

2014 年西南氣流聯合觀測實驗-小琉球探空軌跡分析

劉清煌、楊菁華、陳奕翰、*鳳雷

中國文化大學 大氣科學系

*臺灣颱風洪水研究中心

一、簡介

颱風中心今年(2014)初於高雄集來農場完成C波段雙偏極化都卜勒氣象雷達支架設，配合雷達之觀測，今年梅雨季首度執行西南氣流觀測實驗，聯合各學校及業界之氣象單位於5月7日~6月7日實施氣象資料之蒐集。本研究針對中國文化大學大氣科學系所負責之小琉球探空站之探空氣球，探討其上升及掉落之軌跡。以往探空觀測時，當探空氣球上升到氣球爆裂後，探空觀測即終止，而墜落之探空儀到底會掉到哪裡去則沒有詳細探討過，以致探空儀墜落至民宅或造成安全問題時有所聞。本次實驗中，中國文化大學團隊於探空儀加掛自製之降落傘，當氣球爆裂後仍繼續收集探空儀下墜之氣象資料，目的除了收集氣象資料外，也用以探討氣球墜落之軌跡及地點，進一步的探討是否可以用氣球上升時的風場資料預測氣球墜落的軌跡及可能的著路地點，以做為安全之預警。

二、資料及方法

今年實驗期間，小琉球探空站共施放了 51 顆探空氣球，每顆球都加掛降落傘，由於經費因素，實驗計畫辦公室無提供降落傘，本團隊動員參與實驗的學生製作降落傘，材料取自競選不用之廣告旗幟，長約 130 公分、寬約 65 公分，剪成兩塊邊長 65 公分之正方形，可做成兩副降落傘。施放探空時，將降落傘掛在氣球與探空儀之間，當氣球墜落時，從墜落的下降速度可以知道降落傘是否運作正常。圖 1 是全部 51 顆探空儀之上升速度(圖 1a)及墜落速度(圖 1b)，顯示上升速度較為一致，均保持在 3-5m/s。正常的情況下，當氣球爆裂後開始下墜，降落傘隨即張開，數秒鐘內即可達終端速度，以終端速度掉落，終端速度與大氣阻力(或密度)有關，空之墜落速度可達 20m/s 以上，近地面時終端速度較慢，約 4-7m/s，圖 1b 亦可發現有一些探空之墜落速度較為異常，即可判別出降落傘沒有正常運作。去除墜落速異常及墜落探空接收不佳的個案，本研究挑選出降落傘運作正常的個案共 28 個，針對不同之氣壓層求取平均墜落速度(圖 2a)。為得到一組平滑的墜落速度，本文將落速做冪律(指數)之曲線配套(power law curve fit)

$$V_t = aP^b$$

其中 V_t 為墜落速度(m/s)， P 為氣壓層(mb)， a 、 b 為待求之常數。利用圖 2a 之數據，使用最小均方差法(least square fit)求得 $a = 99.9308$ ， $b = -0.4399$ 。圖 2b 中紅色線為曲線配套之墜落速度，藍色線為配套落速與平均落速之差值。顯示高度在

100mb 之配套落速與平均落速相當接近，而在 100mb 以上的區域有最大的差異可達 5m/s 左右。利用探空之水平風場及探空儀之上升(或墜落)速度即可以求探空儀三度空間之軌跡。

