

KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CÁC THÔNG TIN RAĐA THỜI TIẾT ĐỂ THEO DÕI, NGHIÊN CỨU VÀ CẢNH BÁO BÃO

TS. Trần Duy Bình, TS. Tạ Văn Đa

Viện Khí tượng Thủy văn'

TS. Trần Duy Sơn

Đài Khí tượng Cao không

1. Mở đầu

Bão là một hiện tượng thời tiết nguy hiểm. Hàng năm, có hàng chục cơn bão hoạt động trên vùng Tây Bắc Thái Bình Dương (TBTBD) và trên Biển Đông. Từ 1956 đến 2001, trung bình có 5,49 cơn bão và 2,07 áp thấp nhiệt đới (ATNĐ) ảnh hưởng tới nước ta. Mỗi khi bão đổ bộ vào khu vực nào đó, thường gây ra thiệt hại rất lớn về người và tài sản, tàn phá nặng nề cảnh quan và môi trường thiên nhiên (xem bảng 1). Việc dự báo bão nói chung, dự báo cường độ và hướng di chuyển của bão nói riêng nhằm giúp cho việc tổ chức phòng tránh có hiệu quả là một nhu cầu hết sức cần thiết để giảm nhẹ thiệt hại do bão gây ra. Từ rất lâu, các nhà khí tượng trên thế giới đã có nhiều công trình nghiên cứu và cảnh báo bão bằng nhiều phương pháp khác nhau. Đặc biệt, từ những năm 40 của Thế kỷ 20, sau khi radar xuất hiện, người ta đã dùng radar vào mục đích khí tượng trong đó có việc dùng vào nghiên cứu và cảnh báo bão.

Bảng 1. Tình hình hoạt động của bão trên vùng biển TBTBD và biển Đông
(Theo số liệu trong các niên san bão biên soạn tại Trung tâm nghiên cứu Khí tượng Nhiệt đới và Bão thuộc Viện KTTV)

	1998		1999		2000		2001		2002	
	B	AT	B	AT	B	AT	B	AT	B	AT
Tây Bắc TBD (cơn)	16	5	22	7	23	4	26	4		
Biển Đông (cơn)	8	6	10	7	6	5	9	4	6	4
Ảnh hưởng đến Việt Nam (cơn)	5	2	2	2	2	4	3	3	2	1
Đổ bộ (cơn)	4	1	1	2	2	0	2	0		
Thiệt hại lớn nhất (ước tính-tỉ VNĐ)	1800		75		11					
Gió mạnh nhất	20 m/s		28 m/s		cấp 13		cấp 12		cấp 9	
Mưa mạnh nhất (mm)	419		421		427		442		339	

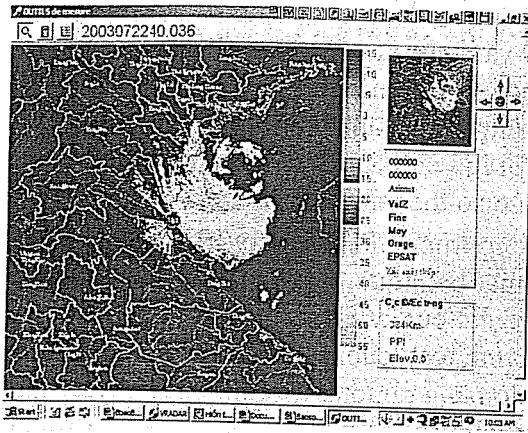
2. Khả năng ứng dụng các thông tin radar để theo dõi, nghiên cứu và cảnh báo bão

a. Sử dụng các thông tin radar theo dõi bão

Các thông tin liên tục về trường phản hồi vô tuyến (PHVT) mây trên radar thời tiết là những biểu hiện khá trực quan để theo dõi về cấu trúc, cường độ và đặc điểm di chuyển của bão. Do đó, các thông tin về trường PHVT là những tư liệu quý để nghiên cứu cấu trúc bão, cường độ cũng như quỹ đạo di chuyển của bão và có thể dùng để

cảnh báo vùng ảnh hưởng, hướng và tốc độ dịch chuyển cũng như khu vực đổ bộ của bão.

