

**SỬ DỤNG ẢNH MÂY VỆ TINH
ĐỂ XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ VÀ
HƯỚNG ĐI CỦA BÃO**

Trần Đình Bá
(Cục Dự báo KTTV)

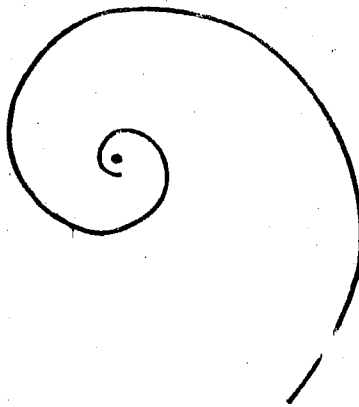
Ước độ bão biến thiên khá phức tạp và phụ thuộc vào nhiều yếu tố của môi trường. Tuy nhiên quá trình biến thiên trong hoàn lưu bão lại được phản ánh khá đầy đủ trong trường mây [1,2,3]. Điều đó đã mở ra một khả năng mới trong lĩnh vực phân tích và dự báo bão nhiệt đới. Trong phần này sẽ đề cập đến việc sử dụng ảnh mây để xác định vị trí tâm và hướng di chuyển của bão.

1. Xác định vị trí tâm bão.

Từ lâu người ta đã chứng minh rằng trục không gian của xoáy bão nhiệt đới gần thẳng đứng và tâm của hệ thống mây bão cũng gần trùng với tâm xoáy trên bản đồ thời tiết. Đó là một đặc điểm quan trọng giúp ta xác định tâm bão theo ảnh mây vệ tinh. Tuy nhiên khi nói đến tâm xoáy mây là nói đến sự hội tụ của các dải mây hình xoắn ốc xung quanh mắt bão chứ không phải tâm đối xứng hình học của hệ thống mây. Vì thế việc xác định tâm bão trên ảnh mây vệ tinh không phải là vấn đề đơn giản, mà ngược lại, đòi hỏi có sự phân tích chu đáo và công phu.

Hiện nay phương pháp chủ yếu để xác định tâm bão là dựa vào các đặc tính bên ngoài của cấu trúc trường mây. Người ta chú ý đến sự hội tụ của các dải mây hình dấu phẩy, khối mây hình đĩa dày đặc và điểm không mây nổi bật trong đĩa mây (thường gọi là mắt bão).

Dựa vào cấu trúc trường mây người ta tính sẵn đường cong chuẩn để xác định tâm bão (hình 1). Muốn xác định tâm của một xoáy mây bão nào đó chỉ cần