三、結果與討論

圖 3 為全部 28 顆探空儀之水平軌跡，中心點為探空氣球施放點(琉球國中)。圖 3a(紅色線)為 28 顆探空儀開始上升到球破之水平飄移軌跡，多數的個案氣球上升後往東南飄移，到高層時受東風影響，氣球往西飄移，水平飄移範圍可達 30 公里。圖 3b 藍色線為探空球破後實際墜落的軌跡，由於墜落的速度較上升速度為快，水平的飄移距離也較上升時之飄移距離為短，當然，上升時的水平風場與墜落時的水平風場的差異，對水平飄移距離也會有些許的影響。圖 3c 為本研究之重點，利用氣球上升時所觀測到的水平風場，搭配曲線配套所得的終端墜落速度預測氣球墜落的軌跡及位置(圖 3c 綠色線)。圖 3b 之藍色線與圖 3c 之綠色線非常相似，顯示預測位置與實際位置相當接近，計算探空墜落最後位置之平均誤差為 1.45 公里，顯示可參考價值相當高。一般而言，探空開始上升到球破所需時間約 1.5~2 小時(視氣球大小及灌氣量而異)，而墜落的時間約 1~1.5 小時(與降落傘大小、氣球大小、或無降落傘有關)，而配套落速與探空儀重量、氣球大小、及降落傘有關，針對作業單位，所用的耗材很固定，可以事先導出一組配套落速，再利用上升探空所得之水平風場，球破之後只需數秒鐘的計算就可以求得墜落的軌跡及位置並且繪出軌跡圖，將可做為探空儀可能墜落地點之預警。