Một trong những ưu điểm nổi bật của phương pháp theo dõi bão bằng radar là xác định vị trí vùng mắt bão và tâm của nó. Thông thường, mắt bão là một vùng không có mây (xem hình 1 và 2) dạng hình tròn hoặc ellip. Tuy nhiên, trong những trường hợp khi cơn bão còn chưa phát triển hoàn chỉnh thì mắt bão được xác định bằng phương pháp phân tích cấu trúc trường mây trên màn hình radar.



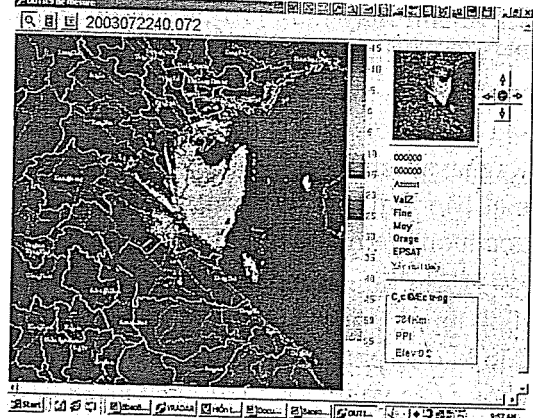
03 giờ 00 ngày 22-VII-2003



04 giờ 00 ngày 22-VII-2003



05 giờ 30 ngày 22-VII-2003



06 giờ 00 ngày 22-VII-2003

Hình 1. Một số ảnh minh họa về cơn bão số 3 (tháng VII năm 2003) đổ bộ vào Thanh Hoá-Ninh Bình

Dựa trên cơ sở một số lượng lớn các hình ảnh về trường PHVT mây trên màn hình radar, nhiều công trình của các tác giả nước ngoài cũng như từ các số liệu khảo sát được tại các trạm radar trong nước, đã xác định được hình ảnh trường mây của các cơn bão điển hình gồm các thành phần cơ bản sau:

- Đường gió giật trước bão,
- Vùng mắt bão và tường mây mắt bão,
- Các dải đối lưu vành ngoài,

Các dải mưa hình xoắn và vùng mưa,
Các dải mây mưa phía sau bão (đuôi bão).

Những thành phần kể trên không phải bao giờ cũng thể hiện đầy đủ trong tất cả các cơn bão. Tuy nhiên, dựa vào đặc điểm PHVT của một số thành phần này có thể sử dụng để dự đoán sự di chuyển và cường độ của bão.

b. Sử dụng các thông tin radar để nghiên cứu bão

Các thông tin radar, đặc biệt là trường PHVT và trường gió Dopple giúp ích rất nhiều cho việc nghiên cứu cấu trúc bão.

P. J. Meighen [11], [12] đã nghiên cứu và đưa ra hướng dẫn chi tiết về dự báo khu vực đổ bộ của bão. Đã tổng kết được một số dẫn liệu về sự di chuyển của bão như: có tới 60% trường hợp ở Australia có vùng mưa nằm ở phía phải sự di chuyển của bão; khoảng 75% trường hợp các dòng đối lưu cực đại xuất hiện phía trước hoặc bên phải. Vùng giảm gió được dùng như một cơ sở theo dõi mắt bão.

Zhou Ducheng [17] đã chọn 8 yếu tố trong trường PHVT mây trên radar (độ cao tường mây mắt bão, độ rộng của tường mây mắt bão, đường kính vùng mắt bão, đặc điểm của mắt, đặc điểm của các dải xoắn, góc cắt của các dải xoắn, độ đậm đặc của PHVT và độ xa từ tâm bão đến trạm radar) để tính toán cường độ bão. Ngoài ra, Zhou còn đưa ra phương pháp xác định cường độ bão bằng phương trình hồi quy tuyến tính nhiều biến. Theo Zhou, các phương pháp này cho sai số nhỏ (sai số tuyệt đối trung bình khoảng 3÷4m/s) và đã được đưa vào nghiệp vụ từ 1981.

S. Raghavan qua nghiên cứu các cơn bão ở vùng Vịnh Bengal theo các thông tin về ảnh mây radar [16], đã mô tả khá chi tiết về mối quan hệ giữa 5 đặc trưng của PHVT mây trên radar trong hoàn lưu bão (đường gió giật trước bão, các ổ đối lưu ở vành ngoài, các dải xoắn và trường mưa, tường mây mắt bão và các dải phản hồi đi sau bão) với cường độ và hướng di chuyển của bão. Cũng trong công trình này, Raghavan cho rằng có thể xác định chính xác bão bằng cách lấy tâm hình học của mắt bão làm tâm của bão và đã đưa ra một số hình vẽ các đường xoắn được dùng để ước lượng tâm bão khi tâm bão chưa hoặc không thể hiện rõ trên màn hình.

