

2014年春季清泉崗機場低能見度及低雲幕現象個案分析研究

張瑞昌¹ 林裕豐² 吳昱德³
空軍氣象中心¹ 空軍氣象中心² 空軍氣象中心²

摘 要

本研究利用美國國家環境預報中心重分析資料(NCEP Reanalysis 2)及空軍清泉崗機場之逐時地面氣象觀測資料，針對2014年4月26日清泉崗機場低能見度個案進行研析。在26日0730時，清泉崗機場地面觀測氣溫逐漸上升，露點溫度隨即出現升高之情況，顯示此時空氣中水氣含量已有增加之趨勢。26日1130時起清泉崗機場北風增強，帶來北方較冷空氣，造成當地1100時氣溫開始下降，能見度最低降至400公尺。因當地低雲量偏多且偏低，太陽對地面加熱不易，溫度無法上升，故直至當日1900時後，能見度才逐漸回升。

分析結果指出，於26日在受高壓迴流系統及華南雲帶水氣影響的系統過程中，其偏東向風場持續將暖濕空氣傳送至臺灣中部地區。當日1000時之後，近地面層的冷空氣自北向南傳送至臺灣中部地區，與原位於該區秉性暖濕之空氣進行混合，並冷卻凝結出水氣，進一步產生低雲幕之現象。同時，清泉崗的地形效應亦是構成能見度較低的因素之一。

關鍵字：清泉崗、低能見度、低雲幕

一、前言

霧是由肉眼看不見的小水滴所組成，聚集並懸浮在近地面的空氣中。因為它的數量很多，所以使的水平能見度大為縮減。霧也可以視為近地面的層雲，霧中的水滴直徑約自十分之一公厘到百分之一公厘。霧的分類根據其生成的過程及方式大致可分為輻射霧、平流霧、鋒面霧等。其中輻射霧：包括有地面霧、高逆溫霧、平流輻射霧、升坡霧和山谷霧。平流霧：包括有海霧、熱帶大氣霧、海陸風環流霧及蒸汽霧。鋒面霧：包括有鋒前霧、鋒後霧及與鋒面相伴隨之霧。

回顧過去與低能見度及低雲幕研究相關之參考文獻：劉（2008）指出，鋒面過境後，東北季風系統影響下之天氣型態往往會伴隨低雲幕及低能見度現象，對航行於低航路之飛行器將造成飛安上的顧慮。楊（2008）探討分析指出：臺灣西部沿海地理分布型態較為空曠，不易出現單純之輻射濃霧，通常造成低於起降標準之濃霧類型屬於平流霧，或平流輻射霧；此外，冬春之際在高壓迴流及鋒面接近影響之下，暖濕空氣經過相對較冷之下墊面，出現霧的機會特別高。戴（2010）探討分析指出：逆溫層的形成為當地低雲幕現象提供了有利的大氣穩定層結條件，將冷暖空氣的混合作用侷限於行星邊界層內。

2014年4月26日在0730時，清泉崗機場地面觀測氣溫逐漸上升，露點溫度隨即出現升高之情況，顯示此時空氣中水氣含量已有增加之趨勢。在1030時起清泉崗機場北風增

強，帶來北方較冷空氣，並於1100時造成當地氣溫開始下降，清泉崗機場能見度最低降至400公尺。因當地低雲量偏多且偏低，太陽對地面加熱不易，故直至當日晚上1900時後，能見度才逐漸回升。俞（1980）在統計觀點上分析清泉崗機場發生濃霧之時段指出，最容易發生濃霧之月份分布於11月至隔年之4月，且全日均有發生濃霧之機會，但以清晨6時至9時頻率最高，午後時段（12至15時）最少；因此本個案屬於較為少見之狀況。

本文將分別從綜觀環境闡述個案發生當時之系統，並透過物理特性分析與地理配置角度探討造成此現象的主要原因。

二、使用資料

本研究所使用之資料為2014年4月26日美國國家環境預報中心之重分析資料(National Centers for Environmental Prediction-Department of Energy Reanalysis 2 Data, NCEP-DOE R2)，每日計有0000UTC、0600UTC、1200UTC、1800UTC等四筆資料，各量場水平解析度為1°×1°，垂直方向共26層。地面氣象資料則採用清泉崗機場空軍第三基地天氣中心個案期間之逐時地面觀測資料，以作為個案分析及資料比對。

