

SỬ DỤNG RADA KHÍ TƯỢNG ĐỂ QUAN TRẮC VÀ NGHIÊN CỨU XOÁY THUẬN NHIỆT ĐỚI

KS. TRẦN DUY SƠN

Đại Khí tượng Thủy văn Nghệ Tĩnh

Những năm gần đây, rada thời tiết được coi như một công cụ đắc lực trong việc theo dõi và dự báo các hiện tượng thời tiết nguy hiểm nói chung và xoáy thuận nhiệt đới nói riêng. Quan trắc rada giữ vai trò quan trọng trong dự báo thời gian và địa điểm đổ bộ của các cơn bão nhằm hạn chế đến mức tối đa mức độ thiệt hại, đặc biệt là trong giai đoạn cuối cùng của bão khoảng 24 giờ trước khi đổ bộ vào đất liền. Số liệu rada có vai trò quan trọng trong công tác dự báo lũ. Cùng với việc đưa vào sử dụng các hệ thống rada hiện đại có thiết bị quy toán tự động và màn ảnh màu, tác dụng của số liệu rada ngày càng được phát huy.

Cơ quan Khí tượng Nhà nước của nhiều nước Đông nam Á đã và đang sử dụng rada để theo dõi và dự báo xoáy thuận nhiệt đới đã từ 10-15 năm nay. Nhiều cuộc hội thảo với chủ đề này đã được tổ chức và gần đây nhất là cuộc hội thảo ở Bang-cốc (Thái-lan) vào cuối năm 1983 mà Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam có đại biểu tham dự.

Nước ta tuy chưa sử dụng rada để theo dõi và dự báo bão, song cũng đang xúc tiến chuẩn bị cơ sở vật chất cần thiết để triển khai công việc này. Trong chương trình hợp tác Việt-Xô về nghiên cứu khí tượng nhiệt đới và bão, các rada thời tiết ở nước ta sẽ được sử dụng với mục đích đó. Hiện nay những người làm công tác khí tượng rada ở nước ta đang chuẩn bị cơ sở lý thuyết để có đủ khả năng chủ động triển khai công tác này trong tương lai. Bài báo này tóm tắt những nội dung chính của vấn đề đã nêu và ý kiến của tác giả đối với vấn đề này ở nước ta.

I — VAI TRÒ CỦA RADA TRONG VIỆC PHÁT HIỆN VÀ QUAN TRẮC XOÁY THUẬN NHIỆT ĐỚI

Hình ảnh đầu tiên của bão trên màn ảnh rada đã ghi nhận được từ ngày 14 tháng X năm 1914, do Maynard đã chụp được ảnh của bão ở sân bay Naval. Sau đó không lâu, Koscoe (thuộc Hải quân Mỹ) đã công bố bức ảnh chụp được từ màn ảnh rada của cơn bão khác. Quan trắc rada của các trạm rada bờ biển và trên các máy bay trinh sát của hải quân Mỹ bay vào trong bão đã cho biết nhiều về cấu trúc, năng lượng và động lực phát triển của xoáy thuận nhiệt đới; cấu trúc của dải mưa gần tâm bão của mắt bão (như là vùng không có phản hồi vô tuyến). Trường mây bao bọc xung quanh mắt bão lần đầu tiên được khám phá ra nhờ quan trắc rada. Dựa trên kết quả một số lượng lớn các quan trắc

radar, Rockney [1] đã xác định được mô hình bão. Theo mô hình này thì cấu trúc của bão bao gồm các thành phần cơ bản sau đây:

1. Đường gió giạt phía trước
2. Dải mây đối lưu phía ngoài
3. Vách ngoài và dải xoắn
4. Trường mây bao bọc xung quanh mắt bão
5. Đuôi bão

Không phải bất kỳ cơn bão nào cũng thể hiện đầy đủ các thành phần kể trên. Một số các thành phần đó được sử dụng để dự báo quỹ đạo chuyển động và cường độ bão.

Những radar thời tiết thông dụng có khả năng vẽ hình nổi có thể cung cấp được những số liệu định lượng về cường độ, cấu trúc và sự phân bố mưa trong vùng cơn bão hoạt động. Những số liệu này giúp ích nhiều cho việc nghiên cứu các quá trình vật lý trong bão.

