

KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP VẬT LÝ THỐNG KÊ DỰ BÁO DI CHUYỂN CỦA BÃO (*)

TRINH VĂN THU

Phó Tổng cục trưởng, Tổng cục KTVT

PHẠM NGỌC HIỆN

Cục Dự báo KTTV

MỞ ĐẦU

Đề dự báo sự di chuyển của bão, ngoài phương pháp chủ quan hiện nay đã tồn tại khá nhiều phương pháp khách quan. Qua thử nghiệm hoặc ứng dụng thực hành các phương pháp này, đặc biệt qua cuộc thử nghiệm nghiệp vụ quốc tế về bão (TOPEX) trong mùa bão 1982, 1983, cho thấy chưa có một phương pháp nào tỏ ra có ưu việt tuyệt đối so với các phương pháp khác. Mặc dù phương pháp thủy động lực được coi là có nhiều triển vọng, song đối với vùng vĩ độ thấp, kết quả dự báo cụ thể của nó còn bị nhiều hạn chế. Tuy nhiên trong một số trường hợp khi bão chuyển hướng, phương pháp thủy động lực đã chứng minh được sự ưu việt của mình. Các phương pháp sinôp và vật lý thống kê vẫn tiếp tục được coi trọng và phát triển. Ngoài ra, người ta, cũng đã xây dựng những phương pháp tổng hợp các kết quả dự báo của nhiều phương pháp khác nhau.

Bão phát sinh và di chuyển trên những vùng biển và đại dương vĩ độ thấp, nơi hiện nay có rất ít số liệu quan trắc khí tượng thực tế. Đồng thời tại các vùng vĩ độ thấp này, biến đổi của các trường yếu tố khí tượng quy mô lớn trong khoảng thời gian 1—2 ngày thường không lớn. So với các biến đổi này sai số quan trắc, đo đạc thực tế còn chưa đáp ứng yêu cầu của các mô hình tính toán. Đó là những khó khăn rất lớn cho việc xây dựng các phương pháp dự báo hoàn chỉnh. Với những điều kiện như vậy, không lấy làm ngạc nhiên, hiện nay một số sơ đồ vật lý thống kê đơn giản chỉ sử dụng các tham số khí hậu quán tính cũng đạt được kết quả không kém so với các phương pháp phức tạp khác. Hay nói một cách khác các phương pháp phức tạp chưa có các điều kiện ứng dụng thích hợp.

Bởi vậy song song với việc nghiên cứu phát triển dần từng bước các phương pháp phức tạp hơn, chúng tôi nghĩ cần thiết phải thử nghiệm một số phương pháp khách quan đã có sẵn, trước hết là một số phương pháp vật lý thống kê có các sắc thái kỹ thuật khác nhau để rút ra những nhận xét đánh

(☆) Bài viết này được dựa trên báo cáo khoa học, đã trình bày tại Hội nghị khoa học KTTV lần thứ I năm 1985 của Tổng cục KTTV có bổ sung thêm kết quả thử nghiệm trong năm 1985.

giá về vai trò của từng nhân tố dự báo và khả năng ứng dụng của các sơ đồ dự báo. Đồng thời xây dựng những cơ sở khoa học đầu tiên cho việc so sánh đánh giá các phương pháp được nghiên cứu sau này.

Với mục đích nêu trên chúng tôi đã lựa chọn 4 phương pháp sau đây vừa của các tác giả nước ngoài vừa của các tác giả trong nước, để thử nghiệm dưới điều kiện nghiệp vụ tại Cục Dự báo Khí tượng Thủy văn:

— Phương pháp hồi quy chỉ theo các tham số khí hậu quán tính của T.AOKI, không sử dụng các tham số về trường.

— Phương pháp hồi quy chỉ theo các tham số về trường dựa trên phân loại hình thế sinôp mặt đẳng áp 700mb của S.Y.B. TSE, không sử dụng các tham số quá khứ,

— Phương pháp hồi quy vừa theo các tham số khí hậu quán tính vừa theo tham số thực nghiệm về gradien độ cao địa thế vị mực 500mb của Trịnh Văn Thư.

— Phương pháp tương tự ngưỡng chỉ theo các tham số khí hậu quán tính của Trịnh Văn Thư và Phạm Ngọc Hiện.

II — NỘI DUNG CHỦ YẾU CỦA CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐƯỢC LỰA CHỌN THỬ NGHIỆM

1. Phương pháp khí hậu quán tính T. AOKI

Phương pháp khí hậu quán tính (gọi tắt là phương pháp PC) do T. AOKI thiết lập năm 1979 [1], đã tỏ ra có hiệu quả cao và đã được tuyển lựa đăng trong tập hướng dẫn thử nghiệm nghiệp vụ về bão quốc tế (TOPEX) năm 1983 [3]. Nội dung phương pháp bao gồm các phương trình hồi quy được thiết lập theo phân lịch hồi quy lọc nhân tố từng bước. Miền dự báo được phân thành 3 vùng. Vùng phía bắc «N» được giới hạn từ kinh tuyến 120°E đến kinh tuyến 150°E và từ vĩ tuyến 20°N đến vĩ tuyến 30°N. Vùng phía nam «S», cũng được giới hạn từ kinh tuyến 120°E đến kinh tuyến 150°E nhưng vĩ tuyến thì từ 0°N đến 20°N. Vùng phía tây «W», được giới hạn từ kinh tuyến 100°E đến kinh tuyến 120°E và từ vĩ tuyến 0°N đến vĩ tuyến 25°N (vùng này bao trùm toàn bộ biển Đông). Ứng với mỗi vùng nêu trên, các phương trình hồi quy dự báo tọa độ tâm bão với thời hạn dự báo 12 và 24 giờ đã được thiết lập theo các phân đoạn thời kỳ mùa bão khác nhau. Vùng N có 3 thời kỳ: Thời kỳ thứ 1 từ tháng I đến tháng VI, thời kỳ thứ 2 từ tháng VII đến tháng IX và thời kỳ thứ 3 từ tháng X đến tháng XII. Các vùng S và W có các thời kỳ giống nhau, đó là thời kỳ thứ 1 từ tháng I đến tháng VIII và thời kỳ thứ 2 từ tháng IX đến tháng XII.

