

Chương X:

KHO NƯỚC VÀ ĐIỀU TIẾT DÒNG CHẢY

I. KHÁI NIỆM CHUNG

1. Nhiệm vụ của điều tiết dòng chảy:

Dòng chảy sông ngòi phân phối không đều theo không gian và thời gian.

- Trong mùa khô thì thiếu nước không đủ cung cấp cho các hộ dùng nước, trái lại vào mùa mưa thì nước nhiều, không thoát được qua dòng sông tự nhiên, nước chảy tràn sinh lũ lụt.

Điều tiết dòng chảy là dùng công trình thuỷ lợi khống chế sự thay đổi tự nhiên của dòng sông, phân phối lại dòng chảy theo thời gian.

Nhiệm vụ điều tiết dòng chảy là làm tăng lượng nước mùa kiệt, giảm nhỏ lượng nước mùa lũ nhằm phục vụ cho yêu cầu dùng nước.

Điều tiết dòng chảy là nhiệm vụ chính trong công tác quản lý khai thác tài nguyên nước.

- Điều tiết dòng chảy là khâu chính trong công tác quản lý nguồn nước.

2. Phân loại điều tiết dòng chảy:

a. Phân loại theo mục đích:

- *Điều tiết dòng chảy phục vụ tưới ruộng:*

Căn cứ vào $W_{yc} \sim t$ mà tính toán lượng nước cần trữ lại ở mùa mưa để dùng cho mùa khô.

- Điều tiết phục vụ phát điện:

Hiệu quả của việc điều tiết biểu thị qua công suất và điện năng, của trạm thủy điện. Điều tiết dòng chảy nhằm cung cấp nước cho mùa khô của trạm với mục đích đạt được sự ổn định công suất trạm thủy điện

- Điều tiết phục vụ cấp nước:

Căn cứ vào W yêu cầu $\sim t$ (tương đối điều hoà, yêu cầu chất lượng nước cao, tần suất bảo đảm lớn) để tính toán điều tiết.

- Điều tiết phục vụ vận tải thủy:

Nhiệm vụ của điều tiết là làm tăng khả năng vận tải sông ngòi. Tăng lưu lượng làm dâng mực nước để bảo đảm độ sâu vận tải của thuyền bè.

- Điều tiết nước phục vụ đẩy mặn:

Mặn xâm nhập vào sông không bảo đảm nước tưới và sinh hoạt, vào mùa khô, cần dự trữ một lượng nước để bổ sung dòng chảy của sông nhằm đẩy mặn ra xa, bảo đảm cửa lấy nước không bị mặn.

- Hồ chứa làm nhiệm vụ phòng lũ hạ lưu:

Hồ chứa có nhiệm vụ trữ lũ để giảm nhẹ lũ ở hạ lưu.

- Điều tiết nước phục vụ lợi dụng tổng hợp:

Thường hồ chứa có nhiệm vụ phục vụ tổng hợp, ngoài việc cung cấp nước cho các ngành, còn có nhiệm vụ phòng lũ cho hạ lưu,...

Để lợi dụng tổng hợp cần giải quyết các vấn đề:

+ Nghiên cứu kỹ các yêu cầu dùng nước để có biện pháp phân phối, giải quyết mâu thuẫn giữa các ngành.

+ Xây dựng kế hoạch quản lý công trình điều tiết dòng chảy.

+ Phân vốn đầu tư cho các ngành.

b. Phân loại điều tiết theo chu kỳ:

Chu kỳ điều tiết có 2 thời kỳ:

- Thời kỳ tích nước, tháo tràn.
- Thời kỳ cấp nước.

Dựa vào chu kỳ điều tiết người ta chia ra các hình thức điều tiết sau:

- α) Điều tiết ngày
- β) Điều tiết tuần
- γ) Điều tiết năm
- δ) Điều tiết nhiều năm

II. KHO NƯỚC VÀ CÁC CÔNG TRÌNH ĐẦU MỐI

1. Kho nước:

Kho nước được xây dựng trên sông suối, bằng một đập đất chặn lại; là nơi trữ nước vào mùa mưa để dành sử dụng vào mùa khô cho các yêu cầu dùng nước khác nhau.

Đặc trưng của kho nước là:

- Dung tích chết, mực nước chết.
- Dung tích trữ hữu ích dùng cho các ngành, mực nước dâng bình thường.
- Dung tích phòng lũ, mực nước dâng gia cường.

2. Đập chắn nước:

Đập chắn nước là công trình chặn dòng chảy của sông để thực hiện việc trữ nước và dâng mực nước trong hồ chứa. Đập ngăn sông thường là đập đất.

3. Công trình lấy nước:

Công trình lấy nước thường là cống lấy nước tự chảy ngay trong chân đập, hoặc trạm bơm lấy từ hạ lưu.

4. Công trình tháo lũ:

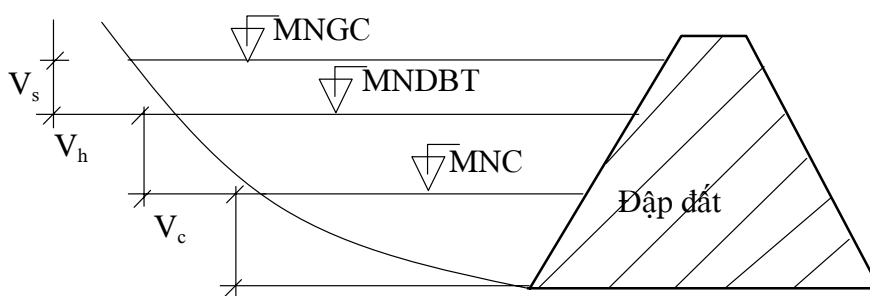
Công trình tháo lũ có nhiệm vụ tháo lượng nước thừa trong mùa lũ, bảo đảm an toàn hồ chứa. Lưu lượng để được tính toán tùy theo cấp công trình. Công trình tháo lũ thường là:

- Đập tràn ngay tại đập, có cửa hoặc không cửa (Sông Đà).
- Đập tràn ngoài vùng đập (Phú Ninh)
- Cống ngầm, giếng đứng, xi phông..

III. CÁC ĐẶC TRƯNG KHO NƯỚC

Trong kho nước có các đặc trưng sau:

- Dung tích chết V_c cùng với MNC
- Dung tích hữu ích V_h cùng với MND BT
- Dung tích siêu cao V_s cùng với MNGC



1. Dung tích chết, mực nước chết:

Dung tích chết V_c sẽ ứng với MNC theo đường quan hệ $Z \sim V$ của hồ chứa.

Dung tích chết MNC tùy theo yêu cầu các ngành.

- Dung tích chết phải trữ hết lượng bùn cát trong kho nước suốt thời gian sử dụng hồ chứa. Ngoài ra nâng cao cột nước thượng lưu kho nước.

- Đối với kho nước phục vụ tưới yêu cầu phải bảo đảm tưới tự chảy, từ đó xác định V_C theo đường đặc trưng $Z \sim V$, và phải trữ hết dung tích bùn cát trong thời gian sử dụng của hồ chứa.

- Đối với trạm thủy điện, mực nước chết phải bảo đảm cột nước H tối thiểu phục vụ cho phát điện. Đối với trạm thủy điện nếu chọn MNC thấp thì cột nước phát điện nhỏ làm cho công suất trạm thấp.

- Đối với giao thông thủy ở hồ chứa thì mực nước chết phải bảo đảm độ sâu cần thiết cho thuyền bè hoạt động được.

- Đối với nuôi trồng thủy sản, MNC trong hồ phải bảo đảm độ sâu, mặt thoáng nuôi trồng.

2. Dung tích hữu ích V_h và MND BT

- Dung tích V_C giới hạn bởi MNC và MND BT.

- Dung tích hữu ích là dung tích quan trọng nhất bảo đảm nhiệm vụ điều tiết của hồ chứa. Dung tích hữu ích được xác định bằng phương pháp cân bằng giữa lượng nước yêu cầu của các ngành với lượng nước đến theo tần suất bảo đảm được qui định trong qui phạm.

Như vậy dung tích hữu ích V_{hi} phụ thuộc vào

+ Lượng nước đến $W_{\text{đến}} \sim t$.

+ Lượng nước yêu cầu $W_{y/c} \sim t$.

+ Hình thức điều tiết.

Sau khi đã xác định V_{hi}

Từ đường đặc tính xác định MND BT.

MND BT ngang với cao trình đường xả lũ tự do (không có cửa van)

3. Dung tích gia cường V_s và MNGC:

- Dung tích phòng lũ gọi là dung tích gia cường hoặc dung tích siêu cao (viết tắt là V_s). Dung tích phòng lũ V_s là dung tích nằm giữa 2 mực nước MND BT và MNGC, dung tích này chỉ tích nước khi có lũ với mục đích giảm nhỏ công trình xả lũ.

Nếu công trình xả lũ là đường tràn có cửa van không chế, thì V_s có thể chia làm hai phần:

- + Một phần dung tích nằm dưới MNDBT.
- + Một phần dung tích nằm trên MNDBT.

Việc xác định V_s tiến hành đồng thời với việc xác định công trình tháo lũ.

IV. TÀI LIỆU CƠ BẢN DÙNG TRONG TÍNH TOÁN KHO NƯỚC

1. Tài liệu thủy văn:

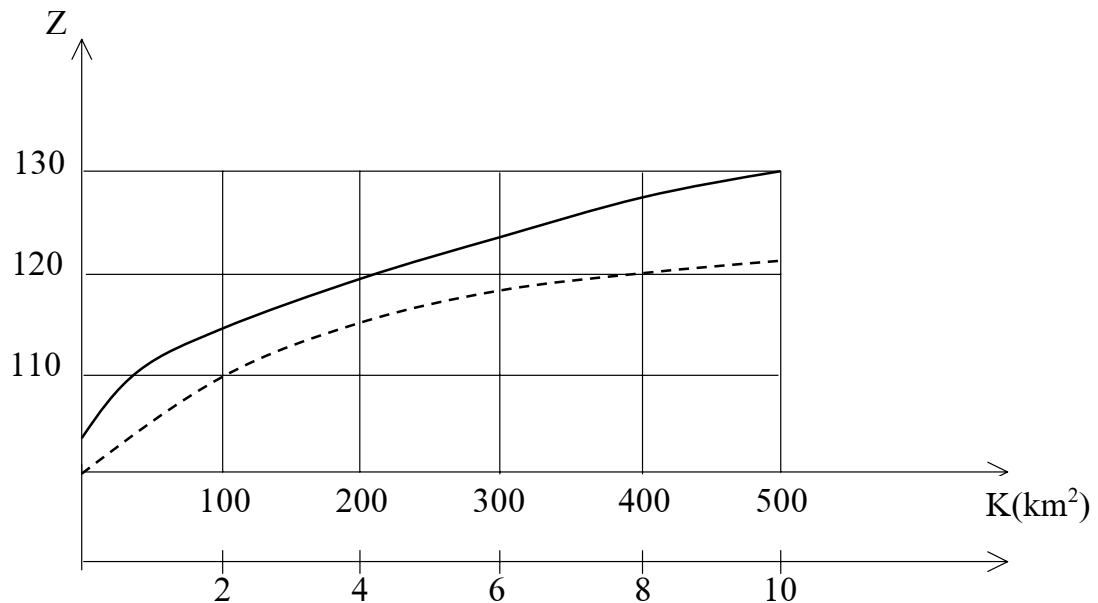
Tài liệu thủy văn cần cho thiết kế kho nước.

- Tình hình địa lý địa hình lưu vực, sông ngòi .
- Đường quá trình lượng nước đến $Q_{TK} \sim t$ và $W_{TK} \sim t$
- Đường quá trình lũ thiết kế $Q_{mp} \sim t$
- Khối lượng bùn cát trung bình chảy đến hồ chứa trong năm.

2. Tài liệu địa hình:

Chủ yếu là đặc trưng địa hình kho nước cần xây dựng quan hệ giữa diện tích mặt hồ F , dung tích kho nước V với cao tầng nước trong hồ Z .

- Đường đặc tính $Z \sim V$
- Đường đặc tính $Z \sim F$



Ở đây có mặt nước hồ nằm ngang, thực tế trong mùa lũ, mặt nước hồ có độ dốc, nên cần phải hiệu chỉnh.

V. TỔN THẤT NƯỚC TRONG HỒ CHỨA

Trong hồ chứa nước có 2 loại tổn thất:

- Tổn thất bốc hơi.
- Tổn thất thấm.

