

# 利用整合探空系統分析台灣東南部地區 大氣邊界層特性之研究

劉邦彥 林沛練 張隆男  
國立中央大學大氣物理研究所

## 摘要

台灣東南部地形複雜，距海鄰近，再加上中央山脈與海岸山脈影響，使得此地區環流特性相當複雜。2001 年的綠島中尺度實驗計畫中，利用整合探空系統、繫留氣球、無人飛機 (台大)、測風氣球以及地面站等儀器觀測，提供密集的觀測資料，藉以分析區域環流之演變過程，以及針對邊界層結構加以分析。本篇利用整合探空系統、繫留氣球以及測風氣球，比較鄰海測站與河谷內邊界層特性之差異。並利用剖風儀垂直波束所觀測到之垂直速度，分析垂直速度與邊界層混合層發展之相關性。

觀測期間，將邊界層類型依大尺度天氣系統型態分類成，整層西南風、底層東北風、微弱綜觀風場以及底層混亂四種類型。整層西南風時，個案大多為降水時的觀測，受到降水影響，白天邊界層內沒有混合現象發生。底層盛行東北風時，近地表沒有明顯受到海洋調節影響，日間水汽和位溫混合層發展高度平均約在 600 公尺左右，夜間水汽方面在 400 公尺下仍有良好的混合。微弱綜觀風場和底層混亂時期，因受到海洋調節影響，高度 250 公尺以下出現水汽增多以及位溫明顯下降的趨勢。而高度平均約 250~700 公尺之間，受到日間加熱影響，水汽和位溫呈現混合均勻的情況。繫留氣球位於池上站的觀測資料比較發現，因池上站位於河谷內，不易受到海風影響，近地表沒有海風層的結構，並且日夜溫差明顯較成功站來得大。

晴空剖風儀垂直波束，可用來觀測大氣之垂直運動，藉此瞭解邊界層中大氣之垂直擾動與邊界層發展之關係。成功地區邊界層中垂直擾動的發展，除了受到熱力影響外，也受到風向改變而有所不同。當成功地區風向偏南風時，垂直擾動屬於上升運動；偏北風時，垂直擾動則明顯呈現下沉運動。

關鍵字：整合探空系統、綠島中尺度實驗計畫、大氣邊界層

## 一、前言

台灣東南部地形複雜，距海鄰近，再加上中央山脈與海岸山脈影響，使得此地區環流特性相當複雜。2001 年的綠島中尺度實驗計畫中，利用整合探空系統、繫留氣球、無人飛機 (台大)、測風氣球以及地面站等儀器觀測，提供密集的觀測資料，藉以分析區域環流之演變過程，以及針對邊界層結構加以分析。呂(2003)與錢(2003)針對 GIMEX 觀測實驗的觀測分析模擬研究中發現，在台灣東南部複雜地形下，不同的綜觀風場影響，會造成不同類型的局部環流發展。由於局部環流之發展與邊界層之演變密界關聯，但過去之研究則缺少相關之探討，本研究即利用綠島中尺度實驗計畫期間，整合探空系統以及其他邊界層觀測資料來探討台灣東南部地區，不同綜觀風場受複雜地形影響下邊界層以及對流活動的發展的特性。希望藉由分析上述的密集觀測資料，能夠讓我們對於不同綜觀風場與複雜地形作用下的大氣邊界層發展特性有更多的瞭解。

## 二、觀測資料統計分析

觀測期間，依據地面戰及剖風儀資料將邊界層類

型依大尺度天氣系統型態分類成，整層西南風、底層東北風、微弱綜觀風場以及底層混亂四種類型。整層西南風時，個案大多為降水時的觀測，受到降水影響，白天和夜間邊界層內沒有混合現象發生。在四種類型平均位溫水汽探空圖中 (圖 1) 可看出。底層盛行東北風時，近地表沒有明顯受到海洋調節影響，日間可以看到水汽和位溫都有很好的混合作用，混合層發展高度平均約在 600 公尺左右，夜間水汽方面在 400 公尺下仍有良好的混合。弱綜觀風場和混亂時期，海陸風發展明顯，高度 250 公尺以下出現水汽增多以及位溫明顯下降的趨勢。而高度平均約 250~700 公尺之間，受到日間加熱影響，水汽和位溫呈現混合均勻的情況。

