

中央氣象局一步法海氣耦合氣候預報模式之 架構及初步測試

劉邦彥¹ 郭勉之² 莊漢明³
中央氣象局¹ 國立中央大學² NCEP/EMC³

摘要

針對新一代的一步法海氣耦合氣候模式(CWB 1-tier CFS)做初步的架構了解，並利用 NCEP CFS 積分一季所得到的海溫資料，提供給 CWB GFS 與 NCEP GFS 進行模擬，並對模擬之結果進行比對，以了解不同模式對相同海溫的反應差異為何。

一、前言

在上一年度中，本計劃進行了 NCEP 1-tier CFS 一季之積分測試。於本年度中，第一項測試將是對相同季節重新積分，但使用 NCEP CFS 積分所得的預報 SST 來驅動 CWB GFS 和 NCEP GFS。本文即說明這兩組 GFS 的一季模擬之結果分析，並對未來 AMIP 實驗之結果分析策略提出建議。

CWB 1-tier CFS 之建置工作項目包含選定 CWB GFS 版本，並將之植入 NCEP CFS 為骨幹的系統中，作為骨幹系統中之大氣組成部分。一旦完成此 CWB 1-tier CFS 後，尚需透過數個不同積分方案以便評估，並進一步改善 CWB GFS 在 CFS 骨幹中的效能。而研究、評估和改善 CFS 骨幹中的 CWB GFS 最簡單的方法，便是在海洋模式結果不變的情況下，比較在 CFS 骨幹中 CWB GFS 和 NCEP GFS 之積分結果。因此，我們需要在 CWB 1-tier CFS 中建立與 NCEP CFS 相同的流程控制程序，並使用 NCEP CFS 的預測海面溫度(SST)進行季節預報的個案測試。

在此階段，這兩組 GFS 各僅進行一季的

模擬測試，本文將針對 CWB GFS 大氣模式對該季節的預報結果之月平均特性加以分析並與 NCEP CFS 之一季模擬結果進行比較的異同，並以 T62L28 解析度的全球重分析場(NCAR/DOE Reanalysis 2, R2; Kanamitsu et al. 2002) 作為參考依據，其中降水的月平均預報值則和 GPCP 降水分析場(Adler et al. 2003)作比。測試實驗的初始時間是 2008 年 3 月 18 日 00UTC，積分結束時間是 8 月 31 日。在以下的說明中，三月的預報視為第零個月的預報(lead 0)，四月至七月的預報則依序為 lead1 至 lead4。在第二節中敘述 CWB GFS 與 NCEP GFS 的一季模擬之月平均場做比較。第三節中敘述兩模式的一季模擬之距平場比較。最後在第四節提出結論，並列出對未來 AMIP 實驗的分析策略之建議事項。

二、CWB GFS 與 NCEP GFS 一季模擬月平均場之比較分析

由 850hPa 之溫度場(圖一)中，由上至下分

別為3至6月之月平均，左方為NCEP GFS
右方為CWB GFS之結果，當中發現在大地形
如亞洲青藏高原等地方，以及在熱帶太平洋暖
池區域，兩者的低對流層大氣溫度分佈特徵具
有較明顯差異。另由500hPa高度場(圖二)月平
均分析中發現，CWB GFS之結果在中緯度地
區有較強之南北高度場梯度。

三、 CWB GFS 與 NCEP GFS 一季模擬與觀測場距平 比較

本節將NCEP GFS以及CWB GFS大氣模式一
季預報結果減去觀測分析場所得之距平，分別
分成中高緯度、熱帶地區兩個區域來探討其差
異部分。

2.1 中高緯度的預報結果比較

在中高緯度部分，首先要指出的是隨著
lead time 增加，兩模式的海平面氣壓差距更形
明顯(圖三)。由於在兩模式中的極區，均使用
了南極冰原/冰河/海冰氣候場和/或SST 氣候
分析場。因此兩者的海平面氣壓偏差之差異幅
度隨lead time 增加，除了要歸咎於兩者所使用
的氣候分析場之差異，應該也要考慮兩大氣模
式內部動力的差異。這也是未來需要進一步分
析之處。至於500 hPa重力位高度場(圖四)方
面，兩者之間差異反而不甚明顯。比照850hPa
之結果，在高緯度區域/極區，NCEP GFS 的
中低對流層呈現一致性的偏冷和大氣厚度偏
小的偏差，而在CWB GFS 中兩者之偏差則有
反相位關係，即偏暖的低對流層伴隨大氣厚度
負偏差。此結果再次顯示，我們須對CWB GFS
之低層大氣各種物理過程詳加分析，以了解此
模式的特性。

