

**BỘ GIÁO DỤC ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TỔNG HỢP HÀ NỘI**

PHẠM VĂN HUẤN

**DAO ĐỘNG TỰ DO VÀ DAO ĐỘNG MÙA
CỦA MỨC NƯỚC BIỂN ĐÔNG**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC
NGÀNH ĐỊA LÝ – ĐỊA CHẤT**

**Chuyên ngành: Hải dương học
Mã số: 010707**

Hướng dẫn: GS-TS Nguyễn Ngọc Thụy

Hà Nội – 1993

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	3
CHƯƠNG 1 - KHÁI QUÁT VỀ ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN VÀ ĐẶC ĐIỂM MỰC NƯỚC BIỂN ĐÔNG. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	9
1.1. Khái quát về điều kiện tự nhiên và đặc điểm dao động mực nước biển Đông.....	9
1.1.1. Hình dạng đường bờ và phân bố độ sâu của biển Đông.....	9
1.1.2. Chế độ gió trên biển Đông.....	10
1.1.3. Thủy triều và dao động mực nước biển Đông.....	10
1.2. Cơ sở phương pháp nghiên cứu mực nước.....	12
1.2.1. Phương pháp phân tích điều hòa mực nước	12
1.2.2. Công thức biến đổi Fourier. Phương pháp phân tích phổ trong hải dương học	13
1.2.3. Phương pháp mô hình số trị thủy động	16
1.2.3.1. Hệ phương trình tuyến tính của chuyển động sóng dài trong nước nông	16
1.2.3.2. Những điều kiện ban đầu và điều kiện biên	18
1.2.3.3. Sơ đồ sai phân của hệ phương trình	19
CHƯƠNG 2 - KHẢO SÁT DAO ĐỘNG TỰ DO CỦA BIỂN ĐÔNG.....	21
2.1. Ý nghĩa của việc nghiên cứu dao động tự do của biển Đông.....	21
2.2. Phương pháp tính dao động tự do của thủy vực	22
2.3. Tính dao động tự do của biển Đông	23
2.3.1. Mô hình số dao động tự do của biển Đông.....	23
2.3.2. Lưới tính	24
2.3.3. Kết quả tính chu kỳ và những sơ đồ cấu trúc không gian của các dao động tự do	25
2.4. Những kết luận rút ra từ khảo sát dao động tự do	31
CHƯƠNG 3 – PHỔ MỰC NƯỚC Ở VEN BỜ TÂY BIỂN ĐÔNG	49
3.1. Đặt vấn đề nghiên cứu phổ mực nước.....	49
3.2. Lọc những chuỗi quan trắc mực nước để tính phổ	50
3.3. Kết quả tính phổ và nhận xét.....	52
CHƯƠNG 4 – TÍNH MỰC NƯỚC TRONG TRƯỜNG GIÓ MÙA	58
4.1. Dao động mùa của mực nước và đặt vấn đề tính toán.....	58
4.2. Mô hình số tính mực nước theo trường gió.....	60
4.3. Các bản đồ trường gió xuất phát.....	61
4.4. Phân bố mực nước trong gió đông bắc	63
4.5. Phân bố mực nước trong gió tây nam.....	65
4.6. Nhận xét chung về kết quả tính mực nước theo mô hình	66
KẾT LUẬN	70
TÀI LIỆU THAM KHẢO	71
PHỤ LỤC	74

MỞ ĐẦU

Biến động thời gian và không gian của mực nước biển là một hiện tượng tự nhiên có quy mô to lớn ảnh hưởng một cách trực quan tới nhiều hoạt động kinh tế kỹ thuật của con người, trước hết là các ngành vận tải biển, xây dựng công trình trên biển và ven bờ, công trình bảo vệ bờ, hệ thống tưới tiêu nông nghiệp vùng ven bờ, cấp thoát nước thành phố ven biển, công tác phòng chống thiên tai liên quan đến bão và nước dâng trong bão ở những vùng ven bờ biển. Chế độ dao động mực nước cũng quy định cả nhịp điệu sản xuất và sinh hoạt của nhân dân những vùng ven biển.

