

CHƯƠNG VII : TÍNH TOÁN THỦY VĂN VÙNG SÔNG ẢNH HƯỞNG THỦY TRIỀU

7.1. Một số kiến thức về thủy triều

7.1.1. Khái niệm về thủy triều

7.1.1.1. Thủy triều

Thủy triều là hiện tượng sóng của nước biển dưới tác động của các lực gây ra bởi Mặt trăng, Mặt trời và các hành tinh khác lên các chất điểm nước trên đại dương. Dưới tác động của các lực trên, nước trên đại dương dâng lên tạo thành các sóng nước di chuyển trên đại dương tạo thành sự chuyển động tương đối giữa Trái đất, Mặt trăng, Mặt trời và các hành tinh khác. Sự chuyển động của Mặt trăng xung quanh Trái đất và của hệ thống Mặt trăng - Trái đất xung quanh Mặt trời có tính chu kỳ, kéo theo sự xuất hiện có chu kỳ của sóng nước trên đại dương. Các sóng nước tạo ra do hiện tượng trên được gọi là *sóng triều*.

Sự di chuyển có chu kỳ của các sóng triều gây ra hiện tượng lên xuống có chu kỳ của mực nước biển tại một vị trí quan trắc. Bởi vậy, có thể coi thủy triều là hiện tượng dao động có chu kỳ của mực nước biển tại vị trí quan trắc.

7.1.1.2. Các đặc trưng cơ bản của thủy triều

1) Mực nước triều: là cao trình mực nước biển hoặc sông có ảnh hưởng thủy triều so với mặt chuẩn tại một vị trí quan trắc nào đó, thường được ký hiệu là Z .

2) Quá trình mực nước triều: là đồ thị của quá trình thay đổi mực nước triều theo thời gian t , được ký hiệu là $Z(t)$. Như vậy mực nước triều là hàm của thời gian, được biểu thị bằng đường cong $Z = Z(t)$.

Trên đường quá trình mực nước triều có các pha triều lên (còn gọi là triều dâng), triều xuống (triều rút), cùng các đặc trưng đỉnh và chân triều.

Thời kỳ liên tục trong đó $dZ/dt > 0$ gọi là pha triều lên, ngược lại là pha triều xuống. Đỉnh triều là điểm chuyển tiếp giữa pha triều lên và pha triều xuống, còn chân triều là điểm chuyển tiếp giữa pha triều xuống và pha triều lên. Tại các đỉnh và chân triều có $dZ/dt = 0$.

3) Mực nước đỉnh triều và chân triều: là mực nước tương ứng với đỉnh và chân triều. Nếu trong một ngày đêm có một lần triều lên, một lần triều xuống sẽ tương ứng có một mực nước đỉnh triều và một mực nước chân triều. Nếu trong một ngày đêm có hai lần triều lên, hai lần triều xuống, sẽ tồn tại trên đường quá trình triều hai đỉnh và hai chân triều. Trong trường hợp một ngày đêm có hai đỉnh và hai chân triều, sẽ có một đỉnh triều cao và một đỉnh triều thấp, một chân triều cao và một chân triều thấp (xem hình 7-1).

4) Biên độ triều và chu kỳ triều

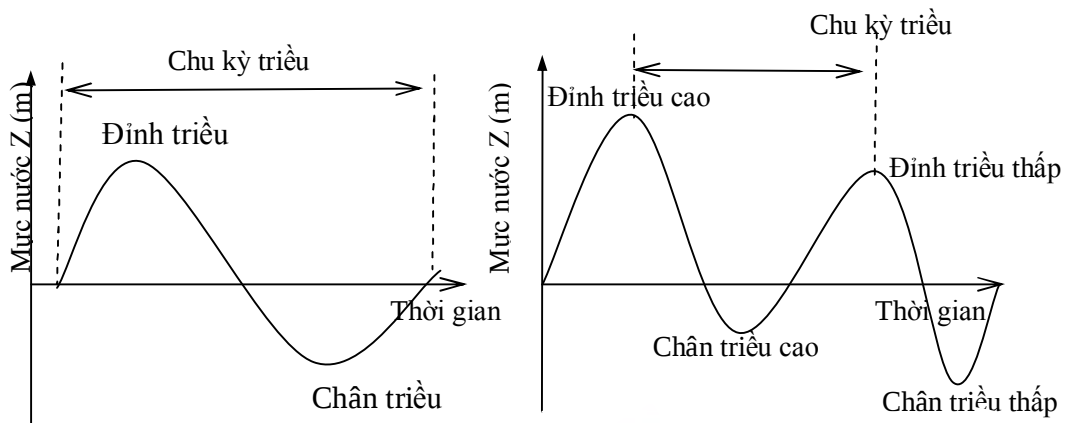
Biên độ mực nước triều là chênh lệch mực nước giữa đỉnh triều so với chân triều kế tiếp, thường ký hiệu là A_p . Chu kỳ triều là khoảng thời gian giữa hai đỉnh triều đặc trưng kế tiếp nhau, thường ký hiệu là T . Có nhiều loại chu kỳ khác nhau.

- Trong một ngày đêm có chu kỳ nửa ngày đối với loại chế độ bán nhật triều, tức là trong một ngày đêm có hai lần triều lên và hai lần triều xuống với chu kỳ xấp xỉ 12 giờ 25 phút.

- Trong một ngày đêm có chu kỳ ngày, là khoảng thời gian giữa hai đỉnh triều hoặc hai chân triều kế tiếp đối với chế độ nhật triều, hoặc là khoảng thời gian giữa hai đỉnh triều cao (hoặc thấp), chân triều cao (hoặc thấp) trong trường hợp bán nhật triều.

- Nếu ta vẽ đường bao chân triều và đỉnh triều (hình 7-2), sẽ tồn tại các chu kỳ triều nửa tháng, một tháng, tức là khoảng cách giữa hai lần triều cường hoặc kém kế tiếp nhau.

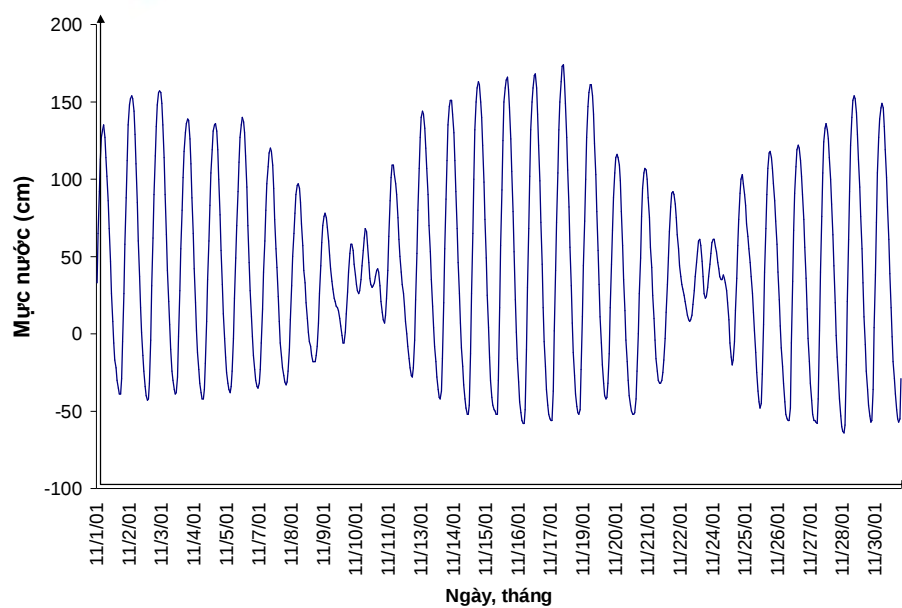
Ngoài ra còn tồn tại các loại chu kỳ lớn hơn, chẳng hạn chu kỳ 4 tháng, chu kỳ năm, chu kỳ 4 năm v.v...



a) Nhật triều

b) Bán nhật triều

Hình 7-1: Đường quá trình mực nước triều $Z \sim t$ trong 1 ngày đêm



Hình 7 -2 - Đường quá trình triều trong một tháng (từ ngày 1÷30/11/2001) tại Cửa Ba lạt

5) Triều cường, triều kém

Trong một tháng thường có hai thời kỳ triều hoạt động mạnh đó là thời kỳ triều cường (còn gọi là thời kỳ nước lớn), khi đó biên độ triều lớn đỉnh triều cao hơn còn chân triều lại thấp hơn những ngày khác. Xen kẽ với hai thời kỳ triều cường có hai thời kỳ

triều hoạt động yếu gọi là thời kỳ triều kém (thời kỳ nước ròng), khi đó biên độ triều nhỏ, đỉnh triều thấp, còn chân triều lại cao so với những ngày khác.