2.2 熱帶大氣特性的預報結果比較

本節針對30°N-30°S 緯圈範圍內的熱帶
地區，討論CWB GFS 在此一季模擬的預報表
現。圖五至圖七是4~6月之熱帶地區的NCEP
GFS(左欄)以及CWB GFS(右欄) 所使用之海表
面溫度和大氣模式(GFS) 的降水、地表熱通量
(顯熱和潛熱之和)、地表淨輻射通量(淨短波
輻射和淨長波輻射之和)、以及850 hPa 經向
風場的月平均場(等值線)和其偏差值
(shaded)。圖中的偏差值均為模式預報值減去
當月分析場；其中海溫減去OI SST 分析場，
降水減去GPCP 分析場，其他變數則減去R2 分
析場。在各偏差場全球分佈圖的右側，均附有
當月的偏差值之經向平均值分佈。在熱帶地區
的比較部分，目前將不著重於對模式降水、地
表熱通量和輻射通量的細節比較。我們比較圖
五至圖七的大致分佈特性，並將主要差異整理
如下(僅列出在各lead time 中均會呈現的差
異)：

- 1) 在CWB GFS 中，模式所接收到的海溫具
有比NCEP GFS 的海溫來得小的負偏差；
這由海溫偏差的緯向平均值分佈可清楚
看出。換句話說，雖然兩者的海溫偏差分
佈特徵相似，但在CWB GFS 中，熱帶南大
洋受到相對較暖的海溫趨動。未來需要檢
查CWB GFS 中的地面海溫資訊處理方式，
以進一步釐清此現象。
- 2) 在降水部分，兩者最大差異來自亞洲季
風降水的季節演進。在NCEP GFS 中可呈
現明顯的亞洲季風降水逐漸向東向北發
展的特性。在降水偏差的緯向平均值分佈
中也可知，隨著北半球進入夏季，降水偏
差呈現偏於北半球的現象。然而在CWB GFS
中，降水/降水偏差仍然維持大致對稱於
赤道的兩帶狀分佈。雖然在印度洋有伴隨
著西南氣流而發展的大範圍降水區，其所
在區域並未呈現向東向北發展的季風特
性。因此，未來也需要監測CWB GFS中對
亞洲季風的表現，以尋求改進之道。至於

地表熱通量方面，由於和模式中主要降水分佈關係密切，並且在地表輻射部分尚有相關說明，我們建議未來在改進模式過程中，再將潛熱和顯熱分開來仔細分析。

- 3) 在地表輻射部分，現階段兩模式最值得注意的差異是在大陸上。在CWB GFS模式中，各大陸地上始終維持很大的向下輻射通量(正值)，在NCEP GFS中並未發現如此特性。因此可猜想，兩模式中的各項陸面熱量傳輸過程將有很大不同。由於目前並未將潛熱和顯熱分開來討論，因此將不再就此仔細討論。
- 4) 由850 hPa 緯向風分析部分可發現，相對於NCEP GFS 所模擬的過強南亞季風，CWB GFS 所模擬的季風氣流強度較弱，位置較偏西偏南。這現象和降水部分的分析是一致的。

四、 結論

本報告分析NCEP GFS 和CWB GFS 的一季模擬測試，分析結果顯示。兩者在中高緯度地區其500hPa高度場之分布並無相當差異，但於850hPa之溫度場距平中，CWB GFS在兩極地區則是呈現偏暖之形式，相較NCEP GFS普遍為偏冷之情況。對應兩個不同高度的分析，可看出在高緯度區域/極區，NCEP CFS 的中低對流層呈現一致性的偏冷和大氣厚度偏小的偏差，而在CWB GFS 中兩者之偏差則有反相位關係，即偏暖的低對流層伴隨大氣厚度負偏差。此結果再次顯示，我們須對CWB GFS 之低層大氣各種物理過程詳加分析，以了解此模式的特性。

