

VỀ MỘT SƠ ĐỒ BAN ĐẦU HÓA XOÁY MỚI ÁP DỤNG CHO MÔ HÌNH KHU VỰC PHÂN GIẢI CAO HRM

NCS. Bùi Hoàng Hải, PGS.TS. Phan Văn Tân

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Bài báo trình bày việc xây dựng một sơ đồ ban đầu hóa xoáy mới ba chiều áp dụng cho mô hình khu vực phân giải cao (HRM) và phát triển HRM thành phiên bản HRM_TC cho mục đích dự báo thời tiết nói chung và dự báo bão, xoáy thuận nhiệt đới nói riêng. Sáu trường hợp thử nghiệm dự báo quỹ đạo bão bằng HRM_TC cho hai cơn bão CONSON (2004) và CHANCHU (2006) đã được thực hiện với các cấu hình khác nhau đối với sơ đồ ban đầu hóa xoáy mới. Kết quả nhận được cho thấy, HRM_TC đã làm giảm đáng kể sai số vị trí của quỹ đạo dự báo, qua đó nói lên triển vọng ứng dụng nghiệp vụ của mô hình này.

1. Giới thiệu

Gần đây, một số công trình nghiên cứu đã chỉ ra rằng, cùng với sự nóng lên toàn cầu, nhiều bằng chứng đã cho thấy xoáy thuận nhiệt đới (XTNĐ), bão ngày càng xuất hiện nhiều hơn với cường độ mạnh hơn và thời gian tồn tại lâu hơn [9]. Do đó, bài toán dự báo chính xác sự di chuyển (quỹ đạo), cường độ và độ mạnh (phạm vi ảnh hưởng) của bão, XTNĐ càng trở nên quan trọng và cấp thiết hơn, đặc biệt đối với nước ta, một nước có bờ biển dài, nằm trong khu vực Tây Bắc Thái Bình dương, một ổ bão lớn nhất thế giới, hầu như tất cả các tháng trong năm đều chịu ảnh hưởng của bão hoạt động trên Biển Đông [12].

Bão hoạt động trên Biển Đông và dọc bờ biển Việt Nam hoặc có nguồn gốc từ ngoài khơi Tây Bắc Thái Bình dương (phía Đông kinh tuyến 120°E), hoặc hình thành ngay trên Biển Đông [12]. Trong quá trình tồn tại, phát triển và di chuyển, quỹ đạo và cường độ của chúng biến đổi khá phức tạp, nhất là những cơn bão hình thành trên Biển Đông. Để dự báo tốt sự di chuyển của bão bằng các mô hình số cần phải mô tả chính xác trạng thái ban đầu, hay cấu trúc và cường độ của bão. Cải thiện

điều kiện ban đầu không những làm tăng độ chính xác của quỹ đạo dự báo mà còn có thể góp phần làm tăng độ chính xác của dự báo cường độ bão. Bởi vậy, đã có nhiều công trình nghiên cứu chú trọng vào việc ban đầu hóa xoáy cho các mô hình dự báo bão, XTNĐ và đã đạt được những thành quả quan trọng [14],[15].

Ở Việt Nam gần đây đã có một số công trình nghiên cứu ban đầu hóa xoáy trong các mô hình hai chiều như mô hình WBAR [5],[6],[7]. Các nghiên cứu này đã góp phần làm tăng độ chính xác của dự báo quỹ đạo bão, tuy vậy, những kết quả đạt được vẫn còn nhiều hạn chế do các mô hình này không thể nắm bắt được các quá trình tà áp phức tạp của khí quyển. Vì thế, đã xuất hiện một số công trình nghiên cứu các sơ đồ ban đầu hóa xoáy cho các mô hình số ba chiều đầy đủ hơn [3],[4].

Kết quả cho thấy, việc sử dụng các sơ đồ ban đầu hóa xoáy này đã cải thiện đáng kể độ chính xác của quỹ đạo bão dự báo. Tuy nhiên, nhược điểm chính của các sơ đồ ban đầu hóa xoáy này là việc phân tích xoáy hầu như chỉ thực hiện trên trường toàn cầu với độ phân giải khá thô trước khi xoáy được cài vào mô hình,

Người phản biện: ThS. Lê Công Thành

dẫn đến xoay trong trường ban đầu cho mô hình không còn giữ được cấu trúc và cường độ mong muốn. Mặt khác, về phương diện kỹ thuật tính toán, các sơ đồ này được xây dựng như một chương trình độc lập, thực hiện quá trình ban đầu hóa trước khi đưa về lưới mô hình. Điều đó sẽ không phù hợp khi hệ thống mô hình hoạt động theo chế độ nghiệp vụ trong đó các nguồn số liệu toàn cầu cũng như độ phân giải của chúng có thể thay đổi.

