

中央氣象局NFS模式之 INCREMENTAL UPDATE CYCLE之研究

林淑卿* 柳在明 盛揚帆

劉其聖

中央氣象局

美國海軍實驗室

摘 要

本文中利用incremental update cycle初始資料處理之技術，提供中央氣象局NFS預報模組一個好的初始條件，好的初始條件始有好的預報結果。

Incremental update cycle初始資料在於提供預報模組一個最佳的初始狀態，並進而達到改善預報結果的目的。在文中新區域模式(NFS)平行測試，且和作業模式比較，結果指出在海平面氣壓與500hPa的SI得分，平行測試對於氣壓梯度的預報能力很明顯較作業模式為佳，高低各層之高度場與溫度場的標準偏差，平均誤差得分方面顯示，NFS平行測試在中低層有過冷的系統性誤差。平行測試實驗結果比較證實，incremental update cycle之初始資料對於NFS預報結果的改進的確有所助益。

一、前言

對於大氣的運動與變化是受到一組原始方程式 (Primitive Equation) 所控制，數值天氣預報即在於利用數值方法來求解此組方程式，從大氣的目前狀態 (初始狀態) 利用數值方法對時間作積分，以求達到預測未來狀態的目的。而在數值天氣預報工作或研究裡，決定預報良好的因素很多，但最重要的是要有一個好的初始條件；眾所週知，好的初始條件為好的預報結果之必要條件，因此本文的目的是在提供預報模式一個最佳的初始條件 (初始狀態)，以期能有好的預報結果。

中央氣象局新區域預報系統 (簡稱 NFS) 主要目的為從事數值天氣預報，NFS 模式具備初始資料分析模組以及完善的動力與物理參數化預報模組。新區域模式(NFS)分析模組乃整合了作業模式(LAFS)之地形投影、地形高度場及地形側邊界處理、背景氣候資料處理、初始猜測值處理、水平方向內插、客觀分析及預報積分時所需側邊界氣象場之處理等九個模組整合成一個新的分析模組。也就是新區域模式 (NFS) 僅包含分析與預報兩模組，而作業模式(LAFS) (葉等, 1994) 則包含12模組 (如圖一)。化簡後的NFS好處是系統維護較容易，初次使用者較容易上手，只要將模式所需資料準備好就可輕易得到NFS之預報產品。目前在作業上資料I/O是採用中央氣象局自行研發的資料庫軟體工具，但NFS亦設計了一般學術

研究單位所常用 fortran 輸出輸入格式之功能性選擇，以其將來學術研究單位有興趣共同研究本局模式之潛在性。

NFS 分析模組之初始條件處理過程中，初始猜測值得取得有三種選擇：(1) 由全球預報模式 (GFS) 預報場提供，我們稱之為 cold start run；(2) 由 NFS 模式預報場自行提供本身前 12 小時個案之 12 小時預報結果，若所提供預報場為標準氣壓面之氣象要素，則我們稱之為 full update cycle run；(3) 若所提供預報場為預報模式 σ -level 上之氣象要素，則我們稱之為 incremental update cycle run。理論上，因為 NFS 解析度較 GFS 為高，NFS 模式之預報場比 GFS 模式之預報場能提供較詳實氣象場作為模式的初始猜測值，所以 update cycle run 比 cold start run 可提供較好的初始條件；而 full update cycle run 在垂直方向能提供 16 層標準氣壓面之氣象場初始條件；預報模式垂直方向若有 30 層 σ -level，則 30 層 σ -level 資料比 16 層標準氣壓面資料能提供較好的初始條件。因此，incremental update cycle run 比 full update cycle run 可提供較好的初始條件。

本文使用 NFS incremental update cycle run 分析與作業模式(NFS) cold start run 預報做比較。第二節將介紹 NFS 分析模組之架構與 incremental update cycle run 之做法，第三節將比較作業 NFS 與平行測試 NFS 的預報結果討論，文章最後綜合結論並對 NFS 未來研究發展重點提出一些看法。

二、分析模組之架構與Incremental Update Cycle

目前NFS為三層巢狀網格模式，有粗、中與細網格三層，網格解析度分別為45/15/5公里，所涵蓋的範圍如圖二所示；垂直方面有30層之靜力平衡模式，至於預報動力與物理參數化部分詳請見（柳等,1994）。新區域預報系統NFS分析模組之流程圖如圖三，表一為主要流程圖之說明。NFS分析模組做觀測資料客觀分析之前必須先取得初始猜測場，其取得方式有三種選擇：邏輯變數itupd=0為cold start run；itupd=1為full update cycle run；itupd=2為incremental update cycle run。NFS分析模組取得初始猜測場後，接著處理背景氣候場（地表溼度、地表粗糙度與地表反射率等資料）及海溫資料後，再進行觀測資料之客觀分析；接著處理時間積分所需之側邊界條件，此側邊界條件是由全球預報系統提供，現今平行測試期間每12小時提供一次側邊界。最後再將巢狀網格點的結構訊息輸出，以確定與預報模組所使用的巢狀網格點的結構一致。