1. Tổn thất bốc hơi trong kho nước:

Sau khi xây dựng hồ, mặt thoáng của kho nước tăng lên, mà $Z_n > Z_d$ nên sau khi xây dựng lượng bốc hơi tăng lên ΔZ .

$$\Delta Z = Z_n - Z_d$$

mà $Z_d = X - Y$

vậy $\Delta Z = Z_n - (X - Y)$

Z_n - Tính theo lượng quan trắc

X - Tính theo các trạm khí tượng

Y - Độ sâu dòng chảy $Y = \alpha X$

α - Hệ số dòng chảy

Để tính toán điều tiết năm thường người ta tính $\Delta Z_{\text{năm}}$, sau đó phân phối cho các tháng $\Delta Z_{\text{tháng}}$ theo dạng phân phối bốc hơi mặt nước.

2. Tổn thất thấm trong kho nước:

Lượng nước thấm phụ thuộc vào:

- Điều kiện địa chất lòng hồ.
- Lượng nước chứa trong hồ.
- Chu vi bờ kho nước.

Lượng nước thấm qua nhiều đường:

- Thấm vào lòng kho nước.
- Thấm qua bờ kho nước.
- Thấm qua công trình.
- Thấm quanh công trình.

Lượng thấm năm đầu trên tương đối lớn trong các năm sau, thường tính bình quân theo điều kiện địa chất. Thường người ta lấy theo % lượng nước chứa trong hồ.

Theo Patapov đề nghị, lượng tổn thất do thấm trong kho nước được tính như sau.

Điều kiện địa chất lòng hồ	Lượng thấm % của V		Lớp nước thấm theo F bình quân	
	Năm	Tháng	Năm	Ngày/đêm
Tốt	5 - 10%	0,5 ÷ 1%	< 500mm	1 - 2mm
Trung bình	10 - 20%	1 ~ 1,5%	500 - 1000mm	2 - 3mm
Xấu	20 - 30%	1,5 - 3%	1000 - 2000mm	3 - 4mm

VI. SÓNG TRONG KHO NƯỚC

1. Đặc trưng của sóng và yếu tố ảnh hưởng đến sóng:

Dưới tác dụng của gió mặt hồ nổi sóng, diện tích hồ càng lớn thì sóng càng lớn. Sóng nước là một yếu tố để xác định cao trình đỉnh đập, sóng nước trong hồ còn gây ra hiện tượng sạt lở ở bờ hồ chứa.

Các đặc trưng của sóng:

- Chiều dài sóng λ
- Chiều cao sóng h
- Độ dốc mái sóng $d = \frac{h}{\lambda}$
- Chênh lệch đầu sóng với mức nước tĩnh A

Kích thước sóng phụ thuộc vào:

- Tốc độ gió V
- Đà gió D (Chiều dài thổi trên mặt nước)
- Thời gian tác dụng của gió T
- Chiều sâu nước hồ H
- Độ nhám lòng hồ n

2. Hình loại sóng:

- Sóng nước sâu:

Độ sâu lòng hồ $H > \frac{1}{2}\lambda$ là sóng nước sâu tức là đáy hồ không

ảnh hưởng đến sự hình thành sóng.

- Sóng nước nông:

Khi $H < \frac{1}{2}\lambda$, đáy hồ có sự ảnh hưởng đến sự hình thành sóng

3. Tính toán kích thước sóng:

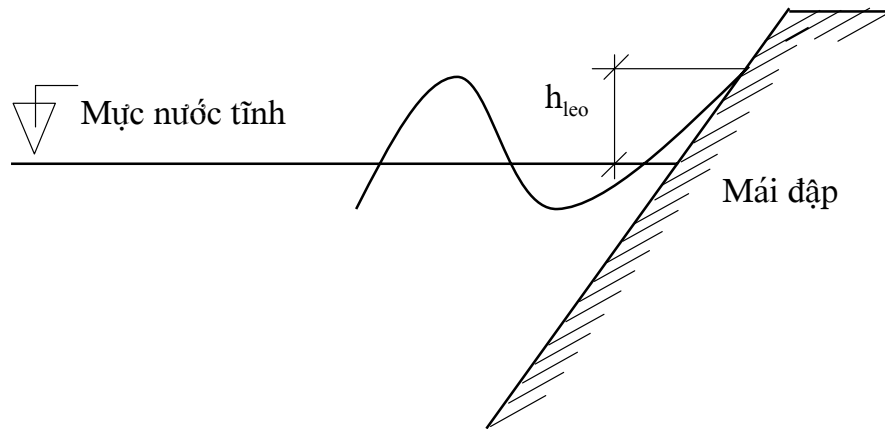
Thường dùng công thức kinh nghiệm

$$\text{Độ cao sóng: } h = 0,0208 V^{\frac{5}{4}} \cdot D^{\frac{1}{3}} \quad (\text{m})$$

$$\text{Chiều dài bước sóng } \lambda = 0,704 W^{\frac{1}{2}} \quad (\text{m})$$

Công thức trên dùng cho trường hợp sóng nước sâu:

$$D < 30\text{km} \quad \text{và} \quad \lambda < 2H$$



Trong trường hợp sóng nước nông cần hiệu chỉnh theo công thức

sau:
$$h_{\text{nông}} = \beta \cdot h_{\text{sâu}}$$

$$\lambda_{\text{nông}} = \alpha \cdot \lambda_{\text{sâu}}$$

α, β phụ thuộc vào tỷ số $\frac{H}{\lambda}$

$\frac{h}{\lambda}$	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
β	1	0,96	0,96	0,87	0,83	0,78	0,70	0,56
α	1	0,96	0,96	0,87	0,82	0,75	0,64	0,43

4. Chiều cao sóng leo:

Khi sóng vỗ vào công trình, nếu công trình có mái thoải (như đập đất) thì sóng sẽ lan và leo lên mái công trình theo quán tính, gọi hiện tượng đó là sóng leo.

Chiều cao h_{leo} tính từ mực nước trong hồ chứa, đều vị trí leo cao nhất của sóng, tính theo công thức sau:

$$h_{leo} = \frac{2K_m h}{m} \sqrt[3]{\frac{\lambda}{h}}$$

K_m - hệ số phụ thuộc vào độ nhám mái công trình

Mái thật nhẵn $K_m = 1,0$

Mái bê tông $K_m = 0,9$

Mái đá dăm $K_m = 0,5$

Mái đá tảng $K_m = 0,3$

m - mái dốc công trình

h - chiều cao sóng

λ - chiều dài sóng

Theo quy phạm Nga.

$$h_{leo} = K_m \cdot h \cdot h_0 \quad h_0 = \frac{h_{leo}}{h}$$

h_0 - phụ thuộc vào độ nhám, mái dốc sóng, có bảng tra riêng.

5. Cột nước dênh h_d :

Ngoài hiện tượng sóng dưới tác dụng liên tục của gió làm mặt nước lũ nghiêng, *nếu có sự chênh lệch cột nước đầu hồ và cuối hồ*, đó cột nước dênh h_d .

$$h_d = K \frac{DV^2}{3gh} \cos \alpha \quad (m)$$

K - phụ thuộc vào $\frac{H}{\lambda}$ có thể lấy $K = 6.10^{-3}$

α - góc tạo bởi trục hồ với hướng gió

VII. BỒI LẮNG Ở KHO NƯỚC

Bồi lắng ở kho nước thường tính bằng phương pháp cân bằng bùn cát. Bùn cát bồi lắng trong suốt thời gian sử dụng công trình.

$$W_{bc} = \frac{KR_a}{100\gamma} T \quad (m^3)$$

K - tỷ số bùn cát có khả năng lắng đọng so với toàn bộ bãi cát đến (thường $K = 0,7 \div 1,0$)

R - Lượng bùn cát bình quân nhiều năm (Kg/năm)

T - thời gian phục vụ công trình (năm)

γ - khối lượng riêng bùn cát (T/m^3)

Các tài liệu được dùng cho tính toán điều tiết hồ chứa và thiết kế công trình

Chương XI:

TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT HỒ CHỨA

Trong tính toán điều tiết hồ chứa bao gồm:

- Tính toán điều tiết hồ chứa theo các yêu cầu dùng nước (ta chỉ đi sâu vào điều tiết thường gặp là điều tiết năm phục vụ cấp nước và phương pháp tính toán bằng lập bảng:

- Tính toán điều tiết lũ (Ta chỉ đi sâu vào tính toán tràn xả lũ để bảo vệ công trình hồ chứa làm nhiệm vụ cấp nước, không xem xét nhiệm vụ phòng lũ ở hạ lưu hồ chứa)

I. TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT NĂM CHO HỒ CHỨA CẤP NƯỚC (TUỚI, SINH HOẠT, CÔNG NGHIỆP)

Khi $\sum W_{\text{đến năm}} > \sum W_{y/c \text{ năm}}$

Nhưng $W_{\text{đến tháng}} > < W_{y/c \text{ tháng}}$

Như vậy phải xây dựng hồ chứa để trữ lượng nước của tháng chứa nước để dùng cho những tháng thiếu nước theo yêu cầu. Đó là điều tiết năm.

1. Tài liệu cho tính toán điều tiết:

Tính toán theo thời đoạn tháng.

a. Đường quá trình $W_{\text{đến}} \sim t$ với tần suất bảo đảm P (75 - 85%)

Phần này qua tính toán thủy văn sẽ có được

b. Đường quá trình $W_{y/c} \sim t$ với tần suất bảo đảm theo quy định của qui phạm.

- Lượng nước yêu cầu tưới ; tính theo mức tưới.

- Lượng nước dùng cho sinh hoạt theo định mức dùng nước
- Lượng nước dùng cho khu công nghiệp theo định mức nước dùng cho sản xuất của các loại hình xí nghiệp

c. Đường đặc tính hồ chứa:

- Đường quan hệ mực nước và dung tích $Z \sim V$
- Đường quan hệ mực nước và diện tích mặt hồ $Z \sim F_{\text{hồ}}$

d. Dung tích chết V_C :

- Xác định theo khả năng bồi lắng bùn cát trong thời gian sử dụng hoặc theo cao trình yêu cầu tự chảy của khu tưới.

- Từ $Z_{\text{chết}}$ tra trên đường quan hệ $Z \sim V$ ta có dung tích chết V_C

e. Quá trình tổn thất hồ chứa do bốc hơi và thấm:

2. Xác định dung tích hữu ích của hồ chứa V_h :

Nguyên lý tính toán là cân bằng nước trong kho trong thời gian tính toán Δt (thường thì $\Delta t = \text{tháng}$)

Phương trình cân bằng là:

$$\Delta V = V_{\text{đến}} - V_{\text{y/c}}$$

ΔV - chênh lệch lượng nước trong kho trong thời gian Δt .

$\Delta V > 0 \rightarrow$ Thừa nước

$\Delta V < 0 \rightarrow$ Thiếu nước

Từ trên ta sẽ xác định được lượng nước cần trữ lại trong kho khi thừa nước để dùng vào thời kỳ thiếu nước.

a. Xác định V_h không xét đến tổn thất:

Tính toán điều tiết mà không xét đến tổn thất là trường hợp đơn giản nhất.

α . Trường hợp kho nước điều tiết một lần:

Sau khi cân bằng giữa lượng đến và lượng nước yêu cầu thì trong năm có một thời kỳ thừa nước, một thời kỳ thiếu nước.

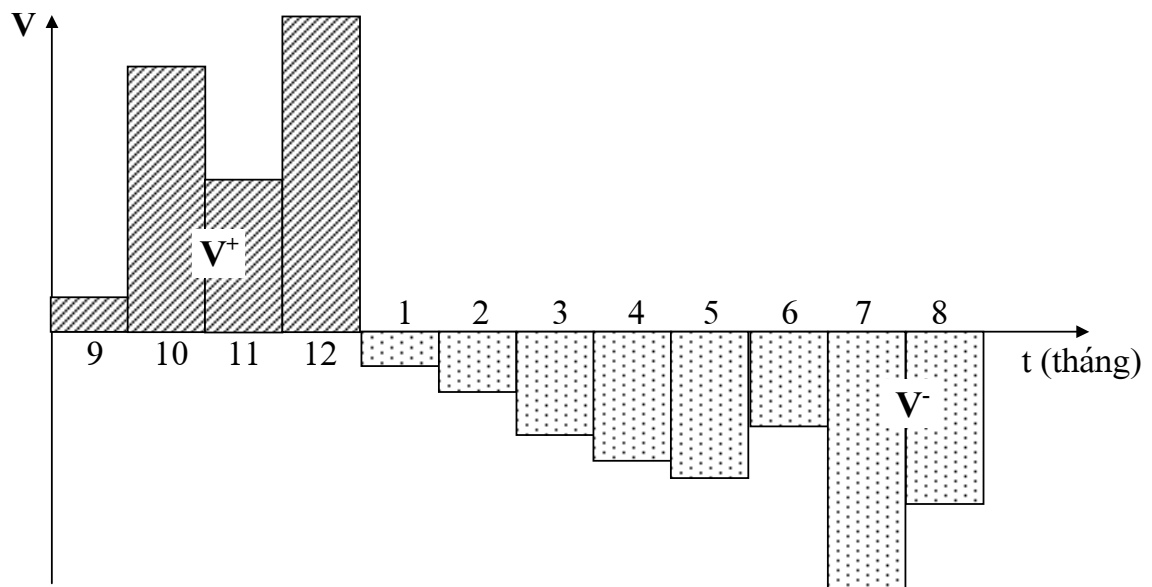
Do đó ta chỉ cần điều tiết một lần.

