

Nghiên cứu ứng dụng công nghệ RTK thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn

○ PGS.TS. TRẦN VIỆT TUẤN

Trường Đại học Mở-Địa chất

ThS. PHẠM VĂN QUANG

Công ty CPTVTK và xây dựng 319

KS. HOÀNG NGỌC THÊ

Công ty CPTV xây dựng và thương mại Sơn Hà

Bài báo trình bày phương pháp đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn bằng cách kết hợp công nghệ GPS (RTK) và máy đo sâu hồi âm. Kết quả đo đạc thực nghiệm tại vùng biển Vũng Tàu bằng công nghệ RTK đã khẳng định tính ưu việt và khả năng ứng dụng của công nghệ RTK trong đo vẽ thành lập bản đồ địa hình biển ven bờ ở Việt Nam.

Đặt vấn đề

Bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn được sử dụng cho công tác khảo sát, thiết kế và thi công các công trình biển ven bờ. Đặc điểm khi đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn tỷ lệ 1/2000 - 1/5000 là phạm vi đo vẽ xa bờ khoảng từ 5 - 10 km với yêu cầu độ chính xác rất cao. Nước ta thường sử dụng công nghệ GPS để định vị các điểm đo sâu trên biển kết hợp với độ sâu đo được bằng các máy đo sâu hồi âm. Kết quả đo đạc được tính toán hiệu chỉnh về mức "không hải đồ" qua kết quả quan trắc thủy triều tại khu đo vẽ. Do đặc điểm điểm của thủy triều ven bờ ở nước ta có biên độ dao động rất lớn (từ

3 - 5 m), hơn nữa chế độ thủy triều tại bờ biển rất phức tạp, do đó công tác đo đạc thành lập bản đồ địa hình đáy biển ở nước ta chịu nhiều ảnh hưởng của yếu tố thủy triều tại khu đo tác động đến. Vì vậy, cần phải nghiên cứu phương pháp và thiết bị đo đạc trên biển phù hợp nhằm đáp ứng các yêu cầu cần thiết về độ chính xác và tính hiệu quả khi thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ.

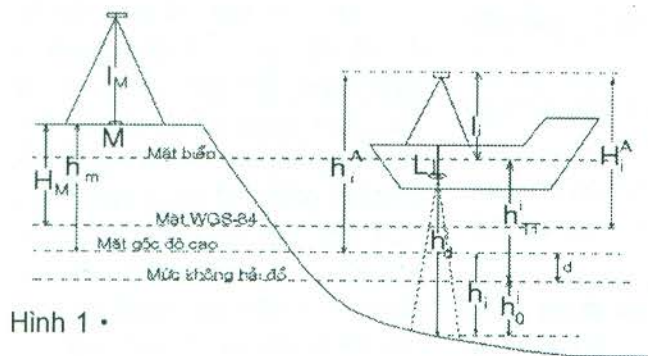
Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Nguyên lý đo đạc thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ theo phương pháp truyền thống:

Để đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ, người ta thường sử dụng công nghệ GPS (Gc-GPS hoặc DGPS) để xác định tọa độ các điểm đo sâu (X_i Y_i) trên mặt biển và sử dụng máy đo sâu hồi âm để xác định độ sâu của đáy biển (h_d) so với mặt nước tức thời tại thời điểm đo (hình 1). Như vậy tại mỗi điểm đo sâu, chúng ta có một giá trị (X, Y, h_d)_i. Mặt khác, trên bờ tại khu vực đo vẽ, cần phải thành lập các trạm nghiệm triều để quan trắc thủy triều trong khoảng thời gian đo địa hình đáy biển. Kết quả quan trắc thủy triều thường được xác định với tần suất đọc số cách nhau 1 giờ. Giá trị thủy triều đo được thường lấy theo "mức không hải đồ" (là mực nước biển thấp nhất trong nhiều năm quan sát) - ký hiệu là h_{TT} . Trong trường hợp này độ sâu của đáy biển sau khi xử lý số liệu là độ sâu so với "mức không hải đồ" và được tính theo công thức: $h_0^i = h_d^i + L - h_{TT}^i$ (1)

Trong đó:

- h_0^i : là độ sâu của điểm thứ i so với mức không hải đồ;



Hình 1 •

- L : là chiều sâu của cần phát biến so với mặt nước biển;

- h_{TT}^i : Giá trị độ cao thủy triều tại thời điểm đo so với mức không hải đồ.