Incremental update cycle run之原理是以NFS預報模式所用 σ -level為基準，讀取NFS本身前一報報對於此時刻的 σ -level預報場作為模式初始猜測場；以目前每日二次（0000, 1200 UTC）作業而言，即為前12小時個案之12小時 σ -level預報場作為模式初始猜測場，而後再加入觀測資料修正量就成為預報所需之初始場。本文中客觀分析採用最佳內插（OI）客觀分析（黃等，1994），目前OI分析座標為等壓面座標，客觀分析後在等壓面座標上的分析值與初始猜測值之差，再內插到模式所用 σ -座標後，所得的增加量（increment）即為觀測資料修正量。因此做Incremental update cycle run測試之前，因為第一次分析所需之初始猜測場無從得之，所以要先做一次cold start run，以便產生模式本身 σ -level上的預報場作為下一次預報之初始猜測值。若模式本身預報場不佳，又無觀測資料加以修正的話，此不好的預報結果作為預報所需之初始條件時，則模式之預報誤差將隨update cycle數目增加而快速增加。因此update cycle除了要能不間斷的持續預報作業的運作外，且其預報場必須具備相當的預報能力，才可以作為作業之考慮。

三、平行測試結果

平行測試NFS系統與現行NFS作業系統有兩點主要不同：一、平行測試NFS系統為新發展的分析模組結合NFS預報模組所組成；而現行NFS作業系統係由部分LAFS系統結合NFS預報模組所構成，也就是由LAFS系統準備好NFS預報模組所需之初始資料（如前言所介紹）。二、平行測試NFS系統為Incremental update cycle run，NFS預報模組所需之初始猜測值由NFS系統本身 σ -level預報場提供；現行NFS作業系統為cold start run，其初始猜測值由GFS系統預報場提供。

平行測試NFS系統自2001年八月九日1200UTC開始，第一次先做cold start run，而後每日做二次incremental update cycle run之預報測試。於十月一日0000UTC將模式垂直層數由21層增至30層；由於垂直層數不同，Incremental update cycle run必須中斷，故十月一日0000UTC改為cold start run，之後才再進行每日二次Incremental update cycle run，但預報系統的統計校驗系統未中斷，所以本文以下平行測試之校驗統計分析結果會出現不連續現象，以下各校驗統計均僅針對模式之粗網格（圖二中最外層的範圍）72小時預報場做分析比較。

圖四為NFS作業系統2001年八月到十月月上旬海平面氣壓（Sea Level Pressure，簡稱SLP）與500hPa高度場的S1得分，每12小時一间距，分別以不同顏色不同標示區別之。圖五為平行測試系統測試期間之海平面氣壓與500hPa高度場的S1得分。比較圖四與圖五會發現平行測試之SLP S1得分約在30至60之間，作業系統則在50至80之間；平行測試之500hPa高度場S1得分約在20至60之間，作業系統則在40至80之間。S1得分代表模式對氣壓梯度的預報能力，S1的值一般在20至80之間，值愈小表示模式對氣壓梯度的預報能力愈好。因此由S1得分顯示Incremental update cycle run對氣壓梯度的預報能力很明顯較cold start run為佳。圖六與圖七分別相對於圖四與圖五但為異常相關圖（Anomaly Correlation，簡稱AC），圖六與圖七顯示Incremental update cycle run在SLP的AC明顯較cold start run為好（AC越接近越佳，表預報場與分析場越相符）；但在中層500hPa的AC則兩者相差不多。

圖八為NFS作業系統SLP、850hPa、500hPa與300hPa高度場的平均誤差（Mean Error，簡稱ME），圖九為平行測試系統測試SLP、850hPa、500hPa與300hPa高度場的ME。圖十與圖十一分別相對於圖八與圖九但為標準偏差（Standard Deviation Error，簡稱SDE）。比較圖八與圖九會發現平行測試的ME無論在低層或中高層在測試前一個月均較作業系

統為大，九月中旬後兩者相差不多。圖十與圖十一平行測試與作業系統的SDE在中低層（SLP與850hPa）不差上下，在中高層（500hPa與300hPa）平行測試的SDE略小於作業系統。

