

用戶對航空氣象警報警覺的重要性 – 颱風尤特(0104)的啟示

李聯安 伍滿照
香港天文台

摘要

2001 年颱風尤特對香港的影響，不單是需要發出八號烈風或暴風信號，它更在登陸後四十多小時才消散，打破了多年的紀錄。7 月 6 日當尤特開始遠離香港時，它的外圍雨帶及與之關連的烈風在傍晚時份為香港國際機場帶來強烈風切變。香港天文台須在下午及黃昏時多次發出“微下擊暴流預警”。在風切變影響機場期間，有二十多班航機須要復飛，其中一班客機更急降至離海面三、四十呎。本文將探討當時風切變的情況，並討論正確理解氣象警報的重要性。

The Importance of User Awareness to Aviation Weather Warnings -- Findings from Typhoon Utor (0104)

L.O. Li and M.C. Ng
Hong Kong Observatory

Abstract

Not only did it necessitate the issuance of No. 8 Gale or Storm signal in Hong Kong, Typhoon UTOR in 2001 further broke the record by lasting more than 40 hours after making landfall in Guangdong. Even as it started departing from Hong Kong on 6 July 2001, Utor wreaked havoc with its intense outer rainband and associated gale force winds, bringing severe windshear to the Hong Kong International Airport in the evening. Microburst warnings were issued many times in the evening and at night. At the height of the event, over 20 aircraft missed the approach and had to go around. One aircraft made a narrow escape after sinking to 30 – 40 ft above the sea level. This paper discusses the windshear conditions at the time and the importance of user awareness to aviation weather warnings.

用戶對航空氣象警報警覺的重要性 – 颱風尤特(0104)的啟示

李聯安 伍滿照
香港天文台

1. 引言

香港國際機場位於地形複雜的大嶼山北面約五公里。大嶼山有一列大致成東北-西南走向的山脈，各主要山峰高度為 700 至 950 公尺，而峽谷則低至 350 到 450 公尺（圖一）。當強低空急流由南面吹過大嶼山的山脈時，高速氣流會在山峽形成，另外由於山峰阻擋，在山峰下游形成低速氣流，因而引起風切變（圖二）[1]。

香港天文台在香港國際機場的風切變及湍流警報系統，提供機場跑道兩端入口 3 海里範圍內可能出現的風切變和湍流的預警。這套系統將多普勒雷達所偵測的風切變，以及基於多個風速表偵測而運算出的風切變和湍流資料，自動綜合成為風切變和湍流預警。

預警的資料包括風切變影響的跑道、風切變的級別（即“微下擊暴流預警”或“風切變預警”）、風切變的強度及位置。警報範本為

	跑道	警報級別	強度	位置
例如	跑道 25	微下擊暴流	減 30 海里/小時	3 海里

由於預警是經由航空交通管制員傳送給飛機師，為求簡潔，沿用了美國機場多普勒雷達所採用的預警方法，即“首次相遇位置、最大強度”的警報方法。如果有多個風切變區影響警報範圍（即跑道兩端入口 3 海里範圍內），預警只會提及最強風切變區的風速差及在警報區內飛機首次遇上風切變的位置[2]。

2. 颱風尤特風場的特點

尤特在 7 月 6 日早上於汕尾附近登陸後轉向偏西方向移動（圖三），並在早上 10 時左右在香港天文台以北約 80 公里掠過，部份地區之風力增強至烈風程度。隨後尤特繼續移入廣東內陸及逐漸減弱，本港風力在中午左右有所緩和。雖然尤特進一步移入內陸及遠離香港，但一道與其相關連的外圍雨帶，在接近黃昏時再度為本港帶來狂風暴雨。

7月6日00UTC及12UTC(即香港時間上午及下午8時)之850hPa實況流場加等風速線(圖四)分析指出尤特在接近廣東沿岸時,其外圍環流與西伸副熱帶高壓的相互作用下產生一個明顯的輻合區[3],這輻合區內的強低空急流影響香港附近地區。安裝在深水埗的風廓線儀亦探測到一個原本在4公里高的烈風區中午後開始逐漸向下伸展,並在黃昏時影響地面(圖五),這股達烈風程度的偏南風吹過大嶼山,穿過山谷所產生的高速氣流與山脈下游較低速的氣流相間影響著機場上空,因而出現強烈低空風切變。