Tính toán điều tiết được tính từ tháng bắt đầu tích nước.

Ví dụ: Tính toán điều tiết cho hồ chứa HC thuộc vùng ven biển Trung Trung Bộ.

Đơn vị $10^6 m^3$

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
W_d	2,70	2,06	1,86	1,49	0,63	0,62	0,51	0,47	0,70	5,76	5,03	9,24
$W_{y/c}$	3,13	2,60	3,38	3,76	3,00	1,62	4,69	2,49	0,63	0,26	2,85	1,44
ΔW	-0,43	-0,54	-1,52	-2,27	-2,37	-1,00	-4,18	-2,50	0,07	5,50	2,81	7,80



Qua bảng trên ta thấy:

- Thời kỳ thiếu nước từ tháng 1 đến tháng 8

$$\text{có } \sum V^- = 14,81 \cdot 10^6 m^3$$

- Thời kỳ thừa nước từ tháng 9 đến tháng 12.

$$\text{có } \Sigma V^+ = 15,55 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

Trong trường hợp này dung tích hữu ích hồ chứa chính là tổng dung tích thiếu ΣV^- .

$$V_h = \Sigma V^- = 14,81 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

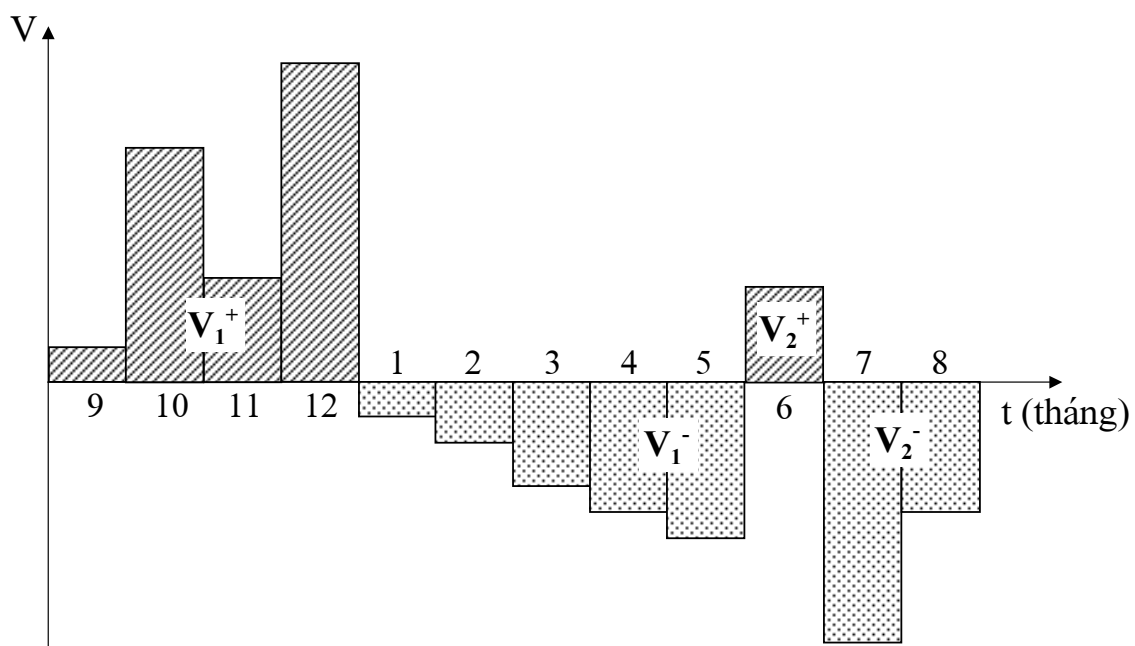
- Trong $\Sigma V^+ = 15,5 \cdot 10^6 \text{m}^3$, ta chỉ trừ lại $V_h = 14,81 \times 10^6 \text{m}^3$.

- Dung tích thừa xả xuống hạ lưu

$$\begin{aligned} V_{\text{xả}} &= \Sigma V^+ - V_h = 15,55 - 14,81 \\ &= 0,74 \cdot 10^6 \text{m}^3 \end{aligned}$$

β. Trường hợp kho nước điều tiết 2 lần:

Đây là trường hợp có 2 thời kỳ thiếu nước xen kẽ với 2 thời kỳ thừa nước.



Trong trường hợp này V_h xác định theo các trường hợp sau:

- Trường hợp: $V_1^+ > V_1^-$ và $V_2^+ > V_2^-$

$$\text{Thì } V_{hi} = V_{\max}^-$$

- Trường hợp $V_1^+ > V_1^-$ và $V_2^+ < V_2^-$. Trong trường hợp này

+ Lần điều tiết 1: Lấy V_1^+ tính để bảo đảm cho V_1^- .

+ Lần điều tiết 2: Do $V_2^+ < V_2^-$ nên lượng nước thừa không đủ điều tiết. Cho V_2^- , nên phải lấy thêm phần lượng nước thừa ở V_1^+ một lượng là $(V_2^- - V_2^+)$. Do đó dung tích hữu ích hồ chứa là:

$$V_{hi} = V_1^- + V_2^- - V_2^+$$

Với $V_1^- > V_2^+$

Còn nếu $V_1^- < V_2^+$ thì

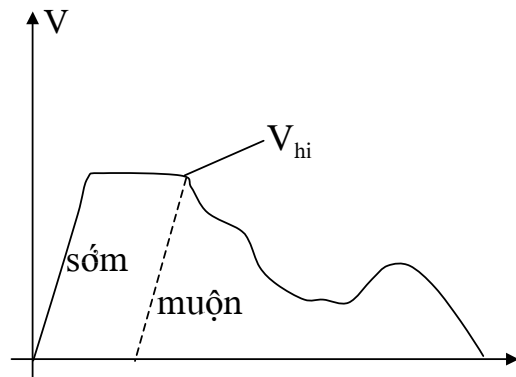
$$V_{hi} = V_2^- \text{ khi } V_1^- > V_2^+$$

γ. Phương án tích nước (chứa nước)

Trong vận hành kho nước, sau khi đã xác định V_{hi} ta phải xem xét chứa nước vào lúc nào? Xả nước vào lúc nào?

Về chứa nước có 2 phương án.

- Phương án chứa sớm: Tức là có lượng nước thừa thì chứa ngay từ đầu sau đó cứ giữ lượng nước đó đến khi sử dụng. Với phương án này bảo đảm chắc chắn đủ nước nhưng tăng thêm diện tích ngập vùng ven bờ hồ.



- Phương án chứa muộn: Với điều kiện phải có dự báo tốt thì ta chứa muộn tức là kho nước vừa chứa đủ thì bắt đầu vào thời kỳ dùng nước. Với phương án này sẽ bảo đảm an toàn thân đập, bùn cát bồi lắng ít.

$$\text{Ví dụ: } V_1^+ = 444,8 \cdot 10^6 \text{m}^3 \quad V_1^- = 120,8 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

$$V_2^+ = 66,8 \cdot 10^6 \text{m}^3 \quad V_2^- = 83,8 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

Ta thấy $V_1^+ > V_2^-$ và $V_2^+ < V_2^-$ cho nên

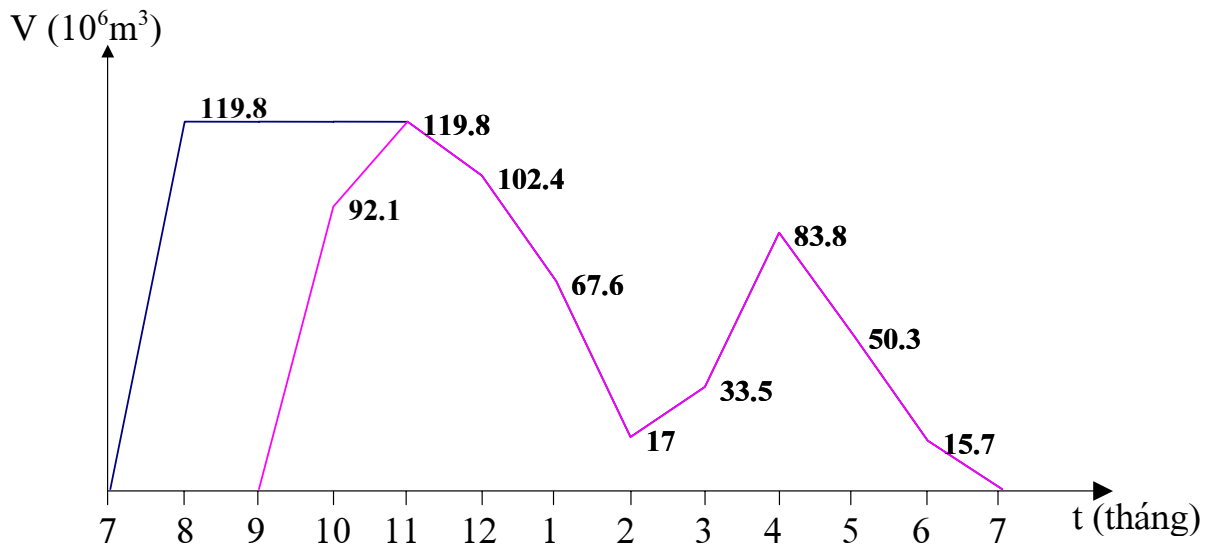
$$\begin{aligned} V_{\text{hi}} &= V_1^- + V_2^- - V_2^+ \\ &= 102,8 + 83,8 - 66,8 = 119,8 \cdot 10^6 \text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Vậy } V_{\text{hi}} = 119,8 \cdot 10^6 \text{m}^3$$

Thực hiện theo 2 phương án: chứa sớm và chứa muộn

Đơn vị: 10^6m^3

Tháng	$V_{\text{đến}}$	$V_{\text{y/c}}$	$V_{\text{đến}} - V_{\text{y/c}}$		Chứa sớm		Chứa muộn	
			V^+	V^-	$V_{\text{chứa}}$	$V_{\text{xả}}$	$V_{\text{chứa}}$	$V_{\text{xả}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	180,7	51,9	128,8		119,8	9,0	0	128,8
9	251,3	83,8	167,5		119,8	167,5	0	167,5
10	207,4	86,6	120,8		119,8	120,8	92,1	28,7
11	111,5	83,8	27,7		119,8	27,7	119,8	0
			444,8					
12	69,2	86,6		17,4	102,4	0	162,4	0
1	51,8	86,6		34,8	67,6		67,6	
2	33,2	83,8		50,6	17,0		17,0	
				102,8				
3	68,4	59,1	16,5		35,5		35,5	
4	100,5	50,2	50,3		83,8		83,8	
			66,8					
5	18,4	51,9		33,5	50,3		50,3	
6	17,3	51,9		34,6	15,7		15,7	
7	31,3	47,0		15,7	0		0	
				83,8				



b. Tính toán điều tiết có xét đến tổn thất:

Dung tích khi tính toán điều tiết không xét đến tổn thất chỉ là sơ bộ. Tuy nhiên nó là cơ sở để tính toán tổn thất, vì nếu không biết $V_{\text{hồ}}$ và $F_{\text{hồ}}$ thì không tính được tổn thất, vì nếu không biết $V_{\text{hồ}}$ và $F_{\text{hồ}}$ thì không tính được tổn thất thấm và bốc hơi.

α. Tổn thất bốc hơi:

Muốn có tổn thất bốc hơi $F_{\text{hồ}}$.