Để khắc phục những nhược điểm đó, cần phải thực hiện quá trình ban đầu hóa xoay đối với chính trường ban đầu (điều kiện ban đầu) của mô hình, đồng thời việc tính toán cũng cần phải được tổ chức sao cho sơ đồ phân tích xoay chỉ là một modul trong hệ thống các modul của mô hình dự báo. Với ý tưởng đó, bài báo này trình bày việc xây dựng một sơ đồ ban đầu hóa xoay mới áp dụng cho mô hình khu vực phân giải cao HRM và phát triển mô hình này thành phiên bản HRM_TC nghiệp vụ, lấy tên là HRM_TC, cho mục đích dự báo thời tiết nói chung và dự báo bão/XTNĐ nói riêng.

HRM là một mô hình khu vực phân giải cao, được tiếp nhận từ Cục phục vụ Thời tiết Cộng hòa Liên bang Đức (DWD) và triển khai nghiên cứu áp dụng vào Việt Nam từ năm 2000 ở Bộ môn Khí tượng, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội. Từ khoảng giữa năm 2002, HRM đã được đưa vào chạy dự báo nghiệp vụ ở Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương. Chi tiết hơn về HRM có thể tham khảo, chẳng hạn, trong [11].

Cấu trúc lưới ngang của HRM là lưới kinh, vĩ. Tọa độ thẳng đứng của HRM là tọa độ lai (hybrid) với số mực có thể biến thiên trong khoảng 20 - 40 mực. Hiện tại ở Việt Nam HRM có thể sử dụng các nguồn số liệu toàn cầu khác nhau làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên phụ thuộc thời gian, như GME, JMA và AVN. Tuy nhiên, vì thiếu số liệu quan trắc trên biển, mặc dù độ phân giải của một số mô hình toàn cầu đã khá cao (của GME khoảng

40km), trong nhiều trường hợp vị trí và cường độ của bão/XTNĐ trên trường phân tích vẫn bị sai lệch đáng kể so với xoay bão thực.

Phiên bản HRM_TC nhìn chung tương tự HRM ngoại trừ được bổ sung thêm chức năng ban đầu hóa xoay. Khi không có bão/XTNĐ hoạt động trong phạm vi không gian miền tính của mô hình, HRM_TC chạy dự báo hoàn toàn giống với phiên bản HRM nghiệp vụ. Trong trường hợp chạy dự báo bão/XTNĐ, trước khi mô hình thực hiện quá trình ban đầu hóa và tích phân theo thời gian, một modul ban đầu hóa xoay sẽ được gọi tới. Modul này sẽ thực hiện quá trình phân tích xoay, xây dựng xoay nhân tạo và cài trở lại trường ban đầu. Việc ban đầu hóa xoay này cho phép cải thiện trường ban đầu, và do đó có thể nâng cao chất lượng dự báo bão/XTNĐ của mô hình. Nội dung của phương pháp ban đầu hóa xoay trong HRM_TC được trình bày trong mục 2, mục 3 dẫn ra một số kết quả thử nghiệm và mục 4 là một số nhận xét, kết luận ban đầu.

2. Sơ đồ ban đầu hóa xoay trong HRM_TC

Về cơ bản, lý thuyết của sơ đồ phân tích xoay được trình bày ở đây tương tự như trong [4]. Tuy nhiên, do cấu trúc lưới thẳng đứng của HRM là tọa độ lai, nên khó khăn chủ yếu nảy sinh khi xây dựng sơ đồ phân tích xoay là việc tạo xoay giả cân bằng trực tiếp trên các mực mô hình.

a) Loại bỏ xoay phân tích ra khỏi trường môi trường

Trường phân tích ban đầu F được xem là tổng của thành phần trường môi trường F^E và thành phần xoay F^V . Trường môi trường có thể được tách thành trường môi trường qui mô lớn F^{EL} và trường môi trường qui mô nhỏ F^{ES} , còn thành phần xoay cũng được tách thành các thành phần xoay đối xứng F^{VS} và phi đối xứng F^{VA} [5],[10],[14],[15].

Trường môi trường qui mô lớn được xác định bằng phương pháp phân tích chuỗi

Fourier khi sử dụng phép lặp Barnes để tách bỏ các sóng có bước sóng ngắn hơn một bước sóng cho trước. Sau khi tách trường qui mô lớn ra khỏi trường ban đầu, các thành phần còn lại FR bao gồm trường môi trường qui mô nhỏ, trường xoáy đối xứng và phi đối xứng. Các thành phần xoáy đối xứng và phi đối xứng được xác định thông qua việc phân tích Fourier theo phương vị xung quanh tâm xoáy phân tích của từng trường phân tích (được xác định là vị trí có cực đại của độ xoáy, nhiệt độ hoặc cực tiểu của áp suất mực biển tùy theo yếu tố cần phân tích). Thành phần xoáy đối xứng là thành phần sóng số 0 trong phân tích Fourier theo phương vị – hay các giá trị là hằng số tại một vòng bán kính. Thành phần xoáy phi đối xứng là thành phần sóng số 1. Trường còn lại sau khi trừ đi thành phần xoáy được coi là trường môi trường qui mô nhỏ.

