

MỘT VÀI KẾT QUẢ PHÂN TÍCH DÒNG CHẢY TRONG VÙNG BIỂN KIÊN GIANG

PTS. LÊ QUANG TOẠI
KS. NGUYỄN THẾ HÀO
Phân viện Khí tượng Thủy văn
tại TP. Hồ Chí Minh

Vùng biển Kiên Giang là một phần biển nông ven bờ tỉnh Kiên Giang, giữa $9^{\circ}30'$ và $10^{\circ}30'$ vĩ bắc, $104^{\circ}00'$ và $105^{\circ}00'$ kinh đông, chạy suốt từ vùng giáp ranh tỉnh Minh Hải đến phía bắc đảo Phú Quốc. Độ sâu của vùng biển Kiên Giang khá nhỏ, nơi sâu nhất ở ngoài hòn Nây Rút không quá 25m. Cả dải rộng ven bờ sâu chỉ khoảng 2 đến 5m, đường đẳng sâu 10m chạy khá xa bờ và chiếm đến khoảng $3/4$ diện tích của cả vùng biển được nghiên cứu.

Hệ thống dòng chảy trong vịnh Thái Lan nói chung hình thành một hoàn lưu có hướng thay đổi. Vào mùa gió đông bắc, trong vịnh Thái Lan xuất hiện một hoàn lưu thuận chiều kim đồng hồ và vào mùa gió tây nam thì ngược lại, trong vịnh xuất hiện hoàn lưu ngược chiều kim đồng hồ. Thủy triều trong vùng biển Kiên Giang chủ yếu mang tính chất nhật triều không đều.

I. TÀI LIỆU XUẤT PHÁT

Phân viện KTTV tại TP. Hồ Chí Minh phối hợp với Đài KTTV tỉnh Kiên Giang đã tiến hành nhiều đợt khảo sát khí tượng hải văn từ năm 1980 đến 1984. Kết quả là đã thu được các số liệu nhiệt độ và độ muối nước biển trên 51 trạm theo 6 mặt cắt trong toàn vùng biển Kiên Giang trong hai đợt quan trắc mặt rộng vào tháng III năm 1981 và tháng XI năm 1984. Đáng chú ý là đã thu được các số liệu dòng chảy tại ba trạm liên tục ngày đêm có tọa độ như sau (Hình 1):

