HOÀN THIỆN QUY TRÌNH BÌNH SAI MẠNG LƯỚI THỦY CHUẨN HẠNG I, II QUỐC GIA

KS. NGUYỄN THỊ THANH HƯƠNG
Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ

Tóm tắt:

Bài báo này xem xét phương pháp bình sai tổng thể mạng lưới thủy chuẩn hạng I, II quốc gia theo nhiều phương án phân bố sai số ngẫu nhiên và hệ thống, và đề xuất hoàn thiện quy trình tính toán bình sai mạng lưới thủy chuẩn hạng I, II quốc gia hiện đại.

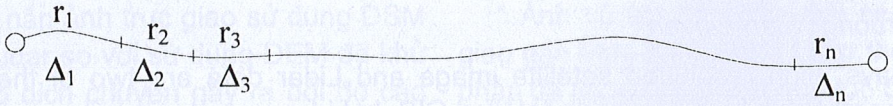
1. Đặt vấn đề

Do việc đo đạc thủy chuẩn Nhà nước được tiến hành vào các giai đoạn khác nhau, ở các khu vực địa lý khác nhau và với các chủng loại thiết bị đo khác nhau nên các sai số trung phương ngẫu nhiên μ và hệ thống σ trên 1 km thủy chuẩn sẽ phân bố theo các quy luật khác nhau, nên để nhận được các kết quả bình sai mạng lưới thủy chuẩn Nhà nước hạng I, II chúng ta phải khảo sát các mô hình phân bố của các sai số trung phương nêu trên.

Hiện nay tồn tại ba mô hình phân bố phổ biến: Mô hình Krasovskii - Danilov [1], mô hình Rune [1] và mô hình theo quy phạm [2, 3]. Vấn đề đặt ra để hoàn thiện quy trình bình sai mạng lưới thủy chuẩn Nhà nước hạng I, II là bình sai mạng lưới theo các mô hình sai số nêu trên làm cơ sở lựa chọn mô hình sai số phù hợp nhất tương ứng với phương án bình sai tốt nhất. Vấn đề nêu trên sẽ được xem xét trong bài báo này.

2. Giải quyết vấn đề

Đánh giá sai số trung phương ngẫu nhiên μ và hệ thống σ trên 1 km của các tuyến đo thủy chuẩn hạng I và II



Trong mạng lưới thủy chuẩn quốc gia có p đường thủy chuẩn hạng I (hoặc hạng II). Mỗi đường thủy chuẩn hạng I (hoặc hạng II) j (j=1,2,...,p) đều có n_J đoạn với chiều dài $(r_i)_j$ (i=1,2,...,n_J). Mỗi đoạn i trên đường j đều xác định được hiệu $(d_i)_J$ chứa cả sai số ngẫu nhiên lẫn sai số hệ thống của các chênh cao đo thuận $(h_i)_t$ và chênh cao đo nghịch $(h_i)_n$, thêm vào đó $(d_i)_j = (h_i)_t + (h_i)_n$.

Chúng ta sẽ xem xét một số công thức đánh giá các sai số trung phương ngẫu nhiên μ và hệ thống σ trên 1 km của các tuyến đo thủy chuẩn hạng I và II.

2.1. Công thức Krasovskii - Danilov đối với các đường thủy chuẩn trong cùng một hạng [1] (phương án 1)

$$\overline{\sigma}^2 = \frac{1}{4 \cdot [L_j]} \cdot \sum_{j=1}^{P} \frac{S_j^2}{L_j} \qquad (1)$$

$$\eta^2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{\sum_{j=1}^{P} \overline{\Delta}_j^2}{[L_j]} - \overline{\sigma}^2 \cdot \frac{\sum_{j=1}^{P} \overline{r}_j^2}{[L_j]} \qquad (2)$$

ở đây $[L_j] = \sum_{j=1}^{P} L_j$ - tổng chiều dài của p tuyến thủy chuẩn cùng hạng trong mạng lưới thủy chuẩn quốc gia; $\sum_{i=1}^{n_j} r_i = L_j$; $\overline{r}_J^2 = \sum_{i=1}^{n_j} r_i^2$, $\overline{d}_j^2 = \sum_{i=1}^{n_j} d_i^2$; $\sum_{i=1}^{n_j} d_i = S_j$.

