ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG TRUYỀN SÓNG ĐẾN HOẠT ĐỘNG CỦA RADAR KHÍ TƯỢNG

Nguyễn Minh Phú - Tăng Bá Chơn
(Đài KTTV TP. Hồ Chí Minh)

Môi trường truyền sóng của Radar khí tượng là tầng đối lưu, mà như chúng ta đã biết, theo qui luật chung, các yếu tố khí tượng như nhiệt độ, độ ẩm, khí áp v.v. giảm theo độ cao. Nhưng trong nhiều trường hợp chúng không giảm mà tăng theo độ cao, do đó làm thay đổi rất nhiều các thông số khí tượng vô tuyến.

Sự biến đổi khác thường các thông số khí tượng vô tuyến có ảnh hưởng đến tính năng hoạt động của Radar. Về cơ bản có thể phân chia các ảnh hưởng đó như sau :

- Thay đổi tầm xa hoạt động của Radar.
- Sai số khi xác định kích thước và độ cao của các đám mây;
- Sai số khi đo cường độ mưa do sự tồn tại các lớp nghịch nhiệt gần sát mặt đất và trên cao;
- Cường độ trường bị suy giảm khi đi qua các đám mưa.

Sau đây xin trình bày một số kết qủa thu nhận được trong thời gian qua.

I/- Tầm xa hoạt động của Radar.

Như đã biết, qủa đất hình tròn, nhưng sóng điện từ lại truyền thẳng nên đến một lúc nào đó nó sẽ chạm vào qủa đất, cự ly này được gọi là " chân trời vô tuyến" Cự ly làm việc của Radar phụ thuộc vào gradien khúc xạ theo công thức:

$$R = \sqrt{2Ka}\ \left[\sqrt{H_1} + \sqrt{H_2}\right] \qquad (1)$$

trong đó H_1, H_2 - chiều cao của anten và chiều cao của mục tiêu quan sát(mây, mưa ...),

a - bán kính qủa đất,

K - hệ số phụ thuộc vào gradien khúc xạ g, được tính bằng công thức :

$$K = \frac{1}{1 + ga} \qquad (2)$$

Ở nước ta, g không thể dùng cho các điều kiện địa lý khác nhau như :đồng bằng, rừng núi, vùng bị ảnh hưởng gió mùa đông - bắc, tây - nam v.v.

Kết qủa tính toán lý thuyết cho thấy tầm xa hoạt động của Radar vào mùa

đông, bị rút ngắn so với mùa hè ở Hà nội là 21%, tất nhiên ở các địa phương như Vinh, Đà nẵng, thành phố Hồ Chí Minh sẽ có cự ly hoạt động không giống như Hà nội. Ví dụ, anten Radar đặt ở độ cao 20m, đám mây tồn tại ở độ cao 1km, theo công thức (1) và (2) thì mùa hè cự ly của Radar sẽ là R = 175km, còn mùa đông R=138km

II/- Sai số khi xác định độ cao của mây và mưa

Việc xác định độ cao giới hạn dưới và giới hạn trên của các đám mây, nhất là mây vũ tích, mây tích và mưa có ý nghĩa rất quan trọng đối với khí tượng hàng không, đặc biệt là ở những địa điểm cất cánh và hạ cánh, cũng như dọc tuyến bay. Radar khí tượng xác định độ cao của chúng bằng màn ảnh cao - cự ly với giả thiết là sóng truyền theo đường thẳng, tức là không có khúc xạ. Nhưng thực tế cho thấy trong tầng đối lưu luôn luôn có hiện tượng khúc xạ do khí quyển không đồng nhất. Vì vậy khi đo đạc nhất định có bị sai số.