Quá trình này được thực hiện trên từng mực mô hình và cho lần lượt các biến: tốc độ gió u, v; nhiệt độ t. Trường độ cao địa thế vị sẽ được mô hình xác định từ cân bằng thủy tĩnh. Trong thử nghiệm ban đầu, trường độ ẩm trong nghiên cứu này chưa được đưa vào sơ đồ do không có quan hệ động lực chặt chẽ với trường chuyển động và trường áp.

b) Xây dựng xoáy nhân tạo cân bằng và “cài” vào trường môi trường

Từ phương trình gió gradient và phương trình cân bằng thủy tĩnh viết cho hệ tọa độ bán kính - độ cao (r,z) [1,13], sau khi vi phân chéo và trừ đi cho nhau ta nhận được phương trình:

$$\frac{\partial}{\partial r} \ln \rho + \frac{C}{g} \frac{\partial}{\partial z} \ln \rho = -\frac{1}{g} \frac{\partial C}{\partial z} \quad (1)$$

Trong đó $C = \frac{v^2}{r} + fv$ là tổng của lực quán tính ly tâm và lực Coriolis, v là gió tiếp tuyến, r là bán kính, z là độ cao, p là áp suất, f là tham số Coriolis, ρ là mật độ và g là gia tốc trọng trường.

Mật đặc trưng của công thức (1) chính là

mặt đẳng áp và có phương trình là:

$$\frac{dz}{dr} = \frac{C}{g} \quad (2)$$

Biến đổi của mật độ trên các mặt này được cho bởi:

$$\frac{d}{dr} \ln \rho = -\frac{1}{g} \frac{\partial C}{\partial z} \quad (3)$$

Vì mỗi mực tọa độ k của HRM được xác định bởi cặp số (a_k, b_k) , và áp suất p liên hệ với áp suất bề mặt p_s bởi:

$$p = a_k + p_s \cdot b_k \quad (4)$$

Nên quá trình cài xoáy được thực hiện như sau:

- Thiết lập hệ tọa độ bán kính - áp suất (r,p): Trường áp suất được tính theo công thức (4) với p_s là áp suất bề mặt trường môi trường tại tâm xoáy (được nội suy theo sơ đồ nội suy 12 điểm). Sau đó, nhiệt độ nội suy tại tâm trên các mực mô hình được xem là giá trị của nhiệt độ môi trường. Các vòng bán kính được lấy cách nhau 5km cho tới khoảng cách 1500 km tính từ tâm, tương ứng với 300 vòng.

- Thiết lập hệ tọa độ trụ bán kính, độ cao (r,z): Các giá trị độ cao được xác định bằng cách tích phân phương trình thủy tĩnh từ bề mặt tới mực xem xét và được coi là độ cao của các mực đẳng áp môi trường.

- Xây dựng profile gió tiếp tuyến: Profile gió tiếp tuyến là hàm của bán kính và độ cao v(r,z), và có dạng:

$$v(r,z) = W_r(r) \cdot W_z(z) \cdot V(r) \quad (5)$$

Trong đó:

$$V(r) = V_{max} x \exp\left(\frac{1-x^b}{b}\right) \quad (6)$$

với $x=r/r_m$, r là bán kính tính từ tâm xoáy, r_m là bán kính gió cực đại, b là tham số xác định dạng của profile. Tham số này được xác định từ bán kính gió 15m/s R15, là một trong những tham số đầu vào cho sơ đồ ban đầu hóa

xoáy.

Hàm trọng số theo bán kính, $W_r(r)$, được lấy sao cho tốc độ gió tiếp tuyến giảm dần đến 0 ở vòng bán kính ngoài cùng, R:

$$W_r(r) = \begin{cases} 1 & r < r_m \\ \frac{1}{2} \left(1 + \cos \left(\pi \left(\frac{r-r_m}{R-r_m} \right) \right) \right) & r \geq r_m \end{cases} \quad (7)$$

$W_z(z)$ là trọng số theo độ cao, trong trường hợp đơn giản nhất được cho là giảm tuyến tính theo độ cao đến giá trị bằng 0 tại đỉnh mô hình, H:

$$W_z(z) = 1 - \frac{z}{H} \quad (8)$$

- Xác định độ cao của các mặt đẳng áp theo bán kính (phương trình (2)), mật độ phương trình (3) và nhiệt độ tương ứng trên các mặt đẳng áp (phương trình khí lý tưởng. Từ đó, ta có thể tính được áp suất bề mặt và nhiệt độ trên các mực mô hình.

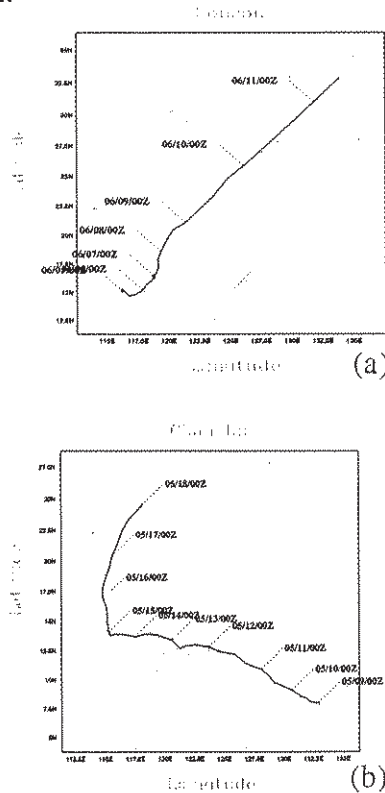
Quá trình tính toán trên được xây dựng thành một chương trình con của bộ mô hình HRM và được chạy trong trường hợp có bão hoạt động bằng cách thiết lập các thông số cần thiết. Trong trường hợp ngược lại, kết quả của mô hình vẫn hoàn toàn giống như phiên bản HRM gốc. Ngoài ra, để đảm bảo sự cân của trường ban đầu, thủ tục ban đầu hóa xoáy sẽ được thực hiện ngay sau khi mô hình đọc số liệu trường ban đầu và trước khi mô hình thực hiện quá trình ban đầu hóa.

