

調整初始颱風渦旋背景環流對颱風路徑預報之影響

馮欽賜 陳雯美 陳建河
中央氣象局

摘要

近兩年爲了提升中央氣象局全球模式系統之颱風路徑預報能力，我們測試不同初始颱風渦旋的改善方法，顯示僅採用渦旋中心重置的作法並不能獲得理想的路徑預報，而另一方面植入虛擬渦旋的方法亦有其誤差問題。鑑於此，我們進一步提出有別上述作法的改善方法，基本上它以保留模式初始渦旋爲原則，但修正初始颱風渦旋所在之背景環流場，使其平均風速(向)與颱風觀測報告之過去 6 小時路徑趨勢一致，經測試顯示它能比其他方法獲得更佳之路徑預報改善。本報告將說明此一方法並探討其應用在 2006 年颱風路徑預報的結果。

一、前言

數值模式預測結果是目前颱風路徑預報作業非常依賴的客觀依據資料，由於颱風主要之生命期位於海洋上，缺乏完整觀測資料，對其生成、發展和運動等物理及動力結構都非數值模式所能一一精確模擬，因此數值模式對其路徑預報仍有相當程度的誤差。正因爲海洋觀測資料的缺乏，使數值模式資料同化過程難以產生正確的颱風環流，因此藉改善模式初始場之颱風渦旋位置及其結構之合理性，往往是數值模式爲能有效提升颱風路徑預報需面對的首要課題。在改善初始颱風渦旋的問題上，植入虛擬颱風渦旋是一般常見的作法，一種是將數值模式初始場中被定義的颱風渦旋濾除，再植入精心設計之人工颱風渦旋取代(例如美國 GFDL 颱風模式)，另一種則利用同化分析過程補充人爲虛擬颱風渦旋探空資料，改進分析場之颱風渦旋結構與強度，目前大多數模式偏好採取這種方式。不過，鑑於數值模式解析能力提高已能掌握某種程度的颱風渦旋強度，也有如 NCEP 全球預報模式並不另植假渦旋，而是保留原來初始渦旋僅將其中心位置重新定位(relocation)的作法。相對植入法，後者的利基在於使用與模式熱力和動力結構相契合的颱風渦旋，可以減少預報初期的調節過程並避免其衍生的負面影響，有時反而較植入虛擬渦旋更利於颱風路徑預報，不過何種作法能產生較佳路徑預報，可能因模式特性而異。

近兩年爲了提升中央氣象局全球模式系統(CWB-GFS)之颱風路徑預報能力，馮(2006)測試上述兩類初始颱風渦旋的改善方法，結果顯示僅採用渦旋中心重置，路徑預報的表現並不理想，而另一方面植入法雖然有所改善但也有其誤差問題。因此著眼於是否有更佳之初始颱風渦旋改善方法，降低 CWB-GFS 颱風路徑預報之誤差，我們進一步提出有別上述作法的改善方法，基本上它在初始渦旋中心重置並保留模式初始渦旋的原則下，接續修正了初始颱風渦旋所在之背景環流場，使其平均風速(向)與颱風觀測報告之過去 6 小時路徑趨勢一致。此法是假設背景環流平均速度向量可代表與駛流場近似的特性，利用這種調整來改進模式初始渦旋因資料

不足同化過程無法產生正確駛流場的問題。經測試顯示它因能於初始預報期間導引颱風路徑至較正確的趨勢，從而獲得比上述方法更佳之路徑預報改善效果(馮 2006)，本報告將說明此一方法，並且探討其應用於 2006 年颱風路徑預報的結果。