Những thông tin trên thế giới về những hiện tượng ngập lụt nguy hiểm ở ven biển các nước Nhật, Mỹ, Ấn Độ, Hà Lan, Philippin, Bangladesh làm thiệt hại vật chất và chết người cho thấy kể cả các nước tiên tiến lẫn các nước kém phát triển việc nghiên cứu để nắm vững quy luật và tiến tới kiểm soát chế ngự hiện tượng này vaqãn đang còn là vấn đề thời sự cấp thiết và cần được phát triển [14, 4].

Nghiên cứu biến động mực nước của biển cả ở vùng đại dương và ven bờ còn có ý nghĩa khoa học độc lập bởi lẽ biến động mực nước trong thủy vực kín hoặc hở một phần bao giờ cũng là kết quả tác động của nhiều quá trình tự nhiên, trong đó có cả những quá trình động lực khác xảy ra trong biển và những quá trình nhân tạo và về phần mình chế độ mực nước lại ảnh hưởng tới những quá trình khác [40, 49, 64]. Chênh lệch mực nước ở một vùng biển làm thay đổi chế độ hoàn lưu nước, trao đổi nước qua eo biển, tình hình bào mòn và xói lở bờ đáy do sóng và dòng chảy biển ở các đoạn bờ, cửa sông và luồng tàu.

Những hoạt động kỹ thuật, xây dựng của con người ngày nay có khi có quy mô lớn làm thay đổi những điều kiện cân bằng nước, điều kiện hình thái của thủy vực, làm cho chế độ dao động mực nước thay đổi dẫn tới những thay đổi của cả chế độ lan truyền ô nhiễm chất thải và hệ sinh thái. Do đó những khảo sát, tính toán có liên quan tới mực nước và dòng chảy là vô cùng quan trọng [63].

Nhiều ngành khoa học khác như trắc địa, bản đồ học, địa chất học, địa mạo biển, thủy thạch động lực học biển, thủy sinh học biển rất quan tâm tới những thông tin về đặc trưng của chế độ dao động mực nước biển và đại dương.

Vì vậy đã từ lâu vấn đề mực nước biển và dao động của nó đã là đối tượng của khoa học, của hải dương học. Ngày nay người ta ngày càng áp dụng những phương pháp hiện đại và nghiên cứu chi tiết hơn về sự biến động của mực nước biển và phát triển thêm những khía cạnh mới của vấn đề này. Công tác nghiên cứu không chỉ phát triển cho những đối tượng địa lý mới, chưa được nghiên cứu kỹ trước đây, mà cả triển khai về mặt phương pháp [60, 65], gần đây còn xuất hiện cả những chuyên khảo về lĩnh vực này trong hải dương học [50, 27] nhằm tổng hợp các phương pháp hiện đại để khảo sát và nghiên cứu.

Ở nước ta trong những năm gần đây đã bắt đầu có điều kiện quan tâm tới việc thu thập những thông tin về những thiệt hại không nhỏ do những vụ vỡ đê biển, ngập lụt, ngập mặn, có cả chết người do những hiện tượng dâng mạnh, đột ngột của mực nước trong các cơn bão đổ bộ vào các vùng ven bờ Việt Nam [4, 14, 11]. Cũng đã xuất hiện những dự án kinh tế kỹ thuật cải tạo hệ thống tưới tiêu nước nông nghiệp và cấp thoát nước thành phố ven biển đòi hỏi những thông tin về chế độ mực nước biển và hệ thống sông có ảnh hưởng của biển. Nhiều tính toán, thiết kế thủy lợi và giao thông, xây dựng đòi hỏi những dữ liệu tin cậy về chế độ mực nước ở biển và cửa sông, cũng như trong sông.

Những đòi hỏi đó kích thích công tác nghiên cứu khảo sát và tính toán biến động mực nước biển, kể cả dự báo, của nhiều nhà nghiên cứu trong các lĩnh vực khác nhau liên quan tới biển.