Các nhân tố dự báo bao gồm:

LAT_{00} , LON_{00} , PRS_{00} — vĩ độ, kinh độ (trừ 100) và trị số khí áp trên mực biển của tâm bão tại thời điểm xuất phát dự báo (XPDB).

D_{00} — số thứ tự ngày trong năm của ngày XPDB, tính theo gốc ngày 1 tháng I là số 1:

$V(x)_i$, $V(y)_i$, $A(x)_i$, $A(y)_i$ — Các thành phần tốc độ và gia tốc di chuyển của tâm bão theo vĩ hướng (x), kinh hướng (y), trong thời đoạn i (số giờ) kể từ thời điểm XPDB, cụ thể:

$$\begin{aligned}
V(x)_{-12} &= LON_{00} - LON_{-12}, \quad V(y)_{-12} = LAT_{00} - LAT_{-12} \\
V(x)_{-24} &= LON_{00} - LON_{-24}, \quad V(y)_{-24} = LAT_{00} - LAT_{-24} \\
A(x)_{-24} &= LON_{00} + LON_{-24} - 2LON_{-12} \\
A(y)_{-24} &= LAT_{00} + LAT_{-24} - 2LAT_{-12} \\
A(x)_{-48} &= LON_{00} + LON_{-48} - 2LON_{-24} \\
A(y)_{-48} &= LAT_{00} + LAT_{-48} - 2LAT_{-24}
\end{aligned}$$

Ví dụ phương trình hồi quy dự báo tọa độ tâm bão đối với vùng w đã nhận được như sau:

1. Đối với thời kỳ từ tháng I đến tháng VIII

$$\begin{aligned}
LAT_{12} &= 0,9642LAT_{00} + 0,7594 V(y)_{-12} + 0,976.- \\
LAT_{24} &= 0,9360LAT_{00} + 1,324 V(y)_{-12} + 0,08019 LON_{00} + 0,1276 A(x)_{-48} + 0,726. \\
LON_{12} &= 1,018 LON_{00} + 1,010 V(x)_{-12} - 0,011 \\
LON_{24} &= 1,013 LON_{00} + 1,745 V(x)_{-12} - 0,01749 D_{00} + 0,1528 LAT_{00} + 0,649.
\end{aligned}$$

2. Đối với thời kỳ từ tháng IX đến tháng XII.

$$\begin{aligned}
LAT_{12} &= 1,010 LAT_{00} + 0,6509 V(y)_{-12} - 0,019 \\
LAT_{24} &= 1,031 LAT_{00} + 1,225 V(y)_{-12} - 0,195 \\
LON_{12} &= 0,9925 LON_{00} + 0,8274 V(x)_{-12} + 0,057 \\
LON_{24} &= 0,9639 LON_{00} + 1,520 V(x)_{-12} + 0,4747 V(y)_{-24} + 0,01972 PRS_{00} - \\
&\quad - 19,289.
\end{aligned}$$

Một cách tương tự các phương trình hồi quy đối với vùng N và vùng S đã được thiết lập theo các thời kỳ mùa bão khác nhau và đã được trình bày chi tiết trong công trình [1], [3].

2. Phương pháp thống kê sinốp S.Y.W. TSE.

Phương pháp thống kê sinốp S.Y.W. TSE (gọi tắt là phương pháp TSE) bao gồm các phương trình hồi quy và các giản đồ dự báo 24 giờ các di chuyển của tâm bão thích ứng với từng loại hình thể sinốp của mực 700mb [2]. Phương pháp này hoàn toàn không sử dụng các tham số di chuyển quán tính của tâm bão. Miền dự báo được giới hạn từ kinh tuyến 105°E đến kinh tuyến 160°E và từ vĩ tuyến 00°N đến vĩ tuyến 35°N.

Để phân loại hình thể sinốp tác giả đã sử dụng bản đồ đường đẳng cao của mực 700mb. Lấy tâm bão làm tâm xác định, 4 điểm E, W, S, N cách đều điểm tâm này 10 độ kinh hoặc vĩ tuyến tương ứng về các phía đông, tây, nam, bắc được xác định và đánh dấu trên bản đồ. Từ đây các loại hình thể sinốp được phân thành 5 loại cơ bản sau đây:

Loại A: khi điểm N nằm ở phía nam hay ngay trên trục sống cao áp, còn các rãnh ở phía tây (nếu có) còn cách xa điểm N trên 10 độ kinh dọc theo vĩ tuyến điểm N.

Loại B: chỉ khác loại A ở chỗ điểm N nằm lệch về phía bắc của trục sống cao áp.

Loại C: Khi rãnh của dòng chảy xiết gió tây tồn tại cách điểm N dưới 10 độ kinh.

Loại D: Khi trong bán nguyệt bắc của hình tròn tâm N, bán kính 10 độ kinh, tồn tại một hoàn lưu xoáy thuận khép kín.

Loại E: Khi ở bán nguyệt tây, tâm tại điểm W, bán kính 10 độ kinh, có một hoàn lưu xoáy thuận khép kín. Các hình thể bão kép thuộc loại này.

Tác giả quy định rằng khi một trong các hình thể A, B, C cùng xuất hiện với hình thể D thì được coi như thuộc loại D.

Năm loại hình thể sinốp cơ bản trên đây dẫn sinh thành 8 loại hình thể sinốp khác nhau trên cơ sở phối hợp một trong các hình thể A, B, C, D với hình thể E: A, B, C, D, A + E, B + E, C + E, D + E.

Đề thiết lập các phương trình hồi quy tác giả chỉ sử dụng 2 nhân tố dự báo. Đây là các trị số chênh lệch độ cao địa thế vị theo vĩ hướng và theo kinh hướng:

$$\Delta\varphi H = H_E - H_W$$

$$\Delta\lambda H = H_S - H_N$$

trong đó các trị số H_E , H_W , H_S , H_N là các giá trị độ cao địa thế vị của mặt đẳng áp 700mb tại các điểm E, W, S, N, được biểu thị trong đơn vị mét địa thế vị.

Các phương trình hồi quy dự báo 24 giờ khoảng cách di chuyển theo kinh hướng và theo vĩ hướng của tâm bão đối với từng loại hình thể sinốp và từng đối vĩ tuyến riêng biệt đều được biểu diễn trong dạng chung sau đây:

$$\Delta\varphi_{24} = a_1 \Delta\varphi H + b_1$$

$$\Delta\lambda_{24} = a_2 \Delta\lambda H + b_2$$

ở đây $\Delta\varphi_{24}$ và $\Delta\lambda_{24}$ được đo bằng độ kinh vĩ.

