VẤN ĐỀ SỬ DỤNG MÔ HÌNH TOÁN ĐỂ TÍNH LŨ THIẾT KẾ

Trần Đức Hải - Viện KTTV

Hiện nay để tính lưu lượng đỉnh lũ thiết kế, tùy thuộc vào tình hình số liệu thủy văn, người ta thường sử dụng hai phương pháp :

1. Phương pháp gián tiếp, dùng các côngthức kinh nghiệm và nửa kinhnghiệm.

2. Phương pháp thống kê.

+ Phương pháp gián tiếp được dùng cho những trường hợp không có số liệu dòng chảy thực đo. Có khá nhiều dạng công thức tínhtoán khác nhau đã được đưa ra. Tham số của các biểu thức đó được xác định theo số liệu đo đạc ở lưới trạm KTTV sau đó tổng hợp lãnh thổ để dùng tính cho những lưu vực không có số liệu.

Một trong những hạn chế cơ bản nhất thường hay phạm phải là các tham số được xác định theo những chuỗi số liệu không đủ dài. Vì vậy sai số khá lớn, các giá trị nhận được không ổn định. Hơn nữa với một tập hợp các giá trị ấy lại đưa lên bản đồ rồi phân khu hoặc vẽ các đường đẳng trị dùng làm cơ sở cho tính toán sau này.

Một hạn chế nữa cũng cần nhắc đến là ở cách thức đánh giá độ chínhxác công thức tính toán.

Thường người ta hay làm như sau : theo bản đồ đẳng trị các tham số (những tham số này nhận được bằng cách tính ngược lại khi biết giá trị thực của hàm và biến) lại tính ra các đại lượng đã được quan trắc với cùng tần suất, rồi so sánh chúng với nhau. Ví dụ : trong công thức triết giảm $q_{p\%} = A_{p\%}/(F+1)^n$, tham số $A_{p\%}$ được tính ngược lại khi biết mô-đuyn lớn nhất với tần suất p% ($q_{p\%}$), diện tích lưu vực (F) và chỉ số triết giảm (n), sau đó đưa lên bản đồ và vẽ các đường đẳng trị của $A_{p\%}$. Khi kiểm tra, lại từ bản đồ tìm lại $A_{p\%}$ để tính $q_{p\%}$ theo công thức trên rồi so với $q_{p\%}$ đã biết. Dĩ nhiên nếu có sai lệch giữa chúng thì bởi vì ta đã cố gắng làm trơn các đường đẳng trị. Càng vẽ các đường đẳng trị chi tiết bao nhiêu, sai số tính toán sẽ càng nhỏ.

Cách kiểm tra như vậy không cho được khái niệm đúng về độ chính xác của công thức bởi vì chính ở những lưu vực cần tính lại không có số liệu để đốichứng.

Khi thiết lập các công thức tính toán có một điều khó giải quyết là phải tổ hợp tần suất của các biến và tham số thế nào để trị số hàm tính ra có tần suất cần thiết. Thường người ta giải quyết bằng cách coi tần suất của đại lượng cần tính bằng tần suất của tham số chính. Ví dụ : trong phương pháp ГГИ-1970 tầnsuất lưu lượng lớn nhất tức thời tính toán lấy bằng tần suất của mô-đuyn dòng chảy lớn

nhất tương ứng với diện tích lưu vực F = 200 km^2 (công thức triết giảm) hoặc của lớp mưa ngày (công thức cường độ tới hạn) ; trong công thức thể tích của Xô-cô-lốp-ski lưu lượng lớn nhất tính toán có cùng tần suất với lớp mưa và hệ số dòng chảy v.v... Các tham số còn lại lấy theo một giá trị trung bình nào đó. Đây là một hạn chế không thể tránh khỏi của các công thức kinh nghiệm và nửa kinh nghiệm.

+ Phương pháp thống kê, trong nhiều trường hợp đặc biệt khi chuỗi số liệu quan trắc đủ dài được coi là phương pháp rất hiệu nghiệm để tính lưu lượng lũ thiết kế. Tuy nhiên cho đến nay vẫn còn nhiều ý kiến tranh luận, nhiều quan điểm đôi khi trái ngược nhau về cách thức, khả năng và phạm vi sử dụng phươngpháp này.

