

TRẮC ĐỊA – ĐỊA CHÍNH – BẢN ĐỒ (trang 101÷108)

KHẢO SÁT ẢNH HƯỞNG CỦA THỦY TRIỀU ĐẾN ĐO CAO GPS-THỦY CHUẨN VÀ ĐO CAO VỆ TINH

NGUYỄN VĂN SÁNG, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

PHẠM VĂN TUYỀN, Công ty TNHH kỹ thuật đường cao tốc Changda, Quảng Đông

Tóm tắt: Thủy triều là hiện tượng lên xuống của mực nước biển do ảnh hưởng kết hợp của các lực hấp dẫn tác dụng bởi Mặt Trăng, Mặt Trời và sự quay của Trái Đất. Có 3 hệ thống triều là triều trung bình, triều zero và triều không phụ thuộc. Bài báo trình bày về ảnh hưởng của triều đến đo cao GPS-thủy chuẩn và đo cao vệ tinh. Trong bài, tác giả nêu ra công thức thực dụng tính số hiệu chỉnh của triều đến độ cao trong hệ triều không phụ thuộc. Theo công thức này, số hiệu chỉnh do triều hiệu chỉnh vào độ cao chỉ phụ thuộc vào độ vĩ. Kết quả tính toán thực nghiệm cho thấy ảnh hưởng của triều đến độ cao trong hệ triều không phụ thuộc trên lãnh thổ Việt Nam thay đổi từ -6,3 cm đến -3,1 cm, độ lớn giảm dần từ Nam lên Bắc. Chênh lệch ảnh hưởng của triều này đến hai điểm khác nhau là rất nhỏ nên không ảnh hưởng đến đo cao GPS-thủy chuẩn. Đối với đo cao vệ tinh, triều ảnh hưởng đáng kể đến độ cao mặt biển.

1. Đặt vấn đề

Triều nói theo nghĩa rộng là sự biến dạng của Trái Đất do sự thay đổi của các ngoại lực và các lực quán tính. Ngoại lực có thể kể đến là sự thay đổi sức hút Mặt Trăng, Mặt Trời và các vật thể vũ trụ, mà chủ yếu là Mặt Trăng, Mặt Trời. Vị trí tương hỗ giữa Mặt Trăng, Mặt Trời và Trái Đất thay đổi liên tục theo chu kỳ nửa ngày đến nửa năm. Lực quán tính là do lực li tâm gây ra. Do tốc độ quay của Trái Đất có thay đổi cũng gây ra sự thay đổi triều. Theo lý thuyết hiện nay, người ta chia triều của Trái Đất ra các loại: triều khí quyển, địa triều và thủy triều. Triều còn được chia làm ba hệ thống triều [4], [7]: hệ thống triều trung bình (Mean Tide System), hệ thống triều zero (Zero Tide System), hệ thống triều không phụ thuộc (Free Tide hoặc Non-Tide System). Ngoài ra, dựa vào đặc điểm của triều, người ta còn chia ra triều thường xuyên, triều trực tiếp, triều gián tiếp.

Hệ thống triều không phụ thuộc có đặc điểm là tất cả các ảnh hưởng của triều (cả trực tiếp, gián tiếp và thường xuyên) đều được loại bỏ. Nghĩa là trong hệ triều này, các đại lượng không còn ảnh hưởng của triều. Để đưa các trị đo trắc địa về hệ triều này thì cần phải tính các số hiệu chỉnh do triều theo các hệ số love. Trong [3] đã phân tích và giới thiệu các công

thức tính ảnh hưởng của triều đến trọng lực, dị thường độ cao, độ lệch dây dọi, độ cao thủy chuẩn trong hệ triều không phụ thuộc.

Trong đo cao GPS-thủy chuẩn, dựa vào các mô hình geoid như EGM96, EGM2008 [6] để xác định độ cao geoid (N), kết hợp với độ cao chuẩn của các điểm gốc độ cao và độ cao trắc địa đo được để xác định độ cao chuẩn của các điểm còn lại của lưới GPS. Theo [5], mô hình EGM96 đã được hiệu chỉnh triều thường xuyên, mô hình EGM2008 đã được hiệu chỉnh về hệ triều không phụ thuộc [6], trong khi độ cao chuẩn của các điểm gốc độ cao thì chưa được hiệu chỉnh triều này. Như vậy, ở đây có sự không tương thích về mặt lý thuyết. Sự không tương thích này có ảnh hưởng như thế nào đến kết quả đo cao GPS-thủy chuẩn là vấn đề mà bài báo sẽ giải đáp. Mặt khác triều ảnh hưởng thế nào đến kết quả đo cao vệ tinh, có cần tính đến ảnh hưởng này trong kết quả xác định độ cao mặt biển bằng đo cao vệ tinh không cũng là vấn đề mà bài báo sẽ đề cập.