Các hệ số hồi quy a_1 , b_1 , a_2 , b_2 được trình bày cụ thể trong bảng 1.

3. Phương pháp hồi quy theo các tham số khí hậu, quán tính và thực nghiệm của trường H500mb Trịnh Văn Thư.

Đề dự báo 24 và 48 giờ các di chuyển của bão trên biển Đông các tác giả Trịnh Văn Thư và Đào Kim Nhung (4) đã sử dụng phương pháp phân tích hồi quy từng bước trên cơ sở sử dụng các nhân tố khí hậu, quán tính cùng với một số tham số thực nghiệm và các hệ số khai triển trực giao tự nhiên (KTTGTN) của trường độ cao địa thế vị trên mực trung bình khí quyển và của trường nhiệt độ không khí trên mực gần mặt đất. Tuy nhiên việc tính toán các hệ số KTTGTN khá phức tạp, đòi hỏi phải có phương tiện tính toán hiện đại. Đồng thời hiệu quả do các hệ số KTTGTN này mang lại trong nhiều trường hợp không rõ rệt. Vì vậy, để thuận lợi cho việc thử nghiệm nghiệp vụ, tác giả Trịnh Văn Thư đã đề cập đến các phương trình hồi quy đơn giản hơn, chỉ bao gồm các tham số khí hậu quán tính và một tham số thực nghiệm về gradien ngang độ cao địa thế vị trên mực 500mb, không bao gồm các hệ số KTTGTN. Các phương trình hồi quy đơn giản này có dạng sau đây:

$$\Delta\lambda_{24} = 0,601 \Delta\lambda_{-24} - 0,0109 H_1 - 0,4597$$

$$\Delta\lambda_{48} = 0,808 \Delta\lambda_{-24} - 0,0115 T_0 - 0,0237 H_1 - 1,2996$$

$$\Delta\varphi_{24} = 0,545 \Delta\varphi_{-24} - 0,0053 T_0 + 0,7195$$

$$\Delta\varphi_{48} = 0,703 \Delta\varphi_{-24} - 0,0124 T_0 + 1,795$$

$$\text{ở đây } H_1 = \frac{H_{47918} + H_{47945}}{2} - \frac{H_{48455} + H_{48900}}{2};$$

H_i — độ cao địa thế vị (trong đơn vị mét địa thế vị) của mặt đẳng áp 500mb tại trạm biên số « i ».

T_0 — số thứ tự của ngày XPDB được quy về gốc tọa độ ngày 1 tháng IX

$\Delta\varphi, \Delta\lambda$ — các khoảng cách di chuyển của tâm bão theo kinh hướng và theo vĩ hướng, trong đơn vị độ kinh vĩ.

Miền dự báo hạn chế từ kinh tuyến 105°E đến kinh tuyến 120°E và từ vĩ tuyến 5°N đến vĩ tuyến 25°N.

4. Phương pháp tương tự ngưỡng theo các tham số khí hậu quán tính

Trịnh Văn Thư, Phạm Ngọc Hiện.

Phương pháp này (gọi tắt là phương pháp tương tự) đã được các tác giả Trịnh Văn Thư và Phạm Ngọc Hiện trình bày chi tiết trong công trình [5]. Dựa trên tập lưu trữ quỹ đạo của 200 cơn bão các tác giả đã lựa chọn một cách thực nghiệm các ngưỡng tương tự của 4 nhân tố khí hậu quán tính và đã nhận được kết quả như sau:

$$\rho_1(X_j, X_0) = |x_{1j} - x_{10}| \leq 30 \text{ ngày}$$

$$\rho_2(X_j, X_0) = |x_{2j} - x_{20}| = \sqrt{(\lambda_j - \lambda_0)^2 + (\varphi_j - \varphi_0)^2} \leq 2,5 \text{ độ kinh vĩ.}$$

$$\rho_3(X_j, X_0) = |x_{3j} - x_{30}| \leq 20 \text{ độ góc phương vị}$$

$$\rho_4(X_j, X_0) = |x_{4j} - x_{40}| \leq 0,4 x_{40}.$$

trong đó X_j, X_0 — các véctor nhân tố theo chỉ số tình thế « j » trong tập lưu trữ và theo chỉ số « 0 » tại thời điểm XPDB, không chứa trong lưu trữ.

x_{1j} — thành phần thứ i của véctor nhân tố tình thế « j », cụ thể

x_1 — thời gian (ngày, tháng) XPDB.

x_2 — vị trí tâm bão XPDB.

x_3, x_4 — hướng và vận tốc di chuyển của tâm bão trong khoảng thời gian 12 giờ trước lúc XPDB.

ρ_j — khoảng cách đặc trưng cho độ khác biệt của thành phần thứ i của véctor nhân tố « j » so với véctor nhân tố « 0 ». Nếu tất cả ρ_i thỏa mãn các bất đẳng thức nêu trên thì véctor X_j được coi như có tương tự với véctor X_0 . Do tần suất xuất hiện bão phân bố theo các tháng trong mùa bão rất không đồng đều, vì vậy ngưỡng tương tự của ρ_1 nêu trên đây chỉ áp dụng đối với thời kỳ chính của mùa bão, từ tháng VII đến tháng X. Đối với tất cả các cơn bão xuất hiện vào thời kỳ đầu, từ tháng III đến tháng VI, cũng như vậy đối với tất cả các cơn bão xuất hiện vào thời kỳ cuối, từ tháng XI đến tháng II năm sau đều được coi là có tương tự với nhau về thời gian XPDB.

Với các giá trị ngưỡng nêu trên ta có thể lựa chọn được một nhóm các véctor X_j tương tự với X_0 , từ đấy rút ra được một nhóm các véctor yếu tố dự

bảo theo tương tự. Sau đó vectơ yếu tố dự báo duy nhất được xác định bằng thuật toán lấy trung bình số học của nhóm các vectơ yếu tố dự báo tương tự vừa mới lựa chọn được như nêu trên.

Miền dự báo của phương pháp này bao gồm từ bờ biển lục địa châu Á tới kinh tuyến 150°E và từ vĩ tuyến 0°N đến vĩ tuyến 30°N. Thời hạn dự báo bao gồm 12, 24, 36, và 48 giờ.

