

MỘT PHƯƠNG ÁN DỰ BÁO THỦY VĂN HẠN VỪA PHỤC VỤ QUẢN LÝ KHAI THÁC HỒ TRỊ AN

PTS. Bùi Văn Đức

Trung tâm Quốc gia Dự báo KTTV

Sự quản lý và khai thác hồ thuỷ điện nói chung và hồ Trị An nói riêng không thể thiếu các thông tin dự báo thủy văn, đặc biệt là các thông tin dự báo thủy văn hạn vừa và dài. Thiếu thông tin, hoặc các thông tin dự báo kém chính xác có thể dẫn tới sự thiệt hại và thậm chí nguy hiểm cho công trình và các vùng hạ lưu đập. Từ khi xây dựng hồ Trị An đến nay, đã có nhiều đầu tư nghiên cứu dự báo dòng chảy đến hồ, song các phương án dự báo mới dừng ở cỡ hạn ngắn (thời gian dự báo không quá 48 h). Các công cụ dự báo dòng chảy tuân, tháng còn dạng ở dạng sơ khởi và cần được đầu tư nghiên cứu nhiều. Bài báo này xin giới thiệu một nghiên cứu mới về dự báo thủy văn hạn vừa phục vụ quản lý và khai thác hồ Trị An.

1. Đặc điểm địa lý tự nhiên

Sông Đồng Nai bắt nguồn từ phía bắc núi Lâm Viên (tỉnh Lâm Đồng) nằm ở phía nam dãy núi Trường Sơn. Độ cao các đỉnh núi đều nguồn đạt trên 2000 m. Đỉnh Lâm Viên cao 2167 m, Bi Doup 2287 m, Rơ Bum 1805 m, Bơ Ra 1864 m,... Các sườn núi cao tạo nguồn có độ dốc rất lớn (20-25%).

Tại đầu nguồn, sông Đồng Nai có tọa độ là $108^{\circ} 42' 10''$ kinh đông, $12^{\circ} 12' 10''$ vĩ bắc, có độ cao là 1700 m, về đến Trị An chỉ còn ở cao trình 40 m. Sông có chiều dài (từ đầu nguồn về tới Trị An) là 452 km, chảy quanh co theo nhiều hướng khác nhau.

Lưới sông có dạng cành cây, nhiều sông nhánh lớn đổ vào (Đắc Quơn - 1250 km²; Đắc Dung - 1140 km²; Đắc Hoài - 965 km²; La Ngà 4170 km²) và có lưới sông dày đặc.

Trong nghiên cứu đã sử dụng số liệu lượng mưa ngày của 7 trạm mưa trên lưu vực: vùng thượng nguồn- trạm Đà Lạt; vùng trung du : các trạm Di Linh, Bảo Lộc, Đắc Nông, Phước Bình; vùng hạ lưu : Tà Lài, Trị An. Số liệu lượng mưa tháng không đầy đủ và đồng bộ, thiếu nhất là trong tháng V. Để đồng bộ với số liệu dòng chảy, đã sử dụng số liệu 8 năm(1988 - 1995).

Trên lưu vực chỉ có 3 trạm đo mực nước là Tà Lài, Trị An (trên sông Đồng Nai) và Tà Pao (trên sông La Ngà). Riêng trạm Trị An có đo lưu lượng một số năm.

*Các hình thế thời tiết chính gây mưa lũ trên sông Đồng Nai là bão, áp thấp nhiệt đới (đổ bộ từ Bình Định trở vào), dải hội tụ nhiệt đới (HTND), áp cao phô nhiệt đới phát triển, trường gió tây nam. Ít khi có 1 hình thế đơn độc gây mưa lũ mà thường có sự tác động phối hợp nhiều hình thế gây ra. Ví dụ dải HTND và ATND, dải HTND và trường gió tây nam...[3,4].