二、初始颱風渦旋之背景環流的改善方法

作業上資料同化所用之猜測場是前一次後執行(post-run)的 6 小時預報場，颱風渦旋中心之重置便是將該預報場颱風渦旋中心平移至與觀測報告的中心位置一致，避免其初始位置的誤差對路徑預報的負面影響，目前這個作法已納入 CWB-GFS 的作業程序中。初始颱風渦旋中背景環流平均風速之調整是在颱風渦旋中心重置後，續調整其颱風範圍內大尺度平均風場，使其符合颱風觀測報告之過去 6 小時路徑趨勢(向量)，希望由此作法能較正確掌握預報初期的路徑走向，從而進一步改善往後的路徑預測。維持模式已具備的初始颱風渦旋爲進行此法的原則，因此先對分析場做 24 個波數截斷平滑，將此濾除颱風渦旋後的風場定義爲大尺度的背景環流，然後利用颱風渦旋中心約半徑 6 度範圍內的網格點風場求平均速度向量，並將此範圍之格點風場均加進平均速度向量與過去 6 小時颱風向量之差值，藉此調整使初始颱風渦旋之大尺度環流與路徑趨勢一致，模式初始颱風渦旋便是由修正後的背景環流加回原被濾除的颱風渦旋而組成。調整背景環流的作法是在標準氣壓層上進行，垂直上包含 1000hPa 至 400hPa 的範圍。

這種對大尺度背景環流的調整作法，在目前數值模式由資料同化所植入之虛擬渦旋風場結構中也同樣被採用。因此總結而言，我們保留模式自身的初始颱風渦旋而不另植人爲渦旋，但利用了植入法製造虛擬渦旋風場過程所施行的背景環流修正概念。

圖 1 是 2006 年凱米(Kaemi)颱風在 7 月 22 日 00Z 時之 700hPa 初始渦旋風場，背景環流調整前後之比較，可發現流場之轉變由原本較呈現往北之分量被修正爲往西導引之流場，從圖 2 同一時的對應路徑

預報結果，顯示調整前初始 6 小時預報時間的路徑往東北方向，與其淨背景環流之風場向量相當一致，經施予背景環流的調整後，路徑即獲得有效地修正，大幅提升路徑預報的正確性。

三、2006 年颱風個案之路徑預報

我們選擇 2006 年颱風路徑接近臺灣且中央氣象局曾發佈颱風警報之珍珠(Chanchu)、碧利斯(Bilis)、凱米(Kaemi)、桑美(Saomai)及珊珊(Shanshan)等 5 個颱風作為測試探討的對象。以下的結果說明分別對僅實施颱風渦旋中心重置與加入背景環流平均風速修正之兩種測試稱為 OPS 及 UV-TUNED。目前本報告呈現的是最近使用 CWB-GFS 之 T239L30 版本所測試的結果。圖 3 則是所有 5 個颱風的平均路徑誤差統計。

整體的結果顯示，全球模式系統分析過程可能因海面觀測資料的缺乏以及解析度不足，其產生的初始颱風渦旋之風場結構似乎存在明顯的誤差，影響颱風路徑移動的正確性，預報結果有向北偏移的系統性誤差現象，而且也有速度預測過慢問題無法掌握移速變快之颱風，加劇了對此類颱風個案路徑預報的誤差。相較 OPS 版結果，UV-TUNED 版在各個個案均能在無損 OPS 版表現，改善其因於方向嚴重偏差所引起的錯誤路徑，從個案的平均路徑預報誤差統計顯示其結果甚至較植入法(圖 3 之 BOUGUS)

為最佳。由於 UV-TUNED 版所改變的是初始颱風渦旋內背景環流的平均速度，顯示 OPS 版的路徑方向偏差與此特性相當有關。不過，UV-TUNED 版也不能完全改善路徑潛在性偏北的問題，尤其模式初始颱風渦旋過弱時候，另外也無法解決 OPS 預測速度不佳的問題。這應由改善初始颱風渦旋之合理性著手。

從測試比較也發現，當 OPS 版初始渦旋風場結構太弱時，初始颱風渦旋強度不足對路徑預報誤差的影響，需透過虛擬颱風渦旋的植入法才能較有效之改善。鑑於此我們以模式初始颱風渦旋中心海平面氣壓強度作植入與否之判斷，結合 UV-TUNED 及 BOGUS 方法提出混合版作進一步測試，圖 3 及圖 4 的測試結果證明其的確較 UV-TUNED 版的路徑預報又有進一步提升，在圖 4 中原路徑偏北誤差的問題在 BOGUS 後因渦旋結構的改善產生了有效的修正，這顯示混合法應可作為全球模式改善初始颱風渦旋一種較佳之作法。