III-KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM NGHIỆP VỤ TRONG CÁC MÙA BÃO

1983, 1984 và 1985

1. Khái quát đặc điểm di chuyển của các cơn bão thử nghiệm trong năm 1983, 1984 và 1985

Trong 3 mùa bão 1983, 1984 và 1985, 21 cơn bão đã được tiến hành thử nghiệm dự báo 24 và 48 giờ sự di chuyển theo 4 phương pháp vật lý thống kê nêu trên. Tên và số hiệu quốc tế của các cơn bão này được nêu cụ thể ở bảng 2. Quỹ đạo của chúng được trình bày trên hình 1a (cho năm 1983 và 1984) và 1b (cho 1985). Trong tổng số 21 cơn bão này chỉ có 2 cơn ABBY (8305) và FORREST (8310) là thuần túy di chuyển trên Tây Thái Bình Dương. Số còn lại, hoặc là hình thành và di chuyển trên biển Đông hoặc là hình thành ở Tây Thái Bình Dương sau đó di chuyển vào biển Đông. Ba cơn bão PERCY (8320), GERALI, (8409), WARREN (8423), có đường đi đặc biệt phức tạp, chuyển hướng nhiều lần. Cả 3 cơn đều có những đoạn di chuyển «thắt nút». Một số cơn bão khác như ABBY (8305), GEORGIA (8311), JOE (8314), LEX (8316), IKE (8411) JUNE (8412), cơn bão 8504 có quỹ đạo tuy không đến mức đặc biệt phức tạp như 3 cơn nêu trên nhưng cũng có một số lần thay đổi hướng di chuyển đột ngột, rất khó khăn đối với các phương pháp dự báo. Như vậy rõ ràng đây là một tập hợp các cơn bão thử nghiệm có quỹ đạo phức tạp. Tập hợp này bao gồm hầu như tất cả các cơn bão di chuyển trên biển Đông trong 3 năm 1983, 1984 và 1985 (trừ một số cơn xuất hiện gần bờ và di chuyển nhanh vào đất liền). Đây là những cơn bão có nhiều nguy cơ uy hiếp đất nước chúng ta.

2. Các công thức tính sai số dự báo

Để đánh giá kết quả dự báo, các công thức tính toán sai số dự báo được nêu trong tập hướng dẫn thử nghiệm nghiệp vụ về bão (TOPEX, 1983) đã được sử dụng. Các sai số bao gồm sai số dự báo vị trí tâm bão được ký hiệu là ΔR (km), là khoảng cách từ vị trí tâm bão, dự báo đến vị trí tâm bão thực tế. Sai số dự báo về hướng di chuyển của tâm bão được ký hiệu là $\Delta \alpha$ (độ góc phương vị), là hiệu số giữa góc di chuyển dự báo và góc di chuyển thực tế của tâm bão. Sai số dự báo về tốc độ di chuyển được ký hiệu là ΔSP (km/h) là hiệu số của khoảng cách di chuyển dự báo và khoảng cách di chuyển thực tế chia cho thời hạn dự báo ($\Delta s/\Delta t$).

Theo hình 2 các công thức tính toán cụ thể có dạng sau, [3]

$$\Delta R = \frac{\pi}{180} \sqrt{(\cos \frac{\varphi_R + \varphi_B}{2} \cdot \Delta \lambda)^2 + (\Delta \varphi)^2} \text{ (km).}$$

$$\Delta \alpha = \arctg \frac{\Delta \varphi''}{\cos \varphi_I \cdot \Delta \lambda''} - \arctg \frac{\Delta' \varphi}{\cos \varphi_I \cdot \Delta \lambda'}$$

$$\Delta SP = \frac{a\pi}{\Delta l \cdot 180} \left\{ \sqrt{(\cos \varphi_I \cdot \Delta \lambda'')^2 + (\Delta \varphi'')^2} - \sqrt{(\cos \varphi_I \cdot \Delta \lambda')^2 + (\Delta \varphi')^2} \right\} \left(\frac{\text{km}}{h} \right)$$

Ở đây ký hiệu R ám chỉ vị trí thực tế (vị trí đã được chỉnh lý), P — vị trí dự báo, I — vị trí ban đầu, a — bán kính quả đất trong đơn vị km.

