

XÁC ĐỊNH MỘT SỐ THÔNG TIN ĐẶC TRƯNG CỦA ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN

PGS. TS. ĐẶNG NAM CHINH

Trường Đại học Mở - Địa chất

KS. DƯƠNG MINH CƯỜNG

Trung tâm Trắc địa - Bản đồ biển

KS. LÊ THỊ THANH TÂM

Trường Đại học Mở - Địa chất

Tóm tắt:

Bài báo đề xuất phương pháp xác định một số thông tin đặc trưng của địa hình đáy biển tại khu vực khảo sát bằng các tuyến đo khảo sát. Các thông tin đặc trưng này cần thiết cho công tác thiết kế kỹ thuật đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm đơn tia hoặc đa tia.

1. Đặt vấn đề

Một số đặc trưng địa hình đáy biển như độ dốc đáy biển, hướng nghiêng đáy biển và mức độ phức tạp địa hình đáy biển là những thông tin cần thiết cho công tác thiết kế tuyến đo và lựa chọn mật độ điểm đo phù hợp.

Bằng mắt thường chúng ta không thể nhận biết được các yếu tố đặc trưng của địa hình đáy biển. Nếu như không có bản đồ cũ hay một nguồn tư liệu tin cậy nào khác, để có thông tin về độ dốc, hướng dốc địa hình đáy biển, cần thực hiện một vài tuyến đo khảo sát bằng máy đo sâu đơn tia trên khu vực cần đo. Theo quy định, nên đo 2 tuyến đường chéo của khu đo [2]. Mỗi tuyến đo sẽ cung cấp cho chúng ta một mặt cắt địa hình đáy biển với mật độ khá dày. Dựa vào mặt cắt địa hình, theo phương pháp làm thưa dần mật độ điểm chúng ta sẽ xác định được các chỉ số về độ phức tạp của địa hình đáy biển [1]. Với 2 tuyến đo, chúng ta sẽ xác định được độ dốc địa hình và hướng dốc của bề mặt địa hình theo phương pháp xấp xỉ bề mặt địa hình đáy biển với một mặt phẳng nghiêng theo điều kiện bình phương nhỏ nhất.

2. Thuật toán xác định độ dốc và

hướng dốc địa hình đáy biển

Nếu chúng ta có một tập hợp các điểm đo độ sâu của khu vực cần đo (hay của mảnh bản đồ cần đo) đồng thời đã được định vị trong hệ tọa độ thực dụng, chúng ta sẽ xác định được các tham số của phương trình mặt phẳng trong không gian xấp xỉ tốt nhất với bề mặt địa hình đáy biển. Phương trình mặt phẳng trong trường hợp này có dạng:

$$Z = a_0 + a_1x + a_2y \quad (1)$$

Trong phương trình trên, x, y là tọa độ vuông góc phẳng và Z là thành phần độ cao.

Từ phương trình mặt phẳng (1), chúng ta lập phương trình số hiệu chỉnh cho mỗi điểm đo:

$$v_i = a_0 + a_1x_i + a_2.y_i - z_i \quad (2)$$

với $i=1,2,3 \dots n$; trong đó n là số điểm đo sâu và định vị ($n>3$).

Trong phương trình (2), x_i, y_i là giá trị tọa độ và z_i là độ cao địa hình đáy biển của điểm i .

Từ các giá trị độ sâu tính được chênh lệch lớn nhất Δz_{MAX} theo công thức

$$\Delta z_{MAX} = |z_{MAX}| - |z_{MIN}| \quad (3)$$

trong đó z_{MIN} và z_{MAX} là độ sâu nhỏ nhất

và độ sâu lớn nhất

Để mặt phẳng xác định xấp xỉ tốt nhất với bề mặt địa hình đáy biển, các tham số a_0, a_1, a_2 sẽ được giải theo điều kiện $[vv]=\min$.