Khi số liệu quan trắc không đủ tin cậy để có thể sử dụng trực tiếp phương pháp thống kê, cần phân tích tính đại biểu của chúng bằng cách so sánh với tài liệu ở lưu vực tương tự có chuỗi số liệu quan trắc nhiều năm. Thủ tục này còn được gọi là chuyển hóa các thông số thống kê của đường tần suất đến thời kỳ nhiều năm bằng trạm tương tự. Tuy vậy việc chọn lưu vực tương tự trong nhiều trường hợp không thể thực hiện được, mà nếu có cũng mang nặng tính chủ quan, kết quả tính ra rất kém chính xác, nhất là khi lưu vực tính toán chỉ có chừng 5-7 năm số liệu và thời kỳ quan trắc rơi vào chu kỳ nước nhỏ, không có những trận lũ lớn đáng kể. Trong trường hợp đó nhiều khi phải trở lại với phương pháp giản tiếp.

Ở miền Bắc nước ta phần lớn các trạm thủy văn mới có số liệu đo liên tục khoảng từ năm 1959-1960. Theo thống kê, tính đến năm 1978 trong số 73 lưu vực với diện tích F≤ 5000 km^2 chỉ có 3 lưu vực có 20-21 năm quan trắc, 24 trạm có số liệu đo từ 15 - 19 năm (xem bảng 1).

Bảng 1 - Thống kê số trạm đo dòng chảy với số năm quan trắc tương ứng (tính đến 1978)

Số năm quan trắc	Số lượng trạm	Số năm quan trắc	Số lượng trạm	Số năm quan trắc	Số lượng trạm
3	1	10	4	16	8
4	4	11	5	17	7
5	3	12	3	18	5
6	1	13	3	19	2
7	1	14	10	20	2
9	7	15	6	21	1

Nhiều khi đỉnh lũ lớn không đo được phải bỏ hoặc dùng số liệu điều tra, khôi phục lại đỉnh lũ.

Nếu theo đúng yêu cầu, muốn sử dụng trực tiếp phương pháp thống kê để tính lưu lượng lớn nhất năm cần có số liệu quan trắc ít nhất là 20-25 năm. Như vậy điều kiện đầu tiên ấy trong tình hình tài liệu của ta thực chất là không thỏamãn được, cũng vì vậy việc xác định các tham số trong các công thức kinh nghiệm hay lý luận cũng không thể bảo đảm độ chính xác cần thiết.

Trong khi đó ở hầu hết các lưu vực đều có trạm đo mưa với số liệu quantrắc khoảng 20 năm hoặc nhiều hơn. Vậy có thể dùng tài liệu mưa, khôi phục lại đường quá trình dòng chảy được không ? ít nhất là trong những tháng mùa lũ, để từ đó bổ sung cho chuỗi số liệu về lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất. Hiện nay với sự phát triển mạnh mẽ của phương pháp mô hình toán các quá trình thủy văn, vấn đề đặt ra hoàn toàn có khả năng giải quyết một cách hiệu quả với độ chính xác bảo đảm.

Một ưu điểm nổi bật của các mô hình toán so với những phươngpháp tính toán bằng thống kê hay các công thức kinh nghiệm, nữa lý luận là chúng có khảnăng phản ánh đúng quá trình hình thành dòng chảy trên lưu vực và vận động trong lòng sông; các nhân tố ảnh hưởng đều có thể được xét đến một cách độc lập,, khách quan trong sự tác động tương hỗ giữa chúng. Nhưng bằng phương pháp mô hình không tính ngay được lưu lượng đỉnh lũ và đường quá trình lũ thiết kế bởi vì vấn đề tổ hợp tần suất không thể nào thực hiện được. Nhược điểm này có thể được khắc phục bằng cách kết hợp với phương pháp thống kê.

Trong lĩnh vực tính lũ mưa đã có khá nhiều mô hình được đưa ra. Ở đây chỉ đề cập đến một loại mô hình thường được gọi là mô hình thành phần.Đây là những mô hình trong đó từng thành phần tham gia vào quá trình tạo lũ được mô tả riêngbiệt : thấm, bốc thoát hơi, lượng trữ, dòng chảy sườn dốc v.v...

