

MÔ HÌNH DIỄN TOÁN DÒNG CHẢY HẠ LƯU SÔNG MEKONG TRÊN ĐOẠN TỪ CHIANG SAEN ĐẾN PAKSE

PTS. Trịnh Quang Hoà
Trường Đại học thủy lợi, Hà Nội

Mekong là một con sông lớn mà dòng chính cùng các phụ lưu chảy qua lãnh thổ 6 nước: Trung Quốc, Miến Điện, Lào, Thái Lan, Campuchia và Việt Nam. Hạ lưu Mekong tính từ Chiang Saen, một vị trí trên đất Thái Lan, sát biên giới Miến Điện. Kể từ đây, dòng sông Mekong còn phải chảy qua chặng đường 2363km, qua 4 nước ra biển.

Năm 1957, Ủy ban hợp tác điều tra khảo sát hạ lưu Mekong ra đời gồm 4 thành viên: Lào, Thái Lan, Campuchia và Việt Nam nhằm phối hợp khai thác dòng sông vì lợi ích của tất cả các nước trong khu vực.

Với mục đích khai thác dòng sông, con người có thể xây dựng những hồ chứa lợi dụng tổng hợp trên dòng chính và trên phụ lưu, cũng như xây dựng các trạm bơm, các kênh tưới - tiêu Việc sử dụng nước ở thượng nguồn dòng sông sẽ gây ra những biến đổi sâu sắc trong chế độ thủy văn - thủy lực vùng hạ du. Với tính chất là một con sông quốc tế, mọi biến đổi trong chế độ dòng chảy phải phù hợp với lợi ích chung của tất cả các dân tộc nơi dòng chảy Mekong chảy qua. Do đó, việc mô hình hoá dòng chảy hạ lưu Mekong nhằm nhận thức và đánh giá được các biến đổi do sự khai thác dòng sông gây ra là một điều bức thiết. Công trình này giới hạn vấn đề nghiên cứu trên đoạn sông từ Chiang Saen đến Pakse.

I. Phân chia khu vực chảy trên hạ lưu Mekong

Trên tổng chiều dài 2010 km từ Chiang Saen đến Phnom Penh, dòng chính Mekong đã trải qua 2 cơ chế hình thành dòng chảy khác nhau.

Cơ chế gia nhập của dòng bổ sung ngang từ các khu giữa. Đó là cơ chế hoạt động trên đoạn sông từ Chiang Saen đến Pakse. Nét phổ biến trong cơ chế hình thành dòng chảy là dọc theo dòng chính Mekong có sự tăng trưởng liên tục về lưu lượng.

Cơ chế điều tiết của lòng dẫn có ảnh hưởng của nước vạt và tràn bờ. Đó là cơ chế hoạt động trên khu vực từ Pakse đến Phnom Penh. Ngược với cơ chế gia nhập dòng bổ sung ngang từ khu giữa, cơ chế điều tiết của lòng dẫn làm bệch sóng lũ, càng về xuôi, lưu lượng đỉnh lũ càng thấp dần, quá trình lũ càng điều hoà. Cơ chế tràn bờ dẫn đến sự thiếu hụt về tổng lượng dòng chảy trong phương trình cân bằng nước viết cho toàn trận lũ.

Như vậy, xét theo đặc điểm hình thành dòng chảy, hạ lưu sông Mekong từ Chiang Saen đến trạm thủy văn Phnom Penh có thể được chia làm 2 khu vực:

Khu vực chịu ảnh hưởng của dòng bổ sung ngang được giới hạn giữa 2 trạm thủy văn Chiang Saen và Pakse. Đặc điểm chính của khu vực như sau:

+ Nước trong dòng chính chuyển động chủ yếu dưới tác động của trọng lực, không có nước vật, quan hệ lưu lượng - mực nước tại các trạm thủy văn ổn định. Phương trình mô tả chuyển động là phương trình sóng động học.

+ Có sự gia nhập đáng kể của dòng bổ sung ngang. Trên khu vực với nhiều sông nhánh, dòng chảy tại tuyến dưới ngoài sự tiếp nhận dòng chảy tuyến trên, còn chịu tác động của dòng bổ sung ngang theo các sông nhánh đổ vào dòng chính, hoặc do nước mưa chảy trên sườn dốc đổ rả vào các đoạn sông. Khó khăn trong việc xây dựng mô hình toán mô tả chuyển động nước trên khu vực này là xác định dòng bổ sung ngang cùng cơ chế gia nhập nó vào dòng chính. Điều này quyết định chính đến độ chính xác của mô hình.

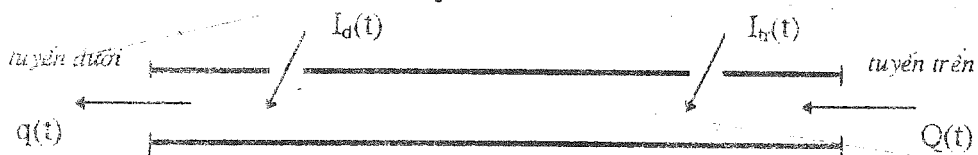
Khu vực chảy truyền trong lòng dẫn với hiện tượng nước vật và tràn bờ, được giới hạn từ Pakse đến Phnom Penh. Số liệu quan trắc cho thấy hàng năm trên đoạn từ Kompong Cham đến Phnom Penh chảy tràn mất trung bình khoảng trên 22 tỷ m³ [1]. Hai tháng có hiện tượng mất nước nhiều nhất là tháng 7 và 8. Khó khăn lớn nhất trong việc xây dựng mô hình toán mô tả chuyển động nước trên khu vực này là tìm thuật toán diễn tả hợp lý hiện tượng tràn bờ, hiện tượng nước vật cùng hiện tượng điều tiết của bãi sông.

II. Mô hình truyền lũ trên đoạn sông Chiang Saen - Pakse

1. Sơ đồ hình thái lòng dẫn

Sơ đồ hình thái được trình bày trên hình 1 gồm 6 đoạn lòng dẫn, 6 đoạn lưu vực, 3 khu giữa kiểu mưa, 6 khu giữa lưu lượng, 2 kiểu gia nhập dòng bổ sung ngang.

Các đoạn lòng dẫn là các đoạn sông dẫn nước chảy truyền từ trên xuống dưới theo các quy luật thủy động lực. Trên đoạn sông từ Chiang Saen đến Pakse, dòng bổ sung ngang từ khu giữa được gia nhập vào dòng chính theo phương thức dưới đây [2].



Phương thức xét sự gia nhập dòng bổ sung ngang vào dòng chính

Dòng bổ sung ngang $I(t)$ được quy ước gia nhập vào dòng chính tại 2 điểm: phía trên $I_r(t)$ và phía dưới $I_d(t)$ theo sự phân chia tỷ lệ K_q ,

$$I_r(t) = K_q \cdot I(t) \quad (1)$$

$$I_d(t) = (1 - K_q) \cdot I(t) \quad (2)$$

và với giả thiết "dòng bổ sung ngang phía trên sẽ hoà vào dòng chính cùng chuyển động xuống dưới, cũng bị biến dạng dưới tác dụng của cùng một quy luật. Dòng bổ sung ngang phía dưới không chịu sự tác động chung đó, chỉ đơn thuần chuyển động song song với dòng chính rồi cộng vào dòng chính tại mặt cắt tuyến dưới".

Khu giữa là nơi sản sinh dòng bổ sung ngang, trong mô hình phân biệt 3 kiểu khu giữa sau:

+ Khu giữa kiểu lưu lượng, dòng bổ sung ngang được tính trực tiếp từ dòng chảy trên các sông nhánh đổ vào dòng chính.

+ Khu giữa kiểu mưa, dòng bổ sung ngang được tính trực tiếp từ mưa rơi trên lưu vực.

+ Khu giữa kiểu lưu vực, là sự tổ hợp 2 kiểu trên. Khu giữa được chia thành các lưu vực, dòng chảy tại đây được tổng hợp theo mô hình mưa - dòng chảy (kiểu mưa), sau đó dòng bổ sung ngang được tính từ các lưu lượng vừa được tổng hợp ra (kiểu lưu lượng).

2. Các hệ thức cơ bản của mô hình

Tính dòng bổ sung ngang từ mưa

$$h(t) = P(t) \cdot \alpha \quad (3)$$

$$I(t) = \int_0^t \frac{1}{\tau_x \cdot \Gamma(n_x)} \cdot \left(\frac{t-\tau}{\tau_x} \right)^{n_x-1} \cdot \text{EXP} \left(-\frac{t-\tau}{\tau_x} \right) \cdot h(\tau) d\tau \quad (4)$$

Phương trình cân bằng nước đoạn sông

$$\frac{dw}{dt} = Q(t) - q(t) - I(t) \quad (5)$$

Phương trình đường cong thể tích nước đoạn sông

$$w(t) = \tau_c \cdot R(t) + b \cdot \ln[s \cdot R(t) + 1] \quad (6)$$

Lưu lượng trung bình đoạn sông

$$R(t) = x[Q(t) + I_u(t)] + (1-x)[q(t) - I_d(t)] \quad (7)$$

Sự phân bố lượng nhập khu giữa

$$I_u(t) = K_q \cdot I(t), \\ I_d(t) = (1-K_q) \cdot I(t).$$

Trong đó Q là lưu lượng tuyến trên, q là lưu lượng tuyến dưới, P là lượng mưa bình quân lưu vực, I là lưu lượng dòng bổ sung ngang, w là thể tích nước đoạn sông, R là lưu lượng trung bình đoạn sông; α , τ_x , n_x , τ_c , x, s, b, k_q là những thông số mô hình.

3. Kiểm định mô hình

Mô hình được kiểm định cho cả một thời kỳ 1961-1991. Trên sơ đồ hình thái (hình 1) có thể thấy mỗi đoạn sông thành phần có 8 thông số, riêng 2 đoạn Vientiane-

Thakhet và Mukdahan - Pakse, dòng bổ sung ngang được tính từ 3 điểm đo mưa độ lặp nên mỗi đoạn có 14 thông số. Toàn mô hình có 60 thông số được xác định theo thuật toán tối ưu hoá Rosenbroc trên nguyên lý phức tạp hoá dần mô hình mà thực chất là tối ưu hoá theo từng giai đoạn. Thoạt đầu, thử nghiệm mô hình đơn giản, bao gồm các thông số tối thiểu. Trên cơ sở đã tối ưu được các thông số đó, mô hình được chính xác hoá nhờ việc đưa dần thêm các thông số mới cho đến khi đạt độ chính xác cần thiết.

Hàm mục tiêu của quá trình tối ưu như sau:

$$K = \sum_0^{N T} [Q_{đo}(t) - Q_{\text{tính toán}}(t, A)]^2 \cdot Q_{đo} \cdot dt = f(A) \rightarrow \min, \quad (8)$$

trong đó N - tổng số trận lũ đưa vào tối ưu, T - thời gian một trận lũ, A - véc tơ thông số mô hình $A = (\alpha, \tau_x, n_x, \tau_c, x, s, b, k_q, \dots)$.

Một trong các kết quả kiểm định mô hình cho trên hình 2.

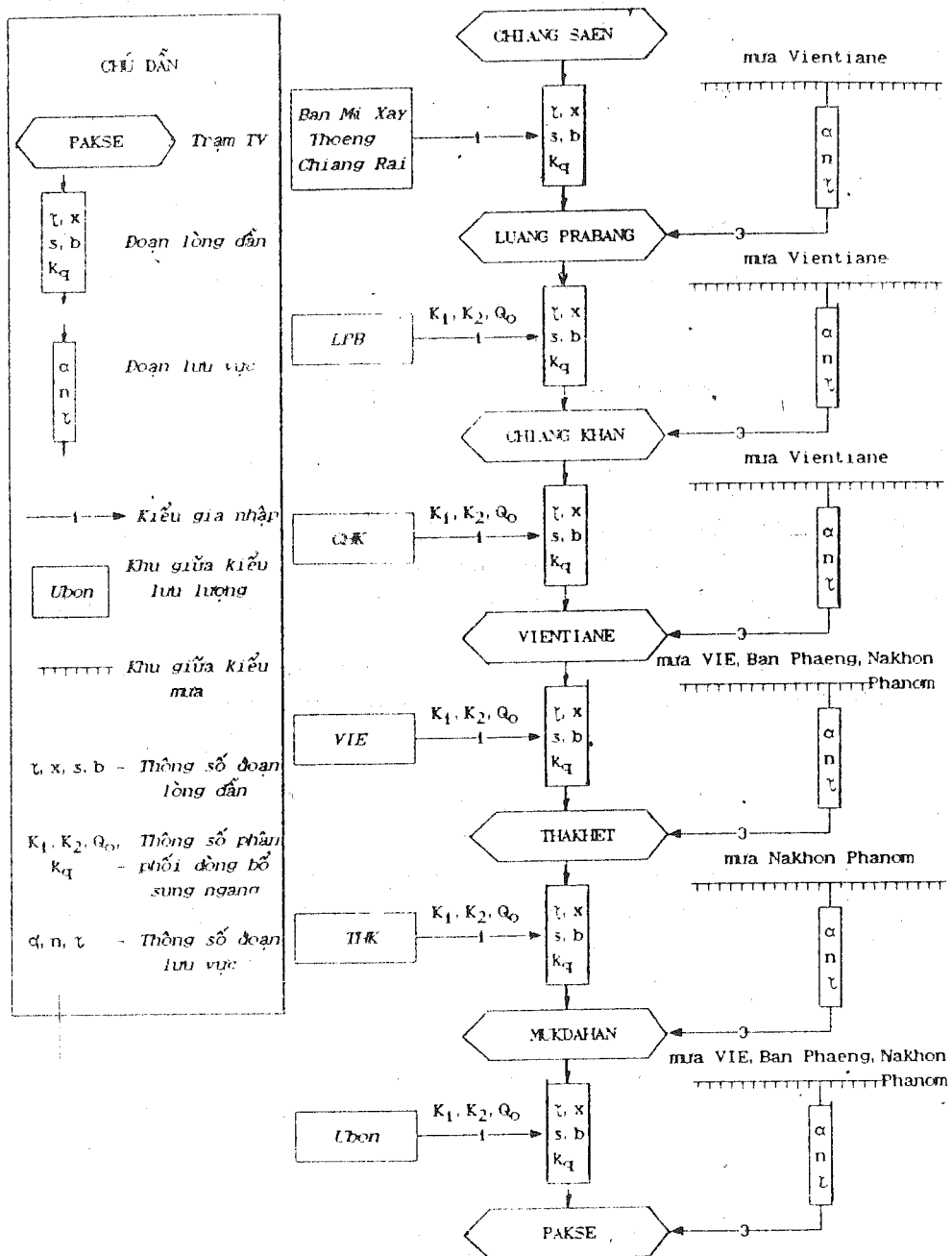
III. Kết luận

1. Mô hình diễn toán dòng chảy từ Chiang Saen đến Pakse thuộc lớp mô hình quan niệm có thông số tập trung. Sự kiểm định mô hình cho cả một thời kỳ 1961-1991 đảm bảo sự ổn định của các thông số và cho thấy mô hình có đủ độ chính xác cần thiết.

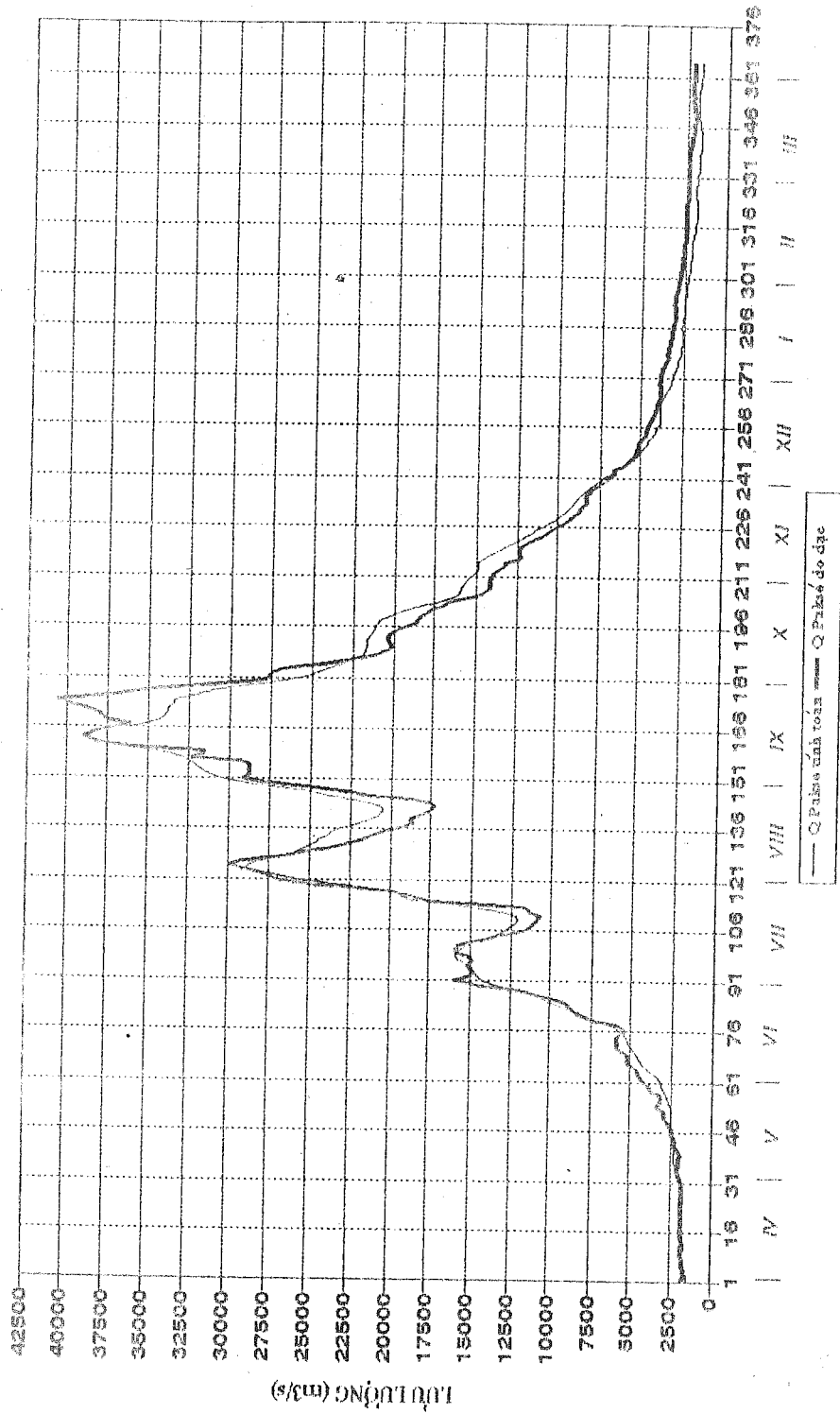
2. Cần nghiên cứu và xây dựng mô hình diễn toán dòng chảy trên những đoạn sông tiếp theo để sự diễn toán được liên tục trên toàn hạ lưu Mekong từ Chiang Saen ra đến biển.

Tài liệu tham khảo

1. Lower Mekong Hydrologic Yearbook. Volume 1,2 (1961-1992).
2. Trịnh Quang Hoà. Mô hình truyền lũ mạng sông Hồng - Tạp chí Thủy lợi số 285/3+4. 1992.



Hình 1. SƠ ĐỒ HÌNH THÁI ĐOẠN SÔNG CHIANG SAEN - PAKSE



Hình 2. CÁC QUÁ TRÌNH DÒNG CHẢY NĂM 1980-1981
TRÊN ĐOẠN MUKDAHAN - PAKSE