2. Công thức tính ảnh hưởng của triều

Thế hấp dẫn do triều gây ra tính theo công thức [3]:

$$W_p = \frac{GMr^2}{4d^3} \left(\frac{3}{2} \sin^2 \varepsilon - 1 \right) (3 \sin^2 \varphi - 1) + \dots, \quad (1)$$

trong đó:

GM là hằng số trọng trường địa tâm Trái đất;

r là bán kính trung bình của Trái đất;

d là khoảng cách địa tâm từ Trái Đất đến Mặt Trăng hoặc Mặt Trời;

ε là góc nghiêng trung bình của Bạch đạo (hoặc Hoàng đạo so với Xích đạo);

φ là độ vĩ địa tâm của điểm xét trên Trái Đất, với độ chính xác tính số hiệu chỉnh đến mm cũng có thể coi đây là vĩ độ địa lý.

Trong công thức (1) thế hấp dẫn do triều gây ra chỉ phụ thuộc vào độ vĩ φ của điểm xét. Công thức này được chứng minh khi coi Trái Đất là vật rắn. Ở đây mới kể đến bậc 2 hàm Legendre.

Geoid dưới ảnh hưởng của triều khi coi Trái Đất là vật đàn hồi sẽ có dịch chuyển thẳng đứng gây ra sự thay đổi cho độ cao thủy chuẩn nên sẽ có số hiệu chỉnh tương ứng với hệ triều không phụ thuộc cho độ cao là [3]:

$$dH = -c \frac{W_P}{g}, \quad (2)$$

trong đó: W_P là thế của triều; g là giá trị trọng lực trung bình tính theo pháp tuyến của Geoid; $c \approx 0.68$ (hệ số love);

Thay W_P trong (1) vào (2) và biến đổi ta được công thức thực dụng tính số hiệu chỉnh trong hệ triều không phụ thuộc cho độ cao như sau [3]:

$$dH = -c(9.9 - 29.6 \sin^2 \varphi). \quad (3)$$

Kết quả của công thức (3) có đơn vị là cm.

3. Ảnh hưởng của triều thường xuyên đến đo cao GPS-thủy chuẩn

Để biết triều ảnh hưởng thế nào đến độ cao của điểm gốc độ cao, chúng tôi tính ảnh hưởng của nó đến độ cao của điểm gốc độ cao hạng II có số hiệu II(HD-TB)3, có độ vĩ $20^\circ 51' 44.19''$ theo công thức (3). Kết quả tính nhận được $dH = -0.042$ m. Như vậy triều ảnh hưởng đến độ cao của điểm gốc độ cao là khá lớn.

Để khảo sát xem triều ảnh hưởng đến các điểm gốc khác nhau thì khác nhau thế nào, chúng tôi tính ảnh hưởng này cho các điểm

chạy dọc Đất nước, có độ vĩ thay đổi từ $8^\circ 00' 00''$ đến $25^\circ 00' 00''$. Kết quả tính toán được trình bày trong bảng 1.

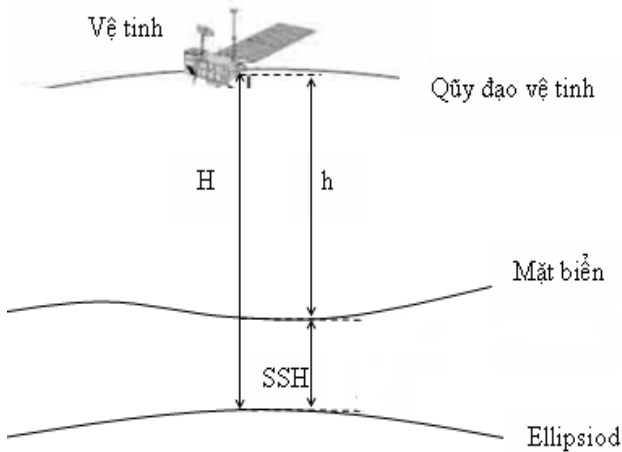
Bảng 1. Ảnh hưởng của triều đến các điểm phân bố dọc Việt Nam