三、個案分析與討論

由地面綜觀天氣圖分析可知（如圖1至圖3）：2014年4月26日分裂高壓中心位於日本，其勢力向西南伸展至臺灣地

區，因等壓線分布呈現東西走向，偏東氣流將暖濕之空氣帶至臺灣地區；另外在26日06UTC因有冷空氣南下，與偏東風氣流在中部一形成風場輻合帶。觀察逐時紅外線衛星雲圖變化（圖4至圖6），顯示華南雲帶逐漸朝高緯度移動接近，在26日06UTC，有一明顯雲帶分布於中部地區；而在26日12UTC後，臺灣附近雲帶有逐漸消散趨勢。

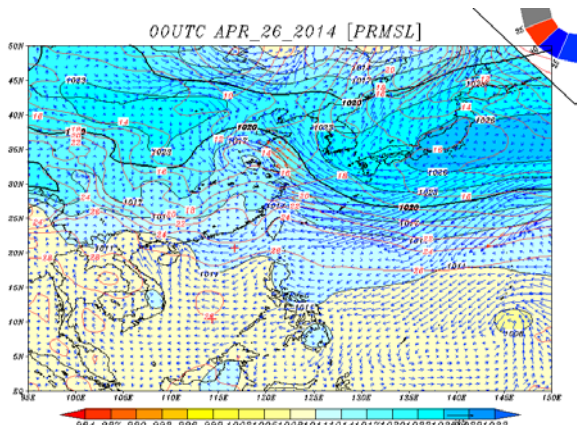


圖1 2014年4月26日00 UTC地面天氣分析圖。圖中實線為等壓線，色階表示氣壓值。

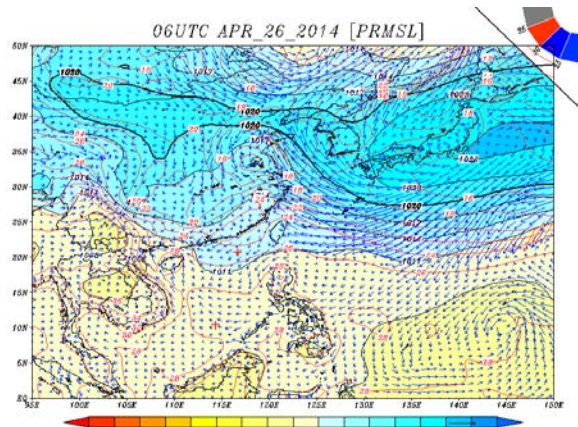


圖2 2014年4月26日06 UTC地面天氣分析圖。圖中實線為等壓線，色階表示氣壓值。

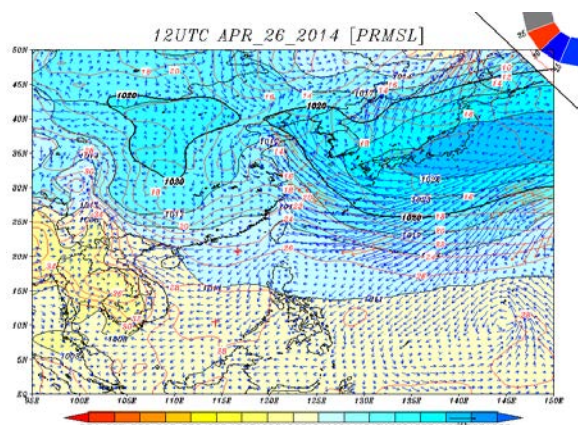


圖3 2014年4月26日12 UTC地面天氣分析圖。圖中實線為等壓線，色階表示氣壓值。

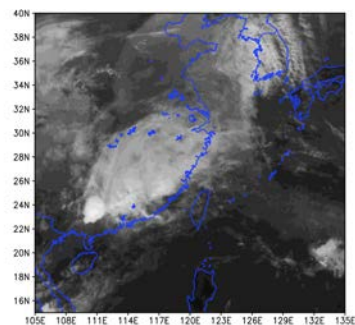


圖4 2014年4月26日00 UTC 紅外線雲圖。

