

DỰ BÁO MỘT SỐ YẾU TỐ KHÍ TƯỢNG SAU KHÍ KHỐI KHÔNG KHÍ LẠNH ĐÃ TRÀN VỀ MIỀN BẮC VIỆT NAM

PTS. NGÔ NGỌC THẠCH

Cục Dự báo KTTV

I - MỞ ĐẦU

Cho đến nay tại Cục Dự báo KTTV đã có một số sơ đồ khách quan với độ chính xác khá tốt để dự báo sự xâm nhập của các khối không khí lạnh (KKL) xuống miền Bắc Việt Nam, trong đó có các sơ đồ đã được ứng dụng nghiệp vụ. Song, thực tế nghiệp vụ không chỉ đòi hỏi dự báo khả năng xâm nhập của các khối KKL, mà đòi hỏi cụ thể hóa mức độ gây hại của các khối KKL này như thế nào đối với nền kinh tế quốc dân nước ta, đặc biệt là sản xuất nông, ngư nghiệp và giao thông vận tải trên biển. Mức độ gây hại có thể được thể hiện qua nhiều yếu tố khí tượng khác nhau trong khối KKL, mà ở đây chúng tôi chọn nhiệt độ tối thiểu trong đợt rét và môđun gió cực đại ngoài khơi là các yếu tố khí tượng đặc trưng cần quan tâm.

Khi khối KKL tràn về, ngoài khơi gió bắc và đông bắc mạnh lên, tốc độ gió lớn nhất xảy ra thường gần mặt frôn, nghĩa là thường xảy ra ngay khi khối KKL tràn qua. Do vậy, chúng ta quan tâm chủ yếu đến dự báo môđun tốc độ gió lớn nhất mà không cần quan tâm đến hướng gió. Còn nhiệt độ thấp nhất trong đợt được xác định như sau: sau khi khối KKL tràn về nhiệt độ tối thấp ngày đêm (T_{min}) của vùng không khí lạnh tràn qua giảm dần đi cho đến khi đạt giá trị nhỏ nhất (T_{minD}). Ngày đạt giá trị (T_{minD}) phụ thuộc chủ yếu vào cường độ của khối KKL. Thời gian đạt giá trị T_{minD} tại Hà Nội trung bình khoảng 2-3 ngày sau khi KKL tràn về (thống kê trên tập số liệu của 176 đợt). Xuất phát từ những đặc điểm của các khối KKL như đã nêu ở trên chúng tôi đã thiết lập bài toán dự báo môđun tốc độ gió lớn nhất tại trạm Bạch Long Vĩ (điểm đặc trưng cho ngoài khơi vịnh Bắc Bộ) và nhiệt độ T_{minD} tại Hà Nội. Để ước lượng thời gian xuất hiện T_{minD} kể từ khi xuất hiện khối KKL (t_1) chúng tôi cũng xây dựng phương trình hồi quy ước lượng xem T_{minD} có thể xảy ra vào khoảng thời gian nào, kể cả KKL tăng cường ngay sau khi bộ phận chính đã tràn qua.

II - CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CÁC NHÂN TỐ DỰ BÁO

1. Cơ sở lý thuyết

Hiện nay một trong các phương pháp chính của dự báo bằng phương pháp hồi quy tuyến tính đa chiều. Cơ sở của phương pháp này là sự phụ thuộc

của véc tơ yếu tố dự báo vào véc tơ nhân tố dự báo được biểu diễn qua một hàm tuyến tính. Phương pháp hồi quy tuyến tính đã được khởi thảo từ lâu [3] và được ứng dụng rộng rãi vào dự báo các yếu tố khí tượng với nhiều thuật toán khác nhau [4].

Nếu có tập số liệu lưu trữ (X, Y) , trong đó $X = (X_1, \dots, X_{N_x})$ là véc tơ nhân tố dự báo (thông tin xuất phát) và $Y = (Y_1, \dots, Y_l)$ vector yếu tố dự báo (ở đây gồm môđun gió lớn nhất tại Bạch Long Vĩ V_{max} , nhiệt độ thấp nhất trong đợt (T_{minD}) và thời gian xuất hiện T_x tại trạm Hà Nội); N_x – số nhân tố dự báo, l – số yếu tố dự báo ($l = 3$). Khi đó yếu tố dự báo $\tilde{Y}$ được xác định theo phương trình sau:

$$\tilde{Y} = AU.X, \quad (1)$$

ở đây AU – ma trận các hệ số hồi quy.