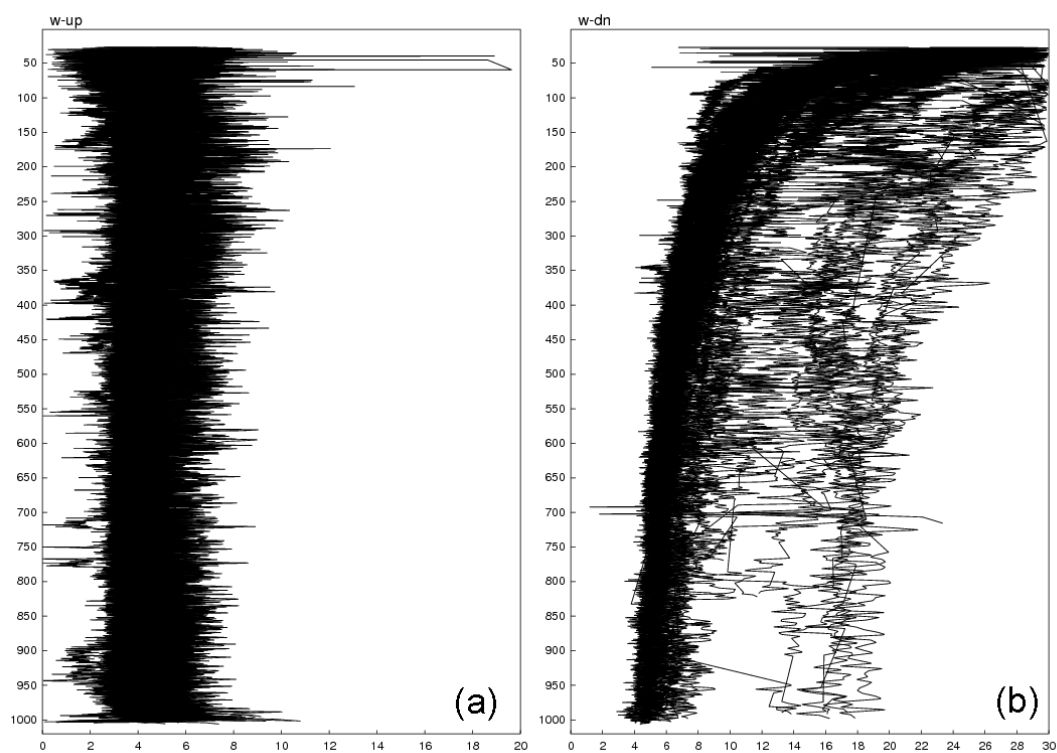


圖 1：全部 51 顆探空儀之(a)上升速度及(b)墜落速度

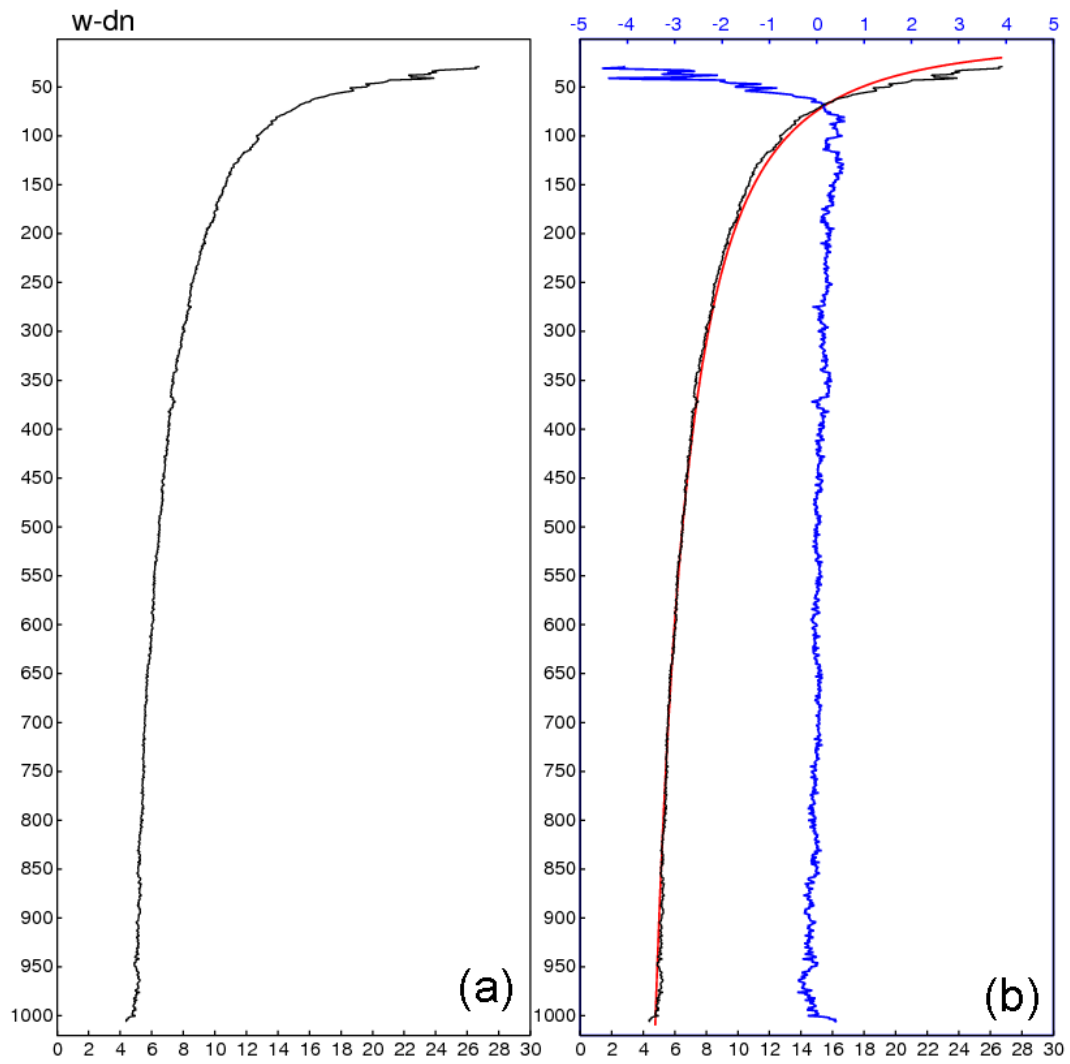
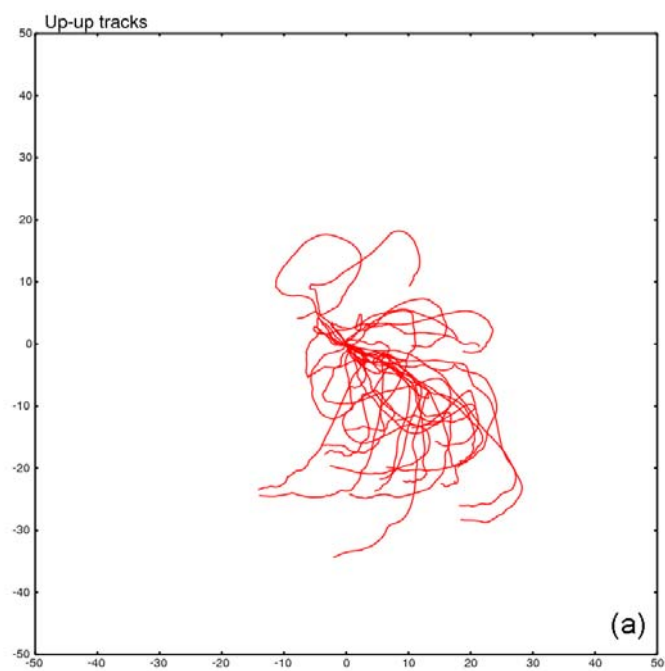