Nhiều mặt trong vấn đề dao động mực nước biển và thủy triều đã được các nhà hải dương học Việt Nam nghiên cứu có hiệu quả và có những vấn đề mới thế giới nêu ra cũng được các chuyên gia của nước ta nắm bắt và đi sâu nghiên cứu [16,38].

Tổng quan về những công trình nghiên cứu của các chuyên gia trong và ngoài nước về vấn đề dao động mực nước của biển Đông cho thấy rằng trong lĩnh vực này đã đạt được những kết quả to lớn, song cũng nổi lên một đặc điểm không đồng đều trong công tác nghiên cứu vấn đề này.

Nhóm lớn nhất gồm đa số các công trình thuộc lĩnh vực này [32, 61, 55, 41, 30, 24, 46, 47, 25, 45, 12, 15, 13] chú ý đến vấn đề dao động thủy triều của mực nước. Những công trình của các tác giả phương tây đầu thế kỷ này [32, 61], tuy cung cấp thông tin sơ lược nhưng cho thấy tầm quan trọng của việc nghiên cứu vùng biển Đông Nam Á nói chung và biển Đông nói riêng. Những kết quả đáng tin cậy chỉ nhận được bắt đầu từ các công trình [55, 41] khi phương pháp hiện đại được đưa vào sử dụng.

Cho đến nay có thể nói rằng việc phân tích và dự báo dao động thủy triều của mực nước do chúng ta tiếp thu được hệ phương pháp tương đối chuẩn của thế giới cộng với những đóng góp to lớn của các chuyên gia giàu kinh nghiệm ở các cơ quan nghiên cứu biển đã đạt được trình độ tạm đáp ứng những nhu cầu cơ bản của thực tiễn. Ở nước ta nhiều năm nay đã xuất bản được bảng dự tính mực nước thủy triều đều đặn cho các cảng chính thuộc bờ biển Việt Nam để phục vụ các ngành sản xuất và quốc phòng liên quan tới biển.

Những bản đồ triều đã được nhiều tác giả tính, kể cả bằng phương pháp giải tích cũng như phương pháp số, ngày càng chi tiết và có độ tin cậy cao hơn [55, 41, 24, 30, 12, 15, 25, 45, 13]. Có thể nhận định rằng về cơ bản, nguyên nhân hình thành hiện tượng thủy triều phức tạp, độc đáo và lý thú ở biển Đông là sự truyền các sóng triều từ Thái Bình Dương vào qua các eo phía bắc và đông bắc biển dưới tác động của điều kiện địa lý địa phương của thủy vực trung tâm biển và các vịnh để tạo nên chế độ dao động phức tạp với nhật triều ngự trị ở nhiều nơi đã được thừa nhận. Trong khuôn khổ đề tài cấp nhà nước KT-03-03 các chuyên gia trong lĩnh vực này đang thực hiện công tác hoàn thiện các mô hình số tính thủy triều (kể cả dòng

triều) bằng con đường chi tiết hóa lưới tính, xấp xỉ sát thực hơn điều kiện biên và những thuật toán tối ưu hơn trong khi hiện thực hóa tính toán trên máy tính điện tử.

Nhóm lớn thứ hai gồm có các công trình [18, 14, 33, 1, 10, 11, 4] giành cho việc nghiên cứu và tính toán một hiện tượng nguy hiểm trong dao động mực nước biển, đó là hiện tượng nước dâng trong bão. Hướng thứ nhất trong những công trình này [14, 11] tập trung làm sáng tỏ vấn đề về đặc trưng chế độ của nước dâng bão ở biển Đông như: số lượng các cơn bão trung bình năm hoạt động trên biển Đông, tần suất xuất hiện bão ở các tháng khác nhau trong năm, những quỹ đạo cơ bản của các cơn bão, những khu vực có xác suất nước dâng do bão lớn nhất, bước đầu đánh giá xác suất xuất hiện nước dâng nguy hiểm theo pha thủy triều, cấu trúc không gian và thời gian của nước dâng do bão.