3. Kết quả thử nghiệm dự báo.

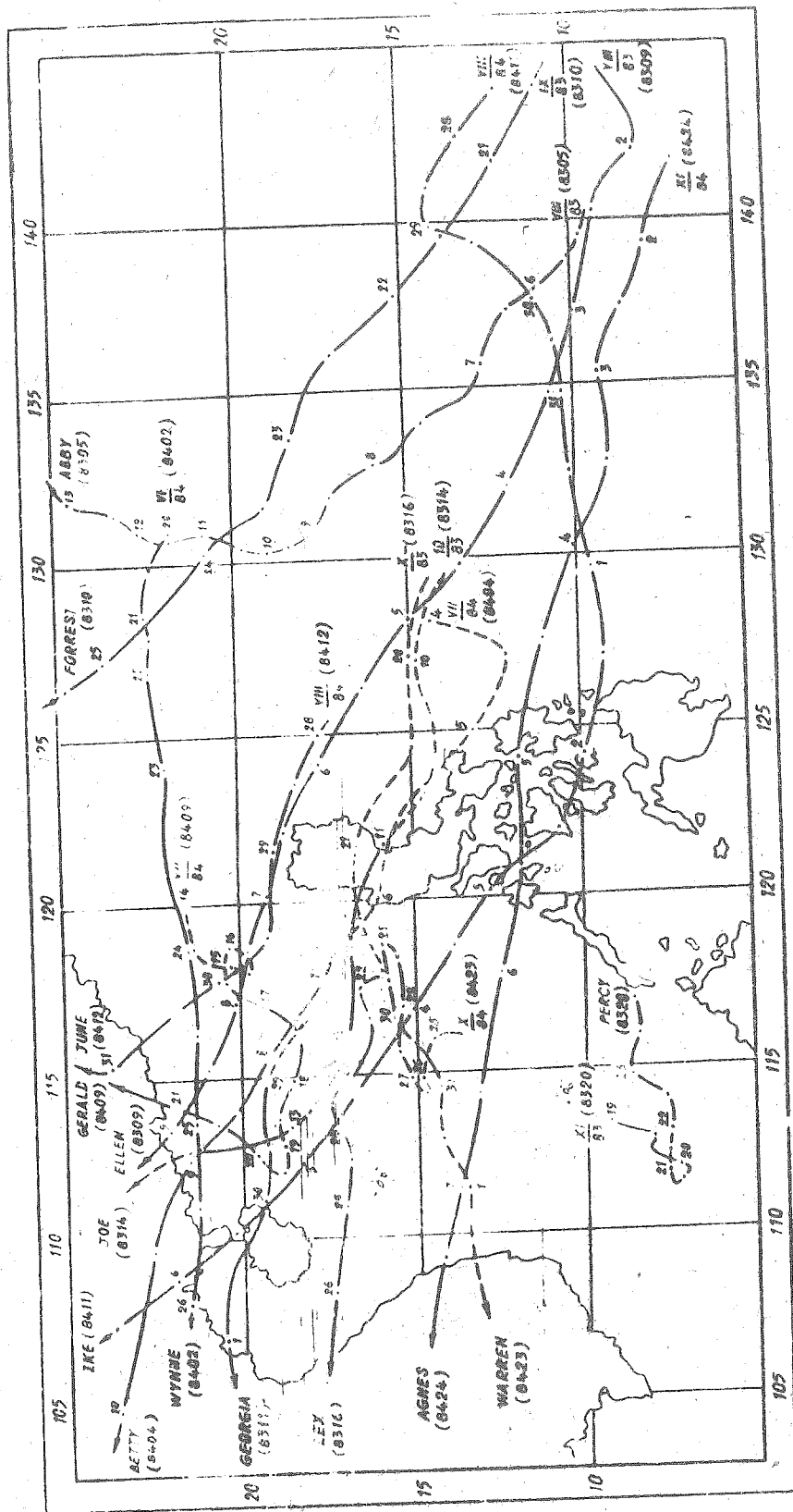
Các sai số thử nghiệm dưới điều kiện nghiệp vụ dự báo vị trí tâm bão (ΔR), hướng di chuyển ($\Delta \alpha$), tốc độ di chuyển (ΔSP) của 4 phương pháp PC, TSE, hồi quy (HQ) và tương tự (TT) được trình bày chi tiết trong các bảng 2, 3 và 4. Trong các bảng này giá trị ΔR , $\Delta \alpha$ và ΔSP được tính trung bình theo số lần dự báo (n) đối với từng cơn bão. Vì giá trị ΔR luôn luôn dương nên giá trị trung bình của nó biểu thị sai số trung bình của khoảng cách từ vị trí tâm bão dự báo tới vị trí tâm bão thực tế. Các giá trị $\Delta \alpha$ và ΔSP có các dấu khác nhau nên giá trị trung bình của chúng chỉ biểu thị độ lệch có tính chất hệ thống của các sai số. Ở 2 dòng cuối cùng của mỗi bảng này là các đại lượng trung bình (M) và độ lệch chuẩn (S) được tính theo tập hợp các cơn bão thử nghiệm. Các giá trị tuyệt đối của (M) và (S) càng nhỏ thì phương pháp càng tốt.

Trong bảng 2 đối với thời hạn dự báo 24 giờ, phương pháp PC đã thử nghiệm tất cả 21 cơn bão. Tên và số hiệu quốc tế của chúng được ghi theo đúng quy định của Ủy ban bão (2 số đầu là số hiệu năm, 2 số cuối là số thứ tự của cơn bão trong năm đó). Phương pháp HQ thử nghiệm 19 cơn bão (vì có 2 cơn nằm ngoài miền dự báo của phương pháp này). Phương pháp TT thử nghiệm 20 cơn và phương pháp TSE thử nghiệm 13 cơn bão. Cơn bão Percy (8320) có đường đi quá dị thường, phương pháp TT không chọn được tương tự, còn phương pháp TSE không xác định được hình thể sinốp thích hợp. Phương pháp TSE kết thúc thử nghiệm trong năm 1984.

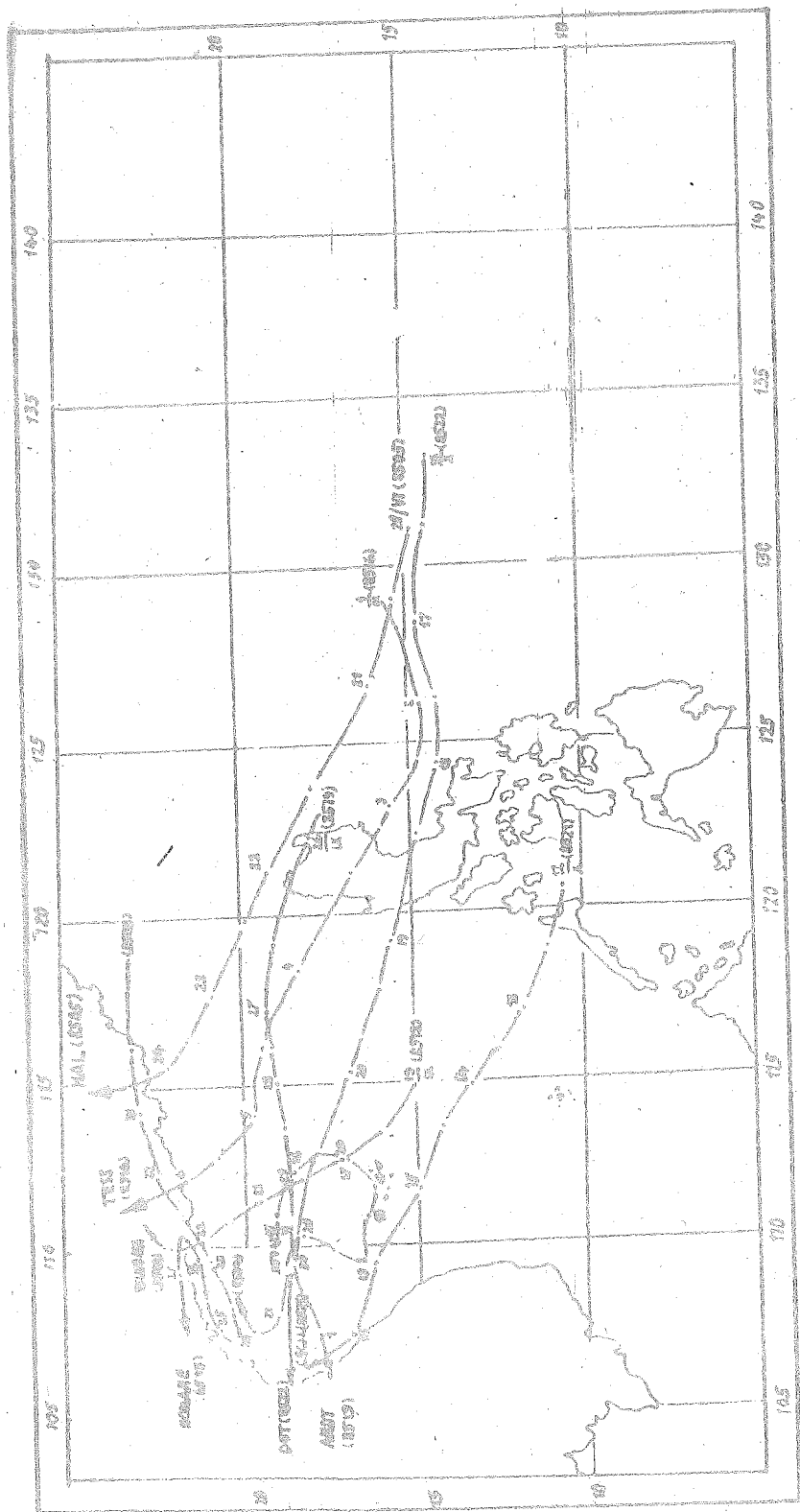
Theo đại lượng trung bình của ΔR đối với tất cả các cơn bão thử nghiệm thì chỉ có phương pháp TSE có ΔR trung bình vượt qua 200 km. Ba phương pháp còn lại đều có đại lượng này nhỏ hơn 200 km và không chênh lệch nhau đáng kể, nằm trong khoảng từ 170 đến 185 km. Một hình ảnh tương tự như vậy đối với độ lệch chuẩn của ΔR , bằng 138 km đối với phương pháp TSE và bằng 61–65 km đối với 3 phương pháp còn lại.

