

TƯƠNG TÁC NƯỚC BIỂN - KHÔNG KHÍ VÙNG BIỂN PHÚ QUỐC VÀ VŨNG TÀU

TS. Dư Văn Toán

Viện Địa chất và địa vật lý biển, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt: Trong bài báo này tác giả trình bày phương pháp, quy trình tính toán các dòng nhiệt mặt biển cho các vùng biển nhiệt đới. Bài báo nêu lên kết quả tính các dòng nhiệt mặt biển như: dòng bức xạ ngắn, dòng bức xạ sóng dài, dòng rối nhiệt, dòng bốc hơi và dòng nhiệt thực tế xâm nhập vào biển tại một số vùng biển quan trọng Phú Quốc và Vũng Tàu theo trung bình nhiều năm theo tháng, mùa. Kết quả cho thấy ở hai vùng biển này biến trình dao động theo tháng rất khác nhau. Dòng nhiệt thực tế trung bình tháng nhiều năm của Vũng Tàu là 86 W/m^2 lớn hơn tại Phú Quốc là 63 W/m^2 và cả hai vùng nước biển đều nhận nhiệt lượng từ không khí. Dao động mùa tại Vũng Tàu maximum là 114 W/m^2 vào tháng 9 và minimum là 57 W/m^2 vào tháng 12, còn ở Phú Quốc là 94 W/m^2 vào tháng 2 và -2 W/m^2 tháng 12. Dòng nhiệt thực tế phụ thuộc chủ yếu vào dòng bốc hơi.

1. Mở đầu

Vùng biển Phú Quốc và Vũng Tàu là những khu vực tiềm năng phát triển mạnh các ngành kinh tế như du lịch, đánh bắt hải sản, hàng hải. Bởi vậy nghiên cứu tương tác biển - khí tại đây là một vấn đề rất quan trọng và cũng là yếu tố ảnh hưởng lớn nhất đối với sinh trưởng và tồn tại của các loài sinh vật biển và cả con người. Vấn đề này cho đến nay cũng chưa được nghiên cứu.

Trong công trình này đề cập đến tính toán các dòng năng lượng thu, chi nhiệt tại lớp biên mặt biển giúp ta hiểu được diễn biến thu chi nhiệt của nước biển và khí quyển. Các thành phần đặc trưng cho sự thu chi nhiệt: Dòng bức xạ ngắn, Dòng bức xạ sóng dài, Dòng rối nhiệt, Dòng bốc hơi, Dòng nhiệt thực tế xâm nhập vào biển.

1. Nguồn số liệu và các vùng nghiên cứu

Các số liệu khí tượng thủy văn biển tại các

trạm Vũng Tàu ($10^{\circ}20'N$, $107^{\circ}04'E$), Phú Quốc ($10^{\circ}13'N$, $103^{\circ}38'E$) đã được đo đạc tại trạm từ thời gian 1956-1998, các số liệu này đã được Tổng cục Khí tượng Thủy văn hiệu chỉnh và các số liệu công bố [1], [2], [3]. Tất cả số liệu đã được lấy trung bình hoá nhiều năm cho từng tháng từ tháng 1 đến tháng 12. Các tính toán được thực hiện dựa theo những giá trị trung bình sau. Số liệu được sử dụng bao gồm: Lượng mây tổng quan trung bình tháng - C (phần mười bầu trời); Nhiệt độ không khí trung bình tầng 10 m tháng lớp bề mặt - T_{10} ($^{\circ}C$); Nhiệt độ nước biển trung bình tháng lớp bề mặt - T° ($^{\circ}C$); Độ ẩm tuyệt đối không khí trung bình tháng mực 10m - E_{10} (mb); Vận tốc gió trung bình tháng tại độ cao 10m - U_{10} (m/s); áp suất không khí độ cao 10m - P (mb).

