



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



Tính chuyển giá trị trọng lực giữa các hệ triều

Nguyễn Thành Lê ¹, Nguyễn Văn Sáng ^{2,*}

¹ Viện Kỹ thuật công trình đặc biệt, Học viên kỹ thuật quân sự, Việt Nam

² Khoa Trắc địa Bản đồ và Quản lý Đất đai, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 10/05/2019
 Chấp nhận 20/07/2019
 Đăng online 30/08/2019

Từ khóa:

Triều
 Hệ triều
 Trọng lực

Mục tiêu của bài báo là tính chuyển giá trị trọng lực giữa các hệ triều. Bài báo nghiên cứu về hệ triều trung bình, hệ triều không, hệ không phụ thuộc triều và ảnh hưởng của triều đến trọng lực, tìm hiểu và ứng dụng các công thức tính số hiệu chỉnh cho trị đo trọng lực khi tính chuyển giữa các hệ triều. Các số hiệu chỉnh được tính toán thực nghiệm cho các điểm phân bố dọc đất nước Việt Nam. Các kết quả tính toán cho thấy ảnh hưởng của triều đến giá trị trọng lực là đáng kể; Chúng thay đổi theo độ vĩ; Giữa các hệ triều khác nhau, giá trị trọng lực của cùng một điểm là khác nhau. Đối với Việt Nam, số hiệu chỉnh tính chuyển từ hệ triều trung bình về hệ triều không dao động từ 0.0141 mGal đến 0,0286 mGal, từ hệ triều trung bình về hệ không phụ thuộc dao động từ 0.0164 mGal đến 0,0332 mGal, từ hệ triều không sang hệ không phụ thuộc dao động từ 0.0023 mGal đến 0.0046 mGal. Do đó, trước khi giải quyết các bài toán trắc địa cao cấp cần phải quy chuyển trị đo trọng lực về cùng một hệ triều.

© 2019 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Trọng lực là một trong những trị đo quan trọng của Trắc địa. Số liệu trọng lực phục vụ nghiên cứu hình dáng, kích thước, thể trọng trường của Trái đất, tính chuyển kết quả đo trắc địa chính xác, xây dựng mô hình quasigeoid quốc gia (Małgorzata and Jan, 2014; Featherstone et al., 2018) thiết lập số liệu gốc trắc địa quốc gia (Phạm Hoàng Lân và nnk., 2012) ... Số liệu trọng lực còn được dùng để nghiên cứu tài nguyên, khoáng sản, cấu trúc vật chất trong lòng đất (Nguyễn Tuấn Dũng và nnk., 2019).

Triều là hiện tượng biến dạng của Trái đất dưới sức hút của mặt trăng, mặt trời ... Triều được chia ra làm thủy triều, khí triều và địa triều. Triều làm ảnh hưởng đến các trị đo trắc địa nói chung trong đó có trị đo trọng lực (Hà Minh Hòa, 2014). Trước đây, khi kết quả đo trọng lực có độ chính xác chưa cao thì số hiệu chỉnh do triều đối với trị đo này là tương đối nhỏ so với sai số đo nên có thể bỏ qua. Hiện nay, khi độ chính xác đo trọng lực tăng lên thì số hiệu chỉnh do ảnh hưởng của triều đối với trị đo trọng lực là đáng kể cần phải xem xét, tính toán (Chen, 2009).

Hơn nữa, triều có nhiều thành phần: thành phần trực tiếp, thành phần gián tiếp, thành phần cố định, thành phần biến đổi theo chu kỳ. Tương ứng với các số hiệu chỉnh cho từng thành phần này

*Tác giả liên hệ

E - mail: nguyenvansang@humg.edu.vn

có các hệ triều khác nhau như: hệ triều trung bình, hệ triều không, hệ không phụ thuộc triều. Khi xử lý bài toán trắc địa có sử dụng nhiều loại số liệu khác nhau thì phải đảm bảo rằng các số liệu được đưa về cùng một hệ triều (Jaak, 2008).

Vì vậy, bài báo này nghiên cứu về các hệ triều, cách tính các số hiệu chỉnh khi tính chuyển trị đo trọng lực giữa các hệ triều và tính toán thực nghiệm trên khu vực Việt Nam.

2. Phương pháp tính chuyển trị đo trọng lực giữa các hệ triều

2.1. Hiện tượng triều và các hệ triều

Triều là hiện tượng biến dạng của trái đất do sự thay đổi của các ngoại lực (như sức hút của mặt trăng, mặt trời, các vật thể vũ trụ) và lực quán tính. Các lực này tác động vào nước biển thì gọi là thủy triều, tác động vào phần cứng của trái đất thì gây ra địa triều, tác động vào khí quyển thì gây ra triều khí quyển (khí triều).

