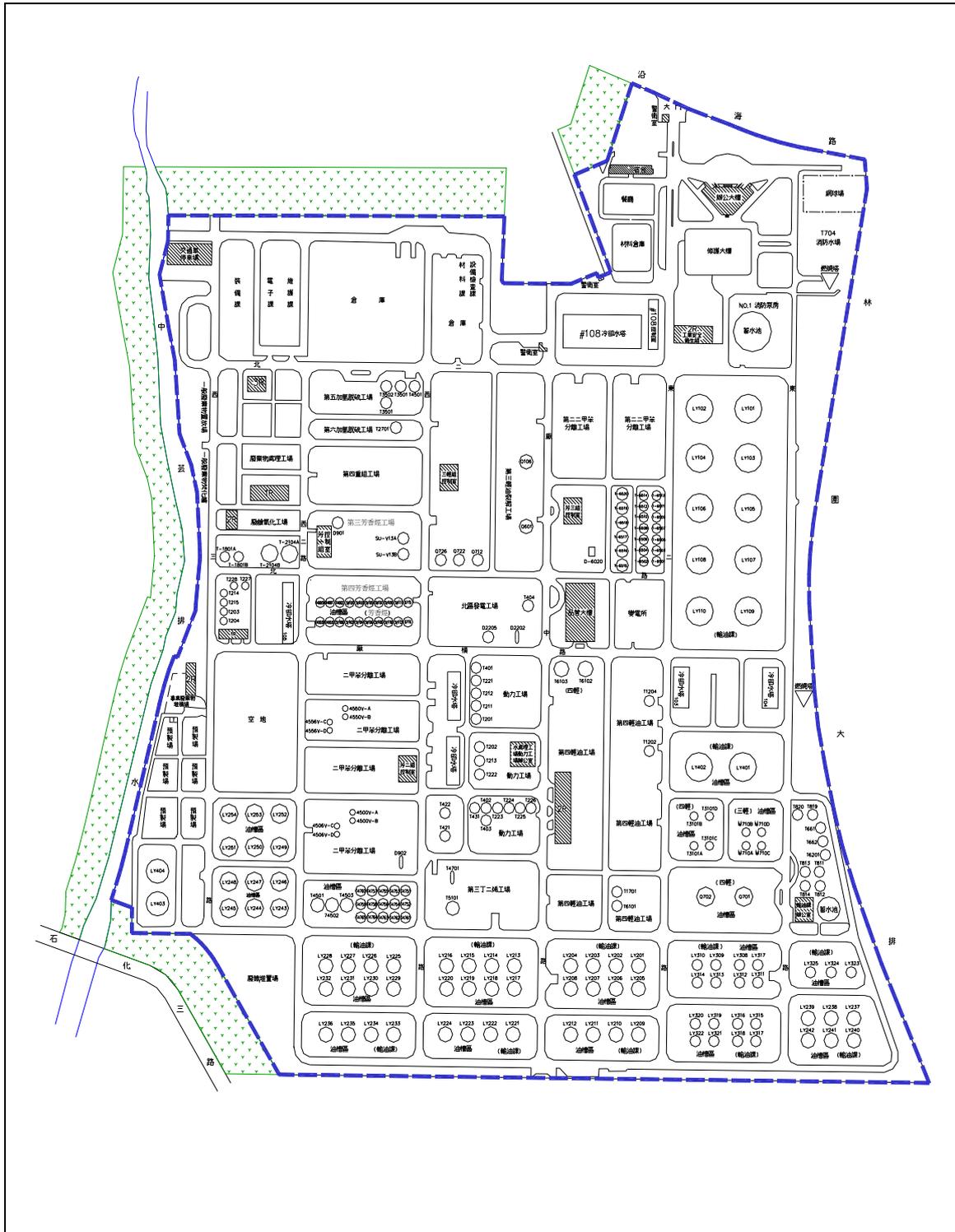


圖 1.1-2 中油原林園石化廠廠區平面佈置圖

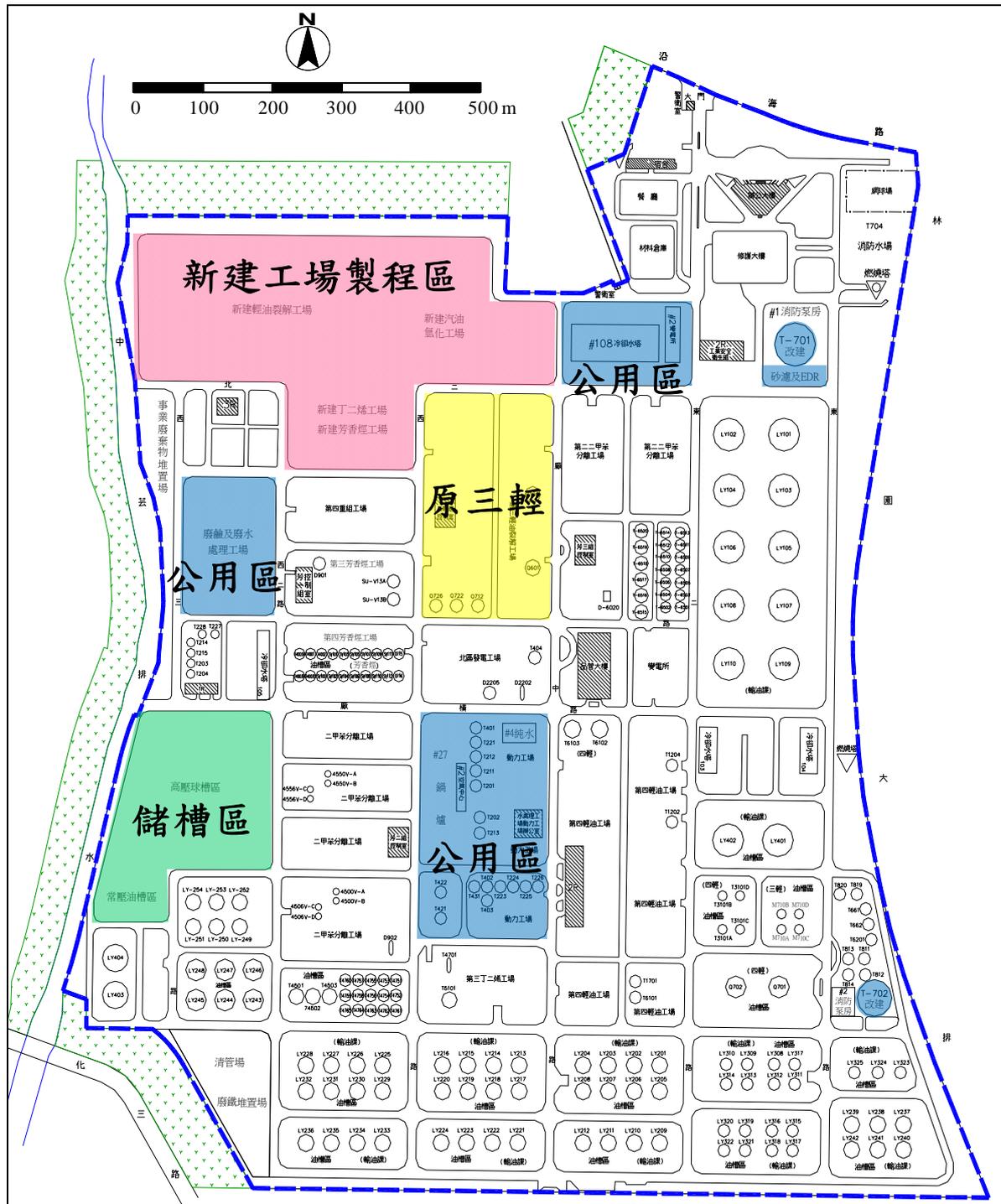


圖 1.1-3 中油林園石化廠三輕更新計畫廠區平面佈置圖

1.2 計畫工作項目

依據中油公司「三輕更新計畫營運一年空品模式模擬及空氣品質影響評估報告書工作」招標規範之要求，本案工作項目包括：

- 一、全廠煙道污染物年排放量彙整統計工作。
- 二、全廠揮發性有機物 VOCs 年排放量統計工作。
- 三、林園石化廠附近地區探空氣象觀測。
- 四、空氣污染物排放量估算及模式模擬。
- 五、空氣品質影響評估報告書撰寫。

各工作項目詳細之工作內容，詳第二章 2.1 節~2.4 節所述。

第二章 工作內容與方法

第二章 工作內容與方法

2.1 全廠煙道污染物年排放量彙整統計

中油公司將另案自行委由環保署認可檢測公司檢測全廠煙道氣，並提供本計畫相關檢測報告，以利彙整統計全廠煙道污染物年排放量。中油公司初步篩選代表性煙道初擬合計 19 支，其中新建工場排放管道 5 支，舊有工場排放管道 14 支。但原則上，仍以營運一年內全廠操作中工場所有煙囪至少檢測一次為目標。

上述煙道檢測項目種類包括 TSP、SO_x、NO_x、PM₁₀、PM_{2.5}、NMHC，由中油公司另案自行委託由環保署認可之檢測機構依據環保署公告之檢測方法執行各項監測工作，若該項無公告方法則採用環保署草案方法或美國 EPA 檢測方法檢測。

在排放量彙整工作方面，本計畫將依據台灣中油股份有限公司提供之煙囪檢測資料計算當季之排放量；部分煙道未有當季之檢測資料者，則依據最近一次之煙道檢測資料計算；無檢測資料者，再由「台灣中油股份有限公司三輕更新擴產計畫環境影響說明書」以及第二～四次變更內容對照表（102 年 1 月、102 年 4 月、102 年 10 月），引用歷次變更後之資料計算。

2.2 全廠揮發性有機物 VOCs 年排放量統計

中油公司同樣另案自行委託檢測公司每季進行檢測全廠揮發性有機物 VOCs 排放量，用以作為申報每季空污費資料。中油公司林園廠將提供本計畫相關資料，以利彙整估算全廠揮發性有機物排放量。

本計畫將根據中油公司林園廠逐季提供之排放量數據，協助驗核確認數據之合理性。排放源包括：全廠設備元件、儲槽、裝載、煙道、Flare、冷卻水塔、廢水處理場、CPI 等項目之揮發性有機物 VOCs 排放量。其中，煙道、Flare 將併入前一小節之煙道污染物排放量中，其他項目則列入逸散性揮發性有機物 VOCs 排放量統計。

2.3 林園石化廠附近地區探空氣象觀測

一、工作內容

蒐集三輕更新擴產計畫營運後一年之四季（每季7天，每天2次，一年共計56次）之邊界層高度資料及邊界層內風速、風向資料（景丰公司將協助發函查詢監資處以往資料，選擇邊界層最高及最低之時段測量），以及全年地面層氣象資料。

二、執行方式

（一）前置作業

探空氣球施放前20日，景丰公司將依交通部民用航空局規定以函文（參考填報資料格式，詳表2.3-1）方式提出申請通知送至交通部民用航空局（台北市敦化北路340號），副本通知中油公司林園廠，並於取得該局核可後依據該局規定施放。每季探空作業前，將會再次知會民用航空局。

表 2.3-1 函文交通部民航局填報資料參考格式

- 申請施放探空氣球，請將下列資料於施放前20日以函文送至交通部民用航空局（臺北市敦化北路340號）：
1. 探空氣球施放作業名稱：
 2. 施放地點：
 3. 施放日期及時間： 年 月 日 時 分至 時 分
 4. 施放地點WGS84座標系統經緯度：
北緯 度 分 秒、東經 度 分 秒
 5. 施放氣球之數目及施放間隔：共___顆；每隔___分鐘施放___顆
 6. 施放最大高度：自地面起算___公尺
 7. 氣球飄移範圍半徑：___公里
 8. 氣球上升速率：每分鐘___公尺
 9. 氣球施放後爆炸高度：自地面起算___公尺
 10. 氣球顏色：
 11. 氣球之分類：重量___公克；直徑___公尺
 12. 施放現場聯絡人員及電話：

註：函文日期、檢附表格及內容以交通部民用航空局最新規定為準

(二) 工作方法

預計於 2014 年 10 月及 2015 年 1 月、4 月、7 月指定日期連續七天，觀測天氣個案中的清晨 (04:00-06:00) 與中午 (12:00-14:00) 之高空氣象剖面情況，作為該地區大氣剖面資料之參考。觀測方法係透過 Vaisala GPS 風導氣球探空系統進行溫度、相對濕度、氣壓、風速、風向等參數之大氣剖面資料收集，每一氣象要素皆為每秒取樣一次，透過無線電發射機傳送到地面接收主機接收處理，並產生相關數據檔案。

1. 作業前準備

除事前由景丰公司向民用航空局申請探空作業，每季探空作業前再知會民用航空局外，作業前將清點地面接收主機設備及測試、備料 (如：探空儀、200g 氣球含相關耗材、降落傘、氬氣鋼瓶與轉接頭)。

2. 現場勘查

於預計觀測日期前一天下午 (15:30-16:30) 到達本案指定施放探空地點與施測團隊人員及中油公司承辦人員會勘，並選定理想的觀測位置。

3. 實施探空作業

- (1) 施放日期—每季共計七天 (暫定 103 年 10 月、104 年 1 月、4 月、7 月，實際施放日期目前尚未確定)。
- (2) 施放時間—每天清晨 04:00~06:00 及中午 12:00~14:00。
- (3) 每天 04:00~06:00 及中午 12:00~14:00 前於現場觀測地點 (依施放整點時間至十五分鐘，如約 05:00~05:15 及 12:00~12:15 各一次)，執行地面作業準備 (架設 UHF 及 GPS 天線、接收主機、地面氣象觀測站包括校準風向南北向、系統連線後開機)、探空儀地面檢查作業、氣球充氣及將探空儀、降落傘與氣球綁牢，確認探空儀與地面 GPS 衛星訊後正常後升空。
- (4) 氣球升空同時確認地面氣象觀測資料是否自動輸入。
- (5) 確認升空後 300 秒後，地面接收機開始接收升空的探空儀資料。
- (6) 隨時注意升空過程中原始資料 (Raw) 以及格式化 (EDT) 資料是否接收正常，且氣球高度每過標準等壓面之後是否自動產生標準層資料。
- (7) 注意探空儀升空高度必須超過大氣氣壓 500 百帕以上 (若氣球爆破高度未達此要求，必須重新施放一顆升空)。

4. 將每次觀測收集完畢的探空資料檔案交由台灣大學專家學者進行分析。
 5. 任務結束復原現場。
 6. 於每次執行完畢探空氣象觀測後 1 個月內，觀測結果交由台大大氣科學系進行後續之數據整理分析，編撰該季觀測報告。並提供當季混合層高度資料，作為後續空氣污染模式模擬之輸入資料。
- (三) 監測結果須建立及編撰提供中油公司林園廠上述完整探空氣象觀測書面報告及電子檔資料。
- (四) 探空氣象觀測工作將由有經驗之學者專家（台大大氣系林博雄教授）主導該項工作，由實務經驗豐富之翰昇環境科技股份有限公司負責執行探空氣球施放作業，各項作業均符合相關法令規定。

2.4 空氣污染物排放量估算及模式模擬

一、模擬位址及區域範圍：台灣中油公司石化事業部林園石化廠及模式模擬規範所要求之模擬範圍。

二、模式模擬項目

(一) 高斯擴散模式 (ISCST3)：

以本計畫探空氣象資料觀測分析結果以及具代表性之林園鄰近地面氣象資料條件，以模式模擬分析本案原生性空氣污染物種：包括 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、NMHC 等污染物之擴散情形。模擬流程詳圖 2.4-1。

(二) 網格式 (TAQM)：

以本計畫探空氣象資料觀測分析結果以及蒐集分析具代表性之林園鄰近地面氣象資料條件，透過氣象網格式模擬基地附近區域網格式氣象場資料，另以空品網格式 TAQM 模擬三輕更新計畫營運期間臭氧、衍生性懸浮微粒 (PM₁₀、PM_{2.5}) 等污染物之最大濃度增量擴散情形。模擬流程詳圖 2.4-1。

三、檢核各項與原環說書及其 4 次變更內容對照表之空氣污染源排放條件之內容，彙整營運後之空氣品質模式模擬輸入條件資料及全廠各項空氣污染物排放量調查估算等資料，並經中油公司認可後使用。

- 四、模擬情境代表性篩選檢定及氣象資料，由本公司依據法規規定及專業經驗，選定適宜之模式設定條件。
- 五、依據環保署公告之空氣品質模式模擬規範，以高斯擴散模式、網格模式及其相關規定，辦理 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO_x、NO_x、NMHC、臭氧、衍生性懸浮微粒 (PM₁₀、PM_{2.5}) 之模擬工作，並針對三輕更新擴產計畫營運後排放量進行模擬推估並評估其對環境的可能影響，據以撰寫三輕更新擴產計畫營運一年空氣品質影響評估報告書。
- 六、上述模式模擬結果報告包括模擬結果分析說明及相關圖表、模式模擬規範之相關文件 (如模式輸入參數說明文件及電腦檔、模式輸出參數說明) 等，提供書面文件及電子檔供中油公司林園廠審核。

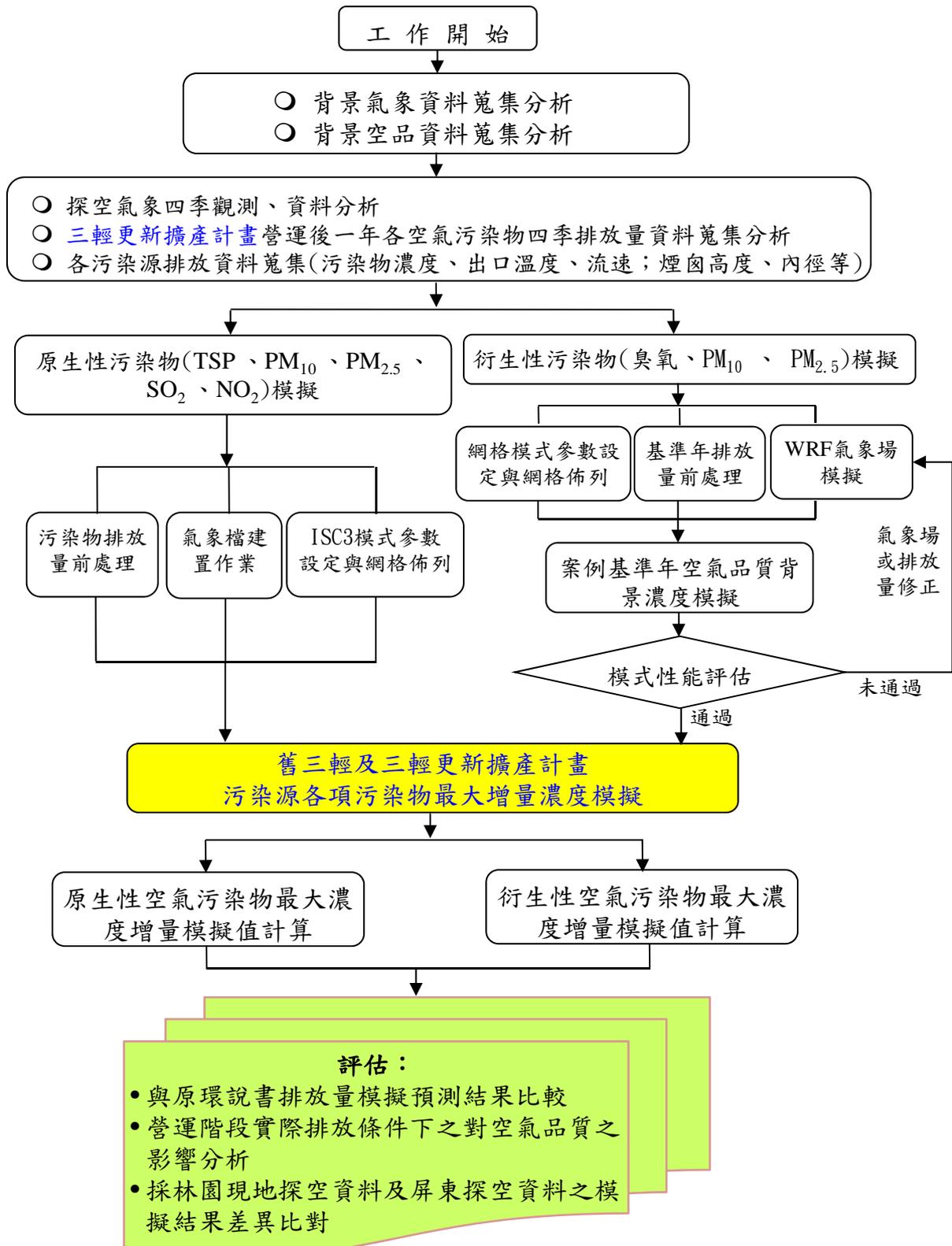


圖 2.4-1 本計畫模式模擬執行流程圖

第三章 工作成果

第三章 工作成果

3.1 全廠排放量彙整與比較

本計畫依中油公司提供之相關資料彙整全廠煙道及逸散性揮發性有機物之排放量，以利供本計畫後續之營運期間空氣污染影響模式模擬使用。

目前三輕更新擴產計畫營運後一年之空氣污染物排放量，已由中油林園廠營運單位提供完整四季（103年Q3、Q4及104年Q1、Q2）的資料。本計畫已彙整該四季的TSP、SO_x、NO_x及VOCs排放量，並與環評核可量（第四次變更內容對照表定稿本）進行比較，以瞭解目前排放量是否維持在環評核可範圍內，同時該排放數據也將作為後續章節模式模擬之輸入資料。

以下就煙道排放空氣污染物以及逸散性排放VOCs兩部分，分別於以下兩小節（3.1.1節及3.1.2節）中說明其污染物年總排放量彙整統計結果。

3.1.1 全廠煙道排放空氣污染物之年總排放量彙整統計

表3.1.1-1～表3.1.1-3係彙整「三輕更新擴產計畫環境影響說明書第四次變更內容對照表（定稿本），102年10月」環評變更最終所核定之全廠空氣污染物排放總量，以及本計畫營運階段第一季（103-Q3）、第二季（103Q4）、第三季（104-Q1）及第四季（104-Q2）各季排放量申報資料，所彙整新三輕營運一年後各煙道排放空氣污染物之年總排放量。

由表中可看出，就整廠而言，無論是TSP、SO_x、NO_x或VOCs，其年總排放量均遠低於環評核可量，皆可符合環評管制要求。

就各製程各項空氣污染物而言：

一、TSP 排放量：

以鍋爐#22、#19及M04第四輕油裂解工場的TSP排放量較大。各季排放總量，以第四季12.370公噸較高，第一季8.410公噸較低；四季排放總量為43.836公噸，仍遠低於環評核可量410.002公噸，僅佔核可量約10.7%。

二、SO_x 排放量：

以燃燒塔A201、A202及以鍋爐#19、#22的SO_x排放量較大。各季排放總量，以第一季304.455公噸較高，第四季168.882公噸較低；四季排放總量為952.162公噸，仍遠低於環評核可量3,398.040公噸，僅佔核可量約28.0%。

三、NO_x 排放量：

以 M33 新三輕組輕油裂解工場、M04 第四輕油裂解工場以及燃燒塔 A202 的 NO_x 排放量較大。各季排放總量，以第一季 510.815 公噸較高，第四季 409.555 公噸較低；四季排放總量為 1,843.879 公噸，仍低於環評核可量 4,040.989 公噸，佔核可量約 45.6%。

四、VOCs 排放量（管道排放部分）：

以 M33 新三輕組輕油裂解工場及 M04 第四輕油裂解工場的 VOCs 排放量較大。各季排放總量，以第一季 21.989 公噸較高，第四季 9.799 公噸較低；四季排放總量為 56.135 公噸，仍低於環評核可量 128.941 公噸，佔核可量約 43.5%。

此外，為瞭解更新後營運期間 PM₁₀ 及 PM_{2.5} 排放對空氣品質的影響，本計畫再進一步將報告中 TSP 排放量依美國環保署排放係數資料（webfile factors）及中油公司過去的檢測資料比例，推估 PM₁₀ 及 PM_{2.5} 的排放量，詳表 3.1.1-2。

表 3.1.1-1 三輕更新擴產計畫排放管道各空氣污染物排放環評核可量及營運後一年實際排放量彙整比較表

製程	爐體編號	環評核可年排放量 (公噸/年)				營運第一季				營運第二季				營運第三季				營運第四季				營運一年總計								
						103 年 Q3 季排放量 (公噸/季)				103 年 Q4 季排放量 (公噸/季)				104 年 Q1 季排放量 (公噸/季)				104 年 Q2 季排放量 (公噸/季)				103Q3~104Q2 年排放量(公噸/年) 以及佔環評核可量百分比(%)								
編號	名稱	TSP	SOx	NOx	VOCs	TSP	SOx	NOx	VOCs	TSP	SOx	NOx	VOCs	TSP	SOx	NOx	VOCs	TSP	SOx	NOx	VOCs	TSP	百分比	SOx	百分比	NOx	百分比	VOCs	百分比	
M30	#27 鍋爐	E-070	58.678	209.563	180.748	20.956	0.487	26.416	23.983	3.476	1.531	19.685	14.149	1.094	0.748	20.290	16.886	0.534	1.121	16.020	13.817	0.267	3.887	7%	82.411	39%	68.835	38%	5.371	26%
M27	#26 鍋爐	E-060	63.820	251.480	180.750	7.300	1.970	1.407	25.280	1.518	0.987	12.690	28.376	0.705	0.496	31.166	32.583	1.417	0.504	23.035	22.765	1.440	3.957	6%	68.298	27%	109.004	60%	5.080	70%
M01	#19 鍋爐	F1901	101.210	875.890	314.770	10.110	1.777	33.366	47.963	2.471	1.064	52.891	54.183	0.760	2.044	35.963	30.453	1.460	2.206	22.449	30.855	1.575	7.091	7%	144.669	17%	163.454	52%	6.266	62%
M33	新三輕組輕油 裂解工場	F-1101	5.627	16.299	104.311	2.932	0.061	0.402	9.521	0.527	0.140	0.401	8.069	0.201	0.140	0.401	8.069	0.201	0.140	0.401	8.069	0.201	0.481	9%	1.605	10%	33.728	32%	1.130	39%
		F-1102	9.839	28.503	182.411	5.128	0.100	0.679	10.741	0.892	0.245	1.398	13.564	0.350	0.241	1.375	13.341	0.344	0.241	1.375	13.341	0.344	0.827	8%	4.827	17%	50.987	28%	1.930	38%
		F-1103	9.839	28.503	182.411	5.128	0.086	0.584	13.005	0.767	0.196	0.560	10.868	0.140	0.213	0.607	11.785	0.152	0.218	0.621	12.055	0.155	0.713	7%	2.372	8%	47.713	26%	1.214	24%
		F-1104	9.839	28.503	182.411	5.128	0.122	0.827	19.617	1.086	0.274	0.782	17.990	0.196	0.274	0.782	17.990	0.196	0.274	0.782	17.990	0.196	0.944	10%	3.173	11%	73.587	40%	1.674	33%
		F-1105	9.839	28.503	182.411	5.128	0.185	0.529	11.022	0.695	0.389	0.555	11.167	0.139	0.294	0.838	16.870	0.210	0.217	0.621	13.382	0.155	1.085	11%	2.543	9%	52.441	29%	1.199	23%
		F-1106	9.839	28.503	182.411	5.128	0.170	0.485	11.857	0.637	0.167	0.476	10.260	0.119	0.167	0.476	10.260	0.119	0.167	0.476	10.260	0.119	0.671	7%	1.913	7%	42.637	23%	0.994	19%
		F-1107	0.000	0.000	0.000	0.000	0.122	0.830	18.482	1.090	0.285	0.813	17.536	0.407	0.285	0.813	17.536	0.407	0.285	0.813	17.536	0.407	0.977	-	3.269	-	71.090	-	2.311	-
		F-1108	0.000	0.000	0.000	0.000	0.097	0.641	13.817	0.842	0.222	0.634	13.209	0.317	0.222	0.634	13.209	0.317	0.222	0.634	13.209	0.317	0.763	-	2.543	-	53.444	-	1.793	-
M04	第四輕油 裂解工場	F1101	0.911	7.831	97.613	1.553	0.500	2.379	19.147	0.328	0.500	2.379	19.147	0.238	0.181	1.549	23.745	0.258	0.181	1.549	23.745	0.258	1.362	150%	7.856	100%	85.784	88%	1.082	70%
		F1102	1.393	5.966	82.922	1.276	0.186	0.532	21.810	0.367	0.186	0.532	21.810	0.133	0.186	0.532	21.810	0.133	0.186	0.532	21.810	0.133	0.744	53%	2.128	36%	87.240	105%	0.766	60%
		F1103	1.393	5.966	82.922	1.276	0.164	0.470	15.862	0.324	0.164	0.470	15.862	0.235	0.164	0.470	15.862	0.235	0.164	0.470	15.862	0.235	0.656	47%	1.880	32%	63.448	77%	1.029	81%
		F1104	1.393	5.966	82.922	1.276	0.126	0.359	13.931	0.248	0.126	0.359	13.931	0.180	0.126	0.359	13.931	0.180	0.126	0.359	13.931	0.180	0.504	36%	1.436	24%	55.724	67%	0.788	62%
		F1105	1.393	5.966	82.922	1.276	0.483	0.919	21.805	0.317	0.483	0.919	21.805	0.345	0.312	0.892	21.160	0.335	0.312	0.892	21.160	0.335	1.590	114%	3.622	61%	85.930	104%	1.332	104%
		F1106	0.911	7.831	97.613	1.553	0.151	1.294	16.433	0.298	0.151	1.294	16.433	0.647	0.151	1.294	16.433	0.647	0.151	1.294	16.433	0.647	0.604	66%	5.176	66%	65.732	67%	2.239	144%
		F1107	0.911	7.831	97.613	1.276	0.136	1.163	16.715	0.268	0.136	1.163	16.715	0.485	0.136	1.163	16.715	0.485	0.136	1.163	16.715	0.485	0.544	60%	4.652	59%	66.860	68%	1.723	135%
		F1108	1.393	5.966	82.922	1.553	0.199	0.569	24.118	0.392	0.199	0.569	24.118	0.142	0.199	0.569	24.118	0.142	0.149	0.849	22.582	0.106	0.746	54%	2.556	43%	94.936	114%	0.782	50%
		F1109	1.393	5.966	82.922	1.276	0.120	0.687	12.334	0.237	0.120	0.687	12.334	0.172	0.120	0.687	12.334	0.172	0.120	0.687	12.334	0.172	0.480	34%	2.748	46%	49.336	59%	0.753	59%
		F1110	1.261	10.819	35.627	0.562	0.136	0.194	6.834	0.134	0.136	0.194	6.834	0.097	0.136	0.194	6.834	0.097	0.136	0.194	6.834	0.097	0.544	43%	0.776	7%	27.336	77%	0.425	76%
M08	芳二組第一轉 烷化工場	F4401-2	1.320	9.616	61.615	1.232	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%
M09	芳三組第二轉 烷化工場	M-6314	32.825	421.521	315.590	12.565	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%	
M14	廢棄物工場污 泥焚化爐	E-001/E-002	2.760	18.002	13.236	0.077	0.041	0.116	0.700	0.004	0.041	0.116	0.700	0.025	0.041	0.116	0.700	0.025	0.357	0.076	1.171	0.023	0.480	17%	0.424	2%	3.271	25%	0.077	100%
M15	廢棄物工場廢 鹼氧化裝置 WAO	V-1181A/B	0.036	1.140	0.272	0.000	0.006	0.207	0.006	0.000	0.006	0.207	0.006	0.000	0.006	0.207	0.006	0.000	0.006	0.207	0.006	0.000	0.024	67%	0.828	73%	0.024	9%	0.000	0%
M16	#22 鍋爐	E-065	67.133	455.544	272.527	8.300	0.961	70.489	23.029	1.265	3.552	36.366	16.412	2.537	4.832	27.158	22.632	3.451	4.733	35.494	21.867	0.211	14.078	21%	169.507	37%	83.94	31%	7.464	90%
M34	新三輕組汽油 氫化工場	F1921	0.175	0.506	3.235	0.036	0.003	0.018	0.215	0.005	0.003	0.018	0.215	0.002	0.003	0.018	0.215	0.002	0.003	0.018	0.215	0.002	0.012	7%	0.072	14%	0.860	27%	0.011	31%
		F1922	0.114	0.329	2.107	0.023	0.002	0.006	0.128	0.003	0.002	0.006	0.128	0.001	0.002	0.006	0.128	0.001	0.002	0.006	0.128	0.001	0.008	7%	0.024	7%	0.512	24%	0.006	26%
M19	汽油氫化區	F4201	0.066	0.660	4.539	0.061	0.010	0.028	0.848	0.010	0.010	0.028	0.848	0.017	0.010	0.028	0.848	0.017	0.010	0.028	0.848	0.017	0.040	61%	0.112	17%	3.392	75%	0.061	100%
M24	芳二組第一吸 附分離工場	F4502-3	0.869	3.710	57.233	2.864	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%	0	0%
		F4601	9.996	118.257	171.850	1.765	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%	0	0%
M25	芳二組第二吸 附分離工場	F4552-3	1.657	77.391	85.363	1.734	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%	0	0%
		F4651	2.132	90.077	88.339	1.563	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%	0	0%
	A201 廢氣燃 燒塔(南區)	A201	0.012	210.759	148.077	6.270	0.003	52.690	37.019	2.808	0.003	52.690	37.019	0.131	0.001	19.568	13.749	0.582	0.001	20.032	14.074	0.596	0.008	67%	144.980	69%	101.861	69%	4.117	66%
	A202 廢氣燃 燒塔(北區)	A202	0.024	424.675	298.372	12.634	0.006	106.169	74.593	0.980	0.006	106.169	74.593	1.353	0.002	35.619	25.026	1.060	0.002	37.805	26.561	1.125	0.016	67%	285.762	67%	200.773	67%	4.518	36%
合計			410.002	3398.040	4040.989	128.941	8.410	304.455	510.815	21.989	11.324	295.051	498.281	11.168	11.732	183.774	425.228	13.179	12.370											

表 3.1.1-2 三輕更新擴產計畫排放管道 TSP 排放環評核可量及營運後一年 TSP、PM₁₀ 及 PM_{2.5} 實際排放量彙整比較表

製程		爐體編號	使用燃料	環評核可年排放量 (公噸/年)			營運第一季			營運第二季			營運第三季			營運第四季			營運一年總計						
							103 年 Q3 排放量 (公噸/季)			103 年 Q4 排放量 (公噸/季)			104 年 Q1 排放量 (公噸/季)			104 年 Q2 排放量 (公噸/季)			103Q3~104Q2 總排放量(公噸/年) 以及佔環評核可量百分比(%)						
編號	名稱			TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	TSP	百分比	PM ₁₀	百分比	PM _{2.5}	百分比	
M30	#27 鍋爐	E-070	燃油	58.678	-	-	0.487	0.419	0.151	1.531	1.317	0.475	0.748	0.643	0.232	1.121	0.964	0.348	3.887	7%	3.343	-	1.205	-	
M27	#26 鍋爐	E-060	燃油	63.820	-	-	1.970	1.694	0.611	0.987	0.849	0.306	0.496	0.427	0.154	0.504	0.433	0.156	3.957	6%	3.403	-	1.227	-	
M01	#19 鍋爐	F1901	燃油	101.210	-	-	1.777	1.528	0.551	1.064	0.915	0.330	2.044	1.758	0.634	2.206	1.897	0.684	7.091	7%	6.098	-	2.198	-	
M33	新三輕組輕油 裂解工場	F-1101	燃料氣	5.627	-	-	0.061	0.028	0.027	0.140	0.064	0.063	0.140	0.120	0.043	0.140	0.120	0.043	0.481	9%	0.333	-	0.177	-	
		F-1102		9.839	-	-	0.100	0.046	0.045	0.245	0.113	0.110	0.241	0.207	0.075	0.241	0.207	0.075	0.827	8%	0.573	-	0.305	-	
		F-1103		9.839	-	-	0.086	0.040	0.039	0.196	0.090	0.088	0.213	0.183	0.066	0.218	0.187	0.068	0.713	7%	0.500	-	0.261	-	
		F-1104		9.839	-	-	0.122	0.056	0.055	0.274	0.126	0.123	0.274	0.236	0.085	0.274	0.236	0.085	0.944	10%	0.653	-	0.348	-	
		F-1105		9.839	-	-	0.185	0.085	0.083	0.389	0.179	0.175	0.294	0.253	0.091	0.217	0.187	0.067	1.085	11%	0.704	-	0.417	-	
		F-1106		9.839	-	-	0.170	0.078	0.077	0.167	0.077	0.075	0.167	0.144	0.052	0.167	0.144	0.052	0.671	7%	0.442	-	0.255	-	
		F-1107		0.000	-	-	0.122	0.056	0.055	0.285	0.131	0.128	0.285	0.245	0.088	0.285	0.245	0.088	0.977	-	0.677	-	0.360	-	
		F-1108		0.000	-	-	0.097	0.045	0.044	0.222	0.102	0.100	0.222	0.191	0.069	0.222	0.191	0.069	0.763	-	0.529	-	0.281	-	
M04	第四輕油 裂解工場	F1101	燃料氣	0.911	-	-	0.500	0.230	0.225	0.500	0.230	0.225	0.181	0.156	0.056	0.181	0.156	0.056	1.362	150%	0.771	-	0.562	-	
		F1102		1.393	-	-	0.186	0.086	0.084	0.186	0.086	0.084	0.186	0.160	0.058	0.186	0.160	0.058	0.744	53%	0.491	-	0.283	-	
		F1103		1.393	-	-	0.164	0.075	0.074	0.164	0.075	0.074	0.164	0.141	0.051	0.164	0.141	0.051	0.656	47%	0.433	-	0.249	-	
		F1104		1.393	-	-	0.126	0.058	0.057	0.126	0.058	0.057	0.126	0.108	0.039	0.126	0.108	0.039	0.504	36%	0.333	-	0.192	-	
		F1105		1.393	-	-	0.483	0.222	0.217	0.483	0.222	0.217	0.312	0.268	0.097	0.312	0.268	0.097	1.590	114%	0.981	-	0.628	-	
		F1106		0.911	-	-	0.151	0.069	0.068	0.151	0.069	0.068	0.151	0.130	0.047	0.151	0.130	0.047	0.604	66%	0.399	-	0.230	-	
		F1107		0.911	-	-	0.136	0.063	0.061	0.136	0.063	0.061	0.136	0.117	0.042	0.136	0.117	0.042	0.544	60%	0.359	-	0.207	-	
		F1108		1.393	-	-	0.199	0.092	0.090	0.199	0.092	0.090	0.199	0.171	0.062	0.149	0.128	0.046	0.746	54%	0.482	-	0.287	-	
		F1109		1.393	-	-	0.120	0.055	0.054	0.120	0.055	0.054	0.120	0.103	0.037	0.120	0.103	0.037	0.480	34%	0.317	-	0.182	-	
		F1110		1.261	-	-	0.136	0.063	0.061	0.136	0.063	0.061	0.136	0.117	0.042	0.136	0.117	0.042	0.544	43%	0.359	-	0.207	-	
M08	芳二組第一轉 烷化工場	F4401-2	燃料氣	1.320	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	-	0.000	-	
M09	芳三組第二轉 烷化工場	M-6314	燃料氣/油 (56/44)	32.825	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	-	0.000	-	
M14	廢棄物工場污 泥焚化爐	E-001/E-002	燃油	2.760	-	-	0.041	0.035	0.013	0.041	0.035	0.013	0.041	0.035	0.013	0.357	0.307	0.111	0.480	17%	0.413	-	0.149	-	
M15	廢棄物工場廢 鹼氧化裝置 WAO	V-1181A/B	(用油替代)	0.036	-	-	0.006	0.005	0.002	0.006	0.005	0.002	0.006	0.005	0.002	0.006	0.005	0.002	0.024	67%	0.021	-	0.007	-	
M16	#22 鍋爐	E-065	燃油	67.133	-	-	0.961	0.826	0.298	3.552	3.055	1.101	4.832	4.156	1.498	4.733	4.070	1.467	14.078	21%	12.107	-	4.364	-	
M34	新三輕組汽油 氫化工場	F1921	燃料氣	0.175	-	-	0.003	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.003	0.003	0.001	0.003	0.003	0.001	0.012	7%	0.008	-	0.005	-	
		F1922	燃料氣	0.114	-	-	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.008	7%	0.005	-	0.003	-	
M19	汽油氫化區	F4201	燃料氣	0.066	-	-	0.010	0.005	0.005	0.010	0.005	0.005	0.010	0.009	0.003	0.010	0.009	0.003	0.040	61%	0.026	-	0.015	-	
M24	芳二組第一吸 附分離工場	F4502-3	燃料氣	0.869	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	-	0.000	-
		F4601	燃料氣/油 (49/51)	9.996	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	-	0.000	-
M25	芳二組第二吸 附分離工場	F4552-3	燃料氣/油	1.657	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	-	0.000	-
		F4651	(64/36)	2.132	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0%	0.000	-	0.000	-
	A201 廢氣燃 燒塔(南區)	A201	燃料氣	0.012	-	-	0.003	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.008	67%	0.004	-	0.003	-	
	A202 廢氣燃 燒塔(北區)	A202	燃料氣	0.024	-	-	0.006	0.003	0.003	0.006	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.016	67%	0.009	-	0.007	-	
合計				410.002	-	-	8.410	5.965	3.051	11.324	8.081	4.090	11.732	10.090	3.637	12.370	10.638	3.835	43.836	11%	34.775	-	14.613	-	

註：1. 標記顏色之煙囪(F-1107 及 F-1108)為備用煙囪，於環評核可排放量中無分配量，故無法計算營運一年排放量佔環評核可量之百分比。

2. PM₁₀ 及 PM_{2.5} 之排放量，係景丰公司根據 TSP 值以及參考美國環保署 webfile factors 以及中油公司以往檢測資料比例估算。

表 3.1.1-3 三輕更新擴產計畫營運後一年排放管道各污染物排放總量及環評核可量比對彙總表

製程 各污染物		環評核可之年排放量(公噸/年)				營運後一年之年排放量(公噸/年)							
		TSP	SOx	NOx	VOCs	TSP		SOx		NOx		VOCs	
						總量	佔環評核可量%	總量	佔環評核可量%	總量	佔環評核可量%	總量	佔環評核可量%
M30	#27 鍋爐	58.678	209.563	180.748	20.957	3.887	7%	82.411	39%	68.835	38%	5.371	26%
M27	#26 鍋爐	63.820	251.480	180.750	7.300	3.957	6%	68.298	27%	109.004	60%	5.080	70%
M01	#19 鍋爐	101.210	875.890	314.770	10.110	7.091	7%	144.669	17%	163.454	52%	6.266	62%
M33	新三輕組輕油裂解工場	54.823	158.812	1016.368	28.573	6.461	12%	22.245	14%	425.627	42%	12.245	43%
M04	第四輕油裂解工場	12.352	70.108	825.998	12.878	7.774	63%	32.830	47%	682.326	83%	10.919	85%
M19	四輕組汽油氫化區	0.066	0.660	4.539	0.061	0.040	61%	0.112	17%	3.392	75%	0.061	100%
M08	芳二組第一轉烷化工場	1.320	9.616	61.615	1.232	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%
M09	芳三組第二轉烷化工場	32.825	421.521	315.590	12.565	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%
M14	廢棄物工場污泥焚化爐	2.760	18.002	13.236	0.077	0.480	17%	0.424	2%	3.271	25%	0.077	100%
M15	廢棄物工場廢鹼氧化裝置 WAO	0.036	1.140	0.272	0.000	0.024	67%	0.828	73%	0.024	9%	0.000	—
M16	#22 鍋爐	67.133	455.544	272.527	8.300	14.078	21%	169.507	37%	83.940	31%	7.464	90%
M34	新三輕組汽油氫化工場	0.289	0.835	5.342	0.059	0.020	7%	0.096	11%	1.372	26%	0.017	29%
M24	芳二組第一吸附分離工場	10.865	121.967	229.083	4.629	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%
M25	芳二組第二吸附分離工場	3.789	167.468	173.702	3.297	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%	0.000	0%
A201	廢氣燃燒塔(南區)	0.012	210.759	148.077	6.270	0.008	67%	144.980	69%	101.861	69%	4.117	66%
A202	廢氣燃燒塔(北區)	0.024	424.675	298.372	12.634	0.016	67%	285.762	67%	200.773	67%	4.518	36%
合計		410.002	3398.040	4040.989	128.942	43.836	11%	952.162	28%	1843.879	46%	56.135	44%

註：表中環評核可量係根據「三輕更新擴產計畫環境影響說明書第四次變更內容對照表定稿本(102年10月)」，表 2.2-15。

3.1.2 全廠逸散性 VOCs 之年總排放量彙整統計

表 3.1.2-1 係彙整「三輕更新擴產計畫環境影響說明書第四次變更內容對照表（定稿本），102 年 10 月」環評變更最終所核可之全廠逸散性 VOCs 排放總量，以及本計畫營運階段第一季（103Q3）、第二季（103Q4）、第三季（104Q1）及第四季（104Q2）排放量申報資料，並彙總新三輕營運後一年全廠逸散性 VOCs 年總排放量。

由表 3.1.2-1 統計結果顯示，以製程區工場設備元件及儲槽區的 VOCs 逸散排放量較大。各季排放總量，以營運第三季（104 年 Q1）186.149 公噸較高，營運第四季（104 年 Q2）159.683 公噸較低；四季排放總量為 696.591 公噸，仍低於環評核可量 1,408.575 公噸，佔環評核可量約 49.5%。

表 3.1.2-1 三輕更新擴產計畫營運後一年逸散性 VOCs 排放總量及環評核可量比對彙總表

排放量		環評核可量 (公噸/年)	營運第一季	營運第二季	營運第三季	營運第四季	營運後一年
逸散性 VOCs 污染源	103 年 Q3 排放量 (公噸/季)		103 年 Q4 排放量 (公噸/季)	104 年 Q1 排放量 (公噸/季)	104 年 Q2 排放量 (公噸/季)	(103Q3-104Q2) 合計 (公噸/年)	
A.	製程區工場設備元件	994.882	115.796	91.229	106.984	87.982	401.991
B.	儲槽區	280.010	40.188	49.473	51.803	46.024	187.488
C.	油水分離設施及廢水處理場(M29)	21.765	2.339	1.612	1.300	1.383	6.634
D.	注油裝載	36.631	10.004	9.268	10.475	8.678	38.425
E.	冷卻水塔	75.287	15.601	15.249	15.587	15.616	62.053
A~E 項合計		1,408.575	183.928	166.831	186.149	159.683	696.591

註：表中環評核可量係根據「三輕更新擴產計畫環境影響說明書第四次變更內容對照表定稿本（102 年 10 月）」，表 2.2-15。

3.1.3 本節小結

經彙整「三輕更新擴產計畫環境影響說明書第四次變更內容對照表(定稿本)」,102年10月」環評變更最終所核可排放量,以及三輕更新計畫營運後一年,四季(103年Q3、Q4及104年Q1、Q2) TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO_x、NO_x、VOCs等各項污染物管道排放及全廠逸散性 VOCs 排放量,詳表 3.1.3-1。

根據表 3.1.3-1 各污染物排放總量比對結果得知,三輕更新擴產計畫營運一年後,各項污染物總排量均未超過環評核可量而仍在環評核可量的範圍內,且皆未達到核可量的 50%,顯示營運單位污染控制良好。其中以粒狀物(TSP、PM₁₀及 PM_{2.5}) 差額幅度較大,TSP 目前排放量較環評核可量低約 90%,SO_x 及 NO_x 目前排放量分別較環評核可量低約 72%及 54%,目前總 VOCs 排放量則較環評核可量低約 51%。

表 3.1.3-1 三輕更新擴產計畫環評核可量與營運後一年之全廠排放量變化差異比較

污染物種類	不同情境下全廠排放總量			排放總量變化	
	三輕更新擴產計畫 -環評核可量 (A)(公噸/年)	三輕更新擴產計畫 -營運後一年排放量 (B)(公噸/年)	B / A	B-A (公噸/年)	(B-A)/A
TSP	410.002	43.836	10.7%	-366.166	-89.31%
PM ₁₀ ^[註]	514.994	34.775	6.8%	-480.219	-93.25%
PM _{2.5} ^[註]	214.256	14.613	6.8%	-199.643	-93.18%
SO _x	3,398.040	952.162	28.0%	-2445.878	-71.98%
NO _x	4,040.989	1,843.879	45.6%	-2197.11	-54.37%
VOCs-管道	128.942	56.135	43.5%	-72.807	-56.46%
VOCs-逸散	1,408.575	696.591	49.5%	-711.984	-50.55%
總 VOCs	1,537.517	752.726	49.0%	-784.791	-51.04%

註:1. 表中 PM₁₀及 PM_{2.5}排放量皆為原生性,其排放量係參照環保署 SCC CODE 中各相關製程 PM_{2.5}與 TSP 排放係數比例,並配合環評核可量或本計畫營運後一年 TSP 年排放量所推估得到。

2. 其他污染物排放量係根據「三輕更新擴產計畫環境影響說明書第四次變更內容對照表定稿本(102年10月)」,表 2.2-15。

3.2 探空觀測實施計畫

本計畫於 103 年 10 月及 104 年 1 月、4 月、7 月，蒐集三輕更新計畫營運後一年之四季（每季 7 天，每天 2 次，共計 56 次）邊界層高度資料及邊界層內風速、風向資料。觀測地點經事先勘選後，選擇於中油三輕南方約 700 公尺，周遭空曠無阻礙之高雄市林園區「東汕、西汕、中汕、北汕里里民活動中心」（詳圖 3.2-1）進行施放，地址為高雄市林園區北汕二路 53 巷 35 號，WGS84 經緯度座標為北緯 22 度 28 分 52.0 秒，東經 120 度 24 分 29.6 秒。



註：該地點為高雄市林園區東汕、西汕、中汕、北汕里里民活動中心

圖 3.2-1 本計畫進行探空觀測地點

本計畫第一次觀測之日期為 103 年 10 月 21 日至 28 日（24 日因探空儀無法通過校驗，另以 28 日觀測資料取代，符合 7 天之要求），第二次觀測之日期為 104 年 1 月 20 日至 27 日（23 日因衛星訊號接收不良，無法進行觀測，另以 27 日觀測資料取代，符合 7 天之要求），第三次觀測之日期為 104 年 4 月 21 日至 27 日，第四次觀測之日期為 104 年 7 月 21 日至 30 日（24 日、26 日及 27 日因衛星訊號接收不良，無法進行觀測，另以 28 日至 30 日觀測資料取代，符合 7 天之要求）。每日施放之時間依據「台灣中油公司三輕更新擴產計畫環境影響說明書第二次變更內容對照表」於民國 101 年 10 月 23 日經行政院環保署專案小組審

查綜合討論中，龍委員世俊第 5 點建議：「請開發單位承諾在營運開始一年內，提出空氣品質影響評估之報告書，收集四季每季一星期或冬夏兩季每季兩星期之邊界層高度資料及邊界層內風速、風向資料（請查監資處以往資料，選擇邊界層最高及最低之時段測量），以及全年地面層氣象資料，再以這些實測資料推估空氣污染物之擴散及對環境之影響」。而經本公司發文環保署監資處詢問高雄市林園地區邊界層最高及最低高度發生時段後，確認環保署並無相關監測資料（詳附錄一），故依據龍委員之測量時段要求（選擇邊界層最高及最低之時段測量），本計畫選擇於每日 4:00 至 6:00、12:00 至 14:00 進行探空氣球施放。

本計畫歷次觀測之前皆依據交通部民用航空局於 102 年 8 月 2 日修正公布「交通部民用航空局對機場四周禁止施放有礙飛航安全物體實施要點」（詳附錄二）之規定，事先發文至交通部民用航空局進行探空氣球施放申請，此外，亦發文至高雄市林園區公所申請探空氣球施放場地之借用，上述相關函文詳附錄三。

由於本計畫觀測之地點為高雄市林園區「東汕、西汕、中汕、北汕里里民活動中心」，而該地點東北方約 24 公里處則有空軍屏東機場，該機場每日皆於 8:00 及 20:00 進行探空氣球施放。而台灣位於西太平洋邊緣，天氣型態主要受大陸及太平洋綜觀天氣系統主導，每次觀測之結果應與當時之綜觀天氣型態息息相關。因此以下將先針對本計畫歷次探空觀測期間之綜觀天氣型態進行背景說明，再將林園探空每日 5:00 之觀測結果與空軍屏東探空每日 8:00 之觀測結果進行比較分析，探討兩地觀測結果之差異，並探討分析林園探空每日 5:00 及 13:00 觀測結果與當日綜觀天氣型態之關聯性。

3.3 各次探空觀測結果說明

3.3.1 第一次探空觀測

觀測期間為 103 年 10 月 21 日至 28 日 (24 日因探空儀無法通過校驗，另以 28 日觀測資料取代，符合 7 天之要求)。

一、觀測期間綜觀天氣型態

103 年 10 月 21 日至 28 日(秋季期間)中央氣象局地面天氣圖詳圖 3.3.1-1，10 月 21 日中國大陸東北地區有一高壓，長江流域附近則有一冷鋒，台灣附近等壓線較稀疏，以東北風為主。10 月 22 日及 23 日，長江流域出現一分裂高壓，冷鋒則移至台灣東部海面，台灣附近主要受大陸高壓系統影響，等壓線較前一日為密，以北風及北北東風為主。10 月 25 日及 26 日高壓已移至韓國及日本附近，台灣附近無主要天氣系統，大都以偏北風為主。10 月 27 日及 28 日時台灣東北方外海出現一冷鋒，且中國大陸東北之高壓系統逐漸增強，台灣附近以東北風為主。一般而言秋季屬夏季轉變至冬季期間之季節，不同於夏季受西南氣流影響及冬季受東北季風影響之典型天氣型態，屬介於夏冬間之天氣型態，故整體而言本次觀測具秋季之代表性天氣型態，偶有受微弱東北風影響或無主要綜觀天氣系統影響之情況。

二、本次探空觀測結果說明

本計畫第一次觀測期間(103 年 10 月 21 日至 28 日)每次施放之記錄表、軌跡圖及照片詳附錄四。以下就「上午觀測結果」以及「中午觀測結果」，分別針對本次觀測有關氣溫垂直變化、風速風向垂直變化、相對濕度垂直變化、大氣壓力垂直變化等項目觀測結果進行說明。其中，上午觀測結果並與空軍屏東機場探空資料進行比對。

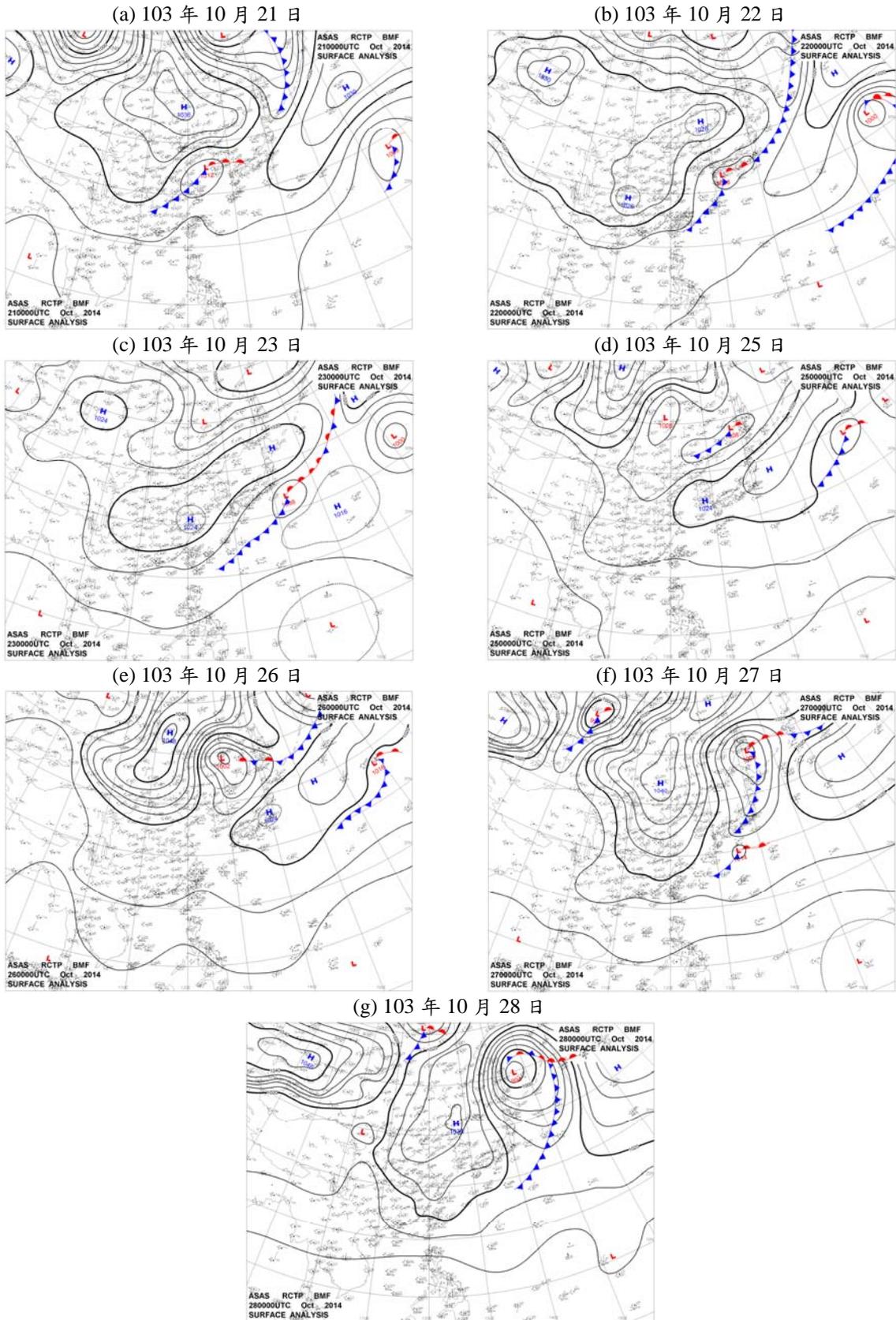


圖 3.3.1-1 第一次探空觀測期間 (103 年 10 月 21 日至 28 日)綜觀天氣圖

(一) 上午觀測結果

1. 氣溫觀測結果垂直變化

本計畫第一次觀測期間(103年10月21日至28日),每日早上5:00於林園探空觀測所得之氣溫垂直變化與空軍屏東機場每日早上8:00探空觀測所得之氣溫垂直變化比較,詳圖3.3.1-2。

10月21日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度125公尺以下及600公尺、1,250公尺、1,600公尺附近,皆有明顯地面逆溫現象。而根據同日早上8:00林園東北方約24公里處的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,與林園探空主要差異在於無地面逆溫現象,但有近地面逆溫,此外在1,700公尺附近有明顯逆溫。

10月22日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度100公尺以下及2,200公尺附近,有明顯地面逆溫現象。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,和林園探空的主要差異在於無地面逆溫,但有近地面逆溫。

10月23日早上5:00林園探空在高度800公尺附近有一均溫之中性層,其餘並無明顯逆溫現象。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,在800公尺附近(相對於林園的中性層)有一逆溫層,此外和林園探空主要差異在於1,400公尺附近有逆溫現象,林園探空則無此逆溫層。

10月25日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度125公尺以下及700公尺附近,地面逆溫現象明顯。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,和林園探空的差異主要在近地面及1,200公尺處有逆溫現象,且無地面逆溫。

10月26日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度175公尺以下及1,800公尺、2,500公尺附近,此次探空存在地面逆溫結構。同日早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,空軍屏東機場探空在高度200公尺及900公尺附近存在與林園差異較明顯的逆溫,且無地面逆溫現象。

10月27日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度75公尺以下及1,000公尺、1,200公尺、2,400公尺附近,地面逆溫結構較前幾日相對不明顯。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,空軍屏東機場探空在高度250公尺附近存在與林園差異較明顯的逆溫,其餘差

異不顯著。

10月28日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度150公尺以下及1,100公尺、1,400公尺、2,000公尺附近，此次探空存在地面逆溫結構。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，空軍屏東機場探空在近地面及高度800公尺附近有與林園差異較明顯的逆溫，且無地面逆溫。

綜合上述比較結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，除了因觀測位置以及觀測時間不同，使得日出前後地表加熱效應或造成近地面氣溫有所差異，或局部高度溫度有所差異外，兩地之氣溫垂直變化趨勢大致皆相近。兩地500公尺處差異在0.1至2.0°C之間、1,000公尺處差異在0.1至1.8°C之間、1,500公尺處差異在0.1至1.1°C之間。

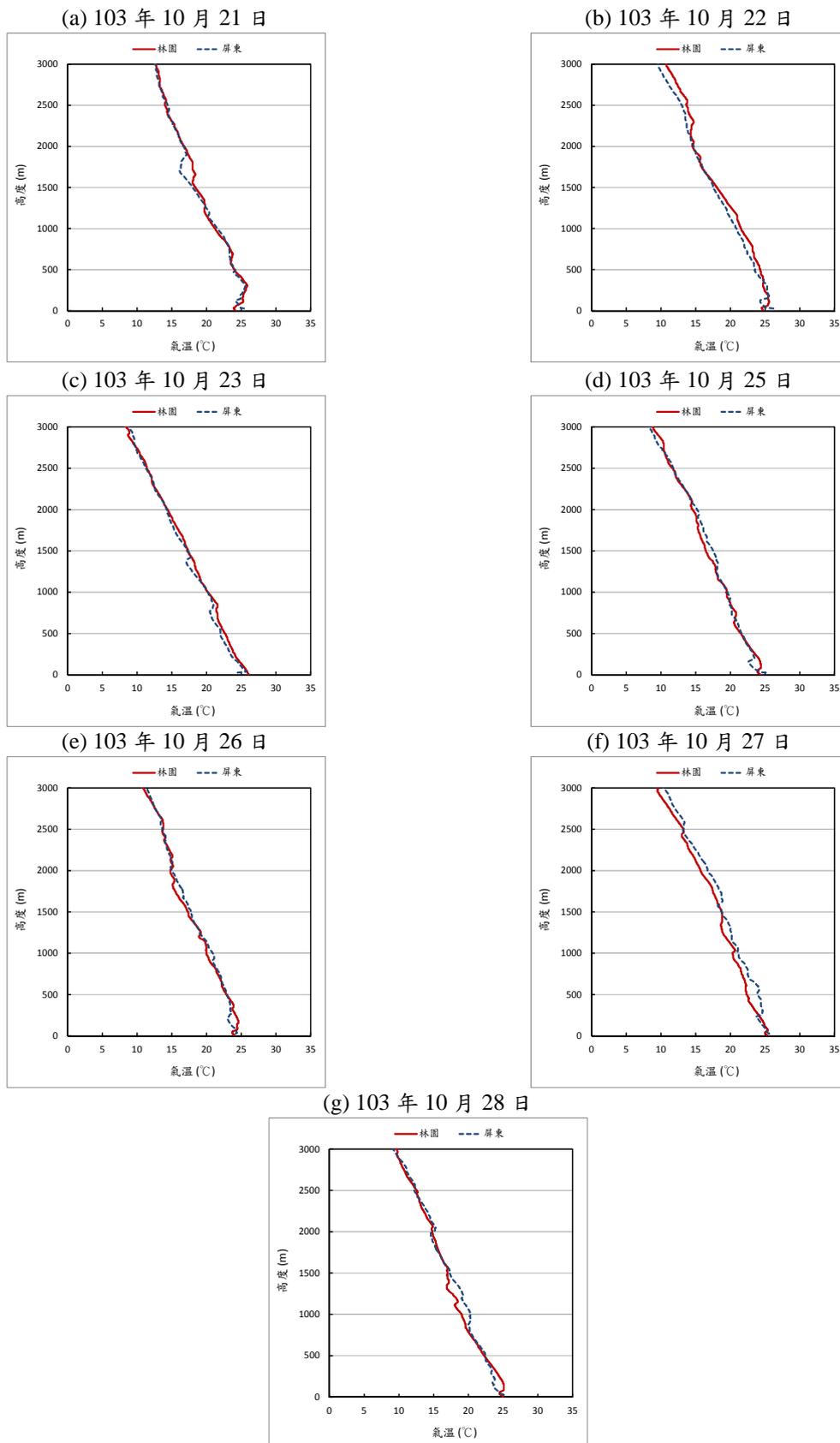


圖 3.3.1-2 第一次探空觀測期間 (103 年 10 月 21 日至 28 日)早上林園測站與屏東測站氣溫觀測結果垂直變化

2. 風速風向觀測結果垂直變化

本計畫第一次觀測期間(103年10月21日至28日),每日早上5:00於林園探空觀測所得之風速風向垂直變化與空軍屏東機場每日早上8:00探空觀測所得之風速風向垂直變化比較,詳圖3.3.1-3。

10月21日早上5:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,相對較大風速存在於1,600公尺高度處,風速為4.8 m/s。至於各高度風向結構,自近地面至700公尺之間,風向由東北風順轉至西北風;至900公尺再逆轉至西南風;再順轉至1,300公尺的北風及2,000公尺的東南風;2,000公尺以上,風向約在東南風至西南風之間變動。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,1,200公尺以下微偏北風,再逆轉至2,100公尺的南風;由於低層風向結構和林園有相當差異,但風速微弱,推測應是由於秋季期間風速較弱,造成當地風向容易受地形、海陸風等較局部因素影響,但大致而言仍與綜觀天氣系統所在位置吻合。

10月22日早上5:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,1,425公尺高度處之風速為相對最大,風速為6.7 m/s,175公尺及2300公尺高度處之風速為相對最弱,僅0.1 m/s及0.3 m/s。各高度上的風向結構顯示,自近地面至2,000公尺高度之間,風向出現一次完整的360度順轉變動;2,000公尺至2,600公尺之間,風向再順轉變動至西北風;2,600公尺以上,風向約在東南風至西南風之間變動。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,1,700公尺以下風向相對於林園變動範圍較小,風速較弱,此外2,000公尺以下,風向隨高度變動之趨勢與林園幾乎相反,此現象應與前一天類似,因秋季期間風速較弱,造成當地風向變化較大,但近地面風向大致上與綜觀天氣系統所在位置吻合。

10月23日早上5:00林園探空所得到各高度的風向結構顯示,近地面為偏西風,在200公尺以上逐漸逆轉至825公尺高度的東南東風;高度增高,風向先隨高度迅速順轉至1,450公尺高度處的東北風,再保持東北風至2,250公尺處,再隨高度增加逆轉為2,925公尺處的西南風。各高度上的風速結構顯示,在3,000公尺以下,當風向隨高度迅速轉變時,西風的出現均伴隨相對較弱風速,例如1,250公尺至1,275公尺之間及2,600公尺高度附近。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,除1,000公尺以下的風向與林園約有135度的差異,以及300公尺以下風速與林園差異較明顯外,大致上風速風向隨高度的變化趨勢相近。

10月25日早上5:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示，風速大致呈現多層增強減弱的結構，相對較大風速出現在1,900公尺處，約為3.9 m/s，近地面相對較強風速出現在100公尺高度處，風速為2 m/s。各高度上的風向結構顯示，1,575公尺以下，除325公尺至525公尺及725公尺至825公尺之間，風向多為東北至西北風，1,600公尺起向上逆轉至2,550公尺的北風。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，除了1,600公尺至2,500公尺間以及500公尺以下外，風向與林園探空差異不明顯；風速則在2,750公尺高度附近出現一強風速層。該次探空結果顯示，由於當時風速較弱，當地風向容易受地形、海陸風等較局部因素影響，變化較大，但近地面風向仍與綜觀天氣系統所在位置大致吻合，以偏東北風為主。

10月26日早上5:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示，雖有多層增強、減弱之結構，但風速大都偏弱，最大風速值出現在高度1,850公尺處，風速為4.7 m/s，最小風速值出現在500公尺處，風速為0.2 m/s；地面風速為2.3 m/s。各高度上的風向結構顯示，1,500公尺以下為東北至偏北風，1,525公尺至3,000公尺之間，呈現隨高度增高先瞬轉至東南風、再逆轉至東北風結構。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，2,000公尺以上的風向差異較大，風速則普遍弱於林園。至於林園與屏東之近地面風向部分，皆與綜觀天氣系統所在位置吻合，以偏北風為主。

10月27日早上5:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示，地面風速相對偏弱，約為2 m/s，風速隨高度逐漸增強，在150公尺至400公尺之間的風速達到5.4 m/s，為3,000公尺以下的最大值，高度升高至2,100公尺，風速出現相對較大的4.7 m/s；相對較弱風速則出現在1,350公尺及2,550公尺處。各高度上的風向結構顯示，1,325公尺以下為偏北風，1,350公尺以上轉為偏東至東北東風。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風向的差異性在近地面及2,400公尺以上較明顯，風速較林園則普遍略偏弱，此外近地面風向觀測結果與綜觀天氣系統所在位置吻合。

10月28日早上5:00林園探空所得到各高度的風向結構顯示，各層風向變動性明顯，由地面的東南風，先隨高度逆轉為350公尺處的偏東風，但於425公尺處出現淺薄（420公尺至450公尺）南風層，自500

公尺以上，風向由東風，持續順轉至東北風。各高度上的風速結構顯示，風速並未隨風向的劇烈改變而出現顯著差異性，大致而言，風速均微弱，僅在 2,800 公尺處出現相對較強的 4.3 m/s。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風向的顯著差異出現在約 1,000 公尺以下以及 2,000 公尺至 2,500 公尺，差異普遍大於 90 度；最大的風速差異出現於 2,300 公尺以上，尤其在 2,700 公尺高度處，風速差異大於 10 m/s。至於林園與屏東之近地面風向部分，皆與綜觀天氣系統所在位置吻合，以偏北風為主。

綜合上述分析結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，除了部分觀測因秋季期間風速較弱，偶有受局部效應（如地形或海陸風）影響，呈現與綜觀天氣形態不同之風向外，風向觀測結果在近地面處大致與綜觀天氣系統所在位置吻合。兩地 500 公尺處風速差異在 0.1 至 1.2 m/s 之間、1,000 公尺處風速差異在 0.5 至 3.0 m/s 之間、1,500 公尺處風速差異在 0.3 至 5.7 m/s 之間。

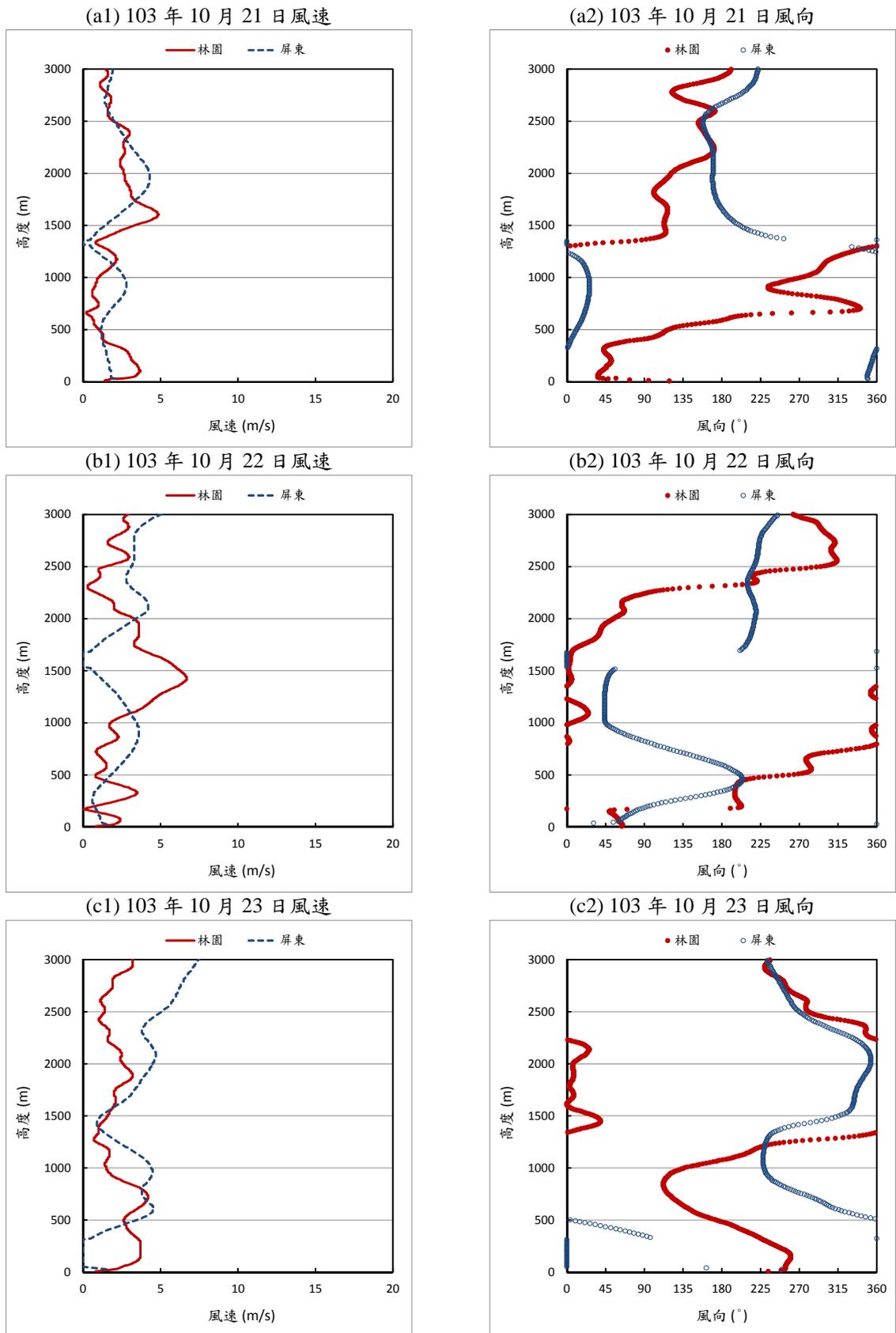


圖 3.3.1-3 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日)早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (1/3)