3. Một số kết quả thử nghiệm

Thử nghiệm đầu tiên của HRM_TC được thực hiện cho các cơn bão CONSON (hoạt động từ 4-11/6/2004) và CHANCHU (hoạt động từ 8 - 18/5/2006). CONSON là một cơn bão hình thành trong khu vực Biển Đông. Ban đầu CONSON có cường độ khá yếu nhưng sau đó mạnh dần và di chuyển theo hướng Đông-Bắc ra khỏi Biển Đông (hình 1a), đạt đến bão

mạnh cấp 2 (theo thang phân loại Saffir-Simpson). Trong khi đó CHANCHU là một cơn bão mạnh, hình thành ở ngoài khơi Tây bắc Thái Bình dương, di chuyển vào khu vực Biển Đông và đạt bão mạnh cấp 4 với tốc độ gió cực đại quan trắc được trên 240 km/s vào 00Z ngày 15/5/2006. Khác với bão CONSON, bão CHANCHU đột ngột đổi hướng gần như vuông góc từ hướng Tây sang Bắc-Tây Bắc vào 18Z ngày 14/5/2006 (hình 1b).

Thời điểm được chọn chạy dự báo thử nghiệm cho cơn bão CONSON là 00Z UTC ngày 6/6/2004. Lúc này CONSON đang ở cấp bão nhiệt đới với tốc độ gió cực đại quan trắc là 45 kts (~22m/s), có tâm xoáy tại 15,2N, 117,9E. Đối với cơn bão CHANCHU, thời điểm chạy thử nghiệm là 00Z UTC ngày 14/5/2004, khi cường độ của nó đã đạt đến bão mạnh cấp 2 với tốc độ gió cực đại quan trắc khoảng 90 kts (~45m/s), vị trí tâm tại 13,7N, 117,5E.



Hình 1. Quỹ đạo quan trắc (best-track) của bão CONSON (a) và CHANCHU (b) (theo số liệu từ weather.unisys.com).

Cấu hình của HRM_TC được chọn gồm độ phân giải ngang là 0,25 độ kinh vĩ (khoảng 28km), phạm vi miền tính trải từ 80,25E đến 130E và từ 5S đến 35N, 31 mực theo chiều thẳng đứng. Để thực hiện việc ban đầu hóa xoáy, ngoài số liệu điều kiện ban đầu và điều kiện biên lấy từ mô hình toàn cầu GME, HRM_TC cần thêm một số tham số đặc tả trạng thái bão tại thời điểm chạy dự báo, như vị trí tâm xoáy (kinh, vĩ độ), tốc độ gió cực đại, vận tốc di chuyển tức thời, bán kính gió cực đại và bán kính gió 15m/s. Trong các thử nghiệm ở đây, những tham số về vị trí và tốc độ gió cực đại được lấy theo số liệu quan trắc từ weather.unisys.com; vận tốc di chuyển tức thời được ước lượng gần đúng dựa trên tọa độ tâm xoáy tại thời điểm dự báo và các thời điểm trước và sau đó 6h. Các tham số bán kính gió cực đại và bán kính gió 15m/s nói chung là những đại lượng khó có thể xác định một cách chính xác. Về nguyên tắc chúng phụ thuộc vào cấu trúc của từng cơn bão cụ thể. Trong những thử nghiệm ở đây, bán kính gió cực đại được chọn không đổi bằng 90km, còn bán kính gió 15m/s hoặc được chọn bằng 300km hoặc được xác định từ trường xoáy phân tích F^{\wedge} .

Trên cơ sở đó, các thí nghiệm số được thiết lập nhằm khảo sát ảnh hưởng của các nhân tố: hàm trọng số theo phương thẳng đứng $W(z)$, việc hiệu chỉnh dòng nền, bán kính gió 15m/s, hoàn lưu thứ cấp và vị trí tâm xoáy. Những thí nghiệm được thực hiện bao gồm:

- Control: trường hợp đối chứng, không sử dụng ban đầu hóa

- TH0: (đơn giản nhất): xoáy nhân tạo được xây dựng dựa trên profile của hàm trọng số theo phương thẳng đứng ($W(z)$) là hàm tuyến tính của độ cao, không có hiệu chỉnh dòng nền

- TH1: hàm trọng số theo phương thẳng đứng được tính từ giá trị phân tích thay vì hàm tuyến tính của độ cao, không có hiệu chỉnh dòng nền

- TH2: hàm trọng số theo phương thẳng

đứng được tính từ giá trị phân tích, kết hợp thêm hiệu chỉnh dòng nền.