Khi nghiên cứu về tâm bão, Gary [9] thấy rằng tâm động lực có thể được xác định tương đối chính xác như là một tâm luôn luôn nằm sát với vùng mắt. Trường hợp bão không phát hiện rõ cấu trúc của mắt, vị trí tâm có thể được ước lượng bằng cách chồng các vòng xoắn lên PHVT của các dải mưa. Tính bất đối xứng của PHVT tường mây mắt bão hình ô van có thể chỉ thị rằng tâm động lực được chuyển về phía cuối PHVT tường mây chính của mắt bão.

C. Guard [5] nêu ra rằng: radar Dopple cho thấy giá trị to lớn trong việc nhận biết phân bố cấu trúc gió của bão. Trong phạm vi bao quát cực đại của radar, nói chung thu được gió ở khoảng 125km cách radar. Độ phân giải và tính tức thời của số liệu radar được sử dụng rất tốt cho dự báo cực ngắn cường độ bão.

Frank Marks [8] đã dùng các số liệu về trường gió Dopple ba chiều quan trắc được từ radar đặt trên máy bay theo bước thời gian 0,5÷1 giờ để nghiên cứu cấu trúc lõi bên trong của hai cơn bão Gilbert (14-IX-1988) và Hugo (17-IX-1989).

Gần đây nhất, năm 2002, trong Hội thảo tại Cairns Australia, Russell L. Elsberry [15] chứng minh rằng các quan trắc radar đã cung cấp tư liệu về sự di chuyển bất đối xứng và về mây mưa rất có giá trị. Ngoài ra, có khá nhiều công trình đã sử

dụng thông tin radar (chủ yếu là trường PHVT mây) để nghiên cứu về cấu trúc, cường độ cũng như sự di chuyển của bão như: Black, Houze, Dodge (1999), Roux và Viltard (1995), Willoughby (1988), Fiorino và Elsberry (1989),....

Những nghiên cứu tương tự rất cần được thực hiện ở Việt Nam để tạo tiền đề cho những nghiên cứu tiếp theo và làm cơ sở cho việc cảnh báo và dự báo bão.

c. Sử dụng các thông tin radar để tính toán mưa trong bão

Radar có thể phát hiện vùng mưa với khoảng cách từ 90 đến 200km cách trạm radar tùy theo khả năng của từng radar. Chẳng hạn, các thế hệ radar MRL của Nga có thể phát hiện vùng mưa đến độ xa 90÷120km; các radar của Nhật 80÷120km; radar của Pháp và của Mỹ đến 200km.

Một trong những ứng dụng sớm nhất của số liệu radar là để đo mưa, trong đó đặc biệt là đo mưa trong bão. Khi hoạt động, radar có thể phát hiện được rất nhanh các vùng mưa rào và dông trên phạm vi khoảng 120km kể từ trạm radar.

Phương pháp đo mưa bằng radar được sử dụng rộng rãi, nhất là dựa trên quan hệ giữa độ PHVT với cường độ mưa do Marshal và Palmer đưa ra. Công thức quan hệ cơ bản có dạng:

$$Z=AI^b$$

Trong đó, Z là độ PHVT; I là cường độ mưa; A và b là các hệ số thực nghiệm.

Khi đo được độ PHVT (Z), theo mối quan hệ trên và theo các ngưỡng cụ thể, có thể xác định được lượng mưa cho từng trận mưa riêng biệt.

Vì các hệ số thực nghiệm A và b trong công thức trên phụ thuộc vào điều kiện không gian, thời gian và tính chất vật lý của từng loại mưa nên sai số đo mưa bằng radar có thể rất lớn. Do đó, để khắc phục những sai số trong tính toán mưa bằng radar, người ta thường sử dụng các phương pháp hiệu chỉnh theo số liệu từ các thiết bị đo mưa ở mặt đất như mạng lưới vũ lượng ký (VLK) hoặc tốt hơn là mạng lưới trạm đo mưa tự động số hoá.