Trong bảng 3 đối với thời hạn dự báo 48 giờ, phương pháp HQ thử nghiệm tất cả 16 cơn bão, phương pháp TT 17 cơn. ΔR trung bình của phương pháp HQ là 347 km và của phương pháp TT là 398 km, độ lệch chuẩn của chúng là 137 và 163 km tương ứng.

Để có khái niệm so sánh cụ thể hơn giữa các phương pháp với nhau và so sánh các phương pháp với phương pháp dự báo quán tính đơn thuần (theo phép ngoại suy tuyến tính của sự di chuyển quán tính của tâm bão trong khoảng 12 giờ trước lúc XPDB), Trong bảng 4 đã đúc kết các trường hợp thử nghiệm dự báo 24 và 48 giờ mà tất cả các phương pháp cùng có số trường hợp dự báo như nhau. Mặc dù số cơn bão và số lần thử nghiệm trong bảng này còn tương đối ít, đối với dự báo 24 giờ có 17 cơn bão và đối với dự báo 48 giờ có 10



Hình 1d - Quỹ đạo 14 cơn bão thử nghiệm trong thời kỳ 1983 - 1984



Hình 1b. Quỹ đạo các cơn bão thử nghiệm năm 1955 (trước 31.X)

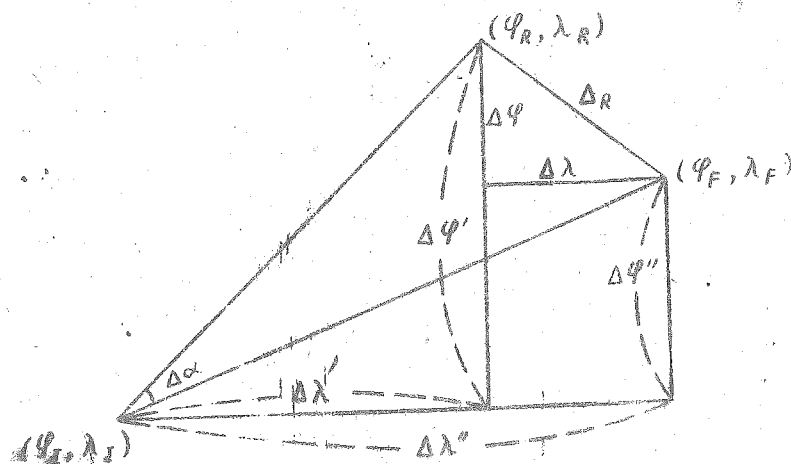
cơn bão, việc đúc kết này, nhất là việc so sánh với phương pháp quán tính đơn thuần (PPQT) đã cho phép đưa ra những nhận xét so sánh sơ bộ hữu ích. Đại lượng sai số dùng để so sánh trong bảng này là ΔR vì nó là kết quả tổng hợp của các sai số $\Delta \alpha$ và ΔSP mà ở đây không cần nêu phân tích chi tiết đối với chúng.

Theo bảng 4 này, đối với thời hạn dự báo 24 giờ phương pháp TSE có đại lượng trung bình và độ lệch tiêu chuẩn của ΔR đều lớn hơn so với phương pháp QT. Các phương pháp PC, HQ, TT đều có đại lượng ΔR trung bình nhỏ hơn đại lượng của phương pháp QT. Đồng thời độ lệch chuẩn của 3 phương pháp này cũng đều nhỏ hơn đáng kể so với phương pháp QT. Điều đó nói lên rằng, tuy 3 phương pháp PC, HQ, TT chưa đạt được độ chính xác dự báo 24 giờ vị trí tâm bão trung bình cao hơn hẳn phương pháp QT nhưng chúng ta có kết quả dự báo ổn định hơn nhiều so với phương pháp QT, nhất là phương pháp PC và phương pháp HQ.

Đối với thời hạn dự báo 48 giờ chỉ có phương pháp HQ là tỏ ra có ưu việt so với phương pháp QT vì cả ΔR trung bình và cả độ lệch tiêu chuẩn của nó đều nhỏ hơn so với phương pháp QT. Phương pháp TT tuy đã có độ lệch tiêu chuẩn của ΔR nhỏ hơn so với phương pháp QT nhưng ΔR trung bình của nó còn lớn hơn đáng kể so với phương pháp QT.

