

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 10336:2015

Xuất bản lần 1

**KHẢO SÁT ĐỘ SÂU TRONG LĨNH VỰC HÀNG HẢI -
YÊU CẦU KỸ THUẬT**

Hydrographic survey for the marine - Technical requirements

HÀ NỘI - 2015

Mục lục

Lời nói đầu	4
1. Phạm vi áp dụng	5
2. Thuật ngữ và định nghĩa	5
3. Phân hạng khảo sát độ sâu	6
4. Hệ quy chiếu tọa độ	9
5. Hệ quy chiếu độ cao	9
6. Công tác định vị	10
7. Công tác đo sâu	14
8. Quan trắc thủy triều	20
9. Các hoạt động đo đạc khác	25
10. Xử lý dữ liệu	27
11. Kiểm định/hiệu chuẩn thiết bị	28
12. Quản lý dữ liệu	29
13. Kiểm soát chất lượng	29
14. Thuộc tính dữ liệu	31
15. Các yêu cầu bắt buộc đối với hoạt động thủy đạc	33
PHỤ LỤC A: THÀNH LẬP LƯỚI KHÔNG CHẾ TỌA ĐỘ	37
PHỤ LỤC B: BÁO CÁO KHẢO SÁT	45
PHỤ LỤC C: CÁC MẪU BIỂU	48

Lời nói đầu

TCVN 10336:2015 được xây dựng dựa trên hoạt động thực tiễn của công tác khảo sát độ sâu hiện nay và những đánh giá về khả năng phát triển ở Việt Nam trong tương lai, tham khảo các quy phạm, quy chuẩn kỹ thuật trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ ở Việt Nam hiện hành và các tiêu chuẩn của Tổ chức thủy đạc quốc tế (IHO). Quá trình xây dựng theo quy định của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật, và Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

TCVN 10336:2015 do Tổng công ty Bảo đảm an toàn hàng hải miền Bắc biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường chất lượng Việt Nam thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

1. Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn kỹ thuật này quy định các yêu cầu kỹ thuật đối với công tác đo sâu, thi công các công trình dưới nước trong lĩnh vực hàng hải.

1.2 Tiêu chuẩn này áp dụng trong việc đo sâu các vùng nước cảng biển và luồng hàng hải.

2. Thuật ngữ và định nghĩa

2.1 Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

- 1) Số "0" Hải đồ (còn gọi là mặt "0" Hải đồ, số "0" độ sâu): Mặt tương ứng với mực nước biển thấp nhất có thể xảy ra theo điều kiện thiên văn tại vùng biển nào đó.
- 2) Hệ độ cao Hải đồ (Chart datum): Hệ độ cao sử dụng mặt "0". Hải đồ là mặt tham chiếu tại vùng biển nào đó để xác định độ sâu, độ cao của điểm.
- 3) Số "0" lục địa: Là mực nước biển trung bình tại trạm nghiệm triều được xác định dựa trên chuỗi số liệu quan trắc không ngắn hơn 18,6 năm.
- 4) Số "0" Nhà nước (số "0" quốc gia): Mặt tương ứng với mực nước biển trung bình (là số "0" lục địa) tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu, Đồ Sơn-Hải Phòng.
- 5) Hệ độ cao Nhà nước: Hệ độ cao sử dụng mặt "0" Nhà nước là mặt tham chiếu để xác định độ cao của điểm.
- 6) Số "0" trạm: Mặt tương ứng với mực nước nào đó (quy ước), thường được chọn thấp hơn cả mực nước biển thấp nhất có thể xảy ra tại trạm.
- 7) Số "0" thủy chí: Vạch số "0" của thước đo mực nước tại trạm quan trắc mực nước.
- 8) Đỉnh triều: Giá trị độ cao thủy triều đạt cực đại trong một chu kỳ dao động.
- 9) Đáy triều: Giá trị độ cao thủy triều đạt cực tiểu trong một chu kỳ dao động.
- 10) Geoid: Mặt đẳng thế phù hợp nhất với mặt nước biển trung bình ở trạng thái yên tĩnh, là mặt khởi tính cho hệ thống độ cao chính.
- 11) Độ cao thủy chuẩn: Khoảng cách theo phương dây dọi từ điểm đang xét tới mặt Geoid hoặc Quasigeoid.
- 12) Độ cao trắc địa (Ellipsoid height): Khoảng cách theo phương pháp tuyến từ điểm đang xét tới mặt Ellipsoid tham chiếu.
- 13) Độ cao Geoid (Geoid height or Geoid Undulation): Khoảng cách giữa Ellipsoid tham chiếu và Geoid hay Quasigeoid (còn được gọi là dị thường độ cao).
- 14) Chân hoa tiêu (Under-keel clearance): Khoảng cách theo phương thẳng đứng từ mặt đáy biển tới điểm thấp nhất của đáy tàu.
- 15) Góc cao máy thu (Elevation Mask): Góc được tạo bởi đường thẳng nối từ vệ tinh tới máy thu với mặt phẳng tiếp tuyến với mặt Ellipsoid tại điểm đặt máy thu.
- 16) Giãn cách thu tín hiệu (Epoch Interval or Data Sampling): Khoảng thời gian giữa 2 lần thu tín hiệu kế tiếp nhau.
- 17) Lệch hướng (Yaw): Hiện tượng lệch của mũi tàu so với hướng lái khi tàu đo ở trạng thái chuyển động.
- 18) Chuyển dịch đứng (Heave): Hiện tượng tàu bị nâng, hạ theo phương thẳng đứng do tác động của sóng nước và tốc độ chạy tàu.

TCVN 10336:2015

19) Lắc ngang (Roll): Hiện tượng tàu bị xoay theo hướng ngang sang hai phía quanh trục dọc thân tàu do tác động của điều kiện ngoại cảnh.

20) Lắc dọc (Pitch): Hiện tượng tàu bị xoay theo hướng dọc từ phía mũi sang lái và ngược lại theo phương dọc của tàu do tác động của điều kiện ngoại cảnh.

Bảng 1: Các thuật ngữ tiếng Anh viết tắt được sử dụng trong tiêu chuẩn

Viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
GNSS	Global Navigation Satellite System	Hệ thống vệ tinh toàn cầu sử dụng trong lĩnh vực đạo hàng (dẫn đường)
GPS	Global Positioning System	Hệ thống định vị toàn cầu của Mỹ
	GALILEO	Hệ thống vệ tinh toàn cầu sử dụng trong lĩnh vực đạo hàng (dẫn đường) của Châu Âu
GLONASS	Global Navigation Satellite System	Hệ thống vệ tinh toàn cầu sử dụng trong lĩnh vực đạo hàng (dẫn đường) của Nga
DGPS	Differential Global Positioning System	GPS vi phân hoặc GPS phân sai
PPK	Post Processing Kinematic	Đo (GPS) động xử lý sau
RTK	Real Time Kinematic	Đo (GPS) động xử lý thời gian thực
IGS	International GNSS Service	Tổ chức quốc tế chuyên cung cấp các dịch vụ GNSS
UTM	Universal Transverse Mercator	Lưới chiếu hình trụ ngang đồng góc
ITRF	International Terrestrial Reference Frame	Khung quy chiếu trái đất quốc tế
WGS-84	World Geodetic System 1984	Hệ tọa độ trắc địa quốc tế 1984
VN-2000		Hệ tọa độ quốc gia Việt Nam VN-2000
RINEX	Receiver Independent Exchange format	Chuẩn dữ liệu trị đo GNSS theo khuôn dạng dữ liệu ASCII
SBES	Single-Beam Echosounder	Máy đo sâu hồi âm đơn tia
MTES	Multitransducer Echosounder	Máy đo sâu đơn tia nhiều bộ biến năng
MBES	Multi-Beam Echosounder	Máy đo sâu hồi âm đa tia
PDOP	Position Dilution of Precision	Độ suy giảm chính xác vị trí không gian
HDOP	Horizontal Dilution of Precision	Độ suy giảm chính xác theo phương ngang
VDOP	Vertical Dilution of Precision	Độ suy giảm chính xác theo phương đứng
GDOP	Geometric Dilution of Precision	Độ suy giảm chính xác hình học vệ tinh
RTCM	Radio Technical Commission for Maritime Services	Chuẩn tín hiệu do Ủy ban kỹ thuật vô tuyến dịch vụ hàng hải thiết lập
NMEA	National Marine Electronic Association	Chuẩn dữ liệu do Hiệp hội điện tử hàng hải quốc gia Mỹ thiết lập
IHO	International Hydrographic Organization	Tổ chức thủy đạc quốc tế
THU	Total Horizontal Uncertainty	Tổng độ tản mạn theo phương ngang
TVU	Total Vertical Uncertainty	Tổng độ tản mạn theo phương đứng
LiDAR	Light Detection And Ranging	Khảo sát bằng công nghệ ánh sáng
SSS	Side Scan Sonar	Thiết bị thủy âm quét mạn

3. Phân hạng khảo sát độ sâu

3.1 Cơ sở phân hạng khảo sát độ sâu

Việc phân hạng khảo sát độ sâu được căn cứ vào các yếu tố sau:

- Mức độ quan trọng của công trình, dự án hoặc vùng nước (mật độ hàng hải, mục đích sử dụng...)
- Độ sâu của vùng nước và mức độ phức tạp của địa hình mặt đáy, theo đó là các yêu cầu về:
 - + Độ chính xác xác định tọa độ, độ sâu;
 - + Yêu cầu độ bao phủ mặt đáy tối thiểu;
 - + Phương pháp, thiết bị đo;

+ Trình độ chuyên môn, năng lực tối thiểu của thủy đạc viên.

Hạng khảo sát được phân thành bốn hạng: hạng đặc biệt, hạng 1, 2 và 3. Bảng 2 dưới đây quy định đối với mỗi hạng khảo sát và sử dụng kết hợp với các mục khác trong tiêu chuẩn này.

3.2 Hạng đặc biệt

Hạng đặc biệt là hạng có yêu cầu kỹ thuật cao nhất cả về độ chính xác và mức độ mô tả chi tiết mặt đáy của khu vực khảo sát. Hạng đặc biệt phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật sau đây:

- Tổng sai số gây ra bởi tất cả các nguồn sai số có liên quan ảnh hưởng đến kết quả đo đạc theo quy định tại Bảng 2;
- Mật độ điểm độ sâu cao nhất, kiểm soát được 100% diện tích mặt đáy khu vực khảo sát với độ chính xác cao, phát hiện được đối tượng có kích thước hình khối từ 1 mét trở lên.

3.3 Hạng 1

Hạng 1 phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật sau đây:

- Tổng sai số gây ra bởi tất cả các nguồn sai số có liên quan ảnh hưởng đến kết quả đo đạc theo quy định tại Bảng 2;
- Có thể phát hiện được trên mặt đáy đối tượng có kích thước hình khối từ 2 mét trở lên.

3.4 Hạng 2

Hạng 2 có mức độ kiểm soát mặt đáy không đòi hỏi cao như hạng đặc biệt và hạng 1, song tại những khu vực giới hạn có chất đáy phức tạp hoặc tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn cao đối với tàu thuyền vẫn yêu cầu kiểm soát 100% diện tích mặt đáy của khu vực đó. Tuy nhiên, đối với các khu vực khảo sát hạng 2, yêu cầu phải lựa chọn phương pháp và máy đo sâu thích hợp để có thể phát hiện các đối tượng có kích thước hình khối từ 3 mét trở lên, hoặc có kích thước xấp xỉ 10% độ sâu đối với khu vực có độ sâu lớn hơn 40m.

3.5 Hạng 3

Hạng 3 yêu cầu mức độ kiểm soát mặt đáy thấp hơn hạng đặc biệt, hạng 1 và hạng 2. Đây là những khu vực khảo sát chủ yếu mang tính khái quát hóa độ sâu của địa hình mặt đáy, nhưng vẫn phải đảm bảo không bỏ sót bất kỳ chướng ngại vật nào trên mặt đáy gây nguy hiểm đối với tàu thuyền khi hành hải hoặc hoạt động trên khu vực đó. Yêu cầu kiểm soát toàn bộ mặt đáy vẫn được đặt ra đối với các khu vực cục bộ có chất đáy phức tạp hoặc tiềm ẩn những nguy cơ gây mất an toàn cao cho tàu thuyền.

Bảng 2: Phân hạng khảo sát và các tiêu chuẩn tương ứng

Hạng/Tiêu chuẩn	Đặc biệt	1	2	3
Khu vực áp dụng	<ul style="list-style-type: none"> - Khảo sát lần đầu phục vụ thông báo hàng hải các khu vực: bể cảng (vũng đậu tàu, khu quay trở tàu), các khu vực neo đậu, chuyển tải, tránh trú bão, đón trả hoa tiêu, kiểm dịch, các tuyến luồng hàng hải mới. - Khảo sát nghiệm thu nạo vét công trình cải tạo, nâng cấp độ sâu hàng hải đối với các 	<ul style="list-style-type: none"> Khảo sát định kỳ phục vụ thông báo hàng hải các khu vực: bể cảng (vũng đậu tàu, khu quay trở tàu), các luồng hàng hải với chân hoa tiêu nhỏ, các khu vực neo đậu chuyển tải, tránh trú bão, đón trả hoa tiêu, kiểm dịch, các tuyến hàng hải có độ sâu nhỏ hơn hoặc bằng 40m. 	<ul style="list-style-type: none"> Các vùng nước thuộc khu vực bến cảng, luồng hàng hải vào các bến cảng, các tuyến hàng hải được khuyến cáo, các khu vực có độ sâu lớn hơn 40m và nhỏ hơn hoặc bằng 100m. 	<ul style="list-style-type: none"> Các vùng nước có độ sâu lớn hơn 100m.

TCVN 10336:2015

	khu vực trên. - Các khu vực hành hải trọng yếu với chân hoa tiêu nhỏ.			
Sai số mặt bằng (độ tin cậy 95%)	1m	2m	5m + 5% Độ sâu	10m + 5% Độ sâu
Sai số độ sâu (độ tin cậy 95%) ⁽¹⁾	a = 0,15m b = 0,0075	a = 0,25m b = 0,0075	a = 0,5m b = 0,013	a = 1,0m b = 0,023
Khả năng phát hiện của hệ thống thiết bị	Các đối tượng có kích thước hình khối ≥ 1m.	Các đối tượng có kích thước hình khối ≥ 2m.	Các đối tượng có kích thước hình khối ≥ 3m; hoặc 10% độ sâu ở độ sâu hơn 40m ⁽²⁾ .	Không cần thiết.
Năng lực người phụ trách nhóm đo	Thủy đặc viên hạng 1		Thủy đặc viên hạng 2	
Khoảng cách tối đa giữa 2 tuyến đo kế tiếp nhau ⁽³⁾ khi thực hiện bằng máy đo sâu hồi âm đơn tia	Nhỏ hơn 3 lần độ sâu trung bình; hoặc 25m ở độ sâu tới 10m; hoặc 50m ở độ sâu từ trên 10m đến 40m; hoặc 100m ở độ sâu lớn hơn 40m. Hoặc có thể gần hơn nữa nếu có nghi ngờ trong khu vực khảo sát.			Nhỏ hơn 3 lần độ sâu trung bình; hoặc 200 mét.
Mức độ bao phủ phạm vi khảo sát				
1. Bao phủ toàn bộ	Máy đo sâu đa tia, máy đo sâu nhiều bộ biến năng, thiết bị thủy âm quét mạn.			
2. Khảo sát hệ thống	Các tuyến đo sâu hồi âm đơn tia chạy song song nhau, với khoảng cách giữa các tuyến đo được thiết kế trước.			
3. Thửa	Đo bằng dọi quả, máy kiểm tra độ sâu cầm tay, đo đánh giá sơ bộ độ sâu.			

1) Để tính toán giới hạn sai số độ sâu tương ứng với các giá trị *a* và *b* trong Bảng 2, sử dụng công thức:

$$\pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2} \quad (3.1)$$

Trong đó:

a là sai số không phụ thuộc vào độ sâu (m);

b là hệ số của sai số phụ thuộc vào độ sâu;

d là độ sâu (m);

b × *d* là sai số phụ thuộc vào độ sâu.

2) Giá trị 40m được lựa chọn trên cơ sở tính đến mức nước tối đa của tàu thuyền.

3) Khoảng cách giữa 2 tuyến đo kế tiếp nhau có thể tăng hoặc giảm nếu có yêu cầu về mật độ điểm độ sâu.

Các tiêu chuẩn của từng hạng khảo sát được nêu trong Bảng 2 được giải thích như sau:

Bảng 3: Giải thích các tiêu chuẩn của từng hạng khảo sát

"Khu vực áp dụng"	Nêu các kiểu vùng nước điển hình cần áp dụng hạng khảo sát tương ứng.
"Sai số mặt bằng"	Sai số định vị tối thiểu đối với mỗi điểm độ sâu ứng với từng hạng khảo sát.
"Sai số độ sâu"	Các tham số dùng để tính toán sai số độ sâu ứng với từng hạng đo.
"Khả năng phát hiện của hệ thống thiết bị"	Khả năng kiểm soát mặt đáy của hệ thống thiết bị thi công khi có yêu cầu kiểm soát 100% mặt đáy.

"Năng lực của người phụ trách nhóm khảo sát"	Năng lực thủy đạc viên được phân hạng theo tiêu chuẩn Bảng 10.
"Khoảng cách tối đa giữa 2 tuyến đo kế tiếp nhau"	Khoảng cách tối đa giữa 2 tuyến đo kế tiếp nhau trong một khu vực khảo sát.
"Mức độ bao phủ phạm vi khảo sát"	Cách thức kiểm soát mặt đáy trên cơ sở hệ thống thiết bị và phương pháp thi công được áp dụng.

3.6 Những công trình đặc biệt quan trọng như: khảo sát độ sâu phục vụ công bố mở luồng hàng hải, khu neo đậu, khu chuyển tải, khu tránh bão, khu đón trả hoa tiêu, khu kiểm dịch cho các tàu thuyền chuyên chở các loại hàng hóa dễ cháy nổ, độc hại, những chất có khả năng gây ô nhiễm môi trường cao... để kiểm soát những đối tượng chướng ngại vật kích thước nhỏ, có thể tiến hành khảo sát độ sâu với mức độ bao phủ 200% diện tích mặt đáy, có nghĩa mặt đáy được kiểm soát toàn bộ bởi máy đo sâu đa tia hoặc máy đo sâu nhiều bộ biến năng 2 lần độc lập nhau.

3.7 Mức độ kiểm soát mặt đáy đối với từng hạng khảo sát khác nhau, phụ thuộc vào những yếu tố sau:

- Tốc độ di chuyển tàu đo;
- Độ sâu khu nước;
- Sự ổn định trong việc duy trì hành hải thẳng hướng;
- Góc chùm tia;
- Độ rộng chùm tia;
- Tốc độ tín hiệu.

4. Hệ quy chiếu tọa độ

4.1 Hệ tọa độ sử dụng trong khảo sát độ sâu là hệ tọa độ quốc gia VN-2000 hoặc hệ tọa độ quốc tế WGS-84. Các hệ này đều sử dụng Ellipsoid WGS-84 có các tham số chính sau đây:

$$\text{Bán trục lớn: } a = 6378137,000\text{m}$$

$$\text{Độ dẹt: } f = 1/298,257223563$$

- Vị trí Ellipsoid qui chiếu quốc gia VN-2000: là Ellipsoid toàn cầu WGS-84, đã được định vị lại cho phù hợp với lãnh thổ Việt Nam trên cơ sở sử dụng các điểm GPS cạnh dài có độ cao thủy chuẩn phân bố đều trên toàn lãnh thổ.

- Phép chiếu tọa độ phẳng: UTM. Hệ số biến dạng dài trên kinh tuyến trung ương $k_0=0,9996$ đối với múi chiếu 6° và $k_0=0,9999$ đối với múi chiếu 3°.

4.2 Khi thành lập lưới khống chế tọa độ bằng công nghệ đo GNSS, các điểm khống chế trong lưới phải được tính chuyển về hệ quy chiếu quốc gia VN-2000.

5. Hệ quy chiếu độ cao

5.1 Các điểm khống chế độ cao Hải đồ dùng để khảo sát độ sâu phải được xây dựng trên cơ sở số liệu quan trắc dao động của thủy triều liên tục với chu kỳ ít nhất là 1 tháng, tần suất quan trắc trong ngày là 1 lần/giờ (24 lần/ngày).

5.2 Tất cả dữ liệu độ sâu phải được quy về số "0" Hải đồ khu vực. Dữ liệu độ sâu được thể hiện trên bình đồ độ sâu là khoảng cách theo phương dây dọi từ mặt "0" Hải đồ tới đáy biển tại vị trí khảo sát. Dữ liệu độ sâu có thể mang giá trị dương hoặc âm:

TCVN 10336:2015

- Mang giá trị dương nếu điểm khảo sát nằm trên mặt "0" Hải đồ;
- Mang giá trị âm nếu điểm khảo sát nằm dưới mặt "0" Hải đồ.

5.3 Độ cao của các điểm khảo sát địa hình, địa vật trên bờ có thể tham chiếu hệ độ cao Nhà nước hoặc hệ độ cao Hải đồ khu vực, tùy thuộc vào yêu cầu đối với từng nhiệm vụ khảo sát. Phần địa hình trên bờ được quy định là toàn bộ phần diện tích nhô lên khỏi mặt nước ở thời điểm mực nước thủy triều cao nhất trong nhiều năm có thể xảy ra theo điều kiện thiên văn.

