

夏季亞洲地區 NCEP/NCAR, NASA/DAO 及 ECMWF 重分析資料之 地面熱通量的比較

王嘉琪 許晃雄
台大大氣科學系

摘要

本文比較 NCEP/NCAR, NASA/DAO 及 ECMWF 三種重分析資料的地面熱通量參數—潛熱通量(LH), 可感熱通量(SH), 短波輻射通量(SW)及長波輻射通量(LW)—在亞洲地區夏季(六、七、八月)時的差異及造成差異的可能原因。

整體看來, DAO 的長波輻射是比較小的, 最主要的原因可能是因為低估了向下長波輻射值。短波方面, 在海上是 DAO 比較小; 在陸地上是 ECMWF 比較小。可感熱通量方面, NCEP 在陸地上表現得很不一樣, 但是從地面風速及溫差上看不出有什麼關聯。潛熱通量方面, 在海面上是風速的影響很大, 在陸地上則不確定。

關鍵字: 地表熱通量

一、簡介:

NCEP/NCAR 的重分析資料計劃提供了 1957 到 1996 年的重分析資料(Kalnay and Jenne,1991; Kalnay et al., 1996)。ECMWF 也有類似的重分析資料, 時間自 1979 到 1993 共 15 年; NASA/DAO 的則是自 1985 到 1993 年。每年, 每個數值天氣預報中心都會修改它們的模式, 因此對氣候研究而言, 將過去的資料重新分析計算是相當重要的。這樣的處理可使研究人員在使用資料時免去考慮模式演變的因素。將這些重分析資料與實際觀測資料比較, 可以了解資料的特性。

在這篇文章中, 我們將比較 NCEP/NCAR, NASA/DAO 與 ECMWF 的重分析資料, 比較的對象是地面熱通量(surface heat flux), 包括地面淨短波及長波輻射通量(net surface short-wave/long-wave radiation flux)、可感熱通量(sensible heat flux)及潛熱通量(latent heat flux)。時間是六、七、八, 三個

月, 我們的目的不在於找出那組重分析資料比較正確, 而是想了解這些資料在亞洲地區夏季時的表現有何不同, 並期望此一分析可在將來使用重分析資料時提供一些參考。

二、資料說明與研究方法:

對於我們使用的三組重分析資料, 詳細的說明可參考各資料中心的報告(Kalnay et al.,1996; Schubert et.al,1995;Gibson et.al,1997), 表 1 是一些簡單的資訊。NCEP 的重分析資料從 1958 年到 1997 年, 我們選用的時間為 1979 到 1995 年, NCEP 的模式為 T62, 垂直 28 層, 高斯網格, 每六小時一筆資料。DAO 的資料長度為 1985 年到 1993 年, 東西方向的網隔間距為 2.5°, 南北為 2.0°, 垂直有 20 層, 每三小時有一筆資料。ECMWF 的資料為 1979 到 1993 年, 網格間距為 2.5°×2.5°, 六小時一筆資料, 模式為 T106, 垂直有 31 層。研究方法是將資料做每日平均及合成, 研究區域為 30°E~180°, 39

	NCEP	DAO	ERA
起迄年份	1979-1995	1985-1993	1979-1993
網格資訊	T62 Gaussian (192*94)	2.5*2.0 (144*91)	2.5*2.5 (144*73)
時間間隔	六小時	三小時	六小時
模式資訊	T62, 28 L	20 L	T106, 31 L

表 1

30°S~50°N。在此我們定義向上的通量為正，向下的通量為負。

三、結果：

1. 地面短波輻射通量：

為方便比較，我們以 NCEP 為基準，將另外兩組資料與 NCEP 相減。由於短波是進入地表，所以數值為負。相減後，正值的地方表示其進入地表的短波輻射比 NCEP 弱，負值為強。圖一(a)，可以看到 DAO 的短波輻射通量在副熱帶比 NCEP 的強，這與 Higgins (1996) 的發現一致：DAO 的短波輻射在夏半球的副熱帶是高估了。在青康藏高原及印度洋北半部到孟加拉灣，一直延伸到南海再到西太平洋一帶是正值，顯示短波輻射比 NCEP 弱。圖一(b)，ECMWF 的短波輻射在大部份的地方都比 NCEP 小，但在少數幾個海面，如阿拉伯海、孟加拉灣、南海及日本海則是比 NCEP 強的。在此必須強調的是，雖然我們以 NCEP 為基準，但並不表示我們認為 NCEP 在三組資料中是最準確的。