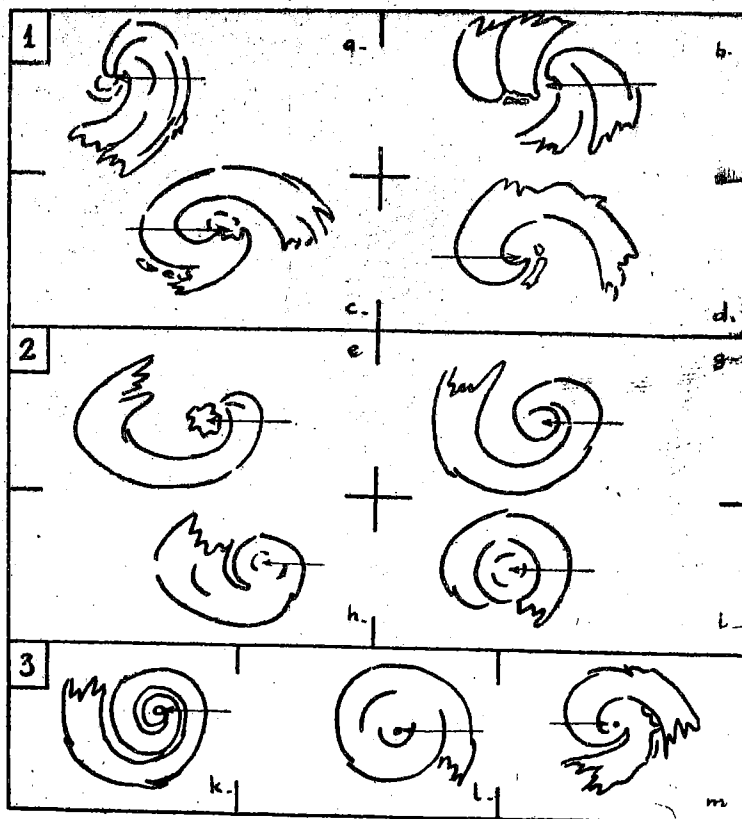


Hình 1. Đường xoắn xác định tâm bão

đặt đường cong sao cho trùng khớp với dải mây xoắn ốc chính trong hệ thống mây bão. Đầu hình xoắn ốc với chấm đen trên hình mẫu chuẩn sẽ chỉ cho ta tâm bão muốn tìm. Nhưng trong công tác thực tế ứng dụng đường cong chuẩn gặp khá nhiều khó khăn. Lý do đơn giản là cấu trúc và kích thước của xoáy mây bão thể hiện trên ảnh mây muốn hình mẫu vẽ. Vì vậy trong thực tế khó lòng chọn được một dải mây hình xoắn trùng khớp với đường chuẩn tính sẵn.

Qua kinh nghiệm phân tích bão ở Việt nam và các đặc trưng cấu trúc bên ngoài mà nhiều công trình nghiên cứu đã đề cập đến, tác giả đưa ra đây những mẫu hình cụ thể và chi tiết nhằm làm dễ dàng hơn việc xác định tâm bão :

1. Nếu trên ảnh mây vệ tinh mặt bão thể hiện rõ thì vị trí mặt bão là vị trí tâm xoáy. Mặt bão có thể nằm ở tâm đĩa mây hoặc ở cạnh rìa đĩa mây (hình 21, m).



Hình 2. Mẫu hình xác định tâm bão

- 1 - Chưa có đĩa mây
- 2 - Có đĩa mây
- 3 - Có mặt bão

2. Mất bão không thể hiện rõ, nhưng có đĩa mây hoặc vùng mây trung tâm dày đặc. Trên đĩa mây có nhiều quãng mây đồng tâm. Trong trường hợp đó tâm bão ở giữa quãng mây trung tâm (hình 2 h,i)

3. Trong trường hợp các quãng mây đồng tâm không biểu hiện rõ, tâm bão (được qui ước) là tâm đối xứng của đĩa mây (hoặc khối mây trung tâm). Sai số trong trường hợp này sẽ nhỏ nếu bão đã ở giai đoạn trưởng thành, sai số lớn nếu bão còn ở giai đoạn non trẻ (hình 2 e,g).

4. Bão không có đĩa mây hoàn chỉnh, không có khối mây trung tâm, nhưng có dải mây uốn thành một hay nhiều vòng xoắn ốc quanh tâm. Tâm bão sẽ trùng với tâm vòng xoắn ốc. Có khi dải mây chưa khép đủ vòng, tâm bão nằm gần đầu dải mây dày đặc. Ở đây có thể có đường cong mây đối lưu rất phát triển (hình 2 c,d).

5. Hệ thống mây bão có hai hoặc nhiều dải mây hình dấu phẩy hội tụ, tâm xoáy bão là điểm hội tụ của các dấu phẩy mây (hình 2 b)

6. Ở cạnh khối mây dày đặc hình dấu phẩy rộng hơn 30° vĩ có các đường cong mây Cb. Tâm xoáy bão ở cạnh rìa phía trong của dấu phẩy mây và ở trong vùng hội tụ của các đường mây Cb. Trường hợp này thường xảy ra ở những xoáy bão non trẻ. Những đường mây Cb nhỏ ở cạnh dấu phẩy mây dày đặc là dấu hiệu báo trước một quá trình phát triển mạnh mẽ của xoáy bão (hình 2 a).

Sai số trong khi xác định tâm xoáy bão trên ảnh mây vệ tinh thường là sai số tổng hợp của ba nguyên nhân chính :

- a) Sai số do hệ thống lưới tọa độ;
- b) Sai số do chủ quan người phân tích;
- c) Sai số do độ chênh lệch thực tế giữa vị trí tâm xoáy chính xác trên mặt đất và vị trí chính xác tâm xoáy mây.

