

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG PHÁT HIỆN

MÂY VÀ CÁC HIỆN TƯỢNG THỜI TIẾT LIÊN QUAN

CỦA TRẠM RA ĐA THỜI TIẾT TRS - 2730 VIỆT TRÌ

ThS. Nguyễn Viết Thắng

Đài Khí tượng Cao không

Hệ thống ra đa đã được lắp đặt và đưa vào sử dụng để quan trắc phát hiện và cảnh báo sớm các hiện tượng khí tượng thủy văn nguy hiểm tại Việt Nam. Nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động của hệ thống ra đa, chúng ta cần xây dựng tiêu chí nhận biết mây và các hiện tượng thời tiết liên quan đến mây cho mỗi trạm ra đa.

Trong bài báo này, tác giả trình bày kết quả đánh giá khả năng phát hiện mây và các hiện tượng thời tiết liên quan của Trạm ra đa thời tiết TRS - 2730 Việt Trì.

1. Cơ sở để đánh giá khả năng phát hiện mây và các hiện tượng thời tiết liên quan của trạm Việt Trì

Trạm ra đa thời tiết TRS - 2730 Việt Trì hoạt động ổn định từ năm 2001 đến nay, bán kính hoạt động của radar Việt Trì bao trùm vùng địa lý tương đối phức tạp, gồm đồng bằng, trung du, miền núi. Phía bắc giáp biên giới Việt - Trung với địa hình cao dần từ nam lên bắc, phía nam là vùng đồng bằng Bắc Bộ, phía tây là dãy Hoàng Liên Sơn với đỉnh Phan Xi Păng cao hơn 3000 m, phía đông nam là dãy Tam Đảo kỳ vĩ với đặc điểm khí hậu phức tạp, mùa đông nhiệt độ xuống đến -2°C , -3°C (SaPa), mùa hè lên đến 39°C - 41°C (Than Uyên), tần suất tố, lốc, mưa đá lớn hơn rất nhiều khu vực khác trong cả nước [1].

Trên cơ sở số liệu quan trắc năm 2003 của trạm ra đa TRS - 2730 Việt Trì gồm 2880 obs số liệu trên sản phẩm

mặt cắt xiên (PPI) và 243 sản phẩm mặt cắt thẳng đứng (RHI) và 2880 obs số liệu của 23 trạm khí tượng mặt đất trong vùng hoạt động của ra đa (hình 1), chúng tôi tiến hành so sánh giữa số liệu quan trắc mặt đất (mây và hiện tượng thời tiết) và thông tin ra đa thu nhận được trên sản phẩm PPI và RHI.

2. Phương pháp thực hiện đánh giá khả năng phát hiện mây và các hiện tượng thời tiết liên quan

a. Phương pháp chung

+ Phân khoảng theo không gian:

Bán kính hoạt động của ra đa TRS - 2730 là 384 km tương ứng với 8 vòng tròn đồng tâm. Trên mỗi vòng tròn lấy số liệu của ít nhất là hai trạm mặt đất, nhiều nhất là số liệu của 7 trạm.

+ Số liệu của các trạm bề mặt: được sử dụng các thông tin như dạng mây, độ cao chân mây, loại hiện tượng, thời gian tồn tại hiện tượng.

+ Số liệu ra đa: được sử dụng các

thông tin trên các sản phẩm PPI, RHI. Sản phẩm PPI sử dụng để xác định khả năng phát hiện mây và các hiện tượng thời tiết liên quan của ra đa. Sản phẩm RHI dùng để tính đặc trưng của từng loại mây. Đặc trưng của mây gồm các yếu tố như: giá trị phản hồi mây (z), độ cao đỉnh phản hồi mây (H) và giá trị dẫn xuất của hai yếu tố trên như Z_{Max} , Z_{Min} , H_{Max} , H_{Min} .

Phản hồi vô tuyến của mây và các hiện tượng được xác định qua công thức:

$$z = \int_{D_{min}}^{D_M} N(D_i) |K|^2 D_i^6 dD \quad (1)$$

Trong đó:

Z - Giá trị phản hồi vô tuyến của mục tiêu đo bằng mm^6/m^3

N(D) - Là hàm mật độ hạt trong mây

D - Đường kính của hạt

K - Hệ số suy giảm sóng điện từ

$$K = \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2}$$

(m là chỉ số khúc xạ của môi trường)

- Độ cao phản hồi vô tuyến của mục tiêu được tính theo công thức:

$$H = R \sin \alpha + \zeta R^2 \quad (2)$$

Trong đó:

H - Độ cao phản hồi vô tuyến đo được

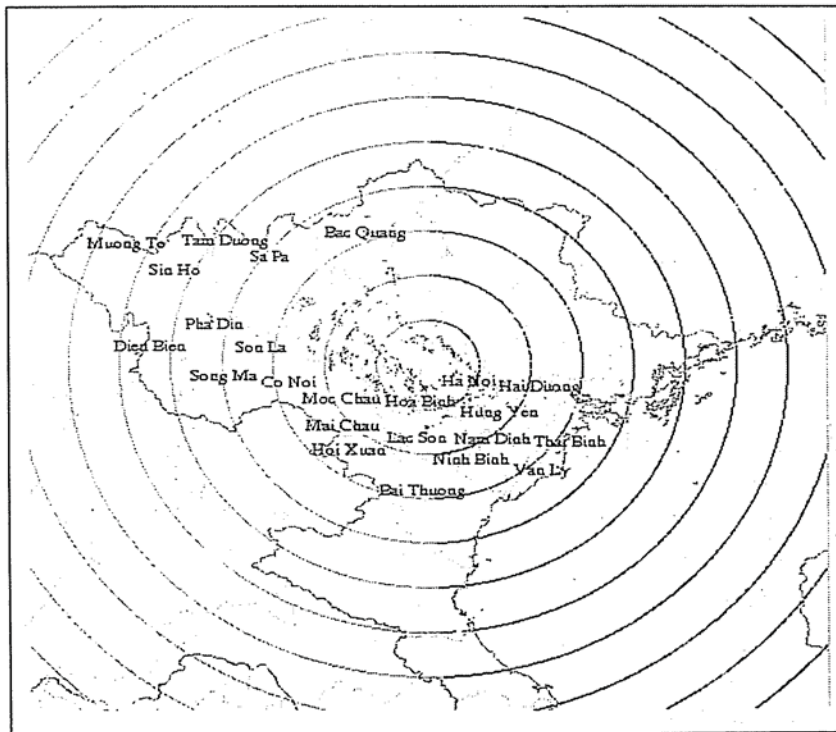
α - Góc nâng của ăng ten

ζ - Độ cong của trái đất ($= 6.10^{-5} km^{-1}$)

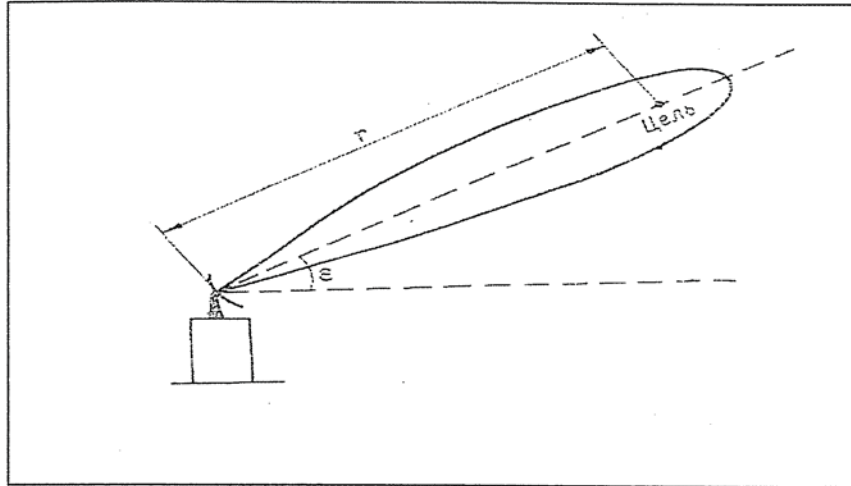
R - Khoảng cách từ ra đa đến mục tiêu

b. Sai số của phương pháp đo bằng ra đa

Như chúng ta đã biết, nguyên lý hoạt động của ra đa thời tiết là bức xạ sóng điện từ lấp đầy khoảng mở của độ rộng cánh sóng (ϵ^0). Như vậy, tất cả các vật mục tiêu ở trên cùng một khoảng cách đều có cùng một giá trị độ cao (hình 2).



Hình 1. Mạng lưới các trạm mặt đất trong vùng hoạt động của ra đa



Hình 2. Cánh sóng hoạt động của ra đa

Trên cơ sở độ rộng cánh sóng của mỗi ra đa, ta có thể tính được sai số do độ rộng cánh sóng gây ra ở mỗi khoảng cách như sau (bảng 1).

Bảng 1. Sai số độ cao do độ rộng của cánh sóng gây ra ở mỗi khoảng cách

| ϵ'' | R km | H km |
|--------------|------|------|
| 0.52 | 50 | 0.25 |
| 0.52 | 100 | 0.5 |
| 0.52 | 150 | 0.75 |
| 0.52 | 200 | 1.0 |
| 0.52 | 250 | 1.25 |
| 0.52 | 300 | 1.5 |
| 0.52 | 350 | 1.75 |
| 0.52 | 400 | 2.0 |

Với kết quả tính trong bảng 1 ta thấy: càng xa ra đa, sai số độ cao do độ rộng cánh sóng gây ra càng lớn.

Với những hạn chế của phương pháp quan trắc như hiện nay, chúng ta không thể xác định được độ cao đỉnh mây trên sản phẩm PPI mà chỉ có thể xác định được trên sản phẩm RHI. Theo [2], [3], tác giả xây dựng chỉ tiêu phân định mây và hiện tượng thời tiết trên cơ sở các nguyên tắc sau:

- Chỉ tiêu phân định mây dựa trên cơ sở hình thái mây trên sản phẩm PPI và RHI.