7.1.1.3. Phân loại thủy triều

Chu kỳ triều trong một ngày đêm đặc trưng cho chế độ triều tại một vị trí quan trắc. Bởi vậy người ta phân loại thủy triều theo chu kỳ triều trong một ngày đêm. Có hai loại chế độ triều sau đây:

a/ Chế độ bán nhật triều đều: là hiện tượng xảy ra trong một ngày mặt trăng (24 giờ 50 phút) có hai lần triều lên và hai lần triều xuống, đỉnh và chân triều của hai lần đó xấp xỉ bằng nhau, chu kỳ triều gần bằng 12 giờ 25 phút.

b/ Nhật triều đều: là hiện tượng xảy ra trong một ngày mặt trăng có một lần triều lên một lần triều xuống, chu kỳ triều xấp xỉ 24 giờ 50 phút.

c/ Bán nhật triều không đều: là hiện tượng xảy ra tương tự như (a), song đỉnh và chân triều trong hai lần triều liên tiếp có sự chênh lệch khá lớn.

d/ Nhật triều không đều: là hiện tượng mà trong chu kỳ nửa tháng, số ngày nhật triều không quá 7 ngày, những ngày còn lại là bán nhật triều.

7.1.1.4. Phân loại thủy triều dọc bờ biển Việt Nam

Ở nước ta, dọc theo bờ biển từ Bắc đến Nam thủy triều có chế độ rất khác nhau. Theo chế độ triều có thể chia làm 8 vùng, thống kê ở bảng 7 -1.

Bảng 7-1: Chế độ thủy triều bờ biển Việt Nam

TT	Vùng địa danh	Chế độ thủy triều	Biên độ triều cường (m)
1	Từ Quảng Ninh - Thanh Hoá	Nhật triều đều	3,2 ÷ 2,6
2	Nghệ An - Quảng Bình	Nhật triều không đều	2,5 ÷ 1,2
3	Nam Quảng Bình - Thuận An	Bán nhật triều không đều	1,1 ÷ 0,6
4	Cửa Thuận An và vùng phụ cận	Nhật triều không đều	0,4 ÷ 0,5
5	Nam Thừa Thiên đến Q. Nam	Bán nhật triều không đều	0,8 ÷ 1,2
6	Quảng Nam - Hàm Tân	Nhật triều không đều	1,2 ÷ 2,0

7	Hàm Tân - Cà Mau	Bán nhật triều không đều	$2,0 \div 3,5$
8	Cà Mau - Hà Tiên	Nhật triều đều hoặc không đều	$< 1,0$

Theo thống kê ở bảng (6-1), biên độ triều giảm dần từ Quảng Bình đến Cửa Thuận An (Huế), sau đó lại tăng dần đến mũi Cà Mau. Từ Cà Mau đến Hà Tiên biên độ triều lại giảm xuống rõ rệt. Bờ biển Việt Nam không dài (3200 km), nhưng có chế độ triều của hầu hết các bờ biển trên thế giới. Tính đa dạng của chế độ triều dọc bờ biển Việt Nam phản ánh sự phức tạp của nó. Đặc biệt là tại bờ biển đồng bằng sông Cửu Long, phía đông và phía tây có chế độ triều khác biệt nhau, gây ra sự phức tạp của cơ chế chuyển động của thủy triều ở kênh rạch thuộc châu thổ này.

7.1.2. Các nhân tố ảnh hưởng đến chế độ thủy triều ngoài biển

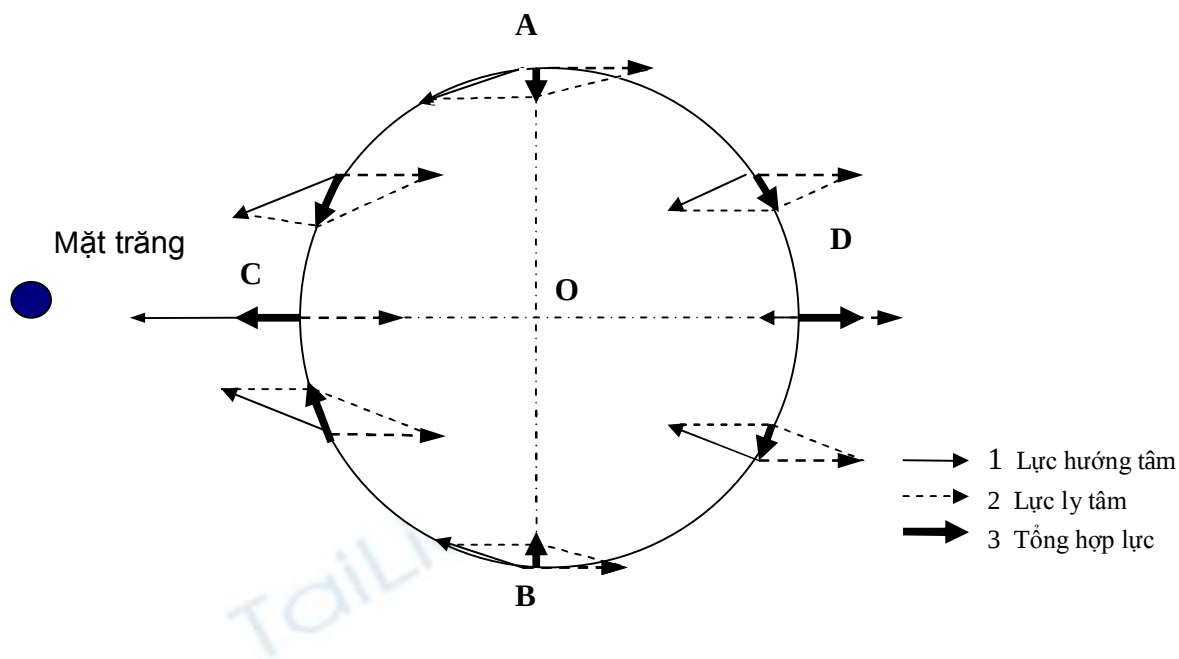
7.1.2.1. Ảnh hưởng của các lực gây triều

Trong các lực gây triều thì lực hấp dẫn của mặt trăng, mặt trời đến các chất điểm nước trên trái đất là chủ yếu. Quỹ đạo chuyển động của mặt trăng xung quanh trái đất và hệ thống trái đất - Mặt trăng xung quanh mặt trời là rất phức tạp dẫn đến sự phức tạp về chế độ thủy triều ở các vị trí trên trái đất.