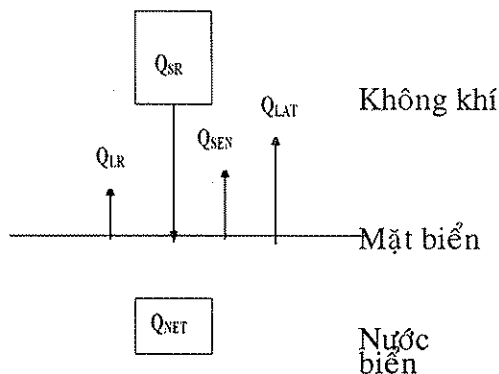
2. Phương pháp nghiên cứu

Trong công trình này nghiên cứu tương tác nước biển - khí dựa theo phương trình trao đổi nhiệt mặt biển (cân bằng nhiệt) thiết lập cho

một hệ nhiệt động lực bất kỳ thể hiện quan hệ về lượng của các phần thu và chi nhiệt tại mặt biển với môi trường xung quanh. Đối với hệ đại dương - khí quyển dạng phương trình cân bằng nhiệt, và các phương pháp tính toán, xác định các thành phần thu chi nhiệt phụ thuộc vào không gian và thời gian. Theo các công thức tính toán [4]-[17] cho các dòng nhiệt tổng quát của các dòng nhiệt trao đổi qua một đơn vị diện tích mặt nước cho vùng biển nhiệt đới có thể biểu diễn dưới dạng sau:

$$Q_{NET} = Q_{SR} + Q_{LR} + Q_{SEN} + Q_{LAT} \quad (1)$$

Trong phương trình cân bằng nhiệt trên không kể đến những thành phần như các dòng nhiệt do tản mát năng lượng sóng biển, thủy triều, dòng chảy từ lòng đất,... Những đại lượng này thường nhỏ hơn nhiều so với các thành phần chính của phương trình cân bằng nhiệt.



Hình 1. Sơ đồ các dòng nhiệt tại mặt biển

Trong đó:

Q_{NET} - (net surface heat input to the ocean) dòng nhiệt xâm nhập vào biển;

Q_{SR} - (Short-wave radiation) dòng bức xạ tới mặt biển do sóng ngắn;

Q_{LW} - (Long-wave radiation) dòng nhiệt phản xạ từ mặt biển do sóng dài;

Q_{SEN} - (Sensible heat flux) dòng nhiệt rôi;

Q_{LAT} - (Latent heat flux) dòng nhiệt ẩn (bốc hơi);

Dòng bức xạ mặt trời đến do sóng ngắn tính bằng công thức sau:

$$Q_{SR} = Q_0(0,865 - 0,5C^2)(1 - \alpha_S) \quad (2)$$

Trong đó Q_0 - bức xạ mặt trời tới khi trời không mây phụ thuộc vào vĩ độ và thời gian trong năm, C - lượng mây trung bình (phần mười), α_S - albedo mặt biển phụ thuộc vào vĩ độ và thời gian (0,07-0,09 cho Vịnh Thái Lan).

$$Q_0 = I_{SC}h(0,61 + 0,20h) \quad (3)$$

Ở đây I_{SC} - là hằng số mặt trời (1353 W/m^2), h - độ cao mặt trời từ thời điểm mặt trời bắt đầu mọc đến thời điểm kết thúc và được tính theo độ lệch mặt trời:

$$\delta = \frac{23,45}{\pi} \cos \left[\frac{2\pi}{365} (172 - D) \right] \quad (4)$$

h - tính bằng grad từ công thức sau

$$\sinh = \sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos \omega \quad (5)$$

Ở đây D - ngày trong năm, ϕ - vĩ độ (latitude), ω - góc theo giờ trong ngày (độ) ($\omega = 15(12 - t)$, t - giờ trong ngày). Trong đề tài này h được tính cho 12 giờ trưa ngày 15 hàng tháng.

Dòng bức xạ mặt trời phản xạ do sóng dài tính bằng công thức sau (6):

$$Q_{LW} = -(\epsilon_0 \sigma T_0^4 (0,39 - 0,00495 e_{10}^{0,5}) (1 - mC) + 4 \epsilon_0 \sigma T_0^3 (T_0 - T_{10})),$$

Trong đó ϵ_0 - độ phát xạ của nước (0,097), σ - hằng số Stefan-Boltzman ($= 5,6705 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$), m - hệ số mây phụ thuộc vào vĩ độ ($= 1,0$ (tại hai cực), $= -0,5$ (xích đạo)), ($m = 0,7$), e_{10} - độ ẩm tuyệt đối không khí tại 10m, T_0 , T_{10} - nhiệt độ mặt biển và nhiệt độ không khí tại 10m.