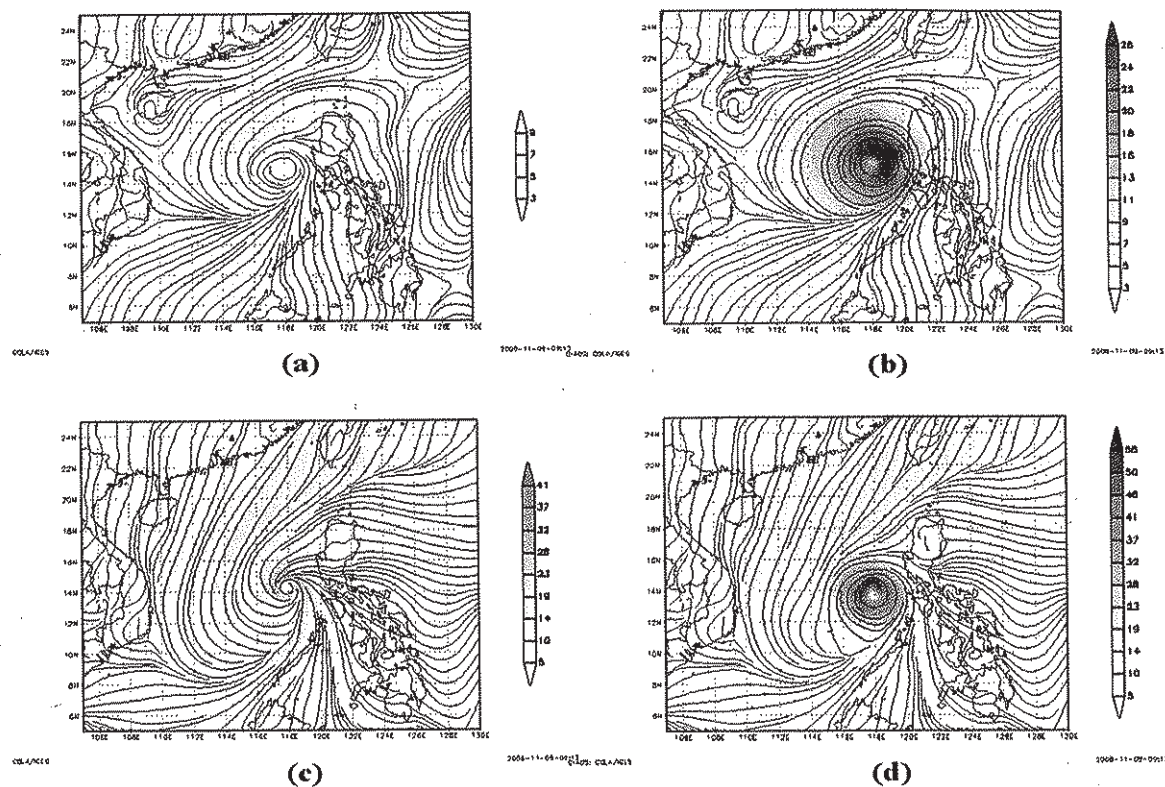
- TH3: giống TH2 nhưng lấy bán kính gió 15m/s từ trường phân tích

- TH4: giống TH3 nhưng lấy thêm thành phần gió theo bán kính từ trường phân tích (hoàn lưu thứ cấp)

- TH5: không cài xoáy nhân tạo, thay vào đó xoáy phân tích sau khi tách ra khỏi trường nền sẽ được cài trở lại mô hình nhưng vị trí tâm xoáy được đặt trùng với vị trí tâm quan trắc (tạm gọi là trường hợp chuyển tâm xoáy).

Tất cả các trường hợp thử nghiệm trên đây đều được chạy với hạn dự báo đến 48h, kết quả được trích ra cách nhau 6h một. Tâm xoáy dự báo được xác định là vị trí cực tiểu của áp suất mực biển. Sai số vị trí của quỹ đạo dự báo là khoảng cách địa lý giữa tâm xoáy quan trắc và tâm xoáy dự báo.

Hình 2 dẫn ra trường tốc độ gió và đường dòng phân tích trước và sau khi ban đầu hóa xoáy của hai cơn bão CONSON và CHANCHU. Có thể nhận thấy trước khi ban đầu hóa xoáy hoàn lưu bão CONSON rất mờ nhạt. Tốc độ gió cực đại chỉ đạt khoảng trên 9m/s. Đặc biệt, vị trí tâm xoáy ban đầu trên trường phân tích sai lệch so với vị trí quan trắc tới hơn 2 độ kinh vĩ. Sau khi ban đầu hóa xoáy, hoàn lưu bão được thể hiện rõ rệt. Tốc độ gió cực đại khá phù hợp với tốc độ gió thực. Vị trí tâm xoáy cũng đã được hiệu chỉnh lại (hình 2b). Khác với bão CONSON, mặc dù cường độ của bão CHANCHU trên trường phân tích ban đầu không mạnh như trường đã ban đầu hóa xoáy, song sự sai khác giữa các trường trước và sau khi ban đầu hóa nhìn chung không lớn. Vị trí tâm bão trong trường phân tích ban đầu khá gần với vị trí bão thực. Nghĩa là đối với bão CONSON sự khác biệt giữa các trường trước và sau khi ban đầu hóa xoáy thể hiện rõ rệt hơn so với bão CHANCHU.