Trong một ngày, do trái đất quay quanh trục của nó, nên vị trí tương đối giữa mặt trăng và trái đất sẽ thay đổi theo chu kỳ ngày mặt trăng (24 giờ 50 phút). Do đó mặt trăng sẽ có ảnh hưởng trực tiếp đến chế độ thủy triều trong ngày. Mặt trăng chuyển động xung quanh trái đất 28 ngày đêm, do đó vị trí tương đối giữa mặt trăng, mặt trời và trái đất cũng có sự thay đổi theo chu kỳ một tháng dẫn đến sự thay đổi theo chu kỳ của chế độ triều trong một tháng. Tương tự vậy, sự thay đổi theo chu kỳ giữa 3 thiên thể trong một năm và nhiều năm sẽ kéo theo sự thay đổi có chu kỳ của chế độ triều trong một năm và nhiều năm.

a. Ảnh hưởng của Mặt trăng đến chế độ triều trong ngày

Sự thay đổi mức nước biển trong một ngày tại vị trí quan sát phụ thuộc vào vị trí tương đối của trái đất và mặt trăng trong một ngày. Trên hình 7- 3 sơ họa các lực gây triều tại các điểm đặc trưng trên Trái đất trong một ngày Mặt trăng.



Hình 7- 3: Các lực gây triều dưới tác động của mặt trăng

Trái đất và Mặt trăng có khối lượng khác nhau, bởi các lực tác dụng tương hỗ giữa chúng tạo nên hệ thống chuyển động quay của hệ Mặt trăng - Trái đất xung quanh trục chung cách tâm trái đất một khoảng bằng 0,73 bán kính Trái đất. Kết cục của hiện tượng này phát sinh các lực tác dụng lên chất điểm trên Trái đất như sau:

* Lực ly tâm có giá trị như nhau đối với mọi chất điểm trên trái đất kể cả ở tâm trái đất. Lực ly tâm có phương song song với phương của đường thẳng nối tâm trái đất với tâm mặt trăng, hướng của lực ngược với hướng từ tâm trái đất đến mặt trăng.

* Lực hấp dẫn của mặt trăng lên các chất điểm trên trái đất khác với lực ly tâm. Phương của lực trùng với phương nối chất điểm đó với tâm mặt trăng, hướng của lực đi từ chất điểm đến mặt trăng. Giá trị của lực hấp dẫn tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng từ chất điểm đến tâm của mặt trăng.

* Tổng hợp của hai lực này sẽ tạo nên lực gây triều có phương, hướng và giá trị phụ thuộc vào điểm quan sát trên trái đất (xem hình 7-3). Ta xét hai điểm C và D nằm trên phương nối trục trái đất với mặt trăng. Nếu chất điểm nước trên mặt biển nằm về phía mặt trăng (điểm C) thì lực hấp sẽ dẫn lớn hơn so với các chất điểm nước nằm ở phía bên kia (điểm D) trong khi đó lực ly tâm của các chất điểm là như nhau, do đó tổng hợp lực

chất điểm nằm về phía mặt trăng (điểm C) sẽ hướng về phía mặt trăng, còn tại điểm D hướng của tổng hợp lực sẽ có chiều ngược lại. Ta xem xét các vị trí đặc trưng trên hình 7-3

- Tại A và B lực gây triều có hướng đi từ chất điểm về phía tâm trái đất, kết quả là tại những điểm này lực gây triều là nhỏ nhất, do đó mực nước triều tại các điểm này là nhỏ nhất.

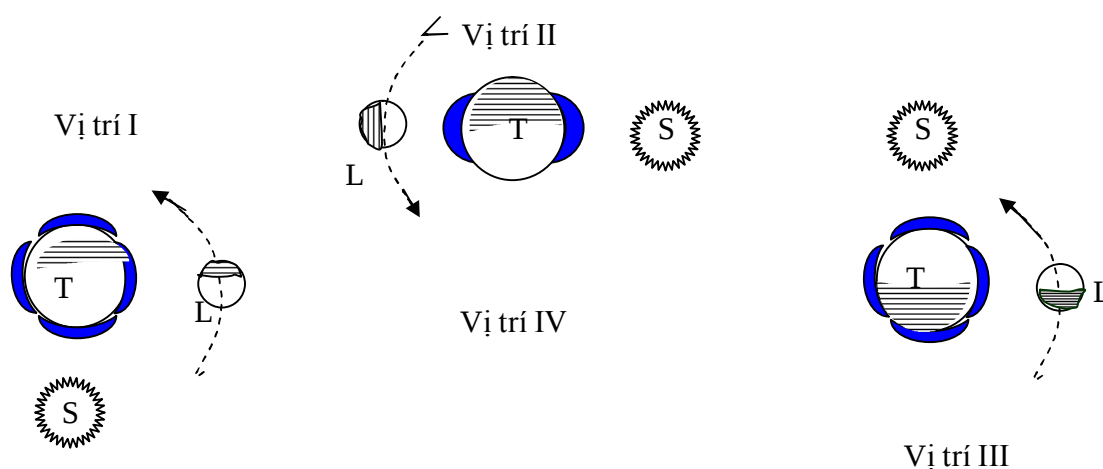
- Tại C và D, lực gây triều có giá trị lớn nhất, và hướng ra phía ngoài kể từ tâm trái đất. Do đó, tại những điểm này sẽ có mực nước triều lớn nhất.

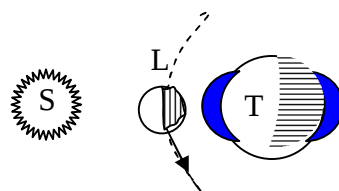
- Tại các điểm còn lại sẽ có giá trị trung gian phụ thuộc vào vị trí của nó trên trái đất.

Trái đất quay xung quanh trục của nó mất một ngày, bởi vậy trong một ngày tại điểm quan trắc sẽ có hai lần xuất hiện mực nước triều lớn nhất, hai lần mực nước triều nhỏ nhất (bán nhật triều). Tuy nhiên chế độ thủy triều còn phụ thuộc vào các nhân tố khác nữa mà ta sẽ xem xét ở các mục sau, do đó tồn tại nhiều chế độ triều khác nhau.

b. Ảnh hưởng của mặt trời đến chế độ thủy triều

Trái đất quay xung quanh trục của nó mất 1 ngày, do đó hiện tượng dao động của mực nước triều trong một ngày tại vị trí quan trắc cũng tương tự như tác động của lực gây triều của mặt trăng. Tuy nhiên lực gây triều do mặt trời yếu hơn mặt trăng. Trong chu kỳ một tháng của mặt trăng, vị trí tương đối của ba thiên thể ở những khác nhau nên sẽ có ảnh hưởng đến mức độ mạnh yếu của thủy triều trên trái đất.





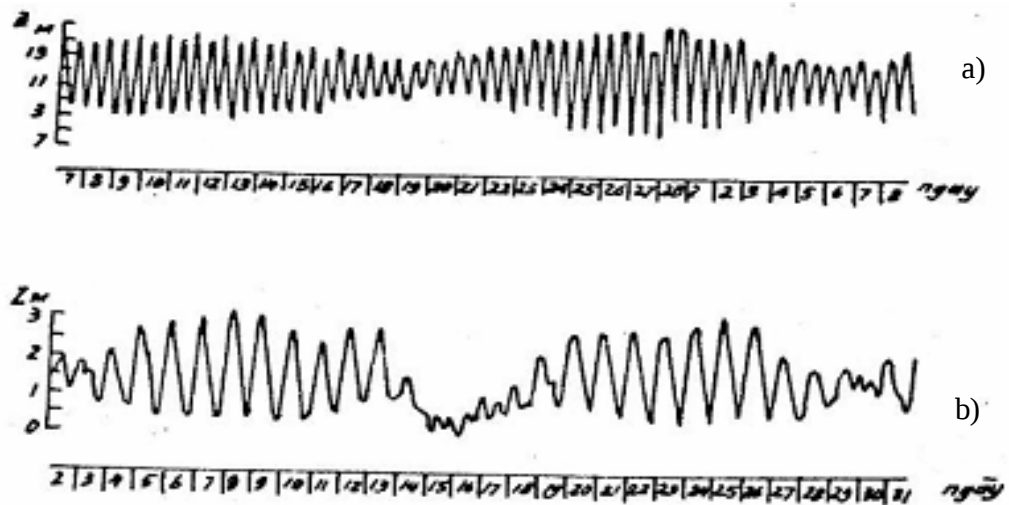
Hình 7-4a: Vị trí tương đối của mặt trời (S), mặt trăng (L) và trái đất (T) trong chu kỳ 1 tháng

Trên hình (6-4a) mô tả 4 vị trí đặc biệt giữa mặt trời (S), mặt trăng (L) và trái đất trong một tháng mặt trăng.