Dòng nhiệt rôi Q_{SEN} được tính bằng công thức sau:

$$Q_{SEN} = -\rho_a C_p C_s U_{10} (T_0 - T_{10}), \quad (7)$$

Và dòng ẩn nhiệt bốc hơi Q_{LAT} được tính bằng công thức sau

$$Q_{LAT} = -\rho_a L_v C_D U_{10} (q_0 - q_{10}), \quad (8)$$

Trong đó ρ_a - mật độ không khí, C_p - nhiệt

dung riêng của không khí với áp suất không đổi, L_v - ẩn nhiệt của bốc hơi, J/kg; q_{10} là độ ẩm riêng của không khí, q_0 là độ ẩm riêng của nước bão hoà với nhiệt độ T_0 . C_S và C_D là các hệ số truyền nhiệt rối và ẩn, C_S - (Stanton number), C_D - (Dalton number), $C_D=1,5 \cdot 10^{-3}$.

Mật độ không khí được tính bằng công thức:

$$\rho_a = P / (R_d T_v), \quad (9)$$

Trong đó P - áp suất không khí (mb), R_d - hằng số nhiệt dung riêng của không khí khô (287 J/kg.K), T_v - nhiệt độ ảo (K) tính bằng công thức:

$$T_v = T_{10} \left(\frac{1 + \frac{w}{\epsilon}}{1 + w} \right) \quad (10)$$

Ở đây ϵ tỷ số của trọng lượng phân tử trung bình của nước và không khí khô (0,62197), w - tỷ số xáo trộn ẩm của hơi nước và không khí khô tính bằng:

$$w = \epsilon e_0 / (P - e_0). \quad (11)$$

Ẩn nhiệt bốc hơi tính bằng công thức:

$$L_v = 2500297,8 - 2369 \cdot T_0, \quad (12)$$

C_p được tính bằng công thức:

$$C_p = C_{p0} \left(\frac{1 + w \left(\frac{C_{pv}}{C_{p0}} \right)}{1 + w} \right) \quad (13)$$

Ở đây C_{p0} - giá trị C_p khi độ ẩm tương đối bằng 0, (1004,6 J/kg.K), C_{pv} - hằng số nhiệt dung riêng của áp suất nước (1870 J/kg.K), $C_p = 4.103$ J/kg.C.

C_S được tính như sau:

$$U_{10} < 8 \text{ m/s}; C_S = (0.720 + [0.0175 U_{10} (T_0 - T_{10})]) \cdot 10^{-3}; \quad (14)$$

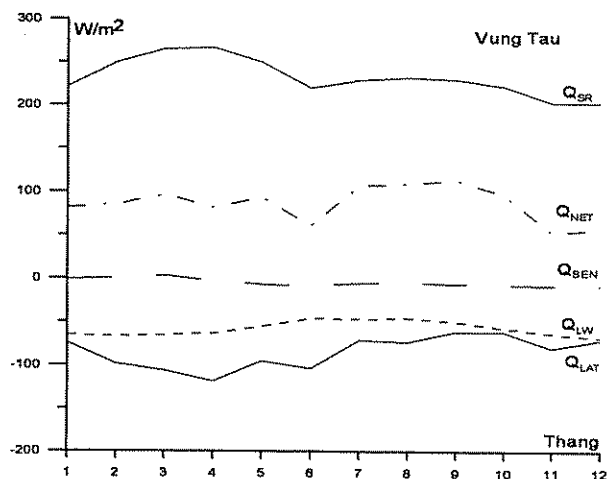
$$U_{10} > 8 \text{ m/s}; C_S = (1.000 + [0.0015 U_{10} (T_0 - T_{10})]) \cdot 10^{-3};$$

