

THỬ NGHIỆM DÙNG PHƯƠNG PHÁP KHAI CẢN CHÈNH LỆCH VÀ TƯƠNG QUAN TUYẾN TÍNH NHIỀU BIẾN ĐỂ CHỈNH BIÊN TÀI LIỆU LƯU LƯỢNG NƯỚC SÔNG Ở CÁC TRẠM CÓ QUAN HỆ $Q = f(H)$ VÒNG LŨ

KS. Lê Văn Sanh

Trung tâm Mạng lưới KTTV và Môi trường.

Trung tâm KTTV Quốc gia

1. Mở đầu

a. Lâu nay khi chỉnh lý thủ công tài liệu lưu lượng nước ở các trạm có quan hệ $Q = f(H)$ vòng lũ ta thường dùng cách vẽ bằng tay các quan hệ này [1,2]. Cách làm này thường ít nhiều mang tính chủ quan, nhất là khi số lần đo lưu lượng ít (chỉ có 1-2 lần đo lưu lượng trong một cơn lũ). Khi dùng máy vi tính để chỉnh biên vấn đề lại càng phức tạp. Vì vậy, chúng tôi có ý định thử nghiệm phương pháp khai cản chênh lệch và tương quan tuyến tính nhiều biến để chỉnh biên tài liệu lưu lượng nước sông cho các trạm có quan hệ $Q = f(H)$ vòng lũ.

b. Một số cơ sở thủy lực học

Công thức Sêđi viết cho tốc độ dòng nước có dạng:

$$V = C \sqrt{RI} \quad (1)$$

Trong đó V - tốc độ dòng nước, R -bán kính thủy lực (có thể thay bằng độ sâu trung bình h_{tb}), I - độ dốc thủy lực (có thể thay bằng chênh lệch mực nước trên đoạn sông đo F) và C - hệ số sức cản Sêđi.

Đối với mặt cắt đo lưu lượng có thể viết:

$$V_{tb} = C \sqrt{h_{tb} I_m} \quad (2)$$

Với V_{tb} - tốc độ trung bình mặt ngang, h_{tb} - độ sâu trung bình mặt ngang và I_m - độ dốc mặt nước.

Nếu Q là lưu lượng nước mặt ngang, A là diện tích mặt cắt ướt thì:

$$Q = V_{tb} \cdot A \quad (3)$$

$$\text{Gọi } K = C \sqrt{h_{tb}} \cdot A \quad (4)$$

Với K là sức chuyển tải của mặt cắt, một đại lượng có thể suy tìm khá chính xác khi có số liệu đo sâu mặt ngang. Ta có :

$$Q = K \cdot \sqrt{I_m} \quad (5)$$

Hay :

$$\frac{Q}{\sqrt{I_m}} = K \quad (6)$$

Dễ dàng nhận thấy nếu mặt cắt ổn định thì hàm

$$K = f(H) \quad (7)$$

là đơn trị và cũng ổn định (trong một cơn lũ, trong cả mùa lũ, trong một năm hay nhiều năm).

Thay I_m bằng chênh lệch mực nước F_m ta có:

$$Q = K \cdot \sqrt{F_m} \quad (8)$$

Hay :

$$\frac{Q}{\sqrt{F_m}} = K \quad (9)$$

c. Phương pháp khai căn lệch

Phương pháp này thường dùng để chỉnh biên tài liệu lưu lượng nước sông các trạm chịu ảnh hưởng vật (Điều 5.5.3 Qui phạm 94 TCN 3-90; Điều 5.2.4.8 Qui phạm 94 TCN 17-99). Quan hệ này có dạng như công thức (9):

$$K = \frac{Q}{\sqrt{F_m}} = f(H) \quad (10)$$

Tuy nhiên, công thức (10) hoàn toàn có thể áp dụng cho trường hợp $Q=f(H)$ vòng lư hay thậm chí $Q=f(H)$ ổn định để kéo dài hay bổ sung số liệu.

Khi áp dụng cho chỉnh biên vòng lư thì việc tính toán có phức tạp hơn (tính chênh lệch F , \sqrt{F} , Q/\sqrt{F} , $K=f(H)$,...); nhưng khi vận dụng trên máy tính thì nhược điểm này là không đáng kể.