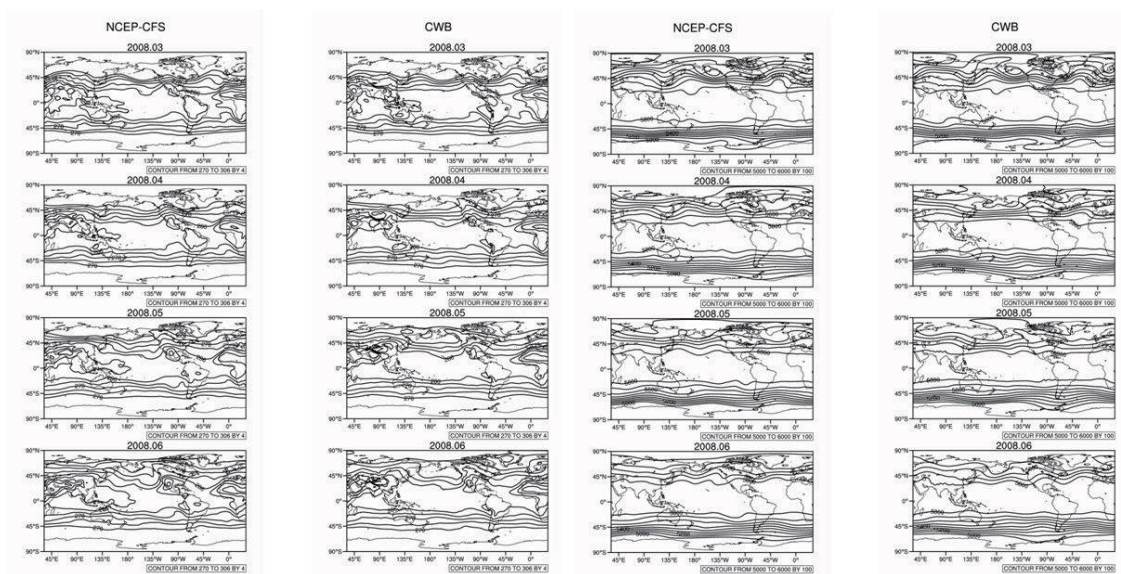
在熱帶區域，兩模式均會產生明顯降水偏差；其中NCEP GFS 的亞洲季風降水和季風環流偏強，而CWB GFS 則有季風降水和環流偏弱特性。由於各熱帶海域中的海氣耦合過程不盡

相同，因此未來也需要對不同海域設計不同的模式分析策略，以便針對海氣耦合模式中的不同區域，提出可行的改善方案。最重要的是，綜合各項分析結果顯示，未來有必要詳加檢驗兩模式中的各種物理過程，如地表過程和/或邊界層過程，以釐清兩模式具有哪些不同的系統性偏差，方可討論在1-tier CFS 中的海洋模式是否需要進行必要調整。

