

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI
KHOA TRẮC ĐỊA, BẢN ĐỒ VÀ THÔNG TIN ĐỊA LÝ



TRỊNH THỊ NGỌC

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**ỨNG DỤNG MÁY ĐO SÂU HỒI ÂM ĐA TIA R2 SONIC ĐỂ
THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN TỶ LỆ 1:10.000
KHU VỰC VÂN ĐỒN TỈNH QUẢNG NINH**

Hà Nội - 2018

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI
KHOA TRẮC ĐỊA, BẢN ĐỒ VÀ THÔNG TIN ĐỊA LÝ



TRỊNH THỊ NGỌC

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

**ỨNG DỤNG MÁY ĐO SÂU HỒI ÂM ĐA TIA R2 SONIC ĐỂ
THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN TỶ LỆ 1:10.000
KHU VỰC VÂN ĐỒN TỈNH QUẢNG NINH**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Trắc địa – Bản đồ

Mã ngành : D520503

NGƯỜI HƯỚNG DẪN: ThS. NGUYỄN XUÂN THỦY

Hà Nội - 2018

LỜI CẢM ƠN

Em xin chân thành cảm ơn của các thầy cô trong khoa Trắc địa, Bản đồ và Hệ thống tin địa lý Trường Đại học Tài Nguyên và Môi trường Hà Nội đã tận tình chỉ dạy cho em những kiến thức hết sức quý báu trong suốt thời gian học tập tại Nhà trường. Em xin chân thành cảm ơn thầy Nguyễn Xuân Thủy là người đã trực tiếp hướng dẫn, giúp đỡ em trong quá trình làm đồ án này.

Mặc dù đã có nhiều cố gắng, nhưng do kiến thức chuyên môn còn nhiều hạn chế nên trong nội dung đồ án của em không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong các thầy cô giáo đóng góp ý kiến để em có thể hoàn thiện đồ án tốt hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, Ngày..... tháng.... Năm 2018

Sinh viên

Trịnh Thị Ngọc

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN	i
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT BẰNG TIẾNG NƯỚC NGOÀI.....	v
DANH MỤC BẢNG.....	vi
DANH MỤC HÌNH.....	vii
MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Mục tiêu đề tài.....	1
3.Nội dung nghiên cứu.....	1
4. Phương pháp nghiên cứu.....	2
CHƯƠNG 1:CÔNG NGHỆ GNSS VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH VỊ VI PHÂN	
DGPS ỨNG DỤNG TRONG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN..	3
1.1.Cấu trúc của hệ thống GPS	3
1.1.1. <i>Đoạn không gian</i>	3
1.1.2. <i>Đoạn điều khiển</i>	6
1.1.3. <i>Đoạn sử dụng</i>	7
1.2. Các đại lượng đo GPS.....	10
1.2.1. <i>Đo khoảng cách giả theo pha sóng tải</i>	10
1.2.2. <i>Đo khoảng cách giả theo mã (Code)</i>	11
1.2.3. <i>Đo khoảng cách giả theo phương pháp trễ tần Doppler.</i>	12
1.3. Các nguồn sai số trong đo GPS.....	12
1.3.1. <i>Ảnh hưởng của tầng Ion</i>	13
1.3.2. <i>Ảnh hưởng của tầng đối lưu</i>	13
1.3.3. <i>Sai số quỹ đạo vệ tinh</i>	13
1.3.4. <i>Sai số do đồng hồ vệ tinh</i>	14
1.3.5. <i>Sai số của đồng hồ máy thu GPS</i>	14
1.3.6. <i>Hiện tượng đa đường dẫn (Multipath)</i>	14
1.3.7. <i>Ảnh hưởng của bình đồ vệ tinh</i>	14

1.4. Các phương pháp đo GPS	15
1.4.1. Đo GPS tuyệt đối.....	15
1.4.2. Đo GPS vi phân (DGPS).....	17
1.4.3. Phương pháp đo GPS hiệu chỉnh toàn cầu Gc – GPS.....	19
1.4.4. Đo GPS tương đối.....	20
1.5. Nguyên lý định vị vi phân DGPS.....	22
1.5.1. Khái niệm	22
1.5.2. Nguyên lý hoạt động.....	22
1.5.3. Phân loại DGPS.....	24
1.5.4 Các phương pháp cải chính sai phân	25
1.5.5. Ứng dụng của DGPS trong việc thành lập bản đồ địa hình đáy biển ..	26
CHƯƠNG 2:SỬ DỤNG MÁY ĐO SÂU HỒI ÂM ĐA TIA R2 SONIC THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN	27
2.1 Các phương pháp đo sâu	27
2.1.1. Vai trò của GPS trong đo sâu	27
2.1.2. Các phương pháp đo sâu đơn giản	27
2.1.3. Phương pháp đo sâu hồi âm đa tia với máy R2 Sonic	29
2.2. Giới thiệu máy đo sâu hồi âm R2 Sonic	35
2.2.1. Tổng quan về hệ thống	35
2.2.2 Tiêu chuẩn kỹ thuật	39
2.3.Kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1: 10.000	39
2.3.1. Khái niệm chung	39
2.3.2. Nội dung của bản đồ địa hình đáy biển	40
2.3.3. Độ chính xác của bản đồ địa hình đáy biển	41
2.3.4. Các phương pháp thành lập bản đồ địa hình đáy biển.....	42
2.3.5. Phân loại bản đồ địa hình đáy biển	42
2.3.6. Biên tập thành lập bản đồ địa hình đáy biển	43

2.4. Ứng dụng thực tiễn của máy đo sâu hồi âm R2 Sonic.....	44
CHƯƠNG 3: THỰC NGHIỆM	45
3.1. Giới thiệu khu đo.....	45
3.1.1. Điều kiện tự nhiên Tỉnh Quảng Ninh.....	45
3.1.2. Huyện Vân Đồn.....	48
3.2. Phương án kỹ thuật	50
3.3. Kết quả thành lập bản đồ địa hình đáy biển.....	64
KẾT LUẬN	65
TÀI LIỆU THAM KHẢO	66
PHỤ LỤC	

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT BẰNG TIẾNG NƯỚC NGOÀI

STT	Từ viết tắt bằng tiếng nước ngoài	Ý nghĩa của từ viết tắt
1	GPS(Global positioning System)	Hệ thống định vị toàn cầu
2	CIGNET(Cooperative International GPS Network)	Hệ thống định vị toàn cầu hợp tác quốc tế
3	DGPS (Diferential GPS)	Định vị GPS vi phân
4	DMA(Defense Mapping Agency)	Cơ quan bản đồ thuộc Bộ quốc phòng Mỹ
5	DOP (Dilution Of Precision)	Sự phân tán độ chính xác
6	GALILEO(European Global Positioning Satellite System)	Hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu Châu Âu
7	GC-GPS(Goball Corrected-GPS)	Công nghệ đo GPS hiệu chỉnh toàn cầu
8	GCS(Ground Control Stations)	Trạm điều khiển mặt đất
9	GDGPS (Global Differential GPS)	Định vị vi phân cung cấp trên toàn cầu
10	GNSS(Global Navigation Satellite Systems)	Hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu
11	GLONASS (Global Navigatinon Satellite System)	Hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu
12	IMU(Inertial Measurement Unit)	Đơn vị đo lường theo quán tính
13	LADGPS(Local Area Diffirential GPS)	Định vị vi phân diện hẹp cục bộ
14	MBES(Multibeam Echo Sounder)	Máy đo sâu hồi âm đa tia
15	MCS(Master Control Station)	Trạm kiểm soát tổng thể
16	MS(Monitoring Stations)	Trạm giám sát
17	NDGPS(Nationwide DGPS)	Định vị vi phân diện rộng quốc gia
18	NGS(National Geodetic Survey)	Cơ quan trắc địa quốc gia Mỹ
19	NPHS(Network Processing Hubs)	Trung tâm xử lý mạng
20	OCS(Operational Control System)	Vận hành hệ thống điều khiển
21	PDGPS(P-code Pseudorange DPGS)	Định vị vi phân chính xác
22	RTK(Real Time Kinematic)	Đo động thời gian thực
23	UPDGPS(Ultra Precise DGPS)	Định vị vi phân siêu chính xác
24	VLBI(Very Long Baseline Interferometry)	Kỹ thuật giao thoa cạnh đáy dài
25	VPDGPS(Very Precise DGPS)	Định vị vi phân rất chính xác
26	WADGPS(Wide Area DGPS)	Định vị vi phân diện rộng
27	WGS-84(Word Geodetic System-1984)	Hệ thống trắc địa thế giới 1984

DANH MỤC BẢNG

Bảng 3.1. Số liệu đo sâu hồi âm.....	60
--------------------------------------	----

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Cấu trúc hệ thống GPS	3
Hình 1.2. Quỹ đạo các vệ tinh của hệ thống GPS	4
Hình 1.3. Phân bố vệ tinh trên 6 mặt phẳng quỹ đạo	5
Hình 1.4. Vệ tinh GPS.....	5
Hình 1.5. Tiến trình phát triển đoạn không gian	5
Hình 1.6. Các trạm điều khiển GPS	6
Hình 1.7. Máy thu GPS	8
Hình 1.8. GPS gắn trên xe ô tô.....	8
Hình 1.9. Code tín hiệu vệ tinh và máy thu GPS	12
Hình 1.10. Sơ đồ định vị tuyệt đối đo khoảng cách giả	15
Hình 1.11. Sơ đồ nguyên lý đo GPS	18
Hình 1.12. Máy thu GPS C-Nav	19
Hình 1.13. Sơ đồ định vị tương đối.....	20
Hình 1.14. Kỹ thuật đo DGPS.....	22
Hình 1.15. Định vị GPS vi phân	23
Hình 2.1. Đo sâu đơn giản.....	28
Hình 2.3. Máy đo sâu hồi âm đa tia	29
Hình 2.4. Hiệu chỉnh độ trễ định vị bằng tàu chạy hai tuyến song song, cùng chiều, khác vận tốc.....	32
Hình 2.5. Hiệu chỉnh hiện tượng nhiễu sóng bằng tàu chạy hai tuyến song song, ngược chiều, cùng vận tốc.....	33
Hình 2.6. Hiệu chỉnh bù góc phương vị.....	34
Hình 2.7. Hiệu chỉnh bù nghiêng lắc	34
Hình 2.8. Vết quét hẹp và vết quét rộng	36
Hình 2.9. Cấu tạo của Sonar.....	37
Hình 2.10. Giao diện đồ họa	38
Hình 2.11. Thông số kỹ thuật máy R2 Sonic	39
Hình 2.12. Bản đồ địa hình đáy biển.....	40
Hình 3.1. Bản đồ hành chính tỉnh Quảng Ninh.....	45

Hình 3.2. Vân Đồn - Quảng Ninh	48
Hình 3.3. Cột thủy chí (mía)	51
Hình 3.4. Lắp đặt trạm nghiệm triều	51
Hình 3.5. Thả máy trạm nghiệm triều	52
Hình 3.6. Hai máy nghiệm triều và công tác lấy số liệu	52
Hình 3.7. Giải mã tín hiệu của trạm beacon.....	52
Hình 3.8. Lắp đặt đầu cần phát biển máy đa tia R2 Sonic	53
Hình 3.9. Các cần đo sâu sau khi hoàn thành công tác lắp đặt	53
Hình 3.10. Hệ thống máy đo sâu hồi âm đa tia R2Sonic	54
Hình 3.11. Hệ thống quét ảnh đáy biển CM2 – CMAX	54
Hình 3.12. Màn hình khi chạy đo sâu	55
Hình 3.13. Màn hình định vị tàu ĐH2	56
Hình 3.14. Màn hình định vị tàu ĐH1 (khi tàu khảo sát bổ sung dữ liệu khu vực sát bờ).....	56
Hình 3.15. Phần mềm Hydro.....	57
Hình 3.16. Hình ảnh sau xử lý	58
Hình 3.17. Phần mềm Hydro.....	58
Hình 3.18. Bản vẽ thiết kế chuyển đo trên Autocad	58
Hình 3.19. Đặt kí hiệu cho các điểm đo.....	59
Hình 3.20. Tín hiệu GPS kết nối thuận lợi.....	59
Hình 3.21. Phần mềm hiển thị các thông tin điểm D.01 khi vừa đo	60
Hình 3.22. Giao diện khởi động topo.....	61
Hình 3.23. Nhập dữ liệu text.....	62
Hình 3.24. Phun tọa độ điểm ra màn hình	62
Hình 3.25. Quản lý tệp điểm	62
Hình 3.26. Tạo mô hình TIN.....	63
Hình 3.27. Lưới tam giác	63
Hình 3.28. Hộp thoại vẽ đường đồng mức.....	63
Hình 3.29. Đường đồng mức.....	64
Hình 3.30. Bản đồ địa hình đáy biển.....	64

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Biển chiếm diện tích khoảng 71% bề mặt tự nhiên trên địa cầu. Biển là nguồn lợi tự nhiên nói chung đặc biệt có ý nghĩa quan trọng đối với các quốc gia ven biển. Không chỉ bờ biển mà cả biển và vùng ven biển có ý nghĩa rất quan trọng về chủ quyền quốc gia, an ninh quốc phòng, pháp luật và kinh tế... Tiềm lực kinh tế biển của đất nước ta đã không ngừng lớn mạnh, phát triển với tốc độ khá nhanh và đã có những đóng góp quan trọng vào nhịp độ tăng trưởng kinh tế - xã hội của đất nước theo hướng công nghiệp hóa, hiện đại hóa.

Trong thời đại công nghệ phát triển, việc ứng dụng công nghệ máy đo sâu hồi âm đa tia R2 Sonic để thành lập bản đồ địa hình đáy biển đã trở nên phổ biến. Để thực hiện nhiệm vụ nghiên cứu, điều tra và khảo sát trên biển đòi hỏi tất yếu là Việt Nam phải có công tác trắc địa và bản đồ biển.

Đặc biệt với công nghệ đo sâu hồi âm đa tia 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 chính vì vậy tôi chọn đề tài nghiên cứu ***“Ứng dụng máy đo sâu hồi âm đa tia R2 Sonic để thành lập bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1:10.000 khu vực Vân Đồn - Quảng Ninh”***. Nhằm đưa ra những giải pháp trong thành lập bản đồ địa hình đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm đa tia R2 Sonic áp dụng trong thực tế sản xuất hiện nay.

2. Mục tiêu đề tài

- Nghiên cứu ứng dụng của máy đo sâu hồi âm đa tia R2 Sonic trong thành lập bản đồ địa hình đáy biển.

3. Nội dung nghiên cứu

- Tổng quan về các phương pháp đo vẽ và thành lập bản đồ địa hình đáy biển bằng máy R2 Sonic.

- Ứng dụng công nghệ GNSS và phương pháp định vị vi phân DGPS thành lập bản đồ địa hình đáy biển.

- Công nghệ đo sâu hồi âm đa tia thành lập BĐĐH đáy biển tỷ lệ 1:10.000.

- Sử dụng phần mềm Topo để xử lý số liệu đo sâu hồi âm.

4. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp tổng hợp: Tổng hợp kiến thức về bản đồ địa hình đáy biển, công nghệ DGPS, xử lý số liệu đo sâu bằng máy R2 Sonic.
- Phương pháp phân tích: Phân tích, lựa chọn lý thuyết, quy trình xử lý, tính toán.
- Phương pháp thực nghiệm: Sử dụng phần mềm Topo để xử lý số liệu các kết quả đo sâu.

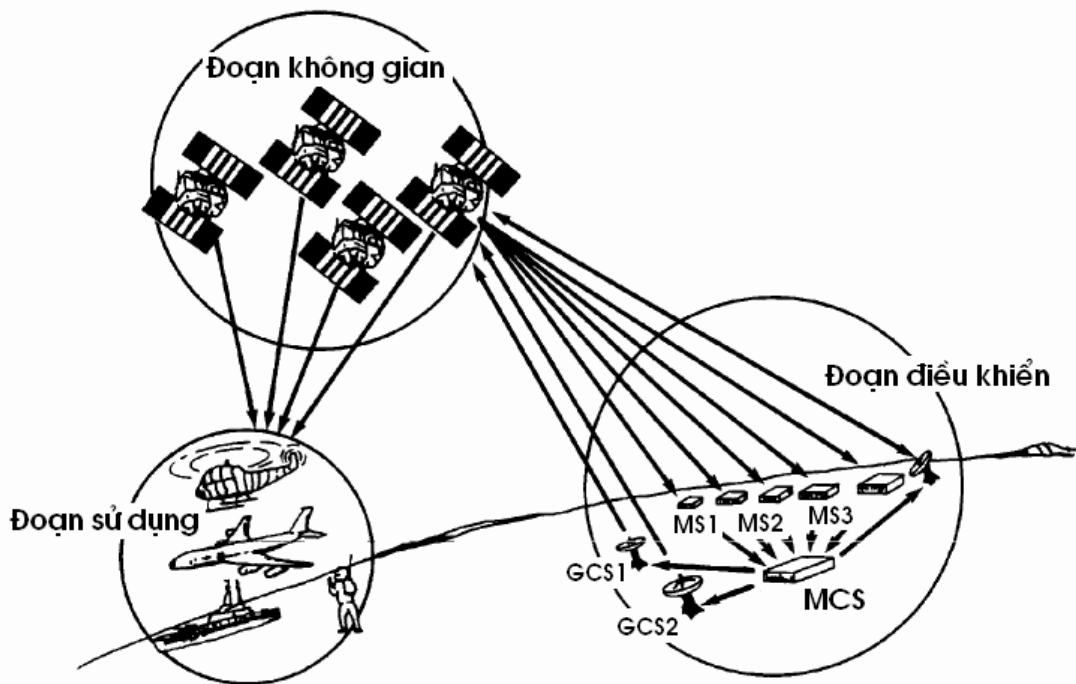
CHƯƠNG 1

CÔNG NGHỆ GNSS VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH VỊ VI PHÂN DGPS ỨNG DỤNG TRONG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN

1.1. Cấu trúc của hệ thống GPS

GPS là một hệ thống định vị không gian cơ sở phủ trùm sóng trên toàn cầu, có thể xác định vận tốc, thời gian và vị trí theo cả 3 chiều trên 24 giờ đồng hồ. GPS sử dụng vệ tinh đạo hàng trong không gian để xác định mọi vị trí trên Trái đất. Theo sự phân bố không gian người ta chia hệ thống GPS thành 3 thành phần như sau:

- Đoạn không gian (Space Segment)
- Đoạn điều khiển (Control Segment)
- Đoạn sử dụng (Use Segment) (hình 1.1)



Hình 1.1. Cấu trúc hệ thống GPS

1.1.1. Đoạn không gian

Đoạn không gian bao gồm các vệ tinh chuyển động trên 6 mặt phẳng quỹ đạo gần tròn với chu kỳ là 718 phút, ở độ cao cách mặt đất khoảng 20200km. Các mặt phẳng quỹ đạo nghiêng với mặt phẳng xích đạo của Trái đất một góc 55°. Quỹ đạo

vệ tinh GPS gần với hình tròn, giá trị biểu kiến tâm sai (nominal eccentricity) của quỹ đạo vệ tinh GPS có giá trị gần bằng 0.



Hình 1.2. Quỹ đạo các vệ tinh của hệ thống GPS

Theo thiết kế, hệ thống gồm có 24 vệ tinh, mỗi quỹ đạo có 4 vệ tinh. Với sự phân bố vệ tinh trên quỹ đạo như vậy, trong bất kỳ thời gian nào và ở bất kỳ vị trí quan trắc nào trên Trái Đất cũng có thể quan trắc được ít nhất 4 vệ tinh GPS.

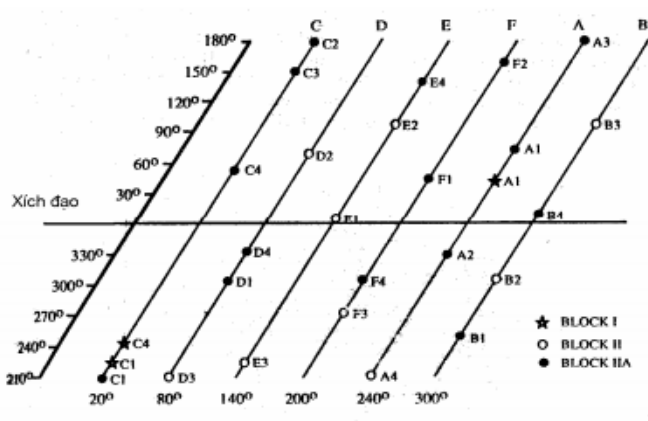
Các quỹ đạo được ký hiệu là A, B, C, D, E, F. Vị trí vệ tinh trên quỹ đạo được ký hiệu là A-1, D-3vv...(hình 1.2).

Chương trình đưa các vệ tinh GPS lên quỹ đạo đã được chia thành các khối (*Block*) như: Khối I, II, II-A, II-R, II-RM và II-F. Tính đến ngày 24 tháng 5 năm 2010 hiện có 31 vệ tinh của hệ thống GPS đang hoạt động gồm: 10 vệ tinh II-A, 12 vệ tinh II-R, 7 vệ tinh II-RM và 2 vệ tinh II-F.

Các vệ tinh GPS có trọng lượng khoảng 1600kg khi phóng và khoảng 800kg trên quỹ đạo. Các vệ tinh của các khối sau có trọng lượng lớn hơn và có tuổi thọ cũng dài hơn các vệ tinh trước đó.

Từ năm 2005, các vệ tinh khối II-RM đã phát thêm tín hiệu L2C phục vụ dân sự. Theo chương trình hiện đại hóa của hệ thống GPS, từ tháng 5 năm 2008,

Mỹ đã đưa lên quỹ đạo các vệ tinh khối II-F, có tuổi thọ từ 12 năm đến 15 năm và phát triển thêm tín hiệu L5.

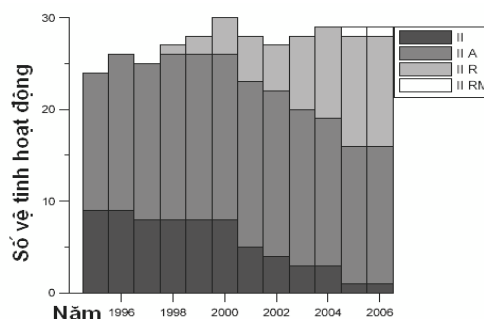


Hình 1.3. Phân bố vệ tinh trên 6 mặt phẳng quỹ đạo

Năng lượng cung cấp cho hoạt động của các thiết bị trên vệ tinh là năng lượng pin mặt trời. Hình dạng vệ tinh GPS được thể hiện ở hình 1.4 trên hình 1.5 thể hiện tiến trình phát triển đoạn không gian của hệ thống GPS.



Hình 1.4. Vệ tinh GPS



Hình 1.5. Tiến trình phát triển đoạn không gian

Mỗi vệ tinh thuộc khối I được trang bị 4 đồng hồ nguyên tử gồm 2 đồng hồ thuộc loại cesium và 2 đồng hồ thuộc loại rubidium. Người ta sử dụng 4 đồng hồ không chỉ với mục đích dự phòng mà còn để tạo ra một cơ sở giám sát thời gian và cung cấp giờ chính xác nhất. Hệ thống giám sát thời gian đã được thực hiện đối với các vệ tinh GPS thuộc khối II và khối IIR. Đồng hồ nguyên tử rubidium có độ ổn định kém hơn một chút so với đồng hồ nguyên tử cesium trong thời gian dài. Trên các vệ tinh GPS thuộc khối II người ta đã nâng cấp thiết bị bởi 3 đồng hồ cesium.

Tất cả các vệ tinh GPS đều có thiết bị dao động với tần số chuẩn cơ sở là $f_0=10,23\text{MHz}$. Tần số này là tần số chuẩn của đồng hồ nguyên tử với độ chính xác cỡ 10^{-12} . Từ tần số cơ sở f_0 thiết bị sẽ tạo ra các tần số song tải L1, L2 và L5. Việc giám sát và hiệu chỉnh tần số các đồng hồ vệ tinh là một trong các chức năng của đoạn điều khiển.

1.1.2. Đoạn điều khiển

Đoạn điều khiển được thiết lập để duy trì hoạt động của toàn bộ hệ thống định vị này. Đoạn điều khiển là một hệ thống điều khiển hoạt động (OCS) bao gồm 1 trạm điều khiển trung tâm (MCS) đặt tại căn cứ không quân của Mỹ gần Colorado springs, một số trạm theo dõi (MS) và một số trạm điều khiển mặt đất.

Trạm điều khiển trung tâm MCS có nhiệm vụ chủ yếu trong đoạn điều khiển. Trạm điều khiển trung tâm thu nhận tất cả các số liệu giám sát vệ tinh từ các trạm theo dõi MS để tính toán quỹ đạo vệ tinh và các tham số đồng hồ vệ tinh dựa trên thuật toán lọc Kalman. Kết quả xử lý tại trạm trung tâm được chuyển tới các trạm điều khiển mặt đất GCS để chuyển lên vệ tinh.

Các trạm theo dõi MS được phân bố quanh Trái đất, đó là các trạm Colorado Springs, Hawaii, Assension Islands, Diego Garcia và Kwajalein (Hình 1.6). Mỗi một trạm theo dõi được trang bị đồng hồ nguyên tử tiêu chuẩn và máy thu GPS để liên tục đo khoảng cách giả đến các vệ tinh có thể quan sát được.