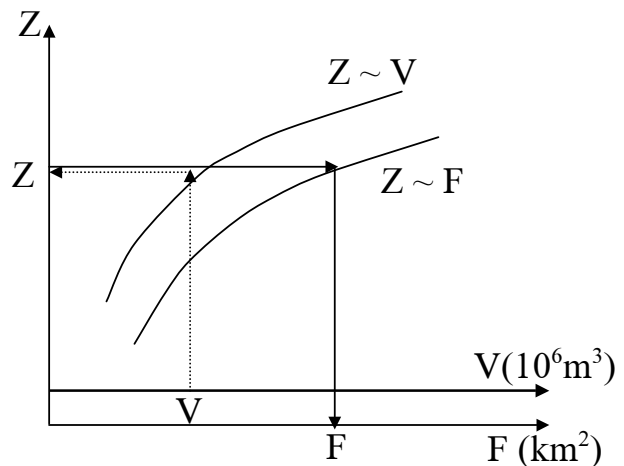
- $F_{\text{hồ}}$ phải tra trên đường quan hệ $Z \sim F$
- Muốn có Z phải tra trên đường quan hệ $Z \sim V$

Bảng tính toán gồm 17 cột Z

Cột 1 - Tháng (cuối tháng) Z

Cột 2 - $V_{\text{đến tháng}}$

Cột 3 - $V_{\text{y/c tháng}}$



Cột 4 - Dung tích hồ có kể dung tích chết.

Cột 6 bảng chứa $tt + V_{\text{chết}}$

Cột 5 - Diện tích mặt hồ. Tra đường $Z - F$; $Z - V$

Từ V tra ra Z , từ Z tra F

$$\text{Cột 6} - V_{\text{bq}} = (V_{\text{đầu tháng}} + V_{\text{cuối tháng}}) \frac{1}{2}$$

$$\text{Cột 7} - F_{\text{bq}} = \frac{1}{2} (F_{\text{đầu tháng}} + F_{\text{cuối tháng}})$$

Cột 8 - Lượng nước bốc hơi trong tháng e (mm)

Cột 9 - Lượng tổn thất bốc hơi

$$V_{\text{bh}} = F_{\text{bq}} \cdot e_{\text{tháng}} \cdot 10^3 \quad (\text{m}^3)$$

Cột 10 - Lượng nước thấm tiêu chuẩn trong tháng,

thường lấy % của V_{bq} ($K\%$)

Cột 11 - Lượng tổn thất thấm

$$V_{\text{thấm}} = k\% \times V_{\text{bq}}$$

Cột 12 - Tổng lượng tổn thất

$$V_{\text{tổn thất}} = V_{\text{bh}} (\text{cột 9}) + V_{\text{thấm}} (\text{cột 11})$$

Cột 13 - $(V_{\text{yêu cầu}} + V_{\text{tổn thất}})$

Cột 14, 15 - Cân bằng nước giữa lượng đến và lượng đi trong tháng.

$$\Delta V = V_{\text{đến}} - (V_{\text{y/c}} + V_{\text{tt}})$$

$$= (\text{cột 2}) - (\text{cột 3})$$

nếu $\Delta V > 0$ ghi cột 14 (V^+)

$\Delta V < 0$ ghi cột 15 (V^-)

BẢNG TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT HỒ CHỨA

Tháng	W_d ($10^6 m^3$)	$W_{y/c}$ (10^6)	Chưa kể tổn thất				Tổn thất					Đã kể tổn thất				
			$V_{hồ}$	F (km^2)	V_{bq}	F_{bq}	Bốc hơi		Thấm		W_t	$W_{y/c} + V_t$	$V_d - V_{yc} + V_u$		$V_{hồ}$	$V_{xả}$
							mm/tháng	10^6	%V	10^6			V^+	V^-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8	108,7	51,9	50,2	17,0											50,2	
9	251,3	83,8	170,0	35,9	110,1	26,5	30	0,8		2,2	3,0	54,9	125,8		176,0	
10	207,4	86,6	170,0	35,9	170	35,9	90	3,2		3,4	6,6	96,4	160,9		208,5	128,4
11	111,5	83,8	170,0	35,9	170	34,9	170	6,1		3,4	9,5	96,1	111,3		208,5	111,3
12	69,2	86,6	170,0	35,9	170	35,9	200	7,2		3,4	10,6	94,4	17,1		208,5	17,1
1	51,8	86,6	152,6	33,5	161	34,7	200	6,9		3,2	10,1	96,7	415,1	27,5	181,0	
2	33,2	86,6	117,8	27,8	135	30,6	250	7,6		2,7	10,3	96,9		45,1	135,9	
3	68,4	93,8	67,2	19,9	92,5	23,9	190	4,5		1,8	6,3	90,1		56,9	79,0	
4	100,5	51,9	83,7	22,8	75,5	21,4	80	1,7		1,5	3,2	51,1	13,3	129,5	92,3	
5	18,4	50,2	134,0	30,3	108,5	26,5	20	0,5		2,2	2,7	52,9	47,6		139,9	
6	17,3	51,9	100,5	25,5	117,2	27,9	10	0,3		2,3	2,6	24,5	60,9	36,1	103,8	
7	31,3	51,9	65,9	19,7	83,2	22,6	10	0,2		1,7	1,9	53,8		36,5	67,3	
7	31,3	47,0	50,2	17,0	58,0	18,4	10	0,2		1,2	1,4	48,4		17,1	50,2	
														89,7		

$$V_C = 50,2 \cdot 10^6 m^3 \quad V_{hi} = V_1^- + V_2^- - V_2^+ = (129,5 + 89,7 - 60,9)10^6 = 158,3 \cdot 10^6 m^3$$

$$V_{hồ} = V_{hi} + V_C = (158,3 + 50,2)10^6 = 208,5 \cdot 10^6 m^3.$$

Cột 16 - Dung tích hồ trong quá trình tính nước xuất phát từ tháng bắt đầu tích nước (đầu tháng 8, cuối tháng 7)

Sẽ tích lên $V_{\text{hồ}}$ hiệu quả

$$\begin{aligned} V_{\text{hồ}} &= (V_1^- + V_2^- - V_2^+) + V_C \\ &= (129,5 + 89,7 - 60,9) + 50,2 \\ V_{\text{hồ}} &= 208,5 \cdot 10^6 \text{m}^3 \end{aligned}$$

Cột 17 - Dung tích xả, khi đã tích đủ, phân thừa thì xả xuống hạ lưu.

II. TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT LŨ

Mục đích tính toán điều tiết lũ là.

- Tìm dung tích phòng lũ của hồ chứa.
- Tìm phương án hợp lý nhất về

+ $V_{\text{phòng lũ}}$

+ Lưu lượng xả lũ lớn nhất $Q_{\text{xả max}}$.

+ Kích thước công trình xả lũ.

1. Những tài liệu cơ bản:

a. Tần suất phòng lũ được xác định từ cấp công trình.

- Cấp 1 - $P = 0,1\%$ (1.000 năm gặp 1 lần)
- Cấp 2 - $P = 0,5\%$ (200 năm gặp 1 lần)
- Cấp 3 - $P = 1,0\%$ (100 năm gặp 1 lần)
- Cấp 4 - $P = 1,5\%$ (67 năm gặp 1 lần)
- Cấp 5 - $P = 2\%$ (50 năm gặp 1 lần)

Từ cấp công trình với $P\%$ ta xác định được Q_p , W_p , $T_{\text{lũ}}$, $Q_p \sim t$

b. Lưu lượng xả lũ an toàn:

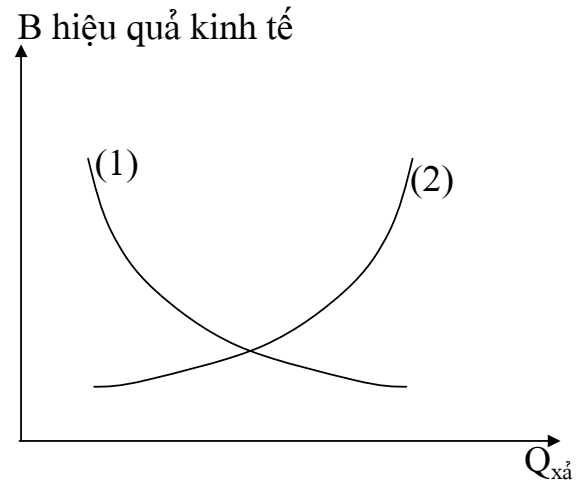
Lưu lượng xả lũ an toàn là lưu lượng lớn nhất xả xuống hạ lưu.

Giữa $Q_{xả}$ và V_{pl} có quan hệ với nhau.

+ Nếu $Q_{xả}$ lớn thì V_{pl} nhỏ

- Nếu $Q_{xả}$ lớn thì phải đầu tư phòng lũ hạ lưu cũng lớn (1) nhưng công trình xả lũ nhỏ (2).

Từ đó ta phải so sánh và chọn $Q_{xả \max}$ thích hợp.



Trong tính toán ta xem xét trường hợp thường gặp là kho nước không làm nhiệm vụ phòng lũ ở hạ lưu.

c. Đường quan hệ $Q_{xả} \sim Z_{hồ}$:

α . Công trình xả lũ không của tràn tự do:

$$\sqrt[3]{V} \text{ ngưỡng tràn} = \sqrt[3]{V} \text{ MND BT}$$

B - chiều rộng tràn xả lũ

$$\text{Thì: } Q_{xả} = m_1 B \sqrt{2g} h^{\frac{3}{2}}$$

β . Tràn có cửa:

$$\sqrt[3]{V} \text{ Ngưỡng tràn nằm dưới MND BT}$$

Trường hợp này nhằm tăng khả năng trữ hồ chứa.

γ . Tràn xả lũ là cống ngầm:

Cống ngầm thường cùng đặt dưới MND BT.

$$Q_{xả} = m_2 \omega \sqrt{2gh}$$

d. Đường đặc tính dung tích hồ chứa:

Đường quan hệ $Z \sim F$, $Z \sim V$ của hồ chứa

e. Đường quá trình lũ: $Q_{mp} \sim t$

2. Nguyên lý tính toán:

Nguyên lý cơ bản trong tính toán lũ là cân bằng lượng nước đến và lượng nước xả trong thời đoạn tính toán Δt (1800 giây)

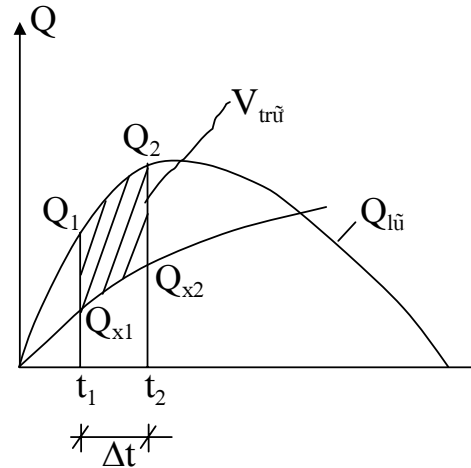
Tại thời điểm t_1 có lưu lượng
lũ là Q_1 , có lưu lượng xả là Q_{x1} .

Tại thời điểm t_2 có lưu lượng
lũ là Q_2 , có lưu lượng xả là Q_{x2} .

Thời đoạn tính toán $\Delta t = t_2 - t_1$.

Dung tích hồ chứa ở t_1 là V_1 .

Dung tích hồ chứa ở t_2 là V_2 .



Tổng lượng lũ đến: $V_{\text{lũ}} = \frac{1}{2} (Q_1 + Q_2) \Delta t$

Tổng lượng nước xả: $V_{\text{xả}} = \frac{1}{2} (Q_{x1} + Q_{x2}) \Delta t$

Vậy phương trình cân bằng là:

$$\frac{1}{2}(Q_1 + Q_2)\Delta t - \frac{1}{2}(Q_{x1} + Q_{x2})\Delta t = V_2 - V_1$$

Hay $\bar{Q}\Delta t - \bar{Q}_x\Delta t = \Delta V$

Trong đó: $\bar{Q} = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$ $\bar{Q}_x = \frac{Q_{x1} + Q_{x2}}{2}$

ΔV chính là dung tích trữ lũ ở hồ chứa

Đường $Q \sim t$ ta đã tính theo tần suất P

Nếu đường $Q_x \sim t$ thay đổi thì dung tích chứa V_m thay đổi

3. Đường quá trình xả lũ:

a. Tràn xả lũ tự do, (đập tràn)

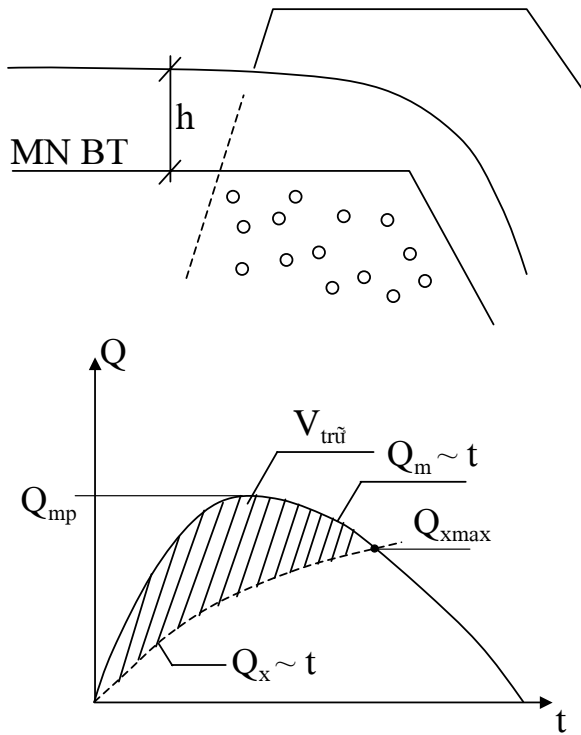
Trường hợp này cao trình ngưỡng tràn đặt bằng với MNBT.

