

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

**BÁO CÁO HỌC THUẬT BỘ MÔN**

**PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC  
SỐ LIỆU ĐO CAO VỆ TINH TRÊN BIỂN  
ĐÔNG**

**PGS. TS. Nguyễn Văn Sáng**

**Bộ môn: Trắc địa cao cấp**

**HÀ NỘI, 2020**

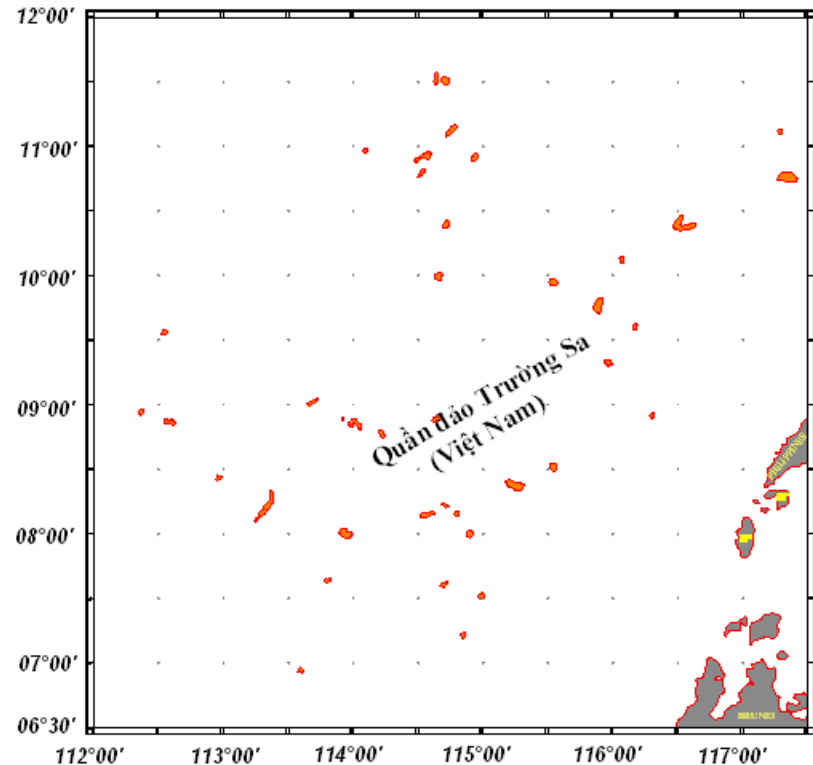
# 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

- Trên thế giới, trong những năm gần đây, đo cao vệ tinh (Altimetry) phát triển rất mạnh mẽ, được ứng dụng hiệu quả trong các lĩnh vực Trắc Địa, Địa Vật Lý, Hải Dương Học, Khí Tượng và Môi Trường.
- Ở Việt Nam, ứng dụng đo cao vệ tinh để nghiên cứu biển mới được thực hiện vài năm gần đây. Các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào việc ứng dụng các sản phẩm của thế giới. Một số ít các nghiên cứu sâu về xử lý số liệu đo cao vệ tinh.
- Trước khi sử dụng số liệu đo cao vệ tinh thì cần phải đánh giá độ chính xác của số liệu đo cao vệ tinh.

## 2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU VÀ SỐ LIỆU SỬ DỤNG

### 1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu phương pháp đánh giá độ chính xác số liệu đo cao vệ tinh là vùng biển thuộc quần đảo Trường Sa có giới hạn: độ vĩ từ  $6^{\circ}30'$  đến  $12^{\circ}00'$ , độ kinh từ  $112^{\circ}00'$  đến  $117^{\circ}30'$

