

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA TRƯỜNG BAN ĐẦU HOÁ ĐẾN SỰ CHUYỂN ĐỘNG CỦA BÃO TRONG MÔ HÌNH CHÍNH ÁP DỰ BÁO QUI ĐẠO BÃO KHU VỰC BIỂN ĐÔNG

CN. Bùi Hoàng Hải, TS. Phan Văn Tân
Trường ĐHKHTN, ĐHQG Hà Nội

1. Mở đầu

Dự báo bão là một trong những bài toán lớn và phức tạp, bao gồm nhiều khía cạnh khác nhau. Trong dự báo thời tiết người ta quan tâm trước hết đến việc dự báo quỹ đạo (đường đi) bão và cường độ bão. Cho đến nay đã có nhiều mô hình số có thể giải quyết được những vấn đề này. Trong số đó, các mô hình chính áp dự báo quỹ đạo bão là một cách tiếp cận không quá phức tạp nhưng có thể cho kết quả dự báo khả quan [7]. Các mô hình này dựa trên quan điểm truyền thống là bão chuyển động theo dòng dẫn đường (steering flow). Quỹ đạo bão được dự báo bằng cách tích phân phương trình xoáy chính áp khi sử dụng sản phẩm phân tích và dự báo của mô hình toàn cầu làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên phụ thuộc thời gian. Tuy nhiên, do sự thừa sót của số liệu quan trắc trên các vùng biển, đại dương nhiệt đới, nơi bão thường hình thành, phát triển và di chuyển, và do chính cấu trúc toán lý cũng như sự hạn chế về độ phân giải của các mô hình toàn cầu nên các trường phân tích và dự báo toàn cầu thường không thể biểu diễn tốt vị trí và cấu trúc của bão. Bởi vậy, để dự báo quỹ đạo bão bằng các mô hình chính áp, trước hết cần phải tạo trường ban đầu sao cho mô tả một cách chính xác vị trí và cấu trúc của xoáy bão. Việc xây dựng trường ban đầu như vậy cho mô hình dự báo được gọi là quá trình ban đầu hoá.

Ban đầu hoá là quá trình phân tích xác định lại các thành phần gió của trường phân tích và dự báo toàn cầu, xây dựng xoáy nhân tạo trên cơ sở những thông tin bổ sung từ tập số liệu chỉ thị bão (TCs-Advisories), loại bỏ xoáy có cường độ yếu, sai lệch vị trí trong trường phân tích và thay vào đó một xoáy nhân tạo (xoáy nhân tạo chỉ được cài vào các trường phân tích).

Quá trình ban đầu hoá được thực hiện theo nguyên tắc: một trường F bất kỳ có thể phân tích thành các thành phần (bảng 1): trường môi trường F^E và thành phần xoáy F^V . Thành phần trường môi trường lại được phân chia thành trường môi trường qui mô lớn F^{EL} và trường môi trường qui mô nhỏ F^{ES} . Thành phần F^V lại được chia thành trường xoáy đối xứng F^{VS} và trường xoáy phi đối xứng F^{VA} . Thành phần xoáy đối xứng phân tích F^{VS} được trộn một cách hài hoà với 2 thành phần đối xứng giả (bogus) F^{BS} và phi đối xứng giả F^{BA} để nhận được một xoáy nhân tạo. Cài xoáy nhân tạo này vào trường môi trường sẽ được trường đã ban đầu hoá [4,7].

Trường môi trường F^E , theo lý thuyết dòng dẫn, được coi là trường nền mà xoáy bão được cài vào và cùng chuyển động. Vì vậy, việc xác định trường nền rất quan trọng. Những nhiễu động trên trường nền sẽ gây nên những sai lệch đối với quỹ đạo bão dự báo, vì vậy chúng đòi hỏi phải được loại bỏ bằng các thuật toán làm trơn. Tuy nhiên, đôi khi việc loại bỏ các nhiễu động này cũng làm mất đi các hình thể thực tế, có thể dẫn đến sai số dự báo lớn. Xoáy nhân tạo cũng là một yếu tố quan trọng, ảnh hưởng tới quỹ đạo bão dự báo. Việc xây dựng được một xoáy nhân tạo có vị trí và cấu trúc phù hợp sẽ góp phần làm tăng độ chính xác của quỹ đạo dự báo.