Từ (2) sẽ lập được hệ phương trình chuẩn:

$$A^T A.X + A^T L = 0 \quad (4)$$

trong đó:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & x_n & y_n \end{bmatrix}; X = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}; L = \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \cdot \\ z_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

Giải hệ phương trình chuẩn (4) sẽ nhận được các tham số a_0, a_1, a_2 của phương trình mặt phẳng.

$$X = (A^T A)^{-1} A^T L \quad (6)$$

Từ phương trình mặt phẳng đã xác lập, sẽ tính được độ chênh lệch giữa các điểm đo (đáy biển) với mặt phẳng đó theo công thức:

$$\Delta z_i = Z_i - z_i \quad (7)$$

trong đó Z_i được tính theo (1)

So sánh (2) với (7) có thể thấy rằng $\Delta z_i = v_i$.

Từ các giá trị v_i có thể tính được chênh lệch lớn nhất đối với mặt phẳng nghiêng theo công thức:

$$\Delta v_{MAX} = v_{MAX} - v_{MIN} \quad (8)$$

trong đó v_{MIN} và v_{MAX} là giá trị v nhỏ nhất và lớn nhất.

Độ lệch trung phương Δ_{TP} được xác định theo công thức:

$$\Delta_{TP} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-3}} \quad (9)$$

Từ phương trình (1) ta có góc nghiêng theo phương trục x là θ_x , góc nghiêng theo trục y là θ_y , góc nghiêng toàn phần là θ và hướng nghiêng là α , chúng được xác định theo các công thức sau:

$$\theta_x = \frac{\partial Z}{\partial x} = a_1; \quad \theta_y = \frac{\partial Z}{\partial y} = a_2; \quad \theta = \sqrt{\theta_x^2 + \theta_y^2} = \sqrt{a_1^2 + a_2^2} \quad (10)$$

$$\alpha = \arctan g \frac{\theta_y}{\theta_x} = \arctan g \frac{a_2}{a_1} \quad (11)$$

Như vậy là từ các tham số a_0, a_1, a_2 đã xác định được, sẽ tính được góc nghiêng (độ

dốc) của mặt phẳng (đại diện cho phần địa hình đáy biển của khu đo) theo công thức:

$$\theta'' = \rho'' \sqrt{a_1^2 + a_2^2} \quad (12)$$

trong đó $\rho'' = 206265$

Khi góc nghiêng lớn có thể đổi θ'' ra độ và phút.

Phương vị của hướng nghiêng (hướng dốc nhất theo chiều dương) được tính theo công thức:

$$\alpha = \arctan g \left(\frac{a_2}{a_1} \right) \quad (13)$$

Suy ra hướng dốc nhất theo chiều âm (dốc xuống) sẽ là $\alpha - 180^\circ$

Tính đồng phẳng của khu đo được tính bằng tỷ số:

$$K = \frac{\Delta z_{MAX}}{\Delta v_{MAX}} \quad (14)$$

Giá trị K càng lớn, tính đồng phẳng càng cao.

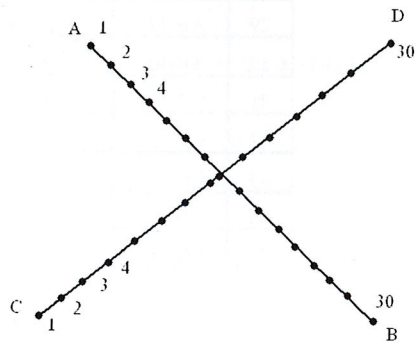
Tỷ số đồng phẳng K có thể sử dụng để tham gia phân loại địa hình đáy biển.

Tất cả các công thức tính toán nêu trên có thể thực hiện nhanh chóng bằng chương trình máy tính.

3. Thí dụ minh họa

3.1. Tính toán trên mô hình

Từ một mô hình đáy biển có độ sâu từ -3.17m đến -73,15m trên khu vực có diện tích khoảng 45km², tạo ra 2 tuyến "chạy tàu" với tổng số 60 "điểm đo", trên mỗi tuyến có 30 điểm đo (hình 1). Tọa độ x, y và độ cao z thể hiện trên cột 3, 4 và 5 trong bảng 1.