在風切變影響機場期間,香港天文台須在下午及黃昏時多次發出“微下擊暴流預警”,期間有二十多班航機因風切變而須要復飛,而其中一班客機在遇上風切變後急降至離海面只三、四十呎。

3. 客機降落時的情況

該客機於在下午6時24分首次嘗試由東向西降落機場北跑道,當時機場下著大雨,位於大欖涌的機場多普勒天氣雷達探測到由山脈所引致的強烈低空風切變。從機場多普勒天氣雷達下午6時24分圖像(圖六)中可以清楚見到高速氣流橫過機場東面的升降航道,在北跑道上高速和低速氣流的風速差達到35海里/小時。根據這些資料,香港天文台風切變及湍流警報系統預先發出了“微下擊暴流預警”。飛機在離開海面180呎左右遇上風切變,飛機上的風切變系統也感應出風切變,發出警報,飛機師於是立即復飛,這時飛機降至離海面約100呎[4]。

該客機約在20分後再次嘗試降落,當時由於北跑道上因風暴帶來的雜物未及清除,該客機改用南跑道由東向西降落[4]。由於南跑道離開大嶼山的山脈要比北跑道還近,因此受到山脈引致的風切變要比北跑道強。如機場多普勒天氣雷達下午6時37分圖像(圖七)中顯示,南跑道的東面升降航道上高速和低速氣流的風速差便達到30海里/小時,比北跑道的20海里/小時為強。根據機場多普勒天氣雷達的資料,風切變及湍流警報系統發出“微下擊暴流預警”,警告在最後進場的3海里內,有強達30海里/小時的強烈風切變。

在下午6時43分,風切變及湍流警報系統發出了“微下擊暴流預警”、強度為減30海里/小時、位置3海里。由於飛機上的雷達顯視沒有強雨雲,加上該機到達最後進場的3海里時,並沒有遇上切變,機師因而相信已經飛越高危地區[4],繼續降落。但當飛機下降至150

呎時，卻遇上強烈風切變，飛機向下偏離預定航道，急降至只有 30-40 呎，幸好在最後關頭，機師將飛機抽頭而起，立即復飛。

在這個案中，如果能加強用戶對預警的以下兩點認識，相信風切變及湍流警報系統所發出的預警可以更能發揮其效用：

- (甲) “微下擊暴流預警”的意義 -- “微下擊暴流預警”只是一個風切變的級別，代表風速減少達 30 海里/小時或以上。警報生效時，並不一定代表風切變是由微下擊暴流產生。就像這個案，有強烈氣流從南面橫過大嶼山，同時出現降雨，預警系統亦會發出“微下擊暴流預警”的。所以即使沒有強對流，並不代表強烈風切變的危險經已過去。當“微下擊暴流預警”生效時，航機應盡量避免在受影響的跑道升降。
- (乙) 警報位置的意義 -- 風切變預警和湍流預警是根據“首次相遇位置、最大強度”的準則發出的。由於同一時間可能有多個風切變區，因此警報位置上的風切變可能不是最惡劣的情況，在穿越警報位置後應繼續保持戒備。

4. 個案的啟示及總結

從以上的個案可以看，除了提高探測風切變的技術之外，如果要警報能發揮應有的效用，用戶要對警報充份認識也是十分重要的。Wong and Yan[5]的研究亦有類似的發現，在接受訪問的 320 個市民中，差不多全部受訪者都聲稱他們懂得香港天文台所發的警報，但只有百分之三十左右的受訪者表示他們會因應天文台所發的警報而作出適當的預防措施。這都顯示天文台要在其警報服務，透過教育、宣傳、簡報和相向溝通等渠道，增強用戶和公眾對服務的了解，提高他們對惡劣天氣警報的警覺性。

為了提高飛行員對風切變及湍流預警的警覺性，香港天文台與國際航空公司飛行員協會合編了一本供飛行員參考的小冊子[2]，詳細解釋在香港國際機場和附近範圍出現風切變和湍流的原因，並指出飛行員須注意的一些重要事項。

此外，基於近月採集到用戶（包括國際航空公司飛行員協會及航空交通管制員）對警報方法的意見，香港天文台會將“首次相遇位置、最大強度”預警方法簡化。由於用戶主要關注的是風切變的級別及風速差，航空交通管制員將不把警報的位置上傳給機師。這計劃將在

