

WRF Digital Filter Initialization 在中央氣象局的應用

柳再明*

中央氣象局

摘要

Lynch and Huang(1992)(LH92)提出 digital filter initialization(DFI), 其為一全新的初始化方法, 文中較之 standard nonlinear normal-mode initialization(NMI)(Machenhauer 1977), 表現有過之而無不及。DFI 確實掌握初始化所必須維持的幾個特點, 如有效去除高頻雜波, 如對分析場的改變幾可忽略, 又如初始化的使用不影響預報的結果。

經由個案測試, 在 CWB WRF 的作業版本(2.2.1)中, 結果明顯指出 DFI 確實如 LH92 文中所述, 能掌握初始化所必須維持的幾個特點, 我們的測試結果也顯示 3 小時窗區, 是使用 DFI 的最佳選擇。

一. 前言

LH92 以數值濾波(digital filter)的觀念提出 DFI, 此為一種相當簡單的初始化方法, 文中將 DFI 用於其有限區域模式(High-Resolution Limited-Area Model; HIRLAM), 結果顯示預報過程中 DFI 非常有效的能去除假的高頻震盪。LH92 文中也將 DFI 與常用的初始化方法 NMI 做比較, 測試結果清楚的指出 DFI 比 NMI 對於高頻雜波的抑制更有效率。

DFI 以數值濾波為理論基礎, 並藉助動力初始化的過程, 來完成對於高頻雜波的抑制。簡單的來說, DFI 以往前往後(forward-backward)的動力初始化過程, 由初始場積分兩小段時間, 然後再藉由數值濾波的工具, 處理往前小段積分時間的資料, 最後就能得到一組沒有高頻雜波的初始場, 此即為 DFI 的過程大略說明。下節中將說明我們的測試結果。

二. 結果與討論

圖 1. 是網格點(117,56)地表氣壓的 12 小時預報。圖中明顯看到 DDFI 曲線(震幅約 1.5hpa)有效降低 OBJ 曲線(震幅大於 4.6hpa)的雜波, OBJ 曲線的雜波是客觀分析質量場與動量場不平衡所導致, DDFI 結合數值濾波與動力初始化的過程, 確實達到抑制高頻雜波的效果。DDFI 是 DFI 加上非

絕熱過程, DFI 的以往往後兩過程都是絕熱過程, DDFI 在往後過程維持絕熱過程, 往前過程則為非絕熱過程, DFI 後續的文章具體指出 DDFI 表現優於 DFI。除了圖 1 固定網格之地表氣壓的測試, 可以顯示 DFI 確實達到抑制高頻雜波的效果外, 垂直速度的測試也能得到類似的效果。另外圖 1 的效果是不分海陸的, 海面上的網格點雖然沒有如陸地網格有陡峭的山脈地形, 然而客觀分析質量場與動量場不平衡, 所導致之 OBJ 曲線的雜波仍然相當明顯, 我們的測試結果不分海陸的一致指出, DFI 確實有效抑制高頻雜波的發生。我們也測試 DFI 動力初始化過程的窗區大小(以往往後的積分時間), 窗區愈大 DFI 的效果

愈好, 然而窗區愈大愈花費電腦計算時間, 因此如何決定窗區的大小是效率的判定, 根據我們的測試結果, 顯示 3 小時的窗區是最佳的選擇。以上討論清楚顯示 DFI 能有效去除高頻雜波, 然而初始化的過程另外尚需注意以下兩點, 一是對分析場的改變幾可忽略, 另一是初始化的使用不影響預報的結果。經由測試結果詳細比對, 我們將 OBJ 減去 DFI 的所有網格, 檢視兩者的差值隨預報時間的變化, 海平面氣壓初始場的差值全場的平均為 0.526hpa, 24 小時預報差值為 0.216hpa, 48 小時預報差值為 0.118hpa, 隨預報時間差值一路遞減, 初始場的差值 0.526hpa 很小, 完全符合上面所述初始化過程另外尚需注意的兩個特點,

