

香港秋季的地域性強對流活動

謝淑媚 林麗泗蓮
香港天文台

摘要

2006年10月14至15日期間，華南沿岸對流層中部受反氣旋支配，地面氣壓梯度疏鬆。當日香港普遍天晴，但亦有幾陣由海陸風引致的短暫驟雨。10月16日清晨，強對流活動令香港部分地區下大驟雨，大嶼山更錄得超過100毫米雨量。本文利用自動氣象站、雷達、探空資料及風廓線儀的數據，探討這場強對流活動的成因。結果顯示，帶有擾動的東南風與剛抵達的東風匯聚，加上在925百帕至約700百帕的偏北氣流中的波動，局部地區性大驟雨便於潮濕及不穩定的大氣中形成。研究中亦將此個案與過去發生於香港秋季的其他強對流活動個案作比較。

An Intense and Localized Convective Activity over Hong Kong in Autumn

S.M. Tse and Hilda Lam
Hong Kong Observatory

Abstract

On 14-15 Oct 2006, under an anticyclone in mid troposphere and generally slack pressure gradient at the surface, winds were light and the weather was generally fine apart from brief showers brought by the land sea breeze front. In the small hours on 16 Oct, an intense convective activity brought heavy showers over parts of the territory. More than 100mm of rain was recorded on the Lantau Island. In this study, data from automatic weather stations, radar, radiosonde and wind profilers are used to investigate the cause of this intense convective activity. The results show that confluence of the perturbed southeasterlies and the arrival of the easterlies at the surface, triggered the development of the localized heavy showers in a very moist and unstable atmosphere, aided also by waves in the northerly flow at 925 hPa to around 700 hPa. The study also compares this intense convective activity with other cases which happened in autumn in the past over Hong Kong.

香港秋季的地域性強對流活動

謝淑媚 林廊泗蓮

香港天文台

1. 引言

香港秋季常受著大陸性氣流影響，天氣乾燥，但偶爾會在晚間出現地域性的大驟雨。這種現象一般出現在微弱東北季候風的日子。這些日子，地面大多吹東風或北風，但是氣壓梯度疏鬆，風勢微弱，850至700百帕的風向卻帶著北分量。在日間，天氣大致良好，但是熱雷暴也偶會出現。到了晚間，對流活動可以迅速發展，或從廣東內陸南移到香港境內，為局部地區帶來驟雨。由於驟雨通常有很强的地域性，全球模式和區域模式仍未能對此作出準確的預報。

為了解上述秋季大驟雨的成因，香港天文台過去對不同個案作出研究。結果顯示疏鬆的氣壓梯度和海陸環流是引致秋季晚上大雨的重要因素（陳和馬，1996）。在日間，海風把濕暖的海洋氣流帶進廣東內陸及沿岸地區，令該區的空氣變得不穩定。地面受熱後促成的熱雷暴，不穩定氣流如在傍晚仍未消散，雨區有時候會在晚間隨著陸風南移到沿岸地區。陳和馬（1996）的研究更指出如當時有一股微弱季候風補充，可有助抬升濕暖的空氣，有利對流發展。另一方面，陸風也可以進一步加強微弱的北風補充與背景風東風的輻合。除此以外，東風波擾動、中層西風槽（陳和馬，1996）、東風急流、中層反氣旋的減弱（陳和符，1998）和附近對流系統的下沉氣流(Fu & Chan, 1998)等也是激發對流活動的有利條件。

在2006年的10月14至15日，華南沿岸對流層中部受反氣旋支配，地面氣壓梯度疏鬆。在15日晚間至16日清晨，香港部分地區有大驟雨。大嶼山錄得超過100毫米雨量，但是在新界北部只有微量的雨量（圖1）。本文會利用探空，自動氣象站、雷達和風廓線儀的資料來解釋該地域性強對流活動的成因，也會檢視全球和區域模式的結果。最後，我們也會把這次活動跟以往的幾場秋季大雨作比較。

2. 天氣形勢分析

在2006年10月14日，一道微弱高壓脊覆蓋著中國東南沿岸地區（圖2）。當日陽光充沛，內陸氣溫在下午普遍超過31度，引發零散熱雷暴及驟雨在廣東內陸產生（圖3a）。受海風影響，廣東沿岸地區普遍吹偏南風，形成一輻合帶在北緯24度附近（圖3b）。到了傍晚，陸風主導，廣東內陸轉吹偏北風，輻合帶較為明顯及稍為南移，雷達顯示輻合帶附近的雨區在晚間變得比日間較有組織（圖4a和4b）。15日凌晨，雨區和輻合帶南移至珠江口附近（圖5a和5b）。

在15日早上8時，廣東地區主要吹微北風（圖6）。由於前一天有強烈海風進入內陸，低空的潮濕空氣在15日形成低雲，日照比14日的較少，所以海風較弱，海陸風輻合區相對14日的較接近香港，位於北緯23至24度左右。雷達顯示在那天下午有一個強雷雨區位於香港西北部至深圳附近（圖7a和7b）。雖然該雨區維持了不到兩個小時，但在下午2時至3時為香港西北部帶來超過20毫米雨量。

在15日晚間，海陸風輻合帶的位置跟14日的大致相同。不過，在15日晚上8時的地面氣壓圖顯示有一道高壓脊在中國東南沿岸地區建立（圖8），並逐漸向西擴展。海洋、內陸和與季候風補充相關的三團氣團在廣東內陸匯合（圖9a和9b）。在16日凌晨2時的廣東自動氣象站資料及雷達圖像顯示，海陸風主要輻合帶和相關雨區約在北緯24度附近（圖10a和10b）。在2時到3時的一個小時內，廣東內陸部分地區錄得約40毫米雨量。另一方面，在香港附近的沿岸地區出現東南風與東風匯聚，有利濕暖空氣的抬升，加強對流活動，為香港部分地區帶來大驟雨。該場大驟雨的過程會在下一節再作討論。

在16日早上8時，一道高壓脊在16日從中國東南沿岸地區往西伸延至海南島（圖11）。地面露點也顯示較為乾燥的空氣在16日清晨在沿岸地區往南伸展（圖12a及12b）。廣東自動氣象站顯示東風在沿岸地區建立，並逐步增強（圖13）。氣壓時間序列亦顯示香港的地面氣壓在15日晚間上升，表示東北季候風補充的到達。雨區在早上7時左右從東邊慢慢消散。

3. 香港的局部地區性大驟雨

在15日晚上8時香港的溫熵圖顯示低層空氣潮濕，900百帕的空氣接近飽和，大氣極不穩定，K指數達到38。在晚上10時左右，香港主要受到帶有擾動的東南風所影響，對流活動從西貢一帶開始發展（圖14a和15a）。雖然雨區的面積不大，但是沙田及西貢在10時至11時的一個小時內分別錄得10和16毫米雨量（圖16a）。隨後的東風從香港東面逐漸往西擴展。雨區受東風的帶動逐漸往西移，在16日凌晨1時，東風和西部的東南風在大嶼山一帶滙合。由於大嶼山的較高地勢有助氣流的抬升，對流活動在該區增強（圖14b, 15b, 16b）。大嶼山的地勢亦阻擋輻合區及對流活動的移動，引致雨區在凌晨3時停留在大嶼山附近。而另一波對流活動也從香港東部開始發展，並在凌晨2時往西移至將軍澳（圖14c, 15c, 16c）。第二波的對流活動持續往西移（圖14d, 15d, 16d），並於早上5時與徘徊在大嶼山的第一波對流活動合併，並且進一步增強。早上5時的對流活動集中在大嶼山，在一個小時內為該區帶來超過20毫米的雨量（圖14e, 15e, 16e）。東風在16日早上擴展至整個香港地區，大氣漸趨穩定，雨勢亦逐漸減弱（圖14f, 15f）。

4. 高空分析

14日的探空資料顯示香港的地面在日間吹微弱偏南風，但在晚間轉吹偏北風（圖17），海陸風效應存在。在15日下午2時，受著海風的影響，香港從地面至800百帕的上空主要吹偏南風。海風比14日的較厚，高至800百帕，所以海風所帶來的水氣也較多。到了晚上8時，800至750百帕風場的北分量增加。同時，高空風顯示在15日晚間至16日早上的一段時間裡，有一擾動在香港上空經過。而深水埗的風廓線儀顯示在16日凌晨2時左右，2000至3000米的高空從東北風變成東南風，亦顯示有一波動經過（圖18）。在早上6時後，大約500米至1500米的東風在雨後建立並增強，確認東風的建立。

5. 預報模式表現

日本全球模式在10月15日00 UTC的預報顯示15日晚間的地面氣壓梯度微弱，而在北緯25度左右有一微弱低壓槽。一道高壓脊會在晚間在沿岸地區建立。這跟實況大致吻合。925和850百帕的沿岸地區也受著潮濕的反氣旋流場所影響。雖然在700百帕有一個以海南島為中心的反氣旋，但是廣東沿岸地區在700百帕還是潮濕。模式預報在15日12 UTC 到16日00 UTC 的十二個小時內在 香港和附近地區會有1毫米雨

量。由於在香港15日晚間的強對流活動有很強的地域性，日本全球模式只預報到背景形勢，但受到解析度的限制，並未能準確預報降雨量。另一方面，香港天文台20公里分辨率的業務區域光譜模式(Operational Regional Spectral Model)在10月15日12 UTC 的結果也不能有效預報15日晚間的大雨。

6. 個案比較

香港在過去的秋季也有一些強對流活動，主要是受海陸風匯聚，再加上不穩定的大氣和高空擾動所產生，而微弱的東北季風補充也協助空氣的抬升，引至局部地區有大驟雨。但當東北季候風建立後，卻有助穩定大氣，令對流活動減弱。香港天文台在過去曾對幾個類似個案作分析。本文把此個案與其他個案作比較。

本案例跟1996年9月3日和2002年9月21日晚間的個案相似，也是在海陸風環流影響下加上東北季候風的補充所形成。不同之處是在1996及2002年的案例，海陸風匯聚出現在香港，而季候風補充所帶來的是北風。在1996年9月3日晚間的大雨是日間大雨的後續。在日間，海陸風匯聚引發對流活動。在晚間，北風的補充把雨區往南推，同時抬升濕暖的空氣，令雨區擴大(陳和馬，1996)。在2002年9月21日晚間，九龍東部跟西貢的雨量超過100毫米，大雨是加上中層(850百帕)的東風波擾動所造成。

7. 結論

在秋季，受著微弱的東北季候風影響，背景風微弱，海陸風的效應顯著。沿岸地區在日間吹偏南風，把濕暖空氣帶到廣東內陸地區與背景風匯合。輻合區會跟隨海風的建立往內陸推進。所以日間的雷雨通常都在內陸發展。在晚間，海風消退，陸風主導，輻合區會跟著陸風往南移動。

本文所探討的案例顯示2006年10月15日晚間的一場地域性強對流活動是在微弱的東北季候風之下，日間海風環流令大氣濕暖而不穩定，在晚間從東面而來的東北季候風與濕暖的東南氣流輻合，再加上925至700百帕的擾動而發展起來。同時，地形也有助空氣的抬升，增

強對流活動，也阻擋輻合區的移動，令香港大嶼山的雨量比其他地方顯著。

本文的案例分析結果與過去幾個個案相似。秋天晚上微弱季候風下的大雨，是海陸風環流和潮濕不穩定天氣為基本因素。但是，大雨的發展通常也有其他因素配合，如季候風補充、高空急流、中層擾動或是地形抬升等。

參考文獻

- [1] 陳栢緯，馬偉民（1996）。初秋時分香港的強對流天氣。「第十一次粵港澳重要天氣研討會」論文集，77-111頁。
- [2] 陳栢緯，符致祥（1998）。秋季東北季候風影響下香港的大雨。「第十二屆粵港澳重要天氣研討會」論文集，164-201頁。
- [3] C.C. Fu and C.C. Chan (1998). A localised heavy rain event in Hong Kong. *Weather*, 53, 259-262.