Vì những lý do đó, trong bài này sẽ khảo sát một số trường hợp tạo trường ban đầu và ảnh hưởng của chúng đến quỹ đạo dự báo.

Bảng 1. Các ký hiệu sử dụng

Ký hiệu	Ý nghĩa
F	Trường đầu vào từ mô hình toàn cầu (trường phân tích toàn cầu)
F ^E	Thành phần môi trường đóng góp trong F
F ^V	Thành phần xoáy đóng góp trong F
F ^{EL}	Thành phần môi trường có qui mô lớn hơn xoáy bão
F ^{ES}	Thành phần môi trường có qui mô nhỏ hơn hoặc bằng xoáy bão
F ^{VS}	Thành phần xoáy đối xứng phân tích, sóng số 0 trong phân tích phương vị
F ^{VA}	Thành phần xoáy phi đối xứng phân tích, sóng số 1 trong phân tích phương vị
F ^{BS}	Thành phần đối xứng giả
F ^{BA}	Thành phần phi đối xứng giả
F ^{BSO}	Thành phần xoáy đối xứng đã kết hợp giữa F ^{VS} và F ^{BS}
F ^O	Trường cuối cùng làm đầu vào cho mô hình dự báo hay trường đã ban đầu hoá
F ^M	Trường hiệu chỉnh
c	Tốc độ trôi quan trắc tại tâm bão
c ^X	Tốc độ trôi tại tâm đóng góp bởi thành phần F ^X (ngoại trừ F ^M)
c ^M	Tốc độ trôi hiệu chỉnh

2. Các trường hợp ban đầu hoá

Về nguyên tắc, trường đã ban đầu hoá F^O có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$F^O = F^{EL} + F^{ES} + (F^{VS} + F^{BS}) + [F^{VA}] + [F^{BA}] + [F^M] \quad (1)$$

Trong đó các ký hiệu được chỉ ra ở bảng 1, dấu [...] biểu thị là thành phần này có thể có hoặc không, tức là những thành phần tùy chọn trong quá trình ban đầu hoá, dấu (...) biểu thị các thành phần đã được kết hợp với nhau theo phương thức:

$$(F^{VS} + F^{BS}) = \begin{cases} F^{BS} & \text{khí } r \leq r_m^* \\ (1 - W)F^{BS} + WF^{VS} & \text{khí } r_m^* < r < R \end{cases}$$

ở đây $r_m^* = 0,8r_m$ - bán kính gió tiếp tuyến cực đại, r_m - bán kính gió cực đại, R - bán kính miền phân tích phương vị [4,7], W - hàm trọng số, có dạng $W = s^2 \exp(1 - s^2)$,

$$\text{với } s = (r - r_m^*) / (R - r_m^*).$$

Như vậy, tùy theo từng tình huống cụ thể, các thành phần F^{VA}, F^{BA}, F^M có thể xuất hiện hoặc không xuất hiện trong (1). Trong mục này sẽ trình bày một số trường hợp xác định F^O khi xét đến vai trò đóng góp của các thành phần này. Các thành phần trường môi trường F^E và xoáy đối xứng F^{VS}, F^{BS} là những thành phần quan trọng, vì vậy chúng luôn có mặt trong tất cả các trường hợp được khảo sát. Thành phần xoáy phi đối xứng phân tích F^{VA}, hay sóng số 1 trong phân tích phương vị, thường chứa những nhiễu động của trường phân tích toàn cầu sẽ được đề cập đến trong trường hợp 5 (TH5). Một số trường hợp sử dụng thành phần phi đối xứng giả F^{BA} được xét ở các trường hợp 2 (TH2), 3 (TH3) và 4 (TH4).