Như vậy, nếu xác định độ sâu của địa hình đáy biển theo phương pháp truyền thống sẽ gặp phải một số vấn đề sau đây: Cần phải thành lập một số trạm nghiệm triều và tổ chức quan sát thủy triều. Công việc này sẽ đòi hỏi chi phí về nhân lực và thiết bị đo.

Do thủy triều ven bờ ở nước ta có biên độ rất lớn (3-5 m), chế độ thủy triều phức tạp phụ thuộc vào từng khu vực. Thời gian quan trắc triều thường tiến hành 1 lần đọc số/1 giờ, do đó độ cao của thủy triều tại thời điểm đo sâu t_i sẽ được xác định theo nguyên tắc nội suy. Đây chính là một trong những nguyên nhân gây ra sai số đo sâu khi khảo sát thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ.

Bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn dùng trong khảo sát thiết kế và thi công các công trình ven biển thường được coi là phần địa hình của lục địa kéo dài và lấy theo hệ tọa độ và độ cao lục địa (ở nước ta sử dụng hệ độ cao thường). Mặt gốc độ cao khác với "mức không hải đồ" một khoảng cách d (hình 1), giá trị d chỉ có thể xác định được tại các trạm quan trắc mực nước có thời gian quan trắc liên tục kéo dài trong vòng 18 - 61 năm. Các trạm quan trắc mực nước cố định đặt tại một số vị trí, hải cảng cố định (ở Việt nam là các trạm hòn Dấu, hòn Ngư). Vì vậy, để có được số chênh giữa mặt thủy chuẩn gốc và "mức 0 hải đồ" tại vùng đặt trạm quan trắc mực nước trên từng khu vực cần phải sử dụng một số phương pháp tính toán nội suy. Điều này cũng làm ảnh hưởng đến độ chính xác

của bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ lớn cần thành lập. Do đó, cần phải nghiên cứu phương pháp và thiết bị đo đạc trên biển để xác định trực tiếp độ cao của địa hình đáy biển ven bờ mà không phải tính qua các yếu tố thủy triều nhằm nâng cao hiệu quả của công tác đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

Ứng dụng công nghệ GPS (RTK) kết hợp với máy đo sâu hồi âm trong đo vẽ thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ:

Khi sử dụng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm để đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ, trạm base của máy thu GPS được đặt tại điểm khống chế trên bờ (điểm M - hình 1). Tại M ta đã biết tọa độ của điểm M và độ cao trắc địa H_M , độ cao thủy chuẩn h_M . Anten của trạm Rover được cài đặt trên tàu đo sâu và ghép nối với máy đo sâu hồi âm. Khi đó, cần phải xác định độ cao của anten đến mặt nước biển (L_A) và độ sâu của cần phát biến so với mặt nước biển L (hình 1). Sau khi quy chuẩn điểm trên bờ về hệ tọa độ và độ cao đang sử dụng trên bờ, tiến hành đo đạc ta sẽ thu được kết quả đo đạc tại thời điểm thứ t_i , bao gồm: Tọa độ điểm i (X_i, Y_i) và độ cao trắc địa và độ cao thủy chuẩn của đỉnh anten. Khi đó, độ cao của điểm đo thứ i sẽ được tính theo công thức:

$$h_i = h_i^A - L_A - (h_d^i + L) \quad (2)$$

Trong đó: - h_i : là độ cao của điểm đo sâu;

- h_i^A : là độ cao của đỉnh anten tại thời điểm đo t_i ;

- h_d^i : là giá trị độ sâu đo được bằng máy đo sâu hồi âm tại thời điểm t_i .

Như vậy, khi sử dụng công nghệ đo RTK kết hợp với máy đo

sâu hồi âm, ta có thể xác định độ cao của địa hình đáy biển theo hệ độ cao lục địa mà không cần phải quan trắc thủy triều. Phương pháp đo đạc địa hình đáy biển ven bờ cho phép nâng cao độ chính xác và hiệu quả của công tác thành lập bản đồ địa hình đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn.