Hướng nghiên cứu thứ hai về nước dâng do bão là áp dụng những phương pháp hồi quy tương quan [4] để thiết lập những công thức thực nghiệm mực nước dâng trong bão cho những điểm cụ thể có tính chất đơn giản đáp ứng nhu cầu dự báo nghiệp vụ cho vùng biển nước ta cũng có những thành tựu nhất định.

Bắt đầu từ những năm tám mươi, xuất hiện nhiều công trình mới, áp dụng những mô hình số tính nước dâng trong bão [18, 1, 33, 10, 2]. Nội dung cơ bản của những công trình này là giải bằng số hệ các phương trình sóng dài nước nông cho thủy vực biển Đông với địa hình đáy và hình dạng bờ thực của nó. Ở đây các tác giả ngày càng đi sâu hoàn thiện phương pháp giải bài toán biên bằng cách chi tiết hóa lưới tính, khảo sát điều kiện các đường biên, tham số hóa cơn bão và tham số hóa các lực ma sát đáy và ma sát gió, dùng các sơ đồ tính mới.

Ở dải tần khác của các dao động mực nước biển Đông, những dao động với chu kỳ dài nhiều năm, năm, nửa năm, chu kỳ xi nốp và những chu kỳ ngắn cỡ vài giờ được ít các công trình chú ý hơn và các kết quả cũng chỉ đạt được ở bước đầu.

Trong [26] các tác giả Liên Xô đã từng nghiên cứu chế độ dao động mùa của biển Đông trên cơ sở phân tích các sóng năm của mực nước theo số liệu thực đo tại các đài trạm ven biển Đông, lập các bản đồ phân bố các yếu tố của dao động mùa của biển Đông bằng phương pháp đẳng độ cao. Về sau, tác giả của công trình [42] nghiên cứu kỹ hơn về vấn đề, đã phê phán các bản đồ này, cho rằng sự tồn tại của các đỉnh sóng năm của mực nước ở phần trung tâm biển là không hợp lý. Cũng trong công trình này, đã nhận định rằng dao động mùa ở biển Đông chủ yếu được gây bởi gió mùa, và dưới tác động của gió mùa trong biển lan truyền những sóng dài tiến tạo nên dâng mực và dòng chảy, nhưng phân bố độ sâu và hình dạng đường bờ đồng thời ảnh hưởng tới phân bố biên độ và pha của những sóng này. Trên cơ sở những tài liệu về hằng số điều hòa của hai mươi bốn trạm và đường cong biến trình năm của mực nước trung bình, bằng phương pháp nội suy tác giả đã lập bản đồ đồng biên độ và đồng pha của sóng năm của mực biển trung bình, khác với những bản đồ đã nhận được trong [26]. Chúng tôi cho rằng, và cũng như trong công trình [42] đã nhận định, để kiểm tra quy mô và cấu trúc không gian của dao động ở phần ngoài khơi của biển chỉ có thể dựa vào số liệu thực đo ở các trạm đảo thuộc phần khơi của biển Đông, hoặc dùng mô hình tính cho toàn biển.

Trong [14, 17] thông báo về các kết quả phân tích điều hòa và phân tích phổ mực nước ở một số trạm biển và trong sông. Ở đây cũng cung cấp những kết quả phân tích phổ tương hỗ giữa các yếu tố khí tượng, áp suất khí quyển và gió, với mực nước, phổ tương hỗ của mực nước ở những trạm khác nhau để nhận xét về những nguyên nhân gây nên dao động mực nước biển Đông.

Những công trình này đã đưa ra một số nhận xét rất bổ ích cho việc phát triển nghiên cứu tiếp, đó là những nhận xét về sự khác nhau trong mức độ cường hóa các sóng chu kỳ dài – nửa năm và một năm, tại những vùng biển khác nhau, tùy thuộc vào những điều kiện thuận lợi hoặc không thuận lợi để gió mùa tác động; về sự phát triển rất phong phú và đáng kể các sóng nước nông khi thủy triều truyền vào nước nông, vào sâu trong sông. Tác giả [14] đã có nhận định quan trọng về phương diện phương pháp luận về sự có mặt, và hơn nữa rất phong phú, của các sóng có chu kỳ gần với các sóng nhật triều và các sóng bội bậc ba, bậc bốn, bậc năm của nó trong vùng biển với nhật triều mạnh, mà nếu phân tích bằng sơ đồ Darwin chúng ta rất dễ để sót. Như vậy, với vùng biển mà nhật triều ngược trị, chúng ta cần xử lý phân tích các chuỗi mực nước theo phương pháp bình phương tối thiểu hoặc phát triển các phương pháp phổ và dự tính mực nước theo phương pháp phổ [60, 65].