- Trường hợp 1 (TH1)

Trường ban đầu hoá bao gồm đóng góp của trường môi trường và các thành phần đối xứng và bỏ qua các thành phần F^{VA} , F^{BA} , F^M :

$$F^O = F^{EL} + F^{ES} + (F^{VS} + F^{BS}) \quad (2)$$

Trong đó, thành phần môi trường qui mô lớn F^{EL} được hiệu chỉnh sao cho tốc độ trôi tại tâm của F^O phù hợp với tốc độ trôi quan trắc c theo công thức:

$$F^{EL} = Wc^M + (1-W)F^{EL}$$

trong đó:

$$c^M = c - (c^{ES} + c^{BSO}),$$

$$W = \begin{cases} [1 - s^2 \exp(1 - s^2)] & r \leq r^M \\ 0 & r > r^M \end{cases} \quad (*)$$

$r^M = 1500$ km, $s = r/r^M$, r - khoảng cách tới tâm xoáy, c^{ES} - tốc độ trôi của trường F^{ES} , c^{BSO} - tốc độ trôi của thành phần xoáy đối xứng đã kết hợp ($F^{VS} + F^{BS}$); c - tốc độ trôi quan trắc. (Từ đây nếu không chú thích gì thêm, hàm trọng số W sẽ nhận dạng (**)).

Có thể thấy rằng, W nhận giá trị bằng 1 tại tâm xoáy và giảm dần tới 0 khi khoảng cách tới tâm r lớn hơn r^M . Tại tâm, F^{EL} có tốc độ trôi bằng c^M . Với $r \geq r^M$, F^{EL} được giữ nguyên. Như vậy, sau khi ban đầu hoá, tốc độ trôi tại tâm ($r = 0$) sẽ là:

$$c^O = c^{EL} + c^{ES} + c^{BSO} = c^M + c^{ES} + c^{BSO} = c - (c^{ES} + c^{BSO}) + c^{ES} + c^{BSO} = c.$$

- Trường hợp 2 (TH2)

Trường ban đầu hoá sẽ là tổng của các thành phần môi trường, xoáy đối xứng và xoáy phi đối xứng giả:

$$F^O = F^{EL} + F^{ES} + (F^{VS} + F^{BS}) + F^{BA} \quad (3)$$

Khác với TH1, ở đây trường môi trường được giữ nguyên kết quả sau khi tách khỏi trường phân tích toàn cầu. Thành phần phi đối xứng giả F^{BA} được đưa vào như một hiệu ứng tác động lên sự chuyển động của xoáy bão. Thành phần này được xác định sao cho khi cộng với các thành phần khác, tốc độ trôi tại tâm của F^O phù hợp với tốc độ trôi quan trắc. Tức là, F^{BA} phải được xác định sao cho tốc độ trôi tại tâm do chính nó gây ra bằng:

$$c^{BA} = c - (c^{EL} + c^{ES} + c^{BSO})$$

- Trường hợp 3 (TH3)

Ở đây, các thành phần của trường ban đầu hoá F^O tương tự như TH2:

$$F^O = F^{EL} + F^{ES} + (F^{VS} + F^{BS}) + F^{BA} \quad (4)$$

Tuy nhiên, thành phần môi trường qui mô lớn được làm trơn (trước khi tổ hợp với các thành phần khác) theo công thức:

$$F^{EL} = Wc^{EL} + (1-W)F^{EL}$$

- Trường hợp 4 (TH4)

Trường đã ban đầu hoá được xác định bởi:

$$F^O = F^{EL} + F^{ES} + (F^{VS} + F^{BS}) + F^{BA} \quad (5)$$

trong đó trường môi trường qui mô lớn được hiệu chỉnh theo công thức:

$$F^{EL} = W c^M + (1-W)F^{EL}$$

với $c^M = c - (c^{ES} + c^{BA} + c^{BSO})$.

