

Kết quả dự báo nghiệp vụ đường đi của bão trên biển Đông bằng các phương pháp vật lý thống kê PCII, PCIII A và mô hình thủy động một tầng

KS. Nguyễn Thị Minh Phương
Trung tâm quốc gia dự báo KTTV

Bão là một loại thiên tai vô cùng nguy hiểm, gây ra thiệt hại to lớn về người và vật chất cho nước ta, có những năm rất nghiêm trọng. Vì vậy, dự báo chính xác đường đi của bão trên Biển Đông có tầm quan trọng đặc biệt trong công tác dự báo thời tiết nhằm góp phần tích cực cho việc phòng chống bão lụt, giảm nhẹ một phần đáng kể những thiệt hại nặng nề do bão gây ra. Trong việc dự báo đường đi của bão, bên cạnh các phương pháp synop truyền thống, từ nhiều năm nay ở Cục dự báo KTTV (nay là Trung tâm quốc gia dự báo KTTV), các dự báo nghiệp vụ bằng các phương pháp vật lý thống kê và mô hình thủy động một tầng đã được tiến hành. Trong bài báo này trình bày và phân tích kết quả dự báo nghiệp vụ đường đi của bão trên Biển Đông bằng các phương pháp vật lý thống kê PCII, PCIII A và mô hình thủy động một tầng, có so sánh với kết quả dự báo của một số trung tâm dự báo nước ngoài trong khu vực. Các kết quả này cho thấy các phương pháp nêu trên đáp ứng được những đòi hỏi của công tác dự báo bão với độ chính xác tương đương trình độ kỹ thuật chung hiện nay ở khu vực.

I. Mô tả tóm tắt các phương pháp dự báo PCII, PCIII A và mô hình thủy động một tầng

1. Phương pháp PCII

Các phương trình dự báo của phương pháp PCII như sau:

$$U_{24} = 0,601U_{-24} - 0,0109H_1 - 0,4597$$

$$V_{24} = 0,545V_{-24} - 0,0053T_0 - 0,7195$$

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

$$V_{48} = 0,703V_{-24} - 0,0124T_0 - 1,795$$

trong đó U_{24} , U_{48} : sự dịch chuyển dự báo + 24h, + 48h của tâm bão theo kinh hướng; V_{24} , V_{48} : sự dịch chuyển dự báo +24h, + 48h của tâm bão theo vĩ hướng.

$U_{24} = \lambda_{00} - \lambda_{24}$ sự dịch chuyển trong 24h cuối của tâm bão theo kinh
 $V_{24} = \varphi_{00} - \varphi_{24}$ hướng và vĩ hướng.

$$H_1 = \frac{H_{47918}^{500} + H_{47945}^{500}}{2} - \frac{H_{48455}^{500} + H_{48900}^{500}}{2}$$

To: số ngày, tính từ 01 - 09 đến ngày làm dự báo.

Vị trí dự báo của tâm bão được tính như sau:

$$\varphi_{24} = \varphi_{00} + V_{24}$$

$$\lambda_{24} = \lambda_{00} + U_{24}$$

$$\varphi_{48} = \varphi_{00} + V_{48}$$

$$\lambda_{48} = \lambda_{00} + U_{48}$$

Phương pháp PCII được áp dụng cho khu vực Biển Đông: từ 0°N - 25°N , 100°E - 120°E .

Phương pháp này được PGS PTS Trịnh Văn Thư và các kỹ sư Tổ số trị, Phòng Nghiên cứu, Cục Dự báo KTTV (nay là Phòng ứng dụng và Phát triển kỹ thuật mới, Trung tâm quốc gia dự báo KTTV) xây dựng từ những năm 1980 - 1981, áp dụng vào thử nghiệm và dự báo nghiệp vụ từ mùa bão năm 1982 cho đến nay [1].