Sai số lưới tọa độ xảy ra do việc xác định vị trí của vệ tinh trên quỹ đạo, do tính toán lưới tọa độ trên các vùng khác nhau và do hiện tượng méo ảnh gây nên. Shchetko và Gaidukov [7] nghiên cứu các bức ảnh vệ tinh nhận được từ vệ tinh địa tĩnh hệ ATS và hệ SMS cho thấy sai số trung bình do lưới tọa độ gây nên dao động trong khoảng 28 - 55km. Các bức ảnh T V nhận được từ vệ tinh quỹ đạo cực và đặc biệt là ảnh hồng ngoại nhận được vào ban đêm có sai số lưới tọa độ lớn hơn.

Sai số do hai nguyên nhân tiếp theo (b) và (c) phụ thuộc vào kinh nghiệm của người ghép ảnh, phân tích ảnh và quá trình tiến triển của bão. Độ lớn sai số từ cả hai nguyên nhân có xu hướng tỷ lệ nghịch với cường độ xoáy. Ở những xoáy đã phát triển, cường độ lớn, sai số do hai nguyên nhân (b) và (c) gây ra chỉ giới hạn trong mức độ sai số lưới tọa độ. Nhưng trong các xoáy nhỏ, sai số có thể đạt đến 100 hoặc 200km.

Cùng với sự phát triển của khoa học nghiên cứu vũ trụ, sai số xác định vị trí tâm bão trên ảnh mây vệ tinh cũng giảm dần. Sikka /8/ dùng số liệu vệ tinh quỹ đạo cực từ 1971 trở về trước để nghiên cứu bão trên biển Arabian và vịnh Bengal, sai số trung bình khi xác định tâm storm và typhoon là 104km và tâm các xoáy yếu hơn ~ 150km. Năm 1975 Sheets và Grieman lại đánh giá với số liệu mới hơn và nhận được các sai số trung bình dao động trong khoảng 93-111km. Những số liệu mới nhất gần đây cho thấy giới hạn sai số đó giảm xuống đến 50-80km /9/. Xu thế ấy báo trước một triển vọng tốt đẹp về khả năng phân tích và sử dụng ảnh mây vào công tác dự báo khí tượng.

II. Xác định hướng di chuyển của bão.

Xác định hướng di chuyển của bão là một trong những vấn đề quan trọng bậc nhất của dự báo bão. Trong thực tế có nhiều phương pháp nghiên cứu và dự báo hướng di chuyển của bão. Tuy nhiên cho đến nay vẫn chưa có một phương pháp nào thật hoàn chỉnh. Nguyên nhân cơ bản là do thiếu số liệu quan trắc thực tế trong các vùng có bão phát sinh và phát triển. Những năm gần đây số liệu vệ tinh đã được dùng để nghiên cứu hướng di chuyển của bão. Hiện đã có một số công trình được công bố. Nhưng phần lớn các công trình đó thường nêu các trường hợp cụ thể, đề cập đến từng mặt của vấn đề. Phân tích và tổng hợp những kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả, Kôn-đơ-ra-chép và các cộng sự của ông /4/ đã nêu lên một số tiêu chuẩn xác định hướng đi của bão theo ảnh mây như sau :

1. Bão di chuyển theo hướng vuông góc với đường bất đối xứng đĩa mây bão sao cho nửa gần của đường kính bất đối xứng đĩa mây ở về phía trái hướng đi của bão.
2. Bão di chuyển theo hướng vuông góc với đường tử, nếu quan sát thấy đường tử trước bão.
3. Bão di chuyển theo hướng dòng khí quyển trên cao (đường dòng), xác định được trên ảnh mây vệ tinh nhờ đối mây Ci.
4. Bão di chuyển theo hướng thẳng góc với đường bất đối xứng của vùng gió cực đại ở mặt đất và được xác định nhờ hình tròn mây sáng nhất ở gần tâm bão.