Hoặc trong dạng khai triển ta có:

$$\tilde{Y}_l = \sum_{k=1}^{N_x} AU_{lk} X_k; (l = 1, 2, 3) \quad (2)$$

k – chỉ số biểu diễn nhân tố thứ k tham gia trong phương trình hồi quy. Ma trận AU có thể ước lượng theo công thức sau:

$$AU = RXX^{-1} . RYX \quad (3)$$

ở đây: RXX – ma trận tương quan giữa các nhân tố dự báo;

RYX – ma trận tương quan giữa các yếu tố dự báo và các nhân tố dự báo.

Một trong các phương pháp tìm hệ số hồi quy hữu hiệu và thuận tiện khi thực hiện trên máy tính là phương pháp quay ma trận [5,6].

2. Các nhân tố dự báo

Chọn lọc các nhân tố dự báo là một bộ phận quan trọng của bài toán hồi quy tuyến tính nói riêng. Ngày nay có nhiều phương pháp chọn lọc các nhân tố dự báo khác nhau nhằm mục đích:

a) Thiết lập một hệ nhân tố dự báo giới hạn, mà có khả năng chứa nhiều nhất lượng thông tin có liên quan đến việc mô tả các yếu tố dự báo.

b) Tạo ra khả năng tăng tính đồng nhất giữa các nhân tố dự báo tham gia trong cùng một phương trình.

Ở đây, dựa vào tính chất của các khối KKL tràn xuống miền Bắc Việt Nam có qui mô synốp và chịu tác động mạnh mẽ của các hình thể sóng rãnh trên cao, chúng tôi đã chọn các nhân tố mô tả trường làm các nhân tố dự báo cơ bản. Để đạt mục đích này, quá trình phân tích theo hệ hàm trực giao tự nhiên đã được ứng dụng. Về phân tích xây dựng hệ hàm cơ sở và ý nghĩa của các hệ hàm trực giao tự nhiên đã được trình bày khá chi tiết ở [1]. Các trường độ cao địa thế vị tại mực 700 hPa và khí áp mặt đất gồm 40 trạm ở mỗi cạnh trong vùng vĩ độ từ $8^\circ N$ đến $55^\circ N$ và kinh độ từ $60^\circ E$ đến $145^\circ E$ được sử dụng xác định các hệ số phân tích. Tập hợp 40 trạm ở trong vùng này trên mỗi cạnh được phân bố tương đối điều hòa và sao cho có thể bao

quát được các trung tâm hoạt động synopt chính xảy ra ở mùa đông có ảnh hưởng đến các quá trình hoạt động của các khối KKL, nhất là các khối KKL ảnh hưởng trực tiếp đến nước ta. Đồng thời, bao quát được các hoàn lưu có tính quyết định đến sự di chuyển của các khối KKL trên bề mặt 700 hPa. Trong các sơ đồ này theo chỉ tiêu hội tụ của các hệ số phân tích chúng tôi đã chọn sơ bộ được 10 hệ số phân tích trường độ cao địa thế vị ở 700 hPa và 10 hệ số phân tích trường khí áp mặt đất. Thêm vào, các hiệu khí áp tại các trạm 28952, 44277, 56294, 57745 và 58367 so với trạm Hà Nội (48820), được ký hiệu tương ứng là ΔP_{28} , ΔP_{44} , ΔP_{56} , ΔP_{57} và ΔP_{58} cũng được đưa vào tham gia trong sơ đồ chọn lọc các nhân tố dự báo theo các chỉ tiêu thống kê toán học. Trong [6] chỉ tiêu thống kê toán học chọn lọc các nhân tố dự báo trong phương trình hồi quy tuyến tính là chỉ tiêu F. Chỉ tiêu này được diễn giải như sau:

Giả sử tổng phương sai hồi qui là:

$$S = \sum (Y_j - \tilde{Y}_j)^2 \quad (5)$$

Khi đó sai số ước lượng chuẩn sẽ là

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum (Y_j - \tilde{Y}_j)^2}{N - P'}} \quad (6)$$

Ở đây P' — nhân tố tham gia trong phương trình hồi qui.

