

MÔ HÌNH PHỤC HỒI LƯU LƯỢNG NƯỚC ĐẾN HỒ HOÀ BÌNH

PTS. Bùi Văn Đức

Vụ KHKT-Tổng cục Khí tượng Thủy văn

Phục hồi lưu lượng sông Đà đến mặt cắt đập Hoà Bình đóng vai trò quan trọng trong việc cập nhật chuỗi số liệu dòng chảy tự nhiên và trong bài toán dự báo thủy văn hồ chứa phục vụ các giai đoạn thi công và điều hành - khai thác.

Từ khi có đập Hoà Bình, lưu lượng nước tự nhiên đến mặt cắt đập hồ Hoà Bình hiện nay không thể đo được nữa, chỉ có thể xác định nó bằng một trong các mô hình phục hồi dòng chảy. Độ chính xác của lưu lượng phục hồi phụ thuộc vào nhiều nhân tố, mà trong đó quan trọng nhất là các số liệu KTTV phục vụ tính toán, sau đó là đến mô hình phục hồi. Trong báo cáo này sẽ trình bày hai mô hình phục hồi dòng chảy đến hồ:

- 1- Phục hồi dòng chảy nước đến hồ theo mô hình cân bằng nước hồ;
- 2- Phục hồi dòng chảy nước đến hồ bằng mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa trên toàn lưu vực.

Mỗi mô hình trên đều có những ưu nhược điểm riêng và chúng sẽ được trình bày phân tích trong các phần sau.

1. PHỤC HỒI LƯU LƯỢNG NƯỚC ĐẾN HỒ BẰNG MÔ HÌNH CÂN BẰNG NƯỚC

Đối với hồ Hoà Bình, lưu lượng đến hồ (tính đến mặt cắt đập) bao gồm lưu lượng thượng lưu về từ sông chính (qua Trạm thủy văn Tạ Bú - Q_{tb}), lưu lượng gia nhập khu giữa (Q_{kg}) và mưa rơi trực tiếp trên mặt hồ (Q_m) - công thức (1.1).

$$Q_d = Q_{sc} + Q_{kg} + Q_m, \quad (1.1)$$

Phân chênh lệch giữa lưu lượng đến hồ Q_d với lưu lượng đi ra khỏi hồ (Q_r) sẽ tạo ra sự biến đổi lượng nước trong hồ ΔV .

$$\Delta V = (Q_d - Q_r) \Delta T, \quad (1.2)$$

ở đây Q_r cần hiểu là lưu lượng xả qua đập cùng các loại tổn thất.

$$Q_r = Q_{xc} + Q_{tb} + Q_c + Q_{thd} + Q_{td} + Q_{tn}, \quad (1.3)$$

Trong đó:

Q_{xc} - lưu lượng xả qua các cửa xả;

Q_{tb} - lưu lượng qua turbine;

Q_{thd} - lưu lượng thấm qua đập cùng rò rỉ qua các van, gioăng cửa xả;

Q_e - lưu lượng bốc hơi từ mặt nước;

Q_{td} - lưu lượng thấm qua đáy hồ;

Q_{tn} - lưu lượng vào các hệ thống thủy nông;

Ba loại tổn thất cuối (Q_e, Q_{td} và Q_{tn}) hiện nay chưa quan trắc được và gộp lại gọi là tổn thất tổng hợp (Q_{tt}). Còn tổng 3 loại lưu lượng đầu (Q_{xc}, Q_{tb} và Q_{thd}) đều phải qua Trạm thủy văn Bến Ngọc và gọi là lưu lượng xả về hạ lưu (q). Vậy viết lại phương trình (1.3) như sau:

$$Q_r = q + Q_{tt}$$

Khái niệm lưu lượng đến hồ hiệu quả được hiểu là lưu lượng đến (Q_d) trừ đi tổn thất tổng hợp và phương trình cân bằng hồ (1.2) được diễn giải chi tiết cho một thời đoạn tính toán từ t_1 đến t_2 có dạng:

$$Q_{d,t2} = \frac{2 \cdot (V_{t2} - V_{t1})}{(t_2 - t_1)} + (q_{t2} + q_{t1}) + Q_{d,t1} \quad (1.4)$$

với $V = F(H_{tl})$; $q = f(H_{hl})$,

trong đó, t_1, t_2 khi đứng cùng các đặc trưng Q, q và V là các chỉ số về thời gian.