- Giả thiết khi lũ đến

$\nabla_{\text{hồ}} = \nabla_{\text{MNBT}}$ lũ đến làm mực nước hồ tăng và nước chảy qua tràn với lưu lượng Q_x .

Q_x tăng dần, còn Q_m tăng khi đạt Q_{mp} thì Q_m giảm dần, 2 đường gặp nhau. Tại vị trí 2 đường Q_m và Q_x gặp nhau có $Q_x = Q_m$.

Tại vị trí $Q_m = Q_x$ đó chính là $Q_{x\text{ max}}$



b. Tràn xả lũ có cửa:

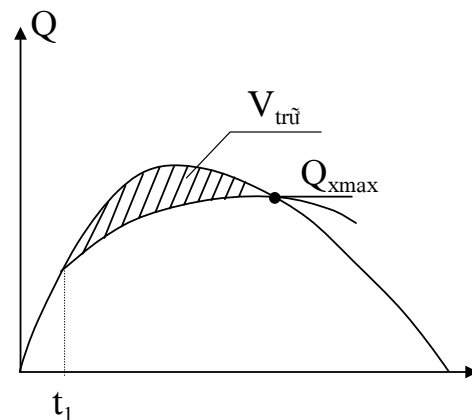
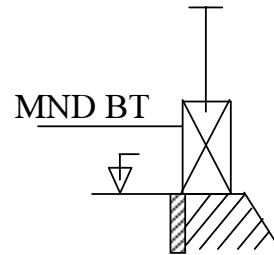
Để tăng thêm khả năng trữ lũ, người ta đặt ngưỡng tràn có cửa dưới MND BT.

Trước khi có lũ $\nabla_{\text{hồ}} = \nabla_{\text{MND BT}}$.

Khi bắt đầu có lũ ta mở cửa tháo lũ cho $Q_x = Q_m$ để cho

$$\nabla_{\text{hồ}} = \nabla_{\text{MN BT}}.$$

Đến thời điểm t_1 đã mở hết cửa, nhưng $Q_x < Q_m$. Tại thời điểm đó (t_1) trở đi dạng đường lưu lượng xả giống như trường hợp không có cửa và tính toán như tràn tự do.



4. Tính toán điều tiết lũ với xả tràn lũ tự do (không cửa):

a. Công thức tính toán:

Có nhiều phương pháp tính toán điều tiết, ở đây giới thiệu phương pháp thường dùng từ công thức cân bằng nước.

$$\frac{1}{2}(Q_1 + Q_2)\Delta t = \frac{1}{2}(Q_{x1} + Q_{x2})\Delta t = V_2 - V_1$$

Về nguyên tắc tính toán được thực hiện từng thời đoạn, thời đoạn sau được tính toán từ kết quả của thời đoạn trước. Có kết quả tính toán ở t_2 , ta dùng nó làm t_1 cho tính toán thời đoạn sau.

Từ công thức trên ta có thể tính

$$V_2 + \frac{1}{2}Q_{x2}\Delta t = \frac{1}{2}(Q_1 + Q_2)\Delta t + V_1 - \frac{1}{2}Q_{x1}\Delta t$$

$$V_2 + \frac{1}{2}Q_{x2}\Delta t = \bar{Q}\Delta t + V_1 - \frac{1}{2}Q_{x1}\Delta t.$$

$$(V_2 + \frac{1}{2}Q_{x2}\Delta t) = \bar{Q}\Delta t + (V_1 - \frac{1}{2}Q_{x1}\Delta t) - Q_{x1}\Delta t.$$

$$f(Q_{x2}) = f(Q_{x1}) + \bar{Q}\Delta t - Q_{x1}\Delta t$$

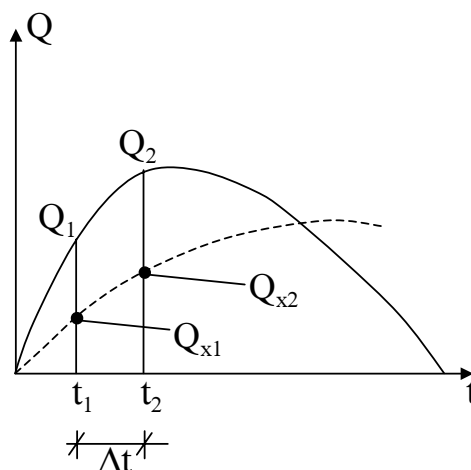
Trong đó $f(Q_{x2}) = (V_2 + \frac{1}{2}Q_{x2}\Delta t)$

Đây là phương trình cơ bản.

Giá trị vế phải ở thời điểm t_2 sẽ được xác định từ các giá trị vế trái ở t_1 (đã biết)

Để tính toán quá trình $Q_x \sim t$ ta dựa vào phương trình trên. Ta đã biết tất cả giá trị ở t_1

tức là $Q_1, Q_{x1}, \Delta t, Q_2, V_1$, cần tìm là $V_2, Q_{x2}, H_{\text{tràn}}$.



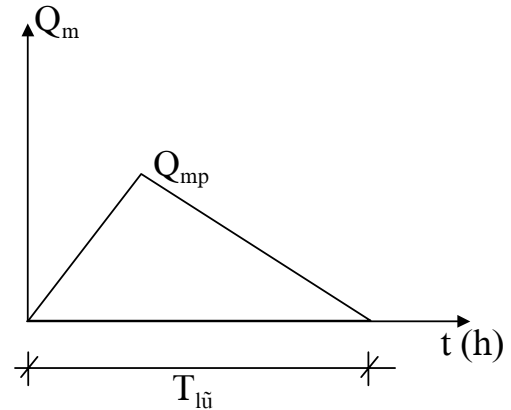
Từ phương trình

$$(V_2 + \frac{1}{2} Q_{x2} \Delta t) = \bar{Q} \Delta t + \left(V_1 + \frac{1}{2} Q_{x1} \Delta t \right) - Q_{x1} \Delta t$$

b. Trình tự tính toán và ví dụ:

Số liệu đã biết

- $Q_{mp} \sim t$
- $V_{hồ} = 22.195 \cdot 10^3 m^3$
- $\sqrt[3]{V} \text{ MND BT} = \sqrt[3]{65,00}$
- Δt (chọn = 1800 sec)
- $B_{tràn}$ (chọn để so sánh $B_{tr} = 40m$)
- Tràn đỉnh rộng có $m = 0,38$



α. Tính và vẽ đường phụ trợ:

$$f(Q_x) = V_{hồ} + \frac{1}{2} Q_x \Delta t$$

- Giả thiết $H_{tràn}$
- Tính toán Q_x , với công thức $Q_x = mB \sqrt{2g} H_{tr}^{3/2}$
- Từ đường đặc tính $Z \sim V$ tra ra $V_{hồ}$ cùng với $H_{tràn}$ giả thiết

$$\begin{aligned} \sqrt[3]{V} \text{ hồ} &= \sqrt[3]{V} \text{ ngưỡng} + H_{tràn} \\ &= 65 + 0,2 = 65,2m \end{aligned}$$

- Tính giá trị $f(Q_x) = V_{hồ} + \frac{1}{2} Q_{tr} \Delta t$

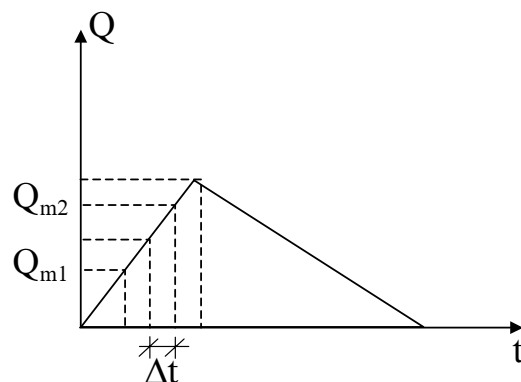
β. Lập bảng tính toán điều tiết:

- Thời đoạn tính toán Δt

$$(\Delta t = 1800 \text{ s})$$

- Từ đường $Q_m \sim t$ lấy thời

đoạn Δt xác định Q_m



- Xác định $\overline{Q}_m = \frac{Q_{m1} + Q_{m2}}{2}$

- Tính toán : $\overline{Q}_m \cdot \Delta t$

- Xác định giá trị $(V_{hồ} + Q_{tr} \frac{\Delta t}{2})$ dựa vào phương trình

$$(V_{hồ} + Q_{tr} \frac{\Delta t}{2}) = \overline{Q}_m \Delta t + (V + \frac{Q_{x1}}{2} \Delta t) - Q_{x1} \Delta t$$

- Xác định Q_{x2} dựa vào phương trình phụ trợ

Từ $(V + \frac{Q_{x2}}{2} \Delta t)$ tra ra Q_{x2}

- Giá trị Q_{x2} ở thời đoạn tính toán sẽ là Q_{x1} ở thời đoạn sau

γ. Xác định Q_{xmax} và H_{hmax} :

Lưu lượng xả lớn nhất Q_{xmax} là

khi $Q_x = Q_m$

Tại Q_{xmax} có $H_{tràn}$. Đây là H_{trmax}

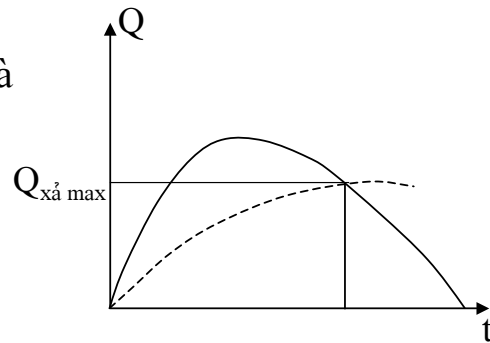
Dung tích $V_{hồmax}$, ứng với H_{max}

δ. Dung tích phòng lũ

$$V_{phòng lũ} = V_{hồ max} - V_{hồ MNBT}$$

ε. Xác định MNDGC

$$\sqrt[3]{MNDGC} = \sqrt[3]{MNDBT} + H_{trmax}$$



5. Ví dụ tính toán:

Hồ chứa N-T sau khi tính toán diện tích hồ chứa đã biết với

- $\sqrt[3]{MNDBT} = \sqrt[3]{65,00}$

- $V_{hồ} = 22,195 \cdot 10^3 m^3$

Hình thức tràn: Tràn tự do không cửa, chọn $B_{tr} = 40m$

Cao trình ngưỡng tràn bằng cao trình mực nước dâng bình thường.

- $\sqrt[3]{ngưỡng tràn} = \sqrt[3]{MNDBT} = 65,00m$

- Lưu lượng đỉnh lũ thiết kế: $Q_1\% = 1261,117 m^3/s$

- Thời gian lũ: $T_{\text{lũ}} = 10,52 \text{ h}$
- Thời gian lũ lên: $T_{\text{lên}} = 3,51 \text{ giờ}$
- Thời đoạn $\Delta t = 1800\text{s}$

a. Lập bảng phương trình phụ trợ:

$$f(Q_x) = V_{\text{hồ}} + \frac{1}{2} Q_x \Delta t$$

$$Q_x = mB_{\text{tr}} \sqrt{2gH}^{3/2}$$

Chọn $m = 0,38$

- Từ MN trong hồ $\sqrt[3]{Z_{\text{hồ}}}$ xác định $H_{\text{tr}} = \sqrt[3]{Z_{\text{hồ}}} - \sqrt[3]{\text{ngưỡng tràn}}$
- Từ $Z_{\text{hồ}}$ tra $V_{\text{hồ}}$ theo đường đặc tính, để chính xác thì phải nội suy từ bảng quan hệ $Z \sim V$ của hồ chứa.