Hình 1.6. Các trạm điều khiển GPS

Các số liệu quan sát được ở các trạm theo dõi được chuyển ngay về trạm điều khiển trung tâm GCS. Các trạm điều khiển mặt đất GCS, được bố trí tại Assension Islands, Diego Garcia và Kwajalein có nhiệm vụ kết nối thông tin tới các

vệ tinh bằng các anten mặt đất, sử dụng dải sóng S, có tần số trong khoảng 2÷4GHz. Các trạm điều khiển mặt đất GCS có nhiệm vụ chuyển lịch vệ tinh và thông tin đồng hồ vệ tinh đã được xử lý tại trạm điều khiển trung tâm lên các vệ tinh GPS, để từ đó phát tới các máy thu của đoạn sử dụng.

Như vậy vai trò của đoạn điều khiển rất quan trọng vì nó không chỉ theo dõi, quan sát các vệ tinh mà còn liên tục cập nhật để chính xác hoá các thông tin đạo hàng, trong đó có lịch vệ tinh quảng bá, bảo đảm độ chính xác cần thiết cho công tác định vị GPS. Các công việc quan sát và xử lý của đoạn điều khiển có thể coi là quy trình thực hiện “bài toán thuận” nhằm có được vị trí vệ tinh trên quỹ đạo để từ đó cung cấp cho đoạn sử dụng qua lịch vệ tinh quảng bá.

Cơ quan bản đồ thuộc Bộ quốc phòng Mỹ (DMA) và Cơ quan trắc địa quốc gia Mỹ (NGS) đã phối hợp với một số nước khác thông qua tổ chức CIGNET xây dựng mạng lưới theo dõi vệ tinh GPS trên toàn cầu. Năm 1991 đã có 20 trạm giám sát được đặt ở Mỹ, Argentina, Australia, New Zealand, Cộng hoà Nam Phi, Nigeria, CHLB Đức, Thụy Điển, Na Uy, Nhật Bản... Đến năm 1994 đã tăng lên 48 trạm giám sát, được đặt ở các nước khác như Ba Lan, Ecuador, Anh, Trung Quốc v.v... Vị trí các trạm này được xác định tọa độ chính xác nhờ kỹ thuật giao thoa cạnh đáy dài (VLBI) và kỹ thuật đo laser tới vệ tinh (SLR). Nhờ các trạm giám sát phân bố trên toàn cầu người ta xác định được chính xác các tham số quỹ đạo vệ tinh và sự biến đổi của chúng theo thời gian, nhờ đó các lịch vệ tinh được xác định chính xác hơn. Nhiều cơ quan trắc địa bản đồ của các quốc gia khác nhau, nhiều viện nghiên cứu, các trường đại học và nhiều nhóm nghiên cứu ở mọi nơi trên thế giới đã có được các trạm quan trắc GPS liên tục CORS và sử dụng nó để định vị GPS với độ chính xác cao. Trước hết phải kể đến những cố gắng của tổ chức Hợp tác quốc tế GPS - CIGNET và tổ chức IGS. [1]

1.1.3. Đoạn sử dụng

Đoạn sử dụng bao gồm các máy thu tín hiệu vệ tinh GPS phục vụ cho các mục đích khác nhau như dẫn đường trên biển, trên không, trên đất liền và phục vụ cho công tác đo đạc ở nhiều nơi trên thế giới. Máy thu GPS là phần cứng quan trọng trong đoạn sử dụng, nhờ các tiến bộ kỹ thuật trong lĩnh vực điện tử, viễn thông và kỹ thuật thông tin tín hiệu số, các máy thu GPS ngày một hoàn thiện.

Ngành chế tạo máy thu GPS là ngành "kỹ thuật cao". Một số hãng chế tạo còn cho ra các máy thu đa hệ, có thể đồng thời thu tín hiệu từ các vệ tinh GPS, vệ tinh GLONASS và vệ tinh GALILEO vv... Người ta sản xuất ra nhiều chủng loại máy thu GPS khác nhau. Có loại phục vụ mục đích đạo hàng, có loại phục vụ công tác trắc địa, cũng có loại nhỏ gọn có thể cầm tay, phục vụ du lịch vv... Trên hình 1.7 là một máy thu GPS cầm tay, hình 1.8 là máy thu GPS gắn trên xe ô tô.



Hình 1.7. Máy thu GPS



Hình 1.8. GPS gắn trên xe ô tô

Công nghệ GPS xác định tọa độ tức thời (Real Time) dựa trên hệ thống các trạm tăng cường cơ sở mặt đất và vệ tinh đã phổ biến. Kèm theo nó là các máy thu có thêm bộ định tuyến Radio để nhận được các tín hiệu hiệu chỉnh pha sóng tải, tọa độ vị trí điểm thu, từ đó vị trí điểm thu có độ chính xác cao hơn. Dạng máy thu phổ biến hiện nay là máy thu đa kênh (Multichannel).

Trước đây, các máy thu thường có từ 8 đến 12 kênh, nhưng hiện nay, với sự phát triển của các hệ thống GPS và quá trình hiện đại hóa đoạn không gian, người ta đã chế tạo máy thu tín hiệu GPS có nhiều kênh, thậm chí có đến hàng trăm kênh. Khi máy thu làm việc, mỗi kênh sẽ độc lập theo dõi và thu tín hiệu từ một vệ tinh. Kèm theo các máy thu GPS (phục vụ công tác trắc địa) là các phần mềm chứa thuật toán xử lý số liệu đo. Các phần mềm này ngày một hoàn thiện về chức năng và tính tiện dụng.

Trong việc khai thác sử dụng công nghệ GPS, người ta có thể kết nối các thiết bị thu tín hiệu GPS với một số thiết bị thu - phát khác để thực hiện các kỹ thuật đo động tức thời RTK, đo GPS vi phân DGPS, đo vi phân diện rộng WADGPS.

Trong kỹ thuật WADGPS còn sử dụng vệ tinh viễn thông thương mại làm phương tiện trung gian để truyền số cải chính vị phân cho các trạm đo. Các bộ phận của một thiết bị GPS trong phần sử dụng gồm:

- Phần cứng
- Phần mềm
- Phần triển khai công nghệ

Phần cứng bao gồm máy thu mạch điện tử, các bộ dao động tần số vô tuyến RF (Radio Frequency), các anten và các thiết bị ngoại vi cần thiết để hoạt động máy thu. Đặc điểm chính yếu của bộ phận này là tính chắc chắn, có thể xách tay, tin cậy khi làm việc ngoài trời và dễ thao tác.

Phần mềm bao gồm những chương trình tính dùng để xử lý dữ liệu cụ thể, chuyển đổi những thông báo GPS thành những thông tin định vị hoặc dẫn đường đi hữu ích. Những chương trình này cho phép người sử dụng tác động khi cần để có thể lợi dụng được những ưu điểm của nhiều đặc tính định vị GPS. Những chương trình này có thể sử dụng được trong điều kiện ngoại nghiệp và cung cấp những thông tin hữu ích về tình trạng thời tiết vũ trụ, đồ hình của vệ tinh tại thời điểm thu tín hiệu, hiệu chỉnh dịch động cực trái đất, mô hình tầng đối lưu và tầng điện ly,... Ngoài ra trong phần mềm còn bao gồm những chương trình phát triển tính độc lập của máy thu GPS, có thể đánh giá được các nhân tố như tính sẵn sàng của vệ tinh và mức độ tin cậy của lời giải.

Phần triển khai công nghệ hướng tới mọi lĩnh vực liên quan đến GPS như cải tiến thiết kế máy thu, phân tích và mô hình hoá hiệu ứng của anten khác nhau, hiệu ứng truyền sóng và sự phối hợp của chúng trong phần mềm xử lý số liệu, phát triển các hệ thống liên kết truyền thông một cách tin cậy cho các hoạt động định vị GPS cự ly dài và ngắn khác nhau và theo dõi các xu thế phát triển trong lĩnh vực giá cả và hiệu suất thiết bị.

Các bộ phận cơ bản của một máy thu GPS bao gồm:

- Anten và bộ tiền khuếch đại
- Phần tần số vô tuyến (RF)
- Bộ vi xử lý

- Đầu thu hoặc bộ điều khiển và thể hiện
- Thiết bị ghi chép
- Nguồn năng lượng

Anten và bộ tiền khuếch đại: Các anten dùng cho máy thu GPS thuộc loại chùm sóng rộng, vì vậy không cần phải hướng tới nguồn tín hiệu giống như các đĩa anten vệ tinh. Các anten này tương đối chắc chắn và có thể đặt trên ba chân hoặc lắp trên các phương tiện giao thông, vị trí thực sự được xác định là trung tâm Phase của anten, cho nên độ chính xác định vị điểm thu liên quan đến việc xác định tâm phase anten.

Phần tần số vô tuyến: Bao gồm các vi mạch điện tử xử lý tín hiệu và kết hợp số hóa và giải tích. Mỗi kiểu máy thu khác nhau dùng những kỹ thuật xử lý tín hiệu khác nhau. Số lượng các kênh thu tín hiệu từ 12 trở lên tùy theo những máy thu khác nhau.

Bộ điều khiển: Cho phép người điều hành can thiệp vào bộ vi xử lý. Kích thước và kiểu dáng của bộ điều khiển ở các loại máy thu khác nhau cũng khác nhau.

Thiết bị ghi: Hiện nay chủ yếu bộ nhớ trong của các máy là dạng thẻ nhớ với dung lượng ngày càng cao.

Nguồn năng lượng: Phần lớn các máy thu đều dùng nguồn điện một chiều điện áp thấp, chỉ có một vài máy đòi hỏi phải có nguồn điện xoay chiều [3].

1.2. Các đại lượng đo GPS

Trị đo GPS là những số liệu mà máy thu GPS nhận được tín hiệu từ vệ tinh truyền tới. Mỗi vệ tinh GPS phát 4 thông tin cơ bản dùng cho việc đo đạc và được chia thành 2 nhóm:

- Nhóm trị đo code: C/A code và P code.
- Nhóm trị đo pha: Đo pha sóng tải L1, L2 và tổ hợp L1/L2.

1.2.1. Đo khoảng cách giả theo pha sóng tải

Việc đo khoảng cách giả theo pha sóng tải được thực hiện như sau: Máy thu GPS thu tín hiệu GPS và đo hiệu số giữa pha của sóng tải của vệ tinh với pha của tín hiệu do chính máy thu tạo ra.

Ký hiệu $\varphi^S(t)$ là pha của sóng tải thu được ở tần số f^S và $\varphi_R(t)$ là pha sóng tải được tạo ra trong máy thu ở tần số f_R . Ta có:

$$\varphi^S(t) = f^S \left(t - \frac{\rho}{c} \right) - \varphi_0^S \quad (1.1)$$

$$\varphi_R(t) = f_R \cdot t - \varphi_0^R$$

Trong đó: ρ - khoảng cách hình học từ máy thu tới vệ tinh

c - vận tốc ánh sáng, $c = 3.10^8 \text{ m/s}$

Pha ban đầu của sóng tải vệ tinh và của sóng tải máy thu φ_0^S , φ_0^R chịu ảnh hưởng của sai số đồng hồ Δt^S , Δt_R :

$$\varphi_0^S = f^S \cdot \Delta t^S \frac{1}{2} \quad (1.2)$$

$$\varphi_0^R = f_R \cdot \Delta t_R$$

Sự khác biệt giữa các tần số f^S , f_R so với tần số chấp nhận f là rất nhỏ. Do đó hiệu số pha của chúng là:

$$\begin{aligned} \varphi_R^S(t) &= \varphi^S(t) - \varphi_R(t) = f^S \left(t - \frac{\rho}{c} \right) - f_R \cdot t - \varphi_0^S - \varphi_0^R \\ \Rightarrow \varphi_R^S(t) &= -f \frac{\rho}{c} - f \cdot \Delta t \end{aligned} \quad (1.3)$$

$$(\Delta t = \Delta t^S = \Delta t_R)$$

Đồng thời hiệu pha được viết:

$$\varphi_R^S(t) = \Delta \varphi + N = -\Phi + N \quad (1.4)$$

Trong đó: $\Delta \varphi$ - Số lẻ hiệu pha đo được

N - Số nguyên lần chu kỳ

Kết hợp (2.3) và (2.4) ta được:

$$\Phi = \frac{1}{\lambda} \rho = \frac{c}{\lambda} \Delta t + N \quad (1.5)$$

(λ : bước sóng của sóng tải)

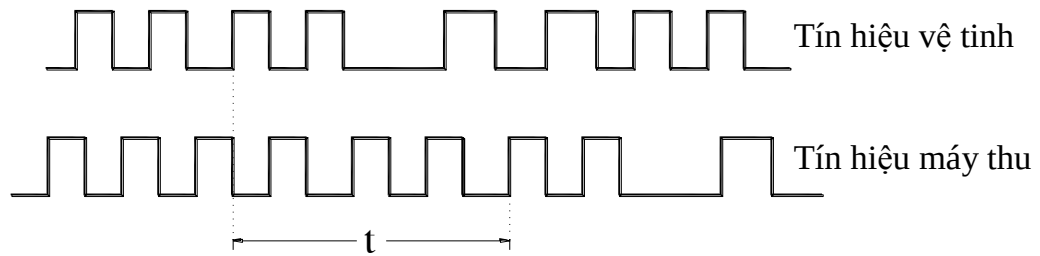
Từ hiệu pha này, dễ dàng xác định được khoảng cách giả từ máy thu tới vệ tinh. Đo cạnh theo pha của sóng tải có thể đạt độ chính xác cỡ 1% độ dài bước sóng, tức 1.9mm với sóng tải L1, với sóng tải L2 thì kém hơn nhưng tác dụng chủ yếu của nó là kết hợp với sóng tải L1 để làm giảm ảnh hưởng của tầng điện li đến độ chính xác xác định cạnh, đồng thời xác định số nguyên đa trị N đơn giản hơn.

1.2.2. Đo khoảng cách giả theo mã (Code)

Trong phương pháp này, mã tựa ngẫu nhiên được phát đi từ vệ tinh tới máy thu GPS, máy thu tín hiệu vệ tinh và cũng phát ra mã tương tự. Sau đó máy thu so

sánh mã thu được từ vệ tinh với mã của máy thu tạo ra để xác định ra thời gian lan truyền của tín hiệu vệ tinh. Từ đó tính ra được khoảng cách từ máy thu tới vệ tinh theo công thức:

$$R = c(t - \Delta t) = \rho + c \cdot \Delta t \quad (1.6)$$



Hình 1.9. Code tín hiệu vệ tinh và máy thu GPS

1.2.3. Đo khoảng cách giả theo phương pháp trễ tần Doppler.

Theo phương pháp này, khi vệ tinh phát đi tần số f_0 , máy thu thu được tần số f_r , hiệu tần số của chúng chính là tần số Doppler:

$$\Delta f = f_0 - f_r \quad (1.7)$$

Đồng thời Δf lại được tính theo công thức:

$$\Delta f = -f_0 \frac{\bar{\rho}}{c} \quad (1.8)$$

$\bar{\rho}$ - vận tốc khoảng cách tức thời:

$$\bar{\rho} = \frac{d\rho}{dt} \quad (1.9)$$

Ta có phương trình biểu thị tốc độ khoảng cách:

$$\bar{R} = \lambda \cdot \bar{\Phi} = \bar{\rho} + c \cdot \bar{\Delta t} \quad (1.10)$$

Từ đây ta xác định khoảng cách giả từ máy thu tới vệ tinh.

1.3. Các nguồn sai số trong đo GPS

Cũng như bất kỳ phương pháp đo đạc nào khác, việc định vị điểm bằng hệ thống GPS cũng chịu ảnh hưởng của nhiều nguồn sai số khác nhau, trong đó phải kể đến là:

1.3.1. Ảnh hưởng của tầng Ion

Tầng ion trên khí quyển là lớp kí quyển có độ cao trên 50km. Sóng điện từ qua tầng ion bị tán sắc gây nên sự trễ tín hiệu. Ảnh hưởng của sự trễ tín hiệu này thông thường khoảng 20 – 30m vào ban ngày và 3 – 6m vào ban đêm.

Sự trễ tín hiệu do ảnh hưởng của tầng ion của tín hiệu từ một vệ tinh GPS đến hai máy thu GPS có khoảng cách nhỏ (khoảng dưới 40km) là tương đối giống nhau. Nguyên nhân là khi đó có thể coi tín hiệu truyền từ vệ tinh GPS tới hai máy thu được truyền qua cùng một môi trường ion. Đối với các máy thu khác xa nhau thì sự sai khác về trễ tín hiệu cũng tăng lên.

Để giảm bớt sự trễ tín hiệu, vệ tinh GPS có phát đi các hệ số mô hình hóa tầng ion để các máy thu GPS sử dụng tính ảnh hưởng của sự trễ tín hiệu. Tuy vậy, các mô hình khí quyển cũng chỉ là gần đúng, do vậy vẫn tồn tại sự trễ tín hiệu do ảnh hưởng của tầng ion.

Hệ số tán sắc của tầng ion phụ thuộc vào tần số sóng điện từ. Do vậy, sử dụng máy thu hai tần số sẽ giảm thiểu đáng kể ảnh hưởng sai số tầng ion.

1.3.2. Ảnh hưởng của tầng đối lưu

Tầng đối lưu là lớp khí quyển dưới tầng ion. Do ảnh hưởng tính chất khúc xạ của sóng điện từ khi truyền qua môi trường khí quyển không đồng nhất gây ra hiện tượng trễ tín hiệu. Hệ số chiết quang tiêu biểu cho tầng ion là 1.0030, do ảnh hưởng của nhiệt độ, độ ẩm và áp suất khác nhau hệ số này luôn thay đổi gây nên sự không đồng nhất trong môi trường truyền sóng. Ảnh hưởng của tầng đối lưu đến sai số trễ tín hiệu GPS phụ thuộc vào góc ngưỡng cao (Elevation angle) của tín hiệu vệ tinh. Đối với góc ngưỡng thấp dưới 3^0 sai số trễ tín hiệu có thể lên tới 30m, góc ngưỡng càng cao thì sai số càng giảm dần. Sự khác nhau về hệ số chiết quang của vùng có thể tạo ra sự khác nhau về độ trễ tín hiệu đối với hai máy thu GPS cách xa nhau tới 1m – 3m.

Sai số do ảnh hưởng của tầng đối lưu có thể giảm nhỏ bằng cách đặt góc ngưỡng cao trong các máy thu GPS, sử dụng các mô hình khí quyển thích hợp.

1.3.3. Sai số quỹ đạo vệ tinh

Mỗi vệ tinh GPS theo thiết kế sẽ chuyển động theo một quỹ đạo nhất định. Tuy vậy do nhiều yếu tố kỹ thuật, các vệ tinh không thể bay đúng hoàn toàn theo quỹ đạo thiết kế. Do vậy, quỹ đạo vệ tinh (lịch vệ tinh) được thông báo trong tín hiệu vệ tinh sẽ không đúng hoàn toàn với quỹ đạo thực tế của vệ tinh. Sai số quỹ đạo vệ tinh là sự chênh lệch giữa tọa độ thực tế của vệ tinh với tọa độ được tính theo thông báo lịch vệ tinh.

Sai số về quỹ đạo vệ tinh nói chung rất nhỏ và hàng ngày đều được cải chính lại ít nhất 1 lần. Sai số này thường nhỏ hơn 3m.

1.3.4. Sai số do đồng hồ vệ tinh

Là sai số về giờ nhật của đồng hồ vệ tinh so với giờ thông báo trong tín hiệu vệ tinh. Các máy định vị GPS phải căn cứ vào giờ vệ tinh thông báo và giờ theo đồng hồ máy thu GPS để định vị (tính khoảng cách Pseudorange) vì vậy sai số đồng hồ vệ tinh sẽ gây nên sai số xác định khoảng cách Pseudorange, tức là gây nên sai số định vị.

Sai số về đồng hồ vệ tinh cũng luôn được cải chính lại bằng tín hiệu phát đi từ trạm Master Control trên mặt đất.

1.3.5. Sai số của đồng hồ máy thu GPS

Cũng tương tự như sai số đồng hồ vệ tinh. Sai số đồng hồ máy thu tạo nên sai số Pseudorange tức là tạo nên sai số định vị máy thu GPS.

1.3.6. Hiện tượng đa đường dẫn (Multipath)

Hiện tượng đa tuyến là hiện tượng phản xạ tín hiệu GPS từ mặt đất tới anten máy thu GPS khi góc ngưỡng của vệ tinh thấp.

Hiện tượng này có thể tránh được khi loại bỏ các vệ tinh có góc ngưỡng nhỏ (nhỏ hơn $10^0 - 15^0$) và sử dụng anten có đĩa chia tia phản xạ.

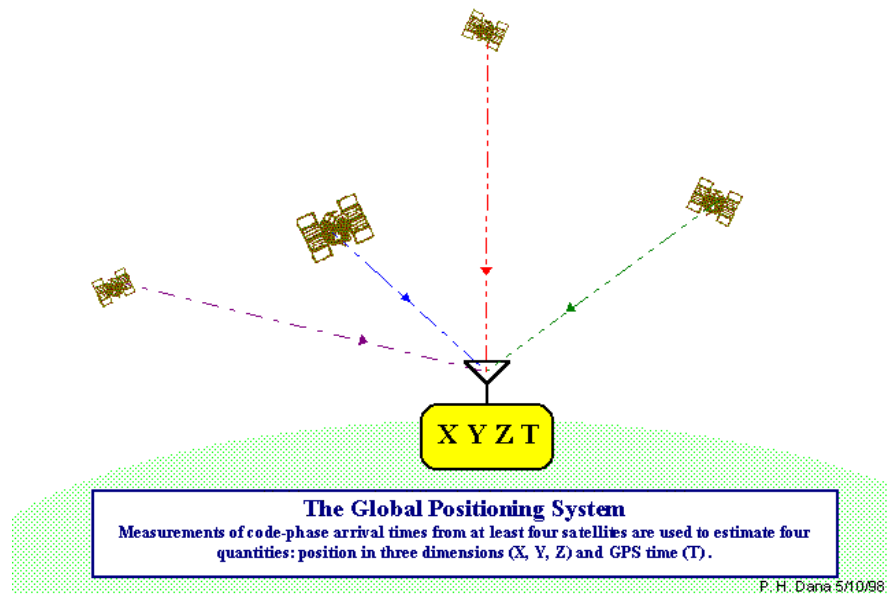
1.3.7. Ảnh hưởng của bình đồ vệ tinh

Độ chính xác định vị bằng GPS phụ thuộc vào vị trí hình học tương quan giữa các vệ tinh đối với máy thu GPS định vị theo một chùm vệ tinh. Chỉ số đánh giá sự cân đối vị trí tương quan của các vệ tinh đối với máy thu GPS được gọi là DOP (Dilution Of Precision). Chỉ số này gọi là sự phân tán độ chính xác.

Chỉ số DOP càng cao thì độ chính xác càng thấp. Chỉ số tối ưu của DOP là nhỏ hơn 2.5. Chỉ số DOP cho phép nhỏ hơn 4.

1.4. Các phương pháp đo GPS

1.4.1. Đo GPS tuyệt đối



Hình 1.10. Sơ đồ định vị tuyệt đối đo khoảng cách giả

Là kỹ thuật xác định tọa độ của điểm đặt máy thu tín hiệu vệ tinh trong hệ tọa độ toàn cầu WGS – 84. Kỹ thuật định vị này là việc tính toán tọa độ của điểm đo nhờ việc giải bài toán nghịch không gian dựa trên cơ sở khoảng cách đo được từ các vệ tinh tại thời điểm đo. Do nhiều nguồn sai số nên độ chính xác điểm thấp, không dùng được cho việc đo đạc chính xác, dùng chủ yếu cho việc dẫn đường và các mục đích đo đạc có độ chính xác không cao. Đối với phương pháp này chỉ sử dụng một máy thu tín hiệu vệ tinh. Sơ đồ nguyên lý, (hình 1.10.)

Định vị tuyệt đối có thể sử dụng các trị đo khoảng cách giả theo code, trị đo khoảng cách giả theo pha sóng tải hoặc theo tần số Doppler.

1. Định vị tuyệt đối bằng khoảng cách giả theo code

Khoảng cách giả code tại thời điểm t được biểu diễn bởi biểu thức sau:

$$R_i^j(t) = \rho_i^j(t) + c \cdot \Delta\delta_i^j(t) \quad (1.11)$$

Trong đó:

$R_i^j(t)$ - Khoảng cách giả đo được giữa vị trí quan trắc i và vệ tinh j

$\rho_i^j(t)$ - Khoảng cách hình học giữa vệ tinh và điểm quan sát

$\Delta\delta_i^j(t)$ - Sai số đồng hồ

c - Vận tốc ánh sáng

Sai số đồng hồ bao gồm tổng hợp của đồng hồ vệ tinh và đồng hồ máy thu xét theo hệ thống giờ GPS.

Trong biểu thức (1.11) ta có biểu diễn khoảng cách hình học qua tọa độ của vệ tinh và máy thu tại thời điểm (t)

$$\rho_i^j(t) = \sqrt{[X^j(t) - X_i]^2 + [Y^j(t) - Y_i]^2 + [Z^j(t) - Z_i]^2} \quad (1.12)$$

Trong đó: $X^j(t)$, $Y^j(t)$; $Z^j(t)$ là các thành phần vector vị trí địa tâm của vệ tinh tại thời điểm t. X_i ; Y_i ; Z_i là tọa độ cần xác định cần quan sát trong hệ tọa độ trái đất. Sai số đồng hồ $\Delta\delta_i^j(t)$ sẽ được phân tích rõ hơn trong những yếu tố cấu thành.

