



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

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



Đánh giá độ chính xác của số liệu trọng lực biển đo bằng máy YZLS Dynamic Gravimeter

Nguyễn Văn Sáng ^{1,*}, Vũ Văn Hạnh ²

¹ Khoa Trắc địa – Bản đồ và Quản lý đất đai, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

² Khoa Kỹ thuật cơ sở địa hình địa chất, Trường Cao đẳng Thủy lợi Bắc Bộ, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 12/9/2016

Chấp nhận 29/10/2016

Đăng online 30/12/2016

Từ khóa:

Đị thường trọng lực

Trọng lực biển

Giao cắt

Phương pháp đánh giá độ chính xác được xây dựng dựa trên cơ sở lý thuyết sai số sử dụng chênh lệch dị thường trọng lực tại điểm giao cắt. Từ các kết quả đo chúng ta tính được vị trí điểm giao cắt và chênh lệch dị thường trọng lực tại điểm giao cắt. Nếu không có sai số hệ thống, độ chính xác được đánh giá theo phương pháp Gauss. Nếu có sai số hệ thống, độ chính xác được đánh giá theo phương pháp Betxen. Độ chính xác này cũng có thể được đánh giá theo phương pháp trị đo kép. Từ lý thuyết trên, phần mềm đánh giá độ chính xác số liệu đo trọng lực đã được xây dựng. Các tính toán thực nghiệm được thực hiện với bộ số liệu trọng lực trên vùng biển xung quanh đảo Bạch Long Vĩ gồm 28158 điểm đo. Các số liệu này được đo năm 2007 bằng máy đo trọng lực ZLS Dynamic Gravity Meter D06. Kết quả tính toán trên bộ số liệu dị thường trọng lực này đã xác định được 250 điểm giao cắt, độ chính xác của bộ số liệu là $\pm 1.86mGal$.

© 2016 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Đặt vấn đề

Đo trọng lực biển bằng máy đặt trên tàu là phương pháp đã được áp dụng tại nhiều nước trên thế giới. Ở Việt Nam, phương pháp này còn khá mới mẻ, quy trình đo đạc, xử lý số liệu, đánh giá độ chính xác... vẫn chưa đầy đủ.

Việt Nam là quốc gia có bờ biển dài. Nghiên cứu Biển Đông phục vụ phát triển kinh tế, an ninh quốc phòng, giữ vững chủ quyền biển đảo là chủ trương lớn của Đảng và Nhà nước. Trọng lực là số liệu điều tra cơ bản quan trọng. Vì vậy, việc đo đạc

số liệu trọng lực trên Biển Đông là rất cần thiết. Việc đo trọng lực sẽ không có ý nghĩa nếu như chúng ta đo được giá trị trọng lực mà không biết được giá trị đo đó đạt độ chính xác là bao nhiêu. Do đó, nghiên cứu phương pháp đánh giá số liệu đo trọng lực trực tiếp bằng tàu biển là cần thiết. Độ chính xác đo trọng lực bằng tàu biển có thể được đánh giá dựa vào các yếu tố khi đo đạc và xử lý như: độ chính xác máy đo, ảnh hưởng của độ chính xác định vị tàu, độ chính xác tính toán các số hiệu chỉnh... Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, chúng ta không biết hoặc không xác định được chính xác các yếu tố này. Bài báo sẽ trình bày phương pháp đánh giá độ chính xác của bộ số liệu đo trọng lực dựa vào chênh lệch dị thường trọng lực tại điểm

*Tác giả liên hệ.

E-mail: nguyenvansang@humg.edu.vn

giao cắt và xây dựng chương trình máy tính để tự động đánh giá theo phương pháp này. Các tính toán thực nghiệm được thực hiện trên vùng biển xung quanh đảo Bạch Long Vĩ.

2. Phương pháp đánh giá độ chính xác số liệu đo trọng lực bằng tàu biển

Khi đo trọng lực bằng tàu biển, các tuyến đo được thiết kế thành các tuyến ngang và dọc giao cắt nhau. Tại điểm giao cắt này, nếu như không có sai số thì giá trị dị thường trọng lực xác định được phải bằng nhau. Trên thực tế, do sai số nên có chênh lệch dị thường trọng lực tại điểm giao cắt (Hình 1). Dựa vào các giá trị chênh lệch này chúng ta có thể đánh giá được độ chính xác của bộ số liệu trọng lực.