Độ ẩm tương đối được tính bằng:

$$q = \frac{e \epsilon}{P - (1 - \epsilon)e} \quad (15)$$

3. Kết quả tính toán

a. Các thành phần trao đổi nhiệt mặt biển tại trạm Vũng Tàu



Hình 2. Biến trình năm các dòng nhiệt mặt biển tại vùng Vũng Tàu

Theo hình 2 và bảng 1 ta thấy dòng bức xạ sóng ngắn là nguồn cung cấp nhiệt lượng chính cho biển tại trạm Vũng Tàu, còn ba dòng nhiệt sóng dài, nhiệt rối và bốc hơi là các dòng tiêu hao nhiệt lượng. Vào thời gian từ tháng 3 đến tháng 5 dòng nhiệt do sóng ngắn bức xạ đạt cực đại, và giảm dần về các tháng 12, 1. Dòng nhiệt rối luôn có giá trị âm và có giá trị nhỏ so với các dòng bức xạ sóng dài và dòng nhiệt ẩn, và vào tháng 8 đạt giá trị nhỏ nhất. Dòng bức xạ sóng dài giảm dần từ tháng 12, (-67 W/m²) tăng lên (-46 W/m²) vào tháng 6, 7. Dòng nhiệt ẩn giảm dần từ tháng 4 năm (-118 W/m²) đến tháng 9 (-60 W/m²). Cả năm dòng nhiệt do bức xạ ngắn mang đến là 3029 W/m², dòng nhiệt vào biển chỉ là 1126 W/m² tức khoảng 1/3 dòng Q_{SR} , còn lại 2/3 đã bị tiêu hao. Dòng nhiệt thực tế xâm nhập vào biển đạt maximum các tháng 7, 8, 9 trên 100 W/m² sau đó giảm dần về tháng 12 gần 50 W/m².

Bảng 1. Các dòng nhiệt mặt biển vùng Vũng Tàu

Tháng	Q_{SR}	Q_{LW}	Q_{SEN}	Q_{LAT}	Q_{NET}
	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2
1	221,84	-64,99	-1,21	-74,07	82,03
2	249,30	-66,93	0,77	-98,62	85,04
3	264,87	-65,48	3,15	-106,53	96,56
4	267,07	-63,54	-3,45	-118,83	81,81
5	249,94	-55,29	-6,56	-95,09	93,52
6	220,14	-46,08	-8,76	-104,21	61,55
7	229,33	-46,56	-5,10	-70,83	107,31
8	232,25	-45,59	-4,53	-73,23	109,38
9	230,06	-49,47	-6,05	-60,99	114,03
10	222,29	-56,75	-6,88	-61,79	97,33
11	203,72	-63,05	-7,77	-79,96	53,36
12	203,30	-67,90	-7,65	-70,63	57,54
Trung bình	232,84	-57,63	-4,50	-84,56	86,62
Năm	3026,96	-749,24	-58,55	-1099,33	1126,09

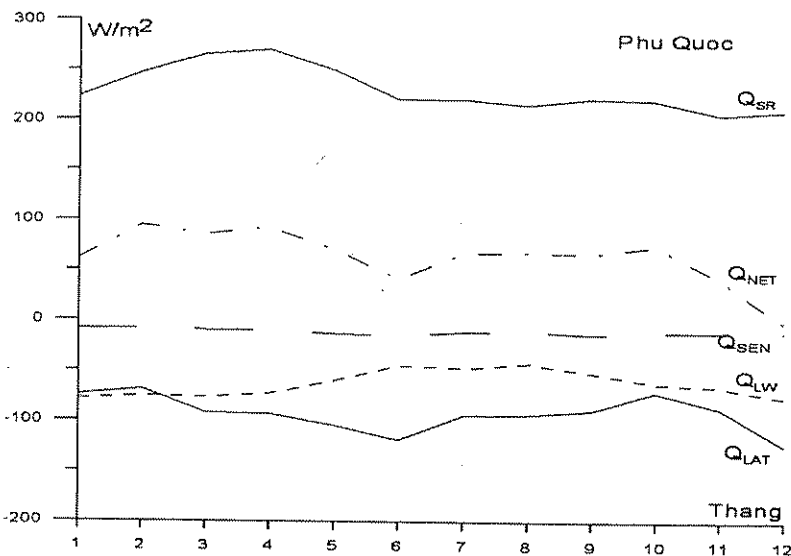
2. Các thành phần trao đổi nhiệt mặt biển tại trạm Phú Quốc