Về mặt nguyên tắc, mô hình cân bằng hồ đơn giản, cần ít số liệu thủy văn. Ngoài các số liệu về quan hệ thể tích hồ với mực nước thượng lưu, quan hệ giữa lưu lượng - mực nước của trạm Bến Ngọc và điều kiện lưu lượng đến hồ lúc bắt đầu tính, chỉ cần hai chuỗi mực nước thượng lưu và hạ lưu là có thể tiến hành phục hồi chuỗi lưu lượng đến hồ.

Song trong thực tế 4 loại số liệu nói trên đều có thể chứa sai số:

- 1- Sai số đo đặc mực nước, mà nhất là mực nước hồ;
- 2- Các dao động mực nước hồ do nhiễu động thời tiết hoặc đóng, xả đột ngột.
- 3- Sai số do đo sớm hoặc muộn so với thời gian quy định.
- 4- Các quan trắc mực nước ở hạ lưu không đủ dày để mô tả quá trình xả lũ.
- 5- Sự bất ổn định của các đường đặc trưng $V = f(H_{tl})$ và $Q = g(H_{hl})$.

Về mặt nguyên tắc, những sai số trên đều có thể khắc phục được.

- Loại sai số thứ nhất và thứ ba thuộc về chủ quan con người;
- Để khắc phục loại sai số thứ hai và thứ tư cần tăng thêm trạm đo mực nước ở thượng lưu, dọc theo hồ và trang bị máy tự ghi mực nước ở hạ lưu.
- Tăng cường đo đặc, khảo sát cập nhật các đường đặc trưng.

Có thể nói các số liệu quan trắc phục vụ cho công tác phục hồi hiện nay chứa đủ các loại sai số trên, dẫn đến quá trình phục hồi theo phương trình cân bằng không ổn định, lúc thiên cao và lúc thiên thấp.

Để tránh những sai số nói trên, cần có những xử lý "trượt - là" đường quá trình theo một số thời đoạn (thường là 2 hoặc 4 thời đoạn tính toán). Mặt trái của việc "trượt - là" là ở chỗ có thể lọc mất những biến đổi tần số cao, có chu kỳ nhỏ hơn chu kỳ "trượt-là".

Nếu có điều kiện, nên tiến hành phân tích tính hợp lý giữa quá trình lưu lượng phục hồi với lưu lượng, hoặc mực nước và quá trình mưa các trạm trên toàn lưu vực.

Cho đến nay, quá trình phục hồi trong dự báo nghiệp vụ đang được tiến hành theo phương pháp nói trên và có nhiều ý kiến phân vân không biết tổn thất tổng hợp là bao nhiêu? . Nếu thành phần này lớn, thì không thể coi lưu lượng đến hồ phục hồi theo (1.4) là lưu lượng đến hồ tự nhiên. Sơ bộ, theo tính toán cân bằng thời đoạn năm, tổng tổn thất trung bình năm của hồ Hoà Bình ở mức 100 - 130 m³/s. Như vậy, trong mùa lũ con số này nằm trong mức sai số cho phép và phương pháp phục hồi này được tác giả đánh giá là chính xác, làm cơ sở cho các nghiên cứu khác.

2. PHỤC HỒI LƯU LƯỢNG NƯỚC ĐẾN HỒ TỰ NHIÊN BẰNG MÔ HÌNH TỔNG HỢP DÒNG CHẢY TỪ MƯA TRÊN LƯU VỰC

Lưu lượng tự nhiên đến hồ đã được mô tả bằng phương trình (1.1) ở mục trên. Nếu dòng chảy qua sông chính (trạm Tạ Bú) đo đạc, quan trắc đủ độ tin cậy, thì bài toán sẽ được giới hạn trong vùng hồ. Phần khó khăn nhất là tổng hợp từ mưa ra dòng chảy khu giữa. Trong trường hợp lưu lượng trạm Tạ Bú không đủ độ tin cậy, bài toán phục hồi cần mở rộng lên các tuyến trên. Trong báo cáo này các số liệu chính thức dùng để phục hồi là: quá trình lưu lượng các trạm Lai Châu, Bản Củng và mưa của hai lưu vực bộ phận đoạn Lai Châu, Bản Củng - Tạ Bú và Tạ Bú - Hoà Bình.