Thông tin về các đồng hồ vệ tinh luôn biết và được phát đi rộng rãi theo thông tin đạo hàm dưới dạng các hệ số của đa thức a_0, a_1, a_2 tại thời điểm t_0 . Để xác định sai lệch đồng hồ vệ tinh tại thời điểm t ta tính theo công thức:

$$\delta^j(t) = a_0 + a_1(t - t_0) + a_2(t - t_0)^2 \quad (1.13)$$

Trong công thức (1.13) đã cho phép tính toán hiệu chỉnh được phần lớn sai số đồng hồ vệ tinh song vẫn còn lại một phần sai số nhỏ.

Sai số đồng hồ $\Delta\delta_i^j(t)$ có thể được chia làm hai thành phần như sau:

$$\Delta\delta_i^j(t) = \delta^j(t) - \delta_i(t) \quad (1.14)$$

Trong đó: Phần liên quan đến đồng hồ vệ tinh được xác định theo công thức (1.13), còn phần liên quan đến đồng hồ máy thu $\delta_i(t)$ là ẩn số. Thay (1.14) vào (1.11) ta có:

$$R_i^j(t) = \rho_i^j(t) + c(\delta^j(t) - \delta_i(t)) \quad (1.15)$$

Nếu xét tại một thời điểm t nhất định, thì trong các phương trình trị đo chỉ có 4 ẩn số đó là tọa độ X_i, Y_i, Z_i của điểm quan sát và sai lệch đồng hồ máy thu $\delta_i(t)$. Bốn ẩn số này hoàn toàn có thể giải ngay nếu như đồng thời quan sát được 4 vệ tinh (hình 1.10).

Định vị tuyệt đối có thể được thực hiện đối với khoảng cách giả theo C/A code và khoảng cách giả theo P-code. Độ chính xác của vệ tinh tuyệt đối phụ thuộc nhiều nguồn sai số, trong đó ảnh hưởng của sai số quỹ đạo vệ tinh gần như trọn vẹn đến kết quả định vị. Do nhiều nguồn sai số ảnh hưởng đến kết quả đo vì vậy định vị

tuyệt đối chỉ thỏa mãn cho các yêu cầu đạo hàng và các công tác đo đạc không yêu cầu độ chính xác cao.

2. Định vị tuyệt đối bằng pha sóng tải

Khoảng cách giả có thể nhận được từ các trị đo pha sóng tải. Mô hình toán học của các trị đo này như sau:

$$\phi_i^j(t) = \frac{1}{\lambda} \rho_i^j(t) + N_i^j + f^j \cdot \Delta \delta_i^j(t) \quad (1.16)$$

Trong đó: $\phi_i^j(t)$ là pha sóng tải đo được, λ là bước sóng và $\rho_i^j(t)$ là khoảng cách hình học từ điểm quan sát đến vệ tinh như trong mô hình khoảng cách giả theo code. Số đo trị pha độc lập tức thời N_i^j là số nguyên và thường gọi là số nguyên đa trị (cần xác định). Ký hiệu N_i^j là tần số của tín hiệu vệ tinh và N_i^j là tổng hợp độ sai đồng hồ vệ tinh và đồng hồ máy thu.

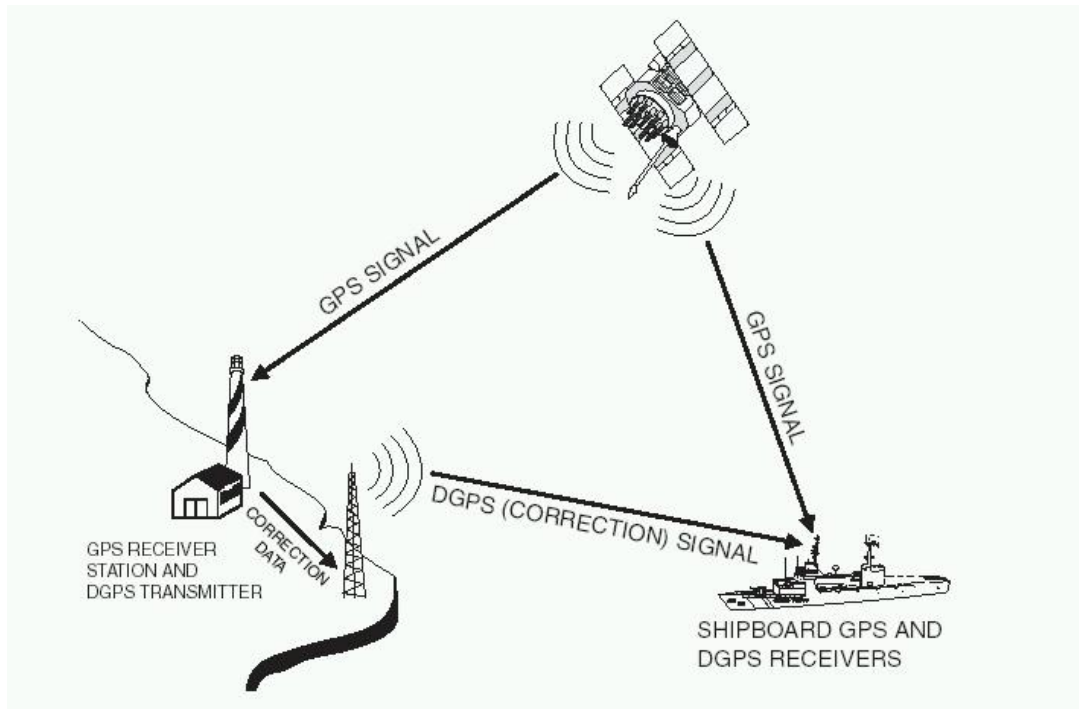
Sau khi thay (1.14) và (1.16) ra được mô hình sóng tải:

$$\phi_i^j(t) = \frac{1}{\lambda} \rho_i^j(t) + N_i^j + f^j (\delta^j(t) - \delta_i(t)) \quad (1.17)$$

Trong biểu thức trên độ sai đồng hồ vệ tinh $\delta^j(t)$ đã biết. Trong trường hợp này mô hình khoảng cách pha tương đương với mô hình khoảng cách code khi số lượng vệ tinh quan sát đồng thời lớn hơn 4.

1.4.2. Đo GPS vi phân (DGPS)

Là phương pháp đo GPS sử dụng nguyên lý định vị tuyệt đối, dùng trị đo code và trị đo pha sóng tải. Nội dung của phương pháp là dùng 2 trạm đo trong đó có 1 trạm gốc (Base Station) có tọa độ biết trước và một trạm đo tại các điểm cần xác định tọa độ (Rover Station). Trên cơ sở độ lệch về tọa độ đo so với tọa độ đã biết của trạm gốc để hiệu chỉnh vào kết quả đo cho các trạm di động theo nguyên tắc đồng ảnh hưởng, sơ đồ nguyên lý như (hình 1.11).



Hình 1.11. Sơ đồ nguyên lý đo GPS

DGPS là phương pháp kiểm tra tín hiệu vệ tinh GPS và cung cấp số cải chính phân sai cho máy thu GPS (máy động) nhằm nâng cao độ chính xác định vị. Có 2 phương pháp cải chính phân sai là:

1. Phương pháp cải chính tọa độ

Theo phương pháp này số cải chính phân sai là hiệu số tọa độ (hiệu kinh độ, vĩ độ và độ cao: ΔB , ΔL , ΔH) đã biết và tọa độ tính được theo trị đo GPS tại trạm Base.

Số cải chính phân sai tính theo phương pháp cải chính tọa độ tại trạm Base chỉ đúng với máy Rover khi máy thu trạm Base thu tín hiệu những vệ tinh giống như những vệ tinh đang được thu tại trạm Rover thu tín hiệu.

2. Phương pháp cải chính cự ly

Số cải chính phân sai là hiệu khoảng cách thật từ vệ tinh tới tâm điểm anten của máy thu GPS tại trạm Base và khoảng cách giả tới các vệ tinh tính được tại trạm Base.

Tùy theo cách xử lý, ta có 2 phương pháp tính số cải chính phân sai:

- Phương pháp GPS xử lý sau (Post processing)

Theo phương pháp này, số liệu đồng thời thu tín hiệu các vệ tinh giống nhau, trong cùng một khoảng thời gian tại trạm Base và trạm Rover được lưu lại và số cải chính phân sai cùng với tọa độ đã được cải chính phân sai của trạm Rover được tính toán sau khi đo xong.

Như vậy tọa độ tức thời (đã được cải chính phân sai) không được tính toán trong phòng sau khi đo. Chính vì lý do đó nên phương pháp này ít được áp dụng.

- Phương pháp xử lý DGPS thời gian thực (Realtime DGPS)

Theo phương pháp này tại trạm Base số cải chính phân sai liên tục được tính toán và được truyền tới máy Rover thông qua các thiết bị truyền thông. Các máy thu GPS Rover đồng thời thu tín hiệu từ vệ tinh GPS và tín hiệu cải chính phân sai phát đi tại trạm Base để tính ra tọa độ chính xác (đã được cải chính phân sai). Như vậy khác với phương pháp Post Processing. Tọa độ tức thời (đã được cải chính phân sai) được thực hiện liên tục tại thực địa trong khi tiến hành công tác đo đạc. Sơ đồ nguyên lý của phương pháp Realtime DGPS (hình 1.11).

Độ chính xác và tầm hoạt động của hệ thống GPS

Tùy thuộc vào các thiết bị, cách thức thu tín hiệu vô tuyến, tầm hoạt động ta phân biệt các trường hợp áp dụng công nghệ DGPS[7].

- DGPS tầm ngắn: Thiết bị thu tín hiệu vô tuyến ở dải tần VHF, có tầm hoạt động khoảng 60km. Độ chính xác định vị theo chế độ Realtime DGPS đạt 0.5 - 1.0m.

- DGPS tầm trung: BEACON DGPS sử dụng các trạm tĩnh (BEACON) được xây dựng cố định, trên đó đặt các trạm máy thu GPS và các thiết bị phát sóng radiolink ở dải tần từ 238.5KHz đến 325KHz. Tầm hoạt động của trạm tĩnh tùy thuộc vào công suất thiết bị phát sóng Radiolink nằm trong khoảng từ 200km đến 500km. Độ chính xác đạt cỡ 1 – 5m tùy thuộc vào khoảng cách đến trạm tĩnh.

1.4.3. Phương pháp đo GPS hiệu chỉnh toàn cầu Gc – GPS



Hình 1.12. Máy thu GPS C-Nav

Công nghệ đo GPS hiệu chỉnh toàn cầu (Globally Corrected - GPS) do hai công ty C&C Technologies và công ty Navcom Technology chế tạo, (hình 1.12).

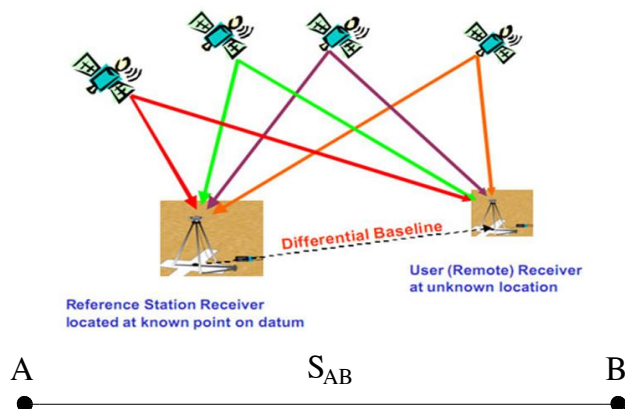
Ưu điểm của phương pháp này là khi đo đạc chỉ cần một máy thu GPS, không cần trạm Base, do đó mà tầm hoạt động của máy không bị hạn chế, có thể đo cách xa bờ và độ chính xác định vị trên biển không phụ thuộc vào vị trí tàu đo. Về bản chất phương pháp đo Gc-GPS cũng tương tự như phương pháp định vị vi phân DGPS.

Tuy nhiên phương pháp tính số hiệu chỉnh vào kết quả đo GPS tại trạm di động được thực hiện trên phạm vi toàn cầu với một mạng lưới các điểm tham chiếu cơ sở được xác định trên toàn thế giới. Tại mỗi vị trí tham chiếu người ta tiến hành theo dõi toàn bộ nhóm vệ tinh quan sát được và liên tục gửi số liệu thô tới hai mạng chủ xử lý độc lập tức thời (Network processing hubs - NPHs). NPHs nhận dữ liệu thô, tính toán quỹ đạo vệ tinh và các số hiệu chỉnh đồng hồ cho mỗi vệ tinh trong nhóm quan sát được. Các số hiệu chỉnh này được gửi lên các vệ tinh viễn thông Inmarsat và từ đây các số hiệu chỉnh được truyền đến người sử dụng ở bất kỳ nơi nào trên thế giới thông qua các thông điệp hợp lệ. Trước khi thu tín hiệu bằng phương pháp Gc-GPS thì phải đăng ký và được hãng thiết bị cung cấp cho một mã hiệu chỉnh nhập vào phần mềm chuyên dụng kèm theo thiết bị.

Như vậy, khi sử dụng công nghệ đo Gc-GPS hiệu chỉnh toàn cầu chỉ cần một máy thu GPS là có thể xác định được tọa độ của các điểm ở bất kỳ vị trí nào trên trái đất mà không cần đến trạm cố định (trạm Base). Độ chính xác đạt cỡ 0.25-1m. Với tính ưu việt đó, công nghệ Gc-GPS rất thích hợp cho công tác đo đạc định vị trên biển tại những vùng cách xa bờ mà trước đây các phương pháp đo GPS khác không thực hiện được.

1.4.4. Đo GPS tương đối

Thực chất của định vị tương đối là xác định điểm chưa biết so với điểm đã biết khác, thường là điểm cố định. Có thể nói cách khác, định vị tương đối là xác định vector giữa hai điểm, thường gọi là “Baseline”, (hình 1.13).



Hình 1.13. Sơ đồ định vị tương đối

1. Đo GPS tương đối tĩnh (Static)

Đây là phương pháp chính xác nhất vì phương pháp này sử dụng cả hai trị đo code và pha sóng tải. Hai hoặc nhiều máy thu cố định thu tín hiệu GPS tại các điểm cần xác định tọa độ trong một khoảng thời gian thông thường từ 1 giờ trở lên.

Thời gian quan sát phải kéo dài đủ để cho đồ hình phân bố vệ tinh thay đổi từ đó ta có thể xác định được số nguyên đa trị của sóng tải và đồng thời để có nhiều trị đo nhằm đạt được độ chính xác cao và ổn định kết quả quan sát.

Đo GPS tương đối tĩnh đạt độ chính xác cỡ 1cm và tốt hơn, phương pháp này dùng cho các ứng dụng có yêu cầu độ chính xác cao như thành lập mạng lưới không chế trắc địa.

2. Đo GPS động tức thời (Kinematic)

Phương pháp được tiến hành với một máy thu đặt tại trạm cố định (Base Station) và một hoặc nhiều các máy khác (Rover Station) di động đến các điểm cần xác định tọa độ thu tín hiệu vệ tinh đồng thời. Đo GPS động tức thời là giải pháp nhằm giảm tối thiểu thời gian đo so với phương pháp GPS tĩnh nhưng vẫn đạt độ chính xác cỡ cm.

Tùy thuộc vào thời điểm xử lý số liệu đo - xử lý ngay tại thực địa hay trong phòng sau khi đo, người ta chia thành hai dạng đo GPS động:

❖ Đo GPS động thời gian thực (GPS RTK - Real Time Kinematic GPS):

Cách đo này ngoài các máy thu vệ tinh còn cần thêm hệ thống Radio Link truyền số liệu liên tục từ trạm cố định đến trạm di động. Số nguyên đa trị (số nguyên lần bước sóng từ vệ tinh đến máy thu) được xác định nhanh nhờ giải pháp khởi đo (Initialization) và được duy trì bằng cách thu tín hiệu liên tục từ tối thiểu 4 vệ tinh trong khi di chuyển máy thu đến điểm đo tiếp theo và thời gian đo tại các điểm này rất ngắn, một trị đo (1 epoch tương đương với 2'' - 5'' tùy theo chế độ lựa chọn). Nếu việc thu tín hiệu bị gián đoạn thì phải làm thủ tục khởi đo lại. Do phải dùng đến Radio Link truyền số liệu nên tầm hoạt động của máy di động bị hạn chế khoảng 9 đến 10km [8].

❖ Đo GPS động xử lý sau (Post Processing Kinematic GPS):

Đây là phương pháp đo sử dụng máy đo giống như phương pháp GPS RTK để xác định nhiều điểm so với trạm tĩnh bằng cách di chuyển máy thu đến các điểm cần xác định tọa độ. Tọa độ của các điểm đo có được sau khi xử lý số liệu nội

nghiệp do vậy không sử dụng thiết bị Radio Link. Để có thể đo theo phương pháp này cần phải tiến hành việc khởi đo xác định số nguyên đa trị bằng cách đo tĩnh trên một đoạn thẳng sau đó mới đến đo tại các điểm cần xác định tọa độ với thời gian ngắn - tối thiểu 2 trị đo (2 epoch). Trong quá trình di chuyển đến điểm cần đo máy di động cần phải thu tín hiệu liên tục tối thiểu đến 4 vệ tinh.

Nếu trong quá trình di chuyển đến điểm cần đo tín hiệu của 1 trong 4 vệ tinh bị mất có nghĩa là số nguyên đa trị trong phép khởi đo đã mất. Do đó phải khởi động lại, tầm hoạt động của máy di động khoảng 50km.

1.5. Nguyên lý định vị vi phân DGPS

1.5.1. Khái niệm

Sau khi hệ thống GPS được phép sử dụng cho các mục đích dân sự, Bộ quốc phòng Mỹ đã gây nhiều cố ý SA để hạn chế độ chính xác thực tế của hệ thống GPS. Do nhiều SA, độ chính xác định vị tuyệt đối bằng các máy thu dân sự chỉ có thể đạt cỡ 100m.

Để gỡ bỏ ảnh hưởng của nhiều cố ý SA, từ giữa thập kỷ 80 của thế kỷ XX, người sử dụng đã đưa ra giải pháp định vị GPS vi phân còn gọi là định vị GPS phân sai, viết tắt là DGPS (*Differential GPS*). Bản chất của giải pháp này là hiệu chỉnh vào kết quả định vị GPS tuyệt đối các số cải chính. Các số cải chính này được xác định dựa trên một hay nhiều trạm tham chiếu. Trạm tham chiếu là trạm đã biết tọa độ (*Reference Station*), còn gọi là trạm cơ sở, đóng vai trò như trạm giám sát sai số của hệ thống, xác định số cải chính và chuyển số cải chính đến máy thu của người sử dụng thông qua đường truyền vô tuyến.

1.5.2. Nguyên lý hoạt động



Hình 1.14. Kỹ thuật đo DGPS

Kỹ thuật DGPS cần ít nhất hai máy thu GPS và một hệ thống truyền phát thông tin. Trong đó: Một máy thu đặt tại trạm cố định, máy thu thứ hai di chuyển (máy động) sẽ được xác định tọa độ và nhận các số cải chính DGPS, với điều kiện là số vệ tinh chung quan sát của hai máy thu không ít hơn bốn.

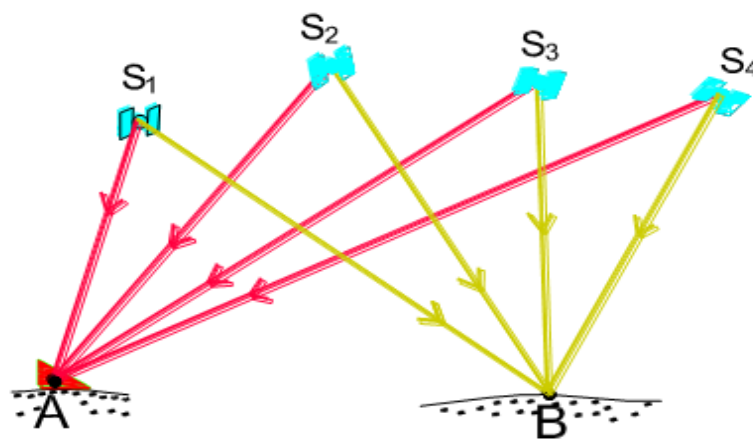
Sử dụng vị trí chính xác đã biết của trạm cố định để tính số cải chính DGPS dưới dạng số cải chính tọa độ (Position Method) hoặc số cải chính vào khoảng cách giả (Measurement Method). Các số cải chính sẽ được chuyển ngay đến máy động bằng sóng vô tuyến để tính toán tọa độ của điểm.

Độ chính xác của phương pháp DGPS phụ thuộc vào khoảng cách :

Khoảng cách càng ngắn độ chính xác càng cao, vì khoảng cách trạm Base và trạm Rover gần thì sai số do môi trường (sai số tầng điện ly và tầng đối lưu) sẽ gần giống nhau sẽ dễ dàng bị khử đi khi lập phương trình hiệu chỉnh.

Khoảng cách xa độ chính xác càng giảm, vì số lượng vệ tinh chung giảm, không cải thiện được bao nhiêu so với định vị tuyệt đối. Thay vì đặt một trạm công suất lớn nên đặt nhiều trạm có công suất nhỏ.

Ưu điểm nổi bật của phương pháp DGPS chỉ cần dùng một trạm phát công suất lớn dùng chung cho một khu vực, người dùng chỉ cần trang bị một máy thu GPS cầm tay đóng vai trò trạm động. Bán kính phát sóng lớn, nếu dùng radio link dùng sóng mang HF khi tầm xa có thể đạt 500km, radio link dùng sóng mang UHF thì tầm xa là 50km.



Hình 1.15. Định vị GPS vi phân

Giả sử A là điểm khống chế có tọa độ đã biết là X_A, Y_A, Z_A (các giá trị tọa độ này có độ chính xác cao và coi như không có sai số), B là điểm cần xác định tọa độ. Đặt máy thu tại A, B và đồng thời thu tín hiệu đến các vệ tinh, (hình 1.14).

Kết quả thu tín hiệu vệ tinh cho tọa độ của A và B tương ứng là $(X_{Ađo}, Y_{Ađo}, Z_{Ađo})$ và $(X_{Bđo}, Y_{Bđo}, Z_{Bđo})$. Các giá trị tọa độ này được xác định theo nguyên lý đo GPS tuyệt đối nên chưa sai số lớn. Từ giá trị tọa độ đã biết X_A, Y_A, Z_A và giá trị đo được $(X_{Ađo}, Y_{Ađo}, Z_{Ađo})$ của điểm A ta tính được sai số tọa độ của kết quả đo GPS tuyệt đối tại điểm A là:

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_{Ađo} - X_A \\ \Delta Y &= Y_{Ađo} - Y_A \\ \Delta Z &= Z_{Ađo} - Z_A\end{aligned}\quad (1.18)$$

Nếu A và B gần nhau, hai máy thu A và B sẽ cùng quan sát các vệ tinh chung và bầu khí quyển mà vệ tinh truyền qua có các đặc tính tương tự nhau. Khi đó có thể coi sai số tọa độ X_A, Y_A, Z_A tại điểm A cũng chính là sai số của tọa độ điểm B. Thực hiện hiệu chỉnh, ta sẽ có tọa độ chính xác điểm B:

$$\begin{aligned}X_B &= X_{Bđo} + \Delta X \\ Y_B &= Y_{Bđo} + \Delta Y \\ Z_B &= Z_{Bđo} + \Delta Z\end{aligned}\quad (1.19)$$

Đây chính là nguyên lý định vị vi phân.

1.5.3. Phân loại DGPS

Ta có thể phân loại DGPS theo các tiêu chí sau:

1. Theo số cải chính:

- DGPS cải chính vị trí
- DGPS cải chính trị đo
- DGPS hiệu chỉnh trạng thái không gian

Trong đó, phương pháp cải chính vị trí và cải chính trị đo sử dụng một trạm tham chiếu. Phương pháp hiệu chỉnh trạng thái không gian phải cần nhiều hơn một trạm tham chiếu phân bố trên một diện đủ rộng để ước lượng vector trạng thái sai số, nhưng đây là phương pháp linh hoạt nhất và cho kết quả định vị tốt trên một khoảng cách lớn.

2. Theo độ chính xác:

- Định vị vi phân chính xác PDGPS: Sử dụng trị đo khoảng cách giả theo C/A code, với độ chính xác cao hơn DGPS khi sử dụng C/A-code.
- Định vị vi phân rất chính xác VPDGPS: Sử dụng thêm trị đo pha sóng tải, sai số của phương pháp vào khoảng 5cm-30cm.

- Định vị vi phân siêu chính xác UPDGPS: Sử dụng trị đo pha sóng tải hoặc số hiệu chỉnh pha sóng tải từ trạm tham chiếu chuyển đến trạm động để giải số nguyên đa trị.

3. Theo số trạm tham chiếu:

- DGPS trạm tham chiếu đơn
- DGPS mạng tham chiếu

4. Theo diện tích khu vực:

- DGPS diện hẹp, cục bộ - LADGPS
- DGPS diện rộng – WADGPS
- DGPS diện rộng quốc gia – NDGPS
- DGPS cung cấp trên toàn cầu – GDGPS

5. Theo thời gian sử dụng số liệu:

- DGPS cung cấp cải chính tức thời: Đây là dịch vụ phổ biến của DGPS
- DGPS xử lý sau: Số liệu thu nhận tại trạm tham chiếu sẽ cung cấp cho người sử dụng để tính toán hiệu chỉnh DGPS sau khi đã kết thúc quá trình đo.