Giả sử trên khu vực đo có n điểm giao cắt. Tại điểm giao cắt thứ i , theo tuyến đo ngang ta có giá trị dị thường trọng lực Δg_i^n , theo tuyến đo dọc ta có giá trị dị thường trọng lực Δg_i^d . Khi đó ta có chênh lệch dị thường trọng lực tại điểm giao cắt dg_i là:

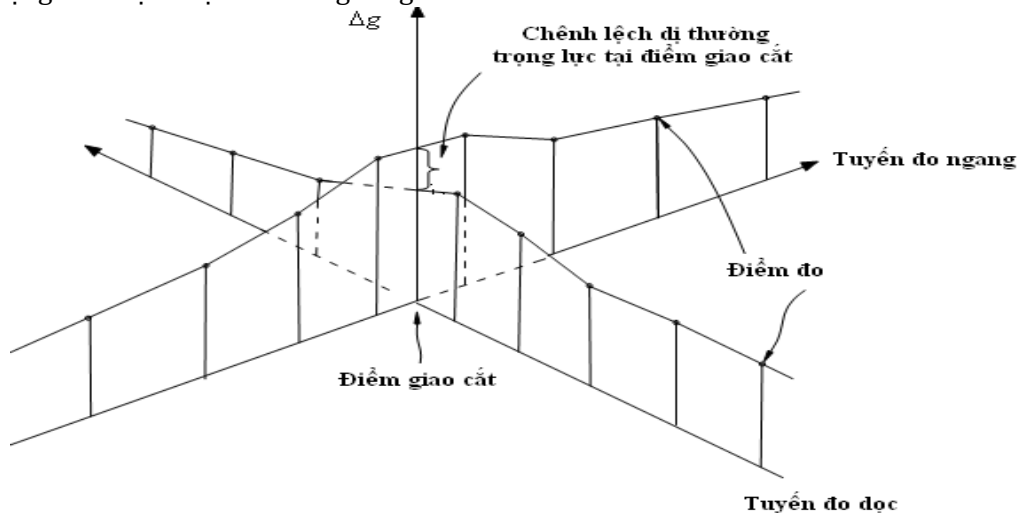
$$dg_i = \Delta g_i^n - \Delta g_i^d \quad (1)$$

2.1. Đánh giá theo phương pháp Gauss hoặc Betxen

Coi dg_i là trị đo tại điểm giao cắt thứ i . Như vậy ta có dãy n trị đo dg_i ($i = 1, 2, \dots, n$).

Nếu tại điểm giao cắt không có sai số thì trị đo dg_i sẽ có giá trị thực dg'_i bằng 0. Như vậy, sai số thực Δ chính bằng giá trị dg_i .

Kỳ vọng toán học được tính bằng công thức:



Hình 1. Chênh lệch dị thường trọng lực tại điểm giao cắt

$$E(\Delta) = \bar{dg} = \frac{[dg]}{n} \quad (2)$$

- Nếu kỳ vọng $E(\Delta) = 0$, nghĩa là trong dãy trị đo không có sai số hệ thống. Khi đó sai số trung phương của trị đo được xác định bằng công thức Gauss (Hoàng Ngọc Hà, 2003):

$$m_{dg} = \pm \sqrt{\frac{[dg.dg]}{n}} \quad (3)$$

Từ công thức (1) và theo nguyên tắc đồng ảnh hưởng ta có:

$$m_{dg}^2 = m_{\Delta g}^2 + m_{\Delta g}^2 = 2m_{\Delta g}^2 \quad (4)$$

Sai số trung phương đo trọng lực là:

$$m_{\Delta g} = \frac{m_{dg}}{\sqrt{2}} = \pm \sqrt{\frac{[dg.dg]}{2n}} \quad (5)$$

Nếu kỳ vọng $E(\Delta) \neq 0$, nghĩa là trong dãy trị đo có sai số hệ thống. Khi đó sai số trung phương của trị đo được xác định theo độ lệch chuẩn. Số hiệu chỉnh v_i được tính theo công thức:

$$v_i = dg_i - \bar{dg} \quad (6)$$

Sai số trung phương của trị đo dg được tính bằng công thức Betxen (Đặng Nam Chính, 2015)

$$m_{dg} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} \quad (7)$$

Từ công thức (1) và theo nguyên tắc đồng ảnh hưởng, sai số trung phương đo trọng lực tính bằng công thức:

$$m_{\Delta g} = \frac{m_{dg}}{\sqrt{2}} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{2(n-1)}} \quad (8)$$

2.2. Đánh giá theo phương pháp trị đo kép

Để đánh giá độ chính xác số liệu dị thường trọng lực có thể tiếp cận theo quan điểm trị đo kép. Theo quan điểm này, tại n điểm giao cắt ta có n cặp trị đo kép: $(\Delta g_1^n, \Delta g_1^d)$, $(\Delta g_2^n, \Delta g_2^d)$, ..., $(\Delta g_n^n, \Delta g_n^d)$. Coi các trị đo có cùng độ chính xác, chúng ta sẽ tính được hiệu số dg_i như công thức (1) (Đặng Nam Chinh, 2015).