- Chỉ tiêu nhận biết hiện tượng thời tiết dựa trên cơ sở giá trị phản hồi vô tuyến đo được ở các mức độ cao 1 km, 3 km, 5 km, v.v và giá trị đỉnh phản hồi mây (Hkm). Dựa vào các cơ sở trên, người ta xây dựng hai loại chỉ tiêu cơ bản như sau:

- Chỉ tiêu đơn trị: là chỉ tiêu nhận biết hiện tượng dựa vào giá phản hồi mây.

- Chỉ tiêu đa trị: là chỉ tiêu nhận biết hiện tượng trên cơ sở giá trị phản hồi mà ra đa đo được và giá trị của thám không vô tuyến như nhiệt độ đỉnh mây,

độ cao tầng – 22°C... với điều kiện trạm thám không vô tuyến và ra đa thời tiết cách nhau một khoảng $R = 150$ km.

- Mỗi thông số đo được tương ứng với loại hiện tượng khác nhau; ví dụ hiện tượng giáng thủy tương ứng với giá trị $\lg Z_1$ (đo ở độ cao $H = 1$ km) ở bán kính $R = 120$ km, hoặc giá trị phản hồi mây đo được ở $H = 5$ km ($\lg Z_2$), đồng được xác định bởi giá trị $\lg Z$ ở $H = 7$ km hoặc cao hơn.... Như vậy để xác định ngưỡng của mây hay các hiện tượng thời tiết, chúng ta cần xác định giá trị phản hồi của mây và các hiện tượng thời tiết ở các độ cao khác nhau (1, 3, 5, 7, 9...km).

Vấn đề đáng quan tâm là hệ thống ra đa TRS - 2730, cùng với quy chế quan trắc hiện hành không thể đo được cùng một lúc các giá trị $Z_1, Z_3, Z_5,$

Z_7, \dots của mây vì vậy việc xác định ngưỡng của mây và các hiện tượng thời tiết hết sức phức tạp. Để khắc phục hạn chế trên, chúng tôi thực hiện tính giá trị phản hồi của mây ở cùng một góc nâng trên các khoảng cách khác nhau từ đó xác định được giá trị của các hiện tượng thời tiết theo các khoảng cách khác nhau.

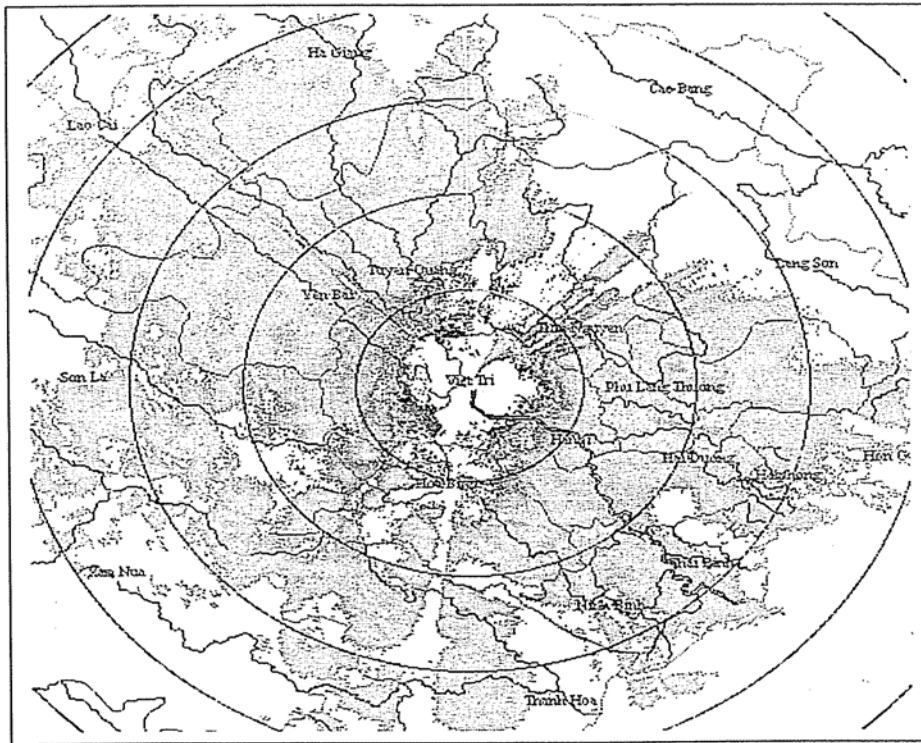
Trên cơ sở của các phương pháp đã trình bày ở trên, chúng tôi thực hiện xác định giá trị phản hồi của các loại mây khác nhau và giá trị ngưỡng của các hiện tượng thời tiết.

3. Kết quả

a. Phân định mây theo hình dạng

1) Mây tầng

a) Mây tầng thấp (St): Có biểu hiện trên sản phẩm PPI phân bố thành màn mỏng, có màu sắc đồng nhất (hình 3).