2. Phương pháp PCIII

Các phương trình dự báo của phương pháp PCIII như sau:

$$\varphi_{24} = 0,53732\Delta Y + 0,084411\varphi_{00} - 0,00237D +$$

$$+ 0,08275D_{12} + 0,11951D_{13} - 51,25039$$

$$\lambda_{24} = 1,10229\Delta X + 0,90927\lambda_{00} - 0,1345 D_9 +$$

$$+ 0,17624D_{13} - 0,11537D_{19} + 40,89598$$

$$\varphi_{48} = 0,78335\Delta Y + 0,67241\varphi_{00} - 0,00595D +$$

$$+ 0,21088D_{12} + 0,34718D_{13} - 143,58861$$

$$\lambda_{48} = 0,78189\Delta Y + 1,79689\Delta X + 0,78143\lambda_{00} -$$

$$- 0,31676D_9 + 0,52417 D_{13} - 0,19438 D_{16} + 66,43111$$

Trong đó:

$$-\Delta Y = \varphi_{00} - \varphi_{12}$$

$$-\Delta X = \lambda_{00} - \lambda_{12}$$

- D = số ngày, tính từ 01.01 đến ngày làm dự báo.

$$D_8 = \left(H_{21}^{500} \right)^{00}$$

$$D_9 = \left(\frac{H_{23}^{500} + H_{24}^{500} + H_{25}^{500}}{3} \right)^{00}$$

$$D_{12} = \frac{(H_{14}^{500} + H_{15}^{500}) - (H_{14}^{700} + H_{15}^{700})}{2}^{00}$$

$$D_{13} = \frac{(H_{22}^{500} + H_{27}^{500} + H_{28}^{500})^{00} - (H_{22}^{700} + H_{27}^{700} + H_{28}^{700})^{00}}{3}$$

$$D_{16} = D_8^{00} - D_8^{-24}$$

$$D_{19} = \frac{[(H_{14}^{500} + H_{15}^{500}) - (H_{33}^{500} + H_{34}^{500})]^{00}}{2} - \frac{[(H_{14}^{500} + H_{15}^{500}) - (H_{33}^{500} + H_{34}^{500})]^{-24}}{2}$$

Các điểm 14, 15, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 33, 34 lần lượt tương ứng với các trạm 56294, 57679, 48820, 59758, 59316, 47918, 47945, 48855, 59981, 48455, 48900.

Phương pháp PCIIIA cũng áp dụng cho vùng Biển Đông: 0°N - 25°N, 100°E - 120°E.

Phương pháp này được PGS.PTS Trịnh Văn Thư và các kỹ sư tổ số trị, Phòng Nghiên cứu Cục dự báo KTTV xây dựng trong những năm 1985 - 1986, được áp dụng vào thử nghiệm và dự báo nghiệp vụ từ năm 1987 cho đến nay [2].

3. Mô hình thủy động một tầng

Mô hình thủy động một tầng sử dụng phương trình bảo toàn xoáy tuyệt đối với giả thiết sole noid.

Miền dự báo gồm 53 x 53 điểm từ 72°E - 180°E, 20°S - 44°N với bước lưới 2° x 2°. Mô hình sử dụng điều kiện biên cứng đối với các biên bắc và nam, điều kiện biên tuần hoàn đối với các biên đông và tây. Bước tích phân thời gian là 900s, điều kiện ban đầu là trường hàm dòng, được tính theo số liệu gió quan trắc mực 500hPa đã qua phân tích khách quan bằng phương pháp hiệu chỉnh liên tục.

Mô hình này được thử nghiệm, hiệu chỉnh và đưa vào dự báo nghiệp vụ từ năm 1990, là một trong những kết quả chuyển giao công nghệ của Dự án UNDP/WMO VIE /80/051 “ Tăng cường cho Tổng cục KTTV và dự báo bão”

II. Kết quả dự báo đường đi của bão trên Biển Đông theo các phương pháp PCII, PCIIIA và mô hình thủy động

Sai số trung bình (ΔR , km) của dự báo 24h, 48h và dự báo 24h, tin bão khẩn cấp tâm bão Biển Đông theo các phương pháp PCII, PCIIIA và mô hình thủy động một tầng được trình bày trong các bảng 1, 2, 3.

Bảng 1. Sai số trung bình (ΔR , km) của các dự báo 24h tâm bão Biển Đông theo các phương pháp PCII, PCIIIA và mô hình thủy động

Năm	PCII		PCIIIA		Thủy động	
	n	ΔR (km)	n	ΔR (km)	n	ΔR (km)
1988	13	223	13	200	-	-
1989	23	115	23	116	-	-
1990	21	219	21	230	19	170
1991	20	217	20	200	14	285
1992	26	135	26	160	11	156
1993	34	197	33	197	32	113
1994	28	148	28	170	28	181
Trung bình	165	175	164	180	104	170