STT	Độ vĩ			dH (m)	Chênh lệch (m)
	độ	phút	giây		
1	8	0	0	-0.063	
2	9	0	0	-0.062	0.001
3	10	0	0	-0.061	0.001
4	11	0	0	-0.060	0.001
5	12	0	0	-0.059	0.001
6	13	0	0	-0.057	0.001
7	14	0	0	-0.056	0.002
8	15	0	0	-0.054	0.002
9	16	0	0	-0.052	0.002
10	17	0	0	-0.050	0.002
11	18	0	0	-0.048	0.002
12	19	0	0	-0.046	0.002
13	20	0	0	-0.044	0.002
14	21	0	0	-0.041	0.002
15	22	0	0	-0.039	0.002
16	23	0	0	-0.037	0.002
17	24	0	0	-0.034	0.003
18	25	0	0	-0.031	0.003

Từ bảng 1 ta thấy, ảnh hưởng của triều đến các điểm trên lãnh thổ Việt Nam biến thiên từ -3,1cm đến -6,3cm, càng gần Xích đạo thì ảnh hưởng này càng nhiều. Như vậy cần phải xem xét đến số hiệu chỉnh này khi xây dựng hệ thống độ cao cho Việt Nam. Chênh lệch của ảnh hưởng này giữa điểm cực Nam và điểm cực Bắc của Đất nước khoảng 3cm, chênh lệch giữa hai điểm cách nhau 1 độ (tương đương 110 km) lớn nhất chỉ là 3mm, nếu so sánh giá trị này với sai số đo của lưới thủy chuẩn hạng I là $\pm 2\sqrt{L}$ ($2\sqrt{110} = 10,5\text{mm}$) thì giá trị này là rất nhỏ. Nghĩa là triều ảnh hưởng đến độ cao của các điểm gốc độ cao một giá trị gần bằng nhau. Như vậy, mặc dù các mô hình geoid có hiệu

chính triều, thì khi không hiệu chỉnh ảnh hưởng này vào độ cao các điểm gốc độ cao trong lưới GPS thì chỉ làm cho độ cao của các điểm lưới cùng thay đổi một lượng cố định như điểm gốc độ cao. Nghĩa là có thể coi triều không ảnh hưởng đến đo cao GPS-thủy chuẩn.

4. Ảnh hưởng của triều đến kết quả đo cao vệ tinh



Hình 1. Nguyên tắc đo cao vệ tinh

Đo cao vệ tinh được thực hiện theo nguyên tắc: vệ tinh đo cao bay trên quỹ đạo phát tín hiệu sóng rada xuống mặt biển. Tín hiệu này phản xạ và quay trở lại vệ tinh. Bằng cách đo thời gian lan truyền tín hiệu đi và về sẽ xác định được độ cao từ vệ tinh đến mặt biển (h). Trên vệ tinh lại có các thiết bị định vị, xác định được độ cao trắc địa (H) của vệ tinh so với ellipsoid tham chiếu (hình 1). Khi đó, độ cao mặt biển (SSH – Sea Surface Height) được xác định theo công thức [9]:

$$SSH = H - h - h_{corr}, \quad (4)$$

trong đó: h_{corr} – các số hiệu chỉnh;

Triều làm thay đổi độ cao mặt biển một lượng khá phức tạp được tính gần đúng bằng công thức (3) và là một trong các số hiệu chỉnh nằm trong h_{corr} . Để khảo sát ảnh hưởng của triều đến kết quả đo cao vệ tinh, chúng tôi tính toán số hiệu chỉnh này cho 4133 điểm đo cao vệ tinh thuộc chu kỳ 81 vệ tinh ENVISAT trên Biển Đông. Số liệu đo cao vệ tinh này được cung cấp bởi AVISO 0, [10]. Kết quả tính toán được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của triều đến kết quả đo cao vệ tinh

STT	φ (độ)	λ (độ)	dH (m)	STT	φ (độ)	λ (độ)	dH (m)
1	8.0038	106.8690	-0.063	3709	12.4826	113.5830	-0.058
2	8.0699	106.8540	-0.063	3710	12.4165	113.5680	-0.058
3	8.1360	106.8390	-0.063	3711	12.3504	113.5530	-0.058
4	8.2021	106.8250	-0.063	3712	12.2844	113.5380	-0.058
5	8.2682	106.8100	-0.063	3713	12.2183	113.5230	-0.058
6	8.3343	106.7950	-0.063	3714	12.1522	113.5080	-0.058
7	8.4003	106.7800	-0.063	3715	12.0861	113.4930	-0.058
8	8.4664	106.7660	-0.063	3716	12.0201	113.4780	-0.059
9	8.5325	106.7510	-0.063	3717	11.9540	113.4630	-0.059
10	8.5986	106.7360	-0.063	3718	11.8879	113.4480	-0.059
...
195	19.8407	112.0550	-0.044	4128	8.3494	111.2160	-0.063
196	19.9067	112.0390	-0.044	4129	8.2833	111.2010	-0.063
197	19.9727	112.0230	-0.044	4130	8.2172	111.1870	-0.063
198	20.0386	112.0070	-0.044	4131	8.1510	111.1720	-0.063
199	20.1046	111.9910	-0.044	4132	8.0849	111.1570	-0.063
200	20.1706	111.9750	-0.043	4133	8.0188	111.1430	-0.063