Các phương pháp bắt đầu từ việc áp dụng một yếu tố hiệu chỉnh nhận được bằng trung bình đơn giản hoặc các phương pháp thống kê đối với toàn bộ vùng quan tâm, đến việc dùng một số lớn các máy đo mưa để xác định sự biến đổi không gian trong yếu tố đo gần với độ phân giải của số liệu radar.

Phương pháp thứ nhất không cải thiện được độ chính xác của radar trên một vùng rộng vì sự biến đổi không gian. Còn phương pháp thứ hai, rất khó khăn cho thao tác thời gian thực vì nó yêu cầu đến một lượng máy đo mưa rất lớn. Tuy nhiên, nếu việc đo mưa tiến hành trên một vùng hạn chế và được giám sát cẩn thận thì có thể đạt độ chính xác cao.

Nội dung của phương pháp là sử dụng một số trạm đo mưa mặt đất để hiệu chỉnh các ước lượng (tính toán) mưa bằng radar, tìm hệ số hiệu chỉnh đại diện cho từng loại mưa và cho từng điều kiện tự nhiên (theo khả năng phân cấp có thể) để chuyển các số liệu mưa tính bằng radar thành các số liệu gần với mưa thực tế của các vùng mưa lân cận trạm đo mưa mặt đất đến một độ xa cho phép nào đó mà ở những nơi này không có các thiết bị đo mưa mặt đất. Hiện nay, phương pháp này được coi là

phương pháp đo mưa bằng radar cho kết quả khả quan nhất, đặc biệt là đối với những khu vực ít có khả năng đặt các thiết bị đo mưa (vùng rừng núi, nơi có địa hình phức tạp khó đi lại, vùng đầu nguồn các con sông, ngoài biển khơi,...). Công việc này rất khó khăn, tốn kém. Nhưng để có được những số liệu mưa đo bằng radar chính xác, nhất thiết phải được nghiên cứu ít nhất cho một số vùng trọng điểm.

d. Sử dụng các thông tin radar để cảnh báo bão

Trong Tài liệu huấn luyện về dự báo cực ngắn cho các chuyên gia Việt Nam tháng VI-2001 tại Quảng Đông (Trung Quốc) [4], trên cơ sở thống kê phân tích các ảnh mây radar của các trạm Radar ShanTou và HongKong đối với các cơn bão hoạt động trên biển nam Trung Hoa và đổ bộ vào Quảng Đông, Cai Xue Hong đã chỉ ra rằng: hướng di chuyển của bão là về phía vùng có PHVT mạnh nhất của trường mây.

Ngày 15 tháng X năm 1998, trong hội thảo khoa học về "Ứng dụng số liệu radar vào dự báo cực ngắn" tại Tổng cục KTTV Việt Nam, TS. Xtaxenko (Viện Vật lý địa cầu, Liên bang Nga) đã trình bày báo cáo về các kết quả "Ứng dụng số liệu radar vào dự báo cực ngắn" ở Nga và đã đưa ra một số nhận định về quan hệ giữa trường PHVT với cường độ và hướng di chuyển của bão, trong đó đáng chú ý là: hướng di chuyển của bão theo vùng có độ PHVT cực đại, khi vùng PHVT cực đại xoay quanh tâm thì hướng di chuyển sẽ dao động; diện tích vùng mây đối lưu mạnh tỉ lệ nghịch với áp suất trong bão với độ lệch thời gian khoảng 12 giờ, do đó có thể là một dấu hiệu báo trước 12 giờ về sự tiến triển của bão.

P. J. Meighen [13], nghiên cứu về các đặc điểm radar với cường độ bão, đã chỉ ra một số quan hệ giữa các đặc trưng radar như là giữa số lượng và độ dài cũng như độ rộng các dải xoắn của trường PHVT mây trong bão, giữa độ lớn của góc cắt trung bình của các dải xoắn, độ rộng mắt bão, độ dày của thành mây mắt bão, ... với cường độ bão.