5.4 Khi khảo sát các công trình, địa vật cắt ngang qua các tuyến luồng hoặc các khu vực hành hải của tàu thuyền, chiều cao lưu không của chúng phải được quy về mặt chuẩn nằm ngang tương ứng với mặt nước ở thời điểm mực nước thủy triều cao nhất trong nhiều năm có thể xảy ra theo điều kiện thiên văn.

6. Công tác định vị

6.1 Lưới khống chế tọa độ

6.1.1 Lưới khống chế tọa độ phục vụ khảo sát độ sâu được xây dựng và thành lập trên cơ sở lưới tọa độ quốc gia VN-2000.

6.1.2 Tùy thuộc vào điều kiện cụ thể của khu vực khảo sát, có thể xây dựng lưới khống chế tọa độ các cấp hạng sau:

- Lưới tọa độ hạng IV (lưới chuyên dụng, không thuộc hệ thống lưới nhà nước);
- Lưới đường chuyên cấp 1, và đường chuyên cấp 2.

Các lưới tọa độ trên đây khác nhau về độ chính xác, mật độ điểm, mục đích sử dụng, phương pháp xây dựng và trình tự phát triển của lưới. Tuy nhiên, các điểm khống chế tọa độ hạng cao thuộc hệ thống lưới khống chế tọa độ quốc gia đều được phép làm điểm khởi tính nhưng phải đầy đủ hồ sơ pháp lý để sử dụng.

6.1.3 Giá trị tọa độ của các điểm trong lưới tọa độ biểu thị trên mặt phẳng theo phép chiếu UTM, múi chiếu 6°.

6.1.4 Ở những vùng điểm hạng III nhà nước không đủ mật độ, cần phải xây dựng lưới tọa độ hạng IV (chuyên dụng) để làm cơ sở để phát triển các lưới khống chế đường chuyên cấp 1, đường chuyên cấp 2, hoặc lưới khống chế khảo sát. Các điểm khống chế tọa độ hạng IV được phân bố với mật độ khoảng $5\text{km}^2\text{-}15\text{km}^2/\text{điểm}$. Khoảng cách trung bình giữa các điểm trong lưới từ 2km-4km. Trường hợp đặc biệt, tại những khu vực có địa hình phức tạp không thể bố trí được điểm theo mật độ quy định, khoảng cách giữa các điểm trong lưới có thể lớn hơn nhưng không được vượt quá 2 lần.

6.1.5 Lưới tọa độ hạng IV phải được đo nối với các điểm khống chế tọa độ nhà nước để xác định tọa độ và phải được đo nối với các điểm khống chế độ cao nhà nước để xác định độ cao. Các điểm gốc tọa độ được sử dụng để xây dựng lưới tọa độ hạng IV là các điểm tọa độ cấp 0, các điểm tọa độ hạng II và hạng III. Các điểm gốc độ cao được sử dụng để xây dựng lưới tọa độ hạng IV là các điểm độ cao quốc gia có độ chính xác từ hạng III trở lên.

6.1.6 Việc xây dựng lưới tọa độ hạng IV có thể áp dụng hình thức chêm lưới hoặc chêm điểm. Khi xây dựng lưới, các điểm đo nối hạng cao được bố trí theo nguyên tắc:

- Lưới thiết kế phải được đo nối với ít nhất 2 điểm tọa độ quốc gia có độ chính xác từ hạng III trở lên;
- Lưới thiết kế phải được đo nối với ít nhất 2 điểm độ cao quốc gia có độ chính xác từ hạng III trở lên.

Đối với các điểm thiết kế trong lưới nằm ở các vị trí không thuận tiện cho việc đo nối độ cao thủy chuẩn hình học hoặc quá xa các điểm độ cao quốc gia hạng I, II, III được phép không cần phải xác

định độ cao bằng thủy chuẩn hình học cho điểm tọa độ hạng IV mà có thể xác định độ cao theo nguyên tắc đo cao GPS.

6.1.7 Quá trình thành lập lưới khống chế tọa độ hạng IV, đường chuyền cấp 1, đường chuyền cấp 2 và các chỉ tiêu kỹ thuật tương ứng đối với từng cấp hạng được trình bày ở Phụ lục A.

6.2 Thu thập dữ liệu tọa độ điểm độ sâu

Việc thu thập dữ liệu tọa độ điểm độ sâu được thực hiện bằng các phương pháp sau:

- Phương pháp sử dụng công nghệ GNSS;
- Phương pháp giao hội sử dụng máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc điện tử.

6.2.1 Phương pháp sử dụng công nghệ GNSS

6.2.1.1 Sử dụng GPS vi phân (DGPS)

6.2.1.1.1 Các máy thu GPS sử dụng trong khảo sát gồm loại một (1) tần số hoặc hai (2) tần số.

6.2.1.1.2 Trong công nghệ đo DGPS, tùy theo yêu cầu về độ chính xác có thể sử dụng các trạm tham chiếu (*Reference Station*) của quốc gia, hoặc các trạm tham chiếu tạm thời do đơn vị thi công triển khai trong khoảng thời gian khảo sát.

6.2.1.1.3 Khi triển khai lắp đặt trạm tham chiếu, cần đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật sau:

- Ăng ten phải được cố định chắc chắn, độ lệch tâm ăng ten với tâm mốc tọa độ $\leq 5\text{mm}$;
- Vị trí của ăng ten phải đảm bảo thông thoáng, không bị che khuất, gây nhiễu của các đối tượng xung quanh đến việc thu nhận tín hiệu từ các vệ tinh cũng như tín hiệu phát tới trạm đo di động;
- Chiều cao ăng ten được đo bằng thước, đọc số đến mm vào thời điểm bắt đầu đo, trước khi tắt máy và ghi vào sổ đo. Đối với các máy thu cho phép nhập trực tiếp độ cao ăng ten trước khi tắt máy phải tính độ cao ăng ten trung bình và nhập vào máy. Không thay đổi độ cao ăng ten trong suốt quá trình đo;
- Các máy thu GPS phải được đặt ở vị trí an toàn và thoáng mát. Trường hợp đặt máy thu ngoài trời trong thời gian dài và trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt (nắng nóng, mưa, sương mù độ ẩm cao...) phải có biện pháp che chắn bảo vệ máy và ăng ten. Không dùng các vật dụng chế tạo bằng sắt để tránh ảnh hưởng đến chất lượng thu, phát tín hiệu;
- Thường xuyên theo dõi hoạt động của máy và nguồn điện trong suốt quá trình đo;
- Các máy thu GPS nên sử dụng nguồn điện ắc quy có điện áp 12-24V, dung lượng tốt nhất từ 50-100Ah. Tránh sử dụng các nguồn một chiều qua các thiết bị nắn dòng AC-DC. Các ắc quy phải đảm bảo chất lượng còn tốt và được nạp đủ điện áp trước khi sử dụng;
- Đầu nối của các dây dẫn phải đảm bảo sạch sẽ và được xiết vừa đủ chặt để đảm bảo chắc chắn, hạn chế thấp nhất sự tổn hao tín hiệu khi qua các vị trí của đầu nối.

6.2.1.1.4 Việc cài đặt các tham số làm việc cho trạm tĩnh được thực hiện trên các phần mềm trang bị đồng bộ với máy của nhà sản xuất hoặc cài đặt trực tiếp trên máy thu, quy trình cài đặt gồm các bước sau:

- Chuyển thiết bị sang chế độ đo Reference Station;
- Khai báo tên trạm (tên trạm được lấy theo ký hiệu điểm khống chế tọa độ được sử dụng để bố trí lắp đặt trạm tĩnh);
- Cài đặt các tham số tọa độ, độ cao của điểm khống chế dưới dạng tọa độ trắc địa trong hệ tọa độ WGS-84 (B, L, H);

TCVN 10336:2015

- Khai báo kênh sóng, tần số phát tín hiệu cài chính của trạm tham chiếu;
- Khai báo phạm vi có hiệu lực truyền phát tín hiệu cài chính từ trạm tham chiếu tới các máy thu di động.

Các giá trị cài đặt cho trạm tham chiếu phải được ghi chép đầy đủ, chính xác vào sổ nhật ký.

6.2.1.1.5 Khi sử dụng tín hiệu cài chính của các trạm tham chiếu của quốc gia, phải căn cứ vào yêu cầu về độ chính xác của nhiệm vụ khảo sát để lựa chọn cho hợp lý.

6.2.1.1.6 Khi lắp đặt trạm đo di động trên các phương tiện đo, vị trí ăng ten của máy thu phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Sai số mặt bằng giữa tâm ăng ten của máy thu với tâm của bộ phận biến năng máy đo sâu theo phương thẳng đứng không vượt quá 10mm. Trường hợp tâm ăng ten của máy thu không trùng với tâm của bộ phận biến năng máy đo sâu thì phải xác định tọa độ của chúng trong hệ quy chiếu được thống nhất trên phương tiện đo (hệ tọa độ tàu khảo sát);
- Vị trí ăng ten máy thu trên phương tiện đo phải được lắp đặt cố định và chắc chắn ở chỗ cao và thoáng để có thể bao quát được phạm vi rộng trên bầu trời và không bị che khuất, gây nhiễu bởi các bộ phận khác trên phương tiện đo;
- Vị trí của máy thu phải đặt cố định và chắc chắn tại nơi có độ an toàn cao, tránh được sự tác động trực tiếp của các yếu tố như: nắng, mưa, sóng, độ ẩm...
- Thường xuyên kiểm tra hệ thống các dây dẫn, các đầu nối, và chú ý vệ sinh sạch sẽ nhằm đảm bảo truyền dẫn tín hiệu tốt. Các cáp dẫn nên sắp xếp thành nhóm, bố trí gọn gàng, ngăn nắp tránh va quệt trong quá trình làm việc trên phương tiện đo.

6.2.1.1.7 Điều kiện đảm bảo chất lượng dữ liệu của máy thu GPS ở chế độ đo vi phân (DGPS) là:

- Giãn cách thu tín hiệu cài chính ≤ 15 giây;
- Chỉ số PDOP ≤ 6 ;
- Số lượng vệ tinh khỏe mà máy thu dò được ≥ 4 ;
- Góc ngưỡng cao máy thu $\geq 10^\circ$;
- Giãn cách ghi dữ liệu 1 giây.

6.2.1.2 Sử dụng phương pháp đo động (RTK hoặc PPK)

6.2.1.2.1 Trong trường hợp yêu cầu độ chính xác định vị cao (cỡ cm), phải áp dụng phương pháp đo động tức thời (RTK) hoặc đo động xử lý sau (PPK).

6.2.1.2.2 Khi áp dụng kỹ thuật đo động RTK hoặc PPK, cần bảo đảm các chỉ tiêu kỹ thuật sau:

- Chỉ số PDOP ≤ 6 ;
- Số lượng vệ tinh khỏe mà máy thu dò được ≥ 5 ;
- Góc ngưỡng cao máy thu $\geq 15^\circ$;
- Giãn cách ghi dữ liệu 1 giây.

6.2.1.2.3 Việc thu thập dữ liệu tọa độ bằng công nghệ đo GPS thực hiện trên các phần mềm chuyên dụng có bản quyền. Nên sử dụng phần mềm của các hãng sản xuất có uy tín đã được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực thủy đạc trong và ngoài nước.

6.2.1.2.4 Trước khi khảo sát, phải thực hiện các công tác chuẩn bị sau:

- Thiết lập cơ sở toán học: chọn ellipsoid tham chiếu, phép chiếu tọa độ phẳng, kinh tuyến trục hoặc vĩ tuyến chuẩn, giá trị chuyển dịch trục tọa độ, các tham số chuyển đổi từ hệ tọa độ quốc tế WGS-84 sang hệ tọa độ quốc gia VN-2000;

- Thiết kế tuyến đo trong phạm vi khu vực cần khảo sát: hướng, độ dài, khoảng cách giữa các tuyến đo liền kề, các tuyến đo dọc kiểm tra...;

- Lựa chọn loại máy thu GPS trong danh mục các thiết bị sẵn có của phần mềm thủy đạc, chọn định dạng dữ liệu ra theo các chuẩn dữ liệu NMEA;

- Khai báo tọa độ ăng ten máy thu GPS, bộ biến năng máy đo sâu, các thiết bị cảm biến khác trong hệ quy chiếu được thống nhất trên phương tiện đo;

Và các nội dung chuẩn bị khác theo yêu cầu cụ thể của nhiệm vụ khảo sát.

6.2.1.2.5 Trong quá trình khảo sát, phải thường xuyên theo dõi trạng thái hoạt động của máy thu GPS cũng như màn hình hiển thị dữ liệu đo trên máy tính để phát hiện những yếu tố bất thường xảy ra trong khi khảo sát, có biện pháp xử lý và quyết định hợp lý, ghi nhật ký đầy đủ, chi tiết.

6.2.2 Phương pháp giao hội thuận sử dụng máy kinh vĩ

6.2.2.1 Phương pháp này chỉ áp dụng trong trường hợp khu vực khảo sát không đáp ứng các điều kiện cần thiết để áp dụng công nghệ đo GNSS.

6.2.2.2 Máy kinh vĩ dùng để khảo sát điểm chi tiết độ sâu bằng phương pháp giao hội thuận phải có độ chính xác đo góc $\leq 12''$.

6.2.2.3 Máy kinh vĩ phải được kiểm định hàng năm tại các cơ quan có thẩm quyền. Sau kiểm định phải có chứng nhận về tình trạng kỹ thuật của thiết bị đủ điều kiện sử dụng.

6.2.2.4 Trước khi sử dụng cho một nhiệm vụ khảo sát, máy kinh vĩ phải được kiểm tra, kiểm nghiệm các hạng mục sau:

- Kiểm tra sơ bộ: Các ốc xiết chân máy, ốc vít kết nối thân máy với chân máy; Sự chuyển động linh hoạt của các trục quay của máy và ống ngắm quang học, các núm dịch chuyển bàn độ, các vít cân bằng máy; Độ rõ nét của ống kính quang học;

- Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh trục ống thủy dài;

- Kiểm nghiệm và hiệu chỉnh ống bọt thủy tròn;

- Kiểm tra và hiệu chỉnh trục ngắm ống kính;

- Kiểm tra và hiệu chỉnh lưới chỉ chữ thập;

- Kiểm tra và hiệu chỉnh trục quay của ống kính;

- Kiểm tra và hiệu chỉnh sai số chỉ tiêu (MO) hoặc (MZ);

- Kiểm tra và hiệu chỉnh trục ngắm của bộ phận dọi tâm quang học.

6.2.2.5 Phương pháp giao hội thuận phải có tối thiểu ba (3) trạm máy đặt trên ba (3) điểm không chế tọa độ. Mỗi trạm máy phải đảm bảo thông hướng tới một (1) trong hai trạm máy còn lại, và có thể đo ngắm được toàn bộ khu vực cần khảo sát.

6.2.2.6 Khoảng cách giữa các trạm máy được quy định như sau:

Bảng 4: Quy định khoảng cách giữa các trạm máy theo tỷ lệ bình đồ độ sâu

Tỷ lệ bình đồ	Khoảng cách lớn nhất (m)	Khoảng cách nhỏ nhất (m)
1/500	600	150
1/1000	1000	150
1/2000	1500	150
1/5000	2500	150
1/10000	4000	150

6.2.2.7 Sai số định tâm máy quy định cho mỗi trạm không vượt quá 5mm.

6.2.2.8 Góc giao hội tạo bởi mỗi cặp trạm máy không lớn hơn 150° và không nhỏ hơn 30° .

6.2.2.9 Cạnh giao hội không vượt quá hai (2) lần khoảng cách lớn nhất giữa các trạm máy khi khảo sát bình đồ tỷ lệ 1/500 và 1/1000, ba (3) lần khi khảo sát bình đồ tỷ lệ 1/2000, 1/5000 và 1/10000.

6.2.2.10 Tiêu ngắm sơn màu sắc dễ nhận biết và phải cố định theo phương thẳng đứng. Độ lệch giữa trục dọc của tiêu ngắm với tâm bộ biển năng máy đo sâu theo phương thẳng đứng không vượt quá 5 mm.

6.2.2.11 Tốc độ di chuyển của phương tiện trong quá trình đo được quy định như sau:

Bảng 5: Tỷ lệ khảo sát và tốc độ di chuyển của phương tiện đo

TT	Tỷ lệ khảo sát	Tốc độ di chuyển (hải lý/giờ)
1	1/500	2,0-2,5
2	1/1000	2,0-3,0
3	1/2000	3,0-3,5
4	1/5000	3,5-4,0
5	1/10000	4,0-4,5

7. Công tác đo sâu

7.1 Mốc khống chế độ cao phục vụ đo sâu

7.1.1 Mốc khống chế độ cao phải là các mốc được thành lập trong hệ độ cao Hải đồ khu vực, hoặc lập trong hệ thống độ cao Nhà nước và được tính chuyển về hệ độ cao Hải đồ khu vực.

7.1.2 Thường xuyên kiểm tra hệ thống mốc khống chế độ cao Hải đồ sẵn có trên khu vực khảo sát. Nếu các điểm khống chế bị mất mát, hư hại dẫn đến không đảm bảo về số lượng, chất lượng, phải thiết lập bổ sung các điểm khống chế độ cao Hải đồ mới.

7.1.3 Mốc độ cao Hải đồ khi thành lập nên bố trí cách xa ít nhất 100m các công trình dự kiến sẽ xây dựng, hoặc các nguồn gây chấn động ảnh hưởng đến kết cấu cũng như giá trị độ cao của mốc;

7.1.4 Quy cách xây dựng mốc độ cao Hải đồ theo Phụ lục C8.

7.1.5 Quy trình thu thập dữ liệu, tính toán thành lập mốc khống chế độ cao Hải đồ khu vực như sau:

a) Tổ chức quan trắc, thu thập chuỗi dữ liệu độ cao mực nước tại các vị trí cần xác định số "0" Hải đồ. Chú ý là thời gian quan trắc phải đảm bảo liên tục, chu kỳ quan trắc càng dài thì kết quả càng chính xác, nhưng phải đảm bảo chu kỳ quan trắc tối thiểu là một tháng. Quá trình quan trắc, thu thập dữ liệu phục vụ cho việc xử lý tính toán độ cao Hải đồ cho một (1) điểm độ cao được trình bày tại mục 9.

b) Tổ chức thu thập các chuỗi dữ liệu quan trắc tại các trạm hải văn ven bờ gần khu vực cần tính toán, xác định nhưng phải chú ý đến sự phù hợp, tương đồng về đặc điểm, tính chất thủy triều của các trạm tham chiếu này với đặc điểm, tính chất thủy triều của khu vực cần tính toán xác định.

c) Đo nối độ cao từ lưới khống chế độ cao Nhà nước đến các mốc quan trắc mực nước thực hiện theo quy định của cơ quan có thẩm quyền.

d) Tính toán, xử lý số liệu, gồm:

- Kiểm tra, hiệu chỉnh, xử lý các chuỗi số liệu quan trắc mực nước tại các trạm nghiệm triều;
- So sánh, đánh giá tính tương quan và độ chính xác của các chuỗi số liệu quan trắc tại các trạm nghiệm triều với số liệu của các trạm hải văn ven bờ (độ lệch pha và hệ số tương quan sau khi đã hiệu chỉnh pha);
- Tính hằng số điều hòa thủy triều;
- Tính mực nước trung bình, mực nước cực trị tại các điểm quan trắc;
- Tính chuyển độ cao từ hệ độ cao Nhà nước về hệ độ cao Hải đồ khu vực.

7.1.6 Tùy từng khu vực khảo sát, mật độ điểm khống chế độ cao Hải đồ bố trí cho phù hợp với mục đích yêu cầu của nhiệm vụ khảo sát, song phải tuân thủ hai (2) chỉ tiêu chính sau đây:

- Chỉ tiêu kỹ thuật: Đảm bảo mật độ vừa đủ và phân bố hợp lý nhằm hạn chế tối đa ảnh hưởng của các yếu tố dòng chảy, độ cong trái đất và các yếu tố địa lý tự nhiên khác đến dữ liệu độ sâu cuối cùng sau khi cải chính độ cao mực nước đối với các điểm độ sâu cách xa trạm quan trắc;
- Chỉ tiêu kinh tế: Phân bố điểm độ cao hợp lý, an toàn, chắc chắn, giảm thiểu số lượng các mốc khống chế độ cao không cần thiết đi đôi với việc giảm chi phí cho công tác xây dựng và quản lý sau này.

7.1.7 Bố trí điểm độ cao Hải đồ được xác định trên cơ sở các yếu tố sau:

- Phạm vi khu vực cần khảo sát;
- Tính chất, đặc điểm và điều kiện địa lý tự nhiên;
- Tính chất đặc điểm của thủy triều;
- Đặc điểm địa chất, địa mạo vùng bờ, độ dốc và hình dạng sông hoặc cửa sông;
- Đặc điểm khí hậu thời tiết khu vực khảo sát.

7.2 Đo sâu

Các phương pháp đo sâu có thể áp dụng gồm:

- Đo sâu bằng máy đo sâu hồi âm (SBES, MBES, MTES);
- Đo sâu bằng dọi (lead line);
- Đo sâu bằng sào (sounding pole).