II - CẤU TRÚC CỦA XOÁY THUẬN NHIỆT ĐỐI NHÌN ĐƯỢC TRÊN MÀN ẢNH RADAR

Một xoáy thuận nhiệt đới đã trưởng thành có thể nhìn được trên màn ảnh radar với những thành phần sau:

1. Đường gió giạt phía trước

Đường gió giạt phía trước quan trắc được trong nhiều cơn bão ở vào khoảng 300 đến 600 km cách tâm bão. Đường này gồm những cụm mây đối lưu sắp xếp thành một dải dài, vuông góc với hướng di chuyển của tâm bão và lan truyền trong hướng đó. Đường gió giạt này là một dấu hiệu tốt của giai đoạn bão bắt đầu di chuyển. Độ dài của nó khoảng vài trăm kilômét, nó tồn tại trong vài giờ và có thể gây nên mưa lớn trong toàn bộ quỹ đạo của nó. Đường gió giạt có thể mất đi rồi tái hiện trên màn ảnh. Độ dài, hình dạng hoặc bất kỳ một đặc điểm nào của đường gió giạt phía trước hầu như không liên quan đến cường độ hay những đặc điểm khác của cơn bão. Song điều cơ bản là đường này bao giờ cũng nằm vuông góc với hướng chuyển động của tâm bão trong suốt cả thời gian tồn tại và vì thế mà nó được sử dụng như một dấu hiệu tin cậy để dự báo hướng di chuyển của bão. Khi bão thay đổi hướng di chuyển thì vị trí và hướng của đường gió giạt cũng thay đổi theo. Trên đất liền, đường gió giạt không tồn tại, nó bị phá vỡ ngay khi bão rời khỏi biển.

Dải đối lưu phía ngoài gồm những cụm mây đối lưu không giống nhau, có khi sắp xếp thành các xoáy thuận nói chung và của tâm xoáy nói riêng.

Những dải xoắn nhìn được trên màn ảnh radar gồm các đám mưa, phân bố theo những đường cong và hội tụ lại ở tâm xoáy. Senn và Hisen [2] đã phát hiện ra rằng các đám phân hồi đó phân bố dọc theo đường cong lôgarit mà đường cong đó có thể mô tả bằng phương trình sau:

$$r = A e^{\theta \tan \alpha}$$
$$\text{hay } \lg r = \lg A + \theta \tan \alpha$$

trong đó: (r, θ) - tọa độ của một điểm trên đường xoắn mà gốc tọa độ là tâm xoáy

~ - góc hợp bởi tiếp tuyến của đường cong xoắn ở điểm (r, φ) và tiếp tuyến của đường tròn (ở chính điểm đó) mà tâm là tâm xoáy và bán kính là r .

Khi bão ổn định góc α sẽ tăng từ 0° ở bán kính $r=R$ (R là bán kính của vùng gió cực đại) đến 30° ở khoảng $r=3R$, và sau đó thì giảm dần. Trong giai đoạn bão chưa ổn định thì hiện tượng không đối xứng dẫn đến sự khác nhau về góc trong các rẽ quạt khác nhau của xoáy.

Xen lẫn với những dải xoắn thường là những vùng phản hồi không có cấu trúc đặc biệt, đó là những vùng mưa. Phản hồi của vùng mưa tương đối sáng hơn và thường có đặc điểm phân lớp. Trên màn chỉ thị « cao-xa » thường có dải sáng rất rõ ở mức tan băng (gần mức $T = 0^\circ\text{C}$).

Để phân biệt rõ những dải xoắn độc lập thường phải dùng đến hệ thống đẳng phản hồi (sử dụng một vài bậc suy giảm) hoặc thiết bị hình nổi. Bằng cách đó có thể loại bỏ những phần có độ phản hồi yếu hơn và nhìn rõ được vòng xoắn, nơi có độ phản hồi mạnh.

Sự phân bố của các dải xoắn có thể phát hiện được bằng cách vẽ các đường cong phẳng dọc theo « lõi » phản hồi vô tuyến trong từng dải. Trong trường hợp từ các dải xoắn có độ cong khác nhau mà tìm được nhiều tâm (ví dụ 3 tâm chẳng hạn) thì trọng tâm của tam giác sẽ là tâm xoáy thuận. Cũng có những trường hợp radar không giúp được gì cho việc xác định tâm xoáy. Trong các hệ thống yếu thường phát hiện được một số xoáy với các tâm khác nhau của hoàn lưu. Hệ thống yếu (kể cả áp thấp mặt đất) thường gây ra các dải mưa uốn cong và các xoáy nhỏ. Đó chính là các xoáy với những tâm khác nhau của hội tụ phát triển lên. Trường hợp có « mắt giả » hoặc là không xác định được tâm cũng hay xảy ra. Có khi mắt bão trông thấy rất rõ trên màn ảnh radar song thực tế lại nằm rất xa tâm của hệ thống đó. Khi các dải xoắn đã đi vào đất liền thì bị biến dạng và rất khó lựa chọn đường cong trên bệng màu để xác định tâm. Ngay khi xoáy còn ở ngoài biển nếu trạng thái của hệ thống còn chưa ổn định thì hình dạng của các dải mưa cũng thay đổi luôn. Như vậy, việc xác định tâm xoáy không phải bao giờ cũng thực hiện được trên màn ảnh radar. Vấn đề này khó có thể hoàn thiện được nếu không có số liệu bổ sung.