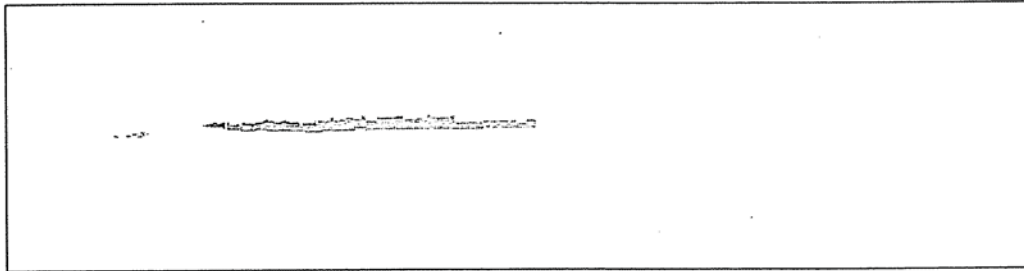


Hình 3. Phân bố của mây St trên màn ảnh PPI
(Việt Trì ngày 05/1/2003 obs 21h50)

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

Trên sản phẩm RHI: thể hiện thành dải hẹp độ sáng đồng nhất, độ dày từ 1,5 - 2,5 km, độ cao đỉnh mây từ 2,5 -

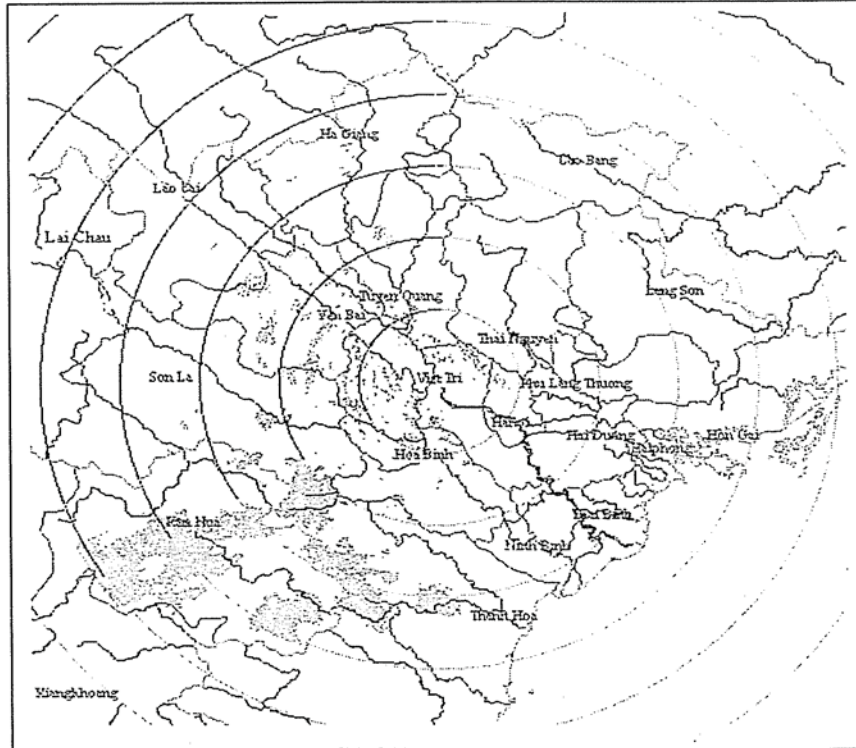
3,2 km, độ cao chân mây 1,2 - 1,7 km, đôi khi kéo dài xuống mặt đất (hình 4).



Hình 4. Mây St trên màn ảnh RHI (Việt Trì ngày 05/II/2003 obs 21h55).

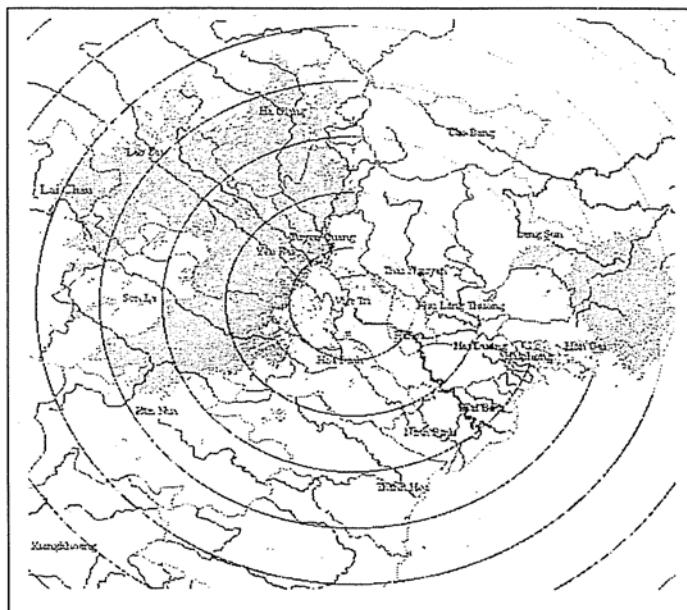
b) Mây tầng trung A: là loại mây As, Ac được hình thành do quá trình tan rã của mây đối lưu (Cb) hoặc qua trình kiến tạo quy mô lớn như front lạnh, ATNĐ hoặc bão.

- Trên màn hình PPI: mây A (As) hiển thị thành vùng có diện tích rộng, độ dày lớn, màu sắc đồng nhất (hình 5, hình 6), độ cao đỉnh mây tương đối đồng nhất thường đạt tới 8 - 10 km.