Để xác định chỉ tiêu đưa một nhân tố dự báo nào đó ra khỏi phương trình (F_{RA}) người ta đã sử dụng biểu thức sau:

$$F_{RA} = \frac{S_I - S}{S/(N - P')} \quad (7)$$

trong đó: S — tổng phương sai hồi qui ở bước hiện tại.

S_I — tổng phương sai hồi qui nếu như biến nào đó bị loại ra khỏi phương trình.

Còn để xác định chỉ tiêu chấp nhận một biến nào đó độc lập tham gia vào phương trình hồi qui (F_{VAO}) sẽ sử dụng biểu thức sau:

$$F_{VAO} = \frac{S - S_{II}}{S_{II}/(N - P' - 1)} \quad (8)$$

Ở đây: S_{II} — tổng phương sai hồi qui ở bước tiếp theo khi biến số được chấp nhận vào phương trình hồi qui.

Như vậy, số nhân tố dự báo được chọn vào phương trình hồi qui phụ thuộc vào chỉ tiêu F. F càng nhỏ số nhân tố dự báo tham gia vào phương trình hồi qui càng lớn và nếu $F = 0$ thì tất cả các nhân tố dự báo được đưa vào phương trình hồi qui. Như vậy, chỉ tiêu F còn giúp ta sắp xếp lại các nhân tố có thể tham gia vào phương trình hồi qui theo sự giảm dần khả năng đóng góp của chúng vào kết quả hồi qui. Theo kết quả thử nghiệm, các giá trị chỉ tiêu $F_{VAO, RA}$ được lựa chọn phụ thuộc vào độ chính xác của dự báo. Không hẳn các chỉ tiêu $F_{VAO, RA}$ càng nhỏ thì độ chính xác càng tăng lên, mà chỉ tăng đến một

giá trị $F_{VAO,RA}$ nhất định đối với từng yếu tố một; sau đó độ chính xác không đổi hoặc giảm đi. Do vậy $F_{VAO,RA}$ tối ưu cho mỗi một yếu tố dự báo ở các thời hạn dự báo khác nhau thì khác nhau. Ở công trình này $F_{VAO,RA}$ có giá trị như sau:

Dự báo ở 24h

- a) Đối với V_{max} : $F_{VAO} = 1,00$, $F_{RA} = 0,90$;
- b) Đối với T_{minD} : $F_{VAO} = 4,00$, $F_{RA} = 3,99$;
- c) Đối với t_r : $F_{VAO} = 1,00$, $F_{RA} = 0,90$;

Dự báo ở 48h

- a) Đối với V_{max} : $F_{VAO} = 1,00$, $F_{RA} = 0,90$,
- b) Đối với T_{minD} : $F_{VAO} = 2,00$, $F_{RA} = 1,50$.

III. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH TRÊN TẬP SỐ LIỆU PHỤ THUỘC VÀ ĐỘC LẬP

Các chỉ tiêu về sự xâm nhập của các khối KKL xuống miền Bắc Việt Nam đã được nêu ra ở [2]. Trong các tháng mùa đông X, XI, XII năm nay và I, II, III năm tiếp theo từ năm 1964 đến năm 1975 chúng tôi đã thu thập được 176 đợt KKL tràn về miền Bắc Việt Nam qua điểm Hà Nội. Nếu khối KKL tràn về vào thời gian từ 19h ngày hôm nay đến 19h ngày hôm sau (ngày khí tượng) thì số liệu xuất phát cho dự báo 24h sẽ là số liệu ở 7h sáng hôm nay, còn ở 48h sẽ là số liệu ở 7h sáng hôm trước. Thời gian ở đây tính theo giờ Hà Nội. Các số liệu thu thập là giá trị khí áp tại 40 trạm ở mặt đất và độ cao địa thế vị ở 700hPa (H_{700}) cũng tại các trạm này. Các đại lượng này được phân tích theo hệ hàm trục giao tự nhiên xây dựng được ở [1]. Mười hệ số phân tích trường khí áp mặt đất, được kí hiệu từ $P_1, P_2, \dots, P_{10}$ theo sự giảm dần của các giá trị riêng, 10 hệ số phân tích trường H_{700} , được kí hiệu tương ứng là $H_1, H_2, \dots, H_{10}$ theo sự giảm dần của các giá trị riêng và năm hiệu khí áp mặt đất $\Delta P_{28}, \Delta P_{44}, \Delta P_{56}, \Delta P_{57}$ và ΔP_{58} được đưa vào máy tính theo thứ tự thời gian và đóng vai trò tương đương trong sơ đồ lọc ở trên. Kết quả tính toán thu được nhờ sử dụng hệ phương trình mẫu BMDP của nhóm chuyên gia trường Đại học Tổng hợp Caliphocnia lập năm 1974. Các hệ số hồi quy cùng các nhân tố tham gia vào các phương trình hồi quy dự báo được cho ở bảng 1 và 2 tương ứng với thời hạn dự báo ở 24 và 48h.