Ưu điểm của nó là nếu mặt cắt ổn định, tức là quan hệ $A=f(H)$, $h_m=f(H)$ đơn trị, thì quan hệ (7) hay (10) cũng sẽ đơn trị, có dạng parabol và còn có thể ổn định trong cả mùa lũ, một năm hay nhiều năm tùy thuộc vào sự ổn định của mặt cắt. Khi đó không cần phải xử lý tiếp nối giữa các con lũ, giữa các vòng lư, giữa thời kỳ ảnh hưởng lũ với thời kỳ ảnh hưởng vật.

Để xử lý ảnh hưởng bồi xói có thể dùng hai cách:

Sử dụng các quan hệ $K=f(H)$ cho từng thời đoạn (loại đường tam thời).

Sử dụng hệ số hiệu chỉnh P_k cho hệ số K :

$$P_k = \frac{K_{tdo}}{K_{minh}} \quad (11)$$

Trong đó K_{tdo} - trị số $K = Q/\sqrt{F}$ tính được từ mỗi giá trị Q và F thực đo; K_{minh} - trị số K suy tìm được theo quan hệ $K=f(H)$ ứng với trị số mực nước H lúc đo Q .

$$P_k = f(t) \quad (12)$$

$$P_k = f(H, t) \quad (13)$$

Thông thường, nếu lập quan hệ (7) cho một con lũ có mặt cắt ngang ổn định thì quan hệ $K=f(H)$ khá chặt, không cần xử lý theo hệ số P_k (xem mục 2c). Trường hợp sử dụng quan hệ $K=f(H)$ chung cho nhiều con lũ, chung cho cả mùa lũ, mà điểm đo trong quan hệ $K=f(H)$ phân tán lớn mới cần dùng quan hệ (12) hay (13) hoặc xử lý $K=f(H)$ cho từng thời đoạn.

Khi dùng máy tính để chỉnh biên thì có thể xấp xỉ quan hệ $K=f(H)$ bằng các công thức dạng parabol $K=a(H-H_0)^b$ hay đa thức bậc hai $K=aH^2+bH+c$,... giống như khi xấp xỉ quan hệ $Q=f(H)$ ổn định.

Như vậy, đối với các trạm đo lưu lượng nước sông không bị ảnh hưởng thủy triều thì về cơ bản chỉ còn hai quan hệ chỉnh biên :

$$Q = f(H) \text{ ổn định} \quad (14)$$

$$\frac{Q}{\sqrt{F}} = f(H) \quad (15)$$

Trên thực tế hai quan hệ (14), (15) cũng dùng cho các trạm ảnh hưởng thủy triều yếu, không có nước chảy ngược. Do đó, việc chỉnh biên lưu lượng nước khi không bị ảnh hưởng thủy triều cũng giống như khi bị ảnh hưởng thủy triều yếu ([1,2], chương 4).

- Việc áp dụng phương pháp khai căn lệch để chỉnh biên tài liệu dòng chảy các trạm có quan hệ $Q=f(H)$ vòng lũ sẽ góp phần hợp lý hoá đo đạc và chỉnh biên tài liệu lưu lượng, nhất là khi chỉnh lý tự động trên máy vi tính.

d. Áp dụng tương quan nhiều biến

- Tương quan nhiều biến đã được sử dụng nhiều trong thủy văn, để tính dòng chảy nước sông Y từ mưa X trên lưu vực, để diễn toán dòng chảy trong sông, v.v.

$$Y = f(X, Z) \quad (16)$$

Với Z- độ thiếu hụt ẩm, Y- dòng chảy năm, X - mưa năm [3].

Đoàn Quyết Trung và Bùi Thanh cũng đã áp dụng phương pháp phân tích nhiều chiều để dự báo dài hạn lưu lượng bình quân năm cho Trạm Thác Bà [6].

