

TÌNH HÌNH VÀ TRIỂN VỌNG CỦA KHÍ TƯỢNG RADA

TRẦN DUY SƠN

Đại KTTV Nghệ Tĩnh

Từ sau chiến tranh thế giới lần thứ hai, rada đã trở thành một công cụ rất cần thiết cho ngành Khí tượng Thủy văn, không chỉ cho mục đích khảo sát nghiên cứu mà còn trong cả công tác nghiệp vụ, quan sát sự biến đổi của thời tiết và dự báo chúng. Rada khí tượng đặc biệt có giá trị trong việc theo dõi các cơn dông, cơn bão và vòi rồng và vì vậy số liệu do rada cung cấp sẽ có ý nghĩa rất lớn trong việc cảnh báo chúng.

I - CÁC ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN CỦA RADA

Từ trước những năm 1960, tất cả các rada khí tượng đều thuộc loại không nhất quán, chúng đều không đo được phổ tốc độ di chuyển của các hạt tán xạ trong mục tiêu. Trong hai thập kỷ cuối đã có những tiến bộ vượt bậc trong việc triển khai và đưa vào sử dụng loại rada dopple. Loại rada mới này không những đo được năng lượng phản hồi mà còn đo được phổ tốc độ của các mục tiêu. Trước khi xem xét các loại rada có thể nêu lên đây thứ tự các đặc trưng cơ bản của rada khí tượng.

1. Tần số phát 3 - 10 GHz
2. Độ dài bước sóng λ (cm) 3 - 10
3. Công suất phát cực đại 200KW.
4. Độ dài xung (τ) 1 - 2 μ S.
5. Tần số lặp lại của xung 1000S⁻¹
6. Đường kính ăng ten 2 - 3m
7. Hệ số khuếch đại cửa ăng ten 40dB.
8. Độ rộng cánh sóng 1° - 4°.

Rada với những đặc trưng trên có thể phát hiện được mục tiêu khí tượng là tổ hợp các hạt mây, hạt mưa, hạt tuyết, hạt mưa đá, chớp, đám cơn trũng và những vùng bất đồng nhất của mật độ không khí trong khí quyển. Nói chung, hạt tán xạ càng nhỏ thì bước sóng thích hợp để phát hiện chúng càng nhỏ. Khi muốn phát hiện chớp thì dùng sóng dài thích hợp hơn.

II. SỬ DỤNG RADA TRONG KHÍ TƯỢNG HIỆN ĐẠI

Những rada khí tượng thuộc loại không nhất quán có thể phát hiện vị trí của mục tiêu đã nói ở trên đo độ cao phản hồi và cường độ phản hồi từ các mục tiêu đó. Rada dopple hiện đại ngoài những tham số đã nói còn đo được tốc độ di chuyển của mục tiêu nhờ hiệu ứng thay đổi tần số. Những ưu điểm nổi bật của thông tin về mây đo ra đa cung cấp như: không phụ thuộc

vào ngày hay đêm, quan trắc trên một vùng lãnh thổ rộng, quan trắc được độ cao chân mây và đỉnh mây cùng với tốc độ di chuyển của đám mây làm cho số liệu ra đời có tầm quan trọng đặc biệt.

Phát hiện mưa đá, dông và mưa rào

Các đặc trưng của đám mây như độ cao đỉnh mây và cường độ phản hồi được sử dụng để nhận biết khả năng gây mưa đá, dông và mưa rào của đám mây đó. Ngoài ra, việc so sánh độ cao đỉnh mây và độ cao tầng nhiệt độ -22°C cũng rút ra được khả năng gây hại của đám mây.

Mức độ nguy hiểm của các cơn dông, mưa rào và mưa đá phụ thuộc vào giá trị của cường độ phản hồi cực đại và vị trí của vùng phản hồi cực đại đó. Nhiệt độ đỉnh phản hồi mây $\leq 27^{\circ}\text{C}$ là dấu hiệu về khả năng gây mưa đá của đám mây [1]. Song mối tương quan này không chặt chẽ bằng mối tương quan giữa độ cao đỉnh phản hồi mây với khả năng gây mưa đá.

Việc đỉnh mây «chọc thủng» được tầng đối lưu hạn làm tăng khả năng gây dông và mưa đá lên rất nhiều.

Cần lưu ý rằng độ cao đỉnh phản hồi mây mà radar đo được chưa phải là độ cao đỉnh mây trong thực tế.

Kỹ thuật vô tuyến cũng đã và đang xem xét việc hiệu chỉnh độ suy giảm của năng lượng phản hồi theo khoảng cách. Vấn đề này đã được giải quyết tốt ở khoảng cách $R \leq 200\text{km}$ trong nhiều loại radar hiện có.