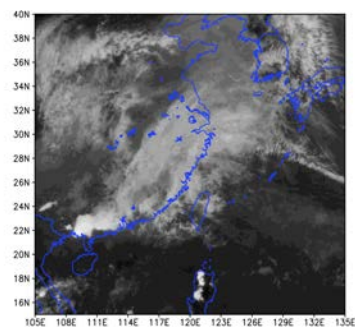


圖5 2014年4月26日06 UTC 紅外線雲圖。

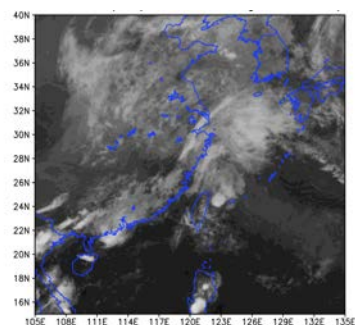


圖6 2014年4月26日12 UTC 紅外線雲圖。

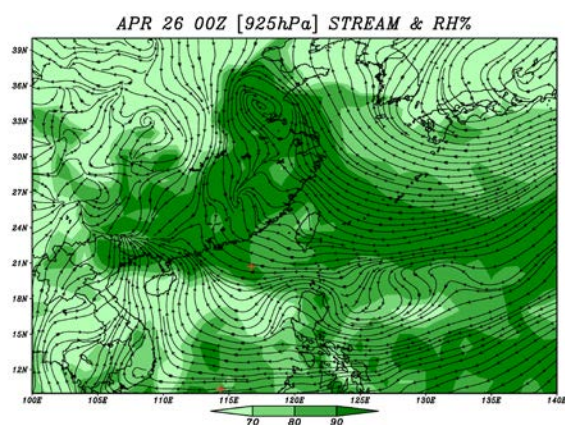


圖7 2014年4月26日00 UTC 925hPa分析圖。圖中實線為氣流線，色階表示相對溼度。

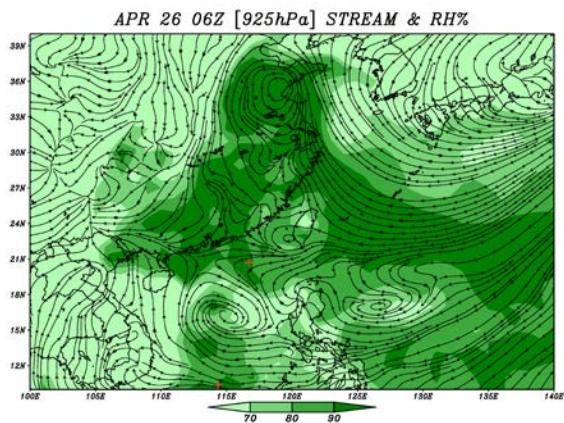


圖8 2014年4月26日06 UTC 925hPa分析圖。圖中實線為氣流線，色階表示相對溼度。

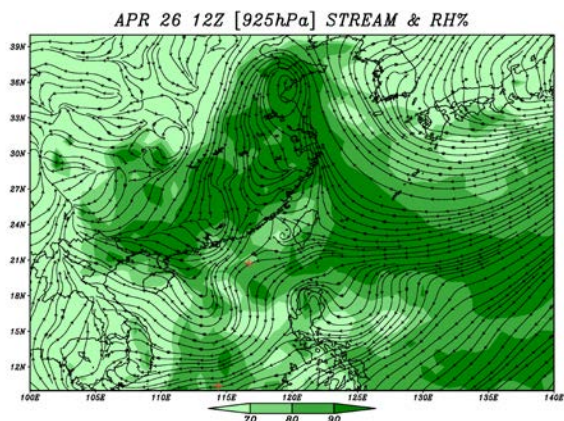


圖9 2014年4月26日12 UTC 925hPa分析圖。圖中實線為氣流線，色階表示相對溼度。

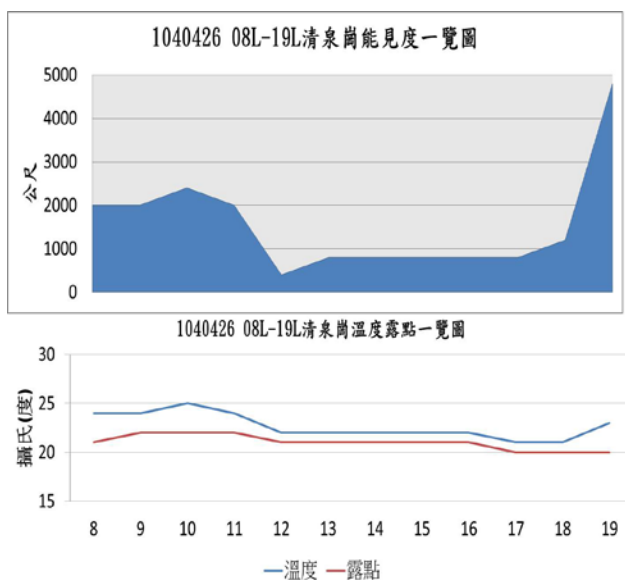


圖10 2014年4月26日清泉崗機場能見度、溫度及露點時間序列變化圖。

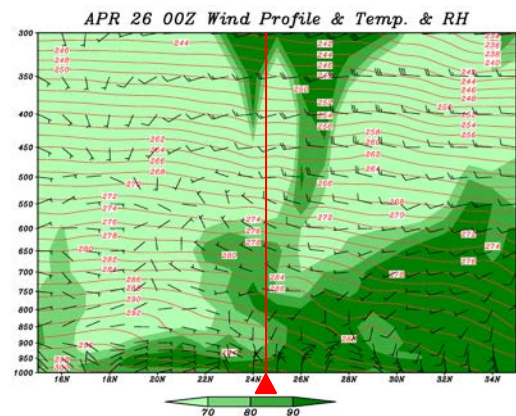