Ở Mỹ [8], người ta cũng dùng tương quan nhiều biến để nghiên cứu dòng chảy năm X_1 với lớp tuyết phủ X_2 , dòng chảy nước ngầm X_3 , lượng mưa tháng tư X_4 cho một lưu vực từ năm 1936 đến năm 1947 :

$$X_1 = 1,623 X_2 + 1,012 X_3 + 0,274 X_4 - 0,223 \quad (17)$$

Hệ số tương quan của phương trình (17) $R = 0,96$

- Áp dụng cho chỉnh biên vòng lũ $Q=f(H)$

Logarit hoá công thức (8) ta có :

$$\log Q = \log K + 1/2 \log F_m \quad (18)$$

Vì $K=f(H)$ nên có thể viết:

$$\log Q = a_1 \log H + a_2 \log F_m + a_3 \quad (19)$$

Gọi $\log Q = Z$; $\log H = X$ và $\log F = Y$ ta có:

$$Z = a_1 X + a_2 Y + a_3 \quad (20)$$

Hoặc

$$(Z - Z_0) = a_1 (X - X_0) + a_2 (Y - Y_0) \quad (21)$$

Với $a_3 = Z_0 - a_1 X_0 - a_2 Y_0$; X_0, Y_0, Z_0 tương ứng là các trị số trung bình của X, Y, Z.

Theo (9) và (20), chúng ta có thể nghiên cứu chỉnh biên lưu lượng nước sông ở các trạm có dòng chảy không ổn định theo tương quan nhiều biến. Tuy nhiên, điểm hạn chế ở đây là $\log Q, \log K$ hay $\log H$ và $\log F_m$ thường không hoàn toàn độc lập với nhau; không có phân phối chuẩn như yêu cầu đặt ra cho một tương quan nhiều biến [6,7].

2. Kết quả thử nghiệm phương pháp khai căn lệch

a. Tài liệu nghiên cứu

Tài liệu nghiên cứu là số liệu lưu lượng nước sông tại ba trạm Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát trong hai năm 1999, 2000. Cụ thể là dùng số liệu trong các bảng lưu lượng thực đo và bảng trích lũ của ba trạm trên và chỉ nghiên cứu cho thời kỳ có quan hệ $Q=f(H)$ vòng lũ, không nghiên cứu cho thời kỳ có quan hệ $Q=f(H)$ ổn định trong mùa cạn đầu năm và cuối năm (loại quan hệ này đã được Đào Thanh Thủy và Lê

Xuân Cầu nghiên cứu xấp xỉ hoá để chỉnh biên trên máy tính điện tử): Do ba trạm Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát không đo độ dốc mặt nước nữa, nên thay cho độ dốc I chúng tôi dùng chênh lệch mực nước sông F. Đối với Trạm Sơn Tây dùng chênh lệch mực nước bình quân:

$$\bar{F} = \frac{1}{2} (F_1 + F_2)$$

Với:

$$F_1 = H_{\text{Sơn Tây}} - H_{\text{Hà Nội}}$$

$$F_2 = H_{\text{Sơn Tây}} - H_{\text{Thượng Cát}}$$

Đối với Trạm Hà Nội:

$$F = H_{\text{Sơn Tây}} - H_{\text{Hà Nội}}$$

Đối với Trạm Thượng Cát:

$$F = H_{\text{Sơn Tây}} - H_{\text{Thượng Cát}}$$

- Về nguyên tắc, quan hệ $Q / \sqrt{F} = f(H)$ được xác định cho từng con lũ nhưng vì quan hệ này ổn định cho cả mùa lũ ở ba trạm nói trên nên chúng tôi chủ yếu phân tích kết quả cho cả mùa lũ trong các năm 1999, 2000.

b. Thử nghiệm cho Trạm Sơn Tây (sông Hồng)

- Đã thử dùng $F = H_{\text{Sơn Tây}} - H_{\text{Hà Nội}}$ nhưng kết quả không tốt lắm (tuy điểm đo vẫn chỉ phân tán trong phạm vi $\pm 10\%$ so với đường quan hệ) vì rõ ràng chưa tính đến độ dốc phía Sơn Tây-Thượng Cát (sông Hồng đổ vào sông Đuống).

- Trong năm 1999 chỉ nghiên cứu được quan hệ loại (10) $Q / \sqrt{F} = f(H)$ cho thời kỳ từ 15 tháng VIII đến 4 tháng X (ứng với các lần đo từ số 42 đến 70). Luồng điểm phân bố khá chặt trong phạm vi $\pm 5\%$ xung quanh đường quan hệ.

