

Ứng dụng máy đo sâu hồi âm đa tia EM 710 trong đo đạc và thành lập bản đồ địa hình đáy biển ứng dụng cho môn Trắc địa biển tại Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Nguyễn Xuân Thủy*

*Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Received: 26/02/2024; Accepted: 4/3/2024; Published: 12/3/2024

Abstract: The article has formulated and introduced regulations on DGPS positioning at sea and multi-beam echo sounder technology, and procedures for measuring and creating seabed topographic maps used with echo sounders. The article has provided and presented arguments in the process of creating seabed topographic maps using the EM 710 multi-beam echo sounder.

Keywords: DGPS positioning; multi-beam echo sounder technology; topographic maps; EM 710; process of creating seabed

1. Đặt vấn đề

Trong thời đại công nghệ phát triển, việc ứng dụng công nghệ GPS kết hợp với máy đo sâu hồi âm để thành lập bản đồ địa hình đáy biển đã trở nên phổ biến. DGPS không những có khả năng định vị ở mọi nơi, mọi thời điểm trên biển mà còn khắc phục được hầu hết các nhược điểm của công nghệ DGPS lại càng nâng cao hơn độ chính xác và đạt năng suất cao. Đặc biệt với công nghệ DGPS nhờ loại bỏ được một số nguồn sai số trong hệ thống. Bài báo này đưa ra những giải pháp trong thành lập bản đồ địa hình đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm đa tia EM 710 áp dụng trong thực tế sản xuất hiện nay.

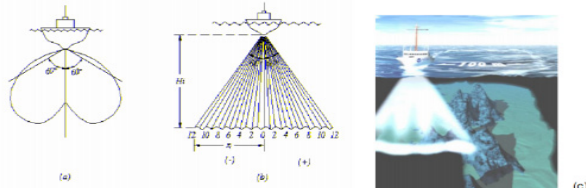
2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Đo sâu hồi âm đa tia

Máy đo sâu hồi âm đa tia (Multibeam Echo Sounder - MBES) được phát minh khoảng những năm 1970 trên cơ sở của máy đo sâu hồi âm đơn tia. Hệ thống này cho phép xác định chi tiết bề mặt đáy biển từ nhiều tia đơn, kết quả một lần đo xác định được hàng trăm điểm độ sâu trên một mặt phẳng vuông góc với đường đi của tàu hoặc cả một dải độ sâu có độ rộng nhất định (mặt cắt), tổng số các mặt cắt dọc của các kênh tín hiệu có thể tạo ra nhiều lần trên một giây. Độ rộng dải quét thường gấp từ 2 đến 7 lần độ sâu, góc mở của chùm tia có thể đạt đến trên 150 độ và góc hẹp của các tia đơn kề nhau có thể nhỏ hơn 1 độ.

MBES là một công cụ có giá trị để xác định độ sâu đáy biển với mức độ hoàn thiện nhất, cho phép hoàn thành đo vẽ địa hình đáy biển với độ phân giải cao.

Nguyên lý: Nguyên tắc của hồi âm đa tia hoạt động dựa trên một dải âm thanh hình quạt quét đáy biển, sau đó nhận các tín hiệu phản hồi. Nhiều chùm tia âm thanh được định dạng theo kỹ thuật xử lý tín hiệu điện tử, với góc chùm tia xác định trước. Thời gian tín hiệu âm thanh truyền và nhận được tính toán bởi các thuật toán để xác định đáy biển. Việc quét tín hiệu theo “vết theo dõi” để từ đó xác định độ sâu và khoảng cách ngang tới trung tâm khu vực khảo sát được máy tính đảm nhận.