2.2. Công thức Rune đối với các đường thủy chuẩn trong cùng một hạng (phương án 2)

$$\eta^2 = \frac{m_1^2 \cdot L_m - m_2^2 \cdot r_m}{L_m - r_m} \qquad (3)$$

$$\overline{\sigma}^2 = \frac{m_2^2 - m_1^2}{L_m - r_m} \qquad (4)$$

ở đây $m_1^2 = \frac{\sum_{j=1}^{P} \overline{d}_j^2}{4.[L_j]}$; $m_2^2 = \frac{1}{4p} \cdot \sum_{j=1}^{P} \frac{S_j^2}{L_j}$, $r_m = \frac{\sum_{j=1}^{P} \overline{r}_j^2}{[L_j]}$

Chiều dài trung bình của các đường thủy chuẩn $L_m = \frac{[L_j]}{p}$:

2.3. Công thức theo Quy phạm (phương án 3)

Theo các qui định của quy phạm [2, 3], việc tính toán các sai số trung phương ngẫu nhiên và hệ thống (η và σ) trên 1km đường thuỷ chuẩn được quy định như sau:

Hạng I:

$$\eta_{KM}^2 = \frac{1}{4n} \cdot \left[\frac{d_5^2}{r}\right] \qquad (5)$$

$$\eta_{KM}^2 = \frac{1}{4n} \cdot \left[\frac{d_6^2}{r}\right] \qquad (6)$$

n - tổng số các đoạn đo trong tất cả các đường thủy chuẩn hạng I,

$d_5 = \frac{1}{2}(h_T - h_{ng})_{phải} - \frac{1}{2}(h_T - h_{ng})_{trái}$

$d_6 = \frac{1}{2}(h_{phải} + h_{trái})_{thuận} + \frac{1}{2}(h_{phải} + h_{trái})_{nghịch}$.

$$\sigma_{KM}^2 = \frac{1}{4[L]} \cdot \left[\frac{S^2}{L}\right], \qquad (7)$$

S - tích luỹ các hiệu d_5, d_6.

Đối với mỗi đường thuỷ chuẩn j (j = 1, 2, ..., p) có n_j đoạn và sai số hệ thống tích luỹ

$$S_j = \sum_{i=1}^{n_j} (d_5)_i.$$

Hạng II:

$$\eta_{KM}^2 = \frac{1}{4n} \cdot \left[\frac{d^2}{r} \right] \qquad (8)$$

n – tổng số các đoạn đo trong tất cả các đường thủy chuẩn hạng II,

$d = h_{thuan} + h_{nghich}$

σ_{KM}^2 được xác định theo công thức (7).

Như vậy từ công thức $m^2 = (\eta^2 + \bar{\sigma}^2 . L_m) L$. ở đây L_m là chiều dài trung bình giữa các đường thủy chuẩn, L chiều dài của đường thủy chuẩn. Dựa trên cơ sở xác định được các sai số trung phương ngẫu nhiên η và hệ thống σ trên 1 km của các đường thủy chuẩn hạng I, II, chúng ta có các công thức xác định trọng số của các chênh cao đo như sau. Gọi sai số trung phương của chênh cao trên 1 km thủy chuẩn m_{1km} được xác định theo công thức $m_{1\,km}^2 = \eta^2 + \bar{\sigma}^2 . L_m$ đối với tất cả các đường thủy chuẩn hạng I là sai số trung phương đơn vị trọng số μ_0, tức $\mu_0^2 = \eta_I^2 + \bar{\sigma}_I^2 . (L_m)_I$, ở đây $(L_m)_I$ - chiều dài trung bình của các đường thủy chuẩn hạng I. Khi đó trên cơ sở công thức $m_{1\,km}^2 = \eta^2 + \bar{\sigma}^2 . L_m$:

- Đối với đường thủy chuẩn hạng I chiều dài L_I (km), trọng số của chênh cao đo được xác định theo công thức:

$$P_I = \frac{1}{L_I}, \qquad (9)$$

- Đối với đường thủy chuẩn hạng II chiều dài L_{II} (km), trọng số của chênh cao đo được xác định theo công thức:

$$P_{II} = \frac{\mu_o^2}{(\eta_{II}^2 + \bar{\sigma}_{II}^2 . (L_m)_{II}) L_{II}}, \qquad (10)$$

ở đây $(L_m)_{II}$ - chiều dài trung bình của các đường thủy chuẩn hạng II.

Ví dụ thực nghiệm đối với hai tuyến thủy chuẩn hạng I và một tuyến thủy chuẩn hạng II: *(Xem hình 1)*

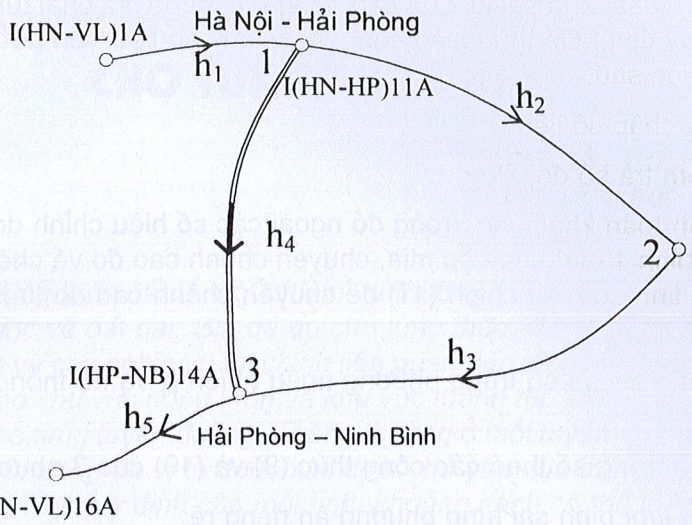
Kết quả sau khi thực nghiệm lưới trên với cả 3 phương án cho kết quả như sau:

Phương án 1:

- Sai số trung phương trọng số đơn vị: m_0 = 0.000592

- Sai số trung phương của trị bình sai độ cao các điểm cần tìm

m_{H1} = 0.0041 m_{H2} = 0.0049 m_{H3} = 0.0040



Hình 1

Phương án 2:

- Sai số trung phương trọng số đơn vị: m_0 = 0.000592

- Sai số trung phương của trị bình sai độ cao các điểm cần tìm

m_{H1} = 0.0041 m_{H2} = 0.0049 m_{H3} = 0.0040

Phương án 3:

- Sai số trung phương trọng số đơn vị: m_0 = 0.000447

- Sai số trung phương của trị bình sai độ cao các điểm cần tìm

m_{H1} = 0.0032 m_{H2} = 0.0037 m_{H3} = 0.0031

Dựa trên kết quả đánh giá độ chính xác (sai số trung phương trọng số đơn vị; Sai số trung phương của trị bình sai độ cao các điểm cần tìm) thì phương án xác định các sai số trung phương ngẫu nhiên η và hệ thống σ theo quy phạm là phương án tốt nhất đối với lưới thực nghiệm vì phương án này cho kết quả bình sai với độ chính xác cao nhất.