Đo mưa.

Cường độ mưa và lượng mưa tổng thể là đại lượng quan trọng đối với nông nghiệp, kế hoạch hóa nguồn nước và dự báo lũ. Cường độ mưa hoặc tuyết ($R_{\text{mm/giờ}}$) được tính bằng công thức thực nghiệm về mối liên hệ giữa cường độ mưa và độ phản hồi đo được (công thức Marsal – Palmer). Song mối quan hệ trong công thức thực nghiệm này không ổn định, phụ thuộc vào mùa, vào cấu trúc hình thái, giai đoạn phát triển và vào loại mưa. Những radar bước sóng ngắn $\lambda \leq 5\text{ cm}$ thì hiện tượng suy giảm năng lượng trong mưa cũng gây nên những sai số đáng kể trong phép đo cường độ mưa. Để khắc phục tình trạng này người ta đã dùng bước sóng $\lambda = 10\text{cm}$ cho những radar đo mưa.

Một phương pháp nữa là phương pháp kết hợp số liệu đo mưa của radar và số liệu đo mưa trực tiếp của hệ thống vũ lượng kế nhằm khai thác ưu điểm của từng loại. Ngoài ra, đo mưa theo phương pháp đo kết hợp độ suy giảm và độ phản hồi hoặc chỉ riêng độ suy giảm cũng là những phương pháp cho độ chính xác tốt, song hai phương pháp này phải sử dụng đến radar hai kênh sóng.

Trong những năm gần đây người ta đã đưa vào sử dụng loại radar phản cực trong nhiệm vụ đo mưa. Đây là phương pháp đang có nhiều hứa hẹn [2].

Việc phát hiện khu vực có mưa đá trong cả một vùng mưa lớn có ý nghĩa quan trọng. Biết được khu vực đó, ước lượng được kích thước và mật độ của chúng sẽ có được biện pháp tác động tích cực nhằm hạn chế những thiệt hại cho mùa màng. Nhiệm vụ này đang được giải quyết bằng radar hai bước sóng (ví dụ MRL-5 với $\lambda_1 = 3,2\text{cm}$ và $\lambda_2 = 10,0\text{cm}$).

— Phát hiện rồi và gió giát.

Rối trong mây đối lưu thường xảy ra ở những vùng có phản hồi vô tuyến mạnh, song cũng có trường hợp ngược lại gió giát và rối mạnh thường xuất hiện ở vùng rìa đám mây, nơi độ phản hồi không lớn lắm. Quan hệ giữa cường độ rối và độ phản hồi cho đến nay vẫn chưa khẳng định được một cách đủ tin cậy. Cần phải chờ đợi những kết luận chính xác hơn trong tương lai.

Bằng cách theo dõi sự di chuyển của các đám bụi tán xạ trong khí quyển có thể xác định được cường độ rơi khi trời quang mây.

— Đo tốc độ thẳng đứng.

Tốc độ thẳng đứng là một đại lượng quan trọng đối với hoạt động của hàng không và nghiên cứu vật lý mây. Khiăng ten của radar Doppler hướng theo phương thẳng đứng thì tốc độ Doppler đo radar đo được sẽ bằng tổng tốc độ không khí W_a và tốc độ rơi của hạt W_t .

$$W_r = W_a + W_t$$

Biết được tốc độ rơi của hạt sẽ tính được tốc độ thẳng đứng của dòng không khí.

Sử dụng hai hay nhiều trạm radar đặt ở các vị trí khác nhau và quan trắc đồng thời một mục tiêu thì có thể biết được chuyển động của mục tiêu đó. Trong trường hợp có ba radar thì tốc độ di chuyển được xác định độc lập. Với hai radar thì có thể đo được hai thành phần. Thành phần còn lại sẽ được xác định theo phương trình liên tục.

Sử dụng radar để theo dõi và nghiên cứu bão.

Cấu trúc bão được thể hiện rõ trên màn ảnh radar thông qua hình ảnh phản hồi của mây trong bão. Hình ảnh bão được thể hiện trên màn ảnh radar như sau:

- a. Đường trước bão.
- b. Dải mây đối lưu bên ngoài.
- c. Vách mưa và các dải xoáy.
- d. Trường mây vùng mắt bão và mắt bão.

Khi bão đã thể hiện rõ trên màn ảnh radar thì việc quan trắc liên tục để theo dõi quỹ đạo chuyển động của chúng được tiến hành bằng cách quan trắc 30 phút một lần.