## 三、成功站個案分析

在過去也有不少研究是針對不同地區以及不同綜觀環境場的邊界層特性做研究，林(1990)位於台灣北部觀音工業區密集觀測探討局部環流及邊界層的發展，研究發現海風邊界層的特性為最下層為穩定層，上層則為較穩定環境風場，中間層為轉換層。陳(1996)利用探空觀測資料分析邊界層特性，顯示有明顯的日變化，而當綜觀環境場處於鋒前的情況

下，邊界層還是有發展；鋒面通過後，因天氣型態屬鋒後乾冷空氣所以邊界層不易發展；若在強綜觀環境下，低層大氣較不穩定，邊界層發展較高。

#### 個案（一）

在 5 月 24 日底層盛行東風個案中，從位溫和水汽探空圖（圖 2）中可看到，受到日間加熱影響，還是有明顯的海陸環流發展，海陸環流明顯發展時期，依然可以看到位溫和水汽在 250 公尺以下有位溫降低以及水汽增多的現象發生，主要也是受到海風層的影響，入夜後東北風增強，底層海風層的現象逐漸消失。

#### 個案（二）

在 5 月 27 日弱綜觀風場個案中，從探空圖（圖 3）中，白天明顯在日照增強後海風發展，高度約在 400 公尺左右，在 700 公尺以下位溫和水汽有很好的混合作用發生。入夜後 12Z 有短暫降水影響，18Z 時可以看到，溫度分佈明顯下降許多，並且呈現穩定的情況。

### 四、池上站個案比較

池上站 5 月 24 日測風氣球風場變化時序圖（圖 4）中看到，白天谷風明顯於 03Z 時，開始由底層發展，12Z 時底層開始轉變為山風。

而繫留氣球位溫圖（圖 5）中看到，河谷內在 00Z 時，約在 400 公尺的高度上有一明顯的逆溫，到了夜間 21Z 時也可以在 300 公尺的高度上看到逆溫的現象。與成功站的探空疊合圖（圖 6）比較，可以看到成功站位溫曲線中，100 公尺以下明顯看到日夜變化。100 至 700 公尺之間的位溫曲線變化不大，因池上站位於河谷內，受到海岸山脈阻擋海風，底層沒有受到海風層影響，近地表沒有明顯逆溫結構，並且日夜溫差明顯較成功站來得大。

### 五、邊界層垂直擾動

晴空剖面風儀垂直波束，可用來觀測大氣之垂直運動，藉此瞭解邊界層中大氣之垂直擾動與邊界層發展之關係。在晴空期中，找出三個個案來探討，分別為 5 月 26 日：介於兩波降水期中間，當天受到雲系影響。6 月 2 日：第二波降水過後，北方系統南下，綜觀風場為底層東北，上層西南風的形式。6 月 10 日：為一微弱綜觀系統的晴空期，當天日照充足。

#### 個案（一）

5 月 26 日的個案中，垂直速度在高度上的統計圖（圖 7）來看，5 月 26 日在 00Z 至 09Z 的垂直速度統計中，並沒有明顯的上升或下沉速度，而在 14Z 至 21Z 的統計圖中反而看到在 300 到 500 公尺之間有微弱的上升運動，速度值約 0.5m/s。搭配剖面風儀 low mode 風向風速時序圖（圖 8）可看到，夜間大環境出現較強且穩定的西南風，而白天雖然有偏南風出現，但是風速相當微弱。

#### 個案（二）

6 月 2 日的個案中，垂直速度統計圖（圖 9）上看到，日間 00Z 到 09Z 的垂直速度統計中，400 公尺以下有明顯速度值約 -0.5m/s 的下沉運動發生，而夜間 14Z 到 21Z 則是在 300 公尺以下有微弱的上升運動。搭配 6 月 2 日當天的剖面風儀風向風速圖（圖 10）來看，明顯的可以看到日間大環境有很強的東北風，到了夜間逐漸減弱並且轉成偏東風。