- Trạm I : $9^{\circ}56'N, 104^{\circ}30'E$

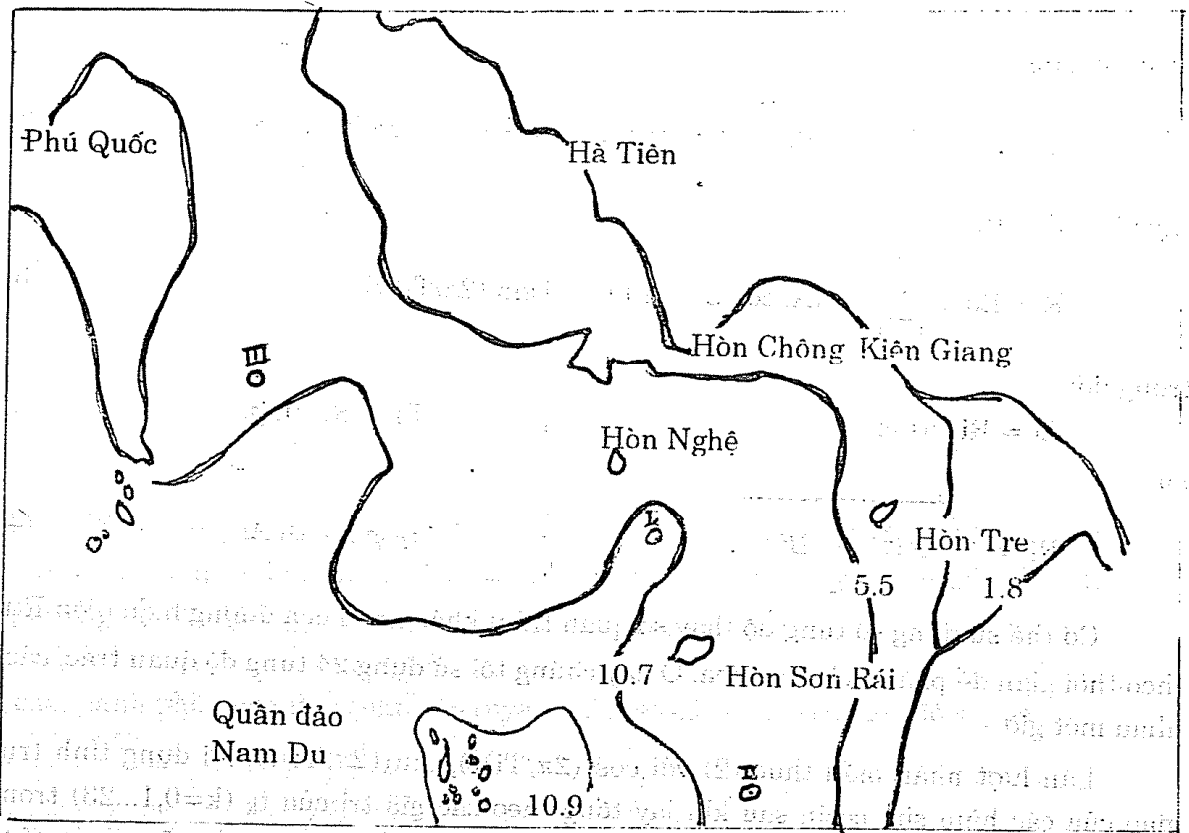
- Trạm II : $9^{\circ}46'N, 104^{\circ}39'E$

- Trạm III : $9^{\circ}06'N, 104^{\circ}11'E$

Đồng thời với đo dòng chảy, cũng đã tiến hành đo liên tục từng giờ, độ muối nước biển, cùng quan trắc khí tượng trên tàu theo 4 ớp tiêu chuẩn.

II. TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY DƯ TRONG VÙNG BIỂN KIÊN GIANG BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH ĐIỀU HÒA

Như ta đã biết, thủy triều trong vùng biển Kiên Giang cũng như trong vịnh Thái Lan nói chung có tính chất nhật triều không đều. Do đó muốn loại bỏ dòng triều khỏi dòng chảy tổng cộng đo được, theo phương pháp thông thường, có thể lấy trung bình toàn bộ chuỗi quan trắc 24 giờ đã thu được. Nhưng như vậy, ứng với mỗi chuỗi quan trắc một ngày đêm ta chỉ thu được một giá trị duy nhất của dòng chảy "dư" - dòng chảy còn lại sau khi loại bỏ dòng triều khỏi dòng chảy tổng cộng đo được trong biển. Và điều đó không cho phép ta tiếp tục phân tích dòng chảy trôi khỏi dòng chảy dư về sau. Chúng tôi đã áp dụng ở đây phương pháp phân tích điều hòa các số liệu đo đạc dòng chảy để tính toán dòng chảy dư.



Hình 1. Sơ đồ vị trí trạm đo dòng chảy

Trước hết, đã phân tích các véc tơ vận tốc dòng chảy tổng cộng đo được trong biển thành hai thành phần U và V lần lượt theo hướng đông và hướng bắc, rồi xây dựng cả đồ thị biến đổi theo thời gian (các đường biến trình ngày) của từng thành phần vĩ tuyến U và thành phần kinh tuyến V. Chúng tôi biểu diễn sự biến đổi theo thời gian của thành phần U (hoặc V) dưới dạng:

$$R(t) = R_0 + \sum_{i=1}^N R_i \cos(\omega_i t + \varphi_i) \quad (1)$$

Trong đó:

R_0 : giá trị trung bình của chuỗi quan trắc.

R_i : các biên độ

φ_i : các pha ban đầu.