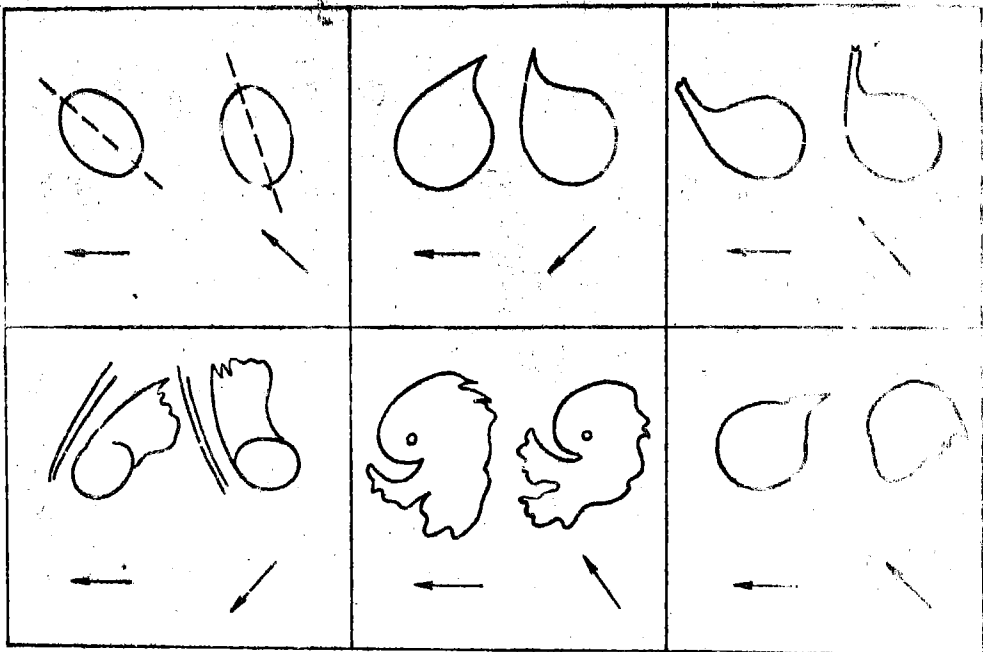
Qua thực tế phân tích bão trong mấy năm gần đây ở Việt nam, không phải lúc nào các tiêu chuẩn đó cũng đều thể hiện rõ trên ảnh bão. Trong 206 bức ảnh bão được dùng để phân tích hướng đi, chỉ có 56 trường hợp có thể xác định được đường bất đối xứng của đĩa mây, 25 trường hợp xác định được đường tử trước bão, 17 trường hợp quan sát được trường mây Ci của gió tầng cao và 13 trường hợp thấy rõ giới hạn vùng gió cực đại gần tâm bão.

Cũng có trường hợp các dấu hiệu của tiêu chuẩn thể hiện rõ, nhưng bão lại không đi đúng hoàn toàn theo dấu hiệu của tiêu chuẩn chỉ ra. Thí dụ trong 56 trường hợp biểu hiện rõ dấu hiệu tiêu chuẩn thứ nhất đã có 15 trường hợp bão không đi đúng hướng tiêu chuẩn. Nghĩa là không phải lúc nào bão cũng di chuyển theo hướng vuông góc với đường bất đối xứng để cho nửa gần của đường kính đĩa mây ở về phía trái của hướng đi.

Trong số 25 trường hợp, biểu hiện rõ đường tổ, có hai trường hợp hệ thống đi theo hướng thẳng góc với đường tổ mà lệch một góc nào đó sang trái hoặc sang phải.