3. Khả năng sử dụng các thông tin radar vào theo dõi, nghiên cứu và cảnh báo bão ở nước ta

Ở nước ta, hiện đã có 5 trạm radar thời tiết bố trí dọc bờ biển, có thể sử dụng để quan trắc và cảnh báo bão khi chúng hoạt động ở gần bờ và đổ bộ vào đất liền. Lưới trạm của ta quá thưa thớt, lại được thiết lập không đồng bộ kể cả về chủng loại cũng như về thời gian lắp đặt (có trạm số hoá, có trạm chưa số hoá; có trạm được lắp đặt và đưa vào hoạt động sớm như Phù Liễn (1989), có trạm mới hoạt động được một số năm như Nha Trang (1999),...). Tuy nhiên, từ khi hoạt động đến nay, các trạm đã thu được khá nhiều thông tin tư liệu và đã đóng góp cho công tác dự báo phòng tránh thiên tai lũ lụt ở những vùng có radar.

Kể từ năm 1989 đến nay, các radar ven biển của Việt Nam đã thu được số liệu của 13 cơn bão và ATNĐ. Trong đó có 8 cơn bão do các radar chưa số hoá thu được, còn 5 cơn do các radar số hoá thu được. Mặc dù vậy, việc khai thác ứng dụng các thông tin radar vào nghiên cứu phục vụ nhiệm vụ khí tượng thủy văn nói chung và dự báo bão nói riêng còn hạn chế vì đầu tư cho việc nghiên cứu khai thác còn quá ít.

Mặc dù vậy, việc sử dụng các thông tin radar vào nghiên cứu và cảnh báo bão bước đầu cũng đã có một số kết quả. Tuy nhiên, các kết quả hầu hết chỉ mới dừng lại

ở mức mô tả thống kê đơn giản, chưa đi sâu nghiên cứu kỹ về bản chất vật lý của hiện tượng. Chẳng hạn, TS. Trần Duy Bình và TS. Trần Duy Sơn [3], qua các số liệu quan trắc được tại trạm radar Phù Liên (Hải Phòng), chỉ ra rằng những cơn bão đi vào vịnh Bắc Bộ từ vùng biển phía nam đảo Hải Nam có cấu trúc trường mây thể hiện rất rõ khi tâm bão còn ở xa trạm radar từ 200 đến 259km. Những cơn bão đổ bộ vào Vịnh Bắc Bộ sau khi đã đi qua bán đảo Lôi Châu hoặc đảo Hải Nam thường thể hiện rõ trên màn hình radar khi tâm bão cách trạm từ 100 đến 150km. Điều này xảy ra là vì khi đi qua các khu vực nói trên cấu trúc tự nhiên của trường mây bão đã bị phá vỡ do sự can thiệp của các yếu tố địa hình. Trường mây bão chỉ được khôi phục lại tương đối hoàn chỉnh khi tâm bão đã đi vào vùng biển giữa Hải Nam và các tỉnh đồng bằng Bắc Bộ. Sau đó, cấu trúc này lại bị phá vỡ do ảnh hưởng của địa hình vùng Đông Bắc Việt Nam. Điều này giải thích tại sao các cơn bão đổ bộ vào khu vực Đông Bắc Việt Nam thường yếu hơn so với các cơn bão đổ bộ vào vùng biển Thanh Nghệ Tĩnh.

Trong vòng nhả của tường mây mắt bão có một vùng PHVT cực đại. Có trường hợp mắt bão có dạng mắt đúp (cơn bão ELI). Thời gian tồn tại mắt đúp thường là biểu hiện của sự phát triển hoàn chỉnh của bão. Sau đó, cường độ bão bắt đầu giảm đi.