$\omega_i = 2\pi/T_i$: các tần số hòa ba dòng triều ứng với các chu kỳ T_i

N : tần số của hòa ba

Các chu kỳ T_i có giá trị lần lượt là 24 giờ (thành phần ngày), 12 giờ (thành phần nửa ngày), 8 giờ (thành phần 1/3 ngày), 6 giờ (thành phần 1/4 ngày)... Dựa vào dạng các đường cong biến đổi theo thời gian của các thành phần vận tốc U và V, phù hợp với các yêu cầu phân tích điều hòa cũng như qua kinh nghiệm tính toán, chúng tôi nhận thấy chỉ cần dừng lại bốn hòa ba đầu ($N=4$) trong công thức (1) là đủ. Khai triển công thức

(1) dưới dạng:

$$R = R_0 + \sum_{i=1}^4 (R_i \cos(2\pi/T_i) t \cos \varphi_i + R_i \sin(2\pi/T_i) t \sin \varphi_i) \quad (2)$$

hay viết lại thành:

$$R = R_0 + \sum_{i=1}^4 (A_i \cos(2\pi/T_i) t + B_i \sin(2\pi/T_i) t) \quad (3)$$

trong đó:

$$A_i = R_i \cos \varphi_i \quad ; \quad B_i = R_i \sin \varphi_i \quad (4)$$

hay

$$R_i = \sqrt{A_i^2 + B_i^2} \quad ; \quad \operatorname{tg} \varphi_i = B_i/A_i \quad (4')$$

Có thể sử dụng số tung độ (hay số quan trắc) khác nhau của đường biểu diễn $R(t)$ theo thời gian để phân tích điều hòa. Ở đây chúng tôi sử dụng 24 tung độ quan trắc, cách nhau một giờ.

Lần lượt nhân biểu thức (2) với $\cos((2\pi/T_i)t)$, $\sin((2\pi/T_i)t)$, lợi dụng tính trực giao của các hàm sin, cosin sau khi lấy tổng theo các giá trị của t_k ($k=0,1,\dots,23$) trong khoảng thời gian quan trắc đúng bằng chu kỳ cơ bản $T=24$ giờ, ta thu được các công thức tính các hệ số như sau:

$$R_0 = \frac{1}{24} \sum_{k=0}^{23} R^{(k)}; \quad A_i = \frac{1}{12} \sum_{k=0}^{23} R^{(k)} \cos(2\pi/T_i) t \quad (5)$$

$$B_i = \frac{1}{12} \sum_{k=0}^{23} R^{(k)} \sin(2\pi/T_i) t$$

Trong đó $R^{(k)}$ là các tung độ (các giá trị quan trắc của U hay V tại các thời điểm t_k ($k=0,1,\dots,23$),

Với các hệ số A_i, B_i tìm được, ta tính được giá trị tổng cộng của các thành phần có chu kỳ (tức dòng triều) trong công thức (3) tại từng thời điểm t_k ($k=0,1,\dots,23$) như sau:

$$R^{(k)} = \sum_{i=1}^4 (A_i \cos(2\pi/T_i) t_k + B_i \sin(2\pi/T_i) t_k) \quad (6)$$

Hiệu số $R^{(k)} - R^{(k)}$ cho ta các giá trị của thành phần không chu kỳ (dòng chảy dư đối với U và V) tại từng thời điểm t_k .

Như vậy, nhờ phương pháp phân tích điều hòa, với 24 kết quả quan trắc trong một ngày đêm, có thể thu được 24 giá trị dòng chảy dư thay cho một giá trị nếu áp dụng phương pháp trung bình theo chu kỳ triều thông thường.

Các kết quả phân tích điều hòa số liệu dòng chảy đo được trong vùng biển Kiên Giang theo hai hòa ba chu kỳ ngày và nửa ngày được dẫn ra trong bảng 1a, b.