Sự ưu việt của phương pháp HQ đối với thời hạn dự báo 48 giờ so với phương pháp QT và so với phương pháp TT, có lẽ do phương pháp HQ đã sử dụng không những các tham số khí hậu quán tính mà còn sử dụng tham số thực nghiệm của trường độ cao địa thế vị mực 500mb mặc dù còn trong dạng thô thiển.

Cuối cùng, cũng cần nhận xét rằng, các kết quả thử nghiệm của các phương pháp PC, HQ và TT phụ thuộc rất nhiều vào việc xác định các tham



Hình 2 — Các sai số dự báo di chuyển của tâm bão.

số quán tính của bão, còn đối với phương pháp TSE phụ thuộc rất nhiều vào việc phân loại hình thể sinốp và mức độ chính xác của các số liệu ban đầu của trường độ cao địa thế vị mực 700mb. Có thể do các số liệu ban đầu chứa nhiều sai số nên phương pháp TSE đã không mang lại kết quả mong muốn. Đề nâng cao hiệu quả của các phương pháp PC, HQ, TT trước hết phải nâng cao mức độ chính xác của việc xác định các tọa độ ban đầu của tâm bão.

IV — KẾT LUẬN

Bốn phương pháp vật lý thống kê dự báo di chuyển của bão đã được lựa chọn để thử nghiệm nghiệp vụ trong mùa bão 1983, 1984 và 1985.

Mặc dù số cơn bão thử nghiệm còn tương đối ít (21 cơn), các kết quả thử nghiệm đã cho phép đưa ra các nhận xét sơ bộ về hiệu quả (sự thích ứng với các điều kiện số liệu hiện có) đối với từng phương pháp.

Đối với thời hạn dự báo 24 giờ, 3 phương pháp PC, HQ, TT là các phương pháp sử dụng chủ yếu các tham số khí hậu quán tính có sai số trung bình dự báo vị trí tâm bão (ΔR) tuy mới bé hơn đôi chút so với sai số của phương pháp quán tính đơn thuần nhưng mức độ ổn định dự báo của 3 phương pháp này đã tốt hơn so với phương pháp quán tính (QT) (sự dao động của ΔR từ cơn bão này đến cơn bão khác ít hơn so với phương pháp QT). Trong điều kiện số liệu hiện có ΔR (24 giờ) trung bình của cả 3 phương pháp này khoảng 170 — 180 km là mức độ sai số có thể chấp nhận được.

Bảng 1 — Các hệ số của phương trình hồi quy dự báo 24 giờ các di chuyển của bão theo các loại hình thể sinốp và các dải vĩ tuyến khác nhau (phương pháp TSE)

Vĩ độ	LOẠI HÌNH THỜI TIẾT											
	LOẠI A				LOẠI B				LOẠI C			
	a1	b1	a2	b2	a1	b1	a2	b2	a1	b1	a2	b2
30°—35°N	0,088	0,08	0,166	-0,14	—	—	—	—	0,075	0,87	0,073	0,16
25°—29,9°N	0,091	-0,17	0,091	-0,15	0,090	0	0,181	-0,27	0,101	-0,40	0,079	-0,25
20°—24,9°N	0,080	0,06	0,091	-0,12	0,083	0,07	0,164	-0,29	0,095	-0,13	0,083	0
15°—19,9°N	0,089	-0,09	0,102	0,05	0,088	-0,05	0,155	-0,18	0,099	-0,08	0,071	-0,19
10°—14,9°N	0,087	0,15	0,092	-0,24	0,099	-0,17	0,161	0	0,070	0,54	0,084	-0,62
5°—9,9°N	0,092	0,15	0,107	0,49	0,080	0,35	0,141	-0,04	—	—	—	—
5°—35°N	LOẠI (A+E)				LOẠI (B+E)				LOẠI (C+E)			
	a1	b1	a2	b2	a1	b1	a2	b2	a1	b1	a2	b2
	0,035	0,35	0,079	-0,63	0,034	0,02	0,132	-0,53	0,040	0,36	0,067	-0,30
5°—35°N	LOẠI D				LOẠI (D+E)							
	a1	b1	a2	b2	a1	b1	a2	b2				
	0,099	-0,78	0,071	-2,55	—	—	—	—				

Ghi chú: Các ô có dấu « — » chỉ rằng ở các dải vĩ độ đó chưa quan trắc thấy loại hình thời tiết đang xét.

Bảng 2 - Sai số dự báo 24 giờ vị trí tâm bão theo các phương pháp khác nhau (ΔR - km; $\Delta \alpha$ - độ phương vị; ΔSP - km/h)

TÊN BÃO	Phương pháp PC				Phương pháp HQ				Phương pháp TT				P.pháp TSE			
	n	ΔR	$\Delta \alpha$	ΔSP	n	ΔR	$\Delta \alpha$	ΔSP	n	R	$\Delta \alpha$	ΔSP	n	ΔR	$\Delta \alpha$	ΔSP
ABBY (8305)	21	107	15	2	—	—	—	—	9	247	19	8	13	238	53	-1
ELLEN (8309)	14	104	-7	-2	03	59	3	-2	14	87	1	0	07	146	9	4
FORREST (8310)	17	118	2	-1	—	—	—	—	17	115	6	-3	09	300	-17	19
GEORGIA (8311)	05	143	-4	-4	05	77	-4	-2	05	101	7	-2	03	212	-17	-1
JOE (8314)	06	214	25	-3	06	249	28	0	06	235	29	-8	03	248	-15	-5
LEX (8316)	13	161	-38	-3	13	197	22	-2	09	152	9	2	02	251	-40	-5
PERCY (8320)	13	340	17	-4	13	304	44	-7	—	—	—	—	—	—	—	—
WYNNE (8402)	03	172	3	-6	03	110	-6	-2	03	130	-12	2	02	616	-51	-14
BETTY (8404)	04	257	-15	-9	04	196	-9	-8	04	190	3	-7	02	547	-61	5
GERALD (8409)	14	220	24	1	14	182	20	-3	11	220	50	0	07	195	16	-2
JUNE (8412)	06	197	20	1	06	188	24	-2	05	248	31	1	03	263	5	-10
IKE (8411)	10	214	-5	-6	10	140	7	-4	08	253	18	-6	02	321	0	4
WARREN (8423)	22	204	-6	-3	22	250	-1	-2	09	146	20	2	06	302	32	0
AGNES (8424)	05	155	1	-5	05	201	1	-8	05	223	-9	-8	01	174	-3	-7
(8504)	05	203	-23	1	04	148	-9	2	05	245	-17	5	—	—	—	—
HAL (8505)	04	157	-9	-2	04	118	11	3	04	132	2	-2	—	—	—	—
TESS (8516)	04	140	8	-2	04	166	11	1	04	143	22	0	—	—	—	—
WINONA (8518)	05	123	-10	-2	05	154	31	1	05	167	33	0	—	—	—	—
ANDY (8519)	05	89	-14	0	05	100	-19	1	05	83	-2	1	—	—	—	—
CECIL (8521)	05	242	-10	-8	05	184	-1	-6	05	122	-1	-8	—	—	—	—
DOT (8522)	04	294	-3	-7	04	216	-4	-8	04	253	-2	-10	—	—	—	—
Trung bình	—	184	-1	-3	—	170	6	-3	—	175	10	-2	—	293	-7	-1
Độ lệch chuẩn	—	65	16	3	—	62	17	4	—	61	17	5	—	138	32	8