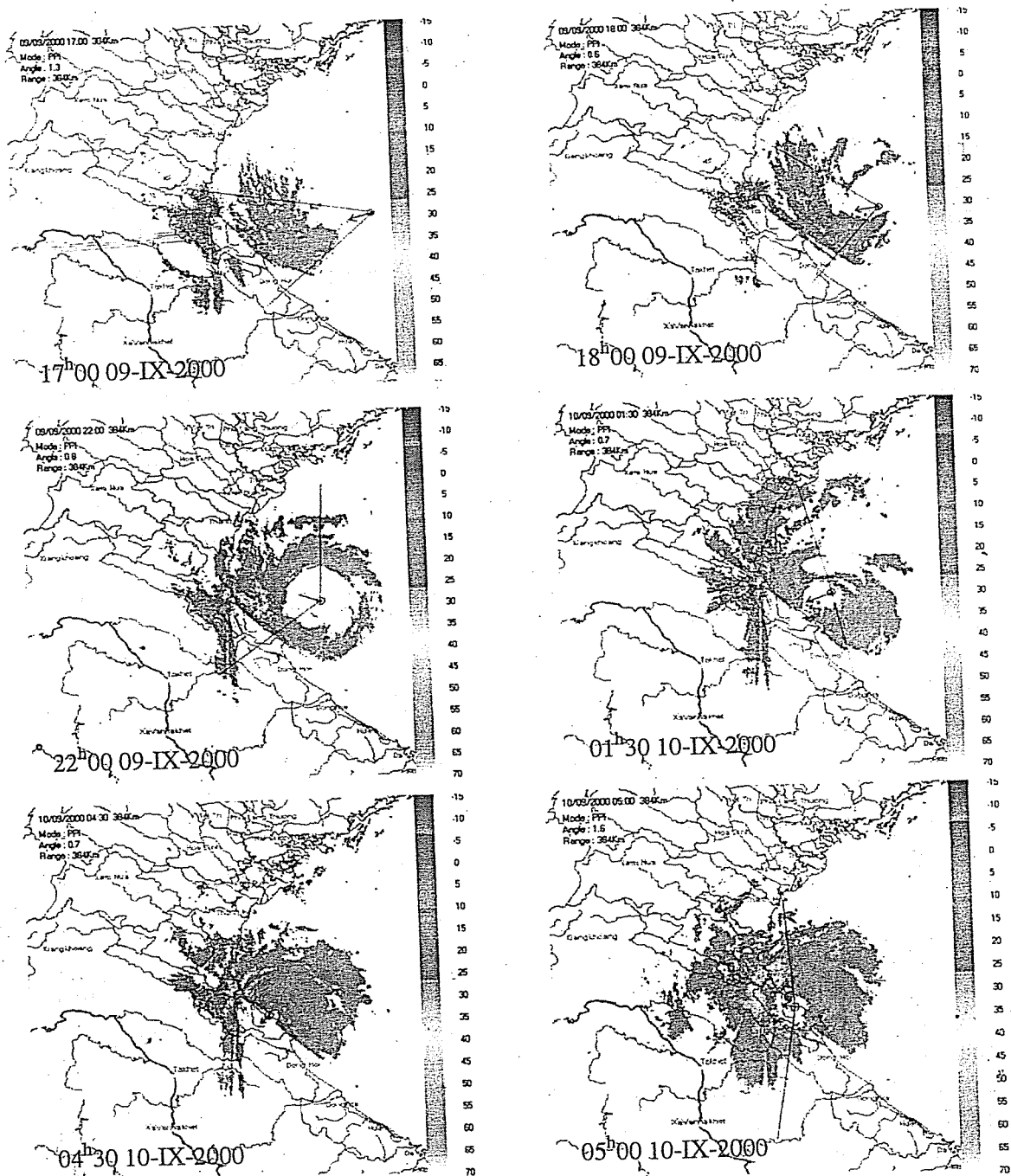
Ngoài ra, đã có một số nhận xét về sự liên quan giữa trường PHVT mây trên radar với cường độ và quỹ đạo di chuyển của bão.

TS. Tạ Văn Đa khi nghiên cứu về sự phân bố và biến đổi của các đặc trưng của trường PHVT mây trong bão cũng như quan hệ giữa một vài đặc trưng đã xét với cường độ của các cơn bão đổ bộ vào miền Bắc Việt Nam [1], đã đưa ra một số nhận xét bước đầu về quan hệ giữa số lượng các dải xoắn và trường độ cao thịnh hành với cường độ bão. Trong [2], trên cơ sở các ảnh mây radar của trạm radar Vinh qua khảo sát cơn bão số 4 năm 2000 đổ bộ vào Hà Tĩnh, tác giả nhận thấy rằng hướng di chuyển của cơn bão này gần như trùng với đường phân giác của góc bao quát vùng PHVT mạnh nhất trong hoàn lưu của bão (xem hình 2).

4. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu nêu trên cho thấy rằng, trên thế giới đã có khá nhiều công trình ứng dụng thông tin radar để nghiên cứu về đặc điểm cấu trúc của bão, về quan hệ giữa các đặc trưng radar với cường độ cũng như hướng di chuyển của bão. Dựa vào các kết quả nghiên cứu đã đạt được, một số tác giả đã xây dựng các mô hình dự báo hạn ngắn và cực ngắn về cường độ và hướng di chuyển của bão trên cơ sở sử dụng các thông tin radar.