Hình 2. Tốc độ gió (tô bóng) và đường dòng của trường phân tích trước (a, c) và sau (b, d) khi ban đầu hóa xoáy (TH0) lần lượt của bão CONSON (00Z ngày 6/6/2004) và bão CHANCHU (00Z ngày 14/5/2006).

Quỹ đạo quan trắc và dự báo của các trường hợp thử nghiệm đối với bão CONSON được thể hiện trên hình 3a. Qua đó nhận thấy, quỹ đạo dự báo cả trong hai trường hợp đối chứng (Control) và chuyển tâm xoáy (TH5) sai lệch rất nhiều so với quỹ đạo quan trắc, cả về hướng và tốc độ di chuyển. Tất cả các trường hợp có sử dụng ban đầu hóa xoáy (TH0-TH4) đều mô tả khá tốt hướng di chuyển và đáng điệu của quỹ đạo quan trắc. Tuy vậy, so với quỹ đạo thực, tốc độ di chuyển của bão trong các trường hợp này lớn hơn một ít, còn hướng di chuyển hơi lệch bắc. Sai số vị trí của các trường hợp dự báo bão CONSON được dẫn ra trên hình 3b.

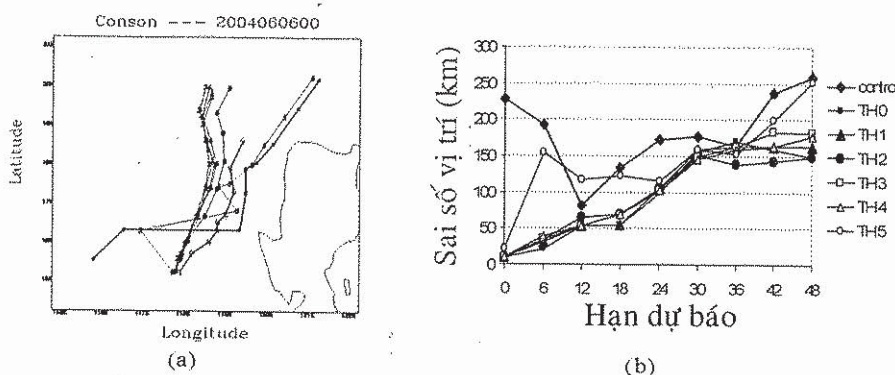
Nhìn chung, trừ hai trường hợp Control và TH5, sai số vị trí của các trường hợp ban đầu hóa xoáy (TH0-TH4), cho đến hạn dự báo 24h, khoảng 100km (bảng 1); với các hạn dự báo 24-48h, sai số vị trí dao động xung quanh 180km, trường hợp cho sai số nhỏ nhất là TH2

(nhỏ hơn 150km). Đáng chú ý là, mặc dù sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy đơn giản nhất nhưng quỹ đạo của TH0 lại gần với quỹ đạo quan trắc nhất, nhưng do tốc độ di chuyển nhanh nên sai số dự báo không giảm nhiều so với các trường hợp khác. Tuy nhiên, đây chưa phải là trường hợp điển hình, do đó cần phải khảo sát thêm mới có thể rút ra kết luận thích đáng.

Bão CHANCHU là một cơn bão mạnh. Hoàn lưu bão đã được thể hiện khá rõ ngay trong trường phân tích toàn cầu (hình 3c). Tất cả các trường hợp thử nghiệm, kể cả các trường hợp không sử dụng sơ đồ cài xoáy (Control và TH5), đều có quỹ đạo dự báo khá gần với quỹ đạo thực (sai số vị trí cho đến hạn dự báo 48h chỉ dao động xung quanh 100km đối với trường hợp cài xoáy và 130km đối với trường hợp không cài xoáy) (hình 4, bảng 2). Đặc biệt, trong mọi trường hợp mô hình đều

mô tả được sự chuyển hướng đột ngột của bão. Quỹ đạo dự báo của các trường hợp thử nghiệm hầu như tương tự nhau, cả về hướng và tốc độ di chuyển, và không thể hiện sự cải thiện rõ rệt của việc ban đầu hóa xoáy. Mặc dù vậy, TH0 vẫn cho sai số nhỏ hơn trường hợp Control ở hầu hết các hạn dự báo ngoại trừ hạn dự báo từ 18h-30h. Khi sử dụng hàm trọng số $W(z)$ tính từ trường phân tích (TH1), sai số vị trí giảm một ít so với TH0 ở các hạn dự báo dưới 48h. Việc đưa thêm hiệu chỉnh đồng nền

vào sơ đồ ban đầu hóa xoáy (TH2) đã làm cho sai số vị trí giảm ở những hạn dự báo lớn hơn 6h. Các trường hợp TH3 và TH4 cho kết quả dự báo chính xác hơn ở những hạn dự báo lớn hơn 24h. Điều đó có thể liên quan đến tham số bán kính gió 15m/s trong những trường hợp này được xác định từ trường phân tích có giá trị chính xác hơn so với trường hợp lấy cố định bằng 300km. Trường hợp chuyển tâm xoáy (TH5) cũng cho sai số giảm đáng kể so với trường hợp Control ở hạn dự báo nhỏ hơn 30h.