2. 地面長波輻射通量：

圖二(a)，普遍來說，DAO 的長波輻射通量比 NCEP 的大。海面的部份，在孟加拉灣、南海南部等海面 DAO 比 NCEP 大了約 20W/m² 左右。在陸地上差異更大，幾個比較乾燥的沙漠地區 DAO 比 NCEP 大了至少 20W/m²。此一結果與 Higgins (1996) 的發現一致：DAO 分析低估了向下長波輻射通量，淨長波輻射值因此較大。這也許是造成 DAO 的長波輻射通量較大的原因。至於 ECMWF 及 NCEP 則差別較小，圖二(b)，在青康藏高原到中南半島之間的地區是 ECMWF 比 NCEP 小約 10~20W/m²。

3. 可感熱通量：

可感熱通量與潛熱通量的參數化方法，通常是用 Monin-Obukhov 相似理論。這三種模式也不例外。這個方法可簡單表示為下式：

$$SH = -\rho C_P C_H U (T - T_0)$$

$$LH = -\rho C_P C_q U (q - q_0)$$

其中， C_q 、 C_H 為交換係數，和風速及地表狀況有關。 T_0 、 q_0 為地面溫度及濕度。 U 、 T 、 q 為某層的風速及溫、濕度，例如 ECMWF 是用 σ 層 0.995 的資料來計算地面熱通量 (Viterbo and Beljaars, 1995)。在此我們用 10 米風速及 2 米溫、濕度來比較。

可感熱方面，圖三(a)，(b)，三者之中 NCEP 的表現比較不同，在印度半島及中南半島上 NCEP 明顯地比其它兩組資料大了 90W/m² 以上。此一結果顯示 NCEP 的可感熱在陸地上有顯著的系統性誤差。NCEP/NCAR Reanalysis Problems List (<http://www.cdc.noaa.gov/cdc/reanalysis/problems.shtml>) 中提到，在地面風速很小的情況下，原本的參數化方法將不適用，因此當地面風速小於 0.75m/s 或在陸地上時 NCEP 的可感熱會有誤差。另外，NCEP 在靠近日本的海面則有明顯的正可感熱通量，也許是暖洋流流經造成的，但我們無法從風速及溫度這兩個變數中發現原因。同樣的情況也可以在 COADS 的資料中看到，因此 NCEP 的可感熱在海面上是比較接近觀測資料的。

4. 潛熱通量：

圖四(a)，NCEP 的潛熱通量在中南半島上比另外兩者小約 20W/m² 以上。在印度洋上 DAO 的潛熱通量比 NCEP 小很多，由它分佈的情況看來應該和近地面風速有關，在比較過三者的 10 米風速後，可以很明顯的看出 DAO 的 10 米風速的確比較小，

圖四(b)。在陸地上，潛熱通量跟風速間的關係就不太容易看出來，且因為缺少濕度的變數，無法更進一步確定潛熱通量跟濕度差的關係。

四、結論：

短波輻射方面，DAO 在暖池及孟加拉灣上比較小，但到了陸地上則是 ECMWF 的值比較小；在長波輻射方面，DAO 明顯比其它兩組資料小，這可能是模式本身的偏差，低估了向下長波輻射的值。在可感熱方面，海面上幾乎沒有差別，只有 NCEP 在日本附近的海面有較大的進入大氣的可感熱通量。在印度半島及中南半島，NCEP 有相當大的可感熱通量，但是這些地區的風速或溫差並沒有表現出相關的差異。潛熱方面，最明顯的差別是，DAO 在索馬利噴流的區域上，潛熱通量的值比較小，這可能是因為 DAO 低估了 10 米風速的關係。

在這次的研究中，由於資料有限，很多細節無法清楚的掌握。同時，在亞洲地區缺乏品質良好的觀測資料可供參考，這使得我們在比較這些需要參數化的變數時，缺少一個明確的指標。GAME，SCSMEX 等實驗測得的地表熱通量應可用來校驗上述三種重分析資料的可信度。

五、感謝：

大氣資料研究庫提供之重分析資料。

六、參考資料：

Gibson J.K., P. Kallberg, S.Uppala, A. Hernandez, A. Nomura, E. Serrano, 1997: "ECMWF Re-Analysis Project Report Series 1.ERA description", ECMWF, pp.72.