2003年2月開始作試驗運行六個月。

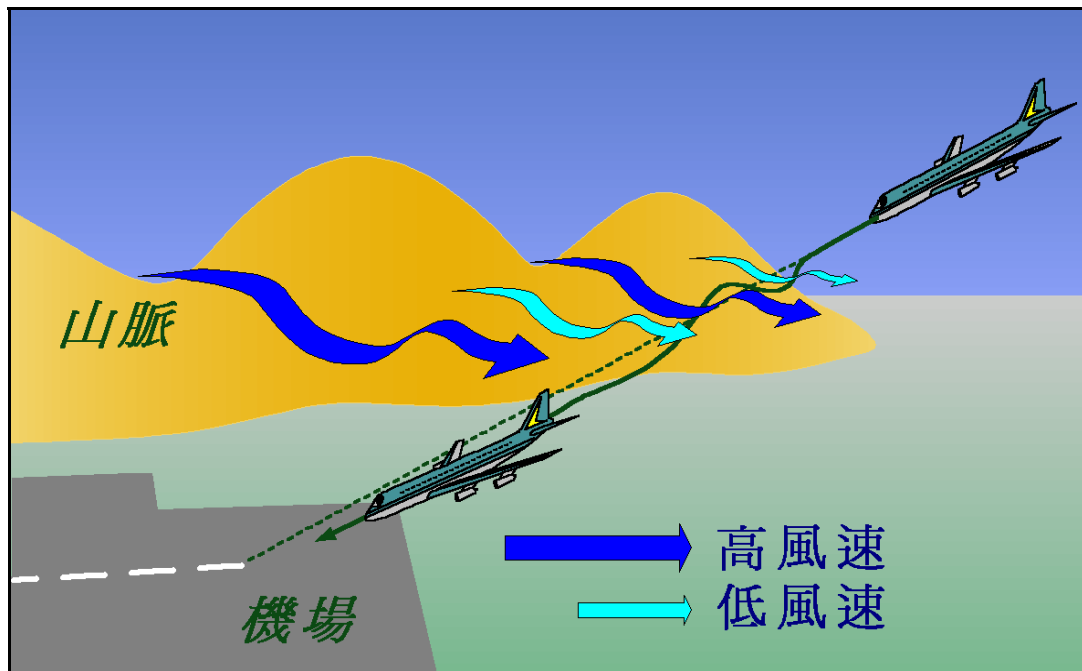
過去香港天文台的工作重點，放在提高預報和警報的準確性。近十多年來，由於信息科技的迅速發展，天文台已抓緊這個機遇，增強氣象資料的發佈，讓市民可以從不同的途徑，迅速地收到天文台所發報的氣象資料。然而本文的個案顯示這並未足夠。要讓警報真的發揮作用，用戶對警報的瞭解及警覺性是非常重要的。透過宣傳、教育等提高用戶對惡劣天氣警報的瞭解及警覺性，將是我們未來工作重點之一。