- Ngày sóc (trăng non) và ngày vọng (trăng tròn) tương ứng với trạng thái II và IV trên hình (7-4a). Vào những ngày này mặt trăng, mặt trời và trái đất nằm trên một đường thẳng, do đó lực gây triều do mặt trăng và mặt trời có phương trùng nhau, là lực gây triều tổng hợp sẽ có tác động mạnh nhất đến dao động mực nước triều, tức là chân triều sẽ thấp nhất còn đỉnh triều sẽ cao nhất so với những ngày còn lại. Đây là thời kỳ triều cường trong tháng.

- Trong những ngày thượng huyền và hạ huyền tương ứng với trạng thái I và III trên hình (7-4a), vị trí mặt trăng và mặt trời sẽ nằm trên hai đường thẳng vuông góc nhau, qua tâm của trái đất. Do vậy, tại một điểm quan trắc trên trái đất, khi mà mặt trăng có giá trị gây triều lớn nhất thì mặt trời lại có lực gây triều nhỏ nhất và ngược lại. Kết quả là, mực nước triều dao động trong các ngày này rất ít, đó là những ngày triều kém trong tháng.

- Những ngày còn lại sẽ có trạng thái trung gian.



Hình 7- 4b. Đường quá trình mực nước triều trong một tháng: a) Bán nhật triều; b) Nhật triều

c. Ảnh hưởng của tổng hợp các lực gây triều đến chế độ thủy triều

Như đã trình bày ở trên, mặt trăng, mặt trời là hai thiên thể gây ra lực gây triều lớn nhất. Các lực gây triều có chu kỳ ngày và nửa ngày của các tác động riêng rẽ hoặc tổ hợp giữa chúng trong một tháng mặt trăng (tức là một vòng quay của mặt trăng xung quanh trái đất) sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến chế độ triều trong tháng đối với các vị trí khác nhau trên trái đất. Với mỗi vị trí trên trái đất chế độ thủy triều trong một tháng bị chi phối chủ yếu bởi bốn loại thành phần lực gây triều sau:

- 1) Thành phần lực gây triều có chu kỳ nửa ngày của mặt trăng ký hiệu là M_2 .
- 2) Thành phần lực gây triều có chu kỳ nửa ngày của mặt trời ký hiệu là S_2 .
- 3) Thành phần lực gây triều có chu kỳ ngày của mặt trăng ký hiệu là K_1 .
- 4) Thành phần lực gây triều có chu kỳ ngày của hệ thống mặt trăng - mặt trời ký hiệu là O_1 .

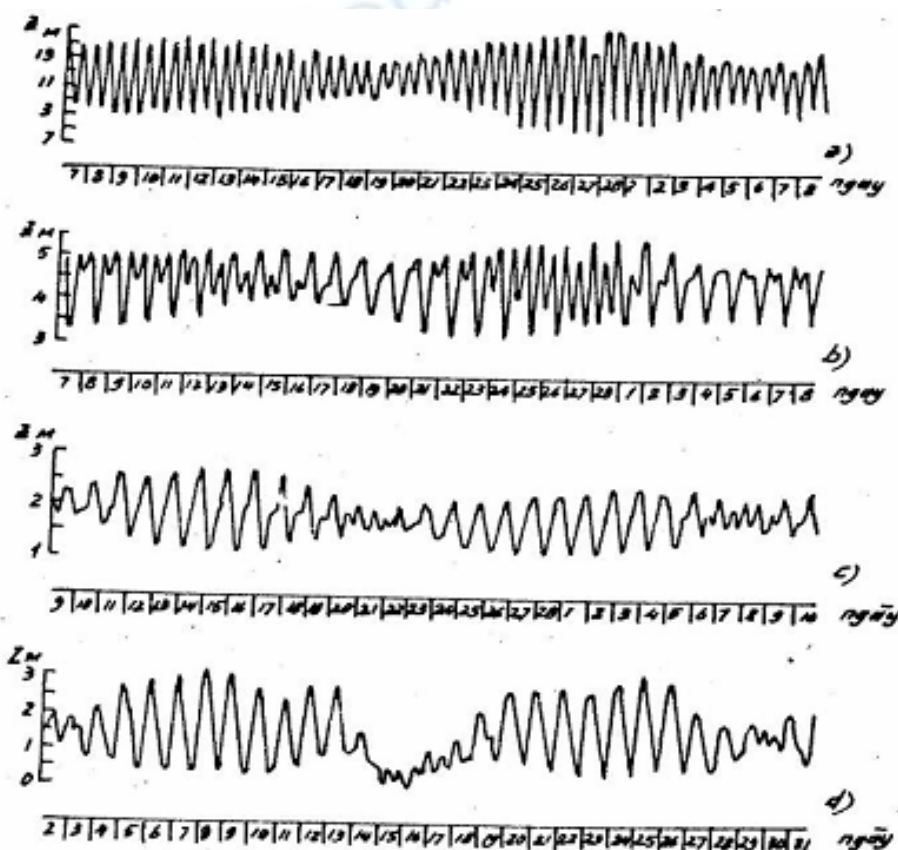
Defant đã thiết lập biểu thức tính hằng số F ở vị trí bất kỳ trên trái đất có dạng:

$$F = \frac{O_1 + K_1}{S_2 + M_2} \quad (7-1)$$

Hằng số F bằng tỉ số giữa các thành phần lực có chu kỳ ngày với các thành phần lực có chu kỳ nửa ngày. Theo sự thay đổi của hằng số F , người ta rút ra các kết luận sau đây:

- Khi $F < 1$, trong một tháng chế độ bán nhật triều sẽ chiếm ưu thế. Khi F càng nhỏ ảnh hưởng của chế độ bán nhật triều càng mạnh. Trên hình 7-5 cho thấy khi $F = 0,05$, tại điểm quan trắc có chế độ bán nhật triều đều, khi $F = 0,08$ tại điểm quan trắc có chế độ bán nhật triều không đều.

- Khi $F \geq 1$, chế độ nhật triều chiếm ưu thế trong chu kỳ một tháng. Trên hình 7-5 khi $F = 2,5$ trong tháng tồn tại nhiều ngày bán nhật triều xen kẽ với những ngày có chế độ bán nhật triều (nhật triều không đều). Khi $F = 7,5$ chế độ nhật triều trong tháng là nhật triều đều.



Hình 7 - 5 - Đường quá trình triều với sự phụ thuộc vào hằng số F

a) $F = 0,05$; b) $F = 0,88$; c) $F = 2,5$; d) $F = 7,5$

Phân tích trên đây giải thích hiện tượng đa dạng của chế độ triều ở các vị trí khác nhau trên đại dương.