Higgins R. W., Y.-P. Yao, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, J. E. Janowiak, C. F. Ropelewski and R. E. Kistler, 1996.: "Intercomparison of the NCEP/NCAR and the NASA/DAO Reanalyses (1985-1993)",

NCEP/Climate Prediction Center ATLAS No.2.,pp.169.

Kalnay, E., and R. Jenne, 1991: "Summary of the NMC/NCAR reanalysis workshop of April 1991." *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 72, 1897-1904.

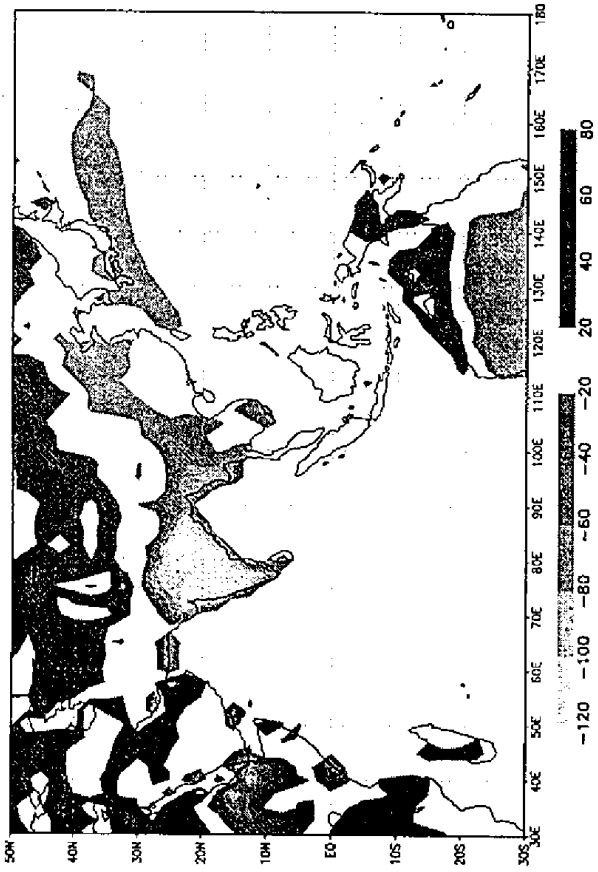
—, and M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, R. ReynoldsCoauthors, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W.Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, . C. Ropelewski, J. Wang, Roy Jenne, Dennis Joseph, 1996: "The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437- 472.

Schubert, S., C.-K. Park, C.-Y. Wu, W. Higgins, T. Kondratyeva, A. Molod, L. Takacs, M. Seablom and R. Rood, 1995: "A Multiyear Assimilation with the GEOS-1 System: Overview and Result.", NASA Technical Memorandum 104606, Vol.6.

Viterbo, P., and A. C. M. Beljaars, 1995: "An improved land surface parameterization scheme in the ECMWF model and its validation.", *J. Climate*, 8, 2716-1748.

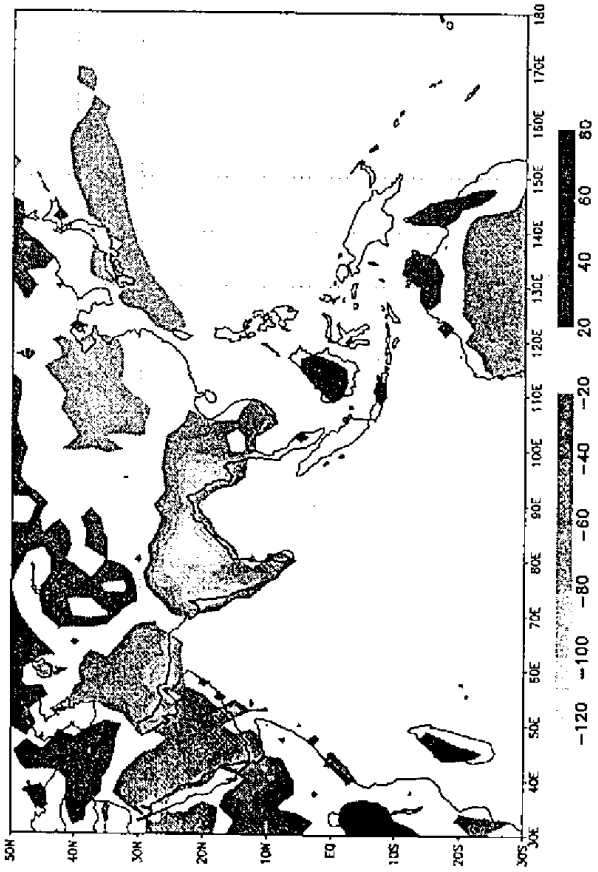
图三(a)