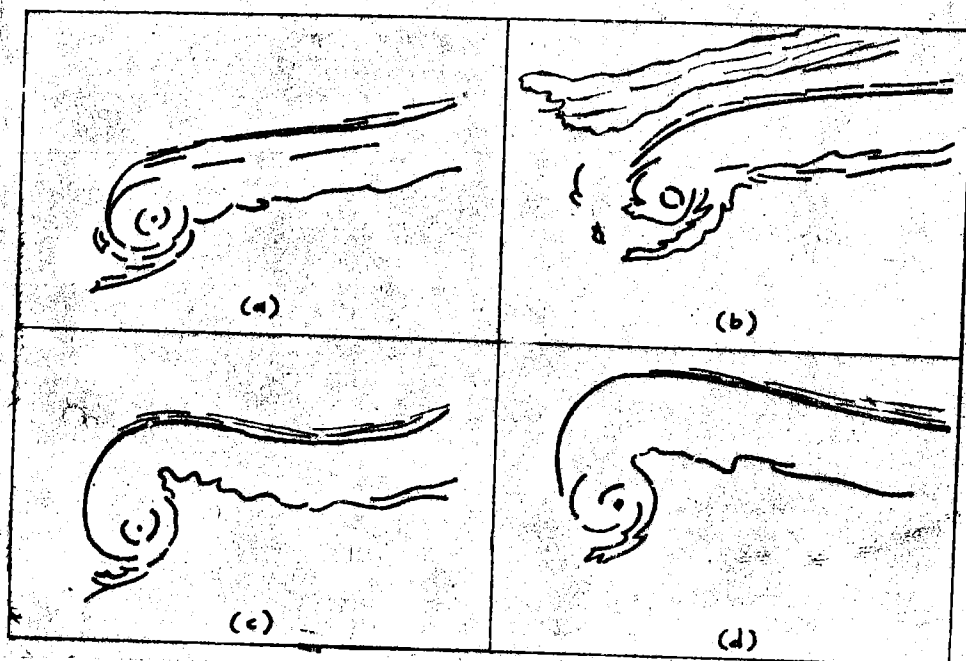
Gần đây Fett R.W và Brand S./6/ phân tích hoàn lưu bão và đối chiếu với ảnh mây, xem trường mây như là kết quả tác động tổng hợp và trực tiếp của nhiều yếu tố trong không gian ba chiều. Những đặc trưng cơ bản của trường mây một mặt biến đổi khá nhạy bén với sự thay đổi của các yếu tố môi trường, nhưng mặt khác lại có tính bão thủ bền vững theo thời gian. Hình dáng ổn định của hệ thống mây bão thường quay trên quỹ đạo di chuyển của nó. Chiều quay và góc quay hệ thống mây bão phù hợp với sự chuyển hướng của bão. Lợi dụng tính chất đó tác giả sử dụng ảnh mây để dự báo hướng đi của bão.

Khi phân tích hình dạng bên ngoài để xét đoán chiều quay của hệ thống mây bão phải chú ý đến hình dạng khối mây dày đặc (hình 3), mắt mây hoặc dải mây ở các kẽ hở không mây v.v. Phương pháp này hiện nay được sử dụng ở trung tâm nghiên cứu bão của Mỹ. Trong năm 1978 phương pháp đó cũng được sử dụng ở Việt nam để phân tích và dự báo bão ở tây Thái bình dương và biển đông. Nói chung đối với các cơn bão chụp được vào giữa ảnh, ít bị biến dạng do méo ảnh, kết quả dự báo khá chính xác. Nhưng đối với các cơn bão nằm ở rìa ảnh, độ méo ảnh lớn, quá trình phân tích gặp khá nhiều khó khăn.



Hình 3 - Sự biến đổi hướng di chuyển của bão.

Đáng lưu ý là khi hệ thống mây bão đã dính liền với hệ thống mây front cực (hình 4) thì những dấu hiệu của các phương pháp nói trên không còn biểu hiện rõ nữa. Lúc đó bão sẽ di chuyển theo một số dấu hiệu của tiêu chuẩn khác, cần được nghiên cứu bổ sung.



Hình 4. Mẫu hình hệ thống mây bão tiếp cận hệ thống mây front cực. (a), (b): Trường hợp phổ biến; (c), (d): Trường hợp không khí lạnh đổ nhanh về phía tây hoàn lưu bão.

Khi tiếp cận với front cực, hướng đi của bão diễn biến khá phức tạp. Thường front làm bão đi chậm lại rồi sau đó lệch hướng có thể lệch trái hoặc lệch phải. Giá trị và hướng góc lệch phụ thuộc vào vị trí của bão so với vị trí front cực trên các vĩ độ địa lý khác nhau (bảng 1).

Khi tiếp cận với front lạnh ở vĩ độ thấp (nam vĩ độ 10°N) hướng đi của bão lệch trái. Sau 24h di chuyển, tính từ thời điểm hai hệ thống mây front và bão gặp nhau, góc lệch có thể đạt từ 1° đến 80° . Gặp front ở vùng vĩ độ $10^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$, hướng đi của bão chủ yếu lệch trái. Góc lệch sau 24h có thể dao động trong khoảng $1-80^{\circ}$.