- Trường hợp 5 (TH5)

Trường ban đầu hoá bao gồm đóng góp của trường môi trường, trường xoáy đối xứng và trường xoáy phi đối xứng phân tích:

$$F^O = F^{EL} + F^{ES} + (F^{VS} + F^{BS}) + F^{VA} \quad (6)$$

Khác với các trường hợp trên, ở đây thành phần xoáy phi đối xứng phân tích F^{VA} không bị loại bỏ. Trong trường hợp này, việc hiệu chỉnh cũng thực hiện đối với trường môi trường qui mô lớn theo công thức:

$$F^{EL} = Wc^M + (1 - W)F^{EL}$$

trong đó $c^M = c - (c^{ES} + c^{VA} + c^{BSO})$.

- Trường hợp 6 (TH6)

Tương tự như TH1, trường ban đầu hoá ở đây chỉ bao gồm đóng góp của trường môi trường và trường xoáy đối xứng:

$$F^O = F^{EL} + F^{ES} + (F^{VS} + F^{BS}) \quad (7)$$

Tuy nhiên, khác với TH1, trong trường hợp này việc hiệu chỉnh được thực hiện đối với trường môi trường qui mô nhỏ F^{ES} :

$$F^{ES} = Wc^M + (1 - W)F^{EL}$$

Với tốc độ hiệu chỉnh được xác định bởi: $c^M = c - (c^{EL} + c^{BSO})$

- Trường hợp 7 (TH7)

Trường ban đầu cũng chỉ bao gồm đóng góp của trường môi trường và trường xoáy đối xứng:

$$F^O = F^{EL} + F^{ES} + (F^{VS} + F^{BS}) \quad (8)$$

Đây là trường hợp đơn giản nhất không có bất cứ sự hiệu chỉnh nào, việc khảo sát đưa ra nhằm đánh giá hiệu quả của việc hiệu chỉnh so với trường hợp không hiệu chỉnh.

- Trường hợp 8 (TH8)

Trường ban đầu bao gồm đóng góp của trường môi trường, trường xoáy đối xứng và một trường hiệu chỉnh:

$$F^O = F^{EL} + F^{ES} + (F^{VS} + F^{BS}) + F^M \quad (9)$$

Việc hiệu chỉnh không thực hiện trực tiếp lên các trường F^{EL} , F^{ES} như các trường hợp trước. Để tốc độ trôi tại tâm của F^O phù hợp với tốc độ trôi quan trắc, trường hiệu chỉnh F^M được xây dựng theo công thức:

$$F^M = \begin{cases} c^M [1 - s^2 \exp(1 - s^2)] & r \leq r^M \\ 0 & r > r^M \end{cases}$$

Với $s = r / r^M$, r^M bằng 3 lần bán kính ảnh hưởng, $c^M = c - (c^{EL} + c^{ES} + c^{BSO})$

Thực chất F^M là một trường giả có tốc độ trôi tại tâm bằng c^M , giảm dần theo bán kính r và triệt tiêu cho đến khi r bằng 3 lần bán kính ảnh hưởng. Điều này có nghĩa là việc hiệu chỉnh chủ yếu tác động lên vùng gần tâm bão, bên ngoài r^M các trường được giữ nguyên.

- Trường hợp 9 (TH9)

$$F^O = F^{EL} + F^{ES} + (F^{VS} + F^{BS}) + F^M \quad (10)$$

Quá trình hiệu chỉnh thực hiện tương tự như TH8, ngoại trừ việc các xoáy nhiễu nhỏ trong thành môi trường qui mô nhỏ F^{ES} được loại bỏ bằng phương pháp làm tròn.

Trong mỗi trường hợp xây dựng trường ban đầu được mô tả trên đây, vai trò của các trường thành phần được xem xét nhằm đánh giá mức độ ảnh hưởng của chúng. Việc hiệu chỉnh một trường nào đó không chỉ làm cho tốc độ trôi tại tâm xoáy của trường ban đầu phù hợp với tốc độ trôi quan trắc (trừ TH7), mà trong một số trường hợp còn thực hiện việc làm tròn trường.