參考文獻：

馮欽賜，2006：中央氣象局全球預報系統於颱風路徑預報之發展與改進。國科會計畫編號 NSC94-2625-Z-052-002，39 頁。

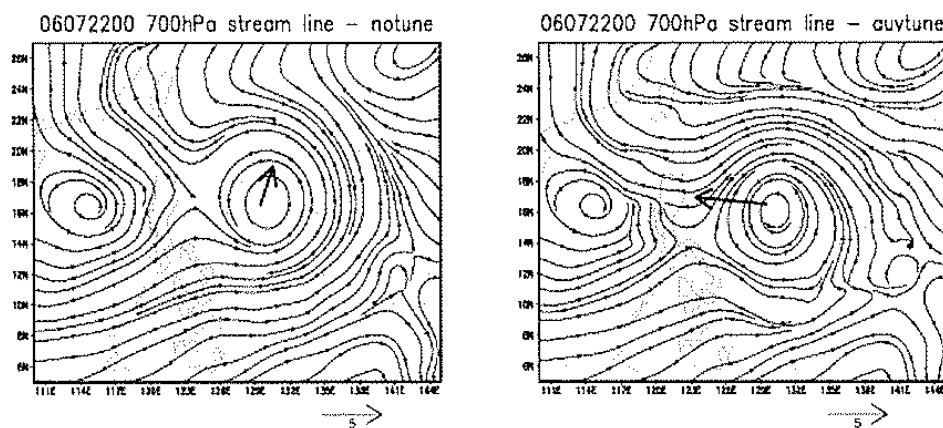


圖 1：凱米(Kaemi)颱風在 7 月 22 日 00Z 時之 700hPa 初始渦旋流場，在背景環流調整前(圖左)後(圖右)之比較，粗黑向量代表背景環流之淨風場向量。