DAO-NCEP SH JJA



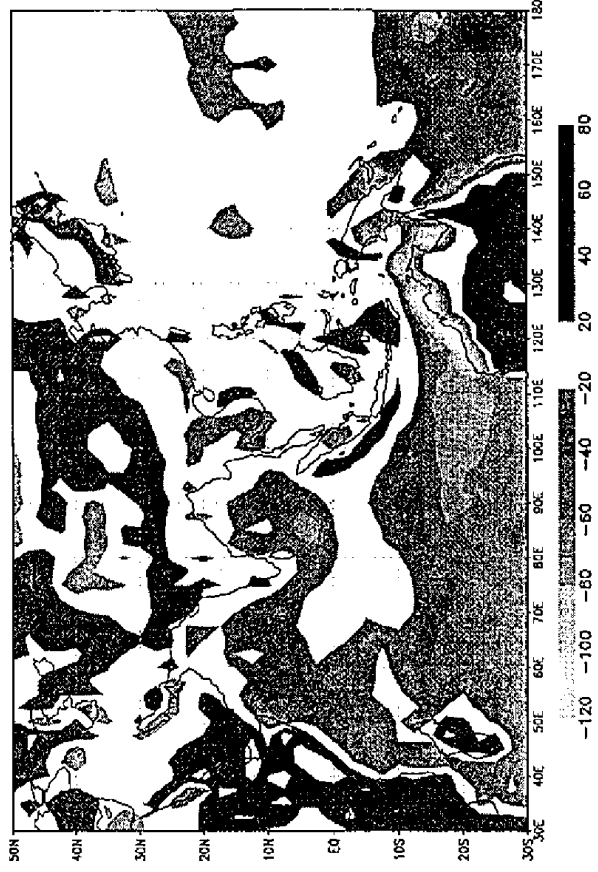
图三(b)

ERA-NCEP SH JJA



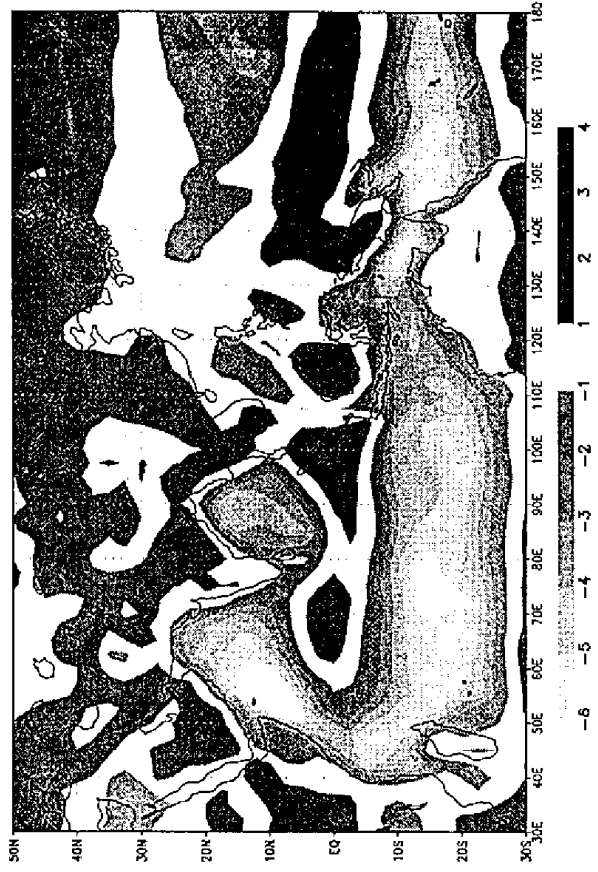
图四(a)