* **Mưa trong mùa lũ.** Lưu vực sông Đồng Nai có mưa nhiều (đôi khi hòn với vùng ven biển Bình Thuận nằm kề có lượng mưa nhỏ nhất trong cả nước). Lượng mưa năm trên lưu vực sông Đồng Nai đạt trên 2000 mm, vùng mưa lớn nằm ở phía tây nam của lưu vực với lượng mưa khoảng 2700 mm/năm và tập trung chủ yếu từ tháng V đến tháng XI. Mưa lớn nhất là tháng VII và VIII; tháng IX mưa giảm hẳn; sang tháng X lại mưa lớn nhưng không bằng tháng VII và VIII.

Phân bố mưa theo không gian cũng không đều, mưa lớn ở vùng tây nam (huyện) và giảm mạnh từ tây nam lên đông bắc (thượng nguồn). Càng lên cao mưa càng giảm. Phân bố lượng mưa tháng theo không gian cũng giống như lượng mưa mùa.

* **Chế độ dòng chảy** trên sông Đồng Nai. Mùa lũ bắt đầu từ tháng V và kết thúc vào tháng XI. Tuy nhiên, từ tháng VI, dòng chảy mới tăng đáng kể. Dòng chảy lớn nhất thường xảy ra trong cuối tháng VIII và đầu tháng IX, có năm xuất hiện sớm hơn (tháng VII) hoặc muộn hơn (cuối tháng IX).

Lưu lượng trung bình năm (TBNN) là $532 \text{ m}^3/\text{s}$. Lưu lượng trung bình tháng trong các tháng mưa lũ năm trong khoảng $250 - 1400 \text{ m}^3/\text{s}$. Lưu lượng lớn nhất các tháng trong mùa lũ thường đạt 2000 đến $3000 \text{ m}^3/\text{s}$. Lưu lượng lớn nhất đã quan trắc được là $3190 \text{ m}^3/\text{s}$ (9/IX/1982). Lưu lượng nhỏ nhất trong các tháng chính vụ (từ tháng VII đến tháng XI) đều đạt trên $250 \text{ m}^3/\text{s}$; các tháng đầu mùa (tháng V, tháng VI) có thể xuống dưới $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Do đặc điểm địa hình và phân bố mưa thay đổi mạnh theo không gian và thời gian, nên quá trình hình thành dòng chảy lũ chịu quá nhiều nhân tố ảnh hưởng, các trận mưa có lượng mưa bình quân lưu vực gần bằng nhau nhưng tần suất di chuyển khác nhau sẽ cho hai quá trình lũ hoàn toàn khác nhau.

2. Cơ sở phương pháp

2.1. Phương trình cơ bản

Cơ sở phương pháp là phương trình cân bằng nước viết cho thời gian dự kiến lớn hơn thời gian chảy truyền của lưu vực [2].

$$\Sigma Q.\Delta t = W_{to} + \Sigma Q_{ng}.\Delta t + \Sigma Q_{m}.\Delta t \quad (1)$$

Trong đó:

Q, Q_{ng}, Q_m : Lưu lượng chung, lưu lượng thành phần ngầm và thành phần

mưa,

W_{to} : Lượng trữ nước trong sông ở thời điểm dự báo,

Δt : Thời đoạn tính toán.

Thành phần lượng trữ và thành phần ngầm ΣQ_{ng} hợp lại tạo thành dòng chảy cơ sở (ΣQ_{cs}). Biến đổi phương trình (1) về dạng lưu lượng ta nhận được phương trình mới

$$Q = Q_{cs} + Q_m \quad (2)$$

2.2. Các thành phần dòng chảy

* Thành phần dòng chảy cơ sở gồm có dòng chảy ngầm và dòng chảy do tiêu hao lượng trữ.

-Dòng chảy ngầm: Được phân thành dòng chảy ngầm tầng nông và dòng chảy ngầm tầng sâu.

. Dòng chảy ngầm tầng sâu: Là dòng chảy từ các tầng đất đá ở độ sâu nhất định và có tính ổn định cao.