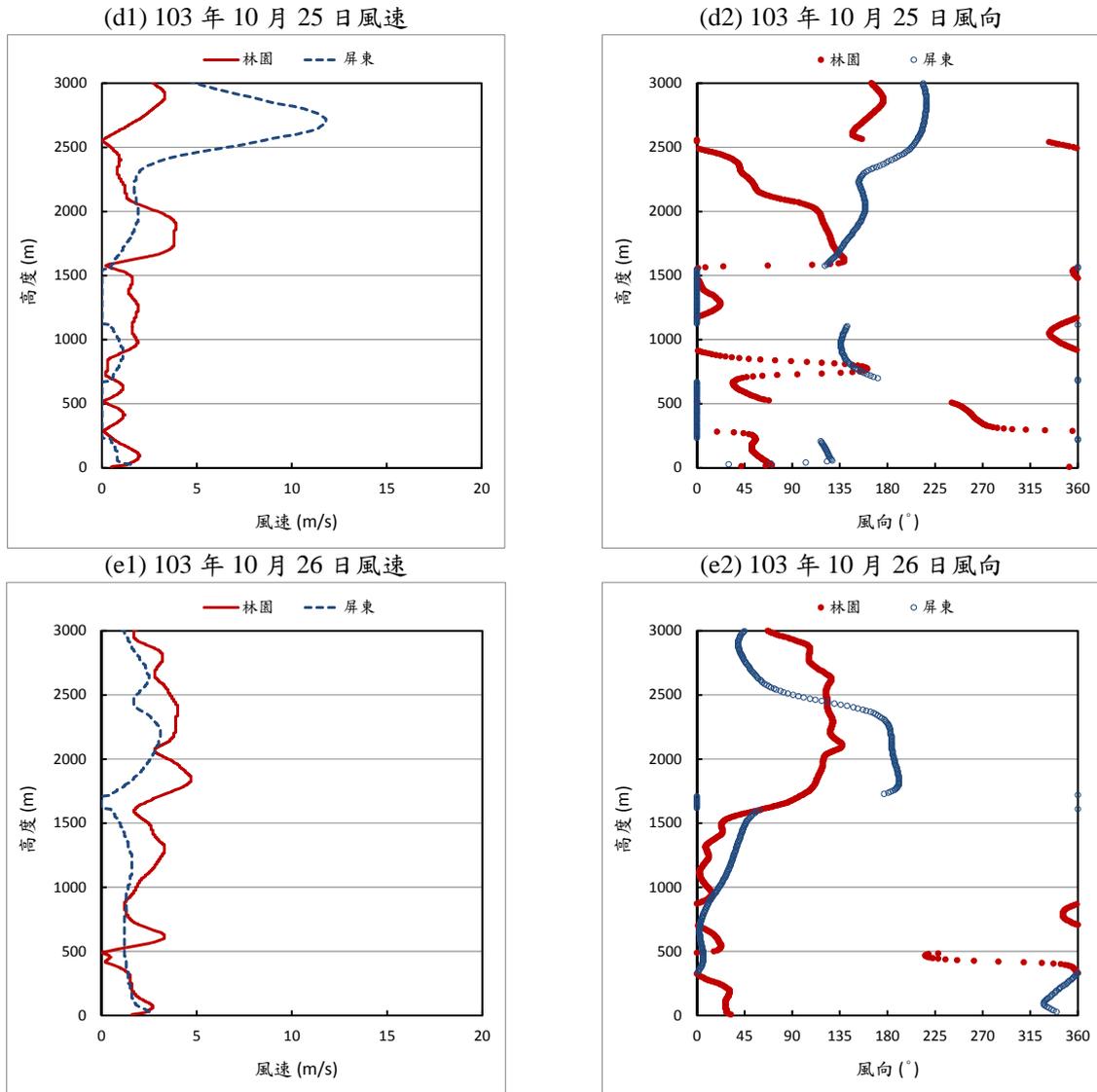


圖 3.3.1-3 第一次探空觀測期間 (103 年 10 月 21 日至 28 日)早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (2/3)

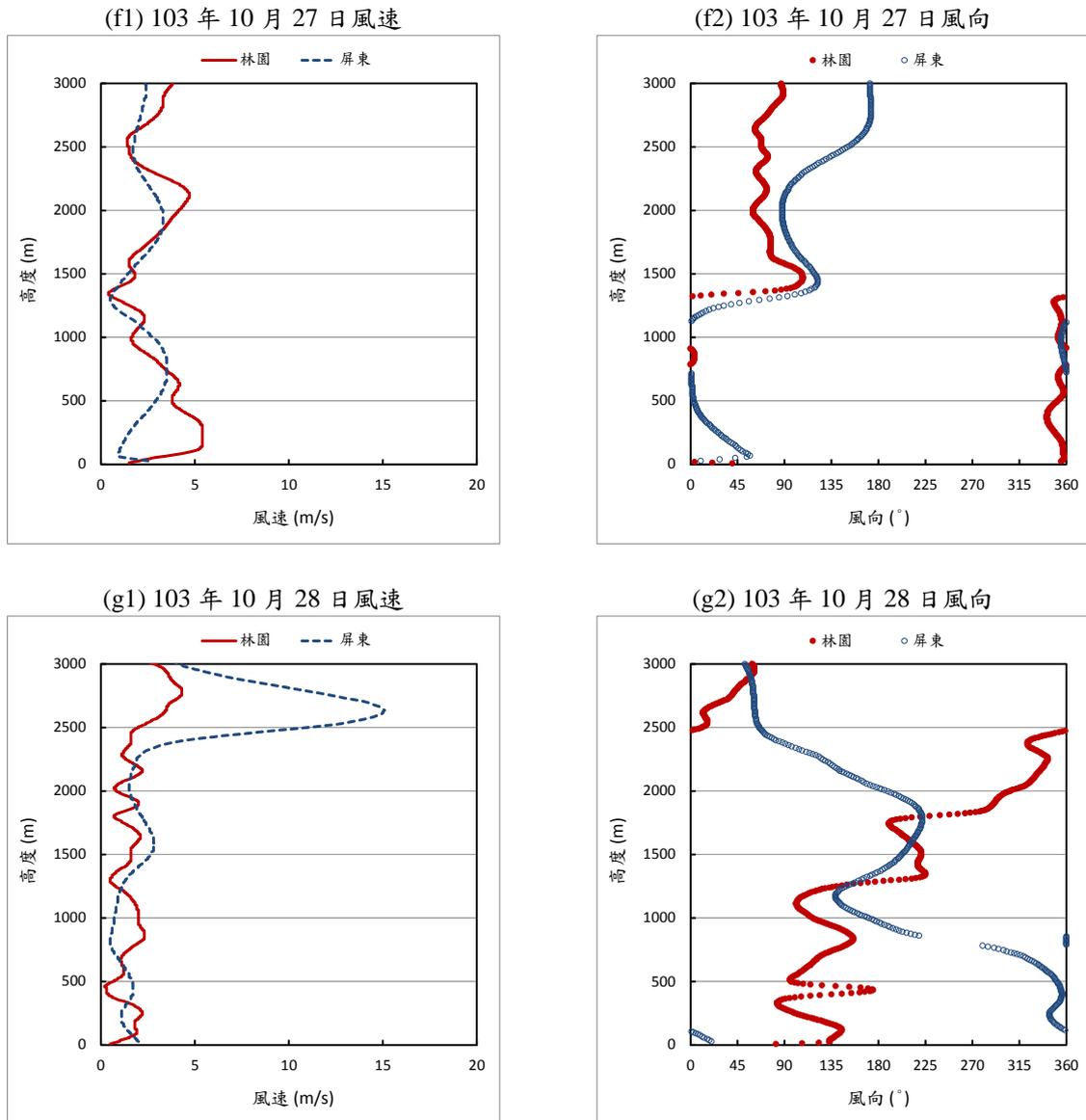


圖 3.3.1-3 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日)早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (3/3)

3. 相對濕度觀測結果垂直變化

本計畫第一次觀測期間(103年10月21日至28日),每日早上5:00於林園探空觀測所得之相對濕度垂直變化與空軍屏東機場每日早上8:00探空觀測所得之相對濕度垂直變化比較,詳圖3.3.1-4。

10月21日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,近地面、高度600公尺處、1,000公尺至1,250公尺及1,450公尺至1750公尺範圍內大於80%,250公尺至400公尺及2,500公尺以上則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,高度1,450公尺至1,850公尺範圍內大於80%,250公尺至400公尺、800公尺附近及2,450公尺以上則小於60%。

10月22日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度100公尺至450公尺及1,500公尺至2,100公尺範圍內大於80%,2,300公尺及2,800公尺附近則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,高度1,500公尺至2,000公尺及2,150公尺至2,300公尺範圍內大於80%,2,500公尺附近則小於60%。

10月23日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度100公尺至450公尺及1,100公尺以上大於80%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,高度800公尺以下、1,100公尺至1,400公尺及1,550公尺至2,900公尺範圍內大於80%。

10月25日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度1,000公尺以下、1,100公尺至1,200公尺、1,400公尺至2,000公尺及2,300公尺至2,750公尺範圍內大於80%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,高度600公尺以下、650公尺至900公尺、1,200公尺至1,300公尺及2,700公尺以上大於80%。

10月26日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度150公尺以下、250公尺至1,050公尺及1,450公尺附近大於80%,2,050公尺以上則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,高度250公尺以下大於80%,950公尺至1,150公尺及2,000公尺以上則小於60%。

10月27日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度600公尺以下、900公尺至1,000公尺及1,200公尺至1,400公尺範圍內大於80%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示,高

度 250 公尺以下大於 80%，500 公尺至 700 公尺、750 公尺至 900 公尺、1,000 公尺至 1,100 公尺、1,600 公尺至 2,300 公尺及 2,550 公尺附近則小於 60%。

10 月 28 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度 100 公尺以下、450 公尺至 1,150 公尺、1,200 公尺至 1,500 公尺及 1,600 公尺至 1,950 公尺範圍內大於 80%。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度 100 公尺附近、600 公尺至 850 公尺及 1,750 公尺附近大於 80%。

綜合上述分析結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，兩地相對濕度垂直變化趨勢大致相近。

4. 大氣壓力觀測結果垂直變化

本計畫第一次觀測期間(103 年 10 月 21 日至 28 日)，每日早上 5:00 於林園探空觀測所得之氣壓垂直變化與空軍屏東機場每日早上 8:00 探空觀測所得之氣壓垂直變化比較，詳圖 3.3.1-5。圖中顯示兩地觀測所得之氣壓垂直變化非常相似，皆隨高度遞減。

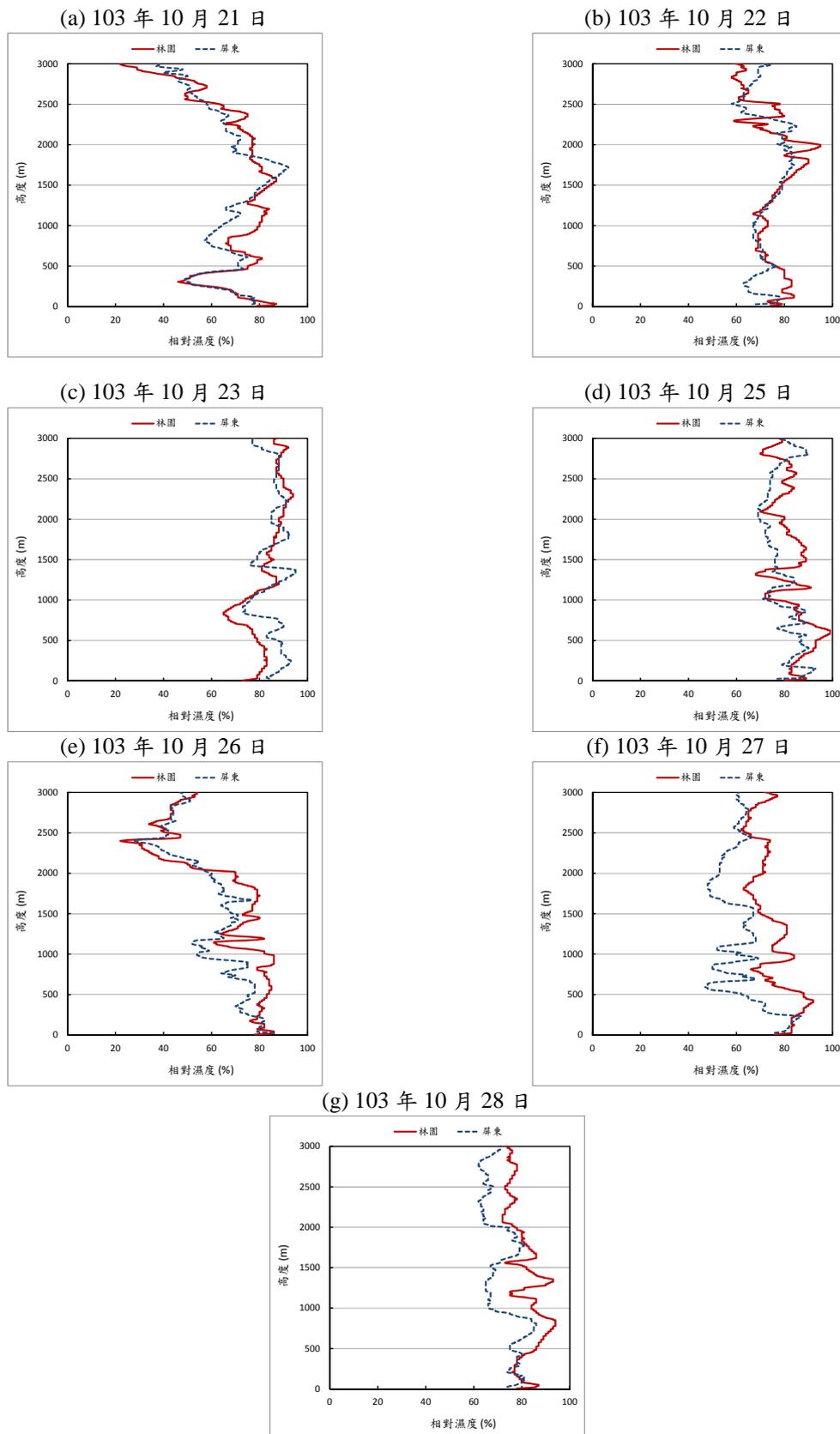


圖 3.3.1-4 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日)早上林園測站與屏東測站相對濕度觀測結果垂直變化

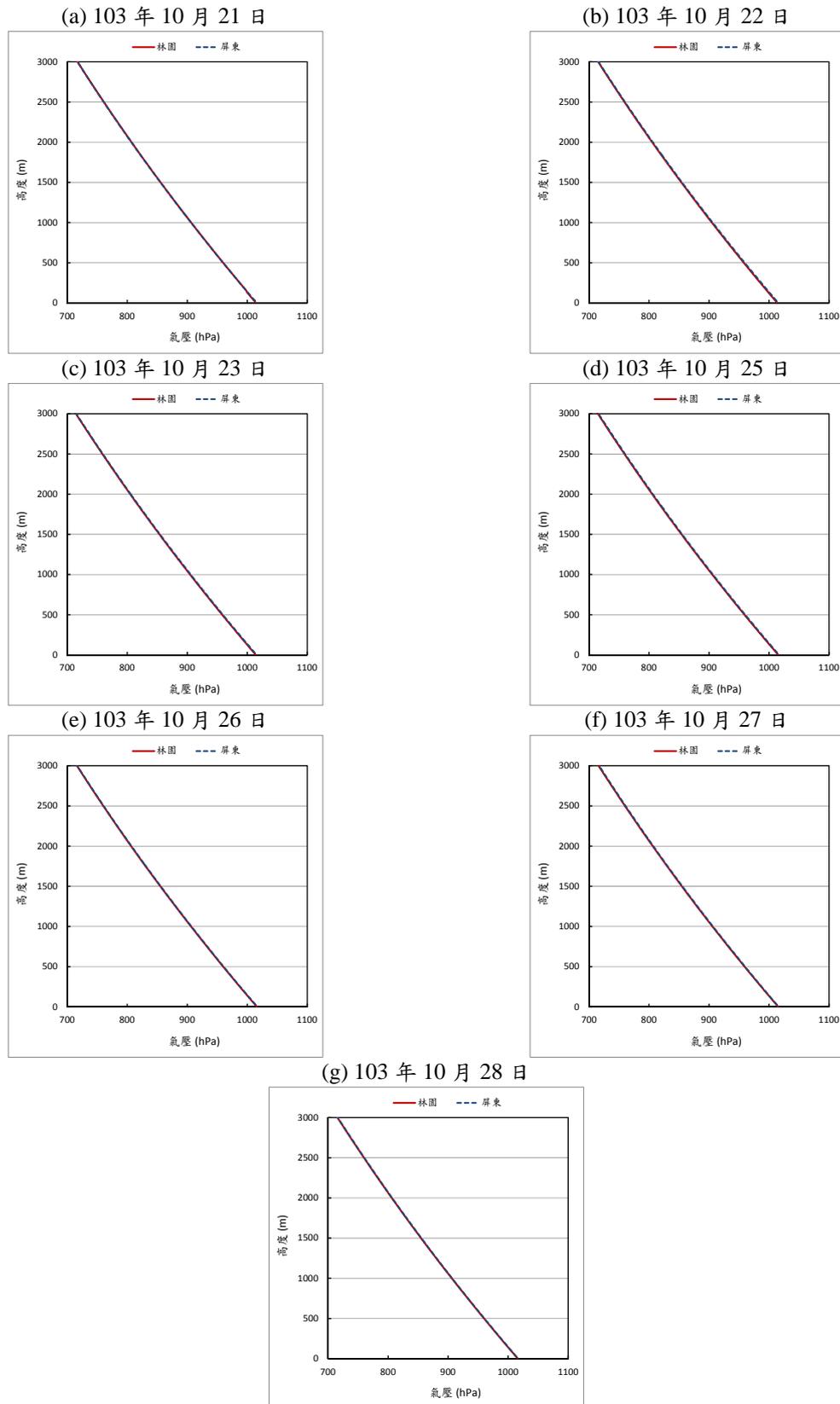


圖 3.3.1-5 第一次探空觀測期間 (103 年 10 月 21 日至 28 日)早上林園測站與屏東測站氣壓觀測結果垂直變化

(二) 中午觀測結果

1. 氣溫觀測結果垂直變化

本計畫第一次觀測期間(103年10月21日至28日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之氣溫垂直變化,詳圖3.3.1-6。

10月21日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度200公尺附近。清晨的地面逆溫結構消失,原因應是清晨至中午期間地表增溫 4.5°C (23.9°C 增至 28.4°C)所致。

10月22日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度100公尺、2,200公尺、2,900公尺附近。本次探空相較於清晨,在250公尺以下逆溫結構仍十分明顯,中午地面增溫(清晨 24.5°C 增至 28.2°C)致使原本清晨之逆溫層底稍有抬高,但可能仍不足以將此逆溫結構完全混合均勻。

10月23日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度1,200公尺附近,本日清晨及中午均無地面逆溫結構。

10月25日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度400公尺、1,700公尺、2,750公尺附近。清晨地面逆溫結構在地面氣溫增溫後已不存在。

10月26日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度150公尺以下以及1,300公尺、2,400公尺附近。地面氣溫由清晨的 23.8°C 增至 29.9°C ,增幅雖達 6.1°C ,但清晨近地面的逆溫結構至中午仍然存在,並未充分混合。

10月27日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度400公尺、2,100公尺附近。本日清晨及中午均無明顯地面逆溫結構。

10月28日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度2,200公尺、2,500公尺附近。清晨地面逆溫結構在地面氣溫增溫後(清晨 24.7°C 增至 28.7°C)已不存在。

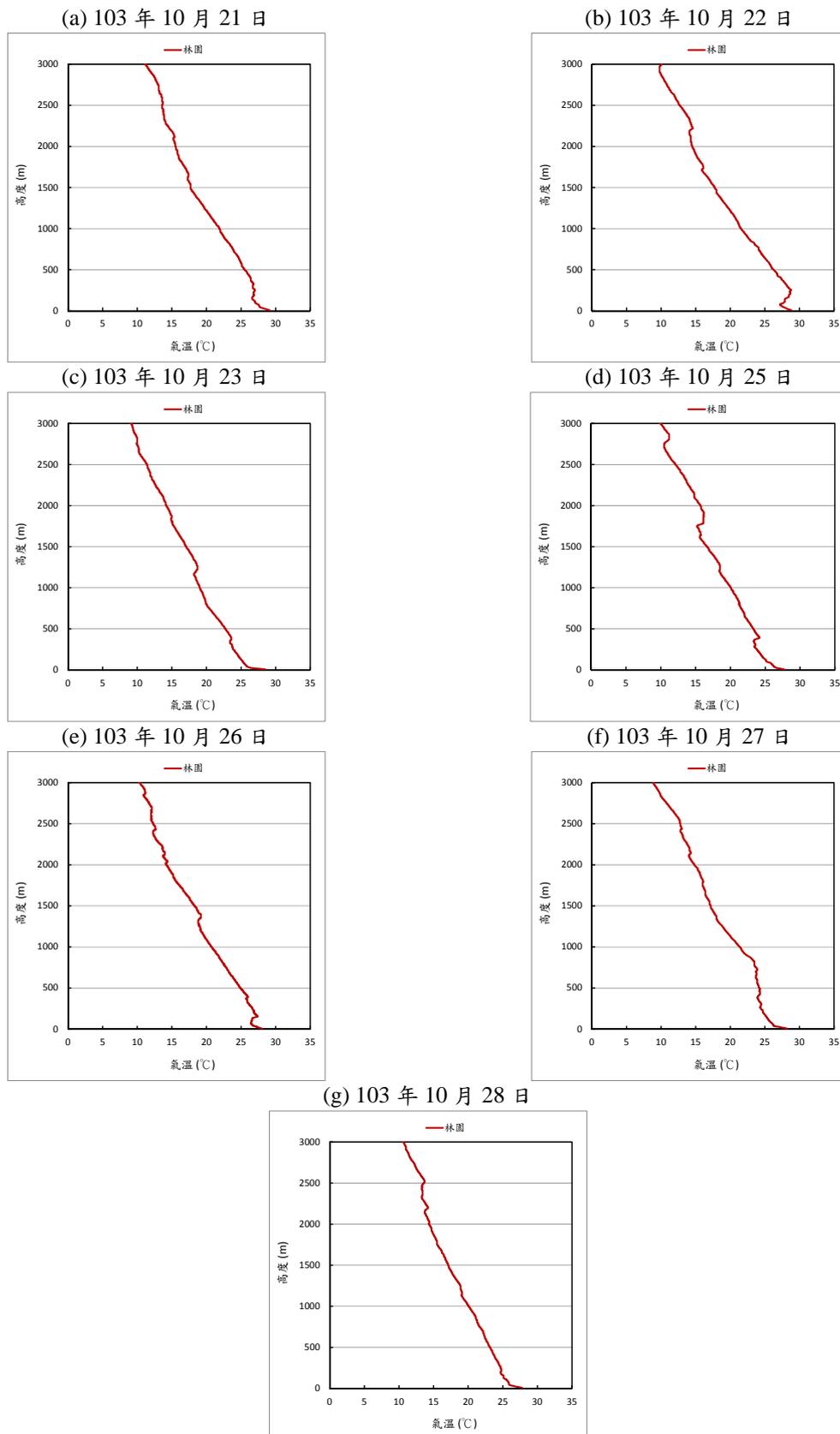


圖 3.3.1-6 第一次探空觀測期間 (103年10月21日至28日)中午林園測站
氣溫觀測結果垂直變化

2. 風速風向觀測結果垂直變化

本計畫第一次觀測期間(103年10月21日至28日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之風速風向垂直變化詳圖3.3.1-7。

10月21日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,相對較大風速層分別位於175公尺、875公尺及1,700公尺高度處,風速分別為5.1 m/s、2.8 m/s及3.6 m/s。各高度上的風向結構顯示,風向由近地面至500公尺處的西風,順轉為525公尺至1,275公尺處的北風,再迅速轉變為1,300公尺至2,175公尺處的東南東風,再向上順轉至3,000公尺處的西南風。

10月22日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,相對較大風速層分別位於100公尺、725公尺及2,125公尺高度處,風速分別達到相對較強的6.9 m/s、4.6 m/s、及4.4 m/s;100公尺高度的風速是3,000公尺以下最強風速,地面風速亦達4.4 m/s。各高度上的風向結構顯示,此次探空風向結構相當單純,大致由地面的偏西風,隨高度增高呈現逐漸順轉之型式,但在400公尺至2,500公尺之間,風向出現小幅度的短暫逆轉變動。

10月23日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,相對較大風速出現在325公尺及2,275公尺,風速分別達到6.6 m/s及4.4 m/s,相對較弱風速出現在1,275公尺的0.5 m/s。各高度上的風向結構顯示,近地面為隨高度順轉之西南風,在250公尺以上呈現隨高度逆轉的結構,至1350公尺轉變為西風;而在1,375公尺至1,975公尺之間風向隨高度順轉為北北西風,再隨高度逆轉至3,000公尺的西南風。

10月25日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,相對較大風速出現在100公尺及2,650公尺,風速分別達到6.4 m/s及5.7 m/s,相對較弱風速出現在675公尺的1.3 m/s;地面風速為4.6 m/s。各高度上的風向結構顯示,本次風向結構相當單純,由近地面的偏西風,隨高度升高逐漸順轉至3,000公尺高度處的偏西風。

10月26日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,相對較大風速出現在50公尺(近地面逆溫層底)、1,250公尺及2,150公尺,風速分別達到6.8 m/s、4.4 m/s及5.9 m/s,相對較弱風速出現在400公尺至825公尺及1,525公尺的2.1 m/s及1.4 m/s;地面風速為4.6 m/s。各高度上的風向結構顯示,大致呈現由地面向上順轉的結構,但在地面層、

1,350 公尺至 1,800 公尺、2,500 公尺至 2,950 公尺，有較大的擺動（約 30°）結構出現。

10 月 27 日中午 13:00 林園探空所得到各高度的風向結構顯示，地面層為偏西風，950 公尺高度以下風向為西至西南風，再隨高度增加轉變為偏東至東北風。各高度的風速結構顯示，相對較強風速位於 200 公尺及 1,775 公尺處的 6.2 m/s 及 5.9 m/s，而在上述風向呈現較明顯擺動的高度區間裡，為風速相對最弱，例如 1,000 公尺處，風速極微弱。

10 月 28 日中午 13:00 林園探空所得到各高度的風速結構顯示，近地面逆溫層下方的 125 公尺高度處，風速達此次探空在 3,000 公尺以下的最大值（7.14 m/s），此外地面風速為 4.8 m/s。各高度上的風向結構顯示，在地面至 500 公尺之間大致為偏西風，至 900 公尺以下已順轉為東北風，至 3,000 公尺以下為東北風至東南風。

由以上分析結果顯示，由於中午探空觀測時間為 13:00，處於海風最強之時間範圍內，故近地面風向觀測結果大都以偏西風或西南風為主，且近地面風速大都較清晨強，屬合理之觀測結果。

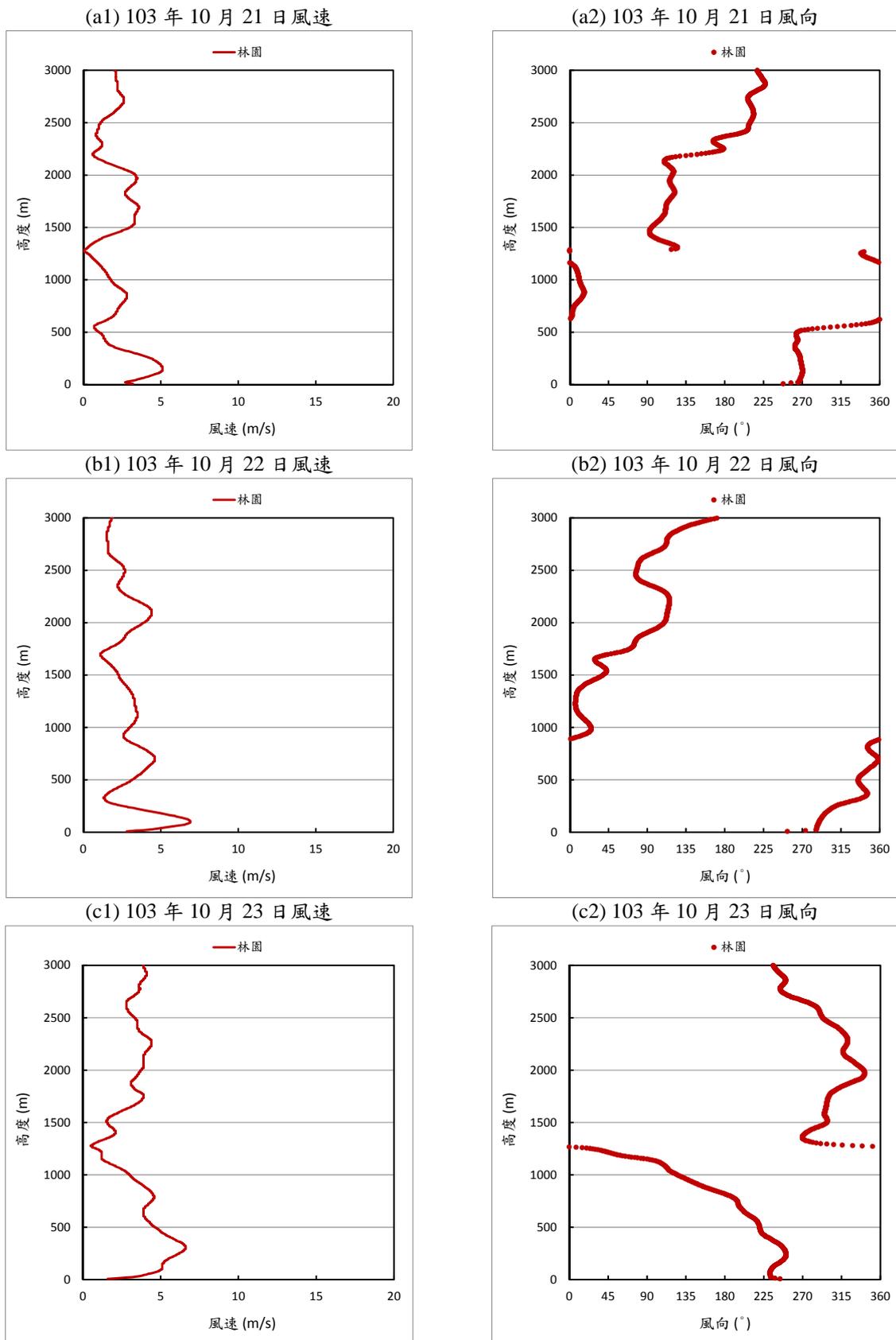


圖 3.3.1-7 第一次探空觀測期間 (103 年 10 月 21 日至 28 日) 中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (1/3)

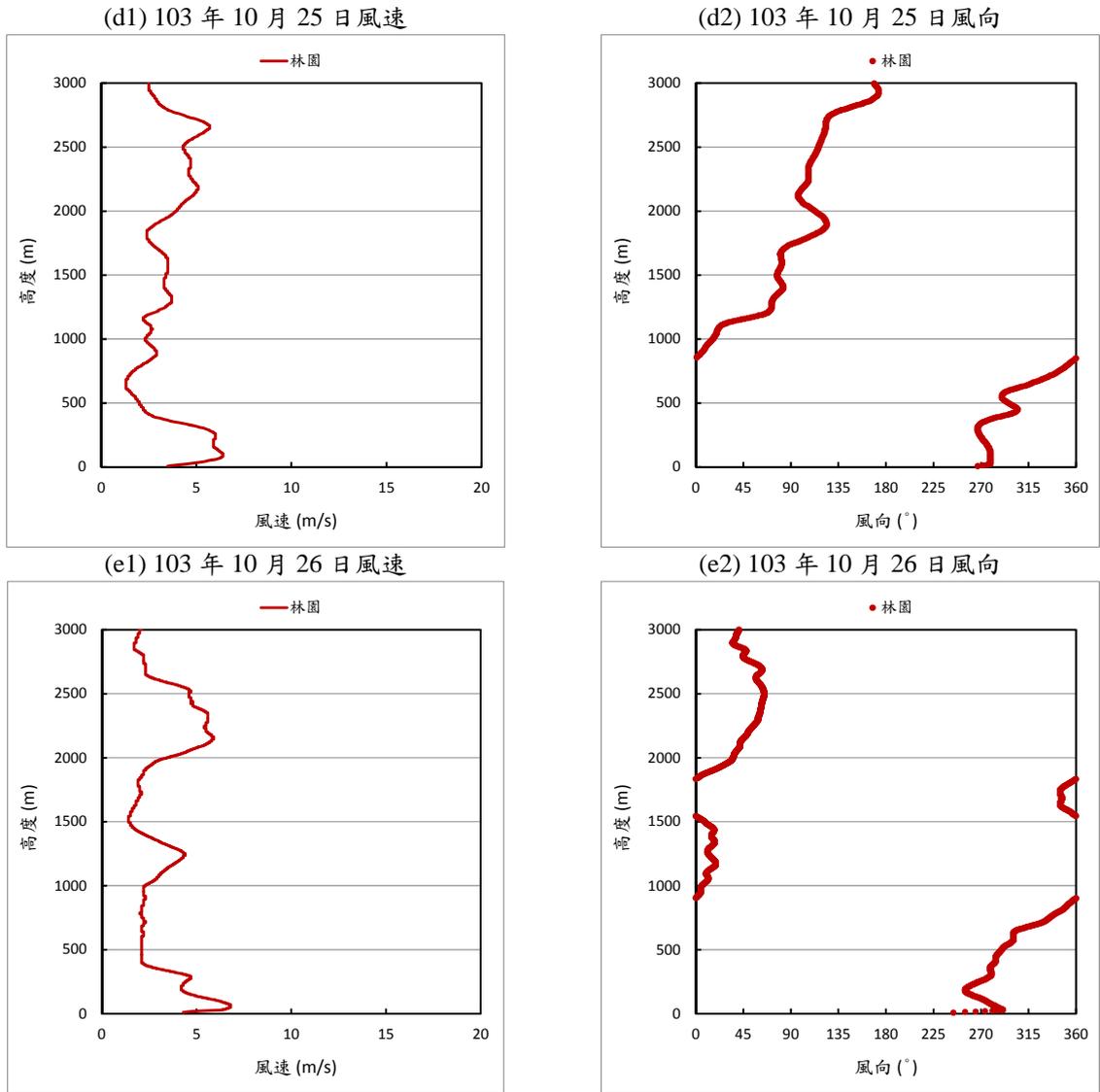


圖 3.3.1-7 第一次探空觀測期間 (103 年 10 月 21 日至 28 日)中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (2/3)

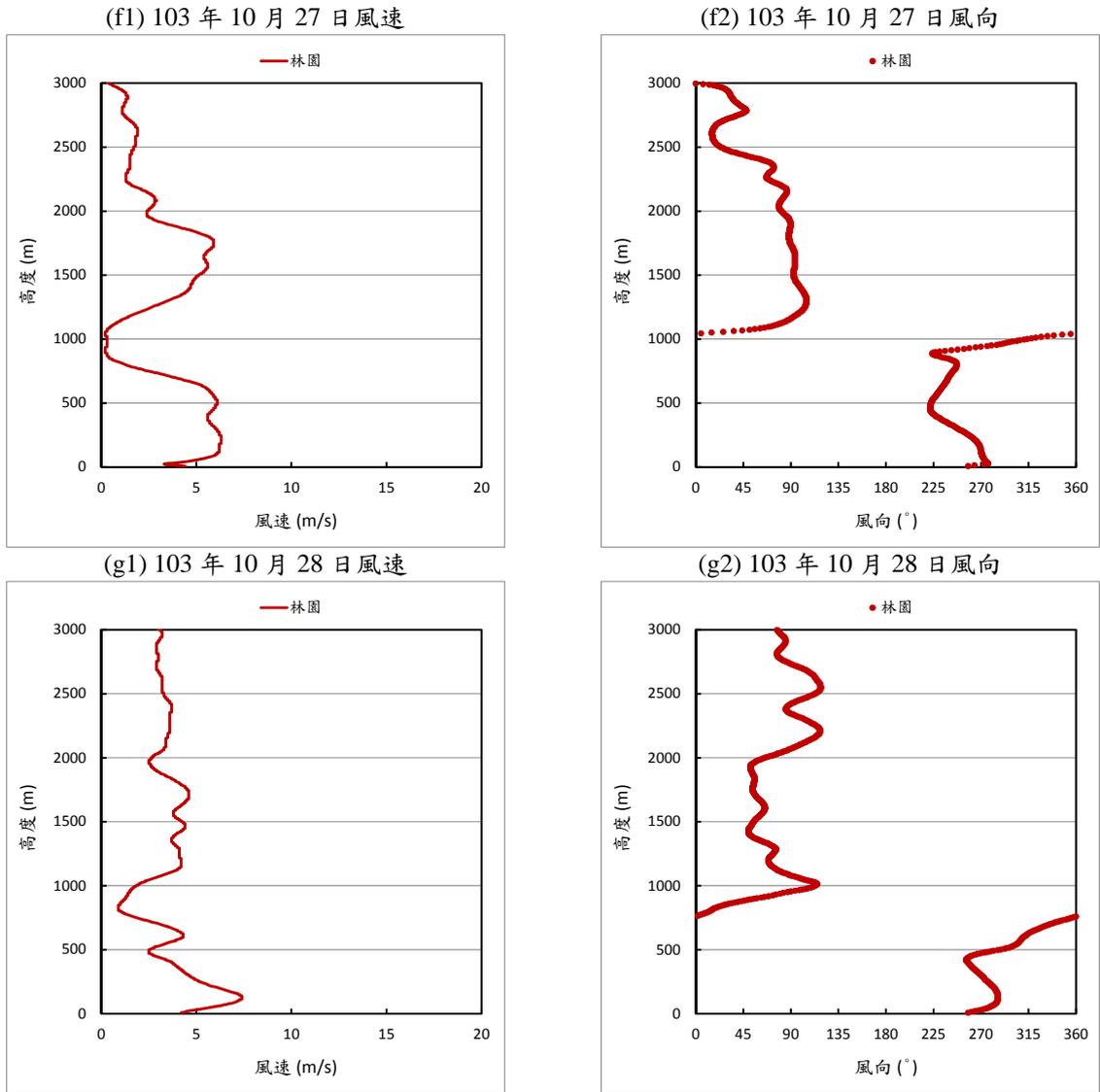


圖 3.3.1-7 第一次探空觀測期間 (103 年 10 月 21 日至 28 日)中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (3/3)

3. 相對濕度觀測結果垂直變化

本計畫第一次觀測期間(103年10月21日至28日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之相對濕度垂直變化,詳圖3.3.1-8。

10月21日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度1,300公尺至2,100公尺範圍內大於80%,200公尺至450公尺及2,550公尺以上則小於60%。

10月22日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度1,300公尺至2,250公尺及2,650公尺至2,950公尺範圍內大於80%,1950公尺附近有達到100%,150公尺至450公尺範圍內則小於60%。

10月23日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度500公尺以上大於80%,僅近地面有小於60%之情形。

10月25日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度50公尺至350公尺、450公尺至1,800公尺及2,750公尺附近大於80%。

10月26日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度750公尺至1,300公尺及2,300公尺至2,400公尺範圍內大於80%,150公尺至300公尺及2,450公尺以上則小於60%。

10月27日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度50公尺至400公尺及1,250公尺至1,900公尺範圍內大於80%,550公尺至1,000公尺及2,400公尺至2,700公尺範圍內則小於60%。

10月28日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度600公尺至2,000公尺範圍內大於80%。

4. 大氣壓力垂直變化

本計畫第一次觀測期間(103年10月21日至28日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之氣壓垂直變化,詳圖3.3.1-9。圖中顯示每日中午觀測所得之氣壓皆隨高度遞減。

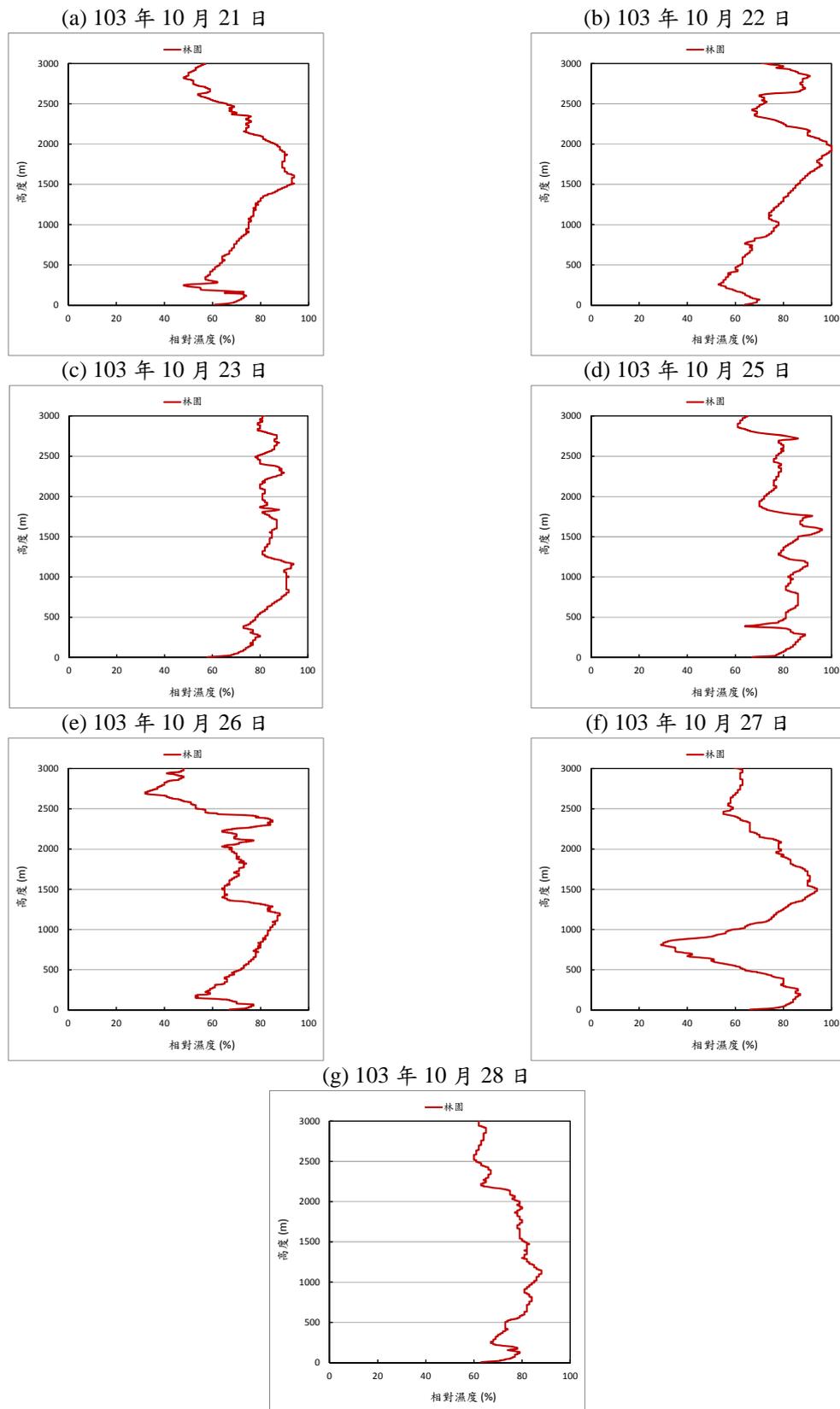


圖 3.3.1-8 第一次探空觀測期間 (103 年 10 月 21 日至 28 日)中午林園測站
相對濕度觀測結果垂直變化

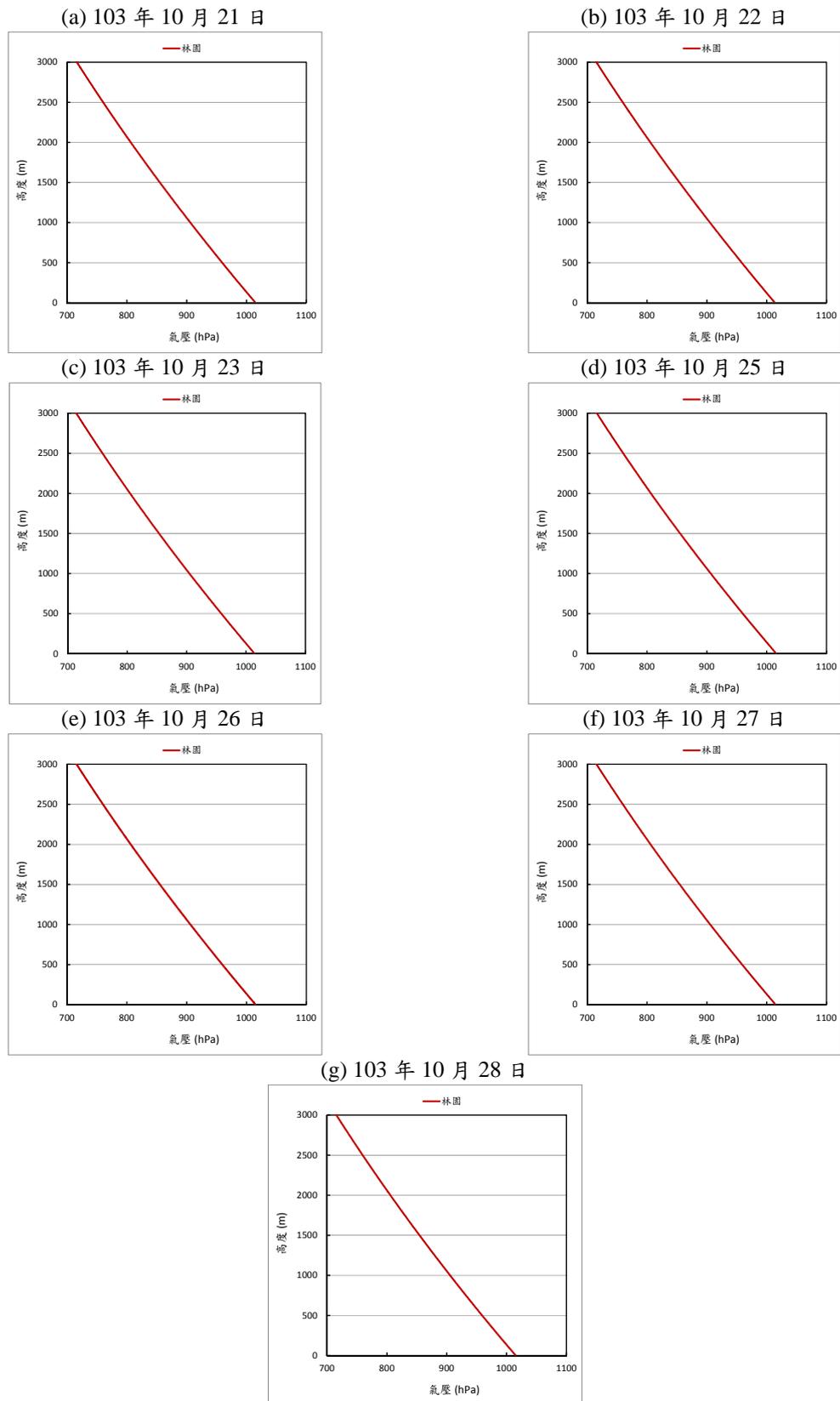


圖 3.3.1-9 第一次探空觀測期間 (103 年 10 月 21 日至 28 日)中午林園測站
氣壓觀測結果垂直變化

三、第一次觀測結果綜合摘要說明

1. 第一次觀測期間（秋季）台灣附近大部分時間無主要綜觀天氣系統，偶有大陸高壓系統或冷鋒對台灣造成影響，具秋季之代表性天氣型態。
2. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空溫度觀測比較結果顯示，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。兩地 500 公尺處差異在 0.1 至 2.0°C 之間、1,000 公尺處差異在 0.1 至 1.8°C 之間、1,500 公尺處差異在 0.1 至 1.1°C 之間。
3. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空風速風向觀測比較結果顯示，除了部分觀測因秋季期間風速較弱，偶有受局部效應（如地形或海陸風）影響，造成兩地風向差異較大，並呈現與綜觀天氣形態不同之風向外，風向觀測結果在近地面處大致與綜觀天氣系統所在位置吻合。兩地 500 公尺處風速差異在 0.1 m/s 至 1.2 m/s 之間、1,000 公尺處風速差異在 0.5 m/s 至 3.0 m/s 之間、1,500 公尺處風速差異在 0.3 m/s 至 5.7 m/s 之間。
4. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空相對濕度觀測比較結果顯示，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。
5. 每日 13:00 林園探空溫度觀測結果顯示，大部分清晨地面逆溫結構在中午時皆因地表增溫而不存在。
6. 每日 13:00 林園探空風速風向觀測結果顯示，中午期間因海陸溫差較大，處於海風最強之時間範圍內，故風速較清晨之觀測結果大，至於風向則大都以海風（偏西風或西南風）為主。

3.3.2 第二次探空觀測

觀測期間為 104 年 1 月 20 日至 27 日（23 日因衛星收訊不良，無法進行觀測，另以 27 日觀測資料取代，符合 7 天之要求）。

一、觀測期間綜觀天氣型態

104 年 1 月 20 日至 27 日（冬季期間）中央氣象局地面天氣圖詳圖 3.3.2-1，1 月 20 日台灣主要受北方高壓系統影響，此外菲律賓東方海面有一低壓存在，故台灣附近以偏東北風為主。1 月 21 日時韓國附近之高壓已東移至日本，長江出海口有冷鋒生成，原本位於菲律賓東方海面之低壓系統則移至台灣東南方海面，台灣附近以北風或西北風為主。1 月 22 日原先位於長江出海口之冷鋒已移至日本南方海面，台灣附近主要受中國大陸高壓系統之影響，等壓線較密集，以北風及西北風為主。1 月 24 日高壓已移至外海，台灣附近天氣較為穩定，以東風為主。1 月 25 日至 26 日長江流域靠近出海口附近有一冷鋒形成，並逐漸東移至台灣東北方海面，使台灣附近風向變化較大，並逐漸受高壓系統影響。1 月 27 日冷鋒已移至日本東南方海面，而台灣則位於大陸蒙古冷高壓之邊緣，受此高壓系統影響，台灣附近以東北風為主。一般台灣冬季大都受大陸冷高壓或冷鋒影響，故本次觀測期間具冬季代表性之天氣型態，以東北季風影響為主。

二、本次探空觀測結果說明

本計畫第二次觀測期間（104 年 1 月 20 日至 27 日）每次施放之記錄表、軌跡圖及照片詳附錄四。以下就「上午觀測結果」以及「中午觀測結果」，分別針對本次觀測有關氣溫垂直變化、風速風向垂直變化、相對濕度垂直變化、氣壓垂直變化等項目觀測結果進行說明。其中，上午觀測結果並與空軍屏東機場探空資料進行比對。

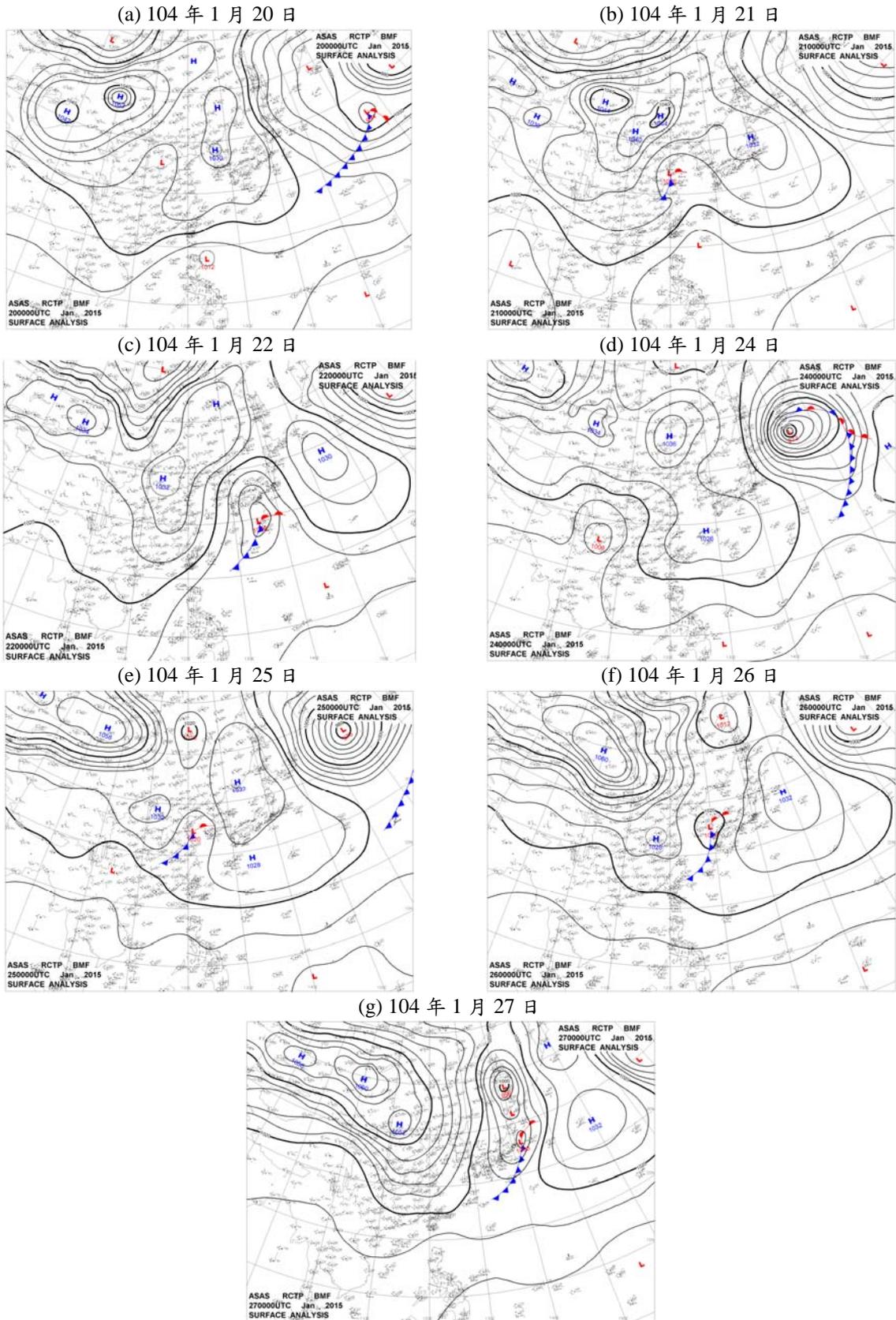


圖 3.3.2-1 第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 綜觀天氣圖

(一) 上午觀測結果

1. 氣溫上午觀測結果垂直變化

第二次觀測期間每日早上 5:00 於林園探空觀測所得之氣溫垂直變化與空軍屏東機場每日早上 8:00 探空觀測所得之氣溫垂直變化比較，詳圖 3.3.2-2。

1 月 20 日早上 5:00 林園探空較明顯之逆溫層出現在高度 150 公尺以下、1,200 公尺、1,800 公尺附近，地面逆溫現象明顯。同一天早上 8:00 林園東北方約 24 公里處的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，與林園探空主要差異在於 800 公尺附近有逆溫，而 1,200 公尺附近則無逆溫現象。地面逆溫則與林園同樣明顯。

1 月 21 日早上 5:00 林園探空較明顯之逆溫層出現在高度 450 公尺以下、2,000 公尺附近，地面逆溫現象明顯。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，與林園探空主要差異在於 2,800 公尺附近有逆溫，而 2,000 公尺附近則無逆溫現象。地面逆溫則與林園同樣明顯。

1 月 22 日早上 5:00 林園探空較明顯之逆溫層出現在高度 350 公尺以下、1,300 公尺附近，近地面逆溫現象明顯。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，除了 250 公尺附近的近地面逆溫現象與林園一樣較為明顯外，其他逆溫層則較不如林園探空顯著。

1 月 24 日早上 5:00 林園探空較明顯之逆溫層出現在高度 150 公尺以下、1,400 公尺、2,500 公尺附近，此次探空地面逆溫現象十分明顯。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，3,000 公尺以下的氣溫結構重要特徵與林園幾乎一致，亦存在強且深厚地面逆溫現象。

1 月 25 日早上 5:00 林園探空較明顯之逆溫層出現在高度 125 公尺以下、1,300 公尺附近，此次探空地面存在強且深厚逆溫現象。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，除了 1,000 公尺附近的逆溫層較林園低外，其他高度和林園的差別並不明顯，同時屏東也存在地面顯著深厚的逆溫現象。

1 月 26 日早上 5:00 林園探空較明顯之逆溫層出現在高度 250 公尺以下，此次探空地面逆溫結構較前數日相對較弱。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，除地面逆溫較林園明顯之外，3,000 公尺以下亦存在較多的淺薄逆溫結構。

1 月 27 日早上 5:00 林園探空較明顯之逆溫層出現在高度 250 公尺、

1,100 公尺、1,700 公尺附近，此次探空並不存在地面逆溫結構。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，除了地面出現明顯逆溫結構外，其餘與林園探空結果相當接近。

綜合上述比較結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，除了因觀測位置以及觀測時間不同，使得日出前後地表加熱效應造成近地面氣溫有所差異，或局部高度溫度有所差異外，兩地之氣溫垂直變化趨勢大致皆相近。兩地 500 公尺處差異在 0.1 至 1.3°C 之間、1,000 公尺處差異在 0.1 度至 3.1°C 之間、1,500 公尺處差異在 0.1 度至 2.6°C 之間。

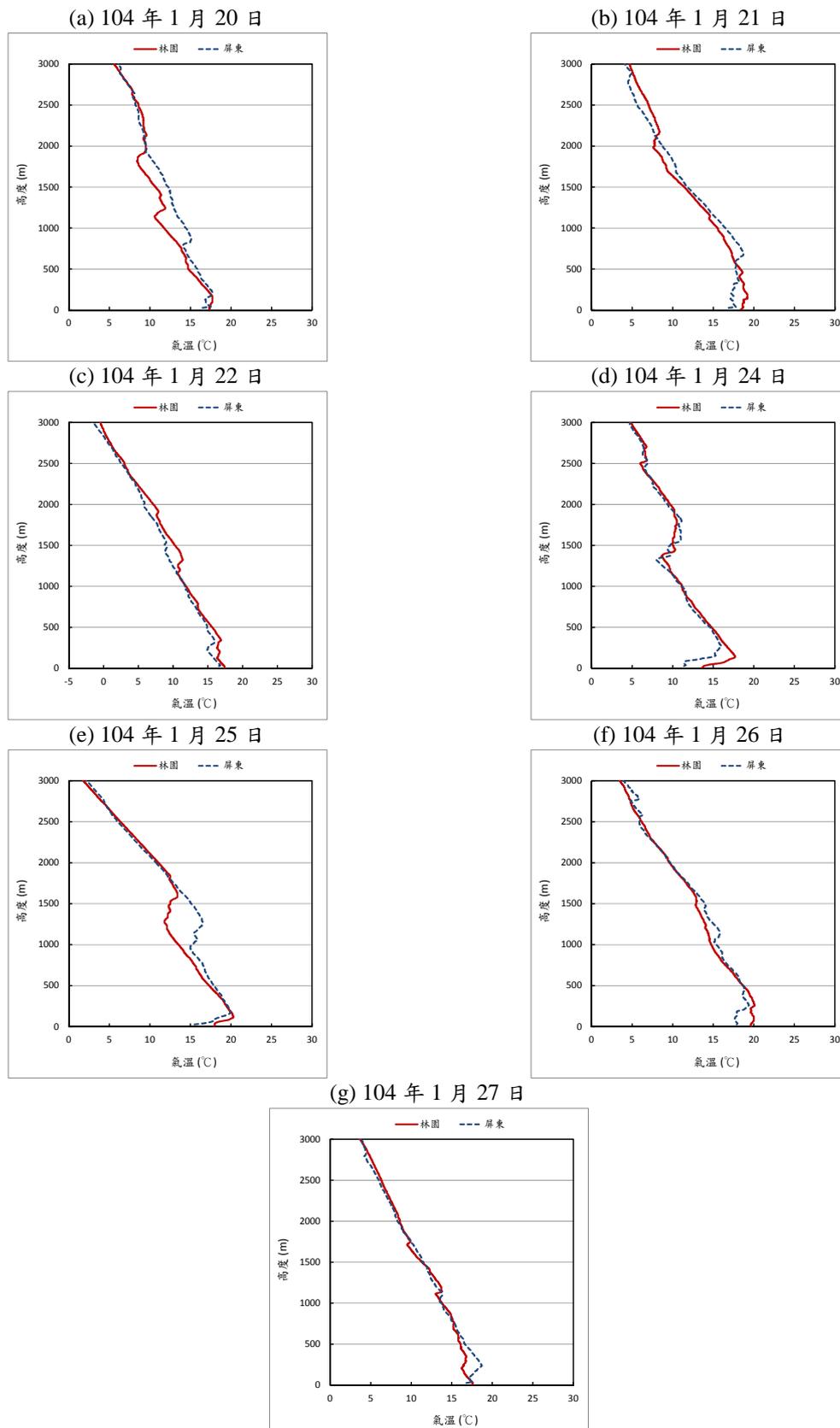


圖 3.3.2-2 第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日)早上林園測站與屏東測站氣溫觀測結果垂直變化

2. 風速風向上午觀測結果垂直變化

第二次觀測期間每日早上 5:00 於林園探空觀測所得之風速風向垂直變化與空軍屏東機場每日早上 8:00 探空觀測所得之風速風向垂直變化比較，詳圖 3.3.2-3。

1 月 20 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風向結構顯示，地面為東北東風，隨高度升高至 1,200 公尺，風向逆轉約 335 度呈現東風；1,225 公尺至 1,525 公尺，再順轉至西北西風；1,550 公尺至 2,000 公尺再逆轉至 2,000 公尺的偏南風；高度在 2,325 公尺以上則大致為西南至西南西風。各高度的風速結構顯示，近地面至 2,100 公尺之間的風速均低於 5 m/s，最弱風速 0.2 m/s 出現在 1300 公尺；對應風向結構，在 2,000 公尺以上的西南風層內，風速隨高度增高大致逐漸增強，相對最大風速出現在 2,500 公尺的 8.5 m/s。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風向結構在 1,300 公尺以下差異性較明顯，風速則在 200 公尺處存在相對極大值，顯示二者之間應具局部環流差異性，推測雖然當時台灣附近以偏東北風為主，但南部地區屬背風尾流區域，風速較弱，風向容易受局部效應（如地形、海陸風）影響，故造成兩者間之差異，但大致來說近地面風向仍與綜觀天氣系統所在位置吻合。

1 月 21 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風向結構顯示，自近地面至 1,600 公尺高度之間，風向大致為偏北至北北西風，1,600 公尺以上，風向逐漸逆轉為 2,475 公尺的西南西風，2,500 公尺以上風向變動較不明顯，為西南至西風。各高度的風速結構顯示，25 公尺的風速 2.4 m/s 為 3,000 公尺以下最弱，200 公尺高度處（地面逆溫層上方）之風速為相對最大的 8.2 m/s；自此高度以上風速漸增強至 1,850 公尺處之 11.7 m/s。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，1,500 公尺以下的風向及 2,500 公尺以下的風速結構，與林園有較顯著差異性，推測應與前一日類似，因局部效應影響，造成兩者間差異，但大致而言近地面風向仍與綜觀天氣系統所在位置吻合。

1 月 22 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風向結構顯示，650 公尺以下為偏北風，於 700 公尺處迅速轉變為偏南風，在 1,250 公尺以上再順轉至 1,525 公尺的北北西風；高度增高至 2,000 公尺，風向逆轉為西風，2,000 公尺以上維持西至西南西風。各高度的風速結構顯示，2,000 公尺以下，於 150 公尺出現低層相對較大風速值 8.5 m/s，675 公尺出現相對

最弱風速 0.1 m/s；2000 公尺以上，在西風層內風速隨高度增加而逐漸增強。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，在 1,500 公尺至 3,000 公尺之間以及 500 公尺附近，風向與林園存在 90 度以上的差異，但風速除近地面以外，結構差異並不顯著，此外近地面風向大致上與綜觀天氣系統所在位置吻合。

1 月 24 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風速結構顯示，1,000 公尺以下風速大致相對偏弱，除地面 1.4 m/s 之外，400 公尺的 0.7 m/s、600 公尺的 0.7 m/s 均為相對較小值；3,000 公尺以下相對較強風速出現在 1,900 公尺高度處，風速為 8.3 m/s。各高度的風向結構顯示，低層風向變化劇烈，自地面至 1,100 公尺之間，風向隨高度增加順轉了 360 度，1,125 公尺至 1,900 公尺之間風向繼續隨高度增高順轉為南南東風；1,900 公尺至 2,825 公尺風向大致為穩定的南南東風。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，兩者風速變化趨勢相近，除了細微的擺動之外，整體風速、風向結構趨勢一致，且與綜觀天氣系統所在位置大致吻合。

1 月 25 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風向結構顯示，風向由地面東北風逆轉至 525 公尺的北北西風，再隨高度增高順轉至 1,975 公尺的西南西風；此高度至 3,000 公尺之間，風向變動不明顯。各高度的風速結構顯示，相對較弱之風速出現在 25 公尺、700 公尺及 1,725 公尺，風速分別為 2 m/s、1.8 m/s 及 4.1 m/s；相對較強風速出現在 250 公尺及 1,475 公尺，風速為 4.6 m/s 及 8.1 m/s；2,000 公尺以上西風層內風速隨高度增高逐漸增強。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，1,000 公尺以下風向與林園觀測結果約有 60 度至 150 度的差異，風速則結構大致接近林園觀測結果，此現象可能與綜觀天氣系統所在位置及地形有關。

1 月 26 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風速結構顯示，地面為相對偏弱的 1.2 m/s，其他相對較弱風速出現在 700 公尺及 2,575 公尺處的 1 m/s 及 0.4 m/s；相對較強風速出現在 1,325 公尺處，達 7.6 m/s，2,600 公尺以上的風速隨高度增強。各高度的風向結構顯示，近地面為偏北風，175 公尺以上逆轉為 475 公尺的西南風，625 公尺至 875 公尺繼續逆轉為東南風，900 公尺至 2,350 公尺則順轉為西南風，2,375 公尺至 3,000 公尺之間風向出現顯著變動。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風向差異較大處主要在 200 公尺至 400 公尺及 2,600 公尺附近，風速垂直結構則與林園接近，至於近地面風向則皆與綜觀天氣系統所在位

置吻合。

1月27日早上5:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示，相對較大風速出現於200公尺及1,600公尺，分別為8.2 m/s及7 m/s，相對較弱風速出現在25公尺及1,000公尺處，風速為3.6 m/s及0.4 m/s；2,000公尺至3,000公尺風速則變化不大。各高度的風向結構顯示，近地面層為偏北北東風，在500公尺以上開始隨高度增高順轉為1125公尺的偏西風，1,150公尺至1,825公尺之間風向均為偏西風，高度再增高至2,375公尺，風向逆轉為南南東風，2,400公尺至3,000公尺之間則大致逐漸順轉為西南風。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風向的顯著差異出現在約1,825公尺以下，差異最大達90度以上；風速差異在2,800公尺高度以下並不明顯，而3,000公尺處屏東風速較林園高5 m/s，兩者近地面風向差異可能與綜觀天氣系統所在位置及地形有關。

綜合上述分析結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，雖然本次觀測為冬季東北季風盛行期間，但觀測地點為南部，屬背風尾流區域，東北季風到達南部後風速較弱，造成本次觀測風速較低。至於風向觀測結果部分，除了部分觀測因風速較低，近地面風向易受局部效應影響，與綜觀天氣系統所在位置較不一致外，近地面風向皆大致與綜觀天氣系統所在位置吻合。兩地500公尺處風速差異在0.1至4.7 m/s之間、1,000公尺處風速差異在0.5至5.4 m/s之間、1,500公尺處風速差異在0.1至6.3 m/s之間。

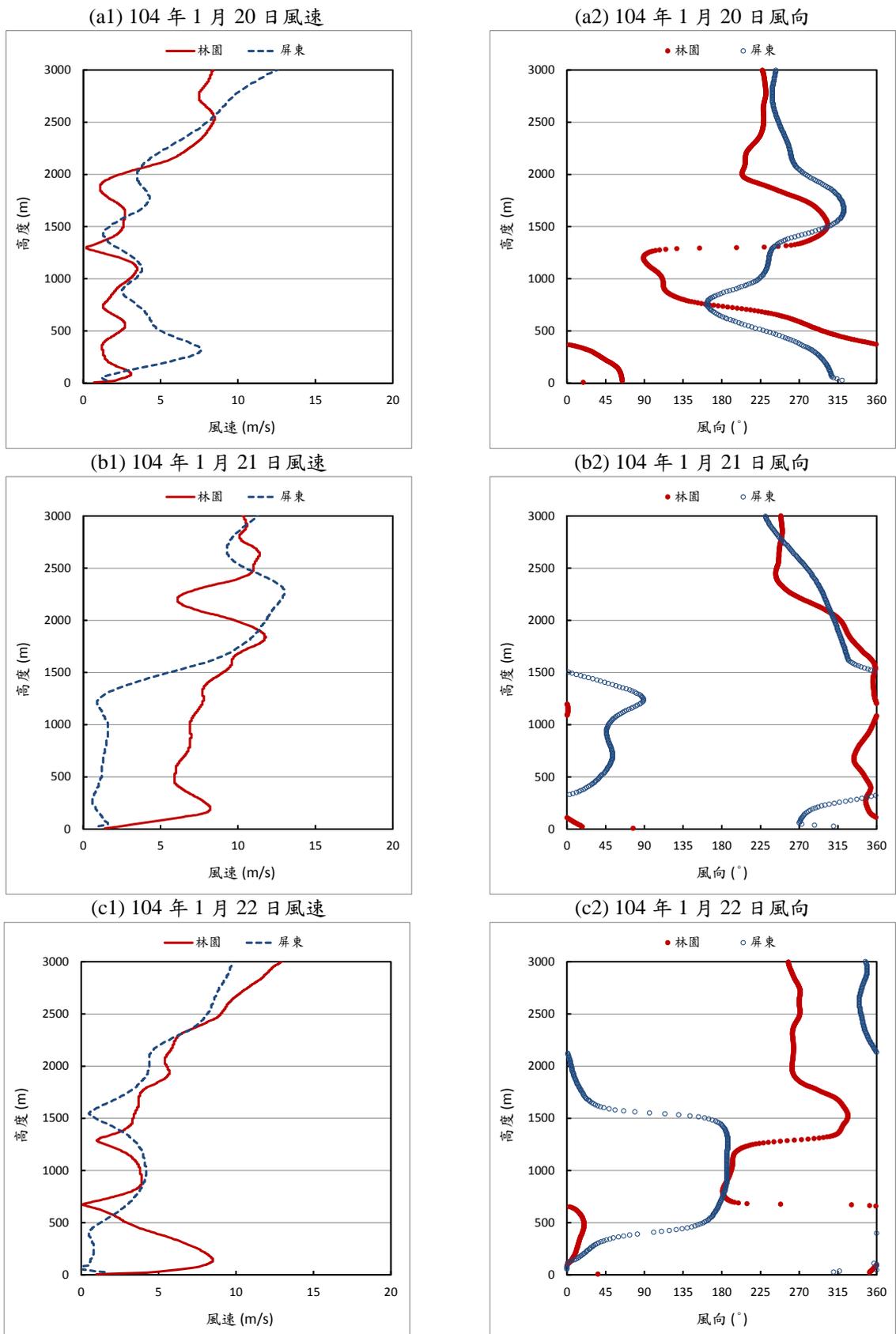


圖 3.3.2-3 第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日)早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (1/3)