Đo đạc và tính toán thực nghiệm

Để kiểm chứng về độ chính xác và khả năng ứng dụng của phương pháp đo vẽ địa hình đáy biển ven bờ bằng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm, chúng tôi tiến hành đo đạc thử nghiệm tại vùng biển Long Cung - Thành phố Vũng Tàu vào ngày 14/8/2015 trên một tuyến đo sâu dài gần 3 km với khoảng 5250 điểm đo sâu. Trên bờ đặt máy thu GPS hai tần số (Hipe 90) tại điểm P_5 có tọa độ trong hệ UTM -48 và độ cao như sau: $X_{P_5} = 1147461.005$; $Y_{P_5} = 732869.015$. Độ cao trắc địa của điểm P_5 : $H_{TD} = 5.353$ m; độ cao thủy chuẩn của điểm P_5 : $h_{TC} = 6.245$ m.

Trên tàu đo sâu, sử dụng máy đo sâu đơn tia 2 tần số Odom Echotrac MKIII được ghép nối trực tiếp với trạm rover của máy thu GPS (Hipe 90). Trong quá trình đo thực nghiệm, sử dụng đồng thời với máy đo sâu đa tia R2 Sonic kết nối trực tiếp với thiết bị thu C-Nav. Trong thời gian đo đạc ngoài biển, sử dụng kết quả quan trắc thủy triều do trạm quan trắc thủy triều Vũng Tàu cung cấp.

Sau khi trút số liệu đo tọa độ và độ cao của đỉnh Anten từ trạm rover, kết hợp với số liệu đo sâu, tiến hành xử lý số liệu theo phương pháp truyền thống và theo phương pháp sử dụng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm. Khi xử lý kết quả đo, lấy các giá trị của các đại lượng đo trong công thức (1) và (2) như sau:

Chiều cao Anten: $L_A = 3.855$ m; độ sâu của cần phát biển: $L = 0.58$ m

Độ chênh giữa mức "0" hải đồ và mức "0" lục địa: $d = -2.88$.

Kết quả xử lý số liệu như sau:
Kết quả tính toán độ sâu qua giá trị đo thủy triều

Trong bảng 1:
Cột (5): h_d^i - là kết quả đo sâu từ máy đo sâu hồi âm

Cột (6): h_{MN}^i - là độ sâu so với mặt nước; $h_{MN}^i = h_d^i - 0.58$ m

Cột (7): h_{TT}^i - Độ cao của thủy triều; cột (8) : Độ sâu so với mức "0" hải đồ.

Cột (9): h_i - Độ sâu so với mức "0" lục địa; $h_i = h_0^i - 2.88$ m

Kết quả tính độ sâu trực tiếp từ kết quả đo RTK và máy đo sâu hồi âm

Trong bảng 2:
Cột (14): h_{d0}^i - độ sâu đo được so với mức "0" hải đồ

Cột (15): h_1^A - Độ cao của đỉnh Anten;

Cột (16): h_{MN}^i - Độ cao của mặt nước; $h_{MN}^i = h_1^A - 3.855$ m

Cột (17): h_0^i - Độ cao so với mức "0" hải đồ; $h_i = h_0^i - 2.88$ m

Đánh giá độ chính xác của hai phương pháp đo:

Sau khi có kết quả đo sâu từ hai phương pháp, chúng tôi đã tiến hành tính số chênh kết quả đo độ sâu tại thời điểm đo thứ i theo công thức:

$$d_i = h_i^{TT} - h_i^{RTK} \tag{3}$$

Trong đó: h_i^{TT} là độ sâu của địa hình đáy biển xử lý theo kết quả quan trắc thủy triều (cột 9);

h_i^{RTK} : là độ sâu của địa hình đáy biển xử lý theo kết quả đo RTK (cột 18);