3. Kết quả tính toán và nhận xét

Với mục đích khảo sát ảnh hưởng của quá trình ban đầu hoá tới quỹ đạo dự báo, chúng tôi đã thực hiện chạy mô hình dự báo WBAR [5] ứng với từng trường hợp ban đầu hoá đã nêu trên đây cho các cơn bão sau:

Tên cơn bão	Thời gian hoạt động	Thời điểm làm dự báo (t_0)
DURIAN	29-6 đến 02-7-2001	00UTC 30-6-2001
KAJIKI	05-12 đến 09-12-2001	12UTC 06-12-2001
WUKONG	05-9 đến 10-9-2000	00UTC 08-9-2000

Số liệu phân tích, dự báo toàn cầu được sử dụng trong tính toán là sản phẩm của mô hình toàn cầu GME [4], các tập số liệu chỉ thị bão được xác định từ những thông tin thu được qua website <http://www.unisys.com>. Kết quả dự báo quỹ đạo bão là toạ độ (kinh, vĩ độ) tâm bão, được trích ra sau từng 12h tích phân hệ phương trình dự báo, tại các thời điểm $t = t^0 + 12h, \dots, t = t^0 + 72h$ [5]. Trên các hình 1 đến hình 6 đã dẫn ra quỹ đạo dự báo của 3 cơn bão ứng với các trường hợp ban đầu hoá là TH5 và TH9. Để đánh giá độ chính xác của dự báo, các kết quả này được so sánh với "quỹ đạo tốt nhất" (Best track) cũng được khai thác từ <http://www.unisys.com>. Sai số vị trí (khoảng cách trên bề mặt trái đất từ tâm bão dự báo đến tâm bão theo best track) sau từng khoảng thời gian dự báo được dẫn ra trong bảng 2.

Từ bảng 2 có thể nhận thấy:

Đối với cơn bão DURIAN

Trường hợp có sai số vị trí nhỏ nhất là TH5. Ngoại trừ tại 12h, còn tất cả các thời đoạn dự báo đều có sai số nhỏ hơn các trường hợp khác. Điều này cho thấy vai trò của thành phần xoáy phi đối xứng phân tích khá quan trọng. Những trường hợp khác, thành phần này bị loại bỏ, thay thế vào đó là thành phần phi đối xứng giả, hoặc không có thành phần phi đối xứng. Sai số vị trí lớn nhất khi trường ban đầu hoá thực hiện theo TH9. Việc so sánh TH8 và TH9 cho phép nhận định rằng, việc loại bỏ các xoáy nhiễu bằng phương pháp làm tròn có thể đã đồng thời loại bỏ các yếu tố tác động tích cực đến quỹ đạo dự báo.

Sai số dự báo sau 12h nhỏ nhất rơi vào TH7 (không thực hiện hiệu chỉnh). Tuy nhiên, khi thời gian dự báo tăng lên, sai số vị trí cũng tăng lên nhanh chóng tăng và

đạt giá trị lớn nhất tại 36h và 48h. Các trường hợp khác có ảnh hưởng tới quỹ đạo dự báo nhưng không có sự khác biệt lớn, sai số nằm ở khoảng giữa TH5 và TH9.

Bảng 2. Sai số vị trí (km) ứng với các trường hợp ban đầu hoá

t (h)	TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6	TH7	TH8	TH9
DURIAN									
12	182	190	197	167	148	223	112	145	201
24	158	179	195	137	35	228	135	160	211
36	251	264	271	254	137	213	300	296	171
48	279	264	272	288	149	248	311	310	249
60	229	209	222	232	119	244	246	244	324
72	101	116	134	95	37	165	107	105	249
KAJIKI									
12	79	119	137	91	85	54	58	88	25
24	38	104	131	90	35	120	125	107	74
36	229	274	303	267	224	297	252	270	107
48	290	307	324	298	265	335	285	303	137
60	467	474	469	474	441	477	470	475	262
WUKONG									
12	80	104	104	50	149	34	57	58	27
24	147	187	180	105	240	93	116	116	100
36	196	234	217	127	271	128	166	156	135
48	174	212	185	107	322	130	154	142	120
60	149	185	145	84	329	118	146	128	98

Đối với cơn bão KAJIKI

Sai số dự báo khi sử dụng trường ban đầu hoá theo TH9 nhỏ hơn hẳn so với tất cả các trường hợp còn lại. Khác với cơn bão DURIAN, ở đây việc loại bỏ các xoáy nhiễu bằng phương pháp làm trơn trường F^{ES} đã làm cho bão di chuyển phù hợp với thực tế hơn. Điều này cũng được thể hiện rõ khi so sánh TH8 và TH9. Như vậy, trong trường hợp bão KAJIKI, nhiễu động quy mô nhỏ là nguyên nhân gây ra những sai lệch trong quỹ đạo dự báo.