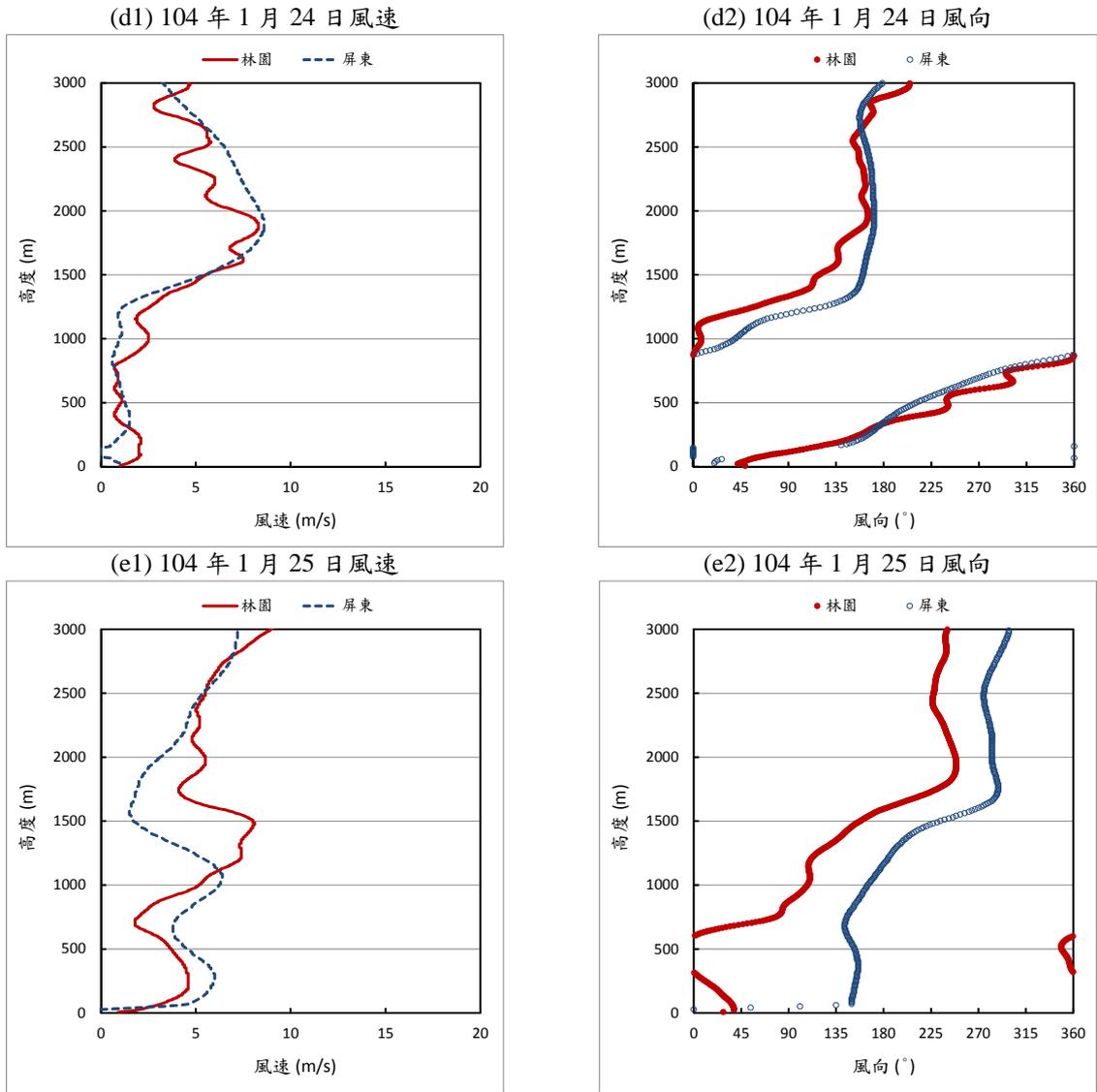


圖 3.3.2-3 第二次探空觀測期間 (104年1月20日至27日)早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (2/3)

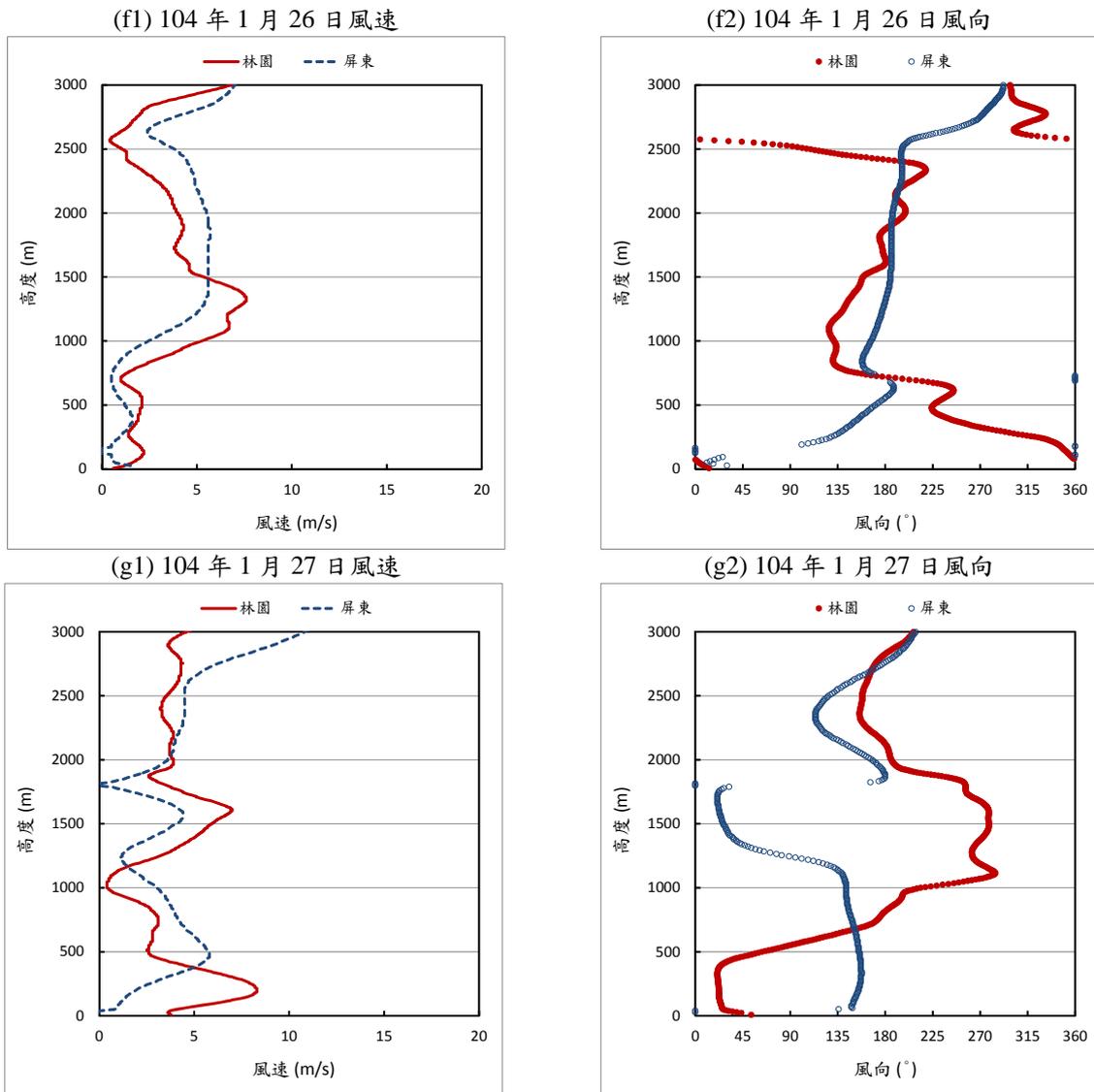


圖 3.3.2-3 第二次探空觀測期間 (104年1月20日至27日)早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (3/3)

3. 相對濕度上午觀測結果垂直變化

本計畫第二次觀測期間（103年1月20日至27日），每日早上5:00於林園探空觀測所得之相對濕度垂直變化與空軍屏東機場每日早上8:00探空觀測所得之相對濕度垂直變化比較，詳圖3.3.2-4。

1月20日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度50公尺以下及300公尺以上皆大於80%，1,900公尺至2,400公尺範圍內有達到100%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度150公尺以下、800公尺附近及1,800公尺以上皆大於80%，1,400公尺至1,500公尺及1,650公尺至1,750公尺範圍內則小於60%。

1月21日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度1,900公尺以上皆大於80%，3,000公尺附近有達到100%，600公尺至1,050公尺範圍內則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度2,300公尺至2,850公尺範圍內大於80%，350公尺至1,750公尺範圍內則小於60%。

1月22日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度550公尺至1,250公尺範圍內大於80%，350公尺以下、1,300公尺至2,250公尺、2,450公尺至2,600公尺及2,700公尺至2,850公尺範圍內小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度500公尺至1,450公尺範圍內大於80%，300公尺以下及1,600公尺以上則小於60%。

1月24日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度100公尺至500公尺、650公尺附近、800公尺附近及900公尺以上小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度50公尺附近大於80%，100公尺至500公尺、850公尺至1,250公尺及1,350公尺以上則小於60%。

1月25日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度2,850公尺以上大於80%，100公尺至1,050公尺及1,300公尺至2,250公尺範圍內則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度100公尺至2,000公尺範圍內小於60%。

1月26日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度1,850公尺以上大於80%，250公尺至750公尺範圍內則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度1,850公尺以上

大於 80%，200 公尺至 750 公尺範圍內則小於 60%。

1 月 27 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度 1,150 公尺以下及 1,300 公尺以上大於 80%，1,900 公尺至 2,900 公尺範圍內有達到 100%。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度 3,000 公尺以下皆大於 80%，2,100 公尺至 2,400 公尺及 2,550 公尺至 2,800 公尺範圍內有達到 100%。

綜合上述分析結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，兩地相對濕度垂直變化趨勢大致相近。

4. 大氣壓力上午觀測結果垂直變化

本計畫第二次觀測期間（104 年 1 月 20 日至 27 日），每日早上 5:00 於林園探空觀測所得之氣壓垂直變化與空軍屏東機場每日早上 8:00 探空觀測所得之氣壓垂直變化比較，詳圖 3.3.2-5。圖中顯示兩地觀測所得之氣壓垂直變化非常相似，皆隨高度遞減。

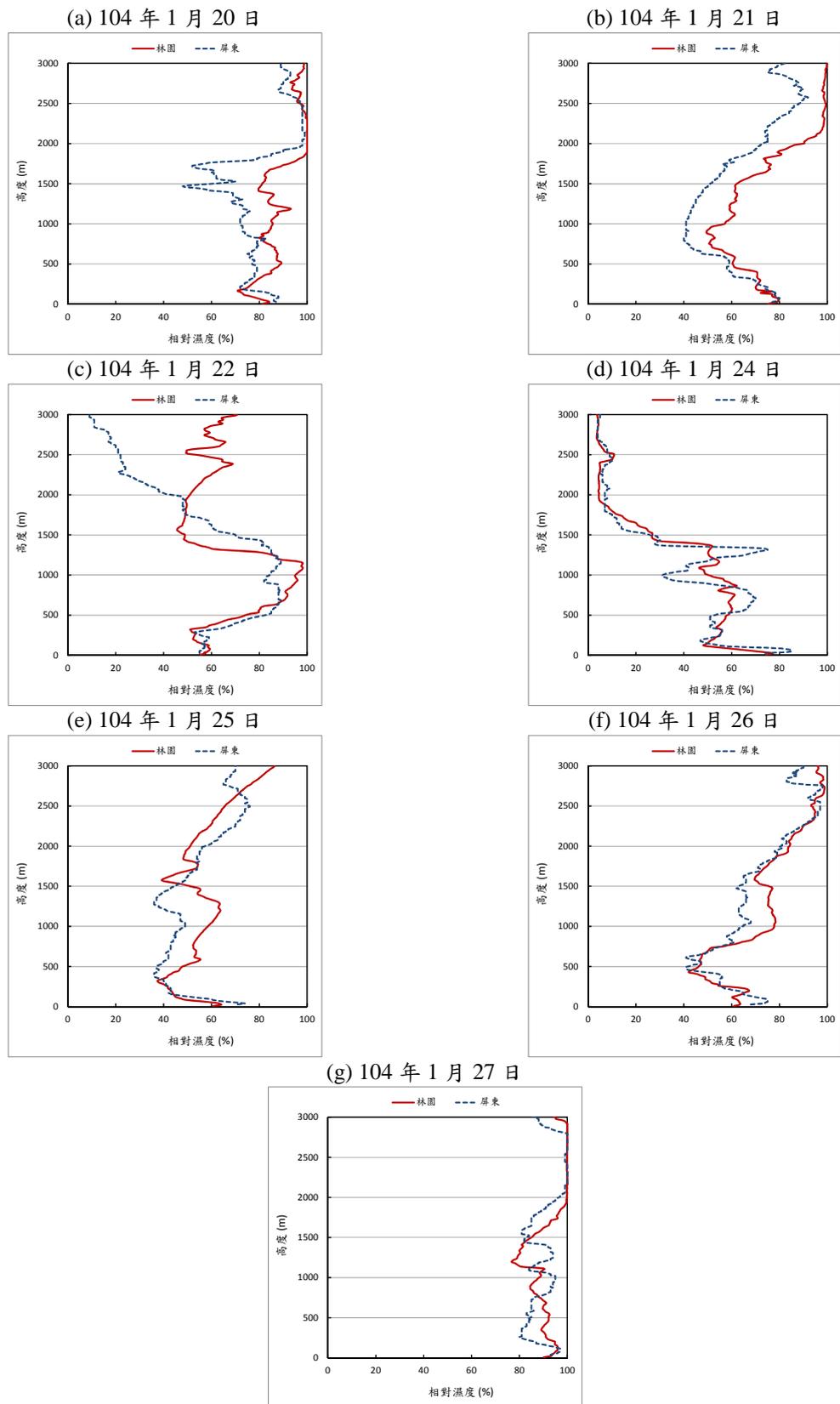


圖 3.3.2-4 第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日)早上林園測站與屏東測站相對濕度觀測結果垂直變化

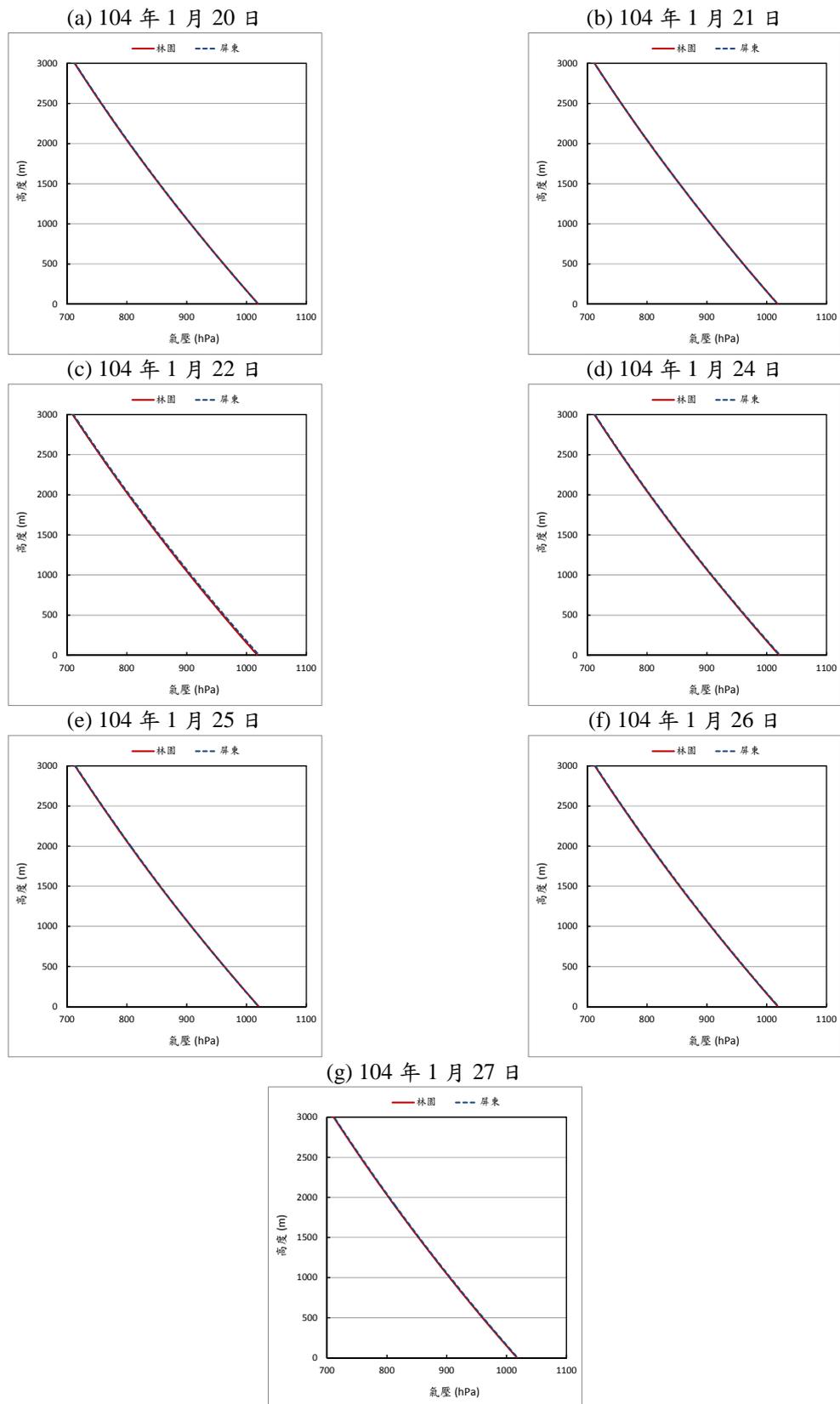


圖 3.3.2-5 第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日)早上林園測站與屏東測站氣壓觀測結果垂直變化

(二) 中午觀測結果

1. 氣溫中午觀測結果垂直變化

本計畫第二次觀測期間(104年1月20日至27日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之氣溫垂直變化,詳圖3.3.2-6。

1月20日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度950公尺、1,250公尺、1,850公尺、2,200公尺附近。清晨至中午期間地表增溫 2.6°C (17.3°C 增至 19.9°C),導致清晨的地面逆溫結構消失。

1月21日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度425公尺、950公尺附近。中午地面增溫(由清晨 18.6°C 增至 21°C)導致清晨地面逆溫層消失。

1月22日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度1,400公尺附近。自清晨至中午期間,地面氣溫增溫幅稍明顯(由 17.4°C 增至 21.1°C);相較清晨,低層幾乎已混合均勻。

1月24日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度1,400公尺、2,400公尺附近。清晨地面深厚的逆溫結構,在地面氣溫增溫後(由 13.8°C 增至 20.7°C ,增幅達 6.9°C)已不存在。

1月25日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度1,700公尺附近。地面氣溫由清晨的 18°C 增至 23.1°C ,增幅達 5.1°C ,導致清晨近地面的深厚逆溫結構至中午已消失。

1月26日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度1,000公尺附近。本日地面氣溫由清晨 19.6°C 增至中午 23.2°C ,增幅 3.6°C ,致清晨近地面逆溫結構消失。

1月27日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度700公尺、2,700公尺附近。地面氣溫由清晨 17.6°C ,增加至 22.2°C (增幅 4.6°C),有助於清晨地面逆溫的充分混合。

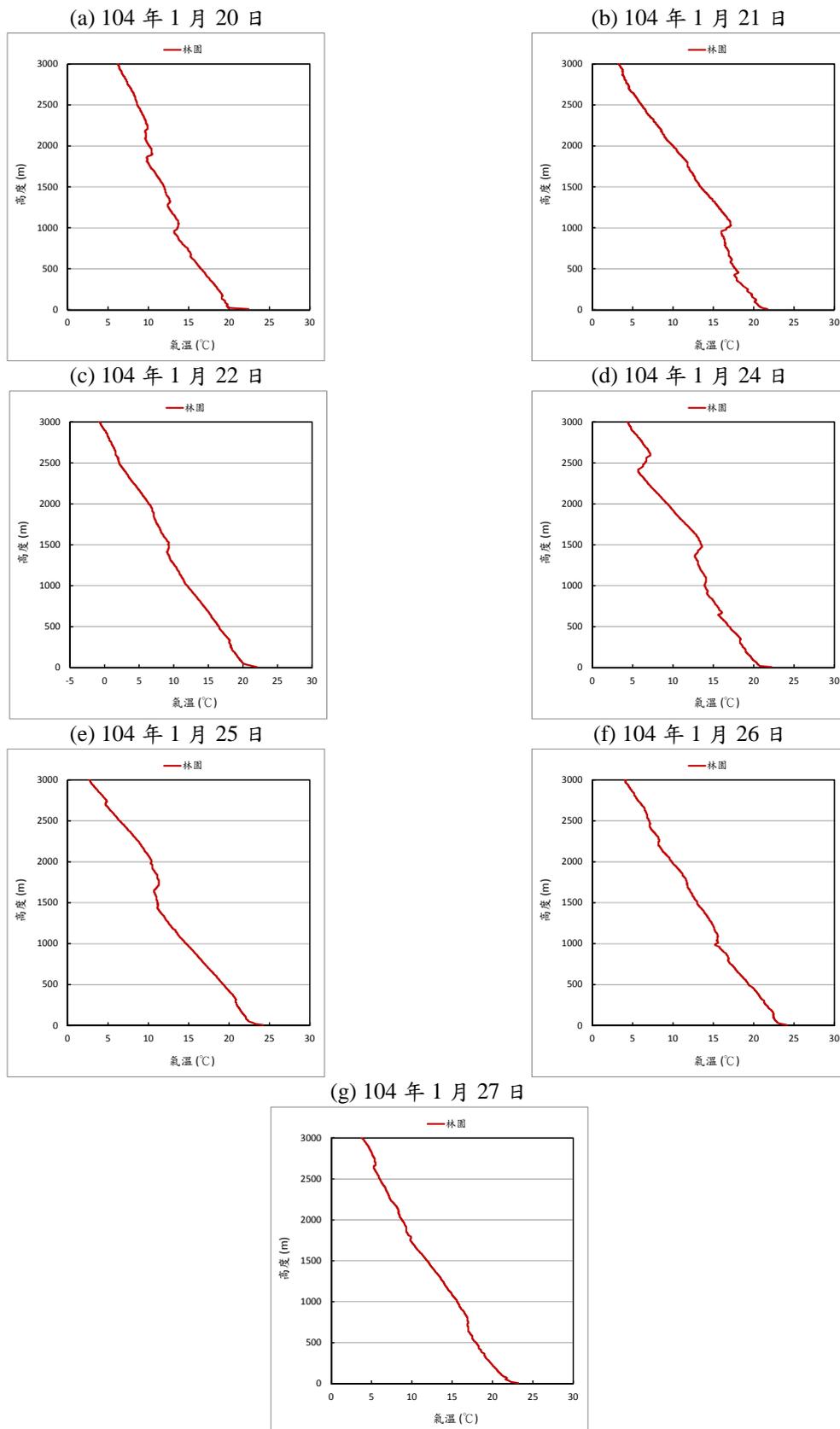


圖 3.3.2-6 第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日)中午林園氣溫觀測結果垂直變化

2. 風速風向中午觀測結果垂直變化

本計畫第二次觀測期間(104年1月20日至27日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之風速風向垂直變化,詳圖3.3.2-7。

1月20日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,2,000公尺以下風速普遍較微弱,1,000公尺處風速相對較強,為3.4 m/s,2,000公尺以上至3,000公尺之間風速大致隨高度增高而增強。各高度的風向結構顯示,近地面的西南風迅速隨高度增高逆轉為750公尺的北風,再隨高度增高迅速順轉為1,550公尺的北北西風,低層風向變動相當劇烈;1,575公尺至2,050公尺之間,風向再逆轉為南風,再向上至3,000公尺高度處,風向則多為西南至西南西風。

1月21日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,相對較弱風速層分別位於250公尺、1,000公尺高度處,風速分別為6.1 m/s及4 m/s。各高度的風向結構顯示,此次探空風向較單純,近地面至1,600公尺之間大致為北風,由此向上隨高度增高呈現逐漸逆轉之型式。

1月22日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,1,500公尺以下高度風速普遍偏弱,相對較弱風速出現350公尺、750公尺及925公尺,風速分別為1.8 m/s、1.4m/s及1.4 m/s。各高度的風向結構顯示,由25公尺的西南西風逐漸隨高度增高順轉為700公尺的西北西風,再隨高度逆轉為1,000公尺的南南西風,再隨高度順轉為2,000公尺的北風;而在2,000公尺至3,000公尺之間風向為北北西至西北西風。

1月24日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,各高度的風速偏弱,相對較大風速出現在1,600公尺及2,750公尺,風速分別為11 m/s及10.5 m/s,相對較弱風速出現在325公尺的1.6 m/s;地面風速為2.9 m/s。各高度的風向結構顯示,風向結構相當單純,由近地面的西風,隨高度升高逐漸順轉至2,100公尺高度處的南風,再隨高度增高而逆轉至3,000公尺處的東南風。

1月25日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,300公尺至1,000公尺之間風速微弱,普遍低於2 m/s,1,100公尺至3,000公尺之間風速約介於5 m/s至8 m/s;地面風速為3.2 m/s。各高度的風向結構顯示,低層變動較大,由近地面的西南西風向上逆轉至300公尺的南南西風,高度升高至475公尺再順轉為西南西風,再逆轉至750公尺的東北東風,而在750公尺以上則大致呈現向上順轉的結構。

1月26日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示，各高度的風速偏弱，相對較弱風速位於900公尺及2,875公尺處的1.8 m/s及0.8 m/s。各高度的風向結構顯示，地面層為西風，1,125公尺高度以下風向由西風順轉為東南風，再緩慢順轉至1,850公尺的南風，再隨高度增加略逆轉為2,550公尺的東南風。

1月27日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示，近地面及2,300公尺的風速相對較弱，為2.3 m/s及0.4 m/s，低層相對風速較大值出現在700公尺，達到8.5 m/s，2,325公尺以上的風速逐漸增強。各高度的風向結構顯示，在近地面至1,750公尺之間由西南西風轉為東南風，至2,050公尺再迅速轉為北風，至2,300公尺再迅速順轉為南風，高度再增高，風向大致維持偏南風。

由以上分析結果顯示，由於中午探空觀測時間為13:00，處於海風最強之時間範圍內，故近地面風向觀測結果大都以偏西風或西南風為主，且近地面風速大都較清晨強，屬合理之觀測結果。

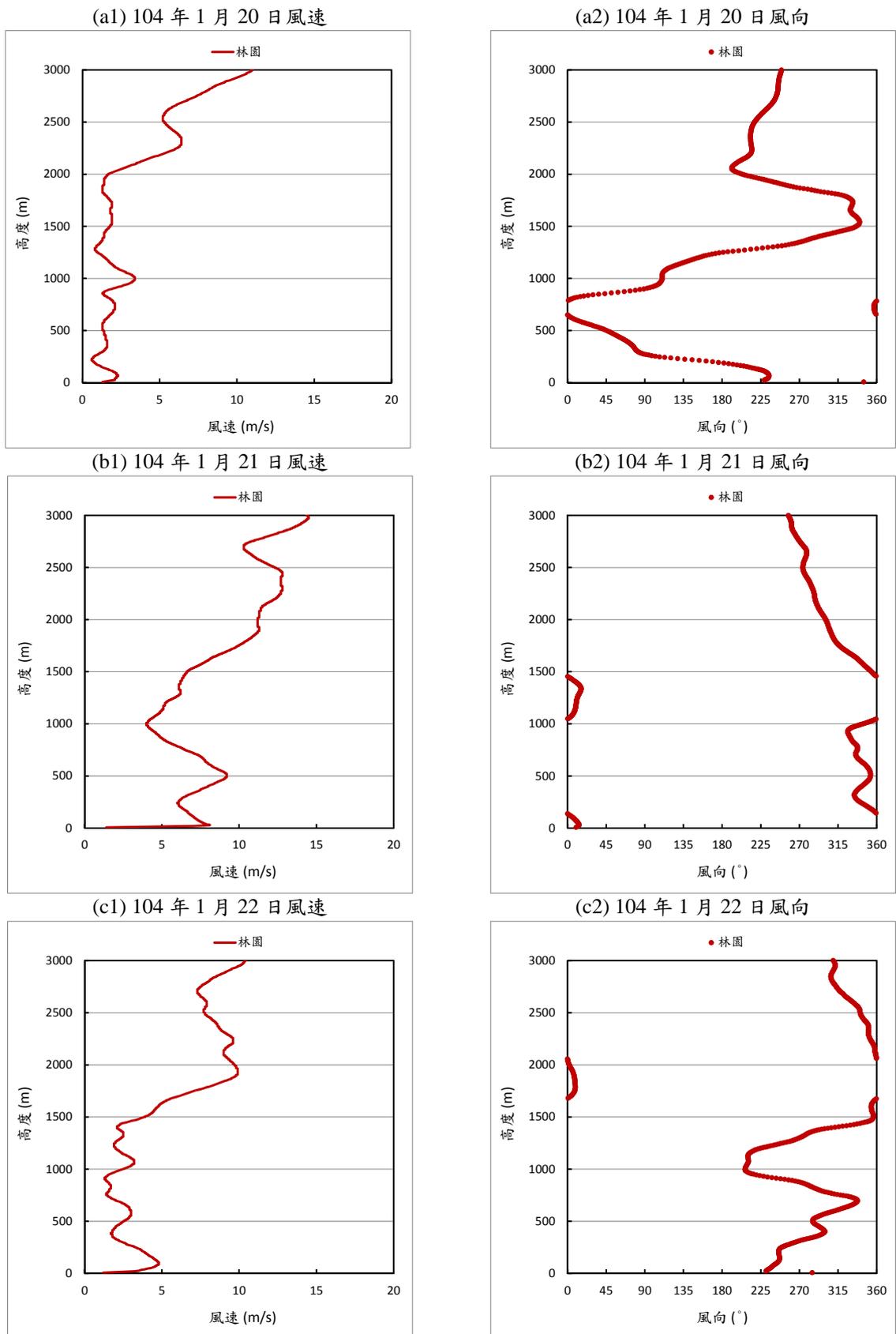


圖 3.3.2-7 第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日)中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (1/3)

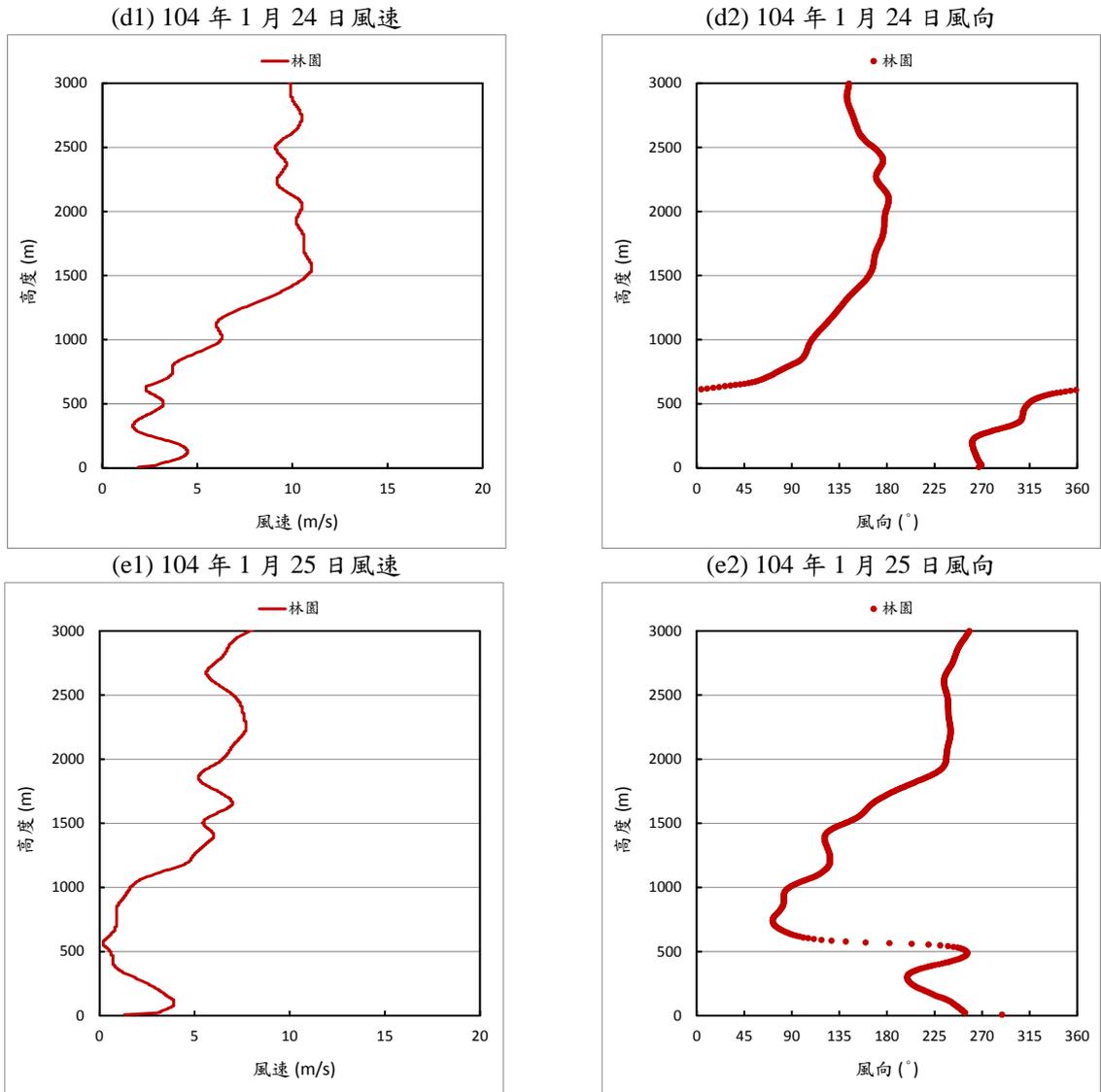


圖 3.3.2-7 第二次探空觀測期間 (104年1月20日至27日)中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (2/3)

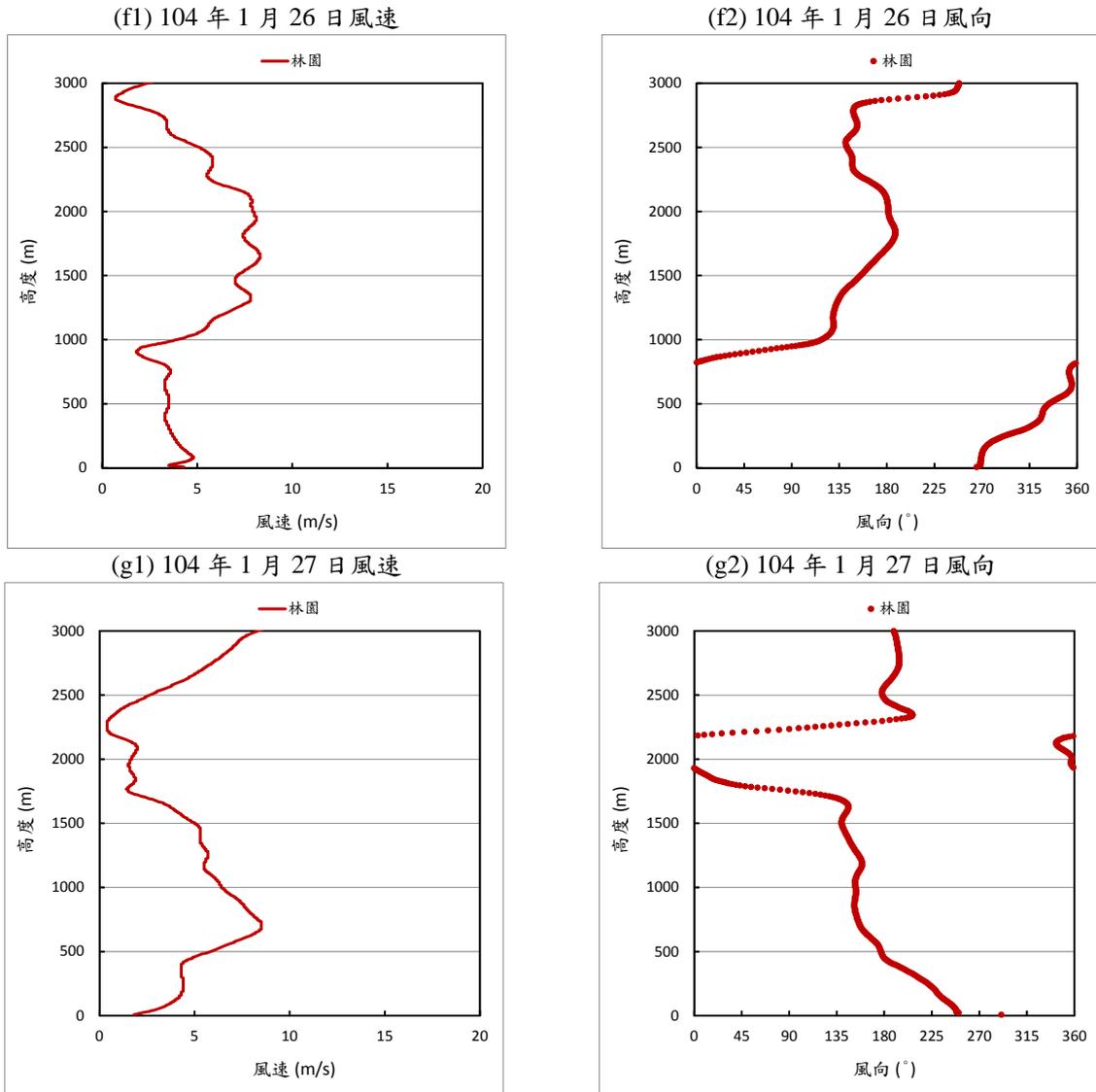


圖 3.3.2-7 第二次探空觀測期間 (104年1月20日至27日)中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (3/3)

3. 相對濕度中午觀測結果垂直變化

本計畫第二次觀測期間(104年1月20日至27日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之相對濕度垂直變化,詳圖3.3.2-8。

1月20日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度350公尺至1,000公尺、1300公尺附近及1,750公尺以上大於80%,1,500公尺附近及1,650公尺附近則小於60%。

1月21日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度2,450公尺以上大於80%,近地面處及450公尺至2,050公尺範圍內則小於60%。

1月22日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度1,100公尺至1,450公尺範圍內大於80%,650公尺以下及1,650公尺以上則小於60%。

1月24日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度3,000公尺以下皆小於60%。

1月25日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度1,100公尺以下及2,150公尺至2,300公尺範圍內小於60%。

1月26日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度2,200公尺以上大於80%,500公尺以下則小於60%。

1月27日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度650公尺附近及1,350公尺以上皆大於80%,2,300公尺至2,550公尺範圍內有達到100%。

4. 大氣壓力中午觀測結果垂直變化

本計畫第二次觀測期間(104年1月20日至27日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之氣壓垂直變化,詳圖3.3.2-9。圖中顯示每日中午觀測所得之氣壓皆隨高度遞減。

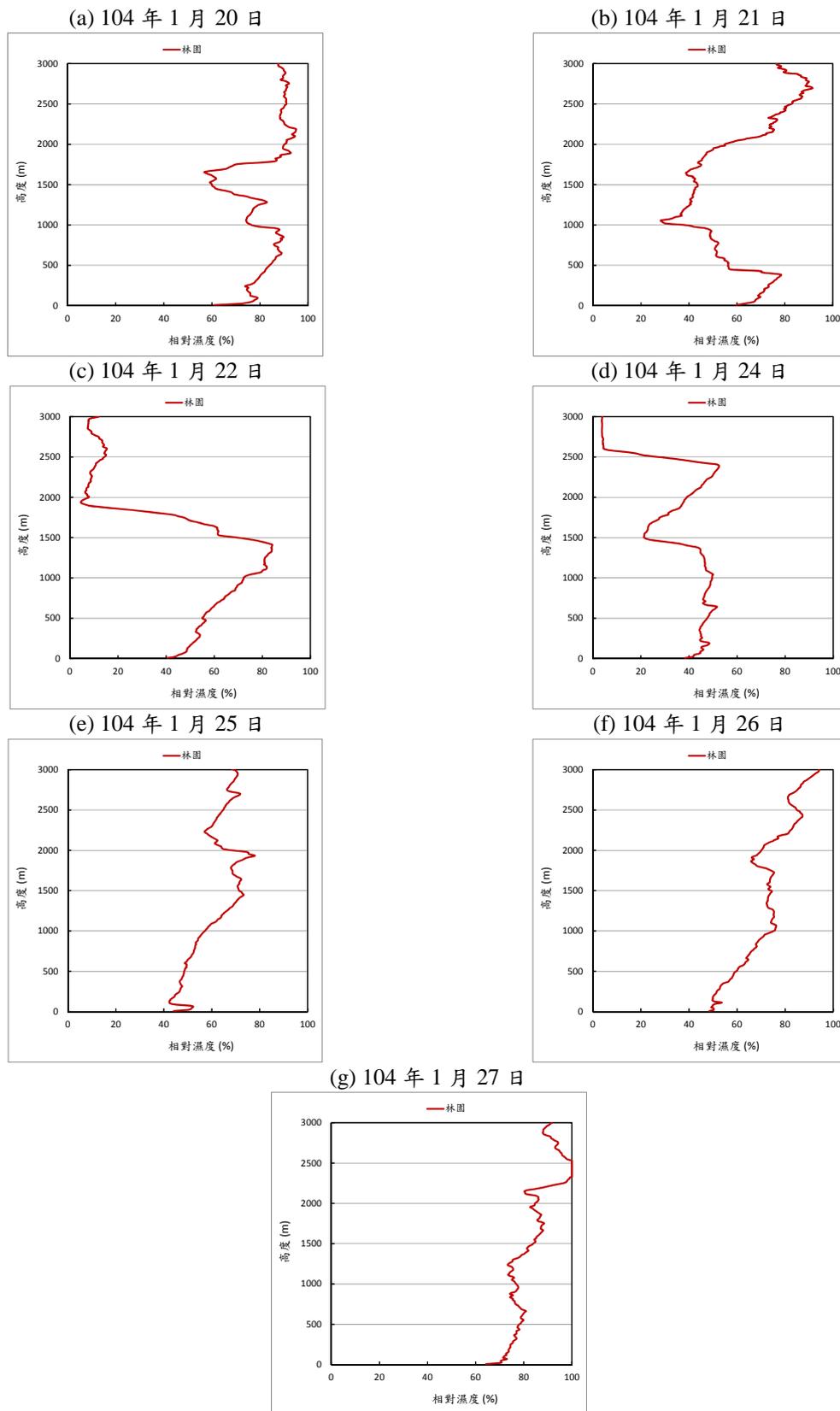


圖 3.3.2-8 第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日)中午林園測站
相對濕度觀測結果垂直變化

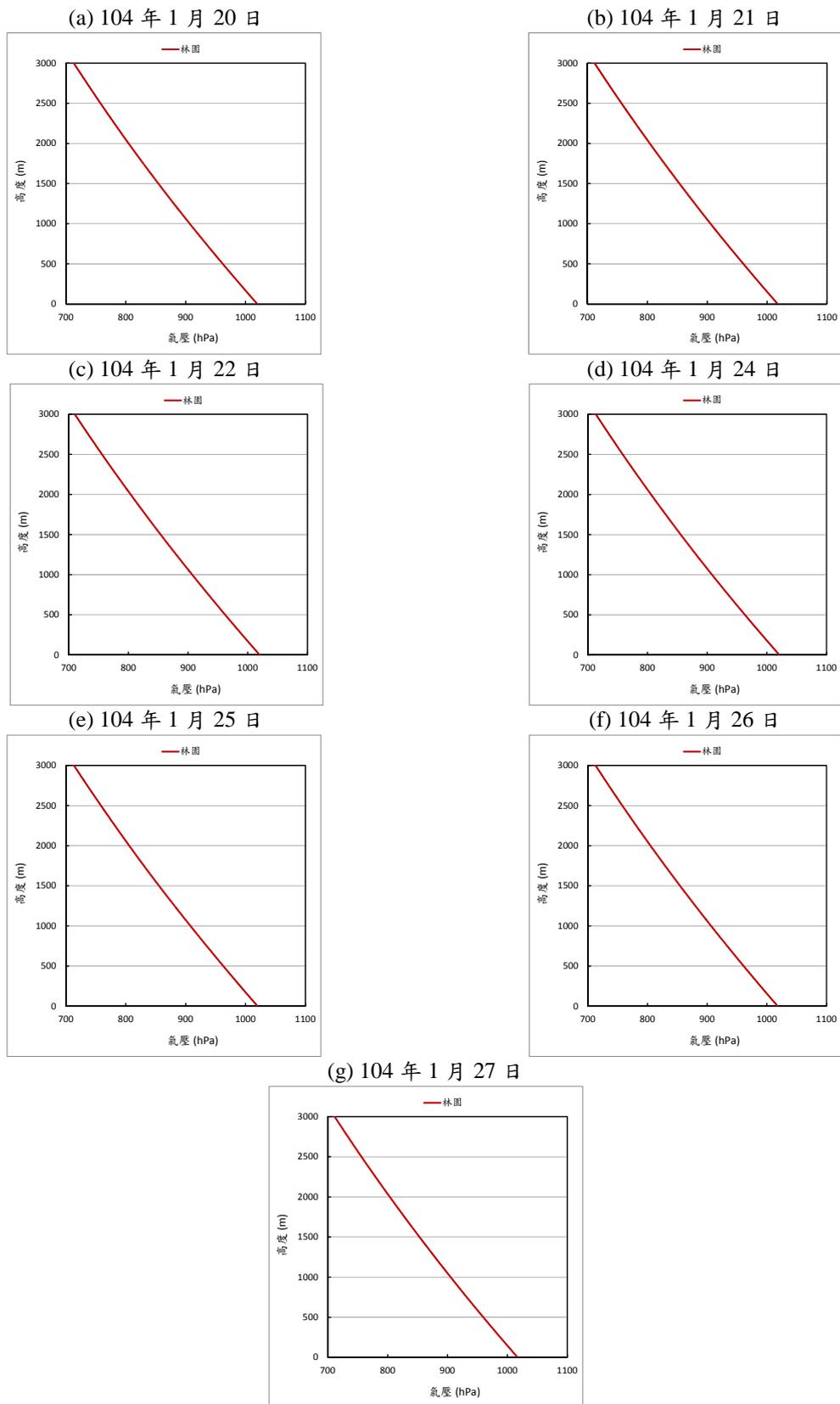


圖 3.3.2-9 第二次探空觀測期間 (104 年 1 月 20 日至 27 日) 中午林園測站
氣壓觀測結果垂直變化

三、第二次觀測結果綜合摘要說明

1. 第二次觀測期間（冬季）台灣附近大部分時間皆受大陸高壓及冷鋒等綜觀天氣系統影響，大都以東北季風為主，具冬季之代表性天氣型態。
2. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空溫度觀測比較結果顯示，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。兩地 500 公尺處差異在 0.1 至 1.3°C 之間、1,000 公尺處差異在 0.1 至 3.1°C 之間、1,500 公尺處差異在 0.1 至 2.6°C 之間。
3. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空風速風向觀測比較結果顯示，除少部分觀測因南部地區位於東北季風背風尾流區域，風速較弱，偶有受局部效應（如地形或海陸風）影響，造成兩地風向差異較大外，大部分風向皆較一致。此外風向觀測結果在近地面處亦大致與綜觀天氣系統所在位置吻合。兩地 500 公尺處風速差異在 0.1 至 4.7 m/s 之間、1,000 公尺處風速差異在 0.5 至 5.4 m/s 之間、1,500 公尺處風速差異在 0.1 至 6.3 m/s 之間。
4. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空相對濕度觀測比較結果顯示，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。
5. 每日 13:00 林園探空溫度觀測結果顯示，大部分清晨地面逆溫結構在中午時皆因地表增溫而不存在。
6. 每日 13:00 林園探空風速風向觀測結果顯示，中午期間因海陸溫差較大，處於海風最強之時間範圍內，故風速較清晨之觀測結果大，至於風向則大都以海風（偏西風或西南風）為主。

3.3.3 第三次探空觀測

觀測期間為 104 年 4 月 21 日至 27 日。

一、觀測期間綜觀天氣型態

104 年 4 月 21 日至 27 日(春季期間)中央氣象局地面天氣圖詳圖 3.3.3-1，4 月 21 日及 22 日台灣正好受冷鋒影響，台灣附近以偏東北風為主。4 月 23 日及 24 日時，原先在中國大陸之高壓系統已分裂且出海，台灣位於整個高壓帶之南方，風向已逐漸轉為偏東風。4 月 25 日及 26 日整個高壓系統已移至長江出海口，整體來說台灣附近以偏東北風為主。4 月 27 日高壓已移至日本南方海面，台灣位於高壓脊線西南側，以偏東南風為主。一般而言春季屬冬季轉變至夏季期間之季節，不同於冬季受東北季風影響及夏季受西南氣流影響之典型天氣型態，屬介於夏冬間之天氣型態，故整體而言本次觀測具春季之代表性天氣型態，偶有受微弱東北風或西南風影響之情況。

二、本次探空觀測結果說明

本計畫第三次觀測期間(104 年 4 月 21 日至 27 日)每次施放之記錄表、軌跡圖及照片詳附錄四。以下就「上午觀測結果」以及「中午觀測結果」，分別針對本次觀測有關氣溫垂直變化、風速風向垂直變化、相對濕度垂直變化、氣壓垂直變化等項目觀測結果進行說明。其中，上午觀測結果並與空軍屏東機場探空資料進行比對。

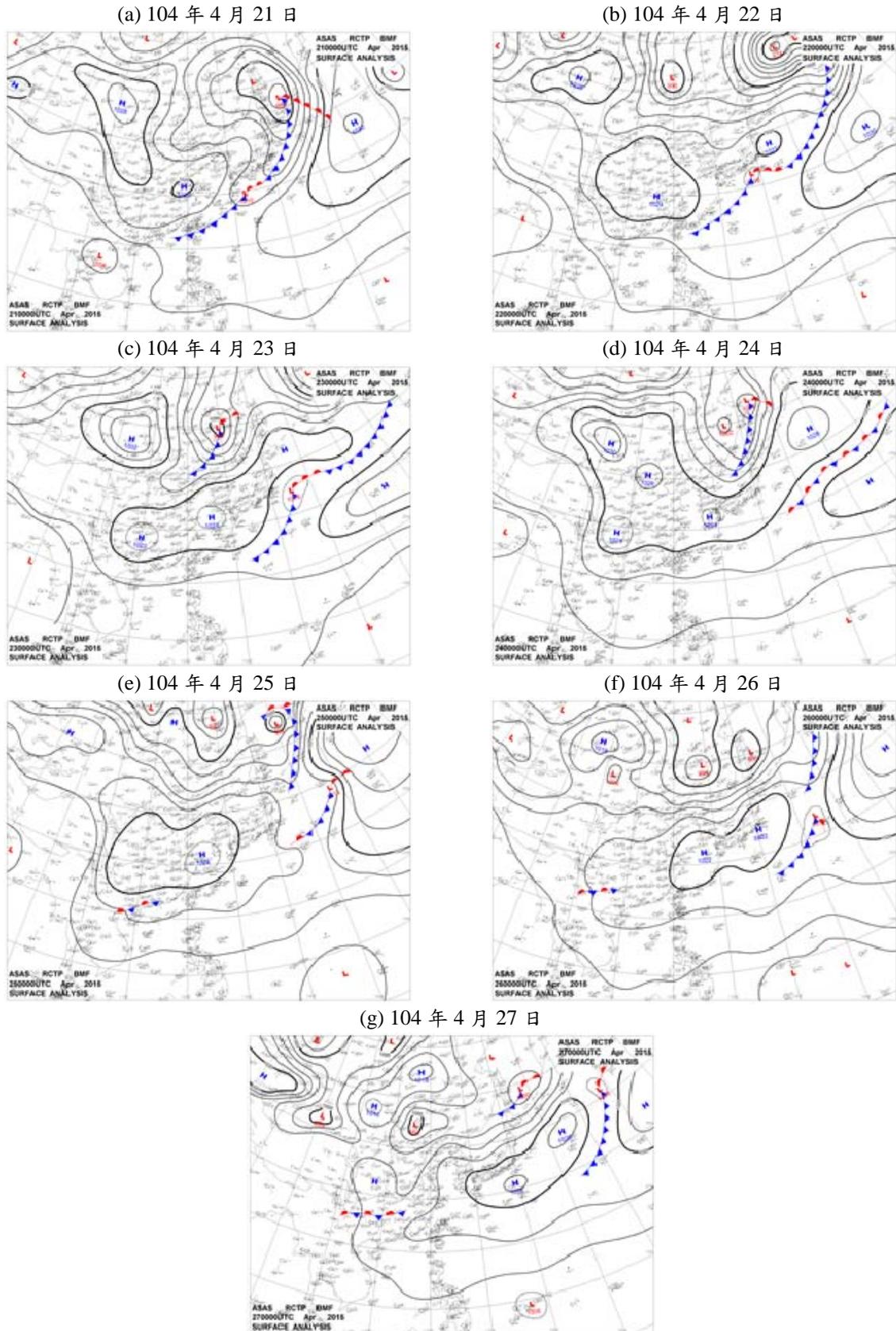


圖 3.3.3-1 第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日)綜觀天氣圖

(一) 上午觀測結果

1. 氣溫上午觀測結果垂直變化

本計畫第三次觀測期間(104年4月21日至27日)，每日早上5:00於林園探空觀測所得之氣溫垂直變化與空軍屏東機場每日早上8:00探空觀測所得之氣溫垂直變化比較，詳圖3.3.3-2。

4月21日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度50公尺以下、250公尺、1,900公尺、2,100公尺、2,250公尺及2,900公尺附近，有地面逆溫現象。同一天早上8:00林園東北方約24公里處的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，3,000公尺以下的氣溫結構重要特徵與林園幾乎一致，亦存在淺層地面逆溫現象。

4月22日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度150公尺以下、1,200公尺、1,900公尺附近，地面逆溫現象明顯。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，3,000公尺以下的氣溫結構重要特徵與林園幾乎一致，亦存在近地面逆溫現象。

4月23日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度2,000公尺至2,450公尺範圍內，屬微弱之逆溫結構，當天並無近地面逆溫。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，除了近地面出現淺層逆溫、1,500公尺及1,750公尺附近有逆溫外，其餘結構與林園幾乎一致。

4月24日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度100公尺以下、400公尺、700公尺、1,000公尺及1,850公尺附近，此次探空有近地面淺層逆溫現象。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，700公尺、1,000公尺及1,850公尺附近並無逆溫現象，1,200公尺附近有逆溫現象，其餘與林園幾乎一致，亦存在近地面淺層逆溫現象。

4月25日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度850公尺及1,150公尺附近，近地面逆溫現象並不明顯。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，存在近地面淺層逆溫，其餘與林園探空結果相當接近。

4月26日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度200公尺以下、600公尺、1,800公尺、2,850公尺附近，此次探空地面逆溫結構較前數日相對較強。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，地面逆溫層較淺、1,250公尺附近有逆溫，其餘高度則無逆溫層存在。

4月27日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度150公尺、

1,100 公尺、2,100 公尺、2,500 公尺附近，有近地面逆溫現象。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，1,300 公尺附近有逆溫現象、2,100 公尺附近無逆溫現象，其餘與林園探空結果相當接近。

綜合上述比較結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，除了因觀測位置以及觀測時間不同，使得日出前後地表加熱效應造成近地面氣溫有所差異，或局部高度溫度有所差異外，兩地之氣溫垂直變化趨勢大致皆相近。兩地 500 公尺處差異在 0.1 至 0.6°C 之間、1,000 公尺處差異在 0.1 至 1.6°C 之間、1,500 公尺處差異在 0.1 至 1.8°C 之間。

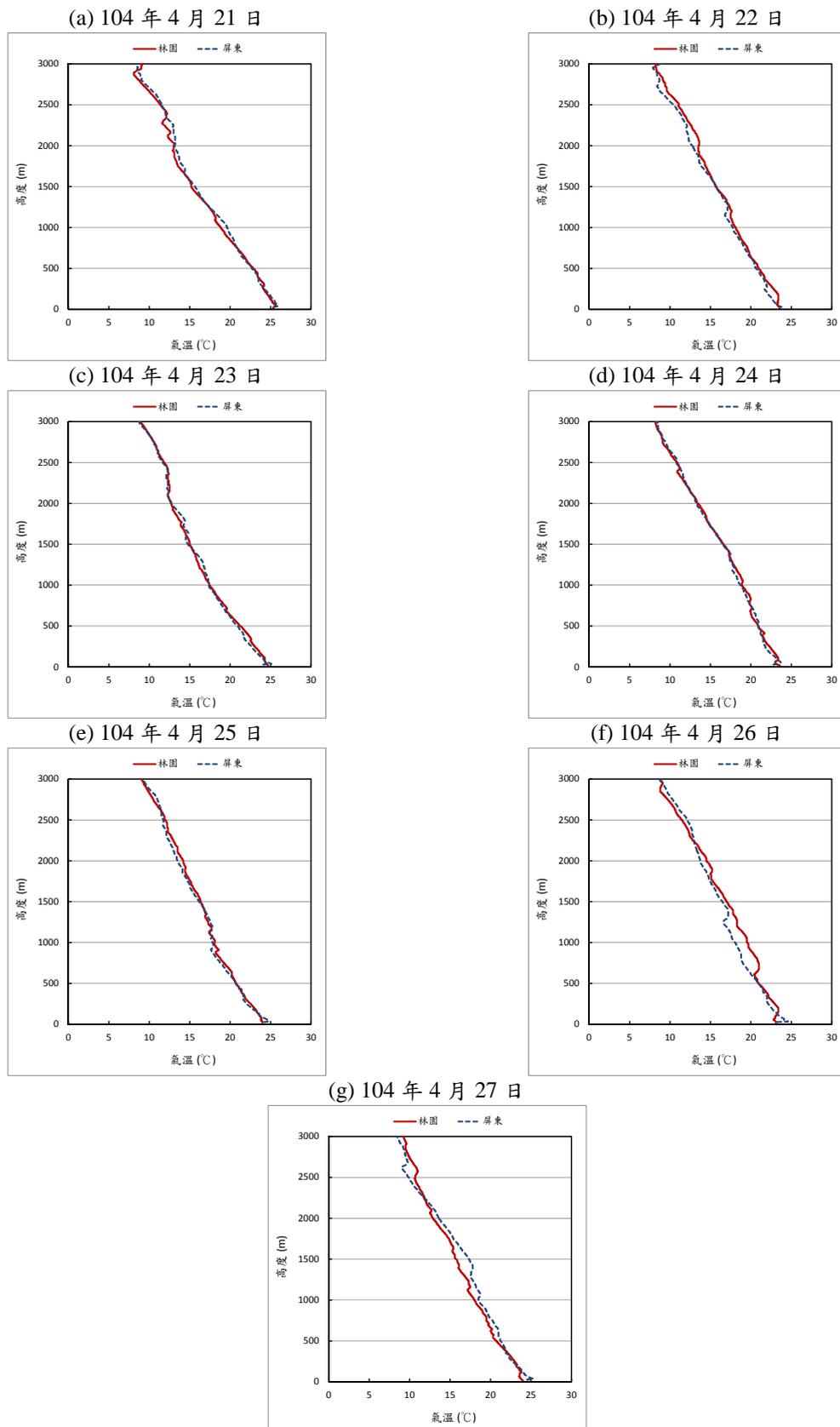


圖 3.3.3-2 第三次探空觀測期間 (104年4月21日至27日)早上林園測站與屏東測站氣溫觀測結果垂直變化

2. 風速風向上午觀測結果垂直變化

本計畫第三次觀測期間（104年4月21日至27日），每日早上5:00於林園探空觀測所得之風速風向垂直變化與空軍屏東機場每日早上8:00探空觀測所得之風速風向垂直變化比較，詳圖3.3.3-3。

4月21日早上5:00林園探空所得到各高度的風向結構顯示，地面為東南東風，隨高度升高，風向順轉至3,000公尺處的西風。各高度的風速結構顯示，近地面至1,500公尺之間的風速均約略低於5.5 m/s，最弱風速出現在近地面處的1.5 m/s，1,500公尺以上風速隨高度則大幅增加，最大風速出現在2,700公尺的14.8 m/s。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，兩者風速變化趨勢相近，除了細微的擺動之外，整體風速、風向結構趨勢一致，且與綜觀天氣系統所在位置大致吻合。

4月22日早上5:00林園探空所得到各高度的風向結構顯示，自近地面至400公尺高度之間，風向大致為北風或東北風，600公尺以上，風向逐漸由西南風逆轉為1,150公尺的東南風，1,850公尺以上則以偏西風為主。各高度的風速結構顯示，近地面至1,500公尺之間的風速均約略低於3 m/s，最弱風速出現在1,400公尺附近的0.3 m/s，1,500公尺以上風速隨高度則逐漸增加，最大風速出現在2,450公尺的8.1 m/s，2,450公尺以上風速則再隨高度逐漸減少。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，兩者風速變化趨勢相近，除了細微的擺動之外，整體風速、風向結構趨勢一致，且與綜觀天氣系統所在位置大致吻合。

4月23日早上5:00林園探空所得到各高度的風向結構顯示，近地面為偏南風，隨高度增加順轉為1,000公尺附近的偏北風，1,000公尺以上之風向則在西北風、北風及東北風之間變動。各高度的風速結構顯示，在2,250公尺出現相對較大風速值3.4 m/s，在近地面處及1,900公尺附近出現相對最弱風速0.1 m/s及0.4 m/s。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風速在300公尺至1,700公尺之間與林園差異較大，最大風速出現在550公尺附近的9.6 m/s，其餘高度風速與林園相近，此外整體的風向結構趨勢與林園一致，且與綜觀天氣系統所在位置大致吻合。

4月24日早上5:00林園探空所得到各高度的風向結構顯示，近地面為東風，隨高度增加迅速逆轉至200公尺附近的西北風，400公尺以上再隨高度逆轉至500公尺附近的西風，500公尺以上則隨高度順轉至1,600

公尺附近的東北東風，1,600 公尺以上隨高度逆轉至 2,750 公尺附近的西風，2,750 公尺以上則以偏西風為主。各高度的風速結構顯示，3,000 公尺以下風速均在 4.6 m/s 以下，最大風速出現在 2,000 公尺附近的 4.6 m/s，最小風速出現在 150 公尺附近的 0.3 m/s。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，兩者風速變化趨勢相近，風向部分在 1,300 公尺以下差異較大，此差異可能與綜觀天氣系統所在位置及地形有關。

4 月 25 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風向結構顯示，近地面為偏東風，隨高度增加逆轉至 1,000 公尺附近的東南風，1,000 公尺以上則由西北風隨高度逆轉 360 度至 3,000 公尺附近的西北風。各高度的風速結構顯示，相對較弱之風速出現在 200 公尺、950 公尺、1,100 公尺及 1,400 公尺，風速分別為 0.2 m/s、0 m/s、0.1 m/s 及 0.2 m/s；相對較強風速出現在 2,600 公尺，風速為 5.2 m/s。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，1,200 公尺以下風向與林園觀測結果有較大之差異，風速整體而言皆較林園偏高，此現象可能與綜觀天氣系統所在位置及地形有關。

4 月 26 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風向結構顯示，近地面為東北風，隨高度增加順轉 450 度至 750 公尺附近的東南風，750 公尺以上再隨高度逆轉至 3,000 公尺附近的西北風。各高度的風速結構顯示，整體風速較弱，最小風速出現在 600 公尺附近的 0.1 m/s，最大風速出現在 2,200 公尺附近的 4.1 m/s。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風向在 800 公尺以下變化情形與林園有較大差異，800 公尺以上則與林園有約 90 度的差異，風速部分 1,000 公尺至 2,000 公尺範圍內差異較小，其餘高度差異相對較大，此現象可能與綜觀天氣系統所在位置及地形有關。

4 月 27 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風向結構顯示，近地面為東北風，隨高度增加逆轉至 700 公尺附近的西北風，700 公尺以上隨高度順轉至 1,400 公尺附近的南風，1,400 公尺以上再隨高度逆轉至 1,700 公尺附近的東風，1,700 公尺以上則隨高度順轉至 3,000 公尺附近的西南風。各高度的風速結構顯示，相對較大風速出現於 400 公尺、1,700 公尺、1,950 公尺及 3,000 公尺附近，分別為 3.8 m/s、3.3 m/s、2.9 m/s 及 6.2 m/s，相對較弱風速出現在近地面及 1,350 公尺處，風速為 0.9 m/s 及 0.3 m/s。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，兩者風速變化趨勢相近，除了細微的擺動之外，整體風速、風向結構趨勢一致，且與綜觀

天氣系統所在位置大致吻合。

綜合上分析結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，除了部分觀測因春季期間風速較弱，偶有受局部效應（如地形或海陸風）影響，呈現與綜觀天氣形態不同之風向外，兩地風向觀測結果在近地面處大致與綜觀天氣系統所在位置吻合。兩地 500 公尺處風速差異在 0.7 至 7.4 m/s 之間、1,000 公尺處風速差異在 0.8 至 4.3 m/s 之間、1,500 公尺處風速差異在 0.4 至 4.2 m/s 之間。

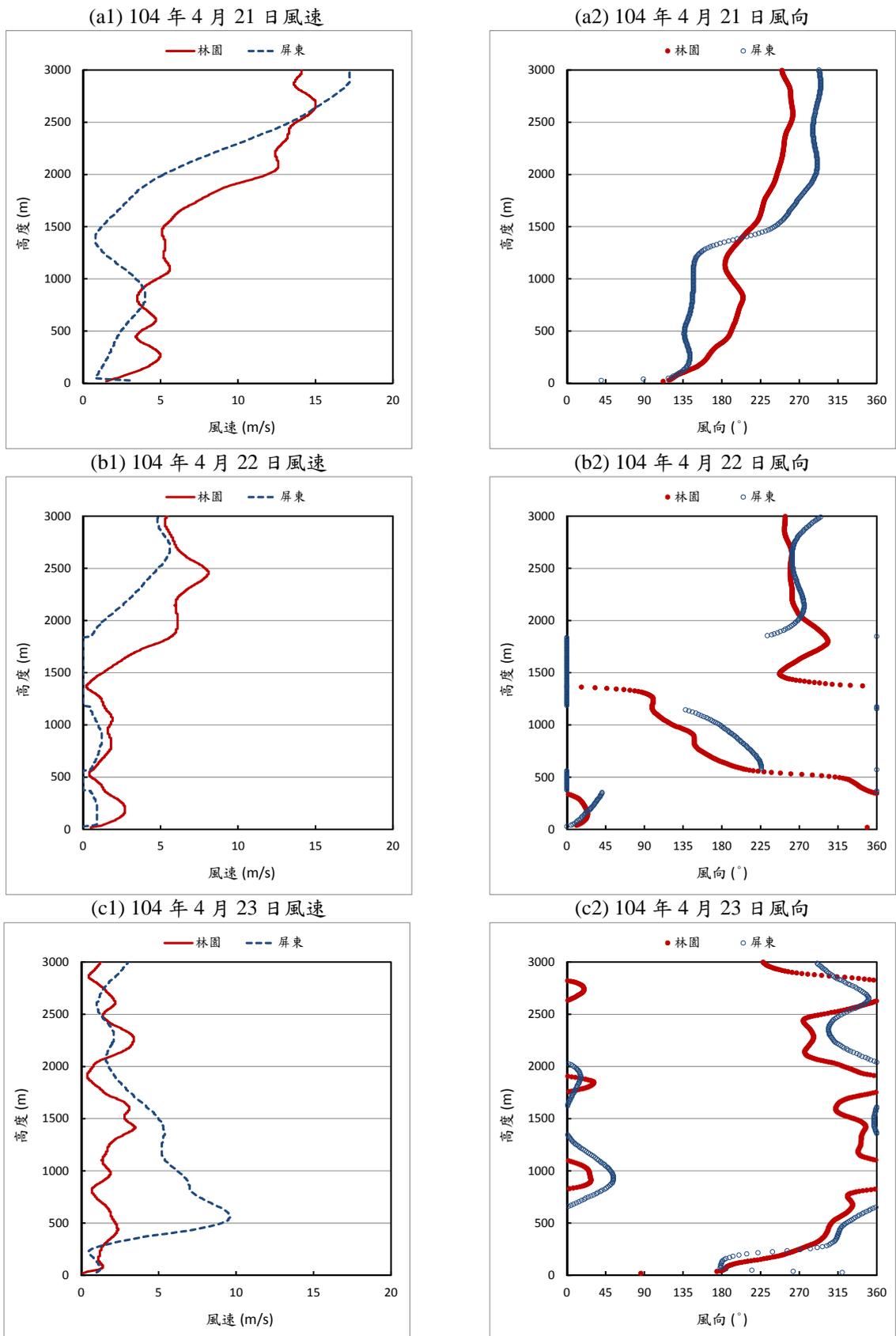


圖 3.3.3-3 第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日)早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (1/3)

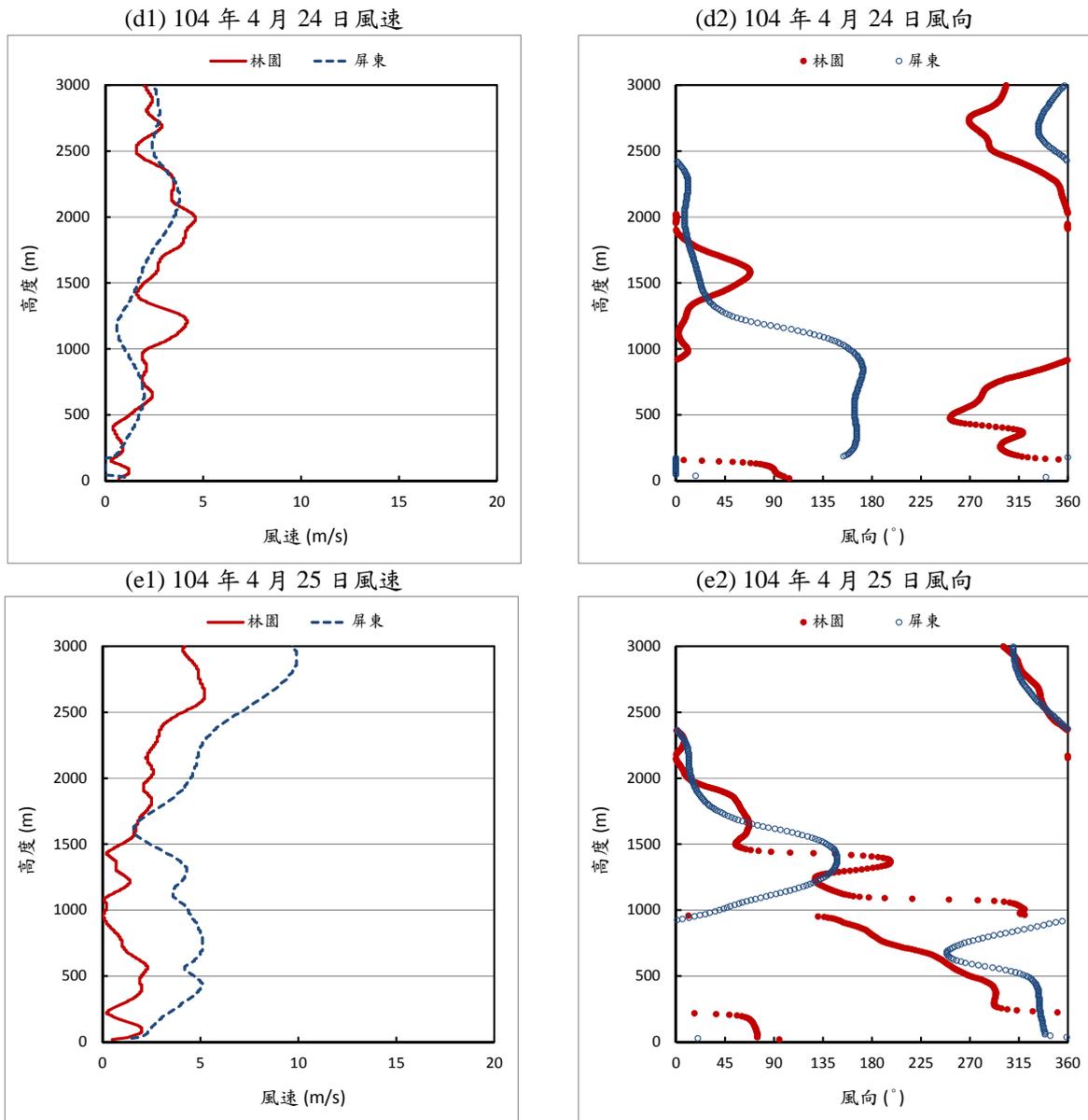


圖 3.3.3-3 第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日)早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (2/3)