7.2.1 Phương pháp đo sâu bằng máy đo sâu hồi âm đơn tia (SBES):

7.2.1.1 Máy đo sâu hồi âm đơn tia phải đáp ứng các yêu cầu chức năng và đặc tính kỹ thuật sau đây:

a) Yêu cầu chức năng:

- Hoạt động ổn định về tình trạng kỹ thuật và độ chính xác xác định độ sâu trong điều kiện môi trường biển;
- Thuận tiện trong quá trình sử dụng và bảo quản;
- Vỏ máy có độ bền vững, khả năng chống ăn mòn hóa học cao;
- Chịu sự rung, lắc trong quá trình làm việc;
- Thu thập và lưu giữ dữ liệu độ sâu ở cả 2 dạng: dạng số và dạng đồ thị;

TCVN 10336:2015

- Kết nối và truyền dữ liệu với máy tính;
- Nguồn điện sử dụng phải trong tiêu chuẩn thông dụng, tổng công suất tiêu thụ không quá lớn;
- Màn hình LCD hiển thị giá trị độ sâu và các tham số trong quá trình cài đặt;
- Chức năng chống nhiễu từ các nguồn sóng âm khác;
- Có bộ phận để cài đặt và điều chỉnh các tham số;
- Có thiết bị chiếu sáng tại vị trí ghi đồ thị độ sâu và màn hình số.

b) Đặc tính kỹ thuật:

Bảng 6: Đặc tính kỹ thuật của máy đo sâu hồi âm đơn tia

STT	Đặc tính kỹ thuật	Thông số
1	Thang đo độ sâu	Từ 0-600m
2	Độ sâu đo được tối thiểu	0,2 m
3	Tần số sóng âm	33-210 kHz
4	Độ rộng chùm tia	$\leq 10^\circ$
5	Khả năng bảo động	Ở độ sâu nhỏ hơn độ sâu đo được tối thiểu
6	Phạm vi điều chỉnh tốc độ sóng âm	Từ 1370-1700m/s
7	Bước điều chỉnh tốc độ sóng âm	1m/s
8	Tán suất xung	5 giá trị/giây
9	Độ chính xác số hóa độ sâu	0,01m
10	Màn hình LCD	Có khả năng quan sát được ở ngoài trời
11	Giao diện với thiết bị ngoại vi	RS232, USB
12	Giãn cách cập nhật	1 giây
13	Kiểu ghi băng	Điện, nhiệt hoặc in phun
14	Độ phân giải ghi băng	1dot/1cm độ sâu hoặc cao hơn
15	Độ rộng phạm vi ghi băng trên giấy	20cm
16	Tốc độ dịch băng (có thể điều chỉnh)	Từ 5-60mm/phút
17	Khả năng fix điểm trên băng ghi	Trực tiếp trên máy hoặc điều khiển từ máy tính
18	Chức năng ghi chú trên băng ghi	Điều khiển từ máy tính
19	Nhiệt độ vận hành	Từ 0-50°C
20	Độ ẩm môi trường cho phép	$\leq 95\%$

7.2.1.2 Khi lắp đặt bộ phận biến năng máy đo sâu, phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Trục đứng của bộ biến năng phải trùng với phương dây dọi;
- Vị trí của bộ biến năng phải được xác định các tham số tọa độ trong hệ quy chiếu được thống nhất trên phương tiện đo;
- Bộ biến năng được lắp đặt trên tàu đo phải đảm bảo hạn chế thấp nhất sự tác động của sóng nước và chân vịt của tàu trong quá trình chuyển động;
- Bộ biến năng phải cố định, không bị xoay hoặc thay đổi vị trí theo mọi hướng.

7.2.1.3 Sai lệch khi xác định khoảng cách từ mặt bộ biến năng đến mặt nước ở trạng thái cân bằng của tàu $\leq 0,01m$.

7.2.1.4 Vị trí máy đo sâu phải đặt cố định, vững chắc tại nơi có độ an toàn cao, tránh sự tác động trực tiếp của ánh nắng mặt trời, mưa, nước biển.

7.2.1.5 Cài đặt trên máy đo sâu:

- Tốc độ sóng âm trong nước;

- Độ ngập chìm của bộ biển năng;
- Phạm vi độ sâu được ghi ra đồ thị;
- Tốc độ dịch chuyển của giấy ghi đồ thị độ sâu;
- Ghi chú trên đồ thị độ sâu;
- Đơn vị độ sâu;
- Cổng giao diện với thiết bị ngoại vi;
- Định dạng dữ liệu ra;
- Ngày, giờ;
- Ngôn ngữ hiển thị trên màn hình điều khiển.

7.2.1.6 Trước khi đo sâu, cần xác định tốc độ sóng âm trong nước tại khu vực khảo sát bằng phương pháp Bar check hoặc sử dụng thiết bị đo tốc độ sóng âm. Việc áp dụng phương pháp xác định tốc độ sóng âm và độ chính xác đối với từng phương pháp được quy định như sau:

Bảng 7: Xác định tốc độ sóng âm trong nước

TT	Phương pháp	Trường hợp áp dụng	Độ lệch
1	Bar check	Các vùng độ sâu nhỏ hơn hoặc bằng 20 mét, chỉ áp dụng đối với máy đo sâu đơn tia.	$\leq 1,0\text{m/s}$
2	Thiết bị đo tốc độ sóng âm	Áp dụng cho tất cả mọi trường hợp	$\leq 0,25+0,2\%$ độ sâu (m/s) *

Ghi chú: * Độ chính xác nêu trên là theo lý lịch của thiết bị, còn độ chính xác vận tốc sóng âm thực tế cho phép lớn hơn khoảng 3÷5 m/s.

Khi sử dụng phương pháp dùng Bar check để xác định tốc độ sóng âm trong nước, vị trí lựa chọn phải đáp ứng các điều kiện:

- Trong hoặc liền kề với khu vực khảo sát;
- Mặt nước tương đối phẳng lặng, biên độ dao động của sóng nước không vượt quá 5cm;
- Độ sâu phải xấp xỉ giá trị độ sâu lớn nhất trong khu vực khảo sát;
- Ít chịu sự tác động của dòng chảy;
- Không có sự khác biệt lớn về nhiệt độ, và độ mặn vùng nước khu vực khảo sát.

7.2.1.7 Việc xác định tốc độ sóng âm trong nước nên thực hiện ít nhất 2 lần/ngày, tiến hành vào thời điểm bắt đầu đo và kết thúc buổi đo trong ngày. Trong những ngày thời tiết biến động đột ngột, hoặc thủy triều lên xuống mạnh, hay thay đổi vị trí khu vực khảo sát... cần tăng số lần xác định tốc độ sóng âm/ngày.

7.2.1.8 Khi đo tốc độ sóng âm, phải tiến hành đo ở các tầng độ sâu khác nhau cho đến độ sâu bằng hoặc lớn hơn độ sâu lớn nhất tại khu vực khảo sát.

7.2.1.9 Dữ liệu đo tốc độ sóng âm dưới dạng tập tin (đối với thiết bị đo tốc độ sóng âm) hoặc dưới dạng bảng ghi (đối với phương pháp Bar check) được lưu giữ cẩn thận phục vụ cho việc cài chính vào dữ liệu đo sâu. Quá trình cài chính tốc độ sóng âm vào dữ liệu độ sâu có thể tiến hành tại thời điểm đo sâu hoặc cài chính về sau tùy thuộc vào chức năng sẵn có của phần mềm khảo sát.

7.2.2 Phương pháp đo sâu bằng máy đo sâu hồi âm đa tia (MBES):

TCVN 10336:2015

7.2.2.1 Máy đo sâu hồi âm đa tia và các thiết bị đồng bộ sử dụng trong đo sâu phải đáp ứng yêu cầu độ chính xác tương ứng với từng cấp hạng khảo sát như đã trình bày tại mục 3, và được kiểm định bởi các cơ quan chuyên ngành có thẩm quyền. Sau khi kiểm định phải có chứng nhận kết luận đủ điều kiện sử dụng. Các tài liệu về kết quả kiểm định phải được lưu trữ cùng với hồ sơ báo cáo đối với mỗi công trình khảo sát.

7.2.2.2 Việc vận hành máy đo sâu hồi âm đa tia trong giai đoạn thu thập dữ liệu độ sâu, cũng như xử lý dữ liệu sau khi thu thập phải được thực hiện bởi thủy đặc viên đã được đào tạo và được cấp chứng nhận đủ khả năng vận hành và xử lý dữ liệu của hệ thống thiết bị này.

7.2.2.3 Sử dụng máy đo sâu đa tia trong thu thập độ sâu, phải quan tâm và có biện pháp hạn chế tối đa ảnh hưởng của các nguồn sai số sau:

- a) Sai số phương vị của tàu đo khi di chuyển (Yaw, heading);
- b) Sai số gây nên bởi dao động quanh các trục hình học của tàu đo (heave, pitch, roll);
- c) Sai số do thay đổi mức nước của tàu đo theo phương thẳng đứng khi tàu thay đổi tốc độ (squat & settlement);
- d) Sai số xác định độ ngập chìm của bộ biển năng dưới nước (draft);
- e) Sai số xác định tọa độ của các thiết bị cảm biến trong hệ quy chiếu quy ước trên tàu đo (Vessel offset);
- f) Sai số gây nên do sự không đồng bộ về đồng hồ thời gian giữa các thiết bị đo (synchronised timing);
- g) Sai số xác định tốc độ sóng âm trong nước (velocity);
- h) Sai số xác định độ cao mực nước.

7.2.2.4 Để hạn chế nguồn sai số thuộc khoản a) và b), mục 7.2.2.3 trên đây, khi triển khai thu thập dữ liệu độ sâu bằng thiết bị đo sâu đa tia, nhất thiết phải được sự hỗ trợ của các thiết bị gồm:

- La bàn hồi chuyển (Gyrocompass) hoặc thiết bị tương đương;
- Thiết bị bù dao động hay bộ cảm biến dao động (Motion sensor);
- Máy đo tốc độ sóng âm trong nước (Velocymeter).

Các thiết bị hỗ trợ trên đây, ngoài việc kiểm định định kỳ theo quy định của cơ quan có thẩm quyền còn phải tiến hành kiểm nghiệm thường xuyên trước khi thi công mỗi công trình, dự án khảo sát hoặc sau khoảng thời gian hoạt động tối thiểu 1 tháng. Nội dung kiểm nghiệm theo quy định của cơ quan có thẩm quyền.

7.2.2.5 Khi lắp đặt hệ thống thiết bị, phải đảm bảo cố định, chắc chắn, và đúng yêu cầu lắp đặt đối với từng loại thiết bị tại các vị trí an toàn trên phương tiện đo.

7.2.3 Phương pháp đo sâu bằng dội:

7.2.3.1 Trường hợp áp dụng:

- a) Khu vực khảo sát bị hạn chế về diện tích phương tiện đo không thể tiếp cận để thực hiện việc khảo sát bằng thiết bị đo sâu;
- b) Khu vực khảo sát hẹp và có nhiều chướng ngại vật nổi gây khó khăn cho việc di chuyển của phương tiện đo;
- c) Các vùng tiếp giáp với các công trình cố định và lý do nào đó mà phương tiện đo không được phép tiếp cận;

d) Khu vực có khả năng gây nhiễu đối với tín hiệu sóng âm khiến cho kết quả đo sâu bằng máy đo sâu hồi âm bị sai lệch, không chính xác.

7.2.3.2 Đo sâu bằng dọi phải đảm bảo các điều kiện sau đây:

- a) Dây dọi phải được chế tạo bằng vật liệu có độ bền cơ học cao, ít biến dạng dưới sự thay đổi của nhiệt độ môi trường;
- b) Dây dọi phải có độ linh hoạt tốt, không bị rối hoặc quấn trong khi đo;
- c) Việc tính toán trọng lượng, hình dạng của quả dọi phải hợp lý: đủ nặng để đảm bảo lực căng của dây luôn duỗi thẳng theo phương thẳng đứng, nhưng cũng không quá nặng làm quả dọi bị ngập sâu xuống đáy gây sai số lớn;
- d) Đáy khu đo có nền đất tương đối cứng và ổn định;
- e) Khu vực khảo sát có tốc độ dòng chảy không quá lớn;
- f) Độ sâu khu vực khảo sát không vượt quá 20m.

7.2.3.3 Vạch dấu trên dây đo phải được rõ nét và đánh dấu đến đề xi mét (dm), sai số khắc vạch dấu phải nhỏ hơn 1mm trên 1m độ dài của dây dọi.

7.2.3.4 Trước khi đo, phải tiến hành kiểm tra:

- Độ rõ nét của các vạch chia;
- Độ dài từng mét dây, độ dài toàn bộ dây. Độ chính xác chiều dài dây đo nhỏ hơn hoặc bằng 1/1000.

7.2.3.5 Thao tác đo tại một điểm như sau: Tại vị trí cần đo, người đo phải giữ tư thế ổn định sau đó thả từ từ dọi xuống nước theo phương thẳng đứng cho tới khi dọi vừa chạm đáy, ra hiệu cho người đứng bên cạnh đọc số. Mỗi vị trí đo tiến hành đọc số 2 lần, ghi vào sổ đo. Sai số đọc số giữa 2 lần đo tại cùng 1 vị trí không vượt quá 5cm. Giá trị độ sâu tại 1 điểm là giá trị trung bình của 2 lần đọc số.

Việc xác định tọa độ đối với điểm đo sâu bằng dọi có thể sử dụng phương pháp giao hội thuận bằng 2 máy kinh vĩ, hoặc phương pháp tọa độ cực bằng máy toàn đạc điện tử, hoặc thiết bị định vị GPS.

7.2.4 Phương pháp đo sâu bằng sào:

7.2.4.1 Phương pháp đo sâu bằng sào được áp dụng trong trường hợp tương tự phương pháp đo sâu bằng dọi được trình bày ở mục **7.2.3.1**, và ở khu vực nước nông độ sâu không vượt quá 5m.

7.2.4.2 Đo sâu bằng sào phải đảm bảo các yêu cầu sau đây:

- a) Sào đo phải được chế tạo bằng vật liệu có độ bền cơ học và đàn hồi tốt, luôn thẳng và ít biến dạng;
- b) Bề mặt đáy khu đo có nền đất tương đối cứng và ổn định;
- c) Khu vực khảo sát có tốc độ dòng chảy không quá lớn.

7.2.4.3 Vạch dấu trên sào đo phải được rõ nét và đánh dấu đến xen ti mét (cm) hoặc đề xi mét (dm), sai số khắc vạch dấu phải nhỏ hơn 1mm trên 1m độ dài của sào đo.

7.2.4.4 Trước khi đo, phải tiến hành kiểm tra:

- Độ rõ nét của các vạch chia;
- Độ dài từng khoảng chia lớn nhất (mét), độ dài toàn bộ sào đo. Độ chính xác chiều dài sào đo nhỏ hơn hoặc bằng 1/1000.

7.2.4.5 Thao tác đo tại một điểm như sau: Tại vị trí cần đo, người đo phải giữ tư thế ổn định sau đó hạ sào đo từ từ xuống nước theo phương thẳng đứng cho tới khi đầu sào đo vừa chạm đáy, ra hiệu cho người đứng bên cạnh đọc số. Mỗi vị trí đo tiến hành đọc số 2 lần, ghi vào sổ đo. Sai số đọc số giữa 2

TCVN 10336:2015

lần đo tại cùng 1 vị trí không vượt quá 2cm. Giá trị độ sâu tại 1 điểm là giá trị trung bình của 2 lần đọc số.

Việc xác định tọa độ đối với điểm đo sâu bằng sào có thể sử dụng phương pháp giao hội thuận bằng 2 máy kinh vĩ, hoặc phương pháp tọa độ cực bằng máy toàn đạc điện tử, hoặc thiết bị định vị GPS.

8. Quan trắc thủy triều

8.1 Mục đích

- Thu thập dữ liệu độ cao thủy triều và sự thay đổi của thủy triều theo thời gian để cài chính vào dữ liệu đo sâu;
- Phục vụ cho việc phân tích, tính toán xây dựng và thành lập mốc khống chế độ cao mới trong hệ độ cao Hải đồ khu vực. Đối với trường hợp này, chu kỳ quan trắc nên được kéo dài (tối thiểu là 29 ngày quan trắc liên tục);
- Thiết lập cơ sở dữ liệu độ cao thủy triều trong khu vực. Trong trường hợp này, chu kỳ quan trắc nên kéo dài càng nhiều càng tốt.

8.2 Độ chính xác

Sai số đo độ cao mực nước trong quá trình quan trắc phải nhỏ hơn hoặc bằng $\pm 5\text{cm}$ với độ tin cậy 95% đối với khảo sát hạng đặc biệt và hạng 1, và nhỏ hơn hoặc bằng $\pm 10\text{cm}$ với độ tin cậy 95% cho các hạng khảo sát còn lại.

8.3 Phương pháp quan trắc

Các phương pháp quan trắc thủy triều gồm:

- a) Phương pháp quan trắc trực tiếp: sử dụng các thước đo mực nước tại trạm nghiệm triều;
- b) Phương pháp quan trắc tự động: sử dụng các thiết bị triều ký hoạt động dựa trên nguyên lý đo sự thay đổi của áp lực cột nước, hoặc đo thời gian chênh lệch giữa sóng âm truyền tới mặt nước và sóng âm phản xạ từ mặt nước, hoặc đo thời gian chênh lệch giữa sóng ra đa truyền tới mặt nước và sóng ra đa phản xạ từ mặt nước đặt tại trạm nghiệm triều.

Chú ý: Tùy thuộc vào phương pháp, công nghệ quan trắc thủy triều để thực hiện việc kiểm nghiệm và kiểm tra sự vận hành của các dụng cụ, thiết bị quan trắc. Việc kiểm nghiệm phải được tiến hành trước khi bắt đầu và sau khi kết thúc mỗi buổi đo, nếu cần có thể kiểm nghiệm thiết bị cả giai đoạn triều cường lẫn giai đoạn triều kiệt trong ngày, và tiến hành thường xuyên trong suốt quá trình khảo sát.

8.4 Lựa chọn vị trí quan trắc

Khi lựa chọn vị trí thiết lập trạm quan trắc phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

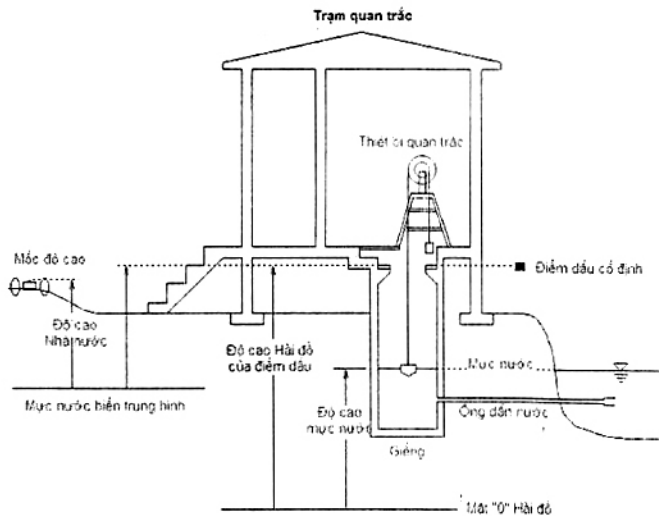
- a) Đối với khu vực ngoài khơi:
 - Mặt biển thoáng, rộng, xung quanh có ít địa vật tự nhiên và nhân tạo;
 - Độ sâu đủ lớn để có thể quan trắc được mực nước cao nhất, thấp nhất;
 - Ít chịu tác động của sóng biển và các sóng do các hoạt động khác gây nên;
 - Tầm quan sát rộng.
- b) Đối với khu vực trong sông hoặc cửa sông:
 - Hình dạng sông tương đối thẳng;
 - Độ rộng mặt nước của đoạn sông không có sự thay đổi (mở rộng hoặc co hẹp) đột ngột;
 - Lòng sông tương đối ổn định, ít chịu ảnh hưởng bởi các tác động xói lở, bồi tụ;

- Không có đá tảng, hoặc các công trình thủy có kích thước lớn;
- Không có ghềnh, thác, cây cối rậm rạp;
- Độ sâu đủ lớn để có thể quan trắc được mực nước cao nhất, thấp nhất;
- Mặt cắt ngang sông có độ dốc ngang không đáng kể;
- Tầm quan sát rộng.

8.5 Thiết lập trạm quan trắc

8.5.1 Trạm quan trắc mực nước được thiết lập dưới 2 dạng: Trạm quan trắc cố định và trạm quan trắc tạm thời. Tất cả các trạm quan trắc đều phải đảm bảo các yêu cầu sau:

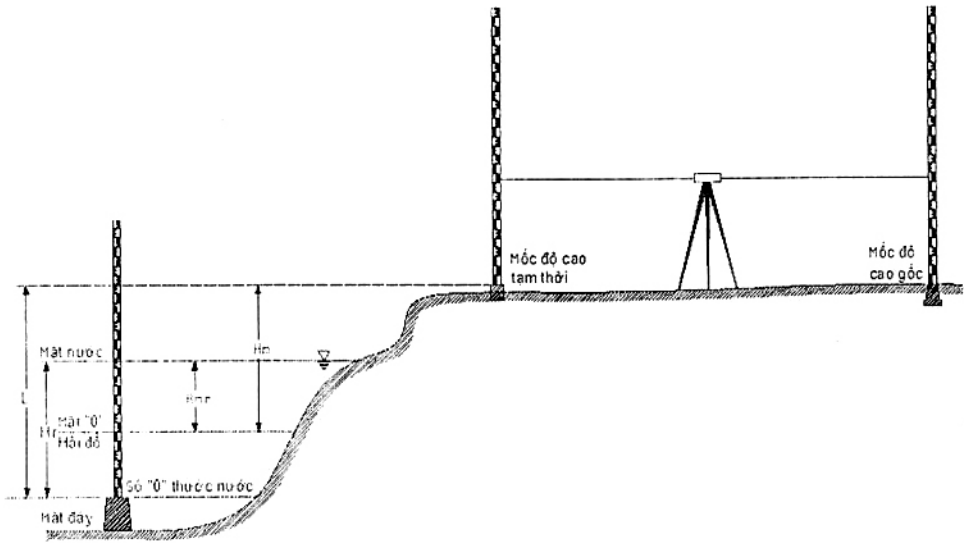
- Có biện pháp bảo vệ chắc chắn, không bị xâm hại bởi các phương tiện hành hải gây hư hỏng thiết bị và ảnh hưởng đến độ chính xác của số liệu quan trắc;
- Có biện pháp che chắn sóng tốt nhằm hạn chế thấp nhất ảnh hưởng dao động của sóng đến quá trình quan trắc;
- Thuận tiện cho các hoạt động vận hành, kiểm tra, theo dõi thiết bị, dụng cụ trong quá trình quan trắc và đo nối độ cao (nếu cần);
- Nền bố trí thiết bị phải ổn định, không gây sụt lún.