1.5.4 Các phương pháp cải chính sai phân

1. Cải chính tọa độ

Vị trí đã biết của điểm đặt máy cố định sẽ được sử dụng để tính các số hiệu chỉnh GPS dưới dạng hiệu chỉnh vị trí điểm.

$$\begin{aligned}\Delta X &= X_{A\text{đo}} - X_A \\ \Delta Y &= Y_{A\text{đo}} - Y_A \\ \Delta Z &= Z_{A\text{đo}} - Z_A\end{aligned}\tag{1.20}$$

Trong đó:

X_A, Y_A, Z_A là tọa độ đã biết trong hệ tọa độ thực dụng của điểm A;

$X_{A\text{đo}}, Y_{A\text{đo}}, Z_{A\text{đo}}$ là tọa độ định vị tuyệt đối bằng máy thu GPS đặt tại A ở thời điểm đo.

Độ sai tọa độ tính toán theo công thức trên là số hiệu chỉnh vi phân và được phát đi rộng rãi theo phương thức vô tuyến cho các trạm định vị tuyệt đối khác, để hiệu chỉnh vào kết quả định vị.

Nhược điểm: Phương pháp này giả thiết rằng sai lệch tọa độ ở mỗi điểm là như nhau, nhưng trên thực tế thì khi khoảng cách giữa trạm tham chiếu và trạm định vị càng xa nhau thì giả thiết trên càng không đúng.

Ưu điểm: Cơ bản loại bỏ một số nguồn sai số hệ thống trong định vị tuyệt đối, độ chính xác đo DGPS được nâng cao so với phương pháp đo tuyệt đối.

2. Cải chính cự ly

Phương pháp này sử dụng số cải chính phân sai là hiệu khoảng cách thật từ vệ tinh tới tâm điểm anten của máy thu GPS tại trạm Base và khoảng cách giả tới các vệ tinh được tính tại trạm Base.

Trong đó:

Trạm tĩnh (Base): Toạ độ gốc được biết trước theo hệ WGS-84. Khi hoạt động, máy thu sẽ thực hiện đồng thời việc đo khoảng cách giả và tính toán khoảng cách thật đến từng vệ tinh, sau đó tính ra số hiệu chỉnh khoảng cách đến từng vệ tinh tham chiếu theo thông điệp RTCMSC-104 được truyền sang máy phát vô tuyến. Tại đây, thông điệp được điều biến trộn lẫn vào sóng mang loại HF hay UHF và phát vào không gian bằng anten vô tuyến.

Trạm động (Rover): Khi thu được sóng vô tuyến truyền từ trạm tĩnh, máy thu vô tuyến sẽ khuếch đại lên, giải điều biến, tách ra thông điệp RTCMSC-104 và gửi đến máy thu GPS, từ đó sẽ có số hiệu chỉnh về khoảng cách. Những số hiệu chỉnh sẽ được cộng vào khoảng cách giả để tính ra toạ độ tuyệt đối của vị trí hiện hành tại thời điểm đang đo.

Quá trình thu nhận và xử lý diễn ra liên tục trong quá trình đo. Tính toán xác định vị trí tàu trên biển.

1.5.5. Ứng dụng của DGPS trong việc thành lập bản đồ địa hình đáy biển

Công nghệ GPS được đưa vào ứng dụng ở Việt Nam từ những năm đầu của thập kỷ 90 và đã mang lại hiệu quả to lớn trong công tác đo đạc lưới khống chế trắc địa. Những năm gần đây, công nghệ GPS cho định vị các đối tượng chuyển động đã được áp dụng ở Việt Nam. Đầu tiên, kỹ thuật DGPS (Differential GPS – GPS sai phân) cho phép định vị các đối tượng chuyển động với độ chính xác cỡ 0.5m, tiếp theo kỹ thuật RTK GPS (Real Time Kinematic GPS – GPS đo động thời gian thực) để định vị các đối tượng chuyển động với độ chính xác cao (cỡ vài centimet). Hiện nay, các máy thu GPS hiện đại có độ chính xác định vị cao nên 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 trên thế giới. Tại Việt Nam bước đầu đã du nhập và sử dụng công nghệ GPS để ứng dụng cho việc đo đạc thành lập bản đồ địa hình đáy biển, đi kèm theo đó là các phần mềm xử lý số liệu đo sâu như HYPACK, HYDRO, GEONAV, NEPTUNE....

CHƯƠNG 2

SỬ DỤNG MÁY ĐO SÂU HỒI ÂM ĐA TIA R2 SONIC THÀNH LẬP BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN

2.1 Các phương pháp đo sâu

2.1.1. *Vai trò của GPS trong đo sâu*

Trước đây việc đo vẽ địa hình đáy sông, biển (thủy đạc) là một quá trình phức tạp nhưng cung cấp độ chính xác và năng suất thấp. Từ khi được sự hỗ trợ tuyệt vời của hệ thống định vị toàn cầu (Global Positioning System), quá trình này đã và đang có những bước cải tiến to lớn.

Một trong những kỹ thuật đo GPS đã và đang được ứng dụng rộng rãi hiện nay là DGPS (Differential Global Positioning System).

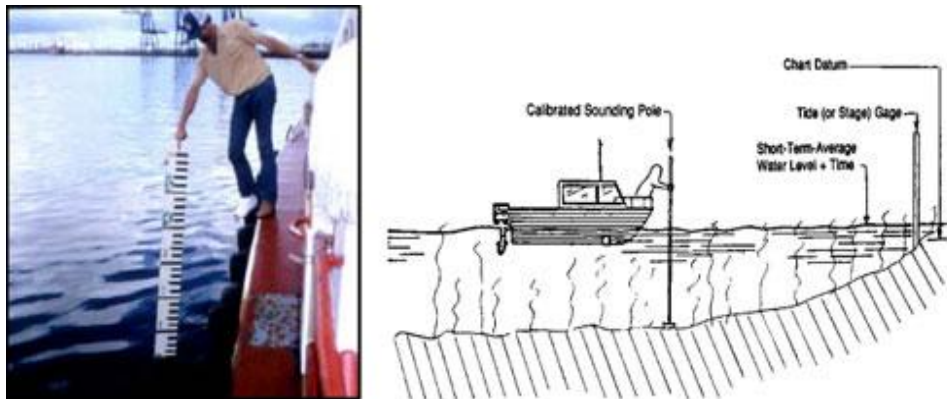
2.1.2. *Các phương pháp đo sâu đơn giản*

Đây là phương pháp đo sâu rất đơn giản và xuất hiện từ rất lâu. Thiết bị và cách sử dụng rất đơn giản có thể phân làm hai loại sau:

Dây dọi (Lead line): Trước đây chúng ta sử dụng nó như là một thiết bị chuẩn để kiểm định thiết bị đo sâu hồi âm. Làm bằng dây không co giãn, chiều dài của thước thường ngắn hơn 30 m hoặc tương đương với độ sâu của khu vực cần khảo sát. Trên đó khắc vạch chia đơn vị đo chiều dài và một đầu có buộc vật nặng. Trên dây, thắt đai có màu khác nhau để biểu thị độ dài. Chiều dài được tính bắt đầu từ đáy dây dọi. Khi dùng dây dọi đo sâu có thể ước đọc đến 0.1 m. Dây dọi đo ứng dụng thích hợp với điều kiện độ sâu nhỏ hơn 20m, lưu tốc nhỏ và chất đáy tương đối cứng. Sử dụng trong một số trường hợp khi phương pháp đo sâu hồi âm không thích hợp cho kết quả kém chính xác hoặc không thể sử dụng.

Sào đo sâu (Sounding pole): Đây là phương pháp được sử dụng phổ biến ở các khu vực khảo sát nhỏ và có địa hình biến đổi phức tạp hoặc có mật độ thực vật dày đặc. Sào đo sâu là những sào gỗ hoặc nhôm trên đó có khắc vạch chia đơn vị đo chiều dài, một đầu có tay cầm, chiều dài nhỏ hơn 6m (khoảng 4m đến 5m). Đáy sào được lắp vòng gỗ có đường kính khoảng 10cm để làm sao cho sào không cắm vào bùn, ảnh hưởng đến độ chính xác đo sâu. Thân sào dùng sơn chia vạch. Toàn bộ chia vạch được tính bắt đầu từ đáy của vòng gỗ. Khi đo sâu sử dụng sào, sào đo phải giữ thẳng và số liệu được đọc trực tiếp trên thước. Ở các vùng có bề mặt đáy nước rắn thì số đọc được lấy trực tiếp bằng số đọc trên thước đo khi nó chạm đến đáy. Đối với các vùng khảo sát bề mặt đáy có nhiều lắng cặn như bùn, khoảng 5 giây, khi sào

đo bắt đầu chạm vào đáy và phải đợi vài giây để sào đo xuyên qua lớp chất đáy mới đọc số. Ứng dụng đối với khu vực nước nông hơn 5m và lưu tốc không lớn.

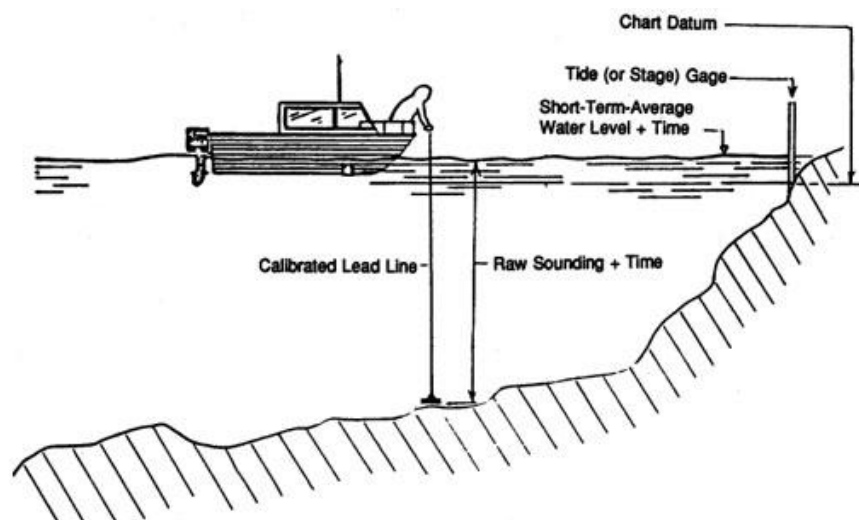


Hình 2.1. Đo sâu đơn giản

Phương pháp đo sâu đơn giản được sử dụng để đo vẽ địa hình và xây dựng các công trình phía dưới bề mặt nước.

Phương pháp đo sâu đơn giản được áp dụng trong những tình huống mà khu đo không thể thực hiện bằng phương pháp đo sâu hồi âm hoặc nếu dùng phương pháp đo sâu hồi âm thì sẽ cho kết quả xấu. Phương pháp này đặc biệt thích hợp khi dưới mặt nước khảo sát là đá hay bê tông, trên mái dốc của các con đê, cập mạn tàu khảo sát (gần bờ). Vì trong những trường hợp kể trên phương pháp đo sâu hồi âm có thể cho kết quả không chính xác.

Phương pháp đo sâu thủ công được dùng kết hợp với phương pháp đo sâu hồi âm như là một cách thức kiểm nghiệm máy hay là một phương pháp hỗ trợ tích cực.



Hình 2.2. Đo sâu thủ công kết hợp đo sâu hồi âm

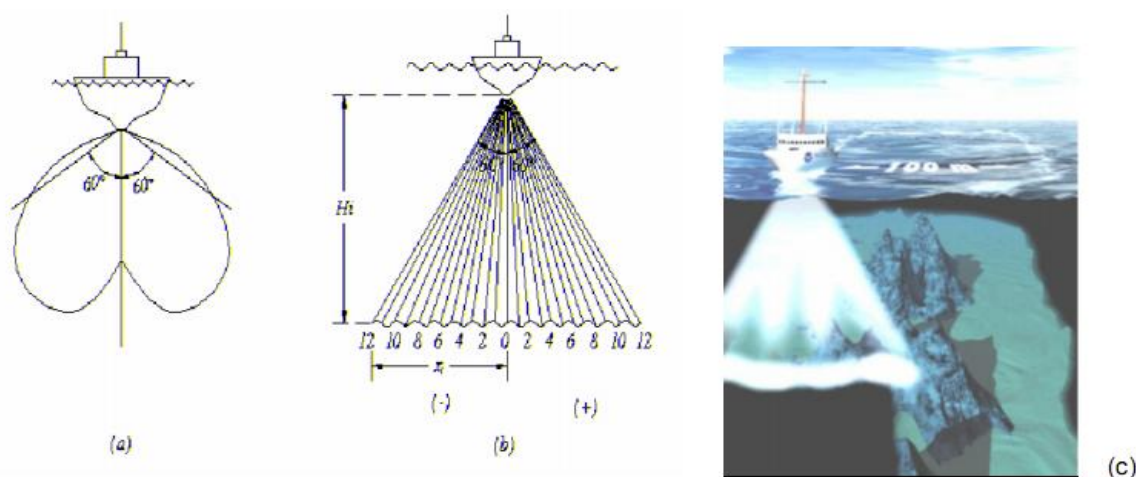
Phương pháp đo sâu thủ công sử dụng sào đo hoặc dây dọi đo sâu thông thường người ta đưa ra một số chỉ tiêu để đảm bảo độ chính xác đo sâu bao gồm: Độ sâu của khu khảo sát, độ chính xác đọc số, độ chính xác của mặt nước chuẩn, trọng lượng thiết bị đo, độ chính xác kiểm nghiệm thiết bị...

2.1.3. Phương pháp đo sâu hồi âm đa tia với máy R2 Sonic

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.

1. Nguyên lý



Hình 2.3. Máy đo sâu hồi âm đa tia

Nguyên tắc khảo sát được máy tính đảm nhận.

❖ **Nhận dạng đáy biển** là quy trình sử dụng MBES để xác định thời gian và độ lớn của sóng âm, đại diện cho hình ảnh đáy biển. Chất lượng của quá trình này phụ thuộc chất lượng phép đo. Các sai lầm về độ sâu thường liên quan tới các thuật toán để nội suy địa hình đáy biển. Các thuật toán phát hiện địa hình đáy biển được phân thành hai loại: Thuật toán xác định độ lớn và thuật toán xác nhận pha.

❖ **Xác nhận độ lớn tín hiệu phản xạ**

Các mảng đầu dò phát xung âm thanh về đáy biển, sau đó bắt đầu lắng nghe chu kỳ âm thanh phản hồi. Trong pha này, các tín hiệu được lấy mẫu theo mỗi chùm tia. Thời gian tín hiệu đi lại được xác nhận và qua đó điểm đo sâu được xác định bởi độ lớn của tín hiệu phản xạ.

❖ **Xác nhận độ lệch pha**

Đây là kỹ thuật được sử dụng cho các tia bên trong, nơi mà tia phản xạ có cường độ cao và số lượng nhỏ. Đối với các chùm tia bên ngoài, độ lớn phản xạ nhỏ hơn, số lượng thì lớn hơn. Do vậy, tiếng vọng từ vết địa hình đáy biển bị tán xạ không đến được đầu thu, kết quả là việc xác nhận địa hình đáy biển không chính xác. Đối với một đáy biển dốc theo hướng ngang tuyến đi của tàu, tiếng vọng từ vết đáy biển được tăng cao hơn. Do đó, phương pháp xác nhận pha thường sử dụng cho góc tới lớn hơn phương pháp xác nhận độ lớn tín hiệu phản xạ.

❖ **Biến đổi Fourier nhanh (Fast Fourier Transform)**

Chùm tia tạo thành những tín hiệu từ những đầu dò thành phần trong mảng. Chùm tia đó được sao chép và nhân bản cho những chùm tia khác. Tổng độ lớn của N đầu dò thành phần là vector biến đổi Fourier cho mảng đầu dò đó. Với N phần tử, tương ứng với mô hình bức xạ của một mảng tuyến tính. Nếu N là 2 nửa năng lượng (N_1, N_2), bằng cách phân tích ra thừa số và phép toán đệ quy, được gọi là biến đổi Fourier nhanh. Phương pháp này có lợi thế là đẩy nhanh quá trình hình thành chùm tia.

❖ **Độ chính xác của hồi âm đa tia**

Các phép đo trong hệ thống hồi âm đa tia phức tạp hơn trong hệ thống hồi âm đơn tia. Do có một số yếu tố góp phần gây ra sai số trong phép đo, bao gồm: Góc của chùm tia, góc tới đáy biển, truyền sóng và nhận phản hồi với chùm tia rộng, trạng thái của thân tàu và độ chính xác xác định, các thuật toán nhận dạng địa hình đáy biển và hồ sơ vận tốc âm thanh biến động.

❖ **Độ phân giải của hồi âm đa tia**

Hệ thống hồi âm đa tia với khả năng có thể mô tả chi tiết địa hình địa vật đáy biển với độ phân giải cao, cao hơn hệ thống hồi âm đơn tia

Độ phân giải trong sâu là một hàm số phụ thuộc vào chiều dài xung và kích thước vết chùm tia dưới đáy biển. Vết chùm tia trong MBES khi chùm tia chiếu thẳng đứng, là tương đối nhỏ, do đó có độ phân giải cao hơn so với hồi âm đơn tia.

❖ *Tần số hồi âm đa tia*

Các tần số của MBES thường là:

Vùng nước nông dưới 100m cần tần số cao hơn 200kHz;

Vùng nước nông dưới 1500m cần tần số từ 50kHz đến 200kHz;

Vùng nước sâu hơn 1500m cần tần số từ 12kHz đến 50kHz.

❖ *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:

- **Cảm biến dịch động:** Cảm biến này nhằm xác định trạng thái thân tàu khi xảy ra hiện tượng nhồi 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.

- **Hồ sơ vận tốc âm thanh:** để xác định vận tốc âm thanh trong cột nước dưới đáy tàu lúc đo hồi âm.

- **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.

- **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.

- **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. Lắp đặt và hiệu chỉnh

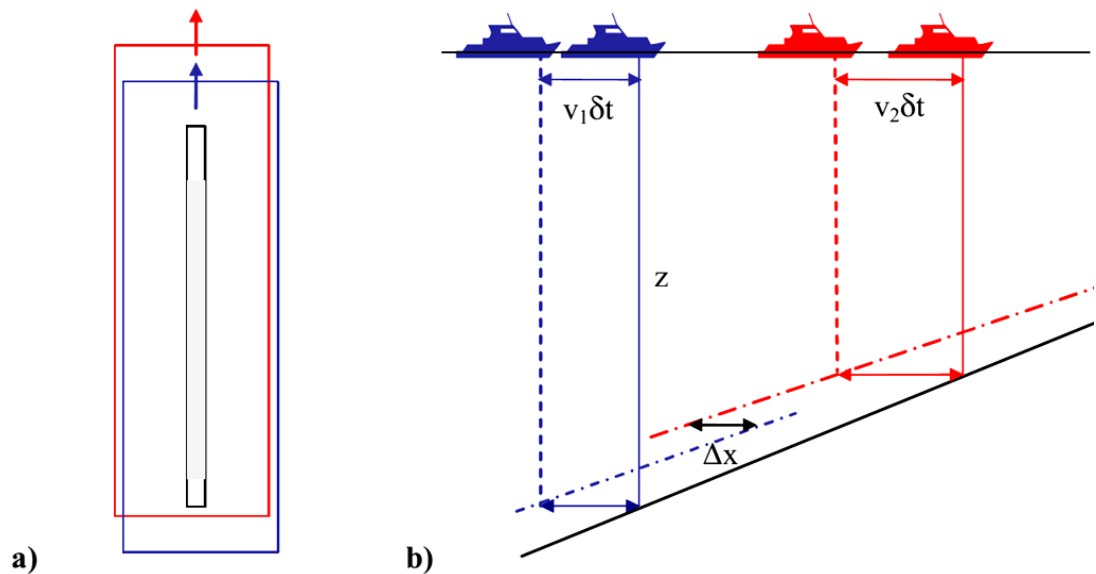
Việc lắp đặt đầu dò đa tia có thể: Hoặc là đặt bên thân tàu, hoặc là đặt dưới đuôi tàu và vòng cung mũi tàu. Các tàu lớn thường lắp đặt vào bên thân và nó là cố định.

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 đầu dò, cảm biến dịch động và độ trễ từ hệ thống định vị GPS.

❖ 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.

Thời gian trễ được tính toán qua độ dịch chuyển của âm theo chiều thẳng đứng của cột nước hồi âm dọc theo mái dốc đáy biển do tốc độ khác nhau trên hai tuyến (Hình 2.4).



Hình 2.4. Hiệu chỉnh độ trễ định vị bằng tàu chạy hai tuyến song song, cùng chiều, khác vận tốc

Nhìn từ trên xuống hai tuyến khảo sát

Mặt cắt dọc tách biệt hai cấu hình âm từ đáy biển theo chiều thẳng đứng

Thời gian trễ δt nhận được từ phương trình:

$$\delta t = \frac{\Delta x}{v_2 - v_1} \quad (2.1)$$

Trong đó:

Δx là khoảng cách về mặt bằng giữa hai cấu hình âm thanh gần đáy tàu

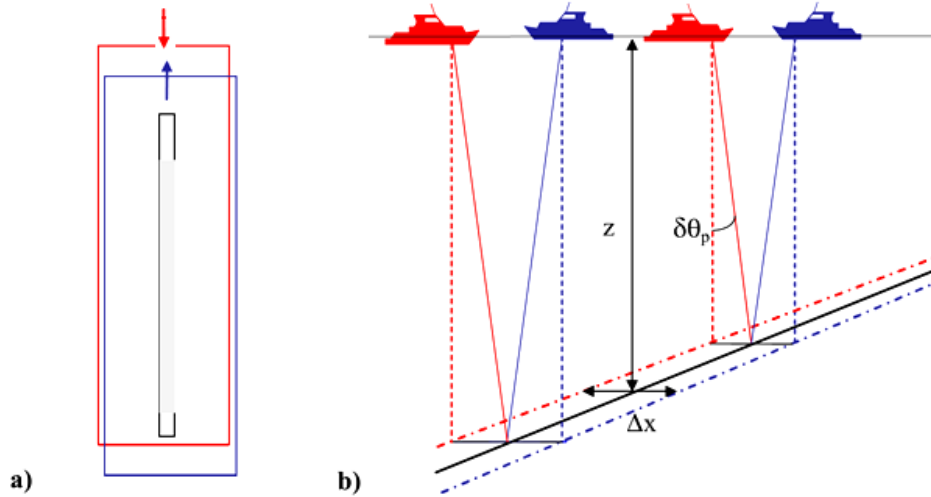
v_2, v_1 là tốc độ của con tàu ở tuyến 2 và tốc độ của con tàu ở tuyến 1 (Hình 2.4.)

❖ Bù hiện tượng nhô 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 (Hình 2.5).

Bù hiện tượng nhiễu sóng được thực hiện bằng cách đo sự dịch chuyển của âm theo chiều thẳng đứng hồi âm dọc theo mái dốc đáy biển. Cần tiến hành bù độ trễ định vị trước khi tiến hành bù hiện tượng nhiễu sóng.



Hình 2.5. Hiệu chỉnh hiện tượng nhiễu sóng bằng tàu chạy hai tuyến song song, ngược chiều, cùng vận tốc

Nhìn từ trên xuống hai tuyến khảo sát

Mặt cắt dọc tách biệt hai cấu hình âm từ đáy biển do bù nhiễu sóng

Bù nhiễu sóng $\delta\theta_p$ nhận được từ phương trình:

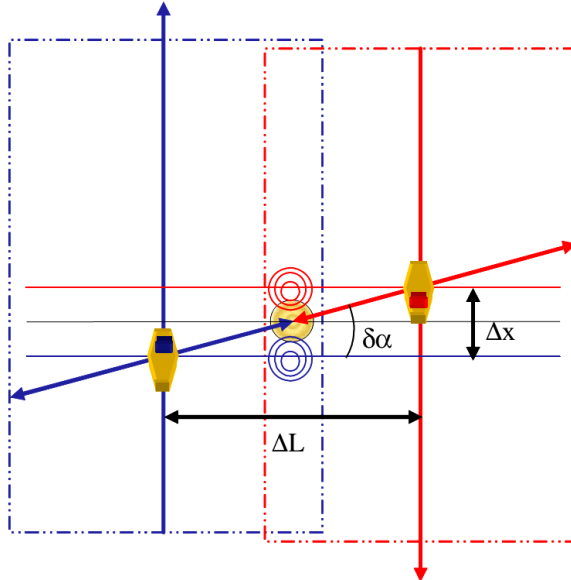
$$\delta\theta_p = \tan^{-1} \frac{\Delta x}{2z} \quad (2.2)$$

Trong đó: Δx là khoảng cách về mặt bằng giữa hai cấu hình âm thanh gần đáy tàu, z là phương thẳng đứng của thân tàu (Hình 2.5).

❖ 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 liền kề có vết hồi âm nên chồng lấn nhau ít nhất 20% (Hình 2.6).

Sau khi xác định chính xác thời gian trễ định vị và góc bù hiện tượng nhiễu sóng, người ta mới tiến hành bù góc phương vị.



Hình 2.6. Hiệu chỉnh bù góc phương vị

Việc bù góc phương vị được tiến hành bằng cách đo sự dịch chuyển theo chiều dọc của tính năng đo sâu từ tàu giữa hai tuyến liền kề.