7.1.2.2. Ảnh hưởng của địa hình và các nhiễu động khí tượng thủy văn vùng ven bờ

a) Ảnh hưởng của địa hình

Các sóng triều di chuyển trên đại dương có cao độ sóng không lớn lắm, thường vào khoảng 1m, trong khi đó độ dài của sóng rất lớn, (hàng nghìn km). Khi sóng triều di chuyển vào các vịnh, do ảnh hưởng của điều kiện địa hình, sóng bị biến dạng đáng kể, chiều cao sóng ở vùng ven bờ thường tăng lên so với ngoài đại dương, có khi đạt từ 3m đến 5m.

Do ảnh hưởng điều tiết của các vùng vịnh, đường quá trình mực nước triều cũng bị biến dạng. Độ sâu nước biển vùng ven bờ ảnh hưởng lớn đến tốc độ di chuyển của sóng triều và biên độ của nó.

b) Ảnh hưởng của các nhiễu động khí tượng

Gió là yếu tố chủ yếu gây ra sự biến động của các đặc trưng mực nước triều. Với tác động của gió, chiều cao sóng triều bị tăng lên. ở các vùng ven bờ, khi có gió bão còn xảy ra hiện tượng sóng dềnh và do đó biên độ và mực nước triều thay đổi đáng kể so với trường hợp lặng gió. Tác động của gió là rất ngẫu nhiên kéo theo sự thay đổi ngẫu nhiên của đặc trưng triều vùng ven bờ.

c) Ảnh hưởng của các nhiễu động khác

Ngoài gió, các dòng hải lưu cũng chi phối đáng kể chế độ và các đặc trưng thủy triều vùng ven bờ.

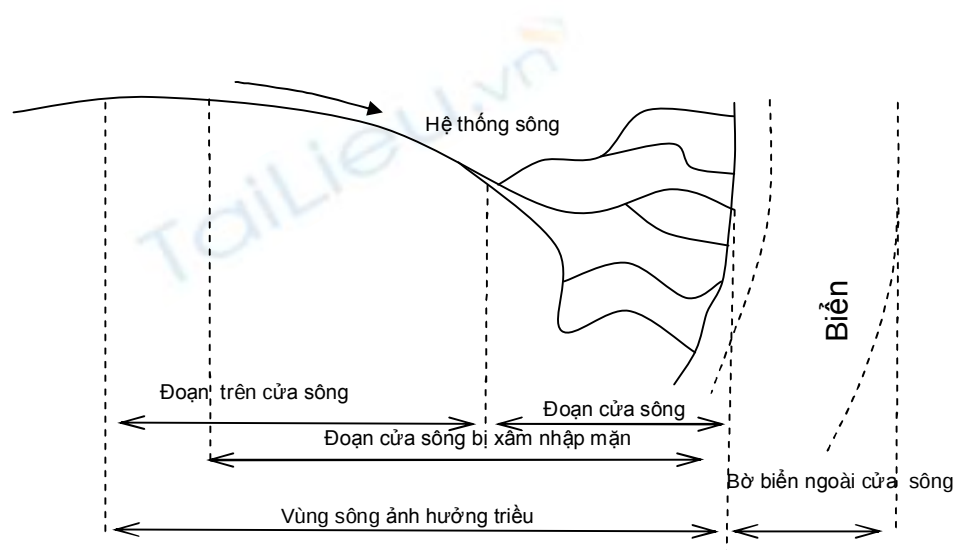
Chế độ triều vùng ven bờ còn phụ thuộc vào vị trí của vùng bờ so với vùng cửa sông. Càng gần cửa sông, chế độ thủy triều càng bị ảnh hưởng của chế độ dòng chảy trong sông. Phạm vi ảnh hưởng của dòng chảy trong sông đến chế độ vùng ven bờ còn phụ thuộc vào đặc điểm địa hình vùng cửa sông và ven bờ nữa.

7.2. Chế độ thủy văn vùng sông ảnh hưởng triều

7.2.1. Khái niệm về vùng sông ảnh hưởng triều

Cửa sông là đoạn sông nối tiếp giữa một dòng sông với biển, với một hồ chứa nước hoặc một dòng sông khác. Trong chương này chỉ đề cập đến cửa sông thông ra biển. Các sông có cửa thông ra biển bị ảnh hưởng mạnh của thủy triều gọi là vùng sông ảnh hưởng triều.

Vùng sông ảnh hưởng thủy triều có thể chia ra làm 3 vùng sau:



Hình 7-6: Khu vực sông ảnh hưởng triều

1) Vùng cửa và vùng ven biển ngoài sông, đoạn này dòng chảy sông ngòi có tình thế biến là chủ yếu, dòng chảy trong sông ảnh hưởng rất mạnh triều biển.

2) Đoạn cửa sông là phần kể từ mép biển đến chỗ phân nhánh (còn gọi là vùng tam giác châu). Trong đoạn này bao gồm cả tình thế biển và sông lẫn lộn.

3) Đoạn gần cửa sông là đoạn sông từ chỗ phân nhánh đến chỗ giới hạn ảnh hưởng triều về mùa nước kiệt. Trong đoạn này tình thế sông trội hơn tình thế biển.

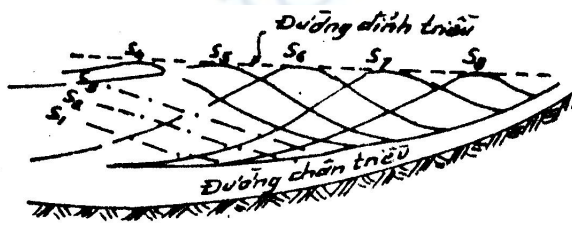
Ngoài ra người ta còn chia ra hai vùng sông đặc trưng: vùng sông bị ảnh hưởng triều là vùng sông có giới hạn từ cửa sông đến giới hạn thủy triều (là vị trí trên cùng bị ảnh hưởng thủy triều về mùa kiệt) và vùng sông bị nhiễm mặn là vùng sông từ mép biển đến

giới hạn trên của xâm nhập mặn về mùa kiệt. Giới hạn xâm nhập mặn nằm ở phía dưới giới hạn thủy triều (xem hình 7-6).

7.2.2. Hiện tượng truyền triều vào vùng cửa sông

Thủy triều vào cửa sông, không những bị ảnh hưởng của địa hình lòng sông cao dần và khi bờ thu hẹp lại, mà còn vì nước sông chảy ra làm cho sóng triều khi dâng lên bị mất dần năng lượng. Triều càng vào sâu trong sông càng yếu dần, hiện tượng triều vùng cửa sông càng phức tạp hơn vùng cửa biển.

Quá trình truyền sóng triều vào trong sông có thể mô tả như sau. Trong thời gian triều bắt đầu lên, tốc độ nước sông mạnh hơn tốc độ dòng triều cho nên đỉnh sóng triều không thể tiến ngay vào sông, tuy vậy sức mạnh của nước sông cũng không đủ sức để đẩy sóng triều ra ngoài biển, kết quả là sóng triều nằm tại nơi tiếp giáp giữa sông và biển, đồng thời nước sông bị úp lại ở phía trước của sóng triều và dần dần phát triển về phía



Hình 7-7

Quá trình truyền sóng triều vào cửa sông

thượng lưu (xem hình 7-7), trong đó sự thay đổi sóng triều lúc triều lên là các đường 1, 2, 3. Đỉnh sóng triều S1, S2, S3, vẫn dừng lại tại chỗ ở nơi tiếp giáp giữa sông và biển.

Triều tiếp tục lên cao cho đến khi sóng triều có năng lượng đủ lớn đỉnh sóng triều mới di chuyển vào

sông như S4, S5, S6, v.v...