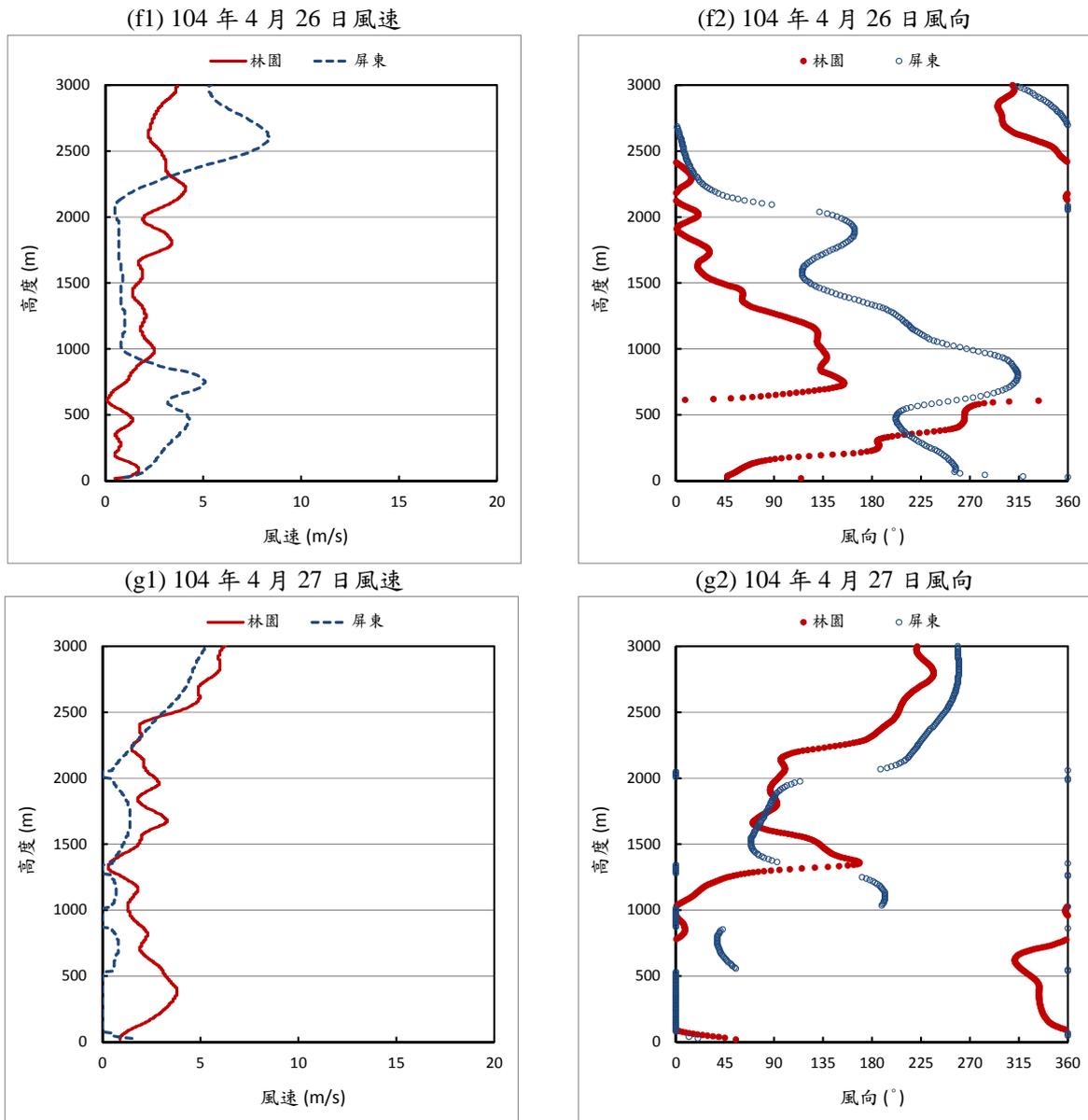


圖 3.3.3-3 第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日)早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (3/3)

3. 相對濕度上午觀測結果垂直變化

本計畫第三次觀測期間（104年4月21日至27日），每日早上5:00於林園探空觀測所得之相對濕度垂直變化與空軍屏東機場每日早上8:00探空觀測所得之相對濕度垂直變化比較，詳圖3.3.3-4。

4月21日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度300公尺以下、350公尺至1,950公尺、2,100公尺附近、2,250公尺附近及2,550公尺至2,900公尺範圍內大於80%，2,950公尺以上小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，近地面處及高度1,250公尺至1,850公尺範圍內大於80%，2,100公尺至2,300公尺範圍內則小於60%。

4月22日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度2,300公尺以下皆大於80%，1,500公尺至1,900公尺範圍內有達到100%，2,950公尺以上則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，近地面處、高度500公尺、650公尺、950公尺及1,300公尺至2,200公尺範圍內大於80%，2,400公尺附近及2,750公尺以上則小於60%。

4月23日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度250公尺附近及450公尺至2,150公尺範圍內大於80%，1,100公尺至1,600公尺範圍內有達到100%，2,350公尺至2,550公尺及2,600公尺以上則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度150公尺至400公尺、500公尺至1,750公尺及1,900公尺至2,150公尺範圍內大於80%，2,350公尺以上則小於60%。

4月24日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度800公尺以下、1,750公尺至2,450公尺、2,600公尺至2,950公尺範圍內大於80%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，近地面處、高度50公尺至550公尺、800公尺至950公尺、2,000公尺附近及2,200公尺附近大於80%，2,950公尺以上則小於60%。

4月25日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度1,350公尺以下大於80%，850公尺附近有達到100%，2,550公尺附近則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度100公尺至1,150公尺、1,700公尺附近、1,850公尺附近大於80%，2,450公尺至2,900公尺範圍內則小於60%。

4月26日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度700公尺以下、1,250公尺附近及1,650公尺至1,800公尺範圍內大於80%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，近地面處、高度100公尺至1,100公尺、1,150公尺至1,300公尺範圍內大於80%，2,250公尺以上則小於60%。

4月27日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度2,750公尺以下皆大於80%，2,850公尺以上則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度1,000公尺附近及2,100公尺至2,750公尺範圍內大於80%，近地面處及2,850公尺以上則小於60%。

綜合上述分析結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，兩地相對濕度垂直變化趨勢大致相近。

4. 大氣壓力上午觀測結果垂直變化

本計畫第三次觀測期間（104年4月21日至27日），每日早上5:00於林園探空觀測所得之氣壓垂直變化與空軍屏東機場每日早上8:00探空觀測所得之氣壓垂直變化比較，詳圖3.3.3-5。圖中顯示兩地觀測所得之氣壓垂直變化非常相似，皆隨高度遞減。

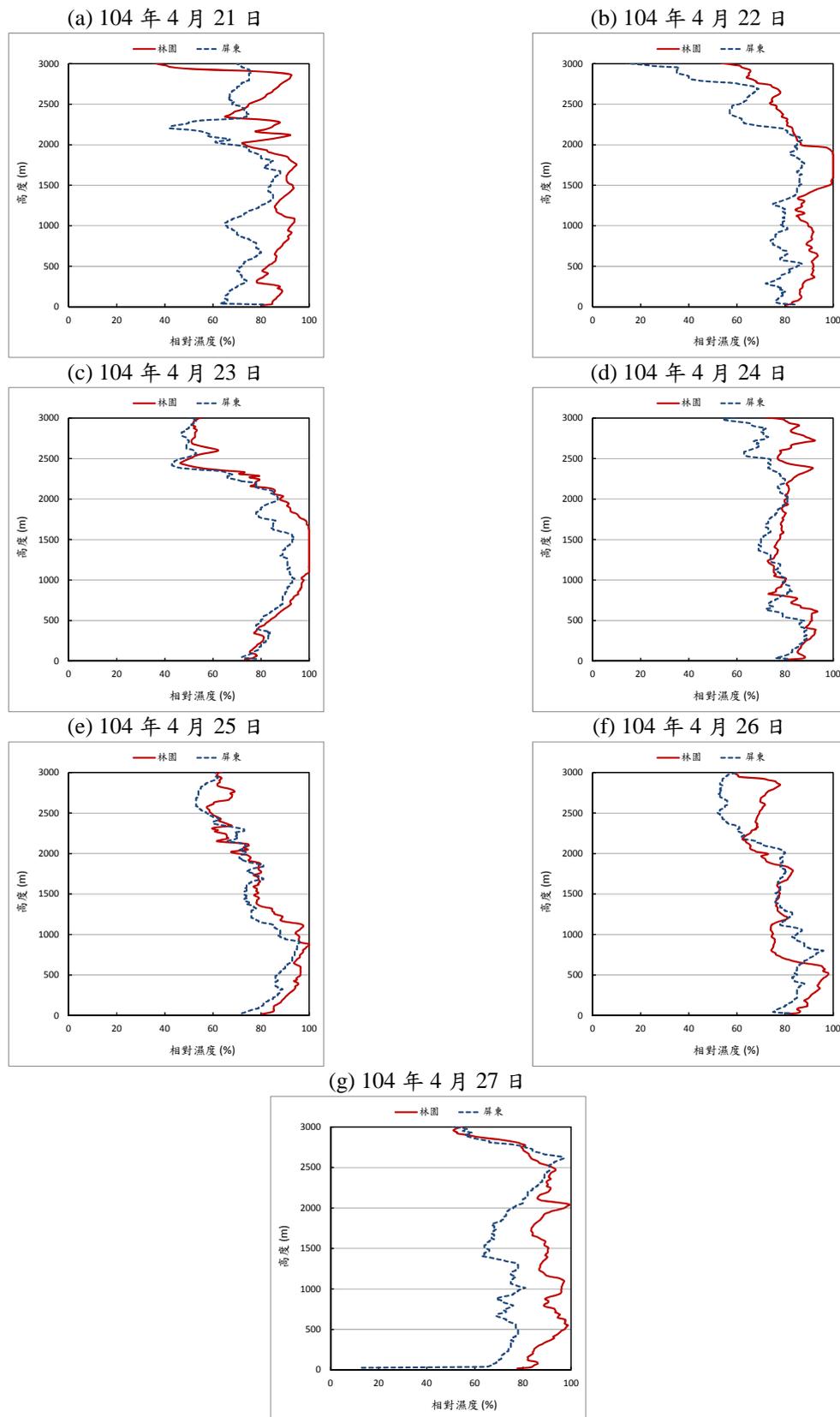


圖 3.3.3-4 第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日)早上林園測站與屏東測站相對濕度觀測結果垂直變化

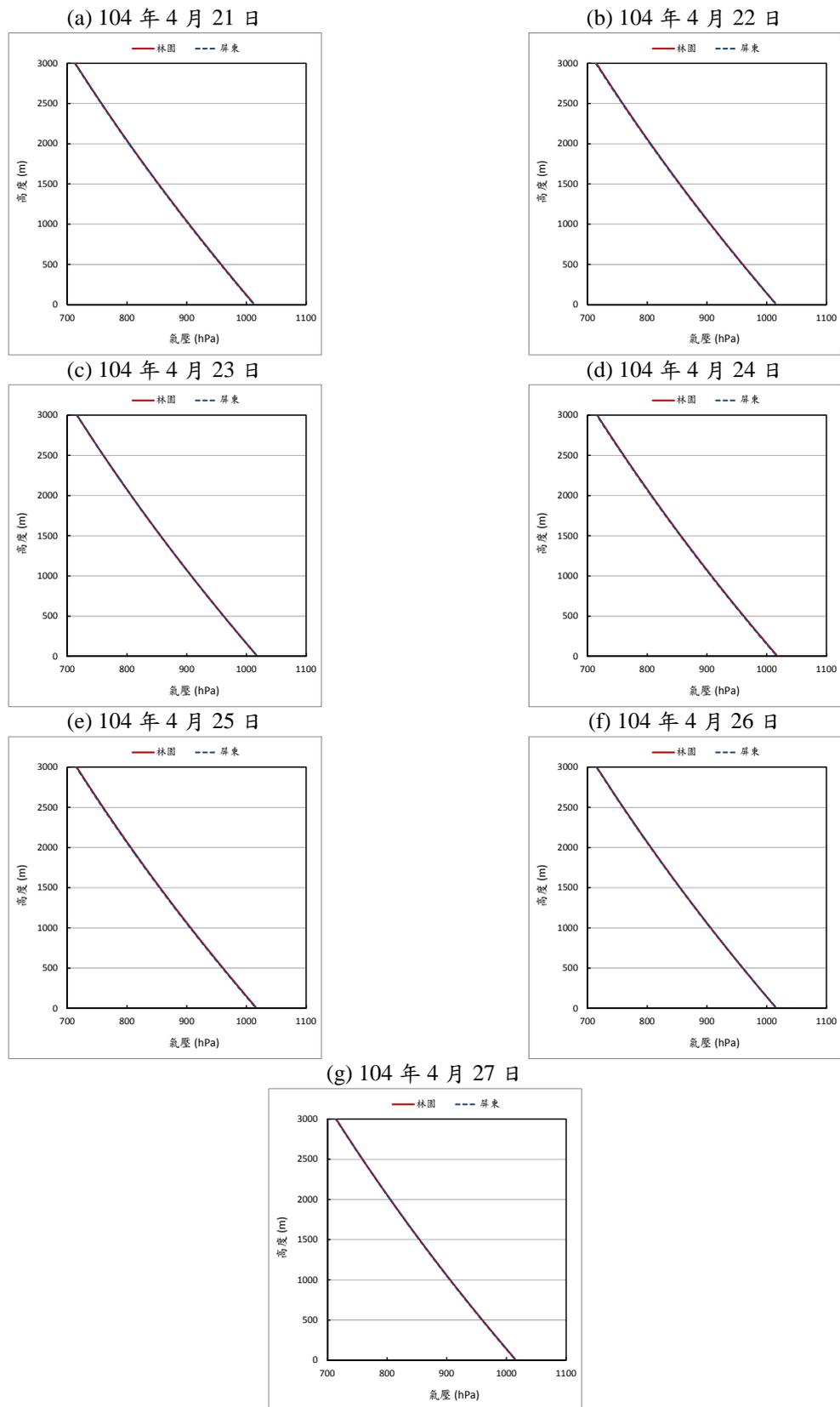


圖 3.3.3-5 第三次探空觀測期間 (104 年 4 月 21 日至 27 日)早上林園測站與屏東測站氣壓觀測結果垂直變化

(二) 中午觀測結果

1. 氣溫中午觀測結果垂直變化

本計畫第三次觀測期間(104年4月21日至27日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之氣溫垂直變化詳圖3.3.3-6。

4月21日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在近地面處、高度2,200公尺、2,800公尺附近。清晨至中午期間地表僅增溫 0.1°C (25.3°C 增至 25.4°C)，故清晨地面逆溫層仍存在，但較為微弱。

4月22日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度400公尺、2,750公尺附近。中午地面增溫(由清晨 23.6°C 增至 27°C)導致清晨地面逆溫層消失。

4月23日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度250公尺、2,550公尺附近。自清晨至中午期間，地面氣溫增溫幅稍明顯(由 24.7°C 增至 26.8°C)；相較清晨，低層幾乎已混合均勻。

4月24日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度250公尺附近。清晨地面的逆溫結構，在地面氣溫增溫後(由 23.6°C 增至 26.4°C)已不存在。

4月25日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度200公尺、1,000公尺附近。地面氣溫由清晨的 24°C 增至 26.5°C ；相較清晨，低層幾乎已混合均勻。

4月26日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度500公尺附近。本日地面氣溫由清晨 23.1°C 增至中午 27.5°C ，增幅 4.4°C ，致清晨近地面逆溫結構消失。

4月27日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度100公尺、2,400公尺附近。地面氣溫由清晨 24°C ，增加至 27.6°C (增幅 4.6°C)，有助於清晨地面逆溫的混合。

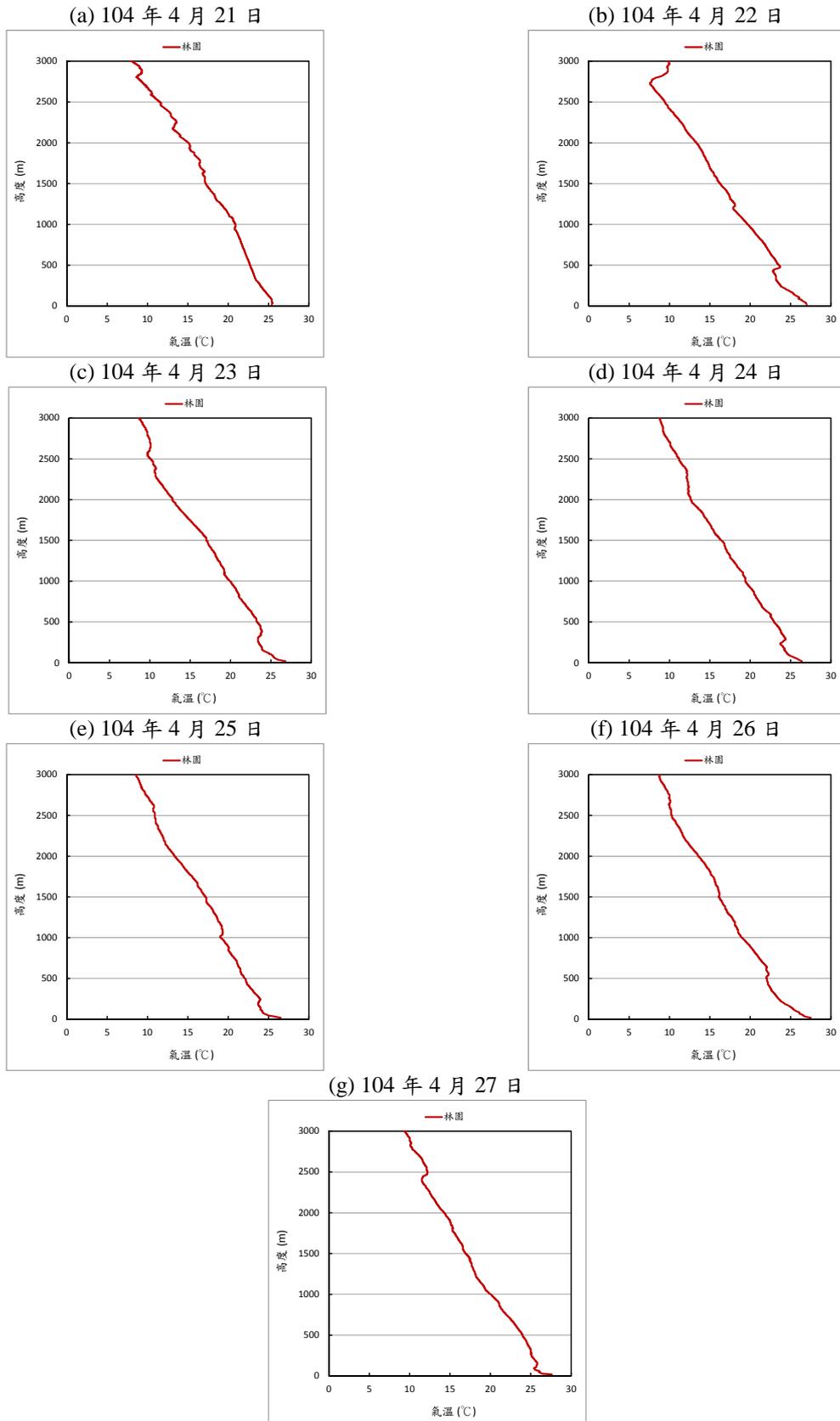


圖 3.3.3-6 第三次探空觀測期間 (104年4月21日至27日)中午林園測站
氣溫觀測結果垂直變化

2. 風速風向中午觀測結果垂直變化

本計畫第三次觀測期間(104年4月21日至27日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之風速風向垂直變化,詳圖3.3.3-7。

4月21日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,1,500公尺以下風速普遍較微弱,1,500公尺以上至3,000公尺之間風速隨高度大幅增強至3,000公尺附近的23.1 m/s。各高度的風向結構顯示,1,500公尺以下以南風及西南風為主,1,500公尺以上則以偏西風為主。

4月22日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,風速相對高值出現在高度250公尺及3,000公尺附近,風速分別為6 m/s及4.5 m/s。各高度的風向結構顯示,近地面至1,500公尺範圍內以西風及西南風為主,1,500公尺以上隨高度順轉至1,750公尺處的南風,1,750公尺以上再隨高度逆轉至2,000公尺處的東風,2,000公尺以上則以西風及西北風為主。

4月23日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,500公尺以上風速普遍偏弱,皆在1.1 m/s至2.9 m/s間變動,500公尺以下風速最大值出現在高度150公尺附近,風速為6.6 m/s。各高度的風向結構顯示,近地面至500公尺範圍內以西風為主,500公尺以上隨高度順轉至1,100公尺處的東南風,1,100公尺以上再隨高度逆轉至1,900公尺附近的北風,1,900公尺以上則隨高度順轉至3,000公尺處的南風。

4月24日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,500公尺以上風速普遍偏弱,皆在1.1 m/s至3.9 m/s間變動,500公尺以下風速最大值出現在高度150公尺附近,風速為6.1 m/s。各高度的風向結構顯示,近地面為西風,隨高度逆轉至350公尺附近的西南風,350公尺以上隨高度順轉至1,500公尺處的東北風,1,500公尺至3,000公尺範圍內則主要在西北風、北風及東北風之間變動。

4月25日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,風速相對高值出現在高度150公尺及2,950公尺處,風速皆為6.1 m/s,最小值出現在高度700公尺附近,風速為0 m/s。各高度的風向結構顯示,近地面為西風,隨高度增加逆轉至750公尺處的西南風,750公尺以上隨高度逆轉至1,250公尺處的西風,1,250公尺以上再隨高度逆轉至1,500公尺處的北風,1,500公尺至3,000公尺範圍內則主要在西北風、北風、東北風之間變動。

4月26日中午13:00林園探空所得各高度的風速結構顯示，750公尺以上風速較弱，皆在2.9 m/s以下，最小值出現在2,100公尺附近的0.1 m/s，750公尺以下風速最大值出現在250公尺處，風速為6.6 m/s。各高度的風向結構顯示，近地面至高度1,000公尺附近以偏西風為主，1,000公尺至2,100公尺範圍內則在北風與東風間變動，2,100公尺以上則隨高度由東風逆轉至2,700公尺處的南風，2,700公尺至2,900公尺以南風為主，2,900公尺以上再隨高度順轉至3,000公尺處的西風。

4月27日中午13:00林園探空所得各高度的風速結構顯示，風速相對高值出現在高度100公尺及2,800公尺處，風速分別為6 m/s及9.4 m/s，風速最小值出現在高度750公尺處，風速為0.5 m/s。各高度的風向結構顯示，近地面至500公尺範圍內以西風為主，500公尺以上隨高度順轉至1,000公尺處的東南風，1,000公尺至2,000公尺皆為東南風，2,000公尺以上再隨高度順轉至2,250公尺處的西南風，2,250公尺以上則皆為西南風。

由以上分析結果顯示，由於中午探空觀測時間為13:00，處於海風最強之時間範圍內，故近地面風向觀測結果大都以偏西風或西南風為主，且近地面風速大都較清晨強，屬合理之觀測結果。

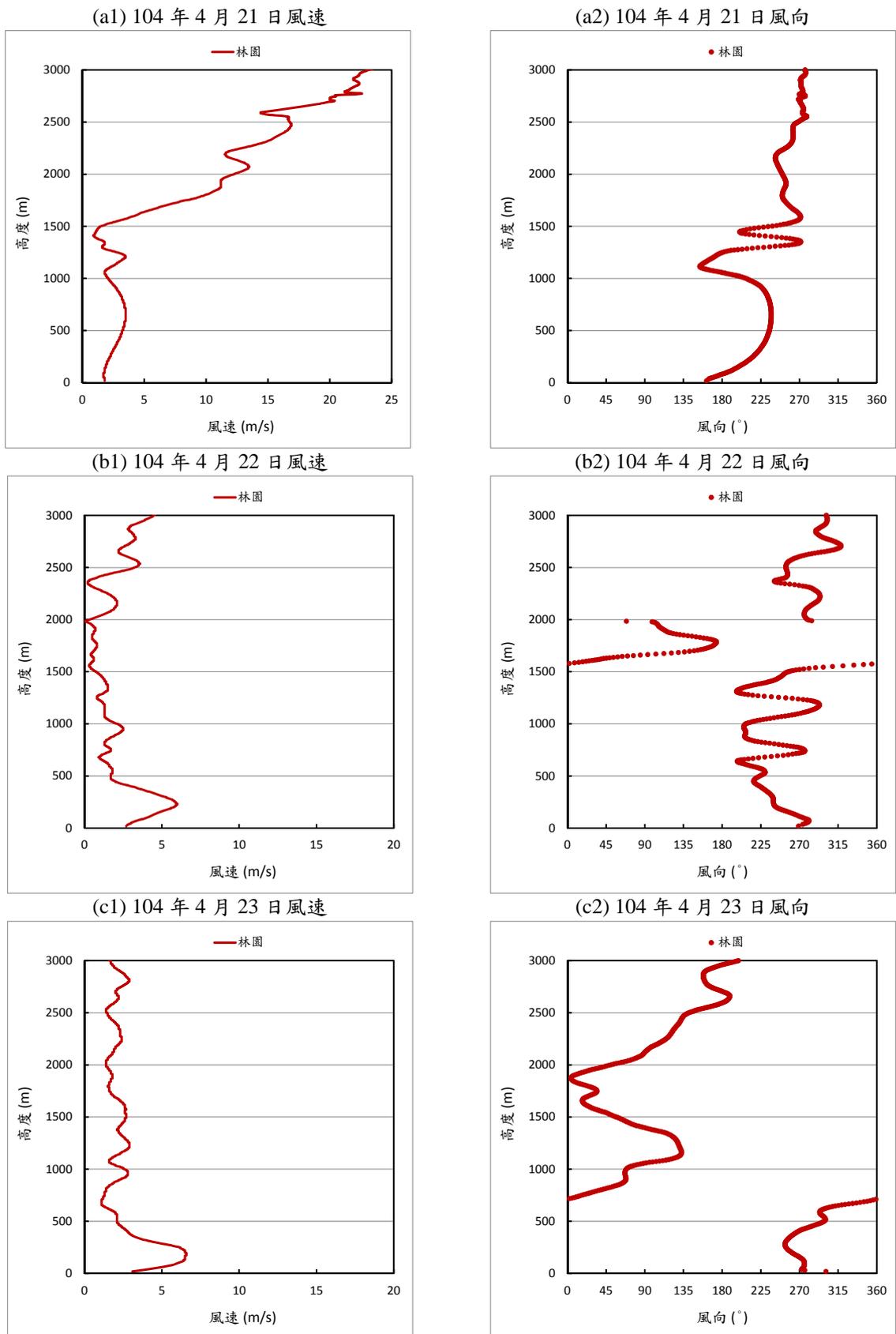


圖 3.3.3-7 第三次探空觀測期間 (104年4月21日至27日)中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (1/3)

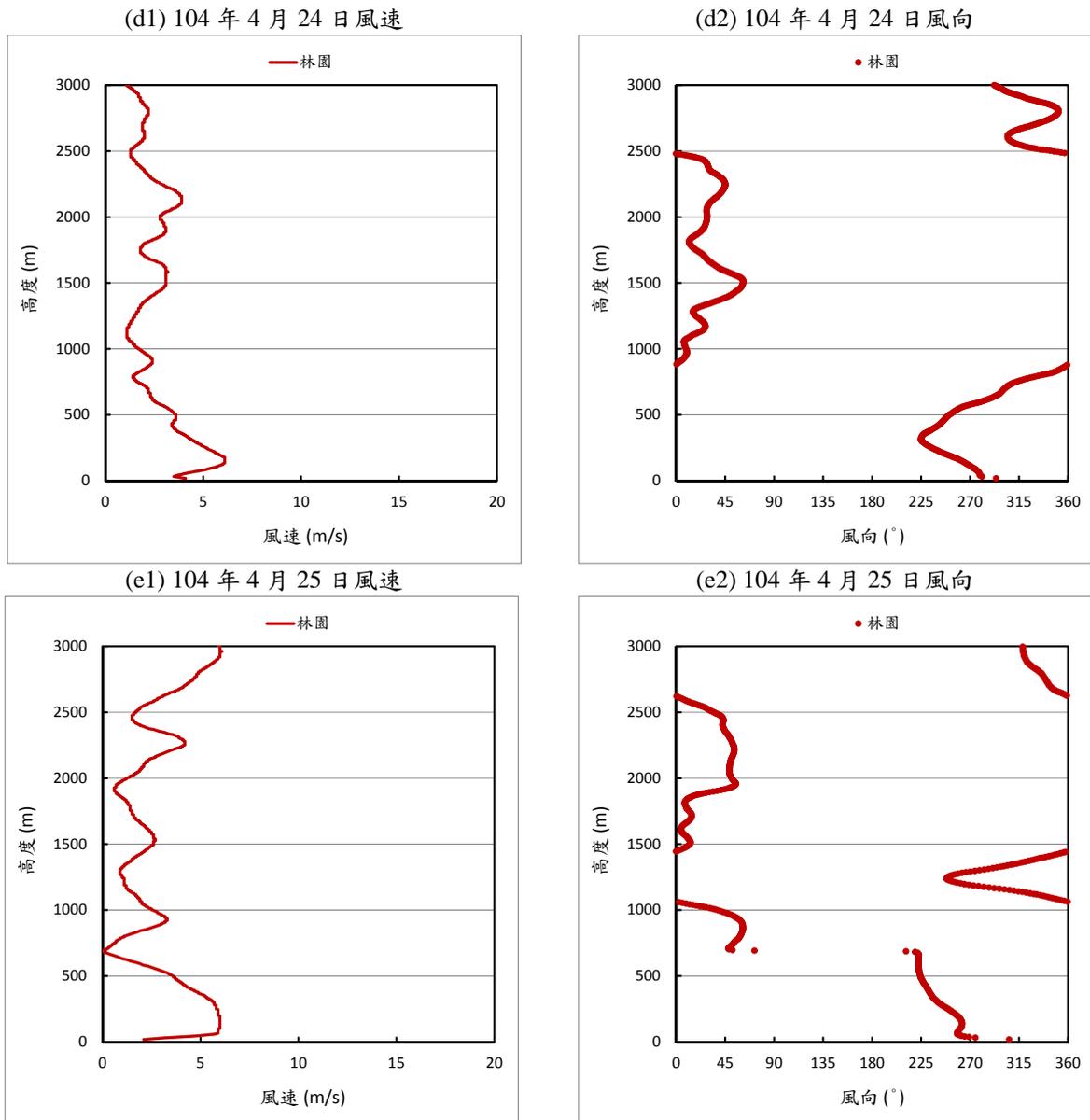


圖 3.3.3-7 第三次探空觀測期間 (104年4月21日至27日)中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (2/3)

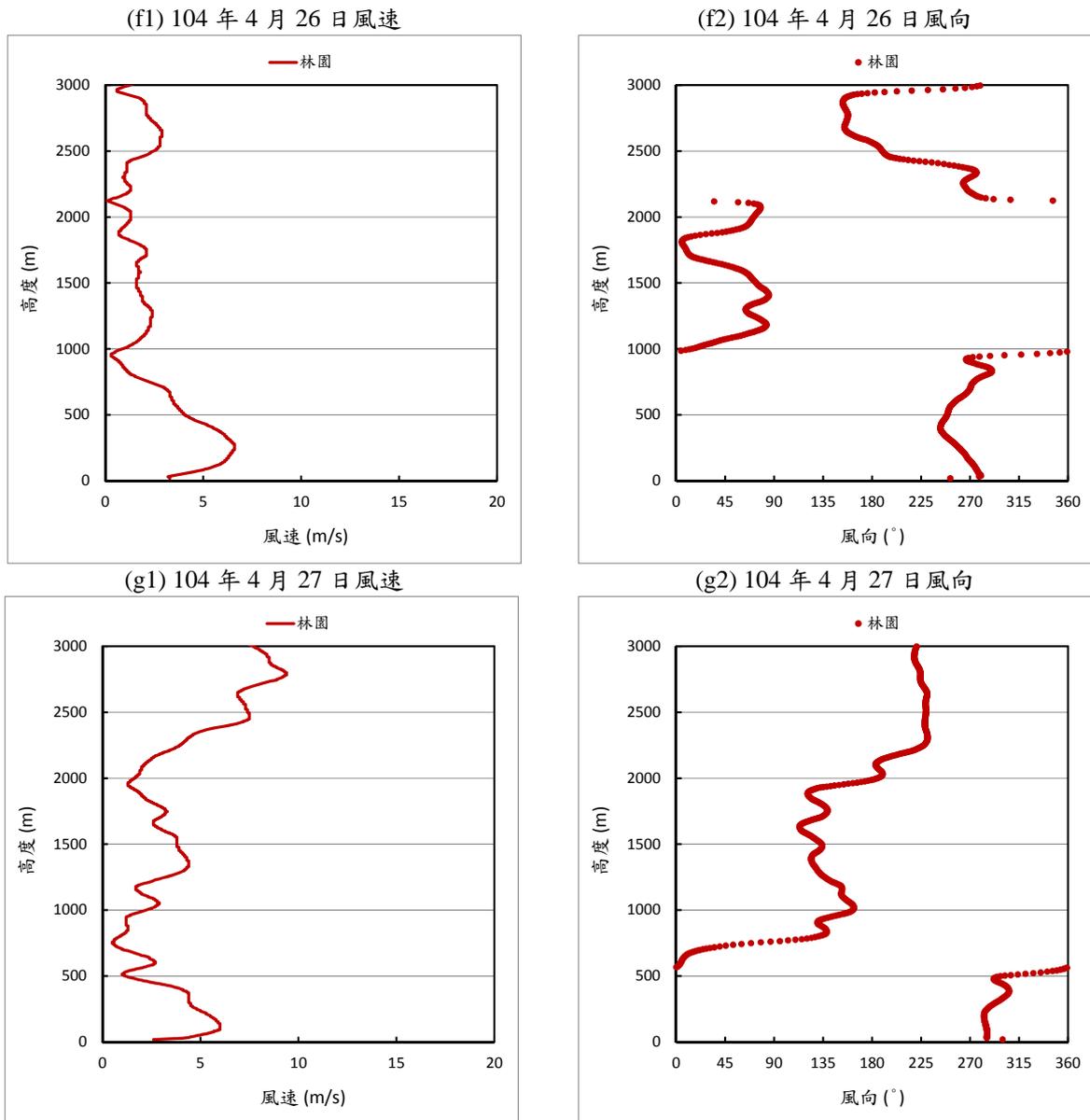


圖 3.3.3-7 第三次探空觀測期間 (104年4月21日至27日)中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (3/3)

3. 相對濕度中午觀測結果垂直變化

本計畫第三次觀測期間(104年4月21日至27日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之相對濕度垂直變化,詳圖3.3.3-8。

4月21日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,近地面處及高度2,750公尺附近大於80%。

4月22日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度1,100公尺至2,750公尺範圍內大於80%,2,800公尺以上則小於60%。

4月23日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度800公尺附近及1,750公尺至2,600公尺範圍內大於80%,2,650公尺以上則小於60%。

4月24日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度200公尺附近、650公尺至1,450公尺、1,500公尺至2,250公尺及2,650公尺附近大於80%,2,850公尺以上則小於60%。

4月25日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度50公尺至200公尺、350公尺至1,050公尺及1,900公尺至2,450公尺範圍內大於80%。

4月26日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度300公尺至550公尺及900公尺至2,600公尺範圍內大於80%。

4月27日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度1,000公尺至1,400公尺、1,750公尺附近、1,950公尺至2,450公尺及2,800公尺附近皆大於80%,2,550公尺至2,700公尺範圍內則小於60%。

4. 大氣壓力中午觀測結果垂直變化

本計畫第三次觀測期間(104年4月21日至27日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之氣壓垂直變化,詳圖3.3.3-9。圖中顯示每日中午觀測所得之氣壓皆隨高度遞減。

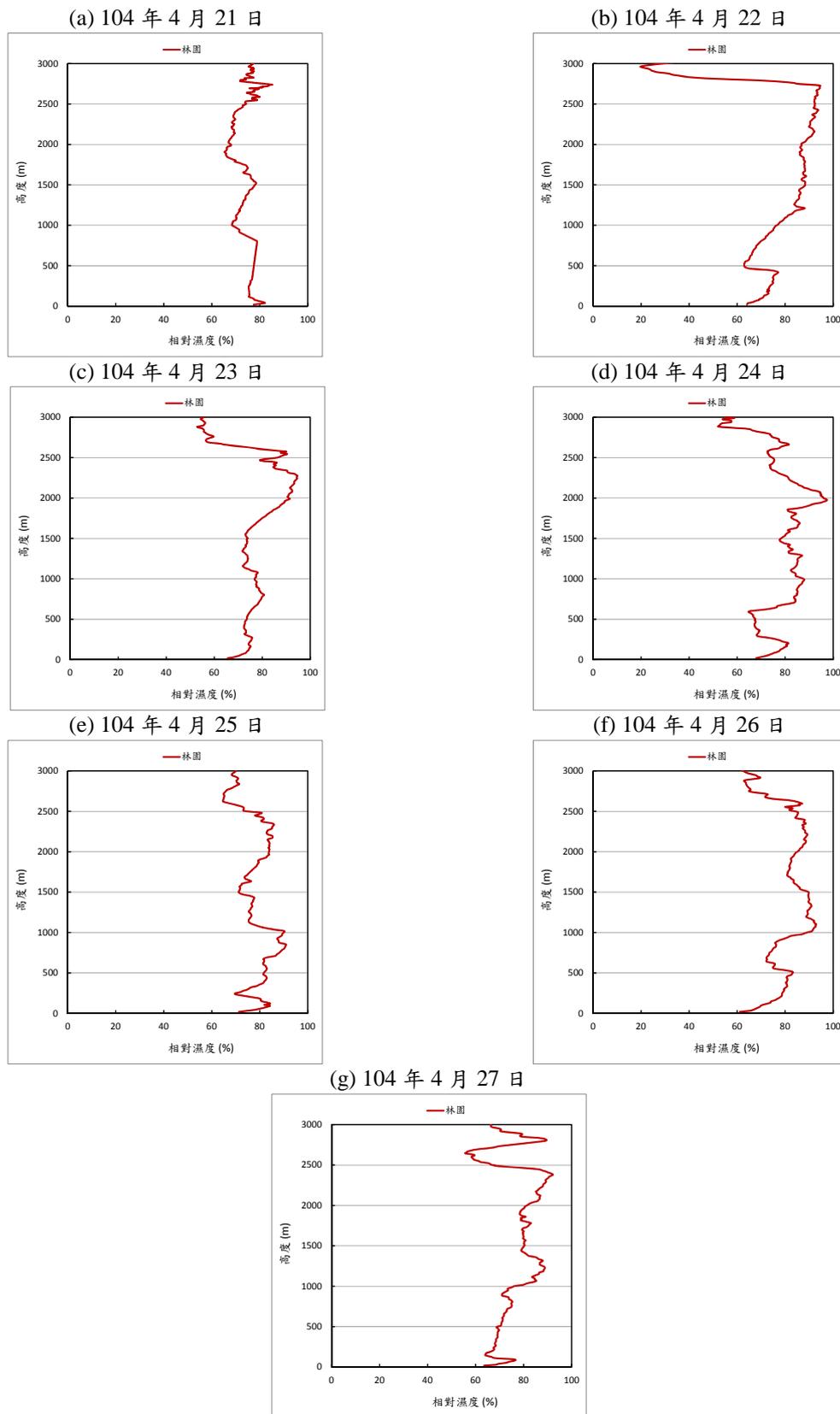


圖 3.3.3-8 第三次探空觀測期間 (104年4月21日至27日)中午林園測站
相對濕度觀測結果垂直變化

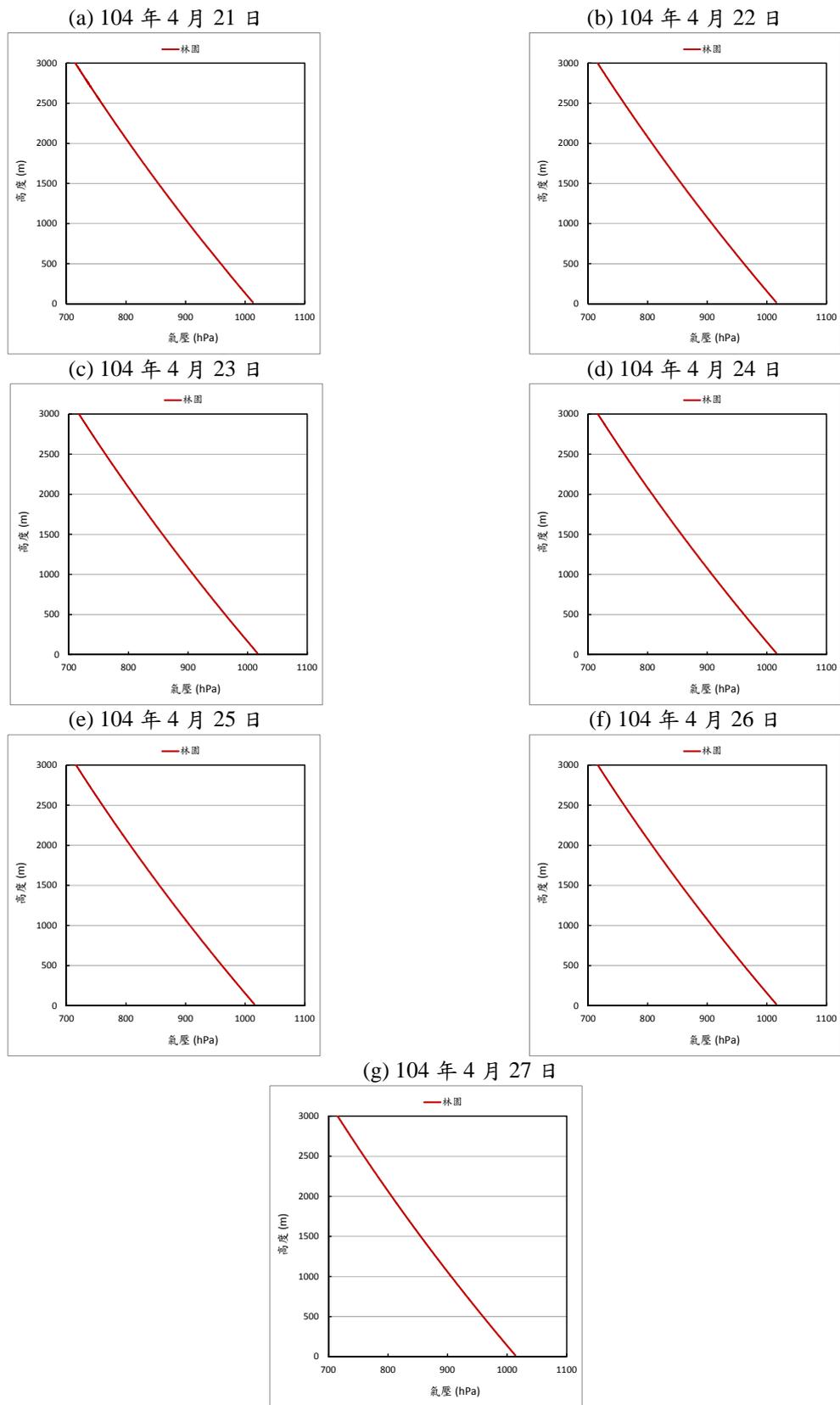


圖 3.3.3-9 第三次探空觀測期間 (104年4月21日至27日)中午林園測站
氣壓觀測結果垂直變化

三、第三次觀測結果綜合摘要說明

1. 第三次觀測期間（春季）台灣附近主要受長江出海口高壓系統及台灣附近鋒面之影響，具春季之代表性天氣型態。
2. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空溫度觀測比較結果顯示，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。兩地 500 公尺處差異在 0.1 至 0.6°C 之間、1,000 公尺處差異在 0.1 至 1.6°C 之間、1,500 公尺處差異在 0.1 至 1.8°C 之間。
3. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空風速風向觀測比較結果顯示，除了部分觀測因春季期間風速較弱，偶有受局部效應（如地形或海陸風）影響，造成兩地風向差異較大，並呈現與綜觀天氣形態不同之風向外，風速風向觀測結果在近地面處大致與綜觀天氣系統所在位置吻合。兩地 500 公尺處風速差異在 0.7 至 7.4 m/s 之間、1,000 公尺處風速差異在 0.8 至 4.3 m/s 之間、1,500 公尺處風速差異在 0.4 至 4.2 m/s 之間。
4. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空相對濕度觀測比較結果顯示，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。
5. 每日 13:00 林園探空溫度觀測結果顯示，大部分清晨地面逆溫結構在中午時皆因地表增溫而不存在。
6. 每日 13:00 林園探空風速風向觀測結果顯示，中午期間因海陸溫差較大，處於海風最強之時間範圍內，故風速較清晨之觀測結果大，至於風向則大都以海風（偏西風或西南風）為主。

3.3.4 第四次探空觀測

觀測期間為 104 年 7 月 21 日至 30 日 (24 日、26 日及 27 日因衛星訊號接收不良，無法進行觀測，另以 28 日至 30 日觀測資料取代，符合 7 天之要求)

一、觀測期間綜觀天氣型態

104 年 7 月 21 日至 30 日(夏季期間)中央氣象局地面天氣圖詳圖 3.3.4-1，7 月 21 日台灣西方中國大陸沿海有一熱帶低壓，受此熱帶低壓影響，台灣附近主要以偏南風為主。7 月 22 日及 23 日時，原先在中國大陸之熱帶低壓已減弱為低壓，此外菲律賓東方海面則生成一低壓，並逐漸增強為熱帶低壓，台灣受此兩個低壓系統影響，主要仍以偏南風為主。7 月 25 日菲律賓東方海面熱帶低壓逐漸北移，太平洋海面有另一颱風哈洛拉(Halola)，台灣附近主要仍以偏南風為主。7 月 28 日至 30 日台灣附近則轉變為主要受太平洋高壓系統影響之天氣型態，風速普遍較弱且風向變化較大。一般而言台灣夏季大都受太平洋高壓影響，以西南氣流為主，故整體而言本次觀測具夏季之代表性天氣型態，以西南風為主。

二、本次探空觀測結果說明

本計畫第次次觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日) 每次施放之記錄表、軌跡圖及照片詳附錄四。以下就「上午觀測結果」以及「中午觀測結果」，分別針對本次觀測有關氣溫垂直變化、風速風向垂直變化、相對濕度垂直變化、氣壓垂直變化等項目觀測結果進行說明。其中，上午觀測結果並與空軍屏東機場探空資料進行比對。

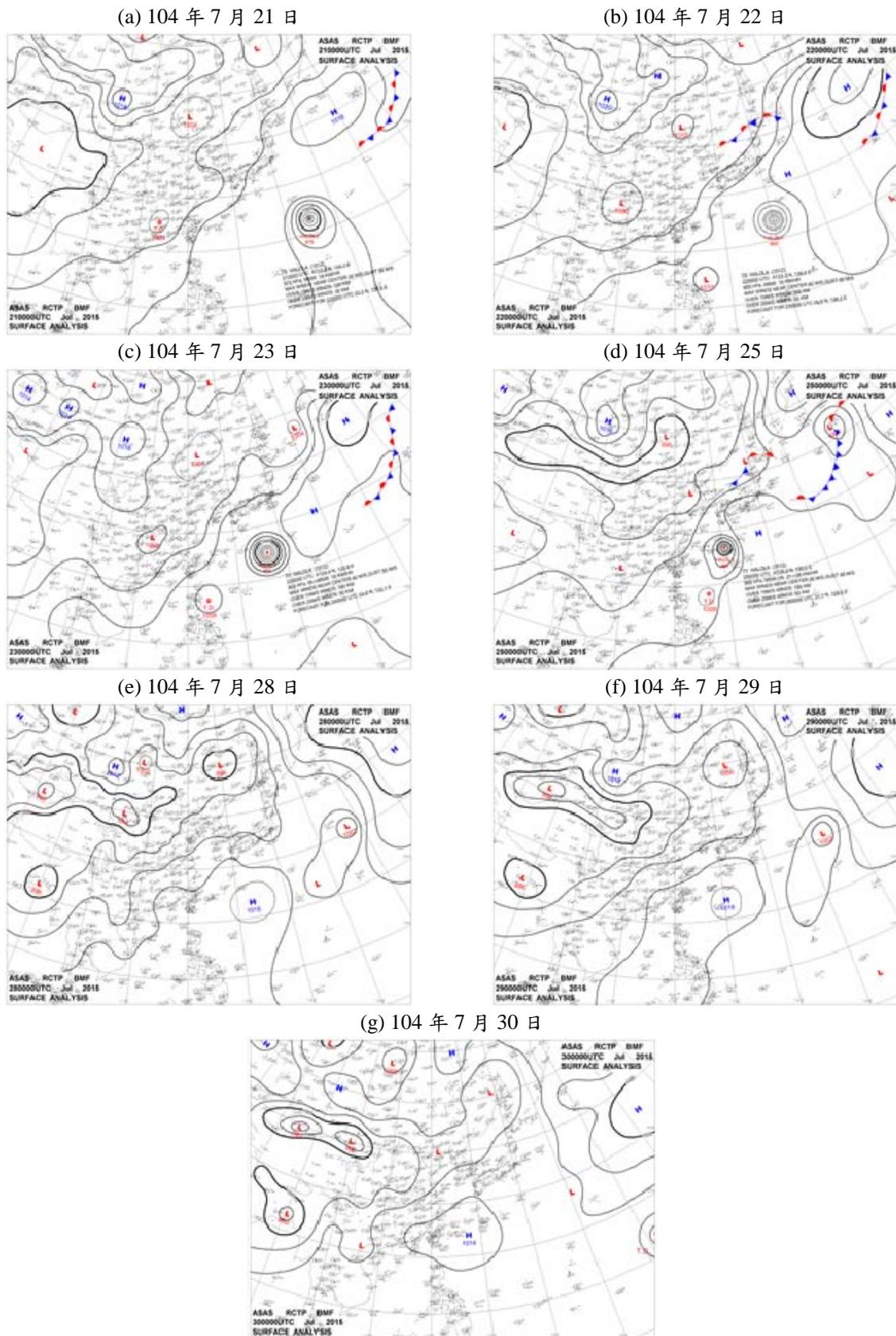


圖 3.3.4-1 第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日)綜觀天氣圖

(一) 上午觀測結果

1. 氣溫上午觀測結果垂直變化

本計畫第四次觀測期間(104年7月21日至30日)，每日早上5:00於林園探空觀測所得之氣溫垂直變化與空軍屏東機場每日早上8:00探空觀測所得之氣溫垂直變化比較，詳圖3.3.4-2。

7月21日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在近地面處、高度900公尺、1,500公尺及2,250公尺附近，有地面逆溫現象。同一天早上8:00林園東北方約24公里處的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，600公尺附近有逆溫現象、1,500公尺附近無逆溫現象，其餘與林園探空結果差異不大。

7月22日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在近地面處、高度1,150公尺、1,800公尺及2,200公尺附近，有近地面逆溫現象。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，1,100公尺及2,200公尺附近無逆溫現象、2,800公尺附近有逆溫現象，其餘與林園探空結果差異不大，亦存在近地面逆溫層且較為明顯。

7月23日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度100公尺以下。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，除了高度1,050公尺附近有逆溫外，其餘結構與林園幾乎一致，亦存在明顯之近地面逆溫層。

7月25日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度200公尺以下、900公尺、1,250公尺、1,900公尺及2,100公尺附近，此次探空有近地面逆溫現象。當天因空軍屏東機場探空儀器故障，故無屏東探空觀測結果。

7月28日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度100公尺以下，有明顯近地面逆溫。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，除了高度600公尺及2,000公尺附近有逆溫外，其餘與林園探空結果差異不大，同樣有近地面逆溫現象。

7月29日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度100公尺以下、900公尺附近，此次探空有近地面逆溫現象。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，900公尺附近並無逆溫，其餘與林園探空結果相當接近，同樣有近地面逆溫現象。

7月30日早上5:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度100公尺以

下、600 公尺、2,050 公尺附近，有近地面逆溫現象。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，600 公尺附近無逆溫現象，其餘與林園探空結果相當接近，同樣有近地面逆溫現象。

綜合上述比較結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，除了因觀測位置以及觀測時間不同，使得日出前後地表加熱效應造成近地面氣溫有所差異，以及部分高度溫度有些微不同外，兩地之氣溫垂直變化趨勢大致皆相近。兩地 500 公尺處差異在 0.1 至 1.4°C 之間、1,000 公尺處差異在 0.1 至 1.6°C 之間、1,500 公尺處差異在 0.1 至 0.9°C 之間。

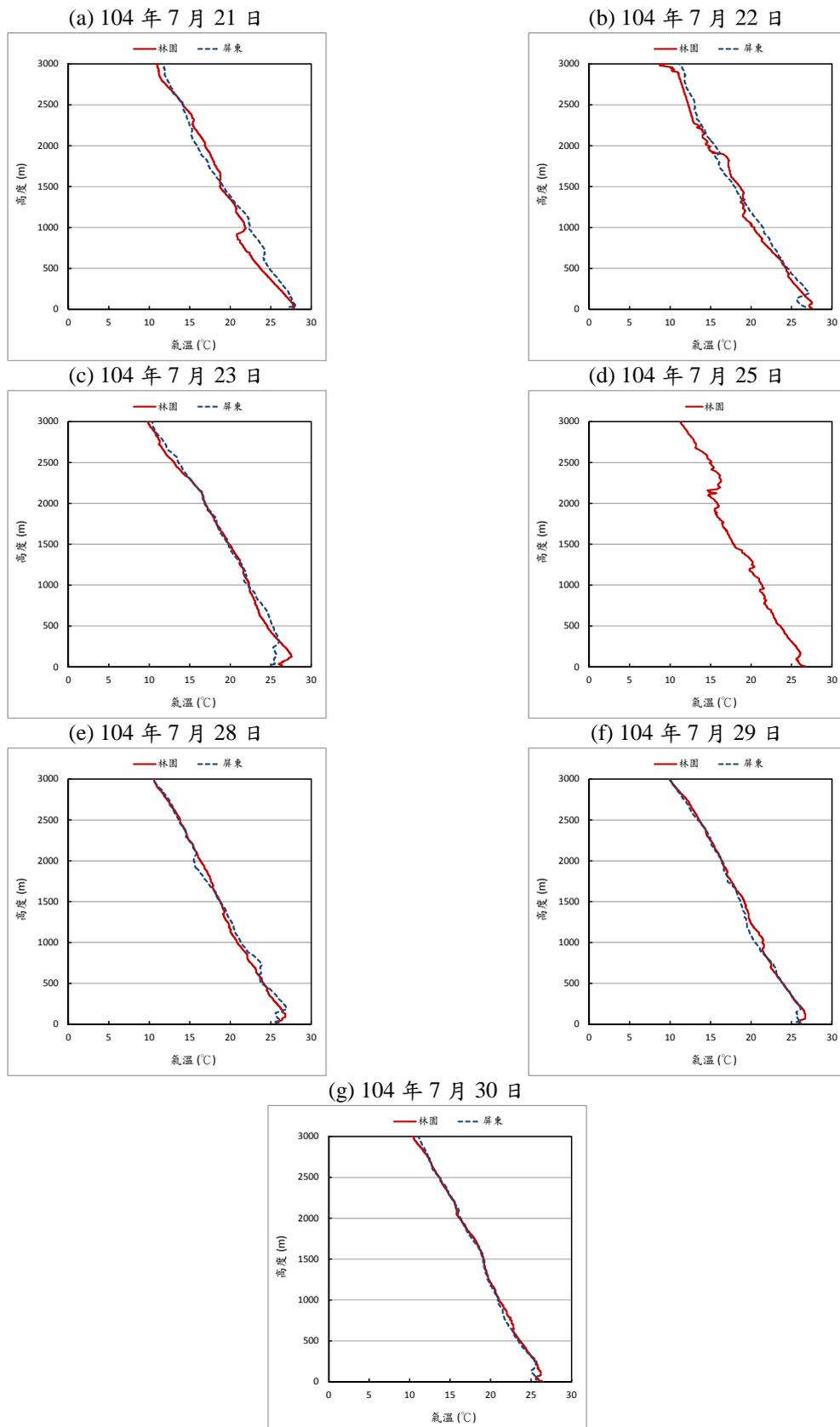


圖 3.3.4-2 第四次探空觀測期間 (104年7月21日至30日)早上林園測站與屏東測站氣溫觀測結果垂直變化

2. 風速風向上午觀測結果垂直變化

本計畫第四次觀測期間（104年7月21日至30日），每日早上5:00於林園探空觀測所得之風速風向垂直變化與空軍屏東機場每日早上8:00探空觀測所得之風速風向垂直變化比較，詳圖3.3.4-3。

7月21日早上5:00林園探空所得到各高度的風向結構顯示，近地面為南南東風，隨高度增加緩慢順轉至3,000公尺附近的西南風；各高度的風速結構顯示，近地面為1.3 m/s，隨高度增加至150公尺附近的6 m/s，150公尺至600公尺範圍內則在5.6 m/s至6.2 m/s間變動，600公尺以上則隨高度遞增至3,000公尺附近的17.9 m/s，最大風速出現在2,850公尺附近的18.4 m/s。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風向結構與林園非常相近，風速變化趨勢與林園類似，但整體風速皆低於林園，顯示二者之間應受地形影響，造成兩者間風速之差異，但大致來說近地面風向仍與綜觀天氣系統所在位置吻合。

7月22日早上5:00林園探空所得到各高度的風向結構顯示，近地面為東南東風，隨高度增加逐漸順轉至3,000公尺附近的西南風；各高度的風速結構顯示，近地面風速為0.3 m/s，隨高度逐漸增加至3,000公尺附近的15.3 m/s，最大風速為2,900公尺附近的15.4 m/s。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風向在近地面為西南風，隨高度增加逐漸逆轉至500公尺附近的南風，500公尺以上風向則與林園非常相似，至於風速則與林園差異不大，顯示兩地應受局部地形效應影響，造成兩者近地面風向差異，但大致而言仍與綜觀天氣系統所在位置吻合。

7月23日早上5:00林園探空所得到各高度的風向結構顯示，近地面為東南東風，隨高度增加順轉至1,000公尺附近的西南風，1,000公尺至3,000公尺範圍內皆為偏西南風；各高度的風速結構顯示，風速隨高度逐漸增加至3,000公尺附近的9.5 m/s。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風向在1,000公尺以下以偏南風為主，其餘高度風向皆與林園相似，風速部分在500公尺以下與林園差異較顯著，其餘變化趨勢與林園相近，顯示二者之間應受地形影響，造成兩者間近地面風向差異，但大致來說仍與綜觀天氣系統所在位置吻合。

7月25日早上5:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示，近地面為東北風，隨高度增加逆轉至500公尺處的西風，500公尺至3,000公尺範圍內則皆在西風或西北風之間變動；各高度的風速結構顯示，近地面

風速為 1.4 m/s，隨高度增加至 100 公尺附近的 4.4 m/s，再隨高度減少至 450 公尺附近的 1 m/s，為 3,000 公尺高度以下之最低風速，450 公尺以上風速則隨高度遞增至 2,100 公尺附近的 8.5 m/s，2,100 公尺以上風速則再隨高度減少至 2,700 公尺附近的 4.3 m/s，2,700 公尺以上風速再隨高度增加至 3,000 公尺附近的 6.1 m/s。當天因空軍屏東機場探空儀器故障，故無屏東探空觀測結果。林園觀測之近地面風向與綜觀天氣系統所在位置大致吻合。

7 月 28 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風向結構顯示，風向由近地面東北風逆轉至 400 公尺的西北西風，再隨高度增加順轉至 1,250 公尺的北風；1,250 公尺以上再隨高度逆轉至 3,000 公尺附近的偏西風；各高度的風速結構顯示，3,000 公尺以下風速偏低，最大值出現在高度 400 公尺附近的 2.9 m/s，最小值則出現在 2,900 公尺附近的 0.4 m/s。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風速與林園觀測結果類似，皆為偏低之情形，至於 700 公尺以下及 1,500 公尺以上之風向則與林園差異較大，此現象可能與綜觀天氣系統所在位置及地形有關，導致當時風速較弱，造成風向變化較大。

7 月 29 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風向結構顯示，近地面為偏東風，隨高度增加迅速順轉至 250 公尺附近的西南西風，250 公尺以上再隨高度順轉至 1,200 公尺附近的西北風，1,200 公尺以上則隨高度逆轉至 3,000 公尺處的偏南風；各高度的風速結構顯示，近地面為 0.4 m/s，隨高度逐漸增加至 3,000 公尺附近的 6 m/s。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風速結構與林園差異不大，皆屬偏低之情形，風向差異較大處主要在 1,800 公尺以下，其餘則與林園接近，此現象可能與綜觀天氣系統所在位置及地形有關，導致當時風速較弱，造成風向變化較大。

7 月 30 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的風向結構顯示，近地面為東風，隨高度增加順轉至 500 公尺附近的南風，1,000 公尺至 3,000 公尺範圍內皆為偏南風；各高度的風速結構顯示，風速由近地面的 0.4 m/s 隨高度逐漸增加至 400 公尺附近的 4.5 m/s，400 公尺至 3,000 公尺範圍內風速則皆在 4.1 m/s 至 6 m/s 間變動。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，風向結構與林園相似，風速部分在 500 公尺以下較林園低，500 公尺以上則較林園高，但變化趨勢與林園相近，大致來說兩地

觀測結果與綜觀天氣系統所在位置吻合。

綜合上述分析結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，除了部分觀測因夏季期間受太平洋高壓影響，風速較弱，偶有受局部效應（如地形或海陸風）影響，呈現與綜觀天氣形態不同之風向外，風向觀測結果在近地面處大致與綜觀天氣系統所在位置吻合。兩地 500 公尺處風速差異在 0.9 至 3.3 m/s 之間、1,000 公尺處風速差異在 1.0 至 3.1 m/s 之間、1,500 公尺處風速差異在 0.5 至 5.1 m/s 之間。

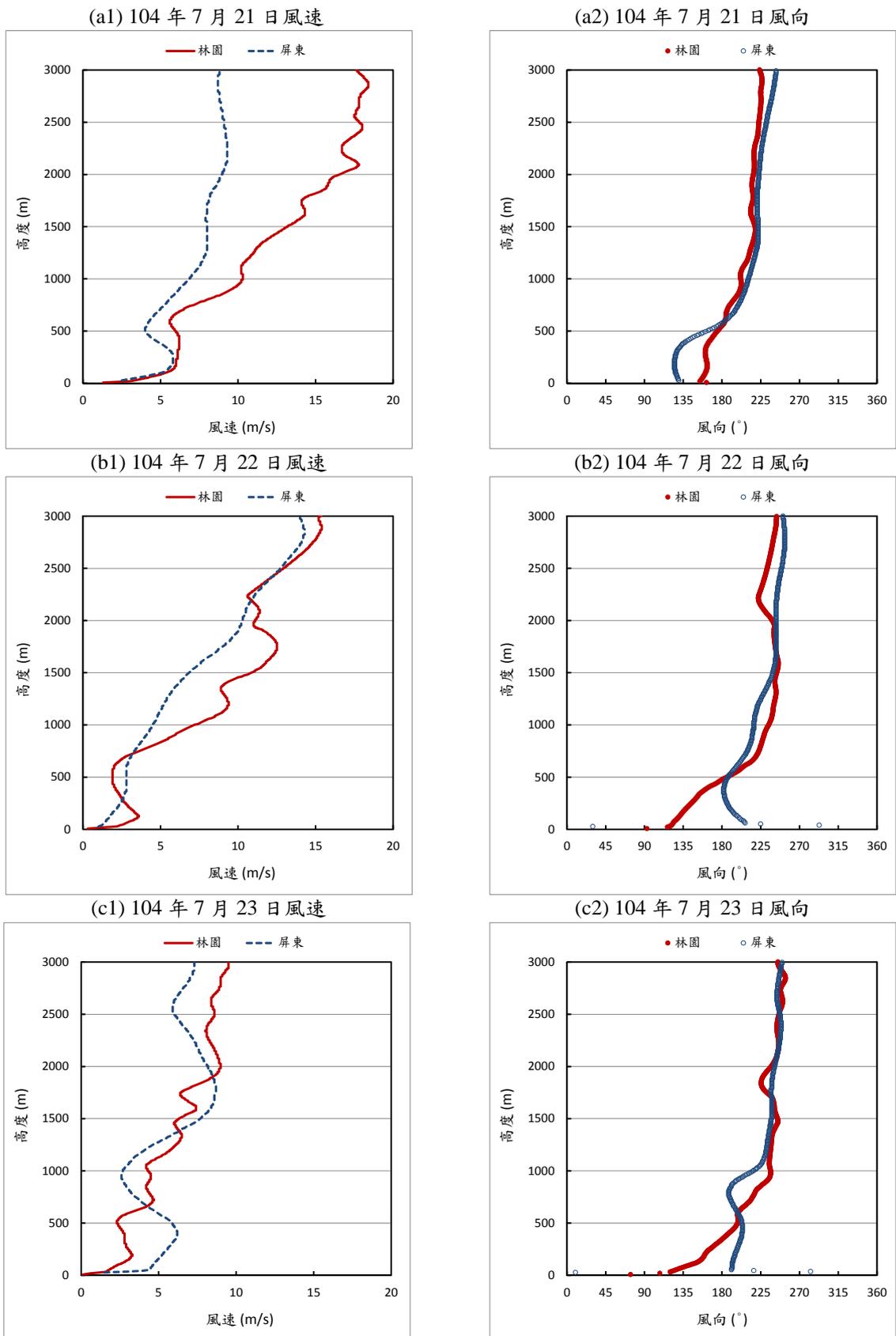


圖 3.3.4-3 第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日)早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (1/3)

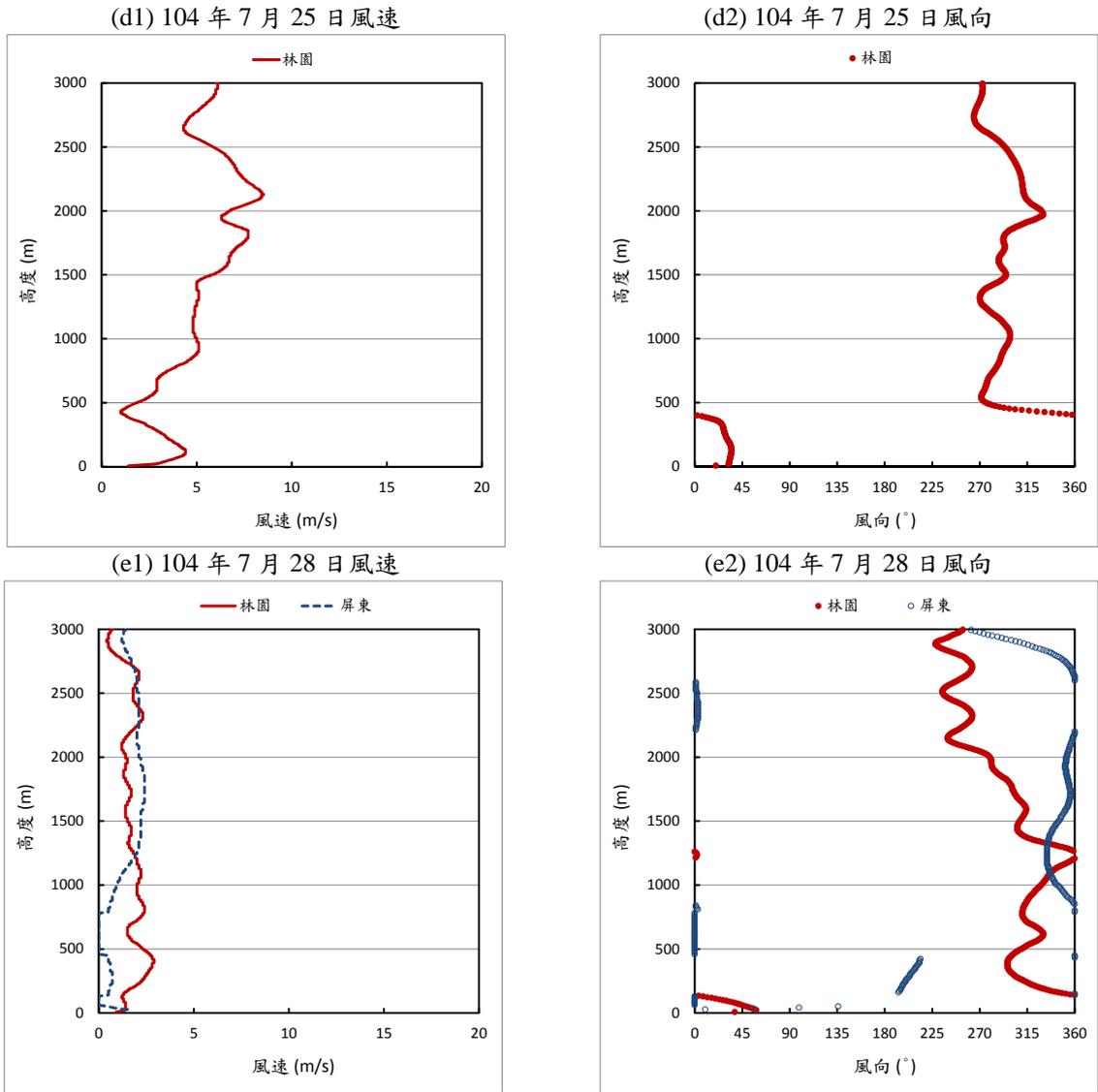


圖 3.3.4-3 第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日)早上林園測站
與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (2/3)

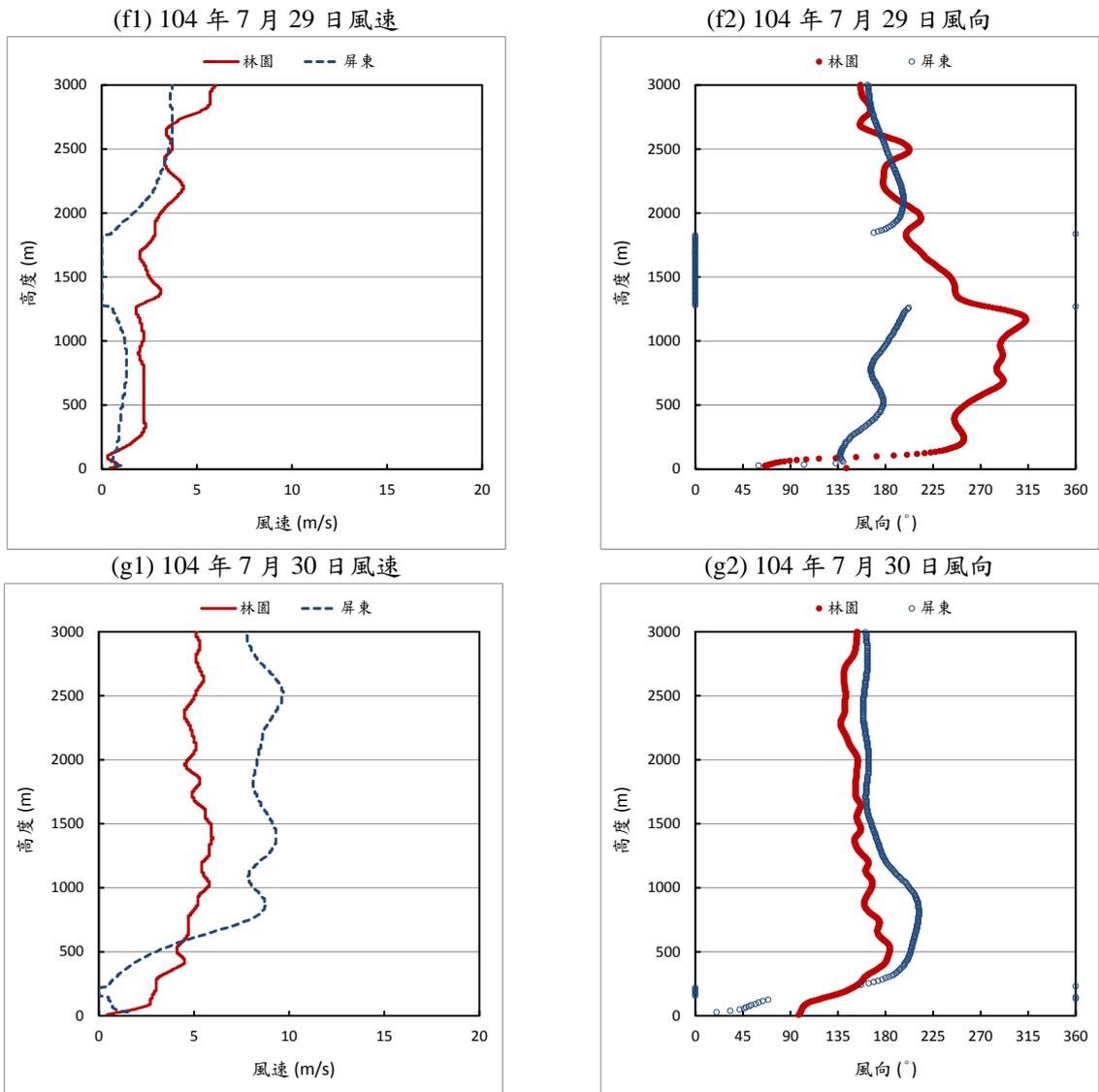


圖 3.3.4-3 第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日)早上林園測站與屏東測站風速風向觀測結果垂直變化 (3/3)

3. 相對濕度上午觀測結果垂直變化

本計畫第四次觀測期間（104年7月21日至30日），每日早上5:00於林園探空觀測所得之相對濕度垂直變化與空軍屏東機場每日早上8:00探空觀測所得之相對濕度垂直變化比較，詳圖3.3.4-4。

7月21日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度950公尺以下及2,800公尺附近皆大於80%，550公尺至800公尺範圍內達到100%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度750公尺附近、1000公尺至1,200公尺、2,450公尺至2,600公尺及2,850公尺以上皆小於60%。

7月22日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，近地面處、高度100公尺至1,400公尺、1,500公尺至1,750公尺及1,900公尺以上皆大於80%，950公尺至1,050公尺及2,050公尺以上有達到100%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度500公尺至1,900公尺及2,050公尺至2,350公尺範圍內大於80%。

7月23日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，近地面處、高度250公尺至900公尺及2,450公尺以上大於80%，2,650公尺至2,750公尺範圍內有達到100%，2050公尺至2,300公尺範圍內則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度300公尺以下及2950公尺附近大於80%，1,500公尺至1,700公尺及1,750公尺至2,650公尺範圍內則小於60%。

7月25日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度2,150公尺以下大於80%，550公尺附近、750公尺附近、1,450公尺至2,150公尺範圍內皆有數筆資料達到100%。當天因空軍屏東機場探空儀器故障，故無屏東探空觀測結果。

7月28日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，近地面處、高度150公尺至1,700公尺、1,750公尺附近、1,900公尺至2,150公尺及2,250公尺附近皆大於80%，2,500公尺附近則小於60%。同一天早上8:00的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度450公尺至600公尺、800公尺至1,150公尺、1,300公尺附近及1,650公尺至2,050公尺範圍內皆大於80%，150公尺至300公尺、750公尺附近及2,350公尺以上則小於60%。