Bảng 1

Số trường hợp bão tiếp cận front cực trong các tháng

Vùng vĩ độ	Tháng									Tất cả
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
< 10°N								1	2	3
10 - 20			4	1		3	7	9	3	27
20 - 30	1		1	1	2	4	9	3		21
> 30					1	1				2
Tất cả	1		5	2	3	8	16	13	5	53

Gặp front trong vùng vĩ độ 20 - 30°N hướng đi của bão không ổn định, nghĩa là có thể lệch trái hoặc lệch phải. Giá trị góc lệch giao động trong một giới hạn khá lớn : từ 30° lệch trái đến 90° lệch phải. Nhưng trong đó 2/3 số trường hợp lệch phải. Khi vượt qua vĩ độ 30°N góc lệch chỉ hướng về phải.

Bảng 2.

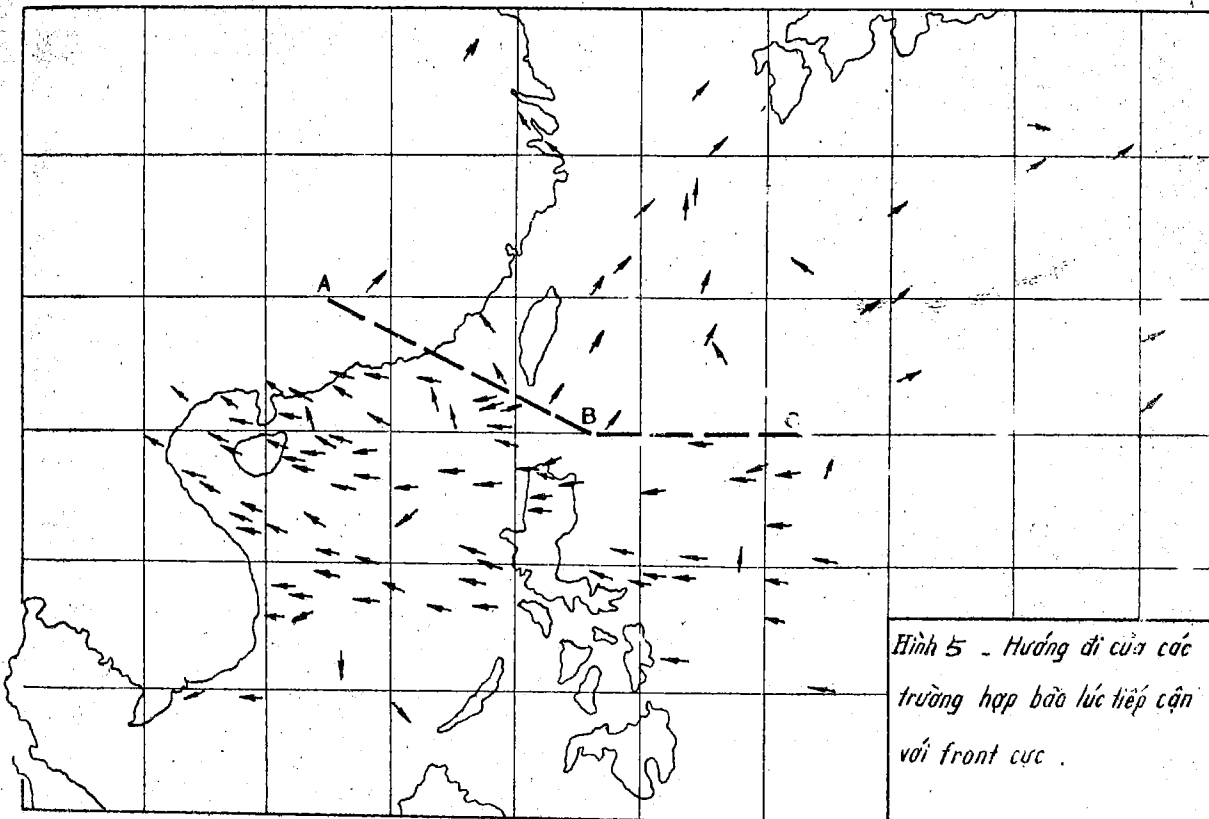
Độ lớn góc lệch hướng đi của bão dưới ảnh hưởng của front cực trên các vùng vĩ độ khác nhau.