Hình 1 – Ví dụ về trạm quan trắc cố định

8.5.2 Trạm quan trắc cố định: Được xây dựng kiên cố và lắp đặt các thiết bị quan trắc tự động kết hợp với các dụng cụ quan trắc truyền thống thực hiện hoạt động quan trắc liên tục, lâu dài, vừa phục vụ công tác khảo sát độ sâu và thiết lập cơ sở dữ liệu độ cao thủy triều trong khu vực.

8.5.3 Trạm quan trắc tạm thời: Chỉ triển khai dụng cụ, thiết bị quan trắc tạm thời phục vụ cho công tác khảo sát độ sâu trong khoảng thời gian nhất định.



Hình 2 – Ví dụ về trạm quan trắc tạm thời

- Hm Độ cao mốc so với mặt "0" Hải đồ
- Hmn Độ cao mực nước so với mặt "0" Hải đồ
- Hr Số đọc trên thước ứng với mặt nước
- L Khoảng cách từ mặt mốc đến số "0" của thước

8.6 Thời gian và tần suất quan trắc

8.6.1 Khi thu thập dữ liệu để cải chính dữ liệu độ sâu, việc quan trắc thủy triều phải tiến hành đồng thời với việc khảo sát độ sâu. Khoảng thời gian khảo sát độ sâu luôn nằm trong phạm vi của khoảng thời gian quan trắc thủy triều. Ví dụ: Khoảng thời gian khảo sát trong ngày từ 8 giờ đến 16 giờ thì khoảng thời gian quan trắc thủy triều phải bắt đầu trước 8 giờ, ít nhất một khoảng thời gian quy định cho 2 lần đọc số (thường là 20 phút, tức 7 giờ 40 phút) và kết thúc sau 16 giờ ít nhất một khoảng thời gian quy định cho 1 lần đọc số (tức 16 giờ 10 phút).

8.6.2 Khoảng thời gian giữa hai lần đọc số liên tiếp trong quá trình quan trắc thủy triều khác nhau theo từng mục đích quan trắc khác nhau, cụ thể như sau:

Quan trắc mực nước phục vụ đo đạc thành lập bình đồ độ sâu, khoảng thời gian giữa 2 lần đọc số liên kế nhau tối thiểu 10 phút một lần. Khi khảo sát hạng đặc biệt và hạng 1 diễn ra trong thời điểm thủy triều lên-xuống mạnh, cần tăng dày khoảng thời gian giữa 2 lần đọc số 5 phút một lần. Mỗi lần quan trắc đọc số 2 lần lấy giá trị trung bình.

Quan trắc mực nước phục vụ công tác thành lập mốc độ cao Hải đồ, khoảng thời gian giữa 2 lần đọc số liên kế nhau 1 giờ một lần. Trước và sau thời điểm đỉnh triều và đáy triều 1 giờ theo dự báo, cần tăng dày khoảng thời gian giữa 2 lần đọc số lên 10 phút một lần. Mỗi lần quan trắc đọc số 2 lần lấy giá trị trung bình.

8.6.3 Việc ghi chép dữ liệu quan trắc mực nước theo mẫu trình bày tại Phụ lục C4.

8.7 Nội dung nhiệm vụ trạm quan trắc

8.7.1 Đối với các trạm quan trắc cố định:

a) Kiểm tra các mốc khống chế độ cao cơ sở sẵn có dùng để triển khai trạm quan trắc. Đối với những khu vực cần thiết có thể xây dựng bổ sung cho mỗi mốc chính ít nhất 3 mốc phụ;

- b) Chuẩn bị sơ đồ lắp đặt thiết bị, dụng cụ quan trắc;
- c) Xác định độ chênh cao giữa điểm độ cao trạm và số "0" thước nước tại mỗi trạm quan trắc;
- d) Đo nối độ cao từ điểm khống chế độ cao của trạm quan trắc với lưới khống chế độ cao quốc gia;
- e) Thực hành quan trắc thu thập dữ liệu độ cao mực nước;
- f) Thành lập đồ thị biến động độ cao mực nước theo thời gian;
- g) Hoàn thiện bản ghi thông tin chi tiết đối với trạm quan trắc mực nước theo Phụ lục C6;
- h) Lập kế hoạch và nội dung kiểm định thiết bị quan trắc;
- i) Thảo luận, đánh giá và báo cáo với đơn vị chủ quản kết quả dữ liệu quan trắc theo từng giai đoạn và những vấn đề bất thường nảy sinh trong quá trình quan trắc, biện pháp cần thiết nâng cao chất lượng dữ liệu.

8.7.2 Đối với các trạm quan trắc tạm thời:

- a) Kiểm tra các mốc khống chế độ cao cơ sở sẵn có dùng để triển khai trạm quan trắc;
- b) Kiểm tra số lượng, tình trạng kỹ thuật thiết bị, dụng cụ để chuẩn bị lắp đặt;
- c) Xác định độ chênh cao giữa điểm độ cao mốc khống chế độ cao cơ sở và số "0" thước nước;
- d) Gia cố bảo vệ dụng cụ, thiết bị;
- e) Thực hành quan trắc thu thập dữ liệu độ cao mực nước;
- f) Hoàn thiện bản ghi thông tin chi tiết đối với trạm quan trắc mực nước, theo Phụ lục C6;

8.8 Công tác kiểm nghiệm thiết bị triều ký tự ghi

Thiết bị triều ký tự ghi được kiểm nghiệm theo quy trình sau đây:

- Điều kiện tiến hành kiểm nghiệm: phải đảm bảo đầu dò của thiết bị được vệ sinh sạch sẽ và đặt trong giếng có độ thông thoáng tốt với môi trường nước khu vực khảo sát, không bị ảnh hưởng bởi sự dao động của sóng nước từ bên ngoài;
- Lắp đặt thước đo mực nước bên cạnh thiết bị triều ký tự ghi và bên ngoài giếng. Vị trí lắp đặt thước kiểm tra phải đảm bảo được cố định vững chắc và theo phương thẳng đứng;
- Thu thập dữ liệu độ cao mực nước trên cả thước đo và thiết bị triều ký tự ghi. Lập biểu đồ biến động độ cao mực nước theo thời gian đối với cả hai phương pháp để so sánh, đối chiếu;
- Thời gian kiểm nghiệm thiết bị nên tiến hành trong khoảng thời gian diễn ra một chu kỳ dao động của thủy triều, bao gồm cả thời gian triều dâng và thời gian triều rút;
- Trường hợp việc đọc số trên thước nước gặp khó khăn do sóng, có thể lắp song song dọc theo thân thước một đoạn ống bằng chất dẻo trong suốt có đường kính khoảng 1,25mm. Hai đầu ống phải hở để thông thoáng với môi trường khí quyển và môi trường nước khu vực khảo sát, tiến hành đọc số trên cơ sở mực nước trong ống với vạch khắc trên thước;
- Đo tốc độ, hướng gió và áp suất khí quyển tại trạm quan trắc với tần suất 6 giờ 1 lần, hoặc có thể thu thập các dữ liệu này từ trạm hải văn gần đó nhất;
- Ghi chép số liệu kiểm nghiệm thiết bị quan trắc mực nước theo Phụ lục C5;
- Đánh giá kết quả kiểm nghiệm, sai lệch giá trị độ cao mực nước giữa 2 phương pháp quan trắc không vượt quá 2cm. Lưu kết quả kiểm nghiệm vào hồ sơ. Trường hợp kết quả kiểm nghiệm vượt quá giới hạn trên, phải gửi dữ liệu kiểm định đến cơ quan có khả năng chuyên môn và thẩm quyền để đánh giá kết luận.

8.9 Bản ghi thông tin chi tiết trạm quan trắc

8.9.1 Bản ghi thông tin trạm quan trắc là tài liệu quan trọng giúp cho việc quản lý, theo dõi và khai thác sử dụng nguồn thông tin dữ liệu được thu thập tại trạm hiệu quả và khoa học.

8.9.2 Khi hoàn thiện bản ghi thông tin trạm quan trắc, nhất thiết phải có sự tham gia của người quan trắc và người theo dõi kiểm tra việc quan trắc để đảm bảo:

- Thông tin trạm quan trắc đầy đủ và chi tiết;
- Độ xác thực của thông tin dữ liệu.

8.9.3 Bản ghi thông tin trạm quan trắc luôn được kiểm tra, so sánh với các bản ghi thông tin trạm quan trắc đã được thực hiện trước đó. Trường hợp có bất cứ một thông tin nào có sự khác biệt với hồ sơ được thu thập trước đó, phải cố gắng xác định thời điểm xảy ra sự thay đổi và ghi chép lại, không tùy ý loại bỏ thông tin trong hồ sơ trước đó. Chú ý tham khảo những yếu tố tác động của môi trường, những tính chất có thể hạn chế sự ảnh hưởng đến trạm quan trắc.

8.10 Đo nổi độ cao Hải đồ tới số "0" thước nước

8.10.1 Độ chênh cao giữa điểm độ cao Hải đồ với số "0" thước nước được đo nổi bằng phương pháp thủy chuẩn hình học với độ chính xác tương đương thủy chuẩn hạng IV.

8.10.2 Trước khi đo nổi độ cao, phải kiểm nghiệm thiết bị và dụng cụ đảm bảo độ chính xác đạt yêu cầu của công tác đo nổi độ cao hạng IV.

8.10.3 Mỗi tuyến thủy chuẩn, từ điểm khống chế độ cao Hải đồ đến số "0" thước nước, phải ghi chép cẩn thận vào sổ đo (theo mẫu tại Phụ lục C3, vẽ sơ đồ biểu diễn tuyến thủy chuẩn và sơ đồ biểu diễn độ chênh cao giữa điểm độ cao với số "0" thước nước).

8.10.4 Việc đo nổi độ cao từ điểm độ cao Hải đồ tới số "0" thước nước phải thực hiện bằng phương pháp thủy chuẩn hình học với độ chính xác tương đương thủy chuẩn hạng IV.

8.11 Đo nổi điểm độ cao Hải đồ với lưới độ cao quốc gia

Nếu điểm độ cao Hải đồ chưa được nối với lưới độ cao quốc gia thì phải tiến hành đo nổi với lưới độ cao quốc gia. Việc đo nổi điểm độ cao Hải đồ với lưới độ cao quốc gia được thực hiện bằng phương pháp thủy chuẩn hình học với độ chính xác tương đương thủy chuẩn hạng IV phát triển từ các mốc độ cao hạng III trở lên và được thiết kế thành các đường đơn hoặc đường vòng khép kín.

8.12 Chụp ảnh hồ sơ trạm quan trắc

Mỗi mốc khống chế độ cao Hải đồ nên chụp tối thiểu kiểu 2 ảnh, một kiểu chụp cận cảnh và một kiểu chụp toàn cảnh khu vực lân cận vị trí mốc khống chế.

Mỗi trạm quan trắc nên chụp 2 kiểu ảnh, mỗi kiểu được chụp từ mỗi hướng khác nhau.

Tất cả các ảnh chụp mốc khống chế độ cao, trạm quan trắc đều phải được lưu trữ vào hồ sơ tương ứng với từng mốc, trạm quan trắc đó. Hồ sơ hình ảnh trạm quan trắc:

- Tên trạm quan trắc;
- Ảnh chụp;
- Ngày chụp;
- Người thực hiện.

8.13 Sơ đồ mốc độ cao và bố trí trạm quan trắc

Vị trí bố trí thước nước hoặc máy đo triều ký tự ghi và toàn bộ mốc độ cao Hải đồ phải được thể hiện trên bản đồ tỷ lệ phù hợp để có thể bao quát và mô tả được toàn bộ hệ thống mốc và trạm quan trắc có trong khu vực khảo sát.

8.14 Sử dụng các tài liệu tham chiếu độ cao thủy triều

8.14.1 Tài liệu sử dụng tham chiếu độ cao thủy triều là các Bảng dự báo thủy triều hàng năm của cơ quan có thẩm quyền. Tuy nhiên, tài liệu này chỉ sử dụng các mục đích sau:

- Đối chiếu, so sánh với dữ liệu quan trắc để phát hiện những yếu tố, quy luật bất thường xảy ra trái với dự báo nhằm kiểm tra, tìm hiểu và xác định các nguyên nhân tác động đến kết quả dữ liệu quan trắc;
- Nghiên cứu sự ảnh hưởng của các yếu tố ngoại cảnh đến độ cao mực nước tại những vị trí cụ thể trong khu vực.

Và các mục đích sử dụng khác.

8.14.2 Không sử dụng số liệu độ cao mực nước trích dẫn trong tài liệu trên để cải chính số liệu độ sâu trong quá trình khảo sát thành lập bình đồ độ sâu đối với bất kỳ hạng khảo sát nào.

9. Các hoạt động đo đạc khác

9.1 Khảo sát các công trình báo hiệu hàng hải và các đối tượng khác

9.1.1 Khảo sát các công trình báo hiệu hàng hải và các công trình khác có thể áp dụng các phương pháp sau đây:

- Phương pháp tọa độ cực;
- Phương pháp giao hội góc;
- Phương pháp đo GNSS.

9.1.2 Vị trí mặt bằng và độ cao các công trình báo hiệu hàng hải và các đối tượng quan trọng được liệt kê ở Bảng 8 với độ tin cậy 95%.

Bảng 8: Tiêu chuẩn độ chính xác định vị các công trình báo hiệu hàng hải và các đối tượng quan trọng

Đối tượng	Hạng đặc biệt		Hạng 1		Hạng 2		Hạng 3	
	Mặt bằng	Độ cao	Mặt bằng	Độ cao	Mặt bằng	Độ cao	Mặt bằng	Độ cao
Các báo hiệu hàng hải cố định và các đối tượng hỗ trợ hành hải quan trọng	0,2m	0,3m	0,5m	0,5m	1m	1m	3m	2m
Các đối tượng là chướng ngại vật nổi, xác tàu đắm nửa chìm nửa nổi, ụ đà nổi, các công trình công nghiệp và dân dụng nổi	1m	Không cần thiết	3m	Không cần thiết	5m	Không cần thiết	10m	Không cần thiết
Vị trí trung bình các báo hiệu hàng hải nổi	5m	Không cần thiết	10m	Không cần thiết	15m	Không cần thiết	20m	Không cần thiết
Đường bờ tự nhiên (đường mép nước tương ứng với thời điểm triều cường, triều kiệt)	2m	Không cần thiết	5m	Không cần thiết	10m	Không cần thiết	20m	Không cần thiết
Các đối tượng địa hình (không dùng cho hỗ trợ hành hải)	5m	0,3m	10m	0,5m	15m	1m	20m	2m

Đối tượng	Hạng đặc biệt		Hạng 1		Hạng 2		Hạng 3	
	Mặt bằng	Độ cao	Mặt bằng	Độ cao	Mặt bằng	Độ cao	Mặt bằng	Độ cao
Các đối tượng có chiều cao lưu không liên quan đến hành hải	1m	0,3m	3m	0,5m	5m	1m	10m	2m
Các phương vị giới hạn các sector đèn hướng và đường tầm hiệu lực	Độ lệch lớn nhất giữa phương vị lý thuyết và phương vị đo: 0,5°							

9.1.3 Việc bố trí các công trình báo hiệu hàng hải phức tạp, yêu cầu độ chính xác cao như các chập tiêu..., trước khi thi công phải lập biện pháp kỹ thuật, nội dung bao gồm:

- Giới thiệu chung về công trình, yêu cầu độ chính xác, các tài liệu trắc địa, địa hình có trong khu vực;
- Thiết kế lưới khống chế mặt bằng và độ cao phục vụ bố trí công trình;
- Phương pháp đo đạc;
- Phương pháp xử lý số liệu đo đạc;
- Phương án xử lý các vấn đề phức tạp như: Kiểm định độ chính xác của thiết bị đo; ước tính độ chính xác; lựa chọn, bố trí mặt bằng lắp đặt thiết bị; thao tác định tâm và cân bằng thiết bị trước khi đo; đo kiểm tra các chi tiết, hạng mục quan trọng của công trình v.v...
- Sơ đồ bố trí các loại mốc khống chế phục vụ thi công.

9.2 Khảo sát địa hình bờ, đường mép nước

Việc khảo sát địa hình bờ, đường mép nước tương ứng với thời điểm triều cường, triều kiệt được thực hiện bằng các phương pháp: đo GNSS, giao hội thuận, hoặc tọa độ cực... tùy từng yêu cầu cụ thể với độ chính xác nêu trong Bảng 8.

9.3 Đo độ cao và chiều cao lưu không

Khảo sát các đối tượng có chiều cao lưu không liên quan đến hành hải được tiến hành bằng các phương pháp: đo GNSS, đo trực tiếp bằng thước thép, thủy chuẩn hình học hoặc đo cao lượng giác... tùy từng yêu cầu cụ thể với độ chính xác nêu trong Bảng 8.

9.4 Quan trắc dòng chảy

Tốc độ và hướng dòng chảy, dòng triều có thể ảnh hưởng tới hành hải (thông thường lớn hơn 0,5 Hải lý/giờ), vì vậy cần xác định các yếu tố này tại lối vào các luồng, các cảng, tại bất kỳ vị trí nào có sự thay đổi hướng luồng, khu vực neo đậu và nơi tiếp giáp các khu vực cầu tàu. Khi thực hành khảo sát, các nhóm đo nên đo đạc kiểm tra toàn bộ thông tin về dòng chảy đã được thể hiện trên bản đồ sẵn có khu vực khảo sát trong suốt thời gian thi công. Việc biểu thị các thông tin về dòng chảy trên bình đồ, bản đồ hàng hải là sự hỗ trợ cần thiết cho hành hải.

9.5 Lấy mẫu xác định chất liệu mặt đáy

Trạng thái tự nhiên của bề mặt đáy biển có ảnh hưởng tới yếu tố an toàn cho các phương tiện hành hải sẽ được xác định thông qua việc lấy mẫu hoặc phân tích trên cơ sở dữ liệu từ các thiết bị: Máy đo sâu đơn tia, thiết bị thủy âm quét mạn (Side Scan Sonar), thiết bị thăm dò địa tầng đáy biển (Sub-bottom Profiler), thiết bị quay video ... Trong điều kiện bình thường, không cần thiết phải lấy mẫu đối với các vùng độ sâu lớn hơn 200m.

Khoảng cách giữa các vị trí lấy mẫu phải hợp lý, phù hợp với đặc điểm địa chất của bề mặt đáy biển, thông thường xấp xỉ 10 lần khoảng cách giữa các tuyến đo. Đối với các khu vực dự kiến thiết kế tuyến

luồng hành hải, hoặc khu vực neo đậu tàu thì mật độ điểm lấy mẫu cần phải tăng lên. Bất kỳ phương pháp phân tích trên cơ sở dữ liệu từ thiết bị cảm biến nào (như thiết bị đo sâu đơn tia, thiết bị đo sâu đa tia hoặc thiết bị thủy âm quét mạn Side Scan Sonar) cũng cần phải khẳng định bằng lấy mẫu trực tiếp tại một số điểm cần thiết, hoặc sử dụng tiêu chuẩn đánh giá chất liệu của đáy thông qua đặc tính của dữ liệu đo từ các thiết bị của nhà sản xuất.

10. Xử lý dữ liệu

10.1 Chuẩn bị dữ liệu

Công tác chuẩn bị dữ liệu bao gồm các tập tin chứa các thông tin dữ liệu tổng hợp phục vụ cho việc cải chính dữ liệu độ sâu để có được dữ liệu độ sâu sau hiệu chỉnh: Các số liệu kiểm nghiệm thiết bị đo, các số liệu quy tâm các bộ cảm biến (sensor offsets), tốc độ sóng âm, độ cao thủy triều...

Các tập dữ liệu đó phải kiểm tra độ tin cậy bằng trực tiếp hay tự động nhờ sử dụng các phần mềm chuyên dụng nhằm đảm bảo chất lượng của quá trình xử lý dữ liệu. Chẳng hạn, nếu độ lệch theo chiều ngang thân tàu giữa ăng ten thiết bị định vị với bộ biển năng của máy đo sâu sai, sai số vị trí sẽ ảnh hưởng một cách có hệ thống đến toàn bộ vị trí các điểm độ sâu. Việc chuẩn bị dữ liệu trước khi xử lý nên được tiến hành một cách độc lập bởi 2 người để kiểm tra lẫn nhau.