Hình 1: Các tuyến xác định trên mô hình

Bảng 1: Toạ độ, độ cao các điểm bề mặt đáy biển và giá trị tính toán

Nr	Điểm	x(i)	y(i)	z(i)	Z tính	Độ lệch
1	AB- 1	1607780.0	605250.0	-3.170	.587	-3.757
2	AB- 2	1607570.0	605497.0	-4.500	-1.909	-2.591
3	AB- 3	1607293.0	605725.0	-6.370	-4.725	-1.645
4	AB- 4	1607250.0	605953.0	-7.480	-6.098	-1.382
5	AB- 5	1606958.0	606190.0	-9.010	-9.051	.041
6	AB- 6	1606720.0	606310.0	-12.460	-11.103	-1.357
7	AB- 7	1606496.0	606520.0	-13.870	-13.505	-.365
8	AB- 8	1606257.0	606750.0	-15.100	-16.097	.997
9	AB- 9	1606070.0	606980.0	-20.500	-18.368	-2.132
10	AB-10	1605821.0	607166.0	-19.960	-20.808	.848
11	AB-11	1605624.0	607450.0	-26.330	-23.403	-2.927
12	AB-12	1605456.0	607623.0	-24.900	-25.280	.380
13	AB-13	1605222.0	607883.0	-24.750	-27.987	3.237
14	AB-14	1605020.0	608055.0	-28.960	-30.069	1.109
15	AB-15	1604803.0	608301.0	-32.000	-32.603	.603
16	AB-16	1604600.0	608520.0	-34.110	-34.920	.810
17	AB-17	1604377.0	608751.0	-36.970	-37.418	.448
18	AB-18	1604138.0	609024.0	-38.850	-40.219	1.369
19	AB-19	1603962.0	609247.0	-44.080	-42.388	-1.692
20	AB-20	1603744.0	609500.0	-47.500	-44.962	-2.538
21	AB-21	1603531.0	609750.0	-49.920	-47.491	-2.429
22	AB-22	1603350.0	610002.0	-50.080	-49.832	-.248
23	AB-23	1603121.0	610200.0	-52.310	-52.207	-.103
24	AB-24	1602961.0	610430.0	-56.830	-54.311	-2.519
25	AB-25	1602669.0	610631.0	-59.140	-57.089	-2.051
26	AB-26	1602448.0	610887.0	-61.600	-59.697	-1.903
27	AB-27	1602253.0	611149.0	-63.070	-62.173	-.897
28	AB-28	1602003.0	611450.0	-66.340	-65.178	-1.162
29	AB-29	1601740.0	611700.0	-70.480	-68.015	-2.465
30	AB-30	1601571.0	612002.0	-73.150	-70.525	-2.625
31	CD- 1	1600866.0	605400.0	-41.290	-42.798	1.508
32	CD- 2	1601740.0	605600.0	-42.570	-38.378	-4.192
33	CD- 3	1601252.0	605791.0	-41.020	-42.316	1.296
34	CD- 4	1601501.0	606007.0	-40.720	-41.830	1.110
35	CD- 5	1601700.0	606230.0	-38.440	-41.685	3.245

