

# 1998年南海夏季季風肇始過程之探討

林松錦<sup>1</sup> 郭勉之<sup>2</sup> 施佩君<sup>3</sup>

<sup>1</sup>國立中央大學大氣物理研究所

<sup>2</sup>國家災害防救科技中心

<sup>3</sup>中央氣象局

## 一、中文摘要

本研究將 1998 年南海夏季季風的肇始過程分成三個階段，透過南海季風實驗所提供網格資料的診斷分析，並配合 MM5 模式模擬來了解南海地區夏季季風肇始的發展過程。

關鍵辭：南海夏季季風、肇始過程

## Abstract

By dividing the whole evolution of the 1998 South China Sea summer monsoon onset process into three stages, this study examines the onset process by performing a modeling diagnosis and an observational diagnosis based on the SCSMEX (South China Sea Monsoon Experiment) grid data.

Key Words: South China Sea summer monsoon, onset process

## 二、前言

由於地理位置的獨特，南海被視為是東亞夏季季風最早肇始的地區 (Tao and Chen, 1987)。為了解東亞夏季季風的肇始過程，1998 年 5-6 月在南海地區進行了南海季風實驗 (SCSMEX; Lau et al., 2000)，之後許多學者也針對該年的季風肇始過程做了不同的研究分析與討論。Li and Wu (2000) 著重在大尺度環流的特性和其變化，指出在夏季季風發生之前，華南沿海地區有鋒面運動造成的降雨，但不能當成是南海夏季季風開始的前兆，不過仍然認為季風肇始前的鋒前西南氣流和鋒面降水在夏季季風肇始過程中扮演重要角色。Shao and Qian (2000) 認為季風肇始過程西南風首先在南海北部發展並向南推進，爾後再由南向北發展。Chan et al. (2000) 的分析顯示，在季風肇始之前，中、低對流層變得不穩定且 CAPE (convective available potential energy) 值大幅增加。

Ding and Liu (2001) 指出 1998 年南海夏季季風肇始具有兩階段發展，第一階段為南海北部西南氣流遽增，中緯度鋒面所帶來的冷空氣活動對此階段的季風肇始具有激發作用。第二階段南海海域的全面性肇始，主要為熱帶機制。Johnson and Ciesielski (2002) 也對南海北部第一階段季風肇始過程的環流特徵做了分析，但都沒有進一步說明兩階段發展之間的關聯及南海南北部區域環流的差異。南海也是亞洲季風區中，中緯度鋒面系統可以南下至低緯熱帶的唯一地區。南海北部鋒面雲系中對流活動所造成的擾動，是否有可能提供南海中南部對流系統發展所需的中尺度誘發機制，也是值得探討的問題。

本研究將以 Ding and Liu (2001) 所提出南海南北部兩階段肇始過程，利用南海季風實驗資料庫所提供的  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  經緯度網格資料，經由熱力與水氣變數場的分析，來探討 1998 年南海地區全面性肇始之前南海北部和南部地區大氣熱力結構與水氣場的特徵及差異。同時嘗試以 MM5 模式對 1998 年南海夏季季風肇始過程進行數值模擬，討論南海地區局地中尺度對流雲系的發展機制和其與綜觀尺度/大尺度環境的相互作用。

## 三、分析結果與討論

郭與林(2001)及郭(2002)依據 850hPa 流場分佈、太平洋副熱帶高壓東退以及南海地區的對流活動，將 5 月 18~25 日定義為 1998 年南海夏季季風肇始時期。前述有關 1998 年南海季風肇始的研究所定義的肇始時間也大致都在 5 月 15 日至 5 月 25 日之間，本文同時以對流雲系發展的特徵為依據，再將 1998 年夏季季風肇始過程約略分成三個階段。