Ở Việt Nam, quy hoạch mạng lưới trạm radar đã được duyệt. Trạm radar đầu tiên được lắp đặt đến nay đã trên 20 năm, trạm gần đây nhất được đưa vào hoạt động lấy số liệu cách đây hơn 2 năm. Tuy nhiên, việc đầu tư cho việc nghiên cứu khai thác các thông tin của mạng lưới radar còn rất hạn chế. Do vậy, hiệu quả sử dụng các thông tin radar chưa cao. Hy vọng trong thời gian tới, Nhà nước sẽ quan tâm tạo điều kiện nhiều hơn để các nhà nghiên cứu có điều kiện tiến hành các đề tài nghiên cứu khai thác ứng dụng các thông tin radar phục vụ tốt hơn cho công tác dự báo thời tiết nói chung và dự báo bão, lũ nói riêng cũng như phục vụ các nhu cầu kinh tế quốc dân khác.



Hình 2. Một số ảnh minh họa về cơn bão số 4 (năm 2000) đổ bộ vào Hà Tĩnh

Tài liệu tham khảo

1. Tạ Văn Đa. Một số đặc điểm biến đổi trường phản hồi vô tuyến mây trong các cơn bão số 2 và số 4 năm 1996 theo số liệu quan trắc radar tại trạm MRL-5 Phủ Liễn.- Tập báo cáo công trình khoa học. Viện KTTV. Hà Nội, 1997.
2. Tạ Văn Đa. Nhận định bước đầu về mối quan hệ giữa một vài đặc trưng của PHVT mây trên radar với cường độ bão khi đổ bộ vào miền Bắc Việt Nam.- Hội thảo khoa học Khí tượng Cao không lần thứ V. Tuyển tập báo cáo. Hà Nội, 2000.

3. Trần Duy Bình, Trần Duy Sơn. Nghiên cứu bão và các hiện tượng thời tiết nguy hiểm bằng phương pháp radar. Đề tài hợp tác Việt - Nga No.6, Hà Nội, 1994.
4. Cai Xue Hong (Đài Khí tượng Shantou Quảng Đông Trung Quốc). Tài liệu huấn luyện về dự báo cực ngắn cho các chuyên gia Việt Nam. Tháng 6/2001.
5. C. Guard. Intensity Prediction Techniques in Book "WMO Tropical Meteorology Research Programme (TMRP) commission for Atmospheric sciences (CAS)". WMO/TD - No. 875, China, 1998.
6. Christopher G. Collier. Applications of weather Radar systems. A guide to Use of Radar Data in Meteorology and Hydrology. John Wiley and Sons, Chichester, 1996. ISBN 0-471-96013-6.
7. Daniel Rosenfeld. Use of Weather Radar for Observations of Rain Clouds and Rainfall Measurements. Jerusalem, Israel. Jan. 1992.
8. Frank Marks (USA). Tropical cyclone structure and structure change. Report No. 67. WMO/TD No. 1136, Australia, 9/2002.
9. Gary R. Foley. Observations and Analysis of Tropical cyclones. Report No. TCP-38, Chapter 1.
10. H. Sauvageot. Mesures hydrologiques par Radar. La Houille Blanche/N° 5/6, 1983.
11. Philip J. Meighen (Bureau of Meteorology, Australia). Tracking and forecasting of movement of tropical cyclones from radar observations. Chapter 3. WMO/TD No.26, 1985.
12. Philip J. Meighen (Bureau of Meteorology, Australia). Radar indicators of tropical cyclone intensity. Chapter 4. WMO/TD No.26, 1985.
13. Philip J. Meighen (Bureau of Meteorology, Australia). Correlation of satellite and radar data. Chapter 6. WMO/TD No.26, 1985.
14. R. C. Maheswari (India Meteorological Department, New Delhi). Application of radar data to tropical cyclone forecasting – an overview. Report No. TCP-19, 1985, Chapter 1.
15. Russell L. Elsberry (USA). Tropical cyclone structure and structure change. Report No. 67. WMO/TD No. 1136, Australia, 9/2002.
16. S. Raghavan (India Meteorological Department, Madras). Structure of tropical cyclone seen by radar. Report No. TCP-19, 1985, Chapter 1.
17. Zhou Ducheng (National Weather Bureau, China), Quantitative Determination of Typhoon Intensity. Report No. TCP-19, 1985, Chapter 4.