Nếu không có sai số thì các hiệu số này bằng 0. Vì vậy, coi các hiệu số dg_i là sai số thực, áp dụng công thức Gauss, ta có công thức tính sai số trung phương của hiệu dg_i như công thức (3). Sai số trung phương của dị thường trọng lực được đánh giá theo công thức (5). Như vậy, tiếp cận theo quan điểm trị đo kép cũng cho kết quả giống như theo quan điểm sai số thực Gauss.

Trên thực tế, các điểm đo không trùng với điểm giao cắt nên trước khi đánh giá độ chính xác, chúng ta phải xác định vị trí điểm giao cắt và chênh lệch dị thường trọng lực tại điểm giao cắt bằng phương pháp trực tiếp theo trình tự sau:

- Chọn một cặp hai điểm đo liền nhau;
- So sánh cặp điểm này với các cặp điểm còn lại xem có thỏa mãn điều kiện cắt nhau không;
- Xác định vị trí giao cắt bằng phương pháp cho hai đường thẳng đi qua hai cặp điểm cắt nhau;
- Nội suy dị thường trọng lực tại điểm giao cắt dựa vào các điểm đo đang xét;
- Chọn cặp điểm tiếp theo và lặp lại quy trình tính toán đến khi xác định hết vị trí các điểm giao cắt.

Các công thức tính toán vị trí điểm giao cắt và dị thường trọng lực tại điểm giao cắt được trình bày chi tiết trong tài liệu (Vũ Văn Hạnh, 2016).

3. Chương trình đánh giá độ chính xác số liệu trọng lực đo bằng tàu biển

Trên cơ sở lý thuyết trình bày ở trên, chúng tôi xây dựng chương trình đánh giá độ chính xác số liệu đo trọng lực trên tàu biển. Giao diện của chương trình được trình bày trên Hình 2. Chương trình có các chức năng: Nhập số liệu, xác định vị trí và chênh lệch dị thường trọng lực tại điểm giao cắt, đánh giá độ chính xác số liệu dị thường trọng lực theo độ lệch chuẩn và theo trị đo kép (Vũ Văn Hạnh, 2016).

4. Thực nghiệm đánh giá độ chính xác số liệu trọng lực đo trực tiếp trên tàu tại vùng biển Bạch Long Vĩ

Số liệu thực nghiệm được sử dụng là 28158 điểm đo trọng lực, thuộc dự án: “Điều tra đặc điểm địa chất, địa động lực, địa chất khoáng sản, địa chất môi trường và dự báo tai biến địa chất các vùng biển Việt Nam”. Đơn vị thực hiện là Phân viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ phía Nam, Viện khoa học Đo đạc và Bản đồ, Bộ Tài nguyên và Môi trường (đo từ tháng 8/2007 đến tháng 12/2007). Các số liệu này được đo bằng máy đo trọng lực ZLS Dynamic Gravity Meter D06 do hãng ZLS Corporation sản xuất năm 2005. Một số tiêu chí kỹ thuật chính của máy như sau:

Bảng 1. Kết quả đánh giá độ chính xác số liệu trọng lực đo bằng tàu trên vùng biển Bạch Long Vĩ

STT	Giao cắt	Y(m)	X(m)	Δg_1 (mGal)	Δg_2 (mGal)	dg (mGal)
1	1_42	796565.202	2223784.190	-30.52	-33.15	2.63
2	1_44	796584.179	2224976.244	-31.58	-34.47	2.89
3	2_44	795946.147	2224989.719	-32.91	-33.46	0.55
4	2_59	795940.169	2233978.916	-32.41	-33.41	1.01
5	3_28	794845.016	2222478.703	-33.74	-32.19	-1.55
6	3_38	794833.331	2221375.421	-32.41	-34.86	2.44
7	3_39	794848.536	2222019.267	-33.56	-34.16	0.60
8	3_40	794841.729	2222566.151	-32.83	-34.84	2.00
9	3_43	794860.332	2224377.031	-35.78	-35.46	-0.33
...
248	35_51	789925.070	2229178.848	-28.68	-25.47	-3.22
249	35_54	791934.575	2230987.871	-29.85	-29.37	-0.49
250	49_62	783775.132	2227342.143	-4.32	-3.99	-0.32

Đánh giá độ chính xác số liệu trong lực đo bằng tàu biển

Nhập số liệu

Tính toán số liệu

Đánh giá độ chính xác theo:

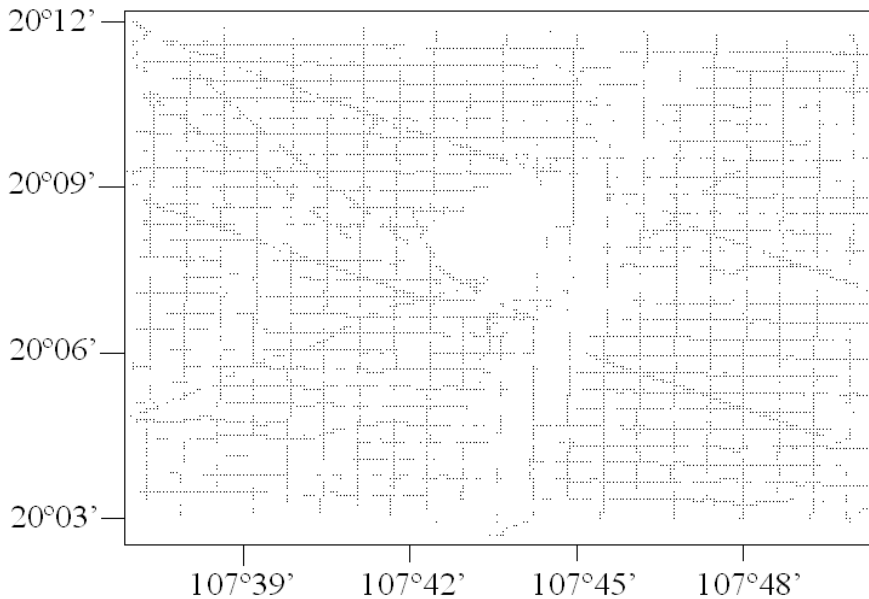
Thời gian bắt đầu tính: 21:6:55 Thời gian kết thúc tính: 21:13:23 Người thực hiện: Vũ Văn Hạnh

Hiện thị

STT	Diem	Y(m)	X(m)	denta_g1	denta_g2	dg
1	1_42	796565.202	2223784.190	-30.520	-33.148	-2.628
2	1_44	796584.179	2224976.244	-31.581	-34.466	-2.885
3	2_44	795946.147	2224989.719	-32.910	-33.460	-0.550
4	2_59	795940.169	2233978.916	-32.405	-33.410	-1.004
5	3_28	794845.016	2222478.703	-33.735	-32.187	1.549
6	3_38	794833.331	2221375.421	-32.412	-34.855	-2.444
7	3_39	794848.536	2222019.267	-33.562	-34.162	-0.600
8	3_40	794841.729	2222566.151	-32.833	-34.835	-2.002
9	3_43	794860.332	2224377.031	-35.780	-35.455	0.325
10	3_46	794857.446	2226186.314	-30.346	-35.611	-5.265
11	3_47	794854.862	2226791.591	-31.506	-32.737	-1.231
12	3_50	794838.173	2228524.744	-32.493	-35.913	-3.421
13	3_52	794839.266	2229803.487	-30.092	-27.031	3.061
14	3_53	794856.364	2230368.262	-30.513	-37.705	-7.191
15	3_59	794839.948	2233987.746	-33.179	-32.705	0.474
16	4_28	793766.762	2222856.612	-35.364	-33.792	1.572
17	4_39	793777.643	2222015.875	-35.452	-34.120	-0.667
18	4_41	793776.443	2223178.213	-34.090	-34.394	-0.304
19	4_42	793754.810	2223779.105	-35.378	-38.303	-2.925
20	4_45	793748.611	2225580.518	-34.676	-32.958	1.718
21	4_46	793745.657	2226179.906	-33.929	-32.739	1.190
22	4_47	793734.518	2226771.400	-31.960	-34.425	-2.464
23	4_54	793761.979	2230985.952	-32.114	-31.701	0.413
24	4_55	793726.005	2231567.672	-30.998	-38.832	-7.833
25	4_60	793745.317	2234573.001	-31.505	-32.960	-1.454
26	5_34	792643.900	2228670.847	-29.037	-26.669	2.369

Đề tài cao học: Nghiên cứu phương pháp đánh giá độ chính xác số liệu trọng lực đo bằng tàu trên vùng biển Bạch Long Vĩ

Hình 2. Giao diện chương trình đánh giá độ chính xác số liệu đo trọng lực trên tàu biển