- Từ H tính ra H_0
- Từ H_0 tính $Q_x = mB_{\text{tr}} \sqrt{2gH}^{3/2}$
- Tính $V + \frac{1}{2} Q_x \Delta t$.

b. Lập bảng tính toán và

tính toán điều tiết lũ:

Cột 1 - Thời đoạn tính toán Δt .

Trong ví dụ này chọn $\Delta t = \frac{1}{2} \text{ giờ} = 1800 \text{ ngày}$

Cột 2 - Lưu lượng lũ ở các thời đoạn tính toán, xác định từ đường quá trình lũ. Q_m

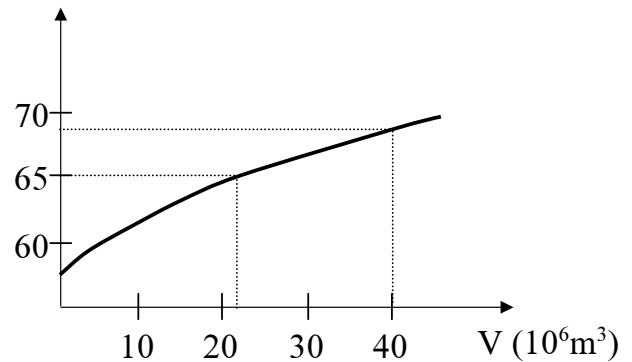
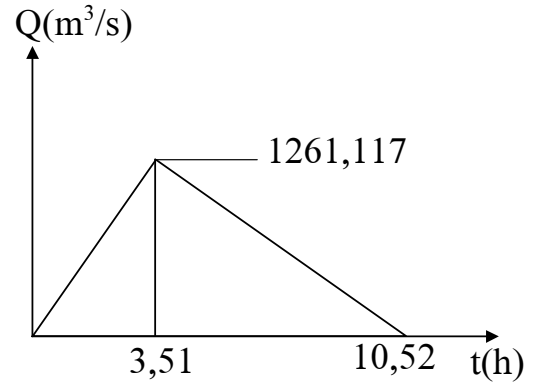
Cột 3 - Lưu lượng lũ bình quân của thời đoạn

$$\bar{Q}_m = \frac{Q_{\text{đầu}} + Q_{\text{cuối}}}{2} = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

Cột 4 - Lượng lũ đến hồ chứa trong thời đoạn Δt - \bar{Q}_m

Cột 5 - Cột 5 được tính toán theo công thức trang 175

$$V_2 + \frac{1}{2} Q_{x2} \Delta t = \bar{Q}_m \Delta t + (V_1 + \frac{1}{2} Q_{x1} \Delta t) - Q_{x1} \Delta t$$



Ví dụ ở thời đoạn Δt_{11} ở cuối thời đoạn có:

$$V_2 + \frac{1}{2} Q_{x2} \Delta t = 35.803 \times 10^3 \text{ m}^3$$

Đây cũng chính là giá trị ở đầu thời đoạn Δt_{12} .

Để tính giá trị $V_2 + \frac{1}{2} Q_{x2} \Delta t$ của thời đoạn Δt_{12} dùng công thức trên:

$$V_2 + \frac{1}{2} Q_{x2} \Delta t = \bar{Q}_m \Delta t + (V_1 + \frac{1}{2} Q_{x1} \Delta t) - Q_{x1} \Delta t$$

$$\begin{aligned} (\text{cột 5}) \Delta t_{12} &= (\text{cột 4}) \Delta t_{12} + (\text{cột 5}) \Delta t_{11} - (\text{cột 7}) \Delta t_{11} \\ &= 1541,41 + 35803 + 636,86 = 36708 \end{aligned}$$

Cột 6 - Lưu lượng xả qua tràn của Δt_{12}

$$\text{Từ giá trị } (V_{\text{hồ}} + \frac{Q_{x2} \Delta t}{2}) = 36708$$

Tra trên bảng phương trình phụ trợ qua nội suy

$$\text{Ta có: } Q_{x2} = 381,97 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cột 7 - Lượng nước xả qua tràn (ở thời đoạn Δt_{12})

$$Q_{x2} \cdot \Delta t = 381,97 \times 1800 = 687,548$$

Cột 8 - Cột nước tràn (ở đoạn Δt_{12})

$$\text{Từ trị số ở cột 5 là } (V_{\text{hồ}} + \frac{Q_{x2} \Delta t}{2}) = 36708$$

Tra trên bảng phương trình phụ trợ có cột nước tràn:

$$H_{\text{tr}} = 3,18 \text{ m}$$

Cứ tính toán như thế cho đến hết đường quá trình lũ tại vị trí $Q_x = Q_m$ là lưu lượng xả lũ lớn nhất $Q_{x\text{ max}}$ và ứng với nó là $H_{\text{tr max}}$.

$$Q_{x\text{ max}} = 433,53 \text{ m}^3/\text{s} \quad H_{\text{tr max}} = 3,46 \text{ m}$$

Đây là cơ sở để xác định mực nước gia cường MNGC

$$\sqrt[M]{MNGC} = \sqrt[M]{\text{ngưỡng tràn}} + H_{\text{max}} = 65,00 + 3,46 = 68,46$$

Kết quả tính toán điều tiết là tài liệu cần thiết dùng cho thiết kế đập.

BẢNG PHƯƠNG TRÌNH PHỤ TRỢ f(Q_x)

$\sqrt[3]{Z}$ (m)	H _{tr} (m)	V _{hồ} (10 ³ m ³)	H _o (m)	Q _x (m ³ /s)	$\frac{1}{2} Q_x \Delta t$ (10 ³ m ³)	V _{hồ} + $\frac{1}{2} Q_x \Delta t$ (10 ³ m ³)
65,00	0	22195	0	0	0	22195
65,20	0,20	23162	0,20	6,02	5,42	23167
65,40	0,40	23914	0,40	17,03	15,33	23929
65,60	0,60	24666	0,60	31,29	28,16	24694
65,80	0,80	25418	0,80	48,18	43,36	25461
66,00	1,00	26170	1,00	67,33	60,59	26231
66,20	1,20	27089	1,20	88,50	79,65	27169
66,40	1,40	28008	1,40	111,53	100,38	28108
66,60	1,60	28927	1,60	136,26	122,64	29050
66,80	1,80	29846	1,80	162,59	146,33	29992
67,00	2,00	30765	2,00	190,43	174,39	30936
67,20	2,20	31684	2,20	219,70	197,73	24882
67,40	2,40	32603	2,40	250,33	225,30	32828
67,6	2,60	33522	2,60	282,26	254,04	33776
67,80	2,50	34441	2,50	315,45	283,90	34725
68,00	3,00	35360	3,00	349,84	314,86	35675
68,20	3,20	36471	3,20	385,41	346,87	36818
68,40	3,40	37582	3,40	422,10	379,89	37962
68,60	3,60	38693	3,60	459,88	413,89	39107

BẢNG TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT LŨ

$$\Delta t = 1800 \text{ s}$$

$$B_{tr} = 40 \text{ m}$$

Δt (1800s)	Q_m (m ³ /s)	\bar{Q}_m (m ³ /s)	$\bar{Q}_m \Delta t$ (10 ³ m ³)	$V_{hồ} + Q_{x2} \frac{\Delta t}{2}$ (10 ³ m ³)	Q_{x2} (m ³ /s)	$Q_x \Delta t$ (10 ³ m ³)	H_{tr} (m)
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	22195	0	0	0
1	179,65	89,83	161,69	22357	1,00	1,86	0,06
2	359,29	269,47	485,05	22840	3,99	7,182	0,15
3	538,94	449,12	808,41	23641	12,87	23,166	0,33
4	718,58	628,76	1131,77	24750	35,52	58,536	0,62
5	898,23	808,41	1455,13	24146	65,23	117,414	0,98
6	1077,88	988,06	1778,50	27807	104,15	187,47	1,34
7	1261,12	1169,50	2105,10	29725	155,13	279,234	1,74
8	1171,17	1216,14	2189,06	31635	212,07	381,726	2,15
9	1081,21	1126,19	2029,14	33280	265,54	477,972	2,50
10	991,26	1036,24	1865,22	34668	315,44	567,792	2,80
11	901,32	946,29	1703,32	35803	353,81	636,858	3,02
12	811,36	856,34	1541,41	36708	381,97	687,548	3,18
13	721,41	766,39	1379,49	37400	404,06	727,308	3,30
14	630,56	675,99	1216,77	37889	419,74	755,532	3,39
15	541,51	475,04	1054,86	38188	429,54	773,72	3,40
16	451,56	496,54	893,76	38309	433,53	790,354	3,46
17	361,60	406,58	731,84	38260	431,92	777,456	3,45
18	271,65	316,63	569,93	38053	425,08	765,144	3,42
19	181,70	222,68	408,02	37696	413,55	744,390	3,35
20	91,75	136,73	246,11	37198	397,58	715,644	3,27
21	0	45,88	82,58	36564	377,49	679,482	3,16

Chương XII:

ĐO ĐẶC, DỰ BÁO THỦY VĂN

Để có tài liệu thủy văn phục vụ cho tính toán công trình, nước ta lập một số trạm thủy văn trên các sông, ở các tỉnh ven biển Trung Trung bộ có một số trạm như:

- Trạm Thượng Nhật trên sông Hương (Thừa thiên Huế)
- Trạm Thanh Mỹ trên sông Vu Gia (Quảng Nam)
- Trạm Nông Sơn trên sông Thu Bồn (Quảng Nam)
- Trạm Sơn Giang trên sông Trà Khúc (Quảng Ngãi)
- Trạm An Hoà trên sông Lại Giang (Bình Định)
- Trạm Cây Muồng trên sông Kôn (Bình Định)
- Trạm Củng Sơn trên sông Ba (Phú Yên)

Các trạm thủy văn có nhiệm vụ đo mực nước, lưu tốc, lưu lượng, và bùn của các sông làm tài liệu để dự báo thủy văn và cung cấp cho việc lập quy hoạch, thiết kế của các công trình thủy lợi.

I. ĐO MỰC NƯỚC

Cao trình mặt nước ở thời điểm nào đó trên sông gọi là mực nước. Mực nước sông thay đổi là do lưu lượng Q trên sông thay đổi.

Các dụng cụ đo mực nước là các loại thước chuyên môn dùng trong đo đạc thủy văn.

1. Phân loại và cách bố trí thước đo:

a. Phân loại theo công dụng:

- Thước đo cơ bản: Là thước dùng đo mực nước hằng ngày.
- Thước đo nước tại các thuyền đo lưu lượng, lưu tốc.

- Thước đo tham khảo. Tại mỗi trạm đặt một thước đo nước tham khảo để kiểm tra.

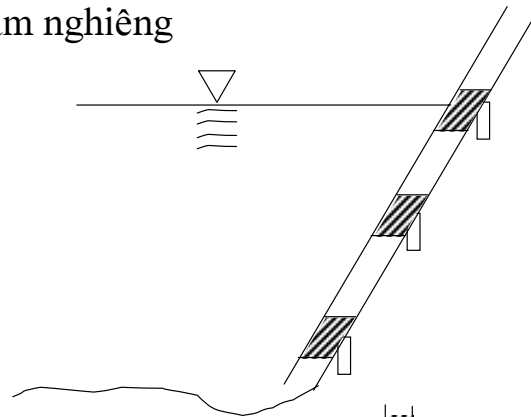
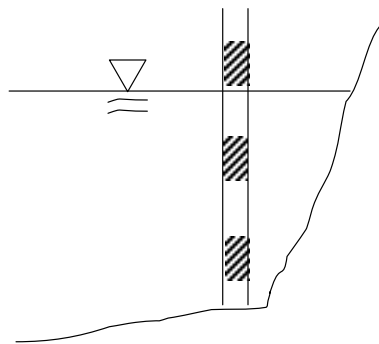
- Thước đo chuyên dùng: Đặt trên các công trình như cầu cống.

- Thước đo độ dốc mặt nước. Đặt ở một đoạn sông, có 2 thước đo ở thượng lưu và hạ lưu.

b. Phân loại thước theo cấu tạo:

- Thước đo nước trực tiếp:

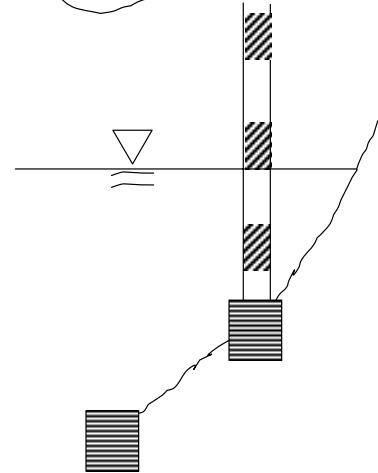
+ Thước đặt thẳng đứng hay nằm nghiêng



+ Thước đo đặt đo trên các cọc cố định có cao trình nhất định.