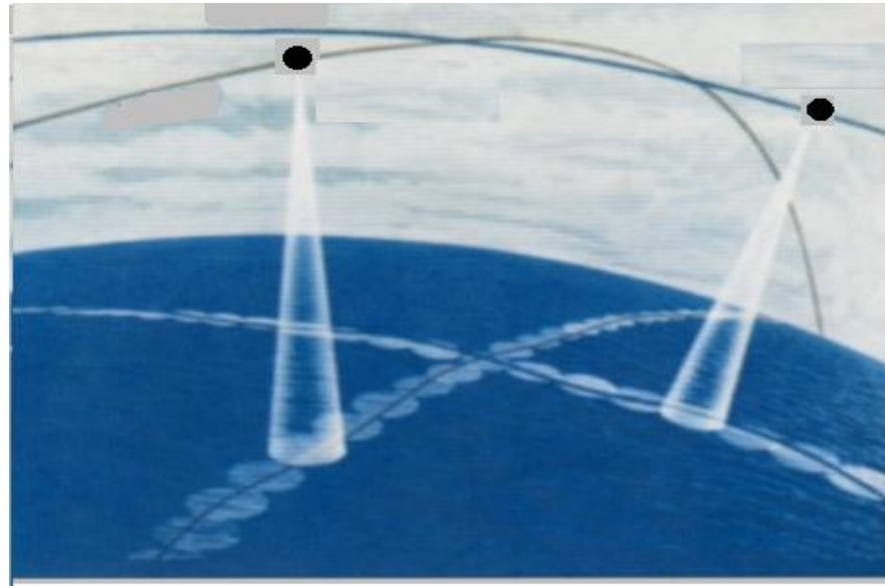


## 2.2. Số liệu nghiên cứu

- Số liệu đo cao vệ tinh được đánh giá độ chính xác là 18676 điểm đo của vệ tinh Cryosat-2 đo ở chế độ trắc địa (Geodetic Mission – GM)
- từ chu kỳ 31 đến chu kỳ 43 trên vùng biển thuộc Quần đảo Trường Sa.
- Các điểm đo có tọa độ trắc địa trong hệ tọa độ quốc tế WGS-84 và độ cao mặt biển SSH (Sea Surface Height).
- Các số liệu này được cung cấp bởi AVISO (AVISO, 2014).

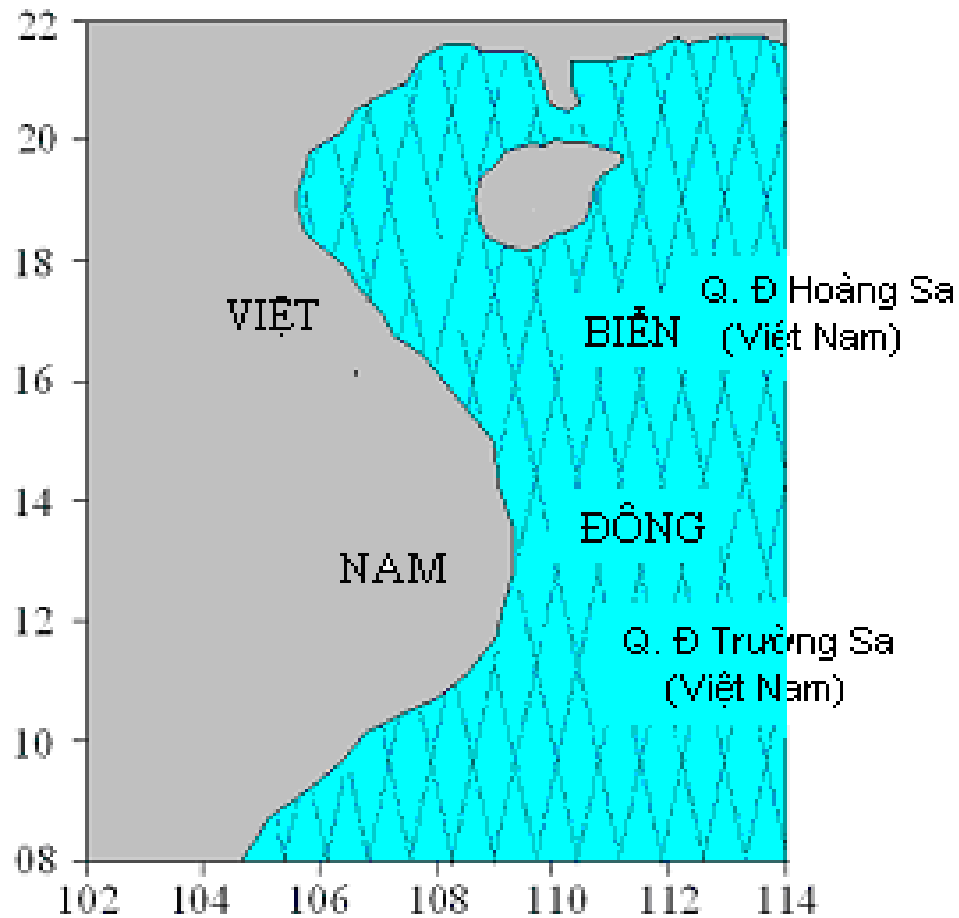
### 3. Phương pháp đánh giá độ chính xác số liệu đo cao vệ tinh

Vệ tinh đo cao được thiết kế sao cho tập hợp các điểm đo cao từ vệ tinh xuống mặt biển tạo thành các vết quét trên mặt biển (còn gọi là các cung), xem hình 1.