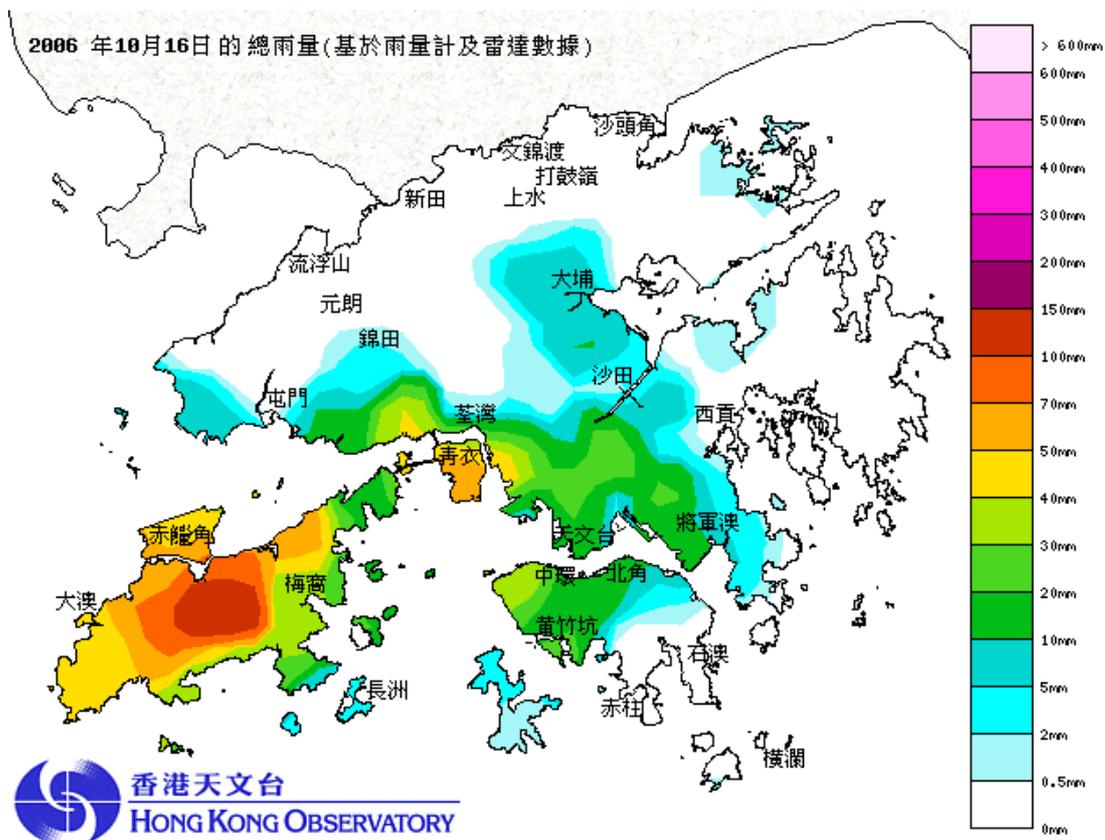


圖 1. 香港在 2006 年 10 月 16 日的二十四小時雨量分佈圖。

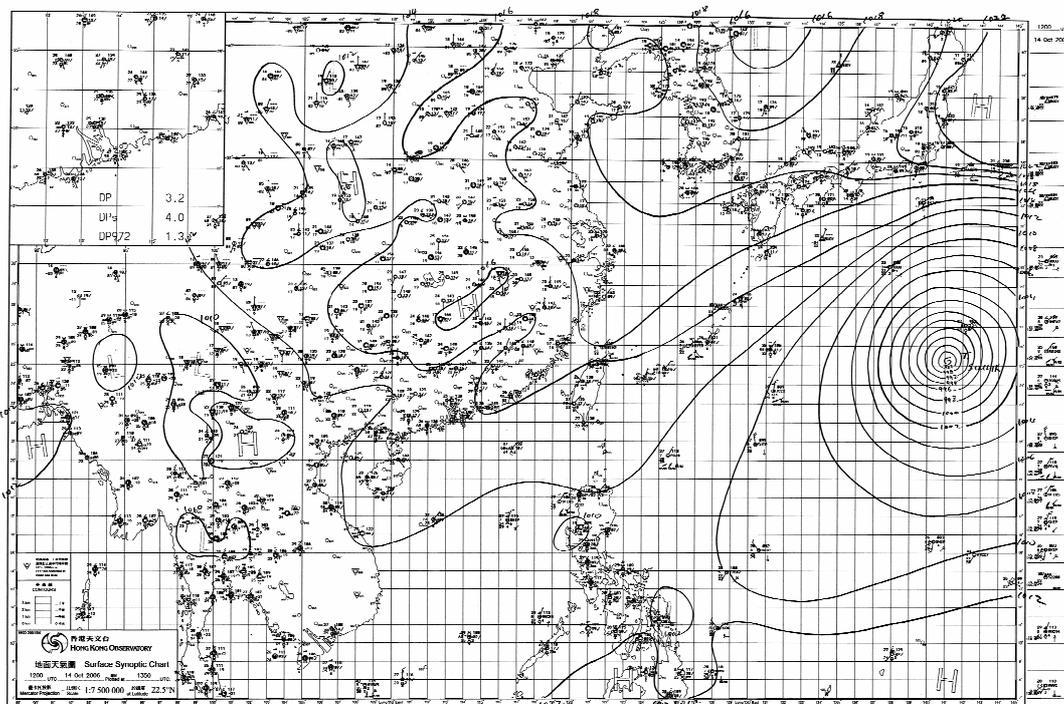


圖 2. 2006 年 10 月 14 日 12 UTC 的地面氣壓圖。

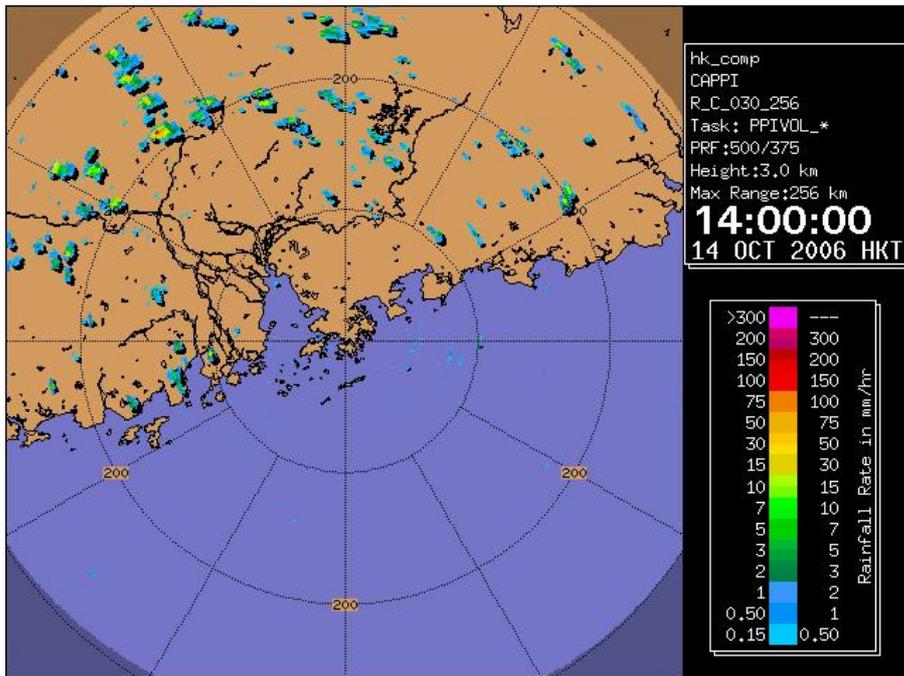


圖 3a. 2006 年 10 月 14 日下午 2 時 256 公里的雷達回波。

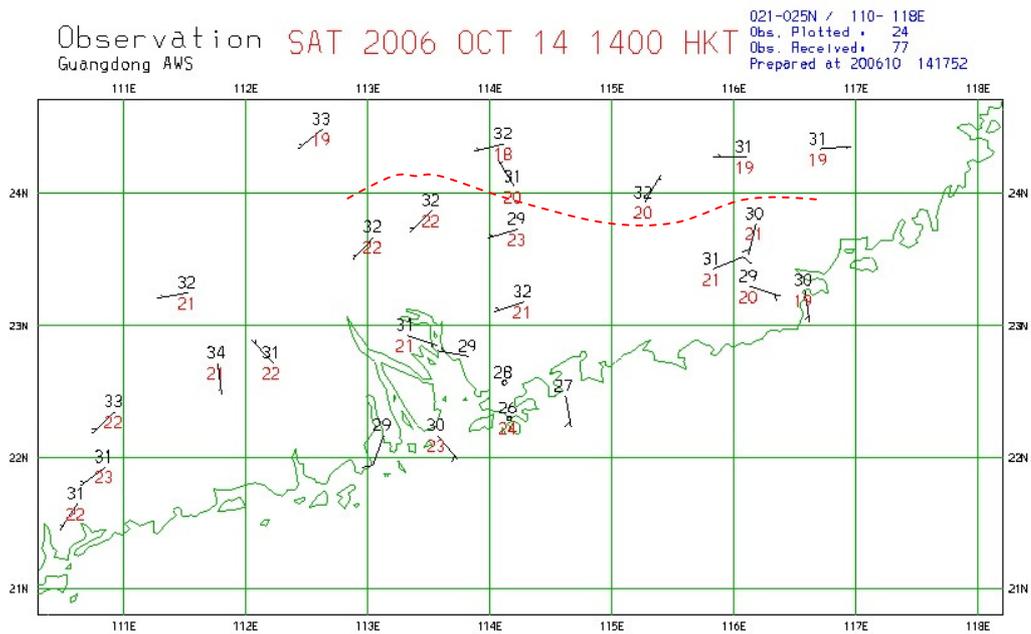


圖 3b. 2006 年 10 月 14 日下午 2 時的廣東自動氣象站觀察。紅線為輻合帶所在。

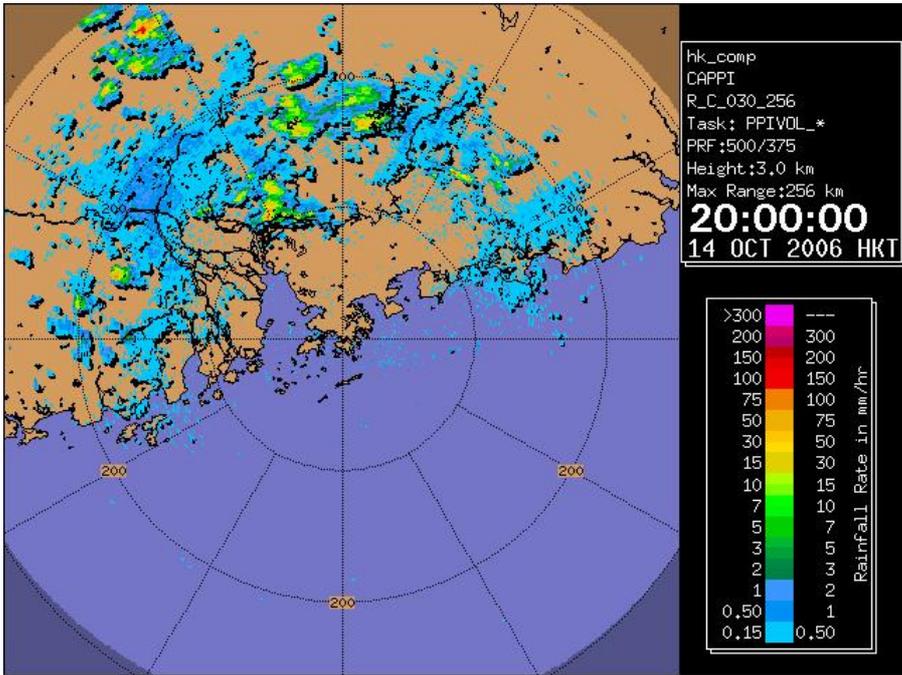


圖 4a. 2006 年 10 月 14 日晚上 8 時 256 公里的雷達回波。