Từ kết quả tính ở bảng 2 ta thấy, triều làm cho độ cao mặt biển tại các điểm đo cao vệ tinh trên Biển Đông thay đổi lớn nhất tới -6,3 cm. Thay đổi này là đáng kể vì vậy cần xem xét đến số hiệu chỉnh triều đến kết quả đo cao vệ tinh. Trên thực tế thủy triều trên biển biến đổi phức tạp và còn chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như địa hình đáy biển, bờ biển vv... nên cần dựa vào các mô hình triều đại dương để tính chính xác số hiệu chỉnh này. Càng gần bờ thì số hiệu chỉnh này càng khó được tính chính xác. Ngoài ra, địa triều và triều cực cũng cần được xem xét để hiệu chỉnh cho kết quả đo cao vệ tinh.

5. Kết luận

Triều ảnh hưởng đến độ cao của các điểm gốc độ cao trên lãnh thổ Việt Nam lớn nhất là -6,3 cm và nhỏ nhất là -3,1 cm, độ lớn giảm dần từ Nam lên Bắc.

Chênh lệch ảnh hưởng của triều đến hai điểm khác nhau nhỏ hơn sai số đo lưới thủy chuẩn hạng I nên có thể coi triều ảnh hưởng đến độ cao của các điểm gốc độ cao một giá trị gần bằng nhau. Do đó, triều không ảnh hưởng đến kết quả đo cao GPS-thủy chuẩn.

Triều ảnh hưởng đáng kể đến độ cao mặt biển, nên trong đo cao vệ tinh cần xem xét đến việc tính hiệu chỉnh ảnh hưởng này vào kết quả đo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. AVISO, 2010. DT CorSSH and DT SLA Product Handbook, Toulouse – France.
- [2]. Bộ Tài Nguyên và Môi Trường, 2008. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới độ cao. Hà Nội.
- [3]. Chen Jun Yong, 2009. Permanent tides and Geodetic Datum. Acta Geodetic et Cartographic Sinica, Vol.29, N^o.1 (tiếng Trung Quốc).
- [4]. Hà Minh Hòa, 2014. Lý thuyết và thực tiễn của trọng lực trắc địa. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
- [5]. http://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/egm96/gener al_info
- [6]. <http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84 /gravitymod/egm2008/index.html>
- [7]. Jaak Makinen, 2008. The treatment of the permanent tide in EUREF products. Finnish Geodetic Institute (FGI), Masala, Finland.
- [8]. Lee-Lueng Fu, Anny Cazenave, 2001. Satellite Altimetry and Earth Sciences. ACADEMIC PRESS, San Diego – San Francisco – New York – Boston – London – Sydney –Tokyo.
- [9]. Rosmorduc V., 2009. Basic Radar Altimetry Toolbook practical. Bergen, Norway.
- [10]. Veronique Amans, Henri Laur, 2007. Access to Envisat data, European Space Agency.

ABSTRACT

The investigation of the effects of the tide on the GPS-Levelling and Altimetry

Nguyen Van Sang, Hanoi University of Mining and Geology

Pham Van Tuyen, China Guang Dong provincial ChangDa highway engineering Co.,LT

Tides are the rise and fall of sea levels caused by the combined effects of the gravitational forces exerted by the Moon and the Sun and the rotation of the Earth. There are 3 systems tide: Mean Tide System, Zero Tide System and Free Tide System. This paper presents the tide and its effect on GPS-levelling and Altimetry. The paper also presents the experimental formula to compute the effect of the tide on heights. According to this formula, a correction due to the tide only depends on the latitude. The experimental results show that impacts of the tide to heights change from -6.3cm to -3.1cm in the VietNam. The differences of the tide impact to the heights of two different points is very small, hence does not affect on GPS-levelling. For Altimetry, the tide significantly affects in the sea surface height observations.