第一階段為鄰近季風肇始時期至南

海北部季風肇始，即 5 月 15 日至 5 月 19 日(圖 1a,b)。在此階段，東亞地區冷空氣活動頻繁，鋒面西端雲系延伸至華南沿海-南海北部，沿著 20 摸在鋒面雲帶的暖空氣區域中有對流雲系陸續發展，至於南海中南部(15 摸以南)則維持晴空狀態。第二階段為過渡時期，約為 5 月 20 日至 5 月 22 日期間(圖 1c,d,e)。在此階段，鋒面雲帶東移並減弱，爾後部分殘餘鋒面雲系滯留在台灣-菲律賓東方洋區。南海北部的對流活動逐漸減緩，而南海中部開始有對流雲系發展。在這同時，四川盆地附近有新的雲系發展並向南移動，此雲系伴隨著地面低壓中心而發展。第三階段為南海全面性季風肇始，約為 5 月 23 日至 5 月 25 日期間(圖 1f,g,h)。在這段時期，南海中南部有中尺度對流系統生成，在南海北部鄰近海南島地區對流活動則呈減弱趨勢。到 5 月 25 日，南海海域已為大量雲系所籠罩，較強對流雲系約沿著 10 摸附近分佈。

從時間及區域平均位溫與相當位溫(圖 2)的分析結果來看，在整個季風肇始過程中，位溫的垂直分佈在南海的南北部地區幾近完全相同，都是屬於靜熱力穩定的狀態。而相當位溫的垂直分佈則顯示，在南海北部地區(110 蚩~120 蚩，15 祇~20 祇；以 NSCS 代表)，大氣大多呈現對流不穩定的形勢。第一階段鋒前西南氣流造成低層強烈的水氣輻合，第二階段之後鋒面遠離且太平洋副熱帶高壓東退，來自孟加拉灣的西南氣流夾帶大量暖濕水氣使得南海北部在整個季風肇始期間都是有利於對流的狀況。而在南海南部地區(110 蚩~120 蚩，10 祇~15 祇；以 SSCS 代表)，在第一與第二個階段，卻因水氣量的不足，造成夏季季風已在南海北部盛行時，南海南部地區卻沒有較明顯的變化。一直到第三個階段，太平洋副熱帶高壓完全退出南海，而華南低壓中心移入南海北部的低壓帶，與強盛的熱帶西南氣流結合，在南海南部形成強烈的西風與大量的水氣集結，低層對流不穩定度快速增加，以致於產生旺盛的對流。

大氣可降水量與水氣傳輸的分析(圖

略)顯示，在肇始過程的第一階段，華南沿海有鋒面活動，鋒前西南氣流與副熱帶高壓外圍的東南氣流在南海北部地區匯集，主要水氣分佈從中南半島沿鋒面向東北方向延伸。至肇始過程第二階段，鋒面遠離，南海地區漸轉為盛行西南偏西風，水氣傳遞的方向與可降水量的分佈也漸轉向東南方向發展。直到季風在南海地區全面肇始的第三階段，受南海北部低壓帶的影響，來自孟加拉灣的暖濕西南氣流在南海地區形成強大西風氣流，尤其是在南海南部最為明顯，而同時在南海南部大氣可降水量也達到最大值。

水氣輻散場分析(圖 3)顯示，在肇始過程的三個階段，南海北部地區的低對流層皆有水氣輻合的狀況，尤其在第一階段因受鋒面系統影響，水氣輻合更是明顯。第二階段因無鋒面作用，雖然低層水氣輻合稍減緩，但因大氣水氣量多，加上高層有輻散現象，因此仍然呈現對流旺盛的狀況。而在此之前，南海南部地區因近地層並無水氣輻合情形，對流不易發展。直到肇始過程第三階段，南海南部近地層才有明顯的水氣輻合情形。

從熱源與水氣匯的分析也可以看出，在整個季風肇始時期南海北部地區皆有對流的存在。在第一階段鋒面影響較大，從第二階段開始主要受西南/西氣流的影響。而在南海南部地區則到第三個階段才明顯可看出代表對流發展的  $Q_1$  與  $Q_2$  的極值分佈出現。

圖 4 為 5 月 22 日 0000UTC~5 月 24 日 0600UTC 期間，MM5 模式模擬每 6 小時的海平面氣壓和 6 小時累積降水量分佈。當地面低壓中心在陸上的發展階段，局地中心和中尺度對流系統(MCS)的分佈相當接近(圖 4a~d)。顯示 MCS 發展所伴隨的中尺度質量場變化對其有明顯調節作用。5 月 23 日 1200UTC 之後，低壓中心由陸地向海域發展，在東京灣形成一局地低壓中心，此低壓中心隨著 MCS 的發展向南移入南海地區。模擬結果顯示，中尺度對流系統的活動將造成局地風場的擾動，在暖濕而不穩定的環境大氣中，將成