上節我們盡其所能的測試 DFI 在 CWB WRF 中的效果及基本特性, 本節我們進行 DFI 的平行測試, 圖 2 是 S1 得分, 紅色線為 DFI 藍色線為 OBJ, 實驗期間自三月 16 日~23 日。圖 2 明顯指出 DFI(紅色線)比 OBJ(藍色線)有較好的得分(S1 得分愈低愈好), 其他得分(均方根誤差, 標準差, 平均誤差)結果類似,

當模式進行更新循環(update cycle), 亦即以短時間的預報場當客觀分析的初始場時, 圖 1 中 OBJ 線條的大震幅較之 DFI 線條的較小震幅, DFI 能夠提供較優的短時間預報場, 這就是圖 2 中 DFI 有較佳 S1 得分的原因, 理論上較長時間的預報結果(一天以上), 與有無初始化應無關, 然而根據我們的測試結果並不那麼肯定, 有些許差異但很難肯定是否小到可忽略, 行文至此, 我們要指出的是, 以上的測試是在 WRF 2.2.1 版本測試, WRF 2.2.1 版本沒有納入 DFI, 因此要有三個執行檔(往後, 往前, 原始)與三個不同 namelist, 測試時並不十分順手, 而今 WRF 3.0 版本對於 DFI 有更方便使用的界面, 全部用 namelist 控制, 僅有一個執行檔, 所以 WRF 3.0 版本中 DFI 的測試是下一步的主要工作,

參考文獻

Lynch, P. and X.-Y. Huang, 1992 : Initialization of theHIRLAM Model Using a Digital Filter., Mon. Wea. Rev., 120, 1019-1034.

Machenhauer, B., 1977: On the dynamics of gravity oscillations in a shallow water model with applications to normal mode initialization. Beitr. Atmos. Phys., 50, 253-271.

Terrain pressure(hpa) (117,56), 12h fst

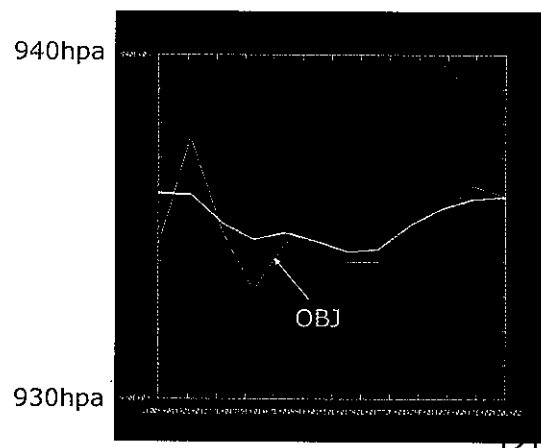


圖 1. 是網格點(117,56)地表氣壓的 12 小時預報。

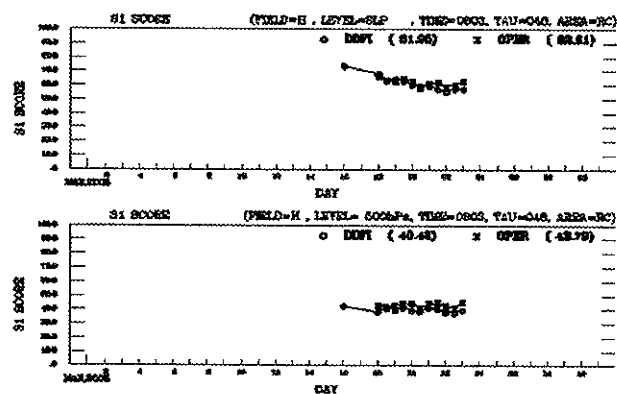


圖 2. S1 得分，紅色線為 DFI，藍色線為 OBJ，實驗期間自三月 16 日~23 日。