Bảng 3 - Sai số dự báo 48 giờ vị trí tâm bão theo các phương pháp khác nhau (ΔR - km; $\Delta \alpha$ - độ phương vị; ΔSP - km/h)

Tên bão	SRM				ANM			
	N	ΔR	$\Delta \alpha$	ΔSP	N	ΔR	$\Delta \alpha$	ΔSP
ABBY (8305)	—	—	—	—	9	536	27	9
ELLEN (8309)	—	—	—	—	10	131	-2	-3
FORREST (8310)	—	—	—	—	13	295	-6	-3
GEORGIA (8311)	1	294	-16	-5	1	365	5	-7
JOE (8314)	2	327	-66	1	2	519	39	-3
LEX (8316)	9	345	-28	0	5	299	-13	4
PERCY (8320)	9	389	32	-2	—	—	—	—
GERALD (8409)	11	273	14	-2	7	452	54	3
IKE (8411)	6	429	33	-3	5	648	21	-13
JUNE (8412)	6	374	9	-6	5	574	43	0
WARREN (8423)	18	539	41	1	5	566	117	2
AGNES (8424)	1	486	-1	-10	1	372	-7	-7
(8504)	5	217	-3	2	1	146	-20	2
HAL (8505)	2	91	0	1	2	238	-16	-2
TESS (8516)	2	142	7	1	0	—	—	—
WINONA (8518)	3	835	36	2	3	398	52	-3
ANDY (8519)	3	249	-28	-1	2	179	-2	-2
CECIL (8521)	3	415	-1	-8	3	486	-2	-10
DOT (8522)	2	446	-3	-9	2	564	-4	-12
Trung bình	—	347	2	-2	—	398	17	-3
Độ lệch chuẩn	—	137	28	4	—	163	35	6

Bảng 4 — Sai số dự báo 24 giờ và 48 giờ vị trí tâm bão của các phương pháp khác nhau có cùng số trường hợp dự báo như nhau

Tên bão	ΔR_{24} (km)						ΔR_{48} (km)			
	n	PPPC	PPHQ	PPTT	PPTSE	PPQT	n	PPHQ	PPTT	PPQT
GEORGIA (8311)	3	136	90	91	212	120	1	294	365	140
JOE (8314)	3	200	228	204	248	288	1	232	481	652
LEX (8316)	2	166	231	172	251	172	—	—	—	—
WYNNE (8402)	2	168	103	143	616	78	—	—	—	—
BETTY (8404)	2	209	145	183	347	279	—	—	—	—
GERALD (8409)	6	180	183	168	162	183	5	317	502	352
JUNE (8412)	3	203	198	275	263	179	3	420	639	499
IKE (8411)	2	220	152	255	321	119	—	—	—	—
WARREN (8423)	3	147	158	140	195	270	1	605	599	397
AGNES (8424)	1	172	210	222	174	81	—	—	—	—
(8504)	4	203	163	245	—	262	—	—	—	—
HAL (8505)	4	157	118	132	—	185	2	91	238	296
TESS (8516)	4	140	166	143	—	203	—	—	—	—
WINONA (8518)	5	123	154	167	—	136	3	335	398	261
ADY (8519)	3	89	100	83	—	97	2	228	179	132
CECIL (8521)	5	242	184	122	—	180	3	415	488	468
DOT (8522)	4	294	216	253	—	256	2	446	564	594
Trung bình		179	165	176	299	182		338	442	399
Độ lệch chuẩn		49	44	58	157	70		142	149	185

Ghi chú: PPPC — Phương pháp PC; PPHQ — Phương pháp hồi quy.

PPTSE — Phương pháp TSE, PPQT — Phương pháp quán tính

PPTT — Phương pháp tương tự.

Trong 2 phương pháp có thời hạn dự báo 48 giờ, chỉ có phương pháp HQ là thể hiện rõ sự ưu việt so với phương pháp QT, ΔR (48 giờ) trung bình của phương pháp này khoảng 350 km là mức độ tương đối khả quan.

Phương pháp thống kê sinopsis TSE là phương pháp duy nhất trong 4 phương pháp thử nghiệm không sử dụng các nhân tố khí hậu quán tính, chỉ sử dụng các trị số về độ cao địa thế vị của mực 700 mb. Có thể do sai số về số liệu ban đầu quá lớn, phương pháp đã không đạt kết quả thử nghiệm như mong muốn.

Phương pháp PC có cấu trúc phức tạp hơn phương pháp HQ nhưng có thể do số liệu ban đầu chứa nhiều sai số hoặc do chưa tính đến tham số về trường nên kết quả của phương pháp PC không trội hơn so với phương pháp hồi quy đơn giản.

Để nâng cao hiệu quả sử dụng của các phương pháp, trước khi phát triển các phương pháp phức tạp hơn cần phải nâng cao độ chính xác của các tọa độ ban đầu của tâm bão và tiếp theo là độ chính xác của các trường yếu tố khí tượng có liên quan.

— Các tác giả chân thành cảm ơn các đồng chí Đào Kim Nhung, Nguyễn Thị Minh Phương, Phùng Thị Vượng, Vũ Việt Hằng đã tích cực tham gia chuẩn bị số liệu và tiến hành tính toán thử nghiệm.

(Xem tiếp trang 28)