Các mô hình thuộc loại này đều được xây dựng trên cơ sở phân chia lưu vực thành các phần đồng nhất về qui luật hình thành dòng chảy (mức độ chi tiết phụ thuộc vào tài liệu thực đo có được dùng để xác định các tham số). Mỗi dạng dòng chảy (dòng chảy mặt, dòng chảy sát mặt, dòng chảy ngầm) của cả lưu vực được tính theo một mô hình, nhưng các tham số có thể khác nhau với từng phần đồngnhất riêng lẻ. Độ chính xác của kết quả tính toán không những phụ thuộc tính chi tiết, số lượng tham số của mô hình mà còn phụ thuộc vào phươngpháp xác định tham số và tài liệu gốc cần có cho việc đó.

Tham số của mô hình được xác định theo các trị số hàm vào và hàm ra thực đo vì thế có thể sử dụng số liệu có chứa sai số hệ thống (những sai số đó được tính đến trong mô hình thông qua các tham số). Từ đó rút ra một ưu điểm của loại mô hình này là có thể sử dụng số liệu đo mưa tại điểm thay trị số bình quân lưu vực, nếu mưa tại điểm có quan hệ đơn trị với lượng mưa trung bình lưu vực.

Trong số những mô hình loại này có thể kể ra 2 mô hình tiêu biểu :

1. Mô hình của trung tâm dự báo khí tượng - thủy văn Liên xô, có cấu trúc như sau : hàm vào là cường độ mưa, lượng hụt ẩm không khí, tốc độ gió ; hàm ra là đường quá trình dòng chảy tại mặt cắt tính toán. Mô hình bao gồm các biểu thức tính lượng ẩm ban đầu của lưu vực, tổn thất do bốc hơi, do thấm, diện tích hình thành dòng chảy mặt, dòng chảy mặt, dòng chảy thổ nhưỡng và cuối cùng là biểuthức tính đường quá trình. Dòng chảy ngầm coi như không thay đổi trong cả trận lũ.

2. Mô hình "Tổng hợp dòng chảy và điều tiết hồ chứa" (SSARR).

Mô hình này đang được nhiều cơ quan của ta khai thác sử dụng. Để tổng hợp dòng chảy trên lưu vực, SSARR xét đến các yếu tố và quan hệ mưa - dòng chảy sau :

- Lượng mưa bình quân lưu vực.
- Tổn thất bốc - thoát hơi.
- Độ ẩm của đất.
- Lượng trữ mặt làm trễ dòng chảy mặt.
- Trữ sát mặt, đại biểu cho tác dụng trữ của tầng đất sát mặt, làm trễ dòng sát mặt.
- Trữ ngầm, tác dụng đến dòng chảy thấm xuống tầng nước ngầm.
- Các quan hệ phân chia dòng chảy để tính phần dòng chảy đi vào mỗi miền trữ.

Để xác định các thông số, cần số liệu đo một vài năm về mưa, dòng chảy, số liệu về diện tích lưu vực, phân bố các trạm mưa v.v...

Trình tự xử lý mô hình như sau :

- Tính lượng mưa bình quân lưu vực.
- Tính dòng chảy toàn bộ nhờ quan hệ giữa độ ẩm đất và hệ số dòng chảy.
- Tính dòng chảy ngầm theo quan hệ giữa phần trăm dòng chảy ngầm với chỉ tiêu thấm sâu. Đại lượng thứ hai này được xác định theo dòng chảy toànbộ.
- Tính dòng chảy mặt và sát mặt.
- Diễn biến từng thành phần dòng chảy.

Mấy năm gần đây, Cục dự báo khí tượng thủy văn đã có những côngtrình nghiên cứu ứng dụng mô hình SSARR để dự báo dòng chảy cho lưu vực sông Đà, sông Thao, sông Lô. Tham khảo những kết quả đã có chúng tôi đặt vấn đề nghiên cứu khả năng dùng SSARR để khôi phục lại đường quá trình dòng chảy trong năm, trước hết là dòng chảy lũ, khi có quan trắc về lượng mưa cho toàn lưu vực.

Với ý đồ thử nghiệm chúng tôi đã chọn một vài lưu vực cỡ nhỏ để tính kiểm tra. Kết quả cho thấy, trước hết có thể giải quyết được hai vấn đề cơ bản :

- Khôi phục số liệu về dòng chảy, khi vì lý do nào đó không đo được, nhất là trường hợp lũ lớn.
- Kéo dài chuỗi số liệu cho những trạm có số năm quan trắc ít hoặc chưa đủ nhiều để từ đó bằng phương pháp thống kê tìm ra các đặc trưng tínhtoán.