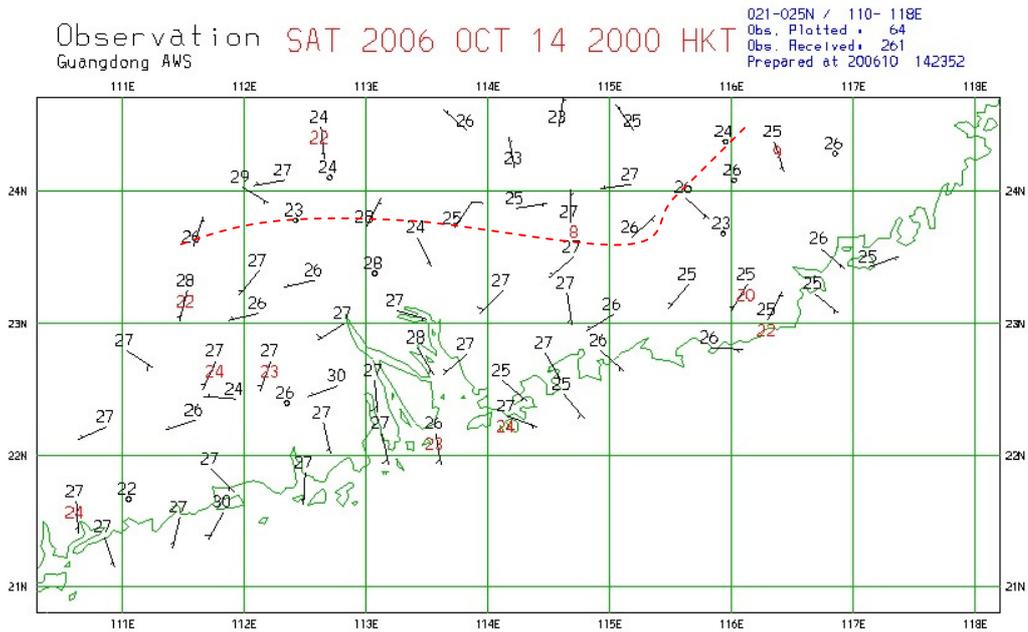


圖 4b. 2006 年 10 月 14 日晚上 8 時的廣東自動氣象站觀察。紅線為輻合帶所在。

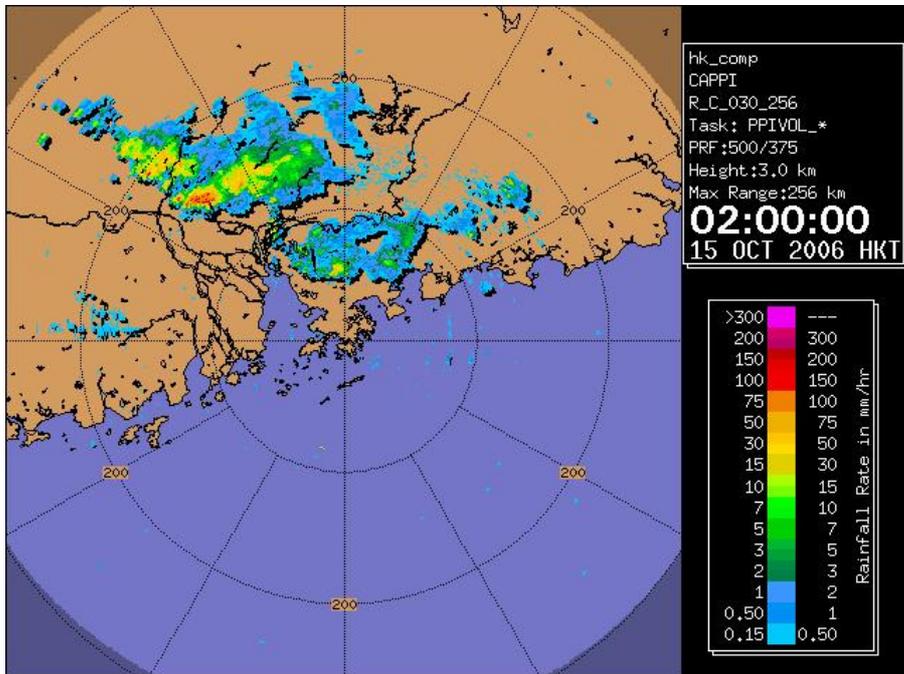


圖 5a. 2006 年 10 月 15 日凌晨 2 時 256 公里的雷達回波。

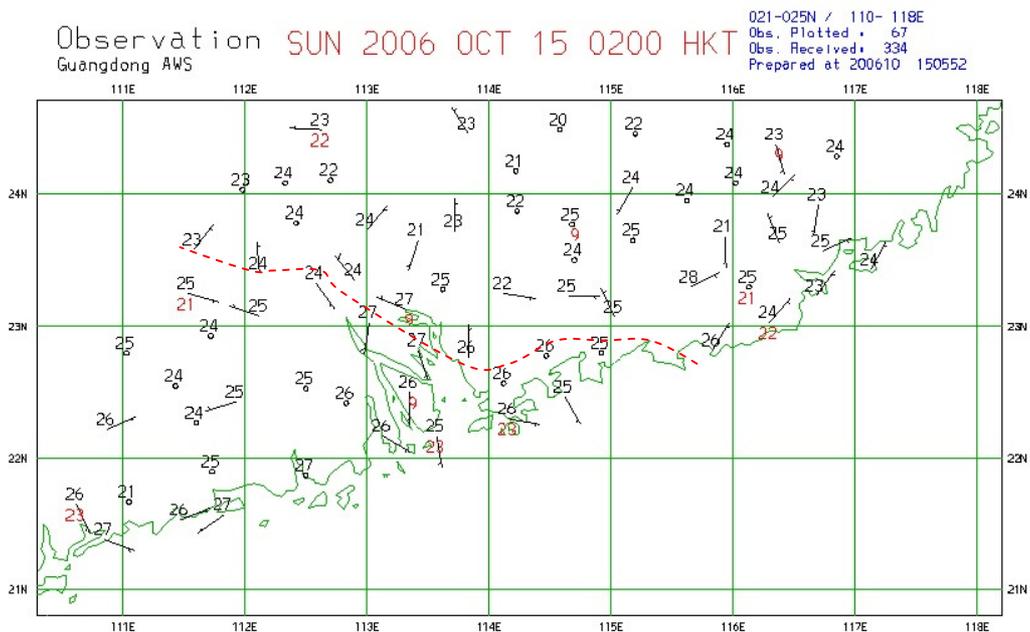


圖 5b. 2006 年 10 月 15 日凌晨 2 時的廣東自動氣象站觀察。紅線為輻合帶所在。

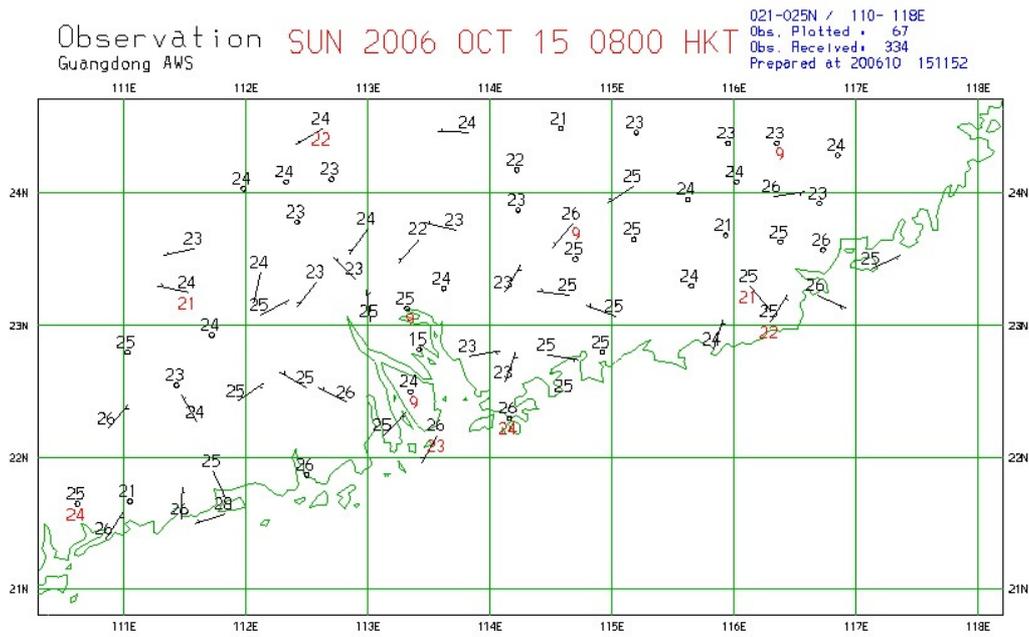


圖 6. 2006 年 10 月 15 日早上 8 時的廣東自動氣象站觀察。

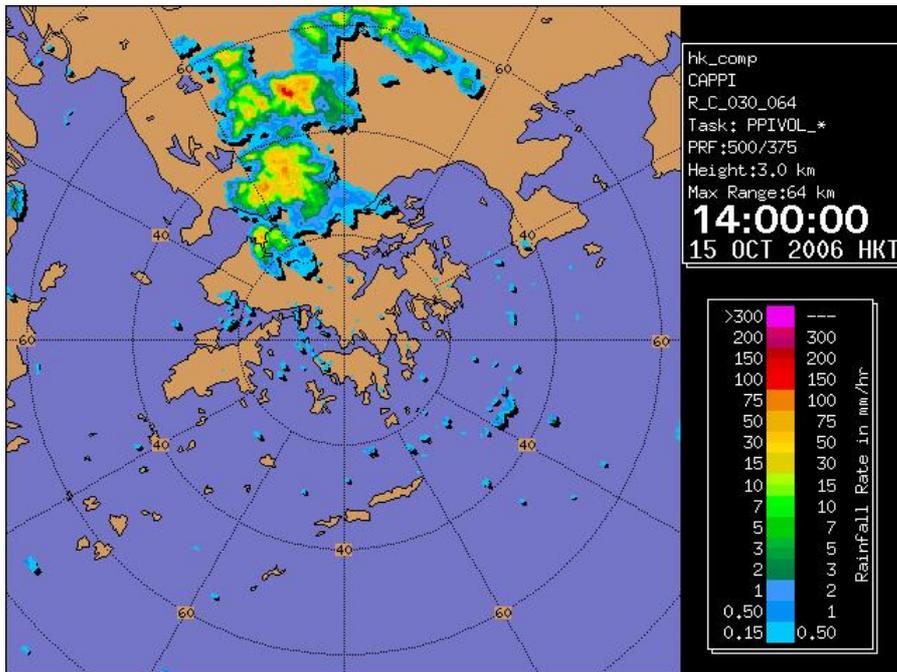


圖 7a. 2006 年 10 月 15 日下午 2 時的 64 公里雷達回波。