Vùng vĩ độ	Góc lệch trái (tính bằng độ)								Góc lệch phải (tính bằng độ)								
	80-71	70-61	60-51	50-41	40-31	30-21	20-11	10-1	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90
0 - 10	1							2									
10 - 20	1			3	1	7	10	3	2	12	1		1				
20 - 30						2	3	2		1	2	2	2	3	1		1
> 30																	1
Tất cả	2			3	1	9	13	7	2	2	3	2	3	3	1		2

Như vậy là ở nam vĩ độ 20°N và bắc vĩ độ 30°N góc lệch của bão dưới ảnh hưởng của front cực tương đối ổn định, nhưng ngược chiều nhau : ở nam vĩ độ 20°N hướng đi của bão có xu thế lệch trái và bắc vĩ độ 30°N - lệch phải. Ranh giới phân biệt hai vùng lệch trái và lệch phải nằm giữa các vĩ độ 20 và 30°N.

Để có thể xác định cụ thể hơn ranh giới hướng góc lệch, tác giả đã mang tất cả hướng đi thực tế của những trường hợp bão tiếp cận front lên (hình 5). Đường ranh giới ABC phân chia hai vùng có hướng khác nhau. Phía bắc ABC bão có hướng chủ yếu từ Bắc-Tây-Bắc đến Đông-Bắc. Nam đường ranh giới ABC bão có hướng từ Tây-Nam đến Tây-Bắc. Ở tây Thái bình dương vị trí đường ranh giới ABC dao động xung quanh vĩ độ 20°N và được nâng lên cao hơn khi tiến gần đến bờ biển Trung quốc.

Tuy nhiên cũng có trường hợp bão gặp front lạnh ở vĩ độ thấp - trong vùng phía nam đường ranh giới ABC, nhưng hướng đi của bão vẫn lệch bắc, hoặc đôi khi bão dừng lại rồi sau đó chuyển hướng về tây-nam. Trong những trường hợp đó không khí lạnh theo hoàn lưu bão tạt nhanh xuống phía nam làm thành một lưỡi dao bèn vững không chế mặt phía tây và tây bắc của bão. Đầu dải mây front nối với hệ thống mây bão uốn cong về phía nam theo hoàn lưu xoáy thuận. Độ cong càng lớn góc lệch hướng đi của bão càng tăng (hình 4).



Hình 5 - Hướng đi của các trường hợp bão lúc tiếp cận với front cực.

Trong công tác thực tế việc áp dụng các qui tắc này cần chú ý đến sự tương quan giữa nội năng bão và cường độ hoạt động của front cực. Nếu bão mạnh mà front đã suy yếu thì đường đi của bão bị chi phối chủ yếu bởi nội năng của nó. Lúc đó ta cần xem xét đến các yếu tố khác nữa để dự báo hướng đi của bão. Trong trường hợp front mạnh thì sự chi phối của front thường lấn át các yếu tố khác và ảnh hưởng của front cần phải được lưu ý đúng mức.

Một dấu hiệu nữa cần được xét đến khi phân tích ảnh mây, xác định hướng đi của bão mà từ trước đến nay chưa được nhắc đến, đó là vùng mây giảm áp ở rìa trước bão. Vùng giảm áp có liên quan với hoạt động đối lưu tầng thấp, nhất là lúc bão còn ở giai đoạn phát triển. Vùng mây giảm áp là vùng mây đối lưu rất phát triển nhô ra ở rìa trước bão, trong đó thấy rõ những cụm mây đông. Nhiều trường hợp mây đông ở đây phát triển rất mạnh và tập trung thành một dải hẹp có màu sáng trắng. Đây chính là đường tổ. Hay nói cách khác, đường tổ chỉ là một phần mây đông phát triển mãnh liệt trong vùng mây giảm áp trước bão mà thôi. Đường tổ không xuất hiện thường xuyên và không phải lúc nào cũng có thể nhìn thấy rõ. Đời sống của đường tổ chỉ tính được bằng giờ, nghĩa là xuất hiện và mất đi nhanh chóng. Cho nên trong công tác thực tế cần chú ý đến vùng mây giảm áp.