為新的對流雲系之中尺度激發機制。當有 MCS 發展並釋放潛熱以加熱大氣，將使低層氣壓下降，加強風場的輻合和氣旋式渦旋的發展，致使南海地區發生中尺度的質量場和風場擾動。這些中尺度擾動將回饋而加強中尺度對流系統的新生或增強，在另一方面，隨著組織性 MCS 的接續發展，零星分布的中尺度擾動將組織成為綜觀尺度環流結構，造成局地季風槽的建立。在缺乏對流潛熱釋放的情況下，即使大尺度環境的驅動力持續經由側邊界和下邊界進入模擬範圍，局地季風槽結構並無法建立。因此，季風槽的建立過程，局地高度梯度的增加，海平面氣壓降低，正相對渦度增強等現象均和對流系統發展有直接關係。

#### 四、結論

從 1998 年夏季季風肇始過程的三個階段發展來看，南海北部的大氣大多呈現對流不穩定的形勢，故有旺盛的對流。而在南海南部不同的地方是，在第一與第二個階段，因水氣量的不足，造成夏季季風已在南海北部盛行時，南海南部地區卻沒有較明顯的變化。一直到肇始過程的第三個階段，太平洋副熱帶高壓完全退出南海，而華南低壓中心移至海南島東方海面融入南海北部的低壓帶，與強盛的熱帶西南氣流結合，在南海南部形成強烈的西風與大量的水氣集結，低層對流不穩定度快速增加，以致於產生旺盛的對流。顯示南海南北部地區在季風肇始期間最主要的差異即在於水氣的多寡與到達的時間。當然，南海北部的對流活動對低壓帶的形成與維持扮演重要角色，而低壓帶又進一步促成來自孟加拉灣西南氣流的增強及在南海南部的的水氣輻合。而若從逐日的分析來看，5 月 23 日與 24 日之前，在南海的南部地區各項分析場依然沒有促使對流的條件，直到 5 月 25 日才可以看出有明顯的變化，故此時象徵了夏季季風肇始在南海地區完全的展開。

#### 五、參考文獻

- 郭勉之, 2002: 東亞夏季季風肇始之探討。國立中央大學大氣物理研究所博士論文, 222 頁。
- 郭勉之與林松錦, 2001: 南海夏季季風肇始定義與環流特徵。《大氣科學》, 29, 141-170。
- Chan, J. C.L., Y. Wang., and J. Xu, 2000: Dynamic and thermodynamic characteristics associated with the onset of the 1998 South China Sea summer monsoon. *J. Meteor. Soc. Japan*, 78, 367-380.
- Ding, Y., and Y. Liu, 2001: Onset and the evolution of the summer moon over the South China Sea during SCSMEX field experiment in 1998. *J. Meteor. Soc. Japan*, 79, 255-276.
- Johnson, R.H., and P.E. Ciesielski, 2002: Characteristics of the 1998 summer monsoon onset over the Northern South China Sea. *J. Meteor. Soc. Japan*, 80, 561-578.
- Lau, K.-M., Y. Ding, J.T. Wang, R. Johnson, T. Keenan, R. Cifelli, J. Gerlach, O. Thiele, T. Rickenbach, S.C. Tsay, and P.H. Lin, 2000: A report of the field operations and early results of the South China Sea Monsoon Experiment (SCSMEX). *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 81, 1261-1270.
- Li, C., and J. Wu, 2000: On the onset of the South China Sea summer monsoon in 1998. *Adv. Atmos. Sci.*, 17, 193-204.
- Shao, H., and Y. Qian, 2000: Main features of regional circulation variation during onset of the South China Sea summer monsoon in 1998. *Adv. Atmos. Sci.*, 17, 322-338.
- Tao, S.-Y., and L.-X. Chen, 1987: A review of recent research on the East Asian monsoon in China. *Monsoon Meteorology*, C.-P. Chang and T. N. Krishnamurti Eds., Oxford Univ. Press, 60-92.