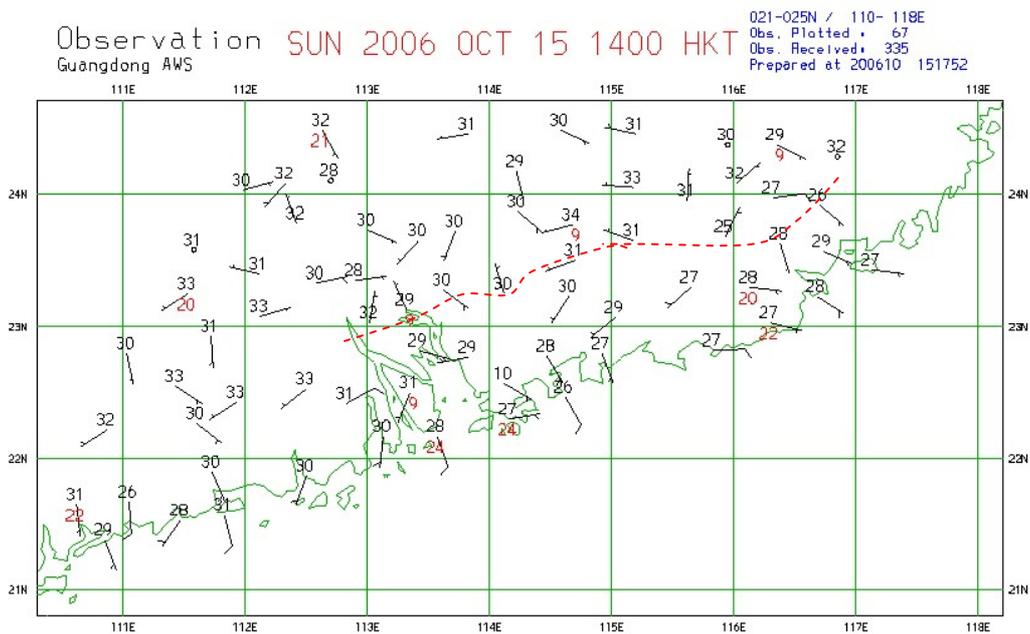


圖 7b. 2006 年 10 月 15 日下午 2 時的廣東自動氣象站觀察。紅線為輻合帶所在。

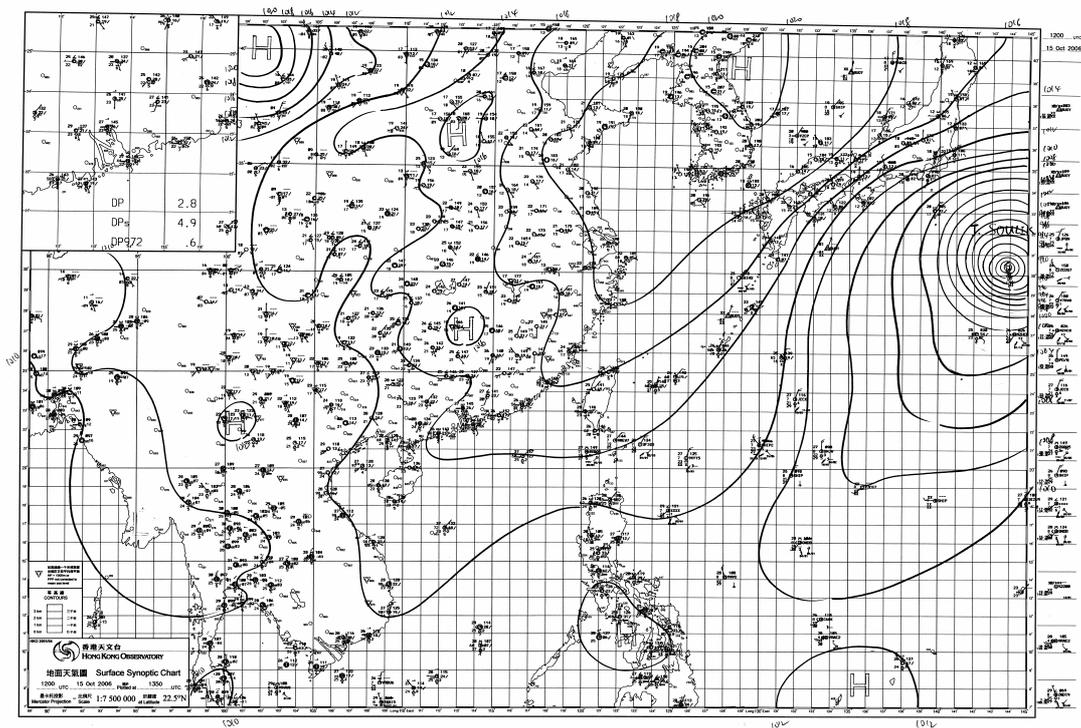


圖 8. 2006 年 10 月 15 日 12 UTC 的地面氣壓圖。

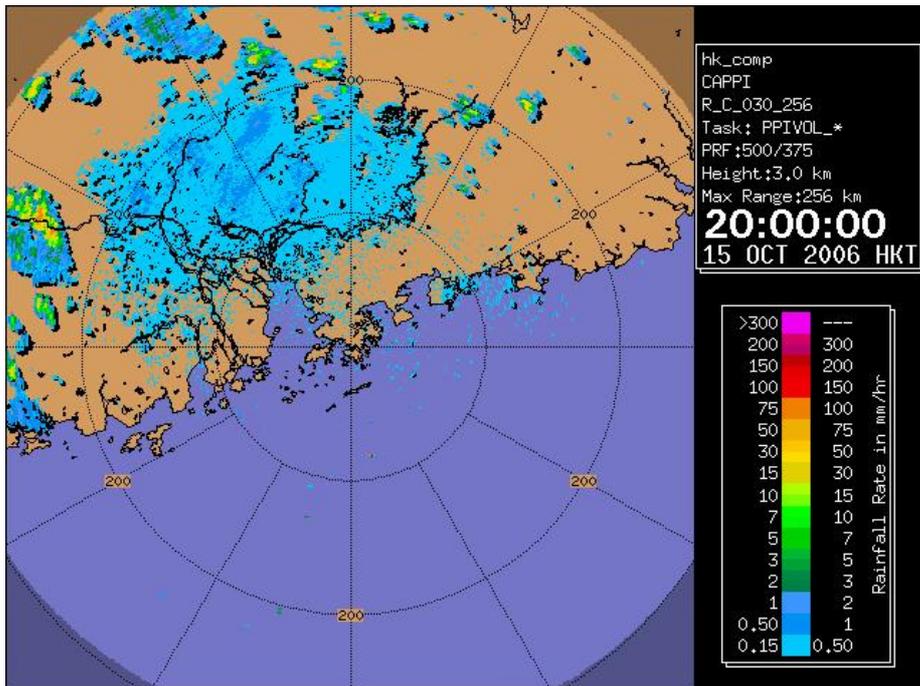


圖 9a. 2006 年 10 月 15 日下午 8 時的 256 公里雷達回波。

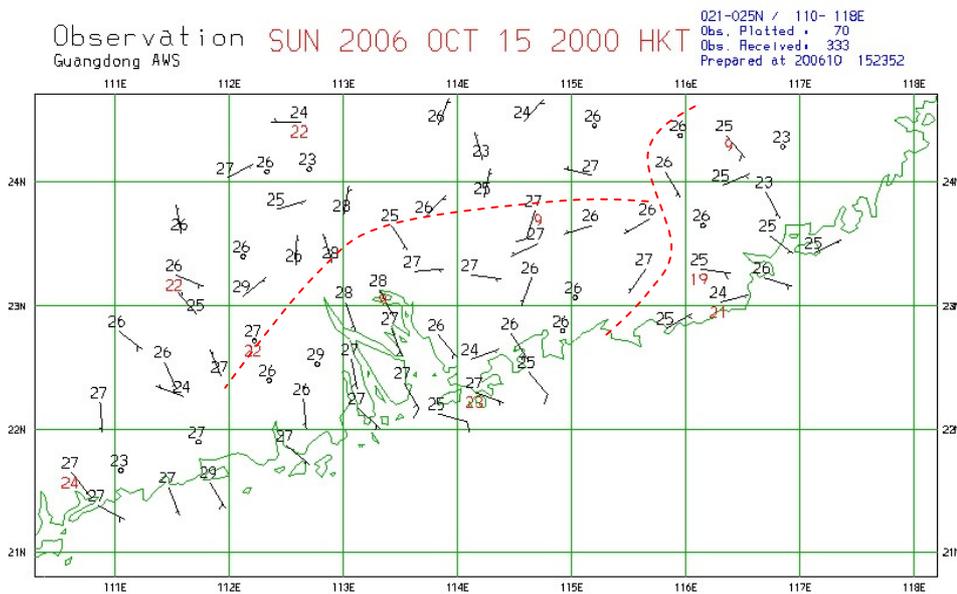


圖 9b. 2006 年 10 月 15 日下午 8 時的廣東自動氣象站觀察。紅線為輻合帶所在。

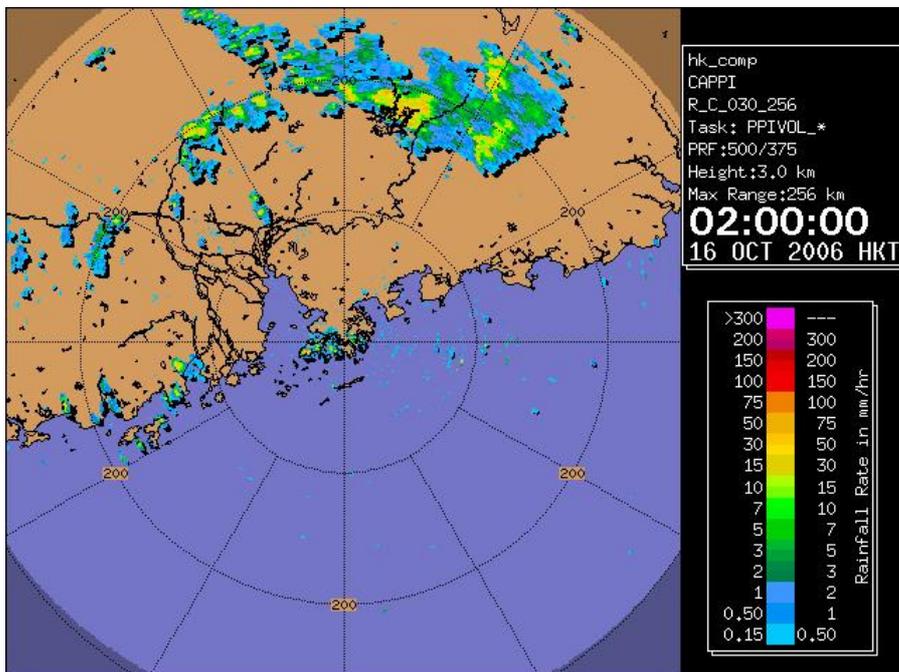


圖 10a. 2006 年 10 月 16 日凌晨 2 時的 256 公里雷達回波。