DAO-NCEP LH JJA



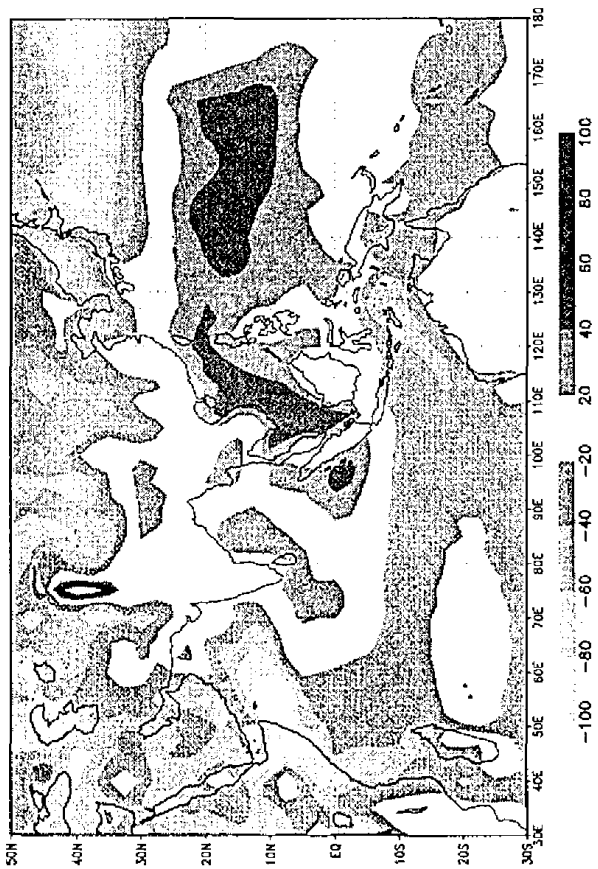
图四(b)

DAO-NCEP Wind 10m JJA



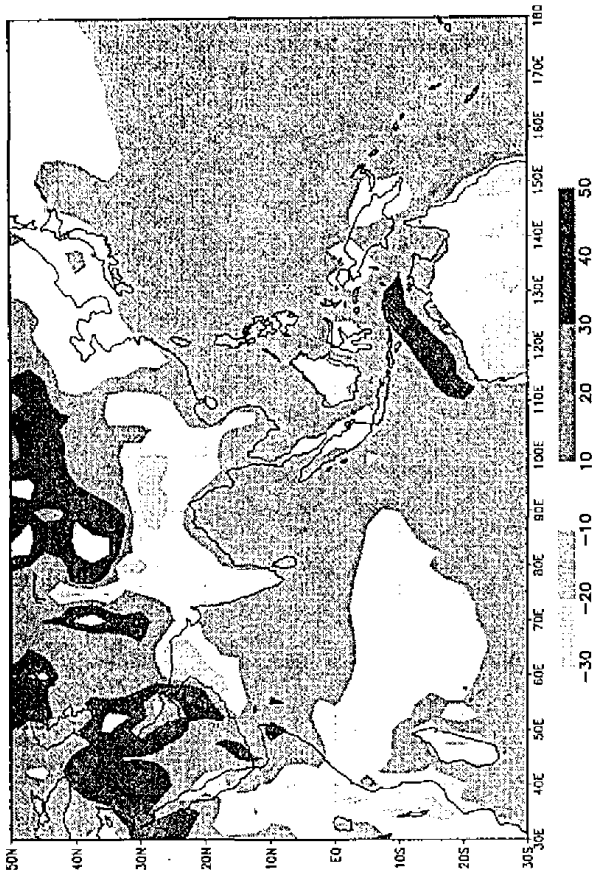
图一(a)