- Trong năm 2000 đã xác định được một quan hệ loại (10) cho thời kỳ từ 9 tháng VII đến 16 tháng X (ứng với các lần đo từ số 24 đến 73). Các điểm đo Q nằm gọn trong phạm vi $\pm 10\%$ so với đường quan hệ ở trung tâm luồng điểm.

- So sánh quan hệ (10) xác định cho 2 năm 1999, 2000 nhận thấy chúng nằm rất sát nhau, nhất là ở cấp mực nước cao hơn 11m; ở các cấp mực nước thấp hơn, từ 7,0m đến 11,0m, quan hệ năm 1999 nằm ở bên phải quan hệ năm 2000 (khác nhau từ 0-7%). Kết quả này cho phép nghĩ đến quan hệ loại (10) tương đối ổn định trong nhiều năm. Chú ý là chênh lệch \bar{F} nói trên mới đại diện cho độ dốc hạ lưu Trạm Sơn Tây.

c. Thử nghiệm cho Trạm Hà Nội trên sông Hồng

Chênh lệch mực nước $F = H_{\text{Sơn Tây}} - H_{\text{Hà Nội}}$ mới đại diện cho độ dốc mặt nước thượng lưu trạm vì còn ảnh hưởng của phân lưu sông Hồng sang sông Đuống nữa.

Có thể xây dựng được quan hệ loại (10) cho thời kỳ đầu mùa lũ và từ giữa mùa đến cuối mùa lũ.

Trong năm 1999 có thể xây dựng được quan hệ loại (10) cho thời kỳ từ 10 tháng VI đến 11 tháng VII; một quan hệ từ 11 tháng VII đến 10 tháng VIII; một quan hệ từ 10 tháng VIII đến 5 tháng X và một quan hệ từ 5 tháng X đến 18 tháng XI. Luồng điểm của các quan hệ này đều phân tán trong phạm vi $\pm 5\%$ so với đường quan hệ đi qua trung tâm luồng điểm.

Trong năm 2000 có thể xác định được quan hệ loại (10) cho thời kỳ từ 10 tháng VI đến 20 tháng VII và một quan hệ từ 20 tháng VII đến 7 tháng XI. Quan hệ lũ đầu mùa thiên lớn dưới 7% so với cuối năm.

So sánh quan hệ loại (10) của cả năm 2000 với quan hệ của cả năm 1999 có thể thấy ở phần nước cao $H > 9,0m$ các quan hệ này hầu như trùng nhau. Quan hệ dạng (10) cuối năm 1999 khớp với quan hệ đầu năm 2000. Nhìn chung, các quan hệ loại (10) cho năm 1999 không khác biệt với quan hệ năm 2000, lớn hơn 10%. Chấm chung quan hệ loại (10) cho cả năm 1999 và năm 2000 cũng thấy như vậy.

d. Thử nghiệm cho Trạm Thượng Cát trên sông Đuống

Chênh lệch mực nước $F = H_{\text{Sơn Tây}} - H_{\text{Thượng Cát}}$ mới đại diện cho độ dốc mặt nước thượng lưu Trạm Thượng Cát mà cũng chưa tính đến ảnh hưởng phân lưu của sông Hồng về phía Hà Nội.

Trong năm 1999 có thể xây dựng được quan hệ loại (10) cho thời kỳ từ 16 tháng VI đến 2 tháng XI. Luồng điểm nằm gọn trong phạm vi $\pm 10\%$ so với đường quan hệ đi qua trung tâm luồng điểm.

Trong năm 2000 có thể xây dựng được một quan hệ loại (10) cho thời kỳ từ 9 tháng VI đến 6 tháng XI. Luồng điểm nằm gọn trong phạm vi $\pm 10\%$ so với trung tâm luồng điểm.