Trong quá trình truyền triều vào sông, do ảnh hưởng của địa hình lòng sông, năng lượng triều bị tiêu hao, biên độ bị nhỏ dần. Khi triều tiến tương đối sâu vào lòng sông thì ở cửa sông nước biển bắt đầu rút, do đó sóng triều không thể tiến sâu được nữa và bắt đầu một thời kỳ rút nước trong sông ra biển. Trong quá trình truyền triều vào sông, biên độ triều sẽ giảm dần, tại nơi có biên độ sóng triều bằng không (0) gọi là giới hạn triều.

7.2.3. Đặc điểm chế độ dòng chảy vùng sông ảnh hưởng thủy triều

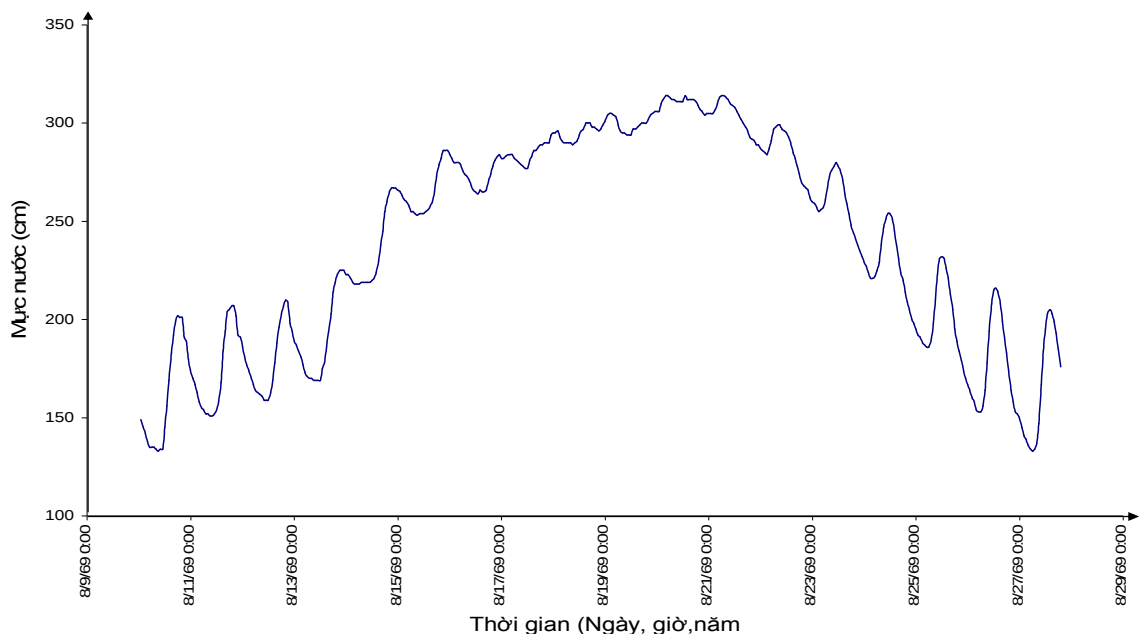
7.2.3.1. Đặc điểm chế độ mực nước

Về chế độ mực nước, sự dao động mực nước trong sông sẽ có dạng tương tự với dạng của triều ngoài biển khi lưu lượng nước từ nguồn ít thay đổi. Về mùa lũ, dạng của đường quá trình mực nước bị thay đổi nhiều tùy thuộc vào vị trí quan trắc kể từ cửa sông.

Nói chung, khi có lũ đỉnh triều và chân triều bị nâng lên, chu kỳ triều trong sông thay đổi, trong một số trường hợp quá trình mực nước triều không còn có dạng hình “sin” nữa. Hình (7-8) là quá trình mực nước triều tại trạm thủy văn Trục Phương (sông Ninh Cơ) từ ngày 9 đến ngày 29 tháng 8 năm 1969 khi thủy triều gặp lũ.

Ngoài ra, gió cũng là một tác động mạnh vào sự thay đổi quá trình mực nước triều trong sông. Gió thổi từ biển vào làm cho mực nước triều cao thêm còn nếu gió thổi từ đất liền ra phía biển, thì mực nước sẽ bị giảm xuống so với trường hợp lặng gió.

Tác động của các hoạt động kinh tế của con người ở thượng và hạ lưu sông sẽ cũng ảnh hưởng rất lớn đến chế độ thủy triều vùng cửa sông, đặc biệt là khi trên thượng nguồn có xây dựng hồ chứa lớn.



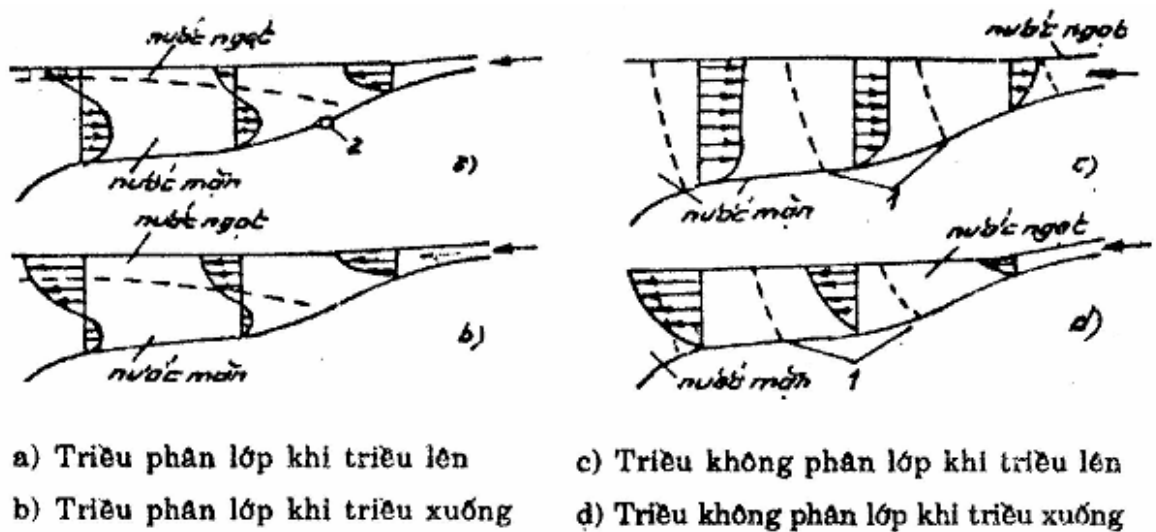
Hình 7-8: Đường quá trình mực nước triều tại trạm thủy văn Trục Phương trên sông Ninh Cơ từ ngày 9 đến ngày 29 tháng 8 năm 1969

7.2.3.2. Sự phân lớp của dòng chảy

Do tỷ trọng của nước biển lớn hơn nước ngọt ở trong sông nên sóng triều di chuyển vào cửa sông có dạng hình nêm thường gọi là nêm mặn. Khi nêm mặn di chuyển vào sông sẽ xuất hiện hiện tượng dồn ép dòng chảy ngọt từ nguồn chảy về, còn khi nêm mặn di chuyển về phía biển (khi triều xuống) nước ngọt sẽ đẩy ngược lại làm cho nêm mặn di chuyển nhanh hơn về phía biển. Tùy thuộc vào tương tác giữa năng lượng triều và dòng chảy ngọt mà nêm mặn sẽ có hình dạng khác nhau.