參考文獻

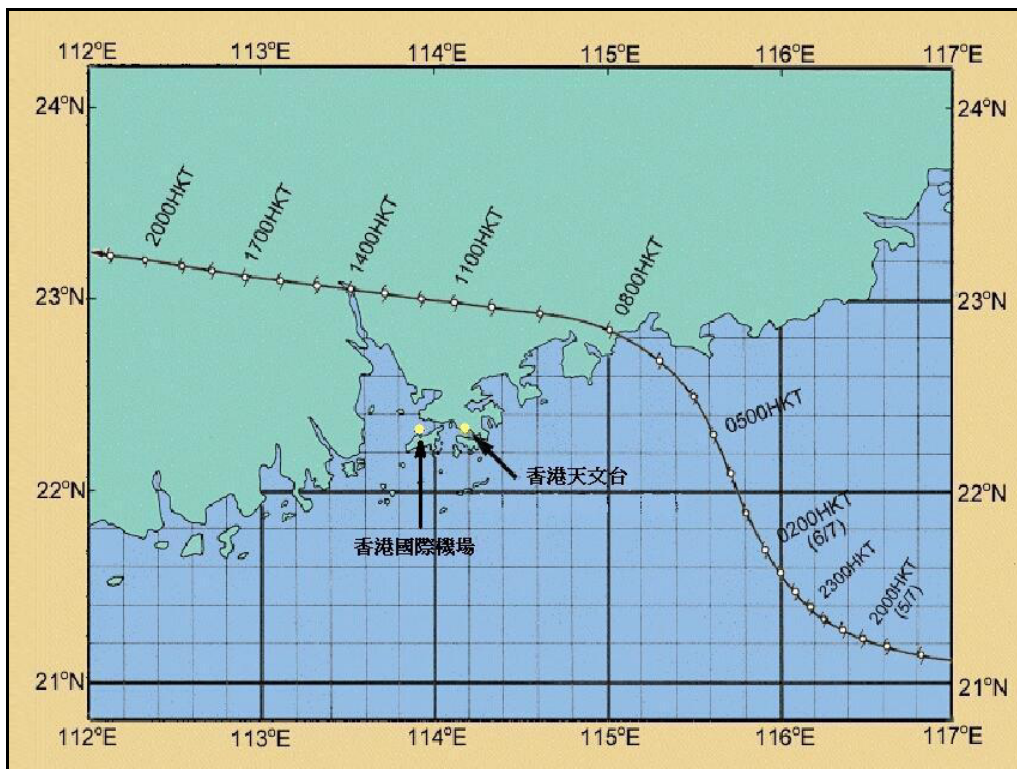
- [1] 胡仲偉、李淑明，2001，「由地形引致的風切變 - 颱風約克的啟示」，第十五屆粵港澳重要天氣研討會，中國，香港，2001年2月14-16日。
- [2] 香港天文台、國際航空公司飛行員協會，2002，「在香港出現的風切變及湍流 - 供飛行員參考的資料」。
- [3] 李子祥、李中和、黃美成，2002，「颱風尤特 (0104) 的天氣回顧」，第十六屆粵港澳氣象科技研討會，中國，廣州，2002年1月30-31日。
- [4] 2002: “Microburst encounter”, *Kai Talk, Flight Safety Journal, Cathay Pacific Issue 1, 2002*:4-10.
- [5] Wong T.F. and Y.Y. Yan, 2002: “Perceptions of severe weather warnings in Hong Kong”, *Meteorological Applications* **7**:377-382.