Hình 2.1. Máy đo sâu hồi âm đa tia

2.2. Liên kết các cảm biến và tính hệ thống của hồi âm đa tia

Hệ thống hồi âm đa tia bên cạnh hệ thống phát và nhận âm phản hồi, còn có:

a. **Cảm biến dịch động:** Cảm biến này nhằm xác định trạng thái thân tàu khi xảy ra hiện tượng nhô sóng (pitch), nghiêng lắc (roll) và xoay (heading), đồng thời hỗ trợ cho công tác đo lường khoảng nhô lên của đầu tàu khi gặp sóng. Hiện nay, cảm biến dịch động được tích hợp một đơn vị đo quán tính (IMU) và một máy thu GPS kèm theo antenna mang lại khả năng định vị trên biển với độ chính xác cao.

b. **Hỗ trợ vận tốc âm thanh:** để xác định vận tốc âm thanh trong cột nước dưới đáy tàu lúc đo hồi âm.

c. *Vận tốc âm tại đầu dò*: Để xác định vận tốc âm ngay tại đầu dò, điều này là bắt buộc đối với mảng đầu dò, nơi phải có tia lái trong chùm tia phát xuống đáy biển.

d. *Hệ thống định vị*: Công nghệ định vị vệ tinh đã rất phát triển và được tích hợp trong các cảm biến dịch động. Chế độ đo động tức thời (RTK) hoặc động xử lý sau (PPP) có độ chính xác cao dựa vào hệ thống tăng cường vệ tinh diện rộng.

e. *Cảm biến xoay (Heading sensor)* cũng được tích hợp vào cảm biến dịch động. Đây là giải pháp tối ưu và cho kết quả định vị chính xác cao hơn so với công nghệ GPS.

2.3. Lắp đặt và hiệu chỉnh

Việc lắp đặt đầu dò đa tia có thể: Hoặc là đặt bên thân tàu, hoặc là đặt dưới đuôi tàu và vòng cung mũi tàu. Các tàu lớn thường lắp đặt vào bên thân và nó là cố định.

Hiệu chỉnh thiết bị là một thủ tục cần thiết để tính lượng bù cho các góc roll, pitch và góc phương vị đối với cả hai đầu dò, cảm biến dịch động và độ trễ từ hệ thống định vị GPS.

a. *Độ trễ định vị*: Thời gian trễ khi định vị điểm trên biển, tức là thời gian tính từ lúc máy hồi âm xác định được độ sâu tới lúc nó định vị được vị trí đáy biển. Thủ tục xác định thời gian bù độ trễ này là tàu chạy hai tuyến khảo sát song song với tốc độ khác nhau trong một khu vực địa hình đáy biển có độ dốc.

b. *Bù hiện tượng nhồi sóng (pitch)*: Đây là quá trình bù góc từ đơn vị đo quán tính (IMU) và từ phương thẳng đứng của đầu dò so với phương thẳng đứng của thân tàu. Mặc định là phương thẳng đứng của đầu dò phải trùng với phương dây dọi. Các thủ tục để xác định góc bù là tàu chạy hai tuyến khảo sát song song nhưng ngược hướng nhau, cùng tốc độ trong một khu vực địa hình đáy biển có độ dốc.

c. *Bù góc phương vị*: Góc phương vị được bù từ các cảm biến xoay (heading sensor) và từ phương vuông góc với đầu dò so với trục dọc theo thân tàu. Thủ tục để bù góc phương vị là thuyền chạy theo hai tuyến song song, ngược chiều, cùng vận tốc, trong một khu vực địa hình đáy biển đã được xác định rõ. Các tuyến liên kế có vết hồi âm nên chồng lẫn nhau ít nhất 20%. Sau khi xác định chính xác thời gian trễ định vị và góc bù hiện tượng nhồi sóng, người ta mới tiến hành bù góc phương vị.

d. *Bù sự nghiêng lắc*: Góc bù sự nghiêng lắc của thân tàu là góc lệch được xác định trên đơn vị đo quán tính (IMU) và là góc lệch giữa mặt phẳng nằm ngang của đầu dò so với phương vuông góc với hướng tiến của tàu. Hai tuyến không chỉ song song

mà còn chồng lẫn hoàn toàn lên nhau.