7月29日早上5:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，近

地面處、高度 200 公尺至 950 公尺及 1,250 公尺附近大於 80%，2,100 公尺附近則小於 60%。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度 150 公尺以下、300 公尺至 700 公尺、800 公尺至 1,400 公尺範圍內大於 80%，1,650 公尺附近、2,000 公尺附近、2,250 公尺至 2,550 公尺及 2,650 公尺附近則小於 60%。

7 月 30 日早上 5:00 林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示，高度 700 公尺以下及 800 公尺附近皆大於 80%，1,400 公尺以上則小於 60%。同一天早上 8:00 的空軍屏東機場探空觀測結果顯示，高度 300 公尺至 850 公尺範圍內大於 80%，1,300 公尺以上則小於 60%。

綜合上述分析結果顯示，本次林園探空觀測與空軍屏東探空觀測結果相較，兩地之相對濕度垂直變化趨勢大致相近。

4. 大氣壓力上午觀測結果垂直變化

本計畫第四次觀測期間（104 年 7 月 21 日至 30 日），每日早上 5:00 於林園探空觀測所得之氣壓垂直變化與空軍屏東機場每日早上 8:00 探空觀測所得之氣壓垂直變化比較，詳圖 3.3.4-5。圖中顯示兩地觀測所得之氣壓垂直變化非常相似，皆隨高度遞減。

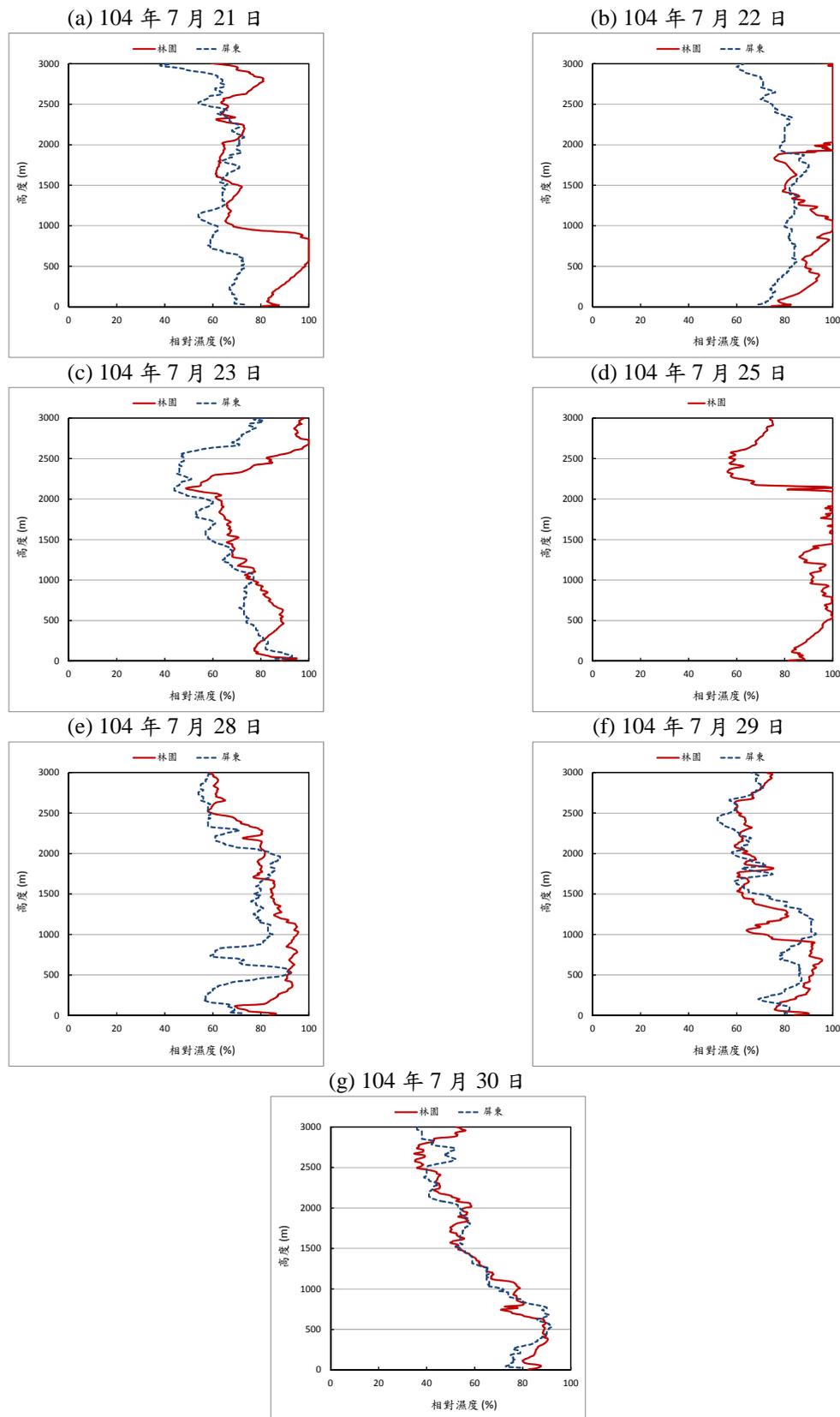


圖 3.3.4-4 第四次探空觀測期間 (104年7月21日至30日)早上林園測站與屏東測站相對濕度觀測結果垂直變化

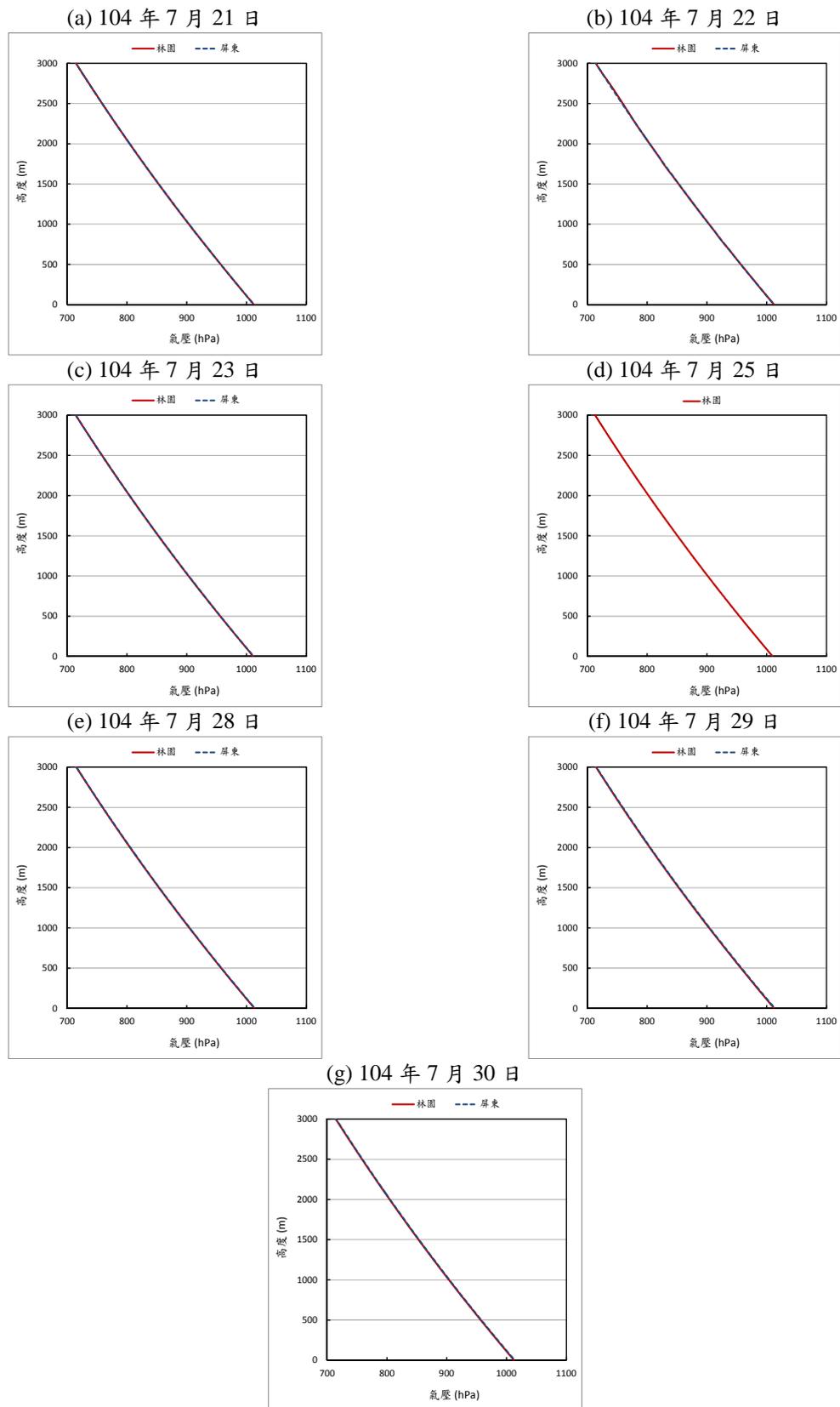


圖 3.3.4-5 第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日)早上林園測站與屏東測站氣壓觀測結果垂直變化

(二) 中午觀測結果

1. 氣溫中午觀測結果垂直變化

本計畫第四次觀測期間(104年7月21日至30日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之氣溫垂直變化詳圖3.3.4-6。

7月21日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度750公尺、1,750公尺附近。清晨至中午期間地表增溫 2.7°C (27.7°C 增至 30.4°C),導致清晨的地面淺薄逆溫層消失。

7月22日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度1,300公尺、2,400公尺附近。中午地面增溫(由清晨 27.6°C 增至 29.7°C)導致清晨近地面逆溫層消失。

7月23日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度300公尺附近。自清晨至中午期間,地面氣溫增溫幅稍明顯(由 26.2°C 增至 30.6°C),導致清晨的地面明顯逆溫層幾乎消失。

7月25日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度50公尺、500公尺、1,150公尺、2,200公尺附近。清晨近地面的逆溫結構,在地面氣溫增溫後(由 26.7°C 增至 30.3°C ,增幅達 3.6°C),幾乎已混合均勻。

7月28日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度400公尺、1,400公尺、2,100公尺附近。地面氣溫由清晨的 26°C 增至 31.3°C ,增幅達 5.3°C ,導致清晨近地面的明顯逆溫結構至中午已幾乎消失。

7月29日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度250公尺附近。本日地面氣溫由清晨 26.2°C 增至中午 30.8°C ,增幅 4.6°C ,致清晨近地面逆溫結構消失。

7月30日中午13:00林園探空較明顯之逆溫層出現在高度100公尺、450公尺、1,100公尺、1,500公尺、1,750公尺附近。地面氣溫由清晨 26.4°C ,增加至 31.6°C (增幅 5.2°C),有助於清晨近地面逆溫的充分混合。

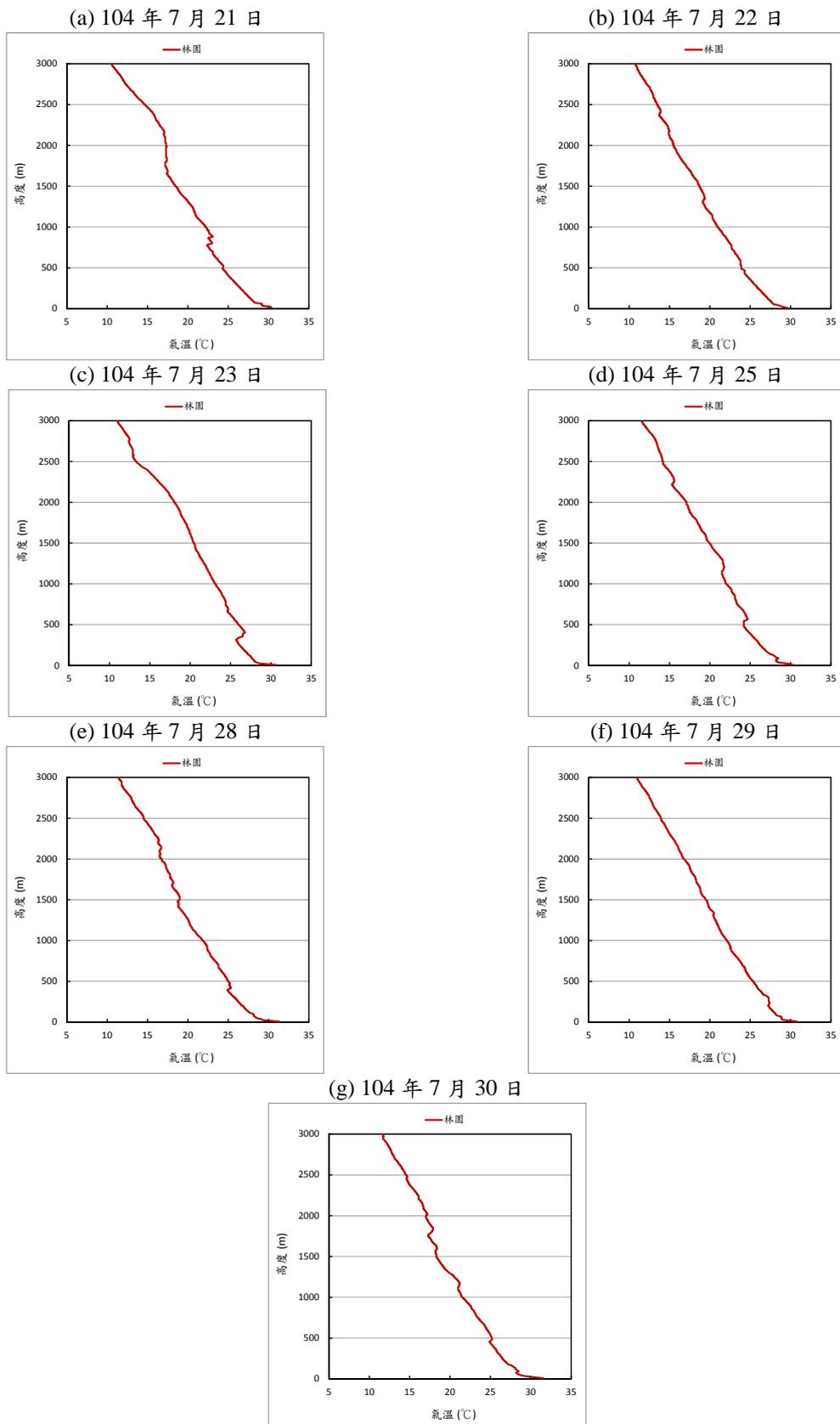


圖 3.3.4-6 第四次探空觀測期間 (104年7月21日至30日)中午林園測站
氣溫觀測結果垂直變化

2. 風速風向中午觀測結果垂直變化

本計畫第四次觀測期間(104年7月21日至30日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之風速風向垂直變化詳圖3.3.4-7。

7月21日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,近地面風速為1.6 m/s,風速隨高度逐漸增加至3,000公尺附近的14.9 m/s,最大風速出現在2,800公尺附近的15.4 m/s。各高度的風向結構顯示,近地面為東南風,隨高度增加順轉至1,000公尺附近的西南風,1,000公尺至3,000公尺之間則維持在西南風。

7月22日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,近地面風速為2.2 m/s,風速隨高度逐漸增加至3000公尺附近的14 m/s,最大風速出現在2,400公尺附近的15.2 m/s。各高度的風向結構顯示,近地面為東南東風,隨高度增加順轉至1,000公尺附近的西南風,1,000公尺至3,000公尺之間則維持在西南風。

7月23日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,近地面風速為1.4 m/s,風速隨高度逐漸增加至3,000公尺附近的最大風速8.4 m/s。各高度的風向結構顯示,近地面為南風,隨高度增加緩慢順轉至3,000公尺附近的西南風。

7月25日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,近地面風速為1.8 m/s,隨高度迅速增加至250公尺附近的8.6 m/s,再隨高度遞減至750公尺附近的4 m/s,750公尺以上則隨高度緩慢增加至3,000公尺附近的5.5 m/s。各高度的風向結構顯示,近地面為西風,隨高度增加順轉至1,000公尺附近的北風,再隨高度逆轉至3,000公尺附近的西風。

7月28日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,500公尺至2,500公尺範圍內風速較弱,最大風速出現在高度300公尺及3,000公尺附近,風速分別為4.3 m/s及4.4 m/s,最小風速出現在高度750公尺附近,風速為0 m/s。各高度的風向結構顯示,近地面至700公尺為偏西南風,700公尺以上隨高度迅速逆轉至900公尺附近的西北風,900公尺至1,400公尺間風向在西北風及北風間變動,1,400公尺以上則隨高度逐漸順轉至3,000公尺附近的西南西風。

7月29日中午13:00林園探空所得到各高度的風速結構顯示,各高度的風速皆在5 m/s以下,最大風速出現在2400公尺及3000公尺附近的4.8 m/s,最小風速位於750公尺處的1 m/s。各高度的風向結構顯示,近

地面至 400 公尺範圍內為偏西南風，400 公尺以上則逆轉至 500 公尺處的偏南風，500 公尺至 3000 公尺範圍內則在南風及東南風間變動。

7 月 30 日中午 13:00 林園探空所得到各高度的風速結構顯示，近地面風速為 0.7 m/s，風速隨高度遞增至 3,000 公尺附近的 6.6 m/s。各高度的風向結構顯示，近地面為西南西風，隨高度增加逆轉至 1800 公尺附近的東南風，1,800 公尺以上則以偏東南風為主。

由以上分析結果顯示，由於中午探空觀測時間為 13:00，處於海風最強之時間範圍內，故近地面風向觀測結果大都以偏西風、西南風或南風為主，且近地面風速大都較清晨強，屬合理之觀測結果。

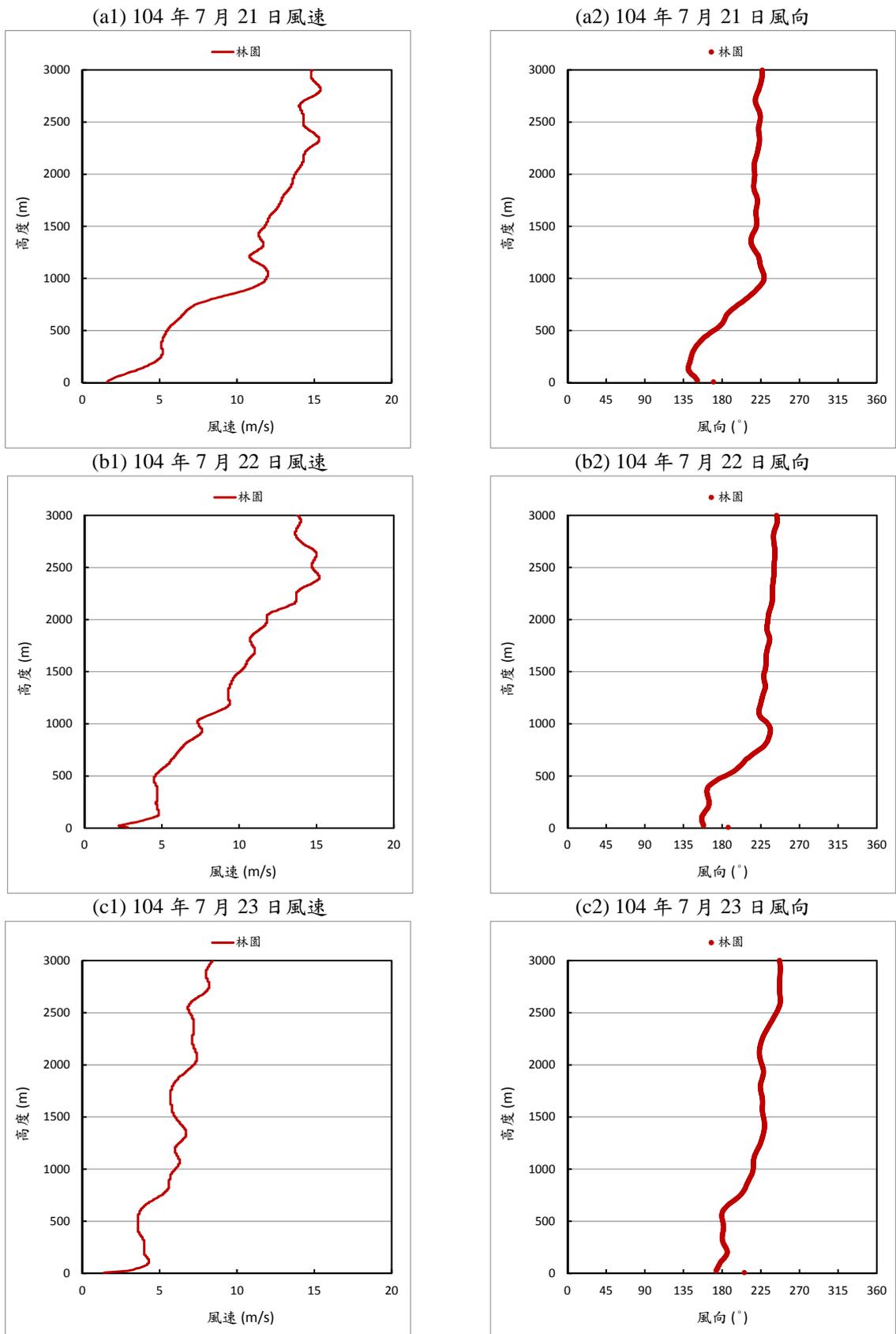


圖 3.3.4-7 第四次探空觀測期間 (104年7月21日至30日)中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (1/3)

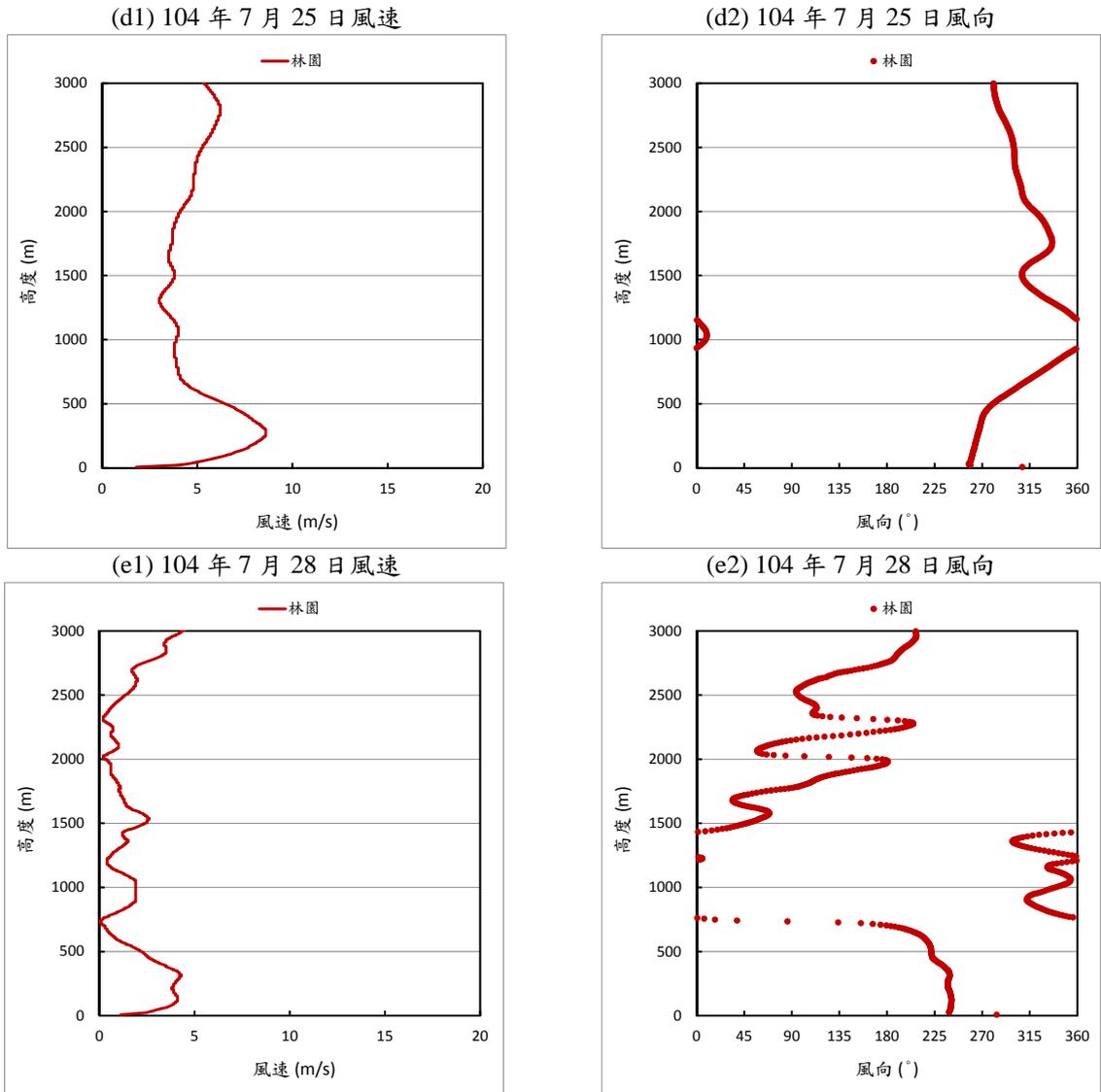


圖 3.3.4-7 第四次探空觀測期間 (104 年 7 月 21 日至 30 日)中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (2/3)

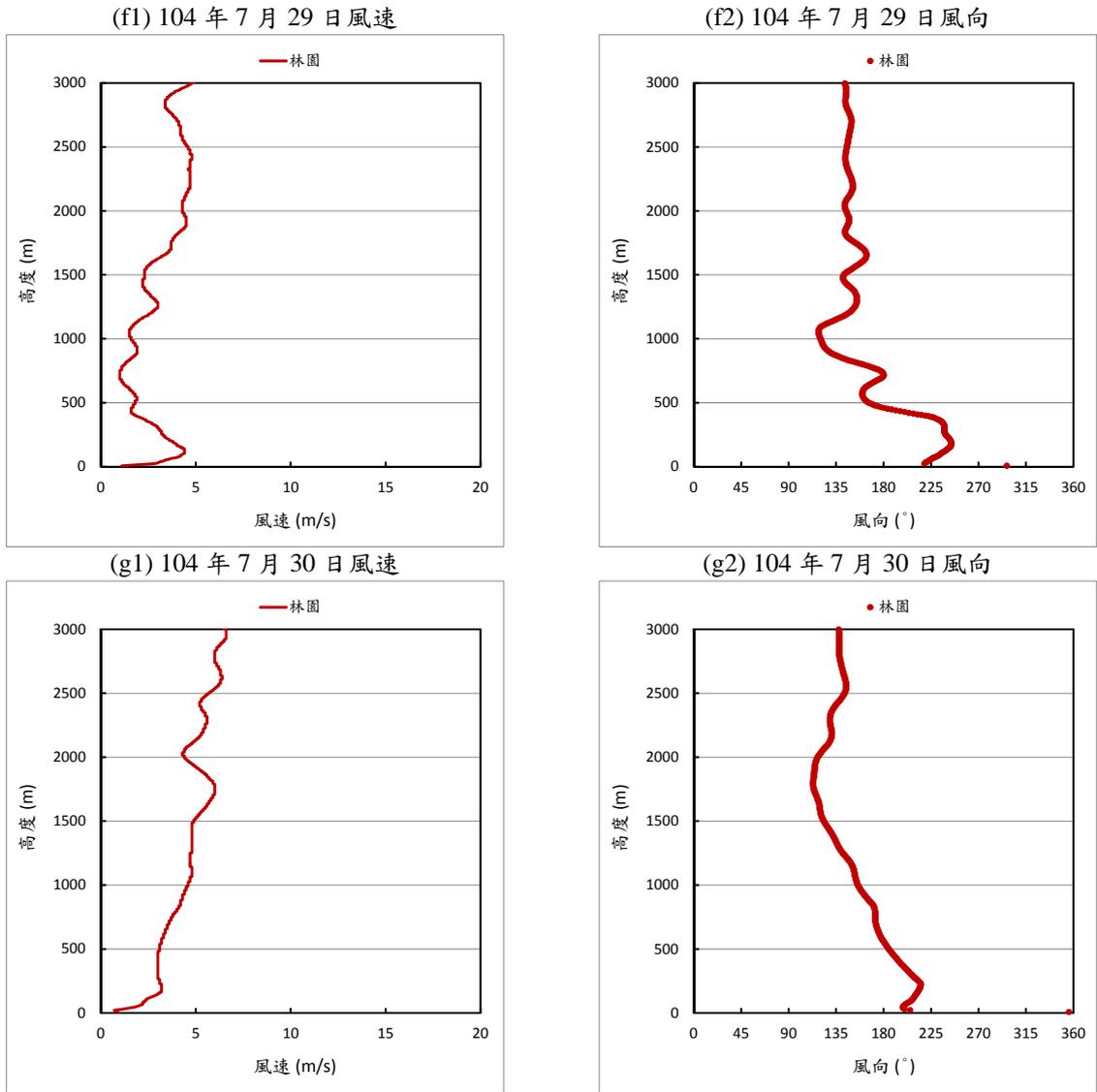


圖 3.3.4-7 第四次探空觀測期間 (104年7月21日至30日)中午林園測站
風速風向觀測結果垂直變化 (3/3)

3. 相對濕度中午觀測結果垂直變化

本計畫第四次觀測期間(104年7月21日至30日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之相對濕度垂直變化詳圖3.2.4-8。

7月21日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度75公尺至800公尺範圍內大於80%,2,150公尺至2,550公尺範圍內則小於60%。

7月22日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度2,150公尺以下、2,300公尺至2,400公尺、2,600公尺附近及2,750公尺以上皆大於80%。

7月23日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度350公尺以下及2,450公尺至2,600公尺範圍內大於80%,400公尺附近、650公尺至2400公尺及2,750公尺以上則小於60%。

7月25日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度1,200公尺以下皆大於80%,2,250公尺以上則小於60%。

7月28日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度1,700公尺以下皆大於80%,2,100公尺至2,750公尺範圍內則小於60%。

7月29日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度500公尺至650公尺及750公尺至900公尺範圍內大於80%,300公尺附近、1,300公尺附近、1,850公尺至2,000公尺、2,150公尺至2,250公尺及2,350公尺以上則小於60%。

7月30日中午13:00林園探空所得到各高度的相對濕度結構顯示,高度1,350公尺至1,550公尺範圍內大於80%,近地面處、500公尺至900公尺、1,150公尺至1,250公尺及1,800公尺以上則小於60%。

4. 大氣壓力中午觀測結果垂直變化

本計畫第四次觀測期間(104年7月21日至30日),每日中午13:00於林園探空觀測所得之氣壓垂直變化,詳圖3.3.4-9。圖中顯示每日中午觀測所得之氣壓皆隨高度遞減。

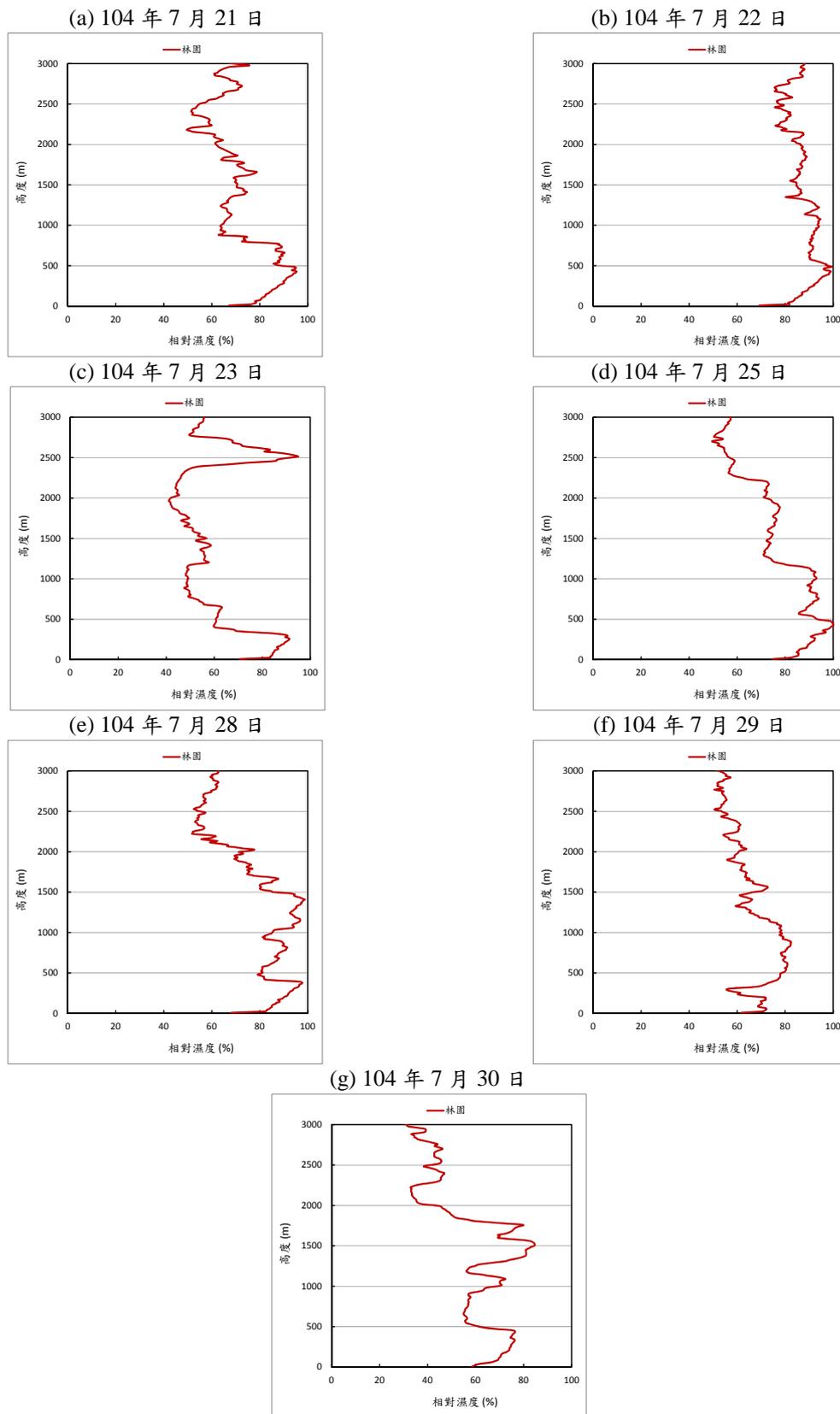


圖 3.3.4-8 第四次探空觀測期間 (104年7月21日至30日)中午林園測站
相對濕度觀測結果垂直變化

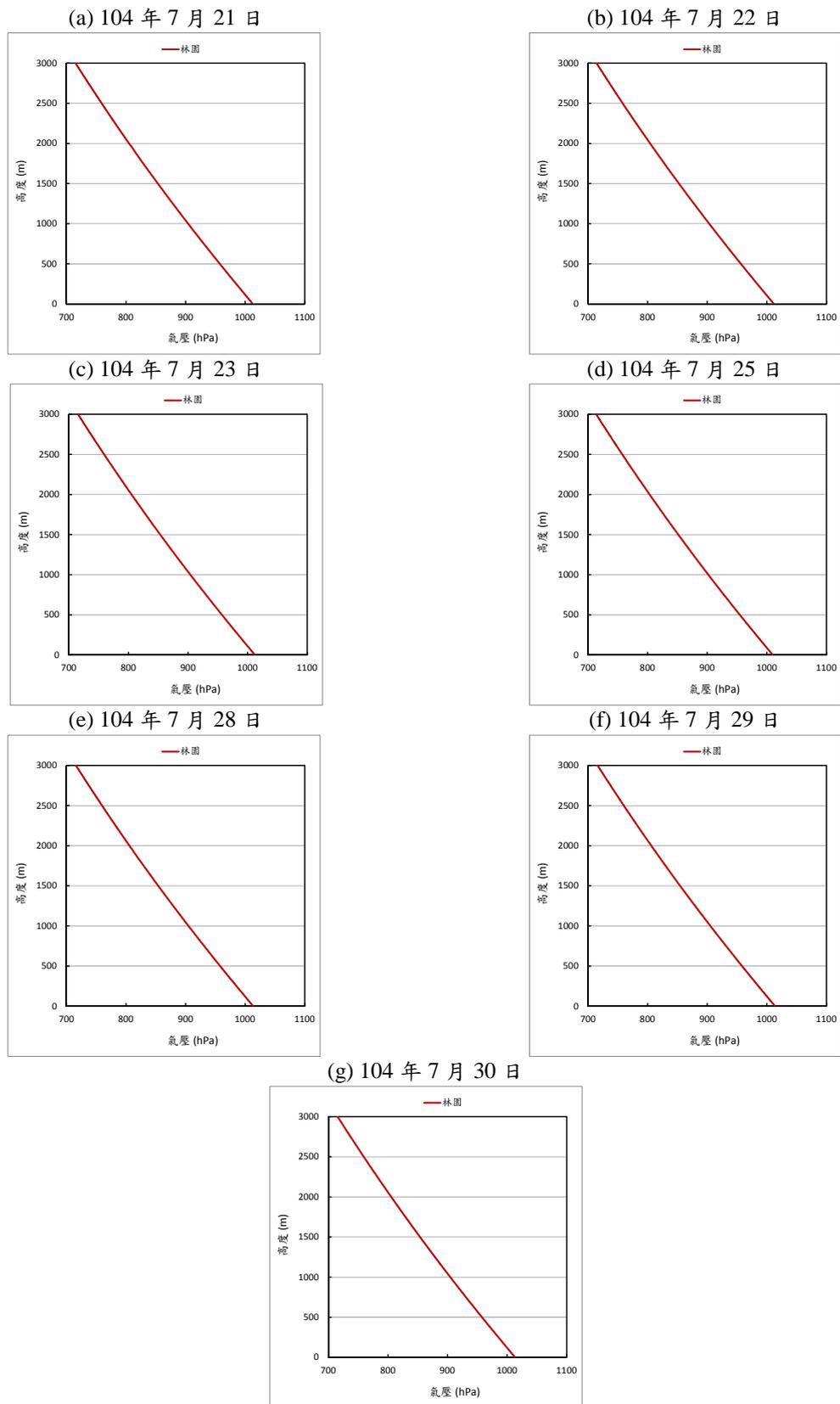


圖 3.3.4-9 第四次探空觀測期間 (104年7月21日至30日)中午林園測站
氣壓觀測結果垂直變化

三、第四次觀測結果綜合摘要說明

1. 第四次觀測期間（夏季）台灣附近大部分時間皆受熱帶低壓及太平洋高壓等綜觀天氣系統影響，較無固定風向，但大部分時間仍以偏南風為主，具夏季之代表性天氣型態。
2. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空溫度觀測比較結果顯示，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。兩地 500 公尺處差異在 0.1 至 1.4°C 之間、1,000 公尺處差異在 0.1 至 1.6°C 之間、1,500 公尺處差異在 0.1 至 0.9°C 之間。
3. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空風速風向觀測比較結果顯示，除少部分觀測因風速較弱，偶有受局部地形效應影響，造成兩地風向差異較大外，大部分風向皆較一致。此外風向觀測結果在近地面處亦大致與綜觀天氣系統所在位置吻合。兩地 500 公尺處風速差異在 0.9 至 3.3 m/s 之間、1,000 公尺處風速差異在 1.0 至 3.1 m/s 之間、1,500 公尺處風速差異在 0.5 至 5.1 m/s 之間。
4. 每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空相對濕度觀測比較結果顯示，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。
5. 每日 13:00 林園探空溫度觀測結果顯示，大部分清晨地面逆溫結構在中午時皆因地表增溫而不存在或幾乎消失。
6. 每日 13:00 林園探空風速風向觀測結果顯示，中午期間因海陸溫差較大，處於海風最強之時間範圍內，故風速較清晨之觀測結果大，至於風向則大都以海風（偏西風或西南風）為主。

3.3.5 本節小結

根據本計畫四次之探空觀測分析結果，歸納本節小結如下：

- 一、本案四次觀測期間之天氣型態，概述如下：
 - (一) 第一次觀測期間（秋季），台灣附近大部分時間無主要綜觀天氣系統，偶有大陸高壓系統或冷鋒對台灣造成影響。
 - (二) 第二次觀測期間（冬季），台灣附近大部分時間皆受大陸高壓及冷鋒等綜觀天氣系統影響，大都以東北季風為主。
 - (三) 第三次觀測期間（春季），台灣附近主要受長江出海口高壓系統及台灣附近鋒面之影響，風向較不固定。
 - (四) 第四次觀測期間（夏季），台灣附近大部分時間皆熱帶低壓及太平洋高壓等綜觀天氣系統影響，較無固定風向，但大部分時間仍以偏南風為主。各次觀測期間天氣類型分別具有春、夏、秋、冬各季之代表性天氣型態。
- 二、比較四次觀測期間每日 5:00 林園探空與 8:00 空軍屏東探空各項觀測結果顯示：
 - (一) 氣溫：除了因觀測位置以及觀測時間不同，使得日出前後地表加熱效應造成近地面氣溫有所差異或局部高度溫度有所差異外，兩者垂直變化趨勢大致相近。兩地 500 公尺高處溫度差異在 0.1 至 2.0°C 之間、1000 公尺高處溫度差異在 0.1 至 3.1°C 之間、1500 公尺高處溫度差異在 0.1 至 2.6°C 之間。
 - (二) 風速、風向：除了部分觀測因風速較弱，偶有受局部效應（如地形或海陸風）影響，造成兩地風向差異較大，並呈現與綜觀天氣形態不同之風向外，風向觀測結果在近地面處大致與綜觀天氣系統所在位置吻合。兩地 500 公尺高處風速差異在 0.1 至 7.4 m/s 間、1,000 公尺高處風速差異在 0.5 至 5.4 m/s 間、1,500 公尺高處風速差異在 0.1 至 6.3 m/s 間。
 - (三) 相對濕度及氣壓：兩者垂直變化趨勢皆大致相近。
- 三、比較四次觀測期間每日 13:00 林園探空溫度觀測結果顯示，氣溫部分，大部分清晨地面逆溫結構在中午時皆因地表增溫而不存在；至於風速、風向部分，中午期間因海陸溫差較大，處於海風最強之時間範圍內，故風速較清晨之觀測結果大，至於風向則大都以海風（偏南風、西風或西南風）為主。

3.4 空氣污染物排放量估算及模式模擬

3.4.1 營運期間全廠排放量及排放條件設定

為探討三輕更新擴產計畫營運後一年全廠空氣污染物排放量對空氣品質中原生性污染物（TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂、SO₂及NMHC）及衍生性污染物（O₃、PM₁₀及PM_{2.5}）之影響，本計畫將分別利用高斯擴散模式（ISCST3）及網格式（TAQM），模擬分析各污染物濃度最大增量模擬結果。其中，除將使用本計畫林園探空觀測資料調校模式所需部分氣象參數後進行模擬，並將模擬結果與環說書舊三輕排放量依目前氣象條件重新模擬結果進行差異比較外，亦與傳統上使用屏東機場探空觀測資料之模擬結果進行差異比對，藉以了解使用當地探空資料調校前後（亦即使用不同地點探空資料），所可能造成空品模式模擬結果之差異情形。

一、模式模擬情境說明

（一）情境 A（舊三輕（環說書））：

三輕更新擴產計畫前，環說書中所指「更新前」全廠評估範疇之空污排放模擬。亦即以舊三輕之排放量進行模擬。

（二）情境 B（三輕更新擴產計畫營運後一年）：

根據新三輕（包含新建工場、既有製程改善工場及未變更之既有工場）營運後一年之實際排放量進行模擬。其中，原生性空氣污染物模擬期程為完整一年（民國 103 年全年），以營運後一年之全年排放量進行模擬。衍生性空氣污染物部分，將選擇南部地區的好發季節，並能配合本計畫探空觀測期間，以便能有效利用本計畫探空觀測結果合理調校模式使用之氣象資料。據此，O₃擇定以秋季探空期間 10 月做為模擬期程，PM₁₀及 PM_{2.5}則擇定以冬季探空期間 1 月做為模擬期程。同時配合當時營運狀態之排放量，故將以秋季及冬季的營運排放量分別進行 O₃的網格式模式模擬及 PM₁₀及 PM_{2.5}的網格式模式模擬。

二、各模擬情境模擬結果比較

針對情境 A 及情境 B，分別進行高斯擴散模式 ISCST 3 與網格式 TAQM 進行模擬，並將兩個情境模擬結果進行之比較。

三、各模擬情境排放量及排放參數

有關各情境空氣污染物排放量及排放參數詳表 3.4.1-1、表 3.4.1-2 及表 3.4.1-3。營運期間各季之則另詳參 3.1 節，表 3.1.1-1~表 3.1.1-3。

表 3.4.1-1 舊三輕(環說書)及三輕更新擴產計畫(營運後一年)之全廠點源排放率及管道排放參數

序號	舊三輕對應製程	爐體編號	UTME (m)	UTMN (m)	高度 (m)	溫度 (K)	流速 (m/s)	直徑 (m)	舊三輕(EIS前)排放量(公噸/年)				新三輕製程編號	爐體編號	UTME	UTMN	高度 (m)	溫度 (K)	流速 (m/s)	直徑 (m)	新三輕(營運一年)排放量(公噸/年)				
									TSP	SOx	NOx	VOCs									TSP	SOx	NOx	VOCs	
									4	0.000	0.000	0.000									0.000	3.887	82.411	109.004	68.835
1	15/16/19/26鍋爐(M01)	新建鍋爐	187837	2488309	100	403	9.8	4	0.000	0.000	0.000	0.000	M30	E-070	187837	2488309	100	403	12.1	4.00	3.887	82.411	109.004	68.835	5.371
2		汽電共生	187890	2488260	100	343	5.3	4.74	63.820	251.480	180.750	7.300	M27	E-060	187890	2488260	100	343	5.3	4.74	3.957	68.298	109.004	5.080	
3		F1501	187889	2488237	75	433	6.1	3.53	103.910	928.010	458.050	12.380	M01	F1501	187889	2488237	75	433	6.1	3.53	—	—	—	—	
4		F1601	187889	2488523	75	433	7.2	3.53	122.300	1199.600	718.560	12.380		F1601	187889	2488523	75	433	7.2	3.53	—	—	—	—	
5		F1901	187893	2488353	75	433	5.3	3.53	101.210	875.890	314.770	10.110		F1901	187893	2488353	75	433	5.3	3.53	7.091	144.669	163.454	6.266	
6	F-401鍋爐(M02)	F401	187880	2488532	46	402	3.8	2.5	2.328	41.057	61.222	1.100	M02	F401	187880	2488532	46	402	3.8	2.50	—	—	—	—	
7		F101A	187854	2488781	32	553	29.4	1.42	0.887	6.540	91.082	0.795	F101A	187854	2488781	32	553	29.4	1.42	—	—	—	—		
8	原第三輕油裂解工場(M03)	F101B	187864	2488781	32	553	29.4	1.42	0.887	6.540	91.082	0.795	F101B	187864	2488781	32	553	29.4	1.42	—	—	—	—		
9		F101C	187854	2488761	32	553	29.4	1.42	0.887	6.540	91.082	0.795	F101C	187854	2488761	32	553	29.4	1.42	—	—	—	—		
10		F101D	187854	2488761	32	553	29.4	1.42	0.887	6.540	91.082	0.795	F101D	187854	2488761	32	553	29.4	1.42	—	—	—	—		
11		F101E	187864	2488741	32	553	29.4	1.42	0.887	6.540	91.082	0.795	F101E	187864	2488741	32	553	29.4	1.42	—	—	—	—		
12		F101F	187854	2488741	32	553	29.4	1.42	0.887	6.540	91.082	0.795	F101F	187854	2488741	32	553	29.4	1.42	—	—	—	—		
13		F101G	187864	2488721	32	553	29.4	1.42	0.887	6.540	91.082	0.795	F101G	187864	2488721	32	553	29.4	1.42	—	—	—	—		
14		F101H	187854	2488721	32	553	29.4	1.42	0.887	6.540	91.082	0.795	F101H	187854	2488721	32	553	29.4	1.42	—	—	—	—		
15		F102	187864	2488786	26	553	4.9	1.32	0.128	0.946	13.180	0.115	F102	187864	2488786	26	553	4.9	1.32	—	—	—	—		
16		F103A	187861	2488695	45	541	7.7	2.31	0.632	4.657	64.857	0.566	F103A	187861	2488695	45	541	7.7	2.31	—	—	—	—		
17		F103B	187851	2488695	45	541	7.7	2.31	0.632	4.657	64.857	0.566	F103B	187851	2488695	45	541	7.7	2.31	—	—	—	—		
18		F104	187844	2488786	10.7	473	2.7	0.86	0.035	0.256	3.572	0.000	F104	187844	2488786	10.7	473	2.7	0.86	—	—	—	—		
19		更新(80萬T)第三輕油裂解工場(M03N)	裂解爐1	187500	2488825	60	423	14.8	2.4	0.000	0.000	0.000	0.000	F-1101	187537	2488914	60	383	11.0	2.65	0.827	4.827	50.987	1.930	
20			裂解爐2	187500	2488840	60	423	14.8	2.4	0.000	0.000	0.000	0.000	F-1102	187537	2488893	60	383	11.0	2.65	0.713	2.372	47.713	1.214	
21			裂解爐3	187500	2488855	60	423	14.8	2.4	0.000	0.000	0.000	0.000	F-1103	187537	2488893	60	383	11.0	2.65	0.944	3.173	73.587	1.674	
22	裂解爐4		187500	2488870	60	423	14.8	2.4	0.000	0.000	0.000	0.000	F-1104	187537	2488870	60	383	11.0	2.65	1.085	2.543	52.441	1.199		
23	裂解爐5		187500	2488885	60	423	14.8	2.4	0.000	0.000	0.000	0.000	F-1105	187537	2488868	60	383	11.0	2.65	0.671	1.913	42.637	0.994		
24	裂解爐6-備		187500	2488900	60	423	0.0	2.4	0.000	0.000	0.000	0.000	F-1107	187537	2488847	60	383	0.0	2.65	0.977	3.269	71.090	2.311		
25	裂解爐7-備		187500	2488915	60	423	0.0	2.4	0.000	0.000	0.000	0.000	F-1108	187537	2488845	60	383	0.0	2.65	0.763	2.543	53.444	1.793		
26	裂解爐B-乙烷	187500	2488930	60	423	14.8	2.4	0.000	0.000	0.000	0.000	F-1109	187537	2488848	60	383	0.0	2.65	1.29	1.362	7.856	85.784	1.082		
27	第四輕油裂解工場(M04)	F1101	188002	2488418	37	418	29.3	1.29	0.911	7.831	97.613	1.553	F1101	188002	2488418	37	418	29.3	1.29	1.362	7.856	85.784	1.082		
28		F1102	188002	2488410	35	397	21.2	1.34	1.393	5.966	82.922	1.276	F1102	188002	2488410	35	397	21.2	1.34	0.744	2.128	87.240	0.766		
29		F1103	188002	2488401	35	397	21.2	1.34	1.393	5.966	82.922	1.276	F1103	188002	2488401	35	397	21.2	1.34	0.656	1.880	63.448	1.029		
30		F1104	188002	2488392	35	397	21.2	1.34	1.393	5.966	82.922	1.276	F1104	188002	2488392	35	397	21.2	1.34	0.504	1.436	55.724	0.788		
31		F1105	188002	2488383	35	397	26.8	1.19	1.393	5.966	82.922	1.276	F1105	188002	2488383	35	397	26.8	1.19	1.590	3.622	85.930	1.332		
32		F1106	188002	2488372	35	418	28.8	1.3	0.911	7.831	97.613	1.553	F1106	188002	2488372	35	418	28.8	1.30	0.604	5.176	65.732	2.239		
33		F1107	188002	2488364	35	397	22.5	1.3	0.911	7.831	97.613	1.276	F1107	188002	2488364	35	397	22.5	1.30	0.544	4.652	66.860	1.723		
34		F1108	188002	2488353	35	418	28.8	1.3	1.393	5.966	82.922	1.553	F1108	188002	2488353	35	418	28.8	1.30	0.746	2.556	94.936	0.782		
35		F1109	188002	2488344	35	397	22.5	1.3	1.393	5.966	82.922	1.276	F1109	188002	2488344	35	397	22.5	1.30	0.480	2.748	49.336	0.753		
36		F1110	188002	2488428	35	482	16.5	1.11	1.261	10.819	35.627	0.562	F1110	188002	2488428	35	482	16.5	1.11	0.544	0.776	27.336	0.425		
37		第四煤組工場(M05)	F620	187690	2488694	100	441	11.5	3.4	41.960	139.020	268.840	3.290	M05	F620	187690	2488694	100	441	11.5	3.40	—	—	—	—
38	SU-H1		187693	2488578	29	440	2.4	0.91	0.210	1.800	0.860	0.570	M06	SU-H1	187693	2488578	29	440	2.4	0.91	—	—	—	—	
39	四芳工場(M07)	F4001	187684	2488542	32	348	5.3	0.51	0.060	0.480	1.900	0.081	M07	F4001	187684	2488542	32	348	5.3	0.51	—	—	—	—	
40	芳二組第一轉烷化工場(M08)	F4401-4	187680	2488324	61	560	5.2	3.65	49.200	74.700	70.600	4.943	M08	F4401-2	187680	2488324	61	531	2.3	3.65	0.000	0.000	0.000	0.000	
41	芳三組第二轉烷化工場(M09)	M-6314	188023	2488546	100	473	2.4	4.9	30.222	380.421	276.833	9.578	M09	M-6314	188023	2488546	100	473	5.4	4.90	0.000	0.000	0.000	0.000	
42	第五加氫脫硫工場(M10)	F1501-2	187675	2488771	57	509	5.0	2.08	0.600	20.850	34.350	1.406	M10	F1501-2	187675	2488771	57	509	5.0	2.08	—	—	—	—	
43	第六加氫脫硫工場(M11)	F1601-2	187675	2488742	57	548	5.6	2.08	0.180	27.930	19.330	0.915	M11	F1601-2	187675	2488742	57	548	5.6	2.08	—	—	—	—	
44	第三/九硫磺工場(M12/26)	F3506	187675	2488783	46	551	1.8	1.51	0.090	36.620	3.290	0.091	M12/M26	F3506	187675	2488783	46	551	1.8	1.51	—	—	—	—	
45	M14	187548	2488715	30	383	14.2	0.65	2.760	18.002	13.236	0.077	M14	E-001/E-002	187548	2488715	30	383	14.2	0.65	0.480	0.424	3.271	0.077		
46	M15	187585	2488560	10	310	2.5	0.33	0.009	0.285	0.068	0.000	M15	V-1181A/B	187585	2488560	10	310	2.5	0.33	0.024	0.828	0.024	0.000		
47	22號鍋爐(M16)	187880	2488532	100	423	13.2	3.16	67.133	455.544	272.527	8.300	M16	E-065	187880	2488532	100	423	13.2	3.16	14.078	169.507	83.940	7.464		
48	原汽油氫化區(M17)	F301	187875	2488578	25	522	3.3																		

表 3.4.1-2 舊三輕(環說書)及三輕更新擴產計畫(營運後一年)之全廠逸散源
VOCs 排放量

編號	相關製程	變更後修正	VOCs 排放量(公噸/年)	
			舊三輕 (環說書)	三輕更新 (營運後一年)
A.	製程區工場設備元件^[註 1]			
A.1	第五加氫脫硫工場 (M10)		45.240	0
A.2	第六加氫脫硫工場 (M11)		27.639	0
A.3	第三/九硫磺工場 (M12/26)		52.210	0
A.4	第四媒組工場 (M05)		87.528	0
A.5	第三芳香煙工場 (M06)		43.478	7.143
A.6	第四芳香煙工場 (M07)	M32(變更後)	59.578	6.392
A.7	三輕組第三輕油裂解工場 (M03)	M33(變更後)	61.601	169.912
A.8	三輕組汽油氫化工場 (M17)	M34(變更後)	114.394	12.926
A.9	三輕組丁二烯工場 (M18)	M31(變更後)	106.050	8.897
A.10	四輕組 (M04/19/20)		301.415	160.504
A.11	芳二組第一轉烷化工場 (M08)		70.109	1.994
A.12	芳二組第一吸附分離工場 (M24)		84.265	0.460
A.13	芳二組第二吸附分離工場 (M25)		66.607	10.971
A.14	芳三組第六芳香煙工場 (M23)		102.568	12.682
A.15	芳三組第二轉烷化工場 (M09)		66.510	3.026
A.16	芳三組第三吸附分離工場 (M22)		89.493	4.602
A.17	芳三組第三異構化工場 (M21)		54.192	1.791
A.18	公用組(M01/M02/M16/M27/新鍋爐)	M01/M02/M16/M27/M30(變更後)	16.759	0.691
	A 項小計		1,449.637	401.991
B.	儲槽區			
B.1	M01,M02,M27 製程儲槽		0.013	0.018
B.2	M06 製程儲槽		0.511	1.234
B.3	M07 製程儲槽		5.198	1.476
B.4	M24 製程儲槽		2.606	0.000
B.5	M23 製程儲槽		3.915	3.964
B.6	M03 製程儲槽		0.054	0.055
B.7	未列入製程儲槽(M28)	M28(變更後)	45.272	60.670
B.8	未列入製程儲槽附屬設備元件(M28)	M28(變更後)	153.298	104.005
B.9	新增儲槽	M36(變更後)	0	0
B.10	新增儲槽附屬設備元件	M36(變更後)	0	16.066
B.11	新增 M31 製程儲槽		0	0
	B 項小計		210.867	187.488
C.	油水分離設施及廢水處理場			
C.1	油水分離設施		156.990	5.536
C.2	廢水處理場		2.475	1.098
	C 項小計		159.465	6.634
D.	注油裝載		21.765	38.425
E.	冷卻水塔		491.635	62.053
	A~E 項合計		2,333.369	696.591

註 1：含難以檢測部分設備元件之估算量及含製程專用儲槽之設備元件排放量。

表 3.4.1-3 舊三輕(環說書)及三輕更新擴產計畫(營運後一年)之全廠 NMHC 逸散排放量及排放條件

UTME (m)	UTMN (m)	高度 (m)	長 (m)	寬 (m)	面積 (平方公尺)	NMHC 單位面積排放率 (公克/平方公尺/秒)		NMHC 年排放量 (公噸/年)	
						舊三輕 (環說書)	新三輕 (營運後一年)	舊三輕 (環說書)	新三輕 (營運後一年)
						187400	2487915	16	990

註：表中除了新三輕之單位面積排放率及年排放量外，其餘資料均參照原環說書模擬資料。

表 3.4.1-4 舊三輕(EIS 前)及三輕更新擴產計畫(營運後一年)之全廠排放量變化差異比較

污染物 種類	不同情境下全廠排放總量			排放總量變化	
	舊三輕(EIS 前) (A) (公噸/年)	三輕更新擴產計 畫(營運一年) (B) (公噸/年)	B / A	B-A (公噸/年)	(B-A)/A
TSP	646.307	43.836	6.8%	-602.471	-93.22%
PM ₁₀	514.994	34.775	6.8%	-480.219	-93.25%
PM _{2.5}	214.256	14.613	6.8%	-199.643	-93.18%
SO _x	5,872.356	952.162	16.2%	-4,920.194	-83.79%
NO _x	5,266.352	1,843.879	35.0%	-3,422.473	-64.99%
VOCs-管道	120.181	56.135	46.7%	-64.046	-53.29%
VOCs-逸散	2,333.369	696.591	29.9%	-1,636.778	-70.15%
總 VOCs	2,453.550	752.726	30.7%	-1,700.824	-69.32%

註：表中 PM₁₀ 及 PM_{2.5} 排放量皆為原生性之排放量。而 PM_{2.5} 排放量係參照環保署 SCC CODE 中各相關製程 PM_{2.5} 與 TSP 排放係數比例並配合本計畫 TSP 排放量所推估得到。

3.4.2 探空觀測氣象資料應用

一、探空觀測資料應用於高斯模式模擬

高斯模式的氣象輸入資料中，混合層高度是一個相當重要卻又缺乏直接觀測方法的要素，目前高斯模式混合層高度多以熱力法（Holzworth 法）進行估算，以逐時地面溫度之乾絕熱傾率分別與當日時間相近的兩次探空溫度比較，估算可能的混合層高。

然而在夜間時，若地面因比熱較小，熱幅射效應降溫較快，以致因溫度過低而無法以熱力法計算混合層高時，為考量夜間仍可能有垂直風切造成的動力混合效應，故通常會設定一最低混合層高，以避免出現過低的不合理數值。此下限設定值若過低，則煙流高度容易因為超過混合層高，導致模擬結果低估煙囪排放之影響；若設定過高，則低排放高度之排放源（如逸散源）將有過大的擴散空間，導致模擬結果往往會低估此類排放源之真正影響。

除了熱力法之外，若該時間有探空觀測，則另可使用梯度法來估算混合層高度。梯度法是以由下而上尋找當次探空觀測數據中，位溫、RH、q、N（大氣折射率）等梯度共同出現的高度做為混合層高。其優點是可以直接由探空觀測資料分析結果估算得到；但缺點則是必須當時有探空才能估算，而因為例行探空觀測通常只在有限之時間及位置進行，故無法普遍使用。

此外，由於空品模式模擬必須以整年氣象進行模擬，而現場觀測通常一季僅提供少數（本計畫為 7 天）的觀測數據，無法滿足全年模擬的需求。因此需利用觀測期間現場（林園探空）與既有屏東站間的差異性的統計結果，進而對當季非觀測期間的結果進行校正，以期能得到近似現場觀測的結果。

由於本計畫之探空觀測時段，特別遵照環評委員要求挑選每日清晨及中午時段進行觀測，故每次清晨探空觀測的梯度法估算結果，可當成該季夜間的混合層高最低下限值。亦即以觀測期間該季探空早上觀測結果之估算值中位數作為後續計算時的最低預設值。

中午時段因受每日地表溫度差異影響，不宜直接設為上限，本計畫中將採用林園觀測期間的探空觀測以熱力法估算的結果，與以往採用屏東探空站例行觀測再以熱力法估算混合層高度的結果進行比較，亦即以觀測期間的逐時混合層高度平均值進行統計，計算林園當季逐時混合層高與既有屏東測站混合層高估算結果的比值，再以此比值校正所有當季以屏東站所估算的混合層高度。

根據本計畫已完成之四次觀測結果，以梯度法估算清晨探空數據的混合層

高度結果，詳表 3.4.2-1。以表中估算值為下限值，以熱力法分別估算林園探空及屏東探空的逐時混合層高度，再組合平均後之結果，詳圖 3.4.2-1~3.4.2-4。從圖中可明顯看出，中午時段混合層最高值發生時，以林園探空觀測所估算的結果大致均低於以屏東探空觀測估算的結果，其比值大約從 0.5~0.9 不等，顯示以屏東探空站估算的混合層高度在午間普遍有高估的現象；夜間時段則無固定的高估或低估情形，但一般而言，林園探空觀測估算的夜間混合層高度大多略高一些。

將各季的平均結果換算成逐時的調校係數，詳表 3.4.2-2。在後續的高斯模式模擬資料中，將採用環保署林園空品站 103 年的全年地面氣象觀測資料，搭配空軍氣象聯隊屏東探空站 103 年的全年例行探空觀測資料，進行高斯模式的氣象前處理程序，最後混合層高度部分，再依春、夏、秋、冬各季的調校係數進行校正，最後才輸入高斯模式 ISCST3 中進行模擬。

表 3.4.2-1 歷次觀測結果以梯度法估算清晨探空數據之混合層高度

觀測別 混合層高度	第一次探空觀測(秋季)	第二次探空觀測(冬季)	第三次探空觀測(春季)	第四次探空觀測(夏季)
清晨混合層高度 估算值(公尺)	325	221	300	437.5

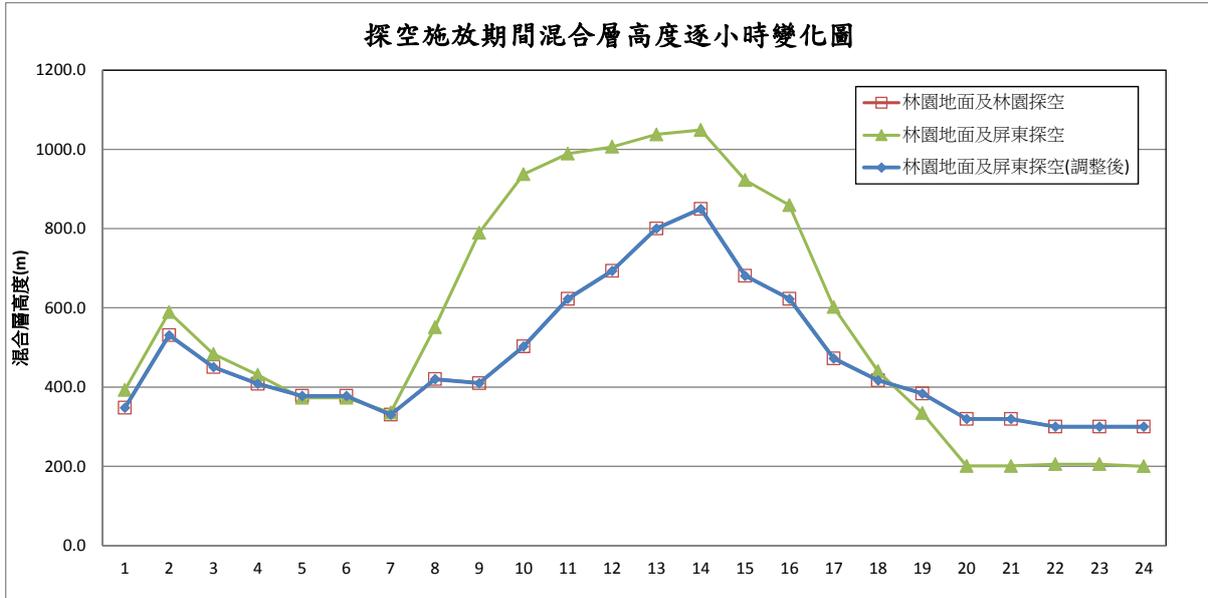


圖 3.4.2-1 春季探空觀測混合層高度逐時組合平均估算結果

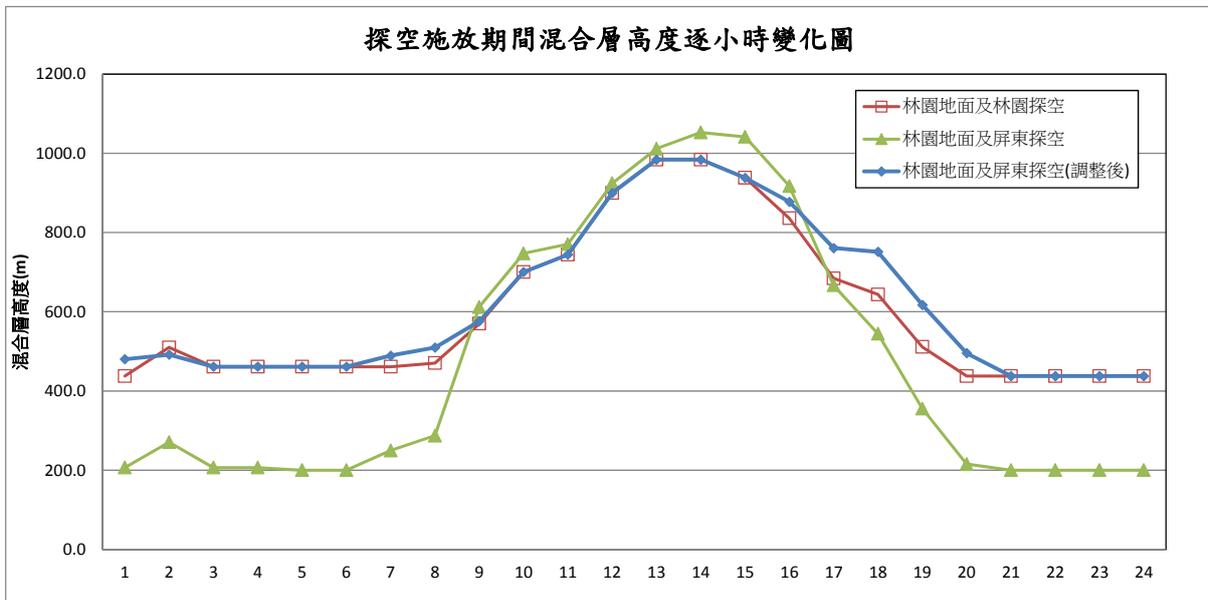


圖 3.4.2-2 夏季探空觀測混合層高度逐時組合平均估算結果

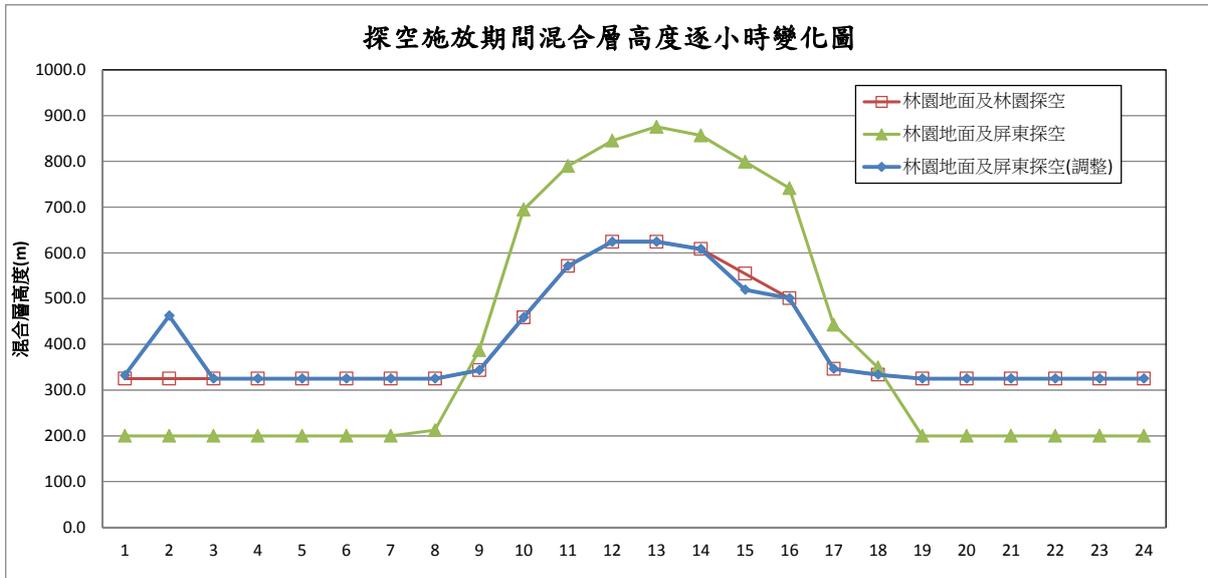


圖 3.4.2-3 秋季探空觀測混合層高度逐時組合平均估算結果

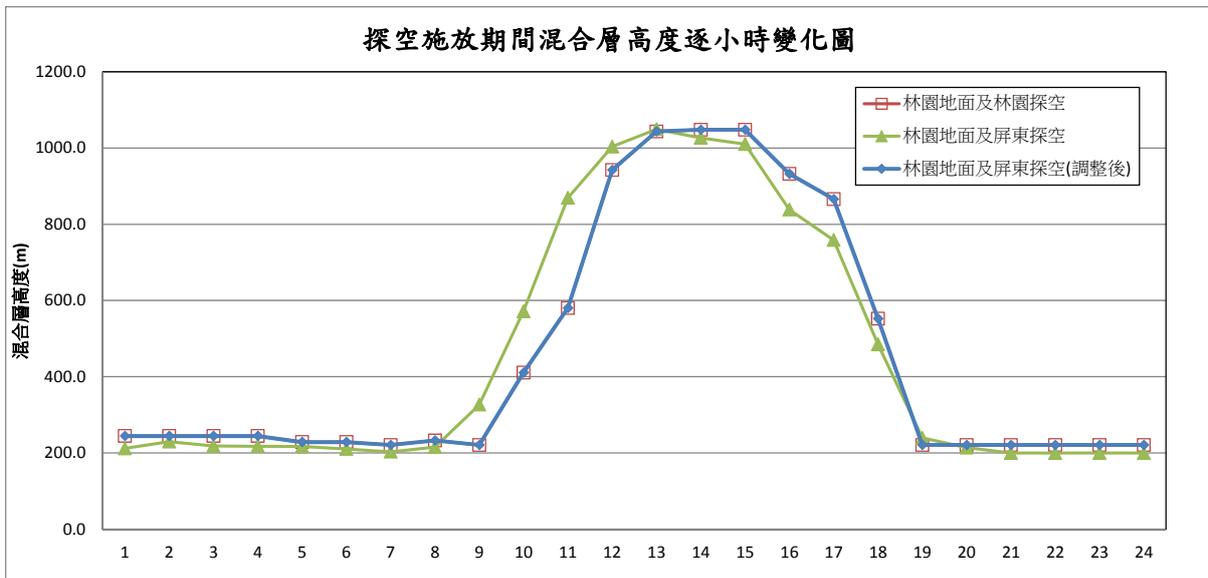


圖 3.4.2-4 冬季探空觀測混合層高度逐時組合平均估算結果

表 3.4.2-2 四季逐小時混合層高度調校係數估算結果

小時	逐時混合層高度調校係數			
	春	夏	秋	冬
1	0.89	2.12	1.63	1.15
2	0.90	1.88	1.63	1.06
3	0.93	2.23	1.63	1.12
4	0.95	2.23	1.63	1.12
5	1.01	2.31	1.63	1.05
6	1.01	2.31	1.63	1.09
7	0.98	1.85	1.63	1.09
8	0.76	1.64	1.53	1.08
9	0.52	0.93	0.89	0.68
10	0.54	0.94	0.66	0.72
11	0.63	0.97	0.72	0.67
12	0.69	0.97	0.74	0.94
13	0.77	0.97	0.71	0.99
14	0.81	0.94	0.71	1.02
15	0.74	0.90	0.69	1.04
16	0.73	0.91	0.68	1.11
17	0.78	1.03	0.78	1.14
18	0.95	1.18	0.96	1.14
19	1.15	1.44	1.63	0.92
20	1.59	2.03	1.63	1.03
21	1.59	2.19	1.63	1.11
22	1.46	2.19	1.63	1.11
23	1.46	2.19	1.63	1.11
24	1.50	2.19	1.63	1.11