III. PHÂN TÍCH DÒNG CHẢY DƯ TRONG VÙNG BIỂN KIÊN GIANG THÀNH DÒNG CHẢY TRÔI VÀ DÒNG CHẢY GRADIEN

Phù hợp với những lập luận của lý thuyết dòng chảy gió trong biển nông Kiên Giang, giả thiết dòng chảy gió tổng cộng trong biển bao gồm hai thành phần dòng chảy trôi và dòng chảy gradien, đồng thời dòng chảy trôi được xem là tỉ lệ thuận với ứng suất tiếp tuyến gió, ta có biểu thức sau đây làm cơ sở cho việc phân tích dòng chảy dư trong biển:

$$\begin{aligned} D_x &= G_x + K_1 T_x + K_2 T_y \\ D_y &= G_y + L_1 T_x + L_2 T_y \end{aligned} \quad (7)$$

trong đó D_x , D_y , G_x , G_y , là các thành phần dòng chảy dư và dòng chảy Gradien dọc theo trục x (hướng đông) và trục y (hướng bắc) tương ứng. K_1 , K_2 , L_1 , L_2 là các hệ số tỉ lệ với các thành phần ứng suất tiếp tuyến gió T_x , T_y dọc theo các trục x, y tương ứng.

Sử dụng công thức thực nghiệm tính ứng suất tiếp tuyến gió trên mặt biển theo bình phương vận tốc gió.

ta có các thành phần của ứng suất tiếp tuyến gió theo các trục tọa độ x, y là:

$$\begin{aligned} r_x &= CV^2 \sin \varphi \\ r_y &= CV^2 \cos \varphi \end{aligned} \quad (9)$$

trong đó φ là góc giữa trục y (hướng bắc) và véc-tơ ứng suất tiếp tuyến gió T, cũng chính bằng góc giữa trục y và hướng gió.

Thay các biểu thức (9) vào (7) ta có:

$$D_x = G_x + K'_1 V^2 \sin \varphi + K'_2 V^2 \cos \varphi \quad (10)$$

$$D_y = G_y + L'_1 V^2 \sin \varphi + L'_2 V^2 \cos \varphi$$

trong đó K'_1 , K'_2 , L'_1 , L'_2 là những hệ số mới bằng các hệ số cũ tương ứng được nhân thêm với các hệ số C.

Dựa vào các kết quả tính toán dòng chảy dư D_x , D_y đã thu được trong phần trước, kết hợp với các số liệu đo đạc vận tốc gió V và hướng gió φ , theo các công thức (10) ta có thể xây dựng được phương pháp tính toán các thành phần dòng chảy Gradien G_x , G_y và các hệ số K'_1 , K'_2 , L'_1 , L'_2 mà ta sẽ gọi là các hệ số trôi gió. Từ công thức (10) có thể xây dựng được thuật toán như nhau cho G_x , K'_1 , K'_2 hoặc G_y , L'_1 , L'_2 . Rõ ràng là với ba số liệu dòng chảy dư và gió tương ứng tại 3 thời điểm khác nhau, với giả thiết là dòng chảy Gradien và các hệ số trôi gió không thay đổi trong khoảng thời gian đó, ta sẽ thu được hệ 3 phương trình để xác định G_x , K'_1 , K'_2 (hoặc G_y , L'_1 , L'_2).

$$G_x = 1/M [(a_2 b_3 - a_3 b_2) D_{1x} + (a_3 b_1 - a_1 b_3) D_{2x} + (a_1 b_2 - a_2 b_1) D_{3x}] \quad (11)$$

$$K'_1 = \frac{1}{M} [(b_2 - b_3) D_{1x} + (b_3 - b_1) D_{2x} + (b_1 - b_2) D_{3x}] \quad (12)$$

$$K'_2 = \frac{1}{M} [(a_2 - a_3) D_{1x} + (a_3 - a_1) D_{2x} + (a_1 - a_2) D_{3x}] \quad (13)$$

trong đó:

$$a_i = V_i^2 \sin \varphi_i ; b_i = V_i^2 \cos \varphi_i \quad (i = 1, 2, 3) \quad (14)$$

$$M = (a_2 b_3 - a_3 b_2) D_{1x} + (a_3 b_1 - a_1 b_3) + (a_1 b_2 - a_2 b_1) \quad (15)$$