圖11 2014年4月26日00UTC風場、位溫及相對溼度垂直剖面圖。此圖為東經120.37度延線垂直剖面。色階表示相對溼度，紅色實線為位溫，紅色三角形為清泉崗機場所在位置。

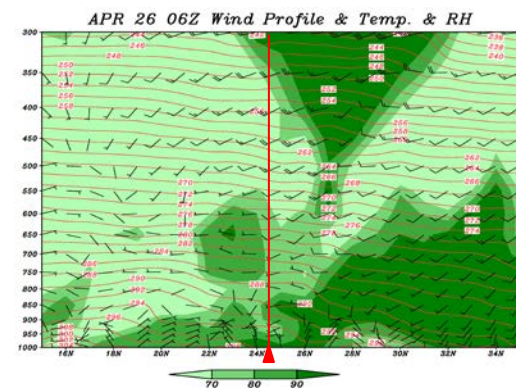


圖12 2014年4月26日06UTC風場、位溫及相對溼度垂直剖面圖。此圖為東經120.37度延線垂直剖面。色階表示相對溼度，紅色實線為位溫，紅色三角形為清泉崗機場所在位置。

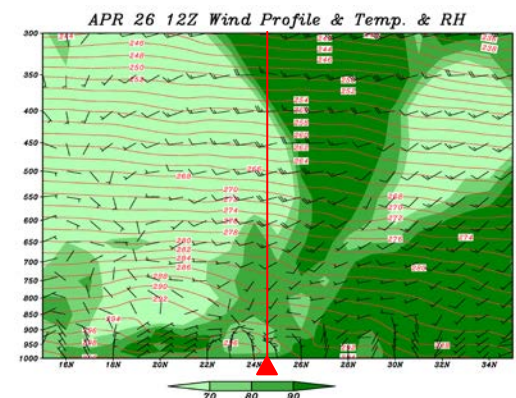


圖13 2014年4月26日12UTC風場、位溫及相對溼度垂直剖面圖。此圖為東經120.37度延線垂直剖面。色階表示相對溼度，紅色實線為位溫，紅色三角形為清泉崗機場所在位置。

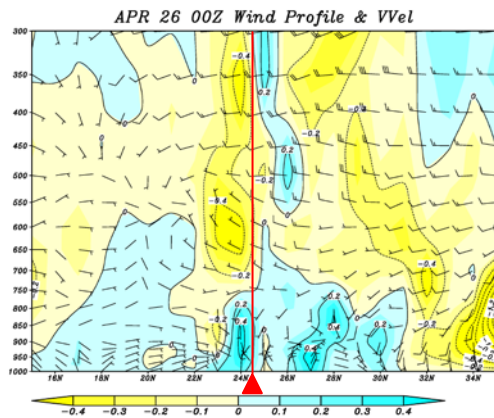


圖14 風場及垂直運動剖面圖，等直線為垂直運動分布（單位：pa/s）。下沉運動為正值，上升運動為負值。此圖為延東經120.37度延線垂直剖面，紅色三角形為清泉崗機場所在位置。

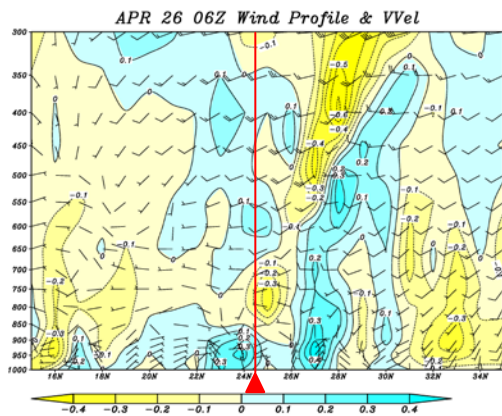


圖15 風場及垂直運動剖面圖，等直線為垂直運動分布（單位：pa/s）。下沉運動為正值，上升運動為負值。此圖為延東經120.37度延線垂直剖面，紅色三角形為清泉崗機場所在位置。