Phục hồi lưu lượng đến hồ tự nhiên bằng mô hình tổng hợp mưa dòng chảy trên lưu vực là cả một công trình nghiên cứu phức tạp, liên quan tới vấn đề mưa - dòng chảy và diễn toán trong sông. Các tham số của mô hình phải được xác định và kiểm chứng bằng tập số liệu trước khi xây dựng hồ. Mô hình tính toán của phần này được quan tâm xây dựng và cập nhật từ một số năm gần đây [1,2,3]. Việc tính toán phục hồi lưu lượng trong báo cáo này chỉ là một ứng dụng của các đề tài trên. Cơ sở của mô hình phục hồi có thể tóm tắt như sau:

Toàn lưu vực sông Đà, từ Lai châu đến đập Hoà Bình được chia thành 3 lưu vực thành phần:

- 1- Lưu vực Nậm Mu đến Bản Củng (Q_{bc});
- 2- Lưu vực khu giữa Lai Châu và Bản Củng về Tạ Bú (Q_1);
- 3- Lưu vực khu giữa từ Tạ Bú về Hoà Bình (Q_2).

Lưu lượng trên mỗi đoạn sông là tổng tuyến tính sau diễn toán của lưu lượng tuyến trên về và lưu lượng gia nhập khu giữa.

Lưu lượng của các khu vực trên được tổng hợp từ mưa bằng mô hình^{*}SSARR [3] và dưới đây sẽ trình bày ngắn gọn những điểm quan trọng nhất của mô hình.

Mô hình SSARR là mô hình quan niệm 3 tầng, cho phép mô phỏng dòng chảy mặt, sát mặt, ngầm và quá trình tập trung nước trên lưu vực khi sử dụng thông tin về mưa trung bình thời đoạn, quan hệ độ ẩm kỳ trước với hệ số dòng chảy, quan hệ giữa dòng chảy ngầm và chỉ số thấm cùng các thông tin về các quá trình khác trên lưu vực. Dòng chảy thành phần được diễn toán riêng biệt bằng phương pháp diễn toán chung (2.1).

$$Q_t = \frac{I_m - Q_{t-1}}{Ts + \Delta t/2} \Delta t + Q_{t-1} \quad , \quad (2.1)$$

Ở đây, Q - dòng chảy tuyến ra; I_m - dòng chảy trung bình nhập lưu (hoặc mưa hiệu quả); Ts - thời gian trữ nước; t - thời gian; Δt -thời đoạn tính toán.

Để tổng hợp dòng chảy từ mưa trên lưu vực, cần xác định các đặc trưng sau đây:

Lượng mưa trung bình lưu vực

$$\bar{X} = \frac{\alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_n X_n}{n} \quad , \quad (2.2)$$

trong đó X_i - lượng mưa thời đoạn tại trạm i ($i=1,2,\dots,n$) với tỷ trọng α_i tương ứng của trạm.

Hệ số dòng chảy tổng cộng được xác định theo quan hệ giữa hệ số dòng chảy α và chỉ số độ ẩm của đất, đặc trưng cho độ ẩm của đất kỳ trước.

$$I_2 = I_1 + (X - H) - \left(\frac{\Delta t}{24} - KE \cdot ETI \right) \quad , \quad (2.3)$$

trong đó $I_{1,2}$ - chỉ số ẩm của đất vào đầu và cuối thời đoạn Δt ; KE - hệ số triết giảm bốc thoát hơi trong quá trình do mưa; ETI - chỉ số thấm, cm/ng; H - lượng nước tạo dòng, $H = \alpha \cdot X$; α - hệ số dòng chảy tổng cộng.

Chỉ số bốc thoát hơi trung bình lưu vực xác định theo

$$ETI = \frac{ETI_1 \beta_1 + ETI_2 \beta_2 + \dots + ETI_n \beta_n}{n} \quad , \quad (2.4)$$

trong đó ETI_i - lượng bốc thoát hơi ở trạm thứ i ; β_i - hệ số tỷ trọng của trạm mưa thứ i ; n - tổng số trạm mưa.