Từ việc phân tích khái quát những công trình cơ bản trên đây của các tác giả nghiên cứu tình hình dao động mực nước ở biển Đông chúng tôi rút ra những vấn đề sau có thể cần được phát triển hơn nữa trong số những vấn đề về dao động mực nước ở biển Đông.

1. Vấn đề về chế độ biến động mực nước biển ở vùng ven biển và thềm lục địa, chủ yếu ở các cảng chính và vùng hoạt động kinh tế kỹ thuật sôi động, bao gồm việc tính toán các đặc trưng thống kê tin cậy của chế độ dao động mực nước, những đặc trưng phổ phản ánh cấu trúc bên trong của các dao động phức tạp và những nguyên nhân, cơ chế chi phối chế độ dao động mực nước, chú ý các dao động mùa, các dao động nước dâng kể cả trong bão lẫn trong gió trung bình, gió mạnh, các dao động với tần số xi nốp, làm cơ sở cho các phương pháp tính và dự tính mực nước theo những phương pháp hiện đại;

2. Hoàn thiện các phương pháp phân tích và dự tính mực nước thủy triều, tăng độ chính xác của các hằng số điều hòa thủy triều, tăng số lượng các sóng điều hòa thủy triều trong các phương trình dự báo mực nước thủy triều, thay vì phương pháp phân tích điều hòa truyền thống theo sơ đồ Darwin cần áp dụng các phương pháp phân tích chi tiết hơn như phương pháp bình phương nhỏ nhất hoặc phương pháp Cartwright để phân tích và dự tính mực nước. Song song với việc tăng độ chính xác và số lượng các sóng phân tích, có thể giải quyết tốt hơn những tính toán thực tiễn như tính mực nước cực trị, mực nước thấp nhất lý thuyết của trạm, những bài toán nội ngoại suy mực nước cực trị giữa các trạm;

3. Chính xác hóa và chi tiết hóa các bản đồ triều, kể cả các bản đồ dòng triều, bằng con đường tận dụng khả năng ngày càng lớn của máy tính điện tử để tăng miền tính, làm chi tiết lưới tính, xấp xỉ biên sát thực hơn và cụ thể hóa các phép tham số hóa ma sát đáy và ma sát gió. Kết hợp tính dao động tổng cộng triều và gió, triều và nước dâng để nghiên cứu tương tác

giữa chúng;

4. Xây dựng những mô hình tính mực nước dâng trong gió hoặc trong bão để tiến tới dự báo được cả các dao động mực nước phi triều. Con đường hiệu quả nhất phù hợp với phương tiện tính toán hiện đại là áp dụng những mô hình số với chi tiết hóa quá trình tính toán làm cho chương trình tính trên máy có thể áp dụng vào dự báo nghiệp vụ;

5. Những vấn đề có tính quy mô toàn cầu được nhiều nhà khoa học quan tâm như sự dâng lên của mực nước đại dương do khí hậu toàn cầu nóng lên, sự biến động thế kỷ của mực nước biển do các quá trình địa động lực học trong vỏ trái đất, lan truyền các sóng thềm lục địa.

Trong luận án này, chúng tôi sẽ trình bày những kết quả nghiên cứu của mình (đã được công bố một phần trong [5 - 8] nhằm góp thêm vào việc nghiên cứu những vấn đề còn tồn tại đã nêu.