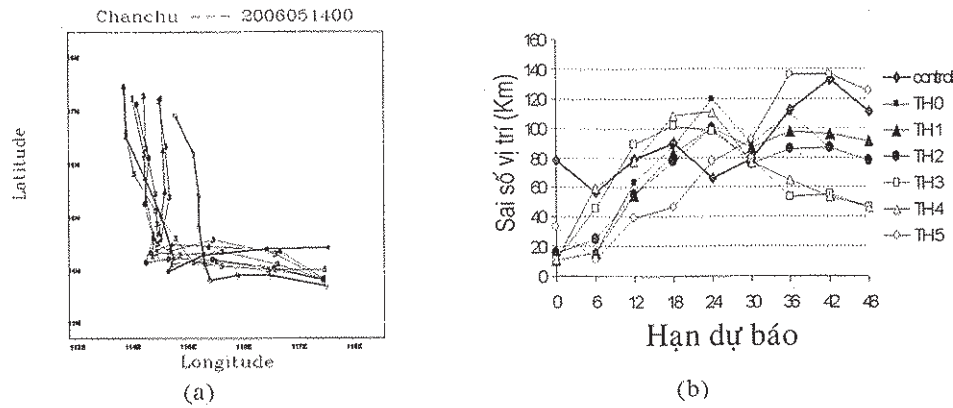
Hình 3. Quỹ đạo dự báo 48h (c =Control, 0 =TH0, ..., 5 =TH5) của bão CONSON bắt đầu từ 00Z ngày 6/6/2004 (a) và sai số vị trí của từng trường hợp (b)

Nói chung, với việc sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy, HRM_TC đã làm giảm đáng kể sai số vị trí của quỹ đạo dự báo. Đối với cả hai cơn bão được chọn thử nghiệm, giá trị của sai số vị trí ở những hạn dự báo dưới 24h là tương đương nhau (bảng 1 và 2). Tuy nhiên, với những hạn dự báo trên 24h, sai số dự báo đối

với trường hợp bão CONSON lớn hơn đáng kể so với bão CHANCHU. Điều đó gợi lên một nhận định chưa đầy đủ rằng ngoài sự phụ thuộc vào trường ban đầu, thông tin từ điều kiện biên, và có thể cả kỹ năng của mô hình, là những nhân tố quyết định đến độ chính xác của dự báo.

Bảng 1. Sai số vị trí (km) của quỹ đạo dự báo cơn bão CONSON (từ 0Z ngày 6/6/2004)

Hạn dự báo	Control	TH 0	TH 1	TH 2	TH 3	TH 4	TH 5
00	228	11	11	11	11	11	22
06	194	21	32	34	34	39	154
12	82	54	54	64	54	54	116
18	134	55	54	70	70	70	123
24	173	100	105	105	102	102	116
30	178	156	159	151	148	146	158
36	164	170	163	138	163	158	153
42	237	159	163	143	183	163	199
48	260	148	162	149	182	177	252



Hình 4. Quỹ đạo dự báo 48h (c=Control, 0=TH0, ..., 5=TH5) của bão CHANCHU bắt đầu từ 00Z ngày 14/5/2006 (a) và sai số vị trí của từng trường hợp (b).

Bảng 2. Sai số vị trí (km) của quỹ đạo dự báo bão CHANCHU (từ 0Z ngày 14/5/2006)

Hạn dự báo (h)	control	TH 0	TH 1	TH 2	TH 3	TH 4	TH 5
00	78	11	11	16	11	11	33
06	57	16	16	25	46	60	11
12	79	64	55	55	89	78	39
18	89	88	83	78	101	109	47
24	66	119	100	100	97	110	78
30	79	89	87	76	79	76	92
36	112	110	97	86	54	65	136
42	133	86	96	86	55	53	136
48	111	78	92	78	46	46	126

4. Nhận xét và kết luận

Mô hình HRM là mô hình hiện đang được áp dụng vào dự báo nghiệp vụ tại Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương. Việc phát triển HRM thành phiên bản HRM_TC nhằm mục đích mở rộng khả năng dự báo bão, XTNĐ của nó. Những kết quả thử nghiệm ban đầu của HRM_TC trên đây cho phép rút ra một số nhận xét sau.

1) Trước hết về phương diện tính toán, so với các mô hình hiện đang sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy ở Việt Nam, HRM_TC có ưu điểm nổi bật là thực hiện quá trình ban đầu hóa xoáy trên chính trường ban đầu của mô hình. Điều đó đã góp phần làm giảm sự mất mát thông tin mô tả xoáy, đồng thời biểu diễn

chính xác hơn trạng thái ban đầu của xoáy bão trước khi mô hình thực hiện tích phân dự báo.