Bảng 2. Sai số trung bình (ΔR , km) của các dự báo 48h tâm bão Biển Đông theo các phương pháp PCII, PCIIIA và mô hình thủy động

Năm	PCII		PCIIIA		Thủy động	
	n	ΔR (km)	n	ΔR (km)	n	ΔR (km)
1988	8	324	8	272	-	-
1989	14	273	13	256	-	-
1990	15	441	14	464	11	321
1991	12	433	12	424	10	633
1992	15	242	15	282	14	378
1993	18	496	18	523	17	434
1994	16	301	16	285	15	578
Trung bình	98	363	96	368	67	466

Bảng 3. Sai số trung bình (ΔR , km) của các dự báo 24h tâm bão Biển Đông (dự báo khẩn cấp) theo các phương pháp PCII, PCIIIA và mô hình thủy động

Năm	PCII		PCIIIA		Thủy động	
	n	ΔR (km)	n	ΔR (km)	n	ΔR (km)
1988	2	176	2	153	-	-
1989	5	150	5	176	-	-
1990	6	201	6	237	6	165
1991	2	177	2	178	1	70
1992	15	136	15	166	15	214
1993	6	188	6	182	6	255
1994	12	139	12	177	12	160
Trung bình	48	156	48	181	40	193

Sai số trung bình (ΔR , km) của các dự báo 24h, 48h tâm bão Biển Đông theo các trung tâm dự báo Nhật, Quảng Châu, Hồng Kông được trình bày trong các bảng 4, 5.

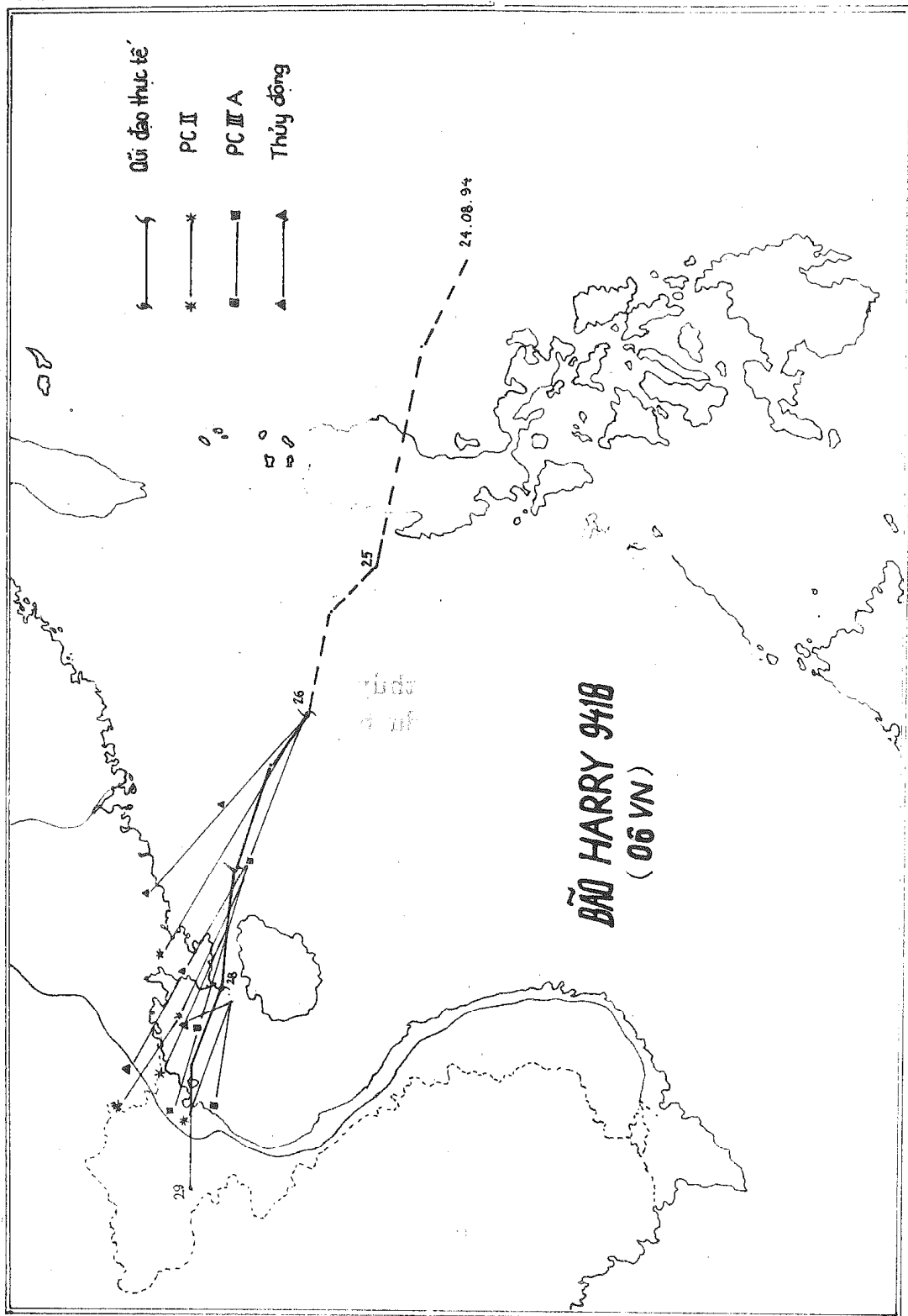
Bảng 4. Sai số trung bình (ΔR , km) của các dự báo 24h tâm bão Biển Đông của các Trung tâm dự báo Nhật, Hồng Kông, Quảng Châu