Hình 5. Phân bố của mây A trên màn ảnh PPI (Việt Trì 09/IV/2003, obs 18h50)

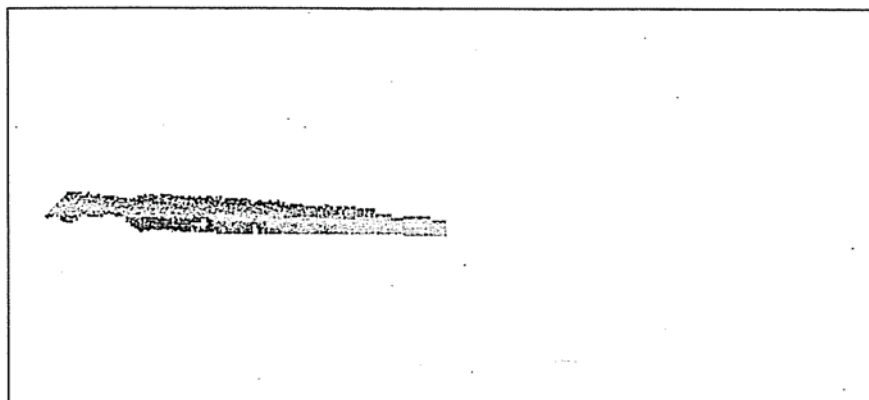
Trên màn hình RHI: Mây Ac có dạng đuôi chuột, độ cao đỉnh mây từ 7,5 – 9 km, độ cao chân mây từ 3 – 5 km. Mây As là mây có độ dày lớn từ 6 – 8 km, độ cao chân mây từ 2 – 3 km, khi cho mưa chân mây kéo dài xuống mặt đất và thường xuất hiện dải sáng ở tầng 0°C 5km (hình 7).



Hình 6. Phân bố của mây A (As) theo phương nằm ngang trên màn ảnh PPI (Việt Trì 27/VI/2003 obs 18h45)

c) Mây Ns: là loại mây thường hình thành trong các hình thể thời tiết như bão, ATNĐ hoặc dải hội tụ nhiệt đới. Mây Ns có đặc điểm trường mây gần tương tự với mây As, nhưng trên màn

ảnh RHI dải sáng của mây Ns thể hiện rõ hơn, kéo dài hầu hết đám mây, đặc biệt dấu hiệu xác định chính xác mây Ns là đỉnh mây tương đối bằng phẳng.



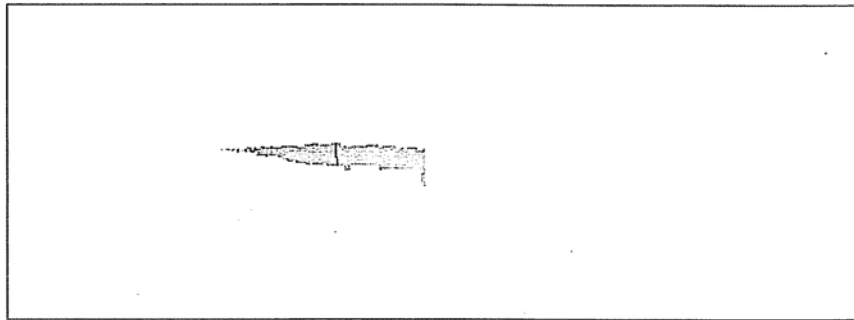
Hình 7. Phân bố thẳng đứng của mây A (As) trên màn ảnh RHI

NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

d) Mây tầng cao C: gồm các loại mây mây ti (Ci), mây ti tích (Cc), mây ti tầng (Cs), tất cả các loại mây trên trong ra đa gọi chung là mây tầng cao ký hiệu là C: là loại mây được hình thành do quá trình tan rã của các đám mây khác mà thành, chúng có độ dày

mỏng, trường mây hẹp nên ra đa khó phát hiện.

- Trên màn ảnh RHI: Mây C thể hiện thành một dải mây hẹp, độ dày mỏng không đồng nhất, độ cao chân mây từ 5 - 7 km, độ cao đỉnh mây từ 8 - 9,5 km (hình 8).

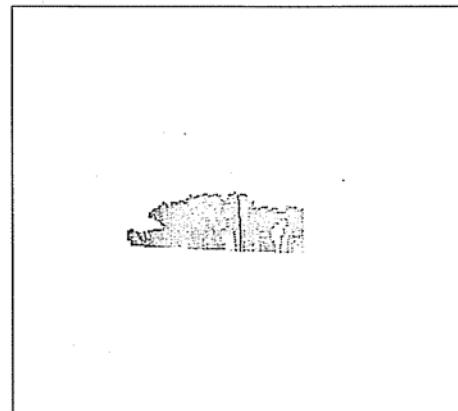
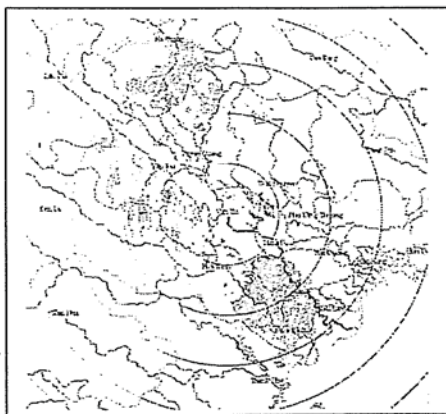


Hình 8. Phân bố của mây C trên màn ảnh RHI
(Việt Trì ngày 10/IV/03 obs 19h)

2) Mây tích: là mây sinh ra từ quá trình đối lưu, chúng phát triển theo phương thẳng đứng, gồm các dạng mây Cumed, Cuhum, Cucon, Cbcap, Cbcal được gọi chung là mây Q. Mây Q phát triển thành cột có độ cao đỉnh mây phụ thuộc vào quá trình đối lưu của chúng.