Quan hệ loại (10) xây dựng chung cho cả năm 1999 hầu như trùng với năm 2000 khi $H > 8,5m$. Ở phần dưới, quan hệ năm 2000 thiên lớn so với năm 1999 từ 3-5%.

d. Một số nhận xét về thử nghiệm phương pháp khai căn lệch

- Qua thử nghiệm phương pháp khai căn lệch $Q / \sqrt{F} = f(H)$ để chỉnh biên tài liệu lưu lượng trong hai năm 1999, 2000 của các Trạm Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát (các trạm có quan hệ $Q = f(H)$ vòng lũ khá phức tạp) nhận thấy phương pháp khai căn lệch có thể dùng để chỉnh biên lưu lượng nước sông ở các trạm có quan hệ $Q = f(H)$ vòng lũ.

- Ưu điểm của phương pháp này là quan hệ (10) có thể là đơn trị, khá ổn định cho nhiều con lũ, thậm chí có thể xây dựng được một quan hệ loại (10) dùng cho cả mùa lũ. Các quan hệ này lại khá ổn định trong hai năm 1999, 2000. Điều này rất thuận lợi khi chỉnh lý tự động trên máy tính: thay vì vẽ nhiều đường vòng lũ nối tiếp nhau, chỉ cần xác định một quan hệ loại (10) dạng parabol chung cho cả mùa lũ. Cách làm giống như khi xác định đường $q = f(H)$ ổn định. Việc này cũng giúp cho việc hợp lý hoá đo đạc, giảm bớt số lần đo lưu lượng trên sông (thay vì đo 60-80 lần lưu lượng nước sông trong một năm như ở các Trạm Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát hiện nay có thể chỉ cần đo 10-20 lần là đủ để xây dựng một quan hệ chỉnh biên loại (10)).

- Nếu khôi phục việc đo độ dốc I ở ba Trạm Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát thì có thể thay trị số chênh lệch F bằng trị số I độ dốc tại trạm. Khi đó, cách tính toán đơn giản hơn nhiều vì không phải tính trị số F mà chỉ cần xác định trị số I theo quan hệ $I = f(H)$. Đồng thời có thể nâng cao chất lượng các quan hệ loại (10) vì có độ dốc I chính xác hơn.

- Chất lượng của các quan hệ loại (10) thử nghiệm cho ba Trạm Sơn Tây, Hà Nội, Thượng Cát trong hai năm 1999, 2000 đáp ứng được các yêu cầu đề ra cho việc xác định quan hệ $Q = f(H)$ ổn định: luồng điểm phân tán trong phạm vi $\pm 10\%$ so với đường quan hệ đi qua trung tâm luồng điểm (xem quy định tại điều 5.2.1 của Quy phạm Quan trắc lưu lượng nước sông lớn và sông vừa vùng sông không ảnh hưởng triều 94 TCN 3-90 và các điều 5.2.4.4, 5.2.4.7 của Quy phạm Quan trắc lưu lượng nước sông vùng ảnh hưởng thủy triều 94 TCN 17-99), tức là các yêu cầu chuẩn xác trong việc xác định các quan hệ chỉnh biên tài liệu lưu lượng nước sông.

3. Kết quả thử nghiệm tương quan nhiều biến

a. Trước hết, chúng tôi áp dụng phương pháp phân tích tương quan dạng

$$Q = (H, F_1, F_2, \dots) \quad (22)$$

cho hai trạm Sơn Tây và Hà Nội trong hai năm 1999, 2000.

- Phân tích tương quan cho Trạm Hà Nội trên sông Hồng

$$Q_{HN\text{ội}} = f(H_{HN\text{ội}}, F) \quad (23)$$

Với $F = H_{ST\text{ây}} - H_{HN\text{ội}}$.

+ Kết quả cho mùa lũ năm 1999 là:

$$Q_{HN\text{ội}} = 1541,552 H_{HN\text{ội}} + 1319,491 F - 9944,809 \quad (24)$$

Với hệ số tương quan bội là 0,982.

Tỷ trọng đóng góp của biến $H_{HN\text{ội}}$ là 94,4%, của biến F là 5,6%.

Quan hệ $Q_{th\text{ực do}} \sim Q_{t\text{ính}}$ có dạng đường cong parabol với

$R^2 = 0,9904$ (tức là hệ số tương quan $R_{Q_{th\text{ực do}} - Q_{t\text{ính}}} = 0,9952$).