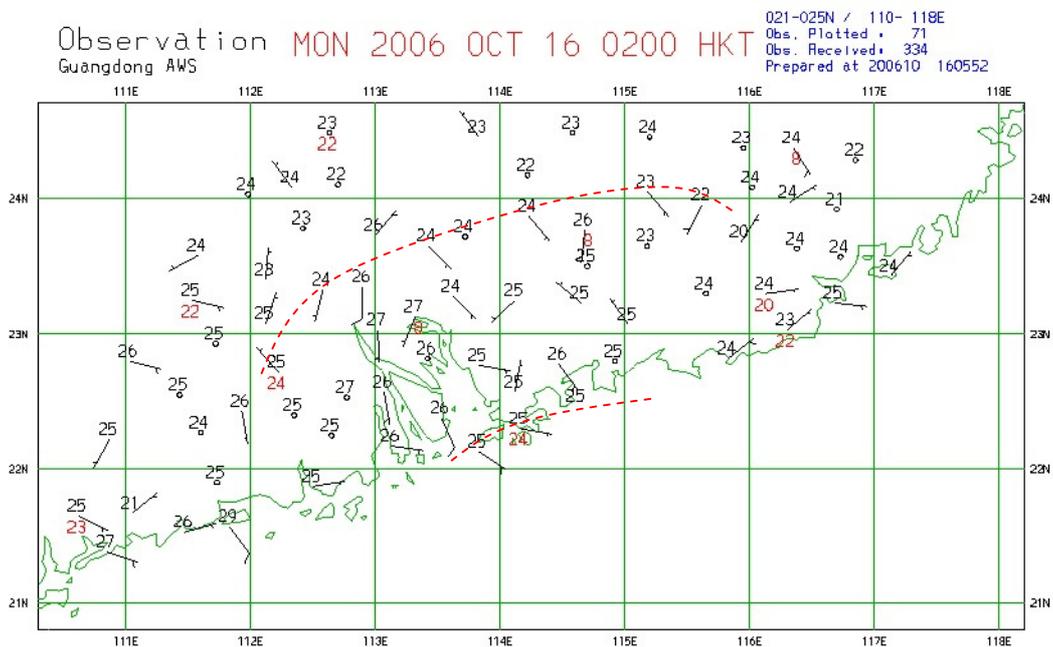


圖 10b. 2006 年 10 月 16 日凌晨 2 時的廣東自動氣象站觀察。紅線為輻合帶所在。

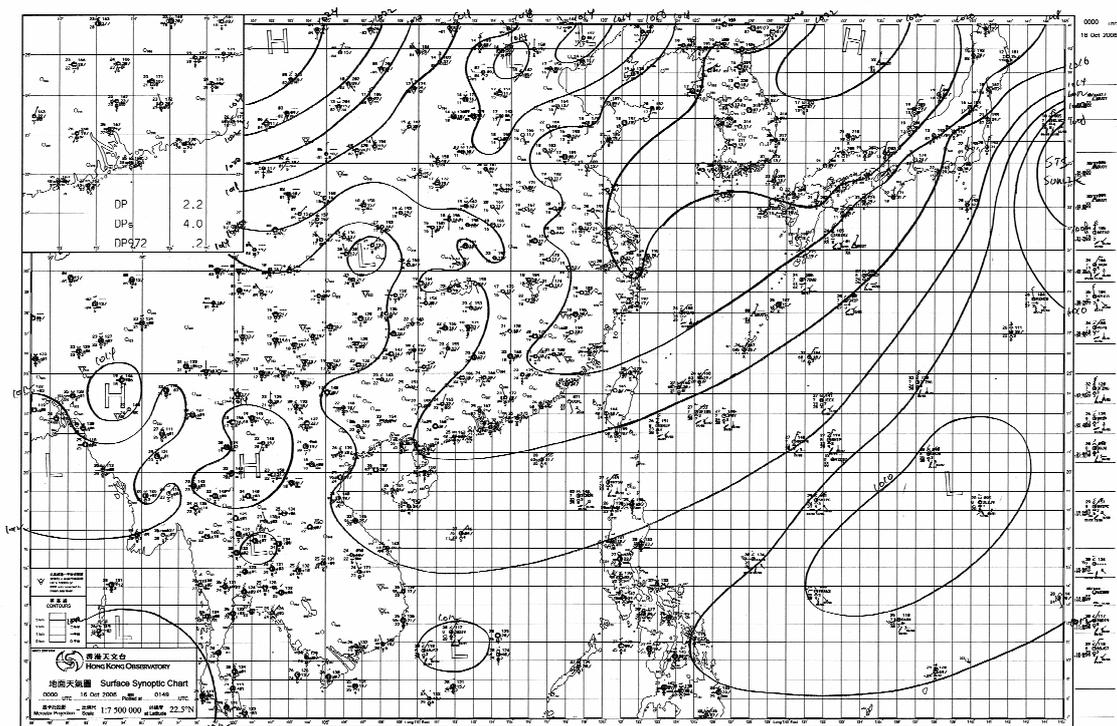
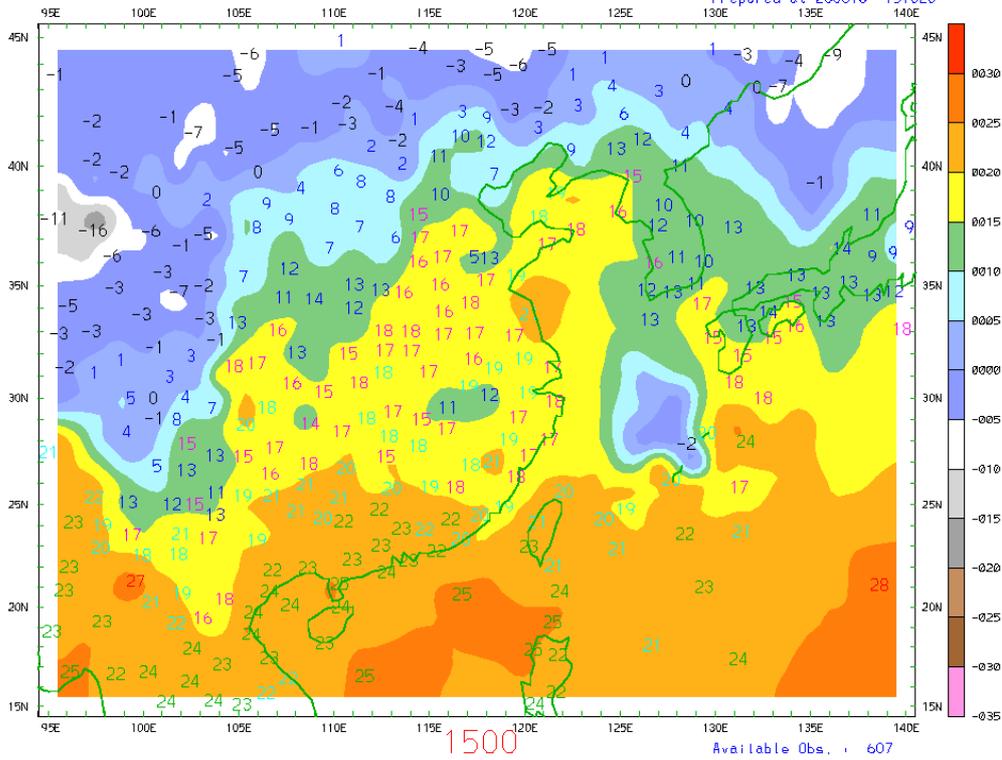


圖 11. 2006 年 10 月 16 日 00 UTC 的地面氣壓圖。

(a) SF DEW POINT SUN 200610 1500 015-045N / 095-140E
 Obs. Plotted : 309
 Prepared at 200610 151020



(b) SF DEW POINT MON 200610 1600 015-045N / 095-140E
 Obs. Plotted : 326
 Prepared at 200610 161020