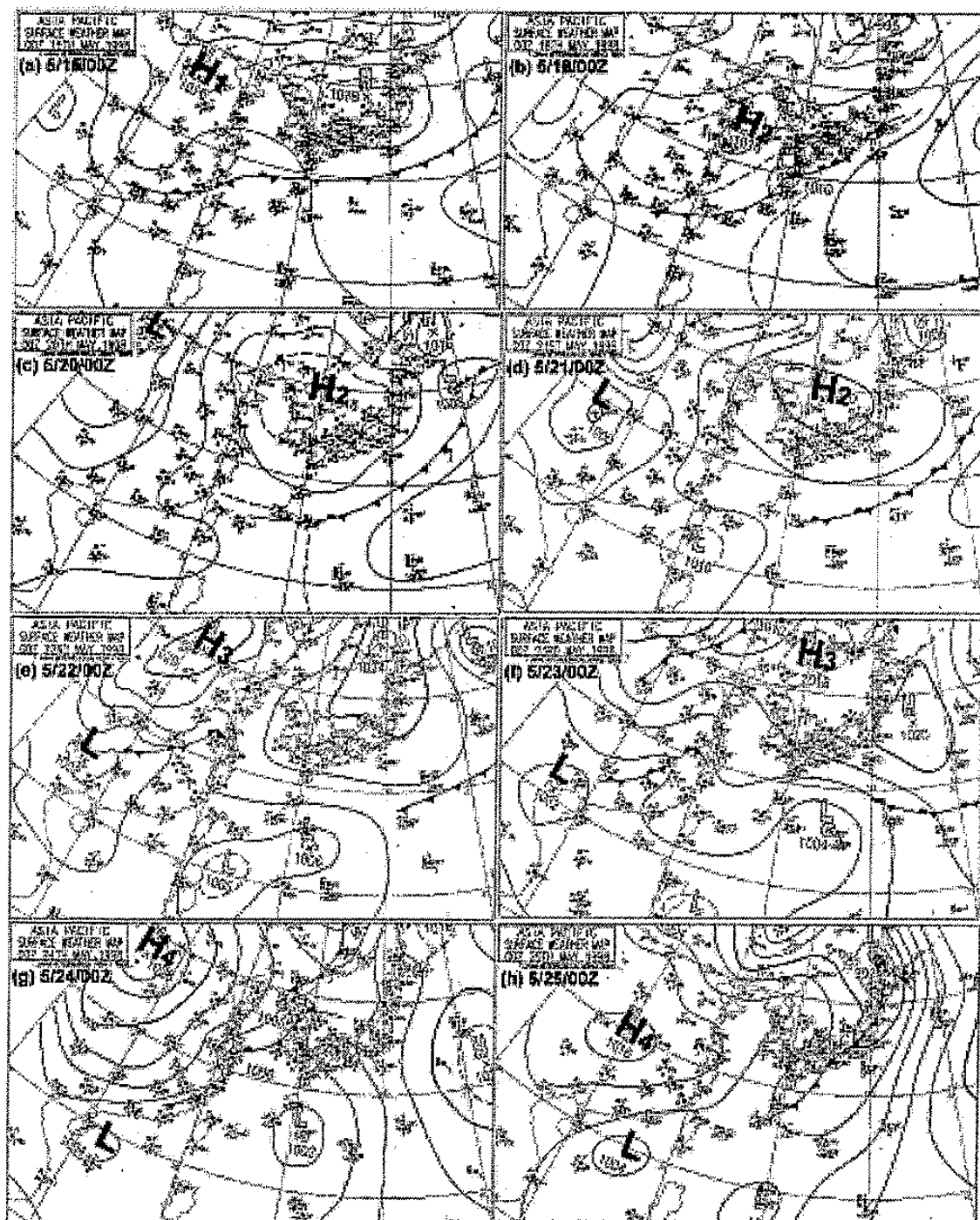


圖 1、1998 年 5 月 15 日至 25 日部份時間的日本氣象廳地面天氣圖分析，日期標示在天氣圖之左上角。

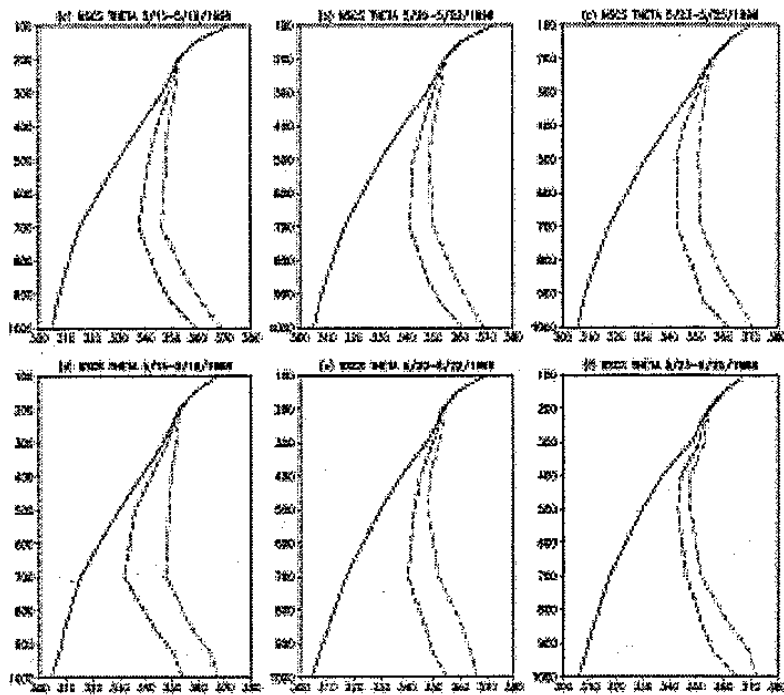


圖 2、1998 年 5 月 15 日至 25 日季風肇始過程三階段南海北部(a, b, c)與南海南部(d, e, f)的時間及區域平均位溫(實線)、相當位溫(虛線)及飽和相當位溫(點虛線)的垂直剖面分析，單位為 K。

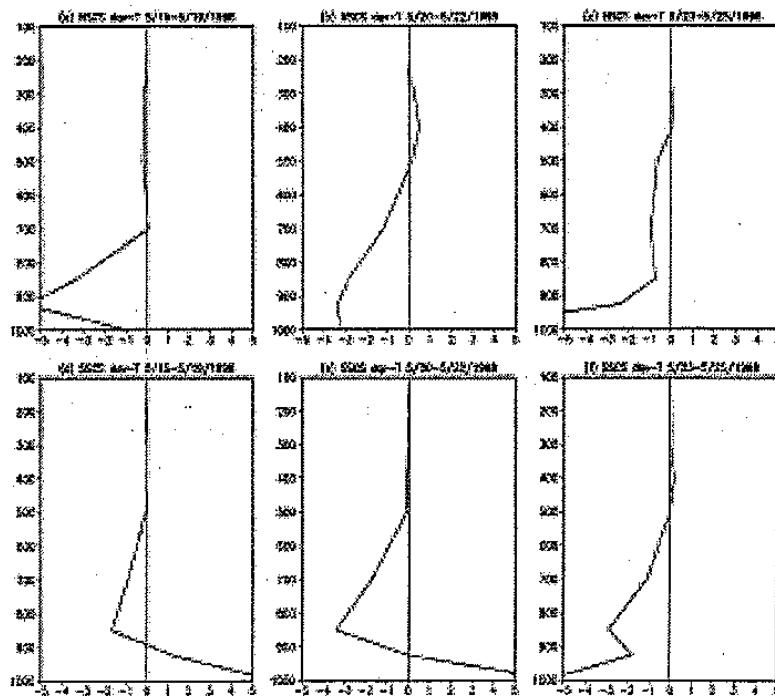


圖 3、1998 年 5 月 15 日至 25 日季風肇始過程三階段南海北部(a, b, c)與南海南部(d, e, f)的時間及區域平均水氣輻散場垂直剖面分析，單位為  $10^{-8} s^{-1}$ 。