Qua kết quả phân tích chọn lọc các nhân tố tham gia vào các phương trình dự báo có thể nhận biết được rằng trong các phương trình hồi quy ở hạn dự báo 48h các nhân tố tổng hợp về trường độ cao địa thế vị H_{700} tham gia nhiều hơn so với các nhân tố tổng hợp về trường khí áp mặt đất. Để chi tiết hóa các kết quả nhận được chúng ta sẽ đi sâu vào từng phương trình dự báo các yếu tố cụ thể.

Đối với dự báo môđun gió lớn nhất tại Bạch Long Vĩ hạn 24h có sai số quân phương là 3,7m/s và phương sai trung bình là 13,4. Số trường hợp mà độ lệch tuyệt đối so với thực tế ≥ 4 m/s là 36 trong tổng số 176 trường hợp, chiếm khoảng 20%. Trong khi đó dự báo môđun gió lớn nhất hạn 48h cho phương sai

Bảng 1 — Các hệ số và nhân tố hồi qui hạn 24h. a_0 — phần tử tự do
(các kí hiệu khác xem trong bài)

Nhân tố																		
Yếu tố	P ₁	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	H ₁	H ₃	H ₄	H ₇	H ₈	H ₉	ΔP ₄₄	ΔP ₅₈	ΔP ₅₇	a ₀
V _{max}			0,071	0,059			-0,08	0,055	0,046	0,116			0,134	0,089	0,124	0,251		9,457
T _{min}	0,075			0,052					0,078		0,034	0,073	0,115					15,32
t _x		0,019	0,013	0,022	-0,01	0,028				0,014	0,012	0,051	0,027				0,039	1,833

Bảng 2 — Các hệ số và nhân tố hồi qui hạn 48h
(kí hiệu tương tự bảng 1)

Nhân tố																	
Yếu tố	P ₁	P ₂	P ₈	P ₁₀	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	H ₇	H ₈	H ₁₀	ΔP ₂₈	ΔP ₄₄	ΔP ₅₈	a ₀
V _{max}		0,072	0,074	0,12	0,035		0,063	0,062		0,126		0,133	-0,202	0,175		0,119	14,519
T _{min}	0,088				0,076	-0,05	0,064		0,074		0,076	-0,15		0,048	0,055		13,722

trung bình là 15,5 và sai số quân phương trung bình là 3,9m/s. Số trường hợp với độ lệch tuyệt đối lớn hơn 4m/s là 40 trong 176 trường hợp, chiếm khoảng 23%. Song trong công tác nghiệp vụ khi phát báo thường phát báo theo cấp và cho phép sai số ± 1 cấp, do vậy độ chính xác cho phép sẽ tăng lên rõ rệt và đáp ứng được công tác nghiệp vụ.