36	CD- 6	1601953.0	606462.0	-40.270	-41.252	.982
37	CD- 7	1602184.0	606630.0	-40.050	-40.643	.593
38	CD- 8	1602387.0	606892.0	-41.720	-40.663	-1.057
39	CD- 9	1602603.0	607113.0	-39.050	-40.404	1.354
40	CD-10	1602850.0	607355.0	-39.940	-40.056	.116
41	CD-11	1603070.0	607530.0	-38.160	-39.549	1.389
42	CD-12	1603252.0	607744.0	-37.520	-39.466	1.946
43	CD-13	1603471.0	607948.0	-37.220	-39.106	1.886
44	CD-14	1603700.0	608149.0	-36.870	-38.670	1.800
45	CD-15	1603930.0	608367.0	-37.540	-38.310	.770
46	CD-16	1604130.0	608584.0	-36.760	-38.130	1.370
47	CD-17	1604368.0	608808.0	-36.520	-37.750	1.230
48	CD-18	1604601.0	609032.0	-36.370	-37.401	1.031
49	CD-19	1604802.0	609253.0	-36.040	-37.235	1.195
50	CD-20	1605101.0	609500.0	-38.130	-36.590	-1.540
51	CD-21	1605314.0	609747.0	-38.420	-36.476	-1.944
52	CD-22	1605548.0	609951.0	-32.140	-36.023	3.883
53	CD-23	1605808.0	610194.0	-34.260	-35.600	1.340
54	CD-24	1606022.0	610400.0	-33.710	-35.281	1.571
55	CD-25	1606250.0	610623.0	-33.130	-34.957	1.827
56	CD-26	1606460.0	610816.0	-32.700	-34.599	1.899
57	CD-27	1606710.0	611062.0	-35.020	-34.252	-.768
58	CD-28	1606932.0	611258.0	-34.940	-33.835	-1.105
59	CD-29	1607157.0	611502.0	-31.680	-33.632	1.952
60	CD-30	1607368.0	611701.0	-31.040	-33.297	2.257

Các tham số của mặt phẳng xác định được:

$$a_0 = -6978,1180944$$

$$a_1 = 0,0061696$$

$$a_2 = -0,0048585$$

Với các tham số trên, sẽ tính được độ cao Zi của các điểm có tọa độ x_i, y_i trên mặt phẳng xấp xỉ (ở cột 6) và độ lệch thể hiện ở cột 7 bảng 1.

Độ lệch trung phương Δ_{TP} được xác định theo công thức (9) sẽ là:

$$\Delta_{TP} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-3}} = 1,88m$$

Từ các tham số a_0, a_1, a_2 đã xác định, sẽ tính được góc nghiêng địa hình đáy biển:

$$\theta'' = \rho'' \sqrt{a_1^2 + a_2^2} = 1619,79'' = 26'59''.79$$

Phương vị hướng nghiêng (hướng dốc nhất) là:

$$\alpha = \arctan g \left(\frac{a_2}{a_1} \right) = 321^{\circ}46'47''$$

Tỷ số đồng phẳng K của khu đo tính theo công thức (12):

$$K = \frac{\Delta z_{MAX}}{\Delta v_{MAX}} = \frac{69,980}{8,076} = 8,666$$

3.2. Tính toán trên số liệu thực tế

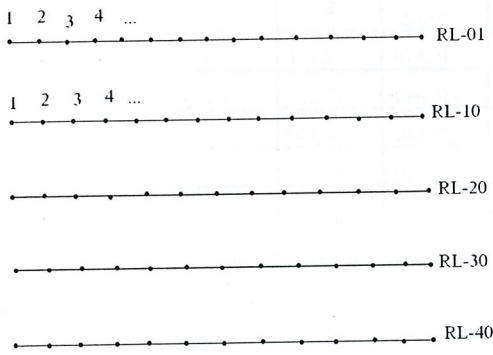
Trên khu vực biển Miền Trung (vùng biển thuộc tỉnh Bình Định) đã tiến hành đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1:50.000, tọa độ

địa lý trung bình khu đo là:

$$B = 14^{\circ}25'41''; L = 109^{\circ}37'38''$$

Số liệu tính toán là 5 tuyến đo (RunLine) chạy theo hướng Đông-Tây (RL-1, RL-10, RL-20, RL-30 và RL-40) với tổng số 1.950 điểm đo, trên diện tích xấp xỉ 556km² (hình 2).

Độ sâu lớn nhất khu đo là -396,988m, độ sâu nhỏ nhất là -170,747m, chênh cao lớn nhất tính theo các điểm đo là 226,241m.