#### 個案（三）

6 月 10 日個案的垂直速度統計圖（圖 11）中，發現日間 00Z 到 09Z 底層在充足日照加熱作用下，200~600 公尺有明顯的上升運動，速度值為 0.5~1m/s，600 公尺以上也有微弱的上升氣流。夜間 14Z 到 21Z 時，受到輻射冷卻作用，上升運動減弱，地表 200 公尺以下取而代之的是明顯的下沉運動。

## 六、結論

個案探討中發現，無論盛行風類型如何，只要出現有海陸風變化時，邊界層的特性就會分成三層，近地表約 250m 以下受到海風層，水氣會明顯增多，位溫會較低。而中層則是呈現水氣和位溫呈均勻混合的情況。

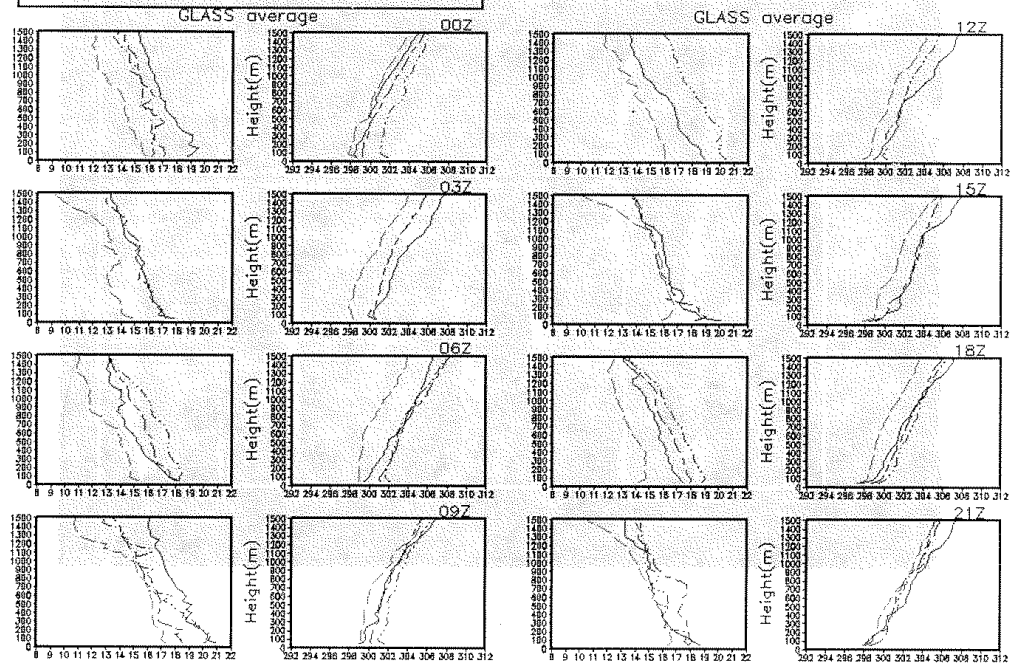
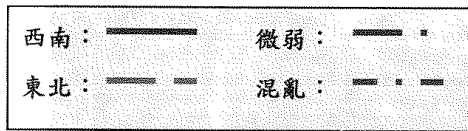
配合池上站繫留氣球的觀測比較，縱谷內地受到海岸山脈阻擋影響，海洋特性無法藉由盛行風或是海風平流至內陸地區，與成功站相較而言，日夜溫差明顯較大。