Góc bù phương vị $\delta\alpha$ nhận được từ phương trình:

$$\delta\alpha = tg^{-1} \frac{\Delta x}{\Delta L} \quad (2.3)$$

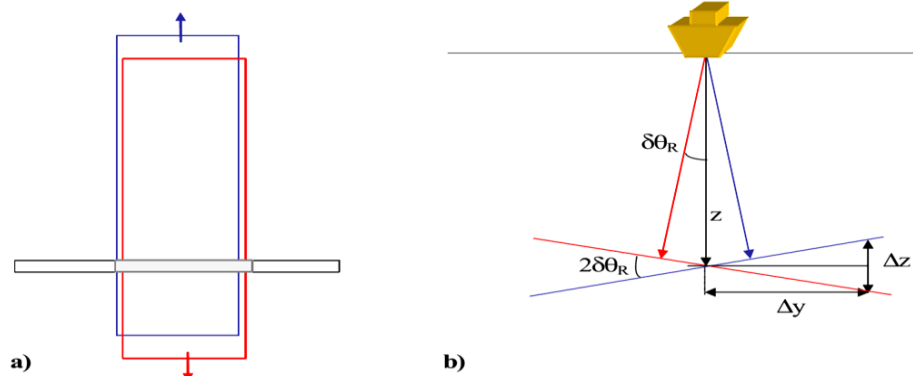
Trong đó:

$-\Delta x$ là khoảng cách về mặt bằng giữa thiết bị đo sâu (đầu dò) trên tàu hai tuyến liền kề chạy đối nhau.

$-\Delta L$ là khoảng cách giữa hai tuyến (Hình 2.6).

❖ 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 lấn hoàn toàn lên nhau.



Hình 2.7. Hiệu chỉnh bù nghiêng lắc

- Nhìn từ trên xuống tuyến khảo sát tàu chạy đối ngược nhau.
- Mặt cắt ngang tách biệt hai cấu hình âm từ chùm tia bên ngoài hoặc từ điểm thấp nhất.

Góc bù nghiêng lắc:

$$\delta\theta_R = tg^{-1} \frac{\Delta z}{2\Delta y} \quad (2.4)$$

Trong đó:

- Δz là sự dịch chuyển theo chiều thẳng đứng giữa hai chùm tia bên ngoài từ con tàu chạy theo hai hướng đối ngược nhau.
- Δy là 1/2 độ rộng vệt hồi âm hoặc khoảng cách từ điểm thấp nhất tới điểm dịch chuyển vuông góc được đo (Hình 2.7).

3. Quá trình khảo sát và lưu trữ dữ liệu

Kết cấu tàu khảo sát và các thông số của tàu cần phải hiệu chỉnh ngay trước khi tiến hành khảo sát. Các thông số của tàu có thể thay đổi theo vị trí của mỗi cuộc khảo sát khác nhau.

Trong phiên họp của cuộc khảo sát, các hồ sơ về vận tốc truyền âm cần phải được phân tích trước trong không gian và thời gian biến động của cuộc khảo sát. Cần ghi đầy đủ các vết tia chiếu hồi âm dưới đáy biển, các vết này phải có độ phủ trùm nhất định (20%). Điều đó là quan trọng để kiểm tra các tia của thùy biên trong đầu dò ở những vệt liền kề, qua đó kiểm tra xu hướng cong lên hoặc cong xuống của mỗi ping tín hiệu.

Vào cuối mỗi ngày trong cuộc khảo sát, nên sao lưu các dữ liệu ra bộ nhớ khác để đảm bảo tính toàn vẹn trong lưu trữ.

4. Nguồn sai số và kỹ thuật kiểm soát chất lượng

- Do vận tốc âm thanh.
- Do cảm biến dịch động.
- Do tầm nước, do tải trọng tàu, do tương quan vị trí của đầu dò với thân tàu.
- Giảm độ sâu.

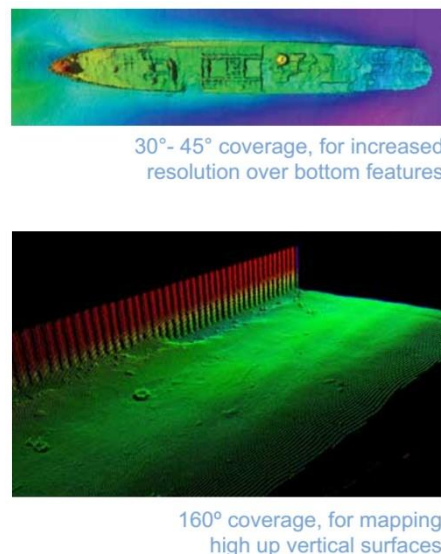
2.2. Giới thiệu máy đo sâu hồi âm R2 Sonic

2.2.1. Tổng quan về hệ thống

Hệ thống hồi âm đa tần băng rộng và phổ quát là đại diện mới nhất cho công nghệ hồi âm dưới nước tiên tiến. Bộ khuếch đại âm thanh đa tần/phổ quát có độ

phân giải cao nhất thế giới. Với kết quả đã được chứng minh và hiệu suất chưa từng có, các hệ thống hồi âm Sonic tạo ra dữ liệu đáng tin cậy và rõ ràng với độ linh hoạt của người sử dụng thông qua các cài đặt phần mềm. Dải tần hiệu 60KHz chưa từng thấy cung cấp gấp đôi độ phân giải so với bất kỳ sonar thương mại nào khác cả về độ chính xác dữ liệu lẫn hình ảnh.

Với hơn 20x tần số hoạt động từ bên trong với băng tần từ 200kHz đến 400kHz, người sử dụng không bị giới hạn bởi hai hoặc ba tần số hoạt động và do đó có thể giảm độ phân giải nên phạm vi kiểm soát nhiều hiệu quả hơn hệ thống hồi âm khác. Ngoài các tần số hoạt động có thể lựa chọn hệ thống Sonic cung cấp các lựa chọn phủ sóng thay đổi từ 10 độ đến 160 độ theo không gian, trong thời gian thực và trên tất cả các tần số từ 200kHz đến 400kHz. Người điều khiển cũng có thể xoay khu vực này đến vị trí chính xác, hoặc cảnh, hoặc mạn phải của tàu. Không có Sonar tần số cao nào có độ phân giải và cung cấp độ linh hoạt, năng suất được như vậy.



Hình 2.8. Vết quét hẹp và vết quét rộng

Khi một khu vực hẹp (vết quét hẹp) được chọn, tất cả âm thanh đều tập trung trong phạm vi cho phép để tăng độ phân giải dưới đáy nước về tính năng và đặc điểm.

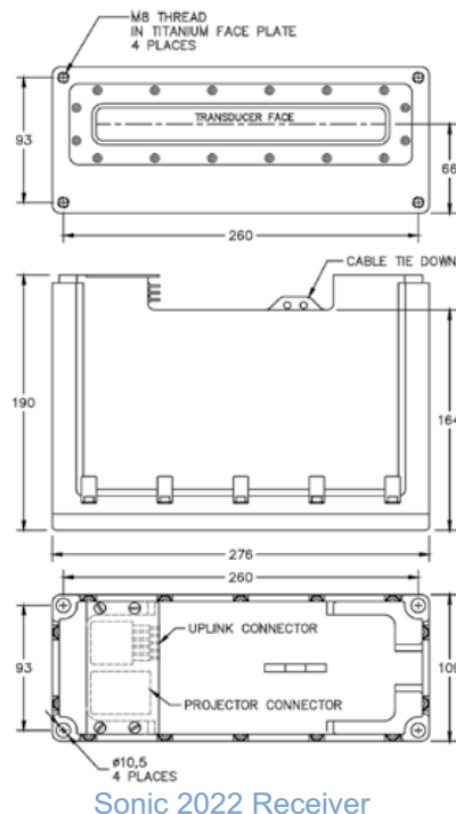
Các vùng rộng (vết quét rộng) được sử dụng để thành lập bản đồ chung hoặc khi khảo sát các bề mặt như đê chắn sóng, đập, trụ cầu mà không cần phải xoay đầu sonar. Khoảng cách chùm tia cách ly, độ ổn định cuộn (hiện tượng lượn lên xuống) và chức năng theo dõi độ dốc (góc lượn lên xuống) tự động độc đáo được kết hợp trong Sonic, tăng hiệu quả tổng thể của hệ thống. Các chức năng tùy chọn nâng cao

bao gồm: Độ phân giải cực cao 700 kHz cung cấp độ rộng chùm tia không đổi 0,3 x 0,6 độ chưa từng có (năm 2024) với đầu ra Backscatter TruePix™, dữ liệu cột nước (Raw Water Column) và theo dõi chuyển tiếp (Switchable Forward Looking) sẽ được cung cấp. Tăng độ phân giải trên các tính năng dưới cùng.

Hệ thống đa tia diện rộng Sonic đại diện cho thiết kế và kiến trúc hiện đại, không bị lệ thuộc vào thiết kế truyền thống. Các linh kiện điện tử nặng nề, công kênh và tiêu tốn năng lượng, đặc trưng cho công nghệ hồi âm đa tia cũ đã được loại bỏ.

Sonar bao gồm ba thành phần chính: Máy chiếu compact nhẹ, máy thu và một mô đun giao diện. Công suất thiết bị cực thấp cho phép vận hành hệ thống pin trên tàu.

Không giống như các hệ thống hồi âm đa tia nước nông khác, tất cả quá trình xử lý đều được gắn vào máy thu âm, làm tăng hiệu quả hệ thống và sự đơn giản trong hội nhập.

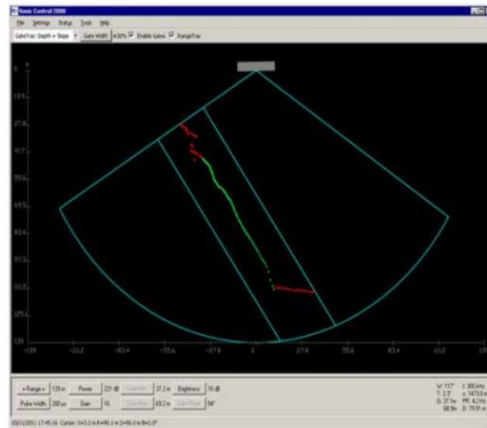


Hình 2.9. Cấu tạo của Sonar

Cảm biến phụ bên thứ ba được kết nối với mô đun giao diện sonar. Dữ liệu sonar được gắn với thời gian GPS. Kích thước nhỏ gọn, trọng lượng nhẹ, tiêu thụ

năng lượng thấp và loại bỏ các bộ xử lý riêng biệt, làm cho hệ thống Sonic đa tia băng rộng rất phù hợp cho tàu khảo sát nhỏ hoặc cho hoạt động ROV/AUV.

Đối với việc tích hợp AUV, ngoài trừ bộ chuyển đổi và nhận tín hiệu của đầu dò, phần cứng duy nhất đặt trên AUV là một bảng giao diện có kích thước của máy PC/104, cổng Ethernet, và cung cấp điện áp 48V DC riêng biệt.



Graphical User Interface (GUI)

Hình 2.10. Giao diện đồ họa

Hoạt động của sonar được điều khiển từ giao diện đồ họa người dùng trên máy tính cá nhân hoặc Laptop, thường được trang bị phần mềm hướng dẫn thu thập số liệu. Người điều khiển thiết lập các thông số sonar trong cửa sổ kiểm soát sonar trong các phần mềm ứng dụng được hiển thị chiều sâu hình ảnh và các dữ liệu cảm biến khác.

Các lệnh được truyền qua giao diện Ethernet tới các mô đun giao diện Sonar (SIM). SIM cung cấp năng lượng cho đầu sonar, đồng bộ dữ liệu cảm biến theo thời gian, và truyền dữ liệu tới trạm ứng dụng và truyền mệnh lệnh tới đầu sonar. Đầu thu giải mã các lệnh của sonar, kích hoạt xung phát, nhận, khuếch đại, định dạng chùm tia, phát hiện đáy biển, đóng gói và truyền dữ liệu qua SIM-Ethernet- tới máy tính PC.

2.2.2 Tiêu chuẩn kỹ thuật

Technical Specifications			
Feature	Sonic 2024	Sonic 2022	Sonic 2020
Frequency	200 to 400kHz Over 20 frequency selections User selectable in real-time	200 to 400kHz Over 20 frequency selections User selectable in real-time	200 to 400kHz Over 20 frequency selections User selectable in real-time
Bandwidth	60 kHz, all frequency selections	60 kHz, all frequency selections	60 kHz, all frequency selections
Beamwidth	0.3° x 0.6° at 700kHz (optional) 0.5°x1° at 400kHz 1°x 2° at 200kHz	0.6° x 0.6° at 700kHz (optional) 1°x 1° at 400kHz 2°x 2° at 200kHz	2° x 2° at 400kHz 4° x 4° at 200kHz
Swath Sector	10° to 160° All frequency selections User selectable in real-time	10° to 160° All frequency selections User selectable in real-time	10° to 130° All frequency selections User selectable in real-time
Sounding Depth*	400m+	400m+	75m+
Ping Rate	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Range Resolution	1.25cm	1.25cm	1.25cm
Pulse Length	15µsec–1000µsec	15µsec–1000µsec	15µsec–1000µsec
Number of Beams	256	256	256
Near-field Focusing	Yes, all beams, over entire swath	Yes, all beams, over entire swath	Yes, all beams, over entire swath
Equiangular or Equidistant beams	Yes	Yes	Yes
Roll Stabilization	Yes	Yes	Yes
Rotate Sector	Yes	Yes	Yes
Automated Operation	Yes	Yes	Yes
Depth Rating	100m, 3000m optional	100m, 3000m optional	500m, 3000m optional
Operating Temp.	-10°C to 50°C	-10°C to 50°C	-10°C to 50°C
Storage Temp.	-20°C to 55°C	-20°C to 55°C	-20°C to 55°C
Mains	90-260 VAC, 45-65Hz	90-260 VAC, 45-65Hz	90-260 VAC, 45-65Hz
Power Consumption	50W	35W	20W
Uplink/Downlink	10/100/1000Base-T Ethernet	10/100/1000Base-T Ethernet	10/100/1000Base-T Ethernet
Deck Cable Length	15m, optional 25m, 50m	15m, optional 25m, 50m	15m, optional 25m, 50m
Receiver Dim (LWD)	480 x 109 x 190mm	276 x 109 x 190mm	155 x 140 x 150mm
Receiver Mass	12 kg	7 kg	4 kg
Projector Dim (LWD)	273 x 108 x 86mm	273 x 108 x 86mm	N/A
Projector Mass	3.3 kg	3.3	N/A
SIM (LWD)	280 x 170 x 60mm	280 x 170 x 60mm	280 x 170 x 60mm
SIM Mass	2.4 kg	2.4 kg	2.4 kg

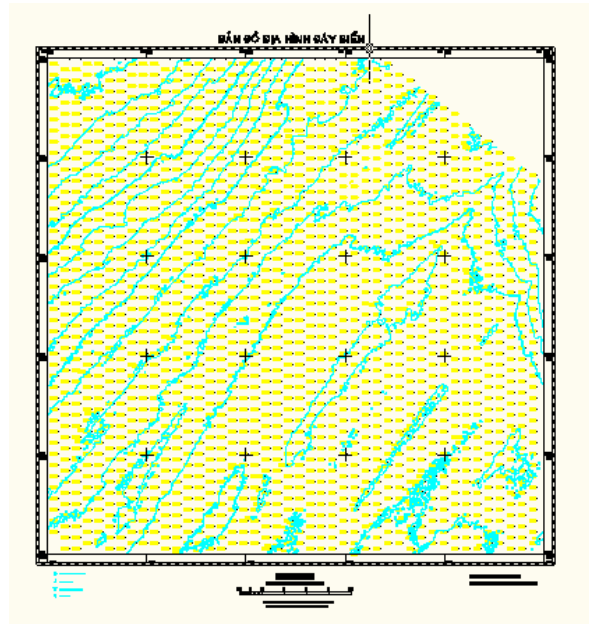
Hình 2.11. Thông số kỹ thuật máy R2 Sonic

2.3.Kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1: 10.000

2.3.1. Khái niệm chung

Bản đồ địa hình đáy biển là sản phẩm của việc mô tả địa hình đáy biển bằng ngôn ngữ bản đồ, nó được dùng làm nền để thể hiện các thông tin địa lý về biển. Bản đồ địa hình đáy biển là cơ sở cho việc thành lập các bản đồ chuyên đề biển.

Bản đồ địa hình đáy biển có thể được coi là sự kéo dài của bản đồ địa hình phần đất liền về phía biển, vì vậy chúng tạo thành một thể thống nhất về hệ tọa độ, hệ độ cao, hệ quy chiếu. Bản đồ địa hình đáy biển có nội dung và cách biểu thị tương tự các bản đồ phần đất liền phục vụ các mục đích nghiên cứu khoa học, các hoạt động kinh tế xã hội ở vùng biển. Bản đồ địa hình đáy biển là cơ sở để thiết kế xây dựng các công trình thủy, phát triển ngư trường, qui hoạch tuyến vận tải biển, nghiên cứu môi trường, thăm dò và khai thác dầu khí, .v.v...



Hình 2.12. Bản đồ địa hình đáy biển

2.3.2 Nội dung của bản đồ địa hình đáy biển

Bản đồ địa hình đáy biển thường sử dụng lưới chiếu trụ ngang (UTM, Gauss-Kruger).

Trên bản đồ địa hình đáy biển phải thể hiện đầy đủ cơ sở toán học của nó, bao gồm khung bản đồ, trên đó thể hiện đầy đủ lưới kilômét, kinh, vĩ độ trắc địa, các điểm khống chế tọa độ, độ cao và các điểm định hướng, các điểm mốc cơ sở lãnh hải được tính trong hệ tọa độ nhà nước. Khung bản đồ địa hình được trình bày giống như khung bản đồ địa hình trên đất liền cùng tỷ lệ. Ngoài khung bản đồ ghi chú độ chênh giữa số “0” của bản đồ và số “0” lục địa và ghi rõ khoảng cao đều đường đẳng sâu.

Độ sâu trên bản đồ địa hình đáy biển được tính toán và thể hiện trong hệ thống độ cao nhà nước.

Trên bản đồ địa hình đáy biển phải thể hiện đầy đủ các đặc trưng địa hình, thông qua vị trí và độ sâu của các điểm đo trực tiếp. Dáng địa hình được thể hiện qua các đường đẳng sâu với khoảng cao đều thích hợp hoặc phối hợp thể hiện bằng các ký hiệu riêng đối với những nơi có địa hình đặc biệt. Vị trí của các tảng đá độc lập lớn, ngọn núi đá ngầm phải được thể hiện chính xác trên bản đồ.

Thực phủ trên bản đồ địa hình đáy biển phải được thể hiện trên bản đồ địa hình đáy biển, trên bản đồ có ranh giới khoảng vùng thực phủ, chiều dày lớp thực phủ (tảo biển, rong biển vv...).

Trên bản đồ địa hình đáy biển phải thể hiện các thông tin về chất đáy (bùn, cát, san hô, bãi đá ngầm...) với mật độ điểm lấy mẫu chất đáy phù hợp.

Vị trí, kích thước các công trình trên biển như đèn biển, cầu cảng, hệ thống cáp hoặc đường ống, giàn khoan khai thác dầu khí, phải được thể hiện chính xác vị trí trên bản đồ địa hình đáy biển bằng các ký hiệu thống nhất, dễ đọc khi sử dụng bản đồ.

Trên bản đồ địa hình đáy biển phải thực hiện các yếu tố hàng hải như luồng lạch vào cảng, hệ thống phao tiêu cố định.

Vị trí các xác tàu đắm cần được thể hiện trên bản đồ. Thông tin về vị trí của xác tàu đắm có thể lấy từ bản đồ hàng hải. Ranh giới các vùng nguy hiểm cần được thể hiện chính xác trên bản đồ.

Hướng chảy của các dòng hải lưu và tính chất của nó.

Địa danh của các vùng biển, các đảo phải được thể hiện theo đúng phong chữ quy định trong quy phạm. Sử dụng địa danh phải có tính quốc tế và quốc gia.

2.3.3 Độ chính xác của bản đồ địa hình đáy biển

Tại Việt Nam.Theo “**Quy định cơ sở toán học, độ chính xác nội dung và ký hiệu bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1:10.000**”. (Tổng cục Địa chính, 1998), mục II :

- Điểm chuẩn tọa độ trên bờ là điểm có tọa độ chính xác tọa độ hạng IV Nhà nước trở lên.

- Sai số trung phương độ cao của điểm nghiệm triều so với điểm thủy chuẩn Nhà nước gần nhất không được vượt quá 1/10 khoảng cao đều cơ bản của đường đẳng sâu.

- Sai số trung phương độ sâu của điểm ghi chú độ sâu so với độ cao của điểm chuẩn độ cao không được vượt quá:

± 0,30 mét khi độ sâu đến 50 mét,

± 0,45 mét khi độ sâu từ 50 mét đến 100 mét,

± 0,70 mét khi độ sâu trên 100 mét,

- Sai số trung phương độ sâu đường đẳng sâu so với độ cao của điểm chuẩn độ cao không được vượt quá:

$\pm 0,40$ mét khi độ sâu đến 50 mét,

$\pm 0,60$ mét khi độ sâu từ 50 mét đến 100 mét,

$\pm 0,90$ mét khi độ sâu trên 100 mét,

- Sai số trung phương vị trí mặt phẳng của điểm ghi chú độ sâu so với điểm cơ sở (điểm định vị trên bờ) không được vượt quá $\pm 1,0\text{mm}$ theo tỷ lệ bản đồ.

- Sai số trung phương vị trí địa vật cố định nổi trên mặt nước so với điểm trắc địa gần nhất hoặc điểm chuẩn gần nhất không được vượt quá $0,7\text{ mm}$, các địa vật khác không quá $1,0\text{ mm}$ theo tỷ lệ bản đồ.

- Số chênh độ sâu giữa đo kiểm tra và đo độ sâu trong vòng 2 mm tính theo tỷ lệ bản đồ không được vượt quá $1,5$ lần giá trị sai số nêu ở trên điểm 3 và điểm 4 của mục II.

2.3.4. Các phương pháp thành lập bản đồ địa hình đáy biển

1. Phương pháp truyền thống

Phương pháp truyền thống chủ yếu liên quan đến các thiết bị quang học. hiện nay, phương pháp này vẫn được sử dụng để thiết lập vị trí ở những khoảng cách gần, ví dụ như đo đặc ven bờ, vùng nước nông. Một nhược điểm nữa của phương pháp truyền thống là phụ thuộc nhiều vào thời tiết.

Là phương pháp đo vẽ chi tiết bằng các phương tiện tàu, xuồng, ca nô. Phương pháp đo sâu được thực hiện trực tiếp bằng sào đo, dây dọi đo sâu hoặc bằng máy đo sâu hồi âm. Điểm đo được định vị bằng phương pháp quang học, phương pháp vô tuyến hoặc vệ tinh.

2. Các phương pháp khác

Gồm các phương pháp:

- Chụp ảnh hàng không [4].
- Chụp ảnh ngấm dưới nước.
- Viễn thám [4].

2.3.5 Phân loại bản đồ địa hình đáy biển

Dựa vào tỷ lệ để phân loại thì bản đồ địa hình đáy biển được chia làm ba nhóm lớn sau:

- ❖ Các loại bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ lớn:

Bao gồm các loại bản đồ tỷ lệ như 1/1000, 1/2000 và 1/5000. Tùy thuộc vào mục đích cụ thể mà ta chọn tỷ lệ đo vẽ cho phù hợp. Ví dụ: Để thiết kế cảng biển thường dùng bản đồ tỷ lệ 1/1000 và 1/2000; để khảo sát và thiết kế giàn khoan dùng bản đồ tỷ lệ 1/2000; để khảo sát khu vực đánh bắt hải sản hay thăm dò không sản dùng bản đồ tỷ lệ 1/5000.

❖ Các loại bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ trung bình:

Bao gồm các loại bản đồ tỷ lệ từ 1/10.000, 1/200.000. Đây là hệ thống bản đồ tỷ lệ cơ bản vì nó phục vụ cho nhiều ngành, nhiều đối tượng, nhiều mục đích khác nhau.

Trong nhóm này, các bản đồ lại phân loại dựa vào độ sâu của khu vực đo vẽ:

Bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1/10.000: Bao trùm những vùng quan trọng ven bờ, nơi có các hoạt động kinh tế mạnh như Cẩm Phả, Hải Phòng, Cửa Lò, Sông Gianh, Đà Nẵng, Quy Nhơn, Nha Trang, ... và các cửa sông lớn. Các bản đồ này có khoảng sâu đều đường bình độ là 1 m.

Bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1/25.000: Được thành lập dọc theo bờ biển Việt Nam và một số đảo như Bạch Long Vĩ, Phú Quốc,... Các bản đồ này có khoảng sâu đều đường bình độ là 2 m.

Bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1/100000: Bao trùm thêm lục địa Việt Nam, khoảng sâu đều đường bình độ là 10 m.

Bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1/200000: Bao trùm vùng đặc quyền kinh tế biển với độ sâu tới 200 m, khoảng sâu đều đường bình độ là 20m.

❖ Các loại bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ nhỏ:

Bao gồm các loại bản đồ tỷ lệ 1/500000 và nhỏ hơn. Dựa vào yêu cầu mức độ khái quát địa hình đối với vùng biển mà ta có thể xác định tỷ lệ thành lập là 1/500000, 1/1000000, 1/2000000 hay 1/3000000. Các bản đồ này sẽ được thành lập bằng cách biên vẽ từ bản đồ địa hình tỷ lệ lớn hơn.

2.3.6. Biên tập thành lập bản đồ địa hình đáy biển

Việc biên tập và thành lập bản đồ được tiến hành trên máy tính và các phần mềm chuyên dụng.