有鑑於全球氣候系統中包含多重尺度的氣候變異因子，針對氣候預報系統的模式檢驗，應詳加規劃，並提出有效率的分析診斷策略，以便未來可對改善模式提出建言。

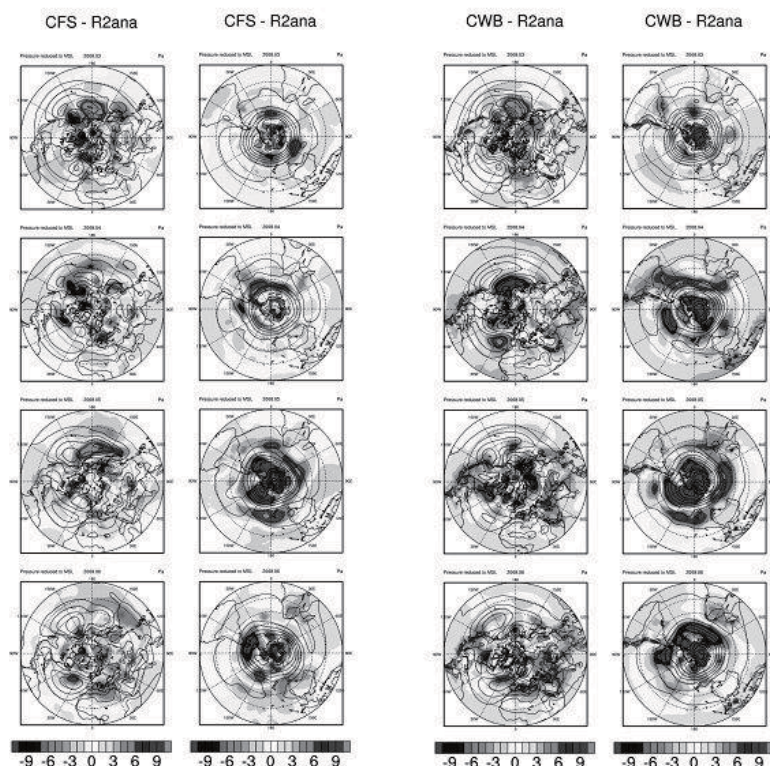
五、 參考文獻

- Adler, R.F., G.J. Huffman, A. Chang, R. Ferraro, P. Xie, J. Janowiak, B. Rudolf, U. Schneider, S. Curtis, D. Bolvin, A. Gruber, J. Susskind, P. Arkin, 2003: The Version 2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Monthly Precipitation Analysis(1979-Present). J. Hydrometeor., 4, 1147-1167.
- Kanamitsu, M., W. Ebisuzaki, J. Woollen, S.-K. Yang, J. J. Hnilo, M. Fiorino, and G. L. Potter, 2002: NCEP-DOE AMIP-II Reanalysis (R-2). Bull. Amer. Meteor. Soc., 83, 1631-1643.

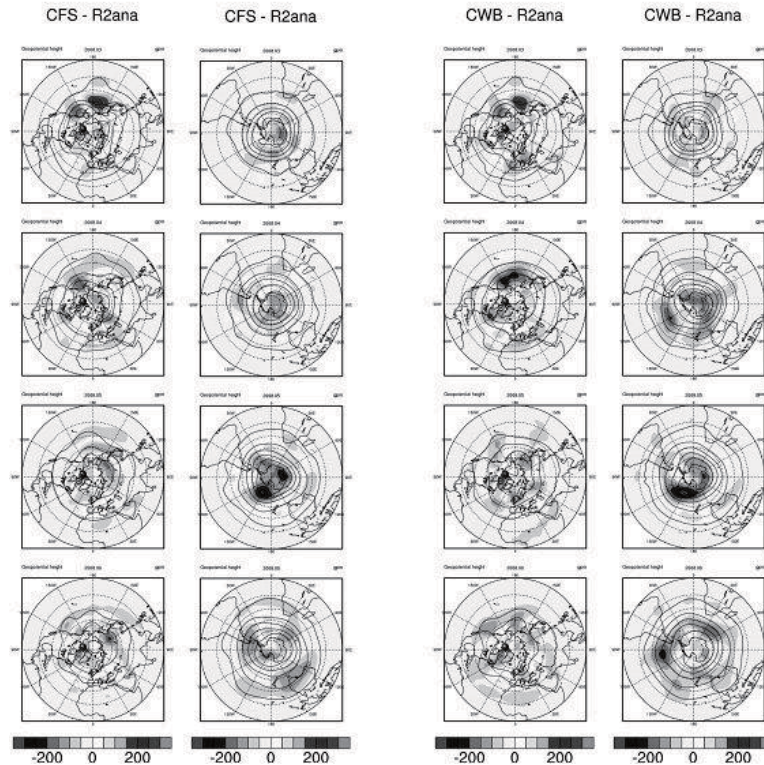


圖一、CWB GFS(右欄) 和 NCEP CFS (左欄) 之 850 hPa 溫度月平均場。等值線間距是 4K。由上而下依序為 2008 年的 3 月至 6 月；每月月份標示於圖上。