Đối với nhiệt độ tối thiểu trong đợt hạn 24h (thực tế hạn dự báo đối với T_{minD} không hạn chế trong khoảng 24 hoặc 48h mà có thể kéo dài 3-4 ngày phụ thuộc vào khi nào xuất hiện nhiệt độ thấp nhất trong đợt) có sai số quân phương trung bình là 1,9° và phương sai trung bình là 3,6. Số trường hợp mà độ lệch tuyệt đối so với giá trị thực tế lớn hơn 2° là 40 trong tổng số 176 trường hợp, chiếm khoảng 23%. Trong khi đó dự báo T_{minD} hạn 48h cho sai số quân phương trung bình là 2° và phương sai trung bình xấp xỉ 4,0. Số trường hợp có độ lệch tuyệt đối lớn hơn 2° là 41 trường hợp, chiếm khoảng 23%. Trong đó chỉ có một trường hợp duy nhất có sai số tuyệt đối là 6°. Các bản tin cảnh báo nhiệt độ thấp nhất thường được thông báo theo khoảng 2°, thí dụ 11-12° hoặc 12-14° với sai số cho phép là 2°. Như vậy, xét theo cách phát báo trên nếu sai số là 2° và nửa khoảng dự báo là 1° thì độ lệch cho phép là 3°. Theo tính toán, độ lệch tuyệt đối $> 3^\circ$ chỉ có 14 trường hợp chiếm khoảng 8%. Nếu chuyển sang số liệu độc lập chỉ tiêu này đảm bảo, thì sơ đồ hoàn toàn thỏa mãn công tác cảnh báo khả năng rét nhất mà đợt KKL này có thể gây ra. Đề dự báo thời gian xuất hiện T_{minD} kể từ ngày KKL tràn qua miền Bắc Việt Nam (thứ nguyên là ngày) chúng tôi cũng dựa trên các hệ số phân tích trường.

Điều này có thể hiểu một cách tương đối rằng với một KKL như thế này và hoàn lưu hiện tại này bao lâu sẽ có thể gây ra T_{minD} khi khối KKL đã tràn qua. Kết quả tính toán khá tốt: sai số quân phương trung bình là 1,09

ngày với trung bình độ lệch là 1,19. Trong đó độ lệch tuyệt lớn hơn 2 ngày là 7 trong 176 trường hợp. Yếu tố dự báo này cho ta khái niệm tương đối về thời gian kéo dài của đợt rét.

Tính toán cho hai mùa đông 85 – 86 (gồm 20 trường hợp) và 86 – 87 (gồm 14 trường hợp) cho thấy kết quả ổn định.

Kết quả đánh giá trên tập số liệu độc lập cho thấy các phương trình hồi quy khá ổn định và có khả năng phát hiện các trường hợp cực trị khá tốt. Trong mùa đông 85 – 86 có tất cả 20 đợt KKL tràn về được đánh giá. Đợt ngày 3-I-1986 KKL tràn về đã làm giảm nhiệt độ T_{min} ngày đêm tại trạm Hà Nội xuống $8,0^{\circ}\text{C}$ vào ngày 6-I-1986, đồng thời môđun gió lớn nhất tại trạm Bạch Long Vĩ quan sát được là 15m/s. Các sơ đồ dự báo đã cho các kết quả như sau: ở 48h nhiệt độ thấp nhất trong đợt tại Hà Nội có thể xuống đến $8,8^{\circ}\text{C}$ và môđun gió lớn nhất trong đợt tại Bạch Long Vĩ là 17m/s. Ngày hôm sau tính dự báo tiếp ở 24h sơ đồ đã chỉ ra rằng T_{min} tại trạm Hà Nội có thể xuống đến $9,5^{\circ}\text{C}$ vào ngày 5 – 6-I-1986 và môđun gió lớn nhất tại Bạch Long Vĩ có thể là 19m/s. Như vậy các dự báo 24h và 48h đều chỉ ra rằng đợt rét này nhiệt độ tối thiểu tại Hà Nội có thể xuống dưới 10°C và gió ngoài khơi có thể lên đến cấp 6 cấp 7. Hoặc đợt ngày 26-II-1986: dự báo 48h; $T_{minD} = 10,0^{\circ}\text{C}$; $V_{max} = 15\text{m/s}$; dự báo 24h: $T_{minD} = 10,5^{\circ}\text{C}$ vào ngày $t_x = 28\text{-II} - 1\text{-III-1986}$ và $V_{max} = 17\text{m/s}$.

Thực tế nhiệt độ thấp nhất trong đợt tại Hà Nội đã xuống đến $7,3^{\circ}\text{C}$ vào ngày 1-III-1986 và môđun gió lớn nhất tại trạm Bạch Long Vĩ lên đến 20m/s.