Hình 2: Các tuyến chạy tàu trên khu đo

Các tham số của mặt phẳng xác định được như sau:

$$a_0 = 2527,1830751$$

$$a_1 = -0,0004153$$

$$a_2 = -0,0060507$$

Độ lệch trung phương Δ_{TP} được xác định theo công thức (9):

$$\Delta_{TP} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-3}} = 7,084m$$

Từ các tham số a_0, a_1, a_2 đã xác định, sẽ tính được góc nghiêng địa hình đáy biển:

$$\theta'' = \rho'' \sqrt{a_1^2 + a_2^2} = 1250,99'' = 20'50''99$$

Phương vị hướng nghiêng (chiều dương) là:

$$\alpha = \arctan g \left(\frac{a_2}{a_1} \right) = 266^{\circ}04'18''$$

Suy ra phương vị hướng nghiêng chiều âm (đốc xuống) sẽ là: $86^{\circ}04'18''$

Tỷ số đồng phẳng K của khu đo tính theo công thức (12):

$$K = \frac{\Delta z_{MAX}}{\Delta v_{MAX}} = \frac{226,241}{64,095} = 3,486$$

4. Kết luận và kiến nghị

1. Các thông tin về độ nghiêng θ , phương vị hướng nghiêng α , độ lệch trung phương Δ_{TP} và tỷ số đồng phẳng K của đáy biển trên một khu vực cho chúng ta hình ảnh khái quát về khu vực đo. Các thông tin đó rất cần thiết cho khâu thiết kế các tuyến đo và lựa chọn mật độ điểm đo hợp lý.

2. Phương pháp xác định độ nghiêng, hướng nghiêng, tỷ số đồng phẳng nên áp dụng cho từng khu vực không quá lớn dựa vào số liệu đo đạc khảo sát thực hiện theo một số tuyến đo sao cho các điểm đo được phân bố đều trên khu đo.

3. Cần nghiên cứu thử nghiệm để đưa tỷ số đồng phẳng K và độ lệch trung phương Δ_{TP} vào việc phân loại địa hình đáy biển. ○

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Đặng Nam Chinh, Đặng Minh Tuấn. Một phương pháp xác định mật độ điểm đo sâu hợp lý trong đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển sử dụng máy đo sâu đơn tia. Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất - số 29 tháng 01 năm 2010.

[2]. Quy định kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1:50.000. Bộ Tài nguyên và Môi trường - tháng 2-2007.

[3]. Hydrographic Surveying. American Society Of Civil Engineers. ASCE-1998. ○

(Xem tiếp trang 22)

4. Kết luận

Như vậy công nghệ LiDAR là một công nghệ mới, hiện đại và rất phức tạp, đang được nghiên cứu và hoàn thiện phát triển và được ứng dụng rất có hiệu quả trong lĩnh vực nghiên cứu, quản lý tài nguyên và môi trường. Sự ra đời và nhanh chóng ứng dụng công nghệ LiDAR đã mở ra một kỷ nguyên mới trong hoạt động của các ngành Trắc địa và Bản đồ trên thế giới và ở Việt Nam. Những ứng dụng công nghệ LiDAR rất khả quan, hiệu quả kinh tế cũng rất lớn và là một hướng đi trong tương lai của ngành Trắc địa và Bản đồ.

TÀI LỆU THAM KHẢO

[1]. Cáp Xuân Tú, (2008). Nghiên cứu ứng dụng hệ thống tích hợp LiDAR và máy chụp ảnh số trong thành lập CSDL mô hình số độ cao và bình đồ trực ảnh tại Việt Nam. Tuyển tập báo cáo HNKH lần thứ 18, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Q.5/2008.

[2]. Jie Shan, Charler K. Toth. Topographic Laser Ranging and Scanning. CRC Press, 2008 by Taylor & Francis Group, LLC.

XÁC ĐỊNH MỘT SỐ THÔNG TIN...

(Tiếp theo trang 18)

Summary

DETERMINATION OF THE CHARACTERISTIC INFORMATIONS OF SEABED TOPOGRAPHY

Dang Nam Chinh

Hanoi University of Mining and Geology

Duong Minh Cuong

Center for Sea Survey and Mapping

Le Thi Thanh Tam

Hanoi University of Mining and Geology

This paper introduces a method for determination of the characteristic information of seabed topography in investigative region by survey-line. This characteristic information are necessary to technical planning for seabed mapping using singlebeam echosounder or multibeam echosounder.○