2.4. Tổng quan về hệ thống của máy đo hồi âm đa tia EM 710

Máy đo hồi âm đa tia EM 710 là hệ thống lập bản đồ đáy biển có độ phân giải cao đến rất cao, có khả năng đáp ứng tất cả các tiêu chuẩn khảo sát liên quan. Cấu hình hệ thống có thể được điều chỉnh theo yêu cầu của người dùng, cho phép lựa chọn độ rộng chùm tia cũng như chế độ truyền sóng. Độ sâu thu nhận tối thiểu là từ dưới 3 m bên dưới đầu dò của nó, và độ sâu thu nhận tối đa là khoảng 2000 m, phần nào phụ thuộc vào kích thước mảng. Phạm vi bao phủ toàn tuyến đường ray (chiều rộng của đường ray) có độ sâu lên tới 5,5 lần độ sâu của nước, tối đa là hơn 2000 m. Các mẫu máy đo hồi âm đa tia EM 710, có ba phiên bản cơ bản của hệ thống EM 710, với phạm vi hoạt động khác nhau:

EM 710 - Phiên bản đầy đủ tính năng.

EM 710S - Chỉ dạng xung CW

EM 710RD - Chỉ xung CW ngắn.

- Lựa chọn độ rộng chùm tia. Độ rộng chùm tia dọc theo rãnh phụ thuộc vào cấu hình đầu dò đã chọn với 0,5, 1 và 2° có sẵn theo tiêu chuẩn. Độ rộng chùm tia thu là 1 hoặc 2° tùy thuộc vào bộ chuyển đổi thu được chọn. EM 710 hoạt động ở tần số siêu âm trong phạm vi 70 đến 100 kHz. Quạt truyền được chia thành ba khu vực để tối đa hóa khả năng phạm vi, đồng thời ngăn chặn nhiễu từ nhiễu hồi âm mạnh từ đáy. Các cung từ được truyền tuần tự trong mỗi ping và sử dụng các tần số hoặc dạng sóng riêng biệt. EM 710S và EM 710RD đều sử dụng xung CW có độ dài khác nhau. Phiên bản hiệu suất đầy đủ, EM 710, hỗ trợ các dạng sóng có thể nén dài hơn (quét FM). Bộ lọc, bộ tương quan và bộ định dạng chùm là những triển khai hoàn toàn kỹ thuật số và phương pháp tạo chùm là dần ổn định và tập trung hoàn toàn. Hệ thống áp dụng tiêu điểm chùm tia cho cả chùm gần âm thanh. Trong quá trình truyền, việc lấy nét được áp dụng riêng cho từng khu vực truyền với một điểm lấy nét trên phạm vi được xác định bởi ping trước đó, để giữ lại độ phân giải góc trong trường gần. Lấy nét động được áp dụng cho tất cả các chùm thu. Các chùm truyền được ổn định điện từ cho các chuyển động cuộn, nghiêng và lệch, trong khi các chùm thu được ổn định cho các chuyển động cuộn.

Nguyên tắc âm thanh sáng tạo: Âm thanh được kiểm soát, dày đặc và chính xác. Khoảng cách chùm tia có thể được đặt ở mức bằng nhau hoặc cách đều. Phạm vi bao phủ dải tối đa có thể bị người vận hành giới hạn theo góc hoặc chiều rộng của dải mà không làm giảm số lượng chùm tia. Sự kết hợp giữa thuật

toán phát hiện đáy pha và biên độ được sử dụng để cung cấp âm thanh với độ chính xác tốt nhất có thể. Số lượng chùm tia thay đổi theo độ rộng chùm tia. Hệ thống tạo ra 256 chùm tia/400 âm thanh mỗi ping cho hệ thống 0,5 và 1° và 128 chùm tia/200 âm thanh cho hệ thống 2°. Bộ biến đổi nguồn. Các thành phần hoạt động của đầu dò EM 710 dựa trên gốm composite, một thiết kế có một số ưu điểm, đặc biệt là tăng băng thông và dung sai hiệu suất chặt chẽ hơn. Đầu dò là bộ phận hoàn toàn kín nước nên sẽ hoạt động không gặp sự cố trong nhiều năm. Các phiên bản 1x2° và 2x2° có thể được gắn trên một cực để triển khai di động, trong khi các phiên bản đầu dò lớn hơn được gắn cố định; ngang bằng với thân tàu, dạng vòm hoặc dạng cấu trúc gondola. Bộ thu phát. Hệ thống điện tử EM 710 là một thiết kế băng rộng đích thực. Các mạch phát được lập trình đầy đủ để hỗ trợ mọi tần số hoặc dạng xung. Việc sử dụng chức năng quét FM dưới dạng xung cho phép nhiều năng lượng hơn trên mỗi xung và do đó tăng hiệu suất phạm vi mà không phải hy sinh bất kỳ sự hy sinh nào về độ phân giải phạm vi. Bộ thu và bộ chuyển đổi A/D không bão hòa và có độ ồn thấp là loại dấu phẩy động, dẫn đến dải động hơn 140 dB. Việc bù TVG thông thường không còn cần thiết nữa. Bằng độ trễ thời gian, để cho phép dải tần rộng của hệ thống. Truyền và nhận để đạt được độ phân giải tối đa bên trong trường. Trạm điều hành. Trạm vận hành là máy trạm PC bộ xử lý kép hiệu suất cao HWS được sử dụng làm. Nó có khả năng khởi động kép cho Linux® hoặc Windows XP®. HWS thường được cung cấp màn hình LCD công nghiệp 19" với độ phân giải 1280x1024 pixel. Hỗ trợ cho màn hình thứ hai được bao gồm. Bàn phím chống tràn của Hoa Kỳ và chuột quang tiêu chuẩn thường được cung cấp.