Đưa các số liệu thu được trong quá trình xử lý số liệu vào phần mềm chuyên dụng (Autocad,...) để thành lập bản đồ số trên máy tính và bản đồ thành các file vẽ và file lưu trữ theo quy phạm nhà nước.

Bản đồ số có thể được in ra hoặc lưu trữ trong các file dữ liệu dưới dạng file.dgn hoặc file .dxf để tiện quản lý và dễ dàng giao tiếp với các phần mềm khác.

Số liệu đo đạc biến rất lớn, vì vậy toàn bộ quá trình trên bắt buộc phải thực hiện bằng công nghệ tin học, theo một chu trình tự động hóa cao.

Để đảm bảo độ chính xác thành lập bản đồ địa hình đáy biển và nâng cao hiệu quả công việc, cần phải trang bị và sử dụng thành thạo các phần mềm chuyên dụng khi tiến hành đo vẽ và xử lý số liệu thành lập bản đồ địa hình đáy biển.

2.4 Ứng dụng thực tiễn của máy đo sâu hồi âm R2 Sonic

- So với các phương pháp đo đạc truyền thống máy đo sâu hồi âm đa tia có những tính năng ưu việt sau:

+ Các thiết bị hiện đại đồng bộ và ổn định cao giúp cho quá trình đo đạc được thực hiện tự động hóa hoàn toàn;

+ Giải pháp kỹ thuật đã được loại trừ các nguồn sai số do môi trường đo đạc trên biển gây nên như gió, sóng biển và thủy triều. Phương pháp định vị với thiết bị thu tiên tiến cho phép đo đạc ở bất cứ nơi đâu mà độ chính xác vẫn rất cao cỡ $<10\text{cm}$ và ổn định đến 95%;

+ Khả năng quét được 100% đáy biển cung cấp mô hình số địa hình chính xác và trung thực hơn nhiều so với phương pháp truyền thống;

-Việc ứng dụng máy đo sâu hồi âm đa tia trong công tác khảo sát địa hình để thành lập bản đồ địa hình đáy biển cho độ chính xác cao đáp ứng được tiến độ theo yêu cầu, mang lại hiệu quả kinh tế cao.

-Với độ chính xác đạt được máy đo sâu hồi âm đa tia còn được ứng dụng trong công tác khảo sát lòng hồ thủy điện, đập nước phục vụ tưới tiêu để xác định khối lượng bùn lắng trong mùa mưa lũ.

- Khảo sát thủy đạc.

- Thiết kế và thi công công trình thủy.

- Thi công nạo vét cảng, luồng hàng hải,...

CHƯƠNG 3

THỰC NGHIỆM

3.1. Giới thiệu khu đo

3.1.1. Điều kiện tự nhiên Tỉnh Quảng Ninh

1. Vị trí địa lý



Hình 3.1. Bản đồ hành chính tỉnh Quảng Ninh

Quảng Ninh là một tỉnh ở địa đầu phía đông bắc Việt Nam, phía tây tựa lưng vào núi rừng trùng điệp, phía đông nghiêng xuống nửa phần đầu vịnh Bắc bộ với bờ biển khúc khuỷu nhiều cửa sông.

Quảng Ninh có toạ độ địa lý khoảng $106^{\circ}26'$ đến $108^{\circ}31'$ kinh độ đông và từ $20^{\circ}40'$ đến $21^{\circ}40'$ vĩ độ bắc. Bề ngang từ đông sang tây, nơi rộng nhất là 195km. Bề dọc từ bắc xuống nam khoảng 102km. Điểm cực bắc là dãy núi cao thuộc thôn Mỏ Toòng, xã Hoành Mô, huyện Bình Liêu. Điểm cực nam ở đảo Hạ Mai thuộc xã Ngọc Vũng, huyện Vân Đồn. Điểm cực tây là sông Vàng Chua ở xã Bình Dương và xã Nguyễn Huệ, TX Đông Triều. Điểm cực đông trên đất liền là mũi Gót ở đông bắc xã Trà Cổ, TP Móng Cái.

Quảng Ninh có biên giới quốc gia và hải phận giáp giới nước Cộng hoà Nhân dân Trung Hoa. Trên đất liền, phía bắc của tỉnh (có các huyện Bình Liêu, Hải Hà và TP Móng Cái) giáp huyện Phòng Thành và thị trấn Đông Hưng, tỉnh Quảng Tây với

132,8km đường biên giới; phía đông là vịnh Bắc Bộ; phía tây giáp các tỉnh Lạng Sơn, Bắc Giang, Hải Dương; phía nam giáp Hải Phòng. Bờ biển dài 250km.

Diện tích tự nhiên toàn tỉnh Quảng Ninh là tính đến ngày 1-10-1998 là 611.081,3 ha. Trong đó đất nông nghiệp 243.833,2 ha, đất chuyên dùng 36.513 ha, đất ở 6.815,9 ha, đất chưa sử dụng 268.158,3 ha.

2. Đặc điểm địa hình

Quảng Ninh là tỉnh miền núi - duyên hải. Hơn 80% đất đai là đồi núi. Hơn hai nghìn hòn đảo nổi trên mặt biển cũng đều là các quả núi.

Vùng núi chia làm hai miền: Vùng núi miền Đông từ Tiên Yên qua Bình Liêu, Hải Hà, Đầm Hà đến Móng Cái. Đây là vùng nối tiếp của vùng núi Thập Vạn Đại Sơn từ Trung Quốc, hướng chủ đạo là đông bắc - tây nam. Có hai dãy núi chính: dãy Quảng Nam Châu (1.507m) và Cao Xiêm (1.330m) chiếm phần lớn diện tích tự nhiên các huyện Bình Liêu, Hải Hà, Đầm Hà, dãy Ngàn Chi (1.166m) ở phía bắc huyện Tiên Yên. Vùng núi miền tây từ Tiên Yên qua Ba Chẽ, Hoành Bồ, phía bắc thị xã Uông Bí và thấp dần xuống ở phía bắc huyện Đông Triều. Vùng núi này là những dãy nối tiếp hơi uốn cong nên thường được gọi là cánh cung núi Đông Triều với đỉnh Yên Tử (1.068m) trên đất Uông Bí và đỉnh Am Váp (1.094m) trên đất Hoành Bồ.

Địa hình đáy biển Quảng Ninh, không bằng phẳng, độ sâu trung bình là 20m. Có những lạch sâu là di tích các dòng chảy cổ và có những dải đá ngầm làm nơi sinh trưởng các rạn san hô rất đa dạng. Các dòng chảy hiện nay nối với các lạch sâu đáy biển còn tạo nên hàng loạt luồng lạch và hải cảng trên dải bờ biển khúc khuỷu kín gió nhờ những hành lang đảo che chắn, tạo nên một tiềm năng cảng biển và giao thông đường thủy rất lớn.

3. Khí hậu

Khí hậu Quảng Ninh tiêu biểu cho khí hậu các tỉnh miền Bắc Việt Nam vừa có nét riêng của một tỉnh miền núi ven biển. Các quần đảo ở huyện Cô Tô và Vân Đồn,... có đặc trưng của khí hậu đại dương.

Quảng Ninh nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới có một mùa hạ nóng ẩm, mưa nhiều; một mùa đông lạnh, ít mưa và tính nhiệt đới nóng ẩm là bao trùm nhất. Do

nằm trong vành đai nhiệt đới nên hàng năm có hai lần mặt trời qua thiên đỉnh, tiềm năng về bức xạ và nhiệt độ rất phong phú.

Về nhiệt độ: Được xác định có mùa đông lạnh, nhiệt độ không khí trung bình ổn định dưới 20°C. Mùa nóng có nhiệt độ trung bình ổn định trên 25°C.

Về mưa: Theo quy ước chung, thời kỳ có lượng mưa ổn định trên 100mm là mùa mưa; còn mùa khô là mùa có lượng mưa tháng ổn định dưới 100mm.

4. Dân số

Tính đến năm 2011, dân số toàn tỉnh Quảng Ninh đạt gần 1.163.700 người, mật độ dân số đạt 191 người/km².

Kết cấu dân số ở Quảng Ninh có mấy nét đáng chú ý. Trước hết là "dân số trẻ", tỉ lệ trẻ em dưới 15 tuổi chiếm tới 37,6%. Người già trên 60 tuổi (với nam) và trên 55 tuổi (với nữ) là 7,1%. Các huyện miền núi tỉ lệ trẻ em dưới tuổi lao động còn lên tới 45%. Nét đáng chú ý thứ hai là ở Quảng Ninh, nam giới đông hơn nữ giới (nam chiếm 50,9 %, nữ chiếm 49,1%). Ngược với tỷ lệ toàn quốc. Ở các địa phương có ngành công nghiệp mỏ, tỷ lệ này còn cao hơn, ví dụ: Cẩm Phả, nam 53,2%, nữ 46,8%.

5. Sông ngòi và chế độ thủy văn

Quảng Ninh có đến 30 sông, suối dài trên 10km nhưng phần nhiều đều nhỏ. Diện tích lưu vực thông thường không quá 300km², trong đó có 4 con sông lớn là hạ lưu sông Thái Bình, sông Ka Long, sông Tiên Yên và sông Ba Chẽ. Đại bộ phận sông có dạng xoè hình cánh quạt, trừ sông Cẩm, sông Ba Chẽ, sông Tiên Yên, sông Phở Cũ có dạng lông chim.

Ngoài 4 sông lớn trên, Quảng Ninh còn có 11 sông nhỏ, chiều dài các sông từ 15-35km; diện tích lưu vực thường nhỏ hơn 300km², chúng được phân bố dọc theo bờ biển, gồm sông Trảng Vinh, sông Hà Cối, sông Đầm Hà, sông Đồng Cái Xương, sông Hà Thanh, sông Đồng Mỏ, sông Mông Dương, sông Diễn Vọng, sông Man, sông Trới, sông Míp.

Tất cả các sông suối ở Quảng Ninh đều ngắn, nhỏ, độ dốc lớn. Lưu lượng và lưu tốc rất khác biệt giữa các mùa. Mùa đông, các sông cạn nước, có chỗ trơ ghềnh đá nhưng mùa hạ lại ào ào thác lũ, nước dâng cao rất nhanh. Lưu lượng mùa khô 1,45m³/s, mùa mưa lên tới 1500m³/s, chênh nhau 1.000 lần.

6. Dân tộc

Dân tộc, Quảng Ninh có 22 thành phần dân tộc, song chỉ có 6 dân tộc có hàng nghìn người trở lên, cư trú thành những cộng đồng và có ngôn ngữ, có bản sắc dân tộc rõ nét. Đó là các dân tộc Việt (Kinh), Dao, Tày, Sán Dìu, Sán Chỉ, Hoa.

Trong các dân tộc sinh sống trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh, người Việt (Kinh) chiếm 89,23% tổng số dân. Người Dao (4, 45%) có hai nhánh chính là Thanh Y, Thanh Phán. Người Hoa (0,43%), người Sán Dìu (1,80%), Sán chỉ (1,11%).

3.1.2. Huyện Vân Đồn



Hình 3.2. Vân Đồn- Quảng Ninh

Vân Đồn có 12 đơn vị hành chính gồm thị trấn Cái Rồng và 11 xã: Bản Sen, Bình Dân, Đài Xuyên, Đoàn Kết, Đông Xá, Hạ Long, Minh Châu, Ngọc Vũng, Quan Lạn, Thắng Lợi, Vạn Yên.

Về địa lý, Vân Đồn được phân tách làm 2 phần như sau:

Xã, thị trấn trên đảo Cái Bàu và các đảo nhỏ trong vùng biển phụ cận đảo Cái Bàu, ở phía Tây Bắc của huyện, là các xã: Đông Xá, Hạ Long, Bình Dân, Đoàn Kết, Đài Xuyên, Vạn Yên và thị trấn Cái Rồng;

5 xã thuộc tuyến đảo Vân Hải vòng ra ngoài khơi, ôm lấy rìa phía đông của vịnh Bái Tử Long, là các xã: Minh Châu, Quan Lạn, Ngọc Vũng, Bản Sen, Thắng Lợi.

1. Dân số

Dân số huyện Vân Đồn vào khoảng 43.000 dân, tập trung chủ yếu ở thị trấn Cái Rồng và các xã Đông Xá, Hạ Long, Quan Lạn.

2. Giao thông

Từ đất liền có thể sang đảo Cái Bàu bằng đường bộ đi qua 3 cây cầu Vân Đồn I, Vân Đồn II và Vân Đồn III. Tỉnh lộ 334 dài 40 km nối tiếp các cây cầu trên

và chạy xuyên suốt 40 km trong đảo Cái Bàu. Tuy nhiên, giao thông trong huyện chủ yếu là bằng đường thủy giữa các đảo. Xã Vạn Yên (trên đảo Cái Bàu) có bến cảng Vạn Hoa, thị trấn Cái Rồng (trên đảo Cái Bàu) có cảng Cái Rồng, có thể cho xà lan, tàu thuyền tải trọng hàng trăm tấn ra vào dễ dàng, đồng thời là đầu mối giao thông qua lại giữa các đảo. Ngoài ra còn có dự án đường cao tốc Nội Bài - Hạ Long - Móng Cái đi qua hiện đang được đầu tư. Ở đây còn có dự án sân bay quốc tế Quảng Ninh hiện đang được đầu tư xây dựng.

3. Địa lý tự nhiên

Vân Đồn là một quần đảo vòng quanh phía Đông và Đông Bắc vịnh Bái Tử Long, nhưng lại nằm ở phía Đông và Đông Nam của tỉnh Quảng Ninh. Nó gồm 600 hòn đảo lớn nhỏ. Đảo lớn nhất Cái Bàu, diện tích chiếm khoảng non nửa diện tích đất đai của huyện, trước có tên là Kế Bào, ở phía Tây Bắc huyện nằm kề cận đất liền lục địa, cách đất liền bởi lạch biển Cửa Ông và sông Voi Lớn.

Huyện Vân Đồn có diện tích tự nhiên 551,3 km². Trong tổng số 600 hòn đảo thuộc huyện thì có hơn 20 đảo có người ở. Lớn nhất là đảo Cái Bàu rộng 17.212 ha, ở giáp địa phận thành phố Cẩm Phả. Các đảo đều có địa hình núi đá vôi, thường chỉ cao 200 ÷ 300 m so với mặt biển, có nhiều hang động Karst. Cũng giống như tất cả các đảo trong vịnh Bắc Bộ các đảo của huyện Vân Đồn vốn trước kia là các đỉnh núi của phần thềm lục địa, ở vị trí Tây Bắc vịnh Bắc bộ, phần kéo dài của dãy núi Đông Triều.

Lượng mưa bình quân hàng năm ở đây khoảng trên 2000 mm/năm.

4. Kinh tế

Nền kinh tế của Vân Đồn chủ yếu là kinh tế biển và khai thác khoáng sản bao gồm: Nuôi trồng và đánh bắt hải sản, trồng và khai thác lâm nghiệp, dịch vụ du lịch biển, khai thác than, đá vôi, cát trắng, sắt, vàng sa khoáng. Nông nghiệp trồng trọt thì nhỏ bé.

Kinh tế lâm nghiệp suy giảm do khai thác cạn kiệt, tốc độ trồng lại rừng không theo kịp tốc độ khai thác.

Vùng biển của huyện có nhiều chủng loại hải sản quý như: Tôm he, cá mực, sá sùng, cua, ghẹ, ngọc trai, bào ngư... Nghề khai thác hải sản có từ lâu đời,

song chủ yếu là đánh bắt trong lồng bè và ven bờ, chỉ từ năm 1995 tới nay mới phát triển đánh bắt xa bờ. Việc nuôi trồng thủy sản, đặc biệt là nghề nuôi cấy ngọc trai, từ năm 1990 mới phát triển mạnh. Sản lượng hải sản đánh bắt và nuôi trồng vào đầu những năm 1990 tăng từ 2-3 nghìn tấn/năm lên 5-6 nghìn tấn/năm.

Công nghiệp khai khoáng gồm: Than đá đã được khai thác từ thời Pháp thuộc ở mỏ than Kế Bào. Trữ lượng hiện còn khoảng 107 triệu tấn. Mỏ quặng sắt Cái Bàu có trữ lượng lớn khoảng 154.000 tấn. Mỏ cát trắng Vân Hải có trữ lượng trên 13 triệu tấn, hiện đang khai thác với sản lượng 20.000 tấn/năm. Vàng sa khoáng và vàng trong đới quặng sắt có ở đảo Cái Bàu.

Huyện đảo Vân Đồn, nằm ôm trọn vùng vịnh Bái Tử Long, có nhiều đảo đá vôi và những hang động đẹp, lại nối liền với vịnh Hạ Long, di sản thế giới. Các xã đảo tuyến ngoài giáp vịnh Hạ Long (tuyến đảo Vân Hải) có nhiều bãi tắm đẹp, nhiều hải sản ngon, khí hậu trong lành và những di tích lịch sử văn hóa, có nhiều tiềm năng để phát triển kinh tế dịch vụ du lịch.

3.2. Phương án kỹ thuật

Ta có 7 bước sau:

Bước 1: Chuẩn bị

- Ta cần tìm hiểu về khu vực đo (địa hình, cơ sở hạ tầng xung quanh...).
- Thu thập các bản đồ khu vực đã có, nghiên cứu bản đồ cần làm.
- Thiết kế công việc, thiết kế tuyến đo theo ngày.

Bước 2: Thiết kế tuyến đo

Dùng phương pháp giao hội góc, cạnh hoặc đo GPS (được dùng nhiều do độ chính xác cao, nhanh, có tính trực quan và dễ dàng xử lý số liệu).

- Khoảng cách giữa các tuyến đo theo tỉ lệ bản đồ.
- Thiết kế đường tàu chạy cho phù hợp.
- Khoảng cách: 10mm x M (M: Mẫu số tỉ lệ bản đồ cần thành lập).
- Thực tế: Khi thiết kế tuyến đo ta phải thiết kế sao cho đường đi của thuyền song song với đường đồng mức dự kiến đi từ bờ đi ra nếu không sẽ dễ bị lật thuyền.
- Đồng thời cũng phải đánh dấu rõ ràng khi đo mực nước biển tức thời với tần suất đo là 15 phút/1 lần đo. Khi đo từ mặt nước tới đáy ta phải chấp nhận sai số sóng biển.

Bước 3: Đo mực nước biển

Với kỹ thuật DGPS, ta phải quan tâm tới mực nước biển: Khi đo theo phương pháp truyền thống ta dùng mia “2m” một (dễ mang theo) để đo. Khoảng 15km có 1 mia tuy nhiên có thể thay đổi sao cho phù hợp với bản đồ.

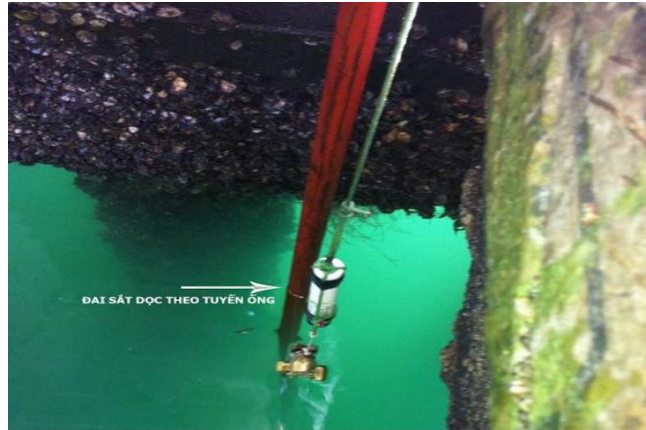


Hình 3.3. Cột thủy chí (mia)

- Phương pháp sử dụng máy nghiệm triều: Nguyên lý của nó là đặt cố định 1 điểm ở dưới đáy biển, dựa vào áp lực nước tác động vào máy cùng với độ cao của máy ta suy ra được mực nước tức thời theo thời gian. Số lượng trạm bố trí tùy thuộc vào yêu cầu độ chính xác của bản đồ.



Hình 3.4. Lắp đặt trạm nghiệm triều



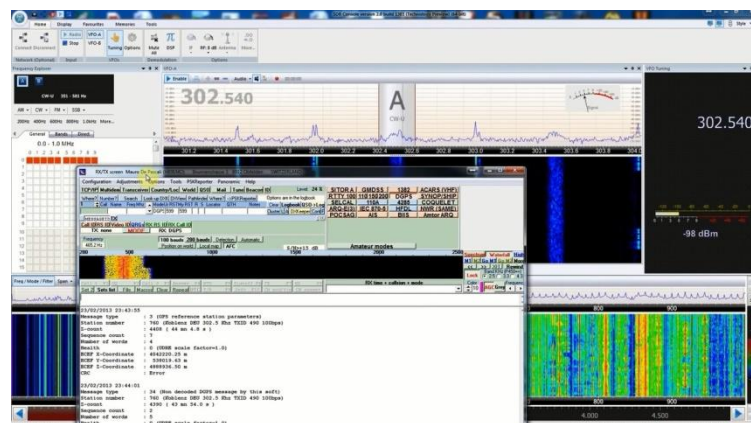
Hình 3.5. Thả máy trạm nghiệm triều



Hình 3.6. Hai máy nghiệm triều và công tác lấy số liệu

Bước 4: Lựa chọn loại máy và phương pháp đo

- Máy đo GPS: DSM132.
- Máy đo sâu: Hệ thống đo sâu đa tia R2 SONIC 2024 của hãng R2SONIC LLC Mỹ.
- Phương pháp sử dụng DGPS thu sóng cải chính của trạm phát sóng DGPS Beacon Móng Cái (phát sóng miễn phí do Nhà Nước tài trợ).



Hình 3.7. Giải mã tín hiệu của trạm beacon

Bước 5: Lắp thiết bị trên thuyền

Việc lắp đặt thiết bị trên thuyền cũng là một bước quan trọng trong quá trình đo sâu. Có vài điều cần chú ý như sau:

- Các thiết bị trên thuyền phải được sắp xếp gọn gàng, tránh sự cản trở cũng như cần đo sâu cùng anten GPS đặt càng gần nhau càng tốt nếu không sẽ gây ra độ trễ tín hiệu.



Hình 3.8. Lắp đặt đầu cần phát biển máy đa tia R2 sonic

Mặt cần đo sâu không được thấp hơn đáy thuyền (rất dễ gây mắc cạn) đảm bảo được mặt nước.



Hình 3.9. Các cần đo sâu sau khi hoàn thành công tác lắp đặt

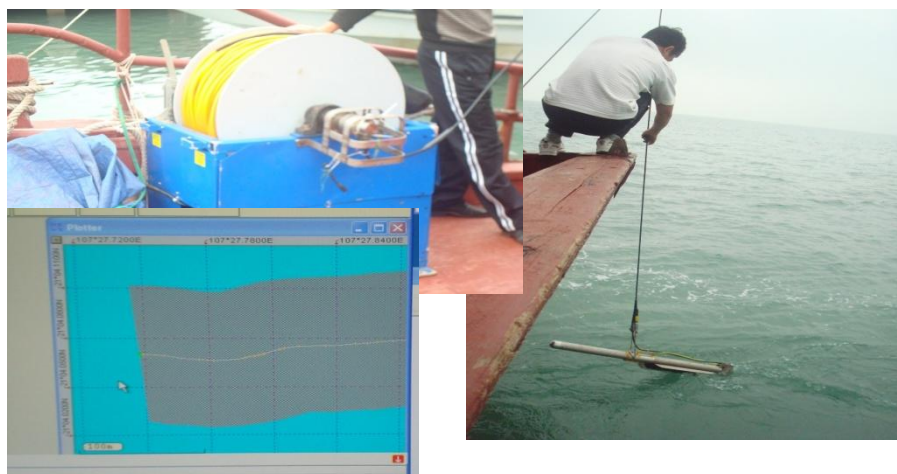


Hình 3.10. Hệ thống máy đo sâu hồi âm đa tia R2Sonic

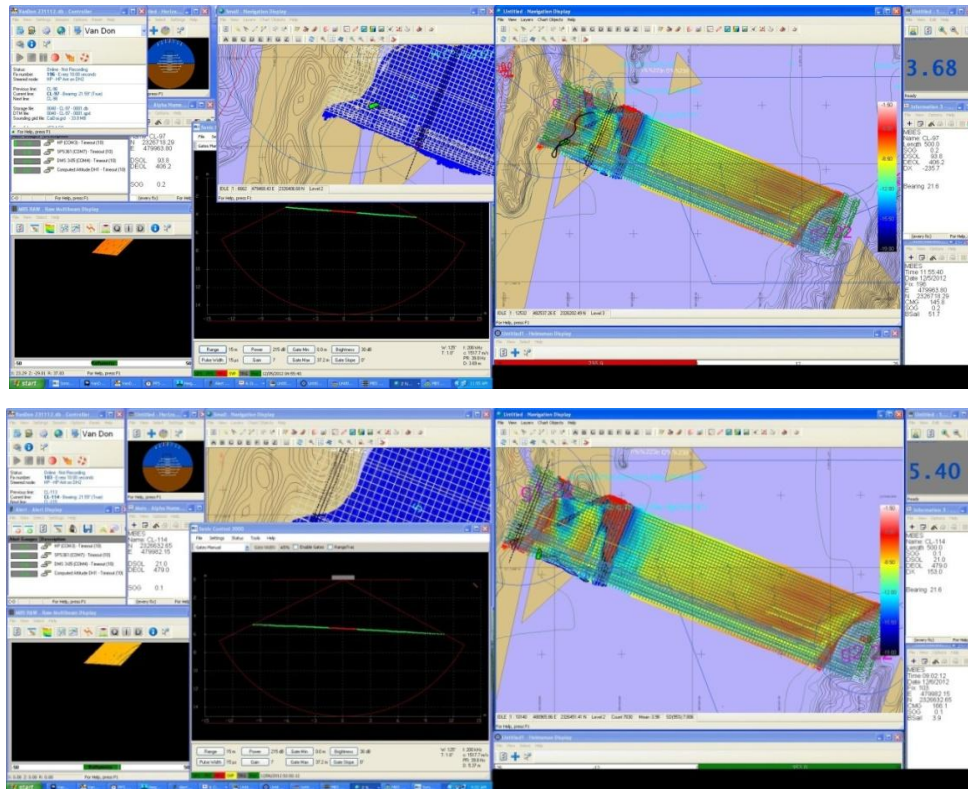
- Cần đo sâu nên đặt về 1 bên của tàu, gần mũi tàu ở mức độ vừa phải
- Sắp xếp gọn gàng các thiết bị trên tàu như: máy định vị, máy đo sâu, máy tính, acquy.