Ảnh hưởng của triều đối với trái đất được chia làm 2 phần: phần có tính chất chu kỳ (gọi là sóng triều chu kỳ) và phần không theo chu kỳ (gọi là sóng vùng). Các tác động của sóng triều chu kỳ gọi là hiệu ứng triều trực tiếp chu kỳ (cycle direct tide effect). Bằng cách lấy trung bình từ các kết quả đo nhiều lần của cùng một đại lượng trong một khoảng thời gian xác định sẽ loại bỏ hoặc làm giảm được ảnh hưởng của sóng triều chu kỳ. Các tác động của sóng vùng gọi là hiệu ứng triều trực tiếp thường trực (permanent direct tide effect). Ảnh hưởng của sóng vùng đến các trị đo không loại bỏ bằng cách lấy trung bình các kết quả đo được. Mặt khác, trái đất có tính chất đàn hồi. Dưới tác động của các yếu tố gây triều và tính chất đàn hồi của trái đất gây nên hiệu ứng triều gián tiếp (Indirect tide effect). Hiện tượng này được đặc trưng bởi hệ số "Love". Hiệu chỉnh các ảnh hưởng của các thành phần triều khác nhau sẽ có khái niệm các hệ thống triều khác nhau (gọi là hệ triều).

Trên thế giới, triều được chia ra thành 3 hệ triều (Hà Minh Hòa, 2014) là: hệ triều trung bình, hệ triều không và hệ không phụ thuộc triều:

- Hệ triều trung bình (Mean Tide System): là hệ triều mà các hiệu ứng triều chu kỳ đều bị loại bỏ, nhưng biến dạng triều thường trực (cả trực tiếp và gián tiếp) vẫn còn tồn tại.

- Hệ triều không (Zero Tide System): là hệ triều mà hiệu ứng triều trực tiếp bị loại bỏ, nhưng

hiệu ứng triều gián tiếp vẫn còn tồn tại.

- Hệ không phụ thuộc triều (Tide-Free hoặc Nontidal System): là hệ triều mà tất cả các hiệu ứng triều (trực tiếp và gián tiếp) đều được loại bỏ.

Các trị đo trắc địa nói chung và đo trọng lực nói riêng của quốc gia được tính toán trong hệ triều trung bình. Các mô hình của thế giới như mô hình EGM, MDT..., khung quy chiếu quốc tế thường được xây dựng trong hệ không phụ thuộc triều. Theo cuộc họp của Hội Trắc địa quốc tế IAG năm 1983 tại Hamburg đã ra Nghị quyết số 16, theo đó các trị đo được sử dụng trong Trắc địa phải tương ứng với hệ triều không (Hà Minh Hòa, 2014). Ở các hệ triều khác nhau thì giá trị của trị đo sẽ khác nhau. Do đó, khi xử lý kết hợp các loại trị đo trọng lực trong nước với các mô hình quốc tế cần phải quy chuyển các trị đo về một hệ triều thống nhất. Như vậy, việc tính toán chuyển đổi giá trị trọng lực giữa các hệ triều là cần thiết.

2.2. Tính chuyển giá trị trọng lực giữa các hệ triều

- Tính chuyển giá trị trọng lực từ hệ triều trung bình sang hệ triều không:

Ở hệ triều trung bình, các ảnh hưởng của sóng triều chu kỳ đến trị đo trọng lực đã được loại bỏ. Khi tính chuyển giá trị trọng lực từ hệ triều trung bình sang hệ triều không cần phải tính đến ảnh hưởng của sóng vùng, nghĩa là ảnh hưởng của triều thường trực. Theo (Chen, 2009) thế hấp dẫn do triều thường trực gây ra được tính theo công thức:

$$nV_P = \frac{G.M.r^2}{4d^3} \left(\frac{3}{2} \sin^2 \varepsilon - 1 \right) (3 \sin^2 f - 1) \quad (1)$$

Trong đó: G - Hằng số hấp dẫn Niuton; M - Khối lượng của Mặt Trăng và Mặt Trời; r - Bán kính trung bình của Trái Đất; d - Khoảng cách địa tâm từ Trái Đất đến Mặt Trăng hoặc Mặt Trời; ε : Góc nghiêng trung bình của Bạch đạo (hoặc Hoàng đạo so với Xích đạo); φ : Độ vĩ địa tâm của điểm xét trên Trái Đất, với độ chính xác tính số hiệu chỉnh cũng có thể coi đây là độ vĩ địa lý.