Vùng mây đối lưu được thể hiện trên màn ảnh PPI có dạng lốm đốm không liên tục (hình 9a).

- Trên màn ảnh RHI, chúng thể hiện thành các cột mây độc lập hoặc liên kết với nhau (hình 9b).



Hình 9. Phân bố của mây tích trên màn ảnh ra đa a: Trên PPI, b: trên RHI

b. Đặc trưng phản hồi vô tuyến ra đa của mây.

1) Đặc trưng trên màn ảnh RHI

Để tính đặc trưng phản hồi vô tuyến ra đa của mây trên màn ảnh RHI, chúng tôi sử dụng 526 số liệu để phân loại tính toán. Việc tính các đặc trưng của mây được thực hiện theo công thức sau:

a) Tính độ cao đỉnh mây được thực hiện theo công thức (3). Trong vùng bán

kính $R \ll 128 \text{ km} \ll r$ (bán kính tính) nên ζ có thể bỏ qua vì vậy công thức

(2) có thể viết lại như sau:

$$H = R \cdot \sin \zeta$$

$$H_{\text{Max}} = H_i \quad (3)$$

$$H_{\text{Min}} = H_j$$

b) Phản hồi được tính theo công thức (1).

Trên cơ sở phương pháp trên, kết quả tính đặc trưng của mây được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Đặc trưng phản hồi của mây

| TT | C | | -A | | S | | Q | | Cb | |
|-----|----|----|------|----|-----|-----|------|-------|------|------|
| | H | Z | H | Z | H | Z | H | Z | H | Z |
| Max | 18 | 8 | 12,6 | 20 | 6,6 | 18 | 14,1 | 45,0 | 18,5 | 47 |
| Min | 7 | -5 | 5 | -8 | 1,2 | -12 | 1,8 | -12,0 | 7,6 | -10 |
| TB | 12 | -2 | 8 | 8 | 5,6 | 1 | 8,3 | 5,3 | 10,2 | 11,1 |

2) Phân bố giá trị Z_{max} của mây theo độ cao

Việc tính sự phân bố giá trị phản hồi Z_H được thể hiện trên cơ sở giá trị Z đo được trên các độ cao khác nhau.

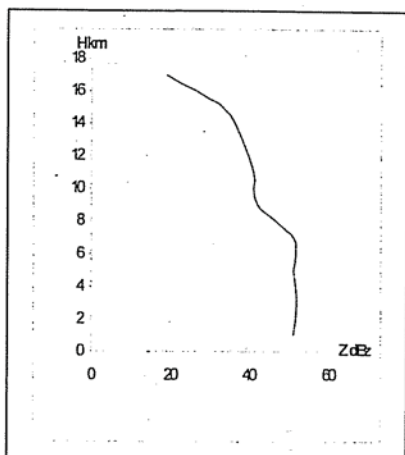
a) Mây Q

Vòng đời của mây đối lưu (Q) được chia làm ba giai đoạn: giai đoạn phát triển, giai đoạn trưởng thành và giai đoạn tan rã (cho hiện tượng).

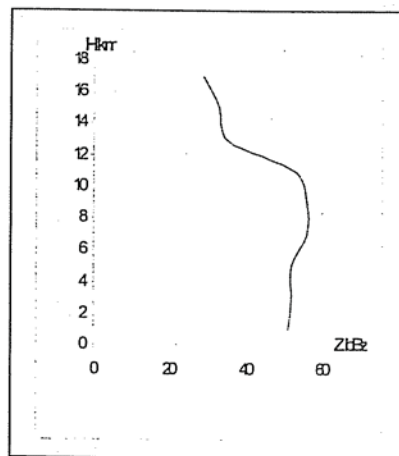
Ở giai đoạn phát triển, sự phân bố của giá trị Z_{Max} không phụ thuộc vào độ cao (hình 10a). Điều này chứng tỏ dòng

thăng trong mây đang ở giai đoạn mạnh.