MSLP(shaded) & 6 hr acc. rainfall(contour) CNTL-D01

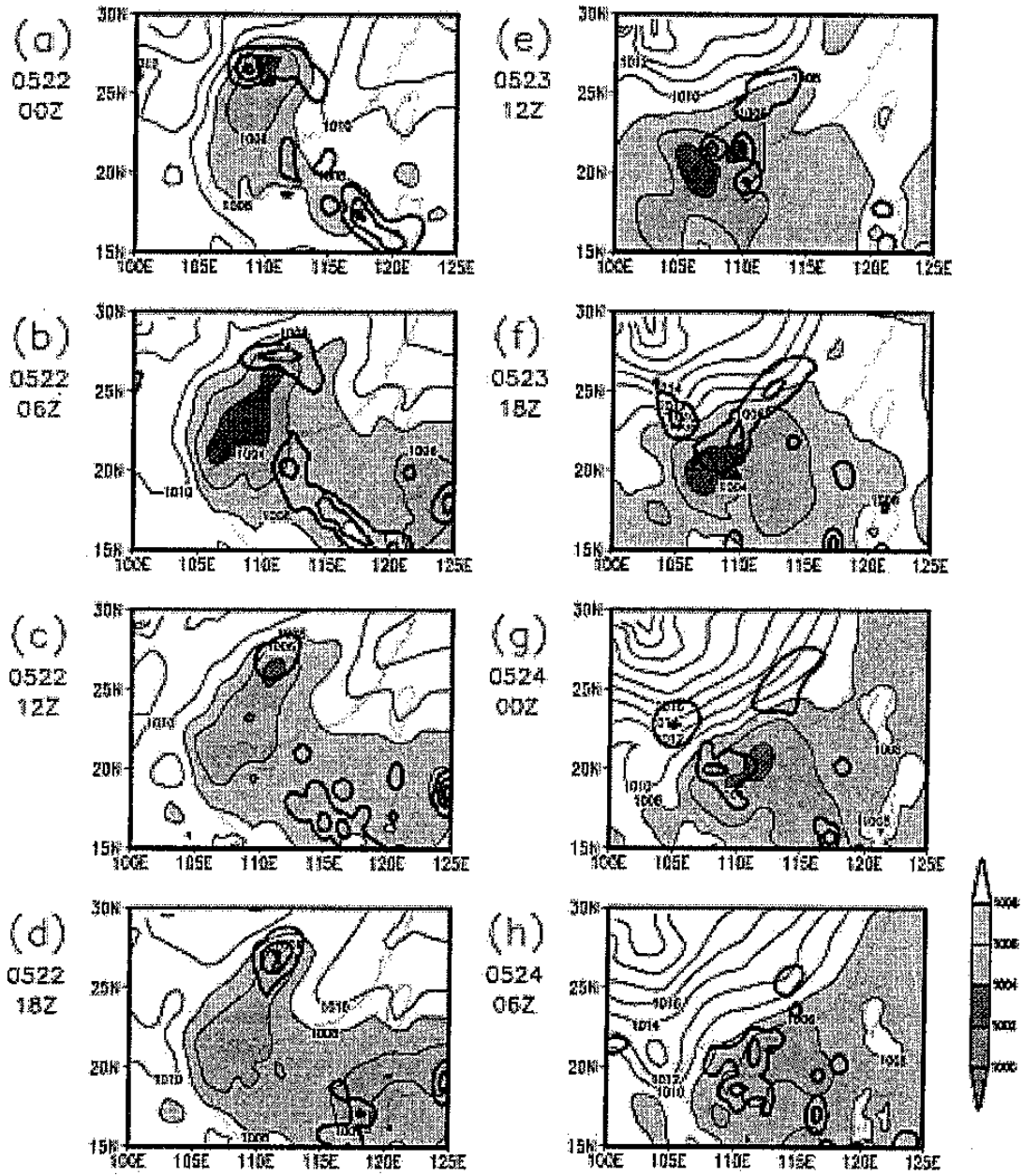


圖4、5月22日0000UTC~5月24日0600UTC期間，MM5模式模擬每6小時的海平面氣壓和6小時累積降水量分布。