Đánh giá độ chính xác của phương pháp đo sâu địa hình đáy

TT	t_i	X_i (m)	Y_i (m)	h_d^i (m)	h_{MN}^i (m)	h_{TT}^i (m)	h_0^i (m)	h_i (m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	11:18:46	1147253.68	733229.57	-5.21	-5.79	3.24	-2.55	-5.43
2	11:18:47	1147254.57	733229.31	-5.20	-5.78	3.24	-2.54	-5.42
3	11:18:48	1147256.10	733228.95	-5.20	-5.78	3.24	-2.54	-5.42
4	11:18:49	1147257.91	733228.73	-5.19	-5.77	3.24	-2.53	-5.41
.....								
199	11:22:31	1147248.26	733504.41	-5.64	-6.22	3.26	-2.96	-5.84
200	11:22:32	1147247.33	733505.96	-5.65	-6.23	3.26	-2.97	-5.85
201	11:22:33	1147246.68	733507.26	-5.68	-6.26	3.26	-3.00	-5.88
202	11:22:34	1147246.19	733508.57	-5.68	-6.26	3.26	-3.00	-5.88

Bảng 1. Xử lý số liệu đo sâu qua kết quả quan trắc thủy triều

TT	t_i	X_i (m)	Y_i (m)	h_{d0}^i (m)	h_1^A (m)	h_{MN}^i (m)	h_0^i (m)	h_i (m)
(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
1	11:18:46	1147253.68	733229.57	-4.71	5.975	2.120	-2.590	-5.470
2	11:18:47	1147254.57	733229.31	-4.70	6.045	2.190	-2.510	-5.390
3	11:18:48	1147256.10	733228.95	-4.70	6.004	2.149	-2.551	-5.431
4	11:18:49	1147257.91	733228.73	-4.69	6.076	2.221	-2.469	-5.349
.....								
199	11:22:31	1147248.26	733504.41	-5.23	5.956	2.101	-3.129	-6.009
200	11:22:32	1147247.33	733505.96	-5.25	5.955	2.100	-3.150	-6.030
201	11:22:33	1147246.68	733507.26	-5.19	6.083	2.228	-2.962	-5.842
202	11:22:34	1147246.19	733508.57	-5.20	6.036	2.181	-3.019	-5.899

Bảng 2. Xử lý số liệu đo sâu qua kết quả đo RTK và máy đo sâu hồi âm

biển bằng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm theo công thức của trị đo kép:

$$m = \sqrt{\frac{[dd]}{2n}} \tag{4}$$

Chúng tôi có kết quả: Sai số đo độ sâu địa hình đáy biển bằng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm so với phương pháp đo truyền thống, đạt độ chính xác: $m = \pm 5,6$ cm.

Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu trên, rút ra một số kết luận sau đây:

Kết quả đo vẽ địa hình đáy biển ven bờ bằng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm tương đương với phương pháp đo vẽ địa hình đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm dựa trên số liệu quan trắc thủy triều ven bờ truyền thống. Hoàn toàn có thể sử dụng công nghệ RTK kết hợp với máy đo sâu hồi âm trong đo vẽ địa hình đáy biển ven bờ. Khi sử dụng phương pháp đo vẽ này sẽ cho phép giảm

được nội dung xây dựng các trạm nghiệm triều và quan trắc thủy triều. Điều này cho phép nâng cao độ chính xác và hiệu quả của công tác thành lập bản đồ địa đáy biển ven bờ tỷ lệ lớn ở nước ta.

Tài liệu tham khảo

1. Phan Văn Hiến, Nguyễn Duy Đô (2013), Giáo trình “Cơ sở trắc địa công trình”, Nxb khoa học và kỹ thuật, Hà Nội

2. Phạm Hoàng Lân (1998), Cơ sở Trắc địa biển, Bài giảng cho học viên cao học Trắc địa, Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội.

3. Trần Viết Tuấn (2013), “Nghiên cứu một số giải pháp công nghệ trong đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển ven bờ phục vụ khảo sát thiết kế các công trình cảng biển Việt Nam”, Tạp chí khoa học đo đạc- bản đồ” số 16.

4. Trần Viết Tuấn - Phạm Doãn Mậu (2011), “Giáo trình trắc địa biển”, Nxb khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.■