Để tách thành phần dòng chảy ngầm khỏi tổng dòng chảy trong mô hình sử dụng quan hệ giữa hệ số dòng chảy ngầm α_{ng} và chỉ số thấm Ing ở lưu vực.

$$I_{ng2} = I_{ng1} + \left(24 \frac{H}{\Delta t} - I_{ng1} \right) \frac{\Delta t}{X_9 + \Delta t/2} \quad (2.5)$$

trong đó $I_{ng1,2}$ - chỉ số thấm vào đầu và cuối thời đoạn tính, cm/h; X_9 - tham số xác định thời gian trễ trong sự thay đổi chỉ số thấm, thường từ 50 -100 giờ.

Như vậy, sau khi xác định được hệ số thấm dễ dàng theo quan hệ giữa hệ số dòng chảy ngầm và chỉ số thấm xác định dòng chảy ngầm trong tổng dòng chảy.

Phần dòng chảy còn lại lại được tách ra thành dòng chảy sát mặt và dòng chảy mặt. Từ kinh nghiệm xác định tham số, đã đưa ra một số điều kiện ràng buộc, để đảm bảo ý nghĩa vật lý của các tham số.

-Dòng chảy mặt tối thiểu chiếm 10 % tổng dòng mặt và sát mặt;

-Cường độ tạo nước sát mặt đạt lớn nhất và không đổi khi cường độ tạo nước mặt - sát mặt (h) lớn hơn cường độ tạo nước sát mặt lớn nhất 2 lần, điều này có thể hiểu rằng lúc đó đất đã bão hoà.

-Khi tầng đất sinh dòng sát mặt chưa bão hoà nước, thì cường độ tạo nước mặt được xác định theo công thức

$$h_m = (0,1 + 0,2 \frac{h}{h_{smax}}) \cdot h \text{ (cm/h)}, \quad (2.6)$$

Các quan hệ cơ bản phục vụ tra cứu được xấp xỉ hoá bằng các hàm sau:

$$KE = \exp((-X_2) \cdot \bar{X}), \quad (2.7)$$

$$\alpha = \frac{-1}{[1 + X_3 \exp(-X_4 \cdot A)]}, \quad (2.8)$$

$$\alpha_{ng} = X_6 + (X_7 - X_6) \cdot \exp(-X_5 \cdot I_{ng}), \quad (2.9)$$

$$h_m = h_2 / (h - X_8) \quad (2.10)$$

với $X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$ là các tham số kinh nghiệm, được xác định bằng phương pháp tối ưu hoá.

Các thành phần dòng chảy mặt, sát mặt, ngầm được diễn toán riêng biệt theo (2.1) với các tham số là: số lần trữ nước N và thời gian trữ T_s . Giá trị các tham số của mô hình được trình bày chi tiết trong công trình.

3. TÍNH TOÁN PHỤC HỒI LƯU LƯỢNG NƯỚC ĐẾN HỒ HOÀ BÌNH (cho đợt lũ lớn nhất tháng 8 năm 1996)

a) Số liệu phục vụ tính toán

Số liệu dùng trong tính toán phục hồi bao gồm mực nước, lưu lượng của 6 trạm thủy văn và 21 trạm đo mưa. Các số liệu trên thuộc dạng điện báo, đã được kiểm

tra, phân tích độ chính xác cũng như tính hợp lý . Các số liệu mưa gốc của các trạm không được đồng bộ về thời đoạn lũy tích (lúc 12 h, lúc thì 6 h). Vì vậy, đã xử lý chia đôi lượng mưa của thời đoạn 12h về cùng thời đoạn 6h. Việc làm trên gây ra một sai số nhất định về mưa, song trong điều kiện cần tính toán chi tiết với thời đoạn ngắn (6h), thì không có cách nào khác.

Bảng 3.1^a. Danh sách các trạm đo mưa trên các lưu vực bộ phận

TT	Vùng MT -LC	TT	Lưu vực TB	TT	Lưu vực BC	TT	Lưu vực HB
1	Mường Tè KT	1	Tuần Giáo	1	Than Uyên	1	Mộc Châu
2	Mường Tè TV	2	QuỳnhNhaiKT	2	Bản Củng	2	Phù Yên
3	Sìn Hồ	3	QuỳnhNhaiTV	3	Tam Đường	3	Yên Châu
4	Tam Đường	4	Mường Sại			4	Km 46
5	Nậm Giàng	5	Mường Trai			5	Mai Châu
		6	Tạ Bú			6	Bản Chiềng
		7	Sơn La				(Tạ Bú)
							(Sơn La)