Đối với cơn bão WUKONG

Ở đây, ban đầu hoá theo TH5 cho sai số vị trí lớn nhất, tốc độ di chuyển dự báo quá nhanh. Có thể các nhiễu động chứa đựng trong thành phần phi đối xứng phân tích đã gây ra sai lệch lớn giữa quỹ đạo dự báo và quỹ đạo thực. Điều này hoàn toàn trái ngược với cơn bão DURIAN. Các trường hợp cho sai số nhỏ nhất là TH4, TH6, TH9. Tương tự như cơn bão KAJIKI, khi so sánh TH9 với TH8 và TH5 có thể nói rằng việc làm trơn trường F^{ES} trong quá trình ban đầu hoá đã làm cho quỹ đạo dự báo phù hợp với quỹ đạo thực hơn; những nhiễu động chứa đựng trong thành phần phi đối xứng phân tích làm tăng sai số vị trí của quỹ đạo dự báo.

Bảng 3 dẫn ra sai số vị trí trung bình tính cho cả 3 cơn bão ứng với từng trường hợp ban đầu hoá. Qua đó cho thấy ban đầu hoá theo TH9 cho sai số vị trí của quỹ đạo

dự báo nhỏ nhất. Điều đó phản ánh sự cần thiết phải khử bỏ những nhiễu động qui mô nhỏ trong trường môi trường F^{ES} .

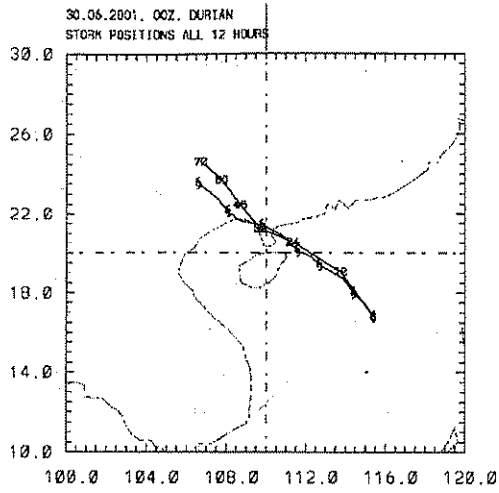
Bảng 3. Sai số vị trí trung bình của 3 cơn bão ứng với các trường hợp ban đầu hoá

t (h)	TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6	TH7	TH8	TH9
12	97	117	123	93	121	49	91	99	36
24	123	157	161	130	145	115	153	145	90
36	220	251	250	212	229	228	232	234	142
48	215	238	233	191	247	244	215	219	144
60	275	292	279	246	300	290	277	272	194