Cụ thể, chúng tôi đặt ra và giải quyết bốn nhiệm vụ sau:

- 1) Khảo sát chi tiết về dao động tự do của biển Đông;
- 2) Giải thích cơ chế hình thành của hiện tượng thủy triều rất phức tạp và độc đáo ở biển Đông;
- 3) Nghiên cứu cấu trúc của những dao động mực nước ở các vùng bờ khác nhau dọc bờ biển nước ta;
- 4) Nghiên cứu chế độ dao động mùa của mực nước ở biển Đông và thử nghiệm mô hình tính mực nước dâng trong gió theo dữ liệu về trường gió và áp suất trên biển.

Ở chương 1 với đầu đề “Khái quát về điều kiện tự nhiên và đặc điểm dao động mực nước biển Đông. Cơ sở phương pháp nghiên cứu”, chúng tôi trình bày ngắn gọn về phương pháp phân tích điều hòa mực nước, trong đó có trình bày thêm về sự hoàn thiện của chúng tôi nhờ áp dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất làm cho chương trình phân tích chính xác hơn, những công thức biến đổi Fourier và phương pháp phổ trong hải dương học, có chú ý tới những phương pháp lọc chuỗi số liệu xuất phát, nhằm thu được những phổ khả dĩ hiện thực trong điều kiện đặc thù của các chuỗi thời gian của các quá trình ở biển, cơ sở của phương pháp số trị thủy động giải bài toán mực nước. Về những điều kiện tự nhiên và đặc điểm biến động mực nước biển Đông chúng tôi chỉ trình bày những nét khái quát nhất mà sau này ở các chương 2, 3, 4 có sử dụng tới.

Chương 2 với đầu đề “Khảo sát dao động tự do của biển Đông”, chúng tôi bắt đầu công tác nghiên cứu của mình bằng việc giải bằng số hệ phương trình mô tả dao động tự do của một thủy vực có tính tới hình dạng đường bờ và phân bố độ sâu thực của biển Đông để, ở mức độ trừu tượng cao nhất, khảo sát khả năng tự nhiên của biển Đông phản ứng với những nhiễu kích động có thể có của ngoại lực. Nhờ kết quả tính dao động tự do, chúng tôi có điều kiện từ góc độ khác so với các chuyên gia trước đây đã làm, giải thích chế độ dao động thủy triều rất độc đáo ở biển Đông, dự đoán những khả năng của từng vùng khác nhau của biển Đông cộng

hưởng với những tần số dao động của các lực cưỡng bức có thể có.

Trong chương 3 – “Phổ mực nước ở ven bờ tây biển Đông” sẽ trình bày những kết quả phân tích phổ của các dao động mực nước do chúng tôi nhận được cho năm trạm quan trắc độ dài một năm, có kết hợp với kết quả của các tác giả khác, để có khái niệm hệ thống về quy mô và cấu trúc của dao động mực nước phức tạp và đa dạng ở những vùng khác nhau của biển.

Từ những kết quả này lại so sánh với kết quả của chương 2 để làm sáng tỏ kiểu phản ứng của mỗi vùng biển đối với những nhiễu động cưỡng bức và chỉ ra tính hiện thực của những kết quả tính ở chương 2.

Chương 4 với đầu đề “Tính mực nước trong trường gió mùa”, chúng tôi sẽ trình bày kết quả bước đầu giải bằng số hệ phương trình nước nông tuyến tính để tính trường độ cao mực nước dâng lên trong trường gió tương ứng nhằm kiểm tra hiệu ứng gió mùa có thể tạo nên những dao động mùa với quy mô và phân bố không gian như các tác giả khác đã phân tích hay không. Ngoài ra, việc thử nghiệm này cũng có ý nghĩa độc lập, nhằm tiến tới xây dựng chương trình tính mực nước trên máy tính dựa vào các số liệu xuất phát về trường gió và các yếu tố khí tượng.