. Dòng chảy ngầm tầng nông: Có độ ổn định kém hơn và được bổ sung từ mưa của các thời kỳ hiện tại và quá khứ, có qui luật biến đổi tuyển tính.

-Dòng chảy tiêu hao lượng trữ nước trong hệ thống sông suối có qui luật biến đổi theo đường nước rút.

Phương án được thiết lập dựa trên cơ sở phương trình cân bằng nước (2).

Khi nghiên cứu điều kiện hình thành dòng chảy các sông vùng Primore (Liên Xô), tác giả cùng GS TS Bephanhi N.F. [1] đã đưa ra công thức chung để xác định dòng chảy cơ sở dạng:

$$Q_{cs} = A(1 - e^{(Q_{to} - Q_{min})/B}) + c(Q_{to} - Q_{min}) + \bar{Q}_{min} \quad (3)$$

+ Số hạng thứ nhất $A(1 - e^{(Q_{to} - Q_{min})/B})$ đặc trưng cho sự tiêu hao nước mặt, trong đó :

Q_{to} là lưu lượng qua mặt cắt không che tại thời điểm dự báo, Q_{min} là lưu lượng nhỏ nhất được xác định theo đường nước rút chuẩn và phụ thuộc Q_t ,

A, B là tham số tiêu hao nước mặt.

+ Số hạng thứ hai $c(Q_{to} - Q_{min})$ đặc trưng cho sự tiêu hao nước ngầm tầng nông; c : hệ số tiêu hao nước ngầm.

+ Số hạng thứ ba \bar{Q}_{min} là thành phần nước ngầm tầng sâu.

Như vậy, nếu coi Q_{min} và \bar{Q}_{min} cũng như các tham số A, B, C là các hằng số cho một lưu vực xác định (s. Đồng Nai - tr. Trị An), thì dòng chảy cơ sở Q_{cs} chỉ là hàm của một biến - lưu lượng ban đầu Q_{to} .

**Thành phần dòng chảy mưa* là dòng chảy mặt hoặc sát mặt được hình thành từ lượng mưa rơi xuống lưu vực trong thời kỳ dự báo.

$$Q_m = \eta X \quad (4)$$

với η : Hệ số dòng chảy, X : Lượng mưa rơi trên lưu vực trong thời kỳ dự báo. Đôi khi, người ta không lấy tổng lượng mưa của cả tuần, mà trừ ra 1 hoặc 2 ngày cuối tuần, phụ thuộc vào thời gian chảy truyền trên lưu vực, vì lượng mưa này chủ yếu tham gia vào

hình thành dòng chảy tuần sau. Trong bài toán dự báo dòng chảy 10 ngày đến hồ Trị An, thời gian dự kiến dự báo mưa là 8 ngày (X8ng).

Hệ số dòng chảy η là hàm biến đổi theo thời gian. Một trong những nhân tố quan trọng xác định hệ số dòng chảy là độ ẩm lưu vực, mà chỉ số ẩm có thể lấy là dòng chảy cơ sở ($Q_{sc,t}$), hoặc mưa ($X2ng$) và dòng chảy ($Q1ng, Q2ng$) cuối tuần tiền dự báo.

3. Xây dựng các phương trình dự báo

3.1. Phương trình hồi quy và các nhân tố ảnh hưởng

Để thiết lập các phương trình dự báo, liên hệ giữa yếu tố dự báo với các nhân tố dự báo, đã sử dụng mô hình hồi qui tuyến tính bội (HQTTB) phân lớp. Mô hình HQTTB có dạng tổng quát sau:

$$Y_i = a_0 + \sum_{j=1}^m a_j X_{ij} + \varepsilon_i \quad (7)$$

trong đó a_j ($j = 0 - m$) là các tham số chưa biết,

ε_i là sai số ngẫu nhiên,

m - Số nhân tố ($m=5$);

- X_1 - Lượng mưa 2 ngày cuối tuần tiền dự báo;

- X_2 - Dòng chảy cơ sở (Q_{sc});

- X_3 - Lưu lượng trung bình một ngày cuối tuần tiền dự báo ($Q1ng$);

- X_4 - Lưu lượng trung bình hai ngày cuối tuần tiền dự báo ($Q2ng$);

- X_5 - Lượng mưa những ngày đầu và giữa tuần dự báo. Trong xây dựng phương án nó là tổng lượng mưa 8 - 9 ngày đầu tuần;

- Y - Lưu lượng trung bình trong 10 ngày của tuần dự báo.

Các tham số a_j có thể xác định bằng phương pháp tối thiểu hàm mục tiêu $S(a)$:

$$S(a) = 1/n \sum_{i=1}^n [Y_i - (a_0 + \sum_{j=1}^m a_j X_{ij})]^2 \quad (8)$$

Phương trình dự báo được xác định qua các bước, tự động chọn và án định theo ý nghĩa vật lý cùng với mức bảo đảm của phương trình. Vấn đề phân lớp được xử lý bằng cách thiết lập riêng các phương trình dự báo theo các kỳ dòng chảy (Đầu mùa, giữa mùa và cuối mùa).

Hai chỉ tiêu chất lượng được dùng ở đây là:

- Mức bảo đảm $p\%$ với sai số cho phép là 15% lưu lượng "thực đo", nói chính xác hơn là lưu lượng phục hồi của tuần dự báo.

- Hệ số tương quan bội $R(y, x...)$

3.2. Đánh giá và sơ tuyển nhân tố

Các nhân tố này luôn luôn biến động theo không gian và thời gian và vai trò của chúng trong quá trình hình thành dòng chảy cũng biến đổi theo từng thời kỳ khác nhau. Lượng mưa trung bình tuần tăng dần và đạt giá trị cao nhất vào các tháng VIII và IX, nhỏ nhất vào tháng XI. Trong khi đó các nhân tố về dòng chảy lại có giá trị cực đại vào các tháng IX và X, nhỏ nhất rơi vào tháng V, VI.

Cũng do điều kiện thiếu số liệu quan trắc mưa của tháng V, và thực ra hai tháng này là hai tháng đầu mùa, lượng mưa còn nhỏ, độ ẩm đất cũng nhỏ và biến đổi thất thường hơn các tháng khác, chúng được gộp chung vào nhóm đầu mùa. Xét về giá trị tuyệt đối, thì nhóm mưa có độ biến động lớn nhất vào tháng VIII, nhóm lưu lượng vào tháng IX. Sang các tháng X, XI các nhân tố có độ ổn định cao.

Mỗi nhân tố được tuyển chọn vào phương trình dự báo phải thực sự đóng góp thêm thông tin dự báo. Để loại trừ sự trùng lặp thông tin, đã xem xét thêm tương quan giữa các nhân tố dự báo với nhau. Đối với lưu vực sông Đồng Nai, dòng chảy cuối tuần trước và dòng chảy cơ sở luôn là nhân tố quan trọng nhất, có tương quan lớn nhất với lưu lượng tháng dự báo. Hệ số tương quan của chúng với dòng chảy tuần dao động trong khoảng 0,60 - 0,90. Trong 3 nhân tố thuộc nhóm này (Q_{cs} , Q_2 , Q_1), thì độ biến động của Q_1 lớn hơn cả và độ tương quan với Q_{long} thấp nhất (tính trung bình trong các tháng mùa lũ). Tương quan giữa nội bộ của chúng tương đối cao (cỡ 0,9 trở lên). Lượng mưa 2 ngày cuối tuần trước (X_2) có tương quan tương đối tốt với dòng chảy tuần dự báo. Trừ tháng VII, trong các tháng còn lại hệ số tương quan của X_2 với Q_{10} đạt ở mức 0,5. Đây cũng là nhân tố cần quan tâm trong phương án dự báo. Nhân tố X_2 tương đối độc lập với các nhân tố khác (có hệ số tương quan với các nhân tố khác nhỏ). Lượng mưa trong tuần dự báo (8 ngày đầu tuần X_8); đóng vai trò quan trọng trong các tháng đầu và giữa mùa (V ...IX), giá trị hệ số tương quan dao động từ 0,423 (tháng VII) đến 0,611 (Tháng VIII). Cũng như nhân tố X_2 , X_8 độc lập cao với các nhân tố khác (có hệ số tương quan với các nhân tố khác rất nhỏ).

Bảng 1. Một số đặc trưng thống kê của các nhân tố
và nhân tố dự báo lưu lượng đến hồ Trị An

Tháng	V.VI	VII	VIII	IX	X	XI
Các đặc trưng						
C2	Q(m^3/s)	336	678	944	1370	1280
	σ	206	294	374	435	254
Q1	Q(m^3/s)	341	687	936	1380	1310
	σ	214	323	371	435	238
Qcs	Q(m^3/s)	282	508	706	1030	954
	σ	142	195	286	328	211
X2	X(mm)	15,7	25,8	23,7	21,3	5,16
	σ	10,5	16,8	18,2	17,4	14,9
X3	X(mm)	86,1	85,6	94,3	94,8	70,1
	σ	39,0	27,7	45,1	28,3	26,1
Q10	Q(m^3/s)	424	737	1090	1410	1160
	σ	279	282	463	408	229
						192

3.3. Các phương trình dự báo và chỉ tiêu đánh giá chất lượng

Việc xây dựng các phương trình dự báo được bắt đầu từ việc xác định các biến (nhân tố) của phương trình. Có nhiều phương pháp tuyển chọn nhân tố, song mỗi phương pháp thích hợp cho một điều kiện. Trong hoàn cảnh cụ thể ở đây, số biến tối đa chỉ có 5, nên đã dùng phương pháp thử dần để xác định phương trình dự báo thích hợp.

Phương trình dự báo có dạng chung (1), các phương trình cụ thể được viết với các giá trị hệ số hồi qui trong bảng 2. Mức bảo đảm cao nhất của các phương trình dự báo của các tháng đạt ở mức từ 91% đến 92%, riêng của tháng VII chỉ đạt 58%.

Nếu đánh giá riêng từng năm theo mùa (lần các tháng) thì công nghệ có mức bảo đảm tương đối cao, có những năm đạt 88,9 % (1994,1995), năm có mức bảo đảm thấp nhất cũng đạt 72,8 %.

Bảng 2. Các hệ số của phương trình dự báo và chỉ tiêu chất lượng
 (Sai số cho phép bằng 15% lưu lượng thực đo)

Tháng	A0	A1	A2	A3	A4	A5	P%	R
		X2	Qcb	Q1	Q2	X8		
V.VI	-218	0,724			0,944	3,586	71	0,944
VII	-44,8				0,544	4,770	58	0,750
VIII	-230	5,106	0,289		0,671	4,436	92	0,973
IX	-108	5,17			0,752	3,852	86	0,935
X	76	3,491	0,772			3,920	91	0,018
XI	-108		1,240			2,818	87	0,974

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Văn Đức. Điều kiện hình thành và dự báo dòng chảy các tháng mùa hè thu vùng Primorie Viễn Đông (Liên Xô). Luận án PTS. Odessa, Ukraine, 1984.
 2. Bùi Văn Đức và NNK. Phương án dự báo hạn vừa đến hồ Hoà Bình. Cục dự báo KTTV, 1990.
 3. Lê Văn Thạch và NNK. Các phương án dự báo hạn ngắn trên sông Đồng Nai Trị An. Tp HCM, 1986.
 4. Dự báo lũ phục vụ thủy điện Trị An bằng phương pháp phân tích hệ thống KTTV. Tập thể tác giả - Tổ dự báo hạn dài và Tổ dự báo thủy văn thực hiện.