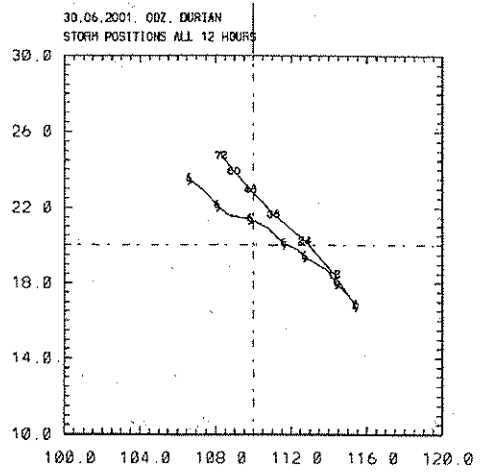
Tóm lại, qua các trường hợp khảo sát trên đây có thể thấy rằng việc xây dựng trường ban đầu bằng các phương pháp các nhau có ảnh hưởng rõ rệt đến quỹ đạo dự báo. Các trường hợp ban đầu hoá theo TH5 và TH9 dường như có tác động đối ngược nhau: khi ban đầu hoá theo TH5 cho quỹ đạo dự báo đạt sai số nhỏ thì ban đầu hoá theo TH9 lại cho quỹ đạo dự báo có sai số lớn, và ngược lại. Có những trường hợp thành phần xoáy phi đối xứng phân tích đóng vai trò quan trọng đối với sự chuyển động của bão (TH5), nhưng cũng có trường hợp việc loại bỏ các xoáy nhiễu động qui mô nhỏ lại có ảnh hưởng lớn đến quỹ đạo dự báo (TH9). Mặc dù số cơn bão được chọn thử nghiệm còn quá ít, song đánh giá chung (bảng 3) có thể nói việc loại bỏ những nhiễu động trong trường F^{ES} đã góp phần làm giảm sai số vị trí của quỹ đạo dự báo.

So với hai cơn bão WUKONG và KAJIKI thì bão DURIAN có cường độ yếu hơn, nằm ở vĩ độ cao hơn. Tương ứng với chúng, sai số quỹ đạo dự báo của WUKONG và KAJIKI nhỏ nhất khi sử dụng ban đầu hoá theo TH9, còn sai số quỹ đạo dự báo của DURIAN nhỏ nhất khi sử dụng ban đầu hoá theo TH5. Như vậy, không thể sử dụng một phương pháp ban đầu hoá duy nhất cho tất cả các trường hợp dự báo. Điều đó muốn nhấn mạnh rằng, việc lựa chọn phương pháp ban đầu hoá nào cho phù hợp cần phải căn cứ vào đặc điểm, tính chất và vị trí của bão. Với 3 cơn bão được khảo sát, chắc chắn chưa đủ cơ sở để tìm được một câu trả lời xác đáng và đầy đủ. Mặc dù vậy, có thể nói rằng, với những cơn bão mạnh, xa bờ như WUKONG và KAJIKI, trong quá trình ban đầu hoá việc loại bỏ thành phần phi đối xứng phân tích và những nhiễu động qui mô nhỏ trong trường F^{ES} là cần thiết. Còn với những cơn bão yếu, di chuyển sát bờ như DURIAN thì thành phần phi đối xứng phân tích nên được duy trì trong trường ban đầu hoá.

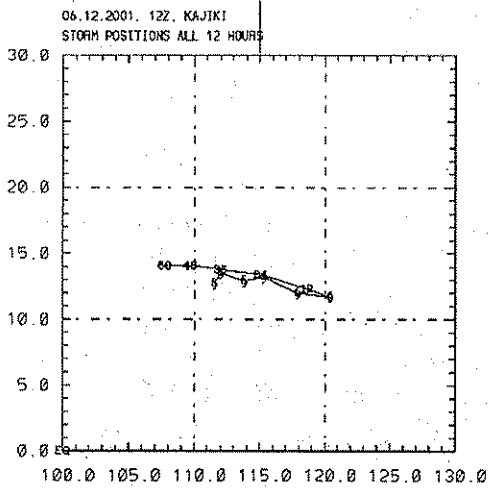
Trong các cơn bão được khảo sát, vai trò của thành phần phi đối xứng giả F^{BA} đối với quỹ đạo bão dự báo không thể hiện rõ ràng, mặc dù về mặt lý thuyết nó được đánh giá là một trong những nhân tố ảnh hưởng đến chuyển động của bão. Sai số trung bình của các quỹ đạo dự báo sử dụng trường ban đầu hoá có đóng góp của thành phần phi đối xứng giả (TH2, TH3, TH4) là khá lớn.