Dưới ảnh hưởng của triều thường trực, giá trị trọng lực thay đổi một lượng là Δg_z được tính theo công thức:

$$\Delta g_z = -\frac{V_P}{r} = -\frac{G.M.r}{2d^3} \left(\frac{3}{2} \sin^2 \varepsilon - 1 \right) (3 \sin^2 f - 1) \quad (2)$$

Thay các tham số cụ thể vào, có được công thức thực nghiệm là (Chen, 2009) (đơn vị μGal):

$$\Delta g_z = -30,4 + 91,2 \sin^2 f \quad (3)$$

Các tham số (G, M, r, d) được sử dụng ở đây là các tham số quốc tế do đó công thức (3) phù hợp trên toàn cầu, trong đó có Việt Nam. Như vậy, công thức tính chuyển trị đo trọng lực từ hệ triều trung bình sang hệ triều không là (đơn vị μGal):

$$g_z = g_m - \Delta g_z = g_m + 30,4 - 91,2 \sin^2 f \quad (4)$$

Tính chuyển giá trị trọng lực từ hệ triều trung bình sang hệ triều không phụ thuộc triều

Để tính chuyển từ hệ triều trung bình sang hệ triều không phụ thuộc triều, cần phải xét đến ảnh hưởng của triều thường trực và triều gián tiếp. Khi đó số hiệu chỉnh sẽ là (Chen Jun Yong, 2009):

$$g_n = g_m - \Delta g_n = g_m + k(30,4 - 91,2 \sin^2 f) \quad (5)$$

Trong đó: k là hệ số "love" thường lấy là 1,16.

Như vậy, công thức tính chuyển trị đo trọng lực từ hệ triều trung bình sang hệ triều không phụ thuộc triều là (đơn vị μGal):

$$g_n = g_m - \Delta g_n = g_m + k(30,4 - 91,2 \sin^2 f) \quad (6)$$

Tính chuyển giá trị trọng lực từ hệ triều không sang hệ triều không phụ thuộc triều:

Để tính chuyển từ hệ triều không sang hệ triều không phụ thuộc triều ta cần xét đến ảnh hưởng của triều gián tiếp vì triều trực tiếp đã được loại trừ. Khi đó số hiệu chỉnh sẽ là (đơn vị μGal):

$$\Delta g_{z-n} = 0,16.(-30,4 + 91,2 \sin^2 f) \quad (7)$$

Công thức tính chuyển trị đo trọng lực từ hệ triều không sang hệ triều không phụ thuộc triều sẽ là (đơn vị μGal):

$$g_n = g_z - \Delta g_{z-n} = g_z + 0,16.(30,4 - 91,2 \sin^2 f) \quad (8)$$

3. Tính toán thực nghiệm

Từ các công thức tính số hiệu chỉnh giữa các hệ triều đối với trị đo trọng lực cho thấy: các số hiệu chỉnh này chỉ phụ thuộc vào độ vĩ, mà không phụ thuộc vào độ kinh. Để khảo sát độ lớn và sự thay đổi của các số hiệu chỉnh này trên lãnh thổ Việt Nam, nhóm tác giả đã tính các số hiệu chỉnh

cho các điểm có độ vĩ thay đổi từ 8° đến 25° với bước thay đổi là $0,5^\circ$. Các tính toán được thực hiện khi chuyển trị đo trọng lực từ hệ triều trung bình sang hệ triều không và sang hệ triều không phụ thuộc triều. Các kết quả tính toán được trình bày ở Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1. Số hiệu chỉnh khi chuyển trị đo trọng lực từ hệ triều trung bình sang hệ triều không.

STT	Độ vĩ		Số hiệu chỉnh (mGal)
	độ	phút	
1	25	0	-0.0141
2	24	30	-0.0147
3	24	0	-0.0153
4	23	30	-0.0159
5	23	0	-0.0165
6	22	30	-0.0170
7	22	0	-0.0176
8	21	30	-0.0181
9	21	0	-0.0187
10	20	30	-0.0192
11	20	0	-0.0197
12	19	30	-0.0202
13	19	0	-0.0207
14	18	30	-0.0212
15	18	0	-0.0217
16	17	30	-0.0222
17	17	0	-0.0226
18	16	30	-0.0230
19	16	0	-0.0235
20	15	30	-0.0239
21	15	0	-0.0243
22	14	30	-0.0247
23	14	0	-0.0251
24	13	30	-0.0254
25	13	0	-0.0258
26	12	30	-0.0261
27	12	0	-0.0265
28	11	30	-0.0268
29	11	0	-0.0271
30	10	30	-0.0274
31	10	0	-0.0276
32	9	30	-0.0279
33	9	0	-0.0282
34	8	30	-0.0284
35	8	0	-0.0286

Bảng 2. Số hiệu chỉnh khi chuyển trị đo trọng lực từ hệ triều trung bình sang hệ không phụ thuộc triều.