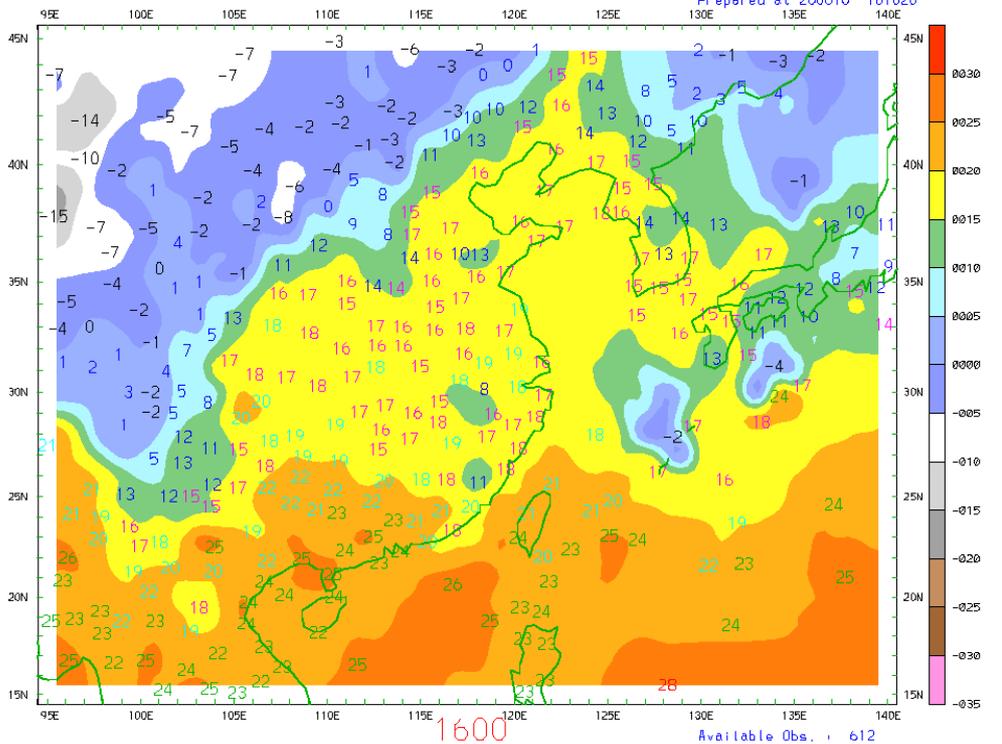


圖 12b. 地面露點分析。(a) 15 日 00 UTC。(b) 16 日 00 UTC。

Observation MON 2006 OCT 16 0800 HKT
 Guangdong AWS

021-025N / 110-118E
 Obs. Plotted: 67
 Obs. Received: 334
 Prepared at 200610 161152

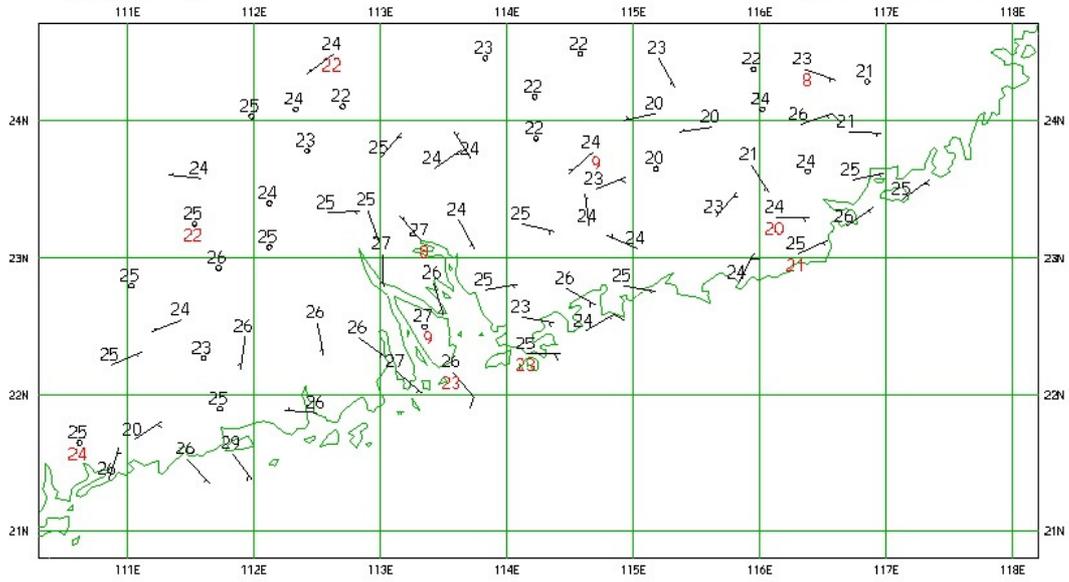


圖 13. 2006 年 10 月 16 日 早上 8 時的 廣東 自動 氣象 站 觀察。

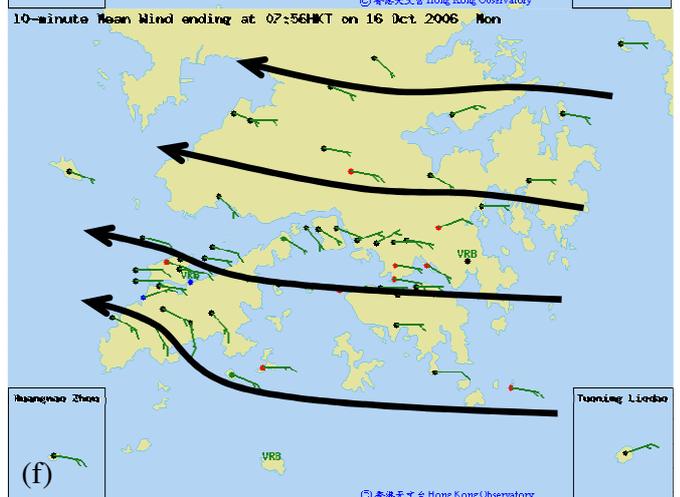
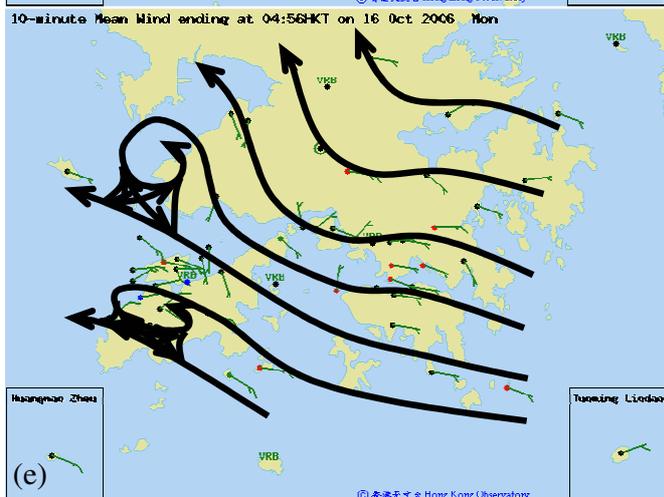
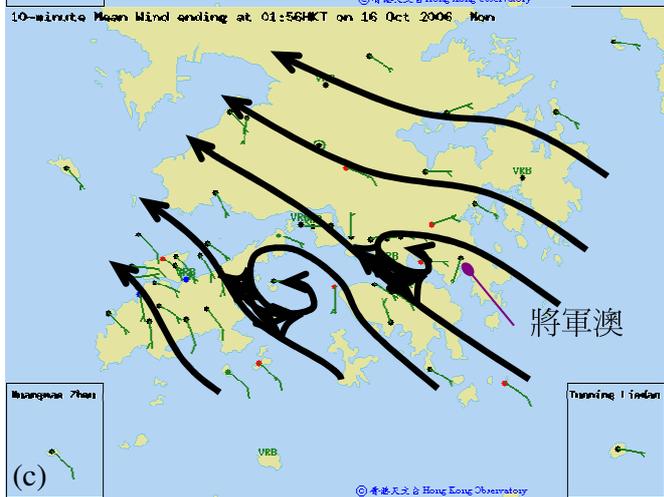
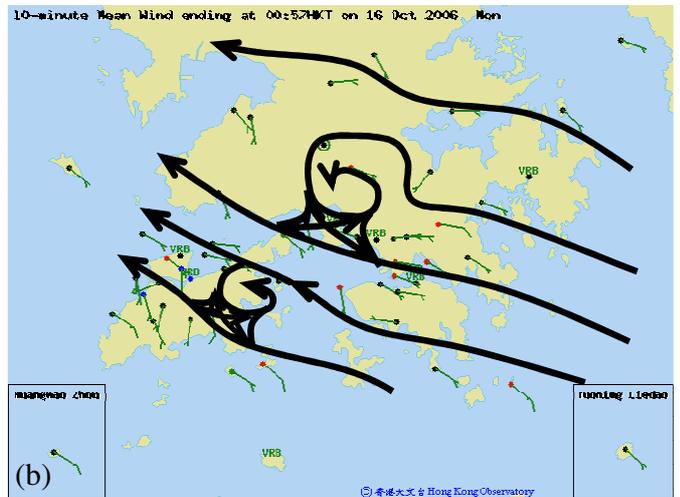
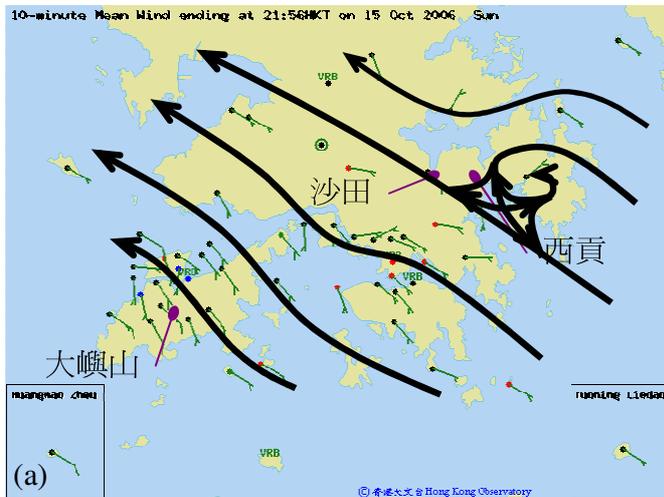


圖 14. 香港的地面風場分析。(a) 15 日晚上 10 時。(b) 16 日凌晨 1 時。(c) 16 日凌晨 2。(d) 16 日早上 3 時。(e) 16 日早上 5 時。(f) 16 日早上 8 時。