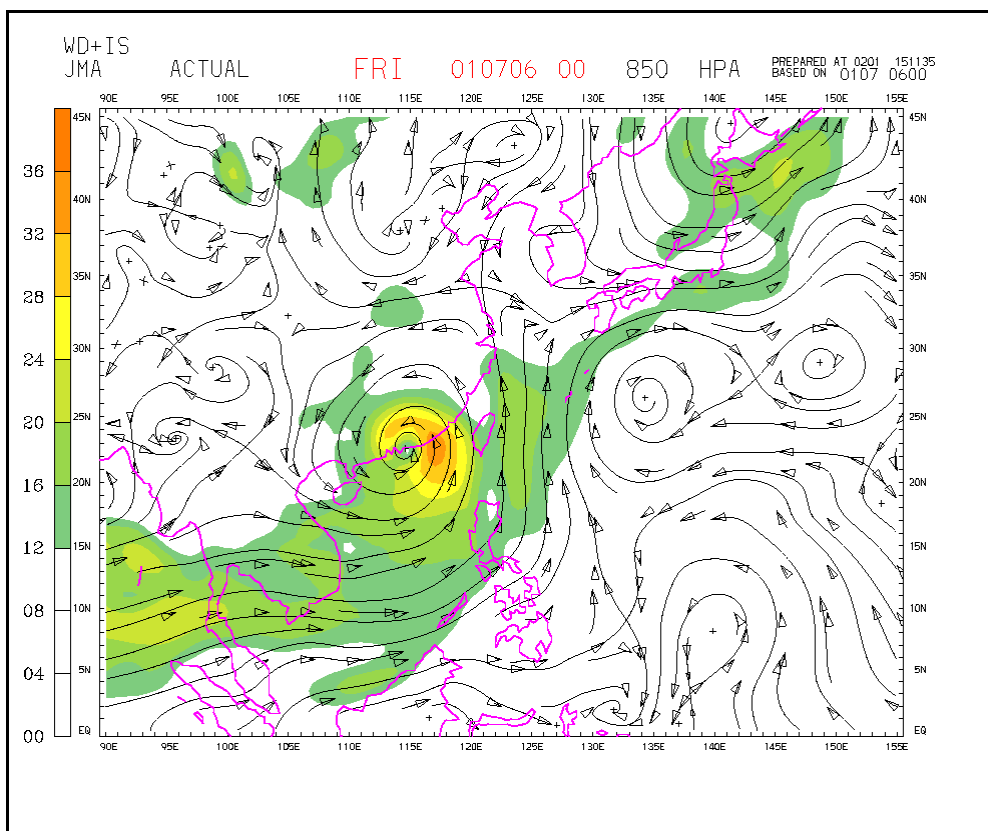
圖一 香港國際機場與相鄰的大嶼山



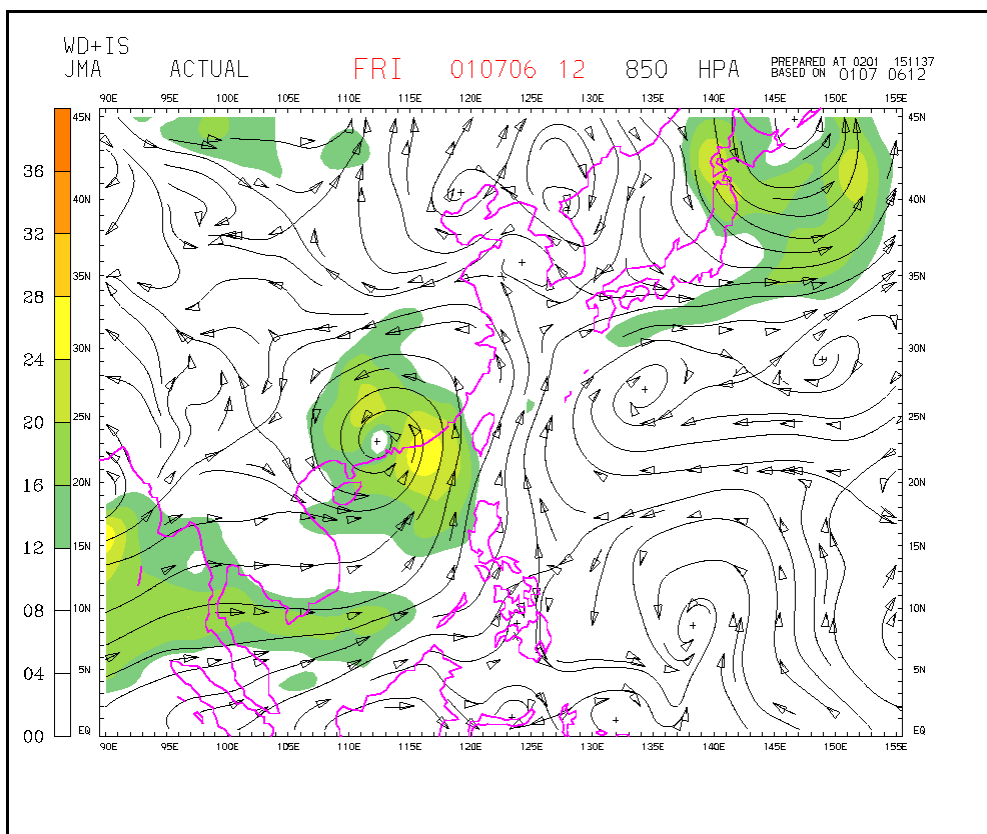
圖二 強低空急流受地形的阻擋，在山脊和山谷下風的地方出現不同風速氣流，形成風切變，影響正在於升降的飛機。