Bảng 2. Các dòng nhiệt mặt biển trạm Phú Quốc

Tháng	Q_{SR}	Q_{LW}	Q_{SEN}	Q_{LAT}	Q_{NET}
	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2	W/m^2
1	223,39	-79,06	-9,02	-74,43	60,89
2	246,28	-75,66	-7,71	-68,85	94,06
3	264,57	-77,12	-9,84	-92,09	85,53
4	269,30	-73,24	-10,77	-93,54	91,76
5	249,18	-60,14	-13,58	-104,80	70,67
6	220,24	-45,11	-14,74	-119,21	41,19
7	220,59	-47,53	-11,65	-94,52	66,89
8	214,81	-42,68	-10,45	-93,93	67,75
9	221,65	-51,90	-13,84	-89,60	66,31
10	219,62	-62,57	-11,28	-71,19	74,58
11	205,74	-65,48	-11,26	-87,16	41,84
12	209,74	-76,63	-11,35	-124,10	-2,34
Trung bình	230,43	-63,09	-11,29	-92,79	63,26
Năm	2765,11	-757,09	-135,48	-1113,42	759,13

Theo hình 3 và bảng 2 ta thấy dòng bức xạ sóng ngắn là nguồn cung cấp nhiệt lượng chính cho biển tại vùng Phú Quốc, còn ba dòng nhiệt sóng dài, nhiệt rối và bốc hơi là các dòng tiêu hao nhiệt lượng. Vào thời gian từ tháng 3 đến tháng 5 dòng nhiệt do sóng ngắn bức xạ đạt cực đại, và giảm dần về các tháng 12, 1. Dòng nhiệt rối có giá trị nhỏ chỉ xấp xỉ -10 W/m^2 và ít biến đổi trong cả 12 tháng. Dòng bức xạ sóng dài giảm dần từ tháng 1 (-79 W/m^2) tăng lên

(-40 W/m^2) vào tháng 8. Dòng nhiệt do bốc hơi có hai minimum (-120 W/m^2) vào các tháng 6, 12, hai maximum vào tháng 2 và tháng 10 (-70 W/m^2). Cả năm dòng nhiệt do bức xạ ngắn mang đến là 2765 W/m^2 , dòng nhiệt vào biển chỉ là 759 W/m^2 tức gần 1/4 dòng Q_{SR} , còn lại 3/4 đã bị tiêu hao. Dòng nhiệt thực tế xâm nhập vào biển đạt maximum các tháng 2, 3, 4 gần 90 W/m^2 sau đó giảm dần về tháng 12 gần -2 W/m^2 .



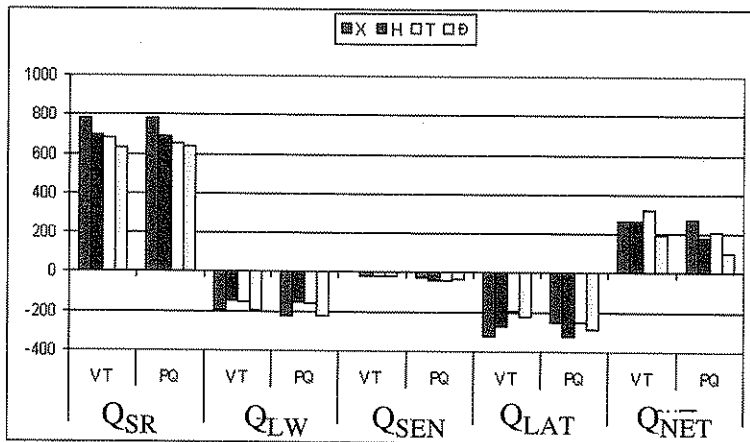
Hình 3. Biến trình năm các dòng nhiệt mặt biển tại trạm Phú Quốc

Tổng năm tại Phú Quốc Q_{SR} nhỏ hơn tại Vũng Tàu, về cường độ các dòng khác làm mất nhiệt lượng mạnh hơn cho nên Q_{NET} tại Phú Quốc chỉ còn khoảng 1/4 Q_{SR} , tại Vũng Tàu là 1/3. Vào tháng 12 ở Phú Quốc có hiện tượng dị thường nhiệt đi ngược từ biển vào không khí.