Khi năng lượng triều không lớn lắm so với dòng chảy ngọt, nêm mặn sẽ không đủ năng lượng dồn ép hoàn toàn dòng chảy ngọt lên phía thượng lưu. Khi đó sẽ xuất hiện hiện tượng phân lớp dòng chảy, tức là nêm mặn di chuyển phía dưới, còn nước ngọt bị đẩy lên và chảy ra biển ở phía trên của nêm mặn. Trong trường hợp này, nêm mặn có dạng hình tam giác, đường phân chia nước mặn và ngọt xuất phát đáy sông nhưng không kéo dài đến mặt thoáng của nước (hình 7-9b). Ta gọi hiện tượng này là hiện tượng phân lớp của dòng chảy vùng cửa sông, loại thủy triều có cấu trúc như vậy gọi là triều phân lớp. Đặc điểm của loại triều phân lớp là tồn tại dòng chảy hai chiều theo phương của trục lòng sông). Hiện tượng dòng chảy theo hai chiều có thể xuất hiện ở cả pha lên và pha xuống của thủy triều (hình 7-9). Tuy nhiên, ở pha xuống ít xảy ra dòng hai chiều. Hình ảnh dòng chảy theo hai chiều thấy rõ rệt trên biểu đồ phân bố tốc độ theo chiều sâu trên hình 7-9a và 7-9b. Cần nói thêm rằng, lớp nước ngọt chảy phía trên của nêm mặn không còn “ngọt” nữa mà đã bị nhiễm mặn do hiện tượng khuếch tán và đối lưu của dòng chảy.

Trong trường hợp năng lượng triều rất lớn đủ khả năng dồn ép hoàn toàn nước ngọt về phía đất liền sẽ không xuất hiện tượng phân lớp chảy, tức là phía trên của nêm mặn không tồn tại lớp dòng chảy ngọt về phía biển, cả khi triều lên lẫn triều xuống. Ta gọi là triều không phân lớp (hình 7-9c, 7-9d). Trong trường hợp này nêm mặn có dạng hình thang, đường phân chia giữa nêm mặn và ngọt kéo dài đến mặt thoáng của nước. Ở phía đầu của nêm mặn do hiện tượng dồn ép có thể xuất hiện khu vực chảy hai chiều, nhưng đoạn này rất hẹp. Hiện tượng này cũng chỉ xuất hiện đối pha triều lên.



— — — — : Đường phân chia nước mặn và nước ngọt

Hình 7-9: Nêm mặn và hiện tượng phân của dòng triều

Như vậy đối với loại triều không phân lớp, hầu như không có sự xáo trộn giữa hai khối nước mặn và ngọt, chúng cùng di chuyển lên phía đất liền (khi triều lên) hoặc về phía biển (khi triều xuống). Trong khi đó đối với loại triều phân lớp thì sự xáo trộn giữa hai khối nước lớn hơn nhiều, và do đó chế độ triều cũng có sự khác biệt đối với triều không phân lớp.

Hiện tượng phân lớp của dòng triều thường xảy ra trong thời kỳ có lũ ở thường nguồn khi mà lượng nước trong sông khá lớn. Về mùa kiệt có thể xuất hiện triều phân lớp, chẳng hạn như thời kỳ triều kém, cũng có thể hoàn toàn không có triều phân lớp hoặc ngược lại, nó tùy thuộc vào điều kiện cụ thể ở các đoạn sông ảnh hưởng triều, trong đó điều kiện địa hình lòng sông đóng vai trò quan trọng.

7.2.3.3. Dòng triều

a. Khái niệm về dòng triều

Đặc điểm cơ bản của dòng chảy vùng sông ảnh hưởng triều là sự tồn tại chế độ chảy hai chiều. Nếu ta quy ước chiều dòng chảy theo hướng từ sông ra biển là chiều dương thì, lưu lượng nước hoặc tốc độ dòng chảy sẽ có giá trị âm khi có nước chảy theo triều ngược lại. Do hiện tượng triều phân lớp, có thể cùng một lúc tồn tại cả hai hướng chảy tại một

mặt cắt sông, tức là ở lớp nước phía dưới có nước chảy ngược, còn ở lớp trên vẫn có nước chảy xuôi.

Dòng triều là quá trình trao đổi nước tại một mặt cắt sông ở vùng sông có ảnh hưởng triều. Dòng triều được đánh giá bởi các đặc trưng sau đây:

(1) Lưu lượng triều: là lưu lượng nước đi qua một mặt cắt sông trong khoảng thời gian bằng một giây (m^3/s), thường được ký hiệu là Q . Lưu lượng Q có thể nhận các giá trị dương hoặc âm và được tính bằng tổng của phần lưu lượng âm hoặc dương. Tức là:

$$Q = Q^+ + Q^- \quad (7-2)$$

Trong đó Q^+ là thành phần lưu lượng có giá trị dương; Q^- là thành phần lưu lượng có giá trị âm tại thời điểm đó. Ta có:

- Nếu $Q > 0$ gọi là dòng triều lên.
- Nếu $Q < 0$ gọi là dòng triều xuống.
- Nếu $Q = 0$ gọi là điểm ngưng triều.

Thực ra tại điểm ngưng triều vẫn có thể tồn tại dòng chảy theo cả hai triều nhưng tổng của các thành phần lưu lượng bằng không.

(2) Tốc độ dòng triều

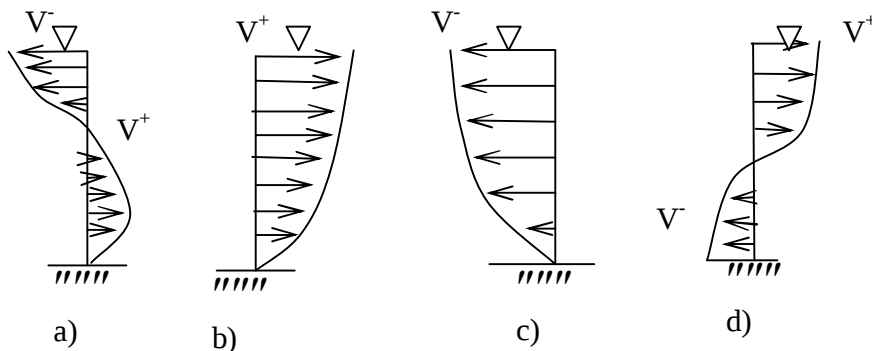
Tốc độ dòng triều được đặc trưng bởi phân bố tốc độ tại một mặt cắt ngang và giá trị bình quân của nó tại mặt cắt đó.

Tương tự như lưu lượng dòng chảy, tốc độ nước ở các phần khác nhau tại một mặt cắt có thể dương hoặc âm. Trên hình (7-10) minh họa biểu đồ phân bố tốc độ theo chiều sâu tại một mặt cắt ngang sông.

Tốc độ bình quân của mặt cắt ngang tại một thời điểm nào đó tính bởi công thức:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (7-3)$$

Trong đó A là diện tích mặt cắt ngang sông. Tốc độ bình quân mặt cắt ngang sẽ cùng dấu với lưu lượng tại mặt cắt đó.



Hình 7-10: Biểu đồ phân bố tốc độ theo chiều sâu

- a) Nước chảy hai chiều khi triều xuống
- b) Nước chảy một chiều có tốc độ dương khi triều xuống
- c) Nước chảy một chiều có tốc độ âm khi triều lên
- d) Nước chảy hai chiều khi triều lên

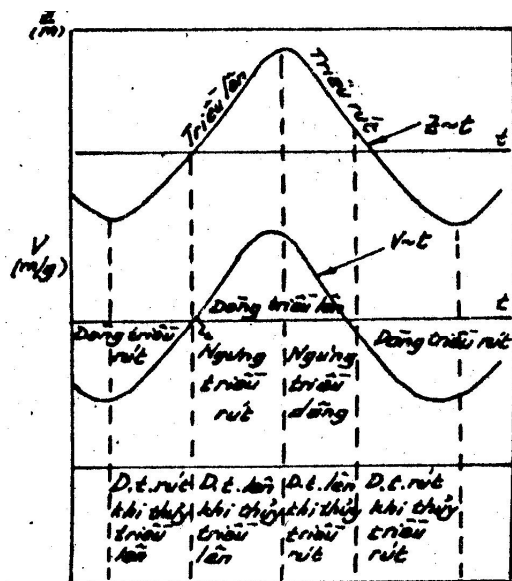
V^+ : Tốc độ chảy xuôi dòng

V^- : Tốc độ chảy ngược dòng

(3) Quá trình dòng triều

Quá trình dòng triều là sự thay đổi của lưu lượng hoặc tốc độ dòng triều theo thời gian $Q=Q(t)$ hoặc $V=V(t)$. Trên hình (7-13) minh họa quá trình dòng triều và quá trình mực nước triều $Z(t)$ với các pha triều lên triều xuống và dòng triều lên, dòng triều xuống.