- Loại thước đo gián tiếp

Máy tự ghi đo mực nước



2. Đo đạc và ghi chép mực nước:

a. Đo trong tình trạng bình thường:

Mỗi ngày đo 2 lần vào 7 giờ sáng và 19 giờ tối

Đọc chính xác đến cm, riêng đo độ dốc phải đọc đến mm.

b. Đo mực nước trong mùa lũ:

Phải đo cả quá trình biến hoá của trận lũ.

- Bắt đầu lũ lên và thời gian T_1

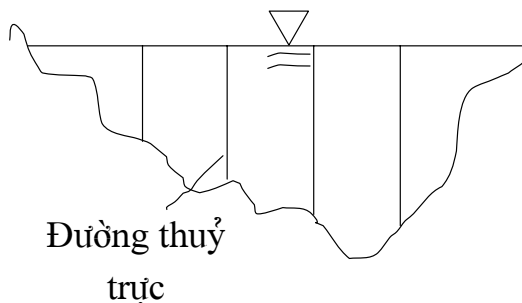
- Thời gian xuất hiện đỉnh lũ.
- Bắt đầu lũ xuống và thời gian T_x

II. ĐO MẶT CẮT SÔNG

Mặt cắt sông có: Mặt cắt dọc và mặt cắt ngang

Đo mặt cắt ngang sông tại vị trí đo lưu lượng, lưu tốc.

Muốn có mặt cắt ngang, phải tiến hành đo độ sâu ở các đường thủy trực.

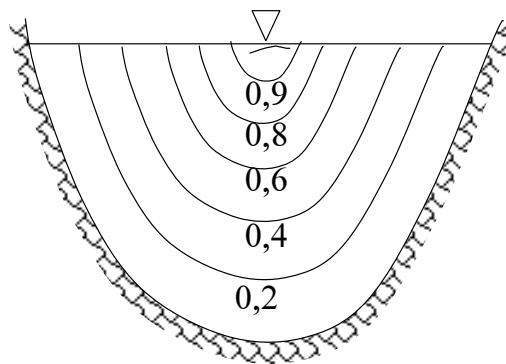


Dụng cụ đo là sào (nước nông) quả dọi hay máy hồi âm.

III. ĐO LƯU TỐC VÀ TÍNH TOÁN LƯU LƯỢNG

- Đo lưu tốc là phần quan trọng trong đo đạc thủy văn, từ lưu tốc và tiết diện qua nước sẽ tính ra lưu lượng. Các nhân tố ảnh hưởng đến lưu tốc trên sông là:

- Hình dạng đoạn sông
- Độ nhám lòng sông
- Độ sâu nước
- Hình thái bờ sông

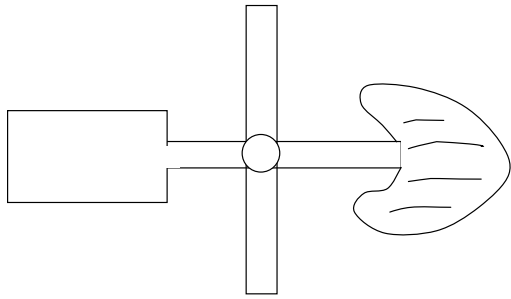


Do đó sự phân bố lưu tốc rất phức tạp: Gần bờ và sát đáy thì V bé, càng ra xa lưu tốc càng lớn, Lưu tốc V lớn nhất là sát mặt nước ở dòng giữa sông.

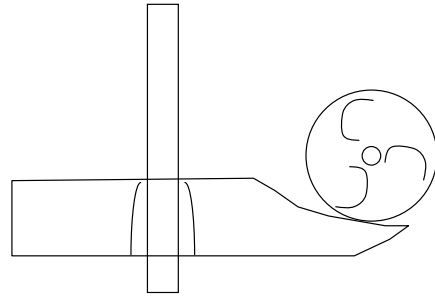
1. Đo lưu tốc bằng lưu tốc kế:

a. Lưu tốc kế:

Lưu tốc kế có 2 loại: Cánh quạt và cốc quay. Nước chảy làm cho hệ thống gáo hoặc cánh quạt quay, máy ghi số vòng quay trong t giây, từ đó tính đổi ra V (m/s)



Máy đo lưu tốc cánh quạt

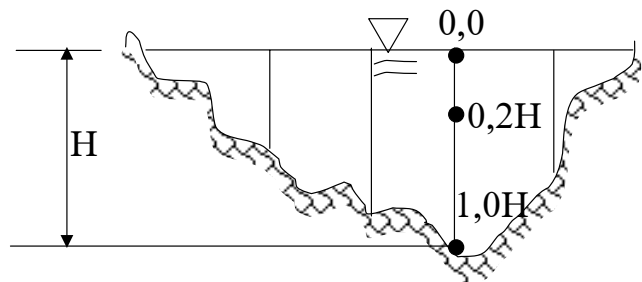


Máy đo lưu tốc cốc quay

b. Đo lưu tốc mặt cắt sông:

- Đường thuỷ trực:

Tuỳ mặt sông rộng hẹp để xác định số lượng đường thuỷ trực



- Số điểm đo trên đường

thủy trực tuỳ theo độ sâu nước của đường thủy trực.

+ Nếu nước nông, đặt 1, 2 điểm đo

+ Nếu nước sâu, đặt 3, 4 hoặc 5 điểm đo

Lưu tốc tại 1 điểm đo được tính theo độ sâu đặt máy lưu tốc kế

Điểm đo 0,0 - Tại mặt nước

Điểm đo 1,0 - Tại đáy sông

Điểm đo 0,2 - Lai tại vị trí 0,2H tính từ mặt nước.

Tại mỗi điểm đo trên đường thuỷ trực sẽ đo được lưu tốc tại điểm đó.

- Tính lưu tốc bình quân đường thuỷ trực

+ 1 điểm đo đặt tại vị trí 0,6 H

$$\bar{V}_1 = V_{0,6}$$

+ 2 điểm đo

$$\bar{V}_2 = \frac{1}{2}(V_{0,2} + V_{0,8})$$

+ 3 điểm đo

$$\bar{V}_3 = \frac{1}{4}(V_{0,2} + 2V_{0,6} + V_{0,8})$$

+ Tại đường thuỷ trực có 5 điểm đo

$$\bar{V} = \frac{1}{10}(V_0 + 3V_2 + 3V_6 + 2V_8 + V_{10})$$

- Tính lưu tốc bình quân giữa hai đường thuỷ trực

Ví dụ lưu tốc bình quân giữa

hai đường thuỷ trực 2 và 3

$$\bar{V}_{23} = \frac{\bar{V}_2 + \bar{V}_3}{2}$$

Lưu tốc giữa đường thuỷ trực

sát bờ và bờ sông là.

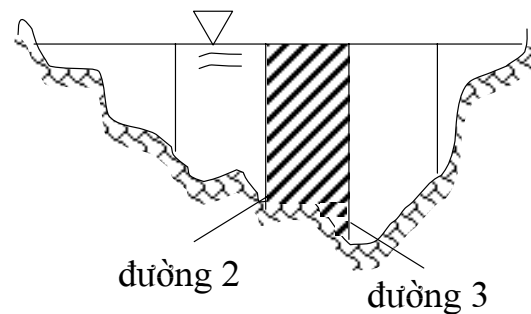
$$\bar{V}_{01} = K\bar{V}_{\text{sát bờ}}$$

Bờ thoải $K=0,7$, bờ dốc $K=0,8$

c. Tính toán lưu lượng mặt cắt sông kê:

- Lưu lượng giữa hai đường thuỷ trực là

$$q = \bar{V}_{23} \cdot f_{23}$$



Ví dụ lưu lượng giữa đường thủy trực số 2 và số 3 dòng 2 và 3

- Lưu lượng toàn mặt cắt sông là tổng của lưu lượng giữa hai đường thủy trực

$$Q = \sum q_i$$

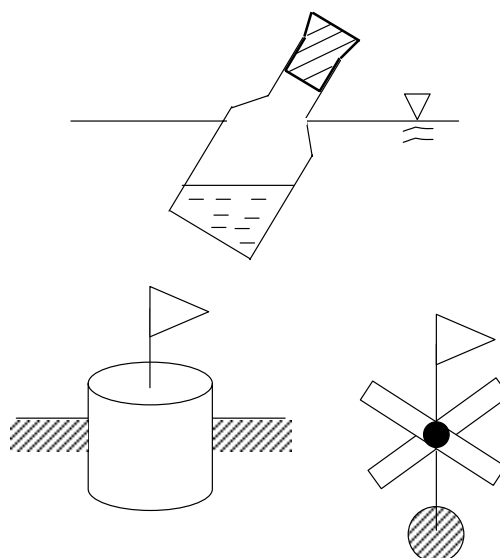
2. Đo lưu tốc bằng phao:

Về mùa lũ nước sông chảy xiết khó cố định thuyền để đo bằng lưu tốc kế, hoặc đi khảo sát không mang lưu tốc kế có thể đo lưu tốc bằng phao.

a. Phao đo:

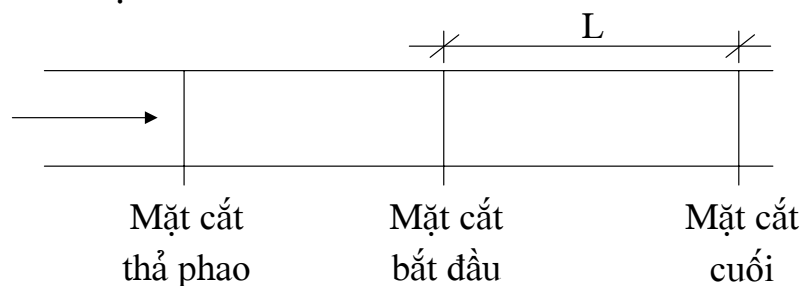
- Phao đo có thể là cái chai đựng một ít nước để chai chìm một phần vào nước.

- Có thể là 2 tấm gỗ đóng chéo hoặc khúc gỗ, v.v... có cắm cò nheo để theo dõi.



b. Đo lưu tốc:

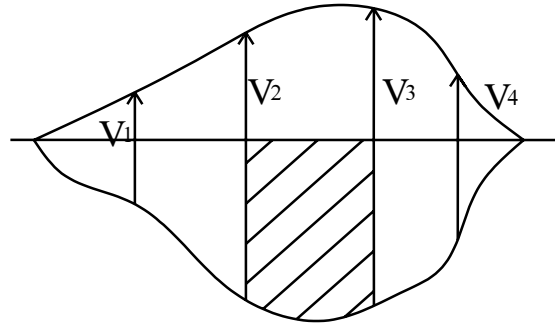
- Chọn đoạn sông thẳng, xác định 3 mặt cắt: mặt cắt thả phao, mặt cắt đầu và mặt cắt cuối.



Thả phao tại mặt cắt thả phao, khi phao đến mặt cắt đầu thì bấm đồng hồ chạy, khi phao đến mặt cắt cuối thì bấm dừng đồng hồ, xác định t

Lưu tốc V :
$$V = \frac{L(m)}{t(s)} \quad (m/s)$$

Lưu tốc xác định được là lưu tốc mặt nước nên lớn hơn lưu tốc thực tế. Trên mặt sông thả nhiều phao trên vị trí cách bờ khác nhau và có V khác nhau.



c. Tính lưu lượng (đo bằng phao):

- Lưu lượng giữa hai tuyến

$$q_{23} = \frac{V_2 + V_3}{2} \cdot x_{f_{2-3}}$$

- Lưu lượng đo bằng phao

$$Q_{do} = \sum q_i$$

- Lưu lượng sông: Vì $V_{mặt}$ lớn hơn $V_{đáy}$ nên lưu lượng thực cần có hiệu chỉnh bằng hệ số $K < 1$

$$Q_{thực} = Q_{do} \cdot K$$

Hệ số K thường là $K = 0,8 \div 0,9$

Đo bằng phao thường không chính xác cao cần phải chú ý thước đo và có hiệu chỉnh.