Ngoài ra, hiện nay mạng lưới thủy chuẩn quốc gia hiện đại phải được bình sai trong Hệ triều 0 (xem chi tiết trong [4]). Trong trường hợp này chênh cao đo h_{ij} giữa hai mốc thủy chuẩn i và j được chuyển từ hệ triều trung bình về hệ triều 0 theo công thức:

$$(h_{ij})_z = (h_{ij})_m + \delta h_{iJ},. \qquad <m>,$$

ở đây

$$\delta h_{iJ} = -\frac{288410.(Sin^2 B_j - Sin^2 B_i) + 1950..(Sin^4 B_j - Sin^4 B_i)}{\bar{\gamma}} < m >, \qquad (11)$$

$\bar{\gamma}$ - giá trị trung bình của lực trọng chuẩn giữa hai mốc i và j.

* Quy trình bình sai

Việc xử lý tính toán bình sai lưới độ cao hạng I, II, quốc gia phải tuân thủ đúng quy trình, quy phạm đã quy định. Để thực hiện công việc xử lý số liệu trên được chính xác cần thực hiện các công việc sau.

- Bước 1: Thu thập số liệu

- Bước 2: Kiểm tra sổ đo, file đo

- Bước 3: Tính toán khái lược, trong đó ngoài các số hiệu chỉnh do biến dạng nhiệt của chiều dài trung bình 1 mét của cặp mia, chuyển chênh cao đo về chênh cao chuẩn, chúng ta còn cần phải tính số hiệu chỉnh (11) để chuyển chênh cao đo từ Hệ triều trung bình về Hệ triều 0.

- Bước 4: Tính các sai số trung phương ngẫu nhiên η và hệ thống σ theo 3 phương án trên;

- Bước 5: Tính trọng số theo các công thức (9) và (10) của 3 phương án;

- Bước 6: Lần lượt bình sai từng phương án riêng rẽ;

- Bước 7: Đánh giá so sánh độ chính xác của các kết quả bình sai theo ba phương án để lựa chọn phương án bình sai tối ưu là phương án có độ chính xác của các độ cao chuẩn sau bình sai là cao nhất.

3. Kết luận

Do các phương pháp xác định các sai số trung phương ngẫu nhiên η và hệ thống σ trên 1 km đối với các đường thủy chuẩn hạng I và các đường thủy chuẩn hạng II được xây dựng trên các quan điểm khác nhau về phân bố các sai số ngẫu nhiên và hệ thống, nên việc bình sai tổng thể mạng lưới thủy chuẩn hạng I, II nhà nước được thực hiện theo nhiều phương án và trong mỗi phương án xác định các sai số trung phương ngẫu nhiên η và hệ thống σ trên 1 km đối với các đường thủy chuẩn hạng I và các đường thủy chuẩn hạng II theo các phương pháp khác nhau và xác định tương ứng trọng số của các đường thủy chuẩn hạng I và các đường thủy chuẩn hạng II theo các công thức (9) và (10).

Kết quả bình sai của phương án tốt nhất được chấp nhận là phương án cho kết quả bình sai với độ chính xác cao nhất.

Ngoài ra, việc bình sai mạng lưới thủy chuẩn quốc gia hiện đại phải được thực hiện trong Hệ triều 0.❍

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Krasovskii F.N., Danilov V.V. Hướng dẫn về Trắc địa cao cấp. Phần 1, Số 2. Matxcơva: Redburo GUGK, 1939, 410 trg. (Tiếng Nga).

[2]. Quy phạm thuỷ chuẩn hạng I, II, III và IV. GUGiK SSSR. M., Nedra, 1990, 167 trg. (Tiếng Nga).

[3]. Quy phạm xây dựng lưới độ cao nhà nước hạng 1, 2, 3 và 4 do Cục trưởng Cục Đo đạc và Bản đồ Nhà nước ban hành theo quyết định số 112/KT ngày 15 tháng 5 năm 1988.

[4]. Hà Minh Hòa, Nguyễn Thị Thanh Hương (2011). Nghiên cứu công thức tính chuyển độ cao chuẩn từ hệ triều trung bình về hệ triều 0. Tạp chí Khoa học Đo đạc và Bản đồ, No9, 9/2011, trg. 1 - 8.❍