Song trong phần lớn các trường hợp, nếu xoáy thuận phát triển mạnh thì các dải phản hồi nhìn được rất rõ trên màn ảnh radar (trong khi không có được các thông tin khác để khẳng định sự tồn tại của xoáy thuận. Ví dụ ngày 1/V/1982 mặc dù số liệu vệ tinh và số liệu quan trắc bề mặt không chứng minh được sự tồn tại của xoáy thuận, song khi radar quan trắc được một thời gian thì xoáy thuận thể hiện rõ trên màn ảnh và đổ bộ vào bờ biển Miền Điện ngày 4/V/1982.

4. Mắt bão và trường mây bao bọc xung quanh mắt bão

Ở những xoáy thuận đã phát triển tốt, mắt bão là vùng không có mây và như vậy là không có phản hồi vô tuyến trên màn ảnh. Tiết diện ngang của trường mây bao bọc xung quanh mắt bão có dạng hình vòng nhẫn. Mây trong trường mây của mắt bão thường rất mạnh và cao. Danh từ « mắt bão » đã có từ lâu trước khi có radar và vệ tinh là những dụng cụ có thể quan trắc và mô tả nó. Mắt bão lý tưởng là vùng lặng gió, không mưa. Mắt bão thường

2. Kiến tạo ở giai đoạn xoáy thuận đã chuyển sang bão (gió cực đại vượt quá 80kts) Sự kiến tạo mắt bão là giai đoạn quan trọng trong sự phát triển của cường độ bão. Quan trắc radar xác định được vị trí mắt bão và như vậy có thể theo dõi được quỹ đạo chuyển động của bão. Trong những hệ thống yếu, mắt có thể được kiến tạo từng phần và trên màn ảnh radar không nhìn thấy được vòng nhận phản hồi vô tuyến hoàn chỉnh. Ở những hệ thống này đôi khi còn có hiện tượng trong vùng mắt bão vẫn quan trắc được phản hồi vô tuyến. Việc này gây khó khăn cho vấn đề xác định tâm bão. Nếu bão ở xa quá thì hình ảnh mắt bão cũng rất khó nhận biết được trên màn ảnh.

Trong những hệ thống mạnh thì có thể có hai trường mây hình trụ đồng trục. Tiết diện ngang của hai hình trụ đồng trục này thể hiện thành hai vòng tròn khép kín đồng tâm trên màn ảnh radar. Hiện tượng này gọi là mắt kép. Mắt kép thường xuất hiện khi bão đã đạt tới mức độ cực đại. Sự xuất hiện mắt kép đánh dấu các giai đoạn phát triển của cơn bão. Sau khi xuất hiện mắt kép thì bão hoặc là yếu đi hoặc là tồn tại bất biến. Khi mắt trong mắt hắt thì sự tăng trưởng lại tiếp tục. Bell [4] đã chứng minh rằng mắt bão của phần lớn những cơn bão ở Thái Bình Dương phát hiện được ở xa hơn so với các cơn bão ở Đại Tây Dương. Theo Bell, sở dĩ có hiện tượng này là do ở trên cùng một độ cao như nhau thì độ ẩm ở Thái Bình Dương lớn hơn ở Đại Tây Dương. Trong quá trình tồn tại kích thước mắt bão thường thay đổi luôn. Mắt bão có thể mở rộng ra hoặc co hẹp lại. Thông thường khi mắt bão co hẹp lại là lúc bão mạnh lên và ngược lại. Sự xuất hiện mắt kép chứng tỏ cơn bão đó là cơn bão rất mạnh.

5. Đuôi bão

Phía sau mắt bão các dải xoắn thường kéo dài ra, song hiện tượng này cũng ít khi thấy được trong nhiều cơn bão vì phần kéo dài thường nằm ngoài khoảng cách phát hiện của radar. Trong phần kéo dài của các dải xoắn ở phía bên phải khoảng 200 - 300 km cách tâm bão thường nhìn thấy những vùng mây đối lưu. Chúng được gọi là đuôi bão. Khi bão đã đổ bộ vào đất liền thì mưa mạnh ở đuôi bão có thể gây nên ngập lụt cho một vùng ở về một phía của quỹ đạo chuyển động. Vì vậy cần phải cảnh giác với hiện tượng này. Mykheyec và Padmanabham đã phát hiện ra rằng khi xoáy thuận đã đi qua bờ biển Sourashtra thì mưa lớn tập trung ở Bombay cách đó 300km [5].

III - ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA VỊ TRÍ TÂM BÃO DO RADAR CUNG CẤP

Khi mắt bão đã thể hiện hoàn chỉnh trên màn ảnh radar thì có thể xác định được vị trí tâm bão. Bằng cách quan trắc liên tục trong từng khoảng thời gian $\Delta t \geq 30$ phút ta có thể lập được quỹ đạo di chuyển của bão trên bản đồ. Ở đây có thể có sai số do độ rộng của cánh sóng radar, sai số do hiện tượng thị sai và do độ xa của vị trí của tâm bão cách trạm radar. Song nói chung khi mắt bão nhìn được rõ ràng thì độ chính xác tâm bão 10km ($= 0,1$ độ kinh tuyến) và như vậy là rất tốt cho công tác dự báo. Song trong các xoáy thuận nhiệt đới yếu thì trong mắt bão có thể có phản hồi và vị trí tâm bão xác định được trong trường hợp này sẽ có sai số lớn hơn. Khi ngoại suy tâm bão bằng hình dạng và vị trí của các dải xoắn (sử dụng các bản

màu có vẽ sẵn các đường cong) thì sai số có thể lên đến 30 – 50km hoặc hơn thế nữa. Mã luật radar của Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO-74) chia độ chính xác thành ba loại (sai $\leq 10\text{km}$, chấp nhận được $\leq 30\text{km}$, xấu $\leq 50\text{km}$) cho vị trí của tâm bão thông báo theo số liệu radar. Thông báo về vị trí tâm bão do radar cung cấp sẽ được đối chiếu với các loại thông tin khác (thông tin vệ tinh, thông tin sinop). Khi radar đảm bảo được độ chính xác tốt thì vị trí tâm bão do radar thông báo sẽ được ưu tiên, coi như là số liệu chính xác nhất của tâm bão.

Khi có nhiều radar bố trí dọc bờ biển cùng quan trắc một cơn bão thì chúng ta sẽ có số liệu về vị trí tâm bão một cách liên tục hơn là nếu chỉ có một radar. Song cần lưu ý rằng khi hai hoặc ba radar cùng theo dõi ở các khoảng cách khác nhau thì vị trí tâm bão do từng radar xác định được có thể khác nhau vài kilômét. Điều này phụ thuộc vào phương pháp xác định khoảng cách giữa các radar và sai số dụng cụ. Trong trường hợp này số liệu của radar gần tâm bão nhất sẽ được coi là số liệu chính xác nhất.

Xuất phát từ những điều đã nói ở trên, ý kiến của tác giả về vấn đề xây dựng mạng lưới các trạm radar ở nước ta để phục vụ cho công tác theo dõi bão như sau:

— Việc triển khai lắp đặt các trạm radar ở vùng bờ biển như ở Phú Liên và Tam Kỳ đã có ý nghĩa rất lớn cho công tác theo dõi các cơn bão gần bờ. Song trong điều kiện khó khăn về kinh phí có thể tạm thời thay hệ thống radar bờ biển làm nhiệm vụ cảnh báo bão bằng một radar lưu động. Radar lưu động này sẽ chủ động đón bão và cung cấp được số liệu kịp thời (Hiện nay ở Philippin đã có một radar thuộc loại này hoạt động).

— Gấp rút chuẩn bị một đội ngũ cán bộ làm công tác radar đặc biệt là đối với công tác radar theo dõi và dự báo quỹ đạo di chuyển cường độ của bão để có thể chủ động triển khai công tác này.

— Tăng cường trao đổi về chuyên môn với các nước trong khu vực Đông Nam Á nhằm học hỏi những kinh nghiệm của họ trong lĩnh vực này vì họ là những nước đã làm công tác này từ 10 – 15 năm nay.

TAI LIỆU THAM KHẢO

1. Rockney V.D. Hurricane detection by Radar and other means. Proc. tropical cyclone symposium Brisbane.
2. Senn, H.V and Hiser, H. W. J. Met 16.4.
3. S. Raghavan. Structure of tropical cyclone as seen by radar. Report of the seminar on the application of radar data to tropical cyclone forecasting Bangkok, Thailand, 1983.
4. Tell, G.J. 1977 Mon. Wea. Rev., 105, 4.
5. Mykheyev, A.K and Padmanabham, 1980. Mausum 31.