Hình 1. Vết quét đo cao vệ tinh

Các cung cắt nhau tạo thành các điểm giao cắt (hình 2).



Hình 2. Điểm giao cắt trong đo cao  
vệ tinh trên Biển Đông

# Xác định vị trí giao cắt và tính chênh lệch độ cao tại điểm giao cắt

Giả sử trên cung (thẳng hoặc giáng) có  $i$  điểm có tọa độ là  $(B_i, L_i)$ . Cung này sẽ được mô phỏng bằng đa thức bậc hai:

$$L = aB^2 + bB + c \quad (1)$$

Trong (1),  $a, b, c$  là các tham số cần xác định. Để xác định 3 tham số này thì trên cung cần có 3 điểm biết tọa độ (chính là các điểm đo cao). Nếu số điểm này là  $n$  nhiều hơn 3 thì các tham số được xác định theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất.

Nếu cung thẳng được mô phỏng bằng đa thức

$$L = a_t B^2 + b_t B + c_t \quad (2)$$

và cung giáng được mô phỏng bằng đa thức

$$L = a_g B^2 + b_g B + c_g \quad (3)$$

thì vị trí của điểm giao cắt là nghiệm của hệ phương trình:

$$\begin{cases} L = a_t B^2 + b_t B + c_t \\ L = a_g B^2 + b_g B + c_g \end{cases} \quad (4)$$



Hệ phương trình (4) sẽ có 2 nghiệm, nghĩa là sẽ có 2 điểm giao cắt.

Hai điểm giao cắt này nằm ở hai nửa của đồ thị parabol của đa thức bậc hai mô phỏng cung thẳng và cung giáng.

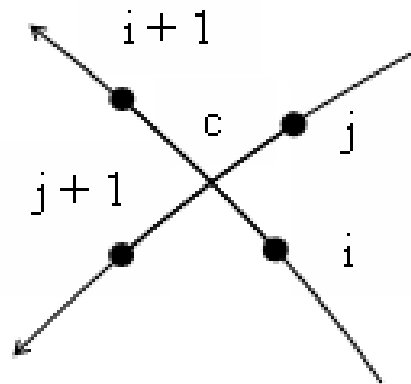
Điểm giao cắt hợp lý sẽ là điểm nằm trên đoạn cung thẳng và đoạn cung giáng.

So sánh hai điểm này với điểm đầu và điểm cuối của cung thẳng hoặc cung giáng sẽ tìm ra điểm giao cắt phù hợp.

Vị trí điểm giao cắt tìm được chưa phải là vị trí chính xác mà chỉ là vị trí gần đúng.

Sau khi tìm được điểm giao cắt gần đúng, so sánh tọa độ điểm này với các điểm trên cung thẳng và cung giáng sẽ tìm được 4 điểm lân cận của điểm giao cắt là  $i$ ,  $i+1$ ,  $j$  và  $j+1$  (hình 3).

Dựa vào 4 điểm này sẽ xác định được vị trí điểm giao cắt chính xác hơn (c).



Hình 3. Vị trí điểm giao cắt chính xác

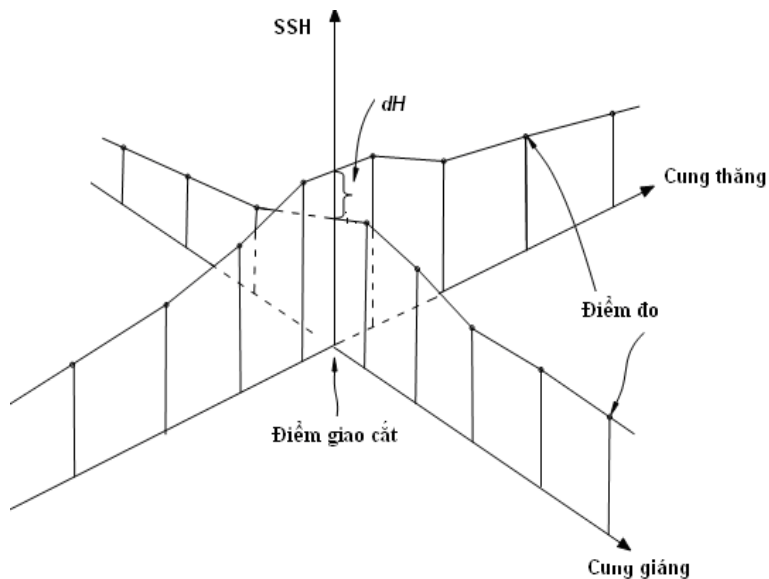
Sau khi có vị trí điểm giao cắt, độ cao mặt biển tại điểm giao cắt tính theo cung thẳng  $SSH_t^c$  và theo cung giáng  $SSH_g^c$  sẽ được nội suy từ các điểm đo lân cận.