Bảng 3.1^b. Danh sách các trạm mực nước và lưu lượng

TT	Các trạm thủy văn	
	Tên trạm	Yếu tố đo
1	Mường Tè	H
2	Lai Châu	H,Q
3	Bản Củng	H,Q
4	Tạ Bú	H,Q
5	Hoà Bình TLưu	H
6	Hoà Bình HLưu	H,Q

Sau khi phân tích hiệu chỉnh, đã tiến hành tính mưa bình quân lưu vực theo thời đoạn 6 giờ.. Trong tháng 8 có nhiều trận mưa, song thấy nổi lên đợt mưa lớn trên toàn lưu vực kéo dài từ khoảng mồng 7 đến ngày 20. Lượng mưa 6 giờ lớn nhất trên các lưu vực đạt mức 50 - 90 mm. Hai lưu vực có cường độ mưa lớn nhất là lưu vực Bản Củng và đoạn Tạ Bú về đến Hoà Bình. Sau đợt mưa lớn nói trên, khu vực Tạ Bú - Hoà Bình còn có thêm 2 đợt mưa ngắn, song lượng mưa lớn nhất 6 giờ cũng đạt trên 40 mm.

b) Kết quả tính toán phục hồi

Bằng hai mô hình trên, đã tiến hành tính toán phục hồi quá trình lưu lượng đến hồ. Kết quả tính toán được minh họa và phân tích trên.

- Kết quả phục hồi theo mô hình cân bằng hồ cho lưu lượng đỉnh lũ đến hồ Hoà Bình là 21500 m³/s, xuất hiện vào khoảng từ 13h đến 19h ngày 18 tháng 8.

- Kết quả phục hồi theo mô hình mưa dòng chảy cho lưu lượng đỉnh lũ đến hồ Hoà Bình là 20000 m³/s, xuất hiện vào khoảng từ 1 đến 13 h ngày 19 tháng 8.

- Quá trình lũ phục hồi theo hai phương pháp tương đối hợp lý.

Phân đỉnh lũ, do hiệu ứng hồ chứa: thời gian truyền lũ từ Tạ Bú về Hoà Bình và thời gian tập trung nước của khu giữa giảm đáng kể. Thời gian xuất đỉnh lũ tự nhiên chậm hơn đỉnh lũ khi có hồ khoảng 10 đến 15 giờ. Đỉnh lũ tự nhiên tuy có sự bổ sung của dòng gia nhập, song chịu sự biến đổi - "bẹt hoá" nên lưu lượng đỉnh chỉ đạt 20000 m³/s, so với đỉnh lũ khi có hồ là 21500 m³/s.

Phân sườn lên của quá trình lũ, lưu lượng lũ tự nhiên nhỏ hơn lũ khi có hồ, song phân sườn xuống thì ngược lại.

- Phân tích quá trình lũ tại trạm Tạ Bú (tra theo đường $Q = f(H)$) với các quá trình mưa lũ các trạm trên lưu vực, không thấy ảnh hưởng của nước vật rõ rệt.

- Thời gian duy trì lũ của các trạm Lai Châu, Tạ Bú và tuyến đập khoảng 11 - 12 ngày.

- Lượng gia nhập Lai Châu, Bản củng về Tạ Bú (vùng đỉnh lũ) chiếm khoảng 40% lưu lượng tại Tạ Bú.

- Mưa của hai vùng Lai Châu, Bản Củng - Tạ Bú và Tạ Bú - Hoà Bình tương đối đều, khiến quá trình lũ tại Tạ Bú và tuyến đập Hoà Bình tương đối giống nhau, chỉ lệch nhau một thời gian nhất định.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Văn Đức. Phục hồi đỉnh lũ tại một số trạm thuỷ văn chính trên sông Hồng. Trung tâm Quốc gia Dự báo KTTV. Hà Nội, 1996.

2. Lê Bắc Huỳnh và Bùi Văn Đức. Dự báo dòng chảy thượng lưu sông Hồng - Đề tài nghiên cứu cấp Tổng cục. Hà Nội, 1996.

3. Lê Bắc Huỳnh. Mô hình toán và dự báo thuỷ văn hồ chứa - Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học tại Trung tâm Quốc gia Dự báo KTTV. Hà Nội, 1989.