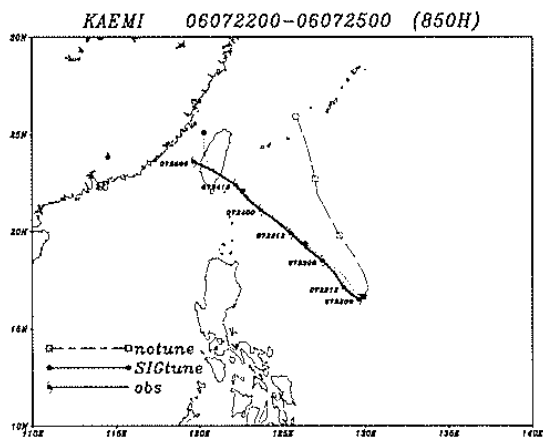


圖 2：凱米(Kaemi)颱風在 7 月 22 日 00Z 時初始渦旋之背景環流調整前後，所反應之路徑預報差異。

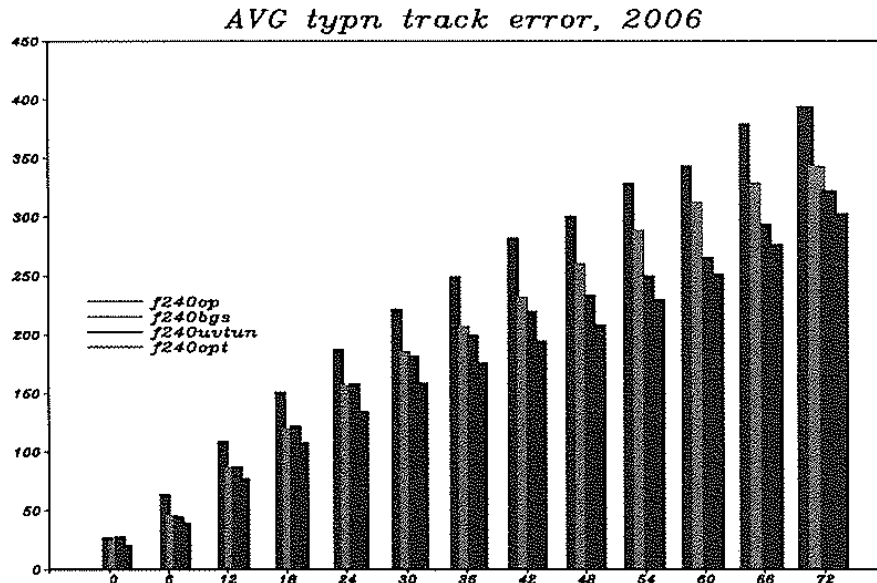


圖 3：2006 年 5 個颱風個案之平均路徑誤差統計(km)。op 是僅有 relocation，uvtun 是 UV-TUVED 方法，bgs 是採用資料同化植入虛擬渦旋(BOGUS)之測試結果，opt 為以模式初始颱風渦旋中心海平面氣壓(996hPa)強度作為判斷依據，結合 UV-TUVED 及 BOGUS 方法的混合版結果。

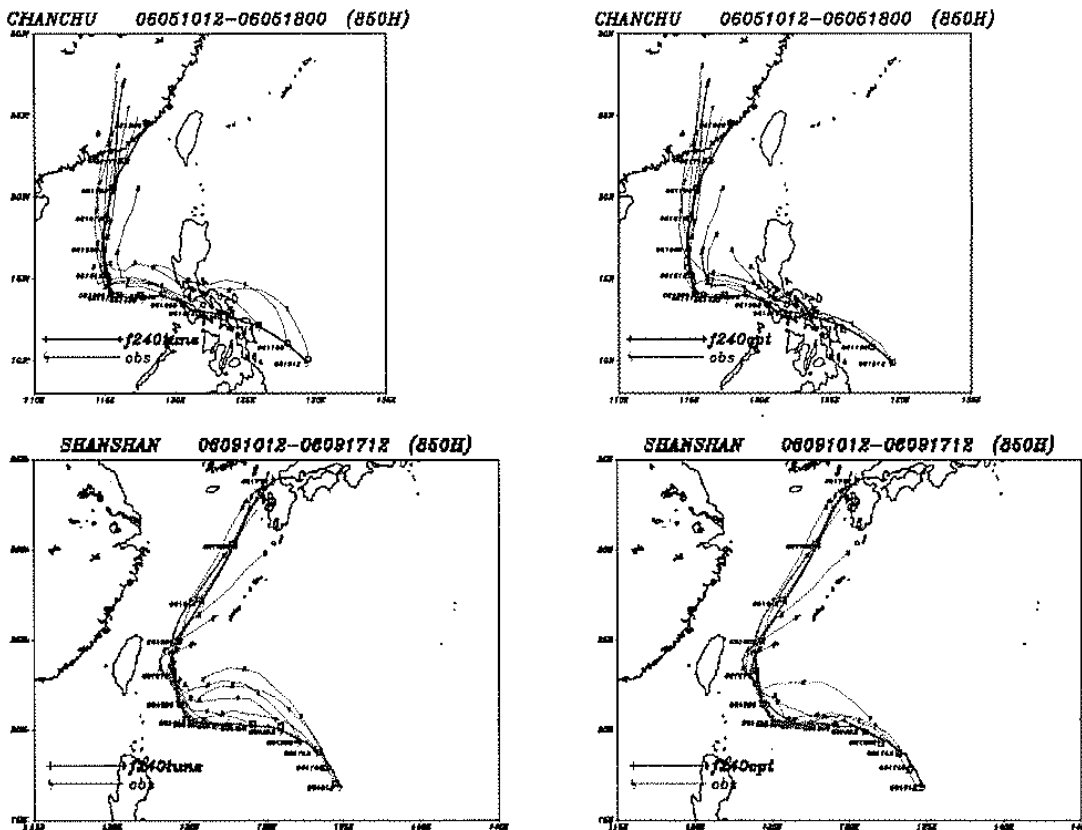


圖 4：混合法條件下(圖右)，珍珠及珊珊颱風在初期偏北路徑誤差之改進。珍珠及珊珊颱風初期 6 個時間(含 00Z 及 12Z)均施以 BOGUS 法。