Bước 6: Vận hành đo

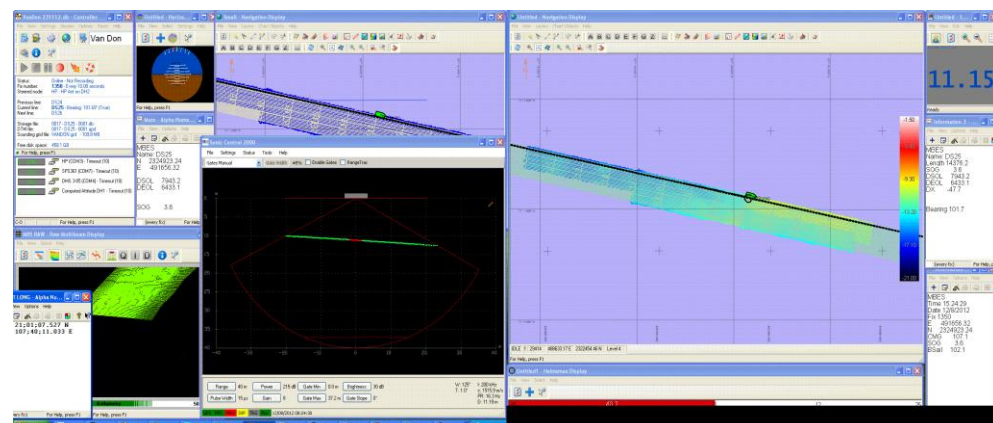
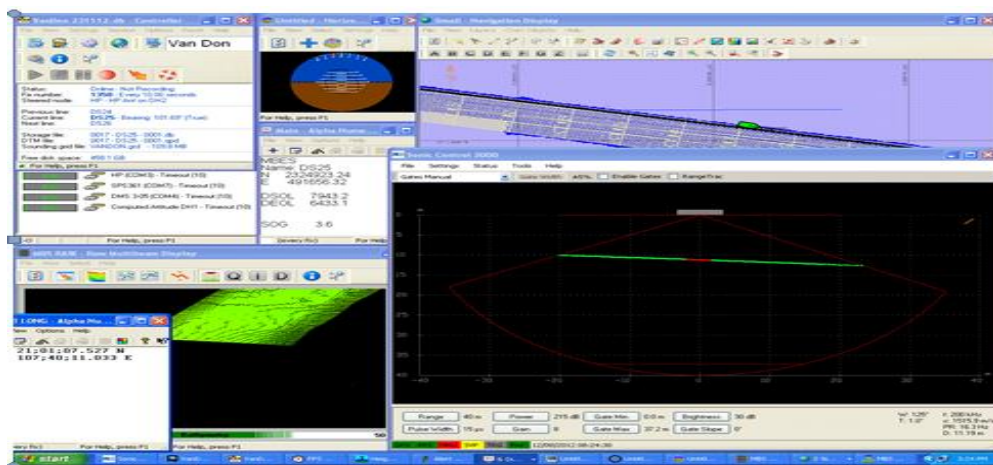
- Khi đo cài đặt sao cho có thể theo dõi tuyến đo thuyền chạy theo thiết kế ban đầu. Đồng thời kiểm soát được quá trình đo cũng như dễ điều chỉnh lại khi có sai sót.
- Tiến hành đo sâu cùng thu tín hiệu GPS được tọa độ điểm và độ sâu của 1 điểm.
- Khi tiến hành đo sâu ta sẽ thu được băng đo sâu của máy, dựa vào đó ta có thể tìm ra độ sâu của điểm fix.

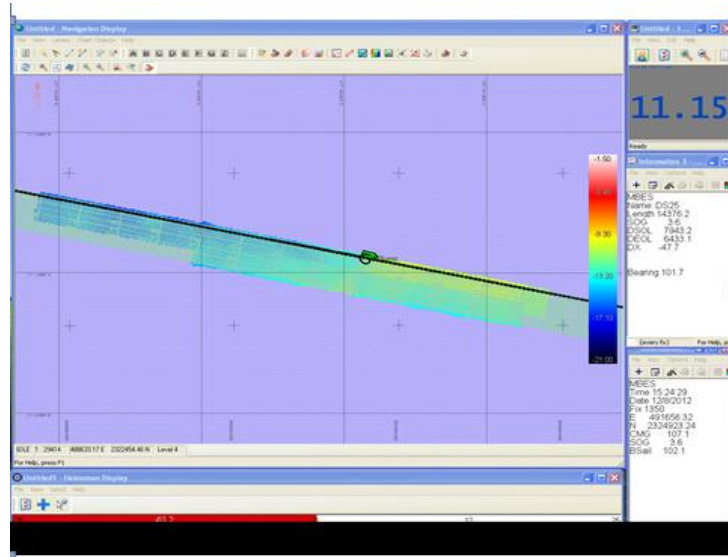


Hình 3.11. Hệ thống quét ảnh đáy biển CM2 – CMAX

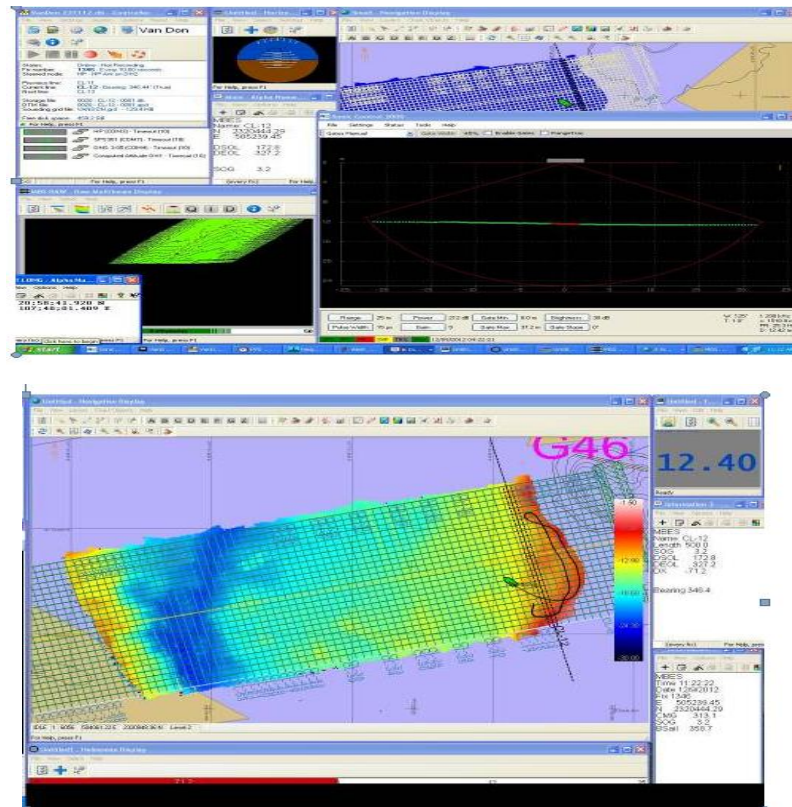


Hình 3.12. Màn hình khi chạy đo sâu



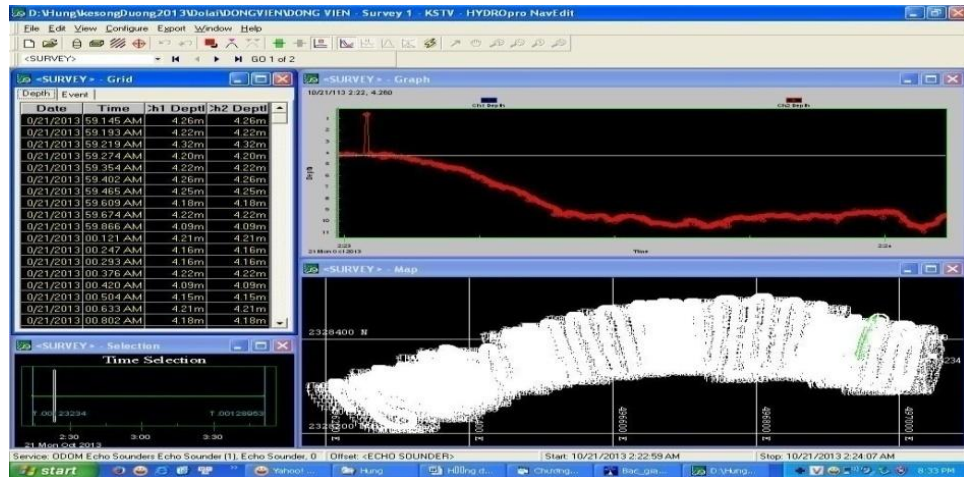


Hình 3.13. Màn hình định vị tàu DH2



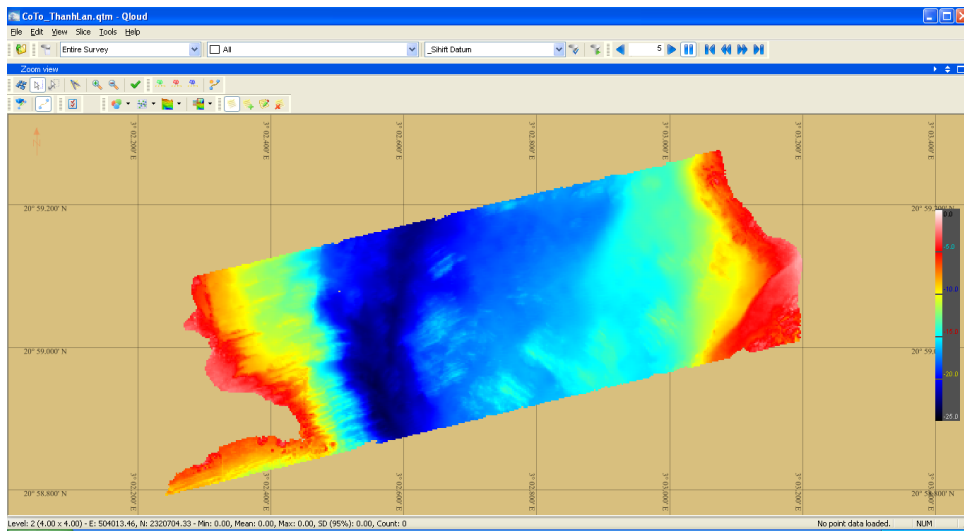
Hình 3.14. Màn hình định vị tàu DH1 (khi tàu khảo sát bổ sung dữ liệu khu vực sát bờ)

- Đồng thời đến điểm cần lấy mẫu chất đáy ta tiến hành lấy mẫu đánh dấu và ghi chú lại.
- Để lấy được tọa độ cùng độ sâu của 1 điểm tại một thời điểm tức thời thì ta cần phải có một phần mềm tích hợp số liệu của hai loại máy khác nhau này. Phổ biến là phần mềm Hydro pro.

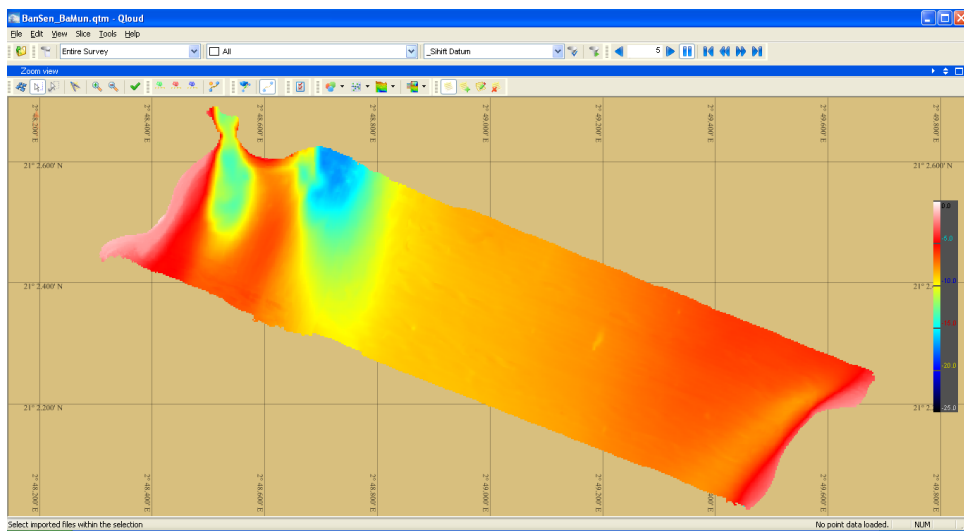


Hình 3.15. Phần mềm Hydro

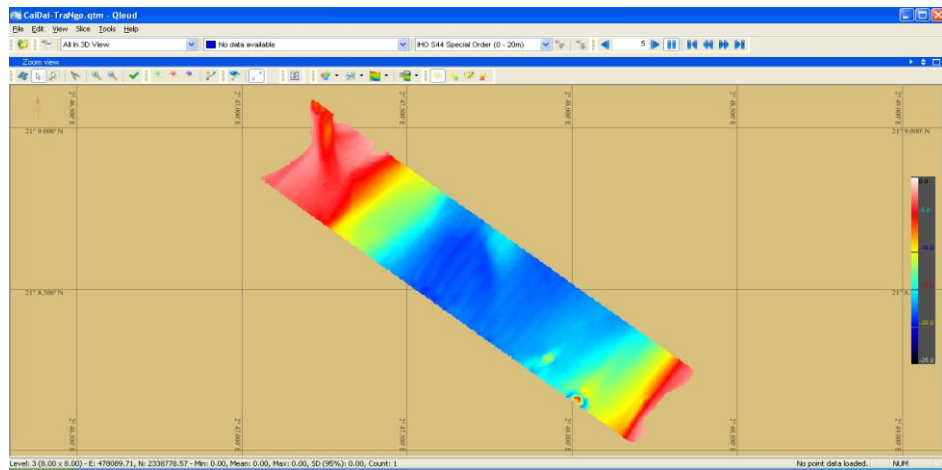
Tiến hành xử lý nội nghiệp



Đoạn 1



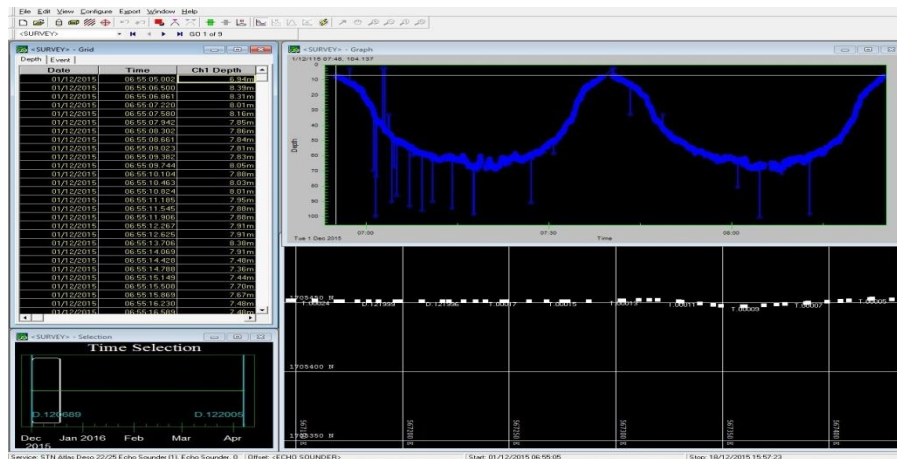
Đoạn 2



Đoạn 3

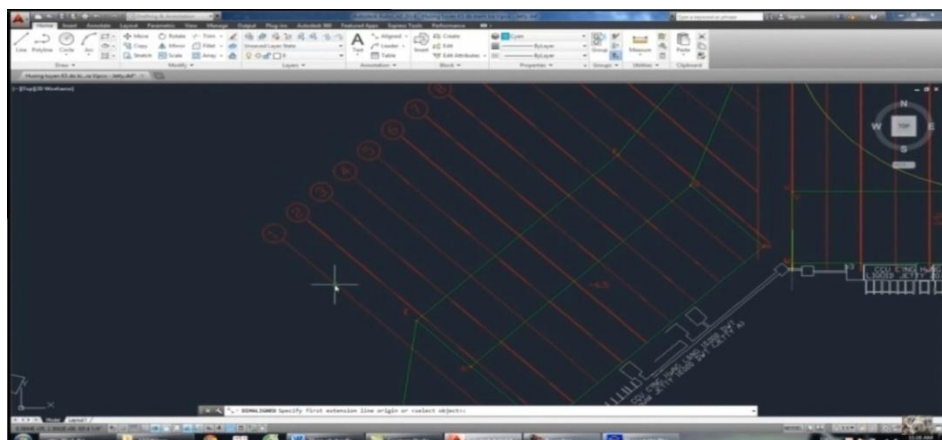
Hình 3.16. Hình ảnh sau xử lý

Phần mềm Hydro pro.



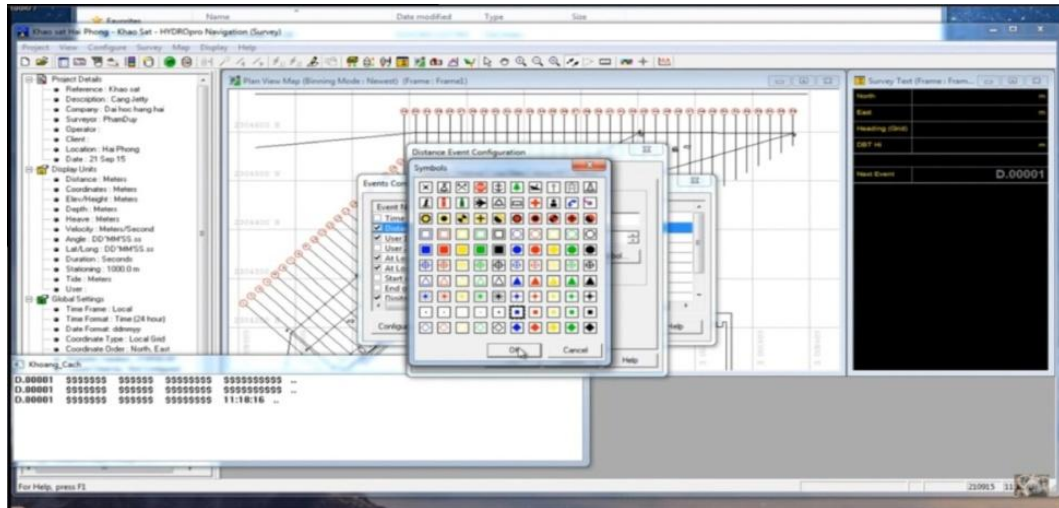
Hình 3.17. Phần mềm Hydro

Để theo dõi lộ trình chuyển đo ta cần kết hợp phần mềm với bản vẽ thiết kế lộ trình chuyển đo đã chuẩn bị sẵn.



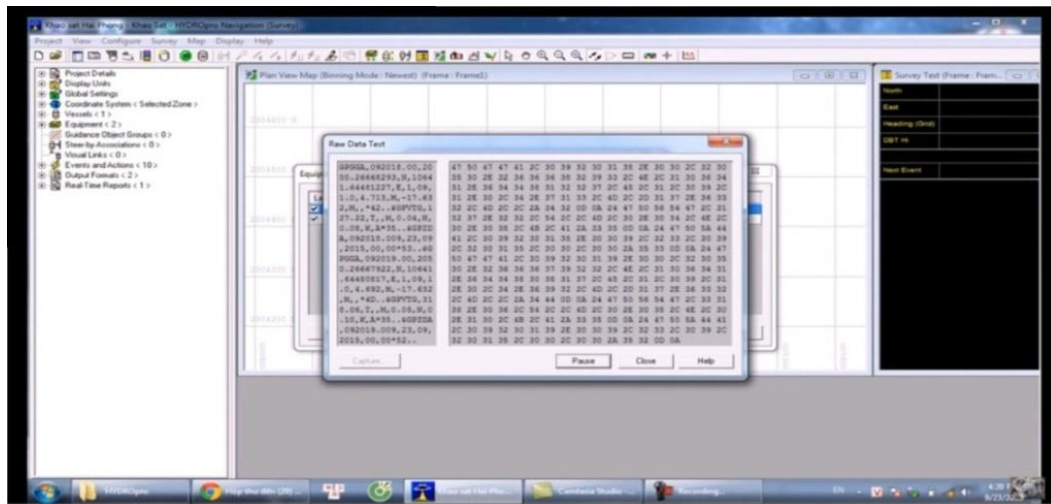
Hình 3.18. Bản vẽ thiết kế chuyển đo trên Autocad

Sau khi kết hợp bản vẽ trên Autocad với phần mềm HydroPro ta được sơ đồ lộ trình đo hoàn chỉnh. Với mỗi đoạn đo hay ca đo trên tuyến đo ta thiết lập một điểm đo. Công việc tiếp theo là thiết lập thông tin các điểm đo như tên, kí hiệu, tọa độ độ sâu...



Hình 3.19. Đặt kí hiệu cho các điểm đo

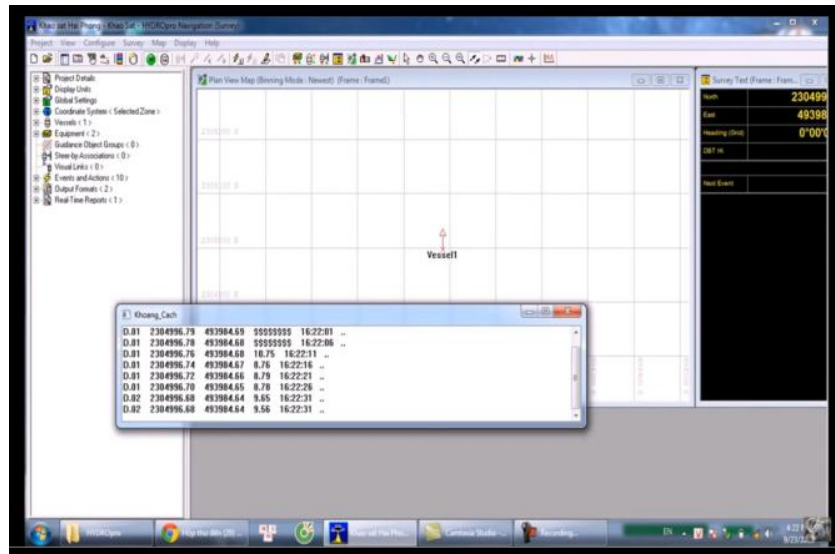
Để đảm bảo quá trình đo diễn ra thuận lợi, trước khi đo ta cần đảm bảo tín hiệu GPS kết nối tốt.



Hình 3.20. Tín hiệu GPS kết nối thuận lợi

Với điều kiện tín hiệu tốt, ta tiến hành bắt đầu đo. Với mỗi điểm đã đo qua, phần mềm sẽ thông báo các thông tin của điểm đó: Tên điểm, tọa độ, độ sâu và thời gian đo.

Phần mềm có thể hiển thị nhiều thông tin hơn, tuy nhiên để khỏi bị rối cũng như truyền thông tin nhẹ hơn nên chỉ hiển thị các thông tin quan trọng.



Hình 3.21. Phần mềm hiển thị các thông tin điểm D.01 khi vừa đo
Dữ liệu thu được từ quá trình đo:

Bảng 3.1. Số liệu đo sâu hồi âm

Tên điểm	Tọa độ		Độ sâu (m)
	X (m)	Y (m)	
1	1755400.00	567550.00	-0.60
2	1755000.00	567550.00	-10.02
3	1755005.00	567550.00	-10.00
4	1755010.00	567550.00	-9.98
5	1755015.00	567550.00	-9.90
6	1755020.00	567550.00	-9.85
7	1755025.00	567550.00	-9.75
8	1755030.00	567550.00	-9.63
9	1755035.00	567550.00	-9.48
10	1755040.00	567550.00	-9.35
11	1755045.00	567550.00	-9.29
12	1755050.00	567550.00	-9.11
13	1755055.00	567550.00	-8.81
14	1755060.00	567550.00	-8.51
15	1755065.00	567550.00	-8.23

❖ Xác định độ sâu

Độ sâu đo là giá trị quan trọng phức tạp của hệ thống MBES, nó bao gồm nhiều thành phần. Độ sâu được tính ra từ khoảng cách nghiêng với góc của chùm tia. Muốn vậy, chúng ta phải biết khoảng thời gian hành trình của xung âm thanh với vận tốc của nó và góc chùm tia trong điều kiện tàu di chuyển và trạng thái của tàu luôn thay đổi (lắc ngang, lắc dọc, nâng hạ bởi sóng, lệch hướng...), điều này cũng đồng nghĩa với việc phải đo các yếu tố trên. Độ sâu đo được xác định bởi công thức:

$$d = r \cos(P) \cos(\theta + R) \quad (3.1)$$

Trong đó: d: Độ sâu

r: Khoảng cách nghiêng

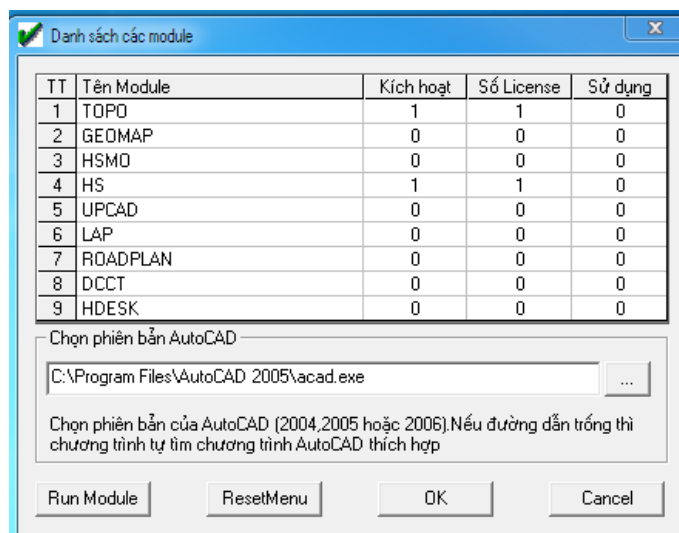
P: Góc lắc dọc Pitch

R: Góc lắc ngang Roll

θ : Góc mở chùm tia

Bước 7: Thành lập bản đồ địa hình đáy biển

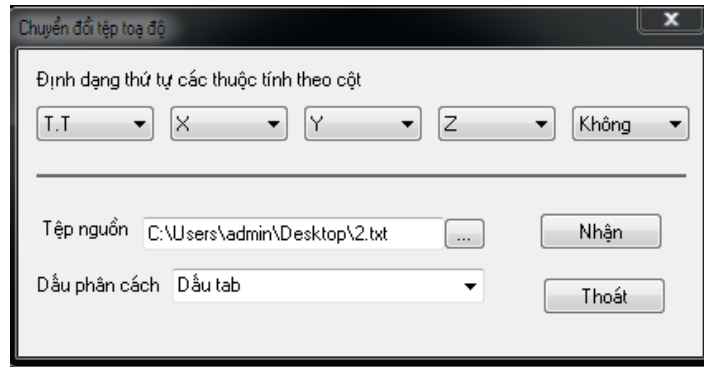
Từ số hiệu đã thu thập được trong quá trình đo cùng với quy phạm theo tỷ lệ bản đồ cần thành lập ta tiến hành thành lập bản đồ trên phần mềm TOPO 2005



Hình 3.22. Giao diện khởi động topo

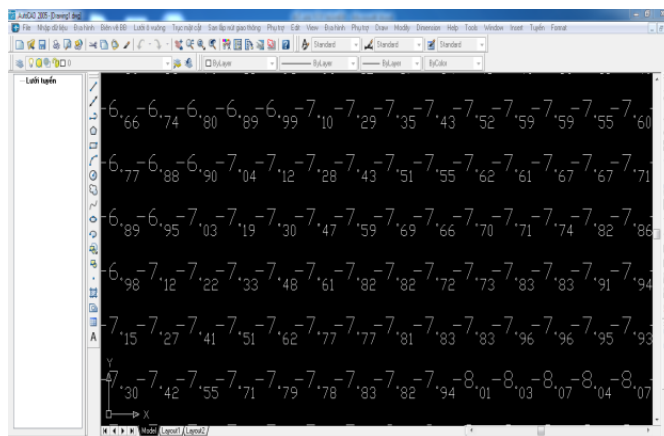
Chọn "TOPO" rồi bấm chuột vào "Run Module" ta khởi động được phần mềm Topo.

Nhập dữ liệu điểm đo từ file text ta sử dụng câu lệnh: HSENZ



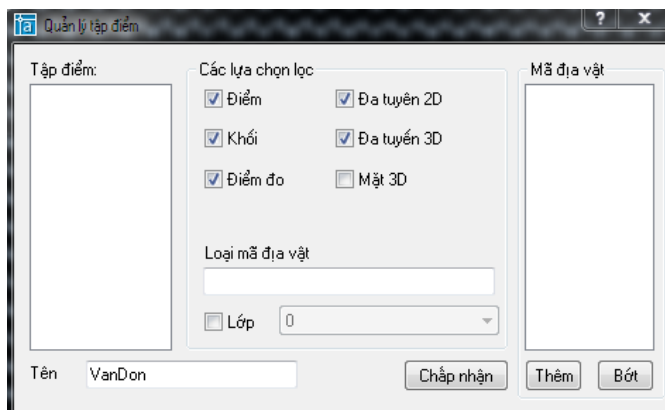
Hình 3.23. Nhập dữ liệu text

Sau khi chọn các định dạng như trên, ta ấn Nhận để phun điểm trên topo.



Hình 3.24. Phun tọa độ điểm ra màn hình

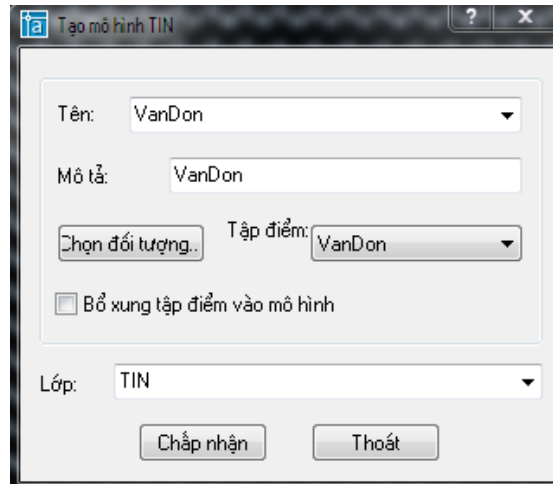
Để xây dựng mô hình lưới tam giác ta cần xây dựng tệp điểm sử dụng câu lệnh: PSM



Hình 3.25. Quản lý tệp điểm

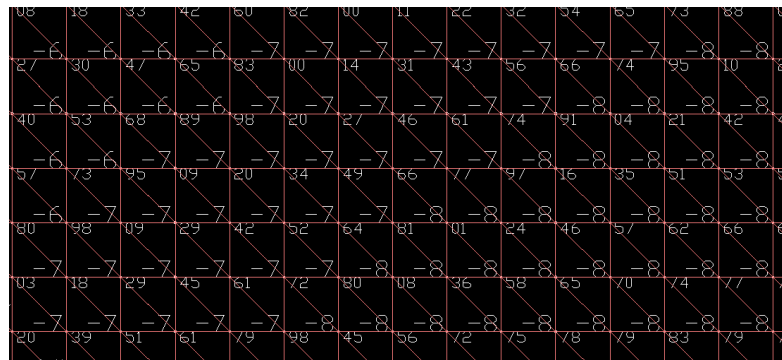
Đặt tên cho tệp điểm và chọn đối tượng như hộp thoại. Bấm phím "chấp nhận". Các đối tượng được chọn sẽ được lọc theo điều kiện đã đặt.

Tiếp theo ta tạo mô hình lưới tam giác sử dụng câu lệnh: DT_CT



Hình 3.26. Tạo mô hình TIN

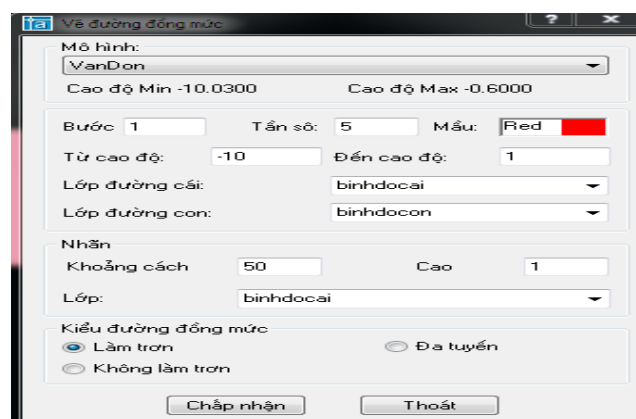
Sau khi chọn đối tượng và mô tả đối tượng, nhấn phím "Chấp nhận" ta được lưới tam giác không gian như sau:



Hình 3.27. Lưới tam giác

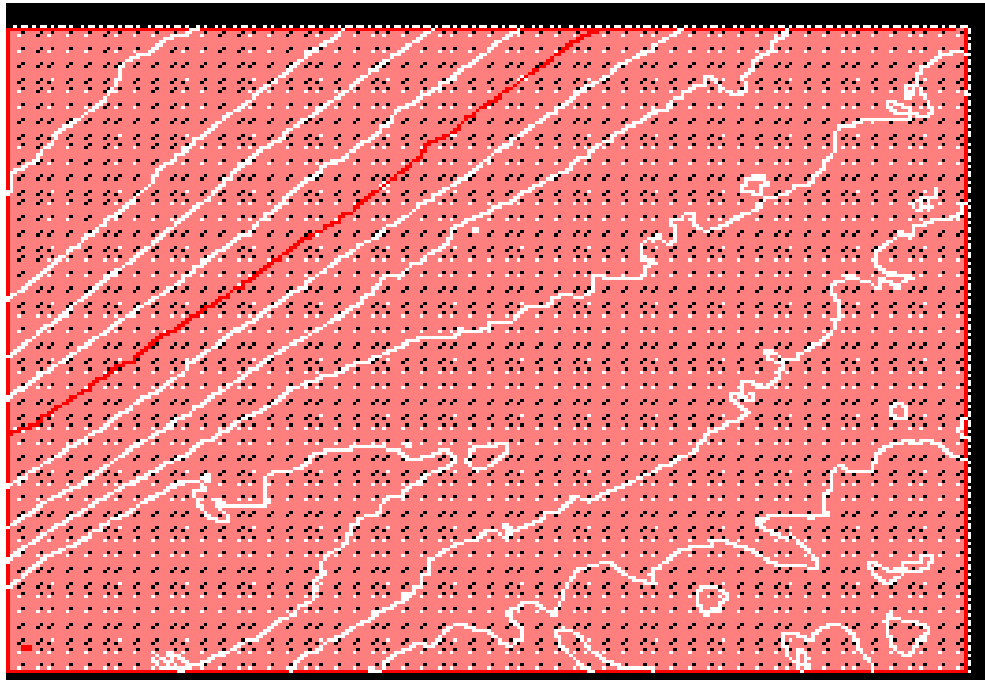
Để vẽ đường đồng mức ta sử dụng câu lệnh DRC.

Xuất hiện hộp thoại như sau:



Hình 3.28. Hộp thoại vẽ đường đồng mức

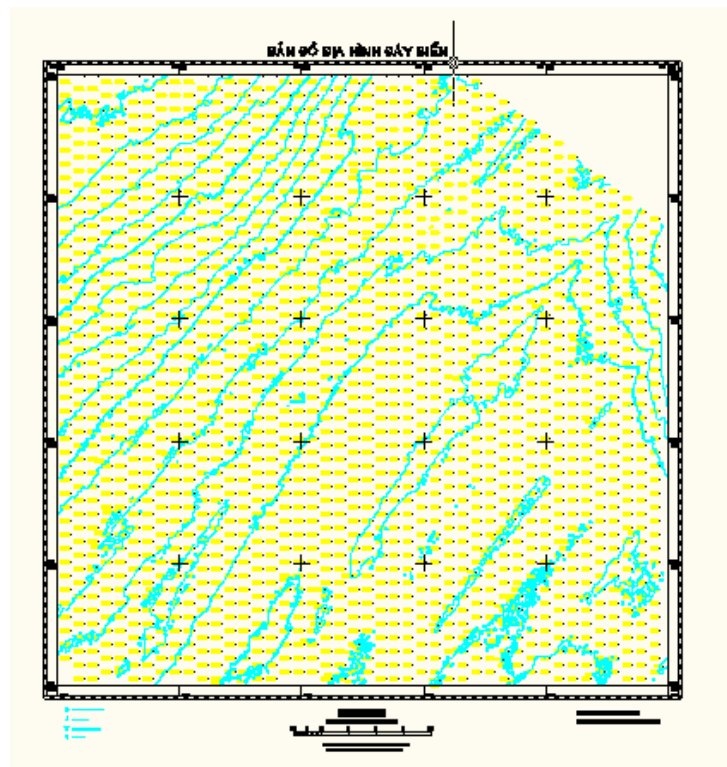
Điền các thông tin theo trên hình rồi ấn "Chấp nhận" ta được kết quả:



Hình 3.29. Đường đồng mức

3.3. Kết quả thành lập bản đồ địa hình đáy biển

Từ số liệu đã có cùng với quy phạm theo tỉ lệ bản đồ cần thành lập ta tiến hành thành lập bản đồ trên phần mềm Auto Cad



Hình 3.30. Bản đồ địa hình đáy biển

KẾT LUẬN

Sau quá trình nghiên cứu đề tài “Ứng dụng máy đo sâu hồi âm đa tia R2 Sonic để thành lập bản đồ địa hình đáy biển tỷ lệ 1:10.000 khu vực Vân Đồn – Quảng Ninh” đã đạt được kết quả như:

- Nghiên cứu và tìm hiểu được cơ sở lý thuyết, kỹ thuật thành lập bản đồ địa hình đáy biển bằng công nghệ đo sâu hồi âm đa tia R2 Sonic.

- Đồ án 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 R2 Sonic.

- Bản đồ địa hình đáy biển tại Vân Đồn – Quảng Ninh được đo đạc và thành lập bằng máy đo sâu hồi âm đa tia R2 Sonic theo đúng tiêu chuẩn của một bản đồ địa hình đáy biển.

- Bản đồ địa hình đáy biển thành lập tại Vân Đồn – Quảng Ninh có tỷ lệ 1:10.000, khu vực đo vẽ có độ dốc đến 2° , độ sâu 0m - 50m khoảng cao đều đường bình độ cơ bản là 2m, khoảng sâu đều đường bình độ sâu cơ bản là 0.5m phù hợp với quy chuẩn thành lập bản đồ đáy biển.

- Từ số liệu đo chi tiết đã được xử lý, đã biên tập được một mảnh bản đồ tỷ lệ 1:10.000 trên nền tảng phần mềm Topo Nova và phần mềm Autocad.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2007), quy định kỹ thuật thành lập bản đồ đáy biển tỷ lệ 1:10.000, Hà Nội.
- [2] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2011), Thông tư Quy định về đo đạc địa hình đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm đa tia, Hà Nội.
- [3] Đặng Nam Chinh, Đỗ Ngọc Đường (2012), “Giáo trình định vị vệ tinh”, Đại học Mở - Địa chất.
- [4] Đinh Xuân Vinh (2014), “Bài giảng định vị vệ tinh”, Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.
- [5] Đinh Xuân Vinh, Trần Duy Kiều, Nguyễn Xuân Thủy, Cao Minh Thủy (2014), “Giáo trình trắc địa biển”, Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.
- [6] Lê Trung Chơn (2003), “Trắc địa biển”, Nxb Đại học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh.
- [7] Phạm Hoàng Lân (1997), “Bài giảng công nghệ GPS”, Đại học Mở - Địa chất.
- [8] Phạm Hoàng Lân, Đặng Nam Chinh (2003), “Bài giảng trắc địa biển”, Đại học Mở - Địa chất.
- [9] Nguyễn Thùy Linh, Lê Thị Hằng, Đỗ Thị Hương, Nguyễn Thị Trang Anh (2014), “Nghiên cứu ứng dụng DGPS kết hợp phương pháp đo sâu trong thành lập bản đồ đáy biển”.
- [10] “Quy định cơ sở toán học, độ chính xác, nội dung và ký hiệu bản đồ địa hình đáy biển tỉ lệ 1:10.000”.(Tổng cục Địa chính, 1998).

PHỤ LỤC
BẢNG SỐ LIỆU ĐO SÂU HỒI ÂM

Tên điểm	Tọa độ		Độ sâu (m)
	X (m)	Y (m)	
1	1755400.00	567550.00	-0.60
2	1755000.00	567550.00	-10.02
3	1755005.00	567550.00	-10.00
4	1755010.00	567550.00	-9.98
5	1755015.00	567550.00	-9.90
6	1755020.00	567550.00	-9.85
7	1755025.00	567550.00	-9.75
8	1755030.00	567550.00	-9.63
9	1755035.00	567550.00	-9.48
10	1755040.00	567550.00	-9.35
11	1755045.00	567550.00	-9.29
12	1755050.00	567550.00	-9.11
13	1755055.00	567550.00	-8.81
14	1755060.00	567550.00	-8.51
15	1755065.00	567550.00	-8.23
16	1755070.00	567550.00	-7.89
17	1755075.00	567550.00	-7.56
18	1755080.00	567550.00	-7.33
19	1755085.00	567550.00	-7.10
20	1755090.00	567550.00	-6.96
21	1755095.00	567550.00	-6.71
22	1755100.00	567550.00	-6.60
23	1755105.00	567550.00	-6.36
24	1755110.00	567550.00	-6.19
25	1755115.00	567550.00	-5.98
26	1755120.00	567550.00	-5.80

Tên điểm	Tọa độ		Độ sâu (m)
	X (m)	Y (m)	
27	1755125.00	567550.00	-5.67
28	1755130.00	567550.00	-5.55
29	1755135.00	567550.00	-5.43
30	1755140.00	567550.00	-5.27
31	1755145.00	567550.00	-5.09
32	1755150.00	567550.00	-4.83
33	1755155.00	567550.00	-4.74
34	1755160.00	567550.00	-4.37
35	1755165.00	567550.00	-4.10
36	1755170.00	567550.00	-3.98
37	1755175.00	567550.00	-3.77
38	1755180.00	567550.00	-3.55
39	1755185.00	567550.00	-3.39
40	1755190.00	567550.00	-3.20
41	1755195.00	567550.00	-3.02
42	1755200.00	567550.00	-2.83
43	1755205.00	567550.00	-2.71
44	1755210.00	567550.00	-2.54
45	1755215.00	567550.00	-2.45
46	1755220.00	567550.00	-2.29
47	1755225.00	567550.00	-2.16
48	1755230.00	567550.00	-2.02
49	1755235.00	567550.00	-1.90
50	1755240.00	567550.00	-1.76
51	1755245.00	567550.00	-1.64
52	1755250.00	567550.00	-1.57
53	1755255.00	567550.00	-1.51
54	1755260.00	567550.00	-1.37

Tên điểm	Tọa độ		Độ sâu (m)
	X (m)	Y (m)	
55	1755265.00	567550.00	-1.30
56	1755270.00	567550.00	-1.23
57	1755275.00	567550.00	-1.20
58	1755280.00	567550.00	-1.13
59	1755285.00	567550.00	-1.09
60	1755290.00	567550.00	-1.09
61	1755295.00	567550.00	-1.03
62	1755300.00	567550.00	-0.97
63	1755305.00	567550.00	-0.96
64	1755310.00	567550.00	-0.97
65	1755315.00	567550.00	-0.91
66	1755320.00	567550.00	-0.89
67	1755325.00	567550.00	-0.87
68	1755330.00	567550.00	-0.85
69	1755335.00	567550.00	-0.83
70	1755340.00	567550.00	-0.81
71	1755345.00	567550.00	-0.78
72	1755350.00	567550.00	-0.76
73	1755355.00	567550.00	-0.75
74	1755360.00	567550.00	-0.73
75	1755365.00	567550.00	-0.71
76	1755370.00	567550.00	-0.69
77	1755375.00	567550.00	-0.68
78	1755380.00	567550.00	-0.66
79	1755385.00	567550.00	-0.64
80	1755390.00	567550.00	-0.62
81	1755395.00	567550.00	-0.61
82	1755400.00	567550.00	-0.60

Tên điểm	Tọa độ		Độ sâu (m)
	X (m)	Y (m)	
83	1755000.00	567550.00	-10.02
84	1755400.00	567555.00	-0.60
85	1755000.00	567555.00	-9.96
86	1755005.00	567555.00	-9.98
87	1755010.00	567555.00	-9.98
88	1755015.00	567555.00	-9.96
89	1755020.00	567555.00	-9.86
90	1755025.00	567555.00	-9.78
91	1755030.00	567555.00	-9.68
92	1755035.00	567555.00	-9.57
93	1755040.00	567555.00	-9.45
94	1755045.00	567555.00	-9.33
95	1755050.00	567555.00	-9.25
96	1755055.00	567555.00	-9.02
97	1755060.00	567555.00	-8.77
98	1755065.00	567555.00	-8.53
99	1755070.00	567555.00	-8.23
100	1755075.00	567555.00	-7.85
101	1755080.00	567555.00	-7.48
102	1755085.00	567555.00	-7.27
103	1755090.00	567555.00	-7.08
104	1755095.00	567555.00	-6.92
105	1755100.00	567555.00	-6.69
106	1755105.00	567555.00	-6.48
107	1755110.00	567555.00	-6.31
108	1755115.00	567555.00	-6.11
109	1755120.00	567555.00	-5.95
110	1755125.00	567555.00	-5.82

Tên điểm	Tọa độ		Độ sâu (m)
	X (m)	Y (m)	
111	1755130.00	567555.00	-5.70
112	1755135.00	567555.00	-5.49
113	1755140.00	567555.00	-5.41
114	1755145.00	567555.00	-5.24
115	1755150.00	567555.00	-4.99
116	1755155.00	567555.00	-4.77
117	1755160.00	567555.00	-4.58
118	1755165.00	567555.00	-4.28
119	1755170.00	567555.00	-4.14
120	1755175.00	567555.00	-3.93
121	1755180.00	567555.00	-3.67
122	1755185.00	567555.00	-3.52
123	1755190.00	567555.00	-3.34
124	1755195.00	567555.00	-3.15
125	1755200.00	567555.00	-2.97
126	1755205.00	567555.00	-2.82
127	1755210.00	567555.00	-2.69
128	1755215.00	567555.00	-2.62
129	1755220.00	567555.00	-2.45
130	1755225.00	567555.00	-2.27
131	1755230.00	567555.00	-2.15
132	1755235.00	567555.00	-2.01
133	1755240.00	567555.00	-1.86
134	1755245.00	567555.00	-1.70
135	1755250.00	567555.00	-1.63
136	1755255.00	567555.00	-1.56
137	1755260.00	567555.00	-1.49
138	1755265.00	567555.00	-1.41

Tên điểm	Tọa độ		Độ sâu (m)
	X (m)	Y (m)	
139	1755270.00	567555.00	-1.31
140	1755275.00	567555.00	-1.25
141	1755280.00	567555.00	-1.22
142	1755285.00	567555.00	-1.17
143	1755290.00	567555.00	-1.12
144	1755295.00	567555.00	-1.06
145	1755300.00	567555.00	-1.06
146	1755305.00	567555.00	-1.02
147	1755310.00	567555.00	-1.03
148	1755315.00	567555.00	-0.94
149	1755320.00	567555.00	-0.92
150	1755325.00	567555.00	-0.90
151	1755330.00	567555.00	-0.88
152	1755335.00	567555.00	-0.86
153	1755340.00	567555.00	-0.83
154	1755345.00	567555.00	-0.81
155	1755350.00	567555.00	-0.79
156	1755355.00	567555.00	-0.77
157	1755360.00	567555.00	-0.75
158	1755365.00	567555.00	-0.73
159	1755370.00	567555.00	-0.71
160	1755375.00	567555.00	-0.69
161	1755380.00	567555.00	-0.67
162	1755385.00	567555.00	-0.65
163	1755390.00	567555.00	-0.64
164	1755395.00	567555.00	-0.62
165	1755400.00	567555.00	-0.60
166	1755000.00	567555.00	-9.96

Tên điểm	Tọa độ		Độ sâu (m)
	X (m)	Y (m)	
167	1755400.00	567560.00	-0.61
168	1755000.00	567560.00	-9.97
169	1755005.00	567560.00	-9.96
170	1755010.00	567560.00	-9.95
171	1755015.00	567560.00	-10.03
172	1755020.00	567560.00	-9.88
173	1755025.00	567560.00	-9.78
174	1755030.00	567560.00	-9.72
175	1755035.00	567560.00	-9.62
176	1755040.00	567560.00	-9.47
177	1755045.00	567560.00	-9.36
178	1755050.00	567560.00	-9.23
179	1755055.00	567560.00	-9.17
180	1755060.00	567560.00	-9.00
181	1755065.00	567560.00	-8.87
182	1755070.00	567560.00	-8.60
183	1755075.00	567560.00	-8.17
184	1755080.00	567560.00	-7.76
185	1755085.00	567560.00	-7.43
186	1755090.00	567560.00	-7.25
187	1755095.00	567560.00	-7.06
188	1755100.00	567560.00	-6.84
189	1755105.00	567560.00	-6.66
190	1755110.00	567560.00	-6.42
191	1755115.00	567560.00	-6.26
192	1755120.00	567560.00	-6.02
193	1755125.00	567560.00	-5.91
194	1755130.00	567560.00	-5.68

Tên điểm	Tọa độ		Độ sâu (m)
	X (m)	Y (m)	
195	1755135.00	567560.00	-5.54
196	1755140.00	567560.00	-5.51
197	1755145.00	567560.00	-5.30
198	1755150.00	567560.00	-5.07
199	1755155.00	567560.00	-4.88
200	1755160.00	567560.00	-4.71
201	1755165.00	567560.00	-4.47
202	1755170.00	567560.00	-4.31
203	1755175.00	567560.00	-4.10
204	1755180.00	567560.00	-3.88
205	1755185.00	567560.00	-3.63