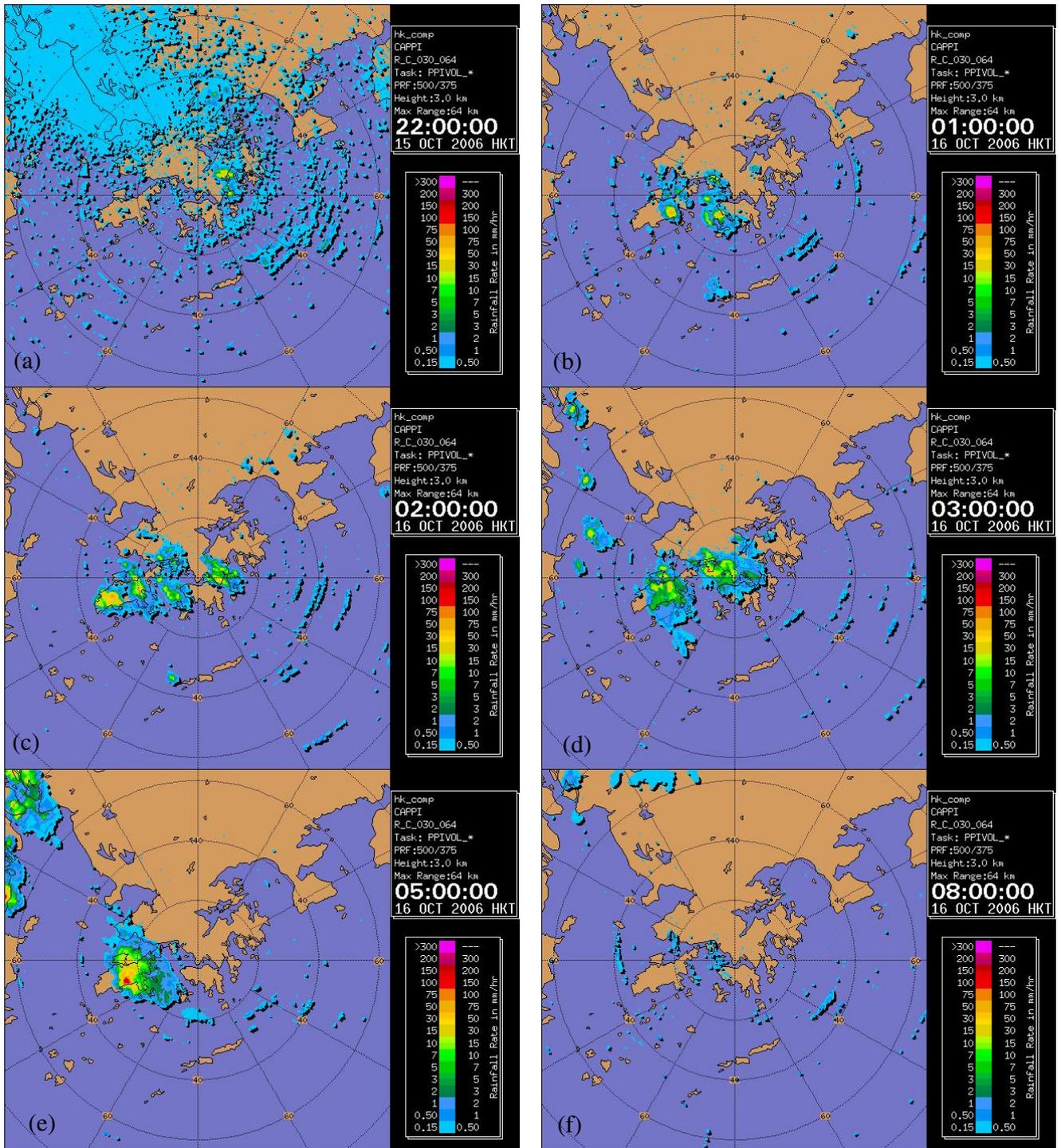


圖 15. 64 公里雷達回波。(a) 15 日晚上 10 時。(b) 16 日凌晨 1 時。
 (c) 16 日凌晨 2 時。(d) 16 日早上 3 時。(e) 16 日早上 5 時。
 (f) 16 日早上 8 時。

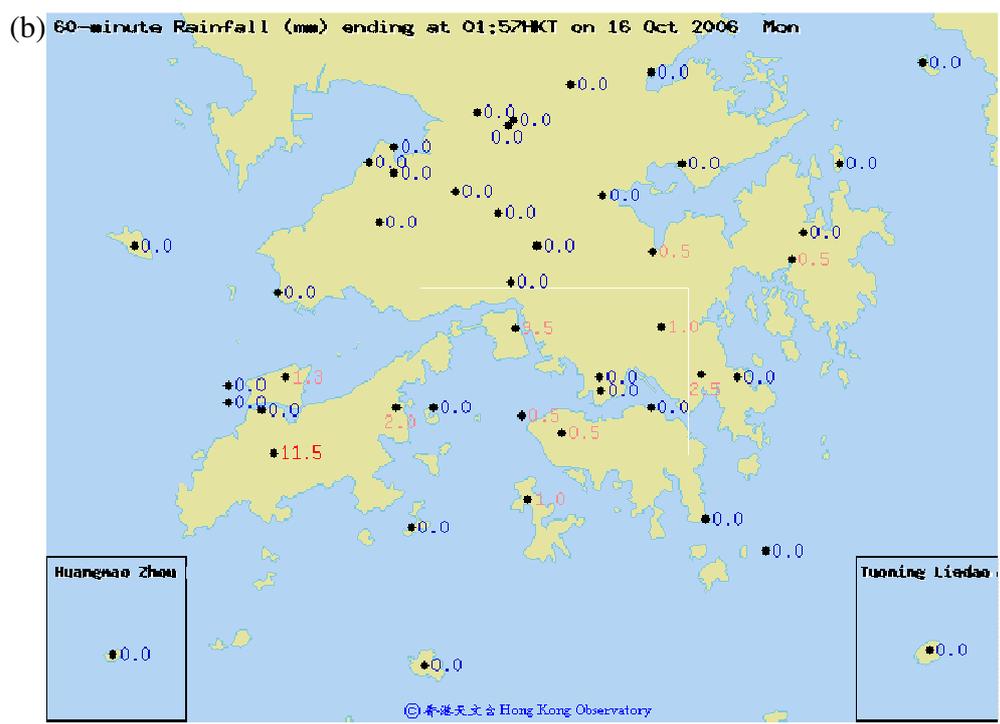
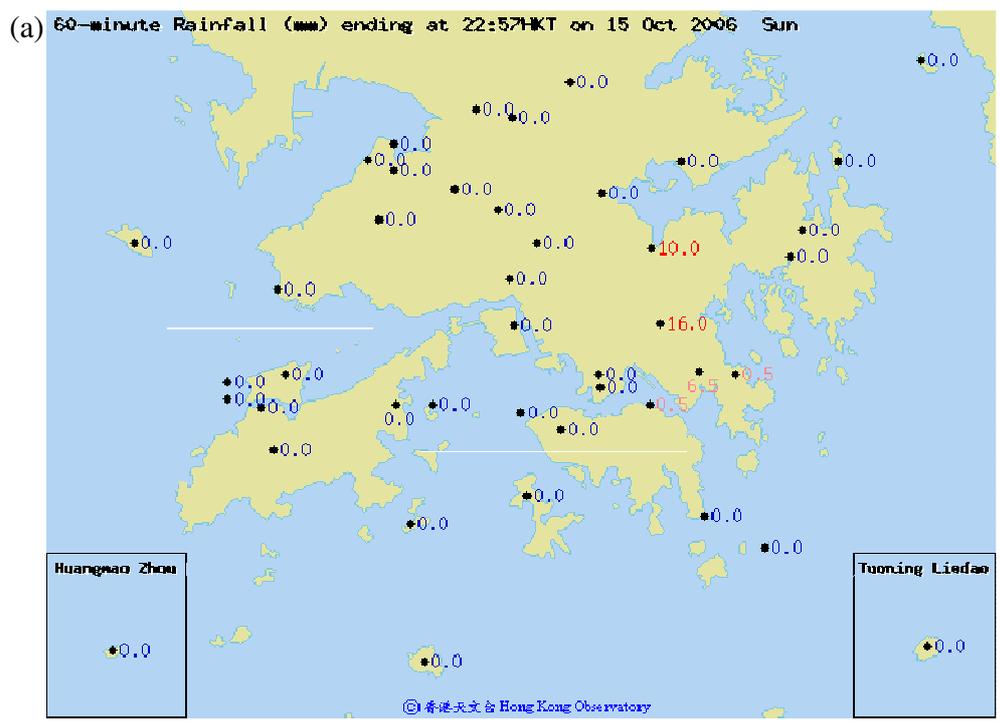


圖 16. 香港一小時雨量分佈。(a) 15 日晚上 10 時至 11 時。(b) 16 日凌晨 1 時至 2 時。

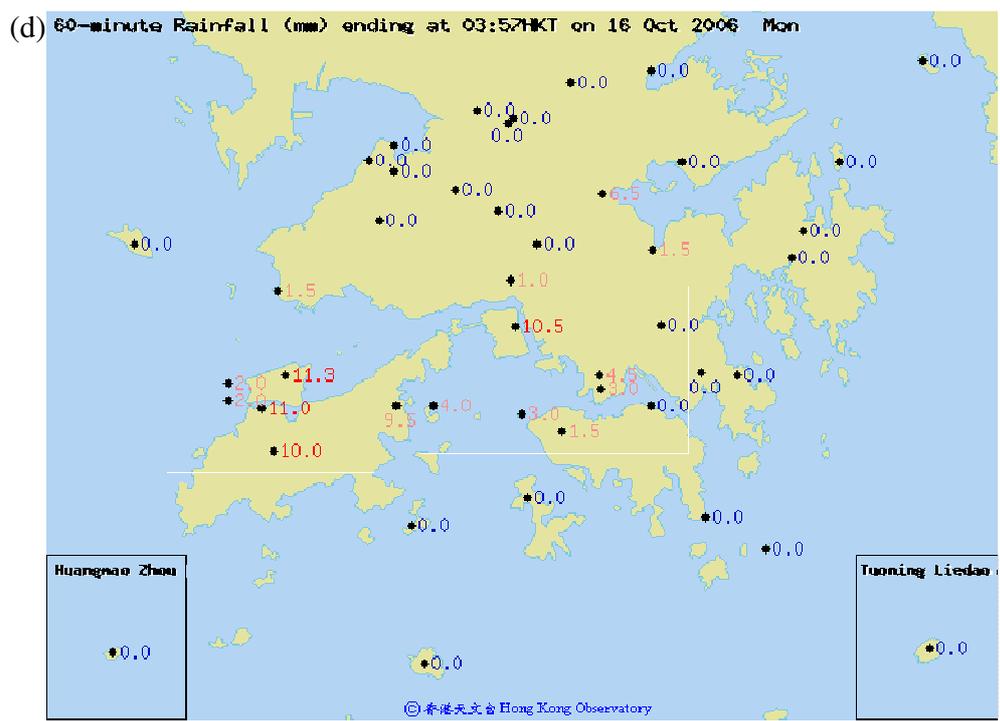
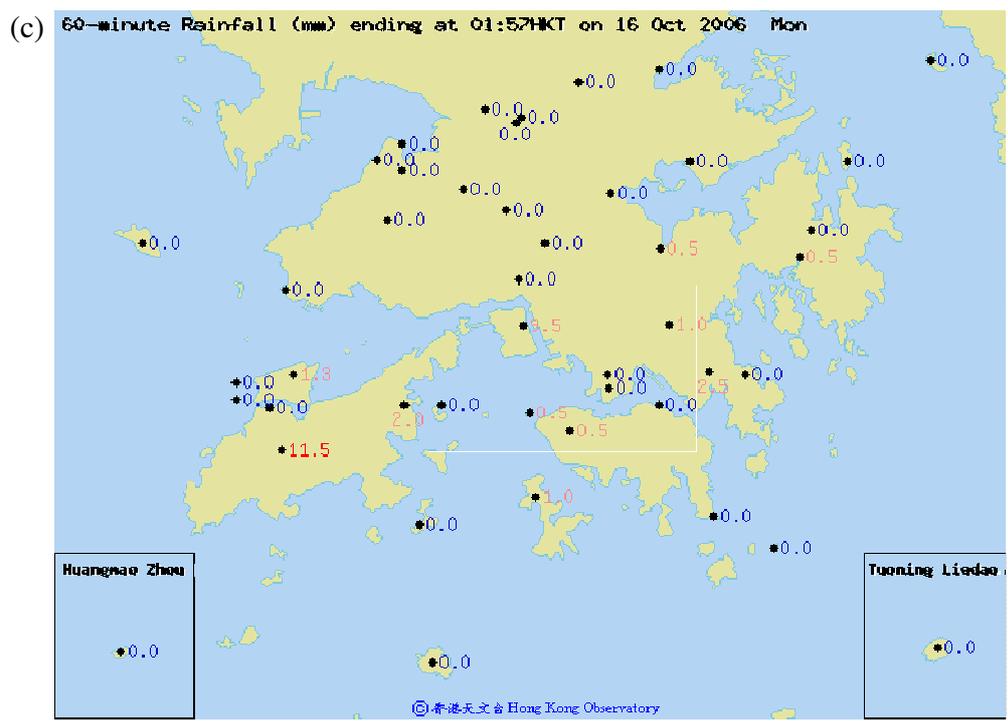