Từ phương trình (1) nếu lấy vi phân và sau khi biến đổi ta sẽ có :

$$\Delta H_2 = \frac{R^2(1 + ga)}{2a} \qquad (3)$$

Công thức (3) cho thấy sai số khi xác định độ cao sẽ phụ thuộc vào khoảng cách từ Radar đến mục tiêu và gradien khúc xạ, cho nên nhiệm vụ của công tác nghiên cứu truyền sóng là phải xác định g. Trong điều kiện ở Hà nội g thay đổi rất lớn giữa mùa hè và mùa đông. Ngay trong ngày đêm g có thể thay đổi trong giới hạn từ 1 đến 8 lần, qua đó ta thấy sai số cũng sẽ rất khác nhau. Theo số liệu thống kê của Liên xô bằng Radar MRL-2 thì sai số khi xác định độ cao như sau :

R (km)	> 8	8 - 12	12 - 20	20 - 30	30 - 40
Sai số (m)	485	655	785	834	956

Qua bảng trên cho thấy khi đám mây ở xa 30 - 40km thì sai số đạt đến 1km. Như vậy, nếu không nghiên cứu để xác định g thì việc đo độ cao của mây và mưa coi như không có giá trị, thậm chí có thể gây ra nguy hiểm cho các chuyến bay.

Mặt khác, ta biết rằng việc khẳng định trong mưa có đông hay không có đông là rất quan trọng, bằng Radar ta chỉ có thể xác định là có mưa, còn việc có đông hay không thì phải xác định thông qua một số chỉ tiêu phụ thuộc vào các vùng địa lý khác nhau. Thí dụ, đám mây ở cách Radar 100km, sai số khi xác định độ cao có thể lên đến 1 - 2km, như vậy rõ ràng với sai số đó không thể xác định đông một cách chính xác được.

III/ Sai số khi đo cường độ mưa.

Như những thống kê số liệu quan trắc vô tuyến thám không ở Hà nội cho thấy vào các tháng mùa hè thường xảy ra nghịch nhiệt từ mặt đất đến độ cao 200m chiếm tỷ lệ tới 60% số lần quan trắc, còn các tháng mùa đông từ độ cao 50m đến 5 000 m hiện tượng nghịch nhiệt xuất hiện đến hơn 90%.

Các lớp nghịch nhiệt mặt đất gây ra hiện tượng siêu khúc xạ, nghĩa là sóng truyền trong cái mà người ta gọi là " ống dẫn sóng " khí quyển. Trong trường hợp này chỉ có một phần năng lượng của Radar vượt ra khỏi " ống dẫn sóng " để đi tới mục tiêu. Do đó khi đo lượng mưa rõ ràng là không chính xác.

Lượng mưa I được xác định từ công thức

$$Z = \alpha I \qquad (4)$$

trong đó Z là tính phản xạ. Tính phản xạ của Radar có sự phụ thuộc như sau:

$$Z = \frac{P_r R^2}{\prod \sigma^2} \qquad (5)$$

trong đó $\prod$ phụ thuộc vào công suất máy phát. Nếu công suất máy phát không đi đến mục tiêu trọn vẹn thì khi sóng gặp đám mưa, phản xạ về, công suất thu được P_r sẽ không còn đủ độ tin cậy và như vậy rõ ràng là số liệu về lượng mưa sẽ sai. Theo thống kê của nhiều công trình nghiên cứu cho thấy sai số này có thể đạt đến 200% do nhiều nguyên nhân, nhưng một nguyên nhân quan trọng là do hiện tượng siêu khúc xạ gây ra.

Những kết qủa tính toán cho thấy trên miền bắc Việt nam thường xuyên tồn tại các lớp nghịch nhiệt rất mạnh ở độ cao từ 100m đến 5 000m, có nhiều giờ quan trắc thấy có đến 4 - 5 lớp với độ dày khác nhau và gradien của các lớp này rất lớn nên sẽ gây ra sai số khi xác định lượng nước trong đám mây.