Mùa đông 86 – 87 thời tiết ấm hơn, không có ngày nào nhiệt độ T_{minD} xuống dưới 10°C tại trạm Hà Nội. Tất cả có 14 đợt KKL được đánh giá. Đợt lạnh nhất xảy ra vào ngày 28-XI-1986, T_{minD} tại trạm Hà Nội xuống đến $12,5^{\circ}\text{C}$ vào ngày 1-XII-1986, (trước đó vào ngày 30-XI-1986 T_{minD} tại Trạm Hà Nội xuống đến $12,9^{\circ}\text{C}$) và môđun gió lớn nhất tại Bạch Long Vĩ lên đến 16m/s. Các sơ đồ dự báo ở 48h đã cho: T_{minD} tại Hà Nội 13°C và môđun gió lớn nhất tại Bạch Long Vĩ sẽ là 16m/s. Ngày hôm sau dự báo cho 24h: $T_{minD} = 12,3^{\circ}\text{C}$ vào ngày 29-XI – 30-XI-1986 và $V_{max} = 17\text{m/s}$.

IV – KẾT LUẬN

Qua đánh giá phân tích các tập số liệu phụ thuộc và độc lập có thể rút ra một số kết luận sau:

1. Đây là bài toán thử nghiệm đầu tiên ở nước ta nhằm phục vụ cho yêu cầu của công tác nghiệp vụ cảnh báo các yếu tố khí tượng mô tả cường độ của các khối KKL tràn về miền Bắc Việt Nam. Các giả thuyết và phương pháp luận đều dựa trên một cơ sở lý thuyết đáng tin cậy, đơn giản và rõ ràng.

2. Các kết quả tính toán và thử nghiệm thể hiện sự ổn định của các sơ đồ tính khi chuyển từ tập số liệu phụ thuộc sang tập số liệu độc lập. Sơ đồ

có khả năng phát hiện các cực trị sau khi KKL tràn về không nằm trong giới hạn thông thường của dự báo hạn ngắn.

3. Các thứ nguyên của môđun gió là $[m/s]$, của nhiệt độ là $[^{\circ}C]$, trong khi đó cảnh báo gió mạnh ngoài khơi tốc độ gió bao giờ cũng được chuyển sang hệ 12 cấp, còn nhiệt độ lỗi thiếu trong khoảng $2^{\circ}C$, do vậy tăng khả năng ứng dụng của các sơ đồ dự báo cùng với độ chính xác của chúng.

4. Các thủ tục thu nhập số liệu không phức tạp, thời gian tính trên máy tính không lâu (3 – 5 phút trên máy Commodore-64) và qui trình thao tác đơn giản, đáp ứng kịp thời cho công tác nghiệp vụ.

Hiện nay, cùng với sơ đồ dự báo sự xuất hiện của KKL qua Hà Nội [2] các sơ đồ này đang được tính nghiệp vụ tại Cục Dự báo KTTY.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ngô Ngọc Thạch—Phân tích trường khí áp mặt đất và trường độ cao địa thế vị ở 700mb về mùa đông theo hệ hàm trục giao tự nhiên—Nội san KTTY, số 4 (220), 1979.

2. Ngô Ngọc Thạch — Dự báo các đợt không khí lạnh xâm nhập xuống miền Bắc Việt Nam thời hạn 24. 48giờ — Khí tượng thủy văn 1981 — 1982 (Tập các công trình nghiên cứu số 3) 1983.

3. Anderson T. Nhập môn phân tích thống kê đa chiều. Matxcova, 1963. (tiếng Nga)

4. Midokhova D.N, Ecterle G.R — Thử nghiệm số trị dự báo nhiệt độ thấp nhất bằng phương pháp tương quan có tính đến hoàn lưu khí quyển qui mô lớn—Tập chí SANIGMI, số 58/57. 1971. (tiếng Nga)

5. Phađêev Đ.K. V.N. Iadeeva. Các phương pháp tính đại số tuyến tính, Matxcova, 1963. (tiếng Nga)

6. Biomedical Computer Programs P.series. University of california, press Berkeley, Los Angeles—London 1977.