2) Đối với những cơn bão yếu (như bão CONSON), việc ban đầu hóa xoáy đã cải thiện đáng kể trường ban đầu và do đó đã làm tăng rõ rệt độ chính xác quỹ đạo dự báo của HRM_TC. Tuy nhiên, việc sử dụng bán kính gió 15m/s và hàm trọng số $W(z)$ xác định từ trường phân tích hầu như không mang lại hiệu quả.

3) Với những cơn bão mạnh (như bão CHANCHU), xoáy bão được mô tả khá tốt ngay trên trường phân tích, và HRM_TC đã cho kết quả dự báo rất khả quan ngay cả khi chưa sử dụng sơ đồ ban đầu hóa xoáy (HRM). Mặc dù vậy, việc đưa vào sơ đồ ban đầu hóa

xoáy với bán kính gió 15m/s được xác định từ trường phân tích kèm theo hiệu chỉnh dòng nền đã làm giảm sai số vị trí của quỹ đạo dự báo.

4) Để có thể chọn được phương án ban đầu hóa tối ưu cho HRM_TC cũng như đưa ra được những kết luận đầy đủ và chặt chẽ về tính hiệu quả của nó cần phải tiếp tục nghiên cứu thử

nghiệm trên nhiều trường hợp bão khác nhau về cường độ, phạm vi hoạt động, vị trí và thời gian hình thành trong năm,... Ngoài ra cần khảo sát kỹ hơn độ nhạy của các tham số có thể ảnh hưởng đến sự chuyển động của bão như bán kính gió cực đại và bán kính gió 15 m/s, hàm trọng số theo độ cao, vai trò của trường ẩm,...

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Hoàng Hải, Phan Văn Tân, Nguyễn Minh Trường. "Nghiên cứu lý tưởng sự tiến triển của xoáy thuận nhiệt đới bằng mô hình WRF". *Tạp chí KTTV số 532, tr. 1121. 4/2005.*
2. Kiều Thị Xin, Phan Văn Tân, Lê Công Thành, Đỗ Lệ Thủy, Nguyễn Văn Sáng. "Mô hình dự báo số phân giải cao HRM và thử nghiệm áp dụng dự báo thời tiết khu vực Đông Nam Á - Việt Nam". *Tạp chí KTTV số 488, tr. 36-44. 8/2001.*
3. Phan Văn Tân, Bùi Hoàng Hải. "Ban đầu hóa xoáy ba chiều cho mô hình MMS và ứng dụng trong dự báo quỹ đạo bão". *Tạp chí KTTV số 526, tr. 1425. 10/2004.*
4. Phan Văn Tân, Bùi Hoàng Hải. "Về một phương pháp ban đầu hóa xoáy ba chiều". *Tạp chí KTTV số 488, 11(515), tr. 112. 11/2003.*
5. Phan Văn Tân, Kiều Thị Xin, Nguyễn Văn Sáng, Nguyễn Văn Hiệp. "Kỹ thuật phân tích xoáy tạo trường ban đầu cho mô hình chính áp dụng báo quỹ đạo bão". *Tạp chí KTTV số 493, tr. 13-22. 1/2002.*
6. Võ Văn Hòa. "Lựa chọn mực dòng dẫn tối ưu cho mô hình chính áp dụng báo quỹ đạo bão WBAR gió tiếp tiếp đối xứng giả tối ưu cho mô hình chính áp dụng báo quỹ đạo bão WBAR". *Tạp chí KTTV số 536, tr 6-19. 8/2005.*
7. Võ Văn Hòa. "Lựa chọn profin gió tiếp tiếp đối xứng giả tối ưu cho mô hình chính áp dụng báo quỹ đạo bão WBAR". *Tạp chí KTTV số 535, tr 28-35. 7/2005.*
8. Davidson, N. E., and H. C. Weber. "The BMRC high-resolution tropical cyclone prediction system: TC-LAPS". *Mon. Wea. Rev., 128, 1245-1265. 2000.*
9. Emanuel, K. A.. "Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years". *Nature, 436, pp. 686-688. 2005.*
10. Kurihara Y., Bender M. A., and Ross R. J. "An initialization scheme of hurricane model by vortex specification". *Mon. Wea. Rev., 121, 2030-2045. 1993.*
11. Majewski D. HRM users guide. DWD, 107pp. 3/2006,
12. Phan Van Tan. "On the tropical cyclone activity in the Northwest Pacific basin and Bien Dong sea in relationship with ENSO". *Journal of Science, Vietnam National University, t.XVIII, No1, pp. 51-58. 2002.*
13. Smith R. K. "Accurate determination of a balanced axisymmetric vortex". *Tellus, 58A, 98 - 103. 2005.*
14. Weber, H. C., and R. K. Smith. "Data sparsity and the tropical cyclone analysis and prediction problem: some simulation experiments with a barotropic model". *Quart. J. Roy. Met. Soc., 121, 631-654. 1995.*
15. Weber. H. C. "Hurricane Track Prediction with a New Barotropic Model". *Mon. Wea. Rev., 129, pp.1834-1857. 2001.*