成功地區邊界層中垂直擾動的發展，除了受到熱力影響外，也受到風向改變而有所不同。當成功地區盛行風偏南風時，垂直擾動屬於上升運動。

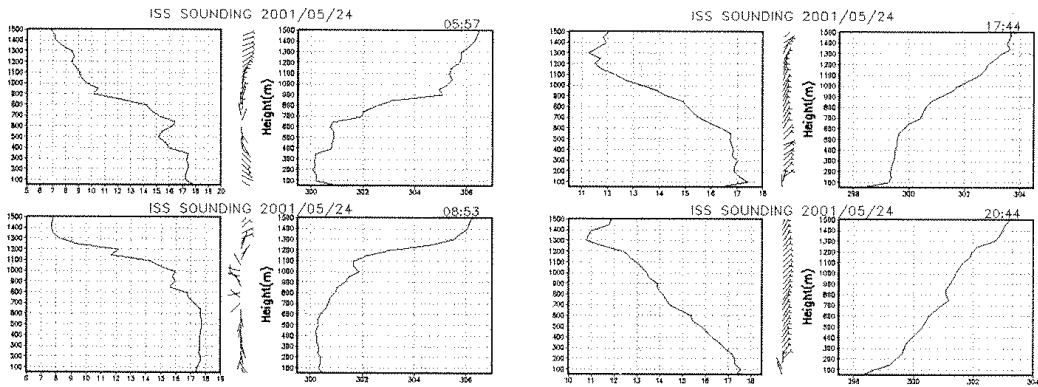
整合探空系統在綠島中尺度實驗計畫中對台灣東南部地區的分析有很大的幫助，不僅對於邊界層與局部環流發展有很好的觀測結果，而且對於大氣對流與降水的物理過程也有良好的解析能力。唯獨對於空間上的觀測，無法突破單點觀測垂直上空的特性，所以對於複雜地形影響下，便無法任意取得其他地區垂直剖面上時間解析度較高的資料。

## 參考文獻

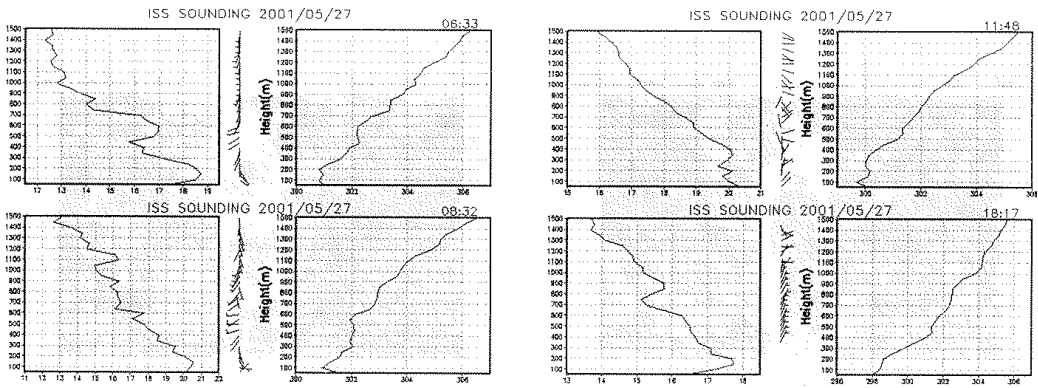
- 呂玉璇，2003：台灣東南部地區局部環流與邊界層特性之研究。國立中央大學碩士論文。
- 林沛練，陳台琦，賴信致，1996：台灣局部環流之研究：濱海複雜地形局部環流與邊界層之發展（II）。國科會研究報告。
- 陳焱煌，1996：西北台灣局部環流與邊界層發展之研究。國立中央大學碩士論文。
- 錢之駿，2003：台灣東南部地區複雜地形局部環流的模擬研究。國立中央大學碩士論文。