二、探空觀測資料應用於網格模式模擬

本計畫探空觀測結果應用在網格模式部分，係將 104 年 10 月及 105 年 1 月探空觀測結果以 nudging（納近）之方式改善氣象網格模式模擬結果，並將改善後之氣象場應用於空氣品質模式模擬，以達成探空觀測資料在網格模式之應用。

本計畫所採用之氣象網格模式為 WRF 模式（The Weather Research and Forecasting Model），WRF 模式是一個新一代的中尺度數值天氣預報系統，WRF 模式自 2000 年 11 月發布以來，已更新到 3.7.1 版，其發展的目的主要為天氣預報及大氣研究之需求，是由 NCAR、NCEP（National Centers for Environmental Prediction）、FSL（Forecast Systems Laboratory）、AFWA（Air Force Weather Agency）、NRL（Naval Research Laboratory）、FAA（Federal Aviation Administration）及 Oklahoma 大學所共同研發。具有多重的動力核心、三維變分資料同化系統、可移動的巢狀網格、可平行化計算及可擴充更新的特點，模擬的尺度可由數公尺到數千公里。

WRF 模式之系統架構，詳圖 3.4.2-5。WRF 模式可以分為前處理系統（WPS, WRF Preprocessing System），系統模擬中心（WRF ARW），及後處理系統（Post-Processing and Visualization，模式之輸出繪圖、診斷分析）。在前處理系統中（WPS）中，是由 geogrid、ungrib 及 metgrid 所組成，詳圖 3.4.2-6 所示。

在 WPS 中，geogrid 為定義模式模擬範圍、網格層數、網格格點及地形投影法等，並將模式中各種不同的地理資料內插至模式網格，包括土壤類型（soil categories）、土地利用類型（land use category）、地形高度（terrain height）、深層土壤溫度（deep soil temperature）、植被覆蓋比例（vegetation fraction）、反照率（albedo）及坡度（slope category）；ungrib 則由其他區域模式或全球模式所產生較大尺度之氣象場，萃取出所需的氣象資料，並以較簡單之格式寫入另一暫存檔；metgrid 則由 ungrib 所產生的暫存檔中，將氣象場內插至 geogrid 所定義的網格格點，作為模式的初始場及邊界條件。

WRF Modeling System Flow Chart

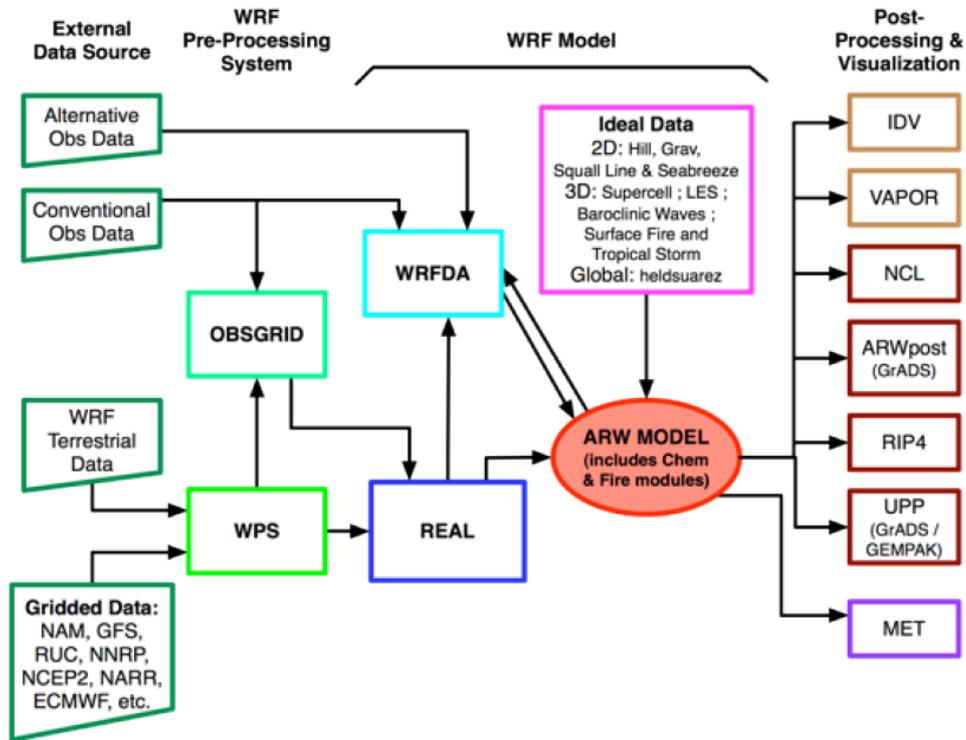


圖 3.4.2-5 WRF 模式系統架構圖

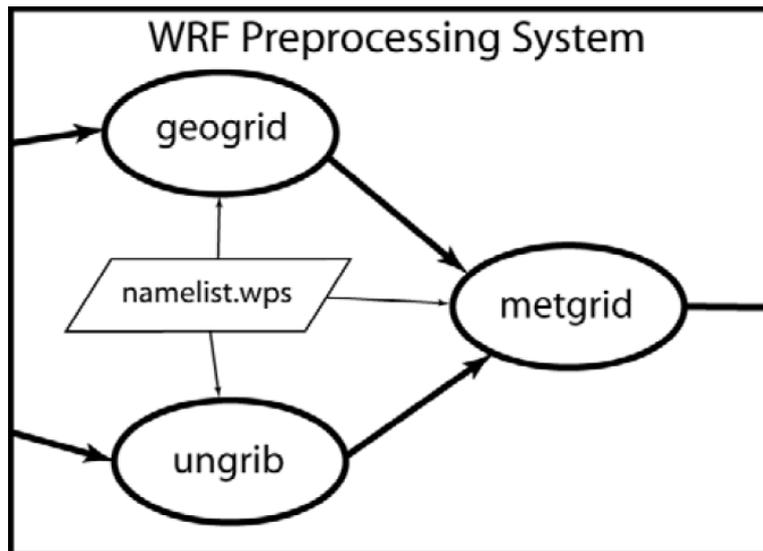


圖 3.4.2-6 WRF 模式前處理系統流程圖

關於 WRF 模式模擬部分，除了採用四維資料同化技術以彌補氣象觀測資料之不足外，在探空觀測資料修正模擬結果部分，則採用 WRF 模式中之 OBSGRID 功能，將探空觀測結果以 nudging 之方法加入網格資料中，以了解探空觀測資料對於模擬結果之影響情形。配合本計畫實地觀測以及臭氧及 PM 之模擬期程，nudging 模擬之期程為 103 年 10 月 20 日至 28 日及 104 年 1 月 19 日至 27 日，而氣象模式性能評估之模擬期程則為 99 年 10 月（臭氧模擬期程）及 1 月（PM 模擬期程）。此外，在模式網格設定部分則詳圖 3.4.2-7，皆採用四層巢狀網格，各層網格數由第一層至第四層依序為 60×60 、 66×66 、 81×72 、 156×108 （南北向 \times 東西向），網格解析度由第一層至第四層則依序為 81 km、27 km、9 km、3 km。至於模式的土地利用型態部分，則引進內政部國土測繪中心的高解析土地使用分類資料，以使模式中台灣地區的土地使用狀況更接近真實情形。

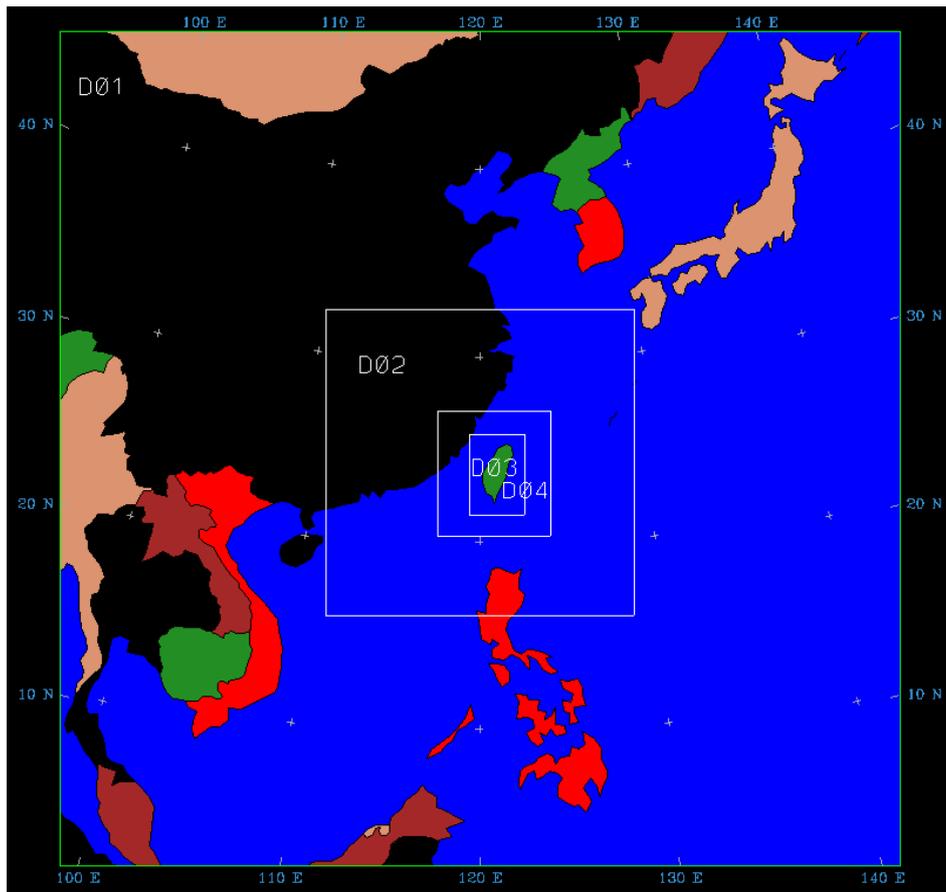


圖 3.4.2-7 本計畫氣象網格模式模擬之四層巢狀網格配置示意圖

至於本計畫所使用之 nudging (納近), 為一種改善氣象網格模式模擬結果之方法, 係在模式之方程式中加入觀測值與模擬值之誤差項, 使模式在積分過程中, 透過疊代之方式逐漸將模擬結果向觀測值修正, 修正時模式會依據觀測值所在位置, 視模式網格與觀測值距離給予權重, 調整模式中觀測值所在位置附近網格模擬結果, 一般而言距觀測值越近, 調整幅度越大。在本計畫中應用於 nudging 之探空觀測氣象參數為氣溫、風速、風向。

配合空品模擬案例期程, 本計畫特別針對 103 年 10 月 (第一次探空觀測) 及 104 年 1 月 (第一次探空觀測) 之探空觀測結果, 探討 WRF 模式利用觀測結果進行 nudging 前、後對於模擬結果的差異分析。

在分析做法上, 將針對本計畫探空氣球施放位置所在網格, 繪製 nudging 前、後 WRF 模式模擬結果之氣溫、風速、風向及邊界層高度時序圖(詳圖 3.4.2-8 ~圖 3.4.2-15), 以及 nudging 前、後模式模擬結果之氣溫、風速及邊界層高度散布圖(詳圖 3.4.2-16~圖 3.4.2-21)。其中氣溫、風速及風向等模擬結果, 為了解其在不同高度 nudging 前後之差異, 故除繪製離地 2 公尺高度氣溫及 10 公尺高度風速風向外, 亦繪製模式中第 1、3、5 層之氣溫、風速及風向, 第 1 層之高度約為 40 公尺、第 2 層約為 175 公尺、第 3 層約為 650 公尺。

由上述完成之時序圖及散布圖可看出, nudging 前、後 WRF 模式模擬結果在氣溫、風速、風向及邊界層高度皆有些微之差異, 但大部分時間兩者差異極小, 僅在極少部分時間點有相對較明顯之差異(如第一次探空期間 103 年 10 月 22 日之風速風向)。

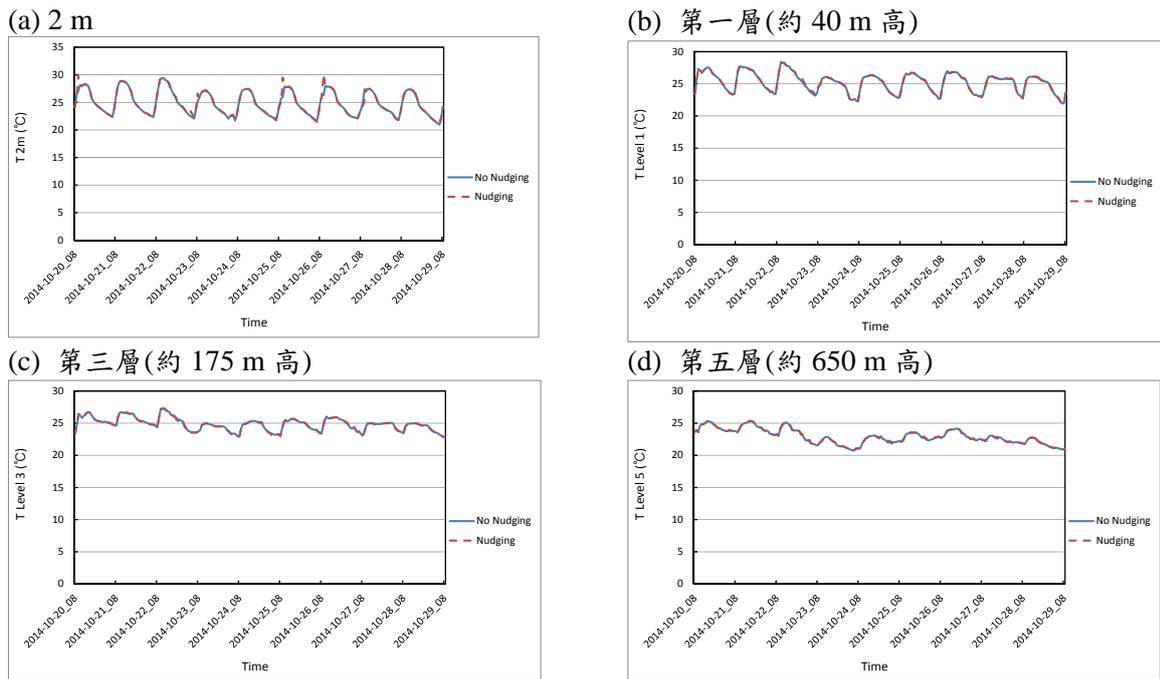


圖 3.4.2-8 本計畫第一次探空觀測期間 (10 月 21 日至 28 日)nudging 前後 WRF 模式模擬各層氣溫時序圖

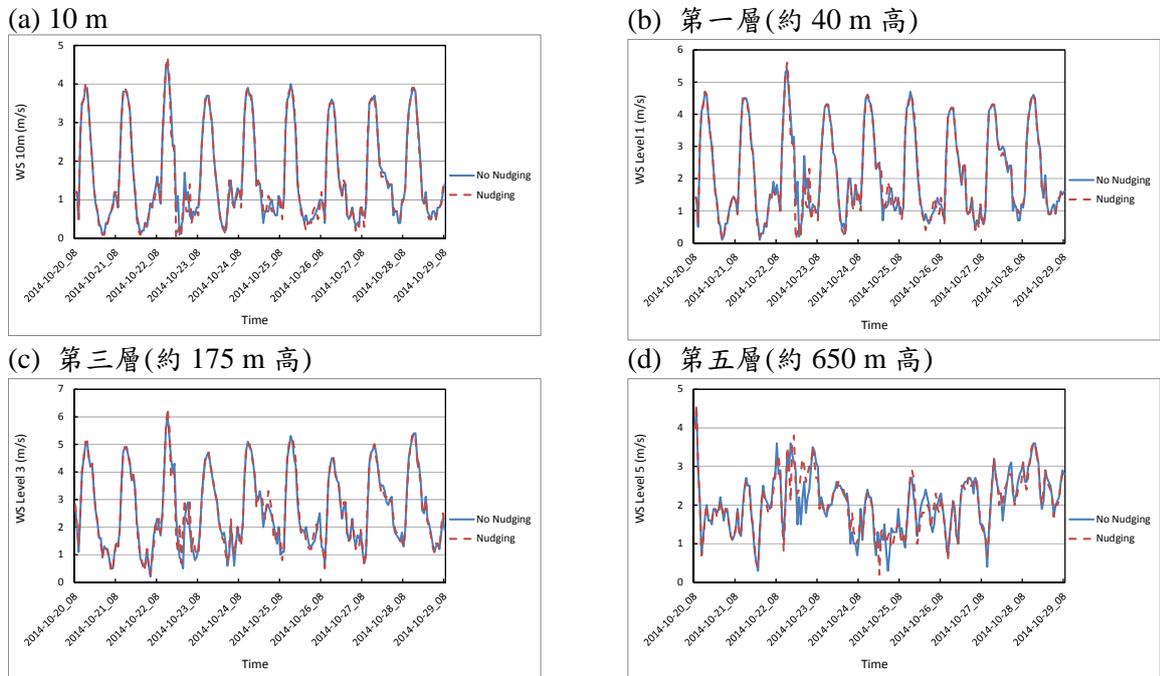


圖 3.4.2-9 本計畫第一次探空觀測期間 (10 月 21 日至 28 日)nudging 前後 WRF 模式模擬各層風速時序圖

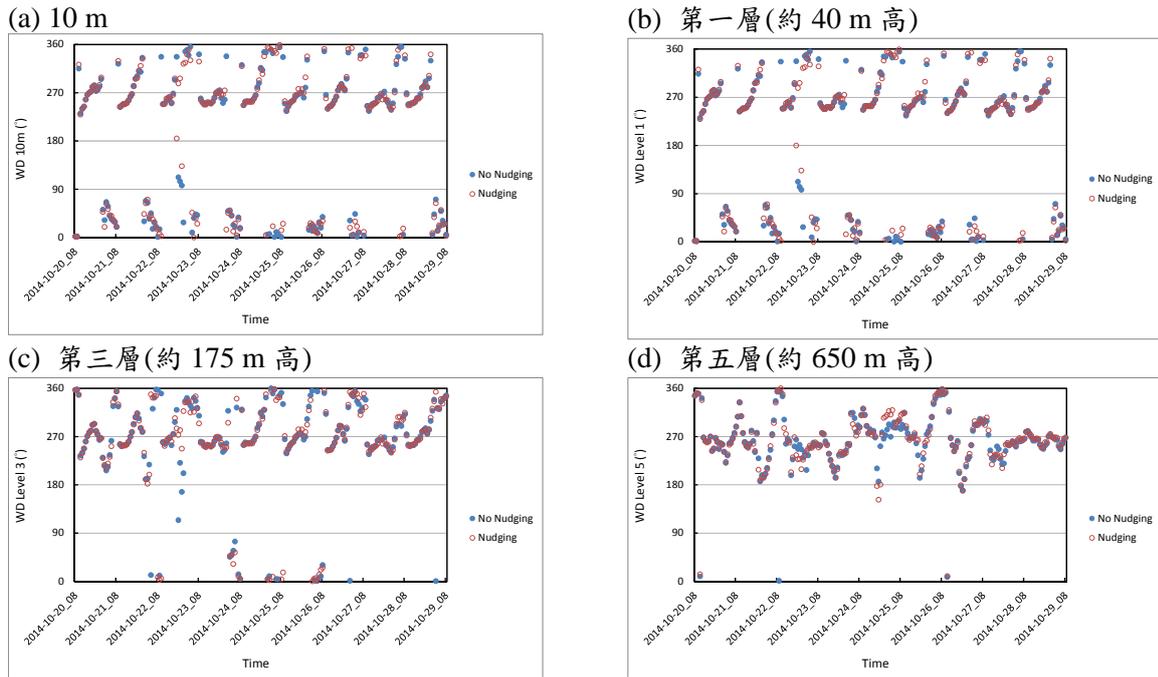


圖 3.4.2-10 本計畫第一次探空觀測期間 (10 月 21 日至 28 日)nudging 前後 WRF 模式模擬各層風向時序圖

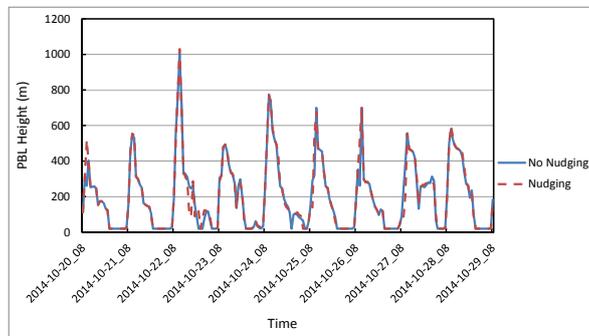


圖 3.4.2-11 本計畫第一次探空觀測期間 (10 月 21 日至 28 日)nudging 前後 WRF 模式模擬邊界層高度時序圖

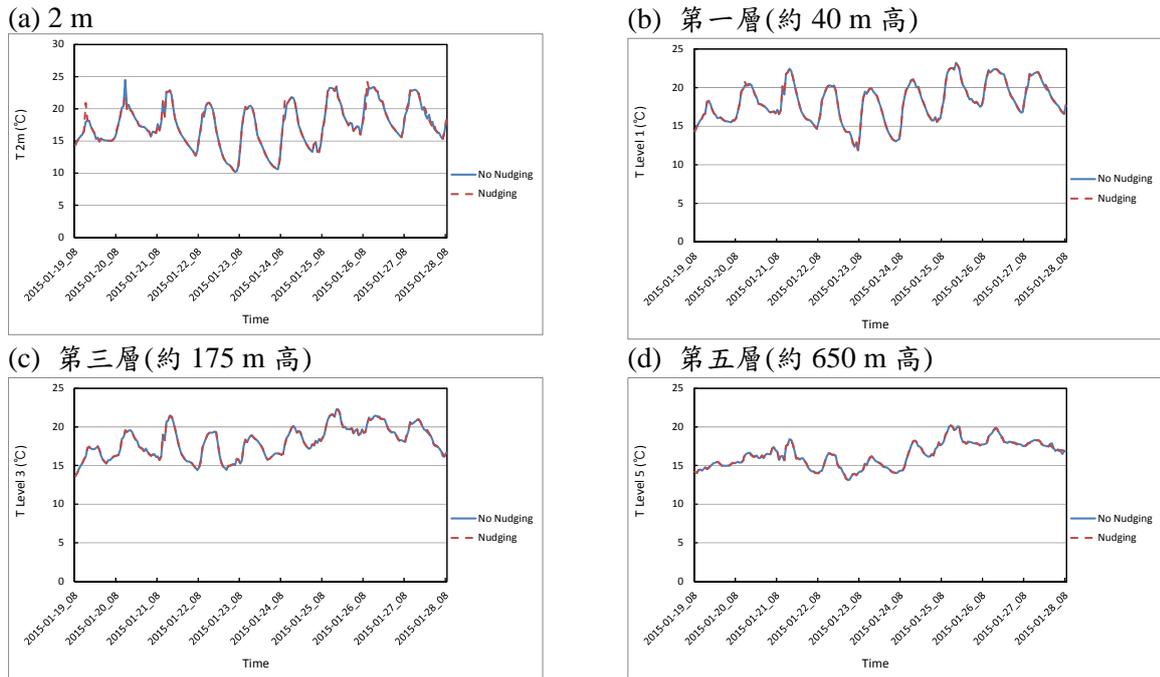


圖 3.4.2-12 本計畫第二次探空觀測期間 (1 月 20 日至 27 日)nudging 前後 WRF 模式模擬各層氣溫時序圖

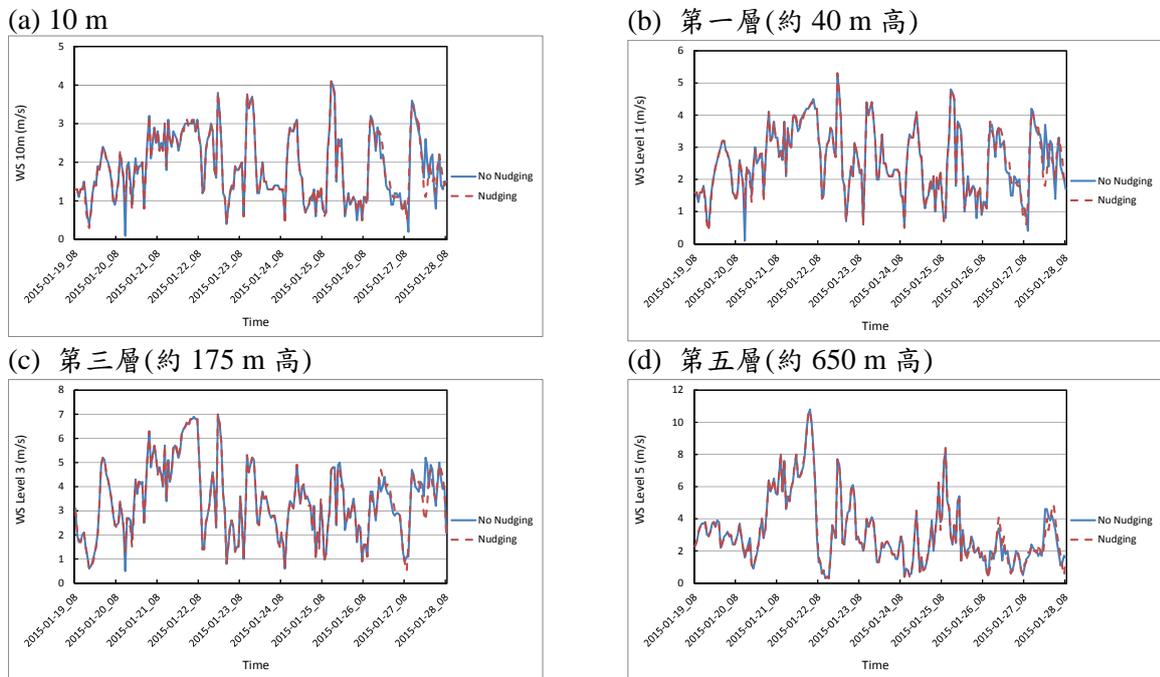


圖 3.4.2-13 本計畫第二次探空觀測期間 (1 月 20 日至 27 日)nudging 前後 WRF 模式模擬各層風速時序圖

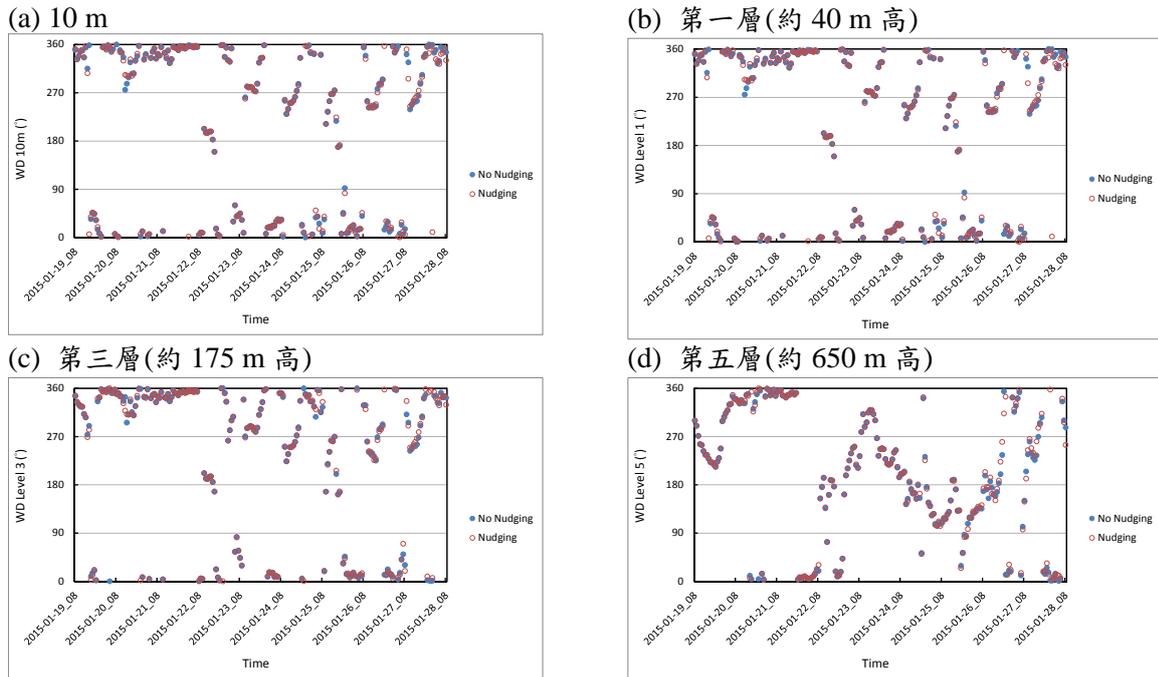


圖 3.4.2-14 本計畫第二次探空觀測期間 (1 月 20 日至 27 日)nudging 前後 WRF 模式模擬各層風向時序圖

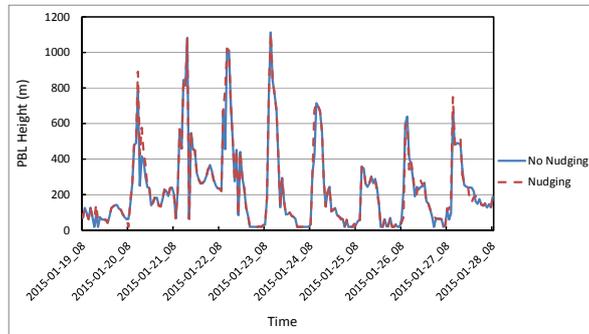


圖 3.4.2-15 本計畫第二次探空觀測期間 (1 月 20 日至 27 日)nudging 前後 WRF 模式模擬邊界層高度時序圖

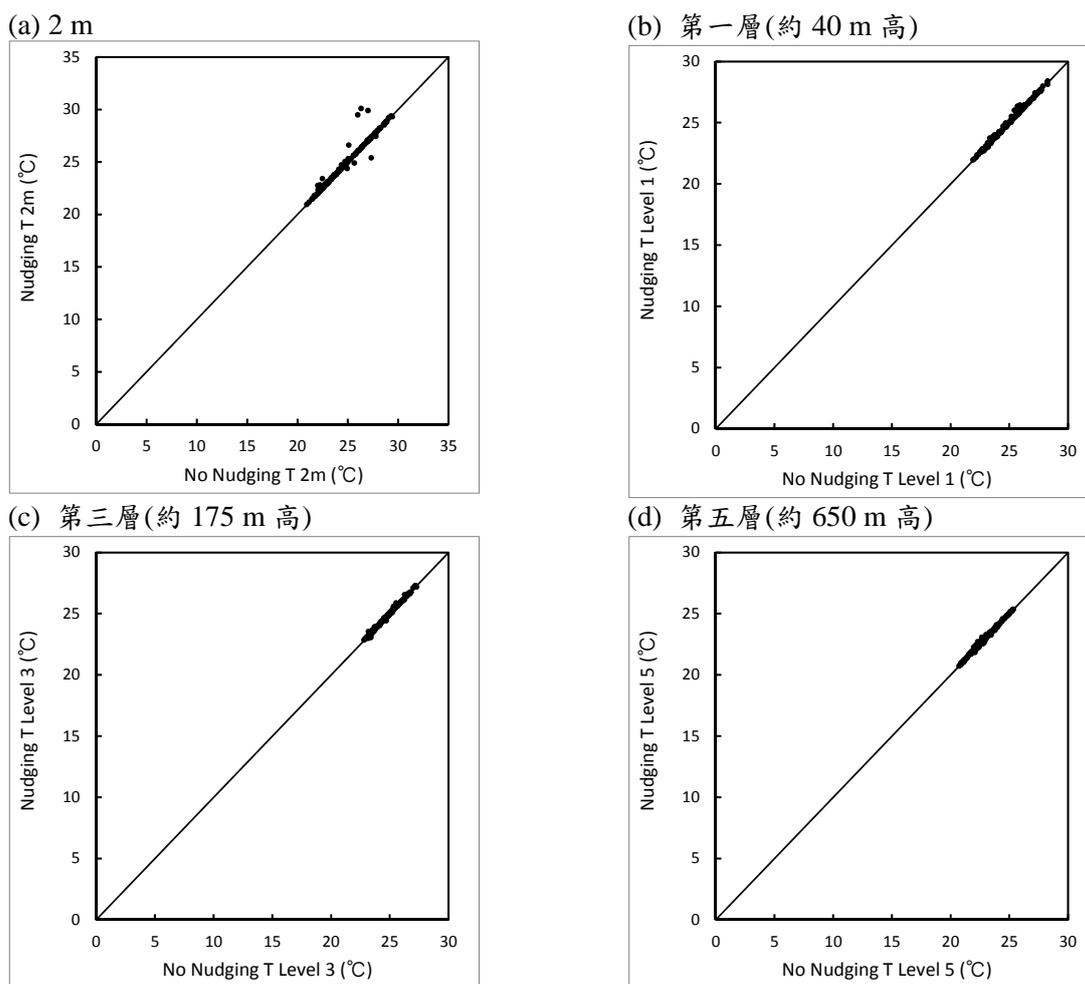


圖 3.4.2-16 本計畫第一次探空觀測期間 (10 月 21 日至 28 日)nudging 前後 WRF 模式模擬各層氣溫散布圖

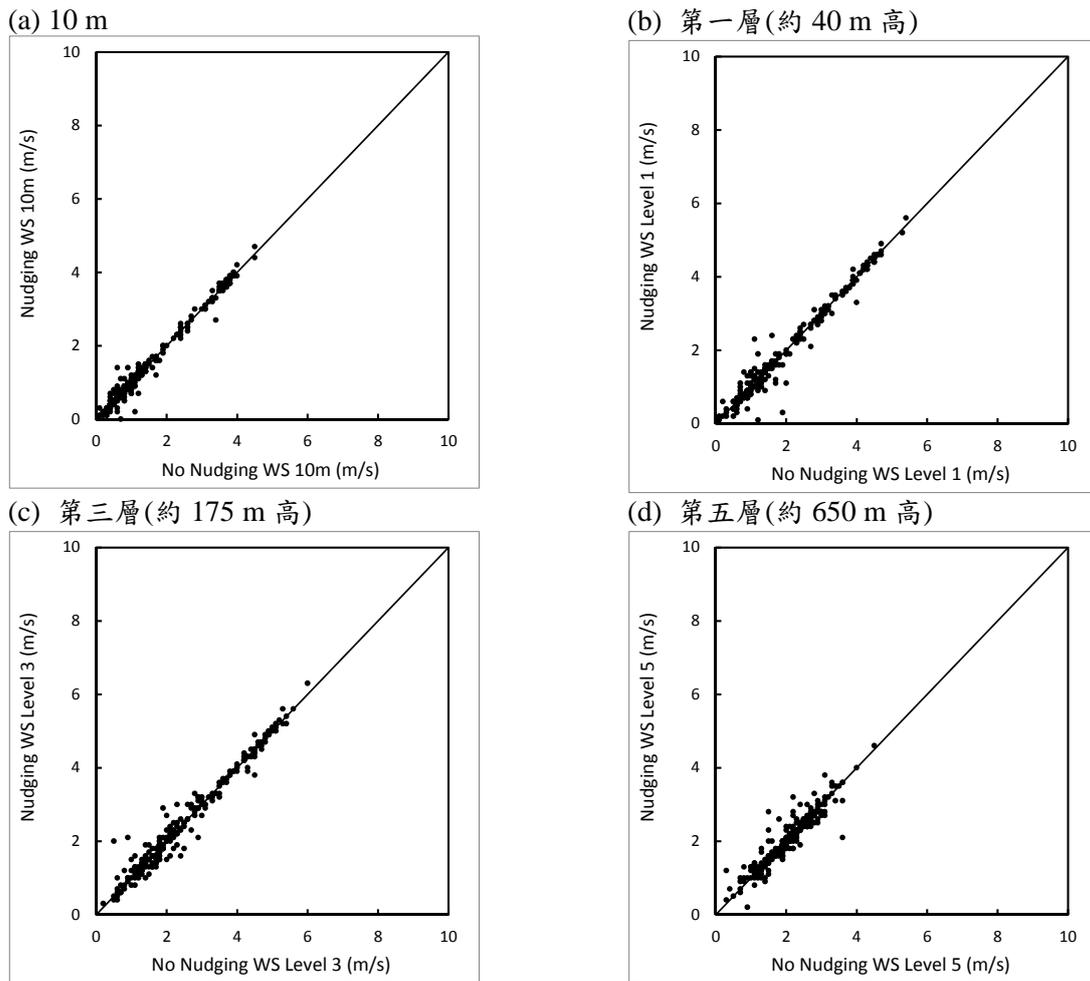


圖 3.4.2-17 本計畫第一次探空觀測期間 (10 月 21 日至 28 日)nudging 前後 WRF 模式模擬各層風速散布圖

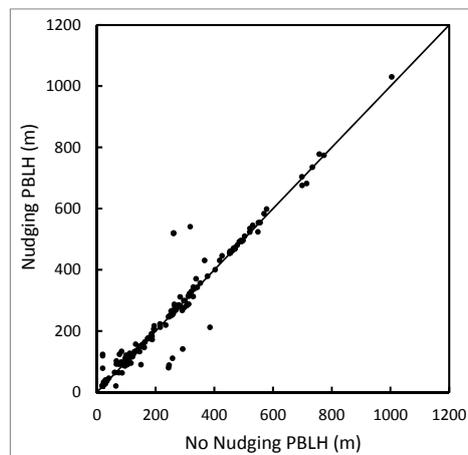


圖 3.4.2-18 本計畫第一次探空觀測期間 (10 月 21 日至 28 日)nudging 前後 WRF 模式模擬邊界層高度散布圖

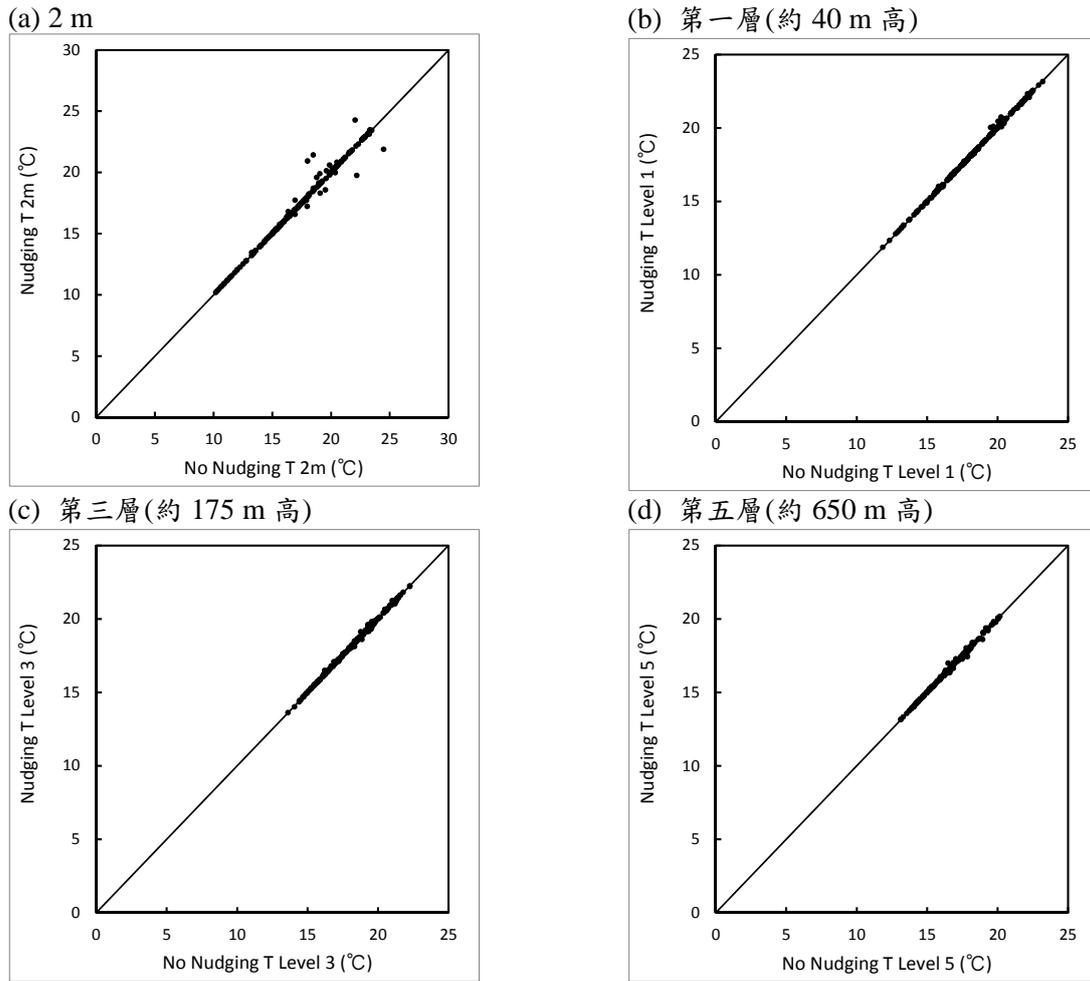


圖 3.4.2-19 本計畫第二次探空觀測期間 (1 月 20 日至 27 日)nudging 前後
WRF 模式模擬各層氣溫散布圖

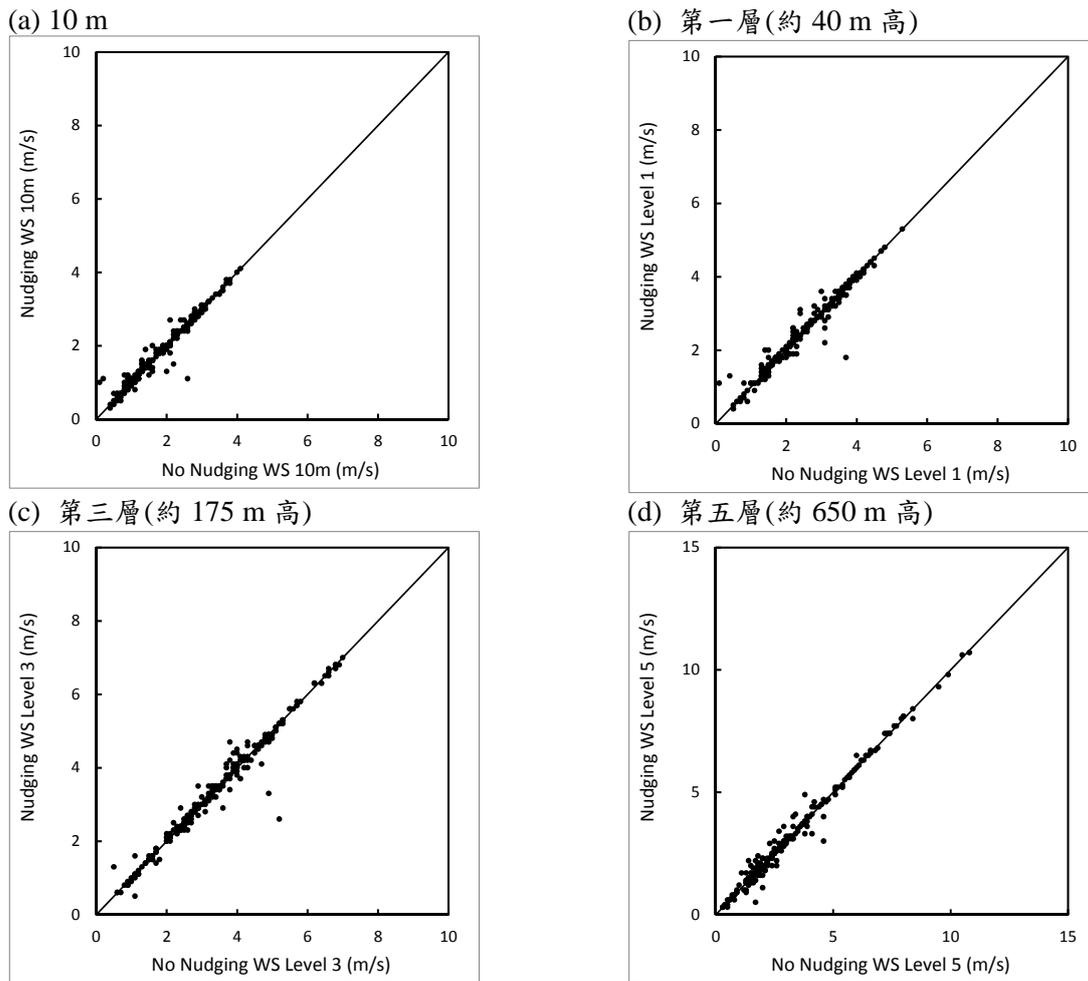


圖 3.4.2-20 本計畫第二次探空觀測期間(1月20日至27日)nudging 前後
WRF 模式模擬各層風速散布圖

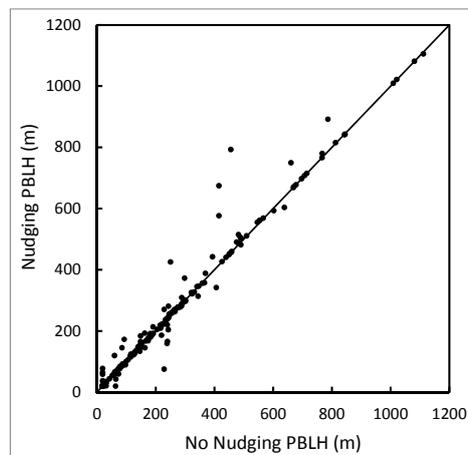


圖 3.4.2-21 本計畫第二次探空觀測期間 (1月20日至27日)nudging 前後
WRF 模式模擬邊界層高度散布圖

3.4.3 原生性空氣污染物（高斯擴散模式）模擬

一、原生性空氣污染物模擬參數設定

以下針對本計畫所使用之 ISCST 3 高斯模式之模擬條件設定情形進行說明。各項設定係參照環保署「空氣品質模式模擬規範」之相關規定。

（一）模擬之污染物種及模擬期程

配合本開發計畫環說書中所模擬之空氣污染物項目，本計畫原生性空氣污染物模擬之物種將包括 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂ 及 NMHC，模擬期程為一年（民國 103 年全年）。

（二）模擬範圍設定

本計畫 ISCST3 模式之模擬範圍設定為 10 × 10 公里，UTM 座標為東西向 183,000 ~ 193,000m、南北向 2,483,000 ~ 2,493,000 m，詳圖 3.4.3-1。經本案驗證，可符合規範中「不小於固定污染源至年平均最大著地濃度點之四倍水平距離為邊長所構成之正方形區域」之要求。

（三）網格大小之訂定

模式模擬範圍之受體點網格大小以 5 倍於排放源高度設定，最大不得大於 500 公尺。本案三輕各排放管道平均高度約 50 公尺，依據上述規範要求設定模擬之受體網格大小為 250 公尺（50 公尺×5=250 公尺），未超過規範要求之 500 公尺上限，符合規範要求。

（四）都市型或鄉村型參數之引用

本計畫模擬範圍其涵蓋人口數超過 127,000 人，故採較嚴格之都市型參數設定。

（五）簡單地形或複雜地形之選定

本計畫模擬範圍位於基地西北方部分地區之最大地形高程達 150 公尺，高於本計畫最大煙囪高度 123 公尺，故模擬時將採用複雜地形參數。

（六）氣象資料之輸入

針對模擬範圍內之氣象資料，本計劃配合模擬期程，使用環保署林園站民國 103 年之地面氣象資料，以及空軍屏東站之探空氣象資料進行初步處理後，再以 3.4.2 節所述方法，參考本計畫於林園地區四季實地觀測結果進行混合層高度調校後，做為 ISCST 3 擴散模式模擬所需輸入之

氣象資料（林園地面＋屏東探空（經本計畫探空觀測調校混合層高度後））。

另外，本計畫亦同時以未經混合層高度調校的氣象檔（林園地面＋屏東探空）進行模擬，以比較有無納入林園現地探空觀測資料的差異。

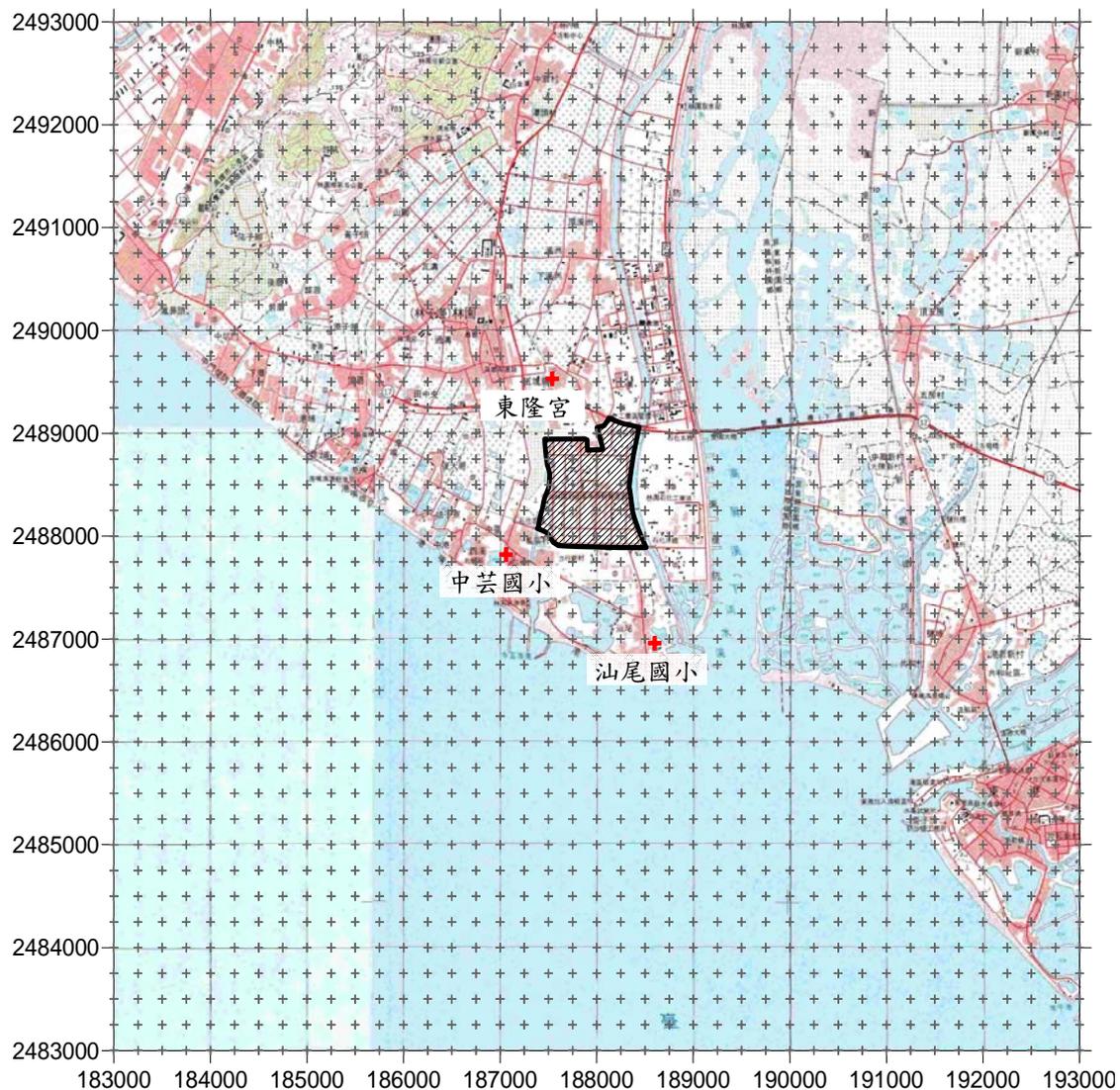


圖 3.4.3-1 本計畫 ISCST 3 高斯模式模擬範圍及敏感受體點分布

(七) 二氧化氮之臭氧限制法(OLM)使用及資料來源

工廠(場)排放管道所排放之煙道氣中，二氧化氮僅約佔氮氧化物的 10%左右，即一氧化氮佔絕大多數，約 90%。而在大氣環境中，一氧化氮會受臭氧轉化(氧化)為二氧化氮，故大氣環境中二氧化氮濃度會受到臭氧濃度之限制影響。因此，參考規範中對於二氧化氮模擬結果得使用「臭氧限制法(Ozone Limited Method, 簡稱 OLM)」，訂定有明確之規定。

本案二氧化氮模擬結果，將採用此 OLM 進行轉換。相關公式如下：

$$[\text{NO}_2]_{\text{濃度修正}} = (0.1) * [\text{NO}_2]_{\text{模擬濃度值}} + X + [\text{NO}_2]_{\text{背景濃度值}}$$

其中，

$$X = \{(0.9) * [\text{NO}_2]_{\text{模擬濃度值}}, \text{ 或 } (46/48) * [\text{O}_3]_{\text{背景濃度值}}\} \text{ 二者中最小值}$$

上式中背景濃度值部份，採用本模擬範圍(以廠址為中心，東西、南北向各 10 公里)內之環保署空氣品質測站(林園測站)民國 103 年之臭氧逐小時濃度監測值，進行上述之計算處理。

(八) 排放源資料輸入

營運一年之污染物排放量及排放參數，詳表 3.4.1-1~3.4.1-3。該排放量資料將作為 ISCST3 高斯模式輸入參數，以便進行各原生性空氣污染物最大增量濃度之模擬。

二、原生性空氣污染物模擬結果說明

以下將針對**三輕更新擴產計畫**營運後一年排放量經林園探空觀測調校氣象資料後進行原生性及衍生性污染物最大增量濃度模擬，並與相同氣象條件下環說書定稿本中舊三輕（EIS 前之排放量）之模擬結果進行比較分析。其次，並就目前模擬結果（經林園探空資料調校後）與傳統採用屏東站探空資料進行模擬之結果進行差異比較，藉以了解使用當地探空資料調校前後（亦即使用不同地點探空資料），所可能造成空品模式模擬結果之差異情形。

（一）與環說書舊三輕排放量模擬結果之比較分析

根據 103 年氣象場（詳前一、(六)說明），模擬**三輕更新擴產計畫**營運後一年之全廠排放量及各污染源排放參數條件下，各原生性空氣污染物最大濃度增量之模擬結果；同時亦針對舊三輕排放量及各污染源排放參數條件下，模擬各原生性空氣污染物最大濃度增量。兩者模擬使用之氣象場，皆已經過本計畫林園探空實地觀測結果調校修正。彙整兩者模擬結果，詳表 3.4.3-1。相關之等濃度模擬分布圖，詳圖 3.4.3-2~圖 3.4.3-12。

根據表 3.4.3-1 模擬結果顯示，**三輕更新擴產計畫**營運後一年，模擬範圍內各空氣污染物最大濃度增量值皆遠低於舊三輕。其中，以粒狀物降幅最大，降幅可達 91~94%；其次為二氧化硫，降幅可達 84~86%；NMHC 降幅約 68%；二氧化氮降幅較小，也有 40~54%。

至於針對鄰近各敏感點之各空氣污染物最大濃度增量值，新三輕營運後一年之模擬結果亦遠低於舊三輕。其中亦以粒狀物降幅最大，降幅可達 89~94%；其次為二氧化硫，降幅可達 83~88%；NMHC 降幅約 68~69%；二氧化氮降幅較小，也有 34~46%。

模擬範圍內之環保署空品測站位於汕尾國小，其中亦以粒狀物降幅最大，降幅可達 91~94%；其次為二氧化硫，降幅可達 84~88%；NMHC 降幅約 68%；二氧化氮降幅較小，也有 41~46%。

綜合上述分析顯示，**三輕更新擴產計畫**營運後一年，由於實際排放量普遍較舊三輕降低（另詳 3.1.3 節，表 3.1.3-1），因此對於環境空氣品質確實呈現正面改善效益。本次模擬已將本計畫探空觀測結果充分回饋至模式輸入之氣象資料（混合層高度）中，因此，模擬結果將更具有可信度。

表 3.4.3-1 三輕更新擴產計畫營運後一年各原生性空氣污染物最大濃度增量模擬結果比較(與舊三輕排放量之模擬結果比較) (1/2)

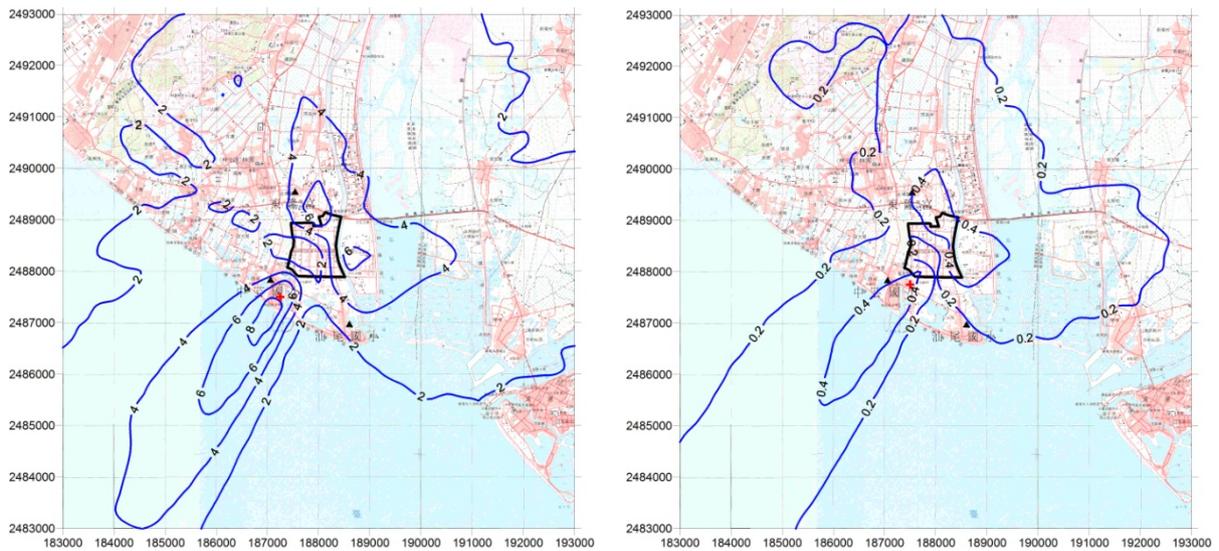
各階段差異 污染物			A. 舊三輕 (環說書排放量)		B. 三輕更新擴產 計畫營運後一年 (實際排放量)		增減濃度 (B - A)	增減百分比 (B - A)/A	
			最大 值	濃度 發生位置	187250	2487500			187500
總懸浮 微粒 TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 小時 濃度	最大 值	濃度	9.96		0.60		-9.36	-94%
			發生位置	187250	2487500	187500	2487750	-	-
			東隆宮	4.09		0.40		-3.69	-90%
			中芸國小	4.31		0.36		-3.95	-92%
			汕尾國小	2.56		0.17		-2.39	-93%
懸浮 微粒 PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	日平均 濃度	最大 值	濃度	8.02		0.45		-7.57	-94%
			發生位置	187250	2487500	187250	2487500	-	-
			東隆宮	3.18		0.29		-2.89	-91%
			中芸國小	3.37		0.26		-3.11	-92%
			汕尾國小	2.05		0.13		-1.92	-94%
	年平均 濃度	最大 值	濃度	2.37		0.18		-2.19	-92%
			發生位置	187250	2487500	187250	2487500	-	-
			東隆宮	0.42		0.04		-0.38	-90%
			中芸國小	1.12		0.11		-1.01	-90%
	汕尾國小	0.26		0.02		-0.24	-92%		
細懸浮 微粒 PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	日平均 濃度	最大 值	濃度	3.27		0.21		-3.06	-94%
			發生位置	187250	2487500	187500	2487750	-	-
			東隆宮	1.37		0.14		-1.23	-90%
			中芸國小	1.46		0.12		-1.34	-92%
			汕尾國小	0.85		0.06		-0.79	-93%
	年平均 濃度	最大 值	濃度	1.01		0.09		-0.92	-91%
			發生位置	187250	2487500	187250	2487500	-	-
			東隆宮	0.19		0.02		-0.17	-89%
			中芸國小	0.54		0.06		-0.48	-89%
	汕尾國小	0.11		0.01		-0.10	-91%		

註：採 2014 年氣象資料，混合層高度已根據林園探空實地觀測結果調校修正。

表 3.4.3-1 三輕更新擴產計畫營運後一年各原生性空氣污染物最大濃度增量模擬結果比較(與舊三輕排放量之模擬結果比較) (2/2)

各階段差異			A. 舊三輕		B. 三輕更新擴產計畫營運後一年		增減濃度 (B - A)	增減百分比 (B - A)/A	
			(環說書排放量)		(實際排放量)				
污染物	最大 值	濃度	171.49		25.83		-145.66	-85%	
		發生位置	185250	2491750	185500	2491750	-	-	
二氧化硫 SO ₂ (ppb)	小時值 濃度	東隆宮	90.79		15.59		-75.20	-83%	
		中芸國小	110.25		17.40		-92.85	-84%	
		汕尾國小	80.17		12.92		-67.25	-84%	
		最大 值	濃度	34.41		4.70		-29.71	-86%
		發生位置	187250	2487750	187250	2487250	-	-	
	日平均 濃度	東隆宮	15.45		2.21		-13.24	-86%	
		中芸國小	16.60		2.79		-13.81	-83%	
		汕尾國小	9.09		1.06		-8.03	-88%	
		最大 值	濃度	11.77		1.84		-9.93	-84%
	年平均 濃度	發生位置	187250	2487500	187250	2487250	-	-	
		東隆宮	2.21		0.34		-1.87	-85%	
		中芸國小	6.75		1.03		-5.72	-85%	
汕尾國小		1.18		0.15		-1.03	-87%		
二氧化氮 NO ₂ (ppb)	小時值 濃度	最大 值	濃度	111.91		66.94		-44.97	-40%
		發生位置	188750	2488250	189000	2488250	-	-	
		東隆宮	67.52		43.92		-23.60	-35%	
		中芸國小	77.43		51.61		-25.82	-33%	
	年平均 濃度	汕尾國小	58.19		34.37		-23.82	-41%	
		最大 值	濃度	13.09		5.97		-7.12	-54%
		發生位置	188500	2488500	188750	2488500	-	-	
		東隆宮	2.24		1.53		-0.71	-32%	
		中芸國小	7.10		3.81		-3.29	-46%	
		汕尾國小	0.76		0.41		-0.35	-46%	
非甲烷 碳氫化 合物 NMHC (ppm)	小時值 濃度	最大 值	濃度	3.43		1.09		-2.34	-68%
		發生位置	188500	2489000	188500	2489000	-	-	
		東隆宮	2.07		0.65		-1.42	-69%	
		中芸國小	2.44		0.77		-1.67	-68%	
		汕尾國小	1.39		0.44		-0.95	-68%	

註：採 2014 年氣象資料，混合層高度已根據林園探空實地觀測結果調校修正。

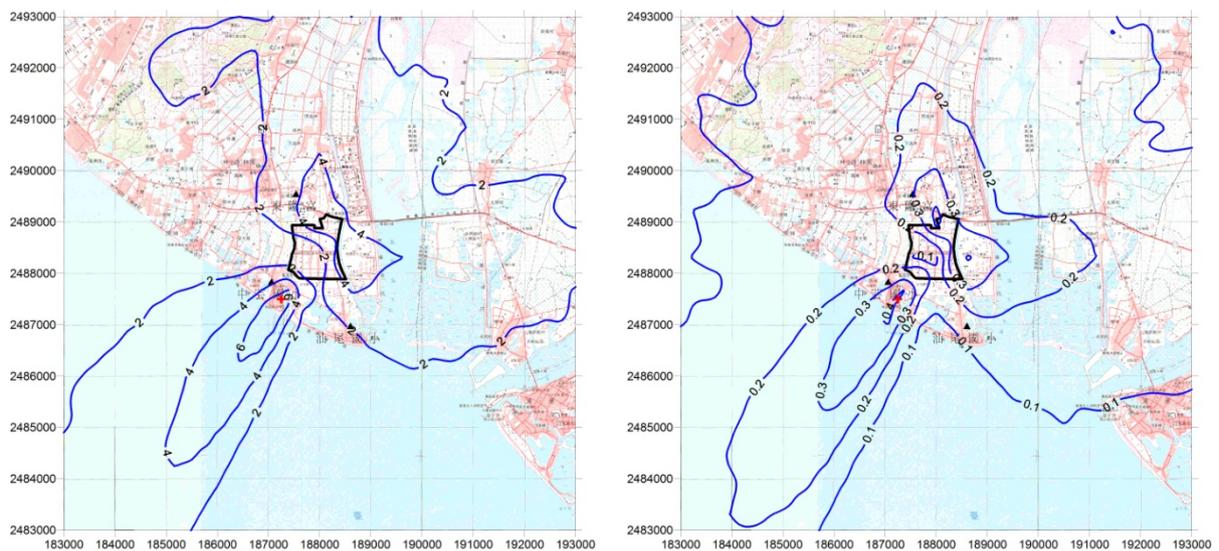


舊三輕(EIS 前)

三輕更新(營運後一年)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

圖 3.4.3-2 TSP 24 小時值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕比較)

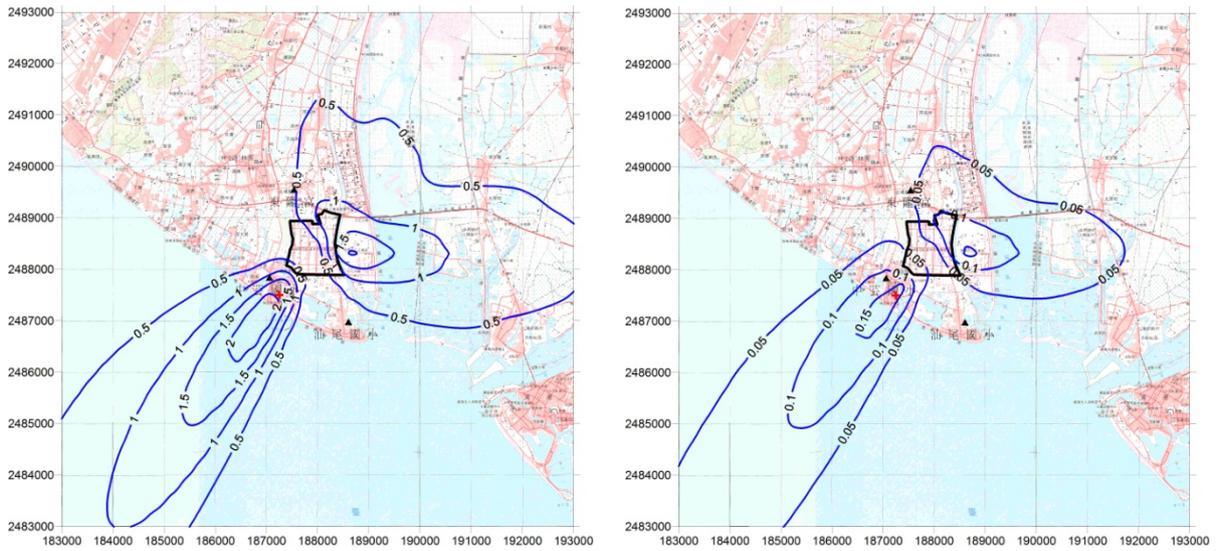


舊三輕(EIS 前)

三輕更新(營運後一年)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

圖 3.4.3-3 PM₁₀ 日平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕比較)

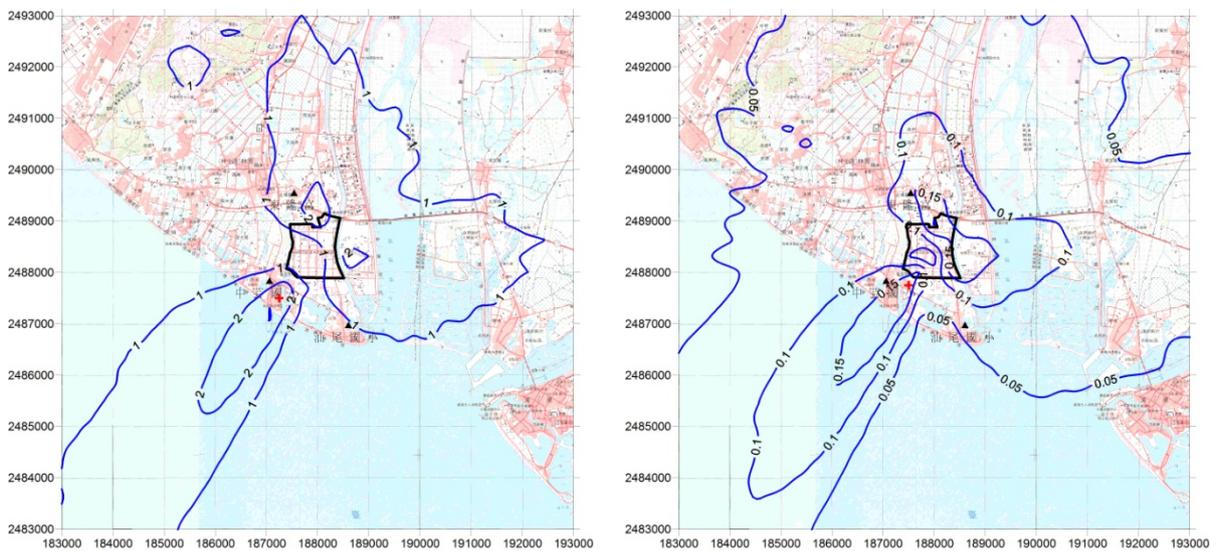


舊三輕(EIS 前)

三輕更新(營運後一年)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

圖 3.4.3-4 PM_{10} 年平均濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕比較)

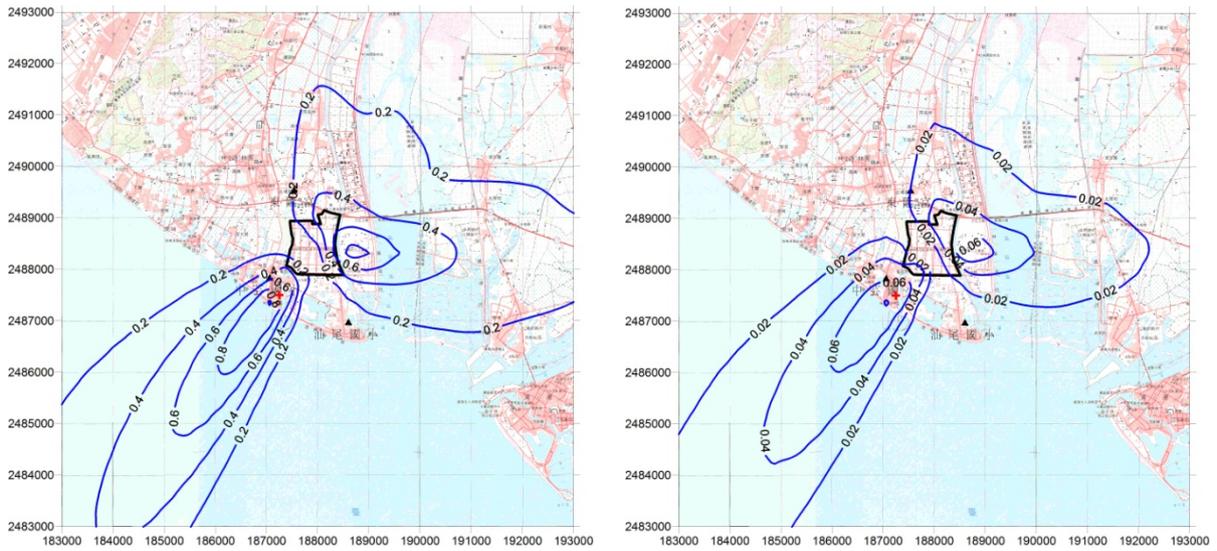


舊三輕(EIS 前)

三輕更新(營運後一年)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

圖 3.4.3-5 $\text{PM}_{2.5}$ 日平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕比較)