Hình 3. Sơ đồ các tuyến đo trọng lực trên vùng biển Bạch Long Vĩ

- Độ chính xác của một lần đo: $\pm 1\text{mGal}$
- Độ chính xác định vị: $0,1'' (\approx 3\text{m})$
- Độ chính xác đo sâu: $0,2\text{m}$
- Độ chính xác xác định số cải chính Eotvos: $0,3\text{mGal}$

Các điểm đo có tọa độ trong hệ tọa độ VN-2000, kinh tuyến trung ương 105° , múi chiếu 6° . Số liệu này đã được tính toán, hiệu chỉnh các nguồn

sai số hệ thống. Giá trị dị thường trọng lực lớn nhất là $18,122\text{mGal}$, giá trị nhỏ nhất là $-43,701\text{mGal}$, giá trị trung bình là $-12,734\text{mGal}$. Phạm vi đo đạc có độ vĩ từ $20^{\circ} 03' 45''$ đến $20^{\circ} 12' 30''$, độ kinh từ $107^{\circ} 37' 10''$ đến $107^{\circ} 50' 45''$ (Nguyễn Phúc Hồng, 2013). Trên Bảng 1 trích dẫn kết quả đánh giá độ chính xác bộ số liệu trọng lực đo bằng tàu trên vùng biển Bạch Long Vĩ.

Với bộ số liệu trên, chúng tôi xác định được 250 điểm giao cắt, giá trị trung bình của chênh lệch dị thường trọng lực tại điểm giao cắt là 0.63mGal. Nghĩa là, sai số hệ thống còn tồn dư trong bộ số liệu, do đó, ta sẽ đánh giá độ chính xác theo độ lệch chuẩn. Sai số trung phương của trị đo dị thường trọng lực bằng $\pm 1.86\text{mGal}$

5. Kết luận

- Bài báo đã xây dựng được công thức và chương trình đánh giá độ chính xác bộ số liệu trọng lực trên tàu biển dựa vào chênh lệch dị thường trọng lực tại điểm giao cắt.

- Với bộ số liệu 28158 điểm đo trọng lực trên vùng biển Bạch Long Vĩ, đo năm 2007 bằng máy đo trọng lực ZLS Dynamic Gravity Meter D06 do hãng ZLS Corporation sản xuất năm 2005, sai số trung phương của trị đo trọng lực bằng $\pm 1.86\text{mGal}$.

Tài liệu tham khảo

Đặng Nam Chinh, Nguyễn Xuân Bắc, Bùi Thị Hồng Thắm, Trần Thị Thu Trang, Ninh Thị Kim Anh,

2015. *Giáo trình lý thuyết sai số*, Trường Đại học Tài nguyên và môi trường, Hà Nội.

Hwang, C., and Parsons, B., 1995. Gravity anomalies derived from Seasat, Geosat, ERS - 1 and TOPEX/POSEIDON altimetry and ship gravity: a case study over the Reykjanes Ridge, 551-568.

Hoàng Ngọc Hà và Trương Quang Hiếu, 2003. *Cơ sở toán học xử lý số liệu trắc địa*, Nxb Giao thông vận tải, Hà Nội.

Nguyễn Phúc Hồng, 2013. *Nghiên cứu sử dụng máy đo trọng lực biển Micro - G Lacoste Air - Sea System II và khả năng ứng dụng số liệu đo trọng lực biển ở Việt Nam*, Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

Vũ Văn Hạnh, 2016. *Nghiên cứu ứng dụng phương pháp đánh giá độ chính xác số liệu trọng lực đo bằng tàu trên vùng biển Bạch Long Vĩ*, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

ABSTRACT

Evaluation of accuracy of the ship-track gravity data measured by YZLS Dynamic Gravimeter

Sang Van Nguyen ¹, Hanh Van Vu ²

¹ Faculty of Geomatics and Land Administration, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² Faculty of Basic Engineering and Geology Terrain, Bac Bo Water Resources College, Vietnam

Method of accuracy evaluation was built based on the theory of errors using gravity variance at the crossover points. From the measuring results we calculate the intersection location and gravity anomalies difference at intersections. If there is no systematic errors, the accuracy is assessed by the method of Gauss. If there are systematic errors, the accuracy is assessed by the method of Betxen. The accuracy can also be assessed by the method of double measurements. From the above theory, the software to measure the accuracy of gravity data was built. The experimental calculations were carried out with gravity data on the surrounding area of Bach Long Vi island comprising 28158 measurement points. These data are measured in 2007 by gravity equipment ZLS Dynamic Gravity Meter D06. The calculated result on these gravity anomaly data has determined 250 crossover points, and the accuracy of these data is $\pm 1.86\text{mGal}$.

Keywords: gravity anomaly, ship gravity, crossover