Trong quá trình nghiên cứu để đi đến những kết quả trong luận án này, chúng tôi đã nhận được sự giúp đỡ của GS, TS Nguyễn Ngọc Thụy (Tổng cục Khí tượng Thủy văn), cung cấp nhiều tài liệu tham khảo quý, cùng với những chỉ dẫn hết sức bổ ích, nhận được những lời khuyên và khích lệ của nhiều đồng nghiệp, đặc biệt sự giúp đỡ nhiều mặt của tập thể Bộ môn Hải dương học Trường Đại học Tổng hợp Hà Nội.

Chúng tôi chân thành cảm ơn sự giúp đỡ quý báu ấy.

CHƯƠNG 1 - KHÁI QUÁT VỀ ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN VÀ ĐẶC ĐIỂM MỤC NƯỚC BIỂN ĐÔNG. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1.1. Khái quát về điều kiện tự nhiên và đặc điểm dao động mực nước biển Đông

1.1.1. Hình dạng đường bờ và phân bố độ sâu của biển Đông

Biển Đông kề cận với lãnh thổ của mười nước Đông Nam Á, là một trong những biển lớn nhất thế giới. Trên biển này có những đường hàng hải quốc tế quan trọng đi qua và trong những năm gần đây khu vực thềm lục địa tây nam của biển đã trở thành một khu vực hoạt động kinh tế kỹ thuật sôi động.

Vùng nước biển trải rộng từ kinh tuyến 99°5' đến 121° kinh đông và từ vĩ tuyến 3° vĩ nam đến 25° vĩ bắc. Tổng diện tích biển, kể cả các vịnh lớn Thái Lan và Bắc Bộ của nó bằng khoảng $3,5 \cdot 10^6 \text{ km}^2$.

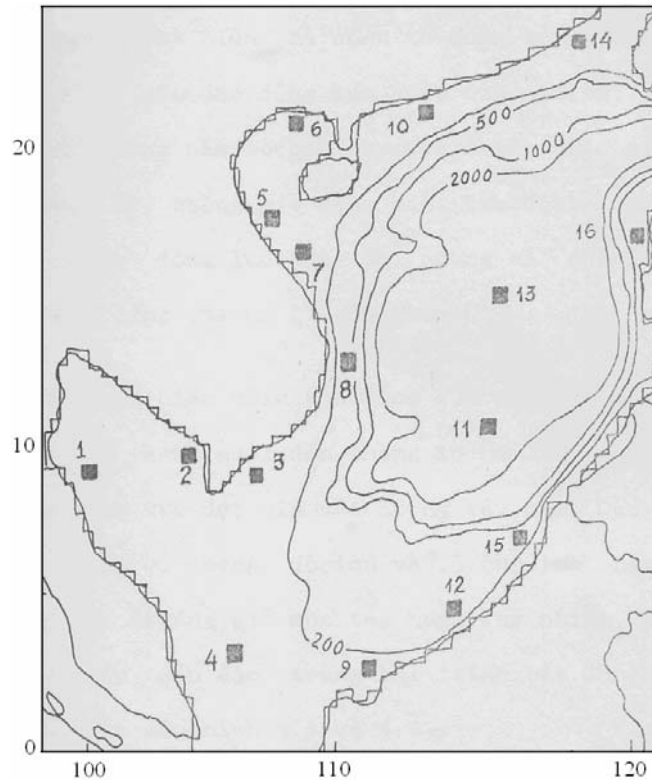
Hình dạng đường bờ biển hết sức phức tạp với rất nhiều vịnh, vũng, eo biển và đảo lớn nhỏ nằm rải rác ở cả trung tâm lẫn gần ven bờ.

Địa hình đáy biển Đông thuộc loại đa dạng (hình 1.1). Vùng biển thẳm với độ sâu vài nghìn mét nằm ở phần trung tâm và lệch về phía đông biển. Độ sâu lớn nhất ở vùng này đạt đến 5560 mét. Vùng thềm lục địa với độ sâu dưới 200 mét chiếm hơn nửa diện tích mặt rộng thủy vực, phân bố ở phía nam và tây nam biển và trong các vịnh. Ở các vịnh Bắc Bộ và Thái Lan độ sâu biển biến đổi từ vài mét đến dưới 100 mét.