Để ví dụ xin giới thiệu sơ lược kết quả áp dụng cho lưu vực Ngòi quảng tại tuyến Thác bốc có diện tích hứng nước mặt $F = 664\ km^2$. Lưu vực này nằm trong hệ thống sông Gâm.

Chất lượng tính toán phụ thuộc rất nhiều vào số liệu mưa.

Như đã trình bày ở trên, mô hình cho phép sử dụng số liệu mưa tại điểm, nếu nó có quan hệ đơn trị với lượng mưa bình quân lưu vực. Trong những trường hợp đã chọn để kiểm nghiệm đều có từ 3-5 trạm đo mưa, nhưng vì không đủ thời gian chuẩn bị số liệu chúng tôi chỉ lấy một trạm mưa ngay tại tuyến thủy văn. Rất tiếc là cách chọn này không đại biểu, nên có ảnh hưởng đáng kể đến kết quả tính.

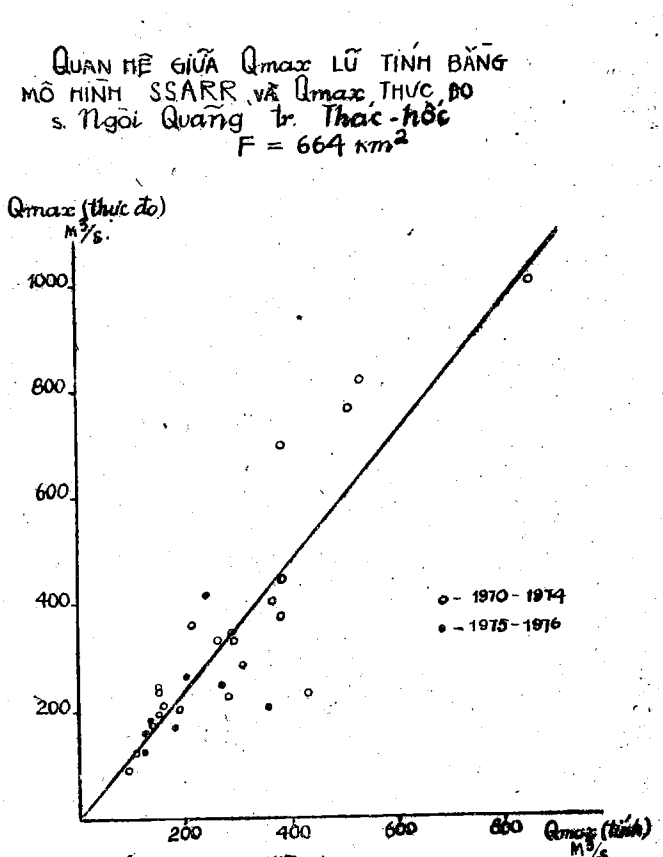
Tại Thác hốc chúng tôi lấy số liệu thực đo về mưa và lưulượng các thắng mùa lũ trong 5 năm (1970-1974) để chỉnh mô hình, xác định các tham số, quan hệ tính toán cho lưu vực. Với những trị số đã chọn tính cho 2 năm tiếp theo (1975, 1976).

Vì là lần thử nghiệm đầu tiên, với mục đích chính là làm quen cáchthức khai thác chương trình tính, để đỡ tốn giờ máy, nên chỉ chọn cho mỗi lưu vực 3 phương án, nhằm đạt được sự phù hợp tương đối giữa đường quá trình dòng chảy tính toán và thực đo. Sau đây là một số nhận xét về kết quả thử nghiệm.

Bảng 2 - Đánh giá kết quả tính Q_{max} theo mô hình SSARR
sông Ngòi quảng , trạm Thác hốc, F = 664 km^2