圖 16(續). 香港一小時雨量分佈。(c) 16 日凌晨 2 時至 3 時。(d) 16 日早上 3 時至 4 時。

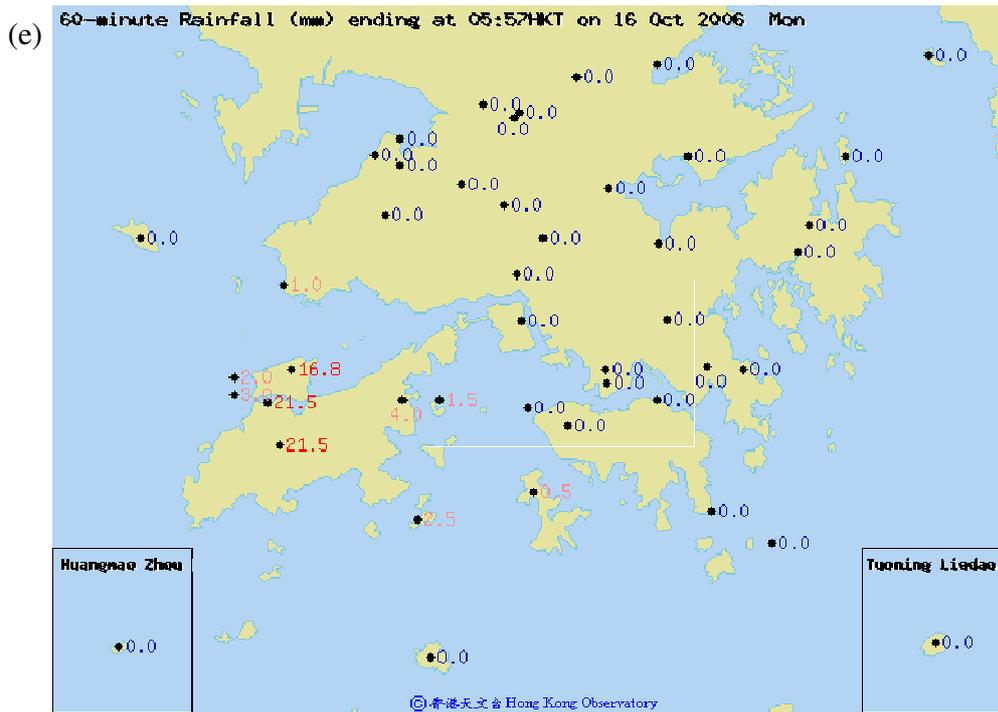


圖 16(續). 香港一小時雨量分佈。(e) 16 日早上 5 時至 6 時。

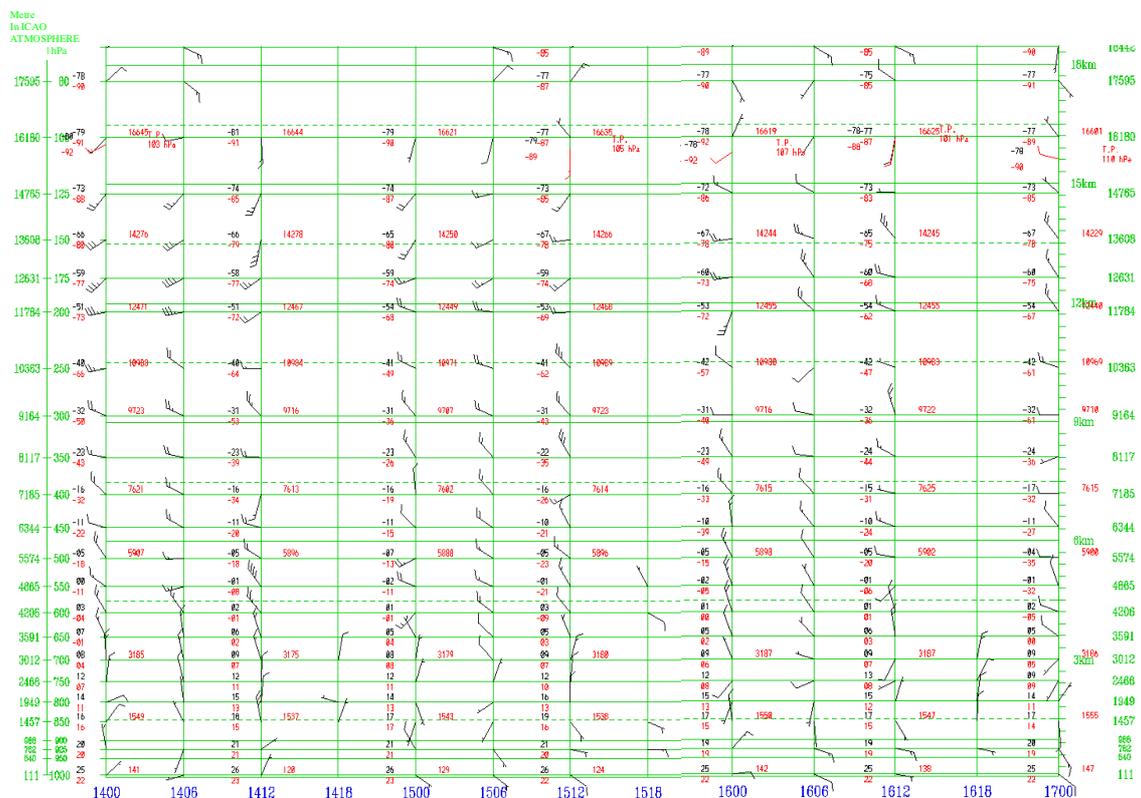


圖 17. 2006 年 10 月 14 日 00 UTC 至 17 日 00 UTC 的香港探空資料。

SSP Wind Profiler Winds from 1015 1850 to 1016 0650 HKT

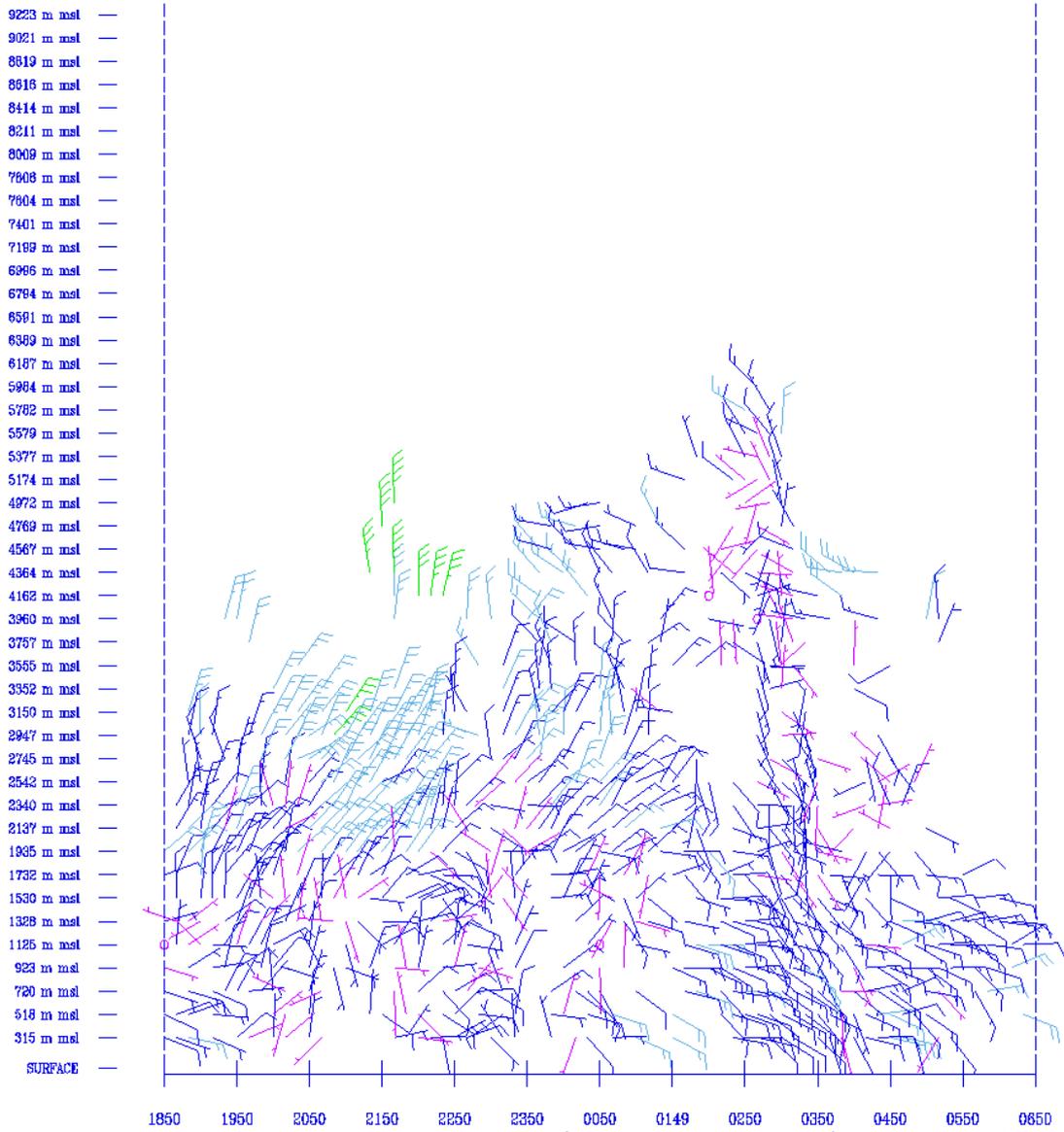


圖 18. 2006 年 10 月 15 日晚上 7 時至 16 日早上 7 時的深水埗高空分析。