Radar khí tượng có thể phát hiện được tâm bão ở cự ly 300 – 350km. Ngoài cự ly đó cánh sóng của radar sẽ cao vượt qua vùng mây phát triển mạnh. Nếu tốc độ di chuyển trung bình của bão là 15 – 20km/giờ thì có thể sử dụng để theo dõi bão được 18 đến 24 giờ trước khi bão đổ bộ đến khu vực đặt radar.

Hình dạng và kích thước mắt bão trên màn ảnh radar cho ta biết những dấu hiệu định tính về cường độ bão. Tốc độ di chuyển của các đám phản hồi độc lập cho ta biết tốc độ gió chuyển của cơn bão. Ngoài ra sự gia tăng hay giảm đi của kích thước mắt bão cho ta biết các giai đoạn phát triển của cơn bão đó [3]

III. — MẠNG LƯỚI RAĐA KHÍ TƯỢNG CỦA MỘT SỐ NƯỚC VÀ TRIỂN VỌNG CỦA KHÍ TƯỢNG RAĐA TRONG TƯƠNG LAI.

Mạng lưới radar khí tượng của mỗi nước được bố trí theo yêu cầu nhiệm vụ mà ngành Khí tượng Thủy văn ở nước đó đòi hỏi. Nói chung chúng được bố trí theo yêu cầu nhiệm vụ mà ngành Khí tượng Thủy văn ở nước đó đòi hỏi. Nói chung chúng được bố trí theo thứ tự ưu tiên như sau:

- Ưu tiên những thành phố lớn, nơi có sân bay, hải cảng và là địa bàn kinh tế quan trọng,
- Ưu tiên các khu vực có đường bay quan trọng
- Ưu tiên những vùng số liệu khí tượng ít

Những nước nhiệt đới có đường bờ biển dài và nơi hay có bão xảy ra thì việc bố trí hệ thống radar cảnh giới bão suốt dọc bờ biển có ý nghĩa rất quan trọng.

- Để minh họa mạng lưới radar của các nước trên thế giới, chúng tôi nêu số lượng và chủng loại radar khí tượng của một số nước (xem bảng 1 và 2).

Bảng 1. — Số lượng radar ở một số nước (theo số liệu của thống kê KHKT khí tượng thủy văn XI/1981).

Số TT	Tên nước	Số lượng	Chủng loại radar
1	Liên Xô	145	30 MRL - 1; 110 MRL - 2.5 MRL - 5;
2	Mỹ	191	51 WSR - 57; 8 WSR - 74, 62 WSR - 74C; 70 FRS.
3	Trung Quốc	14	« 711 »; « 713 » (không rõ số lượng mỗi loại)
4	Ấn Độ	8	Loại $\lambda = 8$ cm (không rõ ký hiệu)
5	Úc	14	WF - 44 (không rõ số lượng mỗi loại)
6	Thái Lan	5	1 WSR - 74; 1 « 21/16 »; 2 WTR - 2, 1 JMA - 118
7	Philippin	5	1 WSD - 74, 1 JMA - 118, 1 WSR - 576; 4 WSR 77, 1 radar lưu động.
8	Việt Nam	1	MRT - 2 (không kể các radar của hàng không dân dụng và quân sự)

Cho đến nay khí tượng radar đã giải quyết được những vấn đề nêu trên và phục vụ một cách có hiệu quả cho yêu cầu của khí tượng thủy văn ở Liên Xô [4], việc đưa mạng lưới radar khí tượng vào hoạt động đã làm lợi cho nền kinh tế quốc dân 10 triệu rúp hàng năm. Tuy vậy, tùy thuộc vào khả năng kinh tế và trình độ khoa học kỹ thuật việc khai thác các khả năng nói trên không như nhau. Những nước tiên tiến bên cạnh mạng lưới radar khí tượng hiện đại, hệ thống thông tin và trình độ xử lý thông tin cao có thể khai thác triệt để mọi khả năng của số liệu radar. Ở những nước chậm phát triển, việc trang bị một hệ thống radar đảm bảo yêu cầu phục vụ gặp khó khăn lớn về kinh phí và cán bộ.

Sự phát triển quan trọng nhất của lĩnh vực radar khí tượng có thể dự đoán trong những năm còn lại của thế kỷ này là đưa vào sử dụng hệ thống radar Doppler và radar nhiều kênh sóng.

Bảng 2. — Các kiểu radar khí tượng thông dụng.