STT	Độ vĩ		Số hiệu chỉnh (mGal)
	độ	phút	
1	25	0	-0.0164
2	24	30	-0.0171
3	24	0	-0.0178
4	23	30	-0.0184
5	23	0	-0.0191
6	22	30	-0.0198
7	22	0	-0.0204
8	21	30	-0.0211
9	21	0	-0.0217
10	20	30	-0.0223
11	20	0	-0.0229
12	19	30	-0.0235
13	19	0	-0.0241
14	18	30	-0.0246
15	18	0	-0.0252
16	17	30	-0.0257
17	17	0	-0.0262
18	16	30	-0.0267
19	16	0	-0.0272
20	15	30	-0.0277
21	15	0	-0.0282
22	14	30	-0.0286
23	14	0	-0.0291
24	13	30	-0.0295
25	13	0	-0.0299
26	12	30	-0.0303
27	12	0	-0.0307
28	11	30	-0.0311
29	11	0	-0.0314
30	10	30	-0.0318
31	10	0	-0.0321
32	9	30	-0.0324
33	9	0	-0.0327
34	8	30	-0.0330
35	8	0	-0.0332

Nhận xét

- Từ kết quả thực nghiệm trên bảng 1, 2 và bảng 3 cho thấy ảnh hưởng của triều đến các trị đo trọng lực trên lãnh thổ Việt Nam tăng dần từ Bắc vào Nam, càng gần Xích đạo thì ảnh hưởng này càng nhiều.

- Bảng 1 cho thấy số hiệu chỉnh tính chuyển

từ hệ triều trung bình về hệ triều không dao động từ 0.0141 mGal đến 0,0286 mGal, chênh lệch của ảnh hưởng này giữa điểm cực Nam và điểm cực Bắc của đất nước khoảng 0.0145 mGal. Chênh lệch giữa hai điểm có khoảng cách vĩ độ bằng 30' lớn nhất chỉ là 0.6 μ Gal.

Bảng 3. Số hiệu chỉnh khi chuyển trị đo trọng lực từ hệ triều không sang hệ không phụ thuộc triều.

STT	Độ vĩ		Số hiệu chỉnh (mGal)
	độ	phút	
1	25	0	-0.0023
2	24	30	-0.0024
3	24	0	-0.0025
4	23	30	-0.0025
5	23	0	-0.0026
6	22	30	-0.0028
7	22	0	-0.0028
8	21	30	-0.0030
9	21	0	-0.0030
10	20	30	-0.0031
11	20	0	-0.0032
12	19	30	-0.0033
13	19	0	-0.0034
14	18	30	-0.0034
15	18	0	-0.0035
16	17	30	-0.0035
17	17	0	-0.0036
18	16	30	-0.0037
19	16	0	-0.0037
20	15	30	-0.0038
21	15	0	-0.0039
22	14	30	-0.0039
23	14	0	-0.0040
24	13	30	-0.0041
25	13	0	-0.0041
26	12	30	-0.0042
27	12	0	-0.0042
28	11	30	-0.0043
29	11	0	-0.0043
30	10	30	-0.0044
31	10	0	-0.0045
32	9	30	-0.0045
33	9	0	-0.0045
34	8	30	-0.0046
35	8	0	-0.0046

- Từ kết quả của Bảng 2 cho thấy số hiệu chỉnh tính chuyển từ hệ triều trung bình về hệ không

phụ triều thuộc dao động từ 0.0164 mGal đến 0,0332 mGal, chênh lệch của ảnh hưởng này giữa điểm cực Nam và điểm cực Bắc của đất nước khoảng 0.0168 mGal. Chênh lệch giữa hai điểm có khoảng cách vĩ độ bằng 30' lớn nhất chỉ là 0.7 μ Gal.

- Từ kết quả của Bảng 3 cho thấy số hiệu chỉnh tính chuyển từ hệ triều không sang hệ không phụ triều thuộc dao động từ 0.0023 mGal đến 0.0046 mGal.