Chênh lệch độ cao tại điểm giao cắt được tính theo công thức:

$$dH = SSH_t^c - SSH_g^c \quad (5)$$

# Đánh giá độ chính xác số liệu đo cao vệ tinh dựa vào chênh lệch độ cao tại điểm giao cắt

- Độ cao mặt biển của cùng 1 điểm giao cắt  $c$ , được đo theo cung thẳng và cung giáng. Nếu không có sai số thì hai giá trị này bằng nhau và  $dH = 0$ .
- Trên thực tế, giá trị  $dH \neq 0$  là do có sai số. Do đó, dựa vào giá trị  $dH$  tại các điểm giao cắt có thể đánh giá được độ chính xác đo cao vệ tinh:



Hình 4. Chênh lệch độ cao tại điểm giao cắt

- Coi  $dH_i$  là trị đo tại điểm giao cắt thứ  $i$ . Trên khu vực nghiên cứu ta sẽ có dãy trị đo  $(dH_1, dH_2, \dots, dH_m)$ . Trị thực của các trị đo này bằng 0, sai số thực chính bằng trị đo.
- Kỳ vọng toán học của dãy trị đo này được tính bằng công thức:

$$E(dH) = d\bar{H} = \frac{[dH]}{m} \quad (6)$$

+) Nếu kỳ vọng toán học  $E(dH) = 0$  thì trong dãy trị đo không có sai số hệ thống, khi đó sai số trung phương của trị đo được xác định bằng công thức Gauss:

$$m_{dH} = \pm \sqrt{\frac{[dH.dH]}{m}} \quad (7)$$

Theo nguyên tắc đồng ảnh hưởng ta có:

$$m_{dH}^2 = m_t^2 + m_g^2 = 2m_{đo}^2 \quad (8)$$

Thay vào (7) ta có:

$$m_{đo} = \frac{m_{dH}}{\sqrt{2}} = \pm \sqrt{\frac{[dH.dH]}{2m}} \quad (9)$$

Nếu kỳ vọng toán học  $E(dH) \neq 0$  thì trong dãy trị đo có sai số hệ thống, khi đó sai số trung phương của trị đo được xác định theo độ lệch chuẩn bằng công thức Betxen:

$$m_{dH} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{m-1}} \quad (10)$$

trong đó:  $v$  là số hiệu chỉnh được tính:

$$v = dH - d\bar{H} \quad (11)$$

Khi đó độ chính xác đo cao được xác định bằng công thức:

$$m_{\dot{a}o} = \frac{m_{dH}}{\sqrt{2}} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{2(m-1)}} \quad (12)$$

## 4. Tính toán thực nghiệm.

Từ cơ sở lý thuyết đã trình bày ở trên, chúng tôi tiến hành thực nghiệm trên vùng biển xung quanh Quần đảo Trường Sa với 18676 điểm số liệu vệ tinh Cryosat-2,

đã tính được 1474 điểm giao cắt,

giá trị chênh lệch độ cao lớn nhất  $dH_{\max} = 0,262\text{m}$ ,  
giá trị nhỏ nhất  $dH_{\min} = -0,211\text{m}$ , giá trị trung bình của  $dH$  là  $-0,001\text{m}$ .

Điều này chứng tỏ trong dãy trị đo không còn chứa sai số hệ thống. Độ chính xác của trị đo được đánh giá:

$$m_{\text{đo}} = \pm \sqrt{\frac{3,6541}{2 \times 1474}} = \pm 0,035\text{m}$$



# KẾT LUẬN

- Độ chính xác của số liệu đo cao vệ tinh có thể được xác định dựa vào chênh lệch độ cao tại điểm giao cắt.
- Số liệu đo cao của vệ tinh Cryosat-2 từ chu kỳ 31 đến chu kỳ 43 trên vùng biển xung quanh Quần đảo Trường Sa không còn chứa sai số hệ thống và đạt độ chính xác  $\pm 0,035\text{m}$ .

THANK YOU !