DAO-NCEP SW JJA



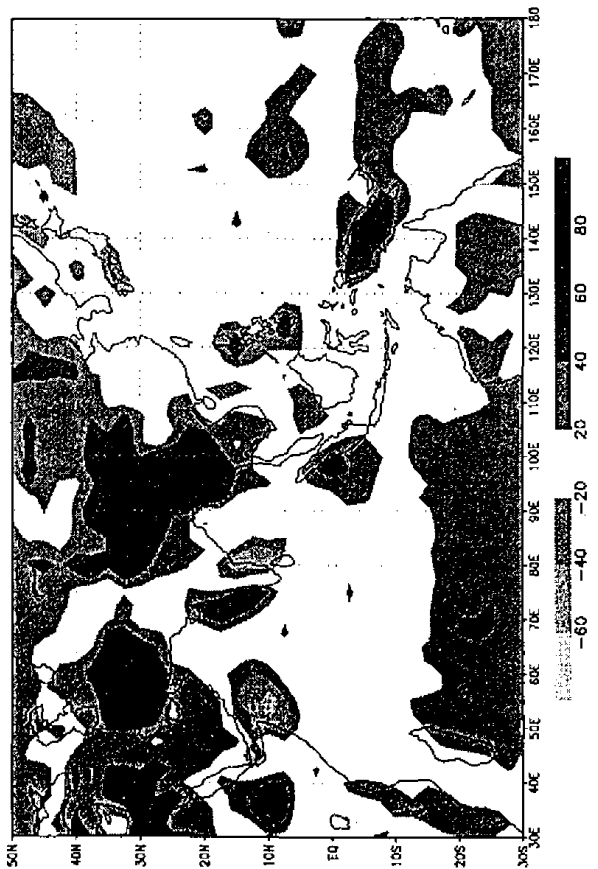
图二(a)

DAO-NCEP LW JJA



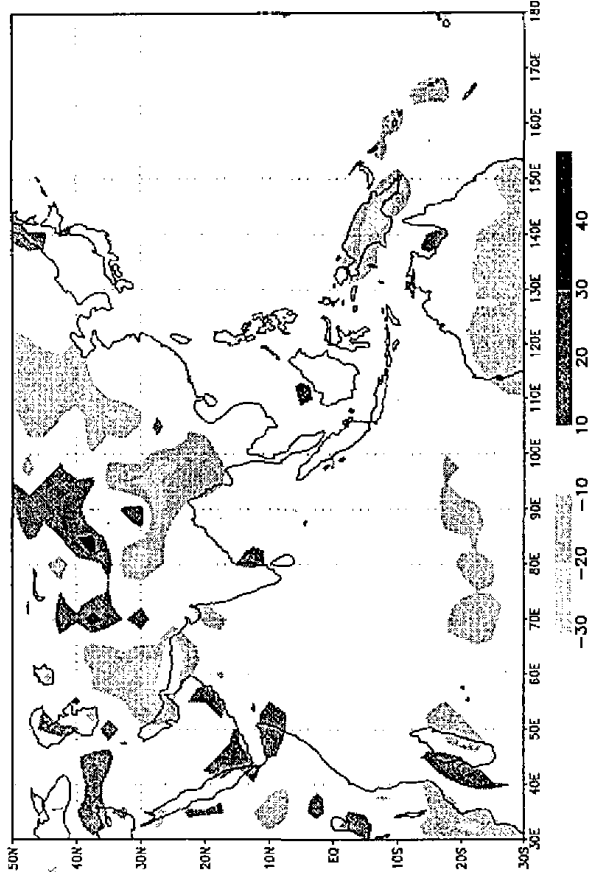
图一(b)

ERA-NCEP SW JJA



图二(b)

ERA-NCEP LW JJA



Intercomparison of the NCEP/NCAR, the NASA/DAO and the ECMWF Reanalysis Surface Fluxes over Asian in Summer

Chia-chi Wang Huang-Hsiung Hsu
Department of Atmospheric Sciences
National Taiwan University
Taipei, Taiwan

Abstract

In this paper, we compare four surface fluxes—the latent heat flux (LH), the sensible heat flux (SH), the longwave radiation flux (LW) and the shortwave radiation flux (SW) over Asian during June, July and August (JJA). We show the differences of the three kinds of reanalysis data, and what reasons to make these differences.

In overall, the LW of DAO is quite different with the others. The difference of them is 20–30 W/m^2 . The underestimation of the downward longwave radiation may be the main reason. About SW, DAO is lower than the others 20–50 W/m^2 over ocean. ECMWF is too low over land, the difference between ECMWF and DAO can excess 65 W/m^2 . Over South China, the SW are very different in the three models. It needs more studies.

About SW, the evolution tendency of NCEP is very different over land. It causes large bias in the net surface heat flux. About LH, they are very similar over the northern SCS (Southern China Sea) and the largest difference of the three kinds of data is about 10 W/m^2 . Over other areas; their biases can excess 30 W/m^2 .

Key words: surface flux