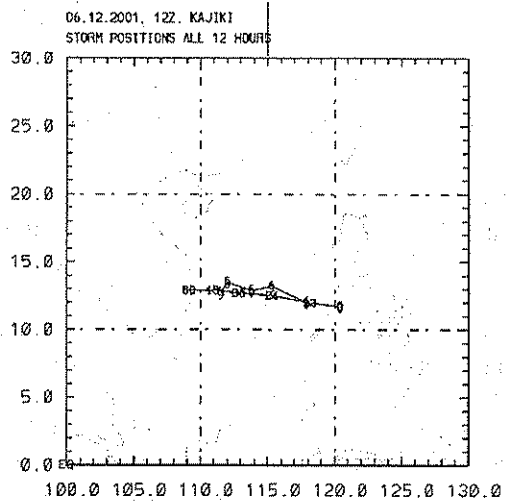
Hình 1. DURIAN TH5



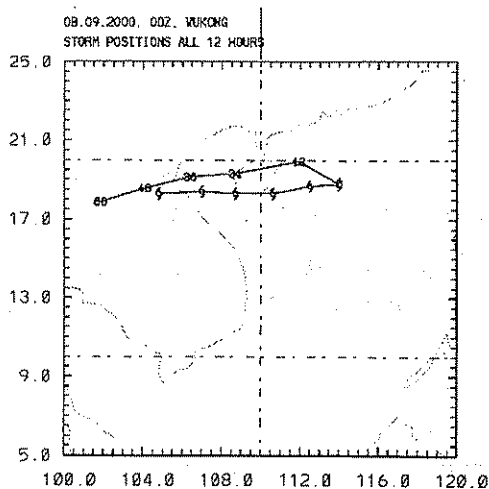
Hình 2. DURIAN TH9



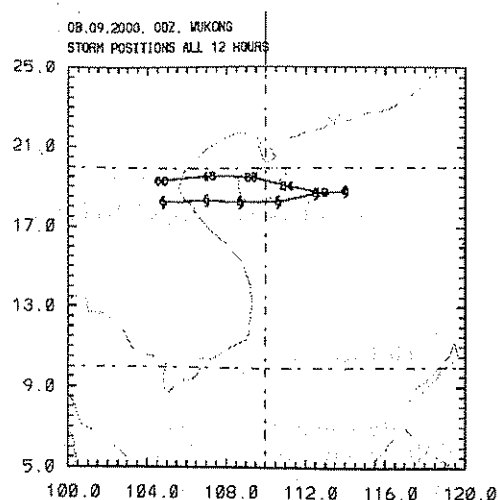
Hình 3. KAJIKI TH5



Hình 4. KAJIKI TH9



Hình 5. WUKONG TH5



Hình 6. WUKONG TH9

Tài liệu tham khảo

1. Davidson N. E., and H. C. Weber, 2000: The BMRC high-resolution tropical cyclone prediction system: TC-LAPS. *Mon. Wea. Rev.*, 128, 1245-1265.
2. Holland G. J., 1983: Tropical cyclone motion: Environmental Interaction plus a Beta effect. *J. Atmos. Sci.*, 40, 328-341.
3. Kurihara Y., Bender M. A., and Ross R. J., 1993: An initialization scheme of hurricane model by vortex specification. *Mon. Wea. Rev.*, 121, 2030-2045.
4. Phan Văn Tân, Kiều Thị Xin, Nguyễn Văn Sáng, Nguyễn Văn Hiệp, 2002: Kỹ thuật phân tích tạo xoáy ban đầu cho mô hình chính áp dự báo quỹ đạo bão - Tạp chí KTTV, 1(493), 2002, tr. 13-22.
5. Phan Văn Tân, Nguyễn Văn Sáng, 2002: Mô hình chính áp WBAR và khả năng ứng dụng dự báo bão khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương và biển Đông, Tạp chí KTTV, 6(498), 2002, tr. 27-33.
6. Smith, R. K., and W. Ulrich, 1990: An analytical theory of tropical cyclone motion using a barotropic model. *J. Atmos. Sci.*, 47, 1973-1986.
7. Weber, H. C., 2001: Hurricane track prediction with a new barotropic model. *Mon. Wea. Rev.*, 129, 1834-1858
8. Weber, H. C., and R. K. Smith, 1995: 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.