圖 2：平均墜落速度(黑色線)，曲線配套落速(紅色)，及差值(藍色線)。



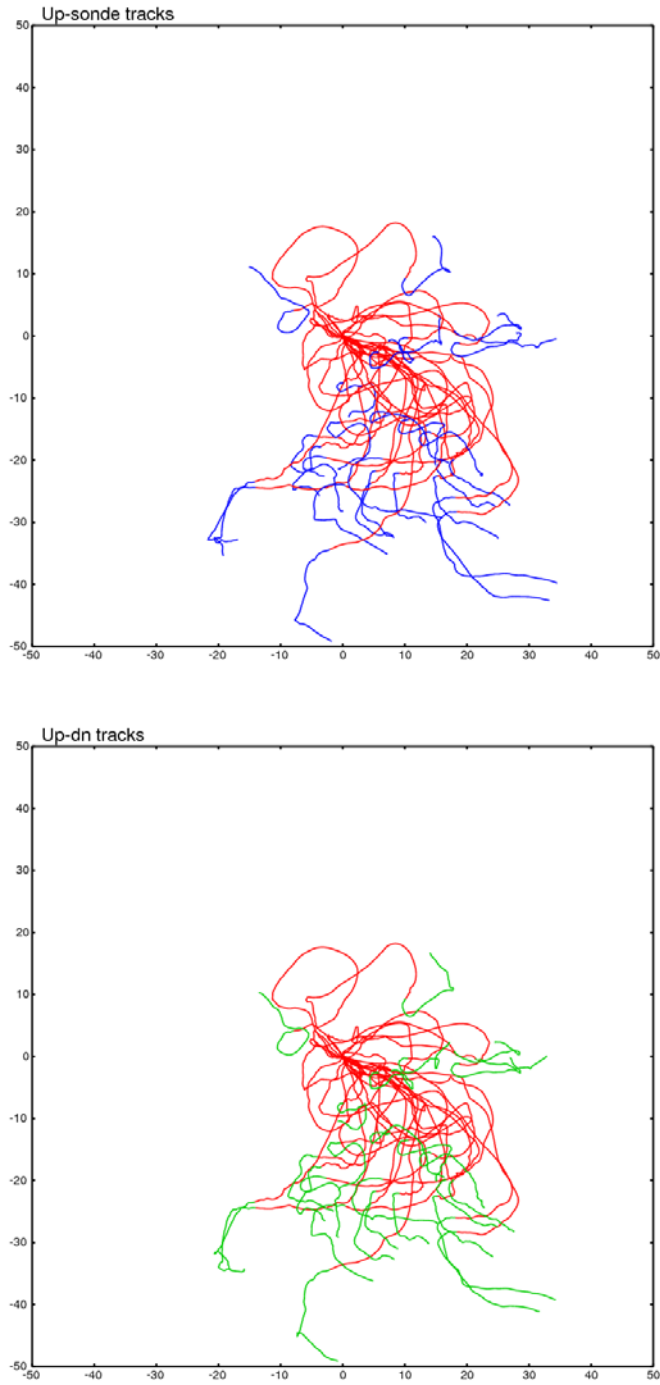


圖 3：紅色線為 28 顆探空儀開始上升到球破之水平飄移軌跡，藍色線為探空球破後實際墜落的軌跡，綠色線為利用氣球上升時所觀測到的水平風場，搭配曲線配套所得的終端速度預測氣球墜落的軌跡及位置。