2.5. Quy trình và các bước đo vẽ bản đồ địa hình đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm đa tia EM 710:



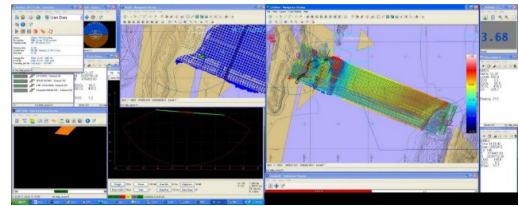
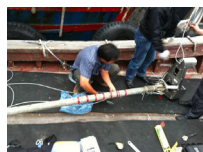
Hình 2.2 Cột thủy chí (mia)



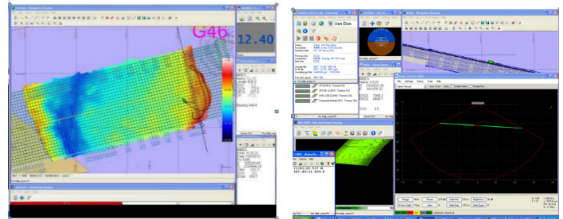
Hình 2.3. Lắp đặt trạm nghiệm triều



Hình 2.4. Giải mã tín hiệu của trạm beacon

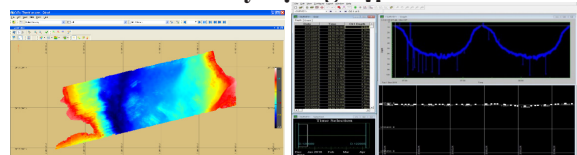


Hình 2.5. Màn hình khi chạy đo sâu

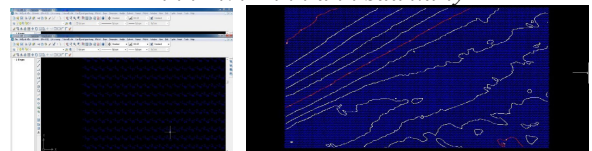


Hình 2.6. Màn hình định vị tàu DH2

*Tiến hành xử lý nội nghiệp



Hình 2.7. Hình ảnh sau xử lý



Hình 2.8. Đường đồng mức

3. Kết luận

Bài báo đã hình thành và đưa ra được các quy định về định vị DGPS trên biển và công nghệ đo sâu hồi âm đa tia, quy trình đo đạc và thành lập bản đồ địa hình đáy biển được sử dụng với máy đo sâu hồi âm đa tia EM 710. Bài viết đã cung cấp và đưa ra được những luận cứ trong chính những quy trình thành lập bản đồ địa hình đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm đa tia EM 710.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2007), *quy định kỹ thuật thành lập bản đồ đáy biển tỷ lệ 1:10000*, Hà Nội.
- [2]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2010), *Thông tư Quy định về đo đạc địa hình đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm đơn tia*, Hà Nội.
- [3]. Lê Trung Chon (2003), *Trắc địa biển*, NXB Đại học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh.
- [4]. Đinh Xuân Vinh, Trần Duy Kiều, Nguyễn Xuân Thủy, Cao Minh Thủy (2014), *Giáo trình trắc địa biển*, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.