Bão di chuyển về phía vùng mây giảm áp.

Những điều cần lưu ý khi phân tích hướng đi của bão

- Mặt đệm có ảnh hưởng lớn đến cấu trúc trường mây bão. Vì vậy khi bão vượt qua các quần đảo, đến gần bờ lục địa hoặc đổ bộ vào đất liền thì những dấu hiệu của các tiêu chuẩn xác định hướng đi của bão không còn được ổn định và nguyên vẹn nữa. Do đó việc xác định hướng đi của bão qua ảnh mây phải hết sức thận trọng.

- Những dấu hiệu chỉ hướng đi của bão thường bổ sung cho nhau. Có trường hợp xuất hiện dấu hiệu này mà không xuất hiện dấu hiệu kia. Cũng có trường hợp cùng thời xuất hiện dấu hiệu của nhiều tiêu chuẩn. Phần lớn các dấu hiệu nhiều tiêu chuẩn phù hợp nhau, nhưng cá biệt có các dấu hiệu đối chọi nhau. Đó là một hiện tượng khách quan phù hợp với quá trình tiến triển của bão. Bởi vì hướng đi của bão luôn luôn dao động và cường độ của bão cũng luôn luôn thay đổi theo thời gian và không gian. Trong quá trình phát triển của bão, những dấu hiệu của tiêu chuẩn cũ thường yếu dần đi và kéo dài thêm trong khi các dấu hiệu tiêu chuẩn mới đang hình thành và rõ dần lên. Vì vậy đòi hỏi mỗi người dự báo viên phải có tính nhạy bén trong khi vận dụng phối hợp các tiêu chuẩn và phải cố quá trình theo dõi liên tục.

Những dấu hiệu cần chú ý theo dõi để phân tích là hình dáng đĩa mây, khối mây trung tâm (vùng mây gió cực đại), sự sắp xếp lại các dải mây hình xoắn ốc, vị trí vùng mây giảm áp, đường tổ, trường mây Ci v.v. và sau đó là xác định hướng và giá trị góc quay của hệ thống mây bão.

Bão cũng sẽ thay đổi hướng đi khi tiếp cận với front cực. Dưới ảnh hưởng của front bão có thể lệch trái hoặc lệch phải. Độ lệch nhiều hoặc ít phụ thuộc vào vị trí gặp nhau trên các vùng vĩ độ khác nhau, cũng như cường độ của bão và front.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Đình Bá. Hệ thống mây bão, Nội san khí tượng thủy văn số 7, 1979.
2. Trần Đình Bá. Kích thước hệ thống mây bão, Nội san khí tượng thủy văn số 8, 1979.
3. Trần Đình Bá. Front cực với sự hình thành và phát triển bão. Nội san khí tượng thủy văn số 9, 1979.
4. Kondratyev K.Ia, Borisenkov E.P., Morozkin A.A. Sử dụng thực tế những số liệu vệ tinh khí tượng. Nhà xuất bản khí tượng thủy văn. Leningrad 1966.
5. Minina L.I. Thực hành nephelanalysis. Nhà xuất bản khí tượng thủy văn Leningrad 1970.
6. Fett R.W. and Brand S. Tropical cyclone movement forecast based on observations from satellites. J. of App. Meteor. Vol. 14, No. 4, 1975, PP. 452-465.
7. Sheets R.C. and Grieman P.G. An evaluation of the accuracy of tropical cyclone intensities and locations determined from satellite pictures. NOAA technical memorandum ERL WMPO - 20, Weather Modification Program Office, Environmental Research Laboratories, U.S. Department of commerce, Boulder, Colorado, 36 pp., 1975.
8. Sikka D.R. Evaluation of the use of satellite photography in determining the location and intensity changes of tropical cyclones in the Arabian Sea and the Bay of Bengal, Indian J. of Meteor. and Geophysics Vol. 22, No. 3 pp. 305-312, 1971.
9. Technical Note No 153, WMO - No 473.