10.2 Xử lý dữ liệu

10.2.1 Dữ liệu định vị

Quá trình xử lý dữ liệu định vị nên bao gồm:

- Hợp nhất dữ liệu định vị từ thiết bị khác nhau (nếu cần);
- Chọn lọc dữ liệu, loại bỏ những dữ liệu dị thường;
- Khoanh vùng đánh dấu (không xóa) vùng dữ liệu khả nghi.

10.2.2 Dữ liệu cải chính độ sâu

Các dữ liệu dùng cho cải chính giá trị độ sâu gồm: Độ cao thủy triều theo thời gian, các phép đo bù dao động (motion sensors), sự thay đổi mức nước của tàu đo trong quá trình di chuyển khảo sát (squat & settlement), sự thay đổi mức nước của tàu đo do tiêu thụ nhiên liệu của tàu trong quá trình hoạt động. Các dữ liệu xử lý thời gian thực (real time) nên được tiến hành xử lý lại.

10.2.3 Dữ liệu cải chính độ cao

Dữ liệu cải chính độ cao (heading, heave, pitch, roll) nên chọn lọc và loại bỏ những yếu tố bất thường. Các dữ liệu nghi ngờ nên đánh dấu (không xóa).

10.2.4 Dữ liệu tốc độ sóng âm

Các hiệu chỉnh sự ảnh hưởng của tốc độ sóng âm trong môi trường nước đến trị đo độ sâu nên tính toán và áp dụng. Nếu phép hiệu chỉnh được tiến hành đồng thời ở chế độ đo thời gian thực (real time), thì cũng nên tiến hành xử lý lại một lần nữa sử dụng dữ liệu tốc độ sóng âm được thu thập từ một thiết bị khác.

10.2.5 Dữ liệu độ trễ thời gian

Độ trễ thời gian trong hệ thống thiết bị đo có thể bao gồm cả hai thành phần: không đổi và biến đổi. Hệ thống thu thập dữ liệu hay hệ thống xử lý dữ liệu nên kiểm tra độ trễ thời gian và loại bỏ.

10.2.6 Hợp nhất dữ liệu tọa độ và độ sâu

Đối với quá trình này, độ trễ thời gian và độ lệch hình học giữa các bộ cảm biến nên được xử lý thích hợp.

10.2.7 Phân tích tín hiệu âm phản hồi

TCVN 10336:2015

Khi có thể biểu diễn chuỗi thời gian tín hiệu sóng âm phản hồi, thông tin này có thể được sử dụng để kiểm tra tính hợp lệ của dữ liệu độ sâu.

10.2.8 Xử lý làm sạch dữ liệu tự động

Trong giai đoạn này, các điểm (tọa độ, độ sâu) đã đo nên được kiểm tra tự động bằng chương trình sử dụng các thuật toán thống kê thích hợp đã được kiểm tra, thử nghiệm để chứng minh khả năng áp dụng và đưa ra kết quả chính xác. Khi lựa chọn thuật toán, các kỹ thuật ước tính tối ưu nên cân nhắc sử dụng. Nhiều chương trình xử lý dữ liệu bình đồ độ sâu mật độ cao có các công cụ xử lý theo thuật toán thống kê hỗ trợ cho việc dò tìm và hiển thị các đối tượng khác biệt. Nói chung, các tập hợp dữ liệu mật độ cao với lượng dữ liệu lớn chồng phủ giữa các tuyến đo làm tăng khả năng tìm và phát hiện lỗi. Mỗi cơ quan đo đạc phải chịu trách nhiệm đánh giá các thuật toán đã sử dụng và các thủ tục chấp nhận.

Tất cả các lỗi, sai lầm và dữ liệu nghi ngờ đều phải được đánh dấu cho người kiểm tra tiếp theo biết.

10.2.9 Xử lý làm sạch dữ liệu trực tiếp

Sau các quy trình xử lý tự động, yêu cầu thủy đặc viên có kinh nghiệm và khả năng chuyên môn xem xét lại toàn bộ dữ liệu đã được xử lý tự động và giải quyết các dữ liệu không rõ ràng còn sót lại.

Giai đoạn này nên sử dụng các công cụ mô phỏng 3-D để giúp đưa ra quyết định giữ lại hoặc loại bỏ những giá trị độ sâu nào, và sử dụng tập hợp dữ liệu đó trong mô hình không gian 3 chiều. Các công cụ này phải cho phép quan sát dữ liệu nhờ khả năng thu phóng. Hệ thống xử lý dữ liệu trong môi trường tác cũng nên đáp ứng nhiều kiểu hiển thị khác nhau cho việc mô phỏng, chẳng hạn: biểu đồ độ sâu, biểu đồ độ tin cậy, mặt cắt đơn, đơn tia, hình ảnh tán xạ... và cho phép mô phỏng dữ liệu đo trong mối liên hệ với các thông tin hữu ích khác như: đường bờ, xác tàu đắm, các báo hiệu hàng hải...

Các quy tắc thực hiện của người xử lý trong giai đoạn này phải được ghi lại.

Các tập hợp dữ liệu đã đánh dấu trong giai đoạn xử lý tự động, như các độ sâu nông hơn khu vực lân cận người xử lý phải khẳng định rõ ràng, tối thiểu đối với hạng khảo sát đặc biệt, hạng 1, và hạng 2. Nếu người xử lý bác bỏ tập dữ liệu đã đánh dấu trong giai đoạn tự động, phải ghi chú giải. Nếu ký hiệu đánh dấu được thực hiện bởi người xử lý thì kiểu đánh dấu phải chỉ rõ.

11. Kiểm định/hiệu chuẩn thiết bị

11.1 Kiểm định thiết bị

Tất cả các thiết bị đo đạc tham gia thi công đều phải được kiểm định để đánh giá độ chính xác, công tác kiểm định được thực hiện trong những trường hợp sau:

- Định kỳ: Sau mỗi khoảng thời gian sử dụng thiết bị.
- Không định kỳ: Sau mỗi lần tiến hành sửa chữa lớn, hoặc sửa chữa những bộ phận có liên quan đến độ chính xác của thiết bị.
- Thường xuyên: Tiến hành trước và sau khi kết thúc buổi đo đạc tại hiện trường.

Các hạng mục và nội dung kiểm định đối với mỗi loại thiết bị được thực hiện căn cứ vào các tài liệu hướng dẫn sử dụng thiết bị của nhà sản xuất.

Hạng mục kiểm định thường xuyên do các đơn vị đo đạc trực tiếp thực hiện. Hạng mục kiểm định định kỳ và không định kỳ hoặc các thiết bị đo phức tạp có tính công nghệ cao, việc kiểm định phải được thực hiện bởi nhà sản xuất hoặc các cơ quan, đơn vị có đủ năng lực chuyên môn, trình độ khoa học-công nghệ và được cấp giấy phép của cơ quan nhà nước có thẩm quyền thực hiện. Giấy chứng nhận kiểm định sau khi thực hiện phải ghi rõ: Tên, số hiệu thiết bị; Các chỉ tiêu kỹ thuật và độ chính xác; Thời hạn cần phải tiến hành công tác kiểm định đối với lần kiểm định tiếp theo. Giấy chứng nhận kiểm

định được lưu vào hồ sơ thiết bị. Nếu kết quả kiểm định cho các chỉ tiêu kỹ thuật, độ chính xác của thiết bị không đạt yêu cầu của nhà sản xuất hoặc theo các quy định đối với loại thiết bị đó, phải tiến hành hiệu chuẩn.

11.2 Hiệu chuẩn thiết bị

Hiệu chuẩn thiết bị được tiến hành khi các chỉ tiêu kỹ thuật, độ chính xác của thiết bị vượt quá giới hạn cho phép. Việc hiệu chuẩn thiết bị phải do nhà sản xuất hoặc các cơ quan, đơn vị có đủ năng lực chuyên môn, trình độ khoa học-công nghệ và được cấp giấy phép của cơ quan nhà nước có thẩm quyền thực hiện. Sau khi hiệu chuẩn, cần tiến hành kiểm định lại để đánh giá kết quả và quyết định sử dụng.

12. Quản lý dữ liệu

12.1 Bảo quản dữ liệu

Dữ liệu gốc (dữ liệu thô) được thu thập từ các thiết bị khác nhau trong quá trình khảo sát phải được bảo quản cẩn thận, đảm bảo tính nguyên vẹn trước khi đưa vào xử lý. Các dữ liệu sau quá trình xử lý cũng phải được bảo quản nghiêm ngặt để phục vụ cho các mục đích tiếp theo.

12.2 Thống kê dữ liệu

Các thuật toán thống kê nhằm tìm và phát hiện những sai số hoặc sự thiếu tin cậy của tập hợp dữ liệu đo cần phải được tiến hành một cách hợp lý để đánh giá sự hợp lý của dữ liệu.

12.3 Kiểm tra dữ liệu

Mọi kết quả tính toán dữ liệu phải được kiểm tra và xác nhận của người được phân công chịu trách nhiệm chính về kỹ thuật có kinh nghiệm trước khi sử dụng để thu thập các dữ liệu thủy đạc tiếp theo. Dữ liệu bình đồ độ sâu phải được xử lý càng sớm càng tốt ngay sau khi được thu thập nhằm phân tích, kiểm tra và đánh giá kết quả công tác khảo sát tại hiện trường.

12.4 Mã hóa và trình bày dữ liệu

Toàn bộ dữ liệu phải được mã hóa theo các tiêu chuẩn mới nhất về mã hóa và trình bày dữ liệu của IHO, đồng thời được phân loại, sắp xếp thành các lớp thông tin (layer). Tư liệu chung phải bao hàm cả các thông tin siêu dữ liệu hoặc trong tài liệu báo cáo hoàn công phải chứa tất cả các thông tin cần thiết giúp cho công tác quản lý dữ liệu đạt được tính khoa học, hiệu quả.

13. Kiểm soát chất lượng

13.1 Dữ liệu định vị

Việc kiểm soát trạng thái hoạt động của hệ thống định vị DGPS (Integrity monitoring) đối với khảo sát hạng đặc biệt, hạng 1 và hạng 2 là cần thiết. Khi thiết bị được lắp đặt để xác định vị trí hoặc nâng cao việc định vị các vị trí trong bề mặt khảo sát, độ tản mạn của vị trí thiết bị liên quan tới hệ quy chiếu mặt bằng phải bao hàm trong tổng độ tản mạn theo phương ngang (THU).

13.2 Dữ liệu độ sâu

Các tuyến đo kiểm tra hoặc các đường đo chồng phủ chỉ nói lên sự phù hợp của phép đo trên cùng một hệ thống thiết bị và điều kiện đo mà không phản ánh một cách tuyệt đối về độ chính xác, trong đó có nhiều nguồn có thể gây ra sai số giữa tuyến đo và tuyến kiểm tra. Quy trình kiểm soát chất lượng nên bao hàm phép phân tích thống kê khác nhau và sự xem xét các sai số mang tính phổ biến để đưa ra chỉ định thích ứng đối với công tác khảo sát theo các tiêu chuẩn được nêu trong Bảng 1. Những xuất hiện sai lầm trong dữ liệu cần phải được loại bỏ đầu tiên trước khi phân tích. Tiếp theo đó là những yếu tố khác biệt dị thường cần được phân tích bằng sử dụng hệ thống phân tích tự động đối

TCVN 10336:2015

với các nguồn gây ra sai số. Toàn bộ những mâu thuẫn cần phải được giải quyết một cách triệt để bằng việc phân tích, kết luận hoặc có thể tiến hành khảo sát lại ngay trong giai đoạn này.

Khả năng so sánh các bề mặt được tạo ra từ dữ liệu mới thu thập với các thông tin trước đó rất hữu ích cho việc khẳng định chất lượng của thông tin mới thu thập.

13.2.1 Thiết bị đo sâu đơn tia

Để kiểm tra chất lượng dữ liệu đo sâu cần thực hiện các tuyến đo kiểm tra. Các tuyến đo kiểm tra nên thực hiện độc lập, khoảng cách giữa các tuyến đo kiểm tra này thông thường không vượt quá 15 lần khoảng cách các tuyến đo thiết kế.

13.2.2 Thiết bị đo sâu đa tia

Việc đánh giá chính xác sai số độ sâu tại mỗi góc tới của tia (trong mỗi chùm tia đối với thiết bị đo sâu đa tia) là rất cần thiết. Dữ liệu độ sâu nào có sai số không thể chấp nhận nên được loại bỏ. Trên phạm vi khảo sát, cần thực hiện các tuyến đo kiểm tra. Tại những vùng tiếp giáp giữa các đường đo chồng phủ lẫn nhau, khoảng cách giữa các tuyến đo kiểm tra có thể được tăng cường.

13.2.3 Thiết bị đo sâu nhiều bộ biến năng

Khi sử dụng thiết bị đo sâu nhiều bộ biến năng, phải tính toán để khoảng cách giữa các bộ biến năng được bố trí một cách hợp lý trên cơ sở độ mờ góc chùm tia và độ sâu khu vực khảo sát nhằm đảm bảo việc khảo sát có thể bao phủ lên toàn bộ mặt đáy. Các tuyến đo kiểm tra cần phải được thực hiện.

Sự dịch chuyển theo phương thẳng đứng của các thanh gá bộ biến năng phải được kiểm soát một cách thận trọng như trạng thái dâng cao của sóng biển, đặc biệt nơi có sự ảnh hưởng của thành phần heave lên bộ biến năng mà không được đo đạc trực tiếp. Mỗi khi giá trị heave trên bộ biến năng vượt quá trị số tối đa cho phép, hoạt động thu thập dữ liệu độ sâu tạm ngừng hoạt động cho tới khi điều kiện môi trường khảo sát bình thường trở lại.

13.3 Các nguồn sai số

Với các hệ thống đo sâu đa tia, khoảng cách giữa điểm độ sâu xác định được trên bề mặt đáy biển với antenna của hệ thống định vị là khá lớn, đặc biệt là trong khu vực nước sâu. Vì lý do đó, sai số vị trí điểm độ sâu là hàm của các sai số chịu ảnh hưởng của hướng hành trình của tàu đo, góc chùm tia, và độ sâu khu vực.

Các sai số tạo bởi thành phần roll và pitch cũng sẽ ảnh hưởng đến sai số vị trí điểm độ sâu. Vì vậy, việc xác định chính xác sai số vị trí điểm độ sâu là một vấn đề rất phức tạp. Các sai số là hàm không chỉ của hệ thống đa tia, mà còn cả việc định vị, sự quy tâm hình học các thiết bị cảm biến và các phép bù được tạo ra bởi các bộ cảm biến.

Tổng các nguồn sai số ảnh hưởng đến dữ liệu độ sâu gồm:

- Sai số của hệ thống định vị;
- Sai số của hệ thống đo sâu;
- Sai số xác định tốc độ sóng âm;
- Sai số hướng hành trình;
- Sai số lắp đặt bộ biến âm;
- Sai số vị trí các thiết bị cảm biến;
- Sai số xác định dao động của tàu đo (roll, pitch, heave);
- Sai số xác định tương quan hình học giữa các thiết bị cảm biến;

- Sự không đồng bộ về thời gian giữa các thiết bị/Độ trễ tín hiệu.
- Các yếu tố tham gia vào nguồn sai số theo phương thẳng đứng gồm:
- Sai số dữ liệu độ cao gốc;
 - Sai số xác định độ cao của hệ thống định vị;
 - Sai số quan trắc thủy triều;
 - Sai số do thiết bị;
 - Sai số xác định tốc độ sóng âm;
 - Sai số xác định mô hình mặt chuẩn độ cao/ellipsoid;
 - Sai số dao động của tàu đo (roll, pitch, heave);
 - Mớn nước của tàu đo;
 - Sự thay đổi mớn nước khi di chuyển của tàu đo;
 - Độ nghiêng của bề mặt đáy biển;
 - Sự không đồng bộ về thời gian giữa các thiết bị/Độ trễ tín hiệu.

13.4 Sự lan truyền sai số

Sai số trong đo đạc có thể xem như sự kết hợp của sai số ngẫu nhiên và sai số hệ thống. Hai loại sai số này đều tồn tại trong trị đo cả phương nằm ngang (mặt bằng) và phương thẳng đứng (độ cao hoặc độ sâu).

Sai số vị trí mặt bằng hay độ cao có thể biểu diễn qua phương sai, có đơn vị là m^2 hoặc biểu diễn qua sai số trung phương có đơn vị là mét cùng với xác suất tương ứng xuất hiện trong giới hạn xác định. Mức độ tin cậy và ước đánh giá sự phân bố sai số được ghi chú kèm theo. Sai số mặt bằng thường được biểu diễn như giá trị giới hạn có độ tin cậy 95%, với giả thiết sự phân bố sai số là như nhau theo các hướng trên mặt phẳng nằm ngang.

Trong thủy đạc, cần xây dựng mô hình độ tin cậy chu kỳ dài hoặc các yếu tố ổn định liên quan tới môi trường vật lý tự nhiên (thủy triều, tốc độ sóng âm, động lực học, độ thay đổi mớn nước của tàu đo). Các mô hình không hợp lý có thể dẫn tới sai số trong kết quả đo đạc. Các sai số đó sẽ được đánh giá tách rời ra khỏi các sai số ngẫu nhiên.

14. Thuộc tính dữ liệu

Quá trình thông tin tự liệu hóa dữ liệu có liên quan đến chất lượng được gọi là thuộc tính dữ liệu; thông tin về chất lượng dữ liệu được gọi là siêu dữ liệu.

Siêu dữ liệu bao gồm những thông tin tối thiểu sau:

- Thông tin tổng quát công trình khảo sát, như: mục đích khảo sát, ngày thực hiện, khu vực khảo sát, các thiết bị đo đạc được sử dụng, tên phương tiện khảo sát, tên công trình khảo sát;
- Hệ quy chiếu (trắc địa) tham chiếu như: hệ tọa độ, độ cao, các tham số chuyển đổi từ hệ quy chiếu địa phương sang hệ quy chiếu quốc tế WGS-84 (nếu sử dụng hệ quy chiếu địa phương);
- Quy trình kiểm định thiết bị và kết quả kiểm định;
- Tốc độ sóng âm sử dụng trong đo đạc độ sâu, phương pháp hiệu chỉnh tốc độ sóng âm;
- Dữ liệu quan trắc mực nước và phép (mô hình) cải chính;
- Độ chính xác đạt được và mức độ tin cậy tương ứng;

TCVN 10336:2015

- Những vấn đề đặc biệt, khác thường xảy ra trong quá trình khảo sát;
- Tiêu chuẩn và phương pháp áp dụng để lược bỏ dữ liệu.

Siêu dữ liệu tốt nhất là dưới dạng số và là một phần không thể thiếu trong báo cáo khảo sát. Nếu không thể thực hiện được, thì các thông tin tương tự sẽ được thể hiện trong tài liệu khảo sát, chẳng hạn như trong báo cáo cuối cùng của công tác khảo sát.

14.1 Thuộc tính dữ liệu điểm

Toàn bộ các điểm độ sâu phải được đưa ra cùng sai số ước tính với độ tin cậy 95% cho cả dữ liệu tọa độ và độ sâu. Bên cạnh việc đưa ra sai số ước tính cho tập hợp tất cả dữ liệu còn phải đưa ra những trường hợp khảo sát có sai số xấu nhất.

Trong trường hợp dữ liệu tọa độ điểm, chúng sẽ được kiểm soát bằng việc phân tích các tuyến định vị thừa, hoặc kiểm tra định vị độc lập (hệ thống vệ tinh). Trường hợp dữ liệu độ sâu có thể kiểm soát thông qua việc phân tích các tuyến đo sâu thừa, ví dụ các tuyến trắc dọc nhằm kiểm tra đánh giá chất lượng đo sâu.

Mỗi thiết bị cảm biến (định vị, đo sâu, heave, pitch, roll, heading, các thiết bị cảm biến đặc tính đáy biển, các tham số cột nước, cảm biến thủy triều, các mô hình cải chính dữ liệu, v.v..) chứa đựng những đặc tính sai số riêng. Mỗi hệ thống khảo sát phải được phân tích để xác định các quy trình thích hợp nhằm xác định các số liệu thống kê không gian bắt buộc.

14.2 Độ chính xác đo sâu

Độ chính xác đo sâu được hiểu như là độ chính xác độ sâu sau khi cải chính. Trong quá trình xác định độ chính xác độ sâu, các nguồn ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác phải được kiểm soát. Toàn bộ các nguồn sai số sẽ được tập hợp lại để xác định tổng sai số, bao gồm:

- 1) Sai số của hệ thống thiết bị khảo sát và tốc độ sóng âm;
- 2) Sai số quan trắc mực nước và sai số mô hình cải chính;
- 3) Sai số trong xử lý dữ liệu.

Phương pháp thống kê xác định độ chính xác độ sâu bằng kết hợp tất cả các sai số đã biết sẽ được chấp nhận và kiểm tra.

Tổng sai số đã xác định thống kê với 95% độ tin cậy là giá trị dùng để mô tả độ chính xác độ sâu đã đạt được. Tổng sai số sẽ được ghi lại cùng với giá trị độ sâu.

14.3 Thống kê trắc địa

Khi bề mặt đáy biển không được kiểm soát toàn bộ trong quá trình khảo sát, các dữ liệu độ sâu chỉ mang tính đại diện bởi các điểm độ sâu không liên tục. Trong trường hợp đó, cần phải nội suy các điểm độ sâu từ các điểm độ sâu đã biết để xác định mô hình độ sâu, đưa ra sự mô phỏng thông tin độ sâu trên toàn khu vực.