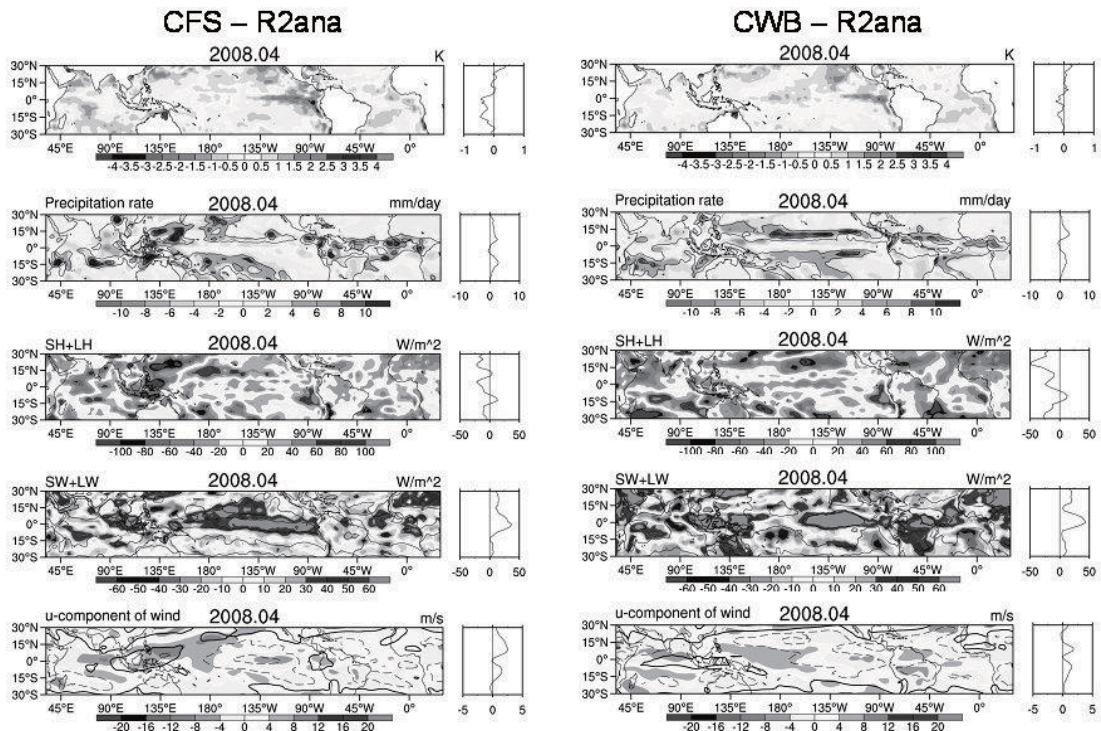
圖二、CWB GFS(右欄) 和 NCEP CFS (左欄) 之 500 hPa 重力位高度月平均場。等值線間距是 100 gpm。由上而下依序為 2008 年的 3 月至 6 月；每月月份標示於圖上。



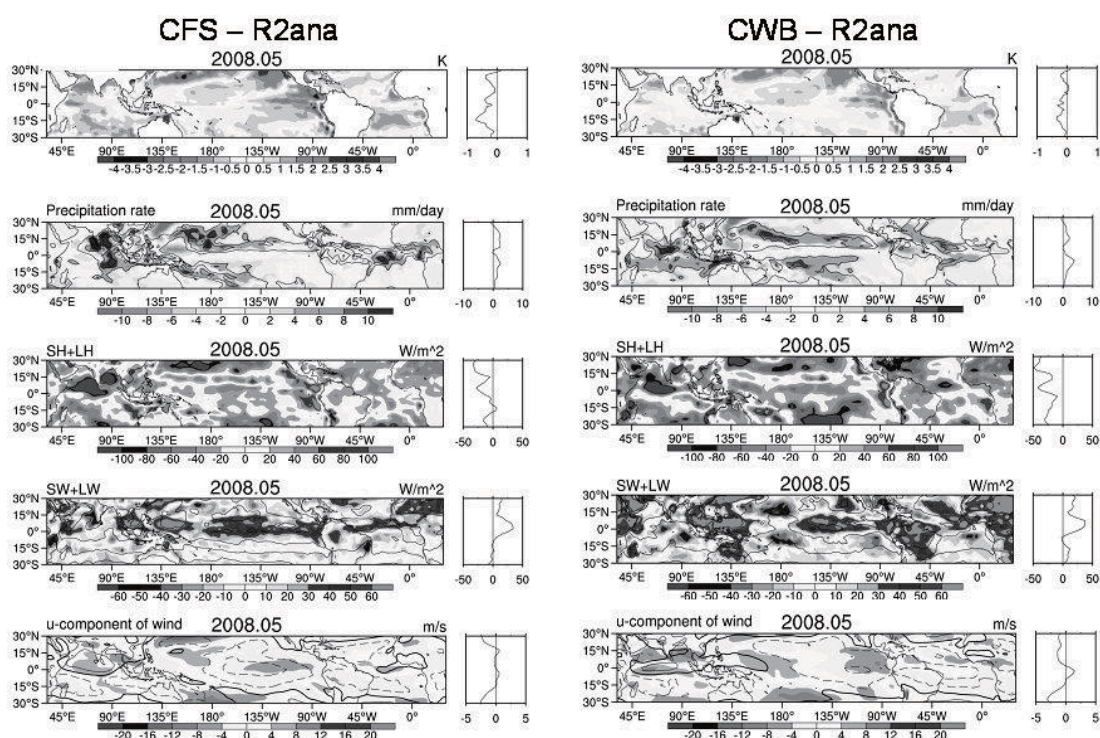
圖三、CWB GFS(右兩欄) 和 NCEP CFS (左兩欄) 之海平面氣壓月平均場分佈 (等值線) 和偏差值 (shaded)。模式個別所在之左欄為北極，右欄為南極座標投影。圖中的偏差值均為模式預報值減去當月的 R2 分析場。時間由上而下依序為 2008 年的 3 月至 6 月；每月月份標示於圖上。