Số TT	Kiểu Radar	Bước sóng, cm	Nước sản xuất	Ghi chú
1	MRL — 1	0,85 — 3,2	Liên Xô	hai kênh sóng
2	MRI — 2	3,2	Liên Xô	
3	MRL — 4	3,2	Liên Xô	
4	MRL — 5	3,2 — 10,0	Liên Xô	hai kênh sóng
5	MRL — 6	10,0	Liên Xô	
6	WSR — 57 S	10,0	Mỹ	
7	WSR — 74C	5,0	Mỹ	
8	WSR — 74 S	10,0	Mỹ	
9	« 711 »	3,0	Trung Quốc	
10	« J13 »	5,4	Trung Quốc	
11	10 F — 44	10,0		
12	WTR	5,6		
13	JMA 118			không rõ
14	Tw 1163 A			nước sản xuất
15	« 21/26 »			

Những radar khí tượng thông dụng hiện tại (có khả năng mô tả trường phản hồi) mặc dù thỏa mãn được yêu cầu phát hiện và theo dõi được mục tiêu khí tượng, nhưng không có khả năng đo chính xác trường gió bão, trong cơn dông mạnh. Một radar Doppler bình thường có thể đo các thành phần tốc độ di chuyển của mục tiêu. Radar Doppler ngày nay đã chiếm lĩnh được những vị trí quan trọng và bắt đầu thay thế cho các radar khí tượng bình thường. Đó là nhờ ưu thế của kỹ thuật vi mạch, của thiết bị tính toán lưu trữ năng và kỹ thuật ảnh màu. Ở Mỹ người ta đã khẳng định rằng thế hệ tiếp theo của radar khí tượng sẽ là thế hệ radar Doppler. Đến 1992 Mỹ sẽ trang bị 160 radar loại này cho toàn mạng lưới [5].

Việc kết hợp sử dụng số liệu radar và số liệu vệ tinh cũng là một hướng có nhiều triển vọng. Số liệu mưa đo bằng radar và số liệu mưa của các điểm đo mưa mặt đất sẽ cùng với số liệu của vệ tinh khí tượng giải quyết nhiệm vụ khôi phục trường mưa cho một vùng lãnh thổ lớn.

Máy bay hiện đại được trang bị radar khí tượng sẽ là công cụ đặc lực cho công tác nghiên cứu bão ở vùng nhiệt đới.

Song việc triển khai các loại radar khí tượng thế hệ mới như radar Doppler cũng đang gặp phải những khó khăn lớn. Cụ thể:

— Radar Doppler với độ rộng cánh sóng 1° , dải sóng ($\lambda = 10$ cm) đường kính anten 7,7 m và như vậy phải cần một vòm cầu bảo vệ lớn, toàn bộ thiết bị phải được đặt trên một công trình kiến trúc kiên cố

— Radar Doppler làm việc với kỹ thuật xử lý số ở trình độ cao, chúng là những thiết bị phức tạp đòi hỏi người sử dụng phải có trình độ chuyên môn cao để xử lý chính xác kịp thời các thông tin thu được.

Kết luận vấn đề xin nêu một số kiến nghị:

1 - Những nước mà nền kinh tế gặp khó khăn chỉ nên trang bị những radar khí tượng thông dụng lắp trung mọi cố gắng để khai thác triệt để các thông tin của các radar hiện có:

2 - Những nước nhiệt đới vùng hay xảy ra bão nên trang bị hệ thống radar cảnh báo bão (bước sóng $\lambda \geq 5$ cm) ở dọc bờ biển. Tốt nhất là có một vài radar lưu động làm nhiệm vụ theo dõi bão trong khi chưa có đủ khả năng xây dựng hệ thống radar hoàn chỉnh.

3. Các nước trong khu vực hợp tác chặt chẽ với nhau trong việc trao đổi thông tin radar nhất là các thông tin liên quan đến bão nhằm theo dõi liên tục quỹ đạo chuyển động của bão và giai đoạn phát triển của chúng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. G.KX ulacvelige; N.I Glyskova, L.M. Fechenko. Dự báo dông, tố và mưa rào. NXBKPIVL, 1970 (tiếng Nga.)

2. T.A. Seliga, V.N.B. ngi and A.L.Khatil. A preliminary study of comparative measurements of rainfall rate using the differential reflectivity radar technique and raingage network. Journal of applied meteorology volume 20 No 11, November 1981.

3. S. Raghavan. Radar indicator of tropical cyclone intensity. Report of seminar on the application of radar data to tropical cyclone forecasting WMO/ID No 26.

4. Khí tượng radar. Tư liệu của hội nghị các nước XHCN. NXB. L 1981 (tiếng Nga).

5. Michall D. Hudlow and R.C. Maheshwari. Recent developments and futuristic projections in radar technology for weather monitoring. Report of seminar on the application of radar data to tropical cyclone forecasting WMO/ID No 26