Các công thức tính G_y , L'_1 , L'_2 cũng hoàn toàn tương tự như (11) - (15). Sau đó ta cũng tính được các thành phần dòng chảy trôi ứng với từng cặp số liệu dòng chảy dư và gió đã cho theo công thức:

$$\begin{aligned} U_d^{(i)} &= D_{ix} - D_x \\ V_d^{(i)} &= D_{iy} - G_y \end{aligned} \quad (16)$$

hay

$$\begin{aligned} U_d^{(i)} &= K'_1 a_i - K'_2 b_i \\ V_d^{(i)} &= L'_1 a_i - L'_2 b_i \end{aligned} \quad (17)$$

Sử dụng các tính toán dòng chảy dư trong vùng biển Kiên Giang nhận được trên đây, kết hợp với các số liệu đo gió trên tàu theo các ốp quan trắc tương ứng, chúng tôi tiến hành tính toán các thành phần dòng chảy gradien, các hệ số trôi gió và các thành phần dòng chảy trôi theo các công thức (11) - (17), với giả thiết dòng chảy gió trong vùng biển Kiên Giang được phát triển xuống tận đáy biển, chúng tôi đã phân tích dòng chảy dư theo số liệu gió bề mặt cho cả 2 tầng 5m và 10m (hay 8m), các kết quả tính toán được dẫn ra trong bảng 2, 3.

Bảng 1. Kết quả phân tích điều hòa số liệu dòng chảy trong vùng biển Kiên Giang tại 3 trạm liên tục I, II, III

a) Thành phần theo vĩ tuyến

Trạm	Đợt quan trắc	Tầng (m)	U (cm/s)	A1	B1	A2	B2
I	XI - 80	10	9,413	-3,509	5,914	-3,605	9,636
	III - 81	5	-3,484	-6,679	0,08	6,36	1,415
	XI - 84	5	7,674	-5,002	5,123	-3,627	3,239
II	XI - 80	5	3,347	-1,609	7,23	-5,796	-0,785
		10	7,843	4,581	-3,469	-1,581	-6,956
	III - 81	5	0,358	4,081	6,928	5,728	-7,621
		10	1,093	7,279	5,888	2,608	-5,53
III	XI - 80	8	11,898	3,447	12,289	4,695	7,335
	III - 81	5	-1,537	1,395	3,232	4,814	2,66
		8	5,893	4,613	4,86	6,266	1,763
	XI - 84	5	-1,629	5,982	10,457	2,011	3,576
		10	4,121	-4,712	7,456	-9,325	0,777

b) Thành phần theo kinh tuyến

Trạm	Đợt quan trắc	Tầng (m)	V (cm/s)	A1	B1	A2	B2
I	XI - 80	10	2,890	-7,896	-5,689	2,184	5,305
	III - 81	5	-3,686	3,709	1,760	2,274	-4,925
	XI - 84	5	3,674	-4,002	-11,555	-3,366	1,148
II	XI - 80	5	-4,644	1,317	-6,115	-4,085	1,499
		10	-2,571	-4,428	-1,222	-3,151	6,719
	III - 81	5	1,927	-11,209	0,928	6,841	-4,421
		10	-1,993	-16,627	7,259	0,549	-2,57
	XI - 84	5	8,581	3,749	7,035	2,210	-1,297
		10	-1,639	-14,571	4,819	0,419	0,579
III	XI - 80	8	-2,347	1,256	4,414	13,122	6,802
		5	1,287	-9,747	-0,211	8,981	-3,152
	III - 81	8	1,154	-9,854	-0,769	9,439	-4,988
		5	0,785	-11,469	-5,951	8,109	2,468
	10	-1,881	-17,506	7,101	-3,463	0,840	