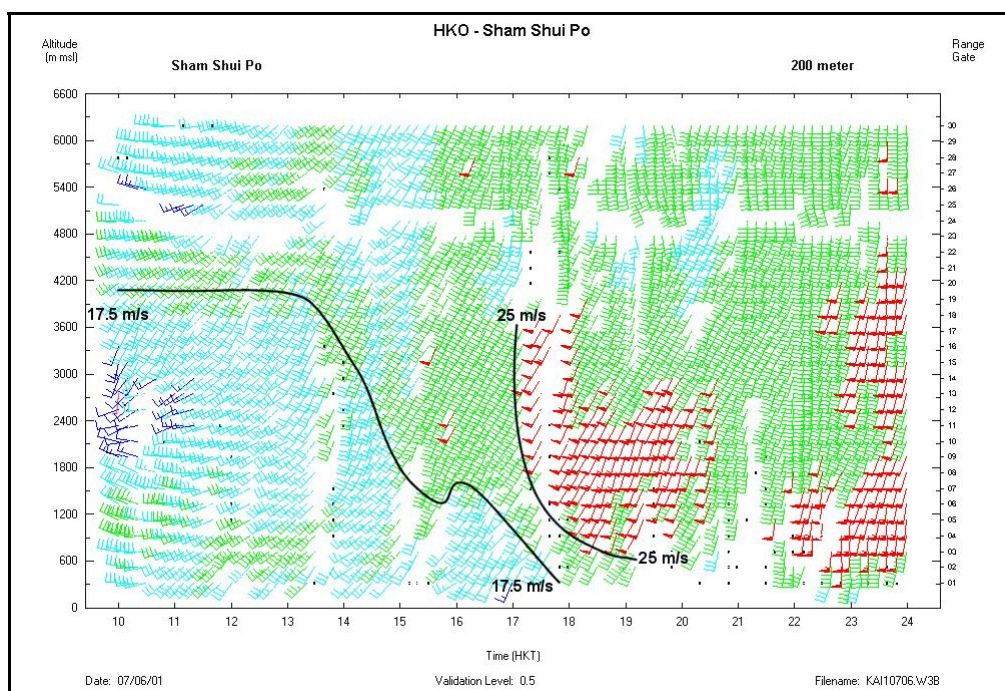
圖三 颱風尤特之路徑圖



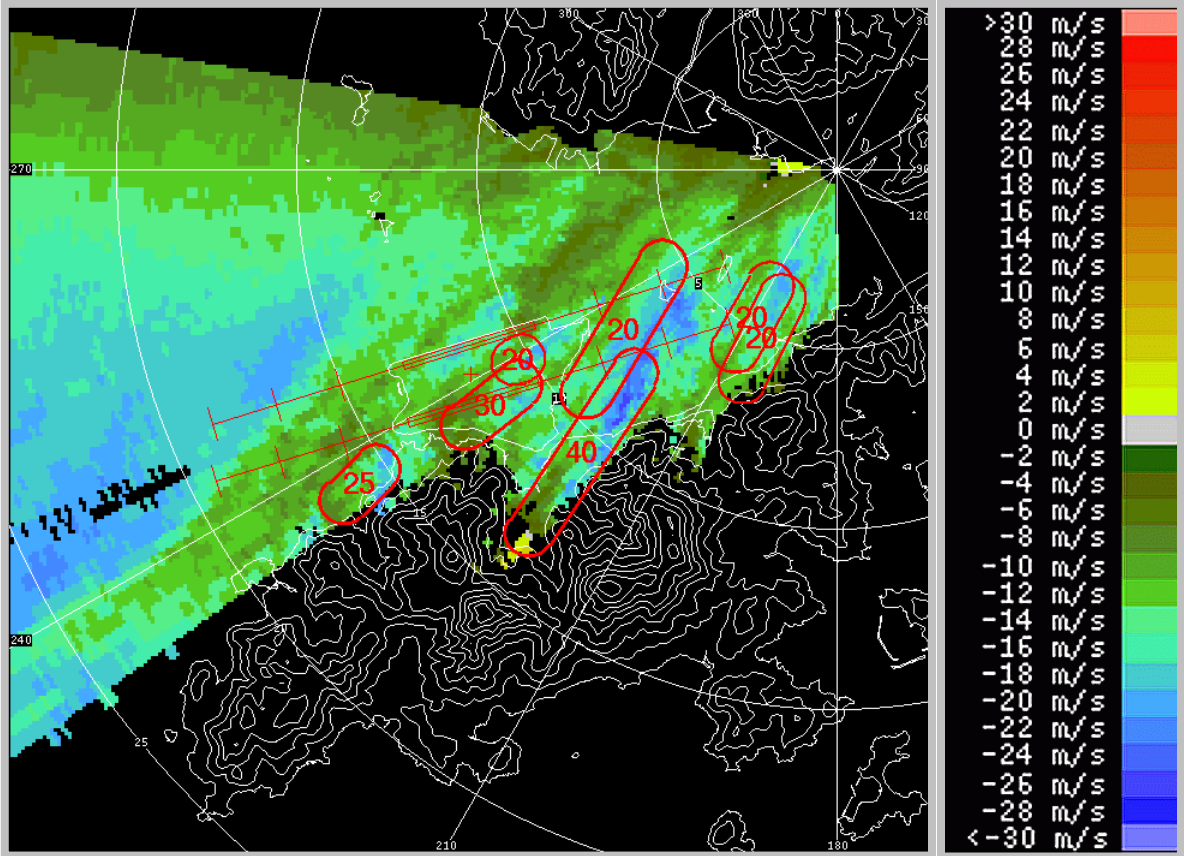
圖四(a) 2001年7月6日00UTC之850hPa流場加等速線實況分析