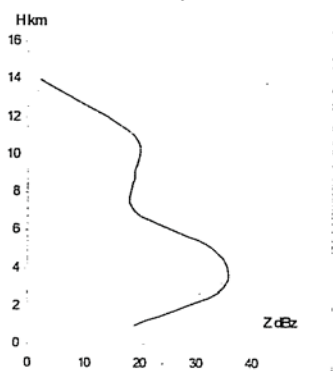
Trong khi đó ở giai đoạn trưởng thành của mây Q đã xuất hiện vùng phản hồi cực đại trong mây (hình 10b). Như vậy, dòng thăng trong mây đang ở giai đoạn yếu dần, trọng lực của các hạt ngưng kết đã cân bằng hoặc lớn hơn lực đẩy của dòng thăng vì vậy vùng phản hồi cực đại có xu thế đi xuống và đạt cực đại ở độ cao từ 1 đến 3 km (hình 10c).



a)



b)

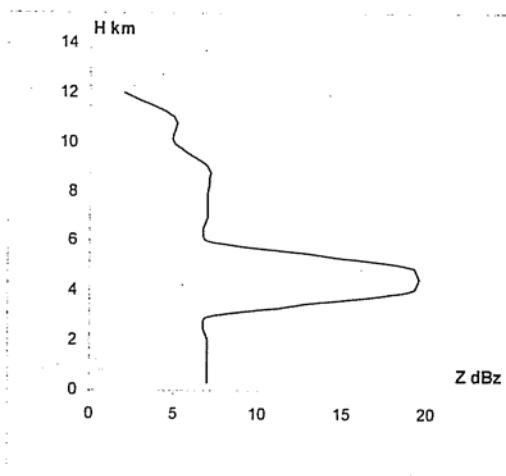


c)

Hình 10. Phân bố giá trị Z_{Max} của mây Q theo độ cao ở các giai đoạn khác nhau a: Phát triển, b: Trưởng thành, c: Tan rã (cho hiện tượng)

b) Mây A

Mây A: là mây tầng trung, gồm mây As, Ac ..., chúng phân bố thành vùng lớn, thường xuất hiện trong loại hình mây bão, áp thấp nhiệt đới, front lạnh Trên màn ảnh radar, mây A hiển thị thành màn có độ sáng đồng nhất (hình 6), độ cao đỉnh mây tương đối ổn định (mây As), có vùng phản hồi cực đại ở độ cao $H = 5$ km. Đặc điểm trên của mây được hiển thị trên hình 11.



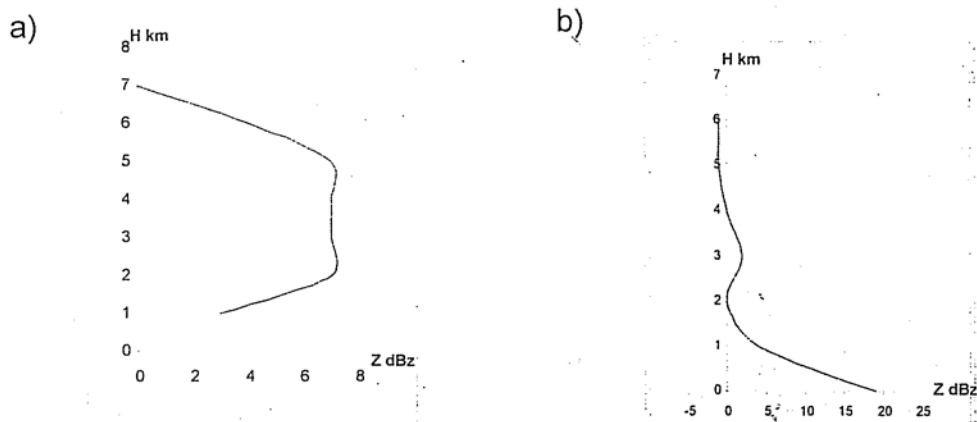
Hình 11. Phân bố phản hồi Z_{Max} của mây A theo độ cao

Như vậy, phần hồi cực đại của mây A tập trung chủ yếu ở độ cao từ 4,5 đến 5,2 km, điều này giải thích tại sao ở độ cao $H=5$ km xuất hiện dải sáng. Đặc điểm trên có ý nghĩa đặc biệt đối với công tác tác động tích cực lên quá trình ngưng kết trong mây, bởi nếu chọn độ cao tác động $H = 5$ km sẽ hạn chế rất nhiều đến hiệu quả của quá trình tác động. Tuy nhiên, đối với mỗi loại mây

vùng phần hồi cực đại phân bố ở từng độ cao khác nhau. Ta hãy xem xét sự phân bố phần hồi cực đại của mây tầng thấp S theo độ cao:

c) Mây tầng thấp (S)

Mây S (gồm S_c, S_t), có độ cao thấp, độ dày mỏng với hệ quả thời tiết thường cho mưa nhỏ, mưa phùn, phân bố phần hồi được thể hiện ở hình sau:



Hình 12. Phân bố giá trị Z_{Max} của mây S theo độ cao a) mây S không mưa
b) mây S cho mưa

4. Khả năng phát hiện mây và các hiện tượng thời tiết của ra đa TRS - 2730 Việt Trì

Trạm Việt Trì nằm trên vùng có địa hình phức tạp. Sự phức tạp của địa hình có ảnh hưởng lớn đến khả năng phát hiện mây và các hiện tượng thời tiết của trạm.