Bảng 2. Kết quả tính toán dòng chảy gradien trong vùng biển Kiên Giang

Trạm	Đợt quan trắc	Tầng (m)	G_x (cm/s)	G_y (cm/s)	Độ lớn (cm/s)	Hướng
I	XI - 80	10	3,997	-3,911	5,425	44
	III - 81	5	-6,471	-3,538	7,375	241
	XI - 84	5	7,656	-4,272	8,767	61
II	XI - 80	5	2,763	5,895	6,477	25
		10	8,669	0,314	8,674	88
	III - 81	5	0,807	0,898	1,207	41
		10	3,447	-4,137	5,618	143
	XI - 84	5	-12,377	0,153	12,377	271
		10	14,656	-1,625	14,745	97
III	XI - 80	8	8,612	3,938	9,469	65
		5	-0,343	-2,712	2,733	187
	III - 81	8	2,664	1,05	2,863	292
		5	2,808	2,416	3,704	49
	XI - 84	10	8,103	-4,496	9,266	119

Bảng 3. Kết quả tính toán dòng chảy trôi trong vùng biển Kiên Giang

Trạm	Đợt quan trắc	Tầng	V ₁ (1)		V ₂ (2)		V ₃ (3)	
			Độ lớn (cm/s)	Hướng (o)	Độ lớn (cm/s)	Hướng (o)	Độ lớn (cm/s)	Hướng (o)
I	XI 80	10	8,841	105	2,912	94	6,162	94
	III 81	5	0,657	76	2,281	95	6,332	95
	XI 84	5	1,209	141	0,589	195	1,108	214
II	XI 80	5	0,712	154	0,784	186	2,302	165
		10	2,289	195	1,466	357	3,562	204
	III 81	5	0,031	287	2,001	330	1,496	352
		10	0,533	278	2,233	308	3,668	336
	XI 84	5	12,14	54	14,884	54	12,827	54
		10	9,723	272	11,102	265	8,841	273
III	XI 80	8	3,386	101	4,133	101	5,164	134
		5	0,344	341	2,597	333	2,933	303
	III 81	8	0,246	251	11,765	251	3,500	284
		5	4,078	290	2,212	185	4,147	215
	XI 84	10	9,74	303	3,271	302	2,005	298

Từ 2 bảng trên, nhận thấy rằng dòng chảy gradient trong vùng biển Kiên Giang khá phức tạp, chịu ảnh hưởng nhiều của nước sông đổ ra từ vịnh Rạch Giá, theo xu thế chung của dòng chảy gió trung bình mùa và ảnh hưởng của địa hình. Các dòng chảy trôi nội chung phù hợp với trường gió trên vùng biển trong từng mùa, tuy nhiên, góc lệch của dòng chảy trôi so với hướng gió chính có thay đổi tùy thuộc vào địa hình đáy, bờ và ảnh hưởng trực tiếp của gió địa phương.

01	010.0	010.0	010.0	01	01 - IX	01
02	020.0	020.0	020.0	02	02 - III	02
03	030.0	030.0	030.0	03	03 - IX	03
04	040.0	040.0	040.0	04	04 - III	04
05	050.0	050.0	050.0	05	05 - IX	05
06	060.0	060.0	060.0	06	06 - III	06
07	070.0	070.0	070.0	07	07 - IX	07
08	080.0	080.0	080.0	08	08 - III	08
09	090.0	090.0	090.0	09	09 - IX	09
10	100.0	100.0	100.0	10	10 - III	10
11	110.0	110.0	110.0	11	11 - IX	11
12	120.0	120.0	120.0	12	12 - III	12
13	130.0	130.0	130.0	13	13 - IX	13
14	140.0	140.0	140.0	14	14 - III	14
15	150.0	150.0	150.0	15	15 - IX	15
16	160.0	160.0	160.0	16	16 - III	16
17	170.0	170.0	170.0	17	17 - IX	17
18	180.0	180.0	180.0	18	18 - III	18
19	190.0	190.0	190.0	19	19 - IX	19
20	200.0	200.0	200.0	20	20 - III	20