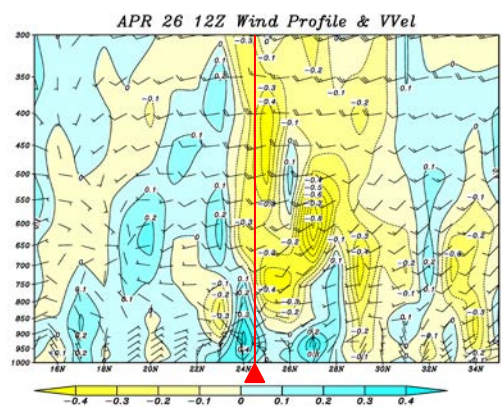


圖16 風場及垂直運動剖面圖，等直線為垂直運動分布（單位：pa/s）。下沉運動為正值，上升運動為負值。此圖為延東經120.37度延線垂直剖面，紅色三角形為清泉崗機場所在位置。

從925 hPa氣流線配置及相對溼度分佈時序變化（如圖7至圖9），26日臺灣地區在副熱帶東風氣流影響之下，暖濕空氣持續向西傳送；26日06UTC偏東風氣流因地形產生繞流，在中南部外海生成一局部反氣旋式環流，將海面暖濕空氣帶至中南部區域，造成高相對溼度區涵蓋臺灣中南部一帶。

分析清泉崗機場地面氣象觀測之能見度、溫度及露點各項要素之逐時變化特徵發現（如圖10），26日0800時，清泉崗機場地面觀測氣溫逐漸上升。配合風向風速研析：26日1000時起，清泉崗機場風向逐漸轉為偏北至西北風，溫度隨即出現降低之情況，且風速持續增強，最強達到9海里，此舉同時帶來北方較冷空氣及低雲幕之現象，並於1200時造成當地氣溫開始顯著下降，能見度亦隨之大幅下滑降至400公尺。觀測資料表明當地低雲雲量偏多，故太陽對地面加熱不易，機場直至1900時天空狀況轉好後能見度才開始回升。

分析位溫、風場及相對溼度垂直剖面時序圖（如圖11至圖13），自26日00UTC起，清泉崗機場北面及其以南於900 hPa空層以下均為北向風場，相對溼度超過90%之高值區分布於機場附近；另一方面，等位溫線於機場北面亦形成一冷鼻，說明該區熱力垂直結構呈現逆溫型態，屬於穩定大氣型態。配合垂直運動垂直剖面分析（如圖14至圖16），發現26日清泉崗機場900 hPa以下空層為下沉運動分布；由此可知，無論由熱力或動力機制來分析本個案環境特性，均可論證當時為高度穩定之大氣層結條件。

四、結論

綜合以上所述，造成本次清泉崗機場於午後出現低能見度可歸納如下：（一）在高壓迴流系統影響的過程中，其前緣的偏東向風場使臺灣中部充斥暖濕空氣；（二）近地面層等壓線轉為為東西向配置，加上冷空氣自北向南傳送，造成暖濕空氣冷卻凝結，產生低雲幕及能見度降低現象；（三）逆溫層的形成為霧形成了有利的生成條件，將水氣凝結之過程侷限在邊界層範圍內；（四）清泉崗機場位處大度山台地地形，低雲移入後因地形舉升效應，凝結出更大量之水氣，造成當地能見度明顯低於飛行標準。

五、參考文獻

- 俞家忠，1980：“臺灣地區濃霧之初步研究”，氣象預報與分析，第82期，1-20。
- 梁愛民等，2008：“北京地區平流霧數值模擬分析”，海峽兩岸航空氣象與飛行安全研討會論文集，57-64。
- 楊志文，2008：“淺談農曆春節（一、二月）桃園機場大霧成因”，飛航天氣，第9期，4-11。

劉昭民，2008：“惡劣天氣與直昇機飛行安全—以九十六年四月三日陸軍直升失事事件為例”，第10期，3-7。

Clarke, D. A., 1995: “Characterizing the causes of low ceiling and visibility at U.S. airports” , Preprints of the 6th Conference on Aviation Weather Systems, American Meteorological Society, 325-330.

戴世忠，2010：“2009年冬季泉崗機場低能見度個案探討”，中央氣象局天氣分析與預報暨第五屆國際海洋大氣研討會論文集，483-487。