+ Kết quả cho mùa lũ năm 2000 là:

$$Q_{HN\text{ội}} = 1428,1 H_{HN\text{ội}} + 520,747 F - 6633,924 \quad (25)$$

Với hệ số tương quan là 0,972.

Tỷ trọng đóng góp của biến $H_{HN\text{ội}}$ là 98,4%, của biến F là 1,6%.

Quan hệ $Q_{th\text{ực do}} \sim Q_{t\text{ính}}$ có dạng đường cong với $R^2 = 0,9932$, tức là hệ số tương quan $R = 0,9966$.

Như vậy, có thể dùng quan hệ loại (23) để nghiên cứu dòng chảy cho Trạm Hà Nội với độ tin cậy khá cao (dùng mực nước $H_{HN\text{ội}}$ và chênh lệch $F = H_{ST\text{ây}} - H_{HN\text{ội}}$ để tính ra $Q_{t\text{ính}}$ rồi hiệu chỉnh tiếp qua quan hệ $Q_{th\text{ực do}} \sim Q_{t\text{ính}}$ để có kết quả cuối cùng).

- Phân tích tương quan cho lưu lượng Trạm Sơn Tây trên sông Hồng

Trong các năm 1999, 2000 quan hệ được phân tích dưới dạng:

$$Q_{ST\text{ây}} = f(H_{ST\text{ây}}, F_1, F_2) \quad (26)$$

Trong đó $F_1 = H_{ST\text{ây}} - H_{HN\text{ội}}$; $F_2 = H_{ST\text{ây}} - H_{TC\text{át}}$.

+ Kết quả tính cho mùa lũ năm 1999 là

$$Q_{ST\text{ây}} = 2145,588 H_{ST\text{ây}} + 2467,008 F_1 - 1679,410 F_2 - 17890,050 \quad (26a)$$

Với hệ số tương quan là 0,980.

Tỷ trọng đóng góp của biến $H_{ST\text{ây}}$ là 87,5%; của biến F_1 là 7,3% và F_2 là 5,2%.

Quan hệ giữa $Q_{th\text{ực do}} \sim Q_{t\text{ính}}$ có dạng đường cong với $R^2 = 0,9926$ tức là hệ số tương quan $R = 0,9963$.

+ Kết quả tính cho mùa lũ năm 2000 là:

$$Q_{ST\text{ây}} = 2125,251 H_{ST\text{ây}} + 1241,724 F_1 - 168,899 F_2 - 18300,200 \quad (26b)$$

Với hệ số tương quan là 0,968.

Tỷ trọng đóng góp của biến $H_{ST\text{ây}}$ là 97,2%, của biến F_1 là 2,2%, của biến F_2 là 0,6%.

Quan hệ $Q_{th\text{ực do}} \sim Q_{t\text{ính}}$ có dạng đường cong với $R^2 = 0,9903$, tức là hệ số tương quan $R = 0,9951$.

Qua trên, nhận thấy vai trò quan trọng của $H_{ST\text{ây}}$ sau đó là F_1 - chênh lệch mực nước Sơn Tây - Hà Nội rồi mới đến F_2 - chênh lệch mực nước Sơn Tây -

Thượng Cát. Điều đáng lưu ý là hệ số của biến F_2 lại có dấu âm. Vấn đề này cần được nghiên cứu thêm.

Quan hệ loại (26) có thể dùng để nghiên cứu dòng chảy nước sông tại Trạm Sơn Tây với độ tin cậy khá cao (có mực nước $H_{STây}$ và các trị số F_1, F_2 theo các công thức (26) tính được $Q_{tính}$ rồi dùng quan hệ $Q_{thđo} \sim Q_{tính}$ để hiệu chỉnh tiếp).

- Phân tích tương quan cho Trạm Thượng Cát trên sông Đuống

Trong mùa lũ năm 1999 tài liệu lưu lượng nước được phân tích theo dạng:

$$\log Q_{TCát} = a_1 \log H_{TCát} + a_2 \log F + a_3 \quad (27)$$

Với $F = H_{STây} - H_{TCát}$.