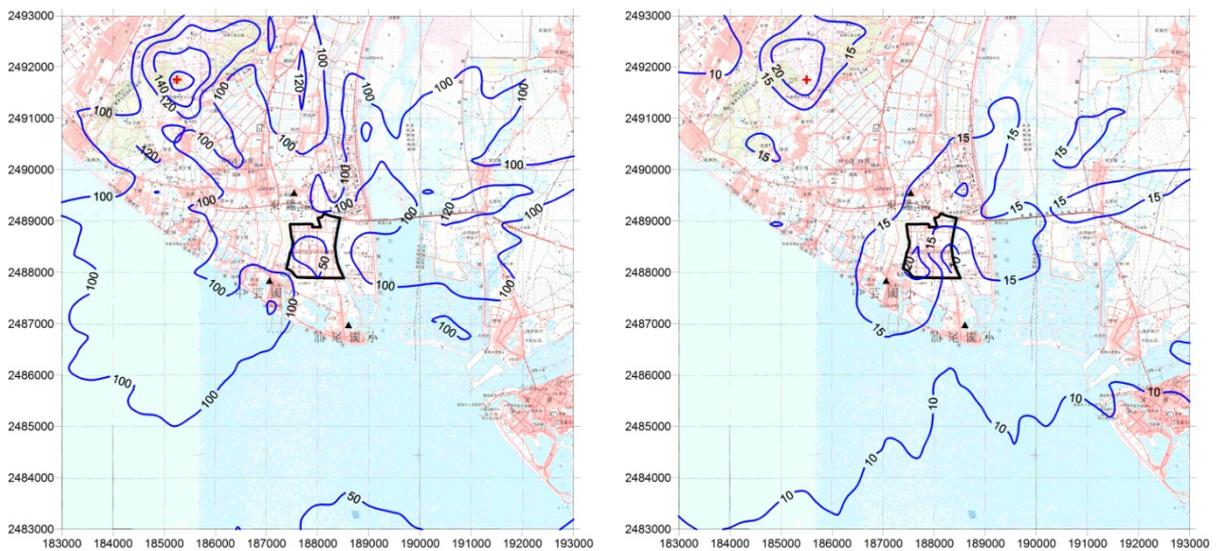


舊三輕(EIS 前)

三輕更新(營運後一年)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

圖 3.4.3-6 $\text{PM}_{2.5}$ 年平均濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕比較)

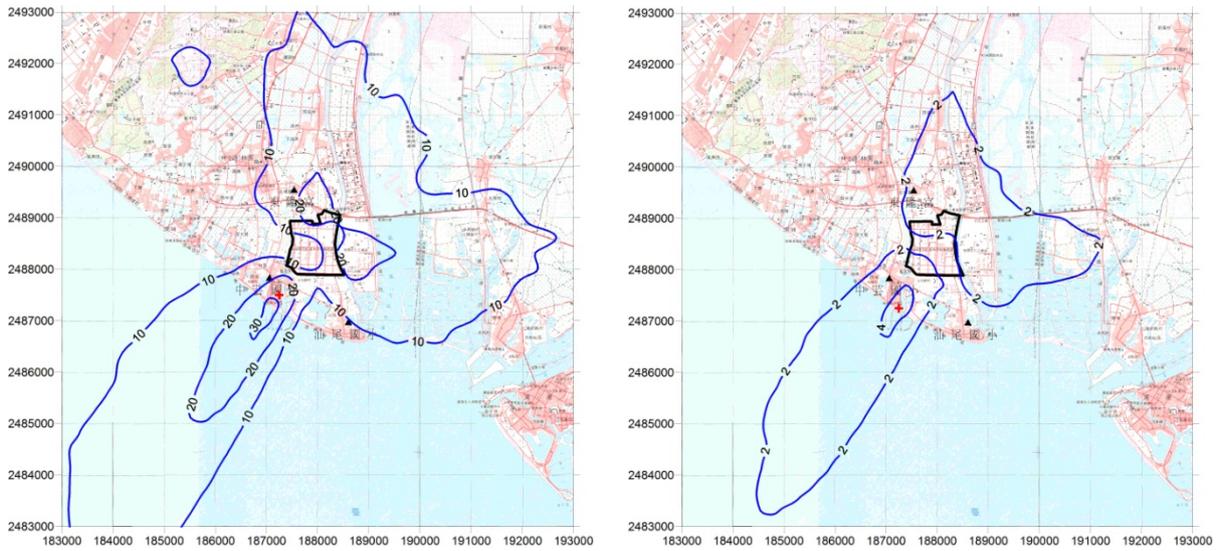


舊三輕(EIS 前)

三輕更新(營運後一年)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: ppb)

圖 3.4.3-7 SO_2 小時值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕比較)

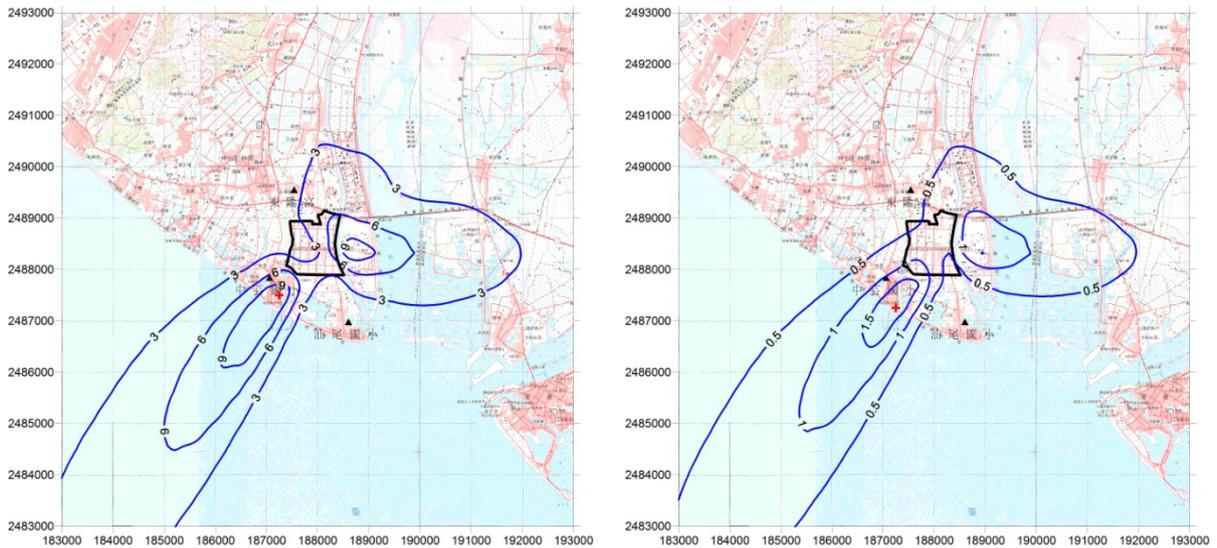


舊三輕(EIS 前)

三輕更新(營運後一年)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: ppb)

圖 3.4.3-8 SO₂ 日平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕比較)

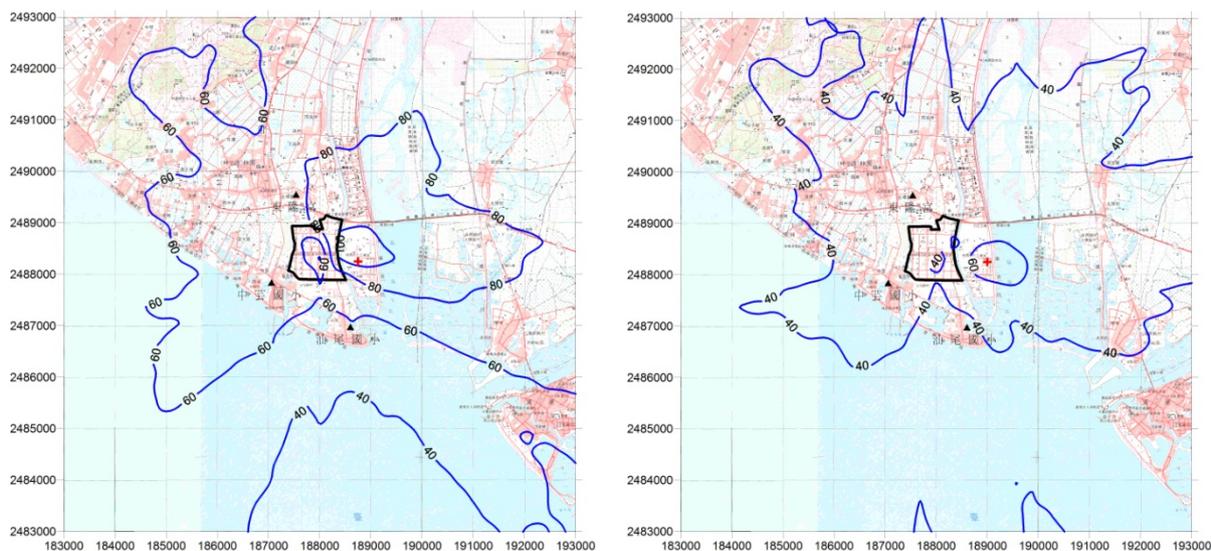


舊三輕(EIS 前)

三輕更新(營運後一年)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: ppb)

圖 3.4.3-9 SO₂ 年平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕比較)

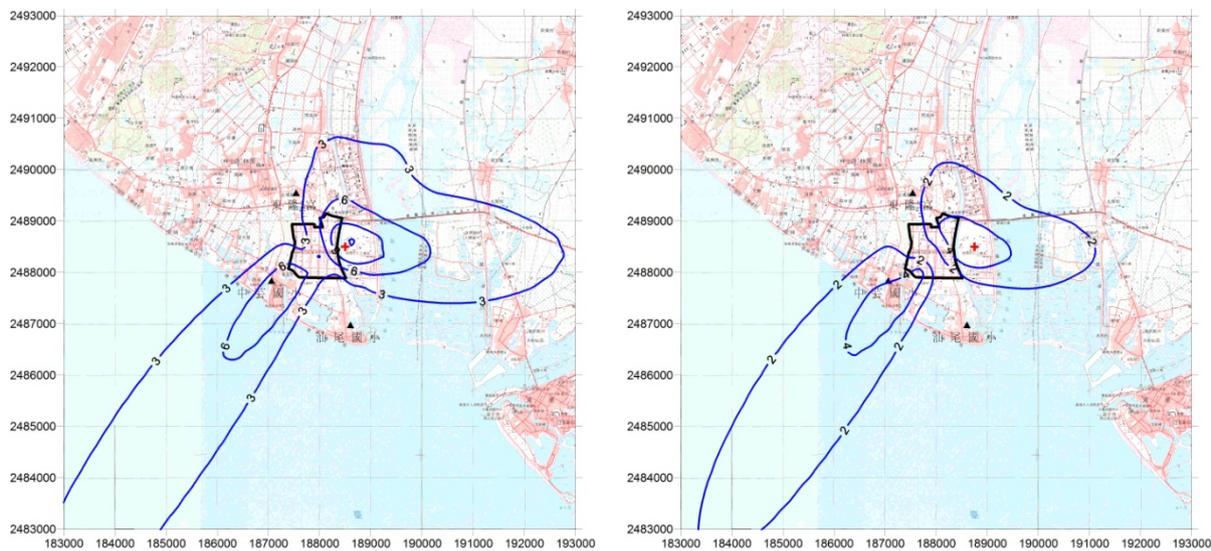


舊三輕(EIS 前)

三輕更新(營運後一年)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: ppb)

圖 3.4.3-10 NO₂ 小時值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕比較)

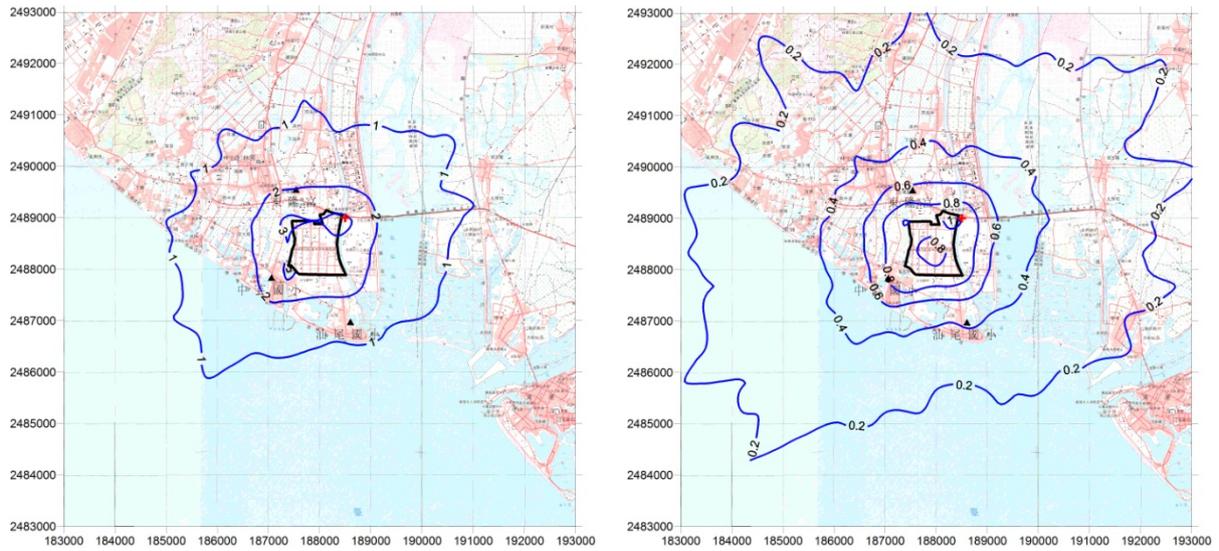


舊三輕(EIS 前)

三輕更新(營運後一年)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: ppb)

圖 3.3.3-11 NO₂ 年平均值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕比較)



舊三輕(EIS 前)

三輕更新(營運後一年)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: ppm)

圖 3.4.3-12 NMHC 小時值濃度最大增量等濃度分布(三輕更新與舊三輕比較)

(二) 探空資料經林園現地觀測調校前、後之模擬結果差異比較

除了上述三輕更新擴產計畫與舊三輕最大增量濃度模擬結果比較之外(模擬結果詳前表 3.4.3-1)，本計畫亦參照傳統作法，逕以屏東測站探空觀測資料結合林園地面氣象資料做為模式輸入後再進行模式模擬，藉以了解使用當地探空資料調校前後(亦即使用不同地點探空資料)，所可能造成空品模式模擬結果之差異情形。

彙整兩者模擬結果，詳表 3.4.3-2。相關之等濃度模擬分布圖，詳圖 3.4.3-13~圖 3.4.3-23。

由表中顯示，就模擬範圍內最大濃度增量模擬結果而言，僅 PM_{10} 有極微差異 ($0.01\sim 0.03\mu g/m^3$) 外，其餘各污染物模擬值皆以「氣象未調校」者稍大或兩者間無差異。

至於各敏感點之空氣污染物最大濃度增量值比較，絕大多數亦以「氣象未調校」者的模擬值稍高或兩者間無差異，少數「氣象未調校」較低者，如 PM_{10} 及 SO_2 部分，其差異量亦極為有限(約 $0.01\sim 0.02$)。至於汕尾國小「氣象經調校」之模擬結果有略增情形 ($+0.12\text{ ppb}$)，其主要原因為，汕尾國小位於新三輕長年風向下的正下風處，一旦氣象條件出現風速低且混合層高度下降時，部分煙囪之最高煙流上升高度在「氣象經調校」及「氣象未調校」兩種模擬情境下，會面臨特定臨界狀況，而出現穿出/未穿出混合層高度的不同結局，原屬穿出混合層高度者一旦改變為未穿出時(即當時混合層高度變高時)，將會造成地面濃度升高。一般而言，新三輕 SO_x 及 NO_x 多須經由相當高度之煙道進行排放，因此，全年氣象條件的模擬情形下，是會發生此現象。

整體而言，「氣象經調校」與「氣象未調校」間之原生性空氣污染物最大濃度增量之模擬結果，兩者差異極為有限。其主要原因為：(1) 屏東站與本計畫林園探空觀測站的距離並不遠(約 24 公里)，就高空氣象之空間尺度而言，其差異本就有限；(2) 混合層高度的調校係數中，中午時段雖多往下校正，但中午通常是擴散較佳的時段，所以對最高濃度的影響有限；惟夜間探空觀測結果顯示混合層有相當比例高於模式慣常設定的下限值，故夜間的模擬結果著地濃度反而可能降低，而夜間通常是比較容易出現高濃度的時間，故整體而言，「氣象經調校」模擬結果反而將較「氣象未調校」者略低。

表 3.4.3-2 三輕更新擴產計畫營運後一年各原生性空氣污染物最大濃度增量模擬結果比較(氣象經林園探空觀測結果調校前後之模擬結果比較) (1/2)

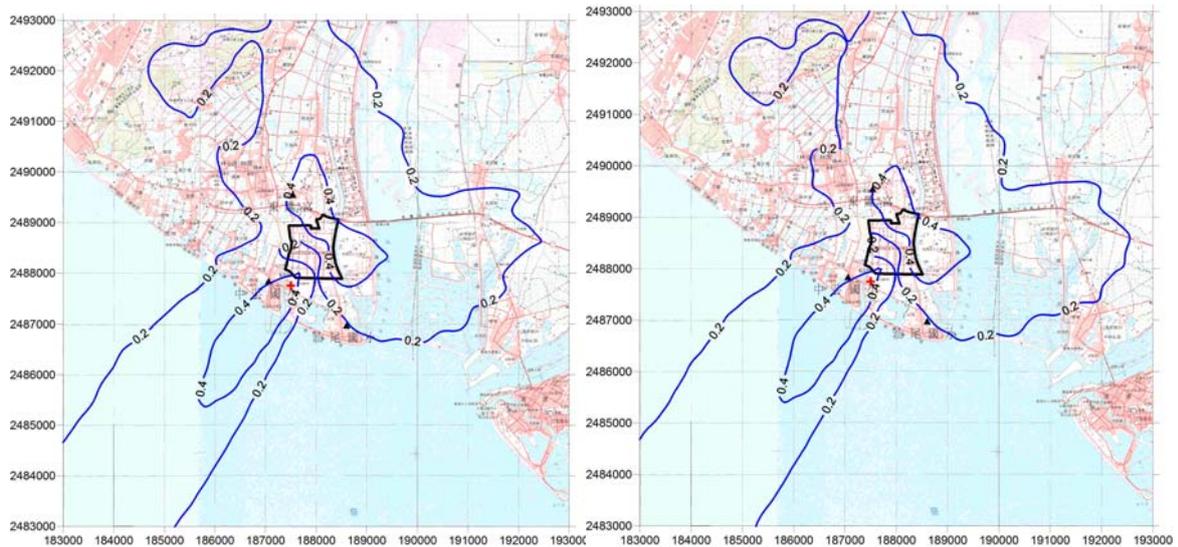
污染物		各階段差異		A.三輕更新擴產計畫營運後一年(氣象未調校)		B.三輕更新擴產計畫營運後一年(氣象經調校)		增減濃度(B - A)	增減百分比(B - A)/A
		最大 值	濃度 發生位置						
總懸浮 微粒 TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 小時 濃度	最大 值	濃度	0.63		0.61		-0.02	-3%
			發生位置	187500	2487750	187500	2487750	—	—
			東隆宮	0.44		0.44		0.00	0%
			中芸國小	0.37		0.38		0.01	3%
	汕尾國小	0.18		0.18		0.00	0%		
懸浮微 粒 PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	日平均 濃度	最大 值	濃度	0.46		0.47		0.01	2%
			發生位置	187250	2487500	187250	2487500	—	—
			東隆宮	0.33		0.33		0.00	0%
			中芸國小	0.26		0.29		0.03	12%
		汕尾國小	0.13		0.13		0.00	0%	
	年平均 濃度	最大 值	濃度	0.18		0.19		0.01	6%
			發生位置	187250	2487500	187250	2487500	—	—
			東隆宮	0.04		0.05		0.01	25%
		中芸國小	0.12		0.13		0.01	8%	
	汕尾國小	0.02		0.02		0.00	0%		
細懸浮 微粒 PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	日平均 濃度	最大 值	濃度	0.22		0.22		0.00	0%
			發生位置	187500	2487750	187500	2487750	—	—
			東隆宮	0.16		0.15		-0.01	-6%
			中芸國小	0.13		0.13		0.00	0%
		汕尾國小	0.06		0.06		0.00	0%	
	年平均 濃度	最大 值	濃度	0.09		0.09		0.00	0%
			發生位置	187250	2487500	187250	2487500	—	—
			東隆宮	0.02		0.02		0.00	0%
		中芸國小	0.06		0.06		0.00	0%	
	汕尾國小	0.01		0.01		0.00	0%		

註：氣象未調校，係指模擬使用之氣象混合層高度逕根據屏東探空觀測結果進行估算。而氣象經調校，則指模擬使用之氣象混合層高度除根據空軍屏東機場全年探空觀測結果外，同時根據本計畫林園實地觀測結果予以調校。

表 3.4.3-2 三輕更新擴產計畫營運後一年各原生性空氣污染物最大濃度增量模擬結果比較(氣象經林園探空觀測結果調校前後之模擬結果比較) (2/2)

污染物		各階段差異		A.三輕更新擴產計畫營運後一年(氣象未調校)		B.三輕更新擴產計畫營運後一年(氣象經調校)		增減濃度(B - A)	增減百分比(B - A)/A
		最大	濃度						
二氧化硫 SO ₂ (ppb)	小時值 濃度	最大	濃度	25.83		25.83		0.00	0%
		值	發生位置	185500	2491750	185500	2491750	—	—
			東隆宮	16.02		15.59		-4.41	-28%
			中芸國小	19.29		16.49		-2.80	-15%
			汕尾國小	12.77		11.77		-1.00	-8%
	日平均 濃度	最大	濃度	5.14		4.83		-0.31	-6%
		值	發生位置	187250	2487250	187250	2487250	—	—
			東隆宮	2.27		2.29		0.02	1%
			中芸國小	3.09		2.65		-0.44	-14%
			汕尾國小	1.02		1.14		0.12	12%
	年平均 濃度	最大	濃度	2.10		1.92		-0.18	-9%
		值	發生位置	187250	2487500	187250	2487250	—	—
		東隆宮	0.38		0.35		-0.03	-8%	
		中芸國小	1.19		1.12		-0.07	-6%	
		汕尾國小	0.15		0.15		0.00	0%	
二氧化氮 NO ₂ (ppb)	小時值 濃度	最大	濃度	68.36		62.52		-5.84	-9%
		值	發生位置	189000	2488000	189000	2488250	—	—
			東隆宮	45.63		43.28		-2.35	-5%
			中芸國小	54.36		50.95		-3.41	-6%
	年平均 濃度		汕尾國小	34.23		34.23		0.00	0%
		最大	濃度	5.99		5.97		-0.02	~0%
		值	發生位置	188750	2488500	188750	2488500	—	—
			東隆宮	1.66		1.62		-0.04	-2%
			中芸國小	4.15		3.90		-0.25	-6%
			汕尾國小	0.40		0.40		0.00	0%
非甲烷 碳氫化 合物 NMHC (ppm)	小時值 濃度	最大	濃度	1.08		1.08		0.00	0%
		值	發生位置	188500	2489000	188500	2489000	—	—
			東隆宮	0.65		0.65		0.00	0%
			中芸國小	0.77		0.77		0.00	0%
			汕尾國小	0.44		0.44		0.00	0%

註：氣象未調校，係指模擬使用之氣象混合層高度選根據屏東探空觀測結果進行估算。而氣象經調校，則指模擬使用之氣象混合層高度除根據空軍屏東機場全年探空觀測結果外，同時根據本計畫林園實地觀測結果予以調校。

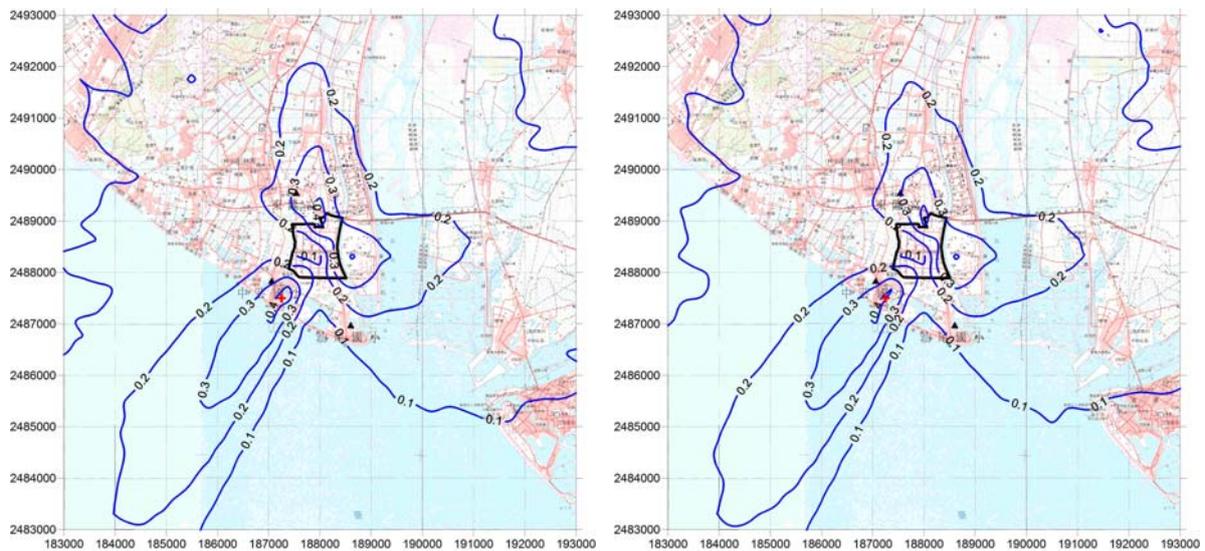


三輕更新(混合層調校前)

三輕更新(混合層調校後)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

圖 3.4.3-13 TSP 24 小時值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較)

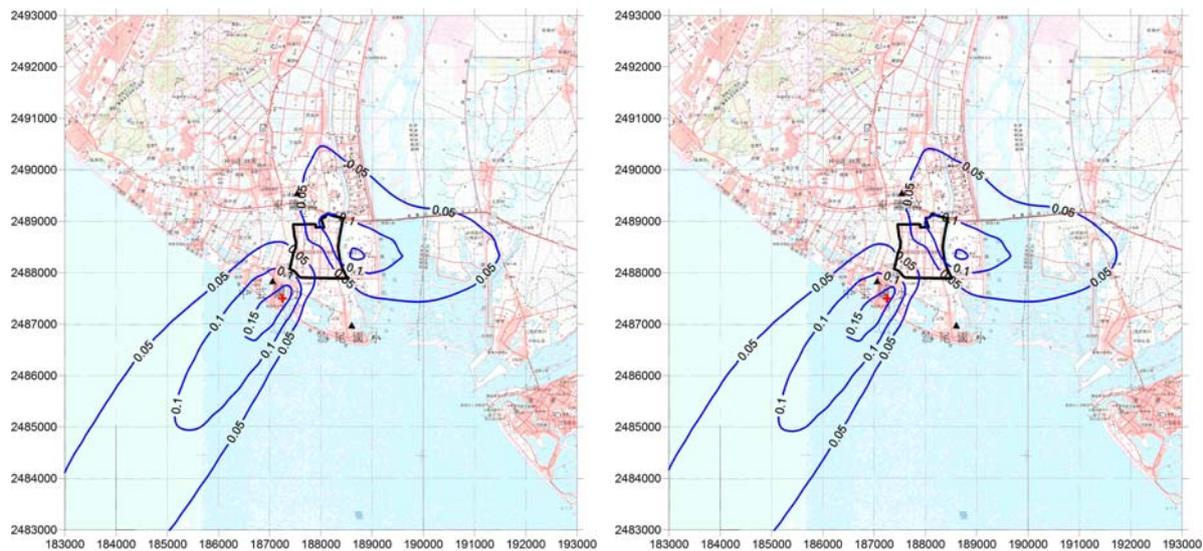


三輕更新(混合層調校前)

三輕更新(混合層調校後)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

圖 3.4.3-14 PM_{10} 日平均值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較)

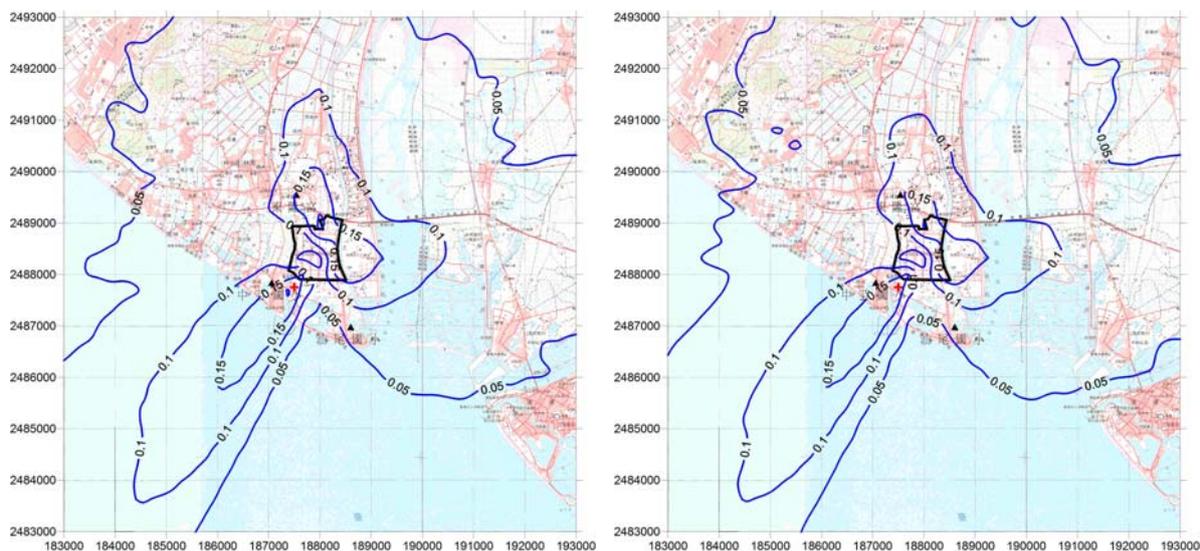


三輕更新(混合層調校前)

三輕更新(混合層調校後)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

圖 3.4.3-15 PM_{10} 年平均濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較)

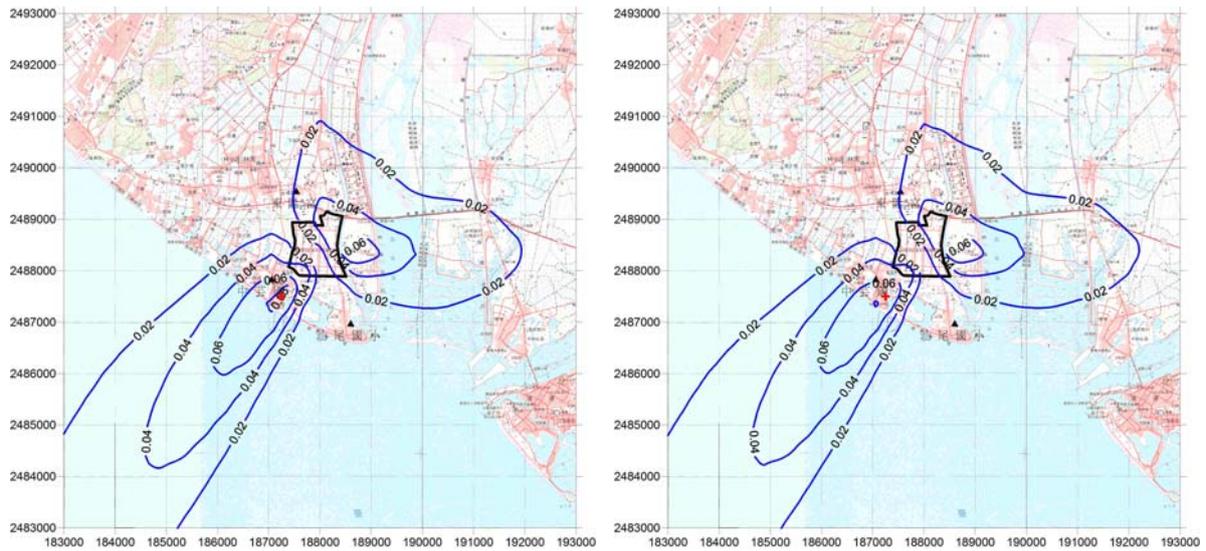


三輕更新(混合層調校前)

三輕更新(混合層調校後)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

圖 3.4.3-16 $\text{PM}_{2.5}$ 日平均濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較)

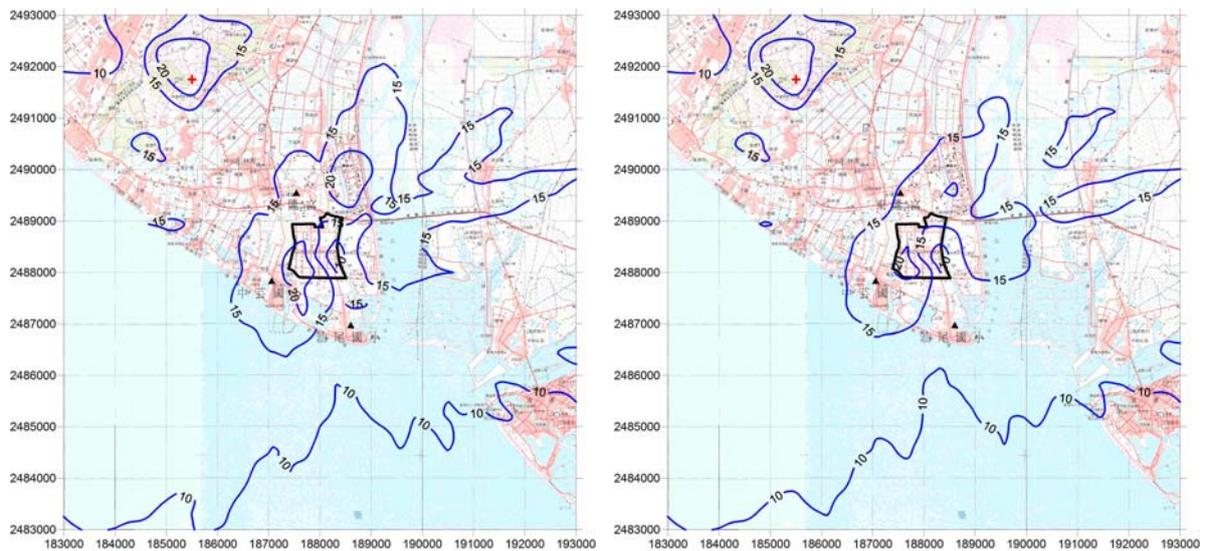


三輕更新(混合層調校前)

三輕更新(混合層調校後)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

圖 3.4.3-17 $\text{PM}_{2.5}$ 年平均濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較)

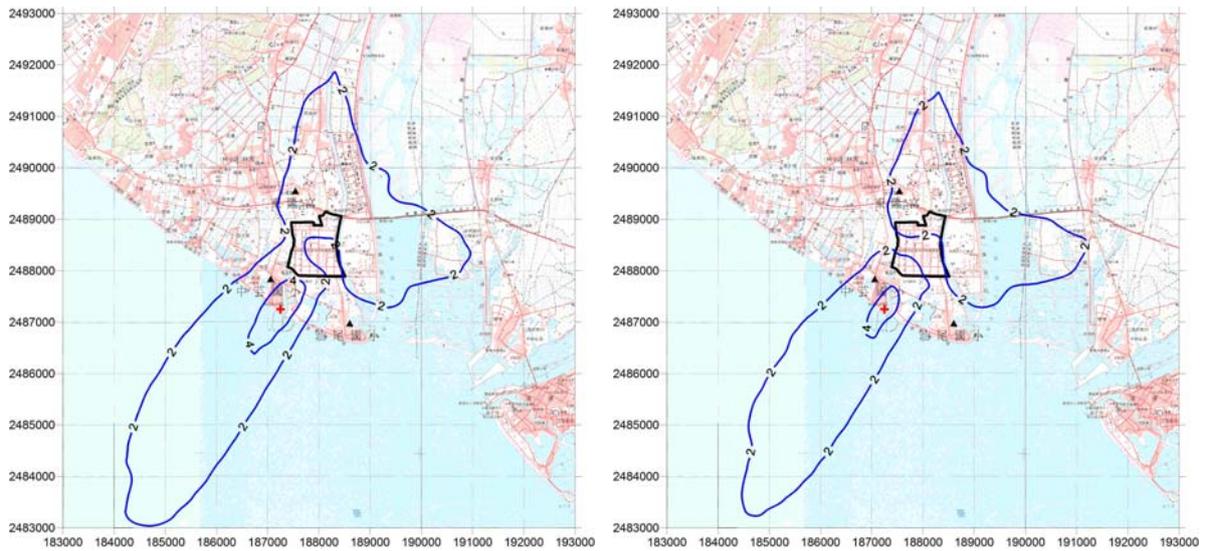


三輕更新(混合層調校前)

三輕更新(混合層調校後)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位：ppb)

圖 3.4.3-18 SO_2 小時值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較)

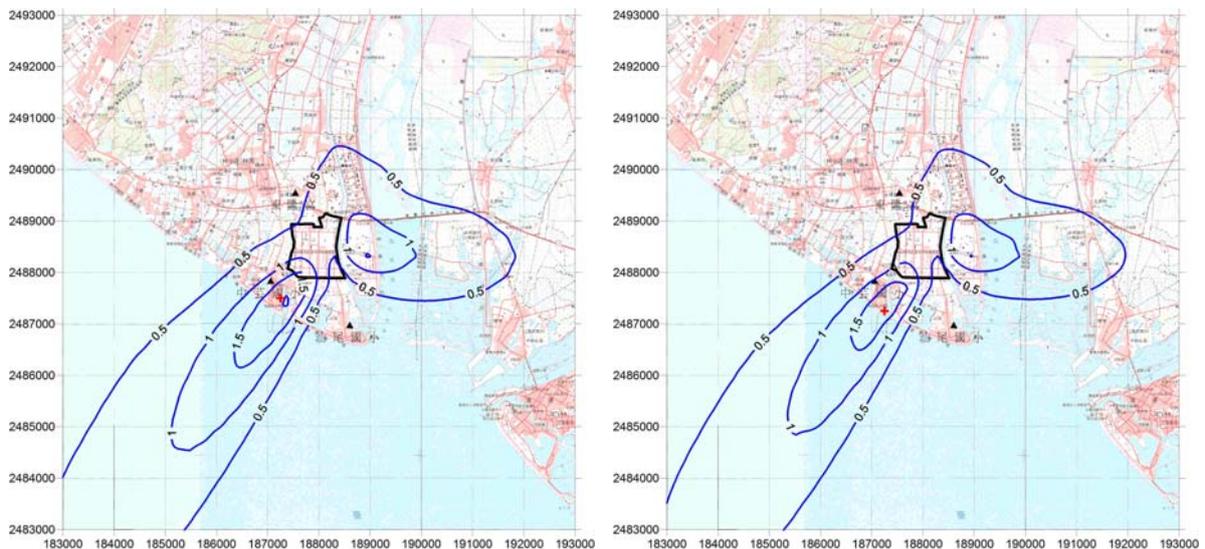


三輕更新(混合層調校前)

三輕更新(混合層調校後)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: ppb)

圖 3.4.3-19 SO₂ 日平均值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較)

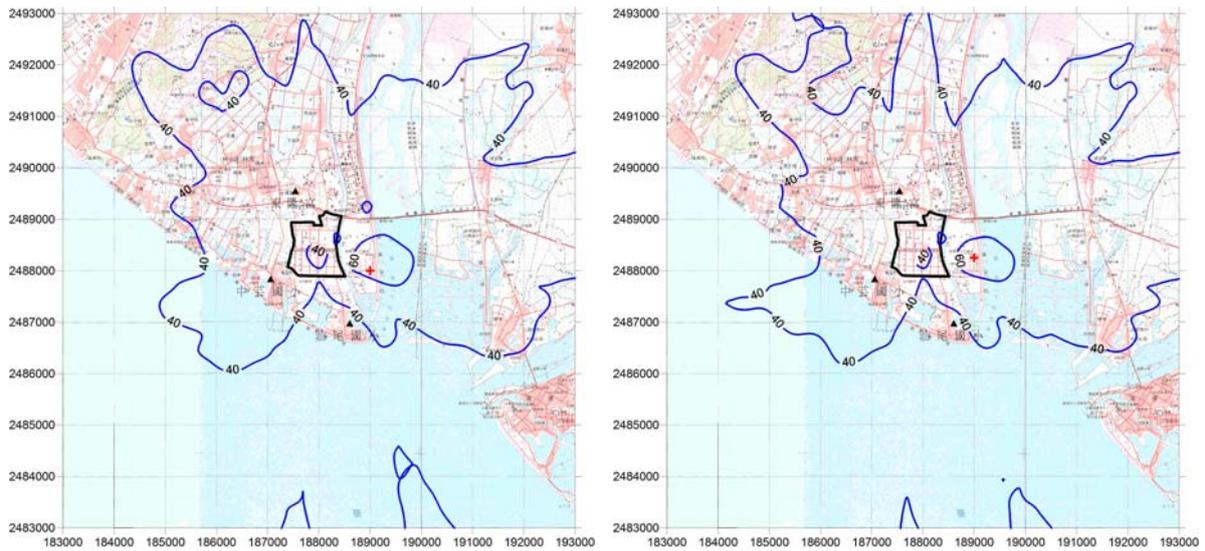


三輕更新(混合層調校前)

三輕更新(混合層調校後)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: ppb)

圖 3.4.3-20 SO₂ 年平均值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較)

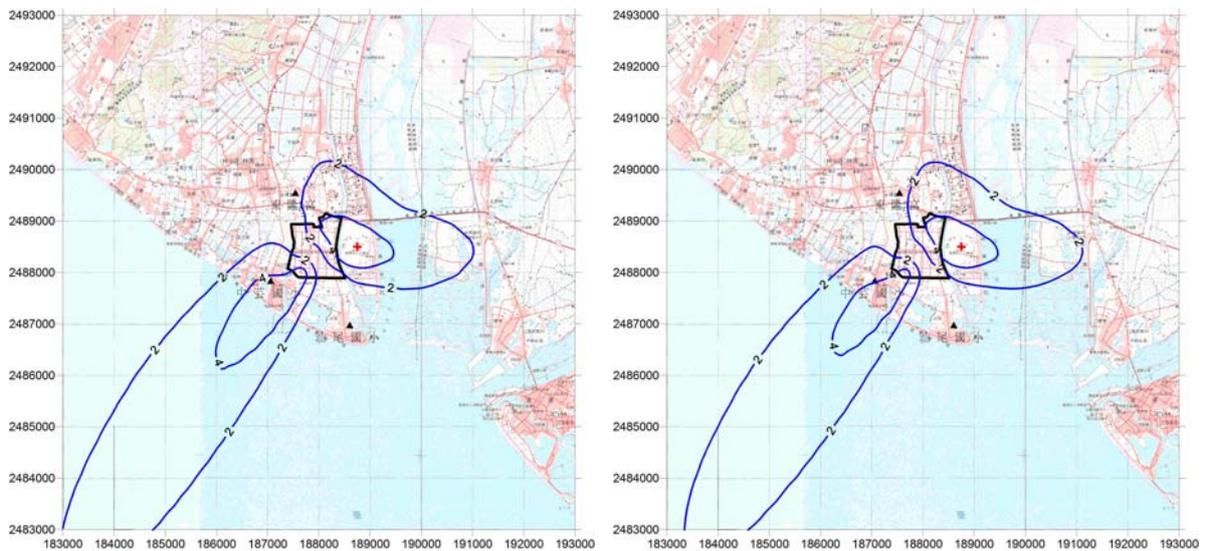


三輕更新(混合層調校前)

三輕更新(混合層調校後)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: ppb)

圖 3.4.3-21 NO₂ 小時值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較)

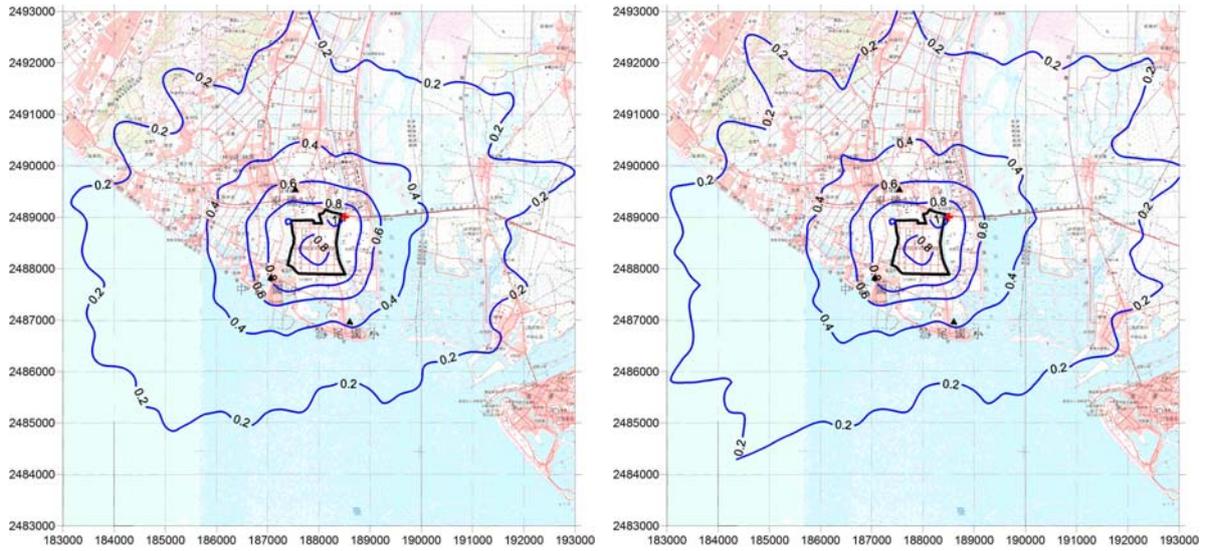


三輕更新(混合層調校前)

三輕更新(混合層調校後)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位: ppb)

圖 3.3.3-22 NO₂ 年平均濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較)



三輕更新(混合層調校前)

三輕更新(混合層調校後)

⊕最大著地濃度點位置 (濃度單位：ppm)

圖 3.4.3-23 NMHC 小時值濃度最大增量等濃度分布(混合層調校前後比較)

3.4.4 衍生性空氣污染物（網格模式）模擬

一、網格模式說明與模擬參數設定

為探討三輕更新擴產計畫營運後一年對空氣品質臭氧（ O_3 ）、懸浮微粒（ PM_{10} ）及細懸浮微粒（ $PM_{2.5}$ ）之影響，本計畫將採用網格模式空品模式 TAQM 進行 O_3 、 PM_{10} 及 $PM_{2.5}$ 最大增量濃度模擬分析，進而評估三輕更新計畫營運一年後對空氣品質之影響程度。

（一）TAQM 簡介

TAQM 為猶拉式之網格模式，其納入許多在其他模式中忽略掉或簡化之反應，是一個包容廣泛的研究區域尺度對流層空氣品質及酸沉降問題之工具。以下概述 TAQM 模式之適用性及特色。

1. 適用性

- (1) 污染源種類：點源、線源、面源、生物源。
- (2) 污染物種類：原生污染物（ NO 、 NO_2 、 SO_2 、NMHC、 CO 、懸浮微粒），衍生污染物（ O_3 、懸浮微粒、 NO_y 、硫酸鹽、硝酸鹽、銨鹽），酸雨（含氫離子、硫酸根、硝酸根、銨根等濕沉降）及 NO 、 NO_2 、 SO_2 、硫酸鹽、硝酸鹽、銨鹽等乾沉降。
- (3) 適合區域：區域尺度、都市尺度皆可。
- (4) 適合地形：複雜及簡單地形皆可。
- (5) 適合模擬範圍：透過巢狀網格技術，可模擬數十公里～數千公里之範圍。
- (6) 模擬時間：通常使用於 7 天內之逐時模擬；若記憶容量允許，在氣象資料配合下，亦可執行長時間之模擬。

2. 模式基本特色

- (1) 模式種類：三維數值猶拉（Eulerian）網格模式。
- (2) 氣象資料：第五代中尺度氣象模式（Meso-scale Model version 5，MM5）或是新一代的中尺度數值天氣預報模式（The Weather Research and Forecasting Model，WRF）產生。
- (3) 水平座標系統：卡氏直角座標，藍伯特保角（Lambert Conformal）投影系統。
- (4) 水平解析度：透過巢狀網格技術套疊比例 1:3 之設計，水平解析度可依實際需要彈性訂定，例如水平網格 9 公里，配合約 30 x 50 格

點，可探討台灣地區的空气品質現象；再套疊一層，水平網格 3 公里，配合約 40 x 50 格點，可探討台灣北、中、南或東部地區的空气品質情況。

- (5) 垂直座標系統：非靜力平衡 (Non-hydrostatic) 之 σ 座標系統。
- (6) 垂直解析度：從地面到對流層頂將整個對流層 (約 15 km 高) 分成 15 層，愈近地面網格愈細，第一層厚度約 40 公尺，以上慢慢增加其厚度。
- (7) 近地層解析度：以高解析度「次層模式」(Sub-layer Submodel, SLS) 解析近地層空氣污染問題。
- (8) 氣相光化反應機制：以 RADM2 (無機物包括 14 種穩定物質，4 種活性中間體以及氧、氮及水；有機物包括 26 種穩定物質及 16 種過氧化物自由基；反應式包括 21 個光解反應，136 個化學反應)。
- (9) 濕沈降機制：一維診斷雲模式 (Diagnostic Cloud Model)。
- (10) 乾沈降機制：電阻類比法。乾沈降速度反比於氣動 (Aerodynamic) 阻力、次層 (Sublayer) 阻力與樹冠 (Canopy) 阻力等三項阻力之和。

(二) 模式輸入資料及相關設定

1. 背景排放源排放量

人為源背景排放量使用環保署最新公告之「台灣地區排放源資料庫系統 TEDS 8.1 版」(TEDS 8.1) 之背景資料庫，此排放量可藉由 TAQM 的前處理系統，將 VOCs 進行解構 (speciation) 與簡併 (lump)，得到 TAQM 模擬所需的成分。生物源背景排放量部份，則使用雲林科技大學張良輝教授發展建立之「台灣生物源排放量推估模式」(TBEIS)，其中生物源模式使用氣象模式所提供之逐時溫度、雲幕 (配合葉面積指標求得光合輻射通量) 及土地利用型態，可推估逐時之生物源排放量。

2. 本案所評估之污染源排放量

至於本案所模擬三輕更新計畫營運一年之各空氣污染物之排放量及排放管道 (煙囪)、逸散源等資料，詳報告本文 3.4.1 節。

3. 模擬範圍及網格設定

TAQM 模式係使用巢狀網格套疊方式進行模擬，共採用四層巢狀網格，詳圖 3.4.4-1。其中第三層 (臺灣地區) 及第四層 (南部地區，本計

畫區所在) 皆採用環保署公告之「空氣品質模式模擬規範」中所指定之模擬範圍。其中，臺灣地區模擬範圍之(粗)網格數為 34 x 55，西南點 UTM 座標為 (67120.94, 2363208)，東北點 UTM 座標為 (378490.2, 2861956)；南部地區模擬範圍之網格數為 37 x 61，西南點 UTM 座標為 (138857.5, 2415265)，東北點 UTM 座標為 (252049.2, 2599890)，上述座標單位皆為公尺。詳圖 3.4.4-2。

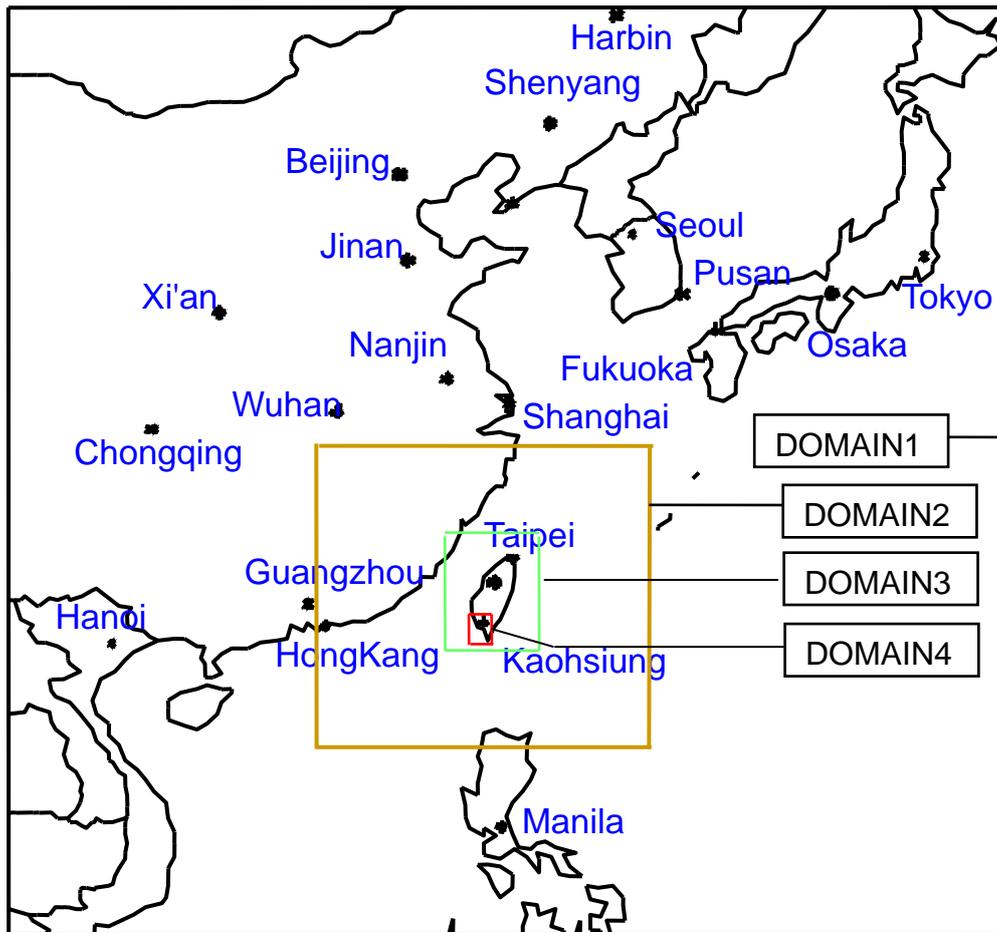
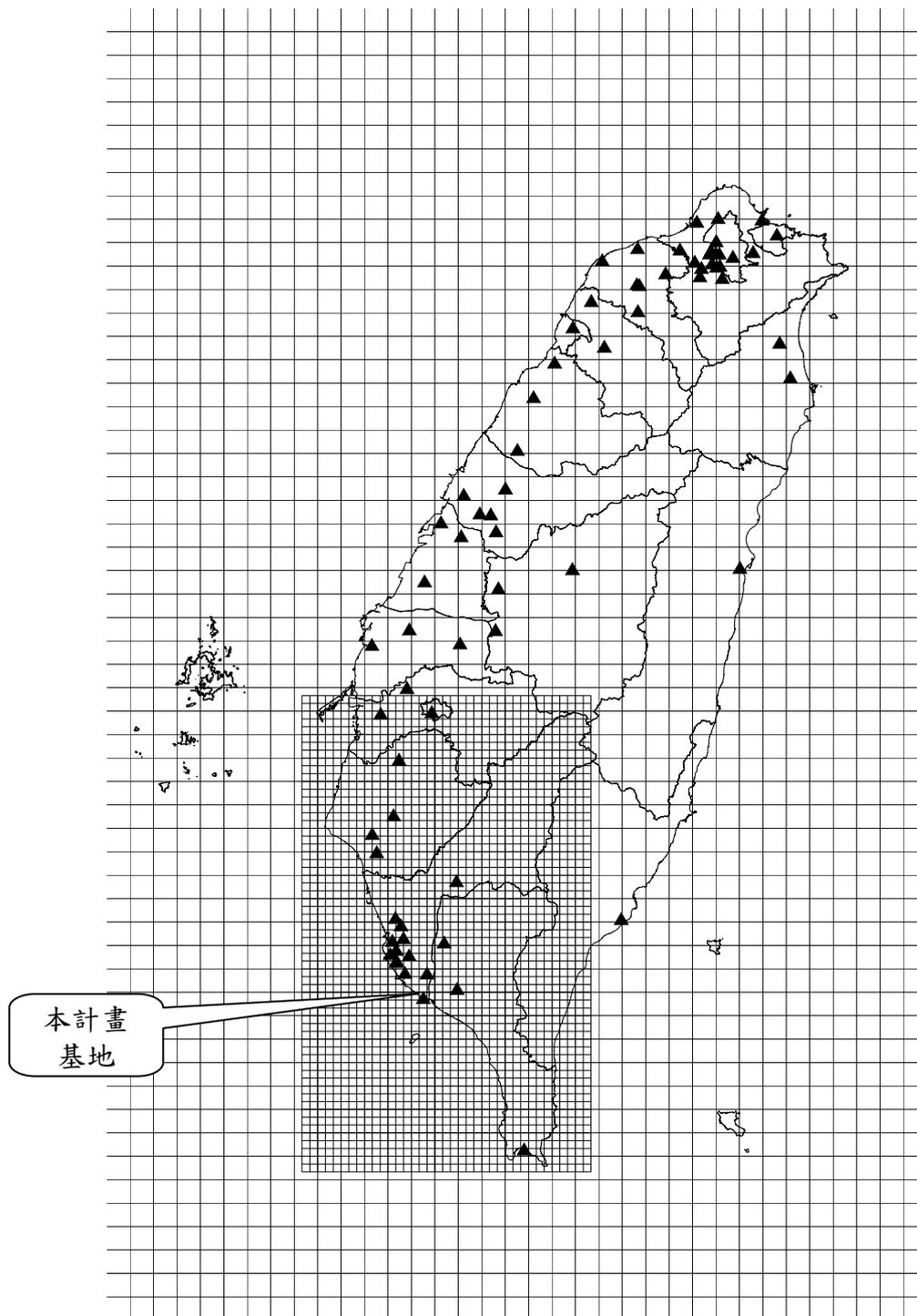


圖 3.4.4-1 TAQM 使用之四層巢狀網格結構 (南部地區)

4. 水平網格解析度

本案依照「空氣品質模式模擬規範，附錄三、網格模式使用規範」之設定要求，台灣地區之水平網格(粗網格)解析度為 9km x 9km，本計畫畫區所在之南部地區之水平網格(細網格)解析度為 3km x 3km。詳前圖 3.4.4-2。



(適用臺南市、高雄市及屏東縣)

註：台灣地區之水平網格（粗網格）解析度為9km x 9km，本計畫區所在之南部地區之水平網格（細網格）解析度為3km x 3km

資料來源：行政院環保署「空氣品質模式模擬規範」，104年8月11日公告修正

圖 3.4.4-2 空氣品質模式模擬規範指定南部地區網格模式模擬範圍

5. 垂直層數與解析度

TAQM 垂直座標系統為 σ 座標，與氣象模式 WRF 相同，而於垂直方向上整個對流層從地面對流層頂約 15 公里共分為 15 層，愈接近地面網格點愈細，各層之 σ 間距與對應之高度，詳表 3.4.4-1。在 1,500 公尺以下共有 7 層，符合環保署「空氣品質模式模擬規範，附錄一、網格模式使用規範」之要求（該規範中規定，1,500 公尺以下至少須有 5 層）。

表 3.4.4-1 TAQM 之垂直層數與解析設定

層數 (full level)	σ 座標高度	高度(m)
1	0.995	39.6
2	0.990	79.4
3	0.980	159.3
4	0.960	321.1
5	0.930	568.6
6	0.890	908.0
7	0.850	1258.8
8	0.750	2191.8
9	0.650	3219.2
10	0.550	4364.1
11	0.450	5660.6
12	0.350	7160.5
13	0.250	8949.7
14	0.150	11187.8
15	0.000	16348.1

註：根據環保署「空氣品質模式模擬規範，附錄二、網格模式使用規範」在垂直面解析要求，1,500 公尺以下垂直層數至少須有 5 層，本案模擬之垂直層設定（共 7 層）可符合上述要求。

6. 模擬期程

模擬案例期程選擇原則，主要須先考量衍生性污染物在南部地區的好發季節，並能配合本計畫探空觀測期程，以便能有效利用本計畫探空觀測結果合理調校模式使用之氣象資料。據此，本計畫之臭氧模擬期程將根據南部地區臭氧好發季節－秋季，並配合本計畫探空觀測，故擇定以秋季之探空觀測期間（第一次探空觀測）－103 年 10 月 21 日～10 月 28 日做為臭氧模擬案例期間。此外，根據南部地區 PM 好發季節－冬季，並配合本計畫探空觀測，故擇定以冬季之探空觀測期間（第二次探空觀測）－104 年 1 月 20 日～1 月 27 日做為 PM 模擬案例期間。

在模擬過程中，為減少初始條件之影響，故將模擬之起始時間提前一日（即臭氧自 10 月 20 日開始模擬，至 10 月 28 日結束；PM 自 1 月

19 日開始模擬，至 1 月 27 日結束)。

7. 氣象資料之產生

本計畫模擬所需之氣象場，採用 WRF 氣象模式模擬所得之氣象場，且配合空氣品質模擬之範圍，WRF 同樣採用四層巢狀網格設定，但為減少氣象場邊界條件影響，各層氣象模擬範圍皆大於空氣品質模擬之範圍。

8. 邊界條件之設定

對於第一層網格 (DOMAIN 1，大東亞地區，最粗網格) 所採用之邊界條件，係以 MOZART 全球模式之模擬結果作為邊界條件。

其中，MOZART (Model for OZone And Related chemical Tracers) 是全球化學傳輸模式，其使用的化學機制是由美國 NCAR (National Center for Atmospheric Research) 及其德國合作夥伴 Forschungszentrum Jülich 所研發及維護。此機制目前使用於 MOZART 全球模式中，同時亦是 CAM-Chem 模式(Lamarque et al., 2012)的標準機制及 WRF-Chem(Grell et al., 2005)的可選用機制。目前使用的 MOZART 模式為第四版 (MOZART-4)，詳細的機制及模式說明可參閱相關文獻「Emmons, L.K., Walters, S., Hess, P.G., Lamarque, J.-F., Pfister, G.G., Fillmore, D., Granier, C., Guenther, A., Kinnison, D., Laepple, T., Orlando, J., Tie, X., Tyndall, G., Wiedinmyer, C., Baughcum, S.L., and Kloster, S.: Description and evaluation of the Model for Ozone and Related chemical Tracers, version 4 (MOZART-4), *Geosci. Model Dev.*, 3, 43-67, doi:10.5194/gmd-3-43-2010, 2010」。MOZART 機制內含有共 85 種無機氣體及有機氣體以及 12 種氣膠物種來描述對流層內的大氣化學。研究顯示，使用全球模式來當區域模式的初始及邊界條件可有效改善區域模式的模擬結果 (Song et al., 2008)，尤其進行長時間模擬時，採用全球模式當邊界條件更形重要 (Lam and Fu, 2010)。

在模擬期間，除第一層網格的邊界值採用 MOZART-4 的輸出結果外，細網格的邊界值均由粗網格內插而得 (第二層網格之邊界條件由第一層網格模擬結果內插而得，第三層網格之邊界條件由第二層網格模擬結果內插而得，第四層網格之邊界條件由第三層網格模擬結果內插而得)，因此皆為動態邊界。

9. 初始條件之設定

第一層網格 (D1，大東亞地區，最粗網格) 所採用之初始條件，係以一組化學成分 (包含 43 種原生污染物及簡併污染物) 在垂直方向上作

遞減分布，共計 15 個垂直層。細網格初始值均由粗網格初始值內插而得。

二、網格模式性能評估

(一) 氣象模式模擬結果性能評估

空品模式模擬之執行，前端必須仰賴氣象場提供傳輸及擴散動力，因此，準確的空氣品質模擬結果，前提是氣象場模擬結果必須能儘可能接近真實大氣狀況，換言之，模擬所得到的每一筆氣象資料，必須與觀測值之間誤差最小，若能如此，這些氣象模擬結果接續套用在網格空品模式上進行空氣品質模擬，自然會有良好的模擬結果產生。

環保署近期已修正「空氣品質模式模擬規範」，增訂有關網格模式之氣象性能評估規定，要求將氣象模擬結果與測站觀測值間之比對，透過各項統計量化指標之檢定，以清楚呈現網格氣象模式在模擬性能上之優劣差異。藉此，進而增進後續空品模式之模擬準確度。本計畫之網格模式模擬必須同時通過「氣象網格模式」及「空品網格模式」這兩項模式性能評估考驗後，後續進行之空氣污染物最大增量濃度模擬始具有意義。

由於目前台灣地區背景排放量資料庫 (TEDS) 環保署最新公告版本為 TEDS 8.1，基準年為 2010 年。因此，氣象網格模式及空品網格模式性能評估之背景氣象場及空品濃度場之模擬，都將以 2010 年做為模擬基準年期，模擬結果並與中央氣象局氣象測站及環保署空品測站實測值比對，來進行模式性能評估。

以下首先針對本計畫選定之臭氧模擬案例期間月份 (10 月) 以及懸浮微粒、細懸浮微粒模擬案例期間月份 (1 月) 之 WRF 氣象模式模擬結果之性能評估，分項加以說明。

1. O₃ 模擬案例期間月份 (10 月) WRF 氣象模式模擬結果性能評估

(1) 定性分析

在定性性能評估部分，除繪製模擬期間之氣溫、風速、風向時序圖，以及氣溫、風速散布圖與風場分布圖 (詳附錄五)，也將針對 WRF 模擬海平面氣壓場與中央氣象局天氣圖進行定性分析比較。

在 WRF 模式模擬結果部分，模式中第一層網格之解析度為 81 公里，主要是著重大尺度背景天氣系統之移動與發展的掌握，因此，在本案中針對 2010 年 10 月 WRF 模式模擬之第一層網格海平面氣壓場，每 10 天將其與中央氣象局地面天氣圖相比較，以了解 WRF 模式在該

月份之大尺度模擬結果準確性，其結果詳圖 3.4.4-3。

由當時中央氣象局地面天氣圖中可見，在 10 月初時，中國大陸西北部有一高壓，而日本與韓國附近亦有一高壓系統，同時在渤海灣西北方陸地則有一低壓，至於菲律賓及其附近海域則也有一低壓系統存在，到了 10 月中時，日韓附近有一微弱高壓系統，此時台灣附近之氣壓梯度較弱，東北風不強，而在 10 月底時，巴士海峽附近正好有一颱風經過，同時在渤海灣及中國大陸東北附近則有一高壓系統。

進一步將該月份之 WRF 模式模擬海平面氣壓場與其進行比較後發現，WRF 模式所模擬之海平面氣壓場與中央氣象局之地面天氣圖相當一致，顯示對臭氧模擬期程之綜觀天氣系統而言，WRF 模式經四維資料同化處理後的模擬結果均有很好的表現，皆可以掌握大尺度天氣系統之移動與發展。

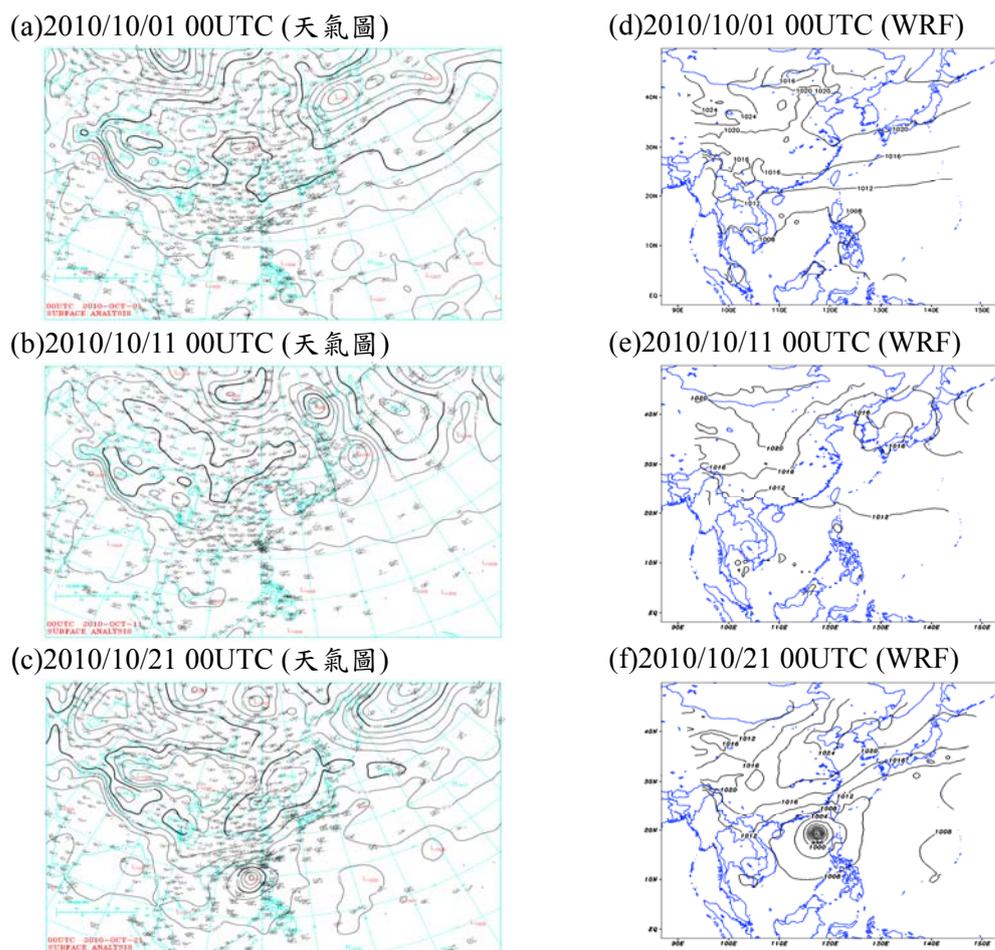


圖 3.4.4-3 WRF 模式模擬海平面氣壓場與中央氣象局地面天氣圖之比較
(臭氧性能評估期程-10 月)

(2) 定量分析

除定性分析外，本計畫亦針對氣象模擬結果進行量化性能評估。量化比對基準，將根據環保署 104 年 8 月 11 日修正公告「空氣品質模式模擬規範」其中有關網格模式氣象性能評估統計量化目標值，詳表 3.4.4-2。

表 3.4.4-2 氣象網格模式模擬之性能評估指標及目標值

模擬結果性能評估指標		目標值
溫度	配對值偏差 MBE	± 1.5°C
	配對值絕對偏差 MAGE	≤ 3.0°C
風速	配對值偏差 MBE	± 1.5 m/s
	配對值均方根誤差 RMSE	≤ 3.0 m/s
風向	配對值標準化偏差 WNMB	± 10.0 %
	配對值標準化絕對值偏差 WNME	≤ 30.0 %

在量化性能評估指標計算部分，將就溫度、風速及風向之模擬結果，以小時值為基礎，比對該模擬值與氣象局測站觀測值，依據下式分別計算 MB（配對值偏差）、MAGE（配對值之絕對值偏差）、RMSE（配對值之均方根誤差）、NMB（配對值之標準化偏差）及 NMB（配對值之標準化絕對值偏差）等指標值：

A. MB（配對值之偏差）：在模擬時間範圍內，分別針對溫度及風速之模擬結果，計算模擬與觀測之偏差值。公式如下：

$$MB = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - O_{i,k})$$

$P_{i,k}$ = 第 i 小時第 k 測站之模擬溫度或風速

$O_{i,k}$ = 第 i 小時第 k 測站之觀測溫度或風速

N = 所有模擬小時數

M = 所有測站數

B. MAGE（配對值之絕對值偏差）：在模擬時間範圍內，針對溫度之模擬結果，計算模擬與觀測之絕對值偏差。公式如下：

$$MAGE = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N |P_{i,k} - O_{i,k}|$$

C. RMSE（配對值之均方根誤差）：在模擬時間範圍內，針對風速之模

擬結果，計算模擬與觀測之均方根誤差。公式如下：

$$RMSE = \left[\frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - O_{i,k})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

D. NMB (配對值之標準化偏差)：在模擬時間範圍內，針對風向之模擬結果，計算模擬與觀測之標準化偏差。公式如下：

$$NMB = \frac{\sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - O_{i,k})}{M \times N \times 360^\circ} \times 100\%$$

E. NME (配對值之標準化絕對值偏差)：在模擬時間範圍內，針對風向之模擬結果，計算模擬與觀測之絕對值標準化偏差。公式如下：

$$NME = \frac{\sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N |P_{i,k} - O_{i,k}|}{M \times N \times 360^\circ} \times 100\%$$

本次 WRF 模式所模擬 2010 年 10 月各指標值之計算結果如表 3.4.4-3 所示。由表中統計結果可看出，針對氣象模式之量化性能評估，就模擬結果的整體表現而言，無論是溫度之 MB、MAGE、風速之 MB、RMSE 或風向之 NMB、NME，在臭氧模擬期程之量化性能評估均能符合目標值要求，故可驗證本氣象模式之性能評估結果均屬良好。

表 3.4.4-3 臭氧性能評估期程(10 月)WRF 模式性能評估量化結果

月份	溫度		風速		風向	
	MB(°C)	MAGE(°C)	MB(m/s)	RMSE(m/s)	NMB(%)	NME(%)
嘉義	-1.00	1.30	0.37	1.23	-0.78	7.71
玉山	2.69	3.09	-1.55	3.24	0.73	15.85
七股	-0.74	1.08	-0.86	2.03	-2.23	5.14
永康	0.11	1.05	-0.51	1.23	-1.51	7.37
台南	-0.22	1.23	-0.66	1.38	-2.30	7.28
高雄	-0.86	1.52	0.26	1.13	-3.22	10.23
大武	-2.01	2.20	1.71	2.49	5.43	9.92
恆春	-0.27	1.04	0.51	2.10	1.62	6.84
整體平均	-0.29	1.56	-0.09	1.98	-0.25	8.81
目標值	±1.5	3.0	±1.5	3.0	±10.0	30.0