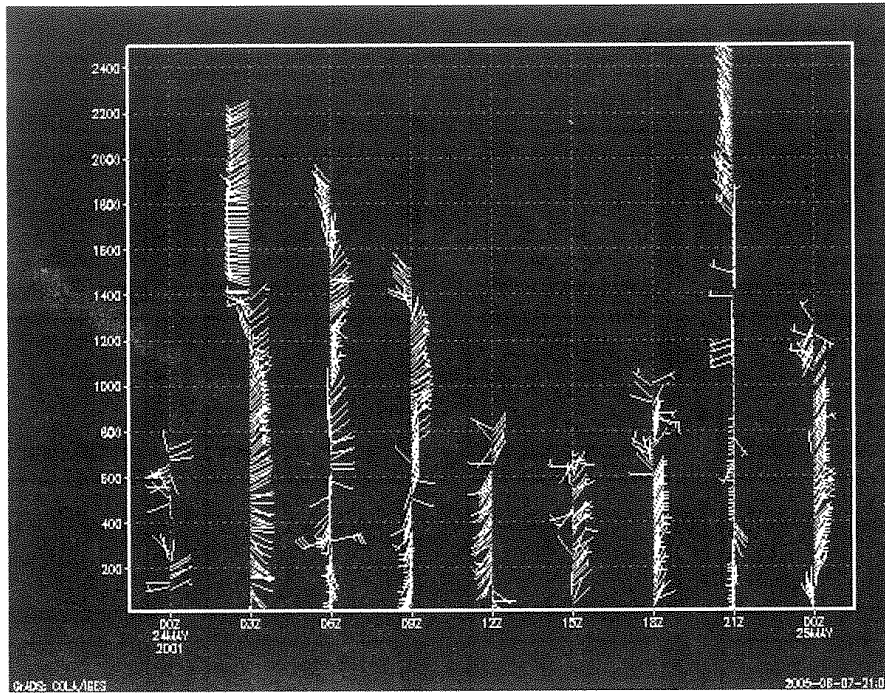
(圖 1)



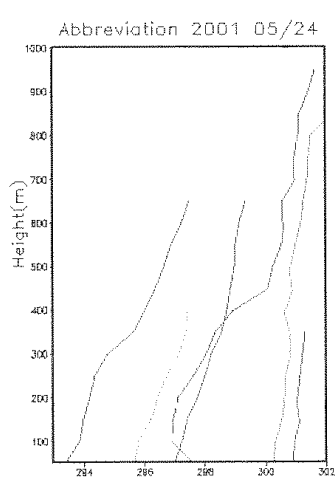
(圖 2)



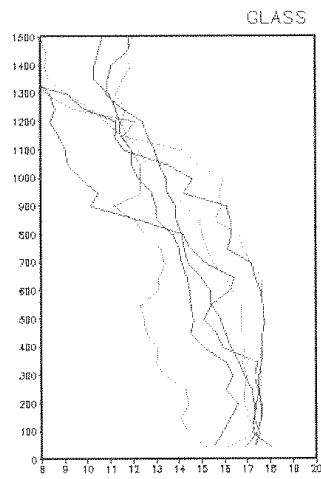
(圖 3)



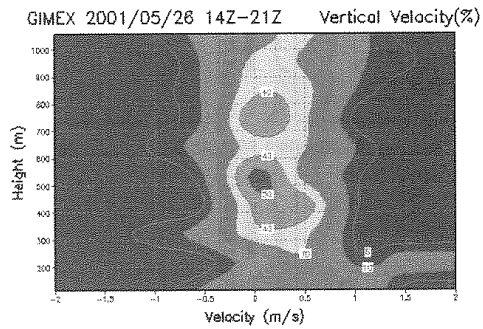
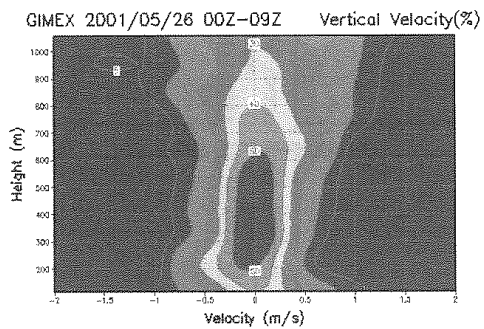
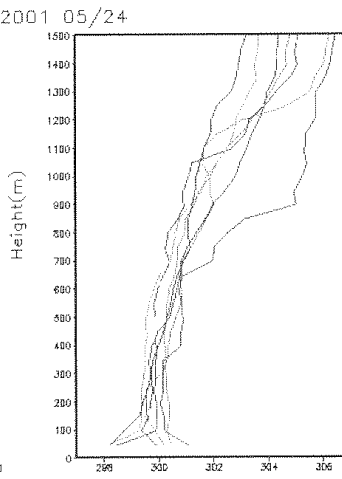
(图 4)