- Nếu so sánh các giá trị hiệu chỉnh này với độ chính xác của các điểm trọng lực hạng I là ± 0.03 mGal thì giá trị này là có ảnh hưởng tới độ chính xác đo trọng lực. Như vậy cần phải xem xét đến số hiệu chỉnh này khi xây dựng hệ thống trọng lực cho Việt Nam.

- Trong khi thực hiện các bài toán của trắc địa cao cấp có sử dụng nhiều loại số liệu khác nhau thì cần phải quy chuyển chúng về cùng một hệ triều trước khi đưa vào tính toán.

4. Kết luận

- Ảnh hưởng của triều đến các trị đo trọng lực trên lãnh thổ Việt Nam là đáng kể, tăng dần từ Bắc vào Nam, càng gần xích đạo thì ảnh hưởng này càng nhiều. Do đó cần hiệu chỉnh ảnh hưởng của triều vào kết quả đo để nâng cao độ chính xác cho trị đo, đặc biệt là các mạng lưới trọng lực hạng cao.

- Với cùng một điểm trọng lực, ở các hệ triều khác nhau giá trị trọng lực là khác nhau, do đó khi xử lý các bài toán trắc địa cao cấp yêu cầu độ chính xác cao có sử dụng số liệu trọng lực từ nhiều nguồn gốc khác nhau thì cần tính chuyển về cùng một hệ triều.

- Đối với Việt Nam, số hiệu chỉnh tính chuyển từ hệ triều trung bình về hệ triều không dao động từ 0.0141 mGal đến 0,0286 mGal, từ hệ triều trung bình về hệ không phụ triều thuộc dao động từ

0.0164 mGal đến 0,0332 mGal, từ hệ triều không sang hệ không phụ triều thuộc dao động từ 0.0023 mGal đến 0.0046 mGal.

Tài liệu tham khảo

Chen J. Y., 2009. Permanent tides and Geodetic Datum. *Acta Geodetic et Cartographic Sinica* 29(1).

Featherstone W. E., McCubbine J. C., Brown N. J., Claessens S. J., Filmer M. S., Kirby J. F., 2018. The first Australian gravimetric quasigeoid model with location-specific uncertainty estimates. *Journal of Geodesy* 92(2). 149 - 168.

Hà Minh Hòa, 2014. Lý thuyết và thực tiễn của trọng lực trắc địa. *Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật*. Hà Nội.

Jaak M., 2008. The treatment of the permanent tide in EUREF products. *Finnish Geodetic Institute (FGI)*. Masala. Finland.

Małgorzata S. and Jan K., 2014. GDQM-PL13 - the new gravimetric quasigeoid model for Poland. *Geoinformation* 6(1). 5-19.

Nguyễn Tuấn Dũng, Kulinich R. G., Nguyễn Văn Sáng, Bùi Công Quế, Nguyễn Bá Đại, Nguyễn Kim Dũng, Trần Tuấn Dương, Trần Trọng Lập, 2019. Nâng cao độ chính xác dị thường trọng lực xác định bằng số liệu đo cao vệ tinh phục vụ nghiên cứu cấu trúc đáy biển Việt Nam. *Tạp chí Địa chất Thái Bình Dương* 4. 62-73. DOI: 10.30911/0207-4028-2019-38-4-62-73. (Tiếng Nga).

Phạm Hoàng Lân (chủ biên), Đặng Nam Chinh, Dương Văn Phong, Vũ Văn Trí, 2017. Trắc địa cao cấp đại cương (tái bản lần thứ nhất có chỉnh sửa). *Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật*.

ABSTRACT

Transformation of the gravity observations between tide systems

Le Thanh Nguyen ¹, Sang Van Nguyen ^{2*},

¹ *Institute of Techniques for Special Engineering, Military Technical Academy, Vietnam*

² *Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

The target of this paper is transformation of the gravity observations between the tide systems. In this paper the mean-tide, zero-tide, nontidal systems and the effect of tide on gravity observations were researched. Then, the formulas for transformation of the gravity observations between the tide systems were searched and applied. The gravity contributions of the tide were computed for the points distributed along the Vietnam territory. The experimental results have show that the effect of the tide on gravity are remarkable; They depend on latitude of the observation points; In the diffirent tide systems the gravity contribution of the tide are diffirence. For Vietnamese territory, the corrections for transformation from the mean tide system to the zero tide system varies from 0.0141 mGal to 0.0286 mGal, from the mean tide system to the nontidal system varies from 0.0164 mGal to 0,0332 mGal, from the zero tide system to nontidal system varies from 0.0023 mGal to 0.0046 mGal. So, after solving the geodesy problems, the gravity observations need to be transfered to the united tide system.