IV. ĐO BÙN CÁT

Đo bùn cát ở sông là nhằm xác định:

- Hàm lượng bùn cát lơ lửng ρ (g/m^3)
- Lưu lượng chuyển cát R (kg/s)
- Suất chuyển cát đáy R_d ($g/s-m$)

Lưu lượng bùn cát lơ lửng là trọng lượng bùn cát lơ lửng chuyển qua mặt cắt đo trong thời gian 1 giây R (kg/s)

$$R = \rho \times Q$$

Như vậy ta phải biết lượng ngậm cát ρ và Q

Đo ρ được tiến hành cùng lúc với đo lưu lượng. Từ việc chọn mặt cắt đo, đo lưu tốc, lấy mẫu nước cùng thực hiện một lúc trên các đường thủy trực.

1. Đo hàm lượng bùn cát lơ lửng

- Lấy mẫu nước bằng dụng cụ chuyên môn ở các điểm đo trên đường thủy trực .

a. Tính lượng ngậm cát tại 1 điểm đo

$$\rho = \frac{P}{V} \quad (\text{g/m}^3)$$

P - Trọng lượng bùn cát sấy khô (g)

V - Thể tích bùn cát (m^3)

ρ - Lượng ngậm cát (g/m_3)

b. Tính lượng bùn cát bình quân đường thủy trực

Tuỳ theo số điểm đo trên 1 đường thủy trực mà tính \bar{P}

Ví dụ với 3 điểm đo:

$$\bar{\rho}_{3\text{điểm}} = \frac{1}{4V_m} [\rho_{0,2} V_{0,2} + 2\rho_{0,6} V_{0,6} + 2\rho_{0,8} V_{0,8}]$$

Trong đó:

V_m - Lưu tốc bình quân của đường thủy trực

$V_{0,2}$ - Lưu tốc tại điểm đo 0,2

$\rho_{0,2}$ - Lượng ngậm cát ở điểm đo 0,2

Hay 5 điểm đo:

$$\bar{\rho} = \frac{1}{10V_m} [\rho_{0,0} V_{0,0} + 3\rho_{0,2} V_{0,2} + 3\rho_{0,6} V_{0,6} + \rho_1 V_1]$$

c. Lưu lượng chuyển cát (suất chuyển cát)

Lưu lượng chuyển cát hay suất chuyển cát được tính từ

- Lượng ngậm cát ρ trên đường thủy trực
- Lưu lượng q giữa hai đường thủy trực

$$R_{\rho} = \frac{1}{1000} \left[\rho q_0 + \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} q_1 + \frac{\rho_2 + \rho_3}{2} q_2 + \dots \right]$$

R - Suất chuyển cát qua mặt cắt

ρ - Lượng ngậm cát (g/m^3)

q - Lưu lượng giữa hai đường thủy trực (m^3/s)

d. Lượng ngậm cát bình quân của mặt cắt

$$\rho = \frac{R}{Q} \quad (\text{kg/m}^3)$$

R - Suất chuyển cát (kg/s)

Q - Lưu lượng (m^3/s)

Hoặc
$$\rho = \frac{10^3 R}{Q} \quad (\text{g/m}^3)$$

Qua trên ta thấy đo ρ , R khá phức tạp nên người ta chọn 1 vị trí đại biểu để đo, điểm đó phải là điểm đại diện để sát với thực tế.

2. Đo đặc suất chuyển cát đáy:

Đo bùn cát đáy thường tiến hành 1 lúc với đo bùn cát lơ lửng và lưu lượng. Nếu khó khăn có thể đo riêng.

a. Dụng cụ đo: Là thiết bị chuyên dùng đặt sát đáy sông, bùn cát lăn và chuyển dưới đáy sông được chuyển vào thiết bị đó.

Thiết bị có chiều dài L (cm)

Thời gian đo là t (giây)

Trọng lượng cát đo được P (g)

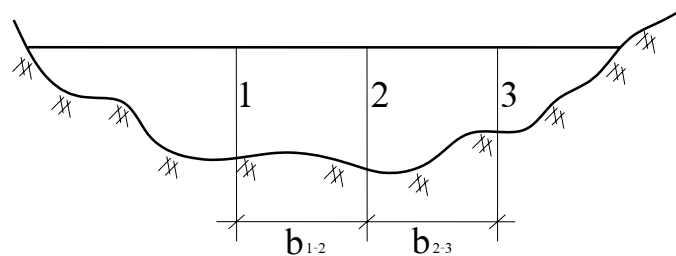
b. Suất chuyển bùn cát đáy:

Suất chuyển bùn cát đáy R_d được tính từ L , t , P

$$R_d = \frac{P_d}{t} \times \left(\frac{L}{100} \right)$$

$$R_d = \frac{100P_d}{tL} \quad (\text{g/s/m})$$

c. Suất chuyển cát đáy trên toàn mặt cắt:



+ Trên mặt cắt có các đường thủy trực 1, 2, 3, khoảng cách giữa hai đường thủy trực là b_{1-2} , b_{2-3} .

+ Suất chuyển cát đơn vị ở đường thủy trực thứ i là R_{di}

Vậy suất chuyển cát trên toàn mặt cắt G_d được tính như sau

$$G_d = \frac{1}{1000} \left[\frac{R_{d1}}{2} b_{0-1} + \frac{R_{d1} + R_{d2}}{2} b_{1-2} + \dots + \frac{R_{d2} + R_{d3}}{2} b_{2-3} + \dots \right]$$

Trong nhiều trường hợp người ta có thể tính

$$G_d = \beta G_1$$

$$\beta = 0,05 \div 0,10$$

V. XÂY DỰNG ĐƯỜNG QUAN HỆ $Q \sim H$

Để xác định H người ta có thể dựa vào Q và ngược lại.

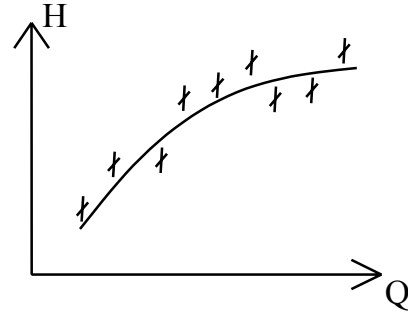
Công thức đo lưu lượng phức tạp tốn thời gian công sức nhiều so với đo H , nên người ta dựa vào tài liệu Q , H được đo cùng lúc tại mặt cắt nhất định, chấm điểm quan hệ và từ đó vẽ đường quan hệ $Q \sim H$.

Thường thì quan hệ này khá chặt chẽ, nhưng cũng có trường hợp các điểm quan hệ bị phân tán.

Nếu có điều kiện ta xây dựng 1 đồ thị tổng hợp gồm 3 quan hệ

$$Q = f(H), \omega = f(H), v = f(H)$$

Cùng 1 trị số H sẽ cho Q, ω , V ta tính kiểm tra lại $Q = \omega V$.



Nếu sai số Q_{tt} với $Q_{đồ\ vẽ}$ sai dưới 2% thì có thể chấp nhận được.

VI. DỰ BÁO THUỶ VĂN

1. Tầm quan trọng của dự báo thủy văn:

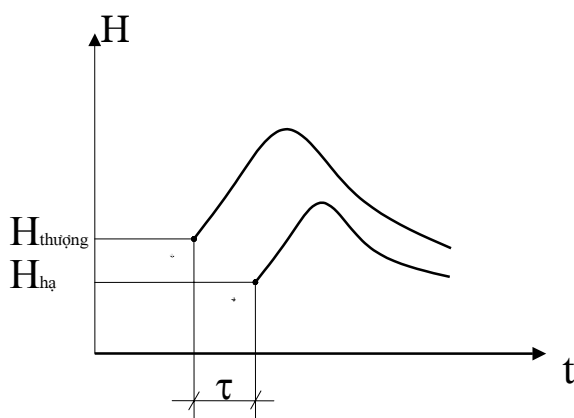
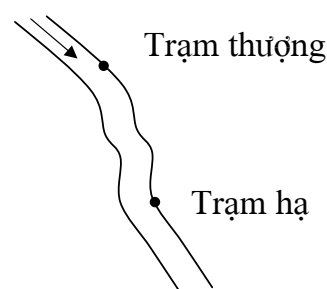
- Dự báo thủy văn phục vụ cho phòng lũ.
- Dự báo thủy văn phục vụ cho chống hạn điều tiết hồ chứa.

2. Phân loại dự báo thủy văn:

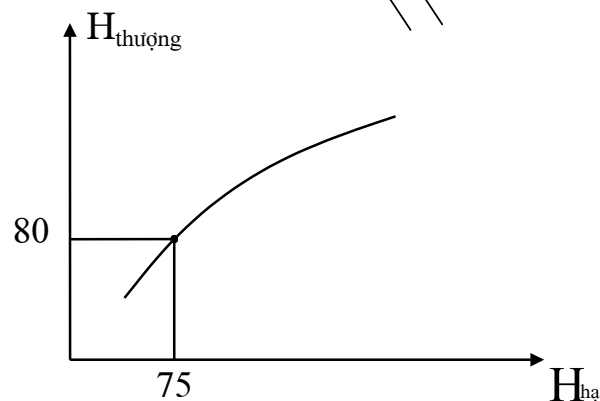
- Các yếu tố dự báo:
 - + Dự báo lưu lượng Q
 - + Dự báo mực nước H
 - + Dự báo phù sa ρ
- Phân loại dự báo theo thời gian
 - + Dự báo ngắn hạn < 15 ngày
 - + Dự báo dài hạn
- Phân loại theo độ chính xác
 - + Dự báo định tính
 - + Dự báo định lượng

3. Dự báo lũ ngắn hạn:

Mực nước lũ xuất hiện ở trạm trên, sau 1 thời gian τ lũ sẽ truyền xuống trạm dưới. Ta phải phân tích từng quan hệ giữa hai trạm để dự báo thời gian và lưu lượng lũ xuất hiện ở trạm dưới.



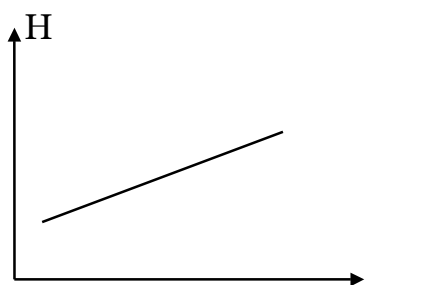
Đường quan hệ một trận
lũ thiết kế của trạm
thượng và trạm hạ
 $H \sim t$



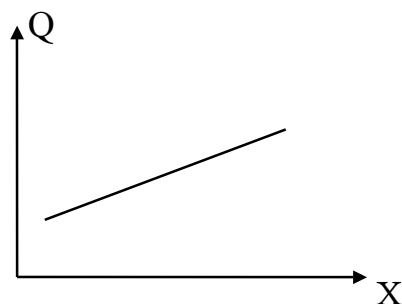
Đường quan hệ
 $H_{\text{thượng}} \sim H_{\text{hạ}}$
cùng thời gian

4. Phương pháp dự báo mưa rào dòng chảy:

Khi mưa thì tạo ra dòng chảy làm mực nước sông H và lưu lượng Q tăng lên theo giá trị mưa. Đối với lưu vực nhỏ thì dùng phương pháp dự báo mưa rào không thích hợp vì thời gian tập trung dòng chảy quá ngắn. Với lưu vực lớn thì dùng phương pháp này tương đối thích hợp.



Quan hệ $H = f(X)$ $X(\text{mm})$
tại một trạm



Quan hệ $Q = f(X)$
tại một trạm

PHỤ LỤC

- 1 - Giấy vẽ đường tần suất.
- 2 - Lượng mưa và mùa mưa ở các vùng.
- 3 - Bảng tra Φ trong đường tần suất P_{III} .
- 4 - Bảng tra K_p trong đường tần suất K - M.
- 5 - Bảng tra C_s trong phương pháp 3 điểm.
- 6 - Bảng tra Φ_{P2} và $(\Phi_{P1} - \Phi_{P3})$ trong phương pháp 3 điểm.

MỤC LỤC

Trang

Chương I	- Mở đầu	1
Chương II	- Sông ngòi và sự hình thành dòng chảy sông ngòi	6
Chương III	- Phương pháp thống kê xác suất trong tính toán thủy văn .	21
Chương IV	- Dòng chảy năm thiết kế	66
Chương V	- Dòng chảy kiệt thiết kế	78
Chương VI	- Dòng chảy lũ thiết kế	85
Chương VII	- Dòng chảy bùn cát	112
Chương VIII	- Tính toán thủy văn vùng ảnh hưởng triều	125
Chương IX	- Cầu vượt sông và cống qua đường	130
Chương X	- Kho nước và điều tiết dòng chảy	150
Chương XI	- Tính toán điều tiết hồ chứa	162
Chương XII	- Đo đạc, dự báo thủy văn	182
Phụ lục	194