Để đánh giá khả năng phát hiện mây và các hiện tượng thời tiết liên quan, chúng tôi sử dụng số liệu quan trắc năm 2003 của trạm ra đa thời tiết

Việt Trì và 23 trạm khí tượng mặt đất trong vùng hoạt động của radar, trên cơ sở sử dụng công thức:

$$F\% = \frac{n}{N} \times 100 \quad (4)$$

Trong đó:

n - Số lần ra đa quan trắc được mây hoặc hiện tượng thời tiết

N - Số lần mặt đất quan trắc được mây hoặc hiện tượng thời tiết

F - Tần suất phát hiện được mây hoặc hiện tượng thời tiết của ra đa đối với mặt đất.

Kết quả được thể hiện trên bảng 3.

Bảng 3. Khả năng phát hiện mây của trạm ra đa TRS – Việt Trì theo khoảng cách R (km)

| R km \ Dạng mây | F% | | | | | |
|--------------------|--------|----------|-----------|---------------|---------------|---------|
| | 0<R<50 | 50<R<100 | 100<R<150 | 150 < R < 200 | 200 < R < 250 | 250 < R |
| C | 52,1 | 40,0 | 17,1 | 0 | 0 | 0 |
| A | 50,2 | 41,8 | 27,9 | 41,8 | 0 | 0 |
| S | 51,3 | 24,5 | 21,2 | 24,8 | 8,4 | 2,5 |
| Q | 40,8 | 21,5 | 18,3 | 20,4 | 21 | 10,8 |
| Cb | 58 | 22,3 | 31,8 | 42,2 | 30 | 26,4 |
| CbR | 85,4 | 81,4 | 79,3 | 0,0 | 70 | 87,3 |
| Mưa nhỏ | 59,1 | 47 | 53,1 | 0,0 | 76,7 | 38,4 |
| Mưa rào | 70 | 66,2 | 68,7 | 0,0 | 73,8 | 39,3 |
| Đông | 70,8 | 100 | 66,7 | 0,0 | 50 | 0 |
| M.rào,đông | 83,3 | 74,6 | 73,6 | 0,0 | 68,8 | 89,7 |

Từ kết quả của bảng 3 cho thấy khả năng phát hiện của trạm ra đa TRS – 2730, Việt Trì gần nhất là mây C < 150 km, xa nhất là mây S và mây Cb cho mưa rào và giông. Trong bảng 3 ta cũng thấy: khả năng phát hiện mây Cb chưa cho hiện tượng nhỏ hơn khả năng phát hiện mây Cb cho hiện tượng. Điều này cho thấy mây Cb cho giáng thủy chân mây kéo dài xuống mặt đất thì khả năng phát hiện của ra đa cao hơn những đám mây Cb chưa cho hiện tượng.

5. Kết luận

Từ những kết quả nghiên cứu trên của trạm Việt Trì, ta rút ra một số kết luận như sau:

a. Ra đa TRS – 2730 có khả năng phát hiện được tất cả các loại mây C, A, St và mây Q. Mỗi loại mây chỉ phát hiện ở một khoảng cách nhất định.

- Mây C phát hiện được ở khoảng

cách $R < 150\text{km}$.

- Mây A phát hiện được ở khoảng cách $R < 200\text{ km}$.

- Mây Cb cho hiện tượng phát hiện được ở khoảng cách $R < 250\text{ km}$.

- Mây cho hiện tượng phát hiện được xa hơn mây chưa cho hiện tượng.

b. Độ cao phân bố vùng phản hồi cực đại của mây chưa cho hiện tượng cao hơn mây cho hiện tượng.

- Mây Cb ở giai đoạn trưởng thành $H_{Z_{Max}}$ từ 7 đến 11 km.

- Mây Cb ở giai đoạn tan tã $H_{Z_{Max}}$ từ 3,0 đến 4,8 km.

- Mây S chưa cho mưa $H_{Z_{Max}}$ từ 2 đến 5 km.

- Mây S cho mưa: $H_{Z_{Max}}$ từ 0 đến 1 km.

- Mây As, Ns không phụ thuộc vào giai đoạn cho mưa hay không $H_{Z_{Max}}$ luôn phân bố ở độ cao $H = 5\text{ km}$.

Tài liệu tham khảo

1. TS. Đinh Văn Loan, “*Nghiên cứu thiên tai tố, lốc ở Việt Nam*” 7/1999.
2. “*Hướng dẫn vận hành sử dụng thông tin ra đa MRL1,2*”. Nhà xuất bản Lê-Nin-grat (bản tiếng nga) 1971.
3. “*Hướng dẫn vận hành sử dụng thông tin ra đa MRL1,2,3,5*”. Nhà xuất bản Lê- Nin-grat (bản tiếng nga) 1992.
4. KS. Trần Duy Sơn, “*Khai thác thử nghiệm trạm ra đa MRL5 Phù Liễn – Hải Phòng*”. Đài Cao không T.W 1991.
5. TS. Trần Duy Bình, “*Nghiên cứu bão và các hiện tượng thời tiết nguy hiểm bằng phương pháp ra đa*”. Hà Nội, 1993.
6. TS. Trần Duy Sơn, “*Quy phạm quan trắc ra đa thời tiết*”. Đài Khí tượng Cao không 1996.