Năm	Nhật		Quảng Châu		Hồng Kông	
	n	ΔR (km)	n	ΔR (km)	n	ΔR (km)
1988	21	222	15	201	12	165
1989	32	165	19	140	29	135
1991	21	177	11	172	18	150
1992	20	146	9	161	20	146
Trung bình	94	176	54	167	79	146

Bảng 5. Sai số trung bình (ΔR , km) của các dự báo 48h tâm bão Biển Đông của các Trung tâm dự báo Nhật, Hồng Kông, Quảng Châu

Năm	Nhật		Quảng Châu		Hồng Kông	
	n	ΔR (km)	n	ΔR (km)	n	ΔR (km)
1988	-	-	8	380	6	400
1989	14	260	6	262	15	263
1991	11	328	4	392	10	289
1992	11	245	3	400	12	294
Trung bình	36	27	21	351	43	297

Việc đánh giá chất lượng dự báo của các Trung tâm dự báo nước ngoài trong khu vực gặp nhiều khó khăn, do các bản tin thu thập được không đầy đủ, không đồng bộ. Các dự báo đường đi của bão HARRY 9418 (06 VN) theo 3 phương pháp nêu trên được biểu diễn ở hình 1.



Hình 1. Các dự báo đường đi của bão HARRY 9418 (06 VN) theo các phương pháp PCII, PCIIIA và mô hình thủy động một tầng

Phân tích số liệu trình bày trong các bảng nêu trên cho thấy, bão hoạt động trên Biển Đông rất phức tạp. Một số cơn hình thành ở Tây Bắc Thái Bình Dương, sau khi vượt qua Philippin vào Biển Đông thường thay đổi hướng chuyển động và cường độ. Một số cơn hình thành ngay trong Biển Đông, gần bờ, diễn biến nhanh. Trên vùng Biển Đông, số liệu rất thưa thớt, hầu như không có, việc xác định tâm bão gặp khó khăn, sai số lớn. Trong hoàn cảnh như vậy, các dự báo tâm bão Biển Đông theo các phương pháp PCII, PCIIIA và mô hình thủy động có sai số trung bình (ΔR) theo thứ tự là 175km, 180km và 170km đối với hạn dự báo 24h (bảng 1). Chất lượng dự báo của từng năm có dao động quanh giá trị trung bình nói trên, song nhìn chung là ổn định đối với cả 3 phương pháp. Những năm có nhiều cơn bão phức tạp, các phương pháp PCII, PCIIIA và mô hình thủy động đều có sai số lớn hơn: năm 1988, 1990, 1991, các sai số trung bình theo thứ tự lần lượt là: 223km (PCII), 200km (PCIIIA) - 1988; 219km (PCII), 230km (PCIIIA) - 1990; 217 km (PCII), 200km (PCIIIA) và 285km (mô hình thủy động), -1991 tức là trên 200km. So sánh với chất lượng dự báo trong khu vực (Nhật, Hồng Kông, Quảng Châu) cho thấy sai số của các phương pháp PCIIIA, PCII và mô hình thủy động ở mức độ tương đương với sai số của các trung tâm kể trên (bảng 4). Đối với các bản tin dự báo khẩn cấp là lúc bão đã vượt kinh tuyến 110°E , ảnh hưởng trực tiếp đến nước ta, cũng là lúc bão bắt đầu chịu nhiều ảnh hưởng của điều kiện địa hình, diễn biến phức tạp, các bản tin dự báo bão theo các phương pháp PCII, PCIIIA và mô hình thủy động vẫn giữ được chất lượng ổn định chung: sai số trung bình của dự báo 24h theo thứ tự là 156km, 181km và 193km (bảng 3).