圖十二為NFS作業系統850hPa、500hPa與300hPa溫度場的ME，圖十三為平行測試系統測試850hPa、500hPa與300hPa溫度場的ME。比較圖十二與圖十三會發現平行測試的溫度場ME在850hPa與500hPa均較作業系統為低，表示Incremental update cycle run在中低層預報場具有過冷的系統性誤差，在300hPa則兩者相差不多。而對於溫度場的SDE分析無論在850hPa、500hPa與300hPa平行測試與作業系統均不差上下。

四、結果與討論

因為NFS分析模組與LAFS分析部分是全然不同的兩個模組，NFS分析模組的上線作業之前，有不少時間是花在僥倖的工作，這些工作或是來自初始資料準備的問題，或是模式在編碼上的誤失，或是模式的預報場不是每次都能提供好的預報場以作為下一次預報的好初始清測值。在不斷的測試與改進下，能以incremental update cycle run a平行測試兩個月，且與作業系統比較由校驗統計分析中得

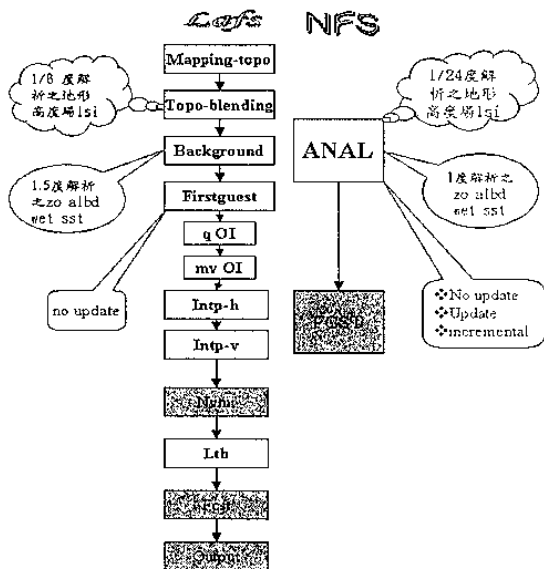
行測試兩個月，且與作業系統比較由校驗統計分析中得知，部分統計得分優於作業系統，實屬不易。

NFS分析模組平行測試約兩個月之統計校驗分析，顯示Incremental update cycle run的確可改進預報結果，對於中低層有預報過冷之系統性誤差需進一步研究分析，對於NFS細網格的降水預報能力，更是研究重點之一，尤其是在台灣地區對降水預報之需求極迫切。

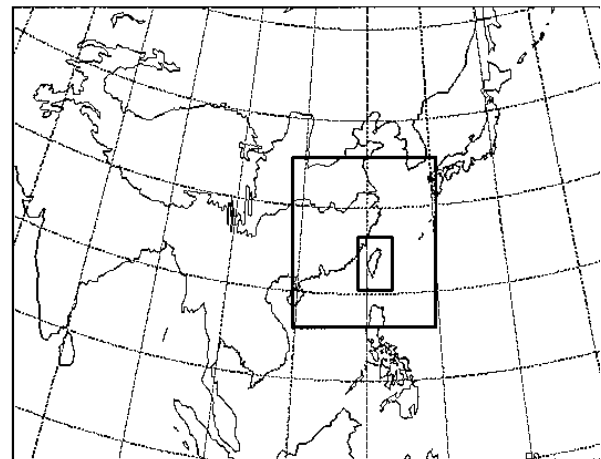
後續工作除了NFS分析模組針對過冷的系統性誤差之改進外，以3DVAR客觀分析法在垂直層數可由標準16層提高到模式所要求之層數外，3DVAR客觀分析法亦可直接在 σ -level上做客觀分析，此點對Incremental update cycle run是最佳選擇；因此以3DVAR客觀分析法取代OI客觀分析法的測試，是未來研究工作重點之一。

參考文獻

- 葉天降,林淑卿,李尚武,陳雯美,張偉正與彭順台,1994:中央氣象局第二代有限區域預報系統之建置與現況。天氣分析與預報研討會,1994年11月24至26日,台北,中央氣象局,11-20頁
- 黃麗玫,滕春慈與劉其聖,1994:最佳客觀分析法於中央氣象局第二代有限區域模式之使用現況。天氣分析與預報研討會,1994年11月24至26日,台北,中央氣象局,95-106頁。