3. Biến thiên mùa tại các vùng biển Vũng Tàu và Phú Quốc

Đối với từng vùng biển, ta thấy rõ sự biến thiên theo mùa của các dòng nhiệt mặt biển. Mùa xuân từ tháng 2, 3, 4, mùa hè tháng 5, 6, 7, mùa thu tháng 8, 9, 10 và mùa đông là các tháng 11, 12, 1. Do các vùng biển phân bố tương đối khác nhau (Phú Quốc nằm tại vịnh Thái Lan, còn Vũng Tàu nằm ở vùng phía

Đông Nam Việt Nam). Theo hình 4 và bảng 3 ta thấy biến thiên của Q_{SR} , Q_{LW} tại các hai vùng biển khá tương đồng là bởi vì chúng cùng nằm ở một vĩ độ, và Q_{SR} đều giảm theo thứ tự mùa xuân, hạ, thu, đông, còn Q_{LW} hạ và thu trùng nhau, đông và xuân trùng nhau. Q_{SEN} tại Vũng Tàu nhỏ hơn tại Phú Quốc. Q_{LAT} đều có hiện tượng tăng về mùa thu, nhưng lại giảm mạnh về mùa đông, giá trị tại Phú Quốc nhỏ hơn (về cường độ mạnh hơn). Q_{NET} tại Vũng Tàu xuân hè như nhau, sau đó tăng vào mùa thu và giảm mạnh về mùa đông, tại Phú Quốc giảm mạnh về mùa đông, tăng mạnh vào mùa xuân, hơi giảm về mùa hè, tăng về mùa thu.



Hình 4. Biểu đồ biến thiên mùa tại các vùng biển Vũng Tàu và Phú Quốc

Bảng 3. Dòng nhiệt theo mùa tại Vũng Tàu và Phú Quốc

Mùa	Q _{SR}		Q _{LW}		Q _{SEN}		Q _{LAT}		Q _{NET}	
	VT	PQ	VT	PQ	VT	PQ	VT	PQ	VT	PQ
Mùa Xuân	781	780	-196	-226	0	-28	-324	-254	263	271
Mùa Hạ	699	690	-148	-153	-20	-40	-270	-319	262	179
Mùa Thu	685	656	-152	-157	-17	-36	-196	-255	321	209
Mùa Đông	629	639	-196	-221	-17	-32	-225	-286	193	100

4. Kết luận và nhận xét

- Phương pháp tính toán trao đổi nhiệt mặt biển thực nghiệm có ưu điểm cho phép tính toán các thành phần cân cân nhiệt sử dụng tương đối ít số liệu quan trắc tại trạm đo khí tượng thủy văn và có thể áp dụng phương pháp này trong các nghiên cứu cân bằng nhiệt mặt biển tại các vùng biển khác của Biển Đông.

- Tổng năm tại Phú Quốc Q_{SR} nhỏ hơn tại Vũng Tàu, về cường độ các dòng khác làm mất nhiệt lượng mạnh hơn cho nên Q_{NET} tại Phú Quốc chỉ còn khoảng 1/4 Q_{SR}, tại Vũng Tàu là 1/3.

- Vào tháng 12 ở Phú Quốc có hiện tượng dị thường nhiệt đi ngược từ biển vào không khí, còn lại tại hai vùng biển này trong các tháng nhiệt đều đi từ không khí vào nước biển.

- Q_{SR}, Q_{LW} tại các hai vùng biển khá tương đồng là bởi vì chúng cùng nằm ở một vĩ độ, và Q_{SR} đều giảm theo thứ tự mùa xuân, hạ, thu, đông, còn Q_{LW} mùa hạ và thu trùng nhau, đông và xuân trùng nhau.

- Q_{SEN} tại Vũng Tàu nhỏ hơn tại Phú Quốc. Q_{LAT} đều có hiện tượng tăng về mùa thu, nhưng lại giảm mạnh về mùa đông, giá trị tại Phú Quốc nhỏ hơn (về cường độ mạnh hơn).