Đối với hạn dự báo 48h, các dự báo bão theo các phương pháp PCII, PCIIIA và mô hình thủy động có sai số trung bình lớn hơn so với các dự báo của các Trung tâm nước ngoài trong khu vực (bảng 2 và bảng 5): các sai số trung bình của dự báo 48h theo các phương pháp PCII, PCIIIA và mô hình thủy động theo thứ tự là 363km, 368km và 466km, trong khi các sai số trung bình của dự báo 48h theo các Trung tâm dự báo Nhật, Quảng Châu, Hồng Kông theo thứ tự là 276km, 351 và 297km.

III. Nhận xét chung

Hiện nay trên thế giới, các phương pháp dự báo đường đi của bão có sai số trung bình vào khoảng 150 - 200km đối với hạn dự báo 42h, 350 - 400km đối với hạn dự báo 48h [3, 4, 5, 6]. Các phương pháp vật lý thống kê PCII, PCIIIA và mô hình thủy động một tầng được áp dụng để dự báo nghiệp vụ đường đi của bão Biển Đông cũng đạt được chất lượng chung đó và thể hiện tính ổn định qua nhiều năm tính toán. Các phương pháp vật lý thống kê PCII, PCIIIA có ưu điểm là đơn giản, dễ áp dụng trong nghiệp vụ dự báo, dự báo tốt các cơn bão mạnh, có đường đi tương đối ổn

định, còn mô hình thủy động một tầng dự báo tốt hướng di chuyển của bão, trong nhiều trường hợp dự báo trước được sự đổi hướng, song dự báo tốc độ di chuyển của bão có sai số lớn, cần phải được nghiên cứu hiệu chỉnh. Khó khăn chung mà các phương pháp nêu trên cũng như các phương pháp dự báo đường đi của bão khác trên thế giới hiện nay gặp phải là khi đường đi của bão có dạng phức tạp (sự đổi hướng đột ngột, các điểm xoắn, thắt nút ...). Để khắc phục dần dần tình trạng đó, bên cạnh việc duy trì và hiệu chỉnh các phương pháp nêu trên, cần đầu tư nghiên cứu xây dựng các mô hình thủy động nguyên thủy dự báo đường đi của bão theo phương pháp tổng hợp có nội dung vật lý phong phú nhưng cũng phức tạp hơn khi điều kiện số liệu và phương tiện tính toán cho phép.

Tài liệu tham khảo

1. Trịnh Văn Thư - Đào Kim Nhung. Dự báo sự di chuyển của bão theo các phương trình hồi qui từng bước. Khí tượng - Thủy văn 1981- 1982, tập công trình nghiên cứu số 3, Tổng cục KTTV xuất bản 1983.
2. Trịnh Văn Thư - Phạm Ngọc Hiện. Dự báo sự dịch chuyển của XTNĐ theo mô hình thống kê với các tham số synop. Sơ kết năm 1987, Đề tài N^o2.
3. Haruo Ohniski. Operational typhoon forecasting Current possibilities and scientific problems. WMO/TD - N^o595. Tropical cyclone programme report N^o - TCP - 33. Papers presented at the third technical conference on SPECTRUM. Shanghai, China, 25 - 29 Oct. 1993, I.1.
4. Xue Zongyuan. An operational evaluation of tropical cyclone motion forecast (1991-1993) in China. WMO - TD - N^o595. Tropical cyclone programme report N^o - TCP - 33. Papers presented at the third technical conference on SPECTRUM. Shanghai, China, 25 - 29 Oct. 1993, I.13.
5. Russell L. Elsberry. Advances in dynamical predictions and modelling of tropical cyclone motion. March 1993. NPS - MR - 93 - 002. Naval postgraduate school, Monterey, California.
6. Annual Report on activities of the RSMC Tokyo - Typhoon Center 1994. Japan Meteorological Agency.