Các đường đẳng sâu có hình dạng rất không đều đặn. Nhìn chung, quan sát thấy tính bất đối xứng trong phân bố độ sâu của biển giữa hai phần tây và đông, giữa bắc và nam của biển. Vùng biển phía đông và đông nam có độ dốc đáy lớn hơn so với vùng biển phía tây và tây bắc. Đặc điểm này, như chúng ta sẽ thấy ở các chương 2 và 4, có ảnh hưởng rất lớn đến chế độ dao động mực nước biển và các vùng của nó.

Biển Đông là một biển ven, liên hệ với Thái Bình Dương và các biển kề cận qua một số eo biển. Ở phía bắc và đông bắc, biển Đông thông với Thái Bình Dương qua eo Đài Loan rộng 200 km với độ sâu 50 mét và eo Basi rộng 350 km với độ sâu trên 3000 mét. Những eo biển này ngoài độ rộng và độ sâu đáng kể, còn có đặc điểm là định hướng theo tuyến trục chính của biển, cùng hướng với các hướng gió thịnh hành trên biển, nên có vai trò quan trọng nhất, đảm bảo sự trao đổi nước cũng như năng lượng giữa biển và bên ngoài. Phần lớn nước các tầng mặt và ở các độ sâu của biển được trao đổi với Thái Bình Dương thông qua những eo này [48, 68].

Ở phía cực nam, biển Đông liên hệ với biển Giava qua eo Malacca nằm giữa bán đảo Malacca và đảo Calimantan. Đặc điểm của eo biển này là khá rộng, khoảng 450 km, nhưng rất nông, độ sâu xấp xỉ 30-40 mét và có những đảo nhỏ xen kẽ. Ở biên giới phía đông của biển, ở quãng giữa quần đảo Philippin và đảo Calimantan có nhiều eo nhỏ nông xen kẽ với các chuỗi đảo. Những eo biển này ít thuận lợi cho sự trao đổi nước.



Hình 1.1. Phân bố độ sâu biển Đông và biên tính

(các đường gấp khúc là biên tính của các mô hình số, hình vuông nhỏ chỉ vị trí điểm tính phổ)

1.1.2. Chế độ gió trên biển Đông

Chế độ gió trên biển là nhân tố quan trọng nhất trong số các nhân tố gây nên dao động mực nước của nó [42]. Vị trí đặc biệt của biển Đông nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa Đông Nam Á với hai hệ thống gió khác biệt tác động quy định toàn bộ chế độ nhiệt động lực học nói chung và chế độ dao động mực nước nói riêng của nó [19, 56].

Về mùa đông, biển chịu tác động của gió mùa đông bắc hoạt động từ khoảng tháng mười đến tháng tư năm sau. Mùa hè, trên biển thịnh hành các đợt gió với hướng tây nam. Các trường gió đông bắc thường có cường độ lớn và độ ổn định hoạt động cao hơn so với các trường gió mùa tây nam. Tuy nhiên, cả hai loại trường gió này đều đặc trưng bởi tính bất đồng nhất trong không gian (xem các hình 4.1 và 4.2).

1.1.3. Thủy triều và dao động mực nước biển Đông

Thành phần quan trọng nhất gây nên dao động mực nước biển Đông là thủy triều. Dao động thủy triều ở biển Đông được nhiều tác giả đánh giá là rất phức tạp và có nhiều nét độc đáo khác so với những vùng biển khác của thế giới. Nơi đây có thể thấy đủ bốn loại thủy triều khác nhau: đó là bán nhật triều đều, bán nhật triều không đều, nhật triều không đều và nhật triều đều. Qua các bản đồ phân bố tính chất thủy triều biển Đông ta thấy nét nổi bật đầu tiên là toàn bộ vùng khơi rộng lớn và đại bộ phận các dải bờ phía tây và phía đông biển thịnh hành kiểu dao động nhật triều. Ở các vịnh Thái Lan và Bắc Bộ quan sát thấy kiểu dao động triều toàn nhật đều lý tưởng với độ lớn đáng kể, đã từng được dẫn trong các sách giáo khoa