IV/- Hiện tượng suy giảm

Trong qúa trình sóng truyền lan từ Radar đến mục tiêu khí tượng nó bị suy giảm do trong khí quyển tồn tại các chất khí, bụi, mây, mưa v.v. Riêng đối với mưa ảnh hưởng của qúa trình truyền lan sóng đến cường độ mưa được biểu diễn bằng công thức :

$$K = A \int_0^I I(R)^{\alpha} \, dR$$

trong đó K là hệ số suy giảm tính bằng đb/km (decibel/km);

α và A - hằng số phải xác định bằng qúa trình truyền sóng;

I - cường độ mưa;

R - cự ly quan trắc

Trong phương trình (6) muốn tính được I phải tìm được 3 thông số K,A và α.

Ngoài ra cần chú ý rằng trong khi tính cường độ mưa trên một khu vực nào đó có thể xảy ra trường hợp cùng một lúc sóng Radar quét qua 2 hoặc 3 đám mưa, như vậy rõ ràng qúa trình suy giảm sẽ phức tạp hơn nhiều vì sóng Radar khi đi tới đám mưa thứ hai thì đã bị suy giảm ở đám mưa thứ nhứt, hoặc đến đám mưa thứ ba thì chúng đã bị suy giảm ở đám mưa thứ nhứt và thứ hai. Khi phản xạ trở về chúng lại bị suy giảm một lần nữa. Kết qủa của qúa trình này rất phức tạp nên phải có sự tính toán cụ thể.

Kết luận .

Trên đây chỉ nêu lên tóm tắt một số vấn đề thực tế về ảnh hưởng của qúa trình truyền sóng đến cách đo định lượng của Radar, còn nhiều bài toán ngược giữa môi trường truyền sóng và hoạt động của Radar sẽ trình bày sau. Nhưng qua phần giới thiệu trên cũng thấy rõ ảnh hưởng rất lớn của môi trường truyền sóng trong tầng đối lưu đến các chức năng hoạt động của Radar khí tượng. Điều đó chứng tỏ vì sao việc nghiên cứu truyền sóng phải giải quyết trước một bước so với việc thiết lập các đài Radar khí tượng.

Tài liệu tham khảo

1. Gra-tsev V.A, Dza-va-lov V.A. Nguyên lý Radar (tiếng Nga), 1958.

2. Bean B.R and Dutton E.J. Radiometeorology .

Hộp thư

Chúng tôi đã nhận được bài của các đồng chí :

Phan Viết Mỹ (Cục DBKTTV); Nguyễn Văn Goòng (Cục KTĐTCB); Đàm Quang Thọ (Cục KTĐTCB); Nguyễn Minh Phú, Tăng Bá Chơn (Đài KTTV Thành phố Hồ Chí Minh); Huỳnh Văn Anh (Cục DBKTTV); Nguyễn Viết Phổ (Cục KTĐTCB); Nguyễn Đại Khánh (Viện KTTV); Nguyễn Ngọc Huấn (Viện KTTV); Đoàn Quyết Trung, Lê Bắc Huỳnh 2 bài (Cục DBKTTV); Võ Văn Thát (Viện KTTV) Hoàng Đức Thịnh (Đài KTTV Hải hưng); Lê Giáo (Đài KTTV Bình trị thiên); Hoàng Tấn Liên, Nguyễn Thị Ngãi (Đài KTTV Bình trị thiên); Nguyễn Xuân Sắc (Đài KTTV Quảng ninh; Đài KTTV Hà sơn bình; Bùi Đình Khước (Cục KTĐTCB), Phạm Toàn Thắng (Cục KTĐTCB) Bùi Đạt Trâm (Đài KTTV : An giang); Đặng Thanh Hà (Đài KTTV : Thái bình); Phòng dự báo khí tượng hạn ngắn; Ngô Bá Trác (Cục DBKTTV) Phan Hữu Khánh (Cục DBKTTV).

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn các đồng chí và mong các đồng chí tiếp tục cộng tác với Nội san.

Nội san KTTV