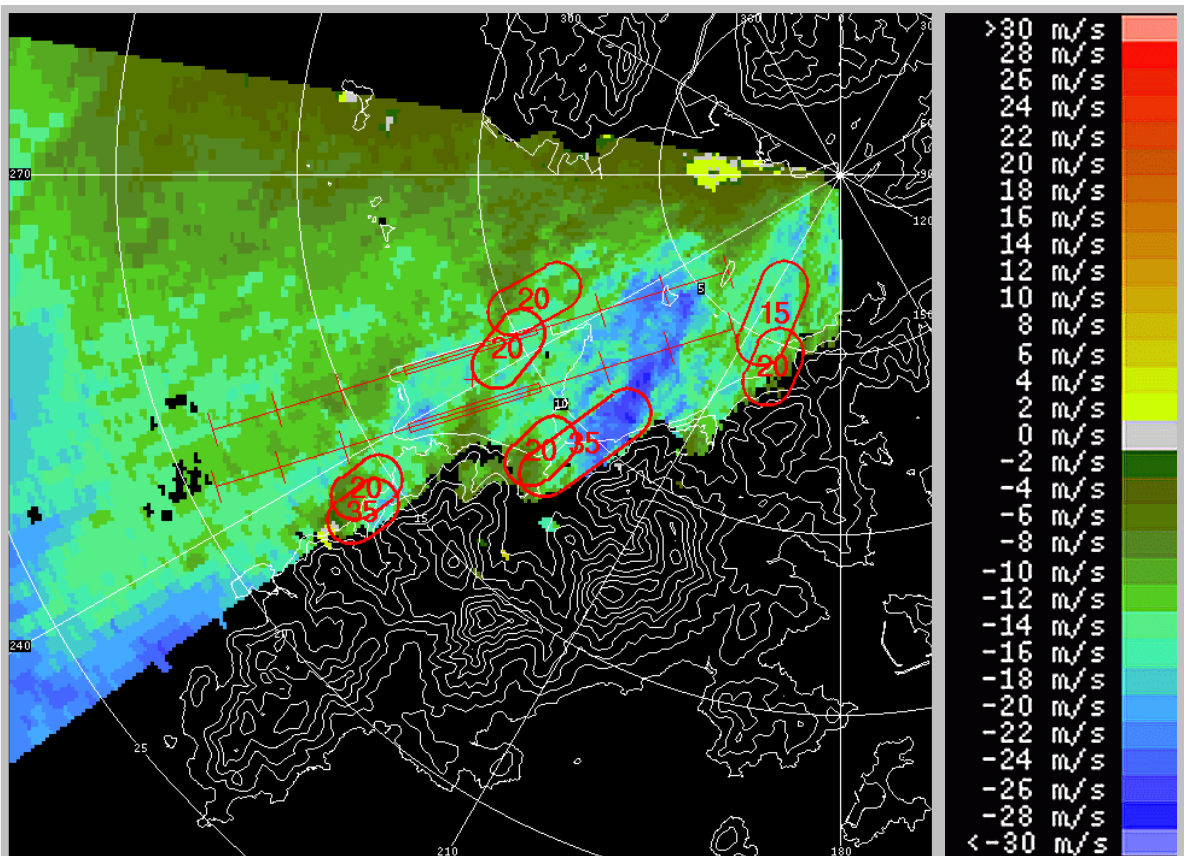
圖四(b) 2001年7月6日12UTC之850hPa流場加等速線實況分析



圖五 2001年7月6日的深水 風廓線儀探空資料 (由上午10時至午夜)



圖六 機場多普勒天氣雷達下午6時24分風場圖像



圖七 機場多普勒天氣雷達下午6時37分風場圖像