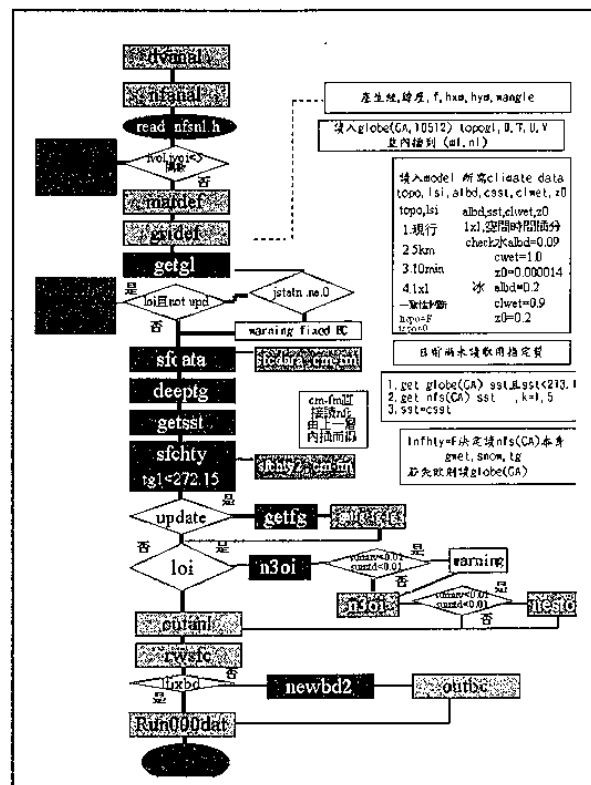
圖一：LAFS 作業系統與 NFS 系統所包含之執行模組



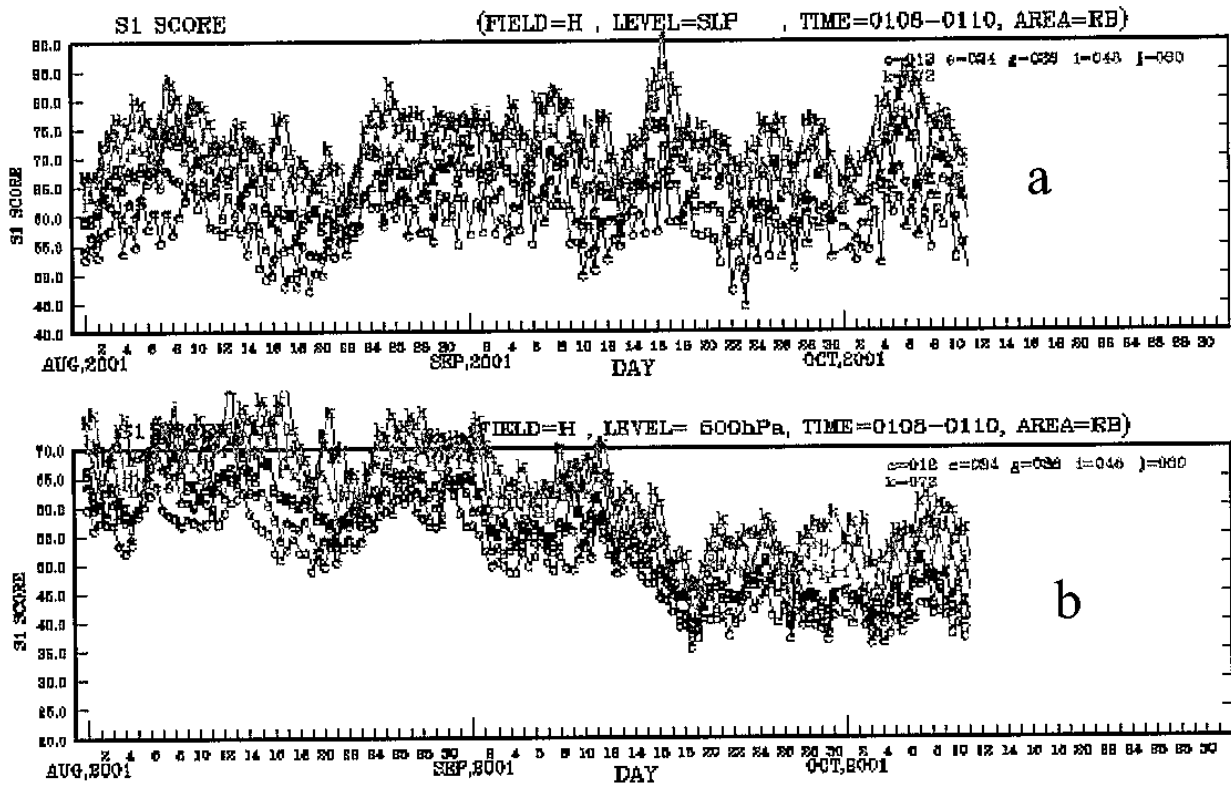
圖二：NFS 系統三層巢狀網格所涵蓋之範圍。

表一：為主要流程圖之說明

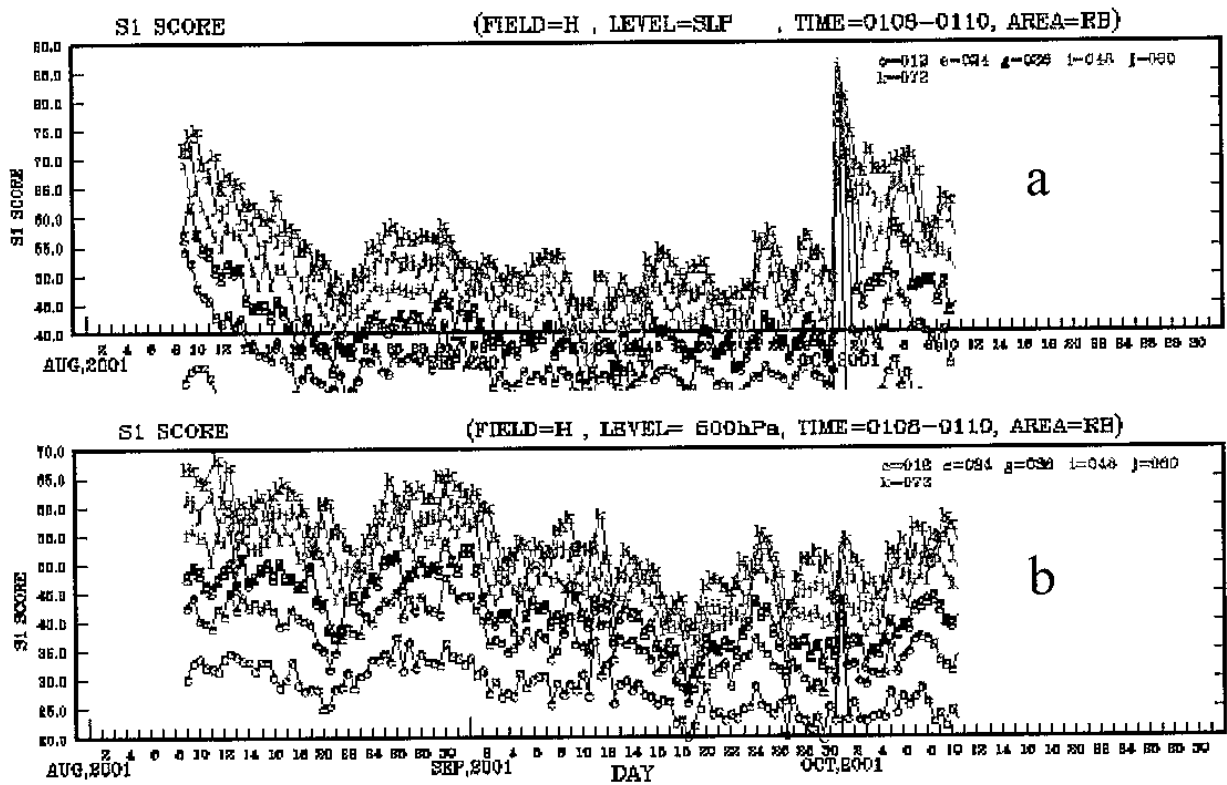
dvanal	分析模組之驅動主程式
nfanal	各個氣象變數之定義，控制初始資料之選擇
matdef	定義積分時所需之常數矩陣
gridef	計算地圖投影之網格點資料
getgl	取得全球預報模式之網格點資料
sfdata	取得地面參數資料
deeptg	取得地表溫度資料
getsst	取得海面溫度資料
sfchty	取得地表參數歷史資料
getfg	取得初始猜測資料
n3oi	OI 客觀分析
nestoi	細網格若不做 OI 客觀分析，則由粗網格內插
outanl	輸出分析場
rwsfc	輸出/輸入地面氣象參數
newbd2	準備時間積分所需側邊界資料
outbc	輸出側邊界資料
Run00dat	始分析模組與預報模組網格結構一致之紀錄



圖三：NFS 分析模組之流程圖，說明如表一



圖四：作業系統自 2001 年八月起（水平軸）(a) 海平面氣壓與，(b) 500hPa 高度場之 S1 得分。



圖五：同圖四，唯為 NFS 平行測試系統自 2001 年八月九日 0000UTC 起之(a)海平面氣壓與，(b)500hPa 高度場之 S1 得分。