Kết quả là

$$\log Q = -2,925 + 0,582 (1/2 \log F) + 2,122 \log H$$

Với $R = 0,995$.

$$\text{Do đó} \quad Q = \frac{1}{841,4} H^{2,122} \cdot F^{0,291} \quad (27a)$$

Tỷ trọng đóng góp của $H_{TCát}$ là 98,2%; của F là 1,8 %.

Quan hệ $Q_{thđo} \sim Q_{tính}$ vẫn có dạng parabol với $R^2 = 0,9725$, tức là hệ số tương quan $R = 0,9862$.

b. Nhìn chung dùng quan hệ loại

$$Q_0 = f(H_0, F) \quad (28)$$

Hay

$$\log Q = a_1 \log H + a_2 \log F + a_3 \quad (29)$$

đều cho kết quả khá tốt, hệ số tương quan R của quan hệ (28) hay (29) đều từ 0,968 (Sơn Tây, 2000) đến 0,995 (Thượng Cát, 1999). Quan hệ lưu lượng thực đo với lưu lượng tính toán đều khá chặt có R từ 0,9862 (Thượng Cát, 1999) đến 0,9966 (Hà Nội, 2000). Nhận thấy dùng phân tích tương quan nhiều biến dạng (28) hoặc (29) để nghiên cứu cho kết quả tốt.

4. Một số nhận xét sơ bộ cho thử nghiệm này

Tuy vấn đề còn cần được nghiên cứu thêm, nhất là áp dụng thử nghiệm cho nhiều trạm nữa, trong thời gian dài hơn nữa, nhưng có thể thấy:

a. Áp dụng phương pháp khai căn chênh lệch để chỉnh biên tài liệu lưu lượng sông khi quan hệ $Q = f(H)$ là vòng lũ hay khi bị ảnh hưởng vật sẽ góp phần hợp lý hóa độ đặc và chỉnh biên. Khi chỉnh biên tài liệu trên máy tính, các thuật toán xấp xỉ quan hệ này cũng giống như khi xấp xỉ đường quan hệ $Q = f(H)$ ổn định; tức là dùng chung một thuật toán cho cả mùa lũ khi quan hệ $Q = f(H)$ ổn định, vòng lũ hay bị ảnh hưởng vật. Vì vậy, số lần đo lưu lượng trong mùa lũ tại các trạm này có thể giảm đi nhiều vì chỉ cần đo để xây dựng một quan hệ loại $Q/\sqrt{F} = f(H)$ cho cả mùa lũ.

b. Dùng tương quan nhiều biến dạng $Q = f(H, F_1, F_2, \dots)$ để nghiên cứu dòng chảy nước sông có độ tin cậy cao, nhất là có thể biết tỷ trọng đóng góp của các biến.

Cũng có thể nghiên cứu phân tích tương quan theo dạng:

$$Z = a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \dots + a_n$$

Với $Z = \log Q$, $X_1 = \log H$, $X_2 = \log F_1$, $X_3 = \log F_2, \dots$

Tác giả chân thành cảm ơn tiến sĩ Đào Thanh Thủy đã nhiệt tình giúp đỡ vận hành thử nghiệm chương trình phân tích tương quan này.

Tài liệu tham khảo

1. Quy phạm quan trắc lưu lượng nước sông lớn và sông vừa vùng sông không ảnh hưởng triều 94 TCN 3-90.
2. Quy phạm quan trắc lưu lượng nước sông vùng ảnh hưởng thủy triều 94 TCN 17-99.
3. Lutcheva A. A. Thủy văn thực hành, Leningrad, 1959, (tiếng Nga).
4. Applied Hydrology for Technicians, Volume II. IHP- UNESCO Paris, 1994.
5. Lê Văn Sanh. Một số vấn đề trong chỉnh biên lưu lượng nước ở các trạm có quan hệ $Q = f(H)$ vòng lũ. Hà Nội, 5-2002..
6. Hồ Thuần. Phân tích nhiều chiều. _ Hà Nội, 1975.
7. Karl Hofius, Hans J. Liebscher, Werner Lober. *Statistical analysis in Hydrology.* _ Koblenz, 1986.
8. Leo R. Beard. *Statistical Methods in Hydrology.* _ US Army Engineer Distric. Corps of Engineers . Sacramento, California . January 1962.