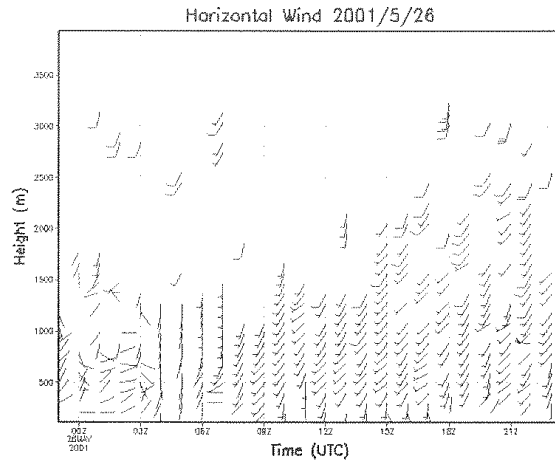
(图 5)



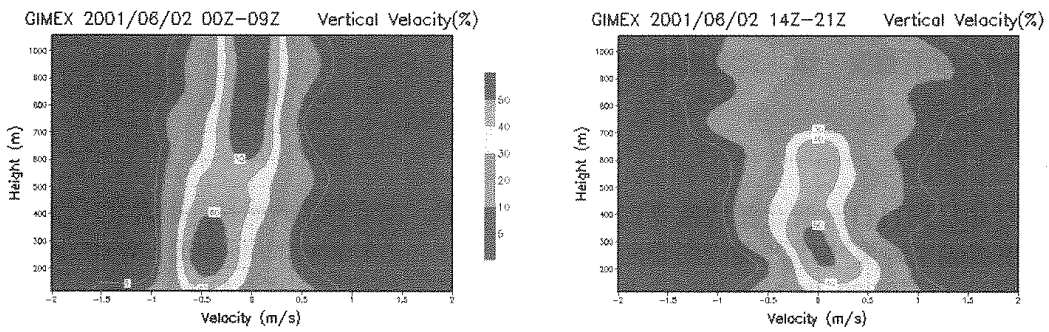
(图 6)



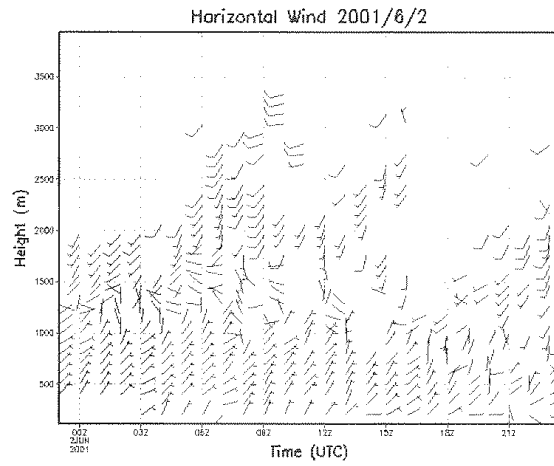
(图 7)



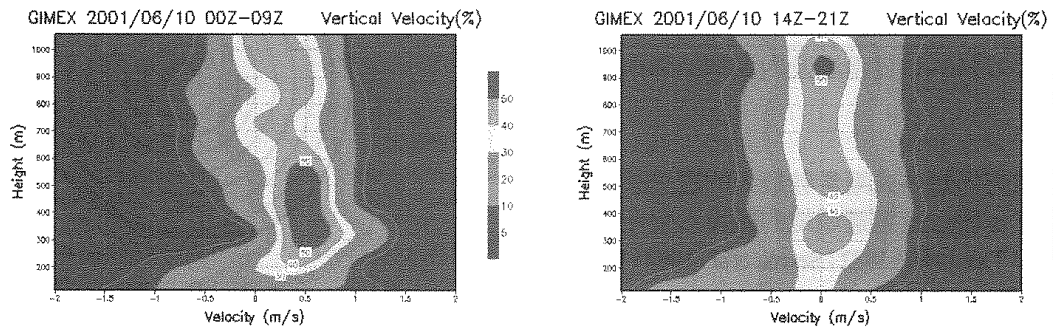
(圖 8)



(圖 9)



(圖 10)



(圖 11)