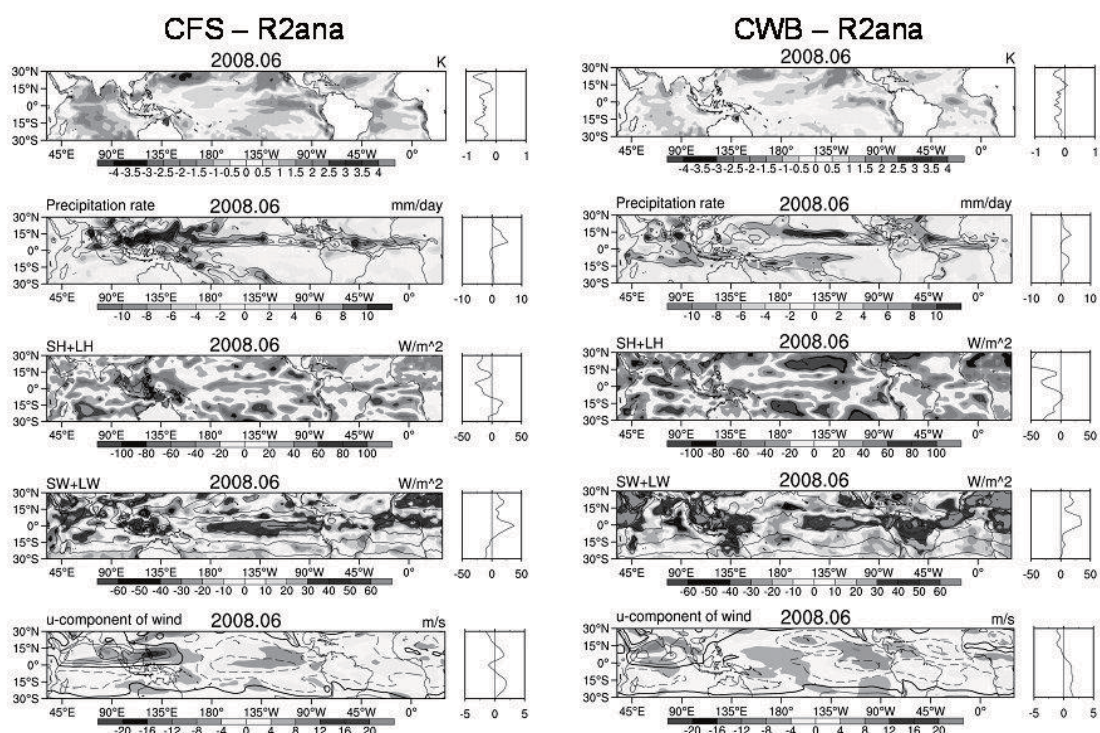
圖四、同圖三之編排，但為 500hPa 高度場。



圖五、熱帶地區的 NCEP GFS(左欄)與 CWB GFS(右欄)所使用之海表面溫度和大氣模式 (GFS) 的降水、地表熱通量 (顯熱和潛熱之和)、地表淨輻射通量 (淨短波輻射和淨長波輻射之和)、以及 850 hPa 緯向風場的 4 月月平均場 (等值線) 和其偏差值 (shaded)。圖中的偏差值均為模式預報值減去當月分析場；其中海溫減去 OI SST 分析場，降水減去 GPCP 分析場，其他變數則減去 R2 分析場。在各偏差場全球分佈圖的右側，均附有當月的偏差值之緯向平均值分佈。



圖六、同圖五，時間為五月。



圖七、同圖五，時間為六月。