- Q_{NET} tại Vũng Tàu, mùa xuân và mùa hè như nhau, sau đó tăng vào mùa thu và giảm mạnh về mùa đông, tại Phú Quốc giảm mạnh về mùa đông, tăng mạnh vào mùa xuân, hơi giảm về mùa hè, tăng về mùa thu.

Công trình này hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của đề tài M 718106 thuộc Chương trình NCCB Bộ Khoa học và Công nghệ.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Ngọc Toàn, Phan Tất Đắc. 1978. Khí hậu Việt nam. NXB KHKT. Hà nội. 326 tr.
2. Số liệu Khí tượng Thủy văn biển Việt Nam, Tập 3. 1989, Chương trình tiến bộ khoa học kỹ thuật cấp nhà nước 42A, Hà nội. 187 tr.
3. Sổ tay tra cứu các đặc trưng khí tượng thủy văn vùng thềm lục địa Việt Nam. Trung tâm KTTVB-TCKTTV. NXB Nông nghiệp. Hà Nội, 2000. 277 tr.
4. W.Timothy Liu, Yun he, Xiao-Hai Yan, 1997. Surface Heat Fluxes in the Western Equatorial Pacific Ocean Estimated by Bulk Parameterization and by an Inverse Mixed Layer Model. *Journal of Physical Oceanography*. Vol. 27, No 11, pp. 2477-2487. AMS-USA.
5. S. Miller, P. Mupparapu, W. S. Brown, F.L. Bub, 1999. Convex Air-Sea heat flux calculations. Technical Report UNH-OPAL-1999-004. 13 p.
6. S.K. Esbensen, Y. Kushmir, 1981. The Budget of the Global Ocean: an atlas Based on Estimates from Surface Marine Observations. Climatic Research Institute Report No.29. 18 p.
7. S.P. Hayes, Ping Chang, M.J. McPhaden, 1991. Variability of the sea surface temperature in the eastern equatorial Pacific during 1986-1988. *Journal of Geophysical Research*, 96 (C6), PP. 10533-10566. AGU-USA.
8. Chunzai Wang, Weiqiang Wang, Dongxiao Wang, Qi Wang, 2005. Interannual Variability of the South China Sea with El Nino. *JGR-Oceans*, 13 p.
9. C. Fairall, F.F. Bradley, D. Rogers, 1997. COARE bulk airsea-sea flux algorithm. 12 p.
10. Jiande Wang, James A. Carton, 2002. Seasonal Heat Budgets of the North Pacific and North Atlantic Oceans. *Journal of Physical Oceanography*. Vol. 32, No 11, pp. 3474-3488. AMS-USA.
11. Jungyul Na, Jangwon Seo, Heung-Jae Lie, 1999. Annual and Seasonal Variations of the Sea Surface Heat Fluxes in the East Asian Marginal Seas. *Journal of Oceanography*. Vol. 55, pp. 257-270. The Oceanographic Society of Japan.
12. Claude Talandier, Anne-Marie Treguier, Bernard Barnier, 2003. Preparing surface flux fields by using bulk formulae for the DRAKKAR project. Internal report DRO/LPO 03-13. 31p.
13. Naoki Hirose, Cheol-Ho Kim, Jong-Hwan Yoon, 1996. Heat budget in the Japan Sea. *Journal of Oceanography*. Vol. 52, pp. 553-574. The Oceanographic Society of Japan.
14. Naoki Hirose, Hyun-Chul Lee, Jong-Hwan Yoon, 1998. Surface Heat Flux in the East Chian Sea and the Yellow Sea. *Journal of Physical Oceanography*. Vol.29, No.3, pp. 401-417.
15. Fang Guohong, Dwi Susanto, Indroyono Soesilo, Quan an Zheng, Qiao Fangli, Wei Zexun, 2005. A Note on the South China Sea Shallow Interocean Circulation. *Advances in the atmospheric sciences*, Vol. 22, No. 6, 946-954.
16. Y. Fan, W. Brown, 2003. The Heat Budget for Mt. Hope Bay. Smast technical report No. SMAST-03-0801, 14 p.
17. Robert H. Stewart, 2004. Introduction To Physical Oceanography. Texas A&M University. 344 p.