(4) Tổng lượng triều: là lượng nước chảy qua một mặt cắt nào đó tại đoạn sông ảnh



Hình 7-11

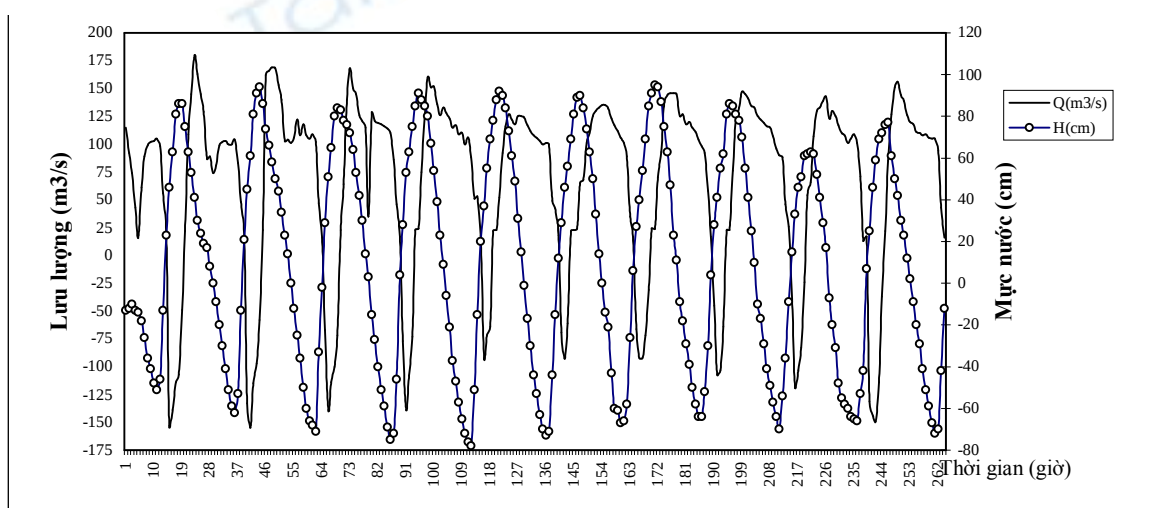
hưởng triều trong một khoảng thời gian nhất định, ký hiệu là W . Do tồn tại dòng chảy theo hai chiều nên tổng lượng nước trong một khoảng thời gian nhất định có thể âm hoặc dương.

$$\text{Ta có : } W = \int_{t_0}^{t_c} Q dt \quad (7-4)$$

Trong đó t_0 , t_c là thời điểm đầu và cuối của thời đoạn tính toán

b. Ảnh hưởng điều tiết của dòng triều

Sự hoạt động có chu kỳ của thủy triều và dòng triều kéo theo sự điều tiết có chu kỳ ở các đoạn sông có ảnh hưởng thủy triều. Khi triều lên xuất hiện dòng chảy ngược từ hạ lưu sông, trong khi đó nước nguồn vẫn tiếp tục bổ sung cho đoạn sông ở khu vực sông ảnh hưởng triều. Kết quả là, tại đoạn sông này có một lượng nước khá lớn được tích lại và sẽ được thoát đi sau khi triều rút. Tổng lượng nước trữ lại đồng thời làm tăng mực nước trong sông. Nếu đoạn sông đang xét không bị nhiễm mặn, thì lượng nước trữ lại sẽ làm tăng khả năng lấy nước cho tưới hoặc các mục tiêu cấp nước khác. Về mùa lũ, sự thay đổi mực nước do ảnh hưởng thủy triều sẽ làm giảm khả năng tiêu của các hệ thống tiêu tự chảy. Tính toán quá trình thay đổi mực nước và chu kỳ của nó sẽ là cơ sở cho việc lấy nước tưới ruộng hoặc các giải pháp thoát lũ hợp lý trong thời kỳ mùa lũ.



Hình 7-11a: Đường quá trình mực nước và lưu lượng thực đo tại trạm thủy văn Trục Phương (Ninh Cơ) từ ngày 12-3 đến ngày 22-3 năm 1974

7.3. Biện pháp khai thác vùng cửa sông ven biển và nhiệm vụ tính toán thủy văn

Sử dụng tài nguyên nước vùng cửa sông ven biển có những đặc thù riêng so với các vùng thượng và trung lưu sông. Tính đa dạng và phức tạp của các biện pháp khai thác nguồn nước cùng với sự phức tạp của chế độ thủy văn gây cho những khó khăn trong tính toán các đặc trưng thủy văn thiết kế. Trong giáo trình này chỉ trình bày những nguyên lý

cơ bản khi tính toán cho một số loại đặc trưng quan trọng và phổ biến trong các bài toán thực tế.

7.3.1. Các biện pháp khai thác vùng ven biển

Đối với vùng ven biển và vùng vịnh, các biện pháp công trình và hình thức khai thác bao gồm:

- + Quy hoạch các đê ven biển nhằm bảo vệ các vùng đất thấp.
- + Bảo vệ bờ biển không bị sạt lở dưới tác dụng của sóng tác dụng của dòng ven bờ.
- + Cải tạo và quy hoạch các công trình giao thông ngoài biển.
- + Khai thác thuỷ sản vùng ven bờ: quy hoạch nuôi tôm và hải sản khác.
- + Các mục tiêu khai thác tổng hợp khác.

7.3.2. Các biện pháp khai thác vùng sông ảnh hưởng triều

Vấn đề khai thác vùng cửa sông cũng rất đa dạng, có thể liệt kê một số yêu cầu và loại hình khai thác chính như sau:

- + Quy hoạch và thiết kế các cống ngăn triều với mục đích làm tăng khả năng tiêu tự chảy cho các vùng ven sông và ngăn mặn xâm nhập vào vùng cửa sông.
- + Thiết kế và quy hoạch hệ thống đê ven sông vùng sông ảnh hưởng triều.
- + Thiết kế và quy hoạch hệ thống tiêu úng cho các khu vực canh tác trong nội đồng.
- + Quy hoạch, cải tạo giao thông thuỷ.
- + Quy hoạch và thiết kế các công trình lấy nước tưới cho các vùng canh tác, quy hoạch cấp nước cho công nghiệp và dân sinh.
- + Quy hoạch các công trình điều tiết mặn phục vụ nuôi trồng thuỷ sản.

Ngoài ra còn những biện pháp khai thác khác, chẳng hạn như chống nhiễm mặn cho các vùng canh tác ven sông, cải tạo phèn mặn v.v..

7.3.3. Nhiệm vụ tính toán thuỷ văn

Yêu cầu và nhiệm vụ tính toán thuỷ văn phụ thuộc vào mục đích, phương thức khai thác và biện pháp công trình. Chẳng hạn khi làm các cống ngăn triều, cần tính toán quá trình mực nước triều trong một thời kỳ nhất định, ngoài ra cần tính toán quá trình mực