Các phương pháp nội suy trong thống kê trắc địa có thể được dùng để ước tính sai số đã đưa ra bởi phép nội suy giữa các điểm độ sâu, liên quan đến độ chính xác của dữ liệu tọa độ và độ sâu sau cải chính cũng như sự phân bố không gian của các trị đo độ sâu.

Sử dụng các tham số a, b trong Bảng 9 và công thức trong Bảng 1 để tính toán sai số cho phép đối với mô hình độ sâu với độ tin cậy 95%. Nếu các sai số đó vượt quá giới hạn cho phép, mật độ điểm độ sâu sẽ phải tăng lên.

Các phương pháp nội suy đó dựa trên sự phân tích sai số thống kê thích hợp xác định hình thái bề mặt đáy biển sẽ không được sử dụng như một phương pháp duy nhất đánh giá chất lượng khảo sát, cũng như chúng không thể cung cấp sự ước tính mức độ tin cậy về độ chính xác của mô hình độ sâu

trong tất cả mọi trường hợp. Đặc biệt, nếu hoạt động khảo sát được kiểm soát bởi khoảng cách giữa các tuyến đo thừa quá mức, hoặc nếu ở đó tồn tại những đối tượng nhân tạo.

Bảng 9: Độ chính xác mô hình độ sâu

Hạng	Đặc biệt	1	2	3
Độ chính xác mô hình độ sâu (với độ tin cậy 95%)	a = 0,3m b = 0,01m	a = 0,5m b = 0,01m	a = 1,0m b = 0,026m	a = 2,0m b = 0,05m

15. Các yêu cầu bắt buộc đối với hoạt động thủy đạc

15.1 Yêu cầu về nhân lực tham gia hoạt động thủy đạc

Thủy đạc viên được phân cấp như sau:

Bảng 10: Phân hạng thủy đạc viên

STT	Hạng	Tiêu chuẩn
1	I	Hoàn thành chương trình đào tạo thủy đạc hạng A theo tiêu chuẩn năng lực của IHO; Thời gian tham gia hoạt động thủy đạc tối thiểu 2 năm liên tục.
		Có trình độ đại học chuyên ngành đo đạc và bản đồ hoặc tương đương; Hoàn thành chương trình đào tạo thủy đạc hạng B theo tiêu chuẩn năng lực của IHO; Thời gian tham gia hoạt động thủy đạc tối thiểu 3 năm liên tục.
		Có trình độ đại học chuyên ngành đo đạc và bản đồ hoặc tương đương; Thời gian tham gia hoạt động đo đạc tối thiểu 5 năm, trong đó có 3 năm liên tục tham gia hoạt động thủy đạc.
2	II	Hoàn thành chương trình đào tạo thủy đạc hạng B theo tiêu chuẩn năng lực của IHO; Thời gian tham gia hoạt động thủy đạc tối thiểu 1 năm.
		Có trình độ từ trung cấp chuyên ngành đo đạc và bản đồ trở lên hoặc tương đương; Thời gian hoạt động đo đạc tối thiểu 5 năm, trong đó có 3 năm liên tục tham gia hoạt động thủy đạc.
3	Thủy đạc viên	Hoàn thành chương trình đào tạo chuyên ngành thủy đạc tại các cơ sở được Nhà nước công nhận.

15.2 Trách nhiệm thủy đạc viên

Thủy đạc viên có đủ tiêu chuẩn thuộc phạm vi phân hạng trên đây mới được phép tham gia hoạt động thủy đạc, đồng thời phải chịu trách nhiệm về kết quả công việc do mình phụ trách, giám sát hoặc tham gia trực tiếp. Trách nhiệm của từng thành viên trong một đơn vị thủy đạc thực hiện một hạng mục công việc phải được xác định cụ thể, rõ ràng trong giải pháp kỹ thuật thi công.

15.3 Hướng dẫn thi công

Trước khi thi công, người phụ trách thi công phải tổ chức hướng dẫn cho các thành viên những thông tin tối thiểu sau:

- Mục đích khảo sát;
- Dự kiến thời gian bắt đầu và kết thúc thi công ;
- Các yêu cầu cụ thể đối với từng khu vực;
- Các tài liệu, thông tin tham khảo trước khi thi công;
- Các điểm khống chế trắc địa, các mặt tham chiếu sử dụng trong khảo sát;

TCVN 10336:2015

- Định dạng dữ liệu ra và thời gian hoàn thiện bàn giao sản phẩm.

15.4 Biện pháp kỹ thuật thi công

Thủy đạc viên được phân công phụ trách là người soạn thảo biện pháp kỹ thuật thi công. Biện pháp kỹ thuật thi công phải chi tiết, cụ thể, rõ ràng về mục đích, nhân lực, các thiết bị sử dụng, các phương pháp kiểm nghiệm đối với từng loại thiết bị, tần suất kiểm nghiệm, và các quy trình xử lý dữ liệu đo.

Biện pháp kỹ thuật thi công tối thiểu phải bao gồm những nội dung sau:

15.4.1 Cơ sở dữ liệu tọa độ

- Các điểm khống chế tọa độ và hệ quy chiếu tọa độ;
- Các phương pháp sử dụng để xác định tọa độ;
- Các phương pháp kiểm nghiệm thiết bị và tần suất kiểm nghiệm;
- Quy trình áp dụng kiểm nghiệm thiết bị đo trạng thái động;
- Tiêu chuẩn loại bỏ đối với dữ liệu tọa độ.

15.4.2 Cơ sở dữ liệu độ cao

- Các điểm khống chế độ cao và mặt quy chiếu độ cao;
- Vị trí các trạm quan trắc mực nước;
- Phương pháp quan trắc mực nước và khoảng thời gian quan trắc;
- Các phương pháp và tần suất kiểm nghiệm thiết bị;

15.4.3 Đo sâu

- Thông số cơ bản của tàu khảo sát;
- Các phương pháp sử dụng để xác định độ sâu nhỏ nhất;
- Tần số thiết bị đo sâu hồi âm;
- Phương pháp và tần suất kiểm nghiệm thiết bị đo sâu, và các thiết bị có liên quan;
- Phương pháp loại trừ hoặc cân bằng sự dịch chuyển của đầu biển năng;
- Giới hạn điều kiện ngoại cảnh ảnh hưởng đến chất lượng khảo sát;
- Tương quan về độ ngập chìm của bộ biển năng với tốc độ của tàu đo.

15.4.4 Mức độ bao phủ mặt đáy

- Phương pháp luận để đạt được độ bao phủ mặt đáy theo tiêu chuẩn đối với hạng khảo sát tương ứng;
- Tốc độ lặp của xung âm tại độ sâu dự kiến;
- Độ rộng chùm tia theo phương dọc, ngang;
- Tốc độ di chuyển của tàu khảo sát;
- Hướng, khoảng cách giữa các tuyến đo;
- Tiêu chuẩn loại bỏ tuyến khảo sát (chẳng hạn: yêu cầu về độ lệch tuyến so với tuyến thiết kế...).

15.4.5 Cài chính dữ liệu độ sâu và trình bày dữ liệu

- Phương pháp cài chính dữ liệu độ sâu;
- Nguyên tắc và phương pháp sử dụng lựa chọn dữ liệu độ sâu;

- Nguyên tắc và phương pháp làm tròn dữ liệu độ sâu;
- Vị trí của độ sâu được lựa chọn;
- Phương pháp tạo đường đồng mức độ sâu;
- Tỷ lệ bình đồ;
- Định dạng số của dữ liệu cuối cùng.

15.4.6 Kiểm soát chất lượng và quản lý dữ liệu

Các phương pháp sử dụng nhằm đảm bảo dữ liệu đo đáp ứng được các yêu cầu về độ chính xác tương ứng với từng hạng khảo sát.

Quy định khung thời gian đối với việc quản lý dữ liệu trong quá trình thực hành khảo sát tại hiện trường và các dữ liệu cuối cùng sau xử lý.

15.5 Báo cáo khảo sát

15.5.1 Báo cáo khảo sát là bắt buộc đối với mỗi công trình khảo sát nhằm đánh giá kết quả khảo sát trên cơ sở biện pháp kỹ thuật thi công đã được thiết lập.

15.5.2 Báo cáo khảo sát tối thiểu phải bao gồm những nội dung sau:

- Thời gian thực hiện gồm: Khảo sát sơ bộ (nếu có); Công tác chuẩn bị; Di chuyển, tập kết; Thực hành khảo sát; và các công việc khác phục vụ quá trình khảo sát...
- Danh sách nhân lực thi công;
- Những vấn đề kỹ thuật phát sinh, không theo biện pháp kỹ thuật thi công, biện pháp xử lý, khắc phục hoặc thay thế;
- Số hiệu các bản vẽ;
- Đánh giá kết quả của hoạt động khảo sát đạt/chưa đạt yêu cầu kỹ thuật của hạng khảo sát tương ứng;
- Những kiến nghị có tính giải pháp nhằm nâng cao chất lượng và hiệu quả của công tác khảo sát.

Mẫu Báo cáo khảo sát tham khảo Phụ lục B.

15.6 Bản vẽ khảo sát

Bản vẽ khảo sát phải bao gồm những nội dung sau:

- Hạng khảo sát;
- Hệ quy chiếu tọa độ;
- Hệ quy chiếu độ cao;
- Thời gian thực hiện tại hiện trường;
- Tên, chữ ký người phụ trách khảo sát;
- Hệ thống thiết bị sử dụng: định vị, đo sâu, cảm biến, ... và thông tin thủy triều;
- Tỷ lệ bản vẽ;
- Các điểm độ sâu cần lưu ý;
- Dữ liệu tham khảo của cơ quan khác thực hiện;
- Bảng tọa độ các điểm đặc trưng (báo hiệu hàng hải, giới hạn luồng hàng hải, các vùng nước...);
- Lưới tọa độ;

TCVN 10336:2015

- Số hiệu báo cáo khảo sát liên quan;
- Ký hiệu hướng Bắc.

15.7 Thời gian lưu hành dữ liệu

Dữ liệu đo sâu sau khi thu thập và xử lý cần phải được đưa vào sử dụng càng sớm càng tốt, đặc biệt đối với dữ liệu đo sâu phục vụ bảo đảm an toàn hàng hải. Khoảng thời gian từ khi thu thập, xử lý dữ liệu độ sâu đến thời điểm công bố sử dụng được xác định trên cơ sở các yếu tố sau:

- Đặc điểm, tính chất sa bồi của khu vực;
- Mức độ quan trọng của công trình;
- Khoảng thời gian quy định giữa 2 lần khảo sát kế tiếp đối với công trình đó.

Bắt buộc

PHỤ LỤC A: THÀNH LẬP LƯỚI KHÔNG CHẾ TỌA ĐỘ

A.1 Thiết kế lưới tọa độ hạng IV

A.1.1 Các chỉ tiêu kỹ thuật cơ bản khi thiết kế lưới tọa độ hạng IV được quy định như sau:

Bảng 11: Chỉ tiêu kỹ thuật cơ bản khi thiết kế lưới tọa độ hạng IV

Stt	Chỉ tiêu kỹ thuật	Giá trị
1	Khoảng cách trung bình giữa 2 điểm	Từ 2km đến 4km
2	Khoảng cách tối đa giữa 2 điểm	7km
3	Khoảng cách tối thiểu giữa 2 điểm	1,5km
4	Số hướng đo nối tối thiểu tại 1 điểm	3
5	Số cạnh độc lập tối thiểu tại 1 điểm	2
6	Số điểm khống chế tọa độ gốc tối thiểu	2
7	Số điểm khống chế độ cao gốc tối thiểu	2

Khoảng cách tối đa giữa hai điểm và khoảng cách tối đa từ một điểm bất kỳ trong lưới đến điểm khống chế hạng cao gần nhất quy định trên đây không áp dụng đối với trường hợp xây dựng điểm tọa độ trên các khu vực đảo, quần đảo.

A.1.2 Nguyên tắc đánh số hiệu điểm:

Số hiệu điểm trong lưới tọa độ hạng IV gồm từ 4 đến 8 ký tự được phân thành 2 miền nối với nhau bởi dấu gạch giữa (-), miền thứ nhất ghi chữ hoa viết tắt tên của khu vực luồng, tên vùng nước, hoặc tên công trình cảng biển, miền thứ hai ghi số thứ tự mốc tọa độ trong mạng lưới theo hồ sơ thiết kế.

Ví dụ: Điểm tọa độ hạng IV đầu tiên trong mạng lưới khống chế tọa độ khu vực luồng Hải Phòng sẽ có số hiệu điểm là HP-01.

Khi đánh số hiệu điểm, phải thu thập đầy đủ về thông tin số hiệu điểm của các mốc có sẵn trong khu vực để việc đánh số hiệu điểm không bị trùng. Trường hợp khôi phục điểm bị mất, bị phá hủy thì số hiệu điểm được phép giữ nguyên như số hiệu điểm cũ.

A.1.3 Lưới tọa độ hạng IV phải được đo nối với các điểm hạng cao như đã nêu tại mục 6.1.6. Khi thiết kế đo nối độ cao thủy chuẩn cho các điểm trong lưới tọa độ hạng IV, phải dựa vào các điểm độ cao hạng I, hạng II hoặc hạng III sẵn có trong khu vực. Trường hợp trong phạm vi 1km so với điểm tọa độ cần thiết kế có tồn tại các điểm độ cao quốc gia hạng I, II, III có khả năng thu được tín hiệu vệ tinh thì phải tận dụng mốc của các điểm độ cao quốc gia này làm mốc của điểm tọa độ cần thiết kế.

A.2 Chọn điểm lưới tọa độ hạng IV

A.2.1 Việc khảo sát chọn điểm lưới tọa độ phải đáp ứng các yêu cầu sau:

a) Vị trí chọn điểm phải là các vị trí có khả năng tồn tại lâu dài ở thực địa, nền đất vững chắc, ổn định, ở những vị trí quang đãng và cách xa các công trình kiến trúc lớn, thuận lợi cho việc đo ngắm, có khả năng phát triển cho các lưới cấp thấp hơn, nằm ngoài lộ giới các đường giao thông đã được quy hoạch. Đối với trường hợp đường giao thông chưa có quy hoạch hoặc khu vực có đường sắt chạy qua thì điểm được chọn phải ở vị trí cách mép đường giao thông hoặc cách mép đường sắt ít nhất 50m;

TCVN 10336:2015

b) Vị trí được chọn phải có góc mờ lên bầu trời lớn hơn 150° ; trường hợp đặc biệt ở các khu vực đô thị, núi cao thì vị trí điểm được chọn cũng phải có góc mờ lớn hơn 120° và chỉ được phép che khuất về một phía;

c) Điểm được chọn phải ở xa các trạm thu phát sóng tối thiểu 500m; xa các trạm biến thế, đường dây cao thế, trạm cao áp ít nhất 50m;

d) Hạn chế chọn điểm gần các công trình có kết cấu nhiều kim loại, cây lớn có tán rộng và ẩm ướt, các nhà cao tầng và hàng rào dây thép gai;

e) Không chọn điểm ở các vị trí dưới khe, suối, sát ta-luy.

A.2.2 Khi chọn điểm cho lưới tọa độ hạng IV, đối với các điểm không thiết kế đo nối độ cao, gần các vật kiến trúc ổn định thì được phép thiết kế mốc gắn trên vật kiến trúc đó. Vị trí đặt mốc gắn trên vật kiến trúc phải đảm bảo cho việc đo đạc được thuận tiện.

A.2.3 Sau khi chọn điểm, tiến hành đánh dấu vị trí điểm tại thực địa bằng cọc gỗ hoặc cọc bê tông.

A.3 Xây dựng mốc tọa độ hạng IV

A.3.1 Mốc trong lưới tọa độ hạng IV được thiết kế gồm có 1 tầng. Quy cách mốc được trình bày ở Phụ lục C.7.

A.3.2 Dấu mốc tọa độ được làm bằng sứ hoặc kim loại không rỉ có vạch khắc chữ thập ở tâm mốc. Trên mặt mốc ghi số hiệu điểm (số hiệu điểm được ghi chìm so với mặt mốc).

A.3.3 Trường hợp cần xây tường vây bảo vệ mốc tọa độ, kích thước tường vây về độ rộng, chiều cao và độ dày lần lượt là 0,8m x 0,3m x 0,2m. Trên mặt tường vây ghi các thông tin về cơ quan quản lý mốc, số hiệu điểm, thời gian xây dựng mốc.

A.3.4 Mốc phải được làm bằng bê tông và phải được đúc trước rồi mới đem chôn. Trường hợp địa hình khó khăn được phép đúc trực tiếp ở thực địa.

A.3.5 Mốc được chôn sâu dưới đất, mặt trên của mốc có nắp đậy bằng bê tông cách mặt đất 10-20cm. Sau khi chôn mốc xong mới tiến hành xây tường vây và đổ đất vào trong khuôn viên tường vây để bảo vệ mốc. Mặt tường vây phải cao hơn mặt đất 20cm.

A.4 Công nghệ và thiết bị đo lưới tọa độ hạng IV

A.4.1 Công nghệ sử dụng trong đo lưới tọa độ hạng IV là công nghệ GNSS, sử dụng các máy thu tín hiệu vệ tinh từ các hệ thống định vị toàn cầu như: GPS, GLONAS, GALILEO và phần mềm chuyên dụng để xử lý tính toán xác định tọa độ và độ cao cho điểm tọa độ.

A.4.2 Khi sử dụng máy thu tín hiệu vệ tinh GPS một (1) tần số hoặc hai (2) tần số để đo lưới tọa độ hạng IV, yêu cầu máy có độ chính xác đo khoảng cách không lớn hơn: $10\text{mm} + 2.0 \times 10^{-6}D$.

A.4.3 Ăng ten sử dụng trong đo lưới tọa độ hạng IV là ăng ten loại một (1) tần số và hai (2) tần số. Các thông số của ăng ten lấy theo bộ thông số xác định bởi IGS hoặc theo thông số ăng ten được cung cấp bởi nhà sản xuất.

A.4.4 Các máy thu tín hiệu vệ tinh sử dụng trong đo lưới tọa độ phải đồng bộ và đã được kiểm định bởi nhà sản xuất thiết bị theo quy định của từng loại và phải có chứng chỉ xác nhận của hãng. Thiết bị mới lần đầu tiên sử dụng phải kiểm tra trên bãi chuẩn hoặc kiểm tra bằng phương pháp đo cạnh 0. Giá trị cạnh 0 được xác định từ hai máy thu tín hiệu vệ tinh phải có giá trị nhỏ hơn 5mm (thời gian thu tín hiệu 1 giờ, điều kiện thu được tín hiệu tối thiểu từ 6 vệ tinh, chỉ số PDOP < 5,0).

A.4.5 Nguồn điện, chân máy, bộ phận dọi tâm quang học phải kiểm tra trước khi sử dụng, chân máy phải chắc chắn, sai số của bộ phận dọi tâm quang học không vượt quá 1mm.

A.5 Đo lưới tọa độ hạng IV

A.5.1 Phương pháp đo sử dụng trong thành lập lưới tọa độ là phương pháp đo tĩnh hoặc tĩnh nhanh (Fast Static, Quick Static, Rapid Static).

A.5.2 Trước khi đo, lập lịch đo để xác định khoảng thời gian đo tối ưu trong ngày trên cơ sở sử dụng lịch vệ tinh quảng bá mới nhất, vị trí cần xác định là tọa độ trọng tâm của khu đo. Khoảng thời gian đo tối ưu được xác định một lần trước khi đo ca đầu tiên và được sử dụng cho các ca đo của các ngày kế tiếp theo nguyên tắc ngày hôm sau đo sớm hơn ngày hôm trước 4 phút. Trong quá trình đo lưới, thường xuyên theo dõi sự thay đổi bất thường của vệ tinh để điều chỉnh thời gian đo cho thích hợp.

Đối với các điểm có một hướng bị khuất, phải lưu ý chọn khoảng thời gian đo không có vệ tinh bay qua hướng đó.

A.5.3 Các yêu cầu cơ bản khi đo lưới tọa độ hạng IV như sau:

- Thời gian đo đồng thời tối thiểu:	90 phút
- Số vệ tinh khỏe tối thiểu:	5
- Chỉ số PDOP lớn nhất cho phép:	4,0
- Độ suy giảm hình học vệ tinh lớn nhất GDOP:	7,0
- Góc cao cài đặt trong máy thu:	10°-15°
- Giãn cách thu tín hiệu:	15 giây

Khi khoảng cách giữa hai điểm > 20km, phải tăng khoảng thời gian đo phù hợp, thời gian đo tăng thêm 20 phút cho mỗi 10km vượt quá khoảng cách quy định.