註：1. MB：配對值之偏差；MAGE：配對值之絕對值偏差；RMSE：配對值之均方根誤差；NMB：配對值之標準化偏差；NME：配對值之標準化絕對值偏差。

2. 整體平均值係指各測站之測站小時平均。

2. PM 模擬案例期間月份（1 月）WRF 氣象模式模擬結果性能評估

在定性性能評估部分，除繪製模擬期間之氣溫、風速、風向時序圖，以及氣溫、風速散布圖與風場分布圖（詳附錄五），也將針對 WRF 模擬海平面氣壓場與中央氣象局天氣圖進行定性分析比較。

在 WRF 模式模擬結果部分，模式中第一層網格之解析度為 81 公里，主要是著重大尺度背景天氣系統之移動與發展的掌握，因此，在本案中針對 2010 年 1 月 WRF 模式模擬之第一層網格海平面氣壓場，每 10 天將其與中央氣象局地面天氣圖相比較，以了解 WRF 模式在該月份之大尺度模擬結果準確性。其結果詳圖 3.4.4-4。

由當時中央氣象局地面天氣圖中可見，在 1 月初時，日本附近有一低壓，長江出海口附近則有一高壓，同時在渤海灣西北方陸地則有一低壓，到了 1 月中時，中國大陸北方高壓增強，台灣受此高壓系統影響，以東北風為主，且氣溫逐漸降低，而在 1 月底時，中國大陸北方高壓系統減弱，日本附近則有一低壓槽線，台灣受此兩系統影響，風場變化較大。

進一步將該月份之 WRF 模式模擬海平面氣壓場與其進行比較後發現，WRF 模式所模擬之海平面氣壓場與中央氣象局之地面天氣圖相當一致，顯示對 PM 模擬期程之綜觀天氣系統而言，WRF 模式經四維資料同化處理後的模擬結果均有很好的表現，皆可以掌握大尺度天氣系統之移動與發展。

（2）定量分析

除定性分析外，本計畫亦針對氣象模擬結果進行量化性能評估。評估作業程序同上臭氧之定量分析。

本次 WRF 模式所模擬 PM 案例月期間各指標值之計算結果詳表 3.4.4-4 所示。由表中統計結果可看出，針對氣象模式之量化性能評估，就模擬結果的整體表現而言，無論是溫度之 MB、MAGE、風速之 MB、RMSE 或風向之 NMB、NME，在 PM 模擬期程之量化性能評估均能符合目標值要求，故可驗證本氣象模式之性能評估結果均屬良好。

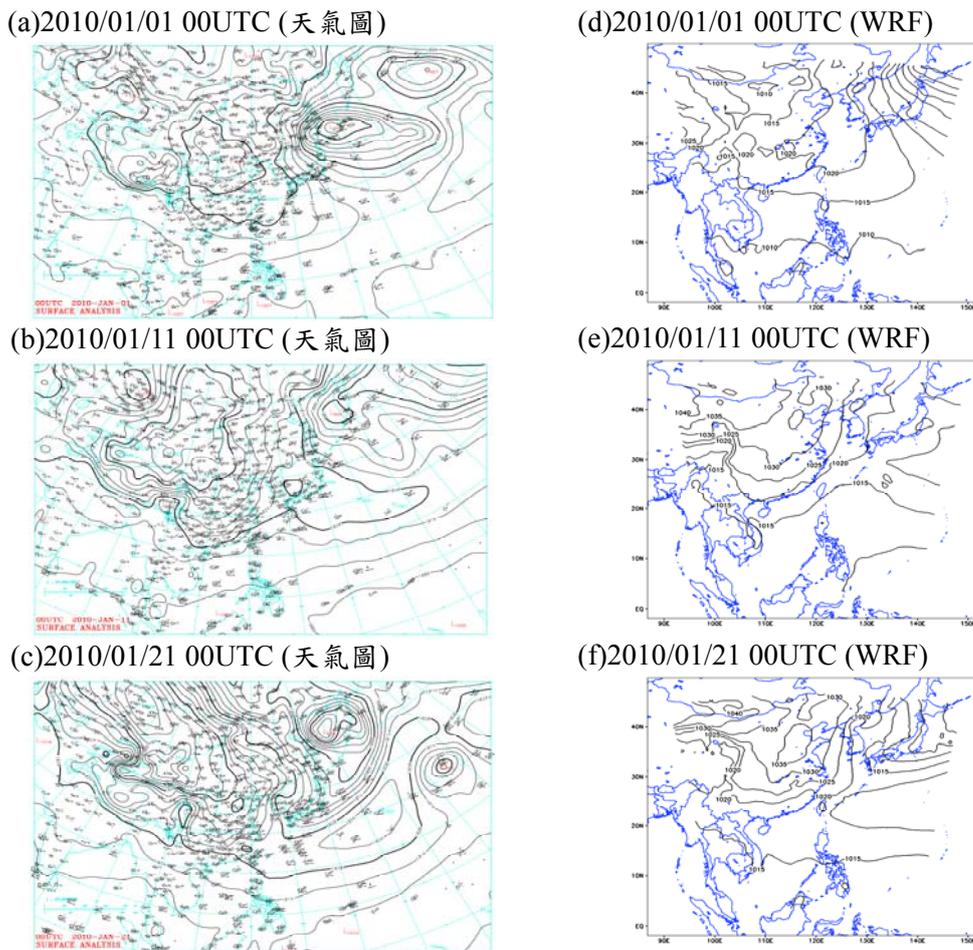


圖 3.4.4-4 WRF 模式模擬海平面氣壓場與中央氣象局地面天氣圖之比較
(PM 性能評估期程-1 月)

表 3.4.4-4 PM 性能評估期程(1 月)WRF 模式性能評估量化結果

月份	溫度		風速		風向	
	MB(°C)	MAGE(°C)	MB(m/s)	RMSE(m/s)	NMB(%)	NME(%)
嘉義	-1.15	1.52	-0.10	0.98	1.89	8.34
玉山	2.98	3.81	-1.35	3.44	-0.61	9.01
七股	-0.40	0.85	-1.57	2.22	-5.14	6.75
永康	0.57	0.99	-0.65	1.23	-1.39	4.65
台南	0.31	1.10	-1.35	1.73	-9.63	10.49
高雄	-0.61	1.08	0.11	0.88	-2.15	6.03
大武	-2.40	2.41	1.11	1.65	5.61	8.35
恆春	-0.83	1.14	0.57	1.86	1.64	6.68
整體平均	-0.19	1.61	-0.40	1.91	-1.71	7.56
目標值	±1.5	3.0	±1.5	3.0	±10.0	30.0

註：同表 3.4.4-3 之附註說明。

(二) 空品模式模擬結果性能評估

本計畫係以 TAQM 模式進行 O₃ 及 PM₁₀、PM_{2.5} 之最大增量模擬。有關網格空品模式性能評估，必須先分別就模擬期間之 O₃ 及 PM 背景濃度模擬結果，比對環保署相關測站相同期間之相關實測值，再根據公式計算各類偏差值指標及相關係數，並與公告之性能評估統計量化目標值比較，若符合該規範要求，即可確認該模式之模擬結果通過性能評估，進而確保後續模擬結果之可靠性。

以下針對本計畫選定之臭氧模擬案例期間（2010 年 10 月）及 PM 模擬案例月（2010 年 1 月）之 TAQM 空氣品質模擬結果之性能評估，分項加以說明。

1. O₃ 模擬案例期間 TAQM 空品模式模擬結果性能評估

(1) 定性分析

本次針對臭氧案例月（2010 年 10 月）以 TAQM 模式所模擬完成之臭氧背景濃度，繪製地面分布圖、時序圖及散布圖，詳附錄六之附圖 6.1-1~6.1-3。其中，由地面等濃度圖（附圖 6.1-1）中可看出，在 10 月 1 日、10 月 5~7 日、10 月 15~18 日皆有高濃度(O₃ 濃度至少 100 ppb)情形發生。而由時序圖（附圖 6.1-2）中，亦可顯示臭氧模擬結果大致可有效掌握到高濃度之觀測值。

(2) 定量分析

在臭氧模擬性能評估之量化指標評估部分，將就各污染物（O₃、NO₂、NMHC）背景模擬結果，以小時值濃度為基礎，比對該模擬值與環保署測站監測值，依據下式分別計算 MB（非配對峰值常化偏差）、MNB（配對值常化偏差）、MNE（配對值絕對常化誤差）及 R（相關係數）等指標值：

A. 非配對峰值常化偏差（Mean Bias, MB）：計算同一天臭氧最大監測小時濃度值與最大模擬小時濃度值常化偏差。本定量分析臭氧標準為±10%以內。公式如下：

$$MB = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{j=1}^N \left(\frac{Max_{i=1}^{24}(P_{i,j,k}) - Max_{i=1}^{24}(O_{i,j,k})}{Max_{i=1}^{24}(O_{i,j,k})} \right)$$

$P_{i,j}$ = 第 j 天、第 i 小時、第 k 測站之模擬濃度

$O_{i,j}$ = 第 j 天、第 i 小時、第 k 測站之監測濃度

N = 所有模擬天數

M = 所有測站數

- B. 配對值常化偏差 (Mean Normalized Bias, MNB): 針對臭氧之模擬, 計算同一小時 O_3 、 NO_2 、NMHC 模擬與監測平均濃度之常化偏差。本定量分析 O_3 標準為 $\pm 15\%$ 以內, NO_2 、NMHC 標準為 $-40\% \sim +50\%$ 以內。公式如下:

$$MNB = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left(\frac{P_{i,k} - O_{i,k}}{O_{i,k}} \right)$$

$P_{i,k}$ = 第 i 小時 (日) 第 k 測站之模擬濃度

$O_{i,k}$ = 第 i 小時 (日) 第 k 測站之監測濃度

N = 所有模擬小時 (日) 數

M = 所有測站數

- C. 配對值絕對常化誤差 (Mean Normalized Error, MNE): 針對臭氧之模擬, 計算同一小時 O_3 、 NO_2 、NMHC 模擬與監測平均濃度之絕對常化誤差量。本定量分析 O_3 標準為 35% 以內, NO_2 、NMHC 標準為 80% 以內。公式如下:

$$MNE = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left| \frac{P_{i,k} - O_{i,k}}{O_{i,k}} \right|$$

- D. 相關係數 (Correlation coefficient, R): 針對臭氧之模擬, 計算同一小時(日) O_3 、 NO_2 、NMHC 所有模擬與監測濃度之相關係數。本定量分析 O_3 標準為 0.5 以上, NO_2 、NMHC 標準為 0.4 以上。公式如下:

$$R = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left[\frac{(P_{i,k} - \bar{P})(O_{i,k} - \bar{O})}{S_P S_O} \right]$$

$$\bar{P} = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N P_{i,k}$$

$$\bar{O} = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N O_{i,k}$$

$$S_p = \left[\frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - \bar{P})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$S_o = \left[\frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (O_{i,k} - \bar{O})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

\bar{P} = 模擬區域範圍內所有測站之所有小時平均模擬值

\bar{O} = 模擬區域範圍內所有測站之所有小時平均監測值

S_p = 模擬區域範圍內所有測站之所有小時模擬值之標準偏差

S_o = 模擬區域範圍內所有測站之所有小時監測值之標準偏差

臭氣案例月（10月）各指標值之計算結果，詳表 3.4.4-5。由表中統計結果可看出，針對臭氣模擬之性能評估，就模擬結果的整體表現而言，針對 O₃、NO₂ 及 NMHC 三項，無論是 MB、MNB 或 MNE 或 R 值，皆能符合目標值要求，故可驗證本模式針對臭氣濃度模擬之性能評估結果應均屬良好。

2. PM 模擬案例期間 TAQM 空品模式模擬結果性能評估

(1) 定性分析

本次針對懸浮微粒案例季（2010年01月）以 TAQM 模式所模擬完成之懸浮微粒 PM₁₀ 背景濃度，繪製地面分布圖、時序圖及散布圖，詳附錄六之附圖 6.2-1~6.2-6。其中，由地面等濃度圖（附圖 6.2-1）中可看出，在 1 月初（約 4~6 日）、1 月中旬左右（約 14~20 日）及 1 月末（約 26~30 日）皆有高濃度（PM₁₀ 濃度至少 100 μg/m³）情形發生。而由時序圖中，亦可顯現懸浮微粒模擬結果大致可有效掌握到高濃度之觀測值。

表 3.4.4-5 臭氧背景濃度模擬結果之性能評估量化結果

環保署 空品測站	O ₃				NO ₂			NMHC		
	MB	MNB	MNE	R	MNB	MNE	R	MNB	MNE	R
朴子站	-0.054	0.084	0.192	0.657	-0.351	0.392	0.477	—	—	—
嘉義站	-0.177	-0.092	0.227	0.399	0.268	0.459	0.616	-0.013	0.256	0.638
新營站	0.077	0.135	0.235	0.626	0.008	0.306	0.628	0.375	0.453	0.672
善化站	0.019	0.079	0.240	0.557	0.192	0.392	0.530	—	—	—
安南站	-0.056	0.044	0.210	0.677	-0.380	0.430	0.562	0.104	0.321	0.525
台南站	-0.099	0.010	0.211	0.685	-0.226	0.314	0.663	-0.226	0.334	0.743
美濃站	0.062	0.206	0.275	0.656	-0.420	0.474	0.530	—	—	—
橋頭站	-0.032	0.078	0.261	0.616	-0.275	0.334	0.660	—	—	—
仁武站	-0.040	-0.038	0.235	0.603	0.065	0.337	0.576	-0.1	0.36	0.577
大寮站	-0.112	-0.020	0.259	0.493	0.293	0.713	0.255	-0.335	0.472	0.255
林園站	-0.192	-0.019	0.301	0.474	-0.056	0.815	0.475	0.527	0.870	0.140
楠梓站	-0.085	0.006	0.249	0.600	0.035	0.312	0.476	0.514	0.699	0.266
左營站	-0.240	-0.101	0.257	0.620	-0.173	0.306	0.620	-0.042	0.313	0.638
前金站	-0.111	-0.021	0.217	0.637	-0.198	0.309	0.642	0.177	0.365	0.708
前鎮站	-0.074	-0.052	0.219	0.612	0.220	0.380	0.575	-0.031	0.298	0.765
小港站	-0.166	-0.119	0.272	0.500	0.139	0.390	0.547	-0.006	0.363	0.624
屏東站	0.034	0.083	0.235	0.640	-0.310	0.429	0.613	-0.159	0.366	0.420
潮州站	-0.062	0.072	0.254	0.626	0.333	0.686	0.358	—	—	—
恆春站	-0.081	-0.023	0.106	0.650	-0.592	0.648	0.055	—	—	—
整體平均	-0.073	0.019	0.233	0.587	-0.077	0.443	0.676	0.049	0.411	0.556
整體平均 目標值	± 0.10	± 0.15	≤ 0.35	> 0.45	-0.40 ~ +0.50	≤ 0.8	> 0.35	-0.40 ~ +0.50	≤ 0.8	> 0.35

註：1. MB：非配對峰值常化偏差；MNB：配對值常化偏差；MNE：配對值絕對常化誤差；R：相
關係數。

2. 標示"—"者，表示環保署測站無測值可資比對。

3. 整體平均值，指各測站之測站小時平均。

(2) 定量分析

在懸浮微粒模擬性能評估之量化指標評估部分，將就各污染物（PM₁₀、NO₂、SO₂）背景模擬結果，以日平均濃度為基礎，比對模擬值與環保署測站監測值，依據下式分別計算 MFB（配對值分數偏差）、MFE（配對值常化偏差）及 R（相關係數）等指標值：

- A. 配對值分數偏差（Mean Fractional Bias, MFB）：計算同一日 PM₁₀、SO₂、NO₂ 模擬與監測平均濃度之分數偏差。本定量分析 PM₁₀ 標準為±30%以內，SO₂、NO₂ 標準為±60%以內。公式如下：

$$MFB = \frac{2}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left(\frac{P_{i,k} - O_{i,k}}{P_{i,k} + O_{i,k}} \right)$$

P_{i,k} = 第 i 小時(日)第 k 測站之模擬值

O_{i,k} = 第 i 小時(日)第 k 測站之監測值

N = 所有模擬天數

M = 所有測站數

- B. 配對值絕對分數誤差（Mean Fractional Error, MFE）：計算同一日 PM₁₀ 或 PM_{2.5}、SO₂、NO₂ 所有模擬與監測平均濃度之絕對分數誤差量。本定量分析 PM₁₀ 或 PM_{2.5} 標準為 50%以內，SO₂、NO₂ 標準為 75%以內。公式如下：

$$MFE = \frac{2}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left| \frac{P_{i,k} - O_{i,k}}{P_{i,k} + O_{i,k}} \right|$$

P_{i,k} = 第 i 小時(日)第 k 測站之模擬濃度

O_{i,k} = 第 i 小時(日)第 k 測站之監測濃度

N = 所有模擬小時(日)數

M = 所有測站數

- C. 相關係數（Correlation coefficient, R）：同一日 PM₁₀ 或 PM_{2.5}、SO₂、NO₂ 所有模擬與監測濃度之趨勢相關性。本定量分析 PM₁₀ 或 PM_{2.5} 標準為 0.6 以上，SO₂、NO₂ 標準為 0.5 以上。公式如下：

$$R = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left[\frac{(P_{i,k} - \bar{P})(O_{i,k} - \bar{O})}{S_p S_o} \right]$$

$$\bar{P} = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N P_{i,k}$$

$$\bar{O} = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N O_{i,k}$$

$$S_p = \left[\frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - \bar{P})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$S_o = \left[\frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (O_{i,k} - \bar{O})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

懸浮微粒案例月（1月）各指標值之計算結果，各測站指標值，詳表 3.4.4-6。由表中統計結果可看出，針對懸浮微粒模擬之性能評估，就模擬結果的整體表現而言，針對 PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂ 及 NO₂ 四項，無論是 MFB、MFE 或 R 值，皆能符合目標值要求，故可驗證本模式針對懸浮微粒濃度模擬之性能評估結果應均屬良好。

表 3.4.4-6 PM 背景濃度模擬結果之性能評估量化結果

環保署空 品測站	PM ₁₀			PM _{2.5}			SO ₂			NO ₂		
	MFB	MFE	R	MFB	MFE	R	MFB	MFE	R	MFB	MFE	R
朴子站	-0.52	0.55	0.21	-0.19	0.34	0.38	-0.24	0.31	0.50	-0.71	0.71	0.02
嘉義站	-0.17	0.26	0.71	-0.12	0.25	0.65	-0.29	0.30	0.53	-0.43	0.43	0.54
新營站	-0.33	0.39	0.68	-0.15	0.26	0.62	-0.33	0.34	0.68	-0.55	0.55	0.52
善化站	-0.20	0.26	0.77	-0.04	0.22	0.59	-0.65	0.65	0.54	-0.50	0.50	0.64
安南站	-0.43	0.45	0.52	-0.25	0.34	0.51	-0.52	0.52	0.30	-1.00	1.00	0.23
台南站	-0.20	0.25	0.75	-0.17	0.26	0.68	-0.56	0.57	0.50	-0.80	0.80	0.45
美濃站	-0.56	0.56	0.70	-0.39	0.41	0.38	-0.31	0.33	0.66	-1.03	1.03	0.57
橋頭站	-0.20	0.22	0.81	-0.26	0.29	0.61	-0.32	0.32	0.72	-0.46	0.46	0.37
仁武站	-0.12	0.14	0.85	-0.07	0.15	0.78	-0.60	0.66	-0.18	-0.41	0.42	0.27
大寮站	-0.32	0.32	0.87	-0.32	0.32	0.74	-0.57	0.65	0.40	-0.39	0.39	0.68
林園站	-0.05	0.12	0.80	-0.13	0.19	0.65	-0.12	0.38	0.17	-0.06	0.21	0.51
楠梓站	-0.25	0.26	0.83	-0.11	0.18	0.70	-0.47	0.47	0.51	-0.43	0.43	0.48
左營站	-0.16	0.20	0.76	-0.22	0.25	0.87	-0.48	0.52	0.19	-0.36	0.36	0.71
前金站	-0.21	0.23	0.86	-0.27	0.29	0.73	-0.57	0.57	0.46	-0.35	0.35	0.50
前鎮站	-0.24	0.25	0.81	-0.23	0.26	0.68	-0.66	0.66	0.62	-0.43	0.43	0.36
小港站	0.06	0.08	0.94	-0.03	0.12	0.80	-0.70	0.70	0.35	-0.13	0.16	0.56
屏東站	-0.59	0.59	0.76	-0.46	0.47	0.56	-0.49	0.50	0.55	-0.86	0.86	0.40
潮州站	-0.42	0.42	0.68	-0.24	0.28	0.52	-0.10	0.35	0.60	-0.14	0.25	0.48
恆春站	0.36	0.53	-0.26	0.49	0.55	0.23	-1.42	1.42	0.66	-1.06	1.06	0.46
整體平均	-0.25	0.32	0.65	-0.17	0.29	0.71	-0.49	0.53	0.67	-0.54	0.55	0.79
整體平均 目標值	± 0.35	<0.55	>0.55	± 0.35	<0.55	>0.55	± 0.65	<0.85	>0.45	± 0.65	<0.85	>0.45

註：1. MFB：配對值分數偏差；MFE：配對值絕對分數誤差；R：相關係數。

2. 標示“-”者，表示環保署測站無測值可資比對。

3. 整體平均值，指各測站之測站小時平均。

三、衍生性空氣污染物模擬結果說明

以下將針對**三輕更新擴產計畫**營運後一年之排放量經林園探空觀測調校氣象資料之各污染物最大增量濃度模擬結果進行分析，並與相同氣象條件下環說書定稿本中舊三輕排放量模擬結果進行比較分析。其次，並就目前模擬結果（經林園探空資料調校後）與傳統未經探空資料調校之氣象場模擬結果進行比較，藉以了解探空資料調校前後所可能造成空品模式模擬結果之差異情形。

（一）與環說書舊三輕排放量模擬結果之比較分析

根據舊三輕（環說書中「更新前」排放情境）與**三輕更新擴產計畫**營運後一年之全廠排放量及各污染源排放參數條件下，針對衍生性空氣污染物（ O_3 、 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ ），以 TAQM 模式模擬最大濃度增量。模擬結果詳表 3.4.4-7 及圖 3.4.4-5~8。分項說明如後。

1. 臭氧 O_3 ：

根據表 3.4.4-7 模擬結果顯示，新三輕營運後一年，模擬範圍內各縣市臭氧小時值及八小時值最大濃度增量值皆遠低於舊三輕。其中，臭氧小時值濃度部分，降幅約 43~52%；八小時值濃度部分，降幅約 59~86%。

至於鄰近各敏感點之臭氧小時值及八小時值最大濃度增量值，新三輕營運後一年之模擬結果亦遠低於舊三輕。其中，臭氧小時值濃度部分，降幅約 52~100%；八小時值濃度部分，降幅約 44~95%。

針對模擬範圍內之環保署空品測站，臭氧小時值濃度部分降幅約 53~67%；八小時值濃度部分降幅約 50~79%。

2. 懸浮微粒 PM_{10} 及細懸浮微粒 $PM_{2.5}$ ：

根據表 3.4.4-8 模擬結果顯示，新三輕營運後一年，模擬範圍內各縣市懸浮微粒及細懸浮微粒日平均值最大濃度增量值皆遠低於舊三輕。其中，懸浮微粒部分，降幅約 69~88%；細懸浮微粒部分，降幅約 67~79%。

至於鄰近各敏感點之懸浮微粒及細懸浮微粒日平均值最大濃度增量值，新三輕營運後一年之模擬結果亦遠低於舊三輕。其中，懸浮微粒部分，降幅約 56~88%；細懸浮微粒部分，降幅約 56~79%。

針對模擬範圍內之環保署空品測站，其中，懸浮微粒部分，降幅約 59~88%；細懸浮微粒部分，降幅約 62~79%。

綜合上述分析顯示，三輕更新擴產計畫營運後一年，由於實際排放量普遍較舊三輕降低（另詳 3.1.3 節，表 3.1.3-1），因此對於環境空氣品質確實呈現正面改善效益。本次模擬已將本計畫探空觀測結果充分回饋至模式輸入之氣象資

料（混合層高度調校）中，因此，模擬結果將更具有可信度。

表 3.4.4-7 三輕更新擴產計畫營運後一年臭氧(O₃)最大濃度增量模擬結果比較(與舊三輕排放量之模擬結果比較)

項目	各縣市、敏感點及 空品測站		A.舊三輕 (環說書排放量)			B.三輕更新擴產計畫 營運後一年 (實際排放量)			濃度 差值 B-A	增減百 分比 (B-A)/A
			發生位置網格 UTM 座標(m)		最大濃度 增量值	發生位置網格 UTM 座標(m)		最大濃度 增量值		
臭氧 O ₃ 最大小 時平均 值 (ppb)	各縣市 最大值	臺南市	209743	2564683	0.06	212875	2567753	0.03	-0.03	-50%
		高雄市	184344	2490675	3.00	184344	2490675	1.44	-1.56	-52%
		屏東縣	215491	2499726	4.39	209230	2493588	2.49	-1.90	-43%
	敏感點	東隆宮	187453	2490653	1.49	187453	2490653	0.00	-1.49	-100%
		中芸國小	184344	2490675	3.00	184344	2490675	1.44	-0.32	-52%
		汕尾國小	187431	2487563	0.00	187431	2487563	0.00	0.00	—
	環保署 空品測 站	前金站	175128	2506191	0.15	175128	2506191	0.06	-0.09	-60%
		小港站	181282	2496876	0.36	181282	2496876	0.12	-0.24	-67%
		屏東站	193801	2509150	0.07	193801	2509150	0.03	-0.04	-57%
		大寮站	187497	2496834	0.47	187497	2496834	0.22	-0.25	-53%
林園站		187431	2487563	0.00	187431	2487563	0.00	0.00	—	
臭氧 O ₃ 最大八 小時平 均值 (ppb)	各縣市 最大值	臺南市	203437	2552360	0.05	212875	2567753	0.02	-0.03	-60%
		高雄市	187453	2490653	2.71	184344	2490675	0.38	-2.33	-86%
		屏東縣	215200	2459561	2.00	215200	2459561	0.82	-1.18	-59%
	敏感點	東隆宮	187453	2490653	2.71	187453	2490653	0.13	-2.58	-95%
		中芸國小	184344	2490675	0.68	184344	2490675	0.38	-0.30	-44%
		汕尾國小	187431	2487563	0.00	187431	2487563	0.00	0.00	—
	環保署 空品測 站	前金站	175128	2506191	0.05	175128	2506191	0.02	-0.03	-60%
		小港站	181282	2496876	0.17	181282	2496876	0.05	-0.12	-71%
		屏東站	193801	2509150	0.04	193801	2509150	0.02	-0.02	-50%
		大寮站	187497	2496834	0.61	187497	2496834	0.13	-0.48	-79%
林園站		187431	2487563	0.00	187431	2487563	0.00	0.00	—	

註：汕尾國小（也是環保署林園空品測站設置地點）所在位置網格距離三輕廠區相當接近，受到 NO_x 所謂滴定效應（Titration effect）影響，導致加入新增污染源後之臭氧增量模擬值皆為負值，亦即該網格點實際上並無所謂濃度增量，東隆宮於新三輕排放量下之最大增量模擬結果亦有此情形。於舊、新三輕最大增量濃度皆為 0.00 者，於增減百分比欄位以「—」顯示。

表 3.4.4-8 三輕更新擴產計畫營運後一年懸浮微粒(PM₁₀)及細懸浮微粒(PM_{2.5})最大濃度增量模擬結果比較(與舊三輕排放量之模擬結果比較)

項目	各縣市、敏感點及 空品測站		A.舊三輕		B.三輕更新擴產計畫		濃度 差值	增減百 分比		
			(環說書排放量)		營運後一年 (實際排放量)					
			發生位置網格 UTM 座標(m)	最大濃度 增量值	發生位置網格 UTM 座標(m)	最大濃度 增量值	B-A	(B-A)/A		
懸浮 微粒 PM ₁₀ 最大日 平均值 (µg/m ³)	各縣市 最大值	臺南市	175473	2555650	0.13	175473	2555650	0.04	-0.09	-69%
		高雄市	187431	2487563	3.28	187431	2487563	0.41	-2.87	-88%
		屏東縣	190540	2487542	1.97	190540	2487542	0.38	-1.59	-81%
	敏感點	東隆宮	187453	2490653	0.50	187453	2490653	0.22	-0.28	-56%
		中芸國小	184344	2490675	0.70	184344	2490675	0.22	-0.48	-69%
		汕尾國小	187431	2487563	3.28	187431	2487563	0.41	-2.87	-88%
	環保署 空品測 站	前金站	175128	2506191	0.12	175128	2506191	0.03	-0.09	-75%
		小港站	181282	2496876	0.25	181282	2496876	0.07	-0.18	-72%
		屏東站	193801	2509150	0.14	193801	2509150	0.04	-0.10	-71%
		大寮站	187497	2496834	0.34	187497	2496834	0.14	-0.20	-59%
林園站		187431	2487563	3.28	187431	2487563	0.41	-2.87	-88%	
細懸浮 微粒 PM _{2.5} 最大日 平均值 (µg/m ³)	各縣市 最大值	臺南市	175473	2555650	0.12	175473	2555650	0.04	-0.08	-67%
		高雄市	187431	2487563	1.53	187431	2487563	0.32	-1.21	-79%
		屏東縣	190540	2487542	1.21	190561	2490633	0.33	-0.88	-73%
	敏感點	東隆宮	187453	2490653	0.45	187453	2490653	0.20	-0.25	-56%
		中芸國小	184344	2490675	0.54	184344	2490675	0.21	-0.33	-61%
		汕尾國小	187431	2487563	1.53	187431	2487563	0.32	-1.21	-79%
	環保署 空品測 站	前金站	175128	2506191	0.09	175128	2506191	0.03	-0.06	-67%
		小港站	181282	2496876	0.21	181282	2496876	0.07	-0.14	-67%
		屏東站	193801	2509150	0.12	193801	2509150	0.04	-0.08	-67%
		大寮站	187497	2496834	0.34	187497	2496834	0.13	-0.21	-62%
林園站		187431	2487563	1.53	187431	2487563	0.32	-1.21	-79%	

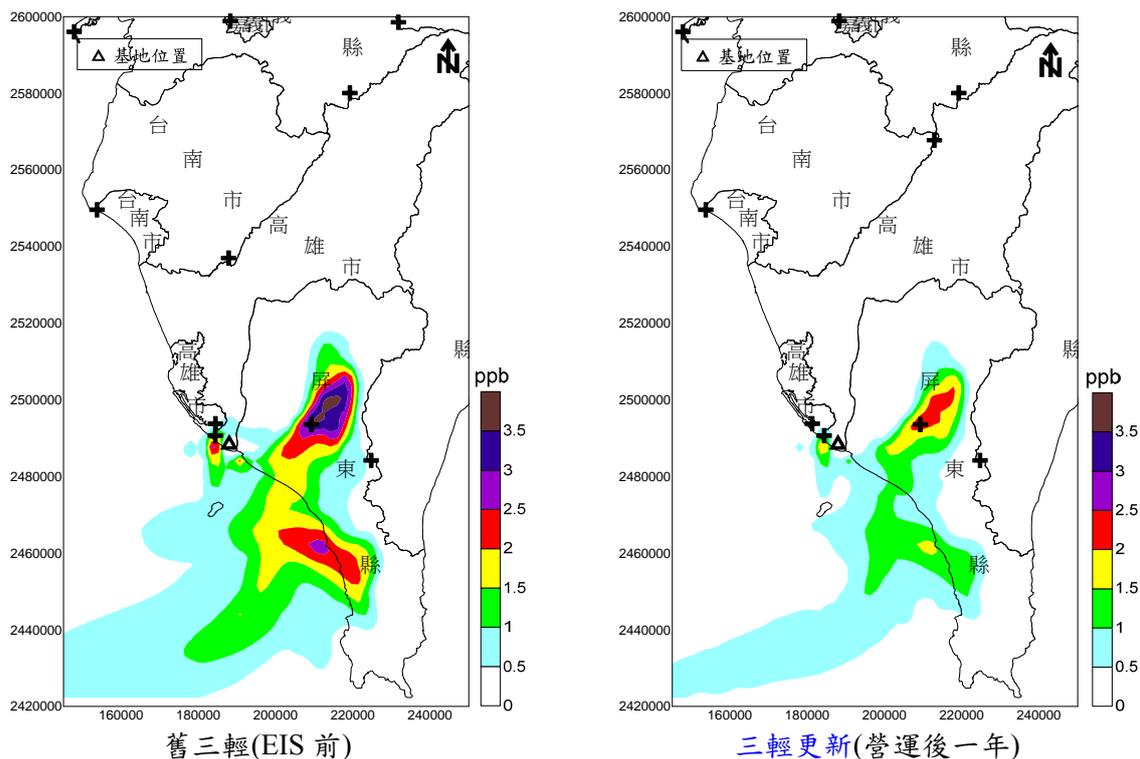


圖 3.4.4-5 模擬範圍內 O₃ 最大小時濃度值等濃度分布圖
(三輕更新與舊三輕比較)

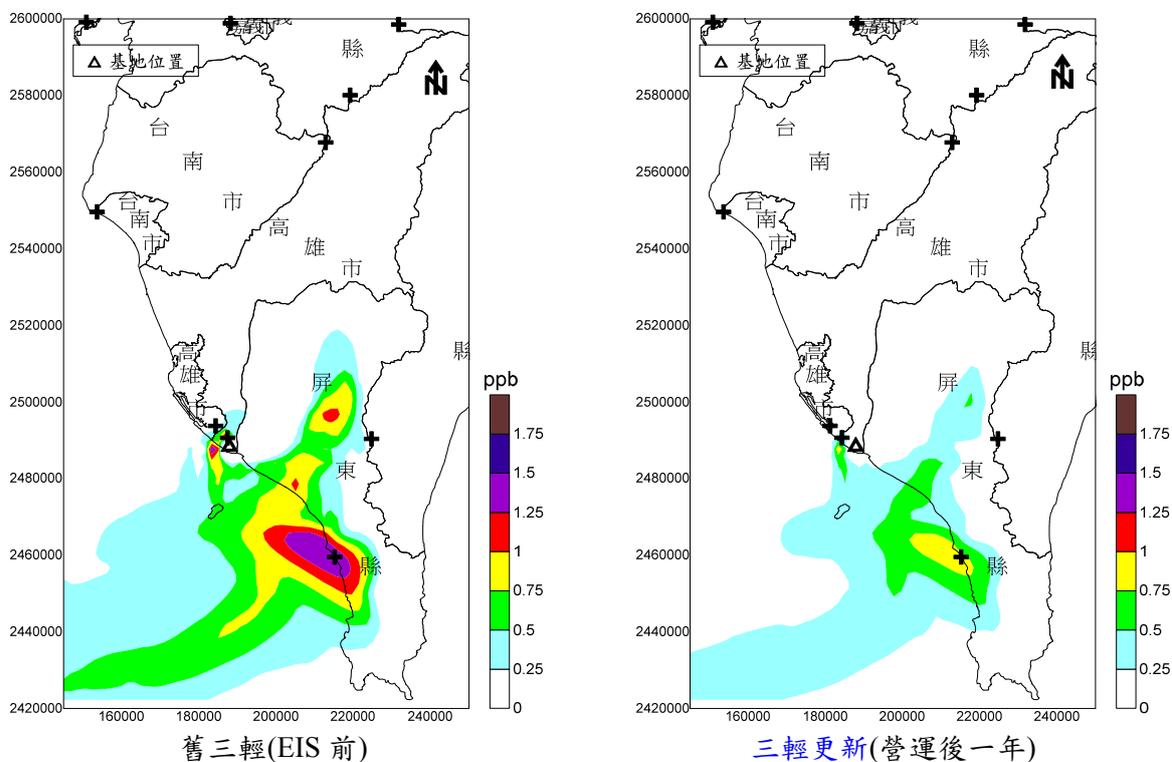
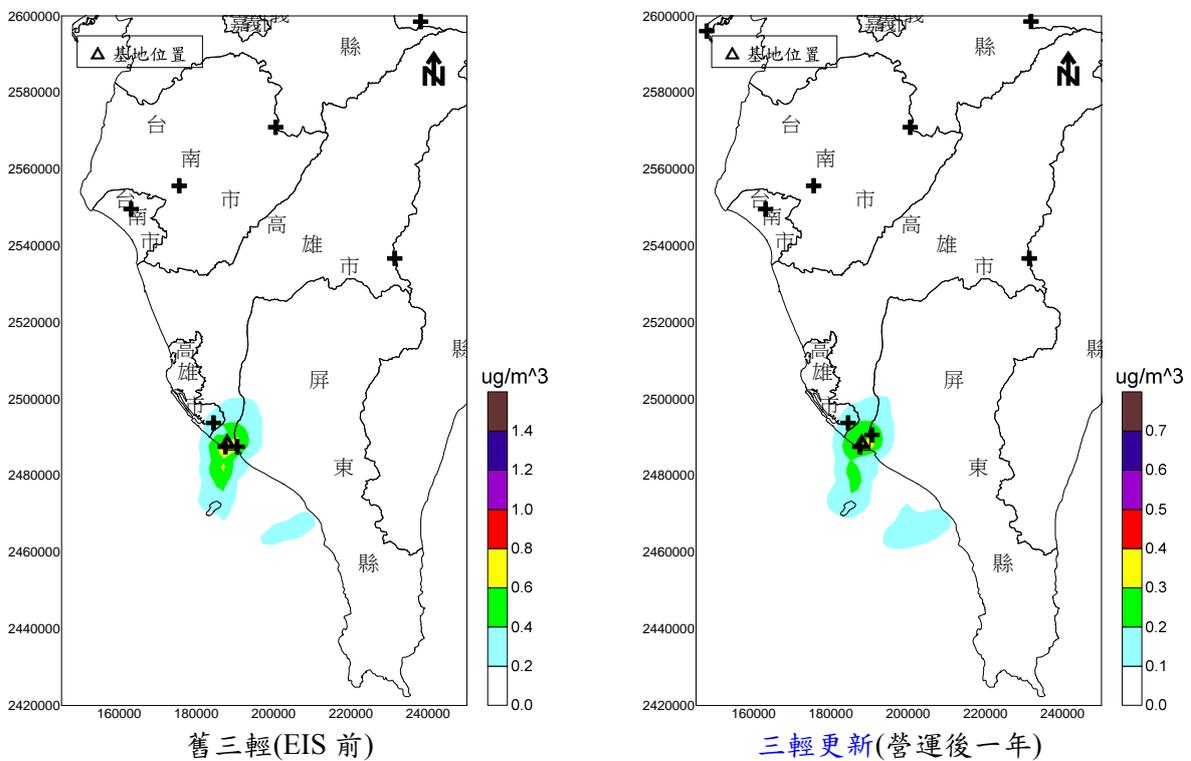
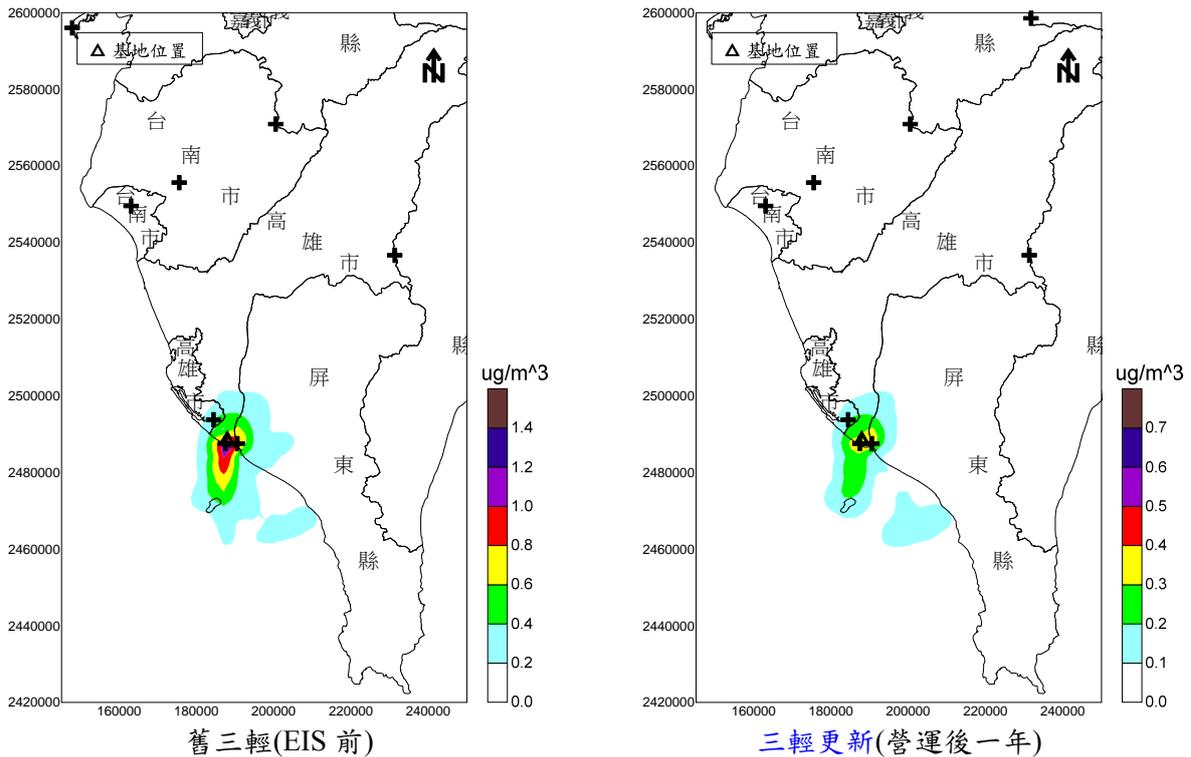


圖 3.4.4-6 模擬範圍內 O₃ 最大八小時濃度值等濃度分布圖
(三輕更新與舊三輕比較)



(二) 探空資料經林園現地觀測調校前、後之模擬結果差異比較

除了上述三輕更新擴產計畫營運後一年與舊三輕排放量最大增量濃度模擬結果進行比較之外(詳前表 3.4.4-7 及表 3.4.4-8),本計畫亦依傳統作法,以未採林園現地觀測調校之氣象資料做為模式輸入並進行模式模擬,藉以了解使用當地探空資料調校前後,所可能造成空品模式模擬結果之差異情形。

彙整兩者模擬結果,詳表 3.4.4-9 及表 3.4.4-10。相關之等濃度模擬分布圖,詳圖 3.4.4-9~圖 3.4.4-12。分項說明如後。

1. 臭氧 O₃ :

由表 3.4.4-9 模擬結果顯示,新三輕營運後一年,模擬範圍內各縣市臭氧最大濃度增量模擬結果,氣象調校前、後之差異極為有限。其中,臭氧小時值濃度部分,差異在-0.01~0.21 ppb 之間,除高雄市差異(0.21 ppb)較顯著外,其餘皆在小數點後第 2 位的差異。臭氧八小時值濃度部分,差異在 0.00~0.04 ppb 之間,皆在小數點後第 2 位的差異。

至於鄰近各敏感點之臭氧小時值及八小時值最大濃度增量值,新三輕營運後一年之模擬結果,氣象調校前、後之差異亦極為有限。其中,臭氧小時值濃度部分,差異在 0~0.21 ppb 之間,除中芸國小差異(0.21 ppb)較顯著外,其餘皆無差異。臭氧八小時值濃度部分,差異在-0.01~0.04 ppb 之間,皆在小數點後第 2 位的差異。

針對模擬範圍內之環保署空品測站之臭氧小時值及八小時值最大濃度增量值,新三輕營運後一年之模擬結果,氣象調校前、後幾無差異。臭氧小時值濃度部分,差異在-0.01~0.01 ppb 之間;八小時值濃度部分,差異在-0.01~0.05 ppb 之間。

2. 懸浮微粒 PM₁₀ 及細懸浮微粒 PM_{2.5} :

由表 3.4.4-10 模擬結果顯示,新三輕營運後一年,模擬範圍內各縣市懸浮微粒及細懸浮微粒日平均值最大濃度增量模擬結果,氣象調校前、後幾無差異。僅屏東縣懸浮微粒日平均值濃度前後差異為-0.01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 外,其餘皆無差異。

至於鄰近各敏感點及模擬範圍內之環保署空品測站,懸浮微粒及細懸浮微粒日平均值最大濃度增量模擬結果,氣象調校前、後亦無差異。

整體而言,「氣象經調校」與「氣象未調校」間之衍生性空氣污染物最大濃度增量之模擬結果,除臭氧之差異極為有限外,懸浮微粒及細懸浮微粒幾無

差異。其主要原因為，衍生性污染物係由其前驅污染物種(如 SO_x、NO_x、VOCs) 排放後與其他背景污染物反應後才衍生成成的污染物，因此，對局部的氣象變化較不敏感；此外，網格氣象模式因本身即有考慮氣象動力特性，故本計畫探空觀測加入後的調校氣象場模擬結果與未經調校氣象場的模擬結果之間，僅有局部些微差異(詳 3.4.2 節之二)，故兩者間衍生性污染物空品模擬結果差異將極為有限。

表 3.4.4-9 三輕更新擴產計畫營運後一年臭氧(O₃)最大濃度增量模擬結果比較(氣象經林園探空觀測結果調校前後之模擬結果比較)

項目	各縣市、敏感點及 空品測站		A.三輕更新擴產計畫 營運後一年 (氣象未調校)		B.三輕更新擴產計畫 營運後一年 (氣象經調校)		濃度 差值	增減百 分比		
			發生位置網格 UTM 座標(m)	最大濃度 增量值	發生位置網格 UTM 座標(m)	最大濃度 增量值	B-A	(B-A)/A		
臭氧 O ₃ 最大小 時平均 值 (ppb)	各縣市 最大值	臺南市	212875	2567753	0.04	212875	2567753	0.03	-0.01	-25%
		高雄市	184344	2490675	1.23	184344	2490675	1.44	0.21	17%
		屏東縣	209230	2493588	2.44	209230	2493588	2.49	0.05	2%
	敏感點	東隆宮	187453	2490653	0.00	187453	2490653	0.00	0.00	—
		中芸國小	184344	2490675	1.23	184344	2490675	1.44	0.21	17%
		汕尾國小	187431	2487563	0.00	187431	2487563	0.00	0.00	—
	環保署 空品測 站	前金站	175128	2506191	0.05	175128	2506191	0.06	0.01	20%
		小港站	181282	2496876	0.13	181282	2496876	0.12	-0.01	-8%
		屏東站	193801	2509150	0.03	193801	2509150	0.03	0.00	0%
		大寮站	187497	2496834	0.21	187497	2496834	0.22	0.01	5%
林園站		187431	2487563	0.00	187431	2487563	0.00	0.00	—	
臭氧 O ₃ 最大八 小時平 均值 (ppb)	各縣市 最大值	臺南市	212875	2567753	0.02	212875	2567753	0.02	0.00	0%
		高雄市	184344	2490675	0.34	184344	2490675	0.38	0.04	12%
		屏東縣	215200	2459561	0.82	215200	2459561	0.82	0.00	0%
	敏感點	東隆宮	187453	2490653	0.14	187453	2490653	0.13	-0.01	-7%
		中芸國小	184344	2490675	0.34	184344	2490675	0.38	0.04	12%
		汕尾國小	187431	2487563	0.00	187431	2487563	0.00	0.00	—
	環保署 空品測 站	前金站	175128	2506191	0.02	175128	2506191	0.02	0.00	0%
		小港站	181282	2496876	0.06	181282	2496876	0.05	-0.01	-17%
		屏東站	193801	2509150	0.02	193801	2509150	0.02	0.00	0%
		大寮站	187497	2496834	0.08	187497	2496834	0.13	0.05	63%
林園站		187431	2487563	0.00	187431	2487563	0.00	0.00	—	

註：汕尾國小（也是環保署林園空品測站設置地點）所在位置網格距離三輕廠區相當接近，受到 NOx 所謂滴定效應（Titration effect）影響，導致加入新增污染源後之臭氧增量模擬值皆為負值，亦即該網格點實際上並無所謂濃度增量，東隆宮於新三輕排放量下之最大增量模擬結果亦有此情形。於舊、新三輕最大增量濃度皆為 0.00 者，於增減百分比欄位以「—」顯示。

表 3.4.4-10 三輕更新擴產計畫營運後一年懸浮微粒(PM₁₀)及細懸浮微粒(PM_{2.5})最大濃度增量模擬結果比較(氣象經林園探空觀測結果調校前後之模擬結果比較)

項目	各縣市、敏感點及 空品測站		A.三輕更新擴產計畫 營運後一年 (氣象未調校)			B.三輕更新擴產計畫 營運後一年 (氣象經調校)			濃度 差值	增減百 分比
			發生位置網格 UTM 座標(m)	最大濃度 增量值	發生位置網格 UTM 座標(m)	最大濃度 增量值	B-A	(B-A)/A		
懸浮 微粒 PM ₁₀ 最大日 平均值 (µg/m ³)	各縣市 最大值	臺南市	175473	2555650	0.04	175473	2555650	0.04	0.00	0%
		高雄市	187431	2487563	0.41	187431	2487563	0.41	0.00	0%
		屏東縣	190540	2487542	0.39	190540	2487542	0.38	-0.01	-3%
	敏感點	東隆宮	187453	2490653	0.22	187453	2490653	0.22	0.00	0%
		中芸國小	184344	2490675	0.22	184344	2490675	0.22	0.00	0%
		汕尾國小	187431	2487563	0.41	187431	2487563	0.41	0.00	0%
	環保署 空品測 站	前金站	175128	2506191	0.03	175128	2506191	0.03	0.00	0%
		小港站	181282	2496876	0.07	181282	2496876	0.07	0.00	0%
		屏東站	193801	2509150	0.04	193801	2509150	0.04	0.00	0%
		大寮站	187497	2496834	0.14	187497	2496834	0.14	0.00	0%
		林園站	187431	2487563	0.41	187431	2487563	0.41	0.00	0%
	細懸浮 微粒 PM _{2.5} 最大日 平均值 (µg/m ³)	各縣市 最大值	臺南市	175473	2555650	0.04	175473	2555650	0.04	0.00
高雄市			187431	2487563	0.32	187431	2487563	0.32	0.00	0%
屏東縣			190561	2490633	0.33	190561	2490633	0.33	0.00	0%
敏感點		東隆宮	187453	2490653	0.20	187453	2490653	0.20	0.00	0%
		中芸國小	184344	2490675	0.21	184344	2490675	0.21	0.00	0%
		汕尾國小	187431	2487563	0.32	187431	2487563	0.32	0.00	0%
環保署 空品測 站		前金站	175128	2506191	0.03	175128	2506191	0.03	0.00	0%
		小港站	181282	2496876	0.07	181282	2496876	0.07	0.00	0%
		屏東站	193801	2509150	0.04	193801	2509150	0.04	0.00	0%
		大寮站	187497	2496834	0.13	187497	2496834	0.13	0.00	0%
		林園站	187431	2487563	0.32	187431	2487563	0.32	0.00	0%

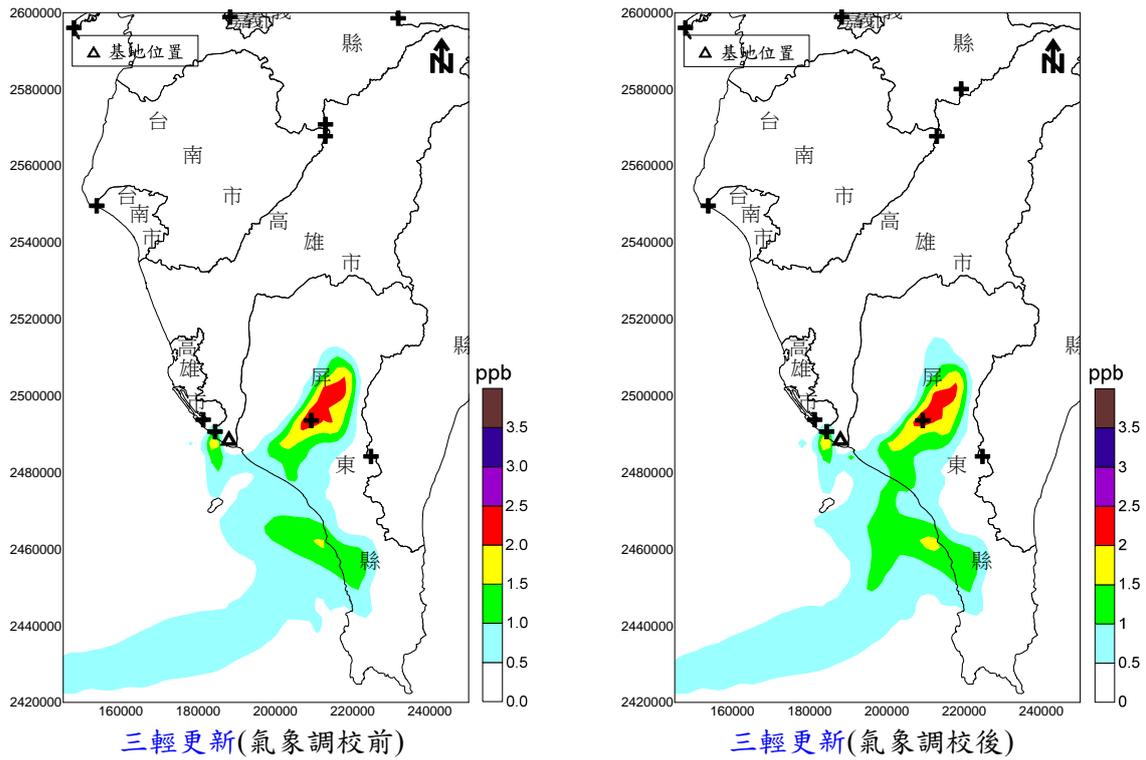


圖 3.4.4-9 模擬範圍內 O₃ 最大小時濃度值等濃度分布圖(氣象調校前後比較)

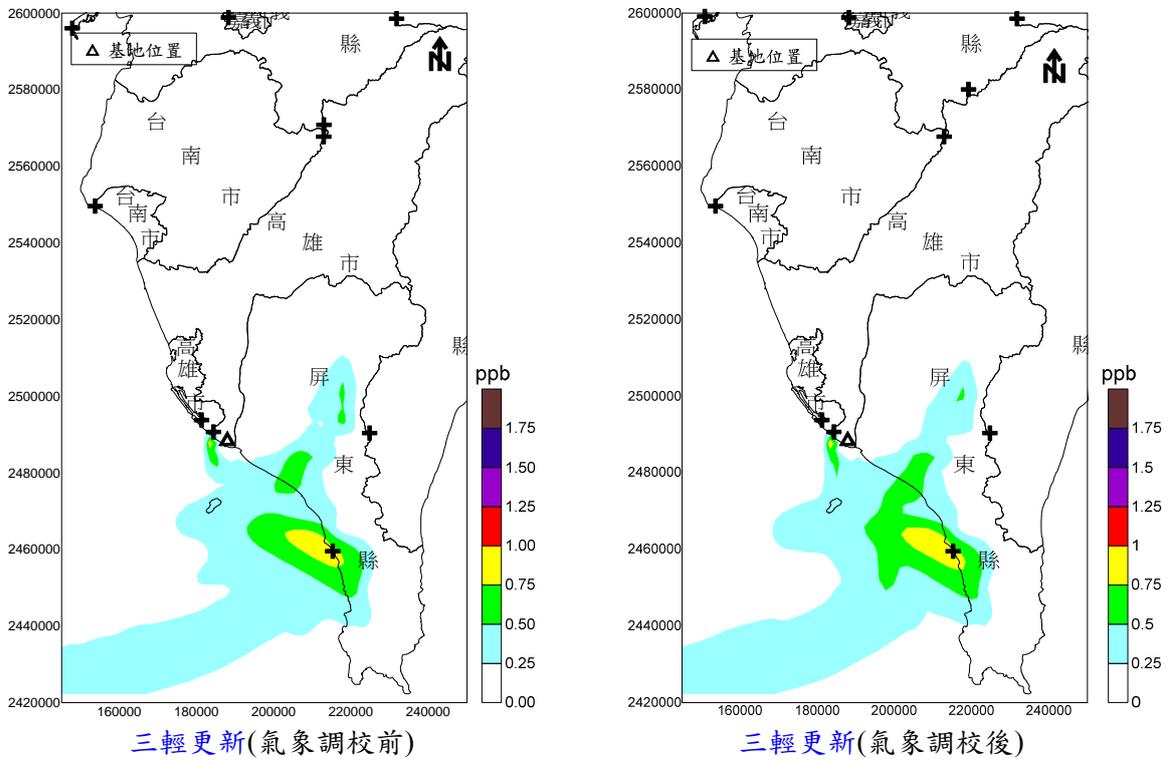


圖 3.4.4-10 模擬範圍內 O₃ 最大八小時濃度值等濃度分布圖(氣象調校前後比較)

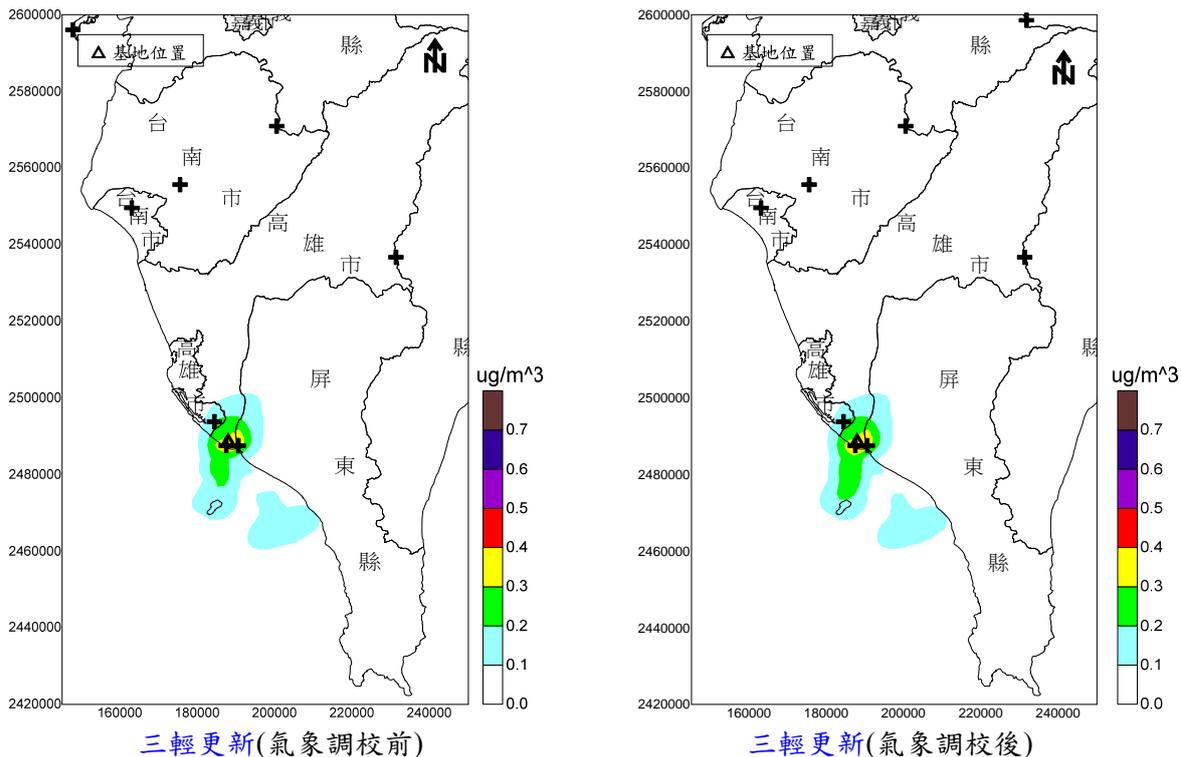


圖 3.4.4-11 模擬範圍內 PM_{10} 最大日平均濃度值等濃度分布圖(氣象調校前後比較)

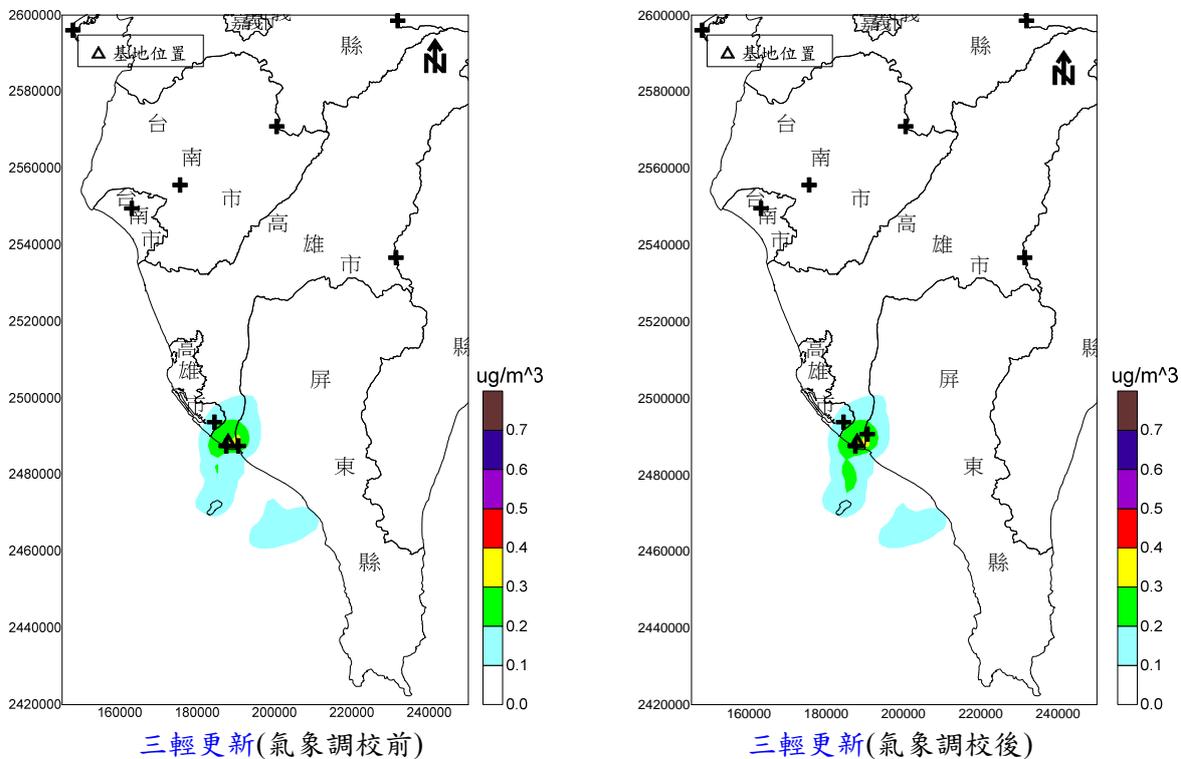


圖 3.4.4-12 模擬範圍內 $\text{PM}_{2.5}$ 最大日平均濃度值等濃度分布圖(氣象調校前後比較)

3.4.5 本節小結

以上各節已分別以高斯模式 ISCST 3 及網格模式 TAQM，針對三輕更新擴產計畫營運後一年排放量經林園探空觀測調校氣象資料後進行原生性及衍生性污染物最大增量濃度模擬，並與相同氣象條件下環說書定稿本中舊三輕(EIS前之排放量)之模擬結果進行比較分析。其次，並就目前模擬結果(經林園探空資料調校後)與傳統採用屏東站探空資料(未經氣象調校)進行模擬之結果進行比較，藉以了解使用當地探空資料調校前後，所可能造成空品模式模擬結果之差異情形。

模擬結果顯示，相較於舊三輕之排放情境模擬，三輕更新擴產計畫營運後一年之排放情境模擬，不論是原生性污染物或衍生性污染物，其最大濃度增量值模擬結果均呈現顯著的下降趨勢，顯示三輕更新擴產計畫營運一年後，對於環境空氣品質確實呈現正面改善效益。

氣象調校前、後之空品模擬結果比較，在高斯模式模擬(原生性污染物)部分，經採用四季各7天的林園探空觀測結果來估算及調校各季的混合層高度下限值及逐時值後，代入高斯模式進行全年模擬，大體而言，「氣象經調校」與「氣象未調校」間各污染物最大濃度增量之模擬結果差異極為有限。其主要原因為：(1) 屏東站與本計畫林園探空觀測站的距離並不遠(約24公里)，就高空氣象之空間尺度而言，其差異本就有限；(2) 混合層高度的調校係數中，中午時段雖多往下校正，但中午通常是擴散較佳的時段，所以對最高濃度的影響有限；惟夜間探空觀測結果顯示混合層有相當比例高於模式慣常設定的下限值，故夜間的模擬結果著地濃度反而可能降低，而夜間通常是比較容易出現高濃度的時間，故整體而言，「氣象經調校」模擬結果反而將較「氣象未調校」者略低。

氣象調校前、後之空品模擬結果比較，在網格模式模擬(衍生性污染物)部分，「氣象經調校」與「氣象未調校」之衍生性空氣污染物最大濃度增量模擬結果，除臭氧之差異極為有限外，懸浮微粒及細懸浮微粒幾無差異。其主要原因為，衍生性污染物係由其前驅污染物種(如SO_x、NO_x、VOCs)排放後與其他背景污染物反應後才衍生成成的污染物，因此，對局部的氣象變化較不敏感；此外，網格氣象模式因本身即有考慮氣象動力特性，故本計畫探空觀測加入後的調校氣象場模擬結果與未經調校氣象場的模擬結果之間，僅有局部些微差異(詳3.4.2節之二)，故兩者間衍生性污染物空品模擬結果差異將極為有限。

第四章 結論與建議

第四章 結論與建議

4.1 結論

一、全廠排放量彙整與比較

本計畫已完成彙整三輕更新後營運一年之第一季～第四季（103 年 Q3～104 年 Q2）期間各污染物排放量資料工作，包括 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、SO_x、NO_x 及 VOCs 等各項污染物在各煙道的排放量及全廠各製程 VOCs 逸散量的估算。

就全廠煙道污染物年排放量而言，從結果可知，就各製程各項空氣污染物而言，TSP、SO_x、NO_x 及 VOCs（管道排放部分）四季排放總量分別為 43.836 公噸、952.162 公噸、1,843.879 公噸及 56.135 公噸均低於環評核可量的 410.002 公噸、3,398.040 公噸、4,040.989 公噸及 128.941 公噸，分別僅佔核可量的 10.7%、28.0%、45.6% 及 43.5%。各製程均可符合環評管制要求。

就全廠揮發性有機物 VOCs 年排放量而言，統計結果顯示，以製程區工場設備元件及儲槽區的 VOCs 逸散排放量較大。四季排放總量為 696.591 公噸，仍低於環評核可量 1,408.575 公噸，佔環評核可量約 49.5%。目前全廠各製程的逸散性揮發性有機物 VOCs 排放量均可符合環評管制要求。

彙總上述各污染物排放總量比對結果可知，三輕更新擴產計畫營運一年後，各項污染物總排放量均未超過環評核可量而仍在環評核可量的範圍內，且皆未達到核可量的 50%，顯示營運單位污染控制良好。其中以粒狀物（TSP、PM₁₀ 及 PM_{2.5}）差額幅度較大，TSP 目前排放量較環評核可量低約 90%，SO_x 及 NO_x 目前排放量分別較環評核可量低約 72% 及 54%，目前總 VOCs 排放量則較環評核可量低約 51%。

二、探空觀測結果

本計畫已於 103 年 10 月 21 日至 28 日、104 年 1 月 20 日至 27 日、104 年 4 月 21 日至 27 日及 104 年 7 月 21 日至 30 日間進行四次探空觀測，根據歷次探空觀測分析結果，可歸納結論如下：

本案四次觀測期間之天氣型態，第一次觀測期間(秋季)台灣附近大部分時間無主要綜觀天氣系統，偶有大陸高壓系統或冷鋒對台灣造成影響；第二次觀

測期間（冬季）台灣附近大部分時間皆受大陸高壓及冷鋒等綜觀天氣系統影響，大都以東北季風為主；第三次觀測期間（春季）台灣附近主要受長江出海口高壓系統及台灣附近鋒面之影響，風向較不固定；第四次觀測期間（夏季）台灣附近大部分時間皆熱帶低壓及太平洋高壓等綜觀天氣系統影響，較無固定風向，但大部分時間仍以偏南風為主。依以往經驗顯示，各天氣類型分別具有春、夏、秋、冬各季之代表性天氣型態。

在清晨的探空觀測部分，四次觀測期間每日 5:00 林園探空與 8:00 屏東探空觀測比較結果顯示，在探空溫度部分除了因觀測位置以及觀測時間不同，使得日出前後地表加熱效應造成近地面氣溫有所差異，或局部高度溫度有所差異外，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。兩地 500 公尺高處溫度差異在 0.1 度至 2.0 度間、1,000 公尺高處溫度差異在 0.1 至 3.1°C 間、1,500 公尺高處溫度差異在 0.1 至 2.6°C 間。

清晨的探空風速風向觀測比較結果顯示，除了部分觀測因風速較弱，偶有受局部效應（如地形或海陸風）影響，造成兩地風向差異較大，並呈現與綜觀天氣形態不同之風向外，風向觀測結果在近地面處大致與綜觀天氣系統所在位置吻合。兩地 500 公尺高處風速差異在 0.1 至 7.4 m/s 間、1,000 公尺高處風速差異在 0.5 至 5.4 m/s 間、1,500 公尺高處風速差異在 0.1 至 6.3 m/s 間。

清晨的探空相對濕度觀測比較結果顯示，兩者垂直變化趨勢皆大致相近。

在午間探空觀測部分，四次觀測期間每日 13:00 林園探空溫度觀測結果顯示，大部分清晨地面的逆溫結構在中午時皆因地表增溫而不存在。風速風向觀測結果顯示，中午期間因海陸溫差較大，處於海風最強之時間範圍內，故風速較清晨之觀測結果大，至於風向則大都以海風（偏南風、西風或西南風）為主。

三、空氣污染物排放量估算及模式模擬

本案彙整環說書中舊三輕（EIS 前）排放量及三輕更新擴產計畫營運一年之實際排放量後，分別以高斯模式 ISCST 3 及網格模式 TAQM，針對三輕更新擴產計畫營運後一年排放量經林園探空觀測調校氣象資料後進行原生性及衍生性污染物最大增量濃度模擬，並與相同氣象條件下環說書定稿本中舊三輕（EIS 前之排放量）之模擬結果進行比較分析。其次，並就目前模擬結果（經林園探空資料調校後）與傳統採用屏東站探空資料（未經氣象調校）進行模擬之結果進行比較，藉以了解使用當地探空資料調校前後，所可能造成空品模式模擬結果之差異情形。

模擬結果顯示，相較於舊三輕之排放情境模擬，三輕更新擴產計畫營運後一年之排放情境模擬，不論是原生性污染物或衍生性污染物，其最大濃度增量模擬結果均呈現顯著的下降趨勢，顯示三輕更新擴產計畫營運一年後，對於環境空氣品質確實呈現正面改善效益。

氣象調校前、後之空品模擬結果比較，在高斯模式模擬（原生性污染物）部分，經採用四季各 7 天的林園探空觀測結果來估算及調校各季的混合層高度下限值及逐時值後，代入高斯模式進行全年模擬，大體而言，「氣象經調校」與「氣象未調校」間各污染物最大濃度增量之模擬結果差異極為有限。其主要原因為：(1) 屏東站與本計畫林園探空觀測站的距離並不遠（約 24 公里），就高空氣象之空間尺度而言，其差異本就有限；(2) 混合層高度的調校係數中，中午時段雖多往下校正，但中午通常是擴散較佳的時段，所以對最高濃度的影響有限；惟夜間探空觀測結果顯示混合層有相當比例高於模式慣常設定的下限值，故夜間的模擬結果著地濃度反而可能降低，而夜間通常是比較容易出現高濃度的時間，故整體而言，「氣象經調校」模擬結果反而將較「氣象未調校」者略低。

氣象調校前、後空品模擬結果之比較，在網格模式模擬（衍生性污染物）部分，「氣象經調校」與「氣象未調校」之衍生性空氣污染物最大濃度增量模擬結果，除臭氧之差異極為有限外，懸浮微粒及細懸浮微粒幾無差異。其主要原因為，衍生性污染物係由其前驅污染物種（如 SO_x、NO_x、VOCs）排放後與其他背景污染物反應後才衍生成的污染物，因此，對局部的氣象變化較不敏感；此外，網格氣象模式因本身即有考慮氣象動力特性，故本計畫探空觀測加入後的調校氣象場模擬結果與未經調校氣象場的模擬結果之間，僅有局部些微差異（詳 3.4.2 節之二），故兩者間衍生性污染物空品模擬結果差異將極為有限。

4.2 建議

- 一、本計畫進行四季各 7 日的高空氣象探空觀測，對於釐清林園地區的高空氣象特性與屏東探空站觀測結果的差異，及對應用於後續空品模擬可能造成的影響，有相當大的助益。值得國內其他重大開發案借鏡。
- 二、本計畫林園地區與屏東探空站址距離約 24 公里，兩地探空觀測結果顯示，大致僅在近地面附近的風速、風向、溫度變化有較大差異，上層氣象則大致相同。即使如此，對混合層高度的估算結果已有明顯的影響，以林園探空估算的混合層高度明顯較屏東站估算結果為低。
- 三、本案以高斯擴散模式（ISCST3）模擬分析原生性空氣污染物，並以空品網格模式 TAQM 模擬三輕更新計畫營運期間臭氧、衍生性懸浮微粒（PM₁₀、PM_{2.5}）等污染物之最大濃度增量擴散情形。由結果顯示，採用當地探空觀測結果進行模擬後，對污染物的最大濃度增量雖然會有些微的改變，但不致於造成嚴重的影響，對於本案原空品評估結果不致有錯誤的研判情形。