Năm	Tháng	Ngày	Q_{max} (m^3/s)		$\frac{Q_T - Q_D}{Q_D}$ (%)		Lượng mưa (mm)		$\frac{X_{T.H.} - X_{L.V.}}{X_{L.V.}}$ (%)	
			Q_T	Q_D	+	-	$X_{T.H.}$	$X_{L.V.}$	+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1970	V	19	161	212		24,0	72,2	104,4		30,8
	VI	3	288	350		17,7	89,0	127,4		30,0
	VII	30	149	247		40,0	47,2	86,0		45,0
	VIII	31	433	238	82,0		136,8	69,4	97,2	
1971	V	24	296	336		11,9	93,3	108,5		14,0
	VI	8	262	336		22,0	84,7	123,4		31,3
	VII	14	364	408		10,8	96,1	107,6		12,6
	VIII	18	849	1010		15,9	139,7	175,9		20,5
	VIII	25	192	207		7,2	55,6	63,2		12,2
	VIII	27	110	124		11,3	15,4	26,8		42,5
1972	VII	4	382	446		12,1	95,2	125,0		24,0
	VII	5	283	229	27,9		50,9	27,7	83,8	
	IX	22	152	196		22,4	52,3	111,6		53,0
	IX	24	217	367		40,0	53,5	82,9		38,2
1973	VI	8	154	240		35,8	60,5	79,3		29,2
	VI	13	140	177		20,9	45,6	53,5		14,8
	VII	26	379	706		46,5	90,3	113,2		20,3
	IX	8	375	382		1,8	85,4	81,0	5,4	
1974	V	30	97,1	90,0	7,8		67,5	65,1	3,7	
	VII	24	529	824		36,0	119,0	199,5		40,0
	IX	9	307	462		33,8	63,7	88,2		27,7
	X	4	504	773		34,8	113,3	168,2		32,7
	X	5	308	288	7,0		51,5	59,5		13,4
1975	VI	6	273	249	9,6		61,5	51,8	18,7	
	VI	7	204	267		23,6	31,0	43,4		28,7
	VI	20	184	171	7,6		50,1	42,5	17,9	
	VI	22	122	164		25,6	23,4	36,4		35,7
	VII	23	365	209	74,6		87,8	62,1	41,4	
	VIII	3	125	126	1,0		38,5	41,8		7,9
1976	VII	27	135	183		26,2	67,5	91,2		26,0
	VIII	26	241	442		45,5	76,6	105,3		27,0

...ong bảng 2 là các trị số lưu lượng đỉnh lũ thực đo ($Q_Đ$), tính toán (Q_T), sai số tính toán tương đối ($\frac{Q_T - Q_Đ}{Q_Đ}$ %), lượng mưa tại trạm Thácbốc $X_{T.H.}$ (cột 8) và lượng mưa bình quân số học của 5 trạm nằm trong phạm vi lưuvực Ngòi quảng $X_{L.V.}$ (cột 9). Để dễ so sánh chúng tôi tính cả sai số tương đối của lượng mưa tại Thác hốc, là trị số dùng để tính Q_T, với lượng mưa bình quân lưu vực. Từ bảng 2 có thể thấy : sai số tính Q_{max} nói chung không lớn lắm nhưng có một số trường hợp sai số tương đối lên tới 70 - 80%, một trong những nguyên nhân để thấy là do sai số về lượng mưa (cột 8-11). Lượng mưa tại Thác hốc hầu như không bao giờ bằng lượng mưa bình quân lưu vực, ngay cả khi có mưa lớn. Nếu xét trị số mưa ngày ở 5 trạmtrong phạm vi lưu vực cũng thấy thường là khác nhau nhiều,có trường hợp chênh lệch lượng mưa trong cùng một trận mưa của 2 trong số 5 trạm lên tới 270 mm. Sự phân bố rất không đều của mưa theo lãnh thổ nhất là ở vùng núi là một trở ngại lớn nhất khi nghiên cứu và tính toán lũ mưa.



Hình 1

Trên đường quan hệ giữa lưu lượng cực đại trận lũ tính theo SSARR với trị số thực đo tươngứng (hình 1) , các điểm thuộc năm1975, 1976 cũng phân bố đều trong giải điểm của những năm 1970 - 1974. Như vậy có thể nói các tham số được chọn theo số liệu 1970 - 1974 là ổn định và có thể dùng để tính cho những năm khác. Nghĩa là việc sử dụng mô hình SSARR để mô phỏng lại đường quá trình lũ cho lưu vực Ngòi quảng là có khả năng hiện thực.

Kết quả việc nghiên cứu ứng dụng mô hình toán nói chung và mô hình SSARR nói riêng sẽ có thể cho chúngta khả năng không những chỉ khôiphục lại quá trình dòng chảy từ một lưu vực nào đó mà còn có thể cho phép giải quyết một vấn đề lớn hơn trong công tác qui hoạch lưới trạm thủy văn là thời hạn quan trắc và số lần đo trong từng thời kỳ. Vì vậy hướng nghiên cứu này cần được triển khai sớm./.