A.5.4 Việc đo lưới tọa độ hạng IV tại thực địa phải bảo đảm các yêu cầu:

- Chân máy phải đặt chắc chắn trên điểm, dọi tâm chính xác vào giao chữ thập của tâm mốc với sai số $\leq 1\text{mm}$.
- Điểm đánh dấu trên ăng ten phải được đặt quay về hướng Bắc với sai lệch cho phép $\pm 5^\circ$.
- Chiều cao ăng ten được đo độc lập ba (03) lần bằng thước kẻ kèm ăng ten hoặc thước thép, đọc số đến mm vào thời điểm bắt đầu đo, giữa khi đo và trước khi tắt máy thu và ghi ra số đo. Đối với các máy thu cho phép nhập trực tiếp độ cao ăng ten trước khi tắt máy phải tính độ cao ăng ten trung bình và nhập vào máy. Không tự ý thay đổi độ cao ăng ten trong suốt quá trình máy thu tín hiệu.
- Đo lưới trong thời tiết nắng nóng phải sử dụng dụng cụ để che máy và ăng ten, không dùng dụng cụ chế tạo bằng sắt để tránh ảnh hưởng đến chất lượng thu tín hiệu. Trường hợp trời mưa phải sử dụng nilon để che cho máy, ăng ten và nguồn điện. Vải và nilon che máy không sử dụng loại quá dày hoặc quá mỏng.
- Thường xuyên theo dõi hoạt động của máy và nguồn điện trong suốt quá trình đo. Trường hợp nguồn điện bị gián đoạn, nếu thời gian gián đoạn ≤ 15 phút được phép tiếp tục đo sau khi đã khắc phục nguồn điện, nếu quá 15 phút phải tiến hành đo lại.

A.5.5 Mỗi trạm máy trong khi đo phải tiến hành ghi sổ đầy đủ theo các mục của sổ đo. Chữ, số viết trong sổ đo phải rõ ràng, chính xác, sạch sẽ và không được tẩy xóa, nếu viết nhầm phải gạch số sai và viết số đúng lên trên đồng thời ghi rõ nguyên nhân. Mẫu sổ đo GNSS được trình bày ở Phụ lục C1.

A.5.6 Tùy thuộc vào bộ nhớ của máy thu mà tiến hành truyền dữ liệu từ máy thu ra máy tính để giải phóng bộ nhớ cho máy thu sau mỗi ngày đo. Sử dụng các phần mềm đi kèm máy thu để trút dữ liệu từ máy thu ra máy tính nhằm đảm bảo độ an toàn cho dữ liệu.

A.5.7 Kết thúc việc đo lưới ở thực địa phải hoàn thiện sổ liệu đo, sổ đo và các tài liệu có liên quan, bao gồm:

TCVN 10336:2015

a) Số liệu GNSS để tính toán và lưu trữ bao gồm hai (02) dạng: Số liệu đo gốc (Raw data) và số liệu đo ở dạng RINEX.

Việc chuyển đổi khuôn dạng từ số liệu đo gốc sang số liệu đo ở dạng RINEX được thực hiện bằng các phần mềm chuyển đổi dữ liệu đi kèm máy thu. Trong quá trình chuyển đổi số liệu đo gốc sang số liệu đo ở dạng RINEX phải đồng thời tiến hành cải chính độ cao ăng ten đo ở thực địa về độ cao thẳng đứng ARP hay độ cao thực (True Vertical).

b) Sổ đo GNSS ở thực địa (theo mẫu tại Phụ lục C1);

c) Bảng thống kê số liệu đo được biên tập cho từng ca đo (theo mẫu tại Phụ lục C2) dưới dạng in trên giấy và dạng số (theo khuôn dạng của Microsoft word);

d) Sơ đồ thi công đo lưới tọa độ ở thực địa in trên giấy và ở dạng số (theo khuôn dạng đồ họa) trong đó phân biệt rõ các ca đo;

e) Sổ đo thủy chuẩn (theo mẫu tại Phụ lục C3) và các tài liệu kiểm nghiệm máy mia thủy chuẩn (trong trường hợp lưới có thiết kế đo nối độ cao);

f) Báo cáo kỹ thuật.

A.6 Tính toán, bình sai lưới tọa độ hạng IV

A.6.1 Việc tính toán, bình sai lưới tọa độ thực hiện bằng các phần mềm xử lý GNSS xác định giá trị tọa độ, độ cao của tất cả các điểm và đánh giá độ chính xác các điểm trong lưới. Việc lựa chọn phần mềm xử lý GNSS phải căn cứ vào cấp hạng của lưới và loại máy thu tín hiệu vệ tinh.

A.6.2 Các phần mềm sử dụng trong tính toán, bình sai lưới tọa độ phải là các phần mềm thông dụng trên thế giới, đã được áp dụng trong xử lý số liệu GNSS ở Việt Nam. Khi áp dụng các phần mềm mới, đơn vị xử lý số liệu đo GNSS phải tiến hành kiểm định, đánh giá mức độ tin cậy của phần mềm. Kết thúc quá trình kiểm định phải gửi kết quả kèm quy trình, hướng dẫn sử dụng đến cơ quan quản lý đo đạc bản đồ ở Việt Nam để xem xét, đánh giá và chấp thuận.

A.6.3 Trong một mạng lưới chỉ được sử dụng một phần mềm thống nhất. Việc lựa chọn phần mềm phải được đưa ra trong thiết kế kỹ thuật. Trường hợp một mạng lưới sử dụng nhiều máy thu của các hãng khác nhau thì sử dụng số liệu đo dạng RINEX làm số liệu đầu vào.

A.6.4 Trường hợp máy thu GNSS được sử dụng đo ở thực địa thu được tín hiệu đồng thời từ nhiều hệ thống định vị khác nhau (GPS, GLONASS, GALILEO ...) thì ưu tiên lựa chọn các phần mềm tính toán có khả năng xử lý được tất cả các trị đo tương ứng đó.

A.6.5 Việc xử lý số liệu đo lưới tọa độ hạng IV thực hiện theo phương pháp xử lý tương đối trên cơ sở số liệu đo đồng thời từ hai (02) hoặc nhiều máy thu tín hiệu vệ tinh. Trong đó sử dụng toàn bộ các điểm tọa độ hạng cao được đo nối là điểm gốc khởi tính tọa độ, sử dụng toàn bộ các điểm độ cao có đo nối làm điểm gốc khởi tính độ cao.

A.6.6 Độ chính xác lưới tọa độ sau bình sai phải đảm bảo:

- Sai số vị trí điểm lớn nhất:	7cm
- Sai số độ cao trắc địa lớn nhất:	10cm
- Sai số trung phương tương đối cạnh lớn nhất:	1/70 000
- Sai số phương vị lớn nhất:	4,0"

A.6.7 Quá trình tính toán khái lược phải tuân thủ những nguyên tắc sau:

a) Trước khi tính toán bình sai lưới phải kiểm tra kỹ toàn bộ số liệu đo, sổ đo, đánh giá sơ bộ số liệu đo, kiểm tra sự phù hợp giữa độ cao ăng ten ghi ở sổ đo và độ cao ăng ten trong tệp số liệu đo.

b) Việc xử lý khái lược trị đo GNSS thực hiện trên hệ tọa độ WGS-84. Giá trị tọa độ địa tâm gần đúng ban đầu làm giá trị khởi tính khi xử lý trị đo GNSS phải có độ chính xác $< 5,0m$. Việc xử lý khái lược trị đo GNSS được khởi tính từ các điểm gốc đã có tọa độ chính xác trong hệ tọa độ WGS-84, sau đó tính lan truyền cho toàn bộ mạng lưới.

c) Phải tận dụng tối đa số lượng trị đo GNSS trong các tệp số liệu đo GNSS khi tính toán. Không được tự ý loại bỏ trị đo khi kết quả tính vẫn đảm bảo các chỉ tiêu kỹ thuật mà phần mềm chấp nhận. Trong trường hợp đặc biệt được phép loại bỏ tối đa 25% tổng số trị đo GNSS thu nhận được bao gồm loại bỏ hoàn toàn một hay nhiều vệ tinh, hạn chế khoảng thời gian, loại bỏ trị đo được ở góc ngưỡng vệ tinh thấp.

d) Góc cao vệ tinh trong tính toán không được đặt quá 20° khi tính toán lưới tọa độ.

e) Tùy theo điều kiện thực tế, căn cứ trên số liệu đo hiện có, được phép:

- Tính toán bổ sung các cạnh (baselines) trong lưới;

- Loại bỏ một số cạnh sau tính toán khái lược trong trường hợp có các chỉ tiêu (theo quy định riêng của phần mềm) không đảm bảo độ tin cậy. Cạnh bị loại bỏ phải là cạnh không nằm trên biên của lưới và các điểm có liên quan đến cạnh bị loại bỏ vẫn thỏa mãn các yêu cầu tại mục A.1.1.

- Thay việc tính toán cạnh đường chéo của một tứ giác bằng cạnh đường chéo còn lại trong trường hợp kết quả tính cho độ tin cậy cao hơn.

e) Trong quá trình tính toán phải sử dụng mô hình tầng đối lưu và tầng điện ly có sẵn trong phần mềm để cải chính. Được phép lựa chọn một trong các mô hình có sẵn trong phần mềm để có được kết quả tin cậy nhất. Việc ước tính các tham số riêng của tầng đối lưu cho khu vực xây dựng lưới khi sử dụng các phần mềm có chức năng này sẽ làm tăng độ tin cậy của kết quả xử lý.

A.6.8 Khi tính toán khái lược lưới tọa độ tùy từng trường hợp cụ thể lựa chọn lời giải cuối cùng cho phù hợp. Lời giải được chấp thuận là lời giải cuối cùng được quy định như sau:

Bảng 12: Yêu cầu lời giải trong tính toán khái lược lưới tọa độ

Chiều dài cạnh:	
$< 15 \text{ km}$	S, DD, FX
$15 \div 25\text{km}$	D, DD, FX
$25 \div 50\text{km}$	D, DD, FX-FT
$> 50\text{km}$	D, DD, FT

Trong đó:

D là lời giải tần số kép (Dual frequency);

S là lời giải tần số đơn (Single frequency);

DD là lời giải phân sai kép (Double differences);

FX là lời giải cố định trị nguyên đa trị (Ambiguity fixed);

FT là lời giải động trị nguyên đa trị (Ambiguity float) đã được xử lý trượt chu kỳ.

A.6.9 Sau khi xử lý khái lược cạnh phải tiến hành kiểm tra sai số khép cho toàn bộ mạng lưới thông qua các giá trị ΔX , ΔY , ΔZ và hiệu độ cao trắc địa ΔH nhận được sau xử lý khái lược véc tơ cạnh. Việc tính sai số khép được thực hiện thông qua các đồ hình tam giác, tứ giác, đa giác trên nguyên tắc tất cả các cạnh trong lưới đều phải được tham gia ít nhất vào một đồ hình khép. Sai số khép giới hạn tọa độ và độ cao được quy định như sau:

Bảng 13: Sai số khép giới hạn tọa độ và độ cao

Tổng chiều dài vòng khép	fs/[S]	f _H (mm)	
		Độ dốc giữa các điểm ≤20°	Độ dốc giữa các điểm > 20°
< 5km	fs < 10cm	25√[S]km	30√[S]km
5km-10km	1/50 000	20√[S]km	25√[S]km
10km-25km	1/75 000	20√[S]km	25√[S]km
25km-50km	1/150 000	15√[S]km	20√[S]km
> 50km	1/300 000	15√[S]km	20√[S]km

Trong đó: $f_s = \sqrt{(\sum_{i=1}^n \Delta X)^2 + (\sum_{i=1}^n \Delta Y)^2 + (\sum_{i=1}^n \Delta Z)^2}$; $[S] = \sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2}$

$$f_H = \sum_{i=1}^n \Delta H$$

Các giá trị ΔX, ΔY, ΔZ và ΔH là các giá trị nhận được từ việc giải các cạnh (baselines) tham gia vào vòng khép.

A.6.10 Việc bình sai chỉ thực hiện sau khi tính khái lược cạnh và kiểm tra sai số khép cho toàn bộ mạng lưới. Trước khi bình sai lưới phải kiểm tra lại toàn bộ kết quả tính cạnh, so sánh các chỉ tiêu kỹ thuật đạt được với yêu cầu mà phần mềm sử dụng quy định. Trường hợp một trong các chỉ tiêu vượt hạn sai hoặc kết quả tính khép không đạt yêu cầu như quy định tại mục A.6.9 phải tiến hành xác định cạnh yếu phải tính lại, thay thế bằng cạnh khác hoặc loại bỏ cạnh. Số cạnh được phép loại bỏ không được vượt quá 2% tổng số cạnh trong lưới và phải thỏa mãn các yêu cầu quy định tại điểm e) mục A.6.7 và các quy định tại mục A.1.1.

A.6.11 Nguyên tắc bình sai lưới tọa độ như sau:

a) Lưới tọa độ được bình sai trực tiếp trong hệ tọa độ VN-2000. Sử dụng các mô hình Geoid kết hợp với các điểm có đo nối độ cao thủy chuẩn để xác định độ cao thủy chuẩn cho tất cả các điểm trong lưới theo công thức đo cao GPS:

$$h = H - N$$

Trong đó:

- h là độ cao thủy chuẩn;
- H là độ cao trắc địa;
- N là độ cao geoid (hoặc dị thường độ cao).

Mô hình Geoid sử dụng phải là mô hình Geoid có độ chính xác cao nhất hiện có trong khu vực. Được phép xây dựng các mô hình geoid địa phương có độ chính xác cao trên cơ sở tập hợp số liệu đo GNSS-Thủy chuẩn hoặc GNSS- Thủy chuẩn-Trọng lực có trong khu vực. Các trường hợp này phải nêu rõ trong thiết kế kỹ thuật và được cơ quan quản lý đo đạc bản đồ Việt Nam chấp thuận.

b) Trước khi bình sai chính thức lưới tọa độ phải tiến hành bình sai sơ bộ bằng việc xác định tọa độ và độ cao của tất cả các điểm trong lưới dựa vào 1 điểm khởi tính tọa độ gốc và 1 điểm khởi tính độ cao gốc thuộc phạm vi trung tâm của lưới. So sánh giá trị tọa độ nhận được sau bình sai sơ bộ (tại các điểm tọa độ gốc) và giá trị độ cao nhận được (tại các điểm độ cao gốc) với giá trị tọa độ, độ cao gốc của các điểm đó để tìm ra các điểm có giá trị sai khác lớn. Mức độ sai khác về giá trị tọa độ, độ cao phụ thuộc khoảng cách từ điểm khởi tính đến điểm đang xét và phụ thuộc độ chính xác của từng cấp hạng lưới quy định tại mục A.6.6.

Trường hợp khi bình sai sơ bộ phát hiện tồn tại các điểm có sự sai khác lớn về tọa độ, độ cao phải thực hiện tiếp các bước sau:

- Thay thế điểm gốc được dùng làm khởi tính bằng một điểm gốc khác;
- Kiểm tra và xác minh lại các điểm tọa độ, độ cao gốc: tính chính xác của số liệu gốc được cấp, kiểm tra lại điểm ở ngoại nghiệp để tránh trường hợp đo nhầm mốc, kiểm tra lại các thành quả đo và tính độ cao (đối với các điểm có đo nối độ cao);
- Lập các vòng khép mới đi qua nhiều cạnh khác nhau trong đó vòng khép mới phải đi qua điểm gốc được dùng làm khởi tính và điểm có sự sai khác lớn;
- Tính lại các cạnh trong lưới có liên quan trong đó đặc biệt lưu ý việc lựa chọn lời giải cuối cùng và các yêu cầu tại mục A.6.7;
- Bình sai sơ bộ lại mạng lưới.

Trong trường hợp đặc biệt, khi đã tiến hành các biện pháp trên nhưng không đạt yêu cầu thì được phép loại bỏ điểm gốc đó nếu số điểm gốc còn lại trong lưới vẫn thỏa mãn yêu cầu quy định tại mục A.1.1, điểm này vẫn tham gia bình sai nhưng không được coi là điểm gốc và phải nêu rõ trong báo cáo tổng kết kỹ thuật.

c) Việc bình sai chính thức chỉ thực hiện khi đã giải quyết triệt để các tồn tại trong quá trình bình sai sơ bộ. Tất cả các điểm tọa độ, độ cao hạng cao có trong lưới phải được sử dụng làm các điểm khởi tính cho lưới.

A.7 Xây dựng lưới đường chuyên cấp 1, cấp 2

A.7.1 Lưới đường chuyên cấp 1 được phát triển dựa vào các điểm tọa độ hạng cao (từ hạng IV trở lên). Lưới đường chuyên cấp 2 được phát triển dựa vào các điểm từ cấp 1 trở lên. Các mạng lưới cấp 1, cấp 2 phục vụ trực tiếp cho công tác đo đạc khảo sát chi tiết địa hình phục vụ mở luồng và bảo đảm an toàn hành hải.

A.7.2 Lưới cấp 1, cấp 2 có thể được đo đạc theo phương pháp đo góc-cạnh bằng máy toàn đạc điện tử với các quy định như sau:

Bảng 14: Chỉ tiêu kỹ thuật lưới đường chuyên

Các yếu tố của lưới	Chỉ tiêu kỹ thuật	
	Cấp 1	Cấp 2
1. Chiều dài cạnh đường chuyên không lớn hơn	4km	2,5km
2. Số cạnh không lớn hơn	10	15
3. Chiều dài từ điểm khởi tính đến điểm nút hoặc giữa 2 điểm nút	< 2,5km	< 1km
4. Chiều dài cạnh đường chuyên - Chiều dài cạnh lớn nhất	1,0km	0,4km

TCVN 10336:2015

- Chiều dài cạnh trung bình	0,4km	0,2 km
- Chiều dài cạnh nhỏ nhất	0,2km	0,06 km
5. SSTP đo góc không lớn hơn	5"	10"
6. SSTP tương đối đo cạnh sau bình sai Đối với cạnh dưới 500m	1/50 000 ± 0,012m	1/50 000 ± 0,012m
7. Sai số giới hạn khép góc đường chuyền (n là tổng số góc trong đường chuyền)	±10"√n	±20"√n
8. Sai số khép tuyến đường chuyền fs/[S]	1/15 000	1/10 000

A.7.3 Có thể sử dụng công nghệ GNSS để đo lưới đường chuyền cấp 1, cấp 2. Trong trường hợp này, ngay từ khâu chọn điểm cần lưu ý tới điều kiện thông thoáng tại điểm đo để thuận lợi cho thu tín hiệu vệ tinh.

A.7.4 Các mốc đường chuyền cấp 1, cấp 2 được thi công bằng mốc bê tông theo quy cách ở Phụ lục C.7.

A.7.5 Có thể sử dụng máy thu GPS 1 tần số để đo các mạng lưới cấp 1, cấp 2, với quy định tại Bảng 17 như sau:

Bảng 15: Chỉ tiêu kỹ thuật đo lưới đường chuyền bằng máy thu GPS

Chỉ tiêu	Cấp 1	Cấp 2
- Thời gian đo đồng thời tối thiểu lưới	60 phút	45 phút
- Số vệ tinh khỏe tối thiểu:	5	5
- Chỉ số PDOP lớn nhất cho phép:	4,0	4,0
- Độ suy giảm hình học vệ tinh lớn nhất GDOP:	7,0	7,0
- Góc cao cài đặt trong máy thu:	10°-15°	100-150
- Giãn cách thu tín hiệu:	từ 5 giây đến 15 giây	từ 5 giây đến 15 giây

A.7.6 Độ chính xác lưới tọa độ cấp 1, cấp 2 sau bình sai phải đảm bảo các yêu cầu tại Bảng 16, như sau:

Bảng 16: Yêu cầu độ chính xác sau bình sai lưới đường chuyền

Yếu tố lưới	Cấp 1	Cấp 2
- Sai số vị trí điểm lớn nhất:	7cm	7 cm
- Sai số độ cao trắc địa lớn nhất:	10cm	15cm
- Sai số trung phương tương đối cạnh lớn nhất:	1/50.000	1/25.000
- Sai số phương vị lớn nhất:	5.0"	10.0"

Tham khảo

PHỤ LỤC B: BÁO CÁO KHẢO SÁT

Công trình, Dự án:.....

.....

1. Nội dung chủ yếu của nhiệm vụ khảo sát

Nêu các nội dung chủ yếu của nhiệm vụ khảo sát đã được chủ đầu tư phê duyệt gồm: Mục đích khảo sát; Phạm vi khảo sát; phương pháp khảo sát; Phương án kỹ thuật khảo sát

2. Đặc điểm, quy mô, tính chất của công trình

- Đặc điểm: Trình bày những đặc trưng cơ bản của công trình (công trình thuộc dự án nào; do đơn vị nào chủ trì; tầm quan trọng của nhiệm vụ khảo sát đối với kết quả chung của dự án...)

- Quy mô: Nêu quy mô của dự án (dự án thuộc nhóm nào, do ai là chủ đầu tư, đơn vị nhà thầu chính hoặc đứng đầu liên danh); Phần công việc khảo sát nằm trong dự án.

- Tính chất: Nêu cụ thể tính chất của dự án, công trình (Giao thông, thủy điện, thủy lợi, quy hoạch xây dựng, phục vụ điều tra nghiên cứu...)

3. Vị trí và điều kiện tự nhiên của khu vực khảo sát xây dựng

Vị trí giới hạn và điều kiện tự nhiên của khu vực khảo sát xây dựng: Thuyết minh vị trí địa lý của khu vực khảo sát, đặc điểm của địa hình tự nhiên, phân cấp địa hình, tài nguyên thiên nhiên trong khu vực (nếu có). Đánh giá những yếu tố thuận lợi, khó khăn đối với hoạt động khảo sát trong khu vực.

4. Tiêu chuẩn về khảo sát xây dựng được áp dụng

Nêu các tiêu chuẩn về khảo sát được áp dụng cho từng loại công tác của khảo sát xây dựng: Các quy phạm đo đạc và bản đồ; Các tiêu chuẩn áp dụng trong khảo sát xây dựng công trình; Các quy định của cơ quan quản lý cấp trên và Phương pháp hoặc giải pháp thi công đã được phê duyệt.

5. Khối lượng khảo sát

Khối lượng khảo sát được thuyết minh phải phù hợp với kết quả khảo sát địa hình... có kèm theo các bản vẽ, hoặc các bản sơ họa phạm vi cần khảo sát. Trên bản vẽ theo quy định của từng loại hình khảo sát phải thể hiện được vị trí, tọa độ, cao độ các điểm khống chế, các điểm của lưới đường chuyền...

- Thu thập và phân tích những tài liệu về địa hình, địa vật đã có ở khu vực khảo sát;
- Khảo sát sơ bộ hiện trường;
- Lập lưới khống chế mặt bằng và độ cao;
- Khảo sát địa hình;
- Khảo sát độ sâu;
- Rà quét chướng ngại vật (nếu có);
- Công tác lặn kiểm tra chướng ngại vật (nếu có);
- Khảo sát các hệ thống công trình kỹ thuật đặc biệt (nếu có);
- Thực hiện công tác khảo sát trắc địa phục vụ cho khảo sát địa chất công trình, khảo sát khí

TCVN 10336:2015

tượng thủy văn và các dạng khảo sát khác;

- Biên chỉnh bản đồ địa hình, hải đồ;
- Thực hiện các công tác về biên tập, số hóa bản đồ, bình đồ.

6. Quy trình, phương pháp và thiết bị khảo sát

- Quy trình khảo sát: Thuyết minh đầy đủ theo thứ tự thực hiện công tác khảo sát từ khi bắt đầu khảo sát đến kết thúc khảo sát;

- Phương pháp khảo sát: Nêu rõ hệ tọa độ, độ cao sử dụng trong quá trình khảo sát. Thuyết minh rõ phương pháp thực hiện từng hạng mục công việc của quá trình khảo sát, cụ thể:

+ Hệ quy chiếu sử dụng trong đo lập bình đồ, bản đồ: Tên hệ quy chiếu quốc gia; Ellipsoid tham chiếu (tên Ellipsoid, bán trục chính, độ dẹt); Các tham số chuyển đổi từ Hệ tọa độ quốc tế sang Hệ tọa độ địa phương (3 hoặc 7 tham số); Cơ sở toán học (Tên công trình, phép chiếu, vĩ tuyến chuẩn, kinh tuyến trục, giá trị chuyển dịch tọa độ X, giá trị chuyển dịch tọa độ Y, hệ số tỷ lệ).

+ Tỷ lệ bình đồ, bản đồ cần thành lập: Tỷ lệ chung cho toàn bộ khu vực hoặc riêng biệt tương ứng với từng khu vực khảo sát;

+ Lưới khống chế mặt bằng và độ cao phục vụ thi công: Cấp hạng; Năm, đơn vị thành lập; Số lượng điểm có trong mạng lưới;

+ Công tác chuẩn bị bao gồm: Tài liệu tham chiếu; Hoạt động kiểm nghiệm trang thiết bị trước khi khảo sát; Thiết kế khu vực khảo sát;

+ Công nghệ và phương pháp thu thập dữ liệu gồm: Thu thập dữ liệu tọa độ; Thu thập dữ liệu độ sâu; Thu thập dữ liệu quan trắc mực nước; Thu thập các dữ liệu khác...;

+ Quy trình xử lý dữ liệu: Kiểm tra xem xét, đánh giá kết quả đo; Phương pháp xử lý; Kết quả xử lý;

+ Biên tập, xuất bản bình đồ, bản đồ.

- Thiết bị khảo sát: Thống kê tên, chủng loại, công dụng, các tính năng kỹ thuật và độ chính xác (đối với thiết bị, dụng cụ đo đạc) của máy móc thiết bị để thực hiện công việc khảo sát.

7. Phân tích số liệu, đánh giá kết quả khảo sát

Đánh giá kết quả công tác thu thập và xử lý dữ liệu trên cơ sở các quy phạm đo đạc và bản đồ; các tiêu chuẩn áp dụng trong khảo sát xây dựng công trình; các quy định của cơ quan quản lý cấp trên và phương án hoặc giải pháp thi công đã được phê duyệt.

8. Đề xuất giải pháp kỹ thuật phục vụ cho việc thiết kế, thi công công trình

Các đề xuất về giải pháp kỹ thuật phục vụ cho thiết kế, thi công (nếu có).

9. Kết luận và kiến nghị

Đánh giá kết quả khảo sát theo các yêu cầu của nhiệm vụ khảo sát xây dựng, các tiêu chuẩn, quy phạm đã nêu ở Mục 4 về khối lượng, chất lượng.

Nếu có sự thay đổi so với Đề cương, Yêu cầu kỹ thuật cần trình bày rõ nguyên nhân, lý do, biện pháp khắc phục.

Ý kiến đề xuất đối với đơn vị chủ đầu tư (nếu có).

10. Tài liệu tham khảo

Thống kê từng loại tài liệu tham khảo áp dụng cho công việc gì trong công tác khảo sát.

11. Các phụ lục gồm:

- Hồ sơ kỹ thuật của các trang thiết bị;
- Hồ sơ kỹ thuật hệ thống móc không chế trục địa cơ sở;
- Các biên bản kiểm nghiệm trang thiết bị khảo sát;
- Số liệu đo đạc (nếu cần);
- Các tài liệu, văn bản có liên quan;
- Ảnh chụp tư liệu phản ánh công tác thi công tại hiện trường.

PHỤ LỤC C: CÁC MẪU BIỂU
PHỤ LỤC C1: MẪU SỐ ĐO GNSS

Tên điểm: Số hiệu điểm: Ngày .../.../..... (SESSION).....
 Đặt tại: Xã Huyện Tỉnh

Thiết bị GNSS Kiểu: Loại: Serial:

Máy thu

Antenna

Người đo: Cơ quan

Phần mềm và phiên hiệu máy thu:

Giãn cách thu tín hiệu: giây Góc ngưỡng cài đặt trong máy thu độ

Tên tệp dữ liệu: Kiểu lưu trữ dữ liệu: CD Rom USB Hard Disk

Thời gian bắt đầu Thời gian kết thúc

Thời tiết:

Chiều cao antenna:

Phương pháp đo	Chiều cao thẳng (m)				Chiều cao nghiêng (m)			
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	TB	Lần 1	Lần 2	Lần 3	TB
Đo tới mép dưới ở vị trí điểm đánh dấu trên vành ngoài ăng ten								
Đo tới mép dưới vành ngoài ăng ten								
Đo tới ARP								
(Các phương pháp đo khác)								

<p>Chương ngại vật (phương vị + khoảng cách)</p>	<p>Sơ đồ đo nổi</p>
--	---------------------

Ghi chú: Các ghi chú đặc biệt khác trong quá trình đo không thể hiện được trong sổ đo, trường hợp đo chiều cao ăng ten khó diễn tả bằng lời phải vẽ sơ đồ ăng ten và kiểu đo ra phần ghi chú.

PHỤ LỤC C5: MẪU SỔ KIỂM NGHIỆM THIẾT BỊ QUAN TRẮC MỰC NƯỚC

Tên thiết bị:..... Số hiệu:.....

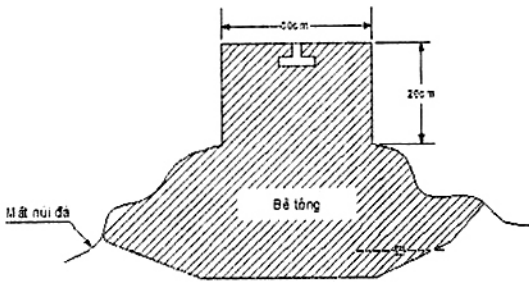
Ngày	Thời gian tiêu chuẩn	Thời gian thiết bị	Số liệu đo từ thiết bị (m)	Số liệu đo từ thước nước (m)	Thời tiết
Người quan trắc:				Giờ	
				Múi giờ	

TCVN 10336:2015

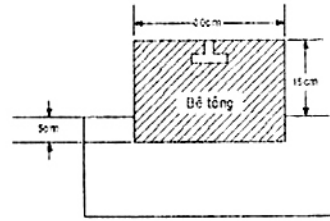
Khoảng cách từ đầu đo tới máy ghi	
26	Tỷ trọng, nhiệt độ và độ mặn của nước:
27	Kiểm định thiết bị: Chu kỳ kiểm định Phương pháp kiểm định
28	Khả năng tác động của môi trường đến trạm quan trắc:
29	Mô tả mốc khống chế độ cao:
30	Độ cao của điểm khống chế: Trên số "0" thước nước Trên số "0" đầu dò thiết bị Trên hệ tọa độ quốc gia Trên số "0" Hải đồ
31	Tuyến thủy chuẩn: Số lượng Người đo Người ghi số
32	Các chi tiết khác có liên quan:
Ngày.....tháng.....năm..... (Ký, ghi rõ họ và tên)	

PHỤ LỤC C7: QUY CÁCH, KÍCH THƯỚC, VÀ DẤU MỐC TỌA ĐỘ HẠNG IV

1. Quy cách và kích thước

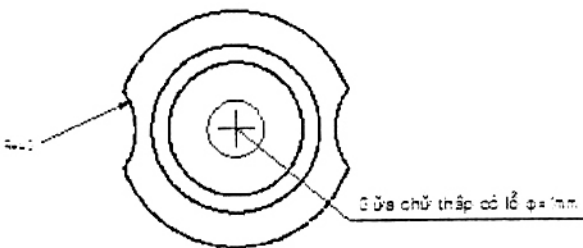
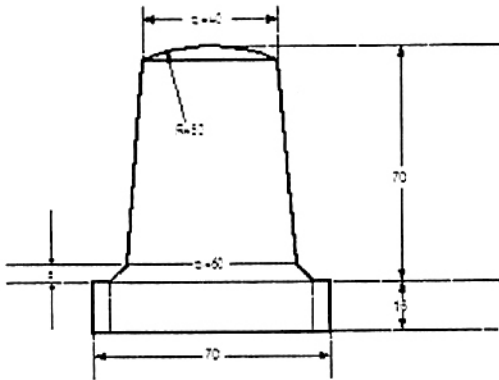


a) Mốc bê tông gắn trên núi đá

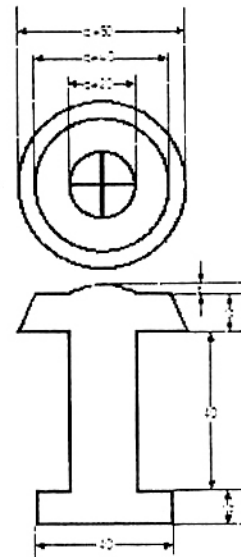


b) Mốc bê tông gắn trên công trình kiến trúc

2. Dấu mốc



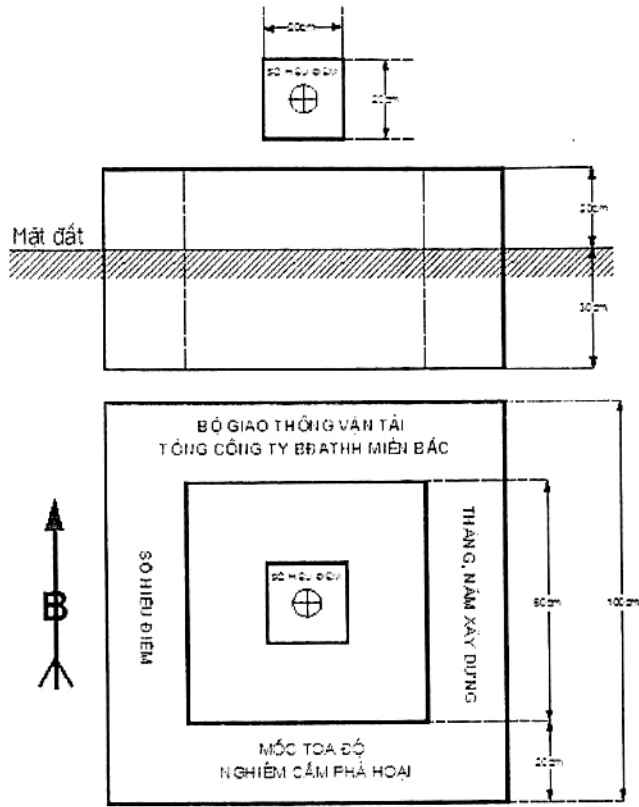
a) Dấu bằng sứ



b) Dấu bằng kim loại

Dấu mốc bằng kim loại đúc chữ và số nổi, kích thước cao 10 mm, rộng 5 mm, lực nét 1,5 mm, phần nổi 1,0 mm.

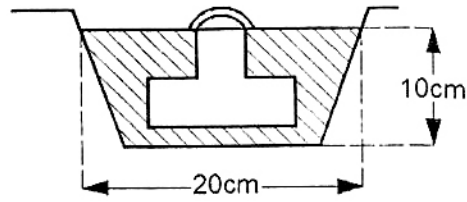
3. Quy cách xây tường vây



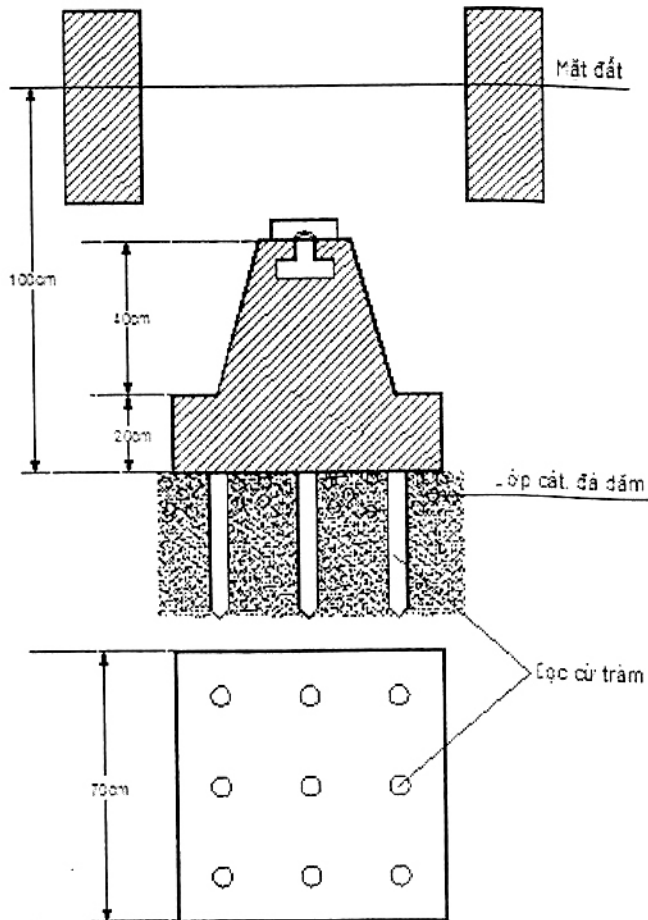
- Cạnh tường vây song song với cạnh mốc, chữ viết quay về hướng Bắc.
- Kích thước tường vây mốc tọa độ được quy định: rộng 100 cm, dày 20 cm, cao 50 cm;
- Kích thước chữ khắc trên tường vây được quy định như sau:
 - + Dòng chữ cơ quan chủ quản "**BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI**" và đơn vị thành lập, ví dụ: "**TỔNG CÔNG TY ĐATHH MIỀN BẮC**" cao 4,0 cm, rộng 2,5 cm, sâu 0,5 cm, lực nét 0,5 cm;
 - + Các chữ khác: cao 3,0 cm, rộng 2,0 cm, sâu 0,5 cm, lực nét 0,5 cm.

PHỤ LỤC C8: QUY CÁCH, KÍCH THƯỚC, VÀ ĐẦU MỐC ĐỘ CAO HẢI ĐỒ

a) Mốc gắn trên nền bê tông

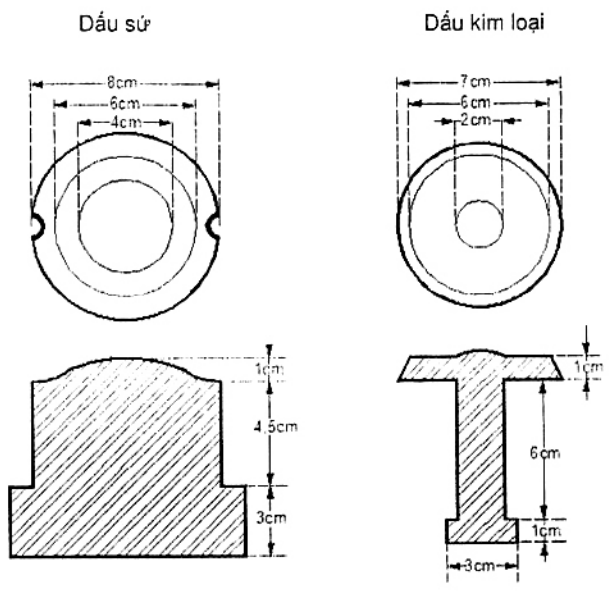


b) Mốc chôn trên vùng đất yếu



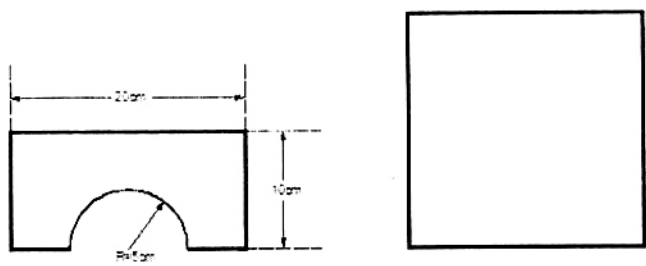
TCVN 10336:2015

c) Dấu mốc độ cao

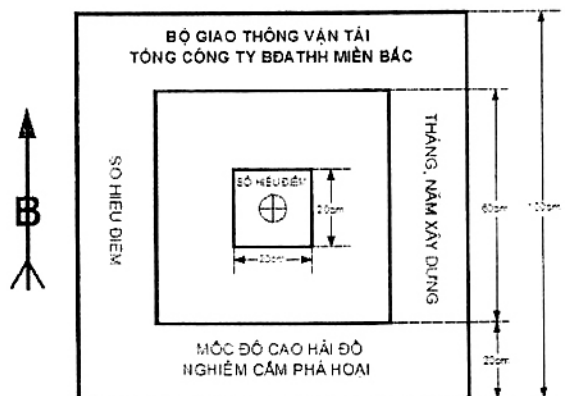


Đối với mốc kim loại đúc số và chữ nổi 1mm, cao 10mm, rộng 5mm, lực nét 1,5mm

d) Nắp bảo vệ mặt mốc



e) Quy cách tường vữa



- Cạnh tường vẩy song song với cạnh mốc.
- Kích thước tường vẩy điểm độ cao hàng hải được quy định như sau: rộng 100cm, dày 20cm, cao 50cm;
- Kích thước chữ khắc trên tường vẩy được quy định như sau:
 - + Dòng chữ cơ quan chủ quản "**BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI**" và đơn vị thành lập, ví dụ: "**TỔNG CÔNG TY ĐATHH MIỀN BẮC**": cao 4cm, rộng 2cm, sâu 0, cm, lực nét 0,5cm (hướng Bắc)
 - + Các chữ khác: cao 3cm, rộng 2cm, sâu 0,5cm, lực nét 0,5cm.

Tài liệu tham khảo

- 1) S-44, 5th Edition, February 2008, *IHO Standards for Hydrographic Surveys*-
Tiêu chuẩn thủy đạc quốc tế S-44, xuất bản lần thứ 5, tháng 2 năm 2008.
- 2) *Standards for Hydrographic Surveys within Queensland Waters*, 31 May 2007-
Tiêu chuẩn thủy đạc trong các vùng nước Queensland, 31 tháng 5 năm 2007.
- 3) *Canadian Standards for Hydrographic Surveys, December 2005*-
Tiêu chuẩn thủy đạc Canada, tháng 12 năm 2005.
- 4) *Dutch Standards for Hydrographic Surveys, February 2008*-
Tiêu chuẩn thủy đạc Hà Lan, tháng 2 năm 2008.
- 5) *M-13, Manual on Hydrography, May 2005*-
Thực hành thủy đạc M-13, tháng 5 năm 2005.
- 6) *Guidelines for the use of Multibeam Echosounders for offshore survey, January 2006*-
Hướng dẫn sử dụng máy đo sâu đa tia trong khảo sát độ sâu ngoài khơi, tháng 1 năm 2006.
- 7) S-5, Eleventh Edition, 2010, *Standards of competence for Hydrographic Surveyors*-
Tiêu chuẩn năng lực Thủy đạc viên S-5, xuất bản lần thứ 11, năm 2010.
- 8) 94 TCN 8-2006: *Quy phạm quan trắc hải văn ven bờ.*
- 9) 24/2010/TT-BTNMT: *Quy định về đo đạc, thành lập bản đồ địa hình đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm đa tia.*
- 10) QCVN 11:2008/BTNMT: *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới độ cao.*
- 11) QCVN 04 : 2009/BTNMT: *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng lưới tọa độ.*
- 12) 05/2007/QĐ-BTNMT: *Quyết định về sử dụng hệ thống tham số tính chuyển giữa hệ tọa độ quốc tế WGS-84 và hệ tọa độ quốc gia VN-2000.*
- 13) 973 /2001/TT-TCĐC: *Hướng dẫn áp dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN-2000.*
- 14) 27/2011/TT-BTNMT: *Quy định